



توماج ایری، موسی؛ نیک سرشت، ایرج (۱۳۹۶). موانع معرفت‌شناختی نزد گاستون باشلار و پیامدهای تربیتی آن در آموزش علم
پژوهش‌نامه میانی تعلیم و تربیت، ۷(۲)، ۲۴-۵.
DOI: 10.22067/fedu.v7i2.69172

موانع معرفت‌شناختی نزد گاستون باشلار و پیامدهای تربیتی آن در آموزش علم

موسی توماج ایری^۱، ایرج نیک‌سرشت^۲

تاریخ دریافت: ۹۶/۹/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۲۴

چکیده

هدف اصلی این پژوهش بررسی مشکلات معرفت‌شناختی یادگیری مفاهیم علوم تجربی توسط دانش‌آموزان می‌باشد. برای این منظور از مفهوم موانع معرفت‌شناختی و روش روانکاوی معرفت‌عینی موردنظر گاستون باشلار بهره گرفته شد. روش روانکاوی معرفت‌عینی دارای سه وجه عمده روانکاوانه، معرفت‌شناختی و تاریخی است. روانکاوی معرفت‌عینی، با لحاظ این وجوه، به بررسی عوامل و موانعی که سد راه پیشرفت و توسعه علم شده‌اند، می‌پردازد. موانع معرفت‌شناختی علاوه بر نقش تعیین‌کننده‌ای که در پژوهش‌های علمی دارند، دارای پیامدهای تربیتی مهمی نیز در زمینه آموزش علوم تجربی هستند. در این نوشتار ضمن اشاره به دلالت‌های تربیتی عمده موانع معرفت‌شناختی در آموزش علوم تجربی، رویکردی جدید به آموزش علوم پیشنهاد شد. در رویکرد پیشنهادی بر استفاده از خطاهای معرفت‌شناختی دانش‌آموزان در جهت شناسایی و رفع موانع یادگیری تأکید شد. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که به‌کارگیری پیامدهای موانع معرفت‌شناختی در آموزش علوم می‌تواند با شناسایی و رفع موانع یادگیری، از جوانب مختلف به ارتقا کیفیت آموزش علوم تجربی یاری رساند.

واژه‌های کلیدی: باشلار، موانع معرفت‌شناختی، آموزش علوم تجربی، آموزش علم، روانکاوی معرفت‌عینی، موانع یادگیری

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد فلسفه علم، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (نویسنده مسئول)، mtoumajiri@gmail.com

۲. استادیار پژوهشکده تاریخ علم، دانشگاه تهران، nikseresht@ut.ac.ir

مقدمه

بخشی از نظام تعلیم و تربیت به آموزش علوم تجربی اختصاص دارد و دستیابی به کیفیت بالا در یادگیری علوم تجربی توسط دانش‌آموزان و دانشجویان، یکی از هدف‌های اصلی همه نظام‌های آموزشی است. یافته‌های حاصل از پژوهش‌های علمی پس از عبور از مراحل مختلف سنجش نظری و آزمون تجربی در صورت تأیید توسط جامعه علمی، به مرور به صورت بخشی از علم متعارف^۱ درآمده و وارد کتاب‌های درسی مقاطع مختلف تحصیلی می‌شود. آموزش این علوم و فهم و یادگیری مباحث علمی مندرج در کتب درسی توسط متعلمان همواره با چالش‌های مختلفی همراه بوده است. مسئله اصلی این پژوهش بررسی مشکلات معرفت‌شناختی یادگیری مفاهیم علمی توسط دانش‌آموزان است. مشکلاتی که عمدتاً از تعارض میان دانش و باورهای قبلی ناشی از شرایط فرهنگی-اجتماعی دانش‌آموزان با مفاهیم علمی ناشی می‌شود. این نوع چالش‌های یادگیری مفاهیم علمی از وجوه و رویکردهای مختلفی قابل بررسی و آسیب‌شناسی است. به‌طور کلی با سه رویکرد عمده پژوهشی روان‌شناختی، جامعه‌شناختی و فرهنگی-اجتماعی به مسائل مرتبط با آموزش و یادگیری علوم تجربی پرداخته شده است. در دیدگاه روان‌شناختی که توسط افرادی چون پیاز، برونر و آزیوبل انجام شده، بیشتر بر جنبه فردی یادگیری تمرکز شده است. رویکرد جامعه‌شناختی به بافت‌مندی یادگیری در محیط اجتماعی می‌پردازد و سعی دارد عوامل مؤثر اجتماعی دخیل در یادگیری را شناسایی کند. دیدگاه‌هایی از قبیل ساخت و سازه‌گرایی اجتماعی از جمله این رویکردهای جامعه‌شناختی هستند. (Niknam, Mehrmohammadi, Fazeli, & Fardanesh, 2012, P. 9). رویکرد فرهنگی-اجتماعی به طور عمده باورها و اعتقادهای ناشی از تمایزات قومی و فرهنگی را مدنظر قرار می‌دهد. از نظر کوبرن در این نگرش تمرکز بر باورهای غیرمنطقی و ناموجهی است که کودک از محیط خانواده و اعتقادات عرفی محیط فرهنگی-اجتماعی خود اخذ می‌کند و به مرور در او به شکل «طبیعت ثانویه» درآمده و برای یادگیری حقایق علمی ناسازگار با این باورها از خود مقاومت نشان می‌دهد. (Niknam, Mehrmohammadi & Fazeli, 2011, P. 56). برای بررسی مشکلات یادگیری مفاهیم علوم تجربی در این پژوهش، به‌طور عام از مطالعات تاریخ و فلسفه علم در ارتباط با آموزش علوم و به‌طور خاص از رویکرد روش روانکاوی معرفت‌عینی^۲ گاستون باشلار^۳ استفاده شد که رویکردی ترکیبی است. باشلار این روش را برای بررسی موانعی که در مسیر پژوهش‌های علمی قرار داشته و منجر به انحراف و خطا در شناخت حقایق

1 . Normal Science

2 . Psychoanalysis of Objective Knowledge

3 . Gaston Bachelard

علمی می‌شوند، به کار گرفت (Bachelard, 1999, P. 63). باشلار موانع مذکور را موانع معرفت‌شناختی^۱ می‌نامد. در این پژوهش، مفهوم موانع معرفت‌شناختی باشلار به منظور بررسی مشکلات یادگیری در آموزش علوم تجربی به کار گرفته شد. موانع معرفت‌شناختی علاوه بر نقش مهمی که در توسعه و پیشرفت علم ایفا می‌کنند، دارای پیامدهای تربیتی مهمی نیز در زمینه آموزش علوم تجربی هستند. از آنجاکه این موانع با اشتباهات دانش‌آموزان آشکار می‌شوند و این اشتباهات تصادفی و گذرا نبوده بلکه مکرر و پایدارند (Brousseau, 2002, P. 77)، زمینه مناسبی را برای استفاده مثبت و سازنده از خطاها، بدفهمی‌ها و اشتباهات دانش‌آموزان در مفاهیم و مسائل علمی در جهت ارتقا کیفیت یاددهی-یادگیری فراهم می‌سازند. در این پژوهش سعی شد رئوس کلی چنین ایده‌ای ترسیم و رویکرد جدیدی در آموزش علوم بر اساس آن ارائه شود.

روش ترکیبی باشلار در مطالعه علم، ماهیت و تحولات آن، امکانی بالقوه برای یافتن راه‌حلهایی جامع‌تر برای مسائل چندوجهی یاددهی و یادگیری علوم را فراهم می‌سازد. فلسفه علم باشلار هم از لحاظ غنای نظری و ایده‌های بدیع فلسفی و وسعت گستره موضوعی و هم از لحاظ روش‌شناسی ترکیبی و هم به دلیل تسلط بالا به علوم تجربی و تجارب زیسته پداگوژیک او، زمینه مناسبی برای پژوهش در مسائل مرتبط با آموزش علم است. باشلار سال‌ها در دبیرستان به تدریس فیزیک و شیمی اشتغال داشت و به‌طور ملموس با چالش‌های مذکور مواجه بوده و بازتاب این تجارب در نظریه‌های فلسفی و تاریخی او درباره علم قابل مشاهده است.

با اینکه این پژوهش به‌طور کلی بر رویکرد و روش روانکاوی معرفت‌عینی استوار است اما از آنجاکه پس از کارهای خود باشلار این روش مورد استفاده چندانی قرار نگرفته و ضوابط روش‌شناختی دقیقی بر آن حاکم نبوده و بیشتر شیوه‌ای ترکیبی است و برای تحلیل تاریخ علم از ابعاد تاریخی، معرفت‌شناختی و روانکاوانه بهره می‌گیرد، لازم است تصریح شود که در این پژوهش به‌طور کلی از توصیف، تحلیل و استنتاج بهره گرفته شده است. بدین ترتیب که برای روشن شدن مفهوم و مصادیق موانع معرفت‌شناختی، در بخش اول مقاله توسعه رویکرد روانکاوی معرفت‌عینی توسط باشلار که منجر به شناسایی موانع معرفت‌شناختی در تاریخ علم می‌شود، به شیوه توصیفی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بخش دوم ضمن توصیف و تحلیل رویکرد باشلار در ارتباط با پژوهش‌های مرتبط در زمینه آموزش علوم، به استنتاج دو دلالت تربیتی عمده نظریه‌های باشلار در آموزش علوم تجربی پرداخته می‌شود. در بخش سوم، با استفاده از یافته‌های دو بخش

نخست و با بهره‌گیری از پژوهش‌های مرتبط، ایده جدیدی برای رفع مشکلات معرفت‌شناختی یاددهی - یادگیری مفاهیم علمی و ارتقا کیفیت آموزش علوم با عنوان «رویکرد خطا‌شناختی در آموزش علوم تجربی» پیشنهاد می‌شود.

موانع معرفت‌شناختی از دیدگاه باشلار

در آغاز دههٔ دوم قرن بیستم دو دیدگاه عمده دربارهٔ ساختار ذهن، وجود داشت. نخست، دیدگاهی که از لحاظ تاریخی به دکارت برمی‌گشت و ذهن را فارغ از زمان، مکان و شرایط فرهنگی، اجتماعی و غیره، دارای ساختاری ثابت و عملکردی یکسان می‌دانست. در مقابل این دیدگاه، نگرشی قرار می‌گرفت که برای ذهن ساختاری منعطف و تحول‌پذیر قائل بود. در این دیدگاه، ساختار ذهن، خصیصهٔ تاریخی دارد و متأثر از عوامل زمانی-مکانی اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و غیره تغییر می‌کند. باشلار که بیشتر رویکردی معرفت‌شناختی-تاریخی به مسئلهٔ ساختار ذهن داشت، نظریهٔ ذهن ایستا^۱ (ساکن) را رد کرده، به دفاع از نظریهٔ ذهن منعطف^۲ پرداخت (Chimisso, 2001, P. 166). باشلار بر این باور بود که «با قبول این معنی که شناخت تاریخی دارد، باید تصدیق کرد که ساختار ذهن، تغییر می‌یابد» (Bachelard, 1984, P. 172) و این تحول عقلانی ذهن به بهترین نحو در علم تجلی می‌یابد و خود علم به بهترین نحو در بستر تاریخ آن قابل شناسایی است (Gutting, 1987, P. 55). از این رو، تحولات ذهن را در مسیر توسعه تاریخی علم مورد بررسی قرار داد. باشلار از شواهد انسان‌شناسی در راستای توجیه و حمایت از نظریات خود استفاده می‌نمود و به همین دلیل تعبیر خاص خود را از آن شواهد داشت (Chimisso, 2008, P. 167). لوی-برول^۳، انسان‌شناس فرانسوی، بر این باور بود که ذهن مردمان ابتدایی هنوز به مرحلهٔ منطقی نرسیده، قادر به تفکر انتزاعی نبوده و ساختاری کاملاً متفاوت از ذهن انسان متمدن دارد (Cassirer, 1991, P. 246)، اما برای باشلار ویژگی اساسی ذهنیت بدوی^۴ صرفاً نادیده گرفتن قواعد منطقی از سوی این ذهنیت نبود. همچنین، باشلار در برابر ذهنیت بدوی، ذهنیت مدرن یا متمدن را قرار نمی‌دهد، بلکه ذهنیت علمی^۵ را در تقابل با آن می‌داند. ذهنیت بدوی یا غیرعلمی، از دیدگاه باشلار، ذهنیتی است که بر اساس «احساسات آنی و تأثرات اولیه، پذیرش‌ها و باورداشت‌های برخاسته از همدمی و همدلی و خیال‌بافی‌های آسان‌گیر و سهل‌انگار» عمل می‌کند (Bachelard, 1999, P. 60). ویژگی بارز این ذهنیت، عملکرد آن بر مبنای امیال و تخیلات است. امیال و

1. Static Mind

2. Plasticity of the Mind

3. Levy - Bruhl

4. Primitive Mind

5. Scientific Mind

تخیلاتی که متأثر از کهن‌الگوها و ناخودآگاه جمعی ماست و به همین دلیل همواره در وجود هر انسانی حاضر است. از دیدگاه معرفت‌شناسی تاریخی باشلار، تمایز ذهنیت بدوی از ذهنیت علمی به صورت گسستی اساسی در تاریخ علم ظاهر می‌شود و در تناظر با آن دو ذهنیت، دو مرحله تاریخی در علم به ظهور می‌رسد: پیشاعلم و علم. ذهنیت بدوی و غیرعلمی که بر اساس امیال، آرزوها، احساسات، اوهام و خیالات عمل می‌کند، «پیشاعلم» را شکل می‌دهد که کیمیاگری و فلسفه طبیعی از جمله مثال‌های آن هستند. از طرف دیگر، ذهنیت علمی با کنترل احساسات و تخیلات و با اتکا بر عقلانیت و در دیالکتیک نظریه و آزمون، «علم جدید» را می‌سازد (Bachelard, 2006, P. 159). باشلار با توجه به پتانسیلی که در روانکاوی برای تحلیل ذهنیت ابتدایی و اندیشه علمی، و همچنین امکانی که در آن برای ارائه نوعی شیوه درمانی معرفت‌شناختی می‌دید، روش «روانکاوی معرفت‌عینی» را پیشنهاد کرد. در این روش، باشلار تفسیر خاص خود را از روانکاوی، در تناسب با موضوع آن (معرفت علمی)، ارائه می‌کند. روش روانکاوی معرفت‌عینی دارای سه وجه عمده روانکاوانه، معرفت‌شناختی و تاریخی است. روانکاوی معرفت‌عینی، با لحاظ این وجوه، به بررسی عوامل و موانعی که از ذهنیت ابتدایی و پیشاعلمی ناشی شده و سد راه پیشرفت و توسعه علم گذشته‌اند، می‌پردازد. ذهن علمی و ذهن غیرعلمی (پیشاعلمی)، هر یک، ساختاری دارند. ذهن پیشاعلمی، تجارب نخستین و شهودهای اولیه را قطعی و یقینی فرض می‌کند، در صورتی که ذهن علمی با ویرانی و نابودی ذهن غیرعلمی بنیان می‌شود و تکوین می‌یابد. از این رو باشلار بر این باور است که «هدف روحیه علمی باید اصلاح ذهن به طور کامل و جامع باشد. لازمه هر پیشرفت واقعی در اندیشه علمی، چرخش و تغییر وجه نظر است. پیشرفت‌های اندیشه علمی معاصر، موجب تغییرات حتی در اصول و مبادی شناخت و معرفت شده‌اند.» (Bachelard, 2006, P. 170). از نظر باشلار، روانکاوی معرفت‌عینی با «روشن ساختن شیفتگی‌ها و فریفتگی‌هایی که استقراء را به انحراف می‌کشاند، برای پرورش ذهن علمی، سودمند است.» (Bachelard, 1999, P. 63). و پس از آسیب‌شناسی معرفتی در پی آن است که به «درمان ذهن یعنی شفا دادن آن از درد خوش‌خیالی‌ها و رها ساختنش از دام خودشیفتگی‌هایی که بداهت اولیه پدید می‌آورد و دادن اطمینان‌هایی به آن، جز اطمینان و اعتماد به نفسی که تملک و تصاحب برمی‌انگیزد و اعطای قدرت ایمانی به آن، جز ایمانی که از گرمی و سرور و وجد حاصل می‌شود و خلاصه کلام فراهم آوردن حجت‌ها و دلایلی که به مثابه شراره‌های آتش یعنی جرقه شوق و حال، نباشند.»، پردازد (Bachelard, 2006, p. 221). این‌ها نمونه‌های موانع روان‌شناختی هستند که در مقابل پژوهش علمی قرار دارند و همچنان که باشلار اشاره

می‌کند، برای شناخت مسیر و شرایط ذهنی توسعه و پیشرفت علم باید مورد واکاوی و شناسایی قرار گیرند: «در جستجوی شرایط روان‌شناختی پیشرفت‌های علم، زود به این یقین می‌رسیم که مسئله شناخت علمی را باید به صورت مسئله شناخت موانعی که بر سر راه آن معرفت هست، مطرح کرد.» (Bachelard, 2002, P. 25). بدین ترتیب، روانکاوی معرفت عینی، نوعی معرفت‌شناسی تاریخی است که با معرفت و شناختی منفی و سلبی سروکار دارد؛ زیرا کاشف خطاها و اشتباهاتی است که راه را بر معرفت علمی و عینی می‌بندند. این «معرفت‌شناسی جهل‌شناختی» نوعی آگاهی به جهل است که راه آینده شناخت را هموارتر می‌کند. در ادامه به چند نوع از این موانع معرفت‌شناختی اشاره می‌شود:

۱ - موانع تجربه نخستین: باشلار معتقد است که «در صورت‌بندی و شکل‌گیری ذهن علمی، نخستین مانع، تجربه نخستین است؛ یعنی تجربه‌ای مقدم بر نقد و مافوق نقد» (Bachelard, 2002, P. 32) و از آنجا که نقادی و سنجش عقلانی عنصر جدایی‌ناپذیر ذهن علمی است و در مورد تجربه نخستین، چون نقد به روشنی و وضوح صورت نگرفته و تجربه‌ای است که صورت علمی مجرد و پیراسته‌ای ندارد، پس به هیچ‌وجه تکیه‌گاه مطمئنی نمی‌تواند باشد. تجربه نخستین با خواست‌های ناخودآگاه درآمیخته است، در واقع «تجربه نخستین عبارت است از خودمان، خواست‌های پنهانمان و امیال ناخودآگاهمان» (Bachelard, 1999, P. 8). بنابراین، برخلاف تصور دکارت، بداهت و شهود مستقیم و بی‌واسطه اولیه، نمی‌تواند معیار شناخت باشد.

۲ - موانع معرفت عام: باشلار معتقد است که میان معرفت عام یا ادراک عرفی با معرفت علمی، گسستی عمیق وجود دارد. شعور مشترک و معرفت عمومی بر ادراکات شهودی، نیازها و غرایز و عقاید و باورهای جاافتاده فرهنگی-اجتماعی استوار است نه بر اندیشه و سنجش عقلانی. «علم، چه در نیازی که به کمال‌یابی دارد و چه در اصول و مبادی‌اش، با رأی جاری، کاملاً مخالفت می‌ورزد و اگر به طور اتفاقی در موردی خاص، رأی جاری را موجه بدانند، به دلایلی غیر از دلایل توجیه‌کننده آن رأی جاری است، به قسمی که رأی جاری، همواره به حق، تقصیر کار شناخته می‌شود.» (Bachelard, 2006, P. 220).

۳- موانع واقع‌گرایی^۲ (جوهر‌گرایی^۳): ذهن جوهر‌گرا پدیدارها را به جوهری نسبت می‌دهد که در آن موجود است و علت ظهور آن پدیدار است، به‌طور نمونه «نویسنده‌ای معروف در اواخر قرن ۱۸ می‌نویسد: خاصیت گرمادهنده گرما، دارای خاصیت گرمابخشی است.» (Bachelard, 1999, P. 162). باشلار معتقد است «واقع‌گرایی، غریزه است.» (Bachelard, 2006, P. 220). باورداشت ابتدایی واقع‌گرایانه نه تنها مورد

1. Common Sense
2. Realist
3. Substantialism

بحث و تأمل قرار نگرفته، بلکه آموخته هم نشده است. بدین ترتیب، باشلار واقع‌گرایی را تنها فلسفهٔ مادرزاد می‌داند (Bachelard, 2006) که البته این امر دلیل بر آن نیست که نعمت و موهبتی باشد.

۴- **موانع جاندارپنداری!** باشلار معتقد است که «واژهٔ زندگی، واژه‌ای سحرآمیز است. واژه‌ای قدر و قیمت یافته است. وقتی از اصل حیاتی یاد می‌کنیم، هر اصل دیگری در برابر آن رنگ می‌بازد.» (Bachelard, 2006, P. 234). به طور نمونه، «آتش» یکی از پدیدارهایی است که مانع جاندارانگاری به شیوه‌های مختلف راه را بر شناخت عینی آن در طول تاریخ بسته بود. از باور مصریان باستان گرفته که «آتش را جانوری دل‌فریب و سیری‌ناپذیر می‌دانستند که هرچه را که زاده می‌شود و می‌بالد، می‌بلعد» تا «تقدیم قربانی به آتش به مثابهٔ موجودی زنده» در آداب و رسوم قبائل و جوامع قدیم» این عقیده جاندارپنداری تداوم پیدا کرده به طوری که در کتب شیمی قرن هجدهم نیز هنوز از *خوراک آتش* صحبت می‌شود (Bachelard, 1999, PP. 168-171). و «بدین ترتیب تصورات کهن باقی می‌ماند و از دوره‌ای به دورهٔ دیگر منتقل می‌شوند و با همان صبغهٔ ساده‌دلانهٔ ابتدائی‌شان همواره در تخیلات کمابیش عالمانه، ظاهر می‌شوند.» (Bachelard, 1999, P. 171).

۵- **موانع لی‌بیدو:** از نظر باشلار، «روانکاوای کامل ناخودآگاهی علمی باید به بررسی احساساتی پردازد که کمابیش به طور مستقیم از لی‌بیدو (شهوت، زیست‌مایه) الهام پذیرفته است.» (Bachelard, 2006, P. 235). باشلار متأثر از روانشناسی یونگ، لی‌بیدو را از اجزای سازندهٔ همهٔ فعالیت‌های بدوی می‌داند. به طور نمونه، باشلار برخلاف انسان‌شناسانی که منشأ تولید آتش از راه مالش دو قطعهٔ چوب خشک به یکدیگر توسط انسان بدوی را به عوامل بیرونی مانند مشاهدهٔ حریق در جنگل از راه به هم سائیدگی و مالش شاخه‌ها نسبت می‌دهند، دقیقاً عامل درونی را سرمنشأ این کشف می‌داند. «مالش، تجربه‌ای است به شدت جنسی شده. آزمون عینی برافروختن آتش از راه مالش را تجارب کاملاً خودمانی و مألوف‌القاء کرده‌اند. به هر حال کوتاه‌ترین فاصلهٔ میان پدیدهٔ آتش و تولید مجدد آن، همین طریق است. عشق، نخستین فرضیهٔ علمی برای تولید عینی آتش است.» (Bachelard, 1999, P. 99). باشلار معتقد است که این منشأ جنسی تولید آتش در روان بشر به صورت ویژگی اساسی و خصوصیت بارز پدیدهٔ آتش درآمده و تداوم یافته است. طبیعی‌دانی در قرن هجدهم، آتش را عنصری قادر به تولیدمثل می‌داند و می‌پندارد که عنصر آتش از هاگ یا تخمه‌ای مخصوص زاده شده است (Bachelard, 1999, P. 130). باشلار این خصلت جنسی آتش را در نزد کیمیاگران نیز باز می‌یابد. در بررسی مانع لی‌بیدو، وجه دیگری که باشلار بر آن تأکید می‌کند، «ارادهٔ معطوف

1 Animism

2. Libido

به قدرت» لی‌بیدو است. کیمیاگران به آتش نرینه و آتش مادینه قائل‌اند که در این میان آتش نرینه، آتشی قدرتمند و قادر به شکافتن اجسام است (Bachelard, 1999, PP. 147-148). به این ترتیب، کیمیاگری با فرافکنی تمایلات و عقده‌های جنسی به عناصر و پدیدارها، از شناخت عینی آن‌ها محروم می‌ماند.

۶- مانع زبان: یکی از موانعی که در برابر پژوهش علمی و به‌ویژه در آموزش علم قد علم می‌کند، مانع زبان است. «زبان علم جدید» اساساً با زبان علم قدیم و زبان روزمره متفاوت است. امری که بی‌توجهی به آن، به ویژه از لحاظ تربیتی می‌تواند اغتشاشی را در ادراک دانش آموز سبب شود. از این رو، باشلار معتقد است که «زبان علم در شرف انقلاب معناشناختی دائمی است.» (Bachelard, 2006, P. 264) و متناسب با توسعه علم، متحول می‌شود. «جرم» در مکانیک کوانتومی دارای همان مفهومی نیست که در فیزیک نیوتنی دارا بود یا مفهوم «فضا» و «زمان» در نظریه نسبیت که پیوستاری درهم‌تنیده است از اساس با مفاهیم آن در زبان روزمره و ادراک عرفی متفاوت است. به همین دلیل در پژوهش علمی و آموزش علوم باید همواره در نظر داشت که «زبان علمی، اصولاً زبان نویی است و برای اینکه سخنی در جامعه علمی شنیده شود، باید زبان علم را به گونه‌ای علمی به کار برد؛ یعنی واژگان زبان مشترک و روزمره را به زبان علمی ترجمانی کرد.» (Bachelard, 2006, P. 265).

پیامدهای تربیتی موانع معرفت‌شناختی در آموزش علوم

باشلار که سال‌ها (۱۹۳۰ - ۱۹۱۹) در دبیرستان به تدریس فیزیک و شیمی اشتغال داشت، از دیدگاه یک معلم، دانشمند، مورخ، معرفت‌شناس و فیلسوف علم، در برخی آثاری که در دهه چهل میلادی منتشر کرد، به ضرورت آسیب‌شناسی آموزش علم با استفاده از رویکرد و روش «روانکاوی معرفت‌عینی» اشاره نمود (Bachelard, 2002, P. 28) تا ضمن پی بردن به مصادیق، ابعاد و مکانیسم عمل موانع معرفت‌شناختی در آموزش علوم تجربی با غلبه بر آن‌ها بتوان کیفیت یاددهی و یادگیری علوم را ارتقا بخشید. البته او اثر مستقلی را به این موضوع اختصاص نداده است و در میان مباحث مرتبط با روانکاوی معرفت‌عینی و آسیب‌شناسی ذهنیت علمی، در مواردی به نقش موانع معرفت‌شناختی در آموزش علم نیز اشاره می‌کند. اما پیشنهاد او تا چند دهه پس از آن در پژوهش‌های آموزش علوم مورد توجه قرار نگرفت.

استفاده از آثار و یافته‌های فلاسفه و مورخان علم در پژوهش‌های تربیتی مرتبط با آموزش علوم از دهه شصت میلادی آغاز شد. مریت کیمبال^۱ یکی از اولین مقالات پژوهشی در این زمینه را در سال ۱۹۶۷ منتشر کرد و اولین کتاب آموزشی مخصوص معلمان علوم در مورد روش، ساختار و ماهیت علم با استناد به

1. Merrit Kimball

نظریه‌های فیلسوفان علم، در سال ۱۹۶۹ توسط جیمز راینسون نوشته شد (Cobern, 2000, P. 219). با این حال فلسفه علم باشلار با وجود تأثیرگذاری بسیار بر فیلسوفان شاخص فرانسوی چون جورج کانگیم^۱، لویی آلتوسر^۲ و میشل فوکو^۳ در خارج از فرانسه همچنان ناشناخته باقی ماند^۴ (Gutting, 1987, P. 55) و در پژوهش‌های تربیتی نیز در سطح جهانی بسیار دیر مورد توجه واقع قرار گرفت. در خود فرانسه نیز مفهوم موانع معرفت‌شناختی، حدود چهار دهه پس از طرح آن توسط باشلار، برای اولین بار در سال ۱۹۷۶ توسط بروسو، ریاضیدان فرانسوی، در کتابی در زمینه آموزش ریاضیات به کار گرفته شد (Brousseau, 2002, P. 77). به‌طور کلی و در تحقیقات موجود در زمینه آموزش علوم نیز نظریه‌های باشلار چندان مورد توجه واقع نشده است. به‌طوری که در کتاب «راهنمای بین‌المللی تحقیقات در آموزش علوم» که با حجمی حدود ۲۵۰۰ صفحه در سال ۲۰۱۴ منتشر شد، فقط پانزده بار به‌طور گذرا به برخی مفاهیم و ایده‌های باشلار، اشاره شده است (Matthews, 2014). معدود تحقیقات انجام‌شده اخیر در مسائل تربیتی متأثر از باشلار نیز در حد اشاره صرف (Sensevy, 2008) یا استفاده از برخی از مفاهیم و مضامین باشلاری (Mortimer, 1995) بوده است. در چهار پژوهشی که به‌طور مشخص از مفهوم موانع معرفت‌شناختی باشلار استفاده شده است، در دو مورد به برخی «نهادها یا ساختارهای آموزشی به‌مثابه مانع معرفت‌شناختی» پرداخته شده (Muller-Will, 2005; Seager, 2008) و دو مورد که یکی برای بررسی شیوه ارائه مفهوم «اتم» در کتب درسی شیمی دبیرستان (Taber, 2003) و دیگری برای بررسی موانع یادگیری هندسه مقدماتی بولزانو^۵ (Waldegg, 2001) مورد استفاده قرار گرفته است. اما پژوهش حاضر ناظر بر کلیت فلسفه علم باشلار با محوریت مفهوم موانع معرفت‌شناختی است. در فلسفه و معرفت‌شناسی علم در نزد باشلار، رویکرد تاریخی دارای نقشی محوری است. در واقع معرفت‌شناسی باشلار نوعی معرفت‌شناسی تاریخی است با این تفاوت نسبت به نگرش‌های مشابه که در این رویکرد جدید به تاریخ علم، خطاهای علمی و نظریه‌های ابطال‌شده، ارزش بیشتری از لحاظ معرفت‌شناختی دارد تا نظریه‌های تأیید شده. در این بخش ضمن رجوع به موارد مذکور، دو مورد از استلزام‌ها و پیامدهای تربیتی مهم موانع معرفت‌شناختی باشلار در ارتباط با پژوهش‌های مرتبط در زمینه آموزش علم مورد بررسی قرار می‌گیرد.

1 . Georges Canguilhem

2 . Louis Althusser

3 . Michel Foucault

۴. تفلسف چندگویی، انسجام‌ناپذیر و مقوله‌گریز، نکرار ارجاعات به کتب علمی قدیمی قرون ۱۷ و ۱۸، سبک نوشتار ادیبانه و

دشواری فهم، کثرت مفهوم‌سازی و ابداع اصطلاحات جدید، از جمله دلایل کم‌اقبالی به آثار فلسفه علمی باشلار شمرده شده است.

در مقابل، نظریه ادبی او که از بررسی نقش تخیلات و احساسات در تاریخ علم به آن دست یافت، بسیار مشهورتر است.

5 . Bolzano

کارکردهای آموزشی تاریخ معرفت‌شناختی علوم

«تاریخ معرفت‌شناختی علم»^۱ را می‌توان رویکردی خاص در «تاریخ علم»^۲ به شمار آورد. برای روشن شدن مفهوم و اهمیت این نوع تاریخ‌نگاری در آموزش علوم لازم است که نگاهی به تاریخچه استفاده از تاریخ علم در آموزش علم داشته باشیم. تاریخ علم به طور مشخص با انتشار کتاب «ساختار انقلاب‌های علمی»^۳ توماس کوهن^۴ در سال ۱۹۶۲ اهمیت خاصی در پژوهش‌های فلسفه علم پیدا کرد. این کتاب با بازخوانی تاریخ علم، تصویری کاملاً متفاوت از تلقی رایج از علم ارائه کرد. اما جنبه مهم‌تر، از لحاظ بحث ما، انتقادهای تندی بود که در کتاب کوهن بر تصویر ترسیم‌شده از علم در کتاب‌های درسی آن دوران شده بود. کوهن کتاب خود را چنین آغاز می‌کند: «اگر تاریخ را چیزی فراتر از مخزنی از وقایع و ماجراها بدانیم، تحول تعیین‌کننده‌ای در تلقی‌مان از علم که امروزه محصور در آن هستیم، ایجاد خواهد کرد.» (Kuhn, 2010, P. 29). این حرف کوهن به این معناست که تا آن زمان تصور درستی از تاریخ علم و به تبع آن از «علم»، وجود نداشته است. به زعم کوهن تصور رایج از علم «حتی برای خود دانشمندان، بیشتر از طریق مطالعه دستاوردهای علمی پایان‌یافته‌ای حاصل می‌شد که در گذشته در آثار کلاسیک و اخیراً در کتاب‌های درسی ثبت و ضبط می‌شوند؛ کتاب‌هایی که هر نسل از دانشمندان شیوه عمل حرفه خود را از آن می‌آموزند.» (Kuhn, 2010). کوهن معتقد است که این تلقی حاصل از کتاب‌های درسی از علم به همان میزان احتمال دارد با جریان واقعی علم هم‌خوانی داشته باشد که تلقی حاصل از کتابچه راهنمای جهانگردی یا متن آموزشی زبان در خصوص فرهنگ ملی یک کشور می‌تواند با فرهنگ آن کشور داشته باشد (Kuhn, 2010). از این رو، کوهن در صدد است نشان دهد که کتاب‌های درسی علوم رایج، ما را به طور بنیادی گمراه کرده‌اند و سعی دارد با بررسی سوابق تاریخی پژوهش‌های علمی، تصویری واقعی‌تر از علم ارائه کند. باینکه کتاب کوهن سبب شد که تصور پوزیتیویستی غالب از علم کاملاً زیر سؤال برود اما برای اولین بار حدود شانزده سال پس از انتشار کتاب او بود که در پژوهشی جدی در آموزش علوم، به نظریه‌های کوهن پرداخته شد (Matthews, 2004, P. 79). پس از آن، حجم تحقیقات در مشاجره استفاده/عدم استفاده از تاریخ علم در آموزش علوم، سیر تصاعدی داشته و محل مناقشات بسیاری میان پژوهشگران تربیتی آموزش علم بوده است. مخالفان افزودن تاریخ علم به برنامه و کتاب‌های درسی به‌طور کلی چنین استدلال می‌کنند که تاریخ هر علمی از قبیل فیزیک، شیمی یا زیست‌شناسی در محتوای خود آن علم مستتر است و نیازی به افزودن

1. Epistemological History of Science
2. History of Science
3. The Structure of Scientific Revolutions
4. Thomas Kuhn

مطالب تاریخی نیست (Niaz, 2014, P. 1412). در مقابل حامیان استفاده از رویکرد تاریخی در آموزش علوم مزایای متعددی را برای این امر قائل هستند. متیوس فواید استفاده از تاریخ علم در برنامه درسی علوم را چنین خلاصه کرده است (Matthews, 2015, P. 107):

- ۱) تاریخ علم به درک بهتر مفاهیم و روش‌های علمی کمک می‌کند.
 - ۲) رویکرد تاریخی بین توسعه تفکر فردی و توسعه ایده‌های علمی پیوند برقرار می‌کند.
 - ۳) تاریخ علم ذاتاً ارزشمند است. دانش آموزان باید با بخش‌های مهم تاریخ علم و فرهنگ آشنایی پیدا کنند.
 - ۴) تاریخ علم برای درک ماهیت علم لازم است.
 - ۵) تاریخ علم با بررسی زندگی و زمانه دانشمندان، موضوع درسی را انسانی‌تر ساخته و با کاستن از خشکی و انتزاعی بودن دروس، بر جذابیت آن می‌افزاید.
 - ۶) تاریخ علم ارتباط بین مواد درسی مختلف و همچنین ارتباط میان رشته‌های مختلف دانشگاهی را آشکار می‌کند؛ و در نهایت تاریخ علم ماهیت درهم تنیده دستاوردهای بشری را نشان می‌دهد.
- با وجود این، بررسی‌ها از کمبود رویکرد تاریخی در آموزش علم حکایت دارد. تحلیل پنجاه و دو مطالعه‌ای که در چهار نشریه معتبر بین‌المللی در زمینه ارزیابی استفاده از تاریخ علم در کتب درسی علوم مدارس و دانشگاه‌ها (در دروس زیست‌شناسی، شیمی، فیزیک) در شانزده کشور مختلف، در یک دوره پانزده ساله (۱۹۹۶-۲۰۱۰) نشان می‌دهد که بیشتر کتاب‌های درسی فاقد چشم‌انداز تاریخی مورد نیاز برای تسهیل درک بهتر ماهیت علم و تحولات علمی هستند (Niaz, 2014, P. 1435). در ایران نیز تجارب زیسته ما در طول دوران تحصیلات و توریق کتب درسی امروزی و همچنین معدود پژوهش‌ها در این زمینه (به‌طور نمونه، Karimi, Mazidi & Mehrmohammadi, 2007) موید چنین نتیجه‌ای است.

از آنجا که تاریخ معرفت‌شناختی علوم رویکردی خاص در تاریخ علم به‌طور عام است، مزایایی که برای استفاده از تاریخ علم به‌طور کلی برشمرده شد بر آن نیز مترتب خواهد بود. اما تاریخ معرفت‌شناختی علوم دارای کارکردهای ویژه خود نیز هست که تاریخ علم فاقد آن‌هاست. با این حساب، تاریخ معرفت‌شناختی علم (تمع^۱) چیست؟ تاریخ‌نگاری علم به شیوه‌های مختلفی ممکن است انجام شود. این شیوه‌ها بر اساس رویکرد یا منظری که مورخ اتخاذ می‌کند از یکدیگر متمایز می‌شوند. تاریخ‌نگاری باشلار بر مبنایی معرفت‌شناختی استوار است که ممکن است با هر کدام از رویکردهای رایج (از قبیل تاریخ‌نگاری درون‌گرایانه، برون‌گرایانه، این‌زمانی یا پس‌زمانی علم) همپوشانی‌هایی داشته باشد. باشلار در پی آن است

۱. از این پس «تمع» را به عنوان مخفف «تاریخ معرفت‌شناختی علم» به کار می‌بریم.

که ارزش معرفتی نظریه‌های علمی گذشته را مورد ارزیابی قرار دهد. بدیهی است که برای ارزیابی معرفت‌شناختی علم قدیم نیاز به معیاری است، این معیار در نزد باشلار علم امروزی است. همچنین برای بررسی معرفتی ذهن‌ها، باشلار نوعی از روانکاوی را به کار می‌گیرد که آن را «روانکاوی معرفت‌عینی» می‌نامد. این روانکاوی معرفت‌شناختی هم جنبه آسیب‌شناختی و هم جنبه درمانی دارد. باشلار با این رویکرد و ابزار درصدد علت بروز خطاهای معرفت‌شناختی ذهن در بستر تاریخ علم با عیار علم معاصر است. «تاریخ معرفت‌شناختی علم» محصول یافته‌های این نوع تاریخ‌نگاری است. باشلار در دفاع از این نوع تاریخ‌نگاری پس‌زمانی یا امروز‌محور، معتقد است که مفهوم پیشرفت در تاریخ به‌طور عام، با مفهوم پیشرفت در علم متفاوت است. از نظر باشلار پیشرفت در زمینه اندیشه علمی ثابت‌شده و ثابت‌شدنی است (Bachelard, 2006, P. 270). باشلار معتقد است با اینکه شناخت گذشته، چراغ راه آینده علم است اما می‌توان گفت که «بعضی مواقع، زمان حال است که بر گذشته پرتو می‌افکند» (Bachelard, 2006, P. 276) و به همین دلیل تمع، تاریخی است که در پرتو حقایقی که علم معاصر هر چه بیشتر به آن‌ها روشنی و نظم بخشیده است، سیر پیشرفت حقیقت در گذشته را نمایان می‌سازد. تمع همواره در تعاملی علت و معلولی با آخرین یافته‌های علم روز است و همواره باید متناسب با آخرین دستاوردهای علمی مورد بازنویسی قرار گیرد. همین اجبار روشنگری تمع در پرتو علمی پیوسته در حال تحول و توسعه است که آن را به آموزه‌ای همواره جوان، زنده و پویا تبدیل می‌کند (Bachelard, 2006, P. 278). آموزه‌ای که کاربست آن در عرصه آموزش علوم نیز می‌تواند این پویایی و جوانی را به آن منتقل کرده و کیفیت، عمق و خلاقیت آموزش و یادگیری را ارتقا بخشد.

متون درسی مرسوم عموماً فاقد این نوع نگرش تاریخی است. حتی معدود اشارات تاریخی در کتب علوم ناظر به وجه ایجابی علم و نظریه‌های تأیید شده است. در صورتی که آشنایی با نظریه‌های ابطال‌شده و تحلیل موانع معرفت‌شناختی که مسبب این خطاها و اشتباهات بوده‌اند، می‌تواند در تسهیل و ارتقا کیفیت یادگیری مفاهیم علوم و توسعه ذهنیت علمی دانش‌آموزان نقشی اساسی داشته باشد. بنابراین، این رویکرد تاریخی به خطاها در علم، حداقل از دو لحاظ دلالت‌ها و پیامدهای تربیتی تعیین‌کننده‌ای را در آموزش علوم در بر دارد. اول، اینکه بررسی آراء و نظریه‌های اشتباه و ابطال‌شده و تحلیل موانع معرفت‌شناختی که منجر به خطا شده‌اند، ذهن دانش‌آموز و دانشجو را در جهت جهش از ذهنیت عام و بدوی برای تکوین ذهنیت علمی یاری می‌کند. دوم، به یاری معلم، متعلم را بر فهم علل و شیوه بروز خطاهای خود برمی‌انگیزد. در آموزش رایج علوم، جای این نوع آسیب‌شناسی معرفت‌شناختی مبتنی بر تاریخ علوم، خالی است و پرداختن به آن می‌تواند فرایند یادگیری و آموزش را از لحاظ کیفی ارتقا دهد. در بخش پایانی ایده‌ای جدید برای کاربرد تمع در آموزش علوم پیشنهاد خواهد شد.

اهمیت آموزشی موانع معرفت‌شناختی

باشلار در کتاب «شکل‌گیری ذهنیت علمی»^۱، علاوه بر مطالعه نقش موانع معرفت‌شناختی در راستای رشد و توسعه تاریخی اندیشه علمی، برخی پیامدهای آن در حیطه آموزش علوم را متذکر شده و آن‌ها را «مانع تربیتی»^۲ می‌نامد (Bachelard, 2006, P. 223). او از این واقعیت اظهار شگفتی می‌کند که «معلمان علوم، بیش از دیگر معلمان، اگر بتوان گفت، نمی‌فهمند که (چرا بعضی) نمی‌فهمند.» (Bachelard, 2002) و می‌نویسد: «اندک‌اند مدرسانی که در روانشناسی اشتباه‌کاری‌ها و نادانی و غفلت از اندیشه‌گری، غوررسی و پی‌جویی کرده‌اند ... استادان درس علوم، می‌پندارند که یادگیری ذهن با آموختن درس در کلاس آغاز می‌شود و همواره می‌توان با تجدید یک درس کلاس، فرهنگی اهمال‌کار و سهل‌انگار را از نو به طریقی دیگر ساخت و برهانی را با تکرار جزء به جزئش، فهماند.» (Bachelard, 2006, PP. 223-224). این موانع، در نگاه نخست ممکن است، به دشوارفهمی و پیچیدگی پدیدارها یا به ناتوانی حواس و ذهن بشر و یا به ضعف ابزارها و فنون آزمایشی، نسبت داده شوند، اما مقصود باشلار از موانع شناخت، هیچ یک از این عوامل نیست. باشلار منظور خود را از اصطلاح «موانع معرفت‌شناختی» چنین شرح می‌دهد: «منظور [ما]، شرح موانع خارجی از قبیل پیچیدگی و ناپایداری پدیده‌ها و تهمت بستن به حواس و ذهن بشر که سست‌اند، نیست؛ بلکه در خود عمل شناخت است که بنا به ضرورتی کارکردی، کندی‌ها و آشفتگی‌هایی به ظهور می‌رسند، در اینجا است که ما علل رکود و حتی پس‌روی و نیز موجبات ایستایی و توقف را که موانع معرفت‌شناختی می‌نامیم، تشخیص می‌دهیم.» (Bachelard, 2006, P. 219). باشلار، این موانع معرفت‌شناختی را که به رکود و عقب‌ماندگی علم منجر شده‌اند در بستر تاریخ علم مورد مطالعه قرار می‌دهد و معتقد است که «مفهوم موانع معرفت‌شناختی را می‌توان در مسیر رشد و توسعه تاریخی اندیشه علمی بررسی کرد.» (Bachelard, 2006, P. 222). آشنایی با تاریخ این موانع و مصادیق آن‌ها، معلمان علوم را برای غلبه بر مشکلات یادگیری ناشی از آن‌ها توانا می‌سازد. بروسو که موانع معرفت‌شناختی را در آموزش ریاضیات مورد مطالعه قرار داده، معتقد است که این موانع در اثر باورهای فرهنگی-اجتماعی محیط رشد کودکان در آن‌ها شکل گرفته و در وجود آن‌ها نهادینه و پایدار شده‌اند و پیوسته تکرار می‌شوند و همین تکرارپذیری است که امکان شناسایی آن‌ها را توسط معلم فراهم می‌سازد (Brousseau, 2002, P. 83). باشلار با اشاره به بی‌توجهی معلمان به شناخت قبلی دانش‌آموز، می‌افزاید: «آنان [معلمان] به این واقعیت نیندیشیده‌اند که نوجوان با کوله‌باری از شناخت‌های تجربی-حسی، به کلاس درس فیزیک می‌آید و بنابراین، منظور، کسب فرهنگی تجربی نیست، بلکه تغییر

1. The Formation of the Scientific Mind
2. Educational Obstacle

فرهنگ تجربی و باژگون کردن موانعی است که زندگانی روزمره، برپا کرده است.» (Bachelard, 2006, P. 224). چنین معلمانی همان‌طور که کوپرن اشاره کرده، علت را در هوش و استعداد می‌جویند و معتقدند که با تبیین عقلانی کاملی که از مفاهیم علمی ارائه می‌دهند هیچ دلیلی جز مشکل در میزان درک و شعور دانش‌آموز نمی‌تواند مانع فهم مطلب شود (Cobern, 2010, P. 233). چنین نگاهی ناشی از دیدگاهی پیاژه‌ای به مسئله یادگیری و دیدگاه‌های مرتبط با آن است. این دیدگاه در یادگیری با اینکه سهمی هم برای عوامل اجتماعی یادگیری قائل است، در نهایت نگرشی فردگراست و یادگیری را اساساً تغییر در ساختارهای ذهنی فرد در نظر می‌گیرد (Niknam et al. 2011, P. 18). در مقابل، نگرش باشلار به یادگیری در گروهی قرار می‌گیرد که بر وجوه فرهنگی-اجتماعی یادگیری تأکید دارند. این گروه از پژوهشگران یادگیری، ضمن بسط و توسعه نظریه‌های خود امروزه علاوه بر توجه به زمینه‌های اجتماعی یادگیری، به وجوه فرهنگی و عقیدتی دانش‌آموزان نیز پرداخته‌اند (Niknam et al. 2011)؛ پژوهش‌هایی که به روابط آموزش علم با باورهای فرهنگی، مذاهب و جهان‌بینی‌های مختلف، زبان، سیاست، قدرت و اقتصاد می‌پردازند. بنابراین، موانع معرفت‌شناختی در مسیر یادگیری علوم ممکن است مجموعه‌ای از وجوه متعدد فرهنگی، اجتماعی و اعتقادی را در برگیرند که می‌توانند دارای ساختاری بسیار پیچیده و ابعاد متکثر و حتی متعارض باشند. متیوس معتقد است این حقیقت که این نوع باورها با تکثر و تنوع گسترده خود، بخش محوری جهان‌بینی میلیون‌ها نفر در جهان را تشکیل می‌دهند، به دلیل ماهیت بیشتر ناسازگار آن‌ها با جهان‌بینی علمی، آموزش علوم را با چالش‌های اساسی مواجه می‌کند و می‌پرسد که با این وضعیت بغرنج چه می‌توان کرد؟ (Matthews, 2014, P. 1610). برخی محققان معتقدند که می‌توان و باید این دو رویکرد (جهان‌بینی علمی و باورهای فرهنگی-اعتقادی) را باهم ترکیب و عجین کرد. به طورنمونه، نیکنام و همکاران در مطالعه‌ای که با رویکرد انسان‌شناختی به یادگیری علوم انجام دادند بر این باور هستند که «در یادگیری معنادار و اصیل، مفاهیم و ارزش‌های علمی با تفکر روزمره دانش‌آموز عجین و ترکیب می‌شود.» (Niknam et al. 2011, P. 30). اما وقتی که به ماهیت و ابعاد متافیزیکی علم جدید نگاه می‌کنیم امکان سازگار و عجین ساختن آن با انواع باورهای شخصی یا حتی جمعی و تفکرات روزمره اگر غیرممکن نباشد بسیار بعید به نظر می‌رسد. به‌عنوان مثال دانش‌آموز در ادراک عرفی‌اش، خود را در جهانی سه بعدی می‌یابد، زمین را صاف و ساکن می‌داند و خورشید را بالای سرش در حال چرخش می‌بیند. چطور می‌توان این تصورات روزمره دانش‌آموز را با تصور کوپرنیکی از جهان سازگار کرد؟ این فقط مثالی از تعارض ادراک عرفی با یافته‌های علمی است، وقتی که به انبوه تصورات روزمره و باورهای متافیزیکی ناشی از زمینه فرهنگی-اجتماعی می‌رسیم، امکان

سازگار ساختن آن‌ها با یافته‌های علوم تجربی بسیار مسئله‌بگرنج‌تری خواهد بود. علم در سیر تحولات خود همواره در تقابل بیشتری با ادراک عرفی قرار گرفته است. جهان‌های بطلمیوسی و نیوتنی با ادراک عرفی سازگاری بیشتری داشت تا جهان‌های نسبیستی و کوانتومی. بنابراین، پیشنهاد ما این است که به‌جای تلاش برای ترکیب کردن و عجین ساختن باورهای روزمره با مفاهیم علمی (که در بیشتر مواقع کاملاً و از بنیان متعارض‌اند) در ذهن دانش‌آموز، او را با این تعارض‌ها و تناقض‌های جهان‌بینی‌های مختلف آشنا کنیم. توجه به این نکته که علوم معاصر دارای مبانی معرفتی کاملاً متفاوتی از علوم قدیم یا پیشاعلم که مبتنی بر ادراک عرفی و روزمره بود، می‌باشد، برای ایجاد فهمی دقیق از علم مدرن در ذهن دانش‌آموزان حائز اهمیت است. تفکر علمی معاصر از نظر باشلار علاوه بر معرفت‌شناسی غیردکارتی، در ساختار ریاضی آن غیراقلیدسی و در روش تجربی‌اش غیربیکنی است (Tiles, 1984, P. 180). درحالی‌که دکارت در تلاش است بدهت شهودهای روشن و متمایز را مبنایی برای ساختمان علم قرار دهد، باشلار معتقد است که «آنچه در نظر اول بدیهی و مسلم می‌نماید، حقیقتی اساسی نیست.» (Bachelard, 1999, P. 63) از نظر باشلار «هیچ چیز بدیهی نیست، هیچ چیز به ما داده نشده است، همه چیز ساخته می‌شود.» (Bachelard, 2002, P. 25). از نظر او رویکرد تقلیل‌گرایانه^۱ دکارت مبتنی بر تصورات ساده روشن و متمایز، موجب بی‌توجهی به پیچیدگی پدیدارها، وجه ساختگی (تصنعی) علم و فرآیند عینیت‌یابی اندیشه می‌شود. باشلار با ارائه روشی واحد، غایی و جهان‌شمول از قبیل روش دکارتی که در تمام شاخه‌های علوم و در تمام زمان‌ها کارایی داشته باشد، مخالف است. او می‌نویسد: «در علم، هر «گفتار در روش» فقط می‌تواند موقتی باشد و آن هرگز نمی‌تواند امیدوار به توصیف قطعی و نهایی پیچیدگی روح علمی باشد.» (Tiles, 1984, P. 138). باشلار معتقد است که «روش علمی، روشی است که خطر می‌کند و با اطمینان به آنچه دارد، برای به دست آوردن چیزی، دل به دریا می‌زند، شک در پیش روی اوست نه در پشت سرش، بنا به روش دکارتی.» (Bachelard, 2002, P. 183). اما تداوم یک روش موردپسند روحیه علمی نیست؛ زیرا شکست هر روش، واقعیتی نو، اندیشه‌ای نو است و از این‌روست که باشلار، از قول دانشمندی اشاره می‌کند که «به روشی که ثمربخشی زیاده منظمی دارد، به طیب خاطر باید پشت کرد.» (Bachelard, 2002). از آنجا که بیشتر دانسته‌های قبلی دانش‌آموزان بر تجربه حسی خام و شعور عادی (ادراک عرفی) متکی است که منطبق با معرفت‌شناسی مبتنی بر وضوح و بدهت دکارتی است، وقوف معلم به وجه غیردکارتی و غیرعرفی علم جدید، نقشی تعیین‌کننده در کیفیت آموزش و یادگیری علم خواهد داشت.

بدین ترتیب، باشلار معتقد است که سرآغاز هر فرهنگ علمی باید پالایشی عقلانی باشد و سپس باید این فرهنگ علمی را در حالت آماده‌باش دائم نگاه داشت و دانایی بسته و ایستا را با معرفتی پویا و باز، جایگزین کنیم. باشلار در مورد تجربه خود در این زمینه می‌گوید: «من در حرفه‌ی تعلیماتی طولانی و گونه‌گون ام، هرگز ندیدم که معلمی، روش تعلیمش را تغییر دهد. معلم، به یقین به این دلیل که خود را استاد می‌داند، احساس شکست نمی‌کند.» (Bachelard, 2006, P. 225) و معتقد است که «هر که تعلیم می‌دهد، فرمان می‌دهد. بنابراین در مسیر غرایز گام می‌زند.» (Bachelard, 2006). این ثقل غرایز در ذهن و ضمیر معلمان، ایجاد اصلاحات در روش‌های تعلیم و تربیت را دشوار می‌کند. بنابراین، آشنایی معلمان علوم به موانع معرفت‌شناختی می‌تواند هم از لحاظ تشخیص و شناسایی علل ناکامی برخی دانش‌آموزان در یادگیری مفاهیم و مباحث علمی و در نتیجه رفع آن‌ها یاری رساند و هم از لحاظ آسیب‌شناسی شخصی برای معلم در شیوه آموزش، مفید و مؤثر واقع شود. در ادامه رویکردی را برای استفاده مثبت و سازنده از موانع معرفت‌شناختی و در نتیجه ارتقا کیفیت فرایند یاددهی-یادگیری علوم مطرح می‌کنیم.

رویکرد خطاشناختی در آموزش علوم

اشتباهات و خطاهای دانش‌آموزان در مورد مفاهیم و مسائل علمی چه جایگاهی در تعلیم و تربیت دارد؟ در فرهنگ عامیانه اینکه کودک هر چیزی را با آزمون و خطا یاد می‌گیرد، امری پذیرفته شده است اما در کلاس درس، خطا و اشتباه دانش‌آموز در مورد مفاهیم درسی معمولاً با هزینه‌های روانی مانند تحقیر، تنبیه، سرزنش، مقایسه و غیره همراه است. آیا خود علم محصول آزمون و خطای دانشمندان نیست؟ آیا علم می‌توانست بدون شناسایی خطاهای گذشته پیشرفت کند؟ نمونه‌ای شاخص از شناسایی منابع خطا در علم توسط فرانسیس بیکن^۱ در اوایل قرن هفدهم انجام شد. بیکن برخی عوامل مانند تعصبات شخصی، عادت، سنت، عرف و باورهای جاافتاده و ابهامات گفتاری را از منابع انحراف و خطا در شناخت علمی تشخیص داد و آن‌ها را «بت» نامید (Zachos, Pruzek & Hick, 2003, P. 947). موانع معرفت‌شناختی باشلار نیز در واقع بسط و توسعه و تعمیق همان بت‌های بیکنی در پرتو دانش امروز بشری است. روانکاوی معرفت‌عینی، روشی برای شناخت این خطاها و اشتباهات است. بررسی تاریخی روند توسعه نظریه‌ها و اکتشافات علمی نشانگر آن است که خطاها و اشتباهات بخشی طبیعی و اجتناب‌ناپذیر از پژوهش علمی است (Kipnis, 2011, P. 655). اما اشتباهات فقط در صورت «یادگیری» از آن‌ها می‌توانند ارزش معرفت‌شناختی داشته باشند. مناقشات

زیادی درباره نقش خطاها در یادگیری وجود داشته است. در دهه‌های گذشته رفتارگرایان و روانشناسان شناختی با این استدلال که تداخل اطلاعات درست و خطا مانع دستیابی به پاسخ‌های صحیح می‌شود نقش مثبتی برای خطاها قائل نبودند اما بیشتر تحقیقات جدید بر نقش مثبت و اساسی خطاها در یادگیری تاکید دارند (Tulis, Steuer & Dresel, 2016, P. 14). باین حال در پژوهش‌های تربیتی، «یادگیری از خطاها» مورد توجه کمی قرار گرفته است (Tulis et al., 2016, P. 13). لذا، در این بخش با استفاده از مباحث قبلی کلیات ایده‌ای برای یادگیری از خطاها و افزایش کیفیت آموزش علوم پیشنهاد می‌شود.

ایده پیشنهادی نگرشی متفاوت به خطاها در یادگیری است که ما آن را «رویکرد خطاشناختی در آموزش علوم» می‌نامیم. این رویکرد می‌تواند به‌عنوان یک راهبرد کلی در هر برنامه آموزش علوم به کار گرفته شود. رویکرد خطاشناختی در آموزش علوم مبتنی بر دو وجه تاریخی و معرفت‌شناختی است. در وجه تاریخی، تاریخ معرفت‌شناختی علم (تمع) مورد توجه است. همان‌طور که بحث شد تمع بیشتر ناظر بر خطاهای معرفت‌شناختی است و به بررسی موانع معرفت‌شناختی در مسیر تحولات علمی می‌پردازد. استفاده از تمع به‌عنوان محتوای تدریس می‌تواند از چند لحاظ در ارتقا کیفیت یاددهی-یادگیری علوم مفید واقع شود که برخی از این مزایا را می‌توان بدین ترتیب برشمرد:

- ۱) تمع تصویر دقیق‌تری از توسعه و پیشرفت مفاهیم علمی داده، به یادگیری عمیق‌تر کمک کرده، کیفیت آموزش علوم را ارتقا می‌دهد.
 - ۲) آشنایی دانش‌آموزان با اشتباهات در تاریخ علم، اشتباه و خطا را به‌عنوان بخشی عادی و اجتناب‌ناپذیر از فرایند پژوهش علمی برای آن‌ها پذیرفتنی می‌سازد.
 - ۳) پذیرش اشتباه به‌عنوان بخشی از هر فعالیت علمی و انسانی، اعتماد به نفس و جسارت دانش‌آموزان را در آزمون روش‌های مختلف مواجهه با مسائل و مفاهیم علمی افزایش داده و به بروز خلاقیت‌ها و ابتکارات فردی آنان یاری می‌رساند.
 - ۴) تمع فعالیت علمی را به‌عنوان یک فعالیت انسانی متأثر از عوامل متعدد فرهنگی-اجتماعی ترسیم کرده، تصویر واقعی‌تری از ماهیت علم را برای دانش‌آموزان آشکار می‌سازد.
 - ۵) تمع ذهن دانش‌آموزان را نسبت به موقتی و احتمالی بودن یافته‌های علمی و امکان ابطال یا تعدیل آن‌ها در پرتو نظریه‌های آتی باز نموده، آن‌ها را از نگاه پوزیتیویستی، مطلق‌گرایانه و یقینی به دستاوردهای علم و اعتبار آن بازداشته و تفکر انتقادی را در آنان تقویت می‌کند.
- وجه معرفت‌شناختی رویکرد خطاشناختی به آموزش علوم شامل دو بخش سلبی و ایجابی است.

معرفت‌شناسی سلبی همان پی بردن و شناختن خطاهاست. موانع معرفت‌شناختی باعث شناخت و آگاهی از خطاها و در نهایت منجر به کشف منشأ و علت خطا می‌گردد که این خود گام مهمی در جهت پرهیز از خطاها و تکرار آنهاست. اما معرفت‌شناسی سلبی غایت یادگیری نیست بلکه باید میانجی و تسهیل‌گر دستیابی به معرفت‌شناسی ایجابی و علم متعارف باشد. با این حال جمع و معرفت‌شناسی سلبی این هشدار را به ما می‌دهد که از نگاه به علم متعارف به عنوان حقیقت مطلق پرهیز کرده، علم را معیار سنجش تمام ابعاد زندگی ندانیم. رویکرد خطاشناختی می‌تواند به بهبود برخی جنبه‌های دیگر پداگوژی نیز کمک کند. به طور نمونه، این رویکرد می‌تواند ارزیابی و سنجش تحصیلی را از یک آزمون صرف برای تعیین سطح تسلط دانش‌آموزان بر دروس و در نهایت طبقه‌بندی آنها در گروه‌های مختلف با معیار مقدار خطاهای مرتکب شده، به یک شناخت و ارزیابی از خطاهای دانش‌آموزان، علت‌یابی اشتباهات و در نهایت رفع آنها ارتقا داده و بدین نحو آزمون‌ها را برای بالا بردن کیفیت یادگیری هدفمند سازد.

در این بخش هدف این بود که کلیت ایده رویکرد خطاشناختی در آموزش علوم ترسیم شود. اما تردیدی نیست که این ایده باید با مطالعات و پژوهش‌های بیشتر تعمیق و توسعه یابد و جوانب مختلف آن مورد بررسی قرار گیرد و در نهایت به محک پداگوژیک نهاده شود تا بتوان تأثیرات و نتایج آن را در عمل سنجید و ارزیابی کرد.

نتیجه

هدف این پژوهش این بود که مشکلات مرتبط با یادگیری مفاهیم علمی توسط دانش‌آموزان از دیدگاه معرفت‌شناختی مورد بررسی قرار گیرد. برای این منظور در بخش اول مقاله از رویکرد روانکاوی معرفت‌عینی و از مفهوم موانع معرفت‌شناختی باشلار استفاده شد. رویکرد روانکاوی معرفت‌عینی به عنوان نگرش و روشی چندبعدی که روانکاوی، معرفت‌شناسی و تاریخ علم را به کار می‌گیرد و به شناسایی موانع معرفت‌شناختی در بستر تاریخ علم می‌پردازد، توصیف و به برخی مصادیق موانع معرفت‌شناختی پرداخته شد. در بخش دوم دو مورد از پیامدهای عمده موانع معرفت‌شناختی در آموزش علم مورد بررسی قرار گرفت. نشان داده شد که استفاده از تاریخ معرفت‌شناختی علوم می‌تواند مزایایی را علاوه بر تاریخ رایج علم در جهت تسهیل و ارتقا کیفیت یادگیری مفاهیم علوم و توسعه ذهنیت علمی دانش‌آموزان به همراه داشته باشد. همچنین اهمیت آموزشی موانع معرفت‌شناختی مورد بحث قرار گرفت و نشان داده شد که آشنایی معلمان علوم با موانع معرفت‌شناختی می‌تواند هم از لحاظ تشخیص و شناسایی علل ناکامی برخی دانش‌آموزان در یادگیری مفاهیم و مباحث علمی و در نتیجه رفع آنها یاری‌رسان باشد و هم از لحاظ آسیب‌شناسی شخصی

برای معلم در شیوه آموزش، مفید و مؤثر واقع شود. در بخش سوم مبتنی بر یافته‌های دو بخش اول ایده کلی رویکرد خطاشناختی در آموزش علوم پیشنهاد و به دو وجه تاریخی و معرفت‌شناختی این رویکرد اشاره شد. تصور بر این است که به کارگیری این رویکرد در صورت تعمیق و توسعه آن با تحقیقات بیشتر، می‌تواند از جوانب مختلف از جمله استفاده از اشتباهات و خطاها برای یادگیری، افزایش اعتمادبه‌نفس دانش‌آموزان برای چالش‌پذیری در مواجهه با مفاهیم و مسائل علمی، هدفمندسازی آزمون‌ها در جهت شناخت خطاها در فرایند یادگیری و توسعه و تعمیق نگرش دانش‌آموزان نسبت به ماهیت علم و حفظ نگاه انتقادی در برابر آن، مؤثر باشد.

References

- Bachelard, G. (1984). *The New Scientific Spirit*. (A. Goldammer, Trans.). Boston: Beacon Press
- Bachelard, G. (1999). *La Psychanalyse du feu*. (J. Sattari, Trans.). Tehran: Toos Publishing. (In Persian)
- Bachelard, G. (2002). *The Formation of the Scientific Mind: A Contribution to a Psychoanalysis of Objective Knowledge*. (M. McAllester Jones Trans.). Manchester: Clinamen press
- Bachelard, G. (2006). *Bachelard, Epistemologie: textes choisis par Dominique Lecourt*. (J. Sttari, Trans.). Tehran: Cultural Research Bureau. (In Persian)
- Brousseau, G. (2002). *Theory of Didactical Situations in Mathematics*. (Balacheff, N. et al. Ed. & Trans.). New York: Kluwer Academic Publishers
- Cassirer, E. (1991). *The Philosophy of the Enlightenment*. (M. Moghen, Trans.). Tehran: Niloofar Publishing. (In Persian)
- Chimisso, C. (2001). *Gaston Bachelard: Critic of Science and Imagination*. New York: Routledge
- Chimisso, C. (2008). From Phenomenology to Phenomenotechnique: the Role of Early Twentieth-Century Physics in Gaston Bachelard's Philosophy. *Stud. Hist. Phil. Sci.*, 39, 384-392
- Cobern, W. W. (2000). The Nature of Science and the Role of Knowledge and Belief. *Science and Education* 9, 219-246
- Gutting, G. (1987). Gaston Bachelard's Philosophy of Science. *International Studies in the Philosophy of Science*, 2(1), 55-71
- Karimi, H., Mazidi, M. & Mehrmohammadi, M. (2007) Reviewing the textbook of first grade middle school the perspective of the philosophy of science. *Humanities and Social Sciences Journal of Shiraz University*, 52, 112-136 (In Persian)
- Kipnis, N. (2011). Errors in Science and their Treatment in Teaching Science. *Sci & Educ.*, 20, 655-685
- Kuhn, T. S. (2010). *The Structure of Scientific Revolutions*. (S. Zibakalam Trans.). Tehran: Samt. (In Persian)
- Matthews, M. R. (2004). Thomas Kuhn's Impact on Science Education: What Lessons Can Be Learned? *Sci Ed*, 88, 90-118
- Matthews, M. R. (Ed.) (2014). *International Handbook of Research in History*. Philosophy

- and Science Teaching. New York: Springer
- Mortimer, E. F. (1995). Coceptual Change or Conceptual Profile Change? *Science & Education*, 4, 267-285
- Matthews, M. R. (2015). *Science Teaching: The Contribution of History and Philosophy of Science*, New York: Routledge
- Muller-Will, S. (2005). Early Mendelism and the subversion of taxonomy: epistemological obstacles an institutions. *Stud. Hist. Biol. & Biomed. Scie.*, 36, 465-487
- Niaz, M. (2014). Science Textbooks: The Role of History and Philosophy of Science. *International Handbook of Research in History. Philosophy and Science Teaching*. New York: Springer, 1411-1441
- Niknam, Z., Mehrmohammadi, M. & Fazeli, N., Fardanesh, H. (2011). Explanation to an anthropological approach to science education. *Journal of Curriculum Studies (J.C.S.)*, 5(19), 8-36
- Niknam, Z., Mehrmohammadi, M., Fazeli, N. (2012). Learning in Role Its and Students Iranian of View World Scientific. *Journal of Curriculum Studies (J.C.S.)*, 7(26), 55-82
- Seager, D. (2008). The Imperial Examinations and Epistemological Obstacles. *Philosophica*, 82, 55-85
- Sensevy, G. (2008). An Epistemological Approach to Modeling: Case Studies and Implications for Science Teaching. *Sci Ed*, 92, 424-446
- Taber, K. S. (2003). The Atom in the Chemistry Curriculum: Fundamental Concept, Teaching Model or Epistemological Obstacles. *Foundations of Chemistry* 5, 43-84
- Tiles, M. (1984). *Bachelard: Science and Objectivity*. New York: Cambridge University Press
- Tulis, M., Steuer, G & Dresel, M. (2016). Learning from Errors: A Model of Individual Processes. *Frontline Learning Research*, 4(2), 12-26
- Waldegg, G. (2001). Ontological Convictions and Epistemological Obstacles in Bolzano's Elementry Geometry. *Science and Education*, 10, 409-418
- Zachos, P., Pruzek, R. & Hick, T. (2003). Approaching Error in Scientific Knowledge and Science Education. 7th International History, Philosophy of science and Science Teaching Conferen Proceeding, Winnipeg, 947-957, (<https://acase.org/files/approachingerror.pdf>)