

پیش‌بینی ابتلا به دیابت با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

فرزانه برفه‌ئی: کارشناس ارشد آمار زیستی، گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

* مسعود صالحی: استادیار، مرکز تحقیقات علوم مدیریت و اقتصاد سلامت، گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران (**نویسنده مسئول).
salehi74@yahoo.com

ایرج نجفی: دانشیار، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۲۶

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۱۲

چکیده

زمینه و هدف: بیماری دیابت با گسترش روزافزون و بار سنگینی که در نتیجه کنترل و درمان عوارض به مردم و کشور تحمیل می‌کند به یکی از چالش‌های مسئولین درمانی و دولتی تبدیل شده است. از این‌رو پیشگیری از بروز و پیشرفت آن در اولویت قرار می‌گیرد که این امر تنها با شناسایی عوامل مؤثر و کنترل آن‌ها امکان‌پذیر است. این مطالعه درصدد پیش‌بینی ابتلا به دیابت بر اساس برخی متغیرهای مؤثر با کمک روش شبکه‌های عصبی مصنوعی است.

روش کار: این مطالعه که در سال ۹۳ و با کمک نرم‌افزارهای R2.14.0 و SPSS21 انجام گرفت، بر روی نمونه‌ای شامل ۱۳۴۲۳ نفر از شرکت‌کنندگان در طرح بررسی عوامل خطر بیماری‌های غیرواگیر در سال ۸۶ انجام شده است. سن افراد بالای ۲۵ سال بوده و هیچ‌کدام دیابت کنترل شده نداشته‌اند. برای بررسی این داده‌ها از مدل شبکه عصبی مصنوعی سه لایه استفاده شد و برای انتخاب بهترین مدل از سطح زیر منحنی راک (AURC) و صحت پیش‌بینی استفاده شده است. هر دو تابع فعالیت در این مدل سیگموئید بوده است.

یافته‌ها: مدل شبکه عصبی مصنوعی سه لایه با معماری (۵۲:۲۰:۲) با سطح زیر منحنی راک ۷۲/۷ درصد و صحت پیش‌بینی آموزش ۹۲ درصد و صحت پیش‌بینی آزمون ۹۱/۶ درصد بهترین مدل شناخته شد.

نتیجه‌گیری: با توجه به عدم نیاز مدل شبکه عصبی مصنوعی به پیش‌فرض‌های معمول روش‌های کلاسیک آماری و صحت پیش‌بینی بالای مدل شبکه عصبی مصنوعی (۵۲:۲۰:۲) پیشنهاد می‌شود از این مدل برای پیش‌بینی ابتلا به بیماری دیابت استفاده شود.

کلیدواژه‌ها: شبکه عصبی مصنوعی، دیابت، سطح زیر منحنی راک

مقدمه

به خوبی از گلوکز در سوخت و ساز بدنشان استفاده کنند و قند خون در این افراد به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش خواهد یافت.

دیابت عوارض بسیاری دارد و شایع‌ترین علت قطع اندام، نابینایی و نارسایی مزمن کلیوی و یکی از مهم‌ترین عوامل خطر در ایجاد بیماری‌های قلبی است (۱). اگرچه پیشگیری کامل از عوارض این بیماری امکان‌پذیر نیست، ولی با کنترل دقیق قند خون می‌توان آن‌ها را به تعویق انداخت. هدف اولیه از درمان دیابت نیز حفظ سطح قند خون نزدیک به محدوده نرمال است (۲)؛ از این رو رعایت رژیم غذایی و انجام فعالیت‌های حرکتی و ورزشی به همراه درمان دارویی سبب بهبود کنترل قند خون و مقاومت انسولینی شده و کیفیت زندگی فرد

بیماری قند یا به عبارت دیگر دیابت، بیماری مزمنی است که در نتیجه اختلال در تولید و عملکرد انسولین در بدن به وجود می‌آید. انسولین هورمونی است که در لوزالمعده (پانکراس) تولید می‌شود و سلول‌ها را قادر می‌سازد تا گلوکز را از خون گرفته و برای تولید انرژی استفاده کند. لوزالمعده فرد مبتلا به دیابت انسولین مورد نیاز بدن را تولید نمی‌کند که موجب دیابت نوع یک می‌شود، و یا انسولین کارایی لازم را در بدن افراد ندارد که موجب دیابت نوع دو می‌شود. مقاومت به انسولین و همچنین ترشح ناکافی انسولین در پیدایش دیابت نوع دو دخالت دارند. بنابراین افراد دیابتی نسبت به افراد سالم قادر نخواهند بود

مصنوعی در بسیاری از زمینه‌های پزشکی از جمله سرطان و بیماری‌های قلبی، پیش‌بینی بقاء، تحلیل تصاویر پزشکی و ... به کار گرفته شده‌اند (۹-۱۴).

بیماری دیابت درمان قطعی ندارد بنابراین از یک سو شناسایی عوامل خطر این بیماری و پیشگیری از ابتلا به آن و از سوی دیگر تشخیص زود هنگام، که به طرز چشم‌گیری از عوارض دیابت می‌کاهد، اهمیت بالایی دارد. به همین منظور، این مطالعه در نظر دارد تا با بررسی برخی از عوامل خطر بیماری دیابت، افراد مبتلا را با روش شبکه عصبی مصنوعی از افراد سالم تشخیص دهد.

