

The effect of training based on mental imagery on the permanence of concepts and contents of a mathematics course (Tony Buzan model)

Vahid Rigi Hossein Abadi¹ Alireza Heidarzadegan^{2*}, Mahdi Azhini³, Mohsen Rostami Malkhalifeh⁴

¹ Member of the Board of Trustees of Tehran University of Research Sciences

² Member of the Faculty of Sistan and Baluchistan University

³ Assistant Professor Department of Mathematics - Faculty of Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University Iran

⁴ Associate Professor, Department of Mathematics - Faculty of Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University Iran

Date Received:

3 December 2024

Date of sent to Review:

5 December 2024

Date Revised:

6 January 2025

Date Accepted:

9 January 2025

Keywords:

Imagery-based instruction, retention of concepts, mathematics lesson, students' tonny bozan model

Abstract

This study examines the impact of imagery-based instruction on the retention of mathematical concepts and content among male and female tenth-grade students in districts one and two of Zahedan during the academic year 1401-1402. The research method was semi-experimental with a pre-test/post-test design and a control group. The samples were randomly divided into experimental and control groups. The experimental group received imagery-based instruction, while the control group received conventional instruction. Initially, a pre-test was conducted to assess the baseline knowledge of both groups. The instruction then commenced, and following its completion, a post-test was administered. Additionally, two weeks after the instruction, a retention test was conducted to evaluate the persistence of the concepts learned. The results of the paired t-test indicated that the retention of mathematical concepts in both male and female groups significantly increased after imagery-based instruction ($p\text{-value} < 0.05$). Analysis of covariance also confirmed the positive and significant effect of imagery-based instruction on the retention of mathematical concepts ($p\text{-value} < 0.0001$). These findings suggest that imagery-based instruction has a greater impact on the retention of mathematical concepts and content compared to conventional methods

* Corresponding Author: Alireza Heidarzadegan

Address: Sistan and Baluchistan

University

Email: hosseinabadivahid@gmail.com

تأثیر آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی بر ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی (مدل تونی بوزان)

وحید ریگی حسین آبادی^۱، علیرضا حیدر زادگان^{۲*}، مهدی آژینی^۳، محسن رستمی مال خلیفه^۴

^۱ دانشگاه آزاد واحد علوم پژوهشات تهران

^۲ عضو هیأت علمی دانشگاه سیستان و بلوچستان

^۳ استادیار گروه ریاضی، دانشکده علوم و فناوریهای همگرا، دانشگاه علوم و پژوهشات تهران. ایران

^۴ دانشیار گروه ریاضی، دانشکده علوم و فناوریهای همگرا، دانشگاه علوم و پژوهشات تهران. ایران

چکیده

این پژوهش به بررسی تأثیر آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی بر ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی در دانش‌آموزان دختر و پسر پایه دهم ناحیه یک و دو دوره دوم متوسطه شهر زاهدان در سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ پرداخته است. روش پژوهش نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون و گروه کنترل اجرا شد. نمونه‌ها به صورت تصادفی به دو گروه کنترل و آزمایش تقسیم شدند. گروه آزمایش آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی و گروه کنترل آموزش مرسوم را دریافت کردند. ابتدا پیش‌آزمونی برای ارزیابی سطح دانش اولیه هر دو گروه انجام شد. سپس آموزش آغاز و پس از اتمام، پس‌آزمون اجرا گردید. دو هفته بعد از آموزش نیز آزمون تثبیت یادگیری برای سنجش ماندگاری مفاهیم برگزار شد. نتایج آزمون تی همبسته نشان داد که ماندگاری مفاهیم ریاضی در هر دو گروه دختر و پسر پس از آموزش تصویرسازی ذهنی به طور معناداری افزایش یافته است ($p < 0.05$). آنالیز کواریانس نیز تأثیر مثبت و معنادار آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی بر ماندگاری مفاهیم ریاضی را تأیید کرد ($p\text{-value} < 0.0001$) این یافته‌ها نشان دادند که آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی در مقایسه با روش‌های مرسوم، تأثیر بیشتری بر ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی دارد.

تاریخ دریافت:

۱۳ آذر ۱۴۰۳

تاریخ ارسال به داوری:

۱۵ آذر ۱۴۰۳

تاریخ اصلاح:

۱۷ دی ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش:

۲۰ دی ۱۴۰۳

کلیدواژه‌ها:

آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی؛ ماندگاری مفاهیم؛ درس ریاضی؛ دانش‌آموزان؛ مدل تونی بوزان

*نویسنده مسئول: علیرضا حیدر زادگان

آدرس: دانشگاه سیستان و بلوچستان

ایمیل: hosseinabadivahid@gmail.com

مقدمه

آموزش و یادگیری مؤثر، یکی از ارکان اصلی توسعه و پیشرفت جوامع است. در این میان، درس ریاضی به عنوان یکی از اساسی ترین و پیچیده ترین دروس آموزشی، نقشی کلیدی در توسعه تفکر منطقی، مهارت های حل مسأله و توانایی تصمیم گیری دانش آموزان ایفا می کند. با وجود اهمیت بنیادین این درس، بسیاری از دانش آموزان در درک، یادگیری و به خاطر سپاری مفاهیم ریاضی با چالش های جدی روبه رو هستند. آمارها و پژوهش ها نشان داده اند که در بسیاری از نظام های آموزشی، ماهیت انتزاعی و پیچیده مفاهیم ریاضی، یکی از عوامل اصلی کاهش علاقه دانش آموزان به این درس و افت عملکرد تحصیلی آنان است (فرانسیسکو، یرای و مارکوس^۱، ۲۰۲۴؛ تاکائوکا، هاشیموتو و سایاکا^۲، ۲۰۲۴).

روش های سنتی تدریس که عمدتاً بر انتقال مستقیم مفاهیم، حفظ کردن و تمرین مکرر استوار هستند، در برخی موارد نمی توانند به طور مؤثر به درک عمیق و ماندگاری مطالب ریاضی کمک کنند. این روش ها اغلب فاقد جنبه های خلاقانه و تعاملی بوده و نمی توانند ماهیت انتزاعی مفاهیم ریاضی را به شکل ملموس و قابل فهم برای دانش آموزان ارائه دهند. چنین محدودیت هایی، ضرورت استفاده از روش های نوین و خلاقانه ای را که بتوانند فرآیند یادگیری را جذاب تر و مؤثرتر کنند، برجسته می سازد (کلیاندر^۳، ۲۰۲۱).

یکی از روش های نوین و مؤثر که در سال های اخیر توجه محققان و متخصصان آموزش را به خود جلب کرده است، تصویرسازی ذهنی است. تصویرسازی ذهنی فرآیندی است که در آن دانش آموزان با استفاده از تخیل خود، مفاهیم و مطالب درسی را به شکل تصاویر ذهنی تجربه می کنند. این رویکرد، با تبدیل مفاهیم انتزاعی به تصاویر ملموس و قابل تصور، می تواند به بهبود یادگیری و ماندگاری مفاهیم کمک کند (تاکائوکا، هاشیموتو و سایاکا، ۲۰۲۴). پژوهش ها نشان داده اند که تصویرسازی ذهنی نه تنها به درک بهتر مفاهیم کمک می کند، بلکه با افزایش تعامل و انگیزه در دانش آموزان، فرآیند یادگیری را تسهیل می کند (فرانسیسکو، یرای و مارکوس، ۲۰۲۴).

با این حال، علی رغم پتانسیل های قابل توجه تصویرسازی ذهنی، پژوهش های اندکی به بررسی جامع تأثیر این روش بر ماندگاری مفاهیم ریاضی پرداخته اند. این خلأ پژوهشی، به ویژه با توجه به نقش بنیادین ریاضی در رشد مهارت های شناختی و حل مسأله دانش آموزان، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. پژوهش های پیشین عمدتاً به بررسی کلی مزایای تصویرسازی ذهنی پرداخته اند و کمتر به مطالعه تأثیر آن بر مفاهیم پیچیده و انتزاعی ریاضی تمرکز داشته اند (کلیاندر، ۲۰۲۱).

بنابراین، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی بر ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی طراحی شده است. این پژوهش، با تمرکز بر مدل تونی بوزان، تلاش می کند تا پاسخی برای این پرسش بیابد که آیا استفاده از تصویرسازی ذهنی می تواند به بهبود یادگیری و ماندگاری مفاهیم ریاضی در دانش آموزان منجر شود یا خیر. یافته های این پژوهش می تواند به معلمان، طراحان برنامه های درسی و سیاست گذاران آموزشی کمک کند تا با بهره گیری از روش های نوین آموزشی، فرآیند یادگیری را بهبود بخشند و کیفیت آموزش ریاضی را ارتقا دهند.

علاوه بر این، نتایج این پژوهش می تواند راهنمایی مؤثر برای توسعه برنامه های آموزشی خلاقانه تر و کاربردی تر باشد و به حل چالش های موجود در یادگیری ریاضی کمک کند. ارائه راهکارهای مبتنی بر تصویرسازی ذهنی،

¹ Francisco, Yeray, Marcos

² Takaoka, Hashimoto, Sayaka

³ Colliander

نه تنها به بهبود عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان منجر می‌شود، بلکه می‌تواند به ایجاد انگیزه بیشتر در یادگیری و افزایش علاقه آنان به درس ریاضی نیز کمک کند. این موضوع از منظر تربیت نیروی انسانی متخصص و توانمند در حوزه‌های علمی و فنی، اهمیتی راهبردی دارد.

مبانی نظری

۱/۱ تصویرسازی ذهنی^۱

تصویرسازی ذهنی به فرآیند ایجاد و دستکاری تصاویر در ذهن بدون نیاز به تحریکات حسی خارجی اشاره دارد. این فرآیند شامل بازآفرینی یا تصور تصاویر، صداها، بوها، طعم‌ها، حس‌ها یا حتی تجارب کلی در ذهن است. تصویرسازی ذهنی می‌تواند شامل تصاویری باشد که فرد قبلاً تجربه کرده یا تصاویری جدید و تخیلی که قبلاً هرگز تجربه نشده‌اند. در زمینه آموزش و یادگیری، تصویرسازی ذهنی بیشتر بر ایجاد تصاویر بصری در ذهن برای کمک به درک و به خاطر سپاری مفاهیم و مطالب متمرکز است (هایس، بروجینکز و رنر^۲ و همکاران، ۲۰۲۴).

تصویرسازی ذهنی یک مهارت روانی است که با استفاده آگاهانه از قوه تخیل، تصاویری واضح و زنده در ذهن ایجاد و بازسازی می‌کند. در آموزش ریاضیات، تصویرسازی ذهنی می‌تواند به بهبود یادگیری این درس کمک کند، موفقیت در حل مسائل را تسهیل کند و به‌طور کلی، روش مناسبی برای بازنمایی مفاهیم ریاضی به‌شمار می‌آید (فیونا^۳، ۲۰۲۴). تصاویر ذهنی، به معنای بازنمایی درونی محرک‌ها در غیاب حضور فیزیکی آن‌ها، می‌توانند شامل تجسم اشکال ساده یا یادآوری رویدادهای پیچیده زندگی باشند. در این زمینه، اهمیت کاربرد تصویرسازی ذهنی در آموزش و یادگیری ریاضیات به دلیل تأثیر مثبت آن بر فهم، یادگیری و کسب مهارت‌های حل مسأله به‌وضوح قابل توجه است (عیسی خانی و شمسی، ۱۴۰۰) برای ترسیم اشکال تصویرسازی از نرم‌افزار مایند مپینگ استفاده شده است؛ بدین گونه که ورودی را به نرم‌افزار داده و خروجی به شکل تصویر در اختیار آموزگاران یا اساتید قرار خواهد گرفت.

۱/۲ تصویرسازی ذهنی در درس ریاضی

درس ریاضی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین دروس پایه تحصیلی شناخته می‌شود. در ایران و بسیاری از کشورهای دیگر، دانش‌آموزان معمولاً براساس نمرات ریاضی ارزیابی می‌شوند. با این حال، روش کنونی آموزش ریاضی در ایران دانش‌آموزان را بیشتر به حفظ مطالب درسی وادار می‌کند. این روش، توانایی تفکر منطقی، خلاقیت و حل مسأله را در دانش‌آموزان پرورش نمی‌دهد و آن‌ها را فقط به بازگ کردن اطلاعات ریاضی محدود می‌کند. علی‌رغم تعیین اهداف کلی آموزش ریاضی، روش‌های تدریس معلمان چندان موفقیتی در رسیدن به این اهداف ندارند (مائو، تروکسان و ژانگ^۴، ۲۰۲۳).

استفاده از تصویرسازی ذهنی می‌تواند هوش ریاضی را تقویت کرده و در افزایش مهارت‌های ریاضی دانش‌آموزان مؤثر باشد. درواقع، کاربرد تصویرسازی در درس ریاضی باعث فعال شدن دانش‌آموزان، افزایش احساس اثرمندی، درگیر شدن آن‌ها با مسائل درسی و بروز خلاقیت می‌شود. تصویرسازی ذهنی به‌عنوان روشی مناسب برای بازنمایی در ریاضیات در نظر گرفته می‌شود. هنگامی که تفکر تصویری^۵ پرورش می‌یابد، نقش

¹ Mental imagery

² Heise, Bruijniks, Renner

³ Fiona

⁴ Mao, Tuerxun, Xing

⁵ Visual thinking

مهمی در توسعه درک ریاضی و استفاده خلاقانه از ریاضیات در زمینه‌های مختلف ایفا می‌کند. نمایش تصویری^۱، راهی قدرتمند برای دسترسی دانش‌آموزان به ایده‌های انتزاعی^۲ و مجرد^۳ ریاضی است. برای آماده‌سازی دانش‌آموزان جهت ورود به دانشگاه و محیط کار، آن‌ها باید قادر باشند موقعیت‌ها را تجسم کنند، جداول داده‌ها را ترسیم کنند و اعداد را روی محورها مکان‌یابی کنند. برخی از برترین ریاضی‌دانان جهان تقریباً به ریاضیات تصویری مشغول هستند (ریچانگ^۴ و همکاران، ۲۰۲۴).

محققان دریافته‌اند که قدرتمندترین یادگیری هنگامی رخ می‌دهد که نواحی مختلف مغز فعال شوند. زمانی که دانش‌آموزان با نمادهایی مانند اعداد کار می‌کنند، مغز از ناحیه متفاوتی نسبت به زمانی که با اطلاعات تصویری و مکانی مانند مجموعه‌ای از نقاط کار می‌کند، استفاده می‌کند (فیونا^۵، ۲۰۲۴). ارتباط بین دو ناحیه مغز، یادگیری و عملکرد ریاضی را بهبود می‌بخشد. علاوه بر این، آن‌ها دریافتند که آموزش از طریق نمایش‌های تصویری، عملکرد ریاضی دانش‌آموزان را حتی در ریاضیات عددی به‌طور قابل توجهی بهبود می‌بخشد و این نوع آموزش بیش از آموزش عددی به دانش‌آموزان کمک می‌کند (هیدایات، یادیانا، هامبالی^۶، ۲۰۲۳).

در رابطه با اشکال هندسی، استفاده از تصویرسازی ذهنی می‌تواند به یادگیری عمیق‌تر و مفهومی‌تر این مسائل کمک کند. از آنجاکه دانش‌آموزان باید بتوانند حجم‌های مختلف هندسی را محاسبه کنند، ضروری است که ابتدا تصویری ذهنی و تجسمی قابل درک از حجم مورد نظر را ایجاد کنند. به عبارت دیگر، دانش‌آموز زمانی می‌تواند یک حجم هندسی را به‌درستی محاسبه کند که ابتدا آن را به‌درستی شناخته باشد و این شناخت کامل نمی‌شود، مگر اینکه دانش‌آموز با استفاده از تخیل و قدرت تجسم خود، تصویری بسیار دقیق از حجم مورد نظر را در ذهن خود بسازد، به‌طوری‌که حتی قادر باشد به‌صورت ذهنی از زوایای مختلف به حجم هندسی نگاه کند، گویی آن حجم را در دستان خود و مقابل چشمانش گرفته است (آیدین و آیتکن^۷، ۲۰۱۹).

پیشینه پژوهش

عیسی‌خانی و شمسی (۱۴۰۰) پژوهشی تحت عنوان تصویرسازی ذهنی در آموزش ریاضی انجام داده‌اند. در این پژوهش بیان شده است که تصویرسازی ذهنی یک مهارت روانی است که با استفاده آگاهانه از قوه تخیل تصاویر ذهنی آشکاری در مغز ایجاد و بازسازی می‌کند. با استفاده از تصویرسازی ذهنی در آموزش ریاضیات می‌توان راهی برای یادگیری بهتر این درس را فراهم و موفقیت در ریاضیات و حل مسائل را تسهیل کرد و درواقع تصویرسازی ذهنی یک روش مناسب در بازنمایی ریاضیات است. تصاویر ذهنی یعنی بازنمایی ذهنی محرک‌ها، هنگامی که حضور فیزیکی ندارند. افراد می‌توانند تصویرهای ذهنی را در مورد موضوعات ساده‌ای چون شکل‌ها خلق کنند یا تصاویر ذهنی را برای یادآوری رویدادهای پیچیده مربوط به زندگی خود ایجاد کنند. آنچه در این مبحث دارای اهمیت بوده، کاربرد تصویرسازی ذهنی در آموزش و یادگیری ریاضیات است که می‌تواند اثر مفیدی در فهم و یادگیری و کسب مهارت حل مسأله داشته باشد.

¹ Video display

² Artificial

³ single

⁴ Ruichong

⁵ Fiona

⁶ Hidayat, Yudiana, Hambali

⁷ Aydin & Aytakin

ادموندز، گیچوا، تریفت و هال^۱ (۲۰۲۱)، در پژوهشی با عنوان «فناوری پیشرفته، لمس بالا: تأثیر مداخله دوره آن‌لاین بر عملکرد تحصیلی و ماندگاری مطالب در آموزش عالی» نتایج یک مطالعه تجربی را ارائه دادند که به طراحی مجدد مجموعه‌ای از دوره‌های آن‌لاین مقدماتی اصلی پرداخت. این دوره‌ها شامل مجموعه‌ای از ابزارهای فناوری و روش‌های آموزشی بود که هدف آن‌ها بهبود تجربیات دانشجویان در محیط آن‌لاین و کمک به ماندگاری مطالب بود. نتایج این مطالعه نشان داد که دانشجویان شرکت‌کننده در این دوره‌های طراحی‌شده، کمتر احتمال دارد که مطالب را از یاد ببرند و بیشتر احتمال دارد که کلاس را با موفقیت پشت سر بگذارند و تحصیل خود را تا سال آینده در کالج ادامه دهند.

لیو، انگین، یوگی^۲ (۲۰۱۸) در پژوهشی با عنوان «کاربرد نقشه ذهنی در آموزش برنامه‌نویسی کامپیوتر کالج» بیان کردند که نقشه ذهنی یک ابزار نموداری مؤثر است که می‌تواند برای تولید، تجسم، ساختاردهی و طبقه‌بندی ایده‌ها، حل مسائل و غیره مورد استفاده قرار گیرد. در این پژوهش، روش آموزش نقشه ذهنی به روش تونی بوزان برای طراحی و تبدیل حالت تفکر انتزاعی و نامرئی به حالت تفکر مرئی و رادیواکتیو با توجه به مطالب آموزشی اتخاذ شد. تجزیه و تحلیل و تمرین تدریس نشان می‌دهد که این روش می‌تواند توانایی دانش‌آموزان را در تفکر منطقی و نوآورانه تقویت و انگیزه یادگیری مادام‌العمر را در دانش‌آموزان ایجاد کند و درک آن‌ها را افزایش دهد.

بوران و فیلیکوف^۳ (۲۰۱۵) در پژوهشی با عنوان «تکنیک نقشه‌برداری ذهنی در یادگیری زبان» به تشریح اجرای تکنیک‌های نقشه‌برداری ذهنی بوزان در فرآیند یادگیری پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که نقشه‌های ذهنی به دانش‌آموزان در حل مسائل، طوفان فکری ایده‌های خلاقانه، به‌خاطر سپردن واژگان جدید، یادداشت‌برداری، تقویت مهارت خواندن، سازمان‌دهی وظایف و آماده‌سازی ارائه کمک می‌کند. این مطالعه نتیجه‌گیری کرد که تکنیک نقشه‌برداری ذهنی که در قرن بیستم ابداع شده است، ابزاری به‌روز، خلاق، مفید و در دسترس برای دانش‌آموزان، مربیان و محققان محسوب می‌شود.

پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که تصویرسازی ذهنی و تکنیک‌های مرتبط با آن می‌توانند یادگیری و ماندگاری مفاهیم درسی را بهبود بخشند. عیسی‌خانی و شمسی (۱۴۰۰) بر نقش تصویرسازی ذهنی در درک و حل مسائل ریاضی تأکید کرده‌اند، درحالی‌که ادموندز و همکاران (۲۰۲۱) اثربخشی فناوری‌های آموزشی را در ماندگاری مطالب نشان داده‌اند. لیو و همکاران (۲۰۱۸) و بوران و فیلیکوف (۲۰۱۵) نیز اثربخشی نقشه ذهنی در تسهیل تفکر منطقی، سازمان‌دهی ایده‌ها و تقویت انگیزه یادگیری را بررسی کرده‌اند. این مطالعات به‌طور کلی اثبات می‌کنند که روش‌های بصری، به‌ویژه در دروس پیچیده مانند ریاضی، تأثیر مثبتی بر درک و یادگیری عمیق دارند. بنابراین فرضیات پژوهش به‌صورت زیر ارائه می‌گردد:

فرضیه اول پژوهش: بین آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی و ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی در بین دانش‌آموزان دختر و پسر تفاوت معناداری وجود دارد.

فرضیه دوم پژوهش: بین آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی و ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی در بین گروه کنترل و آزمایش تفاوت معناداری وجود دارد.

¹ Edmunds

² Liu

³ Buran

روش شناسی پژوهش

این پژوهش یک پژوهش کاربردی به روش نیمه‌آزمایشی است که دو گروه از دختران و پسران ناحیه یک و دو در دوره دوم متوسطه شهر زاهدان در سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ به صورت تصادفی و دو گروه کنترل و آزمایش انتخاب شدند و پیش‌آزمون و پس‌آزمون در مبحث سری‌ها و دنباله‌ها در مقطع دهم دبیرستان در درس ریاضی انجام گرفت. از تمامی گروه‌ها قبل از ارائه متن، پیش‌آزمون درک مطلب از متن آزمایشی انجام شد.

مدل تونی بوزان که به عنوان پایه‌گذار "نقشه‌های ذهنی" شناخته می‌شود، یک رویکرد نوین برای تقویت یادگیری، سازمان‌دهی تفکر و بهبود حافظه است. این مدل بر استفاده از تصاویر، نمودارها و کلمات کلیدی برای نمایش و یادآوری اطلاعات متمرکز است. نقشه ذهنی که یکی از ابزارهای اصلی این مدل است، به صورت یک نمودار شعاعی سازمان‌دهی می‌شود و اطلاعات را به صورت گرافیکی و سلسله‌مراتبی ارائه می‌دهد. این روش به دانش‌آموزان و یادگیرندگان کمک می‌کند تا مفاهیم را بهتر درک کنند، روابط بین موضوعات را شفاف‌تر ببینند و یادگیری معنادارتری داشته باشند.

شیوه اجرای مدل تونی بوزان در این پژوهش به صورت گام‌به‌گام و با تمرکز بر اصول این مدل انجام شد. ابتدا مفاهیم اصلی درس ریاضی مانند الگوها و دنباله‌ها شناسایی شدند و به عنوان هسته‌های کلیدی برای طراحی نقشه ذهنی در نظر گرفته شدند. دانش‌آموزان در گروه آزمایش طی جلسات آموزشی با اصول طراحی نقشه ذهنی آشنا شدند. این آموزش شامل نمایش نمونه‌های عملی، توضیح چگونگی استفاده از کلمات کلیدی، تصاویر و رنگ‌ها و تمرین ایجاد نقشه ذهنی برای موضوعات مختلف درسی بود. هدف از این مرحله، آماده‌سازی دانش‌آموزان برای استفاده از این روش به صورت مستقل و تقویت توانایی آن‌ها در تجسم بصری و سازمان‌دهی اطلاعات بود.

پس از آموزش اولیه، دانش‌آموزان نقشه‌های ذهنی خود را براساس موضوعات درسی طراحی کردند. این نقشه‌ها مفاهیم اصلی و روابط میان آن‌ها را به صورت گرافیکی و سلسله‌مراتبی نمایش می‌دادند. آموزش با استفاده از این نقشه‌ها، دانش‌آموزان را به یادگیری فعال‌تر و درک عمیق‌تر مفاهیم تشویق کرد. برای ارزیابی اثربخشی این روش، پیش‌آزمونی برای سنجش دانش اولیه و پس‌آزمونی برای بررسی یادگیری مفاهیم برگزار شد. همچنین، آزمون تثبیت یادگیری دو هفته پس از آموزش برای بررسی ماندگاری مطالب انجام شد. تحلیل نتایج نشان داد که استفاده از مدل تونی بوزان به طور معناداری یادگیری و ماندگاری مفاهیم ریاضی را در دانش‌آموزان تقویت می‌کند.

روش اجرا به شرح ذیل است:

- قبل از شروع آموزش، یک پیش‌آزمون برای هر گروه انجام شد تا سطح دانش اولیه آن‌ها ارزیابی شود.
- به گروه آزمایش، آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی درس ریاضی داده شد.
- گروه کنترل، به شکل مرسوم درس ریاضی را یادگرفتند.
- پس از پایان آموزش، یک پس‌آزمون برای هر گروه انجام شد.
- یک آزمون یادگیری دو هفته بعد از پایان آموزش برای بررسی ماندگاری مطالب انجام شد.
- جنسیت و معدل دانش‌آموزان به عنوان متغیرهای کنترل در نظر گرفته شوند تا تأثیر این متغیرها بر نتایج کاهش یابد. طرح پژوهش در جدول ۲ آمده است:

جدول ۲. نگاره طرح پژوهشی

پس‌آزمون یک ماه بعد از آموزش (تکرار دوم)	پس‌آزمون دو هفته بعد از آموزش (تکرار اول)	پس‌آزمون در انتهای آموزش	آموزش به روش تصویرسازی ذهنی به دانش‌آموزان	پیش‌آزمون	گروه آزمایش دختر
پس‌آزمون یک ماه بعد از آموزش (تکرار دوم)	پس‌آزمون دو هفته بعد از آموزش (تکرار اول)	پس‌آزمون در انتهای آموزش	آموزش به روش تصویرسازی ذهنی به دانش‌آموزان	پیش‌آزمون	گروه آزمایش پسر
پس‌آزمون یک ماه بعد از آموزش (تکرار دوم)	پس‌آزمون دو هفته بعد از آموزش (تکرار اول)	پس‌آزمون در انتهای آموزش	آموزش به روش مرسوم	پیش‌آزمون	گروه کنترل دختر
پس‌آزمون یک ماه بعد از آموزش (تکرار دوم)	پس‌آزمون دو هفته بعد از آموزش (تکرار اول)	پس‌آزمون در انتهای آموزش	آموزش به روش مرسوم	پیش‌آزمون	گروه کنترل پسر

ابزارهای مورد استفاده در این پژوهش شامل نقشه‌های تصویرسازی ذهنی، سؤالات پیش‌آزمون و پس‌آزمون و آزمون‌ها و فعالیت‌های ارزیابی بودند که در ادامه توضیح داده شده‌اند. نقشه‌های تصویرسازی ذهنی به‌عنوان ابزار اصلی در این پژوهش برای اندازه‌گیری تأثیر آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی بر ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این نقشه‌ها توسط دانش‌آموزان به‌صورت دستی یا با استفاده از نرم‌افزارهای تصویرسازی ذهنی ایجاد می‌شوند. هر نقشه، تصویری از ساختار ذهنی دانش‌آموز نسبت به مفاهیم مطرح‌شده در دوره ریاضی ارائه می‌دهد. این نقشه‌ها به‌عنوان ابزار گرافیکی برای نمایش ارتباطات مفاهیم و افکار دانش‌آموزان به کار می‌روند. یک نقشه ذهنی برای درس الگوها و دنباله‌های پایه دهم تهیه گردید و به چند نفر از دبیران رشته علوم تجربی پایه دهم دوره متوسطه دوم ارائه شد تا نظر خود در مورد مناسب بودن محتوا و دشواری عبارات و اصطلاحات و ناآشنا بودن متون برای دانش‌آموزان بیان کنند. با توجه به پیشنهادها، دبیران اندکی تغییرات در متن صورت گرفت. پیش‌آزمون در هر دو گروه اجرا شد تا اطمینان حاصل شود که تفاوت‌های معناداری بین آن‌ها قبل از شروع پژوهش وجود ندارد. پس‌آزمون در گروه‌های کنترل و آزمایش انجام می‌شود تا تأثیر تصویرسازی ذهنی بررسی گردد. این آزمون‌ها شامل سؤالات چندگزینه‌ای، سؤالات تشریحی و تست‌های متنوع هستند. سؤالات پیش‌آزمون قبل از شروع آموزش به دانش‌آموزان ارائه می‌شود تا سطح ابتدایی دانش آن‌ها ارزیابی گردد. پس‌آزمون نیز پس از اتمام دوره آموزشی و با یک فاصله زمانی دو هفته‌ای و در دو تکرار (دو هفته بعد و یک ماه بعد) برگزار می‌شود تا میزان ماندگاری مفاهیم سنجیده شود.

برای اطمینان از روایی محتوایی ابزارها، از روش نظرخواهی متخصصان و دبیران مرتبط استفاده شده است. به این منظور، متن‌ها، نقشه‌های ذهنی و سؤالات پیش‌آزمون و پس‌آزمون به چند نفر از دبیران درس ریاضی پایه دهم ارائه شد. این دبیران نظرات خود را درباره مناسب بودن محتوا، دشواری عبارات، آشنایی یا ناآشنایی دانش‌آموزان با متون و میزان پوشش‌دهی اهداف آموزشی بیان کردند. پس از دریافت نظرات این متخصصان، اصلاحاتی در متن و ابزارها اعمال شد تا اطمینان حاصل شود که محتوا با اهداف پژوهش هم‌سو است و می‌تواند به‌طور دقیق و کامل مفاهیم مورد نظر را اندازه‌گیری کند. این رویکرد تضمین می‌کند که ابزارهای مورد استفاده،

به‌ویژه نقشه‌های ذهنی و سؤالات آزمون‌ها، با استانداردهای علمی و نیازهای آموزشی دانش‌آموزان همخوانی داشته و از روایی بالایی برخوردار باشند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها براساس میانگین، انحراف معیار و آزمون‌های تی مستقل و لوین انجام شد.

یافته‌های پژوهش

جدول ۳ به مقایسه میانگین‌های سن و معدل دانش‌آموزان با آزمون‌های تی مستقل و لوین می‌پردازد. در این جدول، ابتدا با استفاده از آزمون لوین برای برابری واریانس‌ها، تساوی واریانس‌ها بین گروه‌های کنترل و تجربی بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که تفاوت معناداری در واریانس‌ها وجود ندارد (آماره $F = 0.30$ ، $p\text{-value} = 0.58$ برای سن و $F = 0.42$ ، $p\text{-value} = 0.52$ برای معدل).

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های سن و معدل دانش‌آموزان در گروه‌های تجربی و کنترل با آزمون تی مستقل

متغیرها		آزمون لوین برای برابری واریانس‌ها		آزمون تی مستقل برای مقایسه میانگین‌ها	
		آماره F	p-value	t	df
سن	کنترل	۰٫۳۰	۰٫۵۸	۰٫۵۹	۷۸٫۰۰
	آزمایش	-	-	۰٫۵۹	۷۵٫۵۴
معدل	کنترل	۰٫۴۲	۰٫۵۲	۱٫۲۴	۷۸٫۰۰
	آزمایش	-	-	۱٫۲۴	۷۶٫۱۲

در جدول ۴، شاخص‌های توصیفی مرتبط با سن و معدل دانش‌آموزان براساس جنسیت (دختران و پسران) آورده شده است. براساس میانگین سن، دانش‌آموزان دختر در میانگین سنی برابر با ۱۶٫۲۸ و دانش‌آموزان پسر در میانگین سنی برابر با ۱۶٫۲۵ دارند. معدل دانش‌آموزان دختر نیز در میانگین برابر با ۱۵٫۴۶ و معدل دانش‌آموزان پسر در میانگین برابر با ۱۵٫۳۹ است.

جدول ۴. شاخص‌های توصیفی سن و معدل دانش‌آموزان بر حسب جنسیت

متغیرها		میانگین		فاصله اطمینان ۹۵ درصد		میان	انحراف معیار	کمترین مقدار	بیشترین مقدار	دامنه تغییرات
سن	دختر	۱۶٫۲۸	۱۶٫۰۸	۱۶٫۴۷	۱۶٫۰۰	۱۶٫۰۰	۰٫۶۰	۱۵٫۰۰	۱۸٫۰۰	۳٫۰۰
	پسر	۱۶٫۲۵	۱۶٫۰۸	۱۶٫۴۲	۱۶٫۰۰	۱۶٫۰۰	۰٫۵۴	۱۵٫۰۰	۱۸٫۰۰	۳٫۰۰
معدل	دختر	۱۵٫۴۶	۱۵٫۲۷	۱۵٫۶۶	۱۵٫۱۶	۱۵٫۱۶	۰٫۶۱	۱۴٫۱۰	۱۷٫۳۴	۳٫۲۴
	پسر	۱۵٫۳۹	۱۵٫۲۱	۱۵٫۵۷	۱۵٫۱۳	۱۵٫۱۳	۰٫۵۶	۱۴٫۱۰	۱۷٫۱۰	۳٫۰۰

در جدول ۵ مقایسه میانگین‌های سن و معدل دانش‌آموزان با آزمون تی مستقل و لوین براساس جنسیت آمده است.

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های سن و معدل دانش‌آموزان با توجه به جنسیت با آزمون تی مستقل

متغیرها		آزمون لوین برای برابری واریانس‌ها			آزمون تی مستقل برای مقایسه میانگین‌ها	
		آماره F	p-value	t	df	p-value
سن	دختر	۰٫۶۴	۰٫۴۳	۰٫۲۰	۷۸٫۰۰	۰٫۸۵
	پسر			۰٫۲۰	۷۷٫۲۷	۰٫۸۵
معدل	دختر	۰٫۴۵	۰٫۵۰	۰٫۵۲	۷۸٫۰۰	۰٫۶۱
	پسر			۰٫۵۲	۷۷٫۴۵	۰٫۶۱

در این جدول، ابتدا با استفاده از آزمون لوین برای برابری واریانس‌ها، تساوی واریانس‌ها بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که تفاوت معناداری در واریانس‌ها بر اساس جنسیت وجود ندارد (آماره F برای سن: ۰٫۶۴، $p\text{-value} = 0.43$ و برای معدل: ۰٫۵۰، $p\text{-value} = 0.52$). سپس با استفاده از آزمون تی مستقل، میانگین سن و معدل دانش‌آموزان بین دختران و پسران مقایسه شده است. در آزمون تی برای سن، آماره t برابر با ۰٫۲۰ و $p\text{-value}$ برابر با ۰٫۸۵ است که نشان می‌دهد تفاوت معناداری بین دختران و پسران در میانگین سن وجود ندارد. همچنین، در آزمون تی برای معدل، آماره t برابر با ۰٫۵۲ و $p\text{-value}$ برابر با ۰٫۶۱ است که نشان می‌دهد تفاوت معناداری بین دختران و پسران در میانگین معدل وجود نداشت.

بررسی فرضیه‌های پژوهش

فرضیه اول پژوهش: بین آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی و ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی در بین دانش‌آموزان دختر و پسر تفاوت معناداری وجود دارد.

برای بررسی این فرضیات از آزمون‌های آزمون تی همبسته و آنالیز کوواریانس استفاده شد. جدول ۷ نتایج آزمون مقایسه میانگین‌ها را در پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی بر ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی در بین دانش‌آموزان دختر و پسر با استفاده از آزمون تی همبسته نشان می‌دهد. در این جدول، میانگین و انحراف معیار نمرات برای هر دو گروه دختر و پسر در پیش‌آزمون و پس‌آزمون آورده شده است. همچنین، آماره تی همبسته، درجه آزادی و مقدار $p\text{-value}$ نیز برای هر گروه ارائه شده است.

در این پژوهش، هدف از آزمون تی همبسته بررسی تفاوت میانگین ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی در دو گروه دختر و پسر پیش و پس از آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی بود. نتایج جدول ۶ نشان می‌دهند که میانگین ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی در هر دو گروه دختر و پسر پس از آموزش افزایش یافته است. این افزایش معنادار با استفاده از آزمون تی همبسته تأیید شده است ($p\text{-value} < 0.05$).

جدول ۶. آزمون مقایسه میانگین‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در بین دانش‌آموزان دختر و پسر با آزمون تی همبسته

متغیر	گروه	فرضیات پژوهش	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	آماره تی	درجه آزادی	p-value*
			میانگین $\pm$ انحراف معیار	میانگین $\pm$ انحراف معیار			
نمرات درس ریاضی	دختر	فرضیه اول	۱۳,۷۴ $\pm$ ۲,۱۲	۱۴,۳۴ $\pm$ ۲,۶۶	-۲,۶۳۸	۳۹	۰,۰۱۲
	پسر		۱۳,۱۰ $\pm$ ۱,۹۳	۱۴,۸۴ $\pm$ ۲,۱۳	-۲,۷۱۱	۳۹	۰,۰۱۰

همچنین برای بررسی اثر آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی بر ماندگاری مطالب و مفاهیم درس ریاضی با کنترل اثر نمره پیش‌آزمون از تحلیل آنالیز کواریانس استفاده شده است که در جدول ۷ این نتایج ارائه شده است. مقدار آماره F نشان‌دهنده عدم اختلاف معنادار میان گروه‌ها بود. آماره F با معنی‌داری $p\text{-value} = 0.616$ نشان از عدم تفاوت معنادار نمرات پس‌آزمون در بین دانش‌آموزان دختر و پسر بود؛ یعنی نمرات پس‌آزمون هم دانش‌آموزان دختر و هم دانش‌آموزان پسر به یک میزان افزایش یافته است. اندازه اثر نیز با مقدار ۰,۰۰۳ نسبتاً کوچک بود.

با توجه به نتایج حاصل از آزمون تی همبسته و آنالیز کواریانس، می‌توان نتیجه گرفت که آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی تأثیر معناداری بر ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی در دانش‌آموزان دختر و پسر داشت. افزایش معنادار در ماندگاری پس از آموزش در هر دو گروه دانش‌آموزان دختر و پسر یکسان بود.

جدول ۷. آزمون آنالیز کواریانس برای بررسی اثر آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی بر ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی

متغیر	منبع	فرضیات پژوهش	مجموع مجذورها	درجه آزادی	میانگین تعدیل شده	آماره F	p-value	اندازه اثر
نمرات درس ریاضی	اثر گروه	فرضیه اول	۰,۶۴۴	۱	۰,۶۴۴	۰,۲۵۴	۰,۶۱۶	۰,۰۰۳
	خطا		۱۹۵,۲۰۰	۷۷	۲,۵۳۵			

*سطح معناداری ۰,۰۵ می‌باشد.

فرضیه دوم پژوهش: بین آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی و ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی در بین گروه کنترل و آزمایش تفاوت معناداری وجود دارد.

در جدول ۸، میانگین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در دو گروه کنترل و آزمایش آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که در گروه کنترل تفاوت معناداری در میانگین نمرات پیش و پس‌آزمون وجود ندارد ($p = 0.514$)، اما در گروه آزمایش تفاوت معناداری به وجود آمده است ($p\text{-value} < 0.0001$, $F(1, 78) = 4.105$). این نتایج نشان می‌دهد که آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی می‌تواند تأثیر مثبت و معناداری در افزایش نمرات درس ریاضی داشته باشد.

جدول ۸. آزمون مقایسه میانگین‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در دو گروه کنترل و آزمایش با آزمون تی همبسته

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	آماره تی	درجه آزادی	p-value*
		میانگین $\pm$ انحراف معیار	میانگین $\pm$ انحراف معیار			
نمرات درس ریاضی	کنترل	۱۳,۹۴ $\pm$ ۲,۲۱	۱۳,۹۷ $\pm$ ۲,۱۴	-۰,۵۱۴	۳۹	۰,۶۱
	آزمایش	۱۳,۹۰ $\pm$ ۱,۸۵	۱۵,۲۱ $\pm$ ۲,۵۲	-۴,۱۰۵	۳۹	<۰,۰۰۰۱

* سطح معناداری ۰,۰۵ می‌باشد.

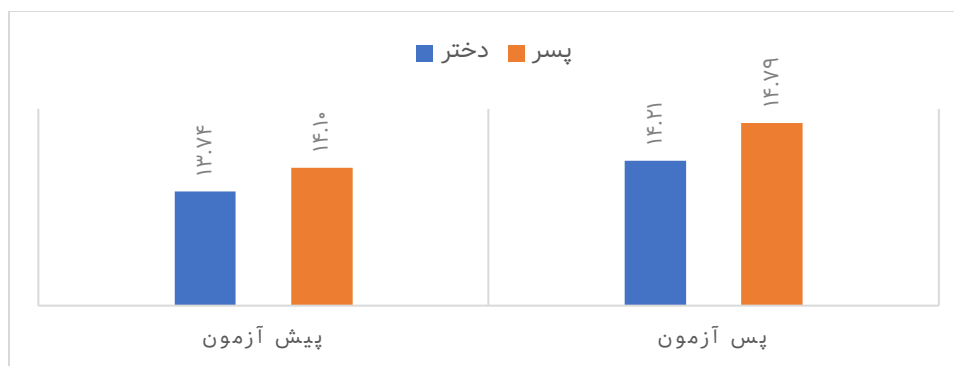
جدول ۹ نتایج آنالیز کواریانس نیز جهت بررسی اثر آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی بر ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی با کنترل اثر نمره پیش‌آزمون ارائه شده است. مقدار آماره F نشان‌دهنده اختلاف معنادار میان گروه‌ها بود. آماره F با معنی‌داری $p\text{-value} < 0.0001$ نشان از تفاوت معنادار نمرات پس‌آزمون در بین دو گروه کنترل و آزمایش بود؛ یعنی نمرات پس‌آزمون برای دانش‌آموزان گروه آزمایش افزایش یافته بود. اندازه اثر نیز با مقدار ۰,۱۶۴ بود که اثر متوسط آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی را نشان می‌دهد.

جدول ۹. آزمون آنالیز کواریانس برای بررسی اثر آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی بر ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی

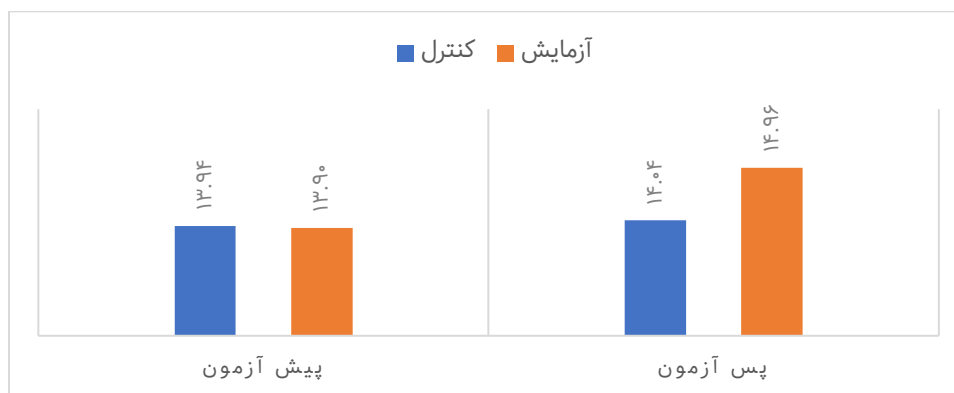
متغیر	منبع	مجموع مجزورها	درجه آزادی	میانگین تعدیل شده	آماره F	p-value*	اندازه اثر
نمرات درس ریاضی	اثر گروه	۳۲,۱۰۹	۱	۳۲,۱۰۹	۱۵,۱۱	<۰,۰۰۱	۰,۱۶۴
	خطا	۱۶۳,۷۳۵	۷۷	۲,۱۲۶			

* سطح معناداری ۰,۰۵ می‌باشد.

با توجه به نتایج حاصل از آزمون تی همبسته و آنالیز کواریانس، می‌توان نتیجه گرفت که آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی تأثیر معناداری بر ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی در دانش‌آموزان گروه آزمایش داشت. نمودار ۱ نیز میانگین نمرات درس ریاضی دانش‌آموزان را در دو کنترل و آزمایش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون و نمودار ۲ مقایسه روند میانگین نمرات در گروه‌ها را در پیش‌آزمون و پس‌آزمون و دو هفته بعد و یک ماه بعد از پس‌آزمون نشان می‌دهد.



نمودار ۱. مقایسه میانگین نمرات درس ریاضی در گروه‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون



نمودار ۲. مقایسه میانگین نمرات در گروه‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

فرضیه سوم پژوهش: بین آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی و ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی در بین دانش‌آموزان دختر و پسر گروه کنترل و آزمایش تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

برای مقایسه میانگین نمرات در پیش‌آزمون و پس‌آزمون و آزمون ماندگاری یادگیری برای آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی بر ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی در دو گروه کنترل و آزمایش و تأثیر جنسیت بر آن از آزمون آنالیز واریانس اندازه‌های تکراری استفاده شد.

جدول ۱۰. میانگین و انحراف معیار نمرات درس ریاضی بر حسب جنسیت و گروه‌بندی

متغیر گروه‌بندی	دسته‌ها	پیش‌آزمون		پس‌آزمون		آزمون ماندگاری تکرار اول		آزمون ماندگاری تکرار دوم	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
جنسیت	دختر	۱۳,۷۴	۲,۱۲	۱۴,۲۱	۲,۵۱	۱۴,۴۷	۲,۸۴	۱۴,۵۰	۲,۸۷
	پسر	۱۴,۱۰	۱,۹۳	۱۴,۷۹	۲,۱۰	۱۴,۸۹	۲,۲۶	۱۵,۰۱	۲,۲۲
	کل	۱۳,۹۲	۲,۰۲	۱۴,۵۰	۲,۳۲	۱۴,۶۸	۲,۵۶	۱۴,۷۵	۲,۵۶
گروه	کنترل	۱۳,۹۴	۲,۲۱	۱۴,۲۴	۲,۱۰	۱۳,۹۱	۲,۲۸	۱۳,۹۱	۲,۲۸
	آزمایش	۱۳,۹۰	۱,۸۵	۱۴,۹۶	۲,۴۶	۱۵,۴۵	۲,۶۲	۱۵,۵۹	۲,۵۷
	کل	۱۳,۹۲	۲,۰۲	۱۴,۵۰	۲,۳۲	۱۴,۶۸	۲,۵۶	۱۴,۷۵	۲,۵۶

با توجه به جدول ۱۱، میانگین و انحراف معیار نمرات دانش‌آموزان در دو دوره آزمایشی (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) و همچنین بر اساس دو گروه (دختران و پسران) و گروه‌های آزمایشی (کنترل و آزمایش) مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس این جدول، در دوره‌ی پیش‌آزمون، میانگین نمرات دختران و پسران به ترتیب ۱۳/۷۴ و ۱۴/۱۰ بوده است، در حالی‌که در پس‌آزمون، میانگین نمرات این دو گروه به ترتیب به ۱۴/۲۱ و ۱۴/۷۹ افزایش یافته است. از طرفی در پیش‌آزمون، در گروه کنترل میانگین نمرات ۱۳/۹۴، در گروه آزمایشی این میانگین ۱۳/۹۰، در پس-آزمون، در گروه کنترل میانگین نمرات ۱۴/۲۱ و در گروه آزمایشی این میانگین ۱۴/۹۶ بوده است.

جدول ۱۱. تحلیل کواریانس اندازه‌های تکراری برای بررسی اثر آموزش مبتنی بر تصویرسازی و جنسیت در ماندگاری مفاهیم درس ریاضی

توان مشاهده شده	پارامتر نامرکزی	اندازه اثر	p-value	درجه آزادی خطا	درجه آزادی فرضیه	آماره F	مقدار	اثرات
۰,۹۹۲	۲۵,۸۳۲	۰,۲۵۴	۰,۰۰۰	۷۶,۰۰۰	۳,۰۰۰	۸,۶۱۱	۰,۲۵۴	اثر پیلای ^۱
۰,۹۹۲	۲۵,۸۳۲	۰,۲۵۴	۰,۰۰۰	۷۶,۰۰۰	۳,۰۰۰	۸,۶۱۱	۰,۷۴۶	لمبدا ^۲ ویلکس
۰,۹۹۲	۲۵,۸۳۲	۰,۲۵۴	۰,۰۰۰	۷۶,۰۰۰	۳,۰۰۰	۸,۶۱۱	۰,۳۴۰	اثر هاتلینگ ^۳
۰,۹۹۲	۲۵,۸۳۲	۰,۲۵۴	۰,۰۰۰	۷۶,۰۰۰	۳,۰۰۰	۸,۶۱۱	۰,۳۴۰	بزرگ‌ترین ریشه روی ^۴
۰,۴۳۲	۵,۱۴۷	۰,۰۶۳	۰,۱۷۱	۷۶,۰۰۰	۳,۰۰۰	۱,۷۱۶	۰,۰۶۳	اثر پیلای
۰,۴۳۲	۵,۱۴۷	۰,۰۶۳	۰,۱۷۱	۷۶,۰۰۰	۳,۰۰۰	۱,۷۱۶	۰,۹۳۷	لمبدا ویلکس
۰,۴۳۲	۵,۱۴۷	۰,۰۶۳	۰,۱۷۱	۷۶,۰۰۰	۳,۰۰۰	۱,۷۱۶	۰,۰۶۸	اثر هاتلینگ
۰,۴۳۲	۵,۱۴۷	۰,۰۶۳	۰,۱۷۱	۷۶,۰۰۰	۳,۰۰۰	۱,۷۱۶	۰,۰۶۸	بزرگ‌ترین ریشه روی

جدول ۱۲ نتایج آزمون واریانس چندمتغیره (MANOVA) را نشان می‌دهد که تأثیر متغیرهای جنسیت و مداخله آموزشی بر ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی بین دانش‌آموزان مورد بررسی قرار گرفته است. در این تحلیل، تأثیر جنسیت در ماندگاری مفاهیم و تأثیر مداخله آموزشی بر تفاوت معنادار بین گروه کنترل و آزمایش در ماندگاری مفاهیم و تأثیر توام این دو عامل بر در ماندگاری مفاهیم مورد بررسی قرار گرفت. در بررسی تأثیر جنسیت و مداخله آموزشی مبتنی بر تصویرسازی ذهنی بر ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی نتایج نشان داد که تمامی معیارها به‌طور معناداری متفاوت بودند ($p < 0.05$). بنابراین، می‌توان ادعا کرد که حداقل یکی از فاکتورها (آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی و جنسیت) تأثیر معناداری بر ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی دارند.

¹Pillai's Trace
²Wilks' Lambda
³Hotelling's Trace
⁴Roy's Largest Root

جدول ۱۲. تحلیل اثر گروه و اثر توام گروه و جنسیت بر متغیرهای وابسته

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	معناداری
فاکتور	کرویت (همسانی واریانس‌ها)	۳	۱۱,۴۲۹	۱۶,۸۳۲	۰,۰۰۰
	گرین هاوس- گیزر	۱,۵۲۰	۲۲,۵۵۲	۱۶,۸۳۲	۰,۰۰۰
	هوین-فلت	۱,۶۰۶	۲۱,۳۴۷	۱۶,۸۳۲	۰,۰۰۰
	حد پایین- حد بالا	۱,۰۰۰	۳۴,۲۸۷	۱۶,۸۳۲	۰,۰۰۰
فاکتور جنسیت	کرویت (همسانی واریانس‌ها)	۳	۰,۱۳۹	۰,۲۰۵	۰,۸۹۳
	گرین هاوس- گیزر	۱,۵۲۰	۰,۲۷۵	۰,۲۰۵	۰,۷۵۳
	هوین-فلت	۱,۶۰۶	۰,۲۶۰	۰,۲۰۵	۰,۷۶۶
	حد پایین- حد بالا	۱,۰۰۰	۰,۴۱۸	۰,۲۰۵	۰,۶۵۲
فاکتور گروه	کرویت (همسانی واریانس‌ها)	۳	۱۲,۱۷۲	۱۷,۹۲۶	۰,۰۰۰
	گرین هاوس- گیزر	۱,۵۲۰	۲۴,۰۱۸	۱۷,۹۲۶	۰,۰۰۰
	هوین-فلت	۱,۶۰۶	۲۲,۷۳۴	۱۷,۹۲۶	۰,۰۰۰
	حد پایین- حد بالا	۱,۰۰۰	۳۶,۵۱۵	۱۷,۹۲۶	۰,۰۰۰
فاکتور جنسیت- گروه	کرویت (همسانی واریانس‌ها)	۳	۰,۰۲۸	۰,۰۴۲	۰,۹۸۹
	گرین هاوس- گیزر	۱,۵۲۰	۰,۰۵۶	۰,۰۴۲	۰,۹۲۲
	هوین-فلت	۱,۶۰۶	۰,۰۵۳	۰,۰۴۲	۰,۹۳۱
	حد پایین- حد بالا	۱,۰۰۰	۰,۰۸۵	۰,۰۴۲	۰,۸۳۹
خطا	کرویت (همسانی واریانس‌ها)	۲۲۸	۰,۶۷۹		
	گرین هاوس- گیزر	۱۱۵,۵۴۶	۱,۳۴۰		
	هوین-فلت	۱۲۲,۰۷۰	۱,۲۶۸		
	حد پایین- حد بالا	۷۶,۰۰۰	۲,۰۳۷		

در جدول ۱۳، اثر گروه بر متغیرهای وابسته با استفاده از آزمون‌های مختلف با در نظر گرفتن فرضیه‌های مختلف بررسی شده است. نتایج حاصل از تست‌های همسانی واریانس‌ها و تصحیح‌های مختلف آن نشان می‌دهد که اثر گروه بر متغیرهای وابسته معنی‌دار است ($p < 0.05$). برای تصحیح شرایط همبستگی متغیرها، از روش‌های گرین هاوس گیزر، هوین فلت، حد پایین- حد بالا استفاده شده است که تفاوت معنی‌داری در نتایج محاسبه‌شده تحت تأثیر این تصحیح‌ها را نشان می‌دهد.

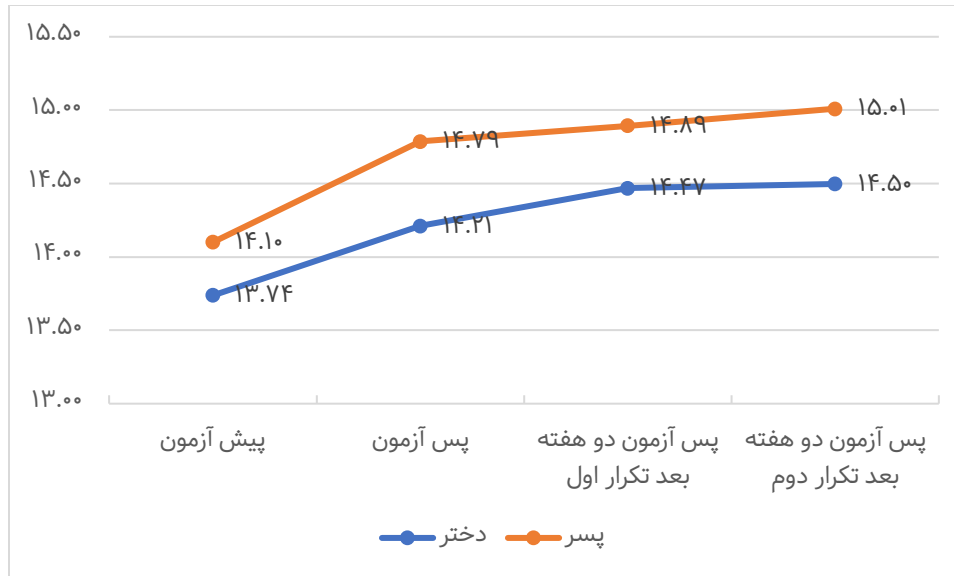
جدول ۱۳. تحلیل واریانس اثر متغیرها بر ماندگاری مفاهیم ریاضی

آزمون اثرات بین گروه‌ها ^۱					
منبع تغییرات	مجموع مربعات نوع ۳	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره آزمون	p-value
عرض از مبدا	۶۶۹۳۶,۶۲۴	۱	۶۶۹۳۶,۶۲۴	۳۵۰۵,۵۰۹	۰,۰۰۰
جنسیت	۱۴,۰۱۵	۱	۱۴,۰۱۵	۰,۷۳۴	۰,۳۹۴
گروه	۸۰,۵۵۷	۱	۸۰,۵۵۷	۴,۲۱۹	۰,۰۴۳
گروه*جنسیت	۴۲,۳۸۵	۱	۴۲,۳۸۵	۲,۲۲۰	۰,۱۴۰
خطا	۱۴۵۱,۱۹۷	۷۶	۱۹,۰۹۵		

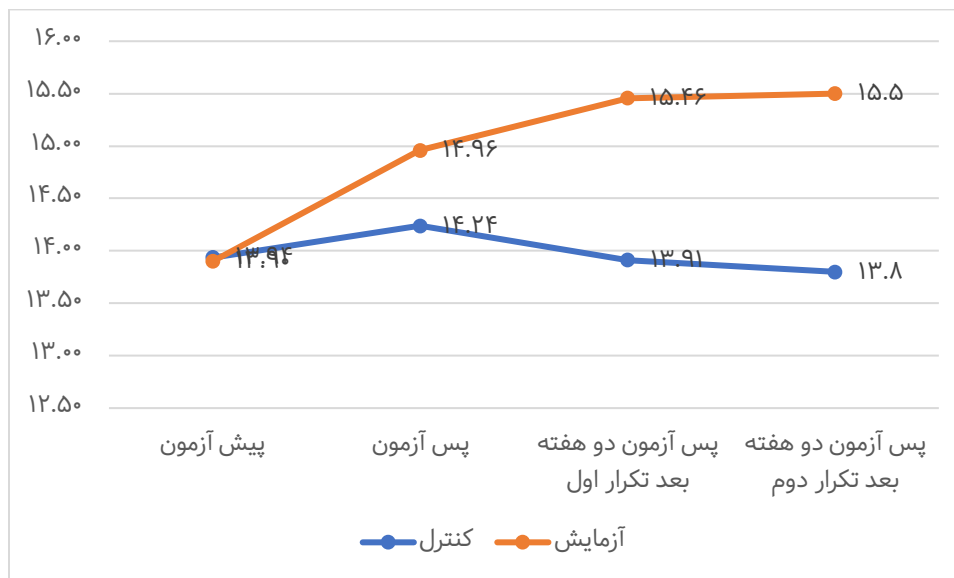
جدول ۱۴ نتایج تحلیل واریانس چند متغیره (MANOVA) نشان می‌دهد که جنسیت (sex) تأثیر معنی‌داری بر ماندگاری مفاهیم و مطالب درسی ریاضی نداشته است ($F(1, 76) = 0.734, p = 0.394$). تمامی معیارها تفاوت معناداری نداشتند ($p < 0.05$). در مورد فرضیه اول، نتایج آزمون MANOVA نشان می‌دهد که تفاوت معناداری بین دختران و پسران در ماندگاری مفاهیم وجود ندارد ($p < 0.05$). مقدار اندازه اثر نیز بسیار کم است که نشان می‌دهد تأثیر ضعیفی از جنسیت بر متغیر وابسته وجود دارد. این نتایج نشان می‌دهد که متغیر وابسته تحت تأثیر جنسیت قرار نمی‌گیرد و این نتیجه به این معنی است که تفاوت معناداری بین دختران و پسران در روش‌های آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی برای افزایش ماندگاری مفاهیم ریاضی وجود ندارد.

با توجه به نتایج حاصل از آزمون آنالیز واریانس اندازه‌های تکراری، می‌توان نتیجه گرفت که آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی تأثیر معناداری بر ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی در دانش‌آموزان گروه آزمایش داشت. نمودار ۳ نیز میانگین نمرات درس ریاضی دانش‌آموزان را در دو کنترل و آزمایش در پیش‌آزمون و پس-آزمون آزمون‌های تثبیت یادگیری در دو گروه دختر و پسر نشان می‌دهد که نشان‌دهنده روند افزایشی نمرات در هر دو گروه دختر و پسر است. در نتیجه آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی تأثیر معناداری بر ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی باعث افزایش نمرات درس ریاضی، هم در دانش‌آموزان دختر و هم دانش‌آموزان پسر به یک اندازه گردیده بود و جنسیت به‌عنوان متغیر تعدیل‌کننده، اثر معناداری نداشت.

¹ Tests of Between-Subjects Effects



نمودار ۳. مقایسه روند میانگین نمره درس ریاضی در گروه‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون و دو هفته بعد از پس‌آزمون نمودار ۴ مقایسه روند میانگین نمرات در گروه‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون و دو هفته بعد و یک ماه بعد از پس‌آزمون را در دو گروه کنترل و آزمایش نشان می‌دهد که نشان‌دهنده افزایش نمرات در گروه آزمایش و عدم تغییر معنادار نمرات در گروه کنترل است.



نمودار ۴. مقایسه روند میانگین نمرات در گروه‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون و دو تکرار دو هفته‌ای بعد از پس‌آزمون

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش به بررسی تأثیر آموزش مبتنی بر تصویرسازی ذهنی بر ماندگاری مفاهیم و مطالب درس ریاضی در میان دانش‌آموزان پایه دهم پرداخت. نتایج نشان داد که این نوع آموزش تأثیر معناداری بر افزایش ماندگاری مطالب دارد و در مقایسه با روش‌های سنتی آموزشی، عملکرد بهتری در تثبیت دانش ارائه می‌کند. بررسی‌های انجام‌شده با استفاده از آزمون تی همبسته و آنالیز کواریانس نشان داد که دانش‌آموزانی که از روش تصویرسازی ذهنی بهره برده‌اند، نمرات بالاتری در آزمون‌های پس‌آزمون و آزمون‌های تثبیت یادگیری به دست آوردند. این امر

حاکی از آن است که تصویرسازی ذهنی نه تنها به درک بهتر مفاهیم کمک می‌کند، بلکه باعث تقویت حافظه بلندمدت نیز می‌شود.

از دیگر یافته‌های مهم این پژوهش، عدم تأثیر معنادار جنسیت بر نتایج یادگیری بود. تحلیل داده‌ها نشان داد که تأثیر تصویرسازی ذهنی بر ماندگاری مفاهیم، بین دختران و پسران تفاوتی ندارد و هر دو گروه به‌طور مساوی از این روش بهره‌مند شدند. این نتیجه نشان‌دهنده اثربخشی عمومی این روش و عدم محدودیت آن به جنسیت خاص است. همچنین، بررسی نتایج نشان داد که گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل عملکرد بهتری داشت؛ در حالی که گروه کنترل که آموزش به روش سنتی دریافت کرده بودند، تغییر معناداری در نمرات پس‌آزمون و آزمون‌های تثبیت یادگیری نشان ندادند، گروه آزمایش که از تصویرسازی ذهنی بهره‌مند بودند، بهبود قابل‌توجهی در عملکرد داشتند. این نتایج با مطالعاتی نظیر پژوهشات بوران و فیلیکوف (۲۰۱۵) و زارع و صالح میر حسینی (۱۳۹۱) که به نقش مؤثر تصویرسازی ذهنی در بهبود یادگیری و تثبیت مطالب اشاره کرده‌اند، تطابق دارد.

تصویرسازی ذهنی به دلیل ایجاد ارتباطات بصری قوی در ذهن، موجب درک بهتر مفاهیم انتزاعی ریاضی می‌شود. این روش با استفاده از تجسم بصری و تبدیل مفاهیم پیچیده به تصاویر ملموس، فرآیند رمزگذاری اطلاعات را در حافظه تسهیل کرده و بازیابی آن‌ها را ممکن می‌کند. نتایج حاصل از این پژوهش بر اهمیت استفاده از روش‌های نوین آموزشی تأکید داشته و پیشنهاد می‌شود که تصویرسازی ذهنی به‌عنوان یک استراتژی مؤثر در برنامه‌های آموزشی ریاضی گنجانده شود.

با توجه به یافته‌های این پژوهش، پیشنهاد می‌شود که معلمان و سیاست‌گذاران آموزشی به جای تأکید بر روش‌های حفظ‌محور، به روش‌های مبتنی بر تفکر خلاق و تصویرسازی ذهنی روی آورند. همچنین، لازم است آموزش‌های لازم به معلمان ارائه شود تا بتوانند از این روش‌ها در کلاس‌های خود استفاده کنند. پژوهش‌های آینده می‌توانند به بررسی تأثیرات بلندمدت این روش بر عملکرد تحصیلی و خلاقیت دانش‌آموزان در مقاطع تحصیلی مختلف بپردازند.

پیشنهادهای کاربردی حاصل از پژوهش حاضر می‌توانند به‌عنوان راهکاری عملی برای بهبود کیفیت آموزش در مدارس به کار روند. یکی از مهم‌ترین توصیه‌ها، بهره‌گیری از روش تصویرسازی ذهنی در تدریس مفاهیم پیچیده و انتزاعی مانند ریاضی است. این روش با ایجاد تصاویر ملموس در ذهن دانش‌آموزان، نه تنها درک مفاهیم را آسان‌تر می‌کند، بلکه موجب تقویت حافظه بلندمدت و ماندگاری مطالب می‌شود. به همین دلیل، پیشنهاد می‌شود معلمان در برنامه‌های آموزشی خود از ابزارهای تصویرسازی ذهنی و نرم‌افزارهای مرتبط استفاده کنند و از تکنیک‌های خلاقانه برای به‌تصویر کشیدن مفاهیم بهره ببرند.

همچنین، تدوین و اجرای برنامه‌های آموزشی برای معلمان ضروری است تا آن‌ها را با روش تصویرسازی ذهنی و کاربردهای آن در آموزش آشنا کند. برگزاری کارگاه‌های آموزشی و تولید کتاب‌های کمک‌آموزشی با محوریت تصویرسازی ذهنی می‌تواند به معلمان و دانش‌آموزان کمک کند تا از این روش به‌صورت مؤثر بهره ببرند. علاوه بر این، گسترش استفاده از این رویکرد به دروس دیگر مانند علوم تجربی و فیزیک که مفاهیمی انتزاعی و پیچیده دارند، می‌تواند اثربخشی این روش را در ارتقاء کیفیت یادگیری تقویت کند.

برای بهبود نظام آموزشی و بهره‌گیری از روش‌های نوین، پیشنهاد می‌شود روش‌های سنتی تدریس مورد بازنگری قرار گیرد و جایگزینی آن‌ها با روش‌هایی مانند تصویرسازی ذهنی در دستور کار قرار گیرد. علاوه بر این، توسعه فناوری‌های آموزشی نظیر شبیه‌سازها، اپلیکیشن‌های تعاملی و استفاده از واقعیت مجازی می‌تواند این رویکرد را تقویت و فرآیند یادگیری را برای دانش‌آموزان جذاب‌تر و اثربخش‌تر کند.

درنهایت، پژوهشات بیشتر در حوزه اثرگذاری روش تصویرسازی ذهنی در مقاطع مختلف تحصیلی و دروس گوناگون ضروری است. نتایج پژوهش حاضر می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای طراحی برنامه‌های آینده و ارزیابی اثربخشی این روش در ارتقاء مهارت‌های یادگیری، تفکر خلاقانه و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان مورد استفاده قرار گیرد. توجه به این پیشنهادات، گامی مؤثر در راستای بهبود آموزش و پرورش و توسعه مهارت‌های دانش‌آموزان خواهد بود.

منابع

- زارع، حسین، صالح میرحسینی، وحیده (۱۳۹۱). بررسی اثر مداخله‌ای تصویرسازی ذهنی تعاملی و بار هیجانی کلمات بر یادآوری و بازشناسی. روان‌شناسی تربیتی (روان‌شناسی و علوم تربیتی). ۸(۲۵):۱۳۷-۱۵۳.
- عیسی خانی، عاطفه، شمسی، شراره (۱۴۰۰). تصویرسازی ذهنی در آموزش ریاضی، یازدهمین کنفرانس ملی روان‌شناسی، علوم تربیتی و اجتماعی. بابل: مؤسسه علمی تحقیقاتی کومه‌علم آوران دانش.
- Aydin, D., & Aytakin, C. (2019). Controlling mathematics anxiety by the views of guidance and psychological counseling candidates. *European Journal of Educational Research*, 8(2), 421-431.
- Brooks, J.O., Fridman, L., Gibson, J.M., and Yesavage, J.A. (1993). Spontaneous mnemonic strategies used by older and younger adults to remember proper names. *Memory*, 1, 393-407.
- Buran, A., & Filyukov, A. (2015). Mind Mapping Technique in Language Learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 206, 215-218.
- <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.10.010>.
- Colliander, H., & Fejes, A. (2021). The re-emergence of Suggestopedia: teaching a second language to adult migrants in Sweden. *Language, Culture and Curriculum*, 34(1), 51-64.
- Edmunds, J. A., Gicheva, D., Thrift, B., & Hull, M. (2021). High tech, high touch: The impact of an online course intervention on academic performance and persistence in higher education. *The Internet and Higher Education*, 49, 100790.
- <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2020.100790>.
- Francisco José Sánchez Cuesta, Yeray González-Zamorano, Marcos Moreno-Verdú (2024). effects of motor imagery based neurofeedback training after bilateral repetitive transcranial magnetic stimulation on post-stroke upper limb motor function: an exploratory crossover clinical trial. *medical journals sweden ab in journal of rehabilitation medicine* vol. 56 on march 7, 2024.
- doi:10.2340/jrm.v56.18253.
- Hidayat, Yusuf, Yudiana, Yunyun, Hambali, Burhan (2023). The effect of the combined self-talk and mental imagery program on the badminton motor skills and self-confidence of youth beginner student-athletes. *Springer Science and Business Media LLC in BMC Psychology* vol. 11(1) on February 3, 2023.
- doi:10.1186/s40359-023-01073-x.
- Heise, Max, Brujniks, Sanne J. E., Renner, Fritz (2024). Web-based imagery behavioral activation (WIMBA): Study protocol for a randomized controlled trial testing the

effects, acceptability, and feasibility of a mental imagery activity scheduling training delivered online. Leibniz Institute for Psychology (ZPID) in Clinical Psychology in Europe vol. 6(2) on June 28, 2024.

doi:10.32872/cpe.12133

Liu, Yizhen, Yingxin Tong, Yuqi Yang(2018).The Application of Mind Mapping into College Computer Programming Teaching, Procedia Computer Science, Volume 129,Pages 66-70, ISSN 1877-0509,

<https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.03.047>.

Mao, Ningning , Tuerxun, Reyihangu, Xing, Yuxuan (2023). Can mental imagery boost the effect of the positive cognitive bias modification of interpretation (CBM-I) on interpretation bias and memory bias? Elsevier BV in Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry vol. 79 on June 1, 2023.

doi:10.1016/j.jbtep.2023.101838.

Shuai, Ruichong , Fatima Ahmed-Leitao, Jenny Bloom (2024). Brief online negative affect focused functional imagery training (FIT) improves four-week drinking outcomes in hazardous student drinkers: A pilot randomised controlled trial replication in South Africa. Elsevier BV in Addictive behaviors reports vol. 19 on April 8, 2024.

doi:10.1016/j.abrep.2024.100540.

Takaoka, Tetsuya , Hashimoto, Keiji , Sayaka Aoki (2024). Effects of the abacus-based mental calculation training application "SoroTouch" on cognitive functions: A randomized controlled trial. Public Library of Science (PLOS) in PloS one vol. 19(3) on March 12, 2024.

doi:10.1371/journal.pone.0299201.