مقاله پژوهشی

مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی
مرکز تحقیقات انفورماتیک پزشکی
دوره هشتم شماره اول. ص ۲۳-۱۲، ۱۴۰۰

تشخیص چاقی و فشارخون بالا در دانش‌آموزان اصفهانی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

محمد دهقاندار[1]*، عاطفه حسنی بافرانی[2]، محمود دادخواه[3]، مصطفی قربانی[4]، رویا کلیشادی[5]

• **دریافت مقاله:** ۹۹/۷/۱۷ • **پذیرش مقاله:** ۹۹/۱۰/۱۵

مقدمه: چاقی و فشار خون بالا از مشکلات سلامتی جامعه می‌باشد هدف این مطالعه تشخیص چاقی و فشارخون بالا در دانش‌آموزان اصفهانی توسط شبکه عصبی مصنوعی است.

روش: تحقیق حاضر یک مطالعه تشخیصی و پیش‌بینی کننده است که با استفاده از اطلاعات ۴۶۰ نفر از دانش‌آموزان ۱۸-۷ ساله اصفهانی شبکه عصبی که شامل ۱۱ متغیر ورودی (سن، جنسیت، وزن، قد، دور کمر، شاخص توده بدنی، نسبت دورکمر به قد، چاقی شکمی، فعالیت فیزیکی، ژنتیک و رفتارهای تغذیه‌ای ناسالم) و سه متغیر خروجی چاقی، فشارخون سیستولیک، فشارخون دیاستولیک، طراحی شد. از دو الگوریتم گرادیان مزدوج و لونبرگ-مارکوارت برای آموزش شبکه استفاده گردید.

نتایج: شبکه عصبی منتخب با الگوریتم لونبرگ در تشخیص چاقی و فشارخون دیاستولیک بالا دارای ۱۶ نرون مخفی و در تشخیص فشارخون سیستولیک بالا دارای ۱۴ نرون مخفی می‌باشد. میزان حساسیت، ویژگی و صحت شبکه در تشخیص چاقی به ترتیب ۰/۹۵۹۱، ۰/۹۹۷۵، ۰/۹۹۳۴ به دست آمد و برای فشارخون سیستولیک بالا به ترتیب ۰/۸۴۶۱، ۰/۹۹۴۹، ۰/۹۷۳۹ و برای فشارخون دیاستولیک بالا به ترتیب اعداد ۰/۷۹۵۲، ۰/۹۹۷۳، ۰/۹۶۰۹ می‌باشد. ملاحظه شد که شبکه طراحی شده با دقت بالای ۹۵ درصد چاقی را در کودکان و نوجوانان و با دقت بالای ۸۴ و ۷۹ درصد به ترتیب فشارخون سیستولیک و دیاستولیک بالا را تشخیص می‌دهد.

نتیجه‌گیری: طبق نتایج حاصل شده حدود ۸۳ درصد از نوجوانان چاق دارای فشارخون بالا هستند؛ لذا ضرورت طراحی برنامه‌های آموزشی در زمینه تغییرات رفتاری از جمله فعالیت فیزیکی همراه با مداخله در برنامه‌ریزی تغذیه دانش‌آموزان احساس می‌شود.

کلیدواژه‌ها: شبکه عصبی مصنوعی، چاقی، فشارخون سیستولیک، فشارخون دیاستولیک

• **ارجاع:** دهقاندار محمد، حسنی بافرانی عاطفه، دادخواه محمود، قربانی مصطفی، کلیشادی رویا. تشخیص و پیش‌بینی چاقی و فشارخون بالا در دانش‌آموزان اصفهانی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی. مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی ۱۴۰۰؛ ۸(۱): ۲۳-۱۲.

۱. استادیار، گروه ریاضی کاربردی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۲. دانشجوی دکترای ریاضی کاربردی، مربی، گروه ریاضی کاربردی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۳. استادیار، گروه ریاضی کاربردی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۴. دکترای اپیدمیولوژی، دانشیار، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران
۵. متخصص اطفال، استاد، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

* **نویسنده مسئول:** محمد دهقاندار
آدرس: تهران، دانشگاه پیام نور تهران، صندوق پستی ۳۶۹۷-۱۹۳۹۵
• **شماره تماس:** ۰۲۶۳۴۶۱۳۳۱۶ • **Email:** m_dehghandar@pnu.ac.ir

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-09-07]

مقدمه

چاقی یک مشکل عمده سلامت عمومی، نه تنها در کشورهای توسعه یافته بلکه در کشورهای درحال توسعه مانند کشورمان ایران به شمار می‌رود و با پیامدهای متعدد طبی و روان‌شناختی برای کودکان و نوجوانان همراه است [۱]. چاقی مفرط در حال حاضر چنان در جمعیت دنیا رایج شده است که در حال جایگزینی به جای سوءتغذیه و بیماری‌های عفونی به عنوان مهم‌ترین عامل ایجاد بیماری می‌باشد. به ویژه، چاقی مفرط با بیماری‌هایی چون دیابت، بیماری‌های قلبی، اشکال خاصی از سرطان و ناهنجاری‌های تنفس در خواب مرتبط می‌باشد و با شاخص توده بدنی بالاتر از ۳۰ کیلوگرم بر مترمربع تعیین می‌گردد [۲]. طبق تعریف سازمان بهداشت جهانی اضافه وزن و چاقی همان تجمع بیش‌ازحد و غیرطبیعی چربی در بدن است که به سلامتی انسان آسیب می‌رساند. در کودکان و نوجوانان از شاخص توده بدنی (Body Mass Index) BMI برای اندازه‌گیری اضافه وزن و چاقی استفاده می‌شود [۳]. شاخص توده بدنی هر فرد به صورت تقسیم وزن برحسب کیلوگرم بر مجذور قد برحسب متر تعریف می‌شود:

$$BMI = \frac{\text{وزن}}{(\text{قد})^2} \quad \left(\frac{kg}{m^2}\right) \qquad (1)$$

چاقی از کودکی تا بزرگسالی ادامه می‌یابد و با افزایش فشارخون در بزرگسالی ارتباط قابل‌ملاحظه‌ای دارد. سطح فشارخون در کودکی بهترین پیشگویی کننده فشارخون در بزرگسالی است [۶-۴]. گردش خون در سرتاسر بدن با فشاری که در رگ‌های خونی بدن ایجاد می‌شود، صورت می‌گیرد. فشارخون بیشتر مربوط به میزان ضربان قلب و انعطاف‌پذیری در دیواره شریان‌ها است. دو نوع فشارخون مانند سیستولیک و دیاستولیک وجود دارد. سیستولیک بالاترین فشارخون و دیاستولیک پایین‌ترین میزان فشارخون است [۷]. علی‌رغم وجود تنوع زیاد در فشارخون عموم افراد جامعه به صورت قراردادی در کودکان و نوجوانان به فشار دیاستولیک ۸۰mmHg یا بالاتر و فشارسیستولیک ۱۲۰mmHg یا بالاتر، فشارخون بالا گفته می‌شود [۸]. فشارخون بالا یک عامل خطر مهم در ایجاد نارسایی‌های قلبی و کلیوی است. از آنجا که شایع‌ترین علامت و نشانه در بیماران با فشارخون بالا، بی‌علامتی در آن‌ها است از این رو پیشگیری از آن می‌تواند به پیشگیری از عوارض ناشی از آن منتهی گردد. بین میانگین فشارخون سیستولیک و دیاستولیک و BMI همبستگی مستقیم وجود دارد؛ به عبارتی شاخص توده بدنی یک پیش‌بینی کننده مهم افزایش فشارخون است [۹،۱۰]. در مطالعه‌ای مشابه در نوجوانان پورتوریکو نیز، بین میانگین فشارخون سیستولیک و دیاستولیک با چاقی ارتباط آماری معنی‌داری مشاهده گردید [۱۱]. همچنین بررسی ارتباط بین شاخص توده بدنی، اندازه دور کمر، نسبت دور کمر به قد و فشارخون بالا در میان نوجوانان ۱۵-۱۲ ساله لیتوانیایی، نشان می‌دهد که پارامترهای شاخص توده بدنی و اندازه دور کمر (به خصوص BMI) ارتباط قوی‌تری با فشارخون بالا دارند و نسبت به پارامتر اندازه دور کمر به قد، با دقت بیشتری فشارخون بالا را پیش‌بینی می‌کنند [۱۲]. در مطالعه دیگری نشان داده شده است که اندازه دور کمر می‌تواند عامل مهمی در پیش‌بینی افزایش فشارخون در کودکان و نوجوانان ۱۷-۷ ساله چینی باشد، همچنین شاخص توده بدنی به همراه اندازه دور کمر تأثیر بیشتری در پیش‌بینی فشارخون کودکان و نوجوانان دارد [۱۳]. به دست آوردن تخمینی از شیوع چاقی بین کودکان از این جهت ضرورت دارد که نیاز برای اقدامات پیشگیرانه با توجه به آن ارزیابی شود و گروه‌های پرخطر شناسایی شوند. علی‌رغم شیوع جهانی چاقی، گزارش‌های محدودی از کشورهای درحال‌توسعه در مورد شیوع چاقی بین کودکان موجود است، همچنین در تحقیقاتی چاقی و چاقی شکمی و اثر توأم هر دو عامل در افزایش فشارخون مشخص شده است [۱۶-۱۴]. در مطالعه‌ای روی نوجوانان ۱۸-۶ ساله یونانی نشان داده شده است که با اصلاح رفتار و پیروی از سبک زندگی مدیترانه‌ای که شامل رژیم غذایی مدیترانه‌ای، فعالیت بدنی و زندگی پر تحرک است می‌توان روند اضافه وزن و چاقی شکمی را کنترل نمود [۱۷]. اخیراً در بسیاری از تحقیقات برای تشخیص و پیش‌بینی بیماری‌ها در حوزه پزشکی از ابزار هوش مصنوعی به خصوص شبکه عصبی مصنوعی استفاده کرده‌اند. ظرفیت بالای شبکه‌های عصبی مصنوعی که از شبکه‌های محاسباتی زیست‌شناختی الهام گرفته شده است باعث شده استفاده از آن‌ها به سرعت گسترش یابد همچنین اخیراً برخی از تلاش‌ها برای پیش‌بینی درصد چربی اضافی بدن در بزرگسالان با رویکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی گزارش شده است [۲۰-۱۸]. هدف این مطالعه طراحی شبکه عصبی مصنوعی است، به طوری که بتواند با تعداد متغیرهای ورودی بیشتر و دقت بالاتری نسبت به مطالعات قبلی به تشخیص و

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-09-07]

پیش‌بینی چاقی و فشارخون بالا در دانش‌آموزان ۱۸-۷ ساله بپردازد.

شبکه عصبی مصنوعی (Artificial Neural Network(ANN

شبکه عصبی مصنوعی یک روش غیر پارامتریک برای طبقه‌بندی است که در حیطه پزشکی براساس متغیرهای ورودی نسبت به طبقه‌بندی افراد به بیمار یا سالم اقدام می‌کند. طبقه‌بندی و پیشگویی وضعیت بیمار بر اساس عوامل خطر یکی از کاربردهای شبکه‌های عصبی مصنوعی [۲۱]، در شبکه عصبی مصنوعی از ساختار درهم و توده‌ای مغز انسان الهام گرفته شده است. میلیاردها سلول عصبی (نرون) از طریق ارتباطاتی که با یکدیگر دارند (سیناپس‌ها) یک شبکه عصبی بیولوژیکی در مغز انسان را تشکیل می‌دهند که به فعالیت‌های انسان از جمله خواندن، ادراک، گفتگو، تنفس، حرکت، تشخیص صدا، تشخیص چهره، همچنین حل مسائل و ذخیره‌سازی اطلاعات اختصاص دارد. شبکه‌های عصبی در واقع بخشی از عملکرد مغز را شبیه‌سازی می‌کنند [۲۲].

طراحی شبکه عصبی دارای دو جنبه اصلی معماری و الگوریتم یادگیری است:

معماری: شبکه عصبی مورد نظر دارای ساختار پرسپترون چندلایه (MLP(Multi-Layer Perceptron می‌باشد که در مقایسه با سایر روش‌ها بهتر عمل می‌کند [۲۳] ساختار MLP یک ترکیب استاندارد از ورودی‌ها، واحدهای عصبی خطی، غیرخطی و خروجی‌ها است.

الگوریتم یادگیری: شبکه‌های عصبی دارای این توانایی هستند که از گذشته، تجربه و محیط، آموزش بگیرند و در حال یادگیری رفتار خود را بهبود بخشند. شبکه عصبی از روش یادگیری با ناظر (Supervised Learning) جهت آموزش استفاده می‌کند. در یادگیری با ناظر، مجموعه‌ای از زوج داده‌ها به نام نمونه‌های آموزشی به صورت $A=(X_i,t_i)$ داده می‌شود که در آن X_i ورودی و t_i خروجی مطلوب شبکه است. پس از اعمال ورودی X_i به شبکه عصبی، خروجی واقعی شبکه a_i با t_i مقایسه شده و سپس خطای یادگیری از رابطه $e_i=t_i-a_i$ به دست می‌آید. از خطای به دست آمده جهت تنظیم پارامترهای شبکه به گونه‌ای استفاده می‌شود که اگر در مرحله بعد به شبکه همان ورودی X_i اعمال شود خروجی شبکه به t_i نزدیک‌تر گردد [۲۴،۲۵].

روش‌های آموزش در شبکه‌های عصبی مصنوعی

جهت آموزش شبکه‌های عصبی الگوریتم‌های آموزشی متفاوتی وجود دارد، این روش‌ها عبارت است از:

الگوریتم لونبرگ-مارکوارت (Levenberg-Marquart) LM: از میان روش‌های مختلف آموزش به روش پس انتشار خطا، الگوریتم لونبرگ-مارکوارت، به دلیل همگرایی سریع‌تر در آموزش شبکه به کار می‌رود. این الگوریتم وزن‌های شبکه و مقادیر بایاس را در جهتی تغییر می‌دهد که تابع عملکرد با سرعت بیشتری کاهش یابد.

الگوریتم گرادیان مزدوج مقیاس شده (Scaled Conjugate Gradient)SCG: این الگوریتم فقط از تقریب محلی شیب سطح کارآمدی در تعیین بهترین جهت حرکت وزن‌ها برای رسیدن به کمترین خطا، استفاده می‌کند. این روش معمولاً از مشتقات دوم و یا تقریبی از آن‌ها برای تصحیح وزن‌ها استفاده می‌نماید.

