Vol. 13, No. 1, Spring 2024, pp 113- 128

Journal of Educational and Scholastic studies

ORIGINAL RESEARCH PAPER

The Trace of the SOLO Theory Taxonomy Levels in the 8th Grade Mathematics Textbook

***Narges Yaftian*[*1], *Afsaneh Mohabatpanah*[2]**

[1] *Associate Professor, Department of Mathematics, Faculty of Science, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran.*

[2] *Mathematics Teacher in Tehran Province & Ph.D. Student in Mathematics Education, Faculty of Science, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran.*

Keywords:
Mathematics Education,
Eighth Grade,
SOLO Taxonomy Levels,
Mathematics Textbook,
SOLO Theory

Corresponding author
yaftian@sru.ac.ir

Received: 2021/07/31
Reviewed: 2021/12/26
Accepted: 2022/01/17

ABSTRACT

Background and Objectives: Considering the great importance of textbooks as one of the most important educational resources, it is necessary to analyze the content of these books based on valid views and theories, so that their educational purposes can be well defined and classified. The purpose of this study is to examine the content of the eighth grade math textbook based on SOLO theory. **Methods:** The study method was descriptive-analytical by content analysis. The statistical population included all the problems of the eighth grade math textbook and the sample is equal to the population. The research instrument is content analysis forms whose face and content validity have been approved by experienced mathematics teachers and instructors and the reliability of the instrument has been determined using the Holsti formula 0.86. The data analysis method was performed using descriptive statistics. **Findings:** The results showed that about 29% of the book problems are dedicated to the unistructural level, about 38% to the multistructural level, about 31% to the relational level and about 2% to the extended abstract level. **Conclusion:** According to the results, the fifth chapter has the most problems at the unistructural level, the second chapter has the most problems at the multistructural level, and the third chapter has the most problems at the relational level. Also, the ninth chapter has the most problems at the extended abstract level, and on the other hand, the first, second, fifth, seventh and eighth chapters do not have any problems at the extended abstract level. The results of this study can help educational policymakers, authors and programmers of textbooks to improve the textbooks based on students' cognitive levels.

ISSN (Online): 2645-8098 **DOI: 10.48310/PMA.2024.3513**

Citation (APA): Yaftian, N., & Mohabatpanah, A. (2024). The traces of the SOLO Theory taxonomy levels of in the 8th grade mathematics textbook. *Educational and Scholastic studies*, 13 (1), 113 - 128 .
https://doi.org/10.48310/PMA.2024.3513

رد پای سطوح طبقه‌بندی نظریه سولو در کتاب ریاضی پایه هشتم

مقاله پژوهشی/ مروری

***نرگس یافتیان*[۱،*]، افسانه محبت‌پناه[۲]**

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

۲. دبیر ریاضی آموزش و پرورش استان تهران و دانشجوی دکتری آموزش ریاضی گروه ریاضی دانشکده علوم پایه دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.

چکیده

پیشینه و اهداف: با توجه به اهمیت زیاد کتاب‌های درسی به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع آموزشی، نیاز است که تحلیل محتوای این کتاب‌ها براساس دیدگاه‌ها و نظریه‌های معتبر انجام گیرد، تا اهداف آموزشی آن‌ها به خوبی مشخص و طبقه‌بندی شود. هدف پژوهش حاضر بررسی محتوای کتاب ریاضی پایه هشتم براساس نظریه سولو است. **روش‌ها:** این پژوهش از نوع توصیفی-تحلیلی و با روش تحلیل محتوا انجام گرفته است. جامعه آماری، تمامی مسائل کتاب ریاضی پایه هشتم بود و نمونه با جامعه برابر در نظر گرفته شد. ابزار پژوهش، فرم‌های تحلیل محتوایی بود که روایی صوری و محتوایی آن به تأیید اساتید آموزش ریاضی و معلمان باتجربه رسید و پایایی ابزار نیز به کمک فرمول هولستی ۰/۸۶ تعیین شد. روش تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از آمار توصیفی انجام شد. **یافته‌ها:** نتایج 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. **نتیجه‌گیری:** طبق نتایج، فصل پنجم دارای بیش‌ترین مسائل در سطح تک‌ساختاری، فصل دوم دارای بیش‌ترین مسائل در سطح چندساختاری و فصل سوم دارای بیش‌ترین مسائل در سطح رابطه‌ای هستند. همچنین، فصل نهم دارای بیش‌ترین مسائل در سطح انتزاع‌تعمیم‌یافته است و فصل‌های اول، دوم، پنجم، هفتم و هشتم هیچ مسئله‌ای در سطح انتزاع تعمیم‌یافته ندارند. نتایج این پژوهش می‌تواند به سیاست‌گذاران آموزشی و مؤلفان و برنامه‌ریزان کتب درسی، کمک نماید تا به بهبود کتاب درسی براساس سطوح شناختی دانش‌آموزان بپردازند.

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

واژه‌های کلیدی:
آموزش ریاضی
پایه هشتم
سطوح طبقه‌بندی سولو
کتاب درسی ریاضی
نظریه سولو

نویسنده مسئول
yaftian@sru.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۰۹
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱۰/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۲۷
شماره صفحات: ۱۲۸- ۱۱۳

شاپا الکترونیکی: ۸۰۹۸-۲۶۴۵

DOI: 10.48310/PMA.2024.3513

COPYRIGHTS
©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

در برنامه درسی ملی، ریاضیات به عنوان یکی از یازده حوزه تعلیم و یادگیری در نظر گرفته شده است. مؤلفان این برنامه در مورد ضرورت ریاضی بیان نمودند که ریاضیات در زندگی روزانه و برای حل مشکلات در حوزه‌های مختلف، همچنین در فعالیت‌های متفاوت انسانی کاربرد وسیعی دارد (Mosapour, 2017). همچنین محتوای اصلی برنامه درسی مدارس را کتاب‌های درسی تشکیل می‌دهد و این کتاب‌ها در نظام آموزشی ما، اهمیت ویژه‌ای دارند؛ زیرا در بسیاری از موارد، کتاب درسی عمده‌ترین مرجع رسمی آموزشی است که معلم در اختیار دارد (Davaii, 2001). با توجه به تأثیر مستقیم رویکرد کتاب‌های ریاضی در عملکرد ریاضی دانش‌آموزان، بررسی محتوای کتاب‌ها می‌تواند در سنجش عملکرد برنامه‌های آموزشی مؤثر باشد (Ebrahimi Alavijeh et al, 2017). برنامه‌ریزی، تدوین، تغییر و روزآمدسازی کتب درسی یکی از الزامات نظام آموزشی است؛ لذا تحلیل و بررسی علمی آن نیز حائز اهمیت است و به دست‌اندرکاران و مؤلفان کتاب‌های درسی کمک می‌کند تا هنگام تدوین، گزینش و انتخاب محتوای درسی دقت بیش‌تری کنند تا ضمن تسهیل یادگیری، زمینه پیشرفت دانش‌آموزان را فراهم آورند. در حقیقت بررسی و تحلیل محتوا کمک می‌کند تا مفاهیم، اصول، نگرش‌ها، باورها و همه اجزای مطرح شده در قالب درس‌های کتاب، بررسی علمی شوند (Mahmoodi & Mohamadpour zal, 2015). اگر از دیدگاه برنامه درسی به کتاب‌های درسی به‌ویژه محتوا و فعالیت‌های آموزشی دانش‌آموزان نگاه کنیم، اهمیت و ضرورت یک محتوای خوب و متناسب با اهداف و سطح دانش‌آموزان را درک خواهیم کرد (Mohtasham, 2016).

با توجه به نقش و اهمیت ریاضیات در ابعاد مختلف زندگی، اهمیت و ضرورت بررسی کتاب‌های درسی ریاضی از جهت انطباق با سطح فکر و رشد دانش‌آموزان احساس می‌شود (Fesanghary, 2009). گاهی عدم کارایی و نامناسب بودن محتوا و نامتناسب بودن آن با توانایی درک و فهم دانش‌آموز، یادگیری را مشکل می‌کند. بنابراین فعالیت‌های یادگیری در کتاب‌های درسی باید با توانایی و سطح تفکر یادگیرنده منطبق باشند، تا بتوانند الگوی رفتاری مورد نظر را در وی به وجود بیاورند (Akbarnejad, Behdarvand & Mirzaii, 2019). با توجه به این‌که کتاب‌های درسی برای استفاده دانش‌آموزان تهیه و تدوین می‌شود، پس دانش‌آموز به‌عنوان یکی از عناصر برنامه‌ریزی درسی مطرح است که در سنین مختلف باید به کمیت و کیفیت یادگیری او توجه کرد. برای تحقق یادگیری عمیق ریاضیات در دانش‌آموزان، تلاش برای درک شرایط رشد و تفکر آن‌ها ضروری است. نظریه‌های متعددی وجود دارد که سطح تفکر دانش‌آموزان را توصیف می‌کند (Hidayatullah, 2019).