در سال ۱۳۸۸ فرج‌زاده طی مطالعه‌ای برای پیش‌بینی مرگ و میر در شهر تهران از مدل شبکه عصبی استفاده کرد. او به کمک ضریب تعیین مدل شبکه عصبی مصنوعی را با مدل‌های رگرسیون خطی و چندجمله‌ای مقایسه کرد؛ به طوری که ضریب تعیین این سه مدل بین میانگین ماهانه تعداد کل مرگ و میر با حداقل دما به ترتیب ۹۴، ۷۷ و ۹۰ درصد و ضریب تعیین میانگین ماهانه تعداد مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی-عروقی با حداقل دما نیز به ترتیب برابر با ۹۵، ۸۸ و ۹۰ درصد بدست آمده است. بنابراین این مطالعه حاکی از عملکرد شایسته‌تر مدل شبکه عصبی مصنوعی در مقابل رگرسیون خطی و چند جمله‌ای می‌باشد (۱۵).

بیگلریان نیز در سال ۱۳۸۹ برای پیش‌بینی بقاء بیماران سرطان معده از مدل شبکه عصبی مصنوعی در مقایسه با مدل‌های نمایی، وایبل، نرمال، لگ نرمال، لوژستیک و لگ لوژستیک استفاده کرد. در این مطالعه از میان مدل‌های کلاسیک مدل وایبل به عنوان بهترین مدل انتخاب شد و در مقایسه با شبکه عصبی مصنوعی قرار گرفت. سطح زیر منحنی عملکرد برای شبکه عصبی مصنوعی سه لایه و رگرسیون وایبل به ترتیب $81/5$ درصد و $74/8$ درصد، و صحت پیش‌بینی نیز به ترتیب $79/45$ درصد و $73/97$ درصد بدست آمده است. با این نتایج بیگلریان مدل شبکه عصبی سه لایه با معماری (۲:۱۱:۳۲) را به عنوان بهترین مدل در این داده‌ها معرفی کرده است (۱۶).

بیمار را افزایش داده و ابتلا به عوارض این بیماری را به تعویق می‌اندازد.

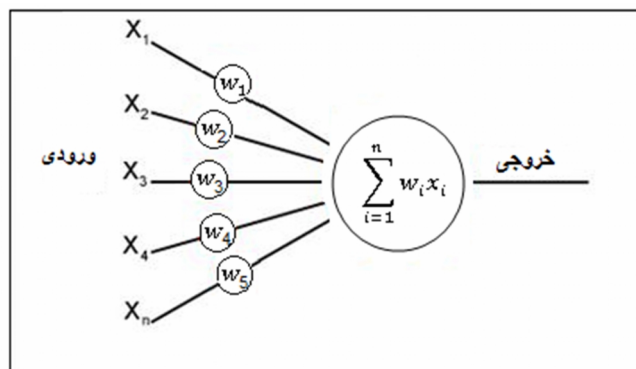
با توجه به شیوع فزاینده این بیماری، به یکی از چالش‌های مهم رو در روی مسئولین بهداشت و درمان کشورهای مختلف دنیا، چه در حال توسعه و چه پیشرفته، تبدیل شده است (۳). براساس برآوردهای قلبی تصور می‌شد که شیوع این بیماری از ۱۳۵ میلیون نفر در سال ۱۹۹۵ به حدود ۳۰۰ میلیون نفر در سال ۲۰۲۵ برسد، در حالی که در سال ۲۰۱۳ آمار مبتلایان به دیابت ۳۸۲ میلیون نفر اعلام شد و آمار مبتلایان به دیابت برای سال ۲۰۳۵ نیز ۵۹۲ میلیون نفر برآورد شدند (۴، ۵). در کشور ما نیز طبق آخرین بررسی‌های انجام شده حدود $11/5$ درصد افراد ۲۰-۵۷ ساله مبتلا به دیابت هستند و حدود ۱۴ درصد نیز مبتلا به پیش دیابت گزارش شده‌اند، یعنی نزدیک به ۱۰ میلیون فرد ایرانی یا مبتلا به دیابت هستند و یا اینکه در مسیر ابتلا به این بیماری قرار دارند. با توجه به تغییر در شیوه زندگی و افزایش شیوع چاقی و کاهش فعالیت بدنی، سن ابتلا به دیابت نوع دوم به تدریج کم‌تر شده است و این بیماری بسیاری از افراد جوان و میان‌سال جامعه را مبتلا ساخته است (۶).

روش‌های آماری بسیاری برای پیش‌بینی بروز بیماری بر اساس برخی متغیرهای تاثیرگذار مورد استفاده قرار می‌گیرند که از آن جمله می‌توان به تحلیل ممیزی، تحلیل بقاء، رگرسیون و شبکه عصبی مصنوعی اشاره نمود. هر کدام از روش‌های کلاسیک آماری پیش‌فرض‌هایی را برای داده‌ها در نظر می‌گیرند که در غیاب آن‌ها نتایج مدل با خطا همراه خواهد بود. نمونه‌ای از این پیش‌فرض‌ها در نظر گرفتن توزیعی مشخص مانند نرمال برای داده‌ها و برابری واریانس‌ها بین گروه‌ها می‌باشد که در اکثر مواقع برقرار نیستند (۷)؛ بنابراین نتایج مدل با خطا همراه خواهد بود و در بسیاری از موارد نتیجه‌ی بدست آمده قابل قبول نخواهد بود. به همین دلیل مدل‌هایی که به این پیش‌فرض‌ها نیاز ندارند در حال پیشرفت و توسعه هستند. از جمله مهم‌ترین این روش‌ها می‌توان به شبکه عصبی مصنوعی اشاره نمود (۸). شبکه‌های عصبی

یا رژیم غذایی نیستند.

