دوره ۹، شماره ۴/۳۳-۷ Vol. 9, No.4/7-33

طراحی غربالگر عصبی-شناختی پویا توسط الگوریتم هوشمند بهینه: پیش بینی اختلالات یادگیری و سایر اختلالات عصبی-تحولی رایج

مونا دلاوریان[۱] و غلامعلی افروز[۲]

چکیده

هدف پژوهش حاضر تدوین غربالگر عصبی-شناختی پویا توسط الگوریتم هوشمند بهینه جهت پیش‌بینی کودکان پیش‌دبستانی مستعد اختلالات عصبی-تحولی رایج بود. شیوهٔ جمع‌آوری داده، بصورت پیمایشی از نوع ارزیابی و تشخیص است. جهت جمع‌آوری داده ها، برنامهٔ رایانه‌ای عصبی-شناختی به‌کار رفت. برنامه توسط کودکان پیش‌دبستانیِ انتخاب شده با روش خوشه‌ای تصادفی اجرا و عملکرد هر یک طی دو سال تا تشخیص قطعی، در فایل‌های اکسل ذخیره و سپس در طراحی دو شبکه غربالگر عصبی-شناختی استفاده شد. در مقایسه شبکه‌ها، دقت بالاتر با غربالگر هوشمند تابع پایه شعاعی حاصل شد. دقت غربالگر طراحی شدهٔ بهینه، ۹۵/۴۱٪ و حساسیت و اختصاصی بودن آن در غربالگری کودکان مستعد اختلالات مذکور ۹۳/۶۵ و ۹۶/۰۱ به‌دست آمد؛ لذا، با اطمینان از دقت و حساسیت بالای این غربالگر عصبی-شناختی می‌توان جهت تشخیص زودهنگام کودکان پیش دبستانی مستعد اختلالات مذکور، از آن استفاده نمود.

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 روان شناسی کودکان استثنایی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۲۶
تاریخ پذیرش: ۹۷/۹/۱۴

DOI: 10.22098/JLD.2020.952

مقدمه

اختلالات عصبی-تحولی[1]، گروهی از اختلالات هستند که هنگام رشد یا تحول سیستم عصبی ایجاد می‌شوند. این اختلالات شامل مجموعه‌ای از اختلالاتِ از پیش‌معرفی شده، مانند اختلال نقص توجه-بیش فعالی[2] یا ADHD و نارساخوانی[3] است که در نسخهٔ پنجم راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روان‌پزشکی به عنوان اختلالات عصب-شناختی محور معرفی شده‌اند (انجمن روان‌پزشکی آمریکا[4]، ۲۰۱۳). یکی از دغدغه‌های مهم در قلمرو اختلالات عصبی-تحولی مسألهٔ تشخیص دقیق و زودهنگام این اختلالات، جهت مقابله با عوارض آن، شامل ضعف انگیزه، عزت‌نفس پایین، احساس ناکامی مزمن و روابط ضعیف با همتایان، است. افزون‌براین، در صورت عدم دریافت مداخلهٔ مناسب، فرد مبتلا با خطر ابتلا به انواع دیگری از اختلال‌ها از جمله اختلال ارتباطی، سلوک و افسردگی روبرو است (کارناین و کارناین[5]، ۲۰۰۴).

بر اساس مطالعات انجام شده بطور میانگین ۱۵ درصد کودکان ۳ تا ۱۷ ساله مبتلا به اختلالات عصبی-تحولی هستند که از این میان اختلالات نقص توجه-بیش فعالی و اختلالات یادگیری دارای بیشترین شیوع هستند (انجمن روان‌پزشکی آمریکا، ۲۰۱۵).

از انواع اختلالات عصبی-تحولی اختلالات نقص توجه بیش‌فعالی[6] و اختلالات یادگیری[7] به دلیل اهمیت تشخیص و مداخلهٔ زود هنگام و همچنین شیوع بیشتر نسبت به سایر اختلالات عصبی-تحولی، در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند. در اهمیت تشخیص و مداخلهٔ بهنگام این اختلالات اذعان شده است در صورت تشخیص و مداخلهٔ زودهنگام این اختلالات علاوه بر دستیابی سریع‌تر به بهبود نشانه‌ها و علائم، با عواقب و پیامدهای این اختلالات هم به میزان بیشتر و

---

1. Neuro-Developmental Disorders
2. Attention Deficit-Hyperactivity Disorder (ADHD)
3. Dyslexia
4. American Psychiatric Association
5. Carnine & Carnine
6. Attention Deficit-Hyperactivity Disorder
7. Learning Disorders

سریعتر مقابله خواهد شد (ماهون و اسلوماین[1]، ۲۰۱۶).

اختلال نقص توجه-بیش‌فعالی 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، تقی زاده هیر، صادقی و بشرپور، ۲۰۲۰؛ افروز، ۱۳۹۲؛ کیانی و هادیان فرد، ۱۳۹۵). کودک مبتلا به اختلال نقص توجه-بیش‌فعالی کودکی است که توانایی دقّت و تمرکز بر روی یک موضوع را ندارد و از فعّالیّت بدنی غیر معمول و بسیار بالایی برخوردار است (نریمانی، سلیمانی و تبریزچی، ۱۳۹۴؛ رجبی، ابوالقاسمی، نریمانی و قائمی، ۱۳۹۱). این اختلال با فقدان توجه، فعّالیت بیش‌ازحد، رفتارهای تکانشی، یا ترکیبی از این موارد همراه است (نریمانی، شاهعلی و کیامرثی، ۱۳۹۳). در جدیدترین متون علمی تأکید شده است که جهت تشخیص‌گذاری این اختلال به آغاز حضور نشانه‌های بیش‌فعالی در سال‌های کودکی میانی و دوران نوجوانی توجه شود. این اختلال بر کارکرد فرد در موقعیت‌های مختلف تأثیر می‌گذارد (سادوک و سادوک[2]، ۲۰۰۷).

نارساخوانی رایج‌ترین ناتوانی یادگیری این اختلال به مشکلات قابل توجه در امر خواندن باز می‌گردد (انجمن روان‌پزشکی آمریکا، ۲۰۱۵). انجمن اختلال در خواندن انگلستان، این اختلال را به عنوان یک وضعیت عصبی- شناختی معرفی می‌کند (بایرام، کمنالبار و اسگین[3]، ۲۰۱۲). از میان انواع اختلال‌های یادگیری[4] خاص، آن دسته که در خواندن ضعیف هستند، بیشتر در معرض خطر ترک تحصیل هستند (فریدن[5]، ۲۰۰۴). نارساخوانی یا دیلکسیا منشأ عصب زیست‌شناختی دارد (کریستو، دیویس و بروک[6]، ۲۰۰۹). انجمن اختلال در خواندن انگلستان، این اختلال را به عنوان

1. Mahone & Slomine
2. Sadock & Sadock
3. Bayram, Camnalbur & Esgin
4. Learning Disabilities
5. Frieden
6. Christo, Davis & Brock

یک وضعیت عصب‌شناختی معرفی می‌کند (بایرام و همکاران، ۲۰۱۲). مطابق آخرین آمار اعلام شده، شیوع نارساخوانی ۵ تا ۱۷ درصد است (انجمن روان‌پزشکی آمریکا، ۲۰۱۳). حدود ۴۰ درصد از نوجوانان مبتلا به ناتوانی یادگیری با احتمال بالایی ترک تحصیل می‌نمایند (سادوک و سادوک، ۲۰۰۷). نارساخوانی به مشکلات شدید در تسلط در خواندن باز می‌گردد (انجمن روان-پزشکی آمریکا، ۲۰۱۳). این اختلال بر تمامی زمینه‌های تحصیلی دیگر (ریاضی، انشا، اجتماعی، علوم) تأثیر می‌گذارد. طبق مطالعهٔ گلیزارد[1] (۲۰۱۰)، عزت نفس کودکانی که نمی‌توانند بخوانند، آسیب دیده و این امر منجر به مشکلات رفتاری و روانی می‌گردد.

یکی از مشخصه‌های مهم افراد با هریک از اختلالات فوق، نقص در حافظه فعال به‌عنوان یک مؤلفهٔ مهم از کارکردهای اجرایی است (زارع، امیری و تاراج، ۱۳۸۸). کارکردهای اجرایی در واقع، کارکردهایی همچون سازماندهی، تصمیم‌گیری، حافظه‌کاری، حفظ و تبدیل کنترل حرکتی، احساس و ادراک زمان، پیش بینی آینده، بازسازی، زبان درونی و حل مسئله را می‌توان از جمله مهم‌ترین کارکردهای اجرایی عصب شناختی دانست که در زندگی و انجام تکالیف یادگیری و کنش‌های هوشی به انسان کمک می‌کند (غیاثی گیشی، مشهدی و غنائی چمن آباد، ۱۳۹۷؛ مرادیان، مشهدی، آقامحمدیان و اصغری نکاح، ۱۳۹۳). در بسیاری از مقالات معتبر علمی تفاوت و اختلاف چشمگیر حافظهٔ فعال در گروه کودکان بیش‌فعال و کودکان با نارساخوانی مشخص و به اثبات رسیده است (شکوهی یکتا، لطفی، رستمی و ارجمندنیا، ۱۳۹۳؛ زاغیان، عابدی و فرامرزی، ۱۳۹۱؛ روید و بارام[2]، ۲۰۰۴؛ روید، تیپیش، پامپلین و مستر[3]، ۲۰۱۱؛ دلاوریان، افروز، توحیدخواه و رسول زاده طباطبایی، ۱۳۹۳؛ دلاوریان، افروز، توحیدخواه و رسول زاده طباطبایی، ۱۳۹۴). در پژوهش انجام شده توسط ون‌دایک، جونز و کوکونا (۲۰۱۴)[4] نیز به کاهش معنادار ظرفیت حافظهٔ فعال در گروه کودکان با نارساخوانی در مقایسه با کودکان بهنجار اشاره کرده‌اند

---

1. Glazzard
2. Roid & Barram
3. Roid, Tipish, Pamplin & Master
4. Van Dyke, Johns, & Kukona

Vol. 9, No.4/7-33 دوره ۹، شماره ۴/۳۳-۷

(ون‌دایک و همکاران، ۲۰۱۴)

آنگاه که اختلالات عصبی-تحولی، بویژه دو اختلال مذکور، به سرعت تحت مداخله قرار نگیرند، منجر به مشکلات زیادی شده و این مشکلات به طور تصاعدی مضاعف می‌گردد؛ لذا، بحث تلاش و یافتن راهکارهایی جهت تشخیص هرچه سریع‌تر این اختلالات مورد اهمیت قرار گرفته است (جامهار، سالوانا، زالکیفلی، نایان و عبدالله[1]، ۲۰۱۹). زمانی‌که این کودکان به طور مکرر دچار شکست علمی می‌شوند، به‌تدریج ناامیدتر شده و عزت‌نفس آن‌ها آسیب می‌بیند. آسیب به عزت‌نفس کودک منجر به رفتارهای نامناسب می‌گردد. به‌علاوه، ترک تحصیل میان افراد مبتلا با این اختلالات نسبت به سایر افراد بیشتر است. این مشکلات آموزشی آیندهٔ کاری فرد را نیز تحت تأثیر قرار خواهد داد. تمامی این مسائل اهمیت مداخلهٔ مناسب، خلاقانه، دقیق و زودهنگام دو ADHD و نارساخوانی را شفاف‌تر می‌سازد (چیاپدی[2]، ۲۰۰۷). هر چه کودک در سن پایین‌تری از این برنامه‌های مداخله‌ای بهره‌مند شود، نتیجهٔ بهتری حاصل می‌گردد (زیگر[3]، ۲۰۰۸).

یکی از دلایل اصلی خطا در تشخیص دو اختلال نقص توجه-بیش‌فعالی و نارساخوانی با سایر اختلال‌های عصبی-تحولی کودکان، همزمانی و هم‌پوشانی نشانه‌های موجود و یا همپوشانی با سایر اختلالات است (پالاسیوس، سنچز و کوزو[4]، ۲۰۱۰، اَتلای و اولاس[5]، ۲۰۱۸). افتراق اختلالات یادگیری خاص از اختلالات و ناتوانی‌های مشابه (مانند کم‌توانی ذهنی (آهسته‌گام)[6]، اختلال نقص توجه-بیش‌فعالی[7]، اختلالات عاطفی-رفتاری[8]، پیشرفت تحصیلی پایین، محرومیت‌های فرهنگی، محیطی و اقتصادی) و یا تمایز میان اختلال نقص توجه-بیش‌فعالی با

1. Jamha., Zulkifli, Nayan. & Abdullah
2. Chiappedi
3. Zeiger
4. Palacios, Sanchez & Couso
5. Altay & Ulas
6. Slow paced
7. Attention Deficit- Hyperactivity Disorder (ADHD)
8. Emotional & Behavioural Disorders (EBD)

افسردگی، سلوک و اضطراب (دلاوریان، توحیدخواه، غریب زاده و دیباج نیا، ۲۰۱۱؛ دلاوریان، توحیدخواه، غریب زاده و دیباج نیا، ۲۰۱۲) همچنین افتراق ADHD از اختلال رفتار مقابله‌ای[1] (دلاوریان، نایبی، دیباج‌نیا، افروز، غریب زاده و توحیدخواه، ۱۳۹۴) امری دشوار است و می‌تواند منجر به خطا در تشخیص شود. عدم دسترسی یکسان به متخصصان برای تمامی افراد را نیز می‌بایست به موارد مطرح شده اضافه نمود.

