

بررسی دیدگاه اعضای هیئت علمی در خصوص برنامه‌درسی آموزش علوم مبتنی بر ویژگیهای ماهیت علم

اصغر سلطانی^{۱*}، مصطفی شریف^۲ و رسول رکنی‌زاده^۳

چکیده

هدف اصلی مقاله حاضر بررسی دیدگاه اعضای هیئت‌علمی در خصوص برنامه‌درسی آموزش علوم مبتنی بر ویژگیهای ماهیت علم در دانشگاه است. بدین منظور، از جامعه آماری که شامل اعضای هیئت علمی رشته‌های فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و زمین‌شناسی و گرایشهای مرتبط در دو دانشگاه اصفهان و صنعتی اصفهان بود، ۷۵ نفر به عنوان نمونه آماری در این پژوهش شرکت کردند. ابزار پژوهش پرسشنامه محقق ساخته سنجش دیدگاه اعضای هیئت علمی بود. جنبه‌های اصلی مورد سنجش ماهیت علم در این ابزار عبارت بودند از: موقتی بودن علم، مبنای تجربی علم، خلاقیت در علم، نقش ذهنیت در علم، تأثیر مسائل اجتماعی و فرهنگی بر علم، نقش مشاهده و استنتاج و نظریه و قانون علمی. این مؤلفه‌ها در چهار عنصر اساسی برنامه‌درسی؛ یعنی هدفها، محتوا، اجرا و ارزشیابی و در دو وضعیت موجود و مطلوب بررسی شدند. ضریب آلفای کرونباخ برای این مقیاس سنجش برابر ۰/۸۴ محاسبه شد. داده‌های پژوهش با روشهای آماری تحلیل شدند. نتایج نشان داد که از نظر اعضای هیئت‌علمی در وضعیت موجود برنامه‌های درسی در هیچ یک از عناصر برنامه‌درسی؛ یعنی هدفها، محتوا، اجرا و ارزشیابی مبتنی بر مؤلفه‌های ماهیت علم نیستند. با این حال، از نظر آنها هدفهای برنامه‌درسی از نظر برخورداری از مؤلفه‌های ماهیت علم به وضعیت مطلوب نزدیک‌ترند. در این بین ارزشیابی برنامه‌درسی از نظر رعایت مؤلفه‌های ماهیت علم، بیشترین اختلاف را با وضعیت مطلوب دارد. از نظر اعضای هیئت علمی در برنامه‌های درسی در وضعیت مطلوب، برای همسویی با مؤلفه‌های هفت‌گانه ماهیت علم، باید بیشترین توجه به دو عنصر اجرا و ارزشیابی برنامه‌درسی معطوف شود.

کلید واژگان: ماهیت علم، برنامه‌درسی، آموزش علوم، اعضای هیئت علمی، دانشگاه.

مقدمه

پاسخ به این پرسش که علم چیست، شاید بسیار آسان به نظر برسد. هر فردی می‌داند که موضوعاتی چون فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی تشکیل دهنده علم بوده‌اند، در حالی که حوزه‌هایی مانند هنر، موسیقی و الهیات این‌گونه

۱. دانشجوی دکتری رشته برنامه‌ریزی درسی دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

* مسئول مکاتبات: Emai: asghar.soltani.k@gmail.com

۲. استادیار گروه علوم تربیتی دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

۳. دانشیار گروه فیزیک دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

پذیرش مقاله: ۱۳۸۹/۹/۲

دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۷/۴

نیستند. علم در مسیر تکاملی خود تعاریف متعددی داشته است، از تعاریف تجربه‌گرایان که مبنای علم را مشاهده و تجربه می‌دانند تا تعاریف امروزی که عنصر انسانی نیز به آن اضافه شده است و خودآگاهی انسانی به چگونگی شناخت جهان و دگرگونی آن فرمان می‌دهد. در معنای پیشرفته علم، علم سازمان تکامل یافته معرفت انسانی با هدف بررسی منطقی و دگرگون‌سازی جهان به فرمان خودآگاهی خلاق انسانی است (Raghabi, ۱۹۹۱).

بسیاری معتقدند که ویژگیهای متمایز کننده علم مبتنی بر روشهای ویژه‌ای است که دانشمندان برای پژوهش در جهان به کار می‌برند (Okasha, ۲۰۰۲). ویلسن (Wilson, ۱۹۹۹) علم را اقدام نظام‌مند برای به دست آوردن معرفت در باره جهان و سازماندهی و خلاصه کردن این معرفت در قوانین و نظریه‌های قابل آزمون می‌داند. از دید لاودن (Laudan, ۱۹۹۶) هدف علم حفظ نظریه‌های علمی با درجه بالایی از اثربخشی حل مسئله است. از دیدگاه روش‌شناسی سنتی علم و افرادی چون افلاطون و ارسطو، هدف علم کشف و تشریح جوهر^۴ چیزهاست (Buttemeyer, ۲۰۰۵). بر اساس تعریفی که شورای ملی پژوهش (National Research Council, ۱۹۹۶)، از علم ارائه می‌کند، علم راهی برای دانستن است و با معیارهای تجربی، استدلال منطقی و بررسی همراه با شک^۵ مشخص می‌شود.

نگاهی به تعاریف و برداشتهای افراد مختلف از علم نشان می‌دهد که گوناگونی و تنوع در نوع نگاه به علم و موضوعات علمی و همچنین، هدف، روش و چستی علم بسیار است. در پس بسیاری از تصمیمات غیرمنطقی و مواضع نابخردانه در خصوص علم و سیاستهای علمی، بدفهمی‌هایی از منش^۶ و سرشت علم^۷ وجود دارد (McComas et al., ۱۹۹۸). در واقع، میزان آگاهی جامعه علمی از چگونگی عمل علم و ماهیت آن، عرصه‌هایی چون آموزش علوم، برنامه‌های درسی علوم، پژوهشهای علمی و سیاستهای مربوط به تولید، گسترش و کاربرد علم را در جامعه تحت تأثیر قرار می‌دهد.

پژوهشهای انجام شده در خصوص درک عمومی از علم نشان می‌دهد که بسیاری از افراد در زمینه موضوعات علمی پاسخهای مبهم می‌دهند و متقاعد کننده نیست (Laugksch, ۲۰۰۰). از نظر رایدر و لیش به دو دلیل عمده درک مناسب از ماهیت علم در آموزش علوم ضروری است: اول اینکه رشد مفاهیم علمی فراگیران وابسته به دیدگاه آنان از ماهیت معرفت علمی است و دیگر اینکه درک درست از ماهیت علم به فراگیران اجازه خواهد داد تا در باره موضوعات مرتبط با علم در زندگی روزانه خود تصمیمات آگاهانه‌تری بگیرند. از این‌رو، هر کس که بخواهد در باره علم به صورت جامع مطالعه کند، باید مفهومی روشن از ماهیت علم در ذهن داشته باشد (Ryder and Leach, ۱۹۹۹).

مفهوم ماهیت علم: ماهیت علم بیان می‌دارد که علم چگونه عمل می‌کند و متضمن چه فرضها و ارزشهایی است که در رشد و کاربرد معرفت علمی مؤثرند (Lederman, ۱۹۹۲). از بعد معرفت‌شناسی و دیدگاه جامعه‌شناسی این موضوعات شامل معنای علم، پنداشتها، ارزشها، خلاقیتهای مفهومی، روشهای علمی و رسیدن به اجماع و ویژگیهای آن نوع معرفتی است که در علم تولید می‌شود (Ryan and Aikenhead, ۱۹۹۲). همانند معرفت علمی، مفاهیم ماهیت علم موقتی و پویا بوده و همزمان با پیشرفت معرفت علمی تغییر کرده‌اند (Abd-El-

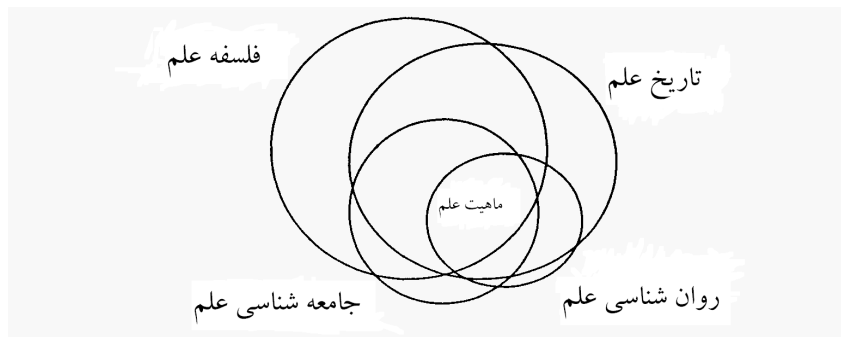
۴. Essence

۵. Skeptical Review

۶. Character of Science

۷. Nature of Science

(Khalick et al., ۱۹۹۸). ماهیت علم به معرفت شناسی^۸ علم، علم به عنوان راهی برای دانستن یا ارزشها و عقاید ذاتی در پیشرفت معرفت علمی اشاره دارد (Lederman, ۲۰۰۷). در تشریح ماهیت علم از دیدگاه معرفت‌شناختی و جامعه‌شناسی، رایان و آیکنهد (Ryan and Aikenhead, ۱۹۹۲) موضوعاتی مانند معنای علم، فرضها، ارزشها، زایشهای مفهومی، روش علمی، رسیدن به اجماع و ویژگیهای دانش تولید شده در علم را مطرح می‌کنند. از دید مک کوماس و همکاران (McComas et al., ۱۹۹۸) ماهیت علم عرصه پیوندی است که جنبه‌های مطالعات اجتماعی مختلف علم شامل تاریخ، جامعه‌شناسی، فلسفه و روانشناسی علم را ترکیب می‌کند و درهم می‌آمیزد (شکل ۱).



