مقاله پژوهشی

مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی
مرکز تحقیقات انفورماتیک پزشکی
دوره چهارم شماره اول. ص ۳۱-۲۱، ۱۳۹۶

تشخیص بیماری تیروئید با استفاده از ترکیب شبکه‌های عصبی به روش سلسله مراتبی

ایمان ذباح[۱]، سید احسان یثربی نایینی[۲]*، زهرا رمضان‌پور[۳]، خدیجه صحراگرد[۴]

•دریافت مقاله: ۹۶/۱/۲۸ •پذیرش مقاله: ۹۶/۳/۲۰

مقدمه: غده تیروئید نسبت به غده‌های دیگر بدن بیشتر دچار مشکل می‌شود و در صورت عدم تشخیص به موقع بی نظمی‌های تیروئید، بیمار دچار حمله تیروئیدی و یا کمای میگزدم شده که ممکن است منجر به مرگ گردد. از این رو تشخیص بی‌نظمی‌های تیروئید (پرکاری یا کم‌کاری) بر پایه تست‌های آزمایشگاهی و کلینیکی امری ضروری است. هدف از این پژوهش ارائه مدلی مبتنی بر تکنیک داده کاوی است که قابلیت پیش‌بینی بیماری تیروئید از نظر کم‌کاری و پرکاری را داشته باشد.

روش: این مطالعه از نوع توصیفی-تحلیلی بوده و پایگاه داده آن شامل ۷۲۰۰ رکورد مستقل مبتنی بر ۲۱ ریسک فاکتور و برگرفته شده از مرجع داده UCI می‌باشد که از این تعداد ۷۰٪ نمونه‌ها جهت آموزش و ۳۰٪ آن‌ها جهت آزمون استفاده شده است. این پژوهش ابتدا به بررسی عملکرد شبکه‌های عصبی، به منظور تشخیص بیماری تیروئید پرداخته و سپس به ارائه الگوریتمی به نام ترکیب شبکه‌های عصبی به روش سلسله مراتبی می‌پردازد.

نتایج: پس از مدل‌سازی و مقایسه مدل‌های تولید شده و ثبت نتایج دقت پیش‌بینی بیماری تیروئید با استفاده از روش شبکه عصبی ۹۶٪/۶ و روش سلسله مراتبی ۱۰۰٪ به دست آمد.

نتیجه‌گیری: کاهش خطای تشخیص بیماری تیروئید همواره یکی از اهداف محققین بوده است. استفاده از روش‌های مبتنی بر داده‌کاوی می‌تواند به کاهش این خطا کمک کند. این مطالعه ضمن تشخیص بیماری تیروئید به کمک شبکه‌های عصبی، نشان می‌دهد که ارائه روش قوی‌تری به نام ترکیب شبکه‌های عصبی به صورت سلسله مراتبی منجر به بهبود دقت تشخیص می‌شود.

کلیدواژه‌ها: شبکه عصبی مصنوعی، شبکه MLP، ترکیب شبکه‌های عصبی، تشخیص بیماری تیروئیدی، تشخیص نوع تیروئید

•**ارجاع:** ذباح ایمان، یثربی نایینی سید احسان، رمضان‌پور زهرا، صحراگرد خدیجه. تشخیص بیماری تیروئید با استفاده از ترکیب شبکه‌های عصبی به روش سلسله مراتبی. مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی ۱۳۹۶؛ ۴(۱): ۲۱-۳۱.

۱. دانشجوی دکتری کامپیوتر ، گروه کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی تهران شمال، دانشکده مهندسی، تهران،ایران
۲. عضو هیات علمی گروه کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشکده مهندسی ، دانشگاه تربت حیدریه
۳. کارشناسی کامپیوتر، گروه کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشکده مهندسی، دانشگاه تربت حیدریه
۴. کارشناسی کامپیوتر، گروه کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشکده مهندسی، دانشگاه تربت حیدریه

* **نویسنده مسئول:** خراسان رضوی، تربت حیدریه، دانشگاه تربت حیدریه، گروه کامپیوتر

•**شماره تماس:** ۰۹۱۵۴۰۵۹۳۰۱

• **Email:** e.yasrebi@torbath.ac.ir

[Downloaded from jhbmi.com on 2026-06-10]

مقدمه

غده تیروئید یکی از غدد حیاتی بدن است که به طور غیرمستقیم روی تمام ارگانیسم‌های بدن مانند قلب، کلیه و غیره اثر دارد. این غده پروانه‌ای شکل در گردن و در قسمت جلویی حنجره قرار دارد. غده تیروئید از ید موجود در غذاها، هورمون تیروئید را تولید و سرعت متابولیسم را کنترل می‌کند (متابولیسم سیستمی است که توسط آن بدن از انرژی‌اش استفاده می‌کند) عملکرد تیروئید توسط غده هیپوفیز که در مغز جای دارد، تنظیم می‌شود، یعنی میزان تولید هورمون تیروئید توسط غده هیپوفیز کنترل می‌گردد. اختلالات تیروئیدی می‌تواند سرعت متابولیسم را کند و یا سریع کند. وقتی سطح هورمون‌ها خیلی پایین یا خیلی بالا رود نشانه‌های این اختلال در بیماری پرکاری و کم‌کاری آن دیده می‌شود. شایع‌ترین بیماری‌های تیروئید شامل کم‌کاری تیروئید (هایپوتیروئیدی)، پرکاری تیروئید (هایپرتیروئیدی)، بزرگی غده تیروئید (گواتر)، توده‌های تیروئید، سرطان تیروئید و التهاب تیروئید (تیروئیدیت) هستند [۱].

کم‌کاری یا پرکاری تیروئید در بسیاری موارد علت اساسی بیماری‌های دیگر می‌باشند مثلاً قند بالا و چربی بالا هر دو می‌تواند ناشی از پرکاری تیروئید باشند و همچنین کم‌کاری غده تیروئید که به دلیل کمبود ید در بدن حاصل می‌شود منجر به بیماری گواتر می‌گردد. بیماری کم‌کاری تیروئید در نوزادان ایرانی ۳ برابر بیشتر از کشورهای اروپایی است همچنین گروه‌هایی که از عملکرد بد تیروئید بیشترین تأثیر را می‌پذیرند سالمندان و زنان هستند [۲]. تفسیر نتایج تست‌های آزمایشگاهی افراد مسن‌تر یا زنان حامله و یا در کسانی که به علت بیماری‌های دیگر دارو مصرف می‌کنند و یا بیمارانی که در شرایط خاص پزشکی دیگری قرار دارند مشکل است [۳].

اخیراً تکنیک‌های داده‌کاوی جهت کشف الگوها علاوه بر موارد صنعتی [۴] در تشخیص بیماری‌ها مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است. سیستم‌های مبتنی بر داده‌کاوی می‌توانند به کشف الگوها در داده‌های پزشکی پرداخته و فرآیند تصمیم‌گیری را بهبود بخشند و در نتیجه، هزینه‌های درمان را تحت تأثیر قرار داده و کیفیت مراقبت بهداشتی را افزایش دهند [۵].

می‌توان گفت در حال حاضر ممیزی لجستیک و شبکه عصبی رایج‌ترین مدل‌هایی هستند که در داده‌های پزشکی به کار می‌روند. با توجه به انعطاف‌پذیری بیشتر مدل‌های شبکه عصبی این روش‌ها عملکرد بهتری نسبت به ممیزی لجستیک دارند [۶]. به عنوان مثال در مقاله زرگری و همکاران از تصاویر سونوگرافی تیروئید به منظور تشخیص کم‌کاری و پرکاری با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده نموده‌اند. در این مقاله از شبکه‌های عصبی پایه شعاعی RBF و نیز پرسپترون چندلایه MLP و نیز روش CSFNN استفاده شده است [۷]. در مطالعه دیگر می‌توان به مطالعه محمدی بساتینی و همکاران اشاره کرد که در آن یک مدل شبکه عصبی پرسپترون با یک لایه پنهان برای تعیین وضعیت غده تیروئید افراد پیشنهاد شده است. در مطالعه آنان پایگاه داده یک نمونه ۲۲ تایی از مراجعه‌کنندگان به آزمایشگاه جهاد دانشگاهی اهواز است و ۱۵۰ نفر از بین آن‌ها به طور تصادفی برای مجموعه آموزش جهت برآورد پارامترهای مدل‌های ممیزی انتخاب شده‌اند و ۷۵ نمونه باقی‌مانده به عنوان مجموعه آزمون جهت ارزیابی دقت مدل‌ها مورد استفاده قرار گرفتند و احتمال رده‌بندی نادرست در مجموعه آزمون برای روش ممیزی خطی، ممیزی درجه دوم، ممیزی لجستیک و ممیزی شبکه عصبی به ترتیب ۰/۳۱۲، ۰ برآورد شده است. نتایج آن‌ها مشخص /۰، ۰/۳۱۰، ۶۰۱/۶۲۰ کرد که مدل شبکه عصبی پرسپترون با یک لایه پنهان به طور معنی‌داری در شناسایی نوع غده تیروئید عملکرد بهتری از خود نشان می‌دهد [۸] در مطالعه اسماعیل مجاهدی و روحانی با عنوان "روش شبکه عصبی PLM به منظور تشخیص بیماری‌های تیروئید توسط داده‌های بالینی " از شبکه‌های عصبی با ناظر و الگوریتم پس انتشار خطا استفاده شده است. از بین ۲۱۰ بیمار هر کدام با ۲۴ علامت بالینی ۱۴۷ بیمار را به منظور آموزش شبکه و بقیه برای ۴۵۲ تست، دسته‌بندی شدند. بالاترین دقتی که این شبکه با موفق به پیش‌بینی شده است ٪۹۴ با ۹ نرون در لایه مخفی و یک نرون برای دو حالت کم‌کار و پرکار تیروئید بوده است [۹].

بیماری تیروئید یکی از شایع‌ترین بیماری‌های شناخته شده حال حاضر می‌باشد. عدم بررسی هر کدام از اختلالات تیروئیدی می‌تواند باعث عوارض خطرناکی شود [۱۰] اگرچه مطالعات متعددی در این خصوص انجام شده است و به دقت‌های تشخیص مطلوبی دست یافته‌اند؛ لیکن در این مطالعه با ارائه یک الگوریتم جدید به نام روش سلسله مراتبی تلاش شده است تا دقت تشخیص بیماری تیروئید افزایش یابد. این الگوریتم بر اساس الگوی رفتاری که پزشک متخصص به تشخیص بیماری تیروئید می‌پردازد و با هدف تشخیص نوع بیماری تیروئید (کم‌کاری و پرکاری) انجام شده است.

[Downloaded from jhbmi.com on 2026-06-10]

روش

داده‌های مورد بررسی

داده‌های مورد بررسی در این پژوهش از مجموعه پایگاه داده موجود در انبار داده (Machine Learning Repository) UCI مشتمل به ۷۲۰۰ نمونه با ۲۱ ویژگی می‌باشد [۱۱]. ویژگی‌های مجموعه را می‌توان به دو دسته کلی که شامل ۶ ویژگی با مقادیر پیوسته و ۱۵ ویژگی با مقادیر گسسته است تقسیم کرد. جدول ۱ آمارهای توصیفی مربوط به این متغیرها را نشان می‌دهد.

دو بیماری شایع غده تیروئید، کم‌کاری و پرکاری تیروئید می‌باشد که بنا بر آمار جهانی تعداد مبتلایان به کم‌کاری تیروئید بیش از سایر بیماری‌های مرتبط با این غده و سهم بانوان در ابتلا به آن بیش از مردان است.

