مقایسه‌ی روش های ممیزی کلاسیک با شبکه ی عصبی مصنوعی به وسیله چند الگوریتم مختلف در تشخیص بیماری انفارکتوس میوکارد

بهاره اندایش گر[1] ، مرتضی سدهی[2]، سلیمان خیری [3]، مرحمت فراهانی نیا[4]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: تحلیل ممیزی و رده‌بندی یکی از پرکاربردترین بخش‌های آماری در حوزه های مختلف علمی است. در این مورد روش‌های کلاسیک آماری دارای پیش‌فرض‌هایی هستند که در صورت برقرار نبودن آن‌ها استفاده از این روش‌ها با خطاهای قابل توجه‌ای همراه است. از طرفی روش شبکه عصبی مصنوعی با محدودیت کمتری روبرو است، و از آن‌جا که تحلیل داده‌های پزشکی دارای حساسیت بالایی است و اشتباه در رده‌بندی منجر به خطاهای جبران‌ناپذیری خواهد شد اهمیت دارد که دقیق‌ترین روش با کم‌ترین خطا را برای تحلیل این داده‌ها به کار برد.

روش‌ها: برای مقایسه‌ی سه روش ممیزی درجه دو، رگرسیونلجستیک و شبکه عصبی مصنوعی در تشخیص بیماری از ۱۰۰۰ داده مربوط به بیماری انفارکتوس میوکارد استفاده شد. ارزیابی شبکه عصبی، با ملاک حداقل مربعات خطای پیش‌بینی صورت پذیرفت و از الگوریتم پس‌انتشار خطا استفاده شد. در ادامه عملکرد سه الگوریتم مختلف (BFGS یا Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanne) Conjugate gradient , و Gradient descent از شبکه عصبی در تشخیص و پیش‌بینی بیماری، مورد مقایسه قرار گرفت. تحلیل داده‌ها با نرم افزارهای SPSS, R, SAS, STATISTICA انجام شد.

یافته‌ها: درصد خطا، درصد صحت پیش‌بینی، حساسیت، ویژگی و سطح زیر منحنی راک به ترتیب در روش ممیزی درجه دو برابر با ۱۰/۱۵، ۸۹/۸۵، ۰/۸۸۸۸، ۰/۹۰۸۳ ، ۰/۹۲۲ و در روش رگرسیون لجستیک برابر با ۱۰/۸۸، ۸۹/۱۲، ۰/۸۷۴۳، ۰/۹۱۱۰، ۰/۹۴۱ و برای شبکه عصبی مصنوعی منتخب برابر با ۳/۹۷، ۹۶/۰۳، ۰/۹۵۶۱، ۰/۹۶۴۴، ۰/۹۶۶ به دست آمد. تفاوت معنی‌داری بین سطح زیر منحنی راک برای سه روش وجود داشت. هم‌چنین از بین سه الگوریتم مختلف شبکه عصبی الگوریتم BFGS بر اساس معیارهای ذکر شده عملکرد بهتری داشته است و تفاوت معنی‌داری بین سطح زیر منحنی راک برای سه الگوریتم وجود داشت.

نتیجه‌گیری: با توجه به این‌که محدودیتی برای استفاده از شبکه عصبی مصنوعی وجود ندارد می‌توان نتیجه گرفت که این روش دقت پیش‌بینی و غربالگری بهتری نسبت به روش‌های ممیزی لجستیک و ممیزی درجه دو در تشخیص و پیش‌بینی بیماری انفارکتوس میوکارد داشته است.

واژه‌های کلیدی: ممیزی درجه دو، رگرسیون لجستیک، شبکه عصبی مصنوعی، انفارکتوس میوکارد

ارجاع: بهاره اندایش گر ، مرتضی سدهی، سلیمان خیری، مرحمت فراهانی نیا. **مقایسه‌ی روش های ممیزی کلاسیک با شبکه ی عصبی مصنوعی به وسیله چند الگوریتم مختلف در تشخیص بیماری انفارکتوس میوکارد.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۴؛ ۱۱(۲): ۳۵۹-۳۴۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۹/۳۰ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۱/۱۸**

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آمار زیستی دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران
۲. استادیار گروه آمار زیستی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران (نویسنده مسؤول)
Email: sedehi56@gmail.com
۳. دانشیار گروه آمار زیستی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران
۴. مربی، عضو هیأت علمی دانشکده پرستاری و مامایی علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-15]

مقدمه

استفاده سکته قلبی (Myocardinal infarction) و یا انفارکتوس میوکارد عبارت از انهدام و مرگ سلولی دائم و غیر قابل برگشت در بخشی از عضله قلب (میوکارد) است که به علت از بین رفتن جریان خون و وقوع یک ایسکمی شدید در آن قسمت از قلب روی می‌دهد(۱). این بیماری از شایع‌ترین بیماری‌هایی است که در بیماران بستری در کشورهای صنعتی تشخیص داده می‌شود. شایع‌ترین علت انفارکتوس میوکارد تشکیل ترومبوز بر روی پلاک‌های آترواسکلروزی عروق کرونر می‌باشد. عوامل خطر متعددی در فرایند آترواسکلروز دخیل هستند و به نظر می‌رسد تفاوت جنسیت نقش مهمی در میزان شیوع انواع عوامل خطر و به تبع آن انفارکتوس میوکارد داشته باشد. یکی از سه علت اصلی مرگ و میر در ایران و جهان شامل بیماری های عروقی قلبی است(۲).

تشخیص به موقع این بیماران و ارائه خدمات پزشکی و جلوگیری از تکرار حملات قلبی در علم پزشکی حائز اهمیت است. از این‌رو در این مطالعه سعی داریم که از بین روش‌های ممیزی کلاسیک و شبکه عصبی، روشی را که کم‌ترین خطا را به دنبال دارد برگزیده و به کارگیریم .

روش‌های تشخیص را می توان در دو دسته‌بندی تقسیم کرد، یک دسته آن شامل آزمون‌های تهاجمی (Invasive) می‌باشد و دسته دیگر آزمون‌های غیرتهاجمی (Non-Invasive) است. آزمون‌های غیرتهاجمی به خاطر ماهیت بی‌خطری که دارند و راحتی که برای بیمار ایجاد می‌کنند در سال‌های اخیر مورد توجه بیشتر پژوهشگران این زمینه قرار گرفته‌اند.

هزینه تشخیص بیماری‌های مختلف یک خلاء بزرگ در نظام سرطان ایران است. هم‌چنین تشخیص دقیق و سریع جهت کنترل و درمان و شناسایی بیمار دارای اهمیت است (۴-۳) از این رو است که روش‌های تشخیصی نرم‌افزاری و کامپیوتری می‌توانند کمک خوبی برای تشخیص و پیش‌بینی بیماری‌های مختلف باشند.

تشخیص به موقع این بیماران و ارائه خدمات پزشکی و جلوگیری از تکرار حملات قلبی در علم پزشکی حائز اهمیت است. از این رو در این مطالعه سعی داریم که از بین روش‌های ممیزی کلاسیک و شبکه عصبی، روشی را که کم‌ترین خطا را به دنبال دارد برگزیده و بکارگیریم .

تحلیل ممیزی و رده‌بندی یکی از پرکاربردترین بخش‌های آماری در حوزه‌های مختلف علمی است. تحلیل ممیزی مربوط به یافتن قاعده‌ای برای تمیز دادن دو یا چند جامعه چند متغیره از یکدیگر می‌باشد، مهم‌ترین کاربرد تحلیل ممیزی، رده‌بندی است. تصمیم‌گیری راجع به این‌که یک مشاهده p متغیره متعلق به کدام یک از دو جامعه یا چند جامعه رقیب است رده‌بندی نامیده می‌شود. در علم آمار این وظایف، به طور عمده بر عهده‌ی روش‌هایی مانند رگرسیون لجستیک (Logistic regression) ، رگرسیون پواسن (Poisson regression) ، تحلیل ممیزی خطی (Linear discriminant analysis) ، تحلیل ممیزی درجه دو، سری‌های زمانی و ... است.

روش‌های کلاسیک آماری دارای پیش‌فرض‌ها و محدودیت‌هایی مانند مشخص بودن توزیع متغیرها، برابری واریانس، خطی بودن متغیرها، وجود داده‌های پرت هستند که در صورت برقرار نبودن فرض‌های اولیه استفاده از این روش‌ها امکان‌پذیر نیست و یا با خطا همراه است.

از طرفی شبکه‌ی عصبی مصنوعی محدودیت کم‌تری دارد. روش شبکه عصبی می‌تواند از مناسب‌ترین روش‌های آماری با این هدف باشد، با توجه به این‌که برای شکل تابعی رابطه‌ی بین متغیرهای مستقل و وابسته محدودیتی اعمال نمی‌کند بلکه، خود، این رابطه تابعی را کشف می‌کند، که لزوما یک رابطه خطی نیست. هم‌چنین شبکه عصبی محدودیتی برای توزیع داده‌ها تحمیل نمی‌کند (۵).

روش‌ها

داده‌های مربوط به این مطالعه مربوط به یک پژوهش مورد شاهدی بود که گروه مورد شامل ۲۵۰ زن و ۲۵۱ مرد بودند که

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-15]

برای اولین بار دچار انفارکتوس میوکارد شده و در بخش سی سی یو داخلی قلب بیمارستان‌های وابسته به دانشگاه‌های علوم پزشکی شهر تهران بستری بودند و گروه شاهد شامل ۲۴۹ زن و ۲۴۸ مرد بستری در بخش جراحی عمومی همان بیمارستان‌ها بودند که سابقه قبلی بیماری کرونری نداشتند .روش گردآوری داده‌ها خود گزارش‌دهی بود که به وسیله‌ی پرسش‌نامه صورت گرفت. ابزار مورد استفاده شامل چهار ابزار مختلف بوده است. ابزار اول توسط پژوهشگر تنظیم شده و شامل ۱۰ سؤال (۱۰-۱) درباره‌ی اطلاعات دموگرافیک واحدهای مورد پژوهش، ۱۴ سؤال (۲۴-۱۱) درباره عوامل خطر سابقه‌ی مثبت خانوادگی، پرفشاری خون، بالا بودن سطوح چربی‌های سرم، دیابت و مصرف سیگار، و۷ سؤال (۴۴-۳۸) درباره‌ی وضعیت یائسگی و مصرف قرص جلوگیری از بارداری بوده که برای نمونه‌های مونث به کار رفته و بالاخره موارد ۴۸-۴۵ این پرسش‌نامه برگه‌ی ثبت اطلاعات درباره‌ی میزان فشار خون، کلسترول، تری گلیسرید، قند خون، وزن و قد نمونه‌های پژوهش بوده است. ابزار دوم نسخه‌ی اصلاح شده مقیاس Holms &Raheh (سؤال ۲۵) بود که شامل ۴۱ موقعیت استرس‌زا بوده است. هر کدام از این موقعیت‌ها با توجه به اهمیت آن‌ها یک ارزش عددی داشته‌اند. از واحدهای مورد پژوهش خواسته شده بود که پس از مطالعه هر یک از این موقعیت‌ها، دگرگونی‌های زندگی خود را در یک سال گذشته مشخص نمایند. ابزار سوم پرسش‌نامه‌ی برنامه‌ی فعالیت تضمین سلامت نیویورک (سؤال ۳۶-۲۶) بود که خود دو بخش مجزا دارد: بخش اول شامل ۶ مورد از فعالیت‌های فیزیکی مربوط به شغل و بخش دوم شامل ۵ مورد از فعالیت‌های فیزیکی مربوط به اوقات فراغت می‌باشد که به هر یک از این موارد با توجه به گزینه‌ی انتخابی امتیاز خاص تعلق می‌گیرد. در نهایت مجموع امتیازهای هر دو بخش محاسبه شده و نوع زندگی واحدهای مورد پژوهش از نظر تحرک و فعالیت تعیین گردید. ابزار چهارم جدول یادآوری دفعات مصرف غذاهای خاص در طول یک سال گذشته (سؤال ۳۷) بود که دو بخش داشت. بخش اول شامل ۱۵ مورد درباره‌ی دفعات مصرف میوه، سبزیجات و غذاهای فیبردار می‌باشد که به هریک از این موارد با توجه به دفعات مصرف امتیازی تعلق می‌گرفت و در پایان مجموع امتیازهای هر دو بخش محاسبه شده و نوع رژیم واحدهای مورد پژوهش مشخص شد.

به منظور تعیین اعتبار علمی ابزار، نظرات ۱۰ تن از اعضاء هیأت علمی دانشکده‌ی پرستاری و مامایی دانشگاه علوم پزشکی ایران اخذ شد و پس از به کارگیری پیشنهادات، ابزار مورد اشاره در کمیته‌ی مشاوره‌ی امور پژوهشی و شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده مطرح و مورد تأیید قرار گرفت. به منظور اعتماد علمی ابزار، روش تکمیل همزمان پرسش‌نامه مورد استفاده قرار گرفت، و اعتماد ابزار با ضریب همبستگی بیش از ۰/۹ تأیید شد (۶).

متغیر وجود یا عدم وجود بیماری به عنوان متغیر وابسته و متغیرهای سن، کلسترول، تری گلیسرید، فشارخون بالا، فشارخون پایین، استرس و توده بدن به عنوان متغیرهای وابسته در نظر گرفته شده‌اند.

رگرسیون لجستیک

احمدی و همکارانش برای پیش‌بینی دیابت نوع ۲ و تعیین میزان تأثیر عوامل خطر از این روش استفاده کرده‌اند (۷).

بیگلریان و همکارانش برای پیش‌بینی سرطان معده روش رگرسیون لجستیک را به کار گرفتند (۸).

رگرسیون لجستیک، جزء مدل‌های خطی تعمیم یافته است که می‌تواند برای توصیف رابطه‌ی چندین متغیر مستقل (x) با یک متغیر وابسته دو یا چند حالتی (y) مورد استفاده قرار گیرد.

برای این مدل با پاسخ دو حالتی، متغیر پاسخ y می‌تواند دو مقدار ممکن اگر y=0 رخداد شکست باشد و y=1 اگر رخداد پیروزی باشد را بگیرد. مدل رگرسیون لجستیک به شکل زیر خواهد بود:

$$\text{logit}(\pi) = \log\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = \alpha + \beta^T x \quad (1)$$

که پارامتر ثابت و شامل ضرایب متغیرها است (۹)

مفهومی که در رگرسیون لجستیک استفاده می‌شود نسبت شانس است، نسبت احتمال رخداد یک حادثه به احتمال عدم رخداد آن حادثه را نشان می‌دهد (۱۰).

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-15]

برای برآورد ضرایب رگرسیونی از روش معادلات درست‌نمایی استفاده می‌شود که با فرض مستقل بودن مشاهدات معادلات درست‌نمایی نوشته می‌شود به عنوان مثال در مدل لجیت، لگاریتم تابع درست‌نمایی به صورت رابطه زیر خواهد بود (۹):

$$L(\beta) = \exp\{L(\beta; y, x)\} = \sum_j (\sum_i x_{ij}\, y_i)\beta_j - \sum_{i=1}^{N} \log\{1 + \exp(\sum_j \beta_j x_{ij})\}$$

(4)

تحلیل ممیزی درجه دو (Quadratic discriminant analysis)

محمدی بساتینی و همکارانش روش ممیزی درجه دو را برای تشخیص و پیش‌بینی وضعیت غده تیروئید به کار گرفتند (۱۱). هم‌چنین سدهی و همکارانش از روش ممیزی برای پیش‌بینی سندرم متابولیک استفاده کردند (۵).

تحلیل ممیزی یک روش دیگر برای تمیز دادن جوامع و پیش‌بینی تعلق یک مشاهده به یکی از جوامع است.

این روش یک تکنیک چندمتغیره است که با جداکردن مجموعه‌های متمایز مشاهدات و با تخصیص دادن مشاهدات جدید بر اساس بردار ویژگی آن‌ها، به دسته‌های تعریف‌شده قبلی سروکار دارد و تأکید بر روی به دست‌آوردن قاعده‌ای است که بتوان از آن برای تخصیص بهینه یک شی جدید به رده‌های مشخص استفاده کرد. اصطلاح تحلیل ممیزی توسط فیشر در سال ۱۹۳۸ در اولین کار پیشرفته‌ی مسائل جداسازی معرفی گردید که حالت خاص آن یعنی زمانی که واریانس جوامع برابر نباشند تحلیل ممیزی درجه دو نامیده می‌شود (۱۲).

آنالیز ممیزی، یک مشاهده را به وسیله‌ی احتمال پیشین بزرگ‌تر، به کلاس صفر یا یک اختصاص می‌دهد.

مشاهده در کلاس **0** طبقه‌بندی می‌شود اگر

$$p(0|x) > p(1|x) \qquad \textbf{(5)}$$

و اگر برعکس آن درست باشد در کلاس **1** طبقه‌بندی می‌شود.

بر طبق تئوری بیزاحتمالات پیشین به صورت زیر است:

$$p(y|x) = \frac{p(x|y)p(y)}{p(x)} \qquad \textbf{(6)}$$

فرض بر این است که توزیع شرطی کلاس‌ها نرمال چند متغیره به ترتیب با بردارهای میانگین و ماتریس‌های کوواریانس Σ_1, Σ_0 است. اگر قانون طبقه‌بندی به صورت زیر باشد مشاهده به کلاس صفر طبقه‌بندی خواهد شد.

$$(x-\mu_0)^T \sum_0^{-1} (X-\mu_0) - (X-\mu_1)^T \sum_1^{-1} (X-\mu_1)$$
$$< 2(log(P(y=0) - \log(P(y=1))) + log|\Sigma_1| - log|\Sigma_0|$$

(7)

آنالیز ممیزی خطی با فرضیات مشابه ساخته می‌شود که در آن ماتریسکوواریانس‌ها برابر هستند

$$\Sigma_0 = \Sigma_1 = \Sigma \qquad \textbf{(8)}$$

و عبارت درجه دوم در بیان بالا حذف می‌شود (۹).

قاعده‌ی ممیزی خطی ساختاری ساده دارد، ولی باید به خاطر داشت که این قاعده با توجه به فرض‌های نسبتا قوی نرمال بودن چندمتغیری و برابری کواریانس‌ها به دست می‌آید. قبل از ساخت یک قاعده‌ی رده‌بندی خطی، فرض‌های اولیه را باید به ترتیب بررسی کرد: نرمال بودن چند متغیری و سپس برابری ماتریس کواریانس‌ها. اگر از یکی از این دو فرض یا از هر دو تخطی شود، در آن صورت اگر ابتدا داده‌ها را به طور مناسبی تبدیل کنیم، احتمال رده‌بندی بهتر امکان‌پذیر خواهد بود. در شرایطی که نرمال بودن برقرار باشد ولی شرط برابری ماتریس‌های کواریانس برقرار نباشد کرانه‌های تصمیم غیرخطی خواهد بود و تحلیل ممیزی درجه دو مناسب‌تر است. با این وجود فرض‌های نرمال بودن به نظر می‌رسد برای قاعده درجه دوم قاطع‌تر از قاعده خطی باشد (۱۰).

مسأله اصلی در ممیزی و رده‌بندی، خطای صورت گرفته در تشخیص می‌باشد به همین دلیل در طول سال‌ها همواره روش‌های مختلف و جدیدتر با هدف کاهش خطا ارائه شده است (۱۱).

شبکه عصبی مصنوعی (Artificial Neural Network)

Jae و همکارانش در مقاله‌ی خود این روش را برای افتراق توده‌های بدخیم و خوش‌خیم سینه به کار گرفتند (۱۳). Raghavendra و همکارانش از این روش برای تحلیل حساسیت داده های پزشکی به کار گرفتند (۱۴).

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-15]

یکی از کاربردهای شبکه عصبی مصنوعی، طبقه‌بندی و پیش‌بینی است. هم‌چنین در این روش محدودیتی در فرض‌های اولیه وجود ندارد. شبکه عصبی مصنوعی مربوط به شبیه‌سازی قوه‌ی یادگیری در انسان و پیاده‌سازی آن به صورت الگوریتم‌های کامپیوتری است (۵). از نقطه نظر آماری، شبکه‌های عصبی به این دلیل مورد توجه هستند که به عنوان یک سامانه‌ی داده‌پردازی، به طور بالقوه‌ای توانایی پیش‌بینی و دسته‌بندی اطلاعات را دارا هستند (۸). شبکه‌ی عصبی در واقع یک نوع روش پردازش اطلاعات است و مانند مدل بیولوژیک نرون (Neuron) ها ی انسان، انجام وظیفه می‌کند.

یک شبکه عصبی به طور کلی دارای سه نوع لایه‌ی ورودی (Input Layer)، میانی یا پنهان (Hidden Layer)، و لایه‌ی خروجی (Output Layer) است. نرون‌ها نیز پردازشگرهایی موازی هستند که به صورت هماهنگ برای حل مسأله عمل می‌کنند که به سه دسته‌ی نرون‌های ورودی، خروجی و پنهان در قالب این سه لایه تقسیم می‌شوند.

نرون‌های لایه ورودی وظیفه دریافت داده‌های ورودی را برعهده دارند. نرون‌های لایه‌های خروجی و پنهانی شامل واحدهای پردازش داده‌ها هستند، که شبکه‌های عصبی بر طبق تعداد لایه به دو دسته شبکه تک لایه و شبکه چند لایه تقسیم‌بندی می‌شوند.

در هر شبکه عصبی مصنوعی اطلاعاتی که باید مورد پردازش قرار گیرند در نرون‌ها جای می‌گیرند. هر کدام از اطلاعات توسط یک نوع ارتباط به نام وزن به نرون‌های دیگر متصل می‌شود. در واقع کار اصلی هر یک از نرون‌هایی مصنوعی جمع ورودی‌های وزن‌دار شده و اعمال تابع (تابع فعالسازی) بر روی آن‌ها برای ایجاد خروجی است. که این توابع در لایه خروجی و لایه‌های پنهان شبکه عصبی در نظر گرفته می‌شوند و باتوجه به وزن‌های هر ورودی، بر روی مجموع اثر می‌کند و محاسبه کلی خروجی را امکان‌پذیر می‌سازند.

متغیرهای مستقل(پیشگو) در آمار همان ورودی‌ها در شبکه‌های‌عصبی هستند. خروجی‌ها نیز همان متغیرهای پاسخ در آمار کلاسیک می‌باشند. میزان تأثیر ورودی بر خروجی توسط وزن‌ها اندازه‌گیری می‌شود، که در واقع میزان تأثیر هر یک از ورودی‌ها برای حضور در مدل محسوب می‌شوند.

ارتباط بین ورودی و خروجی در طول زمان و با تکرار فرایند رخ می‌دهد. این فرایند را فرایند یادگیری می‌نامند. میزان یادگیری ما به درجه‌ی کامل بودن اطلاعات قبلی بستگی دارد.

متغیر وجود یا عدم وجود بیماری به عنوان متغیر وابسته و متغیرهای سن، کلسترول، تری‌گلیسرید، سیاستیک، دیاستیک، استرس و توده بدن به عنوان متغیرهای وابسته در نظر گرفته شده‌اند.

با بررسی نرمال بودن متغیرهای مستقل، فرض برابری ماتریس واریانس کوواریانس دو گروه شاهد و مورد آزمون و این فرضیه به طور معنی‌داری رد شد، بنابراین پیش‌فرض‌های روش ممیزی درجه دو از بین دو روش ممیزی خطی و درجه دو برقرار است و در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است.

در ابتدا داده‌ها به صورت تصادفی به دو مجموعه راهنما و آزمون تقسیم شدند. ۷۰ ٪ از داده‌ها (۶۸۰ مورد) برای آموزش و ۳۰٪ درصد از داده‌ها (۲۸۳ مورد) برای آزمون با انتساب ۳۷ مورد گمشده در نظر گرفته شد.

ارزیابی شبکه با ملاک حداقل مربعات خطای پیش‌بینی صورت پذیرفت و از الگوریتم پس‌انتشار خطا استفاده شد در ابتدا لازم بود بهترین معماری شبکه (که دارای کمینه خطای پیش‌بینی باشد) را برای تشخیص تابع فعالیت لایه‌ی میانی و خروجی و تعداد نرون‌های لایه میانی انتخاب شود که با برازش مدل‌های مختلف، شبکه عصبی سه لایه 2-11-7 با تابع فعالیت exponential برای لایه میانی و تابع فعالیت logistic برای لایه خروجی انتخاب شد.

از داده‌های مجموعه راهنما برای مدل‌سازی دو روش رگرسیون لجستیک و ممیزی درجه دو نیز استفاده شد و برای پیش‌بینی در سه روش مجموعه داده‌های آزمون مورد استفاده قرار گرفت. معیارهای صحت پیش‌بینی، درصد خطا، ویژگی و حساسیت برای سه روش با استفاده از مجموعه داده‌های راهنما و آزمون به دست آمده و با استفاده از آماره کای دو سطح زیر منحنی راک برای سه روش در مجموعه راهنما مقایسه شده است.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-15]

در ادامه عملکرد سه الگوریتم مختلف Conjugate BFGS gradient و Gradient descent از شبکه عصبی در تشخیص و پیش‌بینی بیماری، با استفاده از شاخص‌های ذکر شده مورد مقایسه قرار گرفت. تحلیل داده با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS, R, SAS,STATISTICA انجام شد.

یافته‌ها

در جدول ۱ نتایج مربوط به معیارهای درصد خطا، صحت پیش‌بینی، ویژگی و حساسیت برای دو مجموعه داده به دست آمده است.

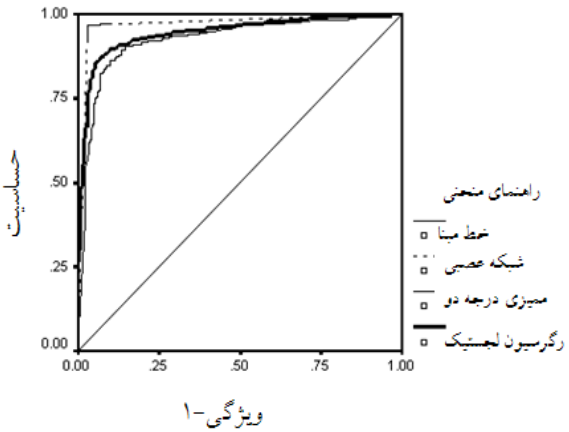
برای مقایسه‌ی دوبه دوی سطح زیر منحنی راک مربوط به سه روش در گروه راهنما، از آزمون کای دو با یک درجه آزادی استفاده گردید که نتایج آن در جدول ۲ نشان می‌دهد تفاوت معنی‌داری بین سطح زیر منحنی راک در روش ممیزی درجه دو و رگرسیون لجستیک وجود ندارد ولی این تفاوت برای دو روش ممیزی درجه دو و شبکه عصبی و دو روش ممیزی شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک معنی‌دار است و عملکرد بهتر را به نفع روش ممیزی شبکه عصبی نشان می‌دهد. جدول ۳ اندازه‌ی شاخص‌های مربوط به سه الگوریتم مختلف شبکه عصبی مصنوعی را نشان می‌دهد که معنی‌داری تفاوت سطح زیر منحنی راک برای این سه روش به وسیله‌ی آماره‌ی کای دو آزمون شد و نتایج مربوط به آن در جدول ۴ آمده است که دال بر معنی‌داری این تفاوت، بین الگوریتم BFGS با دو الگوریتم دیگر است.

در نمودار ۱ منحنی راک مربوط به سه روش آمده است که در آن نمودار مربوط به روش شبکه عصبی در سطح بالاتری نسبت به دو روش دیگر قرار دارد. نمودار ۲، منحنی راک مربوط به سه الگوریتم مختلف شبکه عصبی مصنوعی را نشان می‌دهد که نمودار مربوط به الگوریتم BFGS نسبت به دو الگوریتم دیگر در سطح بالاتری قرار دارد.

جدول ۱. اندازه معیارهای خطا، صحت پیش بینی، حساسیت، ویژگی و سطح زیر منحنی راک برای سه روش ممیزی درجه دو ، لجستیک و شبکه عصبی در گروه راهنما و آزمون

	گروه راهنما			گروه آزمون		
	روش ممیزی درجه دو	روش رگرسیون لجستیک	روش ممیزی شبکه عصبی	روش ممیزی درجه دو	روش رگرسیون لجستیک	روش ممیزی شبکه عصبی
درصد خطا	۱۰/۱۵	۱۰/۸۸	۳/۹۷	۹/۵۴	۹/۱۹	۸/۸۳
درصدصحت پیش‌بینی	۸۹/۸۵	۸۹/۱۲	۹۶/۰۳	۹۰/۴۶	۹۰/۸۱	۹۱/۱۷
حساسیت	۰/۸۸۸۸	۰/۸۷۴۳	۰/۹۵۶۱	۰/۸۷۸۶	۰/۸۷۱۴	۰/۸۹۲۹
ویژگی	۰/۹۰۸۳	۰/۹۱۱۰	۰/۹۶۴۴	۰/۹۳۰۱	۰/۹۴۴۱	۰/۹۳۰۱
سطح زیر منحنی راک(انحراف از معیار)	۰/۹۲۲(۰/۰۱۱)	۰/۹۴۱(۰/۰۰۹)	۰/۹۶۶(۰/۰۰۸)			

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-15]



نمودار ۱. منحنی راک برای سه روش ممیزی شبکه عصبی،درجه دو و لجستیک

جدول ۲ . مقایسه سطح زیر منحنی راک در سه روش ممیزی درجه دو، لجستیک و شبکه عصبی به وسیله آماره کای دو

	مقدار آماره کای دو	p-value
ممیزی درجه دو و لجستیک	۹/۰۲۵	۰/۰۳۵۱
ممیزی درجه دو و شیکه عصبی	۳۳/۹۶۴۹	۰/۰۰۹۴
ممیزی شبکه عصبی و لجستیک	۳۶/۷۶۴۷	۰/۰۰۸۶

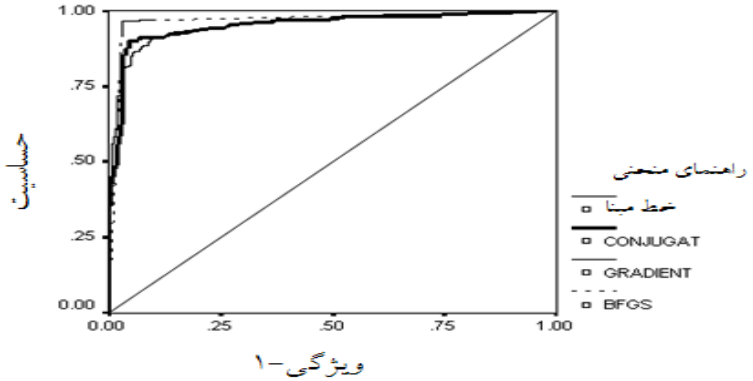
جدول ۳. اندازه معیارهای خطا، صحت پیش بینی، حساسیت و ویژگی و سطح زیر منحنی راک برای سه الگوریتم مختلف در روش ممیزی شبکه عصبی در گروه راهنما و آزمون

	گروه راهنما			گروه آزمون		
	BFGS	گرادیان نزولی	گرادیان مزدوج	BFGS	گرادیان نزولی	گرادیان مزدوج
درصد خطا	۳/۹۷	۹/۴۱	۷/۳۵	۸/۸۳	۹/۸۹	۹/۸۹
درصدصحت پیش‌بینی	۹۶/۰۳	۹۰/۵۹	۹۲/۶۵	۹۱/۱۷	۹۰/۱۰	۹۰/۱۰
حساسیت	۰/۹۵۶۱	۰/۹۰۳۵	۰/۹۰۰۶	۰/۸۹۲۹	۰/۸۸۵۷	۰/۸۸۵۷
ویژگی	۰/۹۶۴۴	۰/۹۰۸۳	۰/۹۶۹۹	۰/۹۳۰۳	۰/۹۱۶۱	۰/۹۱۶۱
سطح زیر منحنی راک (انحراف از معیار)	۰/۹۶۶(۰/۰۰۸)	۰/۹۵۱(۰/۰۰۸)	۰/۹۵۱(۰/۰۰۹)			

جدول۴. مقایسه سطح زیر منحنی راک در سه الگوریتم مختلف از روش ممیزی شبکه عصبیه وسیله آماره کای دو

الگوریتم ها	p-value
BFGS و گرادیان نزولی	< ۰/۰۰۱
BFGS و گرادیان مزدوج	۰/۰۲۴
گرادیان نزولی و گرادیان مزدوج	۰/۵

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-15]



نمودار۲. منحنی راک برای سه الگوریتم مختلف از روش ممیزی شبکه عصبی

بحث

با توجه به این‌که بیماری انفارکتوس میوکارد از جمله بیماری‌های شایع در دنیا است و تا به حال روش‌های ممیزی کلاسیک و شبکه عصبی برای تشخیص و پیش‌بینی این بیماری به کار گرفته نشده در این مطالعه این کار انجام شد و یافته‌ها نشان می‌دهند که روش ممیزی شبکه عصبی در پیش‌بینی بیماری انفارکتوس میوکارد عملکرد بهتری نسبت به دو روش ممیزی درجه دو و رگرسیون لجستیک داشت. نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعه محمدی بساتینی ، مطابقت دارد. محمدی بساتینی و همکارانش در مطالعه خود روش‌های کلاسیک آماری را با روش جدیدتر ممیزی شکه عصبی برای تعیین وضعیت غده تیروئید مراجعه‌کنندگان به آزمایشگاه جهاد دانشگاهی اهواز با هم مقایسه کردند و با استفاده از شاخص میزان خطا روش شبکه عصبی را پیشنهاد کردند (۱۱) .

باقری و همکارانش در مقاله خود در سال ۱۳۹۱، مدل‌های شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک را در پیش‌بینی ورشکستگی کمپانی‌های مولد مقبول در دارایی سهیم تهران با هم مقایسه کردند (۱۰). در راستای این هدف داده‌های مربوط به ۸۰ کمپانی را به کار گرفتند و نشان دادند در پیش‌بینی ورشکستگی دقت شبکه عصبی مصنوعی بیشتر از مدل رگرسیون لجستیک بوده است. نتایج مطالعه حاضر با نتایج این مطالعه نیز همسویی دارد.

نتایج این مطالعه با مطالعه‌ی بیگلریان و همکارانش نیز مطابقت دارد. آن‌ها برای پیش‌بینی مرحله بیماری مبتلایان به سرطان معده، دو روش شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون لجستیک را مقایسه کردند. در این مطالعه شبکه بر اساس ملاک حداقل مربعات خطای پیش‌بینی ارزیابی شد و پیش‌بینی‌های مدل نهایی شبکه با مدل رگرسیونی با استفاده از شاخص هماهنگی و منحنی راک مقایسه شد.

سطح زیر منحنی مشخصه عملکرد روش شبکه عصبی ۰/۷۲۵ و مدل رگرسیون لجستیک برابر ۰/۶۹۹ به دست آمده است. هم‌چنین صحت پیش‌بینی کل برای روش شبکه عصبی و رگرسیونی به ترتیب برابر ۰/۷۷۱ و ۰/۷۱۰ محاسبه گردیده و هم‌چنین اختلاف پیش‌بینی‌های دو مدل معنی‌دار شده است (p=۰/۰۰۲). در نهایت با توجه به این‌که صحت پیش‌بینی روش ممیزی شبکه عصبی در تشخیص مرحله‌ی بیماری سرطان معده بیش‌تر از مدل رگرسیون لجستیک به دست آمده این مدل را برای پیش‌بینی مرحله‌ی بیماری پیشنهاد کرده‌اند (۴).

حیدری و همکارانش در مقاله خود در سال ۱۳۹۰، دو روش شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک را در طبقه‌بندی چاقی مربوط به ۴۱۴ پرسنل نظامی سالم در جنوب ایران با هم مقایسه کرده‌اند. با توجه به این‌که درستی طبقه‌بندی برای رگرسیون لجستیک و شبکه‌ی عصبی به ترتیب ۸۰/۲ و ۸۰/۲ ،حساسیت ۸۰/۲ و ۷۹/۷ و ویژگی ۸۱/۹ و ۸۳/۷ ٪ بوده،

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-15]

نتیجه گرفته‌اند که هر دو مدل برای طبقه‌بندی چاقی مناسب هستند (۱۵) که نتیجه آن با مطالعه ما همسویی دارد.

مطالعه دیگری که نتیجه آن با مطالعه‌ی ما مطابقت دارد مطالعه‌ی Raghavendra و همکارش است با عنوان ارزیابی دو مدل رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی با تحلیل حساسیت در داده‌های پزشکی، که در آن اثربخشی طبقه‌بندی دو مدل فوق را به وسیله‌ی تحلیل حساسیت مورد ارزیابی قرار دادند و از دقت طبقه‌بندی برای اندازه‌گیری عملکرد دو مدل استفاده شد که نتایج تجربی نشان داد روش شبکه عصبی کارآمدتر است (۱۴).

سدهی و همکارانش در سال ۱۳۸۸روش‌های ممیزی شبکه‌ی عصبی مصنوعی و رگرسیون لجستیک و تحلیل ممیزی خطی را در پیش‌بینی سندرم متابولیک را با هم مقایسه کردند. ایشان از ۳۴۷ نمونه از بانک اطلاعاتی مطالعه‌ی قند و لیپید تهران استفاده کرده‌اند و با استفاده از سطح زیر منحنی راک و آماره‌ی کاپا برتری دقت روش ممیزی شبکه عصبی مصنوعی پس‌انتشار (۱:۱۰:۱۵) نسبت به مدل رگرسیون لجستیک و مدل تحلیل ممیزی خطی برای پیش‌بینی سندرم متابولیک در افراد مورد بررسی را نشان داده‌اند (۵). که نتیجه‌ی مشابه‌ای با مطالعه حاضر داشته است.

مطالعه‌ی دیگر، که نتیجه‌ی آن با مطالعه ما همسو است مربوط به Jae و همکارانش است که در مقاله‌ی اصیل خود در سال ۲۰۰۵، مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی و رگرسیون لجستیک را برای افتراق توده‌های بدخیم و خوش‌خیم سینه از هم مورد مقایسه قرار دادند. در این مقاله تصاویر سونوگرافی مربوط به ۲۴ توده‌ی خوش‌خیم و ۳۰ توده‌ی بدخیم از لحاظ کمی برای وضوح حاشیه، حاشیه‌ی اکوژنیستی، و تنوع زاویه‌ای در حاشیه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. این ویژگی‌ها و سن بیماران با دو الگوی شبکه‌ی عصبی مصنوعی و رگرسیون لجستیک برای افتراق بین توده‌های خوش‌خیم و بدخیم مورد استفاده قرار گرفتند. عملکرد دو روش به وسیله‌ی تحلیل مشخصه ROC و حساسیت مورد مقایسه قرار گرفت و نشان دادند برای این مجموعه داده‌ها با وجود این‌که سطح زیر منحنی راک برای دو روش تقریبا مشابه است ولی حساسیت شبکه عصبی ۱۲٪ بیشتر از رگرسیون لجستیک است (۱۳).

نتیجه‌گیری

یافته‌های مطالعه‌ی حاضر نشان می‌دهد که روش شبکه عصبی مصنوعی نسبت به رگرسیون لجستیک و ممیزی درجه دو برای پیش‌بینی وجود بیماری انفارکتوس میوکارد دقت بیشتری داشته و این روش به عنوان یک رهیافت مناسب برای تشخیص این بیماری پیشنهاد می‌شود. هم‌چنین در تشخیص این بیماری، الگوریتم BFGS عملکرد بهتری نسبت به دو الگوریتم دیگر داشته است.

تشکر وقدردانی

مقاله حاضر بر گرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول می‌باشد بدین‌وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد و گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی این دانشگاه که بستر لازم را برای انجام این تحقیق فراهم کردند تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

1. Khosravi A. Ebrahimi H. Study year survival rate and its risk factors in patients with acute myocardial infarction]. Knowledge & Health Journal. University of Medical Sciences and Health Services anymore 1999; 3(1-2): 1-9 [In Persian].
2. Azizi F. Predicting mortality and burden of the diseases in Iran and the world.Shahid Beheshti University of Medical Sciences and Health Services 1999;32(4).
3. GhamarChehreh M E, Vahedi M, Pourhoseingholi M. A., Ashtari S, Khedmat H, Amin M, et al. Estimation of Diagnosis and Treatment Costs of Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: A Two-Year Observation, Hepatitis 2013;13(5): 1-5.[In Persian].
4. Majidzadeh Ardabili K, Soleimani M, Gheilanchi Langrodi A. Revi .) ew on the Laboratory Diagnosis of Crimean-Congo Hemorrhagic Fever, 2011. [In Persian].

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-15]

5. Sedehi M, Mehrabi Y, Kazemnejad A, Hadaegh F. Comparison of Artificial Neural Network, Logistic Regression and Discriminant Analysis Methods in Prediction of Metabolic Syndrome:tehran:2010. [In Persian].
6. Roohani M, FarahaniNia M, Hakimi Gilan T, Hagghani H. Risk Factors Of Myocardial Infarction In Women and Men 2003; 16(34) . [In Persian].
7. Aram-Ahmaddi M., Bahrampour A, Najafipour H. Predicting Type Two Diabetes and Determination of Effectiveness of Risk Factors Applying Logistic Regression Model. Journal of Kerman University of Medical Sciences 2014; 21(2): 103-13. [In Persian].
8. Biglarian A, Bakhshi E, Rahgozar M, Karimloo M. Comparison of Artificial Neural Network and Logistic Regression in Predicting of Binary Response for Medical Data: the stage of disease in Gastric Cancer. Journal of North Khorasan University of Medical Sciences 2011;3(5): 15-21. [In Persian].
9. Brown I, University of Southampton, Southampton, UK. An experimental comparison of classification techniques for imbalanced credit scoring data sets using SAS Enterprise Miner;2012.
10. Bagheri M. Valipour M. Amin V.The Bankruptcy Prediction in Tehran share holding using Neural Network and it's Comparison with Logistic Regression. The Journal of Mathematics and Computer Science 2012; 5(3); 219 – 28. [In Persian].
11. Mohamadi Basatini F ,Chinipardaz R, Seyed Tabib M. Determination of Thyroid Gland State in referrals from Ahvaz University Jah ad laboratory: Using Multilayer Perceptron Neura Network Discrimination in Comparing with Classical Discrimination Methods. Jentashapir 2013;4(1):11-21. [In Persian].
12. Johnson R. A., Wichern D. W. Applied Multivariate Statistical Analysis.6th ed. London; Pearson Education; 2007.
13. Jae H. Song, Santosh S. Venkatesh Emily A. Conant, Peter H. Arger D, Chandra M. Sehgal. Comparative Analysis of Logistic Regression and Artificial Neural Network for Computer-Aided Diagnosis of Breast Masses. Acad Radiol 2005; 12:487–95.
14. Raghavendra B.K., Srivatsa S.K. Evaluation of Logistic Regression and Neural Network Model With Sensitivity Analysis on Medical Datasets. International Journal of Computer Science and Security (IJCSS) 2011; 5(5):503-7.
15. Heydari T., Ayatollah M., Zare N. Comparison of Artificial Neural Networks with Logistic Regression for Detection of Obesity. J Med Syst 2011; 36(4):2449-54. [In Persian].

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-15]

Comparsion of Classical Discriminant Methods with Artificial Neural Network Using Different Algoritm to the Diagnosis of Myocardial Infarction

Bahareh Andaieshgar [1], Morteza Sedehi [2], Soleiman Kheiri [3], Marhamat Farahani Nia [4]

Orginal Article

Abstract

Background: Discriminant analysis, as one of the classification methods, is one of the most practical statistical methods used in medical studies. In the case of classic statistical models which restricted to application, models such as artificial neural networks (ANNs) can be used for prediction and classification. In this study we compare the accuracy of ANN models against discriminant analysis and logistic regression models in Diagnosis of myocardial infarction.

Methods: In this study the participants are 1000 case-control data, who suffered from Myocardial Infarction. Logistic regression, discriminant analysis and ANN models were fitted to the data. In ANN model three different algorithms used for training. The accuracy of models was compared using ROC analysis. SPSS, STATISTICA and SAS used for analysis.

Findings: For quadratic discriminant method, prediction error percent, prediction correct percent, sensitivity, specificity and area under the ROC curve were 10.15, 89.85, 0.88, 0.90 and 0.92, respectively. Based on logistic regression method these measurements were 10.88, 89.12, 0.87, 0.91, and 0.94 , respectively. The results of ANN model showed that, these measurements were 3.97, 96.03, 0.95, 0.96 and 0.96, respectively. Between three training algorithms in ANN model, BFGS had the best performance.

Conclusion: Findings demonestrad that the artificial nervation is more accurate for diagnosising Myocardial Infarction compared with logistic regression and quadratic discriminant methods.

Key Words: Quadratic Discriminant, Logistic Regression, Artificial Nneural Network, Myocardial Infarction

Citation: Andaieshgar B, Sedehi M, Kheiri S, Farahani nia M. **Comparsion of Classical Discriminant Methods with Artificial Neural Network Using Different Algoritm to the Diagnosis of Myocardial Infarction.** J Health Syst Res 2015; 11(2):349-359

Received date: 13.09.2014 **Accept date: 02.11.2014**

1. Graduate Student, Biostatistics, Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, Iran
2. Assistant Professor of Department of Biostatistics, School of Public Health , Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, Iran (Corresponding Author): Email: sedehi56@gmail.com
3. Assistant Knowledge of Department of Biostatistics, School of Public Health , Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, Iran
4. Lecturer , Faculty of Nursing and Midwifery of Iran Medical Sciences, Tehran, Iran

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-15]