شکل ۱- اجزای تشکیل دهنده ماهیت علم در برنامه‌درسی علوم (McComas and Olson, ۲۰۰۵: ۵۰)

مؤلفه‌های اساسی ماهیت علم: تأثیرپذیری علم و اقدامات علمی از فلسفه، تاریخ، جامعه‌شناسی و روانشناسی علم، ماهیتی چند وجهی به علم داده و بنابراین، مؤلفه‌ها و جنبه‌های تأثیرگذار بر آن را متعدد و گوناگون ساخته است. نگاه چند وجهی به علم با دیدگاهی تک بعدی و اثبات‌گرایانه به علم که آن را همیشه معتبر^۹ و عینی می‌داند و جدای از تأثیرات فرهنگی و اجتماعی در نظر می‌گیرد، متفاوت است (Chalmers, ۱۹۸۲). ایده‌های جاری و پسانوین‌گرایانه در خصوص علم آن را یک تلاش انسانی ناشی از نظریه و فرهنگ و متکی بر مشاهدات تجربی و در معرض تغییر در نظر می‌گیرند؛ هر چند هنوز مقوله‌هایی وجود دارند که مورد توافق تمام صاحب‌نظران این حوزه قرار نگرفته‌اند، مانند مبانی هستی‌شناسی^{۱۰} معرفت علمی، با این حال، توافق در باره جنبه‌های مشخصی از ماهیت علم صورت گرفته است (Matthews, ۱۹۹۴).

شورای ملی آموزش علوم و فناوری^{۱۱} سه مؤلفه اساسی را برای ماهیت علم برشمرده است (Glasson and Bentley, ۲۰۰۰): دیدگاه جهانی علمی، روشهای علمی کاوش و ماهیت اقدام و عمل علمی^{۱۲}. مک کوماس و همکاران (McComas et al., ۱۹۹۸) با بررسی هشت سند مربوط به استانداردهای بین‌المللی علوم، برخی از

۸. Epistemology

۹. Authoritative

۱۰. Ontological

۱۱. National Council on Science and Technology Education

۱۲. The Nature of Scientific Enterprise

ایده‌های کلی در باره هر یک از جنبه‌های مختلف ماهیت علم را تشریح کرده‌اند. از نظر آنها برخی از مهم‌ترین مؤلفه‌های ماهیت علم شامل موقتی بودن علم، نظریه محور بودن مشاهدات علمی، تفاوت نظریه و قانون علمی و نقشهای متفاوت آنها در علم، خلاقیت در علم و تأثیرات اجتماعی و فرهنگی بر اقدامات علمی است. به طور کلی، از بررسی ادبیات مربوط به ماهیت علم و مؤلفه‌های تشکیل دهنده آن، هفت مؤلفه موقتی بودن علم، مبنای تجربی علم، خلاقیت در علم، نقش ذهنیت در علم، تأثیر مسائل اجتماعی و فرهنگی بر علم، نقش مشاهده و استنتاج و نظریه و قانون علمی، به عنوان جنبه‌ها یا مؤلفه‌های اساسی ماهیت علم شناسایی می‌شوند که در بسیاری از پژوهشهای مربوط به این حوزه مورد استناد و بررسی بوده‌اند. در جدول ۱ این جنبه‌ها و شرح مختصری از هر یک ارائه شده است.

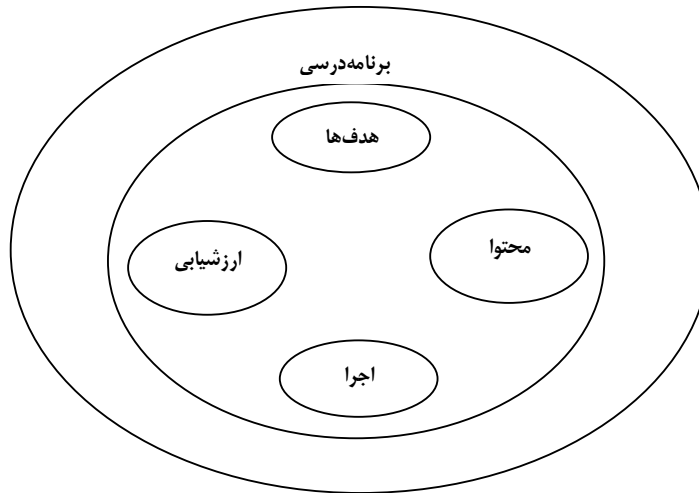
جدول ۱- جنبه‌های اساسی ماهیت علم و تشریح هر یک آنها (۲۰: ۱۹۹۸، Abd-El-Khalick, and Lederman)

جنبه	شرح
موقتی بودن	معرفت علمی به وسیله مشاهدات و باز تفسیر مشاهدات موجود تغییر می‌کند. تمام جنبه‌های ماهیت علم دلیلی بر موقتی بودن معرفت علمی هستند.
مبنای تجربی	معرفت علمی مبتنی بر یا برخاسته از مشاهدات جهان طبیعی است.
ذهنیت	علم از نظریه‌ها و قوانین پذیرفته شده علمی موجود متأثر می‌شود. پرسشها، پژوهشها و تفسیرهای ما از داده‌ها، از فیلتر نظریه جاری عبور می‌کنند. هنگامی که شواهد قبلی از منظر معرفت جدید آزمون می‌شوند، علم تغییر می‌کند. ارزشها، دستورکارها و تجارب قبلی فرد، چپستی و چگونگی کار دانشمندان را هدایت می‌کنند.
خلاقیت (آفرینندگی)	علم از پندارها و استدلال منطقی ایجاد می‌شود و مبتنی بر مشاهدات و استنتاج از طبیعت است.
تأثیرات اجتماعی / فرهنگی	علم تلاشی انسانی است و به همین نسبت از جامعه و فرهنگی که در آن قرار دارد، تأثیر می‌پذیرد. دانشمندان محصول آن فرهنگ به حساب می‌آیند. عناصری از ارزشها و انتظارات فرهنگ، چپستی و چگونگی اجرا، تفسیر و پذیرفته شدن علم را تعیین می‌کنند که عبارت‌اند از: بافت اجتماعی، ساختارهای قدرت، امور سیاسی، عوامل اجتماعی- اقتصادی، فلسفه، دین و غیره.
مشاهدات و استنتاجها	علم هم بر مشاهده و هم بر استنتاج مبتنی است. مشاهدات از طریق حواس بشر یا گسترش این حواس به دست می‌آیند. استنتاجها از مشاهدات تفسیر می‌شوند. دیدگاههای جاری علم و دانشمند، مشاهده و استنباط را هدایت می‌کنند. دیدگاههای چندگانه به تعابیر قابل قبول چندگانه از مشاهدات منجر می‌شوند.
نظریه‌ها و قوانین	نظریه‌ها و قوانین انواع متفاوتی از معرفت علمی هستند. قوانین روابط مشاهده شده و ادراک شده پدیده‌ها در طبیعت را شرح می‌دهند. نظریه‌ها به عنوان توصیفهایی برای پدیده‌های طبیعی و سازکارهایی برای روابط میان این پدیده‌ها توصیف می‌شوند. نظریه‌ها و قوانین در اثر پیشرفت و به طور سلسله مراتبی به دیگری تبدیل نمی‌شوند، زیرا آنها آشکار و عملاً انواع متفاوتی از معرفت هستند.