علاوه بر رویکرد سنتی در تشخیص این اختلالات، انواع متعدد روش‌های رایانه‌محور نیز مطرح شده‌اند. به‌رغم شهرت و محبوبیتی که رویکردهای رایانه‌محور کسب نموده‌اند، مطالعات علمی معتبر اندکی در این زمینه وجود دارد (پروتوپاپاس، اسکالومباکاس و بالی[2]، ۲۰۰۸). ارزش این برنامه‌های غربالگر زمانی به خوبی آشکار می‌شود که دسترسی به متخصصان جهت غربالگری زودهنگام فراهم نیست و یا نسبت تعداد دانش‌آموز به متخصص، متعادل و متناسب نیست. برخی از برنامه‌های رایانه‌محور بر اساس مطالعات و تجربیات و توسط خلاقیت و ذهن محقق طراحی شده‌اند (نیک‌مت، ون شمس الدین، هوسین، مختار، ون ایسا و سوسیلاواتی[3]، ۲۰۱۴؛ فاکوئتی، پگنونی، تاروتی، مارزولا و ماشتی[4]، ۲۰۱۴؛ یزدانی، اکبرفهیمی، حسنی مهربان، جلایی و ترابی نامی، ۲۰۱۵؛ ویدیاساگار و بُول[5]، ۲۰۱۵).

در مطالعات موردی صورت گرفته از جانب جامهار و همکاران (۲۰۱۹) و نیز نایان و عبدالله[6] (۲۰۱۹)، روند تغییر روش‌های پیش بینی دقیق، به‌ویژه توسط ابزارهای هوشمند جهت دقت بالاتر مورد بررسی قرار گرفته است. طی این مطالعات الگوریتم‌های متعدد در هوشی مصنوعی به خصوص شبکه های مختلف مورد بررسی قرار گرفته و دقت آنان با یکدیگر مقایسه شده است. با توجه به غیرخطی بودن برخی الگورتم‌ها همچون انواع شبکه‌های عصبی، در مطالعات متعدد این

1. Oppositional Defiant Disorder (ODD)
2. Potopapas, Skaloumbakas & Bali
3. Nik Mat, Wan Shamsuddin, Husain, Makhtar, Wan Isa & Susilawati
4. Facoetti, Paganoni,, Turatto, Marzola & Mascetti
5. Vidyasagar & Bhogle
6. Nayan & Abdullah

شبکه بسیار مورد تأکید قرار گرفته‌اند. در برخی مطالعات نیز با تکیه بر داده‌های حاصل از تصاویر و نوارهای مغزی، مدل‌هایی جهت پیش بینی برخی اختلالات عصبی-تحولی ارائه شده است (بیس‌واس، چاکرابورتی و پرامانیک[1]، ۲۰۲۰).

شبکه عصبی مصنوعی[2] یا ANN یکی از روش‌ها و الگوریتم‌های هوش مصنوعی است که در بسیاری از حیطه‌ها به خصوص تشخیص‌های اختلالات به طور موفقیت‌آمیزی استفاده می‌شود (اوزیلماز و ییلدیریم[3]، ۲۰۰۳). این روش، یک روش طبقه‌بندی غیرخطی است. شبکه‌های عصبی بر اساس رفتار نورون‌های زیستی و سیستم عصبی طراحی شده‌اند. این شبکه‌ها از واحدهای محاسباتی به آسم نورون ساخته می‌شوند (ککمن[4]، ۲۰۰۱). در این پژوهش دو ANN دقیق که کاربردهای بسیار در تشخیص اختلالات داشتند(شامل: شبکه عصبی چند لایه پرسپترون[5] یا MLP و شبکه عصبی تابع پایه شعاعی[6] یا RBF)، تدوین، بررسی و مورد مقایسه قرار گرفتند. معرفی هر یک از دو غربالگر و فرآیند طراحی، آزمون و تعیین کارایی هر یک از این دو غربالگر هوشمند قوی در ادامه در قسمت روش پژوهش توضیح داده خواهد شد.

پییرس، هوستاتلر و واتسون[7] در سال ۲۰۱۲ ثابت کردند که ANN برای بسیاری از مشکلات تصمیم‌گیری بالینی، مانند ارزیابی وضعیت روانی و تشخیص اختلالات روان‌پزشکی بسیار مفید است (پییرس و همکاران، ۲۰۱۲). در این روش ورودی شبکه می‌تواند داده‌های حاصل از آزمون‌های مداد و کاغذی باشند و به‌صورت دستی وارد رایانه شوند که البته این روش بسیار زمان‌بر هستند و یا می‌توانند داده‌های حاصل از ابزارهای تشخیصی، مانند دستگاه‌های ردیاب

1 .Biswas, Chakraborty & Pramanik
2. Artificial Neural Network (ANN)
3. Özyılmaz & Yıldırım
4. Kecman
5. Multi-layer Perceptron Neural Network (MLP)
6. Radial Basis Function Neural Network (RBF)
7. Pierce, Hostutler & Watson

چشهستند که مشخص است از نظر هزینه مقرون به صرفه نیستند (منغیرمالانی، مور و جین[1]، ۲۰۱۱؛ بایرام و همکاران، ۲۰۱۲).

با بررسی و تجمیع تمامی اطلاعات نظری و یافته های حاصل از علوم مختلف این سؤال در ذهن ایجاد می شود که آیا می توان با به‌کارگیری علوم مختلف راه حلی برای این چالش تأخیر در تشخیص، با حداقل خطا، یافت.

این پژوهش به منظور تدوین و پیاده‌سازی دو ANN غربالگر (MLP و RBF) و مقایسه آن‌ها صورت گرفت. غربالگر هوشمند منتخب، با تکیه بر دقت و حساسیت بالاتر و به‌واسطهٔ برنامهٔ رایانه‌ای عصبی-شناختی طراحی شده توسط دلاوریان و همکاران، جهت شناسایی زودهنگام کودکان پیش‌دبستانی مستعد دو اختلال شایع عصبی-تحولی مذکور استفاده خواهد شد (دلاوریان و همکاران، ۲۰۱۶). در نهایت از نتایج حاصل از اجرا یا پیاده‌سازی برنامه توسط کودک در جهت طراحی دو ANN هوشمند غربالگر با هدف تشخیص زودهنگام کودکان مستعد اختلالات عصبی-تحولی شامل نارساخوانی و نقص توجه-بیش فعالی استفاده خواهد شد. با مشخص شدن شبکه عریالگری هوشمند با دقت و حساسیت بالاتر، این پژوهش می‌تواند گام بزرگی جهت مداخلات توانبخشی و آموزشی زودهنگام بردارد و به این ترتیب نتیجه مداخله به‌طور مؤثرتری صورت می‌گیرد. این اقدامات مداخله‌ای زودهنگام کمک بسیار به رشد و تقویت توانایی شناختی نموده و عزت نفس کودک را نیز به‌دنبال شکست کمتر، با آسیب کمتری مواجه می‌سازد؛ لذا، جهت نیل به این اهداف شبکه عصبی مصنوعی چند لایه و برنامهٔ عصبی-شناختی محقق ساخته استفاده شده تا با دقت، روایی و اعتبار بالا و قالب بازی‌گونه غربالگری و تشخیص زودهنگام صورت گیرد.

روش

پژوهش حاضر از نوع توصیفی و علی مقایسه‌ای است.

[1]. Manghirmalani, Panthaky & Jain

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 بود. 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 پیش دبستانی‌های آن مناطق، مراکزی به‌طور تصادفی انتخاب گشت‌اند و تمامی کودکان پیش دبستانی آن مراکز در پژوهش شرکت داده شدند. جهت گردآوری داده و طراحی سیستم غربالگر از ابزارها و روش‌های زیر استفاده گردید.

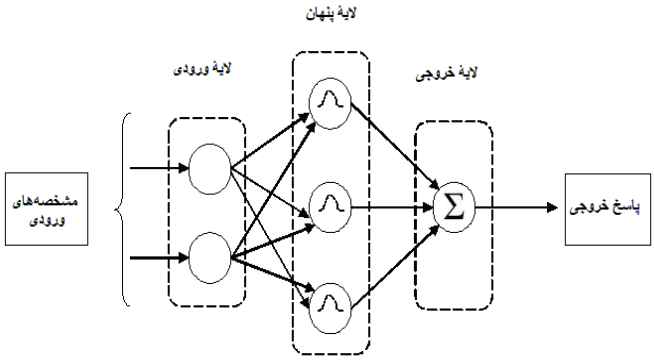
برنامهٔ عصبی-شناختی طراحی شده توسط دلاوریان و همکاران: این برنامه در سال ۲۰۱۶ توسط دلاوریان، افروزو توحیدخواه طراحی شد. اعتبار این برنامهٔ نرم افزاری برای مؤلفه‌های متعدد در پیش‌بینی یا تشخیص بهنگام دیسلکسیا از ۰/۵۱ تا ۰/۹۴ و روایی محتوایی آن ۰/۶۸ است. اعتبار و روایی برنامهٔ مذکور برای اختلال نقص توجه-بیش‌فعالی نیز از ۰/۵۰ تا ۰/۹۱ و روایی محتوایی آن ۰/۶۲ درصد است. 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 طراحی شده و دارای روایی و اعتبار بالا در اندازه‌گیری مؤلفه‌های شناختی است (دلاوریان وهمکاران، ۲۰۱۶). این برنامه قادر است بدون نیاز به توانایی و مهارت خواندن کارکردهای عصبی-شناختی کودک را ارزیابی نماید. در این برنامه تکالیف جداگانه برای بررسی مؤلفه‌های کارکردهای اجرایی (شامل: حافظه فعال دیداری، انواع توجه، سازماندهی، حافظه فعال شنیداری، برنامه ریزی، تصمیم گیری 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.

شبکه عصبی مصنوعی: شبکه عصبی مصنوعی از الگوریتم‌های قدرتمند هوش مصنوعی و

نرم‌افزاری کارا و کمک‌کننده در پیش‌بینی، تشخیص و درمان اختلال‌ها است. این نرم افزارهای هوشمند، متخصص را در سازمان‌دهی، ذخیره و به‌کارگیری دانش یاری می‌رسانند و امکان تصمیم‌گیری دقیق‌تر و مؤثرتری را فراهم می‌آورند و در نتیجه نقش مهمی در بهبود کیفیت خدمات تشخیصی و درمانی، ایفا می‌کنند (کمپینن، کورپلا، پارتنرز و الورگرن[1]، ۲۰۱۳). پس از محاسبات و بررسی‌های اولیه، با توجه به ماهیت پژوهش از میان انواع الگوریتم‌ها و روش‌های هوش مصنوعی، دو شبکه عصبی چند لایهٔ پرسپترون (MLP) و شبکه عصبی تابع پایه شعاعی (RBF) انتخاب شدند.

شبکهٔ عصبی مصنوعی چند لایهٔ پرسپترون(MLP) : از انواع روش پایه و در عین حال قدرتمند تشخیص و طبقه‌بندی، شبکهٔ عصبی مصنوعی MLP است که روشی مناسبی برای حل مسائل طبقه‌بندی غیرخطی است (دریفوس[2]، ۲۰۰۵). شکل ۱ تصویری از اجزا و ارتباط قسمت‌های مختلف یک MLP ساده با یک لایهٔ پنهان[3] را نشان می‌دهد (دلاوریان و همکاران، ۲۰۱۲). یک MLP ابتدایی 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 صحیح طراحی شود (ککمن، ۲۰۰۱).

1. Kemppinen, Korpela, Partners & Elfvengren
2. Dreyfus
3. Hidden Layer

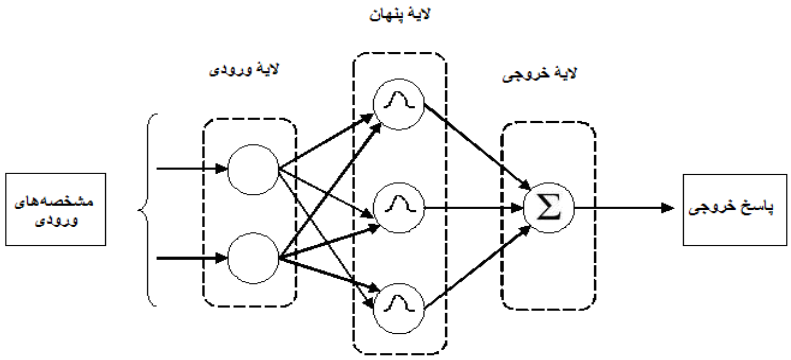


شکل ۱. شبکه عصبی چندلایه با یک لایه پنهان (دلاوریان و همکاران، ۲۰۱۲)

شبکه عصبی تابع پایه شعاعی (RBF): شبکهٔ عصبی RBF، تعداد نورون‌های بیشتری از شبکه‌های MLP استاندارد دارد؛ اما در مقایسه با شبکه‌های MLP می‌تواند در مدت زمان کمتری تعلیم یافته و طراحی شود. در سال‌های اخیر شبکهٔ عصبی RBF، به لحاظ قدرت فوق‌العاده در برازش منحنیِ تشخیص و طبقه‌بندی الگو، کاربردهای بسیاری پیدا کرده است (دینگ و چنگ[1]، ۲۰۱۳).

شبکه‌های RBF (شکل ۲) دارای یک لایهٔ ورودی، یک لایهٔ مخفی شعاعی، شامل S_1 نورون و یک لایهٔ خروجی که از S_2 نورون تشکیل شده است، هستند. ارتباط میان نورون‌های لایهٔ ورودی و لایهٔ مخفی در این شبکه‌ها به سادگی MLP نیست. از نظر تئوری، شبکهٔ عصبی RBF نیز مانند شبکهٔ MLP، قابلیت انجام هر نوع نگاشت غیرخطی پیوسته، میان ورودی‌ها و خروجی‌های خود را دارد و اختلاف اساسی میان این دو شبکهٔ عصبی مصنوعی، از/۰ تفاوت تابع فعالیت آن‌ها سرچشمه می‌گیرد (چای و کیا[2]، ۲۰۱۳).

[1]. Ding & Chang
[2]. Chai & Qiao



شکل ۲. شبکهٔ عصبی RBF (دلاوریان و همکاران، ۲۰۱۲)

پرسش‌نامه رفتاری راتر[1] 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 به‌عنوان ابزار استاندارد، برای توصیف اختلالات رفتاری کودکان، به‌کار رود. راتر با به‌کارگیری 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 در این آزمون برابر ۰/۸۹ گزارش شده است.

[1]. Rutter

Vol. 9, No.4/7-33 دوره ۹، شماره ۴/۳۳-۷

روش اجرا: برای اجرای پژوهش، در هر یک از مراکز انتخاب شده جلسه‌ای ترتیب داده شد و درخواست شد تا حداقل یکی از سرپرستان کودک در جلسه حضور داشته باشند. در جلسهٔ مذکور 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.

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 نارساخوانی) 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، ۷۴۵ 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	متوسط سن	SD
دختر	۲۸۳	۶/۴	۱/۲
پسر	۴۶۲	۶/۱	۱/۳

مرحلهٔ دوم نمونه‌گیری، پس از حدود دو سال یعنی در انتهای سال دوم دبستان، جهت طراحی شبکه غربالگر هوشمند صورت گرفت. از میان گروه کودکان مرحلهٔ اول ۱۱۲ نفر به دلایل متعدد مانند مهاجرت، عدم همکاری و دلایلی دیگر از گروه نمونه حذف گشت‌اند. تعداد ۶۳۳ نفر نمونهٔ باقیمانده، بطور جامع مورد ارزیابی بالینی نارساخوانی قرار گرفتند.

در این ارزیابی جامع، بررسی و تشخیص تمامی این کودکان متعاقب بررسی پرونده‌های آموزشی در مدرسه، نظر معلمان، مصاحبه و ارزیابی بالینی توسط دو روانپزشک 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 پذیرفت. لازم به ذکر است که هر یک از دو متخصص در زمینهٔ اختلالات یادگیری و روان‌پزشکان، بطور مستقل تک‌تک کودکان را مورد ارزیابی قرار می‌دادند. پس از ارزیابی جامع کلیهٔ ۶۳۳ نمونهٔ باقیمانده، تعداد ۱۰۷ نفر از آن‌ها تشخیص قطعی دیسلکسیا (۱۷٪) و تعداد ۳۲ نفر تشخیص ADHD (۵٪) را دریافت نمودند و سایر کودکان نیز بدون دو اختلال مدنظر این پژوهش بودند (جدول ۲). 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 ADHD)، در مقابل داده‌های فایل اکسل مربوط به کارکرد شناختی آن‌ها در مقطع پیش‌دبستانی، قرار داده شد تا در طراحی سامانهٔ حمایتگر تصمیم بالینی به‌کار گرفته شود.

جدول ۲. اطلاعات جمعیت‌شناختی نمونه‌ها جهت طراحی شبکه هوشمند غربالگر

تشخیص	تعداد	متوسط سن	SD
مبتلا به دبسلکسیا	۱/۷	۸/۷	۱/۲
مبتلا به نقص توجه-بیش‌فعالی	۳۲	۸/۹	۱/۳
بدون اختلال	۴۹۴	۸/۷	۱/۳

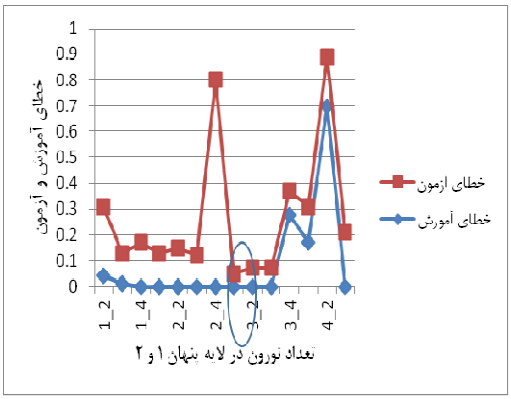
شبکه‌های عصبی مصنوعی از طبقه‌بندی کننده‌های غیرخطی هستند و ترکیبی از مجموعهٔ

نورون‌های مصنوعی هستند؛ به‌این گونه که ورودی‌های زیادی با وزن‌های مختلف را دریافت می-کنند و خروجی که به ورودی وابسته است، تولید می‌کنند. هنگامی‌که کارایی و مثمرثمر بودن یک شبکه عصبی در آزمایشات به اثبات رسید، می‌توان از آن به عنوان یک سامانه هوشمند پایدار و ثابت پشتیبانیِ تصمیم، برای کارکنان پزشکی، مدیران و به طور کلی متخصصان و تصمیم گیرندگان استفاده نمود (دلاوریان و همکاران، ۲۰۱۲).

از انواع شبکه های عصبی مصنوعی موجود، دو شبکه عصبی MLP و شبکه عصبی RBF مورد استفاده قرار گرفتند؛ چرا که استفاده از این شبکه‌ها در تشخیص‌های پزشکی بسیار رایج است. طبق تحقیق انجام شده توسط پرایس و همکاران (۲۰۰۰)، شبکه عصبی مصنوعی برای بسیاری از مشکلات تصمیم‌گیری بالینی مفید است. ۷۰٪ از افراد در هر گروه به‌طور تصادفی جهت تعلیم شبکه و ۳۰٪ باقیمانده جهت آزمودن شبکه انتخاب شدند (دریفوس، ۲۰۰۵). این فرآیند تکرار گردید تا زمانی که میزان خطای سیستم به ۰/۰۳ رسید.

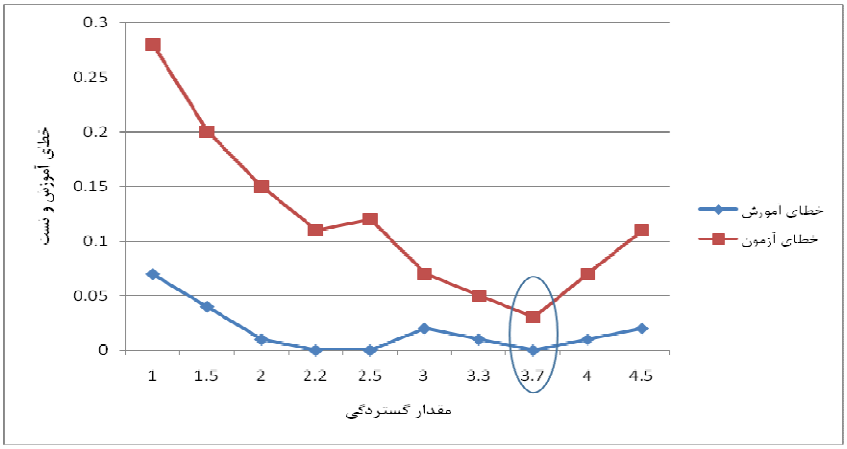
نتایج

پیکربندی و تعیین تعداد لایه‌های پنهان و تعداد نورون بهینه در هر یک از لایه‌های پنهان در شبکهٔ عصبی مصنوعی MLP، از طریق آزمایش و خطا و با تغییر در تعداد لایه و نورون مختلف، طی فرآیند تعلیم صورت گرفت. میزان خطای تشخیص با تعداد نورون مختلف در هر یک از لایه‌های پنهان در نمودار ۱ مشخص شده است. این شکل خطای تعلیم شبکه را با توجه به تعداد نورون‌های مختلف در لایهٔ پنهان اول و دوم نشان می‌دهد. همان‌طور که از نمودار ۱ مشخص است حداقل خطای تشخیص شبکه توسط ۳ و ۱ نورون، به ترتیب در لایهٔ پنهان اول و دوم بوده است و مقدار آن نیز ۰/۰۵ است.



نمودار ۱. نمودار خطای آموزش و آزمون شبکهٔ عصبی مصنوعی MLP با تعداد نورون مختلف در لایه‌های پنهان

پیکربندی‌های مختلف شبکهٔ عصبی RBF از طریق آزمایش و خطا و با تغییر در گستردگی نورون‌های لایهٔ پنهان، طی فرآیند تعلیم بررسی شد و میزان گستردگی‌های مختلف مورد آزمون قرار گرفت. خطای تشخیص با مقدار گستردگی‌های مختلف در نمودار ۲ مشخص شده است. این شکل، نمودار خطای تعلیم شبکه را با توجه به مقدار گستردگی‌های مختلف نشان می‌دهد. همان-طور که از این نمودار مشخص است حداقل خطای تشخیص با گستردگی ۳/۷ حاصل شده است و میزان این خطا ۰/۰۳ است.



نمودار ۲. نمودار خطای تعلیم شبکهٔ عصبی مصنوعی RBF با گستردگی‌های مختلف

پس از طراحی شبکه لازم است تا کارایی آن نیز بررسی شود یا به عبارت دیگر شبکه عصبی مصنوعی مذکور، به‌واسطهٔ نرخ دقت تشخیص یا طبقه‌بندی[۱]، حساسیت[۲] و اختصاصی بودن[۳]، مورد ارزیابی قرار گیرد. یکی از بهترین روش‌ها برای ارزیابی این شبکه هوشمند غربالگر، روش ماتریس آشفتگی[۴] است. به‌طور خلاصه در این روش هر شبکه چندین مرتبه با استفاده از موارد بهینهٔ کسب شده، مورد آزمون قرار می‌گیرد و میانگین نرخ دقت یا صحت تشخیص، حساسیت و اختصاصی بودن مشخص 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، نمونه‌های تشخیص داده شده توسط شبکه و هر ردیف، طبقات یا تشخیص واقعی را نشان می‌دهد. در تحلیل‌های پیشگویانه[۵]، یک جدول آشفتگی، شامل دو ردیف و دو ستون است که تعداد موارد منفی صحیح[۶]، مثبت غلط[۷]، منفی غلط[۸] و مثبت صحیح[۹] را گزارش می‌دهد (توحیدخواه و یاوری، ۱۳۹۳).

به منظور بررسی کارایی یا ارزیابی کارکرد سامانهٔ طراحی شده توسط شبکهٔ عصبی MLP، شبکهٔ طراحی شده با تعداد لایه و نورون‌های بهینه صد مرتبه اجرا گردید و میانگین درصد نرخ دقت طبقه‌بندی، حساسیت و اختصاصی بودن شبکه با توجه با توضیحات فوق محاسبه گردید. نتایج حاصل در جدول ۳ مشاهده می‌شود.

---

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 ۳. کارایی سامانهٔ حمایتگر تصمیم بالینی طراحی شده با شبکهٔ عصبی چندلایهٔ پرسپترون

تعداد نورون لایهٔ پنهان اول	تعداد نورون لایهٔ پنهان دوم	میانگین درصد نرخ صحت طبقه‌بندی	میانگین درصد حساسیت سامانهٔ طراحی شده توسط شبکهٔ عصبی چند لایهٔ پرسپترون	میانگین درصد اختصاصی بودن سامانهٔ طراحی شده توسط شبکهٔ عصبی چند لایهٔ پرسپترون
۳	۱	۹۴/۷۸	۹۳/۶۵	۹۵/۴۶

به منظور ارزیابی کارکرد یا کارایی سامانهٔ طراحی شده با استفاده از شبکهٔ عصبی RBF، شبکهٔ عصبی بهینه با گستردگی ۴/۵، صد مرتبه اجرا گردید و میانگین درصد نرخ دقت طبقه‌بندی، حساسیت و اختصاصی بودن سامانه با توجه با توضیحات فوق محاسبه گردید. نتایج حاصل در جدول ۴ مشاهده می‌شود.

جدول ۴. کارایی سامانهٔ حمایتگر تصمیم طراحی شده با شبکهٔ عصبی RBF

گستردگی	میانگین درصد نرخ صحت طبقه‌بندی	میانگین درصد حساسیت گروه مستعد	میانگین درصد اختصاصی بودن سامانهٔ طراحی شده توسط شبکهٔ عصبی RBF
۳/۷	۹۵/۴۱	۹۳/۶۵	۹۶/۰۱

در نهایت سامانهٔ هوشمند حمایتگر تصمیم بالینیِ طراحی شده توسط شبکهٔ عصبی RBF با گستردگی ۳/۷ و با میانگین درصد صحت تشخیص ۹۵/۴۱، در اولویت اول و سامانهٔ طراحی شده توسط شبکهٔ عصبی چند لایه پرسپترون با گستردگی دو لایهٔ پنهان شامل ۳ نورون در لایهٔ پنهان اول و ۱ نورون در لایهٔ پنهان دوم و با درصد صحت تشخیص ۹۴/۷۸ در اولویت دوم، برای تشخیص کودکان مستعد اختلالات نقص توجه- بیش‌فعالی و نارساخوانی درنظر گرفته شدند.

بحث و نتیجه‌گیری

اختلالات عصبی- تحولی مجموعه‌ای از اختلالات هستند که در زمان رشد و تحول سیستم

Vol. 9, No.4/7-33 دوره ۹، شماره ۴/۳۳-۷

اعصاب مرکزی اتفاق می‌افتند. از مهم‌ترین و شایع‌ترین اختلالات از انواع اختلالات عصبی-تحولی می‌توان به دو اختلال نقص توجه-بیش‌فعالی و نارساخوانی اشاره نمود (انجمن روان-پزشکی آمریکا، ۲۰۱۳). از جمله چالش‌ها در خصوص این مجموعه از اختلالات، تشخیص هر چه سریع‌تر و دقیق‌تر اختلال و دریافت زودهنگام مداخله جهت پیشگیری و مقابله با عوارض و عواقب آن‌ها است. دو اختلال شایع با عواقب بسیار زیاد در این دسته از اختلالات، نارساخوانی و ADHD است. تأخیر در تشخیص و در نتیجه به تعویق انداختن مداخله منتج به آسیب عزت‌نفس و مشکلات رفتاری و روان‌شناختی می گردد (گلیزارد، ۲۰۱۰؛ افروز، ۱۳۹۲). دو اختلال مذکور منشأ عصبی-زیست‌شناختی[1] (کریستو و همکاران، ۲۰۰۹) و عصبی-تحولی (انجمن روان‌پزشکی آمریکا، ۲۰۱۳) دارند تا به این میزان که در مطالعات اخیر منشأ اختلال نارساخوانی، آسیب برخی مدارهای نورونی و ساختارهای شبکهٔ عصبی (کرشنر[2]، ۲۰۱۵) اذعان شده است؛ لذا، هدف این پژوهش طراحی ابزاری دقیق و هوشمند جهت تشخیص زودهنگام و غربالگری کودکان پیش‌دبستانی مستعد اختلالات عصبی-تحولی رایج مانند ADHD و نارساخوانی بود. بدین منظور پس از بررسی های متعدد و آزمون روش‌ها و الگوریتم های متعدد، روش‌های به‌کارگفته شده در هوش مصنوعی از میان این الگوریتم ها نیز، شبکه عصبی مصنوعی چند لایه پرسپترون به عنوان شبکهٔ عصبی پایه با قدرت بالا (توحیدخواه و یاوری، ۱۳۹۳) انتخاب گردید.

جهت فرآیند تعلیم و آزمون این شبکه غربالگر هوشمند عصبی، احتیاج به روش و یا ابزاری بود که ورودی این شبکه هوشمند را تعیین نماید. ورودی بهینه و مدنظر این پژوهش ورودی بود که قادر باشد با توجه به نقص‌های اثبات شده در منابع و متون معتبر و فارغ از نیاز به توانایی خواندن، به اندازه‌گیری و سنجش مهارت‌های عصبی- شناختی مدنظر بپردازد. جهت دستیابی به این ورودی برنامه عصبی-شناختی طراحی شده توسط دلاوریان و همکاران به عنوان ابزار بهینه انتخاب شد. این برنامهٔ رایانه‌محور، با تأکید بر نقص‌های عصبی-شناختی ناشی از آسیب در

[1]. Neuro-biological
[2]. Kershner

مدارهای نورونی و شبکهٔ عصبی در افراد مبتلا به نارساخوانی و با درنظر گرفتن مؤلفه‌های آسیب دیده بر اساس نظریهٔ معتبر پردازش اطلاعات و کارکردهای اجرایی در قالب بازی طراحی شده است (دلاوریان و همکاران، ۲۰۱۶).

در نهایت سامانهٔ هوشمند حمایتگر تصمیم بالینیِ طراحی شده توسط شبکهٔ عصبی RBF با گستردگی ۳/۷ و با میانگین درصد صحت تشخیص ۹۵/۴۱ به عنوان شیکه هوشمند غربالگر بهینه برای تشخیص زودهنگام کودکان مستعد اختلالات نقص توجه- بیش‌فعالی و نارساخوانی درنظر گرفته شدند. دقت و حساسیت حاصل از این شبکه هوشمند غربالگر از شبکه هوشمند دیگر و همچنین از سایر شبکه‌ها و روش‌های هوشمند مطرح شده در تحقیقات پیشین، بیشتر است. گمان می‌گردد بخش اعظم این برتری، به جز ارائهٔ برنامه در قالب بازی کودکانه و جذابیت آن و در نتیجه جلب توجه کودک و تلاش 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، است.

لازم به ذکر است که در پژوهش‌های پیشین مرتبط با تشخیص و غربالگری این دو اختلال شایع عصبی-تحولی توسط تکالیف رایانه‌محور نمونه‌های هدف برنامه، کودکان دبستانی بودند. در اغلب این مطالعات نمونه‌ها حداقل هشت سال سن داشتند. افزون‌براین، حداقل یک شرط وابسته به مهارت های 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 تجربه و تحمل می کردند. 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؛ اما در برنامهٔ عصبی-شناختی طراحی شده توسط دلاوریان و همکاران (۲۰۱۶) پیش‌بینی این دو اختلال شایع عصبی-

تحولی در کودکان، بدون نیاز به توانایی خواندن است. همچنین، در برنامهٔ عصبی-شناختی رایانه‌محور در قالب بازی که یکی از مزایای این برنامه است، نهایت همکاری از جانب کودکان صورت می‌گیرد و در نتیجه توانایی بالقوهٔ کودک در زمینه‌های موردنظر استخراج می‌گردد.

