Journal of Iranian Architecture & Urbanism
(JIAU)
Homepage: https://www.isau.ir/

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Assessment of Eye-Hand Coordination in Children Taking Purdue Pegboard Test *

Maryam Heidari [1], **Seyed Hashem Mosadad** [2,**]

[1] *M.A. Student in Industrial Design, Department of Industrial Design, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.*
[2] *Assistant Professor, Department of Industrial Design, Faculty of Architecture and Environmental Design, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.*

ARTICLE INFO

Article History:

Received	2021/12/09
Revised	2022/03/01
Accepted	2022/06/07
Available Online	2022/12/31

Keywords:

Products Design
Eye-Hand Coordination
Delicate Finger Movements
Purdue Pegboard Test

Use your device to scan and read the article online

Number of References
27

Number of Figures
7

Number of Tables
4

Extended ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVES: The impairment of cognitive development, motor skills, fine motor skills, and the lack of coordination between the child's eyes and motor organs can negatively impact the learning process at later ages and result in low self-esteem in children. Thus, it is crucial to consider the level of coordination between the child's eyes and hands when designing products intended for children. The objective of this study is to assess the capability of children in creating products that necessitate eye-hand coordination during their use.

METHODS: The research conducted was a semi-experimental intervention study. The study involved 20 children between the ages of 3 and 6 who attended a kindergarten in the Panj district of Tehran. The Purdue Pegboard test was used to evaluate the children's manual dexterity and two-handed coordination. This test is commonly used to measure movement and cognitive skills in a variety of populations, including children, adults, the elderly, post-surgery patients, and those with special needs. The test evaluates both gross movements of arms, hands, and fingers as well as fine motor skills of the fingers. Additionally, the test can also be used to assess cognitive skills. To perform the test, the child was asked to place the pieces on the Purdue Pegboard with the right hand, left hand, and both hands, within a period of one minute, and five separate points were collected, which include the following is.

1. Right-hand privilege.
2. Left-hand score.
3. two-handed privilege.
4. The sum of the points of the hands, which is the sum of the points of the right hand + left hand + both hands.

FINDINGS: The findings show that most four-, five- and six-year-old children had higher scores on the right hand than the left hand, which could be due to the influence of the dominant hand on the test process, but three-year-old children scored more on the left hand. Also, the findings ¬show that girls scored higher than boys in right hand, left hand, both hands and assembly. Most three-year-old children spent more than three seconds in choosing and deciding to place pieces, while this time was significantly reduced in five- and six-year-old children. The findings showed that the Eye-hand coordination in children increases with age. Most six-year-old children picked up and placed the pieces with two or three fingers, which shows that the child is at an acceptable level in terms of fine finger skills. But three- and four-year-old children were faced with tremors and lack of hand control when removing the parts and placing them, and even some three-year-old children used their other hand to place the parts to prevent tremors and control their hands. Contrary to what was expected, there is no significant relationship between gender and problem-solving skills, but the findings showed that boys try to create a new structure more than girls in the test process.

© 2022, JIAU. All rights reserved.

https://dx.doi.org/10.30475/isau.2023.349466.1944

OPEN ACCESS

* This article is derived from the first author`s master thesis entitled "Designing toys to develop the visual creativity of children aged 3 to 6 years", supervised by the second author, at Iran University of Science and Technology.

** Corresponding Author:
Email: *h_mosaddad@iust.ac.ir*
Phone: +98(21)73228272

Extended ABSTRACT

CONCLUSION: The research results show that the age variable has an effect on the speed of action and Eye-hand coordination as well as the fine dexterity of children's fingers, and children at older ages have higher and better performance, which is consistent with the results of the study of Pehoski et al. (1997), Brito and Santos-Morales (2002) as well as Wilson et al. (1981). For this reason, necessary measures to improve movement skills should be taken into consideration from the age of three so that the child can improve his skills in the path of growth. Also, the results showed that girls have a higher operating speed in each hand and the assembly process than boys, which is in line with the results of Pehoski et al. and Brito and Santos-Morales. As Brito and Santos-Morales point out, the significant difference in the speed of action between boys and girls is due to the mental differences and neurological development of boys and girls, which affects the concentration and attention of children. The results of this research show that 6-year-old children have better performance in the assembly process, which is affected by cognitive skills, and it can be concluded that with increasing age, cognitive skills such as learning, memory, planning, etc. improve significantly in children. The difference in the scores of boys and girls in the assembly process also shows the influence of gender characteristics on cognitive processes in boys and girls. The observations of this research show that cognitive processes such as learning, memory, problem-solving skills, etc., have an impact on the Purdue Pegboard skill assessment test process, and in this regard, with the study of Bakhshipour et al. (2020), Koyler et al. (2020) and Findik et al. (2022) is aligned. In total, the results of this research showed that 33% of 6-year-old children, 50% of 5-year-old children, and 43.8% of 4-year-old children in the studied community have motor delays in their right and left hands and weakness in Eye-hand coordination. Also, 33% of 3-year-old children had movement delay in the right hand. This research can be used for researchers and designers in the field of children studies in the process of designing interactive environments as well as designing products such as personal accessories, toys, rehabilitation equipment and rehabilitation aids, services and systems. Designers should identify the cognitive, physical and movement characteristics of children in each age range and evaluate the child's abilities to interact with the desired product because children's abilities are very different and variable even in normal children of preschool age. Children in this age range try to improve their skills to gain independence and enter the next stages of life, and smart designers can help children in this way. The expectation is that through this approach, we will witness the development of effective and practical products for children.

.....

HIGHLIGHTS:

- Using Purdue Pegboard tools to measure motor and cognitive skills of normal preschool children.
- Measurement of cognitive parameters using Purdue Pegboard tools.
- Investigating the effect of gender variable and cognitive parameters on motor skills and its effect on Purdue Pegboard test results.

ACKNOWLEDGMENTS:

The authors are extremely grateful for the sincere cooperation of Mehr Ekbatan Clinic and the respected personnel of Ekbatan Kindergarten, as well as the children who played an important role in this research.

CONFLICT OF INTEREST:

The authors declared no conflicts of interest.

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the Journal of Iranian Architecture & Urbanism (JIAU). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Heidari, M.; Mosadad, S.H., (2022). Assessment of Eye-Hand Coordination in Children Taking Purdue Pegboard Test. *Journal of Iranian Architecture & Urbanism*., 13(2): 317-329.

https://dx.doi.org/10.30475/isau.2023.349466.1944
https://www.isau.ir/article_169604.html

نشریه علمی معماری و شهرسازی ایران. دوره ۱۳. شماره ۲. صفحات ۳۲۹-۳۱۷. پاییز و زمستان ۱۴۰۱

نشریه علمی معماری و شهرسازی ایران
(JIAU)
https://www.isau.ir/

مقاله علمی- پژوهشی

سنجش میزان هماهنگی چشم و دست کودکان با استفاده از ابزار پوردو پگ‌بُرد *

مریم حیدری [۱]، سید هاشم مسدد [۲و**]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد طراحی صنعتی، گروه طراحی صنعتی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.
۲. استادیار، گروه طراحی صنعتی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

مشخصات مقاله

تاریخ ارسال ۱۴۰۰/۰۹/۱۸
تاریخ بازنگری ۱۴۰۰/۱۲/۱۰
تاریخ پذیرش ۱۴۰۱/۰۳/۱۷
تاریخ انتشار آنلاین ۱۴۰۱/۱۰/۱۰

واژگان کلیدی

طراحی محصولات
هماهنگی چشم و دست
مهارت ظریف انگشتان
آزمون پوردو پگ‌بُرد

چکیده

تأخیر در رشد شناختی، مهارت‌های حرکتی، مهارت‌های ظریف انگشتان دست و همچنین اختلال در هماهنگی بین چشم و اندام حرکتی کودک تأثیر نامناسبی بر فرایند یادگیری در مقاطع بالاتر سنی دارد و موجب ضعف اعتماد به نفس در کودک می‌گردد. از این رو لازم است تا در طراحی محصولات برای کودکان به میزان هماهنگی چشم و دست با عملیاتی که توسط دست کودک بر روی محصول صورت می‌گیرد توجه کافی شود. هدف از این پژوهش شناخت میزان توانایی کودکان بمنظور ساخت محصولاتی است که هماهنگی چشم و دست در کاربرد آنها ضروری است. این پژوهش از نوع نیمه تجربی بوده و به روش مداخله‌ای انجام شده است. در این پژوهش با استفاده از آزمون پوردو پگ‌بُرد تعداد ۲۰ کودک ۳ تا ۶ سال از یکی از مهدکودک‌های منطقهٔ پنج تهران مورد سنجش قرار گرفتند. نتایج نشان داد با افزایش سن، مهارت‌های ظریف انگشتان دست و همچنین میزان هماهنگی چشم و دست کودکان به صورت قابل توجهی بهبود می‌یابد اما ۴۲٪ از جامعهٔ نمونه دارای تأخیر حرکتی و شناختی بودند. همچنین مشاهده شد که دختران در مجموع از سرعت عمل بالاتری برخوردار بودند. برخلاف اینکه انتظار می‌رفت رابطه معناداری بین جنسیت و مهارت حل مسأله وجود نداشته باشد، یافته‌ها نشان دادند پسران بیشتر از دختران در فرایند آزمون سعی در ایجاد ساختار جدید و حل مسأله داشتند. در واقع، پسران تمایل داشتند قواعد آزمون را بر هم زده و برای انجام آزمون راه حل جدیدی بیابند و همچنین فرایند چیدمان قطعات بر روی صفحه را تغییر دهند. این در حالی است که دختران، با پذیرش قواعد تعیین‌شده، به آزمون ادامه دادند.