برنامه‌درسی، عناصر و تأثیر پذیری آن از ماهیت علم: برنامه‌درسی عبارت از مجموعه رویدادهای از قبل پیش‌بینی شده است که به قصد دستیابی به نتایج آموزشی برای یک یا مجموعه‌ای از فراگیران در نظر گرفته شده‌اند (Eisner, ۲۰۰۲). اهمیت برنامه‌درسی برای یک رشته علمی به گونه‌ای است که آیزنر (Eisner, ۱۹۸۴) آن را قلب هر رشته علمی می‌داند. یک برنامه درسی می‌تواند به عنوان برنامه‌ای برای عمل یا یک سند نوشته شده در نظر گرفته شود که شامل راهبردهایی برای دستیابی به هدفها و مقاصد است (Ornstien and Hunkins, ۲۰۰۴). در دیدگاه تایلر (Tyler, ۱۹۶۹) و تابا (Taba, ۱۹۷۱) یک برنامه دارای ساختاری خطی است و شامل هدفها، محتوا یا مجموعه‌ای از تجارب یادگیری، اجرا یا فرایند یاددهی و یادگیری و در نهایت، ارزشیابی

است. از نظر آیزنر (Eisner, ۲۰۰۲) برنامه درسی دارای ابعاد^{۱۳}، هدفها، محتوا، فرصتهای یادگیری، سازماندهی فرصتهای یادگیری، سازماندهی حوزههای محتوا، حالتها، ارائه و حالتها، پاسخ و در نهایت، انواع رویههای ارزشیابی است. رویکرد ما به برنامه درسی در این پژوهش در نظر گرفتن چهار مقوله یا بعد از برنامه درسی شامل هدفها، محتوا، اجرا (فرایند یاددهی - یادگیری) و ارزشیابی است. هر برنامه درسی از حوزههای مختلفی تأثیر می پذیرد (Oliva, ۲۰۰۵). بنابراین، برنامه درسی را نمی توان فقط موضوع درسی مربوط به یک رشته علمی خاص دانست و باید تأثیرات مختلف از حوزههای پیرامونی را بر روی آن مورد توجه قرار داد. از حوزههای پیرامونی که می تواند بر روی برنامه درسی تأثیر گذار باشد، مسئله ماهیت علم است که خود متأثر از حوزههای دیگری چون تاریخ، فلسفه، جامعه شناسی و روانشناسی علم است. برنامه درسی آموزش علوم علاوه بر تأثیرپذیری از حوزههای موضوعی علم که در واقع، تشکیل دهنده بدنه اصلی یک رشته علمی هستند، از حوزههای دیگری نیز به شکلهای گوناگون تأثیر می پذیرد. از جمله این حوزهها که ارتباط تنگاتنگی با مقوله علم و موضوعات علمی دارد، مقوله ماهیت علم و مؤلفه های تشکیل دهنده آن است که در قالب حوزههایی چون تاریخ علم، فلسفه علم، جامعه شناسی علم و در سالهای اخیر، روانشناسی علم نمودار شده است و تأثیرات خود را بر برنامه درسی آموزش علوم می گذارد (شکل ۲). سؤال اساسی در این میان این است که برنامه های درسی موجود آموزش علوم در دانشگاهها تا چه اندازه از هر یک از این حوزهها تأثیر پذیرفته اند و برنامه ریزان درسی رشته های علوم تا چه اندازه به هر یک از این حوزهها توجه و در برنامه ریزیهای خود آنها را لحاظ کرده اند. از دیگر سو، اجراکنندگان این برنامه های درسی؛ یعنی آموزشگران و اعضای هیئت علمی دانشگاهها تا چه اندازه در مراحل اجرا و ارزشیابی برنامه های درسی مقوله ماهیت علم را در نظر می گیرند.

ماهیت علم



شکل ۲- ماهیت علم و تأثیر آن بر هر یک از عناصر برنامه درسی

^{۱۳}. Dimensions

مروری بر پژوهش‌های پیشین: کیمبال (Kimball, ۱۹۶۸)، در پژوهش خود درخصوص دیدگاه‌های دانشمندان در باره ماهیت علم و مقایسه آن با دیدگاه مریبان علوم، مدلی را بر اساس مبانی نظری موجود در زمینه ماهیت علم و فلسفه علم طراحی کرد. در مدل کیمبال هشت ویژگی علم مقایسه شده است: ۱. کنجکاو بودن علم؛ ۲. پویا و فرایند-محور بودن علم؛ ۳. جامع‌گرا بودن علم؛ ۴. وجود روش‌های متعدد علمی؛ ۵. مبتنی بودن علم بر حواس، تعاریف عملیاتی و ارزشیابی کار علمی؛ ۶. تأثیرگذاری درک و سازماندهی انسان بر دنیای فیزیکی؛ ۷. مشخص شدن علم با بازبودن ذهن و قلمرو پژوهش؛ ۸. موقتی بودن علم. گلیسن و بنتلی (Glasson and Bentley, ۲۰۰۰)، پژوهشی در باره دیدگاه‌های دانشمندان در خصوص ماهیت علم انجام دادند. آنها جنبه‌های مختلف ماهیت علم از نظر فیلسوفان و پژوهشگران علم را بررسی کردند، ایده‌هایی از قبیل اینکه علم اقدامی نظریه-محور و تجربی است و رشد تاریخی علم شامل دوره‌های مختلفی از اجماع عمومی و عدم توافق است. شوارتز (Schwartz, ۲۰۰۴) در تحقیق خود دیدگاه‌های معرفت‌شناختی دانشمندان در باره ماهیت علم و پژوهش علمی را بررسی کرد. او در پژوهش خود پیوند بین دیدگاه‌های معرفت‌شناختی از علم، رشته‌های علمی و روش‌های کاوش علمی را سنجید. نظرهای دانشمندان حوزه‌های مختلف علمی در باره موضوعاتی مانند موقتی بودن، تجربی بودن، ذهنی بودن، خلاقیت، مسائل فرهنگی/اجتماعی، نظریه/قانون، مشاهده/استنباط، الگوها، آزمایش، داده‌ها/شواهد، هدف، روش، غیرمتعارف بودن، مطابقت، تکرارپذیری و پیش‌بینی در این پژوهش مورد کاوش قرار گرفت. نتایج پژوهش او نشان داد که دانشمندان در خصوص موضوعات مرتبط با ماهیت علم نظرهای متفاوتی دارند. کاراکاس (Karakas, ۲۰۰۶) در پژوهش خود این موضوع را بررسی کرد که چگونه مدرسان دروس مقدماتی علوم در سطح کارشناسی در حوزه‌های شیمی، فیزیک، زیست‌شناسی و زمین‌شناسی، علم و ماهیت علم را درک و تعریف می‌کنند. آنها چگونه جنبه‌های مختلف ماهیت علم را به دانشجویان تدریس می‌کنند و چه منطقی برای تدریس خود مرتبط با ماهیت علم فراهم می‌آورند؟ نتایج پژوهش او نشان داد که مشارکت‌کنندگان در پژوهش دریافته‌های نامعمول^{۱۴} و پیچیده‌ای در ارتباط با ماهیت علم دارند. در برخی از موارد نظرهای آنها در جهت دیدگاه‌هایی بود که توسط فیلسوفان علم ترویج می‌شد و در موارد دیگر، نظرهایی آمیخته‌تر داشتند. وانگ و هادسن (Wong and Hodson, ۲۰۰۸) نیز در پژوهش خود ایده‌های برخی از دانشمندان را در ارتباط با پژوهش علمی و معرفت علمی مبتنی بر ماهیت علم مطالعه کردند. آنها جنبه‌های مختلفی از ماهیت علم از جمله گوناگونی روش‌های علمی، خلاقیت و انگاشت در برابر عینیت، مشاهدات و تفسیرهای نظریه-محور، نبود قطعیت قوانین، نظریه‌ها و مدلها، تأثیرات اجتماعی، سیاسی، اقتصادی و فرهنگی بر علم و موضوعهای مرتبط با حمایت مالی از پژوهشها (سیاست علمی)، آزادی علمی و مسائل اخلاقی را از دیدگاه این دانشمندان بررسی کردند. راث و همکاران (Roth et al., ۱۹۹۸) در پژوهش خود در خصوص دانشجویان علوم، چهار سؤال را در ارتباط با ماهیت علم بررسی کردند. این پرسشها عبارت بودند از: ۱. آیا دانشمندان طبیعت را آن‌گونه که هست طبقه‌بندی می‌کنند؟ ۲. آیا قوانین علمی کشف یا ساخته می‌شوند؟ ۳. آیا معرفت علمی صحیح تغییر می‌کند؟ ۴. آیا فرهنگ و آموزش بر علم و معرفت علمی تأثیرگذارند؟ ابراهیم و همکاران (Ibrahim et al., ۲۰۰۹) با استفاده از شش پرسش بازپاسخ، جنبه‌های مختلف ماهیت علم را از دیدگاه ۱۷۹ نفر از دانشجویان سال اول رشته فیزیک بررسی کردند. جنبه‌های مورد مطالعه ماهیت علم در این پژوهش عبارت بودند از: ۱. ماهیت معرفت علمی؛

^{۱۴}. Sophisticated

۲. ریشه‌های قوانین و نظریه‌های علمی؛ ۳. رابطه بین آزمایش علمی و نظریه؛ ۴. هدف آزمایش علمی؛ ۵. نقش خلاقیت در آزمایش؛ ۶. برتری یافته‌های نظری یا آزمایشی (تجربی).
- موضوعی که در این مقاله بدان پرداخته شده این است که برنامه‌های درسی آموزش علوم در دانشگاه از نظر هدفها، محتوا، اجرا و ارزشیابی باید چه ویژگیهایی داشته باشد تا مبتنی بر مؤلفه‌ها و جنبه‌های اساسی ماهیت علم باشند. همچنین، دیدگاه اعضای هیئت علمی دانشگاهها در خصوص وضعیت فعلی و وضعیت مطلوب برنامه‌درسی آموزش علوم از نظر برخورداری از ویژگیهای ماهیت علم چگونه است. آیا از نظر آنها برنامه‌درسی کنونی مبتنی بر مؤلفه‌های اساسی ماهیت علم است؟ فاصله میان وضعیت موجود و وضعیت مطلوب این برنامه‌درسی چگونه است؟ بر این اساس، فرضیه‌های پژوهشی این تحقیق به قرار زیر است:
۱. نظرهای اعضای هیئت علمی در خصوص ویژگیهای هر یک از عناصر برنامه‌درسی مبتنی بر مؤلفه‌های ماهیت علم در وضعیت موجود بالاتر از حد میانگین است.
 ۲. بین میانگین هر یک از عناصر برنامه‌درسی آموزش علوم مبتنی بر مؤلفه‌های ماهیت علم در وضعیت موجود تفاوت معناداری وجود دارد.
 ۳. نظرهای اعضای هیئت علمی در باره ویژگیهای هر یک از عناصر برنامه‌درسی مبتنی بر مؤلفه‌های ماهیت علم در وضعیت مطلوب بالاتر از حد میانگین است.
 ۴. بین میانگین هر یک از عناصر برنامه‌درسی آموزش علوم مبتنی بر مؤلفه‌های ماهیت علم در وضعیت مطلوب تفاوت معناداری وجود دارد.
 ۵. بین میانگین نظرهای اعضای هیئت علمی در خصوص ویژگیهای هر یک از عناصر برنامه‌درسی مبتنی بر مؤلفه‌های ماهیت علم در وضعیت موجود و مطلوب تفاوت وجود دارد.

روش پژوهش

جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه اعضای هیئت علمی رشته‌های فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و زمین‌شناسی در دانشگاه اصفهان و اعضای هیئت علمی رشته‌های فیزیک، شیمی، محیط‌زیست و مهندسی معدن در دانشگاه صنعتی اصفهان در سال ۱۳۸۹ است که ۱۶۳ نفر هستند. برای تعیین حجم نمونه پس از انجام دادن مطالعه مقدماتی در باره ۳۰ نفر از اعضای هیئت علمی، بر اساس فرمول کوکران برای برآورد حجم نمونه، تعداد ۸۱ نفر از اعضای هیئت علمی برای نمونه تعیین شدند.

$$n = \frac{N.t^2.p.q}{(N-1).d.d + t^2.p.q}$$

$$n = \frac{163(1.96)^2 \times (.88).(12)}{(163-1)(.05)^2 + (1.96)^2 \times (.88).(12)} = 81$$

در نهایت، در مرحله گردآوری داده‌ها و پس از پیگیریهای متعدد تعداد ۷۵ پرسشنامه از اعضای هیئت علمی (۹۲ درصد) جمع‌آوری شد. با توجه به اینکه تعداد پرسشنامه‌های جمع‌آوری شده به ۸۰ درصد نمونه تعیین شده رسیده است، با اطمینان می‌توان از این تعداد پرسشنامه در تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده کرد. با این حال، برای اطمینان بیشتر به کافی بودن این تعداد نمونه از روش تعیین توان آزمون نیز استفاده شد. توان آزمون به دست آمده از طریق نرم افزار مورد استفاده (spss) برابر ۰/۸۹ تعیین شد. از آنجا که توان آماری بین ۰/۷ تا ۰/۹ بیانگر کافی بودن حجم نمونه است، این میزان توان آماری به دست آمده نشان‌دهنده کفایت حجم نمونه در این پژوهش است. از آنجا که جامعه آماری در دو دانشگاه با زیرگروه‌های مختلف است، دارای ساختی نامتجانس است و بنابراین، از روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای متناسب با حجم استفاده شد. در این روش از هر طبقه به‌طور تصادفی یک نمونه انتخاب می‌شود. بنابراین، تعداد نمونه در هر طبقه به اندازه نسبت آن طبقه در کل جامعه آماری انتخاب شد. لذا، بر اساس تعداد اعضای هیئت‌علمی هر دانشکده پرسشنامه به شکل تصادفی بین آنها توزیع و سپس جمع‌آوری شد.

ابزار پژوهش پرسشنامه بسته پاسخ محقق ساخته است که دو بخش دارد: در بخش اول که قسمت اصلی پرسشنامه است، با ۸۰ پرسش در قالب چهار بعد برنامه‌درسی، ویژگی‌های برنامه‌درسی آموزش علوم مبتنی بر مؤلفه‌های ماهیت علم در این چهار بعد بررسی می‌شود. این ابعاد شامل هدفها، محتوا، اجرا (یاددهی - یادگیری) و ارزشیابی است. در بعد هدفها ۲۱ گویه، بعد محتوا ۱۹ گویه، بعد اجرا ۲۳ گویه و در بعد ارزشیابی ۱۸ گویه سنجش شدند. نظر پاسخ‌دهندگان در خصوص هر یک از سؤالهای پرسشنامه بر اساس طیف ۰ تا ۱۰ میانگین ۵ اندازه‌گیری شد. پاسخ‌دهندگان هر یک از گویه‌ها را دو وضعیت موجود و مطلوب نمره‌گذاری کردند. در قسمت دوم پرسشنامه نیز ویژگی‌های جمعیت‌شناختی مانند جنسیت، رشته تدریس، مرتبه علمی، سنوات خدمت و میزان پژوهش و تفکر در باره مسائل مربوط به ماهیت علم سنجیده شد. مبنای اصلی ساخت پرسشنامه بررسی ادبیات و پیشینه پژوهشهای انجام شده در ماهیت علم بود. ضمن اینکه پیش از ساخت این ابزار، با استفاده از پرسشنامه‌های استاندارد و بازپاسخ به نام پرسشنامه، دیدگاههای ماهیت علم (فرم C)^{۱۵} که لدرمن و همکاران (Lederman et al., ۲۰۰۲) آن را برای ارزیابی دیدگاههای ماهیت علم در آموزش عالی (پژوهشگران، اعضای هیئت علمی و دانشجویان علوم) طراحی کردند، دیدگاه ۱۹ نفر از اعضای هیئت علمی دانشگاهها بررسی و برخی گویه‌ها برای استفاده در ابزار اصلی استفاده شد. همچنین، از پرسشنامه‌های بسته پاسخی مانند مقیاس ماهیت علم^{۱۶} از کیمبال (Kimball, ۱۹۶۸) و پرسشنامه دیدگاههای ماهیت علم^{۱۷} از پومروی (Pomeroy, ۱۹۹۳) در تدوین ابزار پژوهش استفاده شد.

