

# شناسایی راهبردهای مؤثر آموزش ماهیت علم به معلمان

دکتر سمیرا بهرامی<sup>۱\*</sup> © مریم صابری<sup>۲</sup>

## چکیده:

درک صحیح از ماهیت علم، به عنوان یکی از مؤلفه‌های اساسی سواد علمی، بیش از یکصد سال است که مورد توجه آموزش‌گران علوم قرار دارد. ایجاد چنین درکی از ماهیت علم در دانش‌آموزان مستلزم آماده‌سازی و توسعه حرفه‌ای معلمان و دانشجو-معلمان در تمامی سطوح (ابتدایی و متوسطه) است. در چنین شرایطی، شناسایی مهم‌ترین راهبردهای آموزش مؤثر ماهیت علم به معلمان (شامل رویکردها، ابزارها و بافتارهای آموزشی) به‌منزله یک ضرورت مطرح می‌شود. در پژوهش حاضر، به‌منظور شناسایی این راهبردها، از روش کیفی فراترکیب مقالات منتشر شده در مجلات معتبر آموزش علوم استفاده شده و ۵۸ مقاله، در زمینه آموزش ماهیت علم به معلمان و دانشجو-معلمان، مورد تحلیل محتوا قرار گرفته است. نتایج این پژوهش نشان دادند که در اغلب مقاله‌ها، از مهم‌ترین ابزارهای آموزش ماهیت علم (شامل کاوشگری، تاریخ علم، مباحثه و مسائل بحث برانگیز علمی-اجتماعی) با رویکرد صریح تأملی در بافتار علوم به‌منزله راهبردهای مؤثر آموزش ماهیت علم به معلمان بهره‌گیری شده است. جزئیات و ملاحظات بهره‌گیری از این راهبردهای مؤثر آموزشی نیز مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. از یافته‌های این پژوهش می‌توان برای توسعه حرفه‌ای معلمان و دانشجو-معلمان بهره‌گیری کرد.

**کلیدواژگان:** ماهیت علم، راهبردهای آموزشی، توسعه حرفه‌ای معلمان، فراترکیب

☑ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۲۲

☑ تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۶/۲۸

۱. استادیار گروه آموزش فیزیک، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران. (نویسنده مسئول). Email: Samira\_bahrami@cfu.ac.ir

۲. دکتری برنامه‌ریزی درسی از دانشگاه شیراز، دبیر آموزش و پرورش شهرستان داراب، استان فارس.

ماهیت علم به مثابه یک عرصه پیوندی پرثمر از مطالعات اجتماعی شامل چهار حوزه تاریخ علم، فلسفه علم، جامعه‌شناسی علم و روان‌شناسی علم معرفی می‌شود، در حالی که با پژوهشهای علوم شناختی (مانند روان‌شناسی) ترکیب شده است تا توصیفی غنی باشد از اینکه: «علم چیست؟ علم چگونه کار می‌کند؟ بنیانهای هستی‌شناسانه و معرفت‌شناسانه علم چیست؟ دانشمندان چگونه در نقش گروههای اجتماعی کار می‌کنند؟ چگونه جامعه می‌تواند بر تلاشهای علمی تأثیر بگذارد و از آن تأثیر بپذیرد» (مک‌کوماس و کلاف<sup>۱</sup>، ۲۰۲۰: ۵). ماهیت علم به مواردی مانند هستی‌شناسی علم، علم به‌منزله شیوه‌ای برای دانستن و ارزشها و باورهای مرتبط با توسعه دانش علمی اشاره می‌کند (لدرمن<sup>۲</sup>، ۱۹۹۲: ۳۳۱). با وجودی که اتفاق نظر چندانی پیرامون تعریف ماهیت علم وجود ندارد، بسیاری از صاحب‌نظران در اینکه ماهیت علم یکی از مؤلفه‌های اساسی سواد علمی به‌شمار می‌آید هم‌نظرند. از این رو، کمک به فراگیران به‌منظور ارتقای دیدگاههای ماهیت علمی آنها، به یکی از رایج‌ترین و پرتکرارترین اهداف آموزش علوم تبدیل شده است (عبدالخالق<sup>۳</sup> و لدرمن، ۲۰۰۰). طیفی گسترده از دلایل منطقی برای اهمیت و ضرورت شمول ماهیت علم در برنامه درسی علوم تجربی مطرح می‌شود، از جمله اینکه: پرداختن به ماهیت علم می‌تواند منجر به توسعه سواد علمی افراد شود، در فهم بهتر محتوای علوم به دانش‌آموزان کمک می‌کند، علاقه و انگیزه دانش‌آموزان را در یادگیری علوم ارتقا می‌بخشد، با بالا بردن اعتماد به نفس دانش‌آموزان آنها را برای رویارویی با پیچیدگیهای محتوایی علوم آماده می‌کند و مهم‌تر از همه اینکه تأثیرگذار است در تربیت شهروندان آگاه<sup>۴</sup>، متعهد و مسئولیت‌پذیر که در تصمیم‌گیریهای مهم اجتماعی نقش ایفا می‌کنند (کروس<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۷). اهمیت تربیت چنین شهروندان آگاهی را می‌توان به وضوح و به‌طور مستقیم در رفتارها و نقطه‌نظرات افراد نسبت به همه‌گیری کرونا در چند سال اخیر مشاهده کرد.

استانداردهای آموزشی و برنامه‌های درسی بسیاری از کشورها [از جمله نسل بعدی استانداردهای علوم آمریکا (۲۰۱۳) و برنامه درسی حوزه تربیت و یادگیری علوم تجربی (۱۳۹۹) در ایران] با توجه به اهمیت و ضرورت ماهیت علم، این حوزه را مورد توجه و تأکید قرار داده‌اند. با این حال، پژوهشهای متعدد نشان می‌دهند که ماهیت علم، به ندرت در کتابهای درسی، بحثهای کلاسی و ارزشیابیها مشاهده می‌شود و معلمان و دانش‌آموزان درکی درست از جنبه‌های ماهیت علم ندارند (دنگ<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۱۱؛ لدرمن و لدرمن، ۲۰۱۴). این مسئله سبب شده است که سهمی بزرگ از پژوهشهای حوزه ماهیت علم

1. McComas & Clough
2. Lederman
3. Abd-El-Khalick
4. Informed citizenship
5. Kruse
6. Deng

(حدود ۴۰ درصد)، به آموزش معلمان و دانش‌آموزان به‌منظور ارتقای دیدگاه‌های ماهیت علمی آنها اختصاص یابد (صابری و همکاران، ۲۰۲۵). لدرمن (۲۰۰۷) با بررسی روند ۷۰ ساله پژوهش‌های حوزه ماهیت علم نشان می‌دهد که پژوهش‌های نخستین با هدف ارتقای دیدگاه‌های دانش‌آموزان، به طراحی و اجرای برنامه‌های درسی ماهیت علم می‌پرداختند، در حالی که به آموزش معلمان بی‌توجه بودند، در نهایت هم موفقیتی در پی نداشتند (پژوهش‌هایی مانند ترنت<sup>۱</sup>، ۱۹۶۵؛ تروکسل<sup>۲</sup>، ۱۹۶۸؛ جانگورث<sup>۳</sup>، ۱۹۷۰، تامیر<sup>۴</sup>، ۱۹۷۲ و دورکی<sup>۵</sup>، ۱۹۷۴؛ همگی به نقل از لدرمن، ۲۰۰۷). به عبارت دیگر، در این پژوهش‌ها که آموزش ماهیت علم به معلمان و ارتقای دیدگاه‌های آنها مورد غفلت قرار گرفته بود، میان دانش‌آموزانی که با برنامه‌های درسی ماهیت علم آموزش دیده بودند با دیگر دانش‌آموزان از نظر درک ماهیت علمی تفاوت معنادار مشاهده نشد. همین امر منجر به ایجاد تغییرات اساسی در روند پژوهش‌های حوزه ماهیت علم به سمت آموزش معلمان شد و در پی آن تغییراتی مهم در برنامه‌های درسی مراکز تربیت معلم به وجود آمد تا توسعه حرفه‌ای معلمان در حوزه ماهیت علم را نیز در کانون توجه داشته باشند.

آموزشگران علوم به‌منظور طراحی و شناسایی راهبردهای مؤثر آموزش ماهیت علم به معلمان و دانش‌آموزان، تلاش‌هایی گسترده انجام داده و بسیاری از آنها آموزش صریح و تأملی ماهیت علم را به‌منزله مؤثرترین رویکرد آموزش معرفی کرده‌اند (عبدالخالق و لدرمن، ۲۰۰۰؛ موریسون<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۰۸؛ کفره<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۱۴). با این حال، همچنان اتفاق نظر کلی پیرامون مهم‌ترین ویژگی‌های مدل‌های آموزشی که بتوانند درکی صحیح از ماهیت علم را برای معلمان و دانش‌آموزان ایجاد کنند، وجود ندارد و به نظر می‌رسد پژوهش‌های بیشتری مورد نیاز است تا بهترین و مؤثرترین مدل‌های آموزشی ماهیت علم مشخص شوند (لدرمن و لدرمن، ۲۰۱۴). اگرچه شناسایی و به‌کارگیری این راهبردهای مؤثر آموزشی می‌تواند در ارتقای دیدگاه‌های ماهیت علمی معلمان تأثیرگذار باشد، نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که داشتن دیدگاه صحیح نسبت به ماهیت علم، ارائه آن را در تدریس کلاسی از سوی معلم تضمین نمی‌کند (آکرسون<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). به عبارت دیگر، حتی معلمانی که درکی صحیح از ماهیت علم دارند، الزاماً آن را در کلاس ارائه نمی‌کنند (لدرمن، ۲۰۰۷). معلمان علاوه بر نیاز به درکی غنی از ماهیت علم، نیازمند ترکیب این دانش با راهبردهای آموزش ماهیت علم‌اند که به آن دانش موضوعی - تربیتی معلم درباره ماهیت علم می‌گویند، دانشی که یکی از عوامل اساسی در تدریس مؤثر ماهیت علم در نظر گرفته شده است (کلاف، ۲۰۰۶؛ لدرمن، ۲۰۰۷). معلمان باید بدانند چه زمانی، چگونه و

