



# Strategy for comparing the performance of gender differences in the ability of mental rotation to design architectural spaces

Fatemeh Sadeghi<sup>1</sup> , Shaghayegh Chitsaz<sup>2\*</sup> 

1. Master's Degree Student, Department of Design and Creativity, Institute for Cognitive Science Studies, Tehran, Iran  
2. Assistant Professor at Institute for Cognitive Science Studies, Tehran, Iran

## Abstract

**Received:** 27 Nov. 2021

**Revised:** 30 May. 2022

**Accepted:** 29 Jun. 2022

### Keywords


Spatial visual abilities  
Mental rotation  
Gender differences  
Neuroarchitecture  
Architectural design

### Corresponding author

Shaghayegh Chitsaz, Assistant Professor at Institute for Cognitive Science Studies, Tehran, Iran

**Email:** Chitsaz\_sh@icss.ac.ir



 doi.org/10.30514/icss.24.3.17

**Introduction:** Human perception of space causes interaction with the environment, so body, mind, and environment are inseparable parts. Mental rotation has been studied as one of the most critical parts of spatial perception considering the importance of spatial capabilities. Gender differences are one of the essential factors influencing mental rotation. The present study aims to compare mental rotation function with gender in designing architectural spaces and plans.

**Methods:** In the present descriptive-analytical and applied research, 100 participants, including 50 females and 50, males were selected voluntarily by the nonrandom sampling method. The age range was 15 to 55 years. Data were collected and compared using a questionnaire, men's and women's spatial perceptions based on mental rotation. Data were then analyzed using the Pearson correlation coefficient, multiple regression analysis, and Friedman tests in software SPSS-26.

**Results:** The results revealed a positive and significant relationship between architectural space design in terms of mental rotation in men and women. According to Friedman's table of average ratings, each architectural space design components rating is changed from the mental rotation viewpoint.

**Conclusion:** According to the statistical data analysis, it seems that in designing the plan of architectural spaces, it is possible and feasible to suggest spaces using gender cognition data in which gender cognitive components are considered.

**Citation:** Sadeghi F, Chitsaz Sh. Strategy for comparing the performance of gender differences in the ability of mental rotation to design architectural spaces. *Advances in Cognitive Sciences*. 2022;24(3):17-29.

## Extended Abstract

### Introduction

Spatial abilities are essential high-level cognitive skills. Mental rotation is one of the spatial abilities. Mental rotation is the ability to visualize a two or three-dimensional shape, rotate it around an imaginary axis, and represent

it after the rotation. One of the most critical factors influencing mental rotation is gender differences. Gender differences in mental rotation are more related to brain lateralization. Addressing gender differences in the ability of

mental rotation in the design of architectural spaces leads to the growth and development of cognitive abilities in people, the improvement of spatial visual abilities, and the improvement of people's sense of belonging to spaces; as a result, it becomes necessary to achieve a criterion for the design of architectural spaces suitable for gender from the perspective of mental rotation. The lack of mental rotation studies and their effectiveness in designing architectural spaces is one of the reasons for the necessity and importance of this research. The research hypothesized that there is a significant relationship between the comparisons of gender differences from the perspective of mental rotation in the design of architectural spaces. The purpose of the present study is to compare the performance of mental rotation by considering gender for the design of spaces and architectural plans. Accordingly, the current study aims to answer the question of the relationship between the comparison of gender differences from the perspective of mental rotation and architectural space design.

## Methods

The purpose of the research was the applied method, and its form is descriptive-analytical. The statistical participants include one hundred participants, among whom 50 Iranian women and 50 non-specialist men aged 15 to 55 were selected by a voluntary non-random sampling method. This research design and data collection processes were done in five stages. In the first step of designing the questionnaire, various sources and research in architecture and cognition were studied and reviewed. In the second stage, according to the results of previous research, the main components were identified. In the third stage, to design the questions, the members of mental rotation were taken in the design of the idea, and the demographic data such as age and educational status of the participants was taken into account. In the fourth stage, the content

validity of the questionnaire was checked by architectural and cognitive experts. The fifth stage was the preliminary implementation of the questionnaire. The purpose of this stage was to modify the questionnaire and adapt it to gender differences in mental rotation. For this purpose, the questions were implemented on ten men and women, and their problems and shortcomings were solved. After solving the issues, the final form was prepared and ready for implementation. Finally, people received the final form of the compiled questionnaire. The questioning was done using a five-scale Likert questionnaire. The number of six questions for each gender was provided to the subjects through internet questionnaires on social networks. The respondents were then asked to answer the questions based on the mental ideal spatial image, and as quickly as possible without affecting the correctness or accuracy of the answers. Before the questions were raised, a form was shown to the participants about how to cooperate, the confidentiality of information, and the declaration of consent for the cooperation of individuals. The criterion for entering the research was not having a severe mental disorder and mental disability in both groups. Data were analyzed by Pearson correlation coefficient and multiple regression analysis in SPSS-26 software.

## Results

Cronbach's alpha calculated in this questionnaire is equal to 0.66 for men and 0.542 for women, which means that the data of the questionnaire is appropriate. According to the Pearson correlation coefficient of the questions, it is concluded that the significance level of the obtained correlation is less than 0.05, so the relationship is significant. The null hypothesis is rejected, and with 95% confidence, it can be said that there is a direct and meaningful relationship between the influence of gender differences and architectural space design from the perspective of rotation. The results of multiple regression analysis in men show

that the significance level of F obtained is 0.904 with degrees of freedom 5 and 44 lower than 0.05. Based on the value of  $R^2$ , 9.3% of the effectiveness component of gender differences is caused by factors affecting architectural space design from the perspective of mental rotation. The results of the multiple regression analysis presented in women also show that the significance level of F obtained is 1.671 with a degree of freedom of 5 and 44 lower than 0.05. In relation to the value of  $R^2$ , 16% of the component of the impact of gender differences is caused by factors affecting architectural space design from the perspective of mental rotation. The beta coefficient was also calculated

to determine the intensity and direction of the practical components' influence on the architectural space design from the standpoint of mental rotation on gender differences. In line with Friedman's table of average ratings, each architectural space design component's rating is different from the mental rotation perspective. Based on this, for men, the hypothesis of an ideal space in depth, with the highest score, and the most significant event in the center, with the lowest score, also for women, preference for a space based on reality and technical, with the highest score and the most significant event around, with the lowest score, it is among the physical components.

