Journal of Theory & Practice in Curriculum

I.C.S.A.
Iranian Curriculum Studies Association

ISSN : 2345-4938
eISSN :2345-4938
Vol.26 (13); 2026
P: 137-176
https://www.jcstpicsa.ir

Evaluation of Middle School Science Textbooks Based on the Nature of Science Components

Ebrahim Zarei*, Mostafa Sharbaty**, Halimeh Mohammadnejad***

* Associate Professor, Chemistry Education Department, P.O. Box 14665-889, Farhangian University, Tehran, Iran (Corresponding Author). Email: e.zarei@cfu.ac.ir
** Bachelor's Degree Student in Science Education, Farhangian University, Tehran, Iran.
Email: Mostafa.sharbaty79@gmail.com
*** Educational Deputy, Shahed Elementary School, Sari, Iran.
Email: h.mohammadnezhad1399@gmail.com

Article Info Abstract

Article type:
Research Article

Key words:
Nature of Science, Content Analysis, Textbooks, Science, Middle School

Article history:
Received : 30 Jan 2026
Accepted : 10 March 2026

This study aimed to investigate the extent to which middle school science textbooks address components of the nature of science. This research was conducted using a quantitative content analysis method. The statistical population and sample comprised the three experimental science textbooks for the seventh, eighth, and ninth grades, and all texts, images, and activities within these books were analyzed. The research instrument, based on a standard framework developed by other researchers, possesses appropriate validity. The reliability of the coding was also confirmed through the inter-coder agreement coefficient. The findings reveal that across all three grade levels, there is a predominant emphasis on scientific concepts and laws, whereas components such as scientific methodology, problem-solving, and the science-society-technology interface remain underrepresented. Furthermore, the increased volume of content in the ninth-grade curriculum is primarily theoretical and lacks a commensurate increase in practical, inquiry-based activities. Overall, these textbooks fail to achieve an effective balance between theoretical knowledge and scientific skills, with 'science as inquiry' being notably neglected. Consequently, it is recommended that future revisions of middle school science textbooks explicitly incorporate a greater focus on scientific methodology, the research process, and the nexus of science, technology, and society within both textual content and pedagogical examples. Moreover, an expanded range of practical and experiential activities is essential to foster scientific literacy and a deeper understanding of the nature of science.

Cite this Article:

Zarei,E. , Sharbaty,M. and Mohammadnejad,H. (2026). Evaluation of Middle School Science Textbooks Based on the Nature of Science Components. (e242214). Theory and Practice in the Curriculum,137-176. 13 (26), e242214 doi: 10.22034/cstp.2026.572831.1139

© 2016 by Iranian Curriculum Association Press Publisher:
Iranian Curriculum Association Press

Extended Abstract

Introduction

Science education in middle school plays a crucial role in shaping students' early scientific literacy. During this stage, learners transition from basic knowledge acquisition to more analytical thinking, and foundational understandings of scientific concepts, reasoning, and attitudes begin to develop. Effective science education at this level is expected not only to present scientific facts and explanations but also to promote inquiry, evidence‑based reasoning, and meaningful engagement with scientific ideas. Textbooks, as the primary learning resources in many classrooms, significantly influence how students experience science. Ideally, they should provide opportunities for exploration, problem solving, practical investigation, and the development of scientific thinking. However, studies have shown that middle school science textbooks in many educational systems tend to emphasize theoretical content while offering limited activities that support inquiry, critical thinking, and the application of scientific knowledge in real-world contexts. As a result, students may have fewer opportunities to develop essential process skills and to understand the dynamic and evidence‑driven nature of science. Given the importance of textbook content in shaping students' scientific understanding, examining how middle school textbooks represent core components of scientific literacy-such as scientific methods, evidence analysis, and the relationship between science, technology, and society is essential. This analysis can highlight strengths, gaps, and areas for improvement in current educational materials.

Research questions

1. To what extent do different content domains of middle school science textbooks (physics, biology, earth science, and chemistry) address the components of the nature of science?

2. To what extent do different structural elements of each chapter (lesson text, activities, and supplementary reading sections) represent the components of the nature of science?

Methods

This study employed a descriptive content analysis to examine the representation of nature of science components in middle school science textbooks. The analysis was based on a validated framework that includes four main categories: scientific knowledge, the investigative nature of science, science as a way of thinking, and the interaction of science, technology, and society. Textbook content from the 2023–2024 academic year was analyzed across four subject domains: physics, biology, earth science, and chemistry. Each chapter was also divided into structural elements including lesson text, activities, and supplementary sections. Units of analysis consisted of paragraphs, questions, figures, tables, notes, and steps of practical activities. A portion of the data was coded independently by experienced science teachers and inter‑coder reliability was calculated using Cohen's kappa to ensure coding consistency.

Results

Content analysis of middle school science textbooks (Grades 7,8,9) based on Phillips' framework revealed an imbalanced representation of Nature of Science (NOS) components. In all three grades, the dominant emphasis was on presenting scientific facts, concepts, and principles, which showed the highest frequencies

(334 in Grade 7, 312 in Grade 8, and 341 in Grade 9). In contrast, components such as the empirical nature of science, the historical development of scientific ideas, and the relationship between science, technology, and society appeared less frequently. Some limited shifts were observed, such as increased engagement in cognitive activities in Grade 8 and greater attention to discussion of evidence in Grade 9; however, these changes did not form a consistent pattern across the textbooks. Analysis of textbook sections also showed that lesson texts mainly presented science as established knowledge, whereas research-oriented aspects appeared mostly in activity sections. Overall, knowledge-centered representations were more prominent than procedural and societal aspects of science.

Discussion

The findings indicate that science education in these textbooks still largely follows a knowledge-centered orientation. This pattern may stem from the traditional emphasis of science curricula on transmitting concepts and laws, as well as from assessment practices that prioritize factual knowledge. Differences among scientific domains may also influence the way science is represented in textbooks. Topics related to natural phenomena often provide greater opportunities for inquiry, evidence-based reasoning, and real-world connections, whereas topics focused on formal relationships and quantitative laws tend to emphasize conceptual explanations. The results also suggest that the imbalance in representing the nature of science is related not only to the type of content presented but also to the way it is distributed across textbook sections. Although activity sections occasionally encourage student engagement in inquiry and thinking processes, this approach is not consistently integrated throughout the textbook structure. Strengthening the presence of procedural, analytical, and societal aspects of science in textbook design could support a deeper understanding of the nature of science and promote more balanced science learning experiences.

Keywords

Nature of Science, Content Analysis, Textbooks, Science, Middle School

ISSN :2345-4938
eISSN: 2783-0640

سال دوازدهم، شمارهٔ ۲۶ پاییز و زمستان ۱۴۰۴

۱۳۷-۱۷۶

https://www.jcstpicsa.ir

نظریه و عمل در برنامه درسی

انجمن مطالعات برنامه درسی ایران

ارزیابی کتاب‌های درسی علوم تجربی دوره متوسطه اول براساس مؤلفه‌های ماهیت علم

ابراهیم زارعی*، مصطفی شربتی**، حلیمه محمدنژاد***

* دانشیار گروه آموزشی شیمی، صندوق پستی ۸۸۹-۱٤٦٦٥، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران (نویسنده مسئول). رایانامه: e.zarei@cfu.ac.ir

** دانشجوی کارشناسی آموزش علوم تجربی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران. رایانامه: Mostafa.sharbaty79@gmail.com

*** معاون آموزشی، مدرسه ابتدایی شاهد، ساری، ایران. رایانامه: h.mohammadnezhad1399@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
علمی-پژوهشی

واژگان کلیدی:

ماهیت علم، تحلیل محتوا، کتاب‌های درسی، علوم تجربی، متوسطه اول

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۱۹

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی میزان توجه کتاب‌های درسی علوم تجربی متوسطه اول به مؤلفه‌های مرتبط با ماهیت علم انجام شده است. این پژوهش با روش تحلیل محتوای کمی انجام شد. جامعه آماری و نمونه آماری شامل سه کتاب درسی علوم تجربی پایه‌های هفتم، هشتم و نهم بود و همه متن‌ها، تصاویر و فعالیت‌های موجود در این کتاب‌ها مورد تحلیل قرار گرفت. ابزار پژوهش بر اساس چارچوب استاندارد که توسط سایر پژوهشگران، از روایی مناسبی برخوردار است. پایایی کدگذاری نیز از طریق ضریب توافق بین کدگذاران تأیید شد. یافته‌ها نشان داد در هر سه پایه، تأکید غالب بر مفاهیم و قوانین علمی است. اما مؤلفه‌هایی نظیر روش علمی، حل مسئله و تعامل علم با جامعه سهم محدودی دارند. همچنین، افزایش حجم مطالب پایه نهم عمدتاً نظری بوده و با رشد فعالیت‌های عملی تناسب ندارد. در مجموع، در این کتاب‌ها توازن مؤثری میان مباحث نظری و مهارت‌های علمی ایجاد نشده و به مؤلفه علم به منزله پژوهش، توجه کافی به عمل نیامده است. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود در بازنگری کتاب‌های علوم تجربی دوره متوسطه اول، از یک‌سو سهم مؤلفه‌هایی مانند روش‌شناسی علم، فرایند پژوهش و ارتباط علم با جامعه و فناوری در متن درس و مثال‌ها افزایش یابد و از سوی دیگر، تعداد و تنوع فعالیت‌های عملی و تجربه‌محور به‌منظور تقویت مهارت‌های علمی و فهم ماهیت علم بیشتر شود.

استناد به این مقاله:

زارعی،ابراهیم ، شربتی،مصطفی و محمدنژاد،حلیمه . (۱۴۰۴). ارزیابی کتاب‌های درسی علوم تجربی دوره متوسطه اول براساس مؤلفه‌های ماهیت علم. (e242214). نظریه و عمل در برنامه درسی، ؛ ۱۷۶-۱۳۷، ۱۳(۲۶)

e242214 doi: 10.22034/cstp.2026.572831.1139

© انجمن مطالعات برنامه درسی ایران

ناشر: انجمن مطالعات برنامه درسی ایران

مقدمه

آموزش علوم تجربی در دوره متوسطه اول یکی از مهم‌ترین دوره‌ها برای شکل‌گیری سواد علمی در دانش‌آموزان است. زیرا در این دوره گذار از یادگیری‌های پایه‌ای به تفکر تحلیلی و شکل‌گیری اولیه مفاهیم و نگرش‌های علمی رخ می‌دهد. پژوهش‌های آموزش علوم تجربی نشان می‌دهد که در همین دوره بنیان فهم ماهیت علم و شیوه‌های تفکر علمی شکل می‌گیرد (درایور[۱] و همکاران، ۱۹۹۶). بر اساس دیدگاه‌های نوین آموزش علوم تجربی، «سواد علمی» تنها به دانستن مفاهیم، حقایق و قوانین محدود نمی‌شود، بلکه مجموعه‌ای از مهارت‌ها، نگرش‌ها و توانایی‌هاست که به دانش‌آموز کمک می‌کند علم را در زندگی واقعی درک و استفاده کند. پژوهش‌های دو دهه اخیر از جمله دیدگاه‌های (لدرمن[۲]، ۲۰۰۷؛ بای‌بی[۳]، ۲۰۱۰؛ آزبورن[۴]، ۲۰۱۴) تأکید می‌کنند که یادگیری علوم تجربی باید فراتر از حفظ اطلاعات باشد و شامل مشارکت فعال دانش‌آموزان، تحلیل شواهد، درک ماهیت علم و ارتباط میان علم، فناوری و جامعه باشد.

در این رویکرد، کتاب‌های درسی صرفاً منبعی برای انتقال اطلاعات نیستند؛ بلکه ابزاری برای فعال کردن تفکر، تقویت مهارت حل مسئله و فراهم کردن فرصت تجربه‌کردن فرایندهای علمی محسوب می‌شوند. تجربه‌های عملی و فعالیت‌های پژوهشی به دانش‌آموزان امکان می‌دهد تا مفاهیم علمی را نه تنها یاد بگیرند بلکه کاربرد آن‌ها را در زندگی واقعی مشاهده و تحلیل کنند. با این حال، مطالعات آموزش علوم تجربی نشان می‌دهد که کتاب‌های درسی علوم تجربی در بسیاری از کشورها، به‌ویژه در مقطع دوره متوسطه اول (پایه‌های هفتم، هشتم و نهم)، بیشتر بر مفاهیم نظری تمرکز دارند و به مهارت‌های فرایندی، تجربه‌محوری، تحلیل شواهد و ابعاد اجتماعی علم کمتر می‌پردازند؛ همچنین پژوهش‌ها حاکی از آن است که فعالیت‌های ارائه‌شده در این کتاب‌ها غالباً ساختاریافته بوده و فرصت محدودی برای تفکر انتقادی، طراحی آزمایش و تعامل دانش‌آموزان با جامعه فراهم می‌کنند (اوزالپ[۵]، ۲۰۲۳؛ ایزاکسن[۶]، اُدگارد[۷] و اوتسی[۸]، ۲۰۲۴؛ روچوفسکا[۹]، ۲۰۲۵). این محدودیت‌ها می‌تواند توسعه مهارت‌های حل مسئله و تفکر انتقادی دانش‌آموزان را تحت تأثیر قرار دهد.

