journal for the History of Science
Print issn: 1735-0573 ● Online issn: 2717-1965
University of Tehran

The History and Philosophy of Science as a Guide for Teaching Empirical Sciences with Emphasis on the Later Wittgenstein's Perspective

Rasoul Berjisian [1]

1. Department of Theology Education, Farhangian University, Tehran, Iran, E-mail: rslberjisian@cfu.ac.ir

Article Info

Article type:
Review Article

Article history:
Received: 06 Octiber 2025
Revised: 27 October 2025
Accepted: 01 November 2025
Published online: 09 December 2025

Keywords:
History, Philosophy, Nature of Science, Later Wittgenstein, Internal Science.

ABSTRACT

One of the main aims of this article is to examine and clarify the role of the **historical approach** in teaching the **nature of science**, emphasizing that this approach is not only a complement to the naturalistic view but also essential for a deeper understanding of **science-in-the-making**. The article seeks to demonstrate how the use of history and philosophy of science can enhance students' comprehension of the nature of **experimental sciences**.

The research method is based on **conceptual analysis**, namely the evaluation of the structure of concepts related to the nature of science, combined with progressive inference. The theoretical framework draws upon the **later philosophy of Wittgenstein**, and three major approaches in science education literature are discussed. The **consensus view** focuses on general and less controversial aspects of the nature of science. The **family resemblance view**, inspired by Wittgenstein's thought, presents science as a cognitive system characterized by structural similarities. The **integrated view**, grounded in Wittgenstein's later philosophy, regards science not as a static structure but as a linguistic practice in formation, where meaning emerges through the use of words within specific **language games**. Integrating general and particular aspects of the nature of science within this framework leads to an understanding of science as a **human, historical, and interpretive activity**, one whose comprehension depends on linguistic, cultural, and educational contexts. In this perspective, **science-in-the-making** is not merely theoretical progress but also transformation in ways of speaking, seeing, and judging.

The educational implications of the article highlight that teaching experimental sciences should adopt the integrated approach so that students perceive science not simply as a set of facts but as a **historical, interpretive, and human process**. Examples from the history of science underscore the role of alternative and contested interpretations of empirical data and stress the importance of scientific literacy grounded in an appreciation of the **dynamic nature of science**.

Cite this article: Berjisian, R. (2025). The History and Philosophy of Science as a Guide for Teaching Empirical Sciences with Emphasis on the Later Wittgenstein's Perspective. *Journal for the History of Science*. 23 (1), 247-289.

DOI: http//doi.org/ 10.22059/jihs.2025.403752.371849

© The Author (s).
Publisher: University of Tehran Press.

تاریخ علم
شاپا الکترونیکی: ۱۹۶۵-۲۷۱۷ • شاپا چاپی: ۰۵۷۳-۱۷۳۵

تاریخ و فلسفه علم به عنوان راهنمای تدریس علوم تجربی با تأکید بر دیدگاه ویتگنشتاین متأخّر

رسول برجیسیان[۱]

۱. گروه آموزش الهیات، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران، رایانامه: rslberjisian@cfu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: ترویجی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۱۴
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۸/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۱۰
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۹/۱۸

کلیدواژه‌ها: ماهیت علم، آموزش علوم تجربی، فلسفهٔ ویتگنشتاین، رویکرد تاریخی، علم در حال ساخت

چکیده

یکی از اهداف این مقاله، بررسی و تبیین نقش رویکرد تاریخی در آموزش ماهیت علم است، با تأکید بر این‌که این رویکرد نه‌تنها مکمل دیدگاه طبیعت‌گرایانه است، بلکه برای فهم عمیق‌تر «علم در حال ساخت» نیز ضروری است. مقاله در پی آن است که نشان دهد چگونه بهره‌گیری از تاریخ و فلسفهٔ علم می‌تواند درک دانش‌آموزان از ماهیت علوم تجربی را ارتقا بخشد. روش پژوهش شامل تحلیل مفهومی، یعنی ارزیابی ساختار مفاهیم مرتبط با ماهیت علم، و استنتاج پیشرونده است. مقاله بر پایهٔ فلسفهٔ متأخر ویتگنشتاین بنا شده و سه رویکرد اصلی را در ادبیات آموزش علوم بررسی می‌کند. دیدگاه اجماع بر جنبه‌های عمومی و کم‌چالش ماهیت علم تمرکز دارد. دیدگاه شباهت خانوادگی، با الهام از اندیشهٔ ویتگنشتاین، علم را به‌مثابه نظامی شناختی با شباهت‌های ساختاری معرفی می‌کند. دیدگاه تلفیقی، با تکیه بر فلسفهٔ متأخر ویتگنشتاین، علم را نه ساختاری ایستا، بلکه کنشی زبانی در حال شکل‌گیری می‌داند؛ کنشی که در آن معنا از طریق کاربرد واژگان در بازی‌های زبانی خاص پدید می‌آید. تلفیق جنبه‌های عمومی و خاص ماهیت علم در این چارچوب، به معنای درک علم به‌عنوان فعالیتی انسانی، تاریخی و تفسیربردار است؛ فعالیتی که فهم آن وابسته به زمینه‌های زبانی، فرهنگی و آموزشی است. «علم در حال ساخت» در این نگاه، نه صرفاً پیشرفت نظری، بلکه دگرگونی در شیوه‌های سخن گفتن، دیدن و داوری کردن است. دلالت‌های آموزشی مقاله نشان می‌دهد که آموزش علوم تجربی باید از رویکرد تلفیقی بهره گیرد تا دانش‌آموزان بتوانند علم را نه صرفاً به‌عنوان مجموعه‌ای از حقایق، بلکه به‌عنوان فرآیندی تاریخی، تفسیری و انسانی درک کنند. ارائهٔ نمونه‌هایی از تاریخ علم، نقش تفسیرهای جایگزین و بحث‌برانگیز داده‌های تجربی را برجسته می‌سازد و بر اهمیت تربیت علمی مبتنی بر فهم ماهیت پویای علم تأکید می‌ورزد.

استناد: برجیسیان، رسول (۱۴۰۴). تاریخ و فلسفه علم به عنوان راهنمای تدریس علوم تجربی با تأکید بر دیدگاه ویتگنشتاین متأخّر. تاریخ علم، ۲۳ (۱)، ۲۴۷-۲۸۹.

DOI: http//doi.org/ 10.22059/jihs.2025.403752.371849

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران. © نویسندگان.

۱. مقدمه

۱٫۱. طرح مسئله

آموزش علم در نظام‌های آموزشی سراسر جهان با یک تناقض بنیادین مواجه است: در حالی که علم به‌طور گسترده تدریس می‌شود، درک چیستی آن، نحوه شکل‌گیری، تحول و پیشرفت آن همچنان برای بسیاری از دانش‌آموزان و حتی معلمان دشوار باقی مانده است. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که درک معرفت‌شناختی از «ماهیت علم» در میان مخاطبان آموزشی ناکافی است و همین امر آن را به یکی از حوزه‌های مهم پژوهشی در آموزش علوم بدل کرده است (عبدالخالق، ۲۰۱۲؛ دِنگ و همکاران، ۲۰۱۰؛ وانگ، ۲۰۱٤؛ مک‌کماس و همکاران، ۲۰۱٦). برای ارتقای این درک، ضروری است که علم نه به‌عنوان مجموعه‌ای از حقایق قطعی، بلکه به‌مثابه فعالیتی پیچیده، استدلال‌محور و نظریه‌پردازانه معرفی شود؛ فعالیتی که در آن مجادله، رقابت و تفسیر نقش محوری دارند (نیاز، ۲۰۱۲).

۱٫۲. شواهد تاریخی-فلسفی

ولپرت (۱۹۹۳)، زیست‌شناس تکوینی، بر این نکته تأکید می‌کند که علم ذاتاً «غیرطبیعی» است؛ هم ایده‌های علمی و هم روش‌های تجربی آن برخلاف شهود و عقل سلیم‌اند و نمی‌توان آن‌ها را صرفاً از طریق مشاهدهٔ ساده پدیده‌ها به دست آورد. این ویژگی نشان می‌دهد که آموزش علم باید فراتر از تجربهٔ روزمره و مبتنی بر تحلیل نظری و تاریخی باشد. به عبارت دیگر، ایده‌های علمی نمی‌توانند به سادگی از طریق مشاهده مستقیم و تجربیات روزمره به دست آیند. این موضوع نشان می‌دهد که برای درک عمیق‌تر علم، نیازمند رویکردهای آموزشی هستیم که دانش‌آموزان و معلمان را با ماهیت پیچیده و غیرمستقیم علم آشنا کند. در واقع، بیشتر برنامه‌های درسی علوم و کتاب‌های درسی «عمل علمی» را به «بررسی سادهٔ پدیده‌ها» فرو می‌کاهند. اجازه دهید دو مثال از تاریخ علم را در نظر بگیریم تا نشان دهیم که این‌چنین فروکاستن درک دانش‌آموزان از عملکرد علمی را تسهیل نمی‌کند. برای نمونه، در کتاب‌های درسی علوم (تقریباً در تمام نقاط جهان)، آزمایش‌های ذرات آلفای رادرفورد (۱۹۱۱) به‌عنوان نقطهٔ آغاز مدل هسته‌ای اتم معرفی می‌شوند، اما آزمایش‌های مشابه تامسون در همان دوره، که منجر به تفسیری متفاوت و

مشاجره‌ای علمی میان دو نظریه‌پرداز شد، اغلب نادیده گرفته می‌شوند (نیاز، ۲۰۰۹؛ ویلسون، ۱۹۸۳). این اختلافات نشان می‌دهد که داده‌های تجربی بدون زمینهٔ نظری قابل فهم نیستند و «بررسی سادهٔ پدیده‌ها» برای درک علم کافی نیست. رادرفورد فرضیهٔ پراکندگی منفرد را مطرح کرد در حالی که تامسون فرضیهٔ پراکندگی مرکب را فرض کرد. این نشان می‌دهد که «بررسی سادهٔ پدیده‌ها» برای حل اختلاف و در نتیجه درک داده‌های تجربی به تامسون و رادرفورد کمکی نکرد. این مثال نشان می‌دهد که برای درک بهتر علم، نیازمند ارائه تاریخچه کاملی از فرایندها و نظریات علمی، به همراه بحث‌ها و اختلافات میان نظریات مختلف هستیم. چنین رویکردی می‌تواند به دانش‌آموزان کمک کند تا درک عمیق‌تری از فعالیت‌های علمی و روند توسعه علم پیدا کنند. بنابراین، برای آموزش مؤثر علم، نیازمند رویکردهایی هستیم که پیچیدگی‌های فعالیت علمی را نشان داده و دانش‌آموزان را با طبیعت چالش‌برانگیز و تجربی علم آشنا کند.

نمونه‌ای دیگر از تاریخ علم، اختلاف نظر میان میلیکان و ارنهافت در تفسیر داده‌های مربوط به بار الکتریکی اولیه است (هولتون، ۱۹۷۸؛ نیاز، ۲۰۰۵). در اصل، میلیکان و ارنهافت هر دو بر روی پدیده‌های مشابهی تحقیق می‌کردند و داده‌های تجربی بسیار مشابهی به دست می‌آوردند. اما تفسیرهای آن‌ها از این داده‌ها بسیار متفاوت بود. میلیکان نظریه‌ای پیشنهاد کرد که بر اساس آن الکترون یک بار الکتریکی ثابت و یکتاست. در مقابل، ارنهافت نظریه‌ای داشت که بر اساس آن بارهای الکتریکی می‌توانند به صورت کسری از بار الکترون (یعنی زیر الکترون) وجود داشته باشند. این اختلاف نظر بر روی این دو مفهوم اساسی، منجر به بحث‌ها و تحقیقات بیشتری در زمینه فیزیک و الکترونیک شد. مثال‌های ارائه شده به وقایعی تاریخی که نزدیک به ۱۰۰ سال پیش رخ داده‌اند، اشاره دارند. به طور جالبی، مطالعه‌ای اخیر **نیاز** به این که معلمان علوم فراتر از این افسانه که «**دیدن، باور کردن است**» بروند، را برجسته کرده است. این اختلافات نه‌تنها نشان‌دهنده نقش نظریه در تفسیر داده‌ها هستند، بلکه اهمیت آموزش تاریخ علم را در فهم روندهای علمی برجسته می‌کند. بررسی نمونه‌های تاریخی در علم نشان می‌دهد که هنوز در میان معلمان رایج نیست که به شیوه‌هایی بیندیشند که در آن‌ها زبانِ نظریه‌ها چارچوبی برای دیدن، پرسیدن و تفسیر کردن فراهم می‌کند. آنچه در آزمایش‌ها و مشاهدات می‌بینیم، مستقل از بازی‌های زبانی‌ای که در آن مشارکت داریم نیست؛ بلکه آنچه می‌توانیم ببینیم و درباره‌اش سخن بگوییم، درون قواعد زبانی‌ای

شکل می‌گیرد که نظریه‌ها آن را تعیین می‌کنند. همان‌طور که فیلسوفان علم بارها یادآور شده‌اند، فرضیات نظری نه‌تنها مسیر تحقیق را جهت می‌دهند، بلکه واژگان و نحوِ سخن گفتن درباره نتایج را نیز تعیین می‌کنند. بنابراین، عینیت علمی مطلق را نمی‌توان خارج از بافت‌های زبانی و کاربردهای خاص آن تصور کرد. داده‌ها به‌تنهایی معنا ندارند؛ معنا در کاربرد آن‌ها در یک بازی زبانی خاص پدید می‌آید.

همچنین، شواب (۱۹۷٤) با تأکید بر «اصول اکتشافی» نشان می‌دهد که منشأ تحقیقات علمی نه صرفاً داده‌های عینی، بلکه ساختارهای ذهنی و تصوراتی هستند که مسیر پژوهش را تعیین می‌کنند. این دیدگاه با فلسفهٔ علم ویتگنشتاین متأخّر هم‌راستا است که بر نقش زبان، زمینه و شباهت‌های خانوادگی در فهم مفاهیم علمی تأکید دارد. مهم است نه تنها نقش تاریخ و فلسفه علم را بشناسیم، بلکه به این جنبه‌ها که در برنامه‌های درسی علمی و حتی در کتاب‌های درسی نیز وجود دارند، توجه کنیم؛ اگرچه بدون زمینه لازم برای درک ماهیت علم (بیویلاکوا و بردونی، ۱۹۹۸؛ ماتیوس، ۲۰۱۵؛ نیاز و رودریگز، ۲۰۰۱) این جنبه‌ها به خوبی قابل درک نیستند. جنبه‌های کلی ماهیت علم موضوع تحقیقات قابل‌توجهی در آموزش علم بوده‌اند (لدرمن و همکاران، ۲۰۰۲؛ مک‌کماس و همکاران، ۱۹۹۸).

