

# Determining the Effectiveness of Exercises (Fitness and Aerobic) on the Executive Functions of Planning Ability and Working Memory in Children With Dyslexia

Mousavi ST<sup>1</sup>, \*Ashayeri H<sup>2</sup>, Esteki M<sup>3</sup>, Vakili S<sup>4</sup>

## Author Address

1. PhD Student in Exceptional Child Psychology and Education, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran;
  2. Professor of Psychiatry and Neurology, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran;
  3. Assistant Professor of Psychology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran;
  4. Assistant Professor of Exceptional Child Psychology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.
- \* Correspond Author's Email: [Ashayeri.h@iums.ac.ir](mailto:Ashayeri.h@iums.ac.ir)

Received: 2022 May 29; Accepted: 2022 June 27

## Abstract

**Background & Objectives:** Dyslexia is the most common type of learning disability, with 80% of children with learning disabilities being dyslexic. Research has shown that people with learning disabilities have difficulty with executive functions that help a person pay attention to important aspects of the task and plan to complete it. One of the processes of executive functions is the ability to plan, which is the ability to achieve the goal systematically. Another process of executive functions is working memory, which is important for reasoning and guidance, decision-making, and behavior. Evidence has shown that exercise is a good way to treat many disorders and problems. Exercise can be combined with other therapies and has beneficial effects on executive functions such as planning, working memory, problem-solving, etc. Therefore, the present study aimed to determine the effectiveness of exercise (aerobics and fitness) on the executive functions of the problem-solving process, speed of action, planning and working memory in dyslexic children.

**Methods:** This quasi-experimental study has a pretest-posttest design with a control group. The statistical population consisted of all students (girl and boy) living in Tehran City, Iran, during 2020. A total of 24 students were selected by the available sampling method and randomly assigned into experimental (n=12) and control groups (n=12). The inclusion criteria were as follows: not having a disability, having difficulty reading, lacking psychological and neurological problems, studying in normal schools in Tehran, not having acute and chronic physical diseases, not participating in other treatment programs at the same time, and not receiving individual counseling or drug therapy. The exclusion criteria were as follows: absence of more than two sessions and not being satisfied with the participation in the sessions. Research instruments included the Reading and Dyslexia Test (NEMA) (Kormi Nouri & Moradi, 2005), London Tower Test (Shallice, 1982), and N-Back Test (Kirchner, 1958). Exercise intervention included fitness and aerobics and was performed on the experimental group 3 sessions per week, 1 hour per session for 3 months. For data analysis, univariate covariance analysis and its assumptions and t test comparing the means of two independent groups were used in SPSS version 24 software at a significance level of 0.05.

**Results:** The results showed that after removing the effect of the pretest, significant differences were observed between the average scores of variables of executive functions of planning ( $p=0.002$ ) and working memory ( $p=0.038$ ) of the experimental and control groups in the posttest. The results showed that group effect explained 62% of the changes in the planning variable and 36% of the changes in the working memory.

**Conclusion:** According to the findings, exercise intervention, including fitness and aerobics is effective in the planning and working memory of dyslexic children.

**Keywords:** Exercise, Executive functions, Planning, Working memory, Dyslexia.

## تعیین اثربخشی تمرینات ورزشی (هوازی، ایروبیک و فیتنس) بر کارکردهای اجرایی برنامه‌ریزی و حافظه کاری در کودکان نارساخوان

سیده‌طیبه موسوی<sup>۱</sup>، \*حسن عشایری<sup>۲</sup>، مهناز استکی<sup>۳</sup>، سمیرا وکیلی<sup>۴</sup>

توضیحات نویسندگان

۱. دانشجوی دکتری رشته روان‌شناسی و آموزش کودکان استثنایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران؛

۲. گروه روان‌پزشکی و عصب‌شناسی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران؛

۳. استادیار گروه روان‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز، تهران، ایران؛

۴. استادیار گروه روان‌شناسی و آموزش کودکان استثنایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

\*آرمان‌نامه نویسنده مسئول: Ashayeri.h@iums.ac.ir

تاریخ دریافت: ۸ خرداد ۱۴۰۰؛ تاریخ پذیرش: ۶ تیر ۱۴۰۰

### چکیده

**زمینه و هدف:** توان بخشی شناختی و کاربرد تمرینات ورزشی یکی از مسائلی است که می‌تواند به بهبود شاخص‌های کارکردهای اجرایی کودکان نارساخوان کمک کند و زندگی فردی و اجتماعی آن‌ها را ارتقا بخشد؛ از این رو، پژوهش حاضر با هدف تعیین اثربخشی تمرینات ورزشی (هوازی، ایروبیک و فیتنس) بر کارکردهای اجرایی برنامه‌ریزی و حافظه کاری در کودکان نارساخوان صورت گرفت.

**روش بررسی:** روش این پژوهش نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با گروه گواه بود. جامعه آماری پژوهش را تمامی دانش‌آموزان دختر و پسر مراجعه‌کننده به باشگاه درخت سپید و کلینیک روان‌شناسی ذهن‌آرا شهر تهران در سال ۱۳۹۹ تشکیل دادند که ۲۴ نفر داوطلب واجد شرایط با روش نمونه‌گیری دردسترس وارد مطالعه شدند. سپس به صورت تصادفی دوازده نفر در گروه آزمایش و دوازده نفر در گروه گواه قرار گرفتند. ابزارهای پژوهش، آزمون خواندن و نارساخوانی (نما) (کرمی نوری و مرادی، ۱۳۸۴)، آزمون برج لندن (شالیس، ۱۹۸۲) و آزمون ان-بک (کرچنر، ۱۹۵۸) بود. مداخله تمرینات ورزشی از جمله فیتنس، تناسب‌اندام و هوازی به مدت سه ماه، سه جلسه در هفته و هر جلسه یک ساعت برای شرکت‌کنندگان گروه آزمایش اجرا شد. تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس تک‌متغیری و آزمون تی مقایسه میانگین‌های دو گروه مستقل در نسخه ۲۴ نرم‌افزار SPSS در سطح معناداری ۰/۰۵ صورت گرفت.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد، پس از حذف اثر پیش‌آزمون، بین گروه آزمایش و گروه گواه در پس‌آزمون، در میانگین نمرات متغیرهای کارکردهای اجرایی برنامه‌ریزی ( $p=۰/۰۰۲$ ) و حافظه کاری ( $p=۰/۰۳۸$ ) تفاوت معناداری مشاهده شد.

**نتیجه‌گیری:** براساس یافته‌های پژوهش نتیجه گرفته می‌شود، تمرینات ورزشی در کودکان نارساخوان قابلیت کاربرد دارد و بر بهبود کارکردهای اجرایی برنامه‌ریزی و حافظه کاری آن‌ها اثربخش است.

**کلیدواژه‌ها:** تمرینات ورزشی، کارکردهای اجرایی، برنامه‌ریزی، حافظه کاری، نارساخوانی.

باتوجه به شواهد، از روش‌های درمانی مفید برای اثربخشی بر این اختلالات، فعالیت‌های ورزشی<sup>۱۲</sup> است که می‌توان آن را به‌صورت ترکیبی با سایر درمان‌ها به‌کار برد؛ همچنین تأثیرات مثبتی از آن روی عملکردهای اجرایی همچون برنامه‌ریزی و حافظه کاری گزارش شده است (۱۰). انجام ورزش‌های ایروبیکی در کودکان موجب افزایش مقادیر عوامل نوروتروفیک مشتق از مغز<sup>۱۳</sup> می‌شود. از مواد اصلی برای رشد مغز همین عوامل است. نوروتنسین<sup>۱۴</sup> باعث تولید نورون‌های جدید در مغز می‌شود که انجام ایروبیکی آن‌ها را تحریک می‌کند (۱۱). علاوه بر این فعالیت‌های هوازی باعث برانگیختگی ژن‌هایی می‌شود که تغییرپذیری مغز را افزایش می‌دهند. یکی از این تغییرپذیری‌های مهارت مغز در جهت تغییر مسیر عصبی است و در نتیجه از نابودی بافت مغزی جلوگیری می‌کند (۱۲). فعالیت‌های هوازی باعث تمرکز و خودانگیختگی بیشتر در کودکان می‌شود. در زمان مواجهه کودکان با تکالیف ادراکی که به‌میزان زیادی از توجه نیاز دارد، کودکانی که از فعالیت‌های هوازی بیشتری استفاده می‌کنند، درمقایسه با سایر کودکان در انجام آن تکالیف دقت و سرعت واکنش بیشتری از خود نشان می‌دهند. این امر سبب تغییرات شناختی در حافظه کاری و بازداری و در نهایت پیشرفت تحصیلی خواهد شد (۱۳). نتایج پژوهشی دیگر نشان داد، از آنجاکه فعالیت‌های هوازی به عملکرد اجرایی ارتباط دارد، این فعالیت‌ها همچنین باعث افزایش توانایی ریاضی و فعالیت در قشر پیشانی دوطرفه مغز می‌شود (۱۴). از مزایای تناسب اندام نیز می‌توان به افزایش توانایی قلبی و عروقی، استقامت عضلانی، کاهش کلسترول، میزان پروتئین و ماهیچه در سطح استاندارد و افزایش قدرت عضلانی اشاره کرد که این موضوعات در زندگی روزمره به فرد در پیشگیری از بیماری‌ها و افزایش کنترل شناختی و کارایی حافظه کمک می‌کند (۱۵). در حال حاضر شواهد نشان می‌دهد، چنانچه تجربیات حسی و ادراکی و شرایط حرکتی مختلف باهم ترکیب شوند و همانند یک واحد باشند، یادگیری مفیدتر خواهد بود (۱۶).

در نهایت می‌توان گفت، براساس بیشتر تحقیقات انجام‌شده، مسئول اختلالات یادگیری، دو عامل اصلی عصبی‌شیمیایی، دوپامین<sup>۱۵</sup> و نوراپی‌نفرین<sup>۱۱</sup> است. با مشاهده توپوگرافی کامپیوتری افراد مبتلا به اختلال یادگیری می‌توان فهمید که سطح متابولیسم پایین‌تر و جریان خون کمتری در مغز آن‌ها درمقایسه با افراد سالم وجود دارد (۱۷)؛ بنابراین انجام فعالیت‌های ورزشی باعث افزایش سطح نوراپی‌نفرین و دوپامین و جریان خون در مغز، کم‌شدن آشفتگی و پیشرفت تحصیلی در افراد خواهد شد (۱۸). باتوجه به نتایج مطالعه‌ای، ترکیب تناسب اندام و فعالیت‌های هوازی موجب افزایش حجم هیپوکامپ و جریان خون به مغز و کم‌شدن خطر زوال عقل می‌شود و بر نواحی از مغز

از مهارت‌های بسیار مهم بشر، مهارت خواندن<sup>۱</sup> است که به‌عنوان نماینده اکثر فرایندهای شناختی<sup>۲</sup> معرفی می‌شود و نقش مهمی در دریافت و پردازش اطلاعات و موضوعات تازه، ایفا می‌کند (۱). باوجود این بعضی از کودکان در بدو ورود به مدرسه مشکلاتی را در زمینه اختلالات یادگیری<sup>۳</sup> تجربه می‌کنند که از انواع بسیار شایع اختلالات یادگیری، اختلالات نارساخوانی<sup>۴</sup> است (۲). باتوجه به آمار گزارش‌شده، ۸۰ درصد اختلالات یادگیری مربوط به نارساخوانی است؛ همچنین در ایران میزان اختلال یادگیری ۱۱ درصد بیان شده است که حداقل ۹ درصد آن به اختلال نارساخوانی مربوط می‌شود (۳). باوجود اینکه اختلال مذکور در هر دو جنس شیوع دارد، میزان آن در پسران درمقایسه با دختران ۳ یا ۴ برابر بیشتر گزارش شده است. همچنین در آمریکا جمعیت کودکان دچار اختلال نارساخوانی حدود ۴ درصد عنوان شده است (۴).

نتایج مطالعات بیانگر آن است که کودکان مبتلا به اختلال یادگیری در عملکردهای اجرایی<sup>۵</sup> خود مشکلاتی دارند. این عملکردها به فرد در زمینه توجه به ابعاد اصلی تکالیف و برنامه‌ریزی برای اتمام آن‌ها کمک می‌کند (۵). از عملکردهای اساسی‌تر اجرایی عصب‌شناختی که به فرد در زمینه انجام تکالیف یادگیری و رفتارهای هوشی کمک می‌کند، می‌توان به عملکردهایی مانند سازمان‌دهی<sup>۶</sup>، تصمیم‌گیری<sup>۷</sup>، برنامه‌ریزی<sup>۸</sup>، سرعت عمل<sup>۹</sup>، حل مسئله<sup>۱۰</sup> و حافظه کاری<sup>۱۱</sup> اشاره کرد (۶). نتایج مطالعه بیرمن و همکاران نشان داد که به‌منظور پیشرفت مهارت‌های تحصیلی و آموزشگاهی باید روی رشد و آموزش عملکردهای اجرایی برنامه‌ریزی شود (۷).

