Check for updates

Original Article

*Journal of Health and Biomedical Informatics*
*Medical Informatics Research Center*
*2024; 10(4): 346-356*
*10.34172/jhbmi.2024.03*

# Presenting an Intelligent Algorithm to Predict Heart Attack

**Hosseinpoor Mohammadjavad**[1,2*]

• **Received:** 4 Mar 2023 • **Accepted:** 12 Feb 2024

**Introduction:** Today, heart attack is one of the most common causes of death in adults all over the world. According to the announcement of the Ministry of Health, Treatment, and Medical Education, 11 to 15 percent of deaths in Iran are caused by heart attacks, and in the world, Iran has the highest number of deaths due to heart disease in 2022. It has been estimated that deaths from these diseases will increase to 20 million people. Therefore, predicting this disease is one of the most challenging topics in the medical field, and today most prediction systems are created using artificial intelligence and machine learning algorithms.

**Method:** This applied and descriptive research was conducted in 2022 using the information of 600 people who referred to Peymaniyeh and Motahari hospitals in Jahrom city. In this research, data were collected based on the available sources from both hospitals. To implement and evaluate the results, MATLAB programming language was used.

**Results:** The parameters used in this research are among the classification parameters, including classification rate, precision, recall, and F-measure, which were obtained as 90.7, 90.2, 91.5, and 90.8, respectively.

**Conclusion:** The results show that the proposed model will be able to predict the probability of stroke with a high percentage.

**Keywords:** Heart attack, Disease prediction, Intelligent model, Machine learning, Support vector machine

• **Citation:** Hosseinpoor MJ. Presenting an Intelligent Algorithm to Predict Heart Attack. Journal of Health and Biomedical Informatics 2024; 10(4): 346-56. [In Persian] doi: 10.34172/jhbmi.2024.03

1. Member of Faculty and Assistant Professor in Computer Engineering Department, Islamic Azad University, Estahban Branch, Estahban, Iran
2. Member of Young Elites and Researchers Club, Islamic Azad University, Estahban Branch, Estahban, Iran
***Corresponding Author:** MohammadJavad Hosseinpoor
**Address:** Islamic Azad University, Estahban Branch, Imam Reza Blvd., Estahban, Fars
• **Tel:** 09103076959 • **Email:** mj.hosseinpoor@iau.ac.ir

[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-19 ]

[ DOI: 10.34172/jhbmi.2024.03 ]

© 2024 The Author(s); Published by Kerman University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cite

مقاله پژوهشی

مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی
مرکز تحقیقات انفورماتیک پزشکی
دوره دهم شماره چهارم. ص ۳۵۶-۳۴۶. ۱۴۰۲
10.34172/jhbmi.2024.03

# ارائه الگوریتمی هوشمند جهت پیش‌بینی سکته قلبی

محمدجوادحسین پور [۲،۱*]

• دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۱۲/۱۳ • پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۱۱/۲۳

**مقدمه:** امروزه یکی از شایع‌ترین علت مرگ بزرگسالان در سراسر دنیا سکته قلبی می‌باشد. طبق اعلام وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، ۱۱ تا ۱۵ درصد مرگ و میرها در کشور ناشی از سکته قلبی است و در جهان، ایران بالاترین آمار مرگ ناشی از بیماری قلبی را دارا می‌باشد. تخمین زده شده که در سال ۲۰۲۲، مرگ و میر ناشی از این بیماری‌ها به ۲۰ میلیون نفر افزایش یابد؛ بنابراین پیش‌بینی کردن این بیماری از جمله مباحث چالش برانگیز در مبحث پزشکی می‌باشد و امروزه اکثر سیستم‌های پیش‌بینی با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین به وجود آمده‌اند.

**روش:** پژوهش حاضر از نوع کاربردی و توصیفی است، که در سال ۱۴۰۱ با استفاده از اطلاعات ۶۰۰ نفر از افراد مراجعه کننده به بیمارستان پیمانیه و مطهری شهرستان جهرم انجام شده است. در این پژوهش داده‌ها بر اساس منابع موجود از هر دو بیمارستان جمع‌آوری شدند. به منظور پیاده‌سازی و ارزیابی نتایج از زبان برنامه‌نویسی متلب استفاده شده است.

**نتایج:** پارامترهای به‌کاررفته در این پژوهش جزء پارامترهای دسته‌بندی می‌باشد که شامل: نرخ دسته‌بندی، صحت، فراخوان و F سنجش می‌باشند که به‌ترتیب مقادیر ۹۰/۷، ۹۰/۲، ۹۱/۵ و ۹۰/۸ به دست آمده است.

**نتیجه‌گیری:** نتایج نشان می‌دهند که مدل پیشنهادی قادر خواهد بود که با درصد بالایی احتمال وقوع سکته را پیش‌بینی کند.

**کلیدواژه‌ها:** سکته قلبی، تشخیص بیماری، مدل هوشمند، یادگیری ماشین، ماشین بردار پشتیبان

**•ارجاع:** حسین‌پور محمدجواد. ارائه الگوریتمی هوشمند جهت پیش‌بینی سکته قلبی. مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی ۱۴۰۲؛ ۱۰(۴): ۵۶-۳۴۶.
doi: 10.34172/jhbmi.2024.03

۱. عضو هیأت علمی و استادیار بخش مهندسی کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد استهبان، استهبان، ایران
۲. عضو باشگاه پژوهشگران و نخبگان جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد استهبان، استهبان، ایران

*** نویسنده مسئول:** محمدجوادحسین پور

**آدرس:** فارس، استهبان، بلوار امام رضا (ع)، دانشگاه آزاد اسلامی واحد استهبان

**•شماره تماس:** ۰۹۱۰۳۰۷۶۹۵۹ • **Email:** mj.hosseinpoor@iau.ac.ir

[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-19 ]

[ DOI: 10.34172/jhbmi.2024.03 ]

## مقدمه

بیماری‌های قلبی از شایع‌ترین بیماری‌های مزمن و علت مرگ بزرگسالان در سراسر دنیا می‌باشد [۱]. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی اعلام نموده است که ۱۱ تا ۱۵ درصد مرگ و میرها در کشور ناشی از بیماری‌های قلبی – عروقی است و در ایران آمار مرگ قلبی به بالاترین حد خود رسیده است [۲]. تغییر در سبک زندگی مردم باعث افزایش شیوع بیماری‌های قلبی در ایران است. شواهد موجود در تغییر سبک زندگی مردم نشان می‌دهد که شیوع بیماری قلبی– عروقی در ایران رو به افزایش است [۳]. عوامل بسیاری در ایجاد، پیشرفت و شدت بیماری‌های قلبی تأثیر دارند. این عوامل را می‌توان به ۶ دسته تقسیم‌بندی نمود که عبارت‌اند از: عوامل زیستی و محیطی (مانند سن، جنسیت و استرس)، عادات زندگی (مانند ورزش، تغذیه، رعایت اصول بهداشتی)، عوامل خطر (مثل مصرف دخانیات، بالابودن سطح کلسترول خون، چاقی مفرط)، بیماری‌های زمینه‌ای (مثل بیماری ریوی انسدادی مزمن، عفونت، بیماری کلیوی مزمن، کم خونی، آرتریت)، عوامل روحی و شخصیتی (مثل خلق، مهارت‌های تطابقی، خودکارآمدی) و عوامل اجتماعی (مانند طبقه اجتماعی، داشتن خانواده و برخورداری از حمایت آن‌ها) [۷-۴]. این علل به عنوان فاکتورهای خطر برای پیش‌بینی بیماری قلبی محسوب می‌شوند. بیشترین نوع معمول از بیماری‌های قلبی، بیماری مادرزادی قلبی، نارسایی قلبی، فشارخون بالا، کاردیومیوپاتی، بیماری روماتیسمی قلب، تنگی ریوی و عروق کرونر بیماری عروق است [۸].

سکته قلبی یا انفارکتوس میوکارد عبارت است از صدمه به قسمتی از عضله قلب، که به علت انسداد در رگ‌های کرونری (رگ‌های تغذیه کننده عضله قلب) و از بین رفتن جریان خون در آن قسمت اتفاق می‌افتد لخته درون رگ کرونری جریان خون و اکسیژن رسانی به عضله قلبی را مختل می‌کند، که سبب مرگ سلول‌های قلبی در آن ناحیه می‌شود. ماهیچه قلبی آسیب دیده توانایی خود برای انقباض را از دست می‌دهد و عضله قلبی باقی‌مانده برای جبران منطقه آسیب دیده وارد عمل خواهد شد. گاهی، استرس شدید ناگهانی می‌تواند یک حمله قلبی را شروع کند [۹]. در اکثر موارد آنفارکتوس میوکارد همراه با تظاهرات معمولی و تیپیک است که تشخیص را آسان می‌سازد. یک درد موضعی قفسه سینه که در مرکز قفسه صدری (سینه) با قابلیت انتشار به‌طرف آرواره، بازوها، پشت و گردن، سمپتوم ویژه در ام‌آی است و بیشتر از ۲۰ دقیقه طول می‌کشد. اگر درمان نشود این درد آزاردهنده و بحرانی است و مدت‌ها به طول می‌انجامد [۱۰].

اگر عملکرد قلب به درستی انجام نشود و هر کدام از ناراحتی‌های قلبی بروز داده شود به بخش‌های دیگر بدن نیز تأثیر می‌گذارد و بنابراین لازم است که این بیماری سریع تشخیص داده شود [۱۱]. از این رو، الگوریتم‌های یادگیری ماشین و داده‌کاوی می‌توانند با استفاده از تشخیص الگو و روند موجود در داده‌ها، فرآیند پیش‌بینی و تشخیص را بهبود بخشند [۱۲]. دانش استخراج شده از داده‌ها می‌تواند باعث بهبود هزینه‌ها، درآمد، و بازدهی مراکز درمانی و نیز باعث افزایش سطح سلامت در جامعه گردد. علاوه بر این، در برخی از مناطق دورافتاده کمبود متخصصین در حوزه سلامت به وضوح احساس می‌شود [۱۳]. بنابراین، استفاده از یک سیستم تشخیص بیماری قلبی می‌تواند در چنین موقعیت‌هایی بسیار مثمر ثمر واقع گردد [۱۴]. استخراج دانش از میان حجم انبوه داده‌ها با استفاده از فرآیند داده‌کاوی می‌تواند منجر به شناسایی قوانین حاکم بر بیماری‌های قلبی شده و اطلاعات ارزشمندی را به منظور شناسایی علل این بیماری‌ها، تشخیص، پیش‌بینی و درمان آن با توجه به عوامل محیطی در اختیار متخصصان حوزه سلامت قرار دهد و این مسئله به معنای عمر و ایجاد آرامش برای افراد جامعه است[۱۵،۱۶]، بنابراین پیش‌بینی و تشخیص بیماری‌های قلبی یک فرآیند بسیار سخت و پیچیده برای افراد خبره در علوم پزشکی محسوب می‌گردد و لزوم استفاده از روش‌های مناسب یادگیری ماشین و هوش مصنوعی جهت اتخاذ تشخیص صحیح در مسائل پزشکی ضروری به نظر می‌رسد[۱۷]. در نتیجه استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌تواند الگوها و نتایجی را برای محققین فراهم کند که عوامل ابتلا به بیماری‌های قلبی را نشان دهد و بر اساس آن نتایج، پزشکان و دست اندرکاران علوم پزشکی در پیشگیری آن بیماری اقدام کنند [۱۸،۱۹]. بنابراین، ضرورت وجود روشی مناسب جهت پیش‌بینی بیماری قلبی حس می‌شود. در این راستا، سعدی و همکاران [۱]، با استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی مدل‌هایی را برای پیش‌بینی احتمال ابتلاء به بیماری قلبی عروق کرونری ارائه کردند. مدل‌های مورد استفاده آن‌ها، الگوریتم‌های ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی و جنگل تصادفی بود. آن‌ها تحقیقات خود را بر روی ۲۰۳۸ رکورد گردآوری شده در مدت ۵ سال در بیمارستان قلب شهید رجایی تهران به انجام رساندند. پس از اجرای مدل‌های مذکور بر روی مجموعه داده مورد نظر، جنگل تصادفی با دقت قابل قبولی احتمال ابتلاء به بیماری قلبی