شناخت تاریخ و فلسفه علم تنها زمانی معنا دارد که درون بازی‌های زبانی آموزش علمی جای گیرد؛ یعنی نه‌فقط به‌عنوان اطلاعاتی بیرونی، بلکه به‌مثابه شیوه‌هایی از سخن گفتن و فهمیدن که در برنامه‌های درسی و کتاب‌های درسی حضور دارند. با این حال، بدون زمینه‌مندی زبانی و فرهنگی‌ای که امکان مشارکت در این بازی‌ها را فراهم کند، این جنبه‌ها اغلب به‌درستی فهم نمی‌شوند. آنچه به‌عنوان «ماهیت علم» معرفی می‌شود، خود درون کاربردهای خاص واژگان علمی و آموزشی معنا می‌یابد؛ و پژوهش‌های گسترده‌ای که به این جنبه‌ها پرداخته‌اند، در واقع بررسی کرده‌اند که چگونه زبان علم در آموزش به کار می‌رود و چه قواعدی برای فهم آن لازم است.

در پرتو این شواهد، روشن می‌شود که علم نه یک نظام یک‌دست و همگن، بلکه مجموعه‌ای از فعالیت‌ها، روش‌ها و زبان‌هایی است که در زمینه‌های خاص معنا می‌یابند. اینجاست که فلسفهٔ متأخر ویتگنشتاین، با تأکید بر «بازی‌های زبانی» و «شباهت خانوادگی»، افقی نو برای فهم ماهیت علم می‌گشاید. ویتگنشتاین به ما می‌آموزد که مفاهیم علمی را نمی‌توان با تعاریف صلب و کلی فهم کرد، بلکه باید آن‌ها را در بستر کاربردهای متنوع و زمینه‌مندشان دید. همان‌گونه که اعضای یک خانواده ممکن

است ویژگی‌های مشترک داشته باشند بدون آن‌که همه در یک ویژگی خاص شریک باشند، فعالیت‌های علمی نیز در شبکه‌ای از شباهت‌ها و تفاوت‌ها معنا می‌یابند. این دیدگاه، امکان فهم علم به‌مثابه یک نظام زبانی و اجتماعی را فراهم می‌سازد که در آن معنا از طریق کاربرد، تعامل و زمینه شکل می‌گیرد.

این مقاله با هدف تبیین نقش تاریخ و فلسفه علم در آموزش علوم تجربی، تلاش می‌کند نشان دهد که چگونه بهره‌گیری از دیدگاه تلفیقی مبتنی بر فلسفهٔ متأخر ویتگنشتاین می‌تواند درک دانش‌آموزان از «علم در حال ساخت» را تسهیل کند. برای دستیابی به این هدف، مقاله از روش تحلیل مفهومی و استنتاجی پیشرونده بهره می‌گیرد و سه دیدگاه نظری درباره ماهیت علم (اجماع، شباهت خانوادگی، تلفیقی) را بررسی می‌کند. در ادامه، دلالت‌های آموزشی هر دیدگاه تحلیل شده و پیشنهادهایی برای طراحی برنامه‌های درسی علوم ارائه می‌شود.

۲. روش پژوهش

پژوهش حاضر با بهره‌گیری از دو روش مکمل، تحلیل مفهومی و استنتاجی پیشرونده، به بررسی ساختار مفاهیم بنیادین در حوزه ماهیت علم و دلالت‌های آموزشی آن پرداخته است.

۲/۱. روش تحلیل مفهومی (ارزیابی ساختار مفهوم)

این روش با هدف دستیابی به درکی عمیق‌تر از مفاهیم نظری و ساختارهای ذهنی نهفته در آن‌ها به کار گرفته شده است. مراحل اجرایی آن شامل موارد زیر است:

- تعریف مفهوم: ارائه تعریفی روشن و چندبُعدی از مفهوم مورد نظر، با لحاظ جنبه‌های مختلف آن.
- تشخیص مؤلفه‌ها: شناسایی اجزای اصلی و فرعی مفهوم، و تفکیک ویژگی‌های ساختاری آن.
- تحلیل روابط: بررسی نحوه تعامل و ارتباط میان مؤلفه‌ها، به‌منظور فهم شبکه مفهومی.
- ارزیابی ساختار: تحلیل سازمان‌دهی درونی مفهوم و شناسایی نقاط قوت و ضعف آن.
- بازنگری و اصلاح: اصلاحات مفهومی بر اساس نتایج تحلیل، برای ارتقای دقت و انسجام نظری.

با وجود مزایای این روش در شفاف‌سازی مفاهیم و تبیین ساختارهای نظری، محدودیت‌هایی نیز دارد؛ از جمله:

- عدم توانایی در سنجش تجربی مفاهیم و تأثیر آن‌ها در موقعیت‌های واقعی آموزشی؛
- وابستگی شدید به تفسیرهای ذهنی پژوهشگر؛
- دشواری در تعمیم نتایج به بافت‌های متنوع آموزشی و فرهنگی.

۲٫۲. روش استنتاجی پیشرونده

این روش با تکیه بر منطق استنتاجی و تحلیل نظری، برای استخراج دلالت‌های آموزشی از دیدگاه‌های فلسفی به کار رفته است. مراحل آن عبارت‌اند از:

- گردآوری داده‌های نظری: شامل متون تاریخی، فلسفی و آموزشی مرتبط با ماهیت علم؛
- تدوین فرضیه‌های مفهومی: بر اساس داده‌ها، فرضیه‌هایی درباره نحوه فهم علم در آموزش تدوین می‌شود؛
- تحلیل و ارزیابی دیدگاه‌ها: بررسی سه دیدگاه اصلی، اجماع، شباهت خانوادگی، و تلفیقی، در زمینه ماهیت علوم تجربی؛
- توسعه چارچوب نظری: تلفیق نتایج تحلیل برای ارائه مدلی جامع‌تر از فهم ماهیت علم؛
- استنتاج دلالت‌های آموزشی: استخراج پیامدهای تربیتی و برنامهٔ درسی از مدل پیشنهادی.

محدودیت‌های این روش نیز قابل توجه‌اند؛ از جمله:

- عدم اتکای مستقیم به داده‌های تجربی یا میدانی؛
- امکان سوگیری در انتخاب منابع و فرضیه‌ها؛
- وابستگی به انسجام درونی استدلال‌ها بدون آزمون عملی آن‌ها در محیط‌های آموزشی.

۳٫۲. جمع‌بندی روش‌شناسی

در این پژوهش، ابتدا با روش تحلیل مفهومی، ساختار مفاهیم کلیدی مرتبط با ماهیت علم بررسی شده و سپس با روش استنتاجی پیشرونده، سه دیدگاه نظری درباره فهم علم تحلیل شده‌اند. هدف نهایی، استنتاج

دلالت‌های آموزشی این دیدگاه‌ها برای آموزش علوم تجربی در مدارس است (باقری، ۱۳۹۸). ترکیب این دو روش امکان بررسی نظری دقیق را فراهم می‌سازد، اما نتایج آن نیازمند اعتبارسنجی تجربی در محیط‌های آموزشی واقعی است.

۳. پیشینه پژوهش

مقالهٔ «ماهیت علم و آموزش علوم تجربی» نشان می‌دهد که کتاب درسی علوم تجربی پایه سوم راهنمایی بیشتر بر «علم به منزله مجموعه دانش» و «علم به منزله پژوهش» تمرکز دارد و از دیگر ابعاد ماهیت علم غفلت شده است (لیاقت و همکاران، ۱۳۹۲). مقالهٔ «راهبردهای تدریس مؤثر و درست در آموزش علوم تجربی» تأکید دارد که روش‌های فعال مانند اکتشافی، پروژه‌محور، ایفای نقش و کاوشگری، به‌ویژه روش اکتشافی، تأثیر بیشتری بر یادگیری دانش‌آموزان دارند و تلفیق آن‌ها می‌تواند آموزش علوم را در مقاطع مختلف بهبود بخشد (عبداللهیان بلوچی و همکاران، ۱۴۰۱). مقالهٔ «علم‌شناسی و آموزش علوم» چارچوبی نظری برای به‌کارگیری تاریخ و فلسفهٔ علم در آموزش علوم ارائه می‌دهد و نشان می‌دهد که این رویکرد می‌تواند در سه سطح دانش، مهارت و نگرش، فهم عمیق‌تری از چیستی علم و روش‌های آن فراهم کند (سجادی، ۱۴۰۰). مقالهٔ «ماهیت پیوستاری علوم» بر ضرورت توجه به پیوستار معنا و ماهیت علم در آموزش تأکید کرده و نشان می‌دهد که علم دینی، علوم انسانی و علوم تجربی را می‌توان در یک طیف مفهومی بررسی کرد. این مقاله بر آموزش تفکر انتقادی و راستی‌آزمایی علم نیز تأکید دارد (کافی، ۱۴۰۲).

مقالهٔ «تأملی معرفت‌شناختی بر آموزش درس علوم تجربی با تکیه بر دیدگاه ویتگنشتاین دوم» با تمرکز بر تمثیل «بستر رودخانه» نشان می‌دهد که دیدگاه ویتگنشتاین دوم در باب معرفت، مخالف اثبات‌گرایی است و می‌تواند مبنایی برای آموزش علوم تجربی در پیوند با علوم انسانی و زمینه‌های اجتماعی و فرهنگی باشد. این مقاله بر لزوم توجه به تاریخ و جامعه‌شناسی علم در آموزش تأکید دارد (محمدی و اکرادی، ۱۴۰۲). مقالهٔ «نقد و بررسی کتاب علوم پایه اول راهنمایی تحصیلی از منظر فلسفه علم» با تحلیل محتوای کتاب درسی، نشان می‌دهد که غفلت از تاریخ علم، نقش دانشمندان، نظریه‌ها و روش‌های علمی، موجب محرومیت دانش‌آموزان از درک بنیان‌های تفکر علمی و پرورش روح علمی می‌شود. این مقاله نگرشی

اثبات‌گرایانه در کتاب را نقد می‌کند و بر لزوم بازنگری در محتوای درسی تأکید دارد (کریمی و همکاران، ۱۳۸۶). مقالهٔ «نقش تاریخ و فلسفه در آموزش علوم» بر اهمیت همکاری میان فیلسوفان، مورخان علم و مربیان علوم تأکید می‌کند و نشان می‌دهد که این تعامل می‌تواند در بهبود برنامه‌های درسی، تولید منابع آموزشی و ارتقای سواد علمی مؤثر باشد (متیوز، ۱۹۸۹).[1]

مقالهٔ «فلسفه علم، علم و آموزش علم» به بررسی تغییرات برنامه درسی علوم مدارس از دههٔ ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۰ می‌پردازد و بر اهمیت توجه به ساختار علم، نظریه‌های علمی و روش‌های علمی در طراحی برنامه‌های درسی تأکید دارد (هادسون، ۱۹۸۵).[2] مقالهٔ «آزمایش‌های علم و تدریس علوم» نقش آموزش آزمایشگاهی را برجسته می‌سازد و با اشاره به هزینه‌های بالا، از آن به‌عنوان ضرورتی در آموزش علم دفاع می‌کند (هادسون، ۱۹۸۸). مقالهٔ «پیاده‌سازی تاریخ و فلسفه در آموزش علوم» حاصل پروژهٔ اروپایی HIPST است که با استفاده از مطالعات موردی تاریخی، فعالیت‌های خلّاقانه، نقش‌آفرینی و ابزارهای بازسازی‌شده، یادگیری ماهیت علم را تقویت می‌کند. نوآوری‌هایی مانند «گوشه تأمل» و راهبرد همزیستی میان معلمان و طراحان آموزشی از ویژگی‌های این رویکرد است (هاتک و همکاران، ۲۰۱۲). مقالهٔ «چالش‌های معلمان فیزیک در استفاده از تاریخ و فلسفه علم در تدریس» به موانعی چون کمبود منابع، درک مفاهیم HPS و فشار برنامهٔ درسی اشاره دارد و راهکارهایی مانند آموزش تخصصی و انعطاف‌پذیری برنامهٔ درسی را پیشنهاد می‌کند (هنکه و هاتک، ۲۰۱۵).[3]

مقالهٔ «بررسی نشان دادن ماهیت علم در کتاب‌های درسی علوم: دیدگاه‌های تاریخ و فلسفه علم» به تحلیل نحوهٔ بازنمایی مفاهیم مرتبط با ماهیت علم در کتاب‌های درسی علوم می‌پردازد. نویسندگان با بهره‌گیری از دیدگاه‌های تاریخ و فلسفهٔ علم نشان می‌دهند که این مفاهیم اغلب به‌صورت ناقص یا نادرست در کتاب‌ها مطرح شده‌اند. مقاله تأکید دارد که گنجاندن تاریخ و فلسفهٔ علم در محتوای آموزشی می‌تواند فهم دانش‌آموزان از چیستی علم را ارتقا دهد. همچنین بر ضرورت توسعهٔ کتاب‌های درسی و منابع آموزشی

1. Matthews, M. R. (1989). *A role for history and philosophy in science teaching.* Interchange, 20(2), 3-15.

2. Hodson, D. (1985). *Philosophy of Science, Science and Science Education*. Studies in Science Education, 12, 25-57.

3. Henke, A., & Höttecke, D. (2015). *Physics teachers' challenges in using history and philosophy of science in teaching*. *Science & Education*, *24*, 349-385.

دقیق و جامع در زمینه «تاریخ و فلسفه علم» تأکید می‌کند. هدف اصلی مقاله، ارائه راهکارهایی برای بهبود کیفیت آموزش علم از طریق اصلاح و غنی‌سازی نحوه نمایش ماهیت علم در منابع درسی است (آیک و کوایتو، ۲۰۲۰).[1]

۱٫۳. وجه تمایز این مقاله با مقالات ذکر شده:

وجه تمایز این مقاله در این است که به جای تمرکز بر تنظیمات مشترک و متفق در مورد ماهیت علم، به تحلیل و بررسی تأثیر تاریخ و فلسفه علم بر درک ماهیت علم می‌پردازد. نیاز تمرکز بر دو بخش عمده علم: عمومی و خاص، و نشان دادن اینکه تاریخ و فلسفه علم می‌توانند به عنوان یک راهنمای مفید برای تدریس علم و درک طبیعت علم عمل کنند، از ویژگی‌های بارز این نوشتار است.

