Archive of SID

تفکر و کودک ، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
سال هفتم، شمارهٔ اول، بهار و تابستان ۱۳۹۵، ۱-۲۳

حلقهٔ کندوکاو و قابلیت‌های آن در آموزش ماهیت علم

فهیمه ابراهیمی تیرتاش*
حسین شیخ رضایی**

چکیده

هدف نوشتهٔ حاضر این است که نشان دهد حلقهٔ کندوکاو، به عنوان عنصر بنیادی برنامهٔ فلسفه برای کودک، بستر مناسبی برای درک ماهیت علم، به عنوان یکی از مقولات اصلی‌ای که رویکردهای نوین آموزش علم بر آن تأکید دارند، فراهم می‌آورد. به این منظور، پس از طرح رویکرد زمینه‌گرا به آموزش علوم و شرح انتظاراتی که از یک کلاس روزآمد علوم می‌رود، به معرفی چیستی ماهیت علم و مؤلفه‌های آن. پرداخته می شود. در ادامه، پس از معرفی دیدگاه «استاندارد» به ماهیت علم و مؤلفه‌های آن، نقدهای وارد بر این رویکرد و مزایای رویکردی بدیل، یعنی رویکرد مبتنی بر شباهت خانوادگی، بیان شده و سپس نشان داده خواهد شد که چگونه با یاری گرفتن از ویژگی‌های خاص حلقهٔ کندوکاو علمی در چارچوب رویکرد شباهت خانوادگی دانش‌آموزان می توانند به درک صحیح‌تری از علم و ماهیت آن دست یابند.

کلیدواژه‌ها: حلقهٔ کندوکاو علمی، ماهیت علم، آموزش علم، سواد علمی ، رویکرد توافقی به ماهیت علم، رویکرد شباهت خانوادگی به ماهیت علم، رویکرد زمینه‌گرا به آموزش علوم.

---

* دانشجوی دکتری فلسفه علم، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
ebrahimi_f۵۸@yahoo.com

** استادیار مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور (نویسندهٔ مسئول)، sheykhrezaee@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۳۱، تاریخ پذیرش: ۹۵/۵/۳۱

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

امروزه متخصصان آموزش علوم باور دارند که در فرایند تدریس علوم، علاوه بر محتوای علم باید بر جنبه‌های اجتماعی، فرهنگی، تاریخی و فلسفی علم نیز تأکید کرد. آنان از معلمان انتظار دارند علاوه بر محتوای تخصصی رشتهٔ خود، دربارهٔ تاریخ و فلسفهٔ علوم نیز چیزهایی بدانند. یکی از دلایل چنین تأکیدی آن است که اکثر معلمان بارها در کلاس علوم با پرسش‌های فلسفی دانش‌آموزان مواجه شده‌اند، چراکه علم نیز مانند هر مقولهٔ دیگری می‌تواند دست‌مایهٔ پرسش‌هایی مفهومی و فلسفی قرار گیرد(Matthews,1994:4-5). پرسش‌هایی از این قبیل که روش علمی چیست، قانون علمی چیست، چگونه ممکن است ما در علم از چیزی مانند الکترون صحبت کنیم که هرگز آن را ندیده‌ایم، رابطهٔ بین مشاهده، آزمایش و نظریه چیست و ... . لذا طبق الگوهای نوین آموزش علوم، پرداختن به این‌گونه پرسش‌های فلسفی دربارهٔ علم باید بخشی از هر برنامهٔ روزآمد آموزشی باشد. معمولاً نام چنین بخشی را «ماهیت علم»(Nature of Science (NOS))می‌گذارند و منظور از آن مباحثی است که به مبانی و بنیان‌های مفهومی و فلسفی علم می پردازد (شیخ رضایی،۱۳۹٤:۱٦۸).

آشنایی با ماهیت علم علاوه بر کمک به شناخت مفاهیم علمی، بر دیدگاه‌ها و تصمیمات دانش‌آموزان در مقام شهروند نیز تأثیرگذار است. بی‌شک در پس بسیاری از تصمیمات غیرمنطقی و مواضع نابخردانهٔ اجتماعی، چه تصمیم‌هایی که دربارهٔ علم و سیاست‌های علمی‌اند و چه آن‌هایی که به ظاهر به علم مربوط نمی‌شوند، بدفهمی‌هایی از وجوه و ماهیت علم وجود دارد (McComas et al, 1999:3). به عنوان مثال، اغلب افراد علم را نهادی به غایت غیر سیاسی، غیر تاریخی و غیر ایدئولوژیک می دانند و از در هم تنیدگی علم و نهاد آن با مراجع ثروت و قدرت غافلند. به عنوان نمونه ای دیگر در تلقی سنتی از علم برای اخلاق و ارتباط آن با علم جایگاه خاصی در نظر گرفته نمی شود. بخش زیادی از برداشت اقشار مختلف جامعه از علم و ماهیت آن در خلال برنامه‌های آموزش رسمی علوم شکل می‌گیرد، برنامه‌هایی که در آن‌ها برنامه‌ریزان و نویسندگان کتب درسی تصویری خاص از ماهیت علم و فعالیت‌های علمی عرضه می‌کنند و این تصویر از سوی معلمان به دانش‌آموزان منتقل می‌شود. این موضوع هنگامی اهمیت بیشتر خود را نشان می‌دهد که بدانیم یکی از معیارهای برخورداری از «سواد علمی» در بسیاری از سندهای مربوط به آموزش علم نیز همین برخورداری از درکی درست دربارهٔ ماهیت علم است. (AAAS,

www.SID.ir

Archive of SID

1990:93). به همین دلیل، توجه به ماهیت علم باید بخشی از دغدغهٔ متولیان آموزش علـوم در همهٔ کشورها باشد.

در ارتباط با ماهیت علم پژوهش‌های بسیار زیادی انجام شده است که زمینـه‌هـا و ابعـاد بسیار متنوع وگسترده‌ای را دربرمی‌گیرد. طیف وسیع مطالعات صورت‌گرفتـه در ایـن زمینـه نشان می‌دهد که در بسیاری از موارد دانش‌آموزان و معلمان درک درستی از علم و ماهیت آن ندارند (McComas et al, 1999:10). متأسفانه پژوهش‌های انجـام‌شـده دربـارهٔ ماهیـت علـم درکشور ایران بسیار اندک است، اما از جملـه مـی‌تـوان بـه پژوهشـی بـا عنـوان «بررسـی دیدگاه‌های دانش‌آموزان و معلمان علوم راهنمـایی از علـم و ماهیـت آن» اشـاره کـرد کـه یافته‌های آن نشان می‌دهد اعضای نمونهٔ بررسی‌شده نه تنها درک درستی از علم و برخی از جنبه‌های ماهوی آن ندارند، بلکه درک درستی از مطالب موجود در کتاب‌های درسی علوم نیز ندارند (مریم سعیدی، ۱۳۹۰).

اکنون این پرسش مطرح است که اولاً تعریف دقیـق ماهیـت علـم چیسـت، ثانیـاً چـه تصویری از علم و سازوکار آن باید به دانش‌آموز آموزش داده شود و در نهایت چگونه این تصویر را در عمل می‌توان به دانش‌آموزان انتقال داد. این نوشته که می‌کوشد به این سؤالات بپردازد، از دو بخش تشکیل شده است. در بخش نخست، پـس از رویکـرد زمینـه‌گـرا بـه آموزش علوم و انتظاراتی که از یک کلاس روزآمـد علـوم در ایـن چـارچوب مـی‌رود بـه پرسش اول یعنی چیستی ماهیت علم و دیـدگاه‌هـای مختلفـی کـه دربـارهٔ آن وجـود دارد پرداخته می شود. در بخش بعدی به منظور پاسخ به پرسـش دوم، پـس از معرفـی حلقـهٔ کندوکاو علمی و ویژگی‌های آن نشان داده می شود که این حلقه بستر بسیار مناسبی بـرای معرفی ماهیت علم و بحث دربارهٔ آن در کلاس‌های درس علوم است.

۲. رویکرد زمینه‌گرا به آموزش علوم

شاید در چند دههٔ اخیر هیچ یک از موضوعات درسی در سطح جهانی به اندازهٔ درس علوم دچار تغییر نشده باشد (شهرتاش و همکاران،۱۳۸۵: ٤٠). به طور کلـی، در آمـوزش علـوم تجربی می‌توان سه سبک مختلف را از هم متمایز کرد، تمایزی که تا به امروز نیز بـه قـوت خود باقی اسـت. نخسـت سـبک «نظـری» اسـت کـه طرفـداران آن بـر اهمیـت آمـوزش ساختارهای مفهومی و محتوای نظری رشته‌های علمی در فرایند آموزش علوم تأکید دارند. سبک دوم «کاربردی» است که در آن تأکید بر جنبه‌های عملی و کاربردی علـوم در فراینـد

www.SID.ir

Archive of SID

آموزش علوم است. شکست برنامه‌های آموزش علم به روش‌های صرفاً نظری یا کـاربردی در جوامع غربی عامل مهم بازنگری در رویکردهای آموزش علوم بوده اسـت، بـازنگری‌ای که منجر به رواج رویکرد سومی به نام رویکرد زمینه‌گرا (Libera Approach) شـده اسـت (Matthews,1994:13-16).

از نظر متیوز، به عنوان یک پژوهشگر در حوزهٔ آموزش علـوم، آمـوزش علـوم تجربـی نباید به انتقال صرف دانسته‌های علمی فروکاسته شود، بلکه باید منجر بـه پـرورش روحیـهٔ علم‌ورزی در فراگیران شود به گونه‌ای که به درک پیچیده‌تر و کامل‌تر آنان نسـبت بـه علـم بینجامد. در این رویکرد تازه، علاوه بر محتوای علم به موضوعاتی چون هدف علـم، روش علم، ارتباط آن با جامعه، ویژگی‌ها و محدودیت‌های علم پرداخته می‌شود و از همین‌رو نام «رویکرد زمینه‌گرا» بر آن نهاده شده است. به طور کلی، در رویکرد زمینه‌گرا از این دیـدگاه حمایت می‌شود که آموزش علم نباید صرفاً آموزش «در علم»باشد، بلکه علاوه بر این بایـد شامل آموزش‌هایی «دربارهٔ علم» نیز بشود (Matthews, 2000). طبق این تلقی، دانش‌آموزان هم باید هم موضوع رشتهٔ علمی مورد نظر را بفهمند و هم چیزهایی دربارهٔ این رشته بدانند.

این نگاه که دانش‌آموز باید چیزهایی «دربارهٔ» علم بداند جای خود را در تعریف سـواد علمی نیز یافته است. امـروزه موضـوع سـواد علمـی و فنّاورانـه مـورد توجـه بسـیاری از متخصصان آموزش و پرورش است. آنان معتقدند آموزش علوم روزآمد باید چنان باشد که به سواد علمی منجر شود. «سواد علمی» که پیشینهٔ کـاربرد آن بـه دهـهٔ ۱۹۵۰ برمـی‌گـردد، تعاریف متعددی دارد. در تعریف اولیهٔ سواد علمی می‌توان چنین گفت که افراد برخـوردار از سواد علمی از دانشی مقدماتی دربارهٔ امور مرتبط با علم و فناوری، به ویژه آن مواردی که به طور مستقیم به زندگی انسان‌ها مربوط است، برخوردارند (پایـا،۱۳۸۷: ۲۸). در تعریفـی دیگر، شخص باسواد علمی کسی است که علم، ریاضی و تکنولوژی را فعالیت‌هایی بشری و وابسته به یکدیگر بداند، فعالیت‌هایی که دارای نقاط قوت و محدودیت‌هایی خاص خود هستند. طبق این تلقی، شخص باید مفاهیم و اصول کلیدی علم را بداند، تنوع و اتحاد آن‌ها را بفهمد و از معرفت و روش‌های علمی در زنـدگی اجتمـاعی و شخصـی خـود اسـتفاده کند(AAAS,1989:4). بدین ترتیب، سواد علمی و فناورانه مجموعه‌ای از دانش‌ها، مهارت‌ها و نگرش‌ها در زمینهٔ علوم و فناوری اسـت و فـرد باسـواد علمـی توانـایی حـل مسـائل و مشکلاتی را که جامعهٔ امروزی بشر با آن مواجه اسـت دارد (شـهرتاش و همکـاران،۱۳۸۵: ٤٠). انجمن بین‌المللی معلمان علوم فردی را باسواد علمی تلقی می‌کندکه بتواند از مفـاهیم

www.SID.ir

Archive of SID

علمی، مهارت‌ها و ارزش‌های کسب‌شده در تصمیمات روزمرهٔ خود استفاده کند و از مزایا و محدودیت‌های علم و تکنولوژی آگاه باشد (Matthews,1994:32). از نظر میلر (John Miller) نیز فرد باسواد علمی دارای سطحی از فهم نسبت به علم و فناوری است که برای زندگی او به عنوان شهروند در جامعه مورد نیاز است. به نظر او سواد علمی با سه معیار زیر معنا می‌یابد:۱) آشنایی با واژگان پایهٔ علمی، ۲) فهم فرایند علم و سازوکار درونی آن و ۳) فهم نحوهٔ تأثیر علم و فناوری بر جامعه (رجبی فروتن،۱۳۹۱: ۱۲۲).

مطابق با آنچه گفته شد هم در رویکرد زمینه‌گرا و هم در تعریف مفهوم سواد علمی فرد باید درکی از ماهیت علم داشته باشد. در ادامه به تعریف چیستی ماهیت علم می‌پردازیم تا ببینیم در آموزش علم با در نظر گرفتن ماهیت آن چه ملاحظاتی باید داشته باشیم.

۳. ماهیت علم

علی‌رغم اتفاق‌نظر دربارهٔ اهمیت طرح پرسش‌های مفهومیِ برخاسته از علم و ضرورت پرداختن به آن‌ها در آموزش علم، بر سر تعریف دقیق ماهیتِ علم اختلاف‌نظر وجود دارد. شاید تأثیرپذیری علم و فعالیت‌های علمی از حوزه‌های مختلفی چون فلسفه، تاریخ، جامعه‌شناسی و غیره ماهیتی چندوجهی به علم داده و ارائهٔ تعریف واحدی از آن را دشوار کرده است. در ادامه به چند تعریف از ماهیت علم می‌پردازیم.

لدرمن ماهیت علم را چنین تعریف می‌کند: ماهیت علم به مبانی و بنیان‌های مفهومی و فلسفی علم می‌پردازد. ماهیت علم بیانگر این است که علم چگونه عمل می‌کند و متضمن چه فرض‌ها و ارزش‌هایی است که در رشد و کاربرد معرفت علمی مؤثرند. ماهیت علم به معرفت‌شناسی علم، علم در مقام راهی برای دانستن یا پیشرفت معرفت، اشاره دارد (Lederman, 1992:331-359) و (Lederman, Abd-el-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002, p. 498). ازدید مک‌کوماس و همکاران نیز ماهیت علم عرصه‌ای است که جنبه‌های مختلف مطالعات اجتماعی علم، شامل تاریخ، جامعه‌شناسی، فلسفه و روان‌شناسی علم، در آن با هم ترکیب می‌شوند و درمی‌آمیزند. به عبارت دیگر، ماهیت علم فصل مشترک حوزه‌های روان‌شناسی، جامعه‌شناسی، فلسفه و تاریخ علم است (McComas et al.,1998:٤).

تعریف ماهیت علم در برخی از کتاب‌ها و اسناد آموزش علم در ایران نیز به چشم می‌خورد. در کتاب درسی تربیت معلم، بدون ارائهٔ تعریفی دقیق از ماهیت علم، تنها برخی از نمونه‌هایی که در بحث از ماهیت علم به آنها اشاره می شود ذکر شده است، نمونه‌هایی

www.SID.ir

Archive of SID

مانند: «ماهیت عمومی و فردی علوم (اساس علم تجربی بر شواهد علمی یا مشاهدات است که به طور خصوصی توسط افراد یا گروه‌ها جمع‌آوری می‌شود و سپس به طور عام در اختیار دیگران قرار می گیرد)، ارتباط کلی شاخه‌های علوم، تکرارپذیری علوم (اساس علوم بر مشاهداتی مبتنی است که افراد گوناگون در مکان‌ها و زمان‌های مختلف ولی در شرایط آزمایشی یکسان انجام می‌دهند و به نتایج مشابه می‌رسند)، ماهیت تجربی علوم (دانش علمی بر پایهٔ مشاهده یا آزمایش بنا شده است)، ماهیت احتمالی علوم (علوم به دنبال پیش‌بینی یا توضیح مطلق پدیده‌ها نیست)، ماهیت منحصر به فرد علوم (روش تولید علم منحصر به فرد است و قابل تعمیم به سایر حوزه‌ها از جمله فلسفه نیست)» (شهرتاش و همکاران، ۱۳۸۵:٤٤-٤٣).

۱.۳ دیدگاه «استاندارد» دربارهٔ مؤلفه‌های ماهیت علم

لدرمن(Norman G. Lederman) و عبدالخالق(Abd-El-Khalick) پژوهشگرانی در حوزهٔ آموزش علوم هستند که سال‌ها در مورد ماهیت علم تحقیق کرده‌اند. از نظر آنان، هر چند توافقی میان فلاسفهٔ علم، مورخان علم و مدرسان علم بر سر تعریف خاصی از (Nature Of Science)NOS وجود ندارد، اما توافقی کافی حول دستورالعمل‌های لازم برای طرح مباحث مربوط به ماهیت علم در کلاس‌های درس آموزش عمومی (از پیش‌دبستانی تا سال دوازدهم) وجود دارد(Lederman,2007:831-832) . آنان با بررسی ادبیات مربوط به ماهیت علم و مؤلفه‌های تشکیل‌دهندهٔ آن، مؤلفه های زیر را که تقریباً همه بر سر آن توافق دارند به عنوان جنبه‌ها یا مؤلفه‌های اساسی ماهیت علم شناسایی کرده‌اند. از همین رو است که فهرست زیر فهرست توافقی یا «استاندارد» نامیده می‌شود. ما در ادامهٔ این نوشته به اختصار چنین فهرست و رویکردی را NOS می‌نامیم. از نظر لدرمن و عبدالخالق در آموزش علوم باید ماهیت علم مطابق با لیست NOS ارائه شود. از نظر آنان موارد ذکرشده در این فهرست دارای سه ویژگی است: برای دانش‌آموزان دسترس‌پذیر است، مورخان و فلاسفه بر سر آن‌ها توافق خوبی دارند و دانستن آن‌ها برای دانش‌آموزان به عنوان شهروندان آینده مفید است. در ادامه این مؤلفه ها را مرور می‌کنیم.

موقتی بودن: معرفت علمی به دلیل تغییر مشاهدات و بازتفسیر مشاهداتِ موجود تغییر می‌کند.

www.SID.ir

Archive of SID

مبنای تجربی داشتن: معرفت علمی مبتنی بر مشاهدات جهان طبیعی است.

خلاقانه بودن: علم محصول تصور و خلّاقیت بشری است.

عدم وجود روش علمی واحد: هیچ روش علمی واحدی وجود ندارد.

نظریه‌بار بودن معرفت علمی: آنچه مردم جستجو می‌کنند یا به آن توجه می‌کنند متأثر از آن است که آنان چه می‌خواهند ببینند یا چه چیزهایی را مرتبط با پژوهش‌شان می‌دانند.

تحت تأثیر عوامل اجتماعی و فرهنگی بودن: علم فعالیتی انسانی است و به همین نسبت از جامعه و فرهنگی که در آن قرار دارد متأثر است. بافت اجتماعی، ساختارهای قدرت، امور سیاسی، عوامل اجتماعی، اقتصادی و دین برخی از عوامل تأثیرگذار بر علم‌اند.

مبتنی بر مشاهدات و استنباط بودن: علم هم بر مشاهده و هم بر استنباط مبتنی است. مشاهدات از طریق حواس بشر یا گسترش این حواس به دست می‌آیند. استنباط‌ها نیز تفسیر مشاهدات‌اند.

حضور داشتن نظریه‌ها و قوانین: نظریه‌ها و قوانین انواع متفاوتی از معرفت علمی‌اند. قوانین شرح روابط مشاهده‌شده و ادراک‌شدهٔ پدیده‌ها در طبیعت‌اند. نظریه‌ها توصیف‌هایی برای پدیده‌های طبیعی و سازوکارهایی برای پیوند زدن این پدیده‌ها ارائه می‌کنند. نظریه‌ها و قوانین در اثر پیشرفت و به طور سلسله مراتبی به یکدیگر تبدیل نمی‌شوند، زیرا عملاً انواع متفاوتی از معرفت‌اند(Lederman 2002: 501-502) .

مک‌کوماس و همکاران نیز با بررسی هشت سند مربوط به استانداردهای بین‌المللی علوم، برخی از رایج‌ترین مؤلفه‌های ماهیت علم را استخراج کرده‌اند. موقتی بودن علم، نقش متفاوت نظریه و قانون، نقش خلاقیت در علم، مبتنی بر تجربه و مشاهده بودن و متأثر از عوامل فرهنگی و اجتماعی بودن مؤلفه‌هایی است که با لیست لدرمن مشترک است. مؤلفه‌های دیگر عبارت است از: علم تلاشی برای توضیح پدیده‌های طبیعی است، مردم از همهٔ فرهنگ‌ها در علم مشارکت می‌کنند، علم و تکنولوژی بر هم اثر می‌گذارند (McComas et al., 1998:4).

www.SID.ir

Archive of SID

۲.۳ نقد دیدگاه «استاندارد» دربارهٔ ماهیت علم

آنچه تاکنون گفته شد تلقی سنتی از ماهیت علم بود. در سال‌های برخی صاحب‌نظران حوزهٔ آموزش علوم انتقاداتی بر این مؤلفه‌ها داشته‌اند که در ادامه به شرح آن‌ها می‌پردازیم.

متیوز(Micheal R. Matthews) در مقاله‌ای با عنوان «تمرکز بر وجوه علم به جای ماهیت علم»(Changing The Focus: Nature of Sience (NOS) to Features of Science(FOS ادعا می‌کند که به جای ارائهٔ لیستی به عنوان مؤلفه‌های ماهیت علم باید به معرفی وجوه علم)(FOS)بپردازیم. منظور از وجوه علم خصلت‌هایی است که در علم دیده می‌شوند، ولی چنین نیست که همهٔ علوم آن‌ها را داشته باشند؛ و بالعکس هر چیزی که آن‌ها را داشته باشد علم باشد. این‌ها وجوه شاخص علم هستند که در علوم مختلف کم‌رنگ و پررنگ می‌شوند. از نظر متیوز، تنظیم فهرست NOS به منزله این است که برای علم «ذاتی» در نظر گرفته شده است؛ در صورتی که بسیاری از آنچه به عنوان مؤلفه‌های ماهیت علم در فهرست «توافقی» ذکر شده ضرورتاً علم را از سایر حوزه‌های دانش بشری متمایز نمی‌کند (Matthews, 2012:18).بنابراین، به نظر می رسد که در دیدگاه NOS مسأله تمییز علم از شبه‌علم یا غیرعلم مسأله‌ای بسیار مهم است. این مسأله که در فلسفهٔ علم «مسأله تحدید») (Demarcationنامیده می‌شود، در اوایل قرن بیستم از سوی پوزیتویست‌های منطقی و سپس پوپر پیگیری شد، اما به مرور اهمیت خود را از دست داد و امروزه تنها به عنوان یک مسأله در کنار مسائل بسیار دیگرِ فلسفه علم می‌تواند موضوع پژوهش قرار گیرد. به نظر متیوز، ما باید به جای ماهیت علم وجوه علم را مد نظر قرار دهیم. تمرکز بر وجوه علم راه را بر حل مسألهٔ تحدید باز می‌کند، در صورتی که NOS پاسخ و راه‌حل خاصی را برای این مسأاله پیش‌فرض می‌گیرد (Matthews,2012:3-26).

نقد دیگر وارد بر NOS مربوط به مسائل آموزشی است. از نظر متیوز، هرچند فهرست NOS که نتیجهٔ تحقیقات دو دههٔ لدرمن و تیم اوست، منجر به ورود مباحث مربوط به ماهیت علم به کلاس‌های درس شده است، اما این خطر وجود دارد که مؤلفه‌های فهرست توافقی به عنوان چک لیست ارزیابی فهم دانش‌آموزان از ماهیت علم مورد استفاده قرار گیرد. در این صورت، معلمان به جای اینکه فرصتی فراهم آورند تا دانش آموزان به موضوعاتی دربارهٔ علم فکر کنند و خود به دیدگاهی دربارهٔ ماهیت علم برسند، تنها به آموزش و سپس ارزیابی این مؤلفه‌ها به نحو سنتی (تعلیمی) اقدام می‌کنند. این در حالی

www.SID.ir

Archive of SID

است کـه دسـتیابی بـه تفکـر انتقـادی در برنامـه‌هـای آمـوزش علـم اهمیـت بسـیار دارد (Matthews,2012.PP:20-22).

۳.۳ رویکرد شباهت خانوادگی

در مقابل رویکرد سنتی، رویکرد شباهت خانوادگی(A Family Resemblance Approach) به ماهیت علـم کـه بـه اختصـار آن را بـا FRA نشـان مـی‌دهـیم، توسـط نـولا و همکـارش ایرزیک(Robert Nola & Irzik) در مقاله‌ای با همین عنوان مطرح شده است. از نظر نولا، این رویکرد محدودیت‌ها و ضعف‌های دیدگاه توافقی را ندارد و قادر است بر مسأله دشـوار و بزرگ تعریف علم و تمایز علم از غیرعلم فائق آید. در ادامهٔ این نوشته، به توضیح رویکـرد شباهت خانوادگی خواهیم پرداخت.

نکتهٔ اصلی در اینجا آن است که NOS تصویری یکپارچه از علم ارائه می‌دهد و نسـبت به تفاوت میان رشته‌های مختلف علمی بی‌توجه است. آنچه دانشـمندان انجـام مـی دهنـد (آزمایش، ساخت مدل، آزمون فرضیه و ...) در رشته‌های مختلف علمی (فیزیـک، شـیمی، زیست‌شناسی و ...) چنان تنوعی دارد که به سـختی بتـوان توصـیفی از علـم ارائـه داد کـه دربردارندهٔ همهٔ آن‌ها باشد (Nola&Irzik, 2010:19) .

ایدهٔ شباهت خانوادگی توسط ویتگنشتاین در کتاب پژوهشهای فلسـفی در سـال ۱۹۵۸ مطرح شد تا نشان دهد وحدت میان برخی چیزهـا کـه تحـت مقولـه‌ای واحـد جـای داده شده‌اند، ممکن است به برخی شباهت‌ها میان اعضا متکی باشد. ویتگنشتاین مفهوم بازی را مثال می‌زند که مصادیق آن طیفی گسترده را به وجود می‌آورند که با ویژگی‌هـایی متفـاوت بیان می‌شوند، به طوری که هر چند میان دو عنصر مجاور، برخی ویژگی‌های مشـابه یافـت می‌شود، اما ممکن است میان دو عضوی که در انتهای طیف واقـع شـده‌انـد هـیچ ویژگـی مشترکی موجود نباشد (ویتگنشتاین ۱۳۸۰.۷۵–۹۳). در ادامه نشان می‌دهیم که چگونه نولا از این ایده برای توضیح وحدت علم، علی‌رغم گوناگونی‌های آن، استفاده می‌کند.

از نظر نولا، هیچ یک از فعالیت‌ها و ویژگی‌های علم، نه منحصر به علم و نه بـین همـهٔ رشته‌های علمی مشترک است؛ لذا هیچ ویژگی منفرد یا دسته ای از ویژگـی‌هـا نمـی‌توانـد برای تعیین حدود و ثغور علم از سایر فعالیت‌های بشری به‌کار رود. به عنوان مثال، هرچند مشاهده، جمع‌آوری اطلاعات و استنباط جزو ویژگی‌های مشترک شاخه‌های مختلف علوم است، اما ویژگی‌های منحصر به فرد آن نیست؛ زیرا هر چیزی که با مشـاهده همـراه باشـد

www.SID.ir

Archive of SID

علم محسوب نمی شود (مثل تعداد ماشین‌های متوقف در ترافیک سنگین). در مثالی دیگر، قضات در یک دادگاه ممکن است از داده‌های یک پرونده استنباط‌هایی کنند بدون آنکه به کار علم مشغول باشند. اگر بخواهیم شباهت ها و تفاوت های میان رشته های مختلف علمی را بر حسب روش ها و قواعد روش شناختی که از آنها استفاده می کنند بررسی کنیم در می یابیم در همه علوم از روش واحدی استفاده نمی شود. هر چند روش فرضیه ای قیاسی، رایج تر است اما در علوم پزشکی کلینیکی مبتنی بر مشاهده، روش فرضیه ای قیاسی رایج نیست و روش های آزمایشی تصادفی یا آزمایش دو سو کور و حتی آزمایش سه سو کور(blind experiment) در همه آزمایش های استاندارد آن حضور دارند(Nola&Irzik, 2011a.P:597-599).

بنابراین از نظر رویکرد شباهت خانوادگی پرسش از اینکه چه چیز مشترکی بین رشته های مختلفی که علم نامیده می شوند، وجود دارد اشتباه است و به جای آن باید پرسید که علم به چه شبیه است و به چه شبیه نیست. ما نمی توانیم از ویژگی های ثابتی برای تعریف علم استفاده کنیم، لذا ارائه هیچ تعریف لازم و کافی مقدور نخواهد بود.

رویکرد شباهت خانوادگی می‌تواند هم تفاوت میان رشته‌های مختلف علمی و هم اتحاد آن‌ها را توضیح دهد. این رویکرد با در نظر گرفتن تعدادی از شباهت‌ها و هم‌پوشانی‌ها میان رشته‌های مختلف، آن‌ها را زیر چتری به نام علم گرد هم می‌آورد و به دلیل وجود این اشتراکات، زدن برچسب علم را به همهٔ علوم، از باستان‌شناسی تا جانور شناسی، علی‌رغم وجود ویژگی‌های کاملاً مشترک بین آنها، توجیه می‌کند. لذا رویکرد شباهت خانوادگی مسئلهٔ تعریف و تحدید در علم را حل‌وفصل میکند و به جای تصویر ثابت و غیرقابل‌انعطافی از ماهیت علم که NOS ارائه می‌دهد، توسعهٔ تاریخی علم و پویایی آن را توجیه می‌کند. مسلماً توسعهٔ علم می‌تواند ویژگی‌های جدیدی را به علم بیفزاید که با این رویکرد اضافه شدن آن به ماهیت علم قابل قبول است. رویکرد شباهت خانوادگی می تواند با مقایسه شاخه های مختلف علوم، هم به ویژگی های قلمرو عمومی و هم به ویژگی های قلمرو خاص هر یک توجه کند، زیرا تم شباهت خانوادگی، انسجام مورد نیاز میان این دو حوزه را فراهم می آورد.همچنین چارچوب قابل بسطی ارائه می‌کند که می‌تواند مؤلفه‌های بسیاری از دیدگاه‌های مختلف را در خود جای دهد (Nola&Irzik, 2011a.p:601-603) . تاکنون دیدیم که رویکرد FRA فضای بسیار مناسبی برای گفتگو دربارهٔ علم فراهم می‌آورد، زیرا ظرفیت خوبی برای طرح و تولید مدل‌های مفهومی‌تر، آموزشی‌تر

www.SID.ir

Archive of SID

و شناختی‌تر دربارهٔ ماهیت علم دارد. حال که به نظر می‌رسد FRA کلی‌تر، جامع‌تر و به طور کلی در طراز سطح بالاتری است، این پرسش طرح می شود که با چه ابزاری می‌توان از این رویکرد در کلاس استفاده کرد. در ادامهٔ این نوشته، ما به روش‌های مختلف ارائهٔ ماهیت علم در کلاس درس می‌پردازیم تا ببینیم کدام روش با رویکردFRA قرابت بیشتری دارد.

۴. شیوه‌های تدریس ماهیت علم

تاکنون برای تدریس ماهیت علم رویکردهای مختلفی از جمله رویکرد تاریخی، روش ضمنی و روش صریح ارائه شده است. در رویکرد تاریخی فرض بر این است که با استفاده از تاریخ علم، دانش‌آموزان با ماهیت علم آشنا خواهند شد و ورود تاریخ علم به آموزش علم درک بهتر افراد نسبت به ماهیت علم را در پی خواهد داشت. پروژهٔ هاروارد نمونه ای است که با این هدف در موضوع فیزیک اجرا شده است. روش ضمنی مبتنی بر این فرض است که رسیدن به درکی از ماهیت علم نتیجهٔ طبیعی شرکت در کاوشگری علمی است. بنابراین، دانش‌آموزان با شرکت در پژوهش معتبر علمی تلقی‌های دقیقی از دانش علمی و ماهیت علم به دست می‌آورند. در آموزش صریح، ماهیت علم به عنوان موضوعی مستقل در یک دورهٔ علمی تدریس می‌شود. در این روش، به طور عمده توجه دانش‌آموزان به جنبه‌های مختلف ماهیت علم از خلال بحث، بازخورد و طرح سؤالات خاص جلب می شود (Khishfe&Khalick,2002:552-553). به نظر می‌رسد که اتخاذ شیوهٔ تدریس ماهیت علم به عوامل مختلفی مرتبط است. بی‌شک با تدریس پژوهش‌محور علوم، برخی از مؤلفه‌های ماهیت علم به طور ضمنی منتقل می‌شود؛ ولی برای دستیابی به برخی دیگر شیوهٔ صریح یا تلفیقی مناسب‌تر است، همچنین سن دانش‌آموزان در انتخاب شیوهٔ تدریس مهم است. به عنوان مثال، به نظر می‌رسد پرداختن به جنبه‌های اخلاقی و اجتماعی علم باید در پایه‌های بالاتر و به شیوهٔ صریح صورت گیرد. ما در ادامهٔ به رابطهٔ این روش‌ها و حلقهٔ کندوکاو خواهیم پرداخت.

۵. آموزش علوم از طریق حلقهٔ کندوکاو علمی

برنامهٔ فلسفه برای کودک توسط متیو لیپمن (Matthe Lipman)پیشنهاد و اولین بار در سال ۱۹۷۰ اجرا شد.هدف این برنامه، پرورش و ارتقای تفکر خلاق، تفکر انتقادی، تفکر جمعی

www.SID.ir

Archive of SID

و تفکر مسئولانه است (ناجی،۱۳۸۷: ١٤). لیپمن در این برنامه با تدوین داستان‌های کوتاه فلسفی درصدد است مهارت‌هایی مانند استنباط، تعمیم، قیاس، استدلال، طبقه‌بندی، مفهوم‌سازی و مقایسه را در فراگیران رشد دهد. او معتقد است برنامهٔ فلسفه برای کودک پیش‌فرض‌های منطقی،اخلاقی، معرفت‌شناختی و متافیزیکی شاخه‌های گوناگون را کشف کرده، وحدت میان رشته‌ها را بیش از گذشته نشان می‌دهد(Lipman, 2003) .

حلقهٔ کندوکاو(یا اجتماع‌پژوهشی) (Community of Inquiry)از عناصر اصلی این برنامه است. این مفهوم اولین بار توسط پِرس(Peirce)برای پژوهش‌های علمی به‌کار رفت؛ هرچند در پژوهش‌های غیرعلمی نیز می‌تواند به‌کار رود. لیپمن از این ایده در برنامهٔ خود استفاده کرد و حلقهٔ کندوکاو را به عنوان یکیاز مفاهیم کلیدی برنامهٔ خود معرفی کرد. مبانی معرفتی حلقهٔ کندوکاو به دو بخش ماهیت اجتماعی معرفت و ماهیت پژوهشی معرفت تقسیم می‌شود. ماهیت اجتماعی معرفت یعنی معرفت امری اجتماعی است و محصول یک ذهن نیست و ماهیتی بین‌الاذهانی دارد. ماهیت پژوهشی معرفت یعنی معرفت ماهیت کاوش‌گری دارد و حاصل کنجکاوی است. بنابراین حلقهٔ کندوکاو شکلی از آموزش است که یادگیری را به صورت یک فرایند گفت‌وگوی گروهی در نظر می‌گیرد و بر تفکر برای خویشتن و با دیگران تأکید می‌کند. هدف اصلی حلقهٔ کندوکاو ساخت معانی و مفاهیم از طریق پژوهشی گروهی و اشتراکی است. در کلاسی که در قالب حلقهٔ کندوکاو فعالیت می‌کند، موضوعات درسی به شکل داستان‌هایی با مضامین فلسفی و فکری عرضه می‌شود و دانش‌آموزان هنگام مواجه شدن با وضعیتی مبهم، پرسش‌هایی اساسی مطرح می‌کنند، به فرضیه‌سازی می‌پردازند، سایر اعضای حلقه این فرضیه‌ها را نقد می‌کنند و در نهایت فرضیه‌هایی که از بوتهٔ آزمایش، یعنی نقد و بررسی اعضای حلقه، سربلند بیرون می‌آیند دارای اعتبار خواهند بود (مرعشی و قائدی، ١٣٩٤: ٢٠-٢٢).

هرچند حلقهٔ کندوکاو بیشتر برای اجرای اهداف برنامهٔ فلسفه برای کودک طراحی شده است، اخیراً برخی متخصصان آن را برای آموزش علوم و ریاضی نیز مناسب دانسته‌اند؛ زیرا اولاً علم نیز مانند هر موضوع دیگری می‌تواند موضوع پژوهش‌های فلسفی قرار گیرد، و ثانیاً چون حلقهٔ کندوکاو بر اساس چارچوب ساخت‌گرایی به عنوان نظریهٔ آموزش علم اداره می‌شود، قادر است اهداف متخصصان آموزش علم را برآورده سازد (Sprod,2011:6-7). در زمینهٔ آموزش علوم، ساخت‌گرایی بر نقش فعال یادگیرنده در ساخت دانش و نقش دانش پیشین وی در شکل‌گیری دانش جدید تأکید می‌کند. ساخت‌گرایی مبتنی بر این

www.SID.ir

Archive of SID

فرض است که دانش ماهیتی ساختنی دارد، همچنین به ابعاد انسانی علم همانند خطاپذیری علم، ارتباط آن با فرهنگ و علائق انسانی، جایگاه توافقات در نظریه‌های علمی و تاریخچهٔ مفاهیم نظر دارد (Matthews,1994: 146-147).

در حلقهٔ کندوکاو علمی، همانند حلقهٔ کندوکاو فلسفی، شرکت‌کنندگان دایره‌وار در کنار هم قرار می‌گیرند و داستانی به نوبت توسط اعضای حلقه خوانده می‌شود. محتوای این داستان می تواند هم شامل محتوا و مفاهیم علمی و هم شامل موضوعات مختلفی «دربارهٔ» علم باشد. تسهیلگر از شرکت‌کنندگان می‌خواهد سؤالات خود را مطرح کنند و پس از انتخاب یک یا مجموعهٔ به‌هم‌پیوسته‌ای از این سؤالات کندوکاو آغاز می‌شود. با ایفای نقش صحیح به عنوان تسهیلگر، معلم علاوه بر طرح مسائل علمی و تقویت مهارت‌های لازم در علم‌آموزی کلاس درس را به حلقهٔ کندوکاو بدل می‌کند. البته به جای خواندن داستان، معلم می‌تواند با طرح یک سؤال چالش‌برانگیز یا نمایش یک کلیپ یا فیلم یا آزمایش نیز کارش را آغاز کند (Sprod,2011:8-9).

تیم اسپراد (Tim Sprod)از کشور استرالیا پیشتاز آموزش علم از طریق حلقهٔ کندوکاو علمی است. وی در کتاب بحث در علم (Discussion In Science) داستان‌هایی با موضوعات علمی طراحی کرده است. این داستان‌ها دانش‌آموزان را درگیر کندوکاوی می‌کنند که حاوی مسائلِ مهم علمی است. برخی از این داستان‌ها به دنبال تقویت مهارت‌های اکتشافی در علم، همچون طبقه‌بندی، اندازه‌گیری و غیره، و برخی دیگر به دنبال تقویت درک مفهومی از علم، مانند کسب درک درست از مفاهیمی مانند انرژی یا ماهیت قوانین علمی، و برخی دیگر به دنبال تقویت درک جنبه‌های اجتماعی، اخلاقی و فرهنگی علم است (Sprod,2011).

از نظر اسپراد حلقهٔ کندوکاو علمی موجب ارتقای درک مفهومی ، تسهیل ارزیابی فهم علمی، رفع بدفهمی و تقویت مهارت استدلال‌ورزی علمی در دانش‌آموزان می شود. ما در ادامه تنها به شرح دو قابلیت حلقهٔ کندوکاو در ارتباط با مسألهٔ آموزش علم می پردازیم:

۱) تقویت درک از ماهیت علم: حلقهٔ کندوکاو قادر است با موضوع قرار دادن مقولاتی که با ماهیت علم گره می‌خورد، درک درستی از ماهیت علم به دانش‌آموزان منتقل کند، بدون آنکه مؤلفه‌های ماهیت علم را به نحو ساختگی در آموزش علم تزریق کند.

۲) پیوند زدن میان علم و زندگی روزمره: حلقهٔ کندوکاو فرصت خوبی برای برقراری ارتباط بین مفاهیم علمی و زندگی خارج از کلاس درس است. حلقهٔ کندوکاو می تواند این

www.SID.ir

Archive of SID

ارتباط را با طرح پرسش‌هایی دربارهٔ رابطهٔ علم و تکنولوژی، رفاهی که آن‌ها با خود به همراه داشته‌اند و مشکلات و مسائل اخلاقی و زیست‌محیطی که فناوری‌های نوین ایجاد کرده‌اند برقرار کند(Sprod,2011:1-2).

۱.۵ حلقهٔ کندوکاو و ماهیت علم

ادعای این نوشته آن است که حلقهٔ کندوکاو بستر بسیار مناسبی برای درک صحیح ماهیت علم از سوی دانش‌آموزان است. حلقهٔ کندوکاو علمی این ظرفیت را داراست که در خلال طرح موضوعاتی مرتبط با محتوا و مفاهیم علمی، مانند قوانین حرکت، مفهوم نیرو و ترکیبات شیمیایی، به سؤالاتی دربارهٔ علم با موضوعاتی نظیر هویات نظری در علم، قطعی یا موقتی بودن نظریه‌های علمی و نگاه انباشتی یا انقلابی به علم بپردازد. در حلقهٔ کندوکاو، آموزش محتوای علمی و ماهیت علم به صورت در هم تنیده رخ می دهد و در حین آموزش مفاهیم علمی بدون اینکه از اصطلاحات خاصی استفاده شود به ماهیت علم نیز توجه می شود. حلقهٔ کندوکاو موقعیت مناسبی برای فراتر رفتن از حوزهٔ خاص هر یک از علوم و برقراری ارتباط بین رشته‌های مختلف علمی فراهم می‌کند. در حلقهٔ کندوکاو، معلم آزاد است با توجه به موقعیت هر یک از رویکرد تاریخی، ضمنی یا صریح را برای تدریس ماهیت علم انتخاب کند. مثلاً اگر رویکرد صریح را انتخاب کرد موضوع حلقهٔ کندوکاو می‌تواند به مؤلفه‌های ماهیت علم مثل رابطهٔ جامعه، علم و تکنولوژی اختصاص یابد. در رویکرد ضمنی، معلم می‌تواند با تسهیلگری مناسب از دانش‌آموزان بخواهد دربارهٔ ماهیت علم بیندیشند بدون آنکه مطلع باشند در حال اندیشه‌ورزی دربارهٔ مسائل فلسفی برخاسته از علم‌اند. در رویکرد تاریخی،فلسفی علم جلب کرد. مثلاً با طرح داستان گالیله مسائل زیادی از جمله مناقشات او با کلیسا، رابطهٔ ریاضیات با فیزیک، عملکرد آزمایش فکری، واقع‌گرایی و ذهن‌گرایی(Idealism)و چگونگی ارزیابی یک نظریه در برابر سایر نظریات قابل بررسی است.

به عنوان مثال، تیم اسپراد در کتاب بحث در علم داستانی دربارهٔ قانون هوک دارد (Sprod,2011:140-154)که هدف از آن ارتقای درک مفهومی از قوانین علمی است. علاوه بر این، رابطهٔ ریاضیات و فیزیک، حدود قلمرو قوانین و روابط حاکم میان مفاهیم علمی مدنظر نویسندهٔ این داستان بوده است. این داستان روایت کلاس علوم بچه‌هایی است که معلم از آن‌ها خواسته تا به انتهای فنر چند وزنه با جرم‌های مختلف بیاویزند و پس از اندازه‌گیری تغییر طول فنر نمودار تغییرات طول به ازای وزنه‌های مختلف را رسم کنند. وقتی یکی از

www.SID.ir

Archive of SID

دانش آموزان، پنهانی، وزنه‌ای سنگین به انتهای فنر می‌بندد، فنر از حالت ارتجاعی خود خارج شده و سؤالات بسیاری در رسم نمودار برای بچه‌ها پیش می‌آورد؛ زیرا نقاط نمودار یک خط راست تشکیل نمی‌دهند. دانش‌آموزان می‌دانند که معلم معمولاً رابطهٔ خطی بین دو متغیر را بیشتر دوست دارد، اما این رابطه به‌ازای وزنهٔ سنگین اصلاً برقرار نیست. با ادامهٔ این بحث در جلسه‌ای دیگر، معلم به این نکته می‌پردازد که وقتی بخواهیم از اندازه‌گیری‌هایمان فراتر برویم یا اصطلاحاً نتایج‌مان را تعمیم دهیم باید محتاط باشیم که عامل دیگری (مثل توان فنر در این داستان) مطرح نباشد. با طرح این داستان در حلقهٔ کندوکاو، که مناسب دانش‌آموزان پایهٔ هشتم است، می‌توان با چنین سؤالاتی ماهیت علم را وارد کلاس کرد: آیا وقتی فنر به ازای وزنهٔ سنگین خراب شد قانون هوک شکسته شد؟آیا قانونی علمی می‌تواند نقض شود؟ قوانین علمی و قوانین قضایی چه تفاوت‌هایی دارند؟ چرا در رسم نمودار ما هر نقطه را به نقطهٔ بعدی وصل نمی‌کنیم و به دنبال شکلی هستیم که همهٔ این نقاط را به هم وصل کند؟ اگرنقاط اندازه‌گیری‌شده یک خط راست نسازند به چه دلیل خود را مجاز می‌دانیم خطی بکشیم که بیشتر این نقاط را دربرگیرد؟ با طرح این داستان در کلاس انتظار می‌رود دانش‌آموزان به چنین مواردی دست یابند: قوانین علمی را چگونه کشف می‌کنیم، آزمایش‌ها چگونه این قوانین را تأیید یا ابطال می‌کنند، دایرهٔ کاربرد و اعتبار یک قانون علمی تا کجاست و اینکه ما چگونه اندازه‌گیری‌هایمان را با ساخت مدل‌هایی به هم مربوط می‌کنیم و به قوانین علمی دست می‌یابیم. همچنین دانش‌آموزان در اندازه‌گیری با ابزارهای مختلف، رابطهٔ علم و فناوری را درمی‌یابند.

اسپرود در داستان‌های دیگر به جنبه‌های اجتماعی و اخلاقی علوم می پردازد. انتظار می‌رود با تسهیل‌گری معلم توجه دانش‌آموزان به این موضوعات جلب شود که علم و فناوری موضوعاتی خنثی نیستند که مطابق میل ما شکل بگیرند و از خود آثار و پیامدهایی به جای نگذارند. ما باید خود را در هر موقعیتی که هستیم حافظ محیط‌زیست و ارزش‌های اخلاقی برآمده از علم بدانیم و به این بیندیشیم که علم و فناوری چه تبعاتی به لحاظ اجتماعی، اخلاقی و زیست‌محیطی دارند (Sprod,2011:87-93).

۲.۵ رابطهٔ حلقهٔ کندوکاو علمی و مؤلفه‌های ماهیت علم

به نظر می رسد که فارغ از رویکرد اتخاذشده به ماهیت علم، برخی از مؤلفه‌های ماهیت علم به طور تلویحی دسترس پذیرند، اما برخی دیگر از آن‌ها، مثل رابطهٔ علم، اخلاق و

www.SID.ir

Archive of SID

جامعه، باید به طور مستقیم موضوع حلقهٔ کندوکاو قرار گیرند تا درک بهتری از آن‌ها به دست آید. در ادامه، به ویژگی‌های تلویحی قابل کسب در حلقهٔ کندوکاو می‌پردازیم.

درگیری عملی در فعالیت علمی: در حلقهٔ کندوکاو دانش‌آموزان همانند دانشمندان به کار علم مشغول‌اند. آن‌ها حتی وقتی درگیر پاسخ‌دهی به پرسش‌هایی دربارهٔ موضوعات علمی‌اند، به طور ضمنی برداشتی از ماهیت علم خواهند داشت. فرض کنید در حلقهٔ کندوکاو داستانی خوانده یا آزمایشی انجام شود. در گام اول، دانش‌آموزان تشویق می‌شوند تا پرسش‌ها و نکات مبهم خود را دربارهٔ داستان یا آزمایش طرح کنند، بعد همانند آن چیزی که در جامعهٔ علمی و کتاب‌های درسی مرسوم است (بدون اینکه ادعا کنیم صرفاً چنین الگویی علمی است) به مشاهده و جمع‌آوری اطلاعات پرداخته و پس از طبقه‌بندی اطلاعات بر اساس ملاک‌های مورد نظرشان به ساخت فرضیه‌ای ولو موقت می‌پردازند. از آن فرضیه پیش‌بینی‌هایی استنتاج می‌کنند و سپس آن‌ها را در عمل می‌آزمایند. ممکن است برای آزمون فرضیه نیاز به طراحی آزمایش هم داشته باشند. در صورتی که فرضیه رد شد، آن را اصلاح کرده و یا به طور کلی کنار می‌گذارند و به جایگزین‌هایی جدید، یعنی در نظر گرفتن احتمالات دیگر، می‌اندیشند. پس درمی‌یابند که دانشمندان نیز با حفظ شکاکیت به دنبال فرضیه‌ها و تبیین‌های بهتری می‌گردند و علم با جایگزینی فرضیات رقیب که کارآمدترند به جلو می‌رود. پیشرفت علمی بر مبنای ارزیابی انتقادی نظریه‌های علمی و رقابت بین نظریه‌های رقیب ممکن است. علاوه بر این، در حلقهٔ کندوکاو با ایجاد یک مسأله برای دانش‌آموز، وی به رشته‌ای از فعالیت‌های ذهنی، برای تحلیل موضوع، تشویق خواهد شد و در این مدت درگیر پرسش کردن، فرض گرفتن، حدس زدن، استنباط کردن، تخیل ورزیدن و غیره خواهد بود که همگی مهارت‌های مورد نیاز در اکتشاف علمی‌اند.

تجربی بودن علم: در حلقهٔ کندوکاو، فرضیه‌های ساخته‌شده توسط دانش‌آموزان در معرض نقد همکلاسی‌هایشان قرار می‌گیرد. همه به شکل نقادانه، بی‌طرف و بی‌غرض به بررسی فرضیه‌ها و نظریه‌های بدیل، همراه با ارزیابی دلایل و شواهد، می‌پردازند. دانش‌آموزان به طور تلویحی درمی‌یابند که یگانه مرجع اقتدار در علم یافته‌های تجربی و آزمایش است. در علم هیچ مرجع مقتدر، دانشمند و نهادی نداریم که حرف آخر را بزند و همه به احترام او حرفش را بپذیرند. حرف هیچ کس، حتی معلم، اگر مطابق با شواهد تجربی نباشد، اعتبار نخواهد داشت.

www.SID.ir

Archive of SID

عقلانیت: عقلانیت هم به عنوان یک هدف و هم به عنوان شکلی از رفتار پویا سنگ بنای حلقهٔ کندوکاو را تشکیل می‌دهد (مرعشی، ۱۳۹٤، ص٤۹). در حلقهٔ کندوکاو، بررسی و ارزیابی نظرات بدیل به کمک دلایل و پشتوانه‌های تجربی و نظری می‌تواند معقولیت علم را به اعضا منتقل کند. اگر دانش‌آموزان به حلقه‌ای از تفکر در مورد مسائل علمی دعوت شوند و ببینند نهایتاً برخی از نزاع‌های علمی نمی تواند با دقت علمی فیصله یابد، به یک راه‌حل منصفانه قانع می‌شوند و می‌بینند در برخی موارد باید به یک نتیجهٔ منطقی و معقول بسنده کنند، هرچند نتیجه به معنای دقیق کلمه عقلانی نباشد. آنچه گفتیم مفهوم عقلانیتی است که لیپمن به عنوان ویژگی حلقهٔ کندوکاو از آن یاد می‌کند، یعنی عقلانیتی که متناسب با موقعیت است (Lipman, 2003:97).

تمایز علم از غیرعلم: حلقهٔ کندوکاو بستر مناسبی است برای ارتقای درک دانش‌آموزان از تمایز علم از غیرعلم است. بسیاری از اوقات در حلقهٔ کندوکاو مسائل فلسفی، اخلاقی و اجتماعی برخاسته از علم طرح می‌شود و دانش‌آموزان می‌بینند که قادر به پاسخ‌گویی به این سؤالات از طریق به‌کارگیری روش‌های تجربی نیستند. آنان علاوه بر اینکه روش علمی را درک می‌کنند، درمی‌یابند روش علمی قادر به پاسخ‌گویی به همهٔ سؤالات بشر نیست. علم یکی از منابع شناخت بشر است و در کنار سایر منابع از جمله ریاضیات، الهیات، فلسفه و هنر می‌تواند جهان را تا حدودی به ما بشناساند. حلقهٔ کندوکاو، علم‌زدگی و خوش‌بینی افراطی به علم را که در بین دانش‌آموزان و حتی معلمان شایع است، از بین می‌برد.

جنبهٔ عمومی و خصوصی علم: علم تجربی مبتنی بر شواهد علمی یا مشاهدات است که به طور خصوصی توسط افراد یا گروه‌ها جمع‌آوری می‌شود و سپس به طور عام در اختیار دیگران قرار می‌گیرد؛ مثلاً دانشمندان نتایج کار خود را به شکل عمومی در مجلات تخصصی منتشر می‌کنند تا در دسترس عموم باشد. دانش‌آموزان نیز در حلقهٔ کندوکاو هر آنچه را که کسب می‌کنند، به اشتراک می‌گذارند؛ لذا جنبهٔ عمومی و خصوصی علم را درمی‌یابند.

مشارکتی بودن پژوهش علمی: همان‌طور که گفتیم اجتماع‌محور بودن، ویژگی اساسی برنامهٔ فلسفه برای کودک است. طبق دیدگاه دیویی، کار پژوهشی در اساس مبتنی بر تعاون و همکاری است (Lipman, 2003:20). در حلقهٔ کندوکاو دانش‌آموزان همچون دانشمندان به صورت گروهی کار می‌کنند؛ پس درمی‌یابند که کار پژوهشی و تحقیق بر بنیاد مشارکت و

www.SID.ir

Archive of SID

همکاری است. همچنین می‌بینند چگونه فعالیت فکری مشترک می‌تواند فرایند پـژوهش و دستیابی به راه‌حل را تسریع کند.

اجماع و اقناع علمی، موقتی بودن نظریه‌هـای علمـی: درگفتگوهـای جـاری در حلقـهٔ کندوکاو، گاهی اوقات ممکن است هیچ نتیجه‌گیری قطعی‌ای اتفاق نیفتد و اعضـای حلقـه علی‌رغم ناکامی در رسیدن به پاسخی قطعی، به اجماع دست‌یافته‌شده قناعت کنند. بنابراین آنان درک صحیحی از مفهوم اجماع و اقناع در جامعهٔ علمی پیدا می‌کننـد. در حلقـه، هـیچ نتیجهٔ نهایی‌ای که امکان بررسی مجدد نداشته باشد به دست نمـی‌آیـد. «در ایـن کنـدوکاو جمعی، هیچ چیز از بررسی بیشتر مصون نیست و حصول توافق به این معناست کـه آنچـه مورد توافق واقع شده در آینده خود نقطهٔ شروع چالش‌ها و کندوکاوهای بعدی خواهد بود» (شیخ رضایی، ۱۳۹٤:۳۸). با ایـن اوصـاف، نـزد اعضـای حلقـه، قطعـی بـودن قـوانین و نظریه‌های علمی رنگ می‌بازد و آنان درمی‌یابند که دانش علمی در حالی که پایـدار اسـت، موقتی نیز هست و خصلتی شک‌گرایانه دارد.

نظریه‌بار بودن معرفت علمی: طبق ویژگی شمولِ حلقهٔ کندوکاو، اعضای حلقه می‌توانند از طبقات مختلف اجتماعی با ملیت‌ها و فرهنگ‌هایِ مختلف یا سن‌هـای متفـاوت باشـند (Lipman, 2003:95).در حلقهٔ کندوکاو افراد مختلفی کنار هم می‌نشـینند و علـی‌رغـم نگـاه کردن به پدیده‌ای واحد، چیزهای متفاوتی مـی‌بیننـد. آن‌هـا در طبقـه‌بنـدی‌هـای مختلـف، ملاک‌های گوناگونی به‌کار می‌برند. دانش‌آموزان، در کنار توجه به نقش تجربه و مشاهده و بهره‌گیری از آن در فرایند آموزش علم، با نقش فرهنگ و تأثیر مسائل اجتماعی و فرهنگـی در جهت‌دهی به مشاهده و تجربه نیز آشنا می‌شوند. به همین ترتیب، آنان درمـی‌یابنـد کـه دانشمندان نیز می‌توانند از جامعه و فرهنگی که در آن قرار دارند متأثر بـوده و از یـک دادهٔ آزمایشی تفاسیر مختلف داشته باشند. لذا به طور تلویحی دانش‌آموزان به نظریـه‌بـار بـودن معرفت علمی دست می‌یابند. همچنین بررسی و ارزیابی نظرات بـدیل بـه کمـک دلایـل و پشتوانه‌های تجربی و نظری می‌تواند، علی‌رغم نظریه‌بار بودن، معقولیت علم و معتبر بـودن آن را در جوامع مختلف به آن‌ها منتقل کند.

خلاقیت در علم: طبق نظر پوپر دانشمندان بزرگ واجد نـوعی خلاقیـت‌انـد و کشـف همیشه شامل عنصری غیرعقلانی و خلّاق است (Popper,p:31-32). حلقهٔ کنـدوکاو نیـز بـه تفکر خلّاقانه اهمیت می‌دهد (لیپمن به نقل از نـاجی،۱۳۸۷: ۲۹) و ایـن ویژگـی، مطلـوبِ

www.SID.ir

Archive of SID

آموزش علم است. دانش‌آموزان در حلقهٔ کندوکاو شاهدند که فرضیه‌ها و تبیین‌های علمی چیزی فراتر از صرف گردآوری اطلاعات است. خلّاقانه بودن علم با طرح فرضیه‌های مختلف از سوی برخی اعضای حلقه یا انتخاب ملاک‌های خلّاقانهٔ آن‌ها در طبقه‌بندی اطلاعات درک می‌شود. می‌توان با پرسش‌هایی توجه دانش‌آموزان را به این مسأله جلب کرد که هرچند علم مبنایی تجربی دارد، اما هویات نظری فرض‌شده با خلّاقیت دانشمندان به علم اضافه شده‌اند. عنصر خلّاقیت باعث می‌شود علم روش واحدی نداشته باشد و هیچ روشی علمی گام‌به‌گام و جامعی را نتوان برای تولید علم پیشنهاد کرد.

رابطهٔ علم، فنّاوری و جامعه: گفتیم که در جامعه ای که قرار است افراد در تصمیم‌گیری‌های علمی مشارکت داشته باشند، ایجاد تصویر درستی از علم ضروری است. به همین دلیل، توجه به جنبه‌های اجتماعی، اخلاقی و فرهنگی علم مورد انتظار برنامه‌ریزان آموزشی است. آن‌ها انتظار دارند ما چه در مقام شهروندی که در تصمیم‌گیری‌های علمی کشور مشارکت داریم و چه در مقام دانشمندی که علم را به جلو می‌بریم اجازه ندهیم علم و فناوری در جهت تخریب ارزش‌های اخلاقی یا ویرانی محیط‌زیست پیش رود. نولا و ایرزیک به منظور دستیابی به وضوح مفهومی (و نه یک تمایز مقوله‌ای) علم را به دو سیستم شناختی-معرفتی Cognitive-epistemic system و نهادی-اجتماعی Social-institutional تقسیم کرده‌اند(Nola, 2014:1003). ما به توضیح علم به عنوان یک سیستم شناختی-معرفتی نمی پردازیم، ولی به این نکته اشاره می‌کنیم که علم به عنوان نهادی اجتماعی شامل هنجارهای اخلاقی و اجتماعی حاکم بر جامعهٔ علمی است. رویکرد FRA قابلیت ویژه ای در یکی کردن وجوه شناختی- معرفتی و وجوه اجتماعی علم به صورت یک کل قابل انعطاف و توصیفی و نه به صورت تجویزی است. از آن جایی که روابط علم با نهادهای اجتماعی، سیاسی، دینی ، اقتصادی و تدابیر اجرایی و قانونی مورد نیاز برای نظم بخشیدن به اکتشاف های علمی و نوآوری های تکنولوژیکی موضوع هایی هستند که هر روز با اهمیت و ضرورت بیشتری در دستور کارهای سیاسی و دولتی قرار می گیرد، لذا پرداختن به روابط بین علم، جامعه و تکنولوژی در آموزش اهمیت ویژه ای یافته است. حلقهٔ کندوکاو علمی این فرصت را در اختیار معلم قرار می دهد تا در خلال آموزش محتوای علم به این مسائل نیز بپردازد. ترسیم و ارائه تصویر متنوع تری از علم برای طیف وسیع تری از دانش آموزان جالب است. به عنوان مثال ممکن است برای دانش آموزی ابعاد شناختی- معرفتی علم جذاب نباشد در حالی که به وجوه اجتماعی- نهادی علم علاقه نشان دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

اولین بار روبرت مرتون (Robert Merton) به عنوان پایه‌گذار رشتهٔ جامعه‌شناسی علم به علم به عنوان نهادی اجتماعی، با شکل سازمانی و اخلاقی خاص خود، توجه کرد (گلوور و همکاران،۱۳۸۳:۷۳). او معیارهای حاکم بر رفتارهای دانشمندان را مورد بررسی قرار داد و آن‌ها را طبقه‌بندی کرد. به نظر مرتون هنجارهای حاکم بر جامعهٔ علمی عبارت‌اند از: جهان‌شمولی(معرفت جدید تنها با معیارهای عینی و غیرشخصی ارزیابی می‌شود)، شک‌گرایی سازمان‌یافته (هیچ جنبه‌ای از جهان را نباید مقدس دانست، به این معنا که همهٔ جهان را می‌توان موضوع مطالعهٔ علمی قرار داد)، بی‌غرضی(دانشمندان بی‌طرفانه به کارشان می‌پردازند) و اشتراک‌گرایی(محصول معرفت علمی تحت مالکیت مشترک یا عمومی قرار می‌گیرد) (گلوور و همکاران،۱۳۸۳: ۷۷–۷۸). با توجه به ویژگی‌های حلقهٔ کندوکاو، این هنجارها می‌تواند به مرور زمان و به شکلی تلویحی در حلقه‌های کندوکاو علمی به دانش‌آموزان منتقل شود. علاوه بر این، توجه به پیامدهای پژوهش‌های زیست‌محیطی، نداشتن تعصب‌های قومی، نژادی و مذهبی و طرح پیامدهای اخلاقی احتمالی حاصل از به‌کارگیری پژوهش‌های علمی و سایر مسائل مرتبط می‌تواند به طور صریح نیز موضوع بحث در حلقهٔ کندوکاو قرار گیرد تا دانش‌آموزان خود به رابطهٔ علم و فنّاوری با جامعه، فرهنگ، سیاست و اخلاق پی ببرند.

۶. نتیجه‌گیری

حلقهٔ کندوکاو با ویژگی‌های بنیادین خود، از جمله پیوند با داستان و روایت، طرح پرسش‌های چالش‌برانگیز و تأکید بر تفکر جمعی، علاوه بر ارتقای فهم دانش‌آموزان از مفاهیم علمی، با دادن تصویری متعادل‌تر و همه‌جانبه‌تر از توانایی‌ها و محدودیت‌های علم، هم توان تفکر نقادانه دربارهٔ علم و هم توان درک درست قابلیت‌ها و محدودیت‌های علم و فناوری را به دانش‌آموزان اعطا می‌کند. در حلقهٔ کندوکاو بدون تزریق تصنعی، مفاهیم فلسفیِ برخاسته از علم به شکل طبیعی توسط خود دانش‌آموزان و با تسهیل‌گری معلم طرح و بررسی شده و پیوند میان آموزش علم و ماهیت علم برقرار می‌شود. همچنین می‌توان با ارائهٔ مثال‌هایی ملموس، از خلال بحث گروهی و مفهومی، به جنبه‌های مختلف علم و فناوری پرداخت. در زمینهٔ رویکردهای مطرح در ماهیت علم، FRA دارای ظرفیت خوبی برای طرح و تولید مدل‌های مفهومی‌تر، آموزشی‌تر و شناختی‌تر دربارهٔ ماهیت علم است و قابلیت یکی کردن وجوه شناختی– معرفتی و وجوه اجتماعی علم را داراست. زیرا

www.SID.ir

Archive of SID

هم ویژگی های لازم را برای انتقال محتوای علم به روش کاوشگری و فعال داراست و هم می تواند به مسائل مربوط به علم به عنوان یک نهاد اجتماعی بپردازد. با اتخاذ رویکرد شباهت خانوادگی در حلقهٔ کندوکاو، معلم می‌تواند بر روی مقولهٔ خاصی از ماهیت علم تمرکز کند؛ مثلاً توجه دانش‌آموزان را به این نکته جلب کند که هرچند علم به دنبال اهدافی است اما لزوماً هدف علم با هدف دانشمند یکی نیست، دانشمندان انسان‌اند و ممکن است مانند هر انسانی تحت تأثیر عوامل غیرشناختی‌ای مانند شهرت و منافع اجتماعی قرار گیرند. از آن جایی که معلم در طرح دیدگاه‌های رقیب در تاریخ علم، فلسفهٔ علم یا روش‌شناسی علم باید راه میانه‌ای را در پیش گیرد و تنها یکی از آن‌ها را طرح نکند، با اتخاذ رویکرد شباهت خانوادگی و استفاده از ظرفیت‌های آن، می تواند در آموزش ماهیت علم اهداف متعادل‌تری را اتخاذ کند، زیرا هدف رویکرد FRA تدریس عقیدهٔ خاصی دربارهٔ علم نیست و این کاملاً در راستای اهداف حلقهٔ کندوکاو است. البته باید به این نکته هم توجه کرد که استفاده از این رویکرد نیازمند آشنایی بیشتر معلمان علوم با مقولات فلسفه، تاریخ و جامعه‌شناسی علم است که جای آن به‌شدت در برنامه‌های آموزشی تربیت معلم و ضمن خدمت کشور ما خالی است. در پایان، امید است با توجه به ورود تدریجی برنامهٔ فلسفه برای کودک به حوزه‌های پژوهشی و آموزشی کشور، به ظرفیت‌های آن در آموزش علوم نیز توجه شود تا گامی در جهت ارتقای آموزش علوم کشورمان و نزدیک شدن به اهداف بین‌المللی آموزش علوم برداشته شود.

کتاب‌نامه

پایا، علی،۱۳۸٦، «ترویج علم در جامعه، یک ارزیابی فلسفی»، سیاست علم و فناوری، ۱۳۸۷، جلد اول

شهرتاش، فرزانه و همکاران،۱۳۸۵، مبانی نظری و مهارت‌های آموزش علوم، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش

سعیدی، مریم،۱۳۹۰، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، بررسی دیدگاه‌های دانش‌آموزان و معلمان علوم راهنمایی از علم و ماهیت آن. دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

رجبی فروتن، حسین، ۱۳۹۱، «عمومی‌سازی علم: تاریخچه، الگوها و رویکردها» در شیخ‌رضائی، حسین، علم، جامعه، اخلاق: جستارهایی در ابعاد اجتماعی و اخلاقی علم، انتشارات مینوی خرد،

شیخ‌رضائی، حسین.۱۳۹٤، علم‌ورزی در حلقهٔ کندوکاو. تهران: پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی.

www.SID.ir

Archive of SID

مرعشی، سید منصور و قائدی، یحیی،۱۳۹٤. مبانی و کارکردهای حلقهٔ کندوکاو، تهران: پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

گلوور، دیوید و همکاران، جامعه‌شناسی معرفت و علم. ترجمهٔ شاپور بهیان و همکاران، انتشارات سمت:۱۳۸۳

ناجی، سعید، کندوکاو فلسفی برای کودکان و نوجوانان، گفتگو با پیشگامان، جلد۱، تهران: پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، ۱۳۸۷

ویتگنشتاین، لودویگ، پژوهش‌های فلسفی، ترجمهٔ فریدون فاطمی، نشر مرکز، چاپ پنجم، ۱۳۸۹

1) AAAS. (1989). Science for all Americans . Washington, DC: American Association for the Advancement of Science

2) Erduran. S, Dagher. Z. R, 2014. Family Resemblance Approach to characterizing science, In Reconceptualizing the Nature of Science for Science, 19-39

3) Irzik, G., & Nola, R. (2011a). A family resemblance approach to the nature of science, Science & Education, 20, 591–607

4) Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). The influence of explicit reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science, Journal of Research in Science Teaching, 39, 551–578.

5) Lederman, N. (2007). Nature of science: Past, present, future. In S. Abell & N. Lederman (Eds.), Handbook of research on science education (pp. 831–879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

6) Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F. S., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. Journal of Research in Science Teaching, 39(6), 497–521.

7) Lederman, N. G., and Lederman, s. j. (2004). Revising instruction to teach nature of science,the Science Teacher, 71(9), 36–39.

8) Lipman, Matthew (2003). Thinking in Education, New York: Cambridge University Press

9) Matthews, M. R. (1994). Science teaching: the role of history and philosophy of science.

London & New York: Routledge.

10) Matthews, M. (2000). Foreword and introduction. In the nature of science in science education: rationals and strategies. Ed by William F. McComas.London: Kluwer academic publishers.

11) Matthews, M. R. (2012).Changing The Focus: Nature of Sience (NOS) to Features of Science(FOS) In Advances in Nature of Science Research, Foreword by Richard K. Coll

12) McComas, W. F, Michael. P. C & Almazroa.H,. (1998). The Role And Character of The Nature of Science in Science Education. In McComas, W. (Ed.), The nature of science in science education: Rationales and strategies (pp. 3–40). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer

www.SID.ir

Archive of SID

13) Sprod, T. (2011).Discussion in Science: Promoting Conceptual Understanding in The Middle School Years, Acer Press.

14) Popper, k .(2005).The Logic of Scientific Discovery.London, Routledge

www.SID.ir