ارائه مدلی جهت پیش بینی بیماری دیابت با استفاده از شبکه عصبی

میثم جهانی[۱]/ جلال رضایی نور[۲]/ مهدی مهدوی[۳]/ اسماعیل هداوندی[٤]

چکیده

مقدمه: الگوریتم های فرا ابتکاری و ترکیبی از توانمندی بالایی در مدل سازی مسائل پزشکی برخوردارند. در این مطالعه از شبکه عصبی به منظور پیش بینی ابتلا به دیابت در میان افراد مستعد دیابت استفاده گردید.

روش کار: پژوهش حاضر از نوع کاربردی و جامعه ی هدف آن متشکل از ٥٤٥ فرد بیمار و سالم از مرکز دیابت دانشگاه علوم پزشکی همدان جمع آوری گردید جهت پیش بینی بیماری دیابت استفاده شده است. در این مطالعه از الگوریتم ممتیک که تلفیقی است از الگوریتم ژنتیک و الگوریتم جستجوی محلی است، به منظور به روز رسانی وزن های شبکه عصبی و توسعه دقت شبکه عصبی استفاده شده است.

یافته ها: بررسی اولیه نشان داد که دقت شبکه عصبی، ۸۸درصد، می‌باشد. بعد از بروز رسانی وزن ها با الگوریتم ممتیک دقت آن به ۹۳/۲درصد افزایش یافت. برای مدل پیشنهادی به ترتیب حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت، ارزش اخباری منفی، مساحت زیر منحنی ۹٦/۲، ۹۲/٤، ۹۳/۸، ۹٥/۳، ۰/۹٥۸ برای مدل الگوریتم ژنتیک، ۹۸، ۸٤/۸، ۸۸/٦، ۹۸/۲، ۰/۹٥۲ و برای مدل رگرسیون لجستیک، ۹٥/٦، ۸٤/٥، ۹٤/۷، ۸۷/۰، ۰/۹۱٦ به دست آمد.

نتیجه گیری: بر اساس یافته‌های این پژوهش، مدل های شبکه های عصبی در مقایسه با مدل رگرسیون از میزان خطای کمتری در تشخیص بیماری بر اساس متغیرهای فردی و سبک زندگی برخوردارند. یافته‌های این مطالعه می‌تواند به برنامه ریزان و ارائه کنندگان خدمات سلامت در برنامه های غربالگری و تشخیص به موقع بیماری دیابت کمک می‌نماید.

کلید واژه ها: دیابت، تکنیک پشتیبان تصمیم گیری، شبکه عصبی، الگوریتم ژنتیک، الگوریتم ممتیک

• وصول مقاله: ۹٥/۰۳/۲۹ •اصلاح نهایی:۹٥/۰٦/۱۳ •پذیرش نهایی: ۹٥/۰۸/۲۹

۱. کارشناس ارشد مهندسی فناوری اطلاعات، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه قم، قم، ایران

۲. دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه قم، قم، ایران؛ نویسنده مسئول (j.rezaee@qom.ac.ir)

۳. دکتری مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی، موسسه مدیریت و سیاستگذاری سلامت، دانشگاه ایراسموس روتردام، روتردام، هلند

۴. استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و کامپیوتر، دانشگاه صنعتی بیرجند، بیرجند، ایران

مقدمه

بیماری دیابت یکی از مشکلات عمده نظام سلامت در نقاط مختلف جهان است. به طور متوسط ۱۰درصد مردم جهان به این بیماری مبتلا هستند[۱] نزدیک به ۲۵/۸ میلیون آمریکایی در سال ۲۰۱۱ میلادی به بیمار دیابت مبتلا بوده اند و ۷۹ میلیون نفر دیگر نیز در خطر ابتلا به این بیماری هستند[۲]. در ایران نیز نزدیک به ۹/۳ درصد نفر مبتلا به بیماری دیابت هستند. شیوع بیماری دیابت در مناطق شهری ایران با سرعت نگران کننده ای در حال افزایش است[۳].

علاوه بر هزینه‌های خانوار، هزینه های اجتماعی بیماری دیابت، شامل هزینه‌های درمان بیماران و از دست رفتن بهره-وری نیروی کار، هزینه قابل توجهی بر روی بخش عمومی ایجاد می‌نماید. به طوری که هزینه های درمان هر بیمار دیابتی در طول عمر آنان به طول میانگین در آمریکا در سال ۲۰۱۲ نزدیک ۸۵۲۰۰ دلار تخمین زده شده است که ۵۳درصد آن مربوط به عوارض دیابت است[۴].

دیابت یک بیماری همه‌گیر می‌باشد که در اثر کاهش یا نبود انسولین در بدن اتفاق می‌افتد و بر دو نوع یک و دو تقسیم می‌شود. در دیابت نوع یک یا دیابت وابسته به هورمون انسولین (هورمون تنظیم کننده قند خون)، بدن بیمار قادر به تولید انسولین نیست. دیابت نوع یک در هر سنی اتفاق می‌افتد اما در کودکان بسیار شایع‌تر است[۵]. در دیابت نوع دوم، انسولین در مراحل اولیه به میزان کافی ترشح می‌شود، ولی به نوعی، مقاومت در برابر عملکرد طبیعی این هورمون در سطح سلول های بدن وجود دارد که نتیجه آن بالا رفتن سطح قند خون می-باشد. این نوع دیابت به نوع سبک زندگی و الگوهای غذایی افراد وابسته است. در صورت تشخیص در مراحل اولیه بیماری، امکان موفقیت در درمان تا حدود ۶۰درصد وجود دارد. دیابت نوع دوم بسیار شایعتر از نوع یک بوده به گونه ای که نزدیک به ۹۵درصد از ابتلا به بیماری دیابت را شامل می‌شود[۱].

