

## پیش‌بینی اختلال طیف اوتیسم از طریق طراحی شبکه عصبی مصنوعی

امیرحسین دبیروزیری<sup>۱</sup>، مریم طهرانی زاده<sup>۲</sup>

### مقاله پژوهشی

### چکیده

**زمینه و هدف:** اختلال طیف اوتیسم (Autism Spectrum Disorders) در تمام نقاط دنیا رو به افزایش است به طوری که در سال ۲۰۱۸ در هر ۵۹ نفر ۱ نفر مبتلا به اوتیسم گزارش شده است. با توجه به اهمیت رفتار انطباقی برای کارکرد روزمره در خانه و مدرسه و نیز هزینه‌های اجتماعی و مراقبت در طول عمر این افراد، اهمیت تشخیص زودهنگام اوتیسم برجسته می‌شود و بدین‌وسیله بهبود رفتارشناختی، تطبیقی و کاهش شدت اوتیسم صورت می‌پذیرد.

**مواد و روش‌ها:** نمونه شامل ۱۷۰ نفر متشکل از ۱۰۰ کودک اوتیسم و ۷۰ کودک سالم و شاداب بود. با استفاده از شبکه عصبی چندلایه پرسپترون، یک سیستم پشتیبانی از تصمیم‌بالینی برای پیش‌بینی اوتیسم بر اساس نشانه‌ها و علائم طراحی شد.

**یافته‌ها:** میانگین صحت شبکه عصبی طراحی شده پس از ۱۰ بار اجرا ۹۶/۱۱ درصد بود. در نتیجه سیستم طراحی شده با دقت مناسبی می‌تواند دستیار و پشتیبان قابل اعتمادی برای متخصصین این حوزه در تشخیص کودکان اوتیسم از سالم باشد.

**نتیجه‌گیری:** میانگین سن تشخیص اوتیسم در ۴ سال و ۴ ماهگی (۵۲ ماهگی) است به طوری که با جنسیت، نژاد و قومیت تفاوت معنی‌داری نمی‌کند. بنابراین طراحی سیستم پشتیبانی تصمیم‌بالینی در این مطالعه برای رنج سنی ۳ تا ۶ سال می‌تواند به‌عنوان یک ابزار غربالگری مهم، ضروری و قابل اعتماد به منظور جلوگیری از تأخیر در تشخیص و مداخله زودهنگام مورد استفاده قرار گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** اختلال طیف اوتیسم، سیستم پشتیبانی، شبکه عصبی مصنوعی

**ارجاع:** دبیروزیری امیرحسین، طهرانی زاده مریم. پیش‌بینی اختلال طیف اوتیسم از طریق طراحی شبکه عصبی مصنوعی. مجله تحقیقات علوم رفتاری ۱۳۹۷؛ ۱۶(۴): ۴۹۸-۴۸۹.

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۲/۱۵

دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۶/۱۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده روانشناسی، دانشگاه پیام نور، کرج، ایران  
۲- استادیار، گروه روانشناسی، دانشکده روانشناسی، دانشگاه پیام نور، کرج، ایران

نویسنده مسؤل: امیرحسین دبیروزیری

Email: [a.dabirvaziri@student.pnu.ac.ir](mailto:a.dabirvaziri@student.pnu.ac.ir)

## مقدمه

فردی که در حوزه تعاملات و ارتباطات اجتماعی خود نظیر تقابل اجتماعی و ارتباط غیرکلامی و همچنین در حوزه الگوهای رفتاری نظیر فعالیت‌های تکراری، محدود و کلیشه‌ای در اوایل دوران رشد دچار مشکل است و ظاهراً نمی‌تواند قصد، نیت یا هیجان‌های دیگران را درک کند و نسبت به کارهای دیگران بی‌اعتنا شده است مبتلا به اختلال طیف اوتیسم (Autism Spectrum Disorder یا ASD) است. این طیف ناتوانایی‌هایی را در بر می‌گیرد که در یک پیوستار نسبتاً خفیف تا بسیار شدید درجه‌بندی می‌شوند. شکاف بین مهارت‌های عملکردی ذهنی و انطباقی اغلب زیاد است به طوری که بسیاری از افراد مبتلا به ASD دچار اختلال ذهنی و با اختلال زبانی هستند لذا تشخیص به هنگام و دقیق این اختلال در سنین پایین بسیار حائز اهمیت است (۱). در این مطالعه پیش‌بینی و تشخیص زودهنگام اوتیسم با توجه به افزایش اثربخشی مداخله زودهنگام و مزایای احتمالی تشخیص زودهنگام اوتیسم با رویکرد هوش مصنوعی (artificial neural Network) مورد توجه قرار گرفته است (۲). در سال‌های گذشته میزان شیوع ASD در تمام نقاط دنیا افزایش یافته است. در پنجمین راهنمای تشخیصی و آماری اختلال‌های روانی (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition یا DSM-5) میزان شیوع آن یک درصد گزارش شده است به طوری که نسبت به قبل افزایش ۲ برابری را نشان می‌دهد (۳). با توجه به اهمیت رفتار انطباقی برای کارکرد روزمره در خانه و مدرسه و نیز هزینه‌های اجتماعی و مراقبت در طول عمر این افراد، اهمیت تشخیص زودهنگام و مداخله در اوتیسم آشکار می‌شود و بدین‌وسیله بهبود رفتارشناختی، تطبیقی و کاهش شدت اوتیسم صورت می‌پذیرد (۴). نیاز به تشخیص زودهنگام منجر به توافق و پیوند وسیع بین رشته‌های علمی مختلف شده است زیرا که غربالگری برای تشخیص کودک اوتیسم از کودک سالم بسیار حیاتی است. در این جهت ابزارهای اختصاصی مختلفی نظیر فهرست اصلاح‌شده برای اوتیسم در کودکان نوپا (M-CHAT) ساخته شده است که در آن‌ها تلاش شده است با شرح مصاحبه پیاده‌سازی میزان اشتباه در تشخیص کاهش یابد (۵).