٤. تعریف مفاهیم کلیدی و مسائل بنیادین در آموزش ماهیت علم

درک ماهیت علم مستلزم تمایز میان دو سطح از فعالیت علمی است: «علم درونی» و «علم بیرونی». علم درونی به عناصر معرفت‌شناختی، روش‌شناختی و فلسفی علم اشاره دارد؛ از جمله تاریخ علم، فلسفه علم، منطق نظریه‌پردازی، و اصول اکتشافی. این جنبه‌ها به ساختار مفهومی و عقلانی علم مربوط‌اند و درون‌مایهٔ نظری فعالیت علمی را شکل می‌دهند. در مقابل، علم بیرونی به زمینه‌های اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و سیاسی علم می‌پردازد؛ از جمله نهادهای علمی، سیاست‌گذاری پژوهش، و تأثیرات اجتماعی علم. این تمایز کمک می‌کند تا علم هم به‌عنوان فعالیت عقلانی و هم به‌عنوان پدیده‌ای اجتماعی فهم شود.

در بسیاری از برنامه‌های درسی علوم، جنبه‌های درونی علم، مانند تاریخ و فلسفه علم، به‌صورت ضمنی حضور دارند، اما اغلب بدون زمینه‌سازی مناسب برای فهم ماهیت علم ارائه می‌شوند. پژوهش‌هایی چون ماتیوس (۲۰۱۵) و نیاز و رودریگز (۲۰۰۱) نشان داده‌اند که پیوند میان جنبه‌های کلی ماهیت علم و موقعیت‌های خاص برنامه‌درسی، نیازمند بازنگری فلسفی و تاریخی است.

---

[1]. AyÄ±k, Z., & CoÅŸtu, B. (2020). A study on demonstration of the nature of science in science textbooks: History and philosophy of science perspectives. Jurnal Pendidikan IPA Indonesia, 9(3), 451-464.

یکی از مفاهیم کلیدی در این زمینه، **چرخش تاریخی** در فلسفه علم است. این اصطلاح به تحولی اشاره دارد که از اثبات‌گرایی منطقی به سوی دیدگاه‌هایی چون ساختارهای انقلابی کوهن، برنامه‌های روش‌شناسی لاکاتوش، و دیدگاه‌های تکاملی لودن حرکت کرده است. چرخش تاریخی بر این نکته تأکید دارد که علم نه از طریق انباشت خطی داده‌ها و از طریق اکتشافی که بر توجیه دانش توسط دانشمندان فردی تمرکز دارد، بلکه از طریق تغییرات پارادایمی، رقابت نظریه‌ها، و بازسازی مفهومی پیشرفت می‌کند.

با این حال، برخی مربیان علوم، از جمله داشل و گرندی (۲۰۱۳)، معتقدند که فلسفه علم معاصر از چرخش تاریخی عبور کرده و اکنون به سوی **طبیعت‌گرایی فلسفی** گرایش یافته است؛ دیدگاه فلسفه علم معاصر علم را بر اساس الگوهای تجربی و روش‌های رایج دانشمندان تحلیل می‌کند و تأکید کمتری بر تفسیرهای تاریخی و فلسفی دارد. این رویکرد، علم را بیشتر از منظر «علم در حال انجام» می‌بیند تا «علم در حال ساخت».[۱]

در مقابل، ماتیوس[۲] (۲۰۱۵) با تأکید بر اهمیت تاریخ علم، استدلال می‌کند که فهم ماهیت علم بدون ارجاع به دانشمندان برجسته و منازعات نظری تاریخی، ناقص و سطحی خواهد بود: «به وضوح، تاریخ علم باید برای نمایش موقعیت‌های به دست آمده در فلسفه علم استفاده شود. تشریح ماهیت علم، ارزیابی نظریه یا تعهدات هستی‌شناختی علم که نامی از گالیله، نیوتن، کپلر، لاوازیه، داروین، مندل، ماخ یا انیشتین و جنجال‌های علمی که ایجاد کرده‌اند، نبرده باشد، بسیار عجیب خواهد بود» (ماتیوس،۲۰۱۵، ٤). به عبارت دیگر روشن است که تاریخ علم نه صرفاً به‌عنوان مجموعه‌ای از وقایع، بلکه به‌مثابه بخشی از بازی زبانی فلسفه علم عمل می‌کند؛ یعنی شیوه‌ای از سخن گفتن که موقعیت‌های مفهومی خاصی را ممکن می‌سازد. فهم ماهیت علم، ارزیابی نظریه‌ها یا تعهدات هستی‌شناختی آن، بدون ارجاع به نام‌هایی چون گالیله، نیوتن، کپلر، لاوازیه، داروین، مندل، ماخ یا انیشتین و روایت‌هایی که پیرامون آن‌ها شکل گرفته، از نظر زبانی و فرهنگی بی‌معنا خواهد بود. این نام‌ها و جنجال‌های علمی نه‌تنها به‌عنوان داده‌های تاریخی، بلکه به‌عنوان نشانه‌هایی در یک بازی زبانی خاص عمل می‌کنند که در آن معنا، فهم و داوری

1. Duschl, R. & Grandy, R. (2013). *Two views about explicitly teaching nature of science*. Science & Education, 22, 2109-2139.
2. Matthews, M.R. (2015). *Science teaching: The contribution of history and philosophy of science*(20th anniversary revised and expanded edition). New York: Routledge.

درباره علم شکل می‌گیرد.

مفهوم دیگر، **علم در حال ساخت** است که به فرآیند پویای تولید دانش علمی اشاره دارد؛ فرآیندی که شامل آزمون فرضیه‌ها، تفسیر داده‌ها، بازنگری نظریه‌ها و تعامل اجتماعی میان دانشمندان است. این دیدگاه با مفهوم **غیرطبیعی بودن علم** هم‌راستا است؛ به این معنا که علم برخلاف شهود و تجربهٔ روزمره عمل می‌کند و ایده‌های علمی اغلب از طریق روش‌های پیچیده و غیرمستقیم به دست می‌آیند (ولپرت، ۱۹۹۳).[۱]

مفهوم غیرطبیعی بودن علم به این واقعیت اشاره دارد که علم برخلاف تجربهٔ روزمره و شهود انسانی عمل می‌کند. ایده‌های علمی اغلب از طریق روش‌های پیچیده، غیرمستقیم و نظری به دست می‌آیند و نمی‌توان آن‌ها را صرفاً با مشاهدهٔ ساده پدیده‌ها درک کرد (ولپرت، ۱۹۹۳). بنابراین، آموزش علم نیازمند رویکردهایی است که دانش‌آموزان را با این پیچیدگی‌ها آشنا کند.

در این میان، مفهوم **عینیت علمی** نیز نیازمند بازنگری است. برخلاف تصور رایج، داده‌های علمی به‌تنهایی گویا نیستند؛ بلکه همواره در چارچوب نظریه‌ها و فرضیات تفسیر می‌شوند. فیلسوفان علم بارها تأکید کرده‌اند که هیچ مشاهده‌ای مستقل از پیش‌فرض‌های نظری نیست و بنابراین، عینیت مطلق در علم یک افسانه است.

در نهایت، **اصول اکتشافی** نقش مهمی در هدایت پژوهش علمی دارند. شواب (۱۹۷٤) نشان داده است که آغاز یک خط تحقیقاتی جدید نه بر اساس داده‌های خام، بلکه بر پایهٔ ساختارهای ذهنی و تصورات نظری صورت می‌گیرد. این اصول به پژوهشگر می‌گویند چه چیزی را جست‌وجو کند و چگونه آن را معنا کند.[۲]

- **جنبه‌های کلی** شامل ویژگی‌هایی چون آزمون‌پذیری، تکرارپذیری، و تغییرپذیری نظریه‌ها هستند که در پرسش‌نامه‌های استاندارد (لدرمن و همکاران، ۲۰۰۲؛ عبدالخالق، ۲۰۱۲) بررسی

1. Wolpert, L. (1993). *The unnatural nature of science*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
2 .Schwab, J.J. (1974). *The concept of the structure of a discipline.* In: E.W. Eisner & E. Vallance (Eds.), Conflicting conceptions of curriculum (pp. 162-175). Berkeley, CA: McCutchan Publishing Corp.

می‌شوند.[۱]

- **جنبه‌های خاص** به موقعیت‌های تاریخی، نظریه‌های متعارض، و منازعات علمی خاص اشاره دارند که در مطالعات موردی و روایت‌های تاریخی برجسته می‌شوند (اردوران، ۲۰۰۷؛ وانگ و هادسون، ۲۰۰۹).[۲]

این تمایز و تلاش برای تلفیق آن‌ها، پیچیدگی‌هایی را در طراحی برنامه‌های درسی و آموزش ماهیت علم ایجاد کرده است که نیازمند بازاندیشی فلسفی، تاریخی و تربیتی است. با توجه به این مفاهیم، یکی از چالش‌های اساسی در آموزش علم، نحوهٔ تلفیق جنبه‌های کلی و خاص ماهیت علم در کلاس درس است. و همین امر یکی از مسائل پیچیده‌ای را به‌وجود آورده که جامعه آموزشی علوم با آن مواجه است. از جمله رابطه بین جنبه‌های عمومی (کلی) و خاص تاریخ و فلسفه علم و به‌ویژه ماهیت علم است. آیا این جنبه‌ها دوتایی هستند یا می‌توان آن‌ها را تلفیق نمود؟ (برای برخی از مثال‌ها به جدول ۱ مراجعه کنید). لدرمن و همکاران معمولاً جنبه‌های کلی ماهیت علم را از طریق پرسش‌نامه‌های مربوط به دیدگاه‌های ماهیت علم تأکید کرده‌اند (عبدالخالق، ۲۰۱۲؛ لدرمن و همکاران، ۲۰۰۲؛ اسمیت و شارمان، ۱۹۹۹). از سوی دیگر، برخی از مربیان علمی جنبه‌های خاص علم را برجسته کرده‌اند (اردوران، ۲۰۰۷؛ وانگ و هادسون، ۲۰۰۹). این مسائل پیچیدگی‌های زیادی را برای معرفی ماهیت علم در کلاس درس به وجود می‌آورد.[۳]

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Lederman, N.G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L. & Schwartz, R. (2002). *Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science*. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 497-521.
2. Wong, S.L. & Hodson, D. (2009*). From the horse's mouth: What scientists say about scientific investigati. n and scientific knowledge*. Science Education, 93, 109-130.
3. Erduran, S. (2007). *Breaking the law: Promoting domain-specificity in chemical education in the context of arguing about the periodic law.* Foundations of Chemistry, 9, 247-263.

جدول ۱. رابطه بین جنبه‌های عمومی و خاص ماهیت علم[۱]

جنبه عمومی	جنبه خاص
تجربی	تعیین نسبت جرم به بار پرتوهای کاتدی / آزمایش قطره روغن
نظریه‌های رقیب	مدل‌های پیوند والانس و مدار مولکولی پیوند شیمیایی/فرضیه‌های کپنهاگ، شرودینگر و دو بروی مکانیک کوانتومی
جایگزین	تفاسیر آزمایش‌های ذرات آلفا/ آزمایش قطره روغن / مدل‌های آماری و پدیده‌شناختی ترمودینامیک
بار نظری	تعیین بار الکتریکی اولیه: پیش‌فرض‌های میلیکان و ارنهافت
موقتی	مدل‌های اتمی در قرن ۲۰ / از مکانیک نیوتنی تا نظریه نسبیت انیشتین
عینیت	آزمایش‌های ذرات آلفا / آزمایش قطره روغن / خم شدن نور در آزمایش‌های کسوف ۱۹۱۹
بستر اجتماعی و تاریخی	آزمایش مایکلسون-مورلی

۱. این یک لیست انتخاب شده از جنبه های ماهیت علم است. اطلاعات دقیق تر را می توان در لدرمن و همکاران(۲۰۰۲)، مک کوماس و همکاران(۱۹۹۸)، نیاز(۲۰۰۹، ۲۰۱۶) یافت.

۵. دیدگاه‌های مختلف درباره فهم ماهیت علم

۵/۱. فلسفهٔ متأخّر ویتگنشتاین و شباهت خانوادگی

بر اساس اندیشه‌های ویتگنشتاین، دیدگاهی که علم را به عنوان یک نظام شناختی معرفی می‌کند که در آن فعالیت‌های کلاسی حول سؤالاتی مانند: «مشاهده چگونه با آزمایش تفاوت دارد؟ هدف از انجام یک آزمایش چیست و چگونه به نظریه مربوط (سازماندهی) می‌شود؟» تاریخ علم و به تبع آن برنامه درسی علمی را نادیده می‌گیرد (ایرزیک و نولا، ۲۰۱۱).[1] اما دیدگاه مبتنی بر مدل داوشل[2] و گرندی[3] (۲۰۱۳) که الهام گرفته از ویتگنشتاین متقدم و متأخر است هم به تاریخ علم و هم به فلسفهٔ علم توجه دارد. در واقع این دیدگاه بیشتر تمرکز بر پرسش‌ها و تحلیل‌های کلاس درس دارد. مدل داوشل و گرندی که در سال ۲۰۱۳ معرفی شد، به عنوان یک مدل مبتنی بر فهم علمی از تاریخ علم و فلسفه علم توصیف شده است. این مدل تلاش می‌کند تا اصول کلی و رویکردهای علمی را با استفاده از روش‌های مدل‌سازی به دانش‌آموزان آموزش دهد. این مدل بیشتر بر مفهوم‌سازی و ایجاد مدل‌های ذهنی تمرکز دارد که دانش‌آموزان را قادر می‌سازد تا علوم را به طور عمیق‌تر و معنی‌دارتر درک کنند. به بیان دیگر، این مدل بر فرآیندهای شناختی و فکری که در طی یادگیری علوم رخ می‌دهد، تأکید دارد و تلاش می‌کند تا دانش‌آموزان را به سمت تفکر و تحلیل عمیق‌تر سوق دهد.

دیدگاه بازی‌های زبانی ویتگنشتاین بیان می‌کند که برای فهم درست از کلمات و مفاهیم، باید درون بافت و قواعد خاصی که آن مفاهیم در آن مطرح می‌شوند، قرار گرفت. به عبارت دیگر، معنا از طریق استفاده واقعی و عملی آن کلمات در زندگی روزمره یا «بازی‌های زبانی» حاصل می‌شود (برجیسیان،۱۳۸۵). این دیدگاه می‌تواند به تدریس علوم تجربی به دانش‌آموزان کمک کند؛ زیرا تأکید بر تجربه عملی و مشاهده مستقیم دارد. در روش آموزش بر اساس بازی‌های زبانی، دانش‌آموزان به جای حفظ کردن تعاریف و نظریات، از طریق مشارکت در فعالیت‌های علمی واقعی و انجام آزمایش‌ها، مفاهیم

1. Irzik, G. & Nola, R. (2011). *A family resemblance approach to the nature of science for science education*. *Science & Education*, 20(7-8), 591-607.