برای تحلیل داده‌ها به کمک شبکه عصبی مصنوعی ابتدا داده‌ها را به دو گروه آموزشی و آزمایشی با نسبت دو به یک تقسیم می‌کنیم؛ بنابراین داده‌ها را که شامل ۱۳۴۲۳ نفر می‌شد، مشخص کرده و به دو دسته آموزش و آزمون تقسیم کردیم، به طوری که دسته آموزش ۸۹۴۹ نفر، و دسته آزمون ۴۴۷۴ نفر را شامل شد. سپس داده‌ها با یک شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون سه لایه آموزش داده شدند (۱۸). این سه لایه شامل لایه ورودی (متشکل از متغیرهای مستقل)، لایه میانی یا پنهان و لایه خروجی (متشکل از متغیر پاسخ) هستند. برای این کار تعداد نرون‌های لایه میانی را بین ۵ تا ۳۰ نرون تغییر می‌دهیم تا بهترین مدل را برای داده‌ها بیابیم. همچنین توابع همانی، سیگموئید و تانژانت هایپربولیک را به عنوان توابع فعالیت به کار گرفتیم و برای انتخاب بهترین مدل از سطح زیر منحنی راک و درصد پیش‌بینی صحیح استفاده کردیم.

هر نرون در شبکه عصبی مصنوعی وزن مشخصی دارد، هر نرون در هر لایه خروجی نرون‌های لایه قبل را می‌گیرد و بعد از تاثیر گرفتن از تابع فعالیت خروجی خود را به تک تک نرون‌های لایه بعد منتقل می‌کند. در شکل ۱ مدل ریاضی یک نرون نشان داده شده است. خروجی i -ام در یک شبکه پرسپترون چند لایه با یک لایه ورودی، پنهان و خروجی و تعداد گره‌های متفاوت در هر لایه، به صورت زیر خواهد بود.



شکل ۱- مدل ریاضی یک نرون

مطالعه فایبان و همکاران در سال ۲۰۰۵ با عنوان مقایسه شبکه‌های عصبی مصنوعی و رگرسیون لوژستیک برای مرگ‌ومیر بیماران مبتلا به سپسیس انجام گرفت. در این مطالعه سطح زیر منحنی راک برای رگرسیون لوژستیک و شبکه‌های عصبی مصنوعی به ترتیب مقادیر ۷۵/۱۷٪ و ۸۷/۸۲٪ به دست آمد که این مطالعه نشان از دقت بیش‌تر شبکه‌های عصبی مصنوعی نسبت به رگرسیون لوژستیک دارد (۱۷).

روش کار

در این مطالعه از داده‌های مربوط به نمونه‌گیری سال ۱۳۸۶ که توسط اداره مراقبت عوامل خطر بیماری‌های غیرواگیر وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی کشور که جهت بررسی عوامل خطر بیماری‌های غیرواگیر جمع‌آوری شده بود، استفاده شد.

این داده‌ها شامل متغیرهای جنسیت، سن، شغل، فشار خون، متوسط واحد مصرف میوه در هفته، متوسط واحد مصرف سبزیجات در هفته، میزان فعالیت بدنی، مصرف دخانیات، نوع روغن مصرفی، شاخص توده بدنی و سطح قند خون ناشتا است. متغیر سطح قند خون ناشتا به عنوان متغیر پاسخ در نظر گرفته شد و متغیرهای دیگر متغیرهای مستقل ما را تشکیل می‌دهند. نمونه مورد بررسی شامل ۱۳۴۲۳ نفر با سن بیش از ۲۵ سال می‌شود به طوری که این افراد مبتلا به دیابت کنترل شده نیستند، به این معنی که برای این افراد قبلاً تشخیص بیماری دیابت توسط پزشک یا مرکز درمانی داده نشده و آنان تحت درمان دارو و

اکثر زنان فعالیت بدنی کمی دارند و در مقابل بیش‌ترین فعالیت بدنی در سطح زیاد مربوط به مردان می‌باشد؛ که می‌توان یکی از علل این نتیجه را فعالیت شغلی متفاوت زنان و مردان دانست. این اختلاف در میان زنان و مردان در سطوح مختلف فعالیت بدنی در سطح ۵ درصد از نظر آماری معنی‌دار شناخته شده است. با توجه به نتایج شاخص توده بدنی ملاحظه می‌شود که تنها ۳۶/۹ درصد (۴۹۵۴ نفر) از افراد نمونه دارای شاخص توده بدنی نرمال و طبیعی می‌باشند و بیش از نیمی از آنان (۵۸/۱ درصد معادل ۷۸۰۰ نفر) دارای شاخص توده بدنی بالاتر از سطح طبیعی و نرمال هستند و نیز متوسط شاخص توده بدنی برای مردان و زنان به ترتیب ۲۵/۰۰ (±۴/۵۹) و ۲۷/۴ (±۵/۶۰) بدست آمده است. این امر نشانگر آن است که جامعه رو به سوی چاقی و افزایش وزن می‌رود در حالی که زنان در جامعه ما با فعالیت بدنی کم‌تر و شاخص توده بدنی بالاتری که نسبت به مردان دارند بیش‌تر در معرض چاقی و بیماری‌های حاصل از آن هستند. ۱۳/۳ درصد (۱۷۸۱ نفر) به طور روزانه سیگار می‌کشند که بیش از ۹۶ درصد از آنان را (۱۷۱۰ نفر) مردان تشکیل می‌دهند.

میانگین سن مردان در این مطالعه ۴۴/۸ (±۱۱/۶۴) سال و میانگین سن زنان ۴۴/۵ (±۱۱/۴۶) سال بود. متوسط میزان مصرف میوه در مردان اندکی بیش از زنان گزارش شده است به طوری که برای مردان ۱/۲ (±۱/۳۸) واحد و برای زنان ۱/۲ (±۱/۳۵) واحد بوده است. در مقابل متوسط میزان مصرف سبزیجات در زنان اندکی بیش از مردان گزارش شده است، به صورتی که زنان به طور متوسط ۱/۴ (±۱/۴۷) واحد و مردان ۱/۳ (±۱/۶۹) واحد در طول روز سبزی مصرف می‌کنند. این اختلاف کم در متوسط میزان مصرف روزانه میوه و نیز سبزیجات در میان زنان و مردان در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است.

در جدول ۲ تعدادی از شبکه‌هایی که بهترین نتایج با توابع فعالیت مختلف داشته‌اند ارائه شده است. پس از بدست آوردن مدل نهایی، این مدل بر روی داده‌های آزمون برای پیش‌بینی متغیر

$$\hat{y} = f_2 \left[b_0 + \sum_{i=1}^M w_{ji} f_1 \left(b_{j0} + \sum_{s=1}^P x_{is} w_{js} \right) \right]$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

که در آن f_1 و f_2 به ترتیب توابع فعالیت لایه میانی و خروجی، b_0 و b_{j0} میزان اریبی نرون‌های لایه میانی و خروجی هستند. w_j وزن متناسب با نرون j -ام لایه میانی و w_{js} وزن متناسب با ورودی x_{is} در نرون j -ام بوده و نیز n تعداد مشاهدات، P تعداد نرون‌های لایه ورودی و M تعداد نرون‌های لایه میانی می‌باشد (۱۹).

از مهم‌ترین اهداف شبکه عصبی یافتن وزن‌های متناسب با نرون‌ها در لایه‌های مختلف است. الگوریتم پس‌انتشار خطا برای محاسبه وزن‌های شبکه از دو مسیر رفت و برگشت استفاده می‌کند و این مراحل را تا یافتن بهترین برآورد برای پارامترهای شبکه ادامه می‌دهد. از این فرایند به عنوان فرایند آموزش یاد می‌شود. برای انجام تحلیل‌ها از نرم‌افزارهای R2.14.0 و SPSS21 استفاده شده است.

یافته‌ها

در این مطالعه نمونه‌ای شامل ۱۳۴۲۳ نفر مورد بررسی قرار گرفتند. سن این افراد بالای ۲۵ سال بوده است و هیچکدام دیابت کنترل شده نداشتند. نتایج آمار توصیفی داده‌ها به طور کامل در جدول ۱ آورده شده است:

بیش‌ترین درصد افراد (۳۹/۶ درصد معادل ۵۳۱۶ نفر) فعالیت بدنی در سطح زیاد و پس از آن بیش‌ترین تعداد نمونه (۳۶/۷ درصد معادل ۴۹۳۱ نفر) مربوط به فعالیت بدنی در سطح کم بوده است. در این میان فعالیت بدنی در سطح کم برای زنان و مردان به ترتیب برابر با ۶۴/۹ درصد (۳۲۰۰ نفر) و ۳۵/۱ درصد (۱۷۳۱ نفر)، و در سطح زیاد به ترتیب برابر با ۳۶/۶ درصد (۱۹۴۸ نفر) و ۶۳/۴ درصد (۳۳۶۸ نفر) است که این امر نشان می‌دهد

جدول ۱- توزیع فراوانی متغیرهای مورد بررسی در مطالعه

متغیر	سطوح متغیر	تعداد	درصد
جنسیت	مرد	۶۴۷۲	۴۸/۲۰
	زن	۶۹۵۱	۵۱/۸۰
سن	۲۵ تا ۳۴ سال	۳۳۶۰	۲۵/۰۳
	۳۵ تا ۴۴ سال	۳۳۰۶	۲۴/۶۳
	۴۵ تا ۵۴ سال	۳۴۰۸	۲۵/۳۹
	۵۵ تا ۶۴ سال	۳۳۴۹	۲۴/۹۵
شغل	کارمند بخش دولتی	۱۲۱۱	۹/۰
	کارگر مشغول در بخش دولتی	۴۰۹	۳/۰
	کارمند بخش غیر دولتی	۳۵۹۱	۲۶/۸۰
	کارگر مشغول در بخش غیر دولتی	۸۱	۰/۶۰
	آزاد	۸۹	۰/۷۰
	کار بدون مزد	۳	۰/۰۲
	دانش‌آموز، دانشجو، سرباز	۶۱۴۲	۴۵/۸۰
	خانه‌دار	۷۹۹	۶/۰
	بازنشسته	۳۲۳	۲/۴۰
	بیکار با توانایی انجام کار	۲۲۱	۱/۶۰
بیکار بدون توانایی انجام کار	۵۴۸	۴/۱۰	
نوع روغن مصرفی	جامد	۸۵۵۰	۶۳/۷۰
	مایع یا سرخ کردنی	۴۴۳۹	۳۳/۱۰
	کره یا روغن حیوانی	۲۰۳	۱/۵۰
	پیه یا دنبه	۹۶	۰/۷۰
	مارگارین	۶	۰/۰۴
	سایر انواع	۵۰	۰/۳۷
	هیچ یک بیش از بقیه نیست	۵۹	۰/۴۴
	روغن و چربی مصرفی نمی‌کند	۱۲	۰/۰۹
مصرف دخانیات	بله	۱۷۸۱	۱۳/۳۰
	خیر	۱۱۶۴۲	۸۶/۷۰
فعالیت بدنی	کم	۴۹۳۱	۳۶/۷۰
	متوسط	۳۱۷۶	۲۳/۷۰
	زیاد	۵۳۱۶	۳۹/۶۰
شاخص توده بدنی	کم‌تر از حد طبیعی	۶۶۹	۵/۰۰
	طبیعی	۴۹۵۴	۳۶/۹۰
	بیش‌تر از حد طبیعی	۷۸۰۰	۵۸/۱۰
فشار خون	کم‌تر از ۱۴۰/۹۰	۹۳۰۳	۶۹/۳۰
	بیش‌تر از ۱۴۰/۹۰	۴۱۲۰	۳۰/۷۰

خروجی در این شبکه سیگموئید بوده و درصد سطح زیر منحنی راک مربوط به آن ۷۲/۷ درصد می‌باشد. همچنین درصد پیش‌بینی صحیح در گروه آموزش ۹۲/۰ درصد و درصد پیش‌بینی صحیح در گروه آزمون ۹۱/۶ درصد بدست آمده است. اطلاعات این شبکه در جدول ۲ به صورت برجسته مشخص شده است. نمودار راک مربوط به مدل (۲: ۲۰: ۵۳) در شکل ۲ آورده شده است.

پاسخ برازش شد.

بهترین مدل، مدلی است که بالاترین درصد سطح زیر منحنی راک و در عین حال درصد پیش‌بینی صحیح بالایی داشته باشد؛ بدین ترتیب بهترین مدل شبکه عصبی مصنوعی از میان ۱۶۲ مدل شبکه عصبی مصنوعی اجرا شده شامل یک لایه ورودی با ۵۳ نرون ورودی، یک لایه پنهان متشکل از ۲۰ نرون و یک لایه خروجی متشکل از ۲ نرون است. تابع فعالیت لایه پنهان و لایه

جدول ۲- نتایج بهترین مدل‌های شبکه عصبی با تعداد نرون‌های میانی و توابع فعالیت متفاوت

تعداد نرون لایه پنهان	تابع فعالیت اول	تابع فعالیت دوم	سطح زیر منحنی راک	درصد پیش‌بینی صحیح گروه آموزش	درصد پیش‌بینی صحیح گروه آزمون
۲۶	تانزانانت هایپربولیک	تانزانانت هایپربولیک	۷۲/۵	۹۱/۹	۹۱/۹
۶	سیگموئید	سیگموئید	۷۲/۲	۹۱/۸	۹۲/۱
۹	سیگموئید	سیگموئید	۷۲/۱	۹۱/۹	۹۱/۹
۱۳	سیگموئید	سیگموئید	۷۲/۵	۹۲/۱	۹۱/۴
۱۴	سیگموئید	سیگموئید	۷۲/۲	۹۱/۸	۹۲/۱
۱۵	سیگموئید	سیگموئید	۷۲/۴	۹۱/۷	۹۲/۳
۱۸	سیگموئید	سیگموئید	۷۲/۲	۹۲/۲	۹۱/۲
۲۰	سیگموئید	سیگموئید	۷۲/۷	۹۲/۰	۹۱/۶
۱۲	سیگموئید	تانزانانت هایپربولیک	۷۲/۱	۹۱/۹	۹۱/۹
۶	تانزانانت هایپربولیک	سیگموئید	۷۱/۸	۹۲/۰	۹۱/۷
۸	تانزانانت هایپربولیک	همانی	۷۱/۹	۹۱/۸	۹۲/۰
۱۰	تانزانانت هایپربولیک	همانی	۷۱/۸	۹۱/۹	۹۱/۹
۱۵	تانزانانت هایپربولیک	همانی	۷۱/۹	۹۱/۹	۹۱/۹
۲۹	سیگموئید	همانی	۷۱/۹	۹۱/۹	۹۱/۹

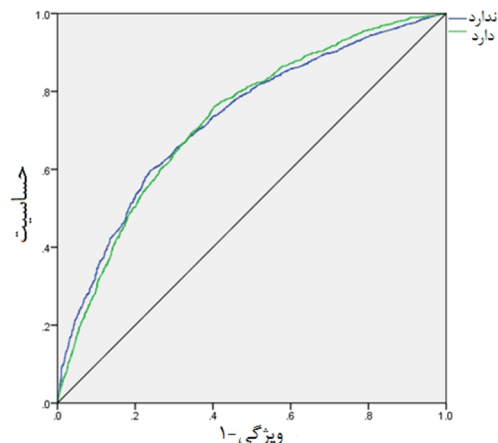
بحث و نتیجه‌گیری

امروزه بیماری دیابت به علت عوارض جبران‌ناپذیر و شیوع بالای آن به یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های مردم و مسئولین بدل شده است. پیش‌بینی‌ها آینده‌ای نه چندان روشن را برای جامعه ما نشان می‌دهد. تغییر در سبک زندگی مردم، روی آوردن به تغذیه نامناسب و جای خالی ورزش در زندگی روزانه از مهم‌ترین عواملی است که بروز بیماری‌های مزمن مانند دیابت را در جامعه بیش‌تر نموده است. شیوع بالای دیابت در سال‌های آتی توجه به اقدامات پیشگیرانه و اتخاذ سیاست‌های اصلاحی در تغییر فرهنگ و سبک

زندگی مردم را ضروری‌تر می‌سازد؛ چرا که بار این بیماری همه جامعه را درگیر کرده و مستلزم صرف هزینه، زمان و انرژی بسیاری می‌باشد که خود موجب غفلت از باید و نبایدهای پیش‌رو خواهد شد. بررسی متغیرهای تاثیرگذار روی بروز این بیماری و کنترل به موقع آن‌ها می‌تواند به پایین آوردن شیوع و عوارض ناشی از ابتلا به این بیماری مزمن کمک شایانی کند و بدین طریق از بار بیماری که به کشور و فرد بیمار و نیز اطرافیان او وارد می‌شود کم کند. هر کدام از این متغیرها در کیفیت زندگی بیماران تاثیر شایانی داشته و کنترل آن‌ها بهبود کیفیت زندگی بیماران را موجب خواهد شد.

زیرسازی بستری مناسب برای یکپارچه‌سازی منابع اطلاعاتی این عوامل که به نوبه خود ریشه‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی دارند، نه تنها موجب سهولت در دسترسی به اطلاعات و تحلیل‌های به روز می‌باشد که فعالیت‌های تمامی نهادهای مرتبط با سلامتی را هم‌سوتر می‌سازد. لذا نگرش فرآیندی به مساله و پرهیز از اقدامات جزیره‌ای تنها در سایه پی‌ریزی چنین ساختاری امکان‌پذیر می‌باشد.

این مطالعه با به کارگیری داده‌های در دست در این زمینه شبکه عصبی مصنوعی را برای



شکل ۲- نمودار راک برای مدل برگزیده (۵۳:۲۰:۲)

بیشترین میزان حساسیت را در بین سه مدل داشت و میزان دقت آن نیز بیش از دو مدل دیگر بود (۲۲).

در مطالعه لی و همکاران در سال ۲۰۱۲ بر روی ۲۷۴ بیمار دیابتی نوع ۲ به منظور پیش‌بینی نوروپاتی پیش از موعد از مدل‌های درخت تصمیم، پرسپترون چند لایه و رگرسیون لجستیک استفاده شد. سطح زیر منحنی راک برای درخت تصمیم (۸۸/۶) و رگرسیون لجستیک (۸۸ درصد) بهتر از شبکه عصبی (۸۵/۳ درصد) بود؛ در حالی که مدل شبکه عصبی از دقت تشخیصی بیشتری (۸۳ درصد) نسبت به دو مدل دیگر برخوردار بود (۲۳).

در بسیاری از مطالعاتی که از شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی استفاده کرده‌اند و یا نتایج حاصل از شبکه عصبی مصنوعی را با دیگر مدل‌های آماری مورد مقایسه قرار داده‌اند، مطلوب بودن و یا برتری نتایج شبکه عصبی مصنوعی اذعان شده است (۱۶، ۱۹، ۲۴)؛ این مطالعه نیز حاکی از توانایی پیش‌بینی با دقت بالای شبکه عصبی مصنوعی در رابطه با داده‌های مربوط به دیابت بوده و صحه‌ای بر نتایج دیگر مطالعات در زمینه کارایی شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد.

استفاده از مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی در بیماری دیابت در چهار حوزه صورت می‌گیرد: ۱- ارتباط ویژگی‌های فردی و شاخص‌های خونی، ۲- تشخیص و پیش‌بینی دیابت، ۳- تعیین میزان دارو و دوز آن و نوع درمان و ۴- پیش‌بینی بروز عوارض بیماری دیابت. در سال‌های اخیر استفاده از شبکه عصبی مصنوعی به عنوان رویکرد کمکی در طراحی شیوه درمان بیماران دیابتی معرفی شده و مطالعات اولیه نشانگر کارایی قابل ملاحظه این ابزار بوده است. رسیدن به مدل مناسب و ارزیابی مدل با بیشترین دقت توسط شاخص‌هایی چون شفافیت، حساسیت، دقت، صحت و نرخ خطا انجام شده و مدل از طریق بررسی اثرات درمانی بیماران که از طریق بررسی نتایج چندین آزمایش متوالی و بررسی عوارض و کیفیت زندگی بیماران صورت می‌گیرد توسعه می‌یابد که باید هدفمند انجام شود. با یافتن میزان تاثیرگذاری پارامترهای مختلف بر روی عوارض بیماری باید قدم در

پیش‌بینی ابتلا به دیابت مورد بررسی قرار داد و مدلی با معماری سه لایه به فرم (۲:۲۰:۵۳) و با توابع فعالیت سیگموئید را برای این منظور مناسب تشخیص داد. همان‌طور که انتظار می‌رفت به طور میانگین نتایج توابع فعالیت سیگموئید بهتر از دیگر ترکیبات توابع فعالیت بود. در میان بهترین نتایج توابع فعالیت سیگموئید نیز مشاهده می‌شود که با اضافه شدن تعداد نرون‌های لایه میانی صحت پیش‌بینی و سطح زیر منحنی راک بهبود پیدا می‌کند. اما باید توجه داشت که تعداد خیلی زیاد نرون‌های میانی ممکن است باعث شود شبکه خطاهای الگوی ورودی را نیز شبیه‌سازی کند و دیگر اعتبار لازم را نداشته باشد.

سادات هاشمی و همکاران نیز در پیش‌بینی حاملگی ناخواسته مقایسه‌ای بین مدل‌های رگرسیون لوژستیک، پروبیت، تحلیل تشخیصی و شبکه عصبی مصنوعی (۱:۲:۳) و (۱:۳:۳) انجام دادند و مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی را دقیق‌تر از مدل‌های دیگر تشخیص داده و با ارائه سطح زیر منحنی راک ۸۲/۳ درصد مدل (۱:۳:۳) را به عنوان مدل برتر معرفی کردند (۲۰).

زند کریمی و افشاری نیز در تفکیک بیماران دیابتی رتینوپاتی از غیر رتینوپاتی با مقایسه قدرت پیش‌بینی شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون لجستیک چندگانه به برتری مدل شبکه عصبی اذعان کردند. در این مطالعه قدرت پیش‌بینی مدل لجستیک و شبکه عصبی به ترتیب ۷۳ و ۸۳ درصد به دست آمد؛ که شبکه عصبی با برآورد ویژگی ۸۰ درصد و حساسیت ۸۵ درصد دقت بالاتری را در تشخیص بیماران دیابتی رتینوپاتی از غیر رتینوپاتی نشان داد (۲۱).

رضایی، زندکریمی و هاشمیان نیز برای تعیین ریسک فاکتورهای دیابت نوع ۲ به مقایسه کارایی شبکه عصبی مصنوعی، رگرسیون لجستیک و تحلیل ممیزی پرداختند. سطح زیر منحنی راک برای این سه مدل به ترتیب ۸۶/۴، ۸۸/۴ و ۸۰ درصد به دست آمد. جنسیت و سطح قند خون ناشتا در مدل رگرسیونی، سن و تحمل گلوکز و سطح قند خون ناشتا در تحلیل ممیزی متغیرهای معنی‌دار بودند. مدل شبکه عصبی با ۹۵/۲ درصد

مدل‌های شبکه عصبی به کار گرفته شده است. در دست نبودن اطلاعات به روز و ناقص بودن اطلاعات در دسترس از جمله مهم‌ترین محدودیت‌های این پژوهش بوده است. با توجه به این‌که سیمای بیماری دیابت در حال تغییر می‌باشد و عوامل موثر بر بیماری دستخوش تغییر قرار می‌گیرند، دسترسی به نتایج کارآمد و مناسب با مقتضیات کنونی بیماری مستلزم به روز بودن داده‌هاست. با توجه به این‌که در پژوهش‌های مختلف انجام شده توسط نهادهای مرتبط با بیماری دیابت از پروتکل یکسان برای مطالعه بیماری و جمع‌آوری داده‌های مربوطه استفاده نشده است، لذا هماهنگی در تعداد و نوع متغیرهای مورد بررسی وجود نداشته و امکان جمع‌آوری داده‌های مطالعات برای ساختن بانک اطلاعاتی جامع و به روز نمی‌باشد.

منابع

1. Masoudi-Alavi N, Ghofrani-Pour F, Larijani B, Ahmadi F, Rajab A, Babaei GhR. Evaluation of effectiveness of community based interventions on controlling diabetes mellitus in Tehran, 1382. Iranian journal of diabetes and Lipid disorders. 2004;2:185-93.
2. Goldstein BJ, Gomis R, Lee HK, Leiter LA. The global partnership for effective diabetes management, type 2 diabetes treat early, treatment intensively. International journal of clinical practice. 2007;61:16-21.
3. Matini M, Moniri R, Vali GhR. Diabetes mellitus and its control at Shahid Beheshti hospital in 1997. Feyz, Kashan university of medical sciences. 1999;9:21-6.
4. Available from: <http://diabetestma.org/view/>.
5. 1998. Available from: <http://www.iub.edu/~k536/articles/youth/>.
6. Bidarpour F, Holakoiinaini K, Rahimi Froushani A, Esmailnasab N. A survey of risk factors for type 2 diabetes in patients of Kurdistan diabetic center in 2001. Scientific journal of Kurdistan university of medical sciences. 2003; 26:15-20.
7. Sedehi M, Mehrabi Y, Kazemnejad A, Joharimajd V. Artificial neural network for joint prediction of metabolic syndrome and HOMA-IR. bimonthly official publication: medical daneshvar. 2010;17(85):29-38.
8. Warner B. Understanding neural networks as statistical tools. Am Stat. 1996;50:284-93.

پیش‌بینی وضعیت بیماران جدید گذاشته و در جهت کنترل اصولی و منطقی دیابت گام برداشت. رسیدن به دقت پیش‌بینی بالا با حجم نمونه بیشتر و عوامل خطر مهم در بیماری امکان‌پذیرتر است. با توجه به اثبات کارایی رویکرد شبکه عصبی در تشخیص بیماری دیابت، با استفاده همزمان از الگوی تشخیصی شبکه عصبی و اطلاعات پزشک بر اساس مشاهدات بالینی می‌توان انتظار داشت که روند تشخیص و درمان سریع برای بیماران انجام شده و بدین ترتیب با عوارض غیر قابل کنترل دیابت مقابله شود. همچنین با استفاده از مدل شبکه عصبی در تعیین دوز مناسب درمان جست‌وجوی دوز مناسب انسولین در بیماران دیابتی بستری شده برای کنترل مجدد قند خون تسریع شده و مدت بستری این بیماران کوتاه‌تر می‌گردد. لذا طراحی نرم‌افزار کمکی به منظور دسترسی پزشکان به نتایج حاصل از مدل می‌تواند گام مفیدی تلقی گردد. همچنین در گام‌های آتی استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در تحلیل بقای بیماران مبتلا به دیابت به منظور تخصیص منابع درمانی لازم برای افراد پرخطر منجر به بهبود زندگی بیماران و کاهش بار اقتصادی بیماری خواهد شد.

با توجه به مطالعات صورت گرفته و کارایی مدل شبکه عصبی مصنوعی در تشخیص، درمان و پیش‌بینی بروز عوارض دیابت، پیش‌بینی عوارض آتی با بررسی عوارض مشاهده شده در بیماران و ویژگی‌های بیماری، می‌تواند منجر به بهبود روش‌های به کار گرفته شده توسط مدل‌سازی شود. به منظور تداوم بهبود نتایج حاصل از به کار بستن مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی استفاده همزمان شبکه عصبی مصنوعی و روش‌های شناسایی الگو هم‌چون درخت تصمیم و الگوریتم‌های فازی به منظور استفاده از قواعد ایجاد شده و استخراج ویژگی‌ها مفید خواهد بود. کار بر روی توابع فعال‌ساز که منجر به ساختار ساده‌تر و سرعت همگرایی بالاتر مدل شبکه عصبی می‌باشد و بهینه‌سازی شبکه عصبی با استفاده از الگوریتم‌های تکاملی برای وزن‌دهی شبکه در مطالعات آتی از دیگر راهکارهای افزایش دقت

22. Rezaei M, Zandkarimi E, Hashemian A. Comparison of Artificial Neural Network, Logistic Regression and Discriminant Analysis Efficiency Determining Risk Factors of Type 2 Diabetes. *World Applied sciences Journal*. 2013;23(11):1522-9.
23. Li C, Zhi X, Ma J, Cui Z, Zhu Z, Zhang C, et al. Performance Comparison between Logistic Regression, Decision trees and Multilayer Perceptron in Predicting Peripheral Neuropathy in Type 2 Diabetes Mellitus. *Chinese Medical Journal (English Edition)*. 2012;125(5):851-7.
24. Sedehi M, Mehrabi Y, Kazemnejad A, Hadaegh F. Comparison of artificial neural network, logistic regression and discriminant analysis methods in prediction of metabolic syndrome. *Iranian journal of endocrinology and metabolism*. 2009;11(6):638-46.
9. Baxt WG, Skora S. Prospective validation of artificial neural networks trained to identify acute myocardial infarction. *Lancet*. 1996;347:5-12.
10. Mobley BA, Schecheer E, Moore WE, McKee PA, Eichner JE. Prediction of coronary artery enosis by artificial networks. *Artific Intel Med*. 2000;18(187-203):187.
11. Lai KC, Chiang HC, Chen WC, Tsai FJ, Jeng LB. Artificial neural network-based study can predict gastric cancer staging. *Hepatogastroenterol*. 2008; 55:1859-63.
12. Chien CW, Lee YC, Ma T, Lee TS, Lin YC, Wang W, et al. The application of artificial neural networks and decision tree model in predicting post-operative complication for gastric cancer patients. *Hepatogastroenterol*. 2008;55:1140-5.
13. Gohari MR, Biglarian A, Bakhshi E. Artificial neural network to determine the prognostic factors in colorectal cancer patients. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2011;12:1469-72.
14. Biglarian A, Bakhshi E, Gohari MR, Khodabakhshi R. Artificial neural network for prediction of distant metastasis in colorectal cancer. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2012;13:927-30.
15. Darand M, Farajzadeh M. Comparing linear regression methods and artificial neural network in forecasting human mortality as a function of air temperature: Case study of Tehran city. *Hakim research journal*. 2009;12(3):45-53.
16. Biglarian A, Hajizadeh E, Kazemnejad A. Comparison of artificial neural network and parametric regression models in survival prediction of patients with gastric cancer. *Iranian journal of epidemiology*. 2010;6(3):22-7.
17. Fabian Jaimes, Diego Alvarez, Martinez C. Comparison between logistic regression and neural networks to predict death in patients with suspected sepsis in the emergency room. *Critical Care*. 2005;9(2):150-6.
18. Warren SS. Neural Networks and Statistical Models. *Nineteenth Annual SAS Users Group International Conference; Cary, NC, USA1994*.
19. Salehi M, Gohari MR, Vahabi N, Zayeri F, Yahyazadeh S.H, Kafashian MR. Comparison of artificial neural network and cox regression models in survival prediction of breast cancer patients. *Scientific journal of Ilam university of medical sciences*. 2013;21(2):120-8.
20. Sadat Hashemi M, Kazemnejad A, Kavehei B. Use of various artificial neural networks for prediction of unwanted pregnancy and their comparison using traditional statistical methods. *Journal of Shahid Sadoughi university of medical sciences and health services*. 2003;11(1):10-5.
21. Zandkarimi E, Safavi AA. Comparison of Artificial Neural Network Predictive Power with Multiple Logistic Regressions to Determine Patients with and without Retinopathy. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2014;21(124):79-90. [Persian].

Predicting diabetes using artificial neural network

Farzaneh Barfei, MSc of Biostatistics, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

***Masood Salehi**, PhD. Assistant Professor of Biostatistics, Department of Biostatistics, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. salehi74@yahoo.com

Iraj Najafi, MD, Professor of Internal Medicine, Nephrology Research Center, Dr Shariati Hospital, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Background: Diabetes ever-increasing prevalence and the heavy burdens of controlling and treatment of the disease on people and the country have turned to be greatest challenges for governmental and healthcare authorities. Therefore, the disease prevention takes top priority and to do so the only possible way is detecting the effective parameters and controlling them. This study is about to foresee diabetes rates on the basis of some effective factors and using the artificial neural network.

Methods: This study is conducted in 2014 by using R and SPSS software on 13423 participants of the study evaluation of risk factors of non-communicable diseases which was run in 2007. All the participants were older than 25 and with uncontrolled diabetes. A three-layer artificial neural network was used to evaluate the data, and to choose the best model the area under the ROC curve (AURC) and the prediction accuracy were applied. In this model both applied activation functions were Sigmoid.

Results: The three-layer artificial neural network with the architecture of (53:20:2) was identified as the best model as the area under the ROC curve (AURC), the training prediction accuracy, and the test prediction accuracy were 72.7%, 92%, and 91.6% efficient, respectively.

Conclusion: Since in artificial neural network there is no need for common assumption of classic statistical methods and its high prediction accuracy (53:20:2) it is highly recommended to apply this model in predicting diabetes and factors affecting it, that requires a separate study and research.

Keywords: Artificial neural network, Diabete, Under the ROC curve