



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Examining the 10th math final exam based on the classification levels of the SOLO theory

Zohreh Khazaei ^{*1}

¹ The Student of Ph.D., Mathematics Education, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran.

ABSTRACT

Keywords

national coordinated test, 10th grade math test
solo classification level

1 .Corresponding author
✉ z.khazaei26@gmail.com

Received: 2024/10/23

Reviewed: 2025/02/09

Accepted: 2025/02/09

Nationally coordinated tests can serve as a benchmark for evaluating students' mathematical abilities at the national level and help to measure uniformly the knowledge and mathematical abilities across the country. Therefore, it is important to examine these tests from different aspects. One of the three classifications for evaluating the results and level of development of students is Solo classification. The purpose of this research is to investigate the 10th grade mathematics test - coordinated by the country (June 1403) based on Solow's theory. This research was done descriptive-analytically and with the content analysis method. To evaluate the alignment of coding, Cohen's kappa coefficient is used, which is obtained as 0.83 and has reliable reliability. The results show that 65% of the issues are at the structural level, 30% at the single-structure level, and 5% at the relationship level, and there are no issues at the generalized abstraction level. These results can help teachers to improve teaching based on students' cognitive level.

ISSN (Online): 2783- 4379

DOI: [10.48310/rme.2025.17467.1095](https://doi.org/10.48310/rme.2025.17467.1095)

Citation (APA): khazaei, Z. (2024). Examining the 10th math final exam based on the classification levels of the SOLO theory. *Research in Mathematics Education*, 4(2), 31- 39.
 <https://doi.org/10.48310/rme.2025.17467.1095>



بررسی آزمون نهایی ریاضی دهم بر اساس سطوح طبقه‌بندی نظریه سولو

مقاله پژوهشی / مروری

زهره خزاکی^{۱،*}

۱ دانشجوی دکتری رشته آموزش ریاضی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران.

چکیده

آزمون‌های هماهنگ کشوری می‌توانند به عنوان معیاری استاندارد برای ارزیابی توانمندی‌های ریاضی دانش‌آموزان در سطح ملی عمل کنند و به سنجش یکنواخت سطح دانش و توانایی‌های ریاضی در سراسر کشور کمک نمایند. بنابراین، بررسی محتوای این آزمون‌ها از جنبه‌های مختلف دارای اهمیت است. یکی از مؤثرترین طبقه‌بندی‌ها برای ارزیابی نتایج یادگیری و سطح رشد دانش‌آموزان، طبقه‌بندی سولو است. هدف این پژوهش، بررسی محتوای آزمون ریاضی پایه دهم - هماهنگ کشوری (خرداد ۱۴۰۳) بر اساس نظریه سولو می‌باشد. این تحقیق به صورت توصیفی-تحلیلی و با روش تحلیل محتوا انجام شده است. برای ارزیابی هم‌سویی کدگذاری، از ضریب کاپای کوهن استفاده شده که مقدار ۰/۸۳ به دست آمده و از قابلیت اطمینان خوبی برخوردار است. نتایج نشان می‌دهد که ۶۵ درصد از مسائل در سطح چندساختاری، ۳۰ درصد در سطح تک ساختاری و ۵ درصد در سطح رابطه‌ای قرار دارند و هیچ مسئله‌ای در سطح انتزاع تعمیم‌یافته وجود ندارد. این نتایج می‌توانند به معلمان کمک کنند تا فرایند آموزش و یادگیری را بر اساس سطوح شناختی دانش‌آموزان بهبود بخشند.

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید.

واژه‌های کلیدی

آزمون هماهنگ کشوری
آزمون ریاضی
پایه دهم
سطوح طبقه‌بندی سولو

۱. نویسنده مسئول

z.khazaei26@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۰۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۱/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۲۱

شماره صفحات: ۳۹ - ۳۱

DOI: [10.48310/rme.2025.17467.1095](https://doi.org/10.48310/rme.2025.17467.1095)

شاپا الکترونیکی: ۴۳۷۹ - ۲۷۸۳



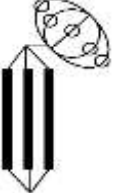
OPYRIGHTS

©2024 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

مقدمه

یکی از نظریه‌های مهم که به ارزیابی رشد شناختی عمومی دانش‌آموزان می‌پردازد، طبقه‌بندی سولو است که نخستین بار توسط بیگز و کولیس^۱ در سال ۱۹۸۲ معرفی شد. این طبقه‌بندی یک روش منظم برای توصیف نحوه عملکرد دانش‌آموزان در هنگام مواجهه با یک تکلیف و تکمیل آن ارائه می‌دهد. جدول ۱ شامل توصیفی از هر سطح و فهرستی از رفتارهایی است که دانش‌آموزان در سطوح مختلف این چارچوب از خود بروز می‌دهند.