یکی از عملکردهای اجرایی که اشاره شد، مهارت حل مسئله است. افراد مبتلا به اختلال یادگیری در زمینه شناسایی مسئله و شکل‌دهی به آن و در نهایت حل آن مسئله با مشکلات فراوانی مواجه می‌شوند؛ بدین‌معنا که آن‌ها مسیر رفتن از وضعیتی به وضعیت دیگر را نمی‌دانند (۸). یکی دیگر از عملکردهای اجرایی مهارت برنامه‌ریزی است و منظور از آن، مهارت استفاده از راه‌های نظام‌مند برای نایل شدن به اهداف است. افراد مبتلا به اختلال یادگیری مهارت لازم را برای شناخت و تنظیم مراحل به‌منظور اجرای یک عمل و رسیدن به اهداف خود ندارند و به‌صورت ناکارآمد عمل می‌کنند (۹). همان‌گونه که بیان شد، حافظه کاری از دیگر عملکردهای اجرایی است که از آن برای راهنمایی و استدلال تصمیم‌گیری و رفتار استفاده می‌شود. در زمینه این عملکرد افراد مبتلا به اختلال یادگیری درمقایسه با افراد سالم ضعیف‌تر عمل می‌کنند و در انجام تکالیف حافظه کاری نقص‌هایی زیادی دارند (۹).

9. Speed of action  
10. Problem solving  
11. Working memory  
12. Sports activities  
13. Brain-derived neurotrophic factor (BDNF)  
14. Neurogenesis  
15. Dopamine  
16. Norepinephrine

1. Reading skill  
2. Cognitive processes  
3. Learning disorders  
4. Dyslexia disorders  
5. Executive functions  
6. Organization  
7. Decisions making  
8. Planning

مربوط به یادگیری و حافظه تأثیرگذار است (۱۹). از آنجا که مشکلات یادگیری به خصوص مشکل خواندن برای کودکان، خانواده و جامعه می‌تواند مشکلی جدی به‌شمار آید، ارائه راه‌حلی برای کاهش این مشکلات در آن‌ها ضروری به‌نظر می‌رسد؛ همچنین باتوجه به اینکه فعالیت‌های ورزشی اثرات مفیدی روی کارکردهای اجرایی کودکان خواهد داشت، این پژوهش با هدف تعیین اثربخشی تمرینات ورزشی هوای ایروبیکی فیتنس بر کارکردهای اجرایی فرایند حل مسئله، سرعت عمل، برنامه‌ریزی و حافظه کاری کودکان نارساخوان تدوین و اجرا شد.

## ۲ روش بررسی

روش این پژوهش، نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با گروه گواه بود. جامعه آماری پژوهش را تمامی دانش‌آموزان دختر و پسر مراجعه‌کننده به باشگاه درخت سپید و کلینیک روان‌شناسی ذهن‌آرا شهر تهران در سال ۱۳۹۹ تشکیل دادند. بیست‌وچهار نفر داوطلب واجد شرایط با روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی دوازده نفر در گروه آزمایش و دوازده نفر در گروه گواه قرار گرفتند. ملاک‌های ورود آزمودنی‌ها به پژوهش عبارت بود از: نداشتن معلولیت؛ دارا بودن مشکل خواندن؛ نداشتن مشکلات روان‌شناختی و عصب‌شناختی؛ مشغول به تحصیل در مدارس عادی شهر تهران؛ نداشتن بیماری‌های حاد و مزمن جسمی؛ شرکت نکردن هم‌زمان در سایر برنامه‌های درمانی و دریافت نکردن مشاوره فردی یا دارودرمانی. معیارهای خروج آزمودنی‌ها از پژوهش، غیبت بیش از دو جلسه و رضایت‌نداشتن از شرکت در جلسات در نظر گرفته شد. ملاحظات اخلاقی در پژوهش شامل حفظ اطلاعات شرکت‌کنندگان به‌صورت محرمانه و دریافت رضایت‌نامه کتبی از آزمودنی‌ها یا ولی آن‌ها مبنی بر رضایت شرکت در پژوهش بود.

برای جمع‌آوری داده‌ها ابزارها و جلسات آموزشی زیر به‌کار رفت.

— آزمون خواندن و نارساخوانی (نما): این آزمون را کرمی نوری و مرادی در سال ۱۳۸۴ برای دانش‌آموزان تک‌زبانه (فارسی) و دوزبانه (تبریزی و سنندجی) دختر و پسر پایه اول تا پنجم دبستان طراحی و هنجاریایی کردند (به‌نقل از ۲۰). به‌طورکلی این آزمون برای غربالگری دانش‌آموزان دارای نارساخوانی استفاده می‌شود (۲۰) و در این پژوهش نیز به همین منظور به‌کار رفت. ضریب آلفای کرونباخ کل آزمون ۸۲ درصد به‌دست آمد. این مجموعه آزمون شامل ده آزمون فرعی و در مجموع دارای ۱۲۰ آیتم است: ۱. آزمون خواندن واژه‌ها شامل سه فهرست چهل‌کلمه‌ای در سطح کلماتی مانند سرب و رویه با آلفای کرونباخ ۹۱ درصد و کلماتی مانند آب و ژله با آلفای کرونباخ ۹۹ درصد؛ ۲. آزمون‌های خواندن واژه‌های بدون معنا با آلفای کرونباخ ۸۵ درصد؛ ۳. زنجیره واژه‌ها با آلفای کرونباخ ۶۵ درصد؛ ۴. درک واژه‌ها با آلفای کرونباخ ۷۳ درصد؛ ۵. درک متن شامل دو آزمون فرعی عمومی و اختصاصی برای هر پایه تحصیلی با آلفای کرونباخ به‌ترتیب ۶۱ درصد و ۶۲ درصد؛ ۶. نامیدن تصاویر با آلفای کرونباخ ۷۵ درصد؛ ۷. حذف آواها با آلفای کرونباخ ۷۸ درصد؛ ۸. نشانه حروف ۶۶ درصد؛

۹. نشانه واژه‌ها با آلفای کرونباخ ۷۵ درصد؛ ۱۰. آزمون قافیه‌ها با آلفای کرونباخ ۸۸ درصد. روش اجرا و نمره‌گذاری آزمون به این صورت است که آزمون به‌صورت انفرادی اجرا می‌شود. باتوجه به نقطه برش آزمون یعنی ۱۵۷، دانش‌آموزانی که در این آزمون نمره ۱۵۷ یا کمتر از ۱۵۷ (۱۱۴ خطا یا بیشتر) کسب کنند، به‌عنوان دانش‌آموز نارساخوان تشخیص داده می‌شوند. پاسخ‌های درست هر خرده‌مقیاس با مراجعه به جدول پاسخ‌های صحیح محاسبه می‌شود. سپس با مراجعه به جدول مربوط، نمره تراشده به‌دست می‌آید. روایی این آزمون نیز ۰/۸۴ گزارش شد (۲۰).

— آزمون برج لندن<sup>۳</sup>: شالیس<sup>۳</sup> این آزمون را برای اولین بار در سال ۱۹۸۲ در مقاله‌ای با بررسی آسیب‌های خاص در برنامه‌ریزی و سازمان‌دهی معرفی کرد (به‌نقل از ۲۱). این آزمون برای سنجش و ارزیابی جنبه‌ای از کارکردهای اجرایی یعنی برنامه‌ریزی تدوین شده است (۲۱). آزمون از چهارده مسئله تشکیل شده است. شیوه نمره‌گذاری در آزمون بدین صورت است که بر مبنای اینکه فرد در چه کوششی مسئله را حل کند، نمره به او تعلق می‌گیرد. بدین ترتیب، زمانی که مسئله‌ای در کوشش اول حل شود ۳ نمره، زمانی که مسئله در کوشش دوم حل شود ۲ نمره، زمانی که در کوشش سوم حل شود ۱ نمره و زمانی که سه کوشش به شکست منجر شود، نمره صفر به فرد تعلق می‌گیرد. در طول آزمون با حرکت دادن مهره‌های رنگی (سبز، آبی، قرمز) و قراردادن آن‌ها در جای مناسب با حداقل حرکات لازم باید شکل نمونه درست شود. لازم به ذکر است که فقط می‌توان مهره‌های بالایی را جابه‌جا کرد و در ستون بلند سه مهره، در ستون متوسط دو مهره و در ستون کوتاه فقط یک مهره جای می‌گیرد. سپس از آزمودنی خواسته می‌شود مثال را حل کند. در این مرحله سه بار به فرد اجازه حل مسئله داده می‌شود و فرد باید مطابق با دستورعمل با حداقل حرکات لازم مثال را حل کند. در هر مرحله پس از موفقیت و در صورتی که پس از سه بار کوشش بازم مسئله حل نشد، مسئله بعدی در اختیار او قرار داده می‌شود. متغیرهای بررسی‌شده در این آزمون شامل زمان تأخیر، زمان آزمایشی، زمان کل آزمایش (مجموع زمان تأخیر و زمان آزمایشی)، تعداد خطا و امتیاز کل به‌صورت دقیق به‌وسیله رایانه محاسبه می‌شود. در این پژوهش از نمره امتیاز کل برای تحلیل‌ها استفاده شد. اعتبار این آزمون ۷۹ درصد به‌دست آمد و علاوه‌براین بین نتایج این آزمون و آزمون مازهای پرتوس همبستگی  $r=0/41$  گزارش شد (۲۱). در ایران نیز پایایی و روایی آن در پژوهش سلیمانی به‌ترتیب ۰/۸۹ و ۰/۷۲ بود (۲۲).

— آزمون ان-بک<sup>۴</sup>: این آزمون، تکلیف سنجش عملکرد شناختی مرتبط با کنش‌های اجرایی است که حافظه کاری را می‌سنجد و نخستین بار در سال ۱۹۵۸ توسط کرچنر معرفی شد (۲۳). از آنجا که این تکلیف نگهداری اطلاعات شناختی و نیز دست‌کاری آن‌ها را شامل می‌شود، برای سنجش عملکرد حافظه کاری بسیار مناسب شناخته شد. روند کلی تکلیف از این قرار است که دنباله‌ای از محرک‌ها (۱۲۰ آیتم)، به‌صورت گام‌به‌گام به آزمودنی ارائه می‌شود و آزمودنی باید بررسی کند

3. Shallice

4. N-Back Test

1. Reading and Dyslexia Test (NEMA)

2. London Tower Test

غریبالگری نما، به‌عنوان افراد دارای مشکلات نارساخوانی انتخاب شدند. این ۲۴ دانش‌آموز در دو گروه آزمایش و گواه به‌طور تصادفی قرار گرفتند. گروه آزمایش به‌مدت سه ماه (ماه اول: تمرینات فیتنس و هوازی، ماه دوم: تمرینات ایروبیک، ماه سوم: تمرینات هوازی، فیتنس و ایروبیک به‌صورت ترکیبی)، هفته‌ای سه جلسه و شصت دقیقه در روز (در مجموع ۴۲ جلسه) مداخله گروهی را دریافت کرد؛ اما برای گروه گواه هیچ مداخله‌ای ارائه نشد. برای بررسی روایی محتوایی جلسات آموزشی از شاخص تعیین محتوای کیفی و نظر پنج نفر از اساتید متخصص مربوط دانشگاه استفاده شد و مقدار آن ۰/۹۹ به‌دست آمد که حاکی از روایی محتوایی مطلوب برنامه مداخله بود. قبل از مداخله، در هر دو گروه آزمون‌های برج لندن و آزمون آن-بک اجرا شد و پس از یک هفته از پایان جلسات آموزشی، به‌طور مجدد اجرای این آزمون‌ها روی آزمودنی‌های گروه گواه و گروه آزمایش صورت گرفت. خلاصه‌ای از جلسات تمرینات ورزشی در جدول ۱ آمده است.

که آیا محرک ارائه‌شده فعلی با محرک n گام قبل از آن، همخوانی دارد یا خیر. انجام این آزمایش با مقادیر مختلف n، صورت می‌پذیرد که n معمولاً از ۲ تا ۳ متغیر است و دشواری آزمون را با افزایش میزان n تعیین می‌کنند. بدین ترتیب در تکلیف (1-back, n=1)، آخرین محرک ارائه‌شده با محرک قبلی مقایسه می‌شود و در تکلیف (n=3, 3-back)، مقایسه آخرین محرک ارائه‌شده با سه محرک قبل صورت می‌گیرد. به‌ازای هر پاسخ درست، یک امتیاز تعلق می‌گیرد و به پاسخ‌های غلط نیز امتیازی اختصاص داده نمی‌شود. ضرایب اعتبار این آزمون در دامنه‌ای بین ۰/۵۴ تا ۰/۸۴ است و روایی این آزمون ۰/۹۰ گزارش شد (۲۳). امانی و همکاران پایایی آزمون را ۰/۷۸ و روایی افتراقی آن را ۰/۶۱ گزارش کردند (۲۴).  
به‌منظور اجرای پژوهش مراحل زیر طی شد: در ابتدا تعدادی دانش‌آموز دارای نارساخوانی، انتخاب شدند و آزمون غریبالگری نما (آزمون خواندن و نارساخوانی) از طریق پژوهشگر اول روی آن‌ها اجرا شد. سپس ۲۴ نفر از دانش‌آموزان دارای نمرات بیشتر از میانگین در آزمون

جدول ۱. خلاصه جلسات تمرینات ورزشی

جلسات	شرح جلسه
ماه اول: تمرینات فیتنس و هوازی	
۱	ده دقیقه گرم‌کردن و حرکت‌های کششی، درج‌ازدن، طناب‌زدن، اسکات پا دمبل ۲×۱۰، لانچ با دمبل ۳×۱۰، پشت پا تک‌دمبل روی میز شبیدار ۲×۱۰، زیربغل پلاور دمبل ۲×۱۰، زیربغل دمبل خم ۲×۱۰.
۲	ده دقیقه گرم‌کردن و حرکت‌های کششی، سرشانه دمبل ۲×۱۰، نشر از روبه‌رو دمبل ۲×۱۰، نشر از جانب دمبل ۲×۱۰، جلو بازو جفت‌دمبل ایستاده ۲×۱۰، جلو بازو دمبل چکشی ۲×۱۰.
۳	ده دقیقه گرم‌کردن و حرکت‌های کششی، پرس بالاسینه دمبل ۲×۱۲، قفسه بالاسینه دمبل ۲×۱۲، شنا سوئدی روی زانو ۲×۱۰، پشت بازو جفت‌دمبل خوابیده روی میز ۲×۱۰، پشت بازو تک‌دمبل از بالای سر ۲×۱۰.
۴	ده دقیقه گرم‌کردن و حرکت‌های کششی، درج‌ازدن، طناب‌زدن، اسکات پا دمبل ۲×۱۰، لانچ با دمبل ۳×۱۰، پشت پا تک‌دمبل روی میز شبیدار ۲×۱۰، زیربغل پلاور دمبل ۲×۱۰، زیربغل دمبل خم ۲×۱۰.
۵	ده دقیقه گرم‌کردن و حرکت‌های کششی، سرشانه دمبل ۲×۱۰، نشر از روبه‌رو دمبل ۱۰×۲، نشر از جانب دمبل ۲×۱۰، جلو بازو جفت‌دمبل ایستاده ۲×۱۰، جلو بازو دمبل چکشی ۲×۱۰.
۶	ده دقیقه گرم‌کردن و حرکت‌های کششی، پرس بالاسینه دمبل ۲×۱۲، قفسه بالاسینه دمبل ۲×۱۲، شنا سوئدی روی زانو ۲×۱۰، پشت بازو جفت‌دمبل خوابیده روی میز ۲×۱۰، پشت بازو تک‌دمبل از بالای سر ۲×۱۰.
۷	ده دقیقه گرم‌کردن و حرکت‌های کششی، درج‌ازدن، طناب‌زدن، اسکات پا دمبل ۲×۱۰، لانچ با دمبل ۳×۱۰، پشت پا تک‌دمبل روی میز شبیدار ۲×۱۰، زیربغل پلاور دمبل ۲×۱۰، زیربغل دمبل خم ۲×۱۰.
۸	ده دقیقه گرم‌کردن و حرکت‌های کششی، سرشانه دمبل ۲×۱۰، نشر از روبه‌رو دمبل ۱۰×۲، نشر از جانب دمبل ۲×۱۰، جلو بازو جفت‌دمبل ایستاده ۲×۱۰، جلو بازو دمبل چکشی ۲×۱۰.
۹	ده دقیقه گرم‌کردن و حرکت‌های کششی، پرس بالاسینه دمبل ۲×۱۲، قفسه بالاسینه دمبل ۲×۱۲، شنا سوئدی روی زانو ۲×۱۰، پشت بازو جفت‌دمبل خوابیده روی میز ۲×۱۰، پشت بازو تک‌دمبل از بالای سر ۲×۱۰.
۱۰	ده دقیقه گرم‌کردن و حرکت‌های کششی، درج‌ازدن، طناب‌زدن، اسکات پا دمبل ۲×۱۰، لانچ با دمبل ۳×۱۰، پشت پا تک‌دمبل روی میز شبیدار ۲×۱۰، زیربغل پلاور دمبل ۲×۱۰، زیربغل دمبل خم ۲×۱۰.
۱۱	ده دقیقه گرم‌کردن و حرکت‌های کششی، سرشانه دمبل ۲×۱۰، نشر از روبه‌رو دمبل ۱۰×۲، نشر از جانب دمبل ۲×۱۰، جلو بازو جفت‌دمبل ایستاده ۲×۱۰، جلو بازو دمبل چکشی ۲×۱۰.
۱۲	ده دقیقه گرم‌کردن و حرکت‌های کششی، پرس بالاسینه دمبل ۲×۱۲، قفسه بالاسینه دمبل ۲×۱۲، شنا سوئدی روی زانو ۲×۱۰، پشت بازو جفت‌دمبل خوابیده روی میز ۲×۱۰، پشت بازو تک‌دمبل از بالای سر ۲×۱۰.
ماه دوم: تمرینات ایروبیک	
۱۳-۲۴	ده دقیقه گرم‌کردن شامل حرکات آهسته و کششی، حرکات با تماس کم از قبیل گام درجا، حرکت زانو، حرکت پا، همسترینگ، ال دوسر بازویی و درنهایت پنج دقیقه سردکردن
ماه سوم: تمرینات ترکیبی فیتنس، هوازی و ایروبیک	
۲۴-۴۲	ده دقیقه اول تمرینات کششی به‌منظور گرم‌کردن+پنجاه دقیقه تمرینات هوازی، فیتنس و ایروبیک به‌صورت ترکیبی

در گروه‌های آزمایش و گواه به همراه نتایج تحلیل کوواریانس نشان می‌دهد. قبل از اجرای آزمون، به بررسی پیش‌فرض‌های اجرای تحلیل کوواریانس پرداخته شد. بررسی پیش‌فرض نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف صورت گرفت. آزمون کولموگروف اسمیرنوف در هر دو متغیر از لحاظ آماری در هر یک از گروه‌ها در مرحله پس‌آزمون معنادار نبود و فرض نرمال بودن داده‌ها رد نشد ( $p > 0/05$ ). علاوه بر این، یکی از پیش‌فرض‌های دیگر یعنی همگنی شیب‌های خط رگرسیون بررسی شد که نتایج نشان داد، همگنی شیب‌های خط رگرسیون برای متغیرهای برنامه‌ریزی ( $p = 0/124$ ) و حافظه کاری ( $p = 0/323$ ) برقرار بود. همچنین پیش‌فرض دیگر یعنی یکسانی واریانس‌ها بررسی شد. نتایج آزمون لون حاکی از آن بود که همسانی واریانس‌ها برقرار بود ( $p > 0/05$ )؛ بنابراین، استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس تک‌متغیری مانعی نداشت.

برای تحلیل داده‌ها، آزمون تحلیل کوواریانس تک‌متغیری و پیش‌فرض‌های آن (آزمون لون، شیب خط رگرسیون و آزمون کولموگروف اسمیرنوف) و آزمون تی مقایسه میانگین‌های دو گروه مستقل در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

### ۳ یافته‌ها

در این پژوهش ۲۴ آزمودنی شرکت داشتند که میانگین و انحراف معیار سنی گروه آزمایش  $9/13 \pm 1/24$  سال و گروه گواه  $9/75 \pm 1/03$  سال بود. به منظور مقایسه سنی دو گروه از آزمون تی مقایسه میانگین‌های دو گروه مستقل استفاده شد. نتایج نشان داد، تفاوت میانگین سنی گروه‌های مطالعه‌شده از نظر آماری معنادار نبود ( $p > 0/05$ )؛ بنابراین گروه‌های مطالعه‌شده از نظر سن یکسان بودند. جدول ۲ نتایج میانگین و انحراف معیار نمره‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیرهای پژوهش را

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار نمره‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیرهای پژوهش به تفکیک گروه‌ها به همراه نتایج تحلیل کوواریانس

متغیر	گروه	پیش‌آزمون		پس‌آزمون		مقدار F	مقدار p	ضریب اتا
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار			
کارکردهای برنامه‌ریزی	آزمایش	۳۱/۵۰	۲/۴۴	۳۹/۰۰	۱/۵۱	۱۶/۳۵	۰/۰۰۲	۰/۶۲۱
	گواه	۳۴/۲۵	۴/۰۲	۳۵/۲۵	۴/۵۹	۷		
اجرای حافظه کاری	آزمایش	۵۵/۳۸	۲/۳۸	۶۲/۲۵	۴/۳۰	۵/۷۰۱	۰/۰۳۸	۰/۳۶۳
	گواه	۵۶/۰۰	۲/۰۰	۵۵/۳۸	۳/۵۸			

اجرائی تأثیر معنادار دارد (۱۳).

در تبیین این یافته می‌توان گفت، اختلالات یادگیری به‌ویژه اختلال نارساخوانی موجب بروز اختلالات فراوانی برای کودک و خانواده و جامعه می‌شود؛ بنابراین برای حل این مشکلات یافتن راه‌حل امری مهم است و از آنجاکه فعالیت‌های ورزشی بر عملکردهای اجرایی افراد تأثیر فراوان دارد، باید آن را در برنامه درمانی گنجانده (۱۰). فعالیت‌های ورزشی، تغییرات ساختاری و کنشی در مغز ایجاد می‌کند که در نتیجه سبب اصلاح عملکردهای شناختی و افزایش سطح فعالیت هیپوکامپ، بزرگ‌تر شدن حجم هیپوکامپ داخلی و حجم مناطق سفید و خاکستری مغز، بیشتر شدن جریان خون و انعطاف‌پذیری سیناپسی و افزایش انتقال‌دهنده عصبی می‌شود (۱۶). این تغییرات حاصل‌شده از فعالیت‌های ورزشی، به‌نوبه خود فعالیت‌های شناختی را در افراد دارای مشکلات ذهنی و شناختی افزایش می‌دهد. همین نتایج در پژوهش حاضر تأیید شد. فعالیت‌های ورزشی سبب به‌کارگیری توجه، حافظه، پردازش منطقی و نیز افزایش تحرک جسمانی می‌شود و بنابراین بهبود آن‌ها فعالیت‌های شناختی را افزایش می‌دهد (۱۵). احتمال دارد دلیل اثرگذاری ورزش روی فعالیت‌های شناختی کودکان، فعالیت‌های نوروشیمیایی در برخی از نواحی مغزی باشد که سبب افزایش میزان ترشح میانجی‌های عصبی مانند استیل‌کولین و سروتونین و آدرنالین می‌شود (۱۱). میانجی‌های عصبی در فعالیت‌های الکتروفیزیولوژیک مغز تغییراتی به‌وجود می‌آورد؛ در نتیجه فعالیت‌های شناختی همچون توجه، پردازش اطلاعات و ذخیره و بازیابی اطلاعات افزایش می‌یابد. فعالیت‌های ورزشی علاوه بر پیشرفت توانایی حرکتی، عملکردهای

باتوجه به نتایج جدول ۲، پس از کنترل اثر پیش‌آزمون، آموزش تمرینات ورزشی بر میانگین نمرات پس‌آزمون گروه آزمایش در متغیر برنامه‌ریزی تأثیر معناداری داشت ( $p = 0/002$ ). اندازه اثر ( $\eta^2$ ) ۰/۶۲ به‌دست آمد و نشان داد، ۶۲ درصد از تغییرهای متغیر برنامه‌ریزی، ناشی از اثر گروه بوده است. همچنین پس از کنترل اثر پیش‌آزمون، ملاحظه شد که آموزش تمرینات ورزشی بر میانگین نمرات پس‌آزمون گروه آزمایش در متغیر حافظه کاری تأثیر معناداری داشت ( $p = 0/038$ ). اندازه اثر ( $\eta^2$ ) ۰/۳۶ بود که مشخص کرد، ۳۶ درصد از تغییرهای متغیر حافظه کاری، ناشی از اثر گروه بوده است.

### ۴ بحث

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثربخشی تمرینات ورزشی (هوازی، ایروبیک و فیتنس) بر کارکردهای اجرایی برنامه‌ریزی و حافظه کاری در کودکان نارساخوان تدریس و اجرا شد. یافته‌ها نشان داد، پس از مداخله آموزشی تمرینات ورزشی (هوازی، ایروبیک و فیتنس) بین کودکان نارساخوان گروه‌های آزمایش و گواه در کارکردهای اجرایی (برنامه‌ریزی و حافظه کاری) تفاوت معناداری وجود داشت؛ بنابراین براساس این یافته می‌توان نتیجه گرفت، آموزش تمرینات ورزشی (هوازی، ایروبیک و فیتنس) بر بهبود کارکردهای اجرایی (برنامه‌ریزی و حافظه کاری) در کودکان نارساخوان مؤثر است. این یافته با نتایج پژوهش چادوک و همکاران تاحدودی همسوست. آن‌ها دریافتند، تمرینات ورزشی موجب افزایش کارکردهای اجرایی می‌شود (۱۵). همچنین، این یافته با نتایج پژوهش پنتفیکس و همکاران تاحدودی همسوست. آن‌ها نشان دادند، تمرینات ورزشی بر عملکرد شناختی و

شناختی را مانند توجه، ادراک، تمرکز حواس و پیشرفت ارتباطات اجتماعی تحت تأثیر قرار می‌دهد. ورزش با تأثیرگذاری روی نواحی سفید و خاکستری مغز و افزایش آن‌ها، زمینه انتقال عصبی سریع‌تر و پیشرفت توانایی شناختی را فراهم می‌کند و زمینه‌ساز تغییرات کوتاه‌مدت و بلندمدت در مغز می‌شود که در امر یادگیری و حافظه بسیار ضروری است (۱۵).

محققان دیگری نظریه فعال‌سازی را عنوان کردند. در این نظریه فرض بر این است که در طول زمان انجام فعالیت‌های ورزشی موجب برانگیختگی فیزیولوژیک خواهد شد و این برانگیختگی به‌نوبه خود روی عملکردهای اجرایی و تغییرات شناختی و رفتاری مفید در افراد تأثیر می‌گذارد (۱۲). ازسوی دیگر نتایج پژوهش‌های عصب‌شناختی نشان می‌دهد، انجام فعالیت‌های ورزشی باعث ایجاد تفاوت در مغز افراد ورزشکار درمقایسه با افراد غیرورزشکار می‌شود. این تفاوت در مناطقی وجود دارد که پردازش حرکتی صورت می‌گیرد؛ ازاین‌رو، انجام فعالیت‌های هوازی با شدت متوسط، سبب افزایش جریان خون و در نتیجه افزایش اکسیژن مغزی می‌شود؛ بنابراین انجام این فعالیت‌ها و افزایش عملکرد قشر مغز بیان‌کننده بهبودی در عملکردهای اجرایی است. به‌طور خلاصه‌تر می‌توان بیان کرد، افزایش عملکردهای اجرایی پس از فعالیت‌های ورزشی به‌دلیل مهارت در حرکات، فعالیت‌های شناختی بیشتر، افزایش جریان خون و اکسیژن خون و همچنین افزایش فعالیت‌های مغزی شبیه به فعالیت‌های حرکتی و شناختی است (۱۴). همچنین یافته مذکور پژوهش حاضر را این‌گونه می‌توان تبیین کرد که تمرینات ورزشی بر این اصل بنا نهاده شده است که توانایی توجه‌کردن را می‌توان توسط فراهم‌آوردن فرصت‌های نظام‌مند، موزون و هماهنگ که با فرم خاصی همراه باشد، در دانش‌آموزان نارساخوان بهبود بخشید (۱۳). زمانی که این نوع تمرینات ورزشی به‌صورت گروهی انجام می‌گیرد، علاوه بر تقویت رفتار گروهی باعث تقویت عملکردهای شناختی کودکان نیز می‌شود. تکرار نظم در حرکات ریتیمیک، کودکان را قادر می‌سازد تا رخدادهای آینده و اجزای بعدی یک حرکت یا تمرین ورزشی را به‌کمک حافظه خویش پیش‌بینی کنند. نگهداری ریتیم حرکات ورزشی در کودکان سبب تقویت حافظه، سازمان‌دهی رفتار-هیجان و کاهش مشکلات عملکردی آنان خواهد شد (۱۵).

در پژوهش حاضر محدودیت‌هایی وجود داشت؛ انتخاب نمونه پژوهش به‌صورت دردسترس بود و آزمودنی‌ها محدود به جامعه آماری دانش‌آموزان شهر تهران بودند که امکان تعمیم نتایج این پژوهش را به سایر گروه‌ها با محدودیت مواجه می‌کند. به‌دلیل محدودیت زمانی و وجود بحران کرونا امکان اجرای دوره پیگیری سه‌ماهه وجود نداشت. براساس محدودیت‌های پژوهش، پیشنهاد می‌شود این تحقیق در بین

جوامع دیگر نیز انجام گیرد و در صورت امکان داده‌های آن‌ها باهم مقایسه شود. همچنین توصیه می‌شود، در تحقیقات آتی پیگیری یک تا سه‌ماهه برای ارزیابی مجدد اثربخشی آموزش‌ها صورت پذیرد؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود آموزش تمرینات ورزشی (هوازی، ایروبیک و فیتنس) در راستای بهبود مشکلات کودکان نارساخوان و بهبود عملکرد شناختی و اجرایی آن‌ها به‌کار رود.

## ۵ نتیجه‌گیری

براساس یافته‌های این پژوهش نتیجه گرفته می‌شود، تمرینات ورزشی (هوازی، ایروبیک و فیتنس) در کودکان نارساخوان قابلیت کاربرد دارد و بر بهبود کارکردهای اجرایی برنامه‌ریزی و حافظه کاری آن‌ها اثربخش است.

## ۶ تشکر و قدردانی

از تمامی شرکت‌کنندگان در پژوهش که در انجام پژوهش نهایت همکاری را داشتند، کمال تقدیر و تشکر می‌شود.

## ۷ بیانی‌ها

تأییدیه اخلاقی و رضایت‌نامه از شرکت‌کنندگان  
از شرکت‌کننده‌های تحقیق حاضر دست‌نوشته‌ای شامل بیانی‌های درباره تأیید و رضایت اخلاقی دریافت شد.

### رضایت برای انتشار

این امر غیرقابل اجرا است.

### دردسترس بودن داده‌ها و مواد

داده‌های پشتیبان نتایج گزارش شده در مقاله که در طول مطالعه تحلیل شدند، به‌صورت فایل ورودی داده نزد نویسنده مسئول حفظ خواهد شد.

### تضاد منافع

بین نویسندگان مقاله هیچ‌گونه تضاد یا تعارض منافی وجود ندارد.

### منابع مالی

این مقاله برگرفته از رساله دکترای دانشگاه آزاد است. همچنین اعتبار برای مطالعه گزارش شده از منابع شخصی تأمین شده است.

### مشارکت نویسندگان

نویسنده اول جمع‌آوری داده و نگارش نسخه اول مقاله را انجام داد. نویسنده دوم روش‌شناسی را تدوین کرد و بازنویسی نسخه اولیه مقاله را بر عهده داشت. نویسنده سوم تحلیل داده‌ها را انجام داد و نسخه اولیه مقاله را بررسی انتقادی کرد. همه نویسندگان مقاله را خوانده و تأیید کردند.

## References

- Afflerbach P, Pearson PD, Paris SG. Clarifying differences between reading skills and reading strategies. *The Reading Teacher*. 2008;61(5):364-73. <https://doi.org/10.1598/RT.61.5.1>
- Sadock BJ, Sadock VA, Ruiz P. Kaplan & Sadock's synopsis of psychiatry: Behavioral sciences/clinical psychiatry. 9<sup>th</sup> ed. Philadelphia, US: Wolters Kluwer; 2007.
- Behrad B. Prevalence of learning disabilities in Iranian primary students: A meta-analysis. *Journal of Exceptional Children*. 2006;5(4):417-36. [Persian] <https://joec.ir/article-1-420-en.pdf>
- Badian NA, McAnulty GB, Duffy FH, Als H. Prediction of dyslexia in kindergarten boys. *Ann Dyslexia*. 1990;40(1):152-69. <https://doi.org/10.1007/bf02648146>

5. Wu KK, Anderson V, Castiello U. Neuropsychological evaluation of deficits in executive functioning for ADHD children with or without learning disabilities. *Dev Neuropsychol.* 2002;22(2):501–31. [https://doi.org/10.1207/s15326942dn2202\\_5](https://doi.org/10.1207/s15326942dn2202_5)
6. Ardila A. On the evolutionary origins of executive functions. *Brain Cogn.* 2008;68(1):92–9. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2008.03.003>
7. Bierman KL, Nix RL, Greenberg MT, Blair C, Domitrovich CE. Executive functions and school readiness intervention: impact, moderation, and mediation in the Head Start REDI program. *Dev Psychopathol.* 2008;20(3):821–43. <https://doi.org/10.1017/s0954579408000394>
8. Ropovik I. Do executive functions predict the ability to learn problem-solving principles? *Intelligence.* 2014;44:64–74. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2014.03.002>
9. Reiter A, Tucha O, Lange KW. Executive functions in children with dyslexia. *Dyslexia.* 2005;11(2):116–31. <https://doi.org/10.1002/dys.289>
10. Best JR, Nagamatsu LS, Liu-Ambrose T. Improvements to executive function during exercise training predict maintenance of physical activity over the following year. *Front Hum Neurosci.* 2014;8:353. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00353>
11. Griffin EW, Mullally S, Foley C, Warmington SA, O'Mara SM, Kelly AM. Aerobic exercise improves hippocampal function and increases BDNF in the serum of young adult males. *Physiol Behav.* 2011;104(5):934–41. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2011.06.005>
12. McMorris T, Hale BJ. Is there an acute exercise-induced physiological/biochemical threshold which triggers increased speed of cognitive functioning? A meta-analytic investigation. *J Sport Health Sci.* 2015;4(1):4–13. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.08.003>
13. Pontifex MB, Hillman CH, Fernhall B, Thompson KM, Valentini TA. The effect of acute aerobic and resistance exercise on working memory. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(4):927–34. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3181907d69>
14. Koechlin E, Summerfield C. An information theoretical approach to prefrontal executive function. *Trends Cogn Sci.* 2007;11(6):229–35. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.04.005>
15. Chaddock L, Pontifex MB, Hillman CH, Kramer AF. A review of the relation of aerobic fitness and physical activity to brain structure and function in children. *J Int Neuropsychol Soc.* 2011;17(6):975–85. <https://doi.org/10.1017/s1355617711000567>
16. Berchtold NC, Castello N, Cotman CW. Exercise and time-dependent benefits to learning and memory. *Neuroscience.* 2010;167(3):588–97. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2010.02.050>
17. Williams GJ, Kitchener G, Press LJ, Scheiman MM, Steele GT. The use of tinted lenses and colored overlays for the treatment of dyslexia and other related reading and learning disorders. *Optometry.* 2004;75(11):720–2. [https://doi.org/10.1016/s1529-1839\(04\)70226-2](https://doi.org/10.1016/s1529-1839(04)70226-2)
18. Watson P, Hasegawa H, Roelands B, Piacentini MF, Looverie R, Meeusen R. Acute dopamine/noradrenaline reuptake inhibition enhances human exercise performance in warm, but not temperate conditions. *J Physiol.* 2005;565(Pt 3):873–83. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2004.079202>
19. Chaddock-Heyman L, Erickson KI, Chappell MA, Johnson CL, Kienzler C, Knecht A, et al. Aerobic fitness is associated with greater hippocampal cerebral blood flow in children. *Dev Cogn Neurosci.* 2016;20:52–8. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2016.07.001>
20. Moradi A, Hosaini M, Kormi Nouri R, Hassani J, Parhoon H. Reliability and validity of Reading and Dyslexia Test (NEMA). *Advances in Cognitive Science.* 2016;18(1):22–34. [Persian] <https://icssjournal.ir/article-1-409-en.pdf>
21. Anderson P, Anderson V, Lajoie G. The tower of London Test: validation and standardization for pediatric populations. *The Clinical Neuropsychologist.* 1996;10(1):54–65. <https://doi.org/10.1080/13854049608406663>
22. Soleymani E. Performance comparison of students with and without math learning disorder in tower of london and continuous operation scale. *Journal of Learning Disabilities.* 2015;4(3):56–73. [Persian] [http://jld.uma.ac.ir/article\\_278\\_a8e105550be6dc0ba6fddf5d62d8a902.pdf](http://jld.uma.ac.ir/article_278_a8e105550be6dc0ba6fddf5d62d8a902.pdf)
23. Kirchner WK. Age differences in short-term retention of rapidly changing information. *J Exp Psychol.* 1958;55(4):352–8. <https://doi.org/10.1037/h0043688>
24. Amani O, Malekzade Moghani M, Peykani S. Retrospective and prospective memory in women with breast cancer as well as breast cancer survivors with history of chemotherapy compared with healthy counterparts. *Iranian Journal of Psychiatric Nursing.* 2017;4(4):8–15. [Persian] <http://ijpn.ir/article-1-886-en.pdf>