1. Trent
2. Troxel
3. Jungwirth
4. Tamir
5. Durkee
6. Morrison
7. Cofré
8. Akerson

چرا مؤلفه‌های مشخصی از ماهیت علم را تدریس کنند، به‌گونه‌ای که برای دانش‌آموزان قابل درک باشد (کلاف و همکاران، ۲۰۰۹). بنابراین، با تکیه بر روند تاریخی تحولات در پژوهش‌های حوزه ماهیت علم می‌توان گفت بدون توجه به نقش معلمان، بدون اصلاح دیدگاه‌های ماهیت علمی آنها و بدون حمایت همه‌جانبه ایشان برای تدریس باکیفیت ماهیت علم، نمی‌توان به ارتقای دیدگاه‌های دانش‌آموزان امیدوار بود. در چنین شرایطی، لزوم توجه به آموزش معلمان و ارتقای دانش موضوعی - تربیتی آنها در زمینه ماهیت علم عیان می‌شود. بر این اساس، پژوهش حاضر با فراترکیب<sup>۱</sup> پژوهش‌هایی که به آموزش ماهیت علم به معلمان پرداخته‌اند، در پی شناسایی مهم‌ترین و رایج‌ترین راهبردهایی (شامل رویکردها<sup>۲</sup>، ابزارها<sup>۳</sup> و بافتارهای آموزشی<sup>۴</sup>) است که در پژوهش‌های مورد نظر به‌منزله<sup>۱</sup> راهبردهای اثربخش آموزش ماهیت علم به معلمان (در همه سطوح شامل معلمان ابتدایی، متوسطه و دانشجو - معلمان) مورد استفاده قرار گرفته‌اند. راهبردهای آموزشی زمانی به‌مثابه راهبردهای اثربخش در نظر گرفته می‌شوند که استفاده از آنها در مقاله مورد نظر به‌طور قابل توجهی منجر به ارتقای دانش، مهارت یا بینش معلمان در حوزه ماهیت علم شده باشد.

## پیشینه پژوهش

ماهیت علم به‌منزله<sup>۱</sup> یکی از مؤلفه‌های مهم سواد علمی بیش از صد سال است که مورد توجه آموزشگران علوم قرار گرفته است. با توجه به اهمیت و ضرورت آموزش و یادگیری ماهیت علم، طیفی گسترده از پژوهش‌های نظری و تجربی که ماهیت علم را هدف قرار داده‌اند به‌طور منظم در حوزه آموزش علوم منتشر می‌شود. در این میان، تعداد محدودی از پژوهش‌ها، به‌منظور جمع‌بندی و برجسته‌سازی اهم نتایج سایر پژوهش‌ها به مرور و بررسی آنها پرداخته‌اند تا مسیر و روند انجام دادن پژوهش‌های حوزه ماهیت علم را روشن‌تر کنند. یکی از مهم‌ترین آنها پژوهش لدرمن (۲۰۰۷) است که با نگاهی جامع و همه‌جانبه به گذشته، حال و آینده حوزه ماهیت علم، روند تکامل و تغییرات ۷۰ ساله پژوهش‌های ماهیت علم را به تصویر کشیده است. اینکه چگونه در دهه ۱۹۶۰ تمرکز پژوهش‌های این حوزه بر طراحی برنامه‌های درسی ماهیت علم برای دانش‌آموزان بوده است، در حالی که در دهه‌های بعد آموزش معلمان به‌طور گسترده‌تری مورد توجه قرار گرفته است. مک‌کوماس و همکاران (۲۰۲۰) به مرور ادبیات ماهیت علم با تمرکز بر راهبردهای آموزشی و زمینه‌ها یا بافتارهای مناسب آموزش ماهیت علم پرداخته‌اند. آنها همچنین شیوه‌های رایج سنجش دیدگاه‌های ماهیت علمی افراد و مهم‌ترین چالش‌های پیرامون به‌کارگیری ماهیت علم در کلاس‌های درسی علوم را از سوی معلمان مورد بحث و بررسی قرار داده‌اند.

1. Meta-synthesis
2. Instructional approaches
3. Instructional tools
4. Instructional contexts

صابری و همکاران (۲۰۲۵) با بررسی مقاله‌های ماهیت علمی که در ۲۰ سال اخیر در مهم‌ترین مجله‌های آموزش علوم منتشر شده، به بررسی روند تغییر و تکامل پژوهشهای مرتبط با ماهیت علم پرداخته‌اند. ایشان همچنین با استفاده از تحلیل محتوای کیفی مقاله‌ها، آنها را براساس مهم‌ترین اهداف و تمرکز اصلی مقاله‌ها طبقه‌بندی کرده‌اند. نه گروه اصلی از مقالات ماهیت علم شامل: آموزش ماهیت علم به دانش‌آموزان و معلمان، ارزشیابی دیدگاههای ماهیت علمی افراد، مباحث نظری پیرامون ماهیت علم، توسعه مواد آموزشی ماهیت علمی و غیره از این پژوهش استخراج شده است. کفره و همکاران (۲۰۱۹) مقاله‌های مرتبط با آموزش ماهیت علم به دانش‌آموزان و معلمان را مورد بازنگری قرار داده و نتیجه گرفته‌اند که یادگیری بعضی از مؤلفه‌های ماهیت علم مانند بنیاد تجربی علم، تمایز مشاهده و استنباط و خلاقیت نسبت به برخی دیگر از جنبه‌ها مانند موقتی بودن علم، تمایز قانون و نظریه و جنبه اجتماعی - فرهنگی علم برای دانش‌آموزان آسان‌تر است. درحالی‌که به نظر می‌رسد درک مؤلفه‌هایی مانند جنبه ذهنی علم و روشهای علمی متعدد برای مشارکت‌کنندگان بسیار دشوار است. نوری و همکاران (۲۰۲۱) با مرور پژوهشهای حوزه ماهیت علم به طراحی چارچوب شایستگی معلمان ماهیت علم پرداخته‌اند. در این چارچوب هفت شایستگی اساسی را برای معلمان ماهیت علم پیشنهاد کرده‌اند که عبارت‌اند از: ۱. دانش کافی از ماهیت علم، ۲. دانش کافی از محتوای علوم تجربی، ۳. دانش از نیازها و آگاهیهای یادگیرندگان نسبت به ماهیت علم، ۴. دانش نسبت به راهبردهای آموزش ماهیت علم، ۵. دانش مناسب از روشهای سنجش دیدگاههای ماهیت علمی افراد، ۶. دانش تربیتی عمومی و ۷. انگیزه و باور معلم نسبت به تدریس ماهیت علم. صابری (۱۳۹۷) با فراترکیب پژوهشهای بین‌المللی ماهیت علم و مقایسه آن با پژوهشهای داخلی نشان می‌دهد که ماهیت علم در پژوهشهای داخلی، چه در حوزه نظری و چه عملی، مورد غفلت قرار گرفته و آموزش معلمان، دانشجو - معلمان و دانش‌آموزان در این زمینه نادیده گرفته شده است. این نقطه ضعف در پژوهشهای داخلی با وجود اهمیت فراوان ماهیت علم، پژوهشگران حاضر را بر آن داشت تا با شناسایی راهبردهای مؤثر آموزش ماهیت علم به معلمان و دانشجو - معلمان، زمینه‌های لازم را برای پر کردن این خلأ آموزشی و پژوهشی فراهم کنند.

## ■ روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش به‌منظور شناسایی راهبردهای مؤثر آموزش ماهیت علم به معلمان (شامل رویکردها، ابزار و بافتارهای آموزشی) از روش کیفی فراترکیب<sup>۱</sup> استفاده شده است. فراترکیب، تفسیر یکپارچه و ترکیب یافته‌های حاصل از مطالعات کیفی است به‌گونه‌ای که تصویری کلی از پدیده‌ها، مفاهیم و یا وقایع ایجاد کند (محمدی و همکاران، ۱۳۹۷). در روش فراترکیب، یافته‌ها و نتایج پژوهشها تبدیل به داده‌های اولیه پژوهش شده و در ترکیب با دیگر داده‌ها، با هویتی جدید بازآفرینی می‌شوند (یوسفی و همکاران،

### 1. Qualitative meta-synthesis

۱۳۹۵). فراترکیب در واقع تحلیل کیفی پژوهشهایی کیفی است که در حیطه مورد نظر انجام شده‌اند. در پژوهش حاضر از گامهای ششگانه روش کیفی فراترکیب پیشنهادی سندلوفسکی و باروسو<sup>۱</sup> (۲۰۰۷)، مطابق با جدول شماره ۱ استفاده شده است.

جدول ۱. مراحل انجام فراترکیب برگرفته از سندلوفسکی و باروسو (۲۰۰۷)	
شرح فعالیتها	گامهای فراترکیب
● مشخص کردن اهداف پژوهش، تصمیم‌گیری درباره پدیده اصلی مورد مطالعه و تنظیم سؤال پژوهش	گام اول: بیان مسئله و تنظیم سؤال پژوهشی
● جستجوی نظام‌مند و جامع مقالات، تعیین معیارهای شمول و خروج مقالات در مرور و انتخاب مقالات هدف	گام دوم: جستجوی منابع
● ارزیابی کیفیت مقالات جهت قرار گرفتن در پژوهش	گام سوم: ارزیابی کیفیت
● دسته‌بندی و طبقه‌بندی یافته‌ها	گام چهارم: تجزیه و تحلیل یافته‌ها
● جمع‌بندی داده‌ها به‌منظور ارائه یک الگوی جدید	گام پنجم: ترکیب یافته‌ها
● بهینه کردن اعتبار فراترکیب	گام ششم: اعتباریابی یافته‌های فراترکیب