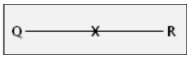
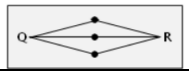
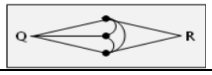
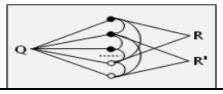
یکی از کاربردی‌ترین نظریه‌ها که رشد شناختی عمومی و موضعی دانش‌آموزان را مورد ارزیابی قرار می‌دهد، طبقه‌بندی سولو است که اولین بار توسط بیگز و کولیس (Biggs and Collis, 1982) معرفی شد. این طبقه‌بندی روشی منظم را برای توصیف عملکرد دانش‌آموز هنگام بررسی یک تکلیف و تکمیل آن، تنظیم کرده است (Mulbar, Rahman & Ahmar, 2017). سولو به عنوان ابزاری برای ارزیابی کیفیت پاسخ دانش‌آموزان به هنگام حل مسئله کاربرد دارد. توانایی دانش‌آموزان در حل مسائل را می‌توان از پاسخ آن‌ها هنگام برخورد با مسائل ریاضی دریافت. باید توجه داشت که نمی‌توان به‌طور مستقیم فرآیند فکری دانش‌آموز را دید، اما می‌توان توانایی‌های شناختی او را از نوع و کیفیت پاسخ داده شده، شناسایی کرد (Agustin, Sugiatno & Suratman, 2019). با در نظر گرفتن این نکته که وظیفه معلم تجزیه‌وتحلیل ایده‌های ارائه شده توسط دانش‌آموز است، این طبقه‌بندی یک زبان و الگو مشترک برای معلمان فراهم و آن‌ها را قادر می‌سازد تا مشاهدات خود را از عملکرد دانش‌آموزان به روشی معنی‌دار توصیف کنند (Pegg, 2011).

طبقه‌بندی سولو براساس دو ویژگی، درک یادگیرنده از مفاهیم ریاضی را مورد بررسی قرار می‌دهد. ویژگی نخست، نوع تفکر است که بر اساس آن فرض می‌شود یادگیری در یکی از پنج حالت تفکر اتفاق می‌افتد که تحت عناوین حسی-حرکتی[1] (دانش ضمنی)، تصویری[1] (دانش شهودی)، عینی-نمادین[2] (دانش اظهاری)، صوری[3] و فراصوری[4]

1 .Seneori motor

(دانش نظری) معرفی می‌شوند. ویژگی دوم این طبقه‌بندی به سطوح پاسخ دانش‌آموزان در حل یک تکلیف و مسئله مربوط می‌شود. این طبقه‌بندی روشی برای ارزیابی و رده‌بندی عملکرد شناختی، با در نظر گرفتن ساختار نتایج یادگیری مشاهده شده، ارائه می‌دهد. یک پاسخ می‌تواند یکی از مراحل پنج‌گانه پیچیدگی، یعنی از پیش‌ساختاری تا انتزاع تعمیم‌یافته را دربرگیرد (Biggs & Collis,1982) و به‌عنوان سطوح پاسخ، ارائه شود. همچنین این مراحل، توصیفی سلسه مراتبی در مورد ساختار یک پاسخ ارائه می‌دهند. پس ویژگی دوم، سطوح پاسخ فرد یا توانایی وی در پاسخ‌گویی است که با افزایش پیچیدگی به سطوح بالاتری می‌رسد، زیرا طبقه‌بندی سولو سطوح درک تدریجی را توصیف می‌کند (Caniglia & Meadows, 2018). توصیف این پنج سطح در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. تشریح سطوح طبقه‌بندی سولو

سطوح سولو	توصیف (Elazzabi & Kaçar, 2020)	مثال (Biggs & Collis,1982)
پیش‌ساختاری	اطلاعات دانش‌آموز سطحی است و نمی‌تواند مسئله را درک کند و یا برداشت نادرستی از مسئله دارد. پاسخ‌های وی غیرمرتبط‌اند و حل مسئله برای او اهمیتی ندارد، همچنین معمولاً پاسخی که وی می‌دهد مربوط به مسئله مورد نظر نیست.	به دانش‌آموز سؤال Q داده می‌شود و او از داده‌های بی‌ربط X برای تولید پاسخ R استفاده می‌کند. 
تک‌ساختاری	درک دانش‌آموز 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 سطحی است.	به دانش‌آموز سؤال Q داده می‌شود و او یک جنبه را برای تولید پاسخ R در نظر می‌گیرد.
چندساختاری	دانش‌آموز می‌تواند روابط پیچیده‌تری ایجاد کند و بیش از یک جنبه از مسئله را در نظر می‌گیرد، اما نمی‌تواند این جنبه‌ها را به یکدیگر ارتباط دهد.	به دانش‌آموز سؤال Q داده می‌شود و او از چند جنبه مستقل برای تولید پاسخ R استفاده می‌کند. 
رابطه‌ای	دانش آموز برای مسئله، رابطه، قاعده یا فرمول ارائه می‌دهد و تمام جنبه‌های مسئله را در ارتباط با پاسخ ارائه می‌دهد، بنابراین او می‌تواند این جنبه‌ها را در این سطح به هم ارتباط دهد.	به دانش‌آموز سؤال Q داده می‌شود و او از چند جنبه مرتبط و ترکیب آن‌ها برای تولید پاسخ R استفاده می‌کند. 
انتزاع تعمیم‌یافته	دانش‌آموز چیزهای جدیدی خلق می‌کند و فراتر از مسئله پیش می‌رود تا راه‌حل جدیدی برای مسئله ارائه دهد.	به دانش‌آموز سؤال Q داده می‌شود و با استفاده از چند اطلاعات و ارتباط آن‌ها و حتی اطلاعاتی که داده نشده پاسخ R و چند پاسخ دیگر را تولید می‌کند و حتی پاسخ را تعمیم می‌دهد. 

طبق توصیف ارائه شده در جدول، 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 به‌درستی کار کنند، به این معنی که آن‌ها در این سطح مهارت‌هایی ندارند که بتوانند از آن‌ها برای انجام یک تکلیف مشخص استفاده کنند (Mulbar et al, 2017). در سطح تک‌ساختاری،

1. Iconic
2. Concrete symbolic
3. Formal
4. Post formal

دانش‌آموز ممکن است دانش محدودی در مورد موضوع یا فقط چند اطلاعات به طور جداگانه داشته باشد. برای مثال، او می‌تواند از یک جنبه اطلاعات برای پاسخ‌گویی به مسئله استفاده کند، اما ارتباطی بین ایده‌ها و اطلاعات نمی‌تواند برقرار کند (Caniglia & Meadows, 2018). در سطح چندساختاری، دانش‌آموز می‌تواند بسیاری از جنبه‌های موضوع را بدون ایجاد همبستگی و ارتباط بین آن‌ها فهرست کند. بنابراین، افزایش دانش (جنبه کمی یادگیری) در یادگیری دانش‌آموزان از سطح پیش‌ساختاری به سطح چندساختاری وجود دارد (Çetin & İlhan, 2017). در سطح رابطه‌ای، دانش‌آموز به قسمت‌های مختلفی از مسئله توجه می‌کند و موفق به تلفیق آن‌ها می‌شود. در این سطح، فرد می‌تواند مفاهیم را برای شرایط یا مسائل مشابه استفاده کند، با این وجود نمی‌تواند آن‌ها را به حوزه دیگری منتقل کند (Çetin & İlhan, 2017). همچنین، دانش‌آموز می‌تواند ادغام معنی‌داری از جنبه‌هایی که در چندساختاری فهرست می‌کند، ایجاد کند (Brabrand & Dahl, 2009). در سطح انتزاع تعمیم‌یافته، دانش‌آموز فراتر از داده‌های مورد استفاده در مسئله می‌اندیشد و زمانی‌که به یک راه‌حل می‌رسد آن را تعمیم می‌دهد. همچنین دانش‌آموز می‌تواند سبک‌های تفکر جدید ایجاد کند (Özdemir, & Yildiz, 2015). در این سطح، دانش‌آموز می‌تواند دانش یکپارچه معنادار را به حوزه دیگری انتقال دهد. سطوح رابطه‌ای و انتزاع تعمیم‌یافته، منعکس‌کننده جنبه کیفی یادگیری است (Brabrand & Dahl, 2009). در نتیجه یکی دیگر از نقاط قوت مباحث مبتنی بر این طبقه‌بندی، آن است که هم کیفیت (یادگیری عمیق‌تر) و هم جنبه‌های کمی یادگیری (یادگیری سطحی) را شناسایی می‌کند (Çetin & İlhan, 2017).

