

مفهوم و جایگاه سواد علمی در پیشرفت و توسعه پایدار کشور

عابد بدریان^۱

چکیده

در عصر حاضر بسیاری از کشورها علاوه بر پژوهش درباره حوزه‌های مختلف علوم و فناوری، زمان و منابع زیادی را صرف بهبود آموزش علوم و فناوری در مدارس و مراکز آموزش عالی می‌کنند. بسیاری از نویسندگان و پژوهشگران معتقدند که ارتقای سطح سواد علمی یکی از هدف‌های اصلی آموزش علوم تلقی می‌گردد. سواد علمی یک واژه بین‌المللی شناخته شده و پرآوازه است و ترویج و ارتقای آن در حوزه‌های مختلف به فلسفه آموزش علوم در سطح جهان تبدیل گشته است. علت این امر را می‌توان در تاثیر روزافزون علم و فناوری در زندگی روزمره شهروندان و نیاز جوامع به توسعه پایدار دانست. در این نوشتار دیدگاه‌های جهانی در رابطه با آموزش علوم و فناوری، ماهیت سواد علمی، مبانی و چارچوب نظری سواد علمی مورد بررسی و کاوش قرار گرفته است.

واژگان کلیدی: سواد علمی، توسعه پایدار، آموزش علم و فناوری.

۱. دکتری شیمی، استادیار پژوهشکده برنامه‌ریزی درسی و نوآوری‌های آموزشی، پژوهشگاه مطالعات آموزش و پرورش، تهران، تلفن: ۸۸۳۱۱۰۰۰ (+۹۸۲۱)، نشانی الکترونیکی: ab.badrian@gmail.com

مقدمه

به شهروندان امکان می‌دهد تا نقش خود را برحسب سلسله مراتب نسبت به دنیای «علم-محور» امروزی ایفا کنند و به آن واکنش مناسبی نشان دهند [۱].

داشتن سواد علمی به شهروندان 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 عاداتی ذهنی است که شهروندان را از چگونگی تحولات این حوزه‌ها آگاه می‌سازد. بکارگیری هوش و ذکاوت و نیز زندگی کردن در دنیای ماشینی که زاینده علم و فناوری هستند، ایجاب می‌کند تا همه افراد بتوانند برای بهره‌مندی بهتر از روابط اجتماعی، فرهنگی، سیاسی و اقتصادی مناسب، دارای سواد علمی باشند. اهمیت داشتن سواد علمی در محل کار نیز روزه‌روز در حال افزایش است. تعداد مشاغلی که نیازمند مهارت‌های پیشرفته‌ای هستند، در حال افزایش بوده و برای بهره‌مندی از آنها لازم است تا افراد بتوانند از طریق آموزش و یادگیری، تفکر خلاق، تفکر انتقادی، استدلال و جستجوی منطقی علتها و معلولها و نیز حل مسئله به استقبال این مشاغل بروند. درک علوم و فرایندهای علمی موجود در فعالیتهای روزمره جزو ضروریترین بخش این نوع مهارتها محسوب می‌شود [۲].

مفهوم نظری سواد علمی

از زمان طرح این واژه توسط هارد، تعریف‌های مختلفی از سواد علمی به عمل آمده است. نوریس^۳ و فیلیپس^۴ در یک بررسی مدعی شدند که معانی مختلف سواد علمی را می‌توان در جملات زیر جستجو کرد [۳]:

۱. دانش مبتنی بر محتوای علمی قائم به ذات و توانایی تمییز آن از حوزه‌های غیر علمی؛
۲. درک علم و کاربردهای آن؛
۳. توانایی تشخیص و تصمیم‌گیری منطقی؛
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 بسیار گسترده و وسیع به همراه دارد؛ اما در اغلب بیانات عامیانه آن را معادل «دانش علمی» در نظر می‌گیرند [۴]. حتی در پروژه عظیم ۲۰۶۱ [۱]، و همچنین آزمونهای مربوط به

رشد اقتصادی هر کشوری به پیشرفت علمی و فنی مردم آن جامعه بستگی دارد. هر چقدر آموزش علوم و فناوری در مقاطع گوناگون تحصیلی بیشتر و جدی‌تر باشد، و هر اندازه در برنامه‌های آموزشی زودتر به این امر توجه شود، بی‌شک تاثیر آن پایا و همیشگی خواهد بود. از آنجا که آینده جهان بر پایه علم و فناوری استوار است، و نیاز اساسی کشورهای در حال توسعه محسوب می‌شود، چنانچه بتوان دانش‌آموزان را از ابتدا در جریان ضرورت و اهمیت یادگیری علوم و فناوری قرار داد و آنها را از پیامدهای کاربرد علم و فناوری در شئون مختلف زندگی مطلع کرد، مطمئناً جوانان در آینده نسبت به استفاده از علم و فناوری آگاه‌تر و در کاربرد آنها انعطاف بیشتری نشان خواهند داد. آموزش علوم و فناوری یکی از ارکان سیاست‌های توسعه علمی هر کشوری محسوب می‌شود و بخش مهمی از اهداف نظام‌های آموزشی را به خود اختصاص داده است. امروزه بسیاری از کشورها علاوه بر پژوهش درباره علوم و فناوری، زمان و منابع زیادی را صرف بهبود آموزش علوم و فناوری می‌کنند.

یکی از اهداف روشن آموزش علوم و فناوری، ایجاد سطوح بالای «سواد علمی»^۵ است. داشتن آگاهیهای علمی مورد نیاز، درک مفاهیم و فرایندهای علمی را که برای یک شهروند مطلوب ضروری است، سواد علمی می‌گویند. داشتن سواد علمی یعنی اینکه شخص بتواند، بطور منطقی توضیح دهد، راه حل مشکلات را پیدا کند، و یا به سؤالات موجود در زندگی روزمره پاسخ شایسته دهد. سواد علمی شامل برخی توانمندیهای ویژه نیز می‌شود و شخص با داشتن آن از یک موقعیت مطلوب فرهنگی-اجتماعی برخوردار بوده و می‌تواند در حل مشکلات خویشتن و یا جامعه، آنها را به کار بندد. در سال ۱۹۵۸، پائول هارد^۲ 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 گشته است، به طوری که امروزه در بسیاری از کشورها، فلسفه و هدف اصلی آموزش علوم تجربی، ارتقای سطح سواد علمی در نظر گرفته شده است. سواد علمی شامل بررسی اقدامات و چالشهای علمی در پرتوی تاریخ، فرهنگ و خرد ورزی است. 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. سواد علمی شامل زنجیره‌ای از دانستنی‌ها و توانایی‌هایی است که

۵. در سال ۱۹۸۵ با نزدیک شدن ستاره‌ی دنباله‌دار هالی به کره‌ی زمین، بنیاد ملی علوم آمریکا اجرای طرحی با عنوان «پروژه‌ی ۲۰۶۱» را شروع کرد که هدف اصلی آن توجه به نیازهای زندگی در حال تغییر و ارتقای سطح علمی جامعه‌ی آمریکا برای یک دوره‌ی ۷۶ ساله، یعنی بازگشت دوباره‌ی ستاره‌ی دنباله‌دار هالی در سال ۲۰۶۱ بود. انتظار می‌رود با اجرای این طرح، سطح سواد علمی هر شهروند آمریکایی به مطلوب‌ترین سطح مورد انتظار ارتقا یابد.

1. Scientific Literacy
2. Paul deHard Hurd
3. Norris
4. Philips

استفاده می‌کنند، معتقدند که برای سازگاری با جهانی که دائماً بوسیله علم و فناوری در حال تغییر است، کسب سواد علمی در تمامی ابعاد فرهنگی، اجتماعی، سیاسی، اقتصادی، علمی و فناوری ضرورت دارد. این دسته از افراد سواد علمی را با کسب مهارت‌های زندگی مترادف در نظر می‌گیرند [۹].

