ریاضیات در مدرسه و در خیابان

ترزینا نونز کاراهر

ترجمه: **نرگس عقیلی،** دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش ریاضی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی و دبیر ریاضی ناحیه ۲ قم

کلیدواژه‌ها: ریاضیات قومی، ریاضیات در زندگی روزمره.

پیشینه‌ی تحقیق

با انتشار این مقاله در سال ۱۹۸۵، عبارت «ریاضیات خیابانی[1]» به‌طور وسیعی در بین آموزش‌گران ریاضی رواج یافت. این اصطلاح، مترادف با این پدیده است که افرادی که محاسبات ریاضی خود را در مسائل واقعی روزمره به درستی انجام می‌دادند، از انجام مسائل مشابه اما بدون بافت و زمینه[2] و به وسیله‌ی کاغذ و مداد ناتوان بودند. این پدیده، این مدل سنتی آموزش را که معلمان باید ابتدا عملیات معمولی (روتین) محاسبات ریاضی را به کودکان بیاموزند و سپس از آن‌ها بخواهند که مسائل کاربردی را به کمک این محاسبات انجام دهند، زیر سوال برد.

مطالعات ریاضیات خیابانی هم‌زمان با مطالعات روان‌شناسان شناختی روی تأثیر طرح‌واره‌های ذهنی قبلی یادگیرندگان بر یادگیری مطالب جدید بود و درواقع به نوعی آن‌را تایید می‌کرد. این مطالعات نشان دادند که:

۱- وجود بافت و زمینه در مسائل ریاضی تا چه حد می‌تواند بر یادگیری ریاضیات در داخل و خارج کلاس تاثیرگذار باشد؛

۲- الگوریتم‌های مورد استفاده توسط دانش‌آموزان برای حل مسائل ریاضی در داخل و خارج از کلاس با یکدیگر تفاوت دارند.

ریاضیات در خیابان‌ها و در مدارس

دلایلی بر این تفکر وجود دارد که بین روش‌های حل مسائل ریاضی به کمک الگوریتم‌های آموخته شده در مدرسه روش حل

مسائلی مشابه آن‌ها در بیرون از مدرسه تفاوت وجود داشته باشد. رید و لِیو[3] (۱۹۸۱) نشان دادند که افرادی که آموزش مدرسه‌ای ندیده‌اند در مقایسه با افرادی که آموزش دیده‌اند چنین مسائلی را به روش‌های متفاوتی حل می‌کنند. به‌طور خاص آن‌ها اشاره می‌کنند که روش‌های غیررسمی برای انجام محاسبات ریاضی وجود دارد

که کمتر به کمک رویه‌های آموخته شده در مدارس می‌توان آن‌ها را انجام داد.

مطالعات رید و لیو بر روی بزرگسالان در کشور لیبریا نشان داد که بین کسانی که آموزش ندیده‌اند تفاوت‌هایی وجود دارد. البته این احتمال وجود دارد که بین روش‌های غیررسمی و رویه‌های مدرسه‌ای به‌کار گرفته شده توسط افرادی که در مدرسه آموزش دیده‌اند، همین تفاوت‌ها نیز وجود داشته باشد. به‌عبارت دیگر یک فرد آموزش دیده می‌تواند گاهی با استفاده از روش‌های غیررسمی، یک مسئله ریاضی را حل کند و یا گاهی به کمک الگوریتم‌های آموزش داده شده در مدرسه این کار را انجام دهد. این مسئله به‌خصوص در مورد کودکانی صدق می‌کند که مجبورند محاسبات ریاضی را در شرایطی خارج از مدرسه (در محل کسب و کار) انجام دهند به‌طوری‌که هم‌زمان الگوریتم‌های مربوط به این محاسبات را در مدرسه به‌طور ناقص می‌آموزند و به کارگیری آن‌ها در چنین شرایطی بیهوده است.

ما پیش از این نیز می‌دانستیم که کودکانی اغلب هنگام به کارگیری الگوریتم‌های مربوط به این‌گونه محاسبات که در مدرسه به‌طور ناقص یاد گرفته‌اند، به نتایج نامعقول و بی‌معنی دست می‌یابند، مثلاً در انجام یک تفریق مقدار باقی‌مانده را بزرگ‌تر از عدد اولیه در تفریق به‌دست می‌آورند (کاراهر و اشلیمن[۴]، ۱۹۸۵). هم‌چنین شواهدی وجود دارد که رویه‌های غیررسمی یاد گرفته شده در خارج از مدرسه اغلب بسیار مفید و مؤثر هستند. برای مثال، گی و کل[۵] (۱۹۷۶) نشان دادند که بازرگان کاپل[۶] که آموزش مدرسه‌ای ندیده بودند، بسیار بهتر از مدیران تحصیل کرده آمریکایی مقادیر مربوط برنج را تقریب می‌زدند. بنابراین، به‌نظر می‌رسد که کودکان معمولاً با رویه‌های یاد گرفته شده در مدرسه مشکل دارند در حالی‌که می‌توانند مسائل ریاضی را با همین روش‌های غیررسمی مؤثر، حل نمایند. این فرضیه را می‌توان به کمک مشاهده‌ی کودکانی که مجبورند محاسبات پیچیده و مکرر ریاضی را در بیرون از مدرسه انجام دهند، آزمود. کودکانی که در خیابان‌های برزیل مشغول دستفروشی هستند، در این گروه قرار می‌گیرند (کاراهر و همکاران، ۱۹۸۲).

