هشتمین کنفرانس ملی مباحث نوین در کامپیوتر و فناوری اطلاعات
8th National Conference on Advanced Topics in Computer and Information Technology
۲۹ آذر ماه ۱۴۰۳

استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین جهت تشخیص گرفتگی عروق و حملات قلبی

معصومه عزیزی [۱]
گروه مهندسی کامپیوتر، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
mah.azizi161998@gmail.com
علیرضا صفائی [۲]
گروه مهندسی کامپیوتر، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
alisafasafaei@yahoo.com

چکیده : امروزه وضعیت سلامتی برای افراد بسیار مهم تلقی می‌شود به همین دلیل گسترش دامنه کاربرد پزشکی یکی از بارزترین زمینه‌های تحقیقاتی می‌باشد. تحقیقات نشان می‌دهد که میلیون‌ها انسان در سراسر جهان در اثر مرگ ناگهانی قلبی جان خود را از دست می‌دهند. این مرگ و میرها را می‌توان با استفاده از تجهیزات پزشکی پس از تشخیص کاهش داد. لذا باید روش‌های مناسبی را برای کمک به پزشکان برای پیش‌بینی مرگ ناگهانی قلبی با دقت بالا پیشنهاد داد که بتوانند مرگ ناگهانی قلبی را پیش از وقوع پیش‌بینی کنند و از آن برای زنده ماندن بیماران قلبی استفاده کنند. بر این اساس در این تحقیق بر آن شدیم تا با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و فراابتکاری روشی ارائه دهیم که با دقت بالایی به تشخیص گرفتگی عروق و حملات قلبی پرداخته و افراد بیمار را از سالم تشخیص بدهیم. برای این منظور از الگوریتم شبکه عصبی جهت طبقه‌بندی داده‌ها و از الگوریتم سنجاقک جهت بهبود شبکه عصبی و دقت بالاتر تشخیص بیماران استفاده نمودیم. باتوجه به نتایج بدست آمده از پیاده‌سازی روش پیشنهادی مشاهده می‌کنیم که دقت روش پیشنهادی جهت تشخیص گرفتگی عروق و حملات قلبی ۹.۴۵ درصد همچنین میزان مقادیر معیارهای حساسیت، ویژگی و صحت نیز به ترتیب ۹.۶۶ درصد، ۹.۲۸ درصد و ۱۳.۲۹ درصد بهبود یافته است. بنابراین باتوجه به نتایج بدست آمده و مقایساتی که صورت گرفت می‌توان گفت روش پیشنهادی در این تحقیق از عملکرد خوب و بالایی جهت تشخیص گرفتگی عروق و حملات قلبی برخوردار می‌باشد.

کلمات کلیدی: گرفتگی عروق-حملات قلبی-تشخیص- الگوریتم‌های یادگیری ماشین -الگوریتم‌های فراابتکاری

۱ - مقدمه

رشد چشمگیر بیماری‌های قلبی و اثرات و عوارض آنها و هزینه‌های بالایی که برجامعه وارد می‌کند باعث شده که جامعه پزشکی به دنبال برنامه‌هایی جهت بررسی بیشتر پیشگیری، شناسایی زودهنگام و درمان موثر آن باشد؛ از این رو با استفاده از داده کاوی و کشف دانش در سیستم مرکز قلب و عروق می‌توان دانش ارزشمند را ایجاد کرد که این دانش کشف شده می‌تواند باعث بهبود کیفیت سرویس بوسیله مدیران مرکز شود و همچنین می‌تواند بوسیله پزشکان استفاده شود تا رفتار آینده بیماران قلبی از روی سابقه داده شده را پیش‌بینی کنند. تشخیص بیماری قلبی از روی ویژگی‌های گوناگون و نشانه‌ها ارزیابی فاکتورهای ریسکی که باعث افزایش حمله قلبی می‌شود از مهمترین کاربردهای داده کاوی و کشف دانش در سیستم بیماران قلبی و عروقی است[۱,۲]. امروزه به خوبی شناخته شده است که یادگیری ماشین و هوش مصنوعی نقش بزرگی در صنعت پزشکی ایفا می‌کنند. ما می‌توانیم از مدل‌های مختلف یادگیری ماشین و الگوریتم‌های فراابتکاری برای تشخیص بیماری و طبقه‌بندی یا پیش‌بینی نتایج استفاده کنیم؛ اخیراً یادگیری ماشین به عنوان هسته تکنیک‌های داده

کاوی از فناوری‌های کارآمد برای تجزیه و تحلیل و یادگیری روابط بین داده‌ها معرفی شده است که مبتنی بر آموزش و آزمایش است. یادگیری ماشین شاخه‌ای از هوش مصنوعی است که یکی از حوزه‌های وسیع یادگیری است که در آن ماشین‌ها از توانایی‌های انسان تقلید می‌کنند. تلفیق روش‌های یادگیری ماشین با الگوریتم‌های فراابتکاری می‌تواند نتایج به مراتب دقیق‌تری برای مسائل موجود در دنیای واقعی از جمله پیش‌بینی بیماری‌های قلبی به دست آورد[۳,۴].

۲ – کارهای پیشین

Hammoud و همکاران در سال ۲۰۲۴ جهت پیش بینی بیماری عروق کرونر قلب به مقایسه الگوریتم‌های یادگیری ماشینی از جمله رگرسیون لجستیک، طبقه‌بندی کننده بردار پشتیبان، K نزدیک‌ترین همسایه، جنگل تصادفی، درخت تصمیم، ساده‌ترین Bayes و طبقه‌بندی کننده تقویت گرادیان پرداختند. آنها همچنین از روش‌های انتخاب ویژگی، از جمله روش پوشش، روش جاسازی شده Chi-Squaured و تجزیه و تحلیل واریانس برای شناسایی ویژگی‌های موثرتر استفاده کردند. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که با انتخاب هفت ویژگی الگوریتم جنگل تصادفی با دقت ۹۴.۹۶ درصد نسبت به الگوریتم‌های مورد مقایسه از عملکرد بهتری برخوردار است[۵]. Shrestha در سال ۲۰۲۴ به مطالعه تعدادی از مدل‌های یادگیری ماشینی از جمله شبکه‌های LSTM، Random Forest، Gradient Boosting، XGBoost و Logistic Regression جهت پیش‌بینی بیماری قلبی پرداخت. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که الگوریتم XGBoost با دقت ۹۰ درصد نسبت به الگوریتم‌های مورد مقایسه از عملکرد بهتری جهت پیش‌بینی بیماری قلبی برخوردار است[۶]. Tousif و همکاران در سال ۲۰۲۴ به تجزیه و تحلیل عملکرد تشخیص بیماری قلبی با استفاده از روش‌های مختلف یادگیری ماشین از جمله KNN، Random Forest، Naive Bayes، AdaBoost، Decision Tree و Logistic Regression پرداختند. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که الگوریتم KNN با دقت ۹۳ درصد نسبت به الگوریتم‌های مورد مقایسه از عملکرد بهتری جهت پیش‌بینی بیماری قلبی برخوردار است[۷]. Yadav و همکاران در سال ۲۰۲۳ جهت پیش‌بینی بیماری‌های قلبی استفاده از الگوریتم‌های Naive Bayes، Decision Tree، Logistic Regression، KNN، SVM، تقویت گرادیان و جنگل تصادفی را پیشنهاد کردند. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که الگوریتم KNN با دقت ۸۵.۱۸ درصد نسبت به الگوریتم‌های مورد مقایسه از عملکرد بهتری جهت پیش‌بینی بیماری قلبی برخوردار است[۸].

۳ – بیماری‌های قلبی

بیماری‌های قلبی و عروقی[1] شامل گروهی از بیماری‌ها و مشکلاتی می‌باشد که قلب یا رگ‌های اصلی آن آسیب دیده و به درستی عمل نمی‌کنند. طی چند دهه اخیر شیوع بیماری‌های قلبی و عروقی در جهان رو به افزایش بوده است بطوری‌که اکنون یکی از شایع‌ترین علت مرگ و ناتوانی افراد می‌باشد. بیماری‌های قلبی و عروقی براساس اختلالات قلب در اثر اجتماع پلاکت‌ها در عروق ایجاد شده و در نتیجه نارسایی مزمن قلبی[2]، ایست قلبی[3]، آریتمی بطنی[4] و مرگ ناگهانی قلبی اتفاق می‌افتد بنابراین لازم است که این بیماری هرچه سریع‌تر تشخیص داده شود. از جمله عواملی که خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی را افزایش می‌دهد می‌توان به سابقه خانوادگی بیماری قلبی[5]، سیگار کشیدن[6]، سطوح بالای LDL[7] (کلسترول مضر)، سطوح بالای HDL[8] (کلسترول مفید)، فشار خون بالا[9] حتی در سال‌های نوجوانی، کلسترول خون بالا، چاقی[10]، عدم فعالیت بدنی[11]، رژیم غذایی

[1] Cardiovascular disease (CVD)
[2] Congestive heart failour (CHF)
[3] Ischamic heart disease (IHD)
[4] Ventricular arrhythmia
[5] Family history of heart disease
[6] Smoking
[7] Low-Density Lipoprotein
[8] High-Density Lipoprotein
[9] High Blood Pressure
[10] Obesity
[11] Lack of Physical Exercise

پرچرب[12]، دیابت کنترل نشده[13]، استرس یا افسردگی مزمن[14] سن، جنسیت و غیره اشاره نمود[۹،۱۰].