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 که از بین مواردی که در سطح مدرسه انجام شده است، می‌توان به پژوهش چان و همکاران (Chan et al, 2002) اشاره کرد 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. همچنین جتین و ایلهان (Çetin and İlhan, 2017) از سولو به عنوان معیاری برای تجزیه‌وتحلیل مسائل ریاضی بازپاسخ استفاده کرده‌اند. این پژوهش بر روی دانش‌آموزان پایه هشتم صورت گرفت که باتوجه‌به معیارهای سطوح طبقه‌بندی سولو به ارزیابی پاسخ‌های آن‌ها پرداخته شده است. نتایج این مطالعه نشان داد برای ارزیابی سؤالات ریاضی بازپاسخ هم در آزمون‌هایی با مقیاس بزرگ و هم در ارزیابی‌های کلاسی، بهتر است از طبقه‌بندی‌های رشد شناختی مانند سولو استفاده شود. هدایت‌اله (Hidayatullah, 2019) نیز در تحقیقی به مقایسه و بررسی تأثیر به‌کارگیری نظریه سولو در یادگیری ریاضی پرداخت. یافته‌های این تحقیق حاکی از آن است که استفاده از نظریه سولو در مورد نحوه درک یک فرد از یک مفهوم، اطلاعات بهتری نسبت به بعضی از نظریه‌های دیگر می‌دهد. ساپوترا و همکاران (Saputra et al, 2019) پژوهشی با هدف سنجش میزان توانایی و بهبود توانایی دانش‌آموزان در حل مسئله ریاضی انجام دادند. نتایج این مطالعه که براساس طبقه‌بندی سولو روی دانش‌آموزان پایه هشتم انجام گرفت، نشان داد دانش‌آموزانی با توانایی بالا در ریاضی بیشتر در سطح چندساختاری سولو و دانش‌آموزانی با توانایی پایین در ریاضی در سطح تک‌ساختاری سولو، قرار دارند. کلودیا و همکاران (Claudia, Kusmayadi & Fitriana, 2020) در تحقیقی که هدف آن توصیف سطح پاسخ دانش‌آموزان دبیرستانی در حل مسائل برنامه‌ریزی خطی براساس سولو بود، به این نتیجه رسیدند دانش‌آموزانی با گرایش بالا نسبت به ریاضی در سطح انتزاع تعمیم‌یافته، دانش‌آموزانی با گرایش متوسط نسبت به ریاضی در سطح رابطه‌ای و دانش‌آموزانی با گرایش پایین نسبت به ریاضی در سطح پیش‌ساختاری قرار دارند. بیگز و کولیس (Biggs and Collis, 1989) که از افراد صاحب نظر در زمینه سولو هستند، با در نظر گرفتن محتوای آموزش رسمی مدرسه‌ای، اظهاراتی در مورد سطح مطلوب دستیابی دانش‌آموزان به هر یک از سطوح طبقه‌بندی سولو برای پایان هر مقطع تحصیلی بیان کرده‌اند. آن‌ها اظهار داشته‌اند که سیستم‌های نمادی زبان نوشتاری و نشانه‌ها یکی از قدرتمندترین ابزارها را برای تأثیر در محیط به ما می‌دهند و

استفاده از آن‌ها برای حل مشکلات دنیای واقعی، از جمله وظایف اصلی درمقاطع ابتدایی و متوسطه اول است. بنابراین، دانش‌آموزان در پایان تحصیلات متوسطه اول باید قادر به پاسخ‌گویی و عملکرد در سطح رابطه‌ای در حالت عینی-نمادین باشند.

پژوهش‌های اندکی در حوزه آموزش ریاضی و طبقه‌بندی سولو در کشورمان نیز انجام شده است. برای مثال، تقی‌زاده (Taghizadeh, 2018) در پژوهشی عملکرد ریاضی دانش‌آموزان پایه ششم دبستان و نقاط ضعف و قوت آنان را با توجه به طبقه‌بندی سولو مورد ارزیابی قرار داده است. بنابر نتایج این تحقیق، بیشتر دانش‌آموزان در سطح تک‌ساختاری قرار داشتند. صادقی (Sadeghi, 2019) در پژوهشی به بررسی درک‌وفهم دانش‌آموزان پایه یازدهم ریاضی و تجربی از تابع معکوس خطی براساس نظریه سولو پرداخت. نتایج نشان داد بیشتر دانش‌آموزان در سطح چندساختاری یا پایین‌تر بودند و تعداد کمی در سطح رابطه‌ای و انتزاع تعمیم‌یافته قرار داشتند. همچنین حق‌جو و ریحانی (Haghjoo and Reyhani, 2019) در پژوهشی به بررسی توانایی مهارت‌های فضایی دانش‌آموزان دوره دوم متوسطه در حل یک تکلیف و تجزیه‌وتحلیل پاسخ‌های آن‌ها براساس طبقه‌بندی سولو پرداختند. تجزیه‌وتحلیل‌های این پژوهش حاکی از آن بود که بیشتر دانش‌آموزان در سطح تک‌ساختاری قرار داشتند.

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 کتاب‌های درسی، لزوم انجام تحقیقاتی در حوزه تحلیل محتوای کتب درسی براساس طبقه‌بندی‌های معتبر مانند سولو و به دنبال آن لزوم ایجاد تناسب بین سطح سولو مسائل کتاب درسی با سطح رشد و تفکر دانش‌آموز، ضروری است. البته، در جست‌وجوهای نویسندگان پژوهش، تحقیقی که به‌طورخاص به تحلیل محتوای کتاب درسی براساس سطوح سولو بپردازد، یافت نشده، ولی پژوهش‌هایی وجود داشتند که علاوه بر طبقه‌بندی سطح پاسخ‌های دانش‌آموزان در حل یک مسئله، به طبقه‌بندی سطح مسائل نیز پرداخته‌اند (Çetin & İlhan, 2017 ؛Xistouri, 2007) که این پژوهش‌ها از امکان و لزوم تحلیل محتوای کتاب براساس طبقه‌بندی سولو حمایت می‌کنند. بنابراین در پژوهش حاضر به تحلیل محتوای کتاب درسی پایه هشتم مطابق با طبقه‌بندی سولو پرداخته می‌شود.

تمرکز بر پایه هشتم در مقطع متوسطه اول از آن جهت است که دانش‌آموزان در پایه هفتم انتقال مقطع و ورود به دوره جدید متوسطه اول داشته‌اند. درنتیجه سبک یادگیری و محتوای کتاب آموزشی آنان تا حدی براساس کتب مقطع ابتدایی است. از طرفی پایه نهم، مقدمه و آمادگی برای ورود به مقطع جدید و انتخاب رشته است. درنتیجه می‌توان گفت در پایه هشتم، دانش‌آموز بیش‌تر با روند آموزش و محتوای کتاب‌های مقطع متوسطه اول آشنایی دارد و از طرفی دغدغه انتخاب رشته و ورود به مقطع جدید را ندارد. همچنین پایه هشتم، تنها پایه در مقطع متوسطه اول است که مطالعه بین‌المللی تیمز در آن برگزار می‌شود. پژوهش حاضر بر آن است که به تحلیل محتوای مسائل کتاب درسی ریاضی هشتم براساس طبقه‌بندی سولو و مطابقت آن با سطح دانش و فهم دانش‌آموزان بپردازد و به این سؤال پاسخ دهد که توزیع مسائل کتاب ریاضی پایه هشتم براساس طبقه‌بندی سطوح سولو چگونه است. برای تحلیل بهتر کتاب ریاضی پایه هشتم، یکی از فصل‌ها یعنی فصل نهم با عنوان دایره از نظر ترتیب و چینش مسائل در فعالیت‌ها، کار در کلاس‌ها و تمرین‌های فصل، نیز بررسی شد. دلیل انتخاب این فصل به عنوان نمونه از آن جهت بود که فصل نهم با محتوای هندسی، یکی از فصل‌های چالش‌برانگیز برای دانش‌آموزان است.

روش

در پژوهش حاضر از روش تحلیل محتوا برای بررسی کتاب ریاضی پایه هشتم استفاده شده است. مقوله در این پژوهش، بررسی و توزیع مسائل کتاب براساس طبقه‌بندی سولو است. جامعه آماری شامل تمامی مسائل کتاب ریاضی پایه هشتم بوده و از این نظر، نمونه با جامعه برابر است. بخش‌های فعالیت، کار در کلاس و تمرین به عنوان واحدهای زمینه و هر

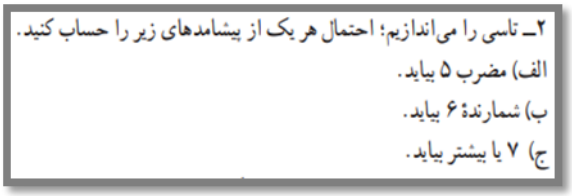
یک از مسائل موجود در این بخش‌ها، یک واحد ثبت تلقی می‌شود. ابزار، فرم‌های تحلیل محتوایی است که روایی صوری و محتوایی آن به تأیید استادان آموزش ریاضی و معلمان باتجربه رسیده است. جهت بررسی پایایی ابزار گردآوری داده‌ها جهت تحلیل محتوای کتاب، در مرحله اول تعاریف مشخص و روشنی از مقوله و معیارهای سنجش ارائه شد و سپس سه فصل از کتاب ریاضی پایه هشتم (فصل‌های ۳، ۶ و ۹)، به صورت تصادفی انتخاب شدند. 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. پس از اتمام کدگذاری محتوا، برای محاسبه ضریب پایایی، از فرمول پایایی هولستی استفاده شد که با بهره‌گیری از فرمول هولستی، مقدار آن ۰/۸۶ تعیین شد.