زمینه‌ی فرهنگی

این مطالعه در شهر رسیف[۷] در قسمت شمال شرق سواحل برزیل، با حدود ۱/۵ میلیون جمعیت انجام شد. مانند چندین شهر بزرگ دیگر برزیل، این شهر نیز پذیرای تعداد زیادی از مهاجرانی که از روستاها به آن‌جا مهاجرت می‌کردند و مجبور بودند خود را با روش‌های جدید زندگی شهری وفق دهند. برلینک[۸] (۱۹۷۷)، در یک مطالعه‌ی قوم‌شناسی از کارگران مهاجر در ساوپلو[۹] و برزیل مشخص کرد که این افراد برای زندگی در این شهر، چهار نیاز اساسی داشتند: ۱- یافتن خانه، ۲- گرفتن جواز کار، ۳- پیدا کردن شغل و ۴- تدارک آب و غذا (با توجه به این‌که در محیط‌های روستایی افراد اغلب غذای مورد نیازشان را خود تولید می‌کنند). در ابتدا، آن‌ها مجبور بودند یا از طریق مواد غذایی که با خود از روستاها آورده بودند و یا از طریق گدایی کردن، امرار معاش کنند. آن‌ها بعد از مدتی تبدیل به کارگری معمولی می‌شدند و یا این‌که در بخش‌های خصوصی کار می‌کردند (اوالکانتی[۱۰]، ۱۹۷۸). در این محیط‌های کار غیررسمی، کارفرمایان آن‌ها برخی از حق و حقوق آن‌ها مانند بیمه سلامت را زیر پا می‌گذاشتند و لذا، درآمد آن‌ها غیردائمی و متغیر بود. اغلب افرادی که در این‌گونه مشاغل بودند، در سطوح پایین تحصیلات و مهارت‌های شغلی قرار داشتند. در این شهر (رسیف) ۳۰ درصد افراد به‌عنوان ار اصلی و ۱۸ درصد افراد به‌عنوان یک شغل دوم در این محیط‌های غیررسمی مشغول بودند (کاوالکانتی، ۱۹۷۸).

چندین نوع از مشاغل و کارهای خانگی، داد و ستدهای خیابانی، تعمیر کفش و دیگر تعمیرات کوچک که بدون یک مکان تجاری ثابت انجام می‌شدند بخشی از اقتصاد غیررسمی یک کشور را تشکیل می‌دهند. شغل غیررسمی مورد نظر در این مطالعه، داد و

یک فرد آموزش دیده می‌تواند گاهی با استفاده از روش‌های غیررسمی، یک مسئله ریاضی را حل کند و یا گاهی به کمک الگوریتم‌های آموزش داده شده در مدرسه این کار را انجام دهد

ستدهای خیابانی است که ۱۰ درصد درآمد اقتصادی خانواده‌ها را در سالوادور و فورتالزا تأمین می‌کند (کاوالکانتی و دورت[۱۱]، ۱۹۸۰). اگرچه چنین اطلاعات آماری در مورد شهر رسیف به‌دست نیامده است اما می‌توان گفت این شهر نیز وضعیتی مشابه با دو شهر مذکور دارند.

در برزیل، بسیاری از پسرها و دخترها برای کمک به والدین خود در تأمین نیازهای زندگی، مشغول به دستفروشی‌های خیابانی هستند. از حدود سنین ۸ تا ۹ سالگی این کودکان اغلب برخی از محاسبات مربوط به کارهای والدین خود را انجام می‌دهند در حالی‌که خود نیز مشغول فروشندگی هستند. برخی از نوجوانان نیز ممکن است به فروش غذاهای آماده مثل بادام زمینی یا ذرت بو داده، شیر نارگیل و . . . در خیابان‌ها بپردازند. طبق آمار به‌دست آمده از شهرهای سالوادور و فورتالز[۱۲]، ۲,۲ درصد کودکان در فورتالزا و ۱,۴ درصد کودکان در سالوادور که به مشاغل غیررسمی خیابانی مشغول هستند، در سنین ۱۴ سالگی یا کمتر قرار دارند در حالی‌که در حدود ۸,۲ درصد کودکان فورتالزا و ۷,۵ درصد کودکان سالوادور در سنین ۱۵ تا ۱۹ سالگی قرار دارند (کاوالکانتی و دورت، ۱۹۸۰).

در چنین شرایطی این کودکان و نوجوانان، باید تعداد زیادی از مسائل ریاضی را معمولاً بدون استفاده از کاغذ و مداد حل می‌کردند. این مسائل ممکن بود شامل عملیات ضرب (مانند یک نارگیل x، ۴ نارگیل 4x)، جمع (۴ نارگیل و ۵ لیمو می‌شود x + y) و یا تفریق باشد. از عملیات تقسیم کمتر استفاده می‌شد البته در جاهایی که یک نسبت مشخص بین قیمت و وزن یک جنس وجود داشت و مشتری نیز نسبتی از این جنس را درخواست می‌کرد آن‌ها مجبور بودند که این تقسیمات را انجام دهند. البته برخی از فروشندگان لیست فروش برای خود تهیه کرده بودند (یک تخم‌مرغ ۱۲ کروزیروس[۱۳] و دو تخم‌مرغ ۲۴ کروزیروس و . . .) اما این مورد بین کودکان شرکت‌کننده در این مطالعه دیده نشد و هم‌چنین این کودکان از کاغذ و مداد نیز برای انجام محاسبات خود استفاده نمی‌کردند. این وسایل تنها توسط دستفروش‌های بزرگسال که لیست‌های طولانی از فروش داشتند، مورد استفاده قرار می‌گرفت.

روش تحقیق

آزمودنی‌ها

کودکان شرکت‌کننده در این تحقیق ۴ پسر و ۱ دختر از سنین ۹ تا ۱۵ سال و با میانگین سینی ۱۱,۲ و پایه تحصیلی اول تا هشتم بودند. یکی از آن‌ها تنها ۱ سال به مدرسه رفته بود، دو تا از آن‌ها ۳ سال و یکی ۴ سال و دیگری ۸ سال و همه‌ی آن‌ها از خانواده‌های خیلی فقیر بودند.