در گام اول فراترکیب، به چگونگی شکل‌گیری مسئله پژوهشی و سؤالهای هدایتگر پژوهش حاضر پرداخته می‌شود. مطالعه پیشینه پژوهشهای حوزه ماهیت علم نشان می‌دهد که طیفی گسترده از مقالات، با توجه به اهمیت و ضرورت درک صحیح از ماهیت علم و نقش برجسته‌ای که معلمان در پرورش، یادگیری و مهارت‌آموزی دانش‌آموزان به‌عهده دارند، به آموزش ماهیت علم به معلمان پرداخته‌اند. بررسی عمیق‌تر این مقاله‌ها نشانگر تنوع و گوناگونی در راهبردهای آموزشی است که در مقالات به‌منظور آموزش اثربخش ماهیت علم به معلمان به کار گرفته شده است. یکپارچه‌سازی و ترکیب یافته‌های مقالات می‌تواند تصویری کلی از این راهبردها ایجاد کند و برای آموزشگران و سیاستگذاران حیطه تربیت معلم بسیار مفید باشد. با توجه به اینکه در پیشینه پژوهشی، مقاله‌ای که به فراترکیب کیفی راهبردهای آموزشی ماهیت علم به معلمان پرداخته باشد یافت نشد، مقاله حاضر به این مهم اختصاص داده شده است. این هدف را می‌توان در پاسخ به چنین پرسشهایی، با فراترکیب مقالات موجود تأمین کرد: رویکردهای مؤثر آموزش ماهیت علم به معلمان کدامند؟ چه ابزارهای آموزشی مؤثری برای آموزش جنبه‌های ماهیت علم به معلمان وجود دارد؟ آموزش ماهیت علم به معلمان در چه بافتارهایی انجام می‌شود؟

در گام دوم فراترکیب، فرایند جستجوی منابع با انتخاب پایگاه استنادی، کلید واژگان و بازه زمانی مورد نظر با هدف یافتن مقالاتی که به‌صورت تجربی به آموزش ماهیت علم به معلمان پرداخته‌اند،

1. Sandelowski & Barroso

آغاز شد. با توجه به پوشش کامل مجله‌های معتبر آموزش علوم در پایگاه استنادی اسکوپوس، جستجو در مقالات منتشرشده در این پایگاه از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۸ که در عنوان، چکیده یا کلید واژگان از عبارات «ماهیت علم» و «معلم» استفاده شده بود، انجام شد. نتیجه جستجوی مقدماتی شامل ۴۹۶ مقاله بود. به‌منظور اطمینان از ارتباط مقاله به حوزه آموزش علوم و با مشورت با سه نفر از صاحب‌نظران حوزه ماهیت علم، نتایج جستجو به شش مجله معتبر آموزش علوم محدود شد که اغلب مقالات مربوط به ماهیت علم را منتشر می‌کنند: (۱) علوم تجربی و آموزش<sup>۱</sup>، (۲) پژوهش در آموزش علوم تجربی<sup>۲</sup>، (۳) مجله بین‌المللی آموزش علوم تجربی<sup>۳</sup>، (۴) مجله آموزش معلمان علوم تجربی<sup>۴</sup>، (۵) آموزش علوم تجربی<sup>۵</sup>، (۶) مجله پژوهش در تدریس علوم تجربی<sup>۶</sup>. در این مرحله ۱۸۸ مقاله با ویژگی‌های مدنظر در بازه زمانی مورد جستجو یافت شد. پس از استخراج مقالات، عنوان و چکیده هر مقاله با هدف بررسی و تشخیص موضوع یا هدف اصلی مقاله مورد بررسی قرار گرفت. معیارهای شمول مقالات در فراترکیب حاضر عبارت‌اند از: (۱) مقالاتی که در مجلات معتبر بین‌المللی با چند بازنگر<sup>۷</sup> چاپ شده باشند، (۲) مقالاتی که با روش کیفی انجام شده‌اند و یا مقالات با روش آمیخته، که نتایج کیفی و کمی آنها از یکدیگر قابل تفکیک باشند (برای استفاده از نتایج بخش کیفی مقاله)، (۳) مقالات عملی که با هدف توسعه حرفه‌ای معلمان در حوزه ماهیت علم انجام شده باشند و (۴) مقالاتی که به‌منظور بررسی تدریس ماهیت علم از سوی معلمان، مشاهدات کلاسی را گزارش کرده باشند. معیارهای عدم شمول مقالات نیز در بازنگری به‌صورت زیر تعیین شد: (۱) مقالات کمی مورد بررسی قرار نگرفتند، (۲) مقالاتی که درباره تدریس ماهیت علم به دانش‌آموزان بودند مورد بررسی قرار نگرفتند، (۳) مقالاتی که صرفاً دانش و نگرش معلمان را در زمینه ماهیت علم ارزیابی می‌کردند بدون اینکه به آموزش معلمان بپردازند، از فراترکیب خارج شدند و (۴) مقالاتی که به نقد کتابهای درسی یا برنامه‌های درسی از منظر ماهیت علم می‌پرداختند، مورد بررسی قرار نگرفتند. پس از در نظر گرفتن این معیارهای شمول و عدم شمول در نهایت از ۱۸۸ مقاله، ۵۸ مقاله برای شمول در فراترکیب حاضر باقی ماندند.

در گام سوم، به‌منظور بررسی کیفیت مقالات مشمول در فراترکیب، با توجه به اینکه همه آنها از مجلات معتبر آموزش علوم انتخاب شده بودند و پژوهشهای تجربی را گزارش می‌کردند، هیچ مقاله‌ای از دور خارج نشد. در گام چهارم فراترکیب، با هدف بررسی و استخراج رویکردها، بافتارها و ابزارهای مؤثر آموزش ماهیت علم به معلمان، متن کامل مقالات مورد مطالعه قرار گرفتند و کدگذاری شدند. داده‌های

1. Science & Education
2. Research in Science Education
3. International Journal of Science Education
4. Journal of Science Teacher Education
5. Science Education journal
6. Journal of Research in Science Teaching
7. Peer-review journals

به دست آمده در این مرحله با روش تحلیل محتوای کیفی با هدف احصای مضامین پایه، سازمان دهنده و فراگیر مربوط به راهبردهای آموزش مؤثر ماهیت علم مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در گام پنجم، سعی شد داده‌های به دست آمده در مراحل قبلی ترکیب و الگویی جدید برای آموزش ماهیت علم به معلمان استخراج شود. در گام ششم به منظور اعتباریابی یافته‌های فراترکیب، از روشهای پیشنهادی اعتباریابی مدنظر سندلوفسکی و باروسو (۲۰۰۷) به این صورت بهره گرفته شد: ارزیابی مستقل مقالات از سوی دو نفر از اعضای تیم فراترکیب، تشکیل جلسات متعدد به منظور هم‌اندیشی و رفع اختلاف نظر و تصمیم‌گیری درباره ادامه روند پژوهش، مستندسازی تمام فرایندها و رویه‌ها و ...

## ■ یافته‌های پژوهش

در پژوهش حاضر، در مرحله استخراج داده‌ها، ابتدا یک جدول توصیفی از اطلاعات اولیه مورد نیاز از هر مقاله (شامل کد مقاله، نام نویسنده‌گان و سال چاپ، روش‌شناسی مقاله، نمونه پژوهش، رویکرد مقاله به آموزش ماهیت علم، ابزار و بافتار آموزش ماهیت علم) تهیه شد. نمونه‌ای از جدولهای تکمیل شده برای هر مقاله در پیوست ۱ آورده شده است. پس از شناسایی و استخراج داده‌های اولیه به صورت جدول توصیفی، داده‌های جداول مربوطه که شامل اهداف، نتایج، نوع رویکردها، بافتارها و ابزارهای مورد استفاده در مقالات مختلف بود، جمع‌بندی و یکپارچه‌سازی شدند، سپس بر اساس این جمع‌بندی، به سؤالهای پژوهش پاسخ داده شد که در ادامه مورد بحث و بررسی قرار خواهند گرفت.

## ◎ رویکردهای مؤثر آموزش ماهیت علم به معلمان

به صورت کلی برای تدریس ماهیت علم، دو نوع رویکرد وجود دارد: رویکرد صریح و ضمنی. منظور از رویکرد صریح در آموزش ماهیت علم، سخنرانی درباره ماهیت علم و یا تحمیل یک دیدگاه خاص از آن نیست، بلکه به معنای طراحی طرح‌درسهایی است که به مباحث مشخصی از ماهیت علم اشاره می‌کنند (لدرمن، ۱۹۹۹؛ خیشفه<sup>۱</sup> و عبدالخالق، ۲۰۰۲). در مقابل، در رویکرد ضمنی از آموزش مهارتهای فرایندی علم (عبدالخالق و لدرمن، ۲۰۰۰). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اکثریت قریب به اتفاق پژوهشگران معتقدند که آموزش ماهیت علم زمانی مؤثر است که در اهداف درسی صریح ذکر شود، به صورت هدفمند تدریس و به طور صریح سنجیده شود. همه مقالات مورد بررسی برای تدریس ماهیت علم به معلمان از رویکرد صریح استفاده کرده‌اند.

بررسیهای انجام شده همچنین نشان می‌دهند که اغلب پژوهشگران در استفاده از رویکرد صریح، بهره‌گیری از تأمل<sup>۲</sup> و ژرف‌اندیشی را نیز برای آموزش ماهیت علم به معلمان و دانشجو - معلمان مؤثر

1. Khishfe  
2. Reflection



می‌دانند. این پژوهش‌ها، برای فراهم آوردن زمینه تأمل از راهبردهایی متفاوت استفاده می‌کنند که از جمله آنها می‌توان به این موارد اشاره کرد: گروه‌بندیهای مختلف شرکت‌کنندگان حین آموزش و بعد از آن، برای گفت‌وگو در مورد تجربیات و فعالیتهای ارائه شده در طول دوره، به‌منظور ایجاد ارتباط محتوای ارائه شده با محتوای درسی و درک اهمیت ماهیت علم (ادیبلی - شاهین و دنیز<sup>۱</sup>، ۲۰۱۷)؛ ایجاد انجمنهای تخصصی تعاملی مانند سایت مدارس، برگزاری کنفرانسها و کارگاهها برای گفت‌وگو در مورد مفاهیم تدریس شده و به اشتراک‌گذاری مفاهیم جدید و راهبردهای تدریس مؤثر (آکرسون و همکاران، ۲۰۰۹)؛ ایجاد گفتمان از طریق تجزیه و تحلیل تدریس ضبط شده برای شناسایی شواهد آموزش مؤثر (پیلیوراس<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۸)؛ اجرای نمایشنامه‌هایی با موضوعات تاریخ علم و نقد و بررسی آنها (ملو و بکتولد<sup>۳</sup>، ۲۰۱۸)؛ درگیر شدن در انجام دادن کاوشهای علمی (والنته<sup>۴</sup>، ۲۰۱۸) یا مشاهده پژوهشهای علمی که دانشمندان در مراکز علمی انجام می‌دهند (موریسون و همکاران، ۲۰۰۸).

### ◎ ابزارهای مؤثر آموزش ماهیت علم به معلمان

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مقاله‌های بازنگری شده از ابزارهایی متفاوت برای آموزش مؤثر ماهیت علم به معلمان بهره برده‌اند که از جمله رایج‌ترین آنها می‌توان به ابزارهایی همچون تاریخ علم، کاوشگری<sup>۵</sup>، مباحثه<sup>۶</sup> و مسائل بحث برانگیز علمی - اجتماعی<sup>۷</sup> اشاره کرد.

### ● تاریخ علم

آموزش ماهیت علم از طریق تاریخ علم این فرصت را فراهم می‌آورد تا نگرش افراد از طریق خواندن انتقادی و تأملی نوشته‌های علمی روزنامه‌ها توسعه یابد (گارسیا کارمونا و آسودو دیاز<sup>۸</sup>، ۲۰۱۶). پژوهشگران معتقدند که آشنایی فراگیران با تاریخ علم سبب آشکار شدن جزئیات پیچیده وقایع علمی و جنبه‌های ماهیت علمی آن می‌شود، البته آنها توصیه می‌کنند تاریخ علم باید به گونه‌ای به کار گرفته شود که فراگیران را به تفکر مجدد در ایده‌های خود وادار کند (راج<sup>۹</sup> و همکاران، ۲۰۱۴). بررسی مقالات نشان می‌دهد تاریخ علم به طرق گوناگون برای آموزش ماهیت علم به کار گرفته شده است، از جمله: مطالعه زندگینامه و کارهای چهره‌های شاخص تاریخ علم مانند مادام کوری برای به تصویر کشیدن جنبه‌های انسانی علم، نقش دانشمندان در علم و مشکلاتی که دانشمندان در جامعه با آن روبه‌رو بودند (آدوریز - براوو و از کیئردو - آیمریج<sup>۱۰</sup>، ۲۰۰۹)؛

1. Adibelli-Sahin & Deniz
2. Piliouras
3. Melo & Bächtold
4. Valente
5. Inquiry
6. Argumentation
7. Socio-scientific issues (SSI)
8. García-Carmona & Acevedo Díaz
9. Rudge
10. Adúriz-Bravo & Izquierdo-Aymerich

ایجاد مباحثه برای رویارویی با ناسازگاریهای احتمالی میان نظریه‌های علمی و جهان‌بینیهای شخصی مانند نظریات کیهان‌شناسی پیرامون چگونگی پیدایش جهان که به مباحث اجتماعی، فرهنگی و مذهبی گره خورده است (بگدوناس و سیلوا<sup>۱</sup>، ۲۰۱۵) و ارتباط میان مباحث اخترشناسی و طالع‌بینی در فرهنگهای مختلف (تورگوت<sup>۲</sup>، ۲۰۱۰)؛ استفاده از متون تاریخ علمی برای طرح مناقشات تاریخی میان دانشمندان در یک زمینه علمی که سبب ارتقای درک هر چه بیشتر جنبه‌های ماهیت علم می‌شد، مانند آنچه جاستی و مندونسنا<sup>۳</sup> (۲۰۱۶) در مورد طرح دیدگاههای علمی لاوازیه<sup>۴</sup> و چهار دانشمند دیگر (مور، جولیت، پاستور و دیزل) انجام دادند یا گارسیا کارمونا و آسودو دیاز (۲۰۱۷) که مناقشه میان پاستور و لیبینگ را در مورد فرایند تخمیر برای ایجاد بحث در کلاس مطرح کردند. همچنین برخی سناریوهای بسیار غنی در تاریخ علم بستری مناسب را برای آموزش جنبه‌های پیچیده‌تر ماهیت علم همچون جنبه‌های ذهنی، اجتماعی - فرهنگی و تمایز قانون و نظریه علمی فراهم می‌آورند (پاوز<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۷).

### ● کاوشگری

از دیگر ابزارهایی که در برخی مقالات برای آموزش ماهیت علم به معلمان به کار گرفته شده است می‌توان به کاوشگری اشاره کرد. کاوشگری اشاره به فرایندی دارد که در خلال آن، فراگیران همانند دانشمندان دانش و درک خود را نسبت به مفاهیم علمی و شیوه‌های مطالعه طبیعت توسعه می‌بخشند (شورای ملی تحقیقات<sup>۶</sup>، ۱۹۹۶). در آموزش به شیوه کاوشگری، معلم یا آموزشگر با تدارک فعالیتهایی، دانش‌آموزان یا فراگیران را همچون دانشمندان درگیر کاوش علمی می‌سازد. پوسناسکی<sup>۷</sup> (۲۰۰۹) معتقد است که توسعه حرفه‌ای سطح بالاتر برای معلمان زمانی اتفاق می‌افتد که بتوانند آنچه را درباره جنبه‌های ماهیت علم یاد گرفته‌اند پیوند بزنند به فعالیتهای کاوشگری که در کلاس درس انجام می‌دهند. از نظر او این کار سبب می‌شود تا سواد علمی معلم و دانش‌آموزان به‌طور قابل توجهی بالا برود. در پژوهش کاپس و کرافورد<sup>۸</sup> (۲۰۱۳)، معلمان طی دوره آموزشی درگیر انجام دادن یک پژوهش باستان‌شناسی شدند و همانند یک پژوهشگر طی چندین سفر علمی به گردآوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها برای ارزیابی فرضیه‌های خود پرداختند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد درگیر شدن معلمان در انجام دادن پژوهش، علاوه بر ارتقای دانش علمی آنها، سبب ارتقای دیدگاه ماهیت علمی آنها نیز می‌شود. یافته‌های پژوهشها همچنین نشان داد که ابزار کاوشگری به همراه رویکرد صریح، سبب تداوم ماندگاری درک ماهیت علم در افراد می‌شود و

1. Bagdonas & Silva
2. Turgut
3. Justi & Mendonça
4. Lavoisier
5. Pavez
6. National Research Council
7. Posnanski
8. Capps & Crawford

فرصتهای بیشتری را برای درک دیدگاههای معاصر آموزش علوم و تغییر دیدگاههای شرکت کنندگان فراهم می‌آورد (اوزگلن<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۳؛ مائنگ<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۸؛ آکرسون و همکاران، ۲۰۰۹). به کارگیری ابزار کاوشگری برای تدریس ماهیت علم به معلمان، مستلزم تسلط بر تکنیکهای کاوش است (مولوی<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۶). برخی پژوهشگران مانند پیلویاریس (۲۰۱۸) و همکاران معتقدند که استفاده موفقیت‌آمیز از ابزار کاوشگری مستلزم تسلط شرکت کنندگان بر محتوای علمی است.

## ● مباحثه

مباحثه (یا مناظره) از دیگر ابزارهایی است که با هدف آموزش مؤثر ماهیت علم به معلمان به کار گرفته شده است. در خلال مباحثه، افراد سعی می‌کنند که از ادعاها و نقطه‌نظرات خود با توضیحات و استدلال کافی دفاع و حمایت کنند. به‌طور کلی مباحثه فرایندی شناختی است که با قرار دادن فراگیران در موقعیت مقایسه و ایده‌های متضاد به آنها اجازه می‌دهد تا دانشی جدید برای خود بسازند. ارائه داربست برای مباحثه سبب تسهیل درگیری در مباحثات و اطمینان از این می‌شود که شرکت کنندگان با تعاریف و معانی گوناگون و مؤلفه‌های مباحثه آشنا هستند (مک‌دونالد<sup>۴</sup>، ۲۰۱۰). گارسیا کارمونا و آسودو دیاز (۲۰۱۶) مقالات روزنامه‌ها با محتوای علمی را منبعی مناسب برای مباحثه و در پی آن تقویت مهارت‌های تفکر انتقادی می‌دانند. از این گذشته، همان‌گونه که پیش از این اشاره شد گاهی اوقات استفاده از مناقشات تاریخی دانشمندان در مورد تفسیرهای متفاوت از یک پدیده هم می‌تواند فضایی مناسب برای مباحثه ایجاد کند. از جمله این نوع مناقشات می‌توان به مناقشه میان رادفورد و تامسون در مورد منشأ زاویه انحراف بزرگ ذرات آلفا اشاره کرد (نیاز<sup>۵</sup>، ۲۰۰۷). در برخی پژوهش‌ها هم از وقایعی تاریخی استفاده می‌شد که قابلیت ایجاد مباحثه داشتند. برای مثال جاستی و مندونسا (۲۰۱۶) از واقعه تاریخی اهدای جایزه نوبل شیمی به فریتز هابر استفاده کردند. آنها این واقعه را به این دو دلیل برای آموزش انتخاب کردند: دلیل اول اینکه امکان کاوش در جنبه‌های مختلف ماهیت علم و کلیشه زدایی از علم و دانشمندان را داشت، دوم اینکه فریتز هابر به‌دلیل مشارکتی که در تولید گازهای سمی در جنگ جهانی داشت، فضایی بسیار مناسب برای مباحثه را فراهم می‌آورد.

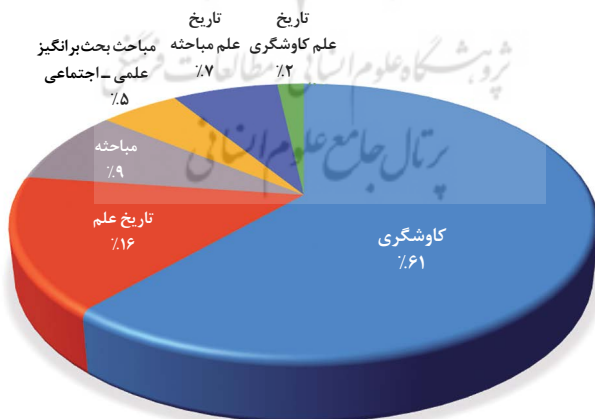
## ● مسائل بحث برانگیز علمی - اجتماعی

یکی از ابزارهای مناسب دیگر برای توسعه درک ماهیت علم معلمان و کمک به افزایش مهارت تدریس، مسائل بحث برانگیز علمی - اجتماعی‌اند که پژوهشگرانی چون کلاف (۱۹۸۹) به‌صورت یک الگوی پیشنهادی مطرح کرده‌اند (بگدوناس و سیلوا، ۲۰۱۵). مسائل بحث برانگیز علمی - اجتماعی،

1. Ozgelen
2. Maeng
3. Mulvey
4. McDonald
5. Niaz

مسئله‌های پیچیده اجتماعی‌اند که پایه علمی دارند و از طریق یک فرایند یا محصول علمی، به یک مناقشه یا چالش اجتماعی می‌پردازند، مانند مسأله گرمایش کره زمین، یا تغییرات آب و هوایی. یافته‌های پژوهش نشان دادند که آموزش ماهیت علم در چارچوب مسائل بحث‌برانگیز علمی - اجتماعی دستاوردهایی مفید برای تقویت قدرت تصمیم‌گیری فراهم می‌آورد. بل<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که تا پیش از چنین آموزش‌هایی، تصمیم‌گیریهایی شرکت‌کنندگان بر اساس ارزشها و تجارب شخصی استوار بود، اما پس از آموزش ماهیت علم با استفاده از مسائل بحث‌برانگیز علمی - اجتماعی، افراد برای توجیه حمایت از سیاستهای اثری دولت با استفاده از جنبه‌های ماهیت علم موفقیت قابل توجهی داشتند. یکی از نگرانیهای اساسی در مورد استفاده از مسائل بحث‌برانگیز علمی - اجتماعی، عدم آمادگی معلمان برای چنین تدریسی است، چرا که تمایز میان علم و شبه‌علم نیاز به درک کامل ماهیت علم دارد (تورگو، ۲۰۱۱). کوتلوکا و آیدین<sup>۲</sup> (۲۰۱۷) در پژوهش‌شان از موضوعاتی مانند مزایا و معایب سوختهای فسیلی و نیروگاههای هسته‌ای و آثار محیط‌زیستی آنها، مزایا و معایب نیروگاههای برق آبی، اثرات محیط‌زیستی کاربردهای بیوتکنولوژی و مهندسی ژنتیک، موجودات اصلاح شده ژنتیکی و... برای ایجاد مباحث علمی - اجتماعی استفاده کردند و یافته‌های پژوهش‌شان نشان داد که آموزش صریح ماهیت علم به همراه این‌گونه مباحث به دانشجویان کمک می‌کند تا ماهیت علم را مفهوم‌سازی کنند.

پس از بررسی کیفی مقالات در زمینه ابزارهای موجود برای آموزش ماهیت علم، فراوانی ابزارهای مورد استفاده در مقالات گوناگون مطابق نمودار شماره ۱ به‌دست آمد. همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌شود ابزار کاوشگری، تاریخ علم و مباحثه به ترتیب دارای بیشترین فراوانی‌اند. اطلاعات این نمودار همچنین نشان می‌دهد که از ابزار تاریخ علم به‌صورت تلفیقی با سایر ابزارها مانند مباحثه و کاوشگری نیز بهره برده شده است.



نمودار ۱. نمودار فراوانی ابزارهای آموزش ماهیت علم به معلمان در مقالات مورد بررسی

1. Bell
2. Kutluca & Aydm

## ◎ بافتارهای مؤثر آموزش ماهیت علم به معلمان

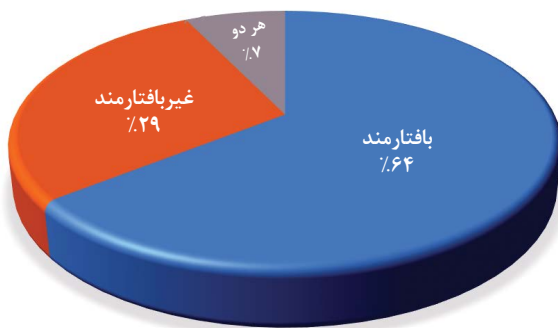
آلچین<sup>۱</sup> (۲۰۱۳) معتقد است که هنگام تدریس مفاهیم ماهیت علم می‌بایست از بافتار مناسب استفاده کرد و آموزش ماهیت علم در یک بافتار مناسب می‌تواند سبب ایجاد تغییر در دیدگاه ماهیت علمی معلمان شود. بافتارهای آموزش ماهیت علم ممکن است شامل محتوای خاص علوم باشد یا با استفاده از ابزارهایی مانند تاریخ علم یا موضوعات بحث‌برانگیز علمی - اجتماعی صورت پذیرد. آموزش بافتارمند در حوزه‌های گوناگون زیست‌شناسی، فیزیک، شیمی و زمین‌شناسی به مریمان کمک می‌کند تا الگوی توسعه و استفاده مؤثر از سؤالات مولد (توجه - تمرکز، شمارش و اندازه‌گیری، مقایسه، اقدام، مدل‌سازی، مسئله‌سازی و سؤالات استدلالی) ایجاد کنند (بل و همکاران، ۲۰۱۱). هنگامی که آموزش ماهیت علم به صورت غیربافتارمند<sup>۲</sup> باشد، ماهیت علم محور اصلی آموزش است و از طریق استفاده از فعالیتها و بحثهایی که به طور خاص برای ترویج جنبه‌های مشخصی از ماهیت علم طراحی شده‌اند، بدون ارتباط مستقیم با محتوای علوم، آموزش داده می‌شود. اغلب آموزشهای غیربافتارمند در مقالات، از ابزار کاوشگری و فعالیتهای ماهیت علمی بهره برده‌اند که لدرمن و عبدالخالق (۱۹۹۸) معرفی کرده‌اند. درباره اینکه آموزش ماهیت علم به صورت بافتارمند مؤثرتر است یا غیربافتارمند اتفاق نظر چندانی وجود ندارد، اگرچه بل و همکاران (۲۰۱۱) معتقدند که شروع آموزش ماهیت علم به صورت غیربافتارمند و در ادامه بسط آموزش به صورت بافتارمند می‌تواند راهبردی مؤثر در ارتقای دیدگاههای ماهیت علمی فراگیران باشد. در جدول شماره ۲ نمونه‌هایی از مقالات با رویکردهای بافتارمند و غیربافتارمند آورده شده است.

جدول ۲. نمونه مقالات مورد بررسی در بخش بافتارهای آموزش ماهیت علم به معلمان

نوع بافتار	نمونه مقالات مورد بررسی
بافتارمند	● گارسیا - کارمونا و آسودو دیاز (۲۰۱۶)، موریسون و همکاران (۲۰۰۸)، والنته و همکاران (۲۰۱۸)، اردوران و کایا <sup>۳</sup> (۲۰۱۸)
	● وارد و هی <sup>۴</sup> (۲۰۱۷)، راج و همکاران (۲۰۱۴)، دی هاسن و دی کمپ <sup>۵</sup> (۲۰۱۴)
غیربافتارمند	● ادیبلی - شاهین و دنیز (۲۰۱۷)، هانوسین <sup>۶</sup> (۲۰۱۳)، دنیز و ادیبلی (۲۰۱۵)
تلفیقی بافتارمند و غیربافتارمند	● فیخامتا <sup>۷</sup> (۲۰۱۳)، کفره و همکاران (۲۰۱۴)، هرمن <sup>۸</sup> و همکاران (۲۰۱۳)

1. Allchin
2. Decontextualized
3. Erduran & Kaya
4. Ward & Haigh
5. De Hosson & Décamp
6. Hanuscin
7. Faikhanta
8. Herman

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که فراوانی مقالات مورد بررسی از نظر بافتارمند بودن و غیربافتارمند بودن، مطابق نمودار شماره ۲ است. بر این اساس، آموزشگران برای آموزش ماهیت علم به معلمان بیشتر از رویکرد بافتارمند استفاده می‌کنند.



نمودار ۲. نمودار فراوانی بافتارهای آموزش ماهیت علم به معلمان در مقالات مورد بررسی

### ■ بحث و نتیجه گیری ■

آشنایی با راهبردهای آموزشی ماهیت علم به منزله یکی از شایستگیهای اساسی معلمان در تدریس مؤثر ماهیت علم معرفی می‌شود (نوری و همکاران، ۲۰۲۱). از این رو، در پژوهش حاضر سعی شده است تا با مرور مقالات منتشرشده در زمینه آموزش ماهیت علم به معلمان در سالهای ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۸، راهبردهای مؤثر آموزشی به کار گرفته شده در این مقالات (شامل رویکردها، بافتارها و ابزارهای آموزشی) مورد بحث و بررسی قرار گیرند. یافته‌های پژوهش حاضر، همسو با یافته‌های مک کوماس و همکاران (۲۰۲۰)، نشان داد از آنجا که رویکرد صریح، به‌ویژه زمانی که با فعالیتهای آموزشی تأملی همراه باشد، برای آموزش ماهیت علم به معلمان نسبت به رویکرد ضمنی و تلفیقی مؤثرتر است، همه مقالات از رویکرد صریح برای آموزش ماهیت علم بهره برده‌اند. تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که به‌منظور ایجاد زمینه تأمل در به‌کارگیری رویکرد صریح می‌توان از فعالیتهای آموزشی مانند ایجاد گفتمان در مورد تجربیات و فعالیتهای ارائه شده، ایجاد انجمنهای تخصصی تعاملی مانند سایت مدارس، برگزاری کنفرانسها و کارگاهها، ایجاد گفتمان از طریق تجزیه و تحلیل تدریس ضبط شده، اجرای نمایشنامه‌هایی با موضوعات تاریخ علمی و نقد و بررسی آنها، درگیر شدن در انجام دادن کوشهای علمی یا مشاهده پژوهشهای علمی دانشمندان در مراکز علمی و ... بهره برد.

نتایج پژوهش حاضر همچنین نشان داد که مقالات بازنگری شده، با اهداف و شیوه‌های متنوعی از ابزارهای آموزشی ماهیت علم همچون تاریخ علم، کاوشگری، مباحثه و مسائل بحث برانگیز علمی-اجتماعی برای آموزش مؤثر ماهیت علم به معلمان و دانشجو معلمان بهره برده‌اند. به‌طور مثال برای ابزار

تاریخ علم می‌توان به این موارد اشاره کرد: مطالعه زندگینامه و کارهای چهره‌های شاخص تاریخ علم (مانند مادام کوری) برای آموزش جنبه‌های مختلف تاریخ علم؛ ایجاد فضایی برای مباحثه با استفاده از مناقشات تاریخی میان دانشمندان و وقایع تاریخی به‌ویژه استفاده از سناریوهای تاریخ علمی برای آموزش جنبه‌های پیچیده‌تر ماهیت علم همچون جنبه‌های ذهنی، اجتماعی - فرهنگی و تمایز قانون و نظریه علمی و اجرای نمایشنامه‌هایی با مضمون تاریخ علم. همان‌گونه که پیشتر گفته شد، کفره و همکارانش (۲۰۱۹) در پژوهش خود دریافته‌اند که آموزش جنبه‌های ذهنی، اجتماعی - فرهنگی و تمایز قانون و نظریه علمی نسبت به سایر جنبه‌های ماهیت علم دشوارتر است و این در حالی است که نتایج پژوهش حاضر نشان داد استفاده از تاریخ علم این پتانسیل را دارد که برای آموزش جنبه‌های دشوارتر ماهیت علم مؤثر واقع شود.

یافته‌های پژوهش حاضر همچنین نشان داد که به‌کارگیری ابزار کاوشگری در کنار رویکرد صریح تأملی، سبب ماندگاری درک ماهیت علم و تغییر یافتن دیدگاه‌های شرکت‌کنندگان می‌شود. با وجود این، معلمان به‌دلیل اینکه یا خود به شیوه سنتی آموزش دیده‌اند یا اینکه در مورد کاوشگری اطلاعات بسیار کمی دارند، برای آموزش ماهیت علم به شیوه کاوشگری به آموزش نیاز دارند. نکته قابل توجه در مورد ابزار کاوشگری این است که به‌کارگیری آن مستلزم تسلط شرکت‌کنندگان بر تکنیک‌های کاوش و محتوای علمی اجرا شده است. به عبارت دیگر، به‌کارگیری کاوشگری همچون سایر ابزارهای آموزشی ماهیت علم مستلزم دانش موضوعی تربیتی معلم در زمینه ماهیت علم است. مفهومی که عبدالخالق (۱۹۹۷)، به نقل از آکرسون و همکاران، (۲۰۱۷: ۲۹۸) به‌صورت «درک معلمان از ماهیت علم و رابطه میان چنین درکی و تدریس آن»، معرفی کرده است. کروس و همکارانش (۲۰۱۷) معتقدند که معلمان و دانشجو - معلمان علاوه بر درک ماهیت علم باید برای نحوه آموزش ماهیت علم آموزش ببینند. نوری و همکاران (۲۰۲۱) نیز همسو با نتایج پژوهش حاضر به دانش موضوعی تربیتی معلمان در زمینه ماهیت علم، به عنوان یکی از شایستگی‌های معلمان ماهیت علم اشاره کرده‌اند. نتایج پژوهش حاضر همچنین نشان می‌دهد که استفاده از ابزار مباحثه همراه با رویکرد صریح تأملی سبب تقویت مهارت‌های تفکر انتقادی می‌شود و علاوه بر آگاهی علمی، به دانش کافی برای تصمیم‌گیری آگاهانه هم نیاز دارد. افزون بر این، یافته‌ها نشان داد که استفاده از مسائل بحث‌برانگیز علمی - اجتماعی مانند گرمایش کره زمین، دستکاری ژنتیکی موجودات زنده، مزایا و معایب محصولات تراریخته و... هم مانند ابزار مباحثه سبب تقویت قدرت استدلال و تصمیم‌گیری در فراگیران می‌شود. همان‌طور که پیشتر نیز اشاره شد تربیت شهروندان آگاه و مسئولیت‌پذیر که بتوانند در تصمیم‌گیری‌های مهم اجتماعی نقش ایفا کنند یکی از دلایل گنجاندن ماهیت علم در برنامه درسی علوم تجربی است (کروس و همکاران، ۲۰۱۷). نتایج پژوهش حاضر همچنین نشان داد که آموزش ماهیت علم به معلمان، اغلب به‌صورت بافتارمند و

#### 1. Pedagogical Content Knowledge about Nature of Science (NOS PCK)

در هر دو بافتار علوم تجربی و غیر علوم تجربی (مانند بافتار تاریخی) انجام شده است. بل و همکاران (۲۰۱۱) همسو با این نتایج معتقدند وقتی که ماهیت علم جدای از محتوای علوم آموزش داده می‌شود، با نوعی فقدان بافتار واقعی در تدریس روبه‌رو می‌شود و موفقیت چندانی به همراه نخواهد داشت.

نتایج فراترکیب حاضر همچنین نشان داد که در مقاله‌ها، برای آموزش ماهیت علم به معلمان در سطوح مختلف (شامل معلمان در حال خدمت، دانشجو - معلمان، معلمان ابتدایی و معلمان متوسطه) ملاحظاتی متفاوت در نظر گرفته شده است. به‌طور مثال، یکی از نگرانیهای اساسی در مورد دانشجو - معلمان، ضعف دانش موضوعی - تربیتی آنهاست، لذا بخشی از آموزش آنها باید معطوف به ارتقای این دانش شود (دمیردوغان<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۶). لوتر<sup>۲</sup> (۲۰۰۹) معتقد است که دانشجو - معلمان را باید به سبب نداشتن سابقه تدریس، ضمن آموزش به‌طور مداوم پشتیبانی کرد تا بر نحوه اجرا در طول تجربیات میدانی تمرکز کنند. پشتیبانی دانشجویان ضمن آموزش و پس از آن سبب ایجاد اعتماد به نفس در آنها برای تدریس ماهیت علم می‌شود. آکرسون و همکارانش (۲۰۱۲) معتقدند که استفاده از همیار معلم می‌تواند گزینه‌ای مناسب برای پشتیبانی از دانشجو - معلمان باشد. همچنین می‌توان به یافته‌های پژوهش حاضر درباره تفاوت در آموزش ماهیت علم به معلمان ابتدایی و معلمان متوسطه اشاره کرد. ادیبلی - شاهین و دنیز (۲۰۱۷) معتقدند که برای آموزش ماهیت علم به معلمان ابتدایی باید ماهیت علم در مرکز توجه باشد و به آنها این فرصت را داد تا در حکم یک فرد با دیگران در مورد تجربیات کسب شده تأمل کنند تا بتوانند ضمن درک ماهیت علم آن را با محتوای درسی مرتبط کنند. همچنین برای آموزش ماهیت علم به معلمان ابتدایی، استفاده از مدل‌سازی علمی در مورد معلمانی که قبلاً هیچ دیدگاهی در مورد ماهیت علم نداشتند بسیار مؤثر بوده است (آکرسون و همکاران، ۲۰۰۹). معلمان ابتدایی برای آموزش ماهیت علم باید بتوانند اصطلاحات مربوطه را به اصطلاحات کودک‌پسند تبدیل کنند، فعالیت‌هایی متناسب با تجربیات آنها طراحی کنند و نحوه استفاده از ابزارهایی را که سبب جلب توجه کودکان می‌شوند فراگیرند (هانوسین و همکاران، ۲۰۱۱).

از آنجا که در پژوهش‌های داخلی، از آموزش ماهیت علم به معلمان غفلت شده و هیچ پژوهشی به فراترکیب مهم‌ترین راهبردهای آموزش مؤثر ماهیت علم به معلمان نپرداخته، مطالعه حاضر به این مهم اختصاص یافته است. نتایج این پژوهش با روشن کردن این موضوع که چرا و چگونه می‌توان راهبردهایی مؤثر برای آموزش ماهیت علم به معلمان برگزید، می‌تواند مورد توجه سیاستگذاران، برنامه‌ریزان و اساتید دانشگاه‌های فرهنگیان و همچنین مسئولان دوره‌های توانمندسازی و توسعه حرفه‌ای معلمان قرار گیرد. اگرچه، هدف این نیست که از یافته‌های کشورهای دیگر عیناً در داخل کشور بهره‌گیری شود، اما این یافته‌ها می‌توانند ایده‌هایی مناسب در اختیار متولیان آموزش و پرورش قرار دهند تا با توجه به شرایط و فرهنگ کشور از آنها بهره ببرند.

1. Demirdögen

2. Lotter



راهنمای برنامه‌درسی حوزه تربیت و یادگیری علوم تجربی. (۱۳۹۹). سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، وزارت آموزش و پرورش.

صابری، مریم. (۱۳۹۷). طراحی چارچوب برنامه‌درسی آموزش ماهیت علم و تأثیر اجرای آن بر رویکرد ماهیت علم دانشجو معلمان در تدریس فیزیک - پژوهش چند مطالعه‌ای. رساله دکتری. دانشگاه شیراز.

محمدی، مهدی؛ صابری، مریم؛ سلیمی، قاسم و نوری، نوشین. (۱۳۹۷). راهنمای عملی روش فراترکیب در شناسایی شایستگی‌های حرفه‌ای معلمان در تدریس ماهیت علم. فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات برنامه درسی ایران، ۱۳ (۵۰)، ۷۳-۱۰۶.

Dor: 20.1001.1.17354986.1397.13.50.3.3

یوسفی، مریم؛ عصاره، علیرضا و حسینی‌خواه، علی. (۱۳۹۵). ماهیت و دلالت یادگیری مبتنی بر پروژه در گستره برنامه‌درسی. فصلنامه مطالعات برنامه درسی ایران، ۴۲ (۳)، ۹۵-۱۳۴.

Dor: 20.1001.1.17354986.1395.11.42.4.4

Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1057-1095. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200012\)37:10<1057::AID-TEA3>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200012)37:10<1057::AID-TEA3>3.0.CO;2-C)

Adibelli-Sahin, E., & Deniz, H. (2017). Elementary teachers' perceptions about the effective features of explicit-reflective nature of science instruction. *International Journal of Science Education*, 39(6), 761-790. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1308035>

Adúriz-Bravo, A., & Izquierdo-Aymerich, M. (2009). A research-informed instructional unit to teach the nature of science to pre-service science teachers. *Science & Education*, 18(9), 1177-1192. <https://doi.org/10.1007/s11191-009-9189-3>

Akerson, V. L., Buzzelli, C. A., & Donnelly, L. A. (2010). On the nature of teaching nature of science: Preservice early childhood teachers' instruction in preschool and elementary settings. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(2), 213-233. <https://doi.org/10.1002/tea.20323>

Akerson, V. L., Buzzelli, C. A., & Eastwood, J. L. (2012). Bridging the gap between preservice early childhood teachers' cultural values, perceptions of values held by scientists, and the relationships of these values to conceptions of nature of science. *Journal of Science Teacher Education*, 23(2), 133-157. <https://doi.org/10.1007/s10972-011-9244-1>

Akerson, V. L., Cullen, T. A., & Hanson, D. L. (2009). Fostering a community of practice through a professional development program to improve elementary teachers' views of nature of science and teaching practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(10), 1090-1113. <https://doi.org/10.1002/tea.20303>

Akerson, V. L., Cullen, T. A., & Hanson, D. L. (2010). Experienced teachers' strategies for assessing nature of science conceptions in the elementary classroom. *Journal of Science Teacher Education*, 21(6), 723-745. <https://doi.org/10.1007/s10972-010-9208-x>

Akerson, V. L., Pongsanon, K., Park Rogers, M. A., Carter, I., & Galindo, E. (2017). Exploring the use of lesson study to develop elementary preservice teachers' pedagogical content knowledge for teaching nature of science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(2), 293-312. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9690-x>

Allchin, D. (2013). *Teaching the nature of science: Perspectives and resources*. St. Paul, MN: SHiPS Education Press.

- Bagdonas, A., & Silva, C. C. (2015). Enhancing teachers' awareness about relations between science and religion. *Science & Education*, 24(9-10), 1173-1199. <https://doi.org/10.1007/s11191-015-9781-7>
- Bell, R. L., Matkins, J. J., & Ganseder, 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. <https://doi.org/10.1002/tea.20402>
- 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. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.760209>
- Clough, M. P. (2006). Learner's responses to the demands of conceptual change: Considerations for effective nature of science instruction. *Science Education*, 15(5), 463-494. <https://doi.org/10.1007/s11191-005-4846-7>
- Clough, M. P., Berg, C. A., & Olson, J. K. (2009). Promoting effective science teacher education and science teaching: A framework for teacher decision-making. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(4), 821-847. <https://doi.org/10.1007/s10763-008-9146-7>
- Cofré, H., Núñez, P., Santibáñez, D., Pavez, J. M., Valencia, M., & Vergara, C. (2019). A critical review of students' and teachers' understandings of nature of science. *Science & Education*, 28(3-5), 205-248. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00051-3>
- Cofré, H., Vergara, C., Lederman, N. G., Lederman, J. S., Santibáñez, D., Jiménez, J., & Yancovic, M. (2014). Improving Chilean in-service elementary teachers' understanding of nature of science using self-contained NOS and content-embedded mini-courses. *Journal of Science Teacher Education*, 25(7), 759-783. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9399-7>
- De Hosson, C., & Décamp, N. (2014). Using ancient Chinese and Greek astronomical data: A training sequence in elementary astronomy for pre-service primary school teachers. *Science & Education*, 23(4), 809-827. <https://doi.org/10.1007/s11191-013-9625-2>
- Demirdöğen, B., Hanuscin, D. L., Uzuntiryaki-Kondakci, E., & Köseoğlu, F. (2016). Development and nature of preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge for nature of science. *Research in Science Education*, 46(4), 575-612. <https://doi.org/10.1007/s11165-015-9472-z>
- 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. <https://doi.org/10.1002/sce.20460>
- Deniz, H., & Adibelli, E. (2015). Exploring how second grade elementary teachers translate their nature of science views into classroom practice after a graduate level nature of science course. *Research in Science Education*, 45(6), 867-888. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9447-5>
- Erduran, S., & Kaya, E. (2018). Drawing nature of science in pre-service science teacher education: Epistemic insight through visual representations. *Research in Science Education*, 48(6), 1133-1149. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9773-0>
- Faikhamta, C. (2013). The development of in-service science teachers' understandings of and orientations to teaching the nature of science within a PCK-based NOS course. *Research in Science Education*, 43, 847-869. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9283-4>
- García-Carmona, A., & Acevedo Díaz, J. A. (2016). Learning about the nature of science using newspaper articles with scientific content. *Science & Education*, 25, 523-546. <https://doi.org/10.1007/s11191-016-9831-9>
- García-Carmona, A., & Acevedo-Díaz, J. A. (2017). Understanding the nature of science through a critical and reflective analysis of the controversy between Pasteur and Liebig on fermentation. *Science & Education*, 26(1-2), 65-91. <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9876-4>
- Hanuscin, D. L. (2013). Critical incidents in the development of pedagogical content knowledge for teaching the nature of science: A prospective elementary teacher's journey. *Journal of Science Teacher Education*, 24(6), 933-956. <https://doi.org/10.1007/s10972-013-9341-4>

- 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. <https://doi.org/10.1002/sce.20404>
- Herman, B. C., Clough, M. P., & Olson, J. K. (2013). Association between experienced teachers' NOS implementation and reform-based practices. *Journal of Science Teacher Education*, 24(7), 1077-1102. <https://doi.org/10.1007/s10972-013-9353-0>
- Justi, R., & Mendonça, P. C. C. (2016). Discussion of the controversy concerning a historical event among pre-service teachers. *Science & Education*, 25(7-8), 795-822. <https://doi.org/10.1007/s11191-016-9846-2>
- Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-578. <https://doi.org/10.1002/tea.10036>
- Kruse, J. W., Easter, J. M., Edgerly, H. S., Seebach, C., & Patel, N. (2017). The impact of a course on nature of science pedagogical views and rationales. *Science & Education*, 26(6), 613-636. DOI: 10.1007/s11191-017-9916-0
- Kutluca, A. Y., & Aydın, A. (2017). Changes in pre-service science teachers' understandings after being involved in explicit nature of science and socio-scientific argumentation processes. *Science & Education*, 26(6), 637-668. <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9919-x>
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290404>
- Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916-929. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199910\)36:8<916::AID-TEA2>3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199910)36:8<916::AID-TEA2>3.0.CO;2-A)
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S. K. Abell, & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831-879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lederman, N., & Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding de-natured science: Activities that promote understandings of the nature of science. In W. F. McComas, (Ed.), *The nature of science in science education* (pp. 83-126). Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/0-306-47215-5\\_5](https://doi.org/10.1007/0-306-47215-5_5)
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2014). Research on teaching and learning of nature of science. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education, Volume II* (pp. 600-620). Routledge.
- Lotter, C., Singer, J., & Godley, J. (2009). The influence of repeated teaching and reflection on preservice teachers' views of inquiry and nature of science. *Journal of Science Teacher Education*, 20(6), 553-582. <https://doi.org/10.1007/s10972-009-9144-9>
- Maeng, J. L., Bell, R. L., St. Clair, T., Gonczi, A. L., & Whitworth, B. A. (2018). Supporting elementary teachers' enactment of nature of science instruction: A randomized controlled trial. *International Journal of Science Education*, 40(18), 2245-2264. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1528643>
- Melo, É., & Bächtold, M. (2018). A theater-based device for training teachers on the nature of science. *Science & Education*, 27(9-10), 963-986. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-0009-5>
- McComas, W. F., & Clough, M. P. (2020). Nature of science in science instruction: Meaning, advocacy, rationales, and recommendations. In W.F. McComas (Ed.), *Nature of science in science instruction* (pp. 3-22). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-57239-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-57239-6_1)
- McComas, W. F., Clough, M. P., & Nouri, N. (2020). Nature of science and classroom practice: A review of the literature with implications for effective NOS instruction. In W.F. McComas (Ed.), *Nature of Science in Science Instruction* (pp. 67-111). Springer, Cham.
- McDonald, C. V. (2010). The influence of explicit nature of science and argumentation instruction on

- preservice primary teachers' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(9), 1137-1167. <https://doi.org/10.1002/tea.20377>
- Morrison, J. A., Raab, F., & Ingram, D. (2008). Factors influencing elementary and secondary teachers' views on the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(4), 384-403. DOI:10.1002/tea.20252
- Mulvey, B. K., Chiu, J. L., Ghosh, R., & Bell, R. L. (2016). Special education teachers' nature of science instructional experiences. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(4), 554-578. <https://doi.org/10.1002/tea.21311>
- National Research council. (1996). *National science education standards*. National Academies Press.
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. National Academies Press.
- Niaz, M. (2007). Progressive transitions in chemistry teachers' understanding of nature of science based on historical controversies. *Science & Education*, 18(1), 43-65. DOI:10.1007/s11191-007-9082-x
- Nouri, N., Saberi, M., McComas, W. F., & Mohammadi, M. (2021). Proposed teacher competencies to support effective nature of science instruction: A meta-synthesis of the literature. *Journal of Science Teacher Education*, 32(6), 601-624. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2020.1871206>
- Ozgelen, S., Hanuscin, D. L., & Yilmaz-Tuzun, O. (2013). Preservice elementary science teachers' connections among aspects of NOS: Toward a consistent, overarching framework. *Journal of Science Teacher Education*, 24(5), 907-927. <https://doi.org/10.1007/s10972-012-9274-3>
- Pavez, J. M., Vergara, C. A., Santibañez, D., & Cofré, H. (2016). Using a professional development program for enhancing Chilean biology teachers' understanding of nature of science (NOS) and their perceptions about using history of science to teach NOS. *Science & Education*, 25(3-4), 383-405. <https://doi.org/10.1007/s11191-016-9817-7>
- Piliouras, P., Plakitsi, K., Seroglou, F., & Papantoniou, G. (2018). Teaching explicitly and reflecting on elements of nature of science: A discourse-focused professional development program with four fifth-grade teachers. *Research in Science Education*, 48(6), 1221-1246. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9600-4>
- Posnanski, T. J. (2010). Developing understanding of the nature of science within a professional development program for inservice elementary teachers: Project nature of elementary science teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 21(5), 589-621. <https://doi.org/10.1007/s10972-009-9145-8>
- Rudge, D. W., Cassidy, D. P., Fulford, J. M., & Howe, E. M. (2014). Changes observed in views of nature of science during a historically based unit. *Science & Education*, 23(9), 1879-1909. DOI:10.1007/s11191-012-9572-3
- Saberi, M., Nouri, N., & McComas, W. F. (2025). A proposed typology of NOS empirical research: Trends and implications. *Studies in Science Education*, 1-39. DOI: 10.1080/03057267.2025.2478355
- Sandelowski, M., & Barroso, J. (2007). *Handbook for synthesizing qualitative research*. Springer Publishing Company.
- Turgut, H. (2011). The context of demarcation in nature of science teaching: The case of astrology. *Science & Education*, 20(5-6), 491-515. <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9250-2>
- Valente, B., Mauricio, P., & Faria, C. (2018). Understanding the process and conditions that improve preservice teachers' conceptions of nature of science in real contexts. *Journal of Science Teacher Education*, 29(7), 620-643. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2018.1485399>
- Ward, G., & Haigh, M. (2017). Challenges and changes: Developing teachers' and initial teacher education students' understandings of the nature of science. *Research in Science Education*, 47(6), 1233-1254. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9543-9>

## پیوست ۱

### نمونه جدول توصیفی داده‌های اولیه استخراج شده از مقالات

کد مقاله: R6	
عنوان مقاله	● آموزش فیزیک به معلمان ضمن خدمت دوره ابتدایی در زمینه تاریخ علم: اجسام در حال سقوط
نویسندگان و سال چاپ	● پانوس کوکوتاس، پاناگیوتیس پیلیوراس، کاترینا مالامیتسا، افثیموس استامولیس (۲۰۰۹)
اهداف	✓ استفاده از وقایع معتبر علمی تاریخ برای آموزش صریح ماهیت علم، ماهیت یادگیری و ماهیت تدریس. ✓ کمک به معلمان برای آماده‌سازی دانش پایه در مورد مسئله سقوط آزاد. ✓ استفاده از تاریخ علم و آموزش علوم به منظور تولید راهبردهای آموزش معلمان علوم. ✓ ایجاد و ارزیابی شرایط آموزش نوآورانه برای معلمان علوم با استفاده از مطالعات موردی از تاریخ علم.
خلاصه تحقیق	● برای پیشرفت حرفه‌ای معلمان علوم، رویکرد گسترده‌ای مورد نیاز است، رویکردی که شامل تدریس هر دو روش رسمی و غیررسمی باشد تا به معلمان کمک کند نه تنها مهارت‌های جدید را یاد بگیرند بلکه بیش جدیدی را نیز در زمینه آموزش به وجود بیاورند، پیشنهادی که باید در مهارت تدریس آنها گنجانده شود. پس در این پژوهش از برنامه توسعه حرفه‌ای معلمان مبتنی بر دیدگاه‌های معاصر شامل ماهیت علم، ماهیت یادگیری و ماهیت تدریس استفاده شده است. این تحقیقات با همکاری چهار دانشگاه دیگر انجام و از پرسشنامه‌های به عنوان ابزار تحقیق استفاده شده است که به منظور بررسی دیدگاه اساتید علوم در مورد ماهیت علم، ماهیت یادگیری و ماهیت تدریس استفاده شده است. با توجه به محدودیت زمانی و از آنجا که می‌خواسته‌اند داده‌های نظرات معلمان را از کشورهای مختلف (یونان، ایتالیا و آلمان) جمع‌آوری کنند از یک روش کمی واقع‌گرایانه برای جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌های موردنیاز یعنی روش پاسخ چندرسانه‌ای استفاده کرده‌اند.
نتایج	● نتیجه مطالعه نشان می‌دهد دیدگاه معلمان ضمن خدمت در مورد ماهیت علم با تعاریف پذیرفته شده در مورد آن مطابقت ندارد و معلمان نیاز به دیدگاه ماهیت علم توسعه‌یافته‌تری دارند. در پاسخ به این نیاز، تدوین برنامه آموزشی، آموزش صریح ماهیت علم، ترغیب معلمان به مطالعه و مقایسه دیدگاهها در مورد اجسام در حال سقوط و استفاده از تئوریهای علمی برای ارائه جنبه‌های اجتماعی و فرهنگی ماهیت علم، اقداماتی بودند که توسط محققان صورت گرفته است. این مطالعه نشان می‌دهد یادگیری باید در زمینه‌های واقعی یا اصیل که باعث پیشرفت حرفه‌ای معلم می‌شود، معنادار و هدفمند صورت بگیرد و دانش و شایستگی موردنیاز باید در چارچوب برنامه‌های مشارکتی توسعه حرفه‌ای معلمان گنجانده شود. پیشرفت حرفه‌ای باید به عنوان یک فرایند اجتماعی فرهنگ‌ساز در مهارت کاری تلقی شود همچنان که در این مطالعه اصول یادگیری جامعه‌شناختی و اجتماعی- فرهنگی برای طراحی برنامه آموزشی معلمان علوم در نظر گرفته و براساس نقش بالقوه‌ای که ممکن است تاریخ علم در ارتقای یادگیری علم داشته باشد، پایه‌گذاری شد.

## کد مقاله: R6

<p>● این مقاله یک برنامه آموزشی مبتنی بر تاریخ علم و اصول یادگیری جامعه‌شناختی و فرهنگی اجتماعی، با رویکرد صریح تأملی و با استفاده از وقایع معتبر علمی تاریخ، صریحاً ماهیت علم، ماهیت یادگیری و ماهیت تدریس را آموزش می‌دهد.</p>	<p><b>رویکرد مورد استفاده</b></p>
<p>● در این مقاله از این لحاظ که از مفاهیمی مانند سقوط آزاد اجسام، دیدگاه ارسطو در مورد سقوط اجسام، دیدگاه گالیله در مورد اجسام در حال سقوط، مدل‌های کیهان‌شناسی ارائه شده توسط ارسطو و گالیله، دیدگاه‌های نیوتن در مورد اجسام در حال سقوط و مبحث حرکت سیارات اطراف خورشید استفاده کرده است از بافتار علوم تجربی برای تدریس بهره گرفته است.</p> <p>● در این پژوهش، ماهیت علم محور اصلی آموزش است و از طریق استفاده از فعالیت‌های توسعه حرفه‌ای، وقایع معتبر علمی تاریخ، انواع استراتژی‌های تدریس مانند ساخت پوستر، ساخت نقشه‌های مفهومی، موجودیت ساختاری و اجتماعی، شبیه‌سازی جنبه‌های اجتماعی و فرهنگی ماهیت علم، اقدامات آموزشی صریح و بحث‌هایی که به‌طور خاص برای ترویج جنبه‌های خاص ماهیت علم طراحی شده‌اند، آموزش ماهیت علم به معلمان ارائه شده است و از این لحاظ از بافتار غیرعلوم تجربی استفاده شده است.</p>	<p><b>نوع بافتار</b></p>
<p>● در این پژوهش، با استفاده از وقایع معتبر علمی تاریخ با موضوع اجسام در حال سقوط، خلاقانه انواع استراتژی‌های آموزش ماهیت علم، یادگیری صریح ماهیت علم، ماهیت یادگیری و ماهیت تدریس بیان شده است.</p> <p>● در این پژوهش از مباحثه در زمینه انواع استراتژی‌های یادگیری و تدریس و همچنین ایجاد مهارت‌های مباحثه، درک ماهیت علم، ماهیت آموزش و ماهیت یادگیری، رویدادهای علمی تاریخی با موضوع اجسام در حال سقوط، استراتژی‌های تحقیق و بهره‌برداری از شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای، فعالیت‌های بحث‌برانگیز، بازی، شبیه‌سازی، نقشه‌های مفهومی، طراحی برنامه‌های آموزش ماهیت علم، اصول یادگیری جامعه‌شناختی و اجتماعی و فرهنگی، نقش تاریخ علم در ارتقای یادگیری علم، به عنوان ابزاری برای آموزش ماهیت علم به معلمان استفاده شده است.</p> <p>● تبیین اصول و مبانی علم که در آن به تعریف، موضوع، روش، فایده، مؤلف، مسائل و تاریخچه علم اشاره شده است و تحلیل فلسفی مسائل، نظریه‌ها و روش‌های علمی که ما را در فهم تاریخ تفکر علمی یاری داده است فلسفه علم محسوب می‌شوند.</p> <p>● انواع استراتژی‌های تدریس و یادگیری، بحث و گفت‌وگو، نقشه‌های مفهومی، نقش آفرینی، ساخت پوستر، شبیه‌سازی، ارزش‌گذاری، علایق، خودکارآمدی و اعتماد به نفس حاکی از روان‌شناسی علم است.</p>	<p><b>نوع ابزار</b></p>

## Effective Teaching Strategies for Teachers Learning about the Nature of Science

S. Bahraami, Ph.D.<sup>1\*</sup> © M. Saaberi<sup>2</sup>

### Abstract

For science teachers to be able to help their students grasp a true understanding of science, they themselves need to have been helped to become science literates, in an effective way, during the course of their professional training. To identify the necessary approaches, instruments, and educational contexts that could help with the realization of this goal, 58 articles from well-known journals on teaching of science were content analyzed. Results show that most effective approach has been the reflective approach wherein exploration and discussion of the history of science, as well as controversial social issues related of science, are encouraged within a scientific context. These findings can help with the improvement in both teachers' and student teachers' professional development.

**Keywords:** nature of science, teaching strategies, professional development, meta-synthesis

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

**Date Received:** Sept. 19, 2021

**Date Accepted:** May 12, 2022

1. Assistant Professor in Teaching Physics, Farhangian University, Tehran, Iran. (Corresponding Author)

**E-mail:** Samira\_bahrami@cfu.ac.ir

2. Doctoral Graduate in Curriculum Planning, Shiraz University, High school Teacher in Darab.