کتاب ریاضی پایه هشتم از ۹ فصل با عناوین عددهای صحیح و گویا، عددهای اول، چندضلعی‌ها، جبر و معادله، بردار و مختصات، مثلث، توان و جذر، آمار و احتمال و دایره تشکیل شده است. برای بررسی کتاب، پاسخ درست هر مسئله از نظر سطوح طبقه‌بندی سولو بررسی شد. ازآن‌جایی‌که سطح پیش‌ساختاری به یک نتیجه بی‌ربط منجر می‌شود (Biggs & Collis, 1982) و پاسخ‌ها در این سطح غیرسازمان‌یافته، بدون ساختار و در اصل، فاقد محتوا یا ارتباط واقعی است (Brabrand & Dahl, 2009)، در طبقه‌بندی و توزیع مسائل کتاب، این سطح درنظر گرفته نشد.

مسائلی از کتاب درسی ریاضی هشتم 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 درنظرگرفتن چند جنبه مستقل از محتوا، قادر به حل آن‌ها خواهد بود در سطح چندساختاری 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 کتاب که شامل مقایسه، توضیح و تبیین علت‌ها، تجزیه‌وتحلیل، تشخیص جز/کل، ارائه 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 تعمیم‌یافته 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. در ادامه نمونه‌ای از مسائل کتاب در هر یک از سطوح سولو ارائه شده است. در شکل ۱ فعالیت ۲ صفحه ۳۰ کتاب از فصل چندضلعی‌ها قابل مشاهده است.

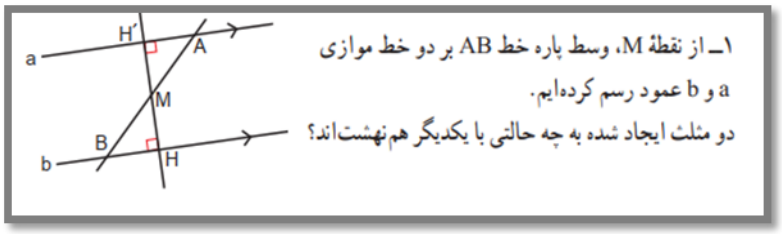
شکل ۱. فعالیت ۲ صفحه ۳۰ کتاب ریاضی هشتم

برای حل این مسئله، با توجه به تعریف چندضلعی منتظم، دانش‌آموز باید از بین شکل‌ها تشخیص درستی دهد. بنابراین یک تشخیص ساده که مربوط به یک جنبه (چندضلعی منتظم) است در سطح تک‌ساختاری قرار می‌گیرد. در شکل ۲ تمرین ۲ صفحه ۱۳۱ از فصل آمار و احتمال ارائه شده است.



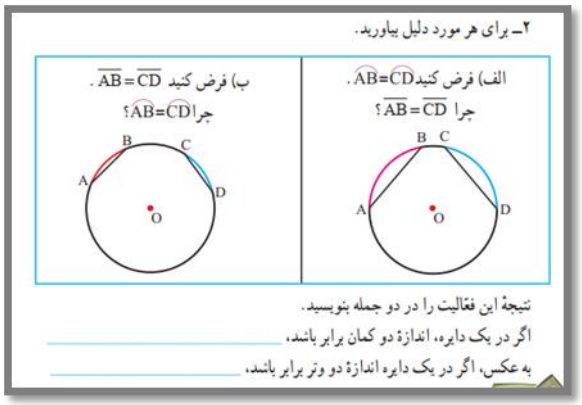
شکل ۲. تمرین ۲ صفحه ۱۳۱ کتاب ریاضی هشتم

برای حل این مسئله، درک چندین مفهوم مستقل از هم (مضرب، شمارنده، مفهوم احتمال و محاسبه آن) نیاز است که در سطح چندساختاری قرار می‌گیرد. در شکل ۳ کار در کلاس ۱ صفحه ۹۷ از فصل مثلث‌ها ارائه شده است.



شکل ۳. کار در کلاس ۱ صفحه ۹۷ کتاب ریاضی هشتم

با ایجاد ارتباطی مناسب بین خاصیت خطوط موازی و مورب و دو زاویه متقابل به راس و حالت‌های هم‌نهشتی دو مثلث، این مسئله قابل حل خواهد بود. از طرفی علت هم‌نهشتی دو مثلث و بیان درست آن به زبان ریاضی نیازمند تجزیه‌وتحلیل دقیق است، بنابراین در سطح رابطه‌ای قرار می‌گیرد. در شکل ۴ فعالیت ۲ صفحه ۱۴۴ از فصل دایره ارائه شد است.



شکل ۴. فعالیت ۲ صفحه ۱۴۴ کتاب ریاضی هشتم

برای حل این مسئله، دانش‌آموز نیازمند دلیل‌آوردن، اثبات و در نهایت نتیجه‌گیری کلی و تعمیم است. در واقع، دانش‌آموز در این مسئله فراتر از داده‌های مورد استفاده می‌اندیشد و به راه‌حلی می‌رسد و آن را تعمیم می‌دهد، پس در سطح انتزاع تعمیم‌یافته قرار می‌گیرد.

یافته‌ها

برای پاسخ به این پرسش که توزیع مسائل کتاب ریاضی پایه هشتم براساس طبقه‌بندی سطوح سولو چگونه است، مسائل کتاب ریاضی پایه هشتم که تحت عناوین فعالیت، کار در کلاس و تمرین، در متن کتاب درسی مطرح شده است، براساس طبقه‌بندی سولو بررسی شد. در جدول ۲ با یک دیدگاه کلی می‌توان نتایج مربوط به فراوانی و درصد مسائل را مشاهده کرد.

جدول ۲. فراوانی و درصد مسائل کتاب ریاضی هشتم براساس طبقه‌بندی سولو

فصل	تعداد کل مسائل	سطوح طبقه‌بندی سولو							
		تک‌ساختاری		چندساختاری		رابطه‌ای		انتزاع تعمیم‌یافته	
		تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
۱	۶۹	۲۰	۲۸/۹۸	۳۲	۴۶/۳۷	۱۷	۲۴/۶۳	۰	۰
۲	۳۴	۱۰	۲۹/۴۱	۱۷	۵۰	۷	۲۰/۵۸	۰	۰
۳	۷۲	۱۷	۲۳/۶۱	۲۴	۳۳/۳۳	۲۸	۳۸/۸۸	۳	۴/۱۶
۴	۷۳	۱۵	۲۰/۵۴	۳۱	۴۲/۴۶	۲۵	۳۴/۲۴	۲	۲/۷۳
۵	۴۸	۲۱	۴۳/۷۵	۱۵	۳۱/۲۵	۱۲	۲۵	۰	۰
۶	۴۷	۱۶	۳۴/۰۴	۱۲	۲۵/۵۳	۱۶	۳۴/۰۴	۳	۶/۳۸
۷	۵۵	۱۶	۲۹/۰۹	۱۹	۳۴/۵۴	۲۰	۳۶/۳۶	۰	۰
۸	۴۸	۱۵	۳۱/۲۵	۱۹	۳۹/۵۸	۱۴	۲۹/۱۶	۰	۰
۹	۴۹	۸	۱۶/۳۲	۱۹	۳۸/۷۷	۱۸	۳۶/۱۳	۴	۸/۱۶
مجموع	۴۹۵	۱۳۸		۱۸۸		۱۵۷		۱۲	