Table 1. The results of Friedman's analysis of the effectiveness of gender differences and architectural space design from the perspective of mental rotation

Gender	Number	Likelihood Ratio	Degrees of Freedom	P-value
Men	50	3.768	5	0.003
Women	50	9.220	5	0.001

## Conclusion

Mental rotation is investigated and studied as one of the most fundamental parts of spatial perception. Furthermore, mental rotation is the ability to visualize a two or three-dimensional figure, rotate it around an imaginary axis, and represent it after the rotation. According to the statistical data analysis of the current study, a significant relationship was found between mental rotation and the design of architectural plans based on gender. The results of this research provided the possibility to discover the differences and similarities of spaces based on gender differences in mental rotation and also helped to discover the structure and patterns of people's spatial perceptions. In addition, such research provides indications for further investigation of plans based on cognitive factors. It is possible to propose architectural space plans suitable for mental rotation regarding the results of this research

so that the cognitive component of gender differences is considered. Spaces related to women's activities, such as bedrooms, kitchens, commercial spaces, clothes and the like, at the level of the surface and around, so that it can be seen by walking, as well as based on reality and technical along with long routes, in order and be designed with a large rotation angle. Correspondingly, the spaces related to men's activities, such as TV rooms and commercial food spaces should be designed in a level of depth, in the center in an imaginative way, along with short paths, as random spaces, and with the lowest angle of rotation.

## Ethical Considerations

### Compliance with ethical guidelines

All the participants received information about the research, its steps, and how to conduct it. Before con-

ducting the research, it was explained to the participants about the confidentiality of the information and the optional participation in the research. The participants were free to withdraw from the cooperation at any study stage.

#### **Authors' contributions**

The authors participated in all stages of this study, including in the design and creativity of the selecting research topic, research implementation, raw data analysis, design and implementation of statistical tests, and initial writing and revision of the article.

#### **Funding**

This research is not under the financial support of any institution or organization.


#### **Acknowledgments**

The authors are deeply grateful for the compassionate guidance of Bent Al-Hoda Sadeghi, Armati Rahmani, Marjan Dadkhah Tehrani, and Roozbeh Naghshineh.

#### **Conflict of interest**

The authors declared no conflict of interest.

## بررسی میزان تأثیر راهکارهای طراحی معماری فضاها بر مبنای مقایسه عملکرد تفاوت‌های جنسیتی در توانایی چرخش ذهنی

فاطمه صادقی<sup>۱</sup>، شقایق چیت‌ساز<sup>۲</sup> 

۱. دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد، گروه طراحی و خلاقیت، مؤسسه آموزش عالی علوم شناختی، تهران، ایران  
۲. استادیار، گروه طراحی و خلاقیت، مؤسسه آموزش عالی علوم شناختی، تهران، ایران

### چکیده

**مقدمه:** ادراک انسان از فضا باعث تعامل با محیط می‌شود به گونه‌ای که بدن، ذهن و محیط به عنوان بخش‌های تفکیک‌ناپذیر قرار دارند. با توجه به اهمیت توانایی‌های فضایی، بدون تردید، چرخش ذهنی به عنوان یکی از اساسی‌ترین بخش‌های ادراک فضایی، مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است. یکی از عوامل مهم تأثیرگذار در چرخش ذهنی تفاوت‌های جنسیتی است. هدف از مطالعه حاضر، مقایسه عملکرد چرخش ذهنی با در نظر گرفتن جنسیت برای طراحی فضاها و پلان‌های معماری می‌باشد.

**روش کار:** در پژوهش توصیفی-تحلیلی و کاربردی حاضر، ۱۰۰ مشارکت‌کننده شامل ۵۰ زن و ۵۰ مرد به روش نمونه‌گیری غیرتصادفی در دسترس از نوع داوطلبانه انتخاب شدند. دامنه سنی ۱۵ تا ۵۵ سال بود. داده‌ها با استفاده از پرسشنامه، ادراکات فضایی زنان و مردان بر اساس چرخش ذهنی مقایسه شد و با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون و تحلیل رگرسیون چندگانه و آزمون‌های فریدمن در نرم‌افزار SPSS-26 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

**یافته‌ها:** یافته‌ها نشان داد، رابطه‌ای مثبت و معناداری میان طراحی فضای معماری از منظر چرخش ذهنی در مردان و زنان را وجود دارد. با توجه به جدول میانگین رتبه‌ها، رتبه هر یک از مولفه‌های طراحی فضای معماری از منظر چرخش ذهنی متفاوت است.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به تحلیل داده‌های آماری، چنین به نظر می‌رسد که در طراحی پلان فضاهای معماری می‌توان با استفاده از داده‌های چرخش ذهنی فضاهایی پیشنهاد داد که در آنها مؤلفه‌های شناختی جنسیتی لحاظ شود.

دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۰۶

اصلاح نهایی: ۱۴۰۱/۰۳/۰۹

پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۰۸

### واژه‌های کلیدی

توانایی‌های دیداری فضایی  
چرخش ذهنی  
تفاوت‌های جنسیتی  
معماری عصب محور  
طراحی معماری

### نویسنده مسئول

شقایق چیت‌ساز، استادیار، گروه طراحی و خلاقیت، مؤسسه آموزش عالی علوم شناختی، تهران، ایران

ایمیل: Chitsaz\_sh@icss.ac.ir



doi.org/10.30514/icss.24.3.17

### مقدمه

شناخت محیط اطراف محصولی از ادراک حسی است و سازگاری فرد با محیط و تعدیل رفتار را در پی دارد (۱). اشیاء، حوادث، نسبت‌ها و روابط بین آنها اجزا تشکیل‌دهنده محیط خارجی هستند و از آن رو که شناخت موقعیت و حالات اشیاء در گرو درک نسبت یا رابطه مکانی است (۲). تشکیل روش تفکر تا حد زیادی مرهون ایفای نقش تجربه بدنی است. داده‌ها از طریق ارتباط بدنی با محیط فیزیکی به دست آمده و

