



Research Paper

Analyzing the Challenges of Implementing Sustainable Development Education in Middle School Science: A Study Focusing on Teachers' Obstacles

Amir Satari Rad^{*1} Alireza Panahi² Rasoul Zolfi³ Mohammadreza Tajik⁴

¹ Senior Environmental Expert, Land Evaluation Department, Faculty of Environment, Karaj, Iran.

² Master of Science in Biochemistry, Teacher of Chemistry, Department of Education and Training, Alborz Province, District 4, Karaj, Iran.

³ Master of Science in Biology., Teacher of Biology, Department of Education and Training, Alborz Province, District 4, Karaj, Iran.

⁴ Civil Engineer, expert. Teacher of Physics., Department of Education and Training, Shahriar., Tehran Province.,Iran.

Keywords

Sustainable Development
Education
Experimental Sciences
Middle School
Curriculum Content
Teachers



A B S T R A C T

Given the increasing global challenges such as climate change, depletion of natural resources, environmental pollution, and socio-economic inequalities, attention to sustainable development education as a key tool for cultivating informed and responsible citizens has become increasingly important. The present study, using an analytical-descriptive approach and a systematic literature review, examines the challenges and opportunities of sustainable development education in the science curriculum of junior high school, emphasizing the role of teachers. The results of previous studies show that although some environmental components have been considered in science textbooks, the social and economic dimensions of sustainable development are still weak and there is no comprehensive and integrated approach to cover all dimensions of sustainability. This situation shows that science education in its current form does not have sufficient capacity to prepare students to play an active role in achieving sustainable development goals. Accordingly, the present study emphasizes the need to review the content of science textbooks and more seriously integrate sustainable development components. On the other hand, the role of teachers in implementing sustainability-related education is very crucial, because the quality of teaching, teachers' attitudes, and their ability to make connections between scientific concepts and environmental and social issues have a direct impact on students' learning. On the other hand, the results of the studies indicate several challenges for teachers in implementing these educations, which are, respectively, the importance of educational and curricular contents, resource limitations, perspectives and beliefs, conceptual, cultural, and environmental complexity, and finally political and organizational support. These findings indicate that education for sustainable development requires a comprehensive transformation in curriculum content, educational policies, and teacher empowerment. Ultimately, reviewing the educational content of experimental sciences and providing a supportive environment for teachers can be an important step towards educating a future generation that is aware, responsible, and capable in achieving the goals of sustainable development.

*Corresponding Author.

Email Adresses: sataryamir@gmail.com.

Satari Rad,A. , Panahi,A. , Zolfi,R. and Tajik,M. (2026). Analyzing the Challenges of Implementing Sustainable Development Education in Middle School Science: A Study Focusing on Teachers' Obstacles. Human Ecology, 4(13), 1768-1794.

 Doi: <https://doi.org/10.22034/he.2025.550795.1148>



تحلیل چالش‌های اجرای آموزش توسعه پایدار در علوم متوسطه اول: مطالعه‌ای با محوریت موانع پیش روی معلمان

امیر ستاری راد^{۱*}، علیرضا پناهی^۲، رسول زلفی^۳، محمدرضا تاجیک^۴

^۱ کارشناس ارشد محیط زیست، گرایش ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشکده محیط زیست، کرج، ایران.

^۲ کارشناس ارشد بیوشیمی، دبیر شیمی، اداره آموزش و پرورش استان البرز، ناحیه ۴ کرج، ایران.

^۳ کارشناس ارشد زیست شناسی، دبیر زیست شناسی، اداره آموزش و پرورش ناحیه ۴ کرج، ایران.

^۴ کارشناس عمران، دبیر فیزیک، اداره آموزش و پرورش شهریار، شهرستان های استان تهران، ایران.

واژگان کلیدی

آموزش توسعه پایدار علوم
تجربی مقطع متوسطه اول
محتوای درسی معلمان



چکیده

با توجه به افزایش چالش‌های جهانی همچون تغییرات اقلیمی، کاهش منابع طبیعی، آلودگی محیط‌زیست و نابرابری‌های اجتماعی-اقتصادی، توجه به آموزش توسعه پایدار به‌عنوان ابزاری کلیدی برای پرورش شهروندان آگاه و مسئول اهمیت روزافزونی یافته است. پژوهش حاضر با رویکرد تحلیلی-توصیفی و مرور نظام‌مند ادبیات، به بررسی چالش‌ها و فرصت‌های آموزش توسعه پایدار در برنامه درسی علوم تجربی دوره متوسطه اول با تأکید بر نقش معلمان پرداخته است. نتایج مطالعات پیشین نشان می‌دهد که اگرچه برخی مؤلفه‌های زیست‌محیطی در کتب درسی علوم مورد توجه قرار گرفته‌اند، اما ابعاد اجتماعی و اقتصادی توسعه پایدار همچنان کم‌رنگ هستند و رویکردی جامع و یکپارچه برای پوشش همه ابعاد پایداری وجود ندارد. این وضعیت نشان می‌دهد که آموزش علوم تجربی در شکل کنونی خود، ظرفیت کافی برای آماده‌سازی دانش‌آموزان جهت ایفای نقش فعال در تحقق اهداف توسعه پایدار را ندارد. بر این اساس، پژوهش حاضر بر ضرورت بازنگری در محتوای کتاب علوم تجربی و تلفیق جدی‌تر مؤلفه‌های توسعه پایدار تأکید می‌کند. از سوی دیگر، نقش معلمان در پیاده‌سازی آموزش‌های مرتبط با پایداری بسیار تعیین‌کننده است؛ چرا که کیفیت تدریس، نگرش معلمان و تولدایی آن‌ها در ایجاد ارتباط میان مفاهیم علمی و مسائل زیست‌محیطی و اجتماعی، تأثیری مستقیم بر یادگیری دانش‌آموزان دارد. از سوی دیگر، نتایج بررسی‌ها نشان‌دهنده چالش‌های متعددی برای معلمان در اجرای این آموزش‌ها است که به ترتیب اهمیت شامل‌های آموزشی و درسی، محدودیت منابع، دیدگاه‌ها و باورها، پیچیدگی مفهومی، فرهنگی و محیطی و در نهایت پشتیبانی سیاسی و سازمانی می‌باشد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که آموزش برای توسعه پایدار نیازمند یک تحول همه‌جانبه در محتوای درسی، سیاست‌های آموزشی و توانمندسازی معلمان است. در نهایت، بازنگری محتوای آموزشی علوم تجربی و فراهم کردن بستر حمایتی برای معلمان می‌تواند گامی مهم در جهت تربیت نسل آینده‌ای آگاه، مسئول و توانمند در مسیر تحقق اهداف توسعه پایدار باشد.

ارجاع به این مقاله: ستاری راد، امیر، پناهی، علیرضا، زلفی، رسول و تاجیک، محمدرضا. (۱۴۰۴). تحلیل چالش‌های اجرای آموزش توسعه پایدار در علوم متوسطه اول: مطالعه‌ای با محوریت موانع پیش روی معلمان. اکولوژی انسانی، ۴(۱۳)، ۱۷۶۸-۱۷۹۴.

۱. مقدمه

با افزایش روزافزون مشکلات زیست‌محیطی جهانی و توجه بیشتر مردم به توسعه پایدار، آموزش توسعه پایدار نقش حیاتی در آموزش ایفا می‌کند (Zwolińska et al., 2022). مسائلی مانند تغییرات آب‌وهوایی جهانی، کمبود منابع آب، از بین رفتن تنوع زیستی و آلودگی هوا تهدیدات بزرگی برای بقا و توسعه بشر به شمار می‌آیند (Jahani et al., 2022؛ Shoqeir, 2022؛ Padilla, 2021). علاوه بر این، استفاده غیرمنطقی و اتلاف منابع منجر به کاهش فزاینده منابع مختلف شده است (Salehi Kousalari et al., 2025؛ Grebenkov, 2022؛ Rayegani et al., 2018). که نیازمند اتخاذ روش‌های توسعه پایدار برای حل آن‌ها هستیم (Bacchus, 2022). در همین حال، نابرابری در توسعه اجتماعی-اقتصادی جهانی و افزایش شکاف طبقاتی نیز تأثیرات منفی بر جامعه و محیط زیست داشته است (Jahani et al., 2023؛ Ehigiamusoe., 2022). از همین رو، مفهوم توسعه پایدار (Sustainable Development) به عنوان یکی از پارادایم‌های اساسی در نیمه دوم قرن بیستم ظهور یافت. نقطه عطف تاریخی در تبیین این مفهوم، انتشار گزارش "آینده مشترک ما" توسط کمیسیون برانتلند در سال ۱۹۸۷ بود که برای نخستین بار تعریف جامعی از این مفهوم ارائه نمود: "فرآیندی از توسعه که نیازهای نسل حاضر را بدون مخاطره انداختن توانایی نسل‌های آینده در تأمین نیازهایشان برآورده سازد" (UNITED NATIONS, 1987). این تعریف بنیادین، سنگ بنای گفتمان توسعه پایدار در دهه‌های بعد گردید. با گذشت زمان، این مفهوم شکل کاملتری پیدا کرد و سه عامل توسعه: احترام به محیط زیست، پیشرفت اجتماعی و رشد اقتصادی را یا یکدیگر همسو کرد. بنابراین، ما به شدت نیازمند اتخاذ روش‌های توسعه اقتصادی پایدار برای ترویج توسعه هماهنگ سه بُعد هستیم (Orlova & Kuznetsov, 2018؛ Putehrigi and Satari Rad, 2019). در نهایت، در سال ۲۰۱۵، سازمان ملل متحد «دستور کار ۲۰۳۰ برای توسعه پایدار» را تصویب کرد که «برنامه اقدام برای مردم، سیاره و رفاه» را ارائه کرد (Herren, 2018). بخش جدایی‌ناپذیر دستور کار ۲۰۳۰، ۱۷ هدف توسعه پایدار است که توسط کشورهای عضو سازمان ملل متحد مورد توافق قرار گرفته است. این اهداف به عنوان اصول سازماندهی توسعه جهانی در نظر گرفته می‌شوند و هدف آن‌ها حل مسائل توسعه یکپارچه اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی است و نقشه‌ای برای دنیایی که در سال ۲۰۳۰ آرزو داریم، ارائه می‌دهند (Satari Rad et al., 2019؛ Seyedsayamdost, 2020).

در عین حال، استراتژی‌ها و ابتکارات اجرا شده در سطوح مختلف عمدتاً مبتنی بر تعامل متقابل عوامل اجتماعی، محیطی و مدیریتی هستند. این امر ناشی از این واقعیت است که محیط زیست و نیازها و فعالیت‌های انسانی را نمی‌توان جداگانه در نظر گرفت. بر این اساس بود که مفهوم آموزش برای توسعه پایدار متولد شد (Gorbunova, 2020).

دستیابی به اهداف توسعه پایدار (SDGs) فرآیندی پیچیده است که نیازمند تحولی عمیق در شیوه تفکر و عملکرد ماست (UNESCO, 2017). در این راستا، آموزش به عنوان یک ابزار قدرتمند و تحول‌آفرین، نقشی اساسی در تحقق این اهداف ایفا می‌کند و مدارس به عنوان بستری برای تسهیل این فرآیند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (Kleespies and Dierkes., 2022 و Okubo et al., 2021). ادغام اهداف توسعه پایدار در برنامه‌های آموزشی از سنین پایین، این اطمینان را می‌دهد که همه افراد به دانش نظری و عملی لازم برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار تا سال ۲۰۳۰ دست یابند (García-González et al., 2020). آموزش این مفاهیم در سنین اولیه حیاتی است، چرا که دانش‌آموزان را قادر می‌سازد تا از سنین پایین با چالش‌های جهانی آشنا شوند و با پذیرش مسئولیت اقدامات خود، به شهروندانی مفید برای جهان تبدیل گردند. این رویکرد آموزشی، آگاهی، مهارت‌ها، شایستگی‌ها و ارزش‌های دانش‌آموزان را پرورش می‌دهد تا برای ساختن جهانی پایدارتر اقدام کنند (Lundholm et al., 2013). به این ترتیب، آموزش اهداف توسعه پایدار، دانش‌آموزان و جوامع را برای مشارکت در تغییرات تحول‌آفرین آماده می‌کند. همچنین، آن‌ها را تشویق می‌کند تا به ارتباط بین مسائل محلی و جهانی با زندگی شخصی خود پی ببرند و درک کنند که انتخاب‌های سبک زندگی آن‌ها تأثیری عمیق بر جهان دارد و هر فردی می‌تواند در حفاظت از سیاره خود سهمی داشته باشد. یادگیری این اهداف به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا با تغییرات سریع، پیچیدگی فزاینده و عدم قطعیت‌های اجتناب‌ناپذیر مقابله کنند (Lotz-Sisitka et al., 2015 و Peng et al., 2024). در نتیجه، آموزش مؤثر اهداف توسعه پایدار برای ایجاد انگیزه در دانش‌آموزان جهت مشارکت در فعالیت‌های مرتبط با پایداری حیاتی است (Ohta et al., 2022).

بحران زیست‌محیطی در ایران به عنوان یکی از چالش‌های مهم جهانی شناخته می‌شود که مقابله با آن نیازمند رویکردی جامع و ملی است (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۶). در این راستا، نظام آموزشی و به ویژه برنامه‌های درسی مدارس، نقشی محوری ایفا می‌کنند. تحقیقات نشان داده است که آموزش‌های رسمی مرتبط با حفاظت از محیط زیست در مدارس می‌تواند نتایج بسیار مؤثری را در جامعه به دنبال داشته باشد (ماستم و دنیل، ۲۰۱۶). آموزش حفاظت از محیط زیست در مدارس به خصوص در کتب درسی، یک از راهبردهای اساسی و مهم در انعکاس اهمیت مسائل زیست‌محیطی و حفظ و احیای آن‌ها است (Keramati & Ahmad Abadi., 2018) که بهترین وسیله برای این امر محتوای کتاب‌های درسی مدارس است. از همین رو، آموزش و پرورش، به عنوان یکی از نهادهای اصلی آموزش رسمی، مسئولیت

خطیری در زمینه آموزش‌های زیست‌محیطی بر عهده دارد؛ چرا که بدون چارچوب رسمی و ارزشیابی، این آموزش‌ها ممکن است از اولویت خارج شده و جدی گرفته نشوند. از این رو، بسیاری از کشورهای جهان، آموزش‌های زیست‌محیطی را با برنامه‌های درسی رسمی تلفیق کرده‌اند (Campbell et al., 2010)، و دروسی مانند مطالعات اجتماعی (ÖZDEMİR, 2022)، علوم تجربی (Eghdami and Ahmadi., 2014) و جغرافیا (Lee, 2021) را به عنوان ابزاری مناسب برای این منظور به کار گرفته شده‌اند. بنابراین، هدف این تحقیق، بررسی آموزش اهداف آموزش توسعه پایدار در برنامه‌های درسی کتاب علوم تجربی مقطع متوسطه اول است که مبتنی بر رویکرد یادگیری-فکر-عمل می‌باشد که به افزایش دانش دانش‌آموزان پایه‌های هفتم، هشتم و نهم در مورد این اهداف کمک خواهد کرد. به این ترتیب، سوالات این تحقیق به شرح زیر است:

- مهم‌ترین موانع آموزشی و برنامه‌درسی معلمان در تدریس توسعه پایدار چیست؟
- چه محدودیت‌های سازمانی و منابعی مانع اجرای مؤثر این آموزش‌ها می‌شود؟
- باورها و نگرش‌های معلمان چگونه بر آموزش توسعه پایدار اثر می‌گذارد؟
- ابعاد مفهومی، فرهنگی و محیطی چگونه اجرای این آموزش‌ها را دشوار می‌کنند؟

به علاوه، این پژوهش از محدود مرورهای نظام‌مند در ایران است که با بهره‌گیری از چارچوب PRISMA و تحلیل ۴۳ مطالعه داخلی و بین‌المللی، تصویری جامع و چندبعدی از چالش‌های معلمان در آموزش توسعه پایدار در درس علوم تجربی ارائه می‌دهد. نوآوری اصلی این پژوهش در ارائه یک چارچوب مفهومی شبکه‌ای و مبتنی بر شواهد است که نشان می‌دهد چالش‌ها نه به صورت مجزا، بلکه در قالب یک ساختار تقویتی و درهم‌تنیده عمل می‌کنند و ضعف محتوا، ادراک حرفه‌ای معلمان، محدودیت‌های ساختاری، کمبود منابع و عوامل فرهنگی یکدیگر را تشدید می‌نمایند. همچنین این مطالعه، برخلاف پژوهش‌های پیشین که معمولاً به یک بعد از مسئله پرداخته‌اند، با رویکردی ترکیبی، وضعیت ایران را در مقایسه با نظام‌های آموزشی سایر کشورها تحلیل کرده و علاوه بر شناسایی موانع، فرصت‌های موجود برای تقویت آموزش توسعه پایدار را نیز استخراج کرده است. از این رو، پژوهش حاضر با ارائه تحلیلی شواهدمحور و پیشنهاد‌های کاربردی و متناسب با شرایط آموزش و پرورش ایران، به غنی‌سازی ادبیات علمی و سیاست‌گذاری آموزشی در حوزه توسعه پایدار کمک می‌کند.

۲. روش تحقیق

این پژوهش از نوع تحلیلی-توصیفی است و با رویکرد مرور نظام‌مند-روایتی انجام شده است به دلیل ماهیت مروری پژوهش، انجام مصاحبه یا مطالعه میدانی ضروری نبود. هدف اصلی، بررسی وضعیت آموزش توسعه پایدار در برنامه درسی علوم تجربی دوره متوسطه اول و شناسایی چالش‌های معلمان در اجرای این نوع آموزش بوده است. در این رویکرد، منابع علمی معتبر با روش اسنادی و تحلیلی بررسی و سپس به صورت نظام‌مند کدگذاری و طبقه‌بندی شده‌اند تا تصویری جامع از وضعیت موجود ارائه شود. جستجوی منابع بر اساس دستورالعمل PRISMA انجام شد. پایگاه‌های اطلاعاتی Google Scholar، Scopus، ERIC، Web of Science، ScienceDirect، SID، Magiran، Noormags و Civilica برای بازیابی منابع به کار گرفته شدند. جستجو بدون محدودیت زبانی انجام شد، اما اغلب منابع به زبان فارسی و انگلیسی بودند. برای یافتن منابع مرتبط، از کلیدواژه‌های جدول ۱ با ترکیب عملگرهای AND و OR استفاده شد. برای بررسی شواهد، به دلیل هم‌زمانی با انتشار چارچوب‌ها و اهداف توسعه پایدار سازمان ملل، فقط مطالعات منتشرشده در بازه ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴ وارد تحلیل شدند.

جدول ۱. کلیدواژه‌های جستجوی منابع

کلید واژه های فارسی	کلید واژه های انگلیسی
آموزش توسعه پایدار	Education for sustainable development
توسعه پایدار	Sustainable development
آموزش محیط زیست	Environmental education
علوم تجربی	Science curriculum
دوره متوسطه اول	Middle school
چالش‌های معلمان	Teacher challenges
برنامه درسی علوم	Barriers to Education for sustainable development
آموزش پایداری	

سپس معیارهای ورود و خروج مطالعات با هدف انتخاب منابع معتبر و مرتبط تعیین شد. بر این اساس، تنها آثاری وارد تحلیل شدند که بر آموزش توسعه پایدار، آموزش محیط زیست یا محتوای مرتبط با پایداری در درس علوم تجربی تمرکز داشتند و از نظر موضوعی با معلمان، برنامه درسی علوم یا کتاب‌های علوم دوره متوسطه اول ارتباط مستقیم داشتند. همچنین، مطالعه باید در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴ منتشر شده و از متن کامل و کیفیت علمی قابل قبول برخوردار می‌بود. در مقابل، منابعی که به حوزه آموزش عالی یا رشته‌های غیرمرتبط تعلق

داشتند، پژوهش‌هایی که مستقیماً به آموزش علوم دوره متوسطه اول نمی‌پرداختند، مطالعات فاقد کیفیت علمی یا فاقد متن کامل، و نیز آثار تکراری، از روند تحلیل حذف شدند.

در نهایت، فرآیند شناسایی و انتخاب منابع این پژوهش مطابق با چارچوب PRISMA و در چند مرحله انجام شد. در گام نخست، تعداد ۲۹۲ منبع علمی از طریق پایگاه‌های اطلاعاتی شناسایی شد. پس از حذف ۸۲ مورد تکراری، تعداد ۲۲۸ منبع برای غربالگری اولیه باقی ماند. در مرحله غربالگری عنوان و چکیده، به دلیل عدم ارتباط محتوایی، ۱۵۰ مطالعه کنار گذاشته شد و ۷۸ منبع وارد مرحله ارزیابی تمام‌متن شدند. سپس با بررسی دقیق متن کامل مقالات و اعمال معیارهای ورود و خروج، ۳۵ منبع به دلیل عدم انطباق با معیارهای تعیین‌شده حذف شد. در نهایت، ۴۳ مطالعه واجد شرایط شناسایی شدند که به‌عنوان منابع اصلی تحلیل نهایی پژوهش مورد استفاده قرار گرفتند (شکل ۱).



شکل ۱. نمودار جریان شناسایی و گزینش مطالعات مطابق با دستورالعمل‌های بیانیه PRISMA

برای تحلیل داده‌ها از تحلیل مضمون با رویکرد مطالعه اسنادی استفاده شد. پس از انتخاب منابع واجد شرایط، محتوای هر مطالعه به‌دقت خوانده شد و مفاهیم، گزاره‌ها و چالش‌های مرتبط با آموزش توسعه پایدار در درس علوم تجربی استخراج گردید. در مرحله اول، کدهای اولیه شامل واژگان، جملات کلیدی و ایده‌های تکرارشونده از متون استخراج شد. در مرحله دوم، این کدهای مشابه و مرتبط در قالب طبقات محوری گروه‌بندی شدند. در نهایت، طبقات شکل گرفته در چند مضمون اصلی سازمان‌دهی شد تا الگوی کلی چالش‌ها و مسائل موجود آشکار شود. این فرآیند به‌صورت دستی و مبتنی بر مقایسه مداوم میان مطالعات انجام شد و هدف آن، شناسایی منسجم‌ترین مضامین مشترک در متون بود. از آنجا که پژوهش حاضر از نوع مرور نظام‌مند-روایتی است، استفاده از نرم‌افزارهای تحلیل کیفی یا مصاحبه ضروری نبود و تحلیل داده‌ها به روش اسنادی و بر پایه شواهد موجود در منابع انجام شد.

۳. مبانی نظری

۱.۳. اهمیت آموزش توسعه پایدار

در دستور کار ۲۰۳۰، ۱۷ هدف اصلی و ۱۶۹ هدف فرعی برای توسعه پایدار معرفی گردید (جدول ۲) که توسط رهبران جهان به رسمیت شناخته شد و در سپتامبر ۲۰۱۵ رسماً به اجرا در آمد. به طور کلی اهداف توسعه پایدار یک چارچوب جامع برای رسیدگی به چالش‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی مبرم در سراسر جهان فراهم می‌کند.

جدول ۲. اهداف توسعه پایدار تعریف شده در دستور ۲۰۳۰ در سال ۲۰۱۵

ردیف	هدف	توضیح
۱	پایان دادن به فقر	ریشه‌کن کردن فقر در همه اشکال آن در سراسر جهان.
۲	پایان دادن به گرسنگی	دستیابی به امنیت غذایی، بهبود تغذیه و ترویج کشاورزی پایدار.
۳	سلامت و رفاه	تضمین زندگی سالم و ترویج رفاه برای همه در تمام سنین.
۴	آموزش باکیفیت	تضمین آموزش فراگیر، عادلانه و باکیفیت برای همه.
۵	برابری جنسیتی	دستیابی به برابری جنسیتی و توانمندسازی زنان و دختران.
۶	آب پاک و بهداشت	تضمین دسترسی به آب سالم و بهداشت برای همه.

ردیف	هدف	توضیح
۷	انرژی پاک و مقرون به صرفه	تضمین دسترسی به انرژی پایدار، قابل اطمینان و مقرون به صرفه.
۸	کار شایسته و رشد اقتصادی	ترویج رشد اقتصادی پایدار، اشتغال کامل و کار شایسته.
۹	صنعت، نوآوری و زیرساخت	توسعه زیرساخت‌های مقاوم، صنعتی شدن پایدار و ترویج نوآوری.
۱۰	کاهش نابرابری‌ها	کاهش نابرابری در درون و بین کشورها.
۱۱	شهرها و جوامع پایدار	ایجاد شهرها و سکونتگاه‌های انسانی پایدار، ایمن و مقاوم.
۱۲	مصرف و تولید مسئولانه	تضمین الگوهای مصرف و تولید پایدار.
۱۳	اقدام برای مقابله با تغییرات آب‌وهوایی	اقدام فوری برای مبارزه با تغییرات اقلیمی و اثرات آن.
۱۴	حفاظت از حیات زیر آب	حفظ و استفاده پایدار از اقیانوس‌ها، دریاها و منابع دریایی.
۱۵	حفاظت از حیات خشکی	مدیریت پایدار جنگل‌ها، مبارزه با بیابان‌زایی و توقف تخریب تنوع زیستی.
۱۶	صلح، عدالت و نهادهای قوی	ترویج جوامع صلح‌طلب و فراگیر برای توسعه پایدار.
۱۷	مشارکت برای تحقق اهداف	تقویت ابزارهای اجرایی و احیای مشارکت جهانی برای توسعه پایدار.

آموزش مهم‌ترین ابزار برای شکل‌دهی مجدد جهان‌بینی و ارزش‌ها است و پتانسیل عظیمی برای حل چالش‌های پایداری پیش روی بشریت دارد (Kioupi and Voulvoulis, 2019). آموزش می‌تواند به یادگیرندگان قدرت دهد تا پایداری را به عنوان یک سبک زندگی بپذیرند (UNESCO, 2015; Scoones et al., 2018). از همین رو، آموزش برای توسعه پایدار به عنوان راهبردی کلیدی و مؤثرترین سازوکار برای ایجاد تحولات ساختاری مطرح می‌گردد (Hernandez et al., 2017). این رویکرد آموزشی نه تنها در پرورش شهروندانی آگاه و مسئول با نگرش‌های نظام‌مند نقش محوری ایفا می‌کند، بلکه به عنوان کارآمدترین روش برای نهادینه‌سازی مفاهیم توسعه پایدار در سطوح مختلف جامعه عمل می‌نماید (Stevenson, 2022). اگرچه ارتباط مستقیم نظام‌های آموزشی با هدف چهارم توسعه پایدار (ارائه آموزش با کیفیت، عدالت و فراگیر همراه با ترویج یادگیری مادام‌العمر) کاملاً آشکار است، لیکن تأثیرات غیرمستقیم و چندلایه آموزش در تحقق تمامی اهداف هفده‌گانه توسعه پایدار به عنوان عاملی تسهیل‌گر و توانمندساز قابل مشاهده می‌باشد (Kioupi and Voulvoulis., 2019; Camilleri and Camilleri., 2019). این نقش دوگانه آموزش، هم به عنوان هدف مستقل و هم به عنوان ابزار تحقق سایر اهداف، جایگاه خاص آن را در چارچوب توسعه پایدار تبیین می‌نماید.

با وجود پیشرفت‌های حاصل از ابتکارات جهانی متعدد در زمینه آموزش، چالش‌های قابل توجهی همچنان باقی است. یکی از مهم‌ترین موانع، دسترسی ناکافی به آموزش برای محروم‌ترین کودکان است (UNEP, 2012). مرکز بیش از حد بر دسترسی به آموزش، اغلب کیفیت محتوای یادگیری و شایستگی معلمان را نادیده گرفته است، که در نتیجه بسیاری از دانش‌آموزان با مهارت‌های اساسی فارغ‌التحصیل نمی‌شوند (McArthur, 2013). این مشکل به ویژه در کشورهای در حال توسعه، جایی که معلمان اغلب آموزش کافی ندیده‌اند، به نتایج یادگیری ضعیف دامن می‌زند (UNESCO and UNICEF, 2013). علاوه بر این، نابرابری‌های جنسیتی در برخی مناطق همچنان پابرجاست (UN, 2011) و رشد سریع جمعیت در کنار کاهش نگران‌کننده کمک‌های مالی برای توسعه آموزش، منابع محدود را تحت فشار قرار می‌دهد (Turner, 2009).

نهادینه‌سازی آموزش برای توسعه پایدار و همسویی مؤثر آن با مسیرهای توسعه پایدار یک چالش مداوم است (Buckler & Creech, 2014). همچنین، موفقیت این ابتکارات در تغییر برنامه‌های درسی و رویکردهای آموزشی به سمت پایداری نامشخص است (UNESCO, 2014). شواهد تجربی محدود نشان می‌دهد که ناهماهنگی‌ها و کاستی‌های موجود در برنامه‌های درسی و استراتژی‌های آموزشی، تأثیر مثبتی محدودی داشته‌اند. این امر به حدی رسیده که دانش‌آموزان و معلمان از مفاهیم پایداری احساس خستگی و بی‌علاقگی می‌کنند (Pauw et al., 2015; Lawrence, 2020; Thomas, 2004; Scott, 2015; Seatter and Ceulemans, 2017). در بسیاری موارد، رویکرد پایداری بیشتر بر تلقین دیدگاه‌های خاص به دانش‌آموزان تمرکز داشته، به جای توانمندسازی آن‌ها برای تفکر انتقادی و نتیجه‌گیری مستقل بر اساس شواهد (Carew and Mitchell, 2008).

نظام آموزشی جدید به عنوان محرک اصلی در تحول الگوهای توسعه سنتی که صرفاً بر شاخص‌های اقتصادی متمرکز هستند، به سوی جامعه‌ای پایدار عمل می‌کند. یافته‌های یونسکو نشان می‌دهد که کارآمدی این نقش منوط به تلفیق عمیق «بنیان‌های نظری، ارزش‌های اخلاقی و روش‌های عملی توسعه پایدار در تمام سطوح فرآیند یاددهی-یادگیری» است (UNESCO, 2005). در واقع، آموزش برای توسعه پایدار، فراتر از انتقال دانش تخصصی در حوزه‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی است. این رویکرد دربرگیرنده پرورش قابلیت‌های شناختی، نگرش‌های مسئولانه و نظام‌های ارزشی است که افراد را به سمت کشف شیوه‌های معیشت پایدار، مشارکت فعال در فرآیندهای

دموکراتیک و اتخاذ سبک زندگی همسو با اصول پایداری سوق می‌دهد (Zwolińska et al., 2022). ماهیت تحولی این آموزش نه در انتقال منفعلانه اطلاعات، بلکه در تقویت حس مسئولیت‌پذیری جمعی شکوفا می‌شود؛ به گونه‌ای که با طراحی محتوای آموزشی آینده‌نگر، زمینه‌ساز تقویت مهارت‌های حل مسائل پیچیده، کار گروهی اثربخش، گفت‌وگوی سازنده، تفکر نقادانه و نگرش نظام‌مند می‌گردد (Annadine et al., 2023). در نهایت، هدف این فرآیند تربیتی، تجهیز فراگیران به شایستگی‌های حرفه‌ای، انگیزه‌های درونی و چارچوب‌های ارزشی است که امکان مشارکت سازنده آنان در پیشرفت جامعه جهانی را فراهم می‌آورد (Peterson et al., 2018; Odell et al., 2019). با این حال، باید به چالش‌هایی مانند محدودیت منابع و سطوح مختلف حمایت نهادهای آموزشی نیز توجه کرد تا بتوان تأثیر آموزش توسعه پایدار را در آموزش متوسطه اول را به حداکثر رساند (Al-Kuwari et al., 2021). به طور کلی، بر خلاف رویکردهای سنتی که عمدتاً بر انتقال دانش شناختی متمرکز هستند، آموزش توسعه پایدار یک رویکرد کل‌نگر و جامع را در پیش می‌گیرد که سه بعد اصلی یادگیری را شامل می‌شود (Schneider et al., 2013):

شناختی: این بُعد بر بهبود نحوه تفکر و درک اطلاعات در مورد مسائل پیچیده مانند تغییرات اقلیمی و از دست رفتن تنوع زیستی تمرکز دارد. هدف، ترویج تفکر انتقادی و سیستمی است (Wartha et al., 2020). این تغییر بر نیاز به روش‌های آموزشی نوآورانه که همکاری و تفکر انتقادی را تقویت می‌کنند، تأکید دارد؛ تفکری که برای پرداختن به چالش‌های پیچیده توسعه پایدار ضروری است (Zoldy et al., 2022).

اجتماعی-عاطفی: این بُعد شامل توسعه مهارت‌های اجتماعی، همدلی و هوش هیجانی است. این مهارت‌ها به افراد کمک می‌کنند تا در تیم‌ها به طور مؤثر کار کنند، با دیدگاه‌های مختلف ارتباط برقرار کرده و حس تعلق به یک جامعه مشترک را توسعه دهند (Hwa-Froelich, 2022). علاوه بر این، تقویت این مهارت‌های اجتماعی-عاطفی برای توانمندسازی دانش‌آموزان برای مشارکت فعال در جوامع خود و کمک به ابتکارات توسعه پایدار بسیار مهم است (Cristóvão et al., 2023).

رفتاری: این بُعد دانش‌آموزان را تشویق می‌کند تا به اقدامات و رفتارهای مثبت و مسئولانه در سطح ملی، محلی و جهانی بپردازند. هدف نهایی آموزش توسعه پایدار، توانمندسازی افراد برای تبدیل شدن به عواملان تغییر است (Nguyen et al., 2016). این توانمندسازی یک ضرورت است زیرا افراد را قادر می‌سازد تا ضمن پرداختن به چالش‌های مبرم اجتماعی و زیست‌محیطی، به طور فعال در ایجاد آینده‌ای پایدار مشارکت کنند (Densmaa et al., 2022).

گذار از رویکرد «آموزش در مورد توسعه پایدار» به «آموزش برای توسعه پایدار»، یک تغییر پارادایم اساسی را نشان می‌دهد. این تغییر، تمرکز را از ارائه اطلاعات فقط به صورت نظری به توانمندسازی افراد برای تبدیل شدن به عواملان تغییر است (Fayzullaeva, 2022). این تحول، آموزش توسعه پایدار را از یک موضوع درسی به یک فلسفه آموزشی تبدیل می‌کند که هدف نهایی آن، تأثیرگذاری پایدار بر زندگی یادگیرندگان و جوامع است (Gajparia et al., 2022).

۲.۳ نظام آموزش و پرورش ایران و توسعه پایدار

در ایران، سند تحول بنیادین آموزش و پرورش به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اسناد بالادستی، نقش راهبردی در هدایت نظام آموزشی به سوی تحقق اهداف توسعه پایدار ایفا می‌کند. این سند بر اصولی مانند مشارکت‌جویی، مدرسه‌محوری و انعطاف در اجرای برنامه‌ها تأکید دارد تا بتوان نیازها و شرایط محلی را بهتر پاسخ داد. در چارچوب آیین‌نامه اجرایی مدارس (مصوب ۱۴۰۰)، تأکید بر ارتقاء کیفیت آموزشی، توسعه مشارکت مدیران، معلمان، والدین و جامعه محلی فراهم شده است که می‌تواند زیرساختی برای گنجاندن آموزش توسعه پایدار در فرآیند یاددهی-یادگیری مدارس باشد (Supreme Council of Education, 2021). علاوه بر اسناد بالادستی، اقداماتی برای پیاده‌سازی مؤثر سند تحول در آموزشگاه‌ها نیز انجام شده است. مقاله‌ای تحلیلی نقشه راه پیاده‌سازی ساخت‌های شش‌گانه سند تحول — شامل تربیت علمی، دینی، اخلاقی، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی — را ارائه داده و نقش آن را در پرورش شهروندان مسئول و آگاه برجسته کرده است (Taghavi et al., 2024).

از سوی دیگر، Hosseini Ziyarti (۲۰۱۹) به نقش حیاتی آموزش و پرورش در دستیابی به توسعه پایدار اشاره کرده‌اند. این مطالعه به بررسی نقش آموزش و پرورش و تعلیم و تربیت اسلامی در توسعه پایدار کشور پرداخته است و آموزش و پرورش را به‌عنوان محور تربیت انسانی متعهد، متخصص و توانمند معرفی می‌کند که پیش‌شرط محقق شدن توسعه پایدار در همه ابعاد است. همچنین در پژوهش دیگری پژوهشگر به ضرورت بازتعریف نقش آموزش و پرورش به‌عنوان زیربنای توسعه پایدار پرداخته و آن را عامل اصلی گذر از توسعه اقتصادی سنتی به تحول همه‌جانبه در جامعه دانسته است (Khosravi and Fakharian, 2021).

۳.۳. اهمیت تلفیق آموزش توسعه پایدار در کتاب علوم مقطع متوسطه اول

یکی از اهداف برنامه های درسی علوم، تربیت شهروندان مسئول و آگاه است. این برنامه تلاش دارد تا دانش آموزان بتوانند در موقعیت های مختلف تصمیم های درستی بگیرند و چالش های جامعه را با رعایت اصول توسعه پایدار حل کنند. بسیاری از پژوهشگران (Krajcik et al., 2022; Jordan and Chawla., 2019; Hodson, 2003; Sukarjita et al., 2014) معتقدند که تلفیق آموزش های زیست محیطی با برنامه درسی علوم در مدارس، منجر به افزایش دانش و مهارت های حفاظت از محیط زیست در دانش آموزان و ایجاد یادگیری عمیق تر و مؤثرتر در آن ها می شود. این امر به دلیل آن است که کتاب درسی علوم، دیدگاه نظری جامعی را در مورد پدیده های محیط طبیعی ارائه می دهد (Safari Rad et al 2024; Simplicio et al., 2016). برنامه درسی علوم که شامل مفاهیم علمی در زمینه های فیزیک، شیمی، زیست شناسی و زمین شناسی است که بستر مناسبی برای بررسی ماهیت و معنای پدیده های طبیعی و رفتارهای مرتبط با آن ها فراهم می آورد (Taber, 2023). آن ها می توانند در مورد اکوسیستم های مختلف و توزیع منابع طبیعی زمین اطلاعات بیشتری به دست آورند و به این ترتیب تأثیر فعالیت های انسانی بر منابع طبیعی و ریشه مشکلات زیست محیطی را بهتر درک کنند (Schizas., 2017). علاوه بر این، کتاب علوم به دانش آموزان کمک می کند فرآیند های طبیعی در اکوسیستم ها و همچنین مشکلات زیست محیطی و اجتماعی را که مناطق مختلف با آن روبرو هستند به شکل ملموس تری احساس کنند (Maya Kurnianingrum et al., 2022). با این حال، اگر آگاهی از مشکلات با نیاز و تمایل درونی افراد و همچنین آموزش مناسب پشتیبانی نشود، ممکن است نتایج ملموسی به همراه نداشته باشد و چالش های موجود را حل نکند - بنابراین، وضعیت دشوار فعلی تغییر نخواهد کرد. در عین حال، پژوهش ها در کتاب های درسی مقطع متوسطه اول حاکی از آن است که مؤلفه های آموزش محیط زیست و توسعه پایدار در محتوای کتاب های درسی کافی نبوده و مؤلفه های نگرشی زیست محیطی در کتاب های علوم تجربی کم توجهی شده است (Taghieh et al., 2013; Fazeli and Mahdavi, 2019). همچنین نتایج حذرآنی و فاطمه پرک حاکی از آن است محتوای زیست محیطی موجود در کتاب درسی علوم تجربی کمتر کاربردی هستند (Hazarkhani and Parak, 2023). همچنین بر اساس مطالعه Ahmad Abadi و Keramati (۲۰۱۸) مهم ترین نقطه قوت کتاب های درسی علوم، توجه به سطوح بالای شناختی در طراحی تکالیف گروهی است. اما بی توجهی نسبی به اصول سازماندهی محتوا، به ویژه در پایه هشتم، به عنوان اصلی ترین ضعف این کتاب ها محسوب می شود. از طرفی دیگر، نتایج مطالعه Ahmadi و Eghdami (۲۰۱۴) نشان داد که در کتاب هفتم، بعد فرهنگی و در کتاب های هشتم و نهم، بعد زیست محیطی بیشترین اهمیت را دارند. در هر سه کتاب، بعد اقتصادی آموزش برای توسعه پایدار کمترین ضریب اهمیت را به خود اختصاص داده است. همچنین در آموزش مسائل زیست محیطی و توسعه پایدار در کتاب های علوم تجربی مربوط به آلودگی صوتی است. به طور کلی بر اساس مطالعات انجام شده در کتاب های درسی علوم تجربی پایه های هفتم، هشتم و نهم مقطع متوسطه اول ۱۶ مؤلفه با محتوای مرتبط با توسعه پایدار شناسایی شدند (جدول ۳). بر اساس تحلیل محتوای کیفی انجام شده، بیشتر فعالیت ها و مطالب مرتبط با توسعه پایدار در سطح شناختی پایین (دانش و فهم) قرار دارند و سطوح کاربرد، تحلیل یا ارزیابی کمتر دیده می شود. همچنین، اگرچه مؤلفه ها در اسناد مطالعه شده وجود دارند، اما ارائه آن ها غالباً سطحی است، فاقد مثال های بومی، فاقد فعالیت های تجربی، و بدون ارتباط با مسائل واقعی جامعه.

جدول ۳. مؤلفه های اصلی توسعه پایدار شناسایی شده بر اساس مطالعات انجام شده

مؤلفه های شناسایی شده						
	Hamidani Pour et al (2025)	Samadi & Ahmadvand (2017)	Hazarikani and Parak (2023)	Fazeli and Mahdavi (2019)	Keramati & Ahmad Abadi (2018)	Eghdami and Ahmadi (2014)
۱	*	*	*	*	*	*
۲	*	*	*	*	*	*
۳	*	*	*	*	*	*
۴	*	*	*	*	*	*
۵	*	*	*	*	*	*
۶	*	*	*	*	*	*

۷	زباله و ارزش بازیافت	*	*	*	*	*
۸	مصرف بهینه از مواد و منابع انرژی	*	*	*	*	*
۹	تأثیر آلاینده‌ها بر زیست بوم‌ها	*	*	*	*	*
۱۰	تنوع زیستی حفاظت از گیاهان و جانوران	*	*	*	*	*
۱۱	چرخه‌ها و فرایندهای موجود در اکوسیستم	*	*	*	*	*
۱۲	حقوق بشر	*	*	*	*	*
۱۳	برابری جنسیتی	*	*	*	*	*
۱۴	میراث و تنوع فرهنگی	*	*	*	*	*
۱۵	کاهش فقر	*	*	*	*	*
۱۶	اقتصاد	*	*	*	*	*

۴.۳. نقش معلمان در آموزش توسعه پایدار به دانش آموزان

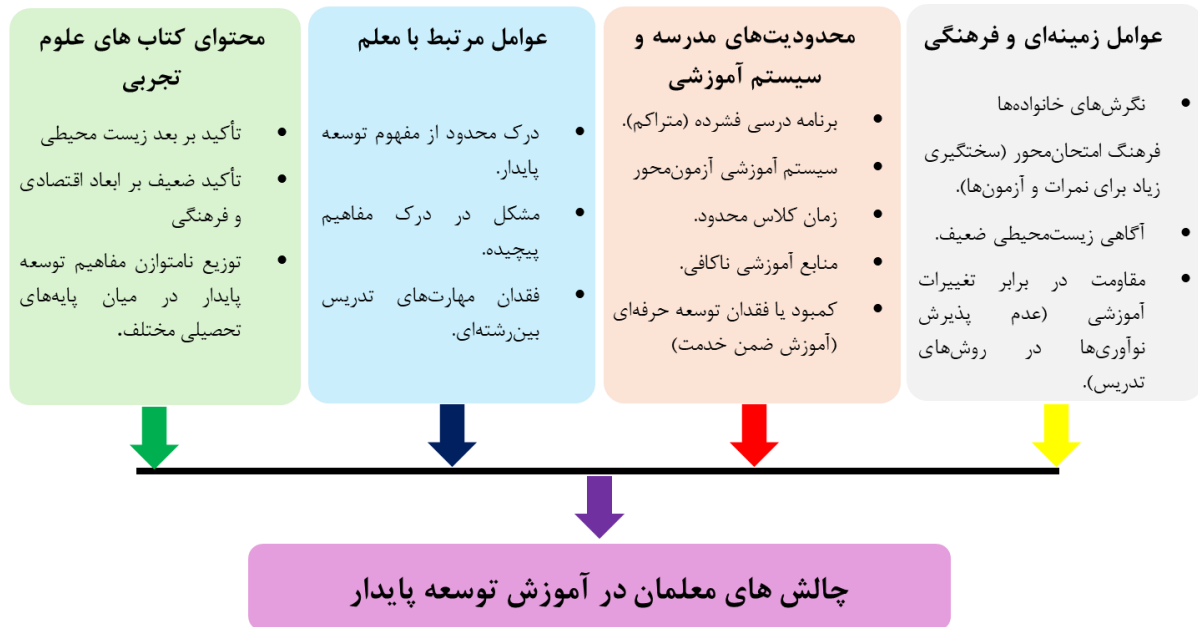
جایگاه معلم در فرآیند آموزشی به دلیل نقش چندوجهی او، به ویژه به عنوان مربی از اهمیت بالایی برخوردار است (Winanjar Rahayu et al., 2023). نقش معلم به عنوان یک مربی، حیاتی‌ترین عملکرد آموزشی برای توسعه شخصیت قوی در دانش‌آموزان است (Komalasari and Saripudin, 2018; Muhammadiyah et al., 2022). معلم با ایفای نقش کلیدی در مدیریت و تسهیل فرآیند یاددهی-یادگیری زمینه را برای شکوفایی کامل استعدادهای فردی دانش‌آموزان فراهم می‌آورد (Hendrizal et al., 2022; Silitonga et al., 2022). از آنجایی که معلمان در محیط آموزشی به منزله الگوهای تربیتی برای دانش‌آموزان عمل می‌کنند، مشارکت فعال آن‌ها در شکل‌گیری شخصیت آن‌ها، مستقل از تأثیرات محیطی خارج از مدرسه، امری حیاتی محسوب می‌شود (Khusuma et al., 2022; Masnuna, 2020). نقش معلمان در دوره متوسطه اول برای ترویج آموزش توسعه پایدار بسیار حیاتی است. آن‌ها نه تنها دانش را منتقل می‌کنند، بلکه مهارت‌های تفکر انتقادی و حل مسئله را نیز در دانش‌آموزان پرورش می‌دهند که برای رویارویی با چالش‌های جهانی ضروری است. معلمان به عنوان راهنما عمل می‌کنند و ضمن ارتقاء ارزش‌های پایداری، دانش‌آموزان را در مسیر رشد تحصیلی و شخصی هدایت می‌نمایند. این نقش چندوجهی در شکل‌گیری درک دانش‌آموزان از پایداری و مسئولیت‌های آن‌ها در قبال محیط زیست و جامعه بسیار مهم است (Osadolor, 2016).

معلمان به عنوان تسهیل‌کنندگان آموزش برای توسعه پایدار، دانش و مهارت‌های لازم در مورد پایداری را به دانش‌آموزان منتقل می‌کنند و مفاهیم اهداف توسعه پایدار را در برنامه درسی خود ادغام می‌نمایند (Dhaka, 2024). همچنین، با ارائه حمایت و راهنمایی، محیط یادگیری مثبتی را فراهم می‌آورند که دانش‌آموزان را به مشارکت در مسائل پایداری تشویق می‌کند (Poonam, 2024). Vukic (۲۰۲۰) خاطر نشان می‌کند که اگر قرار است آموزش و پرورش به دانش‌آموزان کمک کند تا به سمت سبک زندگی مبتنی بر اصول توسعه پایدار تغییر کنند، باید بر کسانی که دیدگاه‌ها و اقدامات آنها بر این دانش‌آموزان تأثیر می‌گذارد - معلمان - تمرکز بیشتری شود. برنامه‌های توسعه حرفه‌ای مستمر نیز در افزایش درک معلمان از آموزش توسعه پایدار و توانمندسازی آن‌ها برای ادغام مؤثر اصول پایداری در شیوه‌های تدریسشان نقش بسزایی دارد (Ferguson et al., 2021; Shaker et al., 2024). این رویکرد، تأثیر قابل توجهی بر رشد دانش‌آموزان دارد. در نهایت، با لقای ارزش‌ها و مهارت‌های زندگی، معلمان دانش‌آموزان را برای تبدیل شدن به شهروندان مسئولی آماده می‌سازند که می‌توانند در مسیر توسعه پایدار سهیم باشند. با این حال، Down (۲۰۱۱)، معتقد است برای اینکه معلمان عامل تغییر در دانش‌آموزان باشند، دانش و نگرش معلمان باید از عدالت سیاسی و اجتماعی حمایت کند. در واقع، Laurie و همکارانش (۲۰۱۶) تأکید می‌کنند که اگر معلمان آموزش توسعه پایدار را درک نکنند، یادگیری دانش‌آموزان تحت تأثیر منفی قرار خواهد گرفت. تعامل و درک دیدگاه‌های معلمان یک گام اساسی و ضروری برای اطلاع‌رسانی در مورد اهداف توسعه پایدار است. با توجه به اینکه باورها و درک خود معلمان می‌تواند (به طور ضمنی یا صریح) بر ارائه محتوای کلاس درس آنها تأثیر بگذارد، درک آن‌ها از پایداری می‌تواند کیفیت محتوای ارائه شده در تدریس را تحت الشعاع قرار دهد. (Down, 2024). علاوه بر این، اگر درک معلمان از توسعه پایدار محدود باشد و جنبه‌های تفکر سیستمی را در بر نگیرد، تحقق توسعه پایدار که بر رویکردی جامع به توسعه متمرکز است و همه ابعاد جامعه، اقتصاد و محیط زیست را در نظر می‌گیرد، محدود می‌شود.

۵.۳. چارچوب مفهومی پژوهش

بر اساس مبانی نظری، تحلیل محتوای کتاب‌های علوم، پیشینه پژوهش و یافته‌های استخراج‌شده از مرور نظام‌مند منابع، چارچوب مفهومی پژوهش حاضر نشان می‌دهد که چالش‌های معلمان در آموزش توسعه پایدار نتیجه تعامل چندسطحی چهار عامل کلیدی است: محتوای کتاب‌های علوم تجربی، ویژگی‌ها و باورهای معلمان، ساختار و محدودیت‌های نظام آموزشی، و عوامل فرهنگی و زمینه‌ای جامعه. کیفیت و میزان توجه کتاب‌های درسی به ابعاد مختلف توسعه پایدار، به‌ویژه ضعف در پوشش مؤلفه‌های اقتصادی و اجتماعی، یکی از محرک‌های اصلی ایجاد چالش در تدریس این موضوعات است. هم‌زمان، دانش، نگرش و درک معلمان از مفهوم پایداری و توانایی آن‌ها در به‌کارگیری

رویکردهای میان‌رشته‌ای تأثیر مستقیمی بر نحوه اجرای آموزش دارد. محدودیت‌های ساختاری همچون کمبود زمان، فشردگی برنامه درسی، کمبود امکانات آموزشی و رویکرد آزمون‌محور نیز این وضعیت را تشدید می‌کند. در نهایت، عوامل فرهنگی و اجتماعی مانند نگرش خانواده‌ها، ارزش‌های آموزشی حاکم و فرهنگ مصرف‌گرایی می‌توانند انگیزه و فرصت یادگیری پایداری را تحت تأثیر قرار دهند. برآیند این عوامل، مطابق نتایج جدول ۳، به شش دسته چالش اصلی شامل چالش‌های آموزشی-درسی، محدودیت منابع، پیچیدگی مفهومی، باورهای معلمان، چالش‌های فرهنگی-اجتماعی و ضعف حمایت‌های نهادی منجر می‌شود. این چارچوب مفهومی (شکل ۲)، مبنایی برای تحلیل نظام‌مند یافته‌ها و تبیین ارتباط بین مؤلفه‌های مؤثر بر آموزش توسعه پایدار در درس علوم تجربی فراهم می‌آورد.



شکل ۲. مدل مفهومی چگونگی شکل‌گیری چالش‌های معلمان در آموزش توسعه پایدار در درس علوم تجربی

۶.۳ پیشینه تحقیق

Ahmedi و Eghdami (۲۰۱۴) در مقاله‌ای با عنوان «بررسی مؤلفه‌های آموزش توسعه پایدار در کتاب‌های درسی علوم تجربی دوره اول متوسطه به روش آنتروپی شانون» به بررسی میزان توجه این کتاب‌ها به ابعاد مختلف توسعه پایدار (فرهنگی، اقتصادی، اجتماعی، و زیست‌محیطی) پرداخته‌اند. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد که اگرچه مفاهیم زیست‌محیطی و فرهنگی تا حدودی مورد توجه قرار گرفته، اما مؤلفه‌های اجتماعی و اقتصادی توسعه پایدار به اندازه کافی در محتوای درسی لحاظ نشده است. این پژوهش تأکید دارد که برای پرورش شهروندان مسئول و آگاه، لازم است محتوای آموزشی به صورت یکپارچه و جامع به تمامی ابعاد توسعه پایدار بپردازد. همچنین، Kioupi و Voulvoulis (۲۰۱۹) با استفاده از تفکر سیستمی، چارچوبی را توسعه دادند که هدف آن بازتعریف «آموزش برای توسعه پایدار» است تا آن را به عنوان ابزاری برای ایجاد تحول اجتماعی استفاده کنند. روش آن‌ها بر یک رویکرد مشارکتی متمرکز است که در آن، ذینفعان و دانش‌آموزان با همکاری یکدیگر، یک دیدگاه مشترک از پایداری را ایجاد می‌کنند. نتیجه این تحقیق، ارائه چارچوبی است که نه تنها به شناسایی شایستگی‌های لازم برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار کمک می‌کند، بلکه امکان طراحی ابزارهای ارزیابی را فراهم می‌سازد که به مؤسسات آموزشی در نظارت و مدیریت پیشرفت خود به سوی پایداری یاری می‌رساند. این چارچوب تأکید می‌کند که دستیابی به پایداری نیازمند همکاری و همفکری بین تمام افراد و نهادهای درگیر در فرآیند آموزشی است.

از طرفی دیگر، Hamwy و همکارانش (۲۰۲۳) به بررسی چالش‌های معلمان مدارس در کشور قطر در زمینه پیاده‌سازی آموزش برای توسعه پایدار و آموزش شهروندی جهانی پرداختند. یافته‌های این پژوهش، که بر اساس نظرسنجی از بیش از ۹۰۰ معلم به دست آمده است، نشان می‌دهد که معلمان در مدارس دولتی و خصوصی با موانع متعددی در ابعاد آموزشی، برنامه‌درسی و فرهنگی روبرو هستند. نتایج همچنین حاکی از آن است که چالش‌های معلمان مدارس خصوصی در مقایسه با مدارس دولتی بیشتر است و موضوع «مصرف و تولید پایدار» به عنوان یکی از سخت‌ترین مباحث برای تدریس شناخته شده است.

در خصوص محتوای کتاب علوم مقطع متوسط اول، Sadati و Shekh Abbasi (۲۰۱۸) به تحلیل محتوای کتاب‌های علوم تجربی دوره متوسطه اول در ایران از منظر توجه به معضلات زیست‌محیطی پرداختند. صفحات این کتاب‌ها (شامل متن، تصاویر پرسش‌ها و تمرین‌ها) با استفاده از روش آنتروپی شانون و ابزار چک‌لیست تحلیل محتوایی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آن‌ها حاکی از آن است که توجه به معضلات

زیست‌محیطی در این کتاب‌ها کم است و بیشترین توجه به این موضوع در کتاب پایه نهم و کمترین آن در کتاب پایه هشتم بوده است. همچنین، در میان معضلات زیست‌محیطی، موضوع خاک بیشترین ضریب اهمیت و صوت کمترین ضریب را به خود اختصاص داده است. این یافته‌ها حاکی از آن است که محتوای کتاب‌های درسی علوم تجربی دوره اول متوسطه به صورت جامع و کافی به مسائل زیست‌محیطی نپرداخته است.

۴. نتایج

۱.۴. چالش‌های موجود معلمان در آموزش توسعه پایدار

اگرچه آموزش پایداری به عنوان یک جزء حیاتی در توسعه آموزشی شناخته شده است، اما پیاده‌سازی مؤثر آن با چالش‌های پیچیده‌ای روبرو است که معلمان با آن‌ها دست‌وپنجه نرم می‌کنند. این چالش‌ها فراتر از مسائل صرفاً آموزشی و محتوای درسی بوده و شامل موانع مفهومی، فرهنگی و سازمانی می‌شوند که در کنار هم، تلاش‌ها برای ادغام کامل اهداف توسعه پایدار در برنامه درسی را با مشکل مواجه می‌سازند.

• پیچیدگی مفهومی

یکی از اصلی‌ترین موانع، پیچیدگی مفهوم پایداری است. پایداری مفهومی چندوجهی است که شامل جنبه‌های اجتماعی، اقتصادی و محیطی می‌شود و ارتباط آن با اهداف آموزشی دشوار است. این امر باعث می‌شود معلمان اغلب احساس کنند که این مفاهیم خارج از حوزه دانش و تخصص آن‌ها قرار دارد (Kioupi and Nikolaos, 2019). علاوه بر این، دیدگاه‌های متفاوت خود معلمان در مورد پایداری و نحوه اجرای آن نیز یک چالش مهم است. برای مثال، Sadler و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که معلمان درس علوم رویکردهای متفاوتی در مورد ادغام اخلاق به عنوان یک اصل پایداری دارند؛ برخی آن را نامرتب می‌دانند و برخی دیگر فعالانه به دنبال آن هستند.

• چالش‌های آموزشی و درسی

Hamwy و همکارانش (۲۰۲۳) تأکید می‌کنند که مهم‌ترین چالش‌ها برای معلمان، موانع آموزشی و درسی است. بیشتر معلمان، عدم آمادگی خود برای تدریس این مفاهیم را گزارش کرده‌اند. فقدان دانش، تخصص و آموزش حرفه‌ای در زمینه روش‌های تدریس مسائل مرتبط و اهداف توسعه پایدار، آمادگی معلمان را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، معلمان با فقدان منابع و مواد آموزشی کافی، برنامه‌های درسی متراکم و فشرده، و دشواری در ارزیابی دانش‌آموزان در موضوعات بین‌رشته‌ای روبه‌رو هستند.

آموزش پرورش نه تنها مسئولیت آموزش دانش‌آموزان را دارد بلکه آموزش معلمان تازه کار نیز از وظایف خطیر این ارکان می‌باشد. آموزش برای توسعه پایدار به ویژه برای تربیت معلمان تازه‌کار حائز اهمیت است، زیرا ایجاد یک هسته دانش قوی در این زمینه می‌تواند سرعت حرکت کشورها به سمت آینده‌ای پایدار را به شدت افزایش دهد (Calderon et al., 2020). آموزش و پرورش با ارائه آموزش‌های حرفه‌ای، همکاری با دانشگاه‌ها، سازمان حفاظت محیط زیست، انجمن‌های غیردولتی مردم نهاد و ارائه راهنمایی در سطح محلی و ملی، در توسعه معلمان تازه‌کار نقش مهمی ایفا می‌کنند. چرا که این آموزش تنها به کتب درسی و محتواهای آن‌ها محدود نمی‌شود؛ بلکه بخشی از یک رویکرد یادگیری مادام‌العمر در سطوح مختلف رسمی، غیررسمی و خودآموز است. این رویکرد به معلمان تازه‌کار امکان می‌دهد تا به تفکر انتقادی پرداخته و ارزش‌ها و دیدگاه‌هایی را در خود پرورش دهند که به آن‌ها در زندگی در یک دنیای پایدار کمک می‌کند (Nousheen et al., 2020). از طرفی دیگر، رویکرد سنتی در توزیع محتوا، دیگر برای انگیزه دادن به یادگیرندگان از جمله دانش‌آموزان و معلمان و تبدیل آن‌ها به شهروندان مسئول کافی نیست؛ از این رو، آموزش توسعه پایدار نیازمند بازنگری در محیط آموزشی، هم از لحاظ فیزیکی و هم تعاملی است (Brandt et al., 2021).

معلمان در سراسر جهان نقش حیاتی در ادغام آموزش‌های توسعه پایدار در تدریس ایفا می‌کنند و آموزش معلمان تازه‌کار باید برای گنجاندن این دانش بازنگری شود (Bertsch et al., 2013). همچنین، هنگامی که معلمان تازه‌کار وارد حرفه خود می‌شوند، می‌توانند آموزش توسعه پایدار را به عنوان بخشی از برنامه یادگیری خود پیش از ورود به حوزه تدریس و معلمی شروع کنند (Leicht et al., 2018). این آموزش‌ها پیش از خدمت آن‌ها در آموزش و پرورش نسبت به آموزش‌های ضمن خدمت هزینه کمتری دارند و برای موفقیت زود هنگام در رسیدن توسعه پایدار ضروری هستند.

همچنین رویکرد و روش‌های آموزش پایداری بر اساس رشته‌های تحصیلی یک چالش بزرگ است. مطالعه Dimenäs و Alexandersson (۲۰۱۲) نشان داد که معلمان هر رشته‌ای، تصور می‌کنند که اصول پایداری توسط معلمان رشته‌های دیگر پوشش داده می‌شود. این وضعیت منجر به این می‌شود که آموزش توسعه پایدار مسئولیت «شخص دیگری» تلقی شود و هیچ‌کس مسئولیت کامل آن را بر عهده نگیرد.

• چالش‌های فرهنگی و محیطی

با وجود اینکه معلمان از حمایت محیطی برخوردارند، اما چالش‌های فرهنگی و محیطی همچنان وجود دارد. مقاومت فرهنگی در برابر تغییر رویه و مسائلی که سبک زندگی را ترویج می‌کنند که منجر به مصرف بیشتر می‌شوند، تلاش‌ها برای پایداری را با مشکل مواجه می‌سازد.

(Romanowski and Al-Barwani, 2012). محدودیت‌های زمانی و حجم کاری سنگین، ساختار مدارس و فقدان حمایت از سوی مدیران مدارس و عدم اولویت‌بندی پایداری در ارزیابی‌های ملی نیز از دیگر موانع کلیدی برای اجرای موفقیت‌آمیز آموزش پایداری محسوب می‌شود. از سوی دیگر، بسیاری از معلمان عناصر توسعه پایدار را باور ندارند و همین امر منجر می‌شود که زمان مرتبط با این دروس را به درس‌های دیگر یا به عبارتی از زبان آن‌ها «درس‌های مهمتر» اختصاص دهند (Ilgan et al., 2022). همچنین عدم اعمال حقیقی عناصر و موارد آموزش داده شده در زندگی شخصی معلمان و کادرهای اداری مدرسه در زمان‌هایی که خارج از کلاس درس هستند نیز می‌تواند منجر به بی‌اعتبار شدن آموزه‌های توسعه پایدار به دانش‌آموزان شود چرا که معلمان یکی از مهمترین الگوهای دانش‌آموزان هستند (Khadim et al., 2023).

• چالش‌های سازمانی و سیاسی

یکی از اصلی‌ترین مشکلات سازمانی، ساختار سازمانی پیچیده و قوانین دست‌وپاگیر در نظام آموزشی است که اجرای آموزش توسعه پایدار را مختل می‌کند. پژوهش‌های کیفی در حوزه مدیریت مدرسه نشان داده‌اند که فشارهای سیاسی، قوانین مداوم و تغییرپذیری سریع در سیاست‌ها، اختیارات محدود مدیران و تعارضات با اتحادیه‌های معلمان باعث می‌شوند تصمیم‌گیری و اجرا در سطح مدرسه دشوار باشد؛ این چالش‌ها پایداری نوآوری‌های آموزشی را تهدید می‌کنند (Karakose et al., 2024). علاوه بر این، فقدان منابع مالی کافی و اطمینان‌بخش، به‌ویژه در مدارس دولتی، موجب می‌شود پروژه‌های مرتبط با توسعه پایدار، حتی قبل از آغاز، با شکست مواجه شوند. عدم وجود بودجه‌های ثابت و حمایت‌های مالی بلندمدت باعث می‌شود معلمان نتوانند طرح‌های پایداری را در برنامه درسی خود به‌طور مستمر پیاده‌سازی کنند (Hamwy et al., 2023). علاوه بر این، نقص اجرایی سیاست‌ها و مقررات از سوی دولت‌ها و نهادهای سیاست‌گذار است. به‌طوریکه، علی‌رغم وجود اسناد بین‌المللی معتبر مانند چارچوب آموزش توسعه پایدار یونسکو و اهداف توسعه پایدار آموزش، ترجمه این سیاست‌ها به دستورالعمل‌های دقیق و اجرایی در سطح ملی و مدرسه‌ای اغلب ناقص و انتزاعی باقی می‌ماند. به‌طوری‌که معلمان بسیاری با انبوهی از سیاست‌های کلی و بدون راهنمایی عملی مواجه‌اند؛ به عبارت دیگر، شکاف عمیقی میان نیت، متن سیاست‌های کلان و عمل واقعی در کلاس درس وجود دارد که باعث می‌شود این سیاست‌ها در عمل به شعار یا فعالیت‌های بی‌ارزش تقلیل یابند (Ghamrawi et al., 2025).

در بعد سیاسی، فاصله میان سیاست‌گذاری‌های کلان آموزش توسعه پایدار و واقعیت کلاس‌های درس یکی از موانع کلیدی است. پژوهش علمی اخیر یادآور می‌شود که تبدیل سیاست‌های بین‌المللی مانند هدف چهارم اهداف توسعه پایدار، به عملکرد واقعی، هماهنگی بین سطوح مختلف نظام تعلیم و تربیت نیازمند است: از آموزش معلمان پیش از خدمت، استخدام معلمان متنوع، تا تأمین مالی آموزش‌های ضمن خدمت. در نبود چنین رویکرد جامع، معلمان در مدارس روستایی یا مناطقی با محدودیت منابع، ممکن است احساس کنند سیاست‌ها بی‌ارتباط با نیازهای محلی هستند و دیدگاه‌شان در فرآیند تصمیم‌گیری لحاظ نمی‌شود (Smith and Heyward, 2023). افزون بر این، جابه‌جایی‌های مکرر مدیران مدارس یا معلمان که در مطالعات به‌عنوان عاملی مهم برای تضعیف ثبات سیاست‌های مدرسه و نوآوری‌های آموزشی شناخته شده باعث می‌شود تلاش‌های میان مدت برای آموزش توسعه پایدار لطمه بخورد (Prenger et al., 2022).

• محدودیت منابع

یکی از چالش‌های محوری در حوزه آموزش توسعه پایدار، منابع مالی محدود است که مدارس خصوصاً در مناطق روستایی و کم‌برخوردار با آن روبه‌رو هستند. مطالعات نشان می‌دهند که این مراکز نه تنها از نظر تجهیزات آموزشی، بلکه در تأمین ابزارهای حرفه‌ای برای معلمان نیز دچار مشکل‌اند. به‌عنوان نمونه، Liu و همکاران (۲۰۲۴) بیان می‌کنند که مدارس روستایی غالباً با منابع محدود، جابه‌جایی معلمان و جمعیت دانش‌آموزی پایین مواجهند که بار مدیریتی بر دوش مدیران را بسیار سنگین می‌کند؛ بدون حمایت‌های مادی و تخصصی، ادامه‌ی کیفیت آموزش توسعه پایدار تقریباً امکان‌ناپذیر است.

در مطالعه‌ای کیفی درباره موانع آموزش پایدار، معلمان به‌وضوح از نبود مواد و منابع آموزشی مناسب شکایت داشته‌اند که پیاده‌سازی شیوه‌های تدریسی بین‌رشته‌ای و خلاقانه را دشوار می‌سازد. همچنین این مشکل در بسیاری از کشورها به‌ویژه در مدارس یا مناطق با دسترسی محدود بیشتر به چشم می‌آید؛ جایی که برای آموزش مفاهیم پیچیده‌ای همچون توسعه پایدار، حتی آموزش ابتدایی نیز با کمبود منابع روبه‌رو است (Parry and Metzger, 2023). در تحقیق دیگری که توسط Jamil و همکارانش انجام شده است، معلمان به چالش‌های مربوط به محدودیت منابع در درک و اجرای آموزش توسعه پایدار اشاره کرده‌اند و به صراحت گفته‌اند که در غیاب حمایت مؤسسه‌ای، شبکه‌ای و ابزارهای عملی، توانایی آن‌ها در آموزش مفاهیم توسعه پایدار به شدت کاهش می‌یابد. در مقیاس جهانی، گزارش‌هایی درباره «موانع کیفیت آموزش» در مناطق مختلف ارائه شده‌اند؛ برای مثال در آفریقای جنوبی، محدودیت‌های گسترده منابع به‌عنوان عامل اصلی در کاهش دسترسی به آموزش باکیفیت و تحقق اهداف توسعه پایدار شناسایی شده‌اند (Zickafoose et al., 2024). این یافته‌ها نشان می‌دهند که بدون

سرمایه‌گذاری در منابع، زیرساخت‌ها، و ابزار آموزشی قابل اتکا، تلاش‌های معلمان برای آموزش توسعه پایدار به‌صورت هدفمند و مؤثر، با شکست مواجه خواهد شد.

• دیدگاه‌ها و باورها

بسیاری از معلمان هنگام تلاش برای آموزش توسعه پایدار با چالش‌های عمیقی در حوزه دیدگاه‌ها و باورهای فرهنگی، اجتماعی و حتی شخصی مواجه می‌شوند. این چالش‌ها گاه ریشه در سنت‌ها و ارزش‌های دیرینه‌ای دارد که با مفاهیم جدید توسعه پایدار همخوانی کامل ندارند (Widya, 2025). برای مثال، در جوامعی که الگوهای مصرف‌گرایانه و بهره‌برداری بیش از حد از منابع طبیعی به‌عنوان نشانه‌ای از رفاه یا پیشرفت تلقی می‌شود، انتقال این پیام به دانش‌آموزان که صرفه‌جویی، مسئولیت‌پذیری زیست‌محیطی و عدالت اجتماعی بخشی از توسعه پایدار است، کار ساده‌ای نیست. در چنین شرایطی، معلم ناچار است میان باورهای نهادینه‌شده در جامعه و ارزش‌های آموزشی جدید، تعادل برقرار کند و در عین احترام به هویت فرهنگی، به تدریج تغییر نگرش ایجاد نماید.

از سوی دیگر، برخی خانواده‌ها و حتی مدیران آموزشی ممکن است نسبت به مفاهیم توسعه پایدار نگرشی ابزاری یا سطحی داشته باشند. برای نمونه، توسعه پایدار گاه تنها به فعالیت‌های نمادینی مانند برگزاری هفته محیط‌زیست یا کاشت چند نهال تقلیل می‌یابد، در حالی که ابعاد عمیق‌تر آن مانند برابری جنسیتی، عدالت اجتماعی، مصرف مسئولانه یا مشارکت مدنی چندان مورد توجه قرار نمی‌گیرد. این تقلیل‌گرایی باعث می‌شود معلمان هنگام پرداختن به مباحث بنیادین‌تر با مقاومت یا بی‌توجهی روبه‌رو شوند (Müller and da Silva, 2023). افزون بر این، برخی والدین ممکن است آموزش چنین مباحثی را غیرضروری یا حتی مغایر با باورهای خود بدانند و مانع از پذیرش کامل پیام‌های آموزشی در دانش‌آموزان شوند. در کنار این مسائل برخی از معلمان ممکن است به دلیل نداشتن آموزش‌های کافی یا تجربه در زمینه توسعه پایدار، خود به اهمیت و ضرورت این موضوع باور عمیق نداشته باشند و آن را به‌عنوان موضوعی فرعی در حاشیه دروس اصلی تلقی کنند. این مسئله به‌ویژه زمانی پررنگ‌تر می‌شود که نظام آموزشی بر محتواهای سنتی و آزمون‌محور تأکید بیش از حد دارد و معلم انگیزه‌ای برای پرداختن به موضوعات میان‌رشته‌ای همچون توسعه پایدار پیدا نمی‌کند. بنابراین، برای توانمندسازی معلمان در این حوزه، لازم است نه تنها دوره‌های آموزشی تخصصی طراحی شود، بلکه به پرورش نگرش‌های مثبت و باورهای درونی آنان نسبت به نقش خود در تربیت نسل آینده نیز توجه گردد (Lamauskas and Malinauskienė, 2024) به بیان دیگر، تغییر در باورها و نگرش‌ها پیش‌شرطی اساسی برای موفقیت آموزش توسعه پایدار در مدارس است.

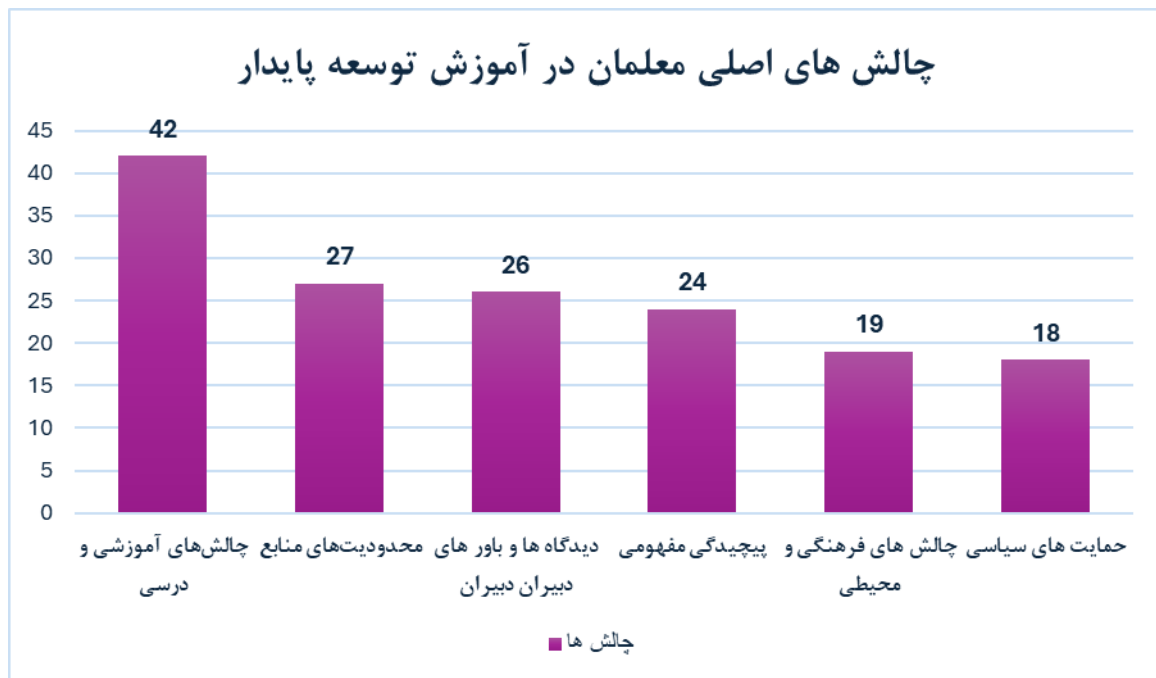
به منظور روشن‌تر شدن ابعاد چالش‌های شناسایی‌شده در متون علمی، جدول ۴ به‌صورت مقایسه‌ای، داده‌های مربوط به مطالعات انجام‌شده در کشورهای مختلف شامل ۴۳ تحقیق علمی مرتبط را گردآوری و طبقه‌بندی کرده است.

جدول ۴. چالش‌های معلمان در آموزش توسعه پایدار بر اساس یافته‌های مطالعات بین‌المللی

ردیف	منابع مطالعات انجام شده	منطقه مورد مطالعه	چالش‌هایی که معلمان در آموزش توسعه پایدار با آن‌ها مواجه هستند					
			حمایت‌های سیاسی	دیدگاه‌ها و باورها	های فرهنگی و محیطی	آموزشی و درسی	محدودیت‌های منابع	پهچندگی مفهومی
۱	Parry & Metzger, 2023	بریتانیا	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲	Shakir et al., 2024)	پاکستان		۱	۱	۱		۱
۳	Christie & Miller, 2015	بریتانیا						۱
۴	Vukić, 2020)	صربستان	۱		۱	۱		۱
۵	Witoszek ۲۰۱۷ ,	مشترک			۱			
		نروژ		۱	۱	۱		
		چین			۱			
	غنا		۱	۱				
۶	Waltner et al 2020	آلمان		۱	۱			۱
۷	Nguyen, 2017	ویتنام	۱				۱	۱
۸	Jamil et al 2024	پاکستان	۱	۱	۱			۱
۹	Anyolo et al 2018	نامیبیا		۱	۱			۱
۱۰	Uitto & Saloranta 2017	فنلاند	۱		۱			۱
۱۱	Olsson et al 2015	سوئد	۱		۱			۱

۱۲	Ludin et al., 2025	آلمان	۱	۱	۱	۱	۱	
۱۳	Blose, 2025	آفریقای جنوبی	۱	۱	۱		۱	
۱۴	Huang et al., 2024	تایوان		۱		۱		
۱۵	Widya., 2025	اندوزی	۱	۱	۱		۱	۱
۱۶	Sharma & Patal	هند	۱	۱	۱	۱		
۱۷	Lunayach & Khichar, 2024	هند		۱	۱			
۱۸	Escobar et al., 2024	برزیل	۱	۱	۱		۱	۱
۱۹	Lamanauskas & Malinauskienė, 2024	لیتوانی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲۰	Lorente-Echeverría et al., 2022	اسپانیا	۱		۱		۱	
۲۱	Cabello et al., 2024	شیلی	۱		۱	۱	۱	
۲۲	Marcelino et al., 2024	برزیل	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲۳	Dhaka, 2024	هند			۱			
۲۴	Muhammed, 2023	هند		۱	۱			۱
۲۵	Soto-Solier et al., 2023	اسپانیا	۱		۱	۱	۱	
۲۶	Müller & da Silva, 2023	برزیل		۱	۱		۱	
۲۷	Abidin et al., 2023a	مالزی	۱		۱		۱	
۲۸	Idoiaga Mondragon et al., 2023	اسپانیا		۱	۱		۱	
۲۹	Abidin et al., 2023b	مالزی	۱	۱	۱	۱		۱
۳۰	Miller Foster & Foster, 2023	آمریکا			۱		۱	۱
۳۱	Glavič, 2020	بین المللی			۱			۱
۳۲	Bascope et al., 2019	شیلی	۱		۱	۱	۱	
۳۳	Pipere, 2019	بین المللی	۱	۱	۱			
۳۴	González-Salamanca et al, 2020	بین المللی	۱	۱	۱	۱	۱	
۳۵	Gough et al., 2025	استرالیا	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۳۶	Dlouhá, 2025	جمهوری چک		۱	۱			۱
۳۷	Wolff, 2025	فنلاند			۱	۱		۱
۳۸	Gerbi, 2025	اتیوپی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۳۹	Afandi & Rachmadtullah., 2025	اندوزی	۱	۱	۱			
۴۰	Azevedo et al., 2025	فنلاند، مجارستان، ایرلند و اسپانیا		۱	۱	۱	۱	
۴۱	Pourmand et al., 2023	ایران	۱		۱		۱	۱
۴۲	Samadi., 2019	ایران		۱	۱	۱		۱
۴۳	Hassanpour Azad et al., 2021	ایران		۱		۱	۱	۱
مجموع			۲۴	۲۷	۴۲	۱۹	۲۶	۱۸

برای درک بهتر توزیع چالش‌هایی که معلمان در آموزش توسعه پایدار با آن‌ها مواجه هستند، داده‌های گردآوری شده در جدول ۴ به صورت تصویری در قالب شکل ۳ نمایش داده شده است. این نمودار امکان مقایسه فراوانی هر دسته از چالش‌ها را فراهم می‌کند و به وضوح نشان می‌دهد که کدام یک از موانع در ادبیات پژوهشی بیشترین توجه را به خود اختصاص داده‌اند.



شکل ۳. توزیع چالش‌های معلمان در آموزش توسعه پایدار

بر اساس داده‌ها، بیشترین چالش مطرح‌شده در مطالعات مربوط به آموزش توسعه پایدار که معلمان با آن مواجه هستند به چالش‌های آموزشی و درسی (۴۲ مورد) اختصاص دارد. پس از آن، محدودیت منابع (۲۷ مورد)، دیدگاه‌ها و باورهای دبیران (۲۶ مورد) و پیچیدگی مفهومی (۲۴) مورد از جمله موانع اصلی هستند که به کمبود امکانات، زمان، و همچنین عدم باور یا آگاهی کافی دبیران در زمینه آموزش توسعه پایدار بازمی‌گردد. در مقابل، چالش‌های فرهنگی و محیطی (۱۹ مورد) و حمایت‌های سیاسی (۱۸ مورد) کمترین فراوانی را دارند.

تحلیل کیفی عمیق‌تر نتایج مطالعات موجود نشان می‌دهد که ضعف محتوای کتاب‌های درسی تنها به عدم پوشش ابعاد اجتماعی و اقتصادی محدود نمی‌شود، بلکه در عمق و کیفیت پرداختن به مؤلفه‌های موجود نیز مشهود است. محتوای فعلی اغلب بر انتقال منفعلانه دانش سطحی تمرکز دارد و فعالیت‌های آموزشی کمی به تقویت شایستگی‌های سطح بالای شناختی (مانند تفکر سیستمی، تصمیم‌گیری اخلاقی و کنشگری اجتماعی) اختصاص یافته است. این امر با غلبه رویکرد دانش‌محور و حافظه‌ای بر مهارت‌های کاربردی و تحلیلی در محتوای علوم هم‌راستا است. در نتیجه، دانش‌آموزان توانایی پیوند مفاهیم علمی با چالش‌های واقعی جامعه را به دست نمی‌آورند.

علاوه بر این، در خصوص توزیع مؤلفه‌های پایداری در پایه‌های هفتم، هشتم و نهم، تحلیل یافته‌های (مانند و) نشان می‌دهد که توالی و پیوستگی نظام‌مند برای انتقال تدریجی مفاهیم از ساده به پیچیده رعایت نشده است. اگرچه تمرکز بر مضامین زیست‌محیطی در پایه نهم بیشتر است، اما فقدان یک رویکرد حلقوی برای تکمیل و تعمیق مفاهیم در طول سه سال، مشهود است. این گسستگی باعث می‌شود که دانش‌آموزان تصویر منسجمی از ارتباط بین ابعاد سه‌گانه توسعه پایدار به دست نیاورند و معلمان نیز برای ایجاد پل میان‌رشته‌ای در هر پایه با مشکل مواجه شوند.

۲.۴ فرصت‌های موجود

یافته‌های این مرور نظام‌مند نشان می‌دهد که در کنار چالش‌های موجود، ظرفیت‌ها و فرصت‌های قابل توجهی برای تقویت آموزش توسعه پایدار در درس علوم تجربی دوره متوسطه اول در ایران وجود دارد که می‌تواند بستر اجرای مؤثر سیاست‌های آموزشی را فراهم کند. نخست آنکه **ماهیت محتوایی درس علوم تجربی خود بستری غنی برای آموزش مفاهیمی نظیر چرخه‌های طبیعی، انرژی، آلودگی، تغییرات اقلیمی و زیست‌بوم‌ها فراهم می‌آورد؛** مفاهیمی که طبق گزارش‌های بین‌المللی، از مهم‌ترین محورهای آموزش توسعه پایدار محسوب می‌شوند (UNESCO, 2012; Shepardson et al., 2011; Burmeister et al., 2012). پژوهش‌های جهانی نیز نشان داده‌اند که محتوای علوم، در صورت بهره‌گیری صحیح، می‌تواند نقش اساسی در شکل‌دهی نگرش‌ها و شایستگی‌های زیست‌محیطی ایفا کند (Chang, 2010).

دوم، **وجود اسناد سیاستی کلان** در ایران، از جمله سند تحول بنیادین، برنامه درسی ملی و طرح مدارس زیست‌محیطی—فرصت ارزشمندی برای همسوسازی برنامه‌ها با اهداف توسعه پایدار فراهم می‌آورد. اسناد آموزشی جهانی نیز تأکید دارند که داشتن سیاست‌های ملی منسجم، نخستین گام برای نهادینه‌سازی آموزش توسعه پایدار است (Sterling, 2019; UNESCO, 2017; Scott & Gough, 2019).

2010) این اسناد ظرفیت بالایی برای طراحی برنامه‌های عملی و مدرسه‌محور دارند و در صورت ایجاد هماهنگی نهادی می‌توانند نقشی مهم در ارتقای کیفیت یادگیری ایفا کنند.

سوم، **افزایش حساسیت جامعه نسبت به مسائل محیط‌زیست**، از جمله بحران آب، آلودگی هوا و مدیریت پسماند—فرصت‌های یادگیری واقعی و مسئله‌محور برای دانش‌آموزان ایجاد کرده است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که مواجهه دانش‌آموزان با مسائل زیست‌محیطی واقعی، انگیزه آنان را برای مشارکت فعال در یادگیری افزایش می‌دهد و تفکر انتقادی آن‌ها را تقویت می‌کند (Chawla, 2009; Evans, 2019; Karpudewan et al., 2015).

چهارم، **ظرفیت‌های فناوری دیجیتال در مدارس**، از جمله آزمایشگاه‌های مجازی، محتوای چندرسانه‌ای، واقعیت مجازی و پلتفرم‌های یادگیری—به عنوان فرصتی قابل‌استفاده برای تقویت آموزش توسعه‌یافته را مطرح است. مورخان یادگیری نشان داده‌اند که ابزارهای دیجیتال می‌توانند درک مفاهیم پیچیده زیست‌محیطی را بهبود بخشند، انگیزه یادگیری را افزایش دهند و کمبود منابع آموزشی فیزیکی را تا حد زیادی جبران کنند (Li et al., 2021; Makransky & Mayer, 2022; Hajj-Hassan et al., 2024).

پنجم، **شبکه‌های مشارکت مدرسه و جامعه**، مانند انجمن‌های مردم‌نهاد محیط‌زیستی، شهرداری‌ها، انجمن اولیا و مربیان و شوراهای دانش‌آموزی—فرصت‌هایی ارزشمند برای اجرای پروژه‌های محیط‌زیستی، فعالیت‌های مدرسه‌محور و کمپین‌های آموزشی فراهم می‌کنند. مطالعات نشان داده‌اند که مشارکت جامعه در فعالیت‌های مدرسه، یکی از مؤثرترین راهبردهای ارتقای سواد زیست‌محیطی و کنشگری اجتماعی دانش‌آموزان است (Læssøe, 2010; Davis, 2015; Barratt Hacking et al., 2010).

ششم، **افزایش تمایل معلمان جوان به بهره‌گیری از روش‌های نوین تدریس**، از جمله یادگیری پروژه‌محور، یادگیری تلفیقی و فعالیت‌های گروهی—نیز فرصتی ویژه برای تحول آموزش پایدار محسوب می‌شود. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که هنگامی که معلمان از رویکردهای دانش‌آموز‌محور و مسئله‌محور استفاده می‌کنند، فهم مفاهیم پایدار و توانایی عمل‌گرایانه دانش‌آموزان افزایش می‌یابد (Varela, 2016; Losada et al., 2016; Phillips & Howard, 2024; Nousheen et al., 2020). در کنار این موضوع، وجود دوره‌های توانمندسازی حرفه‌ای نیز می‌تواند مسیر اجرای موفق آموزش توسعه‌یافته را هموارتر سازد.

در مجموع، این فرصت‌ها نشان می‌دهد که نظام آموزشی ایران، با وجود چالش‌ها، از ظرفیت‌های بالقوه قابل‌توجهی برای تقویت آموزش توسعه‌یافته برخوردار است. بهره‌گیری هوشمندانه از این فرصت‌ها، از طریق بهبود برنامه درسی، تقویت مهارت‌های معلمان، توسعه ابزارهای دیجیتال و تعمیق مشارکت جامعه—می‌تواند زمینه را برای شکل‌دهی نگرش‌ها، مهارت‌ها و رفتارهای پایدار در میان دانش‌آموزان فراهم آورد و مسیر حرکت مدارس را به سوی تربیت نسل مسئول و آگاه هموار سازد.

۵. بحث

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که علی‌رغم تأکیدهای قانونی، بین‌المللی و برنامه‌ای بر اهمیت آموزش برای توسعه پایدار، تحقق این اهداف در برنامه درسی علوم تجربی دوره اول متوسطه ایران هنوز به‌صورت مؤثر و نظام‌مند محقق نشده است. از تحلیل منابع چنین برمی‌آید که محتوای کتاب‌های علوم، گرچه پتانسیل قابل‌توجهی برای آموزش موضوعات مرتبط با پایداری دارد، اما در عمل به‌طور عمده بر انتقال دانش سطحی و مفاهیم زیست‌محیطی تمرکز کرده و نسبت به ابعاد اجتماعی، اقتصادی و میان‌رشته‌ای توسعه پایدار کم‌توجه است. این یافته با نتایج مطالعات داخلی از جمله (Eghdami and Ahmadi, 2014), (Fazeli & Mahdavi, 2019), (Hazarkhani & Parak, 2023), (Samadi & Ahmadvand, 2017) و (Hamidani Pour et al., 2025) هم‌راستا است. این پژوهش‌ها به‌طور مداوم تأکید کرده‌اند که کتاب‌های درسی علوم در ایران از نگاه جامع‌نگر و سیستمی به پایداری فاصله دارند و عمدتاً به رویکرد زیست‌محیطی محدود شده‌اند. چنین رویکردی سبب می‌شود دانش‌آموزان تصویر کامل و منسجمی از ابعاد مفهومی توسعه پایدار به دست نیاورند و معلمان نیز نتوانند پیوند میان علم، جامعه و اقتصاد را به شکلی مؤثر آموزش دهند.

این وضعیت تنها مختص ایران نیست؛ پژوهش‌های بین‌المللی نیز نشان داده‌اند که بسیاری از نظام‌های آموزشی با مشکل مشابه مواجه‌اند. برای نمونه، (Hamwy et al., 2023) در مطالعه خود بر معلمان قطر، محدودیت منابع، موانع فرهنگی و ضعف در برنامه‌های درسی را از مهم‌ترین موانع اجرای آموزش توسعه‌یافته پایدار معرفی می‌کنند. همچنین، (Cebrian et al., 2015) و (Mróz et al., 2019) تأکید کرده‌اند که ضعف درک معلمان از توسعه پایدار و فشردگی برنامه‌های درسی، مانعی جدی برای اجرای مؤثر آن است (Mróz et al., 2020). تطبیق این یافته‌ها با نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که چالش‌های ایران نه‌تنها منحصر به‌فرد نیستند، بلکه بخشی از یک الگوی جهانی در آموزش علوم هستند که ناشی از عدم هماهنگی میان اسناد سیاستی، محتوای درسی، آماده‌سازی معلمان و ساختارهای مدرسه است.

هرچند چالش‌هایی مانند کمبود دانش و زمان تدریس ماهیت جهانی دارند، اما تحلیل تطبیقی نشان می‌دهد که شدت و گستره این موانع در بافتار آموزشی ایران به‌طور ویژه‌ای توسط عوامل زمینه‌ای و ساختاری تشدید می‌شوند. در نظام‌های آموزشی غیرمتمرکز، معلمان از استقلال

حرفه‌ای بالایی برای جبران ضعف‌های محتوایی برخوردارند، در حالی که در نظام آموزشی متمرکز ایران، چالش‌هایی نظیر ناسازگاری محتوا و عدم هماهنگی نهادی، به موانعی غیرقابل انعطاف برای معلم تبدیل می‌شوند. عامل زمینه‌ای کلیدی که ایران را متمایز می‌کند، غلبه فرهنگ آزمون‌محور و کنکور است. این ساختار ارزیابی، که صرفاً بر سنجش دانش کمی تمرکز دارد، عملاً معلمان را از به‌کارگیری رویکردهای تحولی و زمان‌بر (مانند یادگیری پروژه‌محور یا کنشگری اجتماعی) باز می‌دارد. در نتیجه، چالش‌هایی مانند محدودیت زمانی به یک مانع ساختاری و غیرقابل عبور تبدیل می‌شوند و شایستگی‌های سطح بالای آموزش برای توسعه پایدار را به حاشیه می‌رانند. این عوامل ساختاری به عنوان عوامل واسط عمل کرده و چرخه تقویت چالش‌ها را کامل می‌کنند.

از منظر نظری، این مطالعه مجدداً اهمیت گذار از «آموزش درباره توسعه پایدار» به «آموزش برای توسعه پایدار» را برجسته می‌سازد. همان‌گونه که Fayzullaeva (۲۰۲۲) و Gajparia et al (۲۰۲۲) اشاره کرده‌اند، آموزش برای توسعه پایدار مستلزم عبور از انتقال صرف اطلاعات و تمرکز بر توسعه شایستگی‌هایی همچون تفکر سیستمی، کار گروهی، سواد محیط زیست‌محور، تصمیم‌گیری اخلاقی و کنشگری اجتماعی است. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که در ایران، به‌دلیل ساختار خطی کتاب‌های درسی، شیوه‌های سنتی ارزشیابی و تمرکز بر رویکرد حافظه‌محور، فرصت اندکی برای رشد این شایستگی‌ها فراهم می‌شود. این امر موجب شده است که نه‌تنها اجرای آموزش توسعه پایدار با چالش روبه‌رو شود، بلکه اساساً اهداف عمیق‌تر آن مانند پرورش نسل مسئول، نقاد، مشارکت‌جو و آگاه نسبت به آینده نیز محقق نگردد.

یکی از محورهای مهمی که در نتایج این پژوهش برجسته شد، نقش گریزناپذیر معلمان در تحقق آموزش توسعه پایدار است. تحلیل منابع نشان می‌دهد که باورها، شایستگی‌ها و توانایی‌های معلمان تأثیر مستقیمی بر کیفیت اجرای آموزش دارند. پژوهش Down (۲۰۲۴) نشان می‌دهد که برداشت سطحی معلمان از مفهوم پایداری می‌تواند اجرای آن را محدود کند. به‌طور مشابه، Nousheen et al (۲۰۲۰) و Atsukan & Lynn (۲۰۱۸) نیز تأکید کرده‌اند که دوره‌های ضمن خدمت و آموزش حرفه‌ای، نقش تعیین‌کننده‌ای در ارتقای توان معلمان دارد. یافته‌های مطالعه حاضر نیز نشان داد که «باورها و درک معلمان» یکی از چالش‌های اساسی است و بدون توانمندسازی آن‌ها، هیچ اصلاح محتوایی یا ساختاری در برنامه درسی نمی‌تواند به نتیجه مطلوب برسد. این موضوع با یافته‌های UNESCO (۲۰۲۰) و Al-Kuwari et al (۲۰۲۱) تقویت می‌شود که بیان می‌کنند کیفیت آموزش توسعه پایدار نه در متن کتاب درسی، بلکه در کنش حرفه‌ای معلم ریشه دارد.

در سطح کلان، نتایج پژوهش نشان می‌دهد که نظام آموزشی ایران از ضعف‌های ساختاری رنج می‌برد که اجرای آموزش توسعه پایدار را دشوار می‌سازد. نبود هماهنگی نهادی میان وزارت آموزش و پرورش، سازمان حفاظت محیط زیست، وزارت علوم و سایر نهادهای سیاست‌گذار باعث شده است که برنامه‌های مربوط به پایداری به‌صورت جزیره‌ای و پراکنده اجرا شوند (Fredriksson et al., 2020). از سوی دیگر، تمرکز بر کمیت آموزش، سیاست‌های متغیر، نبود نظام ارزیابی دقیق و کمبود برنامه‌ریزی راهبردی سبب شده است که اهداف توسعه پایدار در سطح مدرسه کمتر مورد توجه قرار گیرد. این مسئله با فشردگی برنامه درسی، کمبود زمان، کمبود تجهیزات آموزشی و غلبه فرهنگ آزمون‌محور ترکیب شده و معلمان را در اجرای رویکردهای یادگیری فعال، پروژه‌محور و مشارکتی با محدودیت‌های جدی مواجه ساخته است. نکته مهم دیگر یافته‌های این مطالعه، وجود یک ساختار «شبکه‌ای و تقویتی» در میان چالش‌های شناسایی شده است. چالش‌ها نه‌تنها به‌صورت هم‌زمان عمل می‌کنند، بلکه یکدیگر را تشدید می‌کنند. برای نمونه، ضعف محتوای کتاب‌های علوم باعث کاهش درک معلمان از توسعه پایدار می‌شود. این ضعف درک، توانایی معلم را برای اجرای آموزش میان‌رشته‌ای محدود می‌کند. محدودیت‌های ساختاری مدرسه مانند کمبود زمان، امکانات و حمایت اداری نیز فرصت معلمان برای تقویت مهارت‌های خود را کاهش می‌دهد. در نهایت، فرهنگ جامعه و انتظارات خانواده‌ها که اغلب بر «موفقیت در آزمون» تأکید می‌کنند، انگیزه دانش‌آموزان را برای مشارکت در فعالیت‌های پایدار کم می‌کند. این چرخه تقویتی سبب می‌شود که چالش‌ها نه تنها حل نشوند، بلکه در طول زمان تکرار و تثبیت شوند.

در تحلیل نهایی، می‌توان گفت که برای اجرای اثربخش آموزش توسعه پایدار در برنامه درسی علوم تجربی، باید به رویکردی سیستمی، یکپارچه و چندسطحی توجه کرد. اصلاح محتوا بدون تقویت معلمان نتیجه نمی‌دهد؛ توانمندسازی معلمان بدون اصلاح ساختار ارزشیابی و برنامه درسی بی‌اثر خواهد بود؛ و هیچ‌کدام بدون هماهنگی نهادی و ارتقای فرهنگ عمومی به نتیجه نمی‌رسند. یافته‌های این مطالعه با رویکردهای جهانی آموزش برای توسعه پایدار (ESD) 2030 هم‌راستا است و نشان می‌دهد که تحقق آموزش توسعه پایدار نیازمند ایجاد هم‌افزایی میان محتوای درسی، کنش حرفه‌ای معلم، ساختارهای مدرسه، سیاست‌های ملی و فرهنگ اجتماعی است.

۶. نتیجه‌گیری:

این مقاله به بررسی جامع و دقیقی از چالش‌ها و فرصت‌های آموزش توسعه پایدار در برنامه درسی علوم تجربی دوره متوسطه اول در ایران با تأکید بر نقش کلیدی معلمان می‌پردازد. یافته‌های این پژوهش، که مبتنی بر تحلیل منابع و مطالعات داخلی و بین‌المللی است، به وضوح نشان می‌دهد که در حال حاضر، محتوای کتاب‌های درسی علوم تجربی هرچند به برخی مفاهیم زیست‌محیطی می‌پردازد، اما فقدان یک رویکرد

جامع و یکپارچه از ابعاد سه‌گانه توسعه پایدار (اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی) مشهود است. این عدم توازن و جامعیت در محتوای درسی، در کنار چالش‌های متعدد دیگری همچون آموزش ناکافی معلمان، نبود منابع آموزشی مناسب و نگاه صرفاً نظری به مسائل زیست‌محیطی، مانع از تحقق اهداف آموزشی در زمینه توسعه پایدار می‌شود. در نتیجه، دانش‌آموزان با دانش و مهارت‌های لازم برای تبدیل شدن به شهروندان مسئول و کنشگر در مواجهه با چالش‌های جهانی و ملی، به طور کامل آشنا نمی‌شوند.

برای غلبه بر این چالش‌ها و بهره‌برداری کامل از فرصت‌های پیش رو، لازم است تا رویکردی تحول‌آفرین در سیستم آموزشی اتخاذ شود. آموزش و توانمندسازی معلمان به عنوان اصلی‌ترین عامل تغییر، باید در اولویت قرار گیرد. این آموزش‌ها باید فراتر از ارائه دانش نظری باشند و بر پرورش شایستگی‌های کلیدی معلمان مانند تفکر سیستمی، آموزش‌های بین‌رشته‌ای، و روش‌های تدریس فعال و مشارکتی تمرکز کنند. همچنین، بازنگری در محتوای کتاب‌های درسی ضروری است. این بازنگری باید با هدف تلفیق عمیق‌تر و جامع‌تر ابعاد اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی توسعه پایدار در درس علوم تجربی صورت گیرد. به جای اینکه فقط مفاهیم نظری تمرکز شود، باید از طریق فعالیت‌های عملی، پروژه‌های میدانی و حل مسئله، دانش‌آموزان را به صورت مستقیم درگیر چالش‌های واقعی محیطی و اجتماعی نمود. در نهایت، پیشرفت واقعی در آموزش توسعه پایدار نیازمند همکاری و هم‌افزایی میان تمامی ذی‌نفعان، از جمله وزارت آموزش و پرورش، ارگان دولتی مرتبط، دانشگاه‌ها، سازمان حفاظت محیط زیست، سازمان‌های مردم‌نهاد و خانواده‌هاست.

۷. پیشنهادها

با توجه به نتایج این مرور نظام‌مند، مجموعه‌ای از پیشنهادها کاربردی و بومی برای بهبود کیفیت آموزش توسعه پایدار در برنامه درسی علوم تجربی دوره اول متوسطه ایران ارائه می‌شود. نخست آنکه، بازنگری محتوای کتاب‌های درسی ضروری است؛ به‌گونه‌ای که علاوه بر مؤلفه‌های زیست‌محیطی، ابعاد اجتماعی و اقتصادی توسعه پایدار نیز به‌صورت منسجم، یکپارچه و میان‌رشته‌ای گنجانده شوند. پیشنهاد می‌شود محتوای کتاب‌های علوم، موضوعاتی مانند عدالت بین‌نسلی، مصرف و تولید مسئولانه، تغییرات اقلیمی، سلامت اجتماعی و اخلاق محیط‌زیست را با مثال‌های بومی و فعالیت‌های عملی تقویت کند. دوم اینکه توانمندسازی معلمان باید در اولویت سیاست‌گذاری آموزشی قرار گیرد. طراحی دوره‌های ضمن خدمت مبتنی بر رویکردهای فعال یادگیری، آموزش تفکر سیستمی، یادگیری مبتنی بر پروژه، و استفاده از فعالیت‌های میدانی و آزمایشگاهی می‌تواند نقش مهمی در تقویت شایستگی‌های حرفه‌ای معلمان ایفا کند. پیشنهاد می‌شود این دوره‌ها به‌صورت مستمر، عملی و همراه با پشتیبانی آموزشی اجرا شوند. سوم، اصلاح نظام ارزشیابی دانش‌آموزان و معلمان ضروری است؛ زیرا تمرکز کنونی بر آزمون‌های حافظه‌محور، مانعی جدی برای اجرای آموزش پایدار است. برای غلبه بر چالش آزمون‌محوری، پیشنهاد می‌گردد وزارت آموزش و پرورش نظام ارزیابی را به سمت استفاده از پوشه کار و ارزیابی عملکردی برای سنجش شایستگی‌های پایداری سوق دهد، تا بدین وسیله، ابعاد تحولی آموزش برای توسعه پایدار در ارزیابی نهایی نیز لحاظ شود و معلم برای به‌کارگیری روش‌های فعال انگیزه پیدا کند. همچنین، طراحی ابزارهای سنجش عملکردی مانند پروژه‌های مدرسه‌ای، مطالعات موردی، فعالیت‌های گروهی، و گزارش‌های پژوهشی می‌تواند به تقویت یادگیری معنادار کمک کند. چهارم، تأمین منابع و زیرساخت‌های آموزشی لازم است. مدارس باید به تجهیزات آزمایشگاهی، ابزارهای چندرسانه‌ای، محتوای دیجیتال و امکانات اجرای فعالیت‌های محیط‌زیستی مجهز شوند. ایجاد «اتاق‌های یادگیری پایداری» در مدارس یا مراکز آموزشی می‌تواند بستری برای انجام فعالیت‌های عملی، بحث‌های گروهی و پروژه‌های دانش‌آموزی فراهم کند. پنجم، هماهنگی نهادی میان وزارت آموزش و پرورش، سازمان حفاظت محیط زیست، وزارت علوم، شهرداری‌ها و سایر نهادهای مرتبط باید تقویت شود. تشکیل کارگروه مشترک «آموزش برای توسعه پایدار» در سطح ملی و استانی می‌تواند به هم‌افزایی منابع، یکپارچه‌سازی سیاست‌ها و کاهش موازی‌کاری‌ها کمک کند. ششم، استفاده از مسائل بومی و محلی به‌عنوان فرصت‌های آموزشی توصیه می‌شود. موضوعاتی مانند کمبود آب، آلودگی هوا، ریزگردها، تغییرات کاربری زمین، مدیریت پسماند و تخریب خاک می‌توانند زمینه‌های ارزشمندی برای یادگیری تجربی و پروژه‌محور در درس علوم باشند. هفتم، توسعه فرهنگ مدرسه و مشارکت جامعه ضروری است. پیشنهاد می‌شود مدارس برنامه‌هایی مانند کمپین‌های محیط‌زیستی، مدیریت پسماند، باغ مدرسه، انرژی‌های تجدیدپذیر کوچک‌مقیاس، و پروژه‌های محله‌محور را در همکاری با خانواده‌ها و نهادهای محلی اجرا کنند. این اقدامات می‌تواند نگرش و رفتار دانش‌آموزان را در جهت پایداری تقویت کند. هشتم، تولید محتوای کمک‌درسی و منابع آموزشی برای معلمان از اهمیت زیادی برخوردار است. طراحی بسته‌های آموزشی، فیلم‌های کوتاه، سناریوهای تدریس، بانک فعالیت‌ها و کتابچه‌های تکمیلی می‌تواند معلمان را در اجرای آموزش پایدار حمایت کند.

در نهایت، انجام پژوهش‌های تجربی و میدانی پیشنهاد می‌شود تا درک دقیق‌تری از تجربه واقعی معلمان، موانع اجرایی، و اثرات بلندمدت آموزش توسعه پایدار در مدارس ایران به دست آید. پژوهش‌های آینده می‌توانند به بررسی اثربخشی مدل‌های یادگیری مبتنی بر پروژه، یادگیری تلفیقی، یا آموزش فضای باز در تقویت شایستگی‌های پایدار دانش‌آموزان بپردازند. این مجموعه پیشنهادها، اگر به‌صورت هماهنگ،

مرحله‌ای و مبتنی بر نیازهای واقعی مدارس اجرا شوند، می‌تواند مسیر مهمی برای ارتقای کیفیت آموزش توسعه پایدار در برنامه درسی علوم ایران فراهم سازد.

۸. محدودیت‌های پژوهش

این پژوهش نیز مانند سایر مطالعات مروری با چند محدودیت همراه بوده است که لازم است در تفسیر نتایج مورد توجه قرار گیرد. نخست آنکه، این مطالعه تنها به تحلیل منابع علمی منتشرشده و در دسترس در پایگاه‌های مشخص شده محدود بوده و امکان دسترسی به برخی اسناد، گزارش‌های رسمی یا مطالعات منتشرنشده وجود نداشته است؛ بنابراین احتمال از قلم افتادن برخی منابع وجود دارد. دوم اینکه این پژوهش مشتمل بر تحلیل نظام‌مند اسنادی است و به دلیل عدم انجام مصاحبه یا مشاهده میدانی، یافته‌ها صرفاً بر اساس گزارش‌های پژوهشی موجود استخراج شده‌اند؛ از این رو، دیدگاه مستقیم معلمان، مدیران یا طراحان برنامه درسی به‌طور تجربی بررسی نشده است. سوم اینکه تکیه بر تحلیل روایتی ممکن است موجب تفسیرهای متفاوت در طبقه‌بندی چالش‌ها شود، هرچند تلاش شده است با استفاده از معیارهای شفاف و توافق میان پژوهشگران، این محدودیت به حداقل برسد. با وجود این محدودیت‌ها، تلاش شده است با رویکردی نظام‌مند، جامع و مبتنی بر شواهد، تحلیل قابل اتکا و منسجمی از چالش‌های آموزش توسعه پایدار ارائه شود.

۹. منابع

1. Abidin, M. S. Z., Mokhtar, M., & Arsat, M. (2023a). Education for sustainable development from the lenses of Malaysian school leaders: a preliminary study. *Asian Education and Development Studies*. <https://doi.org/10.1108/aeds-01-2023-0011>
2. Abidin, Z. M. S., Mokhtar, M., & Arsat, M. (2023b). School Leaders' Challenges in Education for Sustainable Development: A Scoping Review. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 12(1). <https://doi.org/10.6007/ijarped/v12-i1/15922>
3. Afandi, M., & Rachmadtullah, R. (2025). Teachers' Perceptions of Sustainable Development Goals (SDGB) Based Education to Increase Students' Social Awareness Through Social Studies Learning in Elementary Schools. *Journal of Innovation and Research in Primary Education*, 4(3), 1451–1460. <https://doi.org/10.56916/jirpe.v4i3.1866>
4. Ahmadi, Sara & Gholam Ali, Eghdami Moghadam. (2014). A Study of Dimensions and Components of Education for Sustainable Development in Experimental Science Textbooks for the First Year of Secondary Education. The Sixth National Conference on Professional Research in Psychology and Counseling with a Teacher's Perspective, Minab.
5. Al-Kuwari, M. M., Du, X., & Koç, M. (2021). Performance assessment in education for sustainable development: A case study of the Qatar education system. *PROSPECTS*, 52(3–4), 513–527. <https://doi.org/10.1007/s11125-021-09570-w>
6. Annadine, V., v Chisin, A., & Assibey, G. B. (2023). Transformative Learning in Design. *International Journal of Art, Culture, Design, and Technology*, 12(1), 1–15. <https://doi.org/10.4018/ijacdt.316178>
7. Anyolo, E. O., Kärkkäinen, S., & Keinonen, T. (2018). Implementing Education for Sustainable Development in Namibia: School Teachers' Perceptions and Teaching Practices. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 20(1), 64–81. <https://doi.org/10.2478/jtes-2018-0004>
8. Ateskan, A., & Lane, J. F. (2018). Assessing teachers' systems thinking skills during a professional development program in Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 172, 4348–4356. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.094>
9. Azevedo, N. H., O'Neill, D., Kelly, R., McCormack, O., Järvinen-Taubert, J., & Valtonen, P. (2025). Redefining learning spaces: a pedagogical approach to sustainability education outside the classroom. *Journal of Adventure Education and Outdoor Learning*, 1–29. <https://doi.org/10.1080/14729679.2025.2542841>
10. Bacchus, J. (2022). Links to Sustainable Development. In *Trade Links: New Rules for a New World* (pp. 204–232). chapter, Cambridge: Cambridge University Press.
11. Barratt Hacking, E., Scott, W., & Lee, E. (2010). Evidence of whole-school approaches to sustainability education. *Environmental Education Research*, 16(5–6), 559–586. <https://doi.org/10.1080/13504622.2010.505440>
12. Bascopé, M., Perasso, P., & Reiss, K. (2019). Systematic Review of Education for Sustainable Development at an Early Stage: Cornerstones and Pedagogical Approaches for Teacher Professional Development. *Sustainability*, 11(3), 719. <https://doi.org/10.3390/su11030719>
13. Bertschy, F., Künzli, C., & Lehmann, M. (2013). Teachers' Competencies for the Implementation of Educational Offers in the Field of Education for Sustainable Development. *Sustainability*, 5(12), 5067–5080. <https://doi.org/10.3390/su5125067>

14. Blöse, P. (2025). Pedagogical Approaches for Teaching Education for Sustainable Development in the Technology Education Curriculum. *Research in Social Sciences and Technology*, 10(1), 209–232. <https://doi.org/10.46303/ressat.2025.12>
15. Brandt, J.-O., Barth, M., Merritt, E., & Hale, A. (2021). A matter of connection: The 4 Cs of learning in pre-service teacher education for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123749. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123749>
16. Buckler, C., & Creech, H. (2014). *Shaping the Future We Want: UN Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014) - Final Report*. Paris: UNESCO
17. Burmeister, M., Rauch, F., & Eilks, I. (2012). Education for sustainable development (ESD) and chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(2), 59–68. <https://doi.org/10.1039/C1RP90060A>
18. Cabello, V. M., Zúñiga, C. G., Valbuena, C. A., Manrique, F., Albarrán, M. J., & Moncada-Arce, A. (2024). We are not being taught sustainable citizenship! *LUMAT*. <https://doi.org/10.31129/lumat.12.2.2135>
19. Calderón, A., Scanlon, D., MacPhail, A., & Moody, B. (2020). An integrated blended learning approach for physical education teacher education programmes: teacher educators' and pre-service teachers' experiences. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 26(6), 562–577. <https://doi.org/10.1080/17408989.2020.1823961>
20. Camilleri, M. A., & Camilleri, A. C. (2019). The Sustainable Development Goal on Quality Education. In *CSR, Sustainability, Ethics & Governance* (pp. 261–277). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-21154-7_13
21. Campbell, T., Medina-Jerez, W., Erdogan, I., Zhang, D. (2010). Exploring Science Teachers' Attitudes and Knowledge about Environmental Education in Three International Teaching Communities. *International Journal of Environmental & Science Education*. 5(1). 3-29. https://digitalcommons.usu.edu/teal_facpub/235/ https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1235&context=teal_facpub.
22. Carew, A. L., & Mitchell, C. A. (2008). Teaching sustainability as a contested concept: capitalizing on variation in engineering educators' conceptions of environmental, social and economic sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 16(1), 105–115. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.11.004>
23. Cebrián, G., Grace, M., & Humphris, D. (2015). Academic staff engagement in education for sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 106, 79–86. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.010>.
24. Chang, C.-H. (2010). Global warming and learning: Students' conceptual change. *International Journal of Science Education*, 32(15), 2089–2109. <https://doi.org/10.1080/09500690903571596>
25. Chawla, L. (2009). Learning from life: Lessons for environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 40(1), 15–26. <https://doi.org/10.3200/JOEE.40.1.15-26>
26. Christie, B. A., & Miller, K. K. (2015). *Routledge Handbook of Higher Education for Sustainable Development*. Chapter: *Academics' opinions and practices of education for sustainable development: reflections on a nation-wide, mixed-methods, multidisciplinary study*. 1st edition. Routledge. 396–410.
27. Cristóvão, A. M., Valente, S., Rebelo, H., & Ruivo, A. F. (2023). Emotional education for sustainable development: a curriculum analysis of teacher training in Portugal and Spain. *Frontiers in Education*, 8. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1165319>
28. Davis, J. (2015). Young children and community-based environmental education. *Australian Journal of Environmental Education*, 31(2), 180–197. <https://doi.org/10.1017/ae.2015.34>
29. Densmaa, Oyuntsetseg; Kaliinaa, Gerelchimeg; & Tuul Sembeejav. (2022). Theoretical Issues of Sustainable Development Education and Education System Security. *International Journal of Innovative Technologies in Social Science*, 2(34). https://doi.org/10.31435/rsglobal_ijitss/30062022/7807
30. Dhaka, Rajesh. (2024). Role of Teachers and Higher Education in Achieving the Sustainable Development Goals. *International Journal for Multidisciplinary Research*, 6(1). <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2024.v06i01.11792>
31. Dimenäs, J., & Alexandersson, M. (2012). Crossing Disciplinary Borders: Perspectives on Learning About Sustainable Development. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 14(1), 5–19. <https://doi.org/10.2478/v10099-012-0001-0>
32. Dlouhá, Jana. (2025). Status, Trends and Issues of Education for Sustainable Development (ESD) in Czech Republic. *Status, Trends and Issues of Education for Sustainable Development (ESD) in Highly Competitive Countries: Country Reports and International Comparison*. Publisher: TVERC. Taiwan.
33. Down, L. (2011). Beginning Teachers as Change Agents—for Sustainable Societies: Exploring the Relationship between Beginning Teachers' Concept of Change Agency and the Concept of Sustainability. *Caribbean Journal of Education*. 33(1), 75–86. <https://doi.org/10.46425/cjed901017485>
34. Down, L. (2024). Beginning Teachers as Change Agents—for Sustainable Societies. *Caribbean Journal of Education and Development*, 1(1), 75–86. <https://doi.org/10.46425/cjed901017485>
35. Ehigiamusoe, K. U., Majeed, M. T., & Dogan, E. (2022). The nexus between poverty, inequality and environmental pollution: Evidence across different income groups of countries. *Journal of Cleaner Production*, 341, 130863. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130863>

36. Escobar, C. T., Marchesini, R., Soares, M., Ramos, C. A. S., Batista, M. da C., & Melo, P. (2024). *Environmental education in schools: challenges and innovative practices*. 6(3). <https://doi.org/10.56238/arev6n3-061>
37. Evans, G. W. (2019). Environmental pollution and student learning. *Environmental Education Research*, 25(12), 1709–1723. <https://doi.org/10.1080/13504622.2019.1662374>
38. Fayzullaeva, N. (2022). Main Directions of Education for Sustainable Development. *The European Journal of Humanities and Social Sciences*, 2, 35–40. <https://doi.org/10.29013/ejhss-22-2-35-40>
39. Fazeli, Faezeh, & Mahdavi Ikdelu, Farideh. (2019). Studying the status of the existing environmental content of sciences textbooks in the general education course. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 21(1(80)), 227-243. SID. <https://sid.ir/paper/394296/en>. (In Persian)
40. Ferguson, T., Roofoe, C., & Cook, L. D. (2021). Teachers' perspectives on sustainable development: the implications for education for sustainable development. *Environmental Education Research*, 27(9), 1343–1359. <https://doi.org/10.1080/13504622.2021.1921113>
41. Fredriksson, U., N. Kusanagi, K., Gougoulakis, P., Matsuda, Y., & Kitamura, Y. (2020). A Comparative Study of Curriculums for Education for Sustainable Development (ESD) in Sweden and Japan. *Sustainability*, 12(3), 1123. <https://doi.org/10.3390/su12031123>
42. Gajparia, J., Strachan, G., & Leverton, K. (2022). Transformation through learning: Education about, for, and as sustainability. *Frontiers in Sustainability*, 3. <https://doi.org/10.3389/frsus.2022.982718>
43. García-González, E., Jiménez-Fontana, R., & Azcárate, P. (2020). Education for Sustainability and the Sustainable Development Goals: Pre-Service Teachers' Perceptions and Knowledge. *Sustainability*, 12(18), 7741. <https://doi.org/10.3390/su12187741>
44. Gerbi, M. D. (2025). Challenges in Policy Implementation of Inclusive Quality Education and Sustainable Development Goal #4 in Ethiopian District Primary Schools. *Ethiopian Journal of Science and Sustainable Development*, Vol 12 No 2 (2025). <https://doi.org/10.20372/EJSSDASTU:V12.I2.2025.1046>
45. Ghamrawi, N., Shal, T., Ghamrawi, N. A. R., Abu-Tineh, A., & Alshaboul, Y. (2025). Unleashing the potential of teacher leadership for ESD. *Frontiers in Education*, 10. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1614623>
46. Glavič, P. (2020). Identifying Key Issues of Education for Sustainable Development. *Sustainability*, 12(16), 6500. <https://doi.org/10.3390/su12166500>
47. Gorbunova, L. (2020). Education for sustainable development: to justify of implementation. *Filosofiya Osvity. Philosophy of Education*, 25(2), 56–81. <https://doi.org/10.31874/2309-1606-2019-25-2-3>
48. Gough, Annette., Reid, Alan., Stevenson, Robert. (2025). Status, Trends and Issues of Education for Sustainable Development (ESD) in Australia. *Status, Trends and Issues of Education for Sustainable Development (ESD) in Highly Competitive Countries: Country Reports and International Comparison*. Publisher: TVERC. Taiwan.
49. Grebenkov, D. S. (2022). Depletion of resources by a population of diffusing species. *Physical Review E*, 105(5). <https://doi.org/10.1103/physreve.105.054402>
50. Hajj-Hassan, M., Ali, W., & Kassem, M. (2024). Digital tools and sustainability learning in school settings. *Sustainability*, 16(9), 3733. <https://doi.org/10.3390/su16093733>
51. Hamidani Pour, Fatemeh; Karimi Malekabadi, Mahsa; & Karimi Malekabadi, Ehsan. (2025). Integration of Environmental Concepts in Elementary and Secondary School Experimental Sciences Book Headings: A Comprehensive Approach to Nurturing Responsible and Sustainable Citizens. *The 28th National Conference on Urban Planning, Architecture, Civil Engineering and Environment*. Shirvan. <https://civilica.com/doc/2318755/>. (In Persian)
52. Hamwy, N., Bruder, J., Sellami, A., & Romanowski, M. H. (2023). Challenges to Teachers Implementing Sustainable Development Goals Frameworks in Qatar. *Sustainability*, 15(15), 11479. <https://doi.org/10.3390/su151511479>
53. Hassanpour Azad, Navid ., Khanzadeh Balkanlo, Akbar., Ebadi, Amir Hossein. (2021). Education, challenges and problems and sustainable development. *Journal of Psychological Studies and Educational Sciences*. 8(3). (In Persian)
54. Hazarkhani, H & Parak. F. (2023) A Comparative Study of Environmental Education in Science Textbooks in Iran, India, Australia and the United States of America. *Journal of Education*. 39 (1) :27-42. <http://qjoe.ir/article-1-3148-fa.html>. (In Persian)
55. Hendrizal, H., Chandra, C., & Kharisma, A. (2022). Attitude Development of Elementary School Students with the Character Education-based Discovery Learning Model. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 6(2), 346–354. <https://doi.org/10.23887/jisd.v6i2.45572>
56. Hernandez, P. M., Vargas, V., & Paucar-Cáceres, A. (2017). Education for Sustainable Development: An Exploratory Survey of a Sample of Latin American Higher Education Institutions. In *World Sustainability Series* (pp. 137–154). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-70281-0_9

57. Herren, H. R. (2018). The Sustainable Development Goals. In *Farming, Food and Nature* (pp. 171–174). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781351011013-22>
58. Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645–670. <https://doi.org/10.1080/09500690305021>
59. Hosseini Ziyarti, Seyed Hadi. (2019). Studying the role of education and Islamic training in the sustainable development of the country. First National Conference on Education, Entrepreneurship, Development (Opportunities, Challenges, Solutions). Bandar Abbas. <https://civilica.com/doc/1545186>. (In Persian)
60. Huang, K.-H., Chen, M.-C., Cheng, C.-C., & Takagi, Y. (2024). PROMOTING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS (SDGs) AT SCHOOLS: ACHIEVEMENTS AND CHALLENGES. *Problems of Education in the 21st Century*, 82(6A), 947–948. <https://doi.org/10.33225/pec/24.82.947>
61. Hwa-Froelich, D. A. (2022). Social emotional development. In *Social Communication Development and Disorders* (pp. 93–120). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003197096-5>
62. Idoiaga Mondragon, N., Yarritu, I., Sáez de Cámara, E., & Vozmediano, L. (2023). The challenge of education for sustainability in higher education: key themes and competences within the University of the Basque Country. *Frontiers in Psychology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1158636>
63. Ilgan, A., Aktan, O., & Üztemur, S. (2022). Focusing on Sustainable Development of Teachers. *Discourse and Communication for Sustainable Education*, 13(1), 17–36. <https://doi.org/10.2478/dcse-2022-0003>
64. Jahani, A., Imandar, M., Satari Rad, A. and Imanpour Namin, J. (2022). Evaluation of the Effects of Rainbow Trout Fish Farms on Quality of Qaleh Roudkhan Forest River in Guilan Province Using Biological Indicators. *Journal of Environmental Studies*, 48(3), 345-362. <https://doi.org/10.22059/jes.2022.344014.1008325>
65. Jahani, A., Imandar, M., Satari Rad, A. and Imanpour, J. (2023). Evaluation of the Effects Of Rainbow Trout Fish Farms On Qala-Rodkhan River Water Using Physicochemical Parameters - Gilan Province. *Human Ecology*, 2(2), 127-140. <https://doi.org/10.22034/el.2023.391377.1009>
66. Jamil, M., Kamran, F., & Taj, S. (2024). Understanding Education for Sustainable Development: Prospective Teachers' Perspectives, Pedagogical Approaches, and Implementation Challenges. *Qlantic Journal of Social Sciences*, 5(4). <https://doi.org/10.55737/qjss.v-iv.24587>
67. Jordan, C., & Chawla, L. (2019). A Coordinated Research Agenda for Nature-Based Learning. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00766>
68. Karakose, T., Ozdogru, M., & Malkoc, N. (2024). Leading sustainable school improvement: a meta-synthesis of qualitative research on problems and challenges faced by school leaders. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1449174>
69. Karpudewan, M., Roth, W.-M., & Chandrakesan, S. (2015). Rethinking environmental education: Teaching science with sustainability issues. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(1), 67–89. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9529-6>
70. Keramati, Ansi & Ahmad Abadi, Zahra. (2018). Content analysis of experimental science textbooks in the first year of secondary school in terms of attention to environmental education. *Curriculum research Journal*. 8 (1). <https://doi.org/10.22099/jcr.2018.4955> (In Persian)
71. Khadim, Madiha; Qureshi, Naima; Muhammad Khan, Ayaz. (2023). Challenges of Implementing Education for Sustainable Development: University Teachers' Perspectives. *Pakistan Journal Education*, 39(1). <https://doi.org/10.30971/pje.v39i1.876>
72. Khosravi, Parasto; & Fakharian, Alireza. (2021). The Role of Education in Sustainable Development, Third National Conference on Interdisciplinary Research in Management and Humanities, Tehran, <https://civilica.com/doc/1428620>. (In Persian)
73. Khusuma, I. H. S., Sumantri, M. S., & Khaerudin. (2022). Evaluation of strengthening character education in SD negeri kareo, Jawilan district, Serang regency. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 7(1), 466–473. [https://ijisrt.com/assets/upload/files/IJISRT22JAN465_\(1\)_1.pdf](https://ijisrt.com/assets/upload/files/IJISRT22JAN465_(1)_1.pdf)
74. Kioupi, V., & Voulvoulis, N. (2019). Education for Sustainable Development: A Systemic Framework for Connecting the SDGs to Educational Outcomes. *Sustainability*, 11(21), 6104. <https://doi.org/10.3390/su11216104>
75. Kleespies, M. W., & Dierkes, P. W. (2022). The importance of the Sustainable Development Goals to students of environmental and sustainability studies—a global survey in 41 countries. *Humanities and Social Sciences Communications*, 9(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-022-01242-0>
76. Komalasari, K., & Saripudin, D. (2018). The Influence of Living Values Education-Based Civic Education Textbook on Student's Character Formation. *International Journal of Instruction*, 11(1), 395–410. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11127a>
77. Krajcik, J., Schneider, B., Miller, E. A., Chen, I.-C., Bradford, L., Baker, Q., Bartz, K., Miller, C., Li, T., Codere, S., & Peek-Brown, D. (2022). Assessing the Effect of Project-Based Learning on Science Learning in Elementary Schools. *American Educational Research Journal*, 60(1), 70–102. <https://doi.org/10.3102/00028312221129247>

78. Læssøe, J. (2010). Education for sustainable development, participation and civic engagement. *Environmental Education Research*, 16(1), 39–57. <https://doi.org/10.1080/13504620903504016>
79. Lamanuskas, V., & Malinauskienė, D. (2024). Education for sustainable development in primary school: Understanding, importance, and implementation. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 12(3), 356–373. <https://doi.org/10.30935/scimath/14685>
80. Laurie, R., Nonoyama-Tarumi, Y., Mckeown, R., & Hopkins, C. (2016). Contributions of Education for Sustainable Development (ESD) to Quality Education: A Synthesis of Research. *Journal of Education for Sustainable Development*, 10(2), 226–242. <https://doi.org/10.1177/0973408216661442>
81. Lawrence, Roderick J. (2020). Overcoming Barriers to Implementing Sustainable Development Goals: Human Ecology Matters. *Human Ecology Review*. 26(1). 95-116. <https://www.jstor.org/stable/27027239>
82. Lee, J. C.-K. (2021). Geographical and Environmental Education in School Curricula. In *Oxford Research Encyclopedia of Education*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264093.013.1063>
83. Leicht, A., Heiss, J., & Byun, W. J. (2018). Issues and trends in education for sustainable development. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/yelo2332>
84. Li, S., Wong, G., & Lu, Z. (2021). ICT-supported environmental learning in secondary schools. *Computers & Education*, 163, 104099. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104099>
85. Liu, S.-M., Huang, Y.-C., & Wang, R.-J. (2024). Challenges and Professional Support for Principals at Rural Schools for Sustainable Development. *Sustainability*, 16(21), 9251. <https://doi.org/10.3390/su16219251>
86. Lorente-Echeverría, S., Canales-Lacruz, I., & Murillo-Pardo, B. (2022). The Vision of Future Primary School Teachers as to Education for Sustainable Development from a Competency-Based Approach. *Sustainability*, 14(18), 11267. <https://doi.org/10.3390/su141811267>
87. Lotz-Sisitka, H., Wals, A. E., Kronlid, D., & McGarry, D. (2015). Transformative, transgressive social learning: rethinking higher education pedagogy in times of systemic global dysfunction. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 16, 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.07.018>
88. Ludin, D., Liebendoerfer, S., Wellbrock, W., & Mueller, E. (2025). Sustainability education in elementary schools—An explorative empirical study of chances and challenges based on a teacher survey in Germany. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 9(1), 11137. <https://doi.org/10.24294/jipd11137>
89. Lunayach, A., & Khichar, V. (2024). Integrating green education for sustainable development: a study of india's educational approach. *International Journal of Education Modern Management Applied Science & Social Science*, 06(04(II)), 33–45. [https://doi.org/10.62823/ijemmass/6.4\(ii\).7004](https://doi.org/10.62823/ijemmass/6.4(ii).7004)
90. Lundholm, C., Hopwood, N., & Rickinson, M. (2013). Environmental learning: Insights from research into the student experience. In *International handbook of research on environmental education* (pp. 243-252). Routledge. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-2956-0>
91. Makransky, G., & Mayer, R. E. (2022). Benefits of virtual labs for student science learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(2), 351–364. <https://doi.org/10.1111/jcal.12624>
92. Marcelino, C. P. S., Sousa, D. E. S. de, Silva, M. V. G. da, & Medeiros, S. L. S. (2024). The essentiality of curricular environmental education in schools for the realization of the Right to Sustainability. *REVISTA INTERDISCIPLINAR E DO MEIO AMBIENTE (RIMA)*. <https://doi.org/10.52664/rima.v6.n1.2024.e243>
93. Masnuna, M., Kusuma Wardani, N. I., & Kadiasti, R. (2020). Desain Aplikasi SALIM sebagai Media Pembelajaran untuk Menanggulangi Tindakan Kenakalan Remaja. *ANDHARUPA: Jurnal Desain Komunikasi Visual & Multimedia*, 6(1), 100–114. <https://doi.org/10.33633/andharupa.v6i1.3327>
94. Maya Kurnianingrum, A., Hariyadi, S., & Nur Asyiah, I. (2022). EFFECTIVENESS OF SCIENCE TEXTBOOKS BASED ON SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES IN GLOBAL WARMING MATERIALS TO IMPROVE LEARNING OUTCOMES. *International Journal of Advanced Research*, 10(11), 580–583. <https://doi.org/10.21474/ijar01/15701>
95. McArthur, J. W. (2013). Own the Goals: What the Millennium Development Goals Have Accomplished. *Foreign Affairs*, 92(2), 152– 162.
96. Miller Foster, M. J., & Foster, D. D. (2023). Advancing Sustainable Development Through Teacher Professional Development. In *Advances in Educational Technologies and Instructional Design* (pp. 230–254). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-4050-6.ch009>
97. Mróz, A., Ocetekiewicz, I., & Tomaszewska, B. (2020). What should be included in education programmes – The socio-education analysis for sustainable management of natural resources. *Journal of Cleaner Production*, 250, 119556. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119556>
98. Muhammadiyah, M., Hamsiah, A., Muzakki, A., Nuramila, N., & Fauzi, Z. A. (2022). The Role of the Professional Teacher as the Agent of Change for Students. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 14(4), 6887–6896. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v14i4.1372>
99. Muhammed, K. V. (2024). Transforming Innovative Educational Practices for Environmental Sustainability. *i-manager's Journal on Humanities & Social Sciences*, 4(3), 35-41. <https://doi.org/10.26634/jhss.4.3.20963>

100. Müller, T. J., & da Silva, M. E. R. (2023). *Educação Ambiental e Sustentabilidade Ambiental nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental*. <https://doi.org/10.14295/ambeduc.v28i1.15199>
101. Nguyen, T. D., Cannata, M., & Miller, J. (2016). Understanding student behavioral engagement: Importance of student interaction with peers and teachers. *The Journal of Educational Research*, 111(2), 163–174. <https://doi.org/10.1080/00220671.2016.1220359>
102. Nguyen, T. P. (2017). Education for Sustainable Development in Vietnam: exploring the geography teachers' perspectives. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 27(4), 341–356. <https://doi.org/10.1080/10382046.2017.1366204>
103. Nousheen, A., Yousuf Zai, S. A., Waseem, M., & Khan, S. A. (2020). Education for sustainable development (ESD): Effects of sustainability education on pre-service teachers' attitude towards sustainable development (SD). *Journal of Cleaner Production*, 250, 119537. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119537>
104. Nousheen, A., Zai, S., Waseem, M., & Khan, S. (2020). Teachers' perceptions of education for sustainable development. *Sustainability*, 12(10), 4321. <https://doi.org/10.3390/su12104321>
105. Odell, V., Molthan-Hill, P., Martin, S., & Sterling, S. (2019). Transformative Education to Address All Sustainable Development Goals. In *Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals* (pp. 1–12). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-69902-8_106-1
106. Ohta, R., Yata, A., & Sano, C. (2022). Students' Learning on Sustainable Development Goals through Interactive Lectures and Fieldwork in Rural Communities: Grounded Theory Approach. *Sustainability*, 14(14), 8678. <https://doi.org/10.3390/su14148678>
107. Okubo, K., Yu, J., Osanai, S., & Serrona, K. R. B. (2021). Present issues and efforts to integrate sustainable development goals in a local senior high school in Japan: A case study. *Journal of Urban Management*, 10(1), 57–68. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2021.02.002>
108. Olsson, D., Gericke, N., & Chang Rundgren, S.-N. (2015). The effect of implementation of education for sustainable development in Swedish compulsory schools – assessing pupils' sustainability consciousness. *Environmental Education Research*, 22(2), 176–202. <https://doi.org/10.1080/13504622.2015.1005057>
109. Orlova, L. N., & Kuznetsov, V. V. (2018). Concerning Sustainable Development of Economic Systems. *Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics*, 6, 16–23. <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2018-6-16-23>
110. Osadolor, O. (2016). Empowering Teachers: Building Sustainable Societies. *World Journal of Educational Research*, 3(2), 281. <https://doi.org/10.22158/wjer.v3n2p281>
111. ÖZDEMİR, F. (2022). Opinions of Social Studies Teachers on Environmental Education Through Social Studies Curriculum and Textbooks. *Participatory Educational Research*, 9(5), 486–501. <https://doi.org/10.17275/per.22.125.9.5>
112. Padilla, L.-A. (2021). Sustainable Development or Sustainable Systems? In *The Anthropocene: Politik—Economics—Society—Science* (pp. 169–211). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80399-5_4
113. Parry, S., & Metzger, E. (2023). Barriers to learning for sustainability: a teacher perspective. *Sustainable Earth Reviews*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s42055-022-00050-3>
114. Pauw, J. B.-d., Gericke, N., Olsson, D., & Berglund, T. (2015). The Effectiveness of Education for Sustainable Development. *Sustainability*, 7(11), 15693–15717. <https://doi.org/10.3390/su71115693>
115. Peng, Y., Alias, B. S., Wan, X., & Mansor, A. N. (2024). Linking Curriculum Implementation To School SDG: A Systematic Review. *Journal of Lifestyle and SDGs Review*, 4(2), e02019. <https://doi.org/10.47172/2965-730x.sdgsreview.v4.n02.pe02019>
116. Peterson, J. F., Lockhart, C., Elsum, K., Clarke, B., & Raffaele, C. (2018). Professional Learning: A Continuum Reimagined. *The International Journal of Learning: Annual Review*, 25(1), 39–55. <https://doi.org/10.18848/1447-9494/cgp/v25i01/39-55>
117. Phillips, K., & Howard, P. (2024). Transformative pedagogies for sustainability education. In *Education for Sustainability* (pp. 215–233). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-56172-6_19
118. Pipere, A. (2019). Journal of Teacher Education for Sustainability after the UN Decade of Education for Sustainable Development: Exploring for the Future. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 21(1), 5–34. <https://doi.org/10.2478/jtes-2019-0002>
119. Poonam. (2024). Role of Teacher in Secondary Level. *International Journal for Multidisciplinary Research*, 6(1). <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2024.v06i01.11903>
120. Pourmand, H., Zakersalehi, G., Afhami, R., and Karimi, S. (2023). Challenges of integration of education for sustainable development in Handcrafts higher education. *Quarterly Journal of Research and Planning in Higher Education*, 26(2), 27–51. (In Persian)
121. Prenger, R., Tappel, A. P. M., Poortman, C. L., & Schildkamp, K. (2022). How can educational innovations become sustainable? A review of the empirical literature. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.970715>

122. Putehrigi, Mohammad., and Satari Rad, Amir. (2019). The Role of Strategic Environmental Assessment in Sustainable Development. 5th International Conference on Environmental Engineering and Natural Resources. Tehran. <https://civilica.com/doc/934086>
123. Rayegani, B., Jahani, A., Satari Rad, A. and Shoghi, N. (2018). Predicting of Land Use Changes for 2030 Using Remote Sensing and Landsat Multi-Temporal Images (Case study: Mashhad). *Town and Country Planning*, 10(2), 249-269. <https://doi.org/10.22059/jtcp.2019.262107.669876>
124. Sadler, T. D., Amirshokoochi, A., Kazempour, M., & Allspaw, K. M. (2006). Socioscience and ethics in science classrooms: Teacher perspectives and strategies. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 353–376. <https://doi.org/10.1002/tea.20142>
125. Salehi Kousalari, F., Ghanbaran, A. H., Sharghi, A., Jahani, A., & Satari Rad, A. (2025). Predicting visual aesthetic preferences in Tehran city universities campuses using machine learning techniques. *Scientific Reports*, 15(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-20922-w>
126. Samadi, Mohammad Reza, 2019, Studying the role of teachers in the process of sustainable development education in the country, Fifth International Conference on Humanities and Education with a Focus on Sustainable Development, Tehran, <https://civilica.com/doc/1046454>. (In Persian)
127. Samadi, Parvin & Ahmadvand, Masoumeh. (2017). Investigation of Environmental Indicators of Sustainable Development in the Experimental Science Curriculum of the First Year of High School. First International Conference and Third National Conference on Management and Humanities Research. Tehran. <https://civilica.com/doc/681267>. (In Persian)
128. Satari Rad, Amir., Maleki, Morteza., Jafari Patroudi, Seyed Salman., and Hatami, Masoumeh. (2024). The role of student scientific projects in better understanding science concepts. The Second National Conference on Humanities with a New Approach and the First International Research Conference on Modern Educators. Astara. <https://civilica.com/doc/2320965>
129. Satari Rad, Amir., Zamani, Leila., and Omidinia, Eskandar. (2019). The role of biotechnology in achieving sustainable development goals. The 7th Scientific Congress on the Development and Promotion of Architecture and Urbanism. Iran. Tehran. <https://civilica.com/doc/1159533>
130. Schizas, D., Papatheodorou, E., & Stamou, G. (2017). Transforming “Ecosystem” from a Scientific Concept into a Teachable Topic: Philosophy and History of Ecology Informs Science Textbook Analysis. *Research in Science Education*, 48(2), 267–300. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9568-0>
131. Schneider, H. D., Livitz, I. E., & Schneider, D. (2013). Sustainable Learning for Sustainability. *Journal of Organisational Transformation & Social Change*, 10(2), 124–147. <https://doi.org/10.1179/1477963313Z.0000000009>
132. Scoones, I.; Stirling, A.; Abrol, D.; Atela, J.; Charli- Joseph, L.; Eakin, H.; Ely, A.; Olsson, P.; Pereira, L.; Priya, R.; et al. (2018). Transformations to Sustainability; Steps Working Paper 104; Steps Centre: Sussex, UK. <http://gloscan.org/wp-content/uploads/2018/09/WP-104-Transformations-to-Sustainability-online-version-FINAL-v2.pdf>
133. Scott, W. (2015). Education for sustainable development (ESD): A critical review of concept, potential and risk. In *Schooling for Sustainable Development in Europe*: Springer International Publishing: Cham, Switzerland.
134. Scott, W., & Gough, S. (2010). Sustainability education: National policy and school practice. *Environmental Education Research*, 16(3–4), 341–352. <https://doi.org/10.1080/13504622.2010.488107>
135. Seatter, Scarff. C., & Ceulemans, K. (2017). Teaching Sustainability in Higher Education: Pedagogical Styles that Make a Difference. *Canadian Journal of Higher Education*, 47(2), 47–70. <https://doi.org/10.47678/cjhe.v47i2.186284>
136. Seyedsayamdost, E. (2020). Sustainable Development Goals. In *Essential Concepts of Global Environmental Governance* (pp. 251–252). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780367816681-102>
137. Shakir, F., Naz, A., & Ahmed, S. M. (2024). Exploring Teachers’ Perceptions and Practices in Education for Sustainable Development (ESD) in Public Schools of Karachi. *Pakistan Journal of Humanities and Social Sciences*, 12(1), 902–914. <https://doi.org/10.52131/pjhss.2024.v12i1.2090>
138. Sheikh Abbasi Firouz Kola, Behnaz & Sadati, Seyyed Yousef. (2018). Content analysis of science books for the first year of secondary education in terms of attention to environmental problems. *New advances in behavioral sciences*. 3 (29). 39-24. <http://ijndibs.com/article-1-281-fa.html>
139. Shepardson, D. P., Niyogi, D., Choi, S., & Charusombat, U. (2011). Students’ conceptions about climate change. *Environmental Education Research*, 17(5), 571–589. <https://doi.org/10.1080/13504622.2011.618628>
140. Shoqeir, J. A. H. (2022). Existential risk - Danger Extinction Humanity or Reducing permanent of Potential Humanity. *Al-Quds Journal for Academic Research*. <https://doi.org/10.47874/2022:pp16-20>
141. Silitonga, T. B., Saptono, E., Sulistiyanto, S., & Thoyibi, T. (2022). Peran manajerial kepala sekolah dalam pengembangan kesadaran bela negara di masa pandemic covid-19. *JPPi (Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia)*, 8(2), 275. <https://doi.org/10.29210/020221369>

142. Simplicio, N. D. Cordova, B. C. and Oliveira-Filho, E. C. (2016). Analysis of the Approach to Parasitic Cycles in Brazilian Science Textbooks as a Tool for Education in Health and Environment. *International Journal of Environmental & Science Education*, 11(5), 867–880. <http://dx.doi.org/10.12973/ijese.2016.345a>
143. Smith, J., & Heyward, P. (2023). Policy efforts to meet UNESCO's Sustainable development Goal 4: A 3-pronged approach. *Journal of Education for Teaching*, 50(2), 266–279. <https://doi.org/10.1080/02607476.2023.2283422>
144. Soto-Solier, P. M., Garcia-Lopez, A. M., & Prados-Peña, Ma. B. (2023). Teacher Training and Sustainable Development: Study within the Framework of the Transdisciplinary Project RRREMAKER. *Neveléstudomány*. <https://doi.org/10.3390/educsci13080794>
145. Stevenson, R. B. (2022). Approaches to Education for Sustainability. In *Oxford Research Encyclopedia of Education*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264093.013.93>
146. Sukarjita, I. W., Ardi, M., Rachman, A., Supu, A., & Dirawan, G. D. (2014). The Integration of Environmental Education in Science Materials by Using MOTORIC Learning Model. *International Education Studies*, 8(1). <https://doi.org/10.5539/ies.v8n1p152>
147. Supreme Council of Education. (2021). School Executive Regulations. Ministry of Education. Tehran. https://www.sce.ir/media/image_upload/2023/04/05/-1401.pdf. Accessible on 13 Jan 2025. (In Persian)
148. Taber, K. S. (2023). Curriculum and science. In *International Encyclopedia of Education (Fourth Edition)* (pp. 314–326). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818630-5.03057-8>
149. Taghieh, Narjes Khatoon; Mirghaderi, Seyed Hamid Reza; and Gharekhani, Abuzar. (2013). Analysis of the first year of secondary school curriculum from the perspective of environmental education. First National Conference on Environment, Energy and Biodefense. Tehran. <https://civilica.com/doc/265067>. (In Persian)
150. Thomas, I. (2004). Sustainability in tertiary curricula: what is stopping it happening? *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 5(1), 33–47. <https://doi.org/10.1108/14676370410517387>
151. Turner, A. (2009). Population priorities: the challenge of continued rapid population growth. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1532), 2977–2984. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0183>
152. Uitto, A., & Saloranta, S. (2017). Subject Teachers as Educators for Sustainability: A Survey Study. *Education Sciences*, 7(1), 8. <https://doi.org/10.3390/educsci7010008>
153. UN. (2011). Progress of the world's women: In pursuit of justice. Published: United Nations Entity for Gender Equality and the Empowerment of Women (UN Women). <https://www.unwomen.org/en/digital-library/publications/2011/7/progress-of-the-world-s-women-in-pursuit-of-justice>. Accessed on 26 March 2025
154. UNEP. (2012). GEO5: Environment for the Future We Want 2012. <https://sustainabledevelopment.un.org/futurewewant.html>. Accessed on 10 Jun 2025.
155. UNESCO. (2005). Draft International Implementation Scheme for the United Nations Decade of Education for Sustainable Development (2005–2014). Available online: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139023> (Accessed on 26 Feb 2025).
156. UNESCO. (2012). *Education for Sustainable Development Sourcebook*. Paris: UNESCO. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4298.7044>
157. UNESCO. (2014). Report: Education for Sustainable Development. <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&type=400&nr=1682&menu=35>. Accessed on 13 Jan 2025.
158. UNESCO. (2017). Education for Sustainable Development Goals: learning objectives. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/cgba9153>. Available online: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002474/247444e.pdf> (Accessed on 1 Jun 2025).
159. UNITED NATIONS. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: "Our Common Future". Available online: http://www.channelingreality.com/Documents/Brundtland_Searchable.pdf (Accessed on 10 Feb 2025).
160. Varela-Losada, M., Arias-Correa, A., Pérez-Rodríguez, U., & Vega-Marcote, P. (2016). How teachers can empower students for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 135, 284–292. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.138>
161. Vukić, T. (2020). SUSTAINABLE DEVELOPMENT FROM HIGH SCHOOL TEACHERS' PERSPECTIVE. *Facta Universitatis, Series: Philosophy, Sociology, Psychology and History*, 131. <https://doi.org/10.22190/fupsph1903131v>
162. Waltner, E.-M., Scharenberg, K., Hörsch, C., & Rieß, W. (2020). What Teachers Think and Know about Education for Sustainable Development and How They Implement it in Class. *Sustainability*, 12(4), 1690. <https://doi.org/10.3390/su12041690>
163. Wartha, E. J., & Santana dos Santos, E. J. (2020). PENSAMENTO CIENTÍFICO, CRÍTICO E CRIATIVO: ENTENDENDO CAMPOS TEÓRICOS E PERSEGUINDO SUAS INTERAÇÕES. *Poiésis - Revista Do*

- Programa de Pós-Graduação Em Educação, 14(26), 325. <https://doi.org/10.19177/prppge.v14e262020325-346>
164. Widya. (2024). Challenges And Needs In Integrating Sustainable Development Goals (Sdgs) Into High School Physics Curriculum: A Study In Lhokseumawe, Indonesia. Proceedings of Malikussaleh International Conference on Multidisciplinary Studies (MICoMS), 4, 00036. <https://doi.org/10.29103/micoms.v4i.959>
165. Winanjar Rahayu, Tazkiyah, E., Nurul Murtadho, & Slamet Arifin. (2023). The Role of Teacher Ethics in Developing Student Character in School. Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar, 7(3), 546–557. <https://doi.org/10.23887/jisd.v7i3.55245>
166. Witoszek, N. (2017). Teaching sustainability in Norway, China and Ghana: challenges to the UN programme. *Environmental Education Research*, 24(6), 831–844. <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1307944>
167. Wolff, Lili-Ann. (2025). Status, Trends and Issues of Education for Sustainable Development (ESD) in Finland. Status, Trends and Issues of Education for Sustainable Development (ESD) in Highly Competitive Countries: Country Reports and International Comparison. Publisher: TVERC. Taiwan.
168. Zickafoose, A., Ilesanmi, O., Diaz-Manrique, M., Adeyemi, A. E., Walumbe, B., Strong, R., Wingenbach, G., Rodriguez, M. T., & Dooley, K. (2024). Barriers and Challenges Affecting Quality Education (Sustainable Development Goal #4) in Sub-Saharan Africa by 2030. *Sustainability*, 16(7), 2657. <https://doi.org/10.3390/su16072657>
169. Zoldy, M., Szalmane Csete, M., Kolozsi, P. P., Bordas, P., & Torok, A. (2022). Cognitive Sustainability. *Cognitive Sustainability*, 1(1). <https://doi.org/10.55343/cogsust.7>
170. Zwolińska, K., Lorenc, S., & Pomykała, R. (2022). Sustainable Development in Education from Students' Perspective—Implementation of Sustainable Development in Curricula. *Sustainability*, 14(6), 3398. <https://doi.org/10.3390/su14063398>