طبق نتایج، به طور میانگین هر فصل کتاب دارای ۵۵ مسئله است که به طور متوسط در هر فصل حدود ۲۹ درصد مسائل تک‌ساختاری، ۳۸ درصد چندساختاری، ۳۱ درصد رابطه‌ای و ۲ درصد انتزاع تعمیم‌یافته است. همچنین، فصل پنجم دارای بیش‌ترین (حدود ۴۴ درصد) و فصل نهم دارای کم‌ترین (حدود ۱۶ درصد) مسائل در سطح تک‌ساختاری هستند. فصل دوم دارای بیش‌ترین (حدود ۵۰ درصد) و فصل ششم دارای کم‌ترین (حدود ۲۵ درصد) مسائل در سطح چندساختاری هستند، همچنین فصل سوم دارای بیش‌ترین (حدود ۳۹ درصد) و فصل دوم دارای کم‌ترین (حدود ۲۰ درصد) مسائل در سطح رابطه‌ای هستند. فصل نهم دارای بیش‌ترین مسائل در سطح انتزاع‌تعمیم‌یافته (حدود ۸ درصد) است و از طرفی فصل‌های اول، دوم، پنجم، هفتم و هشتم هیچ مسئله‌ای در سطح انتزاع تعمیم‌یافته ندارند. البته چون طبق ادبیات پژوهش، دانش‌آموزان پایه هشتم قادر به پاسخ‌گویی به مسائل در سطح انتزاع تعمیم‌یافته نیستند و سطح مطلوب و مورد انتظار از آن‌ها در سطح رابطه‌ای است، پس وجود تعداد اندک مسائل در سطح انتزاع تعمیم‌یافته در کتاب درسی نشان از نقطه قوت کتاب و توجه مؤلفان به سطح رشد شناختی دانش‌آموزان دارد. با توجه به ماهیت تقریبا مشابه فصل اول و دوم (اعداد) می‌توان مشاهده کرد که درصد هر یک از سطوح سولو نیز در این دو فصل تقریبا یکسان است (حدود ۲۹ درصد تک‌ساختاری، حدود ۴۸ درصد چندساختاری، حدود ۲۳ درصد رابطه‌ای و صفر درصد انتزاع تعمیم‌یافته). همچنین با توجه به مفاهیم تقریباً مشابه فصل‌های سوم، ششم و نهم (مرتبط با هندسه) مشاهده می‌شود که درصد مسائل چندساختاری و رابطه‌ای در این سه فصل بیش‌تر از سایر فصل‌ها است، همچنین هر سه فصل دارای تعدادی مسائل از نوع انتزاع تعمیم‌یافته نیز هستند.

هر درس از کتاب با یک فعالیت شروع می‌شود که در واقع هدف فعالیت‌ها در کتاب‌های درسی ریاضی این است که دانش‌آموز در جریان آموزش سهیم باشد و به شکل فردی یا گروهی فعالیت را حل کند و سپس به کمک معلم به نتیجه فعالیت که در واقع هدف اصلی درس است، پی‌ببرد. بنابراین فعالیت‌ها شروع درس است و انتظار می‌رود دانش‌آموز با دانش قبلی خود بتواند مراحل یک فعالیت را انجام دهد، و همان‌طور که پیش‌تر نیز ذکر شد، یادگیرنده مفاهیم جدید را از طریق مفاهیم ساده‌تر و قابل فهم‌تر درک می‌کند و تسلط بر هر سطح سولو نیازمند تسلط بر سطوح قبلی است. پس باید فعالیت‌ها به‌عنوان آغاز درس دارای سطوح پایین‌تری باشند تا انگیزه کافی را به دانش‌آموز برای ادامه مسیر دهند. همچنین بهتر است شروع فعالیت با مسائلی در سطح تک‌ساختاری باشد و سپس مسائلی در سطح بالاتر عنوان شود. بعد از فعالیت، قسمت کار در کلاس است و باید توسط دانش‌آموزان انجام گیرد؛ که در واقع ارزیابی آن‌ها از خود است که آیا به اهداف مورد نظر رسیده‌اند یا خیر. در پایان تمرین‌هایی آمده است که برای تثبیت یادگیری

در منزل انجام می‌گیرد. انجام درست تمرین به‌منزله یادگیری آن درس است. بنابراین تمرین‌های هر درس باید متناسب با درس جدید و آموخته‌های قبلی دانش‌آموزان باشد.

فصل نهم با محتوای هندسه، یکی از فصل‌های چالش‌برانگیز هم برای معلمان و هم دانش‌آموزان است. از طرفی این فصل، آخرین فصل کتاب است که در آن مفاهیم آموخته‌شده در فصل‌های قبل ترکیب و به کار برده شده است. همچنین این فصل دارای انواع مسائل از سطوح طبقه‌بندی سولو است. فصل نهم از سه درس تحت عنوان خط و دایره، زاویه‌های مرکزی و زاویه‌های محاطی تشکیل شده است. طبق نتایج ارائه شده در جدول ۲، فصل نهم (دایره) دارای کم‌ترین درصد مسائل تک‌ساختاری است. از طرفی درصد مسائل در سطح رابطه‌ای و انتزاع تعمیم‌یافته در این فصل قابل توجه است. از آن‌جاییکه این فصل، آخرین فصل از کتاب است، درصد مسائل سطوح بالاتر از نظر طبقه‌بندی سولو در آن بیش‌تر است. در واقع با رسیدن به فصل آخر انتظار می‌رود دانش‌آموز بتواند مسائلی را که در سطح بالاتری قرار می‌گیرد، حل کند. البته مواردی مانند ترتیب چینش مسائل فعالیت، کار در کلاس و تمرین مربوط به یک درس، براساس سطوح سولو نیز باید بررسی شود. در ادامه برای تحلیل عمیق‌تر به بررسی این موارد پرداخته می‌شود.

در جدول ۳، نتایج مربوط به بررسی فعالیت‌های فصل نهم کتاب ریاضی هشتم براساس سطوح طبقه‌بندی سولو ارائه شده است. هر درس دارای دو فعالیت است که معمولا در فعالیت دوم سطوح سؤالات از نظر طبقه‌بندی سولو بالاتر است و حاوی یک اثبات و نتیجه‌گیری و ارائه رابطه است.

جدول ۳. بررسی فعالیت‌های فصل نهم کتاب ریاضی هشتم براساس سطوح طبقه‌بندی سولو

فعالیت	مسئله	سطح سولو	محتوای فعالیت
فعالیت اول درس ۱	اول	تک‌ساختاری	تعریف دایره
	دوم	رابطه‌ای	وضعیت دو خط نسبت به هم در صفحه، وضعیت یک خط و یک دایره
	سوم	چندساختاری	فاصله یک نقطه از خط، فاصله یک خط از دایره
	چهارم	چندساختاری	حالت‌های مختلف فاصله مرکز دایره از یک خط، مفهوم مماس
فعالیت دوم درس ۱	اول	چندساختاری	وتر در دایره
	دوم	انتزاع تعمیم‌یافته	اثبات اینکه عمود منصف وترهای دایره همدیگر را در مرکز دایره قطع می‌کنند.
	سوم	رابطه‌ای	کاربرد این نکته که عمود منصف وترهای دایره همدیگر را در مرکز دایره قطع می‌کنند، در حل یک مسئله در زندگی واقعی
	چهارم	انتزاع تعمیم‌یافته	اثبات اینکه خطی که از مرکز دایره بر وتر عمود می‌شود، آن وتر را نصف می‌کند و برعکس
فعالیت اول درس ۲	اول	چندساختاری	زاویه حرکت عقربه دقیقه‌شمار در ساعت
	دوم	چندساختاری	کمان دایره
	سوم	چندساختاری	زاویه مرکزی
	چهارم	چندساختاری	زاویه مرکزی
	پنجم	رابطه‌ای	اندازه کمان و طول کمان
فعالیت دوم درس ۲	اول	رابطه‌ای	تقسیم محیط دایره به هشت کمان مساوی و تشکیل هشت ضلعی منتظم و اثبات منتظم بودن آن
	دوم	انتزاع تعمیم‌یافته	اثبات اینکه اگر در یک دایره اندازه دو کمان برابر باشد، اندازه دو وتر نظیر آن نیز برابر خواهد شد و برعکس
فعالیت اول درس ۳	اول	تک‌ساختاری	زاویه محاطی
	دوم	رابطه‌ای	رابطه بین زاویه محاطی و مرکزی
	سوم	رابطه‌ای	رابطه بین زاویه محاطی و کمان روبه‌روی آن
	چهارم	رابطه‌ای	رابطه بین زاویه محاطی و کمان روبه‌روی آن
	پنجم	رابطه‌ای	اثبات اندازه زاویه محاطی در دایره
فعالیت دوم درس ۳	اول	تک‌ساختاری	زاویه‌های محاطی روبه‌روی یک کمان
	دوم	چندساختاری	زاویه محاطی روبه‌رو به قطر دایره

همان‌طور که جدول فوق نشان می‌دهد، فعالیت نخست درس اول فصل نهم از چهار مسئله تشکیل شده است. فعالیت با مسئله‌ای در سطح تک‌ساختاری شروع می‌شود و سپس دومین مسئله، سطح بالاتری دارد و رابطه‌ای است. به نظر می‌رسد که بهتر است تعداد نکاتی که در یک فعالیت قرار می‌گیرد، مخصوصا فعالیتی که شروع فصل است، کم‌تر باشد و همچنین تعداد مسائل در سطح تک‌ساختاری در آن بیش‌تر شود و توالی مسائل از سطح پایین‌تر به سطح بالاتر قرار گیرد. دومین فعالیت درس اول از ۴ مسئله تشکیل شده که یک مسئله در سطح چندساختاری، یک مسئله در سطح رابطه‌ای و دو مسئله در سطح انتزاع تعمیم‌یافته قرار گرفته‌اند. اینکه در این فعالیت بعد از مسئله‌ای با سطح چندساختاری، مسئله در سطح انتزاع تعمیم‌یافته قرار گرفته است، موجب سخت‌شدن کار برای دانش‌آموز می‌شود. به طور کلی تعداد مسائل سطح بالا براساس سولو در این فعالیت زیاد است و موجب پیچیدگی آن شده است. فعالیت شروع درس دوم (زاویه‌های مرکزی) از پنج مسئله تشکیل شده است، که چهار مسئله اول در سطح چندساختاری و آخرین مسئله در سطح رابطه‌ای قرار گرفته است. در نتیجه این فعالیت روال خوبی دارد و انتظار می‌رود دانش‌آموز بعد از حل چند مسئله در سطح چندساختاری به‌راحتی بتواند مسئله‌ای در سطح رابطه‌ای را حل کند. دومین فعالیت درس دوم از دو مسئله تشکیل شده است که نخستین مسئله در سطح رابطه‌ای و دومین مسئله در سطح انتزاع تعمیم‌یافته قرار دارد. هر دو مسئله در سطح بالا قرار دارند و چون برای آن‌ها نیاز به تعمیم، اثبات و ایجاد ارتباط بین مفاهیم است، برای دانش‌آموز دشوار بوده و بهتر است ابتدا فعالیت با مسئله‌ای در سطح پایین‌تر شروع شود و سپس مسائل اثباتی مطرح شود. فعالیت شروع درس سوم (زاویه‌های محاطی) از پنج مسئله تشکیل شده که اولین مسئله در سطح تک‌ساختاری و ۴ مسئله بعدی در سطح رابطه‌ای قرار گرفته‌اند. شروع فعالیت با مسئله‌ای در سطح تک‌ساختاری بسیار مناسب است، اما بهتر بود که دومین مسئله در سطح چندساختاری باشد و سپس مسائل در سطح رابطه‌ای مطرح گردند. دومین فعالیت درس سوم از ۲ مسئله تشکیل شده که نخستین مسئله در سطح تک‌ساختاری و دومین مسئله در سطح چندساختاری قرار گرفته است. از نظر ترتیب چینش مسائل براساس سطوح سولو، مسائل این فعالیت مناسب است.

از آن‌جاییکه فعالیت‌های کتاب درسی شروع درس است و هدف کتاب درسی در این راستا بوده است که دانش‌آموز با حل فعالیت، مفهوم را درک کند؛ در نتیجه باید تعداد مسائل یک فعالیت کم باشد تا دانش‌آموز پس از رسیدن به یک الی دو نتیجه، آن را به کمک معلم خود تمرین کند و سپس در فعالیت‌های بعدی نکات بیش‌تری بیاموزد. در هر درس بعد از هر فعالیت، کار در کلاس قرار گرفته است. در جدول ۴ نتایج مربوط به بررسی کار در کلاس‌های فصل نهم ریاضی هشتم ارائه شده است.

جدول ۴: بررسی کار در کلاس‌های فصل نهم کتاب ریاضی هشتم براساس سطوح طبقه‌بندی سولو

کار در کلاس	مسئله	سطح سولو	محتوای کار در کلاس
کار در کلاس اول درس ۱	اول	تک‌ساختاری	پاره‌خط مماس بر دایره
	دوم	تک‌ساختاری	خط مماس بر دایره و زاویه‌ای که در نقطه تماس تشکیل می‌دهد.
	سوم	چندساختاری	مثلثی که در یک نقطه (راس) بر دایره مماس می‌شود.
کار در کلاس دوم درس ۱	اول	چندساختاری	خط مماس بر دایره و مثلث
	دوم	چندساختاری	خط مماس بر دایره و فیثاغورس
کار در کلاس اول درس ۲	اول	تک‌ساختاری	زاویه مرکزی و کمان روبه‌رو به آن
	دوم	چندساختاری	زاویه مرکزی و مجموع زاویه‌های داخلی مثلث محصور در دایره یا مماس بر دایره
	سوم	چندساختاری	زاویه مرکزی و مثلث متساوی‌الساقین محصور در دایره
کار در کلاس دوم درس ۲	اول	رابطه‌ای	رسم یک پنج‌ضلعی منتظم در دایره
	دوم	رابطه‌ای	رسم کمان‌های پی‌درپی در دایره و رسم شش ضلعی منتظم
کار در کلاس اول درس ۳	اول	تک‌ساختاری	زاویه محاطی
	دوم	چندساختاری	زاویه محاطی و مرکزی
کار در کلاس دوم درس ۳	اول	تک‌ساختاری	زاویه محاطی
	دوم	چندساختاری	زاویه محاطی و مربع محصور در دایره

هدف کار در کلاس تثبیت آموخته‌های جدید دانش‌آموز و همچنین کامل‌کردن فرآیند آموزش است. براساس جدول ۴ اولین کار در کلاس درس ۱ از فصل نهم، از سه مسئله که دوتای نخست در سطح تک‌ساختاری و سومی در سطح چندساختاری قرار گرفته، تشکیل شده است. سطح مسائل از نظر طبقه‌بندی سولو با توجه به فعالیت قبلی این کار در کلاس، پایین است و انتظار می‌رود در کار در کلاس مسائلی هم‌سطح یا حتی در سطح بالاتری نسبت به فعالیت قبل آن قرار گیرد. دومین کار در کلاس درس ۱ از دو مسئله در سطح چندساختاری تشکیل شده که مسائل با فعالیت قبل ارتباطی ندارند و در جهت تثبیت آموخته‌های فعالیت قبلی آن نیستند. در فعالیت قبل از این کار در کلاس، مسائل در سطح بالا (رابطه‌ای و انتزاع تعمیم‌یافته) قرار داشتند، اما در این کار در کلاس مسائلی در سطح پایین‌تر و بدون ارتباط با فعالیت قبلی وجود دارند. اولین کار در کلاس درس دوم از سه مسئله که اولین آن در سطح تک‌ساختاری و دومی و سومی در سطح چندساختاری قرار دارد، تشکیل شده است. هدف این کار در کلاس، ارتباط بین دانش قبلی دانش‌آموز در فصل‌های قبل (مبحث فیثاغورس و ویژگی انواع مثلث‌ها) و درس جدید (زاویه مرکزی) است. از نظر سطوح سولو و ترتیب چینش روال خوبی دارد و مسائل از سطح پایین (تک‌ساختاری) شروع و در ادامه مسئله‌ای با سطح بالاتر (چندساختاری) قرار گرفته است. در دومین کار در کلاس مربوط به درس دوم، دو مسئله در سطح رابطه‌ای ارائه شده که هر دو مسئله حاوی نکات جدیدی هستند و ارتباط زیادی با فعالیت قبل از این کار در کلاس ندارند. در اولین کار در کلاس درس سوم (زاویه‌های محاطی)، دو مسئله با سطوح تک‌ساختاری و چندساختاری وجود دارد. مسائل کاملاً با درس قبلی که در فعالیت آموخته شده، در ارتباط‌اند و از نظر سطوح سولو دارای چینش مناسبی هستند. در دومین کار در کلاس درس سوم نیز دو مسئله در سطوح تک‌ساختاری و چندساختاری قرار دارد که مناسب است و شیب ملایم و افزایشی را طی کرده است. در پایان هر درس، تمرینی قرار دارد که در واقع دانش‌آموز باید آن را در منزل حل کند و انجام درست تمرین به منزله یادگیری آن درس است. در جدول ۵ نتایج مربوط به بررسی تمرین‌های فصل نهم ارائه شده است.

جدول ۵. بررسی تمرین‌های فصل نهم کتاب ریاضی هشتم براساس سطوح طبقه‌بندی سولو

تمرین	مسئله	سطح سولو	محتوای تمرین
تمرین درس ۱	اول	رابطه‌ای	رابطه فیثاغورس و خط مماس بر دایره و مثلث
	دوم	انتزاع تعمیم‌یافته	اثبات اینکه اگر از نقطه‌ای خارج دایره دو مماس بر دایره رسم شود، اندازه آن‌ها برابر است.
	سوم	رابطه‌ای	کاربرد فیثاغورس و دایره در حل یک مسئله در دنیای واقعی
تمرین درس ۲	اول	چندساختاری	زاویه‌ی مرکزی و کمان روبه‌رو به آن
	دوم	چندساختاری	زاویه مرکزی و محاطی
	سوم	رابطه‌ای	کمان دایره و محیط دایره برحسب درجه و عدد پی
	چهارم	رابطه‌ای	زاویه مرکزی و وترهای دایره و مربع محصور در دایره
	پنجم	رابطه‌ای	وتر و کمان‌های دایره
تمرین درس ۳	اول	چندساختاری	زاویه محاطی و مرکزی و کمان‌های روبه‌رو به آن
	دوم	چندساختاری	رسم کمان‌های مساوی در دایره
	سوم	رابطه‌ای	خط تقارن و زاویه مرکزی و محاطی و هشت ضلعی محصور در دایره
	چهارم	رابطه‌ای	دایره و رسم چهارضلعی در آن
	پنجم	رابطه‌ای	کمان دایره و زاویه محاطی و مرکزی
	ششم	رابطه‌ای	انواع مثلث، رابطه فیثاغورس، وتر دایره، زاویه محاطی و مرکزی

همان‌طور که جدول فوق نشان می‌دهد در تمرین مربوط به درس اول فصل نهم، سه مسئله وجود دارد. مسئله اول در سطح رابطه‌ای و مسئله دوم در سطح انتزاع تعمیم‌یافته و آخرین مسئله در سطح رابطه‌ای قرار گرفته است. از نظر

سطوح سولو تمرین‌ها در سطح بالا ارائه شده و با توجه به اینکه در این درس فعالیت‌ها و کار در کلاس‌ها نیز تقریباً حاوی مسائلی در سطوح بالای سولو بودند، انتظار می‌رود دانش‌آموز بتواند مسائل را حل کند. ولی بهتر بود که ترتیب چینش از سطح پایین سولو به سطح بالاتر قرار می‌گرفت. در تمرین مربوط به درس دوم، پنج مسئله وجود دارد که دوتای نخست در سطح چندساختاری و سه‌تای بعدی در سطح رابطه‌ای قرار گرفته‌اند. از نظر ترتیب چینش مسائل از سطح پایین به سطح بالای سولو، مسائل این تمرین مناسب است، ولی مسائلی که در این تمرین آورده شده است، حاوی نکات جدیدی است که در واقع خود نکات می‌توانند درس جدیدی محسوب شوند و این کار را برای دانش‌آموز دشوار می‌کند. تمرین درس سوم که در واقع آخرین تمرین کتاب هست، دارای شش مسئله است، که دوتای نخست در سطح چندساختاری و سه‌تای بعدی در سطح رابطه‌ای قرار گرفته‌اند. در واقع در این تمرین، مسائل ترکیبی زیادی وجود دارد که هدف آن‌ها ایجاد ارتباط بین آموخته‌های دانش‌آموز در طول سال تحصیلی است.

بحث و نتیجه‌گیری

در سیستم آموزشی متمرکز ایران یکی از ابزارهای بسیار کارآمد در روند آموزش، کتاب درسی است و بررسی محتوای کتاب های درسی از زوایای مختلف حائز اهمیت است. یکی از موضوعات مهم در برنامه درسی، اهمیت‌دادن به تجدیدنظر در برنامه‌های درسی و هماهنگ‌ساختن محتوا و روش تدریس با شرایط در حال تغییر و سطح رشد و تفکر دانش‌آموز است. چگونگی تنظیم محتوای کتاب، عامل مهمی در تعیین چگونگی یادگیری است (Dehghan & Hasankhani, 2015). یکی از کاربردی‌ترین طبقه‌بندی‌ها که نتایج یادگیری و سطح رشد دانش‌آموزان را مورد ارزیابی قرار می‌دهد، طبقه‌بندی سولو است. برابراند و داهی (Brabrand and Dahl, 2009) نتیجه گرفتند که طبقه‌بندی سولو می‌تواند هنگام تجزیه‌وتحلیل برنامه‌های درسی علوم پایه استفاده شود (Holm & Pelger, 2015). این طبقه‌بندی می‌تواند به عنوان ابزاری قدرتمند برای ارزیابی حل مسئله دانش‌آموزان به کار گرفته شود؛ زیرا تجزیه‌وتحلیل مسائل ریاضی با استفاده از طبقه‌بندی سولو در مورد عدم درک دانش مفهومی آنان، بینشی را ارائه می‌دهد (İncikabi & Biber, 2016) و گاهی به دلیل بدفهمی‌ها، ممکن است دانش‌آموز در سطح تک‌ساختاری یا چندساختاری باقی بماند که با کمک سولو و تشخیص سطح تفکر و علت ضعف‌های احتمالی می‌توان دانش‌آموز را به سطوح بالاتر رساند.

پژوهش حاضر به منظور تحلیل و بررسی مسائل کتاب ریاضی هشتم براساس سطوح طبقه‌بندی سولو انجام شده است. نتایج بررسی نشان داد که حدود ۲۹ درصد مسائل کتاب به سطح تک‌ساختاری، حدود ۳۸ درصد به سطح چندساختاری، حدود ۳۱ درصد به سطح رابطه‌ای و حدود ۲ درصد به سطح انتزاع تعمیم‌یافته اختصاص یافته است. از آن‌جایی‌که طبق نتایج ادبیات پژوهش، بیشتر دانش‌آموزان مقطع متوسطه اول به سطح انتزاع تعمیم‌یافته و تفکر انتزاعی نمی‌رسند (Biggs & Collis, 1982; Çetin & İlhan, 2017; Pegg, 2011; Saputra et al, 2019)، مطرح‌کردن مسائلی در این سطح با سطح تفکر دانش‌آموزان هم‌پوشانی ندارد و وجود تعداد اندک این نوع مسائل در کتاب (حدود ۲ درصد) می‌تواند نشان از توجه مؤلفان و برنامه‌ریزان به سطح رشد دانش‌آموزان باشد.

علاوه بر بررسی فراوانی مسائل براساس این طبقه‌بندی در کل کتاب، ترتیب و چینش مسائل در همه درس‌های یکی از فصل‌های کتاب (فصل نهم) که چالش‌برانگیز بود، نیز مورد بررسی قرار گرفت. در کتاب، هر درس با یک فعالیت شروع می‌شود، پس باید فعالیت‌ها به عنوان آغاز درس دارای سطوح پایین‌تری باشند تا انگیزه کافی را به دانش‌آموز برای ادامه مسیر بدهند. در هر درس بعد از فعالیت، کار در کلاسی قرار دارد. بنابراین کار در کلاس باید با فعالیت قبل از آن در ارتباط باشد و در جهت کامل کردن مفاهیم یادگیری جدید بیان شده در فعالیت قبل باشد. از نظر سطوح سولو، بهتر است کار در کلاس نسبت به فعالیت دارای سطحی هم‌سطح یا بالاتر باشد. در پایان هر درس، تمرین‌هایی قرار دارد که چون به‌منزله جمع‌بندی درس محسوب می‌شود، بهتر است با مسائلی از سطوح پایین شروع شود و در ادامه مسائلی با سطح بالاتر در آن قرار گیرد. در این پژوهش بررسی فعالیت‌ها، کار در کلاس‌ها و تمرین‌های فصل نهم

کتاب ریاضی پایه هشتم براساس چارچوب طبقه‌بندی سولو، بیانگر آن بود که اغلب فعالیت‌ها با مسائلی در سطح بالا شروع می‌شوند و همچنین تعداد مسائل و نکات هر فعالیت زیاد است. از طرفی کار در کلاس که به‌منزله تکرار مفاهیم فعالیت است، معمولاً دارای مسائلی که متناسب با فعالیت قبل باشد، نیست. تمرین هر درس که باید توسط دانش‌آموز در منزل حل شود، دارای نکات جدیدی است و کار را برای دانش‌آموز سخت می‌کند و حس عدم یادگیری در او ایجاد می‌کند. از طرفی چینش مسائل مربوط به تمرین‌های این فصل از سطح پایین‌تر (تک‌ساختاری) به سطوح بالاتر در برخی موارد از شیب مناسبی برخوردار بوده و در برخی موارد شیب ملایم و افزایشی در ترتیب و چینش رعایت نشده است. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش مبنی بر وجود مسائل در سطوح مختلف سولو در کتاب درسی ریاضی پایه هشتم و به‌ویژه مسائل سطح بالا سولو در فصل نهم که مرتبط با هندسه است، بررسی سطح رشد و تفکر دانش‌آموزان از نظر این طبقه‌بندی و مقایسه و مطابقت با سطح مسائل کتاب ضروری به نظر می‌رسد.

بررسی نتایج پژوهش‌های مرتبط با سطوح سولو مربوط به پاسخ‌های دانش‌آموزان بیانگر این مسئله بود که اغلب پاسخ‌های آن‌ها مربوط به سطوح پایین سولو است. برای مثال ساپوترا و همکاران (Saputra et al, 2019) در پژوهشی که برای درک میزان توانایی حل مسئله دانش‌آموزان پایه هشتم از طبقه‌بندی سولو استفاده کردند، نشان دادند دانش‌آموزانی با توانایی بالا در ریاضی بیشتر در سطح چندساختاری سولو و دانش‌آموزانی با توانایی پایین در ریاضی در سطح تک‌ساختاری سولو قرار دارند. در نتیجه لزوم ایجاد تناسب بین سطح سولو مسائل کتاب درسی با سطح رشد و تفکر دانش‌آموز، احساس می‌شود.

