

The Continuous Nature of Sciences

Majid Kafi✉

<https://orcid.org/0000-0003-4427-0056>

Member of the academic staff, Department of Sociology, Research Institute of the Hawzeh and University, Qom, Iran

E-mail: mkafi@rihu.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received 13 September 2023

Received in revised form 5

November 2023

Accepted 4 December 2023

Published online 20 December
2023

Keywords:

nature of science, religious
science, the spectrum of
science, science education,
scientific literacy.

ABSTRACT

At different levels of science education, attention has not been paid to the intertwining and continuity of the meaning and nature of science, to the scope of science in the philosophy and history of science, and the social and cultural conditions of its formation. Also, in the matter of the nature of science, one can logically question the nature or characteristics of non-empirical sciences. This essay examines the approaches to the nature of science with an analytical method, and from there, it leads to the approach to the continuity of science. By believing in the spectral nature of science, three problems will be solved: First, the discussion of the nature of science is not exclusive to experimental sciences; Second, it shows what is meant by saying that, for example, history or psychology are not science, in what sense are they not science on the spectrum, although they may be science in another sense on the spectrum; Third, the meaning of science in the conflict shows the possibility and impossibility of religious science, meaning in what sense is religious science possible and in what sense or senses is it impossible. Finally, correct policies must be made to teach the nature of science. In teaching the nature of science, students should be taught "verification" of science in order to deconsecrate it. The verification of science is obtained through the development of critical thinking in learners..

Cite this article: Kafi, M, (2023). The continuous nature of sciences. *Journal for the History of Science*, 21 (1), 51-75. DOI: <http://doi.org/10.22059/JIHS.2023.365306.371761>



). Publisher: University of Tehran Press.

DOI: <http://doi.org/10.22059/JIHS.2023.365306.371761>

ماهیت پیوستاری علم

مجید کافی ✉

<https://orcid.org/0000-0003-4427-0056>

عضو هیأت علمی گروه جامعه‌شناسی، پژوهشگاه حوزه و دانشگاه، قم، ایران. رایانامه: mkafi@rihu.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
<p>نوع مقاله: مقاله پژوهشی</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۶/۲۲</p> <p>تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۸/۱۴</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۹/۱۳</p> <p>تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۹/۲۹</p>	<p>در سطوح مختلف آموزش علم به درهم‌تنیدگی و پیوستاری بودن معنا و ماهیت علم، به وسعت دامنه علم در فلسفه و تاریخ علم، و به شرایط اجتماعی و فرهنگی شکل‌گیری آن توجه نشده است. همچنین در موضوع ماهیت علم منطقاً می‌توان از ماهیت یا ویژگیهای علوم غیرتجربی نیز پرسش کرد. این جستار با روش تحلیلی به بررسی رویکردهای ماهیت علم پرداخته و از آنجا به رویکرد پیوستاری علم منتج می‌شود. با باور داشتن به ماهیت پیوستاری علم سه مسأله حل خواهد شد: نخست این که بحث ماهیت علم منحصر به علوم تجربی نیست، دوم این که نشان می‌دهد که منظور از این که گفته می‌شود به طور مثال تاریخ یا روان‌شناسی علم نیستند، به کدامین معنا بر روی پیوستار، علم نیستند، اگر چه ممکن است به معنایی دیگر روی پیوستار، علم باشند؛ سوم معنای علم در نزاع امکان و عدم امکان علم دینی را نشان می‌دهد، بدین معنا که علم دینی به چه معنایی ممکن و به چه معنا یا معنایی غیرممکن است. سرانجام این که برای آموزش ماهیت علم باید سیاست‌گذاری‌های درستی انجام شود. در آموزش ماهیت علم باید برای تقدس‌زدایی از علم به فراگیران راستی‌آزمایی علم آموزش داده شود. راستی‌آزمایی علم از راه توسعه تفکر انتقادی در فراگیران به دست می‌آید.</p>
<p>کلیدواژه‌ها:</p> <p>آموزش علم، پیوستار علم، سواد علمی، علم دینی، ماهیت علم.</p>	
<p>استناد: کافی، مجید (۱۴۰۲). ماهیت پیوستاری علم. <i>تاریخ علم</i>، ۲۱ (۱)، ۷۵-۵۱.</p>	
<p>DOI: http://doi.org/10.22059/JIHS.2023.365306.371761</p>	
<p>ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران. © نویسندگان.</p>	



مقدمه

در مسأله علم بودن تاریخ در کتاب‌های فلسفه تحلیلی تاریخ آمده است که معرفت تاریخی نمی‌تواند یک نوع معرفت مطلق و بدون هیچ‌یک از شروط رشته علمی باشد، چرا که بعضی از شروط رشته‌های علمی را دارد و برخی دیگر از شرایط را ندارد (کافی، ۱۳۹۹). از این رو بین مطلق معرفت و رشته علمی موقعیتی به نام شبهه رشته علمی تعریف و تعیین می‌شود که علوم تاریخی در آن رده قرار می‌گیرد. بر اساس این نمی‌توان علم را در سه یا چهار سطح یا رده کلی تقسیم کرد. علم دارای یک طیف وسیع معنایی است که هر سطح و رده آن شرایط و ویژگی‌های خاص خود را دارد که بر اساس شباهت‌هایی که با رده قبلی و بعدی دارد، در روی طیف جای می‌گیرد. کسانی مثل ایرزیک و نولا (Irzik, & Nola, 2011, pp. 591–607) با طرح رویکرد شباهت خانوادگی علم از سطوح و رده‌بندی چندلایه علم گذر کرده‌اند. اگر چه نتوانسته‌اند یا نخواسته‌اند علم را بر اساس شرایط و ویژگی‌های متعدد، دارای معنایی وسیع‌تر از شباهت‌های علوم تجربی تعریف کنند؛ به عبارت دیگر شباهت خانوادگی علم را منحصر در علم تجربی تلقی کرده است. از این رو باور بر این است که علم دارای یک پیوستار معنایی است که با افزودن یک جزء یا ویژگی نوعی از علم بر روی طیف ایجاد می‌شود که در یک طرف آن مطلق معرفت (شناخت بدون هیچ جزء و شرط شناخته‌شده‌ای) و در طرف دیگر آن علم تجربی (با تمام اجزاء و شرایط شناخته‌شده) در معنای خاص پوزیتیویستی آن قرار دارد که بر اساس شباهت با معنای قبلی و بعدی مرتب و رده‌بندی می‌شود.

به این منظور نخست باید اجزاء و ویژگی‌های علم را احصا کرد و سپس بر اساس شباهت هم‌جواری آنان را بر روی پیوستار مرتب نمود. با باور داشتن به ماهیت پیوستاری علم دو مسأله حل خواهد شد، اول این که نشان می‌دهد که منظور از این که گفته می‌شود به طور مثال تاریخ یا روان‌شناسی علم نیستند، به کدامین معنا بر روی پیوستار، علم نیستند، اگر چه ممکن است به معنایی دیگر روی پیوستار، علم باشند؛ دوم معنای علم در نزاع امکان و عدم امکان علم دینی را نشان می‌دهد، بدین معنا که علم دینی به چه معنایی ممکن و به چه معنا یا معناهایی غیرممکن است.

افزون بر زمینه قبلی در باره ماهیت پیوستاری علم، این زمینه نیز شایان گفتن است که در سطوح مختلف آموزش علم به درهم‌تنیدگی و پیوستاری بودن معنای و ماهیت علم توجه نشده است. در بیشتر کلاس‌های آموزش علوم، علم به معنای محدود تجربی آن، آموزش داده می‌شود که سبب شکل‌گیری باور نادرستی از علم در ذهن دانش‌آموزان و دانشجویان می‌شود. در آموزش علوم، به معنای وسیع علم و تاریخ و شرایط اجتماعی و فرهنگی که در شکل‌گیری و رشد علوم اثر داشته‌اند، توجه نمی‌شود. امروزه صاحب‌نظران نظام‌های آموزشی باور دارند که آموزگاران و استادان آموزش علوم، باید افزون بر

معنای وسیع و مفهوم علم، از تعینات اجتماعی، فرهنگی شکل‌گیری علم و همچنین از تاریخ و فلسفه علم نیز آگاهی و شناخت لازم را داشته باشند؛ چرا که علم هم مانند هر پدیده‌ای می‌تواند در معرض پرسش‌های مفهومی و فلسفی، تاریخی و اجتماعی قرار گیرد، لذا بسیاری از آموزگاران و استادان این درس با پرسش‌های فلسفی، تاریخی و اجتماعی دانش‌آموزان و دانشجویان در مورد معنا و مفهوم علم مواجه شده‌اند (Matthews, 1994, p. 4-5 and 2000, P.3).

بخش زیادی از فهم مردم از علم و ماهیت آن در برنامه‌های آموزشی رسمی و غیررسمی جامعه شکل می‌گیرد که توسط نظام آموزشی، کتاب‌های درسی، آموزگاران و استادان به دانش‌آموزان و دانشجویان منتقل می‌شود. توضیح این که بدون شک یکی از عوامل بسیاری از تصمیمات ناروا و غلط و مواضع نابخردانه و غیرمنطقی در قلمرو علم و سیاست‌های علمی و همچنین تصمیمات در باره امور غیرعلمی بدفهمی در باب ویژگی‌ها و ماهیت علم است (McComas, 1998, p. 3).

در تحقیقی (نک: سعیدی، ۱۳۹۰) گزارش شده است که دانش‌آموزان، دانشجویان و بعضی از معلمان، دبیران و حتی پاره‌ای از استادان درک درستی از علم و ماهیت آن ندارند (McComas, 1998, p. 4). پیامد منفی نداشتن درک درست از علم به‌ویژه در جوامعی که عموم مردم در تصمیم‌های مالی، ارزیابی سیاست‌گذاری‌ها و پیشرفت‌های علمی نقش دارند، بالقوه مضر است. یکی از دلایل اثربخش نبودن بسیاری از آموزش‌های علم در دوره‌های تحصیلی گوناگون عدم شناخت آموزگاران و دبیران علوم با فلسفه و ماهیت علم است (Lederman, 2007, p. 831). شاهد این مطلب این است که آموزگاران و دبیرانی که از ماهیت و چگونگی کارکرد علم شناخت درستی دارند، در تدریس علوم موفق‌تر بوده‌اند. از این رو فراهم کردن زمینه آشنایی آموزگاران و دبیران با ماهیت علم می‌تواند در بهبود تدریس علم کمک کند.