سپس درک می‌شوند (۱). در باب معرفی مهارت‌های شناختی سطح بالا می‌توان به این مهم اشاره کرد که افراد در اغلب لحظات زندگی خود از این مهارت‌ها بهره می‌برند که توانایی‌های فضایی یکی از مهم‌ترین آنها است (۳). کاربرد و استفاده توانایی‌های فضایی در فعالیت‌های روزمره زندگی همچون یادگیری محیط پیرامون و حل موفقیت‌آمیز مسائل روزانه، فعالیت‌های

مطالعات Tarr و Pinker نشان دادند که چرخش ذهنی می‌تواند پیش‌بینی کند که زمان تشخیص شکل با توجه به جهت‌گیری متفاوت خواهد بود (۱۷). Demetrio و همکاران در مطالعه‌ای نشان دادند که ساختار فضا، ارائه‌دهنده مولفه‌هایی از شناخت فضایی است که موجب به وجود آمدن اختلاف زیاد در حوزه استدلال می‌شود (۱۸). همچنین مشاهده کردند که پردازش‌های فضایی در معرض فرهنگ‌های مختلف متفاوت دیده می‌شود. در مقاله Guillot و همکاران که به طور خاص متمرکز بر اثر جنسیتی در چرخش ذهنی نبوده، مشاهده کردند که مردان در چرخش ذهنی عملکرد بهتری را از زنان از خود نشان می‌دهند و وابستگی کمتری به زمینه دارند (۱۹). Xue و همکاران تجزیه و تحلیل حرکات چشم در هنگام چرخش ذهنی بررسی کردند و همچنین در این مقاله مدت زمان چرخش ذهنی با زاویه شکل رابطه‌ای خطی دارد به این معنا که؛ زاویه شکل در نظر گرفته شده برای تکلیف با مدت زمانی که فرد برای تکلیف چرخش ذهنی انجام می‌دهد، رابطه دارد (۲۰).

پرداختن به تفاوت‌های جنسیت در توانایی چرخش ذهنی در طراحی فضاهای معماری موجب مواردی من جمله رشد و توسعه توانایی‌های شناختی در افراد، ارتقا توانایی‌های دیداری فضایی (که این ارتقا با در نظر گرفتن نقش آنها در بسیاری از زمینه‌های زندگی روزمره صورت می‌پذیرد) (۴)، ارتقاء حس تعلق افراد به فضاها (از آن جهت که فضا متناسب با ترجیحات ذهنی افراد طراحی شده است)، می‌شود (۲۱)؛ لذا دستیابی به معیاری برای طراحی فضاهای معماری که از منظر چرخش ذهنی متناسب با جنسیت باشد، ضرورت می‌یابد.

با توجه به داده‌های پیش می‌توان بیان نمود، پژوهش‌های انجام شده در حوزه چرخش ذهنی بیشتر مبتنی بر مبانی علوم شناختی انجام گرفته و مطالعات حوزه شناخت فضایی تنها به کلیت مسأله چرخش ذهنی پرداخته است. اگرچه همپوشانی بالقوه زیادی بین علوم اعصاب و معماری وجود دارد، اما تعداد مطالعاتی که این دو زمینه را به هم مرتبط می‌کنند نسبتاً محدود است. به عبارت دیگر تقاطع بین علوم اعصاب و معماری به ندرت مورد بررسی قرار گرفته است (۲۲). فقدان مطالعات چرخش ذهنی و میزان اثربخشی داده‌های این مسأله در طراحی فضاهای معماری ضرورت و اهمیت پژوهش حاضر را پررنگ‌تر می‌نماید. معماری فضایی که ارتباطات کاربران در آن صورت می‌گیرد متشکل از دو بخش کاربری زن و مرد است و درک هر چه بهتر این فضا توسط کاربران تأثیر به‌سزایی در شناخت محیط دارد.

فرض پژوهش حاضر بر این است که، میان مؤلفه‌های تأثیرگذار بر طراحی فضاهای معماری منتج از چرخش ذهنی و جنسیت ارتباط

تحصیلی، عملکرد بهتر در زمینه‌های ریاضی، علوم رایانه، علوم طبیعی و فناوری و در بنا نهادن زیربنای تحول مهارت‌های استدلال کمی در کودکان و... نمود پیدا می‌کند (۴، ۵). این مهارت‌ها در طول زمان گسترش می‌یابند و این گسترش در گرو تجارب زندگی روزمره افراد است (۶). وظایف مکانی و فعالیت فضایی تجربه‌ای انعطاف‌پذیر به شمار می‌آید (۷). مطابق تعریف Pohl و Lehman توانایی‌های فضایی را در سه گروه ادراک فضایی، چرخش ذهنی و تصویرسازی فضایی می‌توان دسته‌بندی کرد (۸).

چرخش ذهنی که خود یکی از توانایی‌های فضایی به شمار می‌رود به توانایی تجسم یک شکل دو یا سه بعدی، چرخش آن حول یک محور فرضی، و بازنمایی بعد از چرخش آن گفته می‌شود (۴). یکی از نواحی مغزی درگیر در انجام تکالیف چرخش ذهنی ناحیه آهیانه خلفی است (۴). توانایی چرخش ذهنی تحت تأثیر عواملی همچون افزایش سن، تفاوت‌های جنسی، سطح هورمونی، تجربیات قبلی، تمرین و فعالیت‌های جسمانی، بازی‌های رایانه‌ای، موسیقی و... قرار می‌گیرد که مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر چرخش ذهنی، تفاوت‌های جنسیتی و فعالیت‌های جسمانی است (۹-۱۱). الگوهای فعال‌سازی مغز در حین فعالیت‌های چرخش ذهنی نشان‌گر تفاوت‌های واقعی بین جنسیت است (۱۲). دلایل فرضی شکاف‌های جنسیتی در چرخش ذهنی متنوع هستند (۱۳). به طور کلی، مردان عملکرد بهتری نسبت به زنان در چرخش ذهنی دارند (۱۴). اختلاف جنسیتی در مهارت‌های چرخش ذهنی بیشتر با جانبی شدن مغز مرتبط است (۱۵). طبق یافته‌های Banich و Compton در ارتباط با پردازش اطلاعات، نیمکره‌های مغزی؛ در نوع پردازش اطلاعات با یکدیگر تفاوتی ندارند بلکه این تفاوت به علت چگونگی پردازش اطلاعات است؛ به گونه‌ای که نیمکره چپ در پردازش اطلاعات به روش تحلیلی و جز به جز عمل می‌کند در حالی که نیمکره راست همین اطلاعات را به صورت گشتالت و کلی پردازش می‌کند (۴). به طور کلی می‌توان گفت که افرادی در زمینه چرخش ذهنی می‌توانند موفق‌تر عمل کنند که به صورت کل نگر نگاه می‌کنند و در مقابل یک چرخش ضعیف به صورت قطعه قطعه این کار را انجام می‌دهد (۱۶).

استفاده از حرکات چشم در درک هرچه بهتر چرخش ذهنی می‌تواند یاری‌دهنده باشد. دلیل این امر نیز رابطه‌ای است که میان ثابت نگه داشتن نگاه افراد در یک مکان و توانایی افراد در رمزگذاری بصری اطلاعات توزیع شده فضایی وجود دارد (۴). در همین راستا و جهت یافتن تفاوت در الگوهای نگاه، الگوهای حرکتی چشم به عنوان شاخص زمینه‌ای در نظر گرفته می‌شوند (۷).

شد. ملاک ورود به پژوهش، نداشتن اختلال شدید روانی، و ناتوانی ذهنی در هر دو گروه بود.

اطلاعات گردآوری شده از مرحله پرسشگری با استفاده از آزمون ضریب همبستگی پیرسون و تحلیل رگرسیون چندگانه توسط SPSS-26 ارزیابی و تحلیل شد.

### یافته‌ها

یک آزمون باید پایا باشد تا بتواند نتایج یکسانی داشته باشد. آلفای کرونباخ محاسبه شده در این پرسشنامه در مردان برابر با ۰/۶۶ و در زنان برابر با ۰/۵۴ بود که این میزان به معنای مناسب بودن داده‌های پرسشنامه است.

موارد یک تا شش به ترتیب نشان‌دهنده موارد در چه تراز از سطح بودن، در چه موقعیتی بودن، واقعیت یا خیال‌انگیز بودن فضا، چه طول مسیری داشتن، به صورت تصادفی یا ترتیبی بودن و چه زاویه‌ای داشتن برای فضای ایده‌آل برای زنان و مردان است. با توجه به **جدول ۱** چنین استنباط می‌شود که سطح معناداری همبستگی به دست آمده کمتر از ۰/۰۵ است ( $P < 0.05$ )، بنابراین رابطه معنادار بوده و فرض صفر رد می‌شود و با ۹۵ درصد اطمینان می‌توان گفت بین جنسیت و طراحی فضای معماری از منظر چرخش ذهنی رابطه مستقیم و معناداری وجود دارد.

نتایج تحلیل رگرسیون چندگانه ارائه شده در **جدول ۲** در مردان نشان می‌دهد که سطح معناداری  $F$  در این مدل معنادار است به  $(P = 0.001)$   $F(5, 44) = 0.90$ ، با توجه به مقدار  $R^2 = 0.93$  درصد از واریانس نمرات اثربخشی تفاوت‌های جنسیتی را تبیین می‌کند. مقدار تبیین نشده نیز برابر با ۹۰/۷ درصد است. به عبارت دیگر ۹/۳ درصد از مولفه اثربخشی تفاوت‌های جنسیتی ناشی از عوامل مؤثر بر طراحی فضای معماری از منظر چرخش ذهنی است. به منظور بررسی شدت و جهت تأثیر مولفه‌های مؤثر بر طراحی فضای معماری از منظر چرخش ذهنی بر تفاوت‌های جنسیتی، ضریب بتا نیز محاسبه شده که نتیجه این بررسی در **جدول ۳** برآورد شده است. مقدار خطای معیار تخمین زده شده، میزان پراکندگی نقاط حول خط رگرسیون را نشان می‌دهد. بین تأثیر تفاوت‌های جنسیتی و طراحی فضای معماری از منظر چرخش ذهنی رابطه چندگانه وجود دارد. نتایج تحلیل رگرسیون چندگانه ارائه شده در زنان نیز نشان می‌دهد که سطح معناداری  $F$  در این مدل معنادار است  $(P = 0.001)$   $F(5, 44) = 1.67$ ، با توجه به مقدار  $R^2 = 0.16$  درصد از واریانس نمرات اثربخشی تفاوت‌های جنسیتی را تبیین می‌کند. مقدار تبیین نشده نیز برابر با ۸۴ درصد است. به عبارت دیگر ۱۶ درصد از مولفه تأثیر تفاوت‌های جنسیتی ناشی از عوامل مؤثر بر طراحی فضای

معناداری وجود دارد. با توجه به مطالب ذکر شده هدف از مطالعه حاضر، مقایسه عملکرد چرخش ذهنی با در نظر گرفتن جنسیت برای طراحی فضاها و پلان‌های معماری می‌باشد.

### روش کار

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش، توصیفی-تحلیلی است. جامعه آماری شامل صد شرکت‌کننده که از میان آنان ۵۰ زن و ۵۰ مرد غیر متخصص ایرانی با دامنه سنی ۱۵ تا ۵۵ سال در این آزمایش به روش نمونه‌گیری غیرتصادفی در دسترس از نوع داوطلبانه انتخاب شده است.

در این پژوهش، طراحی و شیوه گردآوری داده‌ها در ۵ مرحله زیر انجام گرفت. مرحله نخست برای طراحی پرسشنامه، منابع و پژوهش‌های مختلف در زمینه معماری و توانایی‌های دیداری فضایی و چرخش ذهنی مطالعه و بررسی شدند. در مرحله دوم با توجه به نتایج پژوهش‌های قبلی مولفه‌های اصلی شناسایی گردید. در مرحله سوم برای طراحی سوالات، مولفه‌های چرخش ذهنی در طراحی ایده گرفته شد. علاوه بر فعالیت‌های فوق، در طراحی پرسشنامه؛ داده‌های جمعیت‌شناختی نظیر سن، وضعیت تحصیلی شرکت‌کنندگان، و همچنین نظرات و پیشنهادات متخصصان این حوزه لحاظ شد. مرحله چهارم بررسی روایی محتوایی سوالات پرسشنامه توسط متخصصان این حوزه انجام گرفت. به این منظور، سوالات پرسشنامه توسط چند نفر از متخصصان در این زمینه مورد بازبینی قرار گرفت و اشکالات آن رفع و پیشنهادهای آنان نیز اعمال شد. مرحله پنجم اجرای مقدماتی پرسشنامه بود. هدف از این مرحله اصلاح پرسشنامه و متناسب‌سازی آن با تفاوت‌های جنسیتی در چرخش ذهنی و وقوف بر مشکلات پیش‌بینی نشده بود. به این منظور، سوالات روی ۱۰ نفر از زنان و مردان اجرا شد و مشکلات و نواقص آن رفع گردید. پس از رفع اشکالات، فرم نهایی تهیه و آماده اجرا شد. در نهایت فرم نهایی پرسشنامه تدوین شده را افراد دریافت نمودند. پرسشگری با استفاده از پرسشنامه لیکرت پنج مقیاسه برای مقایسه تفاوت‌های جنسیتی در چرخش ذهنی انجام شد. تعداد ۶ سوال متناسب با هر جنسیت به صورت پرسشنامه‌های اینترنتی در شبکه‌های مجازی در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت و از پاسخ‌دهندگان خواسته شد سوالات را بر مبنای تصور فضایی ایده‌آل ذهنی پاسخ دهند. از مشارکت‌کننده‌ها خواسته شد تا حد امکان سریع پاسخ دهند، بدون این که به درستی یا صحت پاسخ‌ها خدشه وارد شود. قبل از مطرح شدن سوالات فرمی مبنی بر نحوه همکاری، محرمانه بودن اطلاعات و اعلام رضایت جهت همکاری افراد، برای شرکت‌کنندگان به نمایش گذاشته

معماری از منظر چرخش ذهنی است. به منظور بررسی شدت و جهت تأثیر مولفه‌های مؤثر بر طراحی فضای معماری از منظر چرخش ذهنی بر تفاوت‌های جنسیتی، ضریب بتا نیز محاسبه شده که نتیجه این بررسی در جدول ۳ زیر برآورد شده است.

جدول ۱. ضریب همبستگی پیرسون تأثیر تفاوت‌های جنسیتی مردان و زنان و طراحی فضای معماری از منظر چرخش ذهنی

همبستگی پیرسون							جنسیت	
۶	۵	۴	۳	۲	۱			
۰/۰۶۷	-۰/۱۴	۰/۱۰۰	۰/۰۶۸	-۰/۲۵۶	۱	همبستگی پیرسون	۱	
۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰	مقدار P		
۰/۱۸۷	۰/۰۹۵	۰/۱۲۷	۰/۰۷۱	۱	-۰/۲۵۶	همبستگی پیرسون	۲	
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰	۰/۰۰۰	مقدار P		
-۰/۰۶۸	-۰/۵۹	۰/۱۷۳	۱	۰/۰۷۱	۰/۰۶۸	همبستگی پیرسون	۳	
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲	۰	۰/۰۲	۰/۰۳	مقدار P		
۰/۲۱۰	۰/۱۰۷	۱	۰/۱۷۳	۰/۱۲۷	۰/۱۰۰	همبستگی پیرسون	۴	
۰/۰۱	۰/۰۴	۰	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۴	مقدار P		
۰/۰۱۳	۱	۰/۱۰۷	-۰/۰۵۹	۰/۰۹۵	-۰/۱۴	همبستگی پیرسون	۵	
۰/۰۳	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰۰	مقدار P		
۱	۰/۰۱۳	۰/۲۱۰	-۰/۰۶۸	۰/۱۶۷	۰/۰۶۷	همبستگی پیرسون	۶	
۰	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۴	مقدار P		
۶	۵	۴	۳	۲	۱			
۰/۱۴۲	۰/۱۶۷	-۰/۰۵۳	۰/۲۹۹	۰/۲۴۹	۱	همبستگی پیرسون	۱	
۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰	مقدار P		
۲/۷/	-۰/۱۱۰	۰/۱۷۸	۰/۰۷۳	۱	۰/۲۴۹	همبستگی پیرسون	۲	
۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰	۰/۰۰۱	مقدار P		
۰/۰۸۵	۰/۳۸۹	-۰/۰۲۱	۱	۰/۰۷۳	۰/۲۹۹	همبستگی پیرسون	۳	
۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰	۰	۰/۰۱۳	۰/۰۳۵	مقدار P		
-۰/۱۶۶	۰/۰۳۶	۱	-۰/۰۲۱	۰/۱۷۸	-۰/۰۵۳	همبستگی پیرسون	۴	
۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	مقدار P		
۰/۲۱۰	۱	۰/۰۳۶	۰/۳۸۹	-۰/۱۱۰	۰/۱۶۷	همبستگی پیرسون	۵	
۰/۰۴۲	۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	مقدار P		
۱	۰/۲۱۱	-۰/۱۶۶	۰/۰۸۵	۰/۲۰۷	۰/۱۴۲	همبستگی پیرسون	۶	
۰	۰/۰۴۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	مقدار P		



جدول ۲. تحلیل رگرسیون چندگانه برای همبستگی مولفه‌های سوالات پژوهش مردان و زنان

جنسیت	خطای معیار	R <sup>2</sup>	مقدار P	F	میانگین مجزورها	درجه آزادی	مجموع مجزورها	مدل
مردان	۱/۰۱۷	۰/۹۳	-	-	۰/۹۳۵	۵	۴/۶۷۴	رگرسیون
					۱/۰۳۴	۴۴	۴۵/۵۰۶	باقیمانده
					-	۴۹	۵۰/۱۸۰	کل
زنان	۰/۰۶۴	۰/۱۶۰	-	-	۱/۸۶۱	۵	۹/۳۰۷	رگرسیون
					۱/۱۱۴	۴۴	۴۹/۰۱۳	باقیمانده
					-	۴۹	۵۸/۳۲۰	کل

مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس این آزمون، نظرات افراد، اولویت هر کدام از موارد را بر اساس رتبه‌بندی معنادار مشخص شده است.

آزمون فریدمن در جدول ۳ جهت بررسی نظریات افراد در زمینه تاثیر تفاوت‌های جنسیتی و طراحی فضای معماری از منظر چرخش ذهنی

جدول ۳. نتایج تحلیل فریدمن اثربخشی تفاوت‌های جنسیتی و طراحی فضای معماری از منظر چرخش ذهنی

جنسیت	تعداد	نسبت احتمال	درجه آزادی	مقدار P
مردان	۵۰	۳/۷۶۸	۵	۰/۰۰۳
زنان	۵۰	۹/۲۲۰	۵	۰/۰۰۱

دارای بالاترین امتیاز و همچنین فرض مهمترین اتفاق فضا در مرکز، دارای کمترین امتیاز از بین مولفه‌های کالبدی می‌باشد. همچنین در زنان، ترجیح به فضایی مبتنی بر واقعیت و تکنیکال، دارای بالاترین امتیاز و فرض مهمترین اتفاق در اطراف، دارای کمترین امتیاز از بین مولفه‌های کالبدی است.

با توجه به نتایج جدول ۴ چون مقدار سطح معناداری در مردان و زنان کمتر از ۰/۰۵ است بنابراین فرض صفر رد می‌شود. با توجه به جدول میانگین رتبه‌ها، رتبه هر یک از مولفه‌های طراحی فضای معماری از منظر چرخش ذهنی متفاوت است. بر این اساس فرض فضای ایده‌آل برای مردان در عمق،

جدول ۴. میانگین رتبه‌های فریدمن، اثربخشی تفاوت‌های جنسیتی و طراحی فضای معماری از منظر چرخش ذهنی

جنسیت	مولفه‌ها	میانگین رتبه‌ها
مردان	فضای ایده‌آل در عمق	۳/۸۰
	مه‌ترین اتفاق فضا در مرکز	۳/۲۹
	ترجیح فضا مبتنی بر خیال‌انگیزی و خلاقانه	۳/۳۹
	انتخاب مسیر کوتاه برای رسیدن به فضای ایده‌آل	۳/۷۲
	انتخاب فضای ایده‌آل به صورت تصادفی	۳/۴۴
	ترجیح رسیدن به فضا با زاویه چرخش کمتر	۳/۳۶
زنان	فضای ایده‌آل در سطح	۳/۶۲
	مهمترین اتفاق فضایی در اطراف	۳/۰۵
	ترجیح فضا مبتنی بر واقعیت و تکنیکال	۳/۸۸

جنسیت	مولفه‌ها	میانگین رتبه‌ها
زنان	انتخاب مسیر طولانی‌تر تا با محیط ارتباط بهتر	۳/۲۵
	انتخاب فضای ایده‌آل به صورت ترتیبی	۳/۷۸
	ترجیح رسیدن به فضا با زاویه چرخش بیشتر	۳/۴۲

### بحث

پژوهش حاضر با هدف مقایسه عملکرد چرخش ذهنی با در نظر گرفتن جنسیت برای طراحی فضاها و پلان‌های معماری، انجام شد. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد رابطه‌ای مثبت و قوی بین تاثیر تفاوت‌های جنسیتی و طراحی فضای معماری از منظر چرخش ذهنی وجود دارد. به عبارت دیگر، می‌توان گفت بین تاثیر تفاوت‌های جنسیتی و طراحی فضای معماری از منظر چرخش ذهنی ارتباط مستقیم و معناداری وجود دارد، به طوری که هر چه اثربخشی تفاوت‌های جنسیتی بالاتر، طراحی فضای معماری از منظر چرخش ذهنی نیز بالاتر است. با توجه به جدول میانگین رتبه‌ها، رتبه هر یک از مولفه‌های طراحی فضای معماری از منظر چرخش ذهنی متفاوت است.

در گام اول یافته‌های این پژوهش همسو با یافته‌های مقدمه است که بیان داشت مقایسه عملکرد تفاوت‌های جنسیتی در توانایی چرخش ذهنی در آزمون خط محصور در چهارچوب با ارزیابی توانایی افراد در نادیده گرفتن یا در نظر گرفتن اطلاعات موجود در زمینه یک تکلیف و حل آن معیاری برای میزان کل‌نگر بودن یا جزنگر بودن است. افرادی در این تکلیف که توانایی بیشتری در نادیده گرفتن زمینه و در نتیجه جزنگر تر بودند، عملکرد بهتری داشتند (۴). افراد کل‌نگر در تکلیف رسم اندازه نسبی خطای کمتری داشتند. در تبیین این یافته‌ها در پژوهش حاضر می‌توان گفت مردان برای نادیده گرفتن زمینه در عین حال نسبی بودن فضا به جهت جانمایی‌های فضایی تمایل به استفاده از فضاهایی در تراز به عنوان پیشنهاد، عمق و برای زنان مطابق با پژوهش برای در نظر گرفتن زمینه فضایی، سطح پیشنهاد شد.

در ادامه با توجه به یافته‌های Taylor و Bilge که اشاره کردند مردان دارای بازنمودهای مرکز (۲۳) و همچنین یافته‌های مقدمه در آزمایش ردیابی حرکت چشم که نتایج و تحلیل آن بیانگر به کارگیری راهبرد کل‌نگر و جزنگر است به طوری که پراکندگی تمرکز نمایانگر به کارگیری راهبرد جزنگر است (۴)، این امر همسو با نتایج پژوهش حاضر است که فضای ایده‌آل برای مردان در مرکز و برای زنان در اطراف است.

نتایج پژوهش حاضر با نتایج Corballis همسو است که دریافتند پردازش‌های کلی و در نتیجه راهبردهای کل‌نگر منتسب به نیمکره

راست که بیشتر در تخیل و خیال‌پردازی و تصویرسازی و راهبردهای جزنگر منتسب به نیمکره چپ که بیشتر بر مبنای واقعیت و قوانین در نظر گرفته شد (۴). همین موضوع در پژوهش حاضر در طراحی فضاهای معماری به صورتی که فضاهای مربوط به زنان به صورت مبتنی بر واقعیت و تکنیکال و فضاهای مربوط به مردان خیال‌انگیز و خلاقانه تایید شد.