۴ – روش‌های تشخیص بیماری‌های قلبی

برای تشخیص بیماری‌های قلبی، دکتر متخصص قلب و عروق، تعدادی آزمایش و ارزیابی انجام خواهد داد که به دو دسته تهاجمی و غیرتهاجمی تقسیم می‌شوند. از مهمترین آزمایشات و تست‌های تشخیص بیماری‌های قلبی می‌توان موارد زیر را نام برد[۱۱،۱۲].

- **معاینه پزشکی و آزمایش خون:** ابتدا پزشک سوابق پزشکی، ضربان قلب و فشار خون بیمار را بررسی می‌کند. پزشک همچنین می‌تواند آزمایش خون را تجویز کند. به عنوان مثال، آزمایشات سطح چربی و کلسترول را در جریان خون مورد سنجش قرار دهد. از این آزمایش‌ها برای کمک به تعیین خطر ابتلا به بیماری قلبی و حمله قلبی استفاده می‌کنند.
- **اکوکاردیوگرافی:** در این تست برای ایجاد تصاویر متحرک از قلب، از امواج صوتی استفاده می‌شود. تصاویر ایجاد شده، نشان دهنده اندازه و شکل قلب خواهند بود و متخصص قلب و عروق بررسی می‌کند که حفره‌ها و دریچه‌های قلب تا چه حد سالم هستند و چگونه کار می‌کنند. اکوی قلب، نواحی که ماهیچه‌های قلب که به علت جریان خون ضعیف یا آسیب دیدگی بر اثر سکته به خوبی منقبض نمی‌شوند را نشان خواهد داد. همچنین می‌تواند وجود لخته‌های خون در قلب، تجمع مایع در پریکاردیوم (غشای دور قلب) و مشکلات رگ آئورت را مشخص کند.
- **تست ورزش:** روشی برای تشخیص بیماری‌های قلبی است که در آن ظرفیت عملکردی قلب، ریه و عضلات در طول یک فعالیت فیزیکی یعنی راه رفتن بر روی تردمیل و یا دوچرخه‌سواری ثابت ارزیابی می‌شود. آزمون در یک اتاق مخصوص و تحت نظارت یک متخصص قلب و عروق انجام می‌شود. پس از ارزیابی کامل و در نظر گرفتن وضعیت قلبی بیمار ممکن است پزشک قلب تصمیم بگیرد برای بیمار تست ورزش تجویز نماید. در طول آزمون، فشارخون و ضربان قلب بیمار در فواصل منظم، اندازه‌گیری و ضبط می‌شود تا میانگین آن را مورد محاسبه و ارزیابی قرار دهند.
- **هولتر مانیتورینگ:** ضبط مداوم نوار قلب بیمار در طول ۲۴ ساعت را هولتر مانیتورینگ می‌گویند. هولتر مانیتورینگ می‌تواند در حین مانیتورینگ مواردی همچون، درد قفسه سینه، ایسکمی یا کاهش جریان خون به عضله بطن چپ، اطلاعات و ارزیابی‌های دقیق‌تری را برای پزشک فراهم نماید. از آنجا که بیمار می‌تواند دستگاه هواتر ضربان قلب را در طول فعالیت‌های روزانه خود بطور منظم بپوشد، کمک می‌شود تا پزشک ارتباط علائمی همچون سرگیجه، تپش قلب (ضربان قلب سریع یا نامنظم) و غش کردن بیمار را با مشکلات و بیماری‌های قلبی کشف نماید و چون ضبط نوار قلب بیمار بطور مداوم و طی ۲۴ ساعت انجام می‌شود، هولتر مانیتورینگ در مقایسه با نوار قلب ساده اطلاعات بیشتری در اختیار پزشک گذاشته و در تشخیص ریتم‌های غیرطبیعی قلب کمک بیشتری خواهد کرد.
- **سونوگرافی کاروتید:** اسکن دوطرفه کاروتید با استفاده از امواج صوتی برای ایجاد تصاویر شریان‌های کاروتید در هر دو طرف گردن انجام می‌گیرد. این آزمایش به دکتر اجازه می‌دهد تا میزان رسوب پلاک در شریان‌ها را بررسی و خطر ابتلا به سکته مغزی را بررسی کند.
- **رادیوگرافی از قفسه سینه:** همان عکس‌برداری ساده از قفسه سینه است که در آن اندازه قلب، سایه قلب و بافت ریه و استخوان‌ها مشخص می‌شود. بررسی با این ابزار جنبه کلی دارد و به پزشک کمک می‌کند که علت ضعف تنفس یا درد قفسه سینه را تعیین کند.
- **سی تی اسکن یا سی تی آنژیوگرافی:** سی تی اسکن با استفاده از چندین تصویر اشعه ایکس برای ایجاد یک تصویر مقطعی از قلب استفاده می‌شود. پزشک ممکن است انواع مختلفی از سی تی اسکن را برای تشخیص بیماری‌های قلبی استفاده کند. به عنوان مثال، آنها ممکن است اسکن کربن غربال‌گری کلسیم را برای بررسی رسوبات کلسیم در شریان‌های

[12] High-Fat Diet
[13] Uncontrolled Diabetes
[14] Chronic Stress or Depression

عروق کرونری استفاده کنند. در این روش از سی تی اسکن، به داخل یک سیاهرگ یک ماده تأمین کننده کنتراست تزریق می‌شود تا سرخرگ‌هایی که وظیفه خون‌رسانی به قلب را بر عهده دارند، به وضوح قابل مشاهده شوند. تصویری زنده و سه بعدی نمایش داده می‌شود که نحوه رسیدن خون به ماهیچه‌های قلب بیمار را با وضوح و جزئیات کامل نشان می‌دهد و اطلاعات تشخیصی بسیار مفیدی را در مورد وضعیت بیمارانی که در معرض خطر بالای بروز بیماری سرخرگ‌های کرونری هستند، تأمین می‌کند.

- **آنژیوگرافی:** در این روش بیمار باید بستری شود و از شریان کشاله ران یا دست، کاتترهای نازکی را به قلب می‌فرستند و یک ماده رنگی مخصوص به خون داخل رگ تزریق می‌شود و به کمک تشعشعات اشعهٔ ایکس داخل عروق کرونری قلب نشان داده می‌شود. موادی که به آنها پلاک خونی گفته می‌شود در داخل دیواره‌های عروق کرونری قلب تشکیل شده و باعث تنگی رگ‌های بیمار می‌شود، آنژیوگرافی این گرفتگی‌ها رو نشان می‌دهد. کسی که بیماری عروق کرونری قلب داشته باشد، با آنژیوگرافی راحت قابل تشخیص است. این وسیله تشخیصی است ولی در حین تشخیص و در صورت وجود گرفتگی عروق می‌توان با آن اقدام به باز کردن رگ خونی با بالون یا استنت[15] نیز کرد.

۵ – داده کاوی در حوزه بیماری قلبی

متخصص‌های حوزه سلامت و درمان و افراد خبره در زمینه بیماری‌های قلبی و عروقی حجم عظیمی از داده‌های مربوط به بیماران قلبی و عروقی و مراجعه کنندگان به مراکز درمانی را ثبت و ضبط می‌نمایند. که این ثبت داده‌ها در بانک‌ها و مخازن اطلاعاتی باعث ایجاد یک فرصت مناسب به منظور استخراج دانش باارزش در درون این مجموعه داده‌ها می‌شود. پژوهش کنندگان و افراد محقق در رشته‌های مختلف دانشگاهی همواره در جستجوی استفاده از تکنیک‌های داده کاوی و روش‌های آماری به منظور کمک به پزشکان و افراد متخصص در حوزه بهداشت و درمان و سلامت با هدف تشخیص به موقع بیماری و همچنین بررسی وضعیت بیمار و تعیین خطرهای بیماری قلبی در افراد مبتلا به این بیماری می‌باشند. تحلیل‌های آماری انجام شده و پژوهش‌های مختلف صورت گرفته عواملی که باعث ایجاد بیماری قلبی شده را شامل فشارخون، سن، کشیدن سیگار، فشار خون بالا، کلسترول نهایی، وجود سابقه خانوادگی ابتلا به بیماری قلبی و عروقی و همچنین موضوع‌هایی مانند عدم فعالیت و تحرک بدنی و چاقی شناسایی و نام گذاری کرده‌اند. فراهم سازی شرایطی که به آگاهی سازی خطر عامل‌های مختلف تاثیرگذار در بیماری قلبی منجر شود به پزشکان و افراد متخصص در حوزه سلامت و درمان در تشخیص به موقع بیمارانی که امکان بیشتری جهت مبتلا شدن به بیماری قلبی دارند کمک قابل توجهی می‌نماید. به همین منظور یک ابزار مؤثر و مفید و کارآمد و دارای قدرت بالا به منظور تجزیه و تحلیل داده جهت استخراج دانش ارزشمند نهفته در داده به منظور کمک به تشخیص به موقع این بیماری توسط متخصصین در حوزه بیماری قلبی داده کاوی می‌باشد. محققان از تکنیک‌های داده کاوی برای استخراج الگوهای ارزشمند و یافتن روابط بین متغیرها در مجموعه دادگان قلبی استفاده کرده‌اند[۱۳,۱۴].

۶ –شبکه عصبی مصنوعی

وارن مک کالچ و والترپیتس مدل ساده عملکرد نرون‌های بیولوژیک را تحت مقاله‌ای بنام محاسبات منطقی در فعالیت عصبی در سال ۱۹۴۳ منتشر کردند. قدرتمندترین شبکه‌های عصبی، شبکه‌های عصبی بیولوژیک[16] می‌باشند، مغز انسان به او این امکان را می‌دهد که از تجارب خود استفاده کرده و آنها را تعمیم دهد. شبکه عصبی[17] واحد پردازش اطلاعات است که به تقلید از نرون‌های مغز انسان است. شبکه عصبی روشی برای محاسبه است که بر پایه اتصال بهم پیوسته چندین واحد پردازشی ساخته می‌شود. مطالعه شبکه‌های عصبی مصنوعی[18] الهام گرفته از سیستم‌های یادگیری طبیعی است که در آنها یک مجموعه پیچیده از نرون‌های بهم متصل در کار یادگیری دخیل هستند. شبکه‌های عصبی گروهی از

[15] Angioplasty
[16] biological neural networks
[17] nural network
[18] Artificial Neural Network

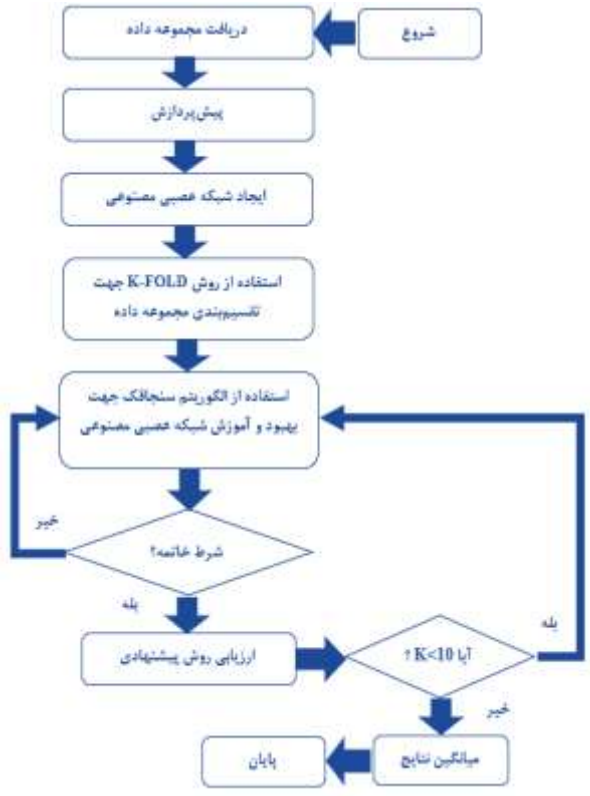
ابزارهای قدرتمند و همه منظوره می‌باشند که از آنها در پیش‌بینی، طبقه‌بندی و خوشه‌بندی استفاده می‌شود. شبکه عصبی مصنوعی روشی عملی برای یادگیری توابع گوناگون نظیر توابع با مقادیر حقیقی، توابع با مقادیر گسسته و توابع با مقادیر برداری می‌باشد[۱۵,۱۶].

۷ – الگوریتم سنجاقک

الگوریتم بهینه‌سازی سنجاقک در سال ۲۰۱۵ توسط میرجلیلی معرفی و منتشر شده است[۱۷]. الگوریتم سنجاقک در دسته الگوریتم‌های بهینه‌سازی الهام گرفته از طبیعت قرار می‌گیرد که ایده آن از رفتار سنجاقک‌ها در شکار غذا و طعمه الهام گرفته شده است. سنجاقک‌ها به عنوان شکارچیان کوچک تقریباً اکثر حشرات دیگر که در طبیعت وجود دارند را شکار می‌کنند. حقیقت مورد توجه در الگوریتم سنجاقک رفتار خاص و نادر حشرات است. واقعیت جالب در مورد سنجاقک‌ها رفتار ازدحامی منحصر به فرد و نادر این حشره می باشد. توده سنجاقک‌ها تنها برای دو هدف شکل می‌گیرند: شکار و مهاجرت که شکار را توده استاتیک یا تغذیه می‌نامند و مهاجرت را توده داینامیک یا مهاجر می‌نامند. در توده ثابت یا استاتیک سنجاقک‌ها گروه‌های کوچکی را تشکیل می‌دهند و در یک ناحیه کوچک به جلو و عقب حرکت می‌کنند تا سایر حشرات پرنده مانند پروانه‌ها و پشه‌ها را شکار کنند. تحرکات محیطی و تغییرات ناگهانی در مسیر پرواز از مشخصه‌های اصلی توده ایستا می‌باشد. در توده‌های داینامیک تعداد زیادی از سنجاقک‌ها یک توده برای مهاجرت در یک جهت و با مسافت طولانی را شکل می‌دهند. ایده اصلی الگوریتم سنجاقک از رفتارهای ازدحام ایستا و داینامیک سرچشمه می‌گیرد. این دو رفتار ازدحامی خیلی شبیه به دو مرحله اصلی از بهینه‌سازی با الگوریتم‌های فرا اکتشافی یعنی اکتشاف و بهره‌برداری می‌باشد. سنجاقک‌ها گروه‌های کوچکتری تشکیل می‌دهند و در نواحی مختلف به صورت یک گروه ایستا پرواز می‌کنند. این کار هدف اصلی در مرحله اکتشاف می‌باشد. در گروه پویا سنجاقک‌ها در گروه‌های بزرگتر و در امتداد یک جهت پرواز می‌کنند که یک رفتار مطلوب در مرحله بهره‌برداری می‌باشد.

۸ –پیاده سازی روش پیشنهادی

در این تحقیق با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و فراابتکاری روشی ارائه خواهیم داد که با دقت بالایی به تشخیص گرفتگی عروق و حملات قلبی پرداخته و افراد بیمار را از سالم تشخیص خواهیم داد. برای این منظور از الگوریتم شبکه عصبی که یکی از پرکاربردترین الگوریتم‌های یادگیری ماشین است جهت طبقه‌بندی داده‌ها و از الگوریتم سنجاقک که یک الگوریتم فراابتکاری می‌باشد جهت بهبود شبکه عصبی و دقت بالاتر تشخیص بیماران استفاده خواهیم نمود. فلوچارت روش پیشنهادی در این تحقیق در شکل ۳-۱ نشان داده شده است.



شکل ۳: فلوچارت روش پیشنهادی

در روش پیشنهادی برای کمینه نمودن میزان خطای تشخیص گرفتگی عروق و حملات قلبی شبکه عصبی مصنوعی را در قالب یک عضو جمعیت الگوریتم سنجاقک طبق رابطه (۱) کدگذاری

می‌کنیم:

$$[W,B] = [\ W_1, W_2, W_3, \dots, W_n, B_1, B_2, \dots, B_m\ ] \quad (۱)$$

در این رابطه W_n و B_m به ترتیب اوزان و آستانه شبکه عصبی مصنوعی پیشنهادی و بردار [W,B] نیز به عنوان یک عضو جمعیت الگوریتم سنجاقک در نظر گرفته می‌شود.

با کدینگ شبکه عصبی مصنوعی بصورت برداری از اوزان و آستانه‌ها و در قالب یک عضو از جمعیت الگوریتم سنجاقک می‌توان مطابق با مراحل زیر شبکه عصبی مصنوعی را با اوزان و آستانه‌های بهینه و با حداقل خطای تشخیص گرفتگی عروق و حملات قلبی استخراج نمود:

- **در مرحله اول** ابتدا تعدادی شبکه عصبی مصنوعی را بصورت برداری از اوزان و آستانه‌ها کدگذاری و هر بردار [W,B] را به عنوان عضوی از جمعیت الگوریتم سنجاقک در نظر می‌گیریم.
- **در مرحله دوم** شبکه‌های عصبی مصنوعی یا اعضای جمعیت الگوریتم سنجاقک بصورت تصادفی با اوزان و آستانه‌هایی در بازه مثبت و منفی یک مقداردهی می‌شوند.
- **در مرحله سوم** هر شبکه عصبی مصنوعی یا معادل آن اعضای جمعیت الگوریتم سنجاقک بر اساس تابع خطای بدست آمده‌شان مورد ارزیابی قرار می‌گیرند و میزان شایستگی آنها محاسبه می‌شود.
- **در مرحله چهارم** شبکه‌های عصبی مصنوعی یا معادل آن یعنی اعضای جمعیت الگوریتم سنجاقک، پس از اینکه تحت تأثیر جستجوی سراسری و محلی الگوریتم مورد نظر قرار گرفتند، اوزان و آستانه آنها بروزرسانی می‌گردد.
- **در مرحله پنجم** از میان شبکه‌های عصبی مصنوعی یا معادل آن یعنی اعضای جمعیت الگوریتم سنجاقک، شایسته‌ترین عضو یا شبکه عصبی‌ای که دارای حداقل مقدار خطای طبقه‌بندی بود را انتخاب کرده و از آن برای تشخیص گرفتگی عروق و حملات قلبی استفاده می‌کنیم.

۹ – معیارهای ارزیابی روش پیشنهادی

در این تحقیق برای سنجش و ارزیابی عملکرد روش پیشنهادی براساس ماتریس اغتشاش از معیارهای دقت، حساسیت، ویژگی، صحت استفاده می‌شود که عبارتند از :

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100 \quad (۱)$$

$$Sensitivity = \frac{TP}{TP+FN} \times 100 \quad (۲)$$

$$Specificity = \frac{TN}{FP+TN} \times 100 \quad (۳)$$

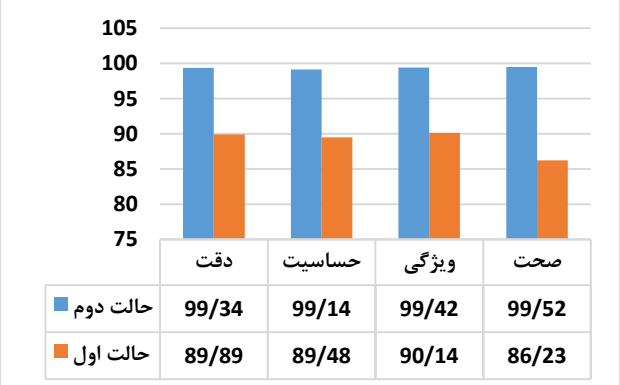
$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \times 100 \quad (۴)$$

۱۰- نتایج بدست آمده

عملکرد روش پیشنهادی در این تحقیق در دو حالت زیر مورد بررسی قرار گرفته شد :

۱- حالت اول: اجرای روش پیشنهادی بدون استفاده از الگوریتم سنجاقک.

۲- حالت دوم (روش پیشنهادی): اجرای روش پیشنهادی بوسیله الگوریتم سنجاقک.



شکل ۱: نمودار مقایسه میانگین نتایج بدست آمده

باتوجه به نتایج بدست آمده از پیاده‌سازی روش پیشنهادی در شکل(۱) مشاهده می‌کنیم که دقت روش پیشنهادی جهت تشخیص گرفتگی عروق و حملات قلبی در حالت دوم که شبکه

عصبی پیشنهادی توسط الگوریتم سنجاقک بهبود یافته است نسبت به حالت اول ۹.۴۵ درصد افزایش داشته است همچنین میزان مقادیر معیارهای حساسیت، ویژگی و صحت نیز در حالت دوم به ترتیب ۹.۶۶ درصد، ۹.۲۸ درصد و ۱۳.۲۹ درصد نسبت به حالت اول بیشتر شده است.

۱۱- نتیجه گیری

رشد چشمگیر بیماری‌های قلبی و اثرات و عوارض آنها و هزینه‌های بالایی که برجامعه وارد می‌کند باعث شده که جامعه پزشکی به دنبال برنامه‌هایی جهت بررسی بیشتر پیشگیری، شناسایی زودهنگام و درمان موثر آن باشد؛ از این رو با استفاده از داده کاوی و کشف دانش در سیستم مرکز قلب و عروق می‌توان دانش ارزشمند را ایجاد کرد که این دانش کشف شده می‌تواند باعث بهبود کیفیت سرویس بوسیله مدیران مرکز شود و همچنین می‌تواند بوسیله پزشکان استفاده شود تا رفتار آینده بیماران قلبی از روی سابقه داده شده را پیش‌بینی کنند. تشخیص بیماری قلبی از روی ویژگی‌های گوناگون و نشانه‌ها ارزیابی فاکتورهای ریسکی که باعث افزایش حمله قلبی می‌شود از مهمترین کاربردهای داده کاوی و کشف دانش در سیستم بیماران قلبی و عروقی است. امروزه به خوبی شناخته شده است که یادگیری ماشین و هوش مصنوعی نقش بزرگی در صنعت پزشکی ایفا می‌کنند. ما می‌توانیم از مدل‌های مختلف یادگیری ماشین و الگوریتم‌های فراابتکاری برای تشخیص بیماری و طبقه‌بندی یا پیش‌بینی نتایج استفاده کنیم؛ اخیراً یادگیری ماشین به عنوان هسته تکنیک‌های داده کاوی از فناوری‌های کارآمد برای تجزیه و تحلیل و یادگیری روابط بین داده‌ها معرفی شده است که مبتنی بر آموزش و آزمایش است. یادگیری ماشین شاخه‌ای از هوش مصنوعی است که یکی از حوزه‌های وسیع یادگیری است که در آن ماشین‌ها از توانایی‌های انسان تقلید می‌کنند. تلفیق روش‌های یادگیری ماشین با الگوریتم‌های فراابتکاری می‌تواند نتایج به مراتب دقیق‌تری برای مسائل موجود در دنیای واقعی از جمله پیش‌بینی بیماری‌های قلبی به دست آورد. بنابراین در این تحقیق با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و فراابتکاری روشی ارائه نمودیم که با دقت بالایی به تشخیص گرفتگی عروق و حملات قلبی پرداخته و افراد بیمار را از سالم تشخیص دهد. برای این منظور از الگوریتم شبکه عصبی که یکی از پرکاربردترین الگوریتم‌های یادگیری ماشین است جهت طبقه‌بندی داده‌ها و از الگوریتم سنجاقک که یک الگوریتم فراابتکاری می‌باشد جهت بهبود شبکه عصبی و دقت بالاتر تشخیص بیماران استفاده نمودیم. عملکرد روش پیشنهادی در این تحقیق در دو حالت بدون استفاده از الگوریتم سنجاقک و بهبود توسط الگوریتم سنجاقک مورد بررسی قرار گرفته شد. باتوجه به نتایج بدست آمده از پیاده‌سازی روش پیشنهادی برای داده‌های آموزشی مشاهده می‌کنیم که دقت روش پیشنهادی جهت تشخیص گرفتگی عروق و حملات قلبی در حالت دوم که شبکه عصبی پیشنهادی توسط الگوریتم سنجاقک بهبود یافته است نسبت به حالت اول ۹.۴۵ درصد افزایش داشته است همچنین میزان مقادیر معیارهای حساسیت، ویژگی و صحت نیز در حالت دوم به ترتیب ۹.۶۶ درصد، ۹.۲۸ درصد و ۱۳.۲۹ درصد نسبت به حالت اول بیشتر شده است. بنابراین نتایج بدست آمده حاکی از آن است که روش پیشنهادی با بهبود توسط الگوریتم سنجاقک در این تحقیق از عملکرد خوب و بالایی جهت تشخیص گرفتگی عروق و حملات قلبی برخوردار می‌باشد.

مراجع

[1] Ma, H., Ding, J., Liu, M., & Liu, Y. (2022). Connections between various disorders: combination pattern mining using apriori algorithm based on diagnosis information from electronic medical records. *BioMed Research International*, *2022*(1), 2199317.

[2] Sarwar, T., Seifollahi, S., Chan, J., Zhang, X., Aksakalli, V., Hudson, I., ... & Cavedon, L. (2022). The Secondary Use of Electronic Health Records for Data Mining: Data Characteristics and Challenges. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, *55*(2), 1-40.

[3] Ferdousi, R., Hossain, M. A., & El Saddik, A. (2021). Early-stage risk prediction of non-

heart diseases and the future of sequential mining in medical field. *Machine learning paradigms: Advances in data analytics*, 71-99.

[13] Darrab, S., Broneske, D., & Saake, G. (2024). Exploring the predictive factors of heart disease using rare association rule mining. *Scientific Reports*, *14*(1), 18178.

[14] Al-Jammali, K. (2023). Prediction of heart diseases using data mining algorithms. *Informatica*, *47*(5).

[15] Mahesh, B. (2020). Machine learning algorithms-a review. *International Journal of Science and Research (IJSR)Internet]*, *9*(1), 381-386.

[16] Yegnanarayana, B. (2009). *Artificial neural networks*. PHI Learning Pvt. Ltd.

[17] Almufti, S. M., Shaban, A. A., Ali, Z. A., Ali, R. I., & Fuente, J. A. D. (2023). Overview of metaheuristic algorithms. *Polaris Global Journal of Scholarly Research and Trends*, *2*(2), 10-32.

communicable disease using machine learning in health CPS. IEEE Access, 9, 96823-96837.

[4] Poudel, S. (2022, February). A study of disease diagnosis using machine learning. In *Medical Sciences Forum* (Vol. 10, No. 1, p. 8). MDPI.

[5] Hammoud, A., Karaki, A., Tafreshi, R., Abdulla, S., & Wahid, M. (2024). Coronary heart disease prediction: a comparative study of machine learning algorithms. *Journal of Advances in Information Technology*, *15*(1), 27-32.

[6] Shrestha, D. (2024). Advanced Machine Learning Techniques for Predicting Heart Disease: A Comparative Analysis Using the Cleveland Heart Disease Dataset. *Applied Medical Informatics*, *46*(3).

[7] Tousif, M. N., Ushan, M. N. R., Akhter, R., Mahmud, S., Rashid, S., & Mohammad, S. (2024, May). Performance Analysis of Heart Disease Detection Using Different Machine Learning Approaches. In *2024 6th International Conference on Electrical Engineering and Information & Communication Technology (ICEEICT)* (pp. 939-944). IEEE.

[8] Yadav, A. L., Soni, K., & Khare, S. (2023, July). Heart diseases prediction using machine learning. In *2023 14th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT)* (pp. 1-7). IEEE.

[9] Zubrzycki, M., Schramm, R., Costard-Jäckle, A., Grohmann, J., Gummert, J. F., & Zubrzycka, M. (2024). Cardiac Development and Factors Influencing the Development of Congenital Heart Defects (CHDs): Part I. *International Journal of Molecular Sciences*, *25*(13), 7117.

[10] Shao, C., Wang, J., Tian, J., & Tang, Y. D. (2020). Coronary artery disease: from mechanism to clinical practice. *Coronary Artery Disease: Therapeutics and Drug Discovery*, 1-36.

[11] Safdar, S., Zafar, S., Zafar, N., & Khan, N. F. (2018). Machine learning based decision support systems (DSS) for heart disease diagnosis: a review. *Artificial Intelligence Review*, *50*(4), 597-623.

[12] Bou Rjeily, C., Badr, G., Hajjarm El Hassani, A., & Andres, E. (2019). Medical data mining for