دوره ۱۰، شماره ۱۰۹/۱-۸۷ Vol. 10, No.1/87-109

بررسی دقت و حساسیت سامانه هوشمند غربالگر در پیش‌بینی کودکان مستعد اختلالات عصبی-تحولی (نقص توجه-بیش‌فعالی و نارساخوانی)

مونا دلاوریان[۱] و غلامعلی افروز[۲]

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی دقت، حساسیت و اختصاصی بودن سامانه غربالگر هوشمند طراحی شده برای پیش‌بینی کودکان پیش‌دبستانی مستعد اختلالات عصبی-تحولی رایج (نقص توجه-بیش‌فعالی و نارساخوانی) است. برای جمع‌آوری داده، از روش پژوهش پیمایشی از نوع ارزیابی و تشخیص استفاده شد. بدین منظور کودکان پیش‌دبستانی به روش خوشه‌ای تصادفی انتخاب شدند و برنامهٔ رایانه‌ای عصبی-شناختی طراحی شده توسط دلاوریان و همکاران را انجام دادند. داده‌های مربوط به هر یک از نمونه‌ها به مدت دو سال تا تشخیص قطعی، در فایل‌های اکسل ذخیره شد. این داده‌ها برای طراحی شبکه غربالگر هوشمند با استفاده از الگوریتم شبکهٔ عصبی چند لایهٔ پرسپترون استفاده شدند. در نهایت دقت سامانه هوشمند طراحی شده، ۹۴٪ و حساسیت و اختصاصی بودن آن در غربالگری کودکان مستعد اختلالات مذکور به ترتیب، ۹۳/۴۵٪ و ۹۵/۲۷٪ به‌دست آمد. با توجه به دقت و حساسیت بالای کسب شده می‌توان از این غربالگر با اطمینان بالا، جهت تشخیص زودهنگام کودکان مستعد اختلالات مذکور پیش از ورود به دبستان استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: نارساخوانی، نقص توجه-بیش فعالی، شبکه عصبی مصنوعی، برنامه عصبی-شناختی، غربالگری

---

۱. نویسنده مسئول: فوق دکترای نوروسایکولوژی، دکتری روان‌شناسی کودکان استثنایی، دانشگاه تهران
delavarian@ut.ac.ir

۲. استاد ممتاز روان‌شناسی کودکان استثنایی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۹۶/۳/۲۶

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۷/۵/۱۲

DOI: 10.22098/JLD.2020.1046

مقدمه

اختلالات عصبی-تحولی[1]، گروهی از اختلالات هستند که زمان رشد یا تحول[2] سیستم عصبی ایجاد می‌شوند. از جمله این اختلالات، اختلال‌های نقص توجه-بیش‌فعالی[3] و نارساخوانی یا دیسلکسیا[4] هستند که در نسخهٔ پنجم راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روان‌پزشکی از منظر عصبی-شناختی مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته‌اند (کریستو، دیویس و بروک[1]، ۲۰۰۹؛ انجمن روانپزشکی آمریکا، ۲۰۱۳). این دو اختلال منشأ عصبی-زیست‌شناختی[2] دارند و حتی در مطالعات اخیر منشأ اختلال دیسلکسیا را آسیب برخی مدارهای نورونی و ساختارهای شبکهٔ عصبی (کرشنر[3]، ۲۰۱۵) اذعان کرده‌اند. به‌رغم وجوه مشترک آسیب در برخی از مؤلفه‌های شناختی میان دو اختلال مذکور، مداخله تخصصی آنها دارای تفاوت‌های عدیده‌ای با یکدیگر است و عدم سرعت در تشخیص و دقت نظر در آن، بعضاً عواقب جبران‌ناپذیری را به همراه دارد (افروز، ۱۳۹۲). تعلل در تشخیص منتج به تأخیر در مداخله می‌گردد و سیکل معیوبی در عوارض و مشکلات ایجاد می‌نماید؛ بدین‌صورت که این تعلل باعث شکست‌های متعدد شده و در نهایت باعث ناامیدی بیشتر و آسیب شدیدتر به عزت‌نفس می‌شود (جامهار، سالوانا، زالکیفلی، نایان و عبدالله[4]، ۲۰۱۹؛ گلیزارد[5]، ۲۰۱۰). در نهایت، ترک تحصیل و متاثر شدن آینده کودک روالی رایج است. این عواقب، تشخیص سریع، دقیق و مداخلهٔ مناسب، خلاقانه و زودهنگام این اختلالات را شفاف‌تر می سازد (چیاپدی، زوپللو، روسی و اسکارابلو و پیازا[6]، ۲۰۰۷). هر چه کودک در سن پایین‌تری از برنامه‌های مداخله‌ای بهره‌مند شود، نتیجهٔ بهتری نیز حاصل می‌شود (زیگر[7]، ۲۰۰۸).

1. Christo, Davis & Brock
2. Neuro-biological
3. Kershner
4. Jamha. Zulkifli, Nayan. & Abdullah
5. Glazzard
6. Chiappedi, Chiappedi, Zoppello, Scarabello & Piazza
7. Zeiger

Vol. 10, No.1/87-109 دوره ۱۰، شماره ۱۰۹/۱-۸۷

اختلال نقص توجه-بیش‌فعالی یاADHD[1]، اختلالی با الگوی مقاوم از نقص توجه[6] یا بیش‌فعالی-تکانشگری[7] است. این اختلال از شایعترین اختلالات عصبی-تحولی دوران کودکی است که بخش بزرگی از جمعیت جهان را مبتلا کرده است. این اختلال الگوی پایدار عدم توجه و یا بیش‌فعالی و رفتارهای تکانشی است که شدیدتر و شایع‌تر از کودکان با همان سطح رشد است (نریمانی، سلیمانی و تبریزچی، ۱۳۹۴؛ رجبی، ابوالقاسمی، نریمانی و قائمی، ۱۳۹۱؛ کیانی و هادیان فرد، ۱۳۹۵). توجه به گسترش و تداوم این اختلال و نتایج منفی آن بر زندگی فردی و اجتماعی فرد مبتلا، لزوم تشخیص سریع‌تر و مداخله زودهنگام را مشخص می‌سازد (سادوک و سادوک[2]، ۲۰۱۱؛ نریمانی، شاهعلی و کیامرثی، ۱۳۹۳).

نارساخوانی یا دیسلکسیا نیز رایج‌ترین ناتوانی یادگیری [8] است. از میان انواع اختلال‌های یادگیری خاص، آن دسته که در خواندن ضعیف هستند، بیشتر در معرض خطر ترک تحصیل هستند (فریدن[3]، ۲۰۰۴). دیسلکسیا منشأ عصب‌زیست‌شناختی [9] دارد (کریستو، دیویس و بروک[4]، ۲۰۰۹؛ بایرام، کمبنالور و اسگین[5]، ۲۰۱۲). مطابق آخرین آمار اعلام شده، شیوع نارساخوانی ۵ تا ۱۷ درصد است (انجمن روانپزشکی آمریکا، ۲۰۱۳). این اختلال تمامی زمینه‌های تحصیلی دیگر (ریاضی، انشا، اجتماعی، علوم) را نیز متاثر می‌سازد و در موفقیت تحصیلی، شغلی و سلامت روان عواقب جبران‌ناپذیری ایجاد می‌کند (کارناین و کارناین[6]، ۲۰۰۴). در بزرگسالی نیز این آسیب انگیزه و اعتماد به نفس (فریدن، ۲۰۰۴)، شانس استخدام و انطباق اجتماعی افراد مبتلا را بطور چشمگیری تحت تأثیر قرار می‌دهد (سادوک و سادوک، ۲۰۰۷).

یکی از مشخصه‌های مهم افراد با هریک از اختلالات فوق، نقص در حافظه فعال (زارع، امیری

1. Attention Deficit & Hyperactivity Disorder
2. Sadock & Sadock
3. Frieden
4. Christo, Davis & Brock
5. Bayram, Camnalbur & Esgin
6. Carnine & Carnine

و تاراج، ۱۳۸۸)، به‌عنوان یک مولفهٔ مهم از کارکردهای اجرایی است. در بسیاری از مقالات معتبر علمی تفاوت و اختلاف چشمگیر حافظهٔ فعال در گروه کودکان بیش فعال و کودکان با دیسلکسیا مشخص و به اثبات رسیده است (شکوهی یکتا، لطفی، رستمی و ارجمندنیا، ۱۳۹۲؛ زاغیان، عابدی و فرامرزی، ۱۳۹۱؛ رویدو بارام[1]، ۲۰۰۴؛ رویدو، ۲۰۱۱؛ دلاوریان، افروز، توحیدخواه و رسول زاده طباطبایی، ۲۰۱۶). ون‌دایک، جونز و کوکونا[2] (۲۰۱۴) نیز در تحقیقی به کاهش معنادار ظرفیت حافظهٔ فعال در گروه کودکان با دیسلکسیا در مقایسه با کودکان بهنجار اشاره کرده‌اند (ون‌دایک و همکاران، ۲۰۱۴). به‌رغم وجوه مشترک آسیب در برخی از مؤلفه‌های شناختی میان دو اختلال مذکور، مداخله تخصصی آنها تفاوت‌های عدیده‌ای با یکدیگر دارند. به جز اشتراکات در آسیب‌های شناختی، از نظر برخی مشخصه‌ها و نشانه‌های بالینی نیز اشتراکاتی وجود دارد که بعضا روند تشخیص دقیق و تمیز این اختلالات را به تعویق و هم به خطا می‌اندازد.

یکی از دلایل اصلی خطای در تشخیص دو اختلال نقص توجه-بیش‌فعالی و دیسلکسیا با سایر اختلال‌های عصبی-تحولی کودکان، همزمانی و هم‌پوشانی نشانه‌های موجود و یا همپوشانی با سایر اختلالات است (پالاسیوس، سنچز و کوزو[3]، ۲۰۱۰، اَتلای و اولاس[4]، ۲۰۱۸). برخی نشانه‌های بالینی مشترک و مشابه، افتراق اختلالات یادگیری از اختلالات و ناتوانی‌های مشابه (مانند کم‌توانی ذهنی (آهسته‌گام)[5]، اختلال نقص توجه-بیش‌فعالی، اختلالات عاطفی-رفتاری[6]، پیشرفت تحصیلی پایین، محرومیت‌های فرهنگی، محیطی و اقتصادی) و یا تمایز میان اختلال نقص توجه-بیش‌فعالی و افسردگی، سلوک و اضطراب (دلاوریان، توحیدخواه، غریب زاده و دیباج نیا، ۲۰۱۱؛ دلاوریان، توحیدخواه، غریب زاده و دیباج نیا، ۲۰۱۲) و اختلال رفتار مقابله‌ای[7] (دلاوریان،

1. Roid & Barram
2. Van Dyke, Johns & Kukona
3. Palacios, Sanchez & Couso
4 Altay & Ulas
5. Slow paced
6. Emotional & Behavioural Disorders (EBD)
7. Oppositional Defiant Disorder (ODD)

Vol. 10, No.1/87-109 دوره ۱۰، شماره ۱۰۹/۱-۸۷

نایبی، دیباج‌نیا، افروز، غریب زاده و توحیدخواه، ۱۳۹۴) دشوار ساخته است.

علاوه بر رویکردهای سنتی در تشخیص این اختلالات، انواع متعددی از روش‌های رایانه‌محور نیز مطرح شده‌اند. به‌رغم شهرت و محبوبیتی که رویکردهای رایانه‌محور کسب نموده‌اند، مطالعات معتبر اندکی در این زمینه وجود دارد (پروتوپاپاس، اسکالومباکاس و بالی[1]، ۲۰۰۸). برخی از مطالعات مرتبط، در انگلستان انجام شده است؛ زیرا سیاست آموزش و پرورش در این کشور به‌طور گسترده‌ای از روش‌های رایانه‌محور جهت سنجش مشکلات یادگیری حمایت می‌کند (سینگلتون و وینسنت[2]، ۲۰۰۴).

برخی محققین غربالگری هوشمند، غیرخطی و رایانه‌محور این دو اختلال رایج عصبی-تحولی را مورد تأکید قرار داده‌اند (جامهار، سالوانا، زالکیفلی، نایان و عبدالله[3]، ۲۰۱۹؛ نایان و عبدالله[4]، ۲۰۱۹). این محققین روند تغییر روش‌های پیش‌بینی دقیق، به‌ویژه توسط ابزارهای هوشمند جهت دقت بالاتر را بررسی کرده و الگوریتم‌های متعدد در هوشی مصنوعی به خصوص شبکه‌های مختلف همچون شبکه‌های عصبی که از روش‌های طبقه‌بندی غیرخطی بوده و در بخش روش و ابزارها به آن پرداخته شده است را مورد تأکید قرار داده‌اند. در مطالعه انجام شده توسط بیس‌واس، چاکرابورتی و پرامانیک[5] (۲۰۲۰) نیز از داده‌های حاصل از تصاویر و نوارهای مغزی، جهت ارائهٔ مدل‌هایی برای پیش‌بینی برخی اختلالات عصبی-تحولی استفاده شده است (بیس‌واس و همکاران، ۲۰۲۰).

بر اساس مطالعات متعدد شبکه‌های مصنوعی هوشمند روشی مناسب در روانسنجی و جایگزینی مناسب برای شیوه‌های سنتی هستند (جامهار و همکاران ۲۰۱۹؛ نایان و عبدالله[6]، ۲۰۱۹). ارزش این برنامه‌های غربالگر، به‌ویژه زمانی آشکارتر می‌شود که دسترسی به متخصصان جهت غربالگری

1. Potopapas, Skaloumbakas & Bali
2. Singleton & Vincent
3. Jamha. Zulkifli, Nayan. & Abdullah
4. Nayan & Abdullah
5. Biswas, Chakraborty & Pramanik
6. Nayan & Abdullah

زودهنگام فراهم نیست و یا نسبت تعداد دانش‌آموزان به متخصصان، متعادل و متناسب نیست. برخی از برنامه‌های رایانه‌محور مذکور در واقع همان نسخهٔ رایانه‌ای تکالیف موجود در آزمون‌های تشخیصی و غربالگری رایج هستند و برخی دیگر، بر اساس مطالعات و تجربیات و توسط ذهن خلاق محقق طراحی شده‌اند (نیک‌مت، نور ون شمس الدین، هوسین، مختار، ون ایسا و سوسیلاواتی[1]، ۲۰۱۴؛ فاکوئتی، پگنونی، تاروتی، مارزولا و ماشتی[2]، ۲۰۱۴؛ یزدانی، اکبرفهیمی، حسنی مهربان، جلایی و ترابی نامی[3]، ۲۰۱۵؛ ویدیاساگار و بُول[4]، ۲۰۱۵). پییرس، هوستاتلر و واتسون[5] در سال ۲۰۱۲ ثابت کردند که شبکه عصبی مصنوعی برای بسیاری از مشکلات تصمیم‌گیری بالینی، مانند ارزیابی وضعیت روانی و تشخیص اختلالات روان‌پزشکی بسیار مفید است.

با توجه به قدرت طبقه‌بندی کننده‌های غیرخطی بویژه شبکه عصبی مصنوعی[6] (کمپینن، کورپلا، پارتنرز و الورگرن[7]، ۲۰۱۳؛ پییرس و همکاران، ۲۰۱۲)، در پژوهش حاضر نیز تدوین و پیاده‌سازی یک شبکه عصبی مصنوعی غربالگر دقیق و حساس جهت پیش‌بینی کودکان پیش‌دبستانی مستعد دو اختلال شایع عصبی-تحولی شامل دیسلکسیا و نقص توجه-بیش فعالی، به-واسطهٔ برنامهٔ رایانه‌ای عصبی-شناختی طراحی شده توسط دلاوریان و همکاران (دلاوریان و همکاران، ۲۰۱۶)، مدنظر است. بدین منظور نتایج حاصل از اجرا یا پیاده‌سازی برنامه توسط کودکان در جهت طراحی شبکه عصبی هوشمند غربالگر با هدف تشخیص زودهنگام کودکان مستعد استفاده خواهد شد. در صورت کسب نتیجه بهینه، این سامانل هوشمند می‌تواند گام بزرگی جهت پیش‌بینی و متعاقب آن مداخلات توانبخشی و آموزشی زودهنگام بردارد و به این ترتیب نتیجه مداخله به‌طور مؤثرتری صورت می‌گیرد. این مداخلات زودهنگام کمک بسیار به رشد و

1. Nik Mat, Wan Shamsuddin, Husain, Makhtar, Wan Isa & Susilawati Mohamad
2. Facoetti, Paganoni, Turatto, Marzola & Mascetti
3 Yazdani, Akbarfahimi, Hassani Mehraban, Jalaei & Torabi-nami
4. Vidyasagar & Bhogle
5. Pierce, Hostutler & Watson
6. Artificial Neural Network
7. Kemppinen, Korpela, Partners & Elfvengren

دوره ۱۰، شماره ۱۰۹/۱-۸۷ Vol. 10, No.1/87-109

تقویت توانایی شناختی نموده و به‌دنبال شکست کمتر، کودک آسیب کمتر عزت نفس را تجربه می‌کند.

روش

این پژوهش از نوع توصیفی، علی مقایسه‌ای است.

جامعه، نمونه و روش نمونه‌گیری: جامعهٔ آماری پژوهش شامل تمامی دختر و پسرهای پیش دبستانیِ در حال آموزش در پیش دبستانی‌های مناطق نوزده‌گانهٔ استان تهران تا پیش از آموزش رسمی و یادگیری خواندن بودند. تمامی این کودکان در مراکز مربوطه تحت سنجش اولیه توانایی ذهنی قرار گرفته و از این حیث در محدودهٔ بهنجار قرار داشتند. نمونه‌گیری به روش تصادفی چند مرحله‌ای خوشه‌ای انجام گرفت. از مناطق نوزده‌گانهٔ استان تهران چند منطقه به‌طور تصادفی انتخاب و از لیست پیش‌دبستانی‌های آن مناطق، مراکزی بطور تصادفی انتخاب گشتند و تمامی کودکان پیش‌دبستانی آن مراکز در پژوهش شرکت داده شدند. برای جمع‌آوری داده‌ها و طراحی سامانه هوشمند غربالگر از روش‌ها و ابزارهای زیر استفاده شد:

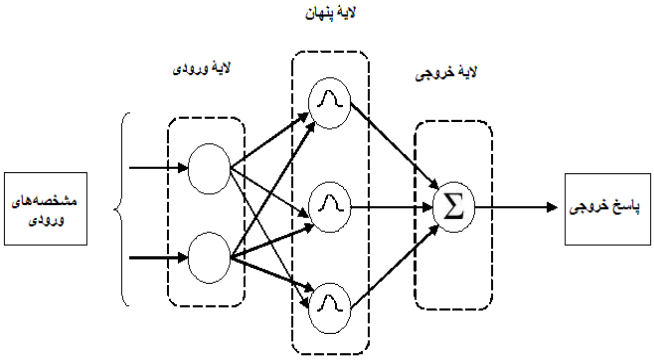
برنامهٔ عصبی-شناختی طراحی شده توسط دلاوریان و همکاران: برنامه مذکور با تأکید بر آسیب‌های عصبی-شناختی ناشی از نقص در مدارهای نورونی و شبکهٔ عصبی در افراد مبتلا و با لحاظ کردن مؤلفه‌های کارکردهای اجرایی و نظریهٔ پردازش اطلاعات، در سال ۲۰۱۶ طراحی شد. این برنامه در غالب بازی نرم‌افزاری دارای روایی و اعتبار بالا ($p<۰/۰۵$) است. هدف اصلی آن ارزیابی کارکردهای عصبی-شناختی دخیل در خواندن بدون نیاز به توانایی و مهارت خواندن است. بدین منظور، تکالیف جداگانه برای بررسی مؤلفه‌های کارکردهای اجرایی (شامل: حافظه فعال دیداری، انواع توجه، سازماندهی، حافظه فعال شنیداری، برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری و ادراک دیداری و شنیداری) در قالب بازی درنظر گرفته شده است. برای اندازه‌گیری و ارزیابی هر یک از مؤلفه‌های شناختی چندین مرحله، از ساده به پیچیده، درنظر گرفته شده است. در طراحی این برنامه

نرم‌افزاری با توجه به قابلیت‌های بالای هوش مصنوعی در طبقه‌بندی‌های غیرخطی از الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد.

شبکه عصبی مصنوعی: این شبکه‌ها از روش‌های طبقه‌کنندهٔ غیرخطی و از الگوریتم‌های هوش مصنوعی هستند. شبکه‌های عصبی بر اساس رفتار نورون‌های زیستی و سیستم عصبی طراحی شده‌اند و دارای واحدهای محاسباتی به آسم نورون هستند (ککمن[1]،۲۰۰۱). این شبکه‌ها نرم‌افزارهایی هوشمند و کارا هستند و متخصص را در سازمان‌دهی، ذخیره و بکارگیری دانش یاری رسانده و پیش‌بینی، تشخیص و درمان دقیق‌تر و مؤثرتری را فراهم می‌آورند (کمپینن و همکاران، ۲۰۱۳). در بسیاری از حیطه‌ها به خصوص تشخیص‌های پزشکی انواع شبکه‌های عصبی مصنوعی به‌طور موفقیت‌آمیزی استفاده شده‌اند (اوزیلماز و ییلدیریم[2]، ۲۰۰۳). این شبکه‌ها بر اساس شکل طراحی و کاربرد انواع مختلفی دارند که از آن میان شبکهٔ عصبی مصنوعی چند لایهٔ پرسپترون که در زیر شرح و تصویر آن آورده شده (شکل ۱)، در تشخیص‌های پزشکی و طبقه‌بندی بسیار موفق بوده است(دریفوس[3]، ۲۰۰۵). شکل ۱ تصویری از اجزا و ارتباط قسمت‌های مختلف یک شبکهٔ عصبی سادهٔ پرسپترون[4] با یک لایهٔ پنهان[5] را نشان می‌دهد (دلاوریان، توحیدخواه، دیباج‌نیا و غریب‌زاده، ۲۰۱۲).

1. Kecman
2. Özyılmaz & Yıldırım
3. Dreyfus
4. Multi-layer perceptron Neural Network
5. Hidden Layer

Vol. 10, No.1/87-109 دوره ۱۰، شماره ۱۰۹/۱-۸۷



شکل ۱. شبکه عصبی چند لایه پرسپترون (دلاوریان و همکاران، ۲۰۱۲، دلاوریان و همکاران، ۱۳۹۴)

یک شبکه عصبی پرسپترون ابتدایی، همان‌گونه که در شکل ۱ نیز مشاهده می‌شود، دارای یک لایه ورودی و حداقل یک لایه پنهان و در نهایت یک لایه خروجی است. داده‌های موجود مکررا و به‌طور تصادفی برای آموزش شبکه استفاده می‌شوند تا میزان خطا کاهش یابد. هدف این است که شبکه‌ای با حداقل خطا برای طبقه‌بندی طراحی شود (ککمن، ۲۰۰۱).

در این روش ورودی شبکه می‌تواند داده‌های حاصل از آزمون‌های مداد و کاغذی باشد و به‌صورت دستی وارد رایانه شود که البته این روش بسیار زمان‌بر است و یا می‌توانند داده‌های حاصل از ابزارهای تشخیصی، مانند دستگاه‌های ردیاب چشمی، الکتروانسفالوگرام، تصاویر تشدید میدان مغناطیسی و ابزارهایی از این قبیل باشند که مشخص است از نظر هزینه مقرون به صرفه نیستند (منغیرمالانی، مور و جین[1]، ۲۰۱۱؛ بایرام[2] و همکاران، ۲۰۱۲). شبکهٔ عصبی مصنوعی چند لایهٔ پرسپترون از انواع روش‌های پایه شبکه‌های عصبی مصنوعی است که در تشخیص‌های پزشکی تمیز و طبقه‌بندی، بسیار قدرتمند بوده است.

1. Manghirmalani, Panthaky & Jain
2. Bayram

شبکهٔ عصبی مصنوعی چند لایهٔ پرسپترون(MLP): این شبکه عصبی روشی مناسب در حل مسایل طبقه‌بندی غیرخطی است (دریفوس[1]، ۲۰۰۵). در شکل ۱ تصویری از اجزا و ارتباط قسمت‌های مختلف یک MLP ساده با یک لایهٔ پنهان[2] نمایش داده شد (دلاوریان و همکاران، ۲۰۱۲). به منظور طراحی (آموزش و آزمون) شبکه‌های عصبی مصنوعی پرسپترون ۰/۷۰٪ از داده‌های هر گروه به‌طور تصادفی جهت تعلیم شبکه و ۳۰٪ باقیمانده جهت آزمودن آن به شبکه ارائه می‌شوند (دریفوس، ۲۰۰۵). این فرآیند تکرار می‌گردد تا زمانی که میزان خطای سامانه به حداقلِ ممکن برسد.

پرسش‌نامه رفتاری راتر[3] کودکان: این پرسشنامه یکی از رایج‌ترین پرسشنامه‌های اختلالات رفتاری کودکان است که در سال ۱۹۶۷ توسط مایکل راتر تهیه شده و دارای دو فرم الف (فرم والدین) و فرم ب (معلمان) است. این پرسشنامه در مدت زمان کم تکمیل و به راحتی امتیازگذاری می‌شود. این پرسش‌نامه یک ابزار غربال‌گری مناسب، برای کمک به تشخیص کودکانی است که احتمال اختلال هیجانی یا رفتاری دارند. پرسش‌نامهٔ راتر می‌تواند به عنوان ابزار استاندارد، برای توصیف اختلالات رفتاری کودکان، به‌کار رود. راتر با بکارگیری روش دو نیمه کردن، پایایی این پرسشنامه را در سطح معناداری ۰/۰۰۱ حدود ۰/۹۸ گزارش کردند.

آزمون تشخیصی خواندن: یک آزمون انفرادی و مرکب از آزمون متن‌های خواندن و آزمون‌های تکمیلی و یکی از ابزارها در ارزیابی جامع جهت کمک به تشخیص قطعی دیسلکسیا است. این آزمون توسط شیرازی و نیلی‌پور (۱۳۹۰) تألیف شده است. با این آزمون می‌توان سطح خواندن کودک را بررسی کرد. آزمون متن‌های خواندن شامل سه متن داستانی است؛ اولین متن، راهنما و دو متن دیگر متن‌های همتا هستند. مقدار آلفای کرونباخ برابر ۰/۷۳ و اعتبار به روش دو نیم کردن برابر ۰/۶۹ و بر اساس روش گاتمن برابر ۰/۸۴ ذکر شده است. مقدار ضریب اعتبار کل

1. Dreyfus
2. Hidden Layer
3. Rutter

دوره ۱۰، شماره ۱۰۹/۱-۸۷ Vol. 10, No.1/87-109

در این آزمون برابر ۰/۸۹ گزارش شده است.

گردآوری داده: به منظور جمع‌آوری داده‌ها، در مراکز انتخاب شده به روش خوشه‌ای تصادفی طی جلسه‌ای با حضور حداقل یکی از سرپرستان کودک در خصوص اهداف پژوهش توضیح داده شد، همچنین اطلاعات دقیق دموگرافیک و مراحل رشدی کودکانی که سرپرست آنها در جلسه حضور داشتند، جمع‌آوری گشت. در انتهای جلسهٔ مذکور رضایت‌نامه‌ای مبنی بر تمایل به شرکت کودک دریافت شد. در ادامه تمامی کودکان مراکز مذکور که رضایت والدین از شرکت دادن فرزندشان کسب گشته بود، جهت ارزیابی کارکردهای اجرایی مورد ارزیابی قرار گرفتند. ابزار استفاده شده جهت اندازه‌گیری و بررسی کارکردهای اجرایی، برنامهٔ عصبی-شناختی طراحی شده توسط دلاوریان و همکاران (۲۰۱۶) بود که پیشتر به جزئیات آن اشاره شد.

نتیجه یا کارکرد مربوط به هر کودک پس از اتمام تکالیف رایانه‌ای مذکور در یک فایل اکسل ذخیره گشت تا پس از دو سال (در اواخر دوم دبستان) که تشخیص هر کودک (نقص توجه-بیش‌فعالی و یا دیسلکسیا) مشخص شد طراحی شبکه عصبی غربالگر مورد استفاده قرار گیرد. تمامی کودکان در انتهای سال دوم دبستان مورد ارزیابی دقیق، هم از نظر رفتاری و هم از نظر دقت، سرعت و درک مطلب خواندن، قرار گرفتند. در نهایت داده‌های مربوط کارکردهای اجرایی کودکان مربوط به مقطع پیش دبستان به عنوان ورودی و تشخیص نقص توجه-بیش‌فعالی، نارساخوانی و بهنجار (به عنوان خروجی) در طراحی شبکه غربالگر هوشمند مورد مقایسه قرار گرفتند.

در مجموع تعداد نمونه‌ها برای مرحلهٔ اول پژوهش که اجرای برنامهٔ عصبی-شناختی محقق‌ساخته توسط دانش‌آموزان پیش‌دبستانی بود، ۷۴۰ نفر شد که تمامی این افراد برنامه را اجرا کردند. اطلاعات جمعیت شناختی نمونه‌های مذکور در جدول ۱ ذکر شده است.

جدول ۱. اطلاعات جمعیت‌شناختی نمونه‌ها در مرحلهٔ اول پژوهش

جنسیت	تعداد	M	SD
دختر	۲۷۷	۶/۲	۱/۱
پسر	۴۶۳	۶/۱	۱/۳

مرحلهٔ دوم نمونه‌گیری، پس از حدود دو سال یعنی در انتهای سال دوم دبستان، بصورت ارزیابی جامع کودکان انجام شد. در ارزیابی جامع، بررسی و تشخیص تمامی نمونه‌های پیشین پس از بررسی پرونده‌های آموزشی در مدرسه، نظر معلمان، مصاحبه و ارزیابی بالینی توسط دو روان-پزشک اطفال بر اساس ملاک‌ها و معیارهای ویرایش پنجم راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روان‌پزشکی، همچنین استفاده از آزمون تشخیص اختلال خواندن و پرسشنامه راتر و ارزیابی توسط دو متخصص با تجربه صورت گرفت. هر یک از متخصصان اختلالات یادگیری و روان-پزشکان، به‌طور مستقل کودکان را ارزیابی می‌کردند. از میان ۷۴۰ نمونهٔ مرحلهٔ اول، ۱۳۹ نفر به دلایل متعدد مانند مهاجرت، عدم همکاری و دلایلی دیگر از پژوهش حذف شدند. تعداد ۶۰۱ نفر نمونهٔ باقیمانده، به‌طور جامع ارزیابی بالینی شدند که نتایج آن‌ها در جدول ۲ در بخش نتایج مشاهده می‌شود. تشخیص هر یک از نمونه‌ها، با کد ۰ (برای کودکان بدون اختلال) و کد ۱ (برای کودکان مبتلا به دیسلکسیا) و کد ۲ (برای کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه-بیش‌فعالی)، در مقابل داده‌های فایل اکسل مربوط به کارکرد شناختی آن‌ها در مقطع پیش‌دبستانی، قرار داده شد تا در طراحی سامانهٔ حمایتگر تصمیم بالینی بکار گرفته شود. تشخیص هر یک از نمونه‌ها، با کد ۰ (برای کودکان بدون اختلال) و کد ۱ (برای کودکان مبتلا به دیسلکسیا) ۲ (برای کودکان مبتلا به نقص توجه-بیش فعالی) در مقابل داده‌های فایل اکسل مربوط به کارکرد شناختی آن‌ها در مقطع پیش‌دبستانی، قرار داده شد تا در طراحی شبکه هوشمند غربالگر به‌کار گرفته شود. از داده‌های کودکان با تشخیص قطعی جهت طراحی شبکه غربالگر هوشمند استفده شد.

با هدف آموزش شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون ۰/۷۰٪ از افراد با تشخیص قطعی در هر گروه بطور تصادفی جهت تعلیم به سامانه ارائه شدند. این فرآیند به قدری تکرار شد تا میزان خطای سامانه به ۰,۰۳ (حداقلِ ممکن) رسید. سپس، وزن‌های مناسب ثابت نگاه داشته شده و نمونه‌های جدید یعنی ۳۰٪ باقیمانده جهت آزمودن به سامانه، ارائه شدند. پس از طراحی شبکه لازم بود تا کارایی آن نیز بررسی شود یا به عبارت دیگر شبکه عصبی مصنوعیِ طراحی شده، از

Vol. 10, No.1/87-109 دوره ۱۰، شماره ۱۰۹/۱-۸۷

نظر نرخ دقت تشخیص یا طبقه‌بندی[1]، حساسیت[2] و اختصاصی بودن[3] نیز مورد ارزیابی قرار گیرد. یکی از بهترین روش‌ها برای ارزیابی و سنجش کارایی شبکه‌های هوشمند، روش ماتریس آشفتگی[4] است.

ماتریس آشفتگی: این روش برای بررسی کیفیت و کارایی شبکه‌ها و سامانه‌های هوشمند روشی قابل اطمینان باشد (توحیدخواه و یاوری، ۱۳۹۳). در ماتریس آشفتگی شبکهٔ طراحی شده چندین مرتبه با استفاده از موارد بهینهٔ کسب شده، مورد آزمون قرار می‌گیرد و میانگین نرخ دقت یا صحت تشخیص، حساسیت و اختصاصی بودن محاسبه می‌گردد. این روش، یک راه حل مناسب برای تحلیل کارکرد و کارایی شبکه است و یک نمایش عملکردیِ کمی برای شبکه، با توجه به شناخت گروه‌ها یا طبقات، ایجاد می‌کند. هر ستون ماتریس همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، نمونه‌های تشخیص داده شده توسط شبکه و هر ردیف، طبقات یا تشخیص واقعی را نشان می‌دهد. در تحلیل‌های پیشگویانه[5]، یک جدول آشفتگی، شامل دو ردیف و دو ستون است (جدول ۳) که تعداد موارد منفی صحیح[6]، مثبت غلط[7]، منفی غلط[8] و مثبت صحیح[9] را گزارش می‌دهد (توحیدخواه و یاوری، ۱۳۹۳).

1. Correct Classification Rate (CCR)
2. Sensitivity
3. Specificity
4. Confusion Matrix
5. Predictive Analytics
6. True Negative (TN)
7. False Positive (FP)
8. False Negative (FN)
9. True Positive (TP)

جدول ۲. جدول ماتریس آشفتگی (توحیدخواه و یاوری، ۱۳۹۳)

		خروجی پیشگویی	کل
تشخیص حقیقی		مثبت صحیح	منفی غلط
		مثبت غلط	منفی صحیح
کل			

نتایج

پس از حدود دو سال یعنی در انتهای سال دوم دبستان پس از ارزیابی جامع ۶۰۱ نمونهٔ باقیمانده از مرحلهٔ اول، تعداد ۹۴ نفر از آنها تشخیص قطعی دیسلکسیا (۱۵/۶٪) و تعداد ۲۵ نفر تشخیص اختلال نقص توجه-بیش‌فعالی (۴٪) را دریافت نمودند و سایر کودکان نیز بدون اختلال درنظر گرفته شدند (جدول ۳).

جدول ۳. اطلاعات جمعیت‌شناختی نمونه‌ها جهت طراحی شبکه هوشمند غربالگر

تشخیص	تعداد	متوسط سن	SD
مبتلا به دیسلکسیا	۹۴	۸/۹	۱/۲
مبتلا به نقص توجه-بیش‌فعالی	۲۵	۸/۵	۱/۳
بدون اختلال	۴۸۲	۸/۸	۱/۱

پس از طراحی سامانهٔ بهینه، از ماتریس آشفتگی به منظور بررسی کارایی یا ارزیابی سامانهٔ طراحی شده استفاده شد. به این منظور صد مرتبه خروجی سامانهٔ طراحی شده به ماتریس ارائه شد و میانگین درصد دقت طبقه‌بندی، حساسیت و اختصاصی بودن سامانهٔ هوشمند غربالگر محاسبه گردید. نتایج حاصل (هم بطور کلی و هم برای هر یک از سه گروه کودکان) به تفکیک در جدول ۴ مشاهده می‌شود.

دوره ۱۰، شماره ۱۰۹/۱-۸۷ Vol. 10, No.1/87-109

جدول ۴. دقت، حساسیت و اختصاصی بودن سامانه بر اساس شبکهٔ عصبی چندلایهٔ پرسپترون

	کل سامانه	بدون اختلال (٪)	نقص‌توجه‌بیش‌فعالی (٪)	دیسلکسیا (٪)
دقت پیش‌بینی	۹۴	۹۷/۳۱	۹۶/۶۸	۹۵/۵۷
حساسیت	۹۳/۴۵	۹۷/۹۷	۸۶/۴۵	۸۸/۰۶
اختصاصی بودن	۹۵/۲۷	۹۴/۹۶	۹۸	۹۷/۳۳

همان‌طور که از جدول فوق قابل استباط است، سامانهٔ غربالگر پیش‌بینی کننده دارای دقتی بیش از ۹۵٪ در پیش‌بینی هر یک از دو اختلال مدنظر است. افزون بر دقت بالای سامانه، با توجه به درصدهای بالای حساسیت و اختصاصی بودن می‌توان به موارد پیش‌بینی شدهٔ مثبت یا مبتلا (حساسیت) و یا منفی یا عدم ابتلا (اختصاصی بودن) اطمینان کامل داشت. همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود در نگاه کلی دقت این سامانه در تشخیص هر دو اختلال بالا است. در بررسی جزئی‌تر دقت در تشخیص ADHD بیش از دقت در تشخیص دیسلکسیا است. البته لازم به ذکر است که دقت پیش‌بینی در موارد مثبت دیسلکسیا بیشتر از موارد مثبت ADHD و دقیقا عکس این حالت در خصوص پیش‌بینی موارد منفی دیسلکسیا در مقایسه با ADHD است. در نهایت می‌توان ادعا نمود که این سامانهٔ هوشمند غربالگر دارای دقت بالایی در پیش‌بینی هر دو اختلال است.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به چالش‌های مطرح در خصوص تشخیص دیرهنگام و متعاقب آن مداخلهٔ وابسته به تشخیص دقیق دو اختلال عصبی-تحولی شایع (دیسلکسیا و نقص توجه-بیش‌فعالی)، طراحی سامانهٔ دقیق و هوشمند جهت پیش‌بینی و غربالگری کودکان پیش‌دبستانیِ مستعد در این پژوهش مدنظر قرار گرفت. در مقایسه نتایج حاصل از این پژوهش با پژوهش‌های پشین در تشخیص نارساخوانی توسط شبکهٔ عصبی، دقت ۸۲/۵۴٪ در تحقیق وو، منگ و هانگ[1] (۲۰۰۶) و دقت ۸۰/۹۵٪ با ماشین بردار پشتیبان، به‌دست آمده بود. دقت ۹۱/۸٪ و حساسیت ۸۴/۵٪ با شبکه طراحی

1. Wu, Meng & Huang

شده به روش درخت تصمیم[1] در تحقیق مالانی و همکاران (۲۰۱۱) گرچه دقت و حساسیت پایین‌تر نسبت به شبکه طراحی شدهٔ این پژوهش هستند، اما تا پیش از این نتایجی ارزشمند و قابل توجه بوده‌اند. دقت سامانهٔ طراحی شده توسط منغیرمالانی، مُور و جِین[2] (۲۰۱۲) پس از مدت‌ها با استفاده از سامانهٔ فازی افزایش یافت و نهایا به به ۹۰٪ رسید که همچنان از دقت سامانه طراحی شدهٔ این پژوهش کمتر است.

در تشخیص اختلال نقص توجه- بیش فعالی توسط شبکه‌های هوشمند عصبی نیز اغلب سیستم‌های طراحی شده دارای قابلیت اطمینان «پس» از ورود به مدرسه و تجربه شکست متوالی کودک داشتند و قادر به پیش‌بینی یا تشخیص زودهنگام نبوده و دقت بالا در پیش‌بینی نداشتند (پیرس[3] و همکاران، ۲۰۱۲). از مطالعات حائز اهمیت، پژوهش موریاس[4] (۲۰۰۷) در تشخیص اختلال نقص توجه- بیش فعالی بود که از نتیجه EEG کودکان مبتلا به عنوان ورودی برای طراحی شبکه هوشمند غربالگر استفاده کرد (موریاس، ۲۰۰۷). این شبکه اگرچه نسبت به شبکهٔ طراحی شده در پژوهش حاضر دقت کمتری دارد اما نسبت به سایر مطالعات دقت بالاتری را کسب کرده بود. لازم به ذکر است که شبکه طراحی شده توسط موریاس هم دقت پایین‌تری نسبت به شبکه طراحی شده فعلی دارد، هم بدلیل استفاده از داده‌های EEG جهت تشخیص دقیق، بسیار هزینه‌بر است.

به‌طور کلی در پژوهش‌های پیشین مرتبط با تشخیص و غربالگری این دو اختلال، نمونه‌های هدف، کودکان دبستانی بودند. در اغلب آنان کودکان حداقل هشت سال سن داشتند. افزون‌براین، حداقل یک شرط وابسته به مهارت‌های آکادمیک و یا وابسته به مدرسه مانند یک تکلیف وابسته به خواندن در این برنامه‌ها گنجانده شده بود؛ لذا کودکان می‌بایست جهت اجرای برنامه، مهارت خواندن را به عنوان پیش‌نیاز کسب می‌کردند و یا حضور، شکست و به ناچار تحقیر در مدرسه را

1. Decision Tree
2. Manghirmalani, More & Jain
3. Pierce
4. Murias

دوره ۱۰، شماره ۱/۱۰۹-۸۷ Vol. 10, No.1/87-109

تجربه و تحمل می‌کردند. در نتیجه، اجرای برنامه‌های مذکور همراه با تجربهٔ چندین سال شکست در مدرسه و آسیب‌های روانشناختی متعاقب آن بود. همچنین، اکثر این برنامه‌های تشخیصی و یا غربالگر، جنبهٔ بازی نداشتند و قادر به دستیابی و استخراج توانایی‌های بالقوهٔ کودک نبودند.

در پژوهش فعلی پس از بررسی‌های متعدد و آزمون روش‌ها و الگوریتم‌های متعدد، روش‌های معرفی شده در هوش مصنوعی، به عنوان الگوریتمی مناسب جهت طبقه‌بندی و تمایز و از میان الگوریتم‌های متعدد هوش مصنوعی، شبکه عصبی مصنوعی به عنوان روشی با قدرت بالا جهت طبقه بندی و تمایزهای غیرخطی (توحیدخواه و یاوری، ۱۳۹۳) انتخاب شدند. ورودی بهینه جهت آموزش و آزمون این شبکه هوشمند عصبی باید داده‌هایی می‌بود که بدون نیاز به توانایی خواندن و لحاظ دانستن نقاط ضعف مطرح در مطالعات پیشین، بر اساس اندازه‌گیری و سنجش مهارت‌های عصبی- شناختی به دست آمده باشد؛ لذا برنامهٔ عصبی-شناختی طراحی شده توسط دلاوریان و همکاران (۲۰۱۶) استفاده شد. این برنامه در قالب بازی رایانه‌ای، ارزیابی برخی از مؤلفه‌ها و توانایی‌های شناختی آسیب‌دیده در کودکان مبتلا به دیسلکسیا و نقص توجه-بیش‌فعالی را در سنین پیش از دبستان، بدون نیاز به توانایی خواندن امکانپذیر ساخت.

پس از طراحی این سامانهٔ غربالگر و بررسی و محاسبهٔ کارایی آن از طریق محاسبهٔ میانگین دقت، حساسیت و اختصاصی بودن، این سامانه به عنوان سامانه‌ای قابل اعتماد معرفی شد. در خصوص ارجحیت و اولویت این سامانه نسبت به ابزارها و روش‌های قبلی به جز ارائهٔ برنامه در قالب بازی کودکانه و جذابیت آن و درنتیجه جلب توجه کودک و تلاش کودک برای استفاده از بیشینهٔ توانایی خود، لحاظ کردن و اندازه‌گیری مؤلفه‌های عصبی-شناختی آسیب‌دیده، ناشی از نقص مدارهای نورونی که در سال‌های اخیر به اثبات رسیده‌اند نیز باید لحظ نمود.

لازم به ذکر است که پژوهش فعلی به زغم خروجی‌ها و نتایج کاربردی بااهمیت، با محدودیت‌های نیز همراه است که از جمله می‌توان به همزمان شدن دریافت برخی خدمات مداخله‌ای تخصصی پیش از تشخیص قطعی کودکان و در نتیجه آسیب به روایی درونی تحقیق

اشاره کرد؛ بدین معناکه برخی از کودکان طی مدت زمانِ درنظر گرفته شده تا تشخیص قطعی، با صلاحدید آموزگار و یا والدین، دریافت خدمات آموزشی ویژه و توانبخشی را آغاز نمودند که این مسأله در فرآیند تشخیص قطعی کودکان در انتهای دوم دبستان بسیار تأثیرگذار بود. این کودکان که البته تعداد آن‌ها محدود بود، به ناچار از پژوهش حذف شدند و داده‌های آن‌ها در طراحی سامانهٔ حمایتگر بکار برده نشد.

از محدودیت‌های دیگر پژوهش ناهمگن بودن کودکان، از منظر میزان آشنایی و تسلط بر رایانه در مناطق مختلف بود. لذا، پیشنهاد می‌گردد جهت جبران عدم همگنی دانش‌آموزان از حیث تسلط بر رایانه، کودکان در فاصلهٔ جلسهٔ معارفه تا جلسهٔ انجام تکلیف، در مدرسه یا در کتابخانه‌ها، از حداقل مشاهدهٔ رایانه تا انجام یک بازی رایانه‌محور، در مکان‌های ویژهٔ بازی و نه لزوما در منزل، بهره‌مند گردند.

منابع

افروز، غلامعلی. (۱۳۹۲). *اختلالات یادگیری*. چاپ پانزدهم، انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

دلاوریان، مونا؛ نایبی، الهه؛ دیباج‌نیا، پروین؛ افروز، غلامعلی؛ غریب‌زاده، شهریار و توحیدخواه، فرزاد. (۱۳۹۴). طراحی سیستم افتراق دهنده دقیق کودکان با اختلال نقص توجه-بیش فعالی از کودکان با اختلال رفتار مقابله‌ای با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی. *فصلنامه طب توانبخشی*، ۴ (۲)، ۹۰-۹۸.

توحیدخواه، فرزاد و یاوری، فاطمه. (۱۳۹۳). *کاربرد فناوری اطلاعات در پزشکی*. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی‌تکنیک تهران)، تهران، ایران.

دلاوریان، مونا؛ افروز، غلامعلی؛ توحیدخواه، فرزاد و رسول زاده طباطبایی، سیدکاظم. (۱۳۹۳). طراحی برنامهٔ عصبی شناختی رایانه- محور جهت اندازه‌گیری و بررسی حافظه فعال با هدف غربالگری کودکان در معرض اختلال خواندن یا دیسلکسیا، *فصلنامه. علمی-پژوهشی طب توانبخشی*، (۳) ۵، ۸۳-۷۵.

دوره ۱۰، شماره ۱۰۹/۱-۸۷ Vol. 10, No.1/87-109

دلاوریان، مونا؛ افروز، غلامعلی؛ توحیدخواه، فرزاد و رسول‌زاده طباطبایی، سیدکاظم (۱۳۹۴). مقایسهٔ حافظهٔ فعال دیداری و شنیداری کودکان مستعد دیسلکسیا با کودکان بهنجار: توسط برنامهٔ عصبی-شناختی طراحی شده. *مجله‌ی ناتوانی‌های یادگیری*، (۲)۵، ۴۳-۵۳.

رجبی، سعید؛ ابوالقاسمی، عباس؛ نریمانی، محمد و قائمی، فاطمه. (۱۳۹۱). اثربخشی آموزش کنترل تکانه بر خودکارآمدی و ابعاد آن در دانش‌آموزان دارای نشانه های ADHD. *مجله‌ی روان شناسی مدرسه*، ۱(۴)، ۵۷-۳۳.

زاغیان، مهشید؛ عابدی، احمد و فرامرزی، سالار. (۱۳۹۱). مقایسه نیمرخ حافظه فعال دانش‌آموزان عادی با دانش‌آموزان دارای ناتوانی یادگیری خواندن و اختلال نقص توجه-بیش فعالی. *چهارمین همایش بین المللی روان پزشکی کودکان و نوجوانان*.

زارع، حسین؛ امیری آهویی؛ فرزانه و تاراج، شیرین. (۱۳۸۸). تأثیر بازی‌های آموزشی بر حافظه کوتاه مدت و املای دانش‌آموزان پایه ابتدایی با ناتوانیی‌های ویژه یادگیری. *فصلنامه کودکان استثنایی*، ۹ (۴)، ۳۶۷-۳۷۴.

شکوهی یکتا، محسن؛ لطفی، صلاح‌الدین؛ رستمی، رضا؛ ارجمندنیا، علی‌اکبر؛ معتمد یگانه، نگین و شریفی، علی. (۱۳۹۳). اثربخشی تمرین رایانه‌ای شناختی بر عملکرد حافظهٔ فعال کودکان نارساخوان. *شنوایی‌شناسی*، (۳) ۲۳، ۵۶-۴۶.

کیانی، بهناز و هادیان فرد، حبیب. (۱۳۹۵). تأثیر درمان مبتنی بر آموزش مراقبه ذهن آگاهی بر بی نظمی هیجانی در نوجوانان ADHD غیر بالینی. *مجله‌ی روان شناسی مدرسه*، ۵(۱)، ۱۳۸-۱۱۸.

غیاثی گیشی، مهدی؛ مشهدی، علی و غنائی چمن آباد، علی. (۱۳۹۷). اثربخشی آموزش کنش‌های اجرایی و نوروفیدبک بر ارتقاء عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان. *مجله‌ی روان شناسی مدرسه*، ۷(۲)، ۱۷۷-۱۹۵.

مرادیان، زهرا؛ مشهدی، علی؛ آقامحمدیان، حمیدرضا و اصغری نکاح، سید محسن. (۱۳۹۳). اثربخشی قصه درمانی مبتنی بر کنش‌های اجرایی بر بهبود بازداری و برنامه‌ریزی/سازماندهی دانش‌آموزان مبتلا به اختلال نارسایی توجه/فزون‌کنشی. *مجله‌ی روان شناسی مدرسه*، ۳(۲)، ۱۸۶-۲۰۴.

نریمانی، محمد؛ سلیمانی، اسماعیل و تبریزچی، نرگس. (۱۳۹۴). بررسی تأثیر توانبخشی شناختی بر بهبود نگهداری توجه و پیشرفت تحصیلی ریاضی دانش آموزان دارای اختلال ADHD. *مجله‌ی روان شناسی*

مدرسه، ۴(۲)، ۱۳۴-۱۱۸.

نریمانی، محمد؛ شاهعلی، اعظم و کیامرثی، آذر. (۱۳۹۳). اثربخشی آموزش مدیریت والدین بر انگیزش تحصیلی دانش‌آموزان مبتلا به اختلال بیش فعالی/کم توجهی. *مجله‌ی روان شناسی مدرسه*، ۳(۴)، ۱۴۲-۱۲۸.

Altay, O. & Ulas, M. (2018). Prediction of the autism spectrum disorder diagnosis with linear discriminant analysis classifier and K-nearest neighbor in children. In 2018 6th International Symposium on Digital Forensic and Security (ISDFS) (pp. 1-4). IEEE.

American psychiatric Association (2013). Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition (DSM-V).

Afrooz, G. A. (2014). Learning Disorders. 15 th. Payam Noor, Tehran, Iran. (Persian).

Bayram, S. Camnalbur, M. & Esgin, E. (2012). Analysis of dyslexic students' reading disorder with eye movement Tracking. Cypriot Journal of Educational Sciences, 7(2), 129-148.

Biswas, S. D. Chakraborty, R. & Pramanik, A. (2020). A Brief Survey on Various Prediction Models for Detection of ADHD from Brain-MRI Images. In Proceedings of the 21st International Conference on Distributed Computing and Networking, 1-5.

Carnine, L & Carnine, C. (2004). The interaction of reading skills and science content knowledge when teaching struggling secondary students. Reading & Writing Quarterly, 20, 203–218.

Chiappedi, M. Zoppello, M. Rossi, R. Scarabello, EM & Piazza, F. (2007). Specific learning disabilities and psychopathological aspects: the importance of early diagnosis. Minerva Pediatrica, 59 (3), 281-287.

Christo, C. Davis, J.M. & Brock, S.E. (2009). Identifying, assessing and treating dyslexia at school. Springer Verlag.

Delavarian, M. Afrooz, G. Towhidkhah, F. & Rasoolzadeh Tabatabaei, K. (2016). Designing a computer-based neuro- cognitive program for measurement and evaluation of working memory to screen children at risk for reading disorder. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine, 5(3), 75-83. (Persian).

Delavarian, M. Afrooz, G. Towhidkhah, F. & Rasoolzadeh Tabatabaei, K (2016). The comparison of visual and auditory working memory between children at risk of dyslexia and normal readers: through designed neuro-cognitive program, Journal of Learning Disabilities, 5(2), 43-53. (Persian).

Delavarian, M. Nayebi, E. Dibajnia, P. Afrooz, G. A. Gharibzadeh, S. & Towhidkhah, F. (2015). Designing an accurate system for differentiating children with attention deficit-hyperactivity disorder from oppositional defiant disorder by using artificial neural network. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine, 4(1), 90-98. (Persian.)

Delavarian, M. Towhidkhah, F. Gharibzadeh, S & Dibajnia, P. (2011). Automatic classification of hyperactive children: comparing multiple artificial intelligence approaches. Neuroscience Letters, 12, 498(3), 190-193.

Vol. 10, No.1/87-109 دوره ۱۰، شماره ۱۰۹/۱-۸۷

Delavarian, M. Towhidkhah, F. Dibajnia, P & Gharibzadeh, S. (2012). Designing a decision support system for distinguishing ADHD from similar children behavioral disorders. Journal of Medical Systems, 36(3), 1335-1343.

Dreyfus G. (2005). Neural networks: an overview. Neural networks methodology and applications (EBook), 497.

Facoetti, A. Paganoni, P. Turatto, M. Marzola, V. & Mascetti, G. G. (2000). Visual-spatial attention in developmental dyslexia. Cortex, 36 (1), 109-123.

Frieden, L. (2004). Improving outcomes for students with disabilities. Washhington, DC: National Council on Disabilities.

Ghiyasi, M., Mashhadi, A. & Ghanaei Chaman Abad, A. (2018). The effectiveness of executive-function training and neuro-feedback on improving students' academic performance. Journal of School Psychology, 7(2), 177-195. (Persian).

Glazzard, J. (2010). The impact of dyslexia on pupils' self-esteem. Support for learning, 25 (2), 63-69.

Jamhar, M. A. Salwana, E. Zulkifli, Z. Nayan, N. M. & Abdullah, N. (2019). Prediction of Learning Disorder: A-Systematic Review. In International Visual Informatics Conference, 429-440.

Kecman, V. (2001). Learning and soft computing: support vector machines, neural networks, and fuzzy logic models. MIT press.

Kiani, B. & Hadianfard, H. (2016). The impact of therapy based on mindfulness meditation training on emotion dysregulation in subclinical ADHD adolescents. Journal of School Psychology, 5(1), 118-138. (Persian).

Kershner, J. R. (2015). A Mini-Review: Toward a Comprehensive Theory of Dyslexia, Journal of Neurology and Neuroscience.

Manghirmalani, P. More, D. & Jain, K. (2012). A fuzzy approach to classify learning disability. International journal of advanced research in artificial intelligence, 1(2).

Manghirmalani, P. Panthaky, Z. Jain, K. (2011). Learning disability diagnosis and classification- a soft computing approach. IEEE World Congress on Information and Communication Technologies (WICT).

Murias, M. Swanson, J. M. & Srinivasan, R. (2007). Functional connectivity of frontal cortex in healthy and ADHD children reflected in EEG coherence. Cerebral Cortex, 17(8), 1788-1799.

Moradian, Z., Mashhadi, A., Aghamohammadian, H., Asghari Nekah, M. (2014). The effectiveness of narrative therapy based on executive functions on the improvement of inhibition and planning/organizing performance of student with ADHD. Journal of School Psychology, 3(2), 186-204. (Persian).

Narimani, N., Shahali, A. & Kiamarsi, A. (2015). The effectiveness of parent management training on educational motivation in students with attention deficit / hyperactivity disorder. Journal of School Psychology, 3(4), 128-142. (Persian).

Narimani, M., Soleymani, E. & Tabrizchi, N. (2015). The effect of cognitive rehabilitation on attention maintenance and math achievement in ADHD students. Journal of School Psychology, 4(2), 118-134. (Persian).

Nayan, N. M. & Abdullah, N. (2019). Prediction of Learning Disorder: A-Systematic Review. In Advances in Visual Informatics: 6th International Visual Informatics Conference, IVIC 2019, Bangi, Malaysia, November 19–21, 2019, Proceedings, 429.

Nik Mat, N.S.F. Nor Wan Shamsuddin, S. Husain, R. Makhtar, M. Wan Isa, W.M & Susilawati Mohamad, F. (2014). A Conceptual Framework for Designing a Computer-based Dyslexia Screening Test. Proceedings of the Third International Conference on Informatics & Applications, Kuala Terengganu, Malaysia.

Özyılmaz L. & Yıldırım T. (2003). Artificial Neural Networks for Diagnosis of Hepatitis Disease. In International Joint Conference on Neural Networks, 1, 586–589.

Pierce, J. S. Hostutler, C & Watson, T. S. (2012). A pilot study using a computer-based rule following task to distinguish adolescents with and without a behavior disorder. Computers in Human Behavior, 28, 1103–1108

Price, R. K. Spitznagel, E. L. Downey, T. J. Meyer, D. J. Risk, N. K. & El-Ghazzawy, O. G. (2000). Applying artificial neural network models to clinical decision making. Psychological Assessment, 12, 40–51.

Protopapas, A. Skaloumbakas, C. & Bali, P. (2008). Validation of Unsupervised Computer-Based Screening for Reading Disability in Greek Elementary Grades 3 and 4. Learning Disabilities: A Contemporary Journal, 6(1), 45-69.

Rajabi, S., Abolghasemi, A., Narimani, M. & Ghaemi, F. (2013). The effectiveness of impulse control training on the selfefficacy of students with ADHD symptoms. Journal of School Psychology, 1(4), 57-73. (Persian).

Roid G. H, Tipish A, Pamplin, Z. & Master, F. J. (2011). A review of Stanford-Binet intelligence scales, 5th Ed for use with learning disabilities children. The Journal of Social Psychology, 36(29), 296-302.

Rutter, M. (1967). A children's behaviour questionnaire for completion by teachers: preliminary findings. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 8, 1-11

Sadock, B. J. & Sadock, V. A. (2011). Kaplan and Sadock's synopsis of psychiatry: Behavioral sciences/clinical psychiatry. Lippincott Williams & Wilkins.

Shokoohi-Yekta, M. Salahadin Lotfi, S. Reza Rostami, R. Akbar Arjmandnia, A. Motamed-Yeganeh, N. & Sharifi, A. (2014). The effectiveness of computerized cognitive training on the working memory performance of children with dyslexia. Audiol, 23(3), 46-56. (Persian).

Singleton, C. H. Vincent, D. (2004). Assessing literacy: current challenges and issues. Journal of Research in Reading, 27, 113-117.

Towhidkhah, F. & Yavari, F. (2014). Application of Information Technology in Medicine. Publication of University of Amirkabir (Tehran Polytechnic), Tehran, Iran.

Underwood, E. (2013). Family Brain Connections in Dyslexia. Science, 1126.

Van Dyke, J. A. Johns, C.L. & Kukona, A. (2014). Low working memory capacity is only spuriously related to poor reading comprehension. Cognition, 131, 373–403.

Vidyasagar, N & Bhogle, S. (2015). ART: A Cognitive Screening Tool for Reading and Arithmetic Difficulties. The International Journal of Indian Psychology, 2(4), 7-19

Vol. 10, No.1/87-109 دوره ۱۰، شماره ۱۰۹/۱-۸۷

Wu, T. K. Meng, Y. R. & Huang, S. C. (2006). Identifying & Diagnosing Students with LD Using ANN &SVM. IEEE International Joint Conference on Neural Networks, Vancouver, BC.

Yazdani, F. Akbarfahimi, M. Hassani Mehraban, A. Jalaei, Sh. & Torabi-nami, M. (2015). A computer-based selective visual attention test for first-grade school children: design, development and psychometric properties. Medical journal of Islamic Repulic of Iran, 29, 184-195.

Zaghian, M. Tofighi, Z. & Azad, M. A. (2015). Effectiveness of Working Memory Training on the Reading Performance of Elementary Students with Learning Disabilities in Reading, 3(2), 112-119. MAGNT Research Report. (Persian).

Zeiger, V.M. (2008). Screening for autism spectrum disorders pediatric eight years after publication of practice guidelines. Doctoral Dissertation: Indiana university of Pennsylvania.

Zare, H. Amiri, F. Taraj. Sh. (2010). The effect of educational games on short-term memory and dictation of Primary school students with specific learning disabilities. Journal of Exceptional Children, 9(4), 367-374. (Persian).

Vol. 10, No.1/200-209 دوره ۱۰، شماره ۲۰۹/۱-۲۰۰

Investigating the accuracy and sensitivity of the intelligent screener system to predict children at risk of neurodevelopmental disorders (attention deficit-hyperactivity disorder and dyslexia)

M. Delavarian[1] & Gh. Afrooz[2]

Abstract

The aim of this research was toinvestigate the accuracy, sensitivity and specificity of the designed intelligent screener system to predict pre-schoolers at risk of common neurodevelopmental disorders (attention deficit-hyperactivity disorder and dyslexia). For data collection, survey research method of evaluation and diagnosis was used.To do so, preschool children were selected by random cluster sampling and the computerized neuro-cognitive program designed by Delavarian et al. was applied for data collection. The data related to each sample was saved for two years, until the definite diagnosis was determined. These data was applied in designing an intelligent screener. Multilayer perceptron artificial neural network was appliedfor designing this screener. Finally, the average accuracy of this intelligent screener obtained 94 % and the sensitivity and specificity in screening at risk pre-schoolers reached 93.45% and 95.27%, respectively. According to the acquired high accuracy, sensitivity and specificity, this screener could be used in prediction of pre-schoolers at risk of the mentioned disorders before entering to elementary school.

Keywords: dyslexia, attention deficit-hyperactivity disorder, artificial neural network, neuro-cognitive program, screening

1. Corresponding Author: PhD in Psychology, Post doc in Neuropsychology delavarian@ut.ac.ir
2. Distinguished Professor of Exceptional Child psychology, Tehran university