

# واکاوی سواد علمی: کاربرد در برنامه درسی آموزش علوم

صابر عبدالملکی<sup>۱</sup>

حسن ملکی<sup>۲</sup>

## چکیده

پرورش و یادگیری سواد علمی در دانش‌آموزان به هدف جهانی آموزش علوم تبدیل شده است. هدف پژوهش حاضر واکاوی مفهوم سواد علمی برای کاربرد در برنامه درسی آموزش علوم است. روش پژوهش حاضر کیفی و مبتنی بر تحلیلی-استنتاجی است. در این مقاله ابتدا به بازشناسی مفهوم سواد علمی از دیدگاه‌های گوناگون پرداخته شده است و معانی آن به اجمال مورد بررسی و بیان قرار می‌گیرد. این بحث مقدماتی روشن می‌سازد که مفهوم سواد علمی به عنوان یکی از اهداف آموزش علوم در نظام‌های آموزشی دنیا مطرح است و شناخت کامل مفهوم آن کار ساده‌ای نیست، همچنین تعریف دقیق و کاربردی سواد علمی با توجه به رویکرد آموزشی آن ضمن توجه به مباحث ماهیت علم در هر جامعه‌ای نیازمند توجه به ساختار، سیاست‌ها و فلسفه حاکم بر جامعه است. به دنبال این مبحث با روشن‌سازی مفهوم سواد علمی؛ به ابعاد و سطوح آن از دیدگاه‌های مختلف پرداخته و ابعاد علمی بیان شده توسط متخصصان و سازمان فعال در زمینه آموزش علوم را شرح داده شد. سطوح سواد علمی نشان می‌دهد ماهیت سواد علمی مفهومی نسبی است و نه مطلق و می‌توان دانش‌آموزان را در سطوحی از بی‌سوادی علمی تا بالاترین سطح سواد علمی قرار داد. این مبحث با ارائه ابعاد و سطوح سواد علمی چهارچوب مفهومی را برای استفاده متخصصان در طراحی برنامه درسی آموزش علوم فراهم می‌آورد. در بخش آخر مقاله و در جمع‌بندی، علاوه بر تأکید بر مواضع اساسی، نویسنده در بیان مفهوم سواد علمی، به علل اختلاف‌ها در تعریف این مفهوم می‌پردازد که عبارت‌اند از: وجود ماهیت مطلق و نسبی سواد علمی، تحولات دائم علم و پیشرفت انسان‌ها در درک جهان طبیعی، روش‌های مختلف آموزش و سنجش سواد علمی، تعاریف و ابعاد مختلف از سواد علمی توسط متخصصان آموزش علوم، مفهوم و اهداف سواد علمی متناسب با شرایط سیاسی، اقتصادی، اجتماعی در هر جامعه. همچنین می‌توان برای سواد علمی چهار بعد که دربردارنده بیشترین مفاهیم و ابعاد ارائه شده توسط متخصصان است را بیان کرد که این ابعاد عبارت‌اند از: مفاهیم و اصلاحات علمی، ماهیت علم، علم و جامعه و عادت ذهن. **کلیدواژه‌گان:** سواد علمی، آموزش علوم، ماهیت علم، علم و جامعه، عادت ذهن، برنامه درسی.

۱. دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی درسی دانشگاه علامه طباطبایی؛ S.abdolmalaki@gmail.com

۲. استاد گروه برنامه‌ریزی درسی دانشگاه علامه طباطبایی

جوامع بشری، هر روز با علم و فناوری بیشتری در هم می‌آمیزند، اگر فردی بخواهد در جهان امروز تأثیرگذار باشد، باید علم و روش‌های علمی را درک کند (خوشبین، ۱۳۸۸). امروزه دانش علمی نه فقط نیاز دانشمندان، بلکه شهروندان است. وارد ساختن سواد علمی<sup>۱</sup> به عنوان قابلیت عمومی برای زندگی، بازتاب محوریت رشد مسائل علمی و فناوری قرن ۲۱ است (OCDE<sup>۲</sup>، ۲۰۰۷). شاید همین امر باعث شد که مک فیلسون و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۸) به این نتیجه برسند که سواد علمی عصری ضروری برای آموزش در جامعه فناوری و علم‌محور مدرن امروزی محسوب می‌شود و لازم است علوم به همه شهروندان آموزش داده شود، و نه فقط به آنهایی که می‌خواهند به شکلی فعال در مشاغل مرتبط به علوم ورود کنند. امروزه دستیابی به سواد علمی برای همه دانش‌آموزان به عنوان «هدف اساسی» آموزش علوم در عصر معاصر است (1989-1993؛ AAAS<sup>۴</sup>؛ 1996؛ NRC<sup>۵</sup>؛ بای بی<sup>۶</sup>، ۱۹۹۷؛ هالبروک ورنیک مای<sup>۷</sup> ۲۰۰۹، ۱۹۹۷؛ استیو الیوار<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۰۰؛ نانوک چالرم<sup>۹</sup>، ۲۰۱۰؛ صدراالاشرافی، ۱۳۸۶ و عبدالملکی، ۱۳۹۱). دانش‌آموزی که سواد علمی دارد، مسائل علمی و فناوریانه را به خوبی درک، مسائل جامعه را به طور علمی نقد می‌کند و زیر سوال می‌برد، به صورت منطقی تصمیم‌گیری می‌کند و زندگی مسئولانه و رضایت‌بخشی دارد (هزن و تریفیل<sup>۱۰</sup>، ۱۹۹۱).

سال‌هاست که توجهات بسیاری به سواد علمی معطوف شده است، اما در عمل هیچ‌گونه توافقی در مورد تعریف آن وجود ندارد (روبرت<sup>۱۱</sup>، ۲۰۰۷). بررسی تاریخچه شکل‌گیری سواد علمی نشانگر وجود تفسیرها و تعریف‌های متفاوتی از آن است که بر مبنای پژوهش‌ها و یا شناسایی ویژگی‌های افراد دارای سواد علمی و توانایی‌هایشان بوده است (لاگش<sup>۱۲</sup>، ۲۰۰۰). به علت تعابیر فراوان از اصطلاح سواد علمی، این اصطلاح به مفهومی گسترده بدل شده است که بیانگر جامع و همه‌گیر بودن در اهداف، فرایندها، و نتایج آموزش علوم در مدارس اند که در زمینه آموزش علوم انجام می‌شود (کارن<sup>۱۳</sup>، ۲۰۰۶).

1. Scientific Literacy
2. Organisation for Economic Co-operation and Development
3. McPhearson, P.T.; Pollack, G.R.; and Sable, J.E.
4. American Association for Advancement of Science
5. National Research Council
6. Bybee R.W.
7. Holbrook and Rannikmae
8. Steve Oliver
9. Nuangchalerm
10. Hazen, Trefil
11. Roberts, D.A
12. Laugsch, R.C.
13. Karen

با این حال، با تحلیلی عمیق می‌توان مؤلفه‌هایی که اصطلاح سواد علمی را می‌سازند را شناسایی کرد (آرچر- برادشاو<sup>۱</sup>، ۲۰۱۴).

اهمیت درک مفهوم سواد علمی به گونه‌ای است که مقاله‌ها و کتاب‌های بسیاری در عرصه بین‌المللی با عنوان و هدف روشن‌سازی مفهوم سواد علمی در مجله‌های معتبر علمی دنیا چاپ شده است (لاگش، ۲۰۰۰؛ اوگانکولا<sup>۲</sup>، ۲۰۱۳؛ کاول ترومند و لی<sup>۳</sup>، ۲۰۰۰؛ لیندر<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۷؛ استیوه<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۱؛ دبوئر<sup>۶</sup>، ۲۰۰۰؛ هال بروک و رنیک مای<sup>۷</sup>، ۲۰۰۹؛ رایدر<sup>۸</sup>، ۲۰۰۱؛ لیو<sup>۹</sup>، ۲۰۰۹ انجمن پیشبرد علوم در امریکا<sup>۱۰</sup>، ۱۹۹۳؛ ۱۹۸۹). با توجه به اهمیت و ضرورت سواد علمی و نبود تعاریف مشخصی از آن لازم و ضروری است پژوهشی با موضوع و هدف بیان مفهوم سواد علمی صورت گیرد تا مفهومی روشن و دقیق از سواد علمی برای به کارگیری در برنامه درسی (آموزش علوم) ایجاد کند. بنابراین در پژوهش حاضر به تبیین مفهوم سواد علمی می‌پردازیم که در راستای تحقق این اهداف سوال‌های زیر مورد توجه قرار گرفت:

- مفهوم سواد علمی و علل اختلاف در تعریف این مفهوم چیست؟
- ابعاد و سطوح سواد علمی به منظور کاربرد در برنامه درسی کدام است؟

## پژوهش

روش پژوهش حاضر کیفی و مبتنی بر تحلیلی-استنتاجی است. به منظور دستیابی به داده‌های مورد نظر از روش مطالعه و بررسی متون و آثار تألیفی منابع اولیه و ثانویه در خصوص سواد علمی، آموزش علوم و برنامه درسی آموزش علوم استفاده شده است. سپس در مرحله بعد داده‌های گردآوری شد، بر اساس روش استنتاجی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و با توضیح مفاهیم و بررسی شرط‌های لازم به تحلیل مفاهیم و استنباط اهداف تحقیق پرداخته است.

1. Archer-Bradshaw
2. Ogunkola
3. Koeval Thurmond & Lee
4. Linder
5. Steve Oliver
6. Debooer
7. Holbrook& Rannikmae
8. Ryder
9. Liu
10. Benchmarks for Science Literacy.

## مفهوم سواد علمی و علل اختلاف در تعریف این مفهوم چیست؟

واژه سواد، مفهومی در زبان است. این واژه معمولاً توانایی خواندن و نوشتن تعریف می‌شود. در لغت‌نامه دهخدا در تعریف این مفهوم آمده است: سواد داشتن به معنی «ملکۀ خواندن و نوشتن داشتن و با علم بودن»، و سواددار یعنی «آنکه که دارای سواد باشد و خواندن و نوشتن داند» (دهخدا، ۱۳۸۵). در ارزیابی آموزش برای همه در سال (۲۰۰۰) سواد را توانایی خواندن و نوشتن به همراه درک عبارتی ساده در ارتباط با زندگی روزمره افراد تعریف کردند. این مفهوم دربرگیرنده طیفی از مهارت‌های خواندن و نوشتن است و اغلب مهارت‌های ریاضی پایه (حساب کردن) را نیز شامل می‌شود (یونسکو، ۲۰۰۴). امروزه دیگر باسوادی تنها به معنای دانستن حروف و کلمه‌ها به طور صرف نیست و منظور از فرد با سواد فردی است که توانایی‌های بیشتر از این را داشته باشد. البته امروزه، باسوادی در شکل‌ها، مرتبه‌ها و درجه‌های مختلفی رخ می‌دهد؛ مثلاً: سواد کامپیوتری، سواد فرهنگی، سواد سیاسی و سواد علمی که آنها را در سطوح مختلف از پایین‌ترین سطح تا بالاترین سطوح بیان می‌کنند (خوشبین، ۱۳۸۸). امروزه به علت سرعت بالای رشد و تغییرات علمی- فناوری در جامعه، داشتن سواد علمی یکی از مهم‌ترین نوع سواد است که لازمه زندگی در چنین دنیایی است (عبدالملکی و همکاران، ۱۳۹۲ ب). واژه سواد علمی مفهومی جامع‌تر، دقیق‌تر و فراتر از واژه سواد را به ذهن می‌آورد (عبدالملکی، ۱۳۹۱). مفهوم سواد علمی این اصطلاح نخستین بار در دهه ۱۹۵۰ مطرح شد (کونانت، ۱۹۵۲؛ هورد، ۱۹۵۸) و اولین بار توسط پل هورد به کار برده شده است، او تعریف صریحی از سواد علمی ارائه نداد و سواد علمی را هدف جدید آموزش علوم نامید (دبوئر، ۲۰۰۰؛ لاگش، ۲۰۰۰). از نظر هورد سواد علمی مفهومی است برای مدارس آمریکایی که هدفش درک یا فهم علوم و کاربرد آنها در تجربیات اجتماعی است (بای بی، ۲۰۰۹). او مفهوم سواد علمی را در بیان مفهوم علم و کاربرد آن در جامعه به کار برد (سالامون، ۲۰۰۷).

1. UNESCO
2. Conant, J. B
3. Hurd, P. D.
4. Debooer
5. .Errol Salamon

جدول شماره (1) تعاریف سواد علمی از دیدگاه متخصصان، مؤسسه‌ها و سازمان‌های فعال در زمینه آموزش علوم

| مفهوم   | دانشمند   |
|---|---|
| دانشی که افراد برای درک مؤلفه‌های علمی مسائل اجتماع به آن نیاز دارند.   | هیرش <sup>۱</sup> (۱۹۸۷)                              |
| آشنا بودن با جهان طبیعی و احترام به واحد بودن آن و آگاه بودن از بعضی از طرق مهم که در آن ریاضیات، فناوری و علوم به یکدیگر وابسته‌اند و نیز دارا بودن ظرفیت برای شیوه‌های تفکر علمی و دانش اینکه علوم، ریاضی و فناوری برنامه‌های انسانی‌اند و دانستن این مطلب که چیزی که بر محدودیت و نقاط قوت تأکید می‌کند و آنها را قادر به استفاده دانش علمی و راه فکر کردن برای اهداف شخصی و اجتماعی می‌کند (AAAS, 1993).  | علم برای همه امریکایی‌ها <sup>۲</sup> (۱۹۸۹)          |
| توانایی درک علم و فناوری در زندگی روزمره را سواد علمی <sup>۳</sup> تعریف می‌کنند.   | هزن و تریفل (۱۹۹۱)                                    |
| آنچه عامه مردم باید در مورد علم بدانند.   | دورانت <sup>۴</sup> (۱۹۹۳)                            |
| درک و شناخت ماهیت، اهداف و محدودیت‌های کلی علوم در کنار فهم ایده‌های علمی با اهمیت‌تر.  | جنگنیز <sup>۵</sup> (۱۹۹۴)                            |
| مفاهیم کلیدی و مشخص در علوم طبیعی مثل ارتباط علم با ریاضیات، فناوری و سایر دستاوردهای بشری و همچنین شامل یک فهم از ماهیت علم مانند مهارت‌های مورد نیاز مثل طراحی، آزمایش، جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل داده‌ها و نتیجه‌گیری از شواهد و مدارک است.  | NRC (۱۹۹۶)  |
| دانش و درک مفاهیم علمی و فرایندهای مورد نیاز برای تصمیم‌گیری فردی، مشارکت در تلاش‌های شهروندی و فرهنگی و خلاقیت اقتصادی (NRC, ۱۹۹۶, ص ۲۲).  | NSES <sup>۶</sup> (۱۹۹۶)                              |
| ترکیبی از نگرش‌های مربوط به توانایی‌های علمی‌ای است که دانش‌آموزان به آن نیاز دارند تا در پژوهش‌ها، فرایند حل مسئله، توانایی تصمیم‌گیری به کار گیرند، برای اینکه یادگیرندگان مادام‌العمر باشند و حس شگفت‌انگیز درباره جهان طبیعت را بهبود بخشند تعریف می‌کند.   | بنیاد برنامه علوم اتلانتیک کانادا <sup>۷</sup> (۱۹۹۷) |
| پرورش توانایی استفاده خلاقانه از چیزی که دانش علمی نامیده می‌شود در زندگی روزانه و یا در یک شغل، برای حل مشکلات، تصمیم‌گیری و به منظور بهبود کیفیت زندگی است.   | هالبروک ورنیک مای (۱۹۹۷)                              |
| توانایی استفاده از دانش علمی، برای شناسایی پرسش‌ها و به منظور نتیجه‌گیری مبتنی بر شواهد به منظور درک و کمک به تصمیم‌گیری در مورد جهان طبیعی و تغییرات ساخته شده در آن از طریق فعالیت‌های انسانی است (OECD; 2000, 2003).   | PISA (۲۰۰۰, ۲۰۰۳)                                     |
| ساختاری که دربرگیرنده استفاده مفاهیم ادراکی وسیع از علم برای ایجاد یک حس شناخت از جهان، درک پدیده‌های طبیعی و تعبیر گزارش‌های رسانه درباره موضوع‌های علمی است. همچنین دربرگیرنده ویژگی‌های مربوط به سوال‌های قابل پژوهش در انجام پژوهش، جمع‌آوری و تفسیر داده و تصمیم‌گیری آنها است (گودرام <sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۰۱).  | SEAR <sup>۹</sup>                                     |
| توانایی نگاه انداختن به مقاله‌ای در یک روزنامه یا مجله یا گوش دادن به گفت‌وگویی در یک برنامه خبری و تلویزیونی به منظور درک اینکه در مورد چه مسئله‌ای بحث می‌شود. همچنین داشتن دانش کافی برای قضاوت در مورد اینکه آنچه می‌شنوید آیا به شیوه‌ای علمی و دقیق بیان می‌شود یا خیر؟   | بروئر <sup>۱۰</sup> (۲۰۰۸)                            |
| آن را توانایی می‌دانند که افراد، به فهمیدن، درک جهان اطراف و درگیر شدن در علوم‌ی علاقه‌مند می‌شوند که می‌شناسند و همچنین توانایی آنها را در شناسایی سوال‌ها، پی بردن به نتایج بر مبنای شواهد و تصمیم‌گیری‌های آگاهانه در محیط و سلامت می‌کند. درک ماهیت علم، ایجاد و توسعه خصیصه‌های فردی و فراگیری مهارت‌ها و ارزش‌های علمی اجتماعی  | هالبروک ورنیک مای (۲۰۰۹)                              |
| توانایی برای تعامل با مسائل مربوط به علم، و با ایده‌های علم، به عنوان یک شهروند متفکر است. یک فرد باسواد علمی، مایل به شرکت در گفت‌وگو در گفتمان منطقی در مورد علم و فناوری است که نیازمند به توانایی‌هایی است تا: ۱- توضیح علمی پدیده‌ها (بشناسد، پیشنهاد کند و ارزیابی کند)؛ ۲- طراحی و ارزشیابی پژوهش علمی (تحقیقات علمی را توصیف و ارزیابی کند و راه‌های پرداختن به سوال‌های علمی را پیشنهاد دهد)؛ ۳- تفسیر علمی شواهد و داده‌ها (داده‌ها، ادعاها و استدلال در انواعی از بازنمایی تحلیل و ارزیابی کند و نتیجه‌گیری علمی مناسب به دست بدهد است) (OCDE, 2013) | پیسسا (۲۰۱۳)  |

- Hirsch, E. D., Jr.
- Science for all Americans
- Scientific literacy
- Durant, J. R.
- Jenkins, E. W
- National Science Education Standards
- Foundation For The Atlantic Canada Science Curriculum
- SCIENCE EDUCATION ASSESSMENT RESOURCE
- Goodrum
- Brewer, C