در مقایسه و بررسی تطبیقی و سیر پژوهشی، در تحقیق وو، منگ و هانگ[1] و همکاران (۲۰۰۶) دقت سامانهٔ طراحی شده در تشخیص نارساخوانی توسط شبکهٔ عصبی، ۸۲٪ و با ماشین بردار پشتیبان، ۸۰٪ و در تحقیق منغرمالانی و همکاران (۲۰۱۱) دقت سامانهٔ طراحی شده توسط درخت تصمیم، ۹۱ و حساسیت آن ۴۸٪ به‌دست آمده است. در ادامه مالانی و همکاران (۲۰۱۲) دقت سامانهٔ طراحی شده را با استفاده از سامانهٔ فازی نیز بررسی و بیشینهٔ دقت در تشخیص را به ۹۰٪ رساندند؛ لذا، دقت و حساسیت سیستم غربالگر طراحی شده در این پژوهش از تمامی پژوهش‌های مذکور بالاتر است.

افزون بر موارد فوق، در مقایسه با شبکه های هوشمند عصبی طراحی شده جهت تشخیص اختلال نقص توجه- بیش فعالی نیز می بایست اذعان نمود که تمامی شبکه و سیستم های طراحی شده در جهت تشخیص پس از ورود به مدرسه و تجربه شکست و آسیب و نه پیش بینی یا تشخیص زودهنگام بودند (پییرس و همکاران، ۲۰۱۲). مضاف بر این که تمامی این ابزارها دارای دقت پایین تر نسبت به شبکه غربالگر هوشمند طراحی شده در این پژوهش هستند. در مطاله انجام شده توسط موریاس[2] (۲۰۰۷) نیز که در مقایسه با سایر مطالعات ادعای دقت بالاتر در تشخیص اختلال نقص توجه- بیش فعالی داشته است نیز دقت سیستم تشخیصیِ طراحی شده از شبکه هوشمند غربالگر در این پژوهش پایین تر است. افزون بر این در مطالعه موریاس (۲۰۰۷) از نتیجه EEG کودکان مبتلا به عنوان ورودی برای طراحی شبکه استفاده شده است که در مقایسه با ابزار تهیه ورودی شبکه در این پژوهش (برنامه عصبی-شناختی دلاوریان و همکاران، ۲۰۱۶) دارای هزینه بسیار بالاتری است.

[1]. Wu, Meng & Huang
[2]. Murias

از محدودیت‌های پژوهش همزمان شدن دریافت برخی خدمات مداخله‌ای تخصصی پیش از تشخیص قطعی کودکان و در نتیجه آسیب به روایی درونی تحقیق است. برخی از کودکان طی مدت زمان درنظر گرفته شده تا تشخیص قطعی، با صلاحدید آموزگار و یا والدین، دریافت خدمات آموزشی ویژه و توانبخشی را آغاز نمودند و این مسأله در فرآیند تشخیص قطعی کودکان در انتهای دوم دبستان تأثیرگذار بود. این کودکان که البته تعداد آنها محدود بود، از پژوهش حذف شدند و داده‌های آن‌ها در طراحی سامانهٔ حمایتگر به‌کار برده نشد.

ناهمگن بودن کودکان، از حیث میزان آشنایی و تسلط بر رایانه در مناطق مختلف، محدودیت دیگر پژوهش حاضر بود. پیشنهاد می‌گردد جهت جبران عدم همگن بودن دانش‌آموزان از نظر میزان آشنایی و تسلط به 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.

دلاوریان، مونا؛ افروز، غلامعلی؛ توحیدخواه، فرزاد و رسول زاده طباطبایی، سیدکاظم (۱۳۹۴). مقایسهٔ حافظهٔ فعال دیداری و شنیداری کودکان مستعد دیسلکسیا با کودکان بهنجار :توسط برنامهٔ عصبی-

شناختی طراحی شده. *مجله‌ی ناتوانی های 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 ناتوانی‌های 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 دانش‌آموزان دارای اختلال ADHD. *مجله ی 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)، ۱۲۸-۱۴۲.

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. (2015). Neurodevelopmental Disorders: Dsm-5(r)-Selections-By-American-Psychiatric-Association.

American Psychiatric Association. (2013). Diagnostics and statistical manual of Psychiatric Disorders.

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

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

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.

Chai, W. & Qiao, J. (2013). Non-linear system identification and fault detection method using RBF neural networks with set membership estimation. International Journal of Modelling, Identification and Control, 20(2), 114-120.

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.

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.

Ding, S. & Chand, X.H. (2013). A MATLAB-Based Study on the Realization and Approximation Performance of RBF Neural Networks. Applied Mechanics and Materials, 325, 1746-1749.

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.

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

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).

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.

Kemppinen, J., Korpela, J., Elfvengren, K., Salmisaari, T., Polkko, J., & Tuominen, M. (2013). A clinical decision support system for adult ADHD diagnostics process. 46th Hawaii International Conference on System Sciences IEEE, 2616-2625.

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

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).

Mahone, E. M., & Slomine, B. S. (2008). Neurodevelopmental disorders. Textbook of clinical neuropsychology, 105-127.

Manghirmalani, P., More, D. & Jain, K. (2012). A fuzzy approach to classify learning disability. International journal of advanced research in artificial intelligence, 1(2), 76-89.

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).

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).

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.

Narimani, M., Taghizadeh Hir, S., Sadeghi, G., Basharpoor, S. (2020). Effectiveness of Visual Perception Training in the Improvement of the Working Memory of Students with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. Journal of Research in Psychopathology, 1(1)456-66.

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.

Palacios, A. M., Sanchez, L. & Couso, I. (2010). Diagnosis of dyslexia with low quality data with genetic fuzzy systems. International journal of approximate reasoning, 51 (8), 993-1009.

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.

Vol. 9, No.4/7-33 دوره ۹، شماره ۴/۳۳-۷

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).

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

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

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. (Persian).

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).

Zare, H., Amiri, F. & Taraj, S. (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).

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

Vol. 9, No.4/153-159 دوره ۹، شماره ۱۵۹/۴-۱۵۳

Designing a dynamic neuro-cognitive screener with the optimal intelligent algorithm: Predicting learning disabilities and other common neuro-developmental disorders

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

Abstract

The aim of this research was developing an optimal dynamic neuro-cognitive screener for prediction of pre-schoolers at risk of common neurodevelopmental disorders. This research is a kind of assessment and diagnostic research, according to its data collection method. The computerized neuro-cognitive program designed by Delavarian et al. was applied for data collection. The selected preschoolers, with cluster random sampling, executed the program and the results were saved and followed for two years, till the definite diagnosis was achieved. These data were applied in designing two neuro-cognitive screeners. In comparison of the networks, the intelligent radial basis functions screener was selected with the more accuracy, sensitivity and specificity (91.41%, 93.65%, and 96.01%, respectively), in screening children at risk of the common neurodevelopmental disorders. Therefore, this designed neuro-cognitive screener could be confidentially applied in early diagnosis of preschoolers at risk of the mentioned disorders.

Keywords: Dyslexia, attention deficit-hyperactivity disorder, artificial neural network, neuo-cognitive program, Screening.

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