۴ تا از آزمودنی‌ها در هنگام این مطالعه به مدرسه می‌رفتند ولی یکی از آن‌ها ۲ سالی بود که دیگر به مدرسه نمی‌رفت. ۴ تا از آن‌ها آموزش‌های رسمی در زمینه‌ی انجام عملیات ریاضی و مسائل کلامی دیده بودند و یکی از این افراد که تا پایه اول تحصیل کرده بود و دیگر به مدرسه نمی‌رفت، طبیعی بود که عملیات ضرب و تقسیم را یاد نگرفته بود چرا که آموزش این عملیات از پایه‌ی دوم یا سوم در مدارس عمومی این شهر (رسیف) آغاز می‌شد.

روش نمونه‌گیری

این کودکان توسط مصاحبه‌گرها انتخاب شدند در حالی‌که به تنهایی یا به‌همراه والدینشان در گوشه و کنار خیابان‌ها مشغول دستفروشی بودند. مصاحبه‌گرها اطلاعاتی را در مورد سن و میزان تحصیلات و نیز ارزش کالاهایی که این کودکان می‌فروختند، جمع‌آوری کردند.

روش انجام پژوهش

در این پژوهش از دو نوع آزمون رسمی و غیررسمی برای جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز استفاده شده بود. مواد آزمون در این موقعیت غیررسمی، در یک بازار فروش عادی به آزمودنی‌ها ارائه شدند، در حالی‌که خود محقق در نقش خریدار با کودکان داد و ستد می‌کرد و برخی اوقات خرید نیز انجام می‌شد و در حالات دیگر، از فروشنده خواسته می‌شد تا محاسبات را انجام دهد. در پایان آزمون غیررسمی از کودکان خواسته شد تا در یک آزمون رسمی که در کمتر از یک هفته‌ی بعد و در یک محیط دیگر و با همان مصاحبه‌گرها انجام می‌شد، شرکت کنند. شرکت‌کنندگان در مجموع، به ۹۹ سؤال در آزمون رسمی و ۶۳ سؤال در آزمون غیررسمی پاسخ

دادند. از آن جایی‌که مواد آزمون رسمی بر پایه‌ی سؤالات غیررسمی بودند، لذا دستور انجام آزمون برای همه‌ی آزمودنی‌ها ثابت بود.

۱- آزمون غیررسمی

آزمون غیررسمی به زبان پرتغالی و در محیط کار طبیعی آزمودنی‌ها و در گوشه‌ی خیابان‌ها و یا در جلوی مغازه‌ها انجام شده بود. آزمون‌گرها سؤالات متوالی را در مورد خریدهای واقعی یا فرضی از کودکان می‌پرسیدند و پاسخ‌ها را به‌صورت شفاهی به‌دست می‌آوردند. این پاسخ‌ها توسط مشاهده‌کنندگان یا روی نوار ضبط می‌شد و یا روی کاغذ با کمی توضیحات، نوشته می‌شد. پس از به‌دست آوردن پاسخ هر سؤال، آزمون‌گرها از کودکان روش حل مسائل را سؤال می‌کردند.

روش پژوهش می‌تواند به‌عنوان یک ترکیبی از روش بالینی پیاژه و مشاهده شرکت‌کنندگان توصیف شود. مصاحبه‌کننده تنها یک مصاحبه‌کننده نبود بلکه او نقش یک مشتری را نیز بازی می‌کرد. یک مشتری پرسشگر که از فروشنده می‌خواست تا نحوه‌ی انجام محاسباتشان را توضیح دهد.

یک مثال از سؤالات مطرح شده در آزمون غیررسمی با M در زیر آمده است. M یک فروشنده نارگیل بود که ۱۲ سال داشت و در پایه‌ی سوم تحصیل می‌کرد و مصاحبه‌کننده نیز به‌عنوان یک مشتری بود:

مشتری: قیمت یک نارگیل چقدر است؟

M: ۳۵

مشتری: ۱۰ تا نارگیل چقدر می‌شه؟

M: (مکث) ۳ تا می‌شه ۱۰۵. با ۳ تا دیگه می‌شه ۲۱۰. (مکث) ۴ تا دیگه هم دارم که میشه. . . ۳۱۵ و در نهایت فکر می‌کنم می‌شه ۳۵۰.

این مسئله به‌صورت ریاضی می‌تواند در چندین روش ارائه شود: ۱۰ × ۳۵ بهترین پاسخی بود که به سؤال مطرح شده می‌توان داد. پاسخ‌های آزمودنی که بهتر است به‌صورت ۳۵ + ۱۰۵ + ۱۰۵ + ۱۰۵ و بر مبنای ۱۰ × ۳۵ ارائه شود، به‌وسیله‌ی آزمودنی به‌صورت ۳۵ + (۳ × ۳۵) + (۳ × ۳۵) + (۳ × ۳۵) حل شد. این آزمودنی می‌توانست موقعیت بالا را به‌صورت زیر مسئله‌های زیر توضیح دهد:

(a) ۳۵ × ۱۰؛

(b) ۳۵ × ۳ (البته در جایی‌که از قبل می‌دانستیم)؛

(c) ۱۰۵ + ۱۰۵ ؛

(d) ۲۱۰ + ۱۰۵ ؛

(e) ۳۱۵ + ۳۵ ؛

(f) ۳ + ۳ + ۳ + ۱.

هنگامی‌که شخصی، یک مسئله حل شده توسط آزمودنی را با یک روش رسمی ریاضیات ارائه می‌کند، او درواقع سعی دارد تا مهارت ریاضی آزمودنی را نشان دهد. M مهارت خود را با فهمیدن این‌که چه‌طور ۱۰ × ۳۵ به‌دست می‌آید، نشان داد، با وجود این‌که او حتی از رویه‌هایی استفاده کرد که در پایه‌ی سوم آموزش داده نمی‌شد. چرا که در برزیل دانش‌آموزان پایه‌ی سوم حاصل‌ضرب هر عدد در ۱۰ را با قرار دادن یک صفر در جلوی آن عدد به‌دست می‌آوردند. بنابراین می‌توانیم نتیجه بگیریم که آزمودنی ضرب ۱۰ × ۳۵ و یک سری از زیرمسئله‌های (a تا f) را با موفقیت کامل انجام داده است. اگرچه در این آزمون، تنها یکی از مواد آزمون به‌صورت (۱۰ × ۳۵) ارائه شده بود که به‌طور صحیح حل شد.