به اعتقاد این گروه از افراد، از آنجایی که تفکر منطقی، انتقادی و همچنین استدلال علمی و تصمیم‌گیری آگاهانه و منطقی از نشانه‌های 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 متخصصان، 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. در حالی که از دیدگاه خرد، سودمندی سواد علمی برای رشد رفاه و ارتقای سطح زندگی فردی افراد جامعه اهمیت دارد. متخصصان مهم‌ترین دلیل حمایت از ارتقای سطح سواد علمی را ارتباط میان سواد علمی و زندگی خوب اقتصادی مردم می‌دانند. ثروت ملی کشورها به رقابت موفق در بازارهای جهانی بستگی دارد. رقابت‌پذیری بین المللی هم به موارد مختلفی بستگی دارد، از جمله برنامه پژوهش و توسعه که در گام اول سبب پیشرفت در رقابت‌های جهانی برای ارایه محصولات جدید با فناوری سطح بالا می‌شود (در کشورهای توسعه یافته).

دیگر این که بازارهای کوچکتر دارای موقعیت‌های مناسب را در دست می‌گیرد (برای کشورهای در حال توسعه). پایه ریزی چنین برنامه‌های پژوهش و توسعه نیازمند دانشمندان، مهندسان و نیروهای کارآموده و فنی است. تنها جوامعی با شهروندان دارای سطح مناسب سواد علمی، این نیاز را تأمین می‌کنند. همچنین سواد علمی توانایی مشارکت هوشمندانه تر افراد در بخش تولید اقتصادی را نیز ایجاد می‌کند.

سطوح بالاتر سواد علمی در میان عامه مردم سبب حمایت بیشتر از علوم می‌شود، در نتیجه نیروهای جدید بیشتری جذب علوم می‌شوند. بهره‌ای از ارتقای سواد علمی جامعه به انتظارات مردم از علوم بستگی دارد. هر چقدر عموم مردم بیشتر درباره اهداف، فرایندها و قابلیت‌های علوم بدانند، احتمال وجود انتظارات غیر واقع‌بینانه که نتیجه درک نادرست از

سنجش سواد علمی نظیر پیزا^۱ [۵]، محتوای دانشی نقش پر رنگتری در سواد علمی دارد. در گزارش‌های مربوط به یونسکو [۶]، به واژه «سواد علمی مدنی»^۲ نیز اشاره شده است. به گفته میلار^۳ [۷]، این نوع سواد، سطحی از درک علم و فناوری را برای هر شهروند در نظر می‌گیرد که نیاز دارد تا به عنوان یک شهروند مطلوب ایفای نقش نماید. این امر ضرورت توجه به سطح سواد علمی و ارتقای آن در سطح جامعه را دوچندان می‌کند.

سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه اروپا^۴ [۸] که مسئول برگزاری آزمون‌های پیزا در اروپا است، تعریف ساده و جامعی از سواد علمی ارایه کرده است. طبق این تعریف: «سواد علمی قابلیت استفاده از دانش علمی برای تعیین 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 مشکلات و معضلات جامعه و محیط زیست به کار برد [۵].

در کتاب «علم برای همه آمریکایی‌ها» مربوط به پروژه ۲۰۶۱، فرد باسواد علمی به این صورت تعریف شده است: «آگاه است که علوم، ریاضیات و فناوری، ابداع‌هایی بشری با وابستگی متقابل هستند و توانایی‌ها و محدودیت‌هایی دارند. مفاهیم اساسی و اصول علم را درک می‌کند، با سازوکار طبیعت و نظم حاکم بر آن آشناست، کثرت و وحدت آن را می‌شناسد و از دانش و روش‌های علمی تفکر برای هدف‌های فردی و اجتماعی سود می‌جوید».

پروژه ۲۰۶۱ مجموعه مفاهیمی پیرامون ماهیت علم، ریاضیات و فناوری، دانش پایه‌ای که از نظرگاه علوم و ریاضیات دیده می‌شود و شکلی که فناوری به آن داده است، همچنین تاریخ تلاش‌های علمی و بالاخره عادت‌های ذهنی که لازمه سواد علمی است، را در بر می‌گیرد. با اتخاذ چنین اهداف بسیار گسترده‌ای در این مجموعه، تعریفی وسیع و جامع از سواد علمی ارائه شده است [۱].

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 نقش مرکزی به دانش علمی قائل هستند. این دسته که اغلب معلمان علوم در آن دسته قرار دارند، معتقدند که آموختن مفاهیم و نظریه‌های علمی و کسب دانش برای هر شهروندی ضروری است. این دسته از افراد به جای واژه کلی‌تر سواد علمی از واژه اختصاصی‌تر «سواد علم»^۵ یا سواد دانشی 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

1. Program for International Student Assessment (PISA)
2. Civic Scientific Literacy
3. Millar

4. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)
5. Science Literacy

۱. **سواد علمی عملی:** نوعی دانش که برای کمک به حل مسائل عملی، نیازهای اساسی (غذا، سلامتی و سرپناه) به کار می‌رود. این نوع از سواد اهمیت ویژه‌ای در توسعه کشورها داشته و در کشورهای صنعتی، در راستای حفظ بازار مصرف است.

۲. **سواد علمی شهروندی:** توانا ساختن شهروندان برای آگاهی یافتن از مسائل علمی و عمومی به منظور شرکت در فرایند تصمیم‌گیری درباره‌ی این مسائل. این سواد برای فرایندهای مردم‌سالارانه و کارکردشان در جامعه وابسته به فناوری ضروری است.

۳. **سواد علمی فرهنگی:** دانستن چیزی درباره‌ی علوم، به عنوان پیشرفت اساسی انسانی که تنها برای معدودی از افراد جامعه (افراد هوشمند) قابل دستیابی است. این مقوله، از جهت دسترسی رهبران فکری حال و آینده و تصمیم‌گیرندگان، مهم است.

شایستگی‌های موجود در سواد علمی

قابلیت‌های چندگانه حاصل از آموزش علوم و فناوری به فرد امکان می‌دهند که فرایندهای علمی را در حل مسائل، تصمیم‌گیری و درک بیشتر محیط طبیعی و اجتماعی به کار بندد. همچنین قابلیت‌های فوق بر سرعت و کیفیت رشد علمی - اقتصادی کشورها تأثیر بنیادین دارند. به عبارت دیگر این قابلیت‌ها، زندگی فرد را به عنوان شهروند چنان تحت تأثیر قرار می‌دهد که تعاملات اجتماعی، فرهنگی و ... او را با جامعه به صورت معقول در خواهد آورد. یادگیرندگان امروز و به عبارتی شهروندان جامعه علمی فردا، باید بتوانند مسائل روزمره خود را در ابعاد فردی و اجتماعی، به نحوی مستدل حل نمایند.

تفکر علمی نه فقط نیاز دانشمندان، بلکه نیاز شهروندان نیز است. یعنی علاوه بر نشان دادن دانش علمی و استفاده از آن، در تصمیم‌گیری‌های مربوط به کاربرد علم و فناوری در زندگی روزانه خود فعالانه شرکت کنند و بتوانند علم و غیرعلم را از یکدیگر متمایز سازند. علاوه بر این بدانند علم چه می‌تواند انجام دهد و چه نمی‌تواند، کار علمی چگونه انجام می‌شود و چگونه علم در فرهنگ سهیم می‌شود. این قابلیت‌ها عناصر سازنده سواد علمی هستند [۱۲].

بایبی^۲ [۱۳] برای تبیین گستردگی سواد علمی و مؤلفه‌های آن الگویی ارائه کرده است. این الگوی شایستگی محور در شکل ۱ آورده شده است.