بررسی منابع بیانگر حجم بسیار بالای مطالعه صورت گرفته در زمینه استفاده از ابزار شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی و طبقه‌بندی بیماری‌های متعدد می‌باشد، Atkov و همکاران با استفاده از یک مدل تشخیصی بر اساس شبکه عصبی مصنوعی برای بیماری‌های قلبی و با استفاده از مجموعه‌ای از عوامل رایج و ژنتیکی این بیماری شامل ویژگی‌های کلینیکی، آزمایشگاهی، عملیاتی، آنژیوگرافی و چندشکلی‌های تک نوکلئوتیدهای مربوط به ۴۸۷ بیمار نشان دادند که شبکه پرسپترون چندلایه پس انتشار با دقت ۶۴ تا ۹۴ درصد بیماری را تشخیص می‌دهد. این محققین دقت مدل‌ها را با استفاده از یک الگوریتم ژنتیک با پارامترهای مختلف بهینه‌سازی شامل تعداد نرون‌ها در لایه مخفی، تعداد ورودی‌های شبکه و ضریب زاویه توابع فعالیت بهبود بخشیدند. محققین اخیر نشان دادند که گرچه استفاده از همه عوامل باعث پیچیدگی مدل می‌شود، در عین حال تعداد عوامل کمتر، اطلاعات حیاتی را به دست نمی‌دهد [۲۶]. Kuduvalli و همکاران در مطالعه مرگ‌ومیر بیماران چاق پس از عمل قلب باز در بیمارستان با استفاده از روش رگرسیون لجستیک نشان دادند چاقی مفرط ارتباط معنی‌داری با آریتمی دهلیزی و عفونت‌های زخم سینه‌ای داشته و افراد با چاقی شدید (با شاخص BMI بالاتر از ۳۵) ۴/۱۷ برابر احتمال عفونت دارند. با این وجود، این محققین نشان دادند که بیماران چاق در معرض افزایش خطر مرگ‌ومیر پس از

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-09-07]

عمل قلب باز در بیمارستان نمی‌باشند [۲۷]. Horwich و همکاران در مطالعه‌ای ارتباط بین چاقی مفرط و مرگ‌ومیر در بیماران با نارسایی قلبی نشان دادند، چهار گروه از بیماران با شاخص BMI کمتر از ۲۷ به عنوان کمبود وزن تا بالاتر از ۳۱ به عنوان چاق مفرط نرخ زنده‌مانی مشابهی داشتند، ولی اضافه وزن‌ها و چاق‌ها نرخ بالاتری از فشارخون و دیابت داشته و نیز سطوح بالاتری از کلسترول، تری‌گلیسرید و کلسترول LDL را نشان دادند [۲۸]. Valavanis و همکاران در مطالعه‌ای آسیب‌شناسی چاقی، ارتباط آن با بیماری‌های قلبی- عروقی و شناسایی تنوع ژنتیکی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی را نشان دادند که شبکه ارتقاء یافته توسط الگوریتم ژنتیک با دقت ۶۱/۴۶٪ بهترین برازش را بر روی داده‌ها به دست می‌دهد [۲۹]. با استفاده از ابزار هوش مصنوعی بیماری چاقی در کودکان ۱۹-۸ ساله توسط Duran و همکاران پیش‌بینی شده است [۳]؛ اما هدف این مطالعه به کارگیری تعداد پارامترهای بیشتر، مهم‌تر و مؤثرتر و همچنین دستیابی به دقت بالاتر در پیش‌بینی چاقی و فشارخون بالا در کودکان و نوجوانان با استفاده از ابزار شبکه عصبی مصنوعی است.

روش

تحقیق حاضر یک مطالعه تشخیصی و پیش‌بینی کننده است که توسط شبکه عصبی و براساس متغیرهای ورودی به پیش‌بینی و بررسی وضعیت چاقی و فشارخون بالا در کودکان و نوجوانان می‌پردازد. جامعه آماری تعداد ۴۶۰ نفر از دانش‌آموزان ۱۸-۷ ساله اصفهانی هستند که در پنجمین مطالعه برنامه نظارت و پیشگیری از بیماری‌های غیرواگیردار کودکان و نوجوانان در طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۳ شرکت داشته‌اند. همچنین پرسشنامه حاوی اطلاعات آن‌ها در مورد سن، جنسیت، وزن، قد، دور کمر، شاخص توده بدنی، نسبت دور کمر به قد، چاقی شکمی، فعالیت فیزیکی، ژنتیک، رفتارهای تغذیه‌ای ناسالم، چاقی، فشارخون سیستولیک، فشارخون دیاستولیک توسط پزشک متخصص و گروه مربوطه پس از معاینه تکمیل گردید. Motlagh و همکاران جزییات کامل پنجمین مطالعه برنامه نظارت و پیشگیری از بیماری‌های غیر واگیردار کودکان و نوجوانان که طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۳ در ایران انجام شده است را بیان کرده‌اند [۳۰]. رفتارهای تغذیه‌ای ناسالم در واقع مصرف روزانه غذاهای آماده (فست فودها)، کیک، کلوچه، چیپس، پفک، نوشیدنی‌های شیرین و نوشابه توسط کودکان و نوجوانان است که در سه سطح پایین، متوسط و بالا مقداردهی شده است و منجر به چاقی و فشارخون بالا می‌شود [۳۱]. عوامل ژنتیکی مانند اضافه وزن و چاقی والدین، در ابتلای کودکان به چاقی و فشارخون بالا مؤثر است [۳۲].

جدول ۱ وضعیت کلی داده‌های ورودی و خروجی را نشان می‌دهد.

جدول ۱: وضعیت داده‌های ورودی و خروجی

ورودی/خروجی	متغیرها	بیشترین مقدار	کمترین مقدار	میانگین
I_1	سن	۱۸	۷	۱۲/۴۴
I_2	جنسیت	۱	۰	۰/۵۱
I_3	وزن	۱۰۲	۱۵/۵	۴۱/۸۹
I_4	قد	۱۹۰	۱۰۲	۱۴۷/۹۰
I_5	اندازه دور کمر	۱۱۰	۲۷	۶۷/۶۵
I_6	چاقی شکمی	۱	۰	۰/۲
I_7	شاخص توده بدنی	۴۳/۲۵	۱۰/۴۳	۱۸/۵۰
I_8	نسبت دور کمر به قد	۰/۷۵	۰/۲	۰/۴۶
I_9	فعالیت فیزیکی	۶	۰	۳/۰۳
I_{10}	ژنتیک	۴	۱	۲/۰۶
I_{11}	رفتارهای تغذیه‌ای ناسالم	۲	۰	۰/۸۶
O_1	چاقی	۱	۰	۰/۱۱
O_2	فشارخون سیستولیک	۱۵۰	۶۰	۱۰۰/۵۵
O_3	فشارخون دیاستولیک	۹۰	۳۰	۶۵/۰۳

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-09-07]

داده‌های ورودی و خروجی نرمال گردیدند و همگی بین ۰ تا ۱ قرار می‌گیرند تا خطا کاهش یابد و در نتیجه فرآیند آموزش شبکه عصبی مصنوعی با همگرایی خوبی همراه باشد. سپس با استفاده از جعبه ابزار شبکه هوش مصنوعی در نرم‌افزار Matlab ادامه کار صورت گرفت. بدین‌صورت که در حدود ۸۰ درصد از داده‌های موجود یعنی ۳۶۷ نفر از افراد جهت آموزش و ۲۰ درصد از داده‌ها یعنی ۹۳ نفر از افراد جهت آزمایش شبکه عصبی مصنوعی مورد استفاده قرار گرفتند. با استفاده از تابع محرک تانژانت سیگموئیدی و دو الگوریتم گرادیان مزدوج مقیاس شده و لونبرگ مارکوارت آموزش شبکه انجام و نتایج مقایسه شدند.

