دانشور
رفتار
تربیت و اجتماع

•دریافت مقاله: ۸۹/۸/۱۶
•پذیرش مقاله: ۹۰/۳/۱۸

Scientific-Research Journal
Of Shahed University
Seventeenth Year
No.42
Aug-sep. 2010
Education &Society

دوماهنامه علمی- پژوهشی
دانشگاه شاهد
سال هفدهم - شماره ۴۲
شهریور ۱۳۸۹

بررسی دیدگاه اعضای انجمن‌های علمی کشور درباره ویژگی‌های ماهیتی علم[1]

نویسندگان: دکتر اصغر سلطانی[1*]، دکتر مصطفی شریف[2] و دکتر رسول رکنی‌زاده[3]

۱. استادیار برنامه‌ریزی درسی دانشگاه شهید باهنر کرمان
۲. استادیار گروه علوم تربیتی دانشگاه اصفهان
۳. دانشیار گروه فیزیک دانشگاه اصفهان

*E-mail: asghar.soltani.k@gmail.com

چکیده

هدف مقاله حاضر، بررسی چگونگی درک و توصیف اعضای انجمن‌های علمی؛ فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و زمین‌شناسی کشور از جنبه‌های مختلف، ماهیت علم است. این جنبه‌ها شامل؛ موقتی بودن علم، مبنای تجربی علم، خلاقیت در علم، نقش ذهنیت در علم، تاثیر مسائل اجتماعی و فرهنگی بر علم، نقش مشاهده و استنتاج و نظریه و قانون علمی است. نمونه پژوهش شامل ۱۹ نفر از اعضای انجمن‌های علمی کشور بوده‌اند. نوع پژوهش کیفی و روش آن، پدیدارشناسی است. برای گردآوری داده‌ها از ابزار پرسشنامه بازپاسخ، استفاده شده و روش مقوله‌بندی نیز جهت تحلیل داده‌ها به کار گرفته شده است. یافته‌های پژوهش نشان داد؛ اعضای انجمن‌های علمی کشور در پنج مولفه؛ موقتی بودن، مبنای تجربی، خلاقیت، ذهنیت و مشاهده و استنتاج، برداشت‌ها و توصیفاتی همسو با اندیشه‌های جاری از ماهیت علم، داشته‌اند با این حال در دو مولفه؛ تاثیر مسائل اجتماعی و فرهنگی بر علم و هم‌چنین تمایز بین نظریه و قانون علمی و نقش و جایگاه هر یک در تولید و گسترش معرفت علمی، نظراتی گاه متفاوت، با مولفه‌های پذیرفته شده ماهیت علم، نشان داده‌اند.

کلید واژه‌ها: ماهیت علم، انجمن‌های علمی، تاریخ علم، فلسفه علم، جامعه‌شناسی علم، پدیدارشناسی.

۱. این مقاله برگرفته از رساله دکتری با عنوان «تبیین ویژگی‌های برنامه‌درسی مبتنی بر مولفه‌های ماهیت علم» می‌باشد.

Daneshvar (Raftar)/Education and Society/ Shahed University / 17th Year / 2010 / No.42
دوماهنامه علمی - پژوهشی دانشور رفتار/تربیت و اجتماع / دانشگاه شاهد /سال هفدهم/ شهریور ۸۹ / / شماره ۴۲

مقدمه

علم تاثیری فراگیر و اغلب نافذ بر تمامی جنبه‌های زندگی مدرن دارد؛ از فناوری گرفته که از آن ناشی می‌شود تا دلالت‌های ژرف فلسفی که از اندیشه‌های آن ایجاد می‌گردد. با این حال و برخلاف این تاثیر عظیم، آگاهی افراد از چگونگی اقدام علمی(scientific enterprise) و ماهیت آن اندک است. این فقدان درک به‌طور بالقوه پرگزند بوده و تصمیمات مربوط به حوزه‌های علمی را متاثر می‌سازد. در پس بسیاری از تصمیمات غیرمنطقی و مواضع نابخردانه در مورد علم و سیاست‌های علمی، بدفهمی‌هایی از منش علم(character of science) و ماهیت‌علم (nature of science) وجود دارد [۱]. در واقع میزان آگاهی جامعه علمی از چگونگی عمل علم و ماهیت آن، عرصه‌هایی چون آموزش علوم، پژوهش‌های علمی و سیاست‌های مربوط به تولید، گسترش و کاربرد علم را در جامعه تحت تاثیر قرار می‌دهد.

ماهیت علم بیان می‌دارد که علم چگونه عمل کرده و عمدتا به مفروضات و ارزش‌هایی اطلاق می‌گردد که در رشد و کاربرد معرفت علمی موثر هستند [۲]. از بعد معرفت‌شناسی و دیدگاه جامعه‌شناسی، این موضوعات شامل معنای علم، پنداشت‌ها، ارزش‌ها، خلاقیت‌های مفهومی، روش‌علمی، رسیدن به اجماع و ویژگی‌های آن نوع معرفتی است که در علم تولید می‌گردد [۳]. در واقع ماهیت‌علم عرصه پیوندی است پرثمر، که جنبه‌های مطالعات اجتماعی مختلف علم شامل تاریخ، جامعه‌شناسی و فلسفه علم را ترکیب کرده و درهم می‌آمیزد [۱]. ایده‌های فعلی ما از ماهیت علم نتیجه پژوهش‌های انجام شده مختلف در حوزه‌های معرفتی مختلف است. با این حال پژوهش‌ها نشان می‌دهندکه افراد مرتبط با علم یا همان جامعه علمی، لزوما ایده‌های مشابهی با ایده‌های کلی و پذیرفته شده در مورد عمل و ماهیت علم ندارند. جدول ۱ برخی از ایده‌های کلی در مورد هر یک از جنبه‌های مختلف ماهیت علم را نشان می‌دهد.

با توجه به این که اندیشه‌های جامعه علمی کشور در مورد مسائل گوناگون مرتبط با علم، از قبیل مولفه‌های ماهیت علم، می‌تواند پژوهش‌های علمی، فعالیت‌های آموزشی و جهت‌گیری‌های آنان را در ارتباط با تولید و کاربست معرفت علمی متاثر می‌سازد، لذا در این مقاله به بررسی چگونگی توصیف، درک و برداشت اعضای انجمن‌های علمی به عنوان بخش مهمی از جامعه علمی کشور، از جنبه‌های مختلف ماهیت علم می‌پردازیم. از آن‌جا که اعضای انجمن‌های علمی کشور در واقع برگزیدگان و نمایندگان، پژوهشگران و اعضای هیات علمی دانشگاه‌ها در حوزه‌های معرفتی علمی به شمار می‌روند، لذا بررسی نظرات آنان در این خصوص می‌تواند نشان دهنده بخشی از دیدگاه‌های جاری جامعه علمی کشور در خصوص ماهیت علم و معرفت علمی باشد. فقدان پژوهش در این زمینه از جمله دلایل پرداختن نویسندگان این مقاله به این موضوع بوده است. در این مقاله بررسی خواهیم کرد که نگاه اعضای هیات علمی در مورد موقتی بودن یافته‌های علمی چیست؟ آیاآنان بر ثابت بودن یافته‌های علمی تاکید دارند و یا موقتی بودن را به عنوان یک ویژگی اساسی معرفت علمی در نظر می‌گیرند. نظرات آنان در مورد تجربی بودن و نقش ذهنیت در شکل‌گیری معرفت علمی چگونه است؟ چه نقشی برای ذهنیت فردی در جریان تولید معرفت علمی قائل هستند؟ آنان تا چه اندازه به نقش خلاقیت در مراحل مختلف فرایند علمی معتقدند؟ چه جایگاهی برای مولفه‌های اجتماعی و فرهنگی در بین مولفه‌های ماهیت علم درنظر می‌گیرند؟ از نظر آنان نقش مشاهده و استنتاج و میزان اهمیت هر یک در تولید معرفت علمی چیست و چه رابطه‌ای بین نظریه و قانون علمی در جریان فرایند علم وجود دارد؟ این‌ها پرسش‌هایی است که در این مقاله به آن‌ها پرداخته شده است.

جدول ۱. ایده‌های کلی در مورد ماهیت علم، برگرفته از هشت سند مربوط به استانداردهای بین المللی علوم- منبع [۱]

ـ معرفت‌علمی در عین دیرپای بودن، ماهیتی موقتی دارد.
ـ معرفت‌علمی به میزان زیادی، مبتنی بر مشاهده، شواهد تجربی، استدلال عقلانی و شک‌گرایی (**skepticism**) است.
ـ تنها یک راه برای انجام علم وجود ندارد(بنابراین روش علمی جهانی وجود ندارد).
ـ علم تلاشی است برای شرح پدیده‌های طبیعی.
ـ قوانین و نظریه‌ها نقش‌های متفاوتی در علم بازی می‌کنند، بنابراین باید توجه داشت که نظریه‌ها حتی با شواهد اضافی به قوانین تبدیل نمی‌شوند.
ـ افراد از تمامی فرهنگ‌ها در علم شریک هستند.
ـ معرفت جدید باید به طور روشن و در انظار همه گزارش شود.
ـ علم نیازمند نگهداری سوابق دقیق، ارزیابی همپیشگان(**peer review**) و قابلیت تکرار شدن است.
ـمشاهدات نظریه- محور(**theory-laden**) هستند.
ـ دانشمندان خلاق و آفریننده هستند.
ـ تاریخ علم هم ویژگی تکاملی و هم ویژگی انقلابی علم را نشان می‌دهد.
ـ علم بخشی از سنت‌های اجتماعی و فرهنگی است.
ـ علم و فناوری متاثر از یکدیگرند.
ـ ایده‌های علمی از محیط اجتماعی و تاریخی خود تاثیر می‌پذیرند.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش: در این بخش ابتدا مبانی نظری مربوط به ماهیت علم، شامل سیر تحول اندیشه‌های گوناگون در این ارتباط و همچنین نظرات فیلسوفان و تاریخ‌دانان علم که بر ایده‌های فعلی ما از ماهیت علم تاثیرگذار بوده‌اند، بررسی می‌شوند. در ادامه نیز خلاصه‌ای از پیشینه پژوهش‌های میدانی انجام شده در مورد دیدگاه دانشمندان، پژوهشگران، اعضای هیات علمی و دانشجویان از ماهیت علم ارائه می‌گردد.

مبانی و چارچوب نظری: مفهوم ماهیت علم معنای ثابتی در طول دهه‌های گذشته نداشته و دائما با ایده پردازی‌های مختلف در حوزه فلسفه علم دستخوش دگرگونی بوده است، به‌گونه‌ای که این تغییرات طیفی وسیع از اثبات‌گرایی تا پسانوین‌گرایی را در بر می‌گیرد. دیدگاه‌های جاری در این زمینه در تقابل با رویکرد اثبات‌گرایی سنتی است که علم را معتبر(authoritative) و عینی دانسته و آن را جدای از تاثیرات فرهنگی در نظر می‌گیرد [٤]. رویکرد فعلی و پسانوین‌گرایانه به علم مبتنی بر دیدگاه‌های کوهن(Kuhn)، هانسن(Hanson) و سایر فیلسوفانی است که ایده‌های نسبیت‌گرایی(relativism) در علم را مفهوم‌پردازی کرده‌اند. نگاهی به تفاوت‌های کار افرادی چون پوپر(Popper)، کوهن، لاکاتوش(Lakatos)، فایرابند(Feyerabend)، لاودن(Laudan)، و جیره(Giere) کاملا آشکار می‌سازد که برداشت‌ها از ماهیت علم مانند خود دانش علمی ماهیتی موقتی داشته است. با این حال دانستن این موضوع که دیدگاه‌های ما از ماهیت علم تغییرکرده و این تغییر ادامه پیدا خواهد کرد، توجیهی برای متوقف کردن پژوهش‌های خود تا رسیدن به یک توافق کلی نمی‌شود [٥]. ایده‌های جاری و پسانوین‌گرایانه در مورد 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 تمامی صاحب‌نظران این حوزه قرار نگرفته‌اند ، مانند مبانی هستی‌شناسی(ontological) معرفت علمی؛ با این حال توافق بر روی جنبه‌های مشخصی از ماهیت علم به وجود آمده است [٦].

اندیشه‌های گوناگون و متنوع در علم که بر شکل‌گیری ایده‌های جاری در آموزش علوم اثرگذار بوده‌اند، برگرفته از نظرات صاحب‌نظران مختلف پژوهش‌کننده در فلسفه‌ی‌علم، تاریخ علم، جامعه‌شناسی علم و روان‌شناسی علم می‌باشد. این اندیشمندان طیف وسیعی را در برمی‌گیرند که مسلما پرداختن به مقوله ماهیت علم بدون درنظرگرفتن اندیشه‌های آنان کامل نخواهد بود. تامس کوهن، کارل همپل(Hempel)، کارل پوپر، پاول فایرابند، جرالد هالتن(Holton)، استفن

تولمین(Toulmin)، دادلی شپیر(Shapere)، لری لاودن، ایمره لاکاتوش، کلارک گلایمور(Glymour)، رونالد جیره، هانسن و جامعه‌شناسان علم از جمله این متفکران هستند [۷]. در ادامه به برخی از این ایده‌های متفاوت درباره ماهیت معرفت علمی اشاره می‌گردد.

ایده سنتی در مورد علم و معرفت علمی، استقراگرایی(inductivism) مکتب کمبریج و حلقه وین است که مورد انتقاد پوپر و دوئم(Duhem) قرا گرفت. پوپر با نظریه خود یعنی حدس‌ها و ابطال‌ها، ابطال‌گرایی(falsification) را روش غالب علم معرفی کرد [۸]. او این دیدگاه جدید را مطرح کرد که نظریه‌های علمی ذاتا حدس و فرض هستند و ما هیچ‌گاه نمی‌توانیم مطمئن باشیم که حتی بهترین نظریه تثبیت شده علمی با نظریه‌ای که رقیب بهتری به شمار می‌آید، تعویض نشود [۹]. استقراگرایی بر این بود که علم با مشاهدات و یا داده‌ها شروع شده و سپس قوانین و پیش‌بینی‌ها با استقرا از این داده‌ها استنتاج می‌شوند. پوپر این نظریه قدیمی علم که نقطه شروع برای علم را ادراک حسی یا مشاهده حسی در نظر می‌گرفت، باطل دانست و تاکید کرد که نقطه شروع علم نظریه و طرح مساله است [۱۰]. از سوی دیگر تبیین استقراگرایان و ابطال‌گرایان از علم مورد انتقاد گروه دیگری از فیلسوفان علم از جمله لاکاتوش واقع گردید. از نظر آن‌ها نه تاکید استقراگرایان بر استنتاج استقرایی نظریه‌ها از مشاهدات و نه تصویر حدس‌ها و ابطال‌های ابطال‌گرایان، هیچ کدام نمی‌توانند چگونگی پیدایش و رشد نظریه‌های واقعا پیچیده علمی را به طور کافی شرح و تبیین کنند [۱۱].

در نیمه دوم قرن بیستم، تحولی جدید در علم‌شناسی فلسفی رخ داد که به طور روزافزونی نظریه‌پردازی‌های پیشین در این خصوص را به چالش کشید و تلاش کرد تا هرگونه نظریه‌پردازی روش‌شناختی را با واقعیت بسیار پیچیده و متنوع شیوه‌های کاوش علمی در فرایند تکوین علم- بدان‌گونه که در تاریخ علم تحقق یافته است- سازگار و همخوان کند. این‌گونه پژوهش‌ها در تاریخ علم، که توسط افرادی چون کوهن انجام پذیرفت، نشان داد که نظریه‌های علمی را نمی‌توان به طور قطعی اثبات یا ابطال کرد و بسیاری از رویدادهای علمی بنا بر روش‌هایی که فلاسفه تجربه‌گرای منطقی تجویز و توصیه می‌کنند، رخ نداده‌اند [۱۲]. اندیشه‌های کوهن در مورد پارادایم‌های علمی، منتقدانی را نیز به دنبال داشت؛ انتقادهایی که از مفاهیمی چون مفهوم انقلاب علمی و مفهوم تابع پارادایم بودن مشاهدات صورت پذیرفت [۱۳]. پژوهش‌های کوهن و لاکاتوش توجه محققان را به بعد تاریخی علم جلب کرد. بخش اعظم فلسفه علم در دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰، کوششی بود برای مشخص کردن این نکته که پیشرفت علم به چه معناست. لاودن نقش عمده‌ای در این پروژه ایفا کرد. لاودن علم را به صورت نوعی فعالیت حل مساله تفسیر کرد. از نظر لاودن پیشرفت علمی ممکن است به طرق گوناگون حاصل شود؛ یکی از طریق افزایش تعداد مسایل تجربی حل شده است(مثلا راه حل نیوتن و گالیله برای حل مساله سقوط آزاد). نوع دوم پیشرفت عبارت است از حل یک مورد خلاف قاعده(مثلا اکتشاف سیاره اورانوس و نجات نظریه نیوتن که قادر به تبیین حرکت سیارات در یک راستا به دور خورشید نبود) [۱۴].

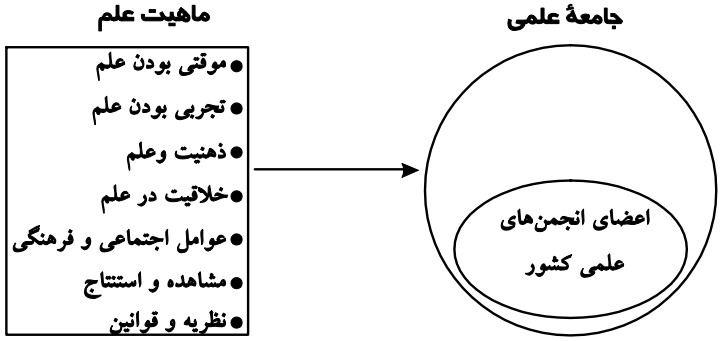
فایرابند از جمله دیگر فیلسوفان علمی است که نظرات او بر ایده‌های کنونی از ماهیت علم تاثیرگذار بوده است. نظریه فایرابند در علم، نظریه‌ای نظم‌گریزانه است [۱۱]. مدعای او در کتاب معروفش علیه روش(Against Method) این است که تاکنون هیچ قسم بازسازی عقلانی موفقیت‌آمیزی از علم تحقق نپذیرفته است. او علم را نهادی اجتماعی می‌داند که در اوضاع و احوال اخلاقی، سیاسی و اجتماعی خاصی استقرار یافته است و کنش‌های متقابل آن با دیگر نهادهای اجتماعی به تغییراتی در سمت و سوی علم و اصلاح و سازگاری آن انجامیده که نمی‌توانیم آن‌ها را بر وفق قاعده‌ای روش‌شناختی توصیف کنیم. به نظر فایرابند، اگر علم را در بافت و زمینه اجتماعی‌اش در نظر بگیریم، دیگر نمی‌توانیم دعوی

برتری آن را بر دیگر گونه‌های معرفت مطرح کنیم. او همچنین معتقد است که تحولات بزرگ اندیشه علمی نشان دهنده آنند که این اندیشه‌ها به طور تصادفی پدید آمده و پیشرفت علمی از هیچ قاعده یا قاعده‌های ثابتی پیروی نمی‌کند [۱۳].

اندیشه‌های مختلف جامعه‌شناسان علم نیز بر نوع نگاه ما به ماهیت علم تاثیر گذار بوده است. در جامعه‌شناسی علم به بررسی و مطالعه رابطه بین فضای علم(و عناصر آن از قبیل دانشمندان، نهادهای علمی و پژوهشی، دانشگاه‌ها، هنجارهای علمی، جو علمی) و جامعه(و اجزا آن مانند افراد، امکانات اقتصادی-اجتماعی، نهادهای سیاسی، دینی، نظامی و فکری) پرداخته می‌شود [۱۵]. در این حوزه، اندیشه‌های افرادی چون مرتن(Merton) و شلر(Scheler) تاثیرگذار بوده‌اند.

عوامل موثر بر ماهیت علم، یعنی ایده‌های ناشی از فلسفه، تاریخ، جامعه‌شناسی و روان‌شناسی علم، به همراه حوزه‌های موضوعی علوم مختلف، عواملی هستندکه بر ایده‌های افرادی که به نوعی با حوزه های علمی در ارتباطند از جمله اعضای هیات علمی تاثیرگذار بوده و می‌تواند برداشت‌ها و پندارهای آنان را از مقوله ماهیت علم و معرفت علمی دستخوش تغییر کنند.

این عوامل در نهایت در قالب مولفه‌ها یا ویژگی‌های علم متبلور می‌شوند که در این پژوهش از آنان به عنوان مولفه‌های هفت‌گانه ماهیت علم یاد می‌گردد. با این حال با توجه به گستردگی و پیچیدگی مقوله علم، ویژگی‌های دیگری نیز وجود دارند که در زیر مجموعه این هفت مقوله از ماهیت علم قرار می‌گیرند. این مقوله‌ها، ویژگی‌ها یا جنبه‌ها، هر یک به نحوی جهت‌گیری، چگونگی و ایده‌های جامعه علمی کشور را متاثر ساخته و تغییر می‌دهند(شکل ۱). در واقع زمانی ایده‌های جامعه علمی کشور و به تبع آن اعضای انجمن‌های علمی کشور در راستای ویژگی‌های علم خواهد بود که درک مناسبی از هر یک از ویژگی های ماهیت علم داشته باشند و از آن‌ها در جهت تولید داده‌های علمی خود بهره گیرند. چنین درک صحیحی زمینه پویایی بیشتر علمی را فراهم آورده و باعث کاهش آفت‌های ناشی از شناخت نادرست مولفه‌های مختلف معرفت علمی خواهد گردید.



شکل ۱. تاثیر هر یک از مولفه‌های ماهیت علم بر جامعه علمی کشور

پیشینه پژوهش: بررسی‌ها از منابع موجود نشان می‌دهند که تاکنون پژوهش مشابهی به ارزیابی و سنجش نظرات اعضای جامعه علمی کشور در ارتباط با ماهیت علم نپرداخته است و پژوهش‌های انجام گرفته در این خصوص عمدتا مربوط به خارج از کشور می‌باشند. در ادامه به شرح هر یک از این پژوهش‌ها می‌پردازیم.

کیمبال(Kimball) [۱۶]، در پژوهش خود بر روی دیدگاه‌های دانشمندان در مورد ماهیت علم و مقایسه آن با دیدگاه مربیان علوم، مدلی را بر اساس مبانی نظری موجود در مورد ماهیت علم و فلسفه علم طراحی کرد. در مدل کیمبال، هشت ویژگی علم مورد مقایسه قرار گرفتند: ۱) کنجکاو بودن علوم؛ ۲)پویا و فرایند-محور بودن علم؛ ۳) علم به دنبال افزایش جامعیت است؛ ٤)تنها یک روش علمی وجود ندارد؛ ۵) علم بر حواس، تعاریف

عملیاتی، و ارزشیابی کار علمی به‌وسیله تکرارپذیری و سودمندی مبتنی است؛ ٦) دنیای فیزیکی در معرض درک و سازماندهی انسان است؛ ۷) علم به‌وسیله بازبودن ذهن و قلمرو پژوهش مشخص می‌شود؛ و ۸) کل علم موقتی(آزمایشی) است.

پومروی(Pomeroy) [۱۷]، دیدگاه دانشمندان در مورد ماهیت علم و آموزشگران علوم در سطح متوسطه را مورد مقایسه قرار داد. او رویکرد تجربه‌گرایی منطقی(logocoempiricist) را به عنوان رویکرد سنتی در نظر گرفت که بر اساس آن رشد معرفت علمی تنها از طریق روش‌های استقرایی مبتنی بر مشاهده و آزمایشات کنترل شده انجام می‌شود. این تصویر از علم غالبا در کتاب‌های درسی و دوره‌های آموزشی علوم ارائه شده و اشاره دارد که علم عینی است، تنها مبتنی بر منطق بوده و از تفسیر و تاویل انسانی به دور است. در مقابل پومروی دیدگاه غیر سنتی را توصیف می‌کند که در آن پندار و شهود(intuition) به طور بالقوه بخش مهمی از روش علمی محسوب می‌گردند. این دیدگاه همچنین عینیت را دست نایافتنی می‌داند.

گلیسن(Glasson) و بنتلی(Bentley) [۱۸]، پژوهشی درباره دیدگاه‌های دانشمندان درباره ماهیت علم انجام دادند. آنها جنبه‌های مختلف ماهیت علم از نظر فیلسوفان و پژوهشگران علم را مورد بررسی قرار دادند؛ 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. سایر جنبه‌های مورد بررسی توسط این دو عبارت بودند از اینکه علم پویا، صرفه‌جو(parsimonious)، موقتی و آزمون‌پذیر بوده، روش‌های چنگانه را مقایسه کرده و مبتنی بر داوری حرفه‌ای است. آنها همچنین رابطه بین تعامل علم و جامعه و ارتباط میان علم، فناوری و جامعه را در زمینه موضوعات اجتماعی مورد بررسی قرار دادند.

شوارتز(Schwartz) [۱۹]، در تحقیق خود دیدگاه‌های معرفت‌شناختی دانشمندان در مورد 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. نظرات دانشمندان حوزه‌های مختلف علمی درباره موضوعاتی مانند موقتی بودن(tentativeness)، تجربی بودن(empirical)، ذهنی بودن(subjectivity)، خلاقیت، مسائل فرهنگی/ اجتماعی، نظریه/ قانون، مشاهده/ استنباط، الگوها، آزمایش، داده‌ها/ شواهد، هدف، روش، غیرمتعارف بودن(anomaly)، مطابقت(justification)، تکرارپذیری(reproducibility) و پیش‌بینی در این پژوهش مورد کاوش قرار گرفت. نتایج او نشان دادند که دانشمندان در خصوص موضوعات مرتبط با ماهیت علم نظرات متفاوتی دارند. شوارتز و لدرمن [۲۰]، در گزارش دیگری از این پژوهش خاطرنشان ساختند که به طور کلی ایده‌های دانش‌مندان در مورد ماهیت علم، تفاوتی بر اساس رشته‌های علمی مختلف و یا رویکردهای پژوهشی متفاوت ندارند. البته شواهد نشان دادند که همگی آنها نظرات یکسانی در مورد ماهیت علم ندارند.

کاراکاس(Karakas) [۲۱]، در پژوهش خود این موضوع را مورد بررسی قرار داد که چگونه مدرسان دروس مقدماتی علوم در سطح کارشناسی درحوزه‌های شیمی، فیزیک، زیست‌شناسی و زمین‌شناسی، علم و ماهیت علم را درک کرده 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 او نشان دادند که مشارکت‌کنندگان در پژوهش دریافت‌های غیرمعمول(sophisticated) و پیچیده‌ای در ارتباط با ماهیت علم دارند. در برخی از موارد نظرات آنان در راستای دیدگاه‌هایی بود که توسط فیلسوفان علم ترویج می‌گردد و در موارد دیگر، نظراتی آمیخته‌تر داشتند.

وانگ(Wong) و هادسن(Hodson) [۲۲]، نیز در پژوهش خود ایده‌های برخی از دانشمندان را در ارتباط با

پژوهش علمی و معرفت علمی مبتنی بر ماهیت علم مورد مطالعه قرار دادند. آنها جنبه‌های مختلفی از ماهیت علم، از جمله گوناگونی روش‌های علمی، خلاقیت و انگاشت در برابر عینیت، مشاهدات و تفسیرهای نظریه- محور، عدم قطعیت قوانین، نظریه‌ها و مدل‌ها، تاثیرات اجتماعی، سیاسی، اقتصادی و فرهنگی بر علم و موضوعات مرتبط با حمایت مالی از پژوهش‌ها(سیاست علمی)، آزادی آکادمیک و مسائل اخلاقی را از دیدگاه این دانشمندان بررسی کردند.

روش

پژوهش حاضر از جمله روش‌های پژوهش کیفی است. از جمله شیوه‌های روش کیفی در پژوهش، جمع‌آوری دیدگاه‌های مشارکت کنندگان از طریق پرسشنامه بازپاسخ است. پرسشنامه‌های بازپاسخ برای جمع‌آوری داده‌های کیفی طراحی می‌شوند، بنابراین حاوی سوالات بازی هستند که پاسخ‌های نسبتا طولانی را می‌طلبند[۲۳ و ۲٤]. بر این اساس سوالات مطرح شده در پرسشنامه این پژوهش، صرفا به دنبال بررسی دیدگاه‌های اعضای انجمن‌های علمی کشور در مورد ماهیت علم(پدیده مورد مطالعه)- آن‌گونه که آن را درک، توصیف و تحلیل کرده و برای آنها جلوه‌گر می‌شود- هستند. از آنجا که در این پژوهش به دنبال بررسی عمیق نظرات اعضای هیات علمی در مورد مولفه‌های مختلف ماهیت علم بودیم، لذا از ابزار کیفی که پرسش‌نامه بازپاسخ یک نمونه آن محسوب می‌گردد استفاده شد. گال و همکاران[۲۳]، از جمله ویژگی‌های پژوهش کیفی را بررسی عمیق موضوع از دید مشارکت‌کنندگان و جستجوی معانی آفریده شده از سوی آنان در مورد پدیده‌های مورد مطالعه بیان می‌کنند؛ بنابراین انتخاب روش کیفی در این پژوهش نیز در راستای چنین هدفی بوده است. نوع پژوهش مبتنی بر پدیدارشناسی(phenomenology) از زیر مجموعه‌های پژوهش کیفی است. در پژوهش پدیدارشناسی، پژوهش‌گر به دنبال این نیست که ماهیت عینی واقعیت چیست، بلکه جستجوگر این است که واقعیت چگونه برای افراد جلوه‌گر می‌شود. در این نوع پژوهش، سوال‌های پژوهش نیز مبتنی بر هیچ‌گونه پیش‌فرضی در مورد دیدگاه‌های قبلی آزمودنی‌ها از طرف پژوهش‌گر نیستند[۲٤]. از آن‌جا که در بخش کیفی این پژوهش، صرفا دیدگاه‌های اعضای انجمن‌های علمی زمین‌شناسی، زیست‌شناسی، شیمی و فیزیک در مورد ماهیت علم(پدیده مورد مطالعه)- آن‌گونه که آن را درک، توصیف و تحلیل کرده و برای آنان جلوه‌گر می‌شود- بررسی می‌شوند، لذا نوع پژوهش در این بخش پدیدارشناسی است. شوارتز[۱۹]، نیز در پژوهشی مشابه، روش مورد استفاده خود را پدیدارشناسی خوانده است.

ابزار

ابزار مورد استفاده در این پژوهش، پرسشنامه‌ای استاندارد و بازپاسخ به نام پرسشنامه دیدگاه‌های ماهیت علم (فرم سی)(Views of Nature of Science (form C)- VONS(C)) می‌باشد که توسط لدرمن و همکاران[۲۵]، برای ارزیابی دیدگاهای ماهیت علم در آموزش عالی (پژوهشگران، اعضای هیات علمی و دانشجویان علوم) طراحی‌گردیده و تاکنون در پژوهش‌های مختلفی مورد استفاده بوده است. در این پرسشنامه، پرسش‌هایی نیز از حوزه‌های علوم فیزیکی(فیزیک و شیمی)، علوم زیستی و علوم‌زمین وجود دارد(پرسش‌های ٦، ۷ و ۸)، به این منظور که هریک از پاسخ‌دهندگان علاوه بر پرسش‌های عمومی درباره ماهیت علم، بر اساس رشته علمی که در آن فعالیت می‌کنند، پاسخگوی این سوالات نیز باشند. همچنین در هریک از پرسش‌ها از پاسخ دهندگان خواسته شد که در هر مورد که لازم گردید با مثال‌هایی از حوزه تخصصی و پژوهشی خود، به شرح بیشتر موضوع بپردازند. جدول ۲ سوال‌های پرسش‌نامه دیدگاه‌های ماهیت علم، شرح هر یک و جنبه‌هایی از ماهیت علم که از پاسخ به سوال‌ها استخراج می‌شوند را نشان می‌دهد. جنبه‌های مورد بررسی در این پرسشنامه مولفه‌های مورد توافق ماهیت علم هستند که در رشته‌های علمی مختلف عمومیت دارند [۱۹] و بررسی چگونگی درک و توصیف

مشارکت‌کنندگان دیسیپلین‌های مختلف از این جنبه‌ها، هدف این ابزار است.

جدول۲. سوال‌های پرسشنامه باز پاسخ، شرح هر یک و جنبه‌هایی از ماهیت علم که در پاسخ به هر یک استخراج می‌شوند منبع: [۲۵]

شماره	پرسش	جنبه‌های مورد بررسی از ماهیت علم
۱	تعریف شما از علم چیست؟ چه چیزی علم یا یک دیسیپلین علمی مانند فیزیک، زیست‌شناسی و مانند آن را از سایر حوزه‌های پژوهشی مانند دین و فلسفه جدا می‌سازد؟	این پرسش نظرات پاسخ‌دهندگان را در مورد علم به عنوان دیسیپلینی برای پاسخ به پرسش‌های موجود در مورد جهان طبیعی، نقش آن در توصیف پدیده‌های طبیعی و نقشی که شواهد تجربی در گسترش علم ایفا می‌کنند را ، بررسی می‌کند. چنین برداشتی از علم، آن را از سایر "شکل‌های دانستن" جدا می‌سازد. پاسخ به این پرسش یک بدفهمی رایج در ارتباط با روش علمی به عنوان فرایندی عینی که از طریق آن معرفت خلق می‌شود را آشکار می‌سازد. چنین دیدگاهی معمولا به عنوان توصیفی برای چگونگی تفاوت علم با سایر دیسیپلین‌های پژوهشی ارائه می‌گردد.
۲	برخی معتقدند که علم از ارزش‌های اجتماعی و فرهنگی متاثر می‌گردد. به این معنی که علم بازتاب دهنده ارزش‌های اجتماعی و سیاسی، مفروضات فلسفی، و هنجارهای عقلانیِ فرهنگی است که در آن عمل می‌کند. برخی دیگر معتقدند که علم، جهانی است. به این معنی که علم فراتر از مرزهای ملی و فرهنگی است و از ارزش‌های اجتماعی، سیاسی و فلسفی و هنجارهای عقلانی فرهنگ خود متاثر نمی‌گردد. نظر شما در این ارتباط چیست.	این پرسش دیدگاه‌های پاسخ‌دهندگان را در مورد تاثیر ارزش‌های اجتماعی و فرهنگی و انتظارات از کوشش علمی بررسی می‌کند. ایده‌های ابتدایی و خام که غالبا توسط پاسخ‌دهندگان ارائه می‌گردد، علم را "ارزش آزاد" توصیف کرده و بیان می‌دارد که فرهنگ‌ها و نظام‌های اعتقادی مختلف، عمل علم، تفسیر و کاربرد دانش علمی را متاثر نمی‌سازند. دیدگاه‌ها در مورد ارتباط بین تاثیرات اجتماعی-فرهنگی بر علم و ذهنیت، خلاقیت، استنتاج و موقتی بودن علم، اغلب از این پرسش استخراج می‌شوند.
۳	آیا دانش‌مندان خیال، پندار و خلاقیت خود را در طول پژوهش به کار می‌گیرند؟ در چه مرحله‌ای از روش علمی؟ برنامه‌ریزی و طراحی؛ جمع‌آوری داده‌ها؛ یا پس از جمع‌آوری داده‌ها؟	این پرسش دیدگاه‌های پاسخ‌دهندگان در مورد نقش خلاقیت و تخیل انسان در علم و مراحل مختلف پژوهش علمی را بررسی می‌کند. غالبا خلاقیت تنها در ارتباط با طراحی و معمولا با توجه به لزوم تدبیر برای طراحی و اجرای پژوهش توصیف می‌شود. پاسخ‌دهندگان احتمالا کمتر نقش خلاقیت در تدوین پرسش، تحلیل داده‌ها و تفسیر را شناسایی می‌کنند. از این پرسش، ایده‌های" یابش" در برابر "الگوهای خلق شده" استخراج می‌شوند.

Daneshvar (Raftar)/Education and Society/ Shahed University / 17th Year / 2010 / No.42
دوماهنامه علمی – پژوهشی دانشور رفتار/تربیت واجتماع / دانشگاه شاهد /سال هفدهم/ شهریور ۸۹ / / شماره ۴۲

ادامه جدول ۲

شماره	پرسش	جنبه‌های مورد بررسی از ماهیت علم
٤	آیا بین نظریه علمی و قانون علمی تفاوت وجود دارد؟ توضیح بفرمایید.	این پرسش دیدگاه پاسخ‌دهندگان در مورد رشد و ارتباط بین نظریه‌ها و قوانین علمی را بررسی می‌کند. بدفهمی رایج در این ارتباط این است که غالبا افراد از وجود یک رابطه سلسله مراتبی بین این دو یاد می‌کنند. این بدفهمی ناشی از توصیف نوعی پیشرفت از نظریه علمی به یک قانون علمی به وسیله انباشت بیشتر و بیشتر شواهد است تا زمانی که نظریه به" حقیقت اثبات شده" مبدل شده و قانون می‌گردد. از این پرسش، معمولا دیدگاهها در مورد تمایز بین مشاهده و استنباط نیز آشکار می‌شوند. ایده‌های دیگری نیز در موقع تلاش پاسخ‌دهندگان برای شرح تفاوت‌های بین نظریه و قانون از طرف آنها بیان می‌گردند.
٥	پس از تدوین نظریه‌های علمی توسط دانشمندان (برای مثال نظریه اتمی یا نظریه تکامل)، آیا این نظریه‌های علمی تغییر می‌کنند؟	این پرسش فهم پاسخ‌دهندگان را در مورد ماهیت موقتی نظریه‌های علمی و دلایلی که چرا علم موقتی است ارزیابی می‌کند. پاسخ‌دهندگان معمولا تغییر را به تنهایی به انباشت مشاهدات یا داده‌های جدید/ یا پیشرفت فناوری‌های جدید نسبت می‌دهند و تغییری را که ناشی از باز تفسیر داده‌های موجود از یک نظرگاه مختلف است را در نظر نمی‌گیرند. دیدگاه‌ها در مورد نظریه بار بودن ماهیت پژوهش‌های علمی، این نکته که نظریه‌های متداول یک دوره، جهت‌گیری، اجرا و تفسیر پژوهش‌های علمی را متاثر می‌سازند، از طریق توصیف نقش نظریه‌ها در علم بررسی می‌شوند. علاوه بر این پاسخ‌ها غالبا دیدگاه‌هایی را در مورد نقش ذهنیت، خلاقیت، استنباط و ماهیت اجتماعی- فرهنگی تلاش‌های علمی و همچنین پیوسته بودن ماهیت این جنبه‌های مختلف، مشخص می‌سازند.
٦	دانشمندان تا چه اندازه ساختار اتم را مسلم و قطعی می‌دانند؟ از نظر شما چه شاهد مشخص یا مجموعه‌ای از شواهد را برای تعیین آن‌چه که اتم نام دارد، به کار می‌برند؟	این پرسش، پاسخ‌دهندگان را به مفهومی از علوم فیزیکی ارجاع می‌دهد تا درک آنها را از نقش استنتاج انسان و خلاقیت در تدوین توصیفات و مدل‌های علمی مبتنی بر داده‌های در دسترس و این نکته که مدل‌های علمی نسخه‌هایی از واقعیت نیستند را مورد ارزیابی قرار می‌دهد.
۷	تا چه اندازه دانش‌مندان در مورد توصیف ویژگی‌های یک گونه مطمئن هستند؟ شما فکر می‌کنید که چه دلیل مشخصی برای مشخص کردن این‌که یک گونه چیست به کار می‌برند؟	این پرسش پاسخ دهندگان را به یک مفهوم از علوم زیستی برای ارزیابی فهم آنها از استنباط، خلاقیت و ذهنیت در علم ارجاع می‌دهد. پاسخ‌های مطلوب این ایده را شرح می‌دهد که "گونه‌ها" بوسیله دانشمندان و برای شرح روابط مشاهده شده و استنتاج شده تعریف می‌شوند و اینکه تعاریف و مفاهیم در علم به وسیله دانشمندان و برای مفید بودن در کوشش‌های آنها خلق می‌شوند. به علاوه این پرسش پاسخ‌هایی را آشکار می‌سازد که نقش الگوها در علم و اینکه الگوهای علمی نسخه‌هایی از واقعیت نیستند را مورد توجه قرار می‌دهند.

ادامه جدول ۲

شماره	پرسش	جنبه‌های مورد بررسی از ماهیت علم
۸	دانشمندان چگونه با وجود مجموعه‌ای از داده‌های یکسان، در ساختن فرضیات علمی به استنتاج‌های مختلف می‌رسند(به عنوان مثال فرضیات مختلف در مورد علت نابودی دایناسورها).	این پرسش فهم پاسخ‌دهندگان را از مجادله و بحث در علم، هنگامی که دانشمندان داده‌های در دسترس یکسانی را به کار می‌برند، مورد سنجش قرار می‌دهد. غالبا ایده‌های ذهنیت، استنباط، خلاقیت، تاثیرات اجتماعی و فرهنگی و موقتی بودن، از این پرسش استنتاج می‌شوند. هدف این پرسش، ارزیابی عقاید پاسخ‌دهندگان درباره آنچه تفسیر داده‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد شامل، رجحان‌ها و سوگیری های شخصی(ذهنیت فردی) تا اعتقادات نظریه‌ای و تاثیرات ارزش‌های اجتماعی و فرهنگی، می‌باشد.
۹	تعریف شما از آزمایش علمی چیست؟	این پرسش ایده‌های پاسخ‌دهندگان در مورد "آزمایش" را مشخص می‌سازد که اغلب این واژه به گونه‌های متفاوتی تعریف می‌شود.
۱۰	آیا توسعه علمی نیازمند انجام آزمایش‌های گوناگون است؟	این پرسش نظر پاسخ‌دهندگان را در ارتباط با وجود روش‌های چندگانه پژوهش می‌سنجد(مانند آزمایش‌هایی با متغیرهای کنترل شده، مطالعات همبستگی و پژوهش‌های توصیفی) که همگی لزوما "روش علمی" سنتی را دنبال نکرده و مراحل منطقی از پیش مشخص شده را که نیازمند فرضیه‌های آزمون پذیرند را انجام نمی‌دهند. این پرسش ممکن است دیدگاه‌های پاسخ دهندگان در مورد ذهنیت و خلاقیت در علم را استنتاج کند.

جامعه آماری

جامعه آماری این پژوهش شامل اعضای اصلی چهار انجمن علمی فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و زمین‌شناسی کشور بودند که تعداد آنها بر اساس اطلاعات وبگاه شورای انجمن‌های علمی ایران ٦٤ نفر در سال مورد مطالعه بود. این افراد غالبا در دانشگاه‌های کشور و برخی نیز در مراکز علمی و پژوهشی به تدریس و پژوهش اشتغال داشتند. پس از جستجوی نشانی محل کار، برای این تعداد پرسشنامه ارسال گردید که در مرحله اول ۱۲ پرسشنامه تکمیل و بازگردانده شده و در نهایت با پیگیری از طریق نامه پیرو و پست الکترونیک، تعداد به ۱۹ پرسشنامه (۲۹/٦۸ درصد) افزایش یافت. از این تعداد ۵ نفر در رشته فیزیک، ۳ نفر در شیمی، ٦ نفر در زیست‌شناسی، و ۵ نفر نیز در زمین‌شناسی فعالیت داشتند. از نظر مرتبه علمی نیز ۸ نفر استاد، ۲ نفر دانشیار و ۹ نفر استادیار بودند و میانگین سال‌های پژوهش و تدریس آنها ۱۹/۵ سال بود.

در پژوهش‌های انجام شده مشابه در خارج از کشور، نمونه آماری تقریبا مشابهی دیده می‌شود. از این جمله نمونه آماری شوارتز [۱۹]، ٢٤ نفر شامل علوم زیستی(۱۰ نفر)، علوم زمین(۵ نفر)، شیمی(٤ نفر) و فیزیک(۵ نفر)؛ نمونه آماری وانگ و هادسن [۲۲]، ۱۳نفر شامل فیزیک(٤ نفر)، شیمی(۱ نفر)، زیست(۷ نفر) و علوم زمین و فضا(۱ نفر)؛ نمونه آماری کاراکاس [۲۱]، ۱۷ نفر شامل علوم زیستی(٤ نفر)، علوم زمین(۳ نفر)، شیمی(٤ نفر) و فیزیک(٦ نفر) از میان دانشمندان، پژوهشگران و یا اعضای هیات علمی دانشگاه‌ها می‌باشند. همچنین نمونه آماری پژوهش السعیدی(Al-saidi) [٢٦]، ١٤ دانشجوی

زیست‌شناسی دوره کارشناسی و نمونه آماری مومبا [۲۷]، ۱۵ دانشجوی کارشناسی و بالاتر از کارشناسی شامل زیست‌شناسی (٦ نفر)، شیمی(٤ نفر)، فیزیک(۱ نفر) و ریاضی(٤ نفر) بودند.

شیوه‌ی تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل پاسخ سوال‌های باز، از طریق مقوله‌بندی یا دسته‌بندی صورت می‌گیرد [۲۳]. در این روش پژوهشگر با بررسی چندین باره پاسخ‌ها، مقوله‌های مشترک را در داده‌ها مشخص کرده و دسته‌بندی می‌کند. این کار یا بر اساس مقوله‌های از پیش موجود انجام می‌شود و یا اینکه پژوهشگر به دنبال زمینه‌ها و موضوعات برآمدنی در حین تحلیل و تفسیر داده‌هاست. در پژوهش حاضر هر یک از مقوله‌های از پیش موجود در مورد ماهیت علم، هدایت کننده فرایند تجزیه و تحلیل داده‌ها بودند. بر این اساس، فهرست مرجع برای کددهی و مقوله‌بندی داده‌های حاصل از پرسشنامه‌ها، هفت مقوله مربوط به ماهیت‌علم بود که عبارتند از موقتی بودن علم، مبنای تجربی علم، خلاقیت در علم، نقش ذهنیت در علم ، تاثیر مسائل اجتماعی فرهنگی، تفاوت بین مشاهده و استنتاج و تفاوت بین نظریه و قانون علمی(جدول ۳).

جدول ۳. جنبه‌های ماهیت علم و شرح هر یک به عنوان مبنایی برای ارزیابی پاسخ‌های پرسشنامه دیدگاه‌های ماهیت علم

جنبه	شرح
موقتی بودن	معرفت علمی به وسیله مشاهدات و باز تفسیر مشاهدات موجود تغییر می‌کند. تمامی جنبه‌های ماهیت علم دلیلی بر موقتی بودن معرفت علمی هستند.
مبنای تجربی	معرفت علمی مبتنی بر و یا برخاسته از مشاهدات جهان طبیعی است.
ذهنیت	علم به وسیله و از نظریه‌ها و قوانین پذیرفته شده علمی موجود متاثر می‌گردد. پرسش‌ها، پژوهش‌ها و تفسیرهای ما از داده‌ها، از فیلتر نظریه جاری عبور می‌کنند. هنگامی که شواهد قبلی از منظر معرفت جدید مورد آزمون قرار می‌گیرند، علم تغییر می‌کند. همچنین ذهنیت شخصی افراد نیز در این مساله اجتناب ناپذیر است. ارزش‌ها، دستورکارها و تجارب قبلی فرد، چیستی و چگونگی کار دانشمندان را هدایت می‌کنند.
خلاقیت(آفرینندگی)	معرفت علمی از پندارها و استدلال منطقی بشر ایجاد می‌گردد. این آفرینش مبتنی بر مشاهدات و استنتاج از جهان طبیعی است.
تاثیرات اجتماعی/ فرهنگی	علم تلاشی است انسانی و به همین نسبت از جامعه و فرهنگی که در آن قرار دارد تاثیر می‌پذیرد. دانشمندان، محصول آن فرهنگ به حساب می‌آیند. ارزش‌ها و انتظارات فرهنگ، چیستی و چگونگی اجرا، تفسیر و پذیرفته‌شدن علم را تعیین می‌کنند. علم از عناصر مختلف و حوزه‌های عقلانی فرهنگی که در آن قرار دارد، دنباله‌روی کرده و تاثیر می‌پذیرد. این عناصر عبارتند از بافت اجتماعی، ساختارهای قدرت، امور سیاسی، عوامل اجتماعی- اقتصادی، فلسفه، دین و غیر از این‌ها.
مشاهدات و استنتاج‌ها	علم هم بر مشاهده و هم بر استنتاج مبتنی است. مشاهدات از طریق حواس بشر و یا گسترش این حواس به دست می‌آیند. استنتاج‌ها از این مشاهدات تفسیر می‌شوند. دیدگاه‌های جاری علم و دانشمند، مشاهده و استنباط را هدایت می‌کنند. دیدگاه‌های چندگانه منجر به تعابیر قابل قبول چندگانه از مشاهدات می‌گردند.
نظریه‌ها و قوانین	نظریه‌ها و قوانین انواع متفاوتی از معرفت علمی هستند. قوانین، روابط مشاهده شده و یا ادراک شده پدیده‌ها را در طبیعت را شرح می‌دهند. نظریه‌ها به عنوان توصیفاتی برای پدیده‌های طبیعی و مکانیزم‌هایی برای روابط میان این پدیده‌ها، توصیف می‌شوند. فرضیه‌ها ممکن است با انباشت شواهد حمایتی محکم و پذیرش در جامعه علمی، هم به نظریه و هم به قانون منجر گردند. نظریه‌ها و قوانین در اثر پیشرفت و به طور سلسله مراتبی به دیگری تبدیل نمی‌شوند، زیرا آنها آشکارا و عملا انواع متفاوتی از معرفت هستند.

یافته‌های پژوهش

در قسمت یافته‌های پژوهش، پس از بررسی نتایج مربوط به تجزیه و تحلیل هریک از جنبه‌های ماهیت علم از دیدگاه مشارکت‌کنندگان، نمونه‌هایی از پاسخ‌های داده شده در ارتباط با هر یک از مقوله‌ها ارائه می‌گردد.

جدول ٤، نتایج دیدگاه اعضای انجمن‌های علمی را در مورد موقتی بودن معرفت علمی نشان می‌دهد. ۱۵ نفر موقتی بودن معرفت علمی را تایید می‌کنند (۷۸/۹۳ درصد). از این میان ۷ نفر (۳٦/۸٤ درصد) عدم قطعیت را کاملا تایید کرده، ٦ نفر (۳۱/۵۷)، سطوح مختلفی از قطعیت را پذیرفته و ۲ نفر (۱۰/٤۲ درصد) نیز معرفت علمی را نزدیک به قطعیت در نظر می‌گیرند. یکی از مشارکت‌کنندگان در ارتباط با این عدم قطعیت می‌گوید:

> همیشه همه نظریات علمی قابل تغییرند. نظریات در واقع تصورات دانشمندان هستند که بامشاهدات و آزمایش‌ها، درستی و نادرستی آن‌ها در آن زمان (زمان ارائه) به اثبات می‌رسد. نظریه‌های درست فقط توجیه‌گر مشاهدات آن زمان خود هستند و ممکن است در آینده نتوانند مشاهدات را توجیه کنند و بنابراین کنار گذاشته می‌شوند. در واقع نظریه‌ها همیشه به‌طور ثابت درست نیستند و در آینده ممکن است تغییر کنند (زمین‌شناس- سنگ‌شناسی).

یکی از مشارکت‌کنندگان نیز قطعی بودن برخی از دانسته‌های علمی را این‌گونه بیان می‌کند:

> موضوعات بسیاری در تاریخ علم وجود دارند که دانشمندان کاملا به قطعیت آن‌ها معتقد بوده‌اند. مسلما چیز بیشتری برای کشف کردن در آن زمان نبوده و بنابراین به عنوان یک قانون علمی پذیرفته می‌شدند. بنابراین من فکر می‌کنم سطوحی از قطعیت وجود دارند. در واقع اصولی قطعی وجود دارند که سطح بالایی از قطعیت را در خود دارند (فیزیک‌دان).

٤ نفر (۲۱/۰۵ درصد) نیز معتقدند که در پژوهش‌های علمی، معرفت قطعی حاصل می‌گردد:

> نظریه تغییر نمی‌کند ولی در حال تکامل است. مثلا در مورد حرکت قوانین نیوتن، مربوط به قرن شانزده است اما حرکت و قوانین حاکم بر آن تکامل یافته و مکانیک کوانتومی بوجودآمده است (فیزیک‌دان- نورشناسی). به نظر من تمام دانشمندان ساختار اتم را با توصیف شما مسلم و قطعی می‌دانند. آزمایشات زیادی در فیزیک و شیمی وجود دارد که ساختار اتم را مشخص می‌کند (شیمی‌دان- الکتروشیمی).

جدول ٤. نتایج دیدگاه اعضای انجمن‌های علمی در مورد موقتی بودن معرفت علمی

مقوله		مقوله فرعی	تعداد	درصد فراوان
موقتی بودن	بله	به‌طور قطع تغییر می‌کند	۷	۳٦/۸٤
		سطوح مختلفی از قطعیت وجود دارد	٦	۳۱/۵۷
		نزدیک به قطعیت است	۲	۱۰/۵۲
	خیر	معرفت قطعی حاصل می‌گردد	٤	۲۱/۰۵

جدول ۵، نتایج دیدگاه اعضای انجمن‌های علمی را در مورد تجربی بودن مبنای معرفت علمی نشان می‌دهد. ۱۳ نفر (٦۸/٤۲ درصد) بر تجربی بودن مبنای معرفت علمی تاکید دارند، ۲ نفر (۱۰/۵۲ درصد)، معتقد به مبنای نظری و در عین حال تجربی معرفت علمی‌اند، و ٤ نفر (۲۱/۰۵ درصد) نیز مبنای نظری را قوی‌تر از مبنای تجربی آن می‌دانند. یکی از مشارکت‌کنندگان در پژوهش در مورد تجربی بودن ماهیت علم می‌گوید:

> آزمایش راهی مطمئن برای توسعه دانش است. به نظر من سایر روش‌ها از درجه اطمینان آزمایش برخوردار نیستند. تمام تحقیقاتی که در شیمی انجام می‌شود مبتنی بر آزمایش است. با آزمایش‌های حساس‌تر و

دقیق‌تر می‌توان مرز دانش و نایافته‌ها را توسعه داد. در قرن هفدهم لاووازیه برخی عناصر شیمیایی را در مواد معدنی و سنگی تشخیص داد اما در صورتی‌که در زمان‌های جدیدتر و با امکانات حساس‌تر، نزدیک به تمام عناصر طبیعی اندازه‌گیری شدند (شیمی‌دان).

یکی از مشارکت‌کنندگان در مقایسه علم تجربی با سایر معارف بشری از جمله فلسفه، اخلاق، دین و غیره می‌گوید:

دین، اخلاق و فلسفه، بر مبنای عقیده شکل می‌گیرند، در حالی که معرفت علمی به معنای تجربی آن کمتر بر عقیده و نظر متکی است. این علم بیشتر تجربی است و کمتر دارای جهت‌گیری‌های نظری و عقیده‌ای است. تمامی علم بر پرسش‌گری و آزمون تفکرات شخصی پژوهش‌گر شکل می‌گیرد در حالی به عنوان مثال در فلسفه و دین به طور کلی ساختارها ذهنی است (فیزیک‌دان).

نظر برخی دیگر از مشارکت‌کنندگان (۲ نفر، ۱۰/۵۲ درصد) بر این بود که معرفت علمی هم می‌تواند مبنای نظری داشته باشد و هم مبنای تجربی. در واقع از طریق پیش‌بینی‌هایی که فرد در حین کاوش علمی انجام می‌دهد و همچنین نظریه‌های از پیش موجود علمی که در پژوهش علمی خود به کار می‌گیرد:

همان‌گونه که سلیقه‌ها و روش‌های متعدد هستند، در علم نیز این سلیقه‌ها و روش‌های متفاوت وجود دارند. به خصوص در فیزیک نظری مدرن این ایده‌ها و نظریه‌ها متعدد و گوناگون هستند. این نظریه‌ها هستند که می‌توانند در میدان آزمایش و عمل مورد بررسی قرار گیرند (فیزیک‌دان).

یکی از مشارکت‌کنندگان (۵/۲۶ درصد)، جنبه نظری علم را در مواردی قوی‌تر از جنبه تجربی آن می‌داند. این مشارکت کننده که یک فیزیک‌دان است می‌گوید:

یکی از ویژگی‌هایی که علم فیزیک را متمایز می‌سازد، تاکید زیاد آن بر قطعیت ریاضی است. در ریاضیات محرک خارجی وجود ندارد و آن‌چه‌که هست خود ریاضی است. بنابراین در این‌گونه پژوهش‌ها می‌توان جایگاه نظریه را بالاتر از مشاهده و آزمایش درنظر گرفت.

جدول ۵. دیدگاه اعضای انجمن‌های علمی در مورد تجربی بودن مبنای معرفت علمی

مقوله		مقوله فرعی	تعداد	درصد فراوان
تجربی بودن	بله	مبنای تجربی دارد	۱۶	۸۴/۲۱
		مبنای نظری و در عین حال تجربی از طریق تایید پیش‌بینی‌ها	۲	۱۰/۵۲
	متغیر	مبنای نظری قوی‌تر از تجربی	۱	۵/۲۶

جدول ٦، نتایج دیدگاه اعضای انجمن‌های علمی را در مورد نقش و نوع ذهنیت افراد در ایجاد معرفت علمی، نشان می‌دهد. تمامی مشارکت‌کنندگان تاثیرگذاری ذهنیت را در شکل‌گیری و گسترش علم تایید کردند. در این بین، ۱۳ نفر (٦٨/٤٢ درصد)، نظریه‌ها و قوانین موجود را موثر دانسته و ٦ نفر (۳۱/۵۷ درصد) نوع ذهنیت شخصی افراد را تاثیرگذار می‌دانند:

به نظر من هیچ‌گونه مشاهده علمی خالصی بدون در نظرگرفتن چارچوب‌های نظری موجود وجود ندارد. در واقع دانش نظری و نظریه‌های جاری و پذیرفته شده، هدایت کننده مشاهدات و روش کار دانشمند هستند (زیست‌شناس- میکروبیولوژی).

یکی دیگر از مشارکت‌کنندگان در مورد نقش مهم ذهنیت فردی در شکل‌گیری معرفت علمی می‌گوید:

ما همگی انسان هستیم و فکر نمی‌کنم که بتوان به طور کامل ذهنیت یا ارزش‌های اجتماعی و فرهنگی را از علم زدود. این مساله بسیار مشکل است که به مسائل به شکل کمی نگاه کرد اما ذهنیت را در آن دخیل ندانست. در واقع سوگیری‌های شخصی هر فرد می‌توانند در این مساله تاثیرگذار باشند (شیمی دان).

در مورد ذهنیت شخصی، یکی دیگر از مشارکت‌کنندگان می‌نویسد:

اساسا نوع آموزش و تجربه فرد در اهمیت دادن به هر یک از شواهدی که طی روش علمی برایش نمایان می‌شود، موثر است. نظریه‌ها مانند نور افکنی راه محقق را روشن می‌کنند، اما جهت‌گیری فردی محقق در به کارگرفتن آن‌ها نیز در کارش موثر است (فیزیک‌دان).

جدول۶. نتایج دیدگاه اعضای انجمن‌های علمی در مورد نقش و نوع ذهنیت افراد در ایجاد معرفت علمی

مقوله		مقوله فرعی	تعداد	درصد فراوان
ذهنیت	بله	ذهنیت شخصی نقش دارد	٦	۳۱/۵۷
		نظریه‌های موجود تأثیر گذارند	۱۳	٦۸/٤۲
	خیر	—	—	—

جدول ۷، نتایج دیدگاه اعضای انجمن‌های علمی را در مورد خلاقیت، پندار و خیال در انجام پژوهش‌های علمی نشان می‌دهد. تقریبا اکثریت پاسخ‌دهندگان (۹٤/۷۲ درصد) به وجود خلاقیت و تخیل انسان در علم و مراحلی از پژوهش علمی معتقد بودند:

اصولا خلاقیت در کلیه امور پژوهش مورد استفاده است و فرد خلاق با به کارگیری پندار و خیال خود، همواره به نتایج کامل‌تری دست می‌یازد. اما دانشمندان در درجه اول خلاقیت و دانش و هوش و استعداد خود را در ارائه فرضیه‌های علمی به‌کار می‌گیرند. و همچنین در برنامه‌ریزی و طراحی و جمع‌آوری داده‌ها و کلیه مراحل، هوش و خلاقیت موثر می‌باشد (فیزیکدان).

برخی از مشارکت‌کنندگان (٤ نفر، ۱۵/۷۸ درصد)، خلاقیت را در یافتن الگوها و ارتباطات بین یافته‌های علمی بسیار موثر می‌دانند. از دیدگاه آنان در تفسیر و تعبیر یافته‌های حاصل از پژوهش علمی، این خلاقیت می‌تواند بسیار کمک کننده و راهگشا باشد. یکی از مشارکت‌کنندگان در این خصوص چنین می‌نویسد:

خلاقیت چیزی است که نبوغ را از برخی فعالیت‌هایی که نتایج مفیدی را به دنبال ندارند متمایز می‌سازد. همیشه مجموعه‌ای از داده‌ها به دست می‌آید. به هنگام تفسیر و نتیجه‌گیری از این یافته‌هاست که میزان بالای خلاقیت فرد به او کمک می‌کند که چگونه این داده‌ها را تفسیر کرده و یا این‌که چگونه آزمایش خود را در مرحله اول پژوهش طراحی نماید (زیست‌شناس).

دو نفر از مشارکت‌کنندگان نقش زیادی برای خلاقیت در پژوهش‌ها و شکل‌گیری معرفت علمی قائل نبودند. یکی از آنان این خلاقیت را بیشتر در یافتن نمونه‌ها و مثال‌هایی جهت تبیین بهتر پژوهش موثر می‌داند. فرد دیگر نیز جایگاه خلاقیت را در تعبیر و تفسیر نتایج ضعیف می‌داند:

خلاقیت بیشتر می‌تواند در مراحل اولیه یک کاوش علمی و در زمینه طراحی آزمایش تاثیرگذار باشد. در سایر بخش‌ها نمی‌توان ایده‌ها و خلاقیت‌های فردی را وارد کرد. شما نمی‌توانید یک محقق علمی باشید، اگر اجازه دهید عقایدتان در تفسیر و ارزیابی داده‌های علمی تاثیر بگذارد (شیمی‌دان).

جدول ۷. نتایج دیدگاه اعضای انجمن‌های علمی در مورد خلاقیت، پندار و خیال در انجام پژوهش‌های علمی

مقوله		مقوله فرعی	تعداد	درصد فراوان
خلاقیت	بله	وجود دارد	۱٤	۷۳/٦۸
		در یافتن الگوها و ارتباطات	۳	۱۵/۷۸
		تنها در یافتن مثال‌ها	۱	۵/۲٦
	خیر	وجود ندارد	۱	۵/۲٦

جدول ۸، نتایج دیدگاه اعضای انجمن‌های علمی را در مورد تاثیرپذیری علم از موضوعات فرهنگی و اجتماعی نشان می‌دهد. تقریبا نیمی از پاسخ‌دهندگان (۴۷/۳۵ درصد)، اثر مسائل فرهنگی، اجتماعی و بومی را بر علم تایید کردند. برخی این تاثیر را قطعی دانسته (۲ نفر)، عده‌ای اثرات آن را جانبی دانسته (۳ نفر) و برخی دیگر (٤ نفر) نیز معتقدند که مسائل فرهنگی و اجتماعی بیشتر بر توسعه و کاربرد علم در آن فرهنگ و جامعه تاثیرگذار است:

البته و صد البته که علم در هر جامعه‌ای متاثر از ارزش‌های فرهنگی و اجتماعی است. مثلا در هر کدام از تمدن‌های قدیم، مثل چین، هند، ایران، روم و. . . علوم خاصی و در هر زمانی حتی علوم ویژه برتری داشته‌اند (فیزیکدان). به نظر می‌رسد که علم صرفا از ارزش‌های اجتماعی و فرهنگی ایجاد نشود بلکه فراتر از مرزهای ملی و جغرافیایی است، اما ارزش‌های اجتماعی و فرهنگی و قومی که یک جامعه دارند نیز بر آن اثرات جانبی دارد. . . . میزان توسعه هر علم در هر کشور معرف میزان و نوع ارزش‌های فرهنگی و اجتماعی در میان ملت‌ها و دولت‌های حاکم است (زمین‌شناس).

سه نفر از مشارکت‌کنندگان (۱۵/۷۸ درصد) تاثیر مسائل اجتماعی و فرهنگی را بر معرفت علمی تایید می‌کنند، ولی اثر آن‌را جانبی دانسته و تاثیر آن‌را بر برخی جنبه‌ها، از جمله فرایندهای اجرای کاوش علمی در نظر می‌گیرند:

علم در یک زمینه فرهنگی کار می‌کند. دانشمند یک انسان است و انسان‌ها بخشی از فرهنگ خود هستند. ما نمی‌توانیم به عنوان فرد، خود را خارج فرهنگ قرار دهیم و تنها مشاهده‌گر باشیم. فرهنگ‌های مختلف ویژگی‌های خاص خود را دارا می‌باشند و این می‌تواند بر جنبه‌هایی از پژوهش‌های علمی آن فرهنگ اثر بگذارد. فرهنگ‌های مختلف از یکدیگر متفاوتند و در نتیجه علم اروپایی از آمریکایی و چینی می‌تواند متمایز باشد. این مساله به خصوص در برخی علوم مثل محیط زیست و یا اکولوژی به خوبی دیده می‌شود (زیست‌شناس).

مشارکت‌کننده دیگری در تایید تاثیر مولفه‌های اجتماعی و فرهنگی بر توسعه و کاربرد علم می‌نویسد:

اگرچه ممکن است یافته‌های علمی در بسیاری از کشورهای جهان یکسان باشد و فرهنگ و جامعه تاثیر اصلی را بر نوع پژوهش‌های علمی نگذارد ولی مسلما تاثیر فرهنگ حاکم بر جامعه، نوع و جهت‌گیری استفاده از دانش به دست آمده را تعیین می‌نماید. در یک زمان این علم می‌تواند در خدمت بشریت قرارگیرد و جان انسان‌ها را نجات دهد وگاهی نیز می‌تواند مخرب بوده و علیه پیشرفت و تعالی انسانی قرارگیرد. بنابراین در بخش توسعه علم و نوع کاربرد آن مستقیما متاثر از ارزش‌های فرهنگی و اجتماعی است (شیمی‌دان).

بیش از نیمی از پاسخ‌دهندگان (۵۲/٦۵ درصد)، علم را کاملا جهانی دانسته و یا اثرات فرهنگی و اجتماعی آن‌را ناچیز می‌دانند:

علم به مفهوم شناخت روابط سیستم‌ها، نمی‌تواند به مشاهده‌گر (که حامل ارزش‌های فرهنگی و اجتماعی است) وابسته باشد. در غیر این صورت قوانین جامع الاطرافی وجود نخواهد داشت (شیمی‌دان). علم جهانی است، اما در زمینه تفسیر، بهره‌برداری وکاربرد آن در زمینه فناوری، ارزش‌های اجتماعی و فرهنگی تاثیرگذار هستند (فیزیکدان).

یکی دیگر از مشارکت‌کنندگان در تایید جهانی بودن علم و نقش ناچیز مولفه‌های فرهنگی و اجتماعی در شکل‌گیری آن می‌نویسد:

جامعه و فرهنگ بر آن‌چه علم انجام می‌دهد تاثیر چندانی ندارد. اگرچه به‌عنوان مثال دانشمندان قرن نوزدهم مثلا به ارواح و قدرت‌های روحانی معتقد بودند و حتی در زمان حاضر نیز افراد به شدت از دریافت‌ها و ایده‌های فرهنگ خود تاثیر می‌گیرند، اما به عقیده من علم نهایتا چارچوب‌های جهانی خود را داراست و تعابیری عمیق و گسترده از جهان طبیعی پیرامون ما در اختیار می‌گذارد که به هیچ وجه جنبه محلی و بومی ندارند و کاملا جهانی هستند. آن‌چه

غالب و برتر است واقعیت‌ها و حقایق علمی است و نه عقاید ما (فیزیک‌دان).

جدول ۸. نتایج دیدگاه اعضای انجمن‌های علمی در مورد تاثیرپذیری علم از موضوعات فرهنگی و اجتماعی

مقوله		مقوله فرعی	تعداد	درصد فراوان
فرهنگ اجتماعی	بله	کاملاً تأثیر دارد	۲	۱۰/۵۲
		اثرات جانبی دارد	۳	۱۵/۷۸
		بر توسعه و کاربرد علم تأثیر دارد	٤	۲۱/۰۵
	خیر	تأثیر ندارد (علم جهانی است)	٦	۱۳/۵۷
	متغیر	جهانی است ولی از ارزش‌های اجتماعی، فرهنگی و بومی تأثیر می‌پذیرد	٤	۲۱/۰۵

جدول ۹، نتایج دیدگاه اعضای انجمن‌های علمی را در مورد نقش مشاهده و استنتاج در تولید معرفت علمی نشان می‌دهد. تمامی مشارکت‌کنندگان تایید کردند که معرفت علمی مبتنی بر مشاهده است، با این حال تقریبا نیمی دیگر (۵۷/۸۹ درصد)، نقش استنتاج و تفسیر داده‌ها را با اهمیت تلقی کردند:

> مسلما توسعه علم از طریق آزمایش‌های گوناگون و با مشاهده مستقیم از طریق حواس و یا ابزارهای مختلف اندازه‌گیری صورت می‌گیرد. با این حال بنده معتقدم که حقایق علمی فراتر از داده‌هایی هستند که از طریق تجربه و در آزمایشگاه به دست می‌آیند. در واقع تفسیر و نتیجه‌ای که فرد از این داده‌ها به دست می‌آورد، در ایجاد دانش جدید نقشی مهم دارند (زیست‌شناس).

یکی از مشارکت‌کنندگان که یک شیمی‌دان است ضمن تایید نقش اساسی مشاهده در کاوش علمی، به اهمیت جایگاه مدل‌ها که برخاسته از استنتاج‌های علمی متعدد در یک موضوع علمی هستند، اشاره دارد:

> تاکنون کسی اتم‌ها، مولکول‌ها و یا اجزای سازنده اتم مثل الکترون و پروتون را ندیده است. اگرچه نشانه‌های آن‌ها قابل مشاهده هستند. با این‌حال شیمی‌دان‌ها تصویر کاملی از رفتار یک اتم دارند و مدل‌های اتمی در این زمینه کمک کننده بوده‌اند. این مدل‌ها ناشی از استنتاج‌های علمی در طول سالیان متمادی هستند.

مشارکت‌کننده دیگری نیز از حوزه علمی سنگ‌شناسی نظری مشابه دارد:

> به اعتقاده بنده به کمک مدل‌ها می‌توان بسیاری از رفتارها در پدیده‌های علمی را پیش‌بینی کرد. در این‌جا شاید نتوان به مشاهده مستقیم تمامی جزئیات پدیده مورد نظر پرداخت اما مدل می‌تواند این امکان را فراهم آورد تا پیش‌بینی‌های بیشتری کرد و شواهد بیشتری را به دست آورد.

جدول ۹. نتایج دیدگاه اعضای انجمن‌های علمی در مورد نقش مشاهده و استنتاج در تولید معرفت علمی

مقوله		مقوله فرعی	تعداد	درصد فراوان
مشاهده‌ها و استنتاج‌ها	بله	مبتنی بر مشاهده‌ها است	۱۹	۱۰۰
		مبتنی بر استنتاج نیز می‌باشد.	۱۱	۵۷/۸۹
	خیر	—	—	—

جدول۱۰، نتایج دیدگاه اعضای انجمن‌های علمی را در مورد جایگاه و ارتباط نظریه و قانون در علم نشان می‌دهد. ۱۳ نفر از مشارکت‌کنندگان (۶۸/۴۲ درصد)، قائل به رابطه‌ای سلسله مراتبی بین این دو بوده و معتقدند که نظریه‌های علمی با افزایش شواهد علمی و اثبات هر چه بیشتر آن‌ها به قانون علمی تبدیل می‌شوند:

نظریه یک مقوله ذهنی است که باید مورد سنجش قرار گیرد (مانند جاذبه نیوتن در زمان مطرح شدن). وقتی کلیت یک نظریه با سنجش‌های گوناگون تایید شد، به‌عنوان قانون مطرح می‌شود، مانند قانون اول ترمودینامیک (شیمی‌دان). قانون علمی اثبات شده و تغییر ناپذیر است ولی نظریه علمی هنوز در مرحله آزمایش است. مثلا ثابت شده باکتری‌ها، موجودات زنده و خود تکثیر شونده هستند. ولی پریون‌ها (پروتئین‌های عفونی‌زا) هنوز ماهیت دقیق شناخته‌شده‌ای ندارند و دانشمندان بر حسب شواهدی معتقدند که پروتئین هستند (زیست‌شناس).

مشارکت‌کننده دیگری نیز در عقیده‌ای مشابه، درجه قطعیت نظریه و قانون علمی را معیار تفاوت آن دو می‌داند. او در این‌باره نوشته است:

> نظریه زمانی است که ما در مورد برخی چیزها کاملا مطمئن هستیم ولی در مورد برخی بخش‌های دیگر آن اطمینان کامل نداریم. اما در مورد قانون علمی هیچ‌گونه شکی وجود ندارد (فیزیک‌دان).

یکی از مشارکت‌کنندگان در نوشته خود رابطه سلسله مراتبی بین نظریه و قانون علمی را تایید کرده و برای هر یک از آن‌ها درجه‌ای از قطعیت درنظر می‌گیرد. او در توضیح نظر خود در این خصوص از فرضیه شروع می‌کند:

> در ارتباط با نظریه و قانون علمی باید گفت که درجه‌ای از قطعیت در این میان وجود دارد. اولین مرحله شکل‌گیری یک فرضیه است. فرضیه از طریق آزمایش پدیده مورد مشاهده آزمون می‌گردد. زمانی که آزمایش‌ها و مطالعات مختلف فرضیه را تایید کرد، نهایتا به حالتی از یک نظریه علمی می‌رسیم. تاییدات بیشتر یک نظریه علمی در نهایت آن‌را به یک قانون علمی ارتقاء می‌دهد. هرچه از فرضیه به قانون نزدیک‌تر می‌شویم درجه قطعیت بیشتر شده و اطمینان ما به قانون علمی افزایش می‌یابد (شیمی‌دان- الکتروشیمی).

۴ نفر از پاسخ‌دهندگان، این دو را اشکال متفاوتی از معرفت دانسته و لزوما رابطه سلسله مراتبی بین آن‌ها را تایید نمی‌کنند. ضمن این‌که ۲ نفر نیز رابطه آن‌ها را با توجه به نوع رشته علمی متفاوت می‌دانند:

> یک قانون پدیده‌ای است که به خوبی اثبات شده و معمولا در یک عبارت کوتاه بیان می‌گردد. مانند قانون بقای ماده یا انرژی. ولی نظریه‌ها گزاره‌هایی کلی‌تر و پیچیده‌تری در مورد یک پدیده طبیعی هستند، مانند نظریه تکامل گونه‌ها از طریق انتخاب طبیعی (زیست‌شناس).

مشارکت‌کننده دیگری رابطه سلسله مراتبی را تایید نمی‌کند و معتقد است:

> قوانین زیادی در جهان وجود دارند که گاهی از آن‌ها به عنوان قوانین طبیعت یاد می‌کنیم. این نظریه است که شرح می‌دهد که آن قانون طبیعی چیست و چگونه کار می‌کند (فیزیک‌دان).

یکی از مشارکت‌کنندگان در مورد ارتباط قانون و نظریه علمی در رشته‌های متفاوت علمی می‌نویسد:

> من فکر می‌کنم قوانین علمی زیادی در فیزیک و شیمی وجود دارد که شاید من به عنوان یک زیست‌شناس اطلاع زیادی از آن‌ها ندارم و نمی‌توانم آن‌ها را در زیست‌شناسی مورد استفاده قرار دهم. ولی در مورد زیست‌شناسی زمانی که شما با موضوع‌های مربوط به حیات و موجودات زنده روبرو می‌شوید، مثلا عملکردهای عصب‌شناختی و یا مجموعه‌های ژنی پیچیده، دنیایی پر از شگفتی می‌بینید. در این بین قانون و یا نظریه‌ای وجود ندارد (زیست‌شناس).

جدول ۱۰. نتایج دیدگاه اعضای انجمن‌های علمی در مورد جایگاه و ارتباط نظریه و قانون در علم

مقوله	مقوله فرعی	تعداد	درصد فراوان
نظریه‌ها و قوانین	رابطه سلسله مراتبی (نظریه به قانون تبدیل می‌شود)	۱۳	۶۸/۴۲
	با هم متفاوتند و لزوماً رابطه سلسله مراتبی ندارند	۴	۲۱/۰۵
	بستگی به رشته علمی دارد	۲	۱۰/۵۲

بحث و نتیجه‌گیری

مساله اساسی مورد پژوهش در این مقاله، چگونگی درک و توصیف اعضای انجمن‌های علمی کشور از ویژگی‌های ماهیت علم بود- آن‌گونه که بر اساس تجربیات و دانش علمی‌شان برای آنان جلوه‌گر می‌شود. اهمیت مطالعه این موضوع از آن جهت است که نتایج آن می‌تواند درک درستی از برداشت‌های متفاوت و گاه نادرست از ماهیت علم و چگونگی کارکرد آن ارائه دهد. نتایج کسب شده از پژوهش نشان دادند که نوع نگاه و دریافت آزمودنی‌ها از این مولفه‌ها گوناگون و در مواردی متفاوت از اندیشه‌های پذیرفته شده و جاری در مورد ماهیت علم است.

در مورد عدم قطعیت در علم و موقتی بودن معرفت علمی، اکثریت آزمودنی‌ها بر موقتی بودن علم تاکید داشتند که این مساله در جهت اندیشه‌های فعلی از ماهیت علم است. از این تعداد تنها ۲۱ درصد اعتقاد داشتند که در علم معرفت قطعی حاصل می‌گردد:"موضوعات بسیاری در تاریخ علم وجود دارند که دانشمندان کاملا به قطعیت آن‌ها معتقد بوده‌اند"؛ "نظریه تغییر نمی‌کند ولی در حال تکامل است.... به نظر من تمام دانشمندان ساختار اتم را با توصیف شما مسلم و قطعی می‌دانند." این نتایج با یافته‌های شوارتز [۱۹]، وانگ و هادسن [۲۲]، کاراکاس [۲۱] و پومروی[۱۷] همسوست. در مورد تجربی بودن مبنای علم نیز نتایج حاصل در راستای اندیشه‌های موجود است به این معنی که اکثریت تایید کردند که علم مبتنی بر تجربه بوده و معرفت علمی برخاسته از مشاهدات جهان طبیعی است. آزمایش راهی مطمئن برای توسعه دانش است: "به نظر من سایر روش‌ها از درجه اطمینان آزمایش برخوردار نیستند."؛ "تمامی علم بر پرسش‌گری و آزمون تفکرات شخصی پژوهش‌گر شکل می‌گیرد."؛ با این که نتایج مربوط به مولفه نقش ذهنیت در شکل‌گیری و تولید معرفت علمی، وجود آن را غیر قابل انکار نشان می‌دهد، اما آزمودنی‌ها نقش نظریه‌ها و قوانین پذیرفته شده علمی را موثرتر از تاثیر ذهنیت شخصی خود در ایجاد معرفت علمی می‌دانند: "به نظر من هیچ‌گونه مشاهده علمی خالصی بدون در نظرگرفتن چارچوب‌های نظری موجود وجود ندارد. در واقع دانش نظری و نظریه‌های جاری و پذیرفته شده، هدایت کننده مشاهدات و روش کار دانشمند هستند."؛ نظریه‌ها مانند نور افکنی راه محقق را روشن می‌کنند، اما جهت‌گیری فردی محقق در به کارگرفتن آن‌ها نیز در کارش موثر است."؛ اکثریت آزمودنی‌ها تایید کردند که خلاقیت، پندار و خیال در انجام پژوهش‌های علمی نقشی انکارناپذیر دارد: " دانشمندان در درجه اول خلاقیت و دانش و هوش و استعداد خود را در ارائه فرضیه‌های علمی به‌کار می‌گیرند."؛ با این حال تنها ۷۳ درصد معتقد بودند که خلاقیت در تمامی مراحل روش‌علمی وجود دارد". برخی خلاقیت را تنها در یافتن الگوها، ارتباطات و مثال‌ها تاثیرگذار دانستند: ". به هنگام تفسیر و نتیجه‌گیری از این یافته‌هاست که میزان بالای خلاقیت فرد به او کمک می‌کند که چگونه این داده‌ها را تفسیر کرده و یا این‌که چگونه آزمایش خود را در مرحله اول پژوهش طراحی نماید." این نتایج با یافته‌های وانگ و هادسن [۲۲]، کاراکاس [۲۱] و کیمبال[۱۶]، همسویی دارند. در مورد مولفه مربوط به تاثیرپذیری علم از موضوعات فرهنگی و اجتماعی، نظرات بیش از نیمی از آزمودنی‌های پژوهش، برخلاف این اندیشه پذیرفته شده است که ارزش‌ها و انتظارات فرهنگ و جامعه، چیستی و چگونگی اجرا، تفسیر و پذیرفته‌شدن علم را تعیین می‌کنند. کمتر از نیمی از آزمودنی‌ها نیز وجود این تاثیر را تایید کرده و یا

اثرات آن را جانبی دانسته و معتقدند این تاثیر تنها بر سیاست‌های علمی، توسعه و کاربرد علم است: " در بخش توسعه علم و نوع کاربرد آن مستقیما متاثر از ارزش‌های فرهنگی و اجتماعی است "؛ " به عقیده من علم نهایتا چارچوب‌های جهانی خود را داراست و تعابیری عمیق و گسترده از جهان طبیعی پیرامون ما در اختیار می‌گذارد که به هیچ وجه جنبه محلی و بومی ندارند و کاملا جهانی هستند." این یافته با نتایج کاراکاس [۲۱]همسویی داشته اما یافته‌های شوارتز [۱۹]، پومروی[۱۷] و وانگ و هادسن [۲۲]، متفاوت از نتایج حاصل از پژوهش حاضر است. با این‌که تمامی آزمودنی‌ها تایید می‌کنند که تولید معرفت علمی مبتنی بر مشاهده است، با این‌حال تنها ۵۸ درصد از آنها معتقدند که استنتاج نیز نقشی اساسی داشته و دیدگاه‌های چندگانه می‌تواند منجر به تعابیر قابل قبول چندگانه از مشاهدات گردند: "مسلما توسعه علم از طریق آزمایش‌های گوناگون و با مشاهده مستقیم از طریق حواس و یا ابزارهای مختلف اندازه‌گیری صورت می‌گیرد. با این حال بنده معتقدم که حقایق علمی فراتر از داده‌هایی هستند که از طریق تجربه و در آزمایشگاه به دست می‌آیند. در واقع تفسیر و نتیجه‌ای که فرد از این داده‌ها به دست می‌آورد، در ایجاد دانش جدید نقشی مهم دارند" (همسویی با نتایج وانگ و هادسن [۲۲]، کاراکاس [۲۱] و شوارتز [۱۹]) . در مورد مولفه هفتم، یعنی تفاوت نظریه و قانون علمی، یافته‌های پژوهش نشان می‌دهند که نزدیک به ۷۰ درصد از آزمودنی‌ها نگاه متفاوتی به رابطه نظریه و قانون علمی دارند. این تعداد قائل به رابطه‌ای سلسله مراتبی بین نظریه و قانون علمی بوده و معتقدند که نظریه‌های علمی با افزایش شواهد علمی و اثبات هر چه بیشتر آنها، به قانون علمی تبدیل می‌شوند: " قانون علمی اثبات شده و تغییر ناپذیر است ولی نظریه علمی هنوز در مرحله آزمایش است."؛ " تاییدات بیشتر یک نظریه علمی در نهایت آن‌را به یک قانون علمی ارتقاء می‌دهد. هرچه از فرضیه به قانون نزدیک‌تر می‌شویم درجه قطعیت بیشتر شده و اطمینان ما به قانون علمی افزایش می‌یابد." (همسویی با نتایج پومروی[۱۷]، وانگ و هادسن [۲۲]، کاراکاس [۲۱] و شوارتز [۱۹]). این در حالی است که بر اساس اندیشه‌های فعلی از ماهیت علم، نظریه‌ها و قوانین در اثر پیشرفت و به طور سلسله مراتبی به دیگری تبدیل نمی‌شوند، زیرا آنها آشکارا و عملا انواع متفاوتی از معرفت هستند. قوانین علمی، گزاره‌ها یا توصیفاتی از روابط بین پدیده‌های قابل مشاهده هستند[۵ و ۱۹]. به عنوان مثال، قانون بویل(Boyle's Law) که فشار یک گاز را به حجم آن در یک دمای ثابت مرتبط می‌داند، نمونه‌ای از قانون علمی است. در مقابل، نظریه‌ها توصیفاتی استنتاج شده برای پدیده قابل مشاهده محسوب می‌گردند(به عنوان مثال، نظریه جنبش مولکولی(kinetics molecular theory)، آن‌چه که در قانون بویل مشاهده شده و تشریح می‌گردد را توضیح می‌دهد). مدل‌های علمی، نمونه‌های رایج از نظریه و استنتاج در علم هستند. علاوه بر این نظریه‌ها به اندازه قوانین علمی به عنوان یک تولید علمی از مشروعیت برخوردارند. دانشمندان معمولا نظریه‌های علمی را به امید این‌که روزی به قانون علمی تبدیل شوند فرمول‌بندی نمی‌کنند[۵].

با توجه به این یافته‌ها می‌توان چنین نتیجه گرفت که اکثریت آزمودنی‌های این پژوهش، در مورد مولفه‌های ماهیت علم، درک و توصیفاتی همسو با اندیشه‌های جاری از ماهیت علم دارند. با این حال در برخی از جنبه‌ها مانند نقش مسائل اجتماعی، فرهنگی، بومی و سیاسی بر علم و همچنین تمایز بین نظریه و قانون علمی و نقش و جایگاه هر یک در تولید و گسترش معرفت علمی، تفاوت‌هایی گاه مخالف با مولفه‌های پذیرفته شده کنونی در ماهیت علم دیده می‌شود. از آن‌جا که جامعه

علمی به عنوان آموزشگران علم، انتقال دهنده دانش علمی خود به نسل دیگری از جامعه علمی یعنی دانشجویان به عنوان فراگیران مبانی، مفاهیم و روش‌های علم، هستند، لذا لازم است که با آشنایی بیشتر با مباحث تاریخ، فلسفه و جامعه‌شناسی علم، انتقال دهنده صحیح این گونه دانش بوده و ضمن انتقال صحیح ایده‌های مربوط به علم به فراگیران، زمینه‌های فهم بهتر و صحیح مبانی، خاستگاه و روش‌های علم را برای آنها فراهم آورند. انجام پژوهش‌های بیشتر و وسیع‌تر در خصوص میزان شناخت و آگاهی اعضای جامعه علمی کشور از مقوله ماهیت علم، نتایجی را در بر خواهد داشت که همانند نتایج این پژوهش، بینش کافی درباره وضعیت جامعه علمی در این خصوص را برای سیاست‌گذارن علمی کشور فراهم خواهد آورد. مسلما این بینش و شناخت بهتر، مسئولان سیاست علمی کشور، دست‌اندرکاران آموزش عالی و نهادهای پژوهشی را بر آن خواهد داشت تا با تدوین برنامه‌های آموزشی و یا تغییر در برنامه‌های درسی دانشگاهی، به رفع نقیصه‌های موجود در این زمینه اقدام نمایند. به نظر ما نتایج پژوهش فعلی می‌تواند در این خصوص آگاهی دهنده باشد.

انجام پژوهش‌های مشابه بر روی دانشجویان رده‌های مختلف علوم، انجام بررسی‌های تطبیقی بین نظرات پژوهشگران و مدرسان دیسیپلین‌های مختلف علمی در مورد ماهیت علم، و همچنین انجام پژوهش‌های موردی در سطح کلاس درس جهت سنجش تاثیر آموزش مولفه‌های ماهیت علم به دانشجویان، به عنوان تحقیقات بعدی از این نوع، پیشنهاد می‌گردد.

Daneshvar (Raftar)/Education and Society/ Shahed University / 17th Year / 2010 / No.42

دوماهنامه علمی – پژوهشی دانشور رفتار/تربیت واجتماع / دانشگاه شاهد /سال هفدهم/ شهریور ۸۹ / / شماره ۴۲

منابع

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

2. Lederman, N. G. (1992) Students' and teachers' conceptions about NOS: A review of the research. Journal of Research in Science Teaching: Vol 29: pp. 331-359.

3. Ryan, A. G., & Aikenhead, G. S. (1992) Students' perceptions about the epistemology of science. Science Education: Vol 76: pp. 559-580.

4. Chalmers, A. F. (1982) What is this things called science? An assessment of the nature and status of science and its methods. London: The Open University Press.

5. Lederman, N. G. (2007) 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. 831-879.

6. Matthews, M. R. (1994) Science teaching: the role of history and philosophy of science. New York: Routledge.

7. Loving, C. C. (2002) Nature of science activities using the scientific theory profile: from the Hawking-Gould dichotomy to a philosophy checklist. In: W. F. McComas (ed.), The nature of science in science education rationales and strategies. New York: Kluwer Academic Publishers, pp.137-150.

۸. گیلیس، دانالد(۱۳۸۷). فلسفه علم در قرن بیستم، ترجمه حسن میانداری، تهران: سمت.

۹. پوپر، کارل(۱۳۸٤). اسطوره چارچوب در دفاع از علم و عقلانیت، ترجمه علی پایا، تهران: طرح نو.

۱۰. پوپر، کارل(۱۳۸۷). زندگی سراسر حل مساله است، ترجمه شهریار خواجیان، تهران: نشر مرکز.

۱۱. چالمرز، آلن، اف.(۱۳۸۷). چیستی علم، ترجمه سعید زیبا کلام، تهران: سمت.

۱۲. مقدم حیدری، غلامحسین(۱۳۸۵). قیاس‌ناپذیری پارادایم‌های علمی، تهران: نشر نی.

۱۳. حقی، علی(۱۳۸٤). روش‌شناسی علوم تجربی، پژوهشی تطبیقی، تاریخی، انتقادی، تهران: انتشارات سعاد.

۱٤. لازی، جان(۱۳۸۵). درآمدی تاریخی به فلسفه علم، ترجمه علی پایا، تهران: سمت.

۱۵. گلوور، د.، استرابریج، ش.، و توکل، م.(۱۳۸۷). جامعه‌شناسی معرفت و علم، ترجمه شاپور بهیان و همکاران، تهران: سمت.

16. Kimball, M. E. (1968) Understanding nature of science: A comparison of Scientists and science teachers. Journal of Research in Science Teaching: Vol 2: pp. 110-120

17. Pomeroy, D. (1993) Implications of teachers' Beliefs about nature of science: Comparison of the beliefs of scientists, secondary science teachers and elementary teachers. Science Education: Vol 77: pp. 261-278.

18. Glasson, G., & Bentley, M. (2000) Epistemological understanding in scientists' reporting of research to teachers. Journal of Research in Science Teaching: Vol 84: pp. 469-485

19. Schwartz, R. S. (2004) 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.

20. Schwartz, R., & Lederman, N. (2008) What scientists say: scientists' views of nature of science and relation to the science context. International Journal of Science Education: Vol 30: pp. 727-771.

21. Karakas, M. (2006) College science professors' understanding and use of nature of

science. Unpublished Doctoral Dissertation, Syracuse University.

22. Wong, S. L., & Hodson D. (2008). From the horse's mouth: what scientists say about scientific investigation and scientific knowledge. Science Education: Vol 93: pp.109-130.

۲۳. گال، م.، بورگ، و.، و گال، ج.(۱۳۸۲). روش های تحقیق کمی و کیفی در علوم تربیتی و روانشناسی، ترجمه احمد رضا نصر و همکاران، تهران: سمت و دانشگاه شهید بهشتی.

24. Creswell, J. W. (2008) Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.

25. Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002) 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 39: pp. 497-521.

26. Al-saidi, A. M. (2004) The influence explicit versus implicit instructional approaches during a technology-based curriculum on students' understanding of nature of science (NOS). Unpublished Doctoral Dissertation, University of South Carolina.

27. Mumba, F. (2005) Influence of Explicit instruction and reflection on mathematics and science teaching fellows' views of the nature of science. Unpublished Doctoral Dissertation, Illinois State University.