جدول ۱. تشریح سطوح طبقه‌بندی سولو (السابی و کاکر^۲، ۲۰۲۰ و بیگز و کولیس، ۱۹۸۲)

سطوح سولو	توصیف	افعال
پیش‌ساختاری 	- دانش آموز هیچ اطلاعاتی ندارد و نمی‌تواند مسئله را بفهمد. - پاسخ‌ها نامربوط و بی‌معنی است.	-
تک‌ساختاری 	- تفسیر نادرست از مسئله دارد. - درک دانش‌آموز از مسئله محدود است. - دانش‌آموز معمولاً روی یک جنبه از مسئله تمرکز می‌کند. - دانش آموز می‌تواند رابطه (بسیار محدود) برقرار کند.	تعریف کردن، شناسایی کردن، محاسبه کردن (ساده)، شمردن، نام بردن، تشخیص دادن
چند ساختاری 	- دانش‌آموز می‌تواند رابطه پیچیده‌تری برقرار کند. - دانش‌آموز از بیش از یک جنبه مسئله استفاده می‌کند اما نمی‌تواند این جنبه‌ها را به هم متصل کند.	توصیف کردن، طبقه‌بندی کردن، لیست کردن، محاسبه کردن، حل کردن رویه‌ای
رابطه‌ای 	- دانش‌آموز می‌تواند رابطه را تعمیم دهد. - دانش‌آموز برای رابطه قاعده یا فرمولی ارائه می‌دهد. - دانش‌آموز تمام جنبه‌های مسئله را در رابطه با پاسخ می‌فهمد و بنابراین می‌تواند این جنبه‌ها را در این سطح به هم متصل کند.	تجزیه و تحلیل کردن، مقایسه کردن، توضیح دادن، تشخیص دادن جز/کل، ادغام کردن، ارتباط برقرار کردن، به کار بردن
انتزاع تعمیم‌یافته 	- دانش‌آموز چیزهای جدیدی خلق می‌کند. - دانش‌آموز فراتر از مسئله می‌رود تا یک استراتژی جدید برای رسیدن به راه حل ایجاد کند.	پیش‌بینی کردن، فرضیه‌سازی کردن، تعمیم دادن، عمومی ساختن، انعکاس دادن به دامنه جدید، خلق کردن، حدس زدن

طبق توصیف ارائه شده در جدول ۱، در سطح پیش‌ساختاری، دانش‌آموزان برای حل مسئله از داده‌ها یا روند حل اشتباه و نامرتبط با مسئله استفاده می‌کنند؛ بنابراین نتیجه‌گیری‌های آن‌ها نادرست یا بی‌ربط می‌شود. در این سطح، دانش‌آموزان نمی‌توانند روی یک تکلیف معین به درستی کار کنند، به این معنی که آن‌ها در این سطح مهارت‌هایی ندارند که بتوانند از آنها برای انجام یک تکلیف مشخص استفاده کنند (مولبار، رحمان و احمر^۳، ۲۰۱۷). در سطح تک

¹ Biggs & Collis

² Ellassabi & Kaçar

³ Mulbar, Rahman & Ahmar

ساختاری، درک یادگیرنده از مسئله محدود است و معمولاً تنها روی یک جنبه از مسئله تمرکز دارد. وی می‌تواند بین اجزای مسئله، رابطه‌ای برقرار کند اما این روابط بسیار سطحی هستند. در سطح چند ساختاری، دانش‌آموزان می‌توانند روی بیش از یک جنبه از سؤال تمرکز کنند، اما این‌ها به یکدیگر مرتبط نیستند و در سطح رابطه‌ای، دانش‌آموزان می‌دانند که چگونه کل را بسازند و روابط بین ساختارهایی که کل را تشکیل می‌دهند را می‌دانند (بیگز و تنگ^۱، ۲۰۱۱). در سطح انتزاع تعمیم‌یافته، دانش‌آموزان می‌توانند با در نظر گرفتن ویژگی‌های انتزاعی استدلال کنند و می‌توانند تعمیم دهند. همچنین آنان می‌توانند موضوعات را از منظرهای مختلف ببینند و فرضیه‌سازی کنند. در این سطح، دانش‌آموز می‌تواند دانش یکپارچه معنادار را به حوزه دیگری انتقال دهد (برابرد^۲ و داهل^۳، ۲۰۰۹).

بررسی پیشینه تحقیق بیانگر این موضوع است که ضروری است تحقیقات بیشتری در زمینه سولو در پایه‌های مختلف تحصیلی انجام گیرد. با توجه به اهمیت زیاد آزمون‌های هماهنگ کشوری، لزوم انجام تحقیقاتی در حوزه تحلیل محتوای این آزمون‌ها براساس طبقه‌بندی‌های معتبر مانند سولو ضروری است. بنابراین در پژوهش حاضر به تحلیل محتوای آزمون هماهنگ کشوری مطابق با طبقه‌بندی سولو پرداخته می‌شود. پژوهش حاضر بر آن است که به تحلیل محتوای مسائل آزمون هماهنگ کشوری ریاضی دهم (۱۴۰۳) براساس طبقه‌بندی سولو بپردازد و به این سؤال پاسخ دهد که توزیع مسائل این آزمون براساس طبقه‌بندی سطوح سولو چگونه است.

پیشینه پژوهش

پژوهش‌های متعددی در حوزه آموزش ریاضی به کمک طبقه‌بندی سولو انجام شده است که در اکثر این پژوهش‌ها پاسخ‌های دانش‌آموزان به یک آزمون با توجه به طبقه‌بندی سولو ارزیابی شده است. به عنوان مثال پژوهش چان^۴ و همکاران (۲۰۰۲) به نقل از یافتیان و محبت‌پناه، (۱۴۰۳) که در تحقیق خود از طبقه‌بندی سولو بر روی نتایج یادگیری دانش‌آموزان به عنوان یک مطالعه آزمایشی استفاده کردند. نتایج بیانگر این مسئله بود که با طبقه‌بندی پاسخ‌های دانش‌آموزان براساس سطوح سولو می‌توان مشکلات مفهومی و ضعف‌های آن‌ها در حل مسائل ریاضی را تا حدی شناسایی و برطرف کرد. ساپوترا^۵ و همکاران (۲۰۱۹) پژوهشی با هدف سنجش میزان توانایی و بهبود توانایی دانش‌آموزان در حل مسئله ریاضی انجام دادند. نتایج این مطالعه نشان داد دانش‌آموزانی با توانایی بالا در ریاضی بیشتر در سطح چند ساختاری سولو و دانش‌آموزانی با توانایی پایین در ریاضی در سطح تک‌ساختاری سولو، قرار دارند. در مطالعه دیگری ملاساری^۶ و همکاران (۲۰۲۳) مهارت تفکر خلاق ریاضی دانش‌آموزان در حل مسائل هندسی با استفاده از معیارهای طبقه‌بندی سولو بررسی کردند. در این پژوهش که ۳۰ دانش‌آموز پایه هشتم اندونزی شرکت داشتند، چهار مسئله تفکر خلاق ریاضی را در مواد هندسه حل نمودند. نتایج این مطالعه می‌تواند به عنوان ارزیابی مهارت تفکر خلاق ریاضی دانش‌آموزان مورد استفاده قرار گیرد. قونایمات و الاونه^۷ (۲۰۲۴) تأثیر استفاده از سطوح طبقه‌بندی سولو بر کسب مفاهیم هندسه را بررسی نمودند. نتایج حاکی از تأثیر مثبت استفاده از طبقه‌بندی سولو به عنوان راهبردی برای آموزش ریاضیات به ویژه در فراگیری مفاهیم هندسه مختصات توسط دانش‌آموزان بود. این مطالعه استفاده از سطوح نظریه سولو را در اکتساب مفاهیم ریاضی در سایر موضوعات از جمله جبر، آمار و غیره توسط دانش‌آموزان توصیه می‌کند.