نتایج

در جدول ۲، میزان کارایی (رگرسیون)، شاخص میانگین مربعات خطا (Mean Squared Error) MSE و میزان گرادیان (یکی از روش‌های کاهش خطا در شبکه، استفاده از میزان گرادیان یا شیب است [۳۳]) در شبکه عصبی طراحی شده با الگوریتم‌های گرادیان مزدوج مقیاس شده (SCG) و لونبرگ مارکوارت (LM)، برای خروجی‌های چاقی، فشارخون سیستولیک، فشار دیاستولیک نشان داده شده است.

جدول ۲: نتایج حاصل از شبکه با الگوریتم گرادیان مزدوج مقیاس شده و لونبرگ مارکوارت برای خروجی‌های چاقی، فشارخون سیستولیک، فشار دیاستولیک

متغیر خروجی	نوع الگوریتم	تعداد نرون لایه مخفی	رگرسیون	میانگین مربعات خطا	گرادیان
چاقی	SCG	۱۸	۰/۹۸۰۰۳	۰/۰۰۵۲۱۸	۰/۰۰۳۷۹۲
	LM	۱۶	۰/۹۹۲۷۴	۰/۰۰۰۹۵۵	۰/۰۰۳۱۶۵۸۰
فشارخون سیستولیک	SCG	۱۶	۰/۸۶۵۴۷	۰/۰۰۷۷۰۳	۰/۰۱۲۱۲۲
	LM	۱۴	۰/۹۱۷۵۳	۰/۰۰۶۸۷۸	۰/۰۱۱۹۸۸
فشارخون دیاستولیک	SCG	۱۶	۰/۸۹۹۲۳	۰/۰۱۸۶۸۹	۰/۰۰۸۲۵۹
	LM	۱۶	۰/۹۱۳۴۰	۰/۰۱۷۳۳۲	۰/۰۰۷۷۷۰

برای تعیین شبکه‌ای با بهترین ساختار از روش آزمون و خطا استفاده گردید و شبکه‌هایی با تعداد نرون‌های مختلف آموزش داده شد. مقایسه نتایج شبکه نشان داد که در خروجی چاقی با الگوریتم گرادیان مزدوج مقیاس شده بهترین نتیجه با ۱۸ نرون به دست آمده است و برای الگوریتم لونبرگ مارکوارت نیز شبکه با ۱۶ نرون در لایه مخفی بهترین عملکرد را داشته است. همچنین این نتایج نشان می‌دهد که در خروجی فشارخون سیستولیک با الگوریتم گرادیان مزدوج مقیاس شده بهترین نتیجه با ۱۶ نرون به دست آمده است و برای الگوریتم لونبرگ مارکوارت نیز شبکه با ۱۴ نرون در لایه مخفی بهترین عملکرد را داشته است. همچنین در مقایسه نتایج شبکه با خروجی فشارخون دیاستولیک و در هر دو الگوریتم بهترین نتیجه با ۱۶ نرون به دست آمده است.

هر چه میانگین مربعات خطا کمتر، کارایی بیشتر و گرادیان کمتر باشد، قدرت الگوریتم مورد استفاده در تعیین خروجی‌های چاقی، فشارخون سیستولیک، فشارخون دیاستولیک بیشتر است. همچنین مقایسه صحت شبکه برای دو الگوریتم نشان می‌دهد که استفاده از الگوریتم لونبرگ- مارکوارت نتایج بهتری داشته است. جدول ۳ مقادیر صحت دو الگوریتم را برای شبکه طراحی شده با سه خروجی نشان می‌دهد.

جدول ۳: صحت شبکه طراحی شده با دو الگوریتم در خروجی‌های چاقی، فشارخون سیستولیک و دیاستولیک

الگوریتم	چاقی	فشارخون سیستولیک	فشارخون دیاستولیک
گرادیان مزدوج مقیاس شده	۰/۹۹۱۸	۰/۹۴۸۲	۰/۹۳۱۹
لونبرگ-مارکوارت	۰/۹۹۴۵	۰/۹۷۵۴	۰/۹۵۹۲

بنابراین شبکه عصبی با الگوریتم آموزش لونبرگ مارکوارت و ۱۶ نرون در لایه مخفی به عنوان ساختار مورد استفاده برای تشخیص چاقی و فشارخون دیاستولیک بالا (فشار بالای ۸۰ میلی‌متر جیوه) انتخاب شدند، همچنین این الگوریتم در شبکه‌ای با ۱۴ نرون در لایه مخفی بهترین ساختار در تشخیص فشارخون سیستولیک بالا (فشار بالای ۱۲۰میلی‌متر جیوه) را دارا می‌باشد.

حساسیت، ویژگی و دقت شبکه عصبی منتخب، براساس

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-09-07]

ماتریس آشفتگی داده‌های آزمایش و کل مجموعه داده‌ها برای خروجی‌های چاقی، فشارخون سیستولیک بالا، فشارخون دیاستولیک بالا که در جدول‌های ۴ و ۵ نشان داده شده است، به دست می‌آیند.

جدول ٤: ماتریس آشفتگی داده‌های تست با استفاده از شبکه عصبی منتخب برای خروجی چاقی، فشارخون سیستولیک بالا، فشارخون دیاستولیک بالا

پیشگویی شبکه	طبیعی	بیماری
بیماری (چاقی)	۰	۱۰
طبیعی	۸۲	۱
بیماری (فشار سیستولیک بالا)	۰	۱۱
طبیعی	۸۰	۲
بیماری (فشار دیاستولیک بالا)	۰	۱۳
طبیعی	۷۷	۳

جدول : ماتریس آشفتگی برای کل داده‌ها با استفاده از شبکه عصبی منتخب برای خروجی چاقی، فشارخون سیستولیک بالا، فشارخون دیاستولیک بالا

پیشگویی شبکه	طبیعی	بیماری
بیماری (چاقی)	۱	۴۷
طبیعی	۴۱۰	۲
بیماری (فشار سیستولیک بالا)	۲	۵۵
طبیعی	۳۹۳	۱۰
بیماری (فشار دیاستولیک بالا)	۱	۶۶
طبیعی	۳۷۶	۱۷

