



فرا تحلیل کیفی مقالات علمی اخیر، ناظر بر حوزه ی "ماهیت علم"

مریم صابری^۱، جعفر جهانی^۲

چکیده

از زمانی که "ماهیت علم" به عنوان یکی از موضوعات اساسی آموزشی مطرح گردید، کتابها و مقالات زیادی در این حوزه منتشر شده‌اند. مقاله‌ی حاضر به روش فرا تحلیل ۸۱ مقاله‌ی چاپ شده از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ در شش مجله‌ی معتبر حوزه‌ی آموزش علوم^۳ را مورد بررسی توصیفی، ارزیابی (در ابعاد سؤالات، فرضیات، اهداف و نتایج) و همچنین تحلیل نقاط ضعف و قوت قرار داده است. به نظر می‌رسد استفاده از این فرا تحلیل می‌تواند در آگاهی از پژوهش‌های به‌روز حوزه‌ی ماهیت علم، نقاط قوت و ضعف آنها و چگونگی کاربردهای آن در حوزه‌ی تعلیم و تربیت به سیاست‌گذاران آموزشی و نویسندگان کتب درسی کمک نماید.

کلمات کلیدی: ماهیت علم، مؤلفه‌های ماهیت علم، فرا تحلیل، سواد علمی.

۱. مقدمه

شناخت و درک از علم و ماهیت آن به عنوان یکی از وجوه سواد علمی، یکی از اهداف اصلی آموزش علوم جهت آماده شدن برای زندگی شهروندی محسوب می‌شود (متیوز، ۱۹۹۴). لدرمن (۲۰۰۷)، با بازبینی تحقیقات حوزه‌ی ماهیت علم نشان می‌دهد که بیشتر از ۵۰ سال تحقیق در این زمینه حاکی از آن است که: ۱. دانش‌آموزان معمولاً درک درستی از ماهیت علم ندارند، ۲. معلمان معمولاً درک درستی از ماهیت علم ندارند، ۳. درک معلمان از ماهیت علم لزوماً به روش‌های کلاسی آن‌ها منتقل نمی‌شود و ۴. معلمان ماهیت علم را به عنوان یکی از نتایج آموزشی در نظر نمی‌گیرند. (لدرمن، ۲۰۰۷). نگاهی به مطالعات انجام شده در برخی کشورها در این زمینه نشان می‌دهد، وسعت و اهمیت این مقوله از نظر صاحب نظران و کارشناسان آموزشی آنها بسیار زیاد است. به طوری که طیف کارها، فعالیت‌های انجام گرفته و زمینه‌های مطالعاتی در مورد ماهیت علم در این کشورها وسعت زیادی دارد. اما در بررسی پژوهش‌های داخلی حوزه‌ی ماهیت علم، جای خالی مطالعاتی در این زمینه به شدت احساس می‌شود.

^۱ دانشجوی دکتری دانشگاه شیراز؛ گروه مدیریت و برنامه ریزی درسی، شیراز، ایران، maryam.sab2010@gmail.com

^۲ دانشیار دانشگاه شیراز، گروه مدیریت و برنامه ریزی درسی، شیراز، ایران، jjahani37@gmail.com

3 Science & Education, Journal of Science Teacher Education, International Journal of Science and Mathematics Education, Journal of Research in Science Teaching, International Journal of Science Education, Science Education



شود (رضوی، ۱۳۹۳). در واقع ماهیت علم حلقه‌ای فراموش شده در مطالعات آموزشی کشور ماست. امید است با انجام فراتحلیلی بر مقاله‌های علمی در این زمینه، پژوهشگران داخلی نیز ضمن آگاهی یافتن از پژوهش‌های انجام شده، به جایگاه و اهمیت حوزه‌ی ماهیت علم در تعلیم و تربیت و سواد عمومی جامعه پی ببرند و برای بهبود وضعیت آن تلاش کنند.

هدف کلی پژوهش

فراتحلیل مقالات با موضوع "ماهیت علم" برای ارائه‌ی جمع بندی از آخرین تلاش‌های علمی انجام گرفته و همچنین ارائه‌ی تحلیلی از جایگاه کنونی آن در داخل و خارج کشور برای نهادهای سیاست‌گذار تعلیم و تربیت و سایر عاملان مرتبط.

سؤالات پژوهش

۱. پژوهش‌های حوزه‌ی ماهیت علم چه جایگاهی در میان پژوهش‌های اخیر حوزه‌ی آموزش علوم دارند؟
۲. چگونه می‌توان منطقی که برای انجام پژوهش‌ها ذکر شده یا مشاهده می‌شود را مقوله‌بندی کرد؟
۳. از تلخیص و دسته‌بندی پژوهش‌ها چه نتایجی حاصل می‌گردد؟
۴. در مقاله‌های با موضوع ماهیت علم، بر چه جنبه‌هایی بیشتر تأکید شده و کدام جنبه‌ها مورد کم‌توجهی قرار گرفته‌اند؟
۵. با نگاهی جامع به نقاط قوت و ضعف مقاله‌ها، چه پیشنهادهایی برای بهبود وضعیت حوزه‌ی ماهیت علم، از طرف محققان مطالعه‌ی حاضر مطرح می‌شود؟

مبانی نظری مقاله

بیش از ۱۰۰ سال است که ماهیت علم به عنوان یکی از اهداف مهم مطالعه‌ی علوم و یکی از مهم‌ترین نشانگرهای سواد علمی، مورد توجه قرار گرفته است (لدرمن و آبل، ۲۰۱۴). بر اساس معیارهای سواد علمی (AAAS, 1993) زمانی که مردم می‌دانند دانشمندان چگونه کار می‌کنند و به نتایج علمی می‌رسند و محدودیت‌های این نتایج چیست، به احتمال بیشتری به ادعاهای علمی واکنش‌های متفکرانه نشان می‌دهند و کمتر احتمال دارد آنها را فوراً رد کنند یا بدون منطق بپذیرند. تربیت شهروندان با سواد علمی، دارای پیش زمینه‌ای مناسب برای ارزیابی دانش علمی و به کار بستن مناسب آنها در تصمیم‌گیری‌ها یکی از اهداف آموزش علوم محسوب می‌شود.



دبور (۲۰۰۱)، معتقد است که ماهیت علم مهم‌ترین مؤلفه‌ی سواد علمی است. از نظر لدرمن (۲۰۱۴)، ماهیت علم به عنوان یک دانش فراشناختی درباره‌ی علم، نقشی محوری در سواد علمی ایفا می‌کند. عبدالملکی (۱۳۹۰) در پایان نامه کارشناسی ارشد خود، تعاریف مختلفی از سواد علمی و ویژگی‌های یک فرد با سواد علمی را از منابع متعدد بیان کرده که در همگی آن‌ها "درک ماهیت علم" یکی از نشان‌گرهای سواد علمی محسوب می‌شود. به طور مثال به نقل از لاگش (۱۹۹۹)، ۶ مشخصه‌ی فرد با سواد علمی را بدین صورت بیان می‌کند: ۱. درک پیوندهای علم و جامعه، ۲. درک اخلاقیاتی که یک دانشمند را در کارش کنترل می‌کنند، ۳. درک ماهیت علم، ۴. درک تفاوت میان علم و تکنولوژی، ۵. درک مفاهیم بنیادی علم، ۶. درک پیوندهای علم و علوم انسانی. و یا به نقل از فیلیپس و نوریس (۲۰۰۳)، سواد علمی را شامل این مفاهیم بیان می‌کند: آگاهی از محتوای اساسی علم و توانایی تمایز علم از شبه علم، وابستگی به یادگیری علم، قابلیت استفاده از دانش علمی در حل مسئله، دانش مورد نیاز برای مشارکت هوشمندانه در مسائل اساسی علمی، درک ماهیت علم و ارتباط آن با فرهنگ، آگاهی از محدودیت‌ها و فواید علمی و ... همچنین عبدالملکی (۱۳۹۰) تعاریف روس و لی (۲۰۰۴)، شوالتر (۱۹۷۴)، پروژه ۲۰۶۱ آمریکا، انجمن تحقیقات ملی (NRC، ۲۰۰۷)، پیسا (۲۰۰۹) و ... از مفهوم سواد علمی را مطرح کرده که در تمامی آنها "درک ماهیت علم" یکی از مشخصه‌های فرد با سواد علمی در نظر گرفته شده است.

حال با چنین توضیحاتی، این سؤال پیش می‌آید که منظور از ماهیت علم چیست؟

از دید مک کوماس و همکاران ماهیت علم عرصه پیوندی است که جنبه‌های مطالعات اجتماعی مختلف علم شامل تاریخ علم، جامعه‌شناسی علم، فلسفه‌ی علم و روان‌شناسی علم را ترکیب کرده و درهم می‌آمیزد (مک کوماس و همکاران، ۲۰۰۲). یکی از تعاریفی که از ماهیت علم مورد توافق اکثریت قرار دارد عبارتست از: "توصیفی غنی از اینکه علم چیست، چگونه کار می‌کند، چگونه محققان در قالب گروه‌های اجتماعی کار می‌کنند و چگونه جامعه تلاش‌های علمی را هدایت می‌کند و با آن‌ها تعامل دارد" (مک کوماس و همکاران، ۱۹۹۸، ص ۴). ماهیت علم با تربیت افرادی که موضوعات علمی را می‌فهمند و قادرند از این دانش در قضاوت‌ها و تصمیم‌گیری‌های آگاهانه‌ی خود استفاده کنند، سواد علمی دانش‌آموزان را ارتقا می‌دهد (هازون، ۲۰۰۲) عناصر ماهیت علم این پتانسیل را دارند که به دانش‌آموزان فرصت درک و احساس بهتر نسبت به علم را بدهند و علایق آن‌ها را نسبت به علوم ارتقا بخشد. بنابراین ماهیت علم به عنوان مشخصه‌ی اصلی سواد علمی تقریباً در تمام اسناد ملی و استانداردهای آموزش علوم آمریکا مورد تأکید قرار گرفته است (رودولف، ۲۰۰۰؛ نقل از الشمرانی، ۲۰۰۸). در سال‌های اخیر آموزشگران علوم جنبه‌های مختلف ماهیت علم را که در هر مقطع تحصیلی می‌بایست مورد توجه سیاستگذاران تعلیم و تربیت قرار گیرد، معرفی کرده‌اند (الشمرانی، ۲۰۰۸) که بعضی از آن‌ها در نسل جدید استانداردهای آموزش علوم (NGSS) آمریکا نیز بیان شده‌اند (NGSS، ۲۰۱۳).



مرور پیشینه ها

دنگ و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهش خود به بررسی ۱۰۵ مقاله‌ی پژوهشی پرداختند که موضوع آنها در این سه حوزه است: الف. بررسی دیدگاه‌های دانش‌آموزان درباره‌ی ماهیت علم، ب. تأثیر و مداخله‌ی برنامه درسی بر تغییر دیدگاه‌های دانش‌آموزان درباره‌ی ماهیت علم و ج. رابطه‌ی بین دیدگاه‌های دانش‌آموزان درباره‌ی ماهیت علم و میزان یادگیری علوم آنها. در این مقاله دیدگاه‌های دانش‌آموزان درباره‌ی ماهیت علم که در مقالات نمونه مطرح شده‌اند، در ۱۰ جنبه‌ی اساسی طبقه‌بندی شده و مورد بررسی قرار گرفته است که عبارتند از: ۱. منشأ دانش علمی ۲. تصور و خلاقیت در ماهیت علم ۳. ماهیت علم متأثر از نظریه ۴. دانش تجربی ماهیت علم ۵. روش‌های ماهیت علمی ۶. ماهیت تمایز بین مشاهده و استنتاج ۷. ماهیت و ارتباط بین نظریه‌ها و قوانین ۸. تغییر ماهیت دانش علمی ۹. انسجام دانش ماهیت علمی و ۱۰. جنبه‌های فرهنگی و اجتماعی ماهیت علم.

لین و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهش خود تمامی مقاله‌های چاپ شده در سه مجله‌ی آموزش علوم^۱ را طی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ مورد بررسی قرار داده و آنها را به ۹ دسته تقسیم‌بندی کرده‌اند. یکی از این دسته‌ها مربوط به فلسفه، تاریخ و ماهیت علم است که به طور میانگین ۶/۳ درصد از کل مقاله‌ها (۶۲ مقاله از ۹۹۰ مقاله) را به خود اختصاص داده است. این در حالی است که در سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۷ این رقم ۸/۲ درصد (۷۱ مقاله از ۸۶۹ مقاله) و در سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۲، ۸/۵ درصد (۶۸ مقاله از ۸۰۲ مقاله) بوده است. بعلاوه مقاله‌های این دسته در میان ۹ دسته، در سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۲ به طور میانگین با ۱۵ درصد استناد^۲، رتبه‌ی دوم را به خود اختصاص داده است.

رضوی (۱۳۹۳) پژوهش‌های اولیه‌ی انجام گرفته در حوزه‌ی ماهیت علم را به ۳ بخش عمده تقسیم می‌کند:

۱. بررسی دیدگاه‌های دانش‌آموزان نسبت به علم و مؤلفه‌های ماهیت علم
۲. بررسی دیدگاه معلمان نسبت به ماهیت علم
۳. ماهیت علم و آموزش علوم، که خود به سه بخش تقسیم می‌شود:
 - ۱-۳ برنامه‌های درسی و دوره‌های ماهیت علم و اثر آن بر یادگیری و آگاهی دانش‌آموزان از مؤلفه‌های ماهیت علم
 - ۲-۳ دوره‌های ماهیت علم و تأثیر آن بر روش‌های آموزش و فعالیت‌های کلاسی معلمان
 - ۳-۳ آموزش ماهیت علم با سه رویکرد تاریخی، ضمنی و صریح

1 International Journal of Science Education, the Journal of Research in Science Teaching, and Science Education
2 citation

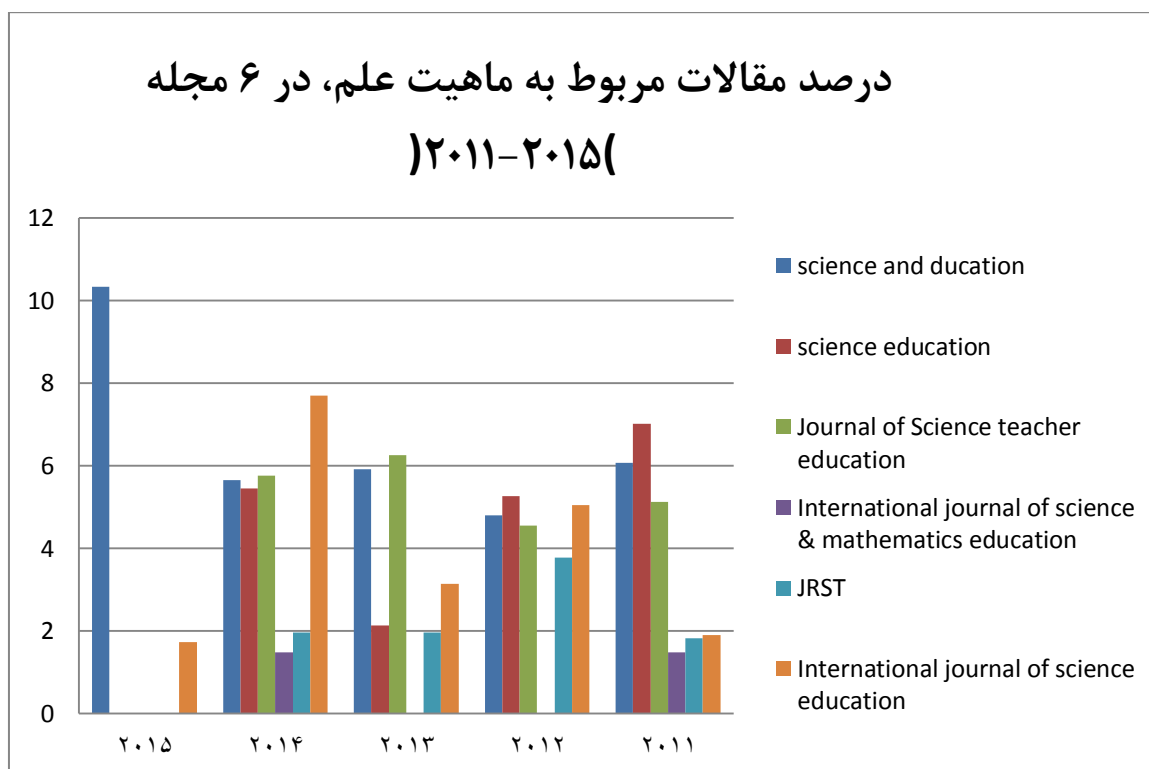
روش‌شناسی مطالعه

در مطالعه‌ی حاضر، با مشورت با دوتن از صاحب‌نظران حوزه‌ی ماهیت علم، ۶ مجله‌ی معتبر آموزش علوم انتخاب شده و با بررسی عناوین مقالات ۵ سال اخیر، تمامی مقاله‌هایی که مستقیماً در عنوان خود به "ماهیت علم" اشاره کرده بودند و تعداد آنها به ۸۱ مقاله می‌رسید، با این روش استخراج شدند. پس از مطالعه‌ی اولیه‌ی مقاله‌ها، با تهیه‌ی جدولی برای هریک از آنها، اطلاعات مورد نیاز از هر مقاله شامل (نوع، هدف، روش، محل اجرا، نمونه، منطق انجام تحقیق، نتایج حاصله، نظر محققان مطالعه‌ی حاضر درباره مقاله و ...) در جدول‌هایی تلخیص گردید. در مرحله‌ی بعد، محققان حاضر با بازنگری، با هم‌نگری و بحث و تبادل نظر درباره‌ی اطلاعات بدست آمده، ضمن بررسی توصیفی مواردی مانند نوع، محل و روش انجام پژوهش، به سؤالات پژوهش حاضر نیز پاسخ دادند.

یافته‌ها (بحث و بررسی)

پاسخ سؤال اول

در پاسخ به این سؤال باید گفت که ۶ مجله‌ی مذکور، از میان ۲۰۵۵ مقاله‌ی چاپ شده از سال ۲۰۱۱ تا زمان انجام پژوهش حاضر، تعداد ۸۱ مقاله یعنی حدود ۴ درصد مقالات را با عنوانی شامل عبارت "ماهیت علم" به چاپ رسانده بودند. نمودار ۱ درصد مقالات مربوط به ماهیت علم را به تفکیک سال و مجله نمایش می‌دهد.



نمودار ۱. درصد مقالات مربوط به ماهیت علم در ۶ مجله



پاسخ سؤال دوم

پس از بحث و تبادل نظر، محققان حاضر منطق تمامی پژوهش‌ها را در ده مقوله قرار دادند که می‌توان آن‌ها را به صورت زیر بیان کرد:

۱. توسعه‌ی دانش ماهیت علمی دانش‌آموزان

این دسته از محققان از روش‌هایی استفاده کرده‌اند یا روش‌هایی را پیشنهاد کرده‌اند که بوسیله‌ی آن‌ها دانش ماهیت علمی دانش‌آموزان افزایش یابد. استراتژی‌های این دسته شامل توسعه‌ی مواد آموزشی، استفاده از تاریخ علم، ایفای نقش، یا دیگر رویکردهای تأملی است. دانش‌آموزان از سطح مهد کودک تا دانشگاه هستند. از بین این ۸۱ مقاله، ۱۲ مقاله مربوط به این مقوله هستند که از بیشترین فراوانی‌ها محسوب می‌شود.

۲. توسعه‌ی دانش ماهیت علمی معلمان

این دسته از مقاله‌ها از روش‌هایی استفاده کرده‌اند یا روش‌هایی را پیشنهاد کرده‌اند که بوسیله‌ی آن‌ها دانش ماهیت علمی معلمان افزایش یابد. نمونه‌ی تمام مقاله‌های این دسته، معلمان یا دانشجویان دبیری یا معلمان بدو خدمت هستند. از بین تمام مقاله‌ها، ۱۱ مقاله به این مقوله مربوط می‌شود.

۳. فعالیت‌های کلاسی انجام شده توسط معلمان و انتقال دانش ماهیت علمی به دانش‌آموزان

این مقاله‌ها با بررسی فعالیت‌های انجام شده‌ی معلمان در کلاس درس، به دنبال این هستند که ببینند چگونه معلمان دانش خود را به دانش‌آموزان منتقل می‌کنند و چه رابطه‌ای بین دانش شخصی معلمان با شیوه‌ی اجرای آن‌ها در کلاس درس وجود دارد. ۱۱ مقاله نیز به این مقوله پرداخته‌اند.

۴. ارزیابی دیدگاه‌ها نسبت به ماهیت علم به کمک ابزارهای مختلف

این دسته از مقاله‌ها به کمک ابزار محقق ساخته، یا ابزاری پیش‌ساخته، سعی در اندازه‌گیری دانش معلمان یا دانش‌آموزان از ماهیت علم دارد. در ۱۱ مقاله نیز مطالب مربوط به این مقوله وجود دارد.

۵. بازنگری یا نقد یک کتاب یا مقاله در حوزه‌ی ماهیت علم

این دسته از مقاله‌ها به بازنگری و بررسی نقادانه‌ی یک کتاب، یا نقد مقاله یا پاسخ به نقد یک مقاله می‌پردازد. در ۹ مقاله، مطالب مربوط به این مقوله مشاهده می‌شود.

۶. تجزیه و تحلیل کتاب‌های درسی و برنامه‌های درسی

این دسته از مقاله‌ها، با روش‌های مختلف، کتاب‌های درسی و برنامه‌های درسی را مورد جستجو قرار می‌دهند تا جنبه‌های ماهیت علمی آن‌ها را بیابند. در ۸ مقاله، به مطالب این مقوله پرداخته شده است.

۷. ایده‌های نظری درباره‌ی ماهیت علم

این دسته از مقاله‌ها به طور نظری بعضی از جنبه‌های ماهیت علم را صرفاً توضیح می‌دهند. در ۶ مقاله توضیحات



مربوط به این مقوله به چشم می‌خورند.

۸. مقایسه‌ی دانش درباره‌ی ماهیت علم و موضوعات دیگر

این دسته از مقاله‌ها به دنبال یافتن ارتباطی بین دیدگاه‌های ماهیت علمی و دیگر موضوعات مثل ارزش‌ها، تصمیم‌گیری‌ها و باورها هستند. در ۴ مقاله می‌توان مطالب مربوط به این مقوله را مطالعه کرد.

۹. دیدگاه‌های متخصصان و آموزشگران درباره‌ی ماهیت علم

در این دسته مقاله‌ها، طی مصاحبه‌ای با متخصصان و آموزشگران علوم، عقاید آن‌ها درباره‌ی ماهیت علم استخراج گردیده است. ۳ مقاله به مطالب مربوط به این مقوله پرداخته‌اند.

۱۰. توسعه‌ی مواد آموزشی جهت تدریس ماهیت علم

این دسته از مقاله‌ها به تولید مواد آموزشی برای تدریس ماهیت علم پرداخته‌اند که البته بعضی به طور عملی به کار برده شده‌اند و بعضی خیر. در ۶ مقاله می‌توان درباره‌ی این مقوله به مطالعه پرداخت. لازم به ذکر است که برخی از مقاله‌ها چند منطقی محسوب می‌شوند و همزمان در دو مقوله قرار گرفته و شمارش شده‌اند. بنابراین مجموع مقاله‌های بیان شده در ۱۰ مقوله، بیشتر از ۸۱ می‌شود.

پاسخ سؤال سوم

در پاسخ به این سؤال هر یک ده از مقوله‌ی مذکور، مورد بررسی اجمالی قرار گرفته‌اند که توضیحات تعدادی از دسته‌ها به طور مجزا بیان می‌شود.

مقاله‌های دسته‌ی اول

نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد دیدگاه‌های دانش‌آموزان نسبت به جنبه‌های مختلف ماهیت علم، متفاوت است. عواملی مانند پژوهش و بحث و گفتگو و فعالیت‌های تأملی در تغییر دیدگاه‌های دانش‌آموزان نسبت به ماهیت علم مؤثرند. اغلب دانش‌آموزان در تمایز بین نظریات علمی، قوانین علمی، فرضیه‌ها، حقایق و رویدادها ناتوان‌اند. اغلب دانش‌آموزان علمی را تغییرپذیر می‌دانند و اینکه علم متأثر از نظریات و ارزش‌های فرهنگی اجتماعی دانشمندان است. بعضی از مقاله‌ها، تنها بین بعضی جنبه‌های مشخص از ماهیت علم ارتباط معناداری را گزارش کرده‌اند در حالی که در برخی مقاله‌ها همگی جنبه‌ها دارای ارتباط معنادار هستند. برخی از مقاله‌ها معتقدند دیدگاه‌های دانش‌آموزان درباره‌ی ماهیت علم خصوصیتی کاملاً فردی و شخصی‌اند که مستقل از زمینه می‌باشند اما بعضی مقاله‌ها این دیدگاه‌ها را دستاوردهای گفتگمانی^۱ می‌دانند که متأثر از زمینه است. بسیاری از پژوهش‌ها این‌که دانش‌آموزان درباره‌ی ماهیت علم چه می‌گویند یا درباره‌ی دستاوردهای علمی چگونه استدلال می‌کنند را مورد تأکید قرار می‌دهند. مطالعات، ارتباط معناداری بین دیدگاه‌های دانش‌آموزان نسبت به ماهیت علم با

1 discursive achievement



جنسیت و سن نشان نمی‌دهد اما تفاوت در فرهنگ‌ها مورد تأکید قرار گرفته است. همچنین ارتباطی مثبت و معنادار بین دیدگاه‌های دانش‌آموزان درباره‌ی ماهیت علم با یادگیری علوم وجود دارد.

مقاله‌های دسته دوم

مقاله‌های این دسته نشان می‌دهد استفاده از یادگیری‌های مبتنی بر زمینه^۱ و همچنین امکان ارتباط مجازی معلمان بدو خدمت با اجتماع‌های علمی پژوهشی و دسترسی به مطالعات آنها می‌تواند در افزایش درک معلمان از مؤلفه‌های ماهیت علم مؤثر باشد (هیپ و فرانس، ۲۰۱۳). همچنین برگزاری دوره‌های حرفه‌ای مبتنی بر پژوهش^۲ می‌تواند در حمایت از معلمان برای توسعه‌ی یادگیری پژوهش و ماهیت علم مؤثر باشد (کپس و کرافورد، ۲۰۱۳). آموزش‌های صریح^۳ و وابسته به زمینه در افزایش درک معلمان بدو خدمت علوم تأثیر داشته است (بل و همکاران، ۲۰۱۱).

مقاله‌های دسته‌ی سوم

مقاله‌های دسته‌ی سوم (فعالیت‌های انجام شده توسط معلمان) نشان می‌دهد که با توجه به دانش پداگوژیکی محتوایی^۴ معلمان، اگرچه معلمان در اغلب این مطالعات دانش قابل قبولی از ماهیت علم داشتند (پژوهشگران معلمانی را انتخاب کرده بودند که از دانش پایه‌ای لازم در حوزه‌ی ماهیت علم برخوردار بودند) نقشه‌های آنها برای تدریس ماهیت علم بوضوح متفاوت بود (آکرسون و همکاران، ۲۰۱۲؛ باروت و لدرمن، ۲۰۱۴؛ هانسین و همکاران، ۲۰۱۱؛ هرمان و همکاران، ۲۰۱۳ بی؛ واهبه و عبدالخالق، ۲۰۱۴). معلمان بیشتر ترجیح می‌دهند تا فعالیت‌ها یا روش‌هایی را به کار گیرند که در کارگاه‌ها یا دوره‌های رسمی آموزش دیده‌اند به جای اینکه خود طراحی روش‌های جدید را به عهده گرفته و با محتوا پیوند دهند (دانلی و آرگیل، ۲۰۱۱؛ هرمان و همکاران، ۲۰۱۳ آ؛ واهبه و عبدالخالق، ۲۰۱۴). آن جنبه‌هایی از ماهیت علم که به خوبی یادگرفته شده‌اند و در قالب مجموعه‌ی فعالیت‌ها، روایت‌ها، بحث‌ها، مطالعات موردی تاریخی و یا محتوای علوم شکل گرفته‌اند شانس بیشتری برای استفاده در کلاس دارند (واهبه و عبدالخالق، ۲۰۱۴).

مقاله‌های دسته‌ی چهارم

پارک و همکاران (۲۰۱۴) با مقایسه‌ی دیدگاه‌های ماهیت علمی دانش‌آموزان کانادا و کره‌ی جنوبی دریافتند که فرهنگ، موقعیت‌های ملی^۵ و محتوای برنامه درسی بر دیدگاه‌های دانش‌آموزان درباره‌ی ماهیت علم تأثیر خواهد داشت. البته از نظر نویسندگان این مقاله، پاسخ‌های تشریحی دانش‌آموزان به سؤال‌های بازپاسخ، تفاوت در

1 Context-based

2 Inquiry-based

3 Explicit

4 Pedagogical content knowledge (PCK)

5 National situations



دیدگاه‌های دانش‌آموزان دو کشور را مشهودتر نشان می‌دهد. در قسمت نتایج این مقاله تعدادی از دیدگاه‌های دانش‌آموزان درباره‌ی ماهیت علم نیز مطرح شده‌اند که عبارتند از: "دانش‌آموزان معتقدند تئوری‌های علمی بر اساس خطاها یا کشفیات جدید تغییر می‌کند. دانش‌آموزان به شواهد تجربی به عنوان پدیده‌هایی عینی و غیر قابل تردید توجه می‌کنند و تصدیق می‌نمایند که آزمایش‌ها و تجارب به تئوری‌ها و دانش دانشمندان وابسته است" (پارک و همکاران، ۲۰۱۴).

مقاله‌های دسته پنجم

در مقاله‌های این دسته نویسنده یک کتاب یا مقاله‌ی نوشته شده در حوزه‌ی ماهیت علم را نقد کرده و ویژگی‌های مثبت یا منفی آن‌ها را از نظر خویش مطرح نموده است. گوارا-راموس (۲۰۱۴) نیز با نقد پرسشنامه‌های موجود مربوط به ماهیت علم، معیارهای متعددی را برای نشان دادن محدودیت ظرفیت این پرسشنامه‌ها در کشف ایده‌های وسیع این حوزه مطرح می‌کند.

مقاله‌های دسته‌ی ششم

در مقاله‌های این دسته طرح‌درس‌ها یا کتاب‌های درسی یا برنامه‌های درسی مربوط به ماهیت علم مورد بررسی یا بازنگری قرار می‌گیرند. تولوان و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی ۲۵ طرح‌درس شیمی که برای تدریس ماهیت علم با رویکرد تاریخی طراحی شده معتقدند که برای افزایش پیوستگی و وضوح در یادگیری ماهیت علم، هر طرح درس باید به جای پرداختن به جنبه‌های متنوع عمومی ماهیت علم، تمرکز خود را بر موضوعاتی ویژه و محدود از ماهیت علم قرار دهد. بعلاوه طرح‌درس‌ها می‌توانند دربرگیرنده‌ی روایت‌های تاریخی باشند که بحث‌های کلاسی صریح درباره‌ی موضوعات منتخب ماهیت علمی را حمایت کند.

مقاله‌های دسته هفتم

نیلسن (۲۰۱۳) دلایل متعددی را مطرح می‌کند که نقش ارتباطات^۱ و تعاملات در علم باید به عنوان یک هدف یادگیری در نظر گرفته شود نه صرفاً یک ابزار برای یادگیری، تا آنجا که بدون ارتباطات، علمی وجود نخواهد داشت.

عبدالخالق (۲۰۱۳) بین تدریس درباره‌ی ماهیت علم با تدریس بوسیله‌ی ماهیت علم تمایز قائل می‌شود و حوزه‌های ضروری‌ای را که معلم برای تدریس مؤثر درباره‌ی ماهیت علم یا بوسیله‌ی ماهیت علم نیاز دارد را مشخص می‌کند.

1 Communication



پاسخ سؤال چهارم

الف. حسن مقالات

- مقالات ۵ سال اخیر در مقایسه با قبل این حسن را دارند که از " نشان دادن صرف مشکل عدم آگاهی دانش آموزان و معلمان از ماهیت علم" فاصله گرفته‌اند و در تعداد زیادی از مقالات راهکارهای عملی برای رفع این مشکل ارائه شده است (به طوری که از این ۸۱ مقاله، ۲۳ مقاله به افزایش دانش ماهیت علمی دانش آموزان یا معلمان پرداخته است).
- در تعدادی از مقالات سعی شده که بین مسائل بحث برانگیز علمی- اجتماعی^۱ و حوزه‌ی ماهیت علم ارتباط ایجاد شود که این زمینه می‌تواند بستر مناسبی برای آموزش ماهیت علم باشد. در حالی که زندگی اجتماعی روز به روز تفکربرانگیزتر شده و بر چالش‌های آن افزوده می‌شود، استفاده از این بستر می‌تواند ضمن تقویت نگاه انتقادی دانش‌آموزان، برای زندگی آن‌ها در جوامع پیچیده‌ی امروزی بسیار مفید باشد.

نقاط ضعف مقالات

- نگاهی کلی به مقالات نشان می‌دهد که اغلب راهکارهای ارائه شده برای افزایش دانش ماهیت علمی معلمان و دانش‌آموزان، در گروه‌های کوچک انجام شده و محقق بدون در نظر گرفتن راهکارهای دیگر، صرفاً پیشنهاد خود را برای یک گروه عملی کرده و نتیجه گرفته که این روش بخصوص برای این گروه منجر به افزایش دانش ماهیت علمی شده است. در هیچ مقاله‌ای بحث مقایسه‌ی روش‌ها و یا تعمیم‌پذیری نتایج به گروهی بزرگتر مطرح نشده است. این موضوع موجب می‌شود مقالات به گونه‌ای سطحی و پراکنده به نظر برسند.
- تعداد زیادی از مقالات به نقد سایر مقالات و یا به جدال بر سر درستی یا برتری یک پیشنهاد بر سایرین پرداخته‌اند. جنگ و جدل‌ها بر سر اینکه عناصر ماهیت علم این ۵ تا هستند، یا آن ۸ تا، یا این ۱۳ تا، در حالی انجام می‌شود که هیچ توضیح قانع‌کننده‌ای برای اینکه عناصر پیشنهادی چه مشکلی را از معلم و دانش‌آموز حل می‌کند مشاهده نمی‌شود. نزاع بر سر قدرت حتی بر سر اینکه شایسته‌ترین گروه برای تدریس ماهیت علم آموزشگران علوم هستند یا متخصصان تاریخ علم یا متخصصان فلسفه‌ی علم نیز دیده می‌شود، در حالی که هر گروه برتری تخصص گروه خود را در تدریس ماهیت علم توجیه می‌کنند.
- با وجودی که در تعداد زیادی از مقالات راهکارهای عملی جهت به کارگیری ماهیت علم در کلاس مطرح شده اما نهایتاً خروجی اغلب مقالات این است که حتی معلمانی که از دانش ماهیت علمی قابل قبولی برخوردارند، در انتقال آن به دانش‌آموزان با موفق عمل نکرده‌اند. این موضوع نشان می‌دهد که با وجود همه‌ی تلاش‌ها مشکل

1 Socio scientific issues



هنوز باقی است و نیاز به پژوهش‌های بیشتر به منظور افزایش کارایی معلمان در این زمینه احساس می‌شود.

- به طور کلی می‌توان گفت نوعی پراکندگی و عدم انسجام در مقالات به چشم می‌خورد. توپولوژی‌ای که به صورت یک جا ۱۰ یا ۱۵ روش تدریس ماهیت علم را به پشتوانه‌ی پژوهش‌های انجام شده گرد هم آورده و مورد بررسی همه جانبه و حتی مقایسه قرار داده باشد، دیده نمی‌شود. هیچ برنامه‌ی درسی منسجمی برای ماهیت علم نوشته نشده، حتی یک بسته‌ی آموزشی شامل محتوا، ابزارها، فعالیت‌ها و سایر مواد آموزشی لازم جهت تسهیل تدریس ماهیت علم، به معلمان پیشنهاد نشده است. در واقع، حوزه‌ی ماهیت علم تبدیل به پازلی بزرگ شده که هرکس یک تکه از آن را در اختیار گرفته و صرفاً به همان می‌پردازد بدون اینکه تمایلی برای کنار هم قرار دادن قطعات وجود داشته باشد.

موارد مورد بی‌مهری قرار گرفته

- یکی از مشکلاتی که در حوزه‌ی ماهیت علم وجود دارد و در سال‌های اخیر نیز بدان پرداخته نشده، کمبود ابزارهای استاندارد برای ماهیت علم است که مورد پذیرش اکثریت باشد. در واقع وقتی معلمی بخواهد پس از تدریس یک یا دو عنصر از ماهیت علم میزان کارایی و موفقیت تدریس خود را بیازماید، چه ابزاری در اختیار دارد؟ در مقالات اخیر در صورت نیاز از ابزارهایی که قبلاً ساخته شده بودند استفاده شده و هیچ مقاله‌ای فعالیت خود را بر ساخت ابزاری استاندارد بر پایه‌ی پژوهش‌های انجام شده متمرکز نساخته است.
- در عصر تکنولوژی که کاربرد آن برای بچه‌ها جزئی از زندگی روزمره شده و بسیاری از آموزش‌ها از طریق آن انجام می‌شود، در حوزه‌ی ماهیت علم هیچ کاربردی از تکنولوژی دیده نمی‌شود. در واقع هیچ مقاله‌ای به امکان سنجی یا چگونگی استفاده از کامپیوتر، شبیه‌سازی، آزمایشگاه‌های مجازی و ... در تدریس ماهیت علم نپرداخته است.

پاسخ سؤال پنجم

- از آنجا که ماهیت علم بر فصل مشترک ۴ حوزه‌ی تاریخ علم، فلسفه‌ی علم، جامعه‌شناسی علم و روان‌شناسی علم استوار است، به همان نسبت برای آموزش آن و نوشتن برنامه‌درسی بر مبنای آن نیاز به همکاری نزدیک متخصصان هر ۴ حوزه وجود دارد که البته تا کنون این اتفاق روی نداده است. با کمک گرفتن از متخصصان این حوزه‌ها می‌توان برنامه‌درسی جامع و همه‌جانبه‌ای را برای ماهیت علم طراحی نمود.
- به نظر می‌رسد نگاه محققان به حوزه‌ی ماهیت علم نگاهی قدیمی و ناهمخوان با قرن بیست و یکم است. اگر چه ماهیت علم عوض نمی‌شود، نیاز است تا نگاه به ماهیت علم سازگاری بیشتری با تحولات، تکنولوژی‌ها و



همچنین انسان‌های عصر حاضر داشته باشد. فرض کنید به طور مثال سعی شود با تأکید بر تاریخ علم، روش‌های گالیله، کپلر یا مادام کوری برای پیشبرد علم برای دانش‌آموزان توضیح داده شود، اگر چه این روش می‌تواند مفید باشد، شاید دانش‌آموزان نتوانند با فضای فکری، فرهنگی یا امکاناتی گذشته ارتباط برقرار کنند و چه بسا این موضوع منجر به شکل‌گیری کلیشه‌های نادرست گذشتگان در ذهن دانش‌آموزان شود. به عنوان مثالی برای توضیح این قضیه می‌توان گفت: در حالی که در بسیاری از جوامع، عملاً تمایز بین کارایی زن و مرد در انجام فعالیت‌ها از بین رفته، صحبت از مشکلاتی که مادام کوری به عنوان یک زن در جامعه‌ی خود با آن روبرو بود شاید نتواند ارتباط مناسبی با دانش‌آموزان ایجاد کند. بنابراین این عنصر از ماهیت علم که زنان و مردان به نسبت مساوی می‌توانند در پیشبرد علوم مشارکت داشته باشند شاید در فضای امروزی چنین جوامعی کارایی لازم را نداشته باشد. با این توضیحات پیشنهاد می‌گردد، روش‌های امروزی پیشبرد علم مانند مدل‌سازی‌های کامپیوتری، استفاده از تکنولوژی و امکانات پیشرفته و ... نیز وارد حوزه‌ی پژوهش‌های ماهیت علم گردد.

نتیجه‌گیری

پذیرش گسترده‌ی اهمیت ماهیت علم در آموزش علوم منجر شده که مطالعات و پژوهش‌های بسیاری در این زمینه صورت گیرد که از میان آن‌ها، مطالعه‌ی حاضر فراتحلیلی است بر ۸۱ مقاله‌ی علمی چاپ شده اخیر در شش مجله‌ی معتبر آموزش علوم. نتایج مطالعه‌ی حاضر فراوانی و گستردگی مطالعات ماهیت علمی را در حوزه‌ی آموزش علوم نشان می‌دهد که بوضوح نشانگر اهمیت این موضوع از منظر آموزشگران علوم است. اگر چه فعالیت‌های بسیار مفیدی جهت ارزیابی و توسعه‌ی دانش ماهیت علمی دانش‌آموزان و معلمان انجام شده و تجزیه و تحلیل و نقد کتاب‌ها یا برنامه‌های درسی در حوزه‌ی ماهیت علم انجام گرفته است اما، جای خالی نوعی انسجام و هماهنگی در مطالعات به شدت احساس می‌گردد. امید است مقاله‌ی حاضر بتواند با معرفی پژوهش‌های انجام شده با محوریت ماهیت علم، نتایج عمومی را به طور خلاصه بیان نماید، باعث جلوگیری از تکرار شود، نقاط قوت و ضعف را بیان نموده و قدم‌های بعدی را برای مطالعات این حوزه در کشورمان پایه‌ریزی نماید.

Abstract

From the time that Nature of Science (NOS) was introduced as a vital school subject, numerous articles and books have been published on this topic. The aim of this article is to provide a view of the current position regarding NOS by reviewing articles published from 2011-2015 in six important journals related to research in science education. A meta-analysis method was used for analyzing, describing, and feathering positive and negative points of the articles. As a consequence of this review, we provide a proposed typology of the research agendas in science education with respect to NOS. hopefully, the awareness of this topology, strong and weak points of the researches in the area as well as their implication will help educational politicians and text book writers.



Keywords: Nature of science (NOS), Elements of NOS, Meta-analysis, Scientific literacy.

منابع و مأخذ

رضوی، آرزو. (۱۳۹۳). «بررسی نسل جدید استانداردهای آموزش علوم از منظر ماهیت علم». پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی. تهران

Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. *Science & Education*, 22(9), 2087-2107.

Akerson, V. L., Donnelly, L. A., Riggs, M. L., & Eastwood, J. L. (2012). Developing a community of practice to support preservice elementary teachers' nature of science instruction. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1371-1392.

Al-Shamrani, S. M. (2008). Context, accuracy and level of inclusion of nature of science concepts in current high school physics textbooks. Unpublished doctoral dissertation. University of Arkansas, Fayetteville, AR

Bartos, S. A., & Lederman, N. G. (2014). Teachers' knowledge structures for nature of science and scientific inquiry: Conceptions and classroom practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(9), 1150-1184.

Bell, R. L., Matkins, J. J., & Gansneder, B. M. (2011). Impacts of contextual and explicit instruction on preservice elementary teachers' understandings of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4), 414-436.

Capps, D. K., & Crawford, B. A. (2013). Inquiry-Based Professional Development: What does it take to support teachers in learning about inquiry and nature of science?. *International Journal of Science Education*, 35(12), 1947-1978.

DeBoer, G. (2001). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.

Deng, F., Chen, D. T., Tsai, C. C., & Chai, C. S. (2011). Students' views of the nature of science: A critical review of research. *Science Education*, 95(6), 961-999.

Donnelly, L. A., & Argyle, S. (2011). Teachers' willingness to adopt nature of science activities following a physical science professional development. *Journal of Science Teacher Education*, 22(6), 475-490.

Guerra-Ramos, M. T. (2012). Teachers' ideas about the nature of science: A critical analysis of research approaches and their contribution to pedagogical practice. *Science & Education*, 21(5), 631-655.

Hanuscin, D. L., Lee, M. H., & Akerson, V. L. (2011). Elementary teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of science. *Science education*, 95(1), 145-167.

Hazen, R. M. (2002). Why should you be scientifically literate? ActionBioscience. Retrieved from <http://www.Actionbioscience.org/newfrontiers/hazen.html>

Heap, R., France, B. (2013). Realising the Potential of an Authentic Context to Understand the Characteristics of NOS and NOT: You, me and UV. *International Journal of Science Education*,



35(2), 335-355.

Herman, B. C., Clough, M. P., & Olson, J. K. (2013,a). Association Between Experienced Teachers' NOS Implementation and Reform-Based Practices. *Journal of Science Teacher Education*, 24(7), 1077-1102.

Herman, B. C., Clough, M. P., & Olson, J. K. (2013, b). Teachers' nature of science implementation practices 2–5 years after having completed an intensive science education program. *Science Education*, 97(2), 271-309.

Lederman, N. G., & Abell, S. (Eds.). (2014). *Handbook of research on science education* (Vol.II). New York, NY: Routledge.

Lin, T. C., Lin, T. J., & Tsai, C. C. (2014). Research Trends in Science Education from 2008 to 2012: A systematic content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education*, 36(8), 1346-1372.

McComas, W. F., Almazroa, H., & Clough, M. P. (1998). The nature of science in science education: An introduction. *Science & Education*, 7(6), 511-532.

McComas, W. F., M. P., Clough, & H. Almazroa. (2002). The role and character of the nature of science in science education. In: Mc Comas, W. F. (ed.), *The nature of science in science education rationales and strategies*. New York: Kluwer Academic Publishers:3-39

Nielsen, K. H. (2013). Scientific communication and the nature of science. *Science & Education*, 22(9), 2067-2086.

National Research Council (NRC) (2013). *Next Generation Science Standards*. <http://www.nextgenscience.org/> next- generation- sience- standards. Accessed 30 May, 2013.

Park, H., Nielsen, W., & Woodruff, E. (2014). Students' Conceptions of the Nature of Science: Perspectives from Canadian and Korean Middle School Students. *Science & Education*, 23(5), 1169-1196.

Tolvanen, S., Jansson, J., Vesterinen, V. M., & Aksela, M. (2014). How to Use Historical Approach to Teach Nature of Science in Chemistry Education?. *Science & Education*, 23(8), 1605-1636.

Wahbeh, N., & Abd-El-Khalick, F. (2014). Revisiting the Translation of Nature of Science Understandings into Instructional Practice: Teachers' nature of science pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 36(3), 425-466.