

ارزیابی خطاهای دانش‌آموزان پایه چهارم براساس مدل تحلیل نیومن در حل مسائل ریاضی

نرگس یافتیان^{۱*}

N. Yaftian^{1*}

پن‌برش مقاله: ۱۳۹۹/۰۹/۲۰

دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۳/۰۹

Received Date: 2020/05/29

Accepted Date: 2020/12/10

چکیده

هدف: هدف پژوهش حاضر، بررسی توانایی حل مسائل کلامی ریاضی دانش‌آموزان پایه چهارم ابتدایی بر مبنای مدل تحلیل خطای نیومن و شناسایی خطاهای آنان است.

روش: این پژوهش با استفاده از روش توصیفی - پیمایشی از نوع مقطعی انجام شد. از میان دانش‌آموزان پایه چهارم منطقه ۱۲ شهر تهران، تعداد ۳۹۹ دانش‌آموز دختر و پسر به روش تصادفی خوشه‌ای انتخاب گردیدند. به‌منظور جمع‌آوری داده‌ها از آزمونی محقق ساخته که تلفیقی از چهار سؤال تشریحی و پرسش‌های نیومن بود، بهره گرفته شد. برای بررسی روایی ابزار پژوهش از روایی صوری و محتوایی و برای پایایی از آلفای کرونباخ استفاده شد که میزان آن ۰/۸۲ به دست آمد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از روش‌های آمار توصیفی و استنباطی (تحلیل واریانس چند متغیری) انجام گرفت.

یافته‌ها: براساس یافته‌ها، دانش‌آموزان در فرایند دستیابی به پاسخ درست مسائل، بیشترین خطا را در مرحله تبدیل و کمترین آن را در مرحله کدگذاری از سطوح سلسله‌مراتبی خطای نیومن به خود اختصاص داده‌اند. نتایج آزمون خی‌دو نیز نشان داد که بین هر یک از سطوح خطای نیومن با عملکرد دانش‌آموزان در حل مسائل کلامی ریاضی، رابطه معنی‌داری وجود دارد. همچنین، نتایج حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار در عملکرد دو گروه دختران و پسران بوده است و به‌طور کلی پسران مرتکب خطای کمتری در مقایسه با دختران شده‌اند. یافته‌های این پژوهش می‌تواند در بازبینی فرایند آموزش حل مسئله کلامی و تنظیم مواد آموزشی برای کتب درسی ریاضی مورد استفاده قرار گیرد.

کلید واژه‌ها: پایه چهارم، خطا، روش تحلیل خطای نیومن

۱. استادیار گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

* نویسنده مسئول:

مقدمه و بیان مسئله

همواره یکی از دغدغه‌های آموزشگران ریاضی توانمندسازی دانش‌آموزان در حل مسئله بوده است. طبق بیانیه (National Council of Teachers of Mathematics, 2000, 1980)، حل مسئله باید در کانون اصلی توجه متصدیان امر آموزش ریاضی قرار گیرد. بهترین شکل توانایی در حل مسئله این است که دانش‌آموزان بتوانند در موقعیت‌های واقعی در حل مسائل روزمره زندگی، از دانش ریاضی خود به‌طور مناسبی استفاده کنند (White, 2017; Rahman, 2019). به دلیل این‌که از میان مسائل ریاضی، مسائل کلامی ارتباط نزدیک‌تری بین مسائل دنیای واقعی و مفاهیم ریاضی برقرار می‌کنند، شاید بتوان برای ایجاد این توانایی در دانش‌آموزان از ابزار آموزش حل مسئله کلامی استفاده کرد. مسائل کلامی در حساب، نقش برجسته‌ای را در برنامه درسی ریاضی مقطع ابتدایی ایفا می‌کنند. این نوع مسائل به‌عنوان ابزاری برای توسعه مهارت‌های عمومی حل مسئله دانش‌آموزان به‌کار می‌روند که سبب ارتقاء درک عمیق و جامع و همچنین مهارت‌های حسابی ریاضی می‌شوند (Jitendra, Dupuis, and Rodriguez, 2012).

تا به امروز، تعاریف متعددی برای مسائل کلامی ارائه شده است. به‌صورت تحت‌اللفظی، مسائل کلامی به مسئله‌هایی اطلاق می‌گردند که با به‌کارگیری واژه‌ها و نه به‌صورت عبارات ریاضی و یا معادلات بیان می‌گردند (Mukunthan, 2013). از نظر (Verschaffel, Greer and DeCorte, 2000) یک مسئله کلامی ریاضی، مسئله‌ای است که مقدار قابل‌ملاحظه‌ای از اطلاعات به‌جای اینکه با نمادهای ریاضی ارائه شوند، با متن بیان می‌گردند. پژوهش‌های انجام شده در سراسر جهان (Delisio, Bukaty and Taylor, 2018; Charles, 2004; White, 2010; Mukunthan, 2013; Abdullah, Abidin and Yunus et al., 2019; Ali, 2015; Rahman, 2019) نشان می‌دهند که مسائل کلامی در ریاضی جزء یکی از دشوارترین مسائل برای دانش‌آموزان به‌شمار می‌آیند.

اگرچه گروهی از دانش‌آموزان دارای توانایی لازم در حل مسائل ریاضی می‌باشند، گروهی دیگر در فرایند حل آن‌ها دچار مشکلاتی می‌شوند که باعث بروز خطاهایی می‌گردند (Rahman, 2019). با توجه به این‌که حل مسئله کلامی بخشی از حل مسئله ریاضی است، بنابراین بروز خطا در طی فرایند آن، نه‌تنها دور از انتظار نمی‌باشد که به دلیل ماهیت این مسائل، محتمل‌تر نیز هست. اگرچه ارائه مسائل ریاضی در قالب متن از جایگاه ویژه‌ای در آموزش ریاضی برخوردار است، باوجوداین، پژوهشگران متعددی (Wijaya et al., 2014; Rahman, 2019; Yunus et al., 2019) بر این باورند که بهره‌بردن از این عامل در طرح مسئله، پاسخگویی به مسئله را برای دانش‌آموزان دشوارتر می‌سازد. لذا، بررسی و شناخت خطاها و مشکلات دانش‌آموزان در حل مسائل کلامی ریاضی بسیار حائز اهمیت می‌باشد و تحلیل و بررسی این خطاها می‌تواند به بهبود عملکرد آن‌ها در حل این مسائل کمک شایانی نماید.

آموزشگران همواره به دنبال درک ماهیت خطاهای دانش آموزان، دسته‌بندی و بررسی علل بروزشان به منظور بهبود یادگیری بوده‌اند. (Bottle, 2005, Translated by Bakhshalizadeh, 2012) خطا یا اشتباه را این‌گونه تعریف می‌کند:

«دو نوع از خطاهای عمده‌ای که معمولاً دانش آموزان با آن‌ها درگیر هستند، عبارتند از خطاهای محاسباتی و خطاهای نظام‌مند. خطاهای محاسباتی، نظام‌مند (قابل پیش‌بینی) نیستند و عنوان "اشتباه" به آن‌ها اختصاص داده می‌شود. اشتباهات، معمولاً خطاهایی هستند که در اثر بی‌دقتی رخ می‌دهند. هنگامی که معلم از دانش آموز می‌خواهد پاسخ‌هایش را بیازماید و یا این‌که مجدداً محاسباتش را بررسی نماید، چنانچه دانش آموز مفهوم تدریس شده را به خوبی درک کرده باشد، متوجه آن اشتباه می‌شود» (ص ۷).