تقریبا نیمی از مبتلایان به بیماری دیابت از بیماری خود اطلاع ندارند[۶]. از دلائل عمده عدم تشخیص به موقع بیماری دیابت ضعف نظام‌های مراقبتی در شناسایی بیماری در مراحل اولیه بیماری است. تاخیر در تشخیص و پیش بینی دیابت و در نتیجه عدم کنترل کافی قند خون احتمال عوارض قلبی و عروقی، نارسایی کلیوی، عوارض چشمی، و درگیری اندام های تحتانی را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد[۷–۹].

اهمیت تشخیص به موقع بیماری‌ها با استفاده از مدل‌های پیش بینی از دهه‌های گذشته توسط ارائه کنندگان خدماتی درمانی و محققین درک شده است. جهت مدیریت بهتر سلامتی و کاهش مصرف خدمات سلامت نیاز است که میزان خطر ابتلا به بیماری یا پیشرفت بیماری در میان کلیه افراد یک جمعیت مشخص، شناسایی شود. با تعیین و خوشه بندی میزان مخاطرات، خدمات مناسب برای هر یک از خوشه ها طراحی می‌شود. مدل‌های پیش گویی بر اساس فاکتورهای جمعیت شناختی، وضعیت سلامتی و الگوی مصرف خدمات سلامت به تعیین میزان ریسک افراد و احتمال استفاده از انواع خدمات می‌پردازند. این ابزارها در بهبود پیامدهای بیماران و همچنین کاهش هزینه های مدیریت بیماری‌ها در شبکه‌های سلامت استفاده شده اند[۱۰–۱۲].

در مطالعه حاضر برای پیش بینی بیماری دیابت از تکنیک‌های الگوریتم‌های فرا ابتکاری استفاده شده است. الگوریتم‌های فرا ابتکاری به طور فزاینده‌ای جهت توسعه مدل‌های تشخیص بیماری‌ها استفاده شده است. این الگوریتم‌ها ترکیبات بهینه را در یک زمان معقول به دست می‌آورد. همچنین الگوریتم‌های فرا ابتکاری جهت یافتن راه حل هایی برای مسائل با مشکلات محاسباتی ارائه شده است. الگوریتم های فرا ابتکاری از قبیل شبکه عصبی، الگوریتم ژنتیک، الگوریتم ممتیک از توانمندی بالایی در مدل سازی مسائل پیچیده برخوردارند. این الگوریتم‌ها جهت تعیین میزان خطر ابتلا به بیماری ها، پیش بینی ابتلا و تشخیص بیماری در مراحل پیش بالینی مورد استفاده قرار گرفته‌اند[۱۳,۱۴].

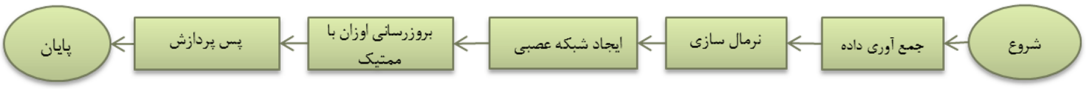
ونگ و همکاران در یک مطالعه موردی روی ۸۶۴۰ بیمار برای شناسایی بیماران دیابتی نوع دو و آزمایش کردن شبکه مصنوعی و لجستیک چند متغیره داشته و تحلیل‌های خود را در نمودار سطح زیر منحنی مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند دقت شبکه مصنوعی بالاتر است[۱۵].

تموراتس مقایسه مطالعاتی به روی مدل‌های تشخیص دیابت داشتند و با طراحی مدلی از شبکه عصبی نشان دادند در بین شبکه عصبی و مدل‌هایی همچون رگرسیون مدل شبکه عصبی عملکرد بهتری دارد[۱۱].

در این مطالعه از شبکه عصبی به منظور پیشن بینی ابتلا به دیابت در میان افراد مستعد دیابت استفاده شده است. از الگوریتم ممتیک به منظور بروزرسانی اوزان الگوریتم شبکه عصبی استفاده می گردد.

روش کار

پژوهش حاضر از نوع کاربردی و جامعه ی هدف آن متشکل از ۵۴۵ فرد بیمار و سالم است که از مرکز دیابت دانشگاه علوم پزشکی همدان جمع آوری گردید. در این مطالعه از الگوریتم ممتیک که تلفیقی است از الگوریتم ژنتیک و الگوریتم جستجوی محلی می‌باشد، [۱۶] به منظور بروزرسانی وزن های شبکه عصبی و توسعه دقت شبکه عصبی استفاده شده است. بعد از طراحی مدل پیش بینی، نتایج حاصل از الگوریتم شبکه عصبی با رگرسیون چند متغیره و با استفاده از ماتریس آشفتگی و نمودار سطح زیر منحنی در نرم افزارهای $SPSS_{16}$ و MATLAB 2012 محاسبه و مقایسه گردید. مدل پیش بینی میزان ریسک فرد، جهت ابتلا به بیماری دیابت در طی پنج مرحله طراحی شدکه در شکل یک مشاهده می‌شود.



شکل ۱:گام های توسعه و مقایسه مدل ها

همان طور که شکل یک نشان می‌دهد در ابتدا داده‌های مورد نیاز جمع‌آوری گردید. سپس با استفاده از روش‌های پیش پردازش داده مقدار کمینه و بیشینه ویژگی‌های ورودی شبکه عصبی به بازه ۱± تبدیل شد. در مرحله بعد پارامترهای مورد نیاز شبکه عصبی مانند نرخ ممنتم، توابع انتقال، تابع خطا از طریق روش آزمون و خطا و تجربه مقالات دیگر به دست آید. سپس به منظور بهتر شدن وزن-های شبکه عصبی از الگوریتم ممتیک استفاده شد. از آنجا که الگوریتم ممتیک تلفیقی از الگوریتم ژنتیک، الگوریتم جستجوی محلی و شبکه عصبی (جهت ارزیابی دقت نتیجه اوزان) می‌باشد، در این راستا در ابتدا پارامتر های بهینه مورد نیاز برای شبکه عصبی مانند نرخ ممتم، توابع انتقال، تابع خطا از طریق روش آزمون و خطا و مطالعه به دست آمد. در مرحله بعد، پارامترهای بهینه الگوریتم ژنتیک محاسبه شده و جهت بالا بردن دقت در پیش بینی در الگوریتم ممتیک به کار برده شد. در نهایت نیز نتایج مدل پیش بینی با الگوریتم ژنتیک و رگرسیون چند متغیره با ماتریس آشفتگی و نمودار مساحت زیر منحنی محاسبه گردید. پس مقادیر ویژگی ها از مقادیر ۱± به مقدار اصلی برگردانده شد. در ادامه به توضیحات هریک از این مراحل پرداخته می شود. جهت پیش بینی بیماری دیابت از متغیرهای فردی و جمعیت شناسی استفاده شد. بر اساس مقایسه مقادیر این متغیرها در بین افراد بیمار و سالم، پیش بینی ابتلا به بیماری صورت گرفت. این متغیرها عبارتند از سن، میزان قند خون ناشتا، میزان فشار خون، شاخص توده بندی و میزان تغییرات وزنی فرد. سپس مقادیر این متغیرهابا ۵۴۵ فرد بیمار و سالم از مرکز دیابت دانشگاه علوم پزشکی همدان جمع آوری گردید. از میان این افراد، تعداد ۳۴۵ نفر افراد دیابتی و ۱۷۰ نفر نیز افراد سالم هستند.

جزئیات ویژگی های بالینی هر دو گروه بیماران و افراد سالم در جدول یک ارائه گردیده است.

جدول ۱ : ویژگی افراد مبتلا به دیابت و سالم

	گروه مبتلا به دیابت				گروه سالم			
	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار
سن	۳۶	۱۳	۷۰	۳۲/۶۷	۵۵	۱۶	۷۰	۲۹/۳
قند ناشتا	۱۵۶	۱۲۰	۳۰۰	۹۰/۲۴	۹۵	۶۷	۱۱۰	۲۳/۴
فشار دیاستولیک	۷۵	۴۰	۹۷	۳۰/۲	۷۷	۴۰	۸۵	۲۶/۸
شاخص توده بدنی	۲۶/۸	۱۹	۵۵/۵	۹/۳	۲۲/۹	۱۶/۳	۴۰	۲۳/۷۵
تغییر وزن	۲ /۰	-۹	۳ /۱	۴/۸	۳ .۰	-۱	۹	۶/۹

جهت توسعه مدل، در گام نخست مقادیر هر یک از این متغیرها در جدول دو جهت طبقه بندی و دقت در تشخیص، نرمال سازی شد. جهت نرمال سازی – به عنوان یکی از گام‌های پیش پردازش داده – از روش کمینه-بیشینه استفاده شد. این روش در فرمول شماره یک ارائه شده است.

$$X_{new} = \left(2 * \frac{(X_{max} - X_{min})}{(X_{min} - X_{max})}\right) - 1 \qquad (1)$$

(X_{max}), (X_{min}) به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار در هر متغییر هستند. در این روش مقادیر اندازه گیری شده به محدوده ی جدیدی تبدیل شدند. این محدوده در این مقاله در محدوده ۱± تعریف شد. بعد از نرمال سازی داده ها، مقادیر هر یک از ویژگی‌ها وارد شبکه عصبی شدند. الگوریتم‌های شبکه عصبی داده‌های خروجی از مرحله نرمال سازی را از طریق نرون‌های لایه اول دریافت کردو مورد آموزش قرار داد. و بعد از آموزش، داده ها در دو کلاس یک به عنوان بیماران دیابتی و منفی یک به عنوان افراد سالم تقسیم شدند. در این مطالعه به منظور آزمایش، و به دست آوردن دقت مناسب، مدل‌های مختلفی از توابع انتقال و خطا مورد آزمایش قرار گرفتند که بهترین نتایج برای تابع انتقال لایه اول، تابع انتقال لایه دوم، تابع خطا، تعداد نرون ورودی، تعداد نرون میانی، به ترتیب سیگموید (Sigmoid)، تانژانت(Tangent)، میانگین توان دوم خطا، پنج، هفت است.

نتایج حاصل از شبکه عصبی با نرون های مختلف در جدول دو ثبت گردید. همانطور در جدول دو ارائه شده است شبکه عصبی با هفت نرون و نرخ یادگیری ۰/۵۷ و نرخ ممنتم ۰/۷۶ دارای بهترین دقت در تست آمد.

جدول ۲: تعیین و مقایسه پارامترهای شبکه عصبی

تعداد نرون لایه مخفی	نرخ یادگیری	نرخ ممنتم	دقت آموزش	دقت تست
۳	۰/۶۳	۰/۷۳	۹۳	۷۹
۷	.۰۵۷	۰/۷۶	۸۹	۸۸
۱۶	۰/۶۰	۰/۷۷	۸۹	۸۷
۳۶	۰/۶۲	۰/۷۲	۹۱	۸۷

یکی از نکاتی که باید در شبکه عصبی در نظر گرفت وزن ها و پارامتر های قابل تنظیم شبکه عصبی است و در صورت انتخاب درست وزن ها می‌توان دقت شبکه عصبی را به میزان قابل توجهی بالا برد[۱۷]. در مطالعه حاضر بعد از آموزش شبکه عصبی برای به دست آوردن دقت بالاتر نتیجه، جهت بروز رسانی اوزان از الگوریتم

ممتیک استفاده شده است. سپس الگوریتم مذکور با مدل‌های توسعه یافته مقایسه شد.

الگوریتم ممتیک ترکیبی از الگوریتم ژنتیک و جستجوی محلی می‌باشد. الگوریتم ژنتیک کلاسیک برای پیدا کردن سطح پاسخ، سریع عمل می‌کند اما بهینه سراسری را به کندی پیدا می‌کند. بدین منظور با اضافه کردن الگوریتم‌های جستجوی محلی می‌توان الگوریتم ژنتیک را بهبود داد[۱۸]. همچنین الگوریتم ممتیک به عنوان یک پل بین یک جستجوی سراسری و جستجوی محلی می‌باشد. این الگوریتم در مقایسه با همتایان معمولی خود دارای سرعت بالا فرآیند جستجو بوده است و دارای راه حل هایی با دقت بالاتر در حل مشکلات پیچیده می‌باشد. از آنجا که الگوریتم ممتیک نیز شامل پارامتر هایی است که در نتیجه آزمایش موثر است بر همین اساس بعضی از پارامتر های این الگوریتم مانند اندازه جمعیت، نرخ ترکیب، و نرخ جهش مطابق زیر مورد تست قرار می‌گیرد:

۱. نرخ ترکیب (Cross rate): معمولا بین ۸۰ درصد- ۹۵ درصد پیشنهاد شده، اما در برخی موارد نرخ ۶۰درصد نیز نرخ مناسب ذکر گردیده است[۱۹].
۲. نرخ جهش (Mutation rate): معمولا پایین و از ۰/۲تا ۵ /۰درصد ذکر گردیده است.
۳. جمعیت اولیه(Initial population): بین ۲۰-۳۰ توصیه می‌گردد اما در برخی مطالعات نیز اندازه جمعیت مطابق با اندازه کروموزم توصیه می‌شود[۲۰,۲۱].

با توجه به اینکه بررسی ترکیب کلیه حالات فوق با هم مشکل است، با استفاده از روش آزمایش تاگوچی[۲۲,۲۳] چند حالت از میان کل مجموعه حالات مطابق جدول سه بررسی و بهترین پارامترها انتخاب شد.

جدول ۳: پارامترهای پیشنهادی تاگوچی

نرخ جهش	نرخ ترکیب	جمعیت اولیه
۰/۰۵	۰/۶۰	۲۰
۰/۱۰	۰/۸۰	۲۰
۰/۲۰	۰/۹۰	۲۰
۰/۱۰	۰/۶۰	۳۰
۰/۲۰	۰/۸۰	۳۰
۰/۰۵	۰/۹۰	۳۰
۰/۲۰	۰/۶۰	۵۰
۰/۰۵	۰/۸۰	۵۰
۰/۱۰	۰/۹۰	۵۰
۰/۱۰	۰/۹۰	۳۰

نتایج پیشنهادی روش آزمایشات تاگوچی در جدول سه ارائه شده است. بهترین نرخ‌ها بعد از آزمایش مربوط به نرخ‌های جهش ۰/۰۵ وترکیب ۰/۹ بود که منجر به دقت آموزش ۹۰ و دقت تست ۸۸ گردید (جدول سه). بعد از به دست آوردن بهترین پارامترها از الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی، این پارامترها به عنوان بهترین پارامترهای الگوریتم ممتیک تعیین شد و نتایج حاصل به ترتیب با دقت آموزش ۹۲/۸۴ و دقت تست ۹۳/۲۳به دست آمد.

یکی از مدل‌هایی که جهت مقایسه در این مطالعه استفاده گردید، رگرسیون لجستیک می‌باشد. رگرسیون لجستیک از ابزارهای آماری به شمار می‌آید که به منظور مدل سازی و تحلیل داده ها از آن استفاده می‌گردد. شکل کلی این مدل به صورت زیر است:

$$\mathrm{Log}\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right)=\alpha+\sum\beta x$$

که در آن χ بیانگر متغیرهای پیشگو است β ضریب برآوردشده مدل برای متغیر مستقل مربوطه و π احتمال ابتلا یا

عدم ابتلا به بیماری است[۲۴]. در این مطالعه نتایج بدست آمده با مدل رگرسیون مقایسه و تحلیل گردید.

برای تحلیل میزان دقت مدل ها برای تشخیص افراد بیمار از غیر بیمار از ماتریس آشفتگی و سطح زیر منحنیاستفاده شد [۲۵] در نمودار سطح زیر منحنی و ماتریس درهم ریختگی، دو پارامتر حساسیت (Sensitivity) و ویژگی(Specificity) به کار می‌رود. با توجه به اینکه حساسیت و ویژگی به تنهایی در پیش بینی افراد بیمار از سالم موثر نمی‌باشند از معیار های ارزش اخباری مثبت، ارزش اخباری منفی و میزان درست نمایی مثبت و میزان درست نمایی منفی استفاده می‌شود. در فرمول درست نمایی مثبت از نسبت مثبت‌های واقعی در بیماران بر نسبت مثبت‌های کاذب در افراد غیربیمار به دست می‌آید. بنا براین هرچه این مقدار از یک بیشتر باشد نشان از بهتر بودن مدل در افراد بیمار دارد. فرمول میزان درست نمایی منفی از نسبت منفی‌های کاذب در بیماران بر نسبت منفی‌های واقعی در افراد غیربیمار به دست می‌آید بنابراین، هرچه این مقدار به صفر نزدیک باشد بهتر است[۲۶,۲۷].