نکات شاخص

- استفاده از ابزار پورد و پگ برد برای سنجش مهارت‌های حرکتی و شناختی کودکان نرمال پیش از دبستان.
- سنجش پارامترهای شناختی با استفاده از ابزار پوردو پگبورد.
- بررسی تأثیر متغیر جنسیت و پارامترهای شناختی و بر روی مهارت‌های حرکتی و تأثیر آن در نتایج آزمون پوردو پگ‌برد.

نحوه ارجاع به مقاله

حیدری، مریم و مسدد، سید هاشم. (۱۴۰۱). سنجش میزان هماهنگی چشم و دست کودکان با استفاده از ابزار پوردو پگ‌بُرد، *نشریه علمی معماری و شهرسازی ایران*، ۱۳(۲)، ۳۱۷-۳۲۹.

* این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد نویسنده نخست با عنوان «طراحی اسباب‌بازی برای پرورش خلاقیت تجسمی کودکان ۳ تا ۶ سال» می‌باشد که به راهنمایی نویسنده دوم در دانشگاه علم و صنعت ایران انجام گرفته است.

** نویسنده مسئول
تلفن: ۰۰۹۸۲۱۷۳۲۲۸۲۷۲
پست الکترونیک: h_mosaddad@iust.ac.ir

مقدمه

توانایی جسمی، حرکتی و ذهنی کودک از بدو تولد تا ورود به دورهٔ نوجوانی و جوانی با تکمیل فرایند رشد در حال تغییر است؛ عدم توجه والدین و مربیان مهدکودک‌ها به فرایند رشد جسمی و حرکتی کودک ممکن است منجر به تأخیر در رشد کودک و برخی اندام‌های حرکتی و همچنین رشد شناختی کودک شود.

سرعت رشد جسمی کودک در دوره‌های اولیه زندگی بسیار زیاد است به طوری که در ماه‌های اولیه، درک او از محیط و همچنین حرکاتش بسیار دقیق‌تر می‌شود چنانکه فقط در طی ۲۴ هفته، هماهنگی کودک از لحاظ چنگش به حرکات دقیق تبدیل می‌شود. چنگش کودک از سن یک و نیم سالگی به بعد، به سرعت بهبود می‌یابد و بسیار دقیق‌تر می‌شود (Lueder & Rice, 2008, 15-16).

مهارت‌های حرکتی درشت شامل توانایی انجام حرکات منفرد است که از عضلات بزرگ استفاده می‌کند در حالی که مهارت‌های حرکتی ظریف شامل توانایی در انجام حرکاتی است که نیاز به هماهنگی بین اندام‌های مختلف دارد. مهارت‌های حرکتی ظریف با هماهنگی بین اندام‌هایی مانند دست‌ها، چشم‌ها، بازوها و انگشتان مرتبط است (Sutapa et al., 2021). ویدونی و همکاران (Vidoni et al., 2009) اشاره می‌کنند که یکی از عوامل اصلی بهبود مهارت‌های حرکتی، هماهنگی چشم و دست است که به کنترل حرکات چشم با دست و پردازش اطلاعات بینایی، جهت هدایت عملکردهای دستی مثل رساندن دست به اشیاء مختلف اطلاق می‌گردد.

هماهنگی چشم با دست برای انواع فعالیت‌های روزمره و معمولی، تعاملات اجتماعی و فعالیت‌های آموزشی در مدرسه ضروری است (Johor, 2019). برای ایجاد هماهنگی دقیق چشم، از تکمیل یک پازل گرفته تا گرفتن توپ و ریختن نوشیدنی، باید تعدادی مهارت با هم کار کنند:

- توانایی تشخیص جزئیات دقیق؛
- توانایی تمرکز؛
- حرکات چشم؛
- هدف‌گیری چشم؛
- آگاهی بدن؛
- مهارت‌های دست.

مهارت‌های ظریف دست با عملکرد و فعالیت‌هایی که کودک انجام می‌دهد رابطهٔ تنگاتنگ دارد. رید و همکاران (Reed et al., 2001)، در مطالعهٔ خود نشان دادند که عدم مهارت در انجام حرکات ظریف دست متأثر از عدم هماهنگی چشم و دست می‌باشد و بر مهارت‌های بازی و انجام فعالیت‌های روزمره تأثیر سوء می‌گذارد. ورل و همکاران (Verrel et al., 2008)، نیز بر این موضوع تأکید می‌کنند که عدم مهارت در انجام حرکات ظریف دست به علت ضعف در هماهنگی چشم و دست بوده و منجر به تأخیر در انجام حرکات و فعالیت‌های آموزشی می‌شود. چاکس (Chaix, 2007) نیز گزارش می‌دهد که ۴۰ تا ۵۷ درصد کودکانی که دارای اختلال در یادگیری هستند در هماهنگی حرکتی مشکل دارند.

فیندیک و همکاران (Poyraz Findik et al., 2022) نیز در مطالعهٔ خود اشاره می‌کنند که اختلال در مهارت‌های حرکتی ظریف و درشت کودک، بسیاری از عملکردها از جمله شرکت در بازی با همسالان که شامل حرکاتی مانند دویدن، پریدن و فعالیت‌های آموزشی مانند در دست گرفتن مداد، نوشتن و همچنین مراقبت از خود را، محدود می‌کند. این نشان می‌دهد مهارت‌های حرکتی و عملکردهای شناختی ارتباط نزدیکی با هم دارند زیرا هر دو توسط یک منطقه از سیستم عصبی مرکزی، مانند مخچه، هسته‌های پایهٔ مغز و قشر پیشانی کنترل می‌شوند.

سوتاپا و همکاران (Sutapa et al., 2021) بازی‌های هدف‌گرا را برای بهبود مهارت‌های حرکتی پیشنهاد می‌کنند و معتقدند بازی، رشد حرکتی، توانایی تفکر، توانایی حل مشکلات و همچنین هماهنگی اندام‌ها را در کودکان بهبود می‌بخشد. کودکانی که در این سنین فعال‌تر هستند در آینده شانس بیشتری برای تبدیل شدن به افراد پویاتر، سالم‌تر و موفق‌تر دارند.

فیندیک و همکاران(Poyraz Findik et al., 2022)، در مطالعهٔ خود دریافتند بخش قابل توجهی از کودکانِ دارای اختلال یادگیری، از مشکلات حرکتی رنج می‌برند. همچنین وجود همزمان دو بیماری، نقش مهمی در بروز مشکلات حرکتی و هماهنگی دارد. آنها اشاره می‌کنند کودکانی که مشکلات هماهنگی حرکتی دارند در معرض خطراتی مانند داشتن عزت نفس پایین، طرد شدن توسط همسالان و ایجاد مشکلات عاطفی-رفتاری قرار دارند.

مشکلات حرکتی اثر نامطلوب تجمعی بر روی کیفیت زندگی این کودکان و خانواده‌هایشان دارد؛ بنابراین، شناسایی زودهنگام کودکانِ در معرض خطر برای اطمینان از مراقبت مناسب و جلوگیری از پیامدهای ثانویه از اهمیت بالینی برخوردار است (Bakhshipour et al., 2020). متأسفانه والدین آگاهی کمی از مهارت‌های حرکتی فرزندان خود دارند. حتی کودکان بدون مشکلات تحصیلی ممکن است مشکلات حرکتی داشته باشند که والدین به دلیل عدم آگاهی آن را نادیده می‌گیرند. باید توجه داشت که در بعضی مدارس ابتدایی، حداقل یک سوم از روز صرف نوشتن و تقویت مهارت‌های حرکتی ظریف می‌شود. اگر چه کسب مهارت در نوشتن تأثیر مستقیم بر پیشرفت تحصیلی دارد ولی ارتباط ضعیفی با تقویت مهارت‌های حرکتی و شناختی دارد (Poyraz Findik et al., 2022) و همین موضوع سبب نادیده گرفتن مشکلات حرکتی کودکان توسط والدین و مربیان شده است.

هوایی و همکاران (Havaei et al., 2016)، رابطهٔ بین مهارت‌های ظریف دست و دیسگرافی (بدخطی) را در کودکان ۸ تا ۱۰ساله با استفاده از ابزار پوردو پگ‌بُرد مورد سنجش قرار داده‌اند و دریافتند که کودکان دچار دیسگرافی (بدخطی) از عملکرد پایین‌تری در آزمون نسبت به دیگر کودکان برخوردار هستند همچنین وی دست غالب را یکی دیگر از عوامل مؤثر بر دیسگرافی می‌داند. دست‌خط یک مهارت حرکتی ادراکی پیچیده است که شامل ترکیبی از توانایی‌های هماهنگی حرکتی دیداری، برنامه‌ریزی حرکتی، مهارت‌های ادراکی و شناختی و همچنین حساسیت‌های لامسه و حرکتی بوده و یک مهارت ضروری برای آموزش، ارتباطات اجتماعی و سایر زمینه های زندگی روزمره است. بنابراین تمرکز بر تقویت مهارت‌های حرکتی ظریف و درشت پیش از ورود به دبستان، علاوه بر اینکه کودک را برای انجام تکالیف آموزشی آماده می‌کند، می‌تواند بر عملکرد مربیان و آموزگاران نیز تأثیرگذار باشد.

فندیک و همکاران(Poyraz Findik et al., 2022)، تأکید می‌کنند از آنجایی که اختلال در مهارت‌های حرکتی می‌تواند بر بسیاری از زمینه‌های زندگی تأثیر بگذارد انجام مداخلاتی برای افزایش آگاهی والدین، معلمان و پزشکان از اختلالات مهارت‌های حرکتی که حوزهٔ مهمی از رشد عصبی است، ضروری است. انجام تست‌های مهارت‌سنجی در دوره‌های سنی مختلف و پیش از ورود به دبستان می‌تواند به مربیان، والدین و آموزگاران کمک کند تا درک بهتری از سطح توانایی‌های کودکان زیرمجموعهٔ خود داشته باشند و در صورت مشاهدهٔ تأخیر حرکتی و شناختی، با همکاری یکدیگر تصمیمات مناسبی را اتخاذ نمایند.

بدون شک راهکارهای مبتنی بر طراحی محصولات نیز می‌تواند باعث بهبود مهارت‌های حرکتی و شناختی در کودکان شود چرا که کودک در بازهٔ پیش از دبستان بیشترین زمان خود را در حال بازی‌های مختلف و تعامل با اسباب‌بازی می‌گذراند. طراحان می‌توانند با خلق محصولات مناسب، مهارت‌های حرکتی و شناختی را در کودکان تقویت نمایند. اما باید توجه داشت که خطر در بازی ذاتی است؛ در نتیجه حفظ تعادل بین ایمنی و نیازهای کودکان برای بروز خلاقیت، رفع چالش‌ها و نوآوری بسیار مهم است. طراحی محصولات ایمن و هدفمند، کودکان را قادر می‌سازد تا مهارت‌های شناختی و حرکتی خود را اصلاح کنند، مسائلی که در زندگی روزمره با آن روبرو می‌شوند را حل کرده و آنها را برای آینده آماده کنند (Lueder & Rice, 2008, 910).

شناخت ابزارها و روش‌های مطالعاتی معتبر و مبتنی بر تفکر طراحانه، زیرساخت و برخوردهای علمی با موضوعات قابل طراحی را فراهم می‌کند. این موضوع افزایش دقت، کیفیت و سرعت را در انجام فرایندهای طراحی به دنبال دارد و می‌تواند عاملی برای کاهش خطاهای احتمالی فرایندهای طراحی و اعتباربخشی بیشتر به آن‌ها و همچنین نیل به بهینه‌ترین راه‌حل‌های ممکن طراحی باشد (Hanington & Martin, 2018, 10). طراحان با استفاده از ابزارهای سنجش و ارزیابی ارگونومیک می‌توانند به صورت دقیق‌تر، مهارت‌های حرکتی و نیازهای جسمی و ذهنی کاربران خود را شناسایی و در راستای آن به صورت هدفمند و مؤثر طراحی نمایند. ابزار پوردو پگ‌بُرد برای سنجش مهارت‌های درشت دست و بازو و مهارت ظریف انگشتان دست، هماهنگی چشم و دست و همچنین سنجش سرعت عمل کاربران کاربرد دارد.

ویلسون و همکاران (Wilson et al., 1982)، ۲۹۶ کودک نرمال راست دست ۲ تا ۶ ساله را با استفاده از پوردو پگ‌بُرد مورد سنجش مهارت‌های ظریف دست قرار داد آنها نیز دریافتند با افزایش سن عملکرد کودکان در آزمون بالاتر می‌رود. پهوسکی و همکاران (Pehoski et al., 1997)، ۱۵۴ کودک را با هدف بررسی تأثیر سن و جنسیت بر توسعهٔ مهارت‌های دست و با استفاده از ابزار پوردو پگ‌بُرد مورد ارزیابی قرار دادند و دریافتند با در نظر گرفتن جزئیات، دختران عملکرد بهتری از پسران دارند و با افزایش سن، عملکرد کودکان در آزمون به بزرگسالان نزدیک می‌شود. یکی از یافته‌های قابل توجه مطالعهٔ پهوسکی و همکارانش این بود که کودکان بر خلاف بزرگسالان برای رفع مشکل افتادن و لغزیدن قطعه در دست، رفتار متفاوتی نشان از خود می‌دهند. کودکان سعی می‌کردند بیشترین تماس را با سطح قطعه برقرار کنند در حالی که بزرگسالان قطعه را محکم‌تر نگه می‌دارند.

بریتو و سانتو مورالس (Brito & Santos Morales, 2002)، نیز با استفاده از پوردو پگ‌بُرد مطالعه‌ای را بر روی ۳۴۵ کودک ۱ تا ۱۷ سال برزیلی انجام دادند و دریافتند جنسیت، سن و همچنین دست غالب تأثیر قابل توجهی بر روی عملکرد کودکان در این آزمون دارد. بدین صورت که کودکان در سنین بالاتر از عملکرد بهتری برخوردار هستند و همچنین دختران نسبت به پسران هم‌سال خود عملکرد بهتری در آزمون دارند. از نظر ایشان، نرخ متفاوتی از رشد عصب روانشناختی برای پسران و دختران وجود دارد و عملکرد بهتر عصب روان‌شناختی دختران با تفاوت‌های ذهنی بین جنسیت‌ها در مکانیسم‌های اساسی انعطاف‌پذیر عصبی در مغز مرتبط است. بر اساس پژوهش نامبردگان، تفاوت‌های بین جنسیتی در توسعهٔ عملکردهای عصبی روانشناختی را به عوامل اپی ژنتیکی (مانند هورمون‌ها) مرتبط بوده و در طول رشد عصبی بر مغز تأثیر می‌گذارد. همچنین آنها دریافتند کودکان با دست غالب عملکرد بهتری از دست غیر غالب دارند و هیچ تفاوتی در عملکرد بین دست غالب کودکان راست‌دست و چپ‌دست وجود ندارد و هیچ تفاوتی نیز بین عملکرد دست غیرغالب کودکان راست‌دست و چپ‌دست وجود ندارد.

بر اساس توضیحات فوق، در پژوهش حاضر، کودکان زیر هفت سال نرمال از نظر هماهنگی چشم و دست و مهارت ظریف انگشتان دست با استفاده از ابزار پوردو پگ‌بُرد مورد سنجش قرار گرفتند که نتایج آن به صورت مستقیم می‌تواند در طراحی محصولات، محیط‌های تعاملی، خدمات و سیستم‌ها، بازی‌های کامپیوتری، اسباب‌بازی‌ها و طراحی تجهیزات توانبخشی و کمک توانبخشی برای کودکان به کار گرفته شود.

مبانی نظری

تکامل مهارت‌های حرکتی- شناختی در کودکان

سن کودکی دوران طلایی و مهمترین زمان برای تقویت توانایی حرکتی کودکان است؛ فعالیت‌های بدنی کودک تا حد زیادی به تسریع و توسعهٔ قابلیت‌های حرکتی کمک می‌کند. همچنین رشد مهارت‌های حرکتی نقش مهمی در بهبود انجام فعالیت‌های زندگی روزمره دارد. مهارت‌های حرکتی ظریف، کمی دیرتر از مهارت‌های حرکتی درشت رشد می‌کنند و نیاز به صبر و تمرین دارند (Sutapa et al., 2021). چنگش دست و انگشتان دست کودک در دو سال اول زندگی به سرعت بهبود می‌یابد و از ناتوانی در برداشتن اشیاء، به سمت برداشتن اشیاء با کشیدن دست می‌رود و در نهایت در سن دو سالگی کودک می‌تواند با استفاده از انگشت اشاره و شست خود مانند یک گیره برای برداشتن اقدام کند (شکل ۱).

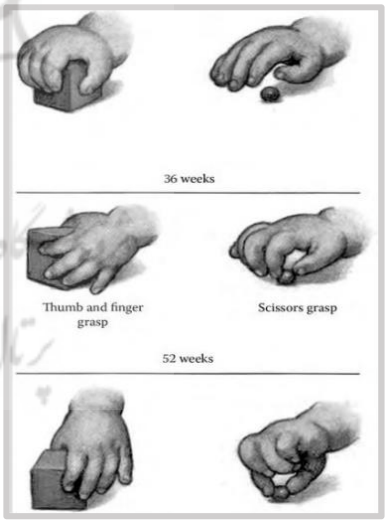

Fig. 1. Improvement of fine movements of the child's hand and fingers in the early months
(Lueder & Rice, 2008, 16)

فرایندهای شناختی و ذهنی کودک نیز در دو سال اول زندگی طی مراحل مختلف رشد می‌کند، حافظه کودک از یک تا دو سالگی به سرعت بهبود می‌یابد، کودک می‌تواند رابطهٔ بین اجزا را تشخیص دهد، تقلید کند و یک پازل را تکمیل کند (Lueder & Rice, 2008, 15-16).

کودکان بعد از دو سالگی در فرایند رشد خود مهارت‌های حرکتی را تمرین می‌کنند. در نتیجه تعادل و مهارت‌های حرکتی درشت و ظریف آن‌ها بهبود می‌یابد و با انجام فعالیت‌هایی مانند پریدن و ایستادن بر روی یک پا، مهارت بیشتری پیدا می‌کنند (Williams & Monsma, 2006). همچنین در این بازهٔ سنی، کودکان مهارت‌های مستقل و خودمراقبتی را با تلاش برای بستن دکمه‌ها، بستن زیپ لباس‌ها و همچنین بستن بند کفش نشان می‌دهند. کودکان در این بازهٔ سنی شروع به گرفتن مداد، نوشتن و کشیدن نقاشی می‌کنند که همه اینها نشان‌دهندهٔ تلاش برای بهبود مهارت‌های حرکتی ظریف دست و انگشتان و هماهنگی سیستم عصبی و عضلانی است.

در بازهٔ ۴ تا ۵ سالگی کودک می‌تواند کلیدها و دکمه‌ها را فشار دهد یا بر روی سه‌چرخه به خوبی رکاب بزند. این حرکات ناشی از تلاش برای ایجاد هماهنگی بین چشم و عضلات دست و پا است که بهبود و رشد مهارت‌های جسمی کودک را بهمراه دارد. اگر کودک در بازهٔ سنی ۵ تا ۶ سال هنوز در چنگش مداد رنگی مشکل دارد یا نمی‌تواند دکمه‌های لباس خود را ببندد پس در مهارت‌های ظریف دست و هماهنگی چشم و دست با ضعف و تأخیر مواجه است و باید با انجام تمرین‌های مناسب کودک را در رشد و تقویت این مهارت‌ها همراهی کرد (Paris et al., 2019, 1-172).

در دوران ۵ تا ۶ سالگی و به بالا، مهارت‌های حرکتی ظریف و درشت کودکان در مسیر رشد و تکامل قرار دارند. توانایی درک فاصله‌ها، هماهنگی چشم و دست، قدرت و استقامت، همگی در این دوران بهبود می‌یابد و به کودکان اجازه می‌دهد تا مهارت‌های مورد نیاز را برای انجام ورزش‌ها و اعمال بزرگسالان را بیاموزند (Lueder & Rice, 2008, 18-26).

در سن ۷ سالگی، اندازهٔ مغز تقریبا بالغ و کامل شده است. کودک در این سن به خوبی تعادل خود را بر روی دوچرخه و یا در ارتفاع و روی سطوح باریک حفظ می‌کند، مهارت‌های دست کودک کامل شده و چنگش‌های ظریف او به خوبی تکامل می‌یابد. با افزایش هماهنگی بین اندام‌های بدن، مهارت‌های حرکتی کودک بهبود یافته و در نتیجه باعث افزایش اعتماد به نفس و عزت نفس کودک می‌شود. همچنین با بهبود هماهنگی، احتمال آسیب دیدن کودک کمتر می‌شود زیرا باعث می‌شود تا در صورت لزوم واکنش‌های وضعیتی سریع و مناسبی داشته باشد. همچنین خصوصیات تعادل و هماهنگی بدنی باعث می‌شود تا کودک وضعیت مناسبی برای انجام کارهای مهم و موفقیت‌های بعدی در انجام کارهای حرکتی ظریف پیدا کند (Lueder & Rice, 2008, 24-29).

سوتپا و همکاران (Sutapa et al., 2021)، معتقد است بازهٔ سنی ۴ تا ۶ سال به عنوان سن طلایی برای بهبود مهارت‌های حرکتی درشت و ظریف کودکان است به دلیل اینکه رشد سیستم عصبی در این دوران آغاز می‌شود در نتیجه تحریک سیستم

عصبی تا حد زیادی به تسریع و توسعه قابلیت‌های حرکتی کمک می‌کند. از این رو این زمان برای به حداکثر رساندن رشد حرکتی کودک مناسب است. دشپنده (Deshpande, 2021) نیز معتقد است اسباب‌بازی‌ها عمدتاً در طراحی فعالیت‌هایی با هدف کمک به کودکان دارایِ تأخیرِ شناختی و حرکتی نقش اساسی دارند.

آزمون پوردو پگ‌بُرد[1]

آزمون پوردو پگ‌برد، تست روانی حرکتی مهارت دستی و هماهنگی دو دستی است (Strauss, 2006). پوردو پگ‌برد در دهۀ ۱۹۴۰ به عنوان آزمونی برای سنجش مهارت دست‌ورزی برای انتخاب پرسنل توسعه یافت (Tiffin & Asher, 1948; Tiffan, 1968). اما امروزه از این آزمون برای سنجش مهارت‌های حرکتی و شناختی بزرگسالان، سالمندان، بیمارانی که تحت عمل جراحی قرار گرفته‌اند و کودکان با توانایی‌های خاص (مانند کم‌توان جسمی و ذهنی، اوتیستم، اسکیزوفرنی، ضربه‌مغزی و غیره) استفاده می‌شود. این آزمون در برگیرندۀ دو توانایی مختلف است: حرکات درشتِ بازوها، دست‌ها و انگشتان و همچنین اندام حرکتی ظریف انگشتان دست. این آزمون فقط به سنجش مهارت دست محدود نمی‌شود بلکه عملکرد طبیعی بازو و ساعد و توانایی شناختی نیز قابل سنجش و ارزیابی است. بخشی‌پور و همکاران (Bakhshipour et al., 2020) طی تصویربرداری مادون قرمز از مغز در زمان انجام تست پوردو پگ‌بُرد از شرکت‌کنندگان دریافتند که در زمان انجام آزمونِ مونتاژ، به عنوان یک کار حرکتی پیچیدۀ متوالی، اکسیژن‌رسانی خون نسبت به سایر آزمون‌ها بالاتر است و به طور خاص در نیم‌کرۀ چپ که نقش مهمی در حافظۀ کاری دارد، تغییرات قابل توجهی دیده می‌شود ولی اجزاء شناختی این آزمون هنوز ناشناخته است. نتایج مطالعۀ کویلر و همکاران (Koiler et al., 2020) نیز نشان‌دهندۀ نیازهای شناختی برای اجزاء و وظایف پوردو پگ‌بُرد است. فیندیک و همکاران (Poyraz Findik et al., 2022) با اشاره به اینکه تصویربرداری‌های جدید از سیستم عصبی نشان می‌دهد پیچیدگی‌های حرکتی در آزمون پوردو پگ‌بُرد بر فعالیت‌های قشر پیشانی مغز که مرکز عملکردهای شناختی و کنترل حرکت یا فعالیت ارادی مهم است، اثر می‌گذارد معتقدند که ابزار پوردو پگ‌بُرد نه تنها یک ابزار اندازه‌گیری برای ارزیابی مهارت‌های حرکتی ظریف است، بلکه ارتباط نزدیکی با مهارت‌های شناختی (مانند توجه، تصمیم‌گیری، حل مسأله، خلاقیت، برنامه‌ریزی و حافظه)، دارد.

ابزار پوردو پگ‌بُرد شامل یک صفحه است که بر روی آن دو ردیف موازی ۱۵ تا ۲۰ سوراخ به فاصلۀ یک سانتیمتر از یکدیگر تعبیه شده است. همچنین سه فضای مجزا برای نگهداری قطعات میله‌ای، استوانه‌ای و واشرمانند وجود دارد (شکل۲). برای انجام تست مهارت با دستگاه پوردو پگ‌برد ابتدا توضیحات لازم به آزمودنی داده می‌شود و مجری یک بار مراحل انجام تست را انجام می‌دهد تا از درک آزمودنی برای انجام صحیح تست اطمینان حاصل کند.

Fig. 2. Purdue Pegboard test tool

سپس در یک بازۀ ۳۰ ثانیه‌ای یا یک دقیقه‌ای از آزمودنی خواسته می‌شود تا میله‌ها را در کمترین زمان ممکن در سوراخ‌های تعبیه‌شده بر روی صفحه جای‌گذاری کند. این عمل ابتدا با دست غالب انجام می‌شود (برای افراد راست‌دست با دست راست و برای افراد چپ‌دست با دست چپ). سپس تعداد میله‌های جای‌گذاری شده در زمانِ مورد نظر ثبت می‌شود. در مرحلۀ بعد، از آزمودنی خواسته می‌شود تا با دست دیگر میله‌ها را در بازۀ زمان ۳۰ ثانیه یا یک دقیقه در سوراخ‌ها قرار دهد و تعداد میله‌ها شمرده شده و ثبت می‌شود. در مرحلۀ سوم، آزمودنی مجاز است از هر دو دست برای جای‌گذاری میله‌ها در بازۀ زمانی ۳۰ ثانیه یا یک دقیقه استفاده کند. سپس تعداد میله‌های جای‌گذاری‌شده ثبت می‌شود. اما در مرحلۀ چهارم از آزمودنی خواسته می‌شود تا فرایند مونتاژ را انجام دهد به این صورت که ابتدا میله را در سوراخ قرار می‌دهد، سپس واشر را درون میله قرار داده و بعد استوانه را درون میله می‌گذارد و در نهایت یک واشر دیگر نیز بر روی استوانه قرار می‌دهد. حال تعداد مونتاژهای صحیح و تعداد خطاها در بازۀ یک دقیقه ثبت می‌شوند. اطلاعات مورد نظر در جدول ثبت شده و پس از انجام فرایندِ سنجشِ تعداد مشخصی از آزمودنی‌ها، اقدام به تحلیل داده‌ها می‌گردد (Manual Purdue Pegboard test, 2019). برای تحلیل داده‌ها، نتایج آزمون با داده‌های استاندارد موجود در دستور العمل پوردو پگ‌بُرد و یا مقالات علمی و همچنین نرم‌افزار منتشر شده توسط شرکت لافایت[2] مقایسه می‌شود. از آنجایی که پارامترهایی مانند نژاد و ابعاد آنتروپومتریک در جوامع مختلف متفاوت بوده و بر نتایج آزمون تأثیر می‌گذارد، بهتر است برای هر جامعه، از داده‌های استاندارد همان کشور استفاده شود تا نتایج آزمون از تطابق بیشتری برخوردار باشد.

پس از تحلیل داده‌ها مشخص می‌شود که چه بخشی از جامعۀ نمونه با توجه به سن و جنسیت و

غیره از عملکرد پایین‌تر، نرمال و یا بالاتر از سطح استاندارد برخودار بوده‌اند. در نهایت با توجه به نتایج نهایی اقدامات توانبخشی و یا بالینی متناسب با گروه نمونه پیشنهاد می‌گردد. بعد از انجام اقدامات توانبخشی یا بالینی، آزمون‌گر می‌تواند مجدداً آزمون را تکرار کند تا اثربخشی این اقدامات در بهبود مهارت‌های حرکتی آزمودنی‌ها را مورد سنجش قرار دهد. عملکرد ضعیف در انجام این آزمون نشانه‌ای از نقص در حرکات پیچیدهٔ هدایت شده بصری یا هماهنگ است که احتمالاً ناشی از عملکرد ضعیف مدارهای مربوط به گانگلیون پایه[۳] است (Martino & Leckman, 2013).

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی است و به روش مداخله‌ای انجام شده است. با همکاری کلینیک توانبخشی مهر اکباتان، تعداد ۲۰ کودک شامل ۱۰ دختر و ۱۰ پسر در محیط یکی از مهدکودک‌های منطقهٔ پنج شهر تهران مورد ارزیابی قرار گرفتند. کودکان به صورت تصادفی، داوطلبانه و بدون توجه به سن، انتخاب و به محل آزمون فراخوانده شدند. برخی از کودکان در میانهٔ راه از انجام آزمون امتناع کردند که از فرایند آزمون حذف شدند. سنجش هر کودک بین ۷ تا ۱۰ دقیقه به طول انجامید. اطلاعات جمعیت‌شناختی جامعهٔ نمونه در جدول ۱، آمده است.

Table 1. Demographic information of the sample community

		Number	Percentage of society
Gender	Girl	10	50
	Boy	10	50
	Total	20	100
Age	6 years old	4	20
	5 years old	6	30
	4 years old	7	35
	3 years old	3	15
	Total	20	100

برای سنجش میزان هماهنگی چشم و دست و همچنین مهارت ظریف انگشتان دست با ابزار پوردو پگ‌برد، پنج امتیاز مجزا جمع‌آوری شد که شامل موارد زیر می‌باشد (Manual Purdue Pegboard test, 2013):

۱. امتیاز دست راست؛
۲. امتیاز دست چپ؛
۳. امتیاز دودستی؛
۴. مجموع امتیاز دست‌ها که از حاصل جمع امتیازهای دست راست + دست چپ + هر دو دست است؛
۵. امتیاز مونتاژ.

رکورد هر کودک برای دست راست، دست چپ، هر دو دست با هم و همچنین مونتاژ ثبت گردید. برای تعیین دست غالب آزمودنی، هر دستی که کودک با برداشتن قطعه آزمون را آغاز کرد به عنوان دست غالب شناسایی و در نظر گرفته شد. برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ استفاده شد. از مجموع مطالعات انجام‌شده در حوزهٔ کودکان نرمال و گروه سنی مورد تحقیق، مهارت‌های حرکتی و شناختی مورد انتظار در هر بازهٔ سنی شناسایی شد و معیارها و نحوهٔ ارزیابی هر معیار با توجه به مطالعات انجام‌شده و همچنین دستورالعمل پوردو پگ بُرد تعیین گردید (جدول۲). با توجه به این که هیچ دادهٔ نرمالی برای گروه سنی زیر هفت سال ایرانی یافت نشد برای ارزیابی نهایی از داده‌های نرمال طبقه‌بندی شده در دستورالعمل پوردو پگ‌بُرد لافایت (Manual Purdue Pegboard test, 2015) و همچنین مقایسه با سطح توانایی همسالان استفاده شد.

سرعت عمل، میزان هماهنگی چشم و دست که از جمله پارامترهای کمّی بودند مورد نظر قرار گرفت اما باید توجه داشت پارامترهای کیفی مانند میزان یادگیری، قدرت چنگش انگشتان و همچنین خلاقیت در فرایند آزمون تاثیرگذار است. به همین جهت برای سنجش پارامترهای کیفی و تأثیر آن‌ها بر فرایند آزمون، هر پارامتر، تعریف و با استفاده از نظرات کارشناسان خبره ارزش‌گذاری شد (جدول۳).

بزرگترین چالش انجام مطالعه در مهد کودک با کودکان خردسال، جلب مشارکت کامل کودکان در مدت زمان بسیار محدود بود. به دلیل برنامه‌ریزی روزانهٔ مهدکودک برای کودکان، مدت زمان انجام آزمون تنها ۲ ساعت بود که این باعث شد تا تعداد محدودی از کودکان مورد آزمون قرار بگیرند. از طرفی کنترل متغیرهایی مانند سطح سلامت و بهداشت خانواده، سطح تحصیلات و میزان آگاهی والدین، میزان دسترسی خانواده به امکانات رفاهی و اجتماعی، میزان دسترسی کودک به اسباب‌بازی‌ها و تجهیزات مناسب و مؤثر بر توانایی‌های حرکتی و شناختی برای محققان ممکن نبود.

یافته‌ها

میانگین امتیازات کودکان در هر گروه سنی برای دست راست، دست چپ، هر دو دست و مونتاژ در جدول۴، مشاهده می‌شود.

یافته‌ها نشان می‌دهد اغلب کودکان چهار، پنج و شش ساله در دست راست امتیازات بالاتری نسبت به دست چپ برخوردار بودند که می‌توانند ناشی از تأثیر دست غالب بر فرایند آزمون باشد اما کودکان سه ساله در دست چپ امتیاز بیشتری کسب کردند. همچنین یافته‌ها نشان می‌دهد در مجموع دختران از پسران امتیازات بالاتری در دست راست، چپ، هر دو دست و مونتاژ کسب کردند.

برای سنجش رابطه بین سن (j) و سرعت عمل کودکان (S) مجموع تعداد قطعات چیده شده با دست راست (h_R)، دست چپ (h_L) و هر دو دست (h_{R+L})، با

Table 2. Introducing the evaluation criteria and measurement method of each of them

	Evaluation criteria	Measurement method
Quantitative variables	**Speed**	The total number of parts arranged on the Purdue Pegboard with right hand, left hand, both hands and assembly show the speed of the child's action (Manual Purdue Pegboard test, 2015)
	Hand-eye coordination	The number of pieces arranged with each hand and the speed of the child's action to arrange the pieces on the Purdue Peg Board, the amount of time the child pauses to look for the eye to find, choose and put the piece in its place, shows the degree of coordination of the child's hand and eyes. (Manual Purdue Pegboard test, 2015)
Qualitative variables	**learning**	The number of errors and repetitions of the test and the need for guidance during the test and the correct placement of the parts in their place indicate the level of learning of the child. (Lueder & Rice,2008,15-16)
	Fine dexterity of the fingers of the right and left hand	The way of taking the pieces, using the other hand to pick up and adjust the piece in the hand, the shaking of the child's hand when placing the piece, the number of pieces falling out of the hand, shows the strength of the delicate grip of the two hands (Lueder & Rice,2008,15-16)
	Problem solving skills	Finding or creating a path to solve the problems encountered in the test process shows the child's ability to get better results in the test. (Pehoski et all, 1997)

Table 3. Evaluation of quality parameters

Evaluation of quality parameters	Amount of pause	His/her grip	Problem solving skills
5	0	Two thumbs, pointing (very good)	
4	1 to 3 seconds	three thumbs, index, middle (good)	
3	More than 3 seconds	Three fingers with lack of hand control (moderate)	
2		Four fingers or help from the other hand to remove, adjust and place the piece (weak)	
1		Constant shaking of the hand and lack of control over the hand (very weak)	Finding a way to solve the problem and speed up the test process
0		Frequent dropping of parts from the hand while removing and placing the part (needs help)	Arrangement of parts from one side and in an orderly manner without any changes (acceptance of the test structure)

Table 4. Average scores of 3–6-year-old boys and girls

Average scores of each age group		Right hand	left hand	both hands	Assembly
The number of pieces placed in one minute with	Average scores of 6-year-old children in each hand	17.7	14.7	19.3	4.7
	Average scores of 5-year-old children in each hand	15.5	14.2	19	3.2
	Average scores of 4-year-old children in each hand	15.1	13.4	19.7	3.4
	Average scores of 3-year-old children in each hand	6.3	7.3	7.0	2.3
The number of pieces placed in one minute with	Average scores of girls in each hand	16.2	14.1	18.9	3.5
	Average scores of boys in each hand	10.9	9.8	13.8	2.7

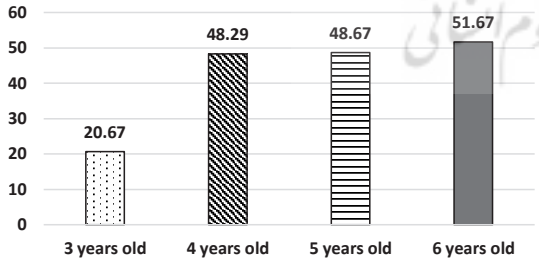

Fig. 3. The relationship between age and speed of operation in children 3 to 6 years-old

برای سنجش رابطهٔ بین جنسیت (g) و سرعت عمل کودکان (S) مجموع تعداد قطعات چیده شده با دست راست (h_R)، دست چپ (h_L) و هر دو دست (h_{R+L})، با جنسیت کودکان مورد آزمون قرار گرفت. نتایج نشان دادند بین جنسیت و سرعت عمل کودکان رابطهٔ معناداری وجود دارد. طبق یافته‌های این قسمت، کودکان دختر در مجموع از سرعت عمل بالاتری برخوردار بودند (شکل ۴). کودکان دختر در مجموع به صورت میانگین تعداد ۴۴,۵ میله در پوردو سن کودکان مورد آزمون قرار گرفت. میانگین سرعت عمل هر گروه سنی در شکل ۳ مشاهده می‌شود. یافته‌ها نشان داد بین سن و سرعت عمل کودکان رابطه معناداری وجود دارد. کودکان سه ساله در مجموع به صورت میانگین۲۰,۶۶ میله و کودکان چهار ساله به صورت میانگین۴۸,۲۰ میله، کودکان پنج ساله به صورت میانگین ۴۸,۶۶ میله و همچنین کودکان ۶ ساله به صورت میانگین در مجموع تعداد ۵۱,۶۶ میله را در سوراخ‌های پوردوپگ‌برد جای‌گذاری کردند که نشان می‌دهد با افزایش سن سرعت عمل کودکان به صورت قابل توجهی بهبود می‌یابد زیرا کودکان در سنین بالاتر فعالیت‌های بیشتری دارند و تجربیات بیشتری کسب می‌کنند که باعث بهبود مهارت‌های حرکتی و سرعت عمل در کودکان می‌شود.

$$S_j = \sum_{i=1}^{n} (h_R + h_L + h_{R+L})_i / n \quad (1)$$

S_j: Average operating speed according to age

پگ‌برد جای‌گذاری کردند در حالی که پسرها در مجموع به صورت میانگین ۴۳,۴ میله را جای‌گذاری کردند. اگرچه مطالعات پیترز و همکاران (Piters et al., 1990) نشان داده است که تفاوت ابعاد انگشتان دست در زنان و مردان بزرگسال در انجام آزمون و سرعت عمل شرکت‌کنندگان تأثیرگذار است و همچنین ابعاد میله‌ها با توجه به ابعاد انگشت مردان مناسب نیست، اما از آنجایی که کودکان دختر و پسر از نظر فیزیکی و ابعاد انگشتان دست در سال‌های ابتدایی زندگی تفاوت قابل توجهی ندارند این عامل نمی‌تواند بر سرعت عمل کودکان دختر و پسر تأثیرگذار در نظر گرفته شود.

$$S_g = \sum_{i=1}^{n} (h_R + h_L + h_{R+L})_i / n \quad (2)$$

S_g: Average operating speed according to gender

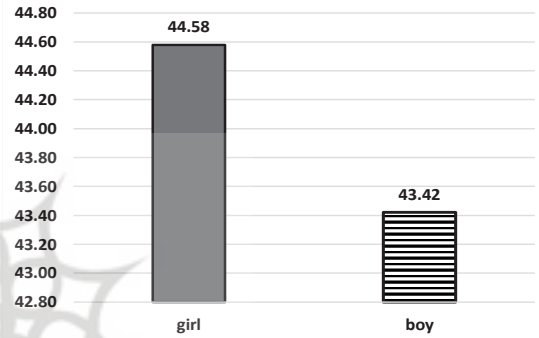

Fig. 4. Relationship between gender and speed of action in children

برای سنجش رابطهٔ بین سن و میزان هماهنگی چشم و دست (EHC)، میزان سرعت عمل کودک با توجه به زمان مکث (t) برای انتخاب و برداشتن قطعات مورد ارزیابی قرار گرفت تا مشخص شود در هر گروه سنی چه تعدادی (j) از کودکان برای برداشتن و جای‌گذاری قطعات بر روی پوردو پگ‌برد به چه میزان زمان نیاز دارند. این کار اجازه می‌دهد تا با توجه به زمانِ صرف‌شده، هر سطح (h) ارزش‌گذاری (جدول۳) شود. اگر کودکی بدون مکث اقدام به برداشتن و جای‌گذاری قطعات بر روی پوردو پگ‌برد نماید از هماهنگی چشم و دست خوبی برخوردار است اما اگر کودک برای انتخاب و جای‌گذاری قطعات زمان بیشتری را صرف کند نشان می‌دهد در یکی از توانایی‌های تشخیص جزئیات، تمرکز، حرکات چشم، هدف‌گیری چشم و یا مهارت‌های دست، دچار اختلال یا تأخیر است. اغلب کودکان سه ساله در انتخاب و تصمیم‌گیری برای جای‌گذاری قطعات، بیش از سه ثانیه زمان صرف کردند در حالی که این زمان در کودکان پنج و شش سال به صورت قابل توجهی کاهش یافت. یافته‌ها نشان دادند با افزایش سن، میزان هماهنگی چشم و دست در کودکان افزایش می‌یابد (شکل ۵).

$$EHC_j \begin{cases} h = 5 & ; \quad t = 0 \\ h = 4 & ; \quad 1 < t < 3 \\ h = 3 & ; \quad 3 < t \end{cases} \quad (3)$$

EHC_j: The degree of hand-eye coordination according to age

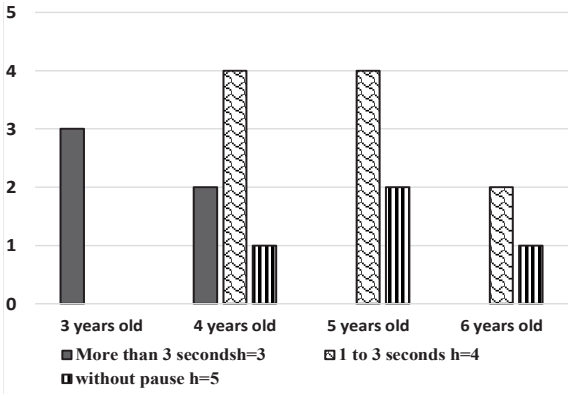

Fig. 5. The relationship between age and hand-eye coordination in 3–6 year old children

برای بررسی رابطهٔ بین سن و مهارت ظریف انگشتان دست کودکان (DFS) نیز متغیر سن با پارامتر نحوهٔ چنگش انگشتان دست مورد ارزیابی قرار گرفت. ابتدا نحوهٔ چنگش کودکان در شش سطح (h) ارزش‌گذاری شد (جدول ۳) و سپس در هر گروه سنی، تعداد (j) کودکان با توجه به نحوهٔ چنگش شمارش شد. یافته‌ها نشان دادند با افزایش سن، نحوهٔ چنگش دقیق‌تر و بهتر شده و کودک برای برداشتن قطعات ریز و انجام کارهای ظریف توانمندتر می‌شود (شکل ۶). اغلب کودکان شش ساله قطعات را با دو انگشت و یا سه انگشت برداشته و جای‌گذاری می‌کردند که نشان می‌دهد کودک از نظر مهارت ظریف انگشتان دست در سطح قابل قبولی قرار دارد؛ اما کودکان سه و چهار ساله در زمان برداشتن قطعات و جای‌گذاری، با لرزش و عدم کنترل دست مواجه بودند و حتی برخی از کودکان سه ساله برای جای‌گذاری قطعات از دست دیگر خود برای جلوگیری از لرزش و کنترل دست خود کمک می‌گرفتند.

$$DFS_j \begin{cases} h = 5 & ; 2Finger \\ h = 4 & ; 3Finger \\ h = 3 & ; 3Finger + Lack \\ h = 2 & ; 4Finger \\ h = 1 & ; Hand\ shake \\ h = 0 & ; Need\ help \end{cases} \quad (4)$$

DFS_j: The degree of fine dexterity of the fingers according to age

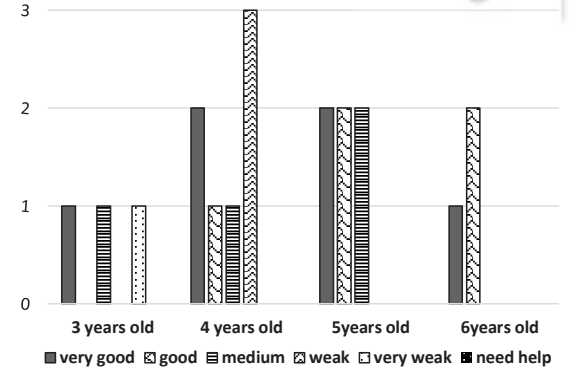

Fig. 6. The relationship between age and finger grip in 3- 6 year old children

در زمان انجام پیش‌آزمون مشاهده شد برخی از کودکان تلاش می‌کنند تا برای افزایش سرعت عمل خود و همچنین رفع موانعی که در فرایند آزمون با آن مواجه می‌شوند مانند نزدیک بودن سوراخ‌ها، افتادن

قطعات از دست و غیره راه حلی بیابند؛ اما برخی دیگر بدون هیچگونه سؤال و تغییر، فرایند آزمون را پذیرفته و ادامه می‌دادند. به همین جهت یکی از معیارهایی که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت پارامتر مهارت حل مسأله بود. در ابتدا رفتارهای مرتبط با مهارت‌های حل مسأله شناسایی و به عنوان متغیر کیفی در جدول ۲ تعریف شد، سپس برای سنجش تأثیر مهارت حل مسأله در فرایند آزمون، سطح‌بندی و در جدول ۳ ارزش‌گذاری شد. برای سنجش رابطهٔ بین جنسیت (g) و مهارت حل مسأله (PSS)، با توجه به ساختارهای جدیدی که کودکان در فرایند آزمون ایجاد می‌کردند و یا تمایل کودک برای تغییر قواعد آزمون، متغیر جنسیت مورد ارزیابی قرارگرفت. سپس با توجه به آن، تعداد کودکانی که در فرایند آزمون این رفتارها را از خود نشان می‌دادند تعیین گردید. برخلاف اینکه انتظار می‌رفت رابطهٔ معناداری بین جنسیت و مهارت حل مسأله وجود نداشته باشد ولی یافته‌ها نشان دادند پسران بیشتر از دختران در فرایند آزمون سعی در ایجاد ساختار جدید دارند (شکل ۷).

$$PSS_g \begin{cases} h = 1 \; ; & Find\ a\ new\ way \\ h = 0 \; ; & No\ change \end{cases} \quad (5)$$

PSS_g: Problem solving skills in the test process according to gender

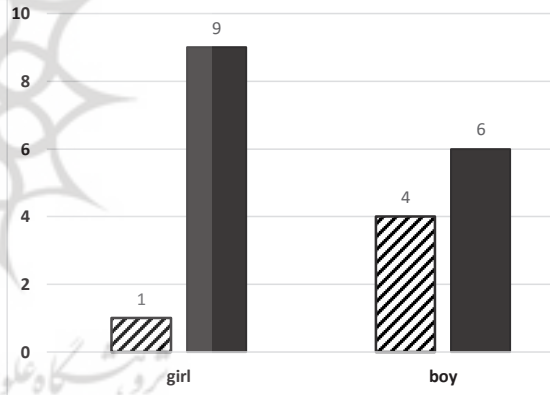

Fig. 7. Relationship between gender and problem solving skills

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد متغیر سن بر سرعت عمل و هماهنگی چشم و دست و همچنین مهارت ظریف انگشتان دست کودکان تاثیرگذار است، اختلاف نتایج آزمون کودکان سه ساله با کودکان چهار، پنج و شش ساله نشان می‌دهد کودکان در سنین بالاتر از عملکرد بالاتر و بهتری برخوردارند که با نتایج مطالعه پهوسکی و همکاران (Pehoski et al., 1997)، بریتو و سانتو مورالس (Brito & Santos Morales, 2002) و همچنین ویلسون و همکاران (Wilson et al., 1981)، همسو است؛ در نتیجه باید اقدامات لازم برای بهبود مهارت‌های حرکتی را از سن سه سالگی مد نظر قرار داد تا کودک در مسیر رشد بتواند مهارت‌های خود را بهبود ببخشد. همچنین نتایج نشان داد دختران از سرعت عمل بالاتری در هر دست و فرایند مونتاژ نسبت به پسران برخودار هستند که با نتایج پهوسکی و همکاران و بریتو و سانتو مورالس همسو است. با توجه به شکل‌های ۴ و ۷ ممکن است اختلاف معنی‌دار سرعت عمل کودکان دختر و پسر همانطور که بریتو و سانتومورالس اشاره می‌کنند ناشی از تفاوت‌های ذهنی و رشد عصب‌شناختی دختران و پسران باشد که بر میزان تمرکز و توجه کودکان تاثیرگذار است، زیرا مشاهدات محققان این پژوهش نیز نشان می‌دهد کودکان دختر بیشتر بر انجام فرایند آزمون تمرکز داشتند در حالی که کودکان پسر بر روی یافتن مسیری برای حل مسأله که البته با انجام مطالعه بر روی جامعهٔ آماری بزرگ‌تر می‌توان به نتایج دقیق‌تری در این خصوص دست یافت.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد با توجه به متغیر سن، کودکان ۶ ساله در فرایند مونتاژ که متأثر از مهارت‌های شناختی است از عملکرد بهتری برخوردار هستند و می‌توان نتیجه گرفت با افزایش سن مهارت‌های شناختی مانند یادگیری، حافظه، برنامه‌ریزی و غیره در کودکان به طرز قابل توجهی بهبود می‌یابد. تفاوت امتیازات دختران و پسران در فرایند مونتاژ نیز نشان دهندهٔ تأثیر ویژگی‌های جنسیتی بر فرایندهای شناختی در کودکان دختر و پسر می‌باشد. مشاهدات این پژوهش نشان می‌دهد فرایندهای شناختی مانند یادگیری، حافظه، مهارت حل مسأله و غیره بر فرایند آزمون مهارت سنجی پوردو پگ‌بُرد تأثیرگذار است و از این نظر با مطالعه بخشی‌پور و همکاران (Bakhshipour et al., 2020)، کویلر و همکاران (Koiler et al., 2020) و همچنین فیندیک و همکاران (Poyraz Findik et al., 2022) همسو است و چنانچه جامعهٔ آماری بزرگتری مورد مطالعه قرار گیرد می‌توان به نتایج دقیق‌تری دست یافت.

در مجموع نتایج این پژوهش نشان دادند ۳۳٪ از کودکان ۶ ساله، ۵۰٪ از کودکان ۵ ساله و همچنین ۴۳٫۸٪ از کودکان ۴ ساله جامعهٔ مورد بررسی نسبت به همسالان خود در دست راست و چپ دارای تأخیر حرکتی و ضعف در هماهنگی چشم و دست بودند. همچنین ۳۳٪ از کودکان ۳ ساله نیز در دست راست دچار تأخیر حرکتی بودند. در مجموع کودکان ۴ و ۵ و ۶ ساله در دست راست از عملکرد بهتری نسبت به دست چپ برخوردار بودند که این می‌تواند ناشی از تأثیر دست غالب بر مهارت و توانایی کودکان باشد؛ اما کودکان ۳ ساله در دست چپ از عملکرد بهتری برخوردار بودند. یکی از دلایل می‌تواند این باشد که دست غالب در سنین پایین هنوز شکل نگرفته است و مهارت در یک دست و به وجود آمدن دست غالب در سنین بالاتر می‌تواند ناشی از انجام فعالیت‌هایی مانند نقاشی کردن و استفاده از مداد رنگی که اغلب توسط والدین و مربیان آموزش داده می‌شود باشد.

از آنجایی که طراحی برای کودکان نیازمند

دقت نظر و هوشمندی طراحان است و استفاده از ابزارها و آزمون‌ها می‌تواند به شناسایی نیازهای کودکان، دقت در گردآوری اطلاعات و همچنین ارزیابی محصولات موجود کمک کند، این پژوهش می‌تواند برای محققان و طراحان حوزهٔ کودکان در فرایند طراحی محیط‌های تعاملی و همچنین طراحی محصولاتی چون لوازم شخصی، اسباب‌بازی‌ها، تجهیزات توانبخشی و کمک‌توانبخشی، خدمات و سیستم‌ها مورد استفاده قرار گیرد. طراحان باید ویژگی‌های شناختی، جسمی و حرکتی کودکان را در هر بازهٔ سنی شناسایی و توانایی‌های کودک را برای تعامل با محصول مورد نظر ارزیابی نمایند زیرا توانایی‌های کودکان حتی در کودکان نرمال در بازهٔ بین ۳ تا ۶ سال بسیار متفاوت و متغیر است. کودکان در این بازهٔ سنی تلاش می‌کنند تا مهارت‌های خود را برای کسب استقلال و ورود به مراحل بعدی زندگی بهبود بخشند و طراحان با هوشمندی می‌توانند کودکان را در این راه یاری نمایند. امید است از این طریق شاهد ظهور محصولات موفق و مفید در حوزهٔ کودکان باشیم.

پی‌نوشت

1. Purdue Pegboard Test (PPT)
2. Lafayette

۳. گانگلیون پایه یا هسته‌های پایه، هسته‌های مغزی هستند که در پایهٔ مغز (جایی که مناطق پایین و بالاتر مغز را به هم اتصال می‌دهد) قرار دارد. وظایف اصلی آنها مربوط به شروع و ادغام حرکت است. گانگلیون‌های پایه اطلاعات را هم از قشر مخ (بالا) و هم از ساقه مغز (پایین) دریافت می‌کنند. به همین ترتیب، آنها اطلاعات هر دو ساختار مغز را پردازش و ارسال می‌کنند. گانگلیون پایه در عملکردهای مختلفی از جمله کنترل حرکات ارادی، فرایند یادگیری، شکل‌گیری عادت، حرکات چشم، شناخت و هیجان نقش مهمی ایفا می‌کند (Yahya, 2020; Stocco et al., 2021).

تشکر و قدردانی

نگارندگان از همکاری صمیمانهٔ کلینیک مهر اکباتان و پرسنل محترم مهدکودک اکباتان و همچنین کودکانی که نقش مهمی در این پژوهش داشتند، نهایت تشکر را دارند.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که در انجام این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافعی برای ایشان وجود نداشته است.

تاییدیه‌های اخلاقی

نویسندگان متعهد می‌شوند که کلیهٔ اصول اخلاقی انتشار اثر علمی را براساس اصول اخلاقی COPE رعایت کرده‌اند و در صورت احراز هر یک از موارد تخطی از اصول اخلاقی، حتی پس از انتشار مقاله، حق حذف مقاله و پیگیری مورد را به مجله می‌دهند.

منابع مالی/ حمایت‌ها

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

مشارکت و مسئولیت نویسندگان

نویسندگان اعلام می‌دارند به‌طور مستقیم در مراحل انجام پژوهش و نگارش مقاله مشارکت فعال داشته و به طور برابر مسئولیت تمام محتویات و مطالب گفته‌شده در مقاله را می‌پذیرند.

References

1. Bakhshipour, Elham; Koiler, Reza; Milla, Kimberly; & Getchell, Nancy (2020). Understanding the Cognitive Demands of the Purdue Pegboard Test: An fNIRs Study, *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics July 16–20, 2020, USA. Springer,* pp. 55-61.
2. Brito, G.N.O.; & Santos-Morales T.R. (2002). Developmental norms for the Gardner Steadiness Test and the Purdue Pegboard: a study with children of a metropolitan school in Brazil. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research,35,* pp 931-949.
3. Chaix, Yves; Albaret, Jean M.; Brassard, Céline; Cheuret, Emmanuel; De Castelnau, Pascal; Benesteau, Jacques; and et al. (2007). Motor impairment in dyslexia: the influence of attention disorders. *European Journal of Paediatric Neurology, 11*(6), PP 368-374.
4. Deshpande, Aditi2021)). Design for Difference: Cognitive Enhancement Toys for Children with Developmental Delays, *GEINTEC Magazine - Management, Innovation and Technology. Vol. (11) 4.*
5. Hanington, B.; Martin, B., (2018). *Inclusive design methods; 100 methods for researching complex problems, developing innovative ideas and designing effective solutions*, Translated by Mehdi Aslfallah and Atefeh Dehghan Talebi, Varesh publication, Tehran, Iran. [In Persian]
6. Havaei, Naser; Rezaei, Mandana; Rostami, Hamid Reza (2016). Dexterity and two-point discrimination of the hand in school-aged children with dysgraphia. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran (MJIRI), 3:*434.
7. Johor, Zainul; Candra, Romi; Rasyid, Willadi; Asnaldi, Arie; Oktarifaldi; Bakhtiar, Syahrial (2019). Effect of Hand-Eye Coordination on the Capability of Children Object Control. *1st International Conference of Physical Education (ICPE 2019), Advances in Social Science, Education and Humanities Research, Vol. 460,* pp. 204-207.
8. Koiler, Reza; Bakhshipour, Elham; Schimmel, Austin; Jones, Andrez; Milla, Kimberlly; Shewokis, Patricia A.; Getchell, Nancy (2020). Fidget Spinners May Decrease Prefrontal Cortex Activity During Cognitively Challenging Fine Motor Tasks. *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics July 16–20, 2020, USA, Springer,* pp. 69-75.

9. Lueder, Rani; & Berg Rice, Valerie J. (2008). *Ergonomics for Children Designing Products and Places for Toddlers to Teens*, New York, Published by: Taylor & Francis Group.
10. Manual Purdue Pegboard Test (2019). *How to Do It Purdue Pegboard Test*, Occupational Medicine, 69: 376–377.
11. Martino, Davide; & Leckman, James (2013). *Tourette Syndrome, Oxford, University Press*, pp. 113, Retrieved 19 August 2013.
12. Paris, Jennifer; Rymond, Dawn; & Johnson, Alexa (2019). *Child Growth and Development*, Version 1.2, America .Published by College of the Canyons.
13. Pehoski, Charlane; Henderson, Anne; & Tickle-Degnen, Linda (1997). In-Hand Manipulation in Young Children: Translation Movements, *The American Journal of Occupational Therapy, 51*(9), pp. 719–728.
14. Peters, M., Servos, P., & Day, R. (1990). Marked sex differences on a fine motor skill task disappear when finger size is used as covariate. *Journal of Applied Psychology*, 75(1), 87–90. https://doi.org/10.1037/0021-9010.75.1.87
15. Poyraz Findik, Onur. T.; Erdogdu, Ayse B.; & Fadiloglu, Eray (2022). Motor Skills in Children with Specific Learning Disorder: A Controlled Study. Dusunen Adam, *The Journal of Psychiatry and Neurological Sciences, 2*(35), pp. 101-110.
16. Purdue Pegboard Test User Instructions, (2013), Lafayette Instrument Purdue Pegboard Test (Model 32020A User's Manual). USA, pp. 1-28
17. Reed, Kathlyn L.; & Zukas, Rhona R. (2001). *Quick Reference to Occupational Therapy*, Austin, Texas, Published by Pro-ed
18. Stocco, Andrea; Lebiere, Christian; & Anderson, John R. (2010). Conditional Routing of Information to the Cortex: A Model of the Basal Ganglia's Role in Cognitive Coordination, *Journal of Psychological Review, 117*(2), pp. 74-541.
19. Strauss, Esther (2006). *A Compendium of Neuropsychological Tests: Administration, Norms, and Commentary, Oxford University Press*, p. 1042. Retrieved 19 August 2013.
20. Sutapa, Panggung; Wahyudin Pratama, Kukuh; Rosly, Maziah Mat; Syed Ali, Syed Kamaruzaman; Karakauki, Manil (2021). Improving Motor Skills in Early Childhood through Goal-Oriented Play Activity, *Journal of Children (Basel)*, pp. 1-11.
21. Tiffin, J. (1968). Purdue Pegboard: Examiner manual. Chicago: Science Research Associates.
22. Tiffin, J.; & Asher, E. J. (1948). The Purdue Pegboard: Norms and studies of reliability and validity. *Journal of Applied Psychology, 32*, pp. 234-247.
23. Verrel, Julius; Bekkering, Harold; & Steenbergen, Bert (2008). Eye–hand coordination during manual object transport with the affected and less affected hand in adolescents with hemiparetic cerebral palsy, *Journal of Experimental brain research, 187*(1), pp. 107-116.
24. Vidoni, Eric D.; McCarley, Jason S.; Edwards, Jodi D.; & Boyd, Lara A. (2009). Manual and Oculomotor Performance Develop Contemporaneously but Independently during Continuous Tracking, *Journal of Experimental brain research, 195(4)*, PP 611-620.
25. Williams, Harriet G.; & Monsma, Eva V. (2006). Assessment of Gross Motor Development, In B.A. Bracken & R.J. Nagle (Eds). *Psychoeducational Assessment of Preschool Children, Fourth Edition*, pp. 433-397. Lawrence Erlbaum Associates: Hillsdale, NJ.
26. Wilson, Barbara C.; Wilson, James J.; Iacoviello, John M.; & Risucci, Donald (2008). Purθdue pegboard Performance of Normal Preschool Children. *Journal of Clinical Neuropsychology. 4*(1), pp. 19-26.
27. Yahya, Keyvan (2020). The Basal Ganglia Corticostriatal Loops and Conditional Learning, *Journal of Reviews in the Neurosciences, 32*(2), pp. 181-190.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی