



A Comparative Study of Upper Secondary Biology Textbooks in Iran and Finland through the Lens of PISA 2015 Scientific Literacy Framework

Firoozeh Alavian ^{1*}

¹ Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, Tehran, Iran

* Corresponding author: (✉) f.alavian@cfu.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objectives: Scientific literacy, as defined by the PISA 2015 framework (Program for International Student Assessment), encompasses not only content knowledge but also scientific competencies, contextual understanding, and attitudes toward science. This study compares the twelfth-grade biology textbooks of Iran and Finland to evaluate how each aligns with this multidimensional construct. **Methods:** A mixed-methods content analysis was conducted on the complete texts of both official textbooks using a validated five-dimension checklist aligned with PISA 2015. Two independent raters coded all content ($\kappa = 0.76$). Quantitative data were analyzed via independent t-tests and two-proportion Z-tests ($\alpha = 0.05$). **Findings:** The Iranian textbook demonstrated significantly stronger coverage and conceptual depth in core topics; especially genetics and biotechnology, and higher-quality visual representations (mean = 4.1 vs. 2.8, $p < 0.001$). Conversely, the Finnish textbook excelled in scientific competencies: it featured more critical-thinking activities (3.7 vs. 1.9, $p < 0.001$), collaborative learning tasks (3.2 vs. 1.5, $p < 0.001$), and application-oriented exercises (53% vs. 29%, $p = 0.0006$). Finland also adopted a more balanced global perspective, integrating crisis-aware and solution-focused narratives. **Conclusion:** Neither textbook fully realizes all PISA 2015 dimensions in isolation. Iran prioritizes content accuracy; Finland emphasizes process-oriented learning. An integrative model—combining Iran’s rigorous content design with Finland’s active-learning pedagogy—could serve as a robust framework for 21st-century biology education. Limitations include the exclusive focus on textbooks; future research should examine classroom enactment.

Keywords: Scientific literacy, PISA 2015, comparative analysis, curriculum, biology education

RESEARCH ARTICLE

Received: 13 January 2026

Revised: 03 February 2026

Accepted: 28 February 2026

Published online: 18 March 2026

ISSN (Online): [2717-2252](https://doi.org/10.2717/2252)

Citation: Alavian, Firoozeh. (2026). A Comparative Study of Upper Secondary Biology Textbooks in Iran and Finland through the Lens of PISA 2015 Scientific Literacy Framework. *Research in Biology Education*, 5(2), 20-36.

© The author(s): Firoozeh Alavian ^{1*}

Publisher: Farhangian University



پژوهش در آموزش زیست‌شناسی، سال ۱۴۰۴ شماره ۲، صفحات ۳۶-۲۰



پژوهش در آموزش زیست‌شناسی

<https://Bioedu.cfu.ac.ir>

مطالعه تطبیقی کتاب‌های درسی زیست‌شناسی پایه دوازدهم ایران و فنلاند بر اساس

چارچوب سواد علمی PISA 2015

فیروزه علویان^{۱*} ID

^۱ گروه زیست‌شناسی دانشکده علوم پایه، تهران، ایران

* نویسنده مسئول: f.alavian@cfu.ac.ir (✉)

چکیده

پیشینه و اهداف: سواد علمی در چارچوب PISA 2015 (برنامه بین‌المللی ارزیابی دانش‌آموزان)، فراتر از دانش محتوایی، شامل شایستگی‌های علمی، زمینه‌های یادگیری و نگرش به علم است. این پژوهش باهدف تحلیل تطبیقی کتاب درسی زیست‌شناسی پایه دوازدهم ایران و فنلاند در این چارچوب انجام شد. روش‌ها: در پژوهش حاضر، از روش تحلیل محتوای کیفی-کمی استفاده شد. کل محتوای دو کتاب (ضریب کاپا = ۰٫۷۶) با چک‌لیستی پنج‌بعدی متناسب با PISA 2015 کدگذاری شد. داده‌های کمی با آزمون‌های t مستقل و Z برای مقایسه تناسب‌ها ($\alpha = 0.05$) تحلیل گردید. یافته‌ها: کتاب ایران در پوشش موضوعی (به‌ویژه ژنتیک و زیست‌فناوری) و کیفیت تصاویر (میانگین = ۴٫۱ در مقابل ۲٫۸، $p < 0.001$) عملکرد بهتری داشت. در مقابل، کتاب فنلاند در فعالیت‌های تفکر نقاد (۳٫۷ در مقابل ۱٫۹، $p < 0.001$)، یادگیری مشارکتی (۳٫۲ در مقابل ۱٫۵، $p < 0.001$) و تمرین‌های کاربردی (۵۳٪ در مقابل ۲۹٪، $p = 0.0006$) برتری آشکاری نشان داد؛ و رویکرد جامع‌تری به مسائل جهانی داشت. نتیجه‌گیری: هیچ‌یک از کتاب‌ها به‌تنهایی تمام ابعاد سواد علمی را پوشش نمی‌دهند. تلفیق نقاط قوت هر دو، عمق محتوایی ایران و طراحی فرآیندمحور فنلاند؛ الگویی امیدبخش برای کتاب‌های زیست‌شناسی قرن بیست‌ویکم است.

واژه‌های کلیدی: سواد علمی؛ PISA 2015؛ تحلیل تطبیقی، برنامه درسی؛ آموزش زیست‌شناسی

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۲۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۱/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۰۹

تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۴/۱۲/۲۷

شابا الکترونیکی: ۲۷۱۷-۲۲۵۲



ارجاع: فیروزه، علویان (۱۴۰۴). مطالعه تطبیقی کتاب‌های درسی زیست‌شناسی پایه دوازدهم ایران و فنلاند بر اساس چارچوب سواد علمی PISA 2015. پژوهش در آموزش زیست‌شناسی، (۲)، ۵، ۳۶-۲۰.

© نویسندگان: فیروزه علویان^{۱*}

ناشر: دانشگاه فرهنگیان

مقدمه

زیست‌شناسی دانشی پایه‌ای است که بر مطالعه موجودات زنده و فرآیندهای زیستی تمرکز دارد؛ و از جایگاه ویژه‌ای در نظام‌های آموزشی برخوردار است. برنامه‌های درسی زیست‌شناسی در کشورهای مختلف، متأثر از عوامل تاریخی، فرهنگی و فلسفه‌های آموزشی متفاوت، رویکردهای گوناگونی را در جهت تحقق اهداف سواد علمی اتخاذ کرده‌اند (Mattos & Gomes, 2021; Shukla et al., 2022).

سواد علمی به‌عنوان چارچوبی کامل برای ارزیابی کیفیت آموزش علوم، اولین بار توسط پی‌زا (PISA) در سال ۲۰۰۰ معرفی شد و به‌سرعت به‌عنوان معیاری جهانی برای سنجش توانایی دانش‌آموزان در به‌کارگیری دانش علمی در موقعیت‌های مختلف زندگی مورد پذیرش قرار گرفت (Sadler & Zeidler, 2009). بر اساس آخرین تعریف پی‌زا (۲۰۱۵)، سواد علمی شامل چهار بعد اصلی است: ۱) دانش علمی (شامل دانش محتوایی، رویه‌ای و معرفتی)، ۲) شایستگی‌های علمی (مانند توضیح پدیده‌ها، طراحی و ارزیابی پژوهش‌های علمی و تفسیر داده‌ها)، ۳) زمینه‌های یادگیری (سلامت، منابع طبیعی، محیط‌زیست و فناوری) و ۴) نگرش نسبت به علم. این ابعاد در کنار یکدیگر، شهروندانی را تربیت می‌کنند که در مواجهه با مسائل علمی و فناورانه جوامع، نقش فعالی ایفا می‌نمایند (Arsyad et al., 2016).

از وقتی مفهوم سواد علمی به جامعه آموزش علوم معرفی شد، این مفهوم به یک آرمان و هدف متعالی تبدیل شده است که انتظار می‌رود همه شهروندان به آن دست یابند. از آن زمان، اصلاحات متعددی در برنامه‌های درسی علوم در کشورهای مختلف به اجرا درآمده تا سواد علمی را به‌عنوان بخشی از اهداف آموزش زیست‌شناسی بگنجانند. همچنان‌که، این مفهوم به یک محرک سیاستی اصلی در اکثر برنامه‌های درسی زیست‌شناسی در سراسر جهان تبدیل شده است (Norambuena-Meléndez et al., 2023; Roberts & Bybee, 2014; Roy et al., 2025).

مطالعه تطبیقی معمولاً به تحلیل‌های فراملی می‌پردازد که به دنبال شناسایی و توصیف اسناد برنامه درسی به روشی قابل‌مقایسه و استاندارد هستند و گزارش‌هایی تولید می‌کنند که استانداردها، محتوا و مهارت‌های برنامه درسی را که انتظار می‌رود معلمان تدریس کنند، تشریح می‌نمایند (Falkner et al., 2019). افزون بر این، جهانی‌شدن باعث شده است که مفاهیم علمی یکسان در کلاس‌های درس مختلف و در بافت‌های فرهنگی گوناگون تدریس شوند (Sari et al., 2024). مثلاً، جنبش «STEM» (علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات) منجر به تدریس شیوه‌های مختلف این مباحث در کشورهای مختلف شده است (Yan et al., 2024). باوجود توافق کلی بر اهمیت رویکردهای مبتنی بر دانش و مبتنی بر بافت و انتقادی در سواد علمی، تفاوت‌های زیادی در برنامه‌های درسی علوم دوره متوسطه دوم در کشورهای مختلف

اروپایی، آسیایی و آفریقایی یافت شده است (Taylor, 2014). از آنجایی که مسائل تاریخی، اجتماعی و آموزشی متعددی بر تفکر برنامه درسی تأثیر می‌گذارند، هنوز به تمرکز پژوهشی تطبیقی بین‌المللی دقیق‌تری نیاز است.

فنلاند و ایران دو کشوری هستند که تفاوت‌های زیادی در برنامه‌های درسی علوم دارند. از نظر تاریخی، فنلاند برنامه درسی را پذیرفته که تحت تأثیر هر دو سنت آلمانی و برنامه درسی آنگلو-آمریکایی است (Hakala & Kujala, 2021). فنلاند یک سیستم آموزشی غیرمتمرکز دارد که در آن برنامه درسی محلی بر اساس برنامه درسی سطح ملی تهیه می‌شود و عموم مردم به معلمان اعتماد می‌کنند تا نظرات خود را به برنامه درسی اضافه کنند (Lavonen & Laaksonen, 2009)؛ در این کشور، معلمان می‌توانند بر اساس نیازهای دانش‌آموزان، تغییراتی در محتوا ایجاد کنند (Autio, 2013). بنابراین، آن را بیشتر معلم‌محور و بر محتوا متمرکز می‌سازد (Tahirsylaj, 2019). ایران دارای یک سیستم آموزشی متمرکز است که در آن برنامه‌های درسی توسط وزارت آموزش و پرورش به صورت ملی تدوین و اجرا می‌شود. بر حفظ وحدت و انسجام ملی تأکید دارد و کمترین اختیار به مدارس و معلمان محلی داده می‌شود (Rostami Kia et al., 2024). این موضوع با فلسفه آموزشی فنلاند که بر خودآموزی، خلاقیت و یادگیری مبتنی بر پرسش‌گری تأکید دارد، تفاوت آشکاری دارد (Autio, 2013).

با توجه به تفاوت‌های فرهنگی و تاریخی بین کشورهای اروپایی و ایران، مطالعات تطبیقی در زمینه برنامه‌های درسی زیست‌شناسی هنوز محدود است. از این رو، مطالعه تطبیقی حاضر باهدف واکاوی نقاط اشتراک و افتراق برنامه‌های درسی زیست‌شناسی سال دوازدهم دوره دوم متوسطه در دو کشور فنلاند و ایران و با تأکید بر مؤلفه‌های سواد علمی انجام شده است. نتایج این مطالعه برای بهبود برنامه‌های درسی زیست‌شناسی مفید است. با شناسایی نقاط قوت و ضعف هر سیستم آموزشی، می‌توان راهکارهایی برای ارتقای کیفیت آموزش زیست‌شناسی ارائه داد. همچنین، این مقایسه به درک بهتر تأثیر عوامل فرهنگی و ساختاری بر آموزش علوم کمک می‌کند و مبنایی برای تصمیم‌گیری‌های آموزشی و برنامه‌ریزی‌های آینده خواهد بود.

سؤالات اصلی پژوهش به شرح زیر است:

۱. ایران از یک سیستم متمرکز آموزشی پیروی می‌کند که در آن برنامه درسی زیست‌شناسی در سه پایه دهم، یازدهم و دوازدهم ساختاریافته و هر پایه بر مفاهیم خاصی از زیست‌شناسی تأکید دارد. پرسش این است که چگونه کتاب درسی بهداشت و محیط‌زیست پایه دوازدهم از منظر ابعاد سواد علمی؛ شامل دانش مفهومی، مهارت‌های تحقیقی و نگرش به علم، توزیع محتوایی متوازن را ارائه می‌دهد؟

۲. چه شباهت‌ها و تفاوت‌هایی از نظر توزیع و توازن تأکید بر ابعاد مختلف سواد علمی در برنامه درسی

زیست‌شناسی این دو کشور وجود دارد؟

پیشینه پژوهش

اگرچه مطالعات متعددی به بررسی تطبیقی برنامه‌های درسی علوم در داخلی و بین‌المللی پرداخته‌اند، اما پژوهش‌های تخصصی و مقایسه‌ای در مورد محتوای خاص درس زیست‌شناسی، به‌ویژه در مقاطع تحصیلی متوسطه و با تمرکز بر ابعاد سواد علمی، محدود و پراکنده است. بیشتر پژوهش‌های موجود به سطح کلان علوم، محیط‌زیست یا آموزش علوم به‌صورت کلی پرداخته‌اند و کمتر به تحلیل دقیق برنامه درسی زیست‌شناسی به‌عنوان یک حوزه تخصصی توجه کرده‌اند.

Kang (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای نشان داد برنامه درسی علوم فنلاند با تأکید بر یادگیری مبتنی بر پژوهش، به‌طور نظام‌مند به توسعه شایستگی‌های علمی دانش‌آموزان می‌پردازد (Kang, 2017). از سوی دیگر، وانگ و همکاران (۲۰۱۸) در مقایسه برنامه‌های درسی علوم چین و فنلاند به این نتیجه رسیدند که برنامه درسی فنلاند به‌طور معناداری بر توسعه نگرش مثبت نسبت به علم تأکید دارد (Wang et al., 2018). این تفاوت‌ها در چارچوب یافته‌های Smith و همکاران (۲۰۲۲) قابل تفسیر است که نشان دادند تفاوت‌های فرهنگی و تاریخی تأثیر عمیقی بر طراحی برنامه‌های درسی علوم دارند (Smith et al., 2022). در همین راستا، Asghar و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه خود به بررسی جایگاه و نحوه آموزش علم تکامل در آموزش زیست‌شناسی متوسطه پنج کشور مسلمان مصر، مالزی، سوریه، ترکیه و پاکستان پرداختند. هرچند مفاهیم تکاملی مانند انتخاب طبیعی در برنامه‌ها گنجانده شده‌اند، اما بحث صریح درباره تکامل انسان حذف یا نادیده گرفته شده است. به‌جز پاکستان، ارجاعات مذهبی در برنامه‌های درسی زیست‌شناسی نادر است، اما در پاکستان دیدگاه‌های علمی و مذهبی به‌گونه‌ای تلفیقی ارائه می‌شوند که تفسیرهای قرآنی را سازگار با علم تکامل نشان می‌دهد. با تحلیل عمیق برنامه‌های درسی کشورهای عربی درمی‌یابیم که این برنامه‌ها عمدتاً بر انتقال دانش محتوایی متمرکز هستند و به پرورش شایستگی‌های علمی توجه کمتری نشان می‌دهند (Asghar et al., 2014). همچنین، در مطالعه‌ای تطبیقی و توصیفی-تحلیلی، اهداف غایی و کلی آموزش محیط‌زیست و فعالیت‌های مرتبط با آن در سوئد، استرالیا، کانادا، ترکیه و ایران بررسی شد. یافته‌ها نشان می‌دهند که در کشورهای منتخب، توسعه پایدار به‌عنوان هدف غایی حاکم است و بین اهداف کلی آموزش محیط‌زیست شباهت‌هایی در زمینه دانش، مهارت و نگرش به طبیعت وجود دارد. در مقابل، ایران از نظر فعالیت‌های اجرایی فاصله معنی‌داری با این کشورها دارد که ناشی از شکاف بین اهداف مدنظر و اجرای برنامه درسی است (paishani et al., 2017). Hazarkhani و همکارش (۲۰۲۳) نیز به بررسی تطبیقی آموزش محیط‌زیست در کتاب‌های درسی ایران، آمریکا، استرالیا و هند با استفاده از روش جرج بردی پرداخته و نشان دادند اگرچه کتاب‌های

ایرانی به مؤلفه‌های گسترده‌ای از محیط‌زیست می‌پردازند، اما محتوای آن بیشتر اطلاعاتی و کمتر کاربردی یا تحلیلی است. در مقایسه با کشورهای دیگر، کتاب‌های ایران به تفکر نقادانه، حل مسئله و تحلیل چندبعدی رویدادهای محیط‌زیستی کمتر توجه کرده‌اند (Hazarkhani & Parak, 2023).

همان‌طور که ملاحظه شد، پژوهش‌های تطبیقی موجود عمدتاً بر علوم به‌طور کلی، محیط‌زیست یا مؤلفه‌های گسترده برنامه درسی متمرکز بوده و کمتر به تحلیل تخصصی و عمیق محتوای کتاب‌های درسی زیست‌شناسی با چارچوبی جامع مانند PISA پرداخته‌اند. همچنین، مقایسه نظام‌های آموزشی با فلسفه‌های متمایز عمیق؛ مانند ایران (متمرکز و دانش‌محور) و فنلاند (غیرمتمرکز و شایستگی‌محور)، در حوزه خاص زیست‌شناسی دوره متوسطه، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این مطالعه با تمرکز بر تحلیل جزئیات محتوای کتاب درسی زیست‌شناسی پایه دوازدهم در دو کشور ایران و فنلاند و ارزیابی آن بر اساس ابعاد چهارگانه سواد علمی PISA 2015، درصدی از این بخش را از این خلاء پژوهشی است. وجه تمایز اصلی این پژوهش، تحلیل هم‌زمان پوشش موضوعی، عمق مفهومی، ویژگی‌های آموزشی، تصاویر و نوع تمرین‌ها در چارچوب یک ابزار استاندارد جهانی است که مقایسه‌ای نظام‌مند و چندبعدی را ممکن می‌سازد.

روش پژوهش

این پژوهش یک مطالعه کیفی-کمی تطبیقی است (Neuendorf, 2017) که باهدف تحلیل و مقایسه برنامه‌های درسی زیست‌شناسی پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه در دو کشور فنلاند و ایران انجام شده است. جامعه آماری پژوهش شامل کتاب درسی رسمی زیست‌شناسی دوازدهم ایران (معاونت برنامه‌ریزی و توسعه آموزشی وزارت آموزش و پرورش، سال تحصیلی ۱۴۰۴-۱۴۰۵) و کتاب درسی زیست‌شناسی متوسطه فنلاند (مطابق با سند ملی FNBE، ۲۰۲۵) است. با توجه به ماهیت جامعه محدود و متن‌محور (فقط دو کتاب درسی)، کلیه محتوای این منابع؛ شامل متون اصلی، تصاویر، فعالیت‌های یادگیری، سؤالات، خلاصه‌ها و ساختارهای کمک‌آموزشی؛ به‌صورت سرشماری کامل (بدون نمونه‌گیری) مورد تحلیل قرار گرفت.

چارچوب نظری پژوهش بر پایه چارچوب سواد علمی (OECD, 2015) PISA¹ و تطبیق آن با اصول تحلیل محتوای کتاب‌های درسی در پژوهش‌های بین‌المللی طراحی شده است. برای تحلیل محتوا، یک چک‌لیست تحلیلی کیفی-کمی پنج‌بعدی تدوین گردید که ابعاد زیر را پوشش می‌دهد (Arsyad et al., 2016):

¹ Programme for International Student Assessment

۱. پوشش موضوعی مباحث اصلی زیست‌شناسی (زیست‌شناسی سلولی، ژنتیک، زیست‌فناوری، بوم‌شناسی و محیط‌زیست).
 ۲. عمق مفهومی و سطح شناختی محتوا (بر اساس طبقه‌بندی بلوم).
 ۳. ویژگی‌های آموزشی کمک‌یادگیری (اهداف یادگیری، خلاصه فصل و ...).
 ۴. کیفیت تصاویر کمک‌آموزشی (وضوح، دقت مفهومی، رنگ و برجستگی، ارتباط با متن).
 ۵. تنوع و سطح شناختی تمرین‌ها و فعالیت‌های ارزشیابی.
- هر مؤلفه کمی با استفاده از مقیاس لیکرت ۵ درجه‌ای (۱ = ضعیف تا ۵ = عالی) ارزیابی شد. مؤلفه‌های کیفی (مانند نوع فعالیت یا سبک روایت) از طریق کدگذاری توصیفی تحلیل گردید. داده‌ها توسط ارزیابان (متخصصان آموزش زیست‌شناسی با حداقل ۳ سال سابقه) جمع‌آوری شد. برای اطمینان از یکسان‌سازی معیارها، یک جلسه پیش از تحلیل برگزار شد. پایایی بین ارزیابان با محاسبه ضریب کاپای کوهن ۰/۷۶ به دست آمد که نشان‌دهنده توافق خوب بین دو ارزیاب مستقل است. این سطح از پایایی، قابلیت اتکا و ثبات فرآیند کدگذاری و تحلیل محتوای انجام‌شده را تأیید می‌کند.
- برای تحلیل داده‌های کمی، از آمار توصیفی استفاده شد. به منظور مقایسه میانگین نمرات دو کتاب در ابعاد مختلف، از آزمون t مستقل (سطح معنی‌داری: $p < 0.05$) بهره گرفته شد. در مواردی که داده‌ها به صورت تناسب (درصد) تمرین‌های حفظی/کاربردی) بودند، و با فرض حجم نمونه معادل (۱۰۰ مورد از هر کتاب)، از آزمون Z برای مقایسه دو تناسب^۲ استفاده شد. داده‌های کیفی نیز با روش تحلیل محتوای کیفی کدگذاری، دسته‌بندی و تم‌یابی شدند.
- از آنجاکه پژوهش حاضر تنها بر اساس منابع عمومی و رسمی (کتاب‌های درسی دولتی) انجام شده و هیچ‌گونه داده‌ای از افراد زنده جمع‌آوری نشده است، ملاحظات اخلاقی مربوط به رضایت آگاهانه یا محرمانگی مطرح نبوده و تنها الزام اخلاقی، استناد شفاف و دقیق به منابع مورداستفاده بوده است.

یافته‌ها

تحلیل تطبیقی کتاب‌های درسی زیست‌شناسی پایه دوازدهم ایران و فنلاند، تفاوت‌های معناداری را در پنج حوزه مهم پوشش موضوعی، عمق مفهومی، ویژگی‌های آموزشی، کیفیت تصاویر کمک‌درسی و نوع تمرین‌های ارزشیابی نشان داد. در ادامه، یافته‌های کمی و کیفی هر یک از این ابعاد به تفکیک ارائه شده است.

² Two-proportion Z-test

۱. پوشش محتوا و موضوعات

جدول ۱. مقایسه پوشش موضوعات اصلی زیست‌شناسی در کتاب‌های درسی فنلاند و ایران

موضوع زیست-شناسی	فنلاند (فرکانس، %)	ایران (فرکانس، %)	میانگین \pm انحراف معیار (فنلاند)	میانگین \pm انحراف معیار (ایران)	آزمون آماری (t, p)
زیست‌شناسی سلولی	۵۸ (۱۴,۵٪)	۶۲ (۱۵,۵٪)	۳,۱ \pm ۰,۵	۳,۵ \pm ۰,۴	t=2.45, p=0.018
ژنتیک	۴۲ (۱۰,۵٪)	۷۰ (۱۷,۵٪)	۲,۴ \pm ۰,۶	۴,۱ \pm ۰,۳	t=5.12, p<0.001
زیست‌فناوری	۲۸ (۷,۰٪)	۵۵ (۱۳,۷٪)	۱,۶ \pm ۰,۵	۳,۷ \pm ۰,۵	t=6.77, p<0.001
بوم‌شناسی و محیط‌زیست	۳۳ (۸,۳٪)	۴۸ (۱۲,۰٪)	۲,۰ \pm ۰,۴	۳,۰ \pm ۰,۶	t=3.21, p=0.004

فرکانس و درصد، بیانگر حجم محتوای اختصاص یافته به هر موضوع است. میانگین و انحراف معیار، نشان‌دهنده کیفیت و عمق محتوای آموزشی (بر اساس چک‌لیست ۵ درجه‌ای) است.

در تحلیل مقایسه‌ای پوشش محتوایی کتاب‌های درسی زیست‌شناسی دوازدهم ایران و فنلاند، داده‌های جدول ۱ بیانگر برنامه‌ریزی درسی متمایز در دو نظام آموزشی است. تفاوت معنادار آماری ($p < 0.05$) در کلیه موضوعات اصلی؛ زیست‌شناسی سلولی، ژنتیک، زیست‌فناوری، و بوم‌شناسی، نه تنها از حیث حجم اختصاص یافته، بلکه به‌ویژه در شاخص کیفی عمق مفهومی مشهود است.

کتاب ایران با تخصیص ۱۷/۵٪ از محتوای تحلیل شده به ژنتیک و ۱۳/۷٪ به زیست‌فناوری، وزن مفهومی خوبی به این حوزه‌های پیشرو و فناورانه می‌دهد. این تأکید کمی با میانگین نمره عمق مفهومی ۴/۱ (در مقیاس ۵) برای ژنتیک و ۳/۷ برای زیست‌فناوری تقویت می‌شود، که حاکی از ارائه مفاهیم با تفصیل، پیچیدگی و سازمان‌دهی سلسله‌مراتبی است. در مقابل، کتاب فنلاند با سهم ۱۰/۵٪ از ژنتیک و ۷/۰٪ از زیست‌فناوری، همراه با میانگین عمق مفهومی پایین‌تر (به ترتیب ۲/۴ و ۱/۶)، رویکردی مختصرتر و احتمالاً تلفیقی‌تر را دنبال می‌کند. این الگو در موضوع زیست‌شناسی سلولی نیز، علیرغم اختلاف حجمی کمتر، با تفاوت معنادار در عمق مفهومی (۳/۵ در مقابل ۳/۱) تکرار می‌شود.

تمایز بنیادین را می‌توان در اولویت‌بندی آموزشی جستجو کرد: کتاب ایران الگویی «عمقی-تخصصی» را تجسم می‌بخشد که در آن تسلط بر هسته مفهومی و پیشرفت رشته‌ای در حوزه‌های مشخص اولویت دارد. این رویکرد با سنت‌های آموزشی متمرکز و دانش‌محور هم‌خوانی دارد که در آن کتاب درسی به‌مثابه منبع معتبر و جامع دانش پایه عمل می‌کند. در سوی مقابل، توزیع متعادل‌تر و عمق مفهومی کم‌تنوع‌تر کتاب فنلاند، ممکن است نشان‌دهنده فلسفه آموزشی «وسعت‌گرا» یا «تلفیقی» باشد که در آن آشناسازی دانش‌آموزان با دامنه وسیع‌تری از موضوعات، حتی به بهای

عمق‌بخشی کمتر در هر یک، هدف قرار گرفته است. چنین رویکردی فضای برنامه درسی را برای پرداختن به ارتباط بین‌رشته‌ای، کاربردهای علمی در بافت‌های متنوع، و احتمالاً پروژه‌های پژوهشی محور باز می‌گذارد. این تفاوت در جهت‌گیری محتوایی، به‌صورت نظام‌مند در سایر بخش‌های تحلیل؛ از جمله نوع فعالیت‌های یادگیری، سطح تمرین‌ها، و حتی رویکرد به مسائل جهانی، بازتاب یافته و دو الگوی نسبتاً مجزا از سواد علمی را بازنمایی می‌کند: یکی با تأکید بر پایه‌های دانشی قوی و ساختاریافته، و دیگری با تمرکز بر فرایندها، کاربردها و دیدگاه‌های گسترده.

۲. مسائل و چشم‌اندازهای جهانی

جدول ۲. مقایسه تأکید بر مسائل و چشم‌اندازهای جهانی

جنبه مورد بررسی	کتاب فنلاند (%)	کتاب ایران (%)	آزمون آماری (t.p)	تحلیل آماری
تمرکز بر مسائل بحران گونه جهانی	۶۷	۳۵	t = 4.85, p < 0.001	تفاوت معنادار: کتاب فنلاند به‌طور معناداری بیشتر بر مسائل بحران جهانی تمرکز دارد.
دیدگاه امیدبخش و راه‌حل‌های آینده	۲۱	۱۰	t = 2.93, p = 0.006	تفاوت معنادار: کتاب فنلاند دارای رویکرد آینده‌نگرانه و امیدبخش‌تری است.
تلفیق آموزش جهانی	متوسط (۵۰٪)	پایین (۳۰٪)	t = 3.71, p = 0.001	تفاوت معنادار: کتاب فنلاند یکپارچگی جهانی بسیار بالاتری دارد.

تحلیل جدول ۲ مربوط به کتاب‌های درسی زیست‌شناسی پایه دوازدهم دو کشور، نشان‌دهنده تفاوت‌های بنیادین در نحوه بازنمایی و پرداختن به مباحث فراملی و آینده‌نگر در برنامه درسی زیست‌شناسی است. کتاب فنلاند با اختصاص ۶۷ درصد از محتوای مرتبط به مسائل بحران گونه جهانی، رویکردی صریح و مسئله‌محور را دنبال می‌کند که دانش‌آموزان را به‌طور مستقیم با مسائل پیچیده زیست‌محیطی، بهداشتی و فناورانه مواجه می‌سازد. این جهت‌گیری، همسو با مؤلفه‌های «زمینه‌های یادگیری» و «نگرش به علم» در چارچوب سواد علمی PISA (Ding & Zhang, 2025)، بر ضرورت درک علم در بافت‌های اجتماعی-جهانی تأکید دارد. هم‌زمان، برتری معنادار این کتاب در ارائه دیدگاه‌های امیدبخش و راه‌حل‌محور (۲۱ درصد در مقابل ۱۰ درصد) نشان از توازن آموزشی دارد که از سونگری پرهیز کرده و به‌جای تمرکز صرف بر تهدیدها، بر ظرفیت‌سازی و توانمندی دانش‌آموزان برای نقش‌آفرینی در آینده تأکید می‌ورزد.

در مقابل، کتاب ایران با سهم ۳۵ درصدی از محتوای بحران‌محور و تنها ۱۰ درصد محتوای امیدبخش، دیدگاهی کم‌رنگ‌تر و محافظه‌کارانه‌تر در قبال آموزش مسائل جهانی اتخاذ کرده است. این عدم توازن، نه‌تنها نشان‌دهنده فاصله

محتوایی با استانداردهای جهانی سواد علمی است، بلکه منجر به شکافی عمیق میان دانش نظری زیست‌شناسی و کاربرد آن در تحلیل مسائل جهانی می‌شود. همچنین، یکپارچگی پایین‌تر آموزش جهانی در کتاب ایران (حدود ۳۰ درصد در مقابل ۵۰ درصد) حاکی از آن است که مباحث جهانی اغلب به صورت پراکنده و الحاقی، و نه به صورت ساختاریافته و تلفیق‌شده با مفاهیم پایه، ارائه شده‌اند.

تفاوت‌های مشاهده‌شده صرفاً بازتاب انتخاب‌های آموزشی نبوده، بلکه عمیقاً تحت تأثیر عوامل کلانی چون سنت‌های برنامه درسی، ساختار متمرکز یا غیرمتمرکز نظام آموزشی، و اولویت‌های فرهنگی اجتماعی هر کشور شکل گرفته‌اند. این یافته‌ها بر ضرورت بازنگری آگاهانه در طراحی محتوای آموزشی تأکید می‌کنند؛ به گونه‌ای که آموزش زیست‌شناسی، علاوه بر انتقال دانش پایه، بتواند شهروندانی آگاه، منتقد و توانمند برای مواجهه فعال با مسائل پیچیده جهانی پرورش دهد.

۳. رویکردهای آموزشی و فعالیت‌ها

کتاب فنلاند در ارائه فعالیت‌های تفکر نقادانه و یادگیری مشارکتی قوی‌تر عمل کرده است، در حالی که کتاب ایران بر حفظ محتوا تأکید بیشتری دارد.

جدول ۳. ویژگی‌های آموزشی و نوع فعالیت‌های یادگیری

رویکرد آموزشی	ایران (میانگین \pm انحراف معیار)	فنلاند (میانگین \pm انحراف معیار)	(t, p) آزمون آماری
تأکید بر حفظ کردن	۴,۲ \pm ۰,۷	۳,۵ \pm ۰,۶	t=3.08, p=0.005
فعالیت‌های تفکر نقاد	۱,۹ \pm ۰,۵	۳,۷ \pm ۰,۶	t=7.10, p<0.001
فعالیت‌های یادگیری مشارکتی	۱,۵ \pm ۰,۴	۳,۲ \pm ۰,۷	t=6.83, p<0.001

تحلیل مقایسه‌ای فرآیندهای آموزشی در جدول ۳ نشان می‌دهد کتاب درسی فنلاند با میانگین نمره ۳/۷ در حوزه فعالیت‌های تفکر نقادانه، برتری مشخصی نسبت به کتاب ایران با میانگین ۱/۹ دارد. این تفاوت معنی‌دار در یادگیری مشارکتی نیز تکرار می‌شود؛ جایی که کتاب فنلاند میانگین ۳/۲ را در مقابل ۱/۵ کتاب ایران ثبت کرده است. در مقابل، کتاب ایران با میانگین ۴/۲، تأکید قوی‌تری بر حفظ کردن محتوا از خود نشان می‌دهد. چنین تمایزی در اولویت‌های آموزشی، دو فلسفه متمایز را آشکار می‌سازد: ایرانی با محوریت تسلط بر محتوای معین و قابل‌سنجش و الگوی فنلاندی با تمرکز بر پرورش شایستگی‌های شناختی سطح بالا و مهارت‌های اجتماعی از طریق تعامل فعال. این یافته‌ها حاکی از آن است که طراحی تمرین‌ها و راهبردهای آموزشی در کتاب فنلاند، بیشتر با چارچوب شایستگی‌های علمی PISA همسو است که تفسیر پدیده‌ها، ارزیابی پژوهش و مشارکت در استدلال علمی جمعی را ضروری می‌داند. در مقابل، تمرکز غالب کتاب ایران بر بازتولید دانش از پیش تعیین‌شده، امکان کمتری برای درگیر ساختن فراگیران در فرآیندهای استدلال،

نقد و ساخت‌سازی دانش فراهم می‌آورد. بنابراین، تفاوت‌های مشاهده‌شده صرفاً کمی نیست، بلکه بیانگر تمایزی کیفی در اهداف یادگیری و ماهیت تجربه‌آموزشی پیش‌بینی‌شده برای دانش‌آموزان در دو نظام است.

۴. استفاده از تصاویر کمک‌درسی

جدول ۴. مقایسه کمی و کیفی استفاده از تصاویر در کتاب‌های درسی فنلاند و ایران

شاخص تصویری	کتاب فنلاند	کتاب ایران	نتیجه آزمون آماری
تعداد کل تصاویر	250	180	-
میانگین کیفیت تصاویر (بر اساس وضوح، دقت مفهومی، ارتباط با متن)	2.8 ± 0.7	4.1 ± 0.8	$p < 0.001$ $t = 8.04$
امتیاز کیفیت کل = تعداد × میانگین	700	738	-
کیفیت نرمال‌سازی (امتیاز کیفیت به‌ازای هر ۱۰۰ تصویر)	280	410	-

در جدول ۴، شاخص کیفیت نرمال‌سازی به‌منظور مقایسه عادلانه‌تر طراحی‌شده است، زیرا تفاوت در تعداد تصاویر بر تفسیر کیفیت کلی تأثیر می‌گذارد. این شاخص نشان می‌دهد که هر ۱۰۰ تصویر در کتاب ایران معادل ۴۱۰ واحد کیفیت ایجاد می‌کند، درحالی‌که این رقم در کتاب فنلاند ۲۸۰ واحد است.

بررسی دقیق نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که الگوی متمایزی در کاربرد تصاویر کمک‌درسی بین دو کتاب زیست‌شناسی ایران و فنلاند وجود دارد. کتاب فنلاند با بهره‌گیری از ۲۵۰ تصویر، در مقایسه با کتاب ایران با ۱۸۰ تصویر، روند کمی گسترده‌تری در استفاده از عناصر بصری اتخاذ کرده است. باین‌حال، ارزیابی کیفیت مؤلفه‌های تصویری شامل وضوح، دقت مفهومی و ارتباط با متن، برتری معنی‌دار کتاب ایران را با میانگین نمره ۴/۱ در مقابل ۲/۸ کتاب فنلاند تأیید می‌کند. محاسبه شاخص کیفیت نرمال شده که امتیاز کیفی هر ۱۰۰ تصویر را مقایسه می‌کند، عمق این تفاوت را بیشتر آشکار می‌سازد؛ هر واحد تصویری در کتاب ایران به‌طور میانگین ۴۶ درصد کیفیت بالاتری نسبت به کتاب فنلاند تولید می‌کند. چنین تمایزی احتمالاً بازتاب تفاوت در فلسفه‌های طراحی آموزشی است: رویکرد ایرانی بر دقت، غنای مفهومی و یکپارچگی عمیق عناصر بصری با محتوای متنی تأکید دارد، درحالی‌که الگوی فنلاندی، کمیت و تنوع تصاویر را به‌منظور پوشش طیف وسیع‌تری از موضوعات یا پشتیبانی از روش‌های یادگیری فعال و زمینه محور در اولویت قرار دهد. این یافته حاکی از آن است که کارایی آموزشی تصاویر در کتاب‌های درسی تنها به تعداد آن‌ها وابسته نیست، بلکه وضوح مفهومی، دقت علمی و هماهنگی با اهداف یادگیری از عوامل تعیین‌کننده‌تر در تسهیل درک عمیق مفاهیم پیچیده زیست‌شناسی به‌شمار می‌روند.

۵. تمرین‌ها و فرصت‌های مشارکت دانش‌آموزان

جدول ۵. توزیع نوع فعالیت و تمرین بر اساس سطح شناختی

نوع تمرینات	کتاب ایران (%)	کتاب فنلاند (%)	آزمون آماری Z، مقدار p
مطالب حفظی و درک مطلب	۷۱٪	۴۷٪	$Z = 3.45, p = 0.0006$
مطالب کاربردی و حل مسئله	۲۹٪	۵۳٪	$Z = -3.45, p = 0.0006$

تحلیل دقیق جدول ۵ نشان می‌دهد که توزیع تمرین‌ها نه تنها تفاوت‌های کمی، بلکه اختلاف‌های عمیق فلسفی در اهداف یادگیری، تعریف سواد علمی و نقش دانش‌آموز را آشکار می‌سازد. کتاب ایران با سهم ۷۱ درصدی مطالب حفظی و درک مطلب، در چارچوب فکری انتقال دانش عمل می‌کند. در این الگو، دانش به مثابه مجموعه‌ای ثابت، ساختاریافته و قابل انتقال تلقی می‌شود که هدف نهایی آموزش، تسلط و بازتولید دقیق آن است. این نوع تمرین‌ها عمدتاً در سطوح پایین طبقه‌بندی شناختی بلوم (دانش و درک) قرار دارند و کارکرد اصلی آن‌ها تثبیت محتوای کتاب در حافظه بلندمدت و اطمینان از درک خطی مفاهیم است. با سامانه‌های آموزشی متمرکز هم‌خوانی دارد و در آن یک برنامه درسی ملی یکسان، سنجش‌های استاندارد و نتایج قابل پیش‌بینی مورد انتظار است. تمرین‌های حفظ‌محور، اگرچه برای بنیان‌های دانشی ضروری هستند، اما به صورت ذاتی، امکان کاوشگری، تفسیر شخصی یا مواجهه با ابهام را محدود می‌سازند. آن‌ها دانش‌آموز را در موقعیت مصرف‌کننده منفعل دانش قرار می‌دهند که موفقیت او در گرو تطابق کامل با متن مرجع تعریف می‌شود.

در مقابل، کتاب فنلاند با تخصیص ۵۳ درصدی تمرین‌ها به مطالب کاربردی و حل مسئله، در قلب خط‌مشی ساخت‌گرایی اجتماعی و یادگیری مبتنی بر شایستگی جای دارد. در این روند، دانش امری سیال، وابسته به بافت و از طریق تعامل فعال با مسائل پیچیده ساخته می‌شود. تمرین‌های کاربردی، یادگیرنده را به سطوح بالاتر شناختی (کاربرد، تحلیل، ارزیابی و آفرینش) سوق می‌دهند و مستلزم انتقال دانش از حیطه نظری به حیطه عمل هستند. این نوع تکالیف اغلب فاقد پاسخ‌های از پیش تعیین‌شده واحد هستند و بر فرآیند استدلال، انتخاب راهبرد و توجیه راه‌حل تأکید می‌ورزند. این دید، دانش‌آموز را به عنوان کنشگر فعال و تولیدکننده دانش در نظر می‌گیرد که می‌بایست مفاهیم را در موقعیت‌های حقیقی یا شبیه‌سازی‌شده؛ مانند معضلات اخلاقی زیست‌فناوری، تحلیل داده‌های اکولوژیک یا طراحی یک تحقیق کوچک، به کار بندد که مستقیماً با مؤلفه شایستگی‌های علمی در چارچوب PISA پیوند می‌خورد و بر توانایی توضیح پدیده‌ها علمی، ارزیابی و طراحی پژوهش علمی و تفسیر داده‌ها و شواهد علمی تأکید دارد.

تفاوت معنادار آماری ($p=0.0006$) این اختلاف جهت‌گیری را تأیید می‌کند و نشان می‌دهد که این اختلاف تصادفی یا حاشیه‌ای نیست، بلکه نتیجه طراحی آگاهانه و نظام‌مند برنامه‌های درسی است. این تمایز پیامدهای گسترده‌ای برای سواد علمی دانش‌آموزان دارد. سواد علمی برآمده از نظام اول، به دانش محتوایی عمیق اما نسبتاً انعطاف‌ناپذیر منجر

می‌شود که در مواجهه با مسائل نوظهور یا چندوجهی، کارایی کمتری دارد. درحالی‌که سواد علمی برآمده از نظام دوم، بر انعطاف شناختی، توانایی حل مسئله در شرایط عدم قطعیت و مشارکت در گفت‌وگوهای علمی-اجتماعی تأکید دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

تحلیل مقایسه‌ای کتاب‌های زیست‌شناسی پایه دوازدهم فنلاند و ایران، بینش‌های ارزشمندی درباره نقاط قوت و محدودیت‌های منابع آموزشی زیست‌شناسی در این دو زمینه آموزشی ارائه می‌دهد. این بحث یافته‌های تجربی را در چارچوب گسترده‌تر مطالب مربوط به کیفیت کتاب‌های درسی، روش‌های آموزشی و آموزش جهانی قرار می‌دهد و با ارائه توصیه‌هایی برای توسعه آینده کتاب‌های درسی پایان می‌یابد.

یافته‌های این پژوهش در چارچوب چهارگانه سواد علمی PISA 2015 تحلیل و تفسیر شده‌اند تا امکان مقایسه دو کتاب درسی فراهم آید. در این راستا، داده‌های جدول ۱ که پوشش و عمق موضوعات اصلی زیست‌شناسی را نشان می‌دهد، مستقیماً با بعد دانش علمی؛ شامل دانش محتوایی، معرفتی و روش‌شناختی، هماهنگ است. جدول ۲ نیز با بررسی رویکرد کتاب‌ها به مسائل جهانی و چشم‌اندازهای آینده‌نگر، جزء بعد نگرش به علم در چارچوب PISA قرار می‌گیرد، زیرا این بعد بر انگیزه، اعتماد به علم و تمایل به مشارکت در گفت‌وگوهای علمی تأکید دارد. همچنین، یافته‌های جدول‌های ۳ و ۵ که به ترتیب رویکردهای آموزشی (مانند تفکر نقاد و یادگیری مشارکتی) و تنوع تمرین‌ها بر اساس سطوح شناختی را گزارش می‌کنند، نشانگر عملکرد دو کتاب در بعد شایستگی‌های علمی؛ از جمله توانایی تفسیر داده، طراحی پژوهش و حل مسئله، هستند. مؤلفه‌هایی چون کیفیت تصاویر و ساختارهای کمک‌آموزشی (جدول ۴) نیز اگرچه به صورت مستقیم در چارچوب PISA دسته‌بندی نشده‌اند، اما به عنوان عوامل تسهیل‌کننده و پشتیبان فرآیند یادگیری، نقشی مهمی در شکل‌گیری شایستگی‌های علمی غیرمستقیم ایفا می‌کنند و بنابراین در تحلیل جامع سواد علمی باید مدنظر قرار گیرند.

یافته‌های این مطالعه نشان‌دهنده ویژگی‌های مثبت متعددی در هر دو کتاب هستند، همراه با بخش‌هایی که نیازمند بهبودند. کتاب فنلاند پوشش اساسی موضوعات اصلی زیست‌شناسی، پایه‌های مستحکم این علم را مطابق با استانداردهای آموزشی فراهم می‌کند. اما کتاب ایران پوشش جامع‌تر و عمیق‌تری از این موضوعات ارائه می‌دهد و به‌ویژه در ژنتیک و زیست‌فناوری برجسته است. این یافته با تحقیقات پیشین که اهمیت عمق محتوا را برای پرورش درک انتقادی در آموزش زیست‌شناسی تأکید می‌کنند، همسو است (alavian, 2021, 2022; Papanephytou & Nicolaou, 2025)

قدرت کتاب فنلاند در تلفیق مسائل و چشم‌اندازهای جهانی؛ به‌ویژه ارائه متوازن دیدگاه‌های بحران گونه و امیدبخش درباره مسائل زیست‌محیطی و فناوری‌های آینده، قابل‌تأمل است. این موضوع با تأکیدهای بین‌المللی فعلی بر آموزش توسعه پایدار و نیاز به پرورش توانمندی‌های آینده‌نگر در دانش‌آموزان همخوانی دارد (Molitor et al., 2024; Nórdén, 2024). کتاب فنلاند به‌طور هم‌زمان هم بر مسائل جهانی تمرکز می‌کند و هم راه‌حل‌های آینده‌نگرانه ارائه می‌دهد، درحالی‌که کتاب ایران عمدتاً رویکردی محدودتر دارد؛ با پوشش کمتر از هر دو جنبه بحران‌گویی و امیدبخشی. این نکته بازتابی از انتقادات در پژوهش‌های قبلی است که بیان می‌کند عدم توازن محتوا ممکن است توانایی دانش‌آموزان را در تصور تغییر مثبت محدود کند (Reynolds, 2023).

از نظر رویکرد آموزشی، مطالعه بیانگر این است که کتاب فنلاند فعالیت‌های بیشتری برای تفکر نقادانه و یادگیری مشارکتی ارائه می‌دهد؛ رویکردی که توسط اصلاحات آموزشی بین‌المللی حمایت می‌شود و توصیه می‌کند از حفظ صرف محتوا به سمت یادگیری تعاملی و محور دانش‌آموز حرکت شود (Bhardwaj et al., 2025; Hoidn & Reusser, 2020). کتاب ایران اگرچه در فعالیت‌های حفظی قوی است، اما فعالیت‌های باز و آینده‌نگر کافی ندارد. این موضوع، انگیزه و توسعه تفکر سطح بالا را محدود می‌کند.

علیرغم تعداد بیشتر تصاویر در کتاب فنلاند، کیفیت تصاویر در کتاب ایران از نظر دقت مفهومی، وضوح و ارتباط با متن به‌طور معناداری بالاتر است. کیفیت بالاتر در کتاب ایران به درک عمیق‌تر مفاهیم زیستی کمک می‌کند؛ هم‌راستا با یافته‌های سایر محققان که نقش تصاویر باکیفیت در یادگیری علوم را برجسته می‌کنند (Fenesi et al., 2017; Kang et al., 2016; Zhu et al., 2021). در مقابل، وجود تصاویر فراوان اما باکیفیت پایین در کتاب فنلاند، توانایی دانش‌آموزان را در فهم ساختارها و فرآیندهای زیستی پیچیده محدود می‌سازد.

تنوع در تمرین‌ها نیز تفاوت اساسی دارد. کتاب فنلاند شامل انواع متنوعی از سؤالات، از جمله سؤالات کاربردی و حل مسئله است که انتقال دانش و مهارت‌های تحلیلی را تشویق می‌کند. در مقابل، کتاب ایران با ۷۱٪ مطلب حفظی و درک مطلب، بیشتر از کتاب فنلاند (۴۷٪) بر سطوح پایین شناخت تأکید دارد، که درگیری عمیق‌تر شناختی را محدود می‌کند؛ روندی که در مطالعات مقایسه‌ای کتاب‌های درسی به‌دفعات گزارش شده است (Freeman, 2014; Smith et al., 2010).

این پژوهش با تطبیق دقیق کتاب‌های درسی زیست‌شناسی ایران و فنلاند در چارچوب سواد علمی PISA 2015، نشان داد که هیچ‌یک از نظام‌های آموزشی به‌تنهایی تمام مؤلفه‌های سواد علمی را به‌طور متعادل پوشش نمی‌دهند.

یافته‌ها به‌وضوح تأکید می‌کنند که آموزش علوم مؤثر در قرن بیست‌ویکم مستلزم ادغام دو دیدگاه محتوای دقیق و یادگیری فعال است، نه برتری یکی بر دیگری.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از خانم‌ها، دکتر اعظم منصوری و دکتر ساناز شکراللهی؛ متخصصان آموزش زیست‌شناسی، به‌پاس همکاری ارزشمند و مشارکت ایشان در فرآیند ارزیابی پایایی داده‌ها، صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایم. دقت نظر و توصیه‌های تخصصی ایشان نقش بسزایی در افزایش اعتبار علمی این مطالعه داشته است

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است»

منابع

- Alavian, F. (2021). Teaching genetics beyond high school biology textbooks. *Research in Biology Education*, 2(3), 37–52.
- Alavian, F. (2022). Cellular and molecular perceptions of students, skills students and biology education student teachers of genetic phenomena: A cross-sectional study. *Research in Biology Education*, 3(2), 15–28.
- Arsyad, M., Sopandi, W., & Chandra, D. T. (2016). Analysis of scientific literacy through PISA 2015 framework. *Proceedings of the 1st International Conference on Mathematics and Science Education (ICMScE)*, Bandung, Indonesia.
- Asghar, A., Hameed, S., & Farahani, N. K. (2014). Evolution in biology textbooks: A comparative analysis of 5 Muslim countries. *Religion & Education*, 41(1), 1–15.
- Autio, T. (2013). The internationalization of curriculum research. In *International handbook of curriculum research* (pp. 17-31). Routledge.
- Bhardwaj, V., Zhang, S., Tan, Y. Q., & Pandey, V. (2025). Redefining learning: Student-centered strategies for academic and personal growth. *Frontiers in Education*.
- Ding, C., & Zhang, Y. (2025). Moderating effects of students' dispositions on relationships between instructional activity and students' science literacy using PISA 2015. *Instructional Science*, 1–20.
- Falkner, K., Sentance, S., Vivian, R., Barksdale, S., Busuttil, L., Cole, E., ... Quille, K. (2019). An international comparison of K–12 computer science education intended and enacted curricula. *Proceedings of the 19th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*.
- Fenesi, B., Mackinnon, C., Cheng, L., Kim, J. A., & Wainman, B. C. (2017). The effect of image quality, repeated study, and assessment method on anatomy learning. *Anatomical Sciences Education*, 10(3), 249–261.

- Freeman, D. (2014). Reading comprehension questions: The distribution of different types in global EFL textbooks. In *English language teaching textbooks: Content, consumption, production* (pp. 72–110). Springer.
- Hakala, L., & Kujala, T. (2021). A touchstone of Finnish curriculum thought and core curriculum for basic education: Reviewing the current situation and imagining the future. *Prospects*, 51(1), 473–487.
- Hazarkhani, P. D., H., & Parak, P. D., F. (2023). A comparative study of environmental education in science textbooks in Iran, India, Australia, and the United States of America [Research]. *Quarterly Journal of Education*, 39(1), 27–42.
- Hoidn, S., & Reusser, K. (2020). Foundations of student-centered learning and teaching. In *The Routledge international handbook of student-centered learning and teaching in higher education* (pp. 17–46). Routledge.
- Kang, H., Windschitl, M., Stroupe, D., & Thompson, J. (2016). Designing, launching, and implementing high quality learning opportunities for students that advance scientific thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(9), 1316–1340.
- Kang, J. (2017). *Implementation and implication of inquiry-based science education in the Finnish context: Evidence from international large-scale assessments: PISA and TIMSS*.
- Lavonen, J., & Laaksonen, S. (2009). Context of teaching and learning school science in Finland: Reflections on PISA 2006 results. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 922–944.
- Mattos, L. M. A. d., & Gomes, M. M. (2021). Environment as a cosmopolitan value: A comparative socio-historical analysis of the school biology curriculum. *Educação e Pesquisa*, 47, e230058.
- Molitor, H., Krah, J., Reimann, J., Bellina, L., & Bruns, A. (2024). *Designing future-oriented curricula: A practical guide for the curricular integration of higher education for sustainable development*.
- Neuendorf, K. A. (2017). *The content analysis guidebook* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Norambuena-Meléndez, M., Guerrero, G. R., & González-Weil, C. (2023). What is meant by scientific literacy in the curriculum? A comparative analysis between Bolivia and Chile. *Cultural Studies of Science Education*, 18(3), 937–958.
- Norambuena-Meléndez, M., Guerrero, G. R., & González-Weil, C. (2023). What is meant by scientific literacy in the curriculum? A comparative analysis between Bolivia and Chile. *Cultural Studies of Science Education*, 18(3), 937–958.
- Paishani, N., Mirshah Jafari, S. E., Sharifian, F., & Farhadian, M. (2017). A comparative study of environmental education goals and its related activities in Iran and selected countries in order to suggest activities for Iran. *New Educational Approaches*, 12(1), 1–24. <https://doi.org/10.22108/nea.2017.21747>.
- Papaneophytou, C., & Nicolaou, S. A. (2025). Promoting critical thinking in biological sciences in the era of artificial intelligence: The role of higher education. *Trends in Higher Education*, 4(2), 24.
- Reynolds, R. B. (2023). A crisis-adaptive approach to resilience-building in pre-service teaching and librarianship education: Learning about and learning to be. In *Emerging adulthood in the COVID-19 pandemic and other crises: Individual and relational resources* (pp. 315–334). Springer.
- Roberts, D. A., & Bybee, R. W. (2014). Scientific literacy, science literacy, and science education. In *Handbook of research on science education* (Vol. 2, pp. 545–558). Routledge.
- Rostami Kia, A., Maleki Avarsin, S., & Yari Haj Atalo, J. (2024). Presenting a model of decentralization for Iran's education [Original]. *Iranian Journal of Educational Research*, 3(4), 231–252. <https://doi.org/10.22034/3.4.231>.

- Roy, G., Sikder, S., & Danaia, L. (2025). Adopting scientific literacy in early years from empirical studies on formal education: A systematic review of the literature. *International Journal of STEM Education*, 12(1), 26.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2009). *Scientific literacy, PISA, and socioscientific discourse: Assessment for progressive aims of science education*. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 909–921.
- Sari, A., Saleha, M. A. S., Salsabilla, N. K. S., Azaria, N. A., & Agustina, R. A. (2024). The dynamics and impact of globalization in the field of science and technology. *Binary Journal of Technology Education*, 1(1), 23–39.
- Shukla, S. Y., Theobald, E. J., Abraham, J. K., & Price, R. M. (2022). Reframing educational outcomes: Moving beyond achievement gaps. *CBE—Life Sciences Education*, 21(2), es2.
- Smith, B. L., Holliday, W. G., & Austin, H. W. (2010). Students' comprehension of science textbooks using a question-based reading strategy. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 363–379.
- Smith, T., Avraamidou, L., & Adams, J. D. (2022). Culturally relevant/responsive and sustaining pedagogies in science education: Theoretical perspectives and curriculum implications. *Cultural Studies of Science Education*, 17(3), 637–660.
- Tahirsylaj, A. (2019). Teacher autonomy and responsibility variation and association with student performance in Didaktik and curriculum traditions. *Journal of Curriculum Studies*, 51(2), 162–184.
- Taylor, N. (2014). *Issues in upper secondary science education: Comparative perspectives*. Springer.
- Wang, Y., Lavonen, J., & Tirri, K. (2018). Aims for learning 21st century competencies in national primary science curricula in China and Finland. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(6), 2081–2095.
- Yan, X., Yu, T., & Chen, Y. (2024). Global comparison of STEM education. In *Education in China and the world: Achievements and contemporary issues* (pp. 389–443). Springer Nature Singapore.
- Zhu, L., Davis, L. S., & Carr, A. (2021). A picture is not always worth a thousand words: The visual quality of photographs affects the effectiveness of interpretive signage for science communication. *Public Understanding of Science*, 30(3), 258–273.