خطاهایی که در طی فرایند یادگیری ریاضی رخ می‌دهند، می‌توانند نشانگر راه‌های متفاوت تفکر باشند و نباید آن‌ها را به‌عنوان تفکرات غلط تلقی نمود، چراکه این خطاها مراحل ضروری برای توسعه مفاهیم نزد دانش آموزان هستند (Bakhshalizādeh, 2013)؛ بنابراین، بررسی و تحلیل خطاهای دانش آموزان و دلایل بروز آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشند. تشخیص خطاهایی که توسط دانش آموزان رخ می‌دهند، می‌تواند به معلمان کمک نماید تا رویکردهای مناسب‌تری را برای اصلاح تدریس خود اتخاذ نمایند. روش‌های متعددی برای تحلیل خطاهای دانش آموزان وجود دارد. یکی از این روش‌ها، روش تحلیل خطای نیومن است که شامل شیوه نظام‌مندی برای تحلیل خطاهایی می‌باشد که دانش آموزان در حین پاسخگویی به سؤالات کتبی ریاضی مرتکب می‌شوند. این روش به صورت سلسله‌مراتبی^۱ و مبتنی بر این فرض است که دانش آموزان در حل مسئله، الگوهای ذهنی منظمی را دنبال می‌کنند که قابل تقسیم به مراحل مشخصی است. مدل‌های دیگر، روش‌های ویژه و فردی دانش آموزان را که کاملاً حیاتی است، نادیده گرفته‌اند (Clarkson, 1991). به اعتقاد نیومن، برای این‌که فرد در حل مسائل کلامی به پاسخ صحیح دست یابد می‌بایست، سلسله‌مراتب پنج‌گانه‌ای را پشت سر بگذارد: مسئله را بخواند؛ آنچه را که خوانده درک کند؛ برای این‌که بتواند یک راهبرد ریاضی مناسب انتخاب کند، یک تبدیل ذهنی از کلمات به کار رفته در صورت مسئله، انجام دهد؛ با توجه به راهبردی که انتخاب کرده، از مهارت‌های فرایندی موردنیاز استفاده کند و بالاخره پاسخ را به صورت یک فرم کتبی قابل قبول ارائه کند. این سلسله‌مراتب پنج‌گانه به اختصار به صورت: (۱) خواندن، (۲) درک، (۳) تبدیل، (۴) مهارت‌های فرایندی و (۵) کدگذاری^۲ بیان شده است. علت استفاده نیومن از واژه "سلسله‌مراتب" به این دلیل بوده است که شکست در هر سطح، مسئله حل‌کن را از پیشروی صحیح در فرایند حل مسئله باز می‌دارد. در حل مسائل کلامی، دانش آموزان پنج مرحله را پشت سر می‌نهند که ممکن است در هر مرحله، یک خطاهایی رخ دهد که مانع رسیدن دانش آموز به پاسخ صحیح گردد

1. Hierarchy

2. Reading, Comprehension, Transformation, Process Skills and Encoding

(Clements and Ellerton, 1996). علاوه بر خطاهای قیدشده در این مدل سلسله‌مراتبی، نیومن سه مورد دیگر - بی‌دقتی، انگیزه و صورت‌مسئله - را خارج از این مدل سلسله‌مراتبی مطرح نمود. در میان این سه، مورد بی‌دقتی از مهم‌ترین آن‌ها است که این مورد دلالت بر حالتی دارد که خطای اتفاق افتاده علی‌رغم صورت پذیرفتن در زمان آزمون، در هنگام حل مسئله در جلسه مصاحبه تکرار نشوند. همچنین Clements (1980) خطا در دو مقوله «بی‌دقتی» و «انگیزه» را جدا از سلسله‌مراتب نیومن، مطرح می‌نماید. لازم به ذکر است که این دو خطا می‌توانند در هر مرحله‌ای از این سلسله‌مراتب رخ دهند. به‌عنوان مثال خطای بی‌دقتی ممکن است تحت عنوان خطاهای خواندن، درک و غیره رخ دهد. به همین صورت، ممکن است فردی مسئله را به‌درستی بخواند، درک کند و راهبرد مناسبی نیز برای حل آن اتخاذ نماید، حال آن‌که برای ادامه سایر مراحل این سلسله‌مراتب، از انگیزه کافی برخوردار نباشد.

از زمان مطرح‌شدن مدل تحلیل خطای نیومن تاکنون، این مدل با اقبال و توجه روبه‌رو شده است. گواه این مطلب، شمار پژوهش‌های جهانی صورت گرفته درباره این مدل است که خود می‌تواند به‌نوعی، مؤید درخور توجه بودن و ارزشمندی این مدل باشد. نیومن نخستین مطالعه خود را براساس این مدل در سال ۱۹۷۷ انجام داد و دریافت که تقریباً نیمی از خطاهای دانش‌آموزان در حل مسائل ریاضی، پیش از به‌کار بردن مهارت‌های فرایندی یعنی در زمینه‌های خواندن، درک و تبدیل رخ می‌دهند (Clements and Ellerton, 1996). کلمنتس نیز در یکی از مطالعات خود دریافت که بیشتر خطاها در سه مرحله نخست از مدل سلسله‌مراتبی نیومن اتفاق می‌افتد که در واقع پیش از انجام محاسبات ریاضی صورت می‌پذیرند. او همچنین در مطالعه دیگری نشان داد که میزان خطاهای خواندن و درک در پایه‌های پایین‌تر، بیشتر از پایه‌های بالاتر است و در مقابل میزان خطاهای تبدیل و مهارت‌های فرایندی در بین دانش‌آموزان پایه‌های بالاتر بیشتر از دانش‌آموزان پایه‌های پایین‌تر است؛ بنابراین این‌طور نتیجه گرفت که با افزایش سن، خطاهای مربوط به خواندن و درک کاهش می‌یابد (Clements, 1980). براساس بعضی از پژوهش‌های انجام شده، خطا در درک و تبدیل جزء بارزترین سطوح بروز خطا و همچنین خطا در کدگذاری و خواندن جزء کم‌ترین سطوح ارتکاب خطا توسط دانش‌آموزان است (Wijaya et al., 2014; Trance, 2013; Tayeb et al., 2018; Fitriani et al., 2018; Rohmah and Sutiarto, 2018).

مطالعاتی نیز در کشور ایران انجام گرفته است که خطاهای دانش‌آموزان را در حل مسائل ریاضی به روش تحلیل خطای نیومن مورد بررسی قرار می‌دهند. به‌عنوان مثال، (Soltani and Momeni, 2013) طی پژوهشی خطاهای دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی را به روش تحلیل خطای نیومن مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج پژوهش آن‌ها بیانگر این مطلب است که به‌طور کلی بالاترین میانگین خطا در بین دانش‌آموزان این پایه، مربوط به خطای درک و کمترین میانگین خطا مربوط به خطای تبدیل بوده است. در پژوهشی دیگر (Esmaeili and Rafiepour, 2014) به بررسی خطاهای کلامی دانش‌آموزان

پایه پنجم پرداخته و یافته‌های پژوهش آن‌ها حاکی از این بوده است که بیشتر خطاها مربوط به خواندن، درک و تبدیل و درصد نسبتاً کمی از کل خطاها مربوط به مهارت‌های فرایندی بوده است. از آنجاکه، مقطع ابتدایی سنگ بنای یادگیری ریاضیات برای سطوح آتی محسوب می‌گردد، انجام پژوهش‌هایی، برای یافتن مشکلات دانش‌آموزان در حل مسائل کلامی و همچنین بررسی و شناخت خطاهای آن‌ها در حل این نوع مسائل و مرتفع ساختن آن‌ها در تمام پایه‌های این مقطع به‌ویژه پایه چهارم بسیار حائز اهمیت می‌باشد؛ زیرا این پایه به‌عنوان اولین پایه‌ای است که در مطالعه بین‌المللی تیمز مورد مخاطب قرار می‌گیرد. مسائل کلامی به جهت اهمیت آن، از جمله مسائلی است که در ارزیابی‌های این مطالعه در زمینه ریاضی استفاده می‌گردد. یکی از ابزارهایی که تا حد زیادی در بررسی‌ها و تحقیقات صورت گرفته در این زمینه در ایران محجور مانده است، روش تحلیل خطای نیومن می‌باشد. می‌توان گفت که برخلاف سایر کشورهای جهان، این روش از جایگاه شناخته‌شده‌ای در میان متصديان امر آموزش ریاضی ایران، برخوردار نمی‌باشد. تنها شمار محدودی از پژوهش‌های انجام شده به تحلیل خطاهای دانش‌آموزان در حل مسائل کلامی در مقطع ابتدایی و در بعد گسترده‌تر در میان دانش‌آموزان ایرانی پرداخته‌اند. از این‌رو تعمیم کلی نتایج با استفاده از جامعه آماری وسیع‌تر به‌منظور صحه‌گذاری یا رد نتایج حاصل از پژوهش‌های انجام پذیرفته حول محور بررسی میزان خطاهای دانش‌آموزان در حوزه زبان‌شناسی و پردازش ریاضی‌وار خالی از لطف نیست. از این‌رو انجام پژوهش‌هایی در این زمینه سودمند خواهد بود. در این راستا، پژوهش حاضر به بررسی انواع خطاهای دانش‌آموزان در حل مسائل کلامی با استفاده از تحلیل نیومن می‌پردازد و بر آن است به پرسش‌های زیر پاسخ دهد:

- ۱- بیشترین و کمترین خطاهای دانش‌آموزان پایه چهارم در حل مسائل کلامی در چه موردی از خطای نیومنی است؟
- ۲- آیا بین خطای خواندن و عملکرد دانش‌آموزان پایه چهارم در حل مسائل کلامی ریاضی رابطه وجود دارد؟
- ۳- آیا بین خطای درک و عملکرد دانش‌آموزان پایه چهارم در حل مسائل کلامی ریاضی رابطه وجود دارد؟
- ۴- آیا بین خطای تبدیل و عملکرد دانش‌آموزان پایه چهارم در حل مسائل کلامی ریاضی رابطه وجود دارد؟
- ۵- آیا بین خطای مهارت‌های فرایندی و عملکرد دانش‌آموزان پایه چهارم در حل مسائل کلامی ریاضی رابطه وجود دارد؟
- ۶- آیا بین خطای کدگذاری و عملکرد دانش‌آموزان پایه چهارم در حل مسائل کلامی ریاضی رابطه وجود دارد؟

۷- آیا تفاوت معنی داری میان میزان ارتکاب خطاها در مدل تحلیل نیومن در بین دانش‌آموزان دختر و پسر پایه چهارم در حل مسائل کلامی وجود دارد؟

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر به روش توصیفی-پیمایشی از نوع مقطعی و با هدف بررسی عملکرد دانش‌آموزان پایه چهارم ابتدایی در حل مسائل کلامی ریاضی با تأکید بر تحلیل خطای نیومنی انجام پذیرفته و مدل نیومن که روشی برای شناسایی نوع خطاهای دانش‌آموزان در حین حل مسائل کلامی است، به‌عنوان چارچوب نظری این مطالعه به‌کار گرفته شده است. جامعه آماری پژوهش، کلیه دانش‌آموزان پایه چهارم منطقه ۱۲ شهر تهران است که تعداد ۳۹۹ دانش‌آموز متشکل از ۲۰۶ دانش‌آموز دختر و ۱۹۳ دانش‌آموز پسر پایه چهارم از شش مدرسه دولتی این منطقه به روش تصادفی خوشه‌ای تک‌مرحله‌ای، انتخاب شدند. ابزار مورد استفاده در این پژوهش یک آزمون محقق ساخته شامل چهار سؤال کتبی است که با بومی‌سازی و ایجاد تغییرات در آزمون‌های کانگورو (Hesam and Pandi, 2019) و پژوهش‌های صورت پذیرفته، طرح شده است. فرایند دستیابی به ساختار نهایی آزمون و پرسشنامه در ادامه شرح داده می‌شود.

در راستای طرح مسائلی که ماهیت خطاهای دانش‌آموزان را در حل مسائل کلامی به‌صورت دقیق و درعین حال مبتنی بر اصول استاندارد آزمون‌سازی موردسنجش قرار دهد، از اجرای آزمایشی استفاده گردید. به همین منظور یک آزمون محقق ساخته آزمایشی شامل هشت مسئله کلامی برگرفته از مسائل آزمون‌های کانگورو به‌عنوان یک آزمون استاندارد، طراحی گردید. روایی صوری و محتوایی مسائل، توسط چند تن از استادان ریاضی و آموزش ریاضی دانشگاه و چند معلم با تجربه پایه چهارم مورد تأیید قرار گرفت. پس از اجرای آزمون در یک کلاس و ارزیابی نتایج آزمون توسط پنج تن از متخصصان امر آموزش ریاضی (سه استاد دانشگاه و دو معلم با تجربه) چهار مسئله از میان هشت مسئله آزمون آزمایشی به علت پیچیدگی کمتر و تطابق با میزان توانایی دانش‌آموزان در پاسخگویی به این مسائل انتخاب گردید. پایایی آن با توجه به ضریب آلفای کرونباخ $0/82$ تأیید گردید.

شایان‌ذکر است که وجه تمایز این پژوهش با سایر پژوهش‌های پیشین مبتنی بر روش تحلیل خطای نیومن، تلفیق سؤالات مصاحبه نیومنی با مسائل کلامی مطرح شده در آزمون کتبی است. به این صورت که پس از هر یک از مسائل کلامی آزمون، چهار پرسش براساس مراحل دو تا پنج مدل نیومن (به ترتیب شامل درک، تبدیل، مهارت‌های فرایندی و کدگذاری) ارائه شد. به‌عبارت‌دیگر، بعد از هر یک از مسئله‌های آزمون، چهار سؤال که در جدول ۱ مشاهده می‌شود از دانش‌آموزان پرسیده شد.

جدول (۱): سؤالات محقق ساخته ارائه شده در آزمون اصلی براساس مراحل دو تا چهار مدل نیومن

مراحل سلسله مراتب نیومنی	سؤالات مصاحبه نیومنی
درک	فکر کنید می‌خواهید این مسئله را برای خودتان یا دوستان توضیح دهید، لطفاً همان توضیحات را در این قسمت بنویسید.
تبدیل	می‌خواهید از کدام یک از روش‌های جمع، تفریق، ضرب، تقسیم، مقایسه کردن، شکل کشیدن و ... استفاده کنید؟
مهارت‌های فرایندی	همان طوری که همیشه جواب مسئله را برای معلم خود می‌نویسید، به همان صورت جواب مسئله بالا را در این قسمت بنویسید، اگر برای حل مسئله، از روش شکل کشیدن استفاده کرده‌اید، آن شکل را هم در این قسمت بکشید.
کدگذاری	جوابی که پیدا کرده‌اید را در این قسمت بنویسید.

مدت زمان پاسخ‌گویی به آزمون از ۴۵ دقیقه تا ۶۰ دقیقه متغیر بوده است. لازم به ذکر است که سؤال مربوط به مرحله "خواندن" به دلیل نهایت ساده‌سازی انجام گرفته در صورت مسئله کنار گذاشته شد. به بیان دیگر، صورت سؤالات آزمون به گونه‌ای طراحی شد که کلیه دانش‌آموزان پایه چهارم در خواندن کلمات موجود در آن با مشکل مواجه نگردند. علی‌رغم این موضوع، به دلیل ویژگی خاص صورت مسائل کلامی، برخی از دانش‌آموزان در هنگام حل مسئله کلمه یا کلماتی را نادیده گرفته و یا اضافه می‌نمودند که این امر سبب بروز خطای آن‌ها در فرایند حل مسئله می‌گردید که به‌وضوح از طریق بررسی پاسخ‌های آن‌ها به سؤالات تحلیل نیومنی آشکار گردید. در تصحیح اوراق و ارزشیابی نهایی، این موارد در شمار خطای "خواندن" محسوب شد. همان‌طور که گفته شد پس از هر مسئله کلامی در آزمون، چهار پرسش براساس مراحل دو تا چهار مدل نیومن (به ترتیب شامل درک، تبدیل، مهارت‌های فرایندی و کدگذاری) ارائه می‌گشت. نخستین بند این پرسش‌ها خطای درک را می‌سنجید، به این نحو که اگر دانش‌آموزی قادر به نوشتن داده‌های مسئله و آنچه که از او خواسته شده، نبود، خطا به‌عنوان خطای "درک" در نظر گرفته می‌شد. در بند دوم اگر دانش‌آموز موفق به انتخاب روش مناسب (جمع، تفریق، تقسیم و ...) برای حل مسئله نمی‌شد، خطای رخ داده به‌عنوان خطای "تبدیل" تلقی می‌گردید. در بند سوم اگر دانش‌آموز با موفقیت و به‌درستی تمام مراحل (خواندن، درک و تبدیل) را پشت سر می‌گذاشت اما در انجام رویه‌ها و عملیات حل دچار مشکل می‌گردید، خطا در قالب "مهارت‌های فرایندی" دسته‌بندی می‌شد و در بند پایانی اگر دانش‌آموز در ارائه پاسخ به یک شکل قابل قبول با مشکل مواجه می‌گشت، خطای صورت پذیرفته در زمره خطای "کدگذاری" محسوب می‌شد. در پایان، برای تصحیح اوراق دانش‌آموزان و تعیین خطاهای آن‌ها در این پژوهش، تلفیقی از چارچوب‌های پژوهش‌های پیشین (White, 2005; Singh et al., 2010) مورد استفاده قرار گرفت.

در این پژوهش برای تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از آزمون پژوهش، از روش‌های آمار توصیفی و استنباطی و همچنین نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۰) کمک گرفته شد. در بخش آمار توصیفی از این نرم‌افزار برای تعیین جداول فراوانی و درصد آن‌ها استفاده شد. در بخش آمار استنباطی، برای بررسی رابطه بین میزان ارتکاب هر یک از خطاها با عملکرد دانش‌آموزان در حل مسائل کلامی ریاضی، از آزمون خی‌دو و به منظور بررسی تفاوت میان میزان ارتکاب خطاها در بین دانش‌آموزان دختر و پسر پایه چهارم از آزمون تحلیل واریانس چند متغیری استفاده گردید.

یافته‌های پژوهش

پرسش اول پژوهش: بیشترین و کمترین خطاهای دانش‌آموزان پایه چهارم در حل مسائل کلامی در چه موردی از خطاهای نیومنی است؟

به منظور پاسخ به پرسش اول، فراوانی خطاهای دانش‌آموزان در ارتباط با مراحل مدل خطای نیومنی با در نظر گرفتن داده‌های حاصل از آزمون پژوهش مورد بررسی قرار گرفت. تحلیل‌های صورت پذیرفته به طور کل نشانگر مشکلات دانش‌آموزان در حل مسائل کلامی (۶۴/۸٪) خطا در حل مسائل کلامی آزمون) بوده است. نتایج حاصل در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول (۲): فراوانی و درصد فراوانی کل خطاهای دانش‌آموزان بر مبنای مدل تحلیل خطای نیومن

انواع	فراوانی	درصد فراوانی	درصد فراوانی تجمعی
خواندن	۱۵۹	۱۰/۰	۱۰/۰
درک	۲۷۷	۱۷/۴	۲۷/۳
تبدیل	۳۹۸	۲۴/۹	۵۲/۳
مهارت‌های فرایندی	۱۹۳	۱۲/۱	۶۴/۳
کدگذاری	۸	۰/۵	۶۴/۸
بدون خطا	۵۶۱	۳۵/۱	۱۰۰/۰
مجموع	۱۵۹۶	۱۰۰/۰	

همان‌طور که در جدول ۲ ملاحظه می‌گردد، دانش‌آموزان در میان خطاهای رخ داده، بیشترین خطا را در حل مسائل کلامی، در مرحله تبدیل (۲۴/۹٪) و کمترین آن را در مرحله کدگذاری (۰/۵٪) مرتکب شده‌اند. برای بررسی دقیق‌تر، فراوانی خطاها به تفکیک مسائل در ادامه ارائه شده است. جدول ۳ فراوانی خطاهای رخ داده در اولین مسئله از آزمون پژوهش را به نمایش می‌گذارد.

مسئله (۱) قطار اصفهان، سه ساعت دیگر راه می‌افتد. علی دو ساعت قبل بیدار شده است. علی چند ساعت قبل از راه افتادن قطار، بیدار شده است؟

جدول (۳): فراوانی و درصد فراوانی خطاهای دانش آموزان در حل مسئله ۱ براساس مدل تحلیل خطای نیومن

انواع	فراوانی	درصد فراوانی	درصد فراوانی تجمعی
خواندن	۸	۲/۰	۲/۰
درک	۱۱۸	۲۹/۶	۳۱/۶
تبدیل	۱۸۲	۴۵/۶	۷۷/۲
مهارت‌های فرایندی	۴	۱/۰	۷۸/۲
بدون خطا	۸۷	۲۱/۸	
مجموع	۳۹۹	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰

طبق گزارش جدول ۳، اغلب دانش‌آموزان حاضر در پژوهش، در پاسخگویی به مسئله ۱ در دو مرحله درک (۲۹/۶٪) و تبدیل (۴۵/۶٪)، به صورت صعودی، مرتکب بیشترین میزان خطا گردیده‌اند. میزان کل خطاهای دانش‌آموزان در پاسخگویی به دومین مسئله در قالب جدول ۴ ارائه شده است.

مسئله ۲ زهرا خانم یک بسته بیسکویت خرید که در آن، ۱۶ عدد بیسکویت بود. حسین نصف بیسکویت‌ها را خورد، فاطمه دو تا از بیسکویت‌ها را خورد و مریم بقیه بیسکویت‌ها را خورد. مریم چند بیسکویت خورد؟

جدول (۴): فراوانی و درصد فراوانی خطاهای دانش‌آموزان در حل مسئله ۲ براساس مدل تحلیل خطای نیومن

انواع	فراوانی	درصد فراوانی	درصد فراوانی تجمعی
خواندن	۹	۲/۳	۲/۳
درک	۳۸	۹/۵	۱۱/۸
تبدیل	۳۲	۸/۰	۱۹/۸
مهارت‌های فرایندی	۱۰۲	۲۵/۶	۴۵/۴
کدگذاری	۴	۱/۰	۴۶/۴
بدون خطا	۲۱۴	۵۳/۶	۱۰۰/۰
مجموع	۳۹۹	۱۰۰/۰	

همان‌گونه که جدول ۴ نشان می‌دهد، همانند اولین مسئله، مراحل خواندن (۲/۳٪) و کدگذاری (۱٪) در دومین مسئله، شاهد بروز میزان خطاهای کمتر دانش‌آموزان در مواجهه با این مسئله کلامی بوده‌اند، همچنین برخلاف اولین مسئله، بیشترین میزان خطاها در مهارت‌های فرایندی بوده است. فراوانی خطاها در مراحل درک (۹/۵٪) و تبدیل (۸٪) و همچنین خواندن (۲/۳٪) و کدگذاری (۱٪)

از نسبت‌های نزدیک به هم برخوردار شده‌اند. میزان این تشابه در سومین مسئله بسیار بالاتر از دومین مسئله است. جدول ۵ فراوانی خطاها در سومین مسئله را نشان می‌دهد.

مسئله ۳) مریم می‌خواهد کیک ببزد. او وقتی می‌خواهد برای ده نفر کیک ببزد، از پنج لیوان آرد استفاده می‌کند. اگر مریم بخواهد برای ۱۸ نفر کیک ببزد، به چند لیوان آرد نیاز دارد؟

جدول (۵): فراوانی و درصد فراوانی خطاهای دانش‌آموزان در حل مسئله ۳ براساس مدل تحلیل خطای

نیومن			
انواع	فراوانی	درصد فراوانی	درصد فراوانی تجمعی
خواندن	۳	۰/۸	۰/۸
درک	۳۳	۸/۳	۹/۰
خطاهای نیومن	۱۷۴	۴۳/۶	۵۲/۶
مهارت‌های فرایندی	۴۷	۱۱/۸	۶۴/۴
کدگذاری	۳	۰/۸	۶۵/۲
بدون خطا	۱۳۹	۳۴/۸	۱۰۰/۰
مجموع	۳۹۹	۱۰۰/۰	

طبق جدول ۵، درصد فراوانی خطاهای دانش‌آموزان در دو مرحله ابتدایی (خواندن = ۰/۸٪) و انتهایی (کدگذاری = ۰/۸٪) مدل سلسله‌مراتبی نیومن یکسان بوده است. همانند اولین مسئله، اغلب خطاها در مرحله تبدیل (۴۳/۶٪) صورت پذیرفته است. برخلاف دو مسئله پیشین، خطای مهارت‌های فرایندی (۱۱/۸٪) پس از خطای تبدیل از درصد فراوانی بیشتری برخوردار گشته است. در نهایت، جدول ۶ میزان خطاهای رخ داده در هنگام پاسخگویی تمامی دانش‌آموزان به چهارمین مسئله کلامی را ارائه می‌نماید.

مسئله ۴) در یک باغ‌وحش، بلیت ورود به باغ‌وحش برای بزرگسالان ۴۰۰۰ تومان است و بلیت کودکان هزار تومان ارزان‌تر از بلیت بزرگسالان است. یک روز تعطیل، پدر و مادری، دو کودکشان را به این باغ‌وحش بردند. آن‌ها چقدر پول برای بلیت دادند؟

جدول (۶): فراوانی و درصد فراوانی خطاها در حل مسئله ۴ براساس مدل تحلیل خطای نیومن

انواع	فراوانی	درصد فراوانی	درصد فراوانی تجمعی
خواندن	۱۳۹	۳۴/۸	۳۴/۸
درک	۸۸	۲۲/۱	۵۶/۹
تبدیل	۱۰	۲/۵	۵۹/۴
مهارت‌های فرایندی	۴۰	۱۰/۰	۶۹/۴
کدگذاری	۱	۰/۳	۶۹/۷
بدون خطا	۱۲۱	۳۰/۳	۱۰۰/۰
مجموع	۳۹۹	۱۰۰/۰	

طبق گزارش جدول ۶، در میان مسئله‌های کلامی مطرح شده در آزمون، تنها چهارمین مسئله منجر به بروز خطا در دو مرحله ابتدایی سلسله‌مراتب تحلیل خطای نیومن شده است، به این صورت که مرحله خواندن با ۳۴/۸٪ و درک با ۲۲/۱٪ بیشترین دشواری را در دستیابی به پاسخ نهایی پرسش برای اغلب دانش‌آموزان ایجاد نموده‌اند. همانند دیگر مسئله‌های آزمون، مرحله کدگذاری (۰/۳٪) کمترین میزان فراوانی خطاها را به خود اختصاص داده است.

از مقایسه جداول ۳ تا ۶ معلوم می‌شود که بیشترین خطا در حل مسائل کلامی در مسئله ۱ (۷۸/۲٪) و در مرحله تبدیل (۴۵/۶٪) صورت پذیرفته است، حال آن‌که کمترین خطا در مسئله ۲ (۴۶/۴٪) و در مرحله کدگذاری (۱٪) رخ داده است. در روندی نزولی پس از مسئله ۱، مسئله ۴ با ۶۹/۷٪ و مسئله ۳ با ۶۵/۲٪ به ترتیب سبب بروز مشکلات عمده‌ای برای دانش‌آموزان در حل مسائل کلامی گردیده‌اند.

پرسش دوم پژوهش: آیا بین خطای خواندن و عملکرد دانش‌آموزان پایه چهارم در حل مسائل کلامی ریاضی رابطه وجود دارد؟

برای پاسخ به این سؤال، با توجه به میزان ارتکاب خطاهای دانش‌آموزان، عملکرد کلی دانش‌آموزان در حل مسائل کلامی ریاضی به سه دسته با عملکردهای پایین، متوسط و بالا تقسیم‌بندی شد و از ۳۹۹ دانش‌آموز شرکت‌کننده در پژوهش، ۸۸ نفر با عملکرد پایین، ۲۰۳ نفر با عملکرد متوسط و ۱۰۸ نفر با عملکرد بالا در حل مسائل کلامی ریاضی شناسایی شدند. جدول ۷ فراوانی خطای خواندن را در دانش‌آموزان با عملکردهای مختلف نشان می‌دهد.

جدول (۷): فراوانی خطای خواندن در دانش‌آموزان با عملکردهای مختلف

مجموع	سطوح عملکرد دانش‌آموزان			خطای خواندن
	بالا	متوسط	پایین	
۲۴۷	۱۰۰	۱۱۶	۳۱	بدون خطا
۱۵۲	۸	۸۷	۵۷	با خطا
۳۹۹	۱۰۸	۲۰۳	۸۸	مجموع

برای بررسی معنی‌داری رابطه، از آزمون خی‌دو استفاده شد. نتایج آزمون خی‌دو در سطح $0/05$ نشان داد، رابطه معنی‌داری بین میزان ارتکاب خطای خواندن و عملکرد دانش‌آموزان در حل مسائل کلامی ریاضی، وجود دارد ($P < 0/05$)، $\chi^2(2) = 71/637$.

پرسش سوم پژوهش: آیا بین خطای درک و عملکرد دانش‌آموزان پایه چهارم در حل مسائل کلامی ریاضی رابطه وجود دارد؟

فراوانی خطای درک در دانش‌آموزان با عملکردهای مختلف در جدول ۸ ارائه شده است.

جدول (۸): فراوانی خطای درک در دانش‌آموزان با عملکردهای مختلف

مجموع	سطوح عملکرد دانش‌آموزان			خطای درک
	بالا	متوسط	پایین	
۲۱۱	۹۱	۹۱	۲۹	بدون خطا
۱۸۸	۱۷	۱۱۲	۵۹	با خطا
۳۹۹	۱۰۸	۲۰۳	۸۸	مجموع

برای بررسی معنی‌داری رابطه، از آزمون خی‌دو استفاده شد. نتایج آزمون خی‌دو نشان داد، رابطه معنی‌داری بین میزان ارتکاب خطای درک و عملکرد دانش‌آموزان در حل مسائل کلامی ریاضی، وجود دارد ($P < 0/05$)، $\chi^2(2) = 61/984$.

پرسش چهارم پژوهش: آیا بین خطای تبدیل و عملکرد دانش‌آموزان پایه چهارم در حل مسائل کلامی ریاضی رابطه وجود دارد؟

فراوانی خطای تبدیل در دانش‌آموزان با عملکردهای مختلف در جدول ۹ ارائه شده است.

جدول (۹): فراوانی خطای تبدیل در دانش‌آموزان با عملکردهای مختلف

مجموع	سطوح عملکرد دانش‌آموزان			خطای تبدیل
	بالا	متوسط	پایین	
۱۲۳	۵۷	۴۵	۲۱	بدون خطا
۲۷۶	۵۱	۱۵۸	۶۷	با خطا
۳۹۹	۱۰۸	۲۰۳	۸۸	مجموع

برای بررسی معنی‌داری رابطه، از آزمون χ^2 دو استفاده شد. نتایج آزمون χ^2 دو نشان داد، رابطه معنی‌داری بین میزان ارتکاب خطای تبدیل و عملکرد دانش‌آموزان در حل مسائل کلامی ریاضی، وجود دارد ($P < 0/05$)، $\chi^2(2) = 33/543$. پرسش پنجم پژوهش: آیا بین خطای مهارت‌های فرایندی و عملکرد دانش‌آموزان پایه چهارم در حل مسائل کلامی ریاضی رابطه وجود دارد؟ فراوانی خطای مهارت‌های فرایندی در دانش‌آموزان با عملکردهای مختلف در جدول ۱۰ ارائه شده است.

جدول (۱۰): فراوانی خطای مهارت‌های فرایندی در دانش‌آموزان با عملکردهای مختلف

مجموع	سطوح عملکرد دانش‌آموزان			خطای مهارت‌های فرایندی
	بالا	متوسط	پایین	
۱۲۲	۶۵	۴۵	۱۲	بدون خطا
۲۷۷	۴۳	۱۵۸	۷۶	با خطا
۳۹۹	۱۰۸	۲۰۳	۸۸	مجموع

برای بررسی معنی‌داری رابطه، از آزمون χ^2 دو استفاده شد. نتایج آزمون χ^2 دو نشان داد، رابطه معنی‌داری بین میزان ارتکاب خطای مهارت‌های فرایندی و عملکرد دانش‌آموزان در حل مسائل کلامی ریاضی، وجود دارد ($P < 0/05$)، $\chi^2(2) = 63/262$. پرسش ششم پژوهش: آیا بین خطای کدگذاری و عملکرد دانش‌آموزان پایه چهارم در حل مسائل کلامی ریاضی رابطه وجود دارد؟ فراوانی خطای کدگذاری در دانش‌آموزان با عملکردهای مختلف در جدول ۱۱ ارائه شده است.

جدول (۱۱): فراوانی خطای کدگذاری در دانش‌آموزان با عملکردهای مختلف

مجموع	سطوح عملکرد دانش‌آموزان			خطای کدگذاری
	بالا	متوسط	پایین	
۷۹	۴۵	۲۳	۱۱	بدون خطا
۳۲۰	۶۳	۱۸۰	۷۷	با خطا
۳۹۹	۱۰۸	۲۰۳	۸۸	مجموع

برای بررسی معنی‌داری رابطه، از آزمون χ^2 استفاده شد. نتایج آزمون χ^2 دو نشان داد، رابطه معنی‌داری بین میزان ارتکاب خطای کدگذاری و عملکرد دانش‌آموزان در حل مسائل کلامی ریاضی، وجود دارد ($\chi^2(2) = 44/645, P < 0/05$).

پرسش هفتم پژوهش: آیا تفاوت معنی‌داری میان میزان ارتکاب خطاها در مدل تحلیل نیومن در بین دانش‌آموزان دختر و پسر پایه چهارم در حل مسائل کلامی وجود دارد؟

جهت بررسی تفاوت میان میزان ارتکاب خطاهای حل مسئله در مدل تحلیل نیومن در بین دانش‌آموزان دختر و پسر پایه چهارم در حل مسائل کلامی از روش آماری تحلیل واریانس چند متغیری استفاده شد. استفاده از این تحلیل، مستلزم رعایت پیش‌فرض‌های است که پیش از اجرای آزمون مورد بررسی قرار گرفت. شاخص‌های مرکزی و پراکندگی میزان ارتکاب خطای کلی حل مسئله و میزان ارتکاب خطا به تفکیک مسئله‌ها در دو گروه دختر و پسر در جدول ۱۲ نشان داده شده است.

جدول (۱۲): شاخص‌های مرکزی و پراکندگی دو گروه در متغیر پژوهش

کشیدگی	چولگی	پسران		دختران	
		انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین
-۰/۴۷۶	-۰/۹۵۷	۰/۶۶	۲/۵۲	۰/۳۳	۲/۸۴
-۰/۶۵۷	۰/۷۷۲	۰/۷۷	۱/۱۸	۰/۳۶	۱/۵۰
-۰/۴۸۳	-۰/۲۸۹	۰/۵۳	۱/۸۴	۰/۴۹	۲/۱۶
-۱/۵۵۲	-۰/۴۲۸	۰/۵۳	۱/۸۴	۱/۰۱	۳/۰۷
-۰/۵۸۰	-۰/۲۹۶	۲/۵۲	۸/۶۳	۲/۰۵	۹/۲۷

جهت بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها، از شاخص‌های چولگی و کشیدگی استفاده شد (جدول ۱۲). با توجه به مقادیر کجی و کشیدگی، متغیرهای پژوهش دارای توزیع نرمال تک متغیری می‌باشند. به‌منظور بررسی همگنی واریانس خطای متغیرهای پژوهش در دو گروه از آزمون لوین استفاده شد. از آنجاکه سطح معنی‌داری آماره F بزرگ‌تر از $0/05$ محاسبه شد، می‌توان گفت که واریانس خطای گروه‌ها با همدیگر برابر بوده و تفاوتی بین آن‌ها مشاهده نشده است. عدم وجود داده‌های پرت چند متغیری با استفاده از فاصله مایلانوبیس مورد بررسی قرار گرفت که داده پرت شناسایی نشد و صحت

این فرضیه بررسی شد. علاوه براین، هم خطی بین متغیرهای وابسته با ضریب همبستگی بین جفت متغیرها بررسی شد و با توجه به اینکه تمامی ضرایب همبستگی بین جفت متغیرها در حد متوسط (۰/۳ تا ۰/۵) بود این فرضیه مورد تأیید قرار گرفت. هم چنین با توجه به حد متوسط ضرایب همبستگی، می توان این نتیجه را گرفت که بین متغیرها همبستگی خطی چندگانه وجود ندارد.

نتایج آماره لامبدای ویلکز نشان داد، بین میزان ارتکاب خطای کلی حل مسئله در مدل تحلیل نیومن در مقایسه بین دو گروه دختر و پسر تفاوت معنی داری وجود دارد ($\eta^2=0/135$ ، $P=0/002$ ، $F(4 و 394)=4/365$)؛ بنابراین فرضیه کلی پژوهش مبنی بر تفاوت میزان ارتکاب خطای کلی حل مسئله در مدل تحلیل نیومن بین دانش آموزان دختر و پسر معنی دار است. جدول ۱۳ نتایج تحلیل واریانس چند متغیری اثرات بین گروهی برای گروه های دختر و پسر در میزان ارتکاب خطای کلی مسئله ها و به تفکیک مسئله ها را نشان می دهد.

جدول (۱۳): نتایج آزمون تحلیل واریانس چند متغیری میزان ارتکاب خطای برای تفاوت بین گروهی

متغیرهای مورد مطالعه							
متغیرها	مجموع مجذورات	DF	میانگین مجذورات	F	معنی داری	اندازه اثر	توان آماری
مسئله ۱	۹/۹۶۰	۱	۹/۹۶۰	۴/۴۰۸	۰/۰۳۶	۰/۱۶۴	۰/۹۷۸
مسئله ۲	۹/۷۷۹	۱	۹/۷۷۹	۳/۹۵۴	۰/۰۴۷	۰/۱۲۲	۰/۹۷۸
مسئله ۳	۹/۹۰۷	۱	۹/۹۰۷	۴/۳۴۶	۰/۰۳۸	۰/۱۵۷	۰/۹۷۸
مسئله ۴	۱۰/۶۱۴	۱	۱۰/۶۱۴	۲/۴۲۳	۰/۱۲۰	۰/۱۰۲	۰/۹۷۸
خطای کلی	۴۱/۴۰۰	۱	۴۱/۴۰۰	۲/۲۶۶	۰/۱۳۳	۰/۱۱۳	۰/۹۷۸

با توجه به آماره F جدول ۱۳، بین دو گروه دختر و پسر در میزان ارتکاب خطای کلی حل مسئله ها از نظر آماری تفاوت معنی دار وجود ندارد ($P>0/05$). هم چنین تفاوت معنی دار بین میزان ارتکاب خطای حل مسئله ها به جز مسئله چهارم در بین دختران و پسران وجود داشت ($P<0/05$). به طوری که میزان ارتکاب خطای حل مسئله دختران در مسائل یک، دوم و سوم نسبت به پسران بیشتر بود. اندازه اثرهای به دست آمده نشان دهنده آن است، این تفاوت ها در جامعه پایین است.

بحث و نتیجه گیری

هدف از پژوهش حاضر، بررسی عملکرد دانش آموزان پایه چهارم ابتدایی در حل مسائل کلامی ریاضی بر اساس تحلیل خطاهای نیومنی است که روشی برای شناسایی نوع خطاهای دانش آموزان در حین حل مسائل است. نتایج یافته های پژوهش آنها از آن است که در میان خطاهای رخ داده، خطای تبدیل، بیشترین و خطای کدگذاری، کمترین میزان فراوانی را در میان سطوح به خود اختصاص داده اند. همچنین، بین هر یک از سطوح خطای نیومن با عملکرد دانش آموزان در حل مسائل کلامی ریاضی،

رابطه معنی‌داری وجود دارد. به علاوه، نتایج تحلیل‌های انجام پذیرفته حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار در عملکرد دو گروه دختران و پسران بوده است؛ این در حالی است که به طور کلی پسران مرتکب خطای کمتری در مقایسه با دختران نیومن گشته‌اند.

نتایج حاصل، حاکی از بروز مشکلات اندک در سطح خواندن و کدگذاری و خطاهای بسیار دانش‌آموزان در سطوح درک و تبدیل بود و مؤید این مطلب است که دشواری در حل مسائل کلامی لزوماً محدود به سطح خواندن نمی‌گردد. می‌توان اینگونه ادعان نمود که رسیدن به پاسخ نهایی این چنین مسائلی مستلزم برخورداری دانش‌آموز از مهارت حل این نوع از مسائل به صورتی نظام‌مند است چراکه وجود کاستی‌ها سبب شکست احتمالی دانش‌آموز در هر یک از سطوح سلسله‌مراتب نیومن می‌گردد. اگرچه در این میان نقش بی‌دقتی و بی‌انگیزگی را نمی‌توان نادیده گرفت (Clements & Ellerton, 1996). شایان ذکر است با وجود این که طبقه‌بندی میزان خطاهای یافت شده در عملکرد دانش‌آموزان پایه چهارم تا حدودی مشابه با پژوهش (Clements & Ellerton 1996, cited in Newman در پایه ششم بوده است، اما برخلاف پژوهش حاضر، در پژوهش وی میزان خطای یافت شده در سطح درک بیش از سطح تبدیل، ارزیابی شده است. شاید بتوان علت این امر را در اختلاف پایه تحصیلی دانش‌آموزان شرکت‌کننده در این دو پژوهش عنوان نمود. علاوه بر این، نتایج حاصل از این پژوهش در راستای یافته‌های پژوهشگرانی (Wijaya et al., 2014; Trance, 2013; Tayeb et al., 2018; Fitriani et al., 2018; Rohmah & Sutiarso, 2018 قرار می‌گیرد که به ترتیب خطا در درک و تبدیل را جزء بارزترین سطوح بروز خطا و خطا در خواندن و کدگذاری را جزء کم‌شمارترین سطوح ارتکاب خطا توسط دانش‌آموزان قلمداد می‌کنند. برخلاف نتایج پژوهش حاضر (Soltani & Momeni در پژوهش خود، بالاترین میزان خطا را در سطح درک و کمترین میانگین خطا را در سطح تبدیل یافته‌اند. نتایج پژوهش حاضر رویکردهای متفاوت دختران و پسران را در میزان خطاهای احتمالی آنها را آشکار ساخت.

بر اساس پژوهش‌های پیشین، بروز خطا در سطوح خواندن و درک در مدل تحلیل خطای نیومن دلالت بر ضعف دانش زبانی دانش‌آموزان دارد، در حالی که ارتکاب خطا در سطوح تبدیل، مهارت‌های فرایندی و کدگذاری، حاکی از کمبود دانش ریاضی آنها است. نتایج تحلیل‌های کلی انجام شده در این پژوهش، به وضوح، وجود ضعف در دانش زبانی دانش‌آموزان پایه چهارم ابتدایی را آشکار نموده است. نیومن نیز دریافت که تقریباً نیمی از مشکلات دانش‌آموزان در حل مسائل ریاضی کلامی، مرتبط با کلام استفاده شده در آن است. مواجهه و درگیر شدن دانش‌آموزان با انواع مسائل کلامی مناسب می‌تواند به نهادینه گشتن مفاهیم ریاضی مرتبط و مهارت در انتخاب عملگرهای مناسب در مواجهه با این مسائل، کمک شایانی کند. شاید بتوان عدم آشنایی کافی با انواع مسائل کلامی و نحوه پاسخگویی

به آنها را از جمله علل اساسی بروز خطاهای دانش‌آموزان پایه چهارم ابتدایی شرکت کننده در این پژوهش تلقی نمود که البته این خود نیازمند پژوهش دیگری است.

مسائل کلامی، علی‌رغم دشواری، اهمیت فراوانی در ریاضیات دارند. نقطه قوت این نوع مسائل، ارائه افقی نو برای دانش‌آموز، نه صرفاً مبتنی بر اعداد و بُعد محض ریاضی، بلکه بر اساس گستردگی ارتباط و کاربرد ریاضیات در زندگی روزمره او است (De Lange, 1987). توانایی بسیاری از دانش‌آموزان برای حل مسائل کلامی در مقایسه با توانایی‌شان برای حل مسائل محاسباتی، پایین‌تر است (Burns, 2000; Miller et al., 2017). می‌توان ادعا کرد که فهمیدن این نوع مسائل مستلزم تعامل فعال میان دانش زبانی و دانش ریاضی است. اگر مشکلات کلامی ریاضی دانش‌آموزان در سطوح اولیه یادگیری ریاضی حل نشود، با گذر سال‌ها این مشکلات گسترده‌تر می‌شود و به سطوح دانشگاهی می‌رسد. از این‌رو اقدام اولیه برای موفقیت دانش‌آموزان در این گونه مسائل در مقطع ابتدایی ضروری است (Clements & Sarama, 2011). اکثر دانش‌آموزان مقطع ابتدایی در مواجهه با این مسائل، پس از خواندن مسئله بدون این‌که به درک درستی از مسئله برسند، صرفاً به یافتن کلمات کلیدی آن مبادرت می‌ورزند و به محض یافتن آنها شروع به حل مسئله می‌کنند، غافل از این‌که این روش همواره آنها را به پاسخ صحیح نمی‌رساند. مدل سلسله‌مراتبی تحلیل خطای نیومن، معلمان را قادر می‌سازد که به پنج مشکل آشکار دانش‌آموزان در حین حل مسائل کلامی پی ببرند و به شناخت خطاهای دانش‌آموزان پیش از حل مسئله بپردازند و از راهبردهای مناسب آموزشی استفاده کنند (Watson, 1980; White, 2005).

به عقیده White (2010) معلمان تمایلی به طرح مسائل کلامی در آزمون‌ها و کلاس‌های درس ندارند و اکثراً استفاده از این مسائل را صرفاً گمراه کردن دانش‌آموزان در ارزشیابی‌ها می‌دانند. بنا به گفته Esmaili & Rafiepour (2014) اولین گام برای ارتقاء سطح کیفی حل مسئله کلامی دانش‌آموزان، توجیه معلمان در رابطه با کاربرد هر چه بیشتر و بهتر این مسائل به عنوان مقدمه‌ای برای پرداختن به مسائل مدل‌سازی در برنامه درسی است. تحلیل خطاهای دانش‌آموزان در این مسائل می‌تواند از بروز این خطاها پیشگیری نمایند. به عقیده White (2005) معلمان می‌توانند با استفاده از روش تحلیل خطای نیومن برای تشخیص و تحلیل خطاهای دانش‌آموزان و آنچه که در ذهن آنها می‌گذرد بهره ببرند و از این طریق می‌توانند در جهت تصحیح تفکر آنها گام بردارند. معلم نقش بزرگی در فراهم کردن فرصت‌های آموزشی مناسب برای جلوگیری از بروز خطاها و یا مواجهه با آنها دارد. اگر خطاهای دانش‌آموزان به عنوان یکی از منابع یادگیری آنها در نظر گرفته شود، می‌تواند موجب بهبود یادگیری و بالا رفتن کارایی دانش‌آموزان شود (Bakhshalizādeh & Broojerdiān, 2017).

محدودیت‌های موجود در هر پژوهش اجتناب‌ناپذیر است. پژوهشگران در فرایند نیل به اهداف پژوهش حاضر، در جمع‌آوری داده‌ها با مشکلات و محدودیت‌هایی مواجه شده‌اند. جامعه آماری پژوهش

حاضر تنها محدود به دانش‌آموزان پایه چهارم ابتدایی منطقه ۱۲ شهر تهران بوده است. همچنین به دلیل عدم همکاری مدارس در برگزاری آزمون تعیین سطح اولیه، توانایی حل مسئله ریاضی دانش‌آموزان مورد ارزیابی قرار نگرفت و آنها از لحاظ سطح تحصیلی گروه‌بندی نشدند. به علت محدودیت‌های زمانی، میزان دقت و انگیزه دانش‌آموزان به عنوان عامل مؤثر احتمالی مورد بررسی قرار نگرفت. علاوه بر این، ضیق وقت و نیز شرایط محیط‌های آموزشی مدارس، امکان مصاحبه ساختاریافته با دانش‌آموزان را در ارتباط با هر چهار پرسش در آزمون پژوهش، ناممکن نمود.

مرتفع نمودن محدودیت‌های ذکر شده، می‌تواند به هدفی برای پژوهش‌های آتی مبدل گردد. پژوهش‌های آتی می‌توانند در زمینه تحلیل خطای نیومنی دانش‌آموزان در دسته‌بندی‌های متنوع مسائل کلامی صورت بپذیرند. علاوه بر این پژوهشگران در پژوهشی آزمایشی می‌توانند تأثیر آموزش راهبردهای حل مسائل کلامی بر اساس سلسله‌مراتب نیومن را بر عملکرد دانش‌آموزان در مقاطع مختلف تحصیلی به صورت کلی و به تفکیک جنسیت مورد بررسی قرار دهند. همچنین ارزیابی کیفیت عملکرد دانش‌آموزان در آزمون‌های مطالعات بین‌المللی از جمله تیمز در مقایسه با مسائل کلامی مطرح شده در کتب ریاضی پایه‌های اول تا چهارم ابتدایی و شیوه‌های تدریس آنها نیز می‌تواند مورد بررسی قرار گیرد.

References:

- Abdullah, A. H., Abidin, N. L. Z., & Ali, M. (2015). Analysis of Students' Errors in Solving Higher Order Thinking Skills (HOTS) Problems for the Topic of Fraction. *Asian Social Science*, 11(21), 133.
- Bakhshalizādeh, S. (2013). *Identifying the primary school fourth grade students' common misconceptions in content area of math*. Research Institute for Education, Tehran. (In Persian)
- Bakhshalizādeh, S. & Broojerdiān, N. (2017). Identifying the primary school fourth grade students' common misconceptions in content area of geometry and measurement: A comparison of their performance with the mean performance at international level. *Educational Innovations*, 16(4), 101-126. (In Persian)
- Bottle, G. (2005). *Teaching mathematics in the primary school: The essential guide*. A&C Black. (Translated by Shahrnaz Bakhshalizadeh, 2012). (In Persian)
- Burns, M. (2000). *About teaching mathematics: A K-8 resource*. Math Solutions Publications, Marilyn Burns Education Associates, 150 Gate 5 Road, Suite 101, Sausalito, CA 94965.
- Charles, R. (2004). Solving Word Problems: Developing Students' Quantitative Reasoning Abilities. Retrieved from pearsonschool.com/elementaryproducts. Pearson Education, Inc. Mat07289.
- Clarkson, P. C. (1991). Language comprehension errors: A further investigation. *Mathematics Education Research Journal*, 3(2), 24-33.

- Clarkson, P. (1983). Types of errors made by Papua New Guinean students. *Educational Studies in Mathematics*, 14(4), 355-367.
- Clements, M. K. (1980). Analyzing children's errors on written mathematical tasks. *Educational studies in mathematics*, 11(1), 1-21.
- Clements, M. A., & Ellerton, N. F. (1996). *Mathematics Education Research: Past, Present and Future*. Bangkok, Thailand: UNESCO.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood mathematics intervention. *Science*, 333(6045), 968-970.
- Delisio, L. A., Bukaty, C. A., & Taylor, M. (2018). Effects of a Graphic Organizer Intervention Package on the Mathematics Word Problem Solving Abilities of Students with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Special Education Apprenticeship*, 7(2), n2.
- Esmaili, M. & Rafiepour, A. (2014) Analyzing the error of fifth grade Students in solving word problems using Newman's method. *The 13th Conference on Mathematics Education*, Tehran, Shahid Rajaee Teacher Training University. (In Persian)
- Fitriani, H. N., Turmudi, T., & Prabawanto, S. (2018,). Analysis of students error in mathematical problem solving based on Newman's error analysis. In *International Conference on Mathematics and Science Education of Universitas Pendidikan Indonesia* (Vol. 3, pp. 791-796).
- Hesam, B. & Pandi, Z. (2019). *Math Kangaroo Grade 3 and 4*. Fatemi Publishing, Tehran. (In Persian)
- Jitendra, A. K., Dupuis, D. N., & Rodriguez, M. C. (2012). Effectiveness of Small-Group Tutoring Interventions for Improving the Mathematical Problem-Solving Performance of Third-Grade Students with Mathematics Difficulties: A Randomized Experiment. *Society for Research on Educational Effectiveness*.
- Miller, A., Tobias, J., Safak, E., Kirwan, J. V., Enzinger, N., Wickstrom, M., & Baek, J. (2017). Preservice teachers' algebraic reasoning and symbol use on a multistep fraction word problem.
- Mukunthan, T. (2013). A study on students'errors on word problem. *International Journal of Management, IT and Engineering*, 3(10), 205.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1980). *An agenda for action: recommendations for school mathematics of the 1980s*. Reston, VA: Author.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*, Reston, VA: Author.
- Rahman, T. F. A. (2019). Exploring Students' Error in Quadratic Word-Problem Using Newman Procedure. *Academic Journal of Business and Social Sciences*, 3, 1-13.
- Rohmah, M., & Sutiarso, S. (2018). Analysis Problem Solving in Mathematical Using Theory Newman. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(2), 671-681.
- Singh, P., Rahman, A. A., & Hoon, T. S. (2010). The Newman Procedure for Analyzing Primary Four Pupils Errors on Written Mathematical Tasks: A Malaysian Perspective. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 8, 264-271.

Soltani, S. & Momeni, N. (2013). Investigating the errors of fifth grade elementary school girls in solving math verbal problems based on Newman's error analysis model. (In Persian)

Tayeb, T., Angriani, A. D., Humaerah, S. R., Sulasteri, S., & Rasyid, M. R. (2018). The Students' Errors in Answering Geometric Tests with Newman Procedures. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1114, No. 1, p. 012048). IOP Publishing.

Trance, N. J. C. (2013). Process Inquiry: Analysis of Oral Problem-Solving Skills in Mathematics of Engineering Students. *Online Submission*, 3(2), 73-82.

Verschaffel, L., Greer, B., & De Corte, E. (2000). Making sense of word problems. *Lisse, The Netherlands*.

Watson, I. (1980). Investigating errors of beginning mathematicians. *Educational Studies in Mathematics*, 11(3), 319-329.

White, A. L. (2005). Active mathematics In classrooms: Finding out why children make mistakes-and then doing something to help them. *Square one*, 15(4), 15-19.

White, A. L. (2010). Numeracy, Literacy and Newman's Error Analysis. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 33(2), 129-148.

White, J. (2017). *Using Children's Literature to Teach Problem Solving in Math: Addressing the Standards for Mathematical Practice in K-5*. Routledge.

Wijaya, A., Van Den Heuvel-Panhuizen, M., Doorman, M., & Robitzsch, A. (2014). Difficulties in solving context-based PISA mathematics tasks: An analysis of students' errors. *The Mathematics Enthusiast*, 11(3), 555.

Yunus, J., Zaura, B., & Yuhasriati, Y. (2019). Analysis of students error according to newman in solving mathematics problems of algebra in the form of story in second grade of smpn 1 banda aceh. *Jurnal Geuthèè: Penelitian Multidisiplin*, 2(2), 308-313.