از آنجا که ابزار پژوهش بر اساس مقالات علمی، مصاحبه‌های علمی با اعضای هیئت‌علمی، مطالعه ادبیات پژوهش و پرسشنامه‌های موجود در این حوزه تهیه شده است، از روایی صوری و محتوایی برخوردار است (Sullivan, ۲۰۰۱). همچنین، برای بررسی روایی سازه روش تحلیل عاملی تأییدی استفاده شد که نتایج حاکی از برازش ابزار اندازه‌گیری بود. پس از انجام مطالعه مقدماتی بر روی یک نمونه ۳۰ نفری از شرکت‌کنندگان، داده‌ها استخراج و ضریب آلفای کرانباخ محاسبه شد. این ضریب برای عنصر هدفها ۰/۸۴، محتوا ۰/۸۱، اجرا ۰/۸۸ و

۱۵. Views of Nature of Science (form C)- VONS(C).

۱۶. Nature of Science Scale(NOSS)

۱۷. Nature of Science Inventory(NOSI)

ارزشیابی ۰/۸۸ و برای کل پرسشنامه ۰/۸۴ محاسبه شد که نشان دهنده صحت، دقت، پایایی و مطلوبیت آن است.

برای تحلیل داده‌های به دست آمده از پرسشنامه از آزمونهای t تک متغیره، t^۲ هتلینگ و t زوجی برای مقایسه وضعیت موجود و وضعیت مطلوب استفاده شد.

یافته‌ها

فرضیه ۱: دیدگاه‌های اعضای هیئت علمی در خصوص ویژگی‌های هر یک از عناصر برنامه درسی مبتنی بر مؤلفه‌های ماهیت علم در وضعیت موجود بالاتر از حد میانگین (M=۵) است.

در جدول ۲ نتایج میانگین نظرهای اعضای هیئت علمی در باره مبتنی بودن هر یک از عناصر برنامه درسی آموزش علوم بر ماهیت علم در وضعیت موجود نشان داده شده است.

جدول ۲- نتایج آزمون t تک متغیره در خصوص میانگین نظرهای اعضای هیئت علمی در باره هر یک از عناصر برنامه درسی در وضعیت موجود

عنصر	شاخص	تعداد	میانگین	انحراف معیار	درجه آزادی	t	P
هدفها	۷۵	۴/۸۰	۱/۱۰	۷۴	-۱/۴۹	-۰/۱۲	
محتوا	۷۵	۴/۱۹	۱/۰۲	۷۴	-۶/۷۵	-۰/۵۲	
اجرا (یاددهی- یادگیری)	۷۵	۳/۹۶	۱/۰۷	۷۴	-۸/۲۳	-۰/۷۶	
ارزشیابی	۷۵	۳/۶۴	۱/۲۳	۷۴	-۹/۸۴	-۰/۸۳	

چنان که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، با توجه به اینکه t مشاهده شده در خصوص هر یک از عناصر برنامه درسی از مقدار بحرانی جدول در سطح $\alpha = ۰/۰۵$ کوچک‌تر است ($P \geq ۰/۱۲$)، بنابراین، فرض پژوهش تأیید نمی‌شود (پذیرفته شدن فرض صفر)، بدین معنا که از نظر اعضای هیئت علمی هر یک از عناصر هدفها، محتوا، اجرا و ارزشیابی برنامه درسی آموزش علوم در وضعیت موجود کمتر از حد متوسط است و مبتنی بر مؤلفه‌های ماهیت علم نیست. در این بین بیشترین میانگین مربوط به هدفها با ۴/۸ و کمترین آنها مربوط به ارزشیابی با ۳/۶۴ است.

فرضیه ۲: بین میانگین هر یک از عناصر برنامه درسی آموزش علوم مبتنی بر مؤلفه‌های ماهیت علم در وضعیت موجود تفاوت معناداری وجود دارد.

برای بررسی معنادار بودن تفاوت بین میانگینها در باره هر یک از عناصر برنامه درسی، آزمون t^۲ هتلینگ انجام شد که نتایج آن در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳- نتایج آزمون t^۲ هتلینگ در خصوص معناداری تفاوت میانگین نظرهای اعضای هیئت علمی در وضعیت موجود

t ^۲ هتلینگ	F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	P
۸۳/۰۸	۲۶/۹۴	۳	۷۲	-۰/۰۰۱

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، F مشاهده شده در سطح $\alpha = 0/05$ بزرگ‌تر از مقدار بحرانی جدول است ($P=0/001$)، بنابراین، فرض پژوهش تأیید می‌شود (فرض صفر رد می‌شود)؛ یعنی بین میانگین عناصر برنامه‌درسی آموزش علوم مبتنی بر مؤلفه‌های ماهیت علم در وضعیت موجود تفاوت معناداری وجود دارد. بر این اساس، اعضای هیئت علمی در وضعیت موجود اهداف برنامه‌درسی آموزش علوم را بیشتر از سایر عناصر مبتنی بر ماهیت علم دانسته‌اند و از نظر آنها ارزشیابی برنامه‌درسی آموزش علوم در وضعیت موجود، کمتر از سه عنصر دیگر برنامه‌درسی، مبتنی بر مؤلفه‌های ماهیت علم است.

فرضیه ۳: نظرهای اعضای هیئت علمی در باره ویژگیهای هر یک از عناصر برنامه‌درسی مبتنی بر مؤلفه‌های ماهیت علم در وضعیت مطلوب بالاتر از حد میانگین ($M=5$) است.

در جدول ۴ نتایج میانگین نظرهای اعضای هیئت علمی در خصوص مبتنی بودن هر یک از عناصر برنامه‌درسی آموزش علوم بر ماهیت علم در وضعیت مطلوب نشان داده شده است.

جدول ۴ - نتایج آزمون t تک متغیره در خصوص میانگین نظرهای اعضای هیئت علمی در باره هر یک از عناصر برنامه‌درسی در وضعیت مطلوب

شاخص	عناصر	تعداد	میانگین	انحراف معیار	درجه آزادی	t	P
هدفها	۷۵	۶/۸۴	۰/۹۵	۷۴	۱۶/۷۴	۰/۰۰۱	
محتوا	۷۵	۶/۳۱	۱/۰۴	۷۴	۱۰/۸۲	۰/۰۰۱	
اجرا (یاددهی - یادگیری)	۷۵	۶/۵۲	۱/۰۳	۷۴	۱۲/۷۵	۰/۰۰۱	
ارزشیابی	۷۵	۶/۵۸	۱/۲۷	۷۴	۱۰/۶۰	۰/۰۰۱	

چنان که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، با توجه به اینکه t مشاهده شده در باره هر یک از عناصر برنامه‌درسی از مقدار بحرانی جدول در سطح $\alpha = 0/05$ بزرگ‌تر است ($P=0/001$)، بنابراین، فرضیه پژوهش تأیید می‌شود (رد فرض صفر)، بدین معنا که از نظر اعضای هیئت علمی هر یک از هدفها، محتوا، اجرا و ارزشیابی برنامه‌درسی آموزش علوم در وضعیت مطلوب بیشتر از حد متوسط است و باید مبتنی بر مؤلفه‌های ماهیت علم باشد. در این بین بیشترین میانگین مربوط به هدفها با $6/84$ و کمترین آنها مربوط به محتوا با میانگین $6/31$ است.

فرضیه ۴: بین میانگین هر یک از عناصر برنامه‌درسی آموزش علوم مبتنی بر مؤلفه‌های ماهیت علم در وضعیت مطلوب تفاوت معناداری وجود دارد.

نتایج آزمون t^2 هنتلینگ برای بررسی معناداری تفاوت میانگینهای هر یک از عناصر برنامه‌درسی در وضعیت مطلوب در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵- نتایج آزمون t^2 هنتلینگ در خصوص معناداری تفاوت میانگین نظرهای اعضای هیئت علمی در وضعیت مطلوب

t^2 هنتلینگ	F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	P
۳۰/۶۷۲	۹/۹۴	۳	۷۲	۰/۰۰۱

همان طور که در جدول ۵ مشاهده می شود، F مشاهده شده از مقدار بحرانی جدول در سطح $\alpha = 0/05$ بزرگتر است ($P=0/001$)، بنابراین، فرضیه پژوهش تأیید می شود (رد فرض صفر)، بدین معنا که تفاوت مشاهده شده بین عناصر برنامه درسی آموزش علوم مبتنی بر مؤلفه های ماهیت علم در وضعیت مطلوب معنادار است. بر این اساس، اعضای هیئت علمی معتقدند که در وضعیت مطلوب باید هدفهای برنامه درسی آموزش علوم بیشتر از سایر عناصر مبتنی بر مؤلفه های ماهیت علم باشد. از نظر آنها محتوای برنامه درسی آموزش علوم در وضعیت مطلوب از نظر برخورداری از مؤلفه های ماهیت علم، نسبت به سایر عناصر، در جایگاه پایین تری قرار دارد و از این نظر به اجرا و ارزشیابی برنامه درسی آموزش علوم بیشتر اهمیت می دهند.

فرضیه ۵: بین میانگین نظرهای اعضای هیئت علمی در خصوص ویژگیهای هر یک از عناصر برنامه درسی مبتنی بر مؤلفه های ماهیت علم در وضعیت موجود و مطلوب تفاوت وجود دارد؟
برای مقایسه اختلاف میانگینها در وضعیت موجود و وضعیت مطلوب، آزمون t زوجی برای هر یک از عناصر برنامه درسی انجام شد که نتایج آن در جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول ۶- نتایج آزمون t زوجی برای مقایسه اختلاف میانگینها در وضعیت موجود و مطلوب

شاخص عنصر	وضعیت	میانگین	SD	تفاوت	فاصله اطمینان (0/95)		t	P
					حد بالا	حد پایین		
هدفها	وضعیت موجود	4/80	1/10	-2/04	-1/74	-2/32	-14/12	0/001
	وضعیت مطلوب	6/84	0/95					
محتوا	وضعیت موجود	4/19	1/02	-2/12	-1/84	-2/37	-15/89	0/001
	وضعیت مطلوب	6/31	1/04					
اجرا	وضعیت موجود	3/96	1/07	-2/56	-2/26	-2/85	-17/22	0/001
	وضعیت مطلوب	6/52	1/03					
ارزشیابی	وضعیت موجود	3/64	1/23	-2/94	-2/60	-3/27	-17/57	0/001
	وضعیت مطلوب	6/58	1/27					

چنان که در جدول ۶ مشاهده می شود، با توجه به اینکه t مشاهده شده در خصوص هر یک از عناصر برنامه درسی از مقدار بحرانی جدول در سطح $\alpha = 0/05$ بزرگتر است ($P=0/001$)، بنابراین، فرض پژوهش پذیرفته می شود (رد فرض صفر)؛ یعنی از نظر اعضای هیئت علمی بین وضعیت موجود و وضعیت مطلوب در هر یک از عناصر برنامه درسی مبتنی بر مؤلفه های ماهیت علم تفاوت معنادار وجود دارد. در این بین بیشترین تفاوت میان میانگینها بین وضعیت موجود و وضعیت مطلوب در عنصر ارزشیابی دیده می شود. ضمن اینکه کمترین تفاوت مشاهده شده در بین هدفهای برنامه درسی آموزش علوم در وضعیت موجود و وضعیت مطلوب مشاهده می شود.

بحث و نتیجه‌گیری

برنامه‌های درسی جزء مهم‌ترین بخشهای نظامهای آموزشی و از جمله نظام آموزش عالی به شمار می‌روند، چرا که آنها تار و پود، جوهر و جانمایه و قلب آموزش و فراهم آورنده و افزایش دهنده فرصتهای یادگیری مورد نیاز دانشجویان و دانش‌پژوهان در فعالیتهای آموزش و پژوهش به عنوان دو رسالت اصلی آموزش عالی هستند. کنش‌پذیری برنامه‌های درسی از مؤلفه‌های بیرونی گریزناپذیر و لازمه یک برنامه‌درسی پویا و پاسخگوست، چرا که نمی‌توان از برنامه‌های درسی در آموزش عالی انتظار کارآمدی و اثربخشی درخور داشت، اما به عوامل تأثیرگذار بر آنها بی‌توجه بود و آنها را نادیده انگاشت. این کنش‌پذیری طیف گسترده‌ای از حوزه‌های معرفتی و پژوهشی را در بر می‌گیرد. جامعه‌شناسی، روانشناسی، تاریخ، فلسفه، مدیریت، آموزش، حوزه‌های موضوعی بین رشته‌ای و سایر حوزه‌های موضوعی مرتبط و تأثیرگذار بر نوع، جهتگیری و اثربخش بودن برنامه‌های درسی تأثیری انکارناپذید دارند، زیرا هر یک از این حوزه‌ها به گونه‌ای هدایت‌کننده و جهت‌دهنده برنامه‌های درسی از نظر شکل، محتوا و رویه‌های طراحی و اجرا به شمار می‌روند. از طرف دیگر، برنامه‌درسی نیز می‌تواند بر تمام این حوزه‌های موضوعی تأثیرگذار باشد. این تأثیرگذاری از راه فرصتهایی است که آنها را ایجاد کرده و نیز افرادی است که در این حوزه‌ها تربیت کرده است و در نتیجه، آنها را به سطحی فراتر ارتقا می‌دهد.

در این بین برنامه‌های درسی آموزش علوم که از عوامل اصلی هدایت‌کننده در آموزش و پژوهش رشته‌های مختلف علوم پایه در دانشگاهها هستند، از جایگاه ویژه‌ای برخوردارند، چرا که این برنامه‌ها دستمایه اصلی جریان انتقال، اشاعه و تولید علم در جامعه علمی کشور به شمار می‌روند و در نوک پیکان حرکت علمی کشور به سوی شکوفایی و اقتدار علمی قرار دارند. از یک طرف، حوزه‌های موضوعی معرفتی در قالب رشته‌های علمی جزء اصلی آن را تشکیل می‌دهند و از طرف دیگر، حوزه‌هایی چون فلسفه، تاریخ، جامعه‌شناسی و روانشناسی علم در چارچوب مفهوم سرشت علم بر هر یک از عناصر آن؛ یعنی هدفها، محتوا، فرایند یاددهی-یادگیری و ارزشیابی تأثیر می‌گذارند. رشته‌های علمی و موضوعهای مطرح در آنها اگرچه بخش اصلی برنامه‌درسی را تشکیل می‌دهند، اما انتقال و آموزش این دانسته‌ها به دانشجویان و گسترش روح علمی و علم‌ورزی در آنها با در نظر گرفتن سرشت علم و مؤلفه‌های آن افزایش و بهبود می‌یابد.

این مسئله را که برنامه‌های درسی متضمن مؤلفه‌های ماهیت علم هستند، می‌توان یکی از مهم‌ترین عوامل و بلکه مهم‌ترین عامل اثربخشی برنامه‌های درسی آموزش علوم در آموزش عالی دانست. این سؤال که برنامه‌های درسی آموزش علوم تا چه اندازه مؤلفه‌های هفت‌گانه ماهیت علم را در هر یک از عناصر اصلی خود به کار گرفته‌اند یا باید به کار گیرند، مهم و بنیادی است که در پژوهش انجام شده، نظرهای اعضای هیئت علمی دانشگاهها در خصوص آن بررسی شد. به طور کلی، نتایج نشان دادند که از نظر اعضای هیئت علمی هیچ یک از عناصر چهارگانه برنامه‌درسی در وضعیت موجود مبتنی بر مؤلفه‌های ماهیت علم نیستند؛ این بدان معناست که از دیدگاه آنها برنامه‌درسی آموزش علوم در آموزش عالی متضمن هفت مؤلفه اساسی علم نیست و در نتیجه، ضرورت بازبینی و اصلاح برنامه‌درسی در این حوزه را به ما گوشزد می‌کند. یافته‌ها نشان دادند که عنصر ارزشیابی کمتر از سایر عناصر مؤلفه‌های ماهیت علم را در شیوه‌ها و رویه‌های خود به کار گرفته است و بنابراین، ارزشیابی توانسته است همجهت با مؤلفه‌ها و ویژگیهای ماهیت علم باشد و کار دوچندانی را نسبت به عناصر دیگر می‌طلبد. در وضعیت مطلوب نیز نتایج حاکی از آن بودند که از نظر اعضای هیئت علمی هدفهای برنامه‌درسی آموزش علوم باید

بیش از عناصر دیگر مبتنی بر مؤلفه‌های ماهیت علم باشند. اهمیت این مسئله در منظر اعضای هیئت علمی بدین دلیل است که هدفها در تارک فرایند برنامه‌درسی قرار دارند و اساس نقشه و ساخت برنامه‌درسی هستند و اگر به خوبی طراحی شوند، می‌توانند به خوبی به سایر عناصر برنامه‌درسی جهت بدهند. اگر موفق شویم هدفها را مبتنی بر مؤلفه‌های ماهیت علم تبیین کنیم، اولین گام اساسی را در این خصوص برداشته‌ایم. همچنین، در مقایسه وضعیت موجود و وضعیت مطلوب برنامه‌درسی آموزش علوم، بیشترین فاصله بین عنصر ارزشیابی در این دو وضعیت دیده می‌شود. ارزشیابی ناظر بر نوعی داوری است. در باره میزان موفقیت و مطلوبیت برنامه‌درسی این فاصله نشان می‌دهد که ما در زمینه موفق بودن و مطلوب بودن برنامه‌درسی با مشکل روبه رو هستیم. برای حل این مشکل باید بتوانیم شیوه‌ها و رویه‌هایی را در ارزشیابی برنامه‌درسی به کار گیریم که به مؤلفه‌های ماهیت علم نزدیک‌تر باشند. در بخش نتایج تفصیلی مربوط به ارزشیابی برنامه‌درسی راهکارهایی در این زمینه ارائه شده است.

پیشنهادها

در ادامه مقاله در باره نتایج تفصیلی در هر یک از عناصر هدفها، محتوا، اجرا و ارزشیابی برنامه‌درسی بحث و پیشنهادهایی برای بهبود برنامه‌های درسی آموزش علوم در دانشگاهها و بهره‌مندی آنها از مؤلفه‌های ماهیت علم ارائه شده است. هر پیشنهاد برآمده از یافته‌هاست و راهکاری برای برطرف کردن کاستیهای موجود در برنامه‌درسی آموزش علوم است. خاطر نشان می‌سازد که این نتایج تفصیلی بر اساس آزمون معناداری گویه‌های مربوط به هر یک از عناصر چهارگانه برنامه‌درسی در پرسشنامه تحقیق است که در متن اصلی پژوهش حاضر به آنها پرداخته شده است.

هدفهای برنامه‌درسی: اعضای هیئت علمی هدفهای برنامه‌درسی در وضعیت موجود را عینی، ثابت، معتبر و مبتنی بر شواهد همگانی و غیرشخصی می‌دانند. همچنین، هدفها را مبتنی بر نظریه(نظریه‌بار)، مشاهده و آزمایش (تجربی بودن) شناسایی می‌کنند. از نظر آنها هدفها پیوند دهنده مفاهیم، نظریه‌ها و قوانین و مبتنی بر دیدگاه جهانی نسبت به علم هستند. هدفها همچنین، متضمن ایجاد رابطه سلسله مراتبی بین نظریه و قانون علمی هستند. از نظر آنان در وضعیت موجود هدفهای برنامه‌درسی متأثر از مسائل فرهنگی و اجتماعی نیست و ماهیتی موقتی و غیر مطلق ندارد. همچنین، عنصر پندار و خلاقیت انسانی و توجه به ارزشها و ایده‌ها و تجارب شخصی در آن ضعیف است. از نظر اعضای هیئت علمی هدفها مبتنی بر مؤلفه‌های تاریخی، فلسفی و اجتماعی علم نیستند و اهمیت یکسانی برای ذهنیت و عینیت و استنباط و مشاهده قایل نیستند. مقایسه هدفها در وضعیت موجود و مطلوب نشان می‌دهد که فاصله زیادی بین وضعیت مطلوب و موجود در مؤلفه‌های تأثیرات اجتماعی و فرهنگی، موقتی بودن علم و جایگاه نظریه و مشاهده و ذهنیت در علم وجود دارد. بنابراین، به منظور کم کردن این فاصله پیشنهاد می‌شود در تبیین هدفهای برنامه‌درسی مؤلفه‌های اجتماعی و فرهنگی علم در نظر گرفته شوند. برای رسیدن به این هدف توجه به جامعه‌شناسی علم در هدفگذاری برنامه‌ها اهمیت دارد. همچنین، هدفها باید به گونه‌ای طراحی شوند که ماهیت موقتی و غیر قطعی علم در آنها لحاظ شود. هدفهای ثابت و دارای عینیت بسیار زیاد، همسویی زیادی با ماهیت علم و فرایندهای علمی ندارند. ضمن اینکه برای بهبود جایگاه نظریه، مشاهده و ذهنیت در علم، توجه بیشتر به مؤلفه‌های تاریخی و فلسفی علم در طرح‌ریزی هدفها نیز ضروری است

محتوای برنامه‌درسی: از نظر اعضای هیئت علمی محتوای برنامه‌درسی در وضعیت موجود دارای عینیت و ثبات زیادی است و محتوای جهانی در آن ارزشمندتر از محتوای بومی و محلی تلقی می‌شود. همچنین، رابطه سلسله مراتبی بین نظریه و قانون علمی در تدوین محتوا مورد توجه و در آن تأکید بر موقتی بودن فرضیه‌ها و دایمی بودن قوانین علمی است. با این حال، محتوا در وضعیت موجود ماهیت موقتی علم را کمتر در نظر گرفته و به پندار و خلاقیت انسانی بی توجه است. به جای تأکید بر قاعده و ساختار علم، محتوا بیشتر بر مفاهیم و نظریه‌ها تأکید می‌کند. ساختار فکری و نگرشی دانشجویان در خصوص علم در تدوین محتوای موجود کم اهمیت است و سرفصلهای تاریخ علم و فلسفه علم جایگاه بالایی ندارند. توجه به کاربردهای علمی به دست آمده از پژوهشهای علمی در محتوا و توجه ویژه به محتوای بین رشته‌ای علوم و همچنین، گنجانیدن معرفت علمی موجود در فرهنگ عامه و اساطیری در محتوای موجود کم است، مؤلفه‌های خلاقیت، مبنای تجربی و جایگاه ذهنیت، مشاهده و استنتاج بیشترین فاصله را در محتوای وضعیت موجود و مطلوب برنامه‌درسی نشان می‌دهند. بنابراین، با توجه به جایگاه ضعیف عنصر پندار و خلاقیت انسانی در تدوین محتوای برنامه‌درسی در وضعیت موجود، پیشنهاد می‌شود که محتوای برنامه‌درسی به گونه‌ای طراحی شود که همواره موجب افزایش خلاقیت میان دانشجویان و به کارگیری پندار و خیال آنها در درک و یادگیری مفاهیم و رویه‌های علمی شود. در تدوین محتوا می‌توان به جای افزایش حجم مفاهیم و نظریه‌ها، بر ساختار و قاعده علم تأکید کرد. همچنین، گنجانیدن سرفصلهای مربوط به تاریخ علم، فلسفه علم و جامعه‌شناسی علم در قالب محتوای اصلی یا به شکل واحدهای درسی مجزا پیشنهاد می‌شود. به نظر می‌رسد حداقل برخی از این واحدهای درسی باید جزء دروس اجباری و اصلی برنامه‌درسی محسوب شوند. در تدوین محتوای دروسها توجه به کاربردهای عملی به دست آمده از پژوهشهای علمی و همچنین، تدوین محتوا به شکل بین رشته‌ای ضروری است.

اجرای برنامه‌درسی (یاددهی - یادگیری): از نظر اعضای هیئت علمی در بعد اجرای برنامه‌درسی در وضعیت موجود، تدریس مفاهیم نسبت به فرایند کاوش در اولویت قرار دارد. توجه به رویکرد مرحله‌ای روش علمی در یادگیری، در پیش گرفتن رویکردی تاریخی به علم در تدریس و نقد همیشگی نظریه‌های علمی به جای تأکید بر درستی و قطعی بودن آنها جایگاه ضعیفی دارند. همچنین، در وضعیت فعلی یاددهی و یادگیری علم در دانشگاهها به یادگیری به شیوه کاوشگری، ایجاد تغییر مفهومی در ماهیت علم در ذهن دانشجویان، یادگیری مبتنی بر تفکر شهودی، تخیل و یادگیری از راه تلاش برای ابطال راه حل‌های بدیل برای مسائل مطرح شده و به کارگیری تفکر غیر متوالی و جهشهای مفهومی در یادگیری علم توجه چندانی نمی‌شود. اجرای برنامه‌درسی آموزش علوم در وضعیت فعلی فاصله زیادی با وضعیت مطلوب دارد. این فاصله به‌ویژه در مؤلفه‌های خلاقیت و آفرینندگی، تجربی بودن مبنای علم، نقش مشاهده و استنتاجهای علمی و عنصر ذهنیت دیده می‌شود. برای کاستن این فاصله ضروری است که مهارت‌های تدریس اعضای هیئت علمی به گونه‌ای بهبود یابد تا موضوعهایی چون توجه به کارگیری تفکر نامتوالی و جهشهای مفهومی در یادگیری علم، یادگیری مبتنی بر تفکر شهودی و تخیل، یادگیری به شیوه کاوشگری و تغییر مفهومی در خصوص ماهیت علم در ذهن دانشجویان در فرایند یاددهی - یادگیری افزایش یابد.

ارزشیابی برنامه‌درسی: از نظر اعضای هیئت علمی ارزشیابی برنامه‌درسی آموزش علوم مبتنی بر مؤلفه‌های ماهیت علم در وضعیت موجود بیشترین فاصله را با وضعیت مطلوب دارد. توجه کم به استنتاجهای ناشی از تفکر

واگرا، پندار و خیال و خلاقیت دانشجویان، توجه کم به حصول اطمینان از برطرف شدن بدفهمی‌های رایج از سرشت علم و حصول اطمینان از تبدیل ایده‌های خام به ایده‌های کامل‌تر، حصول اطمینان از تغییر ساختار فکری دانشجویان در خصوص مفاهیم و رویه‌های علمی در وضعیت موجود دیده می‌شود. ارزشیابی بر اساس پیشینه نظری دانشجویان در باره موضوع درسی، ارزشیابی به منظور نقد نظریه‌ها و مسائل مطرح شده به جای اطمینان از یادگیری محتوا، ارزیابی فرایندهای علم نسبت به مفاهیم و نظریه‌ها و حصول اطمینان از درک پیشینه تاریخی و فلسفی موضوع درسی جایگاه بالایی در وضعیت موجود ندارد. با توجه به فاصله فراوان ارزشیابی برنامه‌درسی آموزش علوم در وضعیت موجود با وضعیت مطلوب در مولفه‌های ذهنیت، خلاقیت، تأثیرات اجتماعی و فرهنگی، مبنای تجربی علم و نقش مشاهده و استنتاج، افزایش آگاهیها و مهارت‌های اعضای هیئت علمی در سنجش ایده‌های علمی دانشجویان با برگزاری دوره‌های آموزشی ضروری است. این مهارت‌ها باید به گونه‌ای بهبود یابند تا موضوعاتی چون ارزشیابی بر اساس پیشینه نظری دانشجویان نسبت به موضوع درسی، ارزشیابی به منظور نقد نظریه‌ها و مسائل مطرح شده به جای اطمینان از یادگیری محتوا، ارزیابی فرایندهای علم نسبت به مفاهیم و نظریه‌ها، حصول اطمینان از درک پیشینه تاریخی و فلسفی موضوع درسی و حصول اطمینان از برطرف شدن بدفهمی‌های رایج از سرشت علم، در ارزشیابی‌های اعضای هیئت از برنامه‌درسی علمی لحاظ شوند.

References

۱. Abd-El-Khalick, F., R.L Bell, and N.G. Lederman (۱۹۹۸); "The Nature of Science and Instructional Practice: Making the Unnatural Natural"; *Science Education*, Vol. ۸۲, pp. ۴۱۷-۴۳۷.
۲. Buttemeyer, W. (۲۰۰۵); "Popper on Definitions"; *Journal for General Philosophy of Science*, Vol. ۳۶, pp. ۱۵-۲۸.
۳. Chalmers, A. F. (۱۹۸۲); *What is this Things Called Science? An Assessment of the Nature and Status of Science and its Methods*; London: The Open University Press.
۴. Eisner, E. W. (۱۹۸۴); "No Easy Answers: Joseph Schwab's Contributions to Curriculum"; *Curriculum Inquiry*, Vol. ۱۴, No. ۲, pp. ۲۰۱-۲۱۰.
۵. Eisner, E. W. (۲۰۰۲); *The Educational Imagination (3rd edition)*; Columbus: Merrill Prentice Hall.
۶. Glasson, G. and M. Bentley (۲۰۰۰); "Epistemological Understanding in Scientists' Reporting of Research to Teachers"; *Science Education*, Vol. ۸۴, No. ۴, pp. ۴۶۹-۴۸۵.

۷. Ibrahim, B., A. Bufflerand and F. Lubben (۲۰۰۹); "Profiles of Freshman Physics Students' Views on the Nature of Science"; *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. ۴۶, No. ۳, pp. ۲۴۸-۲۶۴.
۸. Karakas, M. (۲۰۰۶); College Science Professors' Understanding and Use of Nature of Science; Unpublished Doctoral Dissertation, Syracuse University.
۹. Kimball, M. E. (۱۹۶۸); "Understanding Nature of Science: A Comparison of Scientists and Science Teachers"; *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. ۲, No. ۱, pp. ۱۱۰-۱۲۰.
۱۰. Laudan, L. (۱۹۹۶); *Beyond the Positivism and Relativism: Theory, Method and Evidence*; New York: Westview Press, Inc.
۱۱. Laugksch, R. (۲۰۰۰); "Scientific Literacy: A Conceptual Overview"; *Science Education*, Vol. ۸۴, pp. ۷۱-۹۴.
۱۲. Lederman, N. G. (۱۹۹۲); "Students' and Teachers' Conceptions about NOS: A Review of the Research"; *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. ۲۹, pp. ۳۳۱-۳۵۹.
۱۳. Lederman, N. G. (۲۰۰۷); Nature of Science: Past, Present and Future; In: Abell, S. K. and Lederman, N. G. (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*; Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, pp. ۸۳۱-۸۷۹.
۱۴. Lederman, N. G., F. Abd-El-Khalick, L. R. Bell and R. S. Schwartz (۲۰۰۲); "Views of Nature of Science Questionnaire (VONS): Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science"; *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. ۳۹, No. ۶, pp. ۴۹۷-۵۲۱.
۱۵. Matthews, M. R. (۱۹۹۴); *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*; New York: Routledge.
۱۶. McComas, W. F. and J. K. Olson (۲۰۰۲); The Nature of Science in International Science Education Standards Documents; In W. F. McComas (Ed.) *The Nature of Science in Science Education Rationales and Strategies*; New York: Kluwer Academic Publishers, pp. ۱۳۷-۱۵۰.

۱۷. McComas, W. F., H. Almazroa and M. P. Clough (۱۹۹۸); "The Nature of Science in Science Education: An Introduction"; *Science and Education*, Vol. ۷, pp. ۵۱۱-۵۳۲.
۱۸. National Research Council (۱۹۹۶); *National Science Education Standards*; Washington DC: National Academic Press.
۱۹. Okasha, S. (۲۰۰۲); *Philosophy of Science: A Very Short Introduction*; Oxford: Oxford University Press.
۲۰. Oliva, P. F. (۲۰۰۵); *Developing the Curriculum (۳rd Ed.)*; New York: Pearson education Inc.
۲۱. Ornstien, A. G. and F. P. Hunkins (۲۰۰۴); *Curriculum: Foundation, Principles, and Issues (۳rd Ed.)*; New York: Pearson Education, Inc.
۲۲. Pomeroy, D. (۱۹۹۳); "Implications of Teachers' Beliefs about Nature of Science: Comparison of the Beliefs of Scientists, Secondary Science Teachers and Elementary Teachers"; *Science Education*, Vol. ۷۷, No. ۳, pp. ۲۶۱-۲۷۸.
۲۳. Raghabi, Heidar (۱۹۹۱); *Philosophy of Science*; Tehran: Shahid Beheshti University Publications (in Persian).
۲۴. Roth, W. M., C. McRobbie and K. B. Lucas (۱۹۹۸); "Four Dialogues and Metalogues about the Nature of Science"; *Research in Science Education*, Vol. ۲۸, pp. ۱۰۷-۱۱۸.
۲۵. Ryan, A. G. and G.S. Aikenhead (۱۹۹۲); "Students' Preconceptions about the Epistemology of Science"; *Science Education*, Vol. ۷۶, No. ۶, pp. ۵۵۹-۵۸۰.
۲۶. Ryder, J. and J. Leach (۱۹۹۹); "University Science Students' Experiences of Investigative Project Work and their Images of Science"; *International Journal of Science Education*, Vol. ۲۱, pp. ۹۴۵-۹۵۶.
۲۷. Schwartz, R. S. (۲۰۰۴); *Epistemological Views in Authentic Science Practice: A Cross-discipline Comparison of Scientist' Views of Nature of Science and Scientific Inquiry*; Unpublished Doctoral Dissertation, Oregon State University.
۲۸. Sullivan, T. J. (۲۰۰۱); *Methods of Social Research*; New York: Harcourt Inc.

۲۹. Taba, H. (۱۹۷۱); *Curriculum Development: Theory and Practice*; New York: Harcourt Publishers Ltd.
۳۰. Tyler, T. W. (۱۹۶۹); *Basic Principles of Curriculum and Instruction*; Chicago: University of Chicago Press.
۳۱. Wilson, E. (۱۹۹۹); *Consilience: The Unity of Knowledge*; New York: Vintage.
۳۲. Wong, S. L. and D. Hodson (۲۰۰۸); "From the Horse's Mouth: What Scientists Say about Scientific Investigation and Scientific Knowledge"; *Science Education*, Vol. ۹۳, pp. ۱۰۹-۱۳۰.