مقاله پژوهشی

طراحی سیستم تصمیم یار جهت تشخیص و پیش بینی بیماری قلبی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی؛ مطالعه موردی (بیمارستان آیت الله گلپایگانی قم)

جلال رضایی نور [*1]، غفران سعدی [2]، امیرحسین اکبری [3]

[1] دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه قم، قم، ایران
[2] کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه قم، قم، ایران
[3] کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه صنعتی قم، قم، ایران

* **نویسنده مسؤول:** جلال رضایی نور
j.rezaee@qom.ac.ir

ارجاع: رضایی نور جلال، سعدی غفران، اکبری امیرحسین. طراحی سیستم تصمیم یار جهت تشخیص و پیش بینی بیماری قلبی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی؛ مطالعه موردی (بیمارستان آیت الله گلپایگانی قم). راهبردهای مدیریت در نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۳(۴): ۳۱-۳۲۰.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۱۲
تاریخ اصلاح نهایی: ۱۳۹۷/۱۲/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۱۵

چکیده

زمینه و هدف: با توجه به شیوع زیاد بیماری‌های قلبی عروقی در کشور و زیاد بودن بار مرگ و میر این بیماری، پیش بینی صحیح وضعیت بیماری افراد از اهمیت زیادی برخوردار است، لذا برای این پیش بینی بایستی از مدل‌هایی استفاده کرد که دارای حداقل خطا و حداکثر اطمینان باشد. از این‌رو در این مطالعه از روش شبکه عصبی مصنوعی جهت ارزیابی مبتلا بودن افراد به سکته قلبی و نارسایی احتقانی استفاده شد.

روش پژوهش: در مطالعه مقطعی حاضر ابتدا تمام پرونده‌های ۲ سال اخیر بیماران قلبی بیمارستان آیت الله گلپایگانی قم (۴۹۷ نفر) مورد بررسی قرار گرفت. ۱۹ ویژگی مهم از پرونده‌ها استخراج و از شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه با الگوریتم پس انتشار خطا جهت ارزیابی وضعیت بیماری قلبی استفاده شد. تابع انتقال سیگموئید و تانژانت سیگموئید انتخاب و با تعداد ۱۹ نورون لایه ورودی، ۶ نورون لایه میانی و ۷۵ درصد داده‌های موجود، شبکه عصبی در Matlab آموزش داده شد.

یافته‌ها: در ابتدا میانگین مربعات خطا ۰/۳۵ بود که با نرمال سازی داده‌ها از طریق روش کمینه بیشینه به ۰/۰۴ کاهش یافت و مدل ارائه شده به دقت ۸۹/۵۰ درصد دست پیدا کرد. با توجه به نتایج به دست آمده و مناسب بودن مقادیر حساسیت و ویژگی، مدل پیشنهادی می‌تواند سکته قلبی و نارسایی احتقانی را به درستی طبقه بندی کند.

نتیجه گیری: این مطالعه شبکه عصبی را طراحی کرد که با دقت مناسب بیماری قلبی را پیش بینی کرد. این پیش بینی بر اساس استفاده از یک سری متغیرهای فردی و بالینی مانند سن، جنسیت، تنگی نفس، تغییرات فشارخون و تعدادی آزمایش خون انجام شد. در این پژوهش سعی شد که از فاکتورهای مهم و کم هزینه جهت پیش بینی بیماری قلبی استفاده شود به‌طوریکه با کمترین هزینه شخص می‌تواند از بیماری خود اگاهی پیدا کند.

واژه‌های کلیدی: بیماری قلبی، داده کاوی، مدل شبکه عصبی

کاربرد مدیریتی: معرفی سیستم تصمیم یار جهت تشخیص و پیش بینی بیماری قلبی با هزینه و زمان کمتر و کاهش خطای پزشکی احتمالی

[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]
[DOR: 20.1001.1.24766879.1397.3.4.7.0]
[DOI: 10.18502/mshsj.v3i4.515]

مقدمه

طبق آمار سازمان بهداشت جهانی، بیماری‌های قلبی- عروقی اصلی‌ترین عامل مرگ و میر در سراسر جهان هستند و میزان آن روز به روز رو به فزونی است. از این رو گسترش روش‌های نظارتی برای دستیابی به الگوها و روندهای عمده بیماری‌های قلبی به‌منظور بهبود روش های تشخیص اولیه، درمان‌های به‌هنگام، ایجاد روش‌های اساسی برای پیشگیری از بیماری‌های قلبی- عروقی که منجر به پیش بینی عوارض وخیم آن‌ها مانند سکته قلبی شود، مورد توجه قرار دارد. از طرفی اصلی‌ترین چالش‌های موجود در سازمان‌های سلامت و درمان (مانند بیمارستان‌ها و مراکز درمانی)، تدارک خدمات با کیفیت و با حداقل هزینه است. منظور از خدمات با کیفیت، تشخیص صحیح بیماری و مدیریت درمان آن به صورت مقرون به‌صرفه است. تصمیمات بالینی ضعیف می‌تواند منجر به نتایج فاجعه باری شود که برای ذی‌نفعان قابل قبول نیستند (۱). از سوی دیگر سازمان های سلامت باید هزینه‌های آزمایشات بالینی را به حداقل برسانند. برای دستیابی به این نتایج، آن‌ها می‌توانند از سیستم‌های مبتنی بر کامپیوتر و پشتیبان تصمیم استفاده کنند (۲).

تشخیص پزشکی امر مهم و پیچیده‌ای است که نیاز است به‌درستی انجام شود تا بتوان روش درمان مؤثر را انتخاب کرد. متأسفانه گاهی در اثر خستگی ممکن است، تشخیص درستی از سوی پزشک در مورد بیماری داده نشود و این امر باعث اشتباهات ناخواسته می‌شود و همچنین باعث می‌شود، بیمار هزینه‌های سنگین آزمایشات متعدد و درمان را متحمل شود (۳).

در ۲ دهه گذشته استفاده از دانش نرم افزاری و تکنولوژی‌های نوین در حوزه پزشکی رشد فراوانی یافته است. با رشد این فناوری‌ها، نسلی از سیستم‌های کامپیوتری معرفی شدند که در حوزه بهداشت و درمان کاربردهای فراوانی پیدا کرده‌اند. امروزه استفاده از سیستم‌های پشتیبان تصمیم گیری یا تصمیم یار به‌عنوان نتیجه‌ی این پیشرفت‌ها در کاهش زمان تشخیص و بهبود دقت تشخیص به‌صورت یک امر ضروری و انکار ناپذیر درآمده است. سیستم‌های تصمیم یار پزشکی مانع خطاهای احتمالی ناشی از خستگی یا بی تجربگی متخصصین بالینی می‌شود. همچنین با استفاده از این سیستم‌ها، می توان پایگاه داده‌های پزشکی را در زمان بسیار کمتر و با جزئیات بیشتر تحلیل کرد (۴). امروزه حجم داده‌های پزشکی که به‌صورت الکترونیکی ذخیره می‌شوند، روز به روز در حال افزایش است. اما مجموعه عظیم داده‌های خام، بدون پردازش کاربردی ندارند. برای معنی بخشیدن به این داده‌ها باید آن‌ها را تحلیل و تبدیل به اطلاعات و دانش کرد (۳). از این‌رو با توجه به مطالب ذکر شده، داده کاوی روی داده‌های پزشکی از اهمیت بالایی برخوردار است. در بطن و هسته‌ی بسیاری از سیستم‌های تصمیم یار پزشکی، از شبکه‌های عصبی به‌عنوان یکی از تکنیک‌های داده کاوی، استفاده می‌شود (۴).

در ابتدای قرن بیستم ۱۰ درصد کل مرگ و میرها در جهان به علت بیماری‌های قلبی عروقی بود. در انتهای قرن بیستم موارد مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی به ۲۵ درصد افزایش یافت و پیش بینی می شود با توجه به‌روند کنونی تا سال ۲۰۲۵ میلادی بیشتر از ۳۵ تا ۶۰ درصد موارد مرگ و میر در جهان از بیماری‌های قلبی عروقی ناشی شود .در ایران ۴۴ درصد از مرگ و میرها در کشور به‌دلیل بیماری قلبی و عروقی اتفاق می‌افتد. از این‌رو با توجه به شیوع بیماری‌های قلبی در ایران و جهان، به کارگیری روش‌های داده کاوی جهت تشخیص بیماری‌های قلبی عروقی، امری ضروری به نظر می‌رسد (۵). رشد چشمگیر این بیماری‌ها و اثرات و عوارض آن‌ها و هزینه‌های بالایی که بر جامعه وارد می‌کند، باعث شده است که جامعه پزشکی به‌دنبال برنامه‌هایی جهت بررسی بیشتر، پیشگیری، شناسایی و تشخیص زود هنگام آن باشد (۶). بنابراین اگر بتوان بیماری‌های قلبی را با دقت و حساسیت بیشتر پیش بینی کرد و تشخیص داد، کمک شایانی به پزشکان و بیماران شده است.

در این مطالعه ۲ بیماری قلبی؛ سکته قلبی و نارسایی احتقانی، مورد بررسی قرار گرفته است. سکته قلبی عبارت است از مرگ سلول‌های عضلانی قلب در اثر کاهش یا توقف جریان خون سرخرگ‌های قلب. در بیماری نارسایی احتقانی، توانایی قلب برای پمپ کردن خون ضعیف‌تر از حد طبیعی می‌شود. با ضعف قلب در

Published by: Shahid Sadoughi University of Medical Sciences
www.mshsj.ssu.ac.ir
[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]
[DOR: 20.1001.1.24766879.1397.3.4.7.0]
[DOI: 10.18502/mshsj.v3i4.515]

پمپاژ خون، حرکت خون از طریق قلب و بدن با سرعت کندتر انجام می‌شود. از یک طرف کمبود خون موجب عدم تأمین اکسیژن و خون مورد نیاز سلول‌ها می‌شود، از طرف دیگر کار اضافی قلب، خستگی و تنگی نفس را برای فرد مبتلا ایجاد می‌کند (۷). برای پیش بینی و تشخیص صحیح‌تر این بیماری‌ها از تکنیک‌های داده کاوی برای طبقه بندی داده‌های بیماری قلبی و کشف روابط و الگوهای پنهان بین این داده‌ها استفاده شده است.

مهمترین عاملی که باعث می‌شود مدیران در سازمان‌های پزشکی از داده کاوی استفاده کنند، شناخت این مطلب است که داده کاوی قابلیت تولید اطلاعاتی را که بتواند برای تمام شرکای درگیر در صنعت پزشکی سودمند باشد، داراست. به‌عبارتی داده کاوی در حوزه پزشکی می تواند برای بیمارستان‌ها، کلینیک‌ها، پزشکان و بیماران مفید باشد (۸).

با مقایسه مطالعات صورت گرفته طی این سال‌ها با پژوهش حاضر نتایج به‌دست آمده در قالب جدول ۱ آورده شده است.

با توجه به مطالعات انجام شده و گسترش بیماری‌های قلبی، به کارگیری روش‌های مناسب جهت تشخیص مناسب این بیماری امری مهم و قابل توجه است. پژوهش حاضر با جمع آوری داده‌های مربوط به بیماری-های قلبی و با به‌کارگیری شبکه عصبی به عنوان یکی از تکنیک‌های داده کاوی، به ارائه مدلی جهت پیش بینی بیماری قلبی پرداخت تا بتوان با استفاده از مدل ایجاد شده، بیماری قلبی را با استفاده از فاکتورهای کمی و کیفی و بدون استفاده از نوار قلب پیش بینی کرد.

