# تشخیص دیابت شیرین با سیستم عصبی

مهران کریمیان ریزی[۱]، مریم فریور[۲]

[۱] دانشجو کارشناسی ارشد، مهندسی پزشکی، دانشگاه تبریز،ایران،
mehrankarimian97@ms.tabriz.ac.ir

[۲] مربی سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور، شاهین شهر، ایران، farivar.maryam@yahoo.com

چکیده: دیابت یک بیماری است که گلوکز خون، یا سطح قند خون در بدن، بسیار بالا هستند. آسیب های ناشی از دیابت می توانند بسیار مختلف بوده و حتی در زنان آبستن، به دلیل زمینه برای انتقال بیماری ارثی به نسل بعدی، بیشتر قابل توجه هستند. سیستم های متخصص اکنون برای تشخیص پزشکی امراض در بیماران، به منظور تشخیص بیماری و کمک به ارائه راه حل برای آن، استفاده می شوند. این تحقیق، یک مدل شبکه عصبی برای تشخیص دیابت شیرین در زنان حامله، ایجاد و به کار گرفت. مدل یک شبکه عصبی پیشخور (feed forward network) چهار لایه، که با استفاده از الگوریتم بازگشت به عقب (back-propagation)، آموزش دیده است. لایه ورودی، ۸ نورون دارد، دو لایه ی مخفی، هرکدام ۱۰ نورون داشته، و لایه خروجی یک نورون دارد، که هر کدام نتایج تشخیص (diagnosis result) هستند. مدل توسعه یافته نیز در یک برنامه مبتنی بر وب، برای تسهیل استفاده از آن، گنجانده شده است. اعتبارسنجی توسط رگرسیون، نشان می دهد که شبکه ی آموزش دیده، بیش از ۹۲٪، دقیق است.

کلید واژه: *سیستم متخصص. تشخیص دیابت. شبکه عصبی. الگوریتم بازگشت به عقب*

## ۱- مقدمه

دیابت یک بیماری است که به عنوان یک نتیجه از سطح گلوکز خون، که در اثر غیاب و یا ناکافی بودن مقدار از سولین در بدن، بسیار بالا باشد، بوقوع می پیوندد. این یک نقص در توانایی بدن برای تبدیل گلوکز (قند) به انرژی است. گلوکز منبع سوخت اصلی، برای بدن ما است. دیابت وقتی توسعه می یابد که پانکراس در تولید مقادیر کافی از انسولین (نوع ۱ دیابت) ناتوان با شد، یا از سولین تولید شده معیوب بوده و نتواند گلوکز را به سلول ها جابجا کند (نوع ۲ دیابت) [۱]. در هر صورت انسولین در مقادیر کافی تولید نمی شود یا تولید انسولین معیوب است و نمی تواند گلوکز را به سلول منتقل کند.

آسیبی که توسط دیابت ایجاد می شود می تواند بسیار سخت باشد. این بیماری، همچنین می تواند موجب آسیب به چشم ها، (کوری)، کلیه (نارسایی کلیه)، قلب (حمله های قلبی)، منجر به سکته مغزی و حتی قطع عضو شود [۲]. بنیاد بین المللی دیابت (International Diabetes Foundation) IDF، اثبات کرده است که ۴۱۵ میلیون نفر از مردم، در جهان دیابت داشته و بیش از ۱۴ میلیون نفر در آفریقا، مبتلا به این بیماری هستند. از این ۱۴ میلیون نفر آفریقایی، یک مقدار فوق العاده زیاد ۱,۵۶ میلیون مورد تنها از نیجریه هستند، جایی که ۱,۹٪ از جمعیت بالغ تشخیص داده شد، که این بیماری را دارند.

هرچند، تشخیص زودهنگام می تواند برای به کنترل درآوردن آن، کمک کند. اهمیت تشخیص زودهنگام، نمی تواند در درمان دیابت، بیش از اندازه مورد تأکید قرار گیرد. این یک مرحله از فرایند بازسازی(ریکاوری) برای بیمار است [۱]. یک تشخیص زودهنگام از دیابت شیرین، به اطمینان از اینکه نشانه های بیماری میزان موارد شاق را تشدید نکند، کمک خواهد کرد.

بخش مراقبت بهداشتی، شاهد ظهور برخی نوآوری های(راه اندازی های) پیشگامانه و امیدوارکننده در جهان تکنولوژی، بوده است. این نوآوری ها، به طور عمده توسط ظهور نرم افزار و قابلیت تحرک ابزارهای دیجیتال به پیش رانده شده، به بخش پزشکی(سلامتی) اجازه می دهد، بسیاری از عملیات های وابسته به کاغذ و قلم و فرایندهایی که انتقال خدمات را در حال حاضر، کند می کردند، خودکار کند. اخیرا، ما شاهد این هستیم که نرم افزارها هوشمندانه تر و مستقل تر شده اند. این قابلیت های جدید (تحت لوای هوش مصنوعی و یادگیری ماشین مورد مطالعه قرار گرفته) سرعت بخشیدن به نوآوری در مراقبت های بهداشتی را شتاب می دهند. تاکنون، کاربردهای هوش مصنوعی در مراقبت های بهداشتی، این صنعت را قادر ساخته تا برخی از بزرگترین چالش های خود را در این محدودها که شامل دارو سازی، ژنتیک و تشخیص دیابت می شود را برطرف کند. تشخیص دیابت عموما یک فرایند پیچیده می باشد که شامل تنوعی از عوامل می باشد، از بافت پوست یک بیمار تا مقدار شکری که او در یک روز مصرف می کند. تا ۲۰۰۰ سال پیش، پزشکی از روش تشخیص نشانه ها استفاده می کرد، جایی که مرض یک بیمار، با توجه به علائمی که دیده می شود، تشخیص داده می شود (برای مثال، اگر شما تب و آبریزش بینی دارید، احتمالا سرما خورده اید). همانطور که ممکن است، زمان نمایش علائم قابل تشخیص بسیار دیر است، علی الخصوص، برای بیماری های کشنده ای مثل دیابت، سرطان و بیماری آلزایمر. با هوش مصنوعی، امید این وجود دارد که بیماری از پیش به خوبی تشخیص داده شود، که احتمال بقا را افزایش می دهد (برخی موارد بیش از ۹۰٪) [۳].

بنابراین، این تحقیق قصد دارد چنین سیستمی برای تشخیص دیابت شیرین، توسط اهرم قرار دادن(leveraging) در یک شبکه ی عصبی برپایه ی سیستم متخصص، را ایجاد کند. سرفصل های این کار به صورت زیر، مرتب شده اند: بخش ۲ مرور منابع را به بحث می گذارد، بخش ۳ روش شناسی را شرح می دهد در حالیکه بخش ۴ اجراسازی را نمایش می دهد. بخش نهایی کار را به پایان می رساند.

## ۲- پیشینه تحقیق

بزرگترین تهدیدات سلامتی در کشورهای توسعه یافته، حمله های قلبی، سرطان، و دیابت می باشند [۴]. دیابت به ویژه یک بیماری شایع است که در تعداد زیادی از کشورهای جهان سوم، از جمله نیجریه، در حال افزایش است. در موارد حاد، علت اصلی بیماری های سختی مانند کوری، نارسایی کلیه، حملات قلبی و سکته مغزی است. در ۲۰۱۲، نزدیک ۱,۵ میلیون مرگ به علت دیابت شیرین، و ۲,۲ میلیون مرگ دیگر به دلیل گلوکز بالای خون، گزارش شد. WHO پیش بینی می کند که دیابت هفتمین علت مرگ در ۲۰۳۰ خواهد بود. بار دیابت بر زنان حامله، حتی منحصر بفرد خواهد بود زیرا می تواند بر هردوی مادر و کودک به دنیا نیامده اثر گذاشته و عوارض جانبی ای در تولد کودک ایجاد کند. دیابت در حاملگی به دلیل آگاهی و وضعیت مالی ضعیف یا استانداردهای پزشکی ناقص، ممکن است نادیده گرفته شود. این مسئله، متعاقبا خطر اینکه زادگان آنها نیز دیابت بگیرند را افزایش می دهد، مخصوصا اگر دیابت در حاملگی کنترل نشود و یک روند نگران کننده از دیابت را نسل به نسل ادامه می دهد [۵]. همچنین مسئله ی کمبود پرسنل پزشکی و امکانات کافی، مخصوصا برای گردآوری آزمون های ضروری مورد نیاز برای تشخیص دیابت، نیز وجود دارد. همه ی این موارد توجیه می کند که چرا سیستمی که بتواند به تشخیص قبلی دیابت کمک کند، نیاز است. زمینه ی هوش مصنوعی برای غلبه بر این مشکل، ایجاد شده، چنانکه سیستم های متخصص زیادی برای رهایی از موقعیت مشابه، ساخته شده اند.