اما امروزه آموزش علم با چالش‌ها و کاستی‌هایی مواجه است که نظام‌های آموزشی همه کشورها با آنها درگیرند. بی‌شک در پس بسیاری از تصمیمات غیرمنطقی و مواضع نابخردانه در خصوص علم و سیاست‌های علمی، بدفهمی‌هایی از وجود و ماهیت علم وجود دارد (McComas, 1998, p. 3). به همین دلیل توجه به ماهیت علم بخشی از دغدغه نظام آموزشی علم شده است.

به‌منظور رفع این چالش‌ها و کاستی‌ها امروزه باور بر این است که آموزش ماهیت علم افزون بر این که باید یادگیری محتوای معرفتی علم باشد، باید در باره علم هم باشد. به عبارت دیگر فراگیران باید هم موضوع علم را بیاموزند و هم باید درباره علم مطالبی را کسب کنند.

بر اساس این رویکرد دانش‌آموزان و دانشجویان هم موضوع علم را فرامی‌گیرند و هم مطالبی را در باره ماهیت علمی که می‌آموزند، بنابر این آموزش علوم نباید به انتقال معرفت‌ها و دانسته‌های

علمی فراگیران فروکاسته شود. آموزش در باره علم به فراگیران سبب می‌شود افزون بر فراگیری علم و انتقال اطلاعات علمی به آنان، روحیه علمی در آنان پرورش یابد به گونه‌ای که به درک دقیق‌تر و کامل‌تری نسبت به علم برسند. به عبارت دیگر آموزش علوم نباید منحصر به آموزش محتوای معرفتی علوم تجربی و به انتقال صرف دانسته‌های علوم تجربی فروکاسته شود، بلکه باید منجر به پرورش روحیه علم‌ورزی در فراگیران شود، به گونه‌ای که به درک پیچیده‌تر و کامل‌تر آنان نسبت به علم بینجامد. در این رویکرد جدید، افزون بر محتوای علم به موضوعاتی همچون هدف علم، روش علم، ارتباط علم با جامعه و صنعت و فرهنگ، ویژگی‌ها و محدودیت‌های علم پرداخته می‌شود و از همین رو نام رویکرد زمینه‌گرا بر آن نهاده شده است (Matthews, 2000, P.3).

پرسش‌های مفهومی و فلسفی که در باره علم مطرح است، عبارت است از معنای علم در رده‌های مختلف چیست؟ روش‌های علوم کدامند؟ آیا روش علم منحصر به روش تجربی و مشاهده‌ای است؟ در علوم تجربی و غیرتجربی نظریه علمی چیست؟ قانون علمی به چه معناست؟ تفاوت نظریه علمی با فرضیه چیست؟ رابطه مشاهده با آزمایش و نظریه در چیست؟ چگونه ممکن است در علم از واقعیت‌هایی مانند الکترون بحث کنیم که هرگز آنها را ندیده‌ایم؟ توصیف علمی چیست؟ آزمایش کنترل شده چیست؟ مدل‌های علمی چه کاربردی در علم دارند؟ یک فرضیه پیش از اثبات به چه میزان تأیید نیاز دارد؟ آیا عقاید مذهبی علم را تحت تأثیر قرار می‌دهد؟ (Matthews, 2000, P.3). پرداختن به این دست از پرسش‌های فلسفی در باره علم بخشی از سرفصل‌های آموزش علم نیز هست.

در پاسخ به این پرسش که در آموزش علم چه چیز یا چیزهایی باید به دانش‌آموزان و دانشجویان یاد داده شود، یا منظور از علم در فلسفه علم چیست؟ چهار رویکرد شکل گرفته است.

- نخست رویکرد توافقی در باره علم است که در سرفصل‌های آموزشی به آن ماهیت علم اطلاق می‌شود. این رویکرد به آموزش مبانی و بنیان‌های مفهومی و فلسفی علم می‌پردازد (ابراهیمی تیرتاش، ۱۳۹۵، ص ۵). ماهیت علم بیانگر این است که علم چگونه عمل می‌کند و متضمن چه فرض‌ها و ارزش‌هایی است که در رشد و کاربرد معرفت علمی مؤثرند. ماهیت علم به معرفت‌شناسی علم، علم در مقام راهی برای دانستن یا پیشرفت معرفت اشاره دارد (Lederman, Abd-el-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002, p. 498).

- رویکرد دوم افزون بر توجه به مؤلفه‌های علم بیشتر به ویژگی‌های علم توجه می‌کند. این رویکرد به جای ارائه فهرست مؤلفه‌های علم، ویژگی‌های علوم تجربی را معرفی می‌کند.

منظور از ویژگی‌های علم، شرایط و زمینه‌هایی هستند که جزء ساختار و نظام علم نیستند، اما در شکل‌گیری علم تأثیرگذارند. همهٔ علوم این ویژگی‌ها را ندارند، اما هر معرفتی که آنها را داشته باشد، علم تجربی است؛

- رویکرد سوم رویکرد کاربردی علم است، طبق این رویکرد هدف اصلی آموزش علم استفاده از آن به منظور بهبود زندگی فردی و اجتماعی و افزایش آگاهی انسان در این زمینه‌ها است. دو رویکرد قبلی بر جنبه‌های نظری علم تأکید می‌کردند، ولی این رویکرد بر جنبه‌های کاربردی علم در فرایند آموزش علوم نیز تأکید می‌کند؛
- رویکرد چهارم رویکرد زمینه‌گرا یا آمیخته است. طبق این رویکرد آموزش علم نباید صرفاً آموزش در علم باشد، بلکه افزون بر این باید شامل آموزش‌هایی در بارهٔ علم نیز باشد. و سرانجام این نوشتار بر پیوستاری بودن ماهیت علم تأکید دارد. بر اساس این رویکرد مفهوم علم بر روی یک طیف قرار دارد که اگر چه هر درجه‌ای از آن با مفهوم کنار خود شباهت‌هایی دارد، ولی مفهوم علم در یک طرف طیف با مفهوم علم در آن طرف طیف هیچ شباهتی و وجه مشترکی ندارند.

هدف این مقاله آن است که نشان دهد علم به هیچوجه امر مقدسی نیست و علم نیز یک فرآوردهٔ بشری است و دارای همهٔ کاستی‌ها، ضعف‌ها و قوت‌های خاص خود است. در سدهٔ اخیر علم یک حالت تقدسی به خود گرفته است، تا جایی که اگر گفته شود در فلان کتاب علمی یا فلان دانشمند چنین گفته است، دیگران در مقابل آن سکوت کرده که نشانهٔ پذیرش آن مطلب است.

علم

علی‌رغم اتفاق نظر در بارهٔ پرسش‌های اساسی در مورد علم و ضرورت پرداختن به آنها، بر سر چیستی و تعریف دقیق علم اختلاف نظر زیادی وجود دارد. یکی از مشکلات فهم معنای علم در زبان فارسی از مشترک لفظی بودن واژهٔ علم و عدم دقت در ترجمه سه کلمه انگلیسی *dicepline*، *knowledge* و *science* ناشی شده است که گاهی هر سه واژه به علم ترجمه شده است. به طور مثال در هویت علم دینی: نگاهی معرفت‌شناختی به نسبت دین با علوم انسانی، در فصل اول مشخص نیست که منظور از علم چیست، آیا مراد *dicepline*، *knowledge* و یا *science* است؟ (نک: کافی، ۱۳۹۵، ص ۳۲ -

۴۲). این عدم دقت سبب بروز بسیاری از اشتباه‌ها در بحث ماهیت علم گردیده است. به طور مثال به این جمله دقت کنید: «تجربه معیار علم بودن علم است»، اما علوم بسیاری وجود دارد که تجربه معیار علمیت آنها نیست، مثل فلسفه، عرفان، فقه و...؛ ولی به این نکته دقت نشده است که در این جمله کلمه‌ای که به علم ترجمه شده است، science است که ترجمه دقیق آن علم تجربی است. از این رو معنای درست جمله این است که «تجربه معیار علمیت علم تجربی است» و این درست است. پس باید گفت تجربه معیار علمیت science است نه هر علمی. افزون بر این امروزه برای تعریف علم، نگاهی به مؤلفه‌ها و ویژگی‌های علوم طبیعی تجربی انداخته می‌شود؛ اما به نظر می‌رسد این تعریف کامل و دقیق نیست. دو قطب متضاد در باب تعریف و تحدید علم وجود دارد. در یک سو اثبات‌گرایان قرار دارند که علم را با مؤلفه‌های آن تعریف می‌کنند و در سوی دیگر، مابعد اثبات‌گرایان قرار دارند که علم را با ویژگی‌های آن تعریف می‌کنند (نک: باقری، ۱۳۹۱).

در قرن نوزدهم کلمه علم بیش از پیش به مطالعه منظم دنیای طبیعت منحصر شد، شامل فیزیک، شیمی، زمین‌شناسی و زیست‌شناسی. در فلسفه علم نیز منظور از علم بیشتر علوم طبیعی (علوم زیستی و فیزیکی) است، لذا علم محدود به رشته‌هایی از آموختن است که به پدیده‌های دنیای مادی و قوانین آنها می‌پردازد. این معنا هم‌اکنون معنای غالب علم در کاربرد فلسفی آن است. این معنای محدود علم که خود بخشی از ماهیت علم شده است، محدود به مجموعه‌ای از قوانین طبیعت شده که بر مبنای قوانین اولیه‌ای همچون قانون کپلر، قوانین گالیله و قوانین حرکت نیوتن بنا شده‌اند. این انحصار و محدودیت خود منجر به این شد که مطالعات در باب انسان و جامعه در یک برزخ زبان‌شناسی گرفتار شود.

افزون بر مشکل بالا، تأثیرپذیری علم از هستی، تاریخ و گذشته، پدیده‌های اجتماعی و جز آن ماهیتی چندوجهی و حتی پیوستاری به علم داده است که سبب شده است ارائه تعریف واحد از آن واقعا دشوار شود. منظور از علم در این نوشتار بصیرت یا نورانیتی که در بعضی از گزاره‌های دینی آمده است، نیست؛ همچنین منظور از علم معنای آن در منطق نیز نیست که تصورات و تصدیقات را شامل می‌شود؛ بلکه منظور از آن نظامی است که به صورت طیفی از معرفت مطلق شروع و به علم تجربی با تمام اجزاء و شرائطش ختم می‌شود.

نتیجه این که نگاه یک‌سویه به علم نمی‌تواند ما را در تعریف علم به هدف برساند. علم به معنای یک سیستم و نظامی از شناخت‌های انسان است که هدف و موضوع مشخص و اسلوب پژوهشی خاصی دارد (نک: برومند، ۱۳۵۶، ص ۶). معنای سیستمی علم متعلق به جهان بین‌الذنهانی (جهان کتابخانه‌ای یا جهان سوم پوپری) است و از آنجا که نگاه صرفاً فلسفی به چیستی علم کامل و دقیق

نیست، باید آن را از منظرها و نگرش‌های مختلفی نگریست و تعریف کرد؛ دین، منطق، فلسفه علم و حتی خود علم از مهم‌ترین نگرش‌هایی هستند که امروزه می‌توان بر اساس آنها علم را تعریف کرد.

ماهیت علم

در آموزش‌های رسمی کشورها از دانش‌آموزان انتظار می‌رود که افزون بر آموزش محتوای علوم، تصویر دقیق‌تر و جامع‌تری از علم و فعالیت‌های علمی فراگیرند. در پیشینه آموزش علم به منظور عرضه این تصویر جامع از علم، اصطلاحی به نام ماهیت علم به کار می‌رود. منظور از ماهیت علم درکی از علم توسط فراگیران است که افزون بر شناخت مفاهیم علمی بر دیدگاه آنان به عنوان شهروند نیز تأثیرگذار است.

آموزش علم

آموزش علم به معنای ارائه فهم درست مفاهیم علمی و انتقال مطالبی «درباره علم» به دانش‌آموزان و دانشجویان است. انتقال و آموزش مطالبی در باره علم در حوزه فلسفه علم، جامعه‌شناسی معرفت، علم و فرهنگ و... قرار دارد. هدف اصلی آموزش علم، افزایش دانش و درک فراگیران در باره مباحث مرتبط با علم است. آموزش علم در کشورهای گوناگون بیشتر بر اصطلاح‌شناسی معرفت علمی متمرکز است و فلسفه و ماهیت علم را نادیده می‌گیرند که خود کاستی قابل توجهی در آموزش علم دارد و پیامدهای منفی را در سطح اجتماعی در پی خواهد داشت (Matthews, 2000). از این رو به دو دلیل درک درست از ماهیت علم در آموزش علم ضروری است: نخست این که رشد مفاهیم علمی فراگیران وابسته به دیدگاه آنان از ماهیت علم است و دیگر این که درک درست از ماهیت علم به فراگیران اجازه خواهد داد تا در باره موضوعات مرتبط با علم در زندگی روزانه خود تصمیمات آگاهانه‌تری بگیرند (Ryder & leach 1999).

سواد علمی

سواد علمی به مجموعه دانش، مهارت‌ها، نگرش‌ها و ارزش‌هایی گفته می‌شود که به شخص کمک می‌کند تا سازگاری بیشتری با جامعه و فرآیندهای علمی و فناوری داشته باشد. یکی از معیارهای برخوردار بودن از سواد علمی در بسیاری از سندهای مربوط به آموزش علم درک درست در باره ماهیت علم است. در بعضی کشورها برای رفع چالش‌ها و کاستی‌های آموزش علم و فناوری به شهروندان چاره‌هایی اندیشیده شده است. به طور مثال در کشور آمریکا «انجمن آمریکایی پیشبرد علم» پروژه ۲۰۶۱ را در دست اجرا دارد که هدف آن ارتقای سواد علمی شهروندان آمریکایی است (AAAS, 1989, P: 4). در واقع، سواد علمی باعث می‌شود افراد بتوانند به راحتی اطلاعات علمی را درک و

تفسیر کنند و به دانشمندان و پژوهشگران اعتماد کنند. افراد با سواد علمی افزون بر آگاهی از محتوای یک علم، از امور مربوط به علم و فن آوری به ویژه آن مواردی که به طور مستقیم به زندگی انسان مربوط می شود، نیز آگاه می شوند. (پایا، ۱۳۸۷، ص ۲۸) در تعریف «انجمن آمریکایی پیشبرد علم» آمده است، با سواد علمی کسی است که علم، ریاضیات و تکنولوژی را فعالیت های انسانی و وابسته به یکدیگر بداند و از نقاط ضعف و قوت آنها مطلع باشد، مفاهیم و اصول اساسی علم را بداند، تنوع و اتحاد آنها را بفهمد و از معرفت و روش های علمی در اهداف اجتماعی و فردی خود استفاده کند (AAAS, 1989, P: 4). سواد علمی و فن آورانه دانستن مجموعه ای از دانش ها، مهارت ها، و نگرش ها در زمینه علوم و فن آوری است. فرد با سواد علمی توانایی حل مسائل و مشکلاتی را که جامعه امروزی با آن مواجه است، دارد (شهرتاش، ۱۳۸۶، ص ۴۰). استفاده از مفاهیم علمی، مهارت ها و ارزش های آموخته شده در تصمیمات روزمره، آگاه بودن از مزایا و محدودیت های علم و فن آوری در افزایش رفاه اجتماعی از معیارهای سواد علمی است. (Matthews, 1994, p. 32). سواد علمی با سه معیار (۱) آشنایی با واژگان پایه ای علم، (۲) فهم فرایند علم و سازوکار درونی آن و (۳) فهم چگونگی تأثیر علم و فن آوری بر جامعه تعریف می شود (شیخ رضایی، ۱۳۹۱، ص ۱۲۲). مخاطب سواد علمی در دو سطح عام (مردم و دانش آموزان) و خاص (معلم، استادان و دانشمندان) هستند.

رابطه سواد علمی با ماهیت علم

همان طور که پیش تر بیان شدن ماهیت علم شامل مؤلفه هایی است که فرآیند تولید علم را تعریف می کنند، در حالی که سواد علمی شامل توانایی هایی است که فرد را قادر می سازد تا با علوم ارتباط برقرار کند و از آنها استفاده کند. به عبارت دیگر، سواد علمی با مفاهیم پایه ای علمی شروع می شود و در پایان به هدف اصلی علم، یعنی ارتقای کیفیت زندگی و حل مسائل جامعه می رسد. سواد علمی به فرد کمک می کند تا روش ها و فرآیندهایی را که به کشف دانش جدید منجر می شوند درک کند و به طور مستقیم و غیرمستقیم در فرایندهای علمی و پژوهشی شرکت کند.

رویکردهای ماهیت علم

ماهیت علم به عنوان آموزش دانستن یا پیشرفت معرفت علمی اشاره دارد (Lederman, 2002 pp. 497-521). درک صحیح ماهیت علم می تواند تفکر منطقی را در فراگیران رشد داده و مفاهیم یادگرفته شده را به زندگی روزمره و آینده ارتباط دهد. ماهیت علم را می توان موضوعی میان رشته ای دانست که در آن نگرش های گوناگون از مطالعات علم شامل تاریخ، جامعه شناسی و فلسفه علم در هم می آمیزند و با پژوهش هایی از علوم شناختی شامل روان شناسی و فلسفه ذهن ترکیب می شوند و در پی ارائه

توصیفی از چیستی علم، سازوکار علم، چگونگی عمل دانشمندان به مثابه یک گروه اجتماعی و نیز چگونگی اثرگذاری جامعه بر جهت‌دهی فعالیت علمی و نیز واکنش به آن است (McComas, 1998, p. 3). گرچه پرسش از مفهوم و ماهیت علم و مسائل فلسفی‌ای که علم در پی دارد، موضوع و در قلمرو فلسفه علم است، اما پاسخ به آن نیازمند قلمروهای دیگر یعنی تاریخ، جامعه‌شناسی و روان‌شناسی علم است. قلمرو فلسفه علم به سبب محدودیت‌های شناخت‌شناسانه و روش‌شناسانه‌اش به تنهایی قادر به پاسخ به این پرسش که ماهیت علم چیست؟ نیست.

تلقی از علم در بحث ماهیت علم، علم تجربی است. از این رو همه رویکردها بر مؤلفه‌ها یا ویژگی‌های علوم تجربی متمرکز هستند. اما علوم اعم از تجربی و غیرتجربی دارای یک‌سری مؤلفه‌های مشترک هستند و یک‌سری ویژگی‌هایی که سبب شکل‌گیری مجموعه‌هایی از علوم می‌شوند، مثل علوم طبیعی، علوم انسانی، علوم اجتماعی و سایر علوم.

در نتیجه همه علوم مخاطب این پرسش‌ها هستند که علم دارای چه مبانی و بنیان‌های مفهومی و فلسفی است؟ علم چگونه عمل می‌کند و متضمن چه فرض‌ها و ارزش‌هایی است که در رشد و کاربرد معرفت علمی مؤثرند؟ چه تصویری از علم و سازوکار آن به دانش‌آموزان و دانشجویان بهتر است آموزش داده شود؟ در پاسخ به پرسش‌های فوق چهار و به عبارت دقیق‌تر پنج رویکرد در قلمرو ماهیت و آموزش علم وجود دارد که در ادامه به طور مختصر توضیح داده می‌شوند.

۱. رویکرد توافقی (nos، تعریف علم به مؤلفه‌های مورد توافق)

نخستین رویکرد در آموزش علم، آموزش ماهیت علم (nature of science) بر اساس مؤلفه‌ها و اجزای علم است. طبق این رویکرد، علم با کم و زیاد شدن مؤلفه‌ها و اجزای آن انواع مختلفی پیدا می‌کند، به طور مثال با قانون و نظریه داشتن یا نداشتن، تجربی بودن یا نبودن، نسبی بودن یا نبودن، به مدل رسیدن یا نرسیدن صورت‌های مختلفی از علم شکل می‌گیرد (Matthews, 2012, p. 18). در آموزش ماهیت علم این پیش‌فرض وجود دارد که هر معرفتی که هفت مؤلفه یا جزء داشته باشد، علم تلقی می‌شود. تنظیم فهرست مؤلفه‌های علم به منزله این است که برای علم «ذاتی» در نظر گرفته شده است، در صورتی که بسیاری از آنچه به عنوان مؤلفه‌های علم تجربی در فهرست «توافقی» ذکر شده است، ضرورتاً علم تجربی را از سایر حوزه‌های علمی مثل علوم عقلی و نقلی متمایز نمی‌کند (Matthews, 2012, p. 18). به عبارت دیگر تمرکز بر مؤلفه‌های علوم تجربی به جای مؤلفه‌های مطلق علم در آموزش موجه نیست.

افزون بر این، این تعریف که بیانگر شرط لازم و کافی علم است، یک تعریف به ذاتیات است؛ اما ارائه فهرستی که در آن شروط لازم و کافی یا ذاتیات علوم به طور کلی ذکر شود، ممکن نیست

(Matthews, 2012, p. 19). رویکرد توافقی در آموزش ماهیت علم، یک تصویر نسبتاً ثابت ارائه می‌دهد و نسبت به تفاوت میان رشته‌های مختلف بی‌توجه است. افزون بر این طبق دیدگاه توافقی، ماهیت علم ثابت و فرازمانی و فرامکانی تلقی می‌شود، به این معنا که مکان و زمانی برای تغییر در ماهیت علم وجود ندارد (Irzik, & Nola, 2011, p. 76).

اهمیت تمرکز بر ماهیت علم در تمایز علوم تجربی از علوم غیرتجربی یا به تعبیر فیلسوفان تمایز علم از شبه‌علم یا غیرعلم است. مسأله تمایز علم از شبه‌علم یا غیرعلم که در فلسفه علم مسأله تحدید (Demarcation) نامیده می‌شود، در اوایل قرن بیستم توسط پوزیتیویست‌های منطقی و سپس پوپر پیگیری شد. پوزیتیویست‌ها تصور می‌کردند با روش اثباتی قادرند علم را از غیرعلم متمایز کنند. پیشنهاد آنها برای ملاک تمییز این بود که نظریه‌های علمی مبتنی بر شواهد تجربی بوده و نتایج علمی توسط تجربه قابل اثبات یا قابل تأیید هستند. ملاک بدیل دیگری که توسط پوپر مطرح شد، ابطال‌پذیری بود که بر اساس آن نظریه‌های علمی آنهايي هستند که قابلیت ابطال دارند و ابطال‌پذیرند (نک: گیلیس، ۱۳۸۱، ص ۴۵ - ۵۴). اما به نظر می‌رسد امروزه مسأله تحدید جایگاه خودش را از دست داده است. فیلسوفان از افلاطون تا پوپر مؤلفه‌های معرفت‌شناختی که علم را از سایر باورها و معرفت‌ها متمایز می‌کند، مشخص کرده‌اند، اما به نظر می‌رسد که آنها در این راه تا حدود زیادی شکست خورده‌اند. بنابر این با وجود تلاش‌های زیادی که در مورد تحدید علم صورت گرفته است، باید گفت هیچ مرز قطعی بین علم و غیرعلم وجود ندارد (Laudan, 1996, p. 210).

در این رویکرد فیلسوفان علم به مؤلفه‌هایی برای علم تجربی اشاره کرده‌اند که به نظر می‌رسد بسیاری از این مؤلفه‌ها بین علوم تجربی و علوم عقلی و نقلی مشترک هستند، بنابر این باید بر مؤلفه‌هایی تأکید کرد که مشترک همه علوم باشند:

- **موضوع داشتن؛** موضوع علم آن چیزی است که هر علمی در مورد حالات، تحولات و تغییرات آن مطالعه و بررسی می‌کند. موضوع جزء و مؤلفه‌ای مشترک در همه نظام‌های علمی اعم از تجربی و غیرتجربی است. اما موضوع علوم غیرتجربی، بر خلاف موضوع علوم تجربی، لزوماً نباید پدیده‌ای عینی، ملموس، فعلی و خارجی باشد، مثل موضوع علم ریاضی، یا موضوع پاره‌ای از علوم نباید هم‌اکنون در عالم خارج وجود داشته باشد، مثل موضوع علم تاریخ (کافی، ۱۳۹۵، ص ۴۲).

- **روش داشتن؛** روش عبارت از مجموعه فعالیت‌هایی است که منجر به کشف و معلوم شدن یک مجهول، حل یک مسأله، پاسخ دادن به یک سؤال، تبیین یک موضوع، یا اثبات یا رد یک فرضیه در تحقیق می‌شود. اگر چه یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های علوم روش داشتن است، اما در همهٔ علوم از روش واحدی استفاده نمی‌شود. در علوم عقلی از روش عقلی و استدلالی، در علوم نقلی از اسناد و مدارک و در علوم تجربی از مشاهده و تجربه استفاده می‌شود (کافی، ۱۳۹۵، ص ۴۴). همچنین علوم پزشکی آزمایشگاهی مبتنی بر مشاهده و روش فرضیه‌ای قیاسی رایج نیست و از روشهای آزمایشی تصادفی یا آزمایش استفاده می‌شود. به طور کلی علم فرآورده یا برخاسته از مواجهه روشمند انسان با جهان طبیعت و عالم انسان است.
- **نظم و دیسیپلین داشتن؛** در یک نظام علمی اجزاء از هم مستقل نیستند و در پیوند با هم نظام و شبکه‌ای را ایجاد می‌کنند که به آن ارتباط ارگانیکی علم اطلاق می‌شود. در هر نظام علمی اجزاء و گزاره‌ها ارگانیک هستند، یعنی این که وقتی دانشمندی در یک موضوعی اتخاذ موضع کرد، در جای دیگر نمی‌تواند ناسازگار با آن نظری دیگر ارائه دهد. نظم در نظام علمی به یک معنای دیگر نیز به کار می‌رود. در هر علمی گزاره‌ها به یک لحاظ توصیفی و به لحاظ دیگری تبیینی هستند. از این رو بین گزاره‌های هر علمی رابطهٔ توصیفی و تبیینی برقرار است. هر گزارهٔ توصیفی، تبیین می‌خواهد؛ تبیین علی نظم و انضباط رشته‌های علمی را حفظ می‌کند که اگر این نظم در علم نباشد، شاکلهٔ علم از بین می‌رود که در این صورت ما با یک سری اطلاعات پراکنده سروکار داریم. تبیین علی، فقط در علوم تجربی طبیعی کاربرد دارد؛ ولی در علوم انسانی و اجتماعی اگر چه تبیین وجود دارد و از این جهت علوم انسانی و اجتماعی رشتهٔ علمی هستند، ولی به طور مسلم نمی‌توان گفت مراد از تبیین در آنها فقط تبیین علی است (کافی، ۱۳۹۵، ص ۴۵).
- **غایت و هدف داشتن؛** درست است که هدف داشتن یکی از مؤلفه‌های هر علمی است، اما اهداف پیش‌بینی، تبیین، اکتشاف، کنترل، ویژگی علوم تجربی است نه هر علمی.

فهم، نقد و مستند کردن از اهداف علوم غیرتجربی است. در علوم غیرتجربی اهداف متفاوتی ممکن است وجود داشته باشد. مثلاً در علوم انسانی، هدف‌هایی مانند درک رفتار انسانی، فرهنگ و روابط اجتماعی، تحلیل نظام‌های اجتماعی و سیاسی، توسعه تفکرات انسانی و غیره وجود دارد. در علم روان‌شناسی، هدف اصلی ممکن است درک رفتار و عملکرد ذهنی و روانی فرد باشد. در علوم اجتماعی، هدف ممکن است بازگشت به قوانین و اصول جامعه و تبیین رویه‌های اجتماعی باشد. در علوم ریاضی، هدف ممکن است توسعه تئوری‌ها، مدل‌سازی و حل مسائل ریاضی باشد. به طور خلاصه، هدف داشتن برای هر علمی مهم است، ولی نوع هدف ممکن است با توجه به نوع علم در نظر گرفته شده، متفاوت باشد.

- **قوانین و نظریه‌ها؛** قوانین گزاره‌هایی تعمیمی هستند که بیانگر روابط مشاهده‌شده و استنباط شده بین پدیده‌های طبیعی و یا انسانی است و نظریه‌ها چارچوب‌های مفهومی برای درک درست و بهتر این پدیده‌ها است (Lederman, Abd-el-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002, pp. 501 - 502). همه شناخت‌هایی که در حین انجام فعالیت کشف مجهول یا رفع مشکل و یا حل مسأله با روش‌های مقبول و مرسوم بین دانشمندان برای شناخت عالم طبیعت و عالم انسان حاصل می‌شوند، در قالب انواع نظریه‌ها پردازش می‌شوند. نظریه گاهی از مشاهده و استقرا به دست می‌آید که بیشتر در علوم طبیعی دیده می‌شود (نظریه‌پردازی مشاهده‌ای)، اما گاهی نیز نظریه‌ها از بررسی و جرح و تعدیل نظریه‌های موجود حاصل می‌گردد (نظریه‌پردازی خلاق). نظریه علمی یک یا چند گزاره کلی است که تاکنون در طبیعت خلافتش مشاهده نشده است و هر وقت در طبیعت نقض آن مشاهده شد، آن گزاره از اعتبار ساقط می‌شود. شایان گفتن است که وجود قوانین و نظریه‌ها در پاره‌ای از علوم مثل علوم نقلی و برخی از علوم عقلی مورد مناقشه جدی بین فیلسوفان علم است (نک: کافی، ۱۳۹۵، ص ۴۷).

- **استنباط کردن؛** فعالیت رایج دیگر در علم، استنباط کردن است؛ زیرا صرف جمع‌آوری اطلاعات یا داده‌های خام، بدون تحلیل و استنباط از آنها منجر به تولید علم نمی‌شود؛ علم

هم بر جمع‌آوری داده و هم بر استنباط مبتنی است. اگر چه جمع‌آوری داده‌ها در علوم تجربی صرفاً مبتنی بر مشاهده و تجربه و در علوم غیرتجربی اعم از آن و اسناد و مدارک است. استنباط نیز خود مبتنی بر تفسیر داده‌ها و نتایج است. تحلیل داده‌ها نیز دارای دو نوع کمی (آماري) مورد استفاده در علوم تجربی و کیفی (غیرآماري) قابل کاربرد در علوم تجربی و غیرتجربی است.

خلاصه این که اگر منظور از این مؤلفه‌ها، مؤلفه‌های تجربی باشد، علم منحصر به علوم تجربی می‌شود و سایر شاخه‌های علوم، علم تلقی نمی‌شوند؛ اما اگر منظور مؤلفه‌های مشترک بین همه علوم باشد، علم منحصر در علوم تجربی نمی‌گردد و شامل علوم غیرتجربی نیز می‌گردد.

۲. ویژگی‌های علم (fos)

رویکرد توافقی به آموزش ماهیت علم یک تلقی سنتی در باره علم است. به این رویکرد نقدهایی وارد شده است. یکی از نقدهای جدی متیوز بر بحث ماهیت علم مسألهٔ تحدید (برای مطالعه در خصوص تحدید علم ر.ک: گیلیس، ۱۳۸۱، ف ۲) است. به نظر متیوز باید در راستای اصلاح و به جای ماهیت علم، ویژگی‌ها یا وجوه علم (Features of Science) مد نظر قرار گیرد (Changing The Focus: Nature of Science (NOS) to Features of Science (FOS)، چون تمرکز بر ویژگی‌های علم راه را برای مسألهٔ تحدید باز می‌گذارد (Matthews, 2012, pp. 3 – 26).

در این رویکرد به جای ارائه فهرستی به عنوان مؤلفه‌های علم، ویژگی‌های علوم تجربی آموزش داده می‌شود. منظور از وجوه علم ویژگی‌هایی هستند که در علوم تجربی دیده می‌شوند، ولی همه علوم این ویژگی‌ها را ندارند، بلکه هر معرفتی که آنها را داشته باشد، علم تجربی است. این رویکرد ویژگی‌های مشترک همه علوم را آموزش نمی‌دهد، از این رو مناسب است این رویکرد بر آموزش ویژگی‌های مشترک همه علوم (اعم از ویژگی‌های علوم عقلی، نقلی و تجربی) به طور دسته‌بندی شده و مجزا گسترده شود.

این رویکرد که یک رویکرد انتقادی در باب علم است در نیمهٔ اول قرن بیستم غالب بود، در این رویکرد کانون توجه به تدریج از آموزش مؤلفه‌های علم به سمت ویژگی‌های علم متمایل شد. مؤلفه‌های علم بر بُعد شناختی علم متمرکز است، اما ویژگی‌های علم نه تنها شامل مؤلفه‌های علم است، بلکه فرایندها، نهادها و زمینه‌های فرهنگی و اجتماعی شکل‌گیری علم را نیز در بردارد (Matthews, 2012, pp. 3 – 26). بارزترین ویژگی علم، نظری بودن آن است. به این معنا که باید در فرآیند آموزش علوم بر ساختارهای مفهومی و محتوای نظری رشته‌های علمی تأکید شود. به طور مثال در علم فیزیک

یا زیست‌شناسی نظریه‌های مطرح و شناخته‌شده‌ای وجود دارند که در آموزش آنها باید تعداد معتنا بهی از این نظریه‌ها در رأس برنامه آموزشی قرار گیرند.

اما به مرور بر این رویکرد نیز انتقادهایی وارد شد. یکی از این انتقادات این بود که این رویکرد موضوع‌های بسیاری را هم به لحاظ نظری و هم از نظر نیاز به زمان آموزش، به ذهن دانش‌آموز تحمیل می‌کند. به عبارت دیگر کتاب‌های آموزشی گاهی به قدری از لحاظ نظری سنگین بود که بسان دایره‌المعارف و برای تحصیلات تکمیلی تألیف شده‌اند. تحت تأثیر این رویکرد دانش‌آموزان با بحران‌هایی در قلمرو آموزش علم مواجه شده‌اند یا مواجه می‌شوند. بحران‌هایی که در فضاهای آموزشی ابتدا به صورت گریز دانش‌آموز از یادگیری علم و بی‌علاقگی به کلاس‌های درس آموزش علم و سپس به صورت کاهش سطح سواد علمی بروز می‌کند. در این خصوص می‌توان به تحقیقاتی که در این زمینه وجود دارد مراجعه کرد. به طور مثال در سال ۱۹۹۱ کمیسیون علم، فن‌آوری و حکومت در بنیاد کارنگی در آمریکا هشدار داد افول آموزش علم به قدری جدی است که خطری بزرگ برای آینده ملت‌ها محسوب می‌شود (Matthews, 1994, p. xv). نمونه بارز چنین بحرانی اکنون در ایران نیز وجود دارد که علت آنها بیشتر به مسائل روان‌شناختی و شرایط زندگی اجتماعی به عنوان علت‌های اصلی معرفی می‌شوند. غافل از این که چنین بحرانهایی در سطح بین‌الملل و به دلیل رویکردهای نامناسب در آموزش علم به وجود آمده است (ر.ک: غفاری، ۱۳۹۳، ص ۷ - ۱۲). افزون بر این، این اشکال نیز درخور توجه است که چرا در آموزش ماهیت علم باید صرفاً بر ویژگی‌های علوم تجربی توجه کرد و از ویژگی‌های سایر سطوح علم غفلت نمود. اما ویژگی‌هایی که این رویکرد بر آنها تأکید می‌کند، عبارتند از: مبتنی بر مشاهده؛ اندیشه اصلی استقراری این است که علم از مشاهده شروع می‌شود و مشاهدات به تعمیمها (قوانین و نظریه‌ها) و پیش‌بینی می‌رسد. علم خوب با روش استقرایی با مشاهدات زیاد و دقیق کارش را آغاز می‌کند. سپس از داده‌های که جمع‌آوری شده با احتیاط تعمیمی را استخراج می‌کند و شاید بر اساس این تعمیم پیش‌بینی‌ای هم بکند (ر.ک: گیلیس، ۱۳۸۱، ص ۲۲). در مقابل پوپر بر این باور است که علم برخلاف آنچه استقراریان می‌گویند، از مشاهده شروع نمی‌شود، بلکه از حدس آغاز می‌شود (ر.ک: ر.ک: گیلیس، ۱۳۸۱، ص ۴۹). اما امروزه با ظهور و توسعه هوش مصنوعی این احتمال قوت گرفته است که می‌توان سیستم‌های هوشمند استقرای خودکار ساخت. منظور از سیستم هوشمند استقرای هوش مصنوعی است که اگر داده‌های مشاهده‌شده طبق شرایطش به آن داده شود، فرضیات مناسبی تولید می‌کند. در واقع یکی از کاربردهای هوش مصنوعی در مطالعات و تحقیقات با عنوان یادگیری سیستم همین است که سیستم به گونه‌ای برنامه‌ریزی شود که وقتی داده‌هایی به آن داده شود، تعمیم‌هایی ارائه دهد.

گزاره‌ها در علوم تجربی دو نوع هستند: یکی گزاره‌های مشاهده‌ای (statements observational) و یکی هم سلسله گزاره‌هایی که به آنها نظریه‌های علمی (شامل فرضیه‌ها و قانونهای علمی) گفته می‌شود. همه گزاره‌های مشاهده‌ای، گزاره‌های شخصی و جزئی هستند. هیچ علمی با جمع قضاای شخصی و خارجی علم نمی‌شود؛ بلکه علوم باید به نحوی از گزاره‌های شخصی و خارجی به گزاره‌ها و نظریات علمی (گزاره‌های تعمیمی) برسند (استقراگرایی)، اما اتکای علوم تجربی بر مشاهده است. همچنین گزاره‌های مشاهده‌ای قدرت ساختن گزاره‌های تعمیمی را ندارند (نقد اثبات‌گرایی)، اگر چه قدرت تخریب گزاره‌های کلی و علمی (که تصور می‌شود یک گزاره علمی است) را دارند (تأیید ابطال - گرایی)؛ اما همه علوم هم مبتنی بر مشاهده نیستند، بلکه صرفاً پاره‌ای از علوم (علوم تجربی) مبتنی بر مشاهده هستند، نمی‌توان علم تجربی‌ای را تصور کرد که مبتنی بر مشاهده نباشد؛

قدرت پیش‌بینی؛ قدرت پیش‌بینی علم به میزانی که علم می‌تواند در آینده وقایع و رویدادها را پیش‌بینی کند، اشاره دارد. پیش‌بینی علمی بر اساس داده‌های گذشته، مشاهدات و آزمایش‌های انجام‌شده در حوزه‌های مختلف علمی و فناوری، تحلیل و بررسی روندها و الگوهای مشاهده‌شده و یا استفاده از مدل‌های ریاضی و شبکه‌های عصبی عمیق، به دست آید. به عنوان مثال، علم ریاضیات می‌تواند آینده یک جسم در فضا را محاسبه و پیش‌بینی کند، یا روان‌شناسی می‌تواند پیش‌بینی کند که کدام شخصیت‌ها در شرایط خاصی چگونه واکنش نشان می‌دهند و آیا مشکلاتی در آینده آنها را تهدید خواهد کرد یا خیر.

با این حال، همیشه پیش‌بینی علمی دقیق و صحیح ممکن نیست، چرا که واقعیت‌های زیادی وجود دارند که می‌توانند تحت تأثیر عوامل غیرقابل پیش‌بینی قرار بگیرند. در نتیجه، همیشه باید در نظر داشت که پیش‌بینی در علم به عنوان یک فرضیه ارائه می‌شود و هیچ‌گاه به عنوان یک حقیقت کامل در نظر گرفته نمی‌شود. اما همه علوم تجربی نیز قادر به پیش‌بینی نیستند؛ مثلاً مکانیک فضا در پیش‌بینی موقعیت سیارات بسیار موفق بوده است؛ اما برعکس، اگر چه زیست‌شناسی تکاملی یا فرگشتی، قدرت خوبی در توضیح تکامل گونه‌ها دارد؛ ولی هیچ پیش‌بینی بدیع و دقیقی ارائه نمی‌دهد (Irzik, & Nola, 2011, p. 597).

- **تاریخیت؛** همه علوم دارای یک تاریخی هستند. تاریخ علم به مطالعه تاریخچه و تکامل علم از گذشته تاکنون می‌پردازد. این شامل بررسی تغییراتی است که در روش‌ها، فرضیات و نظریات علمی از دوران باستان تا به امروز به وجود آمده است. تاریخیت علم شامل مطالعه تأثیر ایده‌ها، اختراعات، اکتشافات و کشف‌های علمی بر توسعه جوامع انسانی و تحولاتی که

در جامعه و فرهنگ‌ها به وجود آمده است، نیز می‌شود. تاریخت علم برای درک بهتر فرایند توسعه علمی، فهم بهتر قوانین و نظام‌های علمی و تأثیر آن‌ها بر جامعه و فرهنگ به فراگیران کمک می‌کند. رویکرد تاریخی علم، تقریباً بهترین راه معرفی هر علمی است، زیرا دانش‌آموز و دانشجویان با اطلاع از تحول اندیشه‌هایی که به علوم جاری انجامیده‌اند، به درک خوبی از علوم می‌رسند.

- **موقتی بودن یا عدم قطعیت؛ همه علوم امکان اصلاح و رشد و تکامل دارند.** رشد علوم تجربی نیز با مشاهدات و تجربیات جدید و بررسی، بازتفسیر و دقیق‌تر کردن مشاهدات و نتایج موجود امکان تغییر دارد. بنابر این علم همواره در حال تحول است و با توجه به داده‌های جدید و تکرار مشاهدات به روز می‌شود. بر اساس نسبی بودن و عدم قطعیت علم، علوم تجربی نمی‌توانند حقیقت و واقعیت جهان هستی را درک و فهم کنند، بلکه آهسته آهسته به حقیقت و فهم واقعیت جهان نزدیک می‌شوند. دانشمندان هیچ وقت نباید ادعا کنند که به حقیقت و فهم واقعیت جهان رسیده‌اند. تقرب به حقیقت در علوم پوزیتیویستی ممکن است، ولی وصول به حقیقت هرگز ممکن نیست. از این تقرب به حقیقت به «نسبی بودن علوم» تعبیر می‌شود (نک: کافی، ۱۳۹۵، ص ۵۰).

- **انسانی بودن؛ علم محصول تجربه، مشاهده و خلاقیت انسان است.** علم با استفاده از ابزارهای مختلفی مانند مشاهدات، آزمایش‌ها و تحلیل‌های مدل‌سازی شده، به دست می‌آید. از این رو، علم محصول تجربه و مشاهده است. با استفاده از مشاهدات و تجربیات گذشته، علم تلاش می‌کند تا قوانین و الگوهای را کشف کند که در پدیده‌ها و فرایندهای طبیعی وجود دارند. افزون بر این علم به دنبال خلاقیت و نوآوری است. در علوم جدید، نوآوری برای حل مسائل و پاسخ به سوالاتی که هنوز پاسخی برایشان پیدا نشده، بسیار مهم هستند. برای پیدا کردن راه‌حل‌های جدید، محققان باید با استفاده از تخیل و خلاقیت خود، به دنبال راه‌حل‌های نو باشند. به عنوان مثال، نظریه نسبیت عام به دنبال راه‌حل‌های جدید و نوینی برای توصیف حرکت اجسام در فضا بود که با تحلیل و تفکر خلاقانه دانشمندان به دست

آمد. اگر چه علم با خصوصیات همچون خلاقیت، پژوهشگری، تفکر، پرسش و پاسخ و تجربه مختلف در مسیر پیشرفت قرار گرفته است و از ابتدا با تفکر، پژوهش، خلاقیت و تجربه انسان همراه بوده است، ولی این دلیل نمی‌شود که امری مقدس و غیرقابل نقد و ابطال تلقی شود.

- **انحصارگرایی روش‌شناختی؛** از ویژگی‌های علوم جدید انحصار روش علم، در روش تجربی است. انحصارگرایی روش‌شناسی به معنی پذیرش یک روش تجربی در روش‌شناسی علوم است. اما در کلیت علوم، هیچ روش واحدی وجود ندارد. عدم انحصارگرایی روش‌شناختی یک مفهوم فلسفی است که به عدم پذیرش یک روش خاص در روش‌شناسی علم اشاره دارد. این مفهوم بیانگر آن است که یک روش نمی‌تواند به تنهایی برای حل مسائل و تولید علمی کافی باشد. به عبارت دیگر، عدم انحصارگرایی روش‌شناختی بیانگر آن است که در علم، باید از چندین روش استفاده کرد تا به یک علم کامل و دقیق دست یافت. به عنوان مثال، در علوم مختلف باید از روش‌های مختلفی مانند روش تجربی، روش تحلیلی، روش تفسیری و روش سیستمی استفاده شود. استفاده از چندین روش در علوم به دو دلیل مهم است. نخست این که با استفاده از چندین روش، می‌توان مشکلات و محدودیت‌های هر روش را شناسایی کرد و از آن‌ها پرهیز نمود و دوم این که استفاده از چندین روش مختلف، به انسان‌ها این امکان را می‌دهد تا بتوانند به صورت دقیق‌تر و کامل‌تری به حقیقت پدیده‌ها دست یابند (نک: کافی، ۱۳۹۵، ص ۲۴۸).

- **نظریه‌بار بودن؛** مفهوم نظریه‌بار یا ساجکتیو بودن علم، به معنای وابستگی فعالیت‌های علمی به باورهای شخصی و تجربیات فردی است که بر نتیجه‌گیری‌های علمی مؤثرند. به طور مثال آنچه را دانشمندان به عنوان داده جستجو می‌کنند، متأثر از نوعی گزینش داده‌های مرتبط با پژوهشان است. ساجکتیو بودن علم به این معنی است که در تحلیل و بررسی پدیده‌های طبیعی و اجتماعی، ممکن است نظرات، تجربیات و دیدگاه‌های فردی به عنوان یکی از عوامل مؤثر در فرآیند تفسیر و توصیف پدیده‌ها تأثیر بگذارد. این مسأله می‌تواند

باعث شود که دو پژوهشگر با دیدگاه‌های متفاوت، نتایج متفاوتی را ارائه دهند. در این حالت، نتایج به دست آمده از تحقیقات مشابه، ممکن است به دلیل تأثیرات ساجکتیو بودن، با یکدیگر مغایرت داشته باشند. به طور کلی، علم باید به صورت بی‌طرف و مستقل از نظرات و باورهای فردی و گروهی، مبتنی بر داده‌های قابل اعتماد و دارای روایی و یا قابل اندازه‌گیری باشد. شایان گفتن است که ساجکتیو روان‌شناختی علم امری اجتناب‌ناپذیر است، اما با بررسی انتقادی می‌توان از میزان تأثیرات و تعیینات اجتماعی - فرهنگی بر علوم کاست.

- **تأثیرات اجتماعی - فرهنگی؛** علم یک کنش جمعی انسانها است و شؤونات جمعی انسانی از جمله امور اجتماعی و فرهنگی (همچون تعیینات اجتماعی، ساختارهای سیاسی و قدرت، عوامل اقتصادی، عوامل معرفتی همچون معرفت دینی و معرفت فلسفی و...) در آن تأثیر دارد (نک: علیزاده و کافی، ۱۳۸۳).

- **قابل اندازه‌گیری؛** علم باید مبتنی بر داده‌های قابل اندازه‌گیری باشد. به عبارت دیگر علم باید مبتنی بر داده‌های دقیق باشد. دقت در جمع‌آوری، تحلیل و تفسیر داده‌ها بسیار مهم است. زمانی علم دقیق^۱ است که داده‌های آن قابل اندازه‌گیری کمی باشد. با توجه به این تعریف علوم دقیقه به علومی گفته می‌شود که قابل ضابطه‌بندی‌های ریاضی باشند. هر علمی که در آن بتوان ضابطه‌بندی‌های ریاضی داشت، «علم دقیق» خوانده می‌شود. در ویژگی دقیق بودن، قابل ضابطه‌بندی ریاضی با قابل اندازه‌گیری کمی، به یک معنا به کار رفته است (نک: کافی، ۱۳۹۵، ص ۵۰).

- **تکرارپذیری؛** نتایج علم باید قابل تکرار و تأیید مجدد باشد، یعنی باید توسط دیگران نیز تأیید شود. اگر نتایج علمی بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده، غیرقابل تکرار و غیرقابل تأیید باشند، آن نتایج به عنوان فرضیه‌هایی در نظر گرفته می‌شوند که نمی‌توان آنها را به عنوان حقیقتی قطعی در نظر گرفت.

¹. Exact.

- **سودمندی؛** فعالیتهای علمی باید به جای این که به بسیاری از موضوعهای بی‌فایده بپردازد، باید بی‌فایده‌گی موضوعهایی را نشان دهد که پرداختن به آنها برای دنیای انسانها سودی ندارد. سودمندی دارای سه جهت اهداف اقتصادی، اهداف انسانی، و عدم مزاحمت برای زندگی دیگران است (نک: کافی، ۱۳۹۵، ص ۴۹).

جدول ۱. مقایسه مؤلفه‌ها و ویژگی‌های علم

ویژگی‌ها	مؤلفه‌ها
تاریخیت یا تاریخی بودن	موضوع داشتن
احتمالی، نسبی یا موقتی بودن نتایج (ادعای ارائه حقیقت مطلق و نهایی را ندارد)	روش داشتن
دقیق بودن	نظم داشتن (سیستماتیک یا ارگانیک بودن)
تجربی و مبتنی بر مشاهده بودن	غایت/هدف داشتن
تکرارپذیری نتایج	تحلیل و استنباط مبتنی بر تفسیر داده‌ها و نتایج داشتن.
انسانی بودن (علم محصول تجربه، مشاهده و خلاقیت انسان است)	نظریه داشتن
اجتماعی و فرهنگی بودن (علم محصول تأثیرات اجتماعی و فرهنگی است)	قانون داشتن (روابط مشاهده‌شده و ادراک-شده بین پدیده‌ها)
نظریه‌بار و سابجکتیو بودن	
انحصارگرایی روش‌شناختی	
قدرت پیش‌بینی داشتن	
سودمندی	

۳. رویکرد کاربردی

رویکرد دیگر در آموزش علم که در مقابل دو رویکرد قبلی که صرفاً بر جنبه‌های نظری در آموزش علم تأکید می‌کردند، رویکردی است که بر جنبه‌های عملی، کاربردی و سودمندی علوم در فرایند آموزش تأکید می‌کند. طبق این رویکرد هدف اصلی آموزش علم استفاده از آن به منظور بهبود زندگی

فردی و اجتماعی و افزایش آگاهی انسان در این زمینه‌ها است. برای مثال، طبق این رویکرد آموزش شیمی تنها به اندازه‌ای لازم است که فراگیران را از ماهیت مسائلی چون سوراخ شدن لایه‌اوزون و غیره آگاه کند یا در آموزش عمومی فیزیک و زیست‌شناسی، نیازی به بسط دقیق و ظرایف نظریه‌های علمی نیست و تنها، آن اندازه‌آشنایی با نظریه‌ها مورد نیاز است که این نظریه‌ها بتوانند فراگیران را با دستاوردهای این علوم در زندگی روزمره آشنا و سواد لازم برای زندگی در شرایط فعلی را در آنان ایجاد کنند.

این رویکرد توسط صاحب‌نظران رویکردهای نظری مورد نقد قرار گرفته است. اگر چه سودمندی و کاربردی بودن علم منحصر در علوم تجربی نیست، ولی در عمل و آموزش علم بر سودمندی و کاربردهای علوم تجربی تأکید شده است. به اعتقاد ناقدان در صورت رواج چنین آموزشی کاروان علم شتاب حرکت خود را از دست خواهد داد. به نظر می‌رسد در آموزش نظری، کارکردی درباره آموزش نظری ماهیت علم وجود دارد که نقش اصلی را در شناخت و آموزش علم ایفا می‌کند، و آن، این که آموزش نظری علم شناختی درباره انسان و جهان در اختیار فراگیران می‌گذارد که بهبود زندگی فردی و اجتماعی و افزایش آگاهی انسان را به همراه دارد. فیزیک درباره ساختار این جهان و کهکشان‌ها، شیمی درباره ساختار مواد و فرآیندهای شیمیایی و زیست‌شناسی درباره بدن موجودات زنده، اطلاعاتی در اختیار فراگیران می‌گذارد که اگرچه در معرض ابطال‌اند، لیکن چون به شیوه‌ای علمی به دست آمده‌اند با ارزش‌اند و این اطلاعات با ارزش باید در ذهن دانش‌آموزان و دانشجویان ذخیره شوند. اما عدم موفقیت برنامه‌های آموزش علم به روشهای صرفاً نظری یا کاربردی در نظامهای آموزشی جوامع مختلف عامل مهم بازنگری در رویکردهای آموزش علوم بوده است، بازنگری که منجر به رواج رویکرد چهارمی به نام رویکرد زمینه‌گرا یا آمیخته شده است.

۴. رویکرد زمینه‌گرا یا آمیخته

بعد از رویکردهای پیشین در آموزش علم، رویکرد تلفیقی یا همه‌جانبه نمایان شد. به طور کلی معتقدان به رویکرد زمینه‌گرا بر این باورند که آموزش علم نباید صرفاً آموزش در علم باشد، بلکه افزون بر این باید شامل آموزشهایی درباره علم نیز باشد (Matthews, 1994, p. 13 – 14). بر اساس رویکرد آمیخته، آموزش علوم در دوره عمومی باید توسط چند عنصر تلفیقی انجام گیرد: مقایسه تفکر علمی با انواع دیگر تفکر، مقایسه و مقابله یک علم خاص با علوم خاص دیگر، بررسی رابطه علم با گذشته آن و با تاریخ عمومی و مسائل جامعه بشری. طبق این رویکرد در آموزش یک موضوع علمی باید ماهیت خود آن علم نیز حتی الامکان برای دانش‌آموزان روش شود.

تفاوت این رویکرد با رویکردهای قبلی در آموزش ماهیت علم در این است که در آن رویکردها سعی می‌شد، فقط به یک بُعد از علم پرداخته شود، اما این رویکرد همه جانبه است و علم را به عنوان دستاوردی انسانی و فرآورده‌ای از تفکر انسان با اوصاف خاص که در تعامل آشکار با وجوه دیگر اندیشه و زندگی اجتماعی انسان است، معرفی می‌کند.

رویکرد پیوستاری علم

با مرور رویکردهای قبلی و نقدهایی که بر آنها وارد شده است، مشخص شد که تنوع علم به دلیل کثرت مؤلفه‌ها و ویژگی‌ها و سطوح آن، محدود کردن علم به تجربی بودن، و همچنین این که رویکردهای قبلی صور خاص علم را شامل نمی‌شود، نمی‌توان یکی از رویکردهای قبلی را پذیرفت. از این رو باید طرحی نو در انداخت و به سوی رویکردی رفت که لااقل از این مسائل به دور باشد. بنابر این رویکرد پیوستاری علم با انتقاداتی بر رویکرد چهارگانه قبلی آغاز شده است.

به عبارت دیگر امروزه علم را نمی‌توان به صورت یک پدیده ثابت و صرفاً با اجزاء یا ویژگی‌ها و حتی با سودمندی و کاربرد تعریف و آموزش داد. همچنین نمی‌توان آن را در سه یا چهار نوع مختلف دسته‌بندی کرد، بلکه تنوع مفهوم علم را می‌توان در یک طیف یا پیوستار قرار داد که اگر چه هر درجه‌ای از آن با مفهوم کنار خود شباهت‌هایی دارد، ولی مفهوم علم در یک طرف طیف با مفهوم علم در آن طرف طیف هیچ شباهتی و وجه مشترکی ندارند و این نکته باید در تعریف و آموزش علم در نظر گرفته شود.

تعریف علم از تعریف به اجزاء تا تعریف به ویژگی‌ها، از آموزش جنبه‌های نظری تا کاربردی علم، از آموزش مطالب محتوایی علم تا آموزش مطالبی در باره علم، از علوم اثبات‌پذیر تا علوم ابطال‌پذیر، از علوم دینی تا علوم غیردینی، و علوم با روش‌های کمی تا علوم با روش‌های کیفی بر روی یک پیوستار قرار می‌گیرند.

اما مزیت رویکرد پیوستاری علم بر رویکرد توافقی چیست؟ این رویکرد نسبت به رویکرد توافقی چندین مزیت دارد: از جمله این که ضمن دور شدن از آن تصویر یکپارچه‌ای که رویکرد توافقی همه علوم را یک کاسه و بدون لحاظ کردن تنوع در شاخه‌های آن ارائه داده است، به ارائه تصویری واحد از علوم بر اساس بخشی از مشابهت‌ها و تفاوت‌ها پرداخته و مسأله تمایز (علم از شبه‌علم و غیرعلم) را حل کرده است. رویکرد پیوستاری علم به جای آموزش تصویری ایستا از علم، تصویر پویا و در عین حال جامع‌تر از علم را آموزش می‌دهد.

این رویکرد می‌خواهد ثابت کند که علی‌رغم پیوستاری بودن ماهیت علم، چگونه علوم وحدت دارند. بر اساس ایده شباهت خانوادگی ویتگنشتاین (نک: ویتگنشتاین، ۱۳۸۹، ص ۷۵ - ۹۳ و

فیروزآبادی، ۱۳۹۱). وحدت میان برخی پدیده‌ها که تحت مقوله‌ای واحد جای داده شده‌اند، ممکن است به برخی شباهت‌ها میان اعضا متکی باشد. طبق این ایده مفهوم یا ماهیت علم مصادیق بسیاری دارد که طیف وسیعی را به وجود می‌آورند. علوم مجاور بر روی این طیف دارای برخی ویژگی‌های مشابه هستند، اما ممکن است میان دو علمی که در انتهای طیف واقع شده‌اند، هیچ ویژگی مشترکی موجود نباشد. این نشان می‌دهد که علوم علی‌رغم پیوستاری بودن و گوناگونی‌های فراوان، چگونه وحدت دارند. بنابر این هیچ یک از ویژگی‌های علم نه منحصر به علم و نه بین همه علوم مشترک است، لذا هیچ ویژگی منحصر به فردی یا دسته‌ای از ویژگی‌ها نمی‌تواند برای تعیین حدود و ثغور علم از سایر فعالیت‌های بشری به کار رود. به طور مثال اگر چه جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها و استنباط جزء ویژگی‌های مشترک علوم مختلف است، اما ویژگی‌های منحصر به فرد علوم نیستند، زیرا هر چیزی که با جمع‌آوری داده همراه باشد علم محسوب نمی‌شود. به طور مثال قضات در دادگاه ممکن است از داده‌های ثبت‌شده در یک پرونده استنباط‌هایی کنند، اما این استنباط‌ها کار علمی محسوب نمی‌شود. اگر شباهت‌ها و تفاوت‌های روش‌شناختی علوم مختلف را بررسی کنیم، متوجه می‌شویم که در همه علوم از روش یکسانی استفاده نمی‌شود (Irzik, & Nola, 2011, pp. 597-599).

رویکرد پیوستاری علم مسألهٔ تحدید علم را نیز حل می‌کند و به جای تصویر ثابت و غیرقابل انعطافی از علم که ماهیت علم را تعریف به ذاتیات تلقی می‌کرد، توسعهٔ تاریخی و پویایی علم را توجیه می‌کند. این رویکرد می‌تواند با مقایسهٔ علوم مختلف هم به ویژگی‌های عام علوم و هم به ویژگی‌های خاص علوم توجه کند، زیرا نگاه پیوستاری به علم به انسجام میان شباهت‌ها و تفاوت‌ها (ویژگی‌های عام و خاص علوم) توجه می‌کند (Irzik, & Nola, 2011, pp. 601 - 603).

بنابر این از نظر رویکرد پیوستاری پرسش از این که چه چیز مشترکی بین رشته‌های مختلفی که علم نامیده می‌شود، وجود دارد، اشتباه است و به جای آن باید پرسید که علم به چه شبیه است و به چه شبیه نیست. هر دو علمی از برخی جهات با یکدیگر مشابه و از برخی جهات با هم متفاوت هستند. نمی‌توان از این ویژگی‌ها برای تعریف علم استفاده کرد، چرا که ارائهٔ هیچ تعریف جامع و مانعی از علم ممکن نخواهد بود. افزون بر این ویژگی منحصر به فرد رویکرد پیوستاری آموزش علم این است که در این رویکرد علم منحصر به علم تجربی نیست.

افزون بر همهٔ اینها، رویکرد پیوستاری، محل نزاع در بحث امکان و عدم امکان علم دینی را نیز مشخص می‌کند. به طور مثال منظور پاره‌ای از صاحب‌نظران موافق علم دینی، رشتهٔ علمی دینی است، اما منظور بعضی از اندیشمندان مخالف علم دینی، علم تجربی دینی است. این دو سطح بر روی پیوستار ماهیت علم، صورتهای دیگری نیز دارد که موافقان و مخالفانی دارد. شایان گفتن است که محل نزاع

در علم دینی، علم تجربی با تمام مؤلفه‌ها و ویژگی‌های خاص آن است به نحوی که اگر یکی از مؤلفه‌ها یا ویژگی‌های آن حذف شود و علم از روی پیوستار جا به جا شود، از محل نزاع علم دینی خارج شده‌ایم.

نتیجه‌گیری

چهار رویکرد اول تا اواخر قرن بیستم پویا و طرفدارانی بین دانشمندان علوم داشته و احتمالاً هنوز دارد. از این رو نمی‌توان هیچ‌یک از این رویکردها را منسوخ یا یکی را برتر از دیگری دانست، اما هر یک از آن‌ها به تنوع، در جوامع آموزشی در حال جایگزینی با یکدیگر بوده‌اند.

در موضوع ماهیت و آموزش علم، همه رویکردها بر علوم تجربی متمرکز شده‌اند، و هدفشان تعریف و آموزش علم تجربی است، خواه ماهیت علم به اجزاء آن باشد و خواه به ویژگی‌های آن و حتی تعریف‌های تلفیقی نیز چنین هستند. از این رو در این رویکردها شبه‌علم و غیرعلم شامل همه علوم غیرتجربی می‌شود. ولی منطقی‌تر می‌توان از ماهیت یا ویژگی‌های علوم غیرتجربی نیز پرسش کرد. به طور مثال اجزاء مورد توافق علوم تاریخی کدامند؟ یا ویژگی‌ها و وجوه علوم تاریخی چیستند؟

بررسی تعریف و ماهیت علم در چند جا کارآمد و سودمند است: نخست در آموزش علوم که بر اساس دامنه و گستره علم محدوده آموزش علوم مشخص می‌شود. از آنجا که امروزه دامنه علم، یک گستره بسیار محدود یعنی علوم تجربی را در برمی‌گیرد، آموزش علوم در نظام‌های آموزشی محدود به علوم تجربی شده است که به نظر می‌رسد شایسته امر آموزش نیست؛

دوم فائده در تعیین محل نزاع در امکان و عدم امکان علم دینی است. علم دینی بر اساس کدام تعریف از علم ممکن یا غیرممکن است؟ با پذیرش و باور به رویکرد توافقی و یا رویکرد ویژگی‌های علم، محل نزاع در امکان و عدم امکان علم دینی به طور دقیق مشخص نخواهد شد. به طور مثال بر اساس رویکرد توافقی دینی بودن یا شدن علوم تجربی امری غیرممکن است و دینی شدن علوم غیرتجربی امری ممکن است. اما این‌گونه اتخاذ موضع برطرف کننده نزاع و چالش بین موافقان و مخالفان علم دینی نخواهد بود، چرا که محل نزاع یک نوع علم نیست، مخالفان منکر دینی شدن علوم تجربی هستند و موافقان به دینی شدن علوم غیرتجربی باور دارند. اما بر اساس رویکرد پیوستاری باید موافقان و مخالفان علم دینی بر روی طیف نشان دهند، منظورشان از علم کدام معنای علم روی پیوستار است تا مورد نزاع به روشنی منقح گردد.

اگر چه خاستگاه فلسفه علم، علوم تجربی نوین است، اما در آموزش علم باید به تمام سطوح علم توجه کرد، نه صرفاً به علوم تجربی، چرا که ماهیت علم به فهم فرایند علم و سازوکار درونی آن و فهم چگونگی تأثیر علم و فناوری بر جامعه می‌پردازد و در این خصوص فرقی بین علم به درجات مختلف نیست.

نتیجۀ مهم این مقاله این است که با باور داشتن به ماهیت پیوستاری علم سه مسأله حل خواهد شد، نخست این که بحث ماهیت علم منحصر به علوم تجربی نیست، دوم این که نشان می‌دهد که منظور از این که گفته می‌شود به طور مثال تاریخ یا روان‌شناسی علم نیستند، به کدامین معنا بر روی پیوستار، علم نیستند، اگر چه ممکن است به معنایی دیگر روی پیوستار، علم باشند؛ سوم معنای علم در نزاع امکان و عدم امکان علم دینی را نشان می‌دهد، بدین معنا که علم دینی به چه معنایی ممکن و به چه معنا یا معناهایی غیرممکن است.

و سرانجام این که برای آموزش ماهیت علم باید سیاست‌گذاری‌های درستی انجام شود که مخاطب آن مدیران نظام آموزشی کشور هستند. در آموزش ماهیت علم باید برای تقدس‌زدایی از علم به دانش‌آموزان و دانشجویان راستی‌آزمایی علم آموزش داده شود. راستی‌آزمایی علم از راه توسعه روحیه و منطق انتقادی در دانش‌آموزان و دانشجویان به دست می‌آید.

منابع

- ابراهیمی تیرتاش، فهیمه و حسین شیخ‌رضایی. (۱۳۹۵ش). «حلقه کندوکاو و قابلیت‌های آن در آموزش ماهیت علم.» مجله تفکر و کودک، دوره ۷، شماره ۱، ص ۱ - ۲۳.
- ابراهیمی تیرتاش، فهیمه و حسین شیخ‌رضایی. (۱۳۹۶ش). «نقد و بررسی مؤلفه‌های ماهیت علم در آموزش علم.» فصلنامه روش‌شناسی علوم انسانی، شماره ۹۳.
- باقری، خسرو. (۱۳۹۱ش). هویت علم دینی: نگاهی معرف‌شناختی به نسبت دین با علوم انسانی. تهران: پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی.
- برومند، محمدتقی. (۱۳۵۶ش). روش‌شناسی، منطق، علم. تهران: انتشارات دنیا، چ اول.
- پایا، علی. (۱۳۸۷ش). ترویج علم در جامعه، یک ارزیابی فلسفی، سیاست علم و فن‌آوری. ج ۱، تهران: انتشارات سمت.
- سعیدی، مریم. (۱۳۹۰ش). بررسی دیدگاه‌های دانش‌آموزان و معلمان علوم راهنمایی از علم و ماهیت آن. پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.
- شهرتاش، فرزانه. (۱۳۸۶ش). مبانی نظری و مهارت‌های آموزش علوم. تهران: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش.
- شیخ‌رضایی، حسین. (۱۳۹۱ش). علم، جامعه، اخلاق، جستارهایی در ابعاد اجتماعی و اخلاقی علم. تهران: مینوی خرد.
- علیزاده، علیرضا، و حسین اژدری‌زاده و مجید کافی. (۱۳۸۳ش). جامعه‌شناسی معرفت: جستاری در تبیین رابطه ساخت و کنش اجتماعی و معرفت بشری. قم: پژوهشگاه حوزه و دانشگاه.
- غفاری، شهریار. (بهار ۱۳۹۳ش). «اهمیت آموزش ماهیت و تاریخ علم.» مجله رشد فیزیک، دوره بیست و نهم، شماره ۱.
- کافی، مجید. (۱۳۹۹ش). فلسفه تحلیلی تاریخ: تحلیل فلسفی معرفت‌های تاریخی. قم: پژوهشگاه حوزه و دانشگاه.
- کافی، مجید. (۱۳۹۵ش). فلسفه علم و علم دینی با تأکید بر آیات قرآن. قم: پژوهشگاه حوزه و دانشگاه.
- گیلیس، دانالد. (۱۳۸۱ش). فلسفه علم در قرن بیستم. ترجمه حسن میان‌داری، تهران: سمت.
- فیروزآبادی، سعید. (۱۳۹۱ش). اندیشه‌های لودویک ویگنشتاین. چاپ اول، تهران: ناشران لیوسا، درس، بدیهه.
- ویگنشتاین، لودویگ. (۱۳۸۹ش). پژوهش‌های فلسفی. ترجمه فریدون فاطمی، چاپ پنجم، تهران: نشر مرکز.
- AAAS. (1989). *Science for all Americans*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Laudan, L. (1996). *Beyond Positivism and Relativism*. Boulder, CO: Westview Press.
- Lederman, N. (2007). "Nature of Science: Past, Present, Future." In S. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education*, (pp.831-879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F. S., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). "Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid And Meaningful Assessment of Learners' Conceptions Nature of Science", *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- Leach, J, & Rosalind Driver. (1999). "Undergraduate science students' images of science." *JRST: Volume36, Issue2, February 1999, Pages 201-219.*
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199902\)36:2<201::AID-TEA6>3.0.CO;2-H](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199902)36:2<201::AID-TEA6>3.0.CO;2-H)
- Irzik, G., & Nola, R. (2011). "A Family Resemblance Approach to the Nature of Science." *Science & Education*, Vol.20, pp. 591-607.

- Matthews, M. R. (2012). "Changing The Focus: Nature of Science (NOS) to Features of Science(FOS)." In *Advances in Nature of Science Research*, Foreword by Richard K. Coll.
- Matthews, M. R. (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. London& New York: Routledge.
- Matthews, M. (2000). "Foreword and introduction", *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*. Ed by William F., McComas. London: Kluwer academic publishers.
- McComas, W. F., Michael, P. C. & Almazroa, H. (1998). "The Role And Character of The Nature of Science in Science Education." in McComas, W. (Ed.), *The nature of science in science Education: Rationales and strategies*. (pp. 3-40).