



Developing and Validation of a Metronome-Based Cognitive Rehabilitation Package and its Effectiveness on the Executive Functions of Students with Dyslexia

Nima Ardalan¹, Saeed Rezayi^{2*}, Fatemeh Nikkhoo³, Asgar Alimohamadi⁴

Abstract

This study aimed to develop and validate a metronome-based cognitive rehabilitation package to assess its effectiveness on the executive functions of children with dyslexia. The research utilized an exploratory mixed-methods approach. In the qualitative phase, the cognitive rehabilitation intervention package was created through a meta-synthesis method, drawing on articles published between 2000 and 2024. This package was subsequently approved by experts in the field. In the quantitative phase, a quasi-experimental design featuring a pretest-posttest with a control group was employed. A total of 30 boys aged 9 to 11 with dyslexia were selected in 1403 using a convenience sampling method and randomly assigned to either the experimental or control group. The intervention program was implemented over 15 one-hour sessions. Data collection was conducted using the Executive Functions-Brief Scale (BRIEF). The validity of the developed package was assessed through content analysis, while its effectiveness was evaluated using repeated measures analysis of variance and multivariate analysis of covariance, performed with SPSS version 24 software. The findings indicated that the average relative content validity coefficient and content validity index of the developed package were 0.95 and 0.98, respectively, with a Holst coefficient of 0.78, demonstrating that the intervention possesses appropriate validity. Statistical analyses revealed significant improvements in executive functions and their components at the post-test and one-month follow-up stages for the experimental group compared to the control group. In conclusion, the metronome-based cognitive rehabilitation package is effective in enhancing the executive functions of children with dyslexia and can be utilized to support these children's cognitive development.

Keywords: Metronome-based cognitive rehabilitation, Executive functions, Dyslexia

Submission: 23 December 2024 **Revised:** 15 March 2025 **Acceptance:** 22 April 2025

1. PhD Student in Psychology and Education of Exceptional Children, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.
2. **Corresponding author:** Associate Professor, Department of Psychology and Education of Exceptional Children, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. *E-mail:* rezayi.saeed10@gmail.com
3. Associate Professor, Department of Psychology and Education of Exceptional Children, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Psychology and Education of Exceptional Children, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.



تدوین و اعتباریابی بسته توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم و اثربخشی آن بر کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان نارساخوان

نیما اردلان^۱، سعید رضایی^{۲*}، فاطمه نیکخو^۳، عسگر علیمحمدی^۴

چکیده

این پژوهش با هدف تدوین و اعتباریابی بسته توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم و تعیین اثربخشی آن بر کارکردهای اجرایی کودکان نارساخوان انجام شد. روش پژوهش از نوع پژوهش آمیخته اکتشافی بود. در بخش کیفی، بسته مداخله توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم به روش فراترکیب بر اساس مقالات پایگاه‌های اطلاعاتی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ تدوین و توسط اساتید این حیطه تأیید شد. در بخش کمی، با روش نیمه‌آزمایشی، طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه گواه، ۳۰ پسر ۹ تا ۱۱ ساله مبتلا به نارساخوانی در سال ۱۴۰۳ به روش در دسترس انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش و گواه جایدهی و برنامه‌ی مداخله در ۱۵ جلسه یک ساعته اجرا شد. داده‌ها با استفاده از مقیاس کارکردهای اجرایی-بریف (BRIEF) جمع‌آوری شد. اعتبار بسته تدوین شده با روش تحلیل مضمون و اثربخشی آن با روش تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و تحلیل کواریانس چندمتغیره در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ تحلیل شد. یافته‌ها نشان داد میانگین ضریب نسبی روایی محتوا و شاخص روایی محتوای بسته تدوین شده، به ترتیب برابر با ۰/۹۵ و ۰/۹۸ و ضریب هولستی برابر با ۰/۷۸ بود که نشان داد مداخله از اعتبار مناسبی برخوردار است. یافته‌های آماری، تغییرات معنادار کارکردهای اجرایی و مؤلفه‌های آن را در مراحل پس‌آزمون و پیگیری یک‌ماهه در گروه آزمایش در مقایسه با گروه گواه نشان داد. می‌توان نتیجه گرفت که بسته توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم بر کارکردهای اجرایی کودکان نارساخوان مؤثر بوده و می‌توان در بهبود کارکردهای اجرایی کودکان مبتلا به نارساخوانی از آن استفاده کرد.

کلیدواژه‌ها: توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم، کارکردهای اجرایی، نارساخوانی

تاریخ دریافت: ۳ دی ۱۴۰۳ تاریخ بازنگری: ۲۵ اسفند ۱۴۰۳ تاریخ پذیرش: ۲ اردیبهشت ۱۴۰۴

۱. دانشجوی دکتری روانشناسی و آموزش کودکان استثنایی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

۲. نویسنده مسئول: دانشیار گروه روانشناسی و آموزش کودکان استثنایی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران. ایمیل: rezayi.saeed10@gmail.com

۳. دانشیار گروه روانشناسی و آموزش کودکان استثنایی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

۴. استادیار گروه روانشناسی و آموزش کودکان استثنایی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

اختلال یادگیری ویژه یک اختلال عصبی-تحوالی است که بر فرآیندهای کسب، حفظ و استفاده از مهارت‌های تحصیلی، از جمله خواندن، نوشتن و ریاضیات، تأثیر می‌گذارد. این اختلال تقریباً ۵ تا ۱۵ درصد از کودکان مدرسه‌ای را در سراسر جهان تحت تأثیر قرار می‌دهد که از این میان، مشکلات خواندن شایع‌ترین نشانه این اختلال محسوب می‌شود (انجمن روانپزشکی آمریکا، ۲۰۱۳). نارساخوانی^۱، به‌عنوان یکی از زیرشاخه‌های اختلال یادگیری ویژه، به‌طور خاص به مشکلات مرتبط با خواندن و مهارت‌های پردازش مبتنی بر زبان اشاره دارد و تقریباً ۵ تا ۱۰ درصد از افراد را تحت تأثیر قرار می‌دهد (پترسون و پنینگتون^۲، ۲۰۱۵). افراد مبتلا به نارساخوانی، علی‌رغم برخورداری از هوش طبیعی و فرصت‌های آموزشی کافی، در تشخیص دقیق و روان کلمات، املا و رمزگشایی با چالش‌هایی مواجه هستند (شاویتز و شاویتز^۳، ۲۰۰۵). نارساخوانی یک اختلال پیچیده است که شامل فرآیندهای شناختی متعددی مانند پردازش واج‌شناختی، حافظه فعال و توجه می‌شود که نقش اساسی در خواندن ایفا می‌کنند (فلچر، لیون، فاکس، و بارنس^۴، ۲۰۱۹). تحقیقات نشان داده‌اند که افراد مبتلا به نارساخوانی اغلب نارسایی‌هایی در حافظه فعال نشان می‌دهند که نقشی حیاتی در پردازش زبان، درک مطلب و یادگیری دارد (سوانسون و هوارد^۵، ۲۰۱۸؛ آلووی^۶، ۲۰۱۹). علاوه بر این، کارکردهای اجرایی نظیر توجه، بازداری و انعطاف‌پذیری شناختی نیز در این افراد مختل شده است و این مشکلات عملکرد اجرایی می‌تواند تأثیرات منفی بر روان‌خوانی، درک مطلب و عملکرد کلی تحصیلی داشته باشد (لانفرانکی، کارتی، و مامارلا^۷، ۲۰۲۰).

تاکنون روش‌های متنوعی برای آموزش، توانبخشی و بهبود عملکرد افراد مبتلا به نارساخوانی ارائه شده و اثربخشی این روش‌ها نیز متفاوت بوده است (جاوید، مونیانندی، لی و حسنی^۸، ۲۰۲۴). با این حال، در سال‌های اخیر، توجه بیشتری به مداخلات توانبخشی شناختی به‌عنوان یک رویکرد بالقوه برای رسیدگی به کاستی‌های شناختی مرتبط با نارساخوانی جلب شده است (آکیورک، کوکا و گونال گانسر^۹، ۲۰۲۴). یکی از روش‌های نوین، توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم^{۱۰} است. این رویکرد بهبود عملکردهای شناختی را با تمرکز بر جنبه‌های زمانی فرآیندهای شناختی، از جمله سرعت پردازش، زمان واکنش و هماهنگی فعالیت‌های عصبی ارتقا می‌دهد. و شامل استفاده از برنامه‌های آموزشی با همراهی مترونوم و تکالیف تطبیقی همگام شدن با ضرب‌آهنگ برای توسعه شبکه‌های عصبی و افزایش کارایی پردازش شناختی است (مک‌گرو^{۱۱}، ۲۰۱۲). در این راستا حوزه‌های تحقیقاتی جدید و در حال پیشرفتی مانند مداخلات مبتنی بر زمانبندی^{۱۲} نیز به‌منظور بهبود مهارت‌های شناختی و رسیدگی به کاستی‌های عصب‌شناختی مورد توجه قرار گرفته‌اند از جمله پژوهش‌های کاپودیچی و همکاران^{۱۳} (۲۰۲۳) که نشان داده‌اند که فعالیت‌های حرکتی مبتنی بر زمانبندی نقش اساسی در توسعه مهارت‌های شناختی دارند. به‌خصوص در کودکانی که با چالش‌های یادگیری مواجه‌اند. همچنین کرایوس و براون^{۱۴} (۲۰۲۳) در پژوهشی که به بررسی تأثیر ضرب‌آهنگ‌های شنوایی بر عملکرد اجرایی در کودکان مبتلا به ناتوانی‌های یادگیری، به‌ویژه نارساخوانی پرداخته‌اند به تعامل بین تمرین با مترونوم و یادگیری اشاره دارند و اهمیت ادغام فعالیت‌های شنیداری و ضرب‌آهنگی در برنامه‌های آموزشی مراکز آموزشی و توانبخشی را بیشتر نمایان می‌سازند. الوفا، غباشی، و حمزه^{۱۵} (۲۰۲۰) از اهمیت

1. Dyslexia
2. Peterson & Pennington
3. Shaywitz & Shaywitz
4. Fletcher, Lyon, Fuchs & Barnes
5. Swanson & Howard
6. Alloway
7. Lanfranchi, Carretti & Mammarella
8. Javed, Muniandy, Lee & Husni
9. Akyurek, Koca & Gunal Gunser
10. Metronome-Based Cognitive Rehabilitation
11. McGrew
12. Timing
13. Capodiecici et al.
14. Krause & Brown
15. El Wafa, Ghobashy, & Hamza

استفاده از استراتژی‌های آموزشی مبتنی بر سرنخ‌های شنیداری ثابت در کلاس‌های درس که توجه و دقت دانش‌آموزان را به‌طور مکرر تحت تأثیر عوامل مختلف قرار می‌گیرد اشاره نمودند. قاسمی، بادامی و مشکاتی (۱۳۹۷) نیز در پژوهشی اثرات برنامه تمرینات ریتمیک-موسیقیایی بر بهبود مهارت‌های ادراک بینایی و کارکرد اجرایی در کودکان دارای اختلال نارساخوانی را تایید نمودند. همچنین لوب و همکاران^۱ (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر مترونوم بر یادگیری و عملکرد دانش‌آموزان نارساخوان پرداخته‌اند و نشان داده‌اند که ماهیت ساختاریافته و گام به گام ضرب‌آهنگی مترونوم می‌تواند به این دانش‌آموزان در ایجاد استراتژی‌های خودتنظیمی بهتر کمک کند. در پژوهشی دیگر اردلان، علیزاده و حکیمی‌راد (۱۳۹۴) نشان دادند که عملکرد زمانبندی در کودکان مبتلا به اختلال یادگیری در مقایسه با کودکان عادی، نقص قابل توجهی دارد و نیاز به مداخلات مناسب برای بهبود عملکردهای مبتنی بر زمان در این کودکان احساس می‌شود. تحقیقات دیگر نیز نشان می‌دهند که افراد نارساخوان ممکن است در پردازش زمانی دقیق، درک ضرب‌آهنگ و همگامی^۲ دچار کاستی باشند (کوربوو، پاسکینی، گوسوامی^۳، ۲۰۰۷). این نارسایی‌های مرتبط با زمانبندی می‌توانند بر فرآیندهای شناختی مختلف، از جمله پردازش واج‌شناختی، توجه، حافظه فعال و هماهنگی حرکتی تأثیر بگذارند که همگی برای اکتساب مهارت‌های خواندن و زبانی ضروری هستند (استین^۴، ۲۰۲۳). در واقع، هدف مداخلات مبتنی بر زمان، بهبود مکانیسم‌های اساسی زمانبندی در افراد نارساخوان است که انتظار می‌رود به‌طبیع آن، سایر مهارت‌های شناختی و توانایی خواندن نیز بهبود یابد. این مداخلات شامل فعالیت‌های ساختار یافته‌ای است که به منظور آموزش و همگام‌سازی مهارت‌های زمانبندی، مانند تمرین‌های مبتنی بر مترونوم، نشانه‌گذاری ضرب‌آهنگی^۵ و یا برنامه‌های رایانه‌ای تعاملی طراحی شده‌اند (تیرنی و کراوس^۶، ۲۰۱۳).

در حوزه مداخلات توانبخشی شناختی مبتنی بر زمانبندی، تحقیقات جذابی صورت گرفته و بسته‌ها و ابزارهای متنوعی نیز طراحی و اجرا شده است. یکی از این ابزارها، مترونوم تعاملی^۷ است که به‌عنوان یک برنامه انعطاف‌پذیر و ثبت‌شده، به افراد کمک می‌کند تا ساعت داخلی خود را همگام کرده و با بازیابی مهارت حیاتی نورو تایمینگ^۸، به‌طور مؤثری توانایی‌های شناختی خود را برای خواندن مؤثرتر به کار گیرند (اسمیت-اسپاراک و همکاران^۹، ۲۰۱۹). فرض بر این است که مداخلات مبتنی بر مترونوم تعاملی، وضوح و کارایی ساعت(های) داخلی مغز^{۱۰} و پردازش زمانی فرد را بهبود می‌بخشد. این امر منجر به اتصال، ارتباط و هماهنگ‌سازی کارآمدتر مغز می‌شود و از طریق افزایش یکپارچگی سیستم ارتباطی دستگاه ماده سفید مغز، ارتباط مؤثرتری بین شبکه‌های مهم مغزی ایجاد می‌کند. یکی از مهم‌ترین نتایج تحقیقات، بهبود تمرکز از طریق افزایش کارایی سیستم کنترل توجه است که اطلاعات مرتبط با هدف را در حضور حواس‌پرتی‌های داخلی^{۱۱} (ذهن سرگردان) و بیرونی فعال در حافظه نگه می‌دارد (مک‌گرو، ۲۰۱۲). بسته توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم به‌عنوان ابزاری کمکی در انجام وظایف شناختی از دستگاه مترونوم استفاده می‌کند تا در زمینه‌هایی مانند توجه، تمرکز و سازماندهی زمانی بهبود ایجاد کند. این برنامه با کمک ضربان‌های منظم مترونوم، فرد را در انجام وظایف شناختی و ذهنی هدایت می‌کند. شواهد تجربی متعددی از مداخلات مبتنی بر مترونوم حمایت می‌کنند. به‌عنوان نمونه، مطالعه‌ای از یاکوب، زکریا و محمد^{۱۲} (۲۰۲۴) بهبود قابل توجهی را در حافظه فعال و توجه در کودکان نارساخوان به‌دنبال یک سری وظایف شناختی هدایت‌شده توسط مترونوم نشان داده است. با وجود مزایای بیان‌شده، تدوین بسته توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم و زمانبندی مطابق با شرایط و نمونه‌ی ایرانی همچنان مغفول مانده است. از طرفی دیگر، طراحی و ساخت برنامه‌های

1. Leloup et al.
2. Synchronization
3. Corriveau, Pasquini, & Goswami
4. Stein
5. Rhythmic cueing
6. Tierney & Kraus
7. Interactive Metronome (IM)
8. Neurotiming
9. Smith-Spark et al.
10. Internal Brain Clock(s)
11. External distractions
12. Yaacob, Zakariya & Mohd.

آموزشی متنوع و متناسب با کاستی‌های شناختی کودکان نارساخوان و تعیین اثربخشی آن، نیاز اساسی در حوزه آموزش کودکان نارساخوان برای جامعه محسوب می‌شود. لذا با توجه به خلاء پژوهشی موجود و نبود بسته کارآمد بومی در این زمینه، این پژوهش با هدف تدوین بسته توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم و اثربخشی آن در کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان نارساخوان انجام شد.

روش

پژوهش حاضر در چند مرحله انجام شد. در مرحله اول، پس از مرور ادبیات و تحقیقات انجام شده در حوزه توانبخشی شناختی، اقدام به تدوین بسته مداخله‌ای شد. جامعه آماری شامل کلیه تحقیقات، مقالات، کتاب‌ها و وبسایت‌های معتبر و پایگاه‌های اطلاعاتی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ بود. تعداد ۱۰۰ مقاله، پایان‌نامه و کتاب به شیوه‌ای هدفمند از منابع فارسی و انگلیسی، شامل کتاب‌ها، مجلات و پایگاه‌های اطلاعاتی از جمله Google Scholar، PubMed، Elsevier، Iran Medex، ERIC، Springer و SID، با استفاده از کلیدواژه‌های Cognitive Rehabilitation، Interactive Metronome، Specific Learning Disorder، Dyslexia و معادل‌های فارسی این عبارات به‌طور سیستماتیک انتخاب شدند. با توجه به معیارهای پژوهش، عناوین، چکیده‌ها و متن کامل مقالات بررسی شد و پس از رسیدن به اشباع داده‌های مورد نیاز و حذف مقالات غیرمرتبط با اهداف، در نهایت ۲۰ مقاله کاملاً مرتبط به‌صورت هدفمند انتخاب شدند. جهت تحلیل و ترکیب یافته‌های کیفی، برای همه‌ی عوامل مشتق شده از منابع مرتبط با توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم و نارساخوانی، کدهایی در نظر گرفته شد که این کدها بر اساس منابع مورد استفاده طبقه‌بندی شدند. با مطالعه و مرور نظام‌مند منابع مربوط به توانبخشی شناختی مبتنی در پایگاه‌های و بر اساس معیارهای ورود و خروج، ۲۰ مقوله‌ی فرعی استخراج شد. مقوله‌ها سپس تجمیع شده و در مقوله‌های کلی‌تر قرار گرفتند و در نهایت، ۱۰ مقوله‌ی اصلی به‌دست آمد که عبارت بودند از: آموزش زمان‌بندی و ریتم، همگام‌سازی کل بدن، یکپارچه‌سازی شنوایی-حرکتی، آموزش دو وظیفه‌ای، عبور از خط وسط، تکنیک‌های یادگیری چندحسی، فعالیت‌های آگاهی واج‌شناختی، تمرینات روان‌خواندن، نظارت بر پیشرفت و بازخورد، و تمرین در خانه. در تدوین بسته، به تناسب سنی دانش‌آموزان، توجه به کاستی‌های شناختی کودکان نارساخوان و پیشنهاد‌های اساتید راهنما توجه شد و نوآوری و تنوع لازم در ارائه برنامه برای حفظ انگیزه دانش‌آموزان در نظر گرفته شد.

در مرحله بعد، جهت اعتبارسنجی برنامه و تعیین روایی محتوای آن، نظرات متخصصان و صاحب‌نظران این حوزه مورد استفاده قرار گرفت. جامعه آماری برای اعتبارسنجی بسته مداخله‌ای تدوین شده شامل کلیه صاحب‌نظرانی بود که در حوزه‌های روانشناسی و آموزش کودکان استثنایی، علوم اعصاب شناختی و تربیتی دارای تخصص بودند. برای اعتبارسنجی بسته مداخله، با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند ۱۰ نفر از متخصصان شناسایی و از طریق ایمیل، پرسشنامه روایی محتوایی بسته به همراه فایل محتوای جلسات برای آن‌ها ارسال گردید. در بخش تعیین اثربخشی بسته مداخله‌ای توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم بر کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان نارساخوان از طرح نیمه‌آزمایشی پیش‌آزمون، پس‌آزمون با گروه گواه استفاده شد، جامعه‌ی مورد مطالعه در این بخش شامل کودکان نارساخوان دوره‌ی ابتدایی در پایه‌های سوم تا پنجم ابتدایی شهرستان سقز با سن ۹ تا ۱۱ سال بودند. از این جامعه، ۳۰ دانش‌آموز به‌روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. برای انتخاب نمونه، ابتدا با مدیران مراکز جامع سنجش، آموزش و مداخله بهنگام آموزش و پرورش سقز تماس گرفته شد و توضیحات کامل در مورد طرح پژوهش شامل تعداد جلسات، محل برگزاری، طول مدت جلسات و محتوای جلسات ارائه گردید. سپس، با همکاری آموزگاران این مراکز، با تعدادی از خانواده‌های دانش‌آموزان تماس گرفته و از آن‌ها برای شرکت در طرح دعوت به عمل آمد. نمونه‌گیری طی دو مرحله انجام شد: در مرحله اول، براساس نمونه‌گیری هدفمند با توجه به معیارهای ورود و خروج انجام گرفت و در مرحله بعد، با گزینش تصادفی، دانش‌آموزان به دو گروه آزمایش و گواه تقسیم شدند. براساس هدف پژوهش، ملاک‌های ورود به پژوهش شامل تحصیل در دوره ابتدایی (پایه‌های سوم تا پنجم)، داشتن سن ۹ تا ۱۱ سال، داشتن ضریب هوشی در محدوده طبیعی و تشخیص نارساخوانی طبق بررسی پرونده دانش‌آموزان و گزارش آموزگار بود. دانش‌آموزانی که دارای اختلالات رفتاری، ناتوانی ذهنی، آسیب‌های بینایی و شنوایی بودند از نمونه‌ی پژوهش خارج شدند. شرکت‌کنندگان پس از مصاحبه و کسب رضایت از والدین، در برنامه‌ی مداخله توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم شرکت کردند.

لازم به ذکر است که در این پژوهش، پس از کسب توافق آگاهانه شرکت کنندگان و اخذ رضایت از آنان، ابزارهای مربوط به مطالعه به آن‌ها ارائه شد و مداخلات درمانی با رضایت کامل والدین شرکت کنندگان انجام گردید. همچنین، درباره اصول رازداری و محرمانه بودن هویت شرکت کنندگان به آن‌ها اطمینان داده شد و تأکید شد که کلیه اطلاعات به صورت محرمانه باقی خواهد ماند. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و از طریق نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام گردید.

ابزارهای سنجش

۱. ابزار درجه‌بندی رفتاری کارکردهای اجرایی-بریف^۱ (BRIEF): این پرسشنامه‌ی کارکردهای اجرایی، به منظور بررسی جنبه‌های مختلف کارکردهای بخش پیشین قطعه‌ی پیشانی مغز تدوین گردیده است. این پرسشنامه در دو فرم والد و معلم طراحی شده و برای کودکان و نوجوانان دختر و پسر سنین ۵ تا ۱۸ سال کاربرد دارد. در پژوهش حاضر از فرم والدین استفاده شد. که دارای ۸۶ سوال است و به صورت هرگز، گاهی اوقات و بیشتر اوقات پاسخ داده می‌شود. هشت کارکرد اجرایی عمده که توسط این پرسشنامه سنجیده می‌شوند به قرار زیر است: بازداری، انتقال توجه، کنترل هیجانی، آغازگری، حافظه‌ی فعال، برنامه‌ریزی، سازماندهی و کنترل (جیویا، ایسکویت، گای، و کنورثی^۲، ۲۰۰۰). روایی و ضریب اعتبار این پرسشنامه توسط سازندگان آن برای نمونه‌های بالینی در فرم والدین آن، ۰/۸۲ الی ۰/۹۸ گزارش شد. آلفای کرونباخ محاسبه شده برای هشت مقیاس پرسشنامه بین ۰/۶۸ تا ۰/۸۶ بود؛ همچنین آلفای کرونباخ محاسبه شده برای شاخص تنظیم رفتار، شاخص شناختی و نمره‌ی کل پرسشنامه بریف به ترتیب ۰/۸۹ و ۰/۹۳ به دست آمد (جیویا و همکاران، ۲۰۰۰). در ایران نیز بررسی روایی محتوایی این مقیاس توسط عبدالمحمدی و همکاران (۱۳۹۶) انجام شد، در این پژوهش تمام عبارات پرسشنامه نمره شاخص بیشتر از ۰/۷۹ را کسب کردند. همچنین ضریب پایایی آزمون-بازآزمون در شاخص تنظیم رفتار ۰/۹۰، شاخص شناخت ۰/۸۷، و نمره کلی کارکردهای اجرایی ۰/۸۹ به دست آمد. پرسشنامه مذکور یکی از آزمون‌های معتبر و قابل اعتماد سنجش کارکردهای اجرایی می‌باشد و در بین سایر پرسشنامه‌های مربوط به کارکردهای اجرایی به خاطر اینکه رفتار افراد را در زندگی واقعی مورد ارزیابی قرار می‌دهد دارای ارزش فراوانی می‌باشد (ممیسوک^۳ و سینانویک^۴، ۲۰۱۳).

برنامه مداخله

بسته مداخله توانبخشی شناختی بر اساس برنامه مترنوم تعاملی (مک گرو، ۲۰۱۲) تدوین شد. تلاش شد در تدوین بسته سن دانش آموزان و پیشنهادهای متخصصان لحاظ گردد و علاوه بر نکات فوق تنوع لازم برای حفظ انگیزه دانش آموزان در نظر گرفته شود. جهت اعتباریابی بسته، از نظر متخصصان استفاده شد و به منظور آموزش و انجام مداخله توانبخشی شناختی، ۱۵ جلسه یک ساعته به صورت ۳ جلسه در هفته لحاظ گردید و در اتاق توانبخشی آموزشگاه کودکان بنیازهای ویژه بوستان سقز اجرا شد. خلاصه جلسات مداخله در جدول آمده است.

جدول ۱. خلاصه جلسات برنامه مداخله توانبخشی شناختی مبتنی بر مترنوم

جلسه	اهداف	محتوا	فعالیت‌ها
اول	آموزش زمان‌بندی و ریتم، همگام‌سازی کل بدن.	آشنایی و آماده کردن کودک و والدین برای انجام تمرینات و بازی‌های بسته مداخله، اهمیت ریتم و همگام شدن با آن.	آشنا کردن کودک با اتاق درمان، جای ایستادن، نشستن و بسته توانبخشی و انجام حرکات ساده همزمان با ضربان مترنوم/ ارائه توضیحات و آموزش‌های لازم به والدین و تکالیف خانه.
دوم	آموزش زمان‌بندی و ریتم، همگام سازی کل بدن، تکنیک‌های یادگیری چندحسی.	تقویت هماهنگی، زمان‌بندی و ریتم دو طرفه هماهنگی اندام‌های فوقانی و تحتانی و میانی و تعادل و آگاهی از وضعیت بدن.	تمرین دست زدن (تمرین ۱) / تمرین ضربه زدن پا (تمرین ۲) / تمرین بالا آوردن زانو (تمرین ۳) / تمرین پاشنه پولادین من (تمرین ۴).

1. Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF)

2. Gioia, Isquith, Guy, & Kenworthy.

3. Memisevic

4. Sinanovic

تدوین و اعتباریابی بسته توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم و اثربخشی آن بر کارکردهای اجرایی

نیما اردلان، سعید رضایی، فاطمه نیکخو و عسگر علیمحمدی

سوم	<p>آموزش زمان‌بندی و ریتم، همگام سازی کل بدن، تکنیک‌های یادگیری چندحسی، عبور از خط وسط.</p> <p>تقویت ریتم و هماهنگی کل بدن، بهبود مهارت عبور از خط وسط (استفاده از یک طرف بدن برای تعامل با طرف دیگر)، یکپارچگی شناختی-حرکتی و فضایی، تقویت هماهنگی دوطرفه و کنترل بالاتنه، بهبود هماهنگی و کنترل.</p>	<p>مروری بر تمرینات جلسه قبل / تمرین راهپیمایی موزون (تمرین ۵) / تمرین عبور از خط وسط بدن (تمرین ۶) / تمرین دایره‌های دوطرفه بازو (تمرین ۷) / تمرین کوبیدن توپ بر زمین (تمرین ۸).</p>
چهارم	<p>آموزش زمان‌بندی و ریتم.</p> <p>افزایش کنترل و زمان‌بندی حرکتی ظریف، هماهنگی چشم، دست و انگشتان.</p>	<p>مرور تمرینات جلسه قبل / تمرین ضربه زدن انگشت (تمرین ۹) / تمرین کوبیدن مداد بر میز (تمرین ۱۰).</p>
پنجم	<p>آموزش زمان‌بندی و ریتم، همگام سازی کل بدن، تکنیک‌های یادگیری چندحسی، عبور از خط وسط.</p> <p>تقویت ریتم و هماهنگی بدن، مهارت عبور از خط وسط، افزایش یکپارچگی شناختی-حرکتی و آگاهی فضایی، تقویت هماهنگی دوطرفه و کنترل بالاتنه، بهبود هماهنگی و کنترل، افزایش کنترل و زمان‌بندی حرکتی ظریف، هماهنگی چشم، دست و انگشتان.</p>	<p>مرور تمرینات (۱ تا ۱۰).</p>
ششم	<p>آموزش ریتم، همگام سازی بدن، آموزش دو وظیفه‌ای، یکپارچه‌سازی شنوایی-حرکتی.</p> <p>بهبود مهارت‌های زمان‌بندی، هماهنگی و توجه، تقویت حس ریتم و کنترل حرکتی، بهبود تمرکز و توجه.</p>	<p>تمرینات انفرادی / تمرین گلف / تمرین شوت بسکتبال / تمرین دربیبل فوتبال / تمرین تعادل.</p>
هفتم	<p>آموزش زمان‌بندی و ریتم، همگام سازی کل بدن، آموزش دو وظیفه‌ای، یکپارچه‌سازی شنوایی-حرکتی.</p> <p>بهبود زمان‌بندی، هماهنگی با مترونوم، تقویت حرکات درشت و تسلط بر بدن و بهبود حرکات ظریف (کنترل انگشتان).</p>	<p>مرور تمرینات جلسه قبل / تمرین طناب و پرش / تمرین کلیدهای پیانو.</p>
هشتم	<p>آموزش زمان‌بندی و ریتم، همگام سازی کل بدن، آموزش دو وظیفه‌ای، یکپارچه‌سازی شنوایی-حرکتی.</p> <p>افزایش توانایی ریتمیک، همگامی با مترونوم، زمان‌بندی، انعطاف‌پذیری شناختی، تمرکز و توجه، حفظ توجه، چابکی ذهنی-فیزیکی.</p>	<p>مرور تمرینات جلسه قبل / تمرین پروانه‌ها / تمرین پرش بر روی سنگ‌ها.</p>
نهم	<p>آموزش زمان‌بندی و ریتم، همگام سازی کل بدن، آموزش دو وظیفه‌ای، یکپارچه سازی شنوایی-حرکتی.</p> <p>تقویت هماهنگی پیروری از مترونوم، بهبود زمان‌بندی، حس ریتم، کنترل حرکتی و دقت، تصویر سازی ذهنی خلاقیت، پیروی از موسیقی هماهنگی بدنی و ذهنی.</p>	<p>مرور تمرینات جلسه قبل / تمرین طبل نوازی / تمرین رهبر ارکستر.</p>
دهم	<p>آموزش زمان‌بندی و ریتم، همگام‌سازی کل بدن، آموزش دو وظیفه‌ای، یکپارچه‌سازی شنوایی-حرکتی، نظارت بر پیشرفت و بازخورد، تمرین در خانه.</p> <p>بهبود دقت، هماهنگی، و زمان‌بندی، تقویت حافظه، توجه و بازداری شناختی.</p>	<p>تمرینات گروهی (جلسات گروهی) / تمرین ضربه نوازان / تمرین ریتم فراخوان / ارائه تکلیف (تمرین ریتم فراخوان) جهت تمرین در منزل.</p>
یازدهم	<p>آموزش زمان‌بندی و ریتم، همگام‌سازی کل بدن، آموزش دو وظیفه‌ای، یکپارچه سازی شنوایی-حرکتی، نظارت بر پیشرفت و بازخورد.</p> <p>تقویت زمان‌بندی، پردازش شنوایی و همگامی حرکتی، بهبود توجه، حافظه و بازداری، ایجاد و حفظ الگوی ریتمیک، پرورش کار گروهی و هماهنگی، بهبود مهارت‌های اجرایی.</p>	<p>تمرین مداد نوازی / تمرین تاب خوردن آونگی / تمرین سایمون و تمرین راهپیمایی پیاده نظام / تمرین رقص انجماد.</p>
دوازدهم	<p>آموزش زمان‌بندی و ریتم، همگام‌سازی بدن، آموزش دو وظیفه‌ای، یکپارچه‌سازی شنوایی-حرکتی، نظارت بر پیشرفت و بازخورد، فعالیت‌های آگاهی واج‌شناختی.</p> <p>تقویت پردازش شنوایی و هماهنگی حرکتی، اجرای دستورات، توسعه مهارت‌های زمان‌بندی و توجه، تقویت مهارت‌های آگاهی واج شناختی و مهارت‌های تقسیم بندی.</p>	<p>تمرینات پیشرفته‌تر / تمرین کف زدن با ریتم‌های پیچیده / تمرین تقسیم بندی واج مبتنی بر مترونوم.</p>
سیزدهم	<p>آموزش زمان‌بندی و ریتم، آموزش دو وظیفه‌ای، تکنیک‌های یادگیری چندحسی، یکپارچه‌سازی شنوایی-حرکتی، نظارت بر پیشرفت و بازخورد، فعالیت‌های آگاهی واج‌شناختی.</p> <p>بهبود آگاهی واج و مهارت‌های زبانی، گفتاری، کارکردهای اجرایی و خلاقیت.</p>	<p>مرور تمرینات جلسه قبل / تمرین شمارش اعداد با مترونوم / تمرین واژه‌سازی با مترونوم.</p>
چهاردهم	<p>آموزش زمان‌بندی و ریتم، آموزش دو وظیفه‌ای، تکنیک‌های یادگیری چندحسی، یکپارچه‌سازی شنوایی-حرکتی، نظارت بر پیشرفت و بازخورد، فعالیت‌های آگاهی واج‌شناختی.</p> <p>بهبود مهارت‌های آگاهی واج شناختی، بهبود عملکرد خواندن.</p> <p>تقویت ریتم و هماهنگی بدن، مهارت عبور از خط وسط (استفاده از یک طرف بدن برای تعامل با طرف دیگر)، یکپارچگی شناختی-حرکتی و فضایی، تقویت هماهنگی دوطرفه و کنترل بالاتنه، بهبود هماهنگی و کنترل، افزایش کنترل و زمان‌بندی حرکتی ظریف، هماهنگی چشم، دست و انگشتان.</p>	<p>مرور تمرینات جلسه قبل / تمرین شمارش و حذف واج‌ها با مترونوم.</p> <p>تمرین روان‌خوانی با مترونوم / ارائه تکلیف (تمرین روان‌خوانی با مترونوم در منزل).</p>

آموزش زمانبندی و ریتم، دو وظیفه‌ای، تکنیک‌های یادگیری چندحسی، یکپارچه‌سازی شنوایی-حرکتی، نظارت بر پیشرفت و بازخورد، فعالیت‌های آگاهی واج‌شناختی، تمرینات روان‌خواندن، تمرین در خانه.	بهبود مهارت‌های واج‌شناختی، (ترکیب حروف و ساخت کلمات)، تقویت پردازش شنوایی و هماهنگی حرکتی، خواندن.	تمرین روان‌خوانی با مترونوم، تمرین تایپست ماهر، تکلیف (تمرین تایپست ماهر در منزل).
--	---	--

شیوه اجرای پژوهش

قبل از عملیاتی کردن مراحل پژوهش بنا به ضرورت، به اداره کل آموزش و پرورش استان کردستان و اداره آموزش و پرورش منطقه سقر مراجعه شد. پس از دریافت مجوز و معرفی نامه به مراکز جامع سنجش، آموزش و مداخله‌ی بهنگام، هماهنگی‌های لازم انجام گرفت. پس از حضور در سه مرکز جامع سنجش، آموزش و مداخله‌ی بهنگام، نشستی با مدیر و مربیان مراکز برگزار شد و دانش‌آموزان با مشکل نارساخوانی معرفی شدند. با توجه به اینکه این مربیان تجربه‌ی کافی در حوزه آموزش دانش‌آموزان نارساخوان را داشتند، مشارکت آن‌ها کمک بسزایی در اجرای برنامه داشت. جلسه‌ی دیگری جهت آشنایی با دانش‌آموزان و اولیای آن‌ها برگزار گردید و در جهت جلب مشارکت آن‌ها به توضیح اهداف پژوهش و صحبت در خصوص مسائل و مشکلات نارساخوانی پرداخته شد. سپس پیش‌آزمون برای شرکت‌کنندگان در گروه‌های آزمایش و گواه به‌طور همزمان اجرا شد. در گام بعدی، برنامه مداخله توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم در ۱۵ جلسه یک ساعته به‌طور هفتگی و به شکل گروهی روی شرکت‌کنندگان گروه آزمایش اجرا شد، اما گروه گواه مداخله خاصی را دریافت نکردند. پس از پایان جلسات مداخله، پس‌آزمون برای هر دو گروه آزمایش و گواه اجرا شد و در نهایت پس از یک دوره یک ماه مرحله پیگیری نیز اجرا و داده‌های پژوهش جمع‌آوری شد. داده‌های به‌دست آمده با استفاده از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و تحلیل کواریانس چندمتغیره در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ تحلیل شدند.

یافته‌ها

جهت اعتباریابی بسته تدوین شده، محتوای بسته آموزشی در اختیار ده نفر از متخصصین روانشناسی و آموزش کودکان استثنایی، روانشناسی تربیتی و علوم اعصاب شناختی قرار داده شد تا در خصوص محتوای هر یک از جلسات، اعلام نظر نمایند. بدین منظور ضریب نسبی روایی محتوا^۱ (CVR) و شاخص روایی محتوا^۲ (CVI) برای تمامی جلسات محاسبه شد. با توجه به تعداد اعضای پانل خبرگان (ده نفر)، حداقل CVI و CVI مورد پذیرش، به ترتیب برابر با ۰/۶۲ و ۰/۷۹ بود که محاسبه‌ی این شاخص‌ها برای تمامی جلسات تدوین شده، برابر با ۰/۹ و ۱ بود، لذا روایی بسته آموزشی تایید شد. همچنین ضریب پایایی هولستی^۳ برای تدوین این بسته برابر با ۰/۷۸ و مطلوب بود. در جدول ۲، اطلاعات توصیفی کارکردهای اجرایی و مولفه‌های آن در گروه‌های آزمایش و گواه در سه مرحله‌ی پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری نشان داده شد.

جدول ۲. اطلاعات توصیفی کارکردهای اجرایی و مولفه‌های آن در گروه‌های آزمایش و گواه

متغیر	آزمون	گروه	میانگین	انحراف معیار	متغیر	آزمون	گروه	میانگین	انحراف معیار
	پیش‌آزمون	آزمایش	۷۲/۹۳	۷/۸۵۱		پیش‌آزمون	گواه	۷۴/۲۰	۵/۹۹۰
	پس‌آزمون	آزمایش	۹۵/۸۰	۱۴/۳۰۹		پس‌آزمون	گواه	۷۴/۰۷	۵/۵۸۷
کارکردهای اجرایی	پیش‌آزمون	آزمایش	۹۴/۶۰	۱۴/۳۴۲	حافظه‌ی کاری	پیش‌آزمون	آزمایش	۱۳/۰۷	۲/۲۱۹
	پس‌آزمون	گواه	۷۳/۹۳	۴/۶۶۷		پس‌آزمون	گواه	۹/۶۷	۰/۸۱۶

1. Content Validity Ratio
2. Content Validity Index
3. Holsti's coefficient of reliability

تدوین و اعتباریابی بسته توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم و اثربخشی آن بر کارکردهای اجرایی

نیما اردلان، سعید رضایی، فاطمه نیکخو و عسگر علیمحمدی

		پیش‌آزمون		پس‌آزمون		تغییر	
		گواه	آزمایش	گواه	آزمایش	گواه	آزمایش
بازداری	پیش‌آزمون	۱۱/۶۷	۱/۰۴۷	۱۱/۶۷	۱/۰۴۷	۰/۸۸۴	۰/۸۸۴
	پس‌آزمون	۱۶/۴۰	۳/۱۳۵	۱۱/۸۷	۰/۹۱۵	۰/۹۱۵	۰/۹۱۵
	پیگیری	۱۱/۹۳	۰/۷۹۹	۱۱/۹۳	۰/۷۹۹	۰/۷۹۹	۰/۷۹۹
	پیش‌آزمون	۹/۶۷	۱/۰۴۷	۹/۶۷	۱/۰۴۷	۰/۸۸۴	۰/۸۸۴
	پس‌آزمون	۹/۷۳	۰/۸۸۴	۹/۷۳	۰/۸۸۴	۰/۸۸۴	۰/۸۸۴
	پیگیری	۹/۷۳	۰/۷۹۹	۹/۷۳	۰/۷۹۹	۰/۷۹۹	۰/۷۹۹
انتقال توجه	پیش‌آزمون	۹/۸۰	۱/۰۸۲	۹/۸۰	۱/۰۸۲	۰/۷۹۹	۰/۷۹۹
	پس‌آزمون	۹/۷۳	۰/۷۹۹	۹/۷۳	۰/۷۹۹	۰/۷۹۹	۰/۷۹۹
	پیگیری	۹/۶۰	۰/۹۱۰	۹/۶۰	۰/۹۱۰	۰/۷۹۹	۰/۷۹۹
	پیش‌آزمون	۷/۶۷	۱/۰۴۷	۷/۶۷	۱/۰۴۷	۰/۸۸۴	۰/۸۸۴
	پس‌آزمون	۷/۹۳	۰/۸۸۴	۷/۹۳	۰/۸۸۴	۰/۸۸۴	۰/۸۸۴
	پیگیری	۷/۹۳	۰/۷۹۹	۷/۹۳	۰/۷۹۹	۰/۷۹۹	۰/۷۹۹
کنترل هیجانی	پیش‌آزمون	۱۲/۴۰	۳/۱۳۵	۱۲/۴۰	۳/۱۳۵	۰/۸۸۴	۰/۸۸۴
	پس‌آزمون	۷/۹۳	۰/۸۸۴	۷/۹۳	۰/۸۸۴	۰/۸۸۴	۰/۸۸۴
	پیگیری	۱۲/۲۷	۳/۲۱۸	۱۲/۲۷	۳/۲۱۸	۰/۹۱۵	۰/۹۱۵
	پیش‌آزمون	۶/۶۷	۱/۰۴۷	۶/۶۷	۱/۰۴۷	۰/۹۲۶	۰/۹۲۶
	پس‌آزمون	۷/۰۰	۰/۹۲۶	۷/۰۰	۰/۹۲۶	۰/۹۲۶	۰/۹۲۶
	پیگیری	۶/۸۰	۰/۸۶۲	۶/۸۰	۰/۸۶۲	۰/۸۶۲	۰/۸۶۲
آغازگری	پیش‌آزمون	۸/۹۳	۱/۴۸۶	۸/۹۳	۱/۴۸۶	۰/۸۶۲	۰/۸۶۲
	پس‌آزمون	۷/۰۰	۱/۰۰۰	۷/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۸۶۲	۰/۸۶۲
	پیگیری	۷/۰۰	۱/۰۰۰	۷/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۸۶۲	۰/۸۶۲

بر اساس اطلاعات جدول ۲، در گروه گواه، میانگین نمرات کارکردهای اجرایی و مولفه‌های آن در مراحل پس‌آزمون و پیگیری نسبت به پیش‌آزمون تغییر چندانی را نشان نمی‌دهد، ولی در گروه آزمایش، شاهد کاهش نمرات در مراحل پس‌آزمون و پیگیری نسبت به پیش‌آزمون هستیم. جهت تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد. به منظور بررسی پیش‌فرض‌های آزمون و برای بررسی نرمال بودن توزیع نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد که سطح معناداری آماره محاسبه شده بزرگتر از ۰/۰۵ و فرض نرمال بودن توزیع نمرات تأیید شد. همچنین از آزمون لوین برای بررسی همگنی واریانس متغیرهای وابسته در بین گروه‌ها استفاده شد که در متغیر کارکردهای اجرایی ($F=18/816, P>0/05$) بود که نشانگر عدم معناداری لوین بود. جهت بررسی همسانی ماتریس کواریانس‌ها سطح معناداری آزمون ام‌باکس ($F=6/570, Box's=44/651, P<0/05$) به دست آمد، لذا از مقدار لامبدای ویلکز در بررسی معناداری اثر زمان و اثر تعاملی زمان و گروه بر متغیر کارکردهای اجرایی استفاده شد که مقدار F مشاهده شده برای زمان (پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری) $21/953$ برای تعامل زمان و گروه $21/697$ در آزمون چند متغیره لامبدای ویلکز برای متغیر کارکردهای اجرایی معنی‌دار بود ($P<0/05$)، لذا می‌توان گفت اثر زمان و تعامل زمان و گروه در متغیر وابسته معنادار است و شرط لازم برای انجام تحلیل واریانس آمیخته وجود دارد. در ادامه نتایج آزمون کرویت‌موخلی جهت بررسی کرویت متغیر کارکردهای اجرایی نشان داد که آماره موخلی برای کارکردهای اجرایی معنادار است ($P<0/05$). بنابراین پیش‌فرض کرویت برای متغیر کارکردهای اجرایی رعایت نشد، تخطی از پیش‌فرض کرویت، باعث می‌شود آماره F تحلیل واریانس دقیق نباشد. برای رفع این مشکل و افزایش دقت آماره F و به منظور تصحیح درجه آزادی از روش گرین‌هاوس-گیسر استفاده شد. در این آزمون آماره F برای زمان ($35/285$) معنادار می‌باشد و مقدار جزئی اتا نیز نشان داد $55/8$ درصد تغییرات در نمره کارکردهای اجرایی بوسیله عامل درون‌گروهی تبیین می‌شود. همچنین در مورد اثر تعاملی درون‌گروهی بین زمان و سه گروه آزمایش و گواه نیز معنادار است ($F=36/538$) و مقدار جزئی اتا آن نشان داد $55/6$ درصد از تغییرات به‌وسیله تعامل بین سطوح زمان با گروه قابل تبیین می‌باشد. در ادامه جدول ۳، نتایج آزمون اثر بین‌گروهی ارائه شده است.

جدول ۳. نتایج آزمون معنی‌داری بین‌گروهی در مورد متغیر کارکردهای اجرایی

منبع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	مجذور اتا (η^2)	توان آزمون
عرض از مبدأ	۵۸۹۳۵۶/۵۴۴	۱	۵۸۹۳۵۶/۵۴۴	۲۷۸۹/۴۲۴	۰/۰۰۰	۰/۹۹۰	۱/۰۰۰
عضویت گروهی	۴۲۲۹/۸۷۸	۱	۴۲۲۹/۸۷۸	۲۰/۰۲۰	۰/۰۰۰	۰/۴۱۷	۰/۹۹۱

همان‌طور که در جدول ۳ قابل مشاهده است، اثر بین گروهی معنادار است، به عبارت دیگر بین شرکت‌کننده‌های گروه آزمایش و گواه در متغیر کارکردهای اجرایی تفاوت معناداری وجود دارد ($P < 0.05$). همچنین مقدار اتا نیز نشان می‌دهد که ۴۱/۷ درصد از تغییرات در نمره‌ی کارکردهای اجرایی به‌وسیله‌ی بسته توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم قابل تبیین است. با توجه به معناداری تفاوت بین گروه‌ها، مقایسه‌ی میانگین صورت گرفت. از آنجایی که حجم نمونه در دو گروه مورد مطالعه با هم برابر بودند و مفروضه‌ی همسانی واریانس‌ها نیز صدق می‌کرد. جهت بررسی اندازه‌های اثر در مولفه‌های کارکردهای اجرایی، از آزمون تحلیل کواریانس چندمتغیره در وضعیت‌های پس‌آزمون و گواه استفاده شد که نتایج آن در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴. نتایج تحلیل کواریانس چندمتغیره برای بررسی مداخله بر کارکردهای اجرایی در وضعیت پس‌آزمون و پیگیری

متغیر	پس‌آزمون			پیگیری			
	میانگین مجدورات	F	سطح معناداری	اندازه اثر	میانگین مجدورات	F	سطح معناداری
کارکردهای اجرایی	۲۹۵۴/۷۲۱	۲۹/۹۵۱	۰/۰۰۰	۰/۵۷۷	۲۴۸۰/۸۷۵	۲۲/۹۴	۰/۵۱۱
بازداری	۱۲۵/۵۴۶	۱۲۳/۸۲۳	۰/۰۰۰	۰/۵۲۰	۱۱۶/۷۶۱	۱۹/۱۲۱	۰/۴۶۵
انتقال توجه	۰/۶۶۹	۳/۵۷۳	۰/۰۷۲	۰/۱۴۰	۰/۳۴۵	۱/۰۰۶	۰/۰۴۴
کنترل هیجانی	۱۲۲/۴۵۲	۲۳/۱۴۸	۰/۰۰۰	۰/۵۱۳	۱۱۲/۲۰۶	۱۹/۵۷۶	۰/۴۷۱
آغازگری	۳۲/۱۲۸	۳۱/۳۸۵	۰/۰۰۰	۰/۵۸۸	۲۰/۵۲۶	۱۸/۳۱۷	۰/۴۵۴
حافظه کاری	۷۹/۳۰۱	۲۶/۱۱۴	۰/۰۰۰	۰/۵۴۳	۶۵/۹۲۹	۲۳/۵۵۱	۰/۵۱۷
برنامه ریزی	۱۲۵/۵۴۶	۲۳/۸۱۲	۰/۰۰۰	۰/۵۲۰	۱۱۶/۴۱۶	۲۰/۴۴۳	۰/۴۸۲
سازماندهی	۰/۰۸۱	۰/۴۷۲	۰/۴۹۹	۰/۰۲۱	۰/۶۸۹	۱/۰۸۷	۰/۰۴۷
کنترل	۲۷/۱۱۴	۳۴/۵۳۶	۰/۰۰۰	۰/۶۱۱	۲۷/۱۶۲	۲۴/۶۳۰	۰/۵۲۸

با توجه به سطح معناداری در متغیر کارکردهای اجرایی می‌توان نتیجه گرفت که بسته توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم بر کارکردهای اجرایی تاثیر معناداری داشته است ($P < 0.05$). همچنین اندازه اثر آزمون برای متغیر کارکردهای اجرایی در وضعیت پس‌آزمون و پیگیری به ترتیب برابر با ۵۷/۷٪ و ۵۱/۱٪ بوده است. در خصوص مولفه‌های کارکردهای اجرایی، این روش توانبخشی بر روی مولفه‌های «بازداری، کنترل هیجانی، آغازگری، حافظه‌ی فعال، برنامه‌ریزی و کنترل» تاثیر معناداری داشته است ($P < 0.05$). و اندازه اثر آزمون برای این مولفه‌ها در وضعیت پس‌آزمون، به ترتیب برابر با ۵۲، ۵۱/۳، ۵۸/۸، ۵۴/۳، ۵۲ و ۶۱/۱ درصد و در وضعیت پیگیری به ترتیب برابر با ۴۶/۵، ۴۷/۱، ۴۵/۴، ۵۱/۷، ۴۸/۲ و ۵۲/۸ درصد بوده است، ولیکن این بسته بر روی مولفه‌های «انتقال توجه و سازماندهی» در هر دو وضعیت پس‌آزمون و پیگیری، تاثیر معناداری نداشته است ($P > 0.05$). برای مقایسه میانگین کارکردهای اجرایی در بین گروه‌ها، از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های بین گروه‌ها در جدول ۵ گزارش شده است.

جدول ۵. نتایج آزمون بونفرونی برای مقایسه میانگین متغیر کارکردهای اجرایی در گروه‌های مورد مطالعه

گروه بندی	زمان (I)	زمان (J)	تفاوت میانگین	خطای استاندارد	سطح معناداری	
گروه آزمایش	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	۲۲/۸۶۷*	۲/۵۴۴	۰/۰۰۰	
	پس‌آزمون	پیگیری	۲۱/۶۶۷*	۲/۶۵۸	۰/۰۰۰	
		پیش‌آزمون	پیگیری	۲۲/۸۶۷*	۲/۵۴۴	۰/۰۰۰
	پیگیری	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	۲۱/۶۶۷*	۲/۶۵۸	۰/۱۱۵
		پس‌آزمون	پیگیری	۱/۲۰۰	۰/۵۵۲	۰/۱۱۵
	گروه گواه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	۰/۱۳۳	۲/۵۴۴	۱/۰۰۰
پس‌آزمون		پیگیری	۰/۲۶۷	۲/۶۵۸	۱/۰۰۰	
		پیش‌آزمون	پیگیری	-۰/۱۳۳	۲/۵۴۴	۱/۰۰۰
پیگیری		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	-۰/۲۶۷	۲/۶۵۸	۱/۰۰۰
		پس‌آزمون	پیگیری	-۰/۱۳۳	۰/۵۵۲	۱/۰۰۰

بر اساس نتایج جدول ۵، بین کارکردهای اجرایی در گروه‌های آزمایش و گواه در مقایسه‌ی زمان‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون و همچنین در مقایسه‌ی زمان‌های پیش‌آزمون و پیگیری، تفاوت معناداری وجود دارد و نمرات گروه پس‌آزمون و پیگیری اختلاف معناداری با نمرات گروه پیش‌آزمون دارد ($P < 0.05$) ولیکن در مقایسه زمان‌های پس‌آزمون و پیگیری، تفاوت معناداری وجود ندارد و نمرات گروه پس‌آزمون اختلاف معناداری با نمرات گروه پیگیری ندارد ($P > 0.05$). رابطه‌ی متقابل بین گروه‌های مورد مطالعه و زمان نمرات کارکردهای اجرایی در پیش‌آزمون در هر دو گروه آزمایش و گواه پایین است، که بعد از مداخلات درمانی، نمرات در پس‌آزمون و پیگیری در هر دو گروه آزمایش افزایش و تفاوت معناداری را با گروه گواه نشان می‌دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف تدوین بسته توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم و تعیین اثربخشی آن بر کارکردهای اجرایی در کودکان نارساخوان انجام شد. یافته‌های حاصل از ارزیابی متخصصان از محتوای این برنامه بیانگر اعتبار بسته تدوین شده با روش تحلیل مضمون بود. همچنین، یافته‌ها در خصوص اثربخشی بسته توانبخشی شناختی نشان داد که مداخله تدوین شده از ضریب نسبی روایی محتوا و شاخص روایی محتوایی مناسبی برخوردار بوده است. افزون بر این، نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و تحلیل کواریانس چندمتغیره نشان داد که بسته توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم بر کارکردهای اجرایی و مؤلفه‌های آن در مراحل پس‌آزمون و پیگیری در یک دوره یک‌ماهه در گروه آزمایش در مقایسه با گروه گواه، تاثیر معنادار نشان داده است. در تبیین این یافته‌ها می‌توان به محتوای بسته توانبخشی شناختی و ویژگی‌های آن اشاره کرد. ویژگی این بسته در نظر گرفتن ارتقاء کارکردهای اجرایی کودکان نارساخوان به عنوان نیازهای توانبخشی شناختی آن‌ها، سلسله مراتبی بودن تکالیف، توجه به درک ریتم و زمانبندی، همگام‌سازی کل بدن، نظارت بر پیشرفت و بازخورد، یکپارچگی و توالی حرکتی، دقت در زمانبندی، هماهنگ‌سازی حسی-حرکتی، تطبیق راه رفتن و ضربه زدن با دست و پا، وظایف ریتمیک، هماهنگی بدن، دست و اعضا اشاره کرد. اگرچه اثرات واقعی این برنامه نیز مانند بسیاری از برنامه‌ها با گذشت زمان مشخص می‌شود و کارایی و پیامدهای احتمالی آن در پژوهش‌های آینده پدیدار می‌گردد، تحقق این اهداف در بسته تدوین شده جهت بهبود کارکردهای اجرایی کودکان نارساخوان اهمیت ویژه‌ای دارد. محتوای بسته مداخله توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم برگرفته از مبانی نظری ابزار مترونوم تعاملی است. این برنامه‌ی چندبعدی یک ابزار آموزشی و ارزیابی مبتنی بر شواهد است که با هدف بهبود شناخت، توجه، تمرکز، حافظه، گفتار/زبان، عملکردهای اجرایی، درک، و مهارت‌های حرکتی و حسی طراحی شده است (سان و چوی^۱، ۲۰۲۳).

یافته‌های پژوهش مبنی بر اثربخشی بسته تدوین شده بر کارکردهای اجرایی کودکان نارساخوان در راستای یافته‌های پژوهش‌های یاکوب و همکاران (۲۰۲۴)، کاپودیچی و همکاران (۲۰۲۳)، کرایوس و براون (۲۰۲۳)، لئوپ و همکاران (۲۰۲۱)، الوفا، غباشی، و حمزه (۲۰۲۰)، فلچر و همکاران (۲۰۱۹)، مک‌گرو (۲۰۱۲)، قاسمی، بادامی، و مشکاتی (۱۳۹۷) و اردلان و همکاران (۱۳۹۴) می‌باشد. بدین صورت در تبیین تاثیر توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم بر کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان نارساخوان می‌توان گفت کارکردهای اجرایی اغلب در افراد مبتلا به نارساخوانی مختل می‌شود که در این پژوهش، مداخلات مبتنی بر مترونوم با آموزش و همگام‌سازی مهارت‌های زمانبندی، مانند تمرین‌های مبتنی بر مترونوم، نشانه‌گذاری ضرب آهنگی، برکارکردهای اجرایی دانش‌آموزان تاثیر مثبت و معناداری داشته است. توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم از نشانه‌های شنیداری ریتمیک برای تسهیل زمان‌بندی و هماهنگی در وظایف شناختی استفاده می‌کند. این رویکرد مبتنی بر این نظریه است که الگوهای ریتمیک می‌توانند توجه و حافظه را با ارائه‌ی یک چارچوب زمانی ساختاریافته برای اجرای وظایف شناختی افزایش دهند. در این راستا پژوهش‌هایی نشان داده‌اند که ریتم‌های شنوایی می‌توانند سرعت و دقت پردازش را در کارهایی که نیاز به عملکرد اجرایی دارند، به ویژه در کودکان مبتلا به ناتوانی‌های یادگیری مانند نارساخوانی بهبود بخشد (کرایوس و براون، ۲۰۲۳). در پژوهش (اردلان و همکاران، ۱۳۹۴) به وجود نقایص عملکرد سازماندهی زمانی در کودکان مبتلا به اختلال یادگیری و نیاز به مداخلات مناسب برای بهبود عملکردهای مبتنی بر زمان‌بندی در این گروه نشان داده شده است. استفاده از مترونوم ممکن است به مدیریت بار شناختی با کاهش تقاضاهای اعمال شده بر روی حافظه‌ی فعال کمک کند. بنابراین،

با ارائه‌ی یک سرنخ شنیداری ثابت، دانش‌آموزان می‌توانند منابع شناختی را کارآمدتر تخصیص دهند و به آن‌ها اجازه می‌دهد تا به جای مدیریت چند محرک رقابتی، بر روی تکلیف موردنظر تمرکز کنند. این ساده‌سازی می‌تواند منجر به بهبود عملکرد در وظایفی شود که نیاز به توجه مداوم و کنترل اجرایی دارند (ال وافا، غباشی و حمزه، ۲۰۲۰). در پژوهش کاپودیچی و همکاران (۲۰۲۳)، یافته‌های قابل توجهی در مورد تأثیر فعالیت‌های مبتنی بر ریتم بر توسعه مهارت‌های مهم شناختی در کودکان مبتلا به اختلال یادگیری ویژه ارائه شد. این پژوهش نشان داد که درگیر شدن در فعالیت‌های ریتمیک می‌تواند به‌طور قابل توجهی مهارت‌های برنامه‌ریزی و انعطاف‌پذیری این کودکان را بهبود بخشد. این نتایج می‌توانند راهگشای توسعه برنامه‌های آموزشی جدیدی باشند که بر پایه فعالیت‌های حرکتی طراحی شده‌اند، به‌ویژه برای کودکانی که با چالش‌های یادگیری مواجه هستند. همچنین، در تبیین اثربخشی بسته توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم بر کارکردهای اجرایی کودکان با اختلال خواندن، بر اساس یافته‌های پژوهش قاسمی و همکاران (۱۳۹۷) می‌توان گفت که درگیر شدن با الگوهای ریتمیک می‌تواند عملکردهای اجرایی مرتبط با برنامه‌ریزی را افزایش دهد و با تمرین با مترونوم، دانش‌آموزان نارساخوان می‌توانند استراتژی‌های بهتری برای سازماندهی افکار خود و مدیریت زمان خود در حین انجام وظایف ایجاد کنند. در این راستا، دیدگاه پردازش شناختی اعتقاد دارد که یادگیری بیشتر به عوامل شناختی زیربنایی مرتبط است تا تعامل کودک و محیط یادگیری. مداخلات مبتنی بر مترونوم تعاملی، وضوح و کارایی ساعت(های) داخلی مغز و پردازش زمانی فرد را بهبود و این امر منجر به اتصال، ارتباط و هماهنگ‌سازی کارآمدتر مغز از طریق افزایش یکپارچگی سیستم ارتباطی دستگاه ماده سفید مغز می‌شود و ارتباط کارآمدتری بین شبکه‌های مهم مغزی ایجاد می‌کند. چنین مداخله‌ای، کارآمدی شبکه مغزی جداری-پیشانی که بیشترین ارتباط را با عملکرد کلی هوشی، حافظه‌ی فعال، توجه کنترل‌شده و کارکردهای اجرایی دارد، را ارتقا می‌دهد (مک‌گرو، ۲۰۱۲). همچنین، ماهیت ساختاریافته‌ی گام به گام در مترونوم به دانش‌آموزان نارساخوان کمک می‌کند تا استراتژی‌های خودتنظیمی بهتری ایجاد کنند. در این راستا نشان داده شده است که مداخلات مبتنی بر مترونوم، آغازگری را تسهیل می‌کند و عملکرد حافظه‌ی فعال را بهبود می‌بخشد و نشانه‌های ریتمیک به عنوان پیام‌های بیرونی عمل کرده و به انتقال بین وظایف و حفظ تمرکز کمک می‌کنند (للوپ و همکاران، ۲۰۲۱). افزون بر این، بازخورد میلی‌ثانیه‌ای دقیق و بی‌درنگ بر وضوح پردازش زمانی ساعت داخلی مغز تأثیر گذار است و این تأثیرات کارایی عصبی را بهبود و در نتیجه پردازش زمانی و اطلاعات کارآمدتر در مغز را ارتقا می‌دهد. به نظر می‌رسد این اثر نتیجه افزایش کارایی و هماهنگ‌سازی ارتباطات بین ساختارهای اولیه مغز است که شبکه‌های عملکردی مغز را درگیر انجام هر دو خواسته‌ی شناختی و حرکتی مداخله می‌کند. همچنین از طریق افزایش کارایی سیستم کنترل توجه، موجب بهبود تمرکز می‌شود که اطلاعات مرتبط با هدف را در حضور حواس‌پرتی‌های داخلی (ذهن سرگردان) و بیرونی فعال در حافظه فعال نگه می‌دارد.

در مجموع می‌توان گفت توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم یک روش توانبخشی امیدوارکننده برای بهبود پردازش‌های زمانی و در نتیجه کارکردهای اجرایی در دانش‌آموزان نارساخوان است. با استفاده از قدرت تحریک شنوایی ریتمیک، چنین مداخلاتی می‌تواند توجه را افزایش دهد و بار شناختی را کاهش دهد. کاربرد توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم یک رویکرد چند وجهی برای حمایت از دانش‌آموزان نارساخوان در بهبود عملکردهای شناختی حیاتی مانند بازداری، کنترل هیجانی، آغازگری، حافظه‌ی فعال و برنامه‌ریزی ارائه می‌دهد. و ساختار ریتمیک ارائه شده توسط مترونوم به عنوان یک ابزار موثر برای تقویت فرآیندهای شناختی که اغلب برای این افراد چالش برانگیز هستند، عمل می‌کند.

از آنجا که استفاده از بسته توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم در این پژوهش موجب بهبود کارکردهای اجرایی در کودکان نارساخوان شد، پیشنهاد می‌شود که این بسته به عنوان یک مداخله‌ی اثربخش در آموزش رسمی برای کودکان مبتلا به نارساخوانی در آموزش و پرورش و یا در کلینیک‌های تخصصی و توانبخشی مورد استفاده قرار گیرد. این روش مداخله می‌تواند بر محدودیت‌های سایر روش‌های آموزشی که برای درمان نارساخوانی به کار می‌رود، نظیر پرهزینه بودن، زمان بر بودن، خسته‌کننده بودن فعالیت‌ها و تمرین‌های طولانی برای تسلط مربیان در آموزش، غلبه نماید. به منظور اثربخشی بیشتر این روش توانبخشی شناختی بر کارکردهای اجرایی در دانش‌آموزان نارساخوان، پیشنهاد می‌شود تمرین‌های بسته توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم، سفارشی‌سازی شود تا با

کاستی‌های عملکرد اجرایی خاص مشاهده شده در دانش‌آموزان نارساخوان هماهنگ شود. این سفارشی‌سازی می‌تواند شامل تغییر سرعت، الگوهای ضرب‌آهنگی و پیچیدگی وظایف برای مطابقت با توانایی‌ها و نیازهای دانش‌آموزان باشد. همچنین می‌توان آن را با سایر تکنیک‌های توانبخشی شناختی مانند توانبخشی شناختی دیجیتال، یا توانبخشی شناختی به کمک رایانه، ترکیب کرد. به‌طور کلی، یافته‌های این پژوهش را می‌توان از دو جنبه نظری و کاربردی مورد توجه قرار داد. به لحاظ نظری، نتایج پژوهش حاضر، مبانی نظری را در زمینه توانبخشی شناختی مبتنی بر مترونوم بر کارکردهای اجرایی کودکان مبتلا به نارساخوانی مورد تأیید قرار داد و یک یافته جدید را به دانش موجود در این زمینه افزود. از نظر کاربردی، یافته‌های این پژوهش می‌تواند اطلاعات مهمی را در اختیار دست‌اندرکاران تعلیم و تربیت کودکان با نیازهای ویژه به خصوص درمانگران نارساخوانی قرار دهد. نتایج حاضر در زمینه اثربخشی بسته آموزشی دال بر اثربخشی مداخلات در شرایط آزمایشی بوده است، بنابراین تعمیم آن بر شرایط غیرآزمایشی باید با احتیاط صورت گیرد. این پژوهش در محدوده سنی ۹ تا ۱۱ سال و همچنین بر روی کودکان پسر نارساخوان انجام شده است، لذا در تعمیم آن به سایر رده‌های سنی و جنسیت دختر و همچنین کودکان با سایر نیازهای ویژه باید احتیاط کرد. پیشنهاد می‌شود تا در پژوهش‌های آتی مطالعه‌ای مشابه جهت بررسی تاثیر این روش درمانی بر روی دختران با بازه‌ی سنی ۹ تا ۱۱ سال انجام شود و تعمیم‌پذیری یافته‌ها را با روش آزمایشی بررسی کرد. همچنین پیشنهاد می‌شود تا پژوهشگران در پژوهش‌های آتی رابطه‌ی بین سایر عملکردهای شناختی و نارساخوانی را بررسی کنند.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از تمامی کسانی که در اجرای این پژوهش مشارکت داشتند تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

- اردلان، ن، علیزاده، ح، و حکیمی‌راد، ا. (۱۳۹۴). مقایسه توانایی سازمان‌دهی زمانی در کودکان دچار اختلال‌های یادگیری و کودکان عادی. *فصلنامه روان‌شناسی کاربردی*, ۹(۴), ۷۸-۶۳.
- قاسمی، ا، بادامی، ر، و مشکاتی، ز. (۱۳۹۷). اثر تمرینات ریتمیک_موسیقیایی بر ادراک بینایی و کارکرد اجرایی کودکان ۱۰-۸ سال نارساخوان. *تازه‌های علوم شناختی*, ۲۱(۲), ۹۳-۸۳.
- عبدالحمیدی، ک، علیزاده، ح، غدیری، ف، طیبلی، م، و فتحی، آ. (۱۳۹۶). بررسی ویژگی‌های روانسنجی پرسشنامه درجه بندی رفتاری کارکردهای اجرایی (بریف) در کودکان ۶ تا ۱۲ سال. *فصلنامه اندازه‌گیری تربیتی*, ۱(۳۰), ۱۵۱-۱۳۵.
- Akyurek, G., Koca, R. B., & Gunal Gunser, R. (2024). Systematic review of current approaches to cognitive skills in children with dyslexia. *Current Psychology*, 43(18), 16247-16263.
- Alloway, T. P. (2019). Working memory and dyslexia. In G. Reid & J. Elliott (Eds.), *The Routledge international handbook of dyslexia and learning difficulties* (pp. 144-154). Routledge.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). American Psychiatric Publishing.
- Capodieci, A., Ruffini, C., Frascari, A., Rivella, C., Bombonato, C., Giaccherini, S., ... & Pecini, C. (2023). Executive functions in children with specific learning disorders: Shedding light on a complex profile through teleassessment. *Research in Developmental Disabilities*, 142, 104621.
- Corriveau, K., Pasquini, E. S., & Goswami, U. (2007). Rhythmic motor entrainment in dyslexia: Evidence for deficits in oscillatory speech processing. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 31(3), 302-317.
- El Wafa, H. E. A., Ghobashy, S. A. E. L., & Hamza, A. M. (2020). A comparative study of executive functions among children with attention deficit and hyperactivity disorder and those with learning disabilities. *Middle East Current Psychiatry*, 27, 1-9.
- Fletcher, J. M., Lyon, G. R., Fuchs, L. S., & Barnes, M. A. (2019). *Learning disabilities: From identification to intervention*. Guilford Press.
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C., & Kenworthy, L. (2000). *Behavior rating inventory of executive function: BRIEF*. Psychological Assessment Resources.

- Javed, S., Muniandy, M., Lee, C. K., & Husni, H. (2024). Enhancing teaching and learning for pupils with dyslexia: A comprehensive review of technological and non-technological interventions. *Education and Information Technologies*, 29(8), 9607-9643.
- Krause, J. T., & Brown, S. M. (2023). Mindfulness intervention improves coping and perceptions of children's behavior among families with elevated risk. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(23), 7092.
- Lanfranchi, S., Carretti, B., & Mammarella, I. C. (2020). Executive functions in developmental dyslexia. *Frontiers in Psychology*, 11, Article 1.
- Leloup, G., Anders, R., Charlet, V., Eula-Fantozzi, B., Fossoud, C., & Cavalli, E. (2021). Improving reading skills in children with dyslexia: Efficacy studies on a newly proposed remedial intervention—repeated reading with vocal music masking (RVM). *Annals of Dyslexia*, 71, 60–83.
- McGrew, J. H. (2012). Three-level hypothesized explanation of the IM effect. In R. A. Rutherford (Ed.), *Current perspectives on cognition, learning and instruction: Recent research and practice* (pp. 45–62). Academic Press.
- Memisevic H, Sinanovic O. (2013). Executive functions as predictors of visual-motor integration in children with intellectual disability. *Perceptual & Motor Skills*; 117(3): 913–922.
- Peterson, R. L., & Pennington, B. F. (2012). Developmental dyslexia. *The lancet*, 379(9830), 1997-2007.
- Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2005). Dyslexia (specific reading disability). *Biological psychiatry*, 57(11), 1301-1309.
- Smith-Spark, J. H., Henry, L. A., Messer, D. J., Zięcik, A. P., & Futter, C. (2019). Neurotiming and dyslexia: A meta-analysis. *Journal of Learning Disabilities*, 52(5), 423–437.
- Son, Y. S., & Choi, Y. I. (2023). A systematic review on intervention of interactive metronome: Focus on single-subject research design in Korean academic journals. *Therapeutic Science for Rehabilitation*, 12(1), 7–22.
- Stein, J. (2023). Theories about developmental dyslexia. *Brain sciences*, 13(2), 208.
- Swanson, H. L., & Howard, C. B. (2018). Working memory deficits in reading disability: A meta-analysis. *International Journal of Disability, Development and Education*, 65(2), 103–119.
- Tierney, A., & Kraus, N. (2013). The ability to move to a beat is linked to the consistency of neural responses to sound. *Journal of Neuroscience*, 33(38), 14981–14988.
- Yaacob, H., Zakariya, N. Z., & Rashid, S. M. (2024). Technology-based Interventions for Dyslexic Children: A Systematic Literature Review (SLR). *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 14(2), 574-595.