علم‌شناسی و آموزش علوم: چارچوبی نظری در به‌کارگیری تاریخ و فلسفه‌علم در آموزش علوم تجربی

◉ دکتر سید هدایت سجادی[۱]

چکیده: هدف از این مقاله ارائه چارچوبی نظری در به‌کارگیری تاریخ و فلسفه‌علم در آموزش‌علوم از سه منظر دانش، مهارت و نگرش است که با توجه به اهداف استاندارد آموزش‌علوم می‌تواند زمینهٔ لازم را برای درک و شناخت بهتر این اهداف و تحقق بخشیدن به آنها فراهم کند. حاصل این پژوهش صورت‌بندی برخی اصول راهنمای ایجابی و سلبی در به‌کارگیری علم‌شناسی در آموزش‌علوم است که چارچوب نظری موردنظر را فراهم می‌کنند. همچنین نشان می‌دهد که از منظر دانشی، تاریخ و فلسفه‌علم می‌تواند شناختی دقیق‌تر از چیستی علم، روش و فرایندهای علمی برای فراگیرندگان فراهم کند. از منظر مهارتی، مبتنی بر دانش صحیح درباره علم و روشهای آن، مهارت علم‌ورزی و دانشمندگونه عمل کردن دربرابر مسائل و چالشهای متفاوت را می‌تواند فراهم کند. ازمنظر نگرشی، تاریخ و فلسفه‌علم می‌تواند نگرشی دقیق‌تر در زمینهٔ علم و جهان‌بینی ناشی از آن، حدود و ثغور علم و نیز معضلات و مسائل آن فراهم کند. اساساً شناخت و درک درست چیستی علم و پرورش مهارتهای فرایندی و علم‌ورزی، خود از اهداف مهم آموزش‌علوم است که مستلزم به‌کارگیری علم‌شناسی است. در نهایت، با توجه به انفکاک‌ناپذیری علم‌شناسی از آموزش‌علوم و امکان شکل‌گیری دیدگاهی غیردقیق و نامنسجم دربارهٔ علم و ایجاد کج‌فهمی درباره آن، آموزش علم‌شناسی در مقاطع متوسطه و دانشگاهی، به‌ویژه آموزش پیش از خدمت و ضمن خدمت معلمان دروس علوم‌تجربی ضروری می‌نماید.

کلید واژگان: علم‌شناسی، تاریخ و فلسفه‌علم، آموزش‌علوم، ماهیت‌علم، برنامه‌درسی، چارچوب نظری

☑ تاریخ دریافت: ۹۹/۰۳/۲۵ ☑ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۹/۰۸

۱. استادیار فلسفه علم و فناوری، گروه آموزش فیزیک، مرکز شهیدبهشتی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران. hedayatsajadi@gmail.com

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-11-23]

مقدمه

از نظـــر تاریخی توجه و تلاش برای گنجاندن وجوه تاریخی و فلســـفی علم در آموزش‌علوم به قرن نوزدهم برمی‌گردد که در آن دوره آثاری از دانشـــمندان و فلاســـفه‌ای همچـــون ویلیام هیول، توماس هاکسلی و ارنســـت ماخ در این راستا منتشر شدند. همچنین در دهه‌های نخستین قرن بیستم کسانی همچون جان دیویی در آمریکا و در دهه‌های آخر نیز افرادی همچون شـــواب[1] و جرالد هولتن[2] در این زمینه فعالیت داشته‌اند (مک‌کوماس[3]،۲۰۰۲؛ متیوز[4]،۲۰۱۲). در چند دهۀ اخیر هم مطالعاتی گسترده در این زمینه صورت گرفته و انجمنها و نشریه‌هایی هم در سطح بین‌المللی بدان پرداخته‌اند.

به‌کارگیـــری نتایج حاصل از مطالعات‌علم به‌طور عام، و تاریخ و فلســـفۀ علم به‌طور خاص، در اجزا و مؤلفه‌های یک نظام‌آموزشی ـ از جمله در کلاس‌درس، تدوین و تألیف کتابهای درسی و آموزشی، آموزش معلمان، رفع کج‌فهمیها دربارۀ علم ـ به‌صورت مستقیم یا به‌مثابه پس‌زمینه فعالیت آموزش‌علوم بوده است. سابقه این پژوهشها درباره ارتباط میان تاریخ و فلسفه‌علم با تدریس علوم از حیث نظری، برنامه‌درسی و روش تدریس به فراتر از یک قرن پیش برمی‌گردد[5] (متیوز، ۲۰۱۸). البته در این میان، تلاشها در جهت کاربرد تاریخ و فلسفه‌علم به عنوان چارچوبی برای طراحی الگوهای برنامه‌درسی، آموزش[6] و ارزشیابی محل مناقشه بوده است. از نقاط تلاقی تاریخ و فلسفه علم با همدیگر کتاب مشهور کوهن[7] (۱۹۶۲) تاریخنگار و فیلسوف‌علم، با عنوان «ساختار انقلابهای علمی» است که پرورش ایده‌های وی درباره پارادایمها، انقلاب علمی، قیاس‌ناپذیری و... احتمالاً با مشارکت وی در پروژه‌ای در حوزه توسعه برنامه‌درسی آموزش‌علوم در دانشگاه هاروارد به سرپرستی جیمز کونانت[8] به نام «موردپژوهیهای آموزش علوم هاروارد»[9] همزمان بوده است. پروژه فیزیک هاروارد که متخصصانی از حوزه تاریخ‌علم و آموزش‌علم در آن مشارکت داشتند، در پی تدوین و تألیف کتابهای‌درسی با رویکرد تاریخی بود. کسانی دیگر در محافل دانشگاهی با این رویکرد به مخالفت پرداختند که از مشهورترین آنها پژوهشگرانی از دانشگاه ام.آی.تی[10] بودند.

اهمیت ماهیت‌علم[11] در آموزش‌علوم تا جایی اســـت که بسیاری از انجمنها و مجامع علمی دنیا که طرحهایی در راســـتای ارتقا و بهبود وضعیت آموزش‌علوم به انجام رسانده‌اند، جایگاهی مشخص و مهم

---

1. Schwab
۲. هولتن فیزیکدان و تاریخنگار مشهور دانشگاه هاروارد است که در پروژه فیزیک هاروارد (۱۹۷۰) مشارکت داشته است.
3. McComas
4. Matthews
5. HP &ST Research
6. Instruction
7. Kuhn
8. James Bryant Conant
9. The Harvard Case Studies in Science Education
10. Massachusetts Institute of Technology(MIT)
11. Nature of Science(NOS)

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-11-23]

برای ماهیت‌علم در زمره اهداف قائل شـــده‌اند.[1] انجمن پیشبرد علوم آمریکا[2] ، که مأموریتش را پیشبرد علوم، مهندسی و نوآوری در سراسر جهان و در جهت منفعت همگانی تلقی می‌کند، در طرحی موسوم به پروژه ۲۰۶۱ که به هدف ارتقای سوادعلمی افراد جامعه، طرح ریزی شده است، یادگیری ماهیت‌علم را به عنوان نخستین هدف و موضوع یادگیری علوم آورده است.[3] همچنین پژوهشهایی نشان داده‌اند که آشنایی با ماهیت‌علم به بهبود یادگیری محتوای علوم، ارتقای فهم علمی، ایجاد علاقه به علم، ارتقای توان تصمیم‌گیری و ارتقای سطح ارائه محتوای آموزشی[4] کمک می‌کند (مک‌کوماس و همکاران، ۲۰۰۲).

این مقاله به بررســـی جایگاه علم‌شناسی و آموزه‌های برآمده از این مطالعات، در برنامه آموزش‌علوم با توجه به اهداف آن در سه سطح دانش، مهارت و نگرش می‌پردازد. در نظام‌آموزشی محور اصلی، دانش‌آموز و فراگیرنده به معنای عام آن است. بنابراین فهمیدن اینکه تاریخ و فلسفه‌علم چه اثری بر یادگیری دانش‌آموز در جهت تحقق‌پذیری اهداف آموزش‌علوم می‌گذارد و ســـازوکار این اثرگذاری چگونه اســـت، بسیار مهم تلقی می‌شود. علم‌شناسی در عمل، ممکن است در برنامه‌درسی (شامل کتابهای درسی) و به طورکلی در بخشهایی از اجزای یک نظام‌آموزشی گنجانده شود، اما ضرورت و چرایی آن و نیز چگونگی این ادغام در نظام‌آموزشـــی جای بحث و بررسی بیشتری دارد و نیازمند چارچوبی نظری است. مراد از چارچوب‌نظری، برخی اصول راهنمای ایجابی (راهگشا) یا سلبی (محدودکننده) هستند که مسیر و محدوده‌هایی را به عنوان راهنمای عمل تعیین می‌کنند. در این نوشتار این چارچوب نظری دربردارندۀ برخی اصول راهنماست که محدوده‌ها و راهنمای عمل را برای به‌کارگیری تاریخ و فلسفه‌علم در آموزش‌علوم ترسیم می‌کند. بنابراین نخستین پرسش که جای بحث دارد این است که اهمیت و جایگاه علم‌شناسی(دانش دربارۀ علم، مهارتهای علم‌ورزی و نگرشها درباره علم) در آموزش‌علوم چیست؟ دوم اینکه چارچوب‌نظری در چگونگی به‌کارگیری علم‌شناسی در آموزش‌علوم چیست؟ برای پاسخ این پرسشها نخست به سه رویکرد درباره ارتباط ماهیت‌علم با آموزش‌علوم پرداخته می‌شود، سپس جایگاه علم‌شناسی در برنامه‌درسی آموزش‌علوم به ویژه با توجه به اهداف استاندارد آموزش‌علوم و از سه منظر دانش، مهارت و نگرش مورد بررسی قرار می‌گیرد و در نهایت به ترسیم یک چارچوب نظری در به‌کارگیری تاریخ و فلسفه‌علم در آموزش‌علوم پرداخته می‌شود.

ماهیت‌علم و آموزش‌علوم: مروری بر سه رویکرد

در پروژه ۲۰۶۱ یادگیری ماهیت‌علم دربردارندۀ جهان‌بینی‌علمی، روشهای کاوشگری‌علمی و ماهیت فعالیت‌علمی است (انجمن پیشـــبرد علوم آمریکا،۱۹۹۰). مک‌کوماس و اولسون[5] (۲۰۰۲)، ماهیت‌علم

1. https://www.aaas.org/mission
2. American Association for the Advancement of Science(AAAS)
3. http://www.project2061.org/publications/sfaa/default.htm
4. Instructional delivery
5. Olson

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-11-23]

را حـــوزه ترکیبی ثمربخشـــی می‌دانند کـــه در آن جنبه‌هایی گوناگون از مطالعات علم شـــامل تاریخ، جامعه‌شناسی و فلسفه‌علم در هم می‌آمیزند و با پژوهشهایی از علوم‌شناختی شامل روان‌شناسی ترکیب می‌شـــوند 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 اســـت. به نظر می‌رســـد در رویکردی انتقادی، کانون توجه به‌تدریج از ماهیت‌علم (NOS) به سمت ویژگیهای علـــم[1](FOS) می‌رود. به زعم متیوز پژوهشـــهای NOS بر ماهیت شـــناخت علمی متمرکزند اما FOS نه تنها شـــامل ماهیت شناخت علمی اســـت، بلکه فرایندها، نهادها و زمینه‌های فرهنگی و اجتماعی را نیز دربردارد که علم در آن شـــکل می‌گیرد (متیوز، ۲۰۱۲). رویکرد انتقادی ســـوم در این میان رویکرد شباهت‌خانوادگی[2] (FRA) است. اصطلاح شباهت‌خانوادگی برگرفته از فلسفه ویتگنشتاین است که در واقع اموری که شباهتها و روابطی با هم دارند، ذیل مفهومی کلی گذاشته می‌شوند. برای فهم موضوع، اگر مفهوم بازی را در نظر بگیرید، در عین وجود تمایزات بسیار زیاد میان انواع بازی، از اصطلاح بازی برای همه آنها اســـتفاده می‌شود. ایرزیک و نولا[3] (۲۰۱۱) در مقاله‌ای با عنوان «رویکرد شباهت خانوادگی به ماهیت علم برای آموزش علم»، ضمن اذعان به نقاط ضعف دیدگاه توافقی استاندارد ماهیت‌علم (NOS) از مفهوم شباهت خانوادگی (FRA) به منزلهٔ بدیلی مرجح برای آن بهره می‌گیرند. به زعم آنها FRA بر NOS چندین مزیت دارد: از جمله اینکه ضمن دور شدن از آن تصویر یکپارچه‌ای که NOS همه علوم را یک‌کاسه و بدون لحاظ کردن تنوع در شاخه‌ها ارائه داده است، به ارائه تصویری واحد از علوم براساس بخشـــی از مشابهتها و تفاوتها پرداخته و مســـئله تمایز (علم از شبه‌علم) را حل کرده است. به زعم آنها این رویکرد از نقاط‌ضعف NOS و محدودیتهای آن مبراست و به‌جای ارائه تصویری ایستا از ماهیت‌علم، تصویری پویا و در عین‌حال جامع‌تر ارائه می‌دهد.

در هر سه رویکرد، صرف‌نظر از وزنی که به هریک از بخشها داده می‌شود تاریخ و فلسفه‌علم جایگاهی مهم در مطالعات حوزه آموزش‌علوم دارد. به نظر می‌رســـد یکی از تمایزاتی که درمقایسه میان این سه رویکرد به صورت تلویحی دریافت می‌شـــود، «این است که رویکردهای پیشنهادی به مقوله ماهیت‌علم در مبانی، متکی به نگرش فلســـفه‌علمی اســـت. به عبارت دیگر نسخه‌های متفاوت از ماهیت علم نشان می‌دهند که هریک از آنها مبتنی بر فلسفه‌علم خاصی تدوین شده‌اند. همچنین تغییر رویکردها از NOS به FOS و ســـپس FRA به نوعی موازی با تغییرات صورت گرفته در فلســـفه‌علم اســـت» (ابراهیمی و شیخ‌رضایی، ۱۳۹۶:۱۵۴). به بیان دیگر، این سه دیدگاه در حوزه چیستی علم ـ NOS، FOS و FRA ـ هریک مبتنی بر دیدگاههای فلسفی خاصی در زمینهٔ علم است.

1. Features of Science
2. Family resemblance approach(FRA)
3. Irzik & Nola

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-11-23]

نکته حائز اهمیت این اســـت که نه تنها دربارهٔ دیدگاهها و نحـــوهٔ رویکرد به علم اتفاق‌نظر وجود نـــدارد، بلکه دربـــارهٔ مؤلفه‌های ماهیت‌علم و ویژگیهای علم هم توافق وجـــود ندارد. یعنی از دو گونه عدم‌اتفاق می‌توان نام برد: عدم‌اتفاق دربارهٔ رویکردها و نحوه نگاه به علم و عدم‌اتفاق دربارهٔ مؤلفه‌ها و ویژگیها. البته انتخاب مؤلفه‌ها و جنبه‌های علم متأثر از نوع نگاهی است که به ماهیت و چیستی علم وجود دارد. به عنوان مثال لدرمن[1] و همکاران(۲۰۰۲) فهرســـتی از مؤلفه‌های ماهیت‌علم را در قالبی کلی ارائه کرده‌اند که شامل مبنای تجربی شناخت علمی، وجود مشاهده، استنباط و هویتهای نظری در علم و نیز وجود قانون و نظریه در علم و درک تمایز میان آنها، ماهیت خلاقانه و تخیلی شـــناخت علمی، نظریه‌بار بودن معرفت‌علمی، تأثیرپذیری از عوامل اجتماعی و فرهنگی، فقدان روش‌علمی واحد و مشـــخص برای علم و موقتی‌بودن معرفت‌علمی است. افزون بر این مک‌کوماس و اولسون (۲۰۰۲) مؤلفه‌هایی توافقی درباره ماهیت‌علم را از بررســـی هشت ســـند مربوط به استانداردهای آموزش‌علوم استخراج و در ۱۴ بند فهرست کرده‌اند که برخی از آنها با فهرست لدرمن و همکاران مشترک است و مواردی دیگر مانند اثرگذاری علم و فناوری بر یکدیگر را نیز برشمرده‌اند. این خود نشانگر عدم توافق بر ســـر این فهرستهاســـت که میان متخصصان حوزه آموزش علوم وجود دارد. با توجه به عدم توافق دربارهٔ رویکردها به چیستی علم و مؤلفه‌ها درباره علم، اصطلاح کلی‌تر علم‌شناسی[2] به‌کار گرفته شده است. در ضمن، اگر چه در عمل تاریخ و فلسفه علم، هر یک به صورتی جداگانه و با روشهایی متفاوت در برنامه‌درســـی می‌توانند وارد شوند، اما از حیث نظری، می‌توان تحت مقوله کلی علم‌شناسی آنها را جای داد.

در سطح بین‌المللی این ماهیت و ویژگیهای علم در سندهای استاندارد آموزش‌علوم گنجانده شده‌اند (مک‌کوماس و اولســـون،۲۰۰۲). برخی از دیدگاههـــا در حوزه جایگاه ماهیت‌علم در آموزش‌علم، به این قائل‌اند که نه‌تنها مطالعه ماهیت‌علم، بلکه مطالعه ماهیت شبه‌علم هم در آموزش علم حائز اهمیت است و اساســـاً بر این باورند که شناخت شبه‌علم بخشـــی جدایی‌ناپذیر از مطالعه ماهیت‌علم در برنامه‌درسی آموزش‌علوم در مدارس است (گود[3]،۲۰۱۲). اهمیت آن را هم به چند دلیل ذکر می‌کنند: نخست، رواج باور به شبه‌علم در بسیاری از کشورهای جهان با وجود گسترش علم؛ دوم، ارائه تصویری روشن‌تر از علم و شبه‌علم؛ سوم، شناخت بهتر باورها و چگونگی شکل‌گیری آنها با مطالعه شبه‌علم.

علم‌شناسی و برنامه درسی: رابطه علم‌شناسی با اهداف آموزش علوم

عناصر اصلی یک برنامه‌درسی(آموزشـــی) شـــامل هدف، محتوا، ســـازماندهی، شـــیوه ارائه، زمان،

1. Lederman

۲. نگارنده معادل انگلیسی را که برای آن برگزیده، science-o-logy است؛ در مواردی هم از science studies استفاده شده است.

3. Good

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-11-23]

موقعیت(مکان) و ارزشـــیابی است[1] (موسی‌پور، ۱۳۹۵). بر همین اســـاس در برنامه‌درسی آموزش‌علوم (فیزیک، شیمی، زیست شناسی و...)، بسته به نظامهای متفاوت آموزشی و نیز فلسفه تعلیم‌وتربیت حاکم بر این نظامهای‌آموزشی، اهدافی برای آموزش‌علوم در نظر گرفته می‌شود و باتوجه به تحولات ایجاد شده در وضعیت و شرایط علمی، فناورانه، فرهنگی، اجتماعی و سایر وجوه اثرگذار، این اهداف مورد بازنگری قرار خواهندگرفت. همچنین براساس این اهداف، دیگر عناصر برنامه‌درسی ساماندهی می‌شوند؛ از این‌رو محتوای آموزش‌علوم، به منزلهٔ یکی از عناصر برنامه‌درســـی آموزش‌علوم، باید در جهت تحقق بخشیدن به آن اهداف، انتخاب، تدوین، سازماندهی و ارائه شود. این اهداف بر انتخاب روش سازماندهی و ارائه هم اثرگذارند. در آموزش‌علوم، فضا و موقعیت می‌تواند فضای آموزشی استاندارد و رسمی مدرسه باشد و در کنار آن طبیعت و چگونگی تعامل با آن می‌تواند بخشـــی مهم از فضای آموزش‌علوم را تشـــکیل دهد. با توجه به محوری بودن تعیین اهداف، در این بخش بر ارتباط علم‌شناسی با اهداف آموزش‌علوم متمرکز خواهم شد.

یکـــی از اهـــداف مهم طرح آموزش بـــرای همگان، به ویژه در اســـناد یونســـکو، از جمله در پروژه یونســـکو ۲۰۰۰+[2]، دستیابی به سواد علمی و فناورانه[3] عنوان شده است (جنکینز[4]، ۱۹۹۷). سوادعلمی و فناورانه شهروندان را مهیا می‌سازد تا در فرایند تصمیم‌گیری در زندگی، آگاهانه‌تر عمل کنند. شایان ذکر اســـت که برای سواد علمی و ســـواد فناورانه[5] تعاریف متعددی ارائه شده است. یکی از تعاریفی که برای ســـوادعلمی ارائه شده اینکه، فرد دارای سوادعلمی باید واجد دو ویژگی باشد: نخست، دانشی پایه درباره اصطلاحات و برساخته‌های علمی داشته باشد و دوم، فهمی کلی درباره ماهیت کاوش علمی داشته باشد (میلر[6]، ۲۰۰۴). از این منظر (به ویژه در ویژگی دوم) دستیابی به سوادعلمی به مثابه هدفی برای آموزش‌علوم، مستلزم شناخت علم از منظرهای گوناگون (تاریخی، فلسفی و ...) است. در ایران دستیابی به ســـواد علمی‌فناورانه (با حذف واو) به منزلهٔ یکی از اهداف/کارکردهای آموزش‌علوم در برخی از اسناد بالادستی آمده است[7] که این خود تفسیری نادرست به همراه دارد: از یک جهت صرفاً بر اهداف فناورانه برای علم و آموزش تأکید می‌شود و از طرف دیگر، هویت مستقل علم و فناوری و تمایز آنها را نادیده می‌گیرد، از این رو اصطلاح علمی و فناورانه مناسب‌تر به نظر می‌رسد.

به طورکلی دستیابی به سوادعلمی از اهداف مهم آموزش‌علوم است و پروژه علم برای همهٔ آمریکاییها

---

۱. در برخی دیگر از منابع (ملکی، ۱۳۹۴)، عناصر اصلی برنامه‌درسی شامل چهار عنصر هدف، محتوا، روش و ارزشیابی است. در کنار اینها مجموعه‌ای دیگر از عناصر فرعی وجود دارند.

2. UNESCO 2000+

3. Scientific and technological literacy(STL)

4. Jenkins

۵. از تعریف سوادفناورانه به سبب عدم ضرورت در این نوشتار صرفنظر می‌شود.

6. Miller

۷. ر.ک: برنامه درسی جمهوری اسلامی،۱۳۹۱

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-11-23]

که از اهداف اصلی آن، دستیابی شهروندان به سوادعلمی است با فصلی درباره ماهیت‌علم شروع می‌شود (انجمن پیشبرد علوم آمریکا، ۱۹۹۰). همچنین این پروژه بر اهمیت شناخت شبه‌علم به منزلهٔ بخشی اساسی و جدایی‌ناپذیر از سوادعلمی تأکید دارد (گود، ۲۰۱۲). «به صورت واضح کاوشگری‌علمی و ماهیت‌علم دو بنیان مفاهیم کنونی آن چیزی هستند که سوادعلمی نامیده می‌شود. واضح است که ارتقای فهم دانش‌آموزان در زمینهٔ این ایده‌ها و فرایندهای پیچیده و انتزاعی مرتبط با آنها، مستلزم به‌کارگیری روشهای تدریس[1] یادگیری[2] و ارزشیابی[3] بسیار متفاوتی است از آن روشهای سنتی که در قرنهای گذشته در کلاسهای درس اتفاق می‌افتاد» (فلیک[4] و لدرمن، ۲۰۰۶:xiii).

کاوشگری نقادانه به مثابه یکی از اهداف اصلی آموزش بدین صورت قابل بیان است: پرورش افرادی که بتوانند در حوزه درسی و تخصصی خود کاوشگرانی منطقی و نقاد باشند (نولا و ایرزیک، ۲۰۰۵: ۷) و «علم نخستین حوزه‌ای است که در آن اصول کاوشگری‌نقادانه[5] نقشی حیاتی ایفا می‌کند» (همان:۱۳). کاوشگری در استانداردهای ملی آموزش‌علوم[6] (۱۹۹۶) به یک مفهوم، به فرایندها و روشهای تفکر گوناگونی ارجاع دارد که منجر به شکل‌گیری شناخت جدید در علم می‌شود. همچنین کاوشگری، علاوه بر علم‌ورزی[7]، شناخت فرایندهایی را شامل می‌شود که دانشمندان در شکل‌گیری دانش به‌کار می‌برند. از این رو کاوشگری می‌تواند به عنوان دو هدف برای دانش‌آموزان مطرح باشد: قابلیت انجام دادن فرایندهای علمی و داشتن شناخت نسبت به این فرایندها. با توجه به این ویژگیها، کاوشگری به صورت بسیار نزدیک با مفهوم ماهیت علم مرتبط است. در نهایت کاوشگری به عنوان رهیافتی آموزشی تلقی می‌شود که می‌تواند برای آموزش موضوعات متداول علوم مورد استفاده باشد. این موضوع مبتنی بر این منطق است که دانش‌آموزان بهتر موضوع را می‌فهمند، اگر آنها تصویری معقول از فرایندهایی را یاد بگیرند که دانشمندان به‌کار برده‌اند. مباحثات پیرامون استانداردهای ملی آموزش‌علوم، کاوشگری را از منظرهای مختلف در چند مقوله جای می‌دهد: به مثابه راهبردهایی برای تدریس علم، مدلهایی برای یادگیری علم و محتوایی برای آموزش‌علم (بایبی[8]، ۲۰۰۶).

از منظر تاریخی در حوزه کاربرد تاریخ‌علم در آموزش‌علوم می‌توان از دو مکتب متقابل سخن راند: مکتب هاروارد و مکتب MIT. تمایز میان این دو گروه را می‌توان به تمایز در اهداف مطلوب آنها برای علم دانست (داشل[9]، ۲۰۰۶). مکتب هاروارد در پی علم برای همگان، اما هدف مکتب MIT

1. Teaching
2. Learning
3. Assessment
4. Flick
5. Critical inquiry
6. National Science Education Standards
7. Doing science
8. Bybee
9. Duschl

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-11-23]

از آموزش‌علم، پرورش دانشـــمندان آینده بود. نگاههای تلفیقی دیگری در این میان هســـتند از جمله دیـــدگاه هارلن[1](۲۰۰۰) که براین باور اســـت که آموزش‌علوم در مدارس باید هر دو هدف مهیاســـازی دانشـــمندان و تکنولوژیســـتهای آینده و نیز فراهم آوردن دانش و فهم کافی درباره جهان پیرامون برای همه شهروندان را پوشش دهد، به گونه ای که آنها بتوانند در مورد موضوعات مرتبط با علم در زندگی، تصمیم‌گیریهای معقول داشته باشند و به صورت مؤثر عمل کنند، هر چند در برنامه‌درسی دوران ابتدایی این تمایز به چشم نمی‌خورد. به نظر می‌رسد از دیدگاهی دیگر هم بتوان سخن راند که در آن آشنایی با ماهیت‌علم خود از اهداف اصلی آموزش‌علوم است. اساساً کمک کردن به دانش‌آموزان برای شکل‌گیری دیدگاهی آگاهانه درباره ماهیت‌علم (NOS) یک هدف اساسی آموزش‌علوم از مهدکودک تا پایه‌دوازدهم (K-۱۲) بوده و هســـت (لدرمن و همکاران، ۲۰۰۲). در واقع یکی از حوزه‌های بســـیار مهم که امروزه در اهداف آموزش‌علوم در ســـطح جهان بدان توجه می‌شود اهمیت داشتن درک و فهمی درباره ماهیت و ویژگیهای علم اســـت که جامعه‌شناســـی، تاریخ و فلسفه‌علم بخشی اساســـی از این فرایند شناخت و درک ماهیت‌علم تلقی می‌شوند.«بســـیاری از آموزشگران معاصر علوم براین باورند که باید هدف اصلی آموزش‌علوم تشویق دانش‌آموزان به فهم ماهیت‌علم، مفروضات، ارزشها، اهداف و محدودیتهای آن باشد» (مک‌کوماس و همکاران، ۲۰۰۲ : ۹).

به طور کلی، ضرورت علم‌شناســـی در زمینهٔ تحقق‌پذیری اهـــداف آموزش‌علوم را می‌توان درچند دیدگاه دسته‌بندی کرد: نخست، ضرورت علم‌شناسی و آشنایی با چیستی علم، به مثابه یک هدف اصلی آموزش‌علوم؛ دوم، لزوم علم‌شناســـی و آشـــنایی با ماهیت‌علم در راستای ارتقای همگانی سواد علمی(و فناورانه) شـــهروندان؛ سوم، علم‌شناسی در راستای پرورش کاوشـــگری و تفکر نقادانه؛ چهارم، ضرورت علم‌شناسی برای دانشمند یا مهندس شدن.

علم‌شناسی و اهداف آموزش علوم: از سه منظر دانش، مهارت و نگرش

بـــا توجه به اینکه یکی از اهداف کلی و مهم آموزش‌علوم دســـتیابی به ســـوادعلمی اســـت، از نظر هارلن وکوالتر[2](۲۰۰۴)، تحقق‌پذیری این هدف‌کلی، مستلزم پرورش ایده‌های‌علمی (کسب دانش‌علمی)، مهارتها، نگرشـــها (و ارزشـــها)، و نیز برقراری رابطه با جهان پیرامون است. به طور کلی در آموزش‌علوم زمانی یادگیری مطلوب اتفاق می‌افتد که حداقل در سه سطح دانش، مهارت و نگرش تغییراتی در سطح یادگیری فراگیرنده رخ دهد. در نظامهای سنتی آموزش فرایند یادگیری عمدتاً به مفهوم انتقال دانش از معلم/یاددهنده به دانش‌آموز/فراگیرنده است که در مرحله ارزشیابی دانش‌آموز همان را آینه‌وار به معلم برمی‌گرداند و بسته به میزان انطباق آن با آموزه‌های معلم و ضریب بازتاب دانش‌آموز، نمره‌ای به وی تعلق

1. Harlen
2. Qualter

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-11-23]

می‌گیرد (عینی‌گرایی). در حالی که در رویکردهای نوین (مثلاً برساخت‌گرایی)، دانش‌آموز و معلم هر دو در فرایند معنادارکردن یادگیری دخیل اند و دانش‌آموز نقش اصلی و معلم نقش راهنما را به عهده دارد.

در برنامه مطلوب آموزش‌علوم، اهداف باید در هر سه سطح تحقق یابند و اهمیت و ضرورت علم‌شناسی برای آموزش‌علوم ارتباطی تنگاتنگ با اهداف قصدشده آموزش/ یادگیری علوم دارد. بسته به این اهداف جایگاه و وزن تاریخ و فلسفه‌علم را در آموزش‌علم می‌توان به طور نسبی مشخص کرد. با توجه به تقسیم‌بندی اهداف آموزشی در سه سطح دانش، مهارت و نگرش، اینک پرسش این است که جایگاه و نقش آموزه‌های برخاسته از علم‌شناسی در این سه سطح چگونه است؟

شایان ذکر است که می‌توان دو نوع نگاه به موضوع داشت: نخست اینکه کارکرد علم‌شناسی در سطوح سه‌گانه یادگیری (دانش، مهارت و نگرش) بررسی شود؛ به این مفهوم که شناخت علم تا چه حد می‌تواند اهداف آموزش‌علوم را از این سه منظر تحقق ببخشد. نگاه دوم، این است که علم‌شناسی خود به مثابه یک موضوع درسی[1] شامل مجموعه‌ای از دانستنیها و اصول‌عملکردی یا مجموعه‌ای از آموزه‌ها در نظر گرفته شود که خود مستقلاً می‌تواند سه بخش دانش، مهارت و نگرش فراگیرندگان را متأثر کند.

۱. علم‌شناسی و یاددهی/ یادگیری دانش علمی

یکی از مؤلفه‌های مهم فرایند آموزش‌علوم، یاددهی/یادگیری دانش‌علمی به مثابه بخشی از محتوای یک برنامه‌درسی است و به مفهوم دانستنیها، ایده‌ها و اطلاعات در حوزه علم است که در فرایند آموزش برای دانش‌آموز معنادار می‌شود. به عنوان مثال دانش درباره مفهوم و انواع انرژی، اصول، قوانین و فرمولهای مربوطه، بخشی از دانش فیزیک تلقی می‌شود که داشتن این دانش برای فراگیرنده بخشی اساسی از فرایند یادگیری وی تلقی می‌شود. به‌علاوه، از دانش درباره علم هم می‌توان سخن راند: دانش درباره ساختار اجزا و مؤلفه‌های علم و روش‌علمی. دانش نوع اول دانش درباره محتوای علم و دانش نوع دوم درباره ساختار، روش و اهداف علم است. دانش دربارهٔ علم به مفهوم اتخاذ دیدگاهی درباره علم است که به صورت مستقیم (صریح) یا غیرمستقیم (ضمنی) آموزش داده می‌شود. دانستن این نکته مهم است که حتی به طور ناخودآگاه ضمن آموزش‌علم، می‌تواند دیدگاهی دربارهٔ علم به فراگیرنده القا شود.

علم‌شناسی می‌تواند از نظر دانش، در متون درسی به صورت بخشی از کتاب یا کتابی مستقل و نیز در قالب دانستنیها یا بخشی از تدریس علوم از جانب معلم به دانش‌آموز یاد داده شود. معضل بزرگ این حوزه فقدان توافق در آموزش آن چیزی است که دیدگاه درباره علم نامیده می‌شود. این موضوع به سبب کثرت دیدگاهها در باب چیستی علم، روش علمی و معیار تمایز علم از غیرعلم است. برخی از پرسشهای اساسی که در این حوزه مورد بحث قرار می‌گیرند از این قرارند:

1. Discipline

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-11-23]

علم چیســـت و چـــه تمایزی میان علم و غیرعلم(شـــبه‌علم) وجود دارد. روش‌علمی چیســـت؟ آیـــا روش‌علمی واحدی وجود دارد؟ تبیین‌علمی چیســـت؟ آزمون، تأییـــد و نیز پذیرش یا طرد یک نظریه در علم چگونه اســـت؟ تمایز میان نظریه و قانون چیســـت؟ مدل چیســـت؟ نظریه‌ها و مدلهای علمی چه اندازه واقع‌گرایانه اند؟ آیا نظریه‌ها و مدلها صرفاً ابزارند؟ چه نســـبتی میان مشاهده و نظریه می‌تواند وجود داشته باشد؟ این پرسشها و بسیاری دیگر از این دست، موضوع مطالعه فلسفه‌علم تلقی می‌شوند. به طور خاص، تاریخ‌علم هم می‌تواند به صورت مستقیم، یا در قالب آموزه‌های اســـتنباطی دربارۀ علم و ویژگیهای آن به‌کار رود. ریشه‌های شکل‌گیری مفاهیم (مثل جرم، انرژی، نیرو، ژن)، اصول و قوانین (مثلاً قوانین نیوتن، اصل پاسکال)، نظریه‌های‌علمی (مثلاً نظریه نســـبیت اینشـــتین، نظریه تکامل داروین)، زندگی دانشمندان، شرایط اجتماعی و سیاســـی حاکم بر دوران‌شکل‌گیری آموزه‌های علمی و... همگی موضوعاتی هستند که بخشی از دانش تاریخی درباره علم را شـــکل می‌دهند. پرسش اساسی این است که آیا آموزش دانشهایی درباره موضوعات مربوط به تاریخ و فلســـفه علم به فراگیرندگان علم ضرورت دارد؟ نخســـت، از حیث نظری در یک نظام‌آموزشـــی میزان پرداختن به ایـــن موضوع، ارتباطی تنگاتنگ با اهداف آموزش‌علوم در آن نظام دارد. با توجه به دو هدف کلی ذکر شـــده، علم برای همگان و علم برای دانشمند شـــدن، حداقل از نظر میزان به‌کارگیری دانش مربوط به علم‌شناسی (از منظر تاریخ و فلســـفه علم)، دستیابی به هر یک مســـتلزم تدوین برنامه‌های درسی متفاوت است.[1] دوم اینکه، پرسش از ضرورت علم‌شناسی برای آموزش‌علوم را می‌توان به این پرسش تقلیل داد که آیا اساساً دانش درباره محتوای علم و دانش درباره ســـاختار، روش و اهداف علم (علم‌شناســـی) را می‌توان از هم تفکیک کرد؟ دو گونه پاســـخ به پرســـش دربارۀ تفکیک‌پذیری دانش در زمینۀ محتوا و دانش علم‌شناسی می‌توان داد: در قرائت قوی می‌توان ادعا کرد که دانش علمی (درباره محتوا) و دانش درباره علم (علم‌شناسی) قابل‌تفکیک از هم نیستند و تمایز میان آنها امری تصنعی است. این پدیده به ویژه در بخش آزمایشـــگاهی و نیز فرایند حل‌مســـئله در علم کاملاً نمایان اســـت. در برنامه اســـتاندارد آموزش علوم، آزمایش و حل مســـئله بخشـــی لاینفـــک از محتوای دانش قابل آموزش تلقی می‌شوند. همچنین، آزمایشگر ضمن انجام دادن آزمایش ناگزیر از به‌کاربستن روش علمی است. بنابراین داشتن دانش درباره روش‌علمی قابل تفکیک از محتوای علم نیست. در فرایند حل مسئله هم این‌گونه است. طرز مواجه با مسئله و مهارت لازم برای آن بخشی اساسی از فرایند آموزش‌علم است.در قرائت ضعیف، می‌توان گفت که علم‌شناسی مستتر در خود علم است؛ به این مفهوم که فراگیرنده ضمن انجام دادن آزمایش یا ضمن فرایند حل‌مســـئله در علم بسته

۱. در فلسفه تعلیم و تربیت حاکم بر نظام آموزشی در ایران که در اسناد بالادستی و سند تحول نمایان شده است یکی از اهداف برنامه درسی فطرت‌گرایی توحیدی و دستیابی به حیات طیبه است که بررسی جایگاه تاریخ‌وفلسفه علم در آن می‌تواند موضوع نوشتار دیگری باشد.

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-11-23]

به زمینه موضوع، با ساختار و روش علم به صورت ضمنی مواجه می‌شود. در این‌صورت سخن از دانشی فراتر دربارهٔ آن به صورت توصیفی یا دستوری ضرورت ندارد.

۲. علم‌شناسی و پرورش مهارتها

از دیگر مؤلفه‌های مهم آموزش‌علوم، آموزش مهارتهای ذهنی، عملی و نیز فرایندی مرتبط با علم است. مهارت به مفهوم توانایی به‌کاربستن دانش (گونه‌ای از دانش) در مسائل و اموراتی خاص است. از سویی فراگیری و پرورش مهارت علم‌ورزی در یادگیرنده از اهداف آموزش علوم است و از سوی دیگر پرورش مهارتهای علمی خود بخشی از محتوای برنامه‌درسی آموزش علوم تلقی می‌شود. به گفتهٔ اینشتین اگر می‌خواهید بفهمید دانشمندان چکار می‌کنند به گفته‌هایشان گوش ندهید، بلکه به عمل آنان بنگرید. مک‌کوماس (۲۰۰۲) اساس ماهیت علم را در این توصیه اینشتین می‌بیند. به نظر می‌رسد حتی در حوزه علوم‌انسانی و اجتماعی، حداقل در برخی از دیدگاهها[1] مطالعه علم، در ساحت عمل(کنش) است. اهمیت نقش عمل در حوزه آموزش نتایجی را در بردارد: نخست، اینکه برای فهم آموزش، باید دو عمل بنیادین فهمیده شود: عمل تدریس و عمل یادگیری. نتیجه دوم هم به هستی‌شناسی معرفت برمی‌گردد که به دانش به منزلهٔ شیء نگریسته نمی‌شود، بلکه به مثابه کنش(رفتار) شناسی[2] نگاه می‌شود. گویی که شناخت یک سازواره(ارگانیسم) زنده است که از همان فضای شکل‌گیری عمل و فعالیت دانشمندان شروع می‌شود و تا وضعیتی است که در آن به عمل و فعالیتی تبدیل می‌شود که در کار دانش‌آموزان و معلمان نمایان می‌شود. کار پژوهشگر این حوزه نیز فهم حیات این سازواره (دانش) است (سنسِوی و تیبرگین[3]، ۲۰۱۵). در مورد علم بخشی مهم از این کنشها در قالب مهارتهای یادگیری و تدریس نمایان می‌شوند که دربردارنده مهارت علم‌ورزی و مهارتهای فرایندی[4] علم هستند و از مؤلفه‌های اساسی آموزش‌علوم تلقی می‌شوند.

هارلن(۱۹۹۲) برخی از این مهارتها را این‌گونه برمی‌شمارد: مشاهده، فرضیه‌پردازی، پیش‌بینی، پژوهش، تفسیر یافته‌ها و استنتاج و برقراری ارتباط. هارلن و کوالتر (۲۰۰۴) در ویرایش بعدی دقیق‌تر مهارتها را برشمرده‌اند: گردآوری اطلاعات با مشاهده و بهره‌گیری از منابع اطلاعات، پرسشگری، پیش‌بینی و طرح‌ریزی، تفسیر اطلاعات و استنتاج، مهارتهای ارتباطی و تأمل. البته مهارتهای مهم دیگری از جمله مهارت حل‌مسئله، مهارت تبیین و ... هم در علم وجود

۱. ر.ک: لاتور،۱۹۸۷.

2. Praxeology
3. Sensevy & Tiberghien
4. Process skills

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-11-23]

دارند. به طورکلی برخی از این مهارتها را می‌توان اینگونه برشـــمرد: مشاهده‌گری، آزمایشگری، حل‌مســـئله، فرضیه‌پردازی، مدل‌سازی، تبیین و ...؛ همه اینها را می‌توان ذیل مقوله‌ای کلی‌تر با عنوان مهارت علم‌ورزی جای داد. به بیان ســـاده‌تر می‌توان گفت یکی از اهداف مهم آموزش‌علم، پرورش دانش‌آموزان به مثابه دانشـــمندانی کوچک است. هر یک از این مهارتها به طور آشکار یا ضمنی بخشی از برنامه آموزش‌علوم تلقی می‌شود. اینک با تفصیل بیشتری به چند مورد می‌توان اشاره کرد:

مورد اول، تبیین در علم به مفهوم یافتن علت یا دلیل یک رخداد طبیعی، بخشی از محتوای علم اســـت. تبیین یک رخداد، خود یک مهارت است که می‌تواند به دانش منجر شود و از دانش متأثر شود. بخش عمده‌ای از یک کتاب مرجع آموزش فیزیک‌متوسطه یا دانشگاهی را پرسشهای مفهومی تشکیل می‌دهند که در پی یافتن علت رخدادها هستند. به عنوان مثال، اگر می‌پرسیم چرا رنگین‌کمان اتفاق می‌افتد، نیازمند توضیح علت آن، مهارت در به‌کاربســـتن دانشـــهای لازم در حوزه بازتاب و شکســـت نور است. اینکه آیا پرسشـــی را به درستی پاسخ داده‌ایم، بستگی به ساختار ضمنی فرض گرفته شده در مفهوم تبیین دارد. مطالعات علم‌شناختی در حوزه فلسفه‌علم می‌تواند برای وضوح بیشتر مفهوم تبیین و قابلیت اعمال آن راهگشا باشد. مثلاً یکی از ایراداتی که معمولاً دانش‌آموزان در توضیح پرسشها دارند این است که مثلاً به قانون مندرج در تبیین اشاره نمی‌کنند. در مدل همپل D/N قانون از اجزای اصلی یک تبیین است. حتی در حل برخی مسائل هم این ســـاختار تبیین راهگشاست؛ مثلاً مهارت به‌کاربستن قانون انبساط در ریلهای راه‌آهن. بر همین منوال، مهارت پیش‌بینی هم در علم بسیار حائز اهمیت است.

مورد دوم، مهارت حل‌مســـئله اســـت. هـــر فراگیرنده در خلال حل مســـائل (مثلاً فیزیک) ناخودآگاه با فرایندی ناقص از حل گام‌به‌گام مسئله آشنا می‌شود. تشخیص معلومات و مجهولات مسئله، یافتن فرمول مناسب، جایگذاری اعداد و محاسبات ریاضیاتی و در نهایت تفسیر پاسخها. در مسائل فیزیک می‌توان گفت گذری از فیزیک به ریاضی (در فهم مسئله و تشخیص معلومات و مجهولات، سپس فرمولها و جایگذاری) و سپس برگشت از ریاضی به فیزیک (در فرایند تفسیر نتایج) رخ می‌دهد. مهارت حل‌مســـئله در علم، قابل تعمیم به زندگی هم هســـت (البته از نظر روشی، نه موضوعی). همان‌طور که پوپر[1] (۱۹۹۹) فیلسوف‌علم در کتابی با همان عنوان می‌گوید: زندگی سراسر حل مسئله است.

مورد ســـوم، مهارت آزمایشگاهی است که بخشـــی جدایی‌ناپذیر از آموزش و یادگیری علوم اســـت. در یک نظام آموزشـــی که فارغ‌التحصیلان متوســـطه آن تنها خاطره ای که از آمپرسنج

1. Popper

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-11-23]

دارند، دایره ای باشد که در آن A نوشته شده باشد[۱]، چیزی به اسم یادگیری علم اتفاق نیفتاده اســت و کاملاً در مغایرت با اهداف استاندارد آموزش‌علوم اســت. برخی تحقیقات (اسپکتور[۲] و همکاران، ۲۰۰۲؛ مک‌کوماس، ۲۰۰۲؛ مک‌کوماس وهمکاران، ۲۰۰۲) نشان می‌دهد که آشنایی با فلسفه‌علم روی روشهای آموزش و روش انجام آزمایشها اثرگذار است.

۳. علم‌شناسی و پرورش نگرشها

نگرش از مفاهیمی اســت که شاید تعریف دقیق، واضح و متفق‌علیه دربارهٔ آن وجود نداشته باشد. به‌زعم بارمبی[۳] و همکاران (۲۰۰۸) نگرش[۴] دارای سه مؤلفه است: شناخت[۵]، عاطفه[۶] و رفتار[۷]. فردی که شناخت و باورهایی درباره موضوعی دارد احساسی نسبت به آن در او برانگیخته می‌شود و این دو مؤلفه با هم منجر به بروز رفتاری خاص از سوی فرد می‌شود. اگر دانش را از متغیرهای شــناختی تلقی کنیم، نگرش را می‌توان موضوعی روان‌شــناختی تلقی کرد. آزبورن و همکاران، ضمن تأکید بر پیچیدگی مفهوم نگرش و تکثر عناصر سازنده آن و نیز بر رابطه میان نگرش، قصد و رفتار، اساساً علاقه را صورتی از نگرش تلقی می‌کنند (سیمون[۸]، ۲۰۱۵). به‌نظر هارلن و کوالتر (۲۰۰۴) نگرش به مفهوم آمادگی و تمایل برای انجام دادن عملی به شیوهٔ مشخص در شرایطی خاص است. بالطبع مهارت شرط‌کافی برای انجام دادن یک رفتار مطلوب نیست؛ در کنار آن باید انگیزه و اراده هم باشد که می‌تواند ریشه در نگرش فرد داشته باشد.

هارلن (۱۹۹۲) از چهار نگرش مرتــبط با یادگیری علــوم نام می‌برد که در دو گروه آنها را دسته‌بندی کرده است: نگرش کلی درباره خود شخص در مورد کار مدرسه(شامل نگرش نسبت به مدرســه و نســبت به خود به عنوان فراگیر) و نگرشهای‌علمی(شــامل نگرش نسبت به علم به عنوان موضوعی مهم و نگرش به اجســام و وقایع در محیط اطراف). به نظر می‌رســد هارلن (۱۹۹۲)، دقت و وضوح کافی در تمایزگذاری در زمینهٔ نگرش علمی و نگرش دربارهٔ علم نداشته و در تقســیم‌بندی وی نگرش نســبت به علم زیرمجموعه نگرش علمی قرار داده شده است، اما در ویرایش چهارم کتابش، هارلن همراه با کوالتر، تمایز میان دو مؤلفه اصلی نگرش‌علمی یعنی نگرش نسبت به علم و نگرش به اجسام و وقایع در محیط اطراف را با اهمیت تلقی می‌کند (هارلن و کوالتر، ۲۰۰۴).

---

۱. در کتابهای فیزیک، آمپرسنج را با دایره‌ای نشان می‌دهند که در داخل آن A نوشته شده است.

2. Spector
3. Barmby
4. Attitude
5. Cognition
6. Affect
7. Behavior
8. Simon

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-11-23]

منظور از نگرش درباب علم می‌تواند احساسات، باورها و ارزشها درباره یک موضوع باشد که می‌تواند فعالیت علمی، علوم مدرسه[1]، اثر علم بر جامعه یا خود دانشمندان را شامل شود (آزبورن و همکاران، ۲۰۰۳). شایان ذکر است که نگرش علمی که هارلن اشاره می‌کند با نگرش‌علمی آزبورن و همکارانش متفاوت است. از نظر آزبورن و همکاران (۲۰۰۳)، نگرش علمی ترکیبی پیچیده از اشتیاق وافر به دانستن و فهمیدن، رویکرد پرسشگرانه به همه گزاره‌ها، جستجوگری برای داده‌ها و مفهوم آنها، درپی درست‌آزمایی بودن، اهمیت‌دادن به منطق، در نظر داشتن مقدمات و نتایج و ... است. اینها ویژگیهایی هستند که می‌توان گفت اندیشه علمی را توصیف می‌کنند. تأکید هارلن (۱۹۹۲) بر نگرشها در زمینهٔ علم، آن نگرشهایی هستند که پشتیبان فعالیت علمی هستند، از جمله کنجکاوی، ارزش‌گذاشتن به شواهد و دلایل، آمادگی برای تغییر ایده‌ها و بازنگری نقادانه.

به طورکلی، نگرش علمی و نگرش درباره علم دو جزء اساسی فرایند آموزش‌علوم هستند. نکته حائز اهمیت در این میان این است که نگرش دربارهٔ علم با نگرش‌علمی تفاوت دارد. نگرش‌علمی دربردارنده جهان‌بینی ناشی از علم است که درباره جهان پیرامون و از همه مهم‌تر هستی و کائنات به طور عام برای فرد ایجاد می‌شود و از تفسیر یافته‌های‌علمی برآمده است. اما نگرش درباره علم به مفهوم دیدگاهی است که درباره خود علم شکل می‌گیرد. اینکه حدود و ثغور علم چیست؟ جایگاه و شأن علم در میان سایر معرفتها چگونه است؟ دامنه کاربرد علم تا کجاست؟ آیا همه پرسشها را با علم می‌توان پاسخ داد؟ موضوع مطالعه علم چیست؟ آیا جهان فراتر از طبیعت است؟ آیا همه کائنات طبیعت است؟ نسبت میان علم و متافیزیک چگونه است؟ معرفت‌علمی چه جایگاهی دارد؟ آیا علم عینیت مطلق است؟ و بسیاری پرسشهای دیگر. پاسخ این پرسشها هستهٔ اصلی نگرش دربارهٔ علم را شکل می‌دهند.

مثلاً، نگرشی که دربارهٔ علم در مقطعی از زمان شکل گرفت و نام ساینتیسم (علم‌گرایی و علم‌پرستی) بر آن نهاده شد، نگرشی است که در آن جایگاه و نقشی ممتاز برای علم و شأن آن قائل است. دیدگاهی که بنابه آن علم می‌تواند مرجع نهایی باشد و پاسخ همه پرسشها را بدهد. اما مطالعات حوزه فلسفه‌علم نشان داد که آن عینیت، وثاقت و قداستی که برای علم در یک دوره قائل بوده‌اند، اساساً نقش‌برآب است. فایرابند[2] به عنوان یک فیلسوف علم، اساساً دغدغه‌اش این بود که چگونه از جامعه در برابرعلم باید دفاع کرد (چالمرز[3]، ۱۹۹۹). این علم که در دوره‌ای خاص رهایی‌بخش بوده اینک خود همان جای مقدس کلیسا نشسته است. به‌زعم فایرابند،

1. School science
2. Paul Feyerabend
3. Chalmers

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-11-23]

در علم آنچنان که ادعا می‌شود یک روش مشخص و ممتاز وجود ندارد. آموزه‌هایی برآمده از این رویکردهـــای انتقادی درباره علم، در قالب مؤلفه‌هایـــی از ماهیت‌علم (مثلاً نفی وجود یک روش منحصر به فرد برای علم) در استانداردهای آموزش‌علوم آمده‌اند.

همچنین بســـیاری از نگرشها درباره هستی و کائنات و منشأ آنچه در برخی کتابها از جمله کتابهای هاوکینگ آمده‌اند تفســـیرهایی اســـت که خود بر برخی آموزه‌های علمی دارد و اساساً بخشی از آنها علمی نیســـت. مثلاً نظریه M که در حوزه ذرات بنیادی و نظریه ریسمانها مطرح می‌شـــود جوابهای بســـیار زیادی دارد که یکی از این جوابها مربوط به این جهان است (گلشنی، ۱۳۹۸). طـــرح نظریـــه چندجهانی برای گریز از خداباوری یک تصمیم علمی نیســـت بلکه یک انتخاب ناشـــی از باور به فلسفه‌ای خاص اســـت. این برداشت هاوکینگ که جهان نیازمند خالق نیست، مشـــخصاً از علم برنمی‌آید. در اینجا بازشناسی علم از شبه‌علم بسیار حائز اهمیت است؛ از این‌رو داشـــتن نگرش صحیح درباره علم از یک طرف و نیز هســـتی و کائنات از طرف دیگر، از ضروریات داشتن یک شبکه باور چندوجهی، منسجم و قابل اتکا است.

■ به‌کارگیری علم‌شناسی در آموزش علوم: ارائه چارچوب نظری

اینک با توجه به مطالعات علم‌شناسی و استلزامات برنامه آموزش‌علوم، در پی تدوین یک چارچوب نظری، نکاتی اساسی ارائه می‌شود:

نخست، دربارهٔ نسبت میان علم‌شناسی و آموزش‌علوم، باید توجه داشت که تحقق‌پذیری اهداف آموزش‌علوم بدون بهره‌گیری از علم‌شناســـی ممکن نیســـت؛ زیرا شناخت علم، مهارت علم‌ورزی (شامل برخی مهارتها از جمله مهارتهای فرایندی و مهارتهای ذهنی) و دانشمندگونه عمل کردن و نیز نگرشـــهای به دور از کج‌فهمی در باب علم، بخشی جدایی‌ناپذیر از برنامه آموزش‌علوم است و تحقق‌یافتن آنها از اهداف مهم آموزش‌علم تلقی می‌شـــود، به سبب اینکه اگر علوم را مشتمل بر فرمالیسم، مفاهیم، آزمایشگاه و حل‌مسئله تلقی کنیم در هر یک از این مؤلفه‌ها مهارتهایی نهفته است که اساساً جدایی‌ناپذیر از علم‌اند. مهارتهای آزمایشگاهی بدون مهارتهای فرایندی بی‌معناست و اساســـاً قابل‌تفکیک از هم نیستند. مهارت حل‌مسئله بخشی جدایی‌ناپذیر از آموزش‌علوم است و درک بهتر مفاهیم علم نیازمند درک تحولات مفهومی و تاریخی آن مفاهیم است که در تاریخ‌علم می‌تواند تحقق یابد. از همه مهم‌تر مهارت تبیین‌گری، پیش‌بینی، مدل‌ســـازی و ... همه از اجزای اساســـی درک‌علمی و مهارت علم‌ورزی است که در فلســـفه علم به توصیف درآمده‌اند. همچنین شـــکل‌گیری نگرشهای ناشی از علم درباره جهان و هســـتی و نیز درباره پرسشهای بنیادین بشر اهمیت بسیار دارد. مبنای این نگرش، دانشی است که دربارهٔ علم شکل گرفته است. نگرش دربارهٔ علم، نگرش درباره چیســـتی علم و حدود و ثغور آن اســـت. علم مســـتعد ایجاد نگرشهایی درباره

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-11-23]

هســـتی، جهان پیرامون و حتی در باب خود علم اســـت که این نگرشها اگرچه ممکن است نشأت گرفته از علم باشـــند، اما اساساً خود علمی نیستند و بسیاری از آنها تفسیرهای ذهنی، متافیزیکی و به طور کلی فراعلمی‌اند. در فرایند آموزش‌علوم بسیار حائز اهمیت است که فراگیرندگان در هر ســـطحی به این نگرش دست یابند که چه چیزی علم، شـــبه‌علم، یا غیرعلم است. به تعبیر دیگر برای فراگیرنده ضرورت دارد که حدود و ثغور علم را بشناسند و نگرشی صحیح درباره علم برای وی ایجاد شود. از این رو، وظیفه آموزشگر علوم است که هم خود بر علم‌شناسی واقف باشد و هم به پرورش آن در فراگیرندگان بپردازد.

دوم، با توجه به اینکه هدف‌گذاری، بخش اساســـی یک برنامه‌درســـی اســـت، وزن و جایگاه علم‌شناسی در برنامه آموزش‌علوم ارتباطی تنگاتنگ با اهداف آموزش‌علوم دارد که آن هم بسته به نظامهای‌آموزشی، فلسفه تعلیم‌و تربیت حاکم و نیز ارزشهای پذیرفته شده می‌تواند متفاوت باشد، اگر هدف آموزش‌علوم در یک نظام آموزشی، علم برای همه شهروندان باشد. در این راستا داشتن مهارت علم‌ورزی و دیگر مهارتهای مرتبط با علم، جایگاهی ویژه می‌یابد. به عنوان مثال، داشـــتن مهارت تبیین‌علمی، به مفهوم یافتن علت، ریشه یا دلیل یک رخداد، برای همه افراد در هر صنفی حائز اهمیت اســـت که در مفهوم عمومی‌تر «تشـــخیص» هم نمایان می‌شود. تشخیص به عنوان یک مهارت برای پزشک، تعمیرکار ماشین، مدیر شرکت، کارخانه، مدرسه، سرپرست خانواده و به طورکلی هر شـــهروند امری ضروری و مهم تلقی می‌شود و جزء جدایی‌ناپذیر کار آنها است. از این رو «علم برای همگان» مســـتلزم این است که پرورش مهارت علم‌ورزی در برنامه آموزشی بیشتر مورد توجه قرار گیرد. همچنین در حوزه به‌کارگیری علم و دین در آموزش، در نظامهای آموزشی که دغدغه سازگاری علم و دین را دارند، تعیین حدود و ثغور علم اهمیتی ویژه می‌یابد. اگر بر این باور باشیم که علم همه سؤالات را می‌تواند پاسخ دهد، آنگاه در دام نوعی از رویکرد طبیعت‌گرایانه به هستی یا نوعی پوزیتیویسم مبتنی بر بی‌معنا‌انگاری سؤالات (علی‌الاصول) بی‌پاسخ علم خواهیم افتاد. بنابراین با این تلقی درباره علم، جا باز کردن برای دین در نظام آموزشی دشوار است. از این رو، توجه به علم و دین در آموزش، مستلزم دیدگاهی دربارهٔ علم است که از شناخت علم برمی‌آید. یکی از مؤلفه‌های یاری‌گر در این زمینه که در حوزه ماهیت‌علم بر آن توافق نسبی وجود دارد این است که «علم پاسخگوی همه سؤالات نیست».

ســـوم، در حوزه مطالعات علم‌شناختی، به سبب تنوع و تعدد مکاتب علم‌شناسی، اتفاق‌نظر در حـــوزه نظرورزی درباره علم وجود ندارد. این در حالی اســـت کـــه اتفاق‌نظر در حوزه عمل حائز اهمیت اســـت. تاریخ و فلســـفه علم عمدتاً در قالب برخی مؤلفه‌هـــا و آموزه‌ها بر آموزش علوم اثرگذار بوده اســـت و نه در قالب یک مکتب منســـجم خاص. آموزه‌هایی که جامعه‌علمی متشـــکل از متخصصان آموزش‌علوم، فلاســـفه‌علم و دیگر متخصصان حوزه ماهیت‌علم تلاش

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-11-23]

می‌کنند فهرستی توافقی از آنها ارائه دهند. به بیان‌دیگر، این جامعه‌علمی است که تعیین می‌کند علم چه ویژگیها و مؤلفه‌هایی دارد که البته آن هم ثابت نیست و موضوعی سیال است. فهرستهای متعددی از این مؤلفه‌ها ارائه شده‌اند، که با وجود اشتراکات، تفاوتهایی هم دارند. این خود نشانگر عدم‌توافق بر سر این فهرستهاست که میان متخصصان آموزش‌علوم وجود دارد. تصمیم‌گیری جامعه‌علمی خود وابسته به پژوهشهای حوزه علم‌شناسی و البته ارزشهای حاکم بر ذهن اعضاست. به عنوان مثال، ویژگی بارز فهرست پیشنهادی لدرمن و همکاران(۲۰۰۲) دسترس‌پذیری آنها برای دانش‌آموزان، توافق مورخان و فیلسوفان بر سر آنها و مفید دانستن آنها برای دانش‌آموزان به منزلهٔ شهروندان آینده عنوان شده است.

چهارم، باید در نظر داشت که دانش‌آموز در یک نظام‌آموزشی، محور اصلی تمام برنامه‌هاست و با محتوای آموزشی، معلم، فضای‌آموزشی و نظام ارزشیابی به مثابه اجزای یک برنامه‌درسی سروکار دارد. تاریخ و فلسفه علم در کلاس‌درس می‌تواند، از دو مسیر مهم، یعنی معلم و نیز کتابها و منابع آموزشی(محتوا)، بر دانش‌آموز اثرگذار باشد.گنجاندن علم‌شناسی در تعامل معلم ـ دانش‌آموز و در منابع درسی و آموزشی می‌تواند به‌صورت مستقیم/ صریح یا غیرمستقیم/ ضمنی باشد. در این راستا ارزشیابی می‌تواند نقشی تعیین‌کننده در تحقق به‌کارگیری علم‌شناسی در آموزش‌علوم ایفا کند، زیرا در عین‌حال که سنجش و میزان تحقق‌بخشیدن به اهداف را فراهم می‌کند، انتظارات از فرایند آموزشی و مسیر دستیابی به اهداف را هم در عمل تعیین می‌کند. درضمن باید توجه داشت که از نظر سطوح یادگیری دستیابی دانش‌آموز به شایستگی و صلاحیت لازم در حوزه آموزش‌علوم مستلزم دستیابی به هر سه مؤلفه دانش، مهارت و نگرش است که در مقام عمل از همدیگر تفکیک‌ناپذیرند[۱]؛ با این وصف، هر یک از این سطوح سه‌گانه در بخشهای گوناگون نظام‌آموزشی و برنامه‌درسی جایگاه و وزن خاص خود را دارند و بی‌توجهی به این وزن‌دهی می‌تواند منشأ مشکلاتی در حوزه آموزش باشد.

■ بحث و نتیجه‌گیری ■

از حیث نظری ترسیم چارچوبی برای به‌کارگیری تاریخ و فلسفه علم در آموزش‌علوم، مستلزم تدوین آموزه‌هایی برآمده از علم‌شناسی است که دانش و نگرش دربارهٔ علم و نیز مرزبندیهای جهان‌نگری علمی را برای فراگیران شکل می‌دهد و در عین‌حال می‌تواند اصول راهنمای عمل در فرایند یادگیری علوم باشد. در حوزه مهارتها فراگیر نیاز به تصویری از علم دارد که از آن برای پیشبرد کار خود بهره بگیرد. اثرگذاری این دیدگاههای علم‌شناختی به سبب تنوع و تکثر در دیدگاهها و مکاتب این حوزه، در قالب

۱. از این رو از اصطلاح شایستگی(competency) استفاده می‌شود.

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-11-23]

آموزه‌هایی است که انتخاب و پذیرش آنها دربارۀ علم، خود مبتنی بر تصمیم‌گیری جامعه علمی متشکل از متخصصان آموزش‌علوم، دانشـــمندان‌علوم، فیلسوفان و مورخان علم، برنامه‌ریزان و ... است. گزینش و پذیرش این آموزه‌ها نیز وابسته به پژوهشها در حوزه‌های مرتبط است؛ از این رو همواره نیاز به بازبینی دارند. این آموزه‌ها در ســـه حیطه دانش، مهارت و نگرش می‌توانند نقشـــی را ایفا کنند که دستیابی به شایســـتگی آن حوزه را شـــکل می دهند. اگرچه اهدافی که برای آموزش‌علوم در نظر گرفته می‌شود بر میزان اهتمام به علم‌شناســـی و دادن نقش به تاریخ و فلسفه علم در آموزش اثرگذار است، با این وصف هر هدفی که برای آموزش‌علوم داشـــته باشیم، چه تربیت دانش‌آموزان برای دانشمند یا مهندس شدن و چه علم برای همگان در جهت تربیت شـــهروندان مطلوب، به نظر می‌رســـد در هیچ حالتی نمی‌توان از علم‌شناســـی غافل شد، زیرا علم‌شناســـی بخش جدایی‌ناپذیر از آموزش‌علوم استاندارد است و این دو (علم‌شناســـی و آموزش‌علوم) جداشدنی از همدیگر نیســـتند. از منظر دیگر، در یک برنامه آموزش‌علوم استاندارد، دانش‌آموز ناگزیر از حل‌مسئله، درک مفاهیم، انجام دادن آزمایش، توضیح پدیده‌ها، برقراری ارتباط دانش خود با طبیعت و جهان پیرامون و به‌کاربستن آن است. تلاش در این راستا، به شکل‌گیری تصویری از علم، نگرشی با منشأ علمی درباره جهان و مهارتهای علم‌ورزی منجر خواهد شد. به بیان دیگر ناگزیر تصویری از علم (هرچند نامنســـجم و غیردقیق) برای دانش‌آموز و یادگیرنده علوم‌تجربی شـــکل می‌گیرد، اگرچه در نظام آموزشی به صورت مستقیم وارد نشده باشد. پس بهتر است برای رفع کج‌فهمیها درباره علم، علم‌شناســـی هم در برنامه آموزش علوم‌تجربی (شامل فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و ...) وارد شـــود. از این رو پیشـــنهاد می‌شـــود در عین‌حال که به صورت ضمنی و غیرمستقیم، به آموزه‌های علم‌شناســـی در محتوای‌آموزشـــی توجه شود، آشنایی با تاریخ و فلســـفه علم، چه به صورت یک کتاب مستقل، یا فصلهایی از کتاب درسی، به زبانی ساده در دروس دبیرستان گنجانده شود. شایان ذکر است که پیش‌نیاز این کار، تدوین و تألیف کتابهایی مناسب در سطح متوسطه، در زمینه علم‌شناسی یا مبتنی بـــر آن و از همه مهم‌تر آموزش معلمان در زمان دانشـــجویی(دوره پیش از خدمت) یا در زمان معلمی(به صورت ضمن‌خدمت) اســـت، زیرا بیم آن می‌رود که در نبود معلمان کارآزموده و آشنا با چیستی‌علم، آموزش علم‌شناسی، در بهترین حالت در همان سطح دانشی باقی بماند.

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-11-23]

منابع

REFERENCES

ابراهیمی‌تیرتاش، فهیمه و شـــیخ‌رضایی، حسین. (۱۳۹۶). نقد و بررسی مؤلفه‌های ماهیت علم در آموزش‌علم. *روش‌شناسی علوم‌انسانی*، ۲۳(۹۳)، ۱۳۵-۱۶۰.

دبیرخانه شـــورای عالی آموزش و پرورش. (۱۳۹۱). *برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران*، مصوبه اسفند ۱۳۹۱. تهران: شورای عالی آموزش و پرورش با همکاری سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.

گلشـــنی، مهدی. (۱۳۹۸). *خداباوری و دانشـــمندان معاصر غربی: چالشـــها و تبیین‌ها*، چاپ چهارم. تهران: انتشارات کانون اندیشه جوان.

ملکی، حسن. (۱۳۹۴). *مقدمات برنامه‌ریزی‌درسی*، چاپ دهم. تهران: انتشارات سمت.

موسی‌پور، نعمت‌الله. (۱۳۹۵). *مبانی برنامه‌ریزی آموزش متوسطه*، چاپ‌پنجم. مشهد: به‌نشر (انتشارات آستان قدس رضوی) و انتشارات دانشگاه شهیدباهنر(کرمان).

American Association for the Advancement of Science. (1990). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.

Barmby, P., Kind, P. M., & Jones, K. (2008). Examining changing attitudes in secondary school science. *International Journal of Science Education, 3*0(8), 1075-1093.

Bybee, R. W. (2006). Scientific inquiry and science teaching. In L. B. Flick, & N. G. Lederman (Eds.)*, Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education* (pp.1-14). Springer.

Chalmers, A. F. (1999). *What is this thing called science?* (3rd ed.) Hackett Publishing Company, Inc.

Duschl, R. A. (2006). Relating history of science to learning and teaching science: Using and Abusing. In L. B. Flick, & N. G., Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education* (pp. 319-330). Springer.

Flick, & Lederman, N.G. (Eds.). (2006). *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education*. Springer.

Good, R. (2012). Why the study of pseudoscience should be included in nature of science studies?. In M. S. Khine (Ed.), *Advances in nature of science research: Concepts and methodologies* (pp. 97-106). Springer.

Harlen, W. (1992). *The teaching of science.* David Fulton Publishers.

_____ . (2000).*Teaching, learning, and assessing science 5-12*. Paul Chapman Publishing Ltd.

Harlen, W., & Qualter, A. (2004). *The teaching of science in primary schools* (4th ed.). David Fulton Publishers.

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

Jenkins, E. W. (Ed.). (1997). *Innovations in science and technology education* (Vol.VI). Paris: UNESCO Publishing.

Kuhn, T. S. (1962). *The structure of scientific revolutions.* Chicago: University of Chicago Press.

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-11-23]

Latour, B. (1987). *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (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*(6), 497-521.

Matthews, M. R. (2012). Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). In M. S. Khine (Ed.), *Advances in nature of science research: Concepts and methodologies* (pp. 3-26). Springer.

_____. (2018). New perspectives in history, philosophy and science teaching: An introduction. In M. R. Matthews (Ed.), *History, philosophy and science teaching: New perspectives* (pp. ix-xxv). Springer.

McComas, W. F. (2002). A thematic introduction to the nature of science: The rationale and content of a course for science educators. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 211-222). Kluwer Academic Publishers.

McComas, W. F., Clough, M. P., & Almazroa, H. (2002).The role and character of the nature of science in science Education. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 3-39). Kluwer Academic Publishers.

McComas, W. F., & Olson, J. K. (2002). The nature of science in international science education standards documents. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 41-52). Kluwer Academic Publishers.

Miller, J. D. (2004). Public understanding of and attitudes toward scientific research: What we know and what we need to know. *Public Understanding of Science, 13*(3), 273-294.

National Research Council (NRC). (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academies Press.

Nola, R., & Irzik, G. (2005). *Philosophy, science, education and culture*. Springer.

Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education, 25*(9),1049-1079.

Popper, K. R. (1999). *All life is problem solving*. Routledge.

Sensevy, G., & Tiberghien, A. (2015). Action and science learning. In R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of science education* (Vol. 1 pp. 10-12). Springer.

Simon, S. (2015). Attitudes to science and to learning science. In R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of science education* (pp. 1-6). Springer.

Spector, B., Strong, P., & La Porta, T. (2002). Teaching the nature of science as an element of science, technology and society. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 267-276). Kluwer Academic Publishers.

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-11-23]