تنوع علائم در رنج زیاد، تشابه علائم با سایر اختلالات، عدم نمایان بودن ناتوانی به‌اندازه کافی و ظهور آن‌ها در سنین مختلف از جمله عواملی هستند که دقت تشخیص به‌موقع ASD را پایین می‌آورند. علاوه بر این، افزایش خطای تشخیص تحت تأثیر عوامل انسانی نیز قرار می‌گیرد. عواملی نظیر کمبود متخصصین دارای تجربه کافی در مشاهده موارد مختلف و یا خستگی و کم‌توجهی در حین تصمیم‌گیری بالینی جزو این عوامل هستند. از سمت دیگر چالش‌های فراوانی پیش روی والدین افراد مبتلا به اوتیسم برای تأخیر طولانی و یا اشتباه در تشخیص صحیح وجود دارد. در اغلب موارد والدین به دنبال نقطه مطمئن دیگری برای اطمینان در تشخیص هستند و در غیر این صورت دچار یاس و ناامیدی می‌شوند؛ که این خود بیانگر نیازمندی به یک سیستم دقیق ارزیابی تصمیم‌بالینی است. ابزار معمولی و رایج برای تصمیم‌گیری در این زمینه پرسشنامه است اما به علت دخالت انسان در پر کردن و ارزیابی آن، کمبود تخصص بالینی، ارزش متفاوت نمره به طوری که افراد دارای نمره مشابه یکسان عمل نمی‌کنند و در نهایت ماهیت متفاوت و گوناگون علائم اوتیسم، نیازمندی به یک سیستم پشتیبانی از تصمیم را مبرم و لازم می‌سازد (۶، ۷).

در سال‌های اخیر روش شبکه‌های عصبی مصنوعی (Artificial Neural Networks یا ANNs) در زمینه‌های مختلف علوم پزشکی و روانشناسی از جمله پیش‌بینی، تشخیص و طبقه‌بندی بیماری‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. در حال حاضر سیستم‌های هوشمند در برخی از حوزه‌های پزشکی استفاده می‌شود و به‌عنوان ابزار کمکی برای افراد خبره در تشخیص، تعیین نیازمندی‌ها و برطرف نمودن مشکلات با حداقل میزان خطا بکار گرفته می‌شود به طوری که شاهد بهبود تصمیم‌گیری افراد متخصص در زمینه‌های گوناگون بوده‌ایم. در این بین، سیستم‌های پزشکی و تشخیص بیماری بسیار حساس‌تر از دیگر سیستم‌های هوشمند است (۸، ۹). عده‌ای از محققان در یک مطالعه بر روی ANN برای تشخیص روان‌پزشکی کار کردند. آن‌ها دریافتند که ANNs به‌عنوان یک طبقه‌بندی کننده بالقوه قدرتمند، برای کمک به تشخیص روان‌پزشک در مصاحبه تشخیصی در مقایسه با سیستم‌های تشخیصی سنتی قوی‌تر هستند (۱۰). برخی دیگر از محققان در

(Self-correction) است. به عبارت دیگر هوش مصنوعی به سیستم‌هایی گفته می‌شود که می‌توانند واکنش‌هایی مشابه رفتارهای هوشمند انسانی از جمله درک شرایط پیچیده، شبیه‌سازی فرایندهای تفکری و شیوه‌های استدلالی انسانی و پاسخ موفق به آن‌ها، یادگیری و توانایی کسب دانش و استدلال برای حل مسائل را داشته باشند. یکی از حوزه‌های هوش مصنوعی،  $ANNs$  است.  $ANNs$  یا به اختصار شبکه‌های عصبی یک الگوی پردازش اطلاعات است که الهام گرفته شده از سیستم‌های عصبی مغز انسان است و به منظور یادگیری و ایجاد دانش بکار می‌رود. عنصر کلیدی این ایده، ایجاد ساختارهایی جدید برای سامانه پردازش اطلاعات است. این سیستم از شمار زیادی عناصر پردازشی فوق‌العاده به هم پیوسته با نام نورون تشکیل شده که برای حل یک مسئله باهم هماهنگ عمل می‌کنند. این شبکه‌ها قادر به یادگیری هستند و برای شناسایی الگوی بیماری و طبقه‌بندی اطلاعات مربوطه استفاده می‌شوند به طوری که امروزه کاربردهای فراوانی در حوزه پزشکی از جمله تشخیص و درمان دارند و استفاده و تأثیر آن در مطالعات فراوانی مورد بررسی قرار گرفته است (۱۳، ۱۶، ۱۷، ۱۸).

