

The Effect of Mathematical Mnemonics on Academic Performance and Test Anxiety Among 11th-Grade Female Students in District 4 of Isfahan

[DOI: 10.22070/tr.2025.19000.1581](https://doi.org/10.22070/tr.2025.19000.1581)

Batool Basiri ^{*1}, Asiyeh Ebrahimzadeh ², Azam Basiri ³

1. Department of Educational Science, Farhangian University, P. O. Box 14665-889, Tehran, Iran. (Corresponding Author)
Email: b.basiri@cfu.ac.ir
2. Department of Mathematics Education, Farhangian University, P. O. Box 14665-889, Tehran, Iran.
Email: a.ebrahimzadeh@cfu.ac.ir
3. Master's Degree in Pure Mathematics from Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
Email: az.basiri320@gmail.com

Received on: 05/04/2024

Revised on: 13/04/2025

Accepted on: 25/08/2025



Research
Article

Vol. 23, No. 1, Serial 43
Spring & Summer
2026
pp: 101-126

Abstract

Aim and introduction: The ability to apply mathematics to both everyday and abstract problems is one of the essential goals of mathematics education. According to the National Curriculum, the primary purpose of mathematics as a major area of learning is to prepare individuals for a better life by enabling them to solve the issues and challenges they encounter more effectively. Although mathematics is crucial for learning and many social behaviors, many students avoid the subject or struggle to demonstrate the necessary skills and abilities, often experiencing mathematics anxiety. In this context, mnemonics, as a cognitive strategy, have significant potential to enhance learning. Mathematics is a core subject at various educational levels, and strengthening learners' relationship with it is an important step toward improving student outcomes across different stages of education. Accordingly, to facilitate, sustain, and consolidate learners' understanding, the present study aims to examine the effect of instruction using mnemonics on academic performance and the reduction of test anxiety among eleventh-grade female students studying mathematics in high schools in the city of Isfahan.

Methodology: This study employed a quasi-experimental research design (pretest–posttest) with a control group. The statistical population comprised all eleventh-grade female students in the mathematics track at the upper-secondary level in District 4 of Isfahan during the 2022–2023 academic year. The total number of these students was 154, all of whom had mathematics as one of their core courses that year. The sample consisted of 30 eleventh-grade female students in the mathematics track, selected through multi-stage cluster random sampling. These students were then assigned, using the same method, to an experimental group and a control group. The experimental group received instruction through mnemonics, whereas the control group received traditional instruction and did not undergo any intervention. The independent variable was instruction using mnemonics, while the dependent variables were students' academic performance and test anxiety. Control variables included age, gender, and pretest scores. Eleventh-grade students in the mathematics track were chosen due to the significance of this stage in developing an understanding of abstract and complex mathematical concepts. At this level, students engage with topics such as calculus, algebra, number theory, analytic geometry, and probability, which require logical thinking, mental abstraction, and the ability to connect mathematical symbols with practical applications. Data collection instruments included academic performance measures and Sarason's Test Anxiety Questionnaire (1984). Academic

Received on: 05/04/2024

Revised on: 13/04/2025

Accepted on: 25/08/2025



**Research
Article**

Vol. 23, No. 1, Serial 43

Spring & Summer

2026

pp: 101-126

performance was assessed by comparing students' test results before and after the intervention. Two teacher-made five-item tests, aligned with the instructional content and incorporating the mathematical concepts presented in the mnemonics, were administered as a pretest (Cronbach's $\alpha = 0.85$) and a posttest ($\alpha = 0.83$). Test anxiety was measured at two points—pretest and posttest—to evaluate the effect of mnemonic instruction on reducing anxiety. Statistical analyses were conducted using SPSS version 23. Data analysis proceeded at two levels: descriptive and inferential. Descriptive statistics included means and standard deviations. For inferential analysis, multivariate analysis of covariance (MANCOVA) was employed, along with Levene's test and the Kolmogorov-Smirnov test.

Finding: Based on the inferential data, the results of the multivariate analysis of covariance (MANCOVA) showed a significant difference between the groups in students' mathematics performance scores at the posttest stage ($P < 0.05$). In other words, the MANCOVA results indicated a significant difference in mathematics performance scores between the experimental and control groups at posttest, demonstrating that instruction using mnemonics effectively increased students' performance scores. Moreover, the MANCOVA revealed no significant difference between the groups in students' test anxiety scores at posttest ($P > 0.05$), indicating that mnemonic instruction did not reduce test anxiety. In conclusion, these findings support the notion that mnemonic tools are specific techniques, and that mathematics instruction based on these tools—compared to the lecture method—has a substantial effect on enhancing students' retention, learning, and understanding, ultimately improving their academic performance.

Discussion and Conclusions: The findings showed that instruction using mathematical mnemonics increased students' performance scores. According to information-processing theory, working memory plays a key role in learning, and the use of mnemonics reduces cognitive load, thereby facilitating the processes of encoding and retrieving information. Moreover, cognitive load theory suggests that learning is optimized when extraneous cognitive load is minimized; therefore, mnemonic words, as an educational tool, effectively reduce extraneous cognitive load and consequently improve students' academic performance. Additionally, according to Ausubel's theory of meaningful learning, when students relate new information to their prior knowledge structures, they achieve better understanding and recall. Mnemonics facilitate this process by creating meaningful connections between new information and prior knowledge. Overall, the results of this study indicate that mathematical mnemonics can be an effective strategy in mathematics instruction and can enhance students' academic performance. However, to reduce test anxiety, it is recommended that other stress-reduction strategies be used alongside this method.

Keywords: Mnemonic Instruction, Academic Performance, Test Anxiety, Teaching Method, Mathematics Education.

تأثیر یادیارهای ریاضی بر عملکرد تحصیلی و اضطراب امتحان دانش آموزان دختر پایه یازدهم ناحیه ۴ اصفهان

DOI: 10.22070/tr.2025.19000.1581

بتول بصیری^{۱*}، آسیه ابراهیمزاده^۲ و اعظم بصیری^۳

۱. گروه آموزش علوم تربیتی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۸۸۹-۱۴۶۶۵، تهران، ایران.
(نویسنده مسئول)
Email: b.basiri@cfu.ac.ir

۲. گروه آموزش ریاضی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۸۸۹-۱۴۶۶۵، تهران، ایران.
Email: a.abrahimzadeh@cfu.ac.ir

۳. فوق لیسانس ریاضی محض از دانشگاه صنعتی اصفهان.
Email: az.basiri320@gmail.com

چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر آموزش یادیارها بر عملکرد تحصیلی و کاهش اضطراب دانش آموزان دختر پایه یازدهم دبیرستان‌های اصفهان در درس ریاضی است. روش پژوهش از نوع پژوهش‌های شبه آزمایشی، پیش‌آزمون پس‌آزمون با گروه کنترل است. جامعه آماری آن همه دانش آموزان دختر پایه یازدهم رشته ریاضی مقطع متوسطه دوم ناحیه ۴ اصفهان در سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ بود که براساس روش نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای چندمرحله‌ای ۳۰ دانش آموز انتخاب شدند. به منظور گردآوری داده‌های پژوهش از آزمون عملکرد تحصیلی و پرسش‌نامه اضطراب امتحان سرسون (۱۹۸۴) استفاده شد و داده‌ها با روش آماری تحلیل کوواریانس چندمتغیره بررسی شدند.

نتایج: براساس داده‌های استنباطی نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیره نشان داد بین گروه‌ها در «نمره‌های عملکرد» دانش آموزان در درس ریاضی در مرحله پس‌آزمون ($P < 0/05$) تفاوت معنادار وجود دارد؛ یعنی آموزش یادیارها توانسته است نمره‌های عملکرد دانش آموزان را افزایش دهد. همچنین تحلیل کوواریانس چندمتغیره بین گروه‌ها نشان داد در «نمره‌های اضطراب امتحان» دانش آموزان در مرحله پس‌آزمون ($P > 0/05$) تفاوت معناداری وجود ندارد و آموزش یادیارها نتوانسته است نمره‌های اضطراب امتحان دانش آموزان را کاهش دهد.

بحث و نتیجه‌گیری: آموزش یادیارهای ریاضی توانسته است نمره‌های عملکرد دانش آموزان را افزایش دهد؛ چون طبق نظریه «پردازش اطلاعات» حافظه کاری نقش کلیدی در یادگیری دارد و استفاده از یادیارها توانسته است با کاهش بار شناختی موجب تسهیل فرایند رمزگذاری و بازیابی اطلاعات شود. همچنین مطابق با نظریه «بار شناختی» یادگیری زمانی بهینه خواهد بود که بار شناختی غیرضروری کاهش یابد؛ از این رو کلمه‌های یادیار همچون ابزاری آموزشی توانسته است بار شناختی غیرضروری را کاهش دهد و در نتیجه موجب بهبود عملکرد تحصیلی دانش آموزان شود؛ به علاوه براساس نظریه «یادگیری معنادار» زمانی که دانش آموزان اطلاعات جدید را با ساختار دانش قبلی خود مرتبط می‌کنند، درک و یادآوری بهتری خواهند داشت؛ بنابراین یادیارها از طریق ایجاد ارتباط‌های معنادار میان اطلاعات جدید و دانش پیشین این فرایند را تسهیل کرده‌اند.

واژگان کلیدی: آموزش یادیارها، عملکرد تحصیلی، اضطراب امتحان، روش تدریس، آموزش ریاضی.

نشریه علمی
پژوهش‌های
آموزش و یادگیری

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۱۷
تاریخ اصلاحات: ۱۴۰۴/۰۱/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۰۳



مقاله پژوهشی

Journal of
Training & Learning
Researches

Vol. 23, No. 1, Serial 43

Spring & Summer
2026

دوره ۲۳، شماره ۱، پیاپی ۴۳
بهار و تابستان ۱۴۰۵
صص: ۱۲۶-۱۰۱

مقدمه

ریاضیات و کاربردهای آن بخشی از زندگی روزانه و در جهت حل مشکل‌های زندگی در حوزه‌های مختلف به شمار می‌آید که کاربردهای وسیع در فعالیت‌های متفاوت انسانی دارد. وجه مهم ریاضی توانمندسازی انسان برای توصیف دقیق موقعیت‌های پیچیده و پیش‌بینی و کنترل وضعیت‌های ممکن مادی طبیعی، اقتصادی و اجتماعی است؛ بنابراین توانایی به‌کارگیری ریاضی در حل مسائل روزمره و انتزاعی از اهداف اساسی آموزش ریاضی است [۱].

درواقع هدف اصلی ریاضیات در جایگاه حوزه مهم یادگیری در برنامه درسی ملی آن است که افراد را برای زندگی بهتر در جامعه آماده کند تا افراد بتوانند مسائل و مشکل‌هایی را که در زندگی روزمره با آن مواجه می‌شوند، بهتر حل کنند. در دنیای امروز دانستن ریاضیات برای دانش‌آموزان به شکل اولویت مهم جهانی درآمده است؛ به‌گونه‌ای که شایستگی در ریاضیات پیش‌بینی‌کننده نیرومندی برای موفقیت‌های اقتصادی و شغلی فرد در آینده محسوب می‌شود [۲]. اگرچه ریاضی برای یادگیری و اعمال بسیاری از رفتارهای اجتماعی بسیار مهم است، اما در علوم اجتماعی و حتی علوم رفتاری بسیاری از دانش‌آموزان از ریاضی اجتناب می‌کنند یا حتی قادر به نشان دادن ظرفیت‌ها و توانایی‌های مناسب خود نیستند؛ به‌عبارت‌دیگر آن‌ها اغلب با اضطراب ریاضی^۱ مواجه می‌شوند [۳]. اضطراب ریاضی^۲ را اولین بار درگر و آیکن^۳ همچون اصطلاحی جدید برای توصیف دشواری نگرش دانش‌آموزان در رابطه با ریاضیات معرفی کردند. این مشکل پدیده‌ای با واکنش منفی است؛ البته در موقعیتی که نیاز به استفاده از دانش ریاضی دارد [۴]. این امر به‌ویژه در محیط مدرسه وجود دارد و به‌طور مستقیم به تجارب آموزشی ناکافی از موضوع ریاضی مربوط می‌شود [۵]. اضطراب ریاضی به

بروز حالت ناراحتی در زمانی که دانش‌آموز می‌خواهد تکالیف ریاضی را انجام دهد، گفته می‌شود و شامل حالاتی همچون دوست نداشتن، نگرانی و ترس با تظاهرات خاص رفتاری مانند تنش، ناامیدی، پریشانی، ناتوانی و به‌هم‌ریختگی روانی در هنگام دست زدن به کارهای ریاضی ظهور می‌یابد. علاوه‌بر این احساس اضطراب معمولاً به تنش، ناتوانی، خجالت، ناتوانی در کنار آمدن، عرق کف دست، معده عصبی، اشکال در تنفس و از دست دادن توانایی تمرکز می‌انجامد [۶]. در همین راستا استفاده از راهبردهای مؤثر آموزشی از جمله استفاده از کلمه‌های یادیار در درس ریاضی حرکتی هدفمند و ارادی است که شخص به کار می‌برد تا به وسیله آن میزان یادگیری خود را افزایش دهد [۷]. در همین راستا واینستاین و مایر^۴ راهبردهای یادگیری را روش‌هایی تعریف کرده‌اند که یادگیرنده در فرایند یادگیری به‌وسیله آن‌ها اقدام به انتخاب و اکتساب اطلاعات و سپس یکپارچه‌سازی آن‌ها می‌کند [۸، ۹]. سیف به نقل از وار و داوینگ راهبردهای یادگیری را این‌گونه تعریف می‌کند: «فعالیت‌های پیدا و پنهان پردازش اطلاعات که در هنگام رمزگردانی برای تسهیل در اکتساب و اندوزش اطلاعات جدید و نیز بازیابی صحیح اطلاعاتی که قبلاً یاد گرفته شده است، به کار گرفته می‌شود» [۱۰]. در همین رابطه فلاول^۵ راهبردهای یادگیری را به راهبردهای شناختی و فراشناختی تقسیم می‌کند و معتقد است که راهبردهای شناختی برای تسهیل یادگیری و تکمیل تکالیف به کار می‌رود؛ درحالی‌که راهبردهای فراشناختی به‌منظور بازبینی این پیشرفت استفاده می‌شوند. به‌عبارت‌دیگر راهبردهای شناختی برای پیشرفت و دستیابی به اهداف شناختی استفاده می‌شوند و راهبردهای فراشناختی برای نظارت بر این فرایندها به کار گرفته می‌شوند [۱۱، ۱۲].

به‌طورکلی برای شناخت جهان پیرامون از شیوه‌هایی استفاده می‌شود که راهبرد شناختی^۶ نامیده می‌شوند. این

4. Weinstein & Mayer
5. Flavell
6. Cognitive Strategies

1. Mathematics Anxiety
2. Mathamxiety
3. Dreger & Aiken

می‌آورد و در یک جمله تسهیل‌کنندهٔ یادگیری هستند [۲۱]. به علاوه به اعتقاد لوماکس و موسوی^۸ به نظر می‌رسد که داشتن تفریح در کلاس درس با کاهش اضطراب مرتبط باشد؛ بنابراین لازم است معلم‌ها به مقدار بیشتر و کیفیت بهتری از یادیارها در کلاس درس استفاده کنند. در واقع این محققان معتقدند که کاربرد یادیارها در آموزش استرس را کاهش می‌دهد و در فراگیران حالت مفرح و شادی بخش ایجاد می‌کند [۲۲]؛ بنابراین با توجه به اینکه آموزش ریاضی نیازمند انتقال حجم زیادی از مفاهیم و مطالب است، ضرورت ایجاد می‌کند در جهت شناخت بیشتر مفهوم یادیار^۹ و انواع یادیارها همچون راهبردی شناختی و تسهیل‌گر یادگیری در ادامه توضیحاتی مرتبط ارائه شود.

کلمهٔ یادیار در برابر کلمهٔ mnemonic به کار برده شده است که از ریشهٔ کلمهٔ یونانی Mnemosyn گرفته شده است و نام غولی است که در افسانه‌های یونانی مظهر حافظه بوده است و در معنی امروزی آن ابزارهایی هستند که به کار بردن آن‌ها به بهبود حافظه می‌انجامد. از نظر اسکرانز^{۱۰} و مسترو پیری^{۱۱} یادیار عبارت است از کلمه، جمله، تصویر یا ترفندی که به بهبود یا تقویت حافظه کمک می‌کند [۱۴]. به اعتقاد موبارک و اسمیت^{۱۲} یادیارها ترفندهایی هستند که رمزگردانی اطلاعات را بهبود می‌بخشند و به بازیابی و یادآوری اطلاعات حافظه کمک می‌کنند. این راهبردها به‌طور فعال می‌توانند برای بهبود یادآوری آموزش داده شوند [۲۳]. در واقع یادیارها شیوه‌های حافظه‌ای هستند که از راه معنادار کردن اطلاعات امر به‌خاطر سپاری و یادآوری را تسهیل می‌کنند و فراگیران با تکرار و تمرین کلمه‌های یادیار می‌توانند به آسانی اطلاعات را به ذهن خود بسپارند و در زمان لازم آن‌ها را به آسانی به یاد آورند [۲۴]. شایان یادآوری است که زیربنای همهٔ یادیارهای شناخته‌شده تداعی و

راهبردها را می‌توان شیوه‌های تقویت حافظه قلمداد کرد؛ به عبارت دیگر راهبردهای شناختی به هرگونه رفتار، اندیشه یا عمل گفته می‌شود که یادگیرنده در ضمن یادگیری مورد

استفاده قرار می‌دهد و هدف آن کمک به فراگیری، سازماندهی و ذخیره‌سازی دانش‌ها و مهارت‌ها و نیز سهولت بهره‌برداری از آن‌ها در آینده است [۱۳]. در این میان یادیارها از انواع مهم راهبردهای شناختی هستند. درحقیقت راهبردهای یادیار روندهایی نظام‌دار برای بهبود حافظه هستند [۱۴].

شایان ذکر است که درس ریاضی یکی از واحدهای درسی اصلی در سطوح مختلف تحصیلی است؛ بنابراین ارتقا بخشیدن به رابطهٔ فراگیران با این درس گام مهمی در جهت ارتقای دانش‌آموزان و دانشجویان در سطوح آموزشی و تحصیلی است. از نظر برخی از محققان از جمله هیکبلی^۱، وان ووریش^۲، استادلر^۳، لاکین و همکاران^۴، کارنی و لوین^۵ و سابر و جانسون^۶ در میان میان راهبردها و روش‌های مفید یادگیری درزمینهٔ آموزش یادیارها توجه زیادی را به خود جلب کرده است [۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰]. به اعتقاد دان و همکاران^۷ برخلاف سایر راهبردهای مؤثر در آموزش که که نیازمند تلاش زیاد از سوی معلم است، خوشبختانه افزودن اکثر یادیارها به مطالب آموزشی به راحتی امکان‌پذیر است. به‌طور کلی شواهد و نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که اغلب دانش‌آموزان و دانشجویان اهمیت زیادی برای اکثر یادیارها قائل‌اند. به‌طور ویژه آنان فکر می‌کنند که یادیارها یادگیری و انگیزهٔ آن‌ها را افزایش می‌دهد و برای آنان حالت مفرح و شادی‌بخش دارد و به‌علاوه کاربرد آن‌ها توسط معلم و مربی انگیزهٔ بیشتری را برای فهم بهتر مفاهیم و مطالب درسی به وجود

8. Lomax & Moosavi
9. mnemonic
10. Scruggs
11. Mastropieri
12. Mubarak & Smith

1. Higbee
2. VanVoorhis
3. Stalder
4. Lakin, Giesler, Morris, & Vosmik
5. Carney & Levin
6. Saber & Johnson
7. Dunn, Smith, & Beins

داوینگ^{۱۶} معتقد است که راهبردهای بسط یا تفسیری راهبردهایی هستند که با خلق پیوندهایی به مطالب حفظ کردنی معنا می‌بخشند. بسطدهی غالباً به صورت خودبه خود انجام می‌گیرد و هنگامی که با مطلبی درباره یک موضوع مواجه می‌شویم، بلافاصله دانش قبلی‌مان یا طحرواره آن موضوع در ذهن ما فعال می‌شود [۱۰، ۲۹]. در همین راستا ولفولک^{۱۷} می‌گوید: «مطالبی که بسط داده می‌شوند، در یادگیری اولیه سریع‌تر آموخته می‌شوند و دیرتر فراموش می‌شوند و نیز از آنجاکه بسط موجب ارتباط‌هایی بین دانش جدید با دانش موجود می‌شود و با قطعه‌های زیادی از اطلاعات قبلی ارتباط و پیوند پیدا می‌کند، هنگام تلاش برای یادآوری کلیدهای زیادی برای بازیابی در اختیار فرد قرار می‌دهد؛ بنابراین گسترش معنایی در تسهیل بازیابی مطالب نیز مؤثر است. راهبردهای بسط اطلاعاتی درباره مجموعه‌ای از ارتباط‌هایی که از لحاظ بیرونی تعریف شده‌اند، ارائه می‌دهند. امکان اینکه بین بسط پیچیده و ساده تمایز قائل شویم، وجود دارد. بسط ساده درباره موضوع‌های ساده به کار می‌رود و ارتباط‌هایی را بین اجزا در موضوع‌های یادگیری برقرار می‌کند. بسط پیچیده که در خصوص موضوع‌های پیچیده به کار می‌رود، ارتباطی را بین اطلاعات موجود در موضوع‌ها و دانش قبلی برقرار می‌کند» [۳۰]. توضیح بیشتر اینکه روش‌ها و ترفندهای بسط و گسترش معنایی که برای تکالیف ساده و پایه به کار می‌رود، عبارت‌اند از:

۱. استفاده از واسطه‌ها: یکی از روش‌ها و ترفندهای بسط و گسترش معنایی ویژه تکالیف ساده و پایه استفاده از واسطه‌هاست. به عبارت دیگر یکی از راه‌های تبدیل مطالب غیرمعنادار به مطالب معنادار استفاده از واسطه یا میانجی‌هاست. از طریق واسطه می‌توان بین مطالب و مواد غیرمرتبط روابط معنادار برقرار کرد. پژوهش‌های مربوط به یادگیری جفت‌های متداعی^{۱۸} اثربخشی واسطه را به اثبات رسانده است. در این نوع پژوهش به آزمودنی

تصویرسازی است. حقیقتاً ابزارهای یادیار^۱ تدابیری برای برای کمک به حافظه هستند. از نظر استرنبرگ^۲ ابزارهای یادیار فوننی خاص هستند که به ما برای یادسپاری اطلاعات کمک می‌کنند. برخی از انواع یادیارهایی که معمولاً برای یادسپاری واژه‌ها و گویه‌های لغوی کاربرد دارند، عبارت‌اند از: ۱. سرواژه^۳، ۲. کلمه کلید^۴، ۳. کلمه گیره (چنگک)^۵، ۴. پیوند کلمه‌ها^۶، ۵. عبارت یا جمله، ۶. شعر و آهنگ، ۷. روش داستان، ۸. روش مکان‌ها^۷، ۹. استفاده از اعداد^۸، ۱۰. تصویرسازی^۹ / تداعی بصری^{۱۰} [۲۵]. طبق تعریف ونگ^{۱۱} و توماس^{۱۲} یادیارها راهبردهای سازمان‌یافته یادگیری هستند که برای کمک به حافظه طراحی شده‌اند [۲۶، ۲۷]. به اعتقاد باور^{۱۳} و هیلگارد^{۱۴} تدابیر یادیار روش‌هایی برای بسط اقلام یادگیری هستند که با ارتباط دادن آموزش جدید به آنچه که قبلاً آموخته شده است، آن‌ها را معنادار ساخته، یادآوری را تسهیل می‌کنند [۲۸].

درواقع یادیارها راهبردی شناختی کاربردی برای کمک به حافظه هستند. حقیقتاً یادگیرندگان به راهبردهایی نیاز دارند تا آنان را در ربط دادن اطلاعات تازه با اطلاعات قبلی آموخته‌شده یاری دهند و موجب ماندگاری یادگیری آن‌ها شوند. در همین راستا راهبرد بسط یا گسترش معنایی منظور مورد نظر را برآورده می‌کند. گسترش معنایی^{۱۵} عبارت است از ایجاد ارتباط ذهنی بین مطالبی که باید آموخته شود با دانش موجود یا افزایش درک و فهم به وسیله تغییر شیوه نگرشی به مطالب در ارتباط با دیگر مواد. سیف به نقل از وار و

1. mnemonics devices
2. Strenberg
3. Acronyms
4. keyword
5. Pegword
6. linkword
7. Method of loci
8. Pegword
9. imagery
10. visual association
11. Wang
12. Thomas
13. Bower
14. Hilgard
15. Semantic Elaboration

16. Warr & Dowling
17. Woolfolk
18. Paired associates

مکان‌ها نام دارد. روش مکان‌ها روشی قدیمی برای حفظ کردن اطلاعات است. یادگیرنده هنگام یادگیری و یادآوری مطالب مکان اشیا را در ذهن خود مجسم می‌کند. برای استفاده از این روش یادگیرنده ابتدا به ترتیب موقعیت یا مکان اشیا را می‌آموزد؛ یعنی نقشهٔ آن‌ها را به خاطر می‌سپارد و به هنگام یادآوری با طی این مراحل ذهنی به ترتیب آن‌ها را به یاد می‌آورد [۱۰، ۳۴، ۳۵]. بایرلر و اسنومن معتقدند پژوهش‌هایی که دربارهٔ روش مکان‌ها انجام گرفته است، نشان می‌دهد که این روش در به‌خاطر سپاری گسترهٔ وسیعی از اطلاعات مفید است. تصویر ذهنی و روش مکان‌ها به دو دلیل اثربخش است: اول اینکه آن‌ها دانش‌آموزان را به سازمان‌دهی اطلاعات جدید وامی‌دارند؛ دوم اینکه آن‌ها دانش‌آموزان را به گسترش ذهنی اطلاعات جدید تشویق می‌کنند [۳۶].

۴. روش سرواژه‌ها: اگر لازم باشد اطلاعاتی برای مدت طولانی به خاطر سپرده شود، استفاده از روش سرواژه‌ها یکی از بهترین راه‌هاست که در واقع نوعی خلاصه‌نویسی است. سرواژه به واژه‌ای گفته می‌شود که از ترکیب حروف اول تعدادی واژهٔ دیگر به وجود می‌آید؛ مانند «نهاجا» که از حروف اول «نیروی هوایی ارتش جمهوری اسلامی ایران» درست شده است. شایان ذکر است که در میان همهٔ یادیارها یادگیری که دانش‌آموزان بیش از همه از آن استفاده می‌کنند، یادیار سرواژه است [۱۰، ۳۷].

۵. روش کلمهٔ کلید^۱: روش کلمهٔ کلید یا کلیدواژه یکی از قوی‌ترین و پرکاربردترین روش‌های یادگیری لغات خارجی است. این روش از دو مرحله تشکیل شده است. در ابتدا باید کلمه از واژگانی که یادگیرنده با آن آشنایی دارد، انتخاب شود؛ به نحوی که صدایش یا بخشی از صدایش شبیه کلمه‌ای باشد که قصد یادگیری آن را داریم؛ البته بهتر است از واژگان عینی و غیرانتزاعی استفاده شود. سپس به وسیلهٔ یک تصویر ذهنی یا جمله بین این دو کلمه تداعی ایجاد شود. در واقع در این

جفت‌های کلمه‌هایی مانند شانه و لیوان، پا و صندلی و چکش و ساعت داده می‌شود. به کلمه‌های اول جفت‌ها محرک و به دومین کلمه‌های آن‌ها پاسخ می‌گویند. آزمودنی باید با دیدن یا شنیدن کلمهٔ اول (محرک) به آن پاسخ بدهد (کلمهٔ دوم را به یاد آورد). در این نوع یادگیری برای معنادار کردن جفت‌های کلمه‌ها از طریق واسطه‌های ذهنی بین دو کلمه ارتباط برقرار می‌شود؛ مثلاً «شانه در لیوان است» یا «او پایش را روی صندلی گذاشت» [۱۰].

۲. تصویرسازی ذهنی^۲: سیف از واینساین و هیوم^۳ نقل می‌کند که تصویرسازی ذهنی روشی مناسب و مفید برای بازنمایی در یادگیری درس‌ها در نظر گرفته می‌شود. تصاویر ذهنی یعنی بازنمایی ذهنی محرک‌ها هنگامی که این محرک‌ها از لحاظ فیزیکی حضور ندارند. در واقع منظور از تصویرسازی ذهنی برقراری ارتباط معنادار بین مطالب از طریق ایجاد رابطه‌ای ذهنی بین آن‌هاست [۱۰، ۳۱]. معمولاً اگر اطلاعات با استفاده از تصور کردن یا تصویر ذهنی حتی تصاویر غیرواقعی و عجیب‌غریب همراه باشند، به خوبی به حافظه سپرده می‌شوند و به راحتی هم یادآوری می‌شوند. اگر بتوانیم مطالب کلامی را به صورت‌های تصویری و صورت‌های تصویری را به عنوان‌های کلامی پیوند دهیم، معمولاً بهتر می‌توانیم اطلاعات را بازبازی کنیم [۳۲]. همچنین استفاده از واژه‌های عینی و محسوس به تصویرسازی ذهنی کمک می‌کند. در همین رابطه سلیمی و همکاران از پایو^۴ این فرضیه را نقل کرده‌اند که واژه‌هایی چون اسب و خانه هم رمزهای ادراکی و هم رمزهای کلامی تولید می‌کنند؛ از این رو یادگیری واژه‌های عینی و اسم‌های ذاتی ساده‌تر است [۳۳].

۳. روش مکان‌ها^۵: بنا به تعریف مورگان، کینگ و رایبسون^۵ یکی دیگر از راه‌های بسط معنایی روش

1. mental imagery

2. Weinstein & Hiome

3. Pavivo

4. method of loci

5. Morgan, king & Robinson

6. Keyword

عمل یادسپاری به عمل آمده است. گفتنی است حاصل پژوهش‌های انجام‌شده پیشرفتی چشمگیر در دانش مربوط به یادسپاری در بر داشته است. نگاهی به پژوهش‌های مرتبط داخلی نشان می‌دهد که تاکنون در کشور ما ریاضیات همچون رشته‌ای زیربنایی از حمایت‌های لازم برخوردار نبوده است. شواهد موجود حاکی از آن است که پژوهش‌ها در زمینه آموزش ریاضی از جمله پژوهش در زمینه نقش یادیارهای ریاضی عملکرد تحصیلی بسیار محدود و اندک است. به نظر می‌رسد توجه به یافته‌های پژوهشی و انجام پژوهش‌های مرتبط چراغ راه برون‌رفت از مشکل‌ها و چالش‌های موجود در آموزش این درس باشد و نگاهی به نتایج پژوهش‌ها مؤید این ادعا خواهد بود؛ مثلاً سلیمی و همکاران در پژوهش خود با عنوان «مقایسه تأثیر آموزش راهبردهای تصویرسازی ذهنی، تفکر بلند، بازنمایی کتبی و بازنمایی حرکتی بر عملکرد تحصیلی ریاضی دانش آموزان» نشان دادند که با تحلیل واریانس یک‌طرفه تفاوت‌های معناداری بین گروه‌های آزمایش و کنترل در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون به دست آمده است. دانش آموزان گروه بازنمایی کتبی و گروه تصویرسازی ذهنی در مقایسه با گروه کنترل عملکرد بهتری در پس‌آزمون نشان دادند [۳۳]. در همین راستا بیگدلی و همکاران در پژوهشی با عنوان «اثربخشی کاربرد یادیارها در آموزش املا» به کودکان دارای اختلال یادگیری املا پرداختند و به روش تصادفی ساده ۳۰ دانش آموز را به‌طور مساوی در گروه‌های آزمایش و کنترل قرار دادند. نتایج تحلیل نشان دادند این روش درمانی در مرحله پس‌آزمون به افزایش عملکرد تحصیلی دانش آموزان گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل انجامیده است [۳۹]. زارع و صالح میرحسینی در پژوهش خود با عنوان «بررسی اثر مداخله‌ای تصویرسازی ذهنی بر یادآوری و بازشناسی» نشان دادند که میزان یادآوری و بازشناسی آزمودنی‌هایی که یادیار تصویرسازی ذهنی تعاملی به آن‌ها آموزش داده شده بود، تفاوت معناداری با گروه کنترل که از یادیارها استفاده نکرده بودند، دارد و

روش با استفاده از کلمه‌ای آشنا دو کلمه را به هم ربط می‌دهیم و آن‌ها را به‌طور معناداری به حافظه می‌سپاریم یا اینکه فرد تصویری تعاملی از صدا و معنای واژه‌ای خارجی تشکیل می‌دهد که با صدا و معنای واژه‌ای آشنا مرتبط است. به‌طور مثال شیر در زبان انگلیسی به معنای Milk است. می‌توان برای یادگیری معنای لاتین کلمه شیر گفت: «ملیکا شیر خورد» [۱۰]. درخور نگرش اینکه از سال ۱۹۷۵ پژوهش‌های فراوانی درباره روش کلیدواژه انجام گرفته است. به‌طور کلی نتایج آن برای دانش آموزان همه سنین و در مورد چندین زبان مختلف مثبت بوده است. همچنین این روش در بهبود یادگیری دانش آموزانی که از نظر یادگیری ناتوان بوده‌اند، به‌صورت چشمگیر مؤثر بوده است. به‌علاوه این روش ابزار مؤثری برای تقویت حافظه مربوط به مطالب غیر از واژگان است [۳۷].

یادآوری می‌شود که پیشرفت تحصیلی و به‌خصوص عملکرد موفق دانش آموزان در درس ریاضیات یکی از شاخص‌های مهم در ارزشیابی موفقیت نهاد آموزش و پرورش است. در واقع جامعه و به‌طور ویژه سیستم آموزش و پرورش بر قبال رشد و تکامل موفقیت‌آمیز دانش آموزان و جایگاه آنان در جامعه دغدغه‌مند است؛ بنابراین برای رسیدن به این مهم بهره‌گیری از راهبردهای مؤثر آموزشی همچون یادیارها^۱ در درس مهم ریاضی امری لازم و ضروری است.

درحقیقت یادیارها تدابیری برای کمک به حافظه هستند. از نظر استرنبرگ^۲ ابزارهای یادیار فونونی خاص هستند که به افراد برای یادسپاری اطلاعات کمک می‌کنند. انسان‌ها در سراسر زندگی ناگزیرند مطالبی را به خاطر بسپارند. آن‌ها باید واژه‌های زیادی را یاد بگیرند و آن‌ها را به اشیاء، وقایع، اعمال و کیفیت‌هایی که معرف آن‌ها هستند، ربط دهند. به‌عبارت‌دیگر انسان‌ها ناگزیرند زبان معنادار را فراگیرند [۳۸]. طی ده سال گذشته پژوهش‌های مهمی روی به‌کارگیری یادیار برای

1. Mnemonics devices
2. Sternberg

همکاران،^۴ سابِر و جانسون،^۵ استالدر،^۶ استالدر،^۶ وان ورشیز^۷ و بالاخره وان گاردن^۸ اشاره کرده‌اند که میزان کم استفاده از یادیارها شاید به دلیل درک نادرست مریبان نسبت به تأثیر کلمه‌های یادیار است. سایر پژوهش‌ها نیز چنین شواهدی را برای آموزش ریاضی و آمار، درس روش تحقیق و سایر مطالب آموزشی ارائه کرده‌اند [۴۲، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۴۶، ۴۷، ۴۸، ۴۹]. همچنین دان، اسمیت و بینز^۹ پژوهشی با عنوان «اثر بخشی تصویرسازی ذهنی بر عملکرد تحصیلی ریاضی» انجام داده‌اند. این پژوهش روش موردی منفردی با تعداد ۵ دانش‌آموز دارای اختلال یادگیری املا بود که با روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند و تحت ۱۰ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای مداخله‌های تصویرسازی ذهنی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که نمره‌های این دانش‌آموزان در مرحله B در مقایسه با مرحله خط پایه افزایش داشته است که به معنای بهبود عملکرد املا می‌باشد. این پژوهش معتمدان که با وجود سایر روش‌های کارآمد در آموزش ریاضیات که مستلزم تلاش چشمگیر معلم است، بسیاری از «یادیارها» می‌توانند به آسانی در قالب مواد آموزشی موجود نهادینه و تلفیق شوند [۵۰]: به علاوه هوراد، دادپو و دلپاز^{۱۰} در پژوهش خود تحت عنوان «اثر بخشی کاربرد یادیارها در آموزش املا در کودکان دبستانی» نشان دادند که کاربرد یادیارها در مقایسه با روش سنتی تکرار و تمرین به افزایش نمره میانگین دانش‌آموزان گروه آزمایش (۱۵ نفر) در مقایسه با گروه کنترل (۱۵ نفر) در مرحله پس‌آزمون انجامیده است [۵۱]. گیبسون^{۱۱} در پژوهش خود تحت عنوان «تأثیر یادیارها بر یادآوری مفاهیم درسی» نشان داد که دانش‌آموزان گروه آموزش پس از آموزش با یادیارها در مرحله پس‌آزمون در یادآوری مفاهیم درسی در مقایسه با گروه کنترل عملکرد

بین میزان یادآوری و بازشناسی در گروه آزمایش و کنترل نیز تفاوت معناداری وجود داشت [۴۰]. در همین رابطه اسکندری و نوروزی نیز پژوهشی با عنوان «یادیارها در تدریس کلمه‌های انگلیسی» انجام دادند. داده‌های به‌دست آمده با روش تحلیل واریانس یک‌راهه نشان دادند که بین سه روش به‌کارگیری از یادیارها (کلمه کلید، تصویرسازی ذهنی و تکرار ساده) کلمه کلید در مقایسه با دو روش دیگر در دو گروه مورد نظر در سطح معناداری عمل می‌کند. نتایج همچنین تفاوت معناداری بین روش تکرار و روش تصویرسازی ذهنی در یادگیری و یادداری معانی کلمه‌های انگلیسی نشان ندادند [۲۷] و بالاخره طالب‌زاده و همکاران در پژوهش خود با عنوان «شناسایی تأثیر آموزش روش‌های یادیار در یادگیری و ایجاد انگیزه فراگیران» به این نتیجه رسیدند که آموزش یادیارها در یادگیری درس زیست‌شناسی مؤثر است و در بین انواع روش‌های یادیار مؤثرترین روش استفاده از سرواژه‌ها بوده است. روش گروه‌بندی مطالب هم کمترین تأثیر را در یادگیری و ایجاد علاقه و انگیزه به یادگیری داشته است [۴۱].

در ادامه به نتایج بعضی از پژوهش‌های خارجی مرتبط با موضوع اشاره می‌شود؛ مثلاً استالدر^۱ معتقد است که با توجه به وجود اضطراب در کلاس‌های درس ریاضیات باید اذعان کرد که وجود ابزاری که حتی به میزان متوسط باعث کاهش استرس در شاگردان شود، جالب توجه و درنگ‌کردنی است و شایسته است که به بررسی تأثیر آن در یادگیری پرداخته شود. در همین راستا شاگردان نیز گزارش کرده‌اند که اغلب معلم‌ها مثل معلم‌های ریاضی و آمار خیلی کم از کلمه‌های یادیار استفاده می‌کنند و این نشان می‌دهد که در آموزش و پرورش و حتی آموزش عالی امروزه به این امر توجه کافی نمی‌شود [۴۲]. در همین رابطه برخی از محققان همچون کارنی و لوین^۲، هیگبی^۳، لاکین و

4. Lakin, Giesler, Morris, & Vosmik
5. Saber & Johnson
6. Stalder
7. VanVoorhis
8. Van Grden
9. Dunn, Smith, & Beins
10. Howard, Dapeppo & De La Paz
11. Gibson

1. Stalder
2. Carney & Levin
3. Higbee

دروشلیاک و همکاران^۵ در پژوهشی که در حوزه آموزش معلمان ریاضی انجام داده‌اند، به بررسی نقش آموزش ترندهای یادیار در افزایش توانایی تدریس و بهبود انتقال دانش پرداخته‌اند. آن‌ها نشان داده‌اند که استفاده از ترندهای یادیار می‌تواند تأثیر مثبتی بر فرایند یادگیری و بهبود عملکرد تحصیلی داشته باشد [۵۶].

ویدیاساری و همکاران^۶ نیز در پژوهش خود نشان داده‌اند که استفاده از مدل تدریس هسته^۷ مبتنی بر ترندهای یادیار موجب افزایش توانایی تفکر خلاق ریاضی و آگاهی فراشناختی دانش‌آموزان می‌شود [۵۷].

علاوه بر این خیرالدین و همکاران^۸ در تحقیقی درباره تأثیر یادیارهای تصویری بر حافظه بلندمدت نشان داده‌اند که این روش نه تنها در درس‌های علوم انسانی، بلکه در مباحثی مانند ریاضیات نیز می‌تواند به بهبود یادگیری و تثبیت مفاهیم در حافظه کمک کند. این یافته‌ها تأکید می‌کنند که ترندهای یادیار، به‌ویژه روش‌های تصویری و سازمان‌یافته، می‌توانند همچون ابزارهای مؤثر آموزشی در یادگیری مفاهیم پیچیده مانند ریاضیات استفاده شوند [۵۸].

در مجموع یافته‌های مرتبط نشان‌دهنده وجود پتانسیل زیاد در کلمه‌های یادیار برای ارتقای یادگیری درس ریاضی و آمار و سایر درس‌ها بوده است و شواهد نشان از ارتقا و پیشرفت تجربه و دوام یادگیری دارند. باین حال محققان معتقدند دلیل استفاده کم استادان و مربیان از یادیارها هرچه که باشد، باین حال کاربرد اکثر یادیارهای درسی را می‌توان به راحتی در کلاس‌های درس به کار گرفت و آموزش را شاد بخش، مفرح، ماندگار و به‌یادماندنی کرد [۵۹].

در همین رابطه نظری و همکاران معتقدند که بهبود عملکرد دانش‌آموزان در محیط‌های آموزشی نگرانی‌ای است که سبب گردیده است تا تلاش‌هایی در این حوزه انجام شود و سیاست‌های حمایتی از توسعه فعالیت‌های تحصیلی در

بهتری داشتند و مفاهیم بیشتری را به یاد می‌آورند [۵۲].

دبورا و کیم فانگ^۱ پژوهشی تحت عنوان «بررسی اثربخشی آموزش یادیارها بر یادآوری و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان» انجام دادند. نتایج تحلیل‌تی مستقل نشان داده است که میانگین یادآوری دانش‌آموزان گروه آزمایش در مرحله پس‌آزمون در مقایسه با گروه کنترل افزایش داشته است. بدین ترتیب دانش‌آموزان گروه آزمایش که تحت برنامه درمانی یادیارها بوده‌اند، عملکرد تحصیلی بالاتری نیز نشان داده‌اند [۵۳].

در همین راستا پل^۲ در تحقیقی به «بررسی کاربست یادیارها بر پیشرفت تحصیلی دانشجویان در درس آمار» پرداخت. نتایج تحقیق وی نشان داد کاربست یادیارها موجب بالا بردن سطح تفکر انتقادی، مهارت‌های پژوهشگری و حل مسئله، کاهش اضطراب، افزایش علاقه و انگیزه تحصیلی در درس آمار و بالاخره بهبود خودپنداره مثبت علمی و تحصیلی در دانشجویان خواهد شد [۵۴].

گفتنی است که از نظر استادلر و السون^۳ پژوهش در زمینه یادیارها در قیاس با سایر روش‌های آموزشی زمینه کاربست هرچه بیشتر کاربرد آن را فراهم می‌کند. توجه شود که کاربست یادیارها توسط فراگیران موجب تحریک آگاهی فراشناختی در آنان می‌شود و می‌تواند در چارچوب حل مسئله و با تأکید بر سؤال‌هایی که تا حدودی ابهام و پیچیدگی دارند، آنان را وادار به بررسی و بازبینی اندیشه کند [۴۷].

در همین رابطه آکینسولا و اودیمی^۴ در پژوهش خود به مطالعه اثربخشی استفاده از یادیارها در آموزش ریاضیات پرداختند. در این مطالعه از دو گروه کنترل و آزمایش پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام گرفت و ۱۸۸ دانش‌آموز از شش مدرسه دولتی از سه محله در ایبادان، ایالت اویو و نیجریه در این مطالعه شرکت کردند. نتایج مطالعه حاکی از اثربخشی رویکرد استفاده از یادیارها در پیشرفت و اثربخشی درس ریاضی بود [۵۵]. همچنین

5. Drushlyak et al
6. Widiyasari et al
7. CORE
8. Khairuddin et al

1. Deborah & Kim.Phuong
2. Paul
3. Stalder, Olson
4. Akinsola & Odeyemi

سطح بین‌المللی ایجاد شود؛ از این رو در مسیر توسعه سیاست‌های تحصیلی نیاز است تا به مسئله روش‌های تدریس از جمله روش آموزش همراه با یادیار توجه بیشتری شود [۶۰]. در واقع آموزشگران یعنی معلمان و استادان در فعالیت‌های آموزشی خود باید به این باور برسند که وظیفه آن‌ها در فرایند آموزش بمباران علمی دانش‌آموزان و دانشجویان نیست؛ بلکه باید با استفاده از روش‌ها و شیوه‌های نوین و فعال آموزش موقعیت‌های یادگیری مادام‌العمر را فراهم کنند و چگونه اندیشیدن و چگونه یاد گرفتن را به دانشجویان بیاموزند [۶۱] که در واقع آموزش به روش آموزش با یادیارها نیز نوعی آموزش چگونه یادگرفتن است.

شایان ذکر است که یکی از ضروری‌ترین تحول‌ها در نظام‌های آموزشی تحول در نگرش و روش تدریس معلمان و مدیران اجرایی نظام آموزشی است. معلم در جایگاه عنصر اصلی در فرایند تدریس برای ارائه تدریسی مطلوب باید هم‌زمان مجموعه‌ای از دانش‌ها و مهارت‌ها را به‌طور هنرمندانه با یکدیگر ترکیب کرده، با به‌کارگیری آن‌ها تدریس اثربخش را طراحی و در کلاس ارائه کند. برای دستیابی به چنین تحولی معلمان باید دانش و بینشی صحیح از نظریه‌ها و راهبردهای مختلف آموزشی داشته باشند؛ زیرا نظریه‌ها و رویکردهای تحول‌آفرین در فرایند اجرا با استفاده از راهبردهای یاددهی-یادگیری هویت می‌یابند و کارایی و مفید بودنشان مشخص می‌شود [۶۲]. در این بین آموزش یادیارها نوعی از راهبردهای آموزشی مفید است.

در جمع‌بندی مجموعه پژوهش‌های ارائه شده می‌توان نتیجه گرفت که یادیارها به‌دلیل کمک به حافظه و جلب توجه بیشتر فراگیران مفید هستند و کاربرد آن‌ها تأثیر مثبتی بر یادگیری درس‌ها به‌خصوص درس ریاضیات دارد؛ مثلاً بعضی از یادیارها مخصوصاً یادیار کلمه‌کلید سرعت یادگیری و یادآوری لغات را در فراگیران افزایش بیشتری می‌دهد.

با توجه به مطالب فوق نتیجه نهایی اینکه اثربخشی کاربرد یادیارها در یادگیری‌های آموزشگاهی طی

مطالعه‌های متعددی بررسی شده است و نتایج نشان‌دهنده تأثیر مثبت آن‌ها بوده‌اند [۶۳]. در واقع یکی از چالش‌های اساسی در آموزش ریاضیات دشواری یادگیری مفاهیم و فرمول‌های پیچیده برای دانش‌آموزان است که می‌تواند به افت تحصیلی و افزایش اضطراب امتحان بینجامد. بسیاری از روش‌های سنتی تدریس بر ارائه مستقیم محتوا تأکید دارند و کمتر به راهبردهای تقویت حافظه و درک عمیق دانش‌آموزان پرداخته‌اند. در این میان یادیارها همچون راهبردی شناختی پتانسیل چشمگیری در بهبود یادگیری و کاهش اضطراب دارند؛ اما علی‌رغم مزایای بالقوه آن‌ها پژوهش‌های محدودی به بررسی سامانمند تأثیر این روش در آموزش ریاضی پرداخته‌اند. همچنین تاکنون مشخص نشده است که چه نوع یادیاری (تصویری، کلامی یا ترکیبی) بیشترین اثربخشی را در درک و تثبیت مفاهیم ریاضی دارد. از سوی دیگر تأثیرهای طولانی‌مدت این روش بر عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان و میزان ماندگاری یادگیری در پژوهش‌های پیشین کمتر بررسی شده است. این خلأهای پژوهشی ضرورت انجام مطالعه‌ای جامع را برجسته می‌کند که به بررسی دقیق تأثیر یادیارهای ریاضی بر بهبود عملکرد تحصیلی و کاهش اضطراب امتحان بپردازد.

درحقیقت یکی از ایده‌های جذاب برای بهره‌گیری از روش‌های متنوع در یادگیری کاربرد یادیارهای مناسب جهت ایجاد انگیزه و افزایش سطح توانمندی تحصیلی در دانش‌آموزان است. گفتنی است وجود ادبیات پژوهش و یافته‌هایی که گویای اثربخش بودن این روش در درس‌های پایه‌ای و مهمی همچون ریاضیات است، با محدودیت زیادی مواجه بوده است؛ لذا در همین راستا به‌منظور تسهیل، دوام و تثبیت یادگیری دانشجویان در درس‌های ریاضیات و به‌خاطر سپاری و یادآوری آسان مفاهیم و مطالب این درس مقاله حاضر به بررسی تأثیر کلمه‌های یادیار ریاضی بر عملکرد تحصیلی و اضطراب دانش‌آموزان دختر پایه یازدهم در درس ریاضی می‌پردازد؛ بنابراین هدف اصلی این پژوهش

برای اینکه بهتر بتوانید این مقادیر را به ذهن بسپارید، می‌توانید از دست خود استفاده کنید. برای این منظور کافی است کف دست چپ خود را مقابل خودتان بگیرید. از انگشت شست شروع کرده، به ترتیب به هر انگشت یکی از زاویه‌های ۰، ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۹۰ درجه را نسبت دهید. هر زاویه‌ای را که می‌خواهید مقادیر نسبت مثلثاتی آن را بیابید، انگشت مربوط به آن زاویه را خم کنید و سپس با استفاده از رابطه‌های زیر آن را محاسبه کنید. حال برای محاسبه سینوس و کسینوس هر زاویه کافی است به ترتیب شماره اعداد را با رنگ آبی و قرمز در عبارات زیر قرار دهیم که در آن اعداد قرمز و آبی به ترتیب نشان‌دهنده تعداد انگشتان پایینی و بالایی زاویه مورد نظر ماست.

یادیار سوم: آموزش فرمول‌های مثلثاتی به کمک داستان. برای به‌خاطر سپاری در حافظه بلندمدت سینوس و کسینوس $\alpha \pm \beta$ از فرمول‌های پرکاربرد در مثلثات هستند که فرمول‌های آن‌ها به صورت زیر ارائه می‌شود:

$$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin(\alpha) \cos(\beta) \pm \cos(\alpha) \sin(\beta), \quad (1)$$

$$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos(\alpha) \cos(\beta) \mp \sin(\alpha) \sin(\beta) \quad (2)$$

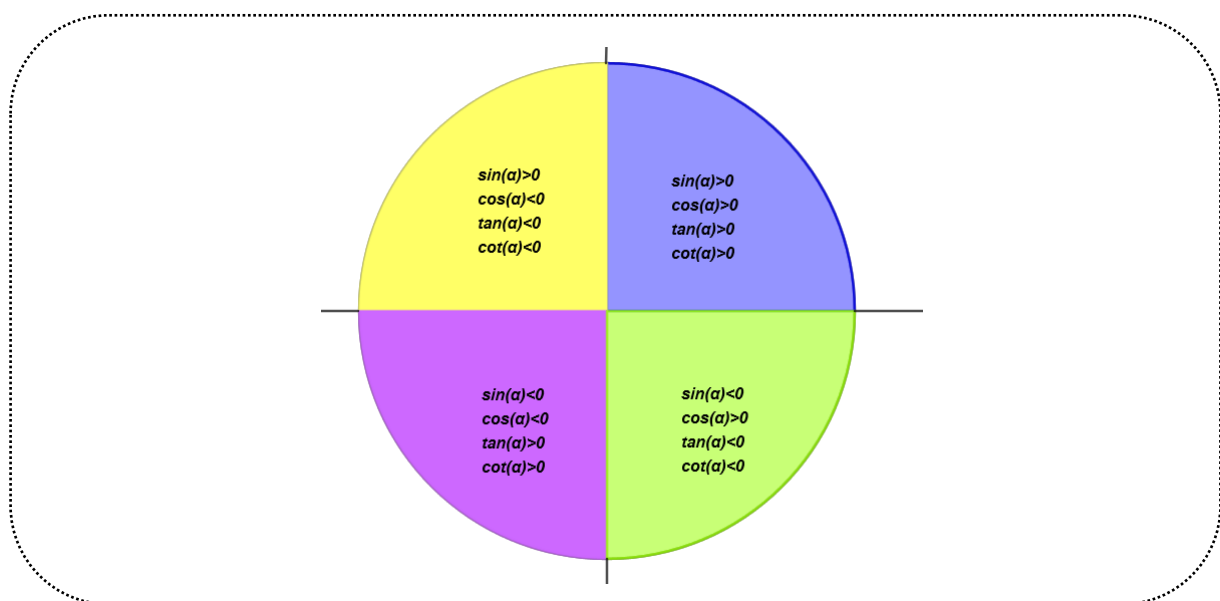
بررسی تأثیر آموزش مبتنی بر یادیارها بر عملکرد تحصیلی و کاهش اضطراب دانش‌آموزان دختر پایه یازدهم دبیرستان‌های اصفهان در سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ در درس ریاضیات است.

نمونه‌هایی از یادیارهای ریاضی اجراشده در این پژوهش

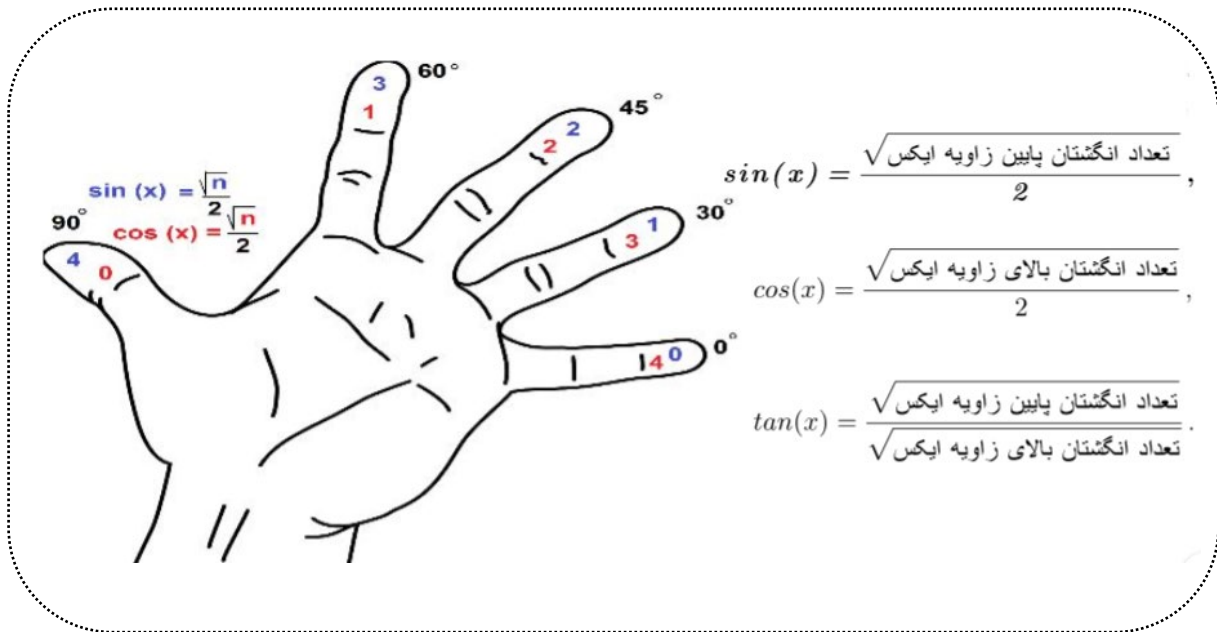
یادیار نخست: دانش‌آموزان لازم است که علامت توابع مثلثاتی در هر ناحیه دایره مثلثاتی را بدانند. برای به‌خاطر سپاری بهتر این علامت‌ها دانش‌آموز می‌تواند از واژه «هستک» استفاده کند که در ادامه به توضیح این واژه می‌پردازیم. دایره مثلثاتی در شکل یک را در نظر بگیرید.

در ناحیه اول با رنگ آبی همه نسبت‌های مثلثاتی مثبت است. در ناحیه دوم با رنگ زرد فقط سینوس مثبت است. در ناحیه سوم (بنفش) تانژانت و کتانژانت مثبت و بقیه توابع مثلثاتی منفی هستند. در ناحیه چهارم که با رنگ سبز نشان داده شده است، فقط کسینوس مثبت است. از کنار هم قرار دادن حرف اول کلمه‌هایی که بولد شده‌اند، واژه «هستک» به دست می‌آید.

یادیار دوم: به ذهن سپردن مقادیر نسبت‌های مثلثاتی زوایای اصلی برای بعضی از دانش‌آموزان سخت است.



شکل ۱: علامت توابع مثلثاتی در نواحی مختلف دایره مثلثاتی



شکل ۲: استفاده از کف دست در محاسبه نسبت‌های مثلثاتی

$$\begin{cases} \sin\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right) = \cos(\alpha) \\ \cos\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right) = -\sin(\alpha) \\ \tan\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right) = -\cot(\alpha) \\ \cot\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right) = -\tan(\alpha) \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} \sin(\pi + \alpha) = -\sin(\alpha) \\ \cos(\pi + \alpha) = -\cos(\alpha) \\ \tan(\pi + \alpha) = \tan(\alpha) \\ \cot(\pi + \alpha) = \cot(\alpha) \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} \sin\left(\frac{3\pi}{2} + \alpha\right) = -\cos(\alpha) \\ \cos\left(\frac{3\pi}{2} + \alpha\right) = \sin(\alpha) \\ \tan\left(\frac{3\pi}{2} + \alpha\right) = -\cot(\alpha) \\ \cot\left(\frac{3\pi}{2} + \alpha\right) = -\tan(\alpha) \end{cases} \quad (3)$$

برای به‌خاطر سپاری فرمول‌های (۱)، (۲) و (۳) جهت‌های جغرافیایی را روی دایره مثلثاتی شکل سه و همراه با زوایای $\frac{\pi}{2}$ ، π و $\frac{3\pi}{2}$ را در نظر بگیرید. در نقشه ایران زمانی که از شمال به جنوب حرکت می‌کنیم، تغییرهای آب‌وهوایی بسیار زیاد و ملموس است. با حرکت از شرق به غرب این تغییرها کمتر دیده می‌شود. برای محاسبه زوایای $\frac{\pi}{2} + \alpha$ و $\alpha + \frac{3\pi}{2}$ به دلیل اینکه $\frac{\pi}{2}$

برای به‌خاطر سپاری فرمول (۱) می‌توان چنین در نظر گرفت که سینوس شخصیتی عادل، سازگار و مهربان دارد. به دلیل این شخصیت عادل و مهربانش هر زاویه‌ای که به آن اختصاص یابد، یکی را برای خود نگه می‌دارد و دیگری را به کسینوس می‌دهد؛ بنابراین در $\sin(\alpha + \beta)$ اگر زاویه α تابع سینوس برای خود بردارد، زاویه β را به کسینوس می‌دهد و بالعکس و همچنین به دلیل شخصیت سازگار علامت را حفظ می‌کند و تغییر نمی‌دهد و همین‌طور به‌منظور اینکه دانش‌آموزان فرمول (۲) را راحت‌تر به خاطر بسپارند، چنین در نظر می‌گیریم که کسینوس شخصیتی خسیس، حسود و مخالف دارد. به دلیل شخصیتی حسود و مخالف در فرمول $\cos(\alpha \pm \beta)$ ، کسینوس ابتدا هم زاویه α و هم زاویه β برای خود برمی‌دارد و بعد هریک از این زوایا (β و α) را به سینوس می‌دهد و همین‌طور به این علت که کسینوس همیشه ساز مخالف می‌زند، علامت‌ها در محاسبه $\cos(\alpha \pm \beta)$ عوض می‌شود.

یادیار چهارم: نسبت‌های مثلثاتی زاویه‌های $\frac{\pi}{2} + \alpha$ و $\pi + \alpha$ و $\alpha + \frac{3\pi}{2}$ نسبت‌های مثلثاتی برای این زوایا به‌صورت زیر به دست می‌آیند.

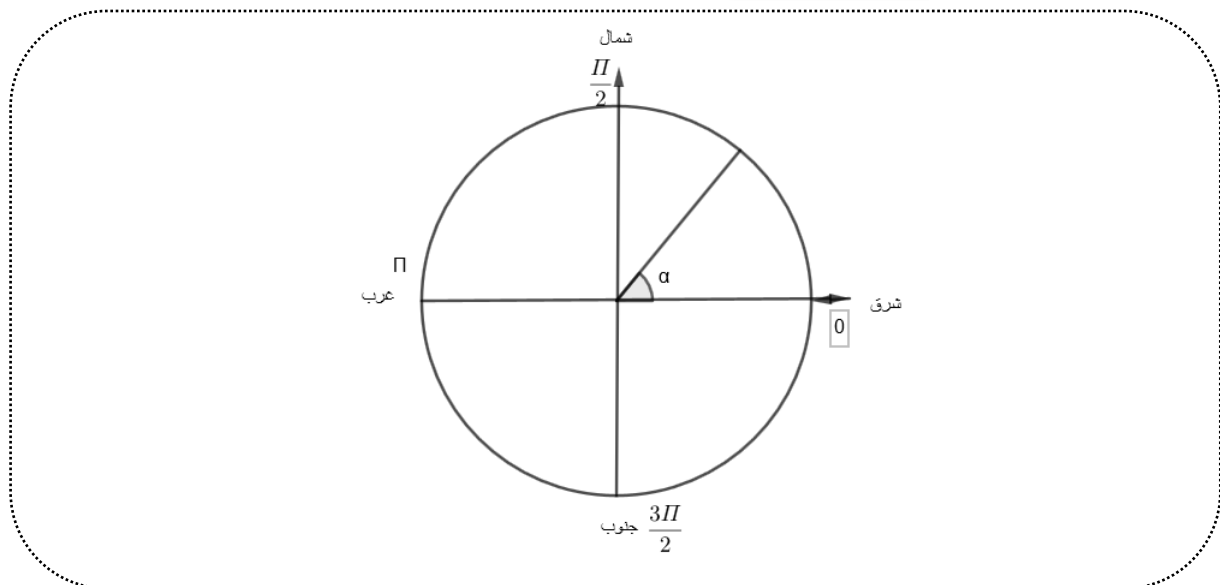
است، نسبت‌های مثلثاتی مورد نظر تغییر نمی‌کند و علامت نسبت‌ها با توجه به علامت آن ربع که زاویه مورد نظر در آن قرار دارد، تعیین می‌شود.

یادیار پنجم: محاسبه مساحت مثلث با استفاده از فرمول بند کفش

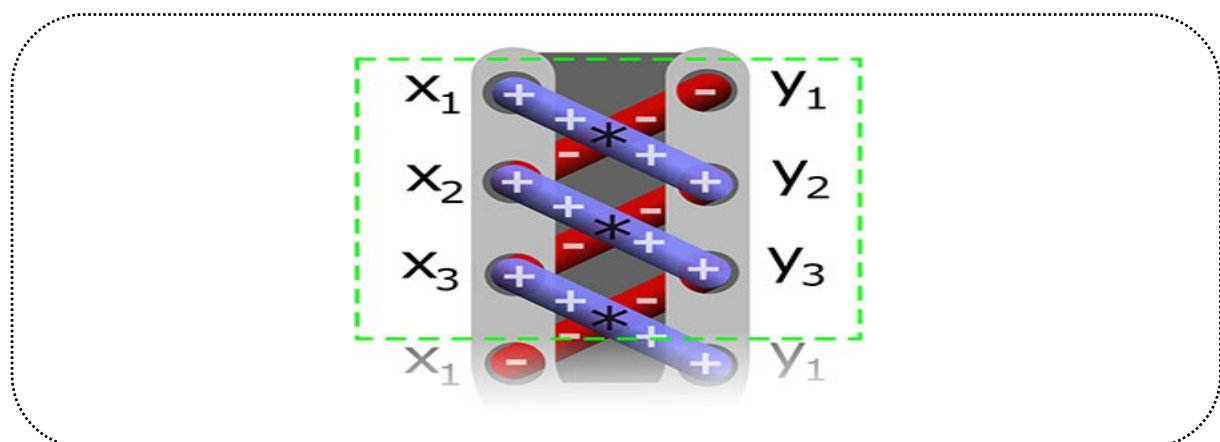
فرمول بند کفش در شکل ۳ فرمولی فوق‌العاده است که برای محاسبه دقیق مساحت مثلث با مختصات رئوس معلوم به کار می‌رود. علت نام‌گذاری این فرمول به فرمول بند کفش به خاطر شیوه‌ای است که برای محاسبه آن استفاده می‌شود.

روی محور شمال به جنوب و $\frac{3\pi}{2}$ روی محور جنوب به شمال که تغییرها زیاد و محسوس است، قرار دارد، بنابراین نسبت‌های مثلثاتی داده شده در فرمول‌های (۱) و (۳) تغییر می‌کند. برای تعیین علامت در فرمول‌های (۱) و (۳) کافی است مشخص کنیم زوایای $\alpha + \frac{\pi}{2}$ و $\alpha + \frac{3\pi}{2}$ در کدام ربع دایره مثلثاتی قرار دارد که با توجه به آن علامت نسبت مثلثاتی مشخص می‌شود.

در فرمول شماره (۲) برای محاسبه نسبت مثلثاتی $\alpha + \pi$ با توجه به اینکه زاویه π در امتداد محور غرب به شرق قرار دارد که در آن تغییرهای آب‌وهوایی ناچیز



شکل ۳: بررسی جهت‌های جغرافیایی روی دایره مثلثاتی



شکل ۳: فرمول بند کفش

سپس حاصل ضرب زیر را که در امتداد خطوط آبی

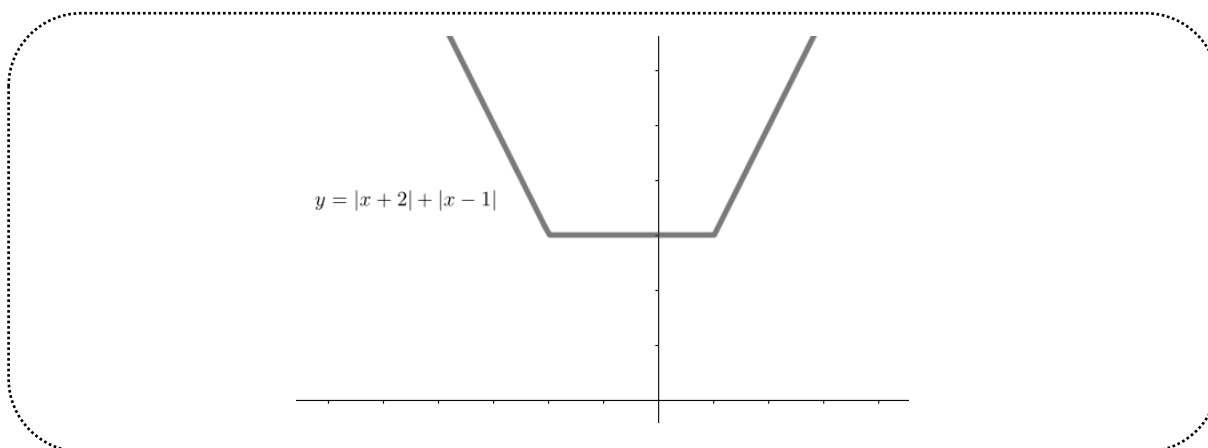
$$y_1x_2 + y_2x_3 + y_3x_1$$

است، محاسبه می کنیم: $y_1x_2 + y_2x_3 + y_3x_1$ در ادامه اختلاف این دو عدد را محاسبه می کنیم که با نصف کردن آن مساحت مثلث که با S نشان می دهیم، به صورت زیر محاسبه می شود:

$$S = \frac{1}{2} |(x_1y_2 + x_2y_3 + x_3y_1) - (y_1x_2 + y_2x_3 + y_3x_1)|$$

یادیار ششم: رسم نمودار توابع گلدانی

در اینجا می خواهیم تابع معروف قدرمطلق را که به تابع گلدانی معروف است، معرفی کنیم. ضابطه تابع به صورت $y = |x + a| + |x - b|$ است که در آن ضرایب x مشابه هستند. علت نام گذاری این تابع شباهت شکل نمودار آن به گلدان است. این تابع را می توان به صورت تابعی سه ضابطه ای بازنویسی کرد. خط $x = \frac{a+b}{2}$ محور تقارن این تابع خواهد بود. نمودار در بازه $a \leq x \leq b$ به صورت خطی با فرمول $y = |b - a|$ محاسبه می شود. شیب دو نیم خط متصل به پاره خط زیرین نمودار برابر با دو برابر ضرایب x و قرینه یکدیگر است. به ازای $a = 2$ و $b = 1$ نمودار تابع به صورت زیر است:



شکل ۴: نمودار تابع $y = |x + 2| + |x - 1|$

تابع به صورت چندضابطه ای نیز نوشته می شود که طول نقاط اتصال سه نمودار برابر با a و b خواهد بود. تابع در بین نقاط a و b به صورت صعودی یا نزولی می باشد و در بقیه نقاط ثابت است که نمونه ای از آن در شکل

این روش از ماتریس ها استفاده می کند؛ مثلاً مثلی با رئوس $A(x_1, y_1)$ ، $B(x_2, y_2)$ و $C(x_3, y_3)$ را در نظر بگیرید. برای این مثلث ماتریس زیر را با حرکت در یک جهت مشخص بسازید. ماتریسی که با مختصات اولیه پایان می یابد:

$$\begin{bmatrix} x_1 & y_1 \\ x_2 & y_2 \\ x_3 & y_3 \\ x_1 & y_1 \end{bmatrix}$$

در گام اول خطوط قطری را در جهت پایین و راست می کشیم:

$$\begin{bmatrix} x_1 & y_1 \\ x_2 & y_2 \\ x_3 & y_3 \\ x_1 & y_1 \end{bmatrix}$$

و دو عددی را که با خط به هم وصل شدند، در هم ضرب کرده، حاصل ضرب ها را با هم جمع می کنیم:

$$(x_1y_2 + x_2y_3 + x_3y_1)$$

این کار را برای خطوط قطری در جهت پایین و چپ نیز انجام می دهیم:

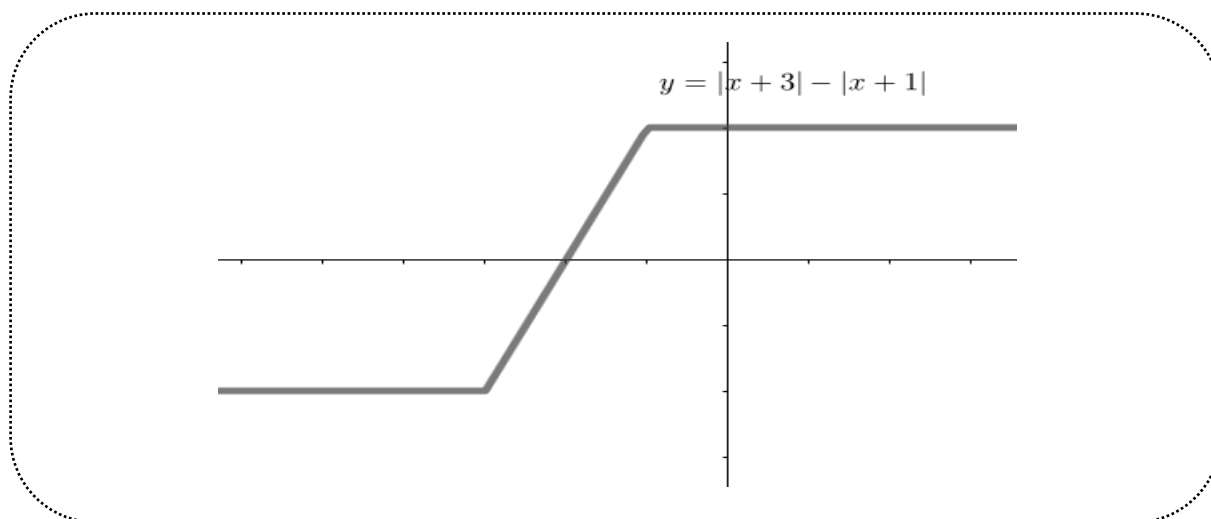
$$\begin{bmatrix} x_1 & y_1 \\ x_2 & y_2 \\ x_3 & y_3 \\ x_1 & y_1 \end{bmatrix}$$

یادیار هفتم: رسم نمودار توابع سرسره ای

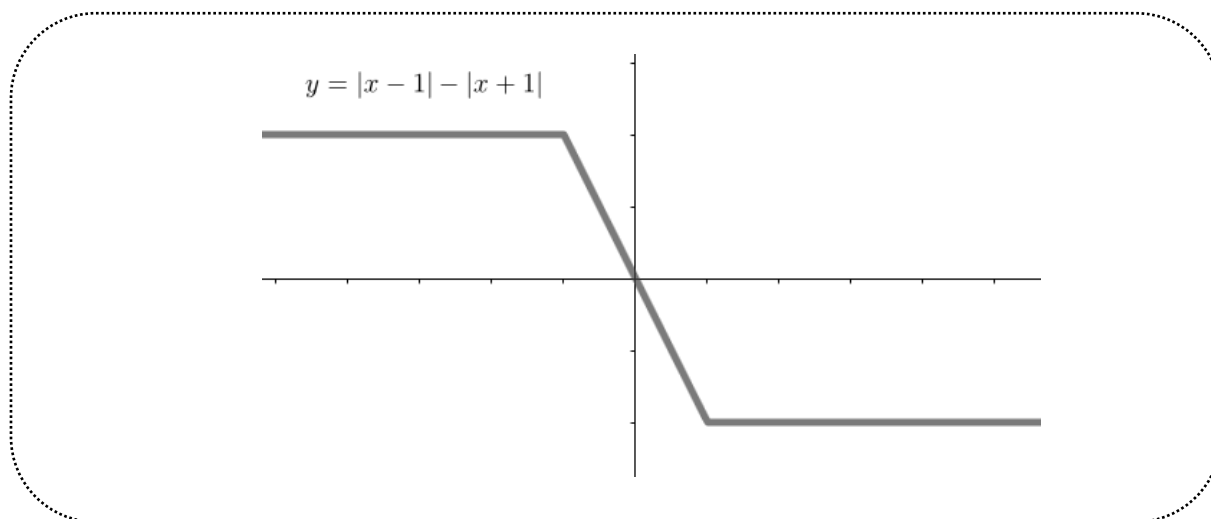
ضابطه تابع به صورت $y = |x - a| - |x - b|$ است که در آن ضرایب x مشابه هستند. علت نام گذاری این تابع نیز شباهت شکل نمودار آن به سرسره است. این

در فرمول جای‌گذاری کنیم تا مختصات نقاط شکستگی به دست آید. نقاط را به هم وصل می‌کنیم و از دو سر پاره‌خط نیم‌خط‌هایی را به صورت عرض ثابت تا مثبت و منفی بی‌نهایت به گونه‌ای رسم می‌کنیم که شکل تابع ثابت باشد.

پنج و شش نشان داده شده است. خط تقارن تابع سرسره ای به صورت $x = \frac{a+b}{2}$ است. دامنه آن اعداد حقیقی است و برد آن بین عرض دو نقطه خواهد بود. عرضشان هم با جاگذاری طول‌هایشان به جای x به دست می‌آید. برای رسم این تابع سرسره‌ای کافی است که a و b را



شکل ۵: نمودار تابع $y = |x + 3| - |x + 1|$



شکل ۶: نمودار تابع $y = |x - 1| - |x + 1|$

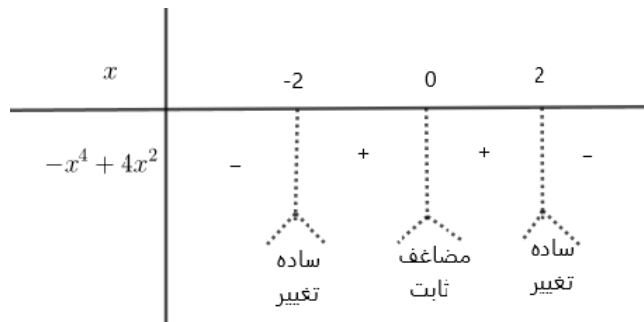
راست نوشته، علامت ضرایب بزرگ‌ترین درجه‌های صورت و مخرج را یافته، در هم ضرب می‌کنیم و علامت حاصل را در آخرین بازه سمت راست جدول قرار می‌دهیم. به ریشه‌ها که رسیدیم، به اسم ریشه (ساده یا مکرر زوج یا فرد بودن) توجه می‌کنیم. در ریشه‌های

یادیار هشتم: رسم جدول تعیین علامت با استفاده از مرتبه ریشه‌ها ابتدا عبارت را مساوی صفر قرار می‌دهیم، ریشه‌ها را می‌یابیم، ساده یا مکرر بودن ریشه‌ها را مشخص می‌کنیم. سپس ریشه‌ها را در جدول از کم به زیاد و از چپ به

صورت و مخرج از هم کم کرده، با توجه به توان به دست آمده نام ریشه را می نویسیم و در جدول زیر این عبارت تعریف نشده قرار می دهیم؛ مثلاً برای تعیین علامت تابع $-x^4 + 4x^2$ ابتدا عبارت را مساوی صفر قرار داده، نام ریشه را می نویسیم.

ساده و مکرر مرتبه فرد علامت عوض می شود و در ریشه های مضاعف و مکرر مرتبه زوج علامت تغییر نمی کند. در جدول ریشه های صورت و ریشه های مخرج تعریف نشده اند. اگر ریشه ای هم ریشه صورت و هم ریشه مخرج باشد، ابتدا توان های عامل $x - a$ را در

$$P = -x^4 + 4x^2 = 0 \rightarrow x^2(-x^2 + 4) = 0 \rightarrow \begin{cases} x^2 = 0 \rightarrow x = 0 & \text{ریشه مضاعف} \\ (-x^2 + 4) = 0 \rightarrow x = \pm 2 & \text{ریشه ساده} \end{cases}$$



پس از ساده کردن ریشه های صورت و مخرج را به دست می آوریم:

$$P = \frac{(x^2 - 3x + 2)^4(x + 3)^2x^2}{|2x - 1|(x^2 - 1)} = \frac{(x - 1)^4(x - 2)^4(x + 3)^3x^2}{|2x - 1|(x - 1)(x + 1)} = \frac{(x - 1)^3(x - 2)^4(x + 3)^3x^2}{|2x - 1|(x + 1)}$$

$$(x - 1)^3 = 0 \rightarrow x = 1 \text{ مکرر فرد}$$

$$(x - 2)^4 = 0 \rightarrow x = 2 \text{ مکرر زوج}$$

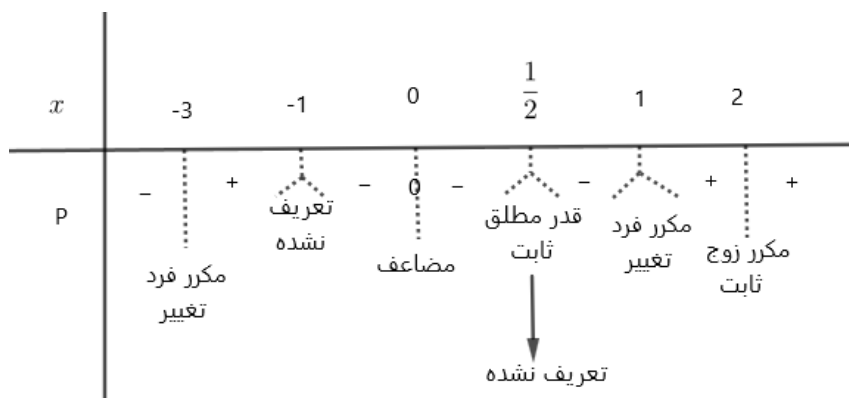
$$(x + 3)^3 = 0 \rightarrow x = -3 \text{ مکرر فرد}$$

$$x^2 = 0 \rightarrow x = 0 \text{ مضاعف}$$

$$|2x - 1| = 0 \rightarrow x = \frac{1}{2} \text{ ریشه قدر مطلق}$$

$$(x + 1) = 0 \rightarrow x = -1 \text{ ریشه ساده}$$

$$\frac{(+)(+)(+)(+)}{(+)(+)} = +$$



روش و نوع پژوهش

روش پژوهش حاضر از نوع پژوهش‌های شبه آزمایشی (پیش‌آزمون‌پس‌آزمون) با گروه کنترل است. متغیر مستقل آموزش یادیارها و متغیرهای وابسته عملکرد تحصیلی و اضطراب امتحان دانش‌آموزان پایه یازدهم دبیرستان‌های دخترانه اصفهان در درس ریاضی در سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ است. انتخاب دانش‌آموزان پایه یازدهم رشته ریاضی به دلیل اهمیت این مقطع در شکل‌گیری درک مفاهیم انتزاعی و پیچیده ریاضی صورت گرفته است. از نظر تالی در این دوره دانش‌آموزان با مباحثی نظیر حساب دیفرانسیل و انتگرال، جبر، نظریه اعداد، هندسه تحلیلی و احتمال مواجه می‌شوند که نیازمند تفکر منطقی، تجرید ذهنی و توانایی ارتباط بین نمادهای ریاضی و کاربردهای عملی است [۶۴]. از نظر اشکرافت و کراوز^۲ با افزایش سطح دشواری درس‌ها بسیاری از دانش‌آموزان با چالش‌هایی همچون افت تحصیلی و اضطراب ریاضی روبه‌رو می‌شوند [۶۵، ۶۶]. از سوی دیگر موفقیت در ریاضیات تأثیر مستقیمی بر انتخاب مسیرهای تحصیلی و حرفه‌ای مرتبط با علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات^۳ دارد [۶۷]: بنابراین بررسی راهبردهای یادگیری مانند یادیارها در این مقطع به بهبود یادگیری، کاهش اضطراب و افزایش علاقه‌مندی دانش‌آموزان به ریاضیات کمک خواهد کرد که در نهایت موجب ارتقای کیفیت آموزش و افزایش آمادگی تحصیلی برای ادامه مسیر دانشگاهی و شغلی می‌شود.

جامعه آماری و گروه نمونه: جامعه آماری پژوهش حاضر همه دانش‌آموزان دختر پایه یازدهم رشته ریاضی مقطع متوسطه دوم ناحیه چهار اصفهان در سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ بود. این دانش‌آموزان ۱۵۴ نفر بودند که در این سال درس ریاضی یکی از درس‌های اصلی آنان محسوب می‌شد. گروه نمونه این پژوهش عبارت بود از

تعداد ۳۰ نفر از دانش‌آموزان دختر پایه یازدهم رشته ریاضی که به صورت تصادفی انتخاب و به دو گروه ۱۵ نفری (گروه کنترل و گروه آزمایش) تقسیم شدند. براساس نظر دلاور در پژوهش‌های آزمایشی جهت تأمین اعتبار درونی و بیرونی تعداد ۳۰ نفر برای دو گروه آزمایش و کنترل کفایت می‌کند [۶۸]: به همین دلیل ۳۰ دانش‌آموز از میان جامعه آماری به صورت نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای چندمرحله‌ای انتخاب و سپس به همین شیوه در دو گروه آزمایش و کنترل گمارده شدند و دانش‌آموزان گروه آزمایش تحت آموزش از طریق یادیارها قرار گرفتند؛ ولی در گروه کنترل آموزش به طریق سنتی بود و مداخله‌ای دریافت نکردند (متغیر مستقل: آموزش از طریق یادیارها، متغیر وابسته: عملکرد تحصیلی و اضطراب امتحان، متغیرهای کنترل: سن، جنس و پیش‌آزمون).

ابزار گردآوری اطلاعات: ابزار گردآوری داده‌ها شامل عملکرد تحصیلی و پرسش‌نامه اضطراب امتحان سرسون بوده است. منظور از عملکرد تحصیلی مقایسه میزان عملکرد دانش‌آموز در آزمون قبل و بعد از مداخله است. از پرسش‌نامه اضطراب امتحان ساراسون^۴ (TAS) نیز برای سنجش اضطراب امتحان استفاده شده است [۶۹]. در واقع از پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای سنجش پیشرفت تحصیلی دانشجویان استفاده شد؛ به این صورت که دو آزمون معلم‌ساخته پنج‌سؤالی برای پیش‌آزمون (با ضریب آلفای کرونباخ ۰/۸۵) و پس‌آزمون (با ضریب آلفای کرونباخ ۰/۸۳) تهیه شد که شامل سؤال‌های مرتبط با محتوای آموزشی مورد نظر و دربردارنده مفاهیم ریاضی موجود در یادیارهای ارائه‌شده در این مقاله همچون علامت توابع مثلثاتی در هر ناحیه دایره مثلثاتی، مقادیر نسبت‌های مثلثاتی زوایای اصلی، آموزش روابط مثلثاتی مجموع و تفاضل زوایا، مقادیر نسبت‌های مثلثاتی زوایای متمم، مقادیر نسبت‌های مثلثاتی زوایای مکمل، مقادیر نسبت‌های مثلثاتی زوایای با مجموع یا تفاضل $k\pi$ رادیان، رسم نمودار توابع

1. Tall
2. Ashcraft & Krause
3. STEM: Science, technology, engineering, and mathematics

4. Anxiety Inventory Questionnaire of Sarason

گلدانی $y = |x - a| + |x - b|$ ، رسم نمودار توابع سرسره‌ای $y = |x - a| + |x - b|$ ، رسم جدول تعیین علامت با استفاده از مرتبه ریشه‌ها، محاسبه مساحت مثلث، گروه تجربی، گروه کنترل و تحقیق تجربی طراحی و اجرا شد (ر. ک. دلاور، ۱۳۸۶). همچنین برای سنجش تأثیر آموزش یادیارها بر کاهش اضطراب دانش‌آموزان قبل از آموزش یادیارها اضطراب امتحان دانش‌آموزان قبل و بعد از آموزش یادیارها در دو مرحله سنجیده و سپس نمره‌های اضطراب در پیش‌آزمون و پس‌آزمون سنجیده شد.

روش اجرا: ابتدا با مراجعه به سازمان آموزش و پرورش اصفهان به صورت تصادفی از بین شش ناحیه آموزشی اصفهان ناحیه ۴ انتخاب و سپس از بین ۱۲ دبیرستان دخترانه دولتی متوسطه دوم این ناحیه دبیرستان شاهد ۴۴ انتخاب شد. سپس در این دبیرستان از بین سه کلاس یک کلاس رشته ریاضی انتخاب شد و با همکاری معلمان و مشاوران مدرسه دانش‌آموزانی که در درس ریاضی اضطراب داشتند و نمره‌های پایین‌تری در این واحد کسب کرده بودند، شناخته شدند و با توجه به ملاک‌های ورود و خروج (نمره پایین‌تر از میانگین کلاسی در درس ریاضی و نمره پایین‌تر از خط برش در پرسش‌نامه اضطراب، خوب بودن عملکرد تحصیلی دانش‌آموز در سایر درس‌ها و رضایت آگاهانه جهت شرکت در فرایند پژوهش) ۳۰ دانش‌آموز گزینش و در دو گروه ۱۵ نفری (کنترل و آزمایش) تقسیم شدند. در واقع گروه آزمایش و کنترل به صورت تصادفی گمارده شدند. ابتدا از هر دو گروه پیش‌آزمون ریاضی و تست اضطراب به عمل آمد. سپس به گروه آزمایش در پنج جلسه آموزشی به صورت کارگاهی مفاهیم ریاضی مورد نظر به همراه یادیارهای مرتبط معرفی شده در این مقاله ارائه و آموزش داده شد و سپس مجدداً در پایان آموزش پس‌آزمون به عمل آمد و اضطراب آنان هم در مرحله پس از آموزش سنجیده و برآورد شد. درحقیقت پس از اتمام برنامه آموزشی و مداخله‌ای از دانش‌آموزان هر دو گروه آزمایش و کنترل آزمون درس

ریاضی و پرسش‌نامه اضطراب جهت کسب نمره پس‌آزمون گرفته شد. در واقع ساختار مداخله آموزشی در این پژوهش شامل پنج جلسه آموزشی و دو مرحله ارزیابی (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) است. تفاوت اصلی بین گروه‌ها در این است که گروه آزمایش با استفاده از یادیار ریاضی آموزش دیده است؛ درحالی‌که گروه کنترل از آموزش معمول مدرسه برخوردار بوده است. مداخله‌ها را مدرسی متخصص که آموزش‌های لازم را دیده است، انجام داده است. این ساختار به صورت جدولی شفاف نمایش داده می‌شود که به درک روش اجرای پژوهش کمک می‌کند.

- مطالب آموزشی جلسه اول شامل آموزش مفهوم علامت توابع مثلثاتی در هر ناحیه دایره مثلثاتی در قالب شکل (۱) و مقادیر نسبت‌های مثلثاتی زوایای اصلی در قالب مثال‌های (۱) و (۲) با استفاده از یادیارهای اول و دوم آموزش داده شد.
- مطالب آموزشی جلسه دوم شامل آموزش روابط مثلثاتی مجموع و تفاضل زوایا در قالب مثال (۳) و مقادیر نسبت‌های مثلثاتی زوایای متمم در قالب مثال (۴) با استفاده از یادیارهای سوم و چهارم آموزش داده شد.
- مطالب آموزشی جلسه سوم شامل آموزش مقادیر نسبت‌های مثلثاتی زوایای مکمل، مقادیر نسبت‌های مثلثاتی زوایای با مجموع یا تفاضل $2k\pi$ رادیان در قالب مثال (۵) و محاسبه مساحت مثلث در قالب مثال (۶) با کمک یادیارهای چهارم و پنجم آموزش داده شد.
- مطالب آموزشی جلسه چهارم شامل آموزش مفاهیمی همچون رسم نمودار گلدانی $y = |x - a| + |x - b|$ در قالب مثال (۷) و رسم نمودار سرسره‌ای $y = |x - a| - |x - b|$ در قالب مثال‌های (۸) و (۹) با کمک یادیارهای ششم و هفتم آموزش داده شد.
- مطالب آموزشی جلسه پنجم شامل آموزش مفاهیمی همچون رسم جدول تعیین علامت با استفاده از مرتبه ریشه‌ها در قالب مثال‌های (۱۰) و (۱۱) با استفاده از یادیار هشتم آموزش داده شد. در گروه کنترل مفاهیم مذکور به «روش آموزش مجازی» در محیط اسکای‌روم طراحی، اجرا و آموزش داده شد.

جدول ۱. شرح مداخله آموزشی مبتنی بر یادیارها

مرحله	محتوای آموزش	روش اجرا	مدت زمان	فعالیت‌های گروه آزمایش	فعالیت‌های گروه کنترل
مرحله ۱ (پیش‌آزمون)	سنجش اولیه عملکرد ریاضی و اضطراب امتحان	اجرای آزمون عملکرد ریاضی و پرسش‌نامه اضطراب	۴۵ دقیقه	تکمیل آزمون ریاضی و پرسش‌نامه اضطراب	تکمیل آزمون ریاضی و پرسش‌نامه اضطراب
مرحله ۲ (معرفی یادیارها)	آشنایی با مفهوم یادیارهای ریاضی	ارائه توضیح‌های نظری و نمونه‌های کاربردی	۶۰ دقیقه	شرکت در جلسه آموزشی تعاملی	دریافت آموزش سنتی بدون یادیارها
مرحله ۳ (تمرین یادیارها)	استفاده عملی از یادیارها در حل مسائل ریاضی	حل تمرین‌ها با استفاده از یادیارها	۹۰ دقیقه در دو جلسه	اجرای تمرین‌های هدایت‌شده با یادیارها	حل تمرین‌ها به روش سنتی
مرحله ۴ (به‌کارگیری یادیارها در حل مسائل پیچیده)	استفاده از یادیارها برای حل مسائل پیچیده‌تر	تدریس با تمرکز بر کاربرد یادیارها در سؤال‌های سطح بالا	۹۰ دقیقه در دو جلسه	حل مسائل با کمک یادیارها	حل مسائل مشابه بدون یادیارها
مرحله ۵ (جمع‌بندی و مرور)	مرور مطالب و آماده‌سازی برای آزمون نهایی	جمع‌بندی راهبردهای یادگیری و رفع اشکال	۶۰ دقیقه	مرور راهبردهای مبتنی بر یادیارها	مرور مطالب به روش سنتی
مرحله ۶ (پس‌آزمون)	سنجش نهایی عملکرد و اضطراب امتحان	اجرای آزمون عملکرد ریاضی و پرسش‌نامه اضطراب	۴۵ دقیقه	تکمیل آزمون ریاضی و پرسش‌نامه اضطراب	تکمیل آزمون ریاضی و پرسش‌نامه اضطراب

بخش اطلاعات به دست آمده با استفاده از آمار توصیفی از روی نمونه‌ها تنظیم و سپس با استفاده از آمار استنباطی و با توجه به سؤال‌های اصلی تحقیق تحلیل شده است.

نتایج جدول (۲) نشان می‌دهد میانگین نمره‌های عملکرد درس ریاضی در گروه آزمایش در مرحله پس‌آزمون نسبت به گروه کنترل بیشتر است و نمره‌های اضطراب امتحان در گروه آزمایش در مرحله پس‌آزمون نسبت به گروه کنترل کمتر است.

بررسی استنباطی داده‌ها

الف. پیش فرض تساوی واریانس‌ها: به منظور استفاده از آزمون‌های پارامتریک برای بررسی تساوی واریانس نمره‌های عملکرد دانش‌آموزان در درس ریاضی و اضطراب امتحان از آزمون لوین استفاده شد که نتایج در جدول (۳) آمده است.

روش آماری تحلیل داده‌ها: در این پژوهش به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و همچنین برای دقت و سرعت بیشتر کلیه عملیات با استفاده از نرم‌افزار SPSS²³ انجام شده است. پس از جمع‌آوری داده‌ها تجزیه و تحلیل اطلاعات در دو سطح توصیفی و استنباطی صورت گرفت. در سطح توصیفی از شاخص‌های آماری میانگین و انحراف استاندارد در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل استنباطی داده‌ها نیز تحلیل کواریانس چندمتغیره (مانکوا) و آزمون لوین برای مفروضه تساوی واریانس‌ها و آزمون کلوموگروف اسمیرنوف برای نرمال بودن داده‌ها به کار گرفته شد.

یافته‌های پژوهش

استفاده از آمار به ایجاد نظم در پدیده‌های تحت بررسی در تحقیق کمک چشمگیری می‌کند. در این

تأثیر یادیارهای ریاضی بر عملکرد تحصیلی و اضطراب امتحان دانش‌آموزان دختر پایه یازدهم ناحیه ۴ اصفهان

جدول (۲): مقایسه میانگین و انحراف معیار نمره‌های عملکرد درس ریاضی و اضطراب امتحان

کنترل		گروه آزمایش		آزمون	شاخص‌های آماری متغیرها
انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین		
۱/۲۷	۳/۹۳	۱/۸۳	۵/۰۶	پیش‌آزمون	عملکرد درس ریاضی
۱/۴۵	۵/۶۰	۱/۵۲	۷/۸۰	پس‌آزمون	
۸/۰۱	۲۰/۱۳	۸/۳۵	۲۰/۶۶	پیش‌آزمون	اضطراب امتحان
۷/۴۴	۱۸/۲۶	۶/۳۳	۱۷/۴۰	پس‌آزمون	

جدول (۳): آزمون لوین درباره همسانی واریانس عملکرد دانش‌آموزان در درس ریاضی و اضطراب امتحان

سطح معناداری	درجه آزادی دوم	درجه آزادی اول	نسبت F	متغیرها
۰/۷۷۳	۲۸	۱	۰/۰۸۴	عملکرد دانش‌آموزان در درس ریاضی
۰/۷۷۷	۲۸	۱	۰/۰۸۲	اضطراب امتحان

ب. پیش‌فرض نرمال بودن داده‌ها: جهت بررسی نرمال بودن نمره‌های عملکرد درس ریاضی و اضطراب امتحان از آزمون کلوموگروف اسمیرنوف استفاده شد. نتایج در جدول ۴ آمده است.

نتایج جدول (۳) آزمون لوین تساوی واریانس‌های نمره‌های عملکرد درس ریاضی و اضطراب امتحان را نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن است که برای نمره‌های عملکرد درس ریاضی و اضطراب امتحان تساوی واریانس‌ها برقرار است.

جدول (۴): آزمون کلوموگروف اسمیرنوف نمره‌های عملکرد درس ریاضی و اضطراب امتحان

سطح معناداری	آماره	گروه	متغیرها
۰/۰۶۴	۰/۲۲۸	گروه آزمایش کنترل	عملکرد درس ریاضی
۰/۲۰۰	۰/۱۶۷		
۰/۰۶۰	۰/۲۳۱	گروه آزمایش کنترل	اضطراب امتحان
۰/۲۰۰	۰/۱۶۰		

جدول (۵): آزمون باکس درباره همسانی کوواریانس نمره‌های عملکرد درس ریاضی و اضطراب امتحان

سطح معناداری	درجه آزادی دوم	درجه آزادی اول	نسبت F	Box's M
۰/۸۶۶	۱۴۱۱۱۲۰/۰۰۰	۳	۰/۲۴۴	۰/۷۹۴

نتایج جدول (۵) آزمون باکس تساوی کوواریانس‌های عملکرد درس ریاضی و اضطراب امتحان را نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن است که برای نمره‌های عملکرد درس ریاضی و اضطراب امتحان تساوی کوواریانس‌ها برقرار است.

نتایج جدول (۴) آزمون کلوموگروف اسمیرنوف نمره‌های عملکرد درس ریاضی و اضطراب امتحان را نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن است که نمره‌های عملکرد درس ریاضی و اضطراب امتحان در دو گروه آزمایش و کنترل بهنجار است.

بررسی فرضیه‌های پژوهش

فرضیه اصلی: آموزش یادیارها بر عملکرد دانش‌آموزان و اضطراب امتحان در درس ریاضی اثر دارد.

نتایج جدول (۶) نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیری (مانکوا) تفاوت دو گروه آزمایش و کنترل در نمره‌های عملکرد درس ریاضی و اضطراب امتحان را نشان می‌دهد. براساس داده‌های جدول بین دو گروه آزمایش و کنترل در متغیر عملکرد درس ریاضی و اضطراب امتحان در سطح $p < 0/05$ تفاوت معناداری وجود دارد. مقدار اتا $0/347$ است؛ یعنی $34/7\%$ درصد تفاوت دو گروه را نمره‌های عملکرد درس ریاضی و اضطراب امتحان تبیین می‌کند.

فرضیه ۱: آموزش یادیارها بر عملکرد دانش‌آموزان در درس ریاضی اثر دارد.

همان‌طور که نتایج جدول (۷) نشان می‌دهد، بین گروه‌ها در نمره‌های عملکرد دانش‌آموزان در درس ریاضی در مرحله پس‌آزمون در سطح $P < 0/05$ تفاوت معنادار وجود دارد. نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیری (مانکوا) نشان داد تفاوت بین نمره‌های عملکرد دانش‌آموزان در درس ریاضی در گروه آزمایش و کنترل در مرحله پس‌آزمون تفاوت معنادار است؛ یعنی آموزش یادیارها توانسته است نمره‌های عملکرد دانش‌آموزان در درس ریاضی در مرحله پس‌آزمون را افزایش دهد. مقدار اتا برابر با $0/319$ است؛ یعنی $31/9\%$ درصد از تغییرها در گروه آزمایش مربوط به آموزش یادیارهاست. توان آماری برابر $0/919$ است که این مطلب مؤید نبود خطا و حجم نمونه کافی برای تحقیق حاضر است.

فرضیه ۲: آموزش یادیارها بر اضطراب امتحان در درس ریاضی اثر دارد.

جدول (۶): نتایج اثر پیلایی تحلیل کوواریانس چندمتغیری (مانکوا) تفاوت دو گروه آزمایش و کنترل در عملکرد درس ریاضی و اضطراب امتحان

منبع	ارزش	F	سطح معناداری	مقدار اتا	توان آماری
گروه	اثر پیلایی	۶/۶۴۹	۰/۰۰۵	۰/۳۴۷	۰/۸۷۶
	لامبدای ویلکز	۶/۶۴۹	۰/۰۰۵	۰/۳۴۷	۰/۸۷۶
	اثر هتینگ	۶/۶۴۹	۰/۰۰۵	۰/۳۴۷	۰/۸۷۶
	بزرگترین ریشه روی	۶/۶۴۹	۰/۰۰۵	۰/۳۴۷	۰/۸۷۶

جدول (۷): تحلیل کوواریانس نمره‌های عملکرد دانش‌آموزان در درس ریاضی در گروه‌های مورد مطالعه

منبع	مجموع مجزورات	درجه آزادی	مجدور میانگین	F	سطح معناداری	مقدار اتا	توان آماری
پیش‌آزمون	۱۰/۳۱۹	۱۰	۱۰/۳۱۹	۶/۱۳۶	۰/۰۲۰	۰/۱۹۱	۰/۶۶۵
گروه	۲۰/۴۸۳	۱	۲۰/۴۸۳	۱۲/۱۸۰	۰/۰۰۲	۰/۳۱۹	۰/۹۱۹
خطا	۴۳/۷۲۵	۲۶	۱/۶۸۲				
کل	۱۴۴۵	۳۰					

جدول (۸): تحلیل کوواریانس نمره‌های اضطراب امتحان در گروه‌های مورد مطالعه

منبع	مجموع مجزورات	درجه آزادی	مجدور میانگین	F	سطح معناداری	مقدار اتا	توان آماری
پیش‌آزمون	۹۲۰/۲۳۷	۱	۹۲۰/۲۳۷	۶۳/۰۶۴	۰/۰۰۱	۰/۷۰۸	۱/۰۰۰
گروه	۱۳/۵۳۱	۱	۱۳/۵۳۱	۰/۹۲۷	۰/۳۴۴	۰/۰۳۴	۰/۱۵۳
خطا	۳۷۹/۳۹۵	۲۶	۱۴/۵۹۲				
کل	۱۰۸۸۵	۳۰					

همان‌طور که نتایج جدول (۸) نشان می‌دهد، بین گروه‌ها در نمره‌های اضطراب امتحان در مرحله پس‌آزمون در سطح $P > 0/05$ تفاوت معنادار وجود ندارد. نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیری (مانکوا) نشان داد تفاوت بین نمره‌های اضطراب امتحان در گروه آزمایش و کنترل در مرحله پس‌آزمون تفاوت معنادار نیست؛ یعنی آموزش یادیارها نتوانسته است نمره‌های اضطراب امتحان در مرحله پس‌آزمون را کاهش دهد. مقدار اِتا برابر با $0/034$ است؛ یعنی $3/4$ درصد از تغییرها در گروه آزمایش مربوط به آموزش یادیارهاست. توان آماری برابر $0/153$ است.

بحث و نتیجه‌گیری

براساس آنچه در این مقاله بررسی شد، همه مطالب و اطلاعات را نمی‌توان به شیوه یکسان آموزش داد؛ چراکه هر محتوایی با توجه به اینکه در چه سطحی از سطوح یادگیری قرار گرفته باشد، مستلزم به‌کارگیری شیوه آموزشی مخصوص به خود است. برخی از انواع اطلاعات از نظر نوع یادگیری در سطح به‌خاطر سپاری هستند؛ یعنی برای یاد گرفتن فقط باید حفظ شوند. برخی دیگر علاوه بر به‌خاطر سپاری نیازمند درک و فهم‌اند و بخش دیگری از اطلاعات ضمن به‌خاطر سپاری و درک مستلزم به‌کارگیری در موقعیت‌های مختلف و جدید هستند که هر کدام راهبردها و فنون آموزشی مناسب خود را می‌طلبند. محتوای آموزشی در درس ریاضی نیز از این قاعده مستثنی نیست. با بررسی‌ای کلی به نظر می‌رسد که کاربرد یادیارها برای آموزش مفاهیم ریاضی امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. در همین راستا هدف اصلی این پژوهش نیز بررسی تأثیر یادیارهای ریاضی بر عملکرد تحصیلی و اضطراب دانش‌آموزان دختر پایه یازدهم دبیرستان‌های اصفهان در درس ریاضی بوده است. به‌منظور دستیابی به این هدف فرضیه اصلی (کاربرد یادیارهای ریاضی بر عملکرد تحصیلی و کاهش اضطراب دانش‌آموزان دختر پایه یازدهم دبیرستان‌های

اصفهان در درس ریاضی تأثیر مثبت دارد) تعریف و آزمون شد. نتایج جدول (۲) نشان داد میانگین نمره‌های عملکرد درس ریاضی در گروه آزمایش در مرحله پس‌آزمون نسبت به گروه کنترل بیشتر است و نمره‌های اضطراب امتحان در گروه آزمایش در مرحله پس‌آزمون نسبت به گروه کنترل کمتر است. این نتیجه بیانگر این مطلب است که آموزش یادیارها بر عملکرد دانش‌آموزان تأثیر مثبت داشته و باعث کاهش اضطراب امتحان آن‌ها در درس ریاضی شده است. همچنین جدول (۶) تفاوت دو گروه آزمایش و کنترل در نمره‌های عملکرد درس ریاضی و اضطراب امتحان را نشان داد. براساس داده‌های این جدول بین دو گروه آزمایش و کنترل در متغیر عملکرد درس ریاضی و اضطراب امتحان در سطح $P < 0/05$ تفاوت معناداری وجود داشت؛ یعنی $34/7$ درصد تفاوت دو گروه را نمره‌های عملکرد درس ریاضی و اضطراب امتحان تبیین کرد. علاوه بر آن در آزمون فرضیه اول تحقیق (آموزش یادیارها بر عملکرد دانش‌آموزان در درس ریاضی اثر دارد) نتایج آنکوای درون مانکوا در جدول (۷) نشان داد بین گروه‌ها در نمره‌های عملکرد دانش‌آموزان در درس ریاضی در مرحله پس‌آزمون در سطح $P < 0/05$ تفاوت معنادار وجود دارد. به عبارتی تفاوت بین نمره‌های عملکرد دانش‌آموزان در درس ریاضی در گروه آزمایش و کنترل در مرحله پس‌آزمون تفاوت معنادار بود؛ یعنی آموزش یادیارها نتوانسته است نمره‌های عملکرد دانش‌آموزان در درس ریاضی را در مرحله پس‌آزمون افزایش دهد. چون مقدار اِتا $0/319$ بوده است، یعنی $31/9$ درصد از تغییرها در گروه آزمایش مربوط به آموزش یادیارهاست.

همچنین در آزمون فرضیه دوم تحقیق (آموزش یادیارها بر اضطراب امتحان اثر دارد) نتایج آنکوای درون مانکوا در جدول (۸) نشان داد بین گروه‌ها در نمره‌های اضطراب امتحان در مرحله پس‌آزمون در سطح $P > 0/05$ تفاوت معنادار وجود ندارد. به بیانی دیگر تفاوت بین نمره‌های اضطراب امتحان در گروه آزمایش و کنترل در مرحله پس‌آزمون تفاوت معنادار نبود؛ یعنی

همچنین نتایج این پژوهش با یافته‌های مطالعه‌های پیشین همخوانی دارد؛ مثلاً مطالعه‌های سلیمی و همکاران و بیگدلی و همکاران نشان داده‌اند که استفاده از یادیارها موجب افزایش میزان درک و تثبیت مفاهیم آموزشی در دانش‌آموزان می‌شود [۳۳، ۳۹]. علاوه بر این پژوهش زارع و صالح میرحسینی نشان داد که استفاده از یادیارهای تصویری تأثیر معناداری بر یادآوری و بازشناسی مطالب دارد [۴۰]. همچنین، اسکندری و نوروزی در بررسی تأثیر یادیارها در آموزش کلمه‌های انگلیسی دریافتند که روش کلمه کلید در مقایسه با تصویرسازی ذهنی و تکرار ساده اثربخشی بیشتری دارد [۲۷]. در سطح بین‌المللی پژوهش‌هایی نظیر استالدر و السون^۵ به تأثیر مثبت یادیارها بر عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان اشاره کرده‌اند [۴۷]. پژوهش‌های پل^۶ و دبراه و کیم فانگ^۷ نیز نشان داده‌اند که استفاده از یادیارها در بهبود حافظه و یادگیری دانش‌آموزان مؤثر بوده است [۵۳، ۵۴]. با این حال نتایج این تحقیق درباره کاهش معنادار نداشتن اضطراب امتحان متفاوت از برخی مطالعه‌های گذشته است که این امر می‌تواند به تفاوت در روش‌های اجرایی، میزان آشنایی دانش‌آموزان با یادیارها یا شیوه‌های مدیریت اضطراب مرتبط باشد. در همین راستا، دان، اسمیت و بینز^۸ [۲۱] نشان داده‌اند که تصویرسازی ذهنی می‌تواند بر عملکرد تحصیلی تأثیر بگذارد؛ اما تأثیر آن بر کاهش اضطراب بستگی به عوامل فردی و محیطی دارد. بر این اساس پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های آتی تأثیر ترکیب یادیارها با راهکارهای مدیریت استرس و تمرین‌های ذهن آگاهی نیز بررسی شود. این پژوهش با وجود یافته‌های ارزشمند چندین محدودیت دارد که باید در تفسیر نتایج در نظر گرفته شود. نخست آنکه حجم نمونه پژوهش نسبتاً کوچک بود و فقط شامل دانش‌آموزان دختر پایه یازدهم در یک منطقه آموزشی خاص بود که ممکن است تعمیم‌پذیری

آموزش یادیارها نتوانسته است نمره‌های اضطراب امتحان در مرحله پس‌آزمون را کاهش دهد. نتایج فوق مؤید این حقیقت است که آموزش ریاضی مبتنی بر یادیارها در مقایسه با روش سخنرانی برای افزایش میزان یادسپاری و یادگیری و فهم دانش‌آموزان و در نهایت ارتقای نمره عملکرد تحصیلی آنان تأثیر چشمگیری داشته است. در واقع ابزارهای یادیار فونونی خاص هستند که برای یادسپاری اطلاعات به یادگیرنده کمک می‌کنند. شایان یادآوری است که یافته‌های این پژوهش را می‌توان در چارچوب نظریه‌های شناختی و یادگیری توضیح داد. نظریه پردازش اطلاعات بادل^۱ بیان می‌کند که حافظه کاری نقش کلیدی در یادگیری دارد و استفاده از یادیارها می‌تواند با کاهش بار شناختی موجب تسهیل فرایند رمزگذاری و بازیابی اطلاعات شود [۷۰]. همچنین براساس نظریه یادگیری معنادار آزوبل^۲ زمانی که دانش‌آموزان اطلاعات جدید را با ساختار دانش قبلی خود مرتبط می‌کنند، درک و یادآوری بهتری خواهند داشت. یادیارها از طریق ایجاد ارتباط‌های معنادار میان اطلاعات جدید و دانش پیشین این فرایند را تسهیل می‌کنند [۷۱]. علاوه بر این نظریه بار شناختی سوالر، آیرس و کالیوگا^۳ تأکید دارد که یادگیری زمانی بهینه خواهد بود که بار شناختی غیرضروری کاهش یابد. یادیارها همچون ابزاری آموزشی می‌توانند بار شناختی غیرضروری را کاهش دهند و در نتیجه موجب بهبود عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان شوند [۷۲]. با این حال کاهش نیافتن معنادار اضطراب امتحان را می‌توان براساس نظریه تنظیم هیجان گروس^۴ تحلیل کرد که بیان می‌کند برای کاهش اضطراب علاوه بر بهبود عملکرد شناختی راهبردهای تنظیم هیجان نیز باید تقویت شوند [۷۳]؛ بنابراین برای اثربخشی بیشتر یادیارها در کاهش اضطراب امتحان پیشنهاد می‌شود که این راهبرد با ترندهای مدیریت استرس و تنظیم هیجان ترکیب شود.

5. Stalder & Olson

6. Paul

7. Deborah, & Kim.Phuong

8. Dunn., Smith, R. A. & Beins

1. Baddeley

2. Ausubel

3. Sweller, Ayres & Kalyuga

4. Gross

یابد:

- بررسی اثرهای بلندمدت یادیارها از طریق مطالعه‌های طولی می‌تواند نشان دهد که تأثیر این روش در طول زمان چگونه تغییر می‌کند و آیا تأثیر آن بر عملکرد تحصیلی پایدار است یا خیر.

- مقایسه یادیارها با سایر روش‌های آموزشی مانند آموزش مبتنی بر فناوری‌های دیجیتال یا یادگیری فعال می‌تواند نتایج مفیدی ارائه دهد.

- بررسی تأثیرهای یادیارها بر گروه‌های سنی مختلف (از دانش‌آموزان ابتدایی تا دانشگاه) می‌تواند دامنه کاربردی این روش را مشخص کند.

- بررسی تأثیرهای یادیارها در آموزش درس‌های مختلف دیگر می‌تواند دامنه کاربردی این روش را بیشتر مشخص کند.

۴. پیشنهاد می‌شود که ترکیب یادیارها با ترفندهایی مانند آموزش ذهن آگاهی، تمرین‌های آرام‌سازی و مشاوره تحصیلی بررسی شود تا میزان تأثیرگذاری این ترکیب بر کاهش اضطراب امتحان مشخص شود. در نهایت پژوهش‌های آتی می‌توانند به بررسی نقش عواملی مانند سبک یادگیری، سطح هوش هیجانی و میزان انگیزش در میزان اثرگذاری یادیارها بر عملکرد تحصیلی و کاهش اضطراب امتحان بپردازند.

۵. پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده با رویکرد توسعه‌ای که شامل طراحی، بهبود و ارزیابی یادیارهای نوآورانه براساس نیازهای آموزشی و شواهد پژوهشی است، میزان اثربخشی این راهبردها را در آموزش ریاضی بررسی کنند.

در مجموع نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که یادیارهای ریاضی می‌توانند همچون راهبردی مؤثر در آموزش ریاضیات استفاده شوند و موجب بهبود عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان شوند؛ با این حال برای کاهش اضطراب امتحان پیشنهاد می‌شود که در کنار این روش از سایر راهبردهای کاهش استرس نیز استفاده شود. توجه به این نکات می‌تواند به بهبود کیفیت آموزش ریاضی و افزایش موفقیت تحصیلی دانش‌آموزان بینجامد.

نتایج به سایر گروه‌های دانش‌آموزی، مناطق جغرافیایی یا مقاطع تحصیلی دیگر را محدود کند.

دوم اینکه این پژوهش به بررسی تأثیر یادیارها در بازه زمانی‌ای کوتاه پرداخت و اثرهای بلندمدت آن بر یادگیری و یادداری دانش‌آموزان ارزیابی نشد. علاوه بر این پژوهش حاضر فقط تأثیر یادیارها بر عملکرد تحصیلی و اضطراب امتحان را بررسی کرده است؛ در حالی که سایر عوامل شناختی و هیجانی مانند انگیزه، نگرش به ریاضی و راهبردهای یادگیری خودتنظیمی بررسی نشدند.

همچنین تفاوت‌های فردی دانش‌آموزان در میزان استفاده از یادیارها و میزان آشنایی قبلی آن‌ها با این روش می‌تواند بر نتایج پژوهش تأثیر گذاشته باشد؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود که پژوهش‌های آینده با حجم نمونه بزرگ‌تر، بررسی گروه‌های سنی مختلف و تحلیل اثرهای طولانی مدت یادیارها انجام گیرد.

پیشنهادهای کاربردی

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر پیشنهادهای کاربردی زیر ارائه می‌شود:

۱. پیشنهاد می‌شود که معلمان و مربیان آموزشی در طراحی برنامه‌های درسی از یادیارهای ریاضی همچون روشی تکمیلی برای بهبود یادگیری دانش‌آموزان استفاده کنند. این روش می‌تواند در افزایش دقت و تمرکز دانش‌آموزان بر مفاهیم کلیدی ریاضی و کاهش فراموشی مطالب کمک شایانی کند.

۲. پیشنهاد می‌شود که برنامه‌های آموزشی علاوه بر آموزش یادیارها با راهکارهایی برای کاهش اضطراب امتحان مانند تمرین‌های ذهن آگاهی، ترفندهای تنفس عمیق و راهبردهای مدیریت استرس همراه شوند و معلمان نیز تأثیرهای مثبت این روش‌ها بر کاهش اضطراب را در پژوهش‌های اقدام‌پژوهی بررسی کنند.

۳. با توجه به محدودیت‌های این پژوهش پیشنهاد می‌شود که پژوهش‌های آینده در چندین محور توسعه

یادگیری فراشناختی و منبع کنترل با پیشرفت تحصیلی دانشجویان. فصلنامه راهبردهای آموزش در علوم پزشکی، ۱۳۹۴؛ ۸(۵): ۳۲۳-۳۲۸.

۱۳. سیف، علی‌اکبر. روان‌شناسی پرورشی نوین. تهران: نشر دوران، ۱۳۸۸.

14. Scruggs T. E, Mastropieri M. A. The effectiveness of mnemonic instruction for students with learning and behavior problems: An update and research synthesis. *Journal of Behavioral Education*. 2000; 10: 163-173.

15. Higbee, K. L. *Your memory: How it works and how to improve it* (2nd ed). New York: Marlowe; 1996.

16. VanVoorhis, C. R. W. Stat jingles: To sing or not to sing. *Teaching of Psychology*. 2002; 29: 249-250.

17. Stalder, D. R. Learning and motivational benefits of acronym use in introductory psychology. *Teaching of Psychology*. 2005; 32: 222-228.

18. Lakin J. L, Giesler R. B, Morris K. A, Vosmik J. R. HOMER as an acronym for the scientific method. *Teaching of Psychology*. 2007; 34: 94-96.

19. Carney R. N, Levin J. R. Conquering mnemonophobia, with help from three practical measures of memory and application. *Teaching of Psychology*. 2008; 35: 176-183.

20. Saber J. L, Johnson R. D. Don't throw out the baby with the bathwater: Verbal repetition, mnemonics, and active learning. *Journal of Marketing Education*. 2008; 30: 207-216.

21. Dunn D. S, Smith R. A, Beins B. C. (Eds.). *Best practices for teaching statistics and research methods in behavioral sciences*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum; 2007.

22. Lomax R. G, Moosavi S. A. Using humor to teach statistics: Must they be orthogonal? *Understanding Statistics*. 2002; 1: 113-130.

23. Mubarak R, Smith D. C. Spacing Effect and Mnemonic Strategies: A Theory-Based Approach To E-Learning. *e-Learning*. 2008: 269-272.

۲۴. سیتیا لشین، جولین پولاک، چارلز ام، رایگلو ث. راهبردها و فنون طراحی آموزشی، ترجمه هاشم فردانش، تهران: انتشارات سمت، ۱۳۷۴.

منابع

۱. برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران. مصوب شورای انقلاب فرهنگی و شورای عالی آموزش و پرورش، ۱۳۹۱.

۲. موسوی، فاطمه. تأثیر مداخلات آموزشی در درس ریاضی بر پیشرفت ریاضی، اضطراب ریاضی و نگرش با درس ریاضیات در دانش‌آموزان دختر پایه پنجم ابتدایی شهر قزوین. رساله کارشناسی ارشد، تهران: دانشگاه علامه طباطبایی، ۱۳۹۰.

3. Batton, M. The effect of cooperative groups on math anxiety (Doctoral dissertation). Retrieved from ProQuest Dissertations and Theses database. 2010 (PQDT: 787907070).

4. Dreger R. M, Aiken L, R Jr. The identification of number anxiety in a college population. *Journal of Educational Psychology*. 1957; 48: 344-351.

5. Santos Carmo J. D, Simionato A. M. reversao de a Mathematica: Alguns Dados Da Literatura. *psicologia em estudo, maringa*. 2012; 17(2): 317-327.

6. Lazarous, S. M. Mathophobia: some personal speculations. *The National Elementary Principial*. 2012; 53(2): 16-22.

7. Widiyasari E, Mujib M, Suherman S, Komarudin K, Anggoro B. S, Mardiyah M. CORE Teaching Model Based Mnemonic Technique Impact Students' Mathematical Creative Thinking Ability and Metacognitive Awareness. *AlphaMath: Journal of Mathematics Education*. 2022; 8(1): 49-59.

8. Weinstein C. E, Meyer D. K. Cognitive learning strategies and college teaching. *New directions for teaching and learning*. 1991; (45): 15-26.

۹. صمدی، سیمین. راهبردهای یادگیری در پیشرفت تحصیلی. فصلنامه مطالعات آموزشی، ۱۳۹۱؛ ۱(۷): ۳۰-۴۱.

۱۰. سیف، علی‌اکبر. روان‌شناسی پرورشی نوین (روان‌شناسی یادگیری و آموزش). تهران: انتشارات دوران، چاپ هفتم، ۱۳۹۳.

11. Flavell, J. H. Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive developmental inquiry. *American psychologist*. 1979; 34: 906-911.

۱۲. محمدی یحیی، کیخا علی‌رضا، صادقی علی‌رضا، کاظمی سیمیا، رئیسون محمدرضا. رابطه راهبرد

38. Sternberg R. J. The nature of creativity. *Creativity research journal*. 2006; 18(1): 87-98.
۳۹. بیگدلی ایمان‌الله، نجفی محمود، عبدالحسین‌زاده عباس. اثربخشی کاربرد یادیارها در آموزش املا به کودکان دارای اختلال یادگیری املا. ناتوانی‌های یادگیری، ۱۳۹۲؛ ۳(۲)، پی‌اپی ۹: ۶-۲۰.
۴۰. زارع حسین، صالح میرحسینی وحیده. بررسی اثر مداخله‌ای تصویرسازی ذهنی تعاملی و بار هیجانی کلمه‌ها بر یادآوری و بازشناسی. روان‌شناسی تربیتی، ۱۳۹۱؛ ۸(۲۵)، پی‌اپی ۲۵: ۱۳۸-۱۵۴.
۴۱. طالب‌زاده محسن، حمیدی‌زاده محمدرضا، حکمت‌نیا آتوسا. تأثیر آموزش یادیارها در یادگیری درس زیست‌شناسی و ایجاد علاقه و انگیزه به یادگیری این درس. پایان‌نامه [کارشناسی‌ارشد] دانشگاه پیام نور، ۱۳۸۴.
42. Stalder D. R. Learning and motivational benefits of acronym use in introductory psychology. *Teaching of Psychology*. 2005; 32: 222-228.
43. Carney R. N, Levin J. R. Mnemonic instruction with a focus on transfer. *Journal of Educational Psychology*. 2000; 92(4): 783-790.
44. Higbee, K. L. *Your memory: How it works and how to improve it* (2nd ed.). New York: Marlowe; 1996.
45. Lakin J. L, Giesler R. B, Morris K. A, Vosmik J. R. HOMER as an acronym for the scientific method. *Teaching of Psychology*. 2007; 34: 94-96.
46. Saber J. L, Johnson R. D. Don't throw out the baby with the bathwater: Verbal repetition, mnemonics, and active learning. *Journal of Marketing Education*. 2008; 30: 207-216.
47. Stalder, D.R. Olson, E.A. t for Two: Using Mnemonics to Teach Statistics, *Teaching of Psychology*. 2011; 38(4):247-250.
48. VanVoorhis, C. R. W. Stat jingles: To sing or not to sing. *Teaching of Psychology*. 2002; 29: 249-250.
49. Van Garden, D. Teaching students with LD to use diagrams to solv mathematical word problems. *Journal of Learning Disabilities*. 2007; 40(5): 540-553.
50. Dunn D. S, Smith R. A, Beins B. C. (Eds.). *Best practices for teaching statistics and research methods in behavioral sciences*.
۲۵. استرنبرگ، رابرت. روان‌شناسی شناختی، ترجمه کمال خرازی و الهه حجازی. تهران: انتشارات سمت، ۱۳۸۷.
26. Wang A. Y, Thomas M. H. The Effect of imagery- based mnemonics on the long-term retention of Chinese characters. *Language Learning*. 1966; 42: 359-376.
۲۷. اسکندری حسین، نوروزی داریوش. یادیارها در تدریس کلمه‌های انگلیسی. روان‌شناسی تربیتی، ۱۳۸۹؛ ۱۶(۱): ۷۸-۱۰۲.
28. Bower G. H, Hilgard E. R. *Theories of Learning*. New Delhi: Prentice-Hall. Inc; 1986.
۲۹. ملکی بهرام، زارع فاطمه، شقاقی حسین. تأثیر آموزش راهبردهای شناختی و فراشناختی بر افزایش یادگیری و یادداری متون درسی مختلف. فصلنامه تازه‌های علوم شناختی، ۱۳۹۰؛ ۳: ۴۱-۵۰.
30. Woolfolk, A. E. *Educational psychology* (6th, 8th ed.). Boston: Allyn and Bacon; (1995, 2001).
31. Weinstein, C. E, Hume, L. M. *Study strategies for life long learning*. Washington D.C.: American Psychological Association; 1998.
32. Eysenck M. W, Keane M. T. *Cognition and emotion*. Cognitive psychology. 6th ed. Hove and New York: Psychology Press; 2010.
۳۳. سلیمی مسعود، سعدی‌پور اسماعیل، دلاور علی، ملکی حسن. مقایسه تأثیر آموزش راهبردهای تصویرسازی ذهنی، تفکر بلند، بازنمایی کتبی و بازنمایی حرکتی بر عملکرد دانش‌آموزان ابتدایی در حل مسائل کلامی ریاضی. پژوهش در برنامه‌ریزی درسی، تابستان ۱۳۹۳؛ ۱۱(۱۴)، پی‌اپی ۴۱: ۱۲-۲۲.
34. Morgan C. T, king R. A., Robinson, N. M. *Introduction to Psychology* (6th ed.). New York: McGraw-Hill; 1984.
۳۵. خرازی کمال، حجازی الهه. روان‌شناسی شناختی، نوشته رابرت استرنبرگ. تهران: انتشارات ارجمند، ۱۳۸۷.
۳۶. زارع محمد، ساریخانی راحله. بررسی تأثیر استفاده از چندرسانه‌ای آموزشی بر میزان یادگیری و انگیزه پیشرفت در دروس فیزیولوژی. روان‌شناسی تربیتی، تابستان ۱۳۹۴؛ ۱۱(۳۶): ۱۷۹-۱۹۰.
۳۷. مصری‌آبادی، جواد. اثربخشی نقشه مفهومی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در درس زیست‌شناسی، روان‌شناسی و فیزیک. اندیشه‌های نوین تربیتی، بهار ۱۳۸۸؛ ۱(۱): ۹۳-۱۱۴.

- آموزش و یادگیری، ۱۴۰۱؛ ۱۹(۲)، پیاپی ۳۶: ۱۷۲-۱۸۲.
۶۱. یوسف‌زاده چوسری محمدرضا، آداک موسی. مطالعه میزان تناسب روش‌های تدریس با رویکرد یادگیری مادام‌العمر؛ مورد مطالعه: دانشگاه بوعلی‌سینا همدان. نشریه علمی پژوهش‌های آموزش و یادگیری، ۱۳۹۹؛ ۱۷(۱)، پیاپی ۳۱: ۲۱-۳۱.
۶۲. آزریم، بستان‌آباد کریمه، جوادی‌پور محمد. کاربرد روش تدریس مبتنی بر رویکرد سازنده‌گرایه در مدارس دوره دوم متوسطه. نشریه علمی پژوهش‌های آموزش و یادگیری، ۱۴۰۰؛ ۱۸(۲)، پیاپی ۳۴: ۱-۱۲.
۶۳. سیدمحمدی، یحیی. راهنمای تشخیصی و افتراقی اختلالات روانی. تهران: انتشارات روان، ۱۳۹۳.
64. Tall, D. How humans learn to think mathematically: Exploring the three worlds of mathematics. Cambridge: Cambridge University Press; 2013.
65. Ashcraft M. H, Krause J. A. Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic Bulletin & Review*. 2007; 14(2): 243-248.
66. OECD. PISA 2018 results: What students know and can do. OECD Publishing; 2019.
67. National Science Foundation. The state of U.S. science and engineering; 2021. Retrieved from: <https://nces.nsf.gov>
۶۸. دلاور، علی. مبانی نظری و عملی پژوهش در علوم انسانی و اجتماعی. تهران: انتشارات رشد، ۱۳۹۳.
69. Sarason, D. Effects of a Mnemonic Technique on Subsequent Recall of Assigned and Self-generated Passwords. *Human Interface and the Management of Information*. 2009; 5617: 693-701.
70. Baddeley, A. Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual review of psychology*. 2012; 63(1): 1-29.
71. Ausubel, D. P. The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view. Springer Science & Business Media; 2012.
72. Sweller J, Ayres P, Kalyuga S. Cognitive load theory. New York: Springer Science + Business Media; 2011.
73. Gross, J. J. Emotion regulation: Current status and future prospects. *Psychological inquiry*. 2015; 26(1): 1-26.
- Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum; 2007.
51. Howard S, Dapeppo L. M. W. De La Paz, S. Getting the Bugs out with PESTS: A mnemonic: Approach to spelling sight words for students with Learning Difficulties. *teaching Exceptional children plus*. 2008; 4(5): 1-11.
52. Gibson, H. A. Using mnemonics to increase knowledge of an organizing curriculum framework. *Journal of Teaching and Learning in Nursing*. 2009; 4(2): 56-62.
53. Deborah N. L, Kim-Phuong L.V. Effects of a Mnemonic Technique on Subsequent Recall of Assigned and Self-generated Passwords. *Human Interface and the Management of Information*. 2009; 5617: 693-701.
54. Paul, M. Introduction to Data Technologies. Computer Science and Data Analysis. Chapman & Hall/CRC; 2009.
55. Akinsola M. K, Odeyemi E. O. Effects of Mnemonic and Prior Knowledge Instructional Strategies on Students Achievement in Mathematics. *International Journal of Education and Research*. 2014; 2(7): 675-688.
56. Drushlyak M. G, Semenikhina O. V, Proshkin V. V, Sapozhnykov S. V. Training pre-service mathematics teacher to use mnemonic techniques. *Journal of Physics: Conference Series*. 2021; 1840(1): 012006.
57. Widiyasari E, Mujib M, Suherman S, Komarudin K, Anggoro B. S, Mardiyah M. CORE Teaching Model Based Mnemonic Technique Impact Students' Mathematical Creative Thinking Ability and Metacognitive Awareness. *AlphaMath: Journal of Mathematics Education*. 2022; 8(1): 49-59.
58. Khairuddin N. S, Mailok R, Azizan U. H. The effect of using visual mnemonics on long-term memory retention for History subject. *Journal of ICT in Education*. 2023; 10(1): 56-66.
59. Vacha-Haase T, Thompson B. How to estimate and interpret various effect sizes. *Journal of Counseling Psychology*. 2004; 51: 473-481.
۶۰. نظری عبدالمناف، سلیمانی نادر، شفیع‌زاده حمید. مطالعه دیدارشناختی فقر و بی‌شرفی تحصیلی در بین دانش‌آموزان استان هرمزگان. نشریه علمی پژوهش‌های