



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Investigation of spatial ability of male and female students in 10th and 11th grade according to factors including spatial visualization, mental rotation, and spatial orientation

E. Reyhani^{*1}, F. Ghasemi¹, Z. Rahimi²

¹ Department of Mathematics, Faculty of sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran

² Department of Education, Faculty of Psychology and Educational sciences, Allameh Tabataba'i University (ATU), Tehran, Iran

ABSTRACT

Submitted: 13 February 2020
Revised: 27 September 2020
Accepted: 13 October 2020

KEYWORDS:

Spatial Ability
Spatial Visualization
10th and 11th grade students
Gender
Experimental Science
and Mathematics Field of Study

e_reyhani@sru.ac.ir

(+98) 9124501611

Background and Objectives: Spatial ability is an important notion because of its application in everyday life and its place in science and engineering. In recent decades, there have been many studies on spatial ability in the field of mathematics education. Part of these studies have been conducted in the field of school mathematics, emphasizing the importance of the spatial ability in the process of teaching school mathematics. Of course, it should be noted that the number of research studies related to mathematics education in Iran is not very large and most of them have been conducted in the field of psychology. It is also stated in the educational documents such as the principles and standards of school Mathematics (NCTM) that students should use a variety of visual representations to analyze mathematical problems and issues. Numerous definitions of spatial ability have been proposed and various terms, such as visual thinking, intuitive thinking, and visual ability have been used to describe it and various factors and components have also been identified to explain its nature. The purpose of this study was to investigate the spatial ability of students with regard to their gender, grade, and field of study and also according to factors including spatial visualization, mental rotation, and spatial orientation.

Methods: The method of this study was the survey method and its participants were 901 students from secondary schools in Shahriyar studying in the 10th and 11th grade in the academic year of 2017-2018. The measurement instrument was a researcher-made test whose formal and content validity was confirmed by a number professors and teachers of mathematics and its reliability was also confirmed by the approximate amount of Cronbach's alpha which was 0.83. In addition, descriptive statistics (mean and standard deviation) and inferential statistics (independent t-test) were used to analyze the data.

Findings: The findings of the study showed a significant difference between male and female students in the field of spatial ability. In addition, the performance of math students was significantly better than the students in the field of experimental sciences. Also, the performance of the 11th grade students was significantly better than that of the 10th grade students. This difference can be justified by the implicit teaching that takes place in the 10th and 11th grades, as well as the courses which are taken by the 11th grade students in geometry until the exam. These findings show that the growth of spatial ability depends on education, and because of its place in everyday and professional life, needs more attention in school mathematics. The qualitative findings of this study showed that tasks related to spatial ability are a good platform for developing mathematical thinking and mathematical processes, such as problem solving, reasoning, and proof. Moreover, teaching and increasing the level of education seem to have an undeniable effect on the growth of spatial ability and the improvement of students' problem-solving performance.

Conclusion: Although the problem-solving approach has clearly established its presence in Iranian mathematics textbooks in recent decades, little research has been done on the place and role of spatial ability in teaching the process of solving mathematical problems. Moreover, the field of school mathematics needs more research on spatial ability in different areas, such as curricula, teacher training, and methods of math teaching and learning. The findings of this study can be useful in modifying and strengthening the strategies, educational processes, curricula and appropriate educational instruments to improve students' spatial visualization.



NUMBER OF REFERENCES

42



NUMBER OF FIGURES

16



NUMBER OF TABLES

8

مقاله پژوهشی

بررسی توانایی فضایی دانش‌آموزان دختر و پسر در پایه‌های دهم و یازدهم با توجه به عامل‌های تجسم فضایی، دوران ذهنی و جهت‌یابی فضایی

ابراهیم ریحانی^{۱*}، فرج‌اله قاسمی^۱، زهرا رحیمی^۲

^۱ گروه ریاضی، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

^۲ گروه آموزش و پرورش، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

چکیده

پیشینه و اهداف: توانایی فضایی به دلیل کاربرد آن در زندگی روزمره و جایگاه آن در علوم و مهندسی اهمیتی ویژه دارد. در دهه‌های اخیر مطالعات زیادی در مورد توانایی فضایی در حوزه آموزش ریاضی صورت گرفته است. بخشی از این مطالعات در حوزه‌ی ریاضیات مدرسه‌ای بوده و در آن بر اهمیت جایگاه توانایی فضایی در فرآیند آموزش ریاضی مدرسه‌ای تأکید شده است. البته لازم به ذکر است که تعداد پژوهش‌های مرتبط با آموزش ریاضی در کشور ایران چندان زیاد نیست و بیشتر پژوهش‌ها در حیطه روانشناسی انجام شده است. در اسناد آموزشی نظیر سند اصول و استانداردهای ریاضیات مدرسه‌ای نیز به این نکته اشاره شده است که دانش‌آموزان باید انواع بازنمایی‌های تجسمی را در تحلیل مسأله‌ها و موضوعات ریاضی به کار ببرند. تعاریف متعدد و متنوعی از توانایی فضایی ارائه شده و برای توصیف آن، از عبارات مختلفی نظیر تفکر تجسمی، تفکر شهودی و توانایی بصری استفاده شده است. همچنین برای توضیح ماهیت آن، عوامل و مؤلفه‌های گوناگونی بر شمرده شده است. هدف پژوهش حاضر، بررسی توانایی فضایی در دانش‌آموزان، با ملاحظه جنسیت، رشته و پایه تحصیلی آنان و با توجه به عامل‌های تجسم فضایی، دوران ذهنی و جهت‌یابی فضایی است.

ارسال شده: ۲۴ بهمن ۱۳۹۸

اصلاح شده: ۶ مهر ۱۳۹۹

پذیرفته شده: ۲۲ مهر ۱۳۹۹

واژگان کلیدی:

توانایی فضایی

تجسم فضایی

دانش‌آموزان پایه دهم و یازدهم

جنسیت

تجربی و ریاضی

e_reyhani@sru.ac.ir 

۰۹۱۲۴۵۰۱۶۱۱ 

روش‌ها: روش این مطالعه روش پیمایشی است و شرکت‌کنندگان آن، ۹۰۱ دانش‌آموز متوسله دوم از شهرستان شهریار هستند که در سال تحصیلی ۹۷-۱۳۹۶ در پایه دهم و یازدهم در دو رشته ریاضی و تجربی مشغول به تحصیل بوده‌اند. ابزار پژوهش، آزمونی محقق‌ساخته است که روایی صوری و محتوایی آن توسط تعدادی از اساتید آموزش ریاضی و نیز معلمان ریاضی، تأیید شد و معیار آلفای کرونباخ با مقدار تقریبی ۰/۸۳، مؤید پایایی آن می‌باشد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) و آمار استنباطی (t مستقل) استفاده شد.

یافته‌ها: یافته‌های این مطالعه حاکی از تفاوت معنادار بین عملکرد دانش‌آموزان دختر و پسر در حوزه توانایی فضایی است. به علاوه دانش‌آموزان رشته ریاضی نسبت به دانش‌آموزان رشته تجربی و نیز دانش‌آموزان پایه یازدهم نسبت به پایه دهم به شکل معناداری عملکرد قوی‌تری داشته‌اند. این تفاوت با توجه به آموزش ضمنی که در پایه‌های تحصیلی و در پایه دهم و یازدهم اتفاق می‌افتد و نیز دروسی که دانش‌آموزان دوره یازدهم تا زمان اجرای آزمون در درس هندسه گذرانده‌اند، قابل توجیه است. این یافته‌ها نشان می‌دهند که رشد توانایی فضایی به آموزش وابسته است و با توجه به جایگاه آن در زندگی روزمره و حرفه‌ای نیازمند توجه بیشتری در ریاضیات مدرسه‌ای است. یافته‌های کیفی این مطالعه حاکی از آن است که تکالیف مرتبط با توانایی فضایی، بستری مناسب برای پرورش تفکر ریاضی و فرآیند‌های ریاضی نظیر حل مسأله، استدلال و اثبات است. به هر ترتیب به نظر می‌رسد آموزش و افزایش پایه تحصیلی بر رشد توانایی فضایی و بهبود عملکرد حل مسأله دانش‌آموزان تأثیری انکارناپذیر دارد.

نتیجه‌گیری: هرچند رویکرد حل مسأله در کتاب‌های درسی ریاضی ایران در دهه اخیر به طور آشکاری حضور خود را تثبیت کرده است؛ اما مطالعات چندانی در مورد جایگاه و نقش توانایی فضایی در آموزش فرآیند حل مسأله ریاضی انجام نشده است و عرصه آموزش ریاضی مدرسه‌ای نیازمند به پژوهش‌های بیشتری در مورد توانایی فضایی در سطوح مختلف مانند برنامه‌های درسی، آموزش معلمان و یاددهی و یادگیری ریاضی است. یافته‌های این پژوهش می‌تواند در تغییر و تقویت راهبردها، فرایندهای آموزشی، برنامه‌ریزی درسی و ابزارهای آموزشی مناسب برای بهبود تجسم فضایی دانش‌آموزان، کارآمد باشد.

مقدمه

با توجه به اهمیت توانایی فضایی در یاددهی و یادگیری ریاضی و همچنین خلأ تحقیقاتی موجود در خصوص توانایی دانش‌آموزان ایرانی -به ویژه دانش‌آموزان دوره متوسطه- هدف این مطالعه بررسی توانایی فضایی دانش‌آموزان پایه دهم و یازدهم در دو رشته ریاضی و تجربی است. از سوی دیگر به لحاظ ادعای برخی مطالعات در خصوص تفاوت عملکرد دختران و پسران در تجسم فضایی [۱۰-۱۲] در این پژوهش، علاوه بر رشته و پایه تحصیلی، نقش جنسیت نیز در عملکرد دانش‌آموزان مورد بررسی قرار گرفته است. با در نظر گرفتن تغییر نظام آموزشی و نیز تغییر کتاب‌های درسی ریاضی ایران، چنین مطالعه‌ای در زمره نخستین پژوهش‌ها از این دست به‌شمار می‌رود.

پیشینه نظری

اغلب پژوهشگران معتقدند هوش فضایی یکی از عناصر مهم توانایی‌های ذهنی است. همان‌گونه که ذکر شد توانایی فضایی، به عنوان یکی از مؤلفه‌های هوش بشری توجه گاردنر را نیز به خود معطوف داشته است. مطالعات مختلف در حوزه‌های گوناگون نظیر روان‌شناسی، مهندسی و ریاضی، برای توصیف این مفهوم، از ترکیب واژه‌های متنوعی نظیر تفکر، توانایی، مهارت، جهت‌یابی، بصری (Visual) و فضایی استفاده کرده‌اند [۱۳]. بررسی این مفهوم از دیدگاه‌های متفاوت و حوزه‌های مختلف منجر به ارائه تعاریف و دسته‌بندی‌های گوناگونی از آن شده است که در ادامه به برخی از آنها اشاره خواهد شد.

مهارت فضایی را تارت (Tartre) [۷] به‌عنوان مفهومی شامل توانایی‌هایی نظیر ادراک، دست‌ورزی و سازمان‌دهی یا تفسیری از روابط بصری تعریف می‌کند. لین و پترسن (Linn & Petersen) [۱۴] در مطالعه‌ای فراتحلیلی، استدلال فضایی (Spatial reasoning) را به مهارت در بازنمایی، تبدیل، تولید و یادآوری نمادین اطلاعات غیرکلامی تعبیر می‌کنند. استدلال فضایی توانایی مرتبط با بازنمایی و کاربرد اشیاء و روابطشان درون یک جهان درک شده از هر دو منظر توپولوژیکی و هندسی در دو و سه‌بعد، با یا بدون زمان به عنوان بُعد چهارم است [۱۵]. این مهارت توانایی تولید، حفظ، بازیابی و تبدیل تصاویر بصری خوب ساختاریافته نیز تعریف شده است [۱۶]. اولکان (Olkun) [۱۷] توانایی فضایی را دست‌ورزی ذهنی (Mentally manipulate) اشیاء و اجزای آنها در فضای دو و سه‌بعدی می‌داند و مک‌گی (McGee) [۱۸] با خلاصه کردن مطالعات روان‌سنجی تفکر فضایی، آن را شامل توانایی دست‌ورزی ذهنی، دوران، پیچش یا برگرداندن شیء متحرک که به‌صورت تصویری ارائه شده است، معرفی می‌کند.

روکا-گونزالز و همکارانش (Roca-González, et al) [۱۹] معتقدند که این مهارت به‌عنوان یکی از عوامل هوش انسانی اولین بار توسط تُرندایک (Thorndike) شناسایی شده است؛ اما یوکسل (Yüksel) [۱۳] تحقیق پایه برای مطالعه درباره تعیین مؤلفه‌های این مفهوم را متعلق به تورستون (Thurstone) می‌داند. به پیروی از تورستون بسیاری از محققان تلاش کردند عوامل تشکیل‌دهنده توانایی فضایی را نام برده و

توانایی فضایی (Spatial ability) یکی از مؤلفه‌های هوش انسانی (Human intelligence) است که برای موفقیت در زمینه‌های مختلف علوم، فناوری، مهندسی و ریاضی کارایی بسیار دارد و مهارتی است که هم در زندگی روزمره، هم در ریاضیات و هندسه و هم در سایر حوزه‌های علمی نظیر شیمی، فیزیک، علوم پزشکی، هنر و علوم مهندسی کاربرد دارد. انجام ساده‌ترین فعالیت‌ها نظیر پیدا کردن آدرس از روی نقشه (جهت‌یابی (Orientation)) تا پیچیده‌ترین فعالیت‌ها نظیر مهارت در هدایت هواپیما نیازمند مراتبی از توانایی فضایی است. خاستگاه توانایی فضایی به سال‌ها پیش برمی‌گردد و تاریخ شروع مطالعه روان‌شناسان درباره آن به حدود یک قرن می‌رسد. در چند دهه گذشته، آموزشگران ریاضی نیز به مطالعه جدی در مورد توانایی فضایی و نقش آن در فرایند آموزش ریاضی، به‌ویژه ارتباط آن با توسعه مفاهیم هندسی پرداخته‌اند [۱].

از توانایی فضایی، تعاریف مختلفی ارائه شده است؛ اما نقطه اشتراک تمامی این تعاریف آن است که این مهارت، توانایی پیچیده‌ای است که جهان سه‌بعدی و دنیای درک‌شده را به هم متصل می‌کند [۲]. گاردنر (Gardner) [۳، ۴] معتقد است انسان به‌جای یک هوش عمومی که عملکرد او را در تمام تکالیف پایه‌ریزی کند؛ دارای هوش چندگانه (Multiple intelligence) است که یکی از آنها هوش فضایی (Spatial intelligence) است. بشر در دنیای سه‌بعدی زندگی می‌کند. بنابراین برای آشنایی با اشیاء پیرامون خود و دست‌ورزی با آنها نیازمند به این مهارت است و پیشرفت علوم و استفاده‌ی روزافزون از فناوری‌های پیچیده، او را ملزم به تجهیز خود به توانایی‌های مختلف، از جمله توانایی فضایی می‌نماید.

چندین مطالعه تحلیلی [۵-۷] نشان می‌دهد که مهارت‌های فضایی می‌تواند به روش‌های ویژه‌ای برای بسیاری از تکالیف ریاضی در مدرسه به‌کار رود و تفکر فضایی نقش مهمی در فرایند آموزش و یادگیری ریاضی دارد [۲]. رشد توانایی فضایی و یادگیری هندسه، به هم وابسته‌اند؛ پیشرفت یکی، به پیشرفت دیگری منتهی می‌شود [۱] و ارتباط بین مشکل تصور شکل‌های فضایی و حل تمرینات هندسه فضایی ارتباطی تأیید شده است [۲]. در سال‌های اخیر دامنه اقبال به تقویت توانایی فضایی و پرداختن به برخی مؤلفه‌های تفکر تجسمی (Visual thinking)، تا کتاب‌های درسی نونگاشت ریاضی نیز در برخی پایه‌ها و رشته‌های تحصیلی گسترده شده است [۸]. این در حالی است که تحقیقات بومی انگشت‌شماری در مورد توانایی فضایی در حوزه آموزش ریاضی، به انجام رسیده و همین امر مبین ضرورت و اهمیت انجام مطالعه‌ای در این خصوص است. بخصوص که ضعف دانش‌آموزان در یادگیری و حل مسائل ریاضی و عملکرد ضعیف دانش‌آموزان ایرانی در مطالعات بین‌المللی (تیمز) نگرانی‌های بسیاری در پی داشته و لزوم انجام پژوهش‌های بیشتر مرتبط با عملکرد دانش‌آموزان کشور در حوزه ریاضیات را بارز می‌دارد [۹].

الف) تجسم فضایی: تجسم فضایی، توانایی تصور یک جسم متحرک - هنگامی که اجزای آن در مقایسه با یکدیگر در حال حرکت هستند - می‌باشد [۶، ۱۸]. در واقع تجسم فضایی، توانایی تصور یک آرایش فضایی است که در اجزای پیکربندی آن، حرکت یا جابجایی وجود دارد [۶]. تجسم فضایی به‌طور معمول دست‌ورزی‌های پیچیده و چند مرحله‌ای از اطلاعاتی را که به‌صورت فضایی ارائه شده، در بر می‌گیرد. این تکالیف ممکن است شامل فرایندهای مورد نیاز به ادراک فضایی، یا دوران ذهنی باشد که به‌واسطه راه‌حل‌های چندگانه، از هم متمایز شوند [۱۴]. برای اندازه‌گیری توانایی تجسم فضایی از آزمون‌هایی نظیر شکل پنهان می‌توان استفاده کرد. به‌طور مثال در شکل (۱) از پاسخ‌دهنده خواسته می‌شود تصاویر ساده ارائه شده با حروف A, B و C را درون شکل‌های پیچیده، مشخص نماید [۲۵].

ب) دوران ذهنی (Mental rotation): دوران ذهنی یکی دیگر از مؤلفه‌های مهم توانایی فضایی و به معنای توانایی دوران دادن شکل دو یا سه بُعدی با سرعت و دقت می‌باشد [۶، ۱۴]. فرایندهای ذهنی برای اندازه‌گیری این مؤلفه از توانایی‌های فضایی به‌طور عمده پویا هستند و موقعیت فضایی خود فرد، قسمتی از مسأله نیست [۶].

آزمونی که برای اندازه‌گیری توانایی دوران ذهنی توسط واندنبرگ و کوز (Vandenberg and kuse) [۲۶] معرفی شده، یک بازنمایی دو بُعدی از اشیاء سه بُعدی متشکل از مکعب‌ها است که موقع مشاهده از یک زاویه، به‌نظر می‌رسد. این آزمون از یک شکل استاندارد با چهار گزینه شامل دو گزینه صحیح و دو گزینه نادرست تشکیل شده است. گزینه‌های صحیح از لحاظ ساختاری با شکل استاندارد یکسان است؛ ولی در یک موقعیت چرخشی نشان داده شده است و از افراد خواسته می‌شود که آن دو گزینه صحیح را مشخص کنند (شکل ۲).

پ) جهت‌یابی فضایی: یکی دیگر از مؤلفه‌های مهم توانایی فضایی، جهت‌یابی فضایی است. از نظر تورستون [۲۲] جهت‌یابی، توانایی تشخیص خصوصیات یک شیء وقتی از زوایای مختلف مشاهده می‌شود، یا توانایی تصور یک جسم صلب (Solid)، هنگامی است که درون یک موقعیت متفاوت حرکت می‌کند؛ به‌گونه‌ای که ناظر هنگامی که جهت‌های متفاوت یک شیء فضایی داده می‌شود، گمراه نشود [۲۷]. شکل (۳) آزمون بررسی توانایی جهت‌یابی فضایی است که در آن یک شیء سه بُعدی متشکل از مکعب‌های واحد نشان داده شده است و از دانش‌آموزان خواسته می‌شود که سه نمای بالا، راست و روبروی شیء را در محل‌های مشخص شده رسم کنند [۲۷].

پیشینه پژوهشی

پژوهش‌های متعددی در نقاط مختلف جهان و مطالعات اندکی در داخل کشور در حوزه توانایی فضایی به انجام رسیده است. به‌عنوان مثال در پژوهشی تحت‌عنوان تأثیر بازی‌های رایانه‌ای دوبعدی و سه بُعدی بر توانایی فضایی دانش‌آموزان، با روش آزمایشی ۱۷۵ دانش‌آموز پسر و ۸۰ دانش‌آموز دختر دوم ابتدایی در مدارس غیر انتفاعی ناحیه ۲ اصفهان

تعریف کنند؛ حال آن که توافق و هماهنگی اندکی بین آنها وجود دارد. این عدم توافق در اصطلاحات و تعاریف، به عاملی محدود کننده، در تحقیقات مرتبط با این مقوله بدل شده است [۲۰]. دی-آلیویرا (D'Oliveira) [۲۱] در تأیید این موضوع، چهار زمینه ذیل را مواجه با دیدگاه‌های متضاد می‌داند: تعریف توانایی فضایی، تعداد توانایی‌های شناسایی شده، نام این عامل‌ها و آزمون‌های به‌کار رفته در اندازه‌گیری هر عامل.

بیشتر محققان توانایی فضایی را مفهومی خیلی پیچیده می‌دانند. لذا برای یافتن پاسخ بهتر به سؤالات پژوهشی خود آن را به روش‌های مختلف به زیرگروه‌های متعددی دسته‌بندی می‌کنند. لین و پترسن [۱۴] در مقاله فراتحلیلی خود بیان می‌کنند که رده‌بندی‌های این مهارت ناشی از دیدگاه‌های روان‌سنجی - که اغلب از روش آماری تحلیل عاملی استفاده کرده‌اند - می‌باشد. به‌عنوان مثال مک‌گی [۱۸] در بررسی روان‌سنجی خود به روش تحلیل عاملی وجود حداقل دو عامل تجسم فضایی و جهت‌یابی فضایی را برای این مقوله از هوش انسان تصدیق می‌کند. اما محققانی نظیر تورستون [۲۲]، مایکل و همکاران (Michael, et al) [۲۳] و لین و پترسن [۱۴] توانایی فضایی را در سه گروه دسته‌بندی کرده‌اند. برای مثال لین و پترسن مهارت‌های فضایی را شامل ادراک فضایی، دوران ذهنی و تجسم فضایی می‌دانند و گونزالز و همکاران در مطالعه خود مؤلفه‌های این مفهوم را در قالب سه عامل تجسم فضایی، روابط فضایی و جهت‌یابی فضایی مورد مطالعه قرار داده‌اند.

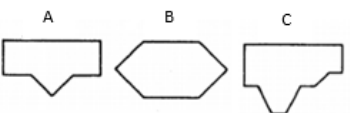
آیزنبرگ (Eisenberg) اظهار می‌کند که تورستون هم پس از بحث در وجود و استقلال هوش فضایی و معرفی آن به‌عنوان یکی از هفت عامل هوش انسانی، آن را شامل سه مهارت توانایی تشخیص یک شیء از زوایای مختلف، تصور کردن حرکت یا جابه‌جایی قسمت‌های داخلی یک شکل فضایی و تعیین روابط فضایی نسبت به خود فرد می‌داند [۱]. زیمرمن (Zimmerman) با تجزیه و تحلیل دوباره داده‌های تورستون، دو عامل را مشخص می‌کند. اولین عامل شبیه به عامل فضایی تورستون بود که دست‌ورزی ذهنی اشیاء یا روابط شیء را مورد بررسی قرار می‌داد و زیمرمن آن را روابط فضایی نامید. عامل دوم نیز توسط او تجسم نامیده شد [۱۳].

مایر [۶] (Maier) استدلال می‌کند که برای آگاهی بیشتر از تفکر فضایی، همچنین اطلاع از تفاوت‌های جنسیتی به مشخصات بیشتری نسبت به سه مؤلفه نیاز است. او ادعا می‌کند که برخی از پژوهشگران تکالیف مختلف را تحت عناصر یکسان نام‌گذاری کرده‌اند. گیلفورد و همکاران (Guilford, et al) [۲۴] مؤلفه‌های توانایی فضایی را در پنج عامل با عناوین روابط فضایی (Spatial relation)، تجسم فضایی (Spatial visualization)، جهت‌یابی فضایی، پویای فضایی و سرعت ادراک دسته‌بندی کردند. در پژوهش حاضر سه عامل تجسم فضایی، دوران ذهنی و جهت‌یابی فضایی به‌دلیل انطباق با مطالب درسی کتاب نونگاشت هندسه چاپ ۱۳۹۵ مبنای کار قرار گرفته است که در ادامه به توصیف هر عامل خواهیم پرداخت.

سه‌بُعدی بیش از بازی‌های دوبُعدی نیست. اما در مجموع، بازی‌های رایانه‌ای تأثیر مثبت معناداری بر توانایی فضایی دانش‌آموزان دارند [۱۰].

مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که توانایی دانش‌آموزان پسر، هم در پیش‌آزمون و هم در پس‌آزمون بیشتر از دختران است. به‌علاوه این پژوهش حاکی از آن است که تأثیر بازی‌های

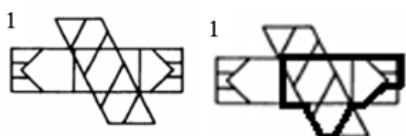
In this test you will be given a series of figures. In each figure there is concealed a basic figure, masked by additional line. The three basic figures are shown here marked A, B, C



In every case the basic figure will be of the same size and in the same position within the masking figure as it is shown above.

Your task is to identify the basic figure appearing in each masked and mark under the corresponding letter for each item on the answer sheet

Look at this example:



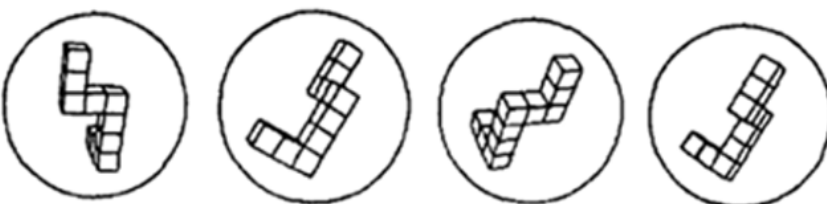
	A	B	C
1	☐	☐	☒

شکل ۱: آزمون شکل پنهان برای تجسم فضایی [۲۵]
Fig.1: The hidden figures test for spatial visualization

Identify the two responses that show the standard in a different orientation



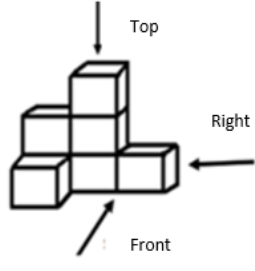
Standard



Responses

شکل ۲: نمونه آزمون دوران ذهنی [۲۶]
Fig.2: The mental rotation test

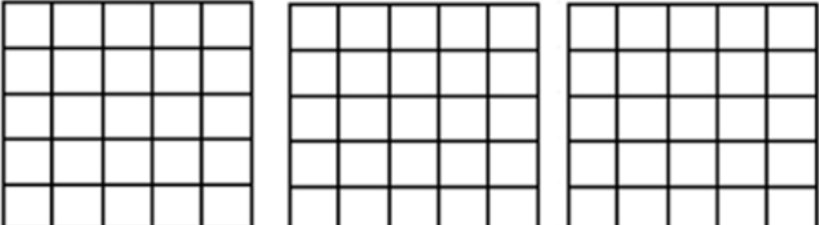
Draw the views of the figure given here according to situation given below



Top

Front

Right



شکل ۳: آزمون جهت‌یابی فضایی [۲۷]
Fig.3: Spatial orientation test

شهریار است که از آن میان با نمونه‌گیری خوشه‌ای، ۳۰۰ نفر را انتخاب کرده است. یافته‌های این پژوهش هم تأیید می‌کند که بین میزان استفاده از بازی‌های رایانه‌ای و توانایی فضایی رابطه معناداری وجود دارد.

محققان یعقوبی [۲۸] هم پژوهشی در مورد رابطه بین میزان استفاده از بازی‌های رایانه‌ای و توانایی فضایی دانش‌آموزان انجام داده است. جامعه آماری او دانش‌آموزان پسر پایه اول در دبیرستان‌های شهرستان

و کوهن (Uttal and Cohen) [۳۲] نشان‌دهنده وجود همبستگی بین اندازه‌های مختلف مهارت‌های فضایی و عملکرد در علوم، به‌ویژه در رشته‌های فناوری، مهندسی و ریاضیات است. شیا و همکاران (Shea, et al) [۳۳] معتقدند نوجوانانی با استعداد ذاتی که توانایی فضایی بالاتری نسبت به توانایی کلامی دارند؛ با احتمال بیشتر در حوزه‌های علوم کامپیوتر، مهندسی و ریاضیات یافت می‌شوند.

هدف مطالعه پاتاهدین و همکاران (Patahuddin, et al) نیز عملیاتی کردن روشی برای آموزش تجسم فضایی است. یافته‌های مطالعه آنان حاکی از پتانسیل مناسب این روش آموزشی در ارتقای مهارت‌های فضایی و اثربخشی آن در تقویت تفکر تجسمی دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی است. در این مطالعه بر اهمیت توالی و زمان فعالیت‌ها و همچنین مواد آموزشی که مورد استفاده قرار می‌گیرند، تأکید می‌شود. برای مثال در دسترس بودن برخی ابزار دانش‌آموزان را ترغیب می‌کند که به جای تجسم، به آزمون و خطا روی بیاورند [۳۴].

گیلیگان و همکاران (Gilligan, et al) در مطالعه خود به این نکته اذعان می‌دارند که تقویت مهارت‌های فضایی با موفقیت در علوم، تکنولوژی، مهندسی و ریاضیات ارتباط مستقیم دارد. به اعتقاد آنان شواهد قانع‌کننده‌ای وجود دارد که مهارت‌های فضایی متغیر پیش‌بینی‌کننده مناسبی از دستاوردهای ریاضی برای کودکان پیش از دبستان و دانشجویان دانشگاه است. مطالعه آنها به بررسی ارتباط بین ریاضیات و توانایی فضایی در مقیاس بزرگی از کودکان ۵ تا ۷ ساله پرداخته است [۳۵].

گونزالز و همکاران [۱۹] یک مطالعه آزمایشی کوتاه آموزشی، برای بهبود توانایی‌های فضایی با استفاده از دو ابزار، بر اساس فناوری مجازی ترتیب داده‌اند. اولی متمرکز بر دستکاری قطعات مجازی هندسی خاص و دیگری شامل بازی‌های جهت‌یابی مجازی است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که فعالیت‌های آموزشی، مؤلفه‌های توانایی فضایی شامل دوران ذهنی، تجسم فضایی و جهت‌یابی فضایی را بهبود می‌بخشد. علاوه بر آن، این مطالعه حاکی از آن است که تفاوتی بین مردان و زنان نسبت به سطوح توانایی فضایی، قبل یا بعد از آموزش آزمایشی وجود ندارد. محققان این مطالعه، این واقعیت را ناشی از آموزش پنهان مربوط به زندگی روزمره و فعالیت‌های اوقات فراغت افراد دانسته‌اند، که به‌طور معمول و غیر مستقیم توسط مردان و زنان، در کشورهای صنعتی و توسعه‌یافته انجام می‌گیرد.

پژوهشی تحت‌عنوان بهبود توانایی‌های تفکر فضایی پایه‌های هشتم از طریق برنامه مدل‌سازی سه‌بعدی توسط توپتاش و همکاران (Toptas, et al) [۱۱] انجام شده است. این مطالعه آزمایشی، روی رابطه بین تفاوت جنسیتی و تفکر فضایی تمرکز دارد. براساس یافته‌های این تحقیق، میزان موفقیت در پس‌آزمون، به لحاظ تعیین استعداد، دوران ذهنی و تجسم فضایی افزایش پیدا می‌کند. از سوی دیگر صرف‌نظر از ادبیات تحقیق مربوطه، دانش‌آموزان دختر در مقایسه با دانش‌آموزان پسر پس از استفاده از ابزارهای اندازه‌گیری، عملکرد بهتری نشان داده‌اند.

همچنین استفاده از بازی‌های رایانه‌ای با خرده عامل‌های توانایی فضایی شامل ادراک فضایی، چرخش ذهنی و تصویرسازی فضایی رابطه‌ای معنادار دارد.

پژوهشی با هدف شناسایی تأثیر آموزش با محوریت تجسم، بر نگرش دانش‌آموزان سال سوم راهنمایی نسبت به ریاضیات و نیز عملکرد حل مسئله آنها، به‌ویژه در حل مسئله‌های مربوط به تعمیم الگوهای شکلی در جبر صورت گرفته است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تدریس تجسم محور، در نگرش دانش‌آموزان نسبت به ریاضیات تأثیر مثبت چشمگیری خواهد گذاشت؛ اما تنها تکیه بر تفکر تجسمی ریاضی به‌ویژه در مسئله‌های غیر هندسی، مانند تعمیم حل مسئله باعث تحول در عملکرد الگوهای شکلی نخواهد شد. از طرف دیگر دانش‌آموزانی که به روش تجسم محور آموزش دیده‌اند؛ بهتر می‌توانند روابط بین اجزای موجود در جمله عمومی دنباله‌ها را درک کنند [۲۹].

پژوهشی دیگری با هدف بررسی توانایی مهارت‌های فضایی دانش‌آموزان با ۴۹۸ نفر از دانش‌آموزان پایه‌های دهم، یازدهم و دوازدهم از مدارس نظری و فنی و حرفه‌ای شهرستان بوشهر در حل یک تکلیف و تجزیه و تحلیل پاسخ‌های آنها بر اساس طبقه‌بندی سولو به انجام رسیده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ۵۹٪ دانش‌آموزان مدارس معمولی در سطح تک‌ساختاری قرار دارند. در این آزمون دانش‌آموزان هنرستانی هیچ‌کدام به سطوح چندساختاری و رابطه‌ای نرسیده‌اند. در حین بررسی پاسخ‌ها، نوع تفکر، راه حل‌های چندگانه، استراتژی‌ها و اشتباهات مفهومی رایج نیز تحلیل شده است [۳۰].

و در نهایت مطالعه انجام گرفته توسط ریحانی و همکاران او تحت عنوان بررسی تأثیر تدریس بر میزان درک دانش‌آموزان دختر سال سوم ریاضی از مفهوم حد و رشد توانایی فضایی با تأکید بر فعالیت‌های مبتنی بر تجسم، نشان می‌دهد که تدریس از طریق ارائه فعالیت‌های مبتنی بر تجسم از حد، بر درک دانش‌آموزان از مفهوم حد تأثیرگذار است و تفاوت بین دو گروه آزمایش و کنترل در این مورد معنادار است. اما ارائه فعالیت‌های مبتنی بر تجسم در تدریس حد، تأثیری بر افزایش توانایی فضایی دانش‌آموزان ندارد و از این نظر تفاوت بین دو گروه معنادار نیست [۳۱].

اما در خارج از کشور اوزدمیر و ییلدیز (ÖZDEMİR and YILDIZ) [۲۷] مطالعه‌ای با هدف بررسی توانایی فضایی دانشجو معلمان ریاضی ابتدایی براساس طبقه‌بندی سولو (Structure of observed learning (SOLO)) outcome) به انجام رسانده‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد هراندازه که مهارت‌های فضایی دانشجویان افزایش پیدا می‌کند، مهارت‌های استدلال آنها نیز افزایش می‌یابد. گونزالز و همکاران [۱۹] توانایی فضایی را جنبه‌ای مهم در مطالعات مهندسی برشمرده‌اند. این توانایی شامل بهبود توانایی انتزاعی دانشجویان است و به شکل‌گیری و حل مسائل کمک می‌کند. علاوه بر آن توانایی تجسم فضایی، پیش‌بینی برای موفقیت در آموزش فنی است. رشد توانایی فضایی در آموزش مهندسی به‌ویژه در معماری دارای اهمیت زیادی است [۲]. به همین ترتیب مطالعه یوتال

توصیفی دانش‌آموزان ایرانی را مورد سنجش قرار نداده‌اند. در پژوهش حاضر به‌روش پیمایشی، وضعیت توانایی فضایی دانش‌آموزان مورد مطالعه قرار گرفته است.

روش و طرح تحقیق

هدف این پژوهش بررسی توانایی فضایی دانش‌آموزان در سه مؤلفه تجسم فضایی، دوران ذهنی و جهت‌یابی فضایی است. تفاوت عملکرد گروه‌ها به تفکیک جنسیت، پایه و رشته تحصیلی (تجربی و ریاضی) بررسی می‌شود. این تحقیق به روش پیمایشی انجام شده است و جامعه آماری آن دانش‌آموزان دختر و پسر رشته‌های تجربی و ریاضی پایه‌های دهم و یازدهم در مدارس شهرستان شهریار است که در سال تحصیلی ۱۳۹۶-۹۷ مشغول به تحصیل بوده‌اند. اطلاعات مربوط به جامعه آماری به تفکیک جنسیت، رشته و پایه در جدول (۱) ارائه شده است.

برای انتخاب نمونه آماری، با روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چند مرحله‌ای، نمونه‌ای شامل ۹۰۱ نفر انتخاب شدند که از آن میان محققان موفق به اجرای کامل ۸۸۹ آزمون شدند (جدول ۲).

روش تهیه آزمون

ابتدا با توجه به سؤالات مندرج در آزمون‌های معتبر، پژوهش‌ها و منابع مرتبط با موضوع تحقیق (برای نمونه مایر (Maier) [۶]؛ بکتاشلی (Bektasli) [۴۰]؛ واندنبرگ و کوز (Vandenberg and Kuse) [۲۶]؛ میلر (Miller) [۲۵]؛ چاکماک (Cakmak) [۴۱]؛ کوژونیکف و هگارتی (Kozhevnikov and Hegarty) [۴۲]؛ لین و پترسن (Linn and Petersen) [۱۴]) سؤالاتی جمع‌آوری و از بین آنها ۱۲ سؤال با توجه به چارچوب نظری تحقیق انتخاب شد. از آنجا که هدف پژوهش ارزیابی بررسی توانایی فضایی دانش‌آموزان بود، سؤالات آزمون برای ارزیابی دقیق‌تر، هم به صورت چند گزینه‌ای و هم انجام فعالیت ترسیم طراحی شد. در تعدادی از سؤالات هم از دانش‌آموزان خواسته شد دلیل پاسخ خود را شرح دهند. با توجه به تعریف مد نظر از توانایی فضایی در چارچوب نظری تحقیق، سؤالات ۱ تا ۵ آزمون به سنجش عامل تجسم فضایی، سؤالات ۶ تا ۹ به عامل دوران‌ذهنی و سه سؤال آخر به بررسی عامل جهت‌یابی فضایی اختصاص یافت.

برای اطمینان از روایی، روایی محتوا و منطقی بودن سطح دشواری سؤالات، آزمون توسط تعدادی از دبیران با سابقه و همچنین اساتید ریاضی و آموزش ریاضی بررسی شد و مورد تأیید قرار گرفت. پایایی آزمون به کمک ضریب آلفای کرونباخ و برآورد مقدار ۰/۸۳ به تأیید رسید. تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز به کمک آزمون t مستقل با نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۴) انجام شد.

یافته‌ها و نتایج

یافته‌های این مطالعه در دو بخش یافته‌های کمی و یافته‌های کیفی قابل ارائه است.

مطالعه دیگری تفاوت عملکرد دانش‌آموزان دختر و پسر را با استفاده از دوران‌ذهنی سه بُعدی و ارتباط آن با ریاضیات مورد بررسی قرار داده است. این مطالعه روی یک نمونه ۷۲۹ نفری از دانش‌آموزان ۷ تا ۱۲ سال انجام گرفته و نتایج آن نشان می‌دهد که دانش‌آموزان پسر عملکرد بهتری نسبت به دانش‌آموزان دختر دارند (van Tetering, et al) [۱۲]. اخیراً مطالعه‌ای توسط رودین و همکاران (Rodán, et al) [۳۶] روی دانش‌آموزان پایه دوم ابتدایی در رابطه با تاثیر آموزش بر توانایی دوران‌ذهنی انجام شده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که قبل از آموزش تفاوتی بین مهارت دوران‌ذهنی بین دو جنس وجود ندارد؛ ولی پس از آموزش توانایی دوران‌ذهنی پسران به طور معناداری در مقایسه با دختران بهبود یافته است.

هریس و همکاران (Harris, et al) رابطه بین استدلال فضایی و ریاضیات را مورد مطالعه قرار داده‌اند. این مطالعه با ۴۵۵ دانش‌آموز کلاس ۴-۹ با استفاده از ارزیابی دیجیتال ریاضیات و استدلال فضایی انجام گرفته است. نتایج این پژوهش شواهدی از ماهیت پویای مهارت‌های فضایی در حل مسأله ریاضی را نشان می‌دهد. یافته‌های این پژوهش همبستگی قوی-تری برای تکالیف ریاضی به طور ضمنی فضایی در مدرسه ابتدایی، همبستگی بسیار کم در مدرسه راهنمایی حتی برای موارد صریح فضایی و تقویت ماهیت پیچیده و موقعیتی رابطه ریاضی و فضایی را نشان می‌دهد [۳۷].

ژی و همکاران (Xie, et al) در یک مطالعه فرا تحلیلی رابطه بین توانایی فضایی و توانایی ریاضی را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که رابطه بین توانایی فضایی و ریاضی صرفاً خطی نیست. به‌طور خاص استدلال منطقی با توانایی فضایی نسبت به توانایی عددی یا حساسی با توانایی فضایی ارتباط قویتری دارد [۳۸].

مطالعه ولکات و همکارانش (Woolcott, et al) [۳۹]، ۱۸ مقاله از یک مرور ترکیبی سیستماتیک از ۱۳۳ مطالعه برگرفته از اسکوپوس (Scopus) و تحقیقات آموزشی کامل با استفاده از پریزما (PRISMA) و ۲۳ مطالعه پیشنهاد شده توسط تیم تحقیق از کتاب‌شناسی مراکز تحقیقاتی بین‌المللی بزرگ با اختصاص به استدلال فضایی را دربرمی‌گیرد؛ رویکرد ترکیبی در این مطالعه امکان ترکیب تحقیق و عمل به روش تحلیلی و نیز ساخت چارچوبی برای مداخلات استدلال فضایی جهت در نظر گرفتن در توسعه دانش و مهارت‌های اصلی در برنامه درسی ریاضی دوره ابتدایی را فراهم می‌کند. یافته‌های این مطالعه بر اهمیت طراحی و ارزیابی برنامه‌های استدلال فضایی برای کودکان دبستانی و پیش‌دبستانی، به‌منظور بهبود یادگیری ریاضی تأکید می‌کند و شواهدی از آزمون‌های استاندارد شده، هنگام پیشرفت دانش‌آموزان در سیستم مدرسه، ارائه می‌کند. این پژوهش با تأکید بر وجود رابطه بین ادراک سه‌بعدی و مهارت‌های ریاضی، آن را پیش‌نیاز ضروری برای نیازهای پیچیده‌تر مطالعات کلاسی قلمداد می‌کند.

در مجموع به نظر می‌رسد اغلب مطالعات انجام‌شده در زمینه توانایی فضایی از نوع تجربی بوده است. به‌ویژه پژوهش‌های داخلی به‌شکل

یافته‌های کمی

به‌منظور بررسی عملکرد توانایی فضایی دانش‌آموزان، نمرات کسب شده از ۰ تا ۲۰ در پنج سطح خیلی‌ضعیف، ضعیف، متوسط، خوب و خیلی‌خوب دسته‌بندی و به تفکیک پسر و دختر در جدول (۳) نشان داده شده است.

همان‌طور که داده‌های این جدول نشان می‌دهد، ۳۵/۱٪ دانش‌آموزان پسر و ۲۸/۳٪ دانش‌آموزان دختر در سطح خیلی‌خوب عمل کرده‌اند و عملکرد ۳۸٪ پسران و ۳۶/۳٪ دختران، در سطح خوب واقع است. بیشترین درصد عملکرد هر دو گروه در سطح خوب است. توزیع پراکندگی عملکرد دانش‌آموزان پسر و دختر در نمودار (۱) قابل مشاهده است.

جدول ۱: جامعه آماری به تفکیک جنسیت، رشته و پایه تحصیلی

Table 1: Statistical population divided by gender, discipline and educational background

Table 2: Statistical population divided by gender, discipline and educational background									
Field Grade Frequency	Gender								Total
	Girl				Boy				
	Mathematical		Experimental		Mathematical		Experimental		
	Tenth	Eleventh	Tenth	Eleventh	Tenth	Eleventh	Tenth	Eleventh	
	423	445	884	882	462	477	572	656	4801

جدول ۲: حجم نمونه اولیه و نهایی به تفکیک پایه، رشته و جنسیت

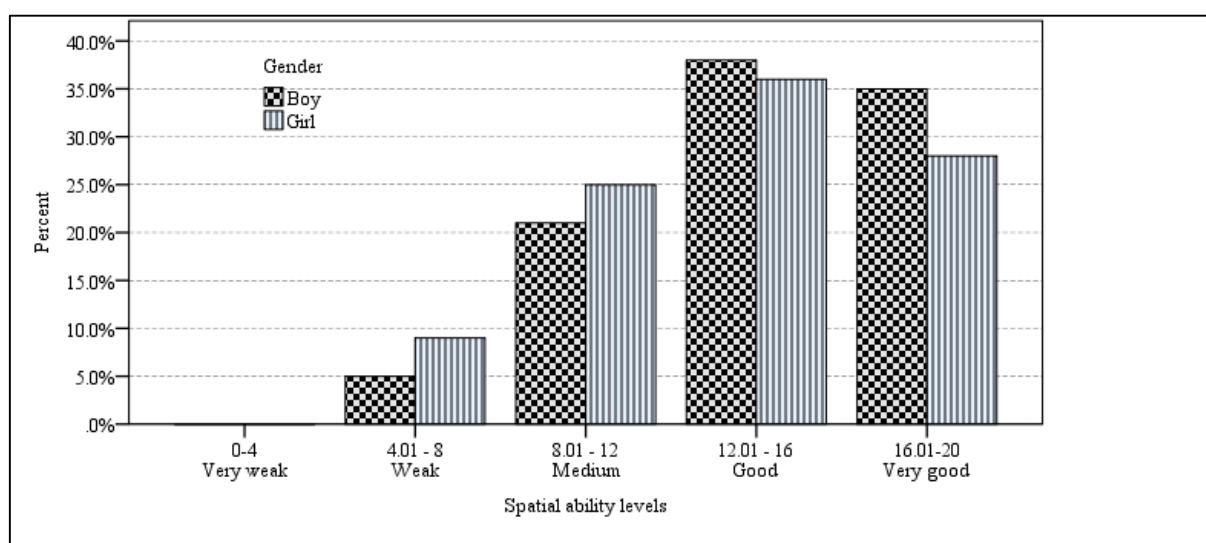
Table 2: Initial and final sample size divided by grade, discipline and gender

Table 2: Initial and final sample size divided by grade, discipline and gender									
Gender									
Field	Girl				Boy				Total
	Mathematical		Experimental		Mathematical		Experimental		
	Tenth	Eleventh	Tenth	Eleventh	Tenth	Eleventh	Tenth	Eleventh	
First sample	56	86	128	74	116	157	109	175	901
Deleted	0	2	2	1	0	1	5	1	12
Evaluated	56	84	126	73	116	156	104	174	889

جدول ۳: نتایج سطوح عملکرد توانایی فضایی دانش‌آموزان دختر و پسر

Table 3: The results of male and female students' spatial ability performance levels

Gender		Spatial ability levels					Total
		Very weak 0 - 4	Weak 4.01 - 8	Medium 8.01 - 12	Good 12.01 - 16	Very good 16.01-20	
Boy	Frequency	2	30	116	209	193	550
	Percent	0.4	5.5	21.1	38.0	35.1	100
	Cumulative Percent	0.4	5.8	26.9	64.9	100.0	
Girl	Frequency	2	31	87	123	96	339
	Percent	0.6	9.1	25.7	36.3	28.3	100
	Cumulative Percent	0.6	9.7	35.4	71.7	100	



نمودار ۱: توزیع پراکندگی عملکرد توانایی فضایی دانش‌آموزان دختر و پسر

Chart 1: Distribution of spatial ability performance of male and female students

آزمون است که در آن خواسته شده شکل های ساده پنهان شده در تصاویر پیچیده را مشخص کنند [۲۵].

شکل ۵ نمونه ای از پاسخ صحیح دانش آموزان به این سؤال است. دانش آموزان در پاسخ به این سؤال، در قسمت های ۴ و ۵ دچار خطای بیشتری شده اند و به نظر می رسد با پیچیده تر شدن شکل، توانایی تجسم آنها کمتر شده است. علی رغم توضیح صورت مسأله مبنی بر اینکه شکل ساده درون طرح پیچیده «با همان اندازه و جهت» قرار دارد؛ اغلب دانش آموزان در تشخیص شکل پنهان، بدون توجه به این تذکر، در شماره ۴ به اشتباه شکل ساده B را تعیین کرده اند (شکل ۶). در تشخیص شکل های پنهان اغلب اشتباهات زمانی رخ داده است که دانش آموزان به جهت و اندازه شکل توجه نکرده اند. این وضعیت در شکل هایی بیشتر دیده می شود که عوامل گمراه کننده مثل خطوط اضافی باعث پیچیدگی بیشتری نسبت به سایر قسمت ها شده است. شکل ۶ نمونه ای از خطای دانش آموز در تعیین جهت و اندازه شکل ها در قسمت ۳، ۴ و این سؤال است.

ب) در حل سؤالات مربوط به دوران ذهنی، برای نمونه سؤال ۸ آزمون ارائه شده است (شکل ۷). در این سؤال چهار نمایش از یک مکعب داده شده و از دانش آموزان می خواهد که حرف سطح مقابل هر یک از وجوه خواسته شده در جدول را تعیین کنند [۶].

دانش آموزان در پاسخ به این سؤال از روش های متفاوتی استفاده کرده اند (شکل ۸ تا ۱۰). شکل ۸ و شکل ۱۰ روش صحیح به پاسخ صحیح منجر می شود. در شکل ۹ هر چند روش، صحیح است؛ اما خطای دانش آموز، پاسخ نادرست را در پی داشته است.

روش اول: دانش آموز با حذف حروف وجه های مجاور حرف خواسته شده به جواب درست دست یافته است (شکل ۸).

روش دوم: در این روش دانش آموز سعی کرده است مطابق با چهار تصویر داده شده، حروف را روی مکعب جایگذاری کند. در این روش برخی از دانش آموزان هر چند روش درستی برای حل مسأله انتخاب کرده اند؛ ولی در استدلال برای رسیدن به پاسخ درست موفق نبوده اند. برای مثال این دانش آموز توانسته است مکعبی را با توجه به مکعب های داده شده تجسم کند؛ ولی در تعیین حروفی که مقابل هم هستند، خطا کرده است (شکل ۹).

روش سوم: دانش آموز شکل گسترده مکعب را در نظر گرفته و با توجه به چهار مکعب داده شده در صورت سؤال، آن را تکمیل کرده و پاسخ درست را به دست آورده است (شکل ۱۰).

پ) در سؤالات جهت یابی فضایی، فرد با توجه به موقعیت بدنی خودش باید نمای خواسته شده از یک شکل سه بعدی را تشخیص داده و به صورت دو بعدی ترسیم کند. آزمون رسم سه نما نمونه ای از این سؤالات و از جنس ترسیم است (شکل ۱۱). نمونه پاسخ صحیح دانش آموزان به این سؤال در شکل (۱۲) و نمونه پاسخ نادرست در شکل (۱۳) نشان داده شده است [۲۷].

به کمک آزمون t مستقل، از آنجا که مقدار سطح معنی داری آزمون t (Sig) برابر 0.068 و بیشتر از 0.05 است (جدول ۴)؛ لذا بین پراکندگی عملکرد توانایی فضایی دو گروه دختر و پسر تفاوت معناداری وجود ندارد. اما با استناد به سطح معنی داری آزمون t مستقل (Sig. (2-tailed)) که برابر با 0.002 و کمتر از مقدار 0.05 است، تفاوت بین میانگین نمره گروه پسران و دختران معنادار است و دانش آموزان پسر در مقایسه با دختران، عملکرد بهتری در انجام تکالیف توانایی فضایی داشته اند. در تفکیک به پایه های تحصیلی، نتایج به دست آمده از پاسخ های دانش آموزان دو پایه دهم و یازدهم در جدول (۵) ارائه شده است. جدول ۵ نشان می دهد عملکرد $26/1\%$ از دانش آموزان دهم در سطح خیلی خوب، $41/5\%$ در سطح خوب و $32/2\%$ در سطح متوسط به پایین قرار دارد. در پایه یازدهم عملکرد $37/8\%$ دانش آموزان در سطح خیلی خوب، $33/9\%$ در سطح خوب و $28/3\%$ در سطح متوسط به پایین است. توزیع پراکندگی عملکرد توانایی فضایی دانش آموزان دهم و یازدهم در نمودار (۲) ارائه شده است.

با فرض همگنی واریانس ها پس از اجرای آزمون t مستقل، سطح معناداری برابر 0.002 و از 0.05 کمتر است؛ لذا بین میانگین عملکرد توانایی فضایی دو گروه دهم و یازدهم تفاوت معنادار است و دانش آموزان پایه یازدهم نسبت به دانش آموزان پایه دهم عملکرد بهتری داشته اند (جدول ۶).

در نهایت، عملکرد دانش آموزان به تفکیک رشته تحصیلی (ریاضی و تجربی) مقایسه شد (جدول ۷).

جدول ۷ نشان می دهد $38/8\%$ از پاسخ های دانش آموزان رشته ریاضی و فیزیک در سطح خیلی خوب، $37/9\%$ در سطح خوب و $23/3\%$ متوسط به پایین است. در دانش آموزان رشته تجربی، عملکرد 27% از دانش آموزان در سطح خیلی خوب، $36/9\%$ در سطح خوب و $36/1\%$ در سطح متوسط به پایین قرار دارد. نمودار (۴) توزیع پراکندگی عملکرد توانایی فضایی دانش آموزان رشته ریاضی و رشته تجربی را نشان می دهد. با توجه به همگنی واریانس ها با اجرای آزمون t ، سطح معناداری برابر 0.00 و کمتر از 0.05 است. لذا بین میانگین عملکرد توانایی فضایی دانش آموزان رشته تجربی و ریاضی تفاوت معنادار است و دانش آموزان ریاضی نسبت به دانش آموزان تجربی عملکرد بهتری داشته اند (جدول ۸).

یافته های کیفی

در این بخش با توجه به دسته بندی توانایی فضایی به سه مؤلفه دوران ذهنی، تجسم فضایی و جهت یابی فضایی، نمونه هایی از پاسخ های دانش آموزان به سؤالات مربوط به هریک از مؤلفه های مذکور، انتخاب و مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است.

الف) برای بررسی مؤلفه توانایی تجسم فضایی، از آزمون شکل پنهان استفاده شده است. این مورد نیازمند توجه فرد، به اندازه و جهت شکل پنهان شده درون شکل پیچیده است. نمونه شکل ۴ مربوط به سؤال ۲

کاملاً نادرست رسم کرده و برای نمای بالا، در انتقال تصویر از فضای سه‌بعدی به صفحه دو بعدی دچار خطا شده است.

در انجام تکالیف جهت‌یابی فضایی، موقعیت فضایی بدن خود فرد، قسمتی از مسأله است. لذا در پاسخ دانش‌آموزان مشاهده می‌شود که گاه تصویر درستی از نمای خواسته شده تشخیص داده‌اند؛ ولی در تعیین جهت درست آن دچار اشتباه شده‌اند.

شکل (۱۲) نمونه پاسخ صحیح دانش‌آموزان را به این سؤال نشان می‌دهد.

در پاسخ به این سؤال، خطای دانش‌آموزان، اغلب عدم توانایی در تشخیص نمای صحیح، جهت قرار گرفتن نمای خواسته شده و انتقال تصویر از وضعیت سه‌بعدی به دو بعدی است. بیشتر دانش‌آموزان در تشخیص نمای بالا دچار خطا شده‌اند. در شکل (۱۳) دانش‌آموز نمای بالا و روبرو را اشتباه تشخیص داده است. این دانش‌آموز نمای روبرو را

جدول ۴: نتایج آزمون لون و t مستقل برای بررسی عملکرد توانایی فضایی دانش‌آموزان دختر و پسر

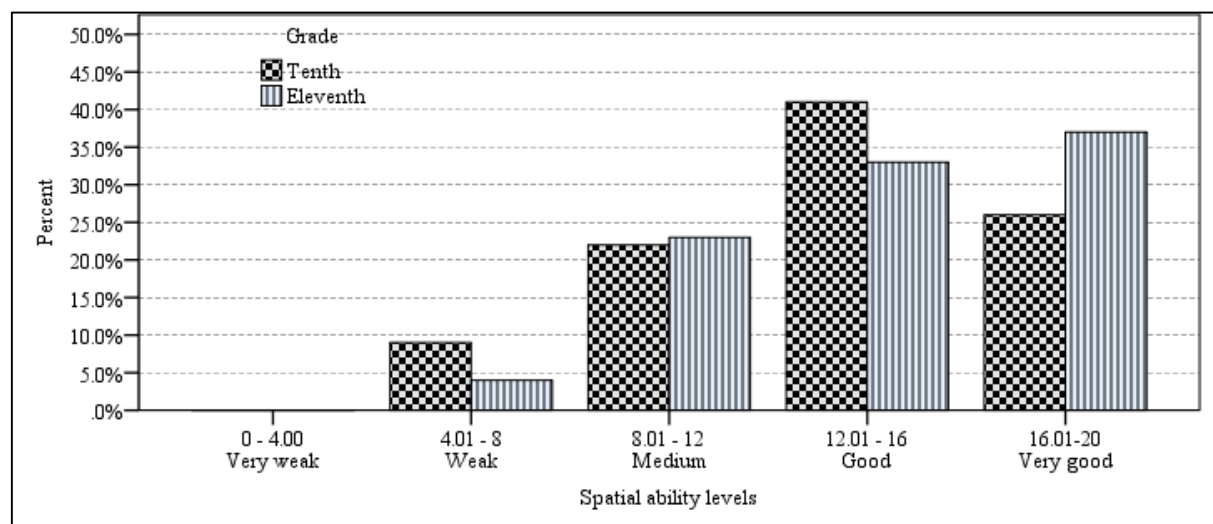
Table 4: The levon's and Independent t-test results to evaluate spatial ability performance of male and female students

Spatial ability	Levene's test for equality of variances		t-test for equality of means						
	F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Equal variances assumed	3.329	0.068	3.045	887	0.002	0.783	0.257	0.278	1.287
Equal variances not assumed			2.984	669.398	0.003	0.783	0.262	0.268	1.298

جدول ۵: توزیع فراوانی عملکرد دانش‌آموزان دهم و یازدهم در سطوح توانایی فضایی

Table 5: Frequency distribution of tenth and eleven students' performance at spatial ability levels

Spatial ability levels						
Grade	Very weak 0 - 4	Weak 4.01 - 8	Medium 8.01 - 12	Good 12.01 - 16	Very good 16.01-20	Total
Tenth	Frequency	2	38	90	167	402
	Percent	0.5	9.5	22.4	41.5	100
	Cumulative percent	0.5	10	32.3	73.9	100
Eleventh	Frequency	2	23	113	165	487
	Percent	0.4	4.7	23.2	33.9	100
	Cumulative percent	0.4	5.1	28.3	62.2	100



نمودار ۲: توزیع پراکندگی عملکرد توانایی فضایی دانش‌آموزان پایه دهم و یازدهم

Chart.2: Distribution of spatial ability performance of 10th and 11th grade students

جدول ۶: نتایج آزمون لون و t مستقل برای عملکرد توانایی فضایی دانش‌آموزان پایه دهم و یازدهم

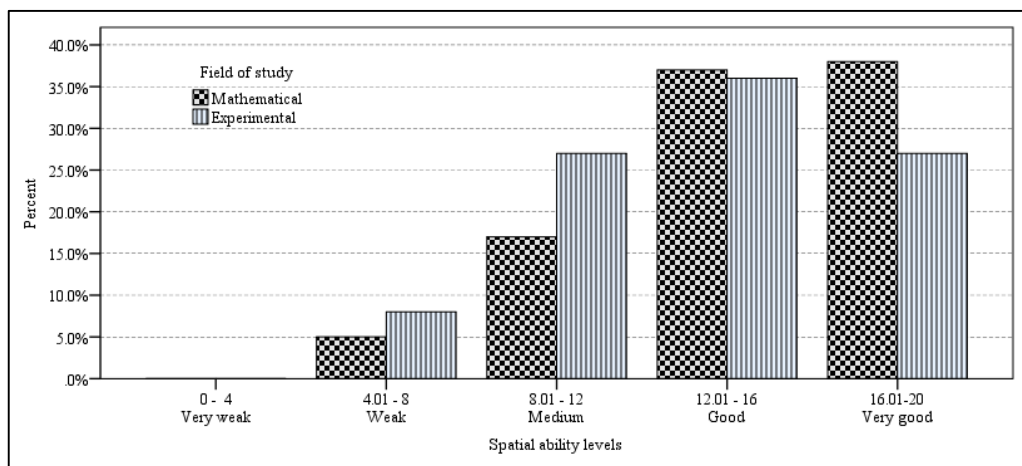
Table.6: The result of Levon and independent t-test for spatial ability performance of tenth and eleventh grade students

Independent samples test									
Spatial ability	Levene's test for equality of variances		t-test for equality of means					95% Confidence Interval of the Difference	
	F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Equal variances assumed	0.629	0.428	-3.097	887	0.002	-0.777	0.25086	-1.269	-.285
Equal variances not assumed			-3.10	859.915	0.002	-0.777	0.25050	-1.269	-.285

جدول ۷: نتایج عملکرد توانایی فضایی دانش‌آموزان گروه ریاضی و تجربی

Table.7: The results of spatial ability performance of mathematical and experimental students

Spatial ability levels						
Field of study	Very weak 0 - 4	Weak 4.01 - 8	Medium 8.01 - 12	Good 12.01 - 16	Very good 16.01-20	Total
Mathematical	Frequency	3	21	72	156	412
	Percent	0.7	5.1	17.5	37.9	100
	Cumulative Percent	0.7	5.8	23.3	61.2	100.0
Experimental	Frequency	1	40	131	129	477
	Percent	0.2	8.4	27.5	36.9	100
	Cumulative Percent	0.2	8.6	36.1	73.0	100



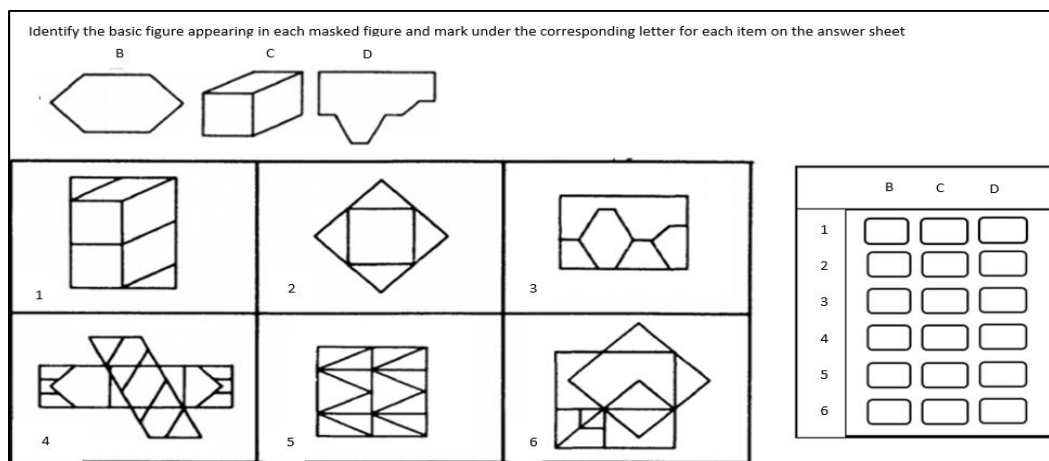
نمودار ۳: توزیع پراکندگی عملکرد توانایی فضایی دانش‌آموزان رشته ریاضی و تجربی

Chart.3: Distribution of spatial ability performance of mathematical and experimental students

جدول ۸: نتایج آزمون لون و t مستقل برای عملکرد توانایی فضایی دانش‌آموزان رشته ریاضی و تجربی

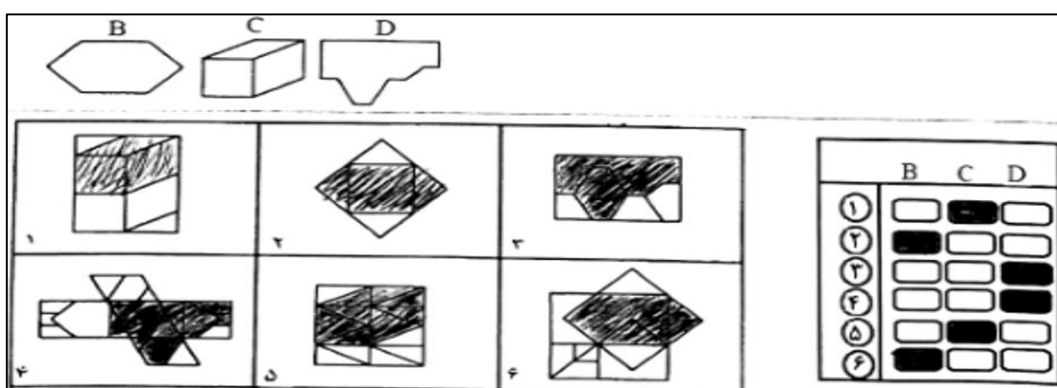
Table.8: The results of Levon and independent t-test for spatial ability performance of mathematical and experimental students

Independent samples test									
	Levene's test for equality of variances		t-test for equality of means					95% Confidence Interval of the Difference	
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Equal variances assumed	0.121	0.728	4.158	887	0.000	1.037	0.249	0.547	1.526
Equal variances not assumed			4.152	863.254	0.000	1.037	0.250	0.547	1.527



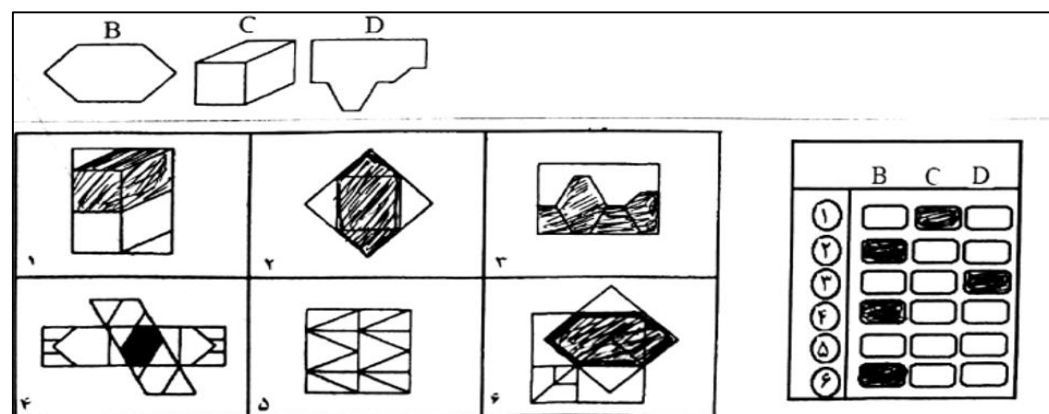
شکل ۴: آزمون شکل پنهان برای تجسم فضایی [۲۵]

Fig.4: The hidden figures test for spatial visualization



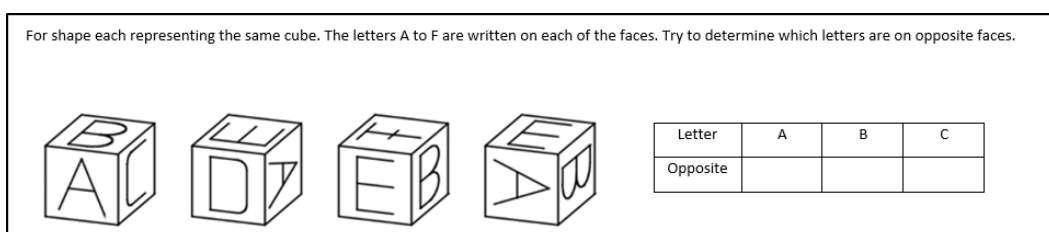
شکل ۵: نمونه پاسخ صحیح دانش‌آموزان به آزمون شکل پنهان

Fig.5: The sample of students' correct answer to hidden figure test



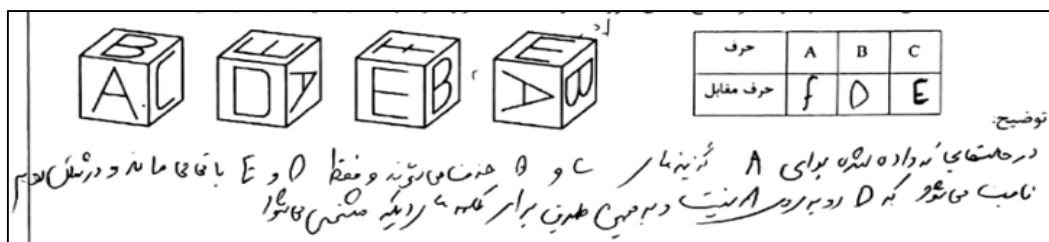
شکل ۶: نمونه پاسخ نادرست دانش‌آموزان به آزمون شکل پنهان

Fig.6: The sample of students' incorrect answer to hidden figure test

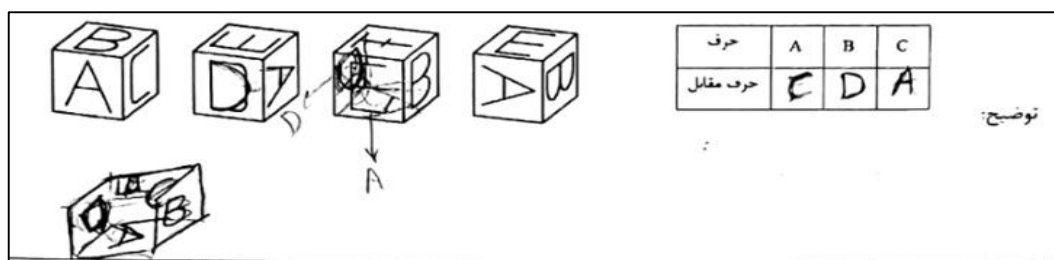


شکل ۷: آزمون دوران ذهنی [۶]

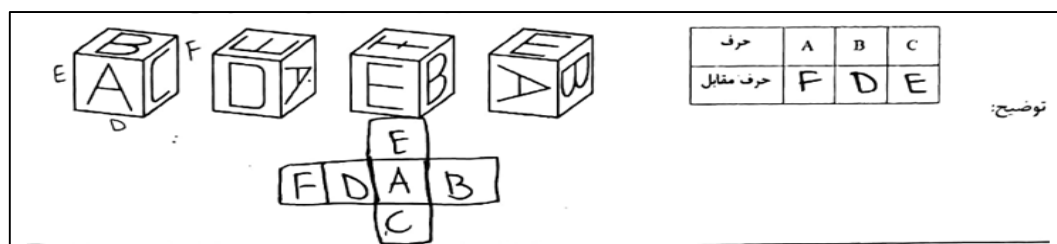
Fig.7: Mental rotation test



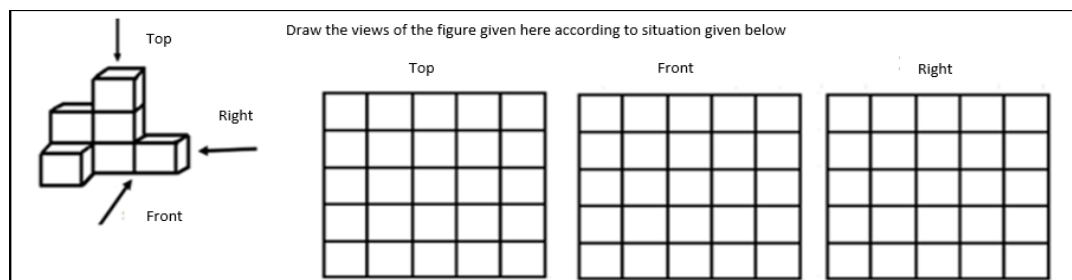
شکل ۸: نمونه پاسخ صحیح دانش‌آموزان به آزمون دوران ذهنی به روش حذفی
Fig.8: The sample of students' correct answer to the mental rotation test using the elimination method



شکل ۹: نمونه پاسخ نادرست دانش‌آموزان به آزمون دوران ذهنی به روش جای‌گذاری
Fig.9: The sample of students' incorrect answer to the mental rotation test by placement method



شکل ۱۰: نمونه پاسخ صحیح دانش‌آموزان به آزمون دوران ذهنی به روش گسترده مکعب
Fig.10: The sample of the students' correct answer to mental rotation test using the widespread cube method.



شکل ۱۱: آزمون جهت‌یابی فضایی [۲۷]

Fig.11: Spatial orientation test

نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر بررسی توانایی فضایی دانش‌آموزان پایه‌های دهم و یازدهم با توجه به دسته‌بندی توانایی فضایی در سه دسته تجسم فضایی، دوران ذهنی و جهت‌یابی فضایی به تفکیک رشته تجربی و ریاضی و با ملاحظه جنسیت است. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد در توانایی فضایی، تفاوت عملکرد دختران و پسران معنادار است. این نتیجه با نتایج تحقیق رسایی و همکاران [۱۰] مطابقت دارد. به عقیده آنها تفاوت عملکرد دختران و پسران در توانایی فضایی، ناشی از نوع انتخاب بازی‌ها و اسباب بازی‌هاست؛ بیشتر پدران و مادران تمایل دارند دختران با عروسک و پسران با ماشین بازی کنند و نوع انتخاب بازی می‌تواند بر عملکرد آنان در این زمینه اثرگذار باشد. تفاوت عملکرد دانش‌آموزان دختر و پسر در مؤلفه دوران ذهنی نیز با نتایج مطالعه ون تترینگ و همکاران (van Tetering, et al) [۱۲] و رودان و همکاران (Rodán, et al) [۳۶] مطابق است. اما مغایر با نتایج تحقیقاتی مانند گونزالز و همکاران [۱۹] و توپتاش و همکاران (Toptas, et al) [۱۱] است. به عقیده گونزالز و همکاران او عدم تفاوت بین مردان و زنان در توانایی فضایی می‌تواند ناشی از آموزش پنهان مربوط به زندگی روزمره و فعالیت‌های اوقات فراغت باشد که به‌طور معمول توسط زنان و مردان به صورت مشترک در کشورهای صنعتی و توسعه‌یافته انجام می‌شود. لذا

هدف پژوهش حاضر بررسی توانایی فضایی دانش‌آموزان پایه‌های دهم و یازدهم با توجه به دسته‌بندی توانایی فضایی در سه دسته تجسم فضایی، دوران ذهنی و جهت‌یابی فضایی به تفکیک رشته تجربی و ریاضی و با ملاحظه جنسیت است. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد در توانایی فضایی، تفاوت عملکرد دختران و پسران معنادار است. این نتیجه با نتایج تحقیق رسایی و همکاران [۱۰] مطابقت دارد. به عقیده آنها تفاوت عملکرد دختران و پسران در توانایی فضایی، ناشی از نوع انتخاب بازی‌ها و اسباب بازی‌هاست؛ بیشتر پدران و مادران تمایل دارند دختران با عروسک و پسران با ماشین بازی کنند و نوع انتخاب بازی می‌تواند بر

مسأله پژوهشی و منابع اولیه تحقیق توسط نویسنده اول پیشنهاد شده است و سپس در ادامه پس از مطالعات اولیه، در کلیه مراحل تحقیق نویسندگان مشارکت و همفکری داشته اند. آزمون میدانی نیز توسط نویسنده دوم برگزار شده است. در مجموع مشارکت نویسندگان برابر است.

تشکر و قدردانی

مقاله ارسالی از نتایج پایان نامه کارشناسی ارشد آموزش ریاضی آقای فرج الله قاسمی با عنوان « بررسی توانایی فضایی دانش آموزان دختر و پسر در پایه های دهم و یازدهم با توجه به عامل های تجسم فضایی، دوران ذهنی و جهت یابی فضایی » استخراج شده که در دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی و تحت راهنمایی آقای دکتر ابراهیم ریحانی و مشاوره خانم دکتر زهرا رحیمی به انجام رسیده است.

تعارض منافع

«هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

منابع و مأخذ

- [1] Reyhani E. [What is spatial ability?] *Roshd Mathematics Educational Journal*. 2006; 24 (1):27-35 Persian.
- [2] Nagy-Kondor R. Spatial ability: measurement and development. In: Khine MS (ed), *Visual-Spatial Ability in STEM Education*: Switzerland: Springer international Publishing; 2017. p. 35-58.
- [3] Gardner H. From conflict to clarification: A comment on Egan's "narrative and learning: A voyage of implications". *Linguistics and Education*. 1993 ; 5 (2):181-185.
- [4] Gardner H. Reflections on multiple intelligences: Myths and messages. *Phi Delta Kappan*. 1995 ;77 (3) :200-203, 206-209.
- [5] Ethington CA, Wolfle LM. Sex differences in a causal model of mathematics achievement. *Journal for Research in Mathematics Education*. 1984, 15 (5) :361-377.
- [6] Maier PH, (ed) Spatial geometry and spatial ability—How to make solid geometry solid. Selected papers from the Annual Conference of Didactics of Mathematics; 1996.
- [7] Tartre LA. Spatial orientation skill and mathematical problem solving. *Journal for Research in Mathematics Education*. 1990, 21 (3) :216-29.
- [8] Organization ERaP. Geometry (1) - The tenth base of the second high school. 4, editor: Iran Textbook Publishing Company, Tehran; 2019.
- [9] Ahmadi F, Ahmadi T. The role of management position in the evolution of the country's educational system. *The Pathology Conference on Educational System: Scientific Research Institute of Dynamic Scholars of Iranian Campus*; 2017. Persian

به نظر می رسد اظهار نظر دقیق تر در خصوص تفاوت عملکرد دانش آموزان پسر و دختر در توانایی فضایی، نیازمند مطالعات بیشتر و عمیق تری است.

تحلیل کمی داده های به دست آمده از این مطالعه، تفاوت بین عملکرد توانایی فضایی دانش آموزان رشته تجربی و ریاضی را تأیید می کند. دانش آموزان رشته ریاضی نسبت به دانش آموزان تجربی از عملکرد توانایی فضایی بالاتری برخوردارند. به طور معمول دانش آموزان با توجه به وضعیت تحصیلی که در سال های قبل از دوره دوم متوسطه داشته اند و براساس میانگین نمرات تخصصی به انتخاب رشته می پردازند. لذا این نتیجه با توجه به وضعیت تحصیلی آنان، قابل توجیه است. به علاوه دانش آموزان رشته ریاضی در پایه دهم در درس هندسه ۱ با تفکر تجسمی آشنا شده و در این زمینه آموزش هایی دریافت کرده اند. این در حالی است که دانش آموزان رشته تجربی با توجه به کاهش ساعات دروس ریاضی در سال های دهم و یازدهم، آموزشی در این خصوص نمی بینند. این موضوع نیز می تواند یکی از دلایل برتری دانش آموزان رشته ریاضی در توانایی فضایی باشد.

در بررسی تفاوت عملکرد دانش آموزان با توجه به پایه تحصیلی، نتایج پژوهش حاضر نشان می دهد، عملکرد توانایی فضایی دانش آموزان پایه یازدهم نسبت به پایه دهم بهتر است. این تفاوت با توجه به آموزش ضمنی که در پایه های تحصیلی در پایه دهم و یازدهم اتفاق می افتد، همچنین دروسی که دانش آموزان دوره یازدهم تا این زمان (زمان اجرای آزمون) در درس هندسه گذرانده اند، قابل توجیه است.

به هر ترتیب به نظر می رسد آموزش و افزایش پایه تحصیلی بر رشد توانایی فضایی و بهبود عملکرد حل مسأله دانش آموزان تأثیری انکارناپذیر دارد. رویکرد حل مسأله در کتاب های درسی ریاضی ایران در دهه اخیر به طور آشکاری حضور خود را تثبیت کرده است. با این حال پژوهش های چندی در مورد جایگاه و نقش توانایی فضایی در آموزش فرایند حل مسأله ریاضی انجام نشده است. یافته های این پژوهش بر این نکته دلالت دارند که مبحث توانایی فضایی می تواند به عنوان موضوعی مناسب برای رشد تفکر هندسی و ارتقای فرایندهای ریاضی نظیر توانایی استدلال و اثبات، بازنمایی ها و برقراری ارتباطات و اتصالات در آموزش ریاضی مورد استفاده قرار گیرد. توانایی فضایی به دلیل ارتباط مسائل مربوط به آن با زندگی واقعی و دنیای پیرامونی و نیز ظرفیت ارائه پاسخ های چندانگانه در بسیاری از مسائل وابسته به آن، شایستگی فراوانی را برای جلب توجه بیشتر در حوزه آموزش و پژوهش، داراست. یافته های این مطالعه می تواند در تغییر و تقویت راهبردها و فرایندهای آموزشی و همچنین برای مؤلفین کتب درسی و برنامه ریزان آموزشی و درسی در حوزه تجسم فضایی دانش آموزان، مورد استفاده قرار گیرد.

مشارکت نویسندگان

میزان مشارکت نویسندگان برابر است.

- [25] Miller DM. *The relationship between some visual-perceptual factors and the degree of success realized by sports performers* [dissertation]: University of Southern California; 1960.
- [26] Vandenberg SG, Kuse AR. Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills*. 1978; 47 (2) :599-604.
- [27] ÖZDEMİR AŞ, YILDIZ SG. The analysis of elementary mathematics preservice teachers' spatial orientation skills with SOLO mode. *Eurasian Journal of Educational Research*. 2015;61: 217-236.
- [28] Mohagheghian Yaghoubi R. [Relationship between amount use of computer games and the spatial ability of students]. *Instructional Engineering: Journal of Instructional Technology and Design*. 2014; 3 (4):75-82. Persian.
- [29] Reyhani E, Hajibabayi J, Arabzadeh R. [A study on the impact of a vissualization-based teaching method on mathematical problem solving performance of eighth grade students]. *Journal of Educational Innovations*. 2011; 10 (38):25-50. Persian.
- [30] Hagh Joo S, Reyhani E. [Study on performance of secondary school students in solving a spatial ability task based on SOLO theory]. *Technology of Education*. 2019; 13 (4):639-653 Persian
- [31] Reyhani E, Bakhshalizadeh S, Nazari K. [The effect of visualization- based teaching approach on understanding the concept of limit and the spatial ability amongst high school students]. *Advances in Cognitive Science*. 2013; 15 (1): 27-42. Persian.
- [32] Uttal DH, Cohen CA. Spatial thinking and STEM education: When, why, and how? *Psychology of Learning and Motivation*. 2012; 57: 147-181.
- [33] Shea DL, Lubinski D, Benbow CP. Importance of assessing spatial ability in intellectually talented young adolescents: A 20-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*. 2001; 93 (3) :604-614.
- [34] Patahuddin SM, Rokhmah S, Ramful A. What does teaching of spatial visualisation skills incur: an exploration through the visualise-predict-check heuristic. *Mathematics Education Research Journal*. 2020: 307-329.
- [35] Gilligan KA, Flouri E, Farran EK. The contribution of spatial ability to mathematics achievement in middle childhood. *Journal of Experimental Child Psychology*. 2017; 163: 107-125.
- [36] Rodán A, Gimeno P, Elosúa MR, Montoro PR, Contreras MJ. Boys and girls gain in spatial, but not in mathematical ability after mental rotation training in primary education. *Learning and Individual Differences*. 2019; 70: 1-11.
- [37] Harris D, Logan T, Lowrie T. Unpacking mathematical-spatial relations: Problem-solving in static and interactive tasks. *Mathematics Education Research Journal*. 2020:1-17.
- [38] Xie F, Zhang L, Chen X, Xin Z. Is spatial ability related to mathematical ability: A meta-analysis. Springer; 2019.
- [10] Rasaee S, Razavi SA, Saeedi A. The effects of 2 dimensional and 3 dimensional video games on spatial ability. *Journal of Educational Psychology Studies*. 2015; 12 (22) :95-112.
- [11] Toptas V, Celik S, Karaca ET. Improving 8th grades spatial thinking abilities through a 3D modeling program. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*. 2012; 11 (2) :128-134.
- [12] van Tetering M, van der Donk M, de Groot RHM, Jolles J. Sex differences in the performance of 7–12 year olds on a mental rotation task and the relation with arithmetic performance. *Frontiers in Psychology*. 2019; 10.
- [13] Yüksel NS. Measuring spatial visualization: Test development study. In: Khine MS (ed), *Visual-spatial Ability in STEM Education*: Springer; 2017. p. 59-84.
- [14] Linn MC, Petersen AC. Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*. 1985; 56 (6): 1479-1498.
- [15] Williams CB, Gero J, Lee Y, Parette M., (ed.s). Exploring spatial reasoning ability and design cognition in undergraduate engineering students. *ASME IDETC 7th Symposium on International Design and Design Education*; 2010.
- [16] Lohman DF. Spatial ability and g. *Human abilities: Their nature and measurement*. 1996; 97:116.
- [17] Olkun S. Making connections: Improving spatial abilities with engineering drawing activities. *International Journal of Mathematics Teaching and Learning*. 2003; 3 (1):1-10.
- [18] McGee MG. Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. *Psychological Bulletin*. 1979; 86 (5):889-918.
- [19] Roca-González C, Martín Gutiérrez J, García-Domínguez M, Carrodegua M, del Carmen M. Virtual technologies to develop visual-spatial ability in engineering students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2017, 13: 441-468.
- [20] Mohler JL. Examining the spatial ability phenomenon from the student's perspective. *The Engineering Design Graphics Journal*. 2009 ;72 (3).
- [21] D' Oliveira TC. Dynamic spatial ability: An exploratory analysis and a confirmatory study. *The International Journal of Aviation Psychology*. 2004; 14 (1): 19-38.
- [22] Thurstone L. Some primary abilities in visual thinking. Chicago, IL: University of Chicago psychometric lab report No. 59. *Psychological Bulletin*. 1950; 86 (5): 889-918.
- [23] Michael WB, Guilford J, Fruchter B, Zimmerman WS. The description of spatial-visualization abilities. *Educational and Psychological Measurement*. 1957; 17(2): 185-99.
- [24] Guilford JP, Fruchter B, Zimmerman WS. Factor analysis of the Army Air Forces Sheppard Field battery of experimental aptitude tests. *Psychometrika*. 1952 ; 17 (1): 45-68.



فرج اله قاسمی دبیر ریاضی شهرستان‌های استان تهران، شهرستان شهریار است. ایشان مدرک کارشناسی خود را در رشته دبیری ریاضی و در سال ۱۳۸۰ از دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی و مدرک کارشناسی ارشد آموزش ریاضی را در سال ۱۳۹۷ از همین

دانشگاه دریافت نمودند. از سال ۱۳۸۱ در شهرستان شهریار در سمت دبیری در دوره دوم متوسطه مشغول به تدریس می‌باشند.

Ghasemi, F. Mathematics teacher, Education, Tehran, Iran.

✉ faraj_ollah2006@yahoo.com



زهرا رحیمی استادیار گروه آموزش و پرورش دبستان و پیش‌از دبستان در دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی دانشگاه علامه طباطبائی است. او مدرک کارشناسی خود را در رشته دبیری ریاضی و در سال ۱۳۷۹ از دانشگاه الزهراء، کارشناسی‌ارشد را سال ۱۳۸۸ در رشته تاریخ و

فلسفه آموزش و پرورش در دانشگاه تربیت مدرس و دکتری برنامه‌ریزی درسی را از همین دانشگاه و در سال ۱۳۹۵ دریافت کرده‌است. او حدود بیست سال دبیر رسمی ریاضی در مقطع متوسطه دو بوده و مؤلف هشت کتاب درسی ریاضی و راهنمای معلم در مقطع ابتدایی و متوسطه است و در تدوین راهنمای برنامه درسی حوزه یادگیری ریاضی همکاری داشته‌است. ایشان حائز رتبه سوم در هشتمین جایزه علمی دکتر کاردان است و هم‌اکنون مدیر گروه مطالعاتی برنامه درسی علوم و ریاضی در انجمن مطالعات برنامه درسی ایران است. زمینه‌های کاری ایشان عبارتند از: آموزش ریاضی، تفکر ریاضی، تفکر تجسمی، آموزش دبستان و پیش از دبستان.

Rahimi, Z. Curriculum Studies (Studies in Mathematics Education) Department of Education, Allameh Tabataba'i University (ATU), Tehran, Iran.

✉ za.rahimi@atu.ac.ir

[39] Woolcott G, Le Tran T, Mulligan J, Davis B, Mitchelmore M. Towards a framework for spatial reasoning and primary mathematics learning: an analytical synthesis of intervention studies. *Mathematics Education Research Journal*. 2020.

[40] Bektasli B. *The relationships between spatial ability, logical thinking, mathematics performance and kinematics graph interpretation skills of 12th grade physics students* [dissertation]: The Ohio State University; 2006.

[41] Cakmak S. *An investigation of the effect of origami-based instruction on elementary students' spatial ability in mathematics* [master's thesis]: Middle East Technical University, Ankara; 2009.

[42] Kozhevnikov M, Hegarty M. A dissociation between object manipulation spatial ability and spatial orientation ability. *Memory & Cognition*. 2001; 29 (5): 745-56.

معرفی نویسندگان

AUTHOR(S) BIOSKETCHES



ابراهیم ریحانی دانشیار گروه ریاضی دانشکده علوم پایه دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی می‌باشند. مدرک کارشناسی دبیری ریاضی را در سال ۱۳۶۸ از دانشگاه خوارزمی و مدرک کارشناسی ارشد ریاضی محض را در سال ۱۳۷۳ از دانشگاه شهید بهشتی دریافت کردند. در سال ۱۳۸۴ موفق به کسب مدرک دکتری ریاضی با گرایش آموزش ریاضی از دانشگاه دولتی مسکو گردیدند. ایشان بیش از ۱۵۰ مقاله در مجلات و کنفرانس‌های علمی ارائه نموده‌اند و در کمیته علمی و داوری مجله‌ها و کنفرانس‌ها و همایش‌های علمی فعالیت داشته‌اند. عضویت در تیم تألیف کتاب درسی ریاضی از پایه چهارم تا پایه دوازدهم و ریاست شورای برنامه‌ریزی ریاضی دفتر تألیف کتاب‌های درسی وزارت آموزش و پرورش از سوابق ایشان است. تاکنون بیش از ۶۰ دانشجوی دوره تحصیلات تکمیلی تحت راهنمایی ایشان از پایان نامه خود دفاع کرده‌اند. زمینه‌های تخصصی ایشان عبارتند از: حل مسأله ریاضی، طرح مسأله ریاضی و آموزش معلمان ریاضی.

Reyhani, E. Mathematics education, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran

✉ e_reyhani@sru.ac.ir

Citation: (Vancouver): Reyhani E, Ghasemi F, Rahimi Z. [Investigation of spatial ability of male and female students in 10th and 11th grade according to factors including spatial visualization, mental rotation and spatial orientation]. *Tech. Edu. J.* ****, **(*): **-***

doi <http://dx.doi.org/10.22061/tej.2020.6461.2404>



Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to SRTTU Press. The content of this article is subject to the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC 4.0) License. For more information, please visit <https://www.creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>.