شبکه عصبی، بر اساس متغیرهای ورودی نسبت به طبقه‌بندی افراد به بیمار و سالم اقدام می‌کند و به پیش‌بینی وضعیت بیمار بر اساس عوامل و علائم کمک می‌کند. اطلاعات در مسیرهای ارتباطی بین نورون‌ها ردوبدل می‌شود. هر کدام از خطوط ارتباطی بین نورون‌ها دارای وزن هستند. هر نورون از یک تابع عملیاتی (معمولاً غیرخطی) استفاده می‌کند تا با اعمال آن بر روی ورودی شبکه، خروجی مشخصی ایجاد گردد. شبکه عصبی همانند رگرسیون، ابزاری برای تقریب توابع و یافتن ارتباط میان متغیرهای مستقل و وابسته است ضمن آنکه در مواجهه با داده‌هایی که پیچیده و غیرخطی هستند با دقت بیشتری می‌تواند آن‌ها را در قالب یک مدل مشخص بیان کند. شبکه عصبی توسط الگوی ارتباطی بین لایه‌های مختلف شبکه، تعداد نورون‌ها، تعداد لایه‌ها، الگوریتم یادگیری و تابع عملیاتی نورون، شناسایی و تعریف می‌شود. هدف شبکه عصبی تخمین وزن‌ها و کاهش خطای مابین طبقه‌بندی کلاس‌های شبکه (Target) و خروجی‌های مربوطه است به طوری که نمونه‌هایی که هیچ‌گاه توسط شبکه دیده نشده‌اند به درستی طبقه‌بندی شوند

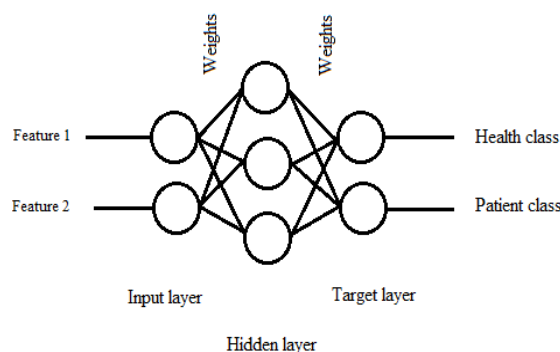
پژوهش خود با استفاده از  $ANNs$  برای تشخیص بیماری هپاتیت اقدام کردند. هدف از این کار تشخیص بیماری هپاتیت با استفاده از معماری‌های مختلف شبکه عصبی بود. شبکه‌های پیشنهادی استاندارد و یک شبکه ترکیبی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج به دست آمده نشان داد که به خصوص شبکه‌های ترکیبی می‌توانند به طور موفقیت‌آمیزی برای تشخیص هپاتیت استفاده شوند (۱۱). محققان دیگر در یک مطالعه به بررسی طبقه‌بندی اختلالات روان‌پزشکی، با استفاده از  $ANN$  پرداختند. آن‌ها یک مدل شبکه عصبی طبقه‌بندی کننده را پیشنهاد دادند که با استفاده از داده‌های طبقه‌بندی قبلی، آموزش داده می‌شود تا بتواند به طور صریح بیماران جدید را بر اساس علائم و نشانه‌های آن‌ها طبقه‌بندی کند (۱۲).

Bennett و همکاران در پژوهش خود نشان دادند که چارچوب هوش مصنوعی به راحتی از مدل‌های مورد استفاده در مورد درمان معمولی و سنتی برای مراقبت‌های بهداشتی بهتر هستند. با توجه به طراحی دقیق و فرمول‌بندی مشکل و مسئله، یک چارچوب شبیه‌سازی هوش مصنوعی می‌تواند تصمیمات بهینه‌ای را حتی در محیط‌های پیچیده و غیرقابل اطمینان اتخاذ کند به طوری که با ادغام الگوریتم‌های یادگیری شبکه مصنوعی هر چه بهتر عمل کند (۱۳). Álvarez و همکاران، پژوهشی تحت عنوان مفید بودن  $ANNs$  در تشخیص و درمان سندرم آپنه-هیپوپنه (Apnea-Hypopnea) خواب انجام دادند. در این مطالعه، تشخیص بیماری‌ها با استفاده از روش شبکه عصبی چندلایه (Multilayer perceptron) صورت گرفت و به وسیله آن یک شبکه عصبی برای تجزیه و تحلیل تعدادی از پارامترهای مرتبط ساخته شد که بسیار موفقیت‌آمیز است (۱۴). Duraes و همکاران در مطالعات خود نشان دادند که پیش‌بینی‌های مربوط به بهترین شیوه یادگیری برای یک دانش‌آموز را می‌توان با استفاده از  $ANNs$  پیش‌بینی کرد. این پیش‌بینی‌ها برای معلمان بسیار مفید هستند زیرا به معلمان برای اجرای راهبردهای آموزشی کمک می‌کنند (۱۵).

هوش مصنوعی (Artificial intelligence) شبیه‌سازی فرآیندهای هوش انسانی توسط ماشین‌ها، به ویژه سیستم‌های کامپیوتری است. این فرآیندها شامل یادگیری (کسب اطلاعات و قوانین برای استفاده از اطلاعات)، استدلال و خود تصحیح

و در کلاس افراد سالم یا بیمار قرار گیرند (۱۹، ۲۰).

شبکه عصبی پرسپترون چندلایه (Mmultilayer perceptron) یکی از انواع شبکه‌های عصبی است که شامل یک لایه ورودی، یک یا چند لایه پنهان و یک لایه خروجی است. برای آموزش این شبکه معمولاً از الگوریتم پس انتشار خطا استفاده می‌شود. در طی آموزش شبکه به کمک الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا، ابتدا محاسبات از ورودی شبکه به سوی خروجی شبکه انجام می‌شود و سپس مقادیر خطای محاسبه شده به لایه‌های قبل انتشار می‌یابد. در هر شبکه عصبی ابتدا توسط اطلاعات ورودی، شبکه آموزش داده می‌شود به طوری که در این حین وزن‌ها، تعداد نورون‌ها، تعداد لایه‌های شبکه و توابع انتقال (Back propagation) مشخص می‌گردند و سپس شبکه با ورودی‌های جدید آزمون می‌گردد. در شکل ۱ دایره‌ها نورون‌ها هستند، خطوط وزن‌ها هستند، ورودی‌ها ویژگی‌های انتخابی هستند و خروجی‌ها هدف ما در طبقه‌بندی می‌باشند (۲۱). استفاده از هوش مصنوعی و شبکه‌های عصبی برای ASD در حوزه‌های پژوهشی، مورد کم‌توجهی قرار گرفته است. با وجود پیشرفت روش‌های تشخیصی، هنوز درصد چشمگیری از بیماران از تشخیص به‌موقع در سال‌های پایین محروم هستند. هدف از این مطالعه ارزیابی نقش ANNs در تشخیص اوتیسم در کودکان ۳ تا ۶ سال و ارائه سیستم پشتیبانی تصمیم بالینی با کارایی، دقت و سرعت بالاتر جهت تشخیص زود هنگام است.



شکل ۱: نمای کلی شبکه عصبی چندلایه با یک لایه پنهان

## مواد و روش‌ها

در این مطالعه با استفاده از روش شبکه‌های عصبی پرسپترون

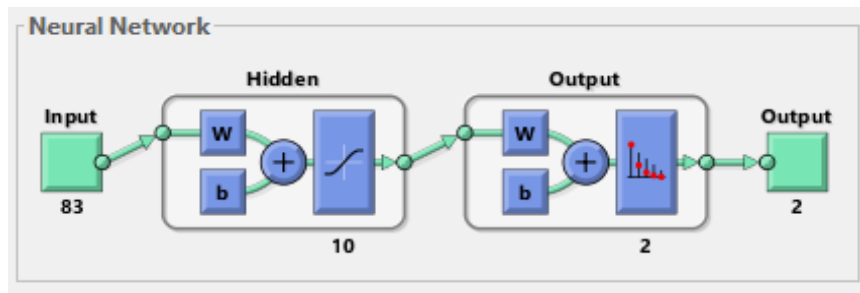
چندلایه که یکی از حوزه‌های زیرمجموعه هوش مصنوعی است به طبقه‌بندی افراد در دو گروه سالم و اوتیسم پرداخته شد. برای جمع‌آوری نمونه‌های کودک اوتیسم در رنج سنی ۳ تا ۶ سال که هنوز به مدرسه نمی‌رفتند نیاز بود مراکز را پیدا شود که این افراد به آنجا مراجعه می‌کنند. از جمله این مراکز اداره بهزیستی شهر تهران و مراکز زیرمجموعه آن بود. همچنین با پیگیری از خانواده‌های اوتیسم گروه‌ها و مراکز گردهمایی خانواده‌ها شناسایی شد و جمع‌آوری نمونه‌ها به روش نمونه‌گیری در دسترس انجام پذیرفت. این افراد با توجه به نظر حداقل دو روان‌پزشک مبتلا به ASD بودند. از سوی دیگر برای جمع‌آوری نمونه‌های کودک سالم و شاداب که هیچ‌گونه اختلال روانی و ذهنی نداشتند به چندین مهدکودک متفاوت مراجعه شد. کودکان سالم ۳ تا ۶ سال، با توجه به نظر روان‌پزشک و روانشناس آن مراکز و همچنین والدین آن‌ها از نظر اجتماعی، رفتاری و روانی سالم و شاداب بودند. به این شکل ۱۰۰ فرد مبتلا به اوتیسم و ۷۰ فرد سالم در مدت ۶ ماه انتخاب شدند.

از آنجا که طیف علائم اختلال اوتیسم بسیار متنوع و گسترده است برای استخراج علائم تمام عوامل مستقیم و غیرمستقیم موجود در مقالات علمی مرتبط با حوزه اوتیسم در نظر گرفته شد. همچنین مجموعه پرسشنامه‌های قبلی در این حوزه نظیر مقیاس درجه‌بندی اوتیسم گیلیام ( Gilliam Autism Rating Scale)، مقیاس درجه‌بندی اوتیسم کودک (Childhood Autism Rating Scale)، فهرست اصلاح‌شده اوتیسم دوران طفولیت ( Modified Checklist for Autism in Toddlers)، فهرست رفتاری اوتیسم (Autism Behaviour Checklist) و غیره به‌علاوه نشانه‌های DSM-5 بررسی شد. همچنین فهرستی از علائمی که به‌طور مکرر و شدید در این کودکان تکرار می‌شد از طریق والدین و روانشناسان مراقب این افراد جمع‌آوری گردید که در نهایت ۱۵۰ مورد شد. به‌منظور روایی بالاتر و همچنین خلاصه کردن، تنظیم و دسته‌بندی علائم نظر ۳ روان‌پزشک اطفال، ۳ روانشناس و کار درمانگر مسلط در این حوزه اعمال شد و در نهایت ۸۳ ویژگی بسیار مهم در امر تشخیص انتخاب گردید. برای راحتی پاسخ‌دهندگان جواب تمامی سؤالات دوبخشی شد. به جواب بله مقدار ۱ و به جواب خیر مقدار ۰ در

نتایج ماتریس آشفتگی (Confusion matrix) به بهترین و بالاترین درصد صحت (Accuracy) رسید. در هر بار آموزش شبکه میزان خطای مابین خروجی شبکه (Output) و هدف شبکه (Target) مقایسه شد و به این شکل وزن نورون‌ها که ابتدا به صورت تصادفی اعمال شدند تصحیح گردید. در نهایت اگر شبکه به طور مثال در ۶ تکرار (Epochs) متوالی خروجی را بهبود ندهد آموزش متوقف می‌شود. الگوریتم‌های مختلفی به منظور آموزش شبکه انتخاب شد و آزمون گردید تا بهترین نتیجه حاصل شود. در نهایت الگوریتم آموزشی یادگیری گرادیان توأم مدرج/مقیاس شده ( Scaled conjugate gradient ) (back propagation) انتخاب شد. شبکه طراحی شده در شکل ۲، مشخصات شبکه طراحی شده در جدول ۱ و نتایج حاصل از ماتریس آشفتگی در جدول ۲ آمده است.

سیستم اختصاص داده شد. همچنین به سؤالاتی نظیر جنس یا تحصیلات به پاسخ اول مقدار ۱ و به پاسخ دوم مقدار ۰ اختصاص داده شد.

**آموزش و آزمون شبکه عصبی چندلایه:** به منظور طراحی شبکه عصبی از کد نویسی در نرم‌افزار مطلب ( MATLAB R2017b) استفاده شد زیرا که به این شکل می‌توان انواع پارامترهای مختلف شبکه را تغییر داد تا به بهترین نتایج ممکن دست‌یافت. برای آموزش، اعتبار سنجی (Validation) و آزمون (Test) شبکه داده‌ها به طور تصادفی به ترتیب به ۱۵، ۷۰ و ۱۵ درصد تقسیم شدند. داده‌های ورودی در بازه -۱ تا ۱ نرمال‌سازی (Normalization) شدند. تمام داده‌ها از لحاظ تکراری بودن، نامعلوم بودن یا گم‌شده (Missing data) بررسی شدند. مرحله آموزش شبکه آن‌قدر تکرار و بررسی شد تا



شکل ۲: نمای کلی شبکه عصبی طراحی شده

جدول ۱: مشخصات کلی شبکه عصبی طراحی شده

تعداد نورون‌های ورودی	۸۳	تعداد تکرارها	۱۷
تعداد نورون‌های لایه میانی	۱۰	نوع تقسیم داده	گمارش تصادفی
تعداد لایه مخفی	۱	تابع انتقال نهایی لایه پنهان	سیگموئید تانژانت هذلولی (Tansig)
تعداد نورون‌های خروجی	۲	تابع انتقال نهایی لایه خروجی	بیشینه نرم (Softmax)
ماکزیمم تعداد بررسی‌های اعتبار (عدم بهبود)	۶	روش محاسبه خطا و زیان برای کارایی شبکه	کراس آنترپی (Cross entropy)

جدول ۲: درصد صحت و اشتباه داده‌های آموزش، اعتبار سنجی، آزمون، کل داده‌ها.

شبکه طراحی شده	عصبی داده‌های آموزش	داده‌های آزمون	داده‌های اعتبار سنجی	کل داده
درصد صحت	۹۸/۸۷	۹۴/۷۳	۹۴/۷۳	۹۷/۶۳
درصد اشتباه	۱/۱۲	۵/۲۶	۵/۲۶	۲/۳۶

گرایان توأم مدرج/مقیاس شده ( Scaled conjugate gradient back propagation) برای ارزیابی شبکه عصبی از ماتریس آشفتگی استفاده شده است. نتایج طراحی‌های مختلف را در جداول ۳ تا ۸ می‌توان مشاهده کرد.

