

## تشخیص آپاندیسیت حاد در کودکان با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی

**سلیمان سعیدی:** دانشجوی کارشناسی ارشد انفورماتیک پزشکی، گروه مدیریت اطلاعات بهداشتی درمانی، دانشکده مدیریت و اطلاع‌رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران. power1334@gmail.com  
**\* مصطفی لنگری زاده:** استادیار انفورماتیک پزشکی، گروه مدیریت اطلاعات بهداشتی درمانی، دانشکده مدیریت و اطلاع‌رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران. langarizadeh.m@iums.ac.ir. (\*نویسنده مسئول)

تاریخ پذیرش: ۹۵/۵/۲۳

تاریخ دریافت: ۹۵/۱/۲۱

### چکیده

**زمینه و هدف:** آپاندیسیت حاد، یکی از شایع‌ترین علت جراحی اورژانس، به‌ویژه در کودکان است. تشخیص صحیح و به‌موقع آن می‌تواند موجب کاهش میزان عوارض ناخوشایند گردد. باوجود پیشرفت روش‌های تشخیصی هنوز درصد چشمگیری از بیماران با تشخیص اولیه آپاندیسیت حاد، دارای لاپاراتومی منفی هستند. هدف از این پژوهش ارزیابی نقش شبکه‌های عصبی مصنوعی در تشخیص آپاندیسیت حاد در کودکان با شکم حاد بود.

**روش کار:** در این پژوهش از داده‌های ۲۰۶ بیمار با شکم حاد استفاده گردید که از فروردین ۱۳۸۴ لغایت اسفند ۱۳۹۳ به بیمارستان کودکان علی‌اصغر(ع) شهر تهران مراجعه کرده بودند. در مدل شبکه عصبی مصنوعی پیش‌خور با الگوریتم پس‌انتشار خطا از دو تابع آموزشی لونیگ مارکواردت و شیب توأم مقیاس شده استفاده شد.

**یافته‌ها:** با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، شبکه پس‌انتشار پیش‌خور با توپولوژی ۲-۱۰-۱۲ و الگوریتم لونیگ مارکواردت و راهبرد توابع یکسان برای تمام لایه‌ها (تانژانت هاینرولیک سیگموئیدی) به‌عنوان بهترین تابع آموزشی برای تشخیص آپاندیسیت حاد در کودکان انتخاب گردید. مقدار حساسیت، ویژگی و صحت شبکه عصبی مصنوعی ۱۰۰ درصد بود. این نتایج حاکی از پتانسیل بالای شبکه‌های عصبی مصنوعی به‌عنوان ابزاری قوی در تشخیص آپاندیسیت حاد در کودکان بود.

**نتیجه‌گیری:** در این پژوهش از شبکه‌های عصبی مصنوعی باهدف یاری‌رساندن به متخصصین پزشکی در تشخیص بیماری آپاندیسیت حاد استفاده گردید. شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌تواند یک ابزار مؤثر برای تشخیص دقیق آپاندیسیت حاد باشند و این سیستم‌ها ممکن است آپاندکتومی‌های غیرضروری، هزینه‌ها و زمان فرایندهای تشخیصی را کاهش دهد.

**کلیدواژه‌ها:** آپاندیسیت حاد، کودک، تشخیص، شبکه عصبی مصنوعی، حساسیت، ویژگی

### مقدمه

گونگونگی تظاهر یابد. تظاهرات این بیماری با موارد متعددی از سندرم‌های طبی همپوشانی دارد (۱)، (۵-۸).

از زمانی که Fitz Heber واقعیت آپاندیسیت حاد را کشف نمود و به پراکندگی موجود بین نظریات مربوط به فیزیوپاتولوژی و درمان این بیماری پایان داد، بیش از ۱۲۰ سال می‌گذرد. ولی هنوز هم آپاندیسیت حاد یکی از مشکلات تشخیصی علم پزشکی محسوب می‌شود. با وجود اینکه آپاندیسیت حاد یکی از شایع‌ترین بیماری‌های جراحی است، ولی گاه پیچیدگی‌ها و تفاوت‌های موجود در نحوه بروز آن باعث به‌اشتباه افتادن مجرب‌ترین پزشکان می‌شود (۶، ۸-۹). در بعضی موارد، به‌خصوص کودکان علائم ممکن

تشخیص و تصمیم‌گیری در مورد برخی از بیماری‌ها می‌تواند برای پزشکان حساس و چالش‌برانگیز باشد. از جمله اینگونه بیماری‌ها می‌توان به درد شکمی اشاره کرد که یک شکایت شایع در طب داخلی و جراحی است. در طب جراحی، شایع‌ترین علت شکم حاد جراحی، آپاندیسیت حاد است (۱-۴). آپاندیسیت به معنی التهاب آپاندیس است که به دنبال انسداد دهانه آپاندیس اتفاق می‌افتد. به دنبال انسداد، فلور نرمال آپاندیس حمله به دیواره آپاندیس را آغاز می‌کند که به علت پاسخ بدن به این حمله التهاب رخ می‌دهد. آپاندیسیت به‌عنوان یک اورژانس جراحی، بیماری شایعی است که می‌تواند با علائم

از طرف دیگر در مطالعات مختلف میزان موارد آپاندکتومی منفی از ۳۰-۱۵ درصد گزارش شده است. آپاندکتومی منفی با عوارض بالایی نظیر عفونت زخم، انسداد و عقیمی ناشی از آسیب به لوله‌های رحمی همراه است؛ تحمیل عمل جراحی غیرضروری نیز می‌تواند علیرغم هزینه‌های مالی بالا باعث عوارضی همچون چسبندگی‌های روده و کاهش کارایی فرد گردد (۶، ۹).

تشخیص آپاندیسیت حاد بر اساس یافته‌های حاصل از شرح حال و معاینه فیزیکی صحیح بیمار شروع می‌شود؛ اما با این وجود اشکال غیرطبیعی آپاندیسیت حاد خصوصاً در اطفال باعث می‌شود که هنوز هم در ۳۰-۱۵ درصد موارد جراحی‌های انجام‌شده آپاندیس‌های طبیعی و غیر بیمار حذف شوند. برآورد شده است که تنها در حدود ۵۵ درصد از موارد آپاندیسیت حاد، علائم و نشانه‌های بیماری و نحوه بروز آن‌ها طبق الگوی کلاسیک است (۱۱، ۱۹).

نشانه یا تست تشخیصی که همه بیماران تشخیص آپاندیسیت را به درستی تأیید کند، وجود ندارد (۲۰)؛ بنابراین تشخیص دقیق و صحیح و به موقع بیماری نیاز به مهارت خاصی داشته و استفاده از روش‌های آزمایشگاهی و پاراکلینیکی می‌تواند سودمند باشد (۱۷، ۲۱-۲۲).

از زمان کشف علت شناسی آپاندیسیت حاد همواره تلاش برای بالا بردن دقت تشخیصی و کاستن میزان خطاهای احتمالی در تشخیص این بیماری ادامه داشته است. تاکنون بررسی‌ها و قضاوت بالینی عوامل تشخیص قطعی قبل از عمل بوده‌اند که هنوز به‌عنوان یک مشکل پیچیده برای جراحان مطرح است. امروزه استراتژی‌های تشخیصی آپاندیسیت حاد جهت کاهش آپاندکتومی منفی و نیز کاهش بیماری‌زایی و مرگ‌ومیر ناشی از این بیماری شدیداً مورد توجه جوامع علمی است. روش‌ها مختلفی از جمله یافته‌های آزمایشگاهی مانند تعداد گلبول‌های سفید خون (White Blood Cell Count (WBC)) و سطح پروتئین واکنشی C-reactive protein (CRP) و یافته‌های حاصل از ابزارهایی مانند اولتراسوند، سی‌تی‌اسکن و لاپاراسکوپیک بکار گرفته

است گول زنده و تشخیص بیماری بسیار مشکل باشد و از سوی دیگر طولانی شدن بیماری نیز برای بیمار خطر جانی در برداشته و یا عوارض شدیدی را موجب می‌شود؛ بنابراین تشخیص صحیح و به موقع بیماری نیاز به تجربه و مهارت خاصی دارد (۹-۱۱). آپاندیسیت حاد، شایع‌ترین موقعیت حاد جراحی در کودکان است. سالانه ۸۰۰۰۰ کودک در ایالات متحده مبتلا به آپاندیسیت می‌شوند. شایع‌ترین سن آپاندیسیت در کودکان بین ۱۸-۱۲ سالگی است. ۱/۳ درصد از مبتلایان به آپاندیسیت زیر ۱۸ سال می‌باشند. میزان ابتلا در کودکان زیر ۱۴ سال، ۴ در ۱۰۰۰ مورد است. بالاترین سن شیوع در کودکان بین سن ۱۱ تا ۱۲ سال است. در سنین کمتر از ۵ سال، نادر (کمتر از ۵ درصد) و در سنین کمتر از ۳ سال، بسیار نادر (کمتر از ۱ درصد) است. تشخیص آپاندیسیت حاد در کودکان مشکل‌تر از بالغین است. عدم توانایی کودکان در دادن شرح حال دقیق، تأخیر تشخیص توسط والدین و پزشک و وجود ناراحتی‌های گوارشی غیراختصاصی از علل دیر تشخیص دادن آپاندیسیت حاد در کودکان است. احتمال پارگی آپاندیس بیشتر بوده و به خاطر عدم رشد انتوم در کودکان، احتمال پریتونیت منتشر و عوارض بیشتر است. در کودکان زیر ۵ سال، هم اشتباه در تشخیص بیماری آپاندیسیت حاد و هم احتمال پاره شدن آپاندیس بیشتر است. دشواری تشخیص بیماری، به طور معمول، شروع درمان را به تأخیر می‌اندازد و در بسیاری از موارد منجر به سوراخ شدگی می‌گردد. به علت عوارض مرگ‌ومیر بالا، آپاندیسیت در فهرست بیماری‌های مهم کودکان قرار می‌گیرد. به علت سیر سریع بیماری در کودکان، لزوم تشخیص به موقع بیماری جهت جلوگیری از عوارض ناخواسته مورد تأکید همه جراحان است. علیرغم وجود تکنیک‌های رادیولوژی برای تشخیص آپاندیسیت، بازهم تشخیص آپاندیسیت حاد مشکل است و خطر سوراخ شدگی در مراکز مختلف از ۱۶ درصد تا ۵۷ درصد گزارش شده است. در صورت پاره شدن آپاندیس، احتمال عوارض افزایش می‌یابد (۱۰، ۱۲-۱۸).

آپاندیسیت حاد در کودکان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، لذا برای این مهم، بایستی از آن دسته مدل‌هایی استفاده کرد که دارای حداقل خطا و حداکثر اطمینان باشد. بر اساس مطالعات انجام‌گرفته پیشین، می‌توان گفت قابلیت منحصر به فرد شبکه عصبی مصنوعی در ایجاد تمایز و دسته‌بندی و تشخیص بیماری‌ها، می‌تواند مطلوب و مفید واقع گردد (۲۹، ۳۱-۳۵).

شبکه‌های عصبی مصنوعی از پنج دهه‌ی پیش تاکنون برای کمک به پزشکان در تشخیص بیماری‌ها مورداستفاده قرار گرفته‌اند. شبکه‌های عصبی به خاطر توانایی در یادگیری مسائل پیچیده با قابلیت حفظ دقت، حتی در صورت نبود برخی اطلاعات، مورد توجه خاصی قرار گرفته‌اند (۳۶، ۳۷). بطوری که از این روش در زمینه‌های مختلف از جمله پیش‌بینی مرگ و میر در کنار روش‌های آماری استفاده شده است (۳۸).

بر اساس بررسی انجام شده توسط پژوهشگر، مطالعات متعددی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی برای کمک به پزشکان در تشخیص بیماری‌های مختلف و طبقه‌بندی انواع بیماری‌ها صورت گرفته است، اما در زمینه تمایز و تشخیص بیماری آپاندیسیت حاد کودکان، مطالعه‌ای در ایران یافت نشد؛ در خارج از کشور نیز هدف مطالعات انجام‌شده نه تنها با استفاده و تاکید بر معاینات بالینی و شاخص‌های آزمایشگاهی WBC و CRP انجام شده بلکه تمامی رده‌های سنی را مورد بررسی قرار داده‌اند (۱۹، ۳۹-۴۰). درحالی که به دلیل شیوع بالا و اشکال غیرطبیعی آپاندیسیت حاد در کودکان و تشخیص نادرست این بیماری، بیماران این پژوهش فقط شامل کودکان بود.

با توجه به نیاز به سیستم تصمیم‌یار برای کمک به پزشکان در تشخیص آپاندیسیت حاد کودکان، هدف از این پژوهش ایجاد یک سیستم تشخیصی مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی، به‌منظور تشخیص به‌موقع و مداخله درست جراحی آپاندیسیت حاد در کودکان بود.

شده‌اند. یافته‌های آزمایشگاهی مانند تعداد گلبول‌های سفید خون و سطح پروتئین واکنشی C، ابزارهای مفیدی برای تشخیص هستند ولی با این وجود به تنهایی دارای ویژگی و حساسیت پائینی هستند. یافته‌های سی‌تی‌اسکن، ویژگی بالایی داشته ولی حساسیت خیلی ضعیفی دارد. تشخیص سوراخ شدگی را بر اساس سی‌تی‌اسکن نمی‌توان ثابت کرد مگر اینکه وجود آبسه یا هوای خارج از لومن وجود داشته باشد. حساسیت سونوگرافی در تشخیص آپاندیسیت حاد ۵۵-۹۶ درصد و ویژگی آن ۸۵-۹۵ درصد گزارش شده است (۲۳).

در مطالعه Gracey و همکاران در بریتانیا، حساسیت و ویژگی این روش در این زمینه به ترتیب ۹۳/۸ و ۹۱/۳ درصد گزارش شده است (۲۴). در مطالعه Gamanagatti و همکاران در هند بر روی ۵۸ بیمار، حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت، ارزش اخباری منفی و دقت سونوگرافی فشاری تدریجی به ترتیب ۶۷/۳، ۱۰۰، ۱۰۰، ۱۵/۸ و ۷۱/۲ درصد گزارش شده است (۲۵). علی‌رغم تکنیک‌ها و کلیه روش‌های تشخیصی مذکور میزان تشخیص نادرست آپاندیسیت حاد ثابت مانده است (۱۵/۳ درصد) و به نظر می‌رسد که خطا در تشخیص آپاندیسیت حاد کاهش پیدا نکرده است (۲۶).

امروزه در اغلب کشورها تشخیص آپاندیسیت فقط بر اساس علائم بالینی و تست‌های آزمایشگاهی مورد قبول نیست و روش‌ها و معیارهای مختلفی جهت تشخیص مطرح شده است. در دسترس نبودن فن‌آوری‌های پیشرفته از جمله سی‌تی‌اسکن اسپیرال در تمام مراکز بهداشتی درمانی، بالا بودن هزینه‌های درمان، میزان استفاده از منابع، نیروی انسانی، زمان و پایین بودن ویژگی و حساسیت روش‌ها و تکنیک‌های موجود و نیز عدم کاهش خطا در تشخیص آپاندیسیت حاد از جمله مواردی است که بدنه بهداشت و درمان کشور را درگیر نموده و هزینه‌های غیرضروری به بیمار و سیستم مراقبت بهداشتی تحمیل می‌نماید (۲۷-۳۰). از آنجایی که تشخیص و افتراق دقیق و صحیح بیماری

## روش کار

این پژوهش در دو مرحله انجام گرفت. در مرحله اول (تعیین نشانگر، علائم، نشانه‌های تشخیص بیماری آپاندیسیت حاد کودکان) پژوهش، پرسشنامه نیازسنجی اطلاعاتی از پزشکان شاغل در بخش گوارش بیمارستان فوق تخصصی کودکان حضرت علی‌اصغر (ع) در رابطه با ارقام داده‌ای موردنیاز در سیستم تصمیم‌یار بالینی آپاندیسیت حاد کودکان بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای (۲-۴، ۱۹، ۳۹-۴۰) طراحی گردید. این پرسشنامه از دو بخش (در کل ۲۴ سؤال) تشکیل شده بود. بخش اول شامل ۳ سؤال مربوط به مشخصات فردی و شغلی نمونه‌های پژوهش از قبیل جنسیت، میزان تحصیلات و سابقه کار و بخش دوم ۲۱ سؤال مربوط به تعیین عناصر داده‌ای موردنیاز برای تشخیص بیماری آپاندیسیت حاد کودکان که شامل ۲ سؤال (اطلاعات هویتی از قبیل سن، جنس)، ۹ سؤال (اطلاعات معاینات بالینی از قبیل بی‌اشتهایی، استفراغ و غیره) و ۷ سؤال (اطلاعات نتایج تست‌های آزمایشگاهی بیمار از قبیل شمارش گلبول‌های سفید، سطح پروتئین واکنشی، درصد نوتروفیلی و غیره) است که پاسخ آن‌ها بر اساس مقیاس لیکرت (ضروری، غیرضروری) است. همچنین در بخش دوم ۳ سؤال باز برای دریافت نظرات شرکت‌کنندگان در خصوص سایر موارد مدنظر آن‌ها مطرح شد تا پژوهشگر از سایر نظرات پاسخ‌دهندگان نیز مطلع گردد. روایی محتوی از نظر تناسب، دقت و ارتباط به‌وسیله ۵ نفر جراح مورد تایید قرار گرفت. پایایی پرسشنامه با محاسبه ضریب آلفای کرونباخ (۰/۸۲) مورد سنجش و تایید قرار گرفت. در این مرحله از روش سرشماری استفاده شد و کلیه پزشکان بخش گوارش بیمارستان فوق تخصصی کودکان حضرت علی‌اصغر (ع) شهر تهران (۸ نفر) به عنوان نمونه پژوهش در نظر گرفته شد.

در مرحله دوم (طراحی و ارزیابی سیستم) مطالعه، فرم استخراج داده حاوی اطلاعات دموگرافیک، یافته‌های بالینی و آزمایشگاهی بیماران مورد استفاده قرار گرفت. فرم استخراج داده، با استفاده از نتایج پرسشنامه مرحله اول

پژوهش و به منظور ثبت نشانگرهای تأثیرگذار در تشخیص آپاندیسیت حاد کودکان طراحی گردید. داده‌های مورد نیاز با مراجعه مستقیم پژوهشگر به بیمارستان محیط پژوهش جمع‌آوری گردید. در این پژوهش پرونده بیماران شکم حاد مراجعه‌کننده به بیمارستان فوق تخصصی کودکان حضرت علی‌اصغر (ع) از سال ۱۳۸۴ تا آخر ۱۳۹۳ بررسی و سپس مقادیر نشانگرها و متغیرهای لازم از خلاصه تریخیص، شرح حال و نتایج آزمایش‌های بدو ورود بیمار، استخراج و ثبت گردید. از ۲۳۴ پرونده بررسی شده، ۲۰۶ پرونده حاوی داده‌های بالینی مورد نیاز بودند که به عنوان نمونه پژوهش انتخاب گردیدند. از این تعداد ۱۳۲ بیمار مبتلا به آپاندیسیت حاد بودند و ۷۴ بیمار مبتلا به آپاندیسیت حاد نبودند.

در این پژوهش از ساختار شبکه‌های عصبی چندلایه پیش‌خور (پرسپترون چندلایه) استفاده شد. مکانیزم یادگیری شبکه‌های عصبی استفاده‌شده در این پژوهش بر اساس مفهوم گرادینان نزولی بود. برای آموزش این نوع شبکه به طور معمول از قانون پس انتشار خطا استفاده می‌شود که دارای الگوریتم‌های مختلفی است. در این پژوهش از دو الگوریتم لونیگ مارکواردت (Levenberg-Marquardt) و گرادینان توأم مقیاس شده (Scaled conjugated gradient)، استفاده شد.

تعداد نورون‌های لایه ورودی همان نشانگرهای تشخیصی بیماری آپاندیسیت حاد بود. تعداد لایه‌های پنهان تا حد امکان باید کم باشد. این پارامتر به پیچیدگی مسئله و تعداد متغیرهای وابسته است. ثابت‌شده است که هر تابع می‌تواند حداکثر با سه لایه پنهان تقریب زده شود. قاعده کلی برای انتخاب تعداد این لایه‌ها وجود ندارد. می‌توان گفت بیشتر شبکه‌های مورد استفاده دارای یک، دو و سه لایه پنهان می‌باشند و به‌ندرت از شبکه‌های با چهار لایه و بیشتر استفاده‌شده است (۴۱، ۴۲). در این پژوهش مقدار این متغیر یک‌بار یک و یک‌بار دو در نظر گرفته‌شده است. اگرچه قوانین تجربی زیادی وجود دارد که می‌توان برای انتخاب تعداد نورون‌های لایه میانی از آن‌ها

(۳۱ بیمار) برای آزمون شبکه مورد استفاده قرار گرفت.

شبکه عصبی مورد نظر در محیط نرم افزار MATLAB نسخه ۲۰۱۴ طراحی شد. برای دسترسی به شبکه ای با بهترین عملکرد، شبکه های مختلف با ساختارهای مختلف آموزش داده شد و عملکرد این شبکه ها با توجه به مجموعه داده تست، اعتبارسنجی و داده آموزش به دست آمد و سپس مورد ارزیابی قرار گرفت. برای ارزیابی این شبکه ها از ماتریس آشفتگی و محاسبه صحت، حساسیت و ویژگی استفاده گردید.

### یافته ها

توزیع فراوانی افراد شرکت کننده در مرحله اول پژوهش نشان داد که ۷۵ درصد (۶ نفر) مرد و ۲۵ درصد (۲ نفر) زن بودند. از نظر تحصیلات، ۷۵ درصد پزشک فوق تخصص و پزشک متخصص و ۲۵ درصد رزیدنت بودند. سابقه کار ۷۵ درصد پزشکان ۱۱ سال و بیشتر و سابقه کار ۲۵ درصد آن ها کمتر از ۱۱ سال بود. اقلام داده مورد نیاز سیستم در برگیرنده سه گروه اصلی اطلاعات دموگرافیک، بالینی و شاخص های آزمایشگاهی بیمار بود که نظرات پزشکان در خصوص ضرورت یا عدم ضرورت وجود این اقلام در جدول ۱ نشان داده شده است. معیار انتخاب متغیرهای ضروری کسب درصد فراوانی مساوی یا بیش از ۵۰ بود. بر اساس جدول ۱، همه متغیرها بجز اسهال (۲۵ درصد)، یبوست (۲۵ درصد)، سوزش ادرار (۱۲/۵ درصد)، میزان هموگلوبین خون (۲۵ درصد) و میزان پلاکت خون (۲۵ درصد) برای سیستم ضروری تشخیص داده شدند. درد شکم در ربع تحتانی سمت راست (۱۰۰ درصد) بیشترین امتیاز و سوزش ادرار (۱۲/۵ درصد) کمترین امتیاز را داشتند. همان طور که مشخص است از ۱۷ نشانگر پیشنهادی موجود در پرسشنامه، ۱۲ مورد درصد فراوانی ۵۰ و بالاتر را کسب کرده اند. یافته ها نشان داد که از ۲۰۶ بیمار ۷۰/۴ درصد (۱۴۵ نفر)، ۶۶ درصد (۱۳۶ نفر) و ۶۵ درصد (۱۳۴ نفر) از بیماران به ترتیب درد شکم در ربع تحتانی سمت راست، بی اشتهایی و استفراغ را ذکر

استفاده کرد، لیکن در اغلب موارد روش آزمون و خطا بهترین راه حل تعیین تعداد نورون ها است. در این پژوهش به منظور بالابردن عملکرد سیستم تصمیم یار، نرون های لایه های پنهان شبکه عصبی از یک تا ۷۰ نرون قرار داده شده است و عملکرد شبکه برای توپولوژی موجود با تعداد متفاوت نرون در لایه پنهان محاسبه شد و در نهایت ساختار موجود با توپولوژی دارای عملکرد بالاتر انتخاب شد. چون دو خروجی (متناسب با ابتلا به آپاندیسیت حاد و عدم ابتلا به آپاندیسیت) وجود داشت، بنابراین تعداد نورون های لایه خروجی دو در نظر گرفته شده است. یکی دیگر از پارامترهای استفاده شده در بحث شبکه های عصبی و پیاده سازی مفاهیم عملی آن، تابع انتقال است. تابع فعال سازی (تابع انتقال) رابطه بین ورودی و خروجی یک نورون و یک شبکه را تعیین می کند. یک شبکه ممکن است از توابع فعال سازی متفاوت برای نورون های متفاوت در لایه های متفاوت یا مشابه استفاده کند (۴۳). پژوهش ها نشان داده اند شبکه های عصبی که از تابع انتقال تابع انتقال "تانژانت هایپربولیک سیگموئیدی" یا  $tansig$  استفاده کرده اند همگرایی سریع تری را منجر شده اند. این تابع برای استفاده در شبکه های عصبی درجایی که سرعت دارای اهمیت است کارایی زیادی دارد (۴۴، ۴۵)؛ بنابراین در این پژوهش برای بالابردن کارایی شبکه عصبی از تابع انتقال  $tansig$  برای نرون های لایه مخفی و همچنین برای نرون های لایه خروجی نیز از این تابع انتقال استفاده شده است.

به منظور رفع مشکل بیش برآزش، راهکار توقف زودهنگام فرایند یادگیری در مرحله پیکربندی شبکه ها با استفاده از داده های تعیین اعتبار اجرا شد. توقف زودهنگام روشی برای بهبود عمومیت شبکه است. این روش عبارت است از تقسیم بندی مجموعه داده ی کلی به سه مجموعه یادگیری یا آموزش، آزمون و تعیین اعتبار یا اعتبار سنجی به جای بهره گیری از تنها دو مجموعه اول آموزش و آزمون (۴۱، ۴۴، ۴۶، ۴۷)؛ بنابراین ۷۰ درصد داده ها جهت آموزش (۱۴۴ بیمار)، ۱۵ درصد (۳۱ بیمار) برای اعتبارسنجی و ۱۵ درصد

جدول ۱- فراوانی پاسخ‌های پزشکان در مورد ضرورت وجود اقلام داده‌ای موردنیاز

| مجموع فراوانی (درصد) | وضعیت                   |                      | داده‌های مورد نیاز برای تشخیص  |
|----------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------|
|                      | غیرضروری فراوانی (درصد) | ضروری فراوانی (درصد) |                                |
| (۱۰۰)۸               | (۲۵)۲                   | (۷۵)۶                | سن                             |
| (۱۰۰)۸               | (۳۷/۵)۳                 | (۶۲/۵)۵              | جنس                            |
| (۱۰۰)۸               | (۰)۰                    | (۱۰۰)۸               | درد شکم در ربع تحتانی سمت راست |
| (۱۰۰)۸               | (۲۵)۲                   | (۷۵)۶                | استفراغ                        |
| (۱۰۰)۸               | (۷۵)۶                   | (۲۵)۲                | اسهال                          |
| (۱۰۰)۸               | (۷۵)۶                   | (۲۵)۲                | یبوست                          |
| (۱۰۰)۸               | (۱۲/۵)۱                 | (۸۷/۵)۷              | بی‌اشتهایی                     |
| (۱۰۰)۸               | (۸۷/۵)۷                 | (۱۲/۵)۱              | سوزش ادرار                     |
| (۱۰۰)۸               | (۱۲/۵)۱                 | (۸۷/۵)۷              | تندرنس و ریباند تندرنس         |
| (۱۰۰)۸               | (۵۰)۴                   | (۵۰)۴                | تب                             |
| (۱۰۰)۸               | (۱۲/۵)۱                 | (۸۷/۵)۷              | طول مدت علائم                  |
| (۱۰۰)۸               | (۱۲/۵)۱                 | (۸۷/۵)۷              | تعداد گلبول‌های سفید (WBC)     |
| (۱۰۰)۸               | (۱۲/۵)۱                 | (۸۷/۵)۷              | درصد نوتروفیلی                 |
| (۱۰۰)۸               | (۵۰)۴                   | (۵۰)۴                | سطح پروتئین واکنشی (CRP)       |
| (۱۰۰)۸               | (۵۰)۴                   | (۵۰)۴                | سرعت رسوب گلبول قرمز (ESR)     |
| (۱۰۰)۸               | (۷۵)۶                   | (۲۵)۲                | میزان هموگلوبین خون            |
| (۱۰۰)۸               | (۷۵)۶                   | (۲۵)۲                | میزان پلاکت خون                |

رسوب گلبول‌های قرمز در دو گروه مبتلا و غیر مبتلا به آپاندیسیت حاد فاقد ارتباط معنادار ولی متغیرهای سن و درصد نوتروفیلی در دو گروه مبتلا و غیر مبتلا به آپاندیسیت حاد ارتباط معناداری داشتند.

در این پژوهش بر اساس مجموعه داده گردآوری شده آپاندیسیت حاد کودکان، طراحی کارآمدترین شبکه بر اساس سه شاخص صحت، حساسیت و ویژگی انتخاب گردید. با اجرای شبکه‌های مختلف مشخص شد که شبکه عصبی پرسپترون چندلایه با الگوریتم آموزشی لونبرگ مارکواردت بهترین عملکرد را دارد. شبکه یک‌لایه ورودی با ۱۲ نورون، یک‌لایه پنهان با ۱۰ نورون و یک‌لایه خارجی با دو نورون داشت. در جدول ۴ عملکرد کارآمدترین شبکه‌های عصبی مصنوعی برای هر الگوریتم نشان داده شده است.

در این پژوهش هر سه شاخص طبقه بندی یعنی حساسیت، ویژگی و صحت سیستم تصمیم‌یار برابر ۱۰۰ درصد بدست آمد که نشان می‌دهد سیستم تصمیم‌یار طراحی شده قادر است ۱۰۰ درصد موارد مبتلا به آپاندیسیت حاد را درست تشخیص

کرده بودند. طول مدت علائم در ۱۶۵ بیمار (۸۰/۱ درصد) کمتر از ۴۸ ساعت و در ۴۱ مورد (۱۹/۹ درصد) بیشتر از ۴۸ ساعت بود. تندرنس و ریباند تندرنس در ۶۳/۱ درصد (۱۳۰ نفر) وجود داشت. همچنین ۱۲۹ بیمار (۶۲/۶ درصد) دارای تب و یا تب خفیف بودند. سطح پروتئین واکنشی (CRP) در ۸۳ درصد (۱۷۱ نفر) بیماران مثبت بود. متوسط سن بیماران ۷/۲۱ سال با انحراف معیار ۳/۰۰۱ سال بوده است. میانگین تعداد گلبول‌های سفید (WBC)،  $13704/03$  و انحراف معیار  $5492/811$  در میکرو لیتر بود. متوسط درصد نوتروفیلی، ۰/۷۰ و انحراف معیار ۰/۱۷ بوده است. میانگین میزان رسوب گلبول‌های قرمز ۴۷/۰۸ و انحراف معیار  $35/339$  میلی‌متر در ساعت بود.

جداول ۲ و ۳ اطلاعات همبستگی مربوط به متغیرهای مورد بررسی را ارائه می‌کند. در بین متغیرهای کیفی، همه متغیرها به جز جنس در دو گروه مبتلا و غیر مبتلا به آپاندیسیت حاد، دارای ارتباط معنادار بودند؛ اما در بین متغیرهای کمی، متغیرهای تعداد گلبول‌های سفید خون و میزان

جدول ۲- درصد فراوانی متغیرهای کیفی موردبررسی در مبتلایان و غیر مبتلایان به آپاندیسیت حاد کودکان

| p*    | وضعیت                                     |                                       | متغیر                                 |
|-------|---|---------------------------------------|---------------------------------------|
|       | عدم ابتلا به آپاندیسیت حاد فراوانی (درصد) | مبتلا به آپاندیسیت حاد فراوانی (درصد) |                                       |
| ۰/۹۱۷ | (۱۸)۳۷                                    | (۳۲/۵)۶۷                              | جنس                                   |
|       | (۱۸)۳۷                                    | (۳۱/۶)۶۵                              | مذکر                                  |
|       |   |                                       | مؤنث                                  |
| ۰/۰۰۰ | (۶/۳)۱۳                                   | (۶۴/۱)۱۳۲                             | درد شکم در ربع تحتانی سمت راست        |
|       | (۲۹/۶)۶۱                                  | (۰)۰                                  | دارد                                  |
|       |   |                                       | ندارد                                 |
| ۰/۰۰۰ | (۱۲/۶)۲۶                                  | (۵۳/۴)۱۱۰                             | بی‌اشتهایی                            |
|       | (۲۳/۳)۴۸                                  | (۱۰/۷)۲۲                              | دارد                                  |
|       |   |                                       | ندارد                                 |
| ۰/۰۰۰ | (۱۶/۶)۳۴                                  | (۴۸/۸)۱۰۰                             | استفراغ                               |
|       | (۱۹)۳۹                                    | (۱۵/۶)۳۲                              | دارد                                  |
|       |   |                                       | ندارد                                 |
| ۰/۰۰۰ | (۱۷)۳۵                                    | (۶۳/۱)۱۳۰                             | طول مدت علائم                         |
|       | (۱۸/۹)۳۹                                  | (۱)۲                                  | کمتر از ۴۸ ساعت                       |
|       |   |                                       | بیشتر از ۴۸ ساعت                      |
| ۰/۰۰۰ | (۰/۵)۱                                    | (۶۲/۶)۱۲۹                             | تندرنس و ریباند تندرنس                |
|       | (۳۵/۴)۷۳                                  | (۱/۵)۳                                | دارد                                  |
|       |   |                                       | ندارد                                 |
| ۰/۰۰۹ | (۲۶/۷)۵۵                                  | (۳۵/۹)۷۴                              | تپ                                    |
|       | (۹/۲)۱۹                                   | (۲۸/۲)۵۸                              | دارد (بالاتر از ۳۷/۵ درجه سانتی گراد) |
|       |   |                                       | ندارد (کمتر از ۳۷/۵ درجه سانتی گراد)  |
| ۰/۰۰۰ | (۲۲/۸)۴۷                                  | (۶۰/۲)۱۲۴                             | سطح پروتئین واکنشی                    |
|       | (۱۳/۱)۲۷                                  | (۳/۹)۸                                | مثبت                                  |
|       |   |                                       | منفی                                  |

\*با استفاده از آزمون کای-دو

جدول ۳- مقایسه میانگین متغیرهای کمی موردبررسی در مبتلایان و غیر مبتلایان به آپاندیسیت حاد کودکان

| p*    | وضعیت   |   | متغیر                           |
|-------|---|---|---------------------------------|
|       | عدم ابتلا به آپاندیسیت حاد انحراف معیار $\pm$ میانگین | مبتلا به آپاندیسیت حاد انحراف معیار $\pm$ میانگین |                                 |
| ۰/۰۲۳ | ۶/۵۸ $\pm$ ۳/۳۸                                       | ۷/۵۷ $\pm$ ۲/۷۱                                   | سن                              |
| ۰/۷۶۱ | ۱۳۵۴۷/۷۰ $\pm$ ۷۲۶۳/۷۳                                | ۱۳۷۹۱/۶۷ $\pm$ ۴۲۱۷/۹۳                            | تعداد گلبول‌های سفید خون (WBC)  |
| ۰/۰۰۰ | ۰/۶۰ $\pm$ ۰/۲۱                                       | ۰/۷۶ $\pm$ ۰/۱۱                                   | درصد نوتروفیلی                  |
| ۰/۷۹۳ | ۴۶/۲۲ $\pm$ ۳۸/۹۲                                     | ۴۷/۵۷ $\pm$ ۳۳/۳۱                                 | میزان رسوب گلبول‌های قرمز (ESR) |

\*با استفاده از آزمون تی

### بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش، طراحی سیستم تصمیم‌یار بالینی با استفاده از مدل شبکه عصبی جهت تشخیص آپاندیسیت حاد کودکان و مقایسه دقت و صحت تشخیص شبکه عصبی مصنوعی با الگوریتم‌های آموزش متفاوت بود. متغیرهای اصلی

دهد. در مبحث شبکه‌های عصبی عملکرد شبکه‌ها براساس میانگین مربعات خطا ( Mean Square Error) سنجیده می‌شود در این پژوهش عملکرد شبکه عصبی منتخب برابر با ۰/۰۱۱ بود که در اپیاک (Epoch) ۴ بدست آمد. در شکل ۱ عملکرد شبکه نمایش داده شده است.

جدول ۴- شبکه‌های منتخب در تشخیص آپاندیسیت حاد در این پژوهش به همراه عملکردشان

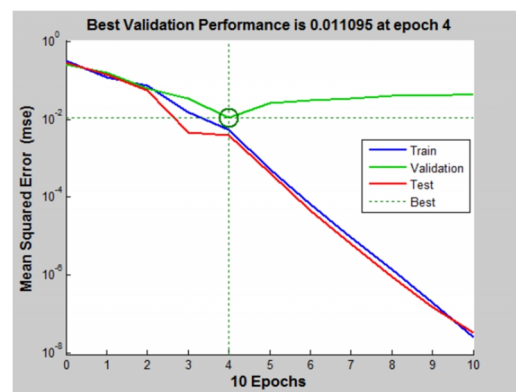
| ویژگی (درصد) |            | حساسیت (درصد) |            | صحت (درصد) |            | الگوریتم شبکه عصبی |            |
|--------------|------------|---------------|------------|------------|------------|--------------------|------------|
| آموزش        | اعتبارسنجی | آموزش         | اعتبارسنجی | آموزش      | اعتبارسنجی | آموزش              | اعتبارسنجی |
| ۱۰۰          | ۱۰۰        | ۱۰۰           | ۱۰۰        | ۱۰۰        | ۱۰۰        | ۱۰۰                | ۱۰۰        |
| ۱۰۰          | ۱۰۰        | ۹۵            | ۱۰۰        | ۱۰۰        | ۹۶/۸       | ۱۰۰                | ۱۰۰        |

مطالعه‌ای توسط قادر زاده و همکاران با هدف طراحی و پیاده‌سازی سیستم تصمیم‌یار مبتنی بر شبکه‌های عصبی مصنوعی برای کشف اولیه سرطان پروستات برای یاری‌رساندن به متخصصین در تشخیص و طبقه‌بندی بیماری‌های نئوپلازی پروستات بود. عملکرد سیستم تصمیم‌یار بالینی طراحی‌شده بر اساس شاخص‌های ویژگی و حساسیت به ترتیب برابر با ۹۷/۰۶ و ۹۲/۱۱ درصد بود. نتایج این پژوهش حاکی از آن بود که سیستم‌های هوشمند پزشکی و به‌خصوص شبکه‌های عصبی مصنوعی، می‌توانند به پزشکان در تشخیص دقیق سرطان پروستات و بزرگی خوش خیم آن کمک نمایند و همچنین با استفاده از این سیستم‌ها می‌توان هزینه‌های تشخیصی را کاهش داد (۳۲).

پور تهمتن و همکاران در سال ۱۳۹۰ پژوهشی با عنوان "کاربرد شبکه عصبی مصنوعی جهت ارزیابی بیماری عروق کرونری قلب" انجام دادند. در این پژوهش از شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چندلایه با الگوریتم پس انتشار خطا جهت ارزیابی بسته بودن یا نبودن عروق کرونری قلب استفاده شد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که میانگین مربعات خطای مشاهده‌شده در مرحله آزمایش به مقدار ۰/۰۲۳۸ کاهش داشته و حساسیت و ویژگی به ترتیب ۰/۹۶ و ۱ به دست آمد. در نهایت پژوهشگران به این نتیجه رسیدند که روش شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌تواند به علت ویژگی بالا از عوارض و آسیب‌های احتمالی آنژیوگرافی در بیمارانی که نیاز به آن ندارند جلوگیری نماید و همچنین به علت حساسیت بالا، بیمارانی که به‌طور واقعی به اقدامات تشخیصی و درمانی نیاز دارند را جدا نماید (۵۰).

پارک و کیم در سال ۲۰۱۴ در کشور کره مطالعه‌ای باهدف پیشنهاد و طراحی یک سیستم

سن، جنس، درد شکم در ربع تحتانی سمت راست، بی‌اشتهایی، استفراغ، طول مدت علائم، تندرست و ریباند تندرست، دمای بدن (تب)، تعداد گلبول‌های سفید خون، درصد نوتروفیلی، میزان رسوب گلبول‌های قرمز، سطح پروتئین واکنشی بودند که این نشانگرها به‌عنوان متغیرهای اصلی در یادگیری شبکه عصبی تشخیص آپاندیسیت حاد کودکان انتخاب گردید. مطالعات گذشته، تاثیرگذاری اکثر متغیرهای شناسایی شده در این پژوهش را به‌عنوان متغیر تاثیرگذار در تشخیص آپاندیسیت حاد کودکان اثبات می‌کند. خلاصه‌ای از این مطالعات در جدول ۵ نشان داده شده است. شبکه عصبی طراحی شده با صحت، حساسیت و ویژگی قابل توجهی که پیشتر گفته شد، می‌تواند در تشخیص زودهنگام آپاندیسیت حاد کودکان توسط پزشکان و جراحان مورد استفاده قرار گیرد. در ده سال اخیر پژوهش‌هایی در رابطه با تشخیص آپاندیسیت حاد با استفاده از مفاهیم شبکه‌های عصبی انجام گرفته است. در پژوهش حاضر پژوهش‌های موجود بررسی گردید. خلاصه‌ای از مقایسه عملکرد این پژوهش با عملکرد پژوهش‌های پیشین در جدول ۶ نشان داده شده است.



شکل ۱- نمودار کارایی شبکه منتخب اجراشده با الگوریتم لونیگ مارکوارت



جدول ۵- متغیر تاثیرگذار در تشخیص آپاندیسیت حاد کودکان در این مطالعه و سایر مطالعات مرتبط

| متغیر                               | مطالعات | مطالعه کنونی | ساکای و همکاران (۴۸) | هودیسای و همکاران (۳۹) | هسیه و همکاران (۴۹) | یولدش و همکاران (۴۰) |
|-------------------------------------|---------|--------------|----------------------|------------------------|---------------------|----------------------|
| جنس                                 | *       | *            | *                    | *                      | *                   | *                    |
| سن                                  | *       | *            | *                    | *                      | *                   | *                    |
| درد شکم در ربع تحتانی سمت راست      | *       | *            | *                    | *                      | *                   | *                    |
| بی‌اشتهایی                          | *       | *            | *                    | *                      | *                   | *                    |
| استفراغ                             | *       | *            | *                    | *                      | *                   | *                    |
| طول مدت علائم                       | *       | *            | *                    | *                      | *                   | *                    |
| تندرنس و ریباند تندرنس              | *       | *            | *                    | *                      | *                   | *                    |
| دمای بدن (علائم تب)                 | *       | *            | *                    | *                      | *                   | *                    |
| تعداد گلبول‌های سفید خون (WBC)      | *       | *            | *                    | *                      | *                   | *                    |
| درصد نوتروفیلی                      | *       | *            | *                    | *                      | *                   | *                    |
| میزان رسوب گلبول‌های قرمز خون (ESR) | *       | *            | *                    | *                      | *                   | *                    |
| سطح پروتئین واکنشی (CRP)            | *       | *            | *                    | *                      | *                   | *                    |

جدول ۶- پژوهش‌های انجام شده به منظور تشخیص بیماری آپاندیسیت حاد کودکان به همراه عملکرد شبکه عصبی طراحی شده آن‌ها

| پژوهشگر           | تعداد بیماران | حساسیت (درصد) | ویژگی (درصد) |
|-------------------|---------------|---------------|--------------|
| مطالعه کنونی      | ۲۰۶           | ۱۰۰           | ۱۰۰          |
| ساکای و همکاران   | ۱۶۹           | ۶۲/۸          | ۸۱/۹         |
| هودیسای و همکاران | ۶۰            | ۱۰۰           | ۹۷           |
| هسیه و همکاران    | ۱۷۴           | ۹۴            | ۸۵           |
| یولدش و همکاران   | ۱۵۶           | ۱۰۰           | ۹۷/۲         |
| پارک و کیم        | ۸۰۱           | ۱۰۰           | ۹۸/۸۱        |

۲۰۹۲ نمونه مورد استفاده قرار گرفت. مدل پیش‌بینی با استفاده از شبکه عصبی ایجاد شد و داده‌ها در دودسته آموزش، تست و اعتبارسنجی تقسیم شد و با استفاده از داده‌های آموزش، شبکه عصبی آموزش دید. پژوهشگران برای مقایسه و انتخاب بهترین مدل از آنالیز منحنی راک استفاده کرده‌اند. پس از مدل‌سازی و مقایسه مدل‌های تولیدشده، مدل نهایی شامل ۱۴ ریسک فاکتور عملکرد غیرعادی و ارادی قلبی-عروقی، با سطح زیر منحنی راک ۰/۷۶۲، حساسیت ۰/۷۵۱ و ویژگی ۰/۶۶۵ و پیشگویی مثبت ۰/۳۳۰، پیشگویی منفی ۰/۹۲۴، به دست آمد. نتیجه‌گیری پژوهشگران این بود که مدل پیش‌بینی به دست آمده مبتنی بر شبکه‌های عصبی، وسیله‌ای مؤثر در پیش‌بینی جمعیت عمومی با عملکرد غیرعادی و ارادی قلبی-عروقی است (۲۸). با توجه به نتایج این پژوهش و مقایسه آن‌ها با مطالعات انجام شده پیشین، این نتیجه حاصل می‌شود که شبکه MLP در مطالعه ما نیز درستی

تشخیصی باکیفیت در تشخیص بیماری آپاندیسیت حاد با استفاده از متغیرها و ورودی‌های بهینه و با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی جعبه‌ابزار MATLAB، انجام دادند. پژوهشگران یک شبکه عصبی چندلایه با ۱۳ متغیر ورودی، ۲ لایه پنهان و ۳۰ نورون ایجاد کرده که میزان ویژگی، حساسیت، ارزش پیش‌بینی مثبت، ارزش پیش‌بینی منفی و دقت آن به ترتیب برابر با ۹۸/۸۱، ۱۰۰، ۹۸/۳۹، ۱۰۰، ۹۸/۳۱ درصد گزارش شد. نتیجه این پژوهش حاکی از آن بود که توسعه مدل پیشنهادی شبکه عصبی مصنوعی می‌تواند یک روش مفید برای تشخیص سریع و صحیح بیماری آپاندیسیت حاد برای کمک به جراحان و پزشکان باشد (۱۹).

پژوهشی توسط Liu و همکارانش با هدف طراحی و توسعه یک شبکه عصبی مصنوعی مبتنی بر مدل پیش‌بینی نارسایی‌ها و عملکردهای غیرعادی و ارادی قلبی-عروقی انجام شد. در این پژوهش مجموعه داده‌ای عمومی از اطلاعات

among one hundred appendectomy cases in Ayatollah Mousavi Hospital of Zanjan. ZUMS Journal; 2013. 21(88):56-62 [In persian].

2. Jackson HT, Mongodin EF, Davenport KP, Fraser CM, Sandler AD, Zeichner SL. Culture-independent evaluation of the appendix and rectum microbiomes in children with and without appendicitis. PLoS one; 2014. 9(4):e95414.

3. Kaya B, Sana B, Eris C, Karabulut K, Bat O, Kutanis R. The diagnostic value of D-dimer, procalcitonin and CRP in acute appendicitis. IJMS; 2012.9(10):909.

4. Lin KB, Chan CL, Yang NP, Lai RK, Liu YH, Zhu SZ, et al. Epidemiology of appendicitis and appendectomy for the low-income population in Taiwan, 2003–2011. BMC gastroenterology; 2015. 15(1):18.

5. Inci E, Hocaoglu E, Aydin S, Palabiyik F, Cimilli T, Turhan AN, et al. Efficiency of unenhanced MRI in the diagnosis of acute appendicitis: comparison with Alvarado scoring system and histopathological results. EJR; 2011. 80(2):253-8.

6. Kharbanda AB, Cosme Y, Liu K, Spitalnik SL, Dayan PS. Discriminative accuracy of novel and traditional biomarkers in children with suspected appendicitis adjusted for duration of abdominal pain. AEM; 2011. 18(6):567-74.

7. Ohle R, O'Reilly F, O'Brien KK, Fahey T, Dimitrov BD. The Alvarado score for predicting acute appendicitis: a systematic review. BMC medicine; 2011. 9(1):139.

8. Sammalkorpi HE, Mentula P, Leppäniemi A. A new adult appendicitis score improves diagnostic accuracy of acute appendicitis—a prospective study. BMC gastroenterology; 2014. 14(1):114.

9. Gardikis S, Giatromanolaki A, Kambouri K, Tripsianis G, Sivridis E, Vaos G. Acute appendicitis in preschoolers: a study of two different populations of children. IJP; 2011. 37:35.

10. Lee YH, Hu PJH, Cheng TH, Huang TC, Chuang WY. A preclustering-based ensemble learning technique for acute appendicitis diagnoses. AIM; 2013. 58(2):115-24.

11. Santillanes G, Simms S, Gausche-Hill M, Diamant M, Putnam B, Renslo R, et al. Prospective evaluation of a clinical practice guideline for diagnosis of appendicitis in children. AEM; 2012. 19(8):886-93.

12. Buckius M, McGrath B, Monk J, Grim R, Bell T, Ahuja V. Changing epidemiology of acute appendicitis in the United States: study period 1993-2008. J Surg Res; 2012. 175(2):185-90.

13. Bundy D, Byerley J, Liles E, Perrin E, Katznelson J, Rice H. Does this child have appendicitis? JAMA; 2007. 298(4):438-51.

14. Emil S, Laberge J, Michall P, Baican L, Flageole H, Nguyen L, et al. Appendicitis in children: A ten-year update of therapeutic

قابل توجهی در تشخیص بیماری آپاندیسیت حاد کودکان داشته است؛ بنابراین با توجه به یافته‌های این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت تکنیک شبکه عصبی مصنوعی می‌تواند یک ابزار کمک‌کننده مفید برای تشخیص آپاندیسیت حاد کودکان به‌ویژه در درمانگاه‌ها و بیمارستان‌های مناطق روستایی و محروم نسبت به سایر ابزارهای پرهزینه‌ای مانند سونوگرافی، سی تی اسکن باشد و می‌تواند در کاهش میزان آپاندکتومی‌های منفی کمک‌کننده باشد.

با توجه به اینکه جمع‌آوری داده‌ها خطاهایی در پی دارد و این خطاها می‌تواند در فرایند آموزش و یادگیری صحیح شبکه عصبی مشکلات اساسی ایجاد کند؛ بنابراین در تشخیص بیماری‌ها با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی بهتر است از مجموعه داده استاندارد استفاده شود. همچنین با توجه به اینکه از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در عملکرد و کارایی شبکه‌های عصبی مصنوعی پارامترهای شبکه می‌باشند، پیشنهاد می‌گردد در مورد ساختار شبکه عصبی و استفاده از پارامترها باید دقت کافی داشت و از الگوریتم‌های بهینه‌سازی استفاده گردد. همچنین پیشنهاد می‌گردد براساس شبکه عصبی مصنوعی طراحی شده و ساختار توپولوژیکی پیشنهادی، رابط کاربری مناسب برای متخصصین طراحی و پیاده‌سازی شود.

### تقدیر و تشکر

این مقاله بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد رشته انفورماتیک پزشکی می‌باشد که توسط دانشگاه علوم پزشکی ایران (کد ۹۲۱۱۵۵۳۲۰۶) حمایت شده است. بدین وسیله از همکاری صمیمانه واحد مدیریت اطلاعات سلامت بیمارستان فوق تخصصی کودکان علی اصغر (ع) که در امر تهیه و گردآوری داده‌ها ما را یاری رساندند، قدردانی می‌شود.

### منابع

1. Erfani Fam T, Izadi S, Niksirat A. Factors increasing the likelihood of positive pathology

- chinese population. BMC Medical Informatics and Decision Making; 2013. 13:80.
29. Safdari R, Ghazi saeedi M, Gharooni M, Nasiri M, Arji G. Comparing performance of decision tree and neural network in predicting myocardial infarction. MRPSJ; 2014. 3(2):26-37 [In persian].
  30. Wang D, Wang Q, Shan F, Liu B, Lu C. Identification of the risk for liver fibrosis on CHB patients using an artificial neural network based on routine and serum markers. BMC Infectious Diseases; 2010. 10:251.
  31. Barnhart-Magen G, Gotlib V, Marilus R, Einav Y. Differential diagnostics of thalassemia minor by artificial neural networks model. JCLA; 2013. 27:481-6.
  32. Ghaderzade M, Sadoughi F, Ketabat A. Designing a clinical decision support system based on artificial neural network for early detection of prostate cancer and differentiation from benign prostatic hyperplasia. HIM; 2012. 9(4):464 [Persian].
  33. Mahmoudi I, Askari moghadam R, Moazzam MH, Sadeghian S. Prediction model for coronary artery disease using neural networks and feature selection based on classification and regression tree. JSUMS; 2013. 15(5):47-56 [Persian].
  34. Papantonopoulos G, Takahashi K, Bountis T, Loos BG. Artificial neural networks for the diagnosis of aggressive periodontitis trained by immunologic parameters. PLoS ONE; 2014. 9(3):e89757.
  35. Seguritan V, Alves Jr N, Arnoult M, Raymond A, Lorimer D, Burgin Jr P, et al. Artificial neural networks trained to detect viral and phage structural proteins. PCB; 2012. 8(8):e1002657.
  36. Mehrabi S, Maghsodlo M, Arab Ali Baik H, Normand R, Nowzari Y. Using multilayer perceptron neural network and radial basis function in clinical diagnostic decision support system for differentiated between congestive heart failure and chronic obstructive pulmonary disorder. MPJ; 2007. 12(3):19-23 [Persian].
  37. Pappada SM, Cameron BD, Rosman PM, et al. Development of a neural network for prediction of glucose concentration in Type 1 Diabetes patients. JDST; 2008. 2(5):792-801.
  38. Puddu PE, Menotti A. Artificial neural network versus multiple logistic functions to predict 25-year coronary heart disease mortality in the seven countries study. EJCP; 2009. 16(5):583-91.
  39. Prabhudesai S, Gould S, Rekhraj S, Tekkis P, Glazer G, Ziprin P. Artificial neural networks: useful aid in diagnosing acute appendicitis. WJS; 2008. 32(2):305-9.
  40. Yoldaş Ö, Tez M, Karaca T. Artificial neural networks in the diagnosis of acute appendicitis. AJEM; 2012. 30(7):1245-7.
  41. Dayhoff J. Neural network architectures. New recommendations. Journal of pediatric surgery; 2003. 38(2):236-42.
  15. Kulik D, Uleryk E, Maguire J. Does this child have appendicitis? A systematic review of clinical prediction rules for children with acute abdominal pain. J Clin Epidemiol; 2013. 66:95-104.
  16. Lintula H, Kokki H, Pulkkinen J, Kettunen R, Gröhn O, Eskelinen M. Diagnostic score in acute appendicitis: Validation of a diagnostic score (Lintula score) for adults with suspected appendicitis. LAS; 2010. 395(5):495-500.
  17. Salö M, Friman G, Stenström P, Ohlsson B, Arnbjörnsson E. Appendicitis in children: Evaluation of the pediatric appendicitis score in younger and older children. SRP; 2014. 2014:e438076.
  18. Smink D, Finkelstein J, Garcia Pena B, Shannon M, Taylor G, Fishman S. Diagnosis of acute appendicitis in children using a clinical practice guideline. Journal of ped surgery; 2004. 39(3):458-63.
  19. Park SY, Kim SM. The optimization variables of input data of artificial neural networks for diagnosing acute appendicitis. Appl Math; 2014. 8(1):339-43.
  20. Son CS, Jang BK, Seo ST, Kim MS, Kim YN. A hybrid decision support model to discover informative knowledge in diagnosing acute appendicitis. BMC medical informatics and decision making; 2012. 12(1):17.
  21. Amini M, Zandbaf T, Alizadeh S, Jand Y, Hosseini A, Eshtrati B, et al. The significance of Alvarado score in the diagnosis of acute appendicitis based on age and sex. AMUJ; 2011. 14(1):12-8 [Persian].
  22. Bilici S, Sekmenli T, Göksu M, Melek M, Avci V. Mean platelet volume in diagnosis of acute appendicitis in children. AJOL; 2011. 11(3):427-32.
  23. Schwartz S. Principle of surgery. New York: McGraw Hill; 2005. 1119-28 p.
  24. Gracey D, McClure M. The impact of ultrasound in suspected acute appendicitis Clin Radiol; 2007. 62(6):573-8.
  25. Gamanagatti S, Vashisht S, Kapoor A, Chumber S, Bal S. Comparison of graded compression ultrasonography and unenhanced spiral computed tomography in the diagnosis of acute appendicitis. SMJ; 2007. 48(1):80-7.
  26. Mohammadi A, Khodabakhsh F. Sensitivity and specificity of ultrasonography in diagnosis of acute appendicitis. JBUMS; 2009. 11(3):42-7 [Persian].
  27. Adeli M, Biglarian A, Bakhshi E, Adeli OA. Application of artificial neural network model in predicting the mixed response of atherosclerosis disease. RJMS; 2013;20(113):29-8 [Persian].
  28. Liu J, Tang ZH, Zeng F, Li Z, Zhou L. Artificial neural network models for prediction of cardiovascular autonomic dysfunction in general

York, Ny 10003 (Usa): Van Nostrand Reinhold, 115 Fifth Avenue; 1989. 220 p.

42. Zhang GP, Patuwo EP, Hu MY. Forecasting with artificial neural networks: The state of the art. *IJF*; 1998. 14:35-62.

43. Schoneburg E. Stock price prediction using neural networks: A project report. *Neurocomputing*; 1990. 2:17-27.

44. Hagan MT, Demuth HB, Beale MH. *Neural network design*: Thomson learning stamford, CT; 1996.

45. Hagan MT, Menhaj MB. Training feedforward networks with the Marquardt algorithm. *Neural Networks, IEEE Transactions on*; 1994. 5(6):989-93.

46. Demuth H, Beale M. *Neural network toolbox user's guide*. 4th ed: BT The Math Works; 2000.

47. Haykin S. *Neural networks: A comprehensive foundation*. New York, NY: Prentice-Hall; 1994.

48. Sakai S, Kobayashi K, Nakamura J, Toyabe S, Akazawa K. Accuracy in the diagnostic prediction of acute appendicitis based on the Bayesian network model. *Methods Inf Med*; 2007. 46:723-6.

49. Hsieh C, Lu R, Lee N, Chiu W, Hsu M, Li Y. Novel solutions for an old disease: diagnosis of acute appendicitis with random forest, support vector machines, and artificial neural networks. *SRP*; 2011. 149:87-93.

50. Mohammadpour Tahamtan RA, Esmaili MH, Ghaemian A, Esmaili J. Application of artificial neural network for assessing coronary artery disease. *JMUMS*; 2012. 22(86):9-17 [Persian].

## Diagnosis of acute appendicitis in children using artificial neural network

**Solayman Saeedi**, MSc Student in Medical informatics, School of Health Management and Information Sciences, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

**\*Mostafa Langarizadeh**, Assistant Professor, Department of Health Information Management, School of Health Management and Information Sciences, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran (\*Corresponding author). [langarizadeh.m@iums.ac.ir](mailto:langarizadeh.m@iums.ac.ir)

### Abstract

**Background:** Acute appendicitis is one of the most common causes of emergency surgery especially in children. Proper and on-time diagnosis may decrease the unwanted complications. Despite of advances in diagnostic methods, there are a significant number of patients with negative laparotomies. The aim of this study was to assess the role of artificial neural networks in diagnosis of acute appendicitis in children with acute abdomen.

**Methods:** Data from 206 patients presenting with acute abdomen referred to Ali Asghar Pediatric Hospital in Tehran during April 2005 to March 2015 were used in this research. Levenberg-Marquardt and Scaled Conjugate Gradient were used for the feed-forward back propagation neural network.

**Results:** Results showed that the feed-forward back propagation algorithm with topology of 12-10-2, Levenberg-Marquardt training algorithm and similar functions for the entire layer (Hyperbolic tangent sigmoid) was the best order to diagnosis acute appendicitis in children. The sensitivity, specificity, and accuracy of the artificial neural network were 100%, 100%, and 100% respectively. These results indicated a high potential of neural network as strong tool in diagnosis acute appendicitis in children.

**Conclusion:** we have used a neural network method targeted at aiding medical specialist in their diagnosis of acute appendicitis disease. Artificial neural networks could be an effective tool for accurately diagnosing acute appendicitis. Such systems may reduce unnecessary appendectomies, diagnostic costs and time.

**Keywords:** Acute appendicitis, Child, Diagnosis, Artificial neural network, Sensitivity, Specificity