یک سیستم متخصص می تواند به عنوان یک سیستم نرم افزاری که قادر به حل مشکلات پیچیده ی خاص در سطح تخصص های انسانی، از طریق دستکاری اطلاعات گردآوری شده از متخصصین، و دنبال کردن قوانینی که توسط مهندس اطلاعات تعیین شده است می باشد، توصیف گردد. هدف یک سیستم متخصص حل مشکلات خاصی است که به طریقی دیگر به این متخصصین از طریق اطلاعات بدست آورده از آنها، نیازمند است [۷]. سیستم های متخصص در قلمروهای متفاوتی وجود دارند، از تشخیص پزشکی تا تجزیه و تحلیل سرمایه گذاری و مشاوره برای کنترل تولید. بیشتر سیستم های متخصص به طور معمول، اجزای ضروری زیر را دارند [۷]، که شامل:

۱. پایگاه دانش: که دانش و تخصص های جمع آوری شده از کارشناسان در آن منطقه ذخیره می شود؛ اطلاعاتی که آنها را در آن زمینه متخصص می سازد.

۲. موتور استنتاج: انجام استدلال که از طریق آن سیستم متخصص، به یک راه حل می رسد.

۳. یک رابط کاربری: که رسانه ای است که از طریق آن سیستم متخصص می تواند با کاربر ارتباط برقرار کند. این کار از طریق روش های متعددی مثل جعبه های گفتگو (dialogue boxes)، خط فرمان (command prompts) و غیره.

۴. امکانات توضیح (Explanation Facilities) : این برای دادن یک توضیح از اینکه چگونه و چرا یک تصمیم خاص یا راه حل گرفته شده است، مورد نیاز است.

۵. حافظه ی کاری: حافظه ی کاری برای سیستم متخصص شامل هردوی واقعیت های (فاکت های) ورودی از سوالات پرسیده شده توسط سیستم متخصص از مصرف کننده، و نیز فاکت هایی که توسط سیستم استنباط شده اند، می باشد. اطلاعات دقیق از یک مشکل خاص، به عنوان فاکت های موردنظر، نشان داده می شوند و وارد "حافظه کاری" سیستم متخصص می شود.

درحالیکه سیستم های اطلاعات پزشکی در بیمارستان های مدرن و موسسات پزشکی، بزرگتر می شوند، باعث مشکلات بزرگی در استخراج اطلاعات مفید برای پشتیبانی از تصمیم، می گردند. روش دستی برای تجزیه و تحلیل داده ها ناکارآمد شده است، ساخت روش های جدیدتر و بهتر تحلیل های مبتنی بر کامپیوتر، ضروری است. این مسئله ثابت شده است که مزایای معرفی هوش مصنوعی به تجزیه تحلیل های پزشکی، صحت تشخیص ها را افزایش داده، هزینه ها و منابع انسانی را کاهش می دهد [۷]. شبکه های عصبی مصنوعی Artificial Neural Networks (ANN)، زمینه ی امیدوارکننده ی مورد توجه بعدی است. در گذشته این سیستم توانسته است به صورت موفقیت آمیزی برای زمینه های گوناگونی از پزشکی مثل سیستم های تشخیصی، آنالیزهای بیوشیمیایی، آنالیزهای تصویری و توسعه ی داروها، به کار گرفته شود.

این یکی از تکنیک هایی است که برای اجرای سیستم های متخصص به کار گرفته می شود؛ یک الگوریتم یادگیری نظارتی است که بر مبنای مغز و سیستم عصبی انسان ساخته شده است. این، شامل نورون های مصنوعی و اتصالات داخلی می باشد [۸،۱۴]. هر اتصال داخلی(لینک) وزنی مرتبط با خود دارد که قدرت و نشانه ی برقراری ارتباط را مشخص می کند [۹].

یک شبکه عصبی شامل لایه هایی از نورون های مشابه است. این شامل حداقل یک لایه ورودی، یک لایه خروجی و یک یا بیشتر لایه های پنهان است. طراحی های شبکه ی متعددی وجود دارند، پیش خوراک (Feed-forward) به دلیل قابلیت تطبیق پذیری اش، رایج ترین آنها می باشد. مورد (Feed-forward) تشریح می کند که چگونه این شبکه عصبی پردازش کرده و الگوها را فراخوانی می کند. در یک شبکه ی عصبی پیش خور، هر لایه از شبکه عصبی شامل ارتباطات با لایه بعدی بوده، اتصالات از لایه ورودی به لایه مخفی به جلو گسترش می یابد، اما هیچ اتصالی به سمت عقب حرکت نمی کند.

شبکه عصبی پیش خور، می تواند با تنوعی از تکنیک هایی از دسته بزرگی از الگوریتم های بازگشت به عقب، تعلیم بیند، یک فرم از آموزش تحت نظارت برای الگوریتم های بهینه سازی.

### ۳- کارهای مرتبط

[۱۰] سیستمی می سازد که از تکنیک های معدن کاوی (کاوش) داده ها، نظیر الگوریتم تنظیم مجدد بیزی Bayesian Regularization Algorithm، J48 و عملکرد پایه شعاعی شبکه های عصبی مصنوعی Radial Basis Function Artificial Neural Networks، برای تشخیص دیابت نوع ۲، استفاده می کند. آنها از یک مجموعه داده با ۷۶۸ نمونه داده، استفاده کردند، ۲۳۰ تا از آنها برای مرحله تست، انتخاب شدند. الگوریتم تنظیم مجدد بیزی با ۷۶،۹۵٪ صحت، بر J48 و RBF، با به ترتیب ۷۶،۵۲٪ و ۷۴،۳۴٪ صحت، برتری دارد.

سیستم دیگری که از شبکه های مصنوعی چندلایه ی بازگشت به عقب، برای شناسایی دیابت شیرین نوع ۲، استفاده می کند

توسط [۱۱]، انجام گرفت. بازگشت به عقب، یک الگوریتم یادگیری تحت نظارت است که توسط تصحیح پیغام های خطا (ارور)، کار می کند، به صورتی که خود را برای بهتر شدن، "آموزش می دهد". این الگوریتم، مقدار خروجی بدست آمده را با مقدار مورد انتظار یا واقعی، مدل کرده(شکل می دهد) و تلاش می کند که وزن های مربوط به خطاهای محاسبه شده را بهتر کند، به عنوان مثال مقدار خطا را تا مقداری که ممکن است، کاهش می دهد. تابع زیگموند (Sigmoid function) برای آموزش بازگشت به عقب، استفاده شد و پایگاه داده ی Pima-Indian database، مورد استفاده قرار گرفت. مجموعه داده ها شامل ۷۶۸ نمونه داده بود، ۵۶۸ تا از آنها برای آموزش و ۲۶۸ داده به صورت مجموعه تست (آزمایشی) استفاده شدند. شبکه، ۸ نورون لایه ی ورودی، ۶ نورون لایه ی پنهان و ۲ نورون لایه ی خروجی، ایجاد کرد. بعد از ۲۰۰۰ دور به صحت ۸۲٪ رسید.

[۱۲]، همچنین از شبکه های عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه multilayer perceptron (MLP)، برای شناسایی دیابت نوع ۲، استفاده کرد. در این مقاله، مدل MLP، شامل یک لایه ورودی با ویژگی دیابت های سرخپوستان پیما Pima Indians Diabetes، لایه پنهان با نورون های معلوم، و یک لایه ی خروجی که مسئولیت تشخیص را برعهده دارد، می شد. در حدود ۲۰٪ از داده ها به عنوان مجموعه آموزشی استفاده می شدند، ۶۰٪ به عنوان مجموعه آزمایشی و در نهایت ۲۰٪ به عنوان مجموعه ی کاربردی به کار رفت. زمان و تعداد نورون ها در لایه ی پنهان مدل MLP، دو پارامتر (مقادیر معلوم) مهم هستند. در نهایت، بیشترین صحت تشخیص در (فاز) مرحله ی آموزشی از مدل MLP، با بیشترین زمان و کمترین تعداد از نورون ها در لایه ی مخفی در مقایسه با زمان و تعداد نورون های مشابه، ۹۷,۶۱٪ بود.