با توجه به اینکه بررسی و تحلیل موشکافانه مسائل کتب درسی براساس نظریه‌های رشد شناختی، به امید اثربخشی و بهبود سطح آموزش ریاضی، بسیار حائز اهمیت است، نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر می‌تواند مؤلفان و برنامه‌ریزان آموزشی را در راستای تدوین کتب درسی و روندهای آموزشی یاری رساند. معلمان نیز باید مدنظر قرار دهند که اگر آموزش‌های آن‌ها براساس مدل‌های طبقه‌بندی معتبر صورت گیرد، تأثیر زیادی در یادگیری ماندگار و شناخت بدفهمی‌ها خواهد داشت. درنتیجه برای تعیین روش‌های تدریس و ارزیابی‌های مناسب، سولو می‌تواند برای معلمان کاربردی باشد. درنهایت با توجه به اهمیت موضوع تحلیل کتاب درسی و تناسب آن با سطح رشد فکری دانش‌آموز، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های دیگری در این حوزه با محوریت کتب درسی و نقش معلمان انجام شود.

مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان در طراحی و نگارش به طور یکسان مشارکت داشته‌اند.

تشکر و قدردانی

این مطالعه با حمایت مالی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی طبق ابلاغ گرنت شماره ۵۰۴۳ انجام شده است، بدین وسیله از این دانشگاه تشکر و قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

منابع

Agustin, S. A., Sugiatno, S., & Suratman, D. (2019). Pemahaman konseptual siswa dikaji dari taksonomi SOLO dalam materi fungsi eksponensial di SMA. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa, 8(6)*,1-9. https://doi.org/10.26418/jppk.v8i6.33362

Akbarnejad, GH., Behdarvand, L., & Mirzaii, R. (2019). Analyzing the content of the ninth grade persian textbook based on the method of William Rumi and Flash. *The First National*

Conference on New Findings in Teaching and Learning. Hormozgan. [In Persian]

Biggs, J., & Collis, K. (1982). *Evaluating the quality of learning: the SOLO taxonomy*. New York: Academic Press.

Biggs, J., & Collis, K. (1989). Towards a model of school-based curriculum development and assessment using the SOLO taxonomy. *Australian journal of education*, *33*(2), 151-163. https://doi.org/10.1177/168781408903300205

Brabrand, C., & Dahl, B. (2009). Constructive alignment and the SOLO taxonomy: A comparative study of university competences in computer science vs. mathematics. *Conferences in Research and Practice in Information Technology*, 88, 3-17.

Caniglia, J. C., & Meadows, M. (2018). An Application of the Solo Taxonomy to classify strategies used by pre-service teachers to solve" One question problems". *Australian Journal of Teacher Education*, *43*(9), 75-89. https://doi.org/10.14221/ajte.2018v43n9.5

Çetin, B., & İlhan, M. (2017). An analysis of rater severity and leniency in open-ended mathematic questions rated through standard rubrics and rubrics based on the SOLO taxonomy. *Education and Science*, *42*(189), 217−247. https://doi.org/10.15390/EB.2017.5082

Chan, C. C., Tsui, M. S., Chan, M. Y., & Hong, J. H. (2002). Applying the structure of the observed learning outcomes (SOLO) taxonomy on student's learning outcomes: An empirical study. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, *27*(6), 511-527. https://doi.org/10.1080/0260293022000020282

Claudia, L. F., Kusmayadi, T. A., & Fitriana, L. (2020). High school students' responses in solving linear program problems based on SOLO taxonomy viewed from mathematical disposition. *Journal of Physics: Conference Series*, 1539, 1, 012087. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1539/1/012087

Davaii, M. (2001). Content analysis of elementary school mathematics books based on Jerome Bruner's curriculum perspective. *Advances in Cognitive Sciences*, 2(1&2), 10-18. [In Persian] http://icssjournal.ir/article-1-623-fa.html

Dehghan, H., & Hasankhani, A. (2015). The level of attention of the first high school math book (7th) to different levels of educational goals from Anderson's perspective. *Roshd Mathematics Education Journal*, *32*(2), 47-51. [In Persian]

Ebrahimi Alavijeh, M., Yaftian, N., & Shayan, M. (2017). Comparison of the problems of mathematics 1st and 9th grade mathematics textbooks in terms of compatibility with PISA study problems. *Iranian Mathematics Education Conference Challenges and Opportunities*. Tehran. [In Persian]

Elazzabi, A., & Kaçar, A. (2020). Investigation of Libyan and Turkish students' thinking levels in solving quadratic word problems based on SOLO Taxonomy. *Pegem Journal of Education and Instruction*, *10*(1), 283–316. https://doi.org/10.14527/pegegog.2020.010

Fesanghary, H. (2009). Analysis of vertical relation in Mathematics text books at the third, fourth and fifth grades of primary school. *Dissertation Submitted to the Master's Degree, The University of Kashan*. [In Persian]

Haghjoo, S., & Reyhani, E. (2019). A Study on Performance of Secondary School Students in Solving a Spatial Ability Task based on SOLO Theory. *Technology of Education Journal*, *13*(3), 484-498. [In Persian] https://doi.org/10.22061/jte.2018.3687.1918

Hidayatullah, A. (2019). Comparison of processes construct concept of solo theory and apos theory in mathematics learning. *Humanities & Social Sciences Reviews*, *7*(3), 432-237. https//doi.org/10.18510/hssr.2019.7363

Holm, A., & Pelger, S. (2015). Mathematics Communication within the Frame of Supplemental Instruction–SOLO & ATD Analysis. *European Association for Research in Mathematics Education*, 87-97. http://files.cerme9.org/200000288-e48a3e582b/TWG%2017,%20collected%20papers.pdf#page=87.

İncikabi, L., & Biber, A. Ç. (2016). Problems posed by prospective elementary mathematics teachers in the concept of functions: an analysis based on SOLO taxonomy. *Mersin*

Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, *12*(3), 796-809. https//doi.org/10.17860/mersinefd.282381

Mahmoodi, F., & Mohamadpour Zal, L. (2015). Analysis of the content of the statistics and modeling book based on the structure and type of David Johnson's problems and the views of teachers. *University Textbooks; Research and Writing*, *18*(35), 94-110. [In Persian] DOR: 20.1001.1.26767503.1393.18.35.5.9

Mohtasham, Z. (2016). Content Analysis of Grade 12 Math Textbook for Natural Science Strand using W. Roumey. *Roshd Mathematics Education Journal*, *33*(3), 12-18. [In Persian]

Mosapour, B. (2017). Content analysis of the 11th Grade Mathematics textbooks (mathematical and physics-experimental sciences) in the year 96-97 upon modeling approach. *Quarterly journal of education in basic sciences*, *3*(7), 59-69. [In Persian] DOR: 20.1001.1.26453649.1396.3.7.4.9

Mulbar, U., Rahman, A., & Ahmar, A. (2017). Analysis of the ability in mathematical problem-solving based on SOLO taxonomy and cognitive style. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, *15*(1), 68-73. https//doi.org/10.26858/wtetev15i1y2017p6873

Özdemir, A. S., & Yildiz, S. (2015). The analysis of elementary mathematics preservice teachers' spatial orientation skills with SOLO model. *Eurasian Journal of Educational Research*, *61*, 217-236. https//doi.org/10.14689/ejer.2015.61.12

Pegg, J. (2011). Enhancing rural teachers' instructional decision making: An application of the SOLO model. *Journal of Educational Administration*, *29*(2), 1-18.

Sadeghi, M. (2019). Examines the understanding of 88th grade mathematical and experimental students of linear inverse function according to Solo's theory. *Dissertation Submitted to the Master's Degree of Mathematics Education, Shahid Rajaee Teacher Training University of Tehran*. [In Persian]

Saputra, D. C., Nurjanah, A., & Retnawati, H. (2019). Students' ability of mathematical problem-solving based on SOLO taxonomy. *Journal of Physics: Conference Series*, 1320, 1, 012070. https//doi.org/10.1088/1742-6596/1320/1/012070

Taghizadeh, B. (2018). Examining students' performance in solving problems about fractional and decimal numbers based on SOLO taxonomy. *Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Applied Mathematics, Ferdowsi University of Mashhad.* [In Persian]

Xistouri, X. (2007). Students' ability in solving line symmetry tasks. *5th Conference of European Research in Mathematics Education, Lanarca, Cyprus* (pp. 526-535).