

Applications and Role of Artificial Intelligence in the Management of Cardiac Diseases: A Systematic Review of Persian Research Studies

Mozhgan Farazmand¹ (B.S.), Mandana Asgari¹ (B.S.), Hamid Bouraghi² (Ph.D.), Taleb Khodaveisi³ (Ph.D.),
Ali Mohammadpour³ (Ph.D.), Soheila Saeedi^{3*} (Ph.D.)

1 Bachelor of Science in Health Information Technology, Student Research Committee, School of Allied Medical Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

2 Associate Professor, Department of Health Information Technology, School of Allied Medical Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

3 Assistant Professor, Department of Health Information Technology, School of Allied Medical Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

Abstract

Received: 25 Jan. 2025

Accepted: 20 Jul. 2025

Background and Aim: Cardiovascular diseases have a very high prevalence globally and are recognized as one of the main causes of mortality worldwide. Artificial intelligence, as a novel technology, has garnered attention in recent years in Iran and other parts of the world for the management of a wide variety of diseases. The present study aimed to systematically review research studies conducted in the field of applying artificial intelligence in cardiovascular diseases.

Materials and Methods: To investigate research studies conducted in the field of cardiovascular diseases utilizing artificial intelligence, the Persian language databases SID, Google Scholar, and Magiran were searched. This search was conducted without time limitations on April 3, 2024 and included all research studies that, up to this date, had used various artificial intelligence methods in the field of cardiovascular diseases in the present systematic review.

Results: The results of the search in the aforementioned three databases led to the retrieval of 17,819 research studies, of which 46 research studies met the inclusion and exclusion criteria of the study. These research studies had used artificial intelligence in three areas: prediction, treatment, and diagnosis. Neural networks (n=22), support vector machines (n=20), and decision trees (n=16) were the algorithms that were used more than other techniques. The data sources of the included research studies were mainly patient medical records and the UCI database. Additionally, MATLAB software was used more than other software. The most frequently mentioned limitations in the research studies included not considering all factors, limited access to data, insufficient data, the presence of noise in signals or images, and the presence of outliers, missing values, and non-normality of data.

Conclusion: The systematic review of research studies conducted in the field of cardiovascular diseases utilizing artificial intelligence showed that this technology has been used in a wide range of cardiovascular diseases, and most of the conducted research studies confirmed its effectiveness and successful performance.

Keywords: Artificial Intelligence, Machine Learning, Cardiovascular Diseases, Systematic Review

* Corresponding Author:
Saeedi S
Email:
so.saeedi@eoffice.umsha.ac.ir

بررسی کاربردها و نقش هوش مصنوعی در مدیریت بیماری‌های قلبی: یک مطالعه مروری نظام‌مند بر مطالعات پژوهشی فارسی

مژگان فرازمنده^۱، ماندانا عسگری^۱، حمید بورقی^۱، طالب خداویسی^۲، علی محمدپور^۳، سهیلا سعیدی^{۳*}

چکیده

زمینه و هدف: بیماری‌های قلبی از شیوع بسیار بالایی در سطح جهان برخوردار بوده و به‌عنوان یکی از علل اصلی مرگ و میر در سراسر جهان شناخته می‌شوند. هوش مصنوعی به‌عنوان یکی از فناوری‌های نوین، در سال‌های اخیر در ایران و سایر نقاط جهان، به‌منظور مدیریت طیف وسیعی از بیماری‌ها مورد توجه قرار گرفته است. مطالعه‌ی حاضر با هدف مرور نظام‌مند مطالعات پژوهشی انجام‌شده در زمینه‌ی به‌کارگیری هوش مصنوعی در بیماری‌های قلبی صورت پذیرفته است.

روش بررسی: به‌منظور بررسی مطالعات پژوهشی انجام‌شده در زمینه‌ی بیماری‌های قلبی با بهره‌گیری از هوش مصنوعی، پایگاه‌های اطلاعاتی SID، Google Scholar و Magiran به زبان فارسی مورد جستجو قرار گرفتند. این جستجو بدون اعمال محدودیت زمانی در تاریخ ۱۵ فروردین ۱۴۰۳ انجام پذیرفت و تمامی مطالعات پژوهشی که تا این تاریخ از روش‌های مختلف هوش مصنوعی در زمینه‌ی بیماری‌های قلبی استفاده نموده بودند، در مطالعه‌ی مروری نظام‌مند حاضر وارد شدند.

یافته‌ها: نتایج حاصل از جستجو در سه پایگاه داده‌ی مذکور، منجر به بازیابی ۱۷۸۱۹ مطالعات پژوهشی گردید که از این میان، ۴۶ مطالعه پژوهشی با معیارهای ورود و خروج مطالعه مطابقت داشتند. این مطالعات پژوهشی، در سه زمینه‌ی پیش‌بینی، درمان و تشخیص، از هوش مصنوعی استفاده کرده بودند. شبکه‌های عصبی (تعداد: ۲۲)، ماشین‌بردار پشتیبان (تعداد: ۲۰) و درخت تصمیم (تعداد: ۱۶) الگوریتم‌هایی بودند که بیش از سایر تکنیک‌ها استفاده شده بودند. منابع داده‌ای مطالعات پژوهشی واردشده، عمدتاً پرونده‌های پزشکی بیماران و پایگاه داده UCI بودند. همچنین، نرم‌افزار متلب بیش از سایر نرم‌افزارها استفاده شده بود. بیشترین محدودیت‌های ذکرشده در مطالعات پژوهشی، شامل عدم نظر گرفتن تمامی فاکتورها، محدودیت در دسترسی به داده‌ها، عدم کفایت داده‌ها، وجود نویز در سیگنال‌ها یا تصاویر و وجود داده‌های پرت، مقادیر از دست رفته و عدم نرمال بودن داده‌ها بود.

نتیجه‌گیری: بررسی نظام‌مند مطالعات پژوهشی انجام‌شده در زمینه‌ی بیماری‌های قلبی با بهره‌گیری از هوش مصنوعی نشان داد که این فناوری در طیف وسیعی از بیماری‌های قلبی-عروقی مورد استفاده قرار گرفته و اغلب مطالعات پژوهشی انجام‌شده، مؤید اثربخشی و عملکرد موفقیت‌آمیز آن بوده‌اند.

واژه‌های کلیدی: هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، بیماری‌های قلبی عروقی، مرور نظام‌مند

دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۱۱/۶

پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۴/۲۹

* نویسنده مسئول:

سهیلا سعیدی:

دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی
همدان

Email:

so.saeidi@office.umsha.ac.ir

۱ کارشناس فناوری اطلاعات سلامت، مرکز پژوهش دانشجویان، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

۲ دانشیار گروه فناوری اطلاعات سلامت، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

۳ استادیار گروه فناوری اطلاعات سلامت، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

مقدمه

بیماری‌های قلبی - عروقی به دسته‌ای از اختلالات مرتبط با سیستم قلب و عروق اطلاق می‌شود (۱). این بیماری‌ها به‌عنوان عامل اصلی مرگ و میر در سطح جهان شناخته شده‌اند (۲). مراکز کنترل و پیشگیری بیماری‌ها (CDC) گزارش می‌دهد که سالانه ۷۴ درصد از مردم جهان تحت تأثیر بیماری‌های قلبی قرار می‌گیرند (۳). سالانه، حدود ۴ میلیون نفر در قاره اروپا بر اثر بیماری‌های قلبی - عروقی جان خود را از دست می‌دهند (۴). از میان ۶/۱۸ میلیون مورد مرگ ثبت‌شده ناشی از بیماری‌های قلبی - عروقی در سطح جهان در سال ۲۰۱۹، ۵۸ درصد در قاره آسیا رخ داده است (۵). نرخ مرگ و میر ناشی از این بیماری‌ها در کشورهای با درآمد متوسط و پایین، در مقایسه با کشورهای پردرآمد، به‌طور چشمگیری بالاتر است. عواملی همچون فشارخون، قندخون، مصرف الکل، مصرف بیش از حد نمک و همچنین میزان دسترسی به بیمارستان‌ها و ارایه‌دهندگان خدمات بهداشتی و درمانی، در میزان مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی - عروقی مؤثر هستند (۶ و ۷).

هوش مصنوعی برای نخستین بار در دهه‌ی ۱۹۵۰ میلادی معرفی شد؛ اما محدودیت‌های متعدد در مدل‌های اولیه، مانع از پذیرش و کاربرد گسترده‌ی آن در حوزه‌ی پزشکی گردید. اکنون، با ظهور فناوری‌های مختلف، عصری نوین در علوم پزشکی آغاز شده که امکان بهره‌گیری از انواع فناوری‌ها در زمینه‌های پزشکی و بالینی را فراهم می‌سازد (۸ و ۹). هوش مصنوعی با هدف بهبود مراقبت و نگهداری از بیماران، از طریق تسریع فرایندها و دستیابی به دقت بیشتر، به حوزه‌ی سلامت وارد شده و به‌طور کلی، زمینه را برای ارایه خدمات بهداشتی و درمانی بهبود یافته مهیا می‌سازد. تصاویر رادیولوژی، اسلایدهای پاتولوژی و سوابق پزشکی الکترونیکی بیماران با استفاده از یادگیری ماشین بررسی می‌شوند که این امر به بهبود فرایند تشخیص و درمان بیماران و افزایش توانایی ارایه‌دهندگان خدمات بهداشتی و درمانی کمک می‌کند (۱۰).

هوش مصنوعی موجب تحولات گسترده‌ای در فناوری‌های پزشکی شده است و فناوری‌های پزشکی مبتنی بر هوش مصنوعی به‌سرعت در حال تبدیل شدن به راه‌حلی‌هایی کاربردی برای فرایندهای بالینی هستند (۱۱). این فناوری‌ها با استقبال عمومی مواجه شده‌اند؛ زیرا می‌توانند استقلال بیمار را به روش‌هایی که پیش‌تر امکان‌پذیر نبود، فراهم سازند. به‌عنوان مثال، تلفن‌های همراه هوشمند به ابزارهایی برای تکمیل و توزیع پرونده‌های سلامت الکترونیکی شخصی یا

پایش عملکردهای حیاتی با استفاده از حسگرهای زیستی تبدیل شده‌اند (۱۲). به‌طور کلی، هوش مصنوعی به توانایی یک ماشین در انجام اعمالی نظیر برقراری ارتباط و عملکرد مستقل در سناریوهای آشنا یا جدید به شیوه‌ای مشابه انسان اطلاق می‌شود. یادگیری ماشینی به مدل‌های آماری گفته می‌شود که برای یادگیری از داده‌ها برنامه‌ریزی شده‌اند. در واقع، ماشین‌الگوهای موجود در مدل‌ها را فرا گرفته و استنباط می‌کند تا بتواند در شرایط مقتضی، وظایف مشخص را بدون دخالت اپراتور انسانی به انجام رساند (۱۳).

به‌تازگی، به‌دلیل افزایش توان پردازشی الگوریتم‌های مورد استفاده در روش‌های یادگیری ماشین، گرایش به استفاده از آن‌ها در عرصه‌ی درمان افزایش یافته است. در واقع، یکی از نخستین کاربردهای هوش مصنوعی در زمینه‌ی قلب و عروق، به‌کارگیری آن در حوزه‌ی درمان دارویی است. هوش مصنوعی می‌تواند در زمینه‌ی انتخاب بهترین درمان و دوز مؤثر دارو کمک نموده و خطر بروز عوارض جانبی را به حداقل برساند. از سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در تصویربرداری قلبی - عروقی و پیش‌بینی خطرات قلبی - عروقی با استفاده از مستندات آنژیوگرافی نیز بهره‌گرفته می‌شود. برنامه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، فنوتیپ‌های گوناگون نارسایی قلبی و بیماری‌های مادرزادی قلبی را برای کاربران قابل درک ساخته‌اند و در طیف وسیعی از زمینه‌ها شامل فارماکوژنومیک، مدیریت نارسایی قلبی و به‌طور چشمگیری در تصویربرداری قلبی - عروقی و تشخیص کاربرد دارند. بنابراین، هوش مصنوعی می‌تواند اثربخشی متخصص قلب را نیز ارتقا دهد (۱۷-۱۴).

این فناوری امروزه در کشورهای متعددی به‌کار گرفته شده است. کشور ایران نیز همگام با سایر کشورهای جهان به این حوزه وارد شده است. بررسی مطالعات نشان می‌دهد که این فناوری در تشخیص آریتمی‌های قلبی، پردازش نوار قلب بیماران و پیش‌بینی مرگ و میر بیماران استفاده شده است. با وجود این، بررسی‌های انجام‌شده حاکی از آن است که تاکنون مطالعه جامعی که کاربردها و اثربخشی هوش مصنوعی را در سطح کشور مشخص نماید، صورت نپذیرفته است. این امر موجب بروز ابهاماتی در این زمینه می‌شود که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱. هوش مصنوعی تا چه میزان در مدیریت بیماری‌های قلبی در ایران استفاده گردیده است؟
۲. این فناوری در چه زمینه‌هایی کاربرد داشته است؟

۳. عملکرد آن در زمینه‌های گوناگون چگونه بوده است؟

۳. تمرکز مطالعات بر بیماری‌های قلبی باشد.