[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-19 ]

[ DOI: 10.34172/jhbmi.2024.03 ]

عروق کرونری را پیش‌بینی نمود.

گلکار و همکاران [۲]، یک مدل پیش‌بینی حمله قلبی در بستر محاسبات مه توسعه دادند. در این تحقیق، از مجموعه داده بیماران عروق کرونر قلبی موجود در مخزن داده یادگیری ماشین دانشگاه ارواین استفاده شد. در سیستم پیشنهادی، هر یک از علامت‌های بیمار قلبی بر اساس محدوده نرمال در لایه مه ارزیابی و وخامت حال بیمار بررسی گردید. در این لایه، تقاضاها بر اساس تعداد علائمی که خارج از محدوده نرمال هستند، اولویت‌بندی شدند. کارایی سیستم پیشنهادی از نظر مصرف پهنای باند، تأخیر و زمان پاسخ مورد ارزیابی قرار گرفت.

Hager و همکاران [۱۶]، تشخیص بیماری‌های قلبی را با استفاده از راه‌حل‌های یادگیری انجام دادند. آن‌ها یک سیستم زمان واقعی را برای پیش‌بینی بیماری قلبی حاصل از جریان داده‌های پزشکی ارائه دادند، که وضعیت سلامتی فعلی بیمار را توصیف می‌کند. هدف اصلی سیستم پیشنهادی یافتن الگوریتم یادگیری مطلوب است که با دقت بالایی بیماران قلبی را پیش‌بینی کند.

Tuli و همکاران [۱۷]، یک سیستم هوشمند درمانی مبتنی بر یادگیری عمیق برای تشخیص خودکار بیماری‌های قلبی در محیط های IoT ارائه دادند. در این پژوهش یک چارچوب جدید به نام HealthFog را برای ادغام یادگیری عمیق گروه در دستگاه‌های محاسباتی Edge پیشنهاد شد. همچنین سیستم پیشنهادی بر روی یک سناریوهای واقعی در بیماری های قلبی در زندگی واقعی اجرا شد.

Chang و همکاران [۱۸]، یک سیستم تشخیص بیماری قلبی مبتنی بر هوش مصنوعی با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین ارائه دادند. آن‌ها در این مطالعه نشان دادند که چگونه یادگیری ماشینی می‌تواند به پیش‌بینی این که آیا یک فرد به بیماری قلبی مبتلا می‌شود یا خیر کمک کند. در پژوهش مورد نظر، آن‌ها یک برنامه کاربردی مبتنی بر پایتون برای تحقیقات مراقبت های بهداشتی توسعه دادند.

در تمامی پژوهش‌های انجام‌شده، سیستم‌های تشخیص و پیش‌بینی ارائه گردیده که، قادر به شناسایی بیماران قلبی با استفاده از راهکاری با نظارت و در عین حال با دقتی کمتر از ۹۰ درصد می‌باشد. حال با توجه به اهمیت پیش‌بینی بیماری و دامنه کاربرد آن، همچنین افزایش اطلاعات و بزرگ شدن مجموعه داده‌ها و همچنین رشد و اهمیت روزافزون بیماری‌های قلبی مخصوصاً سکته قلبی، بررسی و بهبود چالش‌های مطرح شده مربوط به پیش‌بینی این بیماری با استفاده از سیستمی مبتنی بر ماشین بردار پشتیبان و استفاده از مجموعه داده واقعی و افزایش دقت پیش‌بینی به عنوان کار تحقیقاتی در این مطالعه مد نظر می‌باشد.

بنابراین، هدف در مطالعه پیش رو، ارائه مدلی مبتنی بر ماشین بردار پشتیبان جهت پیش‌بینی دقیق سکته قلبی با استفاده از مجموعه داده مربوط به بیماران سکته قلبی در شهرستان جهرم می‌باشد.

## روش

این مطالعه از نوع کاربردی- توصیفی و دارای تأییدیه اخلاقی به شماره IR.IAUESTAHBAN.REC.1401.115 از دانشگاه آزاد اسلامی واحد استهبان می‌باشد. مدل پیشنهادی در این پژوهش، یک رویکرد یادگیری با نظارت جهت پیش‌بینی سکته قلبی در افراد مبتلا به بیماری قلبی می‌باشد. الگوریتم مورد نظر، یک الگوریتم طبقه‌بندی با ناظر مبتنی بر ماشین بردار پشتیبان جهت طبقه‌بندی افراد بیمار از سالم می‌باشد. در این مطالعه مطابق با شکل ۱ مجموعه داده به عنوان ورودی، وارد الگوریتم شد. مجموعه داده مورد نظر شامل داده‌های مربوط به افراد بیمار و سالم و همچنین برچسب مربوط به آن‌ها است. برچسب‌ها کلاس مربوط به هر یک از ردیف‌ها در مجموعه داده را مشخص می‌کند. سپس مجموعه داده مورد نظر به دو مجموعه داده آموزش و آزمایش تقسیم شدند. سپس نوع آموزش براساس کراس ولیدشن k-fold که در این جا k=۵ در نظر گرفته شده است، تنظیم شد. در مرحله بعد ویژگی‌های تأثیرگذار در فرآیند تشخیص با استفاده از الگوریتم انتخاب متوالی، انتخاب و بقیه ویژگی‌ها در نظر گرفته نشد. در این الگوریتم، ابتدا مجموعه ویژگی‌ها تهی است. سپس ویژگی‌ها یکی‌یکی اضافه و ویژگی‌های تأثیرگذار به مجموعه اضافه شدند. در هر مرحله با اضافه شدن یک ویژگی، الگوریتم ماشین بردار پشتیبان(Support Vector Machine)SVM اجرا گردید و سپس تأثیرگذاری ویژگی با استفاده از چک کردن برچسب خروجی حاصل از الگوریتم SVM با برچسب واقعی به دست می‌آید. در این صورت ویژگی‌های تأثیرگذار به مجموعه ویژگی‌ها اضافه می‌شود. بعد از انتخاب ویژگی‌ها مدل SVM مورد نظر جهت پیش‌بینی بیمارهای سکته قلبی ایجاد گردید و پارامترهای آن نیز تنظیم شد. در مرحله بعد مدل مورد نظر با داده‌های آموزشی، آموزش می‌بیند. سپس در مرحله آخر به منظور

[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-19 ]

[ DOI: 10.34172/jhbmi.2024.03 ]

سنجش دقت الگوریتم مورد نظر، مدل آموزش دیده با مجموعه داده آزمایش، مطابق با چهار معیار، مورد آزمایش و بررسی قرار گرفت.

1. **Input:** patient Dataset;
2. **Output:** Model for predict patient of heart disease
3. Preparing dataset to divide it train/test set
4. Preparing validation set out of train set (k-fold Cross Validation)
5. **Feature selection**
6. **Finding best parameters**
7. Create Model by **SVM**
8. **Learner Model**
9. Test the model by **test set**

**شکل ۱: روند انجام کار الگوریتم پیشنهادی**

## پارامترها

در الگوریتم پیشنهادی مطابق جدول ۱، تعداد تکرار ۱۰۰۰مرتبه، مدل یادگیر SVM، تابع کرنل گوسین، بایاس مورد نظر برابر با ۰/۰۷۹۵- ، نوع یادگیر طبقه‌بندی با ناظر، نوع بهینه‌سازی، بهینه‌سازی دنباله‌ای مینیمم ( Sequential Minimal SMO(Optimization و نوع الگوریتم انتخاب ویژگی، انتخاب ویژگی متوالی در نظر گرفته شد. در این مطالعه مدل یادگیر بر اساس داده‌های آزمایش و بر طبق عملیات بهینه‌سازی موجود در بهترین شرایط ممکن ایجاد گردید. سپس مدل ایجاد شده جهت بررسی دقت و صحت داده‌ها آزمایش شد. مدل حاصل به دلیل این که از عملیات یادگیری با ناظر در عملیات طبقه‌بندی استفاده می‌کند، می‌تواند از دقت بالایی برخوردار باشد. مدل موردنظر قادر خواهد بود مجموعه اطلاعات دریافتی را در دو طبقه افراد بیمار و افراد سالم پیش‌بینی کند. در مدل SVM طراحی شده، تابع کرنل گوسین و نرخ یادگیری و آزمایش نیز به ترتیب ۷۰٪ و ۳۰٪ تنظیم شد.

**جدول ۱: الگوریتم پیشنهادی**

| پارامتر | مقدار |
|---|---|
| Kernel Function | Gaussian |
| Bais | -0.0795 |
| Iteration | 1000 |
| Method | SVM |
| Type | Classification |
| Optimization | SMO |
| Feature Selection | Sequential Feature Selection |
| Train set | 70% |
| Train set | 30% |

در ادامه معیارهای ارزیابی استفاده شده جهت مقایسه روش پیشنهادی با دیگر روش‌ها نظیر RBF Network، Naive Bayes، KNN ، C 4.5 و HR-SVM بیان شده است. در بخش بعدی، الگوریتم پیشنهادی با متغیر هدف در این مطالعه، امکان وجود یا عدم وجود سکته قلبی است که در مورد هر کدام از افراد مورد بررسی یکی از این دو حالت ثبت گردیده است. مقدار این متغیر برابر با ۱، نشان‌دهنده امکان وجود بیماری قلبی و صفر، نشان‌دهنده عدم وجود بیماری می‌باشد. به طور کلی برای بررسی میزان موفقیت و کارایی سیستم‌های دسته‌بندی و پیش‌بینی بیماری‌ها، از ماتریس درهم‌ریختگی استفاده شد. تحلیل‌های ماتریس درهم‌ریختگی در دسته‌بندی و پیش‌بینی بیماران منجر به ۴ حالت مثبت حقیقی (True Positive)، مثبت کاذب (False Positive)، منفی حقیقی ( True Negative)، منفی کاذب (False Positive) شد (جدول ۲).



[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-19 ]

[ DOI: 10.34172/jhbmi.2024.03 ]

**جدول ۲: ماتریس درهم‌ریختگی**

| | کلاس پیش‌بینی | |
|---|---|---|
| کلاس واقعی | TP (True Positive) | FN (False Negative) |
| | FP (False Positive) | TN (True Negative) |

در این ماتریس عناصر قطر اصلی نشان دهنده تعداد مواردی است که به درستی دسته‌بندی شده و عناصر قطر فرعی مواردی می‌باشد که به درستی دسته‌بندی نشده‌اند؛ بنابراین با توجه به مقادیر به دست آمده از ماتریس درهم‌ریختگی ( confusion matrix ) چهار معیار برای ارزیابی کارایی الگوریتم پیشنهادی می‌توان محاسبه نمود [۱] که عبارت اند از:

- نرخ دسته‌بندی
- نرخ صحت
- نرخ فراخوانی
- F–سنجش

در زیر فرمول محاسبه هرکدام از روابط بالا آورده شده است.

$$Classification - rate = \frac{(TP+TN)}{(TP+FP+TN+FN)} \quad (۱)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (۲)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (۳)$$

$$F - meature = \frac{2*precision*recall}{precision+recall} \quad (۴)$$

## مجموعه داده مورد استفاده

در این پژوهش، از داده های بیماران مربوط به دو بیمارستان پیمانه و مطهری شهرستان جهرم استفاده شد. مجموعه داده مورد نظر شامل اطلاعات ۶۰۰ شخص مراجعه کننده به بیمارستان است، که از این تعداد ۴۰۰ نفر بیمار سکته قلبی و ۲۰۰ نفر نیز افراد سالم بوده اند. در مجموعه داده مورد نظر ویژگی‌های سن، جنسیت، تریپونین، تری‌گلیسرید اولیه، تری‌گلیسیرید ثانویه، کلسترول اولیه، کلسترول ثانویه، PT اولیه، PT ثانویه و CKMB اولیه و CKMB ثانویه، مربوط به هر شخص درج شده است. جدول ۲ ویژگی‌های مجموعه داده مورد مطالعه به تصویر کشیده شده است. جدول ۲ هر ویژگی و نوع مقدار آن در مجموعه داده را بیان کرده است. مجموعه داده مورد نظر جهت انجام آزمایش مدل پیشنهادی در مرحله آماده‌سازی داده به دو زیر مجموعه آموزش و آزمایش تقسیم شدند. مجموعه داده آموزش شامل ۷۰٪ مجموعه داده اصلی می‌باشد. تعداد رکوردهای مجموعه داده آموزش شامل ۴۲۰ رکورد می‌باشد، که از این تعداد، ۳۰۰ مورد اطلاعات مربوط به افراد بیمار و ۱۲۰ مورد اطلاعات مربوط به افراد سالم است. همچنین مجموعه داده آزمایش نیز شامل ۳۰٪ مجموعه داده اصلی می‌باشد. تعداد رکوردهای مجموعه داده آزمایش شامل ۱۸۰ رکورد می‌باشد، که از این تعداد، ۱۲۰ مورد اطلاعات مربوط به افراد بیمار و ۶۰ مورد اطلاعات مربوط به افراد سالم است.

[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-19 ]

[ DOI: 10.34172/jhbmi.2024.03 ]

جدول ۲: مشخصات مجموعه داده مورد استفاده در مدل پیشنهادی

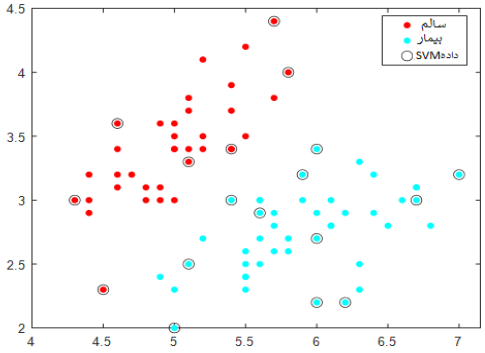
| ویژگی | نوع مقدار |
|---|---|
| سن | مقدار عددی (۳۰–۸۰) |
| جنسیت | ۰ زن، ۱ مرد |
| تریپونین | مقدار عددی (۰–۱) |
| تری‌گلیسرید اولیه | مقدار عددی (۵۰–۵۰۰) |
| تری‌گلیسیرید ثانویه | مقدار عددی(۵۰–۵۰۰) |
| کلسترول اولیه | مقدار عددی (۱۷۰–۲۳۹) |
| کلسترول ثانویه | مقدار عددی(۱۷۰–۲۳۹) |
| PT اولیه | مقدار عددی (۰–۲۰) |
| PT ثانویه | مقدار عددی (۰–۲۰) |
| CKMB اولیه | مقدار عددی (۲/۵ – ۳) |
| CKMB ثانویه | مقدار عددی (۲/۵ – ۳) |

## محیط شبیه‌سازی

در این پژوهش برای بررسی مدل پیشنهادی و ارائه‌ی نتایج آن، مدل مورد نظر در محیط برنامه‌نویسی متلب نسخه ۲۰۱۹ پیاده‌سازی شد.

## نتایج

در مدل پیشنهادی، ابتدا داده‌ها به دو دسته آموزش و آزمایش تقسیم شدند. سپس، با استفاده از مجموعه داده‌های آموزش و روش K-fold با K=5 مدل پیشنهادی مورد آموزش قرار گرفت. در پایان جهت ارزیابی، مدل پیشنهادی با استفاده از مجموعه داده‌های آزمون مورد آزمایش قرار گرفت. هدف مدل پیشنهادی، رسیدن به یک سطح مطلوب با حداکثر فاصله تا نزدیک‌ترین نقطه دو کلاس است. مدل موردنظر از این بردارهای پشتیبانی برای پیدا کردن سطح مطلوب استفاده می‌کنند. پیدا کردن سطح مطلوب طبقه‌بندی خطی را فراهم می‌کند. شکل ۲ سطح مطلوب مورد نظر که طبقه‌بندی خطی جهت طبقه‌بندی کردن افراد سالم و بیمار را نشان می‌دهد و سطح مورد نظر در مدل پیشنهادی با دقت بالایی توانسته افراد سالم را از افراد بیمار طبقه‌بندی کند. مطابق با شکل ۲، افراد سالم به رنگ قرمز، افراد بیمار به رنگ آبی وجود دارند. بردار SVM به خوبی توانسته یک سطح مطلوب جدا پذیر را بین دو کلاس به دست آورد. بنابراین شکل ۲ به درستی نشان می‌دهد که به درستی بردار موجود در SVM توانسته عملیات طبقه‌بندی را اجرا کند.



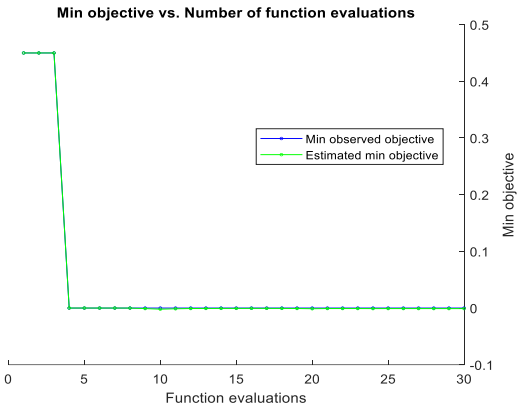

شکل ۲: خروجی طبقه‌بندی مجموعه داده‌های افراد بیمار و سالم توسط مدل پیشنهادی



[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-19 ]

[ DOI: 10.34172/jhbmi.2024.03 ]

شکل ۳ نیز منطبق بودن خروجی طبقه‌بندی مدل مورد نظر نسبت به برچسب‌های واقعی هر رکورد را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، مدل پیشنهادی به درستی و با دقت بالایی قادر به طبقه‌بندی افراد سالم و بیمار می‌باشد.




**شکل ۳: تطبیق خروجی طبقه‌بندی مدل پیشنهادی نسبت به برچسب‌های واقعی**

## معیارهای ارزیابی

### ارزیابی مدل پیشنهادی با استفاده مجموعه داده آزمایش

در این بخش، مدل پیشنهادی مطابق چهار معیار نرخ دسته‌بندی، نرخ صحت، نرخ فراخوانی و F–سنجش با استفاده از مجموعه داده آزمایش مورد ارزیابی قرار گرفت. جدول ۴ مقادیر حاصل از اجرای هر یک از معیارها را نشان می‌دهد. مطابق با جدول ۴، بالابودن نرخ دسته‌بندی در مدل پیشنهادی بدین معنا است که، روش پیشنهادی با کارایی بالایی توانسته مجموعه داده ورودی را در دو کلاس افراد سالم و بیمار طبقه‌بندی کند. همچنین در این آزمایش مقدار ۹۰/۵۴٪ برای F–سنجش نشان از کارایی بالا و بهینه بودن هر یک از دسته‌های خروجی مدل پیشنهادی می‌باشد.

**جدول ٤: ارزیابی سیستم پیشنهادی با استفاده از چهار معیار**

| مدل پیشنهادی | نتایج |
|---|---|
| نرخ دسته‌بندی | ٪۹۰/۷ |
| نرخ صحت | ٪۹۰/۲ |
| نرخ فراخوانی | ٪۹۱/۵ |
| F–سنجش | ٪۹۰/۸ |

## مقایسه مدل پیشنهادی و دیگر الگوریتم‌ها

در این آزمایش کارایی اجرای سیستم پیشنهادی و دیگر الگوریتم‌ها بر روی مجموعه‌داده صحت با استفاده از چهار معیار معرفی شد. مطابق با جدول ۵، کارایی و عملکرد روش پیشنهادی بر اساس هر چهار معیار از روش‌های RBF Network، Naive Bayes، KNN و C 4.5 با اختلاف زیاد بهتر بود؛ اما در مقایسه با روش HR-SVM نیز در هر چهار معیار اختلاف نسبتاً کمتری دارد؛ اما در هر صورت آزمایش‌ها در این مجموعه داده نشان می‌دهد، که روش پیشنهادی نسبت به روش‌های قبلی در شرایط مساوی کارایی بالاتری دارد. دلیل این امر نیز با نظارت بودن روش پیشنهادی است.

[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-19 ]
[ DOI: 10.34172/jhbmi.2024.03 ]

جدول ۵: مقایسه الگوریتم پیشنهادی و دیگر الگوریتم‌ها

| الگوریتم | نرخ دسته‌بندی | نرخ صحت | نرخ فراخوانی | F-سنجش |
|---|---|---|---|---|
| RBF Network | ٪۷۶/۵ | ٪۷۹/۳ | ٪۸۰/۷ | ٪۷۹/۹ |
| Naive Bayes | ٪۷۹/۸ | ٪۸۰/۱ | ٪۸۱/۴ | ٪۸۰/۷ |
| KNN | ٪۷۷/۴ | ٪۷۶/۳ | ٪۸۴/۸ | ٪۸۰/۳ |
| C 4.5 | ٪۷۷ | ٪۸۰/۱ | ٪۷۹ | ٪۷۹/۸ |
| HR-SVM | ٪۸۶/۲ | ٪۸۴/۷ | ٪۸۶/۱ | ٪۸۵/۳ |
| مدل پیشنهادی | ٪۹۰/۷ | ٪۹۰/۲ | ٪۹۱/۵ | ٪۹۰/۸ |

## بحث و نتیجه گیری

از آنجایی که تشخیص بیماری‌های قلبی یک فرآیند بسیار سخت و پیچیده برای افراد خبره در علوم پزشکی محسوب می‌گردد[۱]، لزوم استفاده از روش‌های مناسب داده‌کاوی جهت اتخاذ تشخیص صحیح در مسائل پزشکی ضروری به نظر می‌رسد. درنتیجه استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و تکنیک‌های داده‌کاوی می‌تواند الگوها و نتایجی را برای محققین فراهم کند که عوامل ابتلاء به بیماری‌های قلبی را نشان دهد[۲] و بر اساس آن، پزشکان و دست‌اندرکاران علوم پزشکی در پیشگیری آن بیماری اقدام کنند؛ بنابراین در این پژوهش رویکردی با نظارت، مبتنی بر بردار ماشین پشتیبان جهت پیش‌بینی سکته قلبی ارائه شده است. مدل پیشنهادی در محیط متلب پیاده‌سازی شد و نتایج آن بر روی مجموعه داده جمع‌آوری شده از دو بیمارستان پیمانیه و مطهری شهرستان جهرم آزمایش و بررسی گردید. مطابق با شکل ۳، نتایج تطبیق خروجی طبقه‌بندی مدل پیشنهادی نسبت به برچسب‌های واقعی نشان داد در بیشتر موارد (بالای ۹۰ درصد داده‌های مورد آزمایش) داده‌های طبقه‌بندی خروجی به درستی بر روی برچسب‌های واقعی هر داده منطبق شده است؛ بنابراین سطح مطلوب جدا کننده، که از داده‌های مدل مورد نظر به دست آمده است، با کارایی بالایی توانسته داده‌ها را در دو طبقه دسته‌بندی کند؛ بنابراین مدل پیشنهادی می‌تواند بالای ۹۰ درصد افراد بیمار را شناسایی و پیش‌بینی کند. همچنین در ارزیابی بعدی مدل پیشنهادی با استفاده از چهار معیار نرخ دسته‌بندی، صحت، دقت و F-سنجش مورد آزمایش و بررسی قرار گرفت. مطابق با جدول ۴، مقادیر به دست آمده هر کدام از معیارها بالای ۹۰ درصد می‌باشد. این بدین معنی است که مدل پیشنهادی به درستی بالای ۹۰ درصد از بیماران قلبی موجود در مجموعه داده را پیش‌بینی کند. در آخر نیز کارایی مدل پیشنهادی بر اساس هر چهار معیار با مدل‌های RBF Network [۱]، Naive Bayes [۱۷]، KNN [۱۶] و C4.5 [۱۸] مورد مقایسه قرار گرفت. پیاده‌سازی و ارزیابی نتایج مدل پیشنهادی و دیگر الگوریتم‌ها در شرایط مساوی سخت‌افزاری و با استفاده از محیط متلب مورد ارزیابی قرار گرفته است. مطابق با نتایج حاصله، مدل پیشنهادی از کارایی قابل قبولی نسبت به مدل‌های قبلی برخوردار می‌باشد. آزمایش‌های انجام‌شده بر اساس چهار معیار موردنظر در این بخش نشان داد که، روش پیشنهادی در حالت با نظارت کارایی قابل قبولی را در مواجهه با پیش‌بینی بیماری سکته قلبی در این مجموعه داده دارا می‌باشد. همچنین نتایج به‌دست‌آمده نیز نشان داد که مدل پیشنهادی نسبت به سایر مطالعات در پیش‌بینی بیماری سکته قلبی موفق بوده است؛ ولی هر چند که نرخ دسته‌بندی را تا حد قابل قبولی بهبود داده است؛ اما دارای خطای نسبتاً پایینی در پیش‌بینی افراد مبتلا به بیماری سکته قلبی بوده است. از جمله نقاط قوت سیستم پیشنهادی می‌توان به کارایی روش در پیش‌بینی انسان بیمار از سالم دانست. چون سیستم پیشنهادی مبتنی بر مدل بردار پشتیبان است؛ بنابراین می‌تواند با دقت بالا پیش‌بینی‌های درست را در فضای با ابعاد زیاد انجام دهد. همچنین چون مدل بردار پشتیبان از زیر مجموعه‌ای از نقاط یادگیری استفاده می‌کند، بنابراین روش پیشنهادی حافظه بسیار کمتری را جهت اجرا استفاده می‌کند. از جمله نقاط منفی روش پیشنهادی را می‌توان به مدت زمان طولانی مراحل یادگیری مدل اشاره کرد؛ بنابراین به کارگیری این روش در داده‌های با حجم بالا به دلیل طولانی بودن زمان اجرا و یادگیری مدل به هیچ عنوان توصیه نمی‌شود. در ادامه مباحثی را که به عنوان کارهای آینده می‌توان در مدل پیشنهادی به کار گرفت، بیان شده است. افزایش دقت در شناسایی افراد مبتلا به بیماری قلبی به بزرگ‌تر بودن پایگاه داده‌ها بستگی دارد؛ بنابراین در تحقیقات آینده می‌توان با استفاده از پایگاه داده‌های بزرگ‌تر، تعداد رکوردها را افزایش داد و دقت الگوریتم را افزایش



[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-19 ]

[ DOI: 10.34172/jhbmi.2024.03 ]

داد. همچنین می‌توان جهت کاهش زمان پردازش از الگوریتم‌های انتخاب ویژگی به منظور کاهش تعداد متغیرها استفاده نمود و از مدل‌های یادگیر دیگر نظیر KNN، Kmeans و شبکه عصبی مصنوعی به منظور بهبود دقت سیستم مخصوصاً در داده‌های با حجم زیاد به جای مدل بردار پشتیبان استفاده کرد. از این روش می‌توان برای انواع دیگر بیماری‌ها به کار گرفت و در مراکزهای بیمارستانی نیز جهت پیش‌بینی بیماری‌های سکته قلبی استفاده کرد.

در این تحقیق رویکردی با نظارت، مبتنی بر الگوریتم ماشین بردار پشتیبان جهت پیش‌بینی بیماری سکته قلبی ارائه شده است. سیستم پیشنهادی به دنبال بهبود فرآیند پیش‌بینی افراد بیمار از افراد سالم می‌باشد. قسمت اصلی این سیستم کشف الگوهای پنهان شده افراد بیمار از افراد سالم می‌باشد، که بدین ترتیب افراد بیمار سکته قلبی را به درستی استخراج می‌نماید. تجزیه و تحلیل نتایج نشان می‌دهد که مدل پیشنهادی توانسته با دقت قابل قبولی افراد بیمار را از افراد سالم پیش‌بینی کند. علاوه بر این نتایج مقایسه سیستم پیشنهادی با روش موجود در حوزه تحقیق نیز نشان داد، که این سیستم توانسته است در معیارهای مختلف به بهبود قابل ملاحظه‌ای دست یابد. همچنین از مدل پیشنهادی مورد نظر می‌توان در مراکزهای بیمارستانی جهت پیش‌بینی بیماری‌های سکته قلبی به کار گرفت.

## تشکر و قدردانی

نویسنده پژوهش بر خود لازم می‌داند از همکاری و مساعدت دانشگاه آزاد اسلامی واحد استهبان سپاسگزاری کند. این پژوهش حاصل تحقیق مستقل بدون حمایت مالی می‌باشد.

## تعارض منافع

بنابر اظهار نویسنده این مقاله تعارض منافع ندارد.

**References**

**1.** Saadi P, Zainal Nejad M, Mohdi Sobhani F. Modeling and predicting the probability of coronary heart disease using data mining algorithms. Journal of Health and Biomedical Informatics 2021; 8(2): 193-207. [In Persian]

**2.** Golkar A, Malekhosseini R, RahimiZadeh K, Yazdani A, Beheshti A. Development of a Model for Predicting Heart Attack Based on Fog Computing. Journal of Health and Biomedical Informatics 2021;8(3):326-37. [In Persian]

**3.** Hosseinpoor M. Predicting Gestational Diabetes Using an Intelligent Algorithm Based on Artificial Neural Network. Journal of Modern Medical Information Sciences 2022;8(2):126-39. [In Persian]

**4.** Hamil-Luker J, Angela MO. Black/white differences in the relationship between debt and risk of heart attack across cohorts. SSM-Population Health 2023;22:101373. https://doi.org/10.1016/j.ssmph.2023.101373

**5.** Fukuoka Y, Oh YJ. Perceived heart attack likelihood in adults with a high diabetes risk. Heart & Lung 2022;52:42-7. https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2021.11.007

**6.** Jomaa RM, Islam MS, Mathkour H, Al-Ahmadi S. A multilayer system to boost the robustness of fingerprint authentication against presentation attacks by fusion with heart-signal. Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences 2022;34(8):5132-43. https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2022.01.004

**7.** Alrowais F, Mohamed HG, Al-Wesabi FN, Al Duhayyim M, Hilal AM, Motwakel A. Cyber attack detection in healthcare data using cyber-physical system with optimized algorithm. Computers and Electrical Engineering 2023;108:108636. https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2023.108636

**8.** Bray J, Howell S, Nehme Z, Buttery A, Stub D, Cartledge S, et al. Declining public awareness of heart attack warning symptoms in the years following an Australian public awareness campaign: A cross-sectional study. Heart, Lung and Circulation 2023;32(4):497-505. https://doi.org/10.1016/j.hlc.2023.01.010

**9.** Yoon H, Ahn KO, Park JH, Lee SY. Effects of pre-hospital re-arrest on outcomes based on transfer to a heart attack centre in patients with out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2022;170:107-14. https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.11.012

**10.** Campbell-Gale HK, Fletcher AJ, Reed MG. "A heart attack away from boarding up Main Street": How neoliberalization of farming shapes adaptive capacity to climate change in rural and small-town Saskatchewan, Canada. Journal of Rural Studies 2023;97:365-74. https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2022.12.031

**11.** Alshehri MA. Cardioprotective properties of Artemisia herba alba nanoparticles against heart attack in rats: A study of the antioxidant and hypolipidemic activities. Saudi Journal of Biological Sciences 2022;29(4):2336-47. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.12.009

**12.** Rezaee V. Presenting a Meta-Heuristic Algorithm to Detect Regulatory Elements in the Genome of Breast Cancer Patients. Journal of Advanced Biomedical Sciences 2020;10(1):2070-80. [In Persian] doi: 20.1001.1.22285105.2020.10.1.5.5

**13.** Javaheri D, Gorgin S, Lee JA, Masdari M. Fuzzy logic-based DDoS attacks and network traffic anomaly detection methods: Classification, overview, and future

[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-19 ]

[ DOI: 10.34172/jhbmi.2024.03 ]

perspectives. Information Sciences 2023; 626: 315-38. https://doi.org/10.1016/j.ins.2023.01.067
**14.** Rajasekaran P, Magudeeswaran V. Malicious attacks detection using GRU-BWFA classifier in pervasive computing. Biomedical Signal Processing and Control 2023;79:104219. https://doi.org/10.1016/j.bspc.2022.104219
**15.** Hosseinpoor M, Parvin H, Nejatian S. Detection and extraction of potential promoter/enhancer interactions in genome of cancer patients using an evolutionary multi-objective algorithm. Journal of Health and Biomedical Informatics 2018;5(2):304-13. [In Persian]
**16.** Ahmed H, Younis EM, Hendawi A, Ali AA. Heart disease identification from patients' social posts, machine learning solution on Spark. Future Generation Computer Systems 2020;111:714-22. https://doi.org/10.1016/j.future.2019.09.056
**17.** Tuli S, Basumatary N, Gill SS, Kahani M, Arya RC, Wander GS, et al. HealthFog: An ensemble deep learning based Smart Healthcare System for Automatic Diagnosis of Heart Diseases in integrated IoT and fog computing environments. Future Generation Computer Systems 2020;104:187-200. https://doi.org/10.1016/j.future.2019.10.043
**18.** Chang V, Bhavani VR, Xu AQ, Hossain MA. An artificial intelligence model for heart disease detection using machine learning algorithms. Healthcare Analytics. 2022;2:100016. https://doi.org/10.1016/j.health.2022.100016
**19.** Dietterich TG. Ensemble methods in machine learning. InInternational workshop on multiple classifier systems. Berlin, Heidelberg: Springer; 2000. p. 1-15. https://doi.org/10.1007/3-540-45014-9_1

[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-19 ]

[ DOI: 10.34172/jhbmi.2024.03 ]