هنگامی که هورمون‌های T4 و T3 به اندازه کافی تولید نشوند، کم‌کاری تیروئید رخ می‌دهد، افراد در اثر ابتلا به این بیماری ممکن است دچار اختلالات ذهنی، اختلالات تنفسی، مشکلات قلبی، نوسان در دمای بدن و بالاخره مرگ ناشی از عدم درمان به موقع شوند. در این بیماری یک مرحله جبرانی وجود دارد که طی آن افزایش TSH، سطح هورمون‌های تیروئید را در حد طبیعی حفظ می‌کند [۱۰] پرکاری تیروئید تحت بالینی نیز زمانی بروز می‌کند که سطح TSH کاهش یافته یا غیرقابل اندازه‌گیری شود، در حالی که غلظت هورمون‌های آزاد تیروئید طبیعی باشد. مطالعات نشان داده است، پرکاری تحت بالینی تیروئید به ویژه در افراد مسن ممکن است با عوارض قلبی و یا پوکی استخوان همراه باشد و نیز اختلال تحمل گلوکز ممکن است مشکلات متابولیکی و عوارض عروق بزرگ را به همراه داشته باشد [۱۲].

جدول ۱: پارامترهای بالینی بیماری تیروئید

ردیف	ویژگی‌ها	نوع ویژگی
۱	سن	پیوسته
۲	TSH	پیوسته
۳	T3	پیوسته
۴	TT4	پیوسته
۵	T4U	پیوسته
۶	FTI	پیوسته
۷	تحت درمان با تیروکسین	گسسته
۸	مشکوک به درمان با تیروکسین	گسسته
۹	داروی ضد تیروئید	گسسته
۱۰	ضعف و بی‌حالی	گسسته
۱۱	علائم روانی	گسسته
۱۲	حاملگی	گسسته
۱۳	جراحی تیروئید	گسسته
۱۴	درمان با ید ۱۳۱	گسسته
۱۵	تست کم‌کاری	گسسته
۱۶	تست پرکاری	گسسته
۱۷	داروی لیتیم	گسسته
۱۸	گواتر	گسسته
۱۹	تومور	گسسته
۲۰	کم‌کاری هیپوفیزی	گسسته
۲۱	جنسیت	گسسته

[Downloaded from jhbmi.com on 2026-06-10]

ماتریس آشفتگی

به طور کلی در سیستم‌های دسته‌بندی، تشخیص بیماری‌ها برای بررسی میزان موفقیت و کارایی این سیستم‌ها از ماتریس آشفتگی (Confusion) استفاده می‌شود. دقت شبکه برای داده‌های تست از فرمول ۱ به دست می‌آید:

رابطه (۱)

$$\text{Classification accuracy} = \frac{\sum_{i=1}^{|N|} \text{calculate}(x_i)}{|N|}$$

در رابطه N۱: کل نمونه‌هایی است که برای داده تست در نظر گرفته می‌شود. اگر در این رابطه نمونه x_i به صورت صحیح کلاس‌بندی شود $\text{calculate}(x_i)$ مقدار یک و در غیر این صورت مقدار صفر را برمی‌گرداند. علاوه بر محاسبه دقت شبکه دو شاخصه حساسیت Sensitivity به معنی نسبت تعداد افراد بیمار به کل افراد و شاخص صحت Specificity به معنی نسبت تعداد افراد سالم به کل افراد نیز محاسبه شده است که از طریق روابط ۲ و ۳ به دست می‌آید:

رابطه (۲)

$$\text{Sensitivity} = \frac{TP}{TP+FN}$$

رابطه (۳)

$$\text{Specificity} = \frac{TN}{FP+TN}$$

به طوری که:

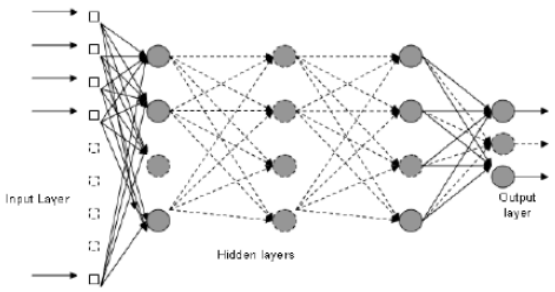
TP: کل افراد بیمار که به درستی بیمار تشخیص داده شده‌اند.
FP: کل افراد بیماری که اشتباهاً سالم تشخیص داده شده‌اند.
TN: کل افراد سالمی که درست تشخیص داده شده‌اند.
FN: کل افراد سالمی که اشتباهاً بیمار تشخیص داده شده‌اند.

ترکیب شبکه‌های عصبی به صورت سلسله مراتبی

یکی از مباحث مهم در علم شناسایی الگو که اخیراً در علوم مختلف بسیار مورد توجه قرار گرفته، ترکیب دسته‌بندها می‌باشد. دسته‌بند می‌تواند شبکه عصبی مصنوعی باشد و می‌توان نشان داد که ترکیب چند دسته‌بند ضعیف (با دقت کم) منجر به یک چند دسته‌بند قوی (با دقت بالا) شود. ترکیب طبقه‌بندها ساختارهای متفاوتی دارد. یکی از انواع آن‌ها ترکیب موازی و نوع دیگر آن ترکیب به صورت سری است [۱۲].

شبکه عصبی پرسپترون چندلایه

در این پژوهش یکی از معروف‌ترین شبکه‌های عصبی به نام شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (Malty Layer MLP(Perceptron استفاده شده است. این شبکه با قابلیت تقریب‌زنی عمومی و با الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا Feed Forward back propagationدر بین سایر شبکه‌های عصبی منحصر به فرد است [۱۳] در این پژوهش از روش گرادیان نزولی tnecseD neidarG برای حداقل رسانی مربعات خطا مابین خروجی شبکه و پاسخ موردنظر استفاده می‌شود. همچنین برای آپدیت کردن وزن‌ها به دلیل همگرایی سریع از الگوریتم لونبرگ مارکوارت استفاده شده است. شکل ۱ ساختار ۳ لایه شبکه عصبی مورد استفاده در این پژوهش را نشان می‌دهد.

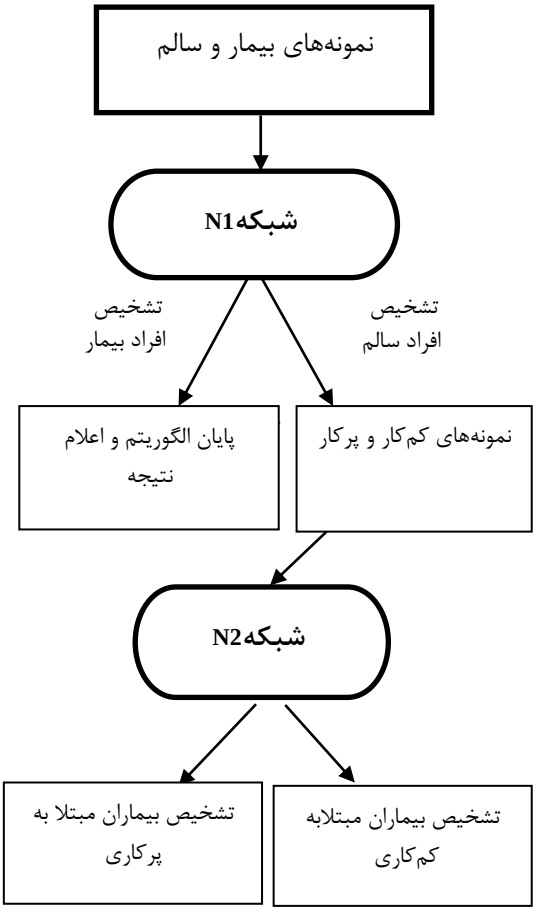


شکل ۱: شبکه عصبی پرسپترون ۳ لایه با دو لایه مخفی و یک لایه خروجی

[Downloaded from jhbmi.com on 2026-06-10]

الگوریتم پیشنهادی

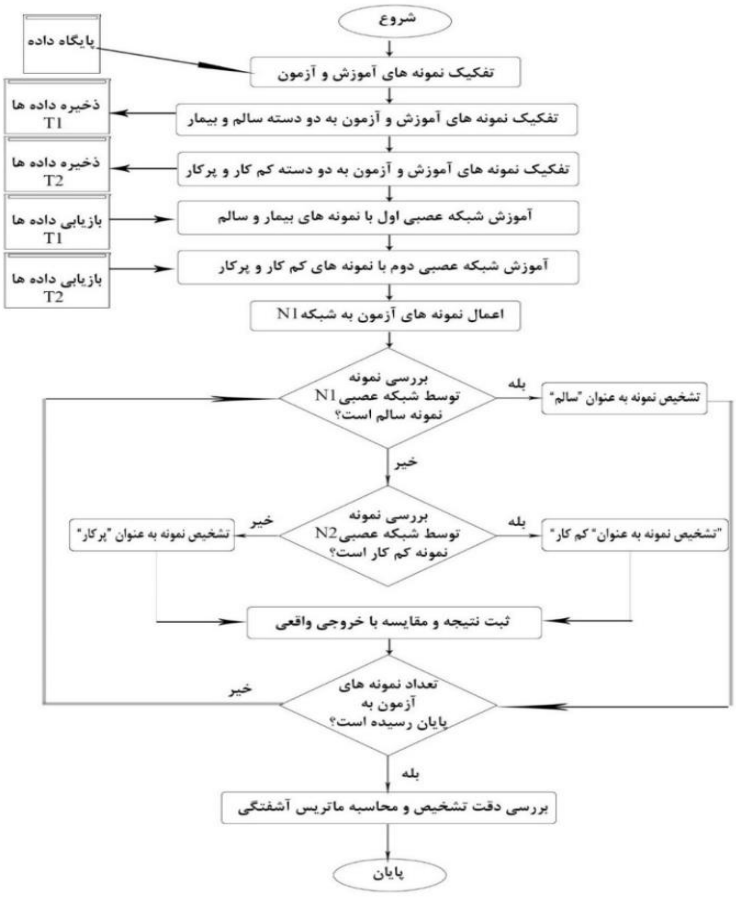
اگرچه یک شبکه عصبی به دلیل پردازش موازی بسیار مقاوم است و با تنظیم درست تعداد لایه‌های مخفی و تعداد نرون‌های مناسب توانایی تقریب‌زنی هر تابع غیر خطی را دارد؛ اما اگر بخواهیم دقت یک طبقه‌بند را افزایش دهیم می‌توانیم تعداد کلاس‌ها را کاهش و در مقابل تعداد یادگیرها را افزایش دهیم. اگر تعداد یادگیرها (خبره‌ها) افزایش یابد می‌توانیم با ترکیب نتایج باز هم به دقت بالاتری دست پیدا کنیم. اساس روش ترکیب شبکه‌ها به روش سلسله مراتبی ترکیب آن‌ها به صورت سری است با این هدف که وظایف هریک از طبقه‌بندها را محدود کنیم. بدون اینکه در نتیجه کار خللی وارد شود. بدین منظور دو شبکه عصبی N1 و N2 طراحی شد. وظیفه شبکه عصبی اول تشخیص نمونه‌های سالم از بیمار است. همان‌طور که یک پزشک متخصص ابتدا به تفکیک بیمار از سالم پرداخته و سپس به بررسی دقیق‌تر نوع بیماری یعنی تفکیک کم‌کار از پرکار می‌پردازد. شکل ۲ فرآیند تفکیک افراد بیمار از سالم را نشان می‌دهد.



شکل ۲: روش سلسله مراتبی

شبکه عصبی N1 با نمونه‌های سالم و بیمار و شبکه عصبی N2 با نمونه‌های بیمار کم‌کار و پرکار تعلیم داده شده است. الگوریتم ارائه شده در این پژوهش در شکل ۳ نمایش داده شده است. همان‌طور که در الگوریتم پیشنهادی مشاهده می‌شود دو شبکه عصبی به عنوان دو خبره طراحی شده‌اند.

[Downloaded from jhbmi.com on 2026-06-10]



شکل ۳: الگوریتم پیشنهادی به صورت سلسله مراتبی

نتایج

در این پژوهش سعی شده است برای بهبود تشخیص بیماری تیروئید از روش نوینی به نام ترکیب شبکه‌های عصبی به‌صورت سلسله مراتبی استفاده شود. داده‌های این پژوهش از پایگاه داده UCI شامل ۷۲۰۰ نمونه که هر یک شامل ۲۱ ویژگی بودند تأمین گردید. از بین پارامترهای بالینی مربوط به بیماری تیروئید ۵ پارامتر پیوسته مورد استفاده قرار گرفت؛ که به ترتیب عبارت‌اند از میانگین THS (تیروتروپین) برابر ۰/۲۲ ±۰/۰۰۴۸، میانگین T3 برابر ۰/۰۰۷۵ ±۰/۰۱۹، میانگین TT4 (تترایدوتیرونین) برابر ۰/۳۵۹ ±۰/۱۰۹، میانگین T4U ۰/۰۱۹ ±۰/۰۹۷ و TFI ۰/۳۶ ±۰/۱۱۳، بود و سطح معناداری برای ویژگی‌های پیوسته فوق به ترتیب ۰/۴۱۶، ۰/۱۹۴، ۰/۰۹۲، ۰/۱۳۹ و ۰/۱۰۷ بوده است.

در ابتدا از یک شبکه عصبی پرسپترون چند لایه با در نظر گرفتن کلیه پارامترهای بالینی بیماری استفاده شد. از ۷۰٪ داده‌ها یعنی تعداد ۵۰۴۰ بیمار برای آموزش شبکه و ۳۰٪ یعنی تعداد ۲۱۶۰ بیمار برای تست استفاده گردید که در جدول ۲ فراوانی نمونه‌ها به تفکیک نوع را نشان می‌دهد.

جدول ۲: تفکیک داده‌ها جهت آموزش و تست

	تعداد افراد جهت آموزش شبکه	تعداد افراد جهت تست شبکه
نرمال	۱۱۶	**۵۰**
کم‌کاری تیروئید	۲۵۸	**۱۱۰**
پرکاری تیروئید	۴۶۶۶	**۲۰۰۰**
مجموع داده‌ها	۵۰۴۰	**۲۱۶۰**

[Downloaded from jhbmi.com on 2026-06-10]

داده‌ای تست نیز به طور کلی به ۳ بخش تقسیم شده و نتیجه تشخیص روی هرمجموعه تست در جدول ۳ ثبت گردید. همان‌طور که جدول ۳ نشان می‌دهد بهترین معماری شبکه عصبی روی هر سه دسته تست مربوط به معماری شبکه عصبی MLP با ساختار (۲۱-۸-۳-۳) می‌باشد؛ لذا این ساختار به عنوان بهترین معماری انتخاب گردید.

جدول ۳: نمایش معماری‌ها مختلف شبکه و میزان عملکرد یک شبکه به تنهایی

نوع معماری	نتیجه تشخیص Train	نتیجه تشخیص Test1	نتیجه تشخیص Test2
(۲۱-۳-۱۰-۳)	۸۰٪/۴	۷۲٪/۱	۷۰٪
(۲۱-۳-۱۲-۳)	۷۹٪/۹	۷۵٪/۳	۷۳٪/۴
(۲۱-۳-۸-۳)	۹۴٪/۱	۹۵٪/۵	۹۲٪/۷
(۲۱-۳-۱۵-۳)	۷۶٪/۹	۷۴٪/۷	۶۹٪/۹
(۲۱-۳-۱۸-۳)	۸۷٪/۲	۷۹٪/۳	۸۱٪/۵

در مرحله دوم الگوریتم ارائه شده در این پژوهش را مورد آزمون قرار دادیم. به این ترتیب که از مجموع ۷۲۰۰ نمونه ۱۶۶ مورد سالم و ۷۰۳۴ مورد بیمار بوده‌اند. شبکه N1 با ۷۰٪ از نمونه‌ها سالم و بیمار آموزش داده شد و با ۳۰٪ درصد از داده‌ها مورد آزمون قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که شاخص صحت (تعداد نمونه‌هایی که به درستی عدم وجود بیماری تیروئید را نشان داده نسبت به کل نمونه‌ها) بهبود قابل توجهی داشته است. همچنین از مجموع ۷۰۳۴ نمونه بیمار (تیروئید کم‌کار و پرکار) شبکه عصبی N2 جهت طبقه‌بندی بیماران به دو نمونه کم‌کار و پرکار با ۲۱ ویژگی انجام شد و شبکه N2 در این خصوص به عنوان خبره دوم با ۷۰٪ داده‌ها تعلیم و با ۳۰٪ آن‌ها مورد آزمون قرار گرفت. جدول ۴ ساختار کلی روش سلسله مراتبی را نشان می‌دهد.

جدول ۴: پارامترهای شبکه‌های عصبی در روش سلسله مراتبی

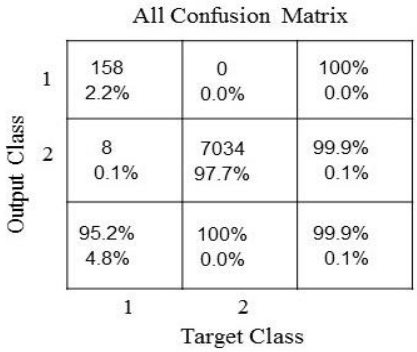
نام شبکه	NN1	NN2
نوع معماری	MLP	MLP
درصد داده آموزش	۷۰٪	۷۰٪
درصد داده اعتبارسنجی	۱۵٪	۱۵٪
درصد داده آزمون	۱۵٪	۱۵٪
تعداد ویژگی‌ها	۲۱	۲۱
اختصاصیت	۹۹٪/۹	۹۹٪/۵
حساسیت	۰٪/۱	۰٪/۵

جهت ارزیابی مدل ارائه شده از ماتریس آشفتگی استفاده شده است.

شکل ۴- الف ماتریس آشفتگی مربوط به شبکه عصبی اول و شکل ۴-ب ماتریس آشفتگی مربوط به شبکه عصبی دوم را نشان می‌دهد.

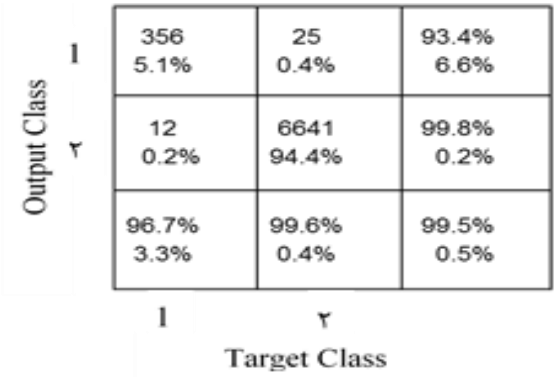
طبق شکل ۴- الف از مجموع ۱۶۶ نمونه که در کلاس ۱ یعنی کلاس نرمال قرار داشته‌اند شبکه عصبی N1 توانسته است ۱۵۸ مورد را به درستی کلاس‌بندی کند و فقط ۸ مورد اشتباهاً در کلاس دوم قرار گرفته‌اند؛ و در مجموع دقت تشخیص ۹۵٪/۲ بوده است. همچنین از مجموع ۷۰۳۴ مورد که بیمار بوده‌اند (تیروئید کم‌کار و پرکار) همگی به درستی در کلاس موردنظر دسته‌بندی شده‌اند. این مسئله دور از انتظار نبوده است چرا که وظیفه این شبکه فقط تشخیص افراد سالم از بیمار بوده و تعلیم شبکه نیز با همین دو کلاس انجام شده است.

شکل ۴-ب نشان می‌دهد که طبق انتظار باز هم دقت کلاس‌بندی افزایش پیدا کرده است. چرا که این شبکه با بیماران کم‌کار و پرکار تعلیم داده شده است. به عبارتی از مجموع ۳۶۸ نمونه که در کلاس بیماران کم‌کار وجود داشته‌اند فقط ۱۲ مورد یعنی معادل ۳٪/۳ اشتباهاً در کلاس تیروئید پرکار کلاس‌بندی شده‌اند و ۹۶/۷٪ به درستی تشخیص داده شده‌اند. همچنین در مورد کلاس پرکاری ۹۹/۶٪ به درستی در کلاس خود طبقه‌بندی شده‌اند و فقط ۰/۴٪ خطا وجود داشته است.



شکل ۴: الف ماتریس آشفتگی مربوط به شبکه عصبی اول (N1) جهت کلاس بندی افراد سالم از بیمار

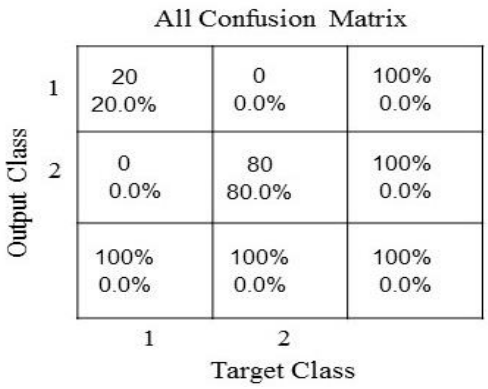
[Downloaded from jhbmi.com on 2026-06-10]



شکل ۴: ب ماتریس آشفتگی مربوط به شبکه عصبی دوم (N2) جهت کلاس بندی افراد پرکار و کم‌کار

جهت ارزیابی نهایی مدل ارائه شده تعداد ۱۰۰ نمونه از داده‌های آزمون که در فاز آموزش حضور نداشته‌اند مورد بررسی قرار گرفتند؛ که نتایج در ماتریس آشفتگی شکل ۵ نشان داده شده است.

نتایج حاکی از آن است که از ۱۰۰ نمونه مورد آزمون که خروجی شبکه عصبی N1 بوده و بیمار تشخیص داده‌شده‌اند ۲۰ نمونه دچار کم‌کاری تیروئید و ۸۰ نمونه دچار پرکاری تیروئید بوده و همگی آن‌ها توسط شبکه عصبی N2 به درستی به کلاس خود تخصیص داده شده‌اند.



شکل ۵: شبکه نهایی و تست بر روی ۱۰۰ نمونه داده

هدف نهایی یک سیستم شناسایی الگو رسیدن به بالاترین نرخ طبقه‌بندی ممکن برای مسئله موردنظر است. از آنجایی که هیچ الگوریتم طبقه‌بندی وجود ندارد که به تنهایی به طور کامل برای تمام مسائل مناسب باشد، ترکیب خبره‌ها به عنوان یک راه‌حل برای افزایش کارایی آن‌ها پیشنهاد شده است. در این پژوهش از روش نوینی به نام روش ترکیب خبره‌ها به روش سلسله مراتبی برای تشخیص بیماری تیروئید استفاده شد. بدین ترتیب که ابتدا از اولین شبکه عصبی به عنوان خبره اول صرفاً جهت تنظیم وزن‌ها به منظور کلاس‌بندی نمونه‌ها به دو دسته سالم و بیمار استفاده شد. در مرحله بعد به طراحی شبکه عصبی دوم پرداختیم که با نمونه‌های کم‌کار و پرکار آموزش داده شده بود. در این مرحله افراد بیمار تشخیص داده شده توسط خبره اول به شبکه عصبی دوم تحویل گردید تا به دو دسته کم‌کار و پرکار تقسیم شوند نتیجه مطالعه حاکی از آن است که استفاده از چندین شبکه عصبی مصنوعی و ترکیب آن‌ها به روش سلسله مراتبی نسبت به زمانی که فقط از یک شبکه عصبی استفاده می‌شود در پیش‌بینی دقیق‌تر بیماری مؤثر است. علت دقت بالای تشخیص را می‌توان در طبقه‌بندی ۲ کلاس به جای ۳ کلاس دانست. تاکنون تحقیقات و مطالعات زیادی در زمینه کاربرد داده کاوی در تشخیص اختلالات تیروئیدی انجام شده است.

به عنوان مثال، Senol و Yildirim یک ساختار ترکیبی از شبکه‌های عصبی مصنوعی و منطق فازی ایجاد کردند. در الگوریتم پیشنهادی آن‌ها عملکرد سه ساختار ترکیبی (شبکه عصبی پرسپترون چندلایه و منطق فازی) و (شبکه عصبی مقطع مخروطی و منطق فازی) و (شبکه عصبی تابع شعاعی پایه و منطق فازی) با هم مقایسه شده است [۱۴].

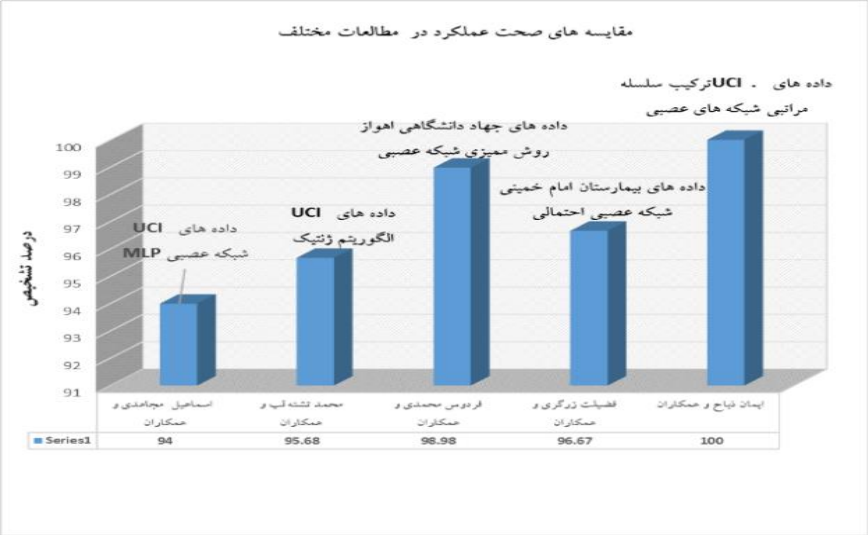
Shukla و همکاران نیز از سه معماری الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا و شبکه عصبی تابع پایه شعاعی و شبکه یادگیری بردار تدریجی جهت تشخیص بیماری تیروئید استفاده کردند و در پایان نشان داده‌اند که الگوریتم پس انتشار خطا به شرط انتخاب معماری مناسب دقت تشخیص بالاتری نسبت به سایر شبکه‌های عصبی دارد [۱۵].

در برخی دیگر از مطالعات تشخیصی بیماری تیروئید می‌توان به پژوهش Soleimanian و همکاران اشاره کرد. ایشان از شبکه‌های عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان در تشخیص بیماری تیروئید استفاده کردند. آن‌ها نشان دادند شبکه‌های عصبی احتمالی و تابع شعاعی پایه عملکرد بهتری نسبت به ماشین بردار پشتیبان و شبکه یادگیری بردار تدریجی و شبکه عصبی مصنوعی رگرسیون عمومی دارند [۱۳].

از جمله پژوهش‌های دیگری که در این زمینه صورت گرفته است، می‌توان به ترکیب شبکه عصبی فازی و روش تحلیل ممیزی خطی ترکیب الگوریتم ژنتیک با شبکه عصبی احتمالی و ماشین بردار پشتیبان اشاره کرد. ترکیب روش‌های تجزیه مؤلفه‌های اصلی، روش نزدیک‌ترین همسایه و سیستم استنتاج عصبی فازی تطبیقی ترکیب معیار فیشر و الگوریتم ژنتیک اشاره کرد [۱۶،۱۷]. آنچه که در این مطالعه نسبت به سایر

[Downloaded from jhbmi.com on 2026-06-10]

پژوهش‌های مشابه مشهود است جایگزینی ترکیب طبقه‌بندهای مختلف به صورت سری، با ترکیب طبقه‌بندها به صورت موازی است. علت بهبود نتیجه را می‌توان این‌گونه توصیف کرد که: اگرچه هریک از شبکه‌های عصبی می‌توانند به تنهایی به پیش‌بینی بیماری تیروئید بپردازند؛ اما وقتی وظیفه هر طبقه‌بند تخصصی شود منجر به افزایش دقت آن می‌شود. به این ترتیب برای هر طبقه‌بندی پایه، توزیع نمونه‌های ورودی برای آموزش در جهتی تغییر داده می‌شود که طبقه‌بندی‌ها بر روی نمونه‌ها سخت‌تر متمرکز شوند و در نهایت هر یک از شبکه‌ها بهتر تعلیم داده شوند. شکل ۶ مقایسه نتایج حاصله از این پژوهش با سایر مطالعات مشابه را نشان می‌دهد.



کل ۶: مقایسه عملکرد الگوریتم ارائه شده در این مطالعه نسبت به روش‌های دیگر

تکنیک‌های داده‌کاوی می‌توانند به عنوان دستیار پزشک در تشخیص بیماری‌های خاص جهت پیشگویی امکان ابتلای افراد به بیماری‌ها استفاده شوند. مدل ارائه شده در این مطالعه می‌تواند در برنامه‌های غربالگری جهت شناسایی افراد در معرض خطر استفاده شود. از آن‌جایی که در تحقیقات پزشکی از نوع تشخیصی و مبتنی بر کاوش داده اهمیت ثبت داده‌های صحیح بسیار مشهود است پیشنهاد می‌شود که این مدل با مجموعه داده‌های دیگر تست شود و اطلاعات افراد سالم بیشتری نیز به مجموعه اضافه گردد. همچنین پیشنهاد می‌شود این مدل در سایر مراکز درمانی به صورت آزمایشی و به عنوان دستیار پزشک مورد استفاده قرار بگیرد تا سرانجام با تغییرات ضروری و رسیدن به سطح مطلوب دقت، در انتخاب مدلی جامع و مناسب جهت پیش‌بینی بیماری تیروئید مؤثر واقع شود.

تشکر و قدردانی

پیرو قرارداد شماره A-10-1289-1، این پژوهش با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه تربت‌حیدریه انجام گردیده است.

References

1. Raymer ML, Doom TE, Kuhn LA, Punch WF. Knowledge discovery in medical and biological datasets using a hybrid Bayes classifier/evolutionary algorithm. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics); 2013 Sep 23; IEEE Systems, Man, and Cybernetics Society: IEEE; 2013. p.802-13.

2. Osooli M, Haghdoost A, Yarahmadi S, Foruzanfar M, Dini M, Holakouie Naieni K. Spatial Distribution of Congenital Hypothyroidism in Iran using Geographic Information System. Iranian Journal of Epidemiology 2009; 5(1):1-8. Persian

3. Ghadiri K, Darbandi M, Khodadadi L, Khademi N, Rahimi MA, Heidari M, et al. The prevalence of congenital hypothyroidism in Kermanshah in 2006-2010. J Kermanshah Univ Med Sci 2013;16(7):557–64. Persian

4. Zabbah I, Foolad S, Chaharaqran B, Mazlooman R. Designing and making the intelligence assistant robot and controlling it by the fuzzy procedure. International Conference on Electronics, Computer and Computation (ICECCO); 2013 Nov 7-9; Ankara, Turkey: IEEE; 2013.

5. Chae YM, Kim HS, Tark KC, Park HJ, Ho SH. Analysis of healthcare quality indicator using data

[Downloaded from jhbmi.com on 2026-06-10]

mining and decision support system. Expert Systems with Applications 2003;24(2):167–72.
6. Dreiseitl S, Ohno-Machado L. Logistic regression and artificial neural network classification models: a methodology review. J Biomed Inform. 2002;35(5):352–9.
7. Zargari F, Rafie A, Jamali JS, Sedaghat S. Thyroid ultrasound images using neural network classification. The 8th Symposium on Advances in Science and Technology (8thSASTech); 2014 Feb 6; Mashhad: Khavaran Institute of Higher-education; 2014.
8. Mohamadi Basatini F, Chinipardaz Z, SeyedTabib M. Determination of thyroid gland state in referrals from Ahvaz University jah ad laboratory: using multilayer perceptron neural network discrimination in comparing with classical discrimination methods. Jentashapir Journal of Health Research (Jentashapir) 2013; 4(1): 11-21.
9. Mojahedi ME, Rouhani M. Optimization of the MLP Neural Network to Detect Thyroid Disease by Clinical Data. 5th Iranian Conference on Electrical and Electronics Engineering; 2013 Aug 20-22; Gonabad: Islamic Azad University of Gonabad; 2013.
10. Sarasvathi V, Santhakumaran A. Towards artificial neural network model to diagnose thyroid problems. Global Journal of Computer Science and Technolog 2011;11(5).
11. UCI. Thyroid Disease Data Set. Available from: https://archive.ics.uci.edu/ml/index.php
12. Moazezi Z, Hedayati M, shirkhani Z, Azizi F. Glucose intolerance in subclinical hyperthyroid patients. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism 2012; 14 (2):127-34. Persian
13. Soleimanian Gharehchopogh F, Molany M, Mokri FD. Using artificial neural network in diagnosis of thyroid disease: a case study. International Journal on Computational Sciences & Applications 2013;3(4):49–61.
14. Senol C, Yildirim T. Thyroid and breast cancer disease diagnosis using fuzzy-neural networks. International Conference on Electrical and Electronics Engineering - ELECO; 2009 Nov 5-8; Bursa, Turkey: IEEE; 2009. p. II-390.
15. Shukla A, Tiwari R, Kaur P, Janghel RR. Diagnosis of thyroid disorders using artificial neural networks. IEEE International Advance Computing Conference; 2009 Mar 6-7; Patiala, India: IEEE; 2009. p. 1016–20.
16. Polat K, Güneş S. A hybrid medical decision making system based on principles component analysis, k-NN based weighted pre-processing and adaptive neuro-fuzzy inference system. Digital Signal Processing 2006;16(6):913–21.
17. Saiti F, Naini AA, Shoorehdeli MA, Teshnehlab M. Thyroid Disease Diagnosis Based on Genetic Algorithms Using PNN and SVM. 3th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering; 2009 Jun 11-13; Beijing, China: IEEE; 2009. p. 1–4.

[Downloaded from jhbmi.com on 2026-06-10]

Original Article

Journal of Health and Biomedical Informatics
Medical Informatics Research Center
2017; 4(1): 21-31

The Diagnosis of Thyroid Diseases Using Combination of Neural Networks through Hierarchical Method

Zabbah Iman[1], Yasrebi Naeini Seyed Ehsan[2], Ramazanpoor Zahra[3], Sahragard Khadije[4]

• **Received:** 17 Apr, 2017 • **Accepted:** 10 Jan, 2017

Introduction: Problems in thyroid gland are more common than in other glands of human body, and if they are not diagnosed early, thyroid storm or myxedema coma is likely to happen that might lead to death; therefore, on-time diagnosis of thyroid disorders (Hypothyroidism or hyperthyroidism) based on Laboratory and clinical tests is necessary. The main object of this research was to present a model based on data mining techniques that is capable of predicting thyroid diseases.

Methods: This study was a descriptive-analytic study and its database included 7200 independent records based on 21 risk factors derived from UCI data reference. From all records, 70% were used for training and 30% for testing. First, neural networks performance was reviewed in order to diagnose thyroid diseases, and then an algorithm for combination of neural networks through hierarchical method was presented.

Results: After modeling and comparing the generated models and recording the results, accuracies of predicting thyroid disorders using neural network and hierarchical method were found to be 96.6% and 100% respectively.

Conclusion: Reducing misdiagnosis of thyroid diseases has always been one of the most important aims of researchers. Using methods based on data mining can decrease these errors. This study showed that using combination of neural networks through hierarchical method improves diagnosis accuracy.

Keywords: Artificial neural network, MLP network, Combination of neural networks, Thyroid diagnosis

• **Citation:** Zabbah I, Yasrebi Naeini SE, Ramazanpoor Z, Sahragard K. The Diagnosis of Thyroid Diseases Using Combination of Neural Networks through Hierarchical Method. Journal of Health and Biomedical Informatics 2017; 4(1): 21-31.

1. Ph.D Student in Computer, Department of Computer, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Faculty Member, Dept. of Computer Engineering, School of engineering University of Torbat Heydariyeh.
3. M.Sc. in computer, Dept. of Computer Engineering, School of engineering, University ofTorbat Heydariyeh
4. M.Sc. in computer, School of engineering, Dept. of Computer Engineering, University of Torbat Heydariyeh

*__Correspondence__: Computer Department, Torbat Heidariyeh University, Torbat Heidariyeh, Iran.
• **Tel:** 09154059301 • **Email:** e.yasrebi@torbath.ac.ir

[Downloaded from jhbmi.com on 2026-06-10]