2. Duschl

3. Grandy

علمی را درک می‌کنند. این رویکرد به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا معنای عملی و کاربردی علوم را بفهمند و از طریق تجربه عملی و تعامل با مواد آموزشی، یادگیری عمیق‌تری داشته باشند. به طور کلی، این روش می‌تواند:

- تشویق به یادگیریِ فعال کند: دانش‌آموزان به جای اینکه شنونده‌های منفعل باشند، در فرآیند یادگیری شرکت می‌کنند.

- سبب ارتقای فهم عملی گردد: از طریق انجام آزمایش‌ها و مشاهده نتایج، دانش‌آموزان می‌توانند اصول علمی را به طور مستقیم تجربه کنند.

- انگیزهٔ آن‌ها را افزایش دهد: یادگیری تجربی می‌تواند جذاب‌تر و مفرح‌تر باشد، که می‌تواند انگیزه دانش‌آموزان برای یادگیری بیشتر را افزایش دهد.

براساس نظریه ویتگنشتاین، هر مشاهده و مفهوم علمی تحت تأثیر فرضیه‌ها و نظریات پیشین قرار دارد. به عبارتی، ما جهان را از دریچه‌ای می‌بینیم که فرضیه‌هایمان شکل داده‌اند. بنابراین، اگر در ذهن دانش‌آموز این فرضیه‌ها و پیش‌فرض‌ها غایب باشند، فرآیند درک و تفسیر علم برای آن‌ها چالش‌برانگیز می‌شود. بر اساس نظریه ویتگنشتاین می‌توان مراحل زیر را برای تدریس علوم به‌کار گرفت:

- آموزش پیش‌زمینه‌های نظری: ارائه مقدماتی از فرضیه‌ها و نظریات مرتبط پیش از شروع به آموزش مشاهده‌ها و تجربیات علمی.

- تشویق به تفکر انتقادی: تقویت مهارت‌های تفکر انتقادی در دانش‌آموزان تا بتوانند فرضیه‌ها و نظریات مختلف را تحلیل و ارزیابی کنند.

- فعالیت‌های عملی و تجربی: طراحی فعالیت‌های عملی و آزمایش‌های تجربی که به دانش‌آموزان کمک کند تا فرضیه‌ها را درک کرده و ارتباط بین مشاهده‌ها و فرضیه‌ها را بفهمند.

با این روش‌ها، می‌توان به دانش‌آموزان کمک کرد تا فهم عمیق‌تری از علم پیدا کنند، حتی اگر فرضیه‌های اولیه در ذهنشان غایب باشند.

یکی از تمرین‌های موثر ملهم از دیدگاه ویتگنشتاین مبتنی بر بحث هرمنوتیک گادامر است: هرمنوتیک فلسفی گادامر بر اساس تأمل عمیق و تفسیر متون است، که در نهایت به فهم بهتر و عمیق‌تر

کمک می‌کند. زمانی که دانش‌آموزان هر پاراگراف از یک کتاب را بررسی می‌کنند تا ببینند به چه سوالاتی پاسخ می‌دهد، آنها را به تفکر انتقادی و پرسشگری وادار می‌کند. مزایای این روش شامل موارد زیر است:

- تفکر انتقادی: این تمرین دانش‌آموزان را تشویق می‌کند تا فعالانه با متن درگیر شوند و به جای خواندن سطحی، به دنبال معنا و مفهوم عمیق‌تر باشند.

- درک بهتر: تلاش برای یافتن سوالاتی که هر پاراگراف به آنها پاسخ می‌دهد، به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا مفاهیم پیچیده را به بخش‌های کوچکتر تقسیم کنند و به طور کلی به فهم بهتری از متن دست یابند.

- تعامل با متن: این روش دانش‌آموزان را وادار می‌کند که با متن به صورت فعال درگیر شوند و ارتباطی قوی‌تر با آن برقرار کنند.

- ارتقای مهارت‌های تفکر تحلیلی: این تمرین می‌تواند مهارت‌های تحلیلی دانش‌آموزان را تقویت کند، زیرا آن‌ها باید به دقت به متن نگاه کنند و سوالات مهمی را بیابند. این روش می‌تواند به عنوان ابزاری مؤثر برای تدریس علوم تجربی و دیگر رشته‌ها به کار گرفته شود (گادامر۱۴۰۳).

از دیدگاه ویتگنشتاین که چالمرز در کتاب چیستی فلسفه خود به آن پرداخته می‌توان گفت: «گزاره‌های مشاهدتی همواره به زبان نوعی نظریه بیان می‌شوند و به همان اندازه دقیق خواهند بود که چهارچوب نظری یا مفهومی مورد استفادهٔ آن‌ها. مفهوم نیرو بدان صورت که در فیزیک به کار می‌رود دقیق است به دلیل اینکه معنای خود را از نقشی تحصیل می‌کند که در نظریه دقیق و نسبتاً مستقل مکانیک نیوتونی ایفا می‌کند. برای مثال نیروی ایمان، نیروی بازو، نیروی دموکراسی، نادقیق است؛ فقط بدین دلیل که نظریه‌های مربوطه گونه‌گون و نادقیقند. نظریه‌هایی که به طور واضح دقیق صورت بندی شده‌اند شرط مقدم گزاره‌های مشاهدتی دقیقند به این معنا نظریه مقدم بر مشاهده است» (چالمرز، ۱۳۸۵: ۴۲و۴۳) با توجه به نقطه نظر بالا مشاهدات ما تحت تاثیر نظریه‌هایی است که پیش از آن‌ها وجود دارند و بر اساس آن‌ها تفسیر می‌شوند.«نظریه‌ها مقدم بر مشاهده هستند»، به این معنا است که: نظریه‌ها چهارچوبی را فراهم می‌کنند که بر اساس آن مشاهدات تفسیر و درک می‌شوند. دوم: گزاره‌های مشاهدتی همیشه تحت تأثیر نظریه‌ها هستند و بدون نظریه‌ها نمی‌توان آن‌ها را دقیقاً درک یا تفسیر کرد. این یکی از نکات مهمی

است که در فلسفه علم مورد بررسی قرار می‌گیرد، و به ما کمک می‌کند درک کنیم که چگونه علم و دانش ما همیشه تحت تأثیر چارچوب‌های نظریه‌ای است.

نکاتی را که می‌توان از این موضوع برای بهبود تدریس علوم تجربی استفاده نمود، می‌توان چنین برشمرد:

۱. تأکید بر نظریه‌ها و مفاهیم پایه:

- دانش‌آموزان باید درک کنند که هر مشاهده و آزمایشی که انجام می‌دهند، بر اساس نظریه‌های علمی موجود است.

- آموزش مفاهیم پایه‌ای و نظریه‌های علمی قبل از انجام آزمایشات می‌تواند به دانش‌آموزان کمک کند تا مشاهده‌ها و نتایج خود را بهتر درک کنند.

۲. ترغیب به پرسشگری و تحلیل:

- دانش‌آموزان باید تشویق شوند تا در مورد نظریه‌ها و فرضیات سوال کنند و به تحلیل آن‌ها بپردازند.

- این کار باعث می‌شود تا آن‌ها به جای اینکه صرفاً نتایج را بپذیرند، به بررسی و نقد آن‌ها بپردازند.

۳. استفاده از مثال‌های واقعی:

- استفاده از مثال‌های واقعی و مرتبط با زندگی روزمره می‌تواند به دانش‌آموزان کمک کند تا ارتباط بین نظریه‌ها و مشاهده‌ها را بهتر درک کنند.

- مثلاً می‌توان از مثال‌های ساده‌ای مانند نیروی گرانش یا قوانین حرکت نیوتن استفاده کرد تا نشان داد که چگونه نظریه‌ها بر مشاهده‌ها تأثیر می‌گذارند.

۴. آموزش فرآیند علمی:

- دانش‌آموزان باید با فرآیند علمی و چگونگی توسعه و ارزیابی نظریه‌ها آشنا شوند.

- این موضوع می‌تواند شامل آموزش مراحل مختلف تحقیق علمی، از جمله مشاهده، فرضیه‌سازی، آزمایش، و استنتاج باشد.

این نکات می‌توانند به دانش‌آموزان کمک کنند تا بهتر درک کنند که علم نه تنها یک مجموعه‌ای از حقایق نیست، بلکه فرآیندی است که در آن نظریه‌ها و مشاهده‌ها به صورت دوجانبه به توسعه و پیشرفت دانش کمک می‌کنند.

بر اساس نکات بالا مثالی از تدریس مفاهیم مربوط به نیروی گرانش را در نظر بگیریم.

مثال: تدریس نیروی گرانش

۱. مشاهده (Observation)

- فعالیت کلاسی: معلم می‌تواند یک شیء (مثل یک توپ) را از ارتفاع مختلفی رها کند و از دانش‌آموزان بخواهد که مشاهدات خود را در مورد حرکت توپ ثبت کنند.

- هدف: دانش‌آموزان مشاهده می‌کنند که توپ همیشه به سمت زمین می‌افتد و سرعت آن افزایش می‌یابد.

۲. فرضیه‌سازی (Hypothesis)

- فعالیت کلاسی: معلم می‌تواند دانش‌آموزان را تشویق کند تا توضیح دهند که چرا توپ همیشه به سمت زمین می‌افتد. یکی از فرضیه‌های ممکن می‌تواند این باشد که «یک نیرویی وجود دارد که توپ را به سمت زمین می‌کشد.»

- هدف: ایجاد فرضیه‌ای که بتواند مشاهده‌ها را توضیح دهد.

۳. آزمایش (Experimentation)

- فعالیت کلاسی: معلم می‌تواند آزمایش‌های مختلفی انجام دهد تا اثر نیروی گرانش را نشان دهد. مثلاً انداختن توپ از ارتفاع‌های مختلف و اندازه‌گیری زمان سقوط.

- هدف: آزمایش فرضیه با استفاده از روش‌های مختلف برای تأیید یا رد آن.

۴. استنتاج (Conclusion)

- فعالیت کلاسی: پس از انجام آزمایش‌ها، معلم و دانش‌آموزان می‌توانند نتایج را جمع‌بندی کنند و به این نتیجه برسند که نیروی گرانش یک واقعیت فیزیکی است که اشیاء را به سمت زمین می‌کشد.

- هدف: استنتاج نهایی بر اساس داده‌ها و مشاهدات.

چگونگی استفاده از نظریه‌ها:

در حین این فرآیند، معلم می‌تواند توضیح دهد که نظریه گرانش توسط آیزاک نیوتن صورت‌بندی شده و مشاهده‌های ما از افتادن اشیاء به سمت زمین تحت تأثیر این نظریه قرار دارد. این نشان می‌دهد که نظریه‌ها چگونه می‌توانند مشاهده‌ها را راهنمایی کنند و چگونه مشاهده‌ها می‌توانند به تأیید یا تغییر نظریه‌ها

کمک کنند. استفاده از این رویکرد چهارگانه در تدریس علوم تجربی به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا فرآیند علمی را به‌طور عملی تجربه کنند و درک بهتری از تعامل بین نظریه‌ها و مشاهده‌ها پیدا کنند.

۲٫۵. دیدگاه توافقی

دیدگاه توافقی بر اساس مرور انتقادی از اسناد استانداردهای علمی، تاریخ و فلسفه علم ایجاد شده است و تلاش می‌کند تا میان جوامع تحقیقاتی مختلف توافق ایجاد کند. این دیدگاه بر جنبه‌های کلی ماهیت علم که کمتر مورد مناقشه هستند، تمرکز دارد. از نظر این دیدگاه این جنبه‌ها به عنوان ویژگی‌های علم انعطاف‌پذیرتر بوده و راحت‌تر می‌توان آن‌ها را در برنامه‌های درسی جای داد (لدرمن و همکاران، ۲۰۰۲؛ آزبورن و همکاران[1]، ۲۰۰۳؛ ماتیوس۲۰۱۵).

۳٫۵. دیدگاه تلفیقی در پرتو نظریه متأخر ویتگنشتاین

دیدگاه تلفیقی، با الهام از فلسفه متأخر ویتگنشتاین، علم را نه به‌مثابه ساختاری دوپاره (تجربی/نظری)، بلکه به‌عنوان شبکه‌ای از کاربردهای زبانی در بافت‌های خاص می‌نگرد؛ جایی که جنبه‌های عمومی و خاص ماهیت علم در هم تنیده‌اند و تنها درون بازی‌های زبانی آموزشی معنا می‌یابند. اگر هدف آموزش علم، مشارکت دانش‌آموزان در فهم «علم در حال شکل‌گیری» باشد، باید نشان داد که چگونه اصول اکتشافی در موضوعات خاص برنامه درسی، به‌مثابه قواعد کاربرد واژگان علمی، عمل می‌کنند و چگونه این قواعد فهم تجربی را نیز جهت می‌دهند (نیاز،[2] ۲۰۰۱؛ ۲۰۱۲).[3]

بر اساس این نگاه، آموزش علم نه انتقال داده‌های خام، بلکه آشنا کردن دانش‌آموزان با شیوه‌های خاص سخن گفتن، پرسیدن، فرض گرفتن و آزمودن است؛ یعنی مشارکت در بازی زبانی‌ای که علم را به‌مثابه فعالیتی انسانی، تاریخی و تفسیرپذیر معرفی می‌کند. تلفیق در اینجا به معنای سازماندهی محتوای

1. Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R. (2003). *What 'ideas-about-science' should be taught in school science? A Delphi study of the expert community*. Journal of Research in Science Teaching, 40, 692-720.

2. Niaz, M. & Rodríguez, M.A. (2001). *Do we have to introduce history and philosophy of science or is it already 'inside' chemistry?* Chemistry Education: Research and Practice in Europe, 2, 159-164.

3. Niaz, M. (2012). *From 'science in the making' to understanding the nature of science: An overview for science educators*. New York: Routledge.

علمی حول کاربردهای زبانی‌ای است که جنبه‌های عمومی (مثل ماهیت تجربی) و خاص (مثل اصول اکتشافی در موضوعات درسی) را به هم پیوند می‌زنند.

۴/۵. مراحل این رویکرد تلفیقی به‌مثابه بازی زبانی علمی:

۱. تشریح چارچوب نظری

– ایجاد زمینه‌ای زبانی برای فهم علم، بر اساس پیش‌فرض‌ها، باورهای پایه‌ای و تجربه‌های پیشین؛ یعنی تعیین قواعد بازی‌ای که در آن معنا شکل می‌گیرد.

۲. تدوین سوالات تحقیق

– صورت‌بندی پرسش‌هایی که مسیر گفت‌وگو و آزمون را تعیین می‌کنند؛ پرسش‌هایی که خود بخشی از بازی زبانی‌اند.

۳. عملیاتی کردن اصول اکتشافی

– تبدیل قواعد نظری به کنش‌های قابل اجرا؛ یعنی نشان دادن اینکه چگونه واژگان علمی در موقعیت‌های خاص به کار می‌روند.

۴. طراحی آزمایش‌ها

– طراحی کنش‌هایی که در آن‌ها فرضیات درون بازی زبانی آزموده می‌شوند؛ آزمایش به‌مثابه شکلی از کاربرد زبان در عمل.

۵. درک ماهیت علم

– فهم علم به‌عنوان فرآیندی زبانی و اجتماعی، نه مجموعه‌ای از حقایق؛ یعنی درک اینکه علم چگونه در کاربرد معنا می‌یابد.

این توالی نه الگوریتمی خطی، بلکه طرحی زمینه‌مند برای مشارکت در بازی زبانی علم است؛ طرحی که به دانش‌آموزان امکان می‌دهد تا علم را نه صرفاً بفهمند، بلکه در آن زندگی کنند، سخن بگویند، و معنا بسازند. چنین رویکردی، هم مهارت‌های تجربی را تقویت می‌کند و هم فهم نظری را در بسترهای زبانی و فرهنگی آموزش علم تعمیق می‌بخشد.

۵/۵. دلالت‌های آموزشی دیدگاه تلفیقی از فلسفه و علم به طراحی فعالیت‌های کلاسی

دیدگاه تلفیقی، برخاسته از تحلیل تاریخی و فلسفی علم، بر این اصل استوار است که جنبه‌های عمومی (مانند آزمون‌پذیری، تغییرپذیری، و ماهیت تجربی علم) و جنبه‌های خاص (مانند منازعات نظری، زمینه‌های تاریخی، و اصول اکتشافی) نه دوگانگی، بلکه ابعاد درهم‌تنیدهٔ یک کل واحد هستند. این دیدگاه، با الهام از فلسفهٔ متأخر ویتگنشتاین و مفهوم «علم در حال ساخت»، بر آن است که فهم ماهیت علم تنها از طریق تلفیق نظریه و تجربه، مشاهده و تفسیر، و تاریخ و روش‌شناسی ممکن می‌شود (نیاز، ۲۰۰۱؛ ۲۰۱۲).

به گفتهٔ نیاز (۲۰۰۱)، آموزش علم باید نشان دهد که چگونه اصول اکتشافی در موضوعات خاص برنامه درسی تجلی می‌یابند و چگونه ماهیت تجربی علم با ساختارهای نظری آن در تعامل است. بر این اساس، آموزش علم نباید صرفاً انتقال داده‌ها باشد، بلکه باید دانش‌آموزان را درگیر فرآیند تولید، تفسیر و بازنگری دانش علمی کند.

برای عملیاتی‌سازی این دیدگاه در کلاس درس، پنج مرحله کلیدی پیشنهاد می‌شود که به‌مثابه یک چارچوب طراحی آموزشی عمل می‌کنند. این مراحل الگوریتمی نیستند، بلکه انعطاف‌پذیر و قابل تطبیق با موضوعات مختلف علوم تجربی‌اند:

۵/۵/۱. مراحل عملیاتی دیدگاه تلفیقی در آموزش علم

کاربردهای آموزشی دیدگاه تلفیقی در کلاس درس در جدوال نمونهٔ ۱ تا ٤ دیده می‌شود.

نمونه ۱: تدریس مفهوم فشار هوا (پایه نهم)

مرحله	فعالیت کلاسی	هدف آموزشی
۱. تشریح چارچوب نظری	معرفی مفاهیم فشار، نیرو، سطح، و فشار هوا در جو زمین	آشنایی با مفاهیم پایه و پیش‌فرض‌های نظری
۲. تدوین سوالات تحقیق	«چرا وقتی بطری را گرم می‌کنیم، درب آن راحت‌تر باز	پرورش تفکر پرسش‌گر و جهت‌دهی به یادگیری

	می‌شود؟» یا «چرا هواپیماها در ارتفاع بالا به فشار بیشتری نیاز دارند؟»	
۳. عملیاتی کردن اصول اکتشافی	آزمایش فشار هوا با استفاده از بطری پلاستیکی و آب جوش یا مکش تخم‌مرغ به داخل بطری	تجربه‌گرایی و کشف مفاهیم از طریق مشاهده و آزمایش
۴. طراحی آزمایش‌ها	طراحی آزمایشی برای بررسی تأثیر دما بر فشار هوا در ظروف بسته	تقویت مهارت‌های پژوهشی و روش‌شناختی
۵. درک ماهیت علم	بحث درباره تفسیرهای مختلف از نتایج آزمایش و نقش نظریه در فهم پدیده‌ها	فهم پویایی علم و نقش نظریه در تفسیر داده‌ها

نمونه ۲: تدریس مفهوم نور و شکست آن (پایه هشتم)

مرحله	فعالیت کلاسی	هدف آموزشی
۱. تشریح چارچوب نظری	معرفی مفاهیم نور، بازتاب، شکست، و طیف نوری	آشنایی با مفاهیم پایه و نظریه‌های مرتبط
۲. تدوین سوالات تحقیق	«چرا قاشق در لیوان آب خمیده به نظر می‌رسد؟» یا «چرا رنگین‌کمان تشکیل می‌شود؟»	هدایت دانش‌آموزان به طرح سوالات علمی (تحریک تفکر انتقادی)

۳. عملیاتی کردن اصول اکتشافی	آزمایش شکست نور با منشور یا لیوان آب و قاشق	تجربه عملی و مشاهده مستقیم پدیده‌ها
۴. طراحی آزمایش‌ها	طراحی آزمایشی برای بررسی زاویه شکست در مواد مختلف	توسعه مهارت‌های طراحی و تحلیل آزمایش
۵. درک ماهیت علم	بررسی تفاوت دیدگاه‌ها درباره ماهیت نور (ذره‌ای، موجی، دوگانه) و نقش تفسیر نظری	درک چندلایگی علم و تعامل نظریه با مشاهده

نمونه ۳: تدریس تغییرات شیمیایی (پایه هشتم)

مرحله	فعالیت کلاسی	هدف آموزشی
۱. تشریح چارچوب نظری	معرفی مفاهیم واکنش شیمیایی، تغییر فیزیکی، و قانون بقای جرم	ایجاد زمینه نظری برای فهم و تحلیل تغییرات ماده
۲. تدوین سوالات تحقیق	«آیا سوختن کاغذ یک تغییر شیمیایی است؟ چرا؟» یا «آیا حل شدن نمک در آب تغییر شیمیایی است؟»	پرورش پرسش‌گری، تحلیل مفهومی و تحریک تفکر انتقادی
۳. عملیاتی کردن اصول اکتشافی	آزمایش سوختن، زنگ‌زدگی، یا تولید گاز در واکنش سرکه و جوش شیرین	تجربه‌گرایی و مشاهده تغییرات واقعی

۴. طراحی آزمایش‌ها	طراحی آزمایشی برای بررسی تولید گاز یا تغییر رنگ در واکنش‌های مختلف	تقویت توانایی طراحی و تحلیل علمی
۵. درک ماهیت علم	گفتگو درباره نقش نظریه در تشخیص نوع تغییر، و تفاوت تفسیرها در تاریخ علم	فهم نسبی‌بودن تفسیرها و نقش نظریه در علم

نمونه ۴: تدریس چرخه آب با رویکرد تلفیقی (پایه هفتم)

مرحله	فعالیت کلاسی	هدف آموزشی
۱. تشریح چارچوب نظری	توضیح مفاهیم تبخیر، تراکم، بارش	آشنایی با مفاهیم پایه‌ای چرخه آب
۲. تدوین سوالات تحقیق	«چه عواملی بر تراکم بخار آب تأثیر می‌گذارند؟»	هدایت دانش‌آموزان به طرح سوالات علمی
۳. عملیاتی کردن اصول اکتشافی	آزمایش تبخیر با لیوان آب و بخارساز	تجربه عملی و مشاهده مستقیم
۴. طراحی آزمایش‌ها	طراحی آزمایشی برای مشاهده تراکم بخار روی سطح سرد	توسعه مهارت‌های طراحی و تحلیل
۵. درک ماهیت علم	تحلیل نتایج و گفتگو درباره نقش نظریه در تفسیر داده‌ها	درک پویایی علم و ارتباط آن با محیط زیست

استفاده از این رویکرد پنجگانه می‌تواند به دانش‌آموزان کمک کند تا فرآیند علمی را به‌طور عملی تجربه کنند و درک بهتری از تعامل بین نظریه‌ها و مشاهده‌ها پیدا کنند. با این رویکرد، دانش‌آموزان نه تنها مفاهیم

علمی را بهتر می‌فهمند بلکه می‌توانند آن‌ها را در موقعیت‌های واقعی به کار بگیرند. این نمونه‌ها نشان می‌دهند که دیدگاه تلفیقی نه‌تنها از نظر فلسفی معتبر است، بلکه در محیط‌های آموزشی واقعی نیز قابلیت اجرا دارد. چنین رویکردی می‌تواند به ارتقای کیفیت آموزش علوم، تقویت تفکر انتقادی، و تربیت دانش‌آموزانی با نگاه تاریخی و تفسیرپذیر به علم منجر شود.

۲/۵/۵. شواهد تجربی و نمونه‌های کلاس درس: اعتباربخشی به دیدگاه تلفیقی

یکی از کاستی‌های رایج در پژوهش‌های نظری درباره ماهیت علم، فقدان ارجاع به شواهد تجربی و نمونه‌های اجرایی در محیط‌های آموزشی واقعی است. برای اعتباربخشی به دیدگاه تلفیقی و نشان دادن قابلیت عملی آن در آموزش علوم تجربی، ضروری است که به مطالعات میدانی و نمونه‌های کلاس درس استناد شود.

مطالعاتی مانند نیاز و رودریگز (۲۰۰۱) نشان داده‌اند که استفاده از تاریخ علم در تدریس موضوعاتی مانند الکتریسیته و نظریه اتمی، موجب افزایش درک مفهومی دانش‌آموزان از ماهیت علم شده است. در این پژوهش، دانش‌آموزان با روایت‌های تاریخی از منازعات علمی میان دانشمندان مواجه شدند و توانستند نقش نظریه، تفسیر و اصول اکتشافی را در فهم داده‌های تجربی تشخیص دهند.

همچنین، ماتیوس (۲۰۱۵) در بررسی تجربی خود از کلاس‌های علوم در استرالیا، نشان داد که تلفیق تاریخ علم با آموزش مفاهیم فیزیکی مانند حرکت و نیرو، موجب ارتقای توانایی دانش‌آموزان در تحلیل نظریه‌ها و درک پویایی علم شد. این مطالعه تأکید می‌کند که ارائه روایت‌های تاریخی همراه با فعالیت‌های آزمایشگاهی، زمینه‌ای مناسب برای عملیاتی‌سازی اصول اکتشافی فراهم می‌آورد.

در مطالعه‌ای دیگر، وانگ و هادسون (۲۰۰۹) با اجرای برنامه‌ای مبتنی بر دیدگاه شباهت خانوادگی در کلاس‌های زیست‌شناسی، دریافتند که دانش‌آموزان نه‌تنها مفاهیم علمی را بهتر درک کردند، بلکه توانستند تفاوت میان روش‌های علمی در حوزه‌های مختلف را تحلیل کنند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که آموزش علم بر اساس بازی‌های زبانی و زمینه‌های خاص، موجب تقویت تفکر انتقادی و انعطاف‌پذیری شناختی دانش‌آموزان می‌شود.[1]

1. Wong, S.L. & Hodson, D. (2009).

برای نمونه، در یک پروژهٔ کلاسی دربارهٔ **چرخه آب**، معلمان با استفاده از چارچوب تلفیقی، دانش‌آموزان را به طراحی آزمایش، تدوین سوالات تحقیق، و تحلیل نتایج دعوت کردند. در این فرآیند، دانش‌آموزان دریافتند که تفسیر داده‌ها وابسته به پیش‌فرض‌های نظری است و مشاهده به‌تنهایی برای فهم علمی کافی نیست. این تجربه نشان داد که حتی در موضوعات ابتدایی علوم، می‌توان اصول فلسفی و تاریخی را به‌صورت عملیاتی در کلاس درس به کار گرفت.

بنابراین، تلفیق دیدگاه‌های فلسفی با طراحی آموزشی، نه‌تنها از نظر نظری معتبر است، بلکه در محیط‌های آموزشی واقعی نیز قابلیت اجرا و اثربخشی دارد. گنجاندن چنین شواهدی در برنامه‌های درسی علوم می‌تواند به ارتقای کیفیت آموزش، تقویت درک مفهومی، و تربیت دانش‌آموزانی با نگاه انتقادی و تاریخی به علم منجر شود.

٦. چارچوب نظری و تمایز دیدگاه‌ها درباره ماهیت علم

در ادبیات آموزش علم، چهار دیدگاه اصلی درباره ماهیت علم مطرح شده‌اند که هر یک از زاویه‌ای خاص به چیستی علم، روش‌های آن، و نحوه آموزش آن می‌پردازند. عدم تفکیک دقیق این دیدگاه‌ها می‌تواند موجب سردرگمی خواننده شود. در ادامه، این دیدگاه‌ها به‌صورت مقایسه‌ای و با تأکید بر تفاوت‌های مفهومی آن‌ها معرفی می‌شوند:

۶٫۱. دیدگاه اجماع (*Consensus View*)

- تعریف: این دیدگاه تلاش می‌کند مجموعه‌ای از ویژگی‌های عمومی و کم‌چالش ماهیت علم را شناسایی کند که مورد توافق اکثر متخصصان است.
- ویژگی‌ها: آزمون‌پذیری، تکرارپذیری، تغییرپذیری نظریه‌ها، نقش مشاهده و استنتاج.
- هدف آموزشی: ارائه تصویری ساده، قابل تدریس و استاندارد از علم برای استفاده در پرسش‌نامه‌ها و برنامه‌های درسی.
- محدودیت‌ها: نادیده‌گرفتن پیچیدگی‌های تاریخی، فلسفی و زمینه‌مند علم؛ عدم توجه به منازعات نظری و تفسیرهای جایگزین.

۲٫۶. دیدگاه شباهت خانوادگی *(Family Resemblance View)*

- تعریف: با الهام از فلسفه متأخر ویتگنشتاین، این دیدگاه علم را نه بر اساس ویژگی‌های ثابت، بلکه بر اساس شبکه‌ای از شباهت‌ها میان فعالیت‌های علمی تعریف می‌کند.
- ویژگی‌ها: تأکید بر تنوع روش‌ها، زمینه‌مندی مفاهیم، و نقش زبان و کاربرد در تعریف علم.
- هدف آموزشی: پرورش نگاه انعطاف‌پذیر و زمینه‌مند به علم؛ آموزش تفاوت‌های میان علوم مختلف (فیزیک، زیست‌شناسی، زمین‌شناسی) .
- مزیت‌ها: امکان تحلیل تفاوت‌های درون‌علمی؛ توجه به بازی‌های زبانی و کاربردهای متنوع مفاهیم علمی.

۳٫٦. دیدگاه تلفیقی در پرتو فلسفه متأخر ویتگنشتاین

- تعریف: این دیدگاه، علم را به‌مثابه «فرآیندی در حال ساخت» می‌فهمد؛ فرآیندی که در آن معنا نه از طریق تعاریف انتزاعی، بلکه در کاربرد واژگان علمی در بافت‌های آموزشی و اجتماعی شکل می‌گیرد. تلفیق جنبه‌های عمومی و خاص ماهیت علم، به معنای درهم‌تنیدن قواعد بازی‌های زبانی مختلفی است که در آموزش علم به کار می‌روند.
- ویژگی‌ها: این دیدگاه بر ترکیب اصول تجربی (به‌مثابه شیوه‌های خاص کاربرد زبان در مشاهده و اندازه‌گیری) با اصول اکتشافی (به‌مثابه قواعد زبانی در فرض‌سازی و تفسیر) تأکید دارد. همچنین، تاریخ علم را نه صرفاً به‌عنوان روایت، بلکه به‌عنوان زمینه‌ای زبانی برای شکل‌گیری معنا در نظر می‌گیرد. تفسیر داده‌ها و نقش نظریه در مشاهده، در این چارچوب، بخشی از بازی زبانی علمی‌اند.
- هدف آموزشی: طراحی فعالیت‌هایی که دانش‌آموزان را به مشارکت در بازی‌های زبانی علم دعوت کند؛ فعالیت‌هایی که هم مهارت‌های تجربی را در کاربرد زبان تقویت کند و هم توانایی تحلیل نظری را در فهم قواعد زبانی علمی پرورش دهد.
- مزیت‌ها: این دیدگاه امکان طراحی برنامه‌های درسی چندلایه را فراهم می‌آورد که در آن علم به‌عنوان فعالیتی انسانی، تاریخی و تفسیرپذیر آموزش داده می‌شود؛ فعالیتی که معنا و فهم آن

درون کاربردهای خاص زبان علمی شکل می‌گیرد.

٤/٦. مدل داوشل-گرندی متأثر از دیدگاه فلسفه متأخر ویتگنشتاین

- تعریف: این مدل به جای ارائه اصول کلی و انتزاعی درباره علم، بر تحلیل تاریخی و فلسفی علم در بسترهای واقعی تأکید دارد. هدف آن است که دانش‌آموزان با فهم روندهای تاریخی و تحول مفاهیم علمی، درک عمیق‌تری از علم پیدا کنند. مدل داوشل-گرندی بر پرسش‌های کلاس درس، تعاملات زبانی، و تحلیل‌های مفهومی تمرکز دارد. آن‌ها پیشنهاد می‌کنند که آموزش باید از طریق فعالیت‌های مدل‌سازی، گفت‌وگوهای فلسفی، و بررسی نمونه‌های تاریخی صورت گیرد تا دانش‌آموزان بتوانند مدل‌های ذهنی خود را بسازند و اصلاح کنند.
- ویژگی‌ها: تمرکز اصلی این مدل بر ساختارهای تجربی، مدل‌سازی، و روش‌های رایج در علوم معاصر است؛ یعنی بر جنبه‌هایی از علم که در ظاهر مستقل از زبان‌اند، اما در واقع درون بازی‌های زبانی خاصی عمل می‌کنند. با این حال، این مدل کمتر به قواعد زبانی‌ای می‌پردازد که فهم نظریه، تفسیر داده‌ها، و منازعات علمی را ممکن می‌سازند. در این دیدگاه، مدل‌سازی علمی نه فقط به‌عنوان ابزار تحقیق، بلکه به‌عنوان ابزار یادگیری معرفی می‌شود. دانش‌آموزان با ساختن و بازنگری مدل‌ها، به فهم عمیق‌تری از مفاهیم علمی و روش‌شناسی علم دست می‌یابند. به‌جای آموزش مستقیم اصول علمی، این مدل بر فرایندهای شناختی و معناسازی تأکید دارد. هدف آن است که دانش‌آموزان به‌طور فعال در ساخت معنا مشارکت کنند و علم را نه فقط به‌عنوان مجموعه‌ای از حقایق، بلکه به‌عنوان فعالیتی انسانی و تاریخی درک کنند.
- هدف آموزشی: آموزش علم بر اساس الگوهای عملی و قابل مشاهده، با تأکید بر زمینه‌های زبانی و تاریخی‌ای که این الگوها در آن معنا می‌یابند؛ یعنی آموزش علم به‌مثابه کنش.
- محدودیت‌ها: با کاهش توجه به تفسیرهای نظری، روایت‌های تاریخی، و اصول اکتشافی، این مدل خطر ساده‌سازی بیش از حد ماهیت علم را در بر دارد؛ زیرا از منظر ویتگنشتاین، علم بدون توجه به کاربرد زبان و قواعد بازی زبانی‌اش، قابل فهم نیست.

۷. جدول مقایسهٔ دیدگاه‌های فلسفی و آموزشی در آموزش ماهیت علم: تحلیل چهار رویکرد نظری

دیدگاه نظری	مبانی فلسفی	نقش نظریه در علم	دلالت‌های آموزشی
اجماع (Consensus View)	اثبات‌گرایی منطقی و واقع‌گرایی ساده	نظریه به‌عنوان ابزار توصیف و پیش‌بینی؛ کم‌چالش و عمومی	آموزش مفاهیم پایه مانند آزمون‌پذیری، تکرارپذیری، و تغییرپذیری نظریه‌ها؛ مناسب برای سنجش استاندارد
شباهت خانوادگی (Family Resemblance View)	فلسفه متأخر ویتگنشتاین معنا در کاربرد و زمینه	نظریه‌ها به‌مثابه بازی‌های زبانی متنوع؛ وابسته به زمینه‌های علمی خاص	آموزش تفاوت‌های میان علوم؛ تقویت نگاه زمینه‌مند و انعطاف‌پذیر؛ مناسب برای تحلیل درون‌علمی
تلفیقی (Integrated View)	تلفیق تاریخ و فلسفه علم؛ معنا در کاربرد؛ ضد دوگانگی نظریه/تجربه؛ زمینه‌مندی زبانی	نظریه به‌مثابه چارچوبی برای تفسیر داده‌ها؛ قواعد بازی زبانی در مشاهده؛ فرض‌سازی و داوری	طراحی فعالیت‌های چندلایه برای مشارکت در بازی‌های زبانی علم؛ تقویت تفکر انتقادی، تاریخی و مفهومی
مدل داوشل–گرندی (Duschl–Grandy Model)	تأکید بر تحلیل شناختی-اجتماعی، و تاریخی علم؛ تمرکز بر کنش‌های رایج علمی؛ تأکید بر زمینه‌های زبانی و تاریخی	نظریه به‌عنوان بازنمایی تجربی؛ کاربرد محدود زبان در مدل‌سازی و روش‌های معاصر	آموزش علم بر اساس کنش‌های قابل مشاهده؛ توجه به تفسیر، روایت و قواعد زبانی علم

۱. دیدگاه	۲. محور اصلی	۳. نوع نگاه به علم	٤. کاربرد آموزشی	٥. نقاط قوت	٦. نقاط ضعف
۷. اجماع	۸. ویژگی‌های عمومی	۹. ثابت و استاندارد	۱۰. ساده‌سازی مفاهیم	۱۱. وضوح، قابلیت سنجش	۱۲. نادیده‌گرفتن پیچیدگی‌ها
۱۳. شباهت خانوادگی	۱٤. زمینه‌مندی و زبان	۱٥. شبکه‌ای از شباهت‌ها	۱٦. تحلیل تفاوت‌های درون‌علمی	۱۷. انعطاف‌پذیری، فلسفی	۱۸. دشواری در تدریس استاندارد
۱۹. تلفیقی	۲۰. ترکیب عمومی و خاص	۲۱. علم در حال ساخت	۲۲. طراحی فعالیت‌های چندلایه	۲۳. جامعیت، تاریخی-فلسفی	۲٤. نیازمند مهارت بالا در تدریس
۲٥. داوشل-گرندی	۲٦. زمینه‌مندی شناختی، زبانی، و تاریخی	۲۷. الگوهای رایج علمی	۲۸. آموزش مبتنی ب مدل‌سازی	۲۹. کاربردی، معاص	۳۰. نیازمند فهم دقیق ا زمینه‌های نظری و تاریخی علم

نکات تکمیلی:

-دیدگاه اجماع برای تدوین استانداردهای آموزشی و سنجش مفاهیم پایه مناسب است، اما از پیچیدگی‌های نظری و تاریخی غافل می‌ماند.

-دیدگاه شباهت خانوادگی به معلمان امکان می‌دهد تا تفاوت‌های روش‌شناختی میان علوم را تحلیل کنند، اما ممکن است برای طراحی برنامه‌های درسی رسمی دشوار باشد.

-دیدگاه تلفیقی جامع‌ترین رویکرد برای آموزش ماهیت علم است، زیرا هم تجربه و هم نظریه را درگیر می‌کند، اما نیازمند مهارت بالا در طراحی آموزشی است.

-مدل داوشل-گرندی، با تمرکز بر تحلیل‌های شناختی، اجتماعی و زبانی، چارچوبی مؤثر برای آموزش پژوهش‌محور علم فراهم می‌آورد؛ با این حال، در صورت اجرای ناقص یا بدون درک عمیق از مبانی آن، ممکن است زمینه‌های فلسفی و تاریخی علم به‌درستی بازتاب نیابند.

۸. آموزش عینیت در علم در پرتو نظریه متأخر ویتگنشتاین

آموزش عینیت در علم، از منظر فلسفه متأخر ویتگنشتاین، نه انتقال مفهومی انتزاعی بلکه آشنا کردن دانش‌آموزان با شیوه‌های خاص سخن گفتن، داوری کردن و تفسیر کردن درون بازی‌های زبانی علمی است. عینیت در این نگاه، نه ویژگی داده‌ها، بلکه قاعده‌ای از کاربرد زبان در بافت‌های خاص است؛ قاعده‌ای که در آن دانشمندان با بهره‌گیری از تجربه، آموزش و دانش ضمنی، معنا را در تعامل با داده‌ها می‌سازند:

«تقابل بین علم به عنوان مجموعه‌ای از قوانین و الگوریتم‌هایی که سختگیرانه دنبال می‌شوند در مقابل علم به عنوان دانش انضمامی (مایکل پولانی با دوز سنگینی از ویتگنشتاین متاخر) دیگر به نظر نمی‌رسد مانند مواجهه‌ای بین ایدئولوژی رسمی دانشمندان به پشتیبانی فلاسفه پوزیتیویست منطقی در مقابل واقعیت‌های مربوط به چگونگی انجام علم که توسط جامعه‌شناسان و مورخان کشف شده است، باشد. در عوض، هر دو طرف تقابل به عنوان ایده‌آل‌ها و شیوه‌هایی با تاریخ‌های خود ظاهر می‌شوند، چیزی که ما به آن عینیت مکانیکی و قضاوت آموزش‌دیده می‌گوییم» (ص. ۳۷۷). داستون و گالیسن (۲۰۰۷) نشان می‌دهند که تقابل میان «عینیت مکانیکی» و «قضاوت آموزش‌دیده» دیگر تقابل میان ایدئولوژی رسمی و واقعیت تجربی نیست، بلکه دو شیوه متفاوت از بازی زبانی‌اند که هر یک تاریخ، قواعد و کاربردهای خاص خود را دارند. در این چارچوب، علم نه مجموعه‌ای از الگوریتم‌های سخت‌گیرانه، بلکه کنشی زبانی و اجتماعی است که در آن معنا از طریق کاربرد و تفسیر شکل می‌گیرد (۲۰۰۷، ص. ۴۷۸).[1] مناقشه مربوط

1. Daston, L. & Galison, P. (2007). *Objectivity*. New York: Zone Books.

به تعیین بار الکتریکی ابتدایی بین میلیکان و ارنهافت (هولتون، ۱۹۷۸) را به عنوان مثالی از قضاوت آموزش‌دیده در نظر می‌گیرند.[1]

۱٫۸. نمونه‌هایی از قضاوت آموزش‌دیده به‌مثابه بازی زبانی

۱. آزمایشات ذره آلفا و مناقشه بین رادرفورد و تامسون. مناقشه رادرفورد و تامسون درباره ذره آلفا: اگر داده‌ها به‌تنهایی و بدون زمینه زبانی قابل تفسیر بودند، اختلافی میان این دو دانشمند وجود نداشت. اما آنچه رخ داد، مشارکت در بازی زبانی‌ای بود که در آن تفسیر داده‌ها نیازمند قضاوت، تجربه و دانش ضمنی بود. اگر داده‌های تجربی می‌توانستند با دنبال کردن مجموعه‌ای از قوانین و الگوریتم‌ها درک شوند (یعنی عینیت مکانیکی)، هیچ مناقشه‌ای بین این دو دانشمند برجسته وجود نداشت. در عوض، جامعه علمی باید به فراتر از آن می‌رفت و نوعی قضاوت آموزش‌دیده را برای حل مناقشه دنبال می‌کرد. رادرفورد و تامسون در مورد نتایج آزمایش‌های ذره آلفا بحث و مناقشه داشتند. اگر علم فقط بر اساس قوانین و الگوریتم‌های ثابت بود، این مناقشه نباید وجود داشته باشد. در واقع، جامعه علمی نیاز داشت تا از قضاوت آموزش‌دیده برای تفسیر داده‌ها و حل مناقشه استفاده کند. این مثال نشان می‌دهد که دانشمندان باید از تجربیات قبلی و دانش ضمنی خود استفاده کنند تا نتایج دقیق‌تری بگیرند.

۲. آزمایش قطره روغن (میلیکان و ارنهافت): این مناقشه نشان داد که حتی در مواجهه با داده‌های دقیق، معنا از طریق کاربرد نظریه‌ها و قضاوت‌های آموزش‌دیده شکل می‌گیرد (داستون و گالیسن۲۰۰۷).

۳. خورشیدگرفتگی ۱۹۱۹ و تفسیر ادینگتون: اگر ادینگتون از نظریه نسبیت آگاه نبود، داده‌ها مبهم و نامفهوم می‌ماندند. این نشان می‌دهد که معنا در علم از طریق زمینه‌مندی نظری و زبانی حاصل می‌شود. تفسیر ادینگتون (دایسون و همکاران، ۱۹۲۰) برای حمایت از نظریه اینشتین به‌هیچ‌وجه متقاعدکننده نبود. این فرانامه (روایت یا توصیفی نظام‌مند) را در نظر بگیرید: فرض کنید ادینگتون از نظریه نسبیت عام اینشتین و به‌خصوص پیش‌بینی اینکه نور خورشید نزدیک به خورشید خم می‌شود، آگاه نبود. در این

1. Holton, G. (1978). *Subelectrons, presuppositions, and the Millikan-Ehrenhaft dispute*. Historical Studies in the Physical Sciences, 9, 161-224.

شرایط، شواهد تجربی از همهٔ آزمایش‌ها (سوبرال و پرینسیپه) بسیار نامشخص، مبهم و دشوار برای تفسیر بود (برای جزئیات، به نیاز، ۲۰۰۹، فصل ۹، صفحات ۱۲۷-۱۳۷ مراجعه کنید).

٤. توضیح منحنی‌های تاریکی بین کهکشان‌ها: در دهه ۱۹۳۰، فریتس زوئیکی مشاهده کرد که کهکشان‌ها در خوشهٔ کهکشانی کومه سرعت بیشتری نسبت به آنچه انتظار می‌رفت دارند. او از قضاوت آموزش‌دیده استفاده کرد و فرض کرد که یک ماده نامرئی به نام ماده تاریک وجود دارد که این تأثیر را ایجاد می‌کند. این مثال نشان می‌دهد که دانشمندان از توانایی‌های تفسیری خود استفاده کردند تا یک فرضیه جدید (ماده تاریک) را برای توضیح نتایج مشاهده‌شده پیشنهاد دهند.ماده تاریک (زوئیکی): فرضیه ماده تاریک نه از داده‌های خام، بلکه از تفسیر خلاقانه و کاربرد زبان در بازی زبانی اخترفیزیک پدید آمد.[1]

٥.کشف ساختار DNA (واتسون و کریک) مدل دو مارپیچه نتیجه مشارکت در بازی زبانی زیست‌شناسی مولکولی بود؛ جایی که داده‌ها تنها درون قواعد تفسیر معنا یافتند. جیمز واتسون و فرانسیس کریک با استفاده از داده‌های تجربی رزمند فرانکلین و سایر دانشمندان، ساختار دو مارپیچه DNA را کشف کردند. آن‌ها از قضاوت آموزش‌دیده برای تفسیر داده‌ها و پیشنهاد یک مدل نظری استفاده کردند. این مثال نشان می‌دهد که دانشمندان باید از تجربیات قبلی و دانش ضمنی خود استفاده کنند تا بتوانند داده‌های پیچیده را تفسیر کنند و مدل‌های نظری جدید پیشنهاد دهند (پرای، ۲۰۰۸).[2]

۲٫۸. پیامدهای آموزشی

آموزش عینیت در علم باید دانش‌آموزان را با این بازی‌های زبانی آشنا کند؛ یعنی با شیوه‌هایی که در آن‌ها داده‌ها، نظریه‌ها و تفسیرها در تعامل با یکدیگر معنا می‌یابند. قضاوت آموزش‌دیده در این نگاه، مهارتی زبانی و اجتماعی است که از طریق مشارکت در فعالیت‌های علمی، تجربه، و آموزش شکل می‌گیرد. علم، در این چارچوب، نه مجموعه‌ای از حقایق، بلکه شیوه‌ای از زندگی زبانی است که در آن معنا، فهم و داوری درون کاربرد ساخته می‌شود. همان‌طور که ماچامر و وولترز (۲۰۰٤) تأکید می‌کنند،

1. Niaz, M. (2018). *Evolving Nature of Objectivity in the History of Science and its Implications for Science Education*. Cham: Springer.
2. Pray, L. (2008). *Discovery of DNA structure and function: Watson and Crick.* Nature Education, 1(1), 100.

باید علم را از ایده‌آل‌های عقلانیت صوری آزاد کرد و نشان داد که عقلانیت و عینیت درجاتی دارند که در بازی‌های زبانی علمی قابل پرورش‌اند. آموزش علم خوب، آموزش مشارکت در این بازی‌هاست.[1]

۹. چگونگی آموزش محیط اجتماعی و تاریخی علم و اهمیت آن در درک بهتر علم در پرتو نظریه متأخر ویتگنشتاین

در نظریه متأخر ویتگنشتاین، فهم علم مستلزم مشارکت در بازی‌های زبانی‌ای است که در آن معنا نه از طریق تعاریف انتزاعی، بلکه از طریق کاربرد واژگان در زمینه‌های خاص تاریخی و اجتماعی پدید می‌آید. آموزش علم، در این نگاه، آموزش نحوه سخن گفتن، داوری کردن، و تفسیر کردن درون این زمینه‌هاست. بنابراین، آموزش محیط اجتماعی و تاریخی علم، آموزش چگونگی شکل‌گیری معنا در بسترهای خاص زبانی است.

آزمایش میکلسون-مورلی نتیجه‌ای«صفر»در رابطه با فرضیه اثر اتر ارائه داد، یعنی هیچ سرعت قابل مشاهده‌ای از زمین نسبت به اتر وجود نداشت (میکلسون و مورلی، ۱۸۸۷). لاکاتوش (۱۹۷۰) آن را به عنوان«بزرگ‌ترین آزمایش منفی در تاریخ علم» (ص. ۱۶۲) می‌داند. لئون کوپر، برنده جایزه نوبل در فیزیک، اهمیت محیط تاریخی را به شرح زیر بیان کرده است:

اگر، به عنوان مثال، آزمایش میکلسون-مورلی در زمان کوپرنیک انجام شده بود، (نتیجه‌ای ناامید کننده برای آن‌ها بود) نمی‌توانستند حرکت زمین را اندازه‌گیری کنند، ممکن است با جمله‌ای مثل«چرا وقت خود را تلف می‌کنید؟ همه می‌دانند که زمین در مرکز جهان ثابت است. هر تلاشی برای اندازه‌گیری حرکت آن همان جوابی را که به دست آوردید، می‌دهد: صفر.» تصور کنید این چه تاثیری می‌توانست بر ستاره‌شناسان زمان کوپرنیک داشته باشد (بازنویسی شده در نیاز و همکاران، ۲۰۱۰، ص. ۴۵). نتیجهٔ «صفر» این آزمایش، در بستر زبانی و نظریه‌ای قرن نوزدهم معنا یافت؛ اما اگر همین آزمایش در زمان کوپرنیک انجام می‌شد، درون بازی زبانی آن دوره، بی‌معنا یا حتی بی‌اهمیت تلقی می‌شد. همان‌طور که لئون کوپر اشاره می‌کند، معنا و اهمیت یک آزمایش وابسته به قواعد زبانی‌ای است که در آن دوره پذیرفته

1. Machamer, P. & Wolters, G. (2004). *Introduction. In P. Machamer & G. Wolters* (Eds.), *Science, values and objectivity* (pp. 1-13). Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.

شده‌اند. این نشان می‌دهد که فهم علمی، وابسته به زمینه‌های تاریخی و اجتماعی است که در آن واژگان علمی به کار می‌روند.

بر اساس رویکرد تاریخ و فلسفه علم، رویکرد لئون کوپر به آموزش علم می‌تواند به صورت زیر خلاصه شود:

- زمینهٔ یک آزمایش[1]
- چرا آزمایش انجام شد[2]
- چرا آزمایش دشوار بود[3]
- چگونه ایده‌ها تکامل یافتند[4]

تحلیل جنبه‌های کلیدی رویکرد لئون کوپر به آموزش علم:

۱. زمینه یک آزمایش:

آموزش باید دانش‌آموزان را با زمینه‌های زبانی، اجتماعی و تاریخی‌ای آشنا کند که در آن یک آزمایش معنا یافته است. آزمایش میکلسون-مورلی تنها درون بازی زبانی فیزیک کلاسیک و نظریه اتر قابل فهم بود. درک محیط اجتماعی و تاریخی که در آن یک آزمایش انجام شده است، برای فهم بهتر نتایج و اهمیت آن ضروری است. برای مثال، آزمایش میکلسون-مورلی در زمان خود تأثیر بزرگی بر نظریه‌های علمی داشت. این امر کمک می‌کند تا دانش‌آموزان بفهمند که چرا یک آزمایش در زمان خاصی انجام شده و چگونه محیط اجتماعی و تاریخی آن زمان بر نتایج تأثیر گذاشته است.

۲. چرا آزمایش انجام شد:

هدف یک آزمایش را باید درون قواعد زبانی‌ای فهمید که در آن پرسش‌ها، فرضیه‌ها و روش‌ها شکل گرفته‌اند. آموزش باید نشان دهد که چرا در یک زمان خاص، یک پرسش علمی معنا داشته است.

1. Context of an experiment
2. Why the experiment was done
3. Why the experiment was difficult
4. How the ideas evolved

درک دلایل انجام یک آزمایش و هدف‌های آن می‌تواند به دانش‌آموزان کمک کند تا معنای عمیق‌تری از نتایج آن آزمایش بگیرند. برای مثال، آزمایش میکلسون-مورلی به منظور آزمایش فرضیه اتر انجام شد. این امر کمک می‌کند تا دانش‌آموزان بفهمند که هدف اصلی یک آزمایش چیست و چرا دانشمندان به انجام آن پرداخته‌اند.

۳. چرا آزمایش دشوار بود:

دشواری‌های فنی و نظری، بخشی از بازی زبانی علم‌اند؛ آموزش باید نشان دهد که چگونه محدودیت‌های ابزار، زبان و نظریه‌ها بر امکان مشاهده و تفسیر تأثیر می‌گذارند.درک چالش‌های فنی و علمی مرتبط با انجام یک آزمایش می‌تواند به دانش‌آموزان کمک کند تا تلاش‌ها و دستاوردهای دانشمندان را بهتر بفهمند. برای مثال، آزمایش میکلسون-مورلی به دلیل پیچیدگی‌های فنی و اندازه‌گیری‌های دقیق دشوار بود. این امر کمک می‌کند تا دانش‌آموزان بفهمند که چه عواملی باعث دشواری انجام یک آزمایش می‌شوند و چه تکنیک‌هایی برای غلبه بر این چالش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۴. چگونه ایده‌ها تکامل یافتند:

تکامل نظریه‌ها را باید به‌مثابه تغییر در قواعد بازی زبانی فهمید؛ آموزش باید نشان دهد که چگونه واژگان علمی، کاربردهای جدید یافته‌اند و چگونه معنا در تعامل با داده‌ها و زمینه‌ها تغییر کرده است.درک چگونگی تکامل ایده‌ها و نظریه‌ها پس از انجام یک آزمایش می‌تواند به دانش‌آموزان کمک کند تا فرآیند علمی را بهتر بفهمند. برای مثال، نتایج آزمایش میکلسون-مورلی به تکامل نظریه نسبیت اینشتین کمک کرد. این امر کمک می‌کند تا دانش‌آموزان بفهمند که علم یک فرآیند پویا و پیوسته است که در آن ایده‌ها و نظریه‌ها بر اساس شواهد و مشاهدات جدید تکامل می‌یابند.

این رویکرد به آموزش علم کمک می‌کند تا دانش‌آموزان به درک عمیق‌تری از فرآیند علمی و محیط‌های اجتماعی و تاریخی که در آن علم به‌وجود آمده است، برسند. به این ترتیب، دانش‌آموزان نه تنها مفاهیم علمی را بهتر می‌فهمند بلکه می‌توانند آن‌ها را در زمینه‌های گسترده‌تر و واقعی‌تر تجربه و تحلیل کنند (کلاسن۲۰۰۹).[1]

[1]. Klassen, S. (2009). *Leon Cooper's perspective on teaching science: An interview study*. *Science & Education*, 18(3–4), 377–393.

۱۰. نتیجه‌گیری نهایی و پیشنهادهای کاربردی

در این مقاله، با تمرکز بر نقش تاریخ و فلسفه علم در آموزش علوم تجربی، سه دیدگاه نظری، اجماع، شباهت خانوادگی، و تلفیقی، مورد تحلیل قرار گرفتند. با بهره‌گیری از روش تحلیل مفهومی و استنتاجی پیشرونده، تلاش شد تا مفاهیم کلیدی مانند «علم در حال ساخت»، «اصول اکتشافی»، «عینیت علمی»، و «غیرطبیعی بودن علم» به‌روشنی تعریف و در چارچوب آموزشی جای‌گذاری شوند. همچنین، با ارجاع به مطالعات تجربی و نمونه‌های کلاس درس، اعتبار عملی دیدگاه تلفیقی در محیط‌های آموزشی واقعی نشان داده شد. یافته‌های مقاله نشان می‌دهند که:

- دیدگاه اجماع برای آموزش مفاهیم پایه و طراحی ابزارهای سنجش مناسب است، اما از پیچیدگی‌های نظری و تاریخی غافل می‌ماند.

- دیدگاه شباهت خانوادگی امکان تحلیل تفاوت‌های درون‌علمی را فراهم می‌کند و به فهم زمینه‌مند علم کمک می‌نماید.

- رویکرد تلفیقی، با درهم‌تنیدن کاربردهای متنوع زبان در توصیف جنبه‌های عام و خاص علم، امکان مشارکت در بازی زبانی آموزش علم را فراهم می‌آورد؛ بازی‌ای که در آن علم نه به‌مثابه مجموعه‌ای از گزاره‌های بی‌طرف، بلکه به‌عنوان کنشی انسانی، تاریخی و تفسیرپذیر فهمیده می‌شود.

- مدل داوشل-گرندی بر فعالیت‌های رایج دانشمندان با توجه به زمینه‌های فلسفی و تاریخی تمرکز دارد.

اهم نتایجی که می توان از بحث خود در این مقاله بگیریم بدین شرح است:

۱. دیدگاه‌های مختلف درباره فهم ماهیت علم:

- بر اساس ایده‌های ویتگنشتاین، علم به عنوان یک سیستم شناختی معرفی می‌شود که در آن فعالیت‌های کلاسی حول پرسش‌ها و تحلیل‌های کلاس درس سازمان‌دهی می‌شود.

- مدل داوشل و گرندی که مبتنی بر دیدگاه متقدم و متأخر ویتگنشتاین است، هم به تاریخ علم و هم به فلسفهٔ علم توجه دارد و بر مفهوم‌سازی و ایجاد مدل‌های ذهنی تمرکز دارد.

- دیدگاه بازی‌های زبانی ویتگنشتاین تأکید بر تجربه عملی و مشاهده مستقیم دارد و می‌تواند به تدریس علوم تجربی کمک کند.

دیدگاه تلفیقی:

الف. تأکید بر تجربه عملی و مشارکت فعال:

– رویکرد بازی‌های زبانی ویتگنشتاین دانش‌آموزان را به مشارکت در فعالیت‌های علمی واقعی و انجام آزمایش‌ها ترغیب می‌کند.

– این رویکرد باعث می‌شود دانش‌آموزان مفاهیم علمی را به طور عملی و کاربردی درک کنند و انگیزه یادگیری بیشتری داشته باشند.

ب. تأثیر فرضیه‌ها و نظریات بر مشاهده‌ها:

– بر اساس نظریه ویتگنشتاین، هر مشاهده و مفهوم علمی تحت تأثیر فرضیه‌ها و نظریات پیشین قرار دارد.

– برای تدریس علوم، آموزش پیش‌زمینه‌های نظری و تقویت تفکر انتقادی در دانش‌آموزان مهم است.

ج. ارتقای فهم علمی با استفاده از روش‌های تفکر تحلیلی:

– تمرین‌های هرمنوتیک گادامر به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا تفکر انتقادی و تحلیلی را تقویت کنند و مفاهیم پیچیده را بهتر درک کنند.

۲. دیدگاه‌های تلفیقی و توافقی:

– دیدگاه توافقی بر جنبه‌های کلی ماهیت علم تمرکز دارد و تلاش می‌کند میان جوامع تحقیقاتی مختلف توافق ایجاد کند.

– دیدگاه تلفیقی بیان می‌کند که جنبه‌های عمومی و خاص ماهیت علم دوگانگی ندارند بلکه واحد هستند و باید به هر دو جنبه توجه شود.

۳. آموزش عینیت در علم:

– آموزش عینیت در علم یکی از چالش‌برانگیزترین موضوعات در برنامه درسی علم است.

– داستون و گالیسن به تقابل بین عینیت مکانیکی و قضاوت آموزش‌دیده اشاره می‌کنند و اهمیت محیط تاریخی و اجتماعی در درک علم را بررسی می‌کنند.

بر اساس این تحلیل، دیدگاه تلفیقی نه‌تنها از نظر فلسفی معتبر است، بلکه در محیط‌های آموزشی نیز قابلیت اجرا دارد. این دیدگاه می‌تواند به طراحی فعالیت‌های چندلایه، تقویت تفکر انتقادی، و تربیت دانش‌آموزانی با نگاه تاریخی و تفسیرپذیر به علم منجر شود.آموزش علم باید شامل ادغام جنبه‌های مختلف علمی و استفاده از زمینه‌های تاریخی و اجتماعی باشد. این رویکرد به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا علم را به‌طور جامع‌تر و واقعی‌تر درک کنند و توانایی‌های تحلیلی و تفسیری خود را تقویت کنند. تدریس علوم تجربی با استفاده از این رویکردهای ترکیبی و تاریخی می‌تواند تاثیر بسیار مثبتی بر فهم دانش‌آموزان بگذارد و به آن‌ها کمک کند تا علم را عمیق‌تر و جامع‌تر درک کنند.

پیشنهادهای کاربردی

۱. **برای معلمان علوم**

- استفاده از روایت‌های تاریخی و منازعات نظری در تدریس مفاهیم علمی
- طراحی فعالیت‌های کلاسی بر اساس اصول اکتشافی و تفسیر داده‌ها
- تشویق دانش‌آموزان به طرح سوالات تحقیق و طراحی آزمایش‌های مستقل

۲. **برای طراحان برنامه درسی**

- گنجاندن عناصر تاریخ و فلسفه علم در ساختار دروس علوم تجربی
- تلفیق دیدگاه‌های نظری در تدوین اهداف آموزشی و راهبردهای تدریس
- توسعه ابزارهای سنجش که هم جنبه‌های عمومی و هم خاص ماهیت علم را ارزیابی کنند

۳. **برای پژوهشگران آموزش علم**

- انجام مطالعات تجربی درباره اثربخشی دیدگاه تلفیقی در سطوح مختلف آموزشی
- بررسی تأثیر آموزش زمینه‌مند و تفسیرپذیر علم بر درک مفهومی دانش‌آموزان
- تحلیل تعامل میان نظریه، مشاهده، و زبان در فعالیت‌های علمی دانش‌آموزی

منابع

باقری، خسرو (۱۳۹۸). در آمدی بر فلسفه تعلیم و تربیت، تهران: انتشارات علمی و فرهنگی کتیبه، جلد ،۱چاپ چهارم.

برجیسیان، رسول (۱۳۸۵). «تأثیر ویتگنشتاین متأخر بر الهیات با تکیه بر مفهوم فضای منطقی». دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه اصفهان، ۱۹-۴۳.

برجیسیان، رسول، علیرضا شواخی (۱۳۹۹). ویتگنشتاین و زبان دینی. اصفهان: نشر نوشته.

توسلی. (۱۳۹۹). «روش تحلیل مفهومی در تعیین هدفهای تربیتی از دیدگاه ریچارد پیترز: بیان و نقد»، پژوهش نامه مبانی تعلیم و تربیت.۱۰ (۱)، ۵۹-۷۵.

چالمرز،آلن.اف (۱۳۷٤). چیستي علم. ترجمه سعید زیباکلام؛ تهران: انتشارات علمي و فرهنگي.

دامپي یر (۱۳۷۱) تاریخ علم، ترجمه عبدالحسین آذرنگ؛ تهران: انتشارات چاپ ونشر علامه طباطبائي.

سجادی، سید هدایت (۱۴۰۰). «علم شناسی و آموزش علوم: چارچوبی نظری در به کارگیری تاریخ و فلسفه علم در آموزش علوم تجربی»، فصلنامه تعلیم و تربیت، ۳۷ (۲)، ۷-۲۶.

لیاقت، سمیه و نیک نام، زهرا و باقری، سعیده (۱۳۹۲). «ماهیت علم و آموزش علوم تجربی: تحلیل محتوای کتاب-درسی علوم تجربی پایه سوم راهنمایی»، فصلنامه مطالعات برنامه درسی، ۸ (۲۹)، ۸۹-۱۱۶. magiran.com/p۱۲۶۰۹۷۰.

عبداللهیان بلوچی، رضا و امانی، وحید و اولی، اسماعیل (۱۴۰۱). راهبردهای تدریس مؤثر و درست درآموزش علوم تجربی و تأثیر آن بریادگیری دانش آموزان، https://civilica.com/doc/1794176.

فاینمن، ریچاردفیلیپس (۱۳۹۶). شش قطعه آسان: مبانی فیزیک به روایت ریچارد فاینمن، مترجم: محمدرضا بهاری، تهران: شرکت نشر کتاب هرمس، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور.

کافی. مجید . (۱۴۰۲). «ماهیت پیوستاری علوم». تاریخ علم. ۲۱ (۱). ۵۱-۷۵.

کریمی، محمدحسن، مزیدی، محمد، و مهرمحمدی، محمود. (۱۳۸۶). «نقد و بررسی کتاب علوم پایه اول راهنمایی تحصیلی از منظر فلسفه علم». علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز، ۲۶ (۳ (پیاپی ۵۲) (ویژه نامه علوم تربیتی))، ۱۱۱-۱۳۶.

کلگ، برایان (۱۳۹۸). ماده تاریک و انرژی تاریک: ۹۵ درصد پنهان از گیتی، ترجمه واروژان هارطون، تهران: انتشارات مازیار.

گادفری-اسمیت، پ. (۱۳۹۲). درآمدی بر فلسفه‌ی علم: پژوهشی در باب یک‌صد سال مناقشه بر سر چیستی علم، ترجمه نواب مقربی، تهران: پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی.

محمدی. حمداله و اکرادی. (۱۴۰۲). «تأملی معرفت شناختی بر آموزش درس «علوم تجربی» با تکیه بر دیدگاه ویتگنشتاین دوم». توسعه حرفه‌ای معلم. ۸ (۳). ۱۵-۳۷.

ویتگنشتاین، لودویگ (۱۳۷۱). رساله منطقي ـ فلسفي. ترجمه میر شمس الدین ادیب سلطاني؛ تهران: انتشارات امیرکبیر.

ویتگنشتاین، لودویگ (۱۳۸۰). پژوهش هاي فلسفي. ترجمه فریدون فاطمي؛ تهران: انتشارات نشر مرکز.

Abd-El-Khalick, F. (2012). "Examining the sources for our understanding about science: Enduring conflations and critical issues in research on nature of science in science education. *International Journal of Science Education*, 34, 353-374.

Ayik, Z., & Coştu, B. (2020). "A study on demonstration of the nature of science in science textbooks: History and philosophy of science perspectives". *Journal Pendidikan IPA Indonesia*, 9 (3), 451-464.

Bevilacqua, F. & Bordoni, S. (1998). "New contents for new media: Pavia project physics". *Science & education*, 7, 451-469.

Cantor, C. R., & Smith, C. L. (2004). *Genomics: the science and technology behind the human genome project.* John Wiley & Sons.

Chang, Y.-H., Chang, C.-Y. & Tseng, Y.-H. (2010). "Trends of science education research: An automatic content analysis". *Journal of Science Education and Technology*, 19, 315-331.

Daston, L. & Galison, P. (2007). *Objectivity*. New York: Zone Books.

Deng, F., Chai, C.S., Tsai, C.-C. & Lin, T.-J. (2014). "Assessing South China (Guangzhou) high school students' views on nature of science: A validation study". *Science & Education*, 23, 843-863.

Duschl, R. & Grandy, R. (2013). "Two views about explicitly teaching nature of science". *Science & Education*, 22, 2109-2139.

Dyson, F.W., Eddington, A.S. & Davidson, C. (1920). "A determination of the deflection of light by the sun's gravitational field, from observations made at the total eclipse of May 29, 1919". *Royal Society Philosophical Transactions*, 220, 291-333.

Erduran, S. (2007). "Breaking the law: Promoting domain-specificity in chemical education in the context of arguing about the periodic law". *Foundations of Chemistry*, 9, 247-263.

Henke, A., & Höttecke, D. (2015). Physics teachers' challenges in using history and philosophy of science in teaching. *Science & Education*, 24, 349-385.

Hodson, D. (1985). "Philosophy of Science, Science and Science Education". Studies in Science Education, 12, 25-57.

Hodson, D. (1988). "Experiments in science and science teaching". *Educational philosophy and theory*, 20 (2), 53-66.

Hodson, D. & Wong, S.L. (2014). "From the horse's mouth: Why scientists' views are crucial to nature of science understanding". *International Journal of Science Education*, 36 (16), 2639-2665.

Holton, G. (1978). "Subelectrons, presuppositions, and the Millikan-Ehrenhaft dispute". *Historical Studies in the Physical Sciences*, 9, 161-224.

Höttecke, D., Henke, A., & Riess, F. (2012). "Implementing history and philosophy in science teaching: Strategies, methods, results and experiences from the European HIPST project". *Science & Education*, 21, 1233-1261.

Irzik, G. & Nola, R. (2011). "A family resemblance approach to the nature of science for science education". *Science & Education*, 20 (7-8), 591-607.

Klassen, S. (2009). "Leon Cooper's perspective on teaching science: An interview study". *Science & Education*, 18 (3–4), 377–393. https://doi.org/10.1007/s11191-008-9175-1

Lakatos, I. (1970). *Falsification and the methodology of scientific research programmes*. In: I. Lakatos & A. Musgrave (Eds.), Criticism and the growth of knowledge (pp. 91-195). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

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

Lederman, N.G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L. & Schwartz, R. (2002). "Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science". *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 497-521.

Machamer, P. & Wolters, G. (2004). *Introduction. In P. Machamer & G. Wolters* (Eds.), Science, values and objectivity (pp. 1-13). Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.

Michelson, A.A. & Morley, E.W. (1887). "On the relative motion of the earth and the luminiferous ether". *American Journal of Science*, 34 (3rd series), 333-345.

Matthews, M. R. (1989). "A role for history and philosophy in science teaching". *Interchange*, 20 (2), 3-15.

Matthews, M.R. (2015). *Science teaching: The contribution of history and philosophy of science* (20th anniversary revised and expanded edition). New York: Routledge.

Millikan, R.A. (1917). *The electron*. Chicago: University of Chicago Press.

McComas, W.F., Almazroa, H., & Clough, M.P. (1998). The role and character of the nature of science in science education. *Science & Education, 7*, 511-532.

Niaz, M. (2001). "Understanding nature of science as progressive transitions in heuristic principles". *Science Education*, 85, 684-690.

Niaz, M. (2005). "An appraisal of the controversial nature of the oil drop experiment: Is closure possible?". *British Journal for the Philosophy of Science*, 56, 681-702.

Niaz, M. (2009). *Critical appraisal of physical science as a human enterprise: Dynamics of scientific progress*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.

Niaz, M. (2012). *From 'science in the making' to understanding the nature of science: An overview for science educators*. New York: Routledge.

Niaz, M. (2016). *Chemistry education and contributions from history and philosophy of science*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.

Niaz, M., Klassen, S., McMillan, B. & Metz, D. (2010). "Leon Cooper's perspective on teaching science: An interview study". *Science & Education*, 19, 39-54.

Niaz, M. & Rodríguez, M.A. (2001). "Do we have to introduce history and philosophy of science or is it already 'inside' chemistry?" *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 2, 159-164.

Niaz, M. (2018). "Evolving Nature of Objectivity in the History of Science and its Implications for Science Education". *Cham: Springer*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67726-2

Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R. (2003). "What 'ideas-about-science' should be taught in school science? A Delphi study of the expert community". *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 692-720.

Pray, L. (2008). "Discovery of DNA structure and function: Watson and Crick". *Nature Education*, 1 (1), 100.

Rutherford, E. (1911). "The scattering of alpha and beta particles by matter and the structure of the atom". *Philosophical Magazine*, 21, 669-688.

Schwab, J.J. (1974). *The concept of the structure of a discipline. In: E.W. Eisner & E. Vallance* (Eds.), Conflicting conceptions of curriculum (pp. 162-175). Berkeley, CA: McCutchan Publishing Corp.

Smith, M.U. & Scharmann, L.C. (1999). "Defining versus describing the nature of science: A pragmatic analysis for classroom teachers and science educators". *Science Education*, 83, 493-509.

Smith, M.U. & Scharmann, L.C. (2008). "A multi-year program developing an explicit reflective pedagogy for teaching pre-service teachers the nature of science by ostention". *Science & Education*, 17, 219-248.

Vesterinen, V.-M. & Aksela, M. (2013). "Design of chemistry teacher education course on nature of science". *Science & Education*, 22 (9), 2193-2225.

Wolpert, L. (1993). *The unnatural nature of science*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wong, S.L. & Hodson, D. (2009). "From the horse's mouth: What scientists say about scientific investigation and scientific knowledge". *Science Education*, 93, 109-130.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی