

تحول توانایی‌های راه‌بردی حساب در کودکان ایرانی: تأثیر شرایط اقتصادی-اجتماعی

دکتر محترم نعمت طلاوسی

nemattavousi@yahoo.com

استاد دانشکده روان‌شناسی، دانشگاه آزاد تهران جنوب

چکیده

تفاوت پیش‌رفت تحصیلی کودکان در شرایط اقتصادی-اجتماعی مختلف ثابت شده‌است. در این پژوهش، تأثیر شرایط اقتصادی-اجتماعی بر تحول توانایی راه‌بردی کودکان بررسی شده‌است. نمونه‌ی پژوهش، ۱۹۲ دانش‌آموز پسر و دختر پایه‌های تحصیلی اول تا سوم ابتدایی در دو منطقه‌ی آموزشی شمال و جنوب شهر تهران بود که به‌تصادف گزیده و بر پایه‌ی یک طرح تحقیق مقطعی با «آزمون تفاوت‌های فردی در انتخاب‌های راه‌برد جمع» ارزیابی شدند. نتایج تحلیلی، با تأیید انگاره‌های اساسی مدل انتخاب راه‌برد سازش‌یافته نشان داد که الگوی انتخاب راه‌برد در دانش‌آموزان با شرایط اقتصادی-اجتماعی مختلف با یک‌دیگر تفاوت ندارد و کودکان طبقه‌ی برخوردار و نابرخوردار برای حل مسئله‌ها راه‌بردهایی همانند به کار می‌بندند. یافته‌ها همچنین آشکار ساخت که میزان درستی پاسخ‌های بازیابی‌شده در کودکان طبقه‌ی برخوردار از کودکان طبقه‌ی نابرخوردار بیشتر است، اما سرعت اجرای راه‌بردها در دانش‌آموزان با شرایط اقتصادی-اجتماعی مختلف با هم تفاوت معنادار ندارد.

کلیدواژه‌ها: توانایی راه‌بردی؛ راه‌بردهای حل مسئله؛ شرایط اقتصادی-اجتماعی؛ دانش‌آموز؛

مقدمه

پژوهش‌های بسیاری که در کشورهای مختلف درباره‌ی تفاوت‌های اقتصادی-اجتماعی و پی‌آمدهای آن بر پیشرفت تحصیلی انجام شده‌است، تأثیر شرایط اقتصادی-اجتماعی را در شکست‌های تحصیلی نشان داد که در طبقات نابرخوردار بسیار فراوان است (گراهام، ۲۰۰۱؛ راتس‌تین، ۲۰۰۴).

بی‌گمان، شکست تحصیلی در همه‌ی طبقات اجتماعی وجود دارد و نمی‌توان آن را ویژه‌ی طبقات اجتماعی نابرخوردار دانست اما میانگین نتایج کودکان گروه‌های طبقات نابرخوردار بدتر از سایر گروه‌های اجتماعی است و تفاوت‌های‌شان، حتا پیش از آغاز زنده‌گی تحصیلی آشکار است، و با گذشت زمان بیش از پیش تشدید می‌شود (راتس‌تین، ۲۰۰۴؛ کامر، ۱۹۹۷).

نگاهی بر گستره‌ی پژوهش‌ها نشان می‌دهد اگر چه اغلب کارشناسان وجود تفاوت را در سطوح پیشرفت تحصیلی اجتماعی-اقتصادی مختلف می‌پذیرند، اما در تبیین این تفاوت‌ها به عوامل متفاوتی استناد کرده‌اند. در این قلمرو دو روی‌کرد اصلی را می‌توان بازگو کرد:

- کارشناسانی که مشکلات تحصیلی کودکان طبقه‌های فرهنگی-اجتماعی نابرخوردار را برآمده از عوامل خانواده‌گی می‌دانند و بر عواملی هم‌چون نابه‌سامانی‌های خانواده‌گی، مهاجرت، آشفته‌گی در فرآیند تحصیلی، برهم‌کنش‌های اجتماعی-فرهنگی خانواده، پایین بودن کیفیت زبان گفتاری پیرامون کودک، شیوه‌ی برقراری ارتباط و گفت‌گو با وی، بی‌سوادگی والدین، نوع پیشه و اندک بودن درآمد والدین، نبود برانگیزاننده‌ها و نارسایی در مسائل انگیزشی تأکید می‌ورزند.

- کارشناسانی که ناکارآمدی تحصیلی این کودکان را در عوامل آموزشی می‌دانند و نگاه خود را به عواملی هم‌چون پی‌نگرفتن روش‌های آموزشی درخور، نداشتن پیش‌یادگرفته‌های لازم برای یادگیری، و آغاز کردن دوره‌ی ابتدایی بی‌گذراندن دوره‌های پیش‌دبستانی معطوف می‌کنند.

اما با همه‌ی این تفاوت‌های تفسیری، این نکته کاملاً آشکار شده‌است که ناکارآمدی کودکان. طبقات اقتصادی-اجتماعی پایین، تنها به زمینه‌ی یادگیری خواندن محدود نمی‌شود، بلکه آنان در زمینه‌هایی دیگر مانند ریاضیات نیز با مسائلی روبه‌رو هستند (گراهام، ۲۰۰۱؛ کومر، ۱۹۹۷؛ کرکمن، و سیگلر، ۱۹۹۳؛ انت‌ویسل، و الک‌ساندر، ۱۹۹۰).

1. Graham, S.
2. Rothstien, R.
3. Comer, J.
4. Kerkman, D. D., & Siegler, R. S.
5. Entwistle, D. R., Alexander, K. L.



به عقیده‌ی برخی از پژوهش‌گران، مشکل اصلی کودکان طبقات اقتصادی-اجتماعی پایین در ریاضیات، گزیدن راه‌بردهای نامناسب است. کودکان طبقات نابرخوردار، بیش‌تر کودکانی دانسته‌شده‌اند که به راه‌بردهای نامعقولی دست می‌یازند. در این روی‌کرد، انگاشته‌می‌شود که کارکرد ضعیف این کودکان برآیند نارسایی‌های فرآیندهای فراشناختی است و به همین رو، برای کمک به این کودکان، باید آموزش آنان در راستای بهبود مهارت‌های فراشناختی و گزینش راه‌بردهای درخور متمرکز شود (کاس^۱، ۲۰۰۵؛ هوک، و جونز^۲، ۲۰۰۲؛ هانگ، ریسر، پارکر، مایک، و سالوسی^۳، ۲۰۰۳).

با این همه، پژوهش‌های انجام‌شده بر پایه‌ی الگوی گزینش راه‌برد سازش‌یافته^۴ (سیگلر، ۲۰۰۳؛ کرکمن، و سیگلر، ۱۹۹۳، ۱۹۹۷؛ گیری، یو-توماس، لیو، و سیگلر^۵، ۱۹۹۶) همانندی چشم‌گیر توانایی راه‌بردی^۶ کودکان گروه‌های اقتصادی-اجتماعی مختلف را آشکار ساخته و نشان داده‌اند که راه‌بردهای انتخابی این کودکان به اندازه‌ی کودکان طبقه‌ی متوسط، سامانه‌مند و نسبت به ویژه‌گی‌های مسئله حساس است (سیگلر، ۲۰۰۳؛ کرکمن، و سیگلر، ۱۹۹۳). این یافته‌ها آشکار کرد که کودکان با سطوح اقتصادی پایین نیز مانند کودکان طبقه‌ی برخوردار، راه‌بردهای خود را به گونه‌ی سازش‌یافته از مسئله‌ی به مسئله‌ی دیگر تغییر می‌دهند. برای نمونه، در مسئله‌های جمع، زمانی که احتمال بازیابی^۷ پاسخ درست وجود ندارد، از راه‌بردهای پشتی‌بان^۸، مانند شمارش با انگشتان سود می‌جویند و در مسئله‌ای که نه بازیابی و نه راه‌بردهای پشتی‌بان به پاسخ درست نمی‌انجامد، از حل مسئله چشم‌پوشی و یا به گفتن «نمی‌دانم» بسنده می‌کنند (سیگلر، ۲۰۰۳؛ لمیر^۹، و سیگلر، ۱۹۹۵).

بررسی‌هایی که در چهارچوب الگوی توزیع هم‌خوانی‌ها^{۱۰} در قلمروی گزینش راه‌برد سازش‌یافته انجام شده‌است نشان داد که کارکرد ضعیف کودکان طبقات نابرخوردار، به دلیل گزینش راه‌برد نامناسب نیست، بلکه به سبب ناتوانی آن‌ها در اجرای راه‌بردهای درخور برای ایجاد کارکرد درست و سریع است (کرکمن، و سیگلر، ۱۹۹۳؛ کرکمن، و سیگلر، ۱۹۹۷).

به سخن دیگر، در حالی که روی‌کردهای فراشناختی تأکید می‌ورزند که نارسایی دانش فراشناختی کودکان کم‌پیش‌رفت در طبقات اقتصادی-اجتماعی پایین، مانع گزینش راه‌بردهای مناسب خواهدشد، الگوی گزینش راه‌برد سازش‌یافته، به‌عکس، پیش‌بینی می‌کند که در موقعیت‌هایی که کودکان تجربه‌ی گسترده در حل مسئله دارند، گزینش‌های راه‌بردی در

1. Cauce, A. M.

2. Hook, P. E., & Jones, S. D.

3. Huang, G., Reiser, M., Parker, A., Muniec, J., & Salvucci, S.

4. Adaptive Strategy Choice Model (ASCM)

5. Geary, D. C., Bow-Thomas, C. C., Lui, F., & Siegler, R. S.

6. Strategic Competence

7. Retrieval

8. Backup Strategy

9. Lataire, P.

10. The Distribution of Associations Model

کودکان کم‌پیشرفت طبقه‌ی اقتصادی پایین مانند گزینش‌های کودکان پیش‌رفته‌تر طبقه‌ی برخوردار، بسیار سازش‌یافته خواهد بود؛ این کودکان نیز هنگام رویارویی با مسئله، از میان راه‌بردهای موجود که از نظر درستی و مدت زمان اجرا با هم تفاوت دارند، یکی از آنها را برمی‌گزینند (سیگلر، ۲۰۰۲؛ سیگلر، و شراگر، ۱۹۸۴). آنچه دو گروه را از یک‌دیگر جدا می‌سازد سرعت و درستی اجرای راه‌بردها است و این که کدام راه‌برد را بیش‌تر به کار می‌بندند.

هم‌سو با این دیدگاه، شواهد تجربی نیز نشان می‌دهد که تمرین بیش‌تر و آموزش کودکان کم‌پیشرفت سطوح اقتصادی پایین در زمینه‌ی شیوه‌ی به‌کارگیری راه‌بردها، می‌تواند سودمندترین روش برای بهبود مهارت‌های حساب آنان باشد (سیگلر، ۲۰۰۳؛ کرکمن، و سیگلر، ۱۹۹۷). بررسی‌های فراوانی که امکان ردیابی تحول راه‌بردها را میسر ساخته، نشان داده‌است که با افزایش تجربه در هر یک از پردازش‌های حساب، راه‌بردهای کودکان از زوایای مختلف تغییر می‌کنند (سیگلر، و بوت، ۲۰۰۴؛ گیری، هم‌سون، و هورد، ۲۰۰۰؛ چن، و سیگلر، ۲۰۰۰؛ کرولی، و سیگلر، ۱۹۹۹؛ سیگلر، و لمبر، ۱۹۹۷؛ لمبر، و سیگلر، ۱۹۹۵؛ سیگلر، ۱۹۸۷؛ سیگلر، ۱۹۸۸؛ سیگلر، و شراگر، ۱۹۸۴):

- بارزترین دگرگونی را می‌توان در راستای افزایش استفاده از بازیابی دید. پس از چندین سال تجربه، بیش‌تر کودکان تمامی پاسخ‌های مربوط به مبانی پایه‌ی حساب را همواره از حافظه‌ی درازمدت بازیابی می‌کنند.

- دگرگونی دیگری که در این قلمرو دیده‌می‌شود آن است که راه‌بردهای پیچیده‌تر جانشین راه‌بردهای ساده‌تر می‌شوند. پژوهش‌ها نشان داده‌است هم‌چنان که میزان یادگیری کودکان در قلمرویی افزایش می‌یابد، به گونه‌ی فزاینده بر روش‌های نسبتاً پیش‌رفته‌تر تکیه می‌کنند؛ در بیش‌تر موارد، در آغاز، برای جمع کردن دو عدد، بر شمردن از عدد یک و یا بالآوردن انگشتان خود تکیه می‌کنند، اما با مهارت یافتن و دریافت بیش‌تر، به گونه‌ی فزاینده راه‌بردهایی پیش‌رفته‌تر هم‌چون کمینه^۶ یا تجزیه^۷ به کار می‌بندند. این بررسی‌ها این نکته را نیز آشکار نموده‌است که حتی پس از آن که راه‌بردهای نوتر و پیش‌رفته‌تر کشف می‌شوند، راه‌بردهای پیشین و کم‌تر پیش‌رفته نیز تا زمان زیادی به کار گرفته‌می‌شود (سیگلر، ۲۰۰۰؛ سیگلر، ۲۰۰۲؛ سیگلر، و اسوه‌تینا، ۲۰۰۲). بررسی‌های لَه‌فَه‌وَر، سلس‌کی، و بیژانز^۹ (۱۹۹۶) در قلمروی حساب ذهنی چندرقمی و استدلال فضایی نیز با این یافته‌ها هم‌آهنگ هستند.

بررسی‌های تجربی هم‌چنین نشان داده‌اند که در یک تکلیف معین، کودکان در میان کوشش‌های مختلف، راه‌بردهای متفاوتی به کار می‌برند و همواره بر یک روش تکیه

1. Shrager, J.
2. Booth, J. L.
3. Geary, D. C., Hamson, C. O., & Hoard, M. K.
4. Chen, Z.
5. Crowley, K.
6. Min Strategy
7. Decomposition
8. Svetina, M.
9. Lefevre, J. A., Sadesky, G. S., & Bisanz, J.



نمی‌کنند (سیگلر، ۲۰۰۲؛ سیگلر، و چن، ۲۰۰۲؛ سیگلر، و استرن، ۱۹۹۸؛ سیگلر، و شیپلی، ۱۹۹۵). برای نمونه، سیگلر و شراگر (۱۹۸۴) دریافتند که نزدیک به یک‌سوم کودکان برای حل یک مسئله‌ی معین جمع، در دو روز پیاپی، دو راه‌برد متفاوت به کار می‌گرفتند. افزون بر آن، این بررسی‌ها نشان داد که گاه در یک کوشش حل مسئله، کودکان به گونه‌ئی زبانی از یک راه‌برد، و با حرکات سر و دست از راه‌برد دیگری استفاده می‌کنند (سیگلر، و چن، ۲۰۰۲).

- دگرگونی دیگری که در همین دوره پدید می‌آید، افزایش درستی و سرعت حل مسئله در کودکان است. دگرگونی فزاینده‌ی سرعت و درستی راه‌بردها به دو دلیل با هم روی می‌دهد: تغییر در راه‌برد به‌کارگرفته؛ و تغییر در کارآمدی این راه‌برد. بدین سان، راه‌بردهایی که به‌کارگیری آن‌ها در جریان تحول در آینده چیره می‌شود، مانند بازیابی و یا شمردن از عدد بزرگ‌تر دستور جمع، اساساً از راه‌بردهایی که معمولاً در آغاز به کار برده می‌شود، مانند شمارش از عدد یک، سریع‌تر اجرا می‌شود و در چهارچوب هر راه‌برد معین نیز، سرعت و درستی آن افزایش می‌یابد. برای نمونه، یافته‌های سیگلر (۱۹۸۷) نشان داد که مدت زمان حل مسئله‌های جمع با تجزیه‌ی آن‌ها به دو شکل ساده‌تر، با افزایش سن کاهش می‌یابد. کودکان کودکستانی برای حل چنین مسائلی به طور متوسط $6/9$ ثانیه، کودکان سال اول ابتدایی $4/1$ ثانیه و کودکان سال دوم $3/2$ ثانیه زمان صرف می‌کنند. از آن‌جا که دریافت دقیق فرآیند یادگیری کودکان و سازوکارهای زیربنایی آن نیازمند شناخت فرآیند شکل‌گیری توانایی راه‌بردی کودکان سنین مختلف و عوامل مؤثر بر تحول توانایی راه‌بردی است، و در این زمینه نیز پژوهش مدونی در ایران انجام نشده‌است، این پژوهش به بررسی تأثیر شرایط اقتصادی-اجتماعی در فرآیند تحول راه‌بردهای حل مسئله می‌پردازد.

انگاره‌های پژوهش، بر پایه‌ی مبانی نظری و ادبیات پژوهشی، چنین است:

- کودکان با شرایط اقتصادی-اجتماعی مختلف، در حل مسئله راه‌بردهایی همانند به کار می‌گیرند.
- درستی اجرای راه‌بردها، در کودکان با شرایط اقتصادی-اجتماعی بالا بیش‌تر از کودکان با شرایط اقتصادی-اجتماعی پایین است.
- سرعت اجرای راه‌بردها، در کودکان با شرایط اقتصادی-اجتماعی بالا بیش‌تر از کودکان با شرایط اقتصادی-اجتماعی پایین است.

روش پژوهش

شیوه‌ی اصلی این پژوهش شبه‌تجربی است؛ چرا که برای بررسی تأثیر شرایط اجتماعی-اقتصادی بر توانایی راه‌بردی کودکان، باید دو گروه مستقل را مقایسه نمود. بنابراین، در یک بررسی مقطعی^۱ گروه‌هایی از دانش‌آموزان سنین مختلف در دو طبقه‌ی برخوردار و نابرخوردار در یک مقطع زمانی معین آزموده‌شدند تا تفاوت‌های راه‌بردی آنان یافته‌شود. جامعه‌ی آماری، همه‌ی دانش‌آموزان سال اول، دوم، و سوم ابتدایی مناطق شمال و جنوب شهر تهران بود که در سال تحصیلی ۸۲-۸۱ در حال تحصیل بودند. برای تعیین گروه نمونه، نخست با توجه به موقعیت‌های جغرافیایی شهر تهران، از میان مناطق آموزشی شمال، منطقه‌ی آموزشی ۳، و از میان مناطق آموزشی جنوب، منطقه‌ی آموزشی ۱۶ به عنوان نماد طبقه‌ی برخوردار و نابرخوردار برگزیده‌شدند. سپس، با نگرش به این که در روش‌های علی-مقایسه‌ای برای هر گروه دست‌کم ۱۵ نفر سفارش شده (دلاور، ۱۳۸۰)، نمونه‌ای با ۱۹۲ دانش‌آموز دختر و پسر پایه‌ی اول، دوم، و سوم از دو منطقه‌ی شمال و جنوب شهر تهران که در شرایط اجتماعی-اقتصادی متفاوت بودند به شیوه‌ی تصادفی تعیین و ارزیابی شدند (جدول ۱).

جدول ۱- نمونه‌ی بررسی‌شده بر پایه‌ی سن و جنس

جمع	جنوب			شمال			منطقه‌ی آموزشی
	سوم	دوم	اول	سوم	دوم	اول	پایه
	۹ [۱۱-۱]	۸ [۱۱-۱]	۷ [۱۱-۱]	۹ [۱۱-۱]	۸ [۱۱-۱]	۷ [۱۱-۱]	سن (سال‌ها) جنس
۹۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	پسر
۹۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	دختر
۱۹۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	جمع

ارزیابی راه‌بردهای حل مسئله با «آزمون تفاوت‌های فردی در گزینش‌های راه‌برد جمع»^۲ (نمایه‌ی آ) انجام شد. این آزمون که به‌وسیله‌ی کرکمن و سیگلر (۱۹۹۷) ساخته‌شده دو نمایه‌ی هم‌راستا دارد که هر یک از آن‌ها دارای ۲۰ دستور جمع یک‌رقمی است. بررسی‌های آماری، پایایی^۳ و روایی^۴ دو نمایه را تأیید نمود (کرکمن، و سیگلر، ۱۹۹۷). در این پژوهش نیز، برای سنجش پایایی این آزمون، روش دونیمه‌سازی گاتمن^۵ برای ۴۰ ماده به

1. Cross-sectional

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

3. Reliability

4. Validity

5. Guttman's Split-half



کار رفت. در این روش، از نمایه‌های آ و ب به عنوان دو نیمه استفاده شد. پایایی دو نمایه در متغیرهای درصد خطاهای بازیابی، درصد کاربرد راه‌برد پستی‌بان، و درصد خطاهای راه‌برد پستی‌بان، به ترتیب ۰/۸۶، ۰/۹۳، و ۰/۹۰ بود.

برای واری واری روایی نیز هم‌بستگی بین درصد خطاهای بازیابی و درصد خطاهای راه‌برد پستی‌بان با نمره‌های پایایی ریاضی دانش‌آموزان که از سوی آموزگاران آن‌ها ارائه شده‌بود به دست آمد. وجود هم‌بستگی‌های معنادار، روایی دو نمایه‌ی این آزمون را تأیید نمود. هم‌بستگی درصد خطاهای بازیابی با نمره‌های ریاضی، برای نمایه‌ی آ $0/40 (P < 0/01)$ ، و برای نمایه‌ی ب $0/87 (P < 0/05)$ ، و هم‌بستگی درصد خطاهای راه‌برد پستی‌بان با نمره‌های ریاضی برای نمایه‌ی آ $0/53 (P < 0/01)$ ، و برای نمایه‌ی ب $0/58 (P < 0/01)$ برآورد شد.

آزمودنی‌ها جداگانه آزموده‌شدند. پس از واری دریافت کودک از مفهوم جمع، در حالی که هیچ شیء بیرونی برای دست‌کاری نبود، مسئله‌ها گفتاری ارائه شد. پس از بیان هر پاسخ، از کودک خواسته‌می‌شد تا روشن کند که چه‌گونه توانسته‌است پاسخ دهد. برای ارزیابی راه‌بردهای کودکان، پاسخ کودک، مدت زمان واکنش، و راه‌بردی را که برای حل مسئله به کار گرفته‌بود، ثبت و سپس این راه‌بردها بر اساس مشاهده‌ی آزمایش‌گر (به‌کارگیری انگشتان یا مرجع‌های بیرونی دیگر، حرکت لب‌ها، و از این دست) و گزارش خود کودک طبقه‌بندی شد.

راه‌بردهای کودکان در حل مسئله‌های جمع در یکی از دو دسته‌ی زیر جای می‌گرفت:

۱- راه‌برد بازیابی- این راه‌برد نیازمند فراخوان پاسخ از حافظه‌ی درازمدت است؛ به

همین دلیل در بازیابی رفتارهای دیداری یا شنیداری دیده نمی‌شود.

۲- راه‌برد پستی‌بان- این راه‌بردها که با رفتارهای آشکار، خواه با انگشتان یا بدون

انگشتان، شمارش لفظی، و مانند این‌ها شناخته‌می‌شود خود به چندین شیوه اجرا می‌شود:

آ- راه‌برد برهم‌نهی^۱- در این راه‌برد، کودک از عدد یک آغاز می‌کند و به

اندازه‌ی هر دو عدد دستور جمع می‌شمارد؛

ب- راه‌برد بیشینه^۲- در این راه‌برد، کودک پایه را عدد کوچک‌تر دستور جمع

می‌گیرد و سپس، به اندازه‌ی عدد بزرگ‌تر می‌شمارد؛

پ- راه‌برد کمینه^۳- در این راه‌برد، کودک پایه را عدد بزرگ‌تر دستور جمع

می‌گیرد و سپس، به اندازه‌ی عدد کوچک‌تر می‌شمارد؛

1. Sum Strategy
2. Max Strategy
3. Min Strategy

دوره‌ی ۱، شماره‌ی ۲
بهار و تابستان ۱۳۸۴

ت- راه‌برد انگشتان^۱- در این راه‌برد، کودک انگشتان هر دو دست را به اندازه‌ی عدددهای دستور جمع بالا می‌آورد اما بی آن که انگشتان خود را بشمارد، پاسخ می‌دهد؛

ث- راه‌برد تجزیه- در این راه‌برد، کودک پایه را عدد ده می‌گیرد و با خورد کردن یک عدد، عدد دیگر را به ده می‌رساند و باقی‌مانده را پس از ده می‌شمرد؛ یا آن که ابتدا دستور را به دو عدد هم‌ارز تبدیل می‌کند و سپس باقی‌مانده را می‌شمرد.

گاه نیز کودک پاسخ مسئله را حدس می‌زند، یا تنها به گفتن نمی‌داند بسنده می‌کند.

در تحلیل داده‌ها، آزمون خی (χ) برای مقایسه‌ی فراوانی استفاده از راه‌برد، و آزمون t برای تعیین معناداری تفاوت میانگین نمره‌های دانش‌آموزان دو منطقه‌ی آموزشی در سطح درستی و مدت زمان اجرای راه‌بردها به کار گرفته‌شد.

یافته‌ها

فراوانی و درصد راه‌بردهای به‌کارگرفته در حل مسئله‌ها به تفکیک طبقه‌ی اقتصادی-اجتماعی دانش‌آموزان در جدول ۲ آمده‌است. این یافته‌ها نشان می‌دهد که دانش‌آموزان منطقه‌ی آموزشی شمال، نسبت به دانش‌آموزان منطقه‌ی آموزشی جنوب برای حل مسئله‌ها راه‌بردهای کارآمد بازیابی و تجزیه را بیش‌تر به کار گرفته‌اند و در برابر، کم‌تر به راه‌بردهای برهم‌نهی، بیشینه، کمینه، و انگشتان دست زده‌اند.

جدول ۲- فراوانی و درصد به‌کارگیری راه‌بردهای حل مسئله به تفکیک دو منطقه‌ی آموزشی

کل	جنوب		شمال		منطقه‌ی آموزشی
	تعداد	درصد	تعداد	درصد	راه‌برد
۱'۰۳۴	۲۱۵۶	۲۱٪	۴۱۴	۳۲٪	بازیابی
۱'۱۳۳	۳۲۷۶	۳۲٪	۶۲۹	۲۶٪	برهم‌نهی
۲۹۳	۸۵۹	۸٪	۱۶۵	۶٪	بیشینه
۱'۰۶۸	۲۹۳۲	۲۹٪	۵۶۳	۲۶٪	کمینه
۷۰	۲۶۶	۲٪	۵۱	۰٪	انگشتان
۲۲۸	۴۴۸	۴٪	۸۶	۷٪	تجزیه
۱۴	۰۶۳	۰٪	۱۲	۰٪	نمی‌داند

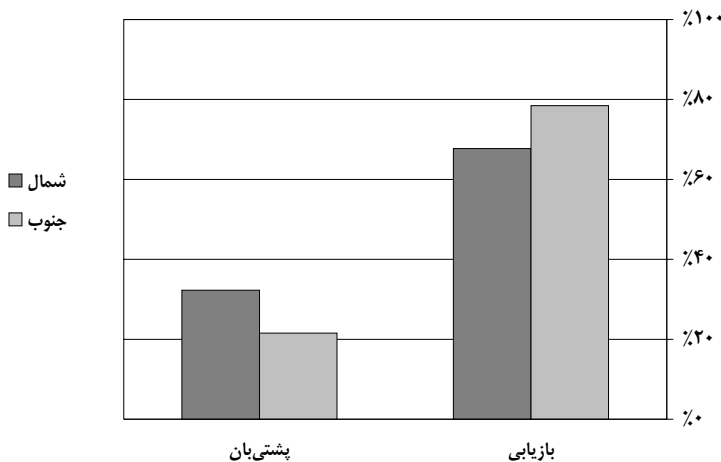


برای بررسی تفاوت‌های راهبردهای به‌کارگرفته‌شده در میان دانش‌آموزان دو منطقه‌ی آموزشی آزمون خی به کار آمد (جدول ۳). یافته‌های این آزمون، تفاوت‌های دو گروه را در گزینش راهبردها معنادار نمی‌داند، مگر در راهبرد انگشتان ($\chi^2 = 15/610$ و $P = 0/016$)، که نشان‌دهنده‌ی درستی این انگاره است که «کودکان با شرایط اقتصادی-اجتماعی مختلف، در حل مسئله راهبردهایی همانند به کار می‌گیرند».

جدول ۳- نتایج آزمون خی برای مقایسه‌ی دانش‌آموزان دو منطقه‌ی آموزشی در به‌کارگیری راهبرد

سطح معناداری	درجه‌ی آزادی	χ^2	راهبرد
0/118	18	25/253	بازیابی
0/180	18	23/294	برهم‌نهی
0/159	11	15/533	بیشینه
0/442	18	18/210	کمینه
0/016	6	15/610	انگشتان
0/476	12	11/624	تجزیه
0/391	3	3/005	نمی‌دانم

در نمودار ۱، تمایز به‌کارگیری راهبردها در دو دسته‌ی اصلی بازیابی و پشتی‌بان به تفکیک مناطق آموزشی شمال و جنوب دیده‌می‌شود.



نمودار ۱- درصد کاربرد راهبردها به تفکیک مناطق آموزشی شمال و جنوب

شاخص‌های میانگین و انحراف معیار نمره‌های اجرای درست راه‌بردها برای دانش‌آموزان دو منطقه‌ی آموزشی در دو دسته‌ی بازیابی و پشتی‌بان در جدول ۴ آمده‌است. این نتایج نشان می‌دهد که میانگین نمره‌های دانش‌آموزان منطقه‌ی شمال نسبت به دانش‌آموزان منطقه‌ی آموزشی جنوب در سطح پاسخ‌های بازیابی‌شده‌ی درست، بیشتر، و در مقابل، در سطح اجرای درست راه‌بردهای پشتی‌بان، کمتر است.

جدول ۴- میانگین و انحراف معیار نمره‌های اجرای درست راه‌برد

خطای استاندارد میانگین	انحراف معیار	میانگین	تعداد	منطقه	راه‌برد
۰/۴۱۴۹۷	۴/۰۶۵۹	۵/۱۲۵۰	۹۶	شمال	بازیابی
۰/۳۶۶۷۹	۳/۵۶۴۴	۳/۸۹۵۶	۹۶	جنوب	
۰/۵۵۲۶۳	۵/۴۲۴۴	۹/۶۶۶۷	۹۶	شمال	پشتی‌بان
۰/۴۹۰۳۱	۴/۸۰۴۰	۱۰/۹۲۷۱	۹۶	جنوب	
۰/۶۳۷۵۴	۶/۲۴۶۶	۱۴/۹۶۸۸	۹۶	شمال	کل
۰/۵۹۰۴۹	۵/۷۸۵۶	۱۴/۸۲۳۹	۹۶	جنوب	

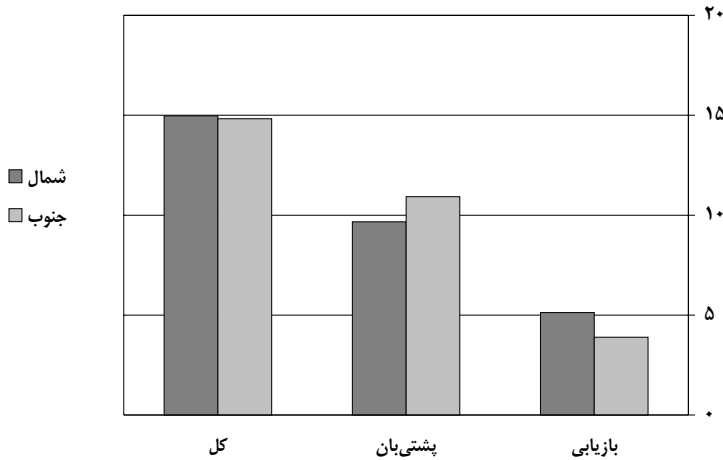
برای مقایسه‌ی میزان درستی راه‌بردها در دانش‌آموزان دو منطقه‌ی آموزشی، آزمون t برای سنجش معناداری تفاوت بین میانگین‌ها به کار گرفته‌شد (جدول ۵). نتایج نشان می‌دهد که تفاوت میان دو منطقه‌ی آموزشی در سطح اجرای درست بازیابی معنادار است ($P = ۰/۰۲۷$) و این انگاره درست می‌نماید که «میزان درستی اجرای راه‌بردها در کودکان با شرایط اقتصادی-اجتماعی بالا، بیش از کودکان با شرایط اقتصادی-اجتماعی پایین است».

جدول ۵- آزمون t برای مقایسه‌ی دانش‌آموزان دو منطقه‌ی آموزشی در اجرای درست راه‌برد

آزمون همسانی واریانس‌ها لویین	F	فاصله‌ی اطمینان تفاوت‌ها %۹۵	خطای استاندارد تفاوت	معناداری دو دامنه	درجه‌ی آزادی	ارزش t	واریانس‌ها	درستی راه‌برد
۰/۱۶۵	۱/۹۴۳	۲/۴۳۴۱ و ۰/۱۴۹۲	۰/۵۷۹۱۷	۰/۰۲۷	۱۹۰	۲/۲۳۰	هم‌سان	بازیابی
		۲/۴۳۴۱ و ۰/۱۴۹۲	۰/۵۷۹۱۷	۰/۰۲۷	۱۸۸/۰۵۰	۲/۲۳۰	ناهم‌سان	
۰/۱۱۱	۲/۵۵۷	۰/۱۹۸۳ و -۲/۷۱۹۱	۰/۷۳۹۳۵	۰/۰۹۰	۱۹۰	-۱/۷۰۴	هم‌سان	پشتی‌بان
		۰/۱۹۸۳ و -۲/۷۱۹۳	۰/۷۳۹۳۵	۰/۰۹۰	۱۸۷/۲۶۴	-۱/۷۰۴	ناهم‌سان	
۰/۵۵۴	۰/۳۵۱	۱/۸۵۹۹ و -۱/۵۶۸۳	۰/۸۶۸۹۹	۰/۸۶۷	۱۹۰	۰/۱۶۸	هم‌سان	کل
		۱/۸۶۰۰ و -۱/۵۶۸۳	۰/۸۶۸۹۹	۰/۸۶۷	۱۸۸/۸۹۴	۰/۱۶۸	ناهم‌سان	



در نمودار ۲ میانگین نمره‌های اجرای درست راهبردها در دو منطقه‌ی آموزشی آمده‌است.



نمودار ۲- میانگین نمره‌های اجرای درست راهبردها در دو منطقه‌ی آموزشی

مقایسه‌ی فراوانی و درصد اجرای نادرست راهبردها (درصد خطا) در دانش‌آموزان پایه‌های تحصیلی متفاوت مناطق آموزشی شمال و جنوب، نشان می‌دهد که با افزایش پایه‌ی تحصیلی، درصد خطای بازیابی از ۵۴/۱۶ درصد به ۵/۶۴ درصد، و درصد پاسخ‌های نادرست برآمده از اجرای راهبردهای پشتیبان از ۶۳/۰۶ درصد به ۸/۲۴ درصد کاهش یافته‌است (جدول ۶).

جدول ۶- فراوانی و درصد دانش‌آموزان پایه‌های تحصیلی متفاوت در اجرای نادرست راهبرد

راهبرد								تعداد	پایه
خطای پشتیبان		پشتیبان		خطای بازیابی		بازیابی			
درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی		
۶۳/۰۶٪	۶۷۱	۸۳/۱۳٪	۱'۰۶۴	۵۴/۱۷٪	۱۱۷	۱۶/۸۸٪	۲۱۶	۶۴	اول
۹/۷۸٪	۹۲	۷۳/۵۲٪	۹۴۱	۷/۰۸٪	۳۴	۲۶/۴۸٪	۳۳۹	۶۴	دوم
۸/۲۴٪	۶۶	۶۲/۵۸٪	۸۰۱	۵/۶۴٪	۲۷	۳۷/۴۲٪	۴۷۹	۶۴	سوم
۲۹/۵۴٪	۸۲۹	۷۳/۰۷٪	۲'۸۰۶	۱۶/۲۵٪	۱۶۸	۲۶/۹۳٪	۱'۰۳۴	۱۹۲	جمع

میانگین و انحراف معیار نمره‌های دانش‌آموزان برای مدت زمان اجرای راه‌بردها در دو منطقه‌ی آموزشی شمال و جنوب در جدول ۷ آمده‌است. مهم‌ترین نکته‌ی که از این جدول دریافت می‌شود کم‌تر بودن متوسط زمان واکنش در دانش‌آموزان منطقه‌ی آموزشی شمال نسبت به دانش‌آموزان منطقه‌ی آموزشی جنوب است (۷/۹۴ ثانیه در برابر ۱۰/۵۵ ثانیه).

جدول ۷- میانگین و انحراف معیار نمره‌های مدت زمان اجرای راه‌برد

خطای استاندارد میانگین	انحراف معیار	میانگین	تعداد	منطقه	راه‌برد
۰/۲۴۴۲۱	۲/۳۴۲	۳/۰۹	۸۲	شمال	بازیابی
۰/۳۱۷۷۸	۲/۸۹۵	۲/۸۷	۸۳	جنوب	
۰/۶۹۵۵۷	۶/۷۷۹	۹/۸۴	۹۵	شمال	پشتی‌بان
۱/۳۳۰۹۰	۱۲/۹۴۲	۱۲/۱۹	۹۶	جنوب	
۰/۶۵۶۸۹	۶/۴۳۶	۷/۹۴	۹۶	شمال	واکنش
۱/۱۸۷۵۲	۱۱/۶۳۵	۱۰/۵۵	۹۶	جنوب	

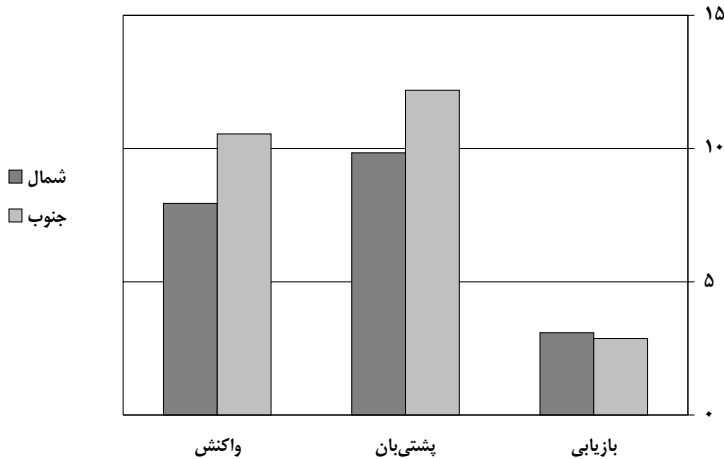
نتایج آزمون t برای تعیین معناداری تفاوت بین میانگین نمره‌های دانش‌آموزان برای مدت زمان اجرای راه‌بردها در دو منطقه‌ی آموزشی شمال و جنوب در جدول ۸ آمده‌است که نشان‌دهنده‌ی درستی این انگاره است که «سرعت اجرای راه‌بردها در کودکان با شرایط اقتصادی-اجتماعی مختلف نسبت به یکدیگر تفاوت معنادار ندارد».

جدول ۸- آزمون t برای مقایسه‌ی مدت زمان اجرای راه‌برد در دانش‌آموزان دو منطقه‌ی آموزشی

آزمون همسانی واریانس‌ها لوین	F	فاصله‌ی اطمینان تفاوت‌ها %۹۵	خطای استاندارد تفاوت	معناداری دو دامنه	درجه‌ی آزادی	ارزش t	واریانس‌ها	درستی راه‌برد
۰/۸۰۹	۰/۰۵۹	۰/۹۹۶۸ و -۰/۵۶۸۳	۰/۳۹۶۴۸	۰/۵۹۰	۱۷۳	۰/۵۴۰	همسان	بازیابی
		۱/۰۰۵۹ و ۰/۵۷۷۳	۰/۴۰۰۷۸	۰/۵۹۴	۱۵۷/۸۵	۰/۵۳۵	ناهمسان	
۰/۰۰۳	۹/۱۰۳	۰/۵۹۸۷ و -۵/۳۰۸۵	۱/۴۹۷۳۳	۰/۱۱۷	۱۸۹	-۱/۵۷۳	همسان	پشتی‌بان
		۰/۵۹۵۹ و -۵/۳۰۵۶	۱/۴۹۲۸۵	۰/۱۱۷	۱۴۳/۸۲	-۱/۵۷۷	ناهمسان	
۰/۰۰۲	۹/۴۵۸	۰/۰۶۴۵ و -۵/۲۸۹۳	۱/۳۵۷۰۹	۰/۰۵۶	۱۹۰	-۱/۹۲۵	همسان	واکنش
		۰/۰۶۹۴ و -۵/۲۹۴۱	۱/۳۵۷۰۹	۰/۰۵۶	۱۴۸/۱۶	-۱/۹۲۵	ناهمسان	



در نمودار ۳ میانگین مدت زمان اجرای راه‌بردها در دانش‌آموزان دو منطقه‌ی شمال و جنوب آمده‌است.



نمودار ۳- میانگین نمره‌های زمان اجرای راه‌بردها دو منطقه‌ی آموزشی

بررسی یافته‌ها

یافته‌های این پژوهش با نشان دادن فرآیند شکل‌گیری تدریجی توانایی راه‌بردی کودکان ایرانی، انگاره‌های اساسی الگوی گزینش راه‌برد سازش‌یافته را در چهارچوب الگوی توزیع هم‌خوانی‌ها تأیید کرد و نشان داد که الگوی انتخاب راه‌برد در کودکان با شرایط اقتصادی-اجتماعی مختلف با یک‌دیگر تفاوتی ندارد و کودکان طبقه‌ی برخوردار و نابرخودار در حل مسئله‌ها راه‌بردهایی همانند به کار می‌گیرند. این یافته‌ها نشان داد که با افزایش تجربه‌ی یادگیری، از یک سو بازیابی پاسخ مسئله‌ها از حافظه‌ی درازمدت افزایش می‌یابد، و از سوی دیگر فراوانی نسبی به‌کارگیری راه‌بردهای پستی‌بان تغییر می‌کند؛ و کودکان برای حل مسئله‌ها بیش‌تر راه‌برد کارآمد کمینه، و کمتر راه‌بردهای ناکارآمد برهم‌نهمی و بیشینه را به کار می‌گیرند. همچنین، درصد خطای بازیابی و درصد خطای به‌دست‌آمده از اجرای راه‌برد پستی‌بان نیز کاهش می‌یابد (جدول ۶).

این یافته‌ها، با بررسی‌های انجام‌شده در قلمرو تحول راه‌بردهای حل مسئله هم‌سو است (برای نمونه، سیگلر، ۲۰۰۰؛ سیگلر، ۲۰۰۲؛ شراگر، و سیگلر، ۱۹۹۸؛ لمیر، و سیگلر، ۱۹۹۵؛ سیگلر و شیپلی، ۱۹۹۵؛ گیری، و هم‌کاران، ۱۹۹۶؛ کرک‌من، و سیگلر، ۱۹۹۳؛ کرک‌من، و سیگلر، ۱۹۹۷)؛ و افزون بر این، با بررسی‌هایی دیگر هم‌خوانی دارد که نشان داده‌اند پاسخ‌های بازیابی‌شده در کودکان طبقه‌ی

برخوردار درست‌تر از کودکان طبقه‌ی نابرخوردار است (برای نمونه، سیگلر، ۲۰۰۳؛ کرکمن، و سیگلر، ۱۹۹۳؛ کرکمن، و سیگلر، ۱۹۹۷)؛ اما در سطح متوسط مدت زمان اجرای راه‌بردها، دو منطقه‌ی آموزشی تفاوت معناداری با هم ندارد.

اگرچه یافته‌های این پژوهش نشان‌گر تفاوت معنادار سرعت اجرای راه‌بردهای حل مسئله در کودکان با شرایط اقتصادی-اجتماعی مختلف نیست، اما شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد به‌کارگیری راه‌بردها در کودکان با شرایط اقتصادی-اجتماعی متوسط سریع‌تر از کودکان با شرایط اقتصادی-اجتماعی پایین است (سیگلر، ۲۰۰۳؛ کرکمن، و سیگلر، ۱۹۹۷، ۱۹۹۳). برای روشن ساختن این ناهم‌گرایی می‌توان دو عامل را برشمرد:

نخست این که شاید این مناطق آموزشی نماینده‌ی شرایط اقتصادی-اجتماعی مختلف نباشند. این انگاره نامحتمل به نظر می‌رسد؛ چه، بررسی‌هایی که به مقایسه‌ی تحول‌شناختی، اخلاقی، و اجتماعی دانش‌آموزان مناطق آموزشی مختلف پرداخته (دادستان، و هم‌کاران، ۱۳۷۶؛ دادستان، و هم‌کاران، ۱۳۸۱)، نشان داده‌اند که مناطق ۳ و ۱۶، یعنی منطقه‌های جغرافیایی شمال و جنوب تهران، نماینده‌ی دو قطب متمایز توزیع امکانات اقتصادی-اجتماعی در تهران است و تفاوت‌های دیده‌شده میان این مناطق، نقش عوامل اقتصادی-اجتماعی را در تأمین شرایط و امکانات لازم برای تحول توان‌مندی‌های ذهنی برجسته ساخته‌است.

عاملی دیگر که می‌تواند در این ناهم‌گرایی دست داشته‌باشد، مؤثر نبودن روش‌های کنونی آموزشی در تحول توانایی روشی^۱ و دانش مفهومی^۲ دانش‌آموزان است. نداشتن دانش مفهومی که بر پایه‌ی درصد بالای خطای بازیابی و درصد بالای خطاهای به‌دست‌آمده در اجرای راه‌بردهای پشتی‌بان در نمونه‌ی بررسی‌شده آشکار می‌شود (جدول ۶)، برآمده از به‌کارگیری راه‌بردهای ناکارآمد است (ریتل-جانسون، سیگلر، و آلی‌بالی، ۲۰۰۱). برابرنهی نمره‌های این دانش‌آموزان با کودکان کشورهای دیگر نشان داده‌است که دانش‌آموزان ما، نه‌تنها بازیابی و راه‌بردهای کارآمد دیگر مانند کمینه و تجزیه را بسیار کم‌تر به کار می‌گیرند، بلکه در نخستین سال ابتدایی، در سطحی بسیار گسترده در حل مسئله‌ها به راه‌بردهای ناکارآمد، به‌ویژه راه‌برد برهم‌نهی، یعنی شمارش از یک متوسل می‌شوند که پی‌آمد آن خطاهای پیاپی در حل مسئله‌های ساده‌ی جمع و کم‌بود توان‌مندی بسنده در بازیابی بنیان‌های پایه‌ئی جمع است (نعمت طاوسی، و سیف، زیرچاپ).

یافته‌های این پژوهش، هم‌چنین نشان داد که نداشتن تجربه‌ی لازم در به‌کارگیری راه‌بردهای پشتی‌بان کارآمد در نخستین سال مدرسه موجب شده است که میزان پاسخ‌های بازیابی‌شده در دانش‌آموزان پایه‌ی اول هر دو منطقه اندک باشد (۱۶/۸۸ درصد)، بیش از

1. Conceptual

2. Procedural

3. Rittle-Johnson, B., Siegler, R. S., & Alibali, M. W.



نیمی از این پاسخ‌ها نادرست باشد (۵۴/۱۶ درصد)، و حتا زمانی که انتظار می‌رود دانش‌آموزان پایه‌ی سوم بتوانند پاسخ‌های جمع یک‌رقمی را از حافظه‌ی درازمدت بازیابی کنند (لمبر، بارت، فیول، و ابدی، ۱۹۹۴)، تنها نزدیک به یک‌سوم آنان (۳۷/۴۲ درصد) توانایی کامل بازیابی بنیان‌های پایه‌ی جمع را داشته‌باشند.

از سوی دیگر، وجود هم‌بستگی نیرومند بین درک مفهومی و دانش روشی (ریتل-جانسون، سیگلر، و آلی‌بالی، ۲۰۰۱؛ سیگلر، ۲۰۰۳)، نداشتن دانش روشی را نیز در نمونه‌ی بررسی‌شده آشکار می‌کند و نشان می‌دهد که با همه‌ی کوشش‌های فراوان آموزگاران در آموزش حساب، روش‌های آموزشی که در مدارس ما به کار می‌رود نه‌تنها در درک مفهومی، بلکه در پیش‌رفت توانایی روشی دانش‌آموزان در جمع و تفریق که بر پایه‌ی افزایش سرعت محاسبه در این گونه مسئله‌ها مشخص می‌شود، مؤثر واقع نمی‌شود. به نظر می‌رسد این امر سبب شده‌است که تجربه‌ی یادگیری در هر دو منطقه‌ی آموزشی با پیش‌رفت در سرعت کارکرد در حل مسئله هم‌راه نباشد و به همین رو، سرعت به‌کارگیری راه‌بردها در کودکان دو منطقه‌ی آموزشی شمال و جنوب با یک‌دیگر تفاوت نداشته‌باشد.

به دلیل اهمیت برهم‌نهی به منزله‌ی یک مهارت بنیادین که یادگیری ریاضیات پیش‌رفته مانند جبر، بی‌میانجی به آن وابسته است (جوردن، هنج، و کاپلان، ۲۰۰۳)، می‌توان با به‌کارگیری روش‌های آموزشی مناسب و علمی که بر درک مفهومی و نیز مهارت روشی تأکید دارد، یادگیری بنیان‌های پایه‌ی جمع را در کودکان آسان ساخت. بی‌گمان، ترغیب و تشویق دانش‌آموزان به استفاده از راه‌بردهای پشتی‌بان، به توان‌مندی فزاینده‌ی آنان در بازیابی پاسخ‌های درست از حافظه‌ی درازمدت می‌انجامد و با کاهش خطاهای بازیابی، سرعت محاسباتی نیز افزایش می‌یابد.

با نگرش به محدودیت‌های اجرای پژوهش، یافته‌ها محدود به دانش‌آموزان سه پایه‌ی تحصیلی در گستره‌ی سنی ۶ تا ۹ ساله در دو منطقه‌ی آموزشی شهر تهران است که امکان تعیین دقیق فرآیند شکل‌گیری راه‌بردها را در سنین بالاتر میسر نمی‌گرداند. روشن است که ارزش‌یابی پایه‌های تحصیلی بالاتر، مناطق آموزشی مختلف، و بررسی توانایی راه‌بردی دانش‌آموزان در مهارت‌های اساسی دیگر (تفریق، ضرب، و تقسیم) بر دقت و جامعیت یافته‌ها می‌افزاید.

منابع

- دادستان، پ. و هم‌کاران. (۱۳۷۶). بررسی توان ذهنی و درک مفاهیم دانش‌آموزان دوره‌ی ابتدایی به منظور تعیین استانداردهای آموزشی. سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش.
- دادستان، پ. و هم‌کاران. (۱۳۸۱). بررسی تحولی توان ذهنی، اخلاقی، و اجتماعی دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی به منظور تعیین استانداردهای آموزشی. سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش.
- دلاور، ع. (۱۳۸۰). مبانی نظری و عملی پژوهش در علوم انسانی و اجتماعی. انتشارات رشد.
- نعمت طاوسی، م.، و سیف، ع. ا. (زیرچاپ). تحول توانایی‌های راه‌بردی حساب در کودکان ایرانی: تأثیر سن و جنس. فصل‌نامه‌ی روان‌شناسان ایرانی.
- Cauce, A. M. (2005). Teaching and learning for knowledge acquisition, consolidation, and automaticity, and understanding. In E. W. Gordon, & B. L. Bridglall (Eds.), *The Affirmative Development of Academic Ability*. Lanham, MD: Rowman and Littlefield.
- 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*, 65 (Serial No. 261).
- Comer, J. (1997). *Waiting for a Miracle: Why Our Schools Can't Solve Our Problems, and How We Can*. New York: Dutton.
- Crowley, K., & Siegler, R. S. (1999). Explanation and generalization in young children's strategy learning. *Child Development*, 70, 304-316.
- Entwistle, D. R., & Alexander, K. L. (1990). Beginning school math competence: Minority and majority comparisons. *Child Development*, 61, 454-471.
- 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 Development*, 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.
- Graham, S. (2001). Interferences about responsibility and values: Implications for academic motivation. In F. Salihi & C. Chiu (Eds.), *Students Motivation: The Culture and Context of Learning*. New York: Plenum.
- Jordan, N. C., Hanich, L. B., & Kaplan, D. (2003). A longitudinal study of mathematical competence in children with specific mathematics difficulties versus children with comorbid mathematics and reading difficulties. *Child Development*, 74, 834-850.
- Hook, P. E., & Jones, S. D. (2002). The importance of automaticity and fluency for efficient reading comprehension. *Perspectives*, 28 (1), 9-14.
- Huang, G., Reiser, M., Parker, A., Muniac, J., & Salvucci, S. (2003). *Institute of Education Sciences Findings from Interviews with Education Policymakers*. Arlington, VA: Synectics. Retrieved July 27, 2004.
- 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.



- Lamaire, P., Barrett, S. E., Fayol, M., & Abdi, H. (1994). Automatic activation of addition and multiplication facts in elementary school children. *Journal of Experimental Psychology*, 57, 224-258.
- Lamaire, 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.
- Lefevre, J. A., Sadesky, G. S., & Bisanz, J. (1996). Selection of procedures in mental addition: Reassessing the problem-size effect in adults. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22, 216-230.
- 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.
- Rothstien, R. (2004). *Class and Schools: Using Social, Economic, and Educational Reform to Close the Black-White Achievement Gap*. Economic Policy Institute and Teachers College Press.
- 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. (1987). The perils of averaging data over strategies: An example from children's addition. *Journal of Experimental Psychology: General*, 116, 250-264.
- Siegler, R. S. (1988). Individual difference in strategy choices: Good students, not-so-good students, and perfectionists. *Child Development*, 59, 833-851.
- Siegler, R. S. (2000). Unconscious insights. *Current Directions in Psychological Science*, 9, 79-83.
- Siegler, R. S. (2002). Micro-genetic studies of self-explanation. In N. Granpitt, & 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., & Booth, J. L. (2004). Development of numerical estimation in young children. *Child Development*, 75 (2), 428-444.
- 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., & 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 method. *Journal of Experimental Psychology: General*, 126, 71-92.
- 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., & 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., & Stern, E. (1998). Conscious and unconscious strategy discoveries: A micro-genetic analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 127, 377-397.
- 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.