مجموعه ی دیگری از نویسندگان از یک مجموعه داده با ۲۵۰ نمونه داده برای تشخیص بیماری دیابت استفاده کردند [۶]. هر کدام از ۲۵۰ نمونه داده شامل ۲۷ ویژگی (features) بود. این ویژگی ها شامل فشار خون، کراتین، pH ادرار، و قند خون، بود. همچنین، میانگین سن بیماران در مجموعه داده، ۲۵ الی ۷۸ سال بود. شبکه های عصبی مصنوعی پیش خور چند لایه، با الگوریتم بازگشت به عقب، برای تشخیص استفاده می شوند. سه تابع آموزشی به نام های BFGS Quasi-Newton، Bayesian Regulation (تنظیم بیزی) و Levenberg-Marquardt در الگوریتم بازگشت به عقب، به کار گرفته می شود. در نهایت، بازگشت به عقب با تابع تنظیم بیزی، به صحت تشخیص ۸۸,۸٪ رسید، که از توابع BFGS Quasi-Newton و Levenberg-Marquardt، نمایش بهتری داشت. علاوه بر این، تکنیک های معدن کاوی داده ها با مجموعه داده های Pima Indians Diabetes برای شناسایی دیابت، استفاده شدند. تکنیک های معدن کاوی داده های (data mining) به کار گرفته شده شامل SVM، KNN، C4.5 و شبکه های عصبی مصنوعی با لایه های ورودی، پنهان و خروجی، می شد. در نهایت، شبکه های عصبی مصنوعی یک صحت تشخیص بیشتر، در مقایسه با تکنیک های معدن کاوی داده دیگر، دارد [۶].

در یکی دیگر از موارد، نویسندگان از شبکه های عصبی رگرسیون عمومی و Pima Indians Diabetes برای تشخیص دیابت نوع ۲، استفاده کردند [۱۳]. یک شبکه عصبی رگرسیون عمومی در این مقاله یک مدل ۴ لایه فرض شده است؛ یک لایه ورودی با ۸ ویژگی از Pima Indians Diabetes، دو لایه که به ترتیب، ۳۲ و ۱۶ نورون داشتند. در نهایت، لایه ی خروجی، یک نورون دارد. این نورون مشخص می کند که (جواب تشخیص) یک شخص مثبت است یا نه. این برای طبقه بندی مجموعه داده های دیابتی سرخ پوست های پیمایی Pima Indians Diabetes dataset در کلاس های سالم و بیمار، استفاده می شود. مجموعه داده های فوق ذکر شده با ۵۷۶ نمونه داده به صورت مجموعه ی آموزشی و ۱۹۲ مجموعه داده به صورت مجموعه ی آزمایشی برای فرایندهای آموزش و آزمایش استفاده شدند. نرخ صحت بدست آمده برای فازهای آزمایشی و آموزشی، به ترتیب ۸۲,۹۹٪ و ۸۰,۲۱٪ بود. فاز آموزشی برای تشخیص دیابت نوع ۲ مقدار بالاتر صحت در مقایسه با دیگر کارهای مطالعه شده در این مقاله، داشت [۱۳].

با وجود این، هدف کار توسعه ی یک شبکه ی عصبی کاربردی بر پایه ی سیستم متخصص برای تشخیص دیابت شیرین در زنان، می باشد.

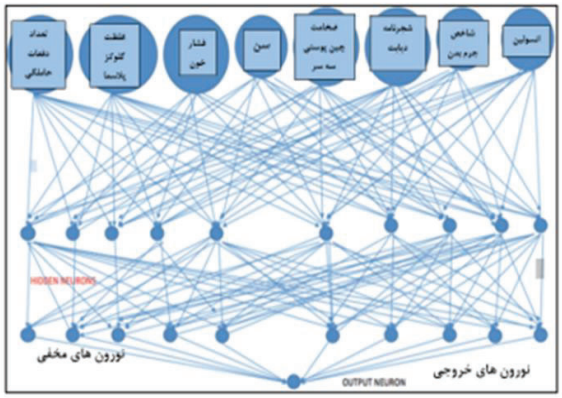
## ۴- روش شناسی

یک شبکه ی عصبی مصنوعی ۴ لایه با استفاده از متد بازگشت به عقب و الگوریتم تنظیم بیزی (BR)، طراحی و آموزش داده شد. الگوریتم یادگیری بازگشت به عقب، توسط اصلاح کردن خطاها، به طوری که، خودش را آموزش می دهد "trains" تا خطاهای کمتری داشته باشد، کار می کند. این الگوریتم، مقدار (ارزش) خروجی محاسبه شده را با ارزش مورد انتظار (۱ یا صفر)، از آنجایی که خروجی دوتایی دارد، ۱ برای صحیح، و ۰ برای غلط، مدل می کند(می سازد). الگوریتم BR، در کنار آن، برای اجتناب از بیش برازش (over fitting) مجموعه ی داده ها، استفاده شد. مجموعه داده از یک پایگاه داده ی پزشکی به نام مجموعه ی Pima Indian Database، جمع آوری گردید. این پایگاه داده، شامل ۷۶۸ داد ه ی خام می شد. افراد شرکت داده در مطالعه، برای فشار خون، ضخامت پوست سه سر (Triceps Skin Thickness)، انسولین، شاخص جرم بدن، تابع شجره نامه ی دیابت Diabetes Pedigree Function، و سن، آزمایش شدند. ۵۰۰ نفر مثبت تشخیص داده شدند و ۲۶۸ نفر منفی که مجموع کل ۷۶۸ نفر را شامل می شد.