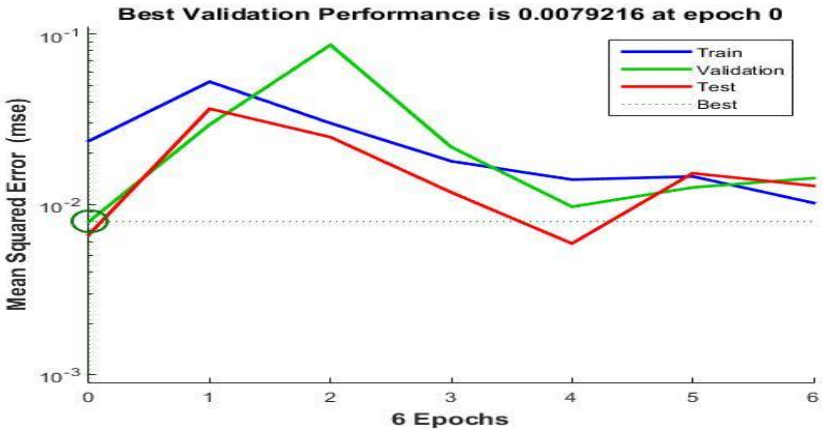
همان‌طور که در جدول ۴ نشان داده شده است، در مجموع آزمایش از بین تعداد ۱۱ نفر دانش‌آموز چاق، ۱۰ نفر توسط شبکه عصبی تشخیص داده شده‌اند و همه ۸۲ نفر دانش‌آموز با وزن طبیعی توسط شبکه عصبی طراحی شده به درستی تشخیص داده شده‌اند. همچنین از بین تعداد ۱۳ دانش‌آموز دارای فشارخون سیستولیک بالا (فشار بالای ۱۲۰میلی‌متر جیوه)، ۱۱ نفر توسط شبکه عصبی تشخیص داده شده‌اند و همه دانش‌آموزان دارای فشارخون سیستولیک نرمال (۸۰ نفر) نیز به وسیله شبکه عصبی به درستی مشخص شده‌اند و از بین تعداد ۱۶ دانش‌آموز دارای فشارخون دیاستولیک بالا (فشار بالای ۸۰ میلی‌متر جیوه)، ۱۳ نفر توسط شبکه عصبی تشخیص داده شده‌اند و همه دانش‌آموزان دارای فشارخون دیاستولیک نرمال (۷۷ نفر) نیز به وسیله شبکه عصبی به درستی مشخص شده‌اند.

طبق جدول ۴، میزان حساسیت، ویژگی و دقت شبکه با داده‌های آزمایش در تشخیص چاقی به ترتیب ۰/۹۰۹۰، ۱، ۰/۹۸۹۲ در تعیین فشارخون سیستولیک بالا به ترتیب ۰/۸۴۶۱، ۱، ۰/۹۷۸۵ و در تعیین فشار دیاستولیک بالا به ۰/۸۱۲۵، ۱، ۰/۹۶۷۷ ترتیب اعداد می‌باشد.

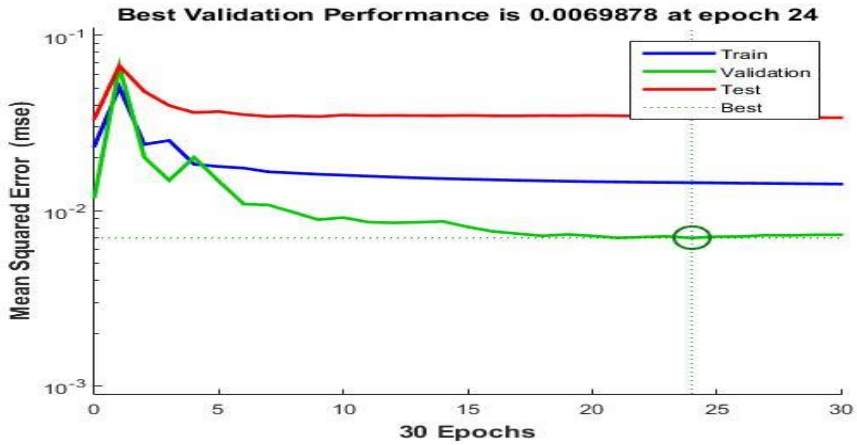
همین طور مطابق جدول ۵، میزان حساسیت، ویژگی و دقت شبکه برای کل داده‌ها در تشخیص چاقی به ترتیب ۰/۹۵۹۱، ۰/۹۹۷۵، ۰/۹۹۳۴در تعیین فشار خون سیستولیک بالا به ترتیب ۰/۸۴۶۱، ۰/۹۹۴۹، ۰/۹۷۹۳ و در تعیین فشار دیاستولیک بالا به ترتیب اعداد ۰/۷۹۵۲، ۰/۹۹۷۳، ۰/۹۶۰۹، به دست آمده است.

در شکل‌های ۳-۱ نمودار میانگین مربعات خطای شبکه در داده‌های تست و خروجی‌های چاقی، فشارخون سیستولیک و دیاستولیک نشان داده شده است.

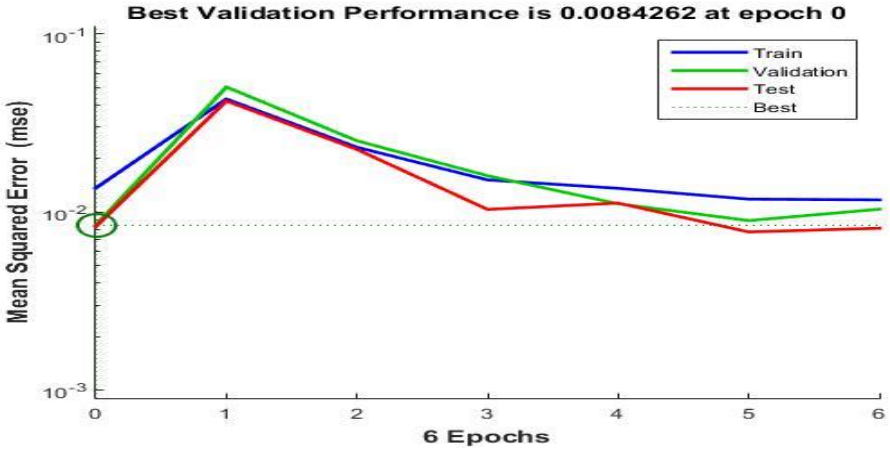
[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-09-07]



شکل ۱: مجموع میانگین مربعات خطای شبکه عصبی مصنوعی طراحی شده با الگوریتم لونبرگ در خروجی چاقی



شکل ۲: مجموع میانگین مربعات خطای شبکه عصبی مصنوعی طراحی شده با الگوریتم لونبرگ در خروجی فشار سیستولیک



شکل ۳: مجموع میانگین مربعات خطای شبکه عصبی مصنوعی طراحی شده با الگوریتم لونبرگ در خروجی فشار دیاستولیک

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-09-07]

با توجه به شکل‌های ۳-۱ مجموع میانگین مربعات خطای شبکه عصبی طراحی شده عددی نزدیک به صفر است و این نشان می‌دهد که شبکه عصبی طراحی شده با خروجی‌های چاقی، فشارخون سیستولیک و دیاستولیک، به دقت بالایی دست پیدا کرده است.

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با طراحی شبکه عصبی مصنوعی به تشخیص و پیش‌بینی چاقی و فشارخون بالا در کودکان و نوجوانان پرداخت. شبکه عصبی با استفاده از اطلاعات ۴۶۰ نفر از دانش‌آموزان ۱۸-۷ ساله اصفهانی که در پنجمین مطالعه برنامه نظارت و پیشگیری از بیماری‌های غیرواگیردار کودکان و نوجوانان در طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۳ شرکت نموده‌اند طراحی شده است، به طوری که شامل ۱۱ متغیر ورودی (سن، جنسیت، وزن، قد، دور کمر، شاخص توده بدنی، نسبت دور کمر به قد، چاقی شکمی، فعالیت فیزیکی، ژنتیک و رفتارهای تغذیه‌ای ناسالم) و سه متغیر خروجی چاقی، فشارخون سیستولیک، فشارخون دیاستولیک است. مطابق جدول ۵ میزان حساسیت، ویژگی و صحت شبکه عصبی با الگوریتم لونبرگ در تشخیص چاقی به ترتیب ۰/۹۵۹۱، ۰/۹۹۷۵، ۰/۹۹۳۴ است. این تحقیق نشان می‌دهد که از هر ۱۰۰ دانش‌آموز چاق تعداد ۹۵ نفر به وسیله شبکه عصبی طراحی شده با ۱۱ متغیر ورودی و ۱۶ نرون در لایه مخفی، به درستی چاقی آن‌ها تشخیص داده می‌شود.

مطالعات گوناگون نشان می‌دهد پارامترهای ورودی استفاده شده در طراحی این شبکه بیشترین میزان تأثیر را در پیش‌بینی فشارخون بالا و چاقی در کودکان و نوجوانان داشته است. حسینی و همکاران نشان دادند که ارتباط معناداری میان شاخص توده بدنی افزایش یافته و فشارخون بالا وجود دارد به طوری که حفظ وزن طبیعی و نمایه توده بدنی نرمال به عنوان اولویت‌های پیشگیری از ابتلاء به فشارخون بالا پیشنهاد می‌شود [۳۴]. همچنین در مطالعه‌ای دیگر ارتباط شاخص توده بدنی و اندازه دور کمر با فشارخون در نوجوانان چینی نشان می‌دهد هرچند شاخص توده بدنی و اندازه دور کمر ارتباط مستقیمی با فشارخون دارند، اما شاخص توده بدنی ارزیابی بهتری نسبت به اندازه دور کمر در تشخیص فشارخون کودکان و نوجوانان دارد [۳۵]. در تحقیق دیگری که روی کودکان پایه پنجم دبستان منطقه ۹ شهر تهران انجام شد، این کودکان از نظر قد، وزن و فشارخون مورد مطالعه قرار گرفتند و شیوع پروزنی در آن‌ها حدود ۱۰ درصد و چاقی حدود ۶ درصد گزارش شده و نشان می‌دهد که گروه‌های مختلف وزنی اختلاف معناداری از نظر فشارخون با یکدیگر دارند [۳۶].

در بسیاری از مطالعات کارکرد مؤثر شبکه عصبی MLP در حوزه تشخیص و پیش‌بینی بیماری‌ها از جمله چاقی و فشارخون بالا به اثبات رسیده است. Huang و همکاران در مطالعه‌ای به پیش‌بینی فشارخون بالا با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و مدل رگرسیون لجستیک روی ساکنین بالای ۳۵ سال در جامعه روستایی چین پرداختند و مشخص شد که شبکه عصبی مصنوعی ریسک ابتلاء به فشارخون بالا را در افراد دقیق‌تر ارزیابی می‌کند [۳۷]. در مطالعه دیگری Samant و Rao به بررسی توانایی شبکه عصبی مصنوعی طراحی شده با الگوریتم لونبرگ-مارکوارت جهت پیش‌بینی احتمال وقوع فشارخون بالا در یک جامعه از افراد سالم و بیمار (دارای سابقه فشارخون بالا) در هند پرداختند که حداکثر دقت شبکه عصبی طراحی شده در آن مطالعه ۹۲/۸۵٪ بوده است [۳۸] مطالعه‌ای که Ture و همکاران با هدف مقایسه روش‌های طبقه‌بندی (سه نوع درخت تصمیم، چهار الگوریتم آماری و دو شبکه عصبی) برای پیش‌بینی ریسک فشارخون بالا، انجام دادند نتایج نشان داد شبکه‌های عصبی MLP و تابع شعایی پایه RBF (Radial Basic Function) به ترتیب با صحت ۸۹/۲۹٪ و ۸۶/۳۶٪ بهترین کارایی را از بین روش‌های طبقه‌بندی یاد شده داشته‌اند [۳۹].

Duran و همکاران برای تشخیص و پیش‌بینی چاقی در کودکان از شبکه عصبی مصنوعی با ۴ متغیر ورودی شامل سن، قد، وزن و اندازه دور کمر، استفاده کردند که به دقت بالای ۹۲ درصد، دست پیدا کرده‌اند [۳]، در حالی که در این مطالعه با ۱۱ متغیر ورودی با دقت بالای ۹۵ درصد شبکه عصبی مصنوعی جهت تشخیص و پیش‌بینی چاقی و فشارخون در کودکان و نوجوانان طراحی شد. این نشان می‌دهد وقتی که عوامل مؤثر بیشتری در تعیین چاقی و فشارخون بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد تشخیص و پیش‌بینی به مراتب دقیق‌تر می‌باشد. با توجه به این که در این تحقیق ۱۱ متغیر مؤثر در چاقی و فشار خون بالا مورد استفاده قرار گرفت که در تحقیقات قبلی این گونه نبود و از متغیرهای کمتری استفاده نمودند؛ لذا نتایج بسیار بهتری به دست آمد. طبق جدول ۵ میزان حساسیت، ویژگی و صحت شبکه عصبی با الگوریتم لونبرگ در

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-09-07]

تشخیص فشارخون سیستولیک بالا به ترتیب ۰/۸۴۶۱، ۰/۹۹۴۹، ۰/۹۷۳۹ است و این مقادیر برای خروجی فشار دیاستولیک بالا به ترتیب اعداد ۰/۷۹۵۲، ۰/۹۹۷۳، ۰/۹۶۰۹ می‌باشد؛ بنابراین از هر ۱۰۰ دانش‌آموز دارای فشارخون بالا ۸۴، نفر که فشارخون سیستولیک بالای ۱۲۰ میلی‌متر جیوه و ۷۹ نفر که دارای فشارخون دیاستولیک بالای ۸۰ میلی‌متر جیوه هستند با شبکه عصبی طراحی شده منتخب، به درستی تشخیص داده شده‌اند. همچنین طبق جدول ۵، از میان ۴۷ دانش‌آموزی که چاقی آن‌ها با شبکه عصبی منتخب به درستی تشخیص داده شده است، تعداد ۳۹ نفر از آن‌ها فشارخون سیستولیک بالای ۱۲۰ میلی‌متر جیوه و یا فشارخون دیاستولیک بالای ۸۰ میلی‌متر جیوه دارند؛ بنابراین حدود ۸۳ درصد از نوجوانان چاق دارای فشارخون بالا نیز هستند و این تأثیر بسیار زیاد چاقی نوجوانان بر افزایش فشارخون را نشان می‌دهد. در این مطالعه نشان داده شد که با داشتن ۱۱ متغیر ورودی می‌توان سیستمی طراحی نمود تا وضعیت چاقی و فشارخون را در دانش‌آموزان پیش‌بینی نماید و نسبت به مطالعات قبلی که در آن‌ها برای پیش‌بینی فشارخون و چاقی از تعداد پارامترهای کمتری استفاده کرده‌اند، دقت بالاتری دارد.

ملاحظه شد که شبکه عصبی طراحی شده نتایج خوبی جهت تشخیص و پیش‌بینی بیماری چاقی و فشارخون سیستولیک و دیاستولیک در دانش‌آموزان ارائه می‌دهد، به طوری که با دقت بالای ۹۵ درصد چاقی را در کودکان و نوجوانان و با دقت بالای ۸۴ و ۷۹ درصد به ترتیب فشارخون سیستولیک و دیاستولیک بالا را در دانش‌آموزان مورد مطالعه، تشخیص می‌دهد.

بنابراین به کارگیری تعداد پارامتر ورودی بیشتر، تشخیص و پیش‌بینی چاقی و پرفشاری خون در کودکان و نوجوانان را دقیق‌تر می‌سازد لذا نتایج بسیار بهتری به دست می‌آید و جامع‌تر بودن این تحقیق را نشان می‌دهد. با وجود این که به‌کارگیری متغیرهای مؤثر بیشتر کار را پیچیده‌تر می‌کند ولی با ابزارهای هوشمندی همچون شبکه عصبی مصنوعی این امر قابل انجام می‌باشد.

این بررسی نشان داد که فشارخون بالا و چاقی از مشکلات بهداشتی کودکان و نوجوانان می‌باشد و میزان افزایش فشارخون در دانش آموزان چاق نسبت به دیگر نوجوانان به میزان قابل‌توجهی بیشتر است. طبق نتایج حاصل شده حدود ۸۳ درصد از نوجوانان چاق دارای فشارخون بالا هستند. با در نظر گرفتن این نکته که شیوع عوامل خطرزای بیماری‌های قلبی و عروقی در افراد چاق و دارای فشارخون بالا بیشتر بوده و هم اکنون بیماری‌های قلبی و عروقی شایع‌ترین علت مرگ در کشور ایران می‌باشد، لذا ضرورت طراحی برنامه‌های آموزشی در زمینه اصلاح سبک زندگی افراد از طریق تأثیرات اجتماعی، فرهنگی و آموزش تغذیه و ارائه الگوی صحیح مصرف مواد غذایی و فعالیت جسمانی می‌تواند راهکارهای مناسبی جهت ارتقای سلامت جامعه باشد.

همچنین پیشنهاد می‌گردد براساس شبکه عصبی طراحی شده و ساختار توپولوژیکی پیشنهادی سیستم تصمیم‌یار بالینی و رابط کاربری مناسب برای پزشک متخصص جهت تشخیص و پیش‌بینی بیماری چاقی و فشارخون بالا طراحی و پیاده‌سازی شود.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی نداشته‌اند.

References

1. Afzal MN, Naveed M. Childhood obesity and Pakistan. J Coll Physicians Surg Pak 2004;14(3):189-92.

2. Kopelman PG. Obesity as a medical problem. Nature 2000;404(6778):635-43. doi: 10.1038/35007508

3. Duran I, Martakis K, Rehberg M, Semler O, Schoenau E. Diagnostic performance of an artificial neural network to predict excess body fat in children. Pediatr Obes 2019;14(2):e12494. doi: 10.1111/ijpo.12494

4. Lauer RM, Burns TL, Clarke WR, Mahoney LT. Childhood predictors of future blood pressure. Am J Hypertens 1991;4(11):608S-10S. doi: 10.1093/ajh/4.11s.608s

5. Stamler J. Epidemiologic findings on body mass and blood pressure in adults Ann Epidemiol 1991;1(4):347-62. doi: 10.1016/1047-2797(91)90045-e

6. Gillman MW, Ellison RC. Childhood prevention of essential hypertension. Pediatr Clin North Am 1993;40(1):179-94. doi: 10.1016/s0031-3955(16)38489-9

7. Qadir MI, Malik SA. Comparison of alterations in red blood cell count and alterations in hemoglobin concentration in patients suffering from rectal carcinoma undergoing 5-fluorouracil and folic acid therapy. Pharmacotherapy 1997;17(5):881-6.

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-09-07]

8. Kasper D, Fauci A, Hauser S, Longo D, Jameson J, Loscalzo J. Harrison's Principles of Internal Medicine. 20th ed. New York: Mcgraw-Hill; 2015.
9. Narkiewicz K. Obesity and hypertension—the issue is more complex than we thought. Nephrol Dial Transplant 2006;21(2):264-7. doi: 10.1093/ndt/gfi290
10. Rahmati F, Moghadass TY, Shidfar M, Habibi F, Jafari M. Prevalence of obesity and hypertension among Tehran university students. Payesh 2004; 3(2) 123 - 30. [In Persian]
11. Venegas HL, Pérez CM, Suárez EL, Guzmán M. Prevalence of obesity and its association with blood pressure, serum lipids and selected lifestyles in a Puerto Rican population of adolescents 12-16 years of age. P R Health Sci J 2003;22(2):137-43.
12. Kuciene R, Dulskiene V. Associations between body mass index, waist circumference, waist-to-height ratio, and high blood pressure among adolescents: a cross-sectional study. Sci Rep 2019;9(1):9493. doi: 10.1038/s41598-019-45956-9
13. Wang M, Sun J, Ma C, Xi B. A3672 Role of waist circumference in predicting elevated blood pressure among children and adolescents with normal body mass index. Journal of Hypertension 2018;36:e290. doi:10.1097/01.hjh.0000549184.63892.12
14. Baur LA. Treatment of childhood obesity. Aust Prescr 2003;26:30-2.
15. Chhatwal J, Verma M, Riar SK. Obesity among pre-adolescent and adolescents of a developing country (India). Asia Pac J Clin Nutr 2004;13(3):231-5.
16. Mohammadi M, Mirzaei M. The effect of obesity, abdominal obesity and joint effect of them on high blood pressure in men of Mazandaran Province, Iran (population attributable fraction study): brief report. Tehran Univ Med J 2017; 74(10):735-40. [In Persian]
17. Katsagoni CN, Psarra G, Georgoulis M, Tambalis K, Panagiotakos DB, Sidossis LS, EYZHN Study Group. High and moderate adherence to Mediterranean lifestyle is inversely associated with overweight, general and abdominal obesity in children and adolescents: The MediLIFE-index. Nutr Res 2020;73:38-47. doi: 10.1016/j.nutres.2019.09.009
18. Ferenci T, Kovacs L. Predicting body fat percentage from anthropometric and laboratory measurements using artificial neural networks. Applied Soft Computing 2018;67:834-9. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2017.05.063
19. Kupusinac A, Stokić E, Doroslovački R. Predicting body fat percentage based on gender, age and BMI by using artificial neural networks. Comput Methods Programs Biomed 2014;113(2):610-9. doi: 10.1016/j.cmpb.2013.10.013
20. Shao YE. Body fat percentage prediction using intelligent hybrid approaches. ScientificWorldJournal 2014;2014:383910. doi: 10.1155/2014/383910
21. Livingstone DJ. Artificial neural networks: methods and applications. Totowa, NJ, USA: Humana Press; 2008.
22. Dunne RA. A Statistical Approach to Neural Networks for Pattern Recognition. 1st ed. New Jersey: John Wiley & Sons Inc; 2007.
23. Kurt I, Ture M, Kurum AT. Comparing performances of logistic regression, classification and regression tree, and neural networks for predicting coronary artery disease. Expert Systems with Applications 2008;34(1):366-74. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2006.09.004
24. Fausett LV. Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms and Applications. USA: Pearson Education India; 1994.
25. Menhaj MB. Computational intelligence: Fundamental of neural networks. Tehran: Amirkabir University of Technology Publication; 2005.
26. Atkov OY, Gorokhova SG, Sboev AG, Generozov EV, Muraseyeva EV, Moroshkina SY, et al. Coronary heart disease diagnosis by artificial neural networks including genetic polymorphisms and clinical parameters. Journal of Cardiology 2012;59(2):190-4. https://doi.org/10.1016/j.jjcc.2011.11.005
27. Kuduvalli M, Grayson AD, Oo AY, Fabri BM, Rashid A. Risk of morbidity and in-hospital mortality in obese patients undergoing coronary artery bypass surgery. Eur J Cardiothorac Surg 2002;22(5):787-93. doi: 10.1016/s1010-7940(02)00448-7
28. Horwich TB, Fonarow GC, Hamilton MA, MacLellan WR, Woo MA, Tillisch JH. The relationship between obesity and mortality in patients with heart failure. J Am Coll Cardiol 2001;38(3):789-95. doi: 10.1016/s0735-1097(01)01448-6
29. Valavanis IK, Mougiakakou SG, Grimaldi KA, Nikita KS. A multifactorial analysis of obesity as CVD risk factor: use of neural network based methods in a nutrigenetics context. BMC Bioinformatics 2010;11:453. doi: 10.1186/1471-2105-11-453
30. Motlagh ME, Ziaodini H, Qorbani M, Taheri M, Aminaei T, Goodarzi A, et al. Methodology and early findings of the fifth survey of childhood and adolescence surveillance and prevention of adult noncommunicable disease: the CASPIAN-V study. Int J Prev Med 2017; 8: 4. doi: 10.4103/2008-7802.198915
31. Payab M, Kelishadi R, Qorbani M, Motlagh ME, Ranjbar SH, Ardalan G, et al. Association of junk food consumption with high blood pressure and obesity in Iranian children and adolescents: the Caspian-IV Study. J Pediatr (Rio J) 2015;91(2):196-205. doi: 10.1016/j.jped.2014.07.006
32. Kelishadi R, Poursafa P. A review on the genetic, environmental, and lifestyle aspects of the early-life origins of cardiovascular disease. Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care 2014;44(3):54-72. doi: 10.1016/j.cppeds.2013.12.005
33. Gurney K. An Introduction to Neural Networks. 1st ed. Boca Raton: CRC Press; 1997.
34. Askary kachoosangy R, Habibi A, Hosseini L. The Investigation of Relationship between Hypertension and High Body Mass Index in 30-60-Year Population of Shahid Motahary Hospital, Marvdasht in 1391. Journal of Sabzevar University of Medical Sciences 2014; 22 (3): 206-12. [In Persian]
35. Yuan P, Qian ZM, Vaughn M, Huang J, Ward P, Zhu Y, et al. Comparison of body mass index with

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-09-07]

abdominal obesity for identifying elevated blood pressure in children and adolescents: The SNEC study. Obesity Research & Clinical Practice 2017;11(4):406-13.

36. Khaji A, Khodaei S, Karbakhsh M, Faeghi A, Azizi S, Firoozian A, et al. Blood pressure and obesity in young adolescents in Tehran. Iranian Journal of Pediatrics 2006; 16(1): 45 - 50. [In Persian]

37. Huang S, Xu Y, Yue L, Wei S, Liu L, Gan X, et al. Evaluating the risk of hypertension using an artificial neural network method in rural residents over the age of 35 years in a Chinese area. Hypertension Research 2010;33(7):722-6.

38. Samant R, Rao S. Evaluation of artificial neural networks in prediction of essential hypertension. International Journal of Computer Applications 2013;81(12). doi:10.5120/14067-2331

39. Ture M, Kurt I, Kurum AT, Ozdamar K. Comparing classification techniques for predicting essential hypertension. Expert Systems with Applications 2005;29(3):583-8. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2005.04.014

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-09-07]

Original Article

Journal of Health and Biomedical Informatics
Medical Informatics Research Center
2021; 8(1): 12-23

Diagnosis of Obesity and Hypertension in Isfahani Students Using Artificial Neural Network

Dehghandar Mohammad[1]*, Hassani Bafrani Atefeh [2], Dadkhah Mahmood [3], Qorbani Mostafa [4], Kelishadi Roya [5]

• **Received:** 8 Oct 2020 • **Accepted:** 4 Jan 2021

Introduction: Obesity and hypertension are community health problems. The objective of this study was to diagnose obesity and hypertension in Isfahani students by artificial neural network.
Method: The present study was a diagnostic and predictive one that used the information of 460 students aged 7-18 years old in Isfahan to design a neural network with 11 input variables (age, sex, weight, height, waist circumference, body mass index, waist to height ratio, abdominal obesity, physical activity, genetics, and unhealthy eating behaviors) and three output variables of obesity, systolic blood pressure, and diastolic blood pressure. Conjugate Gradient and Levenberg-Marquardt algorithms were used for network training.
Results: Selected neural network with the Levenberg algorithm has 16 hidden neurons in the diagnosis of obesity and high diastolic blood pressure and 14 hidden neurons in the diagnosis of high systolic blood pressure. The sensitivity, specificity, and accuracy of the network in the diagnosis of obesity were 0.9591, 0.9975, and 0.9934, respectively, and these values were 0.8461, 0.9949, and 0.9739 for high systolic blood pressure and 0.7952, 0.9973, and 0.9609 for high diastolic blood pressure. It was observed that the designed network detects obesity in children and adolescents with a high accuracy of 95% and diagnoses systolic and diastolic blood pressures with a high accuracy of 84% and 79%, respectively.
Conclusion: According to the results, about 83% of obese adolescents have hypertension. Therefore, there it is necessary to design educational programs in the field of behavioral changes, including physical activity along with interventions in nutrition planning for students.

Keywords: Artificial Neural Network, Obesity, Systolic Blood Pressure, Diastolic Blood Pressure

• **Citation:** Dehghandar M, Hassani Bafrani A, Dadkhah M, Qorbani M, Kelishadi R. Diagnosis of Obesity and Hypertension in Isfahani Students Using Artificial Neural NetworkJournal of Health and Biomedical Informatics 2021; 8(1): 12-23. [In Persian]

1. Assistant Professor, Applied Mathematics Dept., Payame Noor University, Tehran, Iran
2. Ph.D. Student in Applied Mathematics, Lecturer, Applied Mathematics Dept., Payame Noor University, Tehran, Iran
3. Assistant Professor, Applied Mathematics Dept., Payame Noor University, Tehran, Iran
4. Ph.D. in Epidemiology, Associate Professor, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran
5. Pediatrician, Professor, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
***Corresponding Author:** Mohammad Dehghandar
Address: Payame Noor University, Tehran, Iran. PO Box 19395-3697
• **Tel:** 02634613316 • **Email:** m_dehghandar@pnu.ac.ir

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-09-07]