در دهه‌های اخیر، پیشرفت‌های فناوری و تحولات آموزش علوم تجربی، توجه فزاینده‌ای به تقویت سواد علمی دانش‌آموزان داشته است؛ سوادی که آنان را قادر می‌سازد مسائل علمی و فناورانه را درک کنند، پرسشگرانه با مسائل اجتماعی مواجه شوند و تصمیم‌های مسئولانه بگیرند (لیو[۱۰]، ۲۰۰۹؛ لدرمن[۱۱] و همکاران، ۲۰۱۳). پژوهش‌های متعدد نشان داده‌اند که تحقق این سطح از سواد علمی، به درک مناسب دانش‌آموزان از مؤلفه‌های ماهیت علم وابسته است؛ زیرا شناخت ماهیت علم به یادگیرندگان کمک می‌کند فرایند تولید دانش علمی، نقش شواهد، جایگاه استدلال، خصلت خلاقانه و اجتماعی علم، و ماهیت تغییرپذیر نظریه‌های علمی را بهتر درک کنند (مک‌کوماس[۱۲]، ۲۰۱۴؛ لدرمن[۱۳] و لدرمن[۱۴]، ۲۰۱۴). با وجود این اهمیت، مطالعات بین‌المللی گزارش کرده‌اند که درک معلمان ـ چه در دوره خدمت و چه پیش از خدمت ـ نسبت به ماهیت

---

[1] Driver
[2] Lederman
[3] Bybee
[4] Osborne
[5] Özalp
[6] Isaksen
[7] Ødegaard
[8] Utsi
[9] Rochovská
[10] Liu
[11] Lederman
[12] McComas
[13] Lederman
[14] Lederman

علم غالباً سطحی یا نادرست است و این امر بر کیفیت آموزش و انتقال مؤلفه‌های ماهیت علم در کلاس درس تأثیر منفی می‌گذارد (لیانگ[1] و همکاران، ۲۰۰۹؛ آکرسون[2] و همکاران، ۲۰۱۲). از آنجا که کتاب‌های درسی علوم تجربی یکی از اصلی‌ترین منابع یادگیری در مدارس هستند و محتوای آن‌ها نقشی بنیادین در شکل‌دهی به نگرش و فهم علمی دانش‌آموزان دارد، ارزیابی میزان بازنمایی مؤلفه‌های ماهیت علم در این کتاب‌ها اهمیتی ویژه می‌یابد (عبدالخالق[3] و همکاران، ۲۰۰۸). به‌ویژه در دوره متوسطه اول (دوره‌ای که بنیان‌های تفکر علمی و نگرش اولیه نسبت به علم شکل می‌گیرد) بررسی نحوه انعکاس مؤلفه‌های ماهیت علم در کتاب‌های علوم تجربی می‌تواند تصویری روشن از وضعیت موجود ارائه دهد و زمینه را برای بهبود آموزشی فراهم سازد.

این پژوهش با هدف تحلیل محتوای کتاب‌های علوم تجربی دوره متوسطه اول انجام شده است؛ تحلیلی که متن، تصاویر و فعالیت‌ها را بر پایه شاخص‌های سواد علمی (از جمله مفاهیم و روش‌های علمی، تحلیل شواهد، حل مسئله و ارتباط علم با فناوری و جامعه) ارزیابی می‌کند. همچنین تعادل میان آموزش نظری و فعالیت‌های عملی و تفاوت‌های محتوایی میان پایه‌های هفتم، هشتم و نهم بررسی شده تا تصویری روشن از نقاط قوت و ضعف این کتاب‌ها در پرورش مهارت‌های علمی و درک ماهیت علم ارائه شود. هدف اصلی مطالعه حاضر، بررسی چگونگی بازنمایی مقوله‌های ماهیت علم در کتاب‌های علوم تجربی دوره متوسطه اول است. از این رو، تحلیل محتوایی برای پاسخگویی به سوالات زیر طراحی شد:

۱. هر یک از بخش‌های کتاب‌های درسی علوم تجربی دوره متوسطه اول (فیزیک، زیست‌شناسی، زمین‌شناسی و شیمی) تا چه میزان به مؤلفه‌های ماهیت علم پرداخته‌اند؟

۲. اجزای مختلف هر فصل از کتاب‌ها (متن درس، فعالیت‌ها و مطالعه آزاد) تا چه اندازه مؤلفه‌های ماهیت علم را بازنمایی می‌کنند؟

پیشینه پژوهش

پژوهش‌های متعددی در سال‌های اخیر به بررسی بازنمایی مؤلفه‌های ماهیت علم در کتاب‌های درسی علوم تجربی پرداخته‌اند. این مطالعات نشان می‌دهند که کتاب‌های درسی نقش مهمی در شکل‌گیری درک دانش‌آموزان از ماهیت علم دارند و نحوه ارائه مفاهیم علمی، فعالیت‌ها و مثال‌ها می‌تواند بر برداشت فراگیران از فرایند تولید دانش علمی تأثیر بگذارد (مک‌کومس[4]، ۲۰۰۳؛ وی[5] و همکاران، ۲۰۱۳؛ لی[6] و همکاران، ۲۰۱۸). در همین راستا، بخشی از تحقیقات به تحلیل محتوای کتاب‌های درسی از منظر رویکردهای نوین پرداخته‌اند؛ برای نمونه، مرادپور و همکاران (۲۰۲۳) با تحلیل مفاهیم الکتروشیمی در کتاب شیمی (۳) دوره متوسطه دوم، محتوای این کتاب را بر اساس اصول شیمی سبز مورد بررسی قرار دادند.

برخی پژوهش‌ها نیز به‌طور خاص بر نحوه بازنمایی مفاهیم مرتبط با ماهیت علم در کتاب‌های درسی تمرکز داشته‌اند. برای مثال، مک‌کومس[7] (۲۰۰۳) با بررسی کتاب‌های زیست‌شناسی دوره متوسطه در ایالات متحده، نحوه بازنمایی مفاهیم «قانون علمی» و «نظریه علمی» را تحلیل کرد. یافته‌های این مطالعه نشان داد که در برخی کتاب‌ها این دو مفهوم به‌طور دقیق و روشن تبیین نشده‌اند و گاه به‌صورت ساده‌سازی‌شده یا نادرست ارائه شده‌اند که می‌تواند به برداشت‌های نادرست دانش‌آموزان از ماهیت علم منجر شود. همچنین اگرچه در طول زمان توجه بیشتری به برخی مؤلفه‌های ماهیت علم شده است، اما بازنمایی این مؤلفه‌ها همچنان در بسیاری از کتاب‌ها محدود و غیرنظام‌مند باقی مانده است.

---

[1] Liang
[2] Akerson
[3] Abd-El-Khalick
[4] McComas
[5] Wei
[6] Lee
[7] McComas

با توجه به اهمیت آموزش مبتنی بر کاوش علمی در برنامه‌های درسی علوم تجربی در بسیاری از کشورهای جهان، از جمله ایالات متحده، انگلستان، ژاپن و استرالیا، توجه به ماهیت علم در محتوای کتاب‌های درسی اهمیت ویژه‌ای یافته است. در این رویکرد انتظار می‌رود دانش‌آموزان علاوه بر یادگیری مفاهیم علمی، با فرایندهای علمی، مهارت‌های پژوهش، شیوه‌های استدلال علمی و ماهیت دانش علمی نیز آشنا شوند و نگرش‌ها و ارزش‌های علمی در آنان شکل گیرد. در همین راستا، مطالعات بین‌المللی مانند برنامه بین‌المللی ارزیابی دانش‌آموزان[1] (PISA) نیز چارچوب مهمی برای سنجش سواد علمی دانش‌آموزان فراهم کرده‌اند و تحلیل‌هایی مانند پژوهش قلخانی و شیرعلی‌پور (۲۰۲۰) به تبیین چارچوب مفهومی و مؤلفه‌های اصلی این ارزشیابی کمک کرده‌اند.

در نظام آموزشی ایران، برنامه درسی علوم تجربی بر اساس رویکرد کاوشگری علمی تدوین شده و کتاب‌های درسی علوم تجربی با هدف تقویت مهارت‌های علمی، پرورش تفکر خلاق و آشنایی دانش‌آموزان با فرایندهای علمی تألیف شده‌اند. در این چارچوب، توجه به «ماهیت علم» در برنامه درسی علوم تجربی بر سه محور اصلی استوار است: نقش آن به عنوان بنیان درک علمی و عاملی انگیزه‌بخش برای یادگیری، کاربرد آن در تسهیل فرایند «انجام علم» توسط فراگیران، و ضرورت آن برای تربیت شهروندان آگاه در جامعه مبتنی بر علم و فناوری (هورفر، نیکنام، ملکان و عباسی، ۱۴۰۳). در دوره متوسطه اول نیز درس علوم تجربی نقش مهمی در شکل‌گیری درک اولیه دانش‌آموزان از علم و ماهیت آن دارد و کتاب‌های درسی این درس می‌توانند نقش اساسی در توسعه این درک ایفا کنند.

در ایران نیز برخی پژوهش‌ها به بررسی بازنمایی ماهیت علم در کتاب‌های درسی علوم تجربی پرداخته‌اند. برای نمونه، زارعی و حسین‌نیا (۲۰۲۳) با تحلیل کتاب‌های درسی شیمی دوره متوسطه دوم نشان دادند که برخی ابعاد ماهیت علم مانند جنبه‌های تجربی، استنباطی و اجتماعی علم بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند، در حالی که مؤلفه‌هایی مانند تغییرپذیری علم، افسانه روش علمی (تصور نادرست در مورد وجود فقط یک روش علمی واحد و مشخص) و ماهیت نظریه‌های علمی کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. به طور کلی، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که کتاب‌های درسی در بازنمایی جامع ماهیت علم با کاستی‌هایی مواجه‌اند. همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد که در زمینه بازنمایی ماهیت علم در کتاب‌های درسی علوم تجربی دوره متوسطه اول ایران پژوهشی انجام نشده است. از این رو، بررسی نظام‌مند میزان بازنمایی مؤلفه‌های ماهیت علم در کتاب‌های علوم تجربی این دوره ضروری به نظر می‌رسد و پژوهش حاضر با هدف تحلیل و ارزیابی کتاب‌های درسی علوم تجربی دوره متوسطه اول بر اساس مؤلفه‌های ماهیت علم انجام شده است.

روش پژوهش

ابزار پژوهش

تاریخ‌نگاران، فیلسوفان و دانشمندان علوم اجتماعی، و همچنین مربیان علوم تجربی و دانشمندان، دیدگاه‌های متفاوتی در مورد محتوای ماهیت علم دارند (عبدالخالق[2] و لیدرمان[3]، ۲۰۰۰؛ آزبورن[4] و همکاران، ۲۰۰۳). این مطالعه بر اساس یک چارچوب اعتبارسنجی شده چیاپتا و همکاران (۱۹۹۱) انجام شد که مقوله‌ها و مؤلفه‌های نهایی مورد نظر در ابزار استفاده شده این پژوهش در جدول‌های ۴ تا ۶ ارائه شده‌اند.

روایی و پایایی ابزار پژوهش

برای آنکه یک پژوهش معتبر و قابل اعتماد باشد، ابزارها و روش‌های مورد استفاده در آن نیز باید از روایی و پایایی کافی برخوردار باشند. به دلایل زیر ابزار مورد استفاده در مطالعه حاضر از نظر روایی یعنی میزان درستی، دقت و تناسب ابزار پژوهش با اهداف پژوهش، مناسب و قابل اطمینان می باشد:

---

[1] Programme for International Student Assessment
[2] Abd-El-Khalick
[3] Lederman
[4] Osborne

- نخست آنکه در این پژوهش، از مقوله‌هایی برای «ماهیت علم» استفاده شد که پیش‌تر از نظر دقت و جامعیت بررسی و تأیید شده‌اند و با مفاهیم چارچوب نظری مورد استفاده در این مطالعه، سازگاری دارند (چیاپتا[1] و همکاران، ۱۹۹۱).
- دوم دلیل این است که ابزار این پژوهش، پیش‌تر آزموده شده و مشخص شده است که روشی معتبر و قابل اعتماد برای تحلیل محتوای کتاب‌های درسی علوم تجربی هم در دوره متوسطه اول و هم متوسطه دوم در ارتباط با ماهیت علم است (چیاپتا و همکاران، ۱۹۹۱؛ فیلیپس[2]، ۲۰۰۶؛ چیاپتا و فیلمان[3]، ۲۰۰۷).

شیوه واحدبندی و کدگذاری

نمونه‌ها از طریق شماره‌گذاری پیوسته هر واحد تحلیل در هر صفحه «واحدبندی» شدند. واحدهای تحلیل شامل:

- پاراگراف‌های کامل
- پرسش‌ها
- شکل‌ها همراه با عنوان
- جدول‌ها همراه با عنوان
- توضیحات و یادداشت‌های حاشیه‌ای یا تعاریف
- و هر گام از فعالیت‌های آزمایشگاهی یا فعالیت‌های عملی

معمولاً واحدهای تحلیلی که شامل چند مضمون هستند، ارزیابی دقیق و پایدار آن‌ها دشوار است (چیاپتا، فیلمن [4]و ستنا[5]، ۱۹۹۱). به همین دلیل، ۲۱ مؤلفه تحلیل متفاوت بر اساس جداول ۴ تا ۶، به منظور تحلیل محتوای واحدها، در روش پژوهشی این مطالعه گنجانده شدند. هر واحد تحلیل بر اساس چهار مقوله ماهیت علم و مؤلفه‌های آن مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس تعداد مقوله‌ها و مؤلفه‌های آن‌ها در هر واحد تحلیل شمارش شدند و درصد و نسبت هر مقوله یا مؤلفه نسبت به کل محاسبه شد. به‌منظور شفاف‌سازی نحوه تحلیل و کدگذاری، نمونه‌هایی از کاربرد عملی مؤلفه‌های ماهیت علم در پیوست‌ها ارائه شده است.

پایایی بین‌کدگذارها

درصد توافق بین‌کدگذارها با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

درصد توافق = (تعداد توافقات × ۱۰۰) / کل توافقات ممکن

از آنجا که بخشی از توافق ممکن است بر اثر شانس ایجاد شده باشد، پایایی کدگذاری با استفاده از کاپای کوهن[6] (۱۹۶۰) محاسبه شد. کاپای کوهن ابزاری آماری برای سنجش میزان توافق میان ارزیاب‌هاست که احتمالِ توافق تصادفی را نیز در نظر می‌گیرد. این شاخص از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$k = (po - pc) / (1 - pc)$$

[1] Chiappetta
[2] Phillips
[3] Fillman
[4] Fillman
[5] Sethna
[6] Cohen’s Kappa

در این فرمول،

- po نشان‌دهنده نسبت دفعاتی است که دو ارزیاب در کدگذاری یکسان عمل کرده‌اند.
- pc نشان‌دهنده نسبتی از توافق است که انتظار می‌رود صرفاً بر اثر شانس رخ دهد.

به این ترتیب، کاپای کوهن کمک می‌کند مشخص شود توافق بین کدگذاران چقدر واقعی و مستقل از شانس است. دامنه این شاخص از ۱.۰۰- و ۱.۰۰+ است و مقدار ۰ نشان‌دهنده توافق ناشی از شانس است. میزان ضریب کاپا نشان دهنده میزان توافق کدگذارها و ارزیاب ها براساس معیار زیر است (روبینشتاین [1]و براون[2]، ۱۹۸۴):

- مقدار ۰/۷۵ و بالاتر: توافق خوب تا عالی
- مقدار ۰/۴۰ تا ۰/۷۵: توافق متوسط تا خوب
- مقدار کمتر از ۰/۴۰: توافق ضعیف

ضریب پایایی بالا نشان می‌دهد داده‌ها از اعتمادپذیری بیشتری برخوردارند.

پس از واحدبندی نمونه‌ها، حدود ۲۰ درصد این واحدها و البته به‌طور تصادفی میان دو معلم با تجربه علوم تجربی به عنوان کدگذار توزیع شدند. این کدگذاران، هر واحد تحلیل را در بر اساس چهار مقوله ماهیت علم کدگذاری کردند.

جدول اول میزان توافق بین پژوهشگر و ارزیابان را در کدگذاری جملات منتخب کتاب‌های درسی علوم تجربی پایه‌های هفتم، هشتم و نهم نشان می‌دهد. درصد توافق بین کدگذاران در پایه هفتم ٪۷۶، در پایه هشتم ٪۹۲ و در پایه نهم ٪۸۶ به‌دست آمد.. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام گرفت.

جدول ۱. مقادیر درصد توافق و ضریب کاپای کوهن بین ارزیابان برای تحلیل مطالب متنی با توجه به چهار مضمون سواد علمی

درصد توافق	ضریب کاپای کوهن (k)	پایه تحصیلی
٪۷۶	۰/۶۹	هفتم
٪۹۲	۰/۸۹	هشتم
٪۸۶	۰/۸۱	نهم

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

این پژوهش در دسته مطالعات توصیفی قرار می‌گیرد که شامل مجموعه‌ای از روش‌ها با هدف توصیف شرایط یا پدیده‌های مورد بررسی است و هدف اصلی آن تحلیل و ارزیابی کتاب درسی بر اساس مؤلفه‌های مرتبط با ماهیت علم است. اجرای پژوهش به روش تحلیل محتوا انجام گرفته، که طی آن محتوای آشکار موجود در متن به شکلی نظام‌مند و کمی مورد بررسی و توصیف قرار می‌گیرد. این شیوه در تحقیقات علوم رفتاری به‌ویژه برای تحلیل محتوا و ارزیابی کتاب‌های درسی کاربرد دارد. مفهوم تحلیل محتوای کتاب درسی در این نوشتار بر آشکارسازی لایه‌های پنهانی متمرکز شده است که نویسندگان کتاب درباره ماهیت علم به آنها تأکید داشته‌اند.

ابتدا محتوای کتب درسی علوم تجربی مقطع متوسطه اول (۱۴۰۴-۱۴۰۳) براساس تقسیم‌بندی های موضوعی و محتوایی اجزای کتاب انتخاب شد. سپس اهداف و سؤال های مربوط به تحلیل به شرحی که اشاره خواهد شد، تدوین گردید.در این پژوهش چهارچوب مفهومی برای تحلیل محتوا و نشان دادن لایه‌های پنهان مورد تأکید درباره ماهیت علم استفاده شد(فیلیپس، ۲۰۱۶).دو تقسیم‌بندی (جداول ۱ و ۲) برای تحلیل محتوای کتاب صورت گرفت.

- تقسیم‌بندی موضوعی کتاب: فصل های کتاب به چهار بخش شیمی، علوم فیزیکی، علوم‌زیستی و علوم‌زمین تقسیم شدند.

[1] Rubinstein
[2] Brown

- تقسیم بندی محتوایی هرفصل: هر فصل به سه بخش سطح یک محتوا (مقدمه، متن، نمودارها، تصویرها...)، فعالیتها (ذهنی، عملی) و بیشتر بدانیم تقسیم شد.

جدول ۲. تقسیم بندی موضوعی کتاب

موضوع	پایه هفتم		پایه هشتم		پایه نهم	
	فصل	صفحه	فصل	صفحه	فصل	صفحه
علوم زیستی	۵	۴۰	۵	۴۸	۵	۵۲
فیزیک	۴	۳۹	۴	۴۳	۴	۴۶
علوم زمین	۳	۳۰	۳	۲۵	۳	۳۴
شیمی	۳	۲۷	۳	۲۸	۳	۳۹

جدول ۳. تقسیم بندی محتوایی هر فصل

موضوع	اجزا	توضیحات
بخش ۱	مقدمه، متن، تصویر، نمودار و جدول	
فعالیت ها	ذهنی	مقایسه کنید، فکرکنید، تفسیرکنید، بحث کنید، تمرین کنید، پاسخ دهید، محاسبه کنید
	عملی	رسم کنید، مدل بسازید، مشاهده کنید، آزمایش کنید، جمع آوری اطلاعات، تجربه کنید، فعالیت خارج ازکلاس، تمری کنید، اندازه‌گیری
بخش ۲	بیشتر بدانیم	

در این پژوهش فعالیت‌های کتاب علوم تجربی به دو دسته «ذهنی» و «عملی» تقسیم شده‌اند. این تقسیم‌بندی بر اساس تمایز میان فرایندهای شناختی[1] و فرایند های علمی یا تجربی[2] در چهارچوب پیشنهادی (چیاپتا و کوبالا[3]، ۲۰۰۶) صورت گرفته است. بر این اساس فعالیت‌های ذهنی شامل تحلیل ، تبیین ، پیش بینی و استدلال مفهومی هستند، درحالی که فعالیت های عملی شامل مشاهده، آزمایش، اندازه‌گیری و کار میدانی می شوند.

روش به کار گرفته شده در این تحلیل، همان روشی است که هر یک از چهار جنبه‌ی سواد علمی در اهداف دوره متوسطه اول گنجانده شده‌اند. توسعه‌دهندگان این روش، مجموعه گسترده‌ای از کتاب‌های درسی علوم تجربی را مورد بررسی قرار داده و راهنمای آموزشی جامعی تهیه کرده‌اند که فرایندها و شیوه‌های لازم برای تحلیل محتوای این کتاب‌ها را توضیح می‌دهد. چهار مضمون اصلی مرتبط با سواد علمی و توصیف‌های آنها عبارت‌اند از:

[1] Cognitive
[2] Scientific/experiential processes
[3] Koballa

۱. دانش علمی

در صورتی‌که هدف متنی ارائه شده، بحث یا درخواست از دانش‌آموز برای به خاطر سپردن اطلاعات، حقایق، مفاهیم، اصول، قوانین، نظریه‌ها و موارد مشابه باشد، این بخش را انتخاب کنید. این بخش نشان‌دهنده انتقال دانش علمی است، جایی که دانش‌آموز اطلاعات لازم را دریافت می‌کند. این نوع محتوا بیشتر محتوای کتاب‌های درسی را تشکیل داده و اطلاعاتی را ارائه می‌دهد که مخاطب باید آن‌ها را فرا بگیرد.

۲. ماهیت پژوهشی علم

بر پایه تشویق دانش‌آموزان به تفکر و انجام عمل از طریق کشف و بررسی استوار است. اگر هدف متن این باشد که ذهن دانش‌آموز را به سمت کشف و یادگیری فعال سوق دهد، این بخش را مدنظر قرار می‌دهیم. این رویکرد بازتاب‌دهنده جنبه‌های عملی تحقیق و یادگیری است و دانش‌آموزان را در فرآیندها و روش‌های علمی همچون مشاهده، اندازه‌گیری، طبقه‌بندی، نتیجه‌گیری، ثبت داده‌ها، انجام محاسبات و انجام آزمایش‌ها درگیر می‌کند. آموزش از این نوع می‌تواند به شکل کاغذ و قلم یا فعالیت‌های عملی ارائه شود. این محتوا می‌تواند به طور خاص در مواد آموزشی کتاب درسی گنجانده شود.

۳. علم به عنوان روشی برای تفکر

به جنبه‌هایی از ماهیت علم اشاره دارد که بر تفکر، استدلال و تأمل متمرکز است اگر هدف متن بررسی چگونگی فرایند (کشف) توسط علم به‌طور کلی یا از سوی یک دانشمند خاص باشد، می‌توان آن را در این دسته قرار داد. چنین متنی به دانش‌آموزان آموزش می‌دهد که فعالیت علمی چگونه عمل می‌کند و آنان را با روش‌های علمی و شیوه‌های حل مسئله آشنا می‌سازد.

٤. تعامل علم، فناوری و جامعه

در صورتی‌که هدف متن تاکید بر تأثیرگذاری متقابل علم و جامعه باشد، این بخش قابل انتخاب است. این جنبه از سواد علمی به بررسی نحوه استفاده از علم، نقش فناوری در کمک یا ایجاد موانع برای انسان، و همچنین تأثیر مسائل اجتماعی و مشاغل می‌پردازد. با این حال، هنگام ارائه چنین مطالبی، معمولاً اطلاعات به صورت آماده در اختیار دانش‌آموز قرار می‌گیرد و نیازی به کشف شخصی آن توسط او وجود ندارد. این نوع محتوا اصول فرایندهای علمی را به تصویر می‌کشد و ذهنیت علمی را تقویت می‌کند.

یافته‌ها

در این بخش، یافته‌های حاصل از تحلیل محتوای کتاب‌های درسی علوم تجربی پایه‌های هفتم، هشتم و نهم بر اساس چارچوب مفهومی ماهیت علم فلیپس[1] (فیلیپس، ۲۰۰۶) ارائه شده است. بدین منظور، میزان فراوانی جملات مرتبط با چهار مقوله اصلی و بیست و یک مؤلفه ماهیت علم استخراج و در قالب جداول تنظیم گردیده است. جداول زیر توزیع این مؤلفه‌ها را در هر یک از پایه‌های تحصیلی نشان می‌دهند.

[1] Phillips

جدول ۴. نتایج تحلیل کتاب درسی علوم تجربی هفتم برحسب مقوله‌های ماهیت علم و مؤلفه‌های آن

مقوله‌ها	کد	مؤلفه‌ها	تعداد
علم به منزله مجموعه‌ای از دانش‌ها	۱a	• معرف حقایق، مفاهیم، اصول و قوانی علمی است	۳۳۴
	۱b	• معرف فرضیه‌ها، تئوری‌ها و مدل‌هاست	۱۹
	۱c	• از دانش‌آموز بخواهد دانش و اطلاعات را به یادآورد	۷
علم به منزله پژوهش	۲a	• از دانش‌آموز بخواهد با استفاده از مواد به سؤال پاسخ دهد	۴۴
	۲b	• از دانش‌آموز بخواهد با استفاده از جدول، نمودار و ... به سؤال پاسخ دهد	۳۶
	۲c	• از دانش آموز بخواهد محاسبه کند	۱۱
	۲d	• از دانش‌آموز بخواهد پاسخ سؤالی را بیابد	۶۰
	۲e	• دانش‌آموز را در فعالیت/تجربه فکری درگیر کند	۸۳
	۲f	• اطلاعاتی از اینترنت ارائه کند	۱۲
علم به منزله روش تفکر	۳a	• چگونگی آزمایشگری دانشمندان را توصیف کند	۰
	۳b	• رشد تاریخی ایدها را نشان دهد	۱۲
	۳c	• برماهیت تجربی- عینی علم تأکید کند	۱۰۴
	۳d	• کاربرد مفروضه ها را نشان دهد	۲
	۳e	• چگونگی پیشروی علم با استدلال استقرایی/قیاسی را نشان دهد	۱۶
	۳f	• روابط علت-معلولی را نشان دهد	۱۱
	۳g	• درباره شواهد/ادله بحث کند	۱۱
	۳h	• معرف روش علمی/گام‌های حل مسأله باشد	۴
علم در تعامل با فناوری و جامعه	۴a	• سودمندی علم/فناوری برای جامعه را توصیف کند	۲۱
	۴b	• درباره تأثیرات منفی علم/فناوری بر جامعه، نگرانی ایجاد کند	۶
	۴c	• درباره مسائل اجتماعی مرتبط با علم/فناوری بحث کند	۶
	۴d	• مشاغل حیطه علم/فناوری را معرفی کند	۳

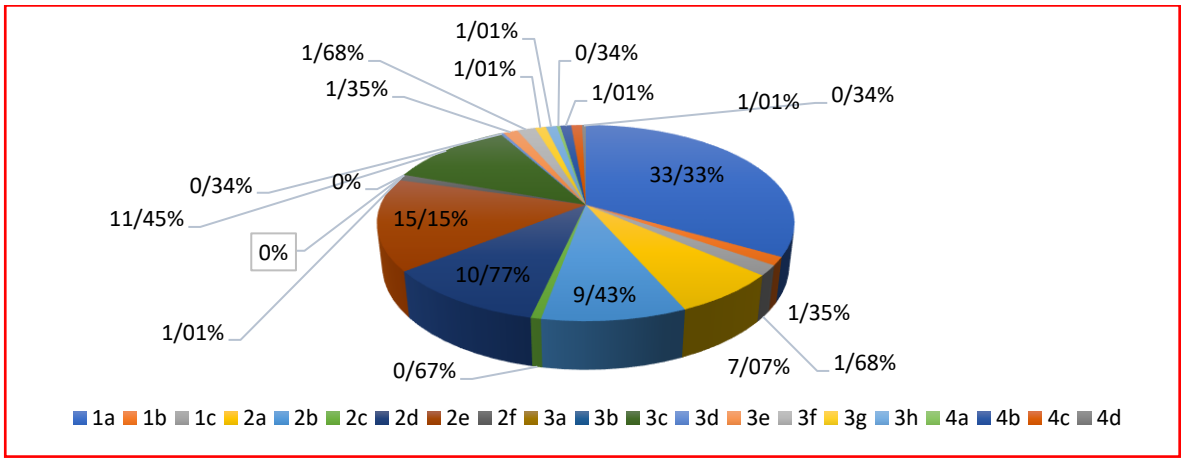
جدول ۵. نتایج تحلیل کتاب درسی علوم تجربی هشتم برحسب مقوله‌های ماهیت علم و مؤلفه‌های آن

مقوله‌ها	کد	مؤلفه‌ها	تعداد
علم به منزله مجموعه‌ای از دانش‌ها	۱a	• معرف حقایق، مفاهیم، اصول و قوانین علمی است	۳۱۲
	۱b	• معرف فرضیه‌ها، تئوری‌ها و مدل‌هاست	۵
	۱c	• از دانش‌آموز بخواهد دانش و اطلاعات را به یادآورد	۱۵
علم به منزله پژوهش	۲a	• از دانش‌آموز بخواهد با استفاده از مواد به سؤال پاسخ دهد	۱۵
	۲b	• از دانش‌آموز بخواهد با استفاده از جدول، نمودار و ... به سؤال پاسخ دهد	۲۳
	۲c	• از دانش‌آموز بخواهد محاسبه کند	
	۲d	• از دانش‌آموز بخواهد پاسخ سؤالی را بیابد	۵
	۲e	• دانش‌آموز را در فعالیت/تجربه فکری درگیر کند	۷۸
	۲f	• اطلاعاتی از اینترنت ارائه کند	۹۹
			۲
علم به منزله روش تفکر	۳a	• چگونگی آزمایشگری دانشمندان را توصیف کند	۳
	۳b	• رشد تاریخی ایدها را نشان دهد	۴
	۳c	• برماهیت تجربی- عینی علم تأکید کند	۵۸
	۳d	• کاربرد مفروضه‌ها را نشان دهد	۱
	۳e	• چگونگی پیشروی علم با استدلال استقرایی/قیاسی را نشان دهد	۱۲۷
	۳f	• روابط علت-معلولی را نشان دهد	۸
	۳g	• درباره شواهد/ادله بحث کند	۱۳
	۳h	• معرف روش علمی/گام‌های حل مسأله باشد	۴
علم در تعامل با فناوری وجامعه	۴a	• سودمندی علم/فناوری برای جامعه را توصیف کند	۸
	۴b	• درباره تأثیرات منفی علم/فناوری بر جامعه، نگرانی ایجاد کند	۰
	۴c	• درباره مسائل اجتماعی مرتبط با علم/فناوری بحث کند	۴
	۴d	• مشاغل حیطه علم/فناوری را معرفی کند	۴

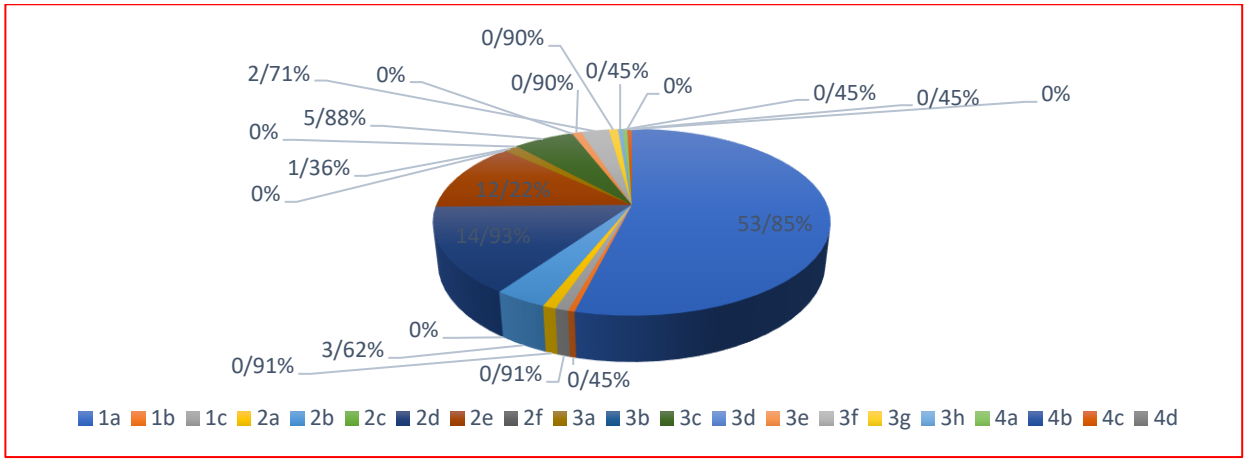
جدول ۶. نتایج تحلیل کتاب درسی علوم تجربی نهم بر حسب مقوله‌های ماهیت علم و مؤلفه‌های آن

مقوله‌ها	کد	مؤلفه‌ها	تعداد
علم به منزله مجموعه‌ای از دانش ها	۱a	• معرف حقایق، مفاهیم، اصول و قوانین علمی است	۳۴۱
	۱b	• معرف فرضیه‌ها، تئوری ها و مدل‌هاست	۷
	۱c	• از دانش‌آموزبخواهد دانش و اطلاعات را به یادآورد	۱۴
علم به منزله پژوهش	۲a	• از دانش‌آموز بخواهد با استفاده از مواد به سؤال پاسخ دهد	۶
	۲b	• از دانش‌آموز بخواهد با استفاده از جدول، نمودار و ... به سؤال پاسخ دهد	۲۳
	۲c	• از دانش‌آموز بخواهد محاسبه کند • از دانش‌آموز بخواهد پاسخ سؤالی را بیابد	۲۳
	۲d	• دانش‌آموز را در فعالیت/تجربه فکری درگیر کند	۴۱
	۲e	• اطلاعاتی از اینترنت ارائه کند	۷۳
	۲e		۱
علم به منزله روش تفکر	۳a	• چگونگی آزمایشگری دانشمندان را توصیف کند	۸
	۳b	• رشد تاریخی ایده‌ای را نشان دهد	۱۳
	۳c	• برماهیت تجربی- عینی علم تأکید کند	۵۲
	۳d	• کاربرد مفروضه‌ها را نشان دهد	۲
	۳e	• چگونگی پیشروی علم با استدلال استقرایی/قیاسی را نشان دهد	۱۲
	۳f	• روابط علت-معلولی را نشان دهد	۱۳
	۳g	• درباره شواهد/ادله بحث کند	۴۲
	۳h	• معرف روش علمی/گام‌های حل مسأله باشد	۲
علم در تعامل با فناوری وجامعه	۴a	• سودمندی علم/فناوری برای جامعه را توصیف کند	۱۸
	۴b	• درباره تأثیرات منفی علم/فناوری بر جامعه، نگرانی ایجاد کند	۵
	۴c	• درباره مسائل اجتماعی مرتبط با علم/فناوری بحث کند	۲
	۴d	• مشاغل حیطه علم/فناوری را معرفی کند	۴

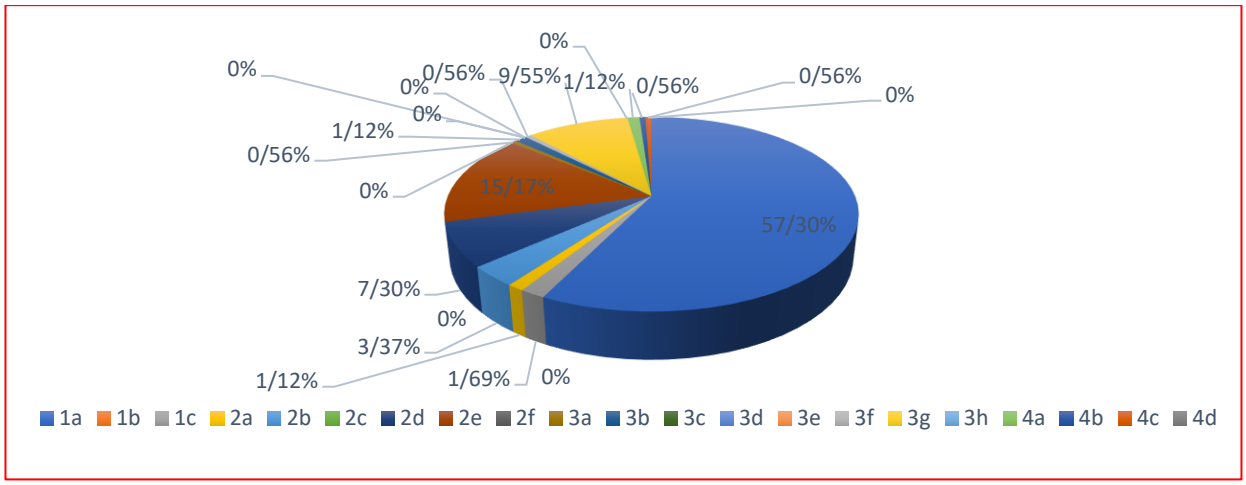
در نمودارهای ۱ تا ۴، میزان توجه کتاب علوم تجربی به مقوله‌ها و مؤلفه‌های ماهیت علم بر اساس تقسیم‌بندی موضوعی کتاب (علوم زیستی، علوم فیزیکی، علوم زمین و شیمی) به‌طور جداگانه نمایش داده شده است. بر اساس داده‌های ارائه‌شده در نمودارها، در حوزه علوم زیستی، تمرکز بیشتری بر مقوله «علم به‌عنوان مجموعه‌ای از دانش‌ها» و به‌ویژه بر مؤلفه «معرفی حقایق، مفاهیم، اصول و قوانین علمی» مشاهده می‌شود که این سهم در پایه نهم با ۵۷ درصد، پایه هشتم با ۵۳ درصد و در پایه هفتم با ۳۳ درصد است. بنا براین میزان توجه به این مؤلفه در پایه نهم بیشتر است. به همین خاطر، در این بخش دو مؤلفه مهم «معرفی فرضیه‌ها، نظریه‌ها و مدل‌ها» و «درخواست برای یادآوری دانش و اطلاعات» کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. پس از آن، درصد بالایی از توجه به مؤلفه‌های «درگیری دانش‌آموز در فعالیت یا تجربه فکری» در پایه هفتم با ۱۵ درصد، در پایه نهم با ۱۵ درصد و «از دانش‌آموز بخواهد پاسخ سؤالی را بیابد» در پایه هشتم با ۱۴ درصد اختصاص یافته است.



نمودار۱. درصد مقوله‌ها و مؤلفه‌های ماهیت علم در بخش علوم زیستی کتاب علوم تجربی هفتم



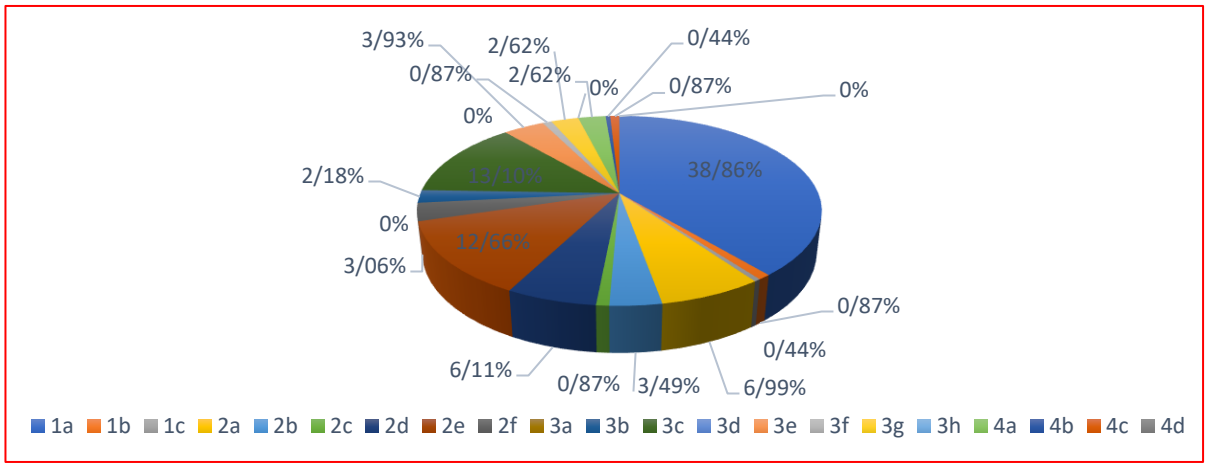
نمودار۲. درصد مقوله‌ها و مؤلفه‌های ماهیت علم در بخش علوم زیستی کتاب علوم تجربی هشتم



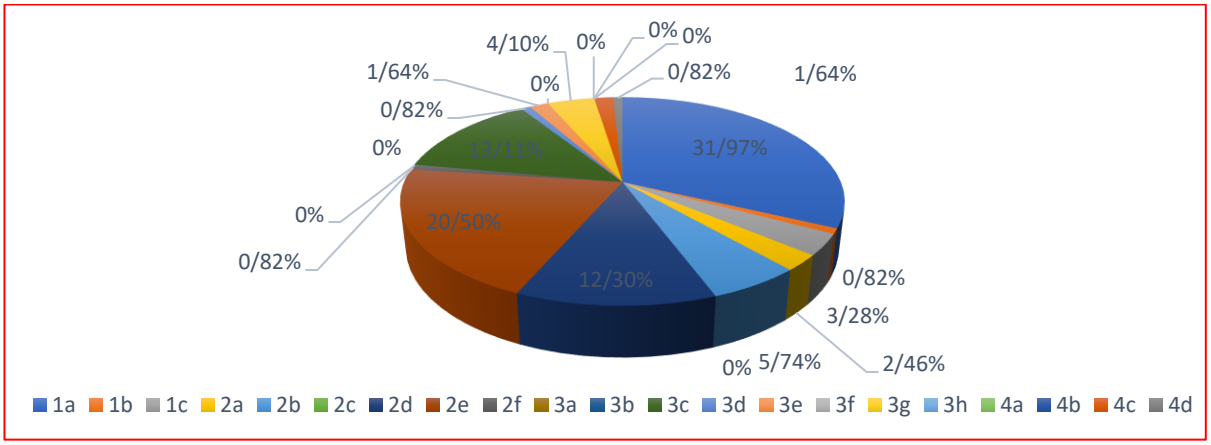
نمودار۳. درصد مقوله‌ها و مؤلفه‌های ماهیت علم در بخش علوم زیستی کتاب علوم تجربی نهم

همانطور که در نمودار دوم قابل مشاهده است، در حوزه علوم زمین اطلاعات حاصل از نمودار بیانگر آن است که بیشترین میزان توجه مربوط به مقوله «معرف حقایق، مفاهیم، اصول و قوانین علمی است» که این سهم در پایه هفتم با ۳۸، پایه هشتم با ۳۱ درصد و در پایه نهم با ۴۷ درصد است. در بخش علوم زمین نیز بیشترین میزان توجه به مؤلفه «معرفی حقایق، مفاهیم، اصول و قوانین علمی» است.

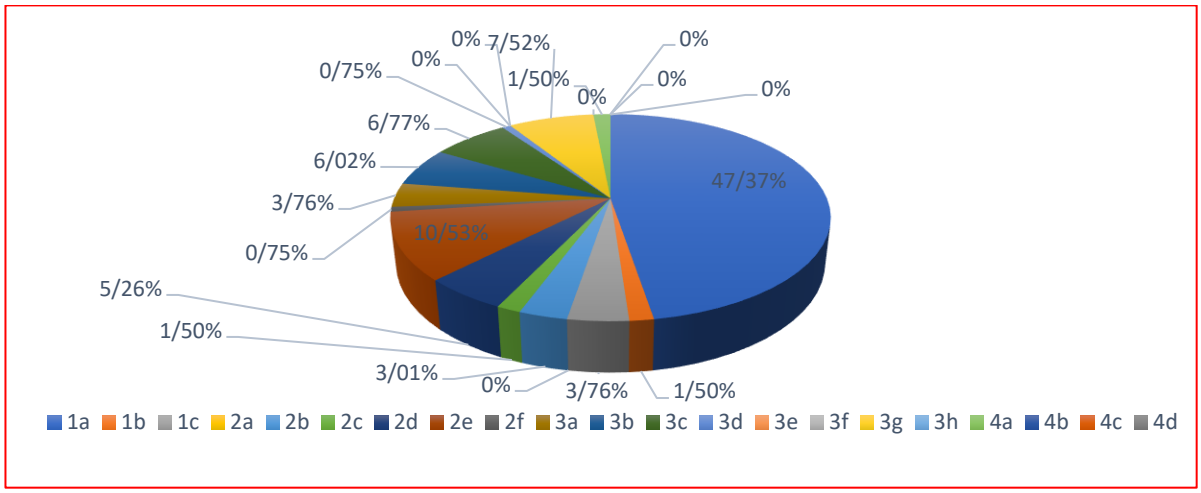
پس از آن، مؤلفه‌های «اطلاعاتی از اینترنت ارائه کند» در پایه هفتم با ۱۲ درصد و «دانش آموز را در فعالیت/تجربه فکری درگیر کند» به صورت مشترک در پایه‌های هشتم و نهم با ۲۰ و ۷ درصد مورد توجه نویسندگان قرار گرفت.



نمودار۴. درصد مقوله‌ها و مؤلفه‌های ماهیت علم در بخش علوم زمین کتاب علوم تجربی هفتم



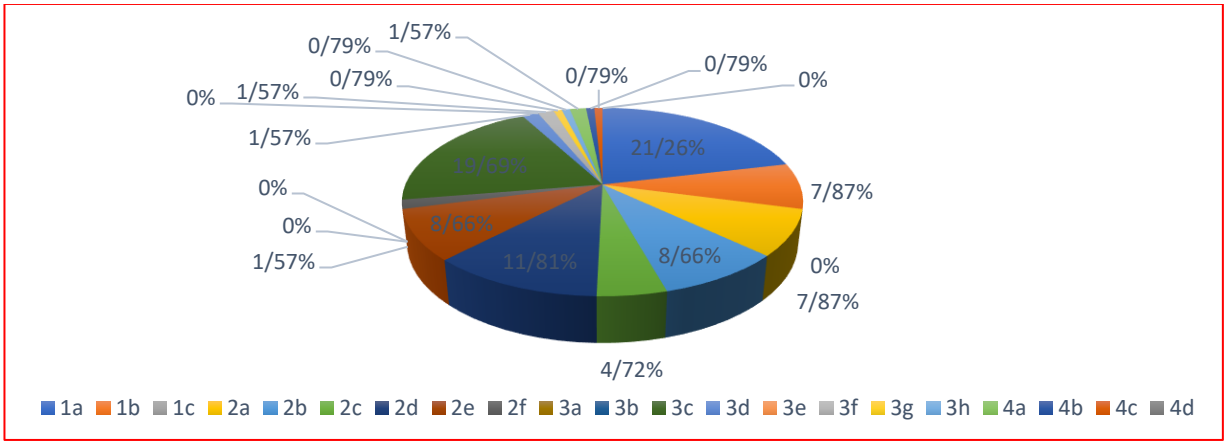
نمودار۵. درصد مقوله‌ها و مؤلفه‌های ماهیت علم در بخش علوم زمین کتاب علوم تجربی هشتم



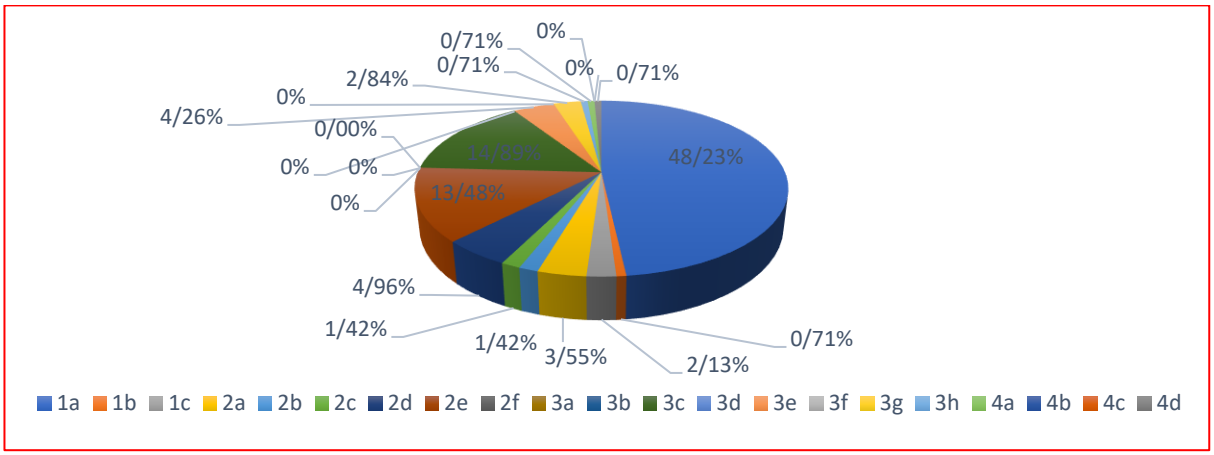
نمودار۶. درصد مقوله‌ها و مؤلفه‌های ماهیت علم در بخش علوم زمین کتاب علوم تجربی نهم

نمودارهای ۴، ۵ و ۶ نشان می‌دهند که بیشترین درصد پرداختن به مؤلفه «معرف حقایق، مفاهیم، اصول و قوانین علمی» اختصاص دارد. این مؤلفه در پایه هفتم با ۲۱ درصد، در پایه هشتم با ۴۸ درصد و در پایه نهم با ۴۶ درصد، رتبه نخست را در میان سایر مؤلفه‌ها به خود اختصاص داده است. این روند نشان‌دهنده‌ی افزایش توجه به محتوای مفهومی و قانون‌محور در کتاب‌های فیزیک دوره‌ی متوسطه‌ی اول است؛ به‌ویژه در پایه هشتم که بیشترین تمرکز بر انتقال اصول و قوانین علمی مشاهده می‌شود.

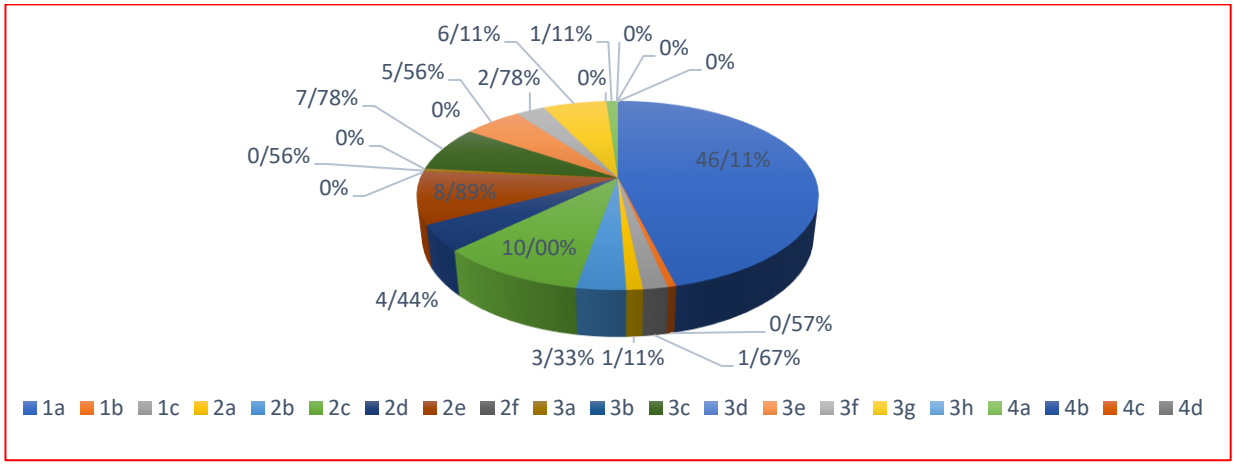
از سوی دیگر، دومین رتبه بیشترین درصد در میان مؤلفه‌ها، به «برماهیت تجربی-عینی علم تأکید کند» در پایه هفتم و هشتم با ۱۹ و ۱۴ درصد و «از دانش آموز بخواهد محاسبه کند» در پایه نهم با ۱۰ درصد تعلق دارد؛ با این حال، اختلاف چشمگیر درصد بین مؤلفه‌ی نخست و سایر مؤلفه‌ها نشان می‌دهد که تأکید اصلی نویسندگان کتاب‌های فیزیک در هر سه پایه بر ارائه‌ی مفاهیم و قوانین علمی بوده است، در حالی‌که سایر جنبه‌های ماهیت علم در مرتبه‌ی بعدی اهمیت قرار گرفته‌اند.



نمودار۷. درصد مقوله‌ها و مؤلفه‌های ماهیت علم در بخش فیزیک کتاب‌های علوم تجربی هفتم



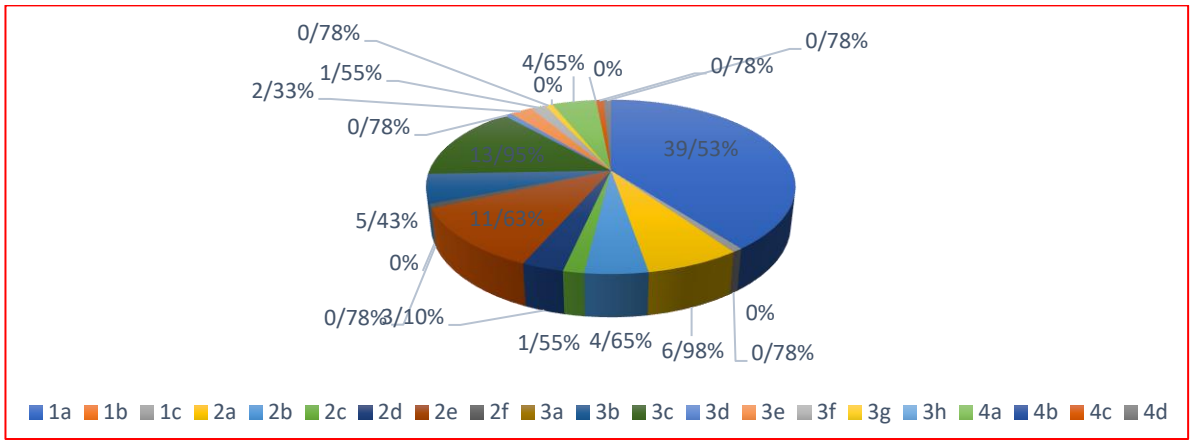
نمودار ۸. درصد مقوله‌ها و مؤلفه‌های ماهیت علم در بخش فیزیک کتاب‌های علوم تجربی هشتم



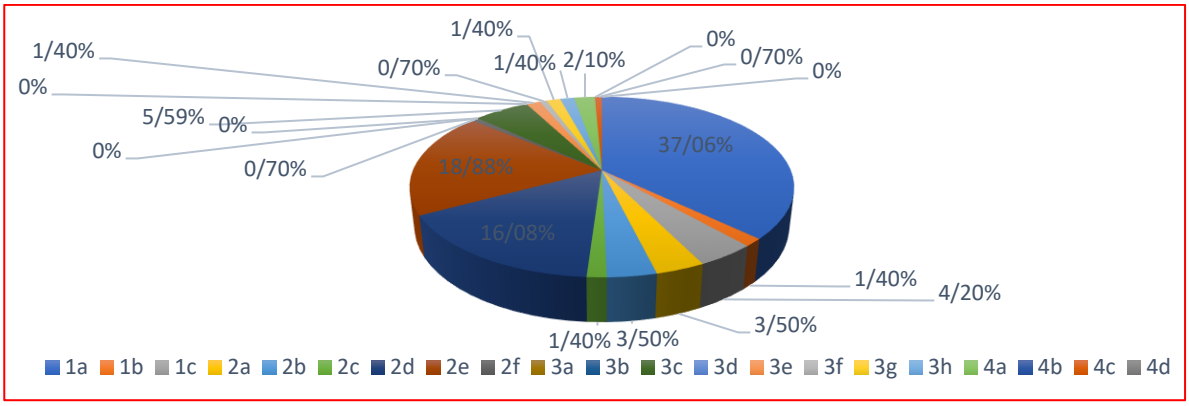
نمودار ۹. درصد مقوله‌ها و مؤلفه‌های ماهیت علم در بخش فیزیک کتاب‌های علوم تجربی نهم

در نمودارهای ۱۰، ۱۱ و ۱۲ بیشترین درصد پرداختن به مؤلفه‌ی «معرف حقایق، مفاهیم، اصول و قوانین علمی» مشاهده می‌شود. این مؤلفه در پایه‌ی هفتم با ۳۹ درصد، در پایه‌ی هشتم با ۳۷ درصد و در پایه‌ی نهم با ۴۴ درصد بیشترین سهم را در میان سایر مؤلفه‌ها به خود اختصاص داده است.

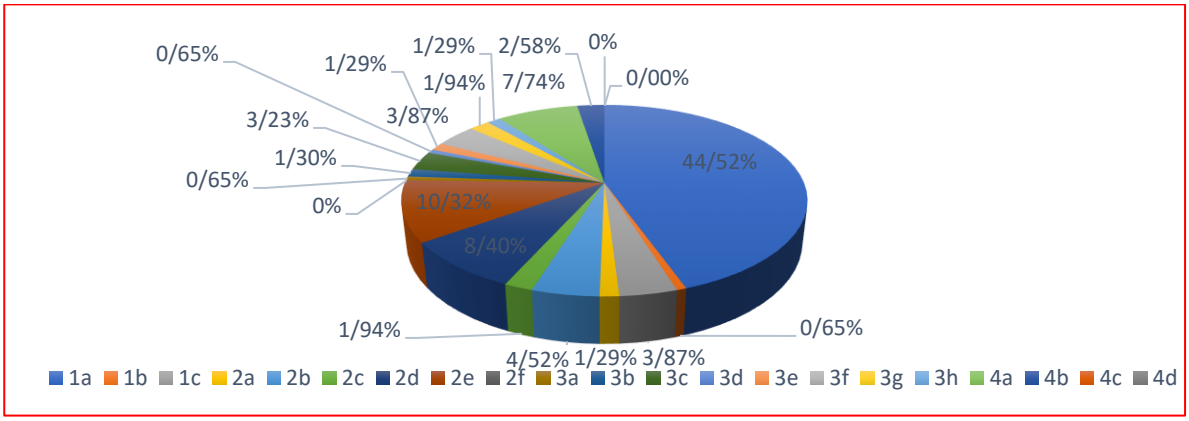
این روند بیانگر آن است که در محتوای کتاب‌های درسی شیمی، تمرکز اصلی بر انتقال مفاهیم، اصول و قوانین علمی قرار دارد و تأکید بر جنبه‌های دانشی و نظری علم نسبت به دیگر ابعاد آن پررنگ‌تر است. از سوی دیگر، دومین رتبه‌ی بیشترین درصد در پایه‌ی هفتم به مؤلفه‌ی «بر ماهیت تجربی ـ عینی علم تأکید کند» با ۱۳ درصد تعلق دارد، در حالی که در پایه‌های هشتم و نهم این جایگاه به مؤلفه‌ی «دانش‌آموزان را در فعالیت یا تجربه‌ی فکری درگیر کند» با درصدهای ۱۸ و ۱۰ اختصاص یافته است. به‌طور کلی، این داده‌ها نشان می‌دهند که اگرچه جنبه‌های نظری و مفهومی در کتاب‌های شیمی غالب هستند، اما در برخی پایه‌ها تلاش محدودی نیز برای تقویت تفکر و تجربه‌محوری دانش‌آموزان صورت گرفته است.



نمودار ۱۰. درصد مقوله‌ها و مؤلفه‌های ماهیت علم در بخش شیمی کتاب علوم تجربی هفتم



نمودار ۱۱. درصد مقوله‌ها و مؤلفه‌های ماهیت علم در بخش شیمی کتاب علوم تجربی هشتم



نمودار ۱۲. درصد مقوله‌ها و مؤلفه‌های ماهیت علم در بخش شیمی کتاب علوم تجربی نهم

جدول ۶. نتایج تحلیل واحد "درس" براساس بخش‌های مختلف کتاب علوم تجربی هفتم

درس		شیمی		علوم زمین		علوم فیزیکی		علوم زیستی		جمع مؤلفه‌ها		جمع مقوله‌ها	
مقوله	مؤلفه	متن	تصویر	متن	تصویر	متن	تصویر	متن	تصویر	متن	تصویر	متن	تصویر
علم به منزله مجموعه‌ای از دانش ها	۱a	۴۶	۵	۷۳	۱۴	۵۸	۱۰	۹۱	۸	۲۶۸	۳۷	۲۸۳	۴۵
	۱b			۲		۲	۸	۴		۸	۸		
	۱c	۱		۱				۵		۷			
علم به منزله پژوهش	۲a	۱				۳				۹	۵	۸۸	۲۰
	۲b	۱				۲	۱	۷	۸	۱۰	۹		
	۲c	۱				۳		۲		۶			
	۲d	۳	۱			۷		۱۷	۱	۲۷	۲		
	۲e	۲		۴		۸		۲۱	۴	۳۵	۴		
	۲f							۱		۱			
علم به منزله روش تفکر	۳a											۶۶	۸۸
	۳b			۵						۵			
	۳c	۷	۱۱	۲	۲۶	۹	۱۴		۳۴	۱۸	۸۵		
	۳d		۱			۱	۱	۱		۲	۲		
	۳e	۳		۹				۳	۱	۱۵	۱		
	۳f	۲		۲		۲		۵		۱۱			
	۳g	۱		۶		۱		۳		۱۱			
	۳h					۱		۳		۴			
	۴a	۳	۳	۶		۲			۱	۱۱	۴		

علم در تعامل با فناوری و جامعه	۴b			۱		۱		۲	۱	۴	۱	۲۲	۶
	۴d	۱		۲		۱		۲	۱	۶	۱		
	۴e	۱						۱		۱			

درس		شیمی		علوم زمین		علوم فیزیکی		علوم زیستی		جمع مؤلفه‌ها		جمع مقوله‌ها	
مقوله	مؤلفه	متن	تصویر	متن	تصویر	متن	تصویر	متن	تصویر	متن	تصویر	متن	تصویر
علم به منزله مجموعه‌ای از دانش ها	۱a	۴۱	۱۱	۳۲	۶	۵۱	۱۷	۸۱	۳۶	۲۰۵	۷۰	۲۲۴	۷۱
	۱b	۲		۱		۱		۱		۵			
	۱c	۶		۳	۱	۳		۲		۱۴	۱		
علم به منزله پژوهش	۲a	۳								۳		۴۴	۲
	۲b	۱						۲		۳			
	۲c					۱				۱			
	۲d	۱۰		۲		۲		۱۷	۲	۳۱	۲		
	۲e	۴						۲		۶			
	۲f												
علم به منزله روش تفکر	۳a							۱	۱	۱	۱	۴۰	۴۹
	۳b												
	۳c	۴	۱	۱۴		۲	۱۹		۱۳	۶	۴۷		
	۳d									۱			
	۳e	۱		۲		۶		۱		۱۰			
	۳f	۱						۵	۱	۶	۱		
	۳g	۱	۱	۵		۴		۲		۱۲	۱		
	۳h	۲				۱		۱		۴			

علم در تعامل با فناوری و جامعه	۴a	۲	۱			۳		۱		۶	۱	
	۴b											
	۴d	۱			۲			۱		۲	۲	
	۴e			۱		۱				۲		۳

جدول ۷. نتایج تحلیل واحد "درس" براساس بخش‌های مختلف کتاب علوم تجربی هشتم

جدول ۸. نتایج تحلیل واحد "درس" براساس بخش‌های مختلف کتاب علوم تجربی نهم

درس		شیمی		علوم زمین		علوم فیزیکی		علوم زیستی		جمع مؤلفه‌ها		جمع مقوله‌ها	
مقوله	مؤلفه	متن	تصویر	متن	تصویر	متن	تصویر	متن	تصویر	متن	تصویر	متن	تصویر
علم به منزله مجموعه‌ای از دانش ها	۱a	۵۱	۱۶	۳۸	۲۵	۵۵	۲۷	۶۹	۳۰	۲۱۳	۹۸	۲۳۰	۹۹
	۱b	۱		۱	۱			۱		۳	۱		
	۱c	۶		۵		۳				۱۴			
علم به منزله پژوهش	۲a											۹	
	۲b												
	۲c					۹				۹			
	۲d												
	۲e												
	۲f												
علم به منزله روش تفکر	۳a	۱		۵				۱		۷			
	۳b	۲		۷	۱			۲		۱۱	۱		
	۳c		۵		۹	۱	۱۳		۲۴	۱	۵۱		
	۳d												
	۳e	۲				۱۰				۱۲			

	۳f	۵			۵		۱		۱۱			
	۳g	۲	۱	۱۰		۱۱	۱۷		٤۰	۱	۸٤	۵۳
	۳h	۲							۲			
علم در تعامل با فناوری و جامعه	٤a	۹	۳	۱	۱	۲	۲		۱٤	٤	۱۵	۷
	٤b	۳	۱									
	٤d						۱		۱			
	٤e		۳							۳		

جدول ۹. نتایج تحلیل واحد "فعالیت" بر اساس بخش‌های مختلف کتاب هفتم

فعالیت / مؤلفه	شیمی	زمین	فیزیک	زیست	جمع ذهنی	جمع عملی	جمع کل	جمع مقوله
۱a		۲	۴		۵	۱	۶	۶
۱b								
۱c								
۲a	۸	۱۶	۷	۱۱	۱۰	۲۲	۳۲	۱۷۱
۲b	۵	۸	۸	۱۳	۲۸	۶	۳۴	
۲c	۱	۲	۳		۶		۶	
۲d		۱۴	۸	۱۴	۲۳	۱۳	۳۶	
۲e	۱۳	۲۵	۳	۲۰	۲۴	۲۷	۵۱	
۲f	۱	۷	۲	۲	۶	۶	۱۲	
۳a								
۳b								
۳c		۲	۲		۲	۲	۴	
۳d								
۳e								
۳f								

۳g								
۳h								۴
۴a								
۴b								
۴d								
۴e								

جدول ۱۰. نتایج تحلیل واحد "فعالیت" بر اساس بخش‌های مختلف کتاب هشتم

فعالیت / مؤلفه	شیمی	زمین	فیزیک	زیست	جمع ذهنی	جمع عملی	جمع کل	جمع مقوله
۱a	۱	۱		۲	۴		۴	
۱b								
۱c								۴
۲a	۲	۳	۵	۲	۴	۸	۱۲	
۲b	۴	۷	۲	۶	۱۸	۱	۱۹	
۲c	۳		۱		۳	۱	۴	
۲d	۱۳	۱۳	۵	۱۴	۳۲	۱۳	۴۵	
۲e	۲۳	۲۵	۱۹	۲۵	۲۰	۷۲	۹۲	
۲f	۱	۱				۲	۲	۱۷۴
۳a				۱	۱		۱	
۳b								
۳c	۳	۲			۴	۱	۵	
۳d								

۳e	۱			۱		۲	۲	
۳f								
۳g								
۳h								۸
۴a					۱		۱	
۴b								
۴d								
۴e								۱

فعالیت / مؤلفه	شیمی	زمین	فیزیک	زیست	جمع ذهنی	جمع عملی	جمع کل	جمع مقوله
۱a	۲		۱	۳	۵		۵	
۱b			۱			۱	۱	
۱c								۶
۲a	۲		۲	۲	۳	۳	۶	
۲b	۷	۴	۶	۶	۲۰	۳	۲۳	
۲c	۳	۲	۹		۱۲	۲	۱۴	
۲d	۱۳	۷	۸	۱۳	۳۵	۶	۴۱	
۲e	۱۶	۱۴	۱۶	۲۷	۱۹	۵۴	۷۳	
۲f		۱				۱	۱	۱۵۸
۳a			۱		۱		۱	
۳b								

۳c							
۳d	۱	۱			۲		۲
۳e							
۳f	۱				۱		۱
۳g							
۳h							
							۴
۴a							
۴b				۱	۱		۱
۴d							
۴e							
							۱

جدول ۱۱. نتایج تحلیل واحد "فعالیت" بر اساس بخش‌های مختلف کتاب نهم

جدول ۱۲. نتایج تحلیل واحد "بیشتر بدانیم" بر اساس بخش‌های مختلف کتاب هفتم

بیشتر بدانیم / مؤلفه	شیمی	زمین	فیزیک	زیست	جمع	جمع مقوله‌ها
۱a	۵	۱۰	۷	۲۳	۴۵	
۱b		۱	۲	۱	۴	۴۹
۱c						
۲a						
۲b						
۲c						
۲d				۱	۱	
۲e			۱		۱	
۲f						۲
۳a						
۳b						
۳c						
۳d						
۳e						
۳f				۱	۱	
۳g				۱	۱	
۳h						۲
۴a	۲	۳	۱	۲	۸	
۴b			۱		۱	
۴d				۱	۱	
۴e		۱		۱	۲	۱۲

جدول ۱۳. نتایج تحلیل واحد "بیشتر بدانیم" بر اساس بخش‌های مختلف کتاب هشتم

بیشتر بدانیم / مؤلفه	شیمی	زمین	فیزیک	زیست	جمع	جمع مقوله‌ها
۱a	۱۱	٤	٤	۱٤	۳۳	
۱b						۳۳
۱c						
۲a						
۲b			۱		۱	
۲c						
۲d						
۲e				۱	۱	
۲f						۲
۳a						
۳b	۱		۲	۱	٤	
۳c						
۳d						
۳e						
۳f				۱	۱	
۳g						۵
۳h						
۴a						
۴b						
۴d						
۴e		۱	۱		۲	۲

جدول ۱۴. نتایج تحلیل واحد "بیشتر بدانیم" بر اساس بخش‌های مختلف کتاب نهم

در راستای تکمیل تحلیل انجام‌شده، نمونه‌های مستندی در بخش «پیوست‌ها» از کتاب‌های علوم تجربی دوره متوسطه اول ارائه شده است.

بیشتر بدانیم / مؤلفه	شیمی	زمین	فیزیک	زیست	جمع	جمع مقوله‌ها
۱a	٦	۳	۲	۱۳	۲٤	۲۶
۱b			۱	۱	۲	
۱c						
۲a						۲
۲b						
۲c						
۲d						
۲e						
۲f						
۳a						۳
۳b		۱			۱	
۳c						
۳d						
۳e						
۳f				۱	۱	
۳g	۱				۱	
۳h						
۴a						۲
۴b						
۴d				۱	۱	
۴e	۱				۱	

این نمونه‌ها، روش استخراج مؤلفه‌ها و نقش آن‌ها در یادگیری را نشان می‌دهند و از تحلیل‌های ارائه‌شده در مقاله پشتیبانی می‌کنند.

بحث و نتیجه‌گیری

تحلیل محتوای کتاب‌های علوم تجربی پایه‌های هفتم، هشتم و نهم بر اساس مؤلفه‌های جدول فلیپس نشان داد که اگرچه مؤلفان این کتاب‌ها کوشیده‌اند ابعاد گوناگون علم، از جمله مفاهیم، قوانین، روش‌های علمی و تا حدی رابطه علم با جامعه را در محتوای آموزشی بگنجانند، اما میان این مؤلفه‌ها توازن کافی مشاهده نمی‌شود. بررسی داده‌های حاصل از تحلیل محتوا نشان داد که بیشترین سهم محتوا در هر سه پایه به مؤلفه «معرفی حقایق، مفاهیم و اصول علمی» اختصاص دارد؛ به‌گونه‌ای که در پایه‌های هفتم، هشتم و نهم به ترتیب با فراوانی‌های ۳۳۴، ۳۱۲ و ۳۴۱ مورد بیشترین بسامد را به خود اختصاص داده است. این الگو نشان می‌دهد که ساختار غالب آموزش علوم تجربی در این کتاب‌ها همچنان بر انتقال دانش نظری استوار است و در مقابل، مؤلفه‌هایی مانند «ماهیت تجربی علم»، «رشد تاریخی ایده‌های علمی» و «ارتباط علم، فناوری و جامعه» سهم محدودتری از محتوا را تشکیل می‌دهند. هرچند در برخی پایه‌ها نشانه‌هایی از توجه به فعالیت‌های فکری و پرسشگری دیده می‌شود (برای مثال افزایش شاخص «درگیر کردن دانش‌آموز در فعالیت‌های فکری» در پایه هشتم یا رشد مؤلفه «بحث درباره شواهد و ادله» در پایه نهم) اما این تغییرات هنوز به شکل یک الگوی متوازن و نظام‌مند در سراسر محتوای کتاب‌ها تثبیت نشده است.

بررسی اجزای مختلف فصل‌ها نیز نشان می‌دهد که بازنمایی مؤلفه‌های ماهیت علم در بخش‌های گوناگون کتاب یکسان نیست. تحلیل چهار سطح نگاه به علم نشان داد که در متن درس، علم عمدتاً به‌صورت «مجموعه‌ای از دانش‌ها» ارائه می‌شود و این سطح در هر سه پایه بیشترین فراوانی را دارد، در حالی‌که در بخش‌های «فعالیت» توجه بیشتری به جنبه پژوهشی علم دیده می‌شود. برای نمونه، در پایه هشتم بیشترین بسامد فعالیت‌ها به جنبه پژوهشی علم اختصاص دارد. در مقابل، در بخش‌هایی مانند «بیشتر بدانیم» غالباً انتقال اطلاعات دانشی و توضیح مفاهیم علمی مشاهده می‌شود. این الگو نشان می‌دهد که اگرچه برخی بخش‌های کتاب فرصت‌هایی برای تجربه پژوهش و مشارکت فعال دانش‌آموزان فراهم می‌کنند، اما این رویکرد در کل ساختار کتاب‌ها به صورت یکپارچه و پیوسته دنبال نشده و همچنان نگاه دانش‌محور بر سایر ابعاد ماهیت علم غلبه دارد.

تداوم این عدم توازن، حتی با وجود تغییرات ساختاری در نظام آموزشی، می‌تواند به چند عامل مرتبط باشد. یکی از این عوامل، سنت دیرینه برنامه‌های درسی علوم تجربی در تأکید بر انتقال مفاهیم و قوانین علمی است؛ رویکردی که در بسیاری از نظام‌های آموزشی به دلیل سهولت ارزیابی و هم‌سویی با شیوه‌های رایج سنجش، همچنان غالب باقی مانده است. همچنین ماهیت برخی حوزه‌های علمی در کتاب‌های درسی می‌تواند بر نحوه بازنمایی علم تأثیر بگذارد. برای مثال، در بخش‌هایی از زیست‌شناسی و علوم زمین، به دلیل ارتباط بیشتر با پدیده‌های طبیعی و مثال‌های واقعی، امکان طرح پرسش‌ها، شواهد تجربی و روند شکل‌گیری ایده‌های علمی بیشتر فراهم است، در حالی‌که در بخش‌هایی از فیزیک که اغلب بر روابط کمی و قوانین فرمول‌بندی‌شده تمرکز دارد، ارائه محتوا بیشتر به صورت مفهومی و دانشی انجام می‌شود. این تفاوت‌های ماهوی می‌تواند تا حدی تفاوت مشاهده‌شده در نوع و میزان بازنمایی مؤلفه‌های ماهیت علم در بخش‌های مختلف علوم تجربی را توضیح دهد.

یافته‌های این پژوهش با دیدگاه ویلکینسون[1] (۱۹۹۹) هم‌راستا است که تأکید بیش از حد بر دانش علمی را مانعی در مسیر شکل‌گیری سواد علمی واقعی می‌داند. پژوهش‌های بعدی نیز نشان داده‌اند که سواد علمی مفهومی چندبعدی است و تنها از طریق حفظ مفاهیم و قوانین علمی حاصل نمی‌شود. بای‌بی[2] (۲۰۰۸) و لیو[3] و تسانگ[4] (۲۰۱۳) نشان داده‌اند که تحقق سواد علمی مستلزم تلفیق دانش محتوا با مهارت‌هایی همچون تفکر انتقادی، حل مسئله و درک ماهیت علم است. از سوی دیگر، سادلر[5] (۲۰۱۱) تأکید می‌کند که قرار دادن دانش‌آموزان در موقعیت‌های مرتبط با مسائل اجتماعی–علمی می‌تواند درک عمیق‌تری از مفاهیم علمی ایجاد کرده و توانایی تصمیم‌گیری آگاهانه را در آنان تقویت کند. همچنین پژوهش سانچز-آزکتا[6] و همکاران (۲۰۱۹) نشان می‌دهد که کیفیت طراحی فعالیت‌های یادگیری (به‌ویژه در زمینه طراحی آزمایش،

[1] Wilkinson
[2] Bybee
[3] Liu
[4] Tsang
[5] Sadler
[6] Sánchez-Azqueta

جمع‌آوری داده و تحلیل نتایج) نقش مهمی در توسعه سواد علمی دارد؛ در حالی‌که افزایش صرف تعداد فعالیت‌ها لزوماً به ارتقای تفکر علمی منجر نمی‌شود.

بررسی کتاب‌های درسی و راهنمای معلم نیز نشان می‌دهد که آموزش مهارت‌های فرایند علمی هنوز به‌صورت کامل و متوازن در ساختار برنامه درسی علوم تجربی ادغام نشده است. پژوهش علی‌نیا بنگر، نیلی احمدآبادی و واحدی (۱۴۰۳) نیز نشان داده است که در کتاب‌های درسی علوم تجربی دوره ابتدایی، مهارت‌هایی مانند مشاهده و انجام آزمایش نسبتاً مورد توجه قرار گرفته‌اند، اما مهارت‌هایی همچون تحلیل داده‌ها، نتیجه‌گیری و ارتباط علم با مسائل واقعی کمتر مورد تأکید قرار دارند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که اگرچه گام‌هایی در جهت افزایش مشارکت فعال دانش‌آموزان در فرایند یادگیری علوم تجربی برداشته شده است، اما محور اصلی آموزش همچنان «دانش‌محور» باقی مانده و ابعاد فرایندی و اجتماعی علم جایگاه تثبیت‌شده‌ای نیافته‌اند.

در این پژوهش بازنمایی ماهیت علم در کتاب‌های علوم تجربی دوره متوسطه اول به‌صورت هم‌زمان در دو سطح مورد بررسی قرار گرفته است: نخست در سطح حوزه‌های محتوایی علوم و دوم در سطح اجزای ساختاری فصل‌ها (متن درس، فعالیت‌ها و بخش‌های تکمیلی). این رویکرد امکان ارائه تصویری جامع‌تر از نحوه بازنمایی مؤلفه‌های ماهیت علم در ساختار کتاب‌های درسی را فراهم کرده و نشان داده است که عدم توازن مشاهده‌شده تنها به نوع محتوا محدود نمی‌شود، بلکه به نحوه توزیع این مؤلفه‌ها در بخش‌های مختلف کتاب نیز مرتبط است. در مجموع، نتایج پژوهش نشان می‌دهد که تحقق اهداف آموزش علوم تجربی در قرن بیست‌ویکم مستلزم بازنگری هدفمند در طراحی محتوای کتاب‌های درسی است. گنجاندن مؤلفه‌هایی مانند استدلال انتقادی، روش علمی، تفکر سیستمی و ارتباط علم با جامعه در ساختار اصلی کتاب‌ها می‌تواند به ایجاد درکی عمیق‌تر از ماهیت علم در میان دانش‌آموزان کمک کند. همان‌گونه که گزارش سازمان همکاری و توسعه اقتصادی[1] (OECD) تأکید می‌کند، آموزش علوم تجربی باید دانش‌آموزان را برای توسعه مهارت‌های علمی، تفکر انتقادی و به‌کارگیری دانش در موقعیت‌های واقعی زندگی آماده سازد؛ امری که نه تنها به ارتقای سواد علمی آنان می‌انجامد، بلکه زمینه مشارکت آگاهانه آنان را در جامعه دانش‌بنیان آینده فراهم می‌کند.

با توجه به یافته‌های پژوهش، پیشنهاد می‌شود:

۱. با توجه به غلبه مؤلفه «انتقال مفاهیم و حقایق علمی»، پیشنهاد می‌شود در بازنگری کتاب‌ها مؤلفه‌هایی مانند «بحث درباره شواهد علمی»، «فرایند شکل‌گیری ایده‌های علمی» و «ماهیت تجربی علم» به‌طور مستقیم در متن درس تقویت شود.
۲. فعالیت‌های آموزشی به‌گونه‌ای طراحی شوند که علاوه بر انجام آزمایش، بر تحلیل داده‌ها، تفسیر نتایج و استدلال علمی دانش‌آموزان نیز تأکید داشته باشند.
۳. برای تقویت مؤلفه «ارتباط علم، فناوری و جامعه»، پیشنهاد می‌شود در بخش‌هایی مانند «بیشتر بدانیم» مسائل واقعی زندگی و چالش‌های مرتبط با محیط زیست، انرژی و فناوری بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

در پایان پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آینده مطرح می‌شود:

۱. در پژوهش‌های آینده، چگونگی بازنمایی ماهیت علم در کتاب‌های درسی فیزیک، زیست‌شناسی و زمین‌شناسی نیز بررسی و با نتایج این پژوهش مقایسه شود.
۲. همچنین در مطالعات بعدی، علاوه بر تحلیل کتاب‌های درسی، میزان درک دانش‌آموزان از مؤلفه‌های ماهیت علم نیز بررسی شود.

Refrences

[1] Organisation for Economic Co-operation and Development

Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of the nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education, 22*(7), 665-701. https://doi.org/10.1080/09500690050044044

Abd-El-Khalick, F., Waters, M., & Le, A. (2008). Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades. *Journal of Research in Science Teaching,* 45(7), 835-855. https://doi.org/10.1002/tea.20226

Ahmadi, A., & colleagues. (2024). *Experimental sciences: Grade 7*. Tehran: Ministry of Education, Organization for Research and Educational Planning. [In Persian]

Ahmadi, A., & colleagues. (2025). *Experimental sciences: Grade 8*. Tehran: Ministry of Education, Organization for Research and Educational Planning. [In Persian]

Ahmad, A., & colleagues. (2025). *Experimental sciences: Grade 9*. Tehran: Ministry of Education, Organization for Research and Educational Planning. [In Persian]

Akerson, V. L., Cullen, T. A., & Hanson, D. L. (2012). Fostering a community of practice through a professional development program to improve elementary teachers' views of nature of science and teaching practice. *Journal of Research in Science Teaching, 49*(3), 347-372.

Alinia Bengar, E., Nili Ahmadabadi, M., & Vahedi, M. (2024). Examining the current state of teaching science process skills in the textbook and teacher's guide of science. *Journal of Theory & Practice in Curriculum, 23*(12), 41-64. https://doi.org/10.22034/tpcj.2024.469640.1029 [In Persian]

Bybee, R. W. (2008). *Teaching secondary school science: Strategies for developing scientific literacy.* Pearson Education.

Bybee, R. W. (2010). *The teaching of science: 21st ‑Century perspectives*. Arlington, VA: NSTA Press.

Chiappetta, E. L., & Fillman, D. A. (2007). Analysis of five high school biology textbooks used in the United States for inclusion of the nature of science. *International Journal of Science Education, 29*(15), 1847-1868.

Chiappetta, E. L., & Koballa, T. R. (2006). *Science instruction in the middle and secondary schools: Developing fundamental knowledge and skills for teaching*. Pearson Education.

Chiappetta, E. L., Fillman, D. A., & Sethna, G. H. (1991). A method to quantify major themes of scientific literacy in science textbooks. *Journal of Research in Science Teaching, 28*(8), 713-725. https://doi.org/10.1002/tea.3660280808

Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement, 20*(1), 37-46. https://doi.org/10.1177/001316446002000104

Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science.* Open University Press.

Ghalkhani, M., & Shiralipour, A. (2020). Analysis of the assessment framework of the students' scientific literacy in the PISA international study. *Research in Chemistry Education, 2*(1), 101-129. [In Persian]

Hoorfar, H., Niknam, Z., Malekan, M., & Abbasi, E. (2024). An Analysis of Iranian Research in Science Curriculum with a Focus on the Nature of Science. *Journal of Theory & Practice in Curriculum, 22*(11), 455-486. https://doi.org/10.22034/tpcj.2024.190378. [In Persian]

Isaksen, M., Ødegaard, M., & Utsi, T. A. (2024). Science textbooks: Aids or obstacles to inquiry teaching? Science teachers' experiences in Norwegian secondary schools. *Science & Education, 34*, 1461-1487. https://doi.org/10.1007/s11191-024-00510-6

Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831-879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Lederman, N. G., & Beck, C. L. (1996). Influences of teachers' knowledge and beliefs about nature of science on classroom practice. *Journal of Research in Science Teaching,* 33(9), 971-988.

Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2014). Research on teaching and learning of nature of science. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (Vol. II, pp. 600-620). Routledge.

Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 1*(3), 138-147.

Lee, V. R., Quinn, H., & Valdés, G. (2018). Science and language for English language learners in relation to Next Generation Science Standards and with implications for Common Core State Standards for English language arts and mathematics. *Educational Researcher*, 42(4), 223-233.

Liang, L. L., Chen, S., Chen, X., Kaya, O. N., Adams, A. D., Macklin, M., & Ebenezer, J. (2009). Student understanding of the nature of science across the globe: Measurement and research findings. *Journal of Research in Science Teaching, 46*(9), 987-1016.

Liu, X. (2009). *Beyond science literacy: Science and the public*. Springer.

Liu, X., & Tsang, K. K. (2013). Expanding notions of scientific literacy: A reconceptualization of aims of science education in the knowledge society. In *Science education in the 21st century: Education in a competitive and globalizing world* (pp. 1-24). Nova Science Publishers.

McComas, W. F. (2014). Nature of science in science instruction: Meaning, advocacy, rationales, and recommendations. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (Vol. II). Routledge.

McComas, W. F. (2003). A textbook case of the nature of science: Laws and theories in the science of biology. *International Journal of Science and Mathematics Education, 1*(2), 141-155.

Moradpour, S., Ghalkhani, M., & Abdullah Mirzaie, R. (2023). Content analysis of electrochemical concepts presented in the chemistry (3) secondary high school textbook based on the principles of green chemistry. *Popularization of Science, 14*(2), 103-115. [In Persian]

Osborne, J. (2014). Scientific practices and inquiry in the science classroom. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education*, Volume II (pp. 579-599). New York, NY: Routledge.

Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What ideas-about-science should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching, 40*(7), 962-720. https://doi.org/10.1002/tea.10105

Özalp, D. (2023). Science curriculum requirements: Science process skills in textbook activities. *Journal of Educational Research and Practice, 13*(1), 123-141. https://doi.org/10.5590/jerap.2023.13.1.10

Phillips, M. C. (2006). A content analysis of sixth-grade, seventh-grade, and eighth-grade science textbooks with regard to the nature of science (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 3243982)

Rochovská, I. (2025). Analysis of science textbooks for the 3rd year of primary schools. *Acta Technologica Dubnicae, 15*(2), 63-82. https://doi.org/10.2478/atd-2025-0022

Rubinstein, R. A., & Brown, R. T. (1984). An evaluation of the validity of the diagnostic category of attention deficit disorder. *American Journal of Orthopsychiatry, 54*, 398-414. https://doi.org/10.1111/j.1939-0025.1984.tb01506.x

Sadler, T. D. (2011). Situating socio-scientific issues in classrooms as a means of achieving goals of science education. In T. D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research* (pp. 1-9). Springer.

Sánchez-Azqueta, C., Crawford, B. A., & Pedaste, M. (2019). Inquiring in the science classroom by PBL: A design-based research study. *Education Sciences, 15*(1), Article 53. https://doi.org/10.3390/educsci15010053

Wei, B., & Thomas, G. P. (2013). An examination of the nature of science in Chinese high school chemistry textbooks. *Science & Education,* 22(10), 2337–2357.

Wilkinson, J. (1999). A quantitative analysis of physics textbooks for scientific literacy themes. *Research in Science Education, 29*, 385–399. https://doi.org/10.1007/BF02461600

Zarei, E., & Hossein Nia, R. H. (2023). Analysis of high school chemistry textbooks used in Iran for representations of nature of science. *Interchange, 54*(2), 165–183. https://doi.org/10.1007/s10780-023-09490-y

پیوست‌ها

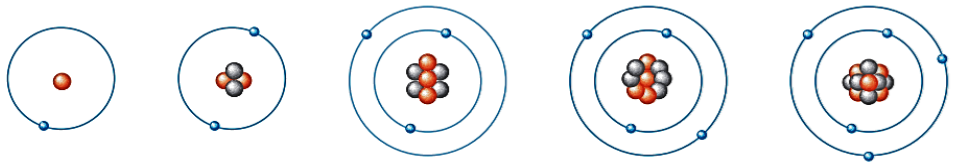
الف: علم به منزله مجموعه‌ای از دانش‌ها

مثالی از مؤلفه ۱a در پایه نهم

اگر ورقهٔ سنگ کره در زیر اقیانوس قرار گرفته باشد، آن را ورقهٔ اقیانوسی و اگر در محل قاره‌ها باشد، آن را ورقهٔ قاره‌ای نامند. ورقهٔ اقیانوسی چگالی بیشتری نسبت به ورقهٔ قاره‌ای دارد به همین دلیل در هنگام برخورد آنها با یکدیگر، ورقهٔ اقیانوسی به زیر ورقهٔ قاره‌ای فرو رانده می‌شود.

مثالی از مؤلفه ۱b در پایه هشتم

مدل بور به مدل منظومهٔ شمسی معروف است؛ زیرا ساختار اتم در این مدل بسیار شبیه منظومهٔ شمسی است. همان‌طور که در منظومهٔ شمسی سیارات به دورخورشید می‌چرخند در مدل بور، الکترون‌ها در مسیرهای دایره‌ای به نام مدار به دور هسته درحرکت‌اند. شکل ۲ ساختار اتم‌های هیدروژن، هلیم، لیتیم، بریلیم و بور را مطابق مدل بور نشان می‌دهد.



شکل ۲ـ مدل اتمی بور برای اتم‌های هیدروژن، هلیم، لیتیم، بریلیم و بور

مثالی از مؤلفه ۱a در پایه هشتم

شکل ۳ـ بخش‌های قشر مخ

مثالی از مؤلفه ۱b در پایه نهم

از میلیون‌ها سال قبل، بخش‌های وسیعی از سطح زمین را آب پوشانده است و جانداران آبزی فراوانی در آن زندگی می‌کنند. فرسایش سطح خشکی‌ها و انتقال ذرات فرسایش یافته به داخل دریاها و ته‌نشین شدن آنها به صورت لایه لایه، باعث تشکیل رسوبات می‌شود. هم‌زمان با رسوب‌گذاری این لایه‌ها، اجساد موجوداتی که در آن محیط زندگی می‌کنند، در داخل رسوبات مذکور دفن می‌شوند. با گذشت زمان رسوبات و موجودات مدفون در داخل آنها به سنگ‌های رسوبی فسیل‌دار تبدیل می‌شوند.

ب: علم به منزله پژوهش

مثالی از مؤلفه ۲a در پایه هفتم

فعالیت

وسایل و مواد : شُش سالم گوسفند، قیچی، دستمال کاغذی

ـ پس از تمیز کردن، شش، نای، نایژه‌ها و بخش چپ و راست آن را تشخیص دهید.

ـ درون نای آن قدر بدمید تا شش‌ها پر از هوا شوند. به تغییر حجم آن‌ها توجه کنید.

ـ با قیچی برش‌هایی را در نای و نایژه‌ها ایجاد کنید تا به نایژک‌ها برسید.

ـ در دیوارهٔ نای، نایژه‌ها و نایژک‌ها، قطعه‌های غضروفی به شکل‌های متفاوت وجود دارند. وجود آن‌ها چه اهمیتی دارد؟

ـ در ساختار شش‌ها، افزون بر نایژک‌ها، تعداد زیادی رگ‌های خونی نیز دیده می‌شود. وظیفهٔ این رگ‌ها چیست؟

مثالی از مؤلفه ۲e در پایه هشتم

اطلاعات جمع‌آوری کنید

در یک فعالیت گروهی دربارهٔ راه‌های جلوگیری از گازگرفتگی با کربن مونوکسید و همچنین ویژگی وسایل گاز سوز تحقیق کنید و نتیجه را به‌صورت پوستر یا پرده‌نگار در کلاس ارائه کنید. در ضمن نتیجهٔ فعالیت هم کلاسی‌های خود را به والدین خود نیز گزارش دهید.

ج: علم در تعامل با فناوری و جامعه

مثالی از مؤلفه 4b در پایه هفتم

هیچ ویتامینی را بدون تجویز پزشک مصرف نکنید!

مثالی از مؤلفه 4d در پایه هشتم

آیا می‌دانید؟

نزدیک‌بینی و دوربینی از جمله عیب‌های رایج چشم است که با بهره‌گیری از عینک‌های مناسب می‌توان تا حدود زیادی آنها را برطرف کرد. شخص نزدیک‌بین در دیدن اجسام دور، مشکل دارد که به کمک عینکی با عدسی‌های واگرا این مشکل رفع می‌شود؛ همچنین شخص دوربین در دیدن اجسام نزدیک مشکل دارد که به کمک عینکی با عدسی‌های همگرا این مشکل برطرف می‌شود.

د: علم به منزله روش تفکر

مثالی از مؤلفه ۳c در پایه هشتم

مثالی از مؤلفه ۳b در پایه نهم

آیا می‌دانید

اولین بار بیش از یک قرن پیش، دانشمندی آلمانی به نام آلفرد وِگنر با مطالعه و مشاهدهٔ پدیده‌های سطح زمین، پی‌برد که قاره‌ها نسبت به هم جابه‌جا شده‌اند. در آن زمان برخی افراد، یافته‌های وگنر را پذیرفتند و به فکر اثبات آن بودند و در مقابل، گروهی از افراد هم درصدد رد ادعای او بودند. آنها علت حرکت ورقه‌ها را از وگنر می‌پرسیدند. از آنجا که هنوز نظریهٔ زمین‌ساخت ورقه‌ای مطرح نشده بود و علت حرکت ورقه‌ها معلوم نبود، وگنر در پاسخ به این سؤال، جزر و مد یا چرخش زمین را مطرح می‌کرد که قابل قبول واقع نمی‌شد. بالاخره درسال ۱۹۳۰میلادی، وگنر فوت کرد و ۳۸ سال بعد؛ یعنی در سال ۱۹۶۸ میلادی نظریهٔ زمین‌ساخت ورقه‌ای اثبات شد و یافته‌های وگنر مورد پذیرش زمین‌شناسان جهان واقع شد.