از زمان پیدایش مفهوم سواد علمی تاکنون، تعبیر و تفسیر از آن طی سال‌ها تا حدودی تغییر کرده است، به طوری که امروزه هیچ تعریف قابل پذیرش جهانی از سواد علمی وجود ندارد (روبرت، ۲۰۰۷؛ اوگانکولا، ۲۰۱۳) و در خصوص معنای دقیق آن ابهام‌های زیادی وجود دارد (هالبروک و رنیک مای، ۲۰۰۹). اصطلاح سواد علمی در ادبیات برای بیش از چهار دهه استفاده است و همیشه به یک معنای یکسان و مشترک بکار برده نشده است (لاگش، ۲۰۰۰). اصطلاح سواد علمی از مکانی به مکان دیگر و از مؤلفه‌ای به مؤلفه دیگر متفاوت است (ازبورن، ۲۰۰۷؛ لاگش، ۲۰۰۰؛ فنشم، ۲۰۰۷) در کشور انگلیس با مفهوم عام از علم مترادف است، اما در کشور فرانسه این اصطلاح را با فرهنگ علمی مترادف می‌دانند (روبرت، ۲۰۰۷؛ شاموس، ۱۹۹۵). لاگش (۲۰۰۰) علت این اختلاف‌ها در تعریف مفهوم سواد علمی را وجود عوامل گوناگون و فراوانی می‌داند که به تعبیر این مفهوم شکل می‌دهند. این عوامل عبارت‌اند از: تعداد گروه‌های ذی‌نفع متفاوت که با سواد علمی مرتبط‌اند، تعاریف مفهومی متفاوت از این اصطلاح، ماهیت مطلق و نسبی سواد علمی به عنوان یک مفهوم، اهداف مختلف برای پشتیبانی از سواد علمی، روش‌های مختلف برای سنجش آن وجود دارد. گود و همکاران (۲۰۰۰) علت دگرگونی و تحول معنای سواد علمی را تحولات دائم علم و پیشرفت انسان‌ها در درک جهان طبیعی بیان می‌کنند.

## دوره‌های تاریخی سواد علمی

از لحاظ تاریخی نیز جو فرهنگی یک دوره بر تعریف سواد علمی و توجهی که به آن مفهوم مبذول می‌شود تأثیرگذار بوده است. جنگ جهانی دوم توجه‌ها را بر علم و آموزش آن معطوف کرد. پس از مشاهده اینکه نتیجه و ثمره علم برای ساخت بمب اتمی به کار بسته شد، بسیاری از دانشمندان و گروه‌ها، مردم را برای نائل آمدن به سواد علمی آموزش دادند. این آموزش‌ها را به عنوان راهی برای آگاه‌سازی بیشتر شهروندان، در مورد احتمال استفاده از آن برای مقاصد مثبت و منفی در نظر گرفتند و به این ترتیب به شهروندان داده‌ها و کنترل بیشتری روی سرمایه علمی آینده دادند. یکی از اهداف مطلوب آموزش علوم آماده‌سازی مردم برای مشارکت آگاهانه و هوشمندانه در مسائل اجتماعی علم‌محور بود. با این حال، نیاز به احیای صنعت و کارخانه‌ها اولویت اول را به خود اختصاص داده بود و به این ترتیب در برنامه‌های درسی مدارس باید تغییر رخ می‌داد تا پاسخگوی نیازهای تعداد بیشتر دانش‌آموختگان مهندسی و علوم باشند (شاموس، ۱۹۹۵ به نقل از کارن، ۲۰۰۶). علاقه و آگاهی فراوان به سواد علمی در اواخر دهه ۱۹۵۰ احتمالاً به خاطر حمایتی بود که عموم اجتماع برای دستیابی به دانش لازم به منظور پاسخ نشان دادن به پروژه اسپوتنیک شوروی نشان می‌دادند. یکی دیگر از دلمشغولی‌های این دوره برای ایالات متحده این بود که آیا کودکان‌شان به شیوه‌ای آموزش می‌دیدند که بتوانند در جامعه‌ای که هر روز علمی‌تر و فنی‌تر می‌شود حضور و مشارکتی مؤثر داشته

باشند. تصور می‌شد که ارتقای سطح سواد علمی در میان مردم می‌تواند راه‌حلی برای هر دو مشکل باشد (لاگش، ۲۰۰۰).

بر اساس آنچه که لاگش (۲۰۰۰: ۷۳) در مقاله‌اش می‌گوید، می‌توان برای رشد و توسعه مفهوم سواد علمی چهار دوره را تعیین کرد:

**دوره اول:** رابرتس<sup>۱</sup> سال‌های ۱۹۵۷ تا ۱۹۶۳ را دوره مشروعیت سواد علمی معرفی می‌کند. در این دوره طرفداران سواد علمی هیچ تعریف روشنی از مفهوم دقیق سواد علمی ارائه ندادند. معانی متعددی از سواد علمی ارائه می‌شود که تأکید بیشتر بر آموزش علوم داشت. برای مثال، گابل<sup>۲</sup> نشان داد که این مفهوم "معانی بسیار مختلفی دارد و اکنون در واقع به هر کاری اطلاق می‌شود که با آموزش علوم انجام می‌شود". به خاطر این نوع برداشت از سواد علمی، در این دوره به جامع بودن موادی (دروسی) که در مدارس تدریس می‌شدند، خیلی توجه شد (لاگش، ۲۰۰۰). بنیاد ملی علوم<sup>۳</sup> که در سال ۱۹۵۴ به عنوان یک آژانس مستقل در آمریکا تاسیس شد و نقش اصلی‌اش حمایت از تحقیقات پایه و کاربردی در علوم و مهندسی بود، عمده اهمیت را بر برنامه‌های آموزشی متمرکز کرد و کنگره نیز بودجه آن را از ۳ و نیم میلیون دلار به ۱۹ و بعداً به ۶۱ میلیون دلار افزایش داد (شاموس، ۱۹۹۵). پاسخ آنها حمایت از پروژه‌هایی بود که به درک گسترده‌تری از علوم و مفاهیم اجتماعی منتهی می‌شد (وگانکولا، ۲۰۱۳). از دهه ۱۹۵۰ تا اواخر دهه ۱۹۷۰، مؤلفان بسیاری به بررسی و ارتقای مسائل مرتبط با سواد علمی پرداختند. با این حال، معنایی که از این مفاهیم برداشت می‌شد همیشه آشکار و واضح نبود و معانی چندگانه و متنوعی از آن به دست می‌آمد. به علت تعابیر فراوان از اصطلاح سواد علمی، این اصطلاح به مفهومی گسترده بدل شده است که بیانگر جامع و همه‌گیر بودن در اهداف، فرایندها، و نتایج آموزش علوم در مدارس و تا حدودی هر کاری است که در زمینه آموزش علوم انجام می‌شود (کارن، ۲۰۰۶). پلا<sup>۴</sup> (۱۹۷۶) دهه ۱۹۶۰ را به عنوان دوره‌ای توصیف کرد که شهروندان در مورد اهمیت علوم به منظور محترم ماندن در دنیا متقاعد شده بودند و علوم به خاطر علوم دیدگاهی مناسب و پذیرفته شده تلقی می‌شد. پلا دهه ۱۹۷۰ را به عنوان زمانی توصیف می‌کند که دانشمندان بیشتری در مسائل محیطی مشارکت می‌کردند و تأثیرات اجتماعی احتمالی ناشی از استفاده از تحقیقات آنها را به چالش می‌کشیدند. او گفت که اگر کسی می‌خواهد شهروندی مؤثر در این دوره باشد باید قادر به خواندن و تعبیر مطالب فنی برای رفاه و تصمیم‌گیری فردی خویش باشد. دیدگاه او این بود که آموزش علوم در آن دوره پاسخگوی نیازهای شهروندان نبود چون تمرکز آن معطوف بر پرورش دانشمندان بود و باعث می‌شد جوانان از علوم رویگردان شوند. در کل، بدبینی فراوانی نسبت به کارآمدی برنامه‌های پس از جنگ وجود داشت که منجر به از میان رفتن حمایت‌ها از آموزش علوم شد.

**دوره دوم:** (اواخر دهه ۱۹۷۰ و اوایل دهه ۱۹۸۰) این تعاریف چندگانه و متنوع تا اواخر دهه ۱۹۷۰

1. Roberts

2. Gabel

3. National Science Foundation (NSF)

4. Pella, M

و اوایل دهه ۱۹۸۰ نیز ادامه یافتند و به علت فقدان اتفاق آرا، به نظر می‌آمد که کارآمدی این مفهوم رو به کاهش است (کارن، ۲۰۰۶). در این دوره در آموزش علوم بحران به وجود آمد. با این حال، در این دوره ایالات متحده با دو چالش بین‌المللی دیگر نیز مواجه بود. اولین چالش از قدرت اقتصادی رو به رشد ژاپن و دیگر کشورها همچون کره و سنگاپور ناشی می‌شد. این امر می‌توانست تهدید برای رهبری آمریکا در عرصه اقتصادی و صنعتی باشد. علاوه بر یک جایگاه مقابله‌ای بین‌المللی ضعیف در موفقیت‌های علمی، مشاهده شد که تحقیقات مهندسی و علمی آمریکا نیز با افول روبه‌رو بوده است (لاگش، ۲۰۰۰). شاموس (۱۹۸۴) به بحث فقدان ظاهری سواد علمی در میان مردم می‌پردازد. شاموس گفت با وجود ارتباط مردم با علوم در آموزش و پرورش، دانش آموزان اندکی‌اند که تصویری ماندگار از جهان علمی دارند. با این حال، علم و تکنولوژی به عنوان بنیان کلیدی پیشرفت و رقابت جهانی دیده می‌شدند.

**دوره سوم:** دهه ۱۹۸۰ (احیای دوباره سواد علمی)، کاهش رقابت‌پذیری اقتصادی آمریکا و جایگاه علمی آن در سطح جهانی باعث شد تا به سواد علمی بزرگسالان توجه جدی شود. رابطه فرهنگی-اجتماعی علوم در جامعه علمی و فناوری و در نتیجه مسئولیت‌پذیری اجتماعی-سیاسی که متوجه اصلاح آموزش علوم است، سبب توجه بیش از پیش به سواد علمی شده است (لاگش، ۲۰۰۰). با پایان دهه ۱۹۸۰ شاهد بازگشت سواد علمی به دستور کار سیاسی ایالات متحده بودیم. این موضوع تا حدودی به اقدام رئیس‌جمهور ریگان برمی‌گردد که اولویت بیشتری به آموزش داد. در این بافت، دوباره با آگاهی و علاقه بیشتر به سواد علمی روبه‌رو هستیم که به طور عمده از طریق کارهای انجمن پیشبرد علوم آمریکا خود را نشان داده است (کارن، ۲۰۰۶).

**دوره چهارم:** سال‌های پس از دهه ۱۹۹۰، سواد علمی به عنوان هدف مطرح شد. تا آنجا که در سال‌های اخیر اظهارات سیاسی مرتبط با آموزش مملو از اشاره به سواد علمی به عنوان یک هدف شده است، بنابراین از بسیاری جنبه‌ها سواد علمی شعار قدیمی است و این مفهوم در چهار دهه اخیر بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (لاگش، ۲۰۰۰).

## ابعاد و سطوح سواد علمی به منظور کاربرد در برنامه درسی کدام است؟

### ابعاد سواد علمی

به جای دست گذاشتن روی ناکافی‌ها و نقایص اصطلاح "سواد علمی"، ما باید روش‌هایی برای کار با این اصطلاح و اصلاح برنامه درسی، پیدا کنیم. یکی از این روش‌ها تمرکز روی ابعاد متفاوت از سواد علمی باشد که به وسیله نویسندگان در این زمینه بیان شده است (دیلون، ۲۰۰۹).

### 1. Justin Dillon



پلا (۱۹۶۶) به بررسی مقاله‌های بین سال‌های ۱۹۴۶-۱۹۶۴ با موضوع سواد علمی می‌پردازد و مشخصات افراد با سواد علمی را به این شرح بیان می‌کند: درک پیوندهای علم و جامعه، درک اخلاقیاتی که یک دانشمند را در کارش کنترل می‌کنند، درک ماهیت علم، درک تفاوت میان علم و فناوری، درک مفاهیم بنیادی علم، درک پیوندهای علم و علوم انسانی (لاگش، ۲۰۰۰: ۷۳).

شن<sup>۱</sup> (۱۹۷۵) سواد علمی را در سه دسته تعریف کرد:

**سواد علمی<sup>۲</sup> عملی:** در اختیار داشتن آن نوع دانش علمی که می‌توان آن را برای حل مسائل عملی همچون سلامت و درمان استفاده کرد (شن، ۱۹۷۵: ۴۶ - ۴۷). این نوع از سواد اهمیت ویژه‌ای برای توسعه کشورها دارد. در کشورهای صنعتی این نوع سواد در راستای تلاش‌هایی که به منظور حفظ بازار مصرف انجام می‌شود، بسیار مفید است (لاگش، ۲۰۰۰: ۷۷).

**سواد علمی شهروندی (مدنی):**<sup>۳</sup> در اختیار داشتن دانش علمی تا شهروندان قادر شوند از علم و مسائل مرتبط با آن آگاه‌تر شوند به گونه‌ای که شهروندان بتوانند با عقل سلیم به آن مسائل بپردازند و هر چه بیشتر در فرایندهای دموکراتیک جامعه‌ای مشارکت کنند که هر روز تکنولوژیک‌تر می‌شود (شن، ۱۹۷۵: ۴۸). این سواد برای فرایندهای مردم‌سالارانه و کارکرد آنها در جامعه وابسته به فناوری ضروری است (لاگش، ۲۰۰۰: ۷۷). به این ترتیب، شهروندان از پیش‌زمینه و آگاهی لازم برای مشارکت در بحث‌های علمی و موضوع‌های مرتبط با علم بهره‌مند خواهند شد (کارن، ۲۰۰۶).

**سواد علمی فرهنگی:**<sup>۴</sup> انگیزه و محرک این نوع سواد علاقه و اشتیاق به دانستن چیزی در مورد علم به عنوان یک موفقیت بزرگ و دستاورد انسان است (همانند درک هنر) است (شن، ۱۹۷۵: ۴۹). شن این مقوله را تنها برای معدودی از افراد جامعه قابل دستیابی می‌داند، زیرا فراتر از افراد هوشمند جامعه را دربر نمی‌گیرد. او این مقوله را مهم و مؤثر می‌داند، زیرا رهبران فکری حال و آینده و تصمیم‌گیرندگان به آن دسترسی دارند. تفاوت این سه دسته در این موارد است: هدف، مخاطب، محتوا، قالب و شیوه بیان (لاگش، ۲۰۰۰: ۷۷).

لاورنس گابل (۱۹۷۶) به مفهوم‌سازی سواد علمی در یک ماتریس دوبعدی می‌پردازد، یک بعد از آن به انواع محتواها از قبیل مفاهیم، ماهیت علم، روابط بین علم و فناوری و ... مربوط است و بعد دیگر به انواع استنتاج‌ها و کنش‌های مؤثر همچون طبقه‌بندی بلوم از سطوح شناختی (آگاهی، فهم، کاربرد، تحلیل، ترکیب و ارزیابی)، و سطوح مؤثر (دریافت، پاسخ، ارزش‌گذاری، سازماندهی، مشخصه‌سازی).

1. Shen
2. Scientific Literacy Namely Practical
3. Scientific Literacy Civic
4. Scientific Literacy Cultural

**پژوهش علمی:** توانایی تولید دانش جدید با استفاده از فعالیت‌های ترکیبی پژوهش؛  
**سطح آگاهی مطلوب:** توانایی هماهنگی با توسعه و پیشرفت جدید در علوم و فناوری در افراد؛  
**ارزشیابی روش‌های علمی:** توانایی اعتبارسنجی روش‌های علمی مورد استفاده دانشمندان در  
 فعالیت‌هایشان؛

**کاربرد شخصی علوم:** توانایی استفاده از دانش و روش‌های علمی در زندگی شخصی؛  
**تمایزگذاری بین دانش و فناوری:** توانایی تشخیص تفاوت بین علم و فناوری و همچنین تأثیرات  
 آنها بر یکدیگر؛

**به کارگیری دانش عینی در عمل:** میزان آگاهی و به کارگیری دانش عینی درباره طبیعت؛  
**کنش متقابل علم و جامعه:** میزان حمایت جامعه از تولید دانش علمی و امکان کشف استعدادها  
 علمی در جامعه؛

**علم به عنوان رفتار انسانی:** تأکید بر علم به عنوان رفتار انسانی نه رفتار مطلق فناورانه و علمی؛  
**به کارگیری منابع طبیعی:** توانایی تصمیم‌گیری برای استفاده از دانش علمی در باب کاربرد و کنترل  
 جنبه‌های طبیعت.

جان میلر<sup>۱</sup> (۱۹۹۲) در مورد شاخص‌های علوم در ۱۹۷۹ و ۱۹۸۱ مدلی چند بعدی از سواد علمی ارائه کردند.  
 این ساختار از سه بعد تشکیل می‌شد:

الف- واژه‌نامه‌ای از اصطلاحات و مفاهیم علمی؛

ب- درک فرایندهای علمی؛

ج- آگاهی و درک تأثیر علم و فناوری بر افراد و جامعه (میلر، ۱۹۹۲).

از نظر ایشان، دانستن حداقل واژگان علمی ضروری بود برای اینکه فرد از لحاظ علمی سوادمند محسوب  
 شود چون فردی که اصطلاحات پایه را درک نمی‌کند، تقریباً هرگز قادر نیست که مباحثات عمومی در مورد  
 نتایج علمی را بفهمد (میلر، ۱۹۸۳).

مؤسسه پیشبرد علوم در امریکا در پروژه ۲۰۶۱، نشانگرهای سواد علمی را در مجموعه‌ای ارائه می‌کند که  
 شامل توصیه‌هایی در ۱۲ فصل است<sup>۲</sup> که در آن، پیشنهادهایی در زمینه یادگیری و آموزش علوم در حیطه‌های  
 علوم، ریاضیات و فناوری (محتوا، شاخص‌ها) ارائه شده که نشانگر نامیده می‌شود و دانش‌آموزان طی دوران  
 تحصیل از کودکان تا پایه دوازدهم باید به آن دست یابند (بنچمارک، ۱۹۹۳).

1. Jon Miller

۲. بر اساس تحلیل صورت پذیرفته توسط پروژه ۲۰۶۱، تقریباً ۹۰ درصد توافقی بر سر استانداردهای محتوی بین NSES و اسناد پروژه ۲۰۶۱ وجود دارد (AAAS، ۱۹۹۷). NSES همچنین می‌گوید "کاربرد معیارها [توسط پروژه ۲۰۶۱]. کاملاً در راستای روح استانداردهای محتوا [در NSES] است (NRC)،" (۱۹۹۶، ص ۱۵). در مجموع، NSES و اسناد پروژه ۲۰۶۱ سواد علمی را به شکلی جامع تبیین کرده‌اند (لی و پایک، ۲۰۰۰؛ رایزن، ۱۹۹۸).

جدول شماره (۲) ابعاد و نشانه‌های پروژه ۲۰۶۱ (AAAS, 1993)

| ابعاد                                | نشانه‌ها  |
|--------------------------------------|---|
| ۱ ماهیت علم <sup>۱</sup>             | جهان‌بینی علمی، پژوهش علمی، سرمایه‌گذاری علمی (چالش‌های علمی و دنیای آنها)  |
| ۲ ماهیت ریاضیات <sup>۲</sup>         | الگوها و رابطه‌ها، ریاضیات، علم و فناوری، کاوشگری ریاضی   |
| ۳ ماهیت فناوری <sup>۳</sup>          | فناوری و علم، طرح‌ها و سیستم‌ها، مسائل و آثار فناوری  |
| ۴ قلمروهای فیزیکی <sup>۴</sup>       | جهان، کره زمین، فرایندهای شکل‌دهنده کره زمین، ساختار ماده، تبدیل‌های انرژی، حرکت، نیروهای طبیعت.  |
| ۵ عالم حیات <sup>۵</sup>             | گوناگونی حیات، توارث، سلول‌ها، وابستگی حیات، جریان ماده و انرژی، تکامل حیات   |
| ۶ بدن انسان <sup>۶</sup>             | هویت انسانی، رشد و نمو انسانی، اعمال حیاتی اساسی، یادگیری، بهداشت روانی   |
| ۷ جوامع بشری <sup>۷</sup>            | نقش عوامل فرهنگی در رفتار، رفتار گروهی، تغییرات اجتماعی، همسازي و توازن اجتماعی، سیستم‌های سیاسی و اقتصادی، تضادهای اجتماعی، وابستگی‌های جهانی  |
| ۸ دنیای طرح‌ریزی شده <sup>۸</sup>    | کشاورزی، مواد و صنعت، منابع انرژی، ارتباطات، داده‌پردازی اطلاعات، بهداشت و فناوری   |
| ۹ دنیای ریاضیات <sup>۹</sup>         | اعداد، رابطه‌های نمادین، شکل‌ها، عدم قطعیت، استدلال   |
| ۱۰ چشم‌اندازهای تاریخی <sup>۱۰</sup> | انصراف از اندیشه قراردادن زمین در مرکز عالم، وحدت بخشیدن به زمین و آسمان، وابسته کردن ماده، انرژی، زمان و مکان به یکدیگر گسترش زمان، حرکت و جابه‌جایی قاره‌ها، شناخت آتش، شکافت اتم، توجیه تنوع موجودات زنده، کشف میکروب‌ها، مهار انرژی |
| ۱۱ تم‌های مشترک <sup>۱۱</sup>        | سیستم‌ها، مدل‌ها، ثبات و تغییر، مقیاس   |
| ۱۲ عادات ذهن <sup>۱۲</sup>           | ارزش‌ها و نگرش‌ها، محاسبه و برآورد کردن، دست‌ورزی و مشاهده (کار با دست)، مهارت‌های ارتباطی و مهارت‌های تفکر (پاسخ) انتقادی  |

شورای ملی تحقیقات (۱۹۹۶) برای سواد علمی پنج مؤلفه را بیان می‌کند که عبارت‌اند از: دانش حقایق، مفاهیم، اصول و نظریه‌های علمی عمده؛ قابلیت به کار بستن دانش مرتبط در زندگی روزمره؛ قابلیت به کار بستن فرایندهای اکتساب علمی؛ درک ایده‌های کلی در مورد ویژگی‌های علم و تعاملات مهم علم، فناوری و جامعه؛ در اختیار داشتن دیدگاه‌ها و نگرش‌های آگاهانه در باب علم.

1. The Nature of Science
2. The Nature of Mathematics
3. The Nature of Technology
4. The Physical Setting
5. The Living Environment
6. The Human Organism
7. Human Society
8. The Designed World
9. The Mathematical World
10. Historical Perspectives
11. Common Themes
12. Habits of Mind

جدیدترین تلاش‌ها برای تعریف سواد علمی توسط کمیته تحقیقات شورای ملی در زمینه یادگیری علم انجام شده است. بنا به آنچه که این کمیته می‌گوید بازدهی علمی از چهار بخش تشکیل شده است: آگاهی، استفاده و تفسیر تبیین‌های علمی جهان طبیعی؛

تولید و ارزیابی نتایج و شواهد علمی؛

فهم ماهیت و توسعه شناخت علمی؛

مشارکت در گفت‌وگوهای علمی (NRC, 2007).

نورس و فیلیپس<sup>۱</sup> (۲۰۰۲) سواد علمی را شامل مفاهیم زیر بیان می‌کنند: آگاهی از محتوای اساسی علم و توانایی متمایز از غیرعلم، فهمیدن علم و کاربرد آن، آگاهی از اینکه چه چیزی علم است، استقلال در یادگیری علم، قابلیت استفاده از دانش علمی در حل مسئله، دانش مورد نیاز برای مشارکت هوشمندانه در مسائل اجتماعی علم‌محور، درک ماهیت علم از جمله ارتباط آن با فرهنگ، تقدیر از شایستگی علمی شامل کنجکاوی و تعجب، توانایی علمی فکر کردن، آگاهی از محدودیت‌ها و فواید علمی، توانایی تفکر انتقادی درباره علم و برای مقابله با تخصص علمی است. از طرف دیگر نورس و فیلیپس (۲۰۰۲) دو نوع سواد علمی را از هم متمایز می‌کنند: (۱) فهم بنیادی علم بر حسب خواندن و نوشتن در علم و (۲) معنای اشتقاقی بر حسب آگاهی و مهارت در علم. آنها بیشتر مدعی‌اند که اندیشه‌های فعلی سواد علمی اغلب بر معنای اشتقاقی متمرکز است در حالی که فهم و معنای بنیادی آن را نادیده می‌گیرد (هالبروک و رنیک مای، ۲۰۰۹).

کارن (۲۰۰۶) با بررسی ادبیات مربوط به سواد علمی یک مدل سه بعدی از سواد علمی ارائه داده است که شامل:

**اصطلاحات و مفاهیم علمی<sup>۲</sup>:** بیانگر آگاهی از مفاهیم و اصطلاحات علمی است و شامل مفاهیم علمی خاص نمی‌شود بلکه کلیه مفاهیم و ایده‌هایی که در نتیجه درک و تعامل فرد با مفاهیم علوم و افکار علمی ایجاد می‌شود.

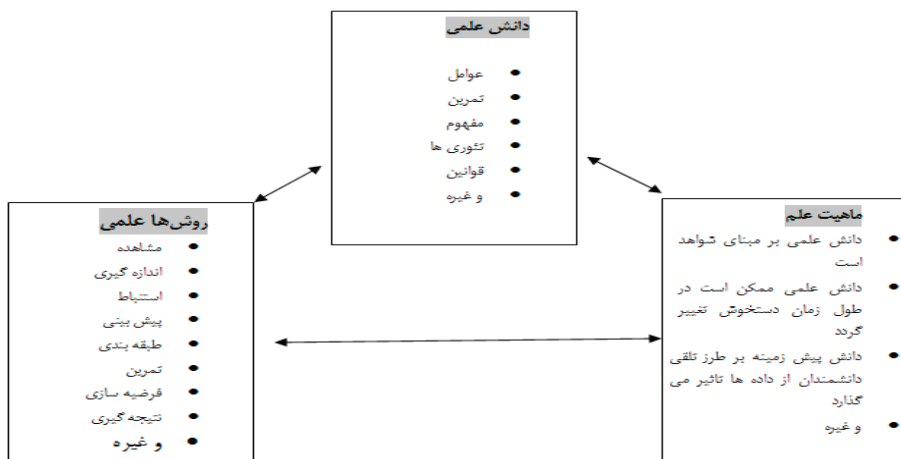
**ماهیت علم<sup>۳</sup>:** به طور کلی به عنوان ارزش‌های ذاتی و فرضیه‌هایی در توسعه دانش علمی نامیده می‌شود که در این بعد بر فرایند ماهیت علم در آموزش علوم تأکید می‌شود.

**علم و جامعه<sup>۴</sup>:** بیانگر استفاده از علم در زندگی روزمره و تأثیر آن بر محیط اجتماعی و طبیعی اشاره دارد و نقش علوم به عنوان منبعی برای یادگیری جهان طبیعی بیان شده است و نیاز شهروندان به دانش، مهارت و استقلال در تصمیم‌گیری و حل مشکلات در رابطه علم و جامعه است.

**استانداردهای یادگیری علوم در مدارس ویرجینیا<sup>۵</sup> (۲۰۱۰):** در یک دسته‌بندی جامع و استاندارد برای دستیابی به سواد علمی سه مؤلفه اصلی دانش علمی<sup>۶</sup>، روش‌های علمی<sup>۷</sup> و ماهیت علم را بیان

1. Philips and Norris
2. Scientific terms and Concept
3. Nature of Science
4. Science and Society
5. Science Standards of Learning for Virginia Public Schools
6. The Knowledge of Science
7. Methods of science

می‌کند. مؤلفه‌های اصلی سواد علمی بسیار به یکدیگر مرتبط‌اند و آموزش علوم در سطوح تحصیلی باید ارتباط و همکاری موجود بین مؤلفه‌ها را منعکس کند.



شکل (۱) مؤلفه سواد علمی به نقل از استانداردهای یادگیری علوم در مدارس ویرجینیا، ۲۰۱۰ (به نقل از عبدالملکی و همکاران، ۱۳۹۳)

چوی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی به مفهوم‌سازی سواد علمی در کره جنوبی برای قرن ۲۱ پرداختند و برای سواد علمی چهارچوبی ارائه دادند که دربردارنده پنج بعد بود که این ابعاد عبارت‌اند از:

- ۱- **دانش محتوایی**<sup>۲</sup>: به مفاهیم علمی، اصول کلی و روابط بین این ایده‌ها اشاره دارد که نیاز به توصیف و توضیح پدیده‌هایی دارد که افراد در زندگی روبه‌رو می‌شوند؛
- ۲- **عادت‌های ذهن**<sup>۳</sup>: توانش‌های ذهن برای حل مشکلات پیچیده شخصی، اجتماعی و جهانی با همکاری با دیگران توسط بررسی انتقادی مسائل، پیدا کردن و استفاده از منابع، استفاده از ایده‌های اصلی، و استدلال به سود و علیه مواضع با استفاده از شواهد و مدارک کافی و استدلال برای حمایت از ادعاها به کار می‌روند. مهارت‌های تحقیقی اغلب عادت‌های ذهن نامیده می‌شوند؛
- ۳- **شخصیت و ارزش‌ها**<sup>۴</sup>: سیستم اعتقادی و ترجیحات برای عمل به وظیفه با احترام به زندگی انسان و عشق به دیگر انسان‌ها در سراسر جهان. این سیستم باور به عنوان نیروی محرکه برای افراد در راستای عمل به وظیفه به عنوان شهروندان فناوری و جامعه علمی پیشرفته قرن بیست

1. Choi
2. Content Knowledge
3. Habits of Mind
4. Character and Values

یک عمل می‌کند؛

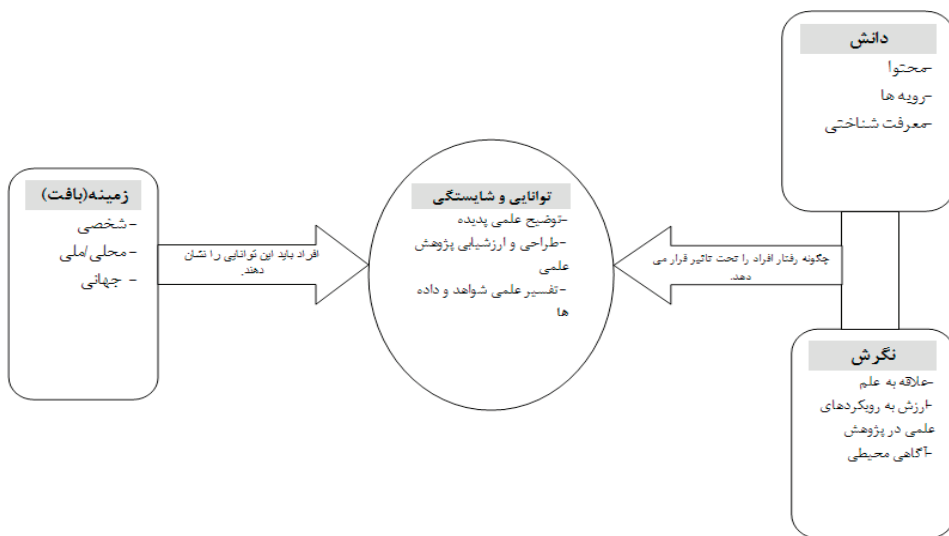
۴- **علم به عنوان تلاش انسان:** درک کنیم که دانش انسان، یک ساخت متأثر از نظریه آزمایشی بر اساس شواهد آزمون‌پذیر و خلاق است. امروزه دانش علمی برای حل مشکلات بحرانی و به عنوان راهی برای پیدا کردن اینکه جهان واقعا چگونه کار می‌کند؛ شامل عناصر کلیدی ویژگی‌های علمی، دانش و روح حاکم بر علم و جامعه است.

۵- **فراشناخت و خود جهت‌دهی:** درک صریح و روشن شناخت خود و توانایی‌های شناختی به منظور تأمل کردن بر سطح دانش فرد که اگر یکی بفهمد، و یا اگر اطلاعات بیشتر لازم است. چنین دانشی اجازه می‌دهد تا یک فرد به عنوان یادگیرنده مادام‌العمر از روی ابتکارهای خود کار را بررسی کند، به دنبال اطلاعات جدید برای پاسخ به سوال‌ها باشد.

پسای سال‌های (۲۰۱۳، ۲۰۰۹، ۲۰۰۶، ۲۰۰۳، ۲۰۰۰) همواره به ارزیابی و تعریف مفهوم سواد علمی اقدام و چهارچوب‌هایی را برای ارزیابی آن در دانش‌آموزان ارائه کرده است که این تعاریف و مفاهیم با گذشت زمان توسعه یافته‌اند و کامل‌تر و جامع‌تر شده‌اند. پیسا (۲۰۱۳) در جدیدترین چهارچوب ارائه شده از ارزیابی سواد علمی برای آن چهار جنبه را بیان می‌کند که عبارت‌اند از:

زمینه: مسائل شخصی، محلی، ملی، جهانی هم‌تاریخی و هم‌جاری که نیاز به درک علم و فناوری دارد و چهار بعد بهداشت و سلامت، منابع طبیعی، کیفیت محیط زیست، خطرات و مرزهای علم و فناوری در سه سطح شخصی، محلی / ملی و جهانی در نظر می‌گیرد؛

- ۱- **دانش:** در این جنبه سه بعد دانش محتوایی، رویه‌ای و معرفت‌شناسی را در نظر می‌گیرد. درک حقایق، مفاهیم و تئوری‌های توضیحی که پایه‌های دانش علمی را می‌سازد. چنین دانشی شامل هم دانش از جهان طبیعت و هم مصنوعات فناوری است (علم محتوایی). علم اینکه چگونه چنین ایده‌هایی بوجود آمده‌اند. (دانش رویه‌ای) و درک از عقاید خاص (انگیزه درونی) برای این روش‌ها و توضیح برای استفاده از آنها (معرفت شناختی)؛
- ۲- **توانایی و شایستگی:** فرد دارای سواد علمی باید این توانایی و مهارت‌ها را داشته باشد: توانایی توضیح علمی پدیده‌ها، طراحی و ارزشیابی پژوهش علمی، تفسیر علمی شواهد و داده؛
- ۳- **نگرش:** مجموعه‌ای از نگرش‌ها به علم که توسط علاقه به علم و فناوری، ارزش دادن به نگرش علمی به پژوهش (هر جا که مناسب باشد) و درک آگاهی از مسائل محیطی نشان داده می‌شود.



شکل (۲) چارچوب ارزیابی سواد علمی پیسا ۲۰۱۵ (پیسا، ۲۰۱۳)

آرچر - برادشاو (۲۰۱۴) در پژوهشی تمام تعاریف ارائه شده در حوزه سواد علمی را در سه بعد بیان کرد که عبارت‌اند از:

۱. شناخت مفاهیم کلیدی؛
۲. شناخت ماهیت علم؛
۳. شناخت روابط متقابل بین علم و جامعه.

با وجود اینکه برای سواد علمی ابعاد و شاخص‌های گوناگون بیان شده است ولی می‌توان این شاخص‌ها را در چهار بعد اصلی دسته‌بندی کرد. عادت‌های ذهن، علم و جامعه، ماهیت علم، مفاهیم و اصلاحات علمی.

### سطوح سواد علمی

راجر بای بی و موریس شاموس، چند سطح برای سواد علمی پیشنهاد می‌دهند؛ که از بی سوادی علمی شروع می‌شود و تا بالاترین سطح درک علمی پیش می‌رود (کارن، ۲۰۰۶). این سطوح نشان‌دهنده این است که ماهیت سواد علمی مفهومی نسبی است و مطلق نیست (لاگش، ۲۰۰۰). با توجه به مفهوم سواد علمی از نظر گابل می‌توان گفت از نظر او سواد علمی می‌تواند در اشکال و درجات مختلف وجود داشته باشد (گابل، ۱۹۷۶).

شاموس (۱۹۹۵) سواد علمی را به عنوان ساختاری نشان می‌دهد که به همه شهروندان مرتبط

می‌شود. او گفت که سه سطح رشد و توسعه وجود دارد که از منظر میزان پختگی و همچنین رشد زمانی ذهن دانش بنیان از یکدیگر بهره می‌برند (کارن، ۲۰۰۶). شاموس (۱۹۹۵) برای سواد علمی سه شکل را بیان می‌کند:

**سواد علمی فرهنگی:** این شکل سواد علمی توسط هارچ ایجاد شده است که ساده‌ترین مفهوم از سه حالت دیگر است. در این مرحله فرد باید بتواند واژه‌ها و اطلاعات واقعی مورد نیاز برای خواندن روزنامه و مجله‌ها را داشته باشد و شامل درک درست از شرایط علمی نیست (کارن، ۲۰۰۶: ۵۷). این نوع سوادمندی اشاره به در اختیار داشتن اطلاعات پیش‌زمینه‌ای دارد که سخنگویان باید از وجود آنها در ذهن مخاطبان خود اطمینان به عمل آورند (شاموس، ۱۹۹۵: ۹۷).

**سواد علمی عملی:** اشاره به این ملزومات دارد که فرد نه تنها باید بر واژگان علمی مسلط باشد، بلکه باید بتواند با استفاده از این اصطلاحات علمی در بافتی غیرفنی و در عین حال معنادار، به شکلی منسجم و پیوسته درباره آنها حرف بزند، بخواند و بنویسد. شاموس (۱۹۹۵) شخص باسواد علمی عملی نه تنها می‌تواند مقاله علمی یک روزنامه را بخواند و بفهمد بلکه می‌تواند میان محتوای آن با یک چیز سوم ارتباط برقرار کند (کارن، ۲۰۰۶: ۵۷).

**سواد علمی درست (واقعی):** این شکل مشکل‌ترین شکل از سواد علمی است که شامل دو حالت قبلی نیز می‌شود وقتی فرد در زمینه‌ای تخصص می‌یابد، آن را به دست می‌آورد. (کارن، ۲۰۰۶: ۵۷). اشاره به این موضوع دارد که افراد باید چیزهایی در مورد محتوای کلی علم، طرح‌های مفهومی عمده علم، چگونگی نائل آمدن به آنها، علت پذیرش گسترده آنها، چگونگی دست یافتن علم به ترتیب و نظم از جهانی تصادفی، و نقش تجربه در علم بدانند. این فرد همچنین عناصر تحقیقات علمی، اهمیت سوال مناسب، منطق تحلیلی و استنباطی، فرایندهای تفکر منطقی، و اتکا به شواهد هدف‌گرا را نیز درک می‌کند (شاموس، ۱۹۹۵: ۹۸). شاموس این کیفیت‌های ذهنی را معادل با آنچه که جان دوی در سال ۱۹۳۴ عادت‌های علمی ذهن نامید برابر می‌داند (کارن، ۲۰۰۶: ۵۸).

بای بی چهار سطح را برای سواد علمی در نظر می‌گیرد که عبارت‌اند از:

۱. سواد علمی اسمی؛
۲. سواد علمی عملکردی؛
۳. سواد علمی مفهومی؛
۴. سواد علمی چند بعدی (بای بی، ۱۹۹۷).

سطوحی که بای بی برای سواد علمی بیان می‌کند از پایین‌ترین سطح تا بالاترین سطح سواد علمی را شامل می‌شود. سطح پایین‌تر روی شناخت علوم تمرکز دارد و توسعه یافتن آنها نیاز به درک مفهوم و طرز عمل علوم دارد که شامل چند مفهوم روش علمی است، سطح بالاتر سواد علمی نیاز به درک رابطه میان علوم و جامعه دارد (کارن، ۲۰۰۶). سواد علمی در این مرحله شامل تاریخ، اهداف و محدودیت‌های کلی علوم است البته این سطوح‌بندی به معنای مطلق بودن مفهوم سواد علمی نیست بلکه مفهوم سواد علمی مفهومی نسبی است (لاگش، ۲۰۰۰). چهار سطح سواد علمی بای بی به شرح زیر است:



### جدول شماره (۳) سطوح سواد علمی به نقل از بای بی، ۱۹۹۷

| سطوح     | مفهوم   | شاخص‌ها  |
|----------|---|--|
| اسمی     | در این مرحله یک فرد اصطلاحات یا سوال‌هایی را که علمی است خواهد فهمید ولی در محیط درک غلط را نشان می‌دهد در این مرحله فرد توضیح ساده و ابتدایی از پدیده‌ها را می‌تواند نشان دهد.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>تشخیص اصطلاحات و سوال‌ها، هنگامی که علمی باشد؛</li> <li>نشان دادن درک غلط و نادرست؛</li> <li>داشتن توضیحات ساده و ابتدایی؛</li> <li>نمایش کمترین درک و فهم علمی؛</li> <li>دانش‌آموزان تشخیص می‌دهند که مفهوم، علمی است، اما سطح ادراک آنها به وضوح نشان‌دهنده تصورات و برداشت‌های غلط است.</li> </ul> |
| عملکردی  | در این مرحله فرد می‌تواند واژگان علمی را استفاده کند ولی به طور کلی بدون زمینه و چهارچوب و بدون غنای مفهومی رشته درسی این کار را انجام می‌دهد.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>به کارگیری واژگان علمی؛</li> <li>به درستی تعریف کردن اصطلاحات؛</li> <li>به خاطر سپردن پاسخ‌های مخصوص؛</li> <li>دانش‌آموزان می‌توانند مفهوم را توصیف کنند ولی درک محدودی از آن دارند.</li> </ul>   |
| مفهومی   | در این مرحله فرد رشد و توسعه آگاهی و درک روشن مفهومی بخش‌های رشته درسی که با تمام رشته‌های درسی مرتبطند را نشان می‌دهد. آنها می‌خواهند درک مؤثر و کارآمدی از فرایند پرسش علمی در زمینه تحقیقات آزمایشگاهی یا تجربیات علمی داشته باشند. دانش‌آموزان تعدادی از ادراک‌های مربوط به طرح‌واره ادراکی بزرگ‌تر، وابسته به یک نظام را بسط می‌دهند و آن طرح‌واره‌ها را به درک کلی خود از علوم ربط می‌دهند. همچنین، توانایی انجام کارهای رویه‌ای (روندی) و درک فرایندهای مربوط به کاوشگری علمی و طراحی فناورانه در این سطح سواد جای می‌گیرند.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>فهمیدن طرح‌های مفهومی علوم؛</li> <li>فهمیدن کارکرد دانش و مهارت علوم؛</li> <li>فهمیدن روابط میان قسمت‌ها و تمام علوم؛</li> <li>فهمیدن سازماندهی اصول-رشته درسی و فرایند علوم.</li> </ul>  |
| چند بعدی | در این مرحله ابعاد فلسفی، تاریخی و اجتماعی رشته درسی با هم تلفیق می‌کنند. فرد در این مرحله درک و فهم خود را از علوم به عنوان نمایش رشته درسی و هم به عنوان فرهنگ نشان می‌دهد این جنبه از سواد علمی، درک به هم پیوسته‌ای از علوم است که این درک علمی در ماورای مفاهیم مربوط به نظام علمی و فهم روش پژوهش‌های علمی گسترش یافته است. این جنبه از سواد، درک ابعاد فلسفی، تاریخی و اجتماعی علوم و فناوری را در بر می‌گیرد. دانش‌آموزان در این سطح از سواد، تعدادی از ادراک‌های خود را از علوم و فناوری که با زندگی روزمره آنها در ارتباط است، بسط می‌دهند و برای آنها ارزش و اهمیت بیشتری قائل می‌شوند. به خصوص، آنها شروع به ایجاد ارتباط بین نظام‌های علمی و میان علوم، فناوری و موضوع‌های جامع در جامعه چالش‌برانگیز می‌کنند. | <ul style="list-style-type: none"> <li>آگاهی از تاریخ علوم؛</li> <li>آگاهی از طبیعت علوم؛</li> <li>فهمیدن تأثیر متقابل میان علوم و جامعه؛</li> <li>فهمیدن جایگاه علوم در میان سایر رشته‌های درسی.</li> </ul>   |

## نتیجه گیری

آموزش و پرورش سواد علمی امروزه به عنوان یکی از اهداف آموزش در نظام آموزشی کشورهای توسعه یافته مطرح است و دستیابی به آن را ضرورتی برای زندگی در جامعه علمی و فناوری بیان می کنند (عبدالملکی و همکاران، ۱۳۹۲ الف). کمیته شورای تحقیقات ملی بر این موضوع تأکید دارد که سواد علمی باید بخشی از آموزش رسمی دولت‌ها باشد. زیرا شناخت علم برای هر کسی ضروری است به ویژه آموزش علوم در مدرسه باید معطوف به ارتقای بازدهی علمی باشد (NRC, 2007).

در بیان مفهوم سواد علمی در چهارچوب آموزش علوم دیدگاه‌های هزن، 2002؛ AAAS، 1989-1993؛ هزن و تریفل، ۱۹۹۱ تبیین ساده و روشنی از مفهوم سواد علمی ارائه می‌دهد که سواد علمی را معمولاً اشاره‌ای ضمنی به درک نقش گرا و گسترده علوم برای اهداف آموزش عمومی است، نه برای آماده‌سازی افراد به منظور حضور در مشاغل علمی و فنی خاص همچنین سواد علمی تعیین می‌کند که عموم جامعه به منظور زندگی مؤثرتر در ارتباط با جهان طبیعی باید چه چیزی در مورد علم بدانند (توانایی درک علم و فناوری در زندگی روزمره) در فرایند آموزش سواد علمی تأکید بر این است که دانش‌آموزان مانند دانشمندان و متخصصان علمی فکر و اندیشه کنند و با مسائل جامعه و زندگی برخورد کنند نه اینکه دانش‌آموزان را فقط برای دانشمند شدن آموزش دهیم (هزن، 2002؛ AAAS، 1989-1993؛ هزن و تریفل، ۱۹۹۱).

با وجود اهمیت و جایگاه سواد علمی درک و دیدگاه مشترک قابل پذیرش از این مفهوم وجود ندارد. شاید بتوان در یک جمع‌بندی از نتایج پژوهش‌هایی که در زمینه بررسی مفهوم سواد علمی نوشته شده است علت این نبود توافق در مفهوم سواد علمی را به شرح زیر بیان کرد.

۱. وجود ماهیت مطلق و نسبی سواد علمی به عنوان یک مفهوم؛
۲. وجود روش‌های مختلف آموزش و سنجش سواد علمی در نظام‌های آموزشی (لاگش، ۲۰۰۰)؛
۳. تحولات دائم علم و پیشرفت انسان‌ها در درک جهان طبیعی (گود و همکاران، ۲۰۰۰)؛
۴. بیان تعریف‌های بسیاری از سواد علمی توسط دانشمندان و سازمان‌های گوناگون که در زمینه آموزش علوم فعالیت می‌کنند که هر کدام از این تعریف‌ها به بیان جنبه‌های مختلفی از مفهوم سواد علمی می‌پردازند؛
۵. جوامع مختلف متناسب با شرایط سیاسی، اقتصادی، اجتماعی موجود خود برای رقابت با جوامع بین‌المللی، آموزش سواد علمی را متناسب با سیاست‌ها و شرایط خاص تعریف و بیان می‌کنند.

همچنین در بررسی ادبیات مفهوم سواد علمی می‌توان چهار بعد اساسی که دربردارنده بیشترین تعاریف است را به شرح زیر بیان کرد:

- ۱- **مفاهیم و اصطلاحات علمی:** که بیانگر آگاهی از مفاهیم و اصطلاحات علمی است و شامل مفاهیم علمی خاص نمی‌شود بلکه کلیه مفاهیم و ایده‌هایی که در نتیجه درک و تعامل فرد

با مفاهیم علوم و افکار علمی ایجاد می‌شود (کارن، ۲۰۰۶) دانش حقایق، مفاهیم، اصول و نظریه‌های علمی عمده (NRC، ۱۹۹۶، پلا، ۱۹۶۶).

۲- **ماهیت علم:** درک ماهیت علم باعث می‌شود دانش‌آموزان محتوای علمی را از غیر علم تشخیص دهد، درک مفهوم علم و کاربرد آن، پرورش و توجه به شایستگی علمی (شامل کنجکاو و تعجب، توانایی علمی فکر کردن)، آگاهی از محدودیت‌ها و فواید علمی، توانایی تفکر انتقادی درباره علم (لدرمن، ۱۹۹۲؛ بل، ۲۰۰۸؛ مک کوماس، ۲۰۱۴)

۳- **علم و جامعه:** بیانگر استفاده از علم در زندگی روزمره و تأثیر آن بر محیط اجتماعی و طبیعی اشاره دارد و نقش علوم به‌عنوان منبعی برای یادگیری جهان طبیعی بیان شده است و نیاز شهروندان به دانش، مهارت و استقلال در تصمیم‌گیری و حل مشکلات در رابطه علم و جامعه است (کارن، ۲۰۰۶؛ آرچر- برادشاو ۲۰۱۴؛ نوریس و فیلیپس، ۲۰۰۲؛ جان میلر، ۱۹۹۲؛ گابل، ۱۹۷۶؛ پلا، ۱۹۶۶)

۴- **عادت‌های ذهن:** ماهیت و چارچوب عادت‌های ذهن متمرکز بر فرایندها و راهبردهایی است که به وسیله آن نیاز دانش‌آموزان به یادگیری مؤثر، در ذهن آنان رخ می‌دهد (براندفورد و همکاران، ۲۰۰۴). ارزش‌ها و نگرش‌ها، محاسبه و برآورد کردن، دست‌ورزی و مشاهده (کار با دست، مهارت‌های ارتباطی) مهارت‌های تفکر (پاسخ) انتقادی (AAA، 1993).

### جدول (۳) تفکیک ابعاد سواد علمی در ابعاد فرض شده پژوهش

| عادت‌های ذهن   | علم و جامعه   | ماهیت علم  | مفاهیم و اصلاحات علمی                            |                    |
|----------------|---|--|--|--------------------|
|                | ● درک پیوندهای علم و جامعه  | ● درک ماهیت علم  | ● درک مفاهیم بنیادی علم                          | پلا (۱۹۶۶)         |
|                | ● کاربرد شخصی علوم<br>● کنش متقابل علم و جامعه  | ● پژوهش علمی<br>● علم به عنوان رفتار انسانی<br>● ارزشیابی روش‌های علمی                               | ● سطح آگاهی مطلوب                                | لاورنس گابل (۱۹۷۶) |
|                | ● آگاهی و درک تأثیر علم و فناوری بر افراد و جامعه   | ● درک فرایندهای علمی   | ● واژه‌نامه‌ای از اصطلاحات و مفاهیم علمی         | جان میلر (۱۹۹۲)    |
| ● عادت‌های ذهن | ● ماهیت فناوری<br>● دنیای طرح ریزی شده  | ● ماهیت علم<br>● ماهیت ریاضی   | ● چشم‌اندازهای تاریخی                            | AAAS (۱۹۹۳)        |
|                | ● قابلیت به کار بستن دانش مرتبط در زندگی روزمره<br>● قابلیت به کار بستن فرایندهای اکتساب علمی<br>● درک ایده‌های کلی در مورد ویژگی‌های تعاملات مهم علم، فناوری و جامعه | ● درک ایده‌های کلی در مورد ویژگی‌های علم<br>● در اختیار داشتن دیدگاه‌ها و علائقی آگاهانه در باب علم. | ● دانش حقایق، مفاهیم، اصول و نظریه‌های علمی عمده | NRC (۱۹۹۶)         |

| عادت های ذهن   | علم و جامعه  | ماهیت علم  | مفاهیم و اصطلاحات علمی  |  |
|--|--|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● تقدیر از شایستگی علمی شامل کنجکاوی و تعجب</li> <li>● توانایی علمی فکر کردن</li> <li>● توانایی تفکر انتقادی درباره علم و برای مقابله با تخصص علمی</li> <li>● استقلال در یادگیری علم</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● فهمیدن علم و کاربرد آن</li> <li>● دانش مورد نیاز برای مشارکت هوشمندانه در مسائل اجتماعی علم محور</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● آگاهی از اینکه چه چیزی علم است</li> <li>● آگاهی از محدودیت ها و فواید علمی</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● آگاهی از محتوای اساسی علم و توانایی متمایز از غیر علم</li> </ul> | نوریس و فیلیس (۲۰۰۲)                               |
|  | ● علم و جامعه  | ● ماهیت علم  | ● اصطلاحات و مفاهیم علمی  | کارن (۲۰۰۶)  |
|  |  | ● ماهیت علم  | ● دانش علمی   | استانداردهای یادگیری علوم در مدارس ویرجینیا (۲۰۱۰) |
| ● عادت های ذهن   | ● شخصیت و ارزش ها  | ● علم به عنوان تلاش انسان  | ● دانش محتوایی  | چوی و همکاران (۲۰۱۱)                               |
|  | ● شناخت روابط متقابل بین علم و جامعه   | ● شناخت ماهیت علم  | ● شناخت مفاهیم کلیدی  | آرچر- برادشاو (2014)                               |

## منابع

دهخدا، ع. ا. (۱۳۸۵). *لغت نامه دهخدا*. تهران: دانشگاه تهران.

خوش بین، آ. (۱۳۸۸). *تعیین نشانگرهای سواد فیزیکی با استفاده از نظر اساتید و کارشناسان فیزیک در کشور ایران*. پایان نامه کارشناسی ارشد، تهران: دانشگاه تربیت دبیری شهید رجایی.

عبدالملکی، ص. (۱۳۹۱). *بررسی وضعیت سواد علمی در دانشجویان کارشناسی دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی دانشکده علوم دانشگاه تهران*. پایان نامه کارشناسی ارشد. تهران: دانشگاه تهران، دانشکده روان شناسی و علوم تربیتی.

عبدالملکی، ص.؛ عباس زاده، ن. و تنها، ح. (الف ۱۳۹۲). *درک مفهوم، سطوح و مؤلفه های سواد علمی: ضرورت تغییر در برنامه درسی آموزش علوم*. همایش ملی تغییر برنامه درسی دوره های تحصیلی آموزش و

پرورش ۱۴، ۱۵ اسفند ماه، بیرجند، دانشگاه بیرجند.  
 عبدالملکی، ص.؛ معصومی، م.، بهادر، ر. (۱۳۹۳). *فلسفه آموزش علوم: سواد علمی و مؤلفه‌های یادگیری آن*.  
 همایش فلسفه تعلیم و تربیت در عمل ۱۶، ۱۷ مهرماه، تهران: دانشگاه خوارزمی.  
 عبدالملکی، ص.؛ ساکی‌زاده، م. و معصومی، م. (۱۳۹۲). *سواد علمی هدف جهانی آموزش علوم در قرن بیست و  
 یک با تاکید بر اهداف و محتوای برنامه درسی*. همایش ملی تغییر برنامه درسی دوره‌های تحصیلی آموزش  
 و پرورش ۱۴، ۱۵ اسفند ماه، بیرجند: دانشگاه بیرجند.  
 صدرااشرفی، م. (۱۳۸۶). کاربرد استانداردهای آموزش علوم برای ایران. *مجله فناوری و آموزش*، سال اول،  
 جلد اول، شماره ۴، تابستان.

*American Association for Advancement of Science*. (1989). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.

*American Association for Advancement of Science*. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.

Bell, R. L. (2008). *Teaching the nature of science through process skills: Activities for grades 3-8*. New York: Allyn & Bacon/Longman

Bransford, J., Brown, A. & Cocking, R. (Eds.) (2004). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington D. C.: National Academy Press.

Brewer, C. (2008). *Scientific literacy in the classroom. Action bio science*. American Institute of Biological Sciences.

Bybee, R. W. (2009). *PISA 2006 Measurement of Scientific Literacy an Insider's Perspective for the U.S.* Washington DC. A Presentation for the NCEP PISA Research Conference.

Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Choi, Kyunghee. Lee, Hyunju. Shin, Namsoo. Kim, Sung-Won. Krajcik, J. (2011). *Re-Conceptualization of Scientific Literacy in South Korea for the 21st Century*. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 48, issue 6, pp. 670-697

Conant, J. B. (1952). *Modern science and modern man*. New York: Columbia University Press.

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 Teaching*. Volume 37, Issue 6, pages 582-601.

- Dillon, J. (2009). On Scientific Literacy and Curriculum Reform. *International Journal of Environmental & Science Education*, Vol. 4, No. 3, July, 201-213
- Durant J. R. (1993). What is Science Literacy? In J.R Gregory (EDS). *Science and Culture in Europe* (pp.129-137). London. Science Museum.
- Errol Salamon. (2007). *Scientific Literacy in Higher Education*. University of Calgary. Commissioned by the Tamaratt Teaching Professorship.
- Fensham, P. )2007, May(. *Competencies, from within and without: new challenges and possibilities for scientific literacy*. In C. Linder, L. Foundation for the Atlantic Canada Science Curriculum. )1997(Science Foundation. Retrieved May 10/2010 from /www.ednet.ns.ca/ pdf doc/camet/foundations-science.pdf
- Gabel, L.L. (1976). *The development of a model to determine perceptions of scientific literacy*. Unpublished
- Gabel, Lawrence Lee. (1976). *The Development of a Model to Determine Perceptions of Scientific Literacy*. Literacy. Unpublished Doctoral Thesis. The Ohio State University .Columbus. Oh
- