

# راهبردهای عملیات جمع در دانش آموزان اول ابتدایی: یک مطالعه تجربی

## Addition Operation Strategies in First Grade Students: An Empirical Study

Parirokh Dadsetan, PhD

Islamic Azad University  
South Tehran Branch

Laleh Vahidi

MA in General Psychology

لاله وحیدی

کارشناسی ارشد روان شناسی عمومی

دکتر پریخ دادستان

استاد دانشگاه آزاد اسلامی  
واحد تهران جنوب

Farhad Shaghghi, PhD

Payame Noor University  
Tehran - Iran

دکتر فرهاد شقاقی

استادیار دانشگاه پیام نور  
تهران - ایران

### چکیده

در این پژوهش، تأثیر آموزش بر پیشرفت سرعت و درستی راهبردهای عملیات جمع بررسی شد. هفتاد و یک دانش آموز پسر کلاس اول به صورت تصادفی در دو گروه آزمایشی و کنترل قرار گرفتند و با فرم الف آزمون تفاوت‌های فردی در انتخاب‌های راهبرد جمع (کرکمن و سیگلر، ۱۹۹۷) از نظر میانگین مدت زمان پاسخ و فراوانی پاسخ‌های درست ارزیابی شدند. گروه آزمایشی به مدت سه ماه (۱۵ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای) در معرض آموزش راهبردهای بازیابی و پشتیبانی در عملیات جمع قرار گرفتند. سپس در هر دو گروه فرم ب آزمون اجرا شد. نتایج تحلیل واریانس نشان داد که با استفاده از راهبرد پشتیبان، فراوانی پاسخ‌های درست گروه آزمایشی به گونه معناداری افزایش یافت.

**واژه‌های کلیدی:** راهبردهای عملیات جمع، راهبرد بازیابی، راهبرد پشتیبان، مدت زمان و درستی اجرای راهبرد.

### Abstract

The role of instruction on improving rate and correctness of addition operation strategies was analysed. Seventy-one first grader boys were randomly assigned to an experimental and a control group. Form A Test of Individual Differences in Children's Addition Strategy Choices (Kerkman & Siegler, 1997) was administered to both groups to assess mean response time and frequency of correct responses. Over a three month period the experimental group received 15 sessions of forty-five minute instruction on retrieval and backup strategies for addition operations. The control group received none. After the instruction period both groups responded to Form B of the aforementioned test. Results of ANOVA demonstrated that the use of backup strategy significantly increased the frequency of accurate responses in the experimental group.

**Key words:** addition operation strategies, retrieval strategy, backup strategy, rate and correctness of strategy.

received: 4 Jan 2010

accepted: 12 Sep 2010

دریافت: ۸۸/۱۰/۱۴

پذیرش: ۸۹/۶/۲۱

Contact information: [laleh.vahidi@gmail.com](mailto:laleh.vahidi@gmail.com)

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد روان‌شناسی عمومی است.

## مقدمه

بیش از یک قرن است که بررسی صلاحیتهای ریاضی و تحول آنها دلمشغولی اصلی روان‌شناسان و مربیان است (گیری، ۲۰۰۶) و ماهیت فهم عددی، حسابی و ریاضی کودکان و مکانیزمهایی که اساس و مبنای رشد این دانش هستند، در کانون مجموعه بحثهای علمی، سیاسی و آموزشی قرار دارند. دامنه مفاهیم علمی از فهم نوزاد از کمیّت و حساب (کوهن و مارکس، ۲۰۰۲؛ استارکی، ۱۹۹۲؛ وین، ۱۹۹۲) تا پردازشهایی که دانش‌آموزان مقاطع ابتدایی و دبیرستانی را قادر می‌سازند تا مسئله‌های چند مرحله‌ای جبری و حساب را حل کنند، گسترده است (ترونسکی و رویر، ۲۰۰۲؛ گیری، ۲۰۰۶).

بحث علمی جدی پیرامون ماهیت ریاضیات و چگونگی تغییر آن با تجربه و تحول، از آن حیثه پر جنب و جوشی ساخته است و پیامدهای پژوهشهای تجربی و مباحث نظری نیز سیاستهای آموزشی را تحت تأثیر قرار داده‌اند (هرش، ۱۹۹۶؛ گیری، ۲۰۰۶).

تردیدی نیست که یادگیری ریاضیات در مدرسه ابتدایی بر مبنای درک کودکان از آنچه پیش از شروع آموزش رسمی کسب کرده‌اند، استوار می‌شود (سیگلر، ۲۰۰۳). پیش از ورود به مدرسه، کودک چیزهایی در مورد حل مسایل جمع و تفریق با اعداد کمتر از ۱۰ می‌آموزد و در خلال فرایند یادگیری، برای انجام هر یک از این عملیات، از راهبردهای گوناگون استفاده می‌کند. این راهبردها از نظر درستی<sup>۲</sup> و مدت زمان<sup>۳</sup> یا سرعت مورد نیاز برای اجرای آنها، الزامهای حافظه‌ای و گستره مسائلی که می‌توانند در مورد آنها به کار برده شوند، تفاوت دارند (برای مثال، سیگلر، ۱۹۸۷ الف، ۱۹۸۷ ب، ۱۹۸۸ ب، ۱۹۹۵، ۲۰۰۲، ۲۰۰۳؛ لومر و سیگلر، ۱۹۹۵؛ سیگلر و چن، ۲۰۰۲؛ شراگر و سیگلر، ۱۹۹۸؛ سیگلر و لومر، ۱۹۹۷؛ سیگلر، ۲۰۰۰؛ گیری، بوتاموس، لویی و سیگلر، ۱۹۹۶).

برخی از این راهبردها بر روشهای شمارش<sup>۴</sup> تکیه دارند

و تحت عنوان راهبردهای پشتیبان<sup>۵</sup> شناخته می‌شوند، اما پیشرفته‌ترین راهبردی که نهایتاً کودکان به کار می‌برند، راهبرد بازیابی<sup>۶</sup> نام دارد.

شواهد به دست آمده نشان می‌دهند که روشهای شمارش در برخی از مواقع، به کمک انگشتان و در برخی دیگر از موارد بدون استفاده از انگشتان یعنی به طور لفظی<sup>۷</sup> اعمال می‌شوند. رایجترین راهبردهای شمارش، راهبرد حاصل جمع<sup>۸</sup> و راهبرد کمینه<sup>۹</sup> نامیده شده‌اند. راهبرد حاصل جمع متضمن شمردن هر دو جمعوند از یک است. راهبرد کمینه مستلزم بیان کردن جمعوند بزرگتر و سپس شمردن از آن به اندازه ارزش جمعوند کوچکتر است. برای مثال، کودک برای حل مسئله  $۵+۳$ ، شمارش را از ۵ شروع می‌کند. از دیگر راهبردهایی که در چهارچوب روشهای شمارش قرار می‌گیرد، راهبرد بیشینه<sup>۱۰</sup> است. در این روش، کودک ارزش جمعوند کوچکتر را بیان می‌کند و سپس جمعوند بزرگتر را می‌شمرد. راهبرد تجزیه<sup>۱۱</sup> نیز متضمن بازساخت‌دهی پاسخ بر مبنای مجموع نسبی است. برای مثال، برای حل عبارت  $۶+۷$  ممکن است پاسخ  $۶+۶$  بازیابی و سپس عدد ۱ به این مجموع نسبی اضافه شود. در راهبرد انگشتان<sup>۱۲</sup> نیز، کودک تعدادی از انگشتان را که با جمعوندها مطابقت دارند، بالا می‌آورد و سپس بدون شمردن انگشتان پاسخ می‌دهد. به عبارتی انگشتان بالا آورده شده، موجب بازیابی پاسخ می‌شوند (برای مثال، سیگلر، ۱۹۸۸ الف، ۱۹۸۸ ب، ۲۰۰۰، ۲۰۰۳؛ گیری، همسن و هورد، ۲۰۰۰؛ گیری و دیگران، ۱۹۹۶؛ لومر و سیگلر، ۱۹۹۵؛ سیگلر و شراگر، ۱۹۸۴؛ سیگلر و جنکینز، ۱۹۸۹؛ کرکمن و سیگلر، ۱۹۹۳، ۱۹۹۷).

این نکته نیز آشکار شده است که به کار گرفتن چنین روشهایی به تحول تجسمهای<sup>۱۳</sup> مبانی اساسی حساب از حافظه منجر می‌شوند که به نوبه خود استفاده از فرایندهای حل مسئله مبتنی بر حافظه را تأمین می‌کنند. با بازیابی مستقیم، کودکان مبانی اساسی حساب را از

1. strategy  
2. accuracy  
3. rate  
4. counting  
5. back up strategies

6. retrieval  
7. verbal counting  
8. sum strategy  
9. min strategy  
10. max strategy

11. decomposition strategy  
12. finger strategy  
13. representations

این تغییرات سازش یافته که منجر به دگرگونی‌هایی در افزایش درستی و مدت زمان می‌شوند، در طی زمان و به واسطه تجربه رخ می‌دهند. به این صورت که استفاده از راهبردهای مختلف نه تنها امکان پاسخدهی به مسائل را به وجود می‌آورد، بلکه اطلاعاتی درباره مدت زمان و درستی راهبرد به کار برده شده، فراهم می‌کند. بنابراین انتخاب راهبردها به صورت فزاینده‌ای بهبود می‌یابد، راهبردهای پیشرفته‌ای که غلبه یافته‌اند منجر به بالا رفتن سرعت و مدت زمان پاسخ می‌شوند و در چهارچوب هر راهبرد معین نیز، مدت زمان و درستی آن افزایش می‌یابد (سیگلر، ۱۹۸۷ الف). به عبارت دیگر، ویژگی‌های کمی و کیفی (مدت زمان و درستی) اجرای هر راهبرد با یادگیری تغییر می‌کند و در چهارچوب هر راهبرد معین، تجربه حل مسئله معمولاً به بهبود اجرای آن راهبرد می‌انجامد. افزون بر آن، وقتی کودکان در جریان یادگیری به مجموعه یکسانی از راهبردها متوسل می‌شوند، اگر این راهبردها را به طور مؤثری اجرا کنند، مدت زمان و درستی اجرای آنها بیشتر خواهد شد (سیگلر، ۱۹۸۸ ب؛ سیگلر و شیپلی، ۱۹۹۵؛ سیگلر، ۲۰۰۳).

در یک نگاه کلی می‌توان گفت که سیگلر بر اهمیت کسب تجربه و افزایش سن اشاره دارد و معتقد است که با افزایش تجربه و سن، صلاحیت راهبردی کودکان به تدریج تغییر می‌کند و این تغییرات می‌توانند به پیشرفت در مدت زمان و درستی عملکرد که نمایانگر آشکارترین و فراگیرترین ویژگی‌های یادگیری هستند، منجر شوند (سیگلر، ۲۰۰۰، ۲۰۰۲؛ لومر و سیگلر، ۱۹۹۵).

سیگلر و شراگر (۱۹۸۴) مدل توزیع همخوانیها<sup>۱</sup> را به عنوان مدلی برای پردازش حساب ساده ارائه کردند و نشان دادند که تجسم حافظه‌ای میانی حساب نه تنها پاسخهای درست، بلکه پاسخهای نادرست را هم دربر می‌گیرد. در این مدل هر زمان که کودک با یک مسئله مواجه می‌شود، همخوانی بین مسئله‌ها و پاسخها، صرف نظر از موقعیت و بدون توجه به درستی یا نادرستی پاسخ، تشکیل می‌شود. برای مثال، اگر کودک براساس راهبرد

حافظه درازمدت<sup>۱</sup> بازیابی می‌کنند (اشکرفت، ۱۹۹۲؛ سیگلر، ۲۰۰۳).

شواهد تجربی (برای مثال، سیگلر، ۲۰۰۲، ۲۰۰۳؛ سیگلر و چن، ۲۰۰۲) این نکته را مشخص کرده‌اند که در یک تکلیف معین، کودکان در خلال کوششهای مختلف راهبردهای متفاوتی را به کار می‌برند و همواره بر یک روش تکیه نمی‌کنند. افزون بر آن، شواهد مذکور نشان داده‌اند که گاه در یک کوشش حل مسئله، کودکان به طور لفظی از یک راهبرد و با حرکت‌های سر و دست از راهبرد دیگری استفاده می‌کنند. این یافته‌ها به طرح نظریه «امواج همپوشان»<sup>۲</sup> توسط سیگلر منجر شدند (سیگلر و چن، ۲۰۰۲).

سیگلر در چهارچوب این نظریه مطرح می‌کند که با افزایش سن و تجربه، فراوانی برخی از راهبردها کمتر و برخی بیشتر می‌شوند، کودکان با استفاده از روشهای پیشرفته‌تر بیشتر، راهبردهای جدیدی را کشف می‌کنند و نوعی «تغییرپذیری شناختی»<sup>۳</sup> به وجود می‌آید. بنابراین پیشرفتی که در مدت زمان و درستی عملکرد کودکان حاصل می‌شود از سویی نمایانگر اکتساب راهبردهای جدید است که عملکرد درست‌تر و سریعتر را میسر می‌سازد و از سوی دیگر نشان‌دهنده دل‌کندن از راهبردهای قدیمی است که به ویژه عملکرد نادرست یا کند و آهسته را به وجود می‌آورند (سیگلر، ۲۰۰۲؛ لومر و سیگلر، ۱۹۹۵).

از مفاهیم دیگری که در چهارچوب این نظریه مطرح شده است ویژگی «سازش‌یافتگی» در انتخاب راهبردهاست. به این معنا که کودکان با توجه به الزامهای مسئله‌ها و موقعیتها، راهبردهایی را انتخاب می‌کنند که ترکیبهای مطلوبتری از مدت زمان درستی را به وجود می‌آورند. یعنی برای حل مسئله‌های ساده عمدتاً از راهبرد بازیابی که به عملکرد درست و صحیح منجر می‌شود استفاده می‌کنند و در مسایل دشوارتر به راهبردهای پشتیبان که اجرای آنها مستلزم کوشش و زمان بیشتر است و برای تولید عملکرد درست ضرورت دارند متوسل می‌شوند (سیگلر و کرولی، ۱۹۹۱؛ سیگلر، ۲۰۰۰، ۲۰۰۳).

1. long term memory  
2. waves overlapping theory

3. cognitive variability  
4. distribution of associations model

شمارش، ۷ را به عنوان پاسخ ۲+۴ محاسبه کند، همخوانی بین آن مسئله و پاسخ نادرست شکل می‌گیرد. اگر کودک عدد ۵ را به عنوان پاسخ ۳+۴ بیان کند، آن همخوانی نیز در حافظه ذخیره می‌شود. بنابراین، تبیین خطاهای بازیابی در چهارچوب این مدل کاملاً مشخص است: یا فرایند بازیابی، به یکی از همخوانیهای ذخیره شده در حافظه دسترسی می‌یابد، و یا یک راهبرد آشکار که بر عملکرد حاکم است، به طور نادرستی عمل می‌کند. اما چه علتی وجود دارد که کودکان به برخی از مسائل تقریباً همواره پاسخ درست می‌دهند و در برخی دیگر، پاسخ نادرست است؟ بدیهی است که همخوانیهای بین مسئله‌ها و پاسخهای مختلف از نظر نیرومندی (و به طور آشکار از نظر درستی) با یکدیگر تفاوت دارند. یعنی مسائلی مانند ۲+۲ به ندرت غلط حل می‌شوند. در نتیجه، برای پاسخهای نادرست، همخوانیهای نسبتاً کمی در حافظه ذخیره می‌شوند. مطابق با این مدل، در چنین مسئله‌هایی، توزیع همخوانیها تیز<sup>۱</sup> است؛ یعنی نیرومندی پاسخ صحیح ۴، کاملاً زیاد است و نیرومندی همخوانیهای پاسخهای دیگر به طور یکسان کم است. در چنین موقعیتی بازیابی با سرعت و روانی اتفاق می‌افتد. اگر تعداد اندکی از همخوانیها، فرایند بازیابی را مختل سازند، نسبت نیرومندی همخوانی درست به مجموع نیرومندیهای همخوانیهای تمامی پاسخها به مسئله، زیر ملاک اطمینان<sup>۲</sup> قرار می‌گیرد. اما در مسئله‌ای مانند ۵+۹، که کودک خطاهای مرتبط با شمارش را در جریان دوره اکتساب تجربه می‌کند، توزیع همخوانیها نسبتاً مسطح<sup>۳</sup> است. در چنین موردی، نیرومندی همخوانی پاسخ درست ۱۴، فقط کمی بیشتر از نیرومندی پاسخهای نادرست دیگر است. در این مسئله، احتمال بیشتری وجود دارد که فرایند بازیابی به یک پاسخ غلط دسترسی یابد و یا نیرومندی همخوانی پاسخی را به دست دهد که کاملاً کمتر از ملاک اطمینان است. در چنین مواردی، ممکن است سعی شود دوباره پاسخ بازیابی و یا به نفع یک نوع راهبرد آشکار رها شود. سیگلر (۲۰۰) بر این باور است که آموزش موجب

می‌شود تا توزیع همخوانی پاسخ در آزمودنیها به تدریج به بالاترین حد خود برسد، فراوانی پاسخ درست از ملاک اطمینان فراتر رود و در نتیجه، احتمال بازیابی پاسخ، درستی و مدت زمان اجرای آن نیز افزایش یابد. این فرایند براساس بررسیهای متعددی نشان داده شده است: با افزایش تجربه یادگیری، کودکان راهبردهای کارآمدتری را کشف می‌کنند، بازیابی پاسخ به مسائل از حافظه دراز-مدت افزایش می‌یابد و فراوانی نسبی استفاده از راهبردهای پشتیبان تغییر می‌کند. از سوی دیگر، با تغییر ویژگیهای کمی و کیفی اجرای هر راهبرد، مدت زمان و درستی عملکرد کودکان در حل مسائل به تدریج افزایش می‌یابد و بدین ترتیب، از درصد خطای راهبرد بازیابی و درصد خطای حاصل از اجرای راهبرد پشتیبان کاسته می‌شود (برای مثال، سیگلر، ۱۹۸۷ الف، ۱۹۸۷ ب، ۱۹۸۸ الف، ۱۹۸۸ ب، ۲۰۰۰، ۲۰۰۲؛ سیگلر و شراگر، ۱۹۸۴؛ سیگلر و جنکینز، ۱۹۸۹؛ سیگلر و شیپلی، ۱۹۹۵؛ سیگلر و لومر، ۱۹۹۷؛ سیگلر و چن، ۲۰۰۲؛ لومر و سیگلر، ۱۹۹۵؛ شراگر و سیگلر، ۱۹۹۸؛ چن و سیگلر، ۲۰۰۰؛ سیگلر و اسوتینا، ۲۰۰۲؛ گیری و دیگران، ۲۰۰۰؛ نعمت-طاوسی، ۱۳۸۴، ۱۳۸۵؛ نعمت‌طاوسی و سیف، ۱۳۸۴).

با توجه به مشکلات متعدد دانش‌آموزان در قلمرو ریاضیات و افزایش روزافزون آنهايي که به علت ناتوانی در این قلمرو مجبور به ترک تحصیل هستند، ضرورت آزمون روشهای مختلف آموزشی به منظور بررسی آثار آن بر صلاحیتهای ریاضی کودکان در ایران نیز مطرح می‌شود. در برخی از پژوهشهای پیشین، اهمیت انطباق محتوا و روش با سطح تحول عملیاتی کودکان به اثبات رسیده است (برای مثال، دادستان و دیگران، ۱۳۷۶) اما انجام پژوهشهایی که بتوانند با تکیه بر یک چهارچوب آزمایشی-عملی، بهترین و منطبق‌ترین روشهای آموزشی را پیشنهاد کنند و راهی برای این معضل عظیم آموزشی بیابند، از مهمترین فعالیت‌های پژوهشی به شمار می‌آید.

بنابراین مسئله اصلی پژوهش حاضر بررسی تأثیر آموزش راهبردهای حل مسئله‌های جمع، بر پاسخدهی

راهبرد پشتیبان و درصد راهبرد پشتیبان به ترتیب برابر با ۰/۸۶، ۰/۹۳ و ۰/۹۰ بود. همبستگی بین درصد خطاهای بازیابی و نمره‌های ریاضی برای فرم الف، ( $r = -0/40$ )، ( $P < 0/01$ ) و فرم ب، ( $r = -0/87$ )، ( $P < 0/05$ ) و همبستگی بین درصد خطاهای راهبرد پشتیبان و نمره‌های ریاضی برای فرم الف، ( $r = -0/53$ )، ( $P < 0/01$ ) و فرم ب، ( $P < 0/01$ )، ( $r = -0/58$ ) بیانگر روایی مطلوب دو فرم است.

روش: آزمون تفاوت‌های فردی در انتخاب راهبردهای جمع (فرم الف) براساس روش کوشش به کوشش<sup>۴</sup> در هر دو گروه به طور انفرادی انجام شد.

سپس گروه آزمایشی به مدت ۳ ماه (۱۵ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای) تحت آموزش قرار گرفتند. در ۵ جلسه اول، آموزش به صورت انفرادی و در ۱۰ جلسه پایانی، در گروه‌های ۲ و ۳ نفره انجام شد، برای حل تمرین‌های جمع، به آنها مرجع‌های بیرونی که شامل اسباب‌بازی (ماشینهای کوچک) بود ارائه و از آنان خواسته شد تا با استفاده از آنها: (۱) راهبردهای مورد استفاده خود را توضیح دهند، (۲) سودمندی آنها را با هم مقایسه کنند، (۳) راهبردهای خود را با راهبردهای سایر کودکان گروه مقایسه کنند، (۴) به تدریج تمرین‌هایی ارائه می‌شدند که در آنان اثربخشی استفاده از راهبردهای پیشرفته مانند کمینه و تجزیه را به طور آشکار نمایان سازند (به عنوان مثال ۲+۵، ۳+۱۱). برای آموزش این راهبردها، آزمایشگر با کمک مرجع‌های بیرونی این مسائل را حل می‌کرد و از کودکان می‌خواست که راهبردهای مورد استفاده او را توضیح دهند و سودمندی آنها را نیز با راهبردهایی که خود استفاده می‌کردند، مقایسه کنند. افزون بر آن، مدت زمان پاسخ کودک نسبت به هر مسئله با یک زمان-سنج برحسب صدم ثانیه ثبت می‌شد.

در نهایت در پایان فرایند آموزش، برای مشخص کردن اثربخشی آموزش، تمامی کودکان گروه آزمایشی و گروه کنترل با آزمون تفاوت‌های فردی در انتخاب راهبردهای جمع (فرم ب) آزمون شدند.

برای ارزیابی راهبردهای کودکان در حل مسئله‌های

درست دانش‌آموزان کلاس اول ابتدایی است. با بررسی پیشینه پژوهشی در این قلمرو، فرضیه زیر تدوین شد: آموزش راهبردهای جمع، میزان درستی اجرای راهبردها را افزایش و مدت زمان اجرای راهبردها را کاهش می‌دهد.

## روش

براساس یک طرح تحقیق آزمایشی<sup>۱</sup>، ۷۶ دانش‌آموز کلاس اول ابتدایی شهرستان سیرجان که در نیمه اول سال ۱۳۸۰ به دنیا آمده بودند انتخاب و به صورت تصادفی و مساوی در دو گروه آزمایشی و کنترل قرار گرفتند. طی اجرای آزمایش، ۵ کودک به دلایل مختلف مانند تغییر مدرسه، مهاجرت و .... از گروهها حذف شدند و نهایتاً ۳۴ نفر در گروه آزمایشی و ۳۷ نفر در گروه کنترل باقی ماندند.

ابزار این پژوهش **آزمون تفاوت‌های فردی در انتخاب راهبردهای جمع**<sup>۲</sup> (کرکمن و سیگلر، ۱۹۹۷) (با دو فرم موازی الف و ب) بود که هر کدام از ۲۰ عبارت جمع یک رقمی (برای مثال، ۳+۶، ۹+۴) تشکیل شدند. دامنه اعداد عبارت‌های جمع از ۱ تا ۹ و دامنه حاصل جمع آنها بین ۴ تا ۱۷ بود. اعتبار دو فرم در مورد متغیرهای محاسبه شده - درصد خطاهای بازیابی (پاسخهای اشتباه هنگام بازیابی)، درصد کاربرد راهبرد پشتیبان، درصد خطاهای راهبرد پشتیبان (پاسخهای اشتباه هنگام اجرای راهبردهای پشتیبان)، به ترتیب برابر با ۰/۹۱، ۰/۹۴، ۰/۹۳ بود. روایی همگرایی دو فرم از طریق محاسبه ضریب همبستگی بین متغیرهای درصد خطاهای بازیابی و درصد خطاهای راهبرد پشتیبان با نمره‌های زیرمقیاس محاسبات ریاضی آزمون پیشرفت تحصیلی کالیفرنیا<sup>۳</sup> (CAT) (کرکمن و سیگلر، ۱۹۹۷) به ترتیب برای فرم الف برابر با ۰/۴۷- و ۰/۶۱- و برای فرم ب، برابر با ۰/۵۵- و ۰/۵۶- و در سطح کمتر از ۰/۰۱ معنادار بود.

در بررسی مقدماتی نعمت طاوسی (۱۳۸۳)، اعتبار دو فرم در متغیرهای درصد خطاهای بازیابی، درصد کاربرد

1. experimental  
2. Test of Individual Differences in Children's Addition Strategy Choices

3. California Achievement Test  
4. trial by trial

کودک، به عنوان یکی از راهبردهای شمارش - کمینه، بیشینه، حاصل جمع، انگشتان، تجزیه و بازیابی طبقه - بندی می‌شدند. پس از طبقه‌بندی راهبردها توسط آزمایشگر، برای انجام محاسبه‌های آماری به هر یک از راهبردها نمره داده شد (جدول ۱).

جمع در وهله نخست، پاسخ کودک، مدت زمان پاسخ و راهبردی که برای حل مسئله به کار می‌برد، توسط آزمایشگر ثبت می‌شد و در وهله بعد، این راهبردها براساس مشاهده آزمایشگر (استفاده از انگشتان یا مرجعهای بیرونی دیگر، حرکت لبها و جز آن) و گزارش خود

جدول ۱.

عنوانها، شرح راهبردها و عملیات جمع

نمره	راهبرد	شرح
<b>راهبرد پشتیبان</b>		
۰	حدس زدن - نمی‌دانم	کودک پاسخ به مسئله را حدس می‌زند یا صرفاً به گفتن نمی‌دانم اکتفا می‌کند.
۱	حاصل جمع	کودک شمارش را از عدد یک آغاز می‌کند و معادل با ارزش هر دو عبارت جمع می‌شمرد.
۲	انگشتان	کودک انگشتان هر دو دست را به اندازه عددهای عبارت جمع بالا می‌آورد اما بی‌آنکه انگشتان خود را بشمرد، پاسخ می‌دهد.
۳	بیشینه	کودک مینا را عدد کوچکتر جمع قرار می‌دهد و سپس برابر با ارزش عدد بزرگتر می‌شمرد.
۴	کمینه	کودک مینا را عدد بزرگتر عبارت جمع قرار می‌دهد و سپس معادل با ارزش عدد کوچکتر می‌شمرد.
۵	تجزیه	کودک مینا را عدد قرار می‌دهد و با خرد کردن یک عدد، عدد دیگر را به ده می‌رساند و معادل ارزش باقی‌مانده را پس از ده می‌شمرد و یا آنکه، ابتدا عبارت را به دو عدد مساوی تبدیل می‌کند، و سپس باقیمانده را می‌شمرد.
<b>راهبرد بازیابی</b>		
۶	بازیابی	مستلزم فراخواندن پاسخ از حافظه است.

بازیابی و راهبرد پشتیبان بین دو گروه آزمایشی و کنترل و در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جدول ۲ نشان داده شده است.

تحلیل داده‌ها از طریق طرح تحلیل واریانس یک بین یک درون‌آزمودنی انجام شد.

### یافته‌ها

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود میانگین و انحراف استاندارد مدت زمان پاسخ گروههای آزمایشی و کنترل در اجرای راهبردهای بازیابی و پشتیبان در

میانگین و انحراف استاندارد مدت زمان پاسخ افراد به مسئله‌ها و درستی پاسخهای آنها هنگام استفاده از راهبرد

جدول ۲.

میانگین و انحراف استاندارد متوسط مدت زمان پاسخ و درستی پاسخ در اجرای راهبردهای بازیابی و پشتیبان به تفکیک گروهها و مرحله آزمون

متغیر	کنترل				آزمایشی			
	پس آزمون		پیش آزمون		پس آزمون		پیش آزمون	
	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M
مدت زمان پاسخ	۱/۲۹	۲/۳۸	۱/۵۰	۱۲/۸۵	۱/۳۷	۲/۹۷	۲/۸۱	۳/۵۸
	۷/۳۲	۱۱/۷۱	۶/۵۵	۱۲/۸۳	۴/۳۶	۱۰/۵۰	۷/۹۷	۱۴/۵۵
درستی پاسخ	۰/۲۰	۰/۹۰	۰/۲۷	۰/۸۴	۰/۱۷	۰/۸۹	۰/۲۸	۰/۸۳
	۰/۲۷	۰/۵۴	۰/۲۲	۰/۶۰	۰/۱۹	۰/۸۶	۰/۲۳	۰/۶۱

میانگین پاسخهای درست در گروه آزمایشی بیشتر و در گروه کنترل کمتر شده است. متوسط مدت زمان پاسخ افراد به مسئله‌ها هنگام استفاده از راهبرد بازیابی بین دو گروه آزمایشی و کنترل و در پیش‌آزمون و پس‌آزمون با استفاده از تحلیل واریانس دو راهه مدل یک بین یک درون آزمودنی مقایسه شدند.

پس‌آزمون کاهش یافته و سریعتر شده‌اند اما گروه آزمایشی سرعت بیشتری را در اجرای این راهبردها در پس‌آزمون نشان می‌دهد. در مورد درستی پاسخهای دو گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون نیز مشخص شد که با اجرای راهبرد بازیابی در هر دو گروه، میانگین پاسخهای درست افزایش یافت. اما با اجرای راهبرد پشتیبان،

جدول ۳.

تحلیل واریانس برای مقایسه دو گروه از لحاظ متوسط مدت زمان اجرای راهبردهای بازیابی و پشتیبان در دو زمان پیش‌آزمون و پس‌آزمون

P	F	MS	SS	df	
<b>راهبرد بازیابی</b>					
<b>بین آزمودنی</b>					
۰/۰۳۲	۴/۷۸۷	۱۵/۷۶۸	۱۵/۷۶۸	۱	گروه
		۳/۲۹۴	۲۰۴/۲۲۹	۶۲	خطای ۱
<b>درون آزمودنی</b>					
۰/۱۰۳	۲/۷۳۴	۹/۹۸۴	۹/۹۸۴	۱	پیش و پس‌آزمون
۰/۸۰۷	۰/۶۰	۰/۲۱۹	۰/۲۱۹	۱	تعامل
		۳/۶۵۲	۲۲۶/۴۲۳	۶۲	خطای ۲
<b>راهبرد پشتیبان</b>					
<b>بین آزمودنی</b>					
۰/۸۴۱	۰/۰۴۱	۲/۳۲۱	۲/۳۲۱	۱	گروه
		۵۷/۲۶۵	۳۹۵۱/۲۸۴	۶۹	خطای ۱
<b>درون آزمودنی</b>					
۰/۰۰۹	۷/۲۳۹	۲۳۶/۷۵۱	۲۳۶/۷۵۱	۱	پیش و پس‌آزمون
۰/۱۳۴	۲/۳۰۲	۷۵/۲۸۱	۷۵/۲۸۱	۱	تعامل
		۳۲/۷۰۶	۲۲۵۶/۷۰۲	۶۹	خطای ۲

( $P=0/841$ ,  $F=0/04$ ) و تعامل گروهها و پیش‌آزمون-پس‌آزمون معنادار نیست ( $P=0/134$ ,  $F=2/3$ ). اما معناداری در مورد اثر پیش‌آزمون و پس‌آزمون وجود دارد ( $F=7/23$ ,  $P=0/009$ ). متوسط مدت زمان پاسخ افراد هم در گروه آزمایشی (از ۱۴/۵۵ به ۱۰/۵۰) و هم در گروه کنترل (از ۱۲/۸۳ به ۱۱/۷۱) در زمان استفاده از راهبردهای پشتیبان کاهش یافته است اما این کاهش در گروه آزمایشی در مقایسه با گروه کنترل بیشتر بوده است.

فراوانی پاسخهای درست افراد به مسئله‌ها در زمان استفاده از راهبرد بازیابی بین دو گروه آزمایشی و کنترل و در دو زمان پیش‌آزمون و پس‌آزمون مقایسه شدند (جدول

با توجه به جدول ۳، اثر اصلی گروه در راهبرد بازیابی معنادار بود ( $P<0/032$ ,  $F=4/78$ ). مقایسه میانگینهای دو گروه (جدول ۲) نشان می‌دهد گروه آزمایشی با میانگین ۲/۹۷ نسبت به گروه کنترل با میانگین ۲/۳۸ بالاتر است. اما تفاوت نمره‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون ( $P=0/103$ ,  $F=2/73$ ) و نیز تعامل گروهها با پیش‌آزمون - پس‌آزمون معنادار نبود ( $P=0/807$ ,  $F=0/6$ ).

مقایسه متوسط مدت زمان پاسخ افراد به مسئله‌ها هنگام استفاده از راهبردهای پشتیبان بین دو گروه آزمایشی و کنترل و در دو زمان پیش‌آزمون و پس-آزمون انجام شد. با توجه به جدول ۳ اثر اصلی گروه

جدول ۴.

تحلیل واریانس برای مقایسه دو گروه از لحاظ میزان درستی پاسخ به یک مسئله هنگام اجرای راهبردهای بازیابی و پشتیبان در دو زمان پیش‌آزمون و پس‌آزمون

P	F	MS	SS	df	
<b>راهبرد بازیابی</b>					
<b>بین آزمودنی</b>					
۰/۷۹۹	۰/۰۶۶	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۱	گروه
		۰/۰۴۴	۲/۷۳۳	۶۲	خطای ۱
<b>درون آزمودنی</b>					
۰/۲۵۲	۱/۳۳۶	۰/۰۷۲	۰/۰۷۲	۱	پیش و پس‌آزمون
۰/۹۸۶	۰/۰۰۱	۱/۶۲۹	۱/۶۲۹	۱	تعامل
		۰/۰۵۴	۳/۳۱۸	۶۲	خطای ۲
<b>راهبرد پشتیبان</b>					
<b>بین آزمودنی</b>					
۰/۰۰۱	۱۳/۵۲۱	۱/۰۳۶	۱/۰۳۶	۱	گروه
		۰/۰۳۳	۲/۲۸۲	۶۹	خطای ۱
<b>درون آزمودنی</b>					
۰/۰۰۳	۹/۴۹۴	۰/۳۱۴	۰/۳۱۴	۱	پیش و پس‌آزمون
۰/۰۰۱	۲۵/۶۴۰	۰/۸۴۸	۰/۸۴۸	۱	تعامل
		۰/۰۷۷	۵/۲۸۸	۶۹	خطای ۲

۴). نتایج بیانگر آن است که اثر اصلی گروه ( $F=۰/۰۷$ )، اثر پیش‌آزمون و پس‌آزمون ( $P=۰/۷۹۹$ )، اثر تعاملی گروهها با پیش‌آزمون - پس-آزمون معنادار نیست ( $P=۰/۹۸۶$ ،  $F=۰/۰۰۱$ ).

بررسی فراوانی پاسخهای درست افراد به مسئله‌ها در زمان اجرای راهبردهای پشتیبان بین دو گروه آزمایشی و کنترل و در دو زمان پیش‌آزمون و پس‌آزمون (جدول ۴) نشان می‌دهد اثر اصلی گروه ( $F=۱۳/۵۲$ ،  $P=۰/۰۰۱$ ) و اثر پیش‌آزمون و پس‌آزمون ( $F=۹/۵$ ،  $P=۰/۰۰۳$ ) و تعامل گروهها با پیش‌آزمون-پس‌آزمون معنادار است ( $F=۲۵/۶۴$ ،  $P=۰/۰۰۱$ ). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که تأثیر آموزش بر گروه آزمایشی در مقایسه با گروه کنترل معنادار بوده است. همانطور که در جدول ۲ نیز ملاحظه می‌شود، متوسط فراوانی پاسخهای درست در هر دو گروه در زمان استفاده از راهبردهای پشتیبان در پیش‌آزمون در هر دو گروه تقریباً یکسان بوده اما پس از گذراندن دوره آموزش، این فراوانی در گروه آزمایشی افزایش و در گروه کنترل، کاهش یافته است.

**بحث**

در این پژوهش اثر تعاملی بین آزمون و گروهها در مورد مدت زمان اجرای راهبردها معنادار به دست نیامد. این نتیجه را می‌توان به عدم تأثیر آموزش بر راهبرد بازیابی نسبت داد؛ راهبردی که به منزله فراخواندن سریع پاسخ از حافظه درازمدت بدون هیچ‌گونه محاسبه‌ای است. اگرچه تأثیر معنادار آموزش در افزایش سرعت اجرای راهبردهای پشتیبان در گروه آزمایشی در مقایسه با گروه کنترل دیده نشد و در هر دو گروه راهبردهای پشتیبان با سرعت بیشتری اجرا شدند اما سرعت این اجرا در گروه آزمایشی بیشتر بود و در پس‌آزمون نیز میانگین مدت زمان پاسخ کاهش بیشتری را نشان داد.

شاید علت افزایش سرعت هر دو گروه را بتوان به دخالت عامل سن (نمویافتگی) نسبت داد، اما چیزی که در گروه آزمایشی باعث افزایش سرعت عمل آنها شده است عامل تجربه نیز هست. در طی دوره آموزش، مهارت کودکان این گروه در اجرای راهبردهای پشتیبان افزایش



افزایش سرعت و درستی اجرای آنها را در پی داشته است (سیگلر، ۲۰۰۲؛ لومر و سیگلر، ۱۹۹۵). در حالی که کودکان گروه کنترل به دلیل نداشتن تجربه و آموزش بیشتر به روشهای ناکارآمد قبلی متوسل شده‌اند و در پس‌آزمون از راهبردهای مبتدی و ناکارآمدی مانند حدس‌زدن، حاصل جمع و انگشتان به میزان بالایی استفاده کرده‌اند که این روشها به پاسخدهی غلط آنها منجر شده است.

یافته‌های پژوهش نعمت‌طاوسی (۱۳۸۵) نیز نشان داده‌اند که آموزش بر اجرای درست راهبردهای پشتیبان مؤثر است. همچنین این یافته‌ها مؤید یافته‌های سیگلر (۱۹۸۸، ب، ۲۰۰۳) هستند.

این پژوهش در مورد جمعهای یک‌رقمی انجام شده است و لزوماً نتایج آن در مورد جمعهای چندرقمی صادق نخواهد بود. اما از آنجا که عملیات جمع زیربنای جبر است، می‌توان انتظار داشت که آموزش راهبردهای جمع یک‌رقمی، بر راهبردهای جمعهای چندرقمی و سایر عملیات جبری نیز تأثیرگذار باشند. بهتر است در پژوهشهای بعدی، این موضوع مورد بررسی قرار گیرد. تداخل روش تدریس معلمان با روشی که کودکان گروه آزمایشی در طول دوره آموزشی دریافت کرده بودند، در نتایج پس‌آزمون تأثیرگذار بود و به همین دلیل نمی‌توان نتایج پس‌آزمون را نتیجه مستقیم آموزش توسط آزمایشگر محسوب کرد. پس با توجه به امکان تداخل روشهای آموزشی مختلف، برای رفع این مشکل پیشنهاد می‌شود در پژوهشهای آینده اجرای طرح آزمایشی زمانی صورت گیرد که کودک در معرض روشهای آموزشی متفاوت قرار ندارد و یا از کودکان پیش‌دبستانی که در معرض روشهای آموزشی خاصی قرار نمی‌گیرند، استفاده شود. نتایج حاصل از این پژوهش از دانش‌آموزان پسر به دست آمده‌اند، بهتر است به منظور مقایسه تفاوت‌های جنسی، آزمودنیها از هر دو جنس انتخاب شوند.

### منابع

دادستان، پ. و دیگران (۱۳۷۶). بررسی توان ذهنی و درک مفاهیم

یافت و بنابراین با تسلط بیشتر و سرعت بالاتری این راهبردها را اجرا کردند، به دلیل مواجهه بیشتر با مسائل، از راهبردهای کارآمدتری که منجر به عملکرد سریعتر می‌شوند (مانند راهبرد کمینه یا تجزیه) سود بردند و از راهبردهای وقت‌گیر و ناکارآمدی مانند حاصل جمع یا انگشتان سود نجستند. علاوه بر آن مسلط‌شدن کودکان گروه آزمایشی به اصل جابجایی‌پذیری<sup>۱</sup> نیز موجب شد که انتخاب راهبردها به گونه‌ای مناسبتر انجام شود. به عبارت دیگر، پیشرفتی که در مدت زمان و درستی عملکرد کودکان گروه آزمایشی دیده شد به دو عامل نسبت‌دادنی است: اکتساب راهبردهای مناسب جدید و رهاکردن راهبردهای قدیمی نامناسب.

در پژوهش نعمت‌طاوسی (۱۳۸۵) نیز همسو با نتایج پژوهش حاضر، تأثیر آموزش بر افزایش سرعت اجرای راهبرد کمینه مشخص شد، بدون آنکه بر مدت زمان اجرای راهبرد بازیابی مؤثر باشد.

اگرچه در این پژوهش، تأثیر استفاده از راهبرد بازیابی بر میزان درستی پاسخ در هر دو گروه تقریباً یکسان بود و آموزش تأثیر معناداری نداشت اما نتایج نشان دادند که میزان بازیابی گروه آزمایشی در مقایسه با گروه کنترل پس از طی دوره آموزش به مراتب بیشتر شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که چون کودکان گروه آزمایشی مسئله‌های بیشتری را بازیابی کرده‌اند پس مسئله‌های دشوارتری نیز وارد میدان بازیابی شده‌اند. اما از آنجا که توزیع همخوانی برخی از این مسئله‌ها در پس‌آزمون هنوز کاملاً تیز و قله‌دار نشده بود، بنابراین منجر به پاسخ نادرست شد. شاید اگر طول مدت دوره آموزشی طولانی‌تر بود، توزیع همخوانیها تیزتر و پاسخهای درست بیشتر می‌شدند.

نتایج نشان دادند که وقتی دو گروه از راهبردهای پشتیبان بهره می‌گرفتند، میزان درستی پاسخها در پس-آزمون گروه آزمایشی به گونه معناداری بالاتر از گروه کنترل بود. پس می‌توان استنباط کرد که آموزش به تجربه بیشتر و انتخابهای سازش‌یافته‌تر در گروه آزمایشی منجر شده است. به عبارت دیگر، متوسل‌شدن به مجموعه مشابهی از راهبردها در جریان یادگیری و اجرای مؤثر آنها،

lopment, 67, 2022-2044.

**Geary, D. C., Hamson, C. O., & Hoard, M. K. (2000).**

Numerical and arithmetical cognition: Longitudinal study of process and concept deficits in children with learning disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 77, 236-263.

**Hirsch, E. D., Jr. (1996).** *The schools we need and why we don't have them*. New York: Doubleday.

**Kerkman, D. D., & Siegler, R. S. (1993).** Individual differences and adaptive flexibility in lower-income children's strategy choices. *Learning and Individual Differences*, 5, 113-136.

**Kerkman, D. D., & Siegler, R. S. (1997).** Measuring individual difference in children's addition strategy choices. *Learning and Individual Differences*, 9, 1-18.

**Lemaire, P., & Siegler, R. S. (1995).** Four aspects of strategic change: Contributions to children's learning of multiplication. *Journal of Experimental Psychology: General*, 124, 83-97.

**Shrager, J., & Siegler, R. S. (1998).** SCADS: A model of children's strategy choices and strategy discoveries. *Psychological Science*, 3, 1-5.

**Siegler, R. S. (1987a).** The perils of averaging data over strategies: An example from children's addition. *Journal of Experimental Psychology: General*, 116, 250-264.

**Siegler, R. S. (1987b).** Strategy choices in subtraction. In J. Sloboda & D. Roers (Eds.), *Cognitive processes in mathematics*. Oxford: Clarendon Press.

**Siegler, R. S. (1988a).** Strategy choice procedures and the development of multiplication skill. *Journal of Experimental Psychology: General*, 117, 258-275.

**Siegler, R. S. (1988b).** Individual difference in strategy choices: Good students, not-so-good students, and perfectionists. *Child Development*, 59, 833-

دانش‌آموزان دوره ابتدایی به منظور تعیین استانداردهای آموزشی. گزارش طرح پژوهشی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش.

**نعمت‌طاوسی، م. (۱۳۸۳).** بررسی تحولی راهبردهای حل مسئله و تأثیر آموزش بر صلاحیت راهبردی در دانش‌آموزان ابتدایی شهر تهران. پایان‌نامه دکتری. دانشکده علوم انسانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

**نعمت‌طاوسی، م. (۱۳۸۴).** تحول توانایی راهبردی حساب در کودکان ایرانی: تأثیر شرایط اقتصادی-اجتماعی. فصلنامه مطالعات روان-شناختی، ۲، ۷۱-۵۵.

**نعمت‌طاوسی، م. (۱۳۸۵).** تأثیر آموزش بر تحول صلاحیت راهبردی حساب در کودکان ایرانی. فصلنامه روان‌شناسان ایرانی، ۱۰، ۱۰۹-۱۲۲.

**نعمت‌طاوسی، م. و سیف، ع. ا. (۱۳۸۴).** تأثیر سن و جنس بر تحول صلاحیت راهبردی حساب در کودکان ایرانی. فصلنامه روان‌شناسان ایرانی، ۴، ۲۹۰-۲۷۶.

**Ashcraft, M. H. (1992).** Cognitive arithmetic: A review of data and theory. *Cognition*, 44, 75-106.

**Chen, Z., & Siegler, R. S. (2000).** Across the great divide: Bridging the gap between understanding toddlers' and older children's thinking. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 120-136.

**Cohen, L. B., & Marks, K. S. (2002).** How infants process addition and subtraction events. *Developmental Science*, 5, 186-212.

**Geary, D. C. (2006).** Development of mathematical understanding. In D. Kuhl & R.S. Siegler (Vol. Eds), *Cognition, perception & language*, vol 2 (PP. 778-810). W. Damon (Gen. Ed.), *Handbook of child psychology* (6th Ed.) New York: John Wiley & Sons.

**Geary, D. C., Bow-Thomas, C. C., Lui, F., & Siegler, R. S. (1996).** Development of arithmetical competencies in Chinese and American children: Influence of age, language, and schooling. *Child Deve-*

- method. *Journal of Experimental Psychology: General*, 126, 71-92.
- Siegler, R. S., & Shipley, C. (1995).** Variation, selection, and cognitive change. In T. Simon & G. Halford (Eds.), *Developing cognitive competence: New approaches to process modeling* (pp. 31-76). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Siegler, R. S., & Shrager, J. (1984).** Strategy choices in addition and subtraction: How do children know what to do? In C. Sophian (Ed.), *The origins of cognitive skills*. (pp. 229-293). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Siegler, R. S., & Svetina, M. (2002).** A micro-genetic/cross-sectional study of matrix completion: Comparing short-term and long-term change. *Child Development*, 73, 739-809.
- Starkey, P. (1992).** The early development of numerical reasoning. *Cognition*, 43, 93-126.
- Tronsky, L. N., & Royer, J. M. (2002).** Relationships among basic computational automaticity, working memory, and complex mathematical problem solving. In J. M. Royer (Ed.), *Mathematical cognition* (pp. 117-146). Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Wynn, K. (1992).** Addition and subtraction by human infants. *Nature*, 358, 749-750.
- 851.
- Siegler, R. S. (1995).** How does change occur : A micro-genetic study of number conservation. *Cognitive psychology*, 28, 225-273.
- Siegler, R. S. (2000).** The rebirth of children's learning. *Child Development*, 71, 26-35.
- Siegler, R. S. (2002).** Micro-genetic studies of self-explanation. In N. Granptt & J. Parziale (Eds.), *Micro-development: Transition processes in development and learning* (pp. 31-58). New York: Cambridge University.
- Siegler, R. S. (2003).** Implications of cognitive science research for mathematics education. In J. Kilpatrick, W. G., Mortin & D. E. Schifer (Eds.), *A research companion to principles*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Siegler, R. S., & Chen, Z. (2002).** Development of rules and strategies: Balancing the old and the new. *Journal of Experimental Psychology*, 81, 446-457.
- Siegler, R. S., & Crowley, K. (1991).** The micro-genetic method: A direct mean for studying cognitive development. *American Psychologist*, 46, 606-620.
- Siegler, R. S., & Jenkins, E. A. (1989).** *How children discover new strategies*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Siegler, R. S., & Lemaire, P. (1997).** Older and younger adults' strategy choices in multiplication: Testing predictions of ASCM via the choice/no choice