

تعریف نظری سواد شیمی از نگاه مدرسان شیمی دانشگاه‌ها و دبیران مدارس دوره متوسطه

■ عابد بدریان*

چکیده:

این مطالعه به منظور بررسی دیدگاه‌های مدرسان شیمی دانشگاه‌ها و دبیران مدارس دوره متوسطه نسبت به مفهوم سواد شیمی انجام گرفته است. بنابراین عنصر اساسی این پژوهش تعریف سواد شیمی است. برای این منظور نمونه‌ای شامل ۲۰۱ دبیر شیمی دوره متوسطه و ۱۶ مدرس دانشگاه (شیمی دان) از ۱۶ استان کشور به صورت تصادفی انتخاب و در مطالعه شرکت داده شدند. فرایند تعریف سواد شیمی شامل یک چارچوب کلی از تعریف‌های ارائه شده و همچنین یک محتوای ویژه برای دستیابی به سطح مطلوب سواد شیمی است که انتظار می‌رود هر دانش‌آموز بعد از فارغ‌التحصیل شدن از مدرسه به آن دست یابد.

روش تحقیق توصیفی - پیمایشی است. نظرات تعداد زیادی از مدرسان شیمی دانشگاه‌ها و دبیران مدارس از طریق مصاحبه و پرسش‌نامه گردآوری شد. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از روش‌های آمار توصیفی و آمار استنباطی (آزمون t) استفاده گردید. نتایج پژوهش نشان داد که مدرسان شیمی دانشگاه‌ها و دبیران مدارس از یک چارچوب مشابه برای تعریف سواد شیمی استفاده می‌کنند. تعریف پیشنهادی این پژوهش، سواد شیمی را در چهار بُعد محتوا، زمینه، مهارت و جنبه‌های نگرشی مورد بررسی قرار داده است. این تعریف نوآورانه و بومی با برنامه درسی شیمی دوره متوسطه و امکانات مدارس هماهنگی دارد و در نظام آموزشی ایران قابل اجرا است و از نظر مدرسان شیمی دانشگاه‌ها و دبیران مدارس دوره متوسطه اعتبار بالایی دارد.

کلید واژه‌ها:

سواد شیمی، مدرسان شیمی، تعریف بومی، برنامه درسی شیمی.

■ تاریخ دریافت مقاله: ۹۲/۱۰/۲۲

■ تاریخ شروع بررسی: ۹۲/۱۲/۲۵

■ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۳/۴/۱۸

* استادیار پژوهشکده برنامه‌ریزی درسی و نوآوری‌های آموزشی، پژوهشگاه مطالعات آموزش و پرورش، تهران ab.badrian@gmail.com
■ این پژوهش با حمایت مالی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی انجام گرفته است.

مقدمه

در هر کشور آموزش علوم تجربی یکی از ارکان سیاست‌های توسعه علمی آن کشور محسوب می‌شود و بخش مهمی از اهداف نظام‌های آموزشی را به خود اختصاص می‌دهد. امروزه بسیاری از کشورها علاوه بر پژوهش درباره حوزه‌های مختلف علوم تجربی، زمان و منابع زیادی را نیز صرف بهبود آموزش علوم در مدارس و مراکز آموزش عالی می‌کنند.

یکی از اهداف روشن آموزش علوم تجربی، ارتقای سطح «سواد علمی»^۱ در جامعه است. شخص دارای سواد علمی می‌تواند اصول علمی را در حل مسائل، تصمیم‌گیری‌ها و درک بیشتر پدیده‌های اجتماعی و محیط پیرامون خود به‌کار بندد. به عبارت دیگر، داشتن سواد علمی یعنی اینکه شخص بتواند، به‌طور منطقی راجع به موضوع توضیح دهد، راه حل مشکلات را پیدا کند، و یا به سؤال‌های موجود در زندگی روزمره پاسخ شایسته دهد. سواد علمی شامل برخی توانمندی‌های ویژه نیز می‌شود و شخص با داشتن آن از موقعیت مطلوب فرهنگی-اجتماعی برخوردار شده و می‌تواند در حل مشکلات خویش و یا جامعه، آن‌ها را به کار بندد (هالبروک^۲ و رانیکمای^۳، ۲۰۰۷).

پائول هرد^۴ (۱۹۵۸) با طرح واژه سواد علمی، آن را به عنوان فلسفه و اهداف جدید آموزش علوم تجربی معرفی کرد. بیش از پنج دهه است که واژه سواد علمی در منابع علمی جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد و به یک واژه پراهمیت بین‌المللی تبدیل شده است، به‌طوری‌که امروزه در بسیاری از کشورها از جمله ایران، فلسفه و هدف اصلی آموزش علوم تجربی، ارتقای سطح سواد علمی و کسب شایستگی در نظر گرفته شده است (برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۹۱). این سواد شامل آشنا شدن با برخی اندیشه‌های توانمند و جامع است که توان عبور و نفوذ در هر یک از حوزه‌های علوم، ریاضیات و فناوری را دارد و همچون زنجیره‌ای از دانستنی‌ها و توانایی‌هاست که به مردم امکان می‌دهد نقش خود را برحسب سلسله مراتب، نسبت به دنیای دانایی محور امروزی ایفا کنند و به آن واکنش مناسبی نشان دهند. داشتن سواد علمی به مردم کمک می‌کند تا یک زندگی رضایت‌بخش، سازنده و همراه با مسئولیت‌پذیری داشته باشند. سواد علمی در فرهنگی که به شدت تحت نفوذ علم، ریاضیات و فناوری است، نیازمند آن دسته از دانستنی‌ها و عادت‌های ذهنی است که شهروندان را از چگونگی تحولات این حوزه‌ها آگاه می‌سازد (اجین^۵، ۱۹۷۴). در دنیایی که پر از محصولات ناشی از اکتشافات علمی است، داشتن سواد علمی برای هر کسی لازم است تا با استفاده از آن، گزینه‌های انتخابی روزمره خود را که در ارتباط با علوم و فناوری‌هاست برگزیند. ضرورت به‌کارگیری هوش و ذکاوت برای زندگی در دنیای ماشینی، که زاینده علم و فناوری است، ایجاب می‌کند که همه افراد بتوانند برای بهره‌مندی بهتر از روابط اجتماعی، فرهنگی، سیاسی و اقتصادی، دارای سواد علمی باشند. اهمیت داشتن سواد علمی در محل کار نیز روزبه‌روز در حال افزایش است. تعداد مشاغل نیازمند مهارت‌های پیشرفته، در حال افزایش است و برای بهره‌مندی

از آن‌ها لازم است تا افراد بتوانند از طریق آموزش و یادگیری، تفکر خلاق و انتقادی، استدلال و جست‌وجوی منطقی علت‌ها و معلول‌ها و نیز حل مسئله به استقبال این مشاغل بروند. درک علوم و نیز شناخت فرایندهای علمی موجود در فعالیت‌های روزمره از ضروری‌ترین این نوع مهارت‌ها محسوب می‌شود (انجمن آمریکایی برای پیشرفت علم، ۱۹۹۳).

در این مطالعه، بر پایه مطالعات میدانی و سندکاوی و نیز در نظر گرفتن ارزش‌های حاکم بر جامعه ایران در حیطه‌های علمی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی، ضمن بررسی مبانی نظری سواد علمی، نظرات مدرسان شیمی دانشگاه‌ها و مدارس دوره متوسطه و همچنین کارشناسان گروه‌های آموزشی برای تعریف سواد شیمی گردآوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و با جمع‌بندی تعریف‌های ارائه‌شده از نمونه آماری، یک تعریف جامع و کامل از سواد شیمی ارائه گردید. سپس تعریف سواد شیمی توسط بخشی از نمونه آماری مورد بررسی و اعتباربخشی قرار گرفت و براساس داوری‌های به‌عمل‌آمده، جرح و تعدیل‌های لازم در تعریف پیشنهادی اعمال شد و در نهایت تعریف بومی سواد شیمی ارائه گردید.

■ مفهوم نظری سواد علمی

از زمان طرح واژه سواد علمی توسط پائول هرد، تعریف‌های مختلفی از سواد علمی به عمل آمده است. نوریس و فیلیپس^۷ (۲۰۰۳) در یک بررسی مدعی شدند که معانی مختلف سواد علمی را می‌توان در جملات زیر جست‌وجو کرد:

۱. دانش علمی مبتنی بر محتوای علمی قائم به ذات و توانایی تمییز آن از حوزه‌های غیرعلمی؛
۲. درک علم و کاربردهای آن؛
۳. توانایی تشخیص؛
۴. توانایی تفکر علمی؛
۵. توانایی استفاده از دانش علمی برای مشکل‌گشایی و حل مسئله؛
۶. درک ماهیت علم و رابطه آن با فرهنگ؛
۷. لذت بردن از علم و کنجکاوی بودن نسبت به پدیده‌های علمی؛
۸. آگاهی از فواید و مضرات علم؛
۹. توانایی تفکر انتقادی درباره علم و تجربه‌های علمی.

هر چند سواد علمی مفهومی گسترده و وسیع دارد؛ اما در بیانات عامیانه، اغلب، آن را معادل «دانش علمی» در نظر می‌گیرند. حتی در پروژه عظیم ۲۰۶۱ (انجمن آمریکایی برای پیشرفت علم، ۱۹۸۹) و همچنین آزمون‌های مربوط به سنجش سواد علمی نظیر پیزا^۸ (سازمان همکاری اقتصادی و توسعه^۹، ۲۰۰۷)، محتوای دانشی نقش پررنگ‌تری در سواد علمی دارد. در گزارش‌های مربوط به یونسکو^{۱۰}

تعریف نظری سواد هیپی از نگاه مدرسان هیپی دانشگاه‌ها و دبیران مدارس دوره متوسطه

(۱۹۹۳)، به واژه «سواد علمی مدنی»^{۱۱} نیز اشاره شده است. به گفته میلر^{۱۲} (۲۰۰۲)، این نوع سواد، سطحی از درک علم و فناوری برای هر شهروند است که نیاز دارد تا به‌عنوان یک شهروند مطلوب ایفای نقش نماید. این امر ضرورت توجه به سطح سواد علمی و ارتقای آن در سطح جامعه را دوچندان می‌کند.

سازمان همکاری اقتصادی و توسعه اروپا (۲۰۰۷) که مسئول برگزاری آزمون‌های پیزا در اروپاست، این تعریف ساده و جامع از سواد علمی را ارائه کرده است: «سواد علمی قابلیت استفاده از دانش علمی برای بررسی مسائل و نتیجه‌گیری‌های مستدل به منظور درک طبیعت و کمک به تصمیم‌گیری درباره آن و تغییراتی است که با فعالیت‌های بشری در آن ایجاد شده است». بنابراین، فرد دارای سواد علمی می‌تواند اصول علمی را در حل مسائل، تصمیم‌گیری‌ها و درک بیشتر جامعه و محیط زیست به‌کاربرد.

بعدها این تعریف مورد اصلاح و بازنگری قرار گرفت و آزمون‌های پیزا به سمت ارزیابی سواد علمی در سه بُعد مفاهیم علمی، فرایندهای علمی و موقعیت‌های علمی به شرح زیر حرکت کرد:

الف. مفاهیم علمی: در این حیطه نیاز است تا دانش‌آموزان برخی پدیده‌های دنیای طبیعی و تغییرات ناشی از تأثیر فعالیت‌های انسانی بر آن‌ها را درک کنند. محتوای اصلی مورد ارزیابی در این حیطه شامل سه زیرمجموعه کاربردی یعنی: کاربرد علم در زندگی و سلامت، کاربرد علم در زمین و محیط زیست و نهایتاً کاربرد علم در فناوری است.

ب. فرایندهای علمی: در این حیطه توانایی دانش‌آموزان برای گردآوری اطلاعات و شواهد برای بررسی و اثبات نظریه و فرضیه‌های علمی مورد نظر است. فرایندهای علمی شامل پنج مهارت پایه به شرح زیر هستند:

۱. شناسایی و طرح سؤال علمی؛
۲. شناسایی شواهد مورد نیاز برای پاسخ دادن؛
۳. جمع‌بندی یافته‌ها؛
۴. ارتباط دادن یافته‌ها برای جمع‌بندی و نتیجه‌گیری؛
۵. تشریح میزان درک مفاهیم علمی.

فرایندها و مهارت‌های ذکر شده در آزمون‌های پیزا به تنهایی به‌دست نمی‌آیند؛ بلکه در کنار درک مفاهیم علمی حادث می‌شوند.

پ. موقعیت‌های علمی: این موقعیت‌ها نه از فعالیت‌های حرفه‌ای دانشمندان یا فرایندهای علمی کلاس درس و آزمایشگاه؛ بلکه از پدیده‌های علمی موجود در زندگی روزمره افراد انتخاب می‌شوند. برای مثال همانند کاربرد ریاضیات در امور مختلف زندگی و مشاغل افراد در سطح جامعه، علم نیز کاربردهای مختلفی در زندگی و فعالیت‌های حرفه‌ای افراد در محیط‌های

مختلف دارد که اصطلاحاً به آن‌ها موقعیت‌های علمی می‌گویند (همان).

در کتاب «علم برای همه آمریکایی‌ها»، از اسناد زیرمجموعه پروژه ۲۰۶۱، فرد باسواد علمی چنین تعریف شده است: «فرد با سواد علمی آگاه است که علوم، ریاضیات و فناوری، ابداعاتی بشری با وابستگی متقابل هستند و توانایی‌ها و محدودیت‌هایی دارند. وی مفاهیم اساسی و اصول علم را درک می‌کند، با طبیعت آشناست، کثرت و وحدت آن را می‌شناسد و از دانش و روش‌های علمی تفکر برای هدف‌های فردی و اجتماعی سود می‌جوید». این مجموعه، شامل مطالبی پیرامون ماهیت علم، ریاضیات و فناوری، دانش پایه از نظرگاه علوم و ریاضیات و شکلی که فناوری به آن داده است، و نیز تاریخ تلاش‌های علمی و بالاخره عادت‌های ذهنی که لازمه سواد علمی هستند، می‌باشد. با اتخاذ چنین اهداف بسیار گسترده‌ای در این مجموعه، تعریفی وسیع و جامع از سواد علمی ارائه شده است (انجمن آمریکایی برای پیشرفت علم، ۱۹۸۹).

در جمع‌بندی تعریف‌های انجام گرفته از سواد علمی و استفاده از آن در موقعیت‌های مشابه، می‌توان به دو دسته افراد اشاره کرد:

دسته اول، افرادی هستند که برای دانش علمی نقش مرکزی قائل‌اند. این دسته، که اغلب آن‌ها معلمان علوم هستند، اعتقاد دارند که برای هر شهروند آموختن مفاهیم و نظریه‌های علمی و کسب دانش ضروری است. این افراد همچنین به‌جای واژه کلی سواد علمی از واژه اختصاصی‌تر «ادبیات علمی»^{۱۳} استفاده می‌کنند.

دسته دوم، افرادی هستند که سواد علمی را برای کارایی اجتماعی افراد مفید می‌دانند. این دسته که اغلب از واژه کلی‌تر سواد علمی استفاده می‌کنند، معتقدند که برای سازگاری با جهانی که دائماً به‌وسیله علم و فناوری در حال تغییر است، کسب سواد علمی در تمامی ابعاد فرهنگی، اجتماعی، سیاسی، اقتصادی، علمی و فناوری ضرورت دارد. اینان سواد علمی را با کسب مهارت‌های زندگی مترادف در نظر می‌گیرند (ریچن^{۱۴} و سالگانیک^{۱۵}، ۲۰۰۳). به اعتقاد این افراد، از آنجا که تفکر منطقی، انتقادی و همچنین استدلال علمی و تصمیم‌گیری آگاهانه و منطقی از ویژگی‌های یک شهروند مطلوب است، لذا کسب دانش علمی به تنهایی نمی‌تواند منجر به پرورش چنین شهروندی گردد. لذا باید سواد علمی را گسترش داد.

■ ابعاد گوناگون سواد علمی

از نظر برخی از متخصصان (لوگش^{۱۶}، ۲۰۰۰)، پرداختن به سواد علمی از دو دیدگاه کلان و خرد قابل بررسی است. از دیدگاه کلان، سودمندی سواد علمی برای اقتصاد ملی، علوم، سیاست‌گذاری علمی و کنش‌های مردم سالارانه ضرورت دارد و از دیدگاه خرد نیز، برای رشد، رفاه و ارتقای سطح زندگی فردی افراد جامعه ضروری است.

تعریف نظری سواد هیپی از نگاه مدرسان هیپی دانشگاه‌ها و دبیران مدارس دوره متوسطه

متخصصان مهم‌ترین دلیل حمایت از سواد علمی را ارتباط آن با زندگی خوب اقتصادی مردم می‌دانند. ثروت ملی کشورها به رقابت موفق در بازارهای جهانی بستگی دارد. رقابت‌پذیری بین‌المللی هم به موارد مختلفی بستگی دارد؛ از جمله برنامه پژوهش و توسعه که در گام اول سبب پیشرفت در رقابت‌های جهانی برای ارائه محصولات جدید دارای فناوری سطح بالا می‌شود (در کشورهای توسعه‌یافته)، دیگر این که رقابت، بازارهای کوچک‌تر را که دارای موقعیت‌های مناسب‌اند (برای کشورهای در حال توسعه) در دست می‌گیرد. پایه‌ریزی چنین برنامه‌های پژوهشی و توسعه نیازمند دانشمندان، مهندسان و نیروهای کارآموده و فنی است. تنها جوامعی با شهروندان دارای سطح مناسب سواد علمی، می‌توانند این نیاز را تأمین می‌کنند. همچنین سواد علمی توانایی مشارکت هوشمندانه‌تر افراد در بخش تولید اقتصادی را ارتقا می‌بخشد (هالبروک و رانیکمای، ۲۰۰۷).

سطوح بالاتر سواد علمی در میان عامه مردم سبب حمایت بیشتر از علوم می‌شود، در نتیجه نیروهای جدید بیشتری جذب علوم می‌شوند. هر اندازه که عامه مردم درباره اهداف، فرایندها و قابلیت‌های علوم بیشتر بدانند، احتمال انتظارات غیرواقع بینانه، که محصول درک نادرست از علوم است، کاهش می‌یابد. از آنجا که این نوع انتظارات سبب کاهش اعتماد و حتی قطع حمایت از علوم می‌شود، سطوح بالاتر سواد علمی این نیروی ناامیدکننده را خنثی می‌سازد. اگر عامه مردم دارای سطح مناسب سواد علمی باشند، کیفیت تصمیم‌گیری عمومی به‌طور چشمگیری بهبود می‌یابد، زیرا تصمیماتی که در پرتو درک مناسب از مسائل گرفته می‌شود، بهتر از تصمیماتی است که در غیاب چنین درکی اتخاذ می‌شوند. افزایش سطح سواد علمی شهروندان تصمیم‌گیری مردم سالارانه را ارتقا می‌بخشد. به علاوه با تشویق افراد به درگیر شدن هوشمندانه با حقوق مردم سالارانه، موجب ارتقای تصمیم‌گیری مؤثرتر می‌گردد (انجمن آمریکایی برای پیشرفت علم، ۱۹۸۹).

وانگهی، سلامتی عمومی جامعه‌ای که براساس علم عمل می‌کند، به جامعیت علوم در فرهنگی گسترده‌تر بستگی دارد. اغلب مردم، علوم را موضوعی تخصصی و حرفه‌ای می‌دانند و بنابراین آن را از فرهنگ عمومی مجزا می‌پندارند و این، سبب شکست عامه مردم در درک صحیح علوم می‌شود و سبب می‌شود آنان با آمیزه‌ای از ترس و علاقه به علوم پاسخ دهند.

از دیدگاه خُرد، شهروندان داناتر می‌توانند مسیر خود را در جامعه به‌طور مؤثرتری طی نمایند. گسترش سواد علمی در میان مردم سبب می‌شود، آنان در حل و فصل مسائل مربوط به علوم و فناوری در زندگی روزمره خود احساس اطمینان و شایستگی بیشتری داشته باشند. استخدام افراد، با این بعد از سودمندی سواد علمی مرتبط است. با تخصصی‌تر شدن فعالیت‌های اقتصادی جوامع پیشرفته، کیفیت منابع انسانی به‌طور فزاینده‌ای به مهم‌ترین سرمایه اقتصادی جوامع علمی و فناوری تبدیل شده است. بنابراین افراد دارای سواد علمی موقعیت مناسبی برای بهره‌برداری از فرصت‌های جدید شغلی و استفاده از مزایای توسعه حرفه‌ای در کار خود دارند (کلین^{۱۷}، ۲۰۰۶).

مبحث دیگر در سودمندی سواد علمی، به مزایای اخلاقی، زیبایی‌شناختی و هوشمندانه سواد علمی مربوط است. در عصر حاضر علم به تنهایی عنصر مهم فرهیختگی افراد محسوب می‌شود. ارتقای سواد علمی سبب ارتقای فرهنگ هوشمندی می‌شود. از منظر زیبایی‌شناسی، علم فعالیت خلاق ذهن مدرن است. این امر نشان می‌دهد که علوم تجربی، همانند ادبیات، موسیقی و هنرهای دستی، ساختار ذهن فرهیخته و علمی را تشکیل می‌دهد (نلسون^{۱۸}، ۱۹۹۹).

از نظر دبوتر^{۱۹} (۲۰۰۰)، ویژگی‌های فرد دارای سواد علمی عبارت است از: شناخت رابطه میان علم و جامعه، شناخت اخلاقی دانشمندان، درک ماهیت علم، درک مفاهیم پایه‌ای علوم، درک تفاوت بین علم و فناوری، درک رابطه میان علوم انسانی و علوم تجربی. دبوتر با بیان این ویژگی‌ها، سه نوع سواد علمی برای یک جامعه مردم‌سالار پیشنهاد داد که عبارت است از: سواد علمی عملی، سواد علمی شهروندی و سواد علمی فرهنگی.

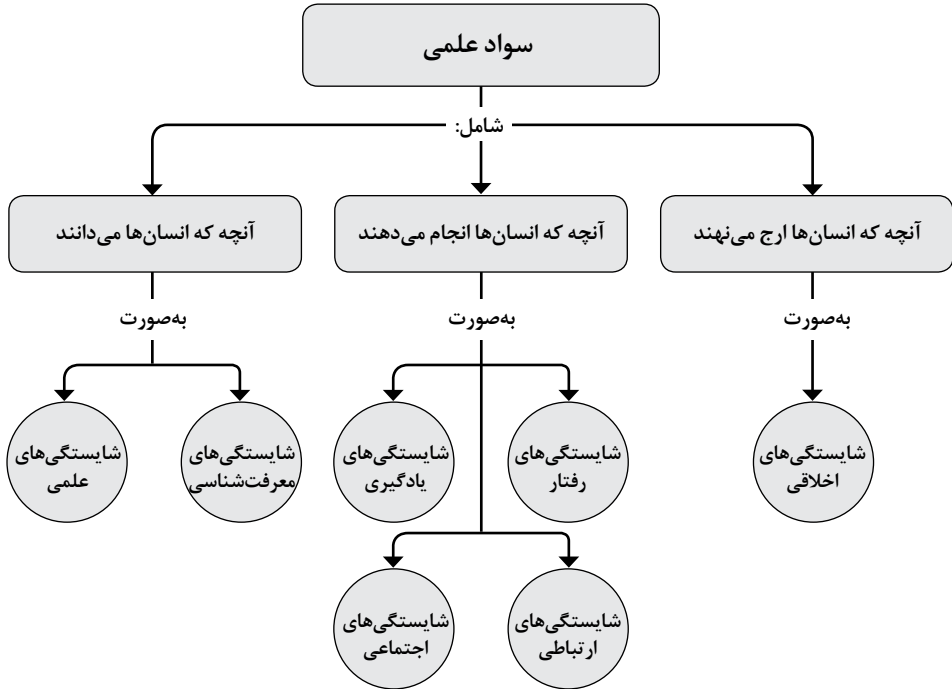
سواد علمی عملی برای کمک به حل مسائل علمی و تأمین نیازهای اساسی (غذا، سلامتی و سرپناه) به‌کار می‌رود و اهمیت ویژه‌ای در توسعه کشورها دارد. سواد علمی شهروندی به منظور توانا ساختن شهروندان برای آگاهی از مسائل علمی و عمومی به‌منظور شرکت فعال در فرایندهای تصمیم‌گیری است و رکن اصلی فعالیت‌های مردم‌سالارانه محسوب می‌شود. سواد علمی فرهنگی نیز شرایط را برای ارتقای سطح فکری نخبگان و مدیران میانه و ارشد فراهم ساخته و میزان خطا در تصمیم‌گیری‌های آنان را کاهش می‌دهد.

■ شایستگی‌های موجود در سواد علمی

قابلیت‌های چندگانه حاصل از آموزش علوم، به فرد امکان می‌دهند تا فرایندهای علمی را در حل مسائل، تصمیم‌گیری و درک بیشتر محیط طبیعی و اجتماعی پیرامون خود به کار بندد. همچنین قابلیت‌های فوق بر سرعت و کیفیت رشد علمی اقتصادی هر کشوری تأثیر بنیادی دارند. به عبارت دیگر این قابلیت‌ها، زندگی یک شهروند را چنان تحت تأثیر قرار می‌دهد که تعاملات فرهنگی، اجتماعی، اخلاقی و ... او را با جامعه به صورت معقول درخواهد آورد (هالبروک و رانیکمای، ۲۰۰۹). دانش‌آموزان امروز که شهروندان جامعه علمی فردا خواهند بود باید بتوانند مسائل روزمره خود را در ابعاد فردی و اجتماعی، به نحوی مستدل حل نمایند. تفکر علمی نه فقط نیاز دانشمندان، بلکه نیاز اساسی شهروندان نیز محسوب می‌شود. یعنی علاوه بر نشان دادن دانش علمی و استفاده از آن در موقعیت‌های مختلف و تصمیم‌گیری‌های مربوط به کاربرد علم در زندگی روزانه، باید بتوانند علم و غیرعلم را از هم متمایز سازند. علاوه بر این باید بدانند علم چه کاری را می‌تواند و چه کاری را نمی‌تواند انجام دهد؛ کار علمی چگونه انجام می‌شود و چگونه علم در فرهنگ سهیم می‌شود. این قابلیت‌ها عناصر سازنده سواد علمی هستند (شورای ملی پژوهش^{۲۰}، ۲۰۰۵).

تعریف نظری سواد هیپی از نگاه مدرسان هیپی دانشگاه‌ها و دبیران مدارس دوره متوسطه

بایی^{۲۱} (۱۹۹۷ا) برای تبیین گستردگی سواد علمی و مؤلفه‌های آن الگویی ارائه کرده است. این الگوی شایستگی محور در شکل ۱ آورده شده است.



شکل ۱. الگوی شایستگی محور برای تعریف سواد علمی

در الگوی شایستگی محور سواد علمی، توازن بین حیطه‌های مختلف شایستگی نظیر شایستگی اخلاقی، شایستگی علمی و شایستگی‌های شهروندی به خوبی برقرار شده است. در این الگو بر داشتن مناسبات مشترک، حقوق بشر، تحمل آراء، آموزش برای صلح، برابری جنسیتی و توسعه فناوری‌های بومی تأکید شده است. این امر نشان می‌دهد که آموزش علوم باید به صورت بین‌رشته‌ای و با هدف تربیت شهروند مطلوب انجام گیرد. در این رویکرد بر حل مسئله به روش علمی و همچنین اتخاذ تصمیم‌هایی مبتنی بر فرایندهای علمی، اجتماعی تأکید فراوان شده است.

جایگاه سواد علمی در سامانه‌های آموزشی

در بررسی دقیق‌تر آشنایی با مؤلفه‌های سواد علمی (دبوتر، ۲۰۰۲)، می‌توان به هفت بُعد مختلف آن

اشاره کرد که عبارت‌اند از:

۱. آشنایی با ماهیت علم؛
۲. آشنایی با مفاهیم کلیدی علم؛
۳. آشنایی با فرایندهای علمی؛
۴. آشنایی با رابطه بین علم - فناوری - جامعه و محیط زیست؛
۵. آشنایی با مهارت‌های علمی و فنی؛
۶. آشنایی با فواید و ارزش‌های ناشی از علم؛
۷. کسب نگرش‌ها و علاقمندی‌های مرتبط با علم.

طرفداران ارتقای سواد علمی از طریق توجه به آموزش بیشتر علوم محض نظیر شاموس^{۲۲} (۱۹۹۵) معتقدند که در برنامه درسی مدارس نمی‌توان سواد علمی را آنچنان که باید آموزش داد و نیز همه مهارت‌های شهروندی را در دانش‌آموزان پرورش داد. اما می‌توان سطح سواد علمی را با در نظر گرفتن سطوح مختلف سواد شیمی، سواد فیزیک، سواد زیست‌شناسی و آموزش معنادار آن‌ها ارتقا داد. برگزاری آزمون‌های بین‌المللی نظیر تیمز^{۲۳} (مرکز ملی آمارهای آموزشی^{۲۴}، ۲۰۰۶)، پیزا (سازمان همکاری اقتصادی و توسعه، ۲۰۰۷)، و استفاده از مؤلفه‌ها و نشانه‌های سواد علمی در سنجش و ارزیابی رشد تحصیلی دانش‌آموزان در حیطه اهداف دانشی، مهارتی، نگرشی (چانگ و چویو^{۲۵}، ۲۰۰۵) و نیز «زمینه‌های یادگیری»^{۲۶}، و نتایج کسب‌شده از آن‌ها موجب شده است تا توجه ویژه‌ای برای تعریف دقیق‌تر ابعاد، مؤلفه‌ها و نشانه‌های سواد علمی به عمل آید (لیاقت، ۱۳۸۶؛ خوشبین، ۱۳۸۷). پژوهشگران زیادی برای سنجش میزان دستیابی دانش‌آموزان به سطح مطلوب سواد علمی، تلاش کرده‌اند تا سطوح مختلفی را برای سواد علمی تعریف نمایند. در سطح‌بندی شاموس (۱۹۹۵)، پایین‌ترین سطح «سواد علمی عملی یا عملکردی»^{۲۷} نامیده شده است که بیانگر توانایی فرد برای انتخاب و استفاده درست از محصولات علمی - فناورانه و فعالیت مطلوب در زندگی روزانه است. بالاترین سطح نیز، «سواد علمی مدنی»^{۲۸} است که بیانگر توانایی فرد برای فعالیت خردمندانه در جامعه و بهره‌گیری خلاقانه از علم و فناوری برای حل مسائل جامعه و خویش است. در این سطح‌بندی، به «سواد علمی فرهنگی» نیز اشاره شده است که شامل ارج نهادن به تلاش‌های علمی و در نظر گرفتن علم به عنوان یک فعالیت هوشمندانه است.

بایی (۱۹۹۷b) موفق شد تا مقیاس نظری گسترده‌ای برای تعریف سواد علمی و تبیین سطوح مختلف آن ارائه نماید. در این مقیاس نظری، به پنج سطح مختلف سواد علمی اشاره شده است که به صورت سلسله‌مراتب تنظیم شده‌اند. این پنج سطح عبارت‌اند از:

۱. بی‌سوادی علمی^{۲۹}
۲. سواد علمی صوری^{۳۰}
۳. سواد علمی عملکردی^{۳۱}

تعریف نظری سواد شیمی از نگاه مدرسان شیمی دانشگاه‌ها و دبیران مدارس دوره متوسطه

۴. سواد علمی مفهومی^{۳۲}

۵. سواد علمی چند بُعدی^{۳۳}

بایبی متذکر شده است که دستیابی به بالاترین سطح سواد علمی یعنی سواد علمی چند بُعدی، یک فرایند طولانی و زمان‌بر است و در طول زندگی یک شخص تا پایان عمر حاصل می‌شود. این سطح از سواد علمی در مدارس نیز قابل سنجش نیست. بایبی علاوه بر تعیین سطوح مختلف سواد علمی، موفق شد تا با بکارگیری چارچوب‌های نظری تعریف شده، سطوح مختلف سواد زیست‌شناسی را نیز تعیین نماید (بایبی، ۲۰۰۶).

به علت اهمیت زیاد سواد علمی و ضرورت دستیابی به سطوح مشخصی از آن در برنامه درسی علوم تجربی دوره‌های مختلف تحصیلی، پژوهشگران برای بررسی دقیق‌تر جزئیات سواد علمی تلاش کرده‌اند تا برای هر کدام از موضوع‌های علمی زیرمجموعه علوم تجربی نیز سطوح مختلفی از سواد علمی را با در نظر گرفتن اهداف آموزشی تعریف نمایند.

تعریف سواد زیست‌شناسی (مطالعه برنامه درسی علوم زیست‌شناختی^{۳۴}، ۱۹۹۳ و بایبی، ۲۰۰۶)، سواد فیزیک (هابسون^{۳۵}، ۲۰۰۳) و سواد شیمی (شوارتز، بنزوی و هافشتاین^{۳۶}، ۲۰۰۶a؛ هولمن^{۳۷}، ۲۰۰۲) در قالب ارزش‌های بومی و چارچوب‌های فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی، مورد توجه بسیاری از پژوهشگران و برنامه‌ریزان درسی در کشورهای مختلف قرار گرفته است. تبیین اجزای دقیق سواد علمی در هر یک از موضوع‌های علمی کمک می‌کند تا علاوه بر طراحی و تدوین دقیق برنامه درسی، ارزشیابی از آموخته‌های دانش‌آموزان نیز با دقت و اعتبار بالاتری صورت گیرد (شوارتز و همکاران، ۲۰۰۶b).

■ بیان مسئله و هدف پژوهش

مهم‌ترین و شاخص‌ترین فلسفه [دلیل] آموزش شیمی در ایران و سایر کشورهای توسعه‌یافته، ارتقای سطح سواد علمی است (راهنمای برنامه درسی شیمی، ۱۳۷۹). در سال‌های اخیر برنامه‌های درسی شیمی از حالت توصیفی خارج شده و با بکارگیری مفاهیم انتزاعی بیشتری از شیمی - فیزیک، حالت مفهومی به خود گرفته‌اند. در اغلب محتوای آموزشی، که با رویکرد چند بُعدی و به صورت مفهومی سازمان‌دهی می‌شوند، اصول پایه علم شیمی در قالب شش بُعد به شرح زیر آموزش داده می‌شوند (بدریان، ۱۳۸۸):

۱. ساختار مفهومی علم شیمی
۲. فرایندهای شیمیایی
۳. کاربردهای فناوری علم شیمی
۴. افزایش علاقه دانش‌آموزان به علم شیمی

۵. توجه به جنبه‌های فرهنگی علم شیمی

۶. توجه به دلالت‌های اجتماعی علم شیمی

بنابراین با در نظر گرفتن ابعاد ذکر شده، برای تعریف دقیق‌تر سواد شیمی، می‌توان آن را در چهار سطح محتوایی^{۲۸}، زمینه^{۲۹}، مهارت^{۳۰} و نگرش^{۳۱} بررسی کرد (شوارتز و همکاران، ۲۰۰۵). از آنجایی که در ایران پژوهش درخور توجهی در رابطه با مؤلفه‌ها، نشانگرها و سطوح مختلف انواع سواد علمی به ویژه سواد شیمی انجام نگرفته است (بدریان، ۱۳۹۰ و بدریان، ۲۰۰۸)، لذا بازتعریف سواد شیمی به صورت هماهنگ با فلسفه و اهداف برنامه درسی شیمی، علاوه بر اینکه سبب پیشبرد و ارتقای کیفی برنامه درسی شیمی دوره آموزش عمومی، در قالب سند ملی برنامه درسی و همچنین برنامه درسی ملی می‌شود، زمینه را برای اصلاح هدفمند برنامه‌های درسی علوم تجربی دوره ابتدایی و متوسطه نیز فراهم خواهد ساخت.

از یافته‌های چنین پژوهشی که به تعریف بومی سواد شیمی و اعتباربخشی آن منجر می‌شود، می‌توان در تهیه چارچوب مناسب برای طراحی و تولید برنامه درسی شیمی دوره متوسطه و همچنین علوم تجربی دوره ابتدایی استفاده کرد. همچنین چارچوب ارائه شده می‌تواند در ارزشیابی برنامه‌های درسی اجرا شده و کسب شده نیز مورد استفاده قرار گیرد.

■ روش‌شناسی پژوهش

از آنجایی که هدف اصلی پژوهش دستیابی به یک تعریف بومی و اثربخش برای سواد شیمی بود، پژوهش در دو بخش مطالعات نظری و بررسی میدانی و در قالب چهار مرحله عمده زیر صورت گرفت:

۱. روشن‌سازی^{۴۲} و شناسایی

در این مرحله، تعریف‌های ارائه شده از طرف اساتید شیمی دانشگاه‌ها، کارشناسان و دبیران شیمی برای سواد شیمی گردآوری و سپس مؤلفه‌های اصلی سواد شیمی در چهار سطح محتوا، مهارت، نگرش و زمینه‌شناسایی و مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این مرحله تلاش شد تا تعریف‌های ارائه شده از طرف نمونه آماری در چهار سطح ذکر شده دسته‌بندی شوند.

۲. مستندسازی^{۴۳}

در این مرحله، ضرورت پرداختن به متغیرهای ذکر شده برای تعریف سواد شیمی با استناد به ادبیات علمی و پژوهشی حوزه آموزش شیمی و برنامه درسی شیمی و سایر اسناد بالادستی توجیه گردید.

۳. هماهنگی^{۴۴}

در این مرحله بین متغیرهای اصلی سواد شیمی هماهنگی و ارتباط ارگانیک ایجاد شد، به نحوی که بتوانند به صورت یک چارچوب مفهومی، و یک تعریف کلی، تمامی حالات و صور ممکن سواد شیمی را با استفاده از انگاره‌های کلامی و تصویری نشان دهند.

تعریف نظری سواد شیمی از نگاه مدرسان شیمی دانشگاه‌ها و دبیران مدارس دوره متوسطه

۴. اعتباربخشی^{۴۵}

پس از دستیابی به چارچوب اولیه برای تعریف سواد شیمی و هماهنگی‌های مفروض در بین مؤلفه‌های آن، اعتبار و جامعیت تعریف پیشنهادی با استفاده از گروه مرجع مورد ارزیابی قرار گرفت و بر اساس داوری‌های به‌عمل‌آمده، جرح و تعدیل‌های لازم نیز اعمال شد. سپس برای اعتباربخشی نهایی در اختیار نمونه آماری پژوهش قرار گرفت.

■ نمونه آماری پژوهش

جامعه آماری پژوهش شامل تمام مدرسان شیمی دانشگاه‌های کشور، گروه‌های آموزشی و دبیران شیمی شاغل در کل کشور است. به لحاظ برخی از محدودیت‌های اساسی و ویژگی‌های جامعه، براساس موقعیت جغرافیایی و شرایط اقتصادی، فرهنگی و به ویژه سطح برخورداری از امکانات آموزشی، شش استان آذربایجان شرقی، اردبیل، کردستان، سیستان و بلوچستان، هرمزگان و شهر تهران به صورت تصادفی برای مطالعه انتخاب شدند. در گزینش نمونه آماری مورد مطالعه، از دو روش نمونه‌گیری تصادفی برای انتخاب مدرسان شیمی دانشگاه‌های دولتی و روش نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای جهت انتخاب دبیران و کارشناسان گروه‌های آموزشی شیمی استفاده شد. ویژگی‌های نمونه آماری مورد مطالعه بر اساس جنسیت، میزان تحصیلات، رشته تحصیلی و سابقه خدمت دبیران، گروه‌های آموزشی و مدرسان دانشگاه در جدول‌های ۱ تا ۴ آورده شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های نمونه آماری به تفکیک جنسیت

ردیف	جنسیت	فراوانی	درصد	درصد تجمعی
۱	مرد	۱۰۶	۴۸/۸	۴۸/۸
۲	زن	۱۱۱	۵۱/۲	۱۰۰/۰
	جمع	۲۱۷	۱۰۰/۰	

جدول ۲. ویژگی‌های نمونه آماری به تفکیک میزان تحصیلات

ردیف	جنسیت	فراوانی	درصد	درصد تجمعی
۱	فوق دیپلم	۲	۰/۹	۰/۹
۲	لیسانس	۱۳۳	۶۱/۳	۶۲/۲
۳	فوق لیسانس	۶۶	۳۰/۴	۹۲/۶
۴	دکتر	۱۶	۷/۳	۱۰۰/۰
	جمع	۲۱۷	۱۰۰/۰	

تعریف نظری سواد شیمی از نگاه مدرسان هیئتی دانشگاه‌ها و دبیران مدارس دوره متوسطه

جدول ۳. ویژگی‌های نمونه آماری به تفکیک رشته تحصیلی

ردیف	جنسیت	فراوانی	درصد	درصد تجمعی
۱	شیمی	۲۱۵	۹۹/۱	۹۹/۱
۲	سایر رشته‌ها	۲	۰/۹	۱۰۰/۰
	جمع	۲۱۷	۱۰۰/۰	

جدول ۴. ویژگی‌های نمونه آماری به تفکیک سابقه خدمت

ردیف	جنسیت	فراوانی	درصد	درصد تجمعی
۱	زیر ۱۰ سال	۳۲	۱۴/۷	۱۴/۷
۲	۱۰ تا ۲۰ سال	۱۰۸	۴۹/۸	۶۴/۵
۳	بالاتر از ۲۰ سال	۷۷	۳۵/۵	۱۰۰/۰
	جمع	۲۱۷	۱۰۰/۰	

برای جمع‌آوری اطلاعات، از اعضای نمونه آماری خواسته شد تا نظر خود را درباره مفهوم و ویژگی سواد شیمی بیان نمایند. بعد از گردآوری اطلاعات، تجزیه و تحلیل و دسته‌بندی داده‌ها در چهار حوزه محتوا، مهارت، نگرش و زمینه انجام گرفت.

نتایج و یافته‌های حاصل از مطالعه میدانی

نتایج پژوهش در دو بخش عرضه می‌شود. در بخش اول، تعریف‌های ارائه‌شده از طرف نمونه آماری و تجمیع آن‌ها در غالب یک تعریف پیشنهادی و در بخش دوم، اعتبار تعریف سواد شیمی از دیدگاه نمونه مورد مطالعه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در بررسی تعریف‌های مختلف ارائه‌شده برای سواد شیمی، برای طبقه‌بندی و دسته‌بندی تعریف‌ها از روش کیفی استفاده شد. به طوری که تعریف‌های مشابه در یک دسته قرار گرفتند. با دسته‌بندی تعریف‌ها از طرف نمونه آماری، پنج دسته‌بندی مختلف به دست آمد که میزان فراوانی و درصد آن‌ها در جدول ۵ آورده شده است.

در جمع‌بندی تعریف‌های ارائه‌شده از طرف نمونه آماری، یک تعریف جامع و کامل از سواد شیمی ارائه گردید. سپس این تعریف در کمیته پژوهشی طرح (گروه مرجع) مورد بررسی و اعتباربخشی اولیه قرار گرفت و بر اساس داورهای به عمل آمده، جرح و تعدیل‌های لازم در تعریف پیشنهادی اعمال شد. روایی تعریف موردنظر با استفاده از نظر گروه مرجع (۱۳ نفر) بررسی گردید و سپس پایایی آن با استفاده از آزمون آلفای کرونباخ ($\alpha = 0/88$) تعیین گردید.

تعریف نظری سواد شیمی از نگاه مدرسان شیمی دانشگاه‌ها و دبیران مدارس دوره متوسطه

جدول ۵. دسته‌بندی تعریف‌های مختلف سواد شیمی از نظر نمونه آماری مورد مطالعه

ردیف	تعریف ارائه شده	فراوانی	درصد	درصد تجمعی
۱	درک مفاهیم و فرایندهای شیمیایی در سطوح ماکروسکوپی، مولکولی و نمادی؛	۷۰	۳۲/۲	۳۲/۲
۲	آشنایی با زبان تخصصی شیمی و بیان تغییرات ماده به صورت نمادی و مولکولی؛	۵۸	۲۶/۷	۵۸/۹
۳	توانایی بررسی فرایندهای شیمیایی از طریق قوانین ریاضی و فیزیک (تغییر جرم، حجم، سرعت و انرژی)؛	۴۲	۱۹/۳	۷۸/۲
۴	توانایی ارتباط دادن مفاهیم شیمی به فناوری و پدیده‌های اجتماعی، بهداشتی و اقتصادی؛	۳۷	۱۷/۰	۹۵/۲
۵	توانایی تجزیه و تحلیل شواهد علمی و پدیده‌های شیمیایی مشاهده شده برای حل مشکلات و تصمیم‌گیری؛	۱۰	۴/۶	۱۰۰/۰
	جمع	۲۱۷	۱۰۰/۰	

پس از انجام اصلاحات، در نهایت تعریف بومی سواد شیمی به شرح زیر ارائه گردید: «سواد شیمی یعنی توانایی شخص در درک مفاهیم و فرایندهای شیمیایی در سه سطح ماکروسکوپی، مولکولی و نمادی و تبادل اطلاعات از طریق کاربرد اعداد و نمادها، ارتباط دادن فرایندهای شیمیایی به فناوری، جامعه و محیط زیست و استفاده از شواهد علمی و مفاهیم شیمی برای حل مسائل و تصمیم‌گیری در زندگی».

اصول و مبانی نظری تعریف پیشنهادی برای سواد شیمی

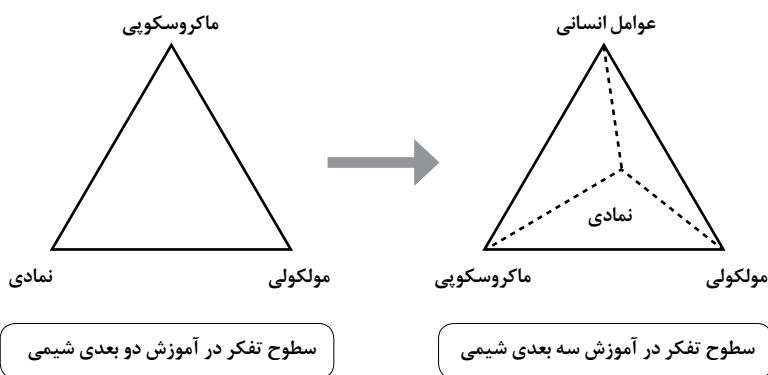
برای رسیدن دانش‌آموزان به درک صحیحی از علم شیمی، باید آن‌ها بتوانند در سه سطح مختلف تفکر به یادگیری شیمی بپردازند. این سه سطح که در قالب یک نمایه مثلثی شکل ارائه می‌شوند، شامل سطوح ماکروسکوپی، مولکولی و نمادی هستند (جانستون^{۴۶}، ۱۹۹۷ و ۲۰۰۰).

در سطح ماکروسکوپی، مشاهده عینی مواد شیمیایی و تغییرات آن‌ها با استفاده از فعالیت‌های آزمایشگاهی و مهارت‌های مربوطه و مرتبط ساختن نظریه‌ها و نمادهای ارائه‌شده در محتوای درسی با اشیای فیزیکی و وسایل اندازه‌گیری مورد نظر است.

در سطح نمادی، تبیین پدیده‌های شیمیایی، تغییرات انرژی و نظریه‌های علمی در قالب معادله‌های ریاضی و نمادهای شیمیایی همراه با حل مسئله و «کاربرد اعداد»^{۴۷} هدف اصلی آموزش شیمی است.

در سطح مولکولی رفتار اتم‌ها، یون‌ها و مولکول‌ها در تبدیلات شیمیایی و ارائه پنجره‌هایی برای مشاهده دنیای مولکولی با استفاده از نمودارها، جدول‌ها، استفاده از مدل‌ها و نرم‌افزارهای شبیه‌سازی مجازی در دستور کار قرار دارد. استفاده وسیع از انیمیشن‌های رایانه‌ای، شبیه‌سازی‌ها و مدل‌های مولکولی پویا، انجام آزمایش در یک آزمایشگاه مجازی و ... منجر به تغییر نگرش و توانایی دانش‌آموزان در تجسم مولکول‌ها، یون‌ها و اتم‌ها و همچنین تغییرات شیمیایی صورت گرفته در سطح مولکولی می‌شود (دوری^{۲۸} و همیری^{۴۹}، ۲۰۰۳).

باید توجه داشت که آموزش شیمی، تنها در سه سطح تفکر ماکروسکوپی، مولکولی و نمادی نمی‌تواند منجر به ارتقای سطح سواد علمی دانش‌آموزان گردد، بلکه باید علاوه بر آموزش شیمی در سه سطح تفکر ذکر شده، سطح چهارمی با عنوان عوامل انسانی^{۵۰} را نیز به این سطوح اضافه کرد و یاددهی و یادگیری شیمی را به صورت سه بُعدی انجام داد (ماهانی^{۵۱}، ۲۰۰۴). در شکل ۲، سطوح مختلف آموزش سه بُعدی شیمی نشان داده شده است.



شکل ۲. تبدیل آموزش شیمی از حالت دو بُعدی به سه بُعدی با در نظر گرفتن عوامل انسانی

منظور از دخالت دادن عوامل انسانی در آموزش شیمی این است که آموزش شیمی وسیله‌ای شود برای آموزش مهارت‌های زندگی، حل مسئله، کاوشگری و تحقق اهداف تربیتی مورد نظر. در این رویکرد، شیمی در خدمت آموزش است و از جاذبه‌های علم شیمی برای پیشبرد اهداف آموزشی و ارتقای سطح سواد علمی بهره گرفته می‌شود. نقش عوامل انسانی در آموزش شیمی را می‌توان از دو بُعد به شرح زیر بررسی کرد:

۱. زمینه‌های سیاسی، اقتصادی، محیطی، اجتماعی و همچنین ملاحظات تاریخی و فلسفی، با درک دانش‌آموزان از مفاهیم شیمی، واکنش‌ها و فرایندهایی که به آن‌ها و عموم مردم آموزش داده می‌شود، ارتباط زیادی داشته و به صورت در هم تنیده است.

تعریف نظری سواد شیمی از نگاه مدرسان شیمی دانشگاه‌ها و دبیران مدارس دوره متوسطه

۲. اگر آموزش شیمی در سه بُعد ماکروسکوپی، مولکولی و نمادی به صورت مجزا از سایر حیطه‌ها، از جمله فناوری و جامعه، صورت گیرد در این صورت نمی‌توان انتظار ارتقای سطح سواد علمی - فناوری در دانش‌آموزان را داشت. انجام پژوهش، حل مسئله، کاوشگری و ارتباط دادن منطقی بین علم - فناوری، جامعه و محیط زیست به دانش‌آموزان کمک خواهد کرد تا علاوه بر کسب دید چندرشته‌ای و چندبُعدی در یادگیری شیمی، در حل مشکلات و مسائل موجود در زندگی روزمره فعالانه و آگاهانه عمل نمایند.

این راهبرد آموزشی با نظریه ساختن‌گرایی ویگوتسکی^{۵۲} (۱۹۷۸) و تأثیر زمینه و محیط فرهنگی - اجتماعی^{۵۳} در یادگیری موافق است. این راهبرد همچنین، برای درک مفاهیم و کاربرد آن‌ها در زندگی اهمیت زیادی به موقعیت یادگیری قائل است. در برنامه‌های درسی مبتنی بر این راهبرد، تلاش شده است تا بین مفاهیم و نظریه‌های شیمی و پدیده‌های موجود در زندگی واقعی دانش‌آموزان ارتباط برقرار شود و شکاف‌ها موجود در برنامه‌های درسی پیشین مرتفع گردد.

■ توصیف تعریف پیشنهادی برای سواد شیمی

با در نظر گرفتن اصول و مبانی نظری سواد شیمی که در بخش‌های قبلی مطرح شد، برای تعریف دقیق‌تر سواد شیمی، می‌توان آن را در چهار سطح محتوا، زمینه، مهارت و نگرش تعریف کرد. هر کدام از این سطوح بخشی از برنامه درسی شیمی در مدارس را تحت پوشش قرار می‌دهند.

علم شیمی، از لحاظ محتوا، مجموعه‌ای از دانش بشری است که تلاش می‌کند پدیده‌های شیمیایی را در قالب ساختار مولکولی مواد و از طریق زبان تخصصی ویژه علم شیمی توضیح دهد. این علم، علاوه بر بررسی پویایی فرایندها و واکنش‌های شیمیایی، تغییرات انرژی را نیز در آن‌ها بررسی می‌کند. رشد بی‌سابقه علم شیمی در چند دهه اخیر و پیدایش زیرشاخه‌های جدیدی از این علم سبب شده است تا مفاهیم مرتبط با علم شیمی بسیار متنوع شوند و کتاب‌های درسی توان ارائه اطلاعاتی در همه این زمینه‌ها را نداشته باشند. روی این اصل هم معلمان و هم دانش‌آموزان، برای افزایش معلومات خود به استفاده از انواع مجله‌های آموزشی - ترویجی، کتاب‌های کمک آموزشی و همچنین بانک‌های اطلاعاتی موجود در شبکه جهانی اینترنت ناگزیر شده‌اند.

افزایش کاربردهای علم شیمی در تأمین رفاه، آسایش، بهداشت، تغذیه، پوشاک، مسکن، محیط زیست، انرژی، اشتغال و حتی در روابط سیاسی، اقتصادی و اجتماعی، ایجاب می‌کند تا برنامه‌ریزان آموزشی با هدف ارتقای سطح سواد شیمی و آماده‌سازی دانش‌آموزان برای ورود به دانشگاه و محیط کسب و کار، محتوای آموزشی مناسبی را برای استفاده در سطح مدارس تجویز نمایند. در این محتوا به مفاهیم پایه و کلیدی علم شیمی در سه محور: رفتار ذره‌ای ماده، تبدیل‌های شیمیایی، ساختار ماده و همچنین دلالت‌های مفاهیم نظری آموخته شده در زمینه‌های صنعتی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی پرداخته می‌شود (اتکینز^{۵۴}، ۲۰۰۵).

در چند سال اخیر، نگرانی‌های جهانی نسبت به منابع انرژی، تغذیه، آب، محیط زیست و آلودگی‌های هوا و آب‌های زیرزمینی سبب شده است تا علم شیمی جایگاه ویژه‌ای در اقتصاد و علوم اجتماعی کسب کند. با استفاده از رویکرد ترکیبی «علم- فناوری- جامعه- محیط زیست»^{۵۵} برای برنامه‌ریزی درسی و استفاده از زمینه‌های اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی، می‌توان مفاهیم و نظریه‌های شیمی را در قالب تجربه‌های یادگیری جدیدی به دانش‌آموزان آموخت. استفاده از رویکرد فوق که به رویکرد زمینه‌محور مشهور است، سبب شده است تا مفاهیم ارائه شده از جذابیت بیشتری برخوردار گردند و دانش‌آموزان با ملاحظه کاربرد عینی مفاهیم آموخته شده در زندگی و فعالیت‌های روزانه، انگیزه و رغبت بیشتری برای مطالعه شیمی نشان دهند (بدریان، ۱۳۸۸).

مهارت‌های لازم در یک شخص با سواد شیمی عبارت‌اند از توانایی کار با اعداد، اجرای مشاهده دقیق، فعالیت‌های عملی و ذهنی مبتنی بر روش علمی، توانایی حل مسئله، کاوشگری علمی، توانایی استفاده از منابع اطلاعاتی گوناگون، رعایت نکات ایمنی در کار با مواد شیمیایی و ...

مهارت مشاهده کردن یک فرایند شناختی است و هنگامی به درستی صورت می‌گیرد که هدف مشخصی داشته باشد و بر پایه یک تفکر نظری استوار گردد. بین دیدن و مشاهده کردن تفاوت زیادی وجود دارد. دانش‌آموزان چیزهای زیادی را می‌بینند، اما همه آن‌ها را مشاهده نمی‌کنند. عمل مشاهده کردن معمولاً متمایزتر و دقیق‌تر از عمل دیدن است. باید ذهن دانش‌آموزان را آماده کرد تا بتوانند مشاهده کردن یعنی تمرکز ادراک، حواس و جدیت در دیدن را یاد بگیرند.

شخص با سواد شیمی باید دید واقع‌بینانه و در عین حال منصفانه‌ای از علم شیمی و کاربردهای آن داشته باشد. همچنین، بتواند در سطح جامعه و در زندگی شغلی و شخصی خود از مفاهیم و نظریه‌های شیمی استفاده کند و دلالت‌های علم شیمی را در توجیه رخدادها و پدیده‌های علمی مرتبط به‌کار بندد. شخص با سواد شیمی باید با مشاهده مقالات علمی یا برنامه‌های مستند علمی در تلویزیون، به جایگاه ویژه علم شیمی در حل مشکلات بشری پی ببرد (بدریان، عربشاهی و عبدی‌نژاد، ۱۳۸۹).

■ اعتباربخشی تعریف پیشنهادی برای سواد شیمی

پس از بررسی اولیه تعریف پیشنهادی در جلسات کانونی، تعریف تعدیل شده برای اعتباربخشی نهایی در اختیار بخشی از نمونه آماری مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج عمده به‌دست آمده (صرف نظر از یافته‌های توصیفی که از حوصله مقاله حاضر خارج است) بر حسب هر یک از متغیرهای اصلی و نیز تفاوت نظرات کارشناسان و اساتید دانشگاه به شرح زیر قابل عرضه است:

الف. ماهیت و ویژگی‌های تعریف پیشنهادی برای سواد شیمی

تعریف ارائه شده دارای رویکرد زمینه‌محور است. این زمینه‌ها از طریق ایجاد فرصت‌های یادگیری

تعریف نظری سواد شیمی از نگاه مدرسان شیمی دانشگاه‌ها و دبیران مدارس دوره متوسطه

جدید موجب ارتقای یادگیری در دانش‌آموزان می‌شود. در بررسی ویژگی‌های تعریف پیشنهادی، می‌توان به مؤلفه‌های متعددی اشاره کرد که برخی از آن‌ها عبارتند از: انگیزشی بودن، عملی بودن در شرایط مدارس ایران، نوآورانه بودن، جامع بودن، تسهیل کسب مهارت‌های پایه، پرورش روحیه کاوشگری و اکتشاف، آماده‌سازی برای کاربرد در زندگی واقعی، ارتقای مهارت‌های اجتماعی، توسعه نگرش‌های مثبت نسبت به علوم تجربی.

داده‌های به‌دست آمده نشانگر مقبولیت مؤلفه‌های بیان شده از دیدگاه نمونه‌های تحقیق است. در جدول ۶، این مهم نشان داده شده است.

جدول ۶. میزان مقبولیت ماهیت و ویژگی‌های تعریف پیشنهادی از دیدگاه نمونه‌های تحقیق با استفاده از آزمون t تک‌گروهی (میانگین نظری ۳)

ماهیت و ویژگی‌های تعریف پیشنهادی	میانگین تجربی	انحراف معیار	تعداد	خطای معیار	درجه آزادی	میزان t*	خطای نمونه‌گیری
انگیزشی بودن	۳/۸۵	۰/۷۴	۱۳۰	۰/۰۶	۱۲۹	۱۳/۱۰	۰/۰۱
نوآورانه بودن	۳/۹۴	۰/۷۹	۱۲۷	۰/۰۸	۱۲۶	۱۳/۴۳	۰/۰۱
جامع بودن	۳/۷۵	۰/۶۴	۱۲۶	۰/۰۶	۱۲۵	۱۳/۱۶	۰/۰۱
تسهیل کسب مهارت‌های پایه	۳/۷۲	۰/۵۹	۱۲۹	۰/۰۵	۱۲۸	۱۳/۸۴	۰/۰۱
پرورش روحیه کاوشگری و اکتشاف	۳/۸۹	۰/۷۱	۱۳۰	۰/۰۵	۱۲۹	۱۴/۲۸	۰/۰۱
آماده‌سازی برای کاربرد در زندگی واقعی	۳/۷۷	۰/۷۴	۱۳۰	۰/۰۶	۱۲۹	۱۱/۳۸	۰/۰۱
ارتقای مهارت‌های اجتماعی	۳/۷۲	۰/۵۷	۱۲۸	۰/۰۵	۱۲۷	۱۴/۴۰	۰/۰۱
توسعه نگرش‌های مثبت نسبت به علوم تجربی	۳/۹۱	۰/۷۶	۱۳۰	۰/۰۷	۱۲۹	۱۳/۵۸	۰/۰۱
عملی بودن در شرایط مدارس ایران	۳/۸۳	۰/۶۹	۱۳۰	۰/۰۶	۱۲۹	۱۳/۸۳	۰/۰۱

* معناداری در سطح ۰/۰۱

همان‌طور که در جدول ۶ قابل استنباط است، با توجه به میزان t های به‌دست آمده و مقایسه آن با میزان t در درجات آزادی بیان شده و سطح اطمینان $\alpha = 0/01$ ، می‌توان عنوان نمود که تفاوت معناداری بین میانگین تجربی و نظری وجود دارد و از آنجا که میانگین تجربی از میانگین نظری بالاتر است، می‌توان گفت که ماهیت و ویژگی‌های تعریف پیشنهادی از مقبولیت، جامعیت و اعتبار کافی برخوردار است.

نتایج آزمون t گروه‌های مستقل برای مقایسه اختلاف دیدگاه اساتید شیمی دانشگاه و تجمیع نظرات دبیران و کارشناسان گروه‌های آموزشی شیمی درباره ماهیت و ویژگی‌های تعریف پیشنهادی در درجه‌های آزادی ذکر شده و سطح معناداری ۰/۰۱، از مقدار بحرانی جدول (۲/۶۱) کوچک‌تر است

۴)های مشاهده شده به ترتیب عبارت‌اند از: ۱/۹۹ و ۱/۹۳ و ۲/۳۸ و ۲/۱۱ و ۲/۰۵ و ۲/۲۱ و ۲/۳۱ و ۲/۲۵ و ۲/۰۷؛ بنابراین با ۹۹ درصد اطمینان می‌توان قضاوت کرد که میان نظر استادان و مدرسان شیمی دانشگاه و تجمیع نظرات دبیران دبیرستان‌ها و کارشناسان گروه‌های آموزشی شیمی درباره ماهیت و ویژگی‌های تعریف پیشنهادی تفاوت معناداری وجود ندارد.

ب. اصول و مفروضات تعریف پیشنهادی برای سواد شیمی

پیشینه پژوهش و تعریف‌های ارائه شده در جهان برای سواد علمی و سواد شیمی، برخی اصول و مفروضات اساسی را نشان می‌دهد. تعریف پیشنهادی از طرف نمونه مورد مطالعه در پژوهش بر پایه‌های اصول استوار است که متغیرهای آن عبارت‌اند از: اقتضایی بودن؛ به معنای توجه به سطوح مختلف شناختی بر اساس شرایط خاص و نیازهای مدارس، داشتن هویت تربیتی، توجه به رویکردهای زمینه‌محور و پودمانی برای معنادار شدن یادگیری، توجه به دلالت‌های فرهنگی و اجتماعی علم شیمی، توجه به سطوح مختلف تفکر شیمی در فعالیت‌های یاددهی - یادگیری، توجه به جنبه‌های صنعتی و فناوریانه علم شیمی، جامع و معتبر بودن تعریف. اعضای گروه مرجع، اصول در نظر گرفته شده برای تعریف پیشنهادی را مورد ارزیابی و داوری قرار دادند. داده‌های به دست آمده در جدول ۷ آورده شده است.

جدول ۷. میزان مقبولیت اصول تعریف پیشنهادی از دیدگاه نمونه‌های تحقیق با استفاده از آزمون t تک گروهی

خطای نمونه‌گیری	میزان *t	درجه آزادی	خطای معیار	تعداد	انحراف معیار	میانگین تجربی	اصول تعریف پیشنهادی
۰/۰۱	۸/۷۶	۱۲۹	۰/۰۸	۱۳۰	۰/۹۵	۳/۷۳	اقتضایی بودن (توجه به سطوح مختلف شناختی)
۰/۰۱	۱۰/۸۷	۱۲۶	۰/۰۷	۱۲۷	۰/۸۴	۳/۸۱	داشتن هویت تربیتی
۰/۰۱	۱۲/۲۳	۱۲۵	۰/۰۷	۱۲۶	۰/۷۹	۳/۸۶	توجه به رویکردهای زمینه محور و پودمانی برای معنی دار شدن یادگیری
۰/۰۱	۹/۶۳	۱۲۸	۰/۰۸	۱۲۹	۰/۹۳	۳/۷۹	توجه به سطوح مختلف تفکر در شیمی
۰/۰۱	۱۱/۲۸	۱۲۹	۰/۰۸	۱۳۰	۰/۹۱	۳/۹۰	توجه به دلالت‌های فرهنگی و اجتماعی علم شیمی
۰/۰۱	۱۰/۰۴	۱۲۹	۰/۰۸	۱۳۰	۰/۸۸	۳/۸۵	توجه به جنبه‌های صنعتی و فناوریانه علم شیمی
۰/۰۱	۹/۶۲	۱۲۷	۰/۰۸	۱۲۸	۰/۹۱	۳/۷۷	جامع بودن اصول بیان شده در تعریف پیشنهادی
۰/۰۱	۱۰/۹۰	۱۲۹	۰/۰۸	۱۳۰	۰/۸۸	۳/۸۴	معتبر بودن اصول بیان شده در تعریف پیشنهادی
۰/۰۱	۱۳/۸۳	۱۲۹	۰/۰۶	۱۳۰	۰/۶۹	۳/۸۳	عملی بودن در شرایط مدارس ایران

* معناداری در سطح ۰/۰۱

تعریف نظری سواد شیمی از نگاه مدرسان شیمی دانشگاه‌ها و دبیران مدارس دوره متوسطه

همان‌طور که از جدول ۷ قابل استنباط است، با توجه به میزان t های به دست آمده و مقایسه آن با میزان t در درجات آزادی بیان شده و سطح اطمینان $\alpha = 0/01$ می‌توان گفت تفاوت معنی‌داری بین میانگین تجربی و نظری وجود دارد. از آنجا که میانگین تجربی از میانگین نظری بالاتر است، بنابراین از دیدگاه گروه مرجع، اصول در نظر گرفته شده برای تعریف پیشنهادی مقبولیت، جامعیت و اعتبار کافی را دارد.

نتایج آزمون t گروه‌های مستقل برای مقایسه تفاوت دیدگاه استادان شیمی دانشگاه و تجمیع نظرات دبیران دبیرستان و کارشناسان گروه‌های آموزشی شیمی درباره ماهیت و ویژگی‌های تعریف پیشنهادی در درجه‌های آزادی ذکر شده و سطح معناداری $0/01$ ، از مقدار t بحرانی جدول (۲/۶۳) کوچک‌تر است (های مشاهده شده به ترتیب عبارتند از: $2/19$ و $2/23$ و $2/31$ و $2/03$ و $2/25$ و $2/29$ و $2/31$ و $2/35$)؛ بنابراین با ۹۹ درصد اطمینان می‌توان قضاوت کرد میان نظر اساتید شیمی دانشگاه و تجمیع نظرات دبیران و کارشناسان گروه‌های آموزشی شیمی درباره ماهیت و ویژگی‌های تعریف پیشنهادی تفاوت معناداری وجود ندارد.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، الگوی شایستگی محور سواد علمی برای تدوین مؤلفه‌های سواد شیمی (بایی، ۱۹۹۷) و همچنین الگوی شوارتز و همکاران (۲۰۰۶a) برای تعریف سواد شیمی در چهار سطح محتوا، مهارت، نگرش و زمینه برای تعریف بومی سواد شیمی و همچنین شاخص‌های شخص دارای سواد شیمی (هولمن، ۲۰۰۲) مورد استفاده قرار گرفت.

در اجرای پژوهش از هر دو روش کمی و کیفی استفاده به عمل آمد و مطالعات میدانی گسترده‌ای در سطح ملی انجام گرفت تا علاوه بر شناسایی مؤلفه‌ها و نشانگرهای سواد شیمی از دیدگاه مدرسان شیمی دانشگاه‌ها، کارشناسان گروه‌های آموزشی و دبیران شیمی دوره متوسطه، تعریف‌های بومی سواد شیمی گردآوری گردید و در مرحله بعد مورد اعتباربخشی قرار گرفت.

بر طبق تعریف پیشنهادی برای سواد شیمی، تعامل بین اجزای کلیدی مؤلفه‌های سواد شیمی سهم به سزایی در ساخت دانش و یادگیری مفاهیم شیمی دارد. در این تعریف، دانش در تعامل با افراد، مکان‌ها و اشیا شکل می‌گیرد. این تعریف به دانش شیمی به‌عنوان یک فرایند نگاه می‌کند و معتقد است که نباید به دانش شیمی به‌عنوان بسته‌ای قابل انتقال به ذهن دانش‌آموزان نگرسته شود.

تعریف پیشنهادی دارای چهار عنصر اصلی شامل: محتوا، مهارت، نگرش و

زمینه‌هاست. این تعریف کاملاً دانش‌آموزمحور بوده و نقش اصلی را در آموزش زمینه‌محور شیمی، دانش‌آموزان ایفا می‌کند و معلم در نقش راهنما و مشاور انجام وظیفه می‌کند. از ویژگی‌های بارز تعریف پیشنهادی می‌توان به در نظر گرفتن انواع نظریه‌های یادگیری، توجه به توسعه پایدار، کسب انواع شایستگی و توجه به سطوح مختلف تفکر در فرایند یاددهی - یادگیری شیمی اشاره کرد.

متغیرهای آموزش زمینه‌محور شیمی (گیلبرت^{۵۶}، ۲۰۰۶)، استفاده از توانمندی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات برای بررسی مفاهیم انتزاعی در سطح مولکولی (بدریان، هنرپرور، ناصری آذر، ۱۳۸۹) و نیز استفاده از رویکردهای اکتشافی، حل مسئله و کاوشگری با در نظر گرفتن میزان دخالت دانش‌آموز و معلم در انجام فعالیت‌ها اشاره کرد. این فعالیت‌ها می‌توانند از سطوح ساده به دشوار طراحی و تنظیم شده و با متغیر عمده یعنی میزان درجه آزادی دانش‌آموز در انتخاب نوع فعالیت، شیوه اجرا و نیز اخذ نتیجه به سرانجام برسد. روی این اصل در مقایسه با سایر تعریف‌های موجود (شوارتز و همکاران، ۲۰۰۵؛ ۲۰۰۶a) از جامعیت بیشتری برخوردار است.

تعریف پیشنهادی با در نظر گرفتن درک عمیق مفاهیم و استفاده از رویکرد شایستگی‌محور، کمک زیادی به تبیین و ارتقای سطح سواد شیمی می‌کند و عناصر و متغیرهای آن طوری در نظر گرفته شده است که در یک آموزشگاه با سطح متوسط در اقصی نقاط کشور قابلیت اجرا داشته باشد. استفاده از آخرین یافته‌های پژوهشی ملی و بین‌المللی در طراحی و تدوین این تعریف سبب شده است تا جنبه نوآورانه بودن تعریف پیشنهادی به‌طور جدی مشهود شود.

همان‌طور که در بخش‌های قبلی مقاله ملاحظه شد، همه متغیرهای مورد نظر و ارتباطات بین آن‌ها که مستخرج از منابع علمی - پژوهشی حوزه برنامه درسی شیمی بودند، مورد تأیید مدرسان دانشگاه، کارشناسان و دبیران شیمی قرار گرفتند و در هیچ یک از موارد، تفاوت معناداری بین نظر دبیران و کارشناسان گروه‌های آموزشی و متخصصان علم شیمی در زمینه اعتبار تعریف پیشنهادی مشاهده نشد.

در عین حال، پژوهش دارای داده‌های کیفی بسیاری در خصوص نظرات، نکات و زمینه‌های ضروری برای لحاظ کردن در تعریف سواد شیمی بوده است که در اینجا به منظور جلوگیری از طولانی شدن بحث‌ها از آن‌ها صرف نظر می‌شود.

در خصوص وضعیت آموزش شیمی و تحقق اهداف در نظر گرفته شده در برنامه درسی و نایل آمدن به سطوح بالاتر سواد شیمی در مدارس، همان‌طور که پژوهش‌های

تعریف نظری سواد شیمی از نگاه مدرسان شیمی دانشگاه‌ها و دبیران مدارس دوره متوسطه

قبلی (بدریان، ۱۳۸۸ و خلخال، ۱۳۸۶) نشان داد، به علت محدودیت‌های موجود در برنامه درسی، زمان و نیز استلزامات موجود در مدارس، برنامه درسی رسمی قادر به تحقق همه اهداف ذکر شده نیست. یکی از علت‌های اصلی آن عدم وجود یک تعریف مشخص از سواد شیمی برای برنامه‌ریزی، طراحی و اجرای فعالیت‌های اثر بخش یاددهی-یادگیری شیمی و همچنین تدوین نشانگرهای سواد شیمی و سطوح انتظارات آموزشی است. بنابراین در صورتی که نظرات گروه مرجع یعنی مدرسان شیمی در مدارس و دانشگاه‌ها را در خصوص تعریف سواد شیمی بپذیریم، ضروری است زمینه‌های لازم برای عملیاتی شدن این تعریف در سطح کشور فراهم آید. هر چند گام بعدی نگارنده، تدوین نشانگرهای سواد شیمی و سطوح انتظارات آموزشی است؛ اما شواهد امر نشان می‌دهد که زمینه برای عملیاتی نمودن گام به گام این تعریف بومی در سطح کشور فراهم است.

منابع

- بدریان، عابد. (۱۳۸۸). آموزش شیمی. تهران: انتشارات مبنای خرد.
- بدریان، عابد. (۱۳۹۰). بررسی مؤلفه‌های انواع سواد علمی در آموزش علوم پایه دوره‌های مختلف تحصیلی (طرح پژوهشی، شماره ۸۰۴). تهران: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.
- بدریان، عابد؛ عربشاهی، باهره و عبدی‌نژاد، طالب. (۱۳۸۹). بررسی اثر بخشی آموزش زمینه محور سینتیک شیمیایی بر رشد تحصیلی و نگرش دانش‌آموزان. فصلنامه تعلیم و تربیت، ۲۷ (۱)، ۱۲۹-۱۵۶.
- بدریان، عابد؛ هنرپرور، بهاره و نصری‌آذر، اکبر. (۱۳۸۹). طراحی و اعتباربخشی الگوی آموزش زمینه‌محور شیمی مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات. فصلنامه نوآوری‌های آموزشی، ۹ (۳۶)، ۱۰۱-۱۲۵.
- خالخال، مرتضی. (۱۳۸۶). بررسی مسائل برنامه و کتاب‌های جدید شیمی دوره‌های متوسطه و پیش‌دانشگاهی ایران از دیدگاه برنامه‌ریزی درسی، روانشناسی پرورشی و مطالعات تطبیقی (طرح پژوهشی، شماره ۵۴۸). تهران: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.
- خوشبین، آزاده سادات. (۱۳۸۷). تعیین نشانگرهایی برای سواد فیزیکی در جهت تعیین ساختار نظام آموزش فیزیک و اصلاح آن (پایان نامه کارشناسی ارشد)، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران.
- گروه شیمی دفتر برنامه‌ریزی و تالیف کتاب‌های درسی. (۱۳۷۹). راهنمای برنامه‌درسی شیمی دوره متوسطه. سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، تهران.
- شورای عالی آموزش و پرورش. (۱۳۹۱). برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران. تهران: وزارت آموزش و پرورش.
- لیاقت، سمیه. (۱۳۸۶). ساخت و اعتباریابی ابزاری برای سنجش سواد علمی و بررسی رابطه سطح سواد علمی و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان پایه اول دوره متوسطه (پایان نامه کارشناسی ارشد). دانشگاه تهران.
- Agin, M.L. (1974). Education for scientific literacy: a conceptual frame of reference and some applications. *Science Education*, 58(3), 403-415.
- American Association for the Advancement of Science. (1989). *Science for all Americans: A project 2061 report on literacy goals in science, mathematics and technology*. Washington, DC: AAAS.
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for scientific literacy*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Atkins P.W. (2005). Skeletal chemistry. *Education in Chemistry*, 42 (20), 25-29.
- Badrian, A. (2008). *Investigation the Impacts of Web- Based Chemistry Courses on Chemical Literacy among High- School Students*. 9th European Conference on Research in Chemical Education, Istanbul, Turkey, p. 96.
- Biological Science Curriculum Studies (BSCS). (1993). *Developing Biological Literacy: A Guide to Developing Secondary and Post-secondary Biology Curricula*. United States Dubuque, IA: Kendall Hunt.
- Bybee, R.W. (1997a). *Achieving scientific literacy: from purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinmann Publishing.
17. Bybee, R.W. (1997b). Towards an understanding of scientific literacy. In: W. Gräber & C. Bolte. (Eds.). *Scientific literacy. An international symposium* (pp. 37-68). Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN): Kiel, Germany.
- Bybee, R.W. (2006). *Enhancing science teaching and student learning: A BSCS perspective*. A presentation for the ACER research conference, Canberra ACT, Australia
- Chang, S.N. and Chiu, M. H. (2005). The development of authentic assessments to investigate ninth graders's scientific literacy: in the case of scientific cognition concerning the concepts of chemistry and physics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3 (1), 117-14(20).
- Deboer, G. E. (2000). Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Education*, 37(6), 582-6(20)1.

تعریف نظری سواد هیپمی از نگاه مدرسان هیپمی دانشگاه‌ها و دبیران مدارس دوره متوسطه

- Dori, Y. J., & Hameiri, M. (2003). Multidimensional analysis system for quantitative chemistry problems-symbol, macro, micro and process aspects. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(4), 278-302.
- Gilbert, J. K. (2006). On the Nature of "Context" in Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976.
- Hobson, A. (2003). Physics Literacy, energy and the environment. *Physics Education*, 38(2), 109-114.
- Hurd, P.D. (1958). Science literacy: It's meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16(1), 13-16
- Holbrook, J. and Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 275-288
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2007). Nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347-1362.
- Holman, J. (2002). What does it mean to be chemically literate? *Education in Chemistry*, 39(1), 12-14.
- Johnstone, A.H. (1997). Chemistry teaching - Science or alchemy? *Journal of Chemical Education*, 74, 262-268.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of Chemistry: Logical or Psychological. *Chemistry Education: Research and Practice*, 1(1), 9- 15.
- Klein, P.D. (2006). The challenges of scientific literacy: from the viewpoint of second-generation cognitive science. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 143-178.
- Laugksch R.C. (2000). Scientific Literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84, 71-94.
- Mahaffy, P. (2004). The future shape of chemistry education. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(3) 229- 245
- Miller, J. (2002). Civic Scientific Literacy: A Necessity in the 21st Century. *FAS Public Interest Reports*, 55(1), 3-6.
- National Research Council: (2005). *National Science Education Standards*. National Academy Press.
- National Center for Education Statistics (NCES). (2006). *Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)*. Retrieved from <http://nces.ed.gov/TIMSS/>.
- Nelson, G. (1999). Scientific Literacy for All in the 21st Century. *Educational Leadership*, 57(2), 77-93.
- Norris, S.P. & Phillips, L.M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224-240.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2007). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Retrieved November 2008 from <http://www.oecd.org/dataoecd/63/35/37464175.pdf>
- Rychen, D.S. & Salganik, L.H. (Eds.). (2003). *Key competencies for a successful life and a well functioning society*. Cambridge, MA: Hogrefe & Huber.
- Shamos, M. H. (1995). *The Myth of Scientific Literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- Shwartz Y., Ben-Zvi R. and Hofstein A. (2006a), Chemical literacy: what it means to scientists and school teachers? *Journal of Chemical Education*, 83, 1557-1561.
- Shwartz Y., Ben-Zvi R. and Hofstein A. (2006b), *The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy among high-school students*. Chem. Educ. Res. Pract., 7, 203-225.
- Shwartz Y., Ben-Zvi R. and Hofstein A. (2005). The importance of involving high-school chemistry teachers in the process of defining the operational meaning of 'chemical literacy'. *International Journal of Science Teaching*, 27, 323-344.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation. (1993). Final Report: International forum on scientific 44. Vyotsky, L. S. (1978). *Mind in Society, The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

بی‌نوشت‌ها

1. Scientific Literacy
2. Holbrook
3. Rannikmae
4. Paul deHard Hurd
5. Agin
6. American Association for the Advancement of Science (AAAS)
7. Norris & Philips
8. Program for International Student Assessment (PISA)
9. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)
10. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO)
11. Civic Scientific Literacy
12. Miller
13. Science Literacy
14. Rychen
15. Salganik
16. Laugksch
17. Klein
18. Nelson
19. Deboer
20. National Research Council (NRC)
21. Bybee
22. Shamos
23. Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)
24. National Center for Education Statistics (NCES)
25. Chang & Chiu
26. Learning Contexts
27. Practical or Functional Scientific Literacy
28. Civic Scientific Literacy
29. Scientific Illiteracy
30. Nominal Scientific Literacy
31. Functional Scientific Literacy
32. Conceptual Scientific Literacy
33. Multi-Dimensional Scientific Literacy
34. Biological Sciences Curriculum Study (BSCS)
35. Hobson
36. Shwartz, Ben-zvi & Hofstein
37. Holman
38. Content
39. Context
40. Skills
41. Attitudes
42. Clarification and Identification
43. Documentation
44. Co-Ordination
45. Validation
46. Johnstone
47. Numeracy
48. Dori
49. Hameiri
50. Human Elements
51. Mahaffy
52. Vygotsky
53. Socio Cultural Perspective
54. Atkins
55. Science- Technology- Society and Environment (STSE)
56. Gilbert