همچنین نتایج Fischl و همکاران نشان داد آن چه که مردان را، در کارهای چرخش ذهنی از زنان متمایز می‌سازد دقت و سرعت آنها است؛ بدین صورت که زمان واکنش سریع‌تر نمایانگر آن است که فرد تحت آزمون از راهبردهای کل‌نگر استفاده نموده است و در مقابل نیز زمان واکنش بیشتر استفاده از راهبردهای جزنگر را نشان می‌دهد (۲۴). (۲۵)، متناسب با نتایج پژوهش حاضر است که مردان برای رسیدن به فضای ایده‌آل مسیری کوتاه‌تر را متناسب با سرعت بالاتر در پردازش موقعیت و همچنین زنان برای رسیدن به فضای ایده‌آل مسیر طولانی‌تر را انتخاب می‌کنند تا با محیط ارتباط بهتری داشته باشند و پردازش موقعیت فضایی بهتری صورت گیرد انتخاب می‌کنند. همین موضوع در پژوهش حاضر در طراحی فضاهای معماری به صورتی که ترجیح مردان برای رسیدن به فضای ایده‌آل مسیر کوتاه و ترجیح زنان به مسیری بلندتر مطرح شد.

نتایج پژوهش‌های Jordan و همکاران (۱۲)؛ Xu و Franconeri (۲۶) و پورمحسنی و همکاران (۲۷) نشان داد که ترجیح زنان بر به کارگیری یک راهبرد تحلیلی و سپس مقایسه در یک فرایند متوالی با استفاده از یک استراتژی سریال می‌باشد در مقابل نیز مردان برای شناسایی اشیا روی به حدس و گمان آورده در واقع نیمکره راست اطلاعات به صورت تصادفی‌تر تحلیل می‌کند. این امر همسو با یافته‌های پژوهش حاضر بود که انتخاب فضای ایده‌آل در مردان به صورت تصادفی و در زنان به صورت ترتیبی نتیجه‌گیری شد.

Parsons و همکاران (۲۸)؛ Wexler و همکاران (۲۹)؛ کلیبر و همکاران (۳۰) اشاره می‌کنند با افزایش زاویه از ۹۰ به ۱۸۰ درجه، سرعت چرخش ذهنی زنان نیز افزایش می‌یابد. همچنین زاویه‌های سازگار با چرخش ذهنی هم منجر به زمان‌های سریع‌تر و خطاهای کمتر می‌شود.

رفتن مشاهده شود و نیز مبتنی بر واقعیت و تکنیکال همراه با مسیرهای طولانی، به صورت ترتیبی و با زاویه چرخش زیاد باشد، طراحی شود. همچنین فضاهای مرتبط با فعالیت مردان مثل اتاق تلویزیون، فضاهای تجاری مواد غذایی و... در ترازوی از عمق، در مرکز به صورت خیال انگیز همراه با مسیرهای کوتاه، به صورت فضاهای تصادفی و با کمترین زاویه چرخش، طراحی شود.

### ملاحظات اخلاقی

#### پیروی از اصول اخلاق در پژوهش

همه شرکت کنندگان در مورد پژوهش، مراحل و نحوه انجام آن اطلاعاتی دریافت کردند. قبل از اجرای پژوهش درباره محرمانه بودن اطلاعات و اختیاری بودن شرکت در پژوهش به شرکت کنندگان توضیح داده شد. شرکت کنندگان مختار بودند که در هر مرحله از آزمون از ادامه همکاری انصراف دهند.

### مشارکت نویسندگان

هر دو نویسنده در طراحی و ایده‌پردازی موضوع پژوهش، اجرای پژوهش، تحلیل داده‌های خام، طراحی و اجرای آزمون‌های آماری، نگارش اولیه و بازنگری مقاله، مشارکت داشتند.

### منابع مالی

این پژوهش تحت حمایت مالی هیچ موسسه و سازمانی قرار ندارد.

### تشکر و قدردانی

از راهنمایی‌های دلسوزانه مهندس بنت‌الهدی صادقی، آرمی رحمانی، مرجان دادخواه تهرانی و دکتر روزبه نقشینه کمال تقدیر و تشکر را داریم. در پایان نیز از تمامی شرکت کنندگان پژوهش حاضر صمیمانه قدردانی می‌کنیم.

### تعارض منافع

نویسندگان مقاله حاضر هیچ‌گونه تعارض منافی را گزارش نکرده‌اند.

همچنین طبق مطالعات، وقوع چرخش ذهنی توام با سرعت ثابت است و رابطه‌ای که میان زاویه چرخش شی و سرعت چرخش ذهنی وجود دارد بدین صورت است که وجود زاویه چرخش شی با مقدار بالا منجر به سرعت چرخش ذهنی کمتری می‌شود، که تاییدگر پژوهش حاضر است که مردان زاویه کمتر را و زنان زاویه بیشتر را برای رسیدن به فضا برای ترجیح می‌دهند.

نتایج این پژوهش امکان کشف تفاوت‌ها و شباهت‌های فضاها بر اساس تفاوت‌های جنسیتی در چرخش ذهنی را فراهم می‌کند، همچنین به کشف ساختار و الگوهای ادراکات فضایی افراد یاری می‌رساند. به علاوه چنین پژوهشی نشانه‌هایی را برای بررسی بیشتر پلان‌ها بر اساس عوامل شناختی را فراهم می‌آورد.

از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به در نظر نگرفتن تاثیر هوش در چرخش ذهنی اشاره کرد. یک مطالعه گسترده‌تر همراه با آزمودنی‌های بیشتر با میزان هوش متفاوت می‌تواند به افزایش غنای اطلاعات در این زمینه کمک شود. همچنین، در پژوهش حاضر برای اندازه‌گیری متغیرها از پرسشنامه استفاده شد. ممکن است بخشی از نتایج به دست صرفاً آمده در اثر حساسیت آزمودنی‌ها به پرسش‌ها تعیین شده باشد، بنابراین پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی از سایر روش‌های جمع‌آوری استفاده شود.

### نتیجه‌گیری

چرخش ذهنی به عنوان یکی از اساسی‌ترین بخش‌های ادراک فضایی، مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. چرخش ذهنی به توانایی تجسم یک شکل دو یا سه بعدی، چرخش آن حول یک محور فرضی، و بازنمایی بعد از چرخش آن گفته می‌شود. با توجه به تحلیل داده‌ها ارتباط معناداری میان چرخش ذهنی و طراحی پلان‌های معماری مبتنی بر جنسیت وجود دارد. با در نظر گرفتن نتایج این پژوهش، می‌توان پلان‌های فضای معماری متناسب با چرخش ذهنی پیشنهاد داد به طوری که مولفه شناختی تفاوت‌های جنسیتی در نظر گرفته شود. فضاهای مرتبط با فعالیت زنان مثل اتاق خواب، آشپزخانه، فضاهای تجاری، پوشاک و... در ترازوی از سطح و در اطراف، به طوری که با راه

## References

1. Alacam S, Kotnik T, Cagdas G, editors. Exploring the effect of bodily experience on architecture students' generating spa-

tial ideas: A case study. International Conference on Human Behavior in Design; 2014 October 14-17; Ascona, Switzer-

- land;2014. pp. 27-34.
2. Rakabi A. Comparison of mental rotation performance in team and individual sports of Shiraz students [MS Thesis]. Shiraz:Shiraz University;2013. (Persian)
  3. Yuksel NS, Bulbul A. Test development study on the mental rotation ability. *The Anthropologist*. 2015;20(1-2):128-139.
  4. Moghadamkia H. The role of posterior parietal cortex in mental rotation: An eye-tracking and tDCS study [MS Thesis]. Tehran:Shahid Beheshti University;2019. (Persian)
  5. Ariali S. Training of mental rotation ability in virtual spaces. *Journal of Technical Education (JOTED)*.2020;8(2):46-63.
  6. Alipour A, Shaghghi F, Hajizadegan M. Comparison of mental rotation and lateral superiority in students of technical, medical and humanities. *Psychological Sciences*. 2011;38(2)197. (Persian)
  7. Nazareth A. Factors affecting adult mental rotation performance [PhD Dissertation]. Miami:Florida International University;2015.
  8. Farid A, Habibi R, Dadashi S, Bazzaz Monsef F. The effect of neuropsychological mental rotation exercises on visuospatial function in students. *Qom University of Medical Sciences Journal*. 2017;11(3):95-102. (Persian)
  9. Mohammadzade H. The comparison of mental rotation of active and inactive college students. *Motor Behavior*. 2014;6(16):93-106. (Persian)
  10. Kaltner S, Jansen P. Developmental changes in mental rotation: A dissociation between object-based and egocentric transformations. *Advances in Cognitive Psychology*. 2016;12(2):67-78.
  11. Toker C, Torus B. Sex differences in mental rotation ability in basic architectural education. *Archi-cultural interactions through the silkroad*; 2015 March 25-27; Istanbul, Turkey: Ugur egitim pazarlama ve yayincilik A.s;2016. pp. 119-128.
  12. Jordan K, Wustenberg T, Heinze H-J, Peters M, Jancke L. Women and men exhibit different cortical activation patterns during mental rotation tasks. *Neuropsychologia*. 2002;40(13):397-408.
  13. Berkowitz M, Gerber A, Thurn CM, Emo B, Hoelscher C, Stern E. Spatial abilities for architecture: Cross sectional and longitudinal assessment with novel and existing spatial ability tests. *Frontiers in Psychology*. 2021;11:609363.
  14. Mochizuki H, Takeda K, Sato Y, Nagashima I, Harada Y, Shimoda N. Response time differences between men and women during hand mental rotation. *PloS One*. 2019;14(7):e0220414.
  15. Quinn PC, Liben LS. A sex difference in mental rotation in young infants. *Psychological Science*. 2008;19(11):1067-1070.
  16. Kristiansen K-A. Expectations and mental rotation: Different effects on gender explored through the (unlikely) case of female superiority in mental rotation rate of large objects [MS Thesis]. Tromso:Tromso University;2010.
  17. Tarr MJ, Pinker S. Mental rotation and orientation-dependence in shape recognition. *Cognitive Psychology*. 1989;21(2):233-282.
  18. Demetriou A, Kui ZX, Spanoudis G, Christou C, Kyriakides L, Platsidou M. The architecture, dynamics, and development of mental processing: Greek, Chinese, or Universal?. *Intelligence*. 2005;33(2):109-141.
  19. Guillot A, Champely S, Batier C, Thiriet P, Collet C. Relationship between spatial abilities, mental rotation and functional anatomy learning. *Advances in Health Sciences Education*. 2007;12(4):491-507.
  20. Xue J, Li C, Quan C, Lu Y, Yue J, Zhang C. Uncovering the cognitive processes underlying mental rotation: An eye-movement study. *Scientific Reports*. 2017;7:10076 .
  21. Falahat MS. The concept of sense of place and its shaping factors. *Honar-Ha-Ye-Ziba*. 2006;26:57-66. (Persian)
  22. Pektas ST. A scientometric analysis and review of spatial cognition studies within the framework of neuroscience and architecture. *Cognition and Neuroscience in Architecture*. 2021;64(4):374-382
  23. Bilge AR, Taylor HA. Framing the figure: Mental rotation revisited in light of cognitive strategies. *Memory & Cognition*. 2017;45(1):63-80.
  24. Estes Z, Felker S. Confidence mediates the sex difference in mental rotation performance. *Archives of Sexual Behavior*.

2012;41:57-70.

25. Fischl G, Holmqvist B, Krantz J. Three-dimensional mental rotation exercise as an indicator for students' cognitive skills. *Nordisk Tekniklaerermode 2009, Forskning, Undervisning og Praksis*;2009. pp. 56-61.

26. Xu Y, Franconeri SL. Capacity for visual features in mental rotation. *Psychological Science*. 2015;26(8):1241-1251.

27. Pourmohseni F, Vafaie M, Azad Falah P. The assessment of the effect of computer games on the ability of mental rotation in adolescents. *Advances in Cognitive Sciences*. 2004;6(3-4):75-84. (Persian)

28. Parsons TD, Larson P, Kratz K, Thiebaut M, Bluestein B, Buckwalter JG, et al. Sex differences in mental rotation and spatial rotation in a virtual environment. *Neuropsychologia*. 2004;42(4):555-562.

29. Wexler M, Kosslyn SM, Berthoz A. Motor processes in mental rotation. *Cognition*. 1998;68(1):77-94.

30. Habibi-Kaleybar R, Farid A, Shaban Besim F. The comparison of the effect of mental rotation and phonological awareness training on accuracy, speed and comprehension in students with dyslexia in city of Tabriz, 2015-2016. *Journal of Arak University of Medical Sciences*. 2017;20(2):10-21. (Persian)