۲- آزمون رسمی

پس از آن‌که آزمودنی‌ها در یک موقعیت طبیعی مورد مصاحبه قرار گرفتند، از آن‌ها خواسته شد تا در بخش رسمی مطالعه که در همان مکان و یا در خانه شرکت‌کنندگان طراحی شده بود، نیز شرکت کنند.

مواد آزمون تدارک دیده شده برای هر آزمودنی در آزمون رسمی بر پایه‌ی همان مسائلی بود که او قبلاً در طول آزمون غیررسمی حل کرده بود. درواقع هر مسئله‌ی حل شده توسط آزمودنی، به‌صورت ریاضیاتی و با توجه به رویه‌های حل مسئله‌ی او ارائه می‌شد.

از بین تمامی مسائلی که با موفقیت توسط هر آزمودنی حل شده بود (صرف‌نظر از این‌که آیا آن‌ها مواد آزمون را تشکیل می‌دادند یا نه) یک نمونه مسئله برای آزمون رسمی آزمودنی انتخاب می‌شد. این نمونه مسئله ارائه شده در آزمون رسمی یا به‌صورت یک عمل ریاضی (مثلاً ۱۰۵ + ۱۰۵) و یا به‌صورت یک مسئله کلامی (مثلاً ماری x تا موز خرید که هر یک y می‌ارزید. او وی هم چه مقدار باید بپردازد؟) به آزمودنی دیکته می‌شد. در هر یک از موارد، هر آزمودنی همان مسائل به‌کار رفته در آزمون غیررسمی را با همان اعداد حل می‌کرد. بنابراین مقادیر مورد استفاده برای هر آزمودنی با دیگری متفاوت بود.

با توجه به روش‌شناسی رید و لیو (۱۹۸۱)، آزمون رسمی دو اختلاف با آزمون غیررسمی داشت. اولاً، موارد ارائه شده در آزمون رسمی برعکس مسائل حل شده در آزمون غیررسمی بودند (مثلاً اگر در آزمون غیررسمی عملیات مسئله به‌صورت ۳۸۵ − ۵۰۰ بود در آزمون رسمی به‌صورت ۳۸۵ + ۵۰۰ ارائه می‌شد). ثانیاً، در

برخی از مواد مقدار اعشار عدد مورد استفاده در آزمون غیررسمی، با آزمون رسمی متفاوت بود (مثلاً ممکن بود ۴۰ کروزیروس در آزمون غیررسمی به‌صورت ۴۰ سنتاووس[13] در آزمون رسمی و یا ۳۵ به‌صورت ۳۵۰۰ نشان داده می‌شد. واحد پول رایج در برزیل کروزیروس می‌باشد و هر کروزیروس، ۱۰۰ سنتاووس می‌ارزد).

برای آن‌که موقعیت آزمون‌های رسمی شباهت بیش‌تری به کلاس‌های مدرسه داشته باشد، به هر آزمودنی یک کاغذ و مداد داده شده بود و آن‌ها را تشویق کرده بودند تا از این وسایل استفاده نمایند. با این وجود حتی هنگامی‌که مسائل بدون استفاده از این وسایل نوشتن حل می‌شد باز از آزمودنی‌ها خواسته می‌شد تا پاسخ‌های خود را ثبت کنند. تنها یکی از آزمودنی‌ها با این ادعا که طریقه نوشتن را نمی‌داند، از انجام این کار خودداری نمود. البته باید توجه نمود که موقعیت مدرسه فقط با استفاده از کاغذ و مداد، شبیه‌سازی نشده بود بلکه استفاده زیاد از مسائل ریاضی رسمی و مسائل کلامی با موقعیت‌های فرضی نیز خود یادآور شرایط حاکم بر مدارس بود. در مجموع، در آزمون رسمی، ۳۸ سؤال عملیاتی ریاضی و ۶۱ مسئله کلامی به کودکان داده شده بود. مسائل کلامی نسبتاً منسجم[14] بودند و هر یک تنها شامل یک نوع از عملیات ریاضی بود.

بحث و نتیجه‌گیری

تحلیل نتایج حاصل از آزمون غیررسمی نیاز به یک تعریف اولیه برای مواد مورد آزمون داشت در حالی که در آزمون رسمی این مواد از قبل تعریف شده بودند. در آزمون غیررسمی، مسائل در موقعیت‌های طبیعی طراحی و مواد آزمون از قبل شناسایی شده بودند. برای جلوگیری از سودار بودن، تعداد مسئله‌های حل شده در آزمون غیررسمی، به‌وسیله‌ی آزمون‌گر (مشتری) تعریف شده بود. این یک دیدگاه محافظه‌کارانه در آزمون غیررسمی بود چرا که آزمودنی‌ها اغلب تعدادی از گام‌های واسط را برای جستجوی پاسخ سؤالات مطرح شده، برمی‌داشتند. بنابراین یک تعریف معیار در هر دو آزمون به‌کار گرفته شد. در هر دو موقعیت، پاسخ‌های شفاهی آزمودنی‌ها توسط یک فرد ثبت می‌شد، حتی در آزمون رسمی که پاسخ‌های کتبی ازمودنی‌ها در دسترس بود.

مسائل وابسته به زمینه[15] بسیار آسان‌تر از مسائل بدون زمینه حل می‌شدند. جدول ۱۴/۱ نشان می‌دهد که ۹۸/۲ درصد از ۶۳ مسئله مطرح شده در آزمون غیررسمی به‌طور صحیح حل شدند، در حالی‌که ۷۳/۷ درصد از ۶۱ مسئله کلامی و ۳۶/۸ درصد از ۳۸ مسئله عملیاتی ریاضی بدون زمینه که در آزمون رسمی پرسیده شده بودند،

این نتایج هم‌چنین با این فرضیه آموزشی آموزش‌گران، که کودکان باید قبل از حل مسائل کاربردی و کلامی در زندگی واقعی، ابتدا شیوه‌ی انجام عمل‌های ریاضی (جمع، تفریق، ضرب و تقسیم) را بیاموزند، ناسازگار است. مسائل کلامی و در زندگی واقعی ممکن است تنها درک روزانه‌ی بشری را ارائه کنند

توسط کودکان به‌درستی پاسخ داده شدند. تعداد پاسخ‌های صحیح هر آزمودنی به‌صورت نمره‌های ۱ تا ۱۰ و درصد پاسخ‌های صحیح گزارش شد. تحلیل واریانس دو راهه‌ی فریدمن و یا مقایسه‌ی نمرات مرتب شده، امتیاز کسب شده توسط هر آزمودنی را در این سه نوع آزمون مقایسه می‌کرد. نمرات به‌طور معنادار در هر سه نوع آزمون متفاوت بودند (p = ۰/۰۳۹ و u = ۴/۶). از آزمون u- مان ویتنی نیز برای مقایسه‌ی سه نوع آزمون استفاده شد. آزمودنی‌ها به‌طور معنادار (قابل توجه)، در آزمون غیررسمی بهتر از مسائل بدون زمینه در آزمون رسمی عمل کردند (۰/۰۵ » p و ۰ = u). اما تفاوت بین مسائل آزمون غیررسمی و مسائل کلامی آزمون رسمی معنادار نبود (۰/۰۵ » p و ۶ = u).

البته جای بحث دارد که شاید خطاهای مشاهده شده در آزمون رسمی، از تفاوت در ساختار سؤالات این آزمون نسبت به سؤالات آزمون غیررسمی ناشی شده باشد. برای ارزیابی این فرضیه، سؤالات آزمون رسمی از یکدیگر تفکیک شدند، به این‌ترتیب که سؤالاتی

که ساختار آن‌ها تغییر کرده بود (یا عملیات ریاضی آن‌ها برعکس شده بود و یا مقدار اعشاری آن‌ها تغییر کرده بود) در یک گروه و سؤالاتی که ساختار آن‌ها عیناً شبیه به سؤالات آزمون غیررسمی بود در گروه دیگری قرار گرفتند. نتایج نشان داد که درصد پاسخ‌های درست به این دو گروه از سؤالات، تفاوت معناداری با یکدیگر ندارند. درصد پاسخ‌های درست به سؤالات تغییر یافته کمی بیش‌تر از درصد پاسخ‌های درست به سؤالات مشابه با سؤالات آزمون غیررسمی بود. بنابراین، تغییر ساختار سؤالات آزمون رسمی نمی‌تواند توجیه‌کننده‌ی اختلاف ایجاد شده در انواع موقعیت‌ها باشد.

جدول ۱۴/۱ نتایج به‌دست از آزمون‌ها

آزمون غیررسمی						
مسائل کلامی		عملیات‌های ریاضی		آزمون رسمی		
تعداد آیتم‌ها	نمره	تعداد آیتم‌ها	نمره	تعداد آیتم‌ها	نمره*	آزمودنی
۱۱	۱۰	۸	۲/۵	۱۸	۰	M۱
۱۶	۶/۹	۸	۳/۷	۱۹	۸/۹	P
۱۱	۱۰	۶	۵	۱۲	۱۰	Pi
۱۲	۳/۳	۱۰	۱	۷	۱۰	MD
۱۱	۷/۳	۶	۸/۳	۷	۱۰	S
۶۱		۳۸		۶۳		مجموع

* نمره هر آزمودنی درصد آیتم‌های درست تقسیم بر عدد ۱۰ می‌باشد.

تفسیر دوم ممکن برای این نتایج، این است که کودکان مصاحبه شده در این آزمون در تفکر خود، منسجم[۱۵] بودند و بنابراین، موقعیت‌های منجسم به آن‌ها در کشف راه حل سؤالات کمک می‌کرد. در موقعیت‌های طبیعی، آن‌ها مسائلی را حل می‌کردند که مربوط به فروش لیمو، نارگیل و یا . . . بود، درواقع مواد مورد سؤال در مسئله به‌صورت فیزیکی قابل لمس بود. البته در صورتی وجود مثال‌های منسجم می‌تواند به‌عنوان یک عامل کمک‌کننده به مسئله حل کن دیده شود که این مثال‌ها به طریقی به مسئله حل کن اجازه دهند که این نمونه‌ها را به حالت‌های کلی‌تر تعمیم دهد.درواقع قیمت یک نارگیل یک ویژگی ذاتی آن نیست که همواره هر نارگیل ۳۵ کروزروس ارزش داشته باشد و قیمت هر سه نارگیل ۱۰۵ کروزیروس شود. علاوه بر این محاسبات مربوط به موفعیت‌های طبیعی در آزمون غیررسمی در همه‌ی موارد به صورت ذهنی و بدون استفاده از هرگونه حافظه بیرونی و یا گام‌های میانجی انجام می‌شد. بنابراین می‌توان گفت که توانایی انجام محاسبات ذهنی یک ویژگی متفکران منسجم می‌باشد.

این نتایج هم‌چنین با این فرضیه آموزشی آموزش‌گران، که کودکان باید قبل از حل مسائل کاربردی و کلامی در زندگی واقعی، ابتدا شیوه‌ی انجام عمل‌های ریاضی (جمع، تفریق، ضرب و تقسیم) را بیاموزند، ناسازگار است. مسائل کلامی و در زندگی واقعی ممکن است تنها درک روزانه‌ی بشری[۱۶] را ارائه کنند (دونالد سون[۱۷]، ۱۹۷۸). این مسائل، کودکان را هدایت می‌کنند تا پاسخ صحیح را به‌طور مستقیم و بدون نیاز به انجام یک گام اضافه بیابند، برای مثال مدل‌سازی مسائل کلامی در قالب عبارت‌های جبری. این تفسیر با اطلاعات به‌دست آمده از تحقیقات دیگران مانند واسون و شاپیرو۱۷ (۱۹۷۱)، جانسون لیرد و همکاران[۱۸] (۱۹۷۲) و لانزر و همکاران[۵] (۱۹۷۲) در حوزه‌ی منطق نیز سازگار است.

چگونه امکان دارد که کودکان قادر به حل یک مسئله‌ی محاسباتی در یک موقعیت طبیعی باشند ولی تلاش‌آن‌ها برای حل همین مسئله اما بدون زمینه به شکست منجر شود؟ در مطالعه‌ی حاضر،یک تحلیل کیفی از پروتکل‌ها نشان داد که ممکن است، رویه‌های حل مسئله مورد استفاده در دو موقعیت متفاوت باشند. در موقعیت‌های طبیعی، کودکان بیش‌تر تمایل دارند تا با روش‌هایی که روش مناسب (در دسترس)[۱۹] نامیده می‌شود، استدلال کنند، در حالی‌که در آزمون رسمی رویه های آموزش داده شده در مدرسه بیش‌تر تکرار می‌شدند، اگرچه منحصراً مشاهده نشد. پنج مثال در ادامه آورده شده است که توانایی کودکان در برخورد با کمیت‌ها و کمبود مهارت آن‌ها را دست‌ورزی با نمادهای ریاضی نشان می‌دهند. این مثال‌ها برای اراده‌ی توضیحات آشکار از رویه‌های مورد استفاده هر دو موقعیت، انتخاب شده‌اند. در هر یک از پنج مثال زیر عملکرد کودکان در آزمون غیررسمی در مقایسه با عملکرد مشابه آن‌ها در آزمون رسمی در یک مسئله یکسان توصیف شده است.

مثال اول (M، ۱۲ ساله)

آزمون غیررسمی

مشتری: من ۴ تا نارگیل می‌خواهم. قیمت آن‌ها چقدر می‌شود؟

M: سه تا از آن‌ها، ۱۰۵ می‌شود به‌علاوه ۳۰ می‌شه ۱۳۵ و . . . با یک ۵ . . . می‌شود ۱۴۰!

آزمون رسمی

در این مرحله از دانش‌آموز M خواسته شد تا روش به‌دست

آوردن حاصل ضرب ۴ × ۳۵ را با صدای بلند توضیح دهد. (یک مسئله بدون بافت و زمینه). این دانش‌آموز روش حل خود را این‌طور توضیح داد که: ۴ برابر ۵ می‌شود ۲۰. رقم یکان را که صفر است می‌نویسیم و ۲ را که رقم دهگان است نگه‌داریم. حال ۲ به علاوه‌ی ۳ می‌شود ۵. و در ادامه ۴ برابر ۵ هم ۲۰ می‌شود و با در نظر گرفتن صفر قبلی، حاصل ضرب ۲۰۰ می‌شود.

مثال دوم (MD، ۹ ساله)

آزمون غیررسمی

مشتری: من ۳ تا نارگیل می‌خواهم که قیمت هر کدام ۴۰ کروزیروس باشد. روی هم چقدر می‌شود؟

کودک: (بدون هیچ نوع ژست و ادا، با صدای بلند محاسبه می‌کند) ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰.

آزمون رسمی

کودک ضرب ۳ × ۴۰ را حل کرده و پاسخ ۷۰ را به‌دست می‌آورد. او روش خود را این‌گونه توضیح می‌دهد: صفر را نگه می‌داریم، حال ۳ به علاوه ۴ می‌شود ۷ بنابراین پاسخ ۷۰ می‌شود.

مثال سوم (MD، ۹ ساله)

آزمون غیررسمی

مشتری: من ۱۲ تا لیمو می‌خواهم که قیمت هر کدام ۵ کروزیروس است.

کودک: ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰ (به‌طور جداگانه هر بار قیمت دو لیمو را حساب می‌کرد).

آزمون رسمی

این کودک این سؤال را نیز مانند ضرب ۳ × ۴۰ حل کرد. در حل ۵ × ۱۲، اقدامات او این‌طور بود که ابتدا ۲، سپس و در نهایت ۱ را به ترتیب پایین آورد و حاصل ۱۵۲ شد. او این رویه را برای آزمون‌گر (شگفت‌زده)، توضیح می‌دهد و حل خود را تمام می‌کند.

مثال چهارم (S، ۱۱ ساله)

آزمون غیررسمی

مشتری: من برای ۶ کیلو از این چقدر باید بپردازم؟ (هندوانه با قیمت هر کیلو ۵۰ کرازیروس).

کودک: (بدون هیچ‌گونه مکث محسوس) ۳۰۰.

مشتری: اجازه بدهید. چه‌طور شما این‌طور سریع حساب کردید؟

کودک: یکی یکی حساب کردم. دوکیلم می‌شود ۱۰۰ و سپس ۲۰۰ و ۳۰۰.

آزمون رسمی

سؤال: یک ماهی‌گیر ۵۰ ماهی گرفت. نفر دوم ۵ برابر ماهی‌های نفر اول، ماهی گرفت. ماهی‌گیر خوش‌شانس چند ماهی گرفته است؟

کودک: (ضرب ۶ × ۵۰ و ۳۶۰ را به‌عنوان نتیجه می‌نویسد) سپس پاسخ می‌دهد، ۳۶.

آزمون‌گر مسئله را دوباره می‌خواند و بچه دوباره محاسبه می‌کند و ۸۶۰ را به‌عنوان نتیجه یادداشت کرده و به‌صورت شفاهی پاسخ می‌دهد ۸۶.

آزمون‌گر: شما چگونه آن‌را محاسبه کردید؟

کودک: من آن‌را به این صورت انجام دادم. ۶ برابر ۶ می‌شود ۳۶. پس من آن‌را این‌جا قرار دادم.

آزمون‌گر: کجا آن‌را گذاشتید؟ (کودک روند کار خود را جایی ثبت نکرده بود).

کودک: (به رقم‌های ۵ در ۵۰ اشاره می‌کند). آن ۸۶ می‌شود [ظاهراً ۳ و ۵ را با هم جمع کرده و حاصل را به‌عنوان نتیجه نوشته است[×]].

آزمون‌گر: ماهی‌گیر اول چه تعداد ماهی گرفت؟

کودک: ۵۰

[×] مثال پایانی که در ادامه می‌آید تفسیر احتمالی توضیحات داخل قلاب را بررسی می‌کند.

مثال پنجم (S، ۱۱ ساله)

آزمون غیررسمی

مشتری: من ۲ تا نارگیل می‌خواهم. (که هر یک ۴۰ کرازیروس است و ۵۰۰ کرازیروس می‌پردازد. من چقدر باید پس بگیرم؟).

کودک: (قبل از این‌که مشتری آن‌را حساب کند) ۸۰، ۹۰، ۱۰۰، ۴۲۰.

آزمون رسمی

سؤال: ۸۰ + ۴۲۰

کودک این جمع را می‌نویسد و ادعا می‌کند که حاصل آن ۱۳۰

هدف ما از انجام این تحقیق زیر سؤال بردن آموزش ریاضیات مدرسه‌ای نیست بلکه ما به آموزشگران ریاضی این پیشنهاد را می‌کنیم که اجازه دهند تا دانش‌آموزان ابتدا به کمک مسائل زمینه مدار و نیز مسائل واقعی زندگی روزمره با محاسبات ریاضی آشنا شوند و سپس این الگوریتم‌های روتین مدرسه‌ای به آن‌ها آموزش داده شود

می‌شود. [رویه‌ی مورد استفاده توسط وی توضیح داده نشد اما به‌نظر می‌رسد که او یک مرحله از الگوریتم ضرب را برای این مسئله‌ی جمع به‌کارگرفته است. او ابتدا به‌درستی ۲ را با ۸ جمع کرده و پاسخ ۱۰ را به‌دست می‌آورد. ولی در ادامه صفر را کنار گذاشته و دوباره ۱ و ۴ و ۸ را با هم جمع می‌کند و حاصل را ۱۳ به‌دست می‌آورد و با آن صفر قبلی پاسخ ۱۳۰ می‌شود و این در حالی‌است که او صفرهای ۸۰ و ۴۲۰ را ننوشته است].

آزمون‌گر: شما در جمع ۴۲۰ و ۸۰ چگونه عمل کردید؟

کودک: جمع؟

آزمون‌گر: بله جمع با ۸۰.

کودک: ۱۰۰ و ۲۰۰.

آزمون‌گر: (پس از ۵ ثانیه مکث)، آهان، بسیار خوب.

کودک: چند دقیقه صبر کنید. آن اشتباه است. ۵۰۰ [کودک ظاهراً ۸۰ را با ۲۰ جمع کرده و حاصل ۱۰۰ را به‌دست آورده و سپس این ۱۰۰ها را با هم جمع کرده است. آزمون‌گر پس از یک مکث کوتاه، ۲۰۰ را به‌عنوان پاسخ نهایی پیشنهاد کرد. اما کودک محاسبات خود را کامل کرد پاسخ صحیح را به‌دست آورد در حالی‌که سعی داشت این مسئله‌ی جمع را با دست‌ورزی‌های نمادین انجام دهد].

در آزمون غیررسمی، کودکان بر محاسبات ذهنی تکیه دارند که تقریباً مرتبط با کمیّت‌هایی هستند که با آن‌ها برخورد می‌کنند. به‌نظر می‌رسد که راهبرد ترجیح داده شده برای مسائل ضرب، ترکیبی از جمع‌های متوالی است. در مثال اول وقتی که جمع، کمی مشکل می‌شود، آزمودنی یک کمیت را در قالب چند ۱۰ و واحد تجزیه می‌کند– در جمع ۳۵ با ۱۰۵، M ابتدا ۳۰ را اضافه کرده و سپس ۵ را در نتیجه اعمال می‌کند.

در آزمون رسمی، جایی‌که در تمامی مثال‌های مذکور از کاغذ و مداد استفاده می‌شود، کودکان سعی می‌کنند تا بدون هیچ موفقیتی، الگوریتم‌های از پیش توصیف شده‌ی مدرسه‌ای را دنبال کنند. خطاها اغلب در پی اشتباه گرفتن الگوریتم‌های مربوط به جمع با الگوریتم‌های ضرب اتفاق می‌افتد، این مورد در مثال‌های ۱ و ۵ به روشنی دیده می‌شود. علاوه بر این در همه‌ی موارد بالا هیچ شاهد و مدرکی در دست نیست که کودکان سعی داشته باشند درستی پاسخ‌های به دست آمده برای مسئله مرد نظر را با توجه به ظاهر مسئله، امتحان کنند.

در مجموع، ترکیب دو روش بالینی پیاژه و روش مشاهده‌ی آزمودنی، در این پژوهش بسیار مفید بود به‌خصوص در جایی‌که پژوهشگر قصد اکتشاف نحوه‌ی تفکر ریاضی و نحوه‌ی تفکر در زندگی واقعی افراد آزمودنی را داشت. یافته‌های پژوهش حاضر، نظریه‌ی مطرح شده از طرف لوریا[۲۰] (۱۹۷۶) و دونالدسون (۱۹۷۸) را که معتقدند تفکر تقویت شده به وسیله‌ی ادراک روزانه بشری[۲۱] در سطح بالاتری از تفکر بدون زمینه قرار دارد را تایید می‌کند. آن‌ها هم‌چنین تردیدها در مورد راهکار آموزشی تدریس عملیات‌های ریاضی در یک شکل جاسازی نشده[۲۲] را قبل از به کارگیری آن‌ها در مسائل کلامی، از بین بردند.

این نتایج، با یافته‌های تحقیق لیو[۲۳] (۱۹۸۴) که نشان داد حل مسئله در سوپرمارکت‌ها به‌صورت قابل توجهی برتر از حل مسئله به کمک کاغذ و مداد است، هماهنگ می‌باشد. به نظر می‌رسد که حل مسئله‌های روزانه به‌وسیله‌ی الگوریتم‌هایی متفاوت با الگوریتم‌های تدریس شده در مدرسه انجام می‌شود. در مطالعه‌ی حاضر، حل مسئله روزانه اغلب به‌وسیله‌ی استراتژی‌های ذهنی و دست‌ورزی با کمیت‌ها انجام می‌شود، در حالی‌که در مدرسه این بار بیش‌تر برعهده‌ی دست‌ورزی‌های نمادین است، درواقع ساختن عملیات‌ها «در یک درک بسیار واقعی اما جدا از واقعیت». (مراجعه کنید به رید و لیو، ۱۹۸۱، ص ۴۴۲).

آیا می‌توان نتیجه گرفت که مدارس باید به کودکان اجازه دهند تا به‌سادگی رویه‌های محاسباتی خود را توسعه دهند نه این‌که سعی در تحمیل سیستم‌های محاسباتی توسعه یافته در فرهنگ آن‌ها داشته باشند؟ محاسبات ذهنی محدودیت‌هایی دارند که به‌وسیله‌ی محاسبات کتبی رفع می‌شوند. اصلی‌ترین محدودیت عملیات ضرب، استفاده از قطعه‌های متوالی جمع است که هنگامی‌که اعداد بزرگ می‌شوند این الگوریتم به‌طور عمده، غیرمؤثر می‌شود.

همان‌طور که برونر[۲۴] (۱۹۷۲)، در زمینه‌های ریاضیات و منطق به آن اشاره کرده بود، نوع ریاضیات تدریس شده در مدارس یک عامل بالقوه برای تقویت فرایندهای تفکر به‌حساب می‌آید. درواقع ما در مورد این که الگوریتم‌های ریاضیات مدرسه‌ای راه‌کارهای

غنی‌تر و مفیدتری ارایه می‌کنند یا الگوریتم‌های آشکار شده در خارج از مدرسه بحث نمی‌کنیم. درواقع هدف ما از انجام این تحقیق زیر سؤال بردن آموزش ریاضیات مدرسه‌ای نیست بلکه ما به آموزشگران ریاضی این پیشنهاد را می‌کنیم که اجازه دهند تا دانش‌آموزان ابتدا به کمک مسائل زمینه مدار ونیز مسائل واقعی زندگی روزمره با محاسبات ریاضی آشنا شوند و سپس این الگوریتم‌های روتین مدرسه‌ای به آن‌ها آموزش داده شود.

پی‌نوشت

1. Street mathematics
2. Context- Free
3. Reed & Lave
4. Carraher & Schliemann
5. Gay & Cole
6. Kpelle
7. Recife
8. Berlinck
9. Saopaulo
10. Cavalcanti
11. Duarte
12. Cruzeiros
13. Centavos
14. Concrete
15. Context- embedded
16. Concrete
17. Daily human sense
18. Donaldson
19. Wason & Shapiro
20. Johnson – Laird et al
21. Lunzer et al
22. Convenient group
23. Luria
24. Daily Human Sense
25. Disembedded
26. Lave
27. Bruner

منبع اصلی

Chapter 14 of classics Book
Chapter 14: Mathematics in the streets and in schools
Terezinha Nunes Carraher
David William Carraher
Analucia Dias Schliemann

منابع

Berlinck, M. T. (1977) Marginalidade Social e Relacoes de Classe em Sao Paulo. Petropolis , RJ, Brazil: Vozes.

Bruner, J. (1972). Relevance of Education. London: Penguin.

Carraher, T. Carraher, D. & Schliemann, A. (1982). Na vida dez, na escola zero: Os contextos culturais da aprendizagem da matematica. Cadernos de Pesquisa 42, 79-86. (Sao Paulo, Brazil, special UNESCO issue for Latin America.)

Carraher ,T. & Schliemann, a. (January 1985). Computaion routines prescribed by schools: Help or hindrace؟ Journal for Research in Mathematics Education 16, 37-44.

Cavalcanti, C. (1978). Viabilidade do Setor Informal. A Dernanda de Pequenos Servicos no Grande Recife. Recife, PE, Brazil: Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais.

Cavalcanti, C. & Duarte, R. (1980a.). A Procura de Espaco na Ecomomia Urbana: O Setor Informal de Fortaleza. Recife, PE, Brazil: SUDENE/FUNDAJ.

Cavalcanti, C, & Duarte , R. (1980b). O Setor Informal de Salvador: Dimensoes. Natureaz, Significacao. Recife, PE, Brazil: SUDENE/FUNDAJ.

Gay, J., & Cole, M., M. (1976). The New Mathematics and an old Culture: A study of Learning among the Kpelle of Liberia. NewYork: Holt, Rinehart & Winstion.

Johnson- Laird, P.N, Legrenzi, P. & Sonino Legrenzi, M. (1972). Reasoning and a sense of reality. British Journal of Psychology, 63, 395-400.

Lave, Jl, Murtaugh, M., & de La Rocha, O. (1984). The dialectical construction of arithmetic practice. In B. Rogoff & J. Lave (eds), Everyday Cognition: Its Development in social Context, pp. 67-94. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Lunzer, E, Q. Harrison , C. & Davey , M. (1972). The fourcard problem and the development of formal reasoning Quarterly Journal of Experimental Psychology, 24, 326-339.

Luria, A. R. (1976). Cognitive Development: Its Cutural and Social Foundations. Cambridge, MA:Harvard University Press.

Reed , H. J. & Lave , J. (981). Arithmetic as a tool for inverstigating relations between culture and cognition. In R. W. Casson (ed), Language , Culture and Cognition. Anthropological Perspectives. NewYork: Macmillan.

Wason, P. C. & Shapiro. D. (1971). Natural and contrived experience in a reasoning problem. Quarterly Journal of Experimental Psychology. 23, 63-71.