### یافته‌ها

برای دست یافتن به بهترین طراحی شبکه‌های عصبی چندلایه انواع الگوریتم‌های آموزشی مختلف به همراه افزایش کاهش تعداد لایه‌های پنهان شبکه و نورون‌ها بررسی شد که بهترین نتیجه با داشتن یک‌لایه پنهان و ۱۰ نورون و الگوریتم آموزشی

جدول ۳: میانگین درصد صحت الگوریتم آموزشی trainlm (Levenberg-Marquardt back propagation) با تابع خطای MSE (Mean squared normalized error performance function) پس از ۱۰ بار اجرای شبکه عصبی

داده‌های آموزش	داده‌های اعتبارسنجی	داده‌های آزمون	کل داده
۹۷/۶۴	۸۸/۴۲	۸۴/۷۴	۹۴/۳۳

جدول ۴: بهترین درصد صحت الگوریتم آموزشی trainlm با تابع خطای MSE

داده‌های آموزش	داده‌های اعتبارسنجی	داده‌های آزمون	کل داده
۹۶/۶۳	۸۹/۴۷	۸۹/۴۷	۹۴/۴۹

جدول ۵: میانگین درصد صحت الگوریتم آموزشی trainscg (back propagation scaled conjugate gradient) با تابع خطای Cross-Entropy پس از ۱۰ بار اجرای شبکه عصبی

داده‌های آموزش	داده‌های اعتبارسنجی	داده‌های آزمون	کل داده
۹۷/۶۴	۹۱/۰۵	۸۷/۳۶	۹۶/۱۱

جدول ۶: بهترین درصد صحت الگوریتم آموزشی trainscg با تابع خطای Cross-Entropy

داده‌های آموزش	داده‌های اعتبارسنجی	داده‌های آزمون	کل داده
۹۸/۸۷	۹۴/۷۳	۹۴/۷۳	۹۷/۶۳

جدول ۷: میانگین درصد صحت کل داده‌ها با تغییر تعداد لایه‌های پنهان شبکه عصبی پس از ۱۰ بار اجرای شبکه عصبی

یک لایه پنهان	دو لایه پنهان	سه لایه پنهان
۹۵/۱۱	۹۱/۱۳	۹۰/۸۹

جدول ۸: درصد صحت کل داده‌ها با افزایش کاهش تعداد نورون‌ها

۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
%۸۲	%۸۹	%۹۷	%۹۰	%۸۶	%۸۵

خطای تصمیم‌گیری ایفا کند. علاوه بر این با کاهش هزینه‌ها و صرف زمان کمتر بالاترین اطمینان و دقت را حاصل می‌کند. دقت این مطالعه که به‌منظور مقایسه دو گروه سالم و اوتیسم از طریق طراحی شبکه عصبی MLP انجام شد بالای ۹۵ درصد بود که این مطلب با نتایج تحقیقات مشابه دیگر همخوان است.

### بحث و نتیجه‌گیری

هوش مصنوعی و شبکه‌های عصبی با توجه به توانایی‌های منحصر به فرد خود به کمک علم روانشناسی آمده است به طوری که می‌تواند در تصمیم‌گیری‌های بالینی، پشتیبان خوبی برای متخصصین این حوزه باشد و کمک شایانی در کاهش

طولانی‌تر خواهد بود به طوری که ۲۷ درصد موارد تا سن ۸ سالگی تشخیص اوتیسم را دریافت نمی‌کنند و به این شکل از مزیت‌های مداخله زودهنگام محروم می‌شوند. بنابراین طراحی سیستم پشتیبانی تصمیم در این مطالعه برای دامنه سنی ۳ تا ۶ سال به منظور جلوگیری از تأخیر در مداخله زودهنگام مفید، مهم و ضروری است (۲۵، ۲۶).

شبکه‌های عصبی باوجود مزیت‌های فراوانی که دارند دارای محدودیت‌های خاص خودشان نیز هستند. از جمله این محدودیت‌ها داشتن نمونه‌های صحیحی است که هنگام آموزش شبکه به آن‌ها احتیاج داریم. هر کدام از نمونه‌ها باید دقیق و درست در گروه افراد اوتیسم یا سالم طبقه‌بندی شده باشند. اشتباه در تشخیص توسط روان‌پزشک سبب می‌شود نمونه‌های اولیه سیستم از دقت کل سیستم بکاهد. همچنین نمی‌توان سیستمی که برای کودکان طراحی شده است را برای بزرگسالان و بالعکس استفاده کرد چراکه پارامترهای آموزشی سیستم متفاوت خواهد بود. لذا بهترین طبقه‌بندی کننده اگر ویژگی‌ها به خوبی انتخاب نشود، ضعیف عمل خواهد کرد (۱۳، ۲۶، ۲۷). برای انجام مطالعات بعدی پیشنهاد می‌شود تمام اختلالاتی که با اوتیسم همپوشانی دارند نیز به‌منظور تشخیص افتراقی در طبقه‌بندی کننده قرار گیرند. همچنین پیشنهاد می‌شود این سیستم برای کودکان ۰ تا ۲ سال نیز طراحی گردد. ضمناً پیشنهاد می‌شود الگوی نگاه کردن (Eye tracking) افراد سالم و اوتیسم از طریق شبکه‌های عصبی عمیق (Deep neural networks) بررسی گردد.

### تقدیر و تشکر

بدین‌وسیله از تمام عزیزانی که به نحوی در انجام این پژوهش همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

### References

1. American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders. 5<sup>rd</sup> ed. Washington, DC: American Psychiatric Association; 2013.
2. Bryson SE, Rogers SJ, Fombonne E. Autism spectrum disorders: early detection, intervention, education, and psychopharmacological management. The Canadian Journal of Psychiatry. 2003; 48(8):506-16.

در تبیین آن می‌توان گفت که داشتن ویژگی‌های متفاوت با وزن‌های متفاوت نهایتاً منجر به جدایی دو کلاس اوتیسم و سالم در بهترین حالت با دقت ۹۷/۶ درصدی شده است. مطالعات مختلف نشان می‌دهد که سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری ساخته شده به‌وسیله هوش مصنوعی رشد دقت و کارایی ۳۰ تا ۳۵ درصدی نسبت به روش تصمیم‌گیری‌های سنتی و معمول را دارد و البته نه تنها منجر به کاهش اتلاف سرمایه‌های اجتماعی، روانی، اقتصادی، معنوی و غیره می‌گردد بلکه تصمیمات به هنگام باعث افزایش امید، خوش‌بینی، تاب‌آوری و خودکارآمدی در جامعه اوتیسم می‌شود (۱۳، ۲۲، ۲۳).

شبکه عصبی مصنوعی در طراحی پرسشنامه اوتیسم دو مسئله مهم را در این مطالعه حل کرد. اول اینکه محققان مختلف واقعاً بر ویژگی‌ها و علائم مختلف در طبقه‌بندی افراد مبتلا به اوتیسم تأکید می‌کنند و دوم اینکه محققان به دنبال هسته قابل مشاهده علائم اوتیسم می‌گردند که قابل اطمینان باشد. شبکه عصبی در حین آموزش می‌تواند به وزن دهی علائم گوناگون بپردازد و اهمیت یا وزن هر سؤال را در غالب وزن نورون‌ها توسط نمونه‌های واقعی و به روز جامعه تعیین کند و دو نگرانی فوق را برطرف سازد. مفهوم دیگر این کار بدان معنی است که می‌توان هوش و تجربه انسان‌های متخصص و ماهر را در تشخیص اوتیسم در ابزاری ذخیره کرد و آن‌ها در اختیار متخصصین کم‌تجربه‌تر گذاشت (۲۴).

میانگین سن تشخیص اوتیسم، در ۴ سال و ۴ ماهگی (۵۲ ماهگی) است به طوری که با جنسیت، نژاد و قومیت تفاوت معنی‌داری نمی‌کند. از طرفی خانواده‌ها ممکن است ۱۳ ماه بعد از غربالگری اولیه تشخیص اوتیسم را دریافت کنند. در جاهایی که امکانات تشخیصی کمتر است و یا خانواده‌ها وضعیت اقتصادی اجتماعی مناسبی ندارند زمان تشخیص بسیار

3. Baio J, Wiggins L, Christensen DL, Maenner MJ, Daniels J, Warren Z, et al. Prevalence of autism spectrum disorder among children aged 8 years—autism and developmental disabilities monitoring network, 11 sites, United States, 2014. *MMWR Surveillance Summaries*. 2018; 67(6):1-23.
4. Dawson G, Rogers S, Munson J, Smith M, Winter J, Greenson J, et al. Randomized, controlled trial of an intervention for toddlers with autism: the Early Start Denver Model. *Pediatrics*. 2010; 125(1):e17-e23.
5. Robins DL, Dumont-Mathieu TM. Early screening for autism spectrum disorders: update on the modified checklist for autism in toddlers and other measures. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*. 2006; 27(2):S111-9.
6. Srinivasan K, Veeraraghavan S. Exploration of autism using expert systems. *Fourth International Conference on Information Technology*. 2007; 7:261-4.
7. Howlin P, Moore A. Diagnosis in autism: A survey of over 1200 patients in the UK. *Autism*. 1997; 1(2):135-62.
8. Nayak R, Jain L, Ting B. Artificial neural networks in biomedical engineering: A review. *Computational Mechanics—New Frontiers for the New Millennium*. 2001; 887-92.
9. Baxt WG, Skora J. Prospective validation of artificial neural network trained to identify acute myocardial infarction. *Lancet*. 1996; 347(8993):5-12.
10. Zou Y, Shen Y, Shu L, Wang Y, Feng F, Xu K, et al. Artificial neural network to assist psychiatric diagnosis. *British Journal of Psychiatry*. 1996;169(1):64-7.
11. Ozyilmaz L, Yildirim T, editors. Artificial neural networks for diagnosis of hepatitis disease. *Proceedings of the International Joint Conference on*; 2003.
12. Bashyal S. Classification of psychiatric disorders using artificial neural network. *International Symposium on Neural Networks*; 2005: 796-800.
13. Bennett CC, Hauser K. Artificial intelligence framework for simulating clinical decision-making: A Markov decision process approach. *Artificial Intelligence in Medicine*. 2013; 57(1):9-19.
14. Álvarez D, Cerezo-Hernández A, López-Muñoz G, Álvaro-De Castro T, Ruiz-Albi T, Hornero R, et al. Usefulness of artificial neural networks in the diagnosis and treatment of sleep apnea-hypopnea syndrome. In: SZ Assefa, M Diaz-Abad, SM Scharf. *Sleep Apnea-Recent Updates*, London: InTech; 2017.
15. Duraes D, Carneiro D, Jimenez A, Novais P. Characterizing attentive behavior in intelligent environments. *Neurocomputing*. 2018; 272:46-54.
16. Baxt WG. Application of artificial neural networks to clinical medicine. *Lancet*. 1995; 346(8983):1135-8.
17. Khan ZH, Mohapatra SK, Khodiar PK, Ragu SK. Artificial neural network and medicine. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*. 1998; 42(3):321-42.
18. Chi C-L, Street WN, Ward MM. Building a hospital referral expert system with a prediction and optimization-based decision support system algorithm. *Journal of Biomedical Informatics*. 2008;41(2):371-86.
19. Ajmani S, Rogers SC, Barley MH, Burgess AN, Livingstone DJ. Characterization of mixtures part 1: Prediction of infinite-dilution activity coefficients using neural network-based QSPR models. *Molecular Informatics*. 2008; 27(11-12):1346-61.
20. Dunne RA. *A statistical approach to neural networks for pattern recognition*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons; 2007.
21. Hagan MT, Demuth HB, Beale MH. *Neural network design*. Pws Pub. Boston; 1996.
22. Lloyd TJ, Hastings R. Hope as a psychological resilience factor in mothers and fathers of children with intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*. 2009; 53(12):957-68.

23. Bekhet AK, Johnson NL, Zauszniewski JA. Resilience in family members of persons with autism spectrum disorder: A review of the literature. *Issues in Mental Health Nursing*. 2012; 33(10):650-6.
24. Cohen IL, Sudhalter V, Landon-Jimenez D, Keogh M. A neural network approach to the classification of autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 1993; 23(3):443-66.
25. Wiggins LD, Baio J, Rice C. Examination of the time between first evaluation and first autism spectrum diagnosis in a population-based sample. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*. 2006; 27(2):S79-S87.
26. Shattuck PT, Durkin M, Maenner M, Newschaffer C, Mandell DS, Wiggins L, et al. Timing of identification among children with an autism spectrum disorder: Findings from a population-based surveillance study. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*. 2009; 48(5):474-83.
27. Bright TJ, Wong A, Dhurjati R, Bristow E, Bastian L, Coeytaux RR, et al. Effect of clinical decision-support systems: a systematic review. *Annals of Internal Medicine*. 2012; 157(1):29-43.

## Prediction of Autism Disorder by Artificial Neural Network

Amirhossein Dabirvaziri<sup>1</sup>, Maryam Tehranizadeh<sup>2</sup>

### Original Article

#### Abstract

**Aim and Background:** The autism spectrum disorder is increasing in all parts of the world, so that in 2018, one in every 59 people with autism is reported. Given the importance of adaptive behavior in everyday life at home and at school, as well as social costs and care during their lives, the importance of early diagnosis in autism is highlighted, thereby improving cognitive, adaptive behavior and reducing the severity of autism.

**Methods and Materials:** The sample consists of 170 children, 100 autistic children and 70 healthy and juvenile children. Using a perception multi-layer neural network, a clinical decision support system was designed to predict autism based on signs and symptoms.

**Findings:** The average accuracy of the neural network design was 96.11% after performing 10, as a result of a carefully designed system; it could be a reliable assistant and supporter of this area for the diagnosis of autistic children.

**Conclusions:** The mean age of diagnosis of autism is 4 years and 4 months (52 months), which does not significantly differ with gender, race, and ethnicity. Therefore, the design of the clinical decision support system in this study for a range of 3 to 6 years old can be used as an important, necessary and reliable screening tool to prevent delay in early diagnosis and intervention.

**Keywords:** Artificial neural network, Autism spectrum disorder, Support system.

**Citation:** Dabirvaziri AH, Tehranizadeh M. Prediction of Autism Disorder by Artificial Neural Network. J Res Behav Sci 2019; 16(4): 489-498.

Received: 2018.07.07

Accepted: 2019.03.06

1- MA Student, Department of Psychology, Payame Noor University, Karaj, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Psychology, Payame Noor University, Karaj, Iran.

**Corresponding Author:** Amirhossein Dabirvaziri, Email: [a.dabirvaziri@student.pnu.ac.ir](mailto:a.dabirvaziri@student.pnu.ac.ir)