



Meta-analysis of the Effectiveness of Executive Function–Based Interventions on Improving Processing Speed

Abstract

The aim of the present study was to describe, analyze, and draw overall conclusions regarding the effectiveness of executive function-based interventions on improving information processing speed. The method employed in this study was meta-analysis, conducted using both fixed-effect and random-effects models. The identification, screening, eligibility assessment, and selection of studies were carried out in accordance with the PRISMA ۲۰۲۰ guidelines. The statistical population of the study comprised all theses and articles published in the last ۱۴ years, both within Iran and outside Iran, which were systematically searched in databases including IranDoc, SID (Scientific Information Database), MagIran, Noormags, Google Scholar, ScienceDirect, PubMed, ERIC, Scopus, Web of Science, and ISC (Islamic World Science Citation Center) Humanities Comprehensive Portal in ۲۰۲۵. Following the review and retrieval of various studies based on the predetermined inclusion and exclusion criteria, ۲۱ articles entered the analysis process, corresponding to ۴۳ meta-analytic units. Furthermore, data analysis was conducted using CMA-۲ software. The results of the analysis revealed that the combined effect size was ۱.۲۸۴ in the fixed-effect model and ۱.۲۱۱ in the random-effects model, which were statistically significant ($p < .۰۵$). Therefore, it can be concluded that executive function-based interventions had a large effect on improving information processing speed. Accordingly, relevant stakeholders are recommended to make maximum use of executive function-based interventions in order to enhance students' information processing speed.

Keywords: Executive Functions, Information Processing Speed, Cognitive Interventions, Coding, Symbol Search

Extended Abstract

1. Introduction

Information processing speed is a fundamental component of cognition that plays a critical role in children's cognitive and behavioral functioning (Smith et al., 2021). It refers to the ability to acquire, maintain, and manipulate information rapidly and efficiently and is commonly reflected in the time required to perceive, process, and respond to information (Bergendal et al., 2020; Sicard et al., 2024). Processing speed is important for learning, problem-solving, and social interaction and provides a foundation for other cognitive processes, particularly working memory, attention, and executive functions (Kaat et al., 2022; Jones & Brown, 2022). Impairments in processing speed have been associated with difficulties in reading, mathematics, and writing, as well as with various cognitive and clinical conditions (Lovett et al., 2022; Williams, 2023). Moreover, processing speed is related to semantic memory, working memory, inhibitory control, and visuospatial processing (Ferguson & Foley, 2024).

Executive functions are higher-order cognitive processes that regulate goal-directed behavior and include working memory, inhibitory control, and cognitive flexibility (Mora-Gonzalez et al., 2024). These functions support planning, problem-solving, self-regulation, and adaptive behavior and are particularly important for academic and social functioning (Thuaire et al., 2022). Because executive functions are still developing during the preschool years, they may be particularly amenable to cognitive intervention (Sorensen et al., 2016). Accordingly, executive function-based interventions have increasingly been incorporated into educational and therapeutic programs, with evidence suggesting beneficial effects on various cognitive and academic outcomes (Rezaei et al., 2019; Stad et al., 2018).

Although previous meta-analyses have examined the effects of executive function-based interventions on specific executive function components, the potential transfer effects of these interventions on information processing speed have not been quantitatively synthesized.

Therefore, the present meta-analysis aimed to estimate the overall effectiveness of executive function-based interventions in improving information processing speed and to examine whether participants' gender, the nature of the measured component, and the number of intervention sessions moderate the magnitude of these effects.

Research Question

Do executive function-based interventions significantly improve information processing speed, and is their effectiveness moderated by participants' gender, processing speed components, and number of intervention sessions?

۲. Literature Review

Previous studies have reported that cognitive interventions, including approaches targeting executive functions, may improve processing speed in children with different developmental, learning, and clinical characteristics (Conklin et al., ۲۰۱۵; Akbarifar et al., ۲۰۲۰; Damreihani et al., ۲۰۲۰; Wong et al., ۲۰۲۳; Caro-Puértolas et al., ۲۰۲۵). However, findings regarding the effects of executive function-based interventions on processing speed have not been consistent. Some studies have reported significant improvements (Davis & Miller, ۲۰۲۱; Evans et al., ۲۰۲۳), whereas others have found limited or inconsistent evidence (Anderson & White, ۲۰۲۲). Such discrepancies may be attributable to differences in participant characteristics, intervention type and intensity, number of training sessions, processing-speed assessment measures, and methodological quality. Furthermore, improvements in specifically trained executive functions do not necessarily generalize to untrained cognitive domains such as processing speed (Simons et al., ۲۰۱۶).

۳. Methodology

The present study employed a meta-analytic design and was conducted and reported in accordance with the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA ۲۰۲۰) guidelines (Page et al., ۲۰۲۱). Studies were included if they examined executive function-based interventions targeting information processing speed,

were published in Persian or English from ۲۰۱۰ onward in peer-reviewed scientific journals, employed experimental or quasi-experimental designs, provided sufficient statistical information for effect-size calculation, and had accessible full texts. Studies that failed to meet these criteria or did not provide sufficient methodological or statistical information were excluded.

A comprehensive search was conducted in Persian and international databases, including SID, Magiran, Noormags, Elmnet, Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, PsycINFO, ERIC, Scopus, and Web of Science, using combinations of terms related to executive functions, cognitive training, cognitive rehabilitation, and processing speed. Of the ۵۰ studies initially identified, ۲۱ met the eligibility criteria and were included in the meta-analysis. These studies yielded ۴۴ effect sizes, of which one was excluded as an outlier, resulting in ۴۳ effect sizes for the final analysis.

Data were extracted using a structured checklist. Effect sizes were calculated according to Hedges and Olkin (۱۹۸۵). Fixed- and random-effects models, heterogeneity statistics (Cochran's Q and I^2), funnel-plot analysis, and moderator analyses were conducted to examine the effects of participants' gender, processing speed component, and number of intervention sessions. Analyses were performed using Comprehensive Meta-Analysis (CMA), version ۲.

۴. Results

Following the application of the predefined eligibility criteria, ۲۱ studies comprising ۴۴ effect sizes were initially included in the meta-analysis. After the exclusion of one effect size identified as an outlier, the final analysis included ۴۳ effect sizes. The characteristics of the included studies are summarized in Table ۱.

The pooled effect size was ۱,۲۸۴ (۹۵% CI [۱,۱۶۵, ۱,۴۰۲]) under the fixed-effect model and ۱,۲۱۱ (۹۵% CI [۰,۹۲۰, ۱,۵۰۲]) under the random-effects model. The heterogeneity analysis revealed significant variability among the effect sizes, $Q(۱۹) = ۱۰۵,۴۳۰$, $p < .۰۰۱$, with $I^2 = ۸۱,۹۷۹\%$, indicating substantial heterogeneity across the included studies. Accordingly, the random-effects model was considered appropriate for estimating the overall effect. The overall pooled effect

indicated a substantial positive effect of executive function-based interventions on information processing speed.

Moderator analyses showed differences in pooled effect sizes across participant gender. The pooled effect size was 0.16 for female participants, 0.23 for male participants, and 0.20 for studies including both genders. Regarding processing speed components, the pooled effect size was 0.39 for Symbol Search and 0.22 for Coding, with a larger effect observed for Symbol Search. Across intervention duration, the pooled effect sizes were 0.08 for interventions comprising 4–7 sessions, 0.18 for 7–10 sessions, and 0.27 for more than 10 sessions. The largest pooled effect was observed among interventions involving more than 10 sessions.

6. Discussion

The findings of the present meta-analysis demonstrated a significant and large positive effect of executive function-based interventions on information processing speed in children. This finding is consistent with previous studies indicating that interventions targeting executive functions can improve processing speed and related cognitive abilities. One possible explanation is that executive functions, including inhibitory control, working memory, and cognitive flexibility, contribute to the efficient allocation of attention and rapid processing of task-relevant information. Repeated cognitive practice may therefore enhance the efficiency of cognitive processing and facilitate transfer to processing-speed performance.

The moderator analyses indicated that intervention effects varied across processing speed components, with a larger effect for Symbol Search than for Coding. This difference may be related to the distinct cognitive demands of these measures, as Symbol Search relies strongly on rapid visual discrimination and attentional control, which may be more directly influenced by improvements in executive functioning. The effect was also larger in studies involving male participants than in those involving female participants. This finding should be interpreted cautiously, as it may reflect differences in sample characteristics, developmental profiles, or intervention conditions rather than inherent gender differences in responsiveness to intervention. Finally, intervention duration moderated the effect size, with studies involving more than 10 sessions showing the largest effects. Greater intervention

exposure may provide more opportunities for repeated practice and consolidation of cognitive skills.

٦. Conclusion

Overall, the findings support the effectiveness of executive function-based interventions in improving information processing speed in children. The effects varied according to participants' gender, the processing speed component assessed, and the number of intervention sessions. Despite the substantial heterogeneity and limited number of eligible studies, these findings highlight the potential value of executive function-based interventions for improving processing speed and underscore the importance of intervention duration and outcome-measure characteristics. Future studies with larger samples and longer follow-up periods are needed to establish the durability and generalizability of these effects.

Acknowledgments

We would like to express our sincere gratitude to all those who contributed to and supported the implementation of this study.

فرا تحلیل اثربخشی مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی بر بهبود سرعت پردازش اطلاعات

چکیده

هدف پژوهش حاضر توصیف، تحلیل و نتیجه‌گیری کلی در خصوص اثربخشی مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی بر بهبود سرعت پردازش اطلاعات بود. روش پژوهش حاضر، فرا تحلیل است. که با استفاده از مدل اثرات ثابت و تصادفی انجام پذیرفت. فرایند شناسایی، غربالگری، ارزیابی صلاحیت و انتخاب مطالعات بر اساس دستورالعمل PRISMA ۲۰۲۰ انجام شد. جامعه آماری مطالعه، شامل تمامی پایان‌نامه‌ها و مقالات انجام شده ۱۴ سال اخیر در داخل ایران و خارج از ایران بود که در پایگاه‌های داده‌ای نظیر ایران‌داک، پرتال جهاد دانشگاهی، SID، مگ ایران، نورمگز، Google Scholar, ScienceDirect, PubMed, ERIC, Scopus, Web of Science, and ISC در سال ۱۴۰۴ مورد جستجوی نظام‌مند قرار گرفت. پس از مرور و دریافت پژوهش‌های مختلف بر اساس ملاک ورود و خروج تعیین شده، ۲۱ مقاله وارد فرایند تحلیل شدند که برابر با ۴۳ واحد فرا تحلیل بود. همین‌طور تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار CMA-۲ انجام پذیرفت. نتایج تحلیل نشان داد که مقدار اندازه اثر ترکیبی در مدل ثابت برابر با ۱/۲۸۴ و در مدل تصادفی برابر با ۱/۲۱۱ است که از نظر آماری معنادار بود ($p < 0.05$). لذا می‌توان گفت مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی بر بهبود سرعت پردازش اطلاعات تاثیر بالایی داشته است، بنابراین، به مسئولان، سیاست‌گذاران آموزشی و متخصصان آموزش و توان‌بخشی پیشنهاد می‌شود به منظور بهبود سرعت پردازش اطلاعات کودکان، مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی را در طراحی و اجرای برنامه‌های آموزشی و مداخله‌ای مدنظر قرار دهند.

کلیدواژه‌ها: کارکردهای اجرایی، سرعت پردازش اطلاعات، مداخلات شناختی، رمزنویسی، نمادیابی.

مقدمه

سرعت پردازش اطلاعات^۱ به عنوان یکی از مؤلفه‌های بنیادین شناخت، نقشی حیاتی در تمامی جنبه‌های عملکرد شناختی و رفتاری کودکان ایفا می‌کند (اسمیت و همکاران^۲، ۲۰۲۱). در سال‌های اخیر، توجه فزاینده‌ای به مداخلات شناختی با هدف بهبود این مؤلفه کلیدی معطوف شده است. سرعت پردازش اطلاعات یک مهارت شناختی اصلی است که اغلب با زمان واکنش مشخص می‌شود. این توانایی، مولفه‌ای بنیادی برای بسیاری از فرآیندهای شناختی است، به طوری که بهبود در سایر حوزه‌ها به ویژه حافظه فعال، توجه و سایر کارکردهای اجرایی^۳، نیاز به توانمندی در سرعت پردازش اطلاعات دارد (کات و همکاران^۴، ۲۰۲۲). کارکرد سرعت پردازش اطلاعات، به توان مغزی فرد در به دست آوردن، حفظ و دستکاری اطلاعات رسیده به سیستم عصبی، در کوتاه‌ترین زمان ممکن و بالاترین سرعت گفته می‌شود (برگندال و همکاران^۵، ۲۰۰۷). ضعف و عدم کارآیی مناسب سیستم پردازش اطلاعات، می‌تواند توانایی فرد برای انجام وظایف و مقابله با کارهای سخت را با مشکل مواجه کرده و بر آن تاثیر منفی بگذارد (کووی و همکاران^۶، ۲۰۱۱). به عنوان یک ویژگی اساسی شناخت، سرعت پردازش به توانایی پردازش اطلاعات و تکمیل سریع و کارآمد وظایف شناختی اشاره دارد (سیکارد و همکاران^۷، ۲۰۲۴). این توانایی، که به مدت زمان لازم برای دریافت، درک و پاسخ به اطلاعات اشاره دارد. در یادگیری، حل مسئله و تعاملات اجتماعی از اهمیت بالایی برخوردار است (جونز و براون^۸، ۲۰۲۲). اختلال در سرعت پردازش اطلاعات با طیف وسیعی از مشکلات شناختی و بالینی، از جمله در اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی^۹، آسیب‌های مغزی و روند طبیعی سالمندی، مرتبط دانسته شده است

۱. Information Processing Speed

۲. Smith et al

۳. Executive Function

۴. Kaat et al

۵. Bergendal et al

۶. Covey et al

۷. Sicard et al

۸. Jones & Brown

۹. Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder

(ویلیامز^۱، ۲۰۲۳). تحقیقات بر روی روابط بین توانایی‌های شناختی و تحصیلی نشان می‌دهد ضعف شناختی زمینه‌ساز ضعف تحصیلی است. نقایص سرعت پردازش منجر به نقص در هر سه حوزه مهارت تحصیلی یعنی خواندن، ریاضیات و نوشتن می‌شود (لاوت و همکاران^۲، ۲۰۲۲). کاهش سرعت پردازش می‌تواند عملکردهای شناختی دیگر را تضعیف کند. عملکرد ضعیف سرعت پردازش ممکن است تسلط کلامی، واجی و معنایی را تضعیف کند. سرعت پردازش با حافظه معنایی (از جمله روانی کلامی)، حافظه فعال، بازداری و پردازش دیداری فضایی مرتبط است (فرگوسن و فولی^۳، ۲۰۲۴).

یافته‌های پژوهشی حاکی از آن است که توانایی‌های شناختی و کارکردهای اجرایی، رفتارهای سازگارانه را پیش‌بینی می‌کنند، به عبارتی، کارکردهای اجرایی بر پردازش اطلاعات تاثیر مثبتی دارد. دانش‌آموزان دبستانی با کارکردهای اجرایی قوی‌تر، به طور قابل توجهی تمایل به پیشرفت تحصیلی بالاتری را نشان می‌دهند (سان و همکاران^۴، ۲۰۲۴). در این میان، کارکردهای اجرایی کنترل نظارتی فرآیندهای شناختی بالاتری را تشکیل می‌دهد که پیش‌اندیشی و اقدامات معطوف به هدف را ممکن می‌سازد. به طور خاص، کارکردهای اجرایی به حوزه‌های شناختی خاصی از جمله حافظه فعال (یعنی توانایی ذخیره مختصر و دستکاری اطلاعات)، کنترل بازدارنده (یعنی توانایی سرکوب موارد نامربوط اطلاعات و حفظ تمرکز) و انعطاف‌پذیری شناختی (یعنی توانایی تغییر توجه در صورت لزوم) که برای موفقیت در مدرسه و زندگی حیاتی هستند، اشاره دارد (مورا گنزالس و همکاران^۵، ۲۰۲۴). مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی به عنوان یکی از اصول پذیرفته شده در فرایند آموزش و درمان دانش‌آموزان با نیازهای ویژه، نقش کلیدی در عملکرد تحصیلی و اجتماعی کودکان دارند (رضایی و همکاران، ۱۳۹۸). این مداخلات با افزایش خلاقیت، انعطاف‌پذیری، خودکنترلی و انضباط باعث بهبود نتایج تحصیلی و زندگی روزمره آنها می‌شود. برای محافظت از کودکان در برابر اثرات منفی برخی از تجربیات نامطلوب

۱. Williams

۲. Lovett et al

۳. Ferguson & Foley

۴. Sun et al

۵. Mora-Gonzalez et al

تشویق به آموزش مهارت‌های خاص با تأکید ویژه بر کارکردهای اجرایی ضروری است (سیکانتلی و وکیل^۱، ۲۰۱۱). کارکردهای اجرایی به عنوان هسته اصلی کارکردهای شناختی، عاطفی و اجتماعی دانش‌آموزان دبستانی، تأثیر بسزایی در شکل دادن به کیفیت زندگی آینده آنها دارد. نقص در کارکردهای اجرایی با مسائل مختلف سلامت عمومی مرتبط است. تحقیقات روان‌شناختی بر تأثیر حیاتی کارکردهای اجرایی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان دبستانی تأکید دارد (استد و همکاران^۲، ۲۰۱۸). کارکردهای اجرایی امکان تطبیق رفتار با موقعیت‌های مختلف را فراهم می‌کنند (مانند ایجاد یک طرح، شروع اجرای آن، پشتکار برای تکمیل آن)، این کارکردها توانایی ما برای سازماندهی افکارمان را به شیوه‌ای هدفمند مدیریت می‌کنند. به عبارت دیگر، آنها به عنوان فرآیندهای شناختی در نظر گرفته می‌شوند که از سایر حوزه‌های شناخت پشتیبانی می‌کنند و به این دلیل به طور گسترده در زندگی روزمره استفاده می‌شوند (توایر و همکاران^۳، ۲۰۲۲). کارکردهای اجرایی کارکردهای شناختی هستند که ما را قادر می‌سازند تا برنامه‌ریزی کنیم، مساله حل کنیم، خودتنظیم باشیم و به طور انعطاف‌پذیری در سیستم‌های اجتماعی قرار بگیریم. این عملکردها عمدتاً در نواحی پیش‌پیشانی مغز قرار دارند و مسیر تکاملی آنها بین ۲۰ تا ۲۵ سال است. در سنین پیش‌دبستانی این عملکردهای مغز در مراحل اولیه رشد هستند. کودکان پیش‌دبستانی عمدتاً این توانایی را از طریق شرکت در فعالیت‌های روزمره و بازی تجربه می‌کنند. از آنجایی که کارکردهای اجرایی در سنین پیش‌دبستانی در مراحل اولیه رشد هستند، امکان تقویت آنها از طریق مداخله شناختی وجود دارد (سورنسن و همکاران^۴، ۲۰۱۶).

در سال‌های اخیر، پژوهش‌های مختلفی با موضوع بررسی تأثیر مداخلات شناختی و کارکردهای اجرایی بر بهبود سرعت پردازش اطلاعات انجام شده است. در این راستا، یافته‌های پژوهش دم‌ریحانی و همکاران (۱۳۹۹) نشان داد توانبخشی شناختی، می‌تواند بر ارتقا حافظه‌ی فعال و سرعت پردازش در کودکان و نوجوانان سرطانی بقایافته از سرطان

۱. Ciccantelli & Vakil

۲. Stad et al

۳. Thuair et al

۴. Sorensen et al

لوسمی حاد لنفوبلاستی مفید باشد. احمدی و همکاران (۱۴۰۴) در پژوهش خود دریافتند که برنامه آموزشی خودنظارتی توجه، دقت و سرعت پردازش اطلاعات را در دانش آموزان مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی افزایش می دهد. اکبری فر و همکاران (۱۳۹۸) هم به این نتیجه رسیدند که مداخله توانبخشی شناختی مغز، بر سرعت پردازش اطلاعات کودکان با اختلال یادگیری خاص تاثیر مثبت دارد. کنکلین و همکاران^۱ (۲۰۱۵) هم در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که آموزش شناختی سبب افزایش حافظه فعال، توجه و سرعت پردازش و نیز شواهدی از تغییرات انعطاف پذیری عصبی در بازماندگان سرطان دوران کودکی می شود. از طرفی کارو-پوئرتولاس^۲ و همکاران (۲۰۲۵) هم به این نتیجه رسیدند که رویکرد مداخله شناختی سبب افزایش توجه، کنترل بازداری و سرعت پردازش در کودکان و نوجوانان مبتلا به اختلال نقص توجه بیش فعالی می شود. وانگ و همکاران^۳ (۲۰۲۳) هم در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که آموزش شناختی، عملکرد حافظه فعال، انعطاف پذیری شناختی و سرعت پردازش اطلاعات کودکان با تفاوت های یادگیری را ارتقا می دهد. همچنین موره و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهش خود پیامدهای شناختی آموزش دو مدل برنامه شناختی را برای کودکان ۸ تا ۱۴ ساله مقایسه کردند. نتایج نشان داد که هر دو مدل، اثرات مثبت قابل توجهی بر حافظه فعال، منطق و استدلال، پردازش شنیداری، پردازش بینایی، سرعت پردازش و نمره کلی هوشبهر کودکان دارد.

این فرضیه که تقویت کارکردهای اجرایی می تواند به طور غیرمستقیم منجر به بهبود سرعت پردازش اطلاعات شود، مبنای بسیاری از پروتکل های درمانی و آموزشی قرار گرفته است (چن و همکاران^۴، ۲۰۲۴). با این حال، شواهد تجربی در این زمینه پراکنده بوده و نیازمند یک جمع بندی جامع و نظام مند است. با وجود پیشرفت های نظری و بالینی در درک رابطه میان کارکردهای اجرایی و سرعت پردازش اطلاعات و گزارش بهبود در سرعت پردازش اطلاعات پس از اجرای مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی در برخی مطالعات

۱. Conklin et al

۲. Caro-Puértolas et al

۳. Wong et al

۴. Chen et al

پیشین، یافته‌های پژوهش‌ها درباره اثربخشی این مداخلات همواره همسو نبوده است. برخی پژوهش‌ها اثربخشی قابل توجه مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی را در بهبود سرعت پردازش اطلاعات نشان داده‌اند (دیویس و میلر^۱، ۲۰۲۱؛ ایوانس و همکاران^۲، ۲۰۲۳). در حالی که برخی دیگر، شواهد محدود یا متناقضی یافته‌اند (اندرسون و وایت^۳، ۲۰۲۲). عدم مشاهده اثر معنادار مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی بر سرعت پردازش اطلاعات در برخی مطالعات پیشین می‌تواند به ماهیت محدود انتقال اثرات آموزش شناختی مرتبط باشد. اگرچه مداخلات کارکردهای اجرایی می‌توانند موجب بهبود در مهارت‌هایی شوند که به طور مستقیم در برنامه آموزشی مورد هدف قرار گرفته‌اند، انتقال این بهبودها به سایر فرایندهای شناختی، مانند سرعت پردازش اطلاعات، به طور مداوم در مطالعات مختلف مشاهده نشده است و شواهد موجود درباره تعمیم اثرات این مداخلات به حوزه‌های شناختی آموزش ندیده، نتایج ناهمگونی را نشان داده است (سیمونس و همکاران^۴، ۲۰۱۶). این ناهمگونی می‌تواند ناشی از تفاوت در ویژگی‌های شرکت‌کنندگان، نوع و شدت مداخلات، تعداد جلسات آموزشی، ابزارهای سنجش سرعت پردازش اطلاعات و کیفیت روش شناختی مطالعات در طراحی پژوهش‌ها باشد. از این رو، اتکا به نتایج مطالعات منفرد نمی‌تواند برآورد دقیقی از میزان واقعی اثربخشی این مداخلات ارائه دهد. بنابراین درک میزان کلی اثربخشی این مداخلات و شناسایی عواملی که ممکن است این اثربخشی را تعدیل کنند، برای توسعه راهکارهای درمانی مبتنی بر شواهد ضروری است. فراتحلیل به عنوان یک روش آماری قدرتمند، امکان جمع‌آوری نتایج مطالعات متعدد و ارائه‌ی یک برآورد کلی از اثربخشی و بررسی عوامل موثر بر تفاوت نتایج را فراهم می‌آورد (وانگ و ژانگ^۵، ۲۰۲۵).

اگرچه فراتحلیل‌های پیشین اثربخشی مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی را بر مولفه‌های اختصاصی کارکردهای اجرایی بررسی کرده‌اند، اما تاکنون مطالعه‌ای به صورت کمی و فراتحلیلی اثر انتقالی این مداخلات بر سرعت پردازش اطلاعات را بررسی نکرده

۱. Davis & Miller

۲. Evans et al

۳. Anderson & White

۴. Simons et al

۵. Wang & Zhang

است. با مرور مطالعات وارد شده در فراتحلیل حاضر، مشخص شد که جنسیت شرکت‌کنندگان، ماهیت مولفه‌های اندازه‌گیری شده و تعداد جلسات آموزشی از جمله عواملی هستند که احتمال می‌رود در تفاوت نتایج مطالعات نقش داشته باشند. از این‌رو، پژوهش حاضر علاوه بر بررسی اندازه اثر کلی مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی، نقش این متغیرها را نیز به عنوان عوامل تعدیل‌گر بررسی می‌کند. زیرا بررسی صرف وجود یا عدم وجود اثر مداخلات، بدون توجه به شرایط و عوامل موثر بر میزان اثربخشی، نمی‌تواند تبیین دقیقی از تفاوت یافته‌های پژوهش‌های پیشین ارائه دهد.

پژوهش پیش‌رو با هدف فراتحلیل اثربخشی این مداخلات بر بهبود سرعت پردازش اطلاعات اجرا گردید و درصدد پاسخ به این پرسش بود که آیا میزان اثربخشی مداخلات یاد شده تحت تأثیر متغیرهای تعدیل‌گر مذکور قرار می‌گیرد یا خیر.

روش

پژوهش حاضر از نوع فراتحلیل است که با هدف ترکیب کمی نتایج مطالعات انجام شده درباره‌ی اثربخشی مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی بر بهبود سرعت پردازش اطلاعات انجام شد. در تدوین و گزارش این فراتحلیل از دستورالعمل پریسما^۱ ۲۰۲۰ استفاده گردید (پاژه و همکاران^۲، ۲۰۲۱).

معیارهای ورود و خروج مطالعات در فراتحلیل

در پژوهش حاضر معیارهای ورود و خروج مطالعات به منظور انجام فراتحلیل به شرح زیر بودند.

الف) معیارهای ورود مطالعات در فراتحلیل

تأکید بر مطالعات با موضوع اثربخشی مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی بر بهبود سرعت پردازش اطلاعات، مقالات چاپ شده در مجلات درجه علمی پژوهشی، چاپ مقاله

۱. PRISMA

۲. Page et al

به یکی از زبان‌های فارسی و انگلیسی در سال‌های ۲۰۱۰ و بعد از آن، استفاده از طرح پژوهشی آزمایشی و یا نیمه‌آزمایشی، گزارش آماره‌های لازم جهت ورود داده‌ها به نرم افزار برای محاسبه اندازه اثر و دسترسی به متن کامل گزارش مطالعه.

ب) معیارهای خروج مطالعات در فراتحلیل

پس از بررسی متن کامل مطالعات، مقالاتی که هر یک از شرایط زیر را داشتند از فراتحلیل کنار گذاشته شدند: (۱) اطلاعات آماری کافی برای محاسبه اندازه اثر را گزارش نکرده بودند و امکان استخراج یا محاسبه اندازه اثر وجود نداشت؛ (۲) از نظر کیفیت روش شناختی حداقل معیارهای لازم را کسب نکرده بودند؛ (۳) محتوای مداخله مبتنی بر کارکردهای اجرایی را به‌طور شفاف گزارش نکرده بودند؛ (۴) متن کامل مقاله در دسترس نبود؛ و (۵) داده‌های تکراری یا همپوشان با مطالعه دیگری را گزارش کرده بودند که در این صورت فقط کامل‌ترین گزارش وارد تحلیل شد.

راهبردهای جستجو

تعیین کلیدواژه‌ها: به‌منظور دستیابی به پژوهش‌های مرتبط با هدف پژوهش حاضر، جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی شامل پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی، مگیران، نورمگز، علم‌نت، گوگل اسکولار^۱، پاب‌مد^۲، ساینس دایرکت^۳، سایک‌اینفو^۴، اریک^۵، اسکوپوس^۶، وب آو ساینس^۷ انجام شد. در پایگاه‌های اطلاعاتی فارسی از کلیدواژه‌هایی نظیر مداخله مبتنی بر کارکردهای اجرایی، کارکردهای اجرایی، کنش‌های اجرایی،

۱. google scholar
۲. Pubmed
۳. Science Direct
۴. Psycinfo
۵. Eric
۶. Scopus
۷. Web of science

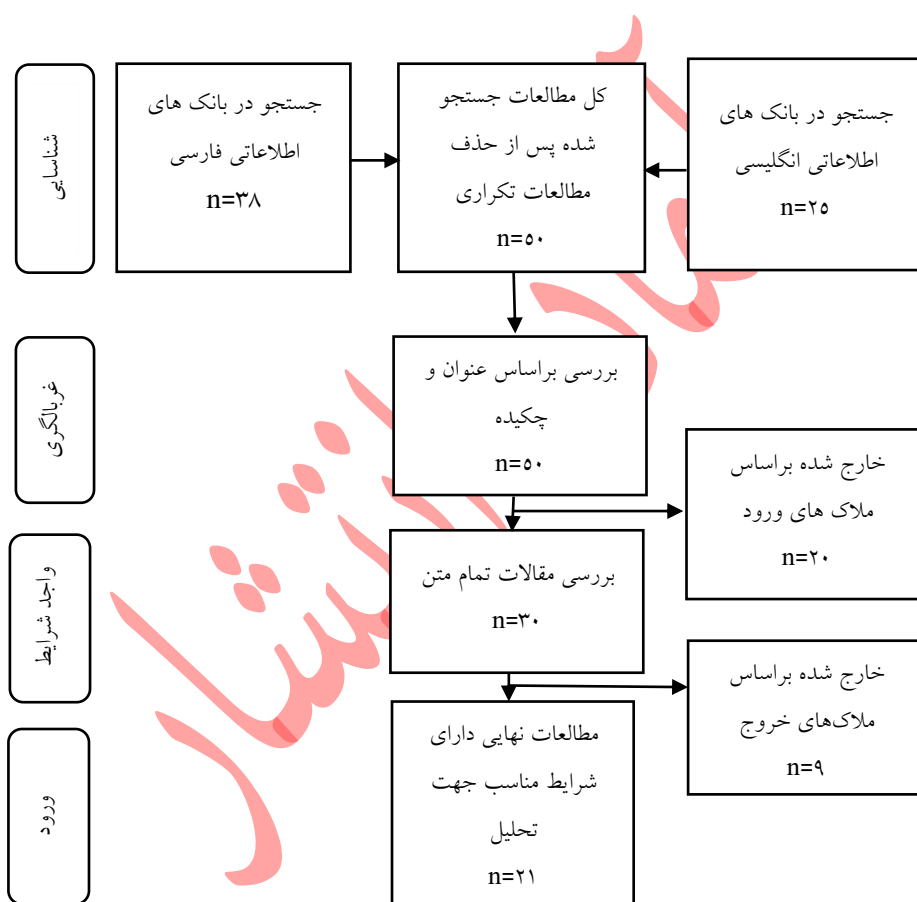
کارکردهای اجرایی سرد، توان بخشی شناختی و سرعت پردازش اطلاعات و در پایگاه‌های اطلاعاتی انگلیسی از کلیدواژه‌های

Executive Function-Based Intervention, Executive Function, Executive Functions, Cold Executive Functions, Cognitive Training, Cognitive Rehabilitation, Processing Speed, Information Processing Speed

استفاده شد. به منظور افزایش جامعیت جستجو، از معادل‌ها و ترکیب‌های مختلف کلیدواژه‌های فارسی و انگلیسی در فرایند جستجو استفاده شد.

با توجه به گستردگی جامعه آماری پژوهش حاضر، که مشتمل بر کلیه مطالعات پژوهشی فارسی و انگلیسی در حوزه مداخله مبتنی بر کارکردهای اجرایی بوده و نیز محدودیت‌های پژوهشی، تعیین چارچوب نمونه‌گیری برای انتخاب مطالعات مورد نظر ضروری است. بر این اساس در جستجوی اولیه تمام مقالاتی که به طریقی حاوی کلیدواژه‌های مذکور بودند و یا با موضوع پژوهش مرتبط بودند ثبت شدند تا در مراحل بعدی با توجه به معیارهای ورود و خروج به تحلیل نهایی در رابطه با آنها تصمیم‌گیری شود. در مجموع تعداد ۵۰ مطالعه شناسایی و برای بررسی بیشتر در لیست تعییه شده قرار گرفتند. در این مرحله از ۵۰ مطالعه شناسایی شده در نهایت ۲۱ مطالعه واجد معیارهای ورود به فراتحلیل بودند. در این ۲۱ مطالعه، ۴۴ اندازه اثر گزارش شده بود که پس از انجام تحلیل‌های اولیه، ۱ اندازه اثر به علت پرت بودن از تحلیل کنار گذاشته شد و تحلیل نهایی با ۲۱ پژوهش و ۴۳ اندازه اثر به انجام رسید در نمودار ۱ مراحل گزینش و حذف مطالعات مختلف نشان داده شده است. از جمله دلایل محدودیت تعداد مطالعات می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: (۱) تمرکز بر متغیر وابسته خاص (سرعت پردازش اطلاعات) که منجر به کاهش حجم مطالعات گردید؛ (۲) محدودیت زبانی به پژوهش‌های فارسی و انگلیسی؛ (۳) کنترل سوگیری در سطح فرایند جستجو و انتخاب مطالعات با استفاده از معیارهای ورود و خروج از پیش تعیین شده و پیروی از دستورالعمل PRISMA؛ (۴) عدم دسترسی به برخی پژوهش‌های منتشر نشده به دلیل محدودیت‌های پایگاه‌های اطلاعاتی. لازم به ذکر است که در فراتحلیل‌های حوزه‌های

تخصصی، تعداد محدود مطالعات با کیفیت بالا بر تعداد زیاد مطالعات با کیفیت پایین ارجحیت دارد.



نمودار ۱. پریسما نحوه گزینش و انتخاب مقالات برای فراتحلیل

به منظور گردآوری داده‌های مورد نیاز، از چک‌لیست پریسما استفاده گردید. با توجه به اینکه واحد تحلیل در فراتحلیل حاضر، پژوهش‌های مرتبط با موضوع مورد مطالعه بود، اطلاعات مختلفی از جمله نام پژوهشگران و سال انتشار، متغیرهای وابسته، تعداد نمونه، جنسیت نمونه، تعداد جلسات، اندازه اثر و روش پژوهش به کمک این چک‌لیست استخراج و ثبت گردید. خلاصه این اطلاعات در جدول ۱ ارائه شده است.

در پژوهش حاضر برای تحلیل داده‌های اولیه از شاخص اندازه اثر مطالعات، اندازه اثر ترکیبی، مدل‌های اثرات ثابت و اثرات تصادفی، نمودار قیفی، آزمون ناهمگنی، مجذور I و شاخص کوکران بهره گرفته شد. تحلیل داده‌ها با استفاده از نسخه دوم نرم‌افزار جامع فراتحلیل^۱ انجام گردید. بدین منظور، پس از تکمیل چک‌لیست پریسما، داده‌های استخراج شده وارد نرم‌افزار فراتحلیل شدند. شایان ذکر است که به منظور کاهش خطاهای انسانی، اطلاعات ثبت شده در چک‌لیست با متن اصلی مقالات تطبیق داده شد و ناهمخوانی‌های شناسایی شده اصلاح گردید. اندازه اثر با استفاده از فرمول هگز و اولکین^۲ (۱۹۸۵) محاسبه شد. بر اساس این فرمول، اندازه اثر از طریق تفاوت میانگین گروه آزمایش و گروه کنترل با در نظر گرفتن انحراف معیار مشترک تعیین می‌گردد. مقادیر مثبت g نشان‌دهنده تأثیر مثبت مداخله و مقادیر منفی g بیانگر تأثیر منفی مداخله است. طبق طبقه‌بندی کوهن^۳ (۱۹۸۸)، اندازه اثر ۰/۲ کوچک، ۰/۵ متوسط و ۰/۸ بزرگ محسوب می‌شود.

یافته‌ها

همان گونه که اشاره گردید پس از شناسایی پژوهش‌های اولیه و اعمال ملاک‌های ورود و خروج ۲۱ پژوهش وارد فرایند فراتحلیل شدند. در هر یک از مقالات اثربخشی مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی مورد بررسی قرار گرفته است. خلاصه مطالعات در جدول ۱ ارائه گردیده است.

۱. Comprehensive Meta-Analysis

۲. Hedges & Olkin

۳. Cohen

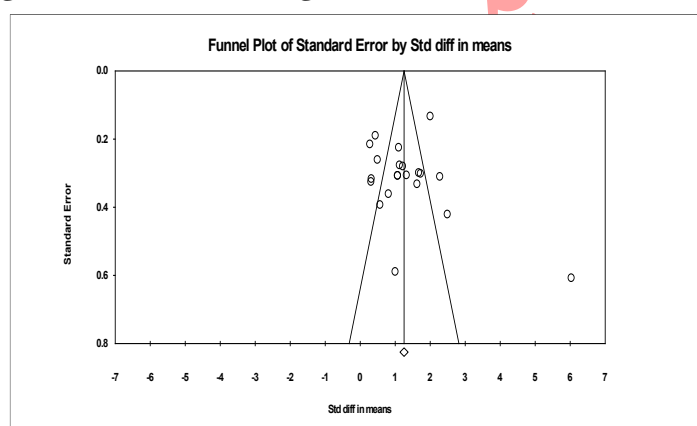
جدول ۱. خلاصه‌ی مطالعات وارد شده در فراتحلیل

نام پژوهشگران و سال انتشار	متغیر وابسته	حجم نمونه	دامنه سنی نمونه	جنسیت نمونه	تعداد جلسات	اندازه اثر (Hedges g)	روش پژوهش
۱ شفيعی و همکاران (۱۴۰۲)	سرعت پردازش و توجه	۲۰	۷ تا ۱۲ سال	پسر	۲۰	۰/۳۲۷	نیمه آزمایشی
۲ پاکزادیان و همکاران (۱۴۰۴)	تمیز شنیداری و سرعت پردازش اطلاعات	۲۴	۷ تا ۱۲ سال	دختر و پسر	۱۰	۱/۰۶۷	نیمه آزمایشی
۳ اکبری فر و همکاران (۱۳۹۸)	سرعت پردازش اطلاعات و دوره بی‌پاسخی روانشناختی	۲۴	۷ تا ۸ سال	پسر	۸	۱/۶۱۴	نیمه آزمایشی
۴ دم ریحانی (۱۳۹۹)	حافظه فعال و سرعت پردازش	۶۰	۶ تا ۱۶ سال	دختر و پسر	۱۲	۱/۱۲۴	نیمه آزمایشی
۵ دم ریحانی و همکاران (۱۳۹۸)	حافظه فعال و سرعت پردازش	۶۰	۶ تا ۱۶ سال	دختر و پسر	۴	۰/۵۰۲	نیمه آزمایشی
۶ درلی و همکاران (۲۰۲۴)	سرعت پردازش، بازداری پاسخ، توجه و استدلال ادراکی	۳۰	۸ تا ۹ سال	دختر و پسر	۲۰	۵/۹۶۹	نیمه آزمایشی

۷	مقامی و همکاران (۱۴۰۴)	سرعت پردازش اطلاعات و انتقال یادگیری	۴۵	۹ تا ۱۰ سال	دختر	۸	۱/۱۰۵	نیمه آزمایشی
۸	فتحی آشتیانی و همکاران (۱۳۹۵)	سرعت پردازش و حافظه فعال	۲۰	۸ تا ۱۱ سال	دختر و پسر	۱۰	۲/۴۵۸	آزمایشی
۹	یارمحمدیان (۱۳۹۴)	حافظه، عملکرد خواندن و سرعت پردازش اطلاعات	۳۰	۸ تا ۹ سال	پسر	۱۲	۱/۶۶۵	آزمایشی
۱۰	زینالی و میرزازاده (۱۳۹۸)	حافظه فعال و سرعت پردازش	۳۰	۷ تا ۱۲ سال	دختر و پسر	۱۵	۱/۷۱۷	نیمه آزمایشی
۱۱	محروقی و همکاران (۱۴۰۰)	تنظیم شناختی هیجان و سرعت پردازش اطلاعات	۱۴	۹ تا ۱۱ سال	دختر و پسر	۱۸	۰/۲۹۰	نیمه آزمایشی
۱۲	احمدی و همکاران (۱۴۰۴)	دقت و سرعت پردازش اطلاعات شناختی	۳۰	۷ سال	دختر	۱۲	۱/۲۱۴	نیمه آزمایشی
۱۳	کارو- پوئرتولاس و همکاران (۲۰۲۵)	توجه پایدار، سرعت پردازش کنترل بازداری	۳۳	۶ تا ۱۷ سال	دختر و پسر	۱۶	۰/۸۰۳	آزمایشی
۱۴	مک کی و همکاران (۲۰۱۱)	توانایی استدلال و سرعت پردازش	۲۸	۷ تا ۱۰ سال	دختر و پسر	۱۶	۰/۵۶۶	آزمایشی
۱۵	وانگ و همکاران (۲۰۲۳)	سرعت پردازش اطلاعات، حافظه فعال و	۹۵	۸ تا ۱۴ سال	دختر و پسر	۱۲	۲/۰۰۱	آزمایشی

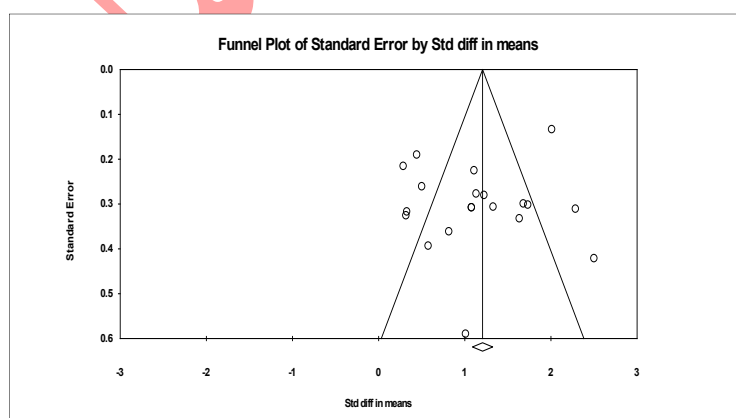
انعطاف پذیری								
شناختی								
۱۶	مور و همکاران (۲۰۱۸)	سرعت پردازش اطلاعات، استدلال سیال، حافظه، پردازش شنوایی، پردازش دیداری	۱۳	۸ تا ۱۴	دختر و پسر	۶۰	۰/۹۴۶	آزمایشی
۱۷	مور و همکاران (۲۰۱۹)	سرعت پردازش اطلاعات و حافظه فعال	۳۸	۸ تا ۱۴ سال	دختر و پسر	۶۰	۰/۳۱۸	آزمایشی
۱۸	فیوریلی و همکاران (۲۰۲۵)	سرعت پردازش اطلاعات، عملکرد ریاضی و آمادگی جسمانی	۸۰	۷ تا ۸ سال	دختر و پسر	۷۲	۱/۲۸۳	آزمایشی
۱۹	سانجای سینک و همکاران (۲۰۲۴)	سرعت پردازش اطلاعات، توجه،	۳۰	۱۱ تا ۱۳ سال	دختر و پسر	۳۰	۰/۴۳۸	نیمه آزمایشی
۲۰	کنکلین و همکاران (۲۰۱۵)	سرعت پردازش اطلاعات، حافظه فعال، توجه، کارکردهای اجرایی و عملکرد شناختی کلی	۶۸	۱۲ تا ۱۳ سال	دختر و پسر	۲۵	۲/۲۶۶	نیمه آزمایشی
۲۱	بوئته و همکاران (۲۰۲۱)	سرعت پردازش اطلاعات، توجه و حافظه فعال	۱۱	۸ تا ۱۲ سال	دختر و پسر	۱۰	۱/۰۶۷	نیمه آزمایشی

در پژوهش حاضر برای بررسی داده‌های پرت، تحلیل حساسیت انجام شد تا بر اساس نمودار کیفی، اندازه‌های پرت مشخص شوند. نمودار کیفی ۲ نشان می‌دهد که تعدادی از تحقیقات دارای اندازه‌های اثر نامتعارف و پرت هستند که نمودار را نامتقارن ساخته‌اند. بر همین اساس اندازه اثرهای بالای ۳ در تحلیل حذف شدند؛ بنابراین تعداد یک اندازه اثر بالای ۳ از تحلیل کنار گذاشته شده و مجدد نمودار کیفی ارائه شده است (نمودار کیفی ۳).



نمودار ۲. نمودار کیفی اندازه اثرها (قبل از حذف داده‌های پرت)

با حذف یک اندازه اثر بالای قدر مطلق ۳ نمودار کیفی پایین حاصل شد که نسبت به نمودار کیفی ۲ متقارن‌تر است.



نمودار ۳. نمودار کیفی اندازه اثرها (بعد از حذف داده پرت)

با توجه به اینکه هدف بنیادین هر فراتحلیلی تجمیع نتایج کمی حاصل از مطالعات پیشین به صورت یک شاخص کلی است، در همین راستا، جدول ۲ به ارائه اندازه‌های اثر ترکیبی، با استفاده از دو رویکرد مدل اثرات ثابت و تصادفی، برای مجموع ۴۳ اندازه اثر پرداخته است. مدل اثرات ثابت فرض می‌کند که یک اندازه اثر واحد در جامعه آماری حاکم است و تفاوت‌های مشاهده‌شده در اندازه اثر، صرفاً ناشی از خطای نمونه‌گیری هستند؛ اما در مدل اثرات تصادفی، اندازه اثرات واقعی از مطالعه‌ای به مطالعه دیگر متفاوت است. بر اساس دیدگاه برونستین و همکاران^۱ (۲۰۰۹) از جمله دلایل اصلی این تغییر وجود متغیرهای مداخله‌کننده در رابطه بین متغیر مستقل و متغیر وابسته است. همانطور که جدول ۲ نشان می‌دهد در پژوهش حاضر مقادیر اندازه‌های اثر ترکیبی حاصل از ۴۳ اندازه اثر برای مدل ثابت برابر ۱/۲۸۴ و برای مدل تصادفی برابر با ۱/۲۱۱ است که پس از انجام آزمون کوکران مشخص شد مدل اثر تصادفی معنادار است.

جدول ۲. اندازه‌های اثر ترکیبی حاصل از مدل‌های اثرات ثابت و تصادفی

مدل	تعداد اندازه اثر	اندازه اثر ترکیبی	خطای معیار	فاصله اطمینان ۰/۹۵ حد پایین	مقدار Z	مقدار P
ثابت	۴۳	۱/۲۸۴	۰/۰۶	۱/۱۶۵	۱/۴۰۲	۰/۰۰۱
تصادفی	۴۳	۱/۲۱۱	۰/۱۴۸	۰/۹۲۰	۱/۵۰۲	۰/۰۰۱

برای اطمینان از اینکه مدل نهایی فراتحلیل در پژوهش حاضر نماینده مناسبی از داده‌ها باشد، تحلیل‌های ناهمگنی به منظور شناسایی متغیرهای تعدیل‌کننده احتمالی انجام شد. عدم معناداری میزان همگونی، نشان‌دهنده همگونی اندازه اثرات مورد بررسی است و به این مهم اشاره دارد که متغیرهای دیگری که بر متغیر وابسته اثرگذار هستند، وجود نداشته و پراکندگی میان اثرات ناشی از خطای نمونه‌گیری است (حیدریه زاده و همکاران، ۱۴۰۲). در پژوهش حاضر نتایج آزمون ناهمگنی کوکران (Q) نشان داد که پراکندگی مشاهده‌شده بین اندازه‌اثرها صرفاً ناشی از خطای نمونه‌گیری نیست. جدول شماره ۳ نتایج مرتبط با

۱. Borenstein et al

ارزیابی ناهمگنی اندازه‌اثرها را بر پایه شاخص کوکران (Q) نشان می‌دهد. مقدار Q برابر با ۱۰۵/۴۳۰ با درجه آزادی ۱۹ به دست آمد که از نظر آماری معنادار بود ($p < ۰/۰۰۱$). این معناداری بیانگر آن است که تفاوت‌های مشاهده شده میان اندازه‌اثرهای مطالعات اولیه واقعی بوده و صرفاً ناشی از خطای نمونه‌گیری نیست.

جدول ۳. شاخص‌های ناهمگنی اندازه‌های اثر در بین تحقیقات اولیه

معناداری	درجه آزادی	مجدور I	Q کوکران
۰/۰۰۱	۱۹	۸۱/۹۷۹	۱۰۵/۴۳۰

از آنجا که شاخص کوکران (Q) در برابر حجم زیاد اندازه‌اثرها حساس است و با افزایش تعداد اندازه‌اثرها احتمال رد همگنی بیشتر می‌شود، بسیاری از پژوهشگران از جمله برونستین و همکاران (۲۰۰۹) استفاده از شاخص I^2 را توصیه کرده‌اند. این شاخص که بین صفر تا ۱۰۰ درصد قرار دارد، میزان ناهمگنی را به صورت درصد بیان می‌کند. بر اساس نتایج، مقدار I^2 نشان داد که بیش از ۸۰ درصد از پراکندگی مشاهده شده در مطالعات اولیه ناشی از متغیرهای تعدیل‌کننده است؛ موضوعی که وجود ناهمگنی قابل توجه در مجموعه پژوهش‌ها را تأیید می‌کند. بنابراین هر دو شاخص همگنی نشان دادند که عوامل تعدیل‌کننده در اثربخشی مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی بر بهبود سرعت پردازش اطلاعات نقش مهمی دارند. از این رو مدل تصادفی برای فراتحلیل انتخاب شد و اندازه‌اثر کلی ۱/۲۱۱ در نظر گرفته شد. در بخش‌های بعدی، نقش و شدت اثر متغیرهای تعدیل‌کننده با جزئیات بیشتری بررسی می‌شود.

تعیین تعدیل‌گرها

بررسی نقش تعدیل‌کنندگی متغیر جنسیت

در جدول ۴ اندازه‌اثر ترکیبی با مدل تصادفی در پژوهش‌هایی که جنسیت شرکت‌کنندگان زن بود برابر ۱/۱۶۰ و اندازه‌اثر ترکیبی با مدل تصادفی در پژوهش‌هایی که جنسیت شرکت‌کنندگان مرد بود برابر ۱/۵۲۳ و اندازه‌اثر ترکیبی با مدل تصادفی در پژوهش‌هایی

که از هر دو جنس بودند برابر ۱/۳۴۵ بود؛ بنابراین اندازه اثر در پژوهش‌هایی که پسرها شرکت کرده بودند بالاتر بود.

جدول ۴. اندازه اثر ترکیبی مدل تصادفی تأثیر جنسیت بر اثرگذاری مداخلات مبتنی بر کارکردهای

اجرایی

جنس	اندازه اثرها	اندازه اثر ترکیبی	خطای معیار	فاصله اطمینان ۰/۹۵ حد بالا حد پایین	مقدار Z	مقدار P
زن	۱۲	۱/۱۶۰	۰/۱۷۷	۰/۸۱۴	۶/۵۷۲	۰/۰۰۱
مرد	۱۸	۱/۵۲۳	۰/۲۳۲	۱/۰۶۸	۶/۵۶	۰/۰۰۱
هر دو	۱۳	۱/۳۴۵	۰/۳۱۵	۰/۷۲۸	۴/۲۶۹	۰/۰۰۱

بررسی نقش تعدیل‌کنندگی مؤلفه‌های متغیر وابسته

در جدول ۵ تفاوت اندازه‌های اثر ترکیبی تصادفی مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی بر بهبود سرعت پردازش اطلاعات، بر اساس مؤلفه‌های متغیر وابسته که شامل دو دسته نمادیابی^۱ و رمزنویسی^۲ است، ارائه شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود اندازه اثر مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی بر بهبود مؤلفه نمادیابی، بالاتر گزارش شده است.

جدول ۵. اندازه اثر ترکیبی مدل تصادفی تأثیر مؤلفه‌های متغیر وابسته بر اثرگذاری مداخلات مبتنی بر

کارکردهای اجرایی

نوع متغیر وابسته	اندازه اثرها	اندازه اثر ترکیبی	خطای معیار	فاصله اطمینان ۰/۹۵ حد بالا حد پایین	مقدار Z	مقدار P
نمادیابی	۲۰	۱/۵۳۹	۰/۷۳۶	۰/۰۹۷	۲/۰۹۲	۰/۰۰۱
رمزنویسی	۲۳	۱/۲۰۲	۰/۳۳۸	۰/۵۳۹	۳/۵۵۴	۰/۰۰۱

۱. Symbol Search

۲. Coding

بررسی نقش تعدیل‌کنندگی متغیر تعداد جلسات آموزشی

نتایج فراتحلیل انجام شده حاکی از آن بود که اندازه اثر ترکیبی با مدل تصادفی در پژوهش‌های مختلف برحسب تعداد جلسات آموزشی کاملاً متفاوت است. همانطور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود اندازه اثر در پژوهش‌هایی با تعداد جلسات آموزشی ۴ الی ۷ برابر ۰/۵۰۸، اندازه اثر در پژوهش‌هایی با تعداد جلسات آموزشی ۷ الی ۱۰ برابر ۱/۱۹۸ و در نهایت اندازه اثر در پژوهش‌هایی با تعداد جلسات آموزشی بیش از ۱۰ جلسه برابر ۱/۲۵۷ گزارش شده است.

جدول ۶. اندازه اثر ترکیبی مدل تصادفی تأثیر تعداد جلسات بر اثرگذاری مداخلات مبتنی بر

کارکردهای اجرایی

تعداد جلسات	اندازه اثرها	اندازه اثر ترکیبی	خطای معیار	فاصله اطمینان ۰/۹۵ حد بالا حد پایین	مقدار Z	مقدار P
۴ الی ۷ جلسه	۳	۰/۵۰۸	۰/۲۶۲	۰/۰۰۶	۱/۹۳۸	۰/۰۰۱
۷ الی ۱۰ جلسه	۵	۱/۱۹۸	۰/۱۴۲	۰/۹۱۹	۸/۴۱۶	۰/۰۰۱
بیش از ۱۰ جلسه	۳۵	۱/۲۵۷	۰/۱۸۸	۰/۸۸۹	۶/۶۹۳	۰/۰۰۱

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثربخشی مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی بر بهبود سرعت پردازش اطلاعات انجام شد. تحلیل داده‌ها با وارد کردن ۲۱ پژوهش و ۴۳ اندازه اثر انجام گرفت. نتایج فراتحلیل نشان داد که اندازه اثر کلی اثربخشی مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی بر بهبود سرعت پردازش اطلاعات، برابر ۱/۲۱۱ بود که این مقدار بر اساس طبقه‌بندی کوهن، یک اندازه اثر بزرگ محسوب می‌شود (اورتگا^۱، ۲۰۱۱). بر اساس نتایج ترکیبی ۲۱ پژوهش و ۴۳ اندازه اثر، مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی، اثربخشی

قابل قبولی بر بهبود سرعت پردازش اطلاعات داشته‌اند. تحلیل مدل علی اثرات تعدیل‌گر جنسیت شرکت‌کنندگان، نوع مؤلفه‌های متغیر وابسته و تعداد جلسات آموزش، در بافت مطالعاتی اثربخشی مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی، نشان داد که اندازه اثر پژوهش‌های دربردارنده نمونه پسران در مقایسه با نمونه دختران، اندازه اثر مؤلفه نمادبایی در مقایسه با مؤلفه رمزنویسی و در نهایت اندازه اثر پژوهش‌های انجام شده با تعداد جلسات آموزشی بیش از ۱۰ جلسه، بیشتر بود.

نتایج مطالعه حاضر همسو با یافته‌های مطالعات انجام شده‌ی وانگ و همکاران^۱ (۲۰۲۳)، کارو-پوئرتولاس^۲ (۲۰۲۵)، فیوریلی و همکاران^۳ (۲۰۲۵)، سانجای سینک و همکاران^۴ (۲۰۲۴)، بونته و همکاران^۵ (۲۰۲۱)، موره و همکاران^۶ (۲۰۱۹)، کونکلین^۷ (۲۰۱۵) و درلی و همکاران^۸ (۲۰۲۴)، از نقش تعیین‌کننده برنامه‌های مداخله شناختی از جمله مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی بر سرعت پردازش اطلاعات، حمایت می‌کند.

در تبیین یافته‌های این پژوهش می‌توان گفت، برای ارتقا کارکردهای اجرایی مغز، نیاز به انجام فعالیت‌های سطح بالا است. انجام همزمان فعالیت‌هایی مانند توجه، برنامه‌ریزی، بازیابی برنامه‌ها و فعالیت‌های حسی-حرکتی، شرایط مناسبی برای رشد کارآمد مغز فراهم می‌کند. وقتی کودک تکالیف و فعالیت‌های حسی مربوط به رشد کارکردهای اجرایی را دریافت می‌کند و در حال کسب تجربه است، گذرگاه‌های عصبی جدیدی در بین نورون‌های مغز باز می‌شود (باومن، ۱۳۹۸). پژوهشگران پردازش اطلاعات بر این عقیده هستند که در تمام فعالیت‌های شناختی از قبیل توجه، ادراک، مرور ذهنی، تفکر، حل مسئله و تصویربرداری ذهنی، سرعت پردازش اطلاعات دخالت دارد (حسین بگلو و همکاران، ۱۳۹۸). در توجیه اثربخشی مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی می‌توان به ارتباط بین

۱. Wong et al

۲. Caro-Puértolas et al

۳. Fiorilli et al

۴. Sanjay Singh et al

۵. Bonete et al

۶. Moore et al

۷. Conklin

۸. Dereili et al

فرایند آموزش شناختی و عملکرد مغز اشاره کرد. اگر کودکان به طور متعدد آموزش‌های شناختی را دریافت کنند، باعث ایجاد تغییرات ساختاری و کنشی در سلول‌های مغز آنها می‌گردد. این تغییرات مطابق با فرضیه شکل‌پذیری مغز انسان است و می‌تواند به صورت ثابت بر عملکرد فرد تاثیر مثبت بگذارد (سولبرگ و ماتیر^۱، ۲۰۱۷). مطالعات حیوانی انجام شده، این یافته را تایید می‌کند که محیط یادگیری غنی، بر رشد مغزی کودک تاثیر مثبت می‌گذارد. به عبارت دیگر، غنی‌سازی محیط یادگیری از طریق ارتقا کارکردهای اجرایی، تاثیر مستقیمی بر رشد و گسترش دوره حساسیت انعطاف‌پذیری مغز دارد (دی گاربو و همکاران^۲، ۲۰۱۱). همچنین توانایی شناختی و حتی انعطاف‌پذیری سیناپسی را افزایش داده و اتصالات و تبادل اطلاعات بین مناطق قشر مغز را تقویت می‌کند (سالی و همکاران^۳، ۲۰۰۹). همسو با نتایج پژوهش حاضر کسلر و لاکایو^۴ (۲۰۱۱) در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که مداخلات شناختی باعث ارتقا فعالیت‌های قشر پیش‌پیشانی مغز و افزایش سرعت پردازش اطلاعات می‌شود.

تحقیقات انجام شده توسط شیران و برزنیچ^۵ (۲۰۱۱) هم نشان داد که آموزش‌های شناختی به طور موثری سرعت پردازش اطلاعات کودکان دارای اختلال یادگیری را افزایش می‌دهد. به همین ترتیب، فتحی آشتیانی و همکاران (۲۰۱۶) دریافتند که آموزش استراتژی‌های شناختی، سرعت پردازش اطلاعات را در دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری بهبود می‌بخشد. در پژوهشی دیگر یارمحمدیان و همکاران (۱۳۹۴) نتایج مشابهی به دست آورده‌اند که آموزش راهبردهای شناختی می‌تواند بر عملکرد سرعت پردازش اطلاعات، رویکرد درمانی موثری برای دانش‌آموزان نارساخوان باشد. بر این اساس پژوهش‌ها نشان می‌دهند که انجام مداخلات شناختی، موجب بهبود در سرعت پردازش اطلاعات می‌شود (بارتلت و همکاران^۶، ۲۰۱۴). آموزش شناختی به تدریج به مغز دستور می‌دهد که منحصر

۱. Sohlberg et al

۲. Di Garbo et al

۳. Sale et al

۴. Kesler & Lacayo

۵. Shiran & Breznitz

۶. Bartelet et al

بر محرک تعیین شده تمرکز کند و در عین حال محرک‌های خارجی را نادیده بگیرد، این مهارت تاثیر قابل توجهی بر سرعت پردازش اطلاعات دارد (پاکزادیان و همکاران، ۱۴۰۴). همه این نتایج به طور ضمنی همسو با یافته پژوهش حاضر است.

در بخش دیگر، نتایج مطالعه حاضر با هدف تمرکز بر تاثیر متغیرهای تعدیل‌گر در مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی بر بهبود سرعت پردازش اطلاعات، بر نقش ماهیت مؤلفه‌های متغیرهای وابسته (سرعت پردازش اطلاعات) تأکید می‌کند. برای تبیین تمایز یافتگی میان مؤلفه‌های متغیر سرعت پردازش اطلاعات (نمادبایی و رمزنویسی) می‌توان گفت نمادبایی به عنوان فرآیند تفسیر سریع و دقیق نمادهای مفهومی (مانند کلمات یا اعداد) به معانی معنادار، وابسته به سرعت پردازش و کنترل توجه است و بنابراین مستقیماً تحت تأثیر بهبود کارکردهای اجرایی قرار می‌گیرد (میاکه و همکاران^۱، ۲۰۰۰ و آنسورس و انگله^۲، ۲۰۰۷). در مقابل، رمزنویسی به فرآیند تبدیل اطلاعات حسی به فرم ذخیره‌شده در حافظه می‌پردازد و بیشتر به فرآیندهای حافظه فعال و توجه وابسته است، البته با اینکه می‌تواند تحت تأثیر کارکردهای اجرایی قرار گیرد، اما به‌طور مستقیم کمتر از مولفه نمادبایی به سرعت پردازش مرتبط است (بدلی^۳، ۲۰۰۷ و اوبرائور^۴، ۲۰۰۹). این تفاوت در ماهیت فرآیندها، دلیل اصلی اثربخشی بیشتر مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی بر نمادبایی نسبت به رمزنویسی را تبیین می‌کند. مطالعات نشان داده‌اند که بهبود سرعت پردازش و کنترل توجه، به‌ویژه در وظایف پیچیده مانند خواندن یا حل مسئله، به‌طور معناداری سرعت نمادبایی را افزایش می‌دهد (کان و همکاران^۵، ۲۰۰۷ و ردیک و همکاران^۶، ۲۰۱۲). این به این معناست که مداخلاتی که به بهبود کارکردهای اجرایی می‌پردازند، به‌طور غیرمستقیم اما قوی، فرآیند تفسیر نمادها را تسریع می‌کنند. در حالی که رمزنویسی بیشتر نیازمند حافظه فعال و توجه است، بر این اساس این فرآیند ممکن است کمتر تحت تأثیر مداخلات مبتنی بر کارکردهای

۱. Miyake et al

۲. Unsworth & Engle

۳. Baddeley

۴. Oberauer et al

۵. Kane et al

۶. Redick et al

اجرایی قرار گیرند و نیازمند مداخلات متفاوتی مانند تقویت حافظه یا کاهش تداخل توجهی باشند (انگله^۱، ۲۰۰۲، اوبرائور و همکاران^۲، ۲۰۰۵). بنابراین، افزایش سرعت پردازش نتیجه‌ای از بهبود کارکردهای اجرایی است که بیشتر بر فرآیندهای نمادی تأثیر می‌گذارد، زیرا این فرآیندها نیازمند تفسیر سریع و بدون تأخیر هستند. این تفاوت در اثربخشی نشان‌دهنده اهمیت تفکیک دقیق مولفه‌های سرعت پردازش در طراحی مداخلات شناختی است و حاکی از آن است که مداخلاتی که به بهبود کارکردهای اجرایی می‌پردازند، به‌طور طبیعی و ماهیتی بر نمادیابی تأثیر بیشتری دارند. این یافته‌ها به طراحی دقیق‌تر مداخلات شناختی هدفمند و مبتنی بر مکانیسم‌های شناختی پایه کمک می‌کند.

در بخش دیگری از مطالعه حاضر، نتایج نشان داد که مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی، اثربخشی بیشتری بر بهبود سرعت پردازش اطلاعات پسران در مقایسه با دختران داشته است. یکی از دلایل اصلی این تفاوت، تفاوت‌های فیزیولوژیکی و عصبی در توسعه کارکردهای اجرایی در میان جنسیت‌ها است. مطالعات تصویربرداری مغزی نشان داده‌اند که پسران در سنین کودکی دارای تأخیر نسبی در بلوغ نواحی مرتبط با کارکردهای اجرایی، به‌ویژه قشر پیش‌پیشانی^۳ هستند (لونا و همکاران^۴، ۲۰۰۴). این تأخیر ممکن است باعث شود که پسران به‌طور نسبی بیشتر از دختران به مداخلات ساختاریافته و تمرین‌محور نیاز داشته باشند. علاوه بر این، تفاوت‌های رفتاری و اجتماعی نیز نقش مهمی در این تفاوت اثرگذاری دارند. پسران بیشتر از دختران در مطالعات موردی دچار مشکلات رفتاری و توجهی هستند، که به‌طور مستقیم با ضعف کارکردهای اجرایی مرتبط است (بارکلی^۵، ۲۰۱۵). این ویژگی‌های رفتاری، پیش‌بینی‌کننده‌ی پاسخ به مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی می‌باشند، زیرا مداخلات به‌طور خاص برای کاهش این مشکلات طراحی شده‌اند. در مقابل، دختران به‌طور متوسط دارای کنترل رفتاری و تنظیم هیجانی بهتری هستند، که ممکن است به‌عنوان یک عامل محافظتی عمل کرده و نیاز به مداخلات شدیدتر را کاهش دهد.

۱. Engle

۲. Oberauer et al

۳. prefrontal cortex

۴. Luna et al

۵. Barkley

(بلک مور^۱، ۲۰۱۸). همچنین، تفاوت‌های فرهنگی و انتظارات اجتماعی در رفتار کودکان جنسیت‌های مختلف، می‌تواند بر اثربخشی مداخلات تأثیر بگذارد. مثلاً، پسران بیشتر از دختران در محیط‌های آموزشی به‌عنوان "مشکل‌ساز" شناخته می‌شوند و بنابراین بیشتر به مداخلات متمرکز بر کارکردهای اجرایی دسترسی دارند. این امر می‌تواند به‌صورت مصنوعی تفاوت در اثربخشی را تقویت کند (موفیت و همکاران^۲، ۲۰۱۱). با این حال، این تفاوت‌ها نباید به‌عنوان علت اصلی تفسیر شوند، بلکه باید به‌عنوان عوامل مکمل درک شوند که بر اثرگذاری مداخلات تأثیر می‌گذارند. در مجموع، تأخیر نسبی در بلوغ عصبی، نیاز بالاتر به مداخلات در پسران، و تفاوت‌های رفتاری و اجتماعی، عوامل کلیدی هستند که تبیین‌کننده اثرگذاری بیشتر مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی بر سرعت پردازش اطلاعات پسران نسبت به دختران می‌باشند. این یافته‌ها نشان می‌دهند که طراحی مداخلات باید با در نظر گرفتن تفاوت‌های جنسیتی در توسعه عصبی و رفتاری انجام شود تا به‌طور عادلانه و مؤثر به همه کودکان خدمات داده شود.

در تبیین یافته دیگر پژوهش حاضر مبنی بر اینکه اثربخشی مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی بر بهبود سرعت پردازش اطلاعات می‌تواند تحت تأثیر تعداد جلسات آموزشی نیز قرار گیرد، می‌توان به پژوهش‌های پیشین اشاره نمود. از جمله وانگ و همکاران^۳ (۲۰۲۳) در مطالعه خود نشان دادند که هرچه مدت زمان مداخلات مربوط به کارکردهای اجرایی بیشتر باشد، اثرات درمانی نیز قوی‌تر خواهد بود. همچنین از نظر دیاموند^۴ (۲۰۱۳) مداخلات طولانی‌تر امکان تمرین بیشتر و تقویت مسیرهای عصبی مرتبط با کارکردهای اجرایی را فراهم می‌آورند. علاوه بر این، سیمونز و همکاران^۵ (۲۰۱۶) در مرور انتقادی خود تأکید کردند که اثربخشی مداخلات شناختی به عوامل متعددی از جمله مدت و شدت تمرین بستگی دارد.

۱. Blakemore
۲. Moffitt et al
۳. Wong et al
۴. Diamond
۵. Simons et al

این پژوهش با هدف ترکیب یافته‌های پیشین در زمینه مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی و بررسی تأثیر آنها بر سرعت پردازش اطلاعات انجام شده است. به جای تکرار مطالعات مجزا، این رویکرد به دنبال ارائه دیدگاهی جامع‌تر و برآورد دقیق‌تری از اندازه اثر این مداخلات است. برای دستیابی به این هدف، مدل فراتحلیل بهترین رویکرد محسوب می‌شود. با این حال، پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی همراه بود که از جمله آنها می‌توان به تعداد محدود مطالعات ورودی که حائز ملاک‌های ورود به پژوهش بودند اشاره کرد؛ هرچند تلاش شده است از پایگاه‌های داخلی و خارجی که بیشترین مطالعات را دارند برای گردآوری پژوهش‌های نمونه مطالعه استفاده شود. علاوه بر این با وجود شواهدی پیرامون ماندگاری تأثیرات مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی در این مطالعه، اثربخشی این مداخله فقط در واحد زمانی پس‌آزمون بررسی شد. به پژوهش‌گرانی که به حوزه فراتحلیل علاقه‌مند هستند توصیه می‌شود در پژوهش‌های آینده به بررسی تأثیر مداخلات مبتنی بر کارکردهای اجرایی بر بهبود علایم و نشانه‌های اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی کودکان، از جمله متغیرهای نقص توجه و تکانش‌گری را در پژوهش‌هایی که با نمونه‌های کودکان صورت گرفته‌اند، به انجام برسانند.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله، هیچ گونه تعارض منافی ندارند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همه افرادی که ما را در اجرای این پژوهش یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌نماییم.

منابع

- احمدی، آ.؛ ذوالفقاری، ع.؛ جهانگیری، م. (۱۴۰۴). اثربخشی خودنظارتی توجه بر دقت و سرعت پردازش اطلاعات شناختی در دانش‌آموزان دختر با اختلال یادگیری ریاضی، *روانشناسی*، ۱۴ (۵)، ۲۲۰-۲۰۹.
- اکبری‌فر، ح.؛ احمدی، ا.؛ فتح‌آبادی، ر. و صالحی، ح. (۱۳۹۸). اثربخشی توانبخشی شناختی مغز بر سرعت پردازش اطلاعات و دوره‌بی پاسخی روانشناختی در کودکان با اختلال یادگیری خاص، *فصلنامه علمی پژوهشی عصب روانشناسی*، ۴ (۱۹)، ۵۲-۴۱.
- باومن، ج. (۱۳۹۸). روش نمونه‌سوری در خانه. ترجمه پرویز کریمی ثانی و هانیه محمدزاده. تهران: ساوالان.
- پاکزادیان، س.؛ رضایی، س. و نیکخو، ف. (۱۴۰۴). بررسی اثربخشی برنامه توانبخشی شناختی مبتنی بر توجه، بر تمیز شنیداری و سرعت پردازش اطلاعات کودکان با اختلال یادگیری از نوع نارساخوانی، *روانشناسی افراد استثنایی*، ۱۵ (۵۷)، ۶۶-۳۱.
- حسین بگلو، ک.؛ پیری، م.؛ یاری، ج. و رضایی، اکبر. (۱۳۹۸). طراحی آموزش چندرسانه‌ای مبتنی بر نظریه بار شناختی سوئلر و تعیین تأثیر آن بر درگیری تحصیلی و انتقال یادگیری درس ریاضی در فراگیران پایه سوم ابتدایی. *فصلنامه علمی پژوهش در یادگیری مجازی و آموزشگاهی*، ۶ (۴)، ۴۴-۳۱.
- حیدریه زاده، ب.؛ شکری، ا.؛ فتح‌آبادی، ج.؛ شهیدی، ش. و اکبری زردخانه، س. (۱۴۰۴). فراتحلیل اثربخشی آموزش کفایتهای هیجانی و اجتماعی بر کاهش آشفتگی روانشناختی و بهبود بهزیستی عاطفی معلمان. *فصلنامه روانشناسی تربیتی*، ۲۱ (۷۵)، ۱۵۶-۱۲۳.
- دم ریحانی، ن.؛ دیره، ع.؛ پولادی ریشه‌ری، ع. و بردبار، م. (۱۳۹۸). تأثیر آموزش تطابق توجه و حافظه بر حافظه‌ی کاری و سرعت پردازش در کودکان سرطانی بقایافته، *دوفصلنامه روانشناسی معاصر*، ۱۴ (۲)، ۵۳-۶۰.
- دم ریحانی، ن.؛ پولادی ریشه‌ری، ع.؛ دیره، ع. و بردبار، م. (۱۳۹۹). تأثیر توانبخشی شناختی بر حافظه‌ی فعال و سرعت پردازش در کودکان و نوجوانان سرطانی بقایافته، *فصلنامه پژوهش‌های کاربردی روانشناختی*، ۱۱ (۲)، ۲۴۰-۲۲۵.
- رضایی، ص.؛ افتخاری صعادی، ز.؛ حافظی، ف. و حیدرئی، ع. (۱۳۹۸). تدوین برنامه مداخله به‌هنگام مبتنی بر کارکردهای اجرایی و بررسی اثربخشی آن بر بهبود عملکرد عصب شناختی کودکان کم‌توان ذهنی آموزش‌پذیر. *مجله دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد*، ۶۲ (۴۱)، ۱۹۹-۲۱۲.

زینالی، ش. و میرزازاده، ش. (۱۳۹۸). اثربخشی توانبخشی شناختی بر حافظه کاری و سرعت پردازش کودکان اختلال نقص توجه بیش فعالی. فصلنامه پژوهش های نوین روانشناختی، ۱۴ (۵۶)، ۲۳۲-۲۱۳.

شفیعی، ا.؛ ارجمندنیاء، ع.؛ قاسمزاده، س.؛ حسنزاده، س. و غلامعلی لواسانی، م. (۱۴۰۲). بررسی اثربخشی برنامه توانبخشی مبتنی بر کارکردهای اجرایی بر سرعت پردازش و توجه کودکان مبتلا به طیف اتیسم، مطالعات روانشناختی، ۱۹ (۳)، ۸۸-۷۷.

فتحی آشتیانی، م.؛ اخوان تفتی، م. و خادمی، م. (۱۳۹۵). اثربخشی آموزش شناختی بر سرعت پردازش و حافظه کاری کودکان مبتلا به ناتوانی های یادگیری، فصلنامه روانشناسی تربیتی، ۱۲ (۴۱)، ۱۴۱-۱۲۵.

محروقی، ح.؛ توزنده جانی، ح.؛ نجات ح.؛ باقرزاده گل مکانی، ز. (۱۴۰۰). مقایسه اثربخشی توان بخشی شناختی مبتنی بر تقویت توجه و توان بخشی شناختی مبتنی بر تقویت حافظه کاری بر تنظیم شناختی هیجان و سرعت پردازش اطلاعات دانش آموزان نارساخوان، فصلنامه علمی عصب روانشناسی، ۷ (۲)، ۹۲-۷۳.

مقامی، ح.؛ دهقانی، ف. و مهدوی نسب، ی. (۱۴۰۴). تأثیر استفاده از بازی های آموزشی دیجیتال بر سرعت پردازش اطلاعات و انتقال یادگیری دانش آموزان، فصلنامه روانشناسی تربیتی، ۲۱ (۷۶)، ۷۷-۴۵.

یارمحمدیان، ا.؛ قمرانی، ا.؛ سیفی، ز. و ارفع، ر. (۱۳۹۴). اثربخشی آموزش راهبردهای شناختی بر حافظه، عملکرد خواندن و سرعت پردازش اطلاعات دانش آموزان نارساخوان، مجله ی ناتوانی های یادگیری، ۴ (۴)، ۱۱۷-۱۰۱.

References

- Anderson, L., & White, K. (۲۰۲۲). Cognitive training and processing speed: A meta-analysis. *Journal of Cognitive Enhancement*, 6(۳), ۲۱۵-۲۳۰.
- Barkley, R. A. (۲۰۰۶). A handbook for diagnosis and treatment. *New York: Guilford Publications*, ۳-۷۵.
- Bartelet, D., Ansari, D., Vaessen, A., & Blomert, L. (۲۰۱۴). Cognitive subtypes of mathematics learning difficulties in primary education. *Research in developmental disabilities*, 35(۳), ۶۵۷-۶۷۰.
- Baddeley, A. (۲۰۰۷). *Working memory, thought, and action* (Vol. ۴۵). OUP Oxford.

- Bergendal, G., Fredrikson, S., & Almkvist, O. (2007). Selective decline in information processing in subgroups of multiple sclerosis: an 8-year longitudinal study. *European neurology*, 57(4), 193-202.
- Blakemore, S. J. (2018). The social brain in adolescence. *Nature Reviews Neuroscience*, 19(4), 201-215. <https://doi.org/10.1038/nrn.2017.100>
- Bonete, S., Osuna, A., Molinero, C., & García-Font, I. (2021). MAGNITIVE: Effectiveness and feasibility of a cognitive training program through magic tricks for children with attention deficit and hyperactivity disorder. A second clinical trial in community settings. *Frontiers in Psychology*, 12, 649027.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P., & Rothstein, H. R. (2010). A basic introduction to fixed-effect and random-effects models for meta-analysis. *Research synthesis methods*, 1(2), 97-111.
- Caro-Puértolas, B., Báez-Tavero, I., Lemus-Corcheró, L., Rodríguez-Ruiz, L., Cerezo-Casillas, C. E., Cosa-Aguirre, A. I., Apolo-Arenas, M. D., & Caña-Pino, A. (2020). Preliminary Research: Effectiveness of an Intervention Program Based on New Technologies for the Improvement of Cognitive and Motor Processes in Children and Adolescents with ADHD: A Randomized Controlled Trial. *European journal of investigation in health, psychology and education*, 15(9), 167. <https://doi.org/10.3390/ejihpe15090167>
- Chen, Y., Li, H., & Wang, Q. (2022). Enhancing executive functions to improve cognitive processing speed: A systematic review. *Cognitive Development Quarterly*, 18(1), 40-72.
- Ciccantelli, L. A., & Vakil, S. (2011). Case study of the identification, assessment and early intervention of executive function deficits. *International Journal of Early Childhood Special Education*, 3(1), 1-12.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Conklin, H. M., Ogg, R. J., Ashford, J. M., Scoggins, M. A., Zou, P., Clark, K. N., Martin-Elbahesh, K., Hardy, K. K., Merchant, T. E., Jeha, S., Huang, L., & Zhang, H. (2015). Computerized Cognitive Training for Amelioration of Cognitive Late Effects Among Childhood Cancer Survivors: A Randomized Controlled Trial. *Journal of clinical oncology: official journal of the American Society of Clinical Oncology*, 33(22), 3894-3902. <https://doi.org/10.1200/JCO.2015.33.6672>
- Covey, T. J., Zivadinov, R., Shucard, J. L., & Shucard, D. W. (2011). Information processing speed, neural efficiency, and working memory performance in multiple sclerosis: differential relationships with structural magnetic resonance imaging. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 33(10), 1129-1140.
- Davis, R., & Miller, S. (2021). The impact of executive function interventions on information processing speed in older adults. *Aging & Mental Health*, 25(8), 1020-1031.
- Diamond A. (2012). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135-168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143700>

- Dereili, R., Estaki, M., & Beheshte, N. (۲۰۲۴). Effect of cognitive rehabilitation training on information processing speed, response inhibition, attention, and perceptual reasoning in students with dyscalculia. *Iranian Rehabilitation Journal*, ۲۲(۳):۵۰۹-۵۱۸. <http://dx.doi.org/10.32098/irj.۲۲,۳,۲۱۰۲,1>
- Di Garbo, A., Mainardi, M., Chillemi, S., Maffei, L., & Caleo, M. (۲۰۱۱). Environmental enrichment modulates cortico-cortical interactions in the mouse. *PLoS One*, 6(۹), ۲۵۲-۲۶۷.
- Engle, R. W. (۲۰۰۲). Working memory capacity as executive attention. *Current Directions in Psychological Science*, 11(۱), ۱۹-۲۳.
- Evans, J., Green, P., & Hall, T. (۲۰۲۲). Cognitive remediation therapy and its effects on processing speed in schizophrenia spectrum disorders. *Schizophrenia Bulletin*, 49(۲), ۴۱۰-۴۲۵.
- Ferguson, C. E., & Foley, J. A. (۲۰۲۴). The influence of working memory and processing speed on other aspects of cognitive functioning in de novo Parkinson's disease: Initial findings from network modelling and graph theory. *Journal of Neuropsychology*, 18(۱), ۱۳۶-۱۵۳.
- Fiorilli, G., Di Claudio, G., Di Fonza, D., Baralla, F., Aquino, G., Di Martino, G., Della Valle, C., Centorbi, M., Calcagno, G., Buonsenso, A., & di Cagno, A. (۲۰۲۵). Active Breaks Enhance Complex Processing Speed, Math Performance, and Physical Activity in Primary School Children: A Randomized Controlled Trial. *Journal of functional morphology and kinesiology*, 10(۴), ۳۷۶. <https://doi.org/10.3390/jfmk۱۰۰۴۰۳۷۶>
- Hedges, L. V., & Olkin, I. (۱۹۸۵). Statistical methods for meta-analysis. Academic Press.
- Jones, A., & Brown, C. (۲۰۲۲). The role of information processing speed in academic achievement. *Journal of Educational Psychology*, 114(۵), ۹۸۷-۱۰۰۱.
- Lovett, B. J., Harrison, A. G., & Armstrong, I. T. (۲۰۲۲). Processing speed and timed academic skills in children with learning problems. *Applied Neuropsychology: Child*, 11(۳), ۳۲۰-۳۲۷.
- Luna, R., Gómez, J., & Martínez, A. (۲۰۰۴). Knowledge management in small and medium enterprises: A case study approach. *Journal of Knowledge Management*, 8(۴), ۵۶-۶۷. <https://doi.org/10.1108/1367732۰۰۴۱۰۵۵۱۲۳۴>
- Mackey, A. P., Hill, S. S., Stone, S. I., & Bunge, S. A. (۲۰۱۱). Differential effects of reasoning and speed training in children. *Developmental science*, 14(۳), ۵۸۲-۵۹۰. <https://doi.org/10.1111/j.14۶۷-۷۶۸۷.۲۰۱۰.۰۱۰۰۵.x>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (۲۰۰۰). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(۱), ۴۹-۱۰۰.

- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., ... & Caspi, A. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 2692–2698. <https://doi.org/10.1073/pnas.1010076108>
- Moore, A. L., Carpenter, D. M., 3rd, Miller, T. M., & Ledbetter, C. (2018). Clinician-delivered cognitive training for children with attention problems: effects on cognition and behavior from the ThinkRx randomized controlled trial. *Neuropsychiatric disease and treatment*, 14, 1671–1683. <https://doi.org/10.2147/NDT.S160418>
- Mora-Gonzalez, J., Esteban-Cornejo, I., Solis-Urra, P., Rodriguez-Ayllon, M., Cadenas-Sanchez, C., Hillman, C. H., ... & Ortega, F. B. (2014). The effects of an exercise intervention on neuroelectric activity and executive function in children with overweight/obesity: The ActiveBrains randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 34(1), e144–e151.
- Oberauer, K., Süß, H.-M., Wilhelm, O., & Wittmann, W. W. (2005). The role of attention in working memory: Evidence from individual differences. *Journal of Experimental Psychology: General*, 134(1), 103–128.
- Oberauer, K. (2009). Design for a working memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16(2), 422–458.
- Ortega, L. (2011). Doing synthesis and meta-analysis in applied linguistics. Invited workshop at Tsing Hua University. 43(4), 573–586.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2014). The PRISMA 2013 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *bmj*, 372.
- Kaat, A. J., McKenzie, F. J., Shields, R. H., LaForte, E., Coleman, J., Michalak, C., & Hessel, D. R. (2014). Assessing processing speed among individuals with intellectual and developmental disabilities: A match-to-sample paradigm. *Child Neuropsychology*, 28(1), 1–13.
- Kane, M. J., Hambrick, D. Z., Tuholski, S. W., Wilhelm, O., Payne, T. W., & Engle, R. W. (2011). The generality of working memory capacity: A latent variable approach to verbal and visuospatial memory span and reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136(2), 589–610.
- Kesler, S. R., Lacayo, N. J., & Jo, B. (2011). A pilot study of an online cognitive rehabilitation program for executive function skills in children with cancer-related brain injury. *Brain Injury*, 25(1), 101–112.
- Redick, T. S., Shipstead, Z., Harrison, T. L., Hicks, K. L., Fried, D. E., Hambrick, D. Z., ... & Engle, R. W. (2012). No evidence of improvement in fluid intelligence after working memory training: A randomized, placebo-controlled study. *Psychological Science*, 23(1), 106–111.
- Sale, A., Berardi, N., & Maffei, L. (2009). Enrich the environment to empower the brain. *Trends in neurosciences*, 32(4), 233–239.
- Sanjay Singh, Kamaljeet Sandhu, & Lokesh. (2014). Effect of Cognitive Training on Processing Speed of School Going Children: An

- Intervention Study with 3X3 Rubik Cube. *International Journal of Indian Psychology*, 12(3). <https://doi.org/10.20210/12.3.112>.
- Shiran, A., & Breznitz, Z. (2011). The effect of cognitive training on recall range and speed of information processing in the working memory of dyslexic and skilled readers. *Journal of Neurolinguistics*, 24(5), 524-37.
- Sicard, V., Ledoux, A. A., Tang, K., Yeates, K. O., Brooks, B. L., Anderson, P., ... & Zemek, R. (2024). The association between symptom burden and processing speed and executive functioning at 4 and 12 weeks following pediatric concussion. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 30(1), 533-540.
- Simons, D. J., Boot, W. R., Charness, N., Gathercole, S. E., Chabris, C. F., Hambrick, D. Z., & Stine-Morrow, E. A. (2016). Do "Brain-Training" Programs Work?. *Psychological science in the public interest : a journal of the American Psychological Society*, 17(3), 103-186. <https://doi.org/10.1177/102910.617771983>
- Smith, J., Johnson, L., Brown, M., & Clark, R. (2011). A multidimensional view of cognitive processing speed. *Neuropsychology Review*, 31(4), 567-580.
- Simons, D. J., Boot, W. R., Charness, N., Gathercole, S. E., Chabris, C. F., Hambrick, D. Z., & Stine-Morrow, E. A. (2016). Do "brain-training" programs work?. *Psychological science in the public interest*, 17(3), 103-186.
- Sohlberg, M. M., & Mateer, C.A. (2017). *Cognitive rehabilitation: An integrative neuropsychological approach*. Guilford Publications.
- Sorensen, K., Liverod, J. R., Lerdal, B., Vestrheim, I. E., & Skranes, J. (2016). Executive functions in preschool children with cerebral palsy—Assessment and early intervention—A pilot study. *Developmental neurorehabilitation*, 19(2), 111-116.
- Sun, Z., Yuan, Y., Xiong, X., Meng, S., Shi, Y., & Chen, A. (2024). Predicting academic achievement from the collaborative influences of executive function, physical fitness, and demographic factors among primary school students in China: ensemble learning methods. *BMC Public Health*, 24(1), 274.
- Stad, F. E., Van Heijningen, C. J., Wiedl, K. H., & Resing, W. C. (2018). Predicting school achievement: Differential effects of dynamic testing measures and cognitive flexibility for math performance. *Learning and Individual Differences*, 67, 117-120.
- Thuair, F., Rondepierre, F., Vallet, G. T., Jalenques, I., & Izaute, M. (2022). Executive deficits in schizophrenia: mediation by processing speed and its relationships with aging. *Psychological Medicine*, 52(1), 1126-1134.
- Unsworth, N., & Engle, R. W. (2007). The nature of individual differences in working memory capacity: Active maintenance in primary memory and controlled search from secondary memory. *Psychological Review*, 114(1), 104-132.
- Wong, E. H., Rosales, K. P., & Looney, L. (2023). Improving Cognitive Abilities in School-Age Children via Computerized Cognitive

- Training: Examining the Effect of Extended Training Duration. *Brain sciences*, 13(12), 1618. <https://doi.org/10.3390/brainsci13121618>
- Wang, L., & Zhang, Y. (2020). Methodological considerations in conducting meta-analyses of cognitive interventions. *Psychological Methods*, 30(1), 112-130.
- Williams, P. (2023). Cognitive processing speed deficits across neurological and psychiatric conditions. *The Lancet Neurology*, 22(7), 634-640.

References [In Persian]

- Ahmadi A, Zolfaghari A, Jahangiri M M. (2020). The effectiveness of the Self-Monitoring of Attention on Accuracy and Cognitive Information Processing Speed in girl students with Dyscalculia. *Rooyesh*. 14(5), 209-220. URL: <http://frooyesh.ir/article-1-12277-fa.html>. [In Persian]
- Akbarifar, H. , Ahmadi, A. , Fathabadi, R. and Salehi, H. (2020). The Effectiveness of Brain Cognitive Rehabilitation on Information Processing Speed and psychological refractory period in Children with Specific Learning Disorders. *Neuropsychology*, 5(19), 41-52. doi: 10.30473/clpsy.2020.50696,1497. [In Persian]
- Bowman, J. (2020). Montessori at Home. translator Karimi Sani, P., & Mohammadzadeh, H. Tehran: Savalan. [In Persian]
- Damreihani, N., Deyreh, E., Pooladi Rishchri, A., & Bordbar M. R. (2021). The Effect of Memory and Attention Adaptation Training on Working Memory and Processing Speed in Children Survived from Cancer. *Contemporary Psychology*, 14(2), 52-59. <http://dx.doi.org/10.29252/bjcp.14.2.52> [In Persian]
- Damreihani, N. , Pooladi Rishchri, A. , Deyreh, E. and Bordbar, M. R. (2020). The Effectiveness of Cognitive Rehabilitation on the Working Memory and Processing Speed in Children and Adolescents Survived from Acute Lymphoblastic Leukemia. *Journal of Applied Psychological Research*, 11(2), 225-240. doi: 10.22059/japr.2020.289022,643356 [In Persian]
- Fathi-Ashtiani, M. , Akhavan-Tafti, M. and Khademi, M. (2016). The Effectiveness of Cognitive Training on Information Processing Speed and Working Memory in Children with Learning Disabilities. *Educational Psychology*, 12(4), 120-131. doi: 10.22054/jep.2016.7042 [In Persian]
- Hussein Baglou biqlu, K. , Piri, M. , Yari, J. and Rezaei, A. (2019). Designing a Multimedia Instruction based on Sweller's Cognitive Load Theory And Determining Its Effect on the Engagement and Transfer of Math Learning Among Third Grade Primary School Learners. *Research in School and Virtual Learning*, 6(4), 31-44. doi: 10.30473/etl.2019.5792 [In Persian]
- heidariezadeh, B. A. , Shokri, O. , fathabadi, J. , shahidi, S. and Akbari Zardkhaneh, S. (2020). Meta-analysis of the effectiveness of emotional and social skills training on reducing psychological disturbance and improvement Emotional well-being of teachers. *Educational*

- Psychology*, 21(۷۰), ۱۲۳-۱۵۶. doi: ۱۰,۲۲۰۰۵/jep.۲۰۲۴,۷۴۸۰۴,۳۸۸۳ [In Persian]
- Mahrogi, H. , Tozandehjani, H. , Nejat, H. and Bagherzadeh-gholmakani, Z. (۲۰۲۱). Comparing the Effectiveness of Cognitive Rehabilitation Based on Attention Amplification and Cognitive Rehabilitation Based on Working Memory Amplification in Cognitive Emotion Regulation and Information Processing Speed of Dyslexic Students. *Neuropsychology*, ۱(۲۰), ۷۳-۹۲. doi: ۱۰,۳۰۴۷۳/clpsy.۲۰۲۰,۵۲۸۳۵,۱۵۴۴ [In Persian]
- Maghami, H. R. , Dehghani, F. and mahdavi nasab, Y. (۲۰۲۰). The effect of using digital educational games on the speed of information processing and learning transfer of fourth grade female students. *Educational Psychology*, 21(۷۶), ۴۵-۷۷. doi: ۱۰,۲۲۰۰۵/jep.۲۰۲۵,۷۷۶۴۰,۳۹۶۷ [In Persian]
- pakzadian, S. F. , rezayi, S. and nikkhoo, F. (۲۰۲۰). Effectiveness of Attention-Based Cognitive Rehabilitation Program on Auditory Discrimination and Information Processing Speed of Children with Dyslexic Learning Disorder. *Psychology of Exceptional Individuals*, ۱۹(۵۷), ۳۱-۶۶. doi: ۱۰,۲۲۰۰۵/jpe.۲۰۲۵,۸۵۰۲۵,۲۸۰۴ [In Persian]
- Rezaei, S. , Eftekhari Saadi, Z. , Hafezi, F. and Heydarei, A. (۲۰۱۹). Development Of Early Intervention Program Based On Executive Functions And its effectiveness on improving the neurological function Of Children With Intellectual Disability. *Medical Journal of Mashhad university of Medical Sciences*, 62(December), ۱۹۹-۲۱۲. doi: ۱۰,۲۲۰۳۸/mjms.۲۰۱۹,۱۴۳۱۵ [In Persian]
- Shafiee, E. , Arjmandnia, A. A. , Ghasemzadeh, S. , Hasanzadeh, S. and Gholamali Lavasani, M. (۲۰۲۳). Investigating the Effectiveness of the Rehabilitation Program Based on Executive Functions on Processing Speed and Attention of Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Psychological Studies*, 19(۳), ۷۷-۸۸. doi: ۱۰,۲۲۰۰۱/psy.۲۰۲۳,۴۴۶۶۸,۲۸۳۸ [In Persian]
- Yarmohammadian, A. , Ghamarani, A. , Seifi, Z. and Arfa, M. (۲۰۱۵). Effectiveness of cognitive strategies training on memory, reading performance and speed of information processing in students with dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 4(۴), ۱۰۱-۱۱۷. [In Persian]
- Zeinali, S. and Mirzazadeh, S. (۲۰۲۰). Efficacy of Cognitive Rehabilitation on Working Memory and Processing Speed of Children with Attention deficit/ Hyperactivity disorder. *Journal of Modern Psychological Researches*, 14(۵۶), ۲۱۳-۲۳۲. [In Persian]