

مقایسه‌ی روش‌های ممیزی کلاسیک با شبکه‌ی عصبی مصنوعی به وسیله چند الگوریتم مختلف در تشخیص بیماری انفارکتوس میوکارد

بهاره اندایش گر^۱، مرتضی سدهی^۲، سلیمان خیری^۳، مرحمت فراهانی نیا^۴

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: تحلیل ممیزی و رده‌بندی یکی از پرکاربردترین بخش‌های آماری در حوزه‌های 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، رگرسیون لجستیک 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 Conjugate gradient (Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanne)، 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 این که 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 روش‌های ممیزی کلاسیک با شبکه‌ی عصبی مصنوعی به وسیله چند الگوریتم مختلف در تشخیص بیماری انفارکتوس میوکارد. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۴؛ ۱۱(۲): ۳۵۹-۳۴۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۱/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۹/۳۰

Email: sedehi56@gmail.com

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)
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

مقدمه

استفاده سکتة قلبی (Myocardial 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 بیماری‌های 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 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 به کارگیریم.

روش‌های تشخیص را می‌توان 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 (۳-۴) 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 به کارگیریم.

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 این که 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 این که برای شکل تابعی رابطه‌ی بین متغیرهای مستقل و وابسته محدودیتی اعمال نمی‌کند بلکه، خود، این رابطه تابعی را کشف می‌کند، که لزوماً 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

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).

یگلریان 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).

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 (۱۰-۱۱) درباره‌ی اطلاعات دموگرافیک واحدهای مورد پژوهش، ۱۴ سؤال (۱۱-۲۴) درباره عوامل خطر سابقه‌ی مثبت خانوادگی، پرفشاری خون، بالا بودن سطوح چربی‌های سرم، دیابت و مصرف سیگار، و ۷ سؤال (۲۴-۳۸) 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 & Rahe (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،

Σ_1, Σ_0 است. اگر قانون طبقه‌بندی به صورت زیر باشد مشاهده به کلاس صفر طبقه‌بندی خواهد شد.

$$(x - \mu_0)^T \sum_0^{-1} (X - \mu_0) - (X - \mu_1)^T \sum_1^{-1} (X - \mu_1) < 2(\log(P(y=0)) - \log(P(y=1))) + \log|\Sigma_1| - \log|\Sigma_0| \quad (7)$$

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

$$\Sigma_0 = \Sigma_1 = \Sigma \quad (8)$$

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 نسبتاً 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).

مسئله 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 داده‌های پزشکی به کار گرفتند (۱۴).

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):

$$L(\beta) = \exp\{L(\beta; y, x)\} = \sum_j (\sum_i x_{ij} y_i) \beta_j - \sum_{i=1}^N \log \{1 + \exp(\sum_j \beta_j x_{ij})\} \quad (4)$$

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 دست آوردن 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 ۰ طبقه‌بندی می‌شود اگر

$$p(0|x) > p(1|x) \quad (5)$$

و اگر برعکس آن درست باشد در

کلاس ۱ طبقه‌بندی می‌شود.

بر طبق تئوری بیزاحتمالات پیشین به صورت زیر است:

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

فرض بر این است که توزیع شرطی کلاس‌ها نرمال چند متغیره به ترتیب با بردارهای میانگین و ماتریس‌های کواریانس

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) های 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 شبکه‌های عصبی 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 برآزش 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.

در ادامه عملکرد سه الگوریتم مختلف Conjugate BFGS 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.

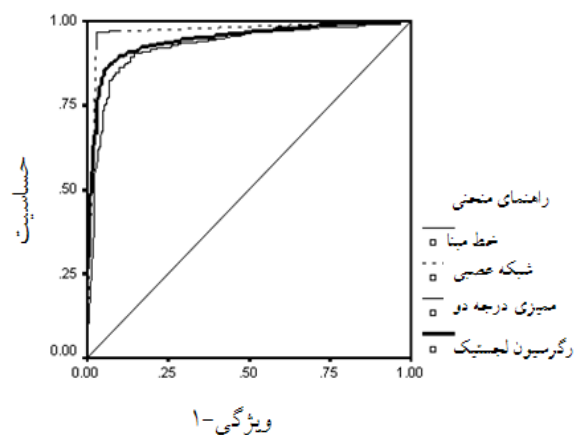
برای مقایسه‌ی دوبه دوی سطح زیر منحنی راک مربوط به سه روش در گروه راهنما، از آزمون کای دو با یک درجه آزادی استفاده گردید که نتایج آن در جدول ۲ نشان می‌دهد تفاوت معنی‌داری بین سطح زیر منحنی راک در روش ممیزی درجه دو و رگرسیون لجستیک وجود ندارد ولی این تفاوت برای دو روش ممیزی درجه دو و شبکه عصبی و دو روش

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



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

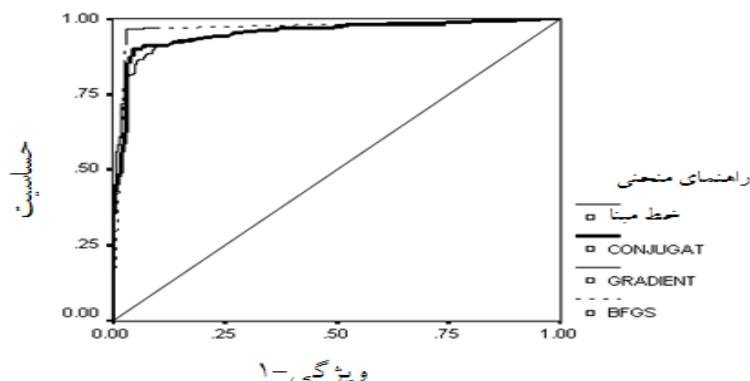
p-value	مقدار آماره کای دو	
۰/۰۳۵۱	۹/۰۲۵	ممیزی درجه دو و لجستیک
۰/۰۰۹۴	۳۳/۹۶۴۹	ممیزی درجه دو و شبکه عصبی
۰/۰۰۸۶	۳۶/۷۶۴۷	ممیزی شبکه عصبی و لجستیک

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

جدول ۴. مقایسه سطح زیر منحنی راک در سه الگوریتم مختلف از روش ممیزی شبکه عصبی به وسیله آماره کای دو

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



نمودار ۲. منحنی راک برای سه الگوریتم مختلف از روش ممیزی شبکه عصبی

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 ($p=0.002$). در نهایت با توجه به این که 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 این که 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،

بحث

با توجه به این که 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 شبکه 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.

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 این که سطح زیر منحنی راک برای دو روش تقریباً 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 و قدردانی

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.

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 ۱۳۸۸ روش‌های 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 (۱۵:۱۰:۱) نسبت به مدل رگرسیون لجستیک و مدل تحلیل ممیزی خطی برای پیش‌بینی سندرم متابولیک در افراد مورد بررسی را نشان داده‌اند (۵). که نتیجه‌ی مشابهی 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

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].

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, Haghghani H. Risk Factors Of Myocardial Infarction In Women and Men 2003; 16(34) . [In Persian].
7. Aram-Ahmaddi M., Bahrapour 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].

Comparison of Classical Discriminant Methods with Artificial Neural Network Using Different Algorithm to the Diagnosis of Myocardial Infarction

Bahareh Andaieshgar¹, Morteza Sedehi², Soleiman Kheiri³,
Marhamat Farahani Nia⁴

Original 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 demonstrated that the artificial neural network is more accurate for diagnosing Myocardial Infarction compared with logistic regression and quadratic discriminant methods.

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

Citation: Andaieshgar B, Sedehi M, Kheiri S, Farahani nia M. Comparison of Classical Discriminant Methods with Artificial Neural Network Using Different Algorithm 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