¹ Tang

² Brabrand

³ Dahl

⁴ Chan

⁵ Saputra

⁶ Malasari

⁷ Ghunaimat & Alawneh

پژوهش‌های اندکی در حوزه آموزش ریاضی و طبقه‌بندی سولو در کشورمان نیز انجام شده است. به عنوان مثال حق‌جو و ریحانی (۱۳۹۸)، توانایی مهارت‌های فضایی دانش‌آموزان در حل یک تکلیف بررسی و پاسخ‌های آنان را بر اساس طبقه‌بندی سولو تجزیه و تحلیل نمودند. نتایج این مطالعه نشان داد که در زمینه تجسم فضایی، دانش‌آموزان مدارس معمولی در سطح تک ساختاری قرار دارند. صادقی، ریحانی و قربانی (۱۳۹۷) درک و فهم دانش‌آموزان پایه‌ی یازدهم ریاضی و تجربی از تابع معکوس خطی به کمک چهارچوب نظریه سولو بررسی نمودند. نتایج نشان داد؛ در مجموع اکثر دانش‌آموزان در سطح چند ساختاری و یا کمتر قرار دارند. تعداد نسبتاً کمی در سطح رابطه‌ای قرار دارند و کمتر از ۷٪ دانش‌آموزان در سطح انتزاع تعمیم‌یافته قرار دارند.

محبت‌پناه و یافتیان (۱۴۰۰) نیز محتوای کتاب ریاضی ششم را بر اساس نظریه سولو تحلیل نمودند نتایج نشان داد که حدود ۲۵ درصد مسائل کتاب به سطح تک ساختاری، حدود ۴۱ درصد به سطح چندساختاری، حدود ۲۸ درصد به سطح رابطه‌ای و حدود ۲۸ درصد به سطح انتزاع تعمیم یافته نظریه سولو اختصاص یافته است. یافتیان و محبت‌پناه (۱۴۰۳) نیز محتوای کتاب ریاضی پایه هشتم براساس نظریه سولو را بررسی نمودند. نتایج مطالعه آنان نشان داد که حدود ۲۹ درصد مسائل کتاب ریاضی پایه هشتم به سطح تک‌ساختاری، حدود ۳۸ درصد به سطح چندساختاری، حدود ۳۱ درصد به سطح رابطه‌ای و حدود ۲ درصد به سطح انتزاع تعمیم‌یافته سولو اختصاص یافته است.

روش

در پژوهش حاضر از روش تحلیل محتوا برای بررسی آزمون ریاضی پایه دهم- هماهنگ کشوری (نوبت صبح- خرداد ۱۴۰۳) استفاده شده است. برای این منظور در مرحله اول تعاریف مشخص و روشنی از مقوله و معیارهای سنجش ارائه شد. در مرحله بعد، نحوه کدگذاری و مفاهیم مورد نیاز به کدگذاران آموزش داده شد و درکی یکپارچه و مشترک از مفاهیم و نحوه کدگذاری حاصل شد. کدگذاری محتوا توسط دو نفر انجام گرفت. تحلیل پایایی بین کدگذاران با محاسبه ضریب کاپای کوهن^۱ با استفاده از نرم افزار SPSS انجام گرفت و ضریب کاپا ۰/۸۳ به دست آمد. به گفته ویرا و گرت^۲ (۲۰۰۵)، این مقدار از قابلیت اطمینان کدگذاری پشتیبانی می کند زیرا در محدوده «توافق اساسی و خوب» قرار دارد.