[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]
[DOR: 20.1001.1.24766879.1397.3.4.7.0]
[DOI: 10.18502/mshsj.v3i4.515]

جدول ۱: مقایسه مطالعات صورت گرفته با این پژوهش

نام نویسنده (سال چاپ)	نوع بیماری				تکنیک داده کاوی به‌کار رفته						نوع داده مورد استفاده		برازش مدل		تکنیک برتر
	قلبی	سرطان	دیابت	رگرسیون لجستیک	نزدیکترین همسایگان	ماشین بردار پشتیبان	شبکه عصبی	درخت تصمیم	دسته بندی بیزی	داخلی	خارجی	دقت	ویژگی	حساسیت	
تسین و همکاران (۱۹۹۸) (۹)	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	۸۱/۴۰ درصد	۹۲/۱۰ درصد	۸۹/۹۰ درصد	درخت تصمیم
پالانیاپان و آوینگ (۲۰۰۸) (۱۰)	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	-	✓	۴۷/۵۰ درصد	-	-	دسته بندی بیزی
داس و همکاران (۲۰۰۹) (۱۱)	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓	۸۹/۰۱ درصد	-	۸۰/۹۵ درصد	-
کارائلیس و همکاران (۲۰۰۹) (۱۲)	✓	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	✓	۶۶/۰۰ درصد	-	-	-
باباوگلو و همکاران (۲۰۱۰) (۱۳)	✓	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	✓	۷۹/۱۷ درصد	-	-	-
شی و همکاران (۲۰۱۲) (۱۴)	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	۷۸/۴۰ درصد	۹۶/۹۰ درصد	۹۵/۹۰ درصد	رگرسیون لجستیک
کاج آبادی و همکاران (۱۳۸۸) (۱۵)	✓	-	-	-	-	-	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-
صفدری و همکاران (۱۳۹۳) (۱۶)	✓	-	-	-	-	-	-	✓	-	✓	-	۹۶/۰۰ درصد	۹۱/۵۰ درصد	۹۳/۴۰ درصد	درخت تصمیم
جبار و همکاران (۲۰۱۳) (۱۷)	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓	۹۵/۰۰ درصد	-	-	-
جهانی و همکاران (۱۳۹۴) (۱۸)	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	۹۵/۵۰	-	-	-
جهانی و مهدوی (۲۰۱۶) (۱۹)	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	۹۳/۲۰ درصد	۹۲/۴۰ درصد	۹۶/۲۰ درصد	به‌کارگیری الگوریتم ممتیک در شبکه عصبی
ونگ و همکاران (۲۰۱۶) (۲۰)	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓	۷۵/۰۰ درصد	۸۷/۲۰ درصد	۸۳/۰۰ درصد	-
مطالعه حاضر	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	✓	-	۹۰/۶۰ درصد	۸۸/۳۰ درصد	۸۹/۵۰ درصد	-

[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]
[DOR: 20.1001.1.24766879.1397.3.4.7.0]
[DOI: 10.18502/mshsj.v3i4.515]

روش پژوهش

مطالعه حاضر از نوع مقطعی می‌باشد که جامعه پژوهش آن متشکل از ۴۹۷ بیمار سکته قلبی و نارسایی احتقانی بیمارستان آیت الله گلپایگانی قم بودند. در این مطالعه از شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه با الگوریتم پس انتشار خطا استفاده شد. بعد از طراحی مدل پیش بینی، نتایج حاصله با استفاده از ماتریس آشفتگی و نمودار Receiver Operating Characteristic (ROC) در نرم افزار Matlab محاسبه و مقایسه گردید.

در آغاز کار جهت استخراج داده‌ها، پرونده ۴۹۷ بیمار قلبی، از بیمارستان آیت الله گلپایگانی بررسی گردید، روش جمع‌آوری داده‌ها به‌صورت سرشماری بود و پرونده‌های سال‌های ۹۷-۱۳۹۶ مورد بررسی قرار گرفته است، که از این مقدار ۲۵۷ نفر مبتلا به سکته قلبی و ۲۴۰ نفر مبتلا به نارسایی احتقانی بودند. جهت پیش بینی بیماری قلبی، متغیرهای کمی و کیفی موجود در این پرونده‌ها بررسی گردید و از آزمایشات و علایم مشترک موجود در پرونده‌ها ۲۵ متغیر مؤثر در بیماری استخراج شد. به دلیل آنکه در بدو ورود بیمار به بیمارستان آزمایشات عمومی جهت شناسایی بیماری احتمالی از بیماران گرفته می شود، با استفاده از نظر خبرگان که مجموعه ای از پزشکان بیمارستان می‌باشند، متغیرهای اثر گذار انتخاب و متغیرهایی که تأثیر کمتری بر روی بیماری قلبی داشت، حذف گردید تا ویژگی‌های تأثیرگذار در تشخیص بیماری قلبی به‌عنوان ورودی برای شبکه عصبی باقی بماند. بدین ترتیب ۱۹ متغیر به‌عنوان ویژگی تأثیر گذار انتخاب گردید. سپس با استفاده از روش کمینه و بیشینه سازی، داده‌های ورودی به بازه ۰ و ۱ تبدیل شد. در مرحله بعد، پارامترهای مورد نیاز شبکه عصبی مانند انتخاب تابع انتقال برای هر لایه و تعداد لایه‌های میانی شبکه عصبی از طریق روش آزمون و خطا به‌دست آمد.

در آموزش شبکه‌های عصبی نکته مهمی که باید مورد توجه قرار گیرد، نرمال سازی داده‌ها قبل از استفاده در مدل است. عمل مذکور بالاخص وقتی دامنه تغییرات ورودی‌ها زیاد باشد در آموزش بهتر و سریع‌تر مدل، کمک شایانی می‌کند. با توجه به موارد ذکر گردیده و اینکه اصولاً وارد کردن داده‌ها به صورت خام باعث کاهش سرعت و دقت شبکه می‌شود، در مطالعه حاضر از نرمال سازی استفاده گردید. یکی از شیوه‌های نرمال سازی انتقال داده‌ها بین ۱ و ۰ می باشد که مقایسه بین داده‌ها را تسهیل می-کند و مطابق با فرمول زیر به‌دست می‌آید.

$$\text{داده نرمال شده} = \left(\frac{\left(\text{داده کمینه} - \text{مقدار داده}\right)}{\left(\text{داده بیشینه} - \text{داده کمینه}\right)} \right)$$

داده کمینه و داده بیشینه به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار در هر متغیر می‌باشد. در این روش محدوده متغیرها تغییر کرده و بین ۰ و ۱ قرار می‌گیرند. بعد از نرمال سازی داده‌ها، مقادیر جدید به‌دست آمده به عنوان ورودی شبکه عصبی معرفی می‌گردند. در شبکه مورد نظر جهت محاسبه میانگین خطا از روش میانگین مربع خطا (Mean Square Error (MSE)) استفاده گردید. با استفاده از این معیار، برآوردگری که دارای کمترین MSE باشد، انتخاب می‌شود. در قسمت تابع انتقال شبکه عصبی اجرا شده، حالت‌های مختلف بررسی شد و میانگین مربع خطای هر حالت محاسبه گردید تا بهترین حالت به‌دست آید. در لایه اول از تابع سیگموئید و تانژانت استفاده و این تابع انتقال برای لایه دوم نیز تکرار گردید. دلیل استفاده از این ۲ تابع این است که معمولاً توابع سیگموئید و تانژانت برای مسائل غیر خطی استفاده شده و کاربرد دارد (۲۱).

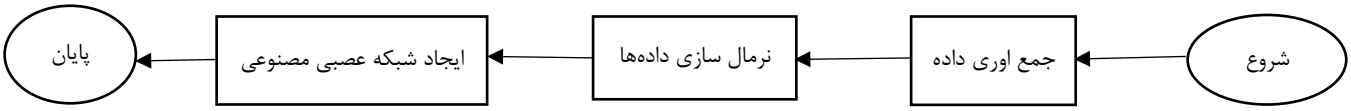
قابل ذکر است، شبکه عصبی با ۲ لایه میانی نیز بررسی گردید که نتایج مشاهده شده حاکی از زیاد بودن مقدار MSE آن نسبت به حالت تک لایه بود. در نتیجه در این تحقیق از شبکه عصبی با یک لایه استفاده شده است. در ادامه برای ارزیابی شبکه عصبی از ماتریس آشفتگی استفاده شد که به کمک این ماتریس فاکتورهای دقت، حساسیت و ویژگی محاسبه گردید. در واقع در این مسأله، دقت عبارت است از قابلیت تست برای افتراق افراد بیمار سکته قلبی از بیمار نارسایی احتقانی، حساسیت یعنی توانایی یک تست برای پیدا کردن بیماران سکته قلبی و ویژگی توانایی یک تست برای پیداکردن بیماران نارسایی احتقانی می‌باشد.

برای پیدا کردن شبکه عصبی که دارای دقت، حساسیت و ویژگی بالاتری باشد، حالت‌های مختلف بررسی شد؛ به این صورت که ابتدا ۷۵ درصد داده‌های جمع آوری شده را برای آموزش، ۱۰ درصد برای اعتبارسنجی و ۱۵ درصد هم برای آزمایش به شبکه داده شد، تعداد نورون‌های لایه

Published by: Shahid Sadoughi University of Medical Sciences
www.mshsj.ssu.ac.ir

[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]
[DOR: 20.1001.1.24766879.1397.3.4.7.0]
[DOI: 10.18502/mshsj.v3i4.515]

میانی را تغییر داده و میانگین مربع خطا، دقت، حساسیت و ویژگی آن محاسبه گردید؛ در مرحله بعد ۷۰ درصد داده‌ها را برای آموزش، ۱۰ درصد برای اعتبار سنجی و ۲۰ درصد هم برای آزمایش به شبکه داده شد و نتایج حاصل از تعداد نورون‌های مختلف یادداشت شد. در ادامه فلوچارت گام‌های طراحی مدل در شکل ۱ نمایش داده شده است.



شکل ۱: گام‌های طراحی مدل

برای تحلیل میزان دقت مدل‌ها برای تشخیص افراد بیمار از غیر بیمار از ماتریس آشفتگی و سطح زیر منحنی استفاده شد. در نمودار سطح زیر منحنی و ماتریس آشفتگی، ۲ پارامتر ویژگی و حساسیت به کار می‌رود. مساحت زیر منحنی، روشی است جهت بررسی مدل و تست آزمایشگاهی و نشان می‌دهد، مدل طراحی شده چقدر توانسته در تشخیص بیماری موفق باشد. بدین منظور نمودار سطح زیر منحنی، نموداری با ۲ بعد می‌باشد که در آن محور xنمودار، نشان دهنده میزان ویژگی و محور عمودی نشان دهنده میزان حساسیت مدل در تشخیص افراد بیمار سکته قلبی از نارسایی احتقانی است (۲۱).

ارزش اخباری مثبت، احتمال بیمار سکته قلبی بودن فرد زمانی که نتیجه آزمون مثبت است، می باشد یعنی اگر آزمایش، فردی را بیمار سکته‌ای تشخیص داد چه قدر احتمال دارد سکته قلبی داشته باشد و ارزش اخباری منفی احتمال بیمار نارسایی احتقانی بودن فرد زمانی که نتیجه آزمون منفی است، می‌باشد یعنی اگر آزمایش فردی را مبتلا به نارسایی احتقانی تشخیص داد چه قدر احتمال دارد، واقعاً نارسایی داشته باشد. با توجه به اینکه حساسیت و ویژگی به تنهایی در پیش بینی افراد بیمار از سالم مؤثر نمی‌باشند، از معیار های ارزش اخباری مثبت و ارزش اخباری منفی استفاده می شود. ضمناً این مطالعه در تاریخ ۱۳۹۷/۰۷/۲۲ در دانشگاه قم مورد تأیید قرار گرفته است.

یافته‌ها

در این مطالعه با بررسی پرونده ۴۹۷ بیمار قلبی، ۲۵ متغیر جمع‌آوری گردید که با استفاده از نظر خبرگان متغیرهای اثر گذار انتخاب شدند و ۱۹ متغیر به‌عنوان ورودی مدل پیشنهادی در نظر گرفته شد، که این متغیرها در جدول ۲ به ترتیب آورده شده است.

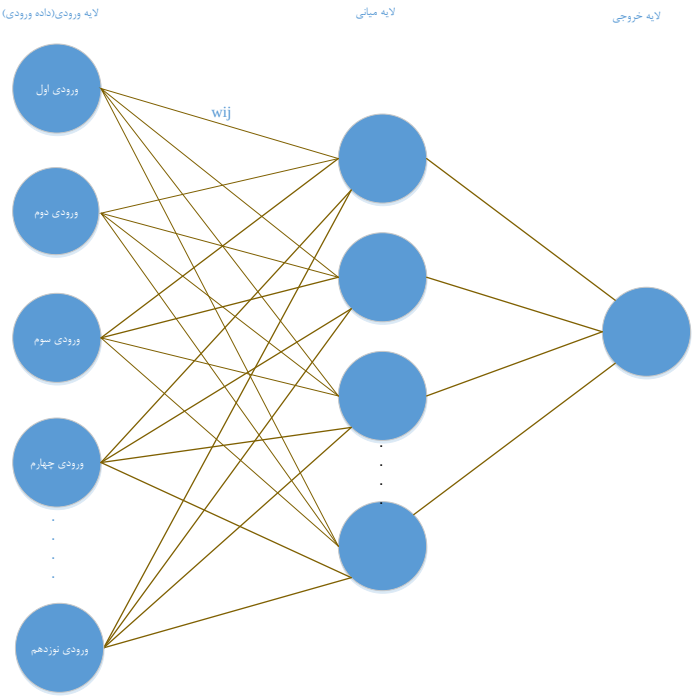
جدول ۲: ویژگی‌های انتخاب گردیده جهت تشخیص بیماری قلبی

۱- جنسیت	۶- درد قفسه سینه	PLT -۱۱	BUN -۱۶	Hb -۲۱
۲- سن	۷- تغییرات فشار خون	PT patient -۱۲	Creatinine -۱۷	H.C.T -۲۲
۳- تنگی نفس	۸-cardiac troponin	PT control -۱۳	Sodium -۱۸	M.C.V -۲۳
۴- سمع ریه	۹- W.B.C	PTT patient -۱۴	potassium -۱۹	M.C.H -۲۴
۵- اختلال در ضربان قلب	۱۰- R.B.C	Blood sugar -۱۵	INR -۲۰	M.C.H.C -۲۵

جدول ۲ نشان داد که متغیرهای استخراج شده از پرونده بیماران شامل تعدادی متغیرهای کیفی مانند سمع ریه، داشتن اختلال در ضربان قلب، داشتن درد در قفسه سینه و جنسیت است. همچنین از تعدادی فاکتورهای خونی به‌عنوان متغیر کمی مانند قندخون، اوره، کراتینین و غیره استفاده شده است.

شبکه عصبی مصنوعی ایجاد شده با ۱۹ ورودی از طریق نرم افزار Visio رسم شده و به‌صورت شکل ۲ نمایش داده شد.

[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]
[DOR: 20.1001.1.24766879.1397.3.4.7.0]
[DOI: 10.18502/mshsj.v3i4.515]



شکل ۲: نمایی از شبکه عصبی مصنوعی

در ابتدا میانگین مربعات خطا ۰/۳۵ بود که با نرمال سازی داده‌ها از طریق روش کمینه بیشینه تمامی آن‌ها در بازه ۰ و ۱ قرار گرفتند و به ۰/۰۴ کاهش یافت و همین امر سبب کاهش MSE شبکه عصبی نسبت به حالتی که داده‌ها نرمال نشده باشند، می‌شود. تابع تانژانت سیگموئید به‌عنوان تابع فعال ساز لایه اول و تابع لجستیک سیگموئید برای لایه دوم انتخاب گردید که مقدار MSE آن برابر با ۴/۰۹ درصد بود. شبکه عصبی با تعداد نورون‌های لایه میانی متفاوت آموزش داده شد و نتایج حالت‌های مختلف در جدول ۳ آورده شده است.

جدول۳: مقایسه ماتریس آشفتگی در حالت‌های مختلف

Train-Validation-Test	تعداد نورون لایه میانی	دقت	حساسیت	ویژگی	MSE	Train-Validation-Test	تعداد نورون لایه میانی	دقت	حساسیت	ویژگی	MSE
۷۵-۱۰-۱۵	۳	۸۹/۰۰ درصد	۹۱/۰۰ درصد	۸۸/۰۰ درصد	۰/۰۵	۷۰-۱۰-۲۰	۷	۸۷/۰۰ درصد	۸۹/۰۰ درصد	۸۵/۰۰ درصد	۰/۱۵
۷۵-۱۰-۱۵	۴	۸۷/۰۰ درصد	۸۷/۰۰ درصد	۸۸/۰۰ درصد	۰/۰۹	۷۰-۱۰-۲۰	۶	۸۵/۰۰ درصد	۸۶/۰۰ درصد	۸۴/۰۰ درصد	۰/۱۶
۷۵-۱۰-۱۵	۵	۸۶/۰۰ درصد	۸۳/۰۰ درصد	۸۹/۰۰ درصد	۰/۱۱	۷۰-۱۰-۲۰	۵	۸۸/۰۰ درصد	۸۷/۰۰ درصد	۹۰/۰۰ درصد	۰/۱۳
۷۵-۱۰-۱۵	۶	۸۹/۵۰ درصد	۹۰/۶۰ درصد	۸۸/۳۰ درصد	۰/۰۴	۷۰-۱۰-۲۰	۴	۸۷/۰۰ درصد	۸۸/۰۰ درصد	۸۶/۰۰ درصد	۰/۰۹
۷۵-۱۰-۱۵	۷	۸۵/۰۰ درصد	۸۳/۰۰ درصد	۸۸/۰۰ درصد	۰/۱۳	۷۰-۱۰-۲۰	۳	۸۷/۰۰ درصد	۸۸/۰۰ درصد	۸۶/۰۰ درصد	۰/۱۱
۷۵-۱۰-۱۵	۱۰	۸۹/۰۰ درصد	۸۹/۰۰ درصد	۸۹/۰۰ درصد	۰/۰۸	۷۰-۱۰-۲۰	۹	۹۱/۰۰ درصد	۸۵/۰۰ درصد	۸۸/۰۰ درصد	۰/۱۰

[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]
[DOR: 20.1001.1.24766879.1397.3.4.7.0]
[DOI: 10.18502/mshsj.v3i4.515]

همانطور که در جدول ۳ آمده است، زمانی که ۷۵ درصد داده‌ها به آموزش اختصاص داده شود، نتایج بهتری نمایش داده می‌شود و طبق جدول حالت اول و چهارم از دقت، حساسیت و ویژگی نسبتاً خوبی برخوردار است اما حالت اول MSE آن به نسبت حالت چهارم بیشتر بوده بنابراین شبکه عصبی که دارای ۶ نورون برای لایه میانی می‌باشد، مناسب بوده و انتخاب گردید. طبق نتایج به‌دست آمده مشاهده گردید که تعداد ۶ نورون لایه میانی دارای دقت، حساسیت و ویژگی بالاتری نسبت به سایر حالت‌ها می‌باشد. بنابراین با ارائه این شبکه عصبی با دقت ۸۹/۵۰ درصد، بیماران سکته قلبی شناسایی شدند.

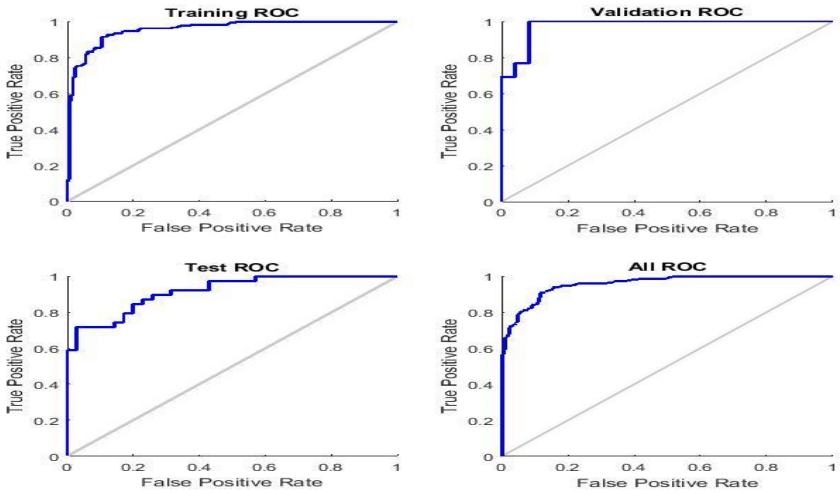
در ماتریس آشفتگی مدلی مناسب است که دارای حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری منفی و ارزش اخباری مثبت بالاتر باشد. مشخصات گزینه برگزیده به همراه مشخصات کامل در جدول ۴ آورده شده است.

در جدول ۴ نرخ یادگیری به معنای میزان تغییرات در وزن‌ها می‌باشد که برابر ۰/۱ است، معیار بهترین برآورد همان MSE مسئله است.

برای تحلیل میزان دقت مدل‌ها برای تشخیص افراد سکته قلبی از نارسایی احتقانی از ماتریس آشفتگی و سطح زیر منحنی استفاده شد. نتایج حاصل از نمودار سطح زیر منحنی در شکل ۳ نشان داده شده است.

جدول ۴: جزئیات شبکه عصبی با ۶ نورون لایه میانی

تعداد نورون لایه مخفی	نرخ یادگیری	تابع انتقال لایه اول	تابع انتقال لایه دوم	معیار بهترین برآورد	ارزش اخباری منفی	ارزش اخباری مثبت
۶	۰/۱	تانژانت سیگموئید	لجستیک سیگموئید	۰/۰۴۰۹۷۹	۸۹/۸۰ درصد	۸۹/۲۰ درصد



شکل ۳: نمودار ROC برای شبکه عصبی با ۶ نورون لایه میانی

در شکل ۳ منحنی مربوط به مدل شبکه عصبی با ۶ نورون لایه میانی نمایش داده شده است. در نمودارهای شکل ۳ هر چه نقاط به سمت بالا و چپ نزدیک‌تر باشد، مناسب‌تر است و مدل پیش بینی به حالت ایده آل خود نزدیک‌تر است. مختصات نقطه‌ی (۱ و ۰) حالت ایده آل است. این نقطه نشان می‌دهد که آنچه مدل پیش بینی ارائه می‌دهد، انطباق کامل بر مدل واقعی دارد. نقطه‌ی مقابل آن دارای مختصات (۰ و ۱) است و به این معنا است که هر چه مدل پیش بینی ارائه داده، عکس مدل واقعی است. لذا همانطور که مشاهده می‌شود، مدل شبکه عصبی با ۶ نورون لایه میانی طبق نمودارهای ROC دارای عملکرد قابل قبولی می‌باشد.

[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]
[DOR: 20.1001.1.24766879.1397.3.4.7.0]
[DOI: 10.18502/mshsj.v3i4.515]

بحث

این مطالعه یک شبکه عصبی را طراحی کرد که با استفاده از متغیرهایی مانند سن، جنسیت، تنگی نفس، تغییرات فشار خون و یک‌سری عوامل بالینی به پیش بینی بیماری قلبی می‌پردازد. در این مطالعه شبکه‌های عصبی با تعداد نورون‌های لایه میانی متفاوت و درصد داده‌های آموزشی متفاوت مقایسه گردید که در نهایت شبکه عصبی با تعداد ۶ نورون لایه میانی و ۷۵ درصد داده‌های جمع آوری شده به‌عنوان شبکه عصبی منتخب برگزیده شد. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که می‌توان با استفاده از عوامل بالینی و بدون انجام نوار قلب، بیماری قلبی را پیش‌بینی کرد. همچنین یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد، می‌توان با استفاده از داده‌های نرمال شده، انتخاب توابع فعال ساز و پارامترهای مناسب برای شبکه عصبی بیماری قلبی را با دقت مناسبی پیش بینی کرد.

داس و همکاران (۲۰۰۹) بر روی بیماری قلبی شهر کلیولند آمریکا مطالعاتی انجام داده‌اند که با استفاده از پایگاه داده خارجی موفق به طراحی شبکه عصبی با دقت ۸۰/۹۵ درصد شدند (۱۱). ونگ و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از ۲۹۴ داده آماده و موجود در پایگاه داده خارجی و شبکه عصبی توانستند، بیماری قلبی را با دقت ۷۵/۰۰ درصد و کاظمی و همکاران (۱۳۹۶) نیز با دقت ۸۳/۳۳ درصد پیش بینی کنند که جامعه مورد پژوهش شامل ۲۷۰ نفر بوده که از انبار داده سایت استخراج کرده بودند (۸،۲۰). مرداسی و شیری (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای که با استفاده از تکنیک‌های داده کاوی و با بررسی داده ۲۱۰ نفر انجام دادند، ۲ روش درخت تصمیم و دسته بندی بیزی را مورد مقایسه قرار دادند که در آن مطالعه، درخت تصمیم با دقت ۸۵/۷۱ درصد عملکرد بهتری نسبت به دسته بندی بیزی دارا بود (۶). بهرامی و حسینی شیروانی (۱۳۹۳) نیز با به‌کارگیری دیتاستی (۲۰۹ نفر) که مورد تأیید وزارت بهداشت کشور می‌باشد، ۴ روش دسته بندی بیزی، درخت تصمیم، روش ماشین بردار پشتیبان و نزدیکترین همسایه استفاده کرده و در نهایت روش درخت تصمیم را با دقت بالاتر نسبت به سایر روش‌ها برای تشخیص بیماری قلبی برگزیدند (۵). در مطالعاتی که در زمینه پیش بینی بیماری صورت گرفته، روش‌های دیگری همچون دسته بندی بیزی و درخت تصمیم دارای دقت بالاتری نسبت به شبکه عصبی بوده است. این پژوهش با به‌کارگیری روش شبکه عصبی با نورون‌های متفاوت به دقت ۸۹/۵۰ درصد رسیده است که نسبت به ادبیات، دارای مقدار کاراتری است. در این پژوهش سعی شد که از عوامل و فاکتورهای مهم و کم هزینه جهت پیش بینی بیماری قلبی استفاده شود به‌طوریکه با کمترین هزینه، شخص می‌تواند از بیماری خود آگاهی پیدا کند و از نوار قلب کمتر استفاده گردد و هزینه‌های کمتری به بیمار تحمیل شود.

دسترسی مناسب به اطلاعات کامل و بلند مدت مراکز بزرگ با مراجعه کننده زیاد، می‌تواند به طراحی بهتر و کاراتر شبکه پیشنهادی در این پژوهش کمک کند که عامل فوق به عنوان یک محدودیت جهت بررسی اطلاعات و تصمیم‌گیری کاراتر است.

نتیجه گیری

این مطالعه به طراحی یک شبکه عصبی پرداخته که با استفاده از متغیرهایی مانند سن، جنسیت، تنگی نفس، تغییرات فشار خون و یک‌سری عوامل بالینی به پیش بینی بیماری قلبی می‌پردازد. با بررسی حالات متفاوت شبکه عصبی در نهایت شبکه با ۶ نورون لایه میانی و ۷۵ درصد داده‌های جمع آوری شده به عنوان شبکه عصبی برتر انتخاب گردید. بر اساس بررسی و مقایسه سایر مطالعات صورت گرفته در این حوزه، مدل ارائه شده در این مطالعه از دقت مناسبی برخوردار بوده و کاراتر است چرا که اکثر مطالعات صورت گرفته دارای دقت کمتری بوده و یا اینکه، روش‌های دیگر دسته بندی مانند درخت تصمیم و دسته بندی بیزی به عنوان روش برتر نسبت به شبکه عصبی انتخاب گردیده‌اند.

در مجموع، با توجه به دقت شبکه ارائه شده، می‌توان از آن به عنوان یک سیستم تصمیم‌یار در مراکز اورژانس و مطب متخصصین قلب به منظور بهبود، افزایش سرعت و کیفیت تشخیص، کاهش هزینه‌های تشخیص بیماری و تصمیم‌گیری نادرست استفاده کرد. مطمئناً مدل ارائه شده در مطالعه حاضر را می‌توان بهبود داد مانند استفاده از الگوریتم‌های فرا ابتکاری در طراحی شبکه عصبی. همچنین با جمع آوری داده‌های بیشتر می توان مدل را مجدداً آموزش داده و دقت آن را افزایش داد.

Published by: Shahid Sadoughi University of Medical Sciences
www.mshsj.ssu.ac.ir

[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]
[DOR: 20.1001.1.24766879.1397.3.4.7.0]
[DOI: 10.18502/mshsj.v3i4.515]

سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند بدینوسیله از مدیریت و پرسنل محترم بیمارستان آیت الله گلپایگانی قم و آقای دکتر محمود سعدی که ایشان را در جمع آوری داده‌های بیماران قلبی و انجام این پژوهش یاری و کمک نمودند، تشکر و قدردانی نمایند.

مشارکت نویسندگان

طراحی پژوهش: ج. ر

جمع آوری داده‌ها: غ. س، الف ح. الف

تحلیل داده‌ها: غ. س

نگارش و اصلاح مقاله: الف ح. الف، غ. س

سازمان حمایت کننده

این مقاله برگرفته از پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع دانشگاه قم با شماره ۶۰۲۴ می باشد که از سوی هیچ سازمانی مورد حمایت مالی قرار نگرفته است.

تعارض منافع

هیچگونه تعارض منافعی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

References

1) Homayonfar E. Designing a time-based framework for monitoring the status of cardiac patients based on data mining [Master Thesis]. Tehran: University of Tarbiyat Modarres, School of Engineering; 2014. [Persian]
2) Bohacik J, Davis DN. Data mining applied to cardiovascular data. Journal of Information Technologies 2010; 3(2): 14-21.
3) Khalilinezhad M, Minaee B. Clinical Data mining. Third Datamining Conference; Tehran, Iran. 2009. [Persian]
4) Ghaderzadeh M, Sadoughi F, Ketabat A. Designing a clinical decision support system based on artificial neural network for early detection of prostate cancer and differentiation from benign prostatic hyperplasia. Health Information Management 2012; 9(4): 464-57. [Persian]
5) Bahrami B, Hosseini Shirvani MS. Diagnosis of heart disease by using datamining technique. Second National Conference on Applied Research in Computer Science and Information Technology; Tehran, Iran. 2014. [Persian]
6) Merdasy F, Shiri ME. Performance analysis of data mining algorithms for prediction and diagnosis of heart disease. 9th Symposium on Advances in and Science Technology; Mashhad, Iran. 2014. [Persian]
7) Taban M. The most common symptoms of heart disease. Available from URL: https://www. sarpoosh. com/ medical/health/symptoms1-heart-disease.html. Last Access: mar 1, 2019.
8) Kazemi M, Mehdizadeh H, Shiri A. Heart disease forecast using neural network data mining technique. sjimu 2017; 25(1): 20-32. [Persian]
9) Tsien CL, Fraser HS, Long WJ, Kennedy RL. Using classification tree and logistic regression methods to diagnose myocardial infarction. Stud Health Technol Inform 1998; 52 Pt 1: 493-7. PMID: 10384505.
10) Palaniappan S, Awang R. Intelligent heart disease prediction system using data mining techniques. IEEE/ACS International Conference on Computer Systems and Applications; 2008 Mar 31; Doha, Qatar. 2008.
11) Das R, Turkoglu I, Sengur A. Effective diagnosis of heart disease through neural networks ensembles. Expert Systems with Applications 2009; 36(4): 7675-80. doi: https://doi.org/10.1016/ j.eswa.2008.09.013.
12) Karaolis MA, Moutiris JA, Hadjipanayi D, Pattichis CS. Assessment of the risk factors of coronary heart events based on data mining with decision trees. IEEE transactions on information technology in biomedicine: a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. 2010; 14(3): 559-66. doi: 10.1109/TITB. 2009. 2038906.
13) Babaoglu İ, Findik O, Ülker E. A comparison of feature selection models utilizing binary particle swarm optimization and genetic algorithm in determining coronary artery disease using support vector machine. Expert Systems with Applications 2010; 37(4): 3177-83. doi: https://doi.org/10.1016/ j.eswa.2009.09.064.
14) Shi HY, Lee KT, Lee HH, Ho WH, Sun DP, Wang JJ. Comparison of artificial neural network and logistic regression models for predicting in-hospital mortality after primary liver cancer surgery. PloS ONE 2012; 7(4), e35781. doi: https:// doi. org/ 10.1371/ journal.pone. 0035781.
15) Kajabadi SA, Saraee MH, Asgari S. Medical Data Mining: An Approach to Discovery Relationships among Cardiovascular Risk Factors. Third Datamining Conference; Tehran, Iran. 2009. [Persian]
16) Safdari R, Ghazi Saeedi M, Gharooni M, Nasiri M, Argi G. Comparing performance of decision tree and neural network in predicting myocardial infarction. Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation 2014; 3(2): 26-35. doi: 10.22038/ jpsr.2014.3319. [Persian]
17) Jabbar MA, Deekshatulu BL, Chandra P. Classification of heart disease using k-nearest

[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]
[DOR: 20.1001.1.24766879.1397.3.4.7.0]
[DOI: 10.18502/mshsj.v3i4.515]

neighbor and genetic algorithm. Procedia Technology 2013; 10: 85-94. doi: https://doi.org/ 10.1016/j.protcy.2013.12.340.
18) Jahani M, Rezaenoor J, Hadavandi E, Tahsini H, Salehi I. Comparison of Decision Support Systems for Diabetes Prediction. Iranian Journal of Epidemiology 2015; 11(2): 46-53. [Persian]
19) Jahani M, Mahdavi M. Comparison of Predictive Models for the Early Diagnosis of Diabetes. Healthc Inform Res 2016; 22(2): 95-100. doi: https://doi.org/10.4258/hir.2016.22.2.95.
20) Weng ChH, Huang TC, Han RP. Disease prediction with different types of neural network classifiers. Telematics and Informatics 2016; 33(2): 277-92. doi: https://doi.org/10.1016/ j.tele. 2015.08.006.
21) Jahani M, Rezaeenour J, Mahdavi M, Hadavandi E. Prediction of diabetes by Neural Network. jha 2017; 20(67): 24-35. [Persian]

[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]
[DOR: 20.1001.1.24766879.1397.3.4.7.0]
[DOI: 10.18502/mshsj.v3i4.515]

Manage Strat Health Syst

Research Article

Design of a Decision Support System to Diagnose and Predict Heart Disease using Artificial Neural Network; a case study (Ayatollah Golpayegani Hospital in Qom)

Jalal Rezaenoor [1*], Ghofran Saadi [2], Amirhosein Akbari [3]

[1] Associate Professor, Department of Industrial Engineering, School of Technology and Engineering, University of Qom, Qom, Iran
[2] MSc in Industrial Engineering, School of Technology and Engineering, University of Qom, Qom, Iran
[3] MSc in Industrial Engineering, School of Technology and Engineering, Qom University of Technology, Qom, Iran

*** Corresponding Author:** Jalal Rezaenoor
j.rezaee@qom.ac.ir

Citation: Rezaenoor J, Saadi Gh, Akbari A. Design of a Decision Support System to Diagnose and Predict Heart Disease using Artificial Neural Network; a case study (Ayatollah Golpayegani Hospital in Qom). Manage Strat Health Syst 2019; 3(4): 320-31.

Received: September 03, 2018
Revised: March 04, 2019
Accepted: March 06, 2019

Funding: The authors have no support or funding to report.

Competing Interests: The authors have declared that no competing interest exist.

A B S T R A C T

Background: Considering the prevalence of cardiovascular diseases in Iran and the high rate of death caused by these diseases, correct prediction of patients' situation is important. So, it is necessary to use the prediction models with minimum error and maximum reliability. Artificial neural network (ANN) was used to evaluate the patients who had myocardial infarction or congestive heart failure.

Methods: In this study, data of 497 patients were extracted from medical records who they were hospitalized in Ayatollah Golpayegani Hospital in Qom in 2018. In this regard, 19 important features of these profiles were extracted and a particular type of ANN called the Multi-Layer Perceptron (MLP) with Back propagation algorithm was used to evaluate the status of patients with heart failure. The sigmoid transfer function and tangent sigmoid transfer function were selected and trained using 19 neurons in the input layer, 6 neurons in the middle layer, and 75 % of the existing data. Neural network training was done using Matlab software.

Results: The mean square error was 0.35 prior to data normalization, which reduced to 0.04 after data standardizing using the minimum and maximum method. The accuracy of the predictive model reached 89.50 % on the validation dataset. Considering the high sensitivity and specificity of the predictive model, it seems to have a good predictive power to classify patients accurately.

Conclusion: This study, a neural network model was developed, which could predict heart failures accurately. The prediction is based on the use of a series of individual and clinical variables such as age, gender, shortness of breath, changes in blood pressure, and some blood tests. In this study, we tried to use important and low-cost factors for predicting heart disease, so that all people can be aware of their diseases with a lowest cost.

Key words: Heart disease, Data mining, Neural network model

[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.24766879.1397.3.4.7.0]
[DOI: 10.18502/mshsj.v3i4.515]