در الگوی شایستگی محور سواد علمی، توازن بین حیطه‌های مختلف شایستگی نظیر شایستگی اخلاقی، علمی و 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

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 سواد علمی باشند، کیفیت تصمیم‌گیری عمومی به طور چشمگیری بهبود می‌یابد، زیرا تصمیماتی که در پرتو درک مناسب از مسائل گرفته می‌شود، بهتر از تصمیماتی است که در غیاب چنین درکی اتخاذ شوند. افزایش سطح سواد علمی شهروندان تصمیم‌گیری مردم‌سالارانه را ارتقا می‌بخشد. به علاوه با تشویق افراد به درگیر شدن هوشمندانه با حقوق مردم‌سالارانه، موجب ارتقای تصمیم‌گیری مؤثرتر می‌گردد.

وانگهی، سلامتی عمومی جامعه‌ای که به علم عمل می‌کند، به جامعیت علوم در فرهنگی گسترده‌تر بستگی دارد. اغلب مردم، علوم را تخصصی و حرفه‌ای می‌دانند و بنابراین از فرهنگ عمومی، مجزا می‌پندارند. جداسازی علوم از فرهنگ، سبب شکست عامه مردم در درک صحیح علوم می‌شود. بنابراین شهروندان با آمیزه‌ای از ترس و علاقه به علوم پاسخ می‌دهند. ارتقای سواد علمی عموم مردم با این تصور پرستش‌مآبانه از علوم مقابله می‌کند.

از دیدگاه خُرد، شهروندان داناتر می‌توانند مسیر خود را در جامعه به طور مؤثرتری طی نمایند. گسترش سواد علمی در میان مردم سبب می‌شود، آنان احساس اطمینان و شایستگی بیشتری در حل و فصل مسائل مربوط به علوم و فناوری در زندگی روزمره خود داشته باشند. استخدام افراد، با این مقوله از سودمندی سواد علمی مرتبط است.

با تخصصی‌تر شدن فعالیت‌های اقتصادی جوامع پیشرفته، کیفیت منابع انسانی به طور 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 [۱۰].

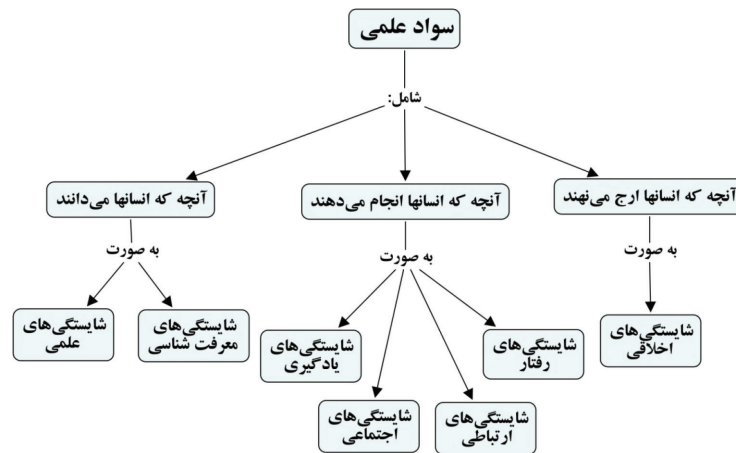
مبحث دیگر در سودمندی سواد علمی، به مزایای اخلاقی، زیبایی شناختی و هوشمندانه سواد علمی مربوط است. علم به تنهایی عنصر مهم فرهیختگی افراد در عصر حاضر محسوب می‌شود. ارتقای سواد علمی سبب ارتقای فرهنگ هوشمندی می‌شود. از منظر زیبایی‌شناسی، علم فعالیت خلاق ذهن مدرن است. این امر نشان می‌دهد که علوم تجربی، همانند ادبیات، موسیقی و هنرهای دستی، ساختار ذهن فرهیخته و علمی را تشکیل می‌دهد [۴].

از نظر دبوئر^۱ [۱۱]، ویژگی‌های فرد دارای سواد علمی عبارتند از: شناخت رابطه میان علم و جامعه، شناخت اخلاقی دانشمندان، درک ماهیت علم، درک مفاهیم پایه‌ای علم، شناخت تفاوت علم و فناوری، درک رابطه میان علوم انسانی و علوم تجربی. این مشخصات را می‌توان در قالب سه مقوله به شرح زیر پیشنهاد داد:

1. Deboer

2. Bybee

شکل ۱: الگوی شایستگی محور برای تعریف سواد علمی



بحث و نتیجه گیری

برگزاری آزمونهای بین المللی نظیر تیمز^۲ [۱۵]، پیزا [۵]، و استفاده از مؤلفه ها و نشانگرهای سواد علمی در سنجش و ارزیابی رشد تحصیلی دانش آموزان در حیطه اهداف دانشی، مهارتی، نگرشی و نیز «زمینه های یادگیری»^۳، و نتایج کسب شده از آن موجب شده است تا توجه ویژه ای برای تعریف دقیقتر ابعاد، مؤلفه ها و نشانگرهای سواد علمی به عمل آید.

پژوهشگران زیادی برای سنجش میزان دستیابی دانش آموزان به سطح مطلوب سواد علمی، تلاش کرده اند تا سطوح مختلفی برای سواد علمی تعریف نمایند. در سطح بندی شاموس [۱۴]، پایین ترین سطح «سواد عملی یا عملکردی»^۴ نامیده شده است که بیانگر توانایی یک شخص برای انتخاب و استفاده درست از محصولات علمی- فناورانه و فعالیت مطلوب در زندگی روزانه است.

بالا ترین سطح نیز، «سواد مدنی»^۵ (یا سواد نماد قدرت) است که بیانگر توانایی یک شخص برای فعالیت خردمندانانه در جامعه و بهره گیری خلاقانه از علم و فناوری برای حل مسائل جامعه و خویش است. در این سطح بندی، به «سواد فرهنگی» نیز اشاره شده است که شامل ارج نهادن به تلاشهای علمی و در نظر گرفتن علم به عنوان یک فعالیت هوشمندانه است.

بومی تاکید شده است. این امر نشان می دهد که آموزش علوم باید به صورت بین رشته ای و با هدف تربیت شهروند مطلوب انجام گیرد. در این رویکرد بر حل مسئله به روش علمی و همچنین اتخاذ تصمیم هایی مبتنی بر فرایندهای علمی- اجتماعی تاکید فراوان شده است.

در بررسی دقیق تر مؤلفه های سواد علمی، می توان به هفت بُعد مختلف آن اشاره کرد که عبارتند از:

۱. آشنایی با ماهیت علم و فناوری؛
۲. آشنایی با مفاهیم کلیدی علوم؛
۳. آشنایی با فرایندهای علمی؛
۴. آشنایی با رابطه ای بین علم- فناوری- جامعه و محیط زیست؛
۵. آشنایی با مهارت های علمی و فنی؛
۶. آشنایی با فواید و ارزش های ناشی از علم؛
۷. کسب نگرش ها و علاقمندی های مرتبط با علم و فناوری.

طرفداران ارتقای سواد علمی از طریق توجه به آموزش بیشتر علوم محض نظیر شاموس^۱ [۱۴] معتقدند که در برنامه درسی مدارس نمی توان سواد علمی را آنچنان که باید آموزش داد و همه مهارت های شهروندی را در دانش آموزان پرورش داد. اما می توان سطح سواد دانشی را با در نظر گرفتن سطوح مختلف سواد شیمی، سواد فیزیکی، سواد زیست شناسی و آموزش معنی دار آنها ارتقا داد.

1. Shamos
2. Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)

3. Learning Contexts
4. Practical or Functional Literacy
5. Civic Literacy

زیست‌شناسی را نیز تعیین نماید.

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 [۱۳]، سواد فیزیکی [۱۶] و سواد شیمی [۱۷] و [۱۸] و [۱۹]، در چهار سطح محتوا^۱، زمینه‌ها^۲، مهارت‌ها^۳ و نگرش‌ها^۴ و در قالب ارزشهای بومی و چهارچوب‌های 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 [۲۰].

بایبی [۱۳] موفق شد تا مقیاس نظری گسترده‌ای برای تعریف سواد علمی و تبیین سطوح مختلف آن ارائه نماید. در تاکسونومی بایبی برای سطح بندی سواد علمی به پنج سطح اشاره شده است که به صورت سلسله مراتب تنظیم شده‌اند. این پنج سطح عبارتند از:

۱. بی‌سوادی علمی^۲؛
۲. سواد علمی صوری^۳؛
۳. سواد علمی عملکردی^۴؛
۴. سواد علمی مفهومی^۵؛
۵. سواد علمی چند بُعدی^۶.

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 حادث 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 چهارچوب‌های نظری تعریف شده، سطوح مختلف سواد

1.Bybee
2. Scientific Illiteracy
3.Nominal Scientific Literacy
4. Functional Scientific Literacy
5.Conceptual Scientific Literacy

6.Multi-Dimensional Scientific Literacy
7.Content
8.Contexts
9.Skills
10.Attituds

منابع و مأخذ:

- competencies for a successful life and a well functioning society." Cambridge, MA: Hogrefe & Huber.
- [10]. Laugksch R.C. (2000). "Scientific Literacy: A conceptual overview." *Science Education*, 84, 71-94.
- [11]. 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), 582-601.
- [12]. National Research Council: (2005). "National Science Education Standards.", National Academy Press.
- [13]. Bybee R.W., (1997), "Achieving scientific literacy: from purposes to practices", Portsmouth, NH, Heinmann Publishing, pp. 82-86.
- [14]. Shamos, M. H. (1995). "The Myth of Scientific Literacy (New Brunswick)", NJ: Rutgers University Press.
- [15]. National Center for Education Statistics (NCES), (2006), "Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)", <http://nces.ed.gov/TIMSS/>.
- [16]. Hobson, A. (2003). "Physics Literacy, energy and the environment, *physic Education*", 38, 109-114.
- [17]. Shwartz Y., Ben-Zvi R. and Hofstein A., (2006), "The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy among high-school students", *Chemical Education: Research and Practice.*, 7, 203-225.
- [۱۸]. بدریان، عابد (۱۳۸۸)، "آموزش شیمی"، انتشارات مبنای خرد، تهران، ایران.
- [۱۹]. بدریان، عابد (۱۳۹۲)، "تعریف نظری سواد شیمی از نگاه مدرسان شیمی دانشگاه‌ها و مدارس دوره متوسطه"، فصلنامه نوآوریهای آموزشی، سال چهاردهم، شماره ۵۴، صفحات ۳۱-۷.
- [۲۰]. بدریان، عابد (۱۳۹۰). "بررسی مولفه‌های انواع سواد علمی در آموزش علوم پایه دوره‌های مختلف تحصیلی"، گزارش طرح پژوهشی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، وزارت آموزش و پرورش.
- [1]. 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.
- [2]. American Association for the Advancement of Science. (1993). "Benchmarks for scientific literacy." Oxford, UK: Oxford University Press.
- [3]. Norris S.P., & Phillips, L.M. (2003). "How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy" *Science Education*, 87, 224-240.
- [4]. Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2007). "Nature of science education for enhancing scientific literacy." *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347-1362.
- [5]. 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>
- [6]. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation. (1993). "Final Report: International forum on scientific and technological literacy for all." Paris: UNESCO.
- [7]. Miller, J. (2002). "Civic Scientific Literacy: A Necessity in the 21st Century." *FAS Public Interest Reports*, 55(1): 3-6.
- [8]. Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). (1998). "Instrument design: A framework for assessing scientific literacy." Report of Project Managers Meeting, Arnhem, The Netherlands: Programme for International Student Assessment.
- [9]. Rychen, D.S. & Salganik, L.H. (Eds.). (2003). "Key