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 از نموداری با دوبعد استفاده می کند که محورx نمودار نشان دهنده میزان ویژگی و محور عمودی نشاندهنده میزان حساسیت مدل در تشخیص افراد بیمار از سالم است. [۲۶].

یافته ها

همانطور که در روش کارتوضیح داده شد، به منظور ساخت مدل در ابتدا پارامترهای مناسب شبکه عصبی انتخاب گردید. سپس به منظور انتخاب پارامترهای مورد نیاز الگوریتم ممتیک محاسبه گردید و مدل مورد آزمایش قرارگرفت و نتایج هر بررسی ثبت شد. در این مرحله مدل پیشنهادی (ممتیک) با مدل های ژنتیک، رگرسیون چند متغیره با استفاده از داده های آزمایش مقایسه گردید، که برای بررسی تاثیر انتخاب تصادفی بودن داده های آموزشی ۲۵ درصد از داده ی ما را تشکیل می‌دهد و این مقدار به صورت تجربی و از مقالات مورد مطالعه انتخاب گردیده است. بدین منظور، ابتدا مدل‌ها توسط ماتریس آشفتگی مورد مقایسه قرار گرفت. سپس مدل‌ها توسط نمودار سطح زیر منحنی مورد بررسی شد. در ماتریس آشفتگی مدلی مناسب است که دارای حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری منفی، ارزش اخباری مثبت بالاتر و درست نمایی منفی پایین داشته باشد.

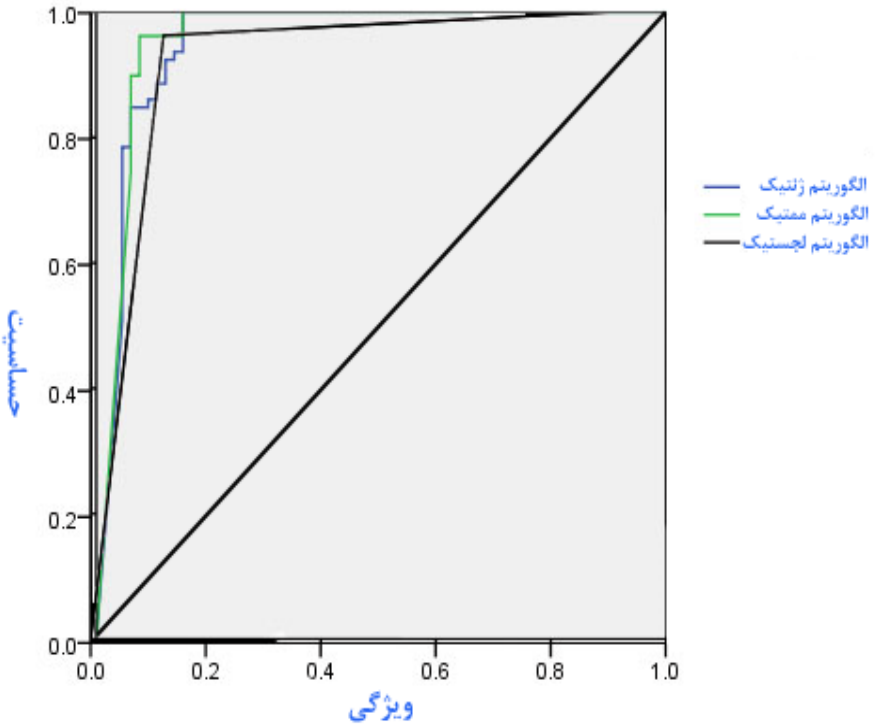
نتایج حاصل از ماتریس آشفتگی در جدول چهار ارائه شده است. این ماتریس مدل‌های الگوریتم‌های ژنتیک، ممتیک و رگرسیون لجستیک را با یکدیگر مقایسه می کند.

جدول۴ :مقایسه مدل ها با ماتریس آشفتگی بر حسب درصد

	رگرسیون لجستیک	ممتیک	ژنتیک
حساسیت	۹۵/۶۰	۹۶/۲۰	۹۸/۰۰
ویژگی	۸۴/۵۰	۹۲/۴۰	۸۴/۸۰
ارزش اخباری مثبت	۹۴/۷۰	۹۳/۸۰	۸۸/۶۰
ارزش اخباری منفی	۸۷/۰	۹۵/۳۰	۹۸/۲۰
درست نمایی مثبت	۶/۲۰	۱۲/۷۰	۶/۵۰
درست نمایی منفی	۰/۰۵	۰/۰۴۱	۰/۰۱۴

همانطور که جدول چهار نشان می‌دهد در بین مدل‌های مقایسه شده مدل های حاصل از الگوریتم ممتیک و الگوریتم ژنتیک دارای حساسیت بالایی می‌باشند. اما میزان ویژگی مدل حاصل از الگوریتم ژنتیک در مقایسه با سایر مدل ها پایین است. همچنین در بین مدل‌ها، مدل پیشنهادی (الگوریتم ممتیک) مدلی است که دارای, میزان درست نمایی مثبت، ارزش

اخباری مثبت، ارزش اخباری منفی بالا و میزان درست نمایی منفی پایین و نزدیک به صفر بهتری است پس می‌توان این مدل را به عنوان مدلی مناسب انتخاب کرد. نتایج حاصل از نمودار سطح زیر منحنی در شکل شش نشان داده شده است. محور افقی (x) میزان ویژگی و محور عمودی (y) میزان حساسیت در هر مدل را نشان می‌دهد. هر منحنی نشان دهنده عملکرد یک مدل است. در نمودار شکل شش هر چه نقاط به سمت بالا و چپ (۱و۰) نزدیک تر باشد مناسب تر است و مدل پیش بینی به حالت ایده آل خود نزدیک تر است. این نقطه انطباق کامل مدل پیش بینی شده را با مدل واقعی دارد. نقطه ی مقابل آن با مختصات (۰و۱) نشان دهنده عکس مدل واقعی است. در نقطه (۰و۱) نتیجه ی سوالاتی که منجر به این حالت شده را می‌توان عکس کرد.



شکل ۲:نمودار سطح زیر منحنی الگوریتم ژنتیک، ممتیک، رگرسیون لجستیک

در سطح معنی داری α =۰/۰۵ برای سه مدل مذکور ، مساحت زیر منحنی‌های بیانگر عملکرد خوب مدل‌ها در تمایز بین دو گروه نرمال و بیمار است. همانطور که شکل دو نشان می‌دهد مناطق زیر منحنی برای مدل ممتیک ۰/۹۵۸ است که بیانگر دقت بهتر مدل در تمایز بین دو گروه بیمار وغیر بیمار است. سپس بعد از مدل ممتیک، مدل الگوریتم ژنتیک با مقدار به دست آمده ۰/۹۵۲ دارای مساحت زیر منحنی بیشتری نسبت به الگوریتم ممتیک است و مدل رگرسیون لجستیک با سطح زیر منحنی ۰/۹۳۹ از کمترین دقت برخوردار است.

بحث و نتیجه گیری

این مطالعه مدل‌هایی را با استفاده از الگوریتم‌های شبکه عصبی و ممتیک جهت پیش بینی بیماری دیابت بر اساس مقادیر متغیرهای فردی و بالینی (میزان قند خون ناشتا، فشار خون، شاخص توده بدنی و میزان تغییرات وزن بدن) ارائه می-کند. در طی این مطالعه سعی شد تا با بهبود وزن های شبکه

عصبی مدلی مناسب جهت پیش بینی بیماری دیابت ارائه گردد. در این راستا با استفاده از الگوریتم ممتیک به بروز-رسانی وزن‌های شبکه عصبی پرداخته شد، که بعد از به دست آوردن وزن‌ها و اعمال آن به شبکه عصبی مدلی ارائه شد که دارای دقت ۹۳درصد و با نرخ هایی به ترتیب با حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت، ارزش اخباری منفی، سطح زیر منحنی، ۹۶/۲، ۹۲/۴، ۹۳/۸، ۹۵/۳، ۰/۹۵۸ به دست آمد.

در این مطالعه همچنین مدل ممتیک با الگوریتم ژنتیک و مدل رگرسیون مقایسه گردید. الگوریتم ممتیک در مقایسه با الگوریتم ژنتیک و مدل رگرسیون دارای دقت بالاتری است. نتایج این پژوهش یافته ای مطالعات قبلی مانند وا نگ و همکاران را تایید می کند. آنها دو مدل شبکه مصنوعی و رگرسیون لجستیک چند متغیره را با هم مقایسه کرده اند. نتایج آن‌ها نشان داد که مدل شبکه عصبی از لجستیک دارای دقت بالاتری می‌باشد[۱۵].

چونجیان و همکاران، مطالعه ای برای شناسایی بیماران DM۲T و آزمایش کردن شبکه عصبی مصنوعی و لجستیک چند متغیره داشتند و تحلیل‌های خود را در نمودار سطح زیر منحنی مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند دقت شبکه عصبی مصنوعی از لجستیک چند متغیره بالاتر است[۱۵]

نتایج مطالعه حاضر نیز با نمودار سطح زیر منحنی انجام شد و نشان از دقت بالای شبکه عصبی مصنوعیدارد که با نتیجه تحقیق مذکور همخوانی دارد. در این مطالعه نیز مدل پیشنهادی با رگرسیون چند متغیره مقایسه شد که نشان داد مدل ممتیک از رگرسیون دقت بالاتری دارد.

لنگری زاده و همکاران با استفاده از شبکه عصبی به پیش بینی تولد نوزاد نارس در مادران باردار شده پرداخته اند که نتایج به دست آمده از این پژوهش، نشان داد استفاده از شبکه پرسپترون چندلایه برای پیش بینی نتیجه زایمان از نظر تولد نوزاد ترم یا نوزاد نارس در مادران باردار شده از طریق فناوری های کمک باروری می تواند در پیشگیری از عوارض تولد نوزاد نارس کمک کننده باشد[۲۸].

مطالعه حاضر نیز نشان داد که استفاده از شبکه عصبی در پیش بینی دیابت کمک کننده است. این مطالعه مدل نوآورانه ای جهت پیش بینی ابتلا به بیماری دیابت ارائه می‌دهد. به طور سنتی از میزان قند خون ناشتا جهت تشخیص ابتلای فرد به دیابت استفاده می‌شود. مدل‌های ارائه شده در این پژوهش علاوه بر قند خون ناشتا، از فاکتورهای سبک زندگی مانند شاخص توده بدنی، میزان تغییرات وزن فرد و همچنین فشار خون فرد جهت تشخیص ابتلا استفاده می‌نماید. بنابر این نتایج می توان با دقت بالا با استفاده از مقادیر متغیرهای فوق به تشخیص بیماری پرداخت. در نظر گرفتن این فاکتورها در پیش بینی بیماری از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است، با توجه به اینکه تغییرات در سبک زندگی بیمار فاکتور تعیین کننده تغییرات کلینکی مانند سطح قند خون است که در مراحل بروز بیماری قابل شناسایی است. بنابراین، این مطالعه با به کارگیری فاکتور های سبک زندگی می تواند بینش بسیار ارزشمندی نسبت به پیش بینی ابتلای بیمار فراهم نماید.

انتظار می رود مدل ارائه شده در این مطالعه در مراحل بعدی جهت استفاده در برنامه های پزشک خانواده و سایر برنامه های مدیریت سلامتی مانند برنامه های غربالگری جهت تعیین میزان خطر ابتلا و پیشرفت بیماری مورد استفاده قرار گیرد. به ویژه در کشورمان که نظام ارائه خدمت به طور فزاینده‌ای بر پیشگیری از بیماری و تشخیص بیماری در مراحل ابتدایی تاکید می‌نماید. همچنین یافته‌های این مطالعه می‌تواند در راستای تهیه نرم افزارهای مدیریت خطر و همچنین توسط ارائه کنندگان بیمه های درمانی جهت تعیین میزان مشارکت افراد در تامین هزینه‌های سلامتی در آینده مورد استفاده قرار گیرد. این مطالعه دارای محدودیت هایی نیز هست. مدل الگوریتم ممتیک و الگوریتم‌های فرا ابتکاری در مقایسه با مدل های رگرسیون نیازمند زمان طولانی تری برای آموزش هستند. همچنین جهت آموزش بهتر مدل به پردازشگر های قدرتمندی نیاز است تا اینکه ساعت‌ها اجرا شده و بتوانند مدل هایی با دقت بالاتر ارائه دهند. همچنین کمبود داده به منظور آموزش بیشتر مدل، داده های گمشده در نمونه ها و احتمال خطا در ثبت داده به دلیل بکارگیری روش‌های سنتی (کاغذی) از دیگر محدودیت‌های این مطالعه است[۲۹].

مطمئناً مدل‌های ارائه شده در این مطالعه را می‌توان بهبود بخشید. هر چند مدل الگوریتم ممتیک به دست آمده دارای دقت بالایی است اما با جمع آوری داده های جدید می‌توان مدل را مجدد آموزش و دقت آن را افزایش داد. همچنین جهت بهبود پایایی، روش مطالعه، مدل‌های ارائه شده می‌تواند توسط سایر محققان استفاده شود که از طرفی منجر به بهبود قابلیت مدل ها شود و از طرفی دیگر نیاز به تدوین مدل های مشابه را در مطالعات جدید برطرف می‌نماید که در نهایت به صرفه جویی در هزینه و زمان منجر می‌شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه تحت عنوان «طراحی سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری جهت تشخیص و پیش بینی دیابت» در مقطع کارشناسی ارشد در سال ۱۳۹۳کد ۲۱۷۹۶۹۴ می‌باشد که با حمایت دانشگاه قم اجرا شده است.

References

1. Pei E, Li J, Lu C. Effects of lipids and lipoproteins on diabetic foot in people with type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis. Journal of Diabetes and its Complications 2014; 28 (4): 559–64.

2. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). National diabetes fact sheet: national estimates and general information on diabetes and prediabetes in the United States. US Department of Health and Human Services,Centers for Disease Control and Prevention [serial online] 2011 Dec [cited 2014 December 5]. 201 (12): [12screens]. Available from: URL: http://scholar. google. com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:National+diabetes+fact+sheet,+2011. +2011#2.

3. Lotfi H, Saadati H.]Prevalence of Diabetes in People aged ≥30 years: The Results of Screening Program of Yazd Province, Iran, in 2012]. Journal of research in health sciences 2014; 14 (1): 87–91. [Persian]

4. Zaugg S, Dogbey G. Diabetes Numeracy and Blood Glucose Control: Association With Type of Diabetes and Source of Care. Clinical Diabetes 2014; 32 (4): 152–157.

5. Nielsen D, Krych L . Buschard, Beyond genetics. Influence of dietary factors and gut microbiota on type 1 diabetes. Federation of European Biochemical Societies 2014; 588 (22): 4234–4243.

6. Zealand N, Amos A.The rising global burden of diabetes and its complications: estimates and

projections to the year 2010. Diabetic medicine 1997; 14 (s5) S7–S85.

7. Manzella D, Grella R. Abbatecola, G. Paolisso, Repaglinide Administration Improves Brachial Reactivity in Type 2 Diabetic Patients. Diabetes Care 2005; 28 (2): 366–371.

8. Zhuo X, Zhang P. The lifetime cost of diabetes and its implications for diabetes prevention. Diabetes Care 2014; 37 (9): 2557–64.

9. Chavey A, Kioon M. Maternal diabetes, programming of beta-cell disorders and intergenerational risk of type 2 diabetes. Diabetes & Metabolism 2014; 40 (5): 323–330.

10. Channouf N, L'Ecuyer P. The application of forecasting techniques to modeling emergency medical system calls in Calgary, Alberta. Health Care Management Science 2007; 10 (1): 25–45.

11. Temurtas H, Yumusak N. A comparative study on diabetes disease diagnosis using neural networks. Expert Systems with Applications 2009; 36 (4): 8610–8615.

12. Parsaeian M, Mohammad K. Original Article Comparison of Logistic Regression and Artificial Neural Network in Low Back Pain Prediction : Second National Health Survey. Iranian Journal of Public Health 2012; 41 (6): 86–92.

13. Vukicevic A, Jovicic G. Evolutionary assembled neural networks for making medical decisions with minimal regret: Application for predicting advanced bladder cancer outcome. Expert Systems with Applications 2014; 41 (18): 8092–8100.

14. Patel V, Shortliffe E. The coming of age of artificial intelligence in medicine. Artificial Intelligence in Medicine 2009; 46 (1): 5–17.

15. Wang C, Li L. Evaluating the risk of type 2 diabetes mellitus using artificial neural network: An effective classification approach. Diabetes Research and Clinical Practice 2013; 100 (1): 111–118

16. Palar P, Tsuchiya T. A comparative study of local search within a surrogate-assisted multi-objective memetic algorithm framework for expensive problems. Applied Soft Computing Journal 2016; 43 (2): 1–19.

17. Nguyen D, Widrow B. Improving the learning speed of 2-layer neural networks by choosing initial values of the adaptive weights. Neural Networks Journal 1990; 13 (7): C21.

18. Knowles D, Corne D. A memetic algorithm for multiobjective optimization, In: William E. Hart N Krasnogor editors. Proceedings of the 2000 Congress on Evolutionary Computation; 2000 July 16-19; California, USA. New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers;2000. 325-332

19. KHODAVAISI H. [Comparing the Exchange Rates Predicted by STAR Non-linear Models and Alternative Models]. Economic Modelling 2013; 7 (3): 85–105. [Persian]

20. Leardi R, Boggia R. Genetic algorithms as a strategy for feature selection. Journal of Chemometrics 1992; 6 (5): 267–281.

21. Leardi R. Application of a Genetic Algorithm To Feature Selection Under Full Validation

Conditions and To Outlier Detection. Journal of Chemometrics 1994; 8 (7): 65–79.

22. Tchognia N, Hartiti B. Application of Taguchi approach to optimize the sole gel process of the quaternary Cu 2 ZnSnS 4 with good optical properties Herv e. Optical Materials 2016; 57 (7): 85–92.

23. Yang Y. Design optimization of cutting parameters for tuning operation based on taguchi mehod . Journal of Material Processing Technology 1997; 84(1): 123–129.

24. Upadhyaya S, Farahmand K. Comparison of NN and LR classifiers in the context of screening native American elders with diabetes. Expert Systems with Applications 2013; 40 (15): 5830–5838.

25. Sokolova M, Japkowicz N. Beyond accuracy, F-score and ROC: a family of discriminant measures for performance evaluation. Advances in Artificial Intelligence 2006; 4307(3): 1015—1021.

26. Fawcett T. An introduction to ROC analysis. Pattern recognition letters 2006; 27(8): 861–874.

27. Kim J, Lee J. Data-Mining-Based Coronary Heart Disease Risk Prediction Model Using Fuzzy Logic and Decision Tree. Healthcare Informatics Research 2015; 21 (3): 167–174.

28. Langarizadeh M, Ghazi Saeedi M. [Predicting Premature Birth in Pregnant Women via Assisted Reproductive Technologies using Neural Network]. Journal of Health Administration 2016; 18 (62): 42–51. [Persian]

29. Rezaeenour J, Yari-Eili M, Roozbahani Z, Ebrahimi M. Prediction of Protein Thermostability by an Efficient Neural Network Approach. Journal of Health Management and Informatics 2016; 3(4):102-110.

Proposing a Model for Predicting Diabetes Patients by Neural Network

Jahani M[1]/ Rezaeenour J[2]/ Mahdavi M[3]/ Hadavandi E[4]

Abstract

Introduction: Meta-heuristic and combined algorithms have a great capability in modelling medical decision making. This study used neural networks in order to predict Type 2 Diabetes (T2D) among high risk individuals.

Methods: This study was an applied research. Data from 545 individuals (diabetic and non-diabetic), in Diabetes Clinic of Hamedan University of Medical Sciences, were used to develop predictive diabetes models. Memetic algorithms which are a combination of genetic algorithm (GA), local search algorithm, and neural networks were applied to update weights and improve predictive accuracy of neural network models. In the first step, optimum parameters for neural networks such as momentum rate, transfer functions, and error functions were examined through trial and error and other studies.

Results: The preliminary analysis showed that the accuracy of neural networks was 88 percent. The use of memetic algorithm improved its accuracy to 93.2 percent. Among models, regression model had the least accuracy. For the memetic algorithm model the amount of sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value, and area under the curve were 96.2, 95.3, 93.8, 92.4, and 0.958, respectively. These parameters for GA were 98.0, 84.8, 88.6, 98.2, and 0.952 and for the logistic regression model were 95.6, 84.5, 94.7, 87.0, and 0.916, respectively.

Conclusions: Models developed by neural networks have a higher predictive accuracy than the regression model. The results of this study can contribute to risk management and planning of health services by providing healthcare decision makers with more accurate predictive models based on clinical and life style characteristics of individuals.

Key words: Diabetes, Decision Support Techniques, Neural network, Genetic Algorithms, Memetic algorithm

● **Received:** 18/Jun/2016 ● **Modified:** 3/Sep/2016 ● **Accepted:** 19/Nov/2017

1. MSc of Information Technology Engineering, Faculty of Technology and Engineering, University of Qom, Qom, Iran
2. Associate Professor of Department of Industrial Engineering, Faculty of Technology and Engineering, University of Qom, Qom, Iran; Corresponding Author (j. rezaee@qom. ac. ir)
3. PhD of Health Services Management and Organizations, Institute of Health Policy and Management, Erasmus University Rotterdam, Rotterdam, Netherlands
4. Assistant professor of Department of Industrial Engineering, Faculty of Computer and Industrial engineering, Birjand University, Birjand, Iran