

## خودکارسازی حقایق اساسی ضرب در کودکان با ناتوانی یادگیری ریاضی: یکپارچه سازی یادگیری مفهومی و یادگیری مبتنی بر حافظه

سیما آقائی<sup>1</sup>، حمیدرضا حسن آبادی<sup>2\*</sup>، ولی اله فرزاد<sup>3</sup>، هادی کرامتی<sup>4</sup>

1. دانشجوی دکتری، روان شناسی تربیتی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

2. دانشیار، گروه روان شناسی تربیتی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

3. دانشیار، گروه روان شناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

4. استادیار، گروه روان شناسی تربیتی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: 1399/12/22 تاریخ پذیرش: 1400/06/31

## Automatization of Basic Multiplication Facts for Children with Mathematics Learning Disability: Integrating Conceptual Learning and Memory-Based Learning

S. Aghaei<sup>1</sup>, H.R. Hassanabadi<sup>2\*</sup>, V.A. Farzad<sup>3</sup>, H. Keramati<sup>4</sup>

1. Ph.D. Student, Educational Psychology, Kharazmi University, Tehran, Iran

2. Associate Professor, Department of Educational Psychology, Kharazmi University, Tehran, Iran

3. Associate Professor, Department of Psychology, Kharazmi University, Tehran, Iran

4. Assistant Professor, Department of Educational Psychology, Kharazmi University, Tehran, Iran

Received: 2020/03/12 Accepted: 2021/09/22

### Original Article

### مقاله پژوهشی

#### Abstract

The purpose of this study was to examine the efficacy of an integrated approach to automatization of multiplication facts in students with math learning disability. A single case multiple base line design was used for this study. Five students with math learning disability were selected using WISC-V<sup>IR</sup>, Iran Key-Math and according to some exclusion - inclusion Criteria among students referred to learning disabilities clinics in Karaj. The intervention including conceptual learning of multiplications facts and strategies using explicit instruction, and concrete-representational-abstract method, and automatization of learned facts using detect-practice-repair method was presented in 17 sessions. Data was gathered using a one-minute mad math fluency test. Gathered data was analyzed visually and quantitatively, using R software. Compared to baseline, non-overlap indices, visual analysis and effect size indices confirmed a significant increase in automatic retrieve of multiplication facts in all 5 participants. The finding of this study can help teachers and SLD therapists to build a good foundation for math proficiency in everybody who has math difficulty.

#### Keywords

Automaticity of Multiplication Facts; Direct instruction; Concrete - Representational - Abstract Method; Detect - Practice-Repair Method, Cover-Copy - Compare Method.

#### چکیده

هدف پژوهش حاضر بررسی کارآمدی رویکرد تلفیقی به آموزش خودکارسازی حقایق ضرب در دانش آموزان با ناتوانی ریاضی بود. پژوهش حاضر در قالب یک طرح تک آزمودنی با چند خط پایه همزمان انجام شد. تعداد پنج دانش آموز با ناتوانی ریاضی با استفاده از نسخه ایرانی مقیاس هوشی وکسلر - ویرایش پنجم، آزمون ریاضیات ایران کی مت و بر اساس ملاک‌های ورود و خروج از میان تعدادی از دانش آموز معرفی شده به مرکز اختلالات یادگیری انتخاب شدند. مداخله آموزشی شامل آموزش مفهومی حقایق و راهبردهای ضرب با استفاده از آموزش مستقیم و سه حالت بازنمایی دانش (عینی - نمادین - انتزاعی) و خودکارسازی حقایق آموخته شده با استفاده از روش تشخیص - تمرین - تصحیح در 17 جلسه (به طور میانگین 30 دقیقه‌ای) ارائه شد. داده‌ها با استفاده از یک آزمون خود کاری ریاضی جمع‌آوری و با استفاده از نرم‌افزار R به صورت دیداری و کمی تحلیل شدند. تحلیل‌های دیداری و شاخص‌های ناهمپوشانی و نیز اندازه‌های اثر به دست آمده (بیشترین 2/89 و کمترین 2/45) افزایش معنادار در عملکرد را برای هر پنج شرکت‌کننده نشان دادند. همچنین یافته‌ها پایداری خودکاری به دست آمده در مرحله نگاهداری را نیز تأیید کردند. به نظر میرسد یافته‌های این پژوهش می‌تواند رویکردی یکپارچه و مؤثر از آموزش شامل یادگیری مفهومی و یادگیری مبتنی بر حافظه را برای خودکارسازی حقایق ضرب در اختیار معلمان و درمانگران قرار دهد.

#### واژگان کلیدی

خودکارسازی حقایق ضرب، آموزش مستقیم، روش بازنمایی عینی - نمادین - انتزاعی، روش تشخیص - تمرین - تصحیح، روش پوشاندن - رونویسی - مقایسه.

## مقدمه

ناتوانی یادگیری ریاضی در ویرایش پنجم راهنمای تشخیصی و آماری اختلال‌های روانی (انجمن روان‌پزشکی آمریکا، 2013) در طبقه اختلالات عصب - تحولی زیر عنوان اختلال یادگیری خاص طبقه‌بندی شده است. دانش‌آموزان مبتلا به این ناتوانی در درک عدد، بازیابی اصول و حقایق ریاضی، محاسبه و حل مسئله دچار اساسی مشکلاتی هستند. پیشرفت این دانش‌آموزان در ریاضی به میزان قابل توجهی پایین‌تر از حد انتظار متناسب با سن آنها است و این مشکلات ناشی از اختلال‌های هوشی، عصب‌شناختی، حسی (دیداری - شنیداری) و حرکتی نیست. به عبارتی، دانش‌آموز زمانی دچار ناتوانی ریاضی است که در توانایی‌های مربوط به ریاضی دچار مشکل باشد؛ درحالی‌که توان ذهنی متوسط یا بالاتر، کارکرد حسی عادی و فرصت آموزشی کافی داشته است و هیچ کدام از اختلالات رشدی تحولی و آشفته‌گی‌های هیجانی را نداشته باشد (فلچر، لیون، فوکس و بارنز، 2007).

میزان شیوع ناتوانی یادگیری ریاضی<sup>1</sup> (MLD) بین پنج تا هشت درصد اعلام شده است (گری<sup>2</sup>، 2004؛ شین و برابانت<sup>3</sup>، 2015). آن گونه که گری (2013) بیان می‌کند اختلال یادگیری خاص در ریاضیات به دلیل نقشی که در آینده تحصیلی دانش‌آموزان دارد، از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. تمرکز روی مشکلات ریاضی کودکان قبل از مدرسه و در سال‌های آغازین از این نظر دارای اهمیت است که کودکانی که در این سنین دارای مشکلاتی در یادگیری ریاضی باشند، معمولاً در طول سال‌های تحصیل در مدرسه با مشکلات دیگری روبه‌رو می‌شوند و در مخاطره بی‌سود ریاضی در بزرگسالی قرار می‌گیرند.

گزارش‌های اخیر مرکز ملی آمار آموزش و پرورش<sup>4</sup> آمریکا (اد و همکاران<sup>5</sup>، 2011) و پنل شورای ملی ریاضیات<sup>6</sup> (NMAP، 2008) اذعان دارند که با بالا رفتن پایه تحصیلی دانش‌آموزان، میزان شایستگی<sup>7</sup> آنها در ریاضی کاهش می‌یابد. بر اساس گزارش دیده‌بان علم در ایران، دانش‌آموزان در آزمون‌های جهانی تیمز (2015) در

ریاضی پایه چهارم رتبه 42 از 49 و در پایه هشتم رتبه 29 از 39 را کسب کردند و در هر پایه عملکردی پایین‌تر از میانگین جهانی داشتند. یک ارزیابی ملی از پیشرفت آموزشی در سال 2011 نیز نشان داد که تنها 40 درصد دانش‌آموزان پایه چهارم به خودکاری ریاضی دست یافته بودند (NMAP، 2008). این میزان با اضافه‌شدن دانش‌آموزان با ناتوانی یادگیری<sup>8</sup> (LD) کاهش چشمگیری داشت. زمانی که NMAP دانش‌آموزان LD را مطالعه کرد، گزارش داد که 64 درصد دانش‌آموزان پایه چهارم و 70 درصد پایه هشتم مهارت‌های توانشی متناسب با پایه‌های تحصیلی خود را نشان ندادند (پانکی، اسکینر و جاسپر<sup>9</sup>، 2006). آگالیوتیس<sup>10</sup> (2011) نیز گزارش داد که حدود 50 درصد از دانش‌آموزان آموزش عمومی در یادگیری حقایق ضرب و تقسیم مشکل دارند؛ درحالی‌که نرخ شکست در دانش‌آموزان LD ممکن است به 90 درصد برسد. در یک جمع‌بندی، این مطالعات و برخی دیگری از پژوهش‌های اختصاصی (برای مثال، اسلامی و حسن آبادی، 1396) نشان داده‌اند که دانش‌آموزان در محاسبات پایه و اساسی مشکل دارند که علت این نقصان می‌تواند به نقش مرکزی دانش اصول و حقایق اساسی ریاضی<sup>11</sup> در شایستگی و خیرگی ریاضی مربوط باشد.

شایستگی در ریاضی چیزی بیشتر از توانایی انجام محاسبات، الگوریتم‌ها و رویه‌های پایه‌ای ریاضی است. مهارت‌های دیگری از قبیل توانایی حل مسئله‌های ریاضی، کاربرد آنها و توانایی استدلال در دیگر موضوعات و در تجارب روزانه نیز از الزامات شایستگی در ریاضی است؛ اما به‌منظور موفقیت در تجارب پیچیده‌تر و سطح بالاتر ریاضی یادگیرنده باید قبل از رشد و توسعه این مهارت‌ها به سطح مناسبی از مؤلفه‌های اصلی شایستگی در ریاضی یعنی سیالی<sup>12</sup> و خودکاری<sup>13</sup> در بازیابی حقایق اساسی ریاضی (جمع، تفریق، ضرب و تقسیم اعداد تکریمی) دست یابد (لین و کوبینا<sup>14</sup>، 2005).

8. Learning Disability  
9. Poncy, Skinner & Jaspers  
10. Agaliotis  
11. Basic Math Facts  
12. Fluency  
13. Automaticity  
14. Lin & Kubina

1. Math Learning Disability (MLD)  
2. Geary  
3. Shin & Bryant  
4. National Center for Education Statistics  
5. Aud & et al  
6. National Mathematics Advisory Panel  
7. Proficiency

(شاپیرو، کلا، لوتز، سانترو و هینتز<sup>18</sup>، 2006؛ شاپیرو و هینتز، 2008؛ کلا - مارگولیس<sup>19</sup>، گری، هوآرد و بیلی<sup>20</sup>، 2012) مرتبط است. افزون بر این، هدف نهایی آموزش به معنی رسیدن به چیرگی<sup>21</sup> و تسلط کامل بر مفهوم است (جانسون و لاینگ<sup>22</sup>، 1992؛ گری، 2004؛ لین و کوینا، 2005؛ ون درهیدن و برنز<sup>23</sup>، 2008). بنابراین، نقص در بازیابی حقایق می‌تواند بر سایر مؤلفه‌های یادگیری و پیشرفت ریاضی تأثیر بگذارد (جردن، هنیچ و کاپلان<sup>24</sup>، 2003؛ گری، 2004؛ گری و همکاران، 2012).

خودکار شدن فرایندی چند مرحله‌ای است که طی این مراحل دانش‌آموز از شمارش (استفاده از چیزهای قابل دست‌کاری و راهبردهای شمارشی) به محاسبه<sup>25</sup> (استفاده از راهبردهای استدلالی) و سپس به بازیابی خودکار اطلاعات از حافظه پیشرفت می‌کند (بارودی، 2006). بر اساس یافته‌های پژوهشی با افزایش خودکاری در بازیابی حقایق و انتقال به فرایندهای مبتنی بر حافظه، مطالبات حافظه‌کاری کاهش یافته و منابع شناختی محدود شده آزاد می‌شوند؛ در نتیجه، ظرفیت شناختی ارزشمندی به حل مسئله‌های سطح بالاتر و تکالیف پیچیده‌تر اختصاص می‌یابد (برنز، یسلدایک، نلسون و کانو<sup>26</sup>، 2015؛ پارکهرست، اسکینر، یاو، پانکی، ادکاگ و لونا<sup>27</sup>، 2010؛ پانکی، اسکینر و جاسپر، 2007؛ راکوبار، برنز و هچت<sup>28</sup>، 2010؛ گرتسن، جوردن و فلوچو<sup>29</sup>، 2005؛ لی فوور، دی لستیفانو و کلن<sup>30</sup>، 2005؛ NMAP، 2008؛ هادسون، کادن، لاوین و واسکوئیز<sup>31</sup>، 2010) و فرد در حل مسئله‌های پیچیده‌تر دچار خطاهای کمتری می‌شود (گری و ویدامن<sup>32</sup>، 1992). اما برخی از دانش‌آموزان از جمله افراد LD نمی‌توانند در بازیابی مستقیم حقایق از حافظه به مرحله خودکاری برسند.

بازیابی<sup>1</sup> خودکار (یادآوری سریع) حقایق اساسی ریاضی یکی از مهم‌ترین عناصر ساختاری دانش ریاضی است (مونتاقو<sup>2</sup>، 2007؛ یزدانی، حسن آبادی، کدیور و عبدالهی، 1398). پژوهشگران متعددی (برای مثال، استیکنی، شارپ و کنیون<sup>3</sup>، 2012؛ بارودی، باجوا و ایلند<sup>4</sup>، 2009؛ پانکی، اسکینر و جاسپر، 2006؛ پانکی، مک کالوم و اشمیت<sup>5</sup>، 2010؛ کامی‌نگ و الکنز<sup>6</sup>، 1999؛ موستی و پلاتی<sup>7</sup>، 2015؛ ورسچافل، لاول، توربینز و وندورن<sup>8</sup>، 2009؛ وودوارد<sup>9</sup>، 2006) نیز بازیابی سریع و صحیح حقایق ریاضی از حافظه، در سطح ناهشیار و بدون اتکاء به محاسبه را به عنوان خودکاری تعریف کرده‌اند. برخی از پژوهشگران برای تعیین خودکاری دانش‌آموز در حقایق ریاضی از عنصر زمان استفاده می‌کنند. برای مثال، بی ویلیامز و کلینگ<sup>10</sup> (2014) بر این باورند که دانش‌آموز باید یک مسئله مربوط به حقایق ریاضی را در مدت سه ثانیه پاسخ دهد، اما برخی دیگر (برای مثال؛ واس<sup>11</sup>، 2009) معتقدند این زمان باید یک تا دو ثانیه باشد.

پژوهشگران زیادی اتفاق نظر دارند که خودکار شدن در بازیابی حقایق ریاضی برای موفقیت‌های بعدی در ریاضیات سطح بالاتر عنصری ضروری است (برای مثال، اوکانل و سن جیووانی<sup>12</sup>، 2011؛ بارودی، 2009؛ بوالر<sup>13</sup>، 2015؛ کولمسکی<sup>14</sup>، 2011؛ گری، 2011؛ گوجاک<sup>15</sup>، 2012؛ نلسون، پارکر و زاسلوفسکی<sup>16</sup>، 2016). به باور آنها، همانند ضرورت عنصر رمزگردانی در خواندن (موستی و همکاران، 2015؛ نلسون و همکاران، 2016)، خودکاری در بازیابی حقایق ریاضی با عملکرد دانش‌آموز در سطوح بالاتر ریاضی (پرایس، مازاکو و انصاری<sup>17</sup>، 2013) و دستاوردهای آینده ریاضی

18. Shapiro, Keller, Lutz, Santoro & Hintz

19. Keller-Margulis

20. Geary, Hoard & Bailey

21. Mastery

22. Johnson & Layng

23. Van Der Heyden & Burns

24. Jordan, Hanich & Kaplan

25. Computation

26. Burns, Ysseldyke, Nelson & Kanive

27. Parkhurst, Skinner, Yaw, Poncy, Adcock & Luna

28. Raghubar, Barnes & Hecht

29. Gersten, Jordan & Flojo

30. Le Fever, De Stefano, Colman

31. Hudson, Kaden, Lavin & Vasquez

32. Widaman

1. Retrieve

2. Montague

3. Stickney, Sharp & Kenyon

4. Baroody, Bajwa & Eiland

5. Ponky, Mc Callum & Schmitt

6. Cumming & Elkins

7. Musti-Rao & Plati

8. Verschaffel, Luwel, Torbeyns & Vandooren

9. Woodward

10. Bay-Williams & Kling

11. Vos

12. O'Connell & San Giovanni

13. Boaler

14. Cholmsky

15. Gojak

16. Nelson, Patric & Zaslofsky

17. Price, Mazzocco & Ansari

همکاران، 1997؛ جردن و مونتانی، 1997؛ گارت و فلشنر، 1983؛ گری و براون، 1991؛ گری و همکاران، 1987؛ بنابراین در تکالیفی که مستلزم دسترسی به اطلاعات کلامی حافظه بلند مدت است، در مقایسه با کودکان عادی، عملکرد ضعیفی دارند (دنکلا و رودل<sup>8</sup>، 1976؛ فاوست و نیکولسون<sup>9</sup>، 1994؛ گدرکال و آدامز<sup>10</sup>، 1994).

یافته‌های گلدمن و همکارانش (1988) نشان داد که دانش‌آموزان LD در دوران ابتدایی در خودکارشدن در حقایق تأخیر دارند و پیشنهاد می‌کنند که می‌توان از طریق تمرین‌های نظام‌مند این ضعف را هدف قرار داد. این یافته همخوان و در راستای ایده‌گری (1993) قرار دارد که معتقد است دانش‌آموزان LD به مداخلاتی نیاز دارند که آنها را تا پایان دوران ابتدایی در بازیابی حقایق ریاضی به خودکاری برسانند.

در رابطه با حمایت از کسانی که مشکلاتی در حافظه کاری دارند، معلمان باید بدانند که بر اساس یافته‌های پژوهشی، آموزش حافظه کاری در افزایش ظرفیت آن تأثیر زیادی ندارد (ملبی - لرواگ و هالم<sup>11</sup>، 2013)؛ زیرا حافظه کاری یک ویژگی نسبتاً با ثبات است که نمی‌توان آن را تغییر داد؛ بنابراین برای رفع نیاز دانش‌آموزان LD لازم است که هم در آموزش عمومی و هم در مداخلات گروهی از آموزش‌های مبتنی بر پژوهش استفاده شود (لایحه بهبود آموزش افراد دارای ناتوانی‌ها، IDEA<sup>12</sup>، 2004). استیکنی و همکاران (2012) معتقدند برای این دانش‌آموزان روش‌های مداخله‌ای اثربخشی در ادبیات پژوهشی توسعه داده شده است.

روش‌های آموزشی مؤثر برای تدریس حقایق ریاضی به دانش‌آموزان LD نه تنها بر پای Z فنون آموزش‌های خاص (مانند راهبردها و تمرین مکرر) بلکه بر اصول آموزش اثربخش بنا شده است (برای مثال، فلورس، هینتون و استروزی<sup>13</sup>، 2014؛ فوکس، فوکس، پاول، سیتالر، سیرینو و فلچر<sup>14</sup>، 2008؛ کترین، چارد و فین<sup>1</sup>، 2008؛ وان، لینان و

پژوهش‌ها نشان داده‌اند که این کودکان در مهارت‌های اساسی ریاضی به ویژه در عمل ضرب ضعف اساسی دارند (مارگارت<sup>1</sup>، 2014)، آنها نمی‌توانند حقایق اساسی ضرب را درک کنند و در بازیابی خودکار این حقایق مشکلات قابل توجهی نشان می‌دهند (وودوارد، 2006). آنها در حل مسئله مبتنی بر راهبرد (راهبردهای شمارشی) باقی می‌مانند و به حل مسئله مبتنی بر حافظه (بازیابی مستقیم و خودکار این حقایق) نمی‌رسند (استاد<sup>2</sup>، 1997؛ گری و براون<sup>3</sup>، 1991؛ گری، ویدامن، لیتل و کورمیر<sup>4</sup>، 1987؛ گلدمن، پلگرینو و مرتز<sup>5</sup>، 1988؛ هوارد، گری و هامسون<sup>6</sup>، 1999؛ هنیچ، جردن، کاپلان و دیک<sup>7</sup>، 2001). همچنین، یافته‌ها نشان دادند که این افراد مرتکب خطاهای رویه‌ای بیشتری می‌شوند و از راهبردهای رشدنیافته‌تر، بیشتر و طولانی‌تر استفاده می‌کنند (گری و همکاران، 2000؛ جردن و مونتانی، 1997؛ وودوارد، 2006). افزون بر این، افراد LD حتی زمانی که در کار با الگوریتم‌ها و رویه‌ها و مسئله‌های ساده کلامی پیشرفت کردند، همچنان در بازیابی حقایق چه به صورت مجزا و چه در بطن تکالیف پیچیده دچار مشکل بودند (جردن و همکاران، 2003؛ گری، 2004؛ گری و همکاران، 2012).

تفاوت توانش‌های کودکان MLD و کودکان عادی می‌تواند به تفاوت‌های نظام‌های شناختی پشتیبان این توانش‌ها مربوط باشد (گری، 1993). حافظه کاری و حافظه بلند مدت دو نظام شناختی مربوط به این تفاوت‌ها هستند. به نظر می‌رسد محدودیت در ظرفیت حافظه کاری باعث محدودیت در تسلط یابی بر حقایق اساسی ریاضی است. کودکان MLD زمانی که در فرایندهایی مانند شمارش درگیر هستند دچار بارشناختی و مشکل در نگه‌داری اطلاعات در حافظه کاری می‌شوند؛ در نتیجه مقداری از اطلاعات ذخیره شده در این حافظه از دست می‌رود. از دست دادن اطلاعات ذخیره شده در حافظه کاری می‌تواند مانع بزرگی بر سر راه یادگیری باشد. همچنین، آنها به علت مختل بودن فرایندهای مبتنی بر حافظه، در ذخیره‌سازی حقایق و بازیابی آنها در حافظه بلندمدت دچار مشکل هستند (استاد، 1997؛ بارویلت و

8. Denckla & Rudel

9. Fawcett & Nicolson

10. Gathercole & Adams

11. Melby-Lervag & Hulme

12. Individuals with Disabilities Education Improvement Act

13. Flores, Hinton & Strozier

14. Fuchs, Fuchs, Powell, Seethaler, Cirino & Fletcher

er

1. Margaret

2. Ostad

3. Brown

4. Geary, Widaman, Little & Cormier

5. Goldman, Pellegrino & Mertz

6. Hamson

7. Hanich, Jordan, Kaplan & Dick

می‌بخشد و برای کشف روابط بین حقایق ریاضی و توسعه راهبردی برای یافتن آنها فرصت‌هایی فراهم می‌کند. در نهایت، با پایش<sup>18</sup> نظام‌مند پیشرفت و ارزیابی بازخورد دقیق به نتیجه تلاش‌های دانش‌آموزان در تمرکز آنها بر هدف یادگیری نقش دارد و انگیزه یادگیری را افزایش می‌دهد (گرستن و همکاران، 2009؛ میلر و هادسون<sup>19</sup>، 2007). از این رو، به نظر می‌رسد دانش‌آموزان LD به آموزش مستقیم راهبردهای مربوط به حقایق ریاضی نیاز مبرمی دارند. این راهبردها با استفاده از چیزهای قابل دست‌کاری به وسیله معلم الگوسازی می‌شوند و دانش‌آموزان آن را تمرین می‌کنند (کامینوی و سیمونز<sup>20</sup>، 1990). زیرا آنها قادر نیستند که این دانش را به طور خود به خودی کشف کنند. از سویی نیز، از آنجا که برنامه درسی آموزش عمومی معمولاً بر یادگیری راهبردهای مربوط به حقایق ریاضی تأکید ندارند، دانش‌آموزان LD در کلاس‌های عمومی با وضعیتی دشواری روبه‌رو هستند (بارودی، 2006).

در زمینه مداخلات مربوط به خودکارسازی در بازیابی حقایق ریاضی دو رویکرد اصلی یعنی حفظ کردن حقایق (اسمیت، مارکند - مارتلا و مارتلا<sup>21</sup>، 2011) با استفاده از تمرین مکرر زمان‌دار (هسلبرینگ و گوین<sup>22</sup>، 1988؛ هسلبرینگ، لات و زیدنی<sup>23</sup>، 2005) و درک مفهومی با استفاده از آموزش راهبردهای مربوط به حقایق (وودوارد، 2006) عمده‌ترین رویکردهای موجود در ادبیات هستند. اما پژوهش‌ها (برای مثال، وودوارد، 2006) نشان داده‌اند که کارآمدترین رویکرد، تلفیقی از آموزش راهبردها با تمرین‌های مکرر زمان‌دار است.

تکنیک تمرین مکرر یک رویکرد کارآمد برای افزایش خودکارشدن در حقایق است (مانگ و مانگ<sup>24</sup>، 2010). روان‌شناسان شناختی تأیید می‌کنند که پراموزی و تکرار به خودکار شدن دانش‌آموز منجر می‌شود (وایت هرست<sup>25</sup>، 2003) و بار اضافی حافظه کاری را کاهش می‌دهد؛ در نتیجه، یادگیرنده برای حل مسئله و تکالیف پیچیده مقدار مناسبی از

هیکن<sup>2</sup>، 2003). آموزش اثربخش برای خودکارسازی باید به طور ویژه شامل الگوسازی<sup>3</sup> (کدینگ، برنز و لوکیتو<sup>4</sup>، 2011)، تمرینات فراوان با نرخ بالای پاسخ‌دهی (برنز و همکاران، 2015؛ ریکامینی، استوکر و مورانو<sup>5</sup>، 2017؛ هاوکینز، کالینز، هرنان و فلاورز<sup>6</sup>، 2017)، بازخورد فوری و تصحیح‌گر (NMAP، 2008) و نسبت مناسبی از حقایق آشنا (معلوم) و ناآشنا (مجهول) (ریکامینی و همکاران، 2017) باشد. بیشتر مطالعات مرور شده نشان می‌دهند که در آموزش مستقیم<sup>7</sup>، سه حالت بازنمایی دانش یعنی عینی<sup>8</sup>، نمادی<sup>9</sup>، انتزاعی<sup>10</sup> (CRA)، تمرین هدایت شده و مستقل، پایش نظام مند پیشرفت و ارزیابی بازخورد منظم به دانش‌آموز از اصول آموزش اثربخش استفاده می‌شود.

آموزش مستقیم یکی از مؤثرترین رویکردهای آموزشی برای آموزش به دانش‌آموزان دچار مشکلات ریاضی یا در معرض خطر این مشکلات است (بیکر، سانترو، چارد، فین، پارک و اوترست<sup>11</sup>، 2013؛ گرستن، بکمن، کلارک، فوجن، مارچ، استال و ویتزل<sup>12</sup>، 2009؛ NMAP، 2008). این نوع آموزش اطلاعات روشن و سازمان یافته برای دانش‌آموزان فراهم می‌کند، با سکوسازی، هدایت دانش‌آموز به سمت استقلال و تسلط، یادگیری را به مراحل کوچک‌تر تقسیم می‌کند (روپلی<sup>13</sup>، 2009؛ روزنشین<sup>14</sup>، 2008) و از طریق مرور دانش پیش نیاز از شکاف در یادگیری جلوگیری می‌کند (فوکس و همکاران، 2008؛ گرینین<sup>15</sup>، 2004). افزون بر این، استفاده از سه حالت بازنمایی دانش درک مفاهیم ریاضی (وادلر و فین<sup>16</sup>، 2013) و دو سطح تمرین هدایت شده و مستقل یادگیری بدون خطا (جونز و ایزز<sup>17</sup>، 1992) را بهبود

1. Ketterlin, Chard & Fien
2. Vaughn, Linan, Hickman
3. Modeling
4. Coddling, Burns & Lukito
5. Riccomini, Stoker & Morano
6. Hawkins, Collins, Hernan & Flowers
7. Explicit Instruction
8. Concrete
9. Representational
10. Abstract
11. Baker, Santoro, Chard, Fien, Park & Otterstedt
12. Gersten, Beckmann, Clarke, Foegen, March, Star & Witzel
13. Rupley
14. Rosenshine
15. Griffin
16. Doadler & Fien
17. Jones & Eayrs

18. Monitor
19. Miller & Hudson
20. Kameenui & Simmons
21. Smith, Marhcand-Martella & Martella
22. Hasselbring & Goin
23. Lott & Zydne
24. Mong
25. Whitehurst

(ثامتون<sup>7</sup>، 1978؛ شورای ملی تحقیقات<sup>8</sup>، 2001؛ کلینگ و بی ویلیامز، 2015).

کلمهٔ راهبرد بر رویکردی متفکرانه به محاسبه و درک مفهومی تأکید دارد که در آن دانش‌آموز بر مفهوم عدد، روابط اعداد، عملیات‌ها، الگوها و ویژگی‌ها تمرکز دارد (اوکانل و سن جیووانی، 2011). به کمک راهبردها حقایق در یک شبکهٔ به هم پیوستهٔ دانش سازماندهی می‌شود (ایزاک و کارول<sup>9</sup>، 1999؛ راتمل<sup>10</sup>، 1978) و می‌توان با کمک آنها بر حقایق مسلط شد و در صورت فراموش شدن حقایق ریاضی، این راهبردها راهی برای بازتولید آنهاست (اوکانل و سن جیووانی، 2011؛ کلینگ و بی ویلیامز، 2015). دانش‌آموزانی که قبل از تسلط بر الگوریتم‌ها در استفاده از راهبردها موفق هستند، درک مفهومی بهتری دارند و در مسئله‌های بعدی می‌توانند حاصل این یادگیری را به کار گیرند.

اما، نتایج پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که آموزش راهبردها به تنهایی به خودکار شدن منجر نمی‌شوند (الکینز و کامینگ، 1999) و بسیاری از دانش‌آموزان علی‌رغم درک مفاهیم ریاضی، به علت خودکار نبودن در محاسبات ریاضی دچار مشکل می‌شوند (بلینگرینو و گلدمن، 1986). شورای ملی پژوهش بیان می‌کند که خودکار نبودن در محاسبات با درک ریاضی تداخل می‌کند؛ بنابراین حقایق ریاضی را می‌توان با استفاده از ترکیب راهبردها و حفظ طوطی وار به دانش‌آموزان آموزش داد. بر اساس ادبیات، ترجیح بر این است که مرور و تمرین مکرر به بعد از درک مفاهیم موقوف شود و قبل از آن دانش‌آموز به درک مفهومی دست یابد (آرچر و هایس<sup>11</sup>، 2011؛ آردوین و دالی<sup>12</sup>، 2007؛ بایندر<sup>13</sup>، 2003؛ گالن و ریستما<sup>14</sup>، 2010؛ مائورا، لی فوره و موریس<sup>15</sup>، 2003؛ NCTM، 2014؛ ون دیوال، کارپ و بی ویلیامز<sup>16</sup>، 2013؛ هارینگ و ایتون<sup>17</sup>، 1978). همچنین استانداردهای اصلی مشترک<sup>18</sup> بر اهمیت یادگیری راهبردها در ابتدا و سپس بر

منابع شناختی در دسترس خواهد داشت (برنز و همکاران، 2012؛ پانکی و همکاران، 2013؛ کدینگ و همکاران، 2011؛ گرتسن و همکاران، 2005؛ NMAP، 2008؛ نلسون و همکاران، 2013).

یکی از روش‌های تمرین مکرر کارآمد و یکی از مداخلات مربوط به خودکارسازی حقایق ریاضی و دارای روایی تجربی، روش تشخیص-تمرین-تصحیح<sup>1</sup> (DPR) است (پانکی و همکاران، 2006؛ 2010؛ 2013) که خودکار شدن در هر چهار عمل اصلی را بهبود می‌بخشد (اکستل، مک کالوم، بل و پانکی<sup>2</sup>، 2009؛ پانکی و همکارانش، 2006؛ پارکهرست و همکارانش، 2010). این روش مجموعه‌ای از رویه‌ها است که برای انفرادی سازی آموزش طراحی شده است و به همین منظور در آن از یک رویهٔ سه گام شامل آزمون-آموزش-آزمون<sup>3</sup> استفاده می‌شود (کامی‌نوی و سیمونز، 1990). مهارت‌های هدف در این روش رمزگردانی و بازیابی حقایق ریاضی از حافظهٔ بلند مدت هستند (پانکی و همکارانش، 2013). علی‌رغم مزایایی که روش تمرین مکرر دارد، پژوهشگران در این رویکرد (حفظ طوطی‌وار) با دیدگاهی بسته خودکار شدن در ریاضی را به خبرگی محاسباتی یا توانش رویه‌ای محدود کرده‌اند، بدون اینکه رابطهٔ بین درک مفهومی و بازیابی خودکار را در نظر بگیرند (بیان کاروسا و شانلی<sup>4</sup>، 2016؛ کلارک، نلسون و شانلی<sup>5</sup>، 2016).

زمانی که حقایق به روش تمرین مکرر صرف یا حفظ طوطی وار و بدون درک مفهومی آموزش داده می‌شوند، دانش‌آموز ناگزیر است بدون طی مرحلهٔ دوم فرایند خودکار شدن، به طور مستقیم از مرحلهٔ یک به مرحلهٔ سه جهش کند (کلینگ و بی ویلیامز، 2015). این جهش باعث می‌شود که دانش‌آموز قادر به نگهداری اطلاعات نباشد، حقایق ریاضی یا فراموش شوند و یا به صورت غلط و نادرست یادآوری شوند (شورای ملی معلمان ریاضیات<sup>6</sup>، NCTM، 2017). زیرا، توسعهٔ راهبردهای استدلالی یک مؤلفهٔ مهم برای نگهداری حقایق است و در صورت فراموش کردن حقایق ریاضی می‌توان از آنها برای بازتولید حقایق از آنها استفاده کرد

7. Thomton

8. National Research Council

9. Isaacs & Carroll

10. Rathmell

11. Archer & Hughes

12. Ardoin & Daly

13. Binder

14. Galen & Reitsma

15. Maura, Le Fevre & Morris

16. Van de Walle, Karp & Bay-Williams

17. Haring & Eaton

18. Common Core Standards (CCS)

1. Detect-Practice-Repair (Dpr)

2. Axtell, McCallum, Bell & Poncy

3. Test-Teach-Test

4. Bian, Carosa & Shanley

5. Clarke, Nelson & Shanley

6. National Council of Teachers of Mathematics

آموزش توالی مهارت‌هایی استفاده می‌شود که فرد در این توالی تا گام‌های قبلی را یاد نگیرد، نمی‌تواند در گام‌های بعدی پیشرفت کند (کوپر، هرون و هوارد<sup>6</sup>، 2007). افزون بر این، اگر گردآوری داده به طور پیوسته در خط پایه مشکل‌ساز باشد و بیم تهدید اثر آزمون برود و رفتار نیز بازگشت‌ناپذیر باشد، باید از طرح MPD استفاده شود (لدفورد، بارتون، سورینی و زیرمن<sup>7</sup>، 2019).

از این رو، در مطالعه حاضر به دلیل احتمال وجود اثر آزمون در صورت تکرار زیاد، ماهیت پرسش پژوهش (نمایش اثر مداخله یا رابطه تابعی بین متغیر مستقل و متغیر وابسته)، بازگشت‌ناپذیر بودن رفتار هدف (خودکار شدن در بازیابی حقایق ضرب) برای ارزیابی کارآمدی رویکرد تلفیقی به آموزش حقایق ضرب به دانش‌آموزان با ناتوانی یادگیری ریاضی از طرح MPD بین آزمودنی استفاده شده است. این طرح شامل دو مرحله خط پایه یا  $A_1$  و مرحله مداخله یا  $B$  و یک مرحله پیگیری یا  $A_2$  بود. در مرحله خط پایه با نقطه آغاز هم‌زمان برای پنج شرکت‌کننده، داده‌ها به صورت قاعده مند و متناوب و نه به صورت پیوسته، با استفاده از آزمون خودکاری یک دقیقه‌ای حقایق ضرب جمع‌آوری شدند. در گام مداخله نیز هر دو جلسه یک بار اندازه‌گیری انجام شد و نقطه داده‌ها ثبت شدند.

### شرکت‌کنندگان

دانش‌آموزان شرکت‌کننده در مطالعه با همکاری مرکز مشاوره ناحیه دو آموزش و پرورش شهر کرج و کلینیک‌های خصوصی، با معرفی آموزگاران پایه پنجم در سال تحصیلی 98-99 انتخاب شدند. ملاک انتخاب این دانش‌آموزان معرفی شده، عملکرد ضعیف در ریاضی به ویژه در عمل ضرب، نیازمند تلاش در ریاضی در کارنامه سال‌های قبل، پیشرفت نداشتن در عملکرد و پاسخ بسنده به آموزش پس از دریافت آموزش‌های جبرانی و تقویتی بود.

شرکت‌کنندگان در مطالعه از میان افراد معرفی شده در یک فرایند دو مرحله‌ای انتخاب شدند: 1. ارزیابی و غربالگری اولیه؛ 2. ارزیابی جامع. هدف از ارزیابی و غربالگری اولیه تعیین علل احتمالی مشکلات در ریاضی غیر از اختلالات

بازیابی مستقیم از حافظه تأکید می‌کند (مرکز انجمن ناظرین ملی برای بهترین استانداردها و شورای کارکنان ارشد مدارس ایالتی<sup>1</sup>، 2015).

در حد جستجو در ادبیات پژوهشی در زمینه ناتوانی یادگیری و به ویژه در حیطه آموزش حقایق ریاضی کمبود پژوهش‌ها آشکار است. بیشتر مطالعات انجام شده بر بررسی فرایندهای شناختی نظیر، حافظه کاری و کارکردهای اجرایی متمرکز شده‌اند (برای مثال، امین زاده و حسن آبادی، 1389، 1391؛ روزبهانی و حسن آبادی، 1394). تعداد اندکی نیز تأثیر آموزش مستقیم را بررسی کرده‌اند؛ اما، در زمینه خودکارسازی عمل ضرب پژوهش‌های اندکی یافت شد. با توجه به نقش اساسی این حقایق در پیشرفت‌های بعدی در ریاضیات سطح بالاتر و نیز با توجه به نیاز کودکان با ناتوانی ریاضی به دریافت آموزش‌های خاص و اثربخش معطوف به نیازهای ویژه این کودکان به نظر می‌رسد که جای چنین پژوهش‌هایی در این زمینه خالی است.

بر این اساس، پژوهش حاضر دو گام عمده داشت: گام اول شامل آموزش مفهومی بود که حقایق ضرب با استفاده از آموزش مستقیم راهبردهای استدلالی بر اساس توالی عینی-نمادی-انتزاعی آموزش داده شدند و در گام دوم که شامل خودکارسازی حقایق آموخته شده در گام اول بود، با استفاده از روش تشخیص-تمرین-تصحیح به خودکارسازی بازیابی این حقایق توجه شد. هدف پژوهش حاضر این بود که درک بهتری از تلفیق آموزش مفهومی حقایق ضرب با استفاده از آموزش مستقیم راهبردهای استدلالی بر اساس توالی CRA با DPR در بازیابی خودکار حقایق ضرب به دست آوریم.

### روش

#### طرح آزمایشی

برای تحقق هدف مطالعه حاضر از طرح آزمایشی تک آزمودنی<sup>2</sup> از نوع طرح چند کاوش<sup>3</sup> (MPD) استفاده شد که شکلی از طرح چند خط پایه<sup>4</sup> هم‌زمان (MBD) است (گاست و لدفورد<sup>5</sup>، 2014). از طرح MPD برای ارزیابی اثرات

1. National Governors Association Center for Best Practices & Council of Chief State School Officers
2. Single-Subject Experimental Design
3. Multiple Probe Design
4. Multiple Base Line Design
5. Gast & Ledford

6. Cooper, Heron & Heward

7. Ledford, Barton, Severini & Zimmerman

89. شرکت‌کننده P<sub>3</sub> دختر، ترک زبان، دارای 10 سال و 10 ماه سن، تحصیلات پدر و مادر زیر دیپلم، پدر دارای شغل آزاد با درآمد کم، با بهره هوشی 91. شرکت‌کننده P<sub>4</sub> دختر، کرد زبان، دارای 10 سال و 10 ماه سن، فرزند اول خانواده 4 نفری، مادر دارای تحصیلات کمتر از دیپلم و پدر دیپلم دارای شغل آزاد با درآمد متوسط، با بهره 91 شرکت‌کننده P<sub>5</sub> دختر، فارس زبان، دارای 10 سال و 5 ماه سن، فرزند دوم خانواده 5 نفری، مادر دارای مدرک تحصیلی دیپلم و پدر کاردانی با درآمد متوسط، دارای بهره هوشی 95. تمام این دانش‌آموزان از لحاظ حسی و حرکتی و بهره هوشی نرمال بوده اما بر اساس گزارش معلم و خانواده دارای ضعف در عملکرد ریاضی بودند.

این دانش‌آموزان از دبستانی در یکی از محله‌های حاشیه‌ای شهر کرج که بیشتر افراد این محله با سطح اقتصادی- اجتماعی نسبتاً پایین بودند، انتخاب شدند. هر جلسه از ارزیابی و مداخله با حضور تنها یک شرکت‌کننده، حضور نویسنده اول به عنوان درمانگر و حضور مشاور مدرسه در تقریباً سی درصد جلسات در یکی از کلاس‌های مدرسه که مکانی آرام، با نور و تجهیزات مورد نیاز بود، برگزار شد. جلسات مداخله به صورت چهار جلسه در هفته و هر جلسه از 20 تا 45 دقیقه برگزار شد.

### متغیر وابسته

متغیر وابسته این پژوهش یعنی میزان خودکاری در بازیابی حقایق ضرب با استفاده از یک آزمون ریاضی سرعتی یک دقیقه‌ای (با ضریب اعتبار کودریچاردسون 0/85) ارزیابی شد. این آزمون شامل 36 مسئله ضرب تک‌رقمی بود که پس از کنار گذاشتن ضرب 1، ضرب 0 و یکی از هر زوج ضرب تکراری (مانند [4×8] و [8×4]) طراحی و تدوین شد و دانش‌آموز باید در مدت یک دقیقه به هر تعداد از این مسئله‌ها که به یاد می‌آورد، سریع و صحیح پاسخ دهد. به منظور تکراری نبودن آزمون با استفاده از نرم‌افزار اکسل فرم‌های متفاوتی از چپ‌نش مسئله‌ها در فرم ایجاد شد. اندازه متغیر وابسته یا میزان خودکاری برابر است با تعداد ارقام درستی که در یک دقیقه (CDPM<sup>1</sup>) بازیابی شدند. هر رقم باید در دو ثانیه بازیابی شود و ملاک خودکاری، یادآوری درست 90

یادگیری در این دانش‌آموزان بود؛ بنابراین عواملی همچون اختلالات رشدی، اختلالات ژنتیکی، اختلالات حسی مانند نقص بینایی و شنوایی، اختلالات حرکتی و آسیب‌های مغزی و اختلالات روان‌شناختی بارز به عنوان ملاک خروج در نظر گرفته شدند. سلامت بینایی و شنوایی و نداشتن سابقه هر نوع بیماری حرکتی و عصب‌شناختی در این دانش‌آموزان بر اساس مستندات ارائه شده از سوی مربی بهداشت مدرسه تأیید شد. افزون بر این، اطلاعات رشدی و تاریخچه خانوادگی نیز از پرسش‌نامه والدین فراهم شد. با بررسی فهرست دانش‌آموزان دیرآموز ارسالی از سوی اداره آموزش و پرورش، از نبود نام دانش‌آموزان مورد نظر در این فهرست و داشتن بهره هوشی متوسط به بالا اطمینان حاصل شد.

آن دسته از دانش‌آموزانی که ملاک‌های خروج را نداشتند، وارد مرحله ارزیابی جامع شدند. به منظور برآوردن ملاک‌های ورود بر اساس الگوی نقاط قوت و ضعف، شرکت‌کنندگان به نسخه ایرانی مقیاس هوشی وکسلر کودکان، ویرایش پنجم (WISC-V<sup>IR</sup>، حسن آبادی، شریفی، ایزانلو و احمدیان نسب، 1399) و آزمون پیشرفت ریاضی ایران کی مت (محمداسماعیل، 1381) پاسخ دادند. عملکرد همه این دانش‌آموزان در آزمون هوش در دامنه عادی بود و اما در خرده آزمون‌های آزمون ایران کی مت و آزمون خودکاری ریاضی عملکرد پایین تری از سطح انتظار متناسب با بهره هوشی داشتند. از این میان هشت نفر از دانش‌آموزانی که ملاک‌های ورود مطالعه را دارا بودند؛ یک نفر به علت نقل مکان و دو نفر دیگر به خاطر ترس از شرایط موجود بر اثر شیوع بیماری همه‌گیر کووید-19 در مطالعه شرکت نکردند. پنج نفر باقی‌مانده پس از کسب رضایت کتبی از والدین و تمایل شفاهی خود دانش‌آموزان و تعهد کتبی به والدین در رابطه با رعایت کامل و همه‌جانبه پروتکل‌های بهداشتی وارد مطالعه شدند. این پنج شرکت‌کننده دختر پایه پنجم با میانگین سنی 10 سال و 8 ماه، تمام جلسات مداخله را سپری کردند و تا پایان در مطالعه باقی ماندند.

شرکت‌کننده P<sub>1</sub> دختر، ترک‌زبان، فرزند سوم خانواده 6 نفری، دارای 10 سال و 8 ماه سن، مادر بی‌سواد، پدر دارای تحصیلات زیر دیپلم و بازنشسته، با بهره هوشی 98. شرکت‌کننده P<sub>2</sub> فارس زبان، فرزند اول خانواده 4 نفری، دارای 10 سال و 7 ماه سن، تحصیلات مادر زیر دیپلم و پدر دیپلم با شغل آزاد با درآمد در سطح متوسط، با بهره هوشی

1. Correct Digits Per Minute



درصد ارقام در یک دقیقه است. نمره کل این آزمون برابر  
مجموع ارقام درست تمام پاسخها است (کووان و پاول<sup>1</sup>،  
مستقیم، سه حالت بازنمایی و آموزش راهبردهای ضرب از  
2013؛ ون لوییت و شوپمن<sup>2</sup>، 2000).  
کار اگالیوتیس و تلی<sup>4</sup> (2016) و وودوارد (2006) و روش

جدول 1. شمای کلی طرح‌واره جلسات آموزشی

گام	مهارت هدف	مواد مورد نیاز	زمان لازم
گام 1 آموزش مستقیم مفاهیم ضرب با استفاده از CRA	1. ضرب اعداد تک رقمی در صفر و یک - خاصیت جابه‌جایی پذیری		15 دقیقه
	2. گروه‌های مبتنی بر یک ویژگی مشترک: ضرب اعداد تک رقمی دو قلو (ضرب هر عدد در خودش) - خاصیت جابه‌جایی پذیری		30 دقیقه
	3. ضرب اعداد تک رقمی در 5 و 9 - خاصیت جابه‌جایی پذیری	لیوان - چوب خط - نوار مدرج یا خط اعداد	30 دقیقه
	4. ضرب اعداد تک رقمی در 3 و 4 - خاصیت جابه‌جایی پذیری		30 دقیقه
	5. ضرب اعداد تک رقمی در 6 و 7 - خاصیت جابه‌جایی پذیری		30 دقیقه
	6. ضرب اعداد تک رقمی در 8 - خاصیت جابه‌جایی پذیری		30 دقیقه
گام 1 آموزش مستقیم (راهبردهای استدلالی)	1. راهبرد تجزیه و ترکیب مجدد یا استفاده از حقایق آشنا برای یافتن حقایق نا آشنا: 2 برابر کردن؛ هر عدد به اضافه خودش - (برای ضرب 2)		30 دقیقه
	2. راهبرد تجزیه و ترکیب مجدد یا استفاده از حقایق آشنا برای یافتن حقایق نا آشنا: 2 برابر عدد به اضافه یک گروه (برای ضرب 3)		30 دقیقه
	3. تجزیه و ترکیب مجدد یا استفاده از حقایق آشنا برای یافتن حقایق نا آشنا: 2 برابر به اضافه 2 برابر (برای ضرب 4)		30 دقیقه
	4. تجزیه و ترکیب مجدد یا استفاده از حقایق آشنا برای یافتن حقایق نا آشنا: 5 برابر به اضافه یک گروه (برای ضرب 6)	لیوان - چوب خط - تخته وایت برد	30 دقیقه
	5. تجزیه و ترکیب مجدد یا استفاده از حقایق آشنا برای یافتن حقایق نا آشنا: 5 برابر به اضافه 2 برابر (برای ضرب 7)		30 دقیقه
	6. تجزیه و ترکیب مجدد یا استفاده از حقایق آشنا برای یافتن حقایق نا آشنا: 5 برابر به اضافه 3 برابر (برای ضرب 8)		30 دقیقه
	7. تجزیه و ترکیب مجدد یا استفاده از حقایق آشنا برای یافتن حقایق نا آشنا: 10 برابر منهای یک گروه		30 دقیقه
	8. عددی که در 9 ضرب شده منهای 1 تا رقم دهگان به دست آید، اختلاف همان عدد از ده رقم یکان را به دست می‌دهد		30 دقیقه
گام 2 پراموزی حقایق ضرب با استفاده از روش DPR	1. خودکارسازی مجموعه A از جدول ضرب	برگه آزمون از مجموعه A، برگه 30 خانه CCC، مترونوم	20 دقیقه
	2. خودکارسازی مجموعه B از جدول ضرب	برگه آزمون از مجموعه B، برگه 30 خانه CCC، مترونوم	20 دقیقه
	3. خودکارسازی مجموعه C از جدول ضرب	برگه آزمون از مجموعه C، برگه 30 خانه CCC، مترونوم	20 دقیقه

متغیر مستقل

DPR از کار پانکی و همکارانش (2013) اقتباس شد. برای ایجاد درک مفهومی از روش CRA و آموزش راهبردهای استدلالی ضرب در بطن روش آموزش مستقیم و برای خودکارسازی حقایق آموخته شده از روش CCC در بطن روش DPR استفاده شد.

متغیر مستقل مطالعه، رویکرد تلفیقی برای آموزش مفهومی و خودکارسازی حقایق ضرب بود که فرایندهای مبتنی بر راهبرد را با فرایندهای مبتنی بر حافظه (روش DPR و روش پوشاندن-رونویسی-مقایسه کردن<sup>3</sup> CCC) ادغام کرد و در آموزش از اصول بنیادی آموزش اثربخش شامل سه حالت بازنمایی دانش (روش CRA) یا ارائه مطالب براساس توالی تحولی عینی-نمادی-انتزاعی با استفاده از فنون چند حسی؛ الگوسازی، تمرین هدایت شده، تمرین مستقل و ارائه بازخورد

برنامه مداخله

روند اجرای این روش‌ها از ادبیات موجود استخراج شد. در مرحله خط پایه همه شرکت‌کننده‌ها ابتدا در نقطه آغاز به طور هم‌زمان مورد ارزیابی قرار گرفتند؛ سپس شرکت‌کننده اول دو

1. Cowan & Powel  
2. Van Luit & Schopman  
3. Copy-Cover-Compare (CCC)

4. Agaliotis & Teli

شناسایی شدند و به فرایند CCC (پوشاندن-رونویسی-مقایسه) وارد و تمرین شدند و در نهایت میزان خودکاری شرکت‌کننده با استفاده از یک آزمون یک دقیقه‌ای ارزیابی شد.

به منظور تضمین صحت داده‌ها و ارزیابی توافق میان ارزیابان<sup>1</sup> (IQA)، مشاور مدرسه که دانش آموخته رشته روان‌شناسی تربیتی با مدرک کارشناسی ارشد بود، تقریباً در 30 درصد جلسات حضور داشت و عملکرد دانش‌آموزان در آزمون خودکاری را به طور مستقل نمره‌گذاری کرد. با تقسیم تعداد توافقاتها بین دو نمره دهنده بر تعداد کل توافقاتها و توافق نداشتن‌ها و ضرب عدد حاصل در 100، درصد توافق میان ارزیابان حاصل شد. مقدار IQA برای خط پایه و مداخله 100 به دست آمد و نشان داد که نمره‌گذاری‌ها به وسیله آزمایشگر به درستی گزارش شده است.

### صلاحیت درمانگر و یکپارچگی درمان

تمام جلسات به وسیله نویسنده اول که دانشجوی دکتری روان‌شناسی تربیتی، درمانگر اختلالات یادگیری دارای ده سال سابقه درمان در مراکز مشاوره آموزش و پرورش کرج و کلینیک‌های خصوصی و نیز دارای گواهینامه پایان دوره 100 ساعت کارورزی اختلال یادگیری ویژه است، اجرا شد.

به منظور تضمین یکپارچگی مداخله یا وفاداری به درمان<sup>2</sup> و حصول اطمینان از پای‌بندی پژوهشگر به اجرای تمام مراحل مداخله به صورت کامل و منظم برای همه شرکت‌کنندگان، مشاور مدرسه در 30 درصد جلسات حضور داشت و اجرای مراحل مداخله را مشاهده و در چک لیست مربوط به گام‌های مداخله را ثبت کرد و به وسیله استاد راهنمای ناظر بر پژوهش (نویسنده دوم مقاله) تأیید شد. تمام مراحل بر اساس پروتکل طراحی شده اجرا شدند؛ بنابراین، یکپارچگی درمان کامل گزارش شد که نشان‌دهنده وفاداری پژوهشگر به گام‌های مداخله بود. در ابتدای پژوهش به منظور رعایت اصول اخلاقی، فرم رضایت نامه مبنی بر موافقت با شرکت در پژوهش، در اختیار شرکت‌کنندگان و والدین ایشان قرار داده شد و به وسیله ایشان امضا گردید.

جلسه متوالی دیگر و سایر شرکت‌کننده‌ها هر دو جلسه یک بار و سپس در سه جلسه متوالی (هر جلسه 10 دقیقه) بلافاصله قبل از مداخله ارزیابی شدند و نقطه داده‌های مربوط ثبت شدند. پس از به ثبات رسیدن داده‌های خط پایه در نقطه زمانی متفاوت مرحله مداخله که شامل دو گام: 1) آموزش مستقیم و مفهومی حقایق و راهبردهای ضرب و 2) روش تمرین مکرر DPR بود، شروع شد. مداخله آموزشی 17 جلسه (به طور میانگین 30 دقیقه‌ای) و هفته‌ای چهار بار (حدود پنج هفته در اردیبهشت و خرداد 1399) به شرکت‌کننده‌ها با نقاط شروع زمانی متفاوت ارائه شد. در مرحله مداخله نیز هر دو جلسه یکبار و در مرحله پیگیری (دو ماه بعد از پایان مداخله) سه بار با استفاده از آزمون ریاضی سرعتی یک دقیقه‌ای، برای جمع‌آوری داده‌های مربوط به میزان خودکاری ارزیابی شدند.

در شرکت‌کننده اول پس از سه جلسه اندازه‌گیری متوالی در خط پایه و بعد از ثبات داده‌ها مداخله ارائه شد؛ در حالی که، سایر شرکت‌کننده‌ها (چهار شرکت‌کننده دیگر) هنوز در خط پایه بودند. در شرکت‌کننده دوم تا پنجم داده‌های ابتدایی در خط پایه هر دو جلسه یک بار و سه اندازه‌گیری آخر هر کدام، در سه جلسه متوالی گردآوری شدند. از شرکت‌کننده اول در گام خط پایه و مداخله به ترتیب 3 و 8 نقطه داده، شرکت‌کننده دوم 4 و 7 نقطه داده، شرکت‌کننده سوم 5 و 6 نقطه داده، شرکت‌کننده چهارم 6 و 5 نقطه داده و شرکت‌کننده پنجم 7 و 4 نقطه داده ثبت شد. پس از دو ماه نیز از هر شرکت‌کننده، سه اندازه‌گیری به عنوان پیگیری به عمل آمد. در مجموع این فرایند برای هر شرکت‌کننده حدود 21 جلسه (پنج هفته) به طول انجامید.

در گام اول مداخله یعنی آموزش مفهومی که دو مرحله نخست فرایند خودکار شدن (شمارش و راهبردها) در حقایق ضرب را شامل می‌شود، مفاهیم، راهبردها و حقایق ضرب از آسان به دشوار بر اساس توالی عینی-نمادی-انتزاعی (اشیا-تصویر-مسئله) با استفاده از روش آموزش مستقیم (الگوسازی-تمرین هدایت شده-تمرین مستقل) ارائه شدند. در گام دوم یعنی فرایندهای مبتنی بر حافظه و مطابق با مرحله سوم خودکار شدن، با استفاده از روش DPR (تشخیص-تمرین-تصحیح) حقایق آموخته‌شده خودکار نشده شناسایی و تمرین شدند؛ بدین صورت که ابتدا با استفاده از یک مترونوم و اختصاص دو ثانیه به هر مسئله، حقایق خودکار نشده

1. Interobserver Agreement

2. Treatment Integrity & Treatment Fidelity

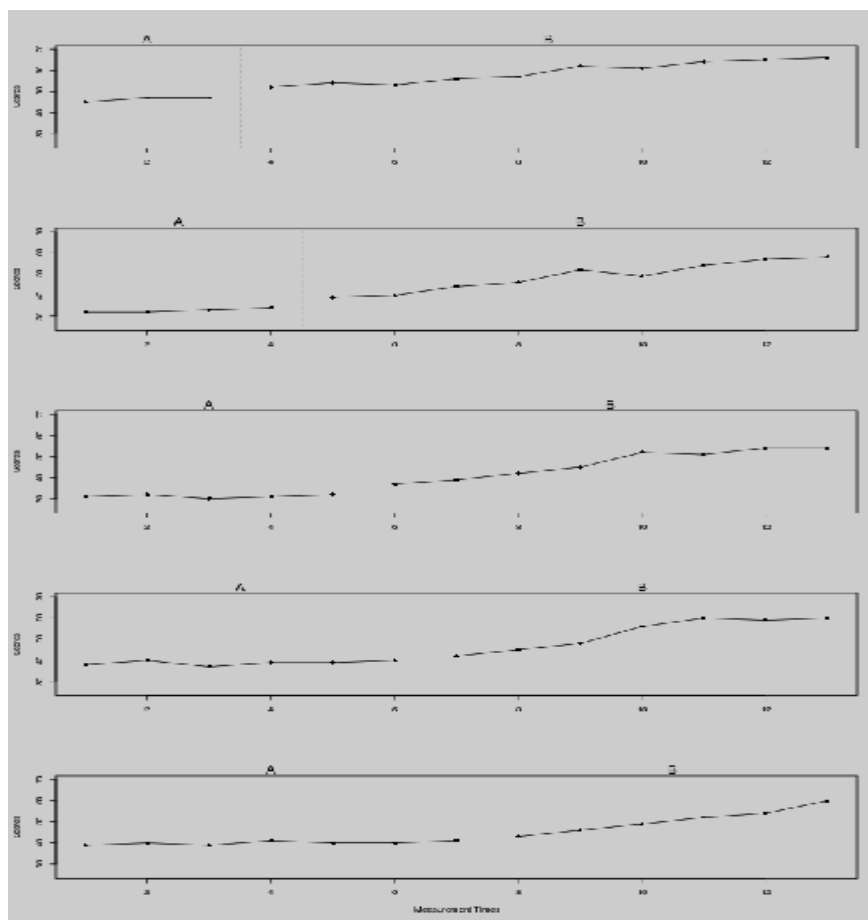
جدول 2. آماره‌های توصیفی مربوط به شرکت‌کننده‌ها

نام شرکت‌کننده	میانگین			دامنه			انحراف استاندارد		
	خط پایه	مداخله	نگهداری	خط پایه	مداخله	نگهداری	خط پایه	مداخله	نگهداری
P1	46/33	59	64/67	47-45	66-52	65-64	1/07	4/83	0/53
P2	32/75	48/78	47	34-32	58-39	51-44	0/88	6/47	3/31
P3	31/20	46/75	42	32-30	54-37	44-40	0/77	6/35	1/82
P4	38/83	52/86	55	40-37	60-42	58-53	1/08	7/08	2/38
P5	40	50/67	56	41-39	60-43	58-55	0/75	5/59	1/54

برنامه تحلیل داده‌ها

پکیج‌های گوناگون، پکیج‌های SSD for R و SCDA، فراهم شده به وسیله مانولو (2017) به علت دارا بودن شش ویژگی داده  $WWC^2$ ، ماهیت داده‌ها و پرسش‌های مطالعه

برای تحلیل داده‌های حاصل از پژوهش از نرم‌افزار R استفاده شد که از امکانات گرافیکی فوق‌العاده و محیط آماری



شکل 1. داده‌های پنج شرکت‌کننده در یک طرح تک آزمودنی چند خط پایه هم‌زمان

حاضر انتخاب شدند و به منظور ارزیابی اثر مداخله، داده‌ها بر اساس دستورالعمل WWC تحلیل شدند.

انعطاف‌پذیر و قدرتمندی برخوردار است و ترکیب تحلیل دیداری و آماری داده‌های حاصل از طرح پژوهش تک آزمودنی را تسهیل می‌کند (بولت و اونقنا، 2013). از میان

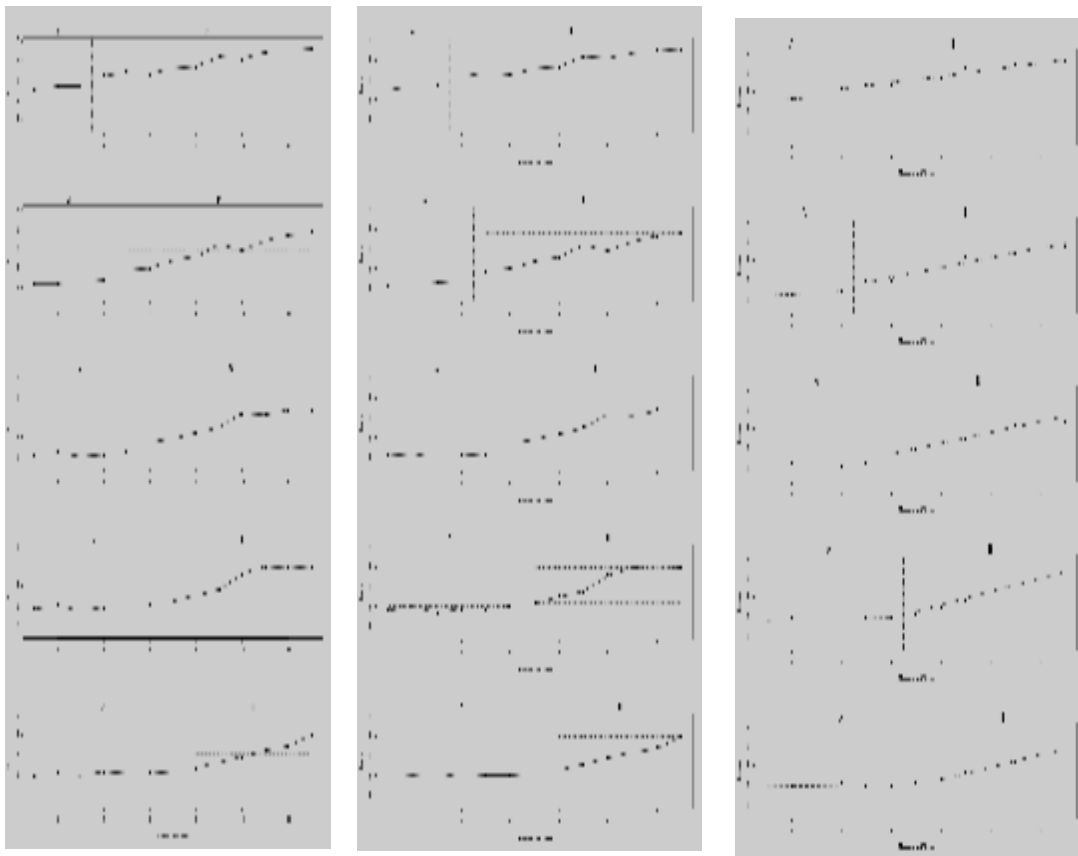
نشان دادن این ویژگی‌ها مورد استفاده قرار داد (چن، پنگ و چن<sup>8</sup>، 2015).

### نتایج

#### تحلیل بین فردی

به منظور بررسی فرضیه اصلی پژوهش حاضر «رویکرد تلفیقی به آموزش حقایق ضرب با ادغام آموزش مستقیم و مفهومی حقایق ضرب میزان خودکاری در بازیابی حقایق ضرب را در دانش‌آموزان MLD افزایش می‌دهد»، تحلیل

ابتدا برای تعیین بودن یا نبودن رابطه تابعی بین مداخله و یافته‌ها، تحلیل دیداری انجام شد. سپس در صورت وجود رابطه تابعی به منظور ارزیابی بزرگی اثر مداخله از روش‌های تحلیل کمی (آماري) نیز استفاده شد (لوبو<sup>1</sup>، مویرت، برلدي کونا و بابیک، 2017). بنا بر WWC رابطه تابعی بین مداخله و رفتار پیامد باید در شش ویژگی داده‌ای نمایش داده شود: تراز<sup>2</sup>/تغییر تراز، روند<sup>3</sup>، تغییرپذیری<sup>4</sup>، فوریت اثر<sup>5</sup>، همپوشانی<sup>6</sup> و ثبات<sup>7</sup> داده‌ها در مراحل مشابه. هم تحلیل دیداری، هم تحلیل آماری و هم هر دوی این تحلیل‌ها را می‌توان برای



شکل 2. تراز و تغییرپذیری داده‌ها در خط پایه (پنل سمت چپ) و مداخله (پنل وسط) و خط روند داده‌ها (پنل سمت راست)

دیداری و کمی با استفاده از SCDA و SSD for R انجام گرفت. شمای کلی طرح تک آزمودنی حاضر با چندخط پایه هم‌زمان در شکل 1 به تصویر کشیده شده است. داده‌های خام از ارزیابی شرکت‌کنندگان در آزمون خودکاری در مراحل خط پایه، مداخله و مرحله نگاه‌داری به دست آمدند که به

1. Lobo, Moeyaert, Baraldi Cunha & Babik
2. Level
3. Trend
4. Variability
5. Immediacy of Effects
6. Overlap
7. Stability

8. Chen, Peng & Chen

میانۀ خط پایه بزرگ‌ترند، برای کمی‌سازی تغییر در تراز استفاده شد (Ma<sup>1</sup>، 2006؛ پارکر و هاگان بورک<sup>2</sup>، 2007). سپس بر فوریت اثر که یکی از شاخص‌های ارزیابی در تحلیل دیداری است (کراتوچویل و همکاران<sup>3</sup>، 2010: به نقل از مانولو، 2017)، تمرکز شد. از طریق مقایسه میانگین سه نقطه آخر مرحله خط پایه و سه نقطه ابتدای مرحله مداخله نیز فوریت اثر مداخله ارزیابی شد (چن و همکاران، 2016). برای ارزیابی روند داده‌ها در مراحل خط پایه و مداخله از پکیج SCDA و روش خط رگرسیون حداقل مجنورات استفاده شد؛ شیب خط روند بر حسب شاخص Theil-Sen (پارکر، وانست، دیویس و ساوبر<sup>4</sup>، 2011) و ابزار کمک دیداری محفظه ثبات گزارش شد. با استفاده از تکنیک دو نیمه کردن می‌توان روند را برآورد کرد و سپس با استفاده از محفظه ثبات روند خط پایه مبتنی بر میانه و نیز مبتنی بر دامنه چارکی (IQR) ثبات روند خط پایه بین مراحل را ارزیابی کرد. چنانچه نقطه داده‌های مرحله مداخله درون محفظه ثبات مبتنی بر میانه یا دامنه چارکی واقع نشده باشند، به این معناست که داده‌های حاصل از ارزیابی مداخله بزرگ‌تر از داده‌های پیش‌بینی شده به وسیله خط پایه است و می‌توان ادعا کرد که تغییر در رفتار رخ داده و مداخله مؤثر واقع شده است (مانولو، سی برا، سولانوس و بوتلا<sup>5</sup>، 2014).

تغییرپذیری با استفاده از شاخص SMD کمی‌سازی، محاسبه و گزارش شد. هدجس، پوستجوسکی و شادیش<sup>6</sup> (2012، 2013) شاخصی برای SMD ویژه طرح‌های پژوهش تک آزمودنی ارائه کردند که با کوهن قابل قیاس باشد. با استفاده از ملاک کوهن (1999) در صورتی که این شاخص  $2/67$  یا بیشتر باشد اندازه اثر بزرگ، بین  $0/87$  و  $2/67$  باشد متوسط و کمتر از  $0/87$  باشد، اندازه اثر کوچک محسوب می‌شود. برای ارزیابی تغییرپذیری از خطوط دامنه و محدوده‌های روندی نیز استفاده شد. به منظور ارزیابی هم‌پوشانی دو شاخص محاسبه شد: NAP به وسیله پارکر و ونست (2009) و Tau به وسیله پارکر، ونست، دیویس و ساوبر (2011) معرفی شد. تفاوت این دو شاخص با سایر

صورت تعداد ارقام درست بازیابی شده در یک دقیقه به وسیله هر شرکت‌کننده یا CDPM گزارش شده اند. این آزمون شامل 36 مسئله ضرب تک‌رقمی (68 رقم در مجموع) است که شرکت‌کننده باید در یک دقیقه هر تعداد از پاسخ‌ها را که می‌تواند به صورت صحیح و سریع به یاد آورد.

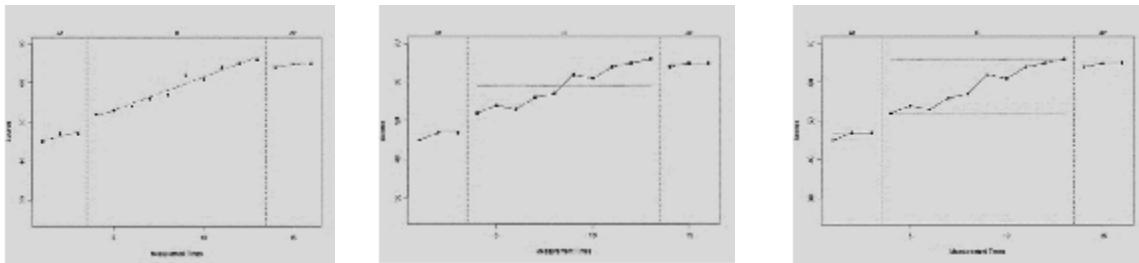
تحلیلی دیداری داده‌ها و مقایسه عمودی نمودارها (شکل 1) نشان می‌دهد که در تمام شرکت‌کننده‌ها، ارائه مداخله به یک تغییر سطح فوری در CDPM منجر شده است. داده‌های خط پایه برای تمام شرکت‌کننده‌ها دارای ثبات نسبی با شیب و تغییرپذیری کم بود که بلافاصله بعد از اولین کاربست مداخله همه آنها تغییر کرده‌اند. زمانی که مداخله به یک شرکت‌کننده ارائه شد، تغییر نتایج او با تغییر در باقی شرکت‌کننده‌ها که هنوز در خط پایه بودند، همراه نبود. به عبارتی، در همه شرکت‌کننده‌ها تغییر در ارقام بازیابی شده تنها زمانی رخ داد که مداخله ارائه شد. این بدان معناست که در همه شرکت‌کننده‌ها بین متغیر مستقل و متغیر وابسته رابطه‌ی تابعی وجود داشت و متغیر مستقل در جهت افزایش خودکارسازی در بازیابی حقایق ضرب مؤثر بود.

بررسی دیداری نمودارهای مربوط به تراز، روند و تغییرپذیری شرکت‌کننده‌ها (شکل 2) نیز وجود این رابطه‌ی تابعی را تأیید می‌کند. در تمام شرکت‌کننده‌ها تغییر افزایشی در تراز میانگین، افزایش دامنه تغییر تعداد ارقام بازیابی شده، افزایش شیب داده‌ها در مرحله مداخله در مقایسه با خط پایه بیانگر رشد تمام شرکت‌کننده‌ها در میزان بازیابی خودکار حقایق ضرب بر اثر ارائه مداخله است. همچنین داده‌های مربوط به مرحله پیگیری نشان داد که شرکت‌کننده‌ها خودکاری‌رشد یافته خود در حقایق ضرب را در گذر زمان حفظ کرده‌اند. الگوی کلی تغییر در هر پنج شرکت‌کننده هم‌خوان بود و نشان از تغییر بین مرحله مداخله و مرحله خط پایه در جهت مطلوب هدف پژوهش در تمام شرکت‌کننده‌ها دارد. به عبارتی، رویکرد تلفیقی آموزش خودکارسازی حقایق ضرب بر میزان بازیابی خودکار حقایق ضرب تأثیر مثبت داشت.

### تحلیل درون فردی

به منظور ارزیابی تراز میانگین، از شاخص گرایش مرکزی میانگین و ابزار کمک دیداری باندهای انحراف استاندارد و از شاخص (PEM) یعنی درصد داده‌های مرحله مداخله که از

1. Ma  
2. Parker & Hagan-Burke  
3. Parker, Vannest, Davis, & Sauber  
4. Kratochwill et al  
5. Manolov, Sierra, Solanas & Botella  
6. Hedges, Pustejovsky, and Shadish

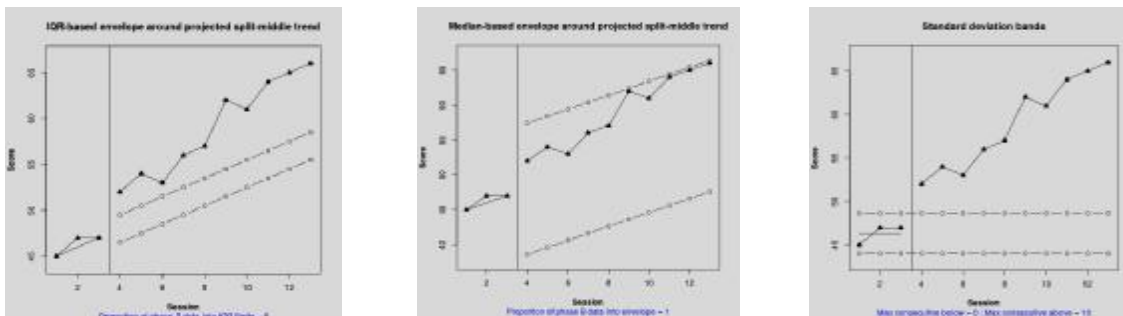


شکل 3. از راست تغییرپذیری، تراز میانگین، خط روند P1

رقم در دقیقه) با میانگین B (59 رقم در دقیقه) نشانگر افزایش قابل توجه در این شاخص نسبت به A<sub>1</sub> (12/67 رقم در دقیقه افزایش) و هم‌راستا با اثرات مورد نظر پژوهش حاضر است (شکل 3). اختلاف میانگین آخرین سه نقطه داده خط پایه و سه نقطه ابتدای مرحله مداخله افزایش 6/67 رقم را نشان می‌دهد که خود مهر تأییدی دیگر بر فوریت اثر این مداخله است. شاخص Theil-Sen در مرحله خط پایه (1) درجه و در مرحله مداخله (1/67) درجه به دست آمد که تغییر

شاخص‌های هم‌پوشانی، توانایی آنها در کنترل روند احتمالی در خط پایه است. این شاخص با استفاده از ماشین حسابگر مبتنی بر وب در سایت <http://www.singlecaseresearch.org> و نیز پکیج‌های SCDA و SSD for R محاسبه شد. یافته‌ها برای هر شرکت‌کننده به شرح زیر است:

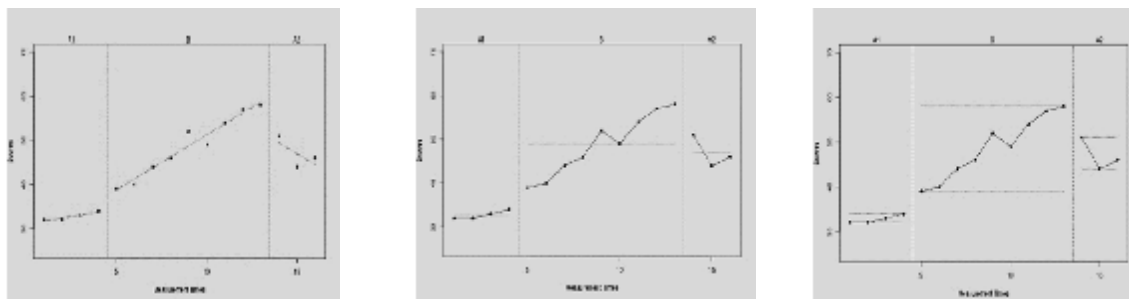
**شرکت‌کننده P1:** تغییرپذیری داده‌ها در خط پایه (A<sub>1</sub>) با دامنه 2 رقم بسیار کمتر از این شاخص در مرحله مداخله



شکل 4. از راست نوارهای انحراف استاندارد، محفظه مبتنی بر میانه و دامنه چارکی در اطراف خط روند P1

افزایشی در شیب خط روند مرحله مداخله و در جهت مطلوب هدف پژوهش را نشان می‌دهد. هیچ‌یک از نقطه داده‌های A<sub>1</sub> در محدوده بین نوارهای انحراف استاندارد قرار نگرفته‌اند که به وضوح تغییر عملکرد

(B) با دامنه 14 رقم در دقیقه است. تغییرپذیری کم و ثبات داده‌ها در A<sub>1</sub> و تغییرپذیری زیاد در B نشانگر این است که مداخله ارائه شده باعث افزایش عملکرد شرکت‌کننده در آزمون خودکاری شده است. مقایسه تراز میانگین A<sub>1</sub> (46/33)



شکل 5. از راست به چپ تغییرپذیری، تراز میانگین، خط روند P2

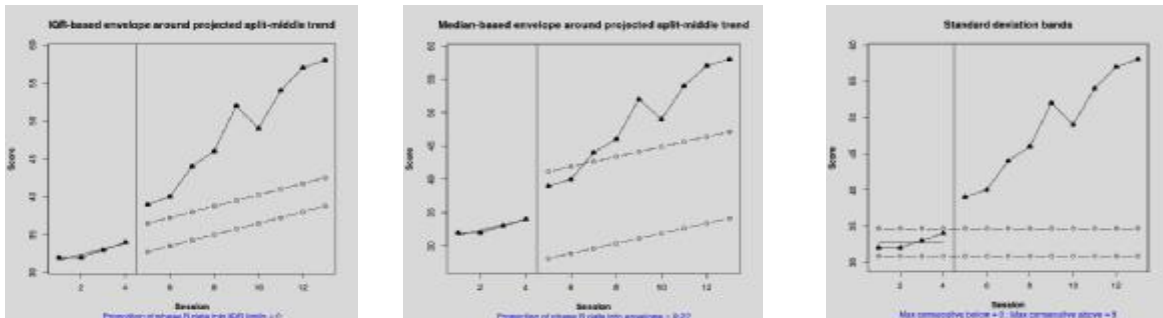
نظر پژوهش حاضر است. در  $A_1$  شیب Theil-Sen (0/83) درجه و در  $B$  نیز (2/5) درجه گزارش شد (تغییر 1/67 درجه‌ای) که کارآمد بودن مداخله برای  $P_2$  را تأیید می‌کند (شکل 5).

هیچ‌یک از نقطه داده‌های مرحله  $B$  بین نوارهای انحراف استاندارد قرار نگرفته‌اند که تغییر عملکرد  $P_2$  در  $B$  نسبت به  $A_1$  و کارآمدی مداخله را تأیید می‌کند. فوریت اثر 4/25 و اختلاف میانگین آخرین سه نقطه داده‌ها 8 رقم افزایش به دست آمد. 78٪ از نقطه داده‌های  $B$  خارج از محفظه ثبات روند خط پایه مبتنی بر میانه و 100٪ نیز خارج از محفظه ثبات مبتنی بر چارکی (IQR) واقع شده‌اند (شکل 6). مقدار شاخص ناهم‌پوشان PEM، 100٪ گزارش شد. شاخص NAP عدد 1 و شاخص Tau عدد 0/8 و شاخص SMD عدد 2/67 گزارش شد که همگی اندازه اثر بزرگ هستند.

**شرکت‌کننده P3:** میانگین  $A_1$  (31/20)، میانگین  $B$  (46/75) نشانگر افزایش (15/55) رقم در دقیقه) و همسو با

در  $P_1$   $B$  نسبت به خط پایه و کارآمدی مداخله را تأیید می‌کند. شاخص (PEM)، 100٪ گزارش شد که نشان می‌دهد تمام داده‌های مرحله مداخله از میانه خط پایه بزرگ‌ترند؛ این مقدار یک اندازه اثر بزرگ است. با مقایسه مرحله مداخله با پیش‌بینی خط پایه مقدار فوریت اثر 3/33 گزارش شد. نمودار خروجی حاصل از داده‌ها در رابطه با محفظه ثبات در شکل (4) ارائه شده است. تمام نقطه داده‌های مرحله  $B$  درون و روی محفظه ثبات روند مبتنی بر میانه واقع شده‌اند. نقاط خارج و روی محفظه بیانگر کارآمدی مداخله هستند. برای شاخص NAP عدد 1 و  $\tau$  با خط پایه اصلاح شده عدد 0/66 گزارش شد که یک اندازه اثر بزرگ است. شاخص SMD نیز محاسبه و عدد 2/89 به دست آمد که بر اساس ملاک کوهن، یک اندازه اثر بزرگ است.

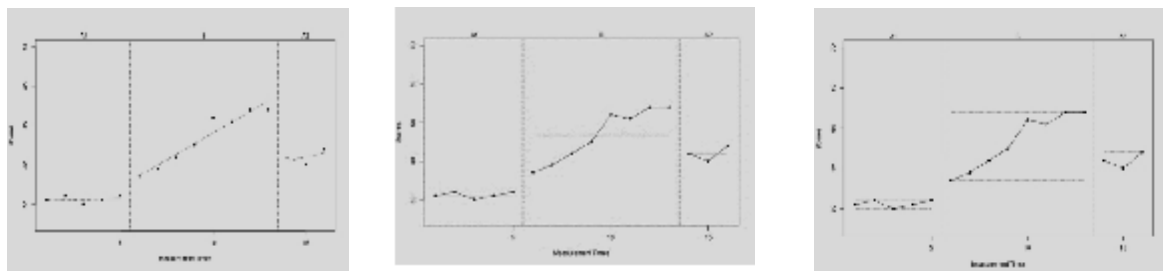
**شرکت‌کننده P2:** تغییرپذیری داده‌ها در  $A_1$  با دامنه 2 رقم بسیار کمتر از این شاخص در  $B$  با دامنه 19 رقم در



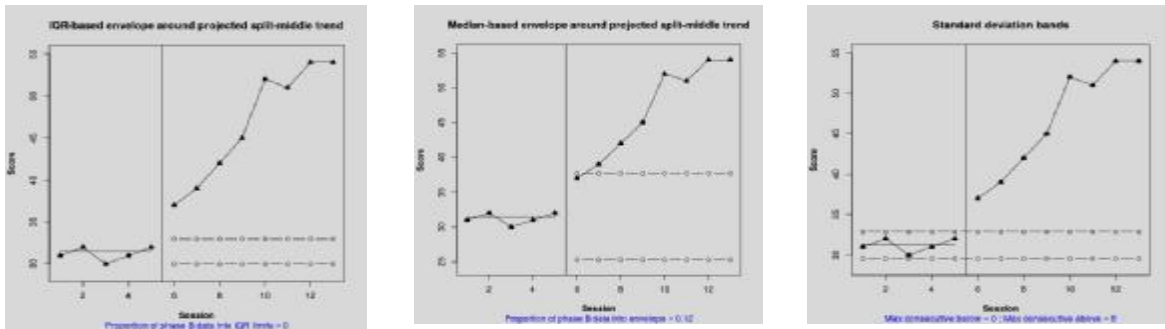
شکل 6. از راست نوارهای انحراف استاندارد، محفظه مبتنی بر میانه و دامنه چارکی در اطراف خط روند  $P_2$

اثرات مورد نظر پژوهش حاضر بود. تغییرپذیری داده‌ها در خط پایه با دامنه 2 رقم بسیار کمتر از این شاخص در مرحله مداخله با دامنه 17 رقم در دقیقه است. تغییرپذیری زیاد در مرحله مداخله نشان می‌دهد که مداخله باعث افزایش عملکرد شرکت‌کننده در آزمون خودکاری شده است. در  $A_1$  شیب Theil-Sen (0/12) درجه و در  $B$  (2/92) درجه به دست

دقیقه است؛ تغییرپذیری کم و ثبات داده‌ها در مرحله خط پایه و تغییرپذیری زیاد در مرحله مداخله شاهدهی است بر این مدعا که مداخله ارائه شده باعث افزایش عملکرد شرکت‌کننده در آزمون خودکاری شده است. مقایسه تراز میانگین  $A_1$  (32/75) با میانگین  $B$  (48/78) نشانگر افزایش قابل توجه در این شاخص (16/03) رقم در دقیقه) و هم‌راستا با اثرات مورد



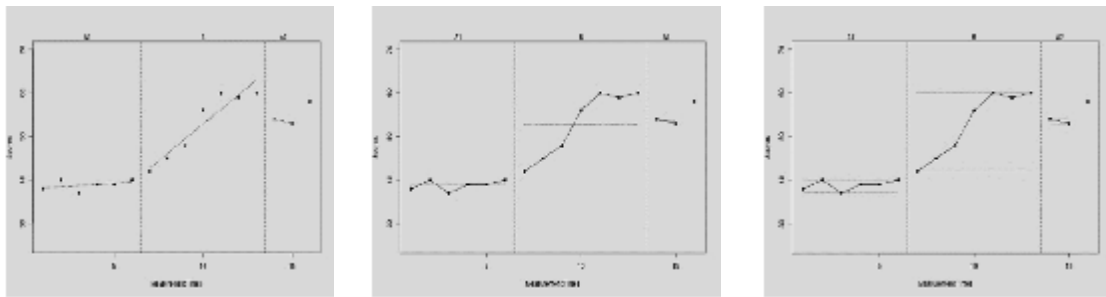
شکل 7. از راست به چپ تغییرپذیری، تراز میانگین، خط روند  $P_3$



شکل 8. از راست نوارهای انحراف استاندارد، محفظه مبتنی بر میانه و دامنه چارکی در اطراف خط روند P3

آمد که تغییر 2/8 درجه‌ای کارآمد بودن مداخله را برای P3 تأیید می‌کند (شکل 7). نمودار نوارهای انحراف استاندارد نیز کارآمدی مداخله را تأیید می‌کند. مقدار فوریت اثر 4/71 گزارش شد. همچنین

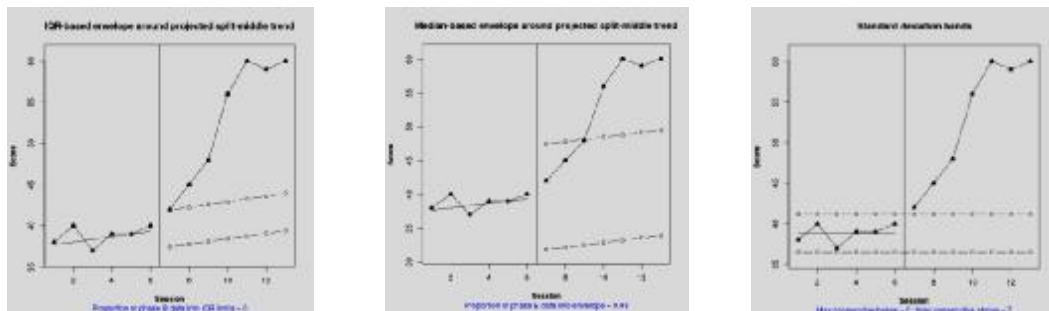
**شرکت‌کننده P4:** تغییرپذیری داده‌ها در A1 با دامنه 3 رقم بسیار کمتر از این شاخص در B با دامنه 18 رقم در دقیقه بود. تغییرپذیری زیاد در مرحله مداخله شاهدهی است بر این مدعا که مداخله ارائه شده باعث افزایش عملکرد



شکل 9. از راست به چپ تغییرپذیری، تراز میانگین، خط روند P4

اختلاف میانگین سه نقطه آخر افزایش 8/33 رقم را نشان می‌دهد. 88٪ نقطه داده‌های مرحله مداخله خارج از محفظه ثبات روند خط پایه مبتنی بر میانه و 100٪ نیز خارج از محفظه مبتنی بر دامنه چارکی (IQR) واقع شده‌اند (شکل 8).

**شرکت‌کننده در آزمون خودکاری شده است.** میانگین A1 (52/88) و میانگین B (38/83) نشانگر افزایش 14/02 رقم در دقیقه) و در جهت اثرات مورد نظر پژوهش حاضر است (شکل 9). فوریت اثر 2 و اختلاف میانگین سه نقطه‌ها



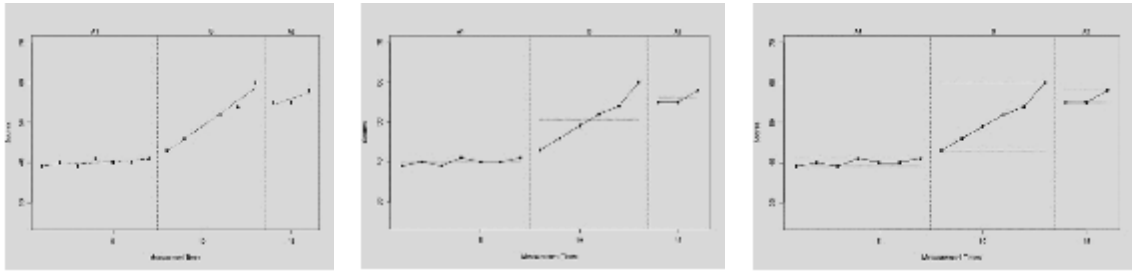
شکل 10. از راست نوارهای انحراف استاندارد، محفظه مبتنی بر میانه و دامنه چارکی در اطراف خط روند P4

مقدار شاخص ناهم‌پوشانی PEM، 100٪ به دست آمد. شاخص NAP 1 و شاخص Tau به مقدار 0/72 گزارش شد. شاخص SMD برای P3 عدد 2/82 گزارش شد که همگی اندازه اثر بزرگ هستند.

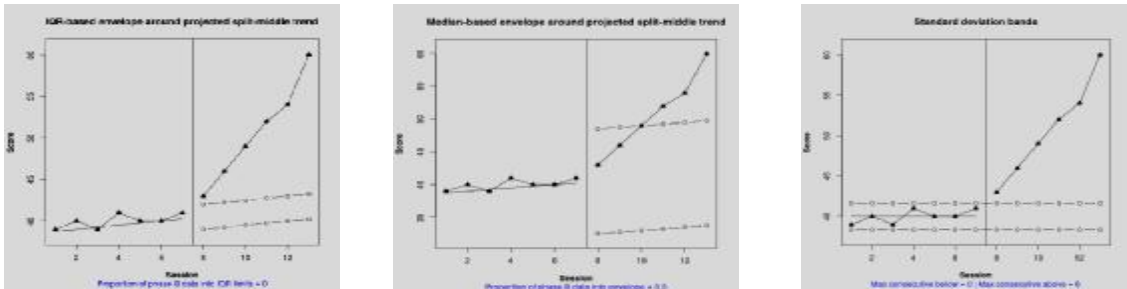
**شرکت‌کننده P5:** تفاوت تغییرپذیری داده‌ها در A1 (2 رقم) با تغییرپذیری B (17 رقم) نشان می‌دهد که مداخله باعث افزایش عملکرد شرکت‌کننده در آزمون خودکاری شد.

افزایش 5/67 رقم گزارش شد.





شکل 11. از راست به چپ تغییرپذیری، تراز میانگین، خط روند P5



شکل 12. از راست نوارهای انحراف استاندارد، محفظه مبتنی بر میانه و دامنه چارکی در اطراف خط روند P5

رویکرد تلفیقی، ادغام روش آموزش مستقیم و مفهومی راهبردها و حقایق ضرب با روش مبتنی بر حافظه DPR را در خودکارسازی بازیابی حقایق ضرب مستند ساخت. تمام ویژگی‌های مورد تأیید WWC یعنی تراز/تغییر تراز، تغییرپذیری، روند، فوریت اثر مداخله، هم‌پوشانی و ثبات و هم‌خوانی داده‌ها در مراحل مشابه تأیید کردند که استفاده از رویکرد تلفیقی (ادغام آموزش مستقیم و مفهومی حقایق و راهبردهای ضرب با روش مبتنی بر حافظه DPR) میزان بازیابی خودکار حقایق ضرب را در دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ریاضی افزایش می‌دهد. تحلیل دیداری و کمی نتایج به دست آمده برای هر پنج شرکت‌کننده ثبات عملکرد در خط پایه، بهبود و افزایش معنادار خودکاری در بازیابی حقایق ضرب را از حافظه پس از ارائه مداخله و حفظ خودکاری افزایش یافته در مرحله پیگیری یعنی دو ماه پس از پایان مداخله نشان دادند. اندازه اثرهای گزارش شده نیز کارآمدی مداخله را تأیید کردند. شاخص تفاوت میانگین استاندارد شده به عنوان شاخص نشان دهنده اندازه اثر برای شرکت‌کننده‌های اول تا پنجم به ترتیب (2/82، 2/67، 2/89) و 2/45 و 2/58 گزارش شد. بر اساس مقیاس کوهن مقادیر به دست آمده در شرکت‌کننده P1، P2 و P3 اندازه‌های اثر بزرگ و در P4 و P5 اندازه‌های اثر متوسط را نشان دادند؛ بنابراین، رویکرد تلفیقی به خودکارسازی حقایق ضرب که

میانگین A<sub>1</sub> (40) و میانگین B (50/67) نشانگر افزایش (10/67 رقم در دقیقه) و هم راستا با اثرات مورد نظر پژوهش حاضر است. در A<sub>1</sub> شیب Theil-Sen (0/25) درجه و در B (3) درجه به دست آمد که تغییر 2/75 درجه‌ای در شیب خط روند کارآمد بودن رویکرد تلفیقی به خودکارسازی بازیابی حقایق ضرب برای P5 را تأیید می‌کند (شکل 11).

نمودار نوارهای انحراف استاندارد نیز تغییر عملکرد P5 در مرحله مداخله نسبت به خط پایه و کارآمدی مداخله را تأیید می‌کند. مقدار فوریت اثر 2/25 و همچنین اختلاف میانگین سه نقطه‌ها افزایش 5/67 رقم به دست آمد. 50٪ از نقطه داده‌های مرحله B خارج از محفظه ثبات روند خط پایه مبتنی بر میانه و 100٪ نیز خارج از محفظه ثبات روند مبتنی بر دامنه چارکی (IQR) واقع شده‌اند (شکل 12). شاخص SMD برای P5 عدد 2/58 گزارش شد که بر اساس ملاک کوهن، یک اندازه اثر متوسط است. مقدار شاخص ناهم‌پوشانی PEM، 100٪ و شاخص NAP عدد 1 و شاخص Tau نیز 0/74 گزارش شد.

### نتیجه‌گیری و بحث

یافته‌های حاصل از پژوهش حاضر، تغییر معنادار داده‌های مرحله مداخله را در مقایسه با خط پایه در پنج دانش‌آموز دارای اختلال ریاضی نشان داد. بدین ترتیب، کارآمدی

درست در دقیقه<sup>2</sup> (CPPM) پاسخ‌ها را نمره‌گذاری می‌کنند تا فراوانی هر عملکرد را به دست آورند. فراوانی یا بسامد یعنی تعداد دفعات انجام یک رفتار در یک بازه زمانی معین که یک بازنمایی مفصل از رفتار فرد را به دست می‌دهد. در فرایند خودکارسازی، فراوان سازی تعداد دفعات تکرار یک رفتار هدف است (کوبینا و یاریچ، 2012). زمانی که دانش‌آموز از طریق فراوان سازی به یک استاندارد خودکاری باثبات از یک مهارت مؤلفه‌ای میرسد، هم دانش‌آموز و هم معلم می‌توانند با اعتماد به نفس بیشتری به سراغ یک مهارت مرکب بروند (کوبینا و یاریچ، 2012). دانش‌آموزان دوره متوسطه برای حل مسئله‌های مرکب سطح بالاتر بر خودکاری مهارت‌های مؤلفه‌ای (مثلاً حقایق ریاضی) تکیه می‌کنند.

در ادبیات موجود در زمینه خودکارسازی بازیابی حقایق ریاضی دو رویکرد عمده وجود دارد: رویکرد تمرین مکرر عادی که بر فرایندهای مبتنی بر حافظه متکی است و رویکرد مفهومی که بر آموزش راهبردهای استدلالی حقایق ریاضی مبتنی است. حمایت‌های تجربی زیادی برای هر کدام از این رویکردها به طور جداگانه وجود دارد، اما پژوهش‌ها نشان داده‌اند که کارآمدترین رویکرد برای خودکارسازی حقایق ریاضی رویکردی تلفیقی است که آموزش راهبردها را با تمرین‌های مکرر ادغام می‌کند و دانش‌آموزان از ترکیب این دو رویکرد بیشترین سود را می‌برند (وودوارد، 2006). از آنجا که برای یادگیری و بازیابی خودکار حقایق ریاضی باید هر سه مرحله متوالی (شمارش-راهبرد-حافظه) به ترتیب صحیح طی شوند؛ بنابراین استفاده از هر کدام از دو رویکرد ذکر شده به تنهایی باعث حذف یکی از این مراحل می‌شود که در این صورت خودکاری به صورت بهینه و مطلوب صورت نمی‌گیرد؛ مثلاً با اینکه بر آموزش مستقیم راهبردها به منظور درک مفهومی حقایق ریاضی، رشد درک عدد، توسعه محاسبات ذهنی و تخمین زدن تاکید شده و استفاده از این رویکرد حمایت‌های تجربی زیادی از جمله مطالعه اوکانل و سن جیووانی (2013)، ایزاک و کارول (1999)، کدینگ و همکارانش (2011)، کامنوی و سیمونز (1990)، کلینگ و بی ویلیامز (2015)، گوجاک (2012)، نلسون، برنز، کانپو و یسلدایک (2013)، وودوارد (2006)، ون دیوال (2003) را دارا است اما پژوهش‌ها نشان داده‌اند که آموزش راهبردها به

آموزش مفهومی و فرایندهای مبتنی بر حافظه را در بردارد در افزایش خودکاری این پنج دانش‌آموز در بازیابی حقایق ضرب کارآمد بود.

یافته‌های جدیدترین پژوهش‌ها ادعا می‌کنند که برای یادگیری‌های بعدی و توانایی حل مسئله دانش‌آموز یک رویکرد یک جانبه به آموزش ریاضی بهترین گزینه نیست؛ بلکه، ترکیبی از دانش مفهومی و دانش رویه‌ای مؤثرترین راه برای آموزش ریاضی به کودکان است. روابط بین این دو نوع دانش برای یادگیری تعیین کننده و مهم است و برای رسیدن به خبرگی یا شایستگی در ریاضی هر دو مؤلفه مهم و ضروری هستند (ون دیوال و همکاران، 2013).

شایستگی یا خبرگی در ریاضی شامل توانایی انجام محاسبات، الگوریتم‌ها و رویه‌های پایه‌ای ریاضی و مهارت‌های دیگری از قبیل توانایی حل مسئله‌های ریاضی، کاربرد آنها و توانایی استدلال در دیگر موضوعات و در تجارب روزانه است. پژوهش‌های بسیاری رسیدن به خبرگی را برای موفقیت در تجارب پیچیده تر و سطح بالاتر ریاضی مانند جبر بسیار مهم می‌دانند (مثلاً بوالر، 2015؛ کولمسکی، 2011؛ گوجاک، 2012؛ اوکانل و جیووانی، 2011). یکی از الزامات مهم برای رسیدن به خبرگی دستیابی به سطح مناسبی از خودکاری در بازیابی حقایق اساسی ریاضی است (لین و کوبینا، 2005) که شاخصی از دستاوردهای آینده ریاضی و یک مهارت بسیار مهم است (گری و همکاران، 2012؛ کلر و همکاران، 2008؛ شاپیرو و همکاران، 2006) و با عملکرد در سطوح بالاتر ریاضی همبستگی دارد (پرایس، مازوکو و انصاری، 2013؛ گری، 2004؛ ون در هیدن و برنز، 2009). از آنجا که افزایش تعداد پاسخ‌های فعال و درست خودکاری، نگهداری و انتقال یادگیری را افزایش می‌دهد، دانش‌آموزانی که در حقایق اساسی خودکار نیستند در مقایسه با کسانی که به خودکاری رسیده‌اند به احتمال کمتری در مهارت‌های ریاضی به خبرگی میرسند؛ زیرا نقص در بازیابی حقایق می‌تواند بر سایر مؤلفه‌های یادگیری و پیشرفت ریاضی تأثیر بگذارد (جردن و همکاران، 2003؛ گری، 2004؛ گری و همکاران، 2012). پژوهشگران و معلمان از طریق تعداد مسئله‌های نادرست در هر دقیقه<sup>1</sup> (DCPM) و یا مسئله‌های

آزمودنی‌ها ارائه و بر عملکرد آنها نظارت شد و بازخورد لازم بلافاصله داده شد؛ ابتدا ضرب صفر، یک، دو، پنج، ضرب هر عدد در خودش و ضرب نه، سپس ضرب‌های دشوارتر شامل چهار، شش، هفت و هشت با استفاده از اشیاء عینی، سپس تصاویر و پس از آن مسئله‌ها به صورت مستقیم آموزش داده شدند. از آنجا که دانش‌آموزان با ناتوانی ریاضی به طور خودبه‌خودی و مستقل قادر به کشف روابط و الگوهای عددی نیستند، راهبردهای استدلالی شامل استفاده از حقایق آشنا برای رسیدن به حقایق نا آشنا، دو برابر به اضافه یک گروه، نصف و سپس دو برابر کردن، نیز با روش مستقیم و بر اساس توالی سه حالت بازنمایی دانش (CRA) آموزش داده شد. تحلیل چشمی نمودارهای حاصل از نتایج ارزیابی‌ها در این گام افزایش عملکرد تمام آزمودنی‌ها در بازیابی حقایق ضرب نسبت به خط پایه با ثبات را نشان داد. در ادامه مداخله یعنی مرحله سوم فرایند خودکار شدن، برای افزایش خودکاری حقایق آموخته شده از روش تشخیص-تمرین-تصحیح (DPR) به عنوان یک روش تمرین مکرر کارآمد (پانکی و همکاران، 2006؛ 2010؛ 2013) استفاده شد. از سه فرم، هر کدام شامل 12 مسئله ضرب با دشواری یکسان در این مرحله استفاده شد. در گام تشخیص با استفاده از مترونوم و با تخصیص دو ثانیه به هر مسئله، حقایق خودکار نشده شناسایی و به گام بعدی یعنی فرایند پوشش-کپی-مقایسه (CCC) وارد و در جدول 5 در 5 مربوط ثبت شدند. هر مسئله در خانه اول هر ردیف نوشته، پوشیده، کپی و سپس با مسئله اصلی مقایسه شد و در گام بعدی با استفاده از آزمون یک دقیقه‌ای میزان خودکاری ارزیابی شد. هر سه فرم مسئله‌های ضرب به همین ترتیب تمرین شدند. تحلیل چشمی نمودارهای حاصل افزایش خودکاری آزمودنی‌ها در این گام نسبت به گام مفهومی و خط پایه را نشان داد. تحلیل دیداری نمودارهای حاصل از ارزیابی نرخ خودکاری در بازیابی و نیز شاخص‌های به دست آمده از جمله شاخص‌های هم‌پوشانی و شاخص تفاوت میانگین استاندارد شده به عنوان اندازه‌های اثر گزارش شده افزایش معنادار میزان خودکاری تمام آزمودنی‌ها در بازیابی حقایق ضرب با استفاده از رویکرد تلفیقی را نشان دادند و تأیید کردند که رویکرد تلفیقی شامل آموزش راهبرد (درک مفهومی) و تمرین مکرر عادت (فرایند مبتنی بر حافظه) در افزایش خودکاری در بازیابی حقایق ضرب کارآمد و مؤثر است و دانش‌آموزان از ترکیب این دو رویکرد سود

تنبه‌ایی به خودکار شدن منجر نمی‌شوند (کامی‌نگ و ال‌کینز، 1999). بسیاری از دانش‌آموزان از جمله کودکان با ناتوانی ریاضی، علی‌رغم دارا بودن درک مفهومی به علت خودکار نبودن در بازیابی حقایق ریاضی در انجام محاسبات با مشکل مواجهه می‌شوند (پلینگرینو و گلدمن، 1986)؛ بنابراین اگرچه یادگیری راهبردها یک مؤلفه مهم برای معنادار کردن حقایق و نگهداری آنهاست که در صورت فراموشی حقایق دانش‌آموز می‌تواند از آنها برای بازتولید حقایق استفاده کند، اما دانش‌آموزان با ناتوانی ریاضی به علت محدودیت‌های حافظه کاری در صورت اتکای صرف به راهبردها دچار بار شناختی شده و در انجام محاسبات و حل مسئله‌های سطح بالاتر با مشکلات عملکردی و/ یا انگیزشی (برای مثال، بیگدلی، محمدی فر، رضایی و عبدالحسین زاده، 1395) مواجه می‌شوند. حال آنکه استفاده از روش‌های تمرین مکرر که بر حافظه مبتنی هستند، بار شناختی حافظه کاری را کاهش می‌دهد و انرژی شناختی لازم برای انجام محاسبات سطح بالاتر را در اختیار دانش‌آموز می‌گذارد؛ همچنین اگر حقایق ریاضی تنها با استفاده از روش‌های مبتنی بر حافظه (حفظ طوطی‌وار) آموزش داده شوند، مرحله دوم فرایند خودکار شدن (راهبردها) حذف می‌شود و در نتیجه دانش‌آموز در نگهداری حقایق ضعف خواهد داشت و حقایق یا فراموش می‌شوند یا به صورت اشتباه یادآوری می‌شوند؛ بنابراین همان‌طور که پژوهش‌ها نیز نشان داده‌اند تلفیق آموزش راهبردها با تمرین‌های مکرر مبتنی بر حافظه کارآمدترین رویکرد مداخلاتی برای خودکارسازی است (وودوارد، 2006).

در پژوهش حاضر مطابق با ادبیات، ابتدا بر درک مفهومی مفاهیم و حقایق ریاضی و پس از آن بر سرعت و صحت یادآوری حقایق آموخته شده تمرکز شد (آرچر و هابس، 2011؛ آردوین و دالی، 2007؛ بایندر، 2003؛ NCTM، 2014؛ ون دیوال و همکاران، 2013). در گام اول که شامل دو مرحله نخست فرایند خودکارسازی است، از آموزش مستقیم که بر اصول آموزش اثربخش مبتنی و یکی از مؤثرترین رویکردها برای آموزش دانش‌آموزان با ناتوانی ریاضی است (NMAP، 2008؛ گرسن و همکارانش، 2009؛ بیکر و همکارانش، 2013) برای ایجاد درک مفهومی استفاده شد. ابتدا مفاهیم ضرب از ساده به دشوار به وسیله معلم و بر اساس توالی عینی-نمادین-انتزاعی (CRA) الگوسازی شد، سپس تمرین‌های هدایت شده به هر کدام از

جمله توجه به اصول طراحی آموزشی و استفاده از اصول آموزش اثربخش و رعایت کامل توالی مراحل رشدی فرایند خودکار شدن. از لحاظ روش شناسی نیز این پژوهش با استفاده از طرح تک‌آزمودنی چند خط پایه سعی کرد روایی درونی و استنباط علی بهتری را فراهم آورد. همچنین، نیاز به حداقل سه تکرار از اثر آزمایشی مورد تأکید تیت<sup>1</sup> و همکاران (2013) را (با بیش از سه خط پایه) نیز محقق ساخت.

خروجی این پژوهش می‌تواند به عنوان یک بسته مداخلاتی جامع در زمینه خودکارسازی حقایق ضرب مورد استفاده درمانگران، آموزگاران و حتی والدین این کودکان قرار بگیرد تا هم‌زمان هم درک مفهومی حقایق حاصل شود و هم سرعت و صحت دانش‌آموزان در بازیابی حقایق افزایش یافته و به خودکاری برسند.

در انجام این پژوهش تلاش شد تا بخش زیادی از توصیه‌های RoBINT<sup>2</sup> (تیت و همکاران، 2013) برای افزایش روایی بیرونی در طرح‌های تک‌آزمودنی‌ها محقق شود. ویژگی‌های شرکت‌کنندگان و محیط به دقت شرح داده شدند، متغیر مستقل و وابسته تعریف عملیاتی شدند، داده‌های خام برای هر مرحله و هر شرکت‌کننده گزارش شد و منطق تحلیلی مناسب داده‌ها به کار برده شد. توصیه‌های مربوط به توافق ارزیابان و وفاداری به مداخله نیز به منظور کنترل تهدیدات روایی درونی محقق شدند. با وجود این، یافته‌های این پژوهش باید با توجه به محدودیت‌های زیر تفسیر گردد:

• به علت محدودیت زمانی مربوط به شرایط کرونایی امکان ارزیابی‌های بیشتر در مراحل خط پایه و مداخله فراهم نبود، گرچه شرط حداقل سه نقطه داده محقق شد اما در صورت ارزیابی‌های بیشتر یافته‌ها قابل اعتمادتر خواهند بود. پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های آینده تعداد ارزیابی‌ها در مراحل بیشتر باشد تا یافته‌ها قابل اعتمادتر باشند.

• یکی دیگر از محدودیت‌های قابل توجه در این پژوهش استفاده از آزمون قلم کاغذی و مترونوم برای ارزیابی میزان خودکاری دانش‌آموز در بازیابی حقایق ضرب بود که هماهنگ کردن دانش‌آموز با ضرب آهنگ مترونوم تقریباً کار دشواری بود؛ بنابراین، به منظور اجرای دقیق‌تر و

بردند؛ این یافته با یافته وودوارد (2006) با چنین ادعایی همسو و همخوان است.

بر اساس نظر وودوارد (2006) افزایش خودکاری مستلزم پیوند و توازن بین درک مفهومی و توانش رویه‌ای یا خبرگی در محاسبه است و درک مفهومی و توانش رویه‌ای هر دو مؤلفه‌های مهم و ضروری برای رسیدن به خبرگی هستند. وودوارد (2006) در یک پژوهش آزمایشی رویکرد تلفیقی شامل راهبردها و تمرینات مکرر را با رویکرد تمرینات مکرر صرف در خودکارسازی حقایق ضرب مقایسه کرد. 58 دانش‌آموز با توانایی‌های تحصیلی متفاوت در این مطالعه شرکت داشتند که پانزده نفر از آنها از آموزش‌های خاص در ریاضی استفاده می‌کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که هر دو رویکرد در دستیابی به خودکاری در بازیابی حقایق ضرب اثربخش بوده‌اند؛ با این حال دانش‌آموزان گروه تلفیقی در پس‌آزمون و پیگیری عملکرد بهتری نشان دادند.

بنابراین از آنجا که خودکاری در بازیابی حقایق برای موفقیت در ریاضی یک مؤلفه بنیادی است (NMAP، 2008)، معلمان می‌توانند با استفاده از تلفیق آموزش صریح راهبردها و تمرین‌های تسلطی به خودکارسازی حقایق ریاضی کمک کنند (جروستن و همکارانش، 2009؛ وودوارد، 2006). اولویت بخشی به خودکارسازی حقایق ریاضی، دانش بنیادی ریاضی دانش‌آموزان را تقویت می‌کند و راه را برای موفقیت در مفاهیم و رویه‌های پیچیده‌تر هموار می‌سازد.

درمانگران اختلالات یادگیری، روان‌شناسان مدرسه، آموزگاران و پژوهشگران در زمینه اختلالات یادگیری به مداخلات مبتنی بر پژوهش نیاز دارند تا از اثربخشی و کارآمدی این مداخلات اطمینان بیشتر داشته باشند و بهترین نتایج را از اعمال مداخله کسب کنند. هرچه تعداد و تنوع چنین پژوهش‌هایی بیشتر باشد، روایی بافتی و در نتیجه میزان تناسب مداخلات با نیازمندی‌های کودکان با ناتوانی یادگیری نیز افزایش می‌یابد.

پژوهش حاضر که مبتنی بر شواهد و مستندات علمی است، در زمینه خودکارسازی حقایق ریاضی در سطح داخلی کاملاً نو و بدیع است و در سطح جهانی نیز به احتمال ویژگی‌های قابل توجهی دارد. زیرا با رویکرد تلفیقی که به خودکارسازی دارد تلاش شده است که ضعف‌ها و نواقص رویکرد تنها مبتنی بر راهبرد و رویکرد تنها مبتنی بر حافظه را جبران کند. این پژوهش از چند نظر حائز اهمیت است از

1. Tate et al

2. Risk of Bias in N-of-1 Trial

اختلالات یادگیری در جهان از جمله مدل‌های مبتنی بر مدل نقاط ضعف و قوت مستلزم دستیابی به نیم‌رخ‌شناختی و تحصیلی دانش‌آموز با استفاده از ابزارهای هنجار شده مانند آزمون پیشرفت تحصیلی وودکاک جانسون و آزمون پیشرفت تحصیلی وکسلر است که متأسفانه در انجام این پژوهش از وجود آنها بی‌بهره بودیم. پیشنهاد می‌شود که در زمینه ابزار تشخیصی ناتوانی یادگیری ریاضی ابزارهای به‌روز و تخصصی جهانی استاندارد و هنجاریابی شوند تا امکان شناسایی بر اساس مدل‌های معتبر شناسایی اختلال یادگیری فراهم شود؛ چرا که مداخله مناسب و متناسب در گرو شناسایی دقیق و صحیح است.

حسن آبادی، حمیدرضا؛ شریفی، حسن پاشا؛ ایزانلو، بلال و احمدیان نسب، مریم (1399). *نسخه ایرانی مقیاس هوشی وکسلر کودکان-ویرایش 5*. تهران: ستاد توسعه علوم و فناوری‌های شناختی.

روزبهرانی، شهره و حسن آبادی، حمیدرضا (1394). کارکرد اجرایی مرکزی و حلقه واج‌شناختی در دانش‌آموزان ناتوان در حل مسائل کلامی ریاضی. *فصلنامه کودکان استثنایی*، 15(4)، 20-5.

محمداسماعیل، الهه (1381). *آزمون ریاضیات ایران کی مت*. تهران: سازمان آموزش و پرورش استثنایی.

یزدانی، محمدجواد؛ حسن آبادی، حمیدرضا؛ کدیور، پروین و عبدالهی، محمدحسین (1398). *شناسایی زیرگونه‌های ناتوانی یادگیری ریاضی در دانش‌آموزان ایرانی: رویکرد خوشه‌بندی مدل - مینا، پژوهش در یادگیری آموزشگاهی و مجازی*، 6(4)، 30-9.

Afroditi, T., & Ioannis, A. (2016). "Comparing the Effectiveness of Four Interventions for the Support of Students with Learning Disabilities in Acquiring Arithmetic Combinations of Multiplication and Division." *American Journal of Educational Research*, vol. 4, no. 4: 294-301. doi: 10.12691/education-4-4.

Agaliotis, I., (2011). *Instruction of Mathematics in Special Education: Nature and Educational management of mathematical difficulties*. Athens: Gregori (in Greek).

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.)*. Arlington, VA: Author.

Archer, A. L., & Hughes, C. A. (2010). *Explicit instruction: Effective and efficient teaching*. New York, NY: Guilford.

Ardoin, S. P., & Daly, E. J. (2007). *Introduction to the Special Series: Close encounters of the instructional kind: How the instructional hierar-*

آسان‌تر ارزیابی میزان خودکاری در بازیابی حقایق ریاضی پیشنهاد می‌شود که به جای استفاده از مترونوم و قلم و کاغذ از ابزارهای تکنولوژیکی و برنامه‌های نرم‌افزاری مربوط به این امر استفاده شود.

• از عمده‌ترین محدودیت‌های موجود در انجام این پژوهش دسترسی نداشتن به ابزار تشخیصی هنجار و به‌روز در زمینه پیشرفت تحصیلی ریاضی بود. ابزار موجود کنونی در این زمینه آزمون ریاضی ایران کی مت بود که با وجود تغییر در محتوای کتاب‌های ریاضی دوران ابتدایی در کشور تاکنون اصلاح و بازنگری شده و تغییرات لازم در آن ایجاد نشده است. اجرای روش‌های ارزیابی و تشخیص

## منابع

اسلامی، پروانه و حسن آبادی، حمیدرضا (1396). *مهارت‌های اختصاصی پردازش عدد در دانش‌آموزان پسر با ناتوانی یادگیری ریاضی*. *فصلنامه کودکان استثنایی*، 17(2)، 67-85.

امین زاده، انوشه و حسن آبادی، حمیدرضا (1389). *نارسایی‌های شناختی زیربنایی در ناتوانی ریاضی*. *روان‌شناسی تحولی*، 6(23)، 200-187.

امین زاده، انوشه و حسن آبادی، حمیدرضا (1391). *توانایی شاخص‌های آزمون نام بردن احتمالی در پیش‌بینی عملکرد ریاضی*. *روان‌شناسی معاصر*، 8(1)، 47-60.

بیگدلی، ایمان ا.؛ محمدی فر، محمدعلی؛ رضایی، علی محمد و عبدالحسین‌زاده، عباس (1395). *اثر آموزش حل مسئله ریاضی با روش بازی بر توجه، حل مسئله و خودکارآمدی دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی، پژوهش در یادگیری آموزشگاهی و مجازی*، 4(2)، 45-56.

chy is shaping instructional research 30 years later. *Journal of Behavioral Education*, 16, 1-6. DOI 10.1007/s10864-006-9027-5.

Aud, S., Hussar, W., Kena, G., Bianco, K., Frohlich, L., Kemp, J., & Tahan, K. (2011). *The condition of education 2011 (NCES 2011-033)*. Washington, DC: National Center for Education Statistics.

Axtell, P. K., McCallum, R. S., Bell, S. M., & Poncy, B. C. (2009). *Developing math automaticity using a class-wide fluency building procedure for middle-school students*. *Psychology in the School*, 46, 526-538.

Baker, S., Santoro, L., Chard, D., Fien, H., Park, Y., & Otterstedt, J. (2013). *An evaluation of an explicit read aloud intervention in whole-classroom formats in first grade*. *The Elementary School Journal*, 113(3), 331-358.

Baroody, A. (2006). *Why children have difficulties mastering the basic number combinations*

- and how to help them. *Teaching Children Mathematics*, 13(1), 22-31.
- Baroody, A. J., Bajwa, N. P., & Eiland, M. (2009). Why can't Johnny remember the basic facts? *Developmental Disabilities Research Reviews*, 15, 69-79. doi: 10.1002-ddrr.45.
- Barrouillet, P., Fayol, M., & Lathuilière, E. (1997). Selecting between competitors in multiplication tasks: An explanation of the errors produced by adolescents with learning disabilities. *International Journal of Behavioral Development*, 21, 253-275.
- Bay-Williams, J. M., & Kling, G. (2014). Assessing basic fact fluency. *Teaching Children Mathematics*, 28(8), 488-497.
- Biancarosa, G., & Shanley, L. (2016). What Is Fluency? In the Fluency Construct (pp. 84 1-18). Springer New York.
- Binder, C. (2003). Doesn't everybody need fluency? *Performance Improvement*, 42, 14-20.
- Boaler, J. (2015). Fluency without fear: Research evidence on the best ways to learn math facts. You cubed at Stanford University, 1-28. Retrieved from <https://www.youcubed.org/fluencywithout-fear/>.
- Bulté, I., & Onghena, P. (2013). The single-case data analysis package: Analysing single-case experiments with R software. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 12(2), 450-478.
- Burns, M. K., Kanive, R., & DeGrande, M. (2012). Effect of a computer-delivered math fact intervention as a supplemental intervention for math in third and fourth grades. *Remedial and Special Education*, 33, 184-191. <https://doi.org/10.1177/0741932510381652>.
- Burns, M. K., Ysseldyke, J., Nelson, P. M., & Kanive, R. (2015). Number of repetitions required to retain single-digit multiplication math facts for elementary students. *School Psychology Quarterly*, 30, 398-405. <https://doi.org/10.1037/spq0000097>.
- Chen, L., Peng, Ch., & Chen, M. (2015). Computing tools for implementing standards for single case designs. *Behavior Modification*, 39(6), 835-869.
- Cholmsky, P. (2011). From acquisition to automaticity: The Reflex solution for math fact mastery. Retrieved from [reflexmath.com/assets/doc/Reflex\\_White\\_Paper.pdf](http://reflexmath.com/assets/doc/Reflex_White_Paper.pdf).
- Clarke, B., Nelson, N., & Shanley, L. (2016). Mathematics Fluency—More than the Weekly Timed Test. In the Fluency Construct (pp. 67-89). Springer New York.
- Codding, R. S., Burns, M. K., & Lukito, G. (2011). Meta-analysis of mathematics basic-fact fluency interventions. *Learning Disabilities Research & Practice*, 26(1), 36-47.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd Ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cooper, J., Heron, T., & Heward, W. (2007). *Applied behavior analysis* (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Cowan, R., and Powell, D., (2013). The Contributions of DomainGeneral and Numerical Factors to Third-Grade Arithmetic Skills and Mathematical Learning Disability. *Journal of Educational Psychology*, 1-16.
- Cumming, J.J. & Elkins, J. (1999). Lack of automaticity in the basic addition facts as a characteristic of arithmetic learning problems and instructional needs. *Mathematical Cognition*, 5(2), 149-180. doi:10.1080/135467999387289.
- Davis, B. G. (2013). Research-based spelling: Sitton spelling and word study. Online article accessed 25 February 2013 at: [http://eps-schoolspecialty.com/downloads/research\\_papers/series/SSWS\\_research.pdf](http://eps-schoolspecialty.com/downloads/research_papers/series/SSWS_research.pdf).
- Denckla, M. B., & Rudel, R. G. (1976). Rapid 'automatized' naming (R.A.N.): Dyslexia differentiated from other learning disabilities. *Neuropsychologia*, 14, 471-479.
- Doadler, C. T., & Fien, H. (2013). Explicit Mathematics Instruction. What Teachers Can Do for Teaching Students with Mathematics Difficulties. *Intervention in School and Clinic*, 48(5), 276-285.
- Fawcett, A. J., & Nicolson, R. I. (1994). Naming speed in children with dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 27, 641-646.
- Fletcher, J. M., Lyon, G. R., Fuchs, L. S., & Barnes, M. A. (2007). *Learning disabilities: From identification to intervention*. New York, NY: The Guilford Press.
- Flores, M., Hinton, V., & Strozier, S. (2014). Teaching Subtraction and Multiplication with Regrouping Using the Concrete-Representational- Abstract Sequence and Strategic Instruction Model. *Learning Disabilities Research & Practice*, 19(2), 75-88.
- Fuchs L., Fuchs D., Powell S., Seethaler P., Cirino P. & Fletcher J. (2008). Intensive intervention for students with mathematics disabilities: Seven principles of effective practice. *Learning Disabilities Quarterly*, 31(2): 79-92.
- Galen, M. S., & Reitsma, P. (2010). Learning basic addition facts from choosing between alternative answers. *Learning and Instruction*, 20, 47-60.
- Garnett, K., & Fleischner, J. E. (1983). Automatization and basic fact performance of normal and learning-disabled children. *Learning Disabilities Quarterly*, 6, 223-230.
- Gast, D. L., & Ledford, J. R. (2014). Single case research methodology: Applications in special

- education and behavioral sciences (2nd ed.). New York, NY: Routledge.
- Gathercole, S. E., & Adams, A.-M. (1994). Children's phonological working memory: Contributions of long-term knowledge and rehearsal. *Journal of Memory and Language*, 33, 672–688.
- Geary, D. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 37, 4–15. doi: 10.1177/00222194040-370010201.
- Geary, D.C. (1993). Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychological Bulletin*, 114, 345–362.
- Geary, D. C. (2013). Early foundations for mathematics learning and their relations to learning disabilities. *Current directions in psychological science*, 22, 23-27.
- Geary, D. C., & Brown, S. C (1991). Cognitive addition: Strategy choice and speed-of-processing differences in gifted, normal, and mathematically disabled children. *Developmental Psychology*, 27, 398–406.
- Geary, D. C., & Widaman, K. F. (1992). Numerical cognition: On the convergence of componential and psychometric models. *Intelligence*, 16, 47–80.
- Geary, D. C., Hamson, C. O., & Hoard, M. K. (2000). Numerical and arithmetical cognition: A longitudinal study of process and concept deficits in children with learning disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 77, 236–263.
- Geary, D. C., Hoard, M. K., & Bailey, D. H. (2012). Fact retrieval deficits in low achieving children and children with mathematical learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 45, 291-307. doi: 10.1177/-0022219-410392046.
- Geary, D. C., Widaman, K. F., Little, T. D., & Cormier, P. (1987). Cognitive addition: Comparison of learning disabled and academically normal elementary school children. *Cognitive Development*, 2, 249–269.
- Gersten, R., Beckmann, S., Clarke, B., Foegen, A., Marsh, L., Star, J. R., & Witzel, B. (2009). Assisting students struggling with mathematics: Response to Intervention (RtI) for elementary and middle schools (Practice Guide Report No. NCEE 2009-4060). Washington, DC: National Center for Education Evaluation and Regional Assistance, Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education.
- Gersten, R., Chard, D. J., Jayanthi, M., Baker, S. K., Morphy, P., & Flojo, J. (2009). Mathematics instruction for students with learning disabilities: A meta-analysis of instructional components. *Review of Educational Research*, 79, 1202–1242.
- Gersten, R., Jordan, N. C., & Flojo, J. R. (2005). Early identification and interventions for students with mathematics disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 38, 293–304.
- Gersten, R., Beckmann, S., Clarke, B., Foegen, A., Marsh, L., Star, J. R., & Witzel, B. (2009). Assisting students struggling with mathematics: Response to intervention (RtI) for elementary and middle schools (NCEE 2009-4060). National Center for Education Evaluation and Regional Assistance, Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education. <http://ies.ed.gov/ncee/wwc/publications/-practiceguides>
- Gojak, L. M. (2012). Fluency: Simply fast and accurate? I think not! National Council of Teachers of Mathematics. Retrieved from [http://www.nctm.org/News-and-Calendar/Messages-from-the-President/Archive/Linda-M\\_-Gojak/Fluency\\_-Simply-Fast-and-Accurate\\_-I-Think-Not! /](http://www.nctm.org/News-and-Calendar/Messages-from-the-President/Archive/Linda-M_-Gojak/Fluency_-Simply-Fast-and-Accurate_-I-Think-Not!/)
- Goldman, S.R., Pellegrino, J.W. & Mertz, D.L. (1988). Extended practice of basic addition facts: Strategy changes in learning disabled students. *Cognition and Instruction*, 5, 2 2 3 - 2 6 5.
- Griffin S., (2004). Teaching Number Sense. Improving Achievement in Math and Science, 61(5), 39-42.
- Hanich, L., Jordan, N. C., Kaplan, D., & Dick, J. (2001). Performance across different areas of mathematical cognition in children with learning difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 93(3), 615- 626.
- Haring, N. G., & Eaton, M. D. (1978). Systematic instructional procedures: An instructional hierarchy. In N. G. Haring, T. C. Lovitt, M. D. Eaton, & C. L. Hansen (Eds.), *The fourth R: Research in the classroom* (pp. 23–40). Columbus OH: Merrill.
- Hasselbring, T. S., & Goin, L. I. (1988). Use of Computers. Chapter Ten.
- Hasselbring, T., Lott, A., & Zydney, J. (2005). Technology-supported math instruction for students with disabilities: Two decades of research and development. Retrieved December 12, 2005, from <http://www.citeducation.org/mathmatrix/default.asp>.
- Hawkins, R. O., Collins, T., Hernan, C., & Flowers, E. (2017). Using computer-assisted instruction to build math fact fluency: An implementation guide. *Intervention in School and Clinic*, 52, 141–147. <https://doi.org/10.1177/1053451216644827>.
- Hedges, L. V., Pustejovsky, J. E., & Shadish, W. R. (2012). A standardized mean difference ef-

- fect size for single case designs. *Research Synthesis Methods*, 3, 224-239.
- Hedges, L. V., Pustejovsky, J. E., & Shadish, W. R. (2013). A standardized mean difference effect size for multiple baseline designs across individuals. *Research Synthesis Methods*, 4, 324-341.
- Hoard, M., Geary, D., & Hamson, C. (1999). Numerical and arithmetical cognition: Performance of low- and average-IQ children. *Mathematical Cognition*, 5, 65 – 91.
- Hudson, S., Kaden, S., Lavin, K., & Vasquez, T. (2010). Improving basic math skills using technology. Online Submission (ED512698). Retrieved from <http://www.eric.ed.gov/contentdelivery/servlet/ERICServlet?accno=ED512698>.
- Isaacs, A., & Carroll, W. (1999). Strategies for basic fact instruction. *Teaching Children Mathematics*, 5(9), 508-515.
- Jones R.S.P., & Eayrs C.B., (1992). The Use of Errorless Learning Procedures in Teaching People with a Learning Disability. A Critical Review. *Mental Handicap Research*, 5(2), 204-212.
- Jordan, N. C., & Montani, T. O. (1997). Cognitive arithmetic and problem solving: A comparison of children with specific and general mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 30, 624–634.
- Jordan, N. C., Hanich, L. B., & Kaplan, D. (2003). A longitudinal study of mathematical competencies in children with specific mathematical difficulties verse children with comorbid mathematical and reading difficulties. *Child Development*, 74, 834 – 850.
- Kameenui, E. J., & Simmons, D. C. (1990). Designing instructional strategies: The prevention of academic learning problems. Columbus OH: Charles E. Merrill.
- Keller-Margulis, M. A., Shapiro, E. S., & Hintz, J. M. (2008). Long-term diagnostic accuracy of curriculum-based measures in reading and mathematics. *School Psychology Review*, 37, 374-390.
- Ketterlin-Geller, L.R., Chard D.J., & Fien, H., (2008). Making Connections in Mathematics. Conceptual Mathematics Intervention for Low-Performing Students. *Remedial and Special Education*, 29(1), 33-45.
- Kinder, d., Kubina, R., & Marchand-Martella, N., Special Education and Direct Instruction: An Effective Combination. Retrieved March 28, 2016 from <http://www.nifdi.-org/docman/-journal-of-direct-instruction-jodi/-volume-5-winter-2005/469-special-education-and-direct-instruction-an-effectiv-e-combination/file>.
- Kling, G., & Bay-Williams, J. M. (2015). Three steps to mastering multiplication facts. *Teaching Children Mathematics*, 21(9), 548-559
- Kratochwill, T. R., Hitchcock, J., Horner, R. H., Levin, J. R., Odom, S. L., Rindskopf, D. M., & Shadish, W. R. (2010). Single-case designs technical documentation. What Works Clearinghouse.
- Ledford, J. R., Barton, E. E., Severini, K. E. & Zimmerman, K. N. (2019). A Primer on Single-Case Research Designs: Contemporary Use and Analysis. *American Journal on Intellectual and Developmental Disabilities*, Vol. 124, No. 1, 35–56.
- LeFevre, J., DeStefano, D., Coleman, B., & Shanahan, T. (2005). Mathematical cognition and working memory. In J. I. D. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition*. (pp. 361-377) Psychology Press, New York, NY.
- Lin, F., & Kubina, R. J. (2005). A preliminary investigation of the relationship between fluency and application for multiplication. *Journal of Behavioral Education*, 14(2), 73-87.
- Lobo, M. A., Moeyaert, M., Baraldi Cunha, A., & Babik, I. (2017) Single-case design, analysis, and quality assessment for intervention research. *Journal of Neurologic Physical Therapy: JNPT*, 41(3), 187-197.
- Ma, L. (1999). Knowing and teaching elementary mathematics: Teachers' understanding of fundamental mathematics in China and the United States. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Manolov, R. (2017). Reporting single-case design studies: Advice in relation to the designs' methodological and analytical peculiarities. *Anuario de Psicología*, 47(1), 45-55.
- Manolov, R., Sierra, V., Solanas, A., & Botella, J. (2014). Assessing functional relations in singlecase designs: quantitative proposals in the context of the evidence-based movement. *Behavior Modification*, 38(6) 878-913.
- Margaret, M. F. (2014). Effects of Two Methods of Teaching Multiplication to Students with Learning Disabilities. Disertasi Dr. Fal, University of Georgia State, Georgia.
- Mauro, D., LeFevre, J., & Morris, J. (2003). Effects of problem format on division and multiplication performance: Division facts are mediated via multiplication-based representations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29(2), 163-170.
- Melby-Lervag, M. & Hulme, C. (2012). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental Psychology*, 49(2), 270-291.
- Miller, S.P. and Hudson, P.J., (2007). Using Evidence-Based Practices to Build Mathematics



- Competence Related to Conceptual, Procedural, and Declarative Knowledge. *Learning Disabilities Practice*, 22(1), 47-57.
- Mong, M. D., & Mong, K.W. (2010). Efficacy of two mathematics interventions for enhancing fluency with elementary students. *Journal of Behavioral Education*, 19, 273-288.
- Montague, M.M., (2007). Self-Regulation and Mathematics Instruction. *Learning Disabilities Research & Practice*, 22(1), 75- 83
- Musti-Rao, S. & Plati, E. (2015). Comparing two classwide interventions: Implications of using technology for increasing multiplication fact fluency. *Journal of Behavioral Education*, 24(4), 418-437.
- National Research Council [NRC]. (2001). Adding it up: Helping children learn mathematics. In Kilpatrick, J. Swafford, & B. Findell (Eds.). *Mathematics Learning Study Committee, Center for Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2017). *Procedural Fluency in Mathematics*. Retrieved from <http://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Position-Statements/Procedural-Fluency-in-Mathematics/>
- National Governors Association Center for Best Practices, & Council of Chief State School Officers. (2015). *Common Core State Standards for mathematics*. Washington DC: Author
- National Mathematics Advisory Panel. (2008). *Foundations for success: The final report of the national mathematics advisory panel*. Washington, DC: U.S. Department of Education. Retrieved from <http://www2.ed.gov/about/bdscomm/list/mathpanel/report/final-report.pdf>
- Nelson, P. M., Parker, D. C., & Zaslofsky, A. F. (2016). The relative value of growth in math fact skills across late elementary and middle school. *Assessment for Effective Intervention*, 41, 184-192. <https://doi.org/10.1177/1534508416634613>.
- Nelson, P., Burns, M., Kanive, R., & Ysseldyke, J. (2013). Comparison of a mathematics fact rehearsal and a mnemonic strategy approach for improving mathematics fact fluency. *Journal of School Psychology*, 51(6), 659-667.
- O'Connell, S., & SanGiovanni, J., (2013). Putting the practices into actions: Implementing the common core state standards for mathematical practice k-6. Portsmouth, NH: Heinemann.
- O'Connell, S., & San Giovanni, J. (2011). *Mastering the basic math facts in addition and subtraction*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Ostad, S. A. (1997). Developmental differences in addition strategies: A comparison of mathematically disabled and mathematically normal children. *British Journal of Educational Psychology*, 67, 345-357.
- Parker, R. I., & Vannest, K. (2009). An improved effect size for single-case research: Nonoverlap of all pairs. *Behavior Therapy*, 40(4), 357-367.
- Parker, R. I., Vannest, K. J., Davis, J. L., & Sauber, S. B. (2011). Combining nonoverlap and trend for single-case research: Tau-U. *Behavior Therapy*, 42(2), 284-299.
- Parker, R. I., Hagan-Burke, S., & Vannest, K. J. (2007). Percentage of all non-overlapping data (PAND): An alternative to PND. *The Journal of Special Education*, 40(4), 194-204. doi: 10.1177/00224669070400040101.
- Parkhurst, J., Skinner, C. H., Yaw, J., Poncy, B., Adcock, W., & Luna, E. (2010). Efficient Class-Wide Remediation: Using Technology to Identify Idiosyncratic Math Facts for Additional Automaticity Drills. *International Journal of Behavioral Consultation and Therapy*, 6(2), 111-123.
- Pellegrino, J.W. & Goldman, S.R. (1987). Information Processing and Elementary Mathematics. *Journal of Learning Disabilities*, 20(1), 23-32.
- Poncy, B.C., Fontenelle, S.F. & Skinner, C.H. (2013). Using detect, practice, and repair (DPR) to differentiate and individualize math fact instruction in a class wide setting. *Journal of Behavioral Education*, 22(3), 211-228. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10864-013-9171-7>.
- Poncy, B.C., McCallum, E. & Schmit, A. (2010a). Cover, copy, and compare versus facts that last: Evaluating and comparing a behavioral and a constructivist intervention targeting computational fluency. *Psychology in the Schools*, 47, 917-930.
- Poncy, B.C., McCallum, E. & Schmitt, A.J. (2010). A comparison of behavioral and constructivist interventions for increasing mathematics-fact fluency in a secondgrade classroom. *Psychology In the Schools*, 47(9), 917-930.
- Poncy, B.C., Skinner, C.H. & Axtell, P.K. (2010b). An investigation of detect, practice, and repair (DPR) to remedy math fact deficits in third-grade students. *Psychology in the Schools*, 47, 342-353.
- Poncy, B.C., Skinner, C.H. & Jaspers, K.E. (2006). Evaluating and comparing interventions designed to enhance math fact accuracy and fluency: Cover, copy, and compare versus taped problems. *Journal of Behavioral Education*, 16(1), 2737. doi:10.1007/s10864-006-9025-7
- Poncy, B.C., Skinner, C.H. & Jaspers, K.E. (2007). Evaluating and comparing interven-

- tions designed to enhance math fact accuracy and fluency: Cover, copy, and compare versus taped problems. *Journal of Behavioral Education*, 16, 27-37
- Price, G. R., Mazzocco, M. M. M., & Ansari, D. (2013). Why mental arithmetic counts: Brain activation during single digit arithmetic predicts high school math scores. *The Journal of Neuroscience*, 33, 156-163. doi: 10.1523/JNEUROSCI.2936-12.2013
- Raghubar, K. P., Barnes, M., & Hecht, S. A. (2010). Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences*
- Rathmell, E. (1978). Using thinking strategies to teach the basic facts. In M. Suydam & R. Reys (Eds.), *Developing computational skills: 1978 yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 13-38). Reston, VA: NCTM.
- Riccomini, P. J., Stoker, J. D., & Morano, S. (2017). Implementing an effective mathematics fact fluency practice activity. *Teaching Exceptional Children*, 49, 318-327.
- Rittle-Johnson, B., Siegler, R. S., & Alibali, M. W. (2001). Developing conceptual understanding and procedural skill in mathematics: An iterative process. *Journal of Educational Psychology*, 93, 346-362. doi: /10.1037//0022-0663.93.2.346
- Rosenshine, B. (2008). Five meanings of direct instruction. Center on Innovation & Improvement. Retrieved from <http://www.centerii.org/search/Resources%5CFiveDirectInstruct.pdf> April 15<sup>th</sup>, 2014.
- Rupley, W.H., (2009). Introduction to direct/explicit instruction in reading for the struggling reader: Phonemic awareness, phonics, fluency, vocabulary, and comprehension. *Reading & Writing Quarterly*, 25, 119-124.
- Shapiro, E. S., Keller, M. A., Lutz, J. G., Santoro, L. E., & Hintz, J. M. (2006). Curriculum based measures and performance on state assessment and standardized tests. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 24, 19-35. doi: 10.1177/0734282905285237.
- Shin, M., & Bryant, D. P. (2015). A synthesis of mathematical and cognitive performances of students with mathematics learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 48, 96- 112. doi: 10.1177/0022219413508324.
- Smith, C. R., Marchand Martella, N., & Martella, R. C. (2011). Assessing the effects of the rocket math program with a primary elementary school student at risk for school failure: A case study. *Education & Treatment of Children*, 34(2), 247-258. Retrieved from <http://pearl.stkate.edu/login?url=http://search.proquest.com.pearl.stkate.edu/docview/868177144?accountid=26879>.
- Stickney, E. M., Sharp, L. B., & Kenyon, A. S. (2012). Technology-enhanced assessment of math fact automaticity: Patterns of performance for low- and typically achieving students. *Assessment for Effective Intervention*, 37(2), 84-94. doi:10.1177/1534508411430321.
- Tate, R. L., Perdices, M., Rosenkoetter, U., Wakim, D., Godbee, K., Togher, L., & McDonald, S. (2013). Revision of a method quality rating scale for singlecase experimental designs and n of-1 trials: The 15- item Risk of Bias in N-of-1 Trials (RoBiNT) Scale. *Neuropsychological Rehabilitation*, 23(5), 619-638.
- Thornton, C. A. (1978). Emphasizing thinking strategies in basic fact instruction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 9(3), 214-227. doi: 10.2307/748999.
- Van de Walle, J., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2013). *Elementary and Middle School Mathematics: Teaching Developmentally* (8th ed.). Boston, MA: Pearson.
- Van Luit J.H. and Schopman E.A.M., (2000). Improving Early Numeracy of Young Children with Special Educational Needs, Remedial and Special Education, 21(1), 27-40.
- VanDerHayden, A. M., & Burns, M. K. (2008). Examination of the utility of various measures of mathematics proficiency. *Assessment for Intervention*, 33, 215-224.
- Vaughn, S., Linan-Thompson, S., & Hickman, P., (2003). Instruction as a Means of Identifying Students with Reading/ Learning Disabilities. *Exceptional Children*, 69(4), 391-409.
- Verschaffel, L., Luwel, K., Torbeyns, J., & Van Dooren, W. (2009). Conceptualizing, investigating, and enhancing adaptive expertise in elementary mathematics education. *European Journal of Psychology of Education*, 24, 335-359. Retrieved from [jstor.org/stable/23421697](http://jstor.org/stable/23421697).
- Whitehurst, G. J. (2003). *Research on mathematics education*. Washington, DC: US Department of Education. Retrieved from [ed.gov/rschstat/research/progs/mathscience/whitehurst.html](http://ed.gov/rschstat/research/progs/mathscience/whitehurst.html).
- Woodward, J. (2006). Developing automaticity in multiplication facts: Integrating strategy instruction with timed practice drills. *Learning Disability Quarterly*, 29(4), 269-289.