۴. این فناوری در ایران با چه محدودیت‌هایی مواجه است؟

۴. محل انجام مطالعه کشور ایران باشد.

پژوهش حاضر بر آن است تا به بررسی کاربردها و اثربخشی فناوری

۵. مطالعات به زبان فارسی باشند.

هوش مصنوعی در بیماری‌های قلبی پرداخته و به ابهامات مطرح‌شده در این

معیارهای خروج نیز شامل موارد زیر بودند:

زمینه پاسخ دهد.

۱. مطالعات غیراصیل مانند مطالعات مروری، نامه به سردبیر، و پایان‌نامه‌ها.

۲. مطالعات به زبان دیگری غیر از زبان فارسی.

۳. تمرکز مطالعات بر بیماری‌های قلبی نباشد.

روش بررسی

مطالعه‌ی حاضر جهت بررسی نظام‌مند کاربردها و نقش هوش مصنوعی

در مدیریت بیماری‌های قلبی بر اساس دستورالعمل پریزما PRISMA

(Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)

انجام شد.

سوالات این مطالعه بر اساس چارچوب PICO (Population, Intervention, Comparison, Outcome)

تدوین شد:

جمعیت: افراد مبتلا به بیماری‌های قلبی

مداخله: استفاده از روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی

گروه مقایسه: روش‌های سنتی تشخیص و درمان بیماران

پیامد: عملکرد روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی

به‌منظور بازیابی مقالاتی که مرتبط با این حوزه بودند، پایگاه‌های اطلاعاتی

شامل SID، Magiran، و موتور جستجوگر Google Scholar بدون در

نظر گرفتن محدودیت زمانی تا ۱۵ فروردین ۱۴۰۳ جستجو شدند. جهت جستجو

از دو کلیدواژه‌ی اصلی قلب و هوش مصنوعی و سایر اصطلاحات مترادف مانند

قلبی، یادگیری ماشین، داده‌کاوی، درخت تصمیم، و شبکه عصبی مصنوعی

استفاده شد. پس از جستجو و بازیابی مقالات، دو پژوهشگر به‌صورت مستقل

عنوان و چکیده مقالات را بررسی کردند. متن کامل مقالاتی را که از نظر دو

پژوهشگر در مرحله‌ی قبل به‌عنوان مقالات مرتبط در نظر گرفته شده بود، بازیابی

شد و در صورت وجود هر نوع اختلاف نظر بین این دو پژوهشگر، پژوهشگر

سوم مقالات را بررسی می‌نمود.

جهت بررسی و ورود مقالات به این مطالعه‌ی مروری نظام‌مند، تعدادی

معیار ورود و خروج در نظر گرفته شد. معیارهای ورود شامل موارد زیر بودند:

۱. نوع مقاله اصیل پژوهشی باشد.

۲. از یکی از روش‌های هوش مصنوعی استفاده شده باشد.

بر اساس معیارهای ذکر شده، عنوان و چکیده مطالعات ابتدا توسط دو

پژوهشگر بررسی گردید و مطالعاتی که مرتبط به نظر می‌رسید، متن کامل آن‌ها

جهت بررسی بیشتر بازیابی شد. متن کامل مقالات توسط دو پژوهشگر بررسی

گردید و با معیارهای ورود و خروج مقایسه شد و هر نوع اختلاف نظر بین

پژوهشگران با سرپرست تیم پژوهشی مطرح و برطرف شد. پس از شناسایی

مطالعات مرتبط جهت استخراج داده‌ها یک صفحه Excel طراحی شد. از هر یک

از مقالات وارد شده در این مطالعه مرور نظام‌مند اطلاعات زیر استخراج و وارد

صفحه‌ی طراحی شده در Excel شد: عنوان مقاله، نام نویسنده اول، سال چاپ

مقاله، نام مجله یا کنفرانس چاپ‌کننده‌ی مقالات، هدف مطالعات، نام نرم‌افزار،

منبع داده‌ها، حجم نمونه، روش‌های هوش مصنوعی به‌کار گرفته شده، عملکرد

هوش مصنوعی و چالش‌ها و محدودیت‌های ذکر شده در مطالعات بودند.

بررسی کیفیت مقالات وارد شده در این مطالعه مرور نظام‌مند توسط دو

پژوهشگر انجام شد. جهت بررسی کیفیت، از ابزار معرفی شده توسط Naruka و

همکاران که جهت مطالعات هوش مصنوعی معرفی شده است، استفاده شد (۱۸).

این ابزار شامل چهار معیار کنترل عوامل مخدوش‌کننده، صحت تحلیل‌های

آماري و گزارش دهی، نحوه‌ی اندازه‌گیری پیامدهای مدنظر (استفاده از ابزارهای

اندازه‌گیری معتبر) و انتخاب داده‌ها (نمایانگر جامعه بودن) بود.

جهت تحلیل داده‌ها و رسم شکل‌ها و نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده

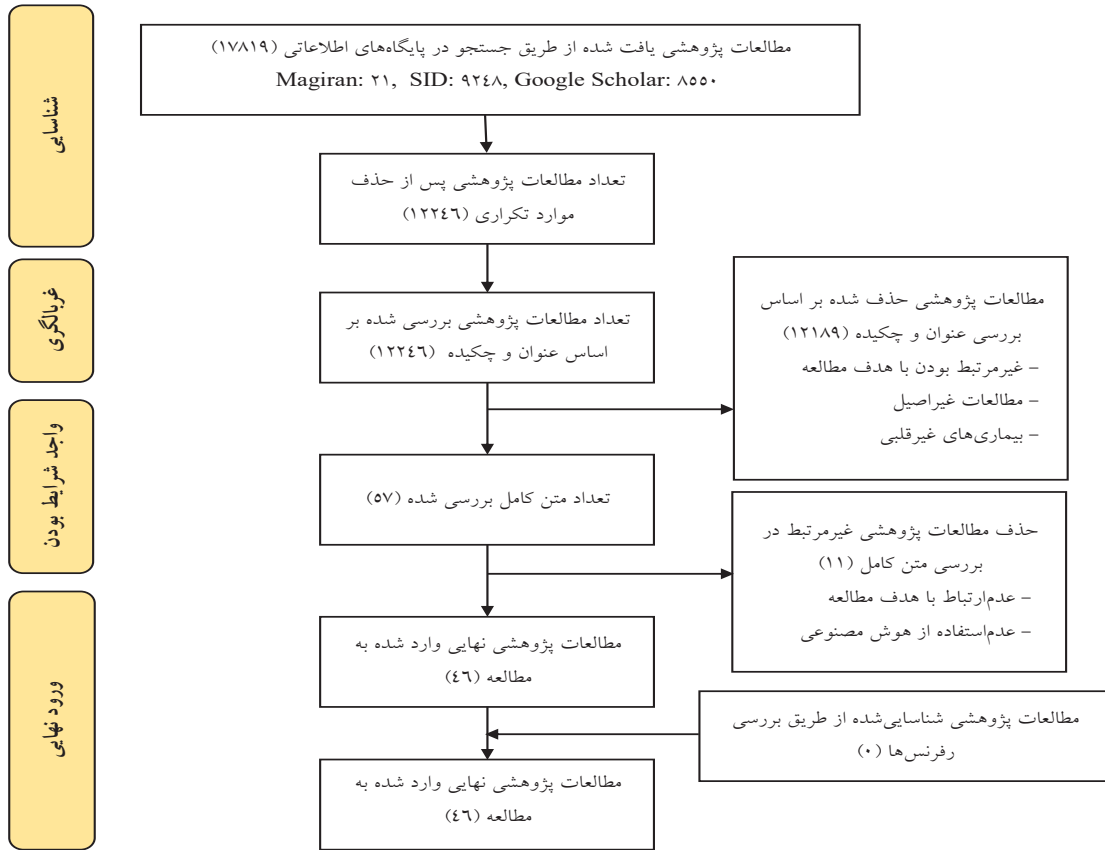
شد. با توجه به ناهمگونی داده‌ها انجام متاآنالیز در این مطالعه‌ی مرور نظام‌مند

امکان‌پذیر نبود و نتایج به‌صورت توصیفی گزارش گردید.

یافته‌ها

جستجو در سه پایگاه داده مگیران، SID و موتور جستجوگر Google Scholar

منجر به بازیابی ۱۷۸۱۹ مطالعه پژوهشی شد (شکل ۱).



شکل ۱: مراحل انتخاب مقالات از پایگاه‌های اطلاعاتی

مطالعات پژوهشی بازاریابی شده وارد نرم‌افزار مدیریت منابع اندنوت شد. پس از بررسی عنوان و چکیده مطالعات پژوهشی، متن کامل ۵۷ مطالعه که مرتبط به نظر می‌رسید، بررسی گردید. پس از بررسی متن کامل مطالعات پژوهشی، در نهایت ۴۶ مطالعه پژوهشی که با معیارهای ورود و خروج مطابقت داشت، وارد این مطالعه‌ی مروری نظام‌مند شده و اطلاعات مورد نظر از این مطالعات پژوهشی استخراج شد. اطلاعات استخراج شده از مطالعات پژوهشی در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱: ویژگی‌های عمومی مطالعات پژوهشی وارد شده

ردیف	عنوان مطالعه	نام نویسنده نام مجله یا کنفرانس	هدف استفاده از هوش مصنوعی	روش هوش مصنوعی	نام نرم‌افزار	منبع داده‌ها	نوع داده‌ها (سیگنال، تصویر، داده‌های بالینی)	حجم نمونه	عملکرد روش هوش مصنوعی
۱	کاربرد مدل شبکه عصبی مصنوعی در تعیین پیش‌بینی کننده‌های مهم مرگ‌ومیر درون بیمارستانی پس از جراحی قلب باز و مقایسه‌ی آن با مدل رگرسیون لجستیک (۱۹)	اکبر بیگلریان، ۱۳۸۳ مجله علوم پزشکی مدرس	تعیین عوامل تأثیرگذار بر مرگ‌ومیر	• شبکه عصبی مصنوعی • رگرسیون لجستیک	ذکر نشده است.	پرونده بیماران بیمارستان دکتر شریعتی تهران	داده‌های بالینی	۳۱۰ بیمار	حساسیت و ویژگی در مدل رگرسیونی: ۹۹ و ۹۰ حساسیت و ویژگی در مدل شبکه عصبی مصنوعی: ۱۰۰ و در گروه آموزشی آزمایشی به ترتیب برابر ۹۹/۳۳ و ۱۰۰ و میزان بازشناسی کل برابر ۹۹/۶۳ شد.

2	كاربرد ءاءه كاوى ءر شناساى عوامل تاثيرگذار ءر اىسكى قلبى (20)	بهاره زىبائزءء، 1388	اولىن كنفرانس ملى مهندسى نرم افزار اىران	تعىن عوامل تاثيرگذار بر بىمارى	• ءرءء ءصمىم • شبكه بىزىن	كلمءءاىن	مءزن ءاءه ءانشگاه كالىفرنىا	ءاءه هاى بالىنى	ءكر نشده اسء.	ءرءء ءصمىم كىرى با نسبء به شبكه بىز ءرصد پىشگوىى بالاىرى ءاشء.
3	به كارگىرى سااءارهاى ءركىبى از شبكه هاى عصبى به منظور ءءشءىص آرىءمى هاى قلبى با اسءفاءه از اءغام وىزگى هاى موىك و زمانى (21)	امىء مءلصى و همكاران، 1390	سىسءم هاى هوشمند ءر مهندسى برق	ءءشءىص بىمارى	• شبكه عصبى • پرسپءرون	ءكر نشده اسء.	مءعومه MIT-BIH Arrhythmia	سىگنال	ء8 ءبء از 47 فرء	ءقء: 93
4	به كارگىرى مءل رگرسىون لءسءىك ءر بررسى عوامل مؤءر بر بسءرى مءءء بىماران مبءلا به نارساى ااءءانى قلب (22)	سىءاءءمء بءءءانى، 1391	مءله ءانشگاه علوم پزشكى قم	تعىن عوامل تاثيرگذار بر بسءرى مءءء	• رگرسىون لءسءىك	SPSS	پرونءه بىماران و مصاءبه با بىماران بىمارسءان وابسءه به ءانشگاه علوم پزشكى شهىء بهسءى	ءاءه هاى بالىنى	110 بىمار	ءكر نشده اسء.
5	كاربرد و مقاىسه روش هاى ياءگىرى ماشىنى رءءم فارسء و ءرءء كلاس بنءى- رگرسىونى ءر مءالعهى وابسءگى ژءءبىكى ءر بىماران مبءلا به شرىان هاى كرونى (23)	آءوسا مءءءكار، 1392	مءله مءالعات ناءوانى	پىش بىنى بىمارى	• ءرءء كلاس بنءى رگرسىونى • ءنءل ءصاءءى	زبان برنامه نوىسى R	پرونءه بىماران بىمارسءان قلب شهىء رءابىءى ءهران	ءاءه هاى بالىنى	224 بىمار	ءساسىء، وىزگى و ءءاى روش كلاس بنءى- رگرسىونى به ءرءبىء برابر اسء با 0/684، 0/575 و 0/264 مى باشء.
6	اسءفاءه از روش هاى ياءگىرى ماشىن ءر اءءراق بىمارى هاى سندروم كرونى ءاء (24)	سوكنء سءاره، 1393	مءلهامه علمى پژوهشى ءانشگاه علوم پزشكى كرمانشاه	ءءشءىص اءءراقى	• ءرءء ءصمىم • بگىنء	وكا	پرونءه بىماران بىمارسءان امام على كرمانشاه	ءاءه هاى بالىنى	1902 بىمار	صءء بگىنء: 92/53 صءء ءرءء ءصمىم: 91/74
7	ءءشءىص هوشمند و سرىع بىمارى قلبى بر اساس هم افزائى شبكه هاى عصبى ءءلى و روش رگرسىون منطقى (25)	مءءبى هروى، 1393	مءله ءانشگاه علوم پزشكى مازندران	ءءشءىص بىمارى	• شبكه عصبى • پرسپءرون • رگرسىون لءسءىك	مءلب	پاىگاه ءاءه UCI	ءاءه هاى بالىنى	270 نمونه	بىشءرىن ءقء: 90



صحت شبکه عصبی: ۹۰/۵۷ C5: ۹۳/۴ C & RT: ۷۹/۱ QUEST: ۷۲/۲۸ CHAID: ۸۵/۷	۳۵۰ بیمار	داده‌های بالینی	پرونده بیماران بیمارستان شهید رجایی تهران	• درخت تصمیم شامل CHAID, QUEST & C و RT • شبکه عصبی	• درخت تصمیم	فصل نامه علوم پیراپزشکی و توانبخشی مشهد	رضا صفدری، ۱۳۹۳	عملکرد درخت تصمیم‌گیری و شبکه عصبی در پیشگویی ابتلا به آنفارکتوس قلبی (۲۶)	۸
طبقه‌بندی دودویی به نرخ صحیح بازشناسی ۹۵ درصد طبقه‌بندی چندکلاسه به نرخ بازشناسی ۷۶/۸ درصد	۴۵۲ نمونه	داده‌های بالینی	پایگاه داده UCI	• یادگیری عمیق	ذکر نشده است.	دومین همایش الکترونیکی پژوهش‌های نوین در علوم و فناوری	ایرج نارویی، ۱۳۹۴	تشخیص بیماری آریمی قلبی با استفاده از یادگیری عمیق (۲۷)	۹
حساسیت رگرسیون لجستیک: ۹۸/۳۴ ماشین بردار پشتیبان: ۹۹/۷۰ درخت تصمیم: ۹۷/۵۸ شبکه عصبی: ۹۵/۹۲	۱۹۶۱ بیمار	داده‌های بالینی	داده‌های مربوط به غربالگری بیماران دیابتی برای تشخیص پرفشاری خون	• درخت تصمیم • ماشین بردار پشتیبان • شبکه عصبی • رگرسیون لجستیک	وکا	مجله تخصصی اپیدمیولوژی ایران	مهدی تیموری، ۱۳۹۴	مقایسه‌ی روش‌های مختلف یادگیری ماشین در تشخیص پرفشاری خون در بیماران دیابتی با و بدون در نظر گرفتن هزینه‌ها (۲۸)	۱۰
بهترین صحت: ۸۸ درصد در شبکه عصبی پرسپترون	۲۰۰ ثبت	داده‌های بالینی	پرونده مربوط به بیماران مراجعه کننده به مرکز تخصصی قلب شهرستان تربت حیدریه	• شبکه عصبی پرسپترون • شبکه عصبی LVQ- • شبکه بیزین	اکسل SPSS متلب	پیش‌بینی بیماری و تعیین عوامل تأثیرگذار بر بیماری	ایمان ذباح، ۱۳۹۵	بررسی تأثیر پارامترهای پیوسته در تشخیص بیماری عروق کرونر قلبی با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی (۲۹)	۱۱
دقت ماشین بردار پشتیبان: ۱۰۰٪	۲۷۰ فرد	داده‌های بالینی	• پایگاه داده UCI • انسیتوتوکاردیولوژی مجارستان • مرکز پزشکی لانگ بیچ کالیفرنیا • بیمارستان دانشگاه زوریخ سویس	• درخت تصمیم • شبکه عصبی • ماشین بردار پشتیبان • خوشه‌بندی	ذکر نشده است.	مجله دانشگاه علوم پزشکی قم	هاجر شفیعی، ۱۳۹۵	پیش‌بینی دقیق بیماری عروق کرونری با استفاده از الگوریتم‌های بیوانفورماتیک (۳۰)	۱۲
میانگین صحت، دقت، حساسیت و اختصاصیت: ۰/۹۲۵۳، ۰/۹۴۹۶ ۰/۹۵۶۹ و ۰/۹۴۳۵ و در بهترین حالت برای هر شاخص معادل عدد ۱	۱۵۲ بیمار	داده‌های بالینی	پرونده پزشکی بیماران بیمارستان کوثر شیراز	• ترکیب شبکه فازی-عصبی با الگوریتم ژنتیک	متلب	طبقه‌بندی نتیجه مداخلات	سید سعید آیت، ۱۳۹۶	رده‌بندی نتایج آنژیوگرافی با ترکیب شبکه عصبی- فازی و الگوریتم ژنتیک (۳۱)	۱۳



افزایش دقت و سرعت پیش‌بینی نتایج آنژیوگرافی با استفاده از ترکیب سیستم استنتاج عصبی- فازی و الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات بر اساس داده‌های شهریورماه سال ۱۳۹۲ بیمارستان کوثر شیراز (۳۷)	۲۰	سیدسعید آیت، ۱۳۹۷	مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی ایلام	پیش‌بینی نتیجه‌ی مداخلات	• شبکه استنتاج فازی و ترکیب آن با الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات	متلب	پرونده بیماران بیمارستان کوثر شیراز	داده‌های بالینی	۱۵۲ بیمار	حساسیت، اختصاصیت، صحت و دقت به‌طور میانگین به‌ترتیب معادل اعداد ۰/۹۱۹۲، ۰/۸۴۲۲، ۰/۸۵۵۴ و ۰/۸۸۸۸
مدل ترکیبی تشخیص ناهنجاری‌های قلبی با استفاده از پردازش صداهای قلب (۳۸)	۲۱	احسان آقائی‌نژاد، ۱۳۹۸	مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی	تشخیص بیماری	• الگوریتم فازی با ترکیب الگوریتم مرغ مگس‌خوار	متلب	پایگاه داده UCI	سیگنال	۳۲۴۰ ثبت	میانگین دقت: ۹۹/۶
طراحی سیستم پیش‌بینی بیماری قلبی- عروقی با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین (۳۹)	۲۲	محمد کاظمی، ۱۳۹۸	مجله پژوهش‌های معاصر در علوم و تحقیقات	پیش‌بینی بیماری	• درخت تصمیم (J48) شبکه بیزین ماشین بردار پشتیبان	زبان برنامه‌نویسی R	پایگاه داده UCI	داده‌های بالینی	۳۰۳ نمونه	درخت تصمیم (J48): ۸۹ شبکه بیزین: ۷۹ ماشین بردار پشتیبان: ۸۳
تشخیص آریتمی‌های قلبی بر اساس تبدیل بسته موجک و الگوریتم فاکتورگیری ماتریس غیرمنفی تنک (۴۰)	۲۳	سمیرا مودتی، ۱۳۹۹	نشریه انجمن مهندسی برق و الکترونیک ایران	تشخیص بیماری	• شبکه عصبی ماشین بردار پشتیبان • الگوریتم پیشنهادی (الگوریتم فاکتورگیری ماتریس غیرمنفی تنک)	ذکر نشده است.	مجموعه MIT-BIH Arrhythmia	سیگنال	۴۸ از ۴۷ فرد	دقت بالای ۹۰ درصد
تشخیص بیماری قلبی- عروق کرونر با سیستم هوشمند ترکیبی بر اساس الگوریتم نهنگ، شبیه‌سازی ترید و ماشین بردار پشتیبان (۴۱)	۲۴	زینب حسینی، ۱۳۹۹	دو فصل‌نامه مدیریت مهندسی و رایانش نرم	تشخیص بیماری و تعیین عوامل تأثیرگذار بر بیماری	• ماشین بردار پشتیبان • الگوریتم ترکیبی نهنگ و شبیه‌سازی ترید	متلب	پایگاه داده UCI	داده‌های بالینی	۲۷۰ نمونه	صحت: ۸۷/۷۸
بهبود کارایی الگوریتم‌های یادگیری ماشین در تشخیص بیماری‌های قلبی با بهینه‌سازی داده‌ها و ویژگی‌ها (۴۲)	۲۵	هادی ویسی، ۱۳۹۹	مجله محاسبات نرم	تشخیص بیماری	• درخت تصمیم • جنگل تصادفی • ماشین بردار پشتیبان • XGBoost • شبکه عصبی پرسپترون چندلایه	SPSS • ریدماینر • پایتون	پایگاه داده UCI	داده‌های بالینی	۲۸۲ نمونه	صحت ماشین بردار پشتیبان: ۹۲/۲ صحت شبکه عصبی پرسپترون: ۹۴/۶

۲۶	جداسازی ناحیه گوشک دهلیز چپ در تصاویر اکوکاردیوگرافی قلب با استفاده از شبکه عصبی عمیق(۴۳)	مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی	حسین قیومی‌زاده، ۱۴۰۰	تشخیص بیماری	• شبکه عصبی مبتنی بر الگوریتم YOLOv3 پلتفرم نرم‌افزاری ۳ Dslicer تصاویر اکوکاردیوگرافی بیماران بیمارستان کینگز کالج لندن	۱۹۱۴ تصویر از ۳۲ بیمار	قادر به شناسایی صحیح ناحیه با میانگین ۹۹/۳۷
۲۷	استفاده از هوش مصنوعی جهت پیش‌بینی و تشخیص بیماری فشارخون بالا(۴۴)	رویکردهای پژوهشی نوین در مدیریت و حسابداری	فرشید صهبا، ۱۴۰۰	پیش‌بینی بیماری	• شبکه عصبی درخت تصمیم (C5.0 و C&R Tree) کلمنتاین سایر مطالعات	۶۱۵ پرونده	دقت پیش‌بینی شبکه عصبی: ۸۶/۸۴ C5.0: ۸۱/۷۵ C&R Tree: ۸۲/۴۷
۲۸	نقشه‌برداری بطن چپ قلب در حالت پایان دیاستولی در تصاویر اکوکاردیوگرافی با استفاده از یک شبکه عصبی عمیق هم‌آمیختگی(۴۵)	مجله علوم رایانشی	مسلم درویشی، ۱۴۰۰	تشخیص بیماری	یادگیری عمیق مبتنی بر شبکه عصبی هم‌آمیختگی • پایتون داده‌های ارایه‌شده در بیمارستان دانشگاهی اتین فرانسه (CAMUS)	۴۵۰ تصویر	دقت کلی در بهترین حالت ۹۷/۹۹ درصد
۲۹	ارایه مدل یادگیری عمیق CNN با هدف بهبود دقت پیش‌بینی خطر بیماری پرفشاری خون بر مبنای SNP(۴۶)	ششمین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در کامپیوتر، برق و فناوری اطلاعات	سیدعلی لاجوردی، ۱۴۰۰	پیش‌بینی زود هنگام	• شبکه عصبی پیچشی • شبکه عصبی ساده • جنگل تصادفی • درخت تصمیم • رگرسیون لجستیک • ماشین بردار پشتیبان gcta 64 plink مطالعه ژنتیک قلبی-متابولیک تهران	۴۵۰۰۰ ثبت فشارخون	مدل CNN با مقدار AUC، ۰.۸۷۷۰ عملکرد بهتری نسبت به PRS دارد
۳۰	مدل‌سازی و پیش‌بینی احتمال ابتلا به بیماری قلبی عروقی کرونری با استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی(۴۷)	مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی	پریا سعیدی، ۱۴۰۰	پیش‌بینی زود هنگام و تعیین عوامل تأثیرگذار بر بیماری	• ماشین بردار پشتیبان • شبکه عصبی • جنگل تصادفی • ریدلماینر • پایتون شهدید رجایی تهران	۱۰۰۰ بیمار	ماشین بردار پشتیبان: ۷۷/۱۰ شبکه عصبی: ۷۶/۴۰ جنگل تصادفی: ۸۱/۴۰
۳۱	بازنمایی عمیق ویژگی‌ها در حسگرهای پوشیدنی برای پیش‌بینی رویدادهای مرتبط با رگ‌های خونی قلب و عروق(۴۸)	پیش‌بینی رویدادها	سینا دامی، ۱۴۰۰	پیش‌بینی	• LSTM+DBN • چهار رویکرد یادگیری عمیق • شبکه عصبی پرسپترون • ماشین بردار پشتیبان • رگرسیون • جنگل تصادفی • سایت KAGGLE • مرکز تحقیقات بیمارستان شهید بهشتی تهران • پایگاه داده چالش ۲۰۱۶ فیزیوت • پایگاه داده UCI	سیگنال	DB1: ۷۰۰۰۰ صحت، حساسیت و اختصاصی LSTM-DBN DB2: ۲۰۰۰۰ به ترتیب برابر با ۸۵/۱۳، ۸۸/۴۲ DB3: ۱۳۹ درصد و ۸۵/۵۴ DB4: ۳۰۳ درصد

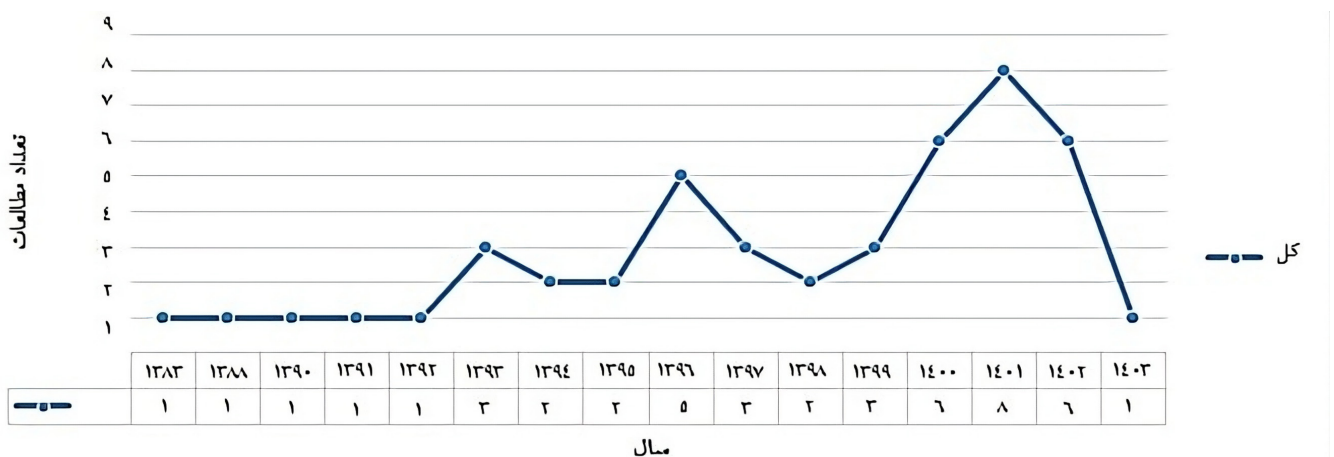


در مجموعه داده Sani-Alizadeh-Z	درصد دقت در ترکیب با درخت تصمیم برابر با ۰/۹۸ و در ترکیب با کای نزدیکترین همسایه برابر با ۰/۷۸ در مجموعه داده Cleveland درصد دقت در ترکیب با درخت تصمیم برابر با ۰/۸۸ و در ترکیب با کای نزدیکترین همسایه برابر با ۰/۷۷	۳۰۳ پرونده	داده‌های بالینی	• پایگاه داده UCI • پایگاه داده Z-Alizadeh-Sani	پایتون	• انتخاب ویژگی با شاهین هریس در ترکیب با درخت تصمیم و K نزدیکترین همسایه	تشخیص بیماری	نشریه مدیریت سلامت	سارینا ملکی، ۱۴۰۱	۳۲	تشخیص بیماری عروق کرونر قلبی با استفاده از الگوریتم فراابتکاری شاهین هریس و روش‌های یادگیری ماشین (۴۹)
صحت: ۹۸/۲۲ در مرزبندی فیروز	صحت: ۹۴/۶۶ در مرزبندی ماهیچه بطن چپ	۴۱ بیمار	تصویر	تصاویر MRI بیماران مراجعه‌کننده به بیمارستان شهید رجایی تهران	ذکر نشده است.	• یادگیری عمیق	تشخیص بیماری	نشریه مدیریت سلامت	مصطفی لنگری‌زاده، ۱۴۰۱	۳۳	مرزبندی فیروز میوکار در تصاویر ام‌آرآی کسب شده با ماده حاجب بیماران کاردیومیوپاتی هیپرتروفیک با یادگیری عمیق (۵۰)
صحت ماشین‌بردار پشتیبان: ۸۶/۶۷	صحت: ۹۱/۴۹	۳۱۵۳ ثبت از ۷۶۴ فرد	سیگنال	پایگاه داده چالش ۲۰۱۶ فیزیونت	ذکر نشده است.	• ماشین‌بردار پشتیبان • ماشین‌بردار پشتیبان با کرنل تابع پایه شعاعی • K نزدیکترین همسایه • K نزدیکترین همسایه وزن‌دار • درخت تصمیم • بی‌زین ساده	تشخیص بیماری	مجله مهندسی پزشکی زیستی	پرسو صادقی‌نیا، ۱۴۰۱	۳۴	طبقه‌بندی صداهای طبیعی از غیرطبیعی قلب با استفاده از روش‌های مبتنی بر یادگیری ماشین (۵۱)
صحت جنگل تصادفی: ۸۹/۱	صحت: ۸۲/۱	۲۶۰۲ ثبت	سیگنال	پایگاه داده چالش ۲۰۱۶ فیزیونت	ذکر نشده است.	• جنگل تصادفی • K نزدیکترین همسایه • درخت تصمیم • رگرسیون لجستیک • آنالیز افتراق خطی • شبکه عصبی عمیق	تشخیص بیماری	مجله دانشکده پزشکی اصفهان	احسان محمدی، ۱۴۰۱	۳۵	روش جدید آنالیز فونوکار دیوگرام به منظور غربالگری بخشی از بیماری‌های قلبی-عروقی با به‌کارگیری مدل یادگیری عمیق (۵۲)

۳۶	بهبود کارایی طبقه‌بندی خودکار آریتمی‌های قلبی با نگاشت اختصاصی فضای ویژگی هر بیمار (۵۳)	حمید شفاعت‌فر، ۱۴۰۱	مجله مهندسی پزشکی زیستی	تشخیص افتراقی	• شبکه عصبی پیش‌بینی عمیق	پایتون	مجموعه داده MIT-BIH	سیگنال	۴۸ ثبت از ۴۸ بیمار	دقت: ۹۶/۲۴
۳۷	پیش‌بینی بیماری عروق کرونر قلبی با استفاده از الگوریتم آنالیز افتراقی در مردان سالمند فعال (۵۴)	معرفت سیاه کوهیان، ۱۴۰۱	مجله دانشگاه علوم پزشکی اردبیل	پیش‌بینی بیماری	• الگوریتم آنالیز افتراقی	• متلب • پایتون	پرونده بیماران بیمارستان آیت الله کاشانی تهران	داده‌های بالینی	۳۵۱ بیمار	دقت: ۹۴/۴ صحت: ۸۸/۹
۳۸	پیش‌بینی فشارخون بالا در کودکان دبستانی با استفاده از ترکیب روش‌های یادگیری ماشین (۵۵)	رضا بشارتی، ۱۴۰۱	مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی	پیش‌بینی بیماری	• درخت تصمیم • بیزین ساده • K نزدیک‌ترین همسایه • شبکه عصبی پرسپترون • ماشین بردار پشتیبان	• پایتون • وکا	دانش‌آموزان دبستان شهر کاشمر	داده‌های بالینی	۱۲۸۷ فرد	دقت، حساسیت و ویژگی به ترتیب برابر ۸۰/۶۵، ۹۰/۳۱، ۹۳/۵۴ و
۳۹	پیش‌بینی آریتمی قلبی در سیگنال ECG با به‌کارگیری مجمعی از ماشین‌های بردار پشتیبان چندهسته‌ای بهینه (۵۶)	مریم عظیمی‌فر، ۱۴۰۱	فصل‌نامه پردازش علائم و داده‌ها	پیش‌بینی بیماری	• ماشین بردار پشتیبان چندهسته‌ای	متلب	• مجموعه داده MIT-BIH • پایگاه داده INCART • پایگاه داده SVDB	سیگنال	• ۴۸ ثبت از ۴۷ فرد از DB1 • ۷۵ ثبت از ۳۲ پرونده از DB2 • ۷۸ ثبت از DB3	صحت کلی: ۹۹/۱۵
۴۰	بهبود تشخیص بیماری‌های قلبی - عروقی با استفاده از سیستم تصمیم‌یار هوشمند با رویکرد رایانش مه (۵۷)	حجت آذروش، ۱۴۰۲	اکتشاف و پردازش هوشمند دانش	تشخیص افتراقی	• ماشین بردار پشتیبان	• متلب • ویژوال استودیو	پرونده پزشکی	داده‌های بالینی	۱۰۰ بیمار	دقت ممیتیک - ژنتیک: ۹۳ گراف کاوی ژنتیک: ۹۱
۴۱	ترکیب سلسله مراتبی شبکه‌های عصبی مصنوعی به منظور بهبود تشخیص بیماری آریتمی قلبی (۵۸)	آتنا عبیدی، ۱۴۰۲	مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی	تشخیص بیماری	• شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه	متلب	پایگاه داده UCI	داده‌های بالینی	۴۵۲ نمونه	دقت: ۹۳/۵
۴۲	تشخیص انواع ناهنجاری‌های قلبی با استفاده از یادگیری عمیق مبتنی بر هزینه (۵۹)	الهام عنایتی، ۱۴۰۲	مجله علوم رایانشی	تشخیص افتراقی	• یادگیری عمیق مبتنی بر شبکه عصبی هم‌آمیختگی	• پایتون • پایتورچ • کودا	مجموعه داده MIT-BIH	سیگنال	۴۸ بیمار	دقت: ۹۶/۶ صحت: ۶۹/۲

<p>الگوریتم ماشین بردار پشتیبان: دقت: ۷۰ صحت: ۷۶</p>	<p>۳۷۲ بیمار</p>	<p>داده‌های بالینی</p>	<p>پرونده بیماران بیمارستان آیت‌الله کاشانی تهران و مرکز تخصصی قلب شهرستان اردبیل</p>	<p>متلب</p>	<p>• ماشین بردار پشتیبان</p>	<p>پیش‌بینی بیماری</p>	<p>مجله طب نظامی</p>	<p>لیلا فصیحی، ۱۴۰۲</p>	<p>استفاده از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان برای پیش‌بینی بیماری عروق کرونر قلب در زنان میانسال (۶۰) فعال</p>	<p>۴۳</p>
<p>دقت ماشین بردار پشتیبان: ۷۹/۵ الگوریتم بهینه‌سازی آنتی‌کرونا و ماشین بردار پشتیبان: ۸۱/۴ XGBoost: ۷۹/۱ ANFIS: ۸۰/۶ LASSO: ۸۰/۹</p>	<p>۴۱۰ بیمار</p>	<p>داده‌های بالینی</p>	<p>پرونده بیماران بیمارستان شهید مدنی دانشگاه علوم پزشکی تبریز</p>	<p>ذکر نشده است.</p>	<p>• ماشین بردار پشتیبان • الگوریتم بهینه‌سازی آنتی‌کرونا و ماشین بردار پشتیبان (ACVO-SVM) • XGBoost • ANFIS • LASSO</p>	<p>پیش‌بینی مرگ و میر</p>	<p>مجله علوم پزشکی رازی</p>	<p>حجت امامی، ۱۴۰۲</p>	<p>توسعه‌ی یک مدل یادگیری ماشین با نظارت برای پیش‌بینی مرگ بیماران مبتلا به شوک کاردیوژنیک ناشی از انفارکتوس قلبی (۶۱)</p>	<p>۴۴</p>
<p>صحت درخت تصمیم: ۷۹/۷۵ جنگل تصادفی: ۷۳/۸۱ بیزین ساده: ۷۵/۹۷ Vote, بگینگ: ۷۴/۵۱</p>	<p>۹۹۶۶ فرد</p>	<p>داده‌های بالینی</p>	<p>ساکنان شهر یزد</p>	<p>رپیدماینر</p>	<p>• درخت تصمیم • جنگل تصادفی • بیزین ساده • Vote, بگینگ (جنگل تصادفی و بیزین ساده)</p>	<p>پیش‌بینی زود هنگام</p>	<p>مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد</p>	<p>اعظم بزرگری، ۱۴۰۲</p>	<p>مقایسه‌ی عملکرد الگوریتم‌های داده‌کاوی در پیش‌بینی بیماری‌های عروق کرونر قلبی با استفاده از داده‌های مطالعه‌ی سلامت مردم یزد (یاس) (۶۲)</p>	<p>۴۵</p>
<p>روش تجزیه و تحلیل افتراق خطی صحت: ۹۱/۵۲ حساسیت: ۹۶/۱۹</p>	<p>۳۲۴۰ سیگنال</p>	<p>سیگنال</p>	<p>داده‌های چالش ۲۰۱۶ فیزیونت</p>	<p>متلب</p>	<p>• جنگل تصادفی • ماشین بردار پشتیبان • K نزدیک‌ترین همسایه • تجزیه و تحلیل افتراق خطی</p>	<p>تشخیص بیماری</p>	<p>ارمغان دانش</p>	<p>الهام صحرانی، ۱۴۰۳</p>	<p>بهبود تشخیص ناهنجاری‌های قلبی از طریق استخراج ویژگی از سیگنال صدای قلب با به‌کارگیری الگوریتم‌های طبقه‌بندی یادگیری ماشین (۶۳)</p>	<p>۴۶</p>

شکل ۲ روند چاپ مطالعات پژوهشی مرتبط با کاربرد هوش مصنوعی در بیماری‌های قلبی را نشان می‌دهد.



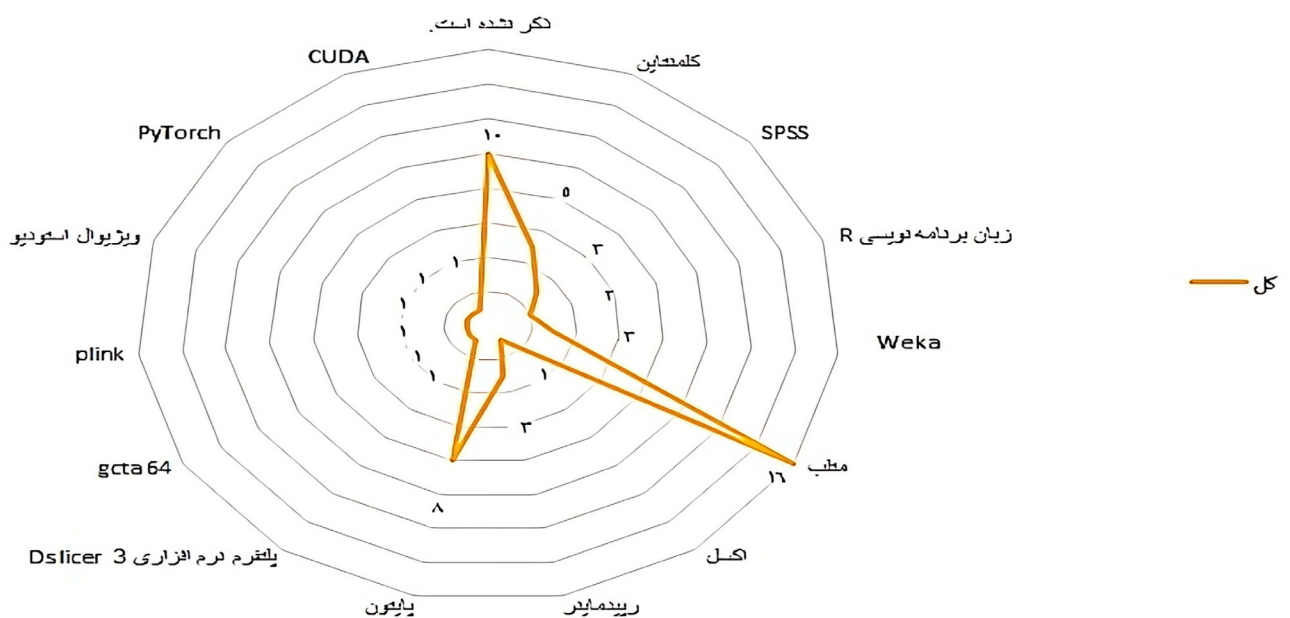
شکل ۲: روند چاپ مطالعات پژوهشی در سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۴۰۳

قدیمی‌ترین مطالعه پژوهشی مربوط به سال ۱۳۸۳ بود و جدیدترین مقاله نیز در سال ۱۴۰۳ به چاپ رسیده بود. همان‌طور که در شکل ۲ آورده شده است، بیشترین تعداد مطالعات پژوهشی چاپ شده مربوط به سال ۱۴۰۱ می‌باشد که ۸ مطالعه در این سال به چاپ رسیده است. ۴۶ مطالعه پژوهشی وارد شده در این مطالعه مرور نظام‌مند در ۳۴ مجله به چاپ رسیده بودند. نام مجلاتی که بیش از یک مطالعه پژوهشی چاپ کرده بودند، در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲: لیست مجلات چاپ‌کننده مطالعات پژوهشی مرتبط با هوش مصنوعی در حوزه قلبی

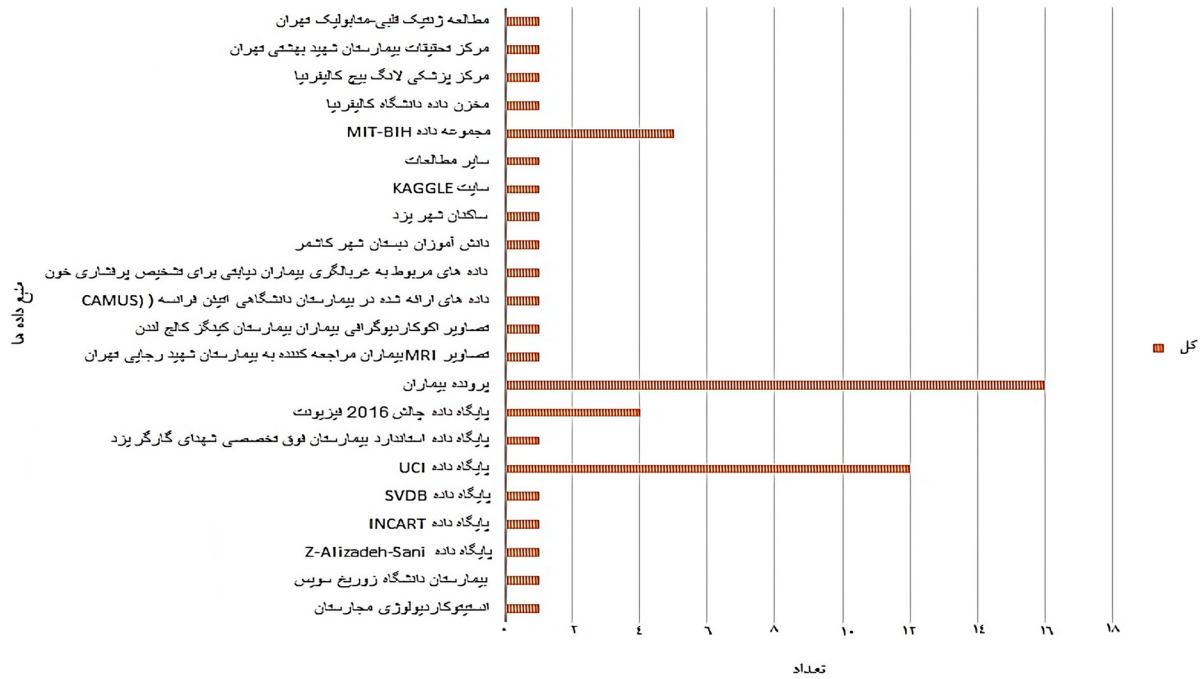
ردیف	نام مجله	تعداد مقالات چاپ شده در مجله
۱	مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی	۷
۲	مجله دانشگاه علوم پزشکی قم	۲
۳	مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی ایلام	۲
۴	مجله علوم پزشکی رازی	۲
۵	مجله علوم رایانشی	۲
۶	مجله مهندسی پزشکی زیستی	۲
۷	نشریه مدیریت سلامت	۲

مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی با چاپ ۷ مطالعه پژوهشی در این حوزه بیشترین مطالعات پژوهشی را به خود اختصاص می‌داد. ۶ مجله نیز هرکدام ۲ مطالعه به چاپ رسانده بودند و بقیه مجلات نیز هرکدام یک مطالعه چاپ کرده بودند. نرم‌افزارهای مورد استفاده در مطالعات پژوهشی وارد شده در این مرور نظام‌مند در شکل ۳ آورده شده است.



شکل ۳: نرم‌افزارهای به کار گرفته شده جهت تحلیل داده‌ها

در ۱۰ مطالعه نام نرم‌افزار به کار گرفته شده ذکر نشده بود. شکل ۴ منبع داده‌های به کار گرفته شده در مطالعات وارد شده در این مرور نظام‌مند را نشان می‌دهد. دو ابزاری بودند که بیش از سایر ابزارها به کار گرفته شده



شکل ۴: منبع داده های به کار گرفته شده در مطالعات

پرونده های بیماران به عنوان بیشترین منبع مورد استفاده جهت استخراج داده ها بوده است. همچنین برخی از داده های استفاده شده، داده هایی بوده است که به صورت آماده در اختیار پژوهشگران قرار گرفته است که می توان به پایگاه داده ی UCI و داده های چالش فیزیوت اشاره کرد.

الگوریتم ها و روش های یادگیری ماشین مورد استفاده در مطالعات در جدول ۳ آورده شده است. در بسیاری از مطالعات از بیش از یک روش یادگیری ماشین استفاده شده بود.

جدول ۳: روش های یادگیری ماشین مورد استفاده در مطالعات پژوهشی

ردیف	الگوریتم	تعداد
۱	شبکه عصبی	۲۲
۲	ماشین بردار پشتیبان	۲۰
۳	درخت تصمیم	۱۶
۴	یادگیری عمیق	۸
۵	جنگل تصادفی	۸
۶	رگرسیون	۷
۷	K نزدیک ترین همسایه	۵
۸	شبکه بیزین	۵
۹	CART	۲
۱۰	روش فازی	۲
۱۱	آنالیز افتراق خطی	۲
۱۲	XGBoost	۲
۱۳	ANFIS	۱
۱۴	CHAID	۱

۱	LASSO	۱۵
۱	الگوریتم آنالیز افتراقی	۱۶
۱	الگوریتم ترکیبی نهنگ و شبیه‌ساز تبرید	۱۷
۱	الگوریتم فاکتورگیری ماتریس غیرمنفی تُنک	۱۸
۱	انتخاب ویژگی با شاهین هریس در ترکیب با درخت تصمیم و K نزدیک‌ترین همسایه	۱۹
۱	ACVO-SVM	۲۰
۱	ترکیب ANFIS با PSO	۲۱
۱	ترکیب ANFIS با الگوریتم ژنتیک	۲۲
۱	ترکیب الگوریتم فازی با الگوریتم مرغ مگس‌خوار	۲۳
۱	LSTM+DBN	۲۴
۱	خوشه‌بندی	۲۵
۱	K نزدیک‌ترین همسایه و الگوریتم کلونی زنبور عسل	۲۶
۱	Vote، بگینگ(جنگل تصادفی و بیزین ساده)	۲۷

در بین روش‌های استفاده شده‌ی شبکه عصبی، ماشین‌بردار پشتیبان، درخت تصمیم، یادگیری عمیق، جنگل تصادفی، رگرسیون، K نزدیک‌ترین همسایه و شبکه بیزین بیش از سایر روش‌ها استفاده شده بود. حجم نمونه‌ی مورد استفاده در یک مطالعه ذکر نشده بود و در سایر مطالعات با توجه به هدف مطالعه از بیماران، تصاویر یا سیگنال استفاده شده بود. حجم نمونه ذکر شده در مطالعات بسیار متفاوت بود و از ۴۱ تا ۷۰۰۰۰ نمونه متغیر بود. در ۳۱ مطالعه محدودیتی ذکر نشده بود. بیشترین محدودیت‌های ذکر شده در مطالعات شامل عدم در نظر گرفتن همه‌ی فاکتورها، محدودیت در دسترسی به داده‌ها، نبود داده‌های کافی، وجود نویز در سیگنال‌ها یا تصاویر و وجود داده‌های پرت، مقادیر از دست رفته و نرمال نبودن داده‌ها بود(جدول ۴).

جدول ۴: محدودیت‌های ذکر شده در مطالعات پژوهشی

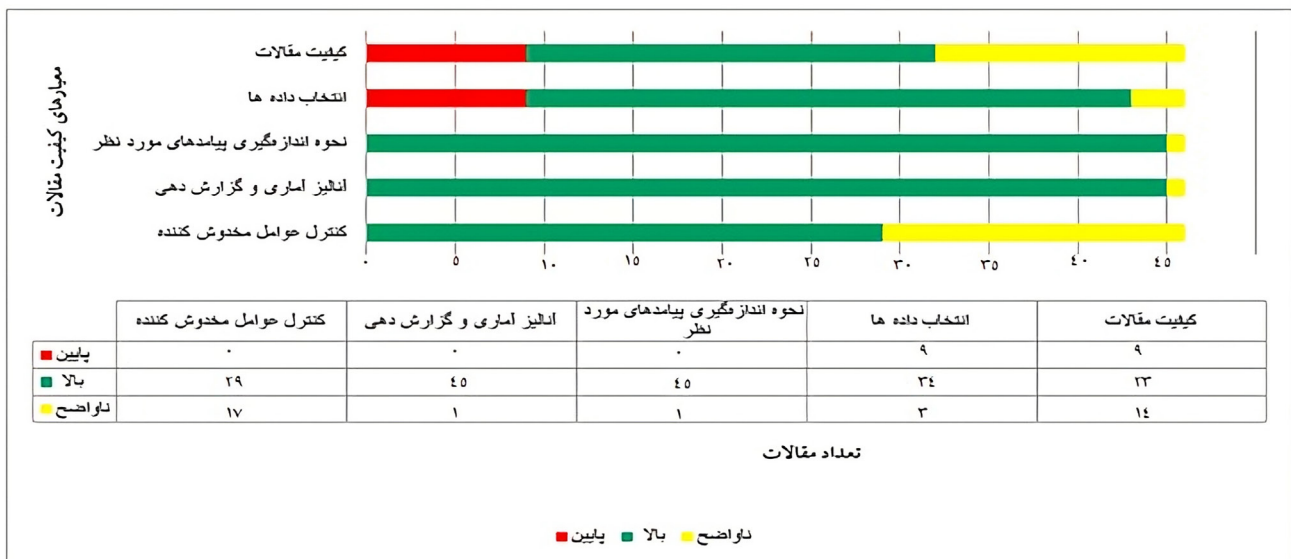
ردیف	محدودیت‌های ذکر شده در مطالعات	مطالعه
۱	عدم در نظر گرفتن همه‌ی فاکتورها	(۱۹)، (۳۸)، (۳۹)، (۶۱)
۲	محدودیت در دسترسی به داده‌ها	(۱۵)، (۵۸)، (۶۱)
۳	نبود داده‌های کافی	(۵۴)، (۵۸)، (۶۰)
۴	وجود نویز در سیگنال‌ها یا تصاویر	(۲۱)، (۵۰)
۵	وجود داده‌های پرت، مقادیر از دست رفته و نرمال نبودن داده‌ها	(۴۷)، (۶۱)
۶	محدود شدن داده‌ها به یک منطقه	(۲۸)
۷	عدم محاسبه‌ی دقیق هزینه‌ها	(۲۸)
۸	عدم استفاده از داده‌های مناسب جهت اعتبارسنجی	(۴۶)
۹	احتمال اشتباه در ثبت داده‌ها	(۴۷)
۱۰	خطای اندازه‌گیری	(۴۷)
۱۱	عدم استفاده از داده‌های محلی	(۴۹)
۱۲	دسترسی محدود به تصاویر	(۵۰)
۱۳	محدودیت زمانی	(۵۸)

هدف استفاده از هوش مصنوعی در جدول ۵ آورده شده است.

جدول ۵: اهداف استفاده از هوش مصنوعی در بیماری‌های قلبی

ردیف	هدف استفاده از روش‌های هوش مصنوعی	تعداد (درصد)
۱	تشخیص بیماری	۱۷ (۳۴٪)
۲	پیش‌بینی بیماری	۱۱ (۲۲٪)
۳	تعیین عوامل تأثیرگذار بر بیماری	۵ (۱۰٪)
۴	تشخیص افتراقی	۴ (۸٪)
۵	پیش‌بینی زود هنگام	۴ (۸٪)
۶	پیش‌بینی مدت اقامت	۱ (۲٪)
۷	پیش‌بینی مرگ‌ومیر	۱ (۲٪)
۸	پیش‌بینی نتیجه‌ی مداخلات	۱ (۲٪)
۹	پایش بیماری	۱ (۲٪)
۱۰	تعیین دوز دارو	۱ (۲٪)
۱۱	تعیین عوامل تأثیرگذار بر بستری مجدد	۱ (۲٪)
۱۲	پیش‌بینی رویدادها	۱ (۲٪)
۱۳	تعیین عوامل تأثیرگذار بر مرگ‌ومیر	۱ (۲٪)
۱۴	طبقه‌بندی نتیجه‌ی مداخلات	۱ (۲٪)

در برخی از مطالعات، هوش مصنوعی برای بیش از یک هدف استفاده شده بود. در ۳۴ درصد از مطالعات هوش مصنوعی جهت تشخیص بیماری، در ۲۲ درصد از مطالعات جهت پیش‌بینی بیماری و در ۱۰ درصد از مطالعات جهت تعیین عوامل تأثیرگذار بر بیماری مورد استفاده قرار گرفته بود. نتایج حاصل از بررسی کیفیت مطالعات پژوهشی وارد شده در این مطالعه مرور نظام‌مند در شکل ۵ آورده شده است.



شکل ۵: کیفیت مطالعات پژوهشی وارد شده در مطالعه‌ی مرور نظام‌مند

بر اساس این نتایج، ۲۳ مطالعه (۵۰ درصد) از کیفیت بالایی برخوردار بودند و ۹ مطالعه (۱۹/۶ درصد) نیز کیفیت پایینی داشتند. همچنین در بین معیارهای مورد بررسی جهت تعیین کیفیت مطالعات، دو معیار «آنالیز آماری و گزارش دهی» و «نحوه‌ی اندازه‌گیری پیامد مورد نظر» بیشتر از سایر معیارها رعایت شده بود.

ضمن هم‌راستایی، به بسط و تکمیل درک موجود از این حوزه کمک شایانی می‌نماید. مقاله‌ی Kusuma و Udayan (۲۰۱۸) پیش‌تر بیان داشته است که در زمینه تحقیقات بیماری‌های قلبی، داده‌های بالینی بیشترین سهم را به خود اختصاص داده‌اند (۶۹). نتایج مطالعه‌ی پیش‌رو نیز با این یافته همسو بوده و سهمی معادل ۶۹ درصد را برای داده‌های بالینی در کاربردهای هوش مصنوعی در این حوزه گزارش می‌دهد. این برتری در استفاده از داده‌های بالینی احتمالاً ناشی از افزایش دسترسی و غنای اطلاعاتی پرونده‌های الکترونیکی سلامت (EHRs) در سالیان اخیر است که متعاقباً منجر به فزونی کاربرد این نوع داده‌ها در مدل‌های هوش مصنوعی شده است (۷۰). سهم داده‌های تصویری در این مطالعه (۹٪) با روند رو به رشد کاربرد هوش مصنوعی در تصویربرداری قلبی - عروقی، که در پژوهش Haq و همکاران (۲۰۲۱) مشاهده شده، هم‌راستاست؛ با وجود این، این زیرحوزه همچنان نیازمند سرمایه‌گذاری و تحقیقات گسترده‌تر است (۷۱). یکی از جنبه‌های متمایز این مطالعه، سهم قابل توجه ۲۲٪ داده‌های سیگنال، به‌ویژه سیگنال‌های الکتروکاردیوگرام (ECG) و زیستی است. برخلاف مطالعه‌ی Kagiya و همکاران (۲۰۱۹) که کمتر به این دسته پرداخته، نتایج پژوهش حاضر بر ضرورت توجه بیشتر و توسعه مدل‌های هوش مصنوعی مبتنی بر سیگنال تأکید دارد (۷۲).

به‌طور کلی، برتری داده‌های بالینی بر سیگنال‌ها یا تصاویر پزشکی در کاربردهای هوش مصنوعی (AI) برای مدیریت بیماری‌های قلبی به چندین عامل مرتبط است. این داده‌ها که طیف گسترده‌ای از اطلاعات جمعیتی، سابقه پزشکی و نتایج آزمایشگاهی را در بر می‌گیرند، دیدگاهی جامع و ساختار یافته از وضعیت سلامت بیمار ارایه می‌دهند که امکان آموزش مدل‌های پیش‌بینی‌کننده‌ی هوش مصنوعی را برای شناسایی الگوهای پیچیده و بهبود دقت تشخیصی فراهم می‌آورد (۷۴ و ۷۳). علاوه بر این، استانداردسازی رایج داده‌های بالینی و دسترسی گسترده‌ی آن‌ها از طریق پرونده‌های الکترونیکی سلامت (EHRs)، ادغام هوش مصنوعی را در روال بالینی تسهیل می‌کند (۷۶ و ۷۵). در مقابل، پیچیدگی و ساختار کمتر سیگنال‌ها و تصاویر پزشکی، به‌همراه نیاز به تخصص برای تفسیر آن‌ها، چالش‌هایی را برای مقیاس‌پذیری و کاربرد الگوریتم‌های هوش مصنوعی در این حوزه‌ها ایجاد می‌کند (۷۶).

در بسیاری از مطالعات، از بیش از یک روش یادگیری ماشین استفاده شده بود. رایج‌ترین تکنیک‌های مورد استفاده، شبکه‌های عصبی و ماشین‌بردار پشتیبان

مطالعه‌ی مروری نظام‌مند حاضر، با هدف بررسی کاربرد هوش مصنوعی در مدیریت بیماری‌های قلبی انجام پذیرفت. بیشترین کاربرد هوش مصنوعی در حوزه‌های تشخیص، پیش‌بینی و درمان بیماری‌های قلبی - عروقی مشاهده گردید. غالب تکنیک‌های داده‌کاوی مورد استفاده در مطالعات، شبکه‌های عصبی، ماشین‌بردار پشتیبان، درخت تصمیم، یادگیری عمیق و جنگل تصادفی بودند. عمده مطالعات در بازه زمانی ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۱ انجام شده بودند.

یافته‌های پژوهش حاضر در زمینه‌ی اهداف کاربرد هوش مصنوعی در مدیریت بیماری‌های قلبی، با مطالعات پیشین هم‌راستا بوده و به‌طور قابل توجهی به تعمیق و تکمیل دانش موجود در این حوزه کمک می‌کند. نتایج مطالعه حاضر، نشان می‌دهد که تشخیص بیماری با اختصاص ۳۴ درصد از کاربردها، بیشترین سهم را در میان اهداف استفاده از هوش مصنوعی در مطالعات مورد بررسی به خود اختصاص داده است. این یافته، با تأکید سایر پژوهش‌ها بر نقش فزاینده‌ی ابزارهای هوش مصنوعی در افزایش دقت و کارایی فرایندهای تشخیص بیماری‌های قلبی - عروقی، به‌ویژه از طریق تحلیل داده‌های پیچیده‌ی پزشکی و نتایج تصویربرداری، کاملاً همسوست (۶۵ و ۶۴). پیش‌بینی بیماری نیز با سهم ۲۲ درصدی، جایگاه قابل توجهی را در میان اهداف کاربرد هوش مصنوعی به خود اختصاص داده است. این نتیجه، با ادبیات موجود که از اثربخشی بالای تکنیک‌های یادگیری ماشین در پیش‌بینی بروز بیماری، پیش‌آگهی و طبقه‌بندی دقیق شرایط ناهمگون خبر می‌دهد، کاملاً مطابقت دارد و حتی عملکرد آن‌ها را نسبت به مدل‌های سنتی برتر ارزیابی می‌کند (۶۸-۶۶). علاوه بر این، سهم ۱۰ درصدی هوش مصنوعی در تعیین عوامل تأثیرگذار بر بیماری‌ها، هرچند کمتر از تشخیص و پیش‌بینی است، اما اهمیت رو به رشد هوش مصنوعی را در شناسایی دقیق‌تر عوامل خطر و درک عمیق‌تر مکانیسم‌های بیماری برجسته می‌سازد. این رویکرد می‌تواند نقش کلیدی در پیشبرد هدف کلی پزشکی دقیق و شخصی‌سازی مراقبت‌ها ایفا کند (۶۵). به‌طور کلی، نتایج مطالعه‌ی حاضر بر توانمندی هوش مصنوعی در گسترده‌ی وسیعی از بیماری‌های قلبی - عروقی نظیر نارسایی قلبی، فیبریلاسیون دهلیزی و بیماری‌های درجه‌ای قلب، در راستای افزایش دقت تشخیص و اثربخشی درمان، صحنه می‌گذارد (۶۷).

در مقایسه با مطالعات پیشین، یافته‌های پژوهش حاضر در رابطه با انواع منابع داده‌ای مورد استفاده در کاربردهای هوش مصنوعی در مدیریت بیماری‌های قلبی،



بودند. Almansour و همکاران در مطالعه‌ی خود در زمینه‌ی کاربرد شبکه‌های عصبی و ماشین بردار پشتیبان برای پیش‌بینی بیماری مزمن کلیوی، خاطر نشان کردند که شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) و ماشین بردار پشتیبان (SVM) از جمله تکنیک‌های یادگیری ماشینی هستند که به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند. هر دو روش، یعنی شبکه‌های عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان، مزایایی دارند و عملکرد مطلوب آن‌ها در زمینه‌های متعددی از جمله تشخیص پزشکی، پیش‌بینی آب و هوا، تحلیل بازار سهام و پردازش تصویر به اثبات رسیده است. نتایج تجربی حاکی از آن بود که شبکه‌های عصبی مصنوعی تقریباً در تمامی مدل‌های این مجموعه داده، عملکرد بهتری نسبت به ماشین بردار پشتیبان از خود نشان دادند (۷۷). شواهد حاکی از آن است که تکنیک‌های هوش مصنوعی، به‌ویژه شبکه‌های عصبی و ماشین‌های بردار پشتیبان (SVM)، در تشخیص، پیش‌بینی خطر و مدیریت بیماران در طیف وسیعی از آسیب‌شناسی‌های قلبی - عروقی، نتایج امیدوارکننده‌ای را به نمایش گذاشته‌اند (۷۸). ماشین‌های بردار پشتیبان، دقت بالایی در تشخیص بیماری قلبی نشان داده‌اند و در یک مطالعه، دقت ۹۶٪ گزارش شده است (۷۹). شبکه‌های عصبی کانولوشن (CNN) و ماشین‌های بردار پشتیبان به بارها در تحلیل تصاویر پزشکی به کار گرفته می‌شوند و در تفسیر داده‌های پیچیده تصویربرداری قلبی - عروقی نقش بسزایی ایفا می‌کنند (۸۰). سایر تکنیک‌های هوش مصنوعی، از قبیل درخت‌های تصمیم، شبکه‌های بیز ساده، الگوریتم‌های ژنتیک و سیستم‌های مبتنی بر منطق فازی نیز در پیش‌بینی بیماری قلبی استفاده شده‌اند (۸۱). در حالی که هوش مصنوعی پتانسیل چشمگیری در بهبود پیامدهای بیماران و کاهش هزینه‌ها در مراقبت‌های بهداشتی قلبی - عروقی از خود نشان می‌دهد، چالش‌هایی از جمله ادغام با جریان‌های کاری بالینی، اعتبارسنجی مدل و نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی داده‌ها همچنان پابرجا هستند (۸۰).

در مطالعات بررسی شده، نرم‌افزارهای متلب و پایتون بیشترین کاربرد را به خود اختصاص داده بودند. نرم‌افزار متلب، چنان‌چه در مطالعه Markiewicz نیز بدان اشاره شده است، به‌عنوان یکی از پیشرفته‌ترین ابزارها در این زمینه معرفی گردیده است. از مهم‌ترین قابلیت‌های این نرم‌افزار می‌توان به جعبه‌ابزار پردازش تصویر آن اشاره نمود که توابع داخلی متعددی، از جمله توابع مربوط به مورفولوژی ریاضی و پیاده‌سازی بسیاری از شبکه‌های عصبی مصنوعی به‌عنوان ابزاری در حوزه‌ی هوش مصنوعی را ارائه می‌دهد. این پلتفرم، به‌ویژه در حوزه‌ی آسیب‌شناسی، از محبوبیت بالایی برای توسعه‌ی برنامه‌های تخصصی تحلیل

تصویر برخوردار است (۸۲). کاربرد قابلیت‌های پردازش و تحلیل تصویر این نرم‌افزار، نقش بسزایی در مطالعات مورد بررسی ایفا نموده بود. به‌طور کلی می‌توان گفت که متلب و پایتون، به واسطه‌ی نقاط قوت منحصر به فرد خود، نقشی بنیادین در توسعه‌ی مدل‌های هوش مصنوعی برای مدیریت بیماری‌های قلبی ایفا می‌کنند. متلب، به دلیل داشتن جعبه‌ابزارهای تخصصی و قابلیت‌های پیش‌بی‌درنگ، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است؛ در مقابل، پایتون در حوزه‌های کاربردی یادگیری عمیق و تحلیل داده‌های کلان، برتری محسوسی دارد. بهره‌گیری مکمل از این دو ابزار، پژوهشگران را قادر می‌سازد تا به‌نحو مؤثرتری با چالش‌های متنوع موجود در عرصه‌ی مراقبت‌های بهداشتی قلبی - عروقی مقابله نمایند.

در مطالعه‌ی معصومی و شهرآز که به متاآنالیز با استفاده از پایتون اختصاص یافته، ذکر شده است که با توجه به سهولت کاربری و مقبولیت پایتون در میان دانشمندان داده، استفاده‌ی رو به گسترش آن در متاآنالیز امری دور از انتظار نخواهد بود. در واقع، گزینه‌های متنوع موجود در این زبان، تولید خروجی‌های استاندارد برای انتشار در مجلات علمی را تسهیل می‌کند (۸۳). پایتون، زبانی برنامه‌نویسی با رشد فزاینده و دارای مجموعه‌ای غنی از کتابخانه‌های بالغ برای تحلیل داده‌هاست. پژوهشگران، به دلیل وجود جامعه محاسباتی علمی بزرگ و فعال، سهولت تحلیل تعاملی داده‌ها و کاربرد آن به‌عنوان زبانی برنامه‌نویسی چندمنظوره، به‌طور پیوسته از آن بهره می‌گیرند.

از نقاط قوت مطالعه‌ی حاضر می‌توان به عدم محدودیت زمانی در انتخاب مقالات و همچنین عدم محدودیت زمانی برای جستجو در پایگاه‌های داده اشاره نمود. پایگاه‌های داده‌ی انتخاب‌شده، سه پایگاه داده‌ی جامع بودند. جستجو در پایگاه‌های داده به زبان فارسی انجام پذیرفت که این امر می‌تواند به‌عنوان یکی از محدودیت‌های این مطالعه ذکر شود. از دیگر محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به این نکته اشاره کرد که هیچ جستجویی با زبان انگلیسی و با ترکیب واژه Iran انجام نشد که این امر می‌تواند به کاهش تعداد مطالعات بازیابی شده منجر شده باشد.

نتیجه‌گیری

تجزیه و تحلیل مطالعات انجام‌شده نشان داد که می‌توان از فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی در کنار علم پزشکی، در جهت بهبود پیش‌بینی، تشخیص و درمان بیماری‌های قلبی - عروقی استفاده کرد و با توجه به اهمیت این بیماری‌ها

که جهت بازیابی مطالعات، مرتبط به نظر می‌رسید، در استراتژی جستجو در نظر گرفته شود؛ با این حال پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آینده فهرستی از تمامی روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی تهیه و به استراتژی جستجو اضافه شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند تا از کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی همدان جهت حمایت مالی این پژوهش تشکر نمایند. این پژوهش حاصل طرح تحقیقات دانشجویی بوده است که پس از اخذ تأییدیه اخلاق با کد IR.UMSHA.REC.1403.406 انجام شده است.

و نقش برجسته‌ی هوش مصنوعی در مدیریت آن‌ها، توصیه می‌شود که در کشور ایران، استفاده از این فناوری‌ها، به‌ویژه تکنیک‌های هوش مصنوعی، در زمینه کنترل بیماری‌های قلبی-عروقی گسترش یافته و در سطوح مختلف سلامت به کار گرفته شوند. در عین حال، برای تحقق کامل تأثیر تحول‌آفرین هوش مصنوعی بر مراقبت‌های قلبی-عروقی و در حالی که این فناوری نویدبخش بهبود چشمگیر در پیامدهای بیماران و کاهش هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی است، پژوهش‌های مداوم، اعتبارسنجی دقیق، تلاش‌های استانداردسازی و توجه دقیق به چالش‌هایی مانند ادغام با جریان‌های کاری بالینی، اعتبارسنجی مدل و نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی داده‌های حیاتی است. در این مطالعه سعی گردید تا کلیدواژه‌هایی

References

1. Lykowska-Szuber L, Rychter AM, Dudek M, Ratajczak AE, Szymczak-Tomczak A, Zawada A, et al. What links an increased cardiovascular risk and inflammatory bowel disease? A narrative review. *Nutrients* 2021; 13(8): 1-17.
2. Bouraghi H, Mohammadpour A, Khodaveisi T, Ghazisaeedi M, Saeedi S & Familgarosian S. Virtual reality and cardiac diseases: A systematic review of applications and effects. *Journal of Healthcare Engineering* 2023; 2023(1): 8171057.
3. Khan AH, Hussain M & Malik MK. Cardiac disorder classification by electrocardiogram sensing using deep neural network. *Wiley Online Library: Complexity* 2021; 2021(5512243): 1-8.
4. Movsisyan NK, Vinciguerra M, Medina-Inojosa JR & Lopez-Jimenez F. Cardiovascular diseases in central and eastern Europe: A call for more surveillance and evidence-based health promotion. *Annals of Global Health* 2020; 86(1): 1-10.
5. Zhao D. Epidemiological features of cardiovascular disease in Asia. *JACC: Asia* 2021; 1(1): 1-13.
6. Sahin B & Ilgun G. Risk factors of deaths related to cardiovascular diseases in world health organization (WHO) member countries. *Health and Social Care in the Community* 2022; 30(1): 73-80.
7. Mohammadzadeh N, Rezayi S, Tanhapour M & Saeedi S. Telecardiology interventions for patients with cardiovascular disease: A systematic review on characteristics and effects. *International Journal of Medical Informatics* 2022; 158(1): 104663.
8. Kaul V, Enslin S & Gross SA. History of artificial intelligence in medicine. *Gastrointestinal Endoscopy* 2020; 92(4): 807-12.
9. Bouraghi H, Imani B, Saeedi A, Mohammadpour A, Saeedi S, Khodaveisi T, et al. Challenges and advantages of electronic prescribing system: A survey study and thematic analysis. *BMC Health Services Research* 2024; 24(689): 1-9.
10. Mintz Y & Brodie R. Introduction to artificial intelligence in medicine. *Minimally Invasive Therapy and Allied Technologies* 2019; 28(2): 73-81.
11. Rezayi S, Ghazisaeedi M, Rostam-Niakan-Kalhari S & Saeedi S. Artificial intelligence approaches on X-ray-oriented images process for early detection of COVID-19. *Journal of Medical Signals and Sensors* 2022; 12(3): 233-53.
12. Briganti G & Le-Moine O. Artificial intelligence in medicine: Today and tomorrow. *Frontiers in Medicine* 2020; 7(27): 1-6.

13. Du-Harpur X, Watt FM, Luscombe NM & Lynch MD. What is AI? Applications of artificial intelligence to dermatology. *British Journal of Dermatology* 2020; 183(3): 423-30.
14. Mathur P, Srivastava S, Xu X & Mehta JL. Artificial intelligence, machine learning, and cardiovascular disease. *Clinical Medicine Insights: Cardiology* 2020; 14(1): 1-9.
15. Orooji A, Langarizadeh M, Aghazadeh M, Kamkarhaghighi M, Ghazisaiedi M & Moghbeli F. Dosing of warfarin in Iranian adult patients with an artificial heart valve using artificial neural networks. *Journal of Payavard Salamat* 2018; 12(4): 249-59[Article in Persian].
16. Van-Smeden M, Heinze G, Van-Calster B, Asselbergs FW, Vardas PE, Bruining N, et al. Critical appraisal of artificial intelligence-based prediction models for cardiovascular disease. *European Heart Journal* 2022; 43(31): 2921-30.
17. Romiti S, Vinciguerra M, Saade W, Anso-Cortajarena I & Greco E. Artificial intelligence (AI) and cardiovascular diseases: An unexpected alliance. *Cardiology Research and Practice* 2020; 2020(1): 4972346.
18. Naruka V, Arjomandi-Rad A, Subbiah-Ponniah H, Francis J, Vardanyan R, Tasoudis P, et al. Machine learning and artificial intelligence in cardiac transplantation: A systematic review. *Artificial Organs* 2022; 46(9): 1741-53.
19. Biglarian A, Bababee GhR & Azmie R. Application of artificial neural network model in determining important predictors of in-hospital mortality after coronaryartery bypass graft surgery, and it's comparison with logistic regression model. *Pathobiology Research (Modares Journal of Medical Sciences)* 2004; 7(1-2): 23-9[Article in Persian].
20. Zibanezhad B, Zamanifar K & Sharafi M. The use of data mining in identifying factors influencing cardiac ischemia, Roudehen: Islamic Azad University, National Software Engineering Conference, 2009.
21. Mokhlesi O, Mehrshad N & Razavi SM. Using mixture structures of neural networks in order to detect cardiac arrhythmias using fusion of temporal and wavelet features. *Computational Intelligence in Electrical Engineering* 2011; 2(1): 1-16[Article in Persian].
22. Bathaei SA, Ashk-Torab T, Zohari-Anboohi S, Ezzati Z & Alavi-Majd H. Use of logistic regression model in surveying effective causes of readmission in patients with congestive heart failure. *Qom University of Medical Sciences Journal* 2012; 6(1): 61-6[Article in Persian].
23. Madadkar A, Karimlo M, Rahgozar M, Jamaldini H & Mozaffari R. Application and comparison of random forest and CART in genetic association study in coronary artery disease. *Middle Eastern Journal of Disability Studies* 2013; 3(2): 1-8[Article in Persian].
24. Setareh S, Safaei AA & Najafi F. Using machine learning techniques to differentiate acute coronary syndrome. *Journal of Kermanshah University of Medical Sciences* 2015; 18(11): 631-9[Article in Persian].
25. Heravi M & Setayeshi S. Intelligent and fast recognition of heart disease based on synergy of linear neural network and logistic regression model. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences* 2014; 24(112): 78-87[Article in Persian].
26. Safdari R, Ghazisaeedi M, Gharooni M, Nasiri M & Argi G. Comparing performance of decision tree and neural network in predicting myocardial infarction. *Journal of Paramedical Sciences and Rehabilitation* 2014; 3(2): 26-35[Article in Persian].
27. Naruei I & Zamani B. Diagnosis of cardiac arrhythmia using deep learning, Shahrekord: Islamic Azad University, Shahrekord Branch, The First National Conference on New Ideas in Computer Engineering, 2015.
28. Teimouri M, Ebrahimi E & Alavinia S. Comparison of various machine learning methods in diagnosis of hypertension in diabetics with/without consideration of costs. *Iranian Journal of Epidemiology* 2016; 11(4): 46-54[Article in Persian].

29. Zabbah I, Hassaanzadeh M & Kohjani z. The Effect of continuous parameters on the diagnosis of coronary artery disease using artificial neural networks. *Journal of Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences* 2017; 4(4): 29-39[Article in Persian].
30. Shafiee H & Ebrahimi M. Accurate prediction of coronary artery disease using bioinformatics algorithms. *Qom University of Medical Sciences Journal* 2016; 10(4): 22-35[Article in Persian].
31. Ayat SS. Classification the results of angiography by using adaptive neuro-fuzzy inference system and genetic algorithm knowledge and health in basic medical. *Journal of Knowledge and Health in Basic Medical Sciences* 2017; 12(2): 1-8[Article in Persian].
32. Lal-Dahti J, Mohammadi M & Padidaran-Moghadam F. A method for the diagnosis of metabolic syndrome based on KNN data mining algorithm: A case study in Shohada-ye Kargar Hospital in Yazd, Iran. *Journal of Health and Biomedical Informatics* 2018; 4(4): 291-304[Article in Persian].
33. Mahmoodi MS. Designing a heart disease prediction system using support vector machine. *Journal of Health and Biomedical Informatics* 2017; 4(1): 1-10[Article in Persian].
34. Zarabian M & Abessi M. Ischemic heart patient's length of stay estimation and identification of its influencing factors using data mining. *Health Information Management* 2017; 14(1): 16-25[Article in Persian].
35. Kazemi M, Mehdizadeh H & Shiri A. Heart disease forecast using neural network data mining technique. *Journal of Ilam University of Medical Sciences* 2017; 25(1): 20-32[Article in Persian].
36. Firoozi-Jahantigh F & Batani A. Providing a decision-making model for continuous monitoring of patient's hypertension using artificial neural network and quality control charts. *Razi Journal of Medical Sciences* 2018; 25(1): 46-57[Article in Persian].
37. Ayat SS. Increasing the speed and precision of prediction of the results of angiography by using combination of adaptive neuro-fuzzy inference system and particle swarm optimization algorithm based on data from Kowsar Hospital of Shiraz. *Journal of Ilam University of Medical Sciences* 2018; 26(4): 142-54[Article in Persian].
38. Aghaenjad E, Taimourei-Yansary R & Riahi A. A hybrid model of heart anomalies detection by processing heart sounds. *Journal of Health and Biomedical Informatics* 2019; 6(2): 101-10[Article in Persian].
39. Kazemi M, Kazemi AA, Babolhekami AH & Abbasi N. Designing a cardiovascular disease prediction system using machine learning algorithms. *Journal of Contemporary Research in Science and Research* 2019; 7(1): 1-9[Article in Persian].
40. Mavaddati S. ECG arrhythmia classification based on wavelet packet transform and sparse non-negative matrix factorization. *Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers* 2020; 17(3): 119-28[Article in Persian].
41. Hassani Z & Khosravi M. Diagnosis of coronary heart disease by using hybrid intelligent systems based on the whale optimization algorithm, simulated annealing and support vector machine. *Engineering Management and Soft Computing* 2020; 6(2): 167-81[Article in Persian].
42. Veisi H, Ghaedsharaf HR & Ebrahimi M. Improving the performance of machine learning algorithms for heart disease diagnosis by optimizing data and features. *Scientific Journal of Soft Computing* 2019; 8(1): 70-85[Article in Persian].
43. Ghayoumizadeh H, Fayazi A, Rezaee K, Gholizadeh MH & Eskandari M. Segmentation of the left atrial appendage in the echocardiographic images of the heart using a deep neural network. *Journal of Health and Biomedical Informatics* 2021; 8(3): 315-25[Article in Persian].
44. Sahba F, Montajebiha SF & Naser-Khaki M. Using artificial intelligence to predict and diagnose high blood pressure. *Scientific Journal of New Management and Accounting Research Approaches* 2022; 5(16): 38-47[Article in Persian].

45. Darvishi M, Akhoondzadeh-Hanzaei M & Darvishi F. Left ventricular end-diastolic mapping in echocardiographic images using a deep convolutional neural network. *Computing Science* 2021; 6(4): 3-12 [Article in Persian].
46. Lajevardi SA, Kargari M, Daneshpour MS & Akbarzadeh M. A CNN deep learning model to improve SNP-based hypertension risk prediction accuracy. Available at: <https://assets-eu.researchsquare.com/files/rs-2285831/v1/7bbb94a2-7bed-44bc-9ebc-507b6a162be7.pdf?c=1669789779>. 2022.
47. Saadi P, Zeinalnezhad M & Movahedi-Sobhani F. Modeling and predicting the risk of coronary artery disease using data mining algorithms. *Journal of Health and Biomedical Informatics* 2021; 8(2): 193-207 [Article in Persian].
48. Dami S & Yahaghizadeh M. Deep features representation of wearable sensors to cardiovascular events prediction of blood vessels. *Computational Intelligence in Electrical Engineering* 2024; 15(2): 97-114 [Article in Persian].
49. Maleki S & Zare-Mehrjerdi Y. Diagnosis of coronary artery disease by bat and harris hawk meta-heuristic optimization algorithms and machine learning methods. *Journal of Health Administration* 2022; 25(1): 57-68 [Article in Persian].
50. Langarizadeh M, Jahanshahi M & Khatibi T. Myocardial fibrosis delineation in late gadolinium enhancement images of hypertrophic cardiomyopathy patients using deep learning methods. *Journal of Health Administration* 2022; 25(2): 139-55 [Article in Persian].
51. Sadeghi-Nia P & Danandeh-Hesar H. Classification of normal and abnormal heart sounds using machine learning techniques. *Iranian Journal of Biomedical Engineering* 2022; 16(3): 257-70 [Article in Persian].
52. Mohammadi E, Kermani S, Nourian-Zavareh M, Zare A, Aghapanah-Roudsari H, Samieinasab M, et al. A new approach of phonocardiogram analysis for screening some of cardio-vascular diseases based on deep learning. *Journal of Isfahan Medical School* 2022; 40(661): 109-14 [Article in Persian].
53. Shafaatfar H, Taghizadeh M, Valizadeh M & Fatehi MH. Arrhythmia classification improvement by individually mapping the feature space of each patient. *Iranian Journal of Biomedical Engineering* 2022; 16(2): 147-58 [Article in Persian].
54. Siahkohian M, Fasihi L & Torkamani E. Prediction of coronary heart disease using discriminant analysis algorithm in active elderly men. *Journal of Ardabil University of Medical Sciences* 2023; 22(4): 370-9 [Article in Persian].
55. Besharati R & Tahmasbi HR. Hypertension prediction in primary school students using an ensemble machine learning method. *Journal of Health and Biomedical Informatics* 2022; 9(3): 148-57 [Article in Persian].
56. Azimi-Far M, Nejatian S, Parvin H, Bagheri-Fard K & Rezaei V. Predicting cardiac arrhythmia on ECG signal using an ensemble of optimal multicore support vector machines. *Signal and Data Processing* 2023; 19(3): 65-86 [Article in Persian].
57. Azadravesh H & Tabatabaee H. Improving the diagnosis of cardiovascular diseases using a intelligent decision support system with a fog computing approach. *Journal of Intelligent Knowledge Exploration and Processing* 2023; 3(8): 24-37 [Article in Persian].
58. Abidi A, Heydaran-Darogheh-Amnyieh Z, Jamahmoodi H, Salarniya S & Zabbah I. Improving the diagnosis of arrhythmia using a combination of neural networks in a hierarchical way. *Journal of Health and Biomedical Informatics* 2023; 10(3): 223-37 [Article in Persian].
59. Enayati E, Mortazavi R & Basiri AA. Diagnosis of cardiac abnormalities using cost-based deep learning. *Computing Science* 2023; 8(2): 73-85 [Article in Persian].
60. Fasihi L, Siahkohian M & Ebrahimi-Torkamani B. Using support vector machine algorithm to predict coronary heart disease in active middle-aged women. *Journal of Military Medicine* 2023; 25(5): 2016-23 [Article in Persian].

61. Emami H. Development of a supervised machine learning model to predict the mortality in patients with cardiogenic shock due to myocardial infarction. *Razi Journal of Medical Sciences* 2023; 30(1): 151-66[Article in Persian].
62. Barzegari A, Noorani SF & Mirzaei M. Comparison of data mining algorithms in prediction of coronary artery diseases using Yazd health study (YaHS) data. *Journal of Shaeed Sdoughi University of Medical Sciences Yazd* 2023; 31(7): 6824-35[Article in Persian].
63. Sahraee E, Taghizadeh M, Gholami B & Nourian-Zavareh M. Improving the diagnosis of cardiac abnormalities through feature extraction from the heart sound signal using machine learning classification algorithms. *Armaghane-Danesh* 2024; 29(1): 80-93[Article in Persian].
64. Namasivayam V, Senguttuvan N, Saravanan V, Palaniappan S & Kathiravan MK. Artificial intelligence and its application in cardiovascular disease management, Machine learning and systems biology in genomics and health. Available at: https://www.researchgate.net/profile/Senthilkumar-Palaniappan-2/publication/358363927_Artificial_Intelligence_and_Its_Application_in_Cardiovascular_Disease_Management/links/6257c3be4173a21a0d112fbd/Artificial-Intelligence-and-Its-Application-in-Cardiovascular-Disease-Management.pdf. 2022.
65. Krittanawong C, Zhang H, Wang Z, Aydar M & Kitai T. Artificial intelligence in precision cardiovascular medicine. *Journal of the American College of Cardiology* 2017; 69(21): 2657-64.
66. Shu S, Ren J & Song J. Clinical application of machine learning-based artificial intelligence in the diagnosis, prediction, and classification of cardiovascular diseases. *Circulation Journal* 2021; 85(9): 1416-25.
67. Sun X, Yin Y, Yang Q & Huo T. Artificial intelligence in cardiovascular diseases: Diagnostic and therapeutic perspectives. *European Journal of Medical Research* 2023; 28(242): 1-11.
68. Diaz JJS. Artificial Intelligence in Precision Health, From concept to applications. Artificial intelligence in cardiovascular medicine: Applications in the diagnosis of infarction and prognosis of heart failure, Chapter 13. Amsterdam: Elsevier, *Artificial Intelligence in Precision Health*; 2020: 313-28.
69. Kusuma S & Udayan JD. Machine learning and deep learning methods in heart disease (HD) research. *International Journal of Pure and Applied Mathematics* 2018; 119(18): 1483-96.
70. Luscher TF, Wenzl FA, D-Ascenzo F, Friedman PA & Antoniadis C. Artificial intelligence in cardiovascular medicine: Clinical applications. *European Heart Journal* 2024; 45(40): 4291-304.
71. Haq IU, Haq I & Xu B. Artificial intelligence in personalized cardiovascular medicine and cardiovascular imaging. *Cardiovascular Diagnosis and Therapy* 2021; 11(3): 911-23.
72. Kagiya N, Shrestha S, Farjo PD & Sengupta PP. Artificial intelligence: Practical primer for clinical research in cardiovascular disease. *Journal of the American Heart Association* 2019; 8(17): 1-12.
73. Almansouri NE, Awe M, Rajavelu S, Jahnvi K, Shastry R, Hasan A, et al. Early diagnosis of cardiovascular diseases in the era of artificial intelligence: An in-depth review. *Cureus* 2024; 16(3): 1-18.
74. Haq IU, Chhatwal K, Sanaka K & Xu B. Artificial intelligence in cardiovascular medicine: Current insights and future prospects. *Vascular Health and Risk Management* 2022; 18(1): 517-28.
75. Siontis KC, Noseworthy PA, Attia ZI & Friedman PA. Artificial intelligence-enhanced electrocardiography in cardiovascular disease management. *Nature Reviews Cardiology* 2021; 18(7): 465-78.
76. Fortuni F, Ciliberti G, De-Chiara B, Conte E, Franchin L, Musella F, et al. Advancements and applications of artificial intelligence in cardiovascular imaging: A comprehensive review. *European Heart Journal-Imaging Methods and Practice* 2024; 2(4): 1-11.
77. Almansour NA, Syed HF, Khayat NR, Altheeb RK, Juri RE, Alhiyafi J, et al. Neural network and support vector machine for the prediction of chronic kidney disease: A comparative study. *Computers in Biology and Medicine* 2019; 109(1): 101-11.



78. Rajagopalan V & Cao H. Cardiovascular applications of artificial intelligence in research, Diagnosis, and disease management. Available at: <https://arch.astate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=cnbt>. 2022.
79. Shukur BS & Mijwil MM. Involving machine learning techniques in heart disease diagnosis: A performance analysis. *International Journal of Electrical and Computer Engineering* 2023; 13(2): 2177-85.
80. Hussain HK, Tariq A & Gill A. Role of AI in cardiovascular health care; A brief overview. *Journal of World Science* 2023; 2(4): 794-802.
81. Nazir N, Rajab S & Sharma V. State-of-the-art artificial intelligence techniques in heart disease diagnosis, Emerging trends in expert applications and security. USA: Springer. *Proceedings of ICETEAS*; 2018: 651-7.
82. Markiewicz T. Using MATLAB software with Tomcat server and Java platform for remote image analysis in pathology. *Markiewicz Diagnostic Pathology* 2011; 6(S 18): 1-7.
83. Masoumi S & Shahraz S. Meta-analysis using python: A hands-on tutorial. *BMC Medical Research Methodology* 2022; 22(193): 1-8.