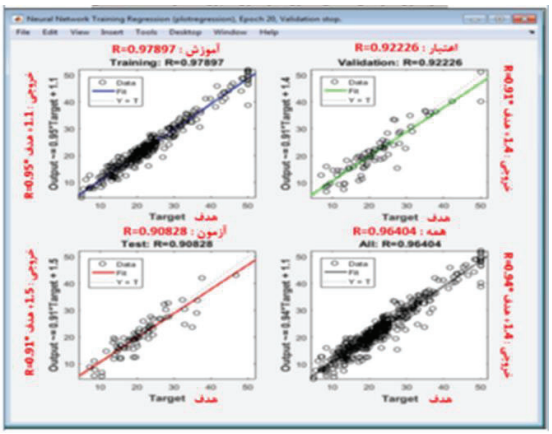
نم افزار کاربردی مطلب Matlab، برای آموزش دادن، استفاده شد. آموزش دادن، فرایندی است که شبکه را با استفاده از یک روش آموزشی ارتقا می دهد، که که در آن ورودی به شبکه، همراه با خروجی مورد نظر ارائه می شود. وزن ها، سپس چنان تنظیم می شوند تا شبکه تلاش کند که خروجی مطلوب را تولید کند. مجموعه داده، به بخش های آموزش دادن، آزمایش و اعتبارسنجی، تقسیم شدند. ۷۰٪ برای آموزش دادن، ۱۵٪ برای آزمایش و ۱۵٪ برای اعتبارسنجی. داده ها، آموزش می بینند تا اینکه بتوانند یک خروجی صحیح و منفرد را چنانکه در نمودارهای شکل ۲ نشان داده شده است، شکل دهند.

## ۵- طراحی شبکه عصبی

مدل شبکه عصبی شامل چهار لایه از نورون ها، چنانکه در شکل ۱ نشان داده شده است، می باشد. لایه ورودی با ۸ نورون، دو لایه ی پنهان، هرکدام با ۱۰ نورون، و لایه ی خروجی با یک نورون.




شکل۱: مدل شبکه عصبی




شکل۲: گراف رگرسیون

### ۵-۱- لایه ی ورودی

این لایه شامل ۸ نورون ورودی که که ۸ ورودی ای را که سیستم نیاز دارد تا تشخیص را انجام دهد، نشان می دهند، می باشد. این ۸ وورودی شامل:

۱. تعداد دفعاتی که مصرف کننده حامله بوده است؛

۲. غلظت گلوکز پلاسمای مصرف کننده: این آزمایشی سریع است که شامل پرهیز از غذا و آب برای دوره ی ۸-۱۰ ساعت قبل از نمونه گیری خون، می شود. مقدار معمول هر مقداری زیر (۶,۱ میلی مول/ لیتر) یا (۱۰۱ میای گرم/ دسی لیتر) بوده، در حالیکه مقدار نگران کننده، بین (۶,۱ و ۶,۹ میلی مول/ لیتر) یا (۱۱۱ میلی

گرم/ دسی لیتر و ۱۲۵ میلی گرم/ دسی لیتر) و برای فرد دیابتی بالای (۷،۰ میلی مول/لیتر) یا (۱۲۶ میلی گرم/دسی لیتر) می باشد؛

۳. فشار خون مصرف کننده (میلی متر جیوه)؛

۴. ضخامت پوست سه سر triceps skin thickness، که یک به طور میانگین ۱۲ میلی متر برای زنان و ۲۳ میلی متر برای مردان است؛

۵. انسولین ( میلی واحد، واحد/ میلی لیتر) (mu U/ml)؛

۶. شاخص جرم بدن (وزن به کیلوگرم/(قد به متر)$^2$)؛

۷. تابع شجره نامه ی دیابت؛

۸. سن.

### ۵-۲- لایه های پنهان

دو لایه ی پنهان، هرکدام با ۱۰ نورون، استفاده گردید. نورون های پنهان، دو شاخصه ی مهم دارن. اول، آنها تنها ورودی را از دیگر نورون ها دریافت می کنند، مثلا نورون های ورودی و یا دیگر نورون های پنهان. دوم، آنها تنها به نورون های دیگر، خروجی می دهد، مثلا نورونهای خروجی یا دیگر نورون های پنهان. نورون های پنهان به شبکه عصبی کمک می کنند تا ورودی را بفهمد و خروجی را شکل می دهند. با این حال، آنها مستقیما به داده های ورودی یا به خروجی احتمالی، متصل نمی شوند

### ۵-۳- لایه ی خروجی

تنها یک لایه ی خروجی وجود دارد با یک نورون که نتیجه ی تشخیص را نشان می دهد؛ نورونی که شامل نتیجه آزمایش مصرف کننده(کاربر) به شکل اعشاری می باشد. اگر نتیجه ۰،۵ یا بزرگتر از آن بود، کاربر، دیابت شیرین دارد، درحالیکه اگر نتیجه کمتر از ۰،۵ بود، دیابت ندارد.

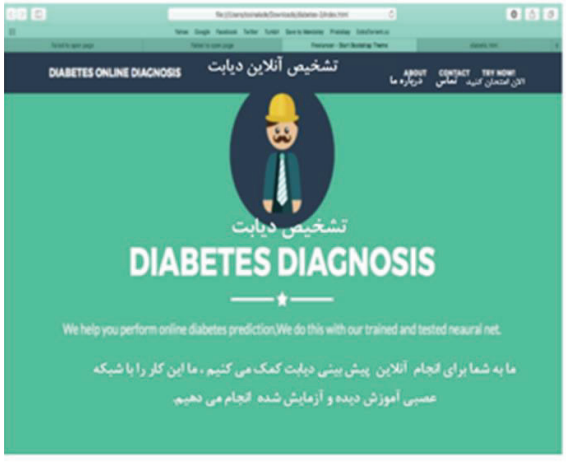
### ۶- پیاده سازی

بعد از طراحی مدل شبکه عصبی، یک نرم افزار مبتنی بر وب، برای استفاده ی مدل، ساخته شد، چنانکه بیماران به راحتی جزئیات خود را وارد کرده و یک تشخیص از اینکه آنها پتانسیل(استعداد) تشخیص به عنوان دیابتی را دارند یا نه، انجام گرفت.

کد آموزش دهنده Training Code)، در جاوا اسکریپت JavaScript با Node.js بازنویسی شد. جاوا اسکریپت، یک زبان برنامه نویسی به شدت محبوب است، اغلب در مرورگرهای وب دیده می شود اما در زمینه های دیگر محبوبیت پیدا کرده است. در صفحات وب، تعاملات را از اثرات متحرک ساده اضافه می کند تا اعتبارسنجی را از برنامه های کاربردی تک-صفحه ای تمام-باز full-blown single-page applications، شکل دهد.

خط اتصال ها، (واسط گرافیکی کاربر) GUI های مختلفی می باشند که کاربران با آن تعامل برقرار می کنند، و نیز برنامه ی عملیات-نمونه که می تواند اجرا شود، نیز برنامه ریزی شده است.

تصاویر سیستم ساخته شده، در شکل ۳ و ۴ نشان داده شده است. شکل ۳، صفحه اصلی بوده که به کابر بعد از ورود به سایت، نمایش داده می شود. از صفحه اصلی یک کاربر می تواند به صفحه تشخیص که در شکل ۴ نشان داده شده است، برود. در این صفحه، کاربر جزییات لازم، مورد نیاز توسط لایه ی ورودی برای تشخیص صحیح را وارد می کند.

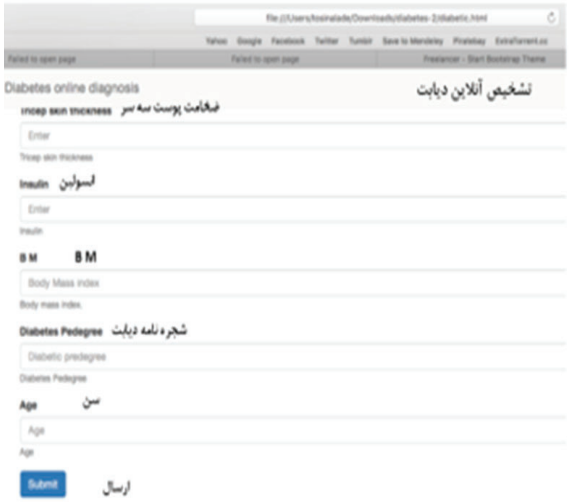



شکل۳: صفحه اصلی سیستم تشخیص دیابت

## ۷- بحث

این تحقیق یک مدل شبکه عصبی برای کمک به تشخیص اینکه زنان حامله دیابت دارند یا نه، ایجاد کرده است. مدل ایجاد شده همچنین در یک نرم افزار مبتنی بر وب، برای دسترسی آسان، قرار داده شد. به همین ترتیب، کارکنان بهداشتی و یا بیماران در نقاط دور دست می توانند به سیستم دسترسی داشته باشند، داده های بیمار را در زمان واقعی وارد کنند و تشخیص را بدون نیاز به حضور در اطراف بیمار، مکاتبه کنند. برخی توصیه ها برای پیشرفت آن شامل یک سکوی(سطح مذاکره، اساس) موبایل Mobile Platform می باشد. سیستم در حال حاضر روی یک پلت فرم مبتنی بر وب می باشد، اما می تواند بیشتر سودمند باشد اگر که بتواند روی یک پلت فرم موبایل، که در آن دسترسی آفلاین به گوشی ها و دستگاه های دیگر وجود دارد، قرار گیرد.

بنابراین نمی‌توانیم هیچ روش روشنی را برای تعیین خصوصیات حسگر در شبیه سازی خود بررسی کنیم. جدای از روشهای عملی برای به دست آوردن HP-VLP در ساختار کریستال فوتونی و فرایند عملیاتی مرتبط با آن که در (۳) گزارش شده است، به دلیل محیط سیالی، بیشتر انواع مولکول های شناساگر زیستی یا بیومولکولی در نمونه‌های سیال به آسانی به ساختار تراشه-روی یک آزمایشگاه پیشنهاد شده متصل شود. علاوه بر این، اتیلن گلیکول اجازه متصل شدن همه انواع ذرات الکلی- سریع زیستی را به ناحیه لیزر زیستی را می‌دهد.




شکل۴: صفحه تشخیص

## مراجع

[1] ASPE: Diabetes: A National Plan for Action. The Importance of Early Diabetes Detection. https://aspe.hhs.gov/report/diabetes-national-plan-action/importance-early-diabetesdetection
[2] U.S. National Library of Medicine: Medlineplus - Health Topic - Diabetes. https://medlineplus.gov/diabetes.html
[3] Gupta, M., Mohammad, Q.: Advances in AI and ML are reshaping healthcare. https://techcrunch.com/2017/03/16/advances-in-ai-and-ml-are-reshaping-healthcare/
[4] CIA: CIA. Long-term Global Demographic Trends: Reshaping the Geopolitical Landscape, vol. 5 (2011)
[5] Thomas, N.: A Practical Guide to Diabetes Mellitus. Jaypee Brothers Medical Publishers Limited, Tamil Nadu (2016)
[6] Kumar, S., Kumaravel, A.: Diabetes diagnosis using artificial neural network. Int. J. Eng. Sci. Res. Technol. 2(6), 1642–1644 (2013)
[7] Negnevitsky, M.: Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems. Pearson Education, Harlow (2005)
[8] Munakata, T.: Fundamentals of the New Artificial Intelligence. Springer, London (2008)
[9] Russell, S., Norvig, P.: Artificial Intelligence. A Modern Approach, 3rd edn. Prentice Hall, Upper Saddle River (2010)

[10] Sa'di, S., Maleki, A., Hashemi, R., Panbechi, Z., Chalabi, K.: Comparison of data mining algorithms in the diagnosis of type II diabetes. Int. J. Comput. Sci. Appl. 5, 1–12 (2015)
[11] Olaniyi, E., Khashman, A.: Onset diabetes diagnosis using artificial neural network. Int. J. Sci. Eng. Res. 5, 754 (2014)
[12] Al-Mufad, N., Al-Hagery, M.A.: Using prediction methods in data mining for diabetes diagnosis, vol. 1 (2014)
[13] Kayaer, K., Yildirim, T.: Medical diagnosis on Pima Indian diabetes using general regression neural networks, vol. 6 (2003)
[14] Lino, A., Rocha, Á., Sizo, A.: Virtual teaching and learning environments: automatic evaluation with artificial neural networks. Clust. Comput., 1–11 (2017) Adaptive Particle Swarm Optimization", 2008 IEEE Transactions.