کتاب ریاضی پایه دهم از ۷ فصل با عناوین مجموعه، الگو و دنباله، مثلثات، توان‌های گویا و عبارت‌های جبر، معادله‌ها و نامعادله‌ها، تابع، شمارش، بدون شمردن و آمار و احتمال تشکیل شده است. برای بررسی آزمون، پاسخ درست هر مسئله از نظر سطوح طبقه‌بندی سولو بررسی شد. از آنجایی که سطح پیش‌ساختاری به یک نتیجه بی‌ربط منجر می‌شود (بیگز و کولیس، ۱۹۸۲)، در طبقه‌بندی و توزیع مسائل آزمون، این سطح در نظر گرفته نشده است. مسائلی که دانش‌آموز با استفاده از دانش و درک سطحی از مفهوم و یا فقط چند اطلاعات جداگانه قادر به حل آنها خواهد بود، در سطح تک‌ساختاری طبقه‌بندی شد. همچنین مسائلی که شامل تعریف، تشخیص ساده، شمارش، نامگذاری، پیروی از یک دستورالعمل ساده، محاسبه ساده و یک فرآیند ساده بود، در این سطح طبقه‌بندی شدند. مسائلی که دانش‌آموز با استفاده از داده‌های متعدد و در نظر گرفتن چند جنبه مستقل از محتوا، قادر به حل آنها خواهد بود، در سطح چند ساختاری طبقه‌بندی شد. همچنین مسائلی مانند توصیف، طبقه‌بندی، تهیه فهرست، ترکیب، اعمال رویه‌ها، انجام چند الگوریتم و فرآیند بود، در این سطح قرار گرفت. مسائلی که دانش‌آموز با درک و ایجاد ارتباط بین داده‌های مسئله یا ایجاد ارتباط بین مفاهیم یا فرآیندهای درگیر در مسئله، قادر به حل آنها خواهد بود، در سطح رابطه‌ای قرار گرفتند. دانش‌آموز در این سطح برای درگیر شدن در حل مسئله، قاعده یا فرمول ارائه می‌دهد و می‌تواند تمام جنبه‌های مسئله را برای رسیدن به پاسخ با یکدیگر ارتباط دهد و چند الگوریتم یا فرآیند متصل و مرتبط با هم را انجام دهد. همچنین مسائلی از آزمون که شامل مقایسه، توضیح و تبیین علت‌ها، تجزیه و تحلیل، تشخیص جز/کل، ارائه

¹ Cohen's kappa coefficient

² Viera & Garrett

گزارش و ادغام بود در این سطح قرار گرفت. مسائلی که دانش‌آموز با اتصال و ارتباط بین داده‌ها و پردازش آنها و سپس تعمیم نتایج، قادر به حل آنها خواهد بود، در سطح انتزاع تعمیم یافته طبقه‌بندی شد. همچنین دانش‌آموز در این سطح، ممکن است فراتر از مسئله پیش رود و روشی جدید تدوین و یا تعمیم دهد. مسائلی شامل ارزیابی، فرضیه‌سازی، تعمیم، خلق، قضاوت، تأمل و انتقال نظریه به حوزه جدید نیز در این سطح طبقه‌بندی شد (یافتیان و محبت‌پناه، ۱۴۰۳). در ادامه نمونه‌هایی از مسائل آزمون در هر یک از سطوح سولو ارائه شده است. در شکل ۱، قسمت د از بخش درستی - نادرستی آزمون ریاضی دهم - هماهنگ کشوری (۱۴۰۳) قابل مشاهده است.

د) تعداد جایگشت‌های متمایز حروف کلمه " نرگس " برابر ۴! است.

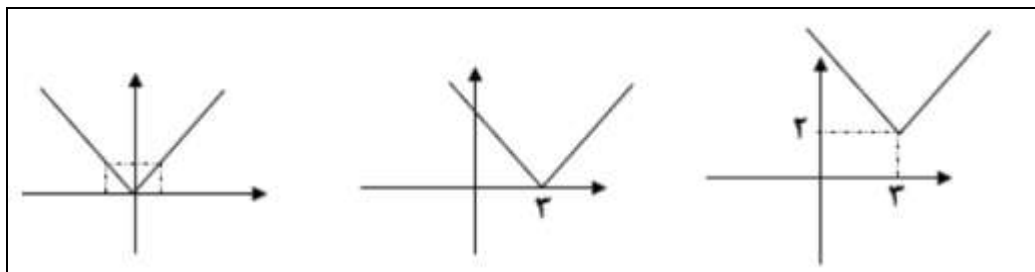
شکل ۱. قسمت د بخش درستی یا نادرستی آزمون ریاضی دهم هماهنگ کشوری (۱۴۰۳)

برای حل این سوال، با توجه به تعریف جایگشت، دانش‌آموز می‌تواند پاسخ صحیح بدهد. بنابراین یک تشخیص ساده که مربوط به یک جنبه (جایگشت) است در سطح تک‌ساختاری قرار می‌گیرد. در شکل ۲ سوال ۱۳ از این آزمون ارائه شده است.

ابتدا نمودار تابع $y = |x|$ را رسم کرده و با کمک انتقال آن، نمودار تابع $f(x) = |x - 3| + 2$ را رسم کنید.

شکل ۲. سوال ۱۳ آزمون ریاضی دهم هماهنگ کشوری (۱۴۰۳)

برای حل این مسئله، درک چندین مفهوم مستقل از هم (مفهوم قدرمطلق، رسم آن و انتقال) نیاز است که در سطح چندساختاری قرار می‌گیرد. در شکل ۳ پاسخ این مسئله آمده است.



شکل ۳. پاسخ سوال ۱۳ آزمون ریاضی دهم هماهنگ کشوری (۱۴۰۳)

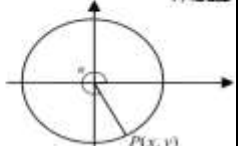
در شکل ۴ نمونه‌ای از مسائل در سطح رابطه‌ای آمده است. با ایجاد ارتباطی مناسب بین روابط مثلثاتی، این مسئله قابل حل خواهد بود. به عبارت دیگر تشخیص درست ناحیه قرارگیری زاویه و روابط مثلثاتی نیازمند تجزیه و تحلیل دقیق است، بنابراین در سطح رابطه‌ای قرار می‌گیرد. پاسخ این مسئله که از راهنمای تصحیح آزمون گرفته شده است، در شکل ۵ ارائه شده است.

اگر $27^\circ < \alpha < 36^\circ$ و $\tan \alpha = \frac{-4}{3}$ ، نسبت‌های مثلثاتی $\cos \alpha$ و $\cot \alpha$ را به دست آورید.

شکل ۴. سوال ۶ آزمون ریاضی دهم هماهنگ کشوری (۱۴۰۳)

روش اول: استفاده از اتحادهای مثلثاتی
 $1 + \tan^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \quad (0/25) \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{9}{25} \Rightarrow \cos \alpha = \pm \frac{3}{5} \quad (0/25) \xrightarrow{\alpha \text{ در نیمه چهارم}} \cos \alpha = +\frac{3}{5} \quad (0/25) \quad \text{صفحه ۲۴}$
 $\cot \alpha = \frac{1}{\tan \alpha} = -\frac{3}{4} \quad (0/25)$

روش دوم: استفاده از دایره مثلثاتی
 $\tan \alpha = -\frac{4}{3} \Rightarrow \frac{y}{x} = -\frac{4}{3} \Rightarrow y = -\frac{4}{3}x \quad (0/25) \quad x^2 + y^2 = 1 \Rightarrow x = \frac{3}{5} \quad (0/25)$
 $\Rightarrow \cos \alpha = \frac{3}{5} \quad (0/25), \cot \alpha = -\frac{3}{4} \quad (0/25)$



شکل ۵. پاسخ سوال ۶ آزمون ریاضی دهم هماهنگ کشوری (۱۴۰۳)

در این آزمون سوالی که در سطح انتزاع یافته قرار بگیرد، وجود نداشت. در واقع در این سطح دانش آموز نیازمند دلیل آوردن، اثبات و در نهایت نتیجه گیری کلی و تعمیم است. و دانش آموز در این مسئله فراتر از داده های مورد استفاده می اندیشد و به راه حل می رسد و آن را تعمیم می دهد اما این سطح از طبقه بندی سولو در این آزمون وجود نداشت. برای درک بهتر این سطح از طبقه بندی سولو، مسئله ای از کتاب ریاضی دهم که در این سطح طبقه بندی می شود، در شکل ۶ ارائه شده است.

اگر A و B دو پیشامد از فضای نمونه ای S باشند و $A \subseteq B$ ، ثابت کنید، $P(A) \leq P(B)$.

شکل ۶. تمرین کتاب درسی ریاضی دهم مربوط به فصل آمار و احتمال (صفحه ۱۵۱)

برای حل این مسئله، دانش آموز نیازمند دلیل آوردن، اثبات و در نهایت نتیجه گیری کلی است. در واقع، دانش آموز در این مسئله فراتر از داده های مورد استفاده می اندیشد و به راه حل می رسد و آن را تعمیم می دهد، پس در سطح انتزاع تعمیم یافته قرار می گیرد.

یافته ها

برای پاسخ به این پرسش که آزمون ریاضی هماهنگ کشوری پایه دهم براساس طبقه بندی سطوح سولو چگونه است، تمام مسائل این آزمون براساس طبقه بندی سولو بررسی شد. این آزمون شامل ۳ بخش (درست/نادرست، کامل کردنی و تشریحی) است. در جدول ۲ با یک نگاه کلی می توان نتایج مربوط به سطح و محتوای مربوط به مسائل آزمون را مشاهده کرد.

جدول ۲. مسائل آزمون ریاضی دهم (هماهنگ کشوری ۱۴۰۳) بر اساس طبقه بندی سولو

سوال	سطوح طبقه بندی سولو	بارم سوال	محتوای سوال
درستی / نادرستی	تک ساختاری	۰/۵	تابع، جایگشت
	چند ساختاری	۰/۵	مجموعه ها، توان و ریشه
کامل کردنی	تک ساختاری	۱	مثلثات، توان و ریشه، نامعادله و تابع
تشریحی	تک ساختاری	۴/۵	تابع، شمارش، متغیر و انواع آن
	چند ساختاری	۱۲/۵	مجموعه ها، دنباله هندسی، مثلثات، عبارت های جبری، معادله و نامعادله، سهمی، تابع، شمارش، احتمال
	رابطه ای	۱	مثلثات

در جدول ۳ مجموع بارم سوالات در هر سطح و درصد مربوط به آن ارائه شده است. همان طور که جدول ذیل نشان می‌دهد؛ بارم بیش از نیمی از سوالات، مربوط به سوالاتی می‌شوند که در سطح چندساختاری از سطوح طبقه‌بندی سولو قرار گرفته است، ۳۰ درصد مربوط به سطح تک‌ساختاری و ۵ درصد مربوط به سطح رابطه‌ای می‌باشد و هیچ سوالی در سطح انتزاع تعمیم‌یافته قرار نگرفته است. همچنین تمامی سوالاتی که در سطح رابطه‌ای طبقه‌بندی شدند، مربوط به بخش مثلثات کتاب ریاضی دهم می‌باشد.

جدول ۳. مجموع بارم سوالات در هر سطح و درصد مربوط به آن در آزمون ریاضی دهم- هماهنگ کشوری (۱۴۰۳)

سطوح طبقه‌بندی سولو	تک ساختاری	چندساختاری	رابطه‌ای	انتزاع تعمیم‌یافته
مجموع بارم	۶	۱۳	۱	۰
درصد	۳۰٪	۶۵٪	۵٪	۰٪

بحث و نتیجه‌گیری

آزمون‌های ریاضی هماهنگ کشوری فرصتی را برای ارزیابی دانش‌آموزان از نقاط مختلف کشور با استفاده از یک استاندارد مشترک فراهم می‌آورند. این رویکرد به ارزیابی عادلانه‌تر دانش و توانایی‌های آن‌ها کمک می‌کند. برگزاری این آزمون‌ها می‌تواند ابزاری مؤثر برای بهبود کیفیت آموزش ریاضی و شناسایی نقاط قوت و ضعف سیستم آموزشی باشد. بنابراین، بررسی محتوای این آزمون‌ها از زوایای مختلف اهمیت ویژه‌ای دارد.

یکی از طبقه‌بندی‌های کاربردی در این زمینه، طبقه‌بندی سولو است که نتایج یادگیری و سطح رشد دانش‌آموزان را ارزیابی می‌کند. این طبقه‌بندی به عنوان ابزاری کارآمد برای ارزیابی مهارت‌های حل مسئله دانش‌آموزان مورد استفاده قرار می‌گیرد. پژوهش حاضر به تحلیل مسائل آزمون ریاضی دهم- هماهنگ کشوری بر اساس سطوح طبقه‌بندی سولو پرداخته است. نتایج نشان داد که حدود ۶۵ درصد از مسائل در سطح چندساختاری، ۳۰ درصد در سطح تک ساختاری و ۵ درصد در سطح رابطه‌ای قرار دارند و هیچ مسئله‌ای در سطح انتزاع تعمیم‌یافته وجود ندارد. عدم وجود سوالاتی در سطح انتزاع تعمیم‌یافته ممکن است نشان‌دهنده توجه طراحان سوال به رشد شناختی دانش‌آموزان باشد. با این حال، احساس نیاز به تناسب بین سطح سولو مسائل آزمون‌ها و سطح رشد و تفکر دانش‌آموزان وجود دارد. همچنین، ترتیب و چینش مسائل نیز بررسی شد؛ سوالات ابتدایی از سطح تک ساختاری شروع می‌شوند تا دانش‌آموز با انگیزه بیشتری آزمون را ادامه دهد.

نتایج این پژوهش می‌تواند طراحان آزمون را در تنظیم آزمون‌های ریاضی یاری کند. طبقه‌بندی سوالات بر اساس سطوح سولو به معلمان این امکان را می‌دهد که نتایج دانش‌آموزان را ارزیابی کرده و از تفکر و تحلیل آن‌ها آگاه شوند. طراحی سوالات با استفاده از سطوح سولو می‌تواند به بهبود فرایند آموزش و یادگیری و تقویت مهارت‌های تفکری دانش‌آموزان کمک کند.

منابع

حق جو، سعید، و ریحانی، ابراهیم. (۱۳۹۸). مطالعه عملکرد دانش‌آموزان دوره دوم متوسطه در حل یک تکلیف توانایی فضایی با استفاده از نظریه SOLO. فناوری آموزش (فناوری و آموزش)، ۱۳(۴)، ۶۳۹-۶۵۳.

SID. <https://sid.ir/paper/155567/fa>

صادقی، مرضیه، ریحانی، ابراهیم، و قربانی، مجتبی. (۱۳۹۷). بررسی درک و فهم دانش‌آموزان پایه یازدهم ریاضی و تجربی از تابع معکوس خطی بر اساس نظریه سولو. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.

محببت پناه، افسانه، و یافتیان، نرگس. (۱۴۰۰). ارزیابی کتاب درسی ریاضی پایه ششم براساس سطوح طبقه‌بندی سولو. پژوهش

در آموزش ریاضی، ۲(۲)، ۱۵-۲۹. SID. <https://sid.ir/paper/1032196/fa>

یافتیان، نرگس و محبت‌پناه، افسانه. (۱۴۰۳). رد پای سطوح طبقه‌بندی نظریه سولو در کتاب ریاضی پایه هشتم. مطالعات آموزشی و آموزشگاهی، ۱۳(۱)، ۱۱۳-۱۲۸. doi: 10.48310/pma.2024.3513128-113

References

- Biggs, J. & Collis, K. (1982). Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy. New York: Academic Press.
- Biggs, J., & Tang, C. (2011). Teaching For Quality Learning At University. Fourth Edition. The Society for Research into Higher Education(Fourth Edi). Berkshire: McGraw Hill and Open University Press.
- Brabrand, C., & Dahl, B. (2009). Using the SOLO taxonomy to analyze competence progression of university science curricula. *Higher Education*, 58(4), 531-549. <https://doi.org/10.1007/s10734-009-9210-4>
- Elassabi, A., & Kaçar, A. (2020). Investigation of Libyan and Turkish Students' Thinking Levels in Solving Quadratic Word Problems Based on SOLO Taxonomy= Libyali ve Türk öğrencilerin ikinci dereceden bir degiskenli sözel problemlere iliskin düşünme seviyelerinin SOLO Taksonomisi'ne göre arastirilmesi. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 10(1), 283-316.
- Ghunaimat, M. A., & Alawneh, E. A. (2024). The Effectiveness of Using the SOLO Taxonomy in Acquiring Students the Concepts of Coordinate Geometry. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 5(3), 523-536.
- Malasari, P. N., Sari, A., Haqiqi, A. K., Masrukhin, M., & Qomariyah, S. (2023, May). Using the SOLO taxonomy to investigate students' mathematical creative thinking proficiency. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2595, No. 1). AIP Publishing.
- Mulbar, U., Rahman, A., & Ahmar, A. (2017). Analysis of the ability in mathematical problemsolving based on SOLO taxonomy and cognitive style. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 15(1), 68-73. <https://doi.org/10.26858/wtete15i1y2017p6873>
- Viera, A. J., & Garrett, J. M. (2005). Understanding interobserver agreement: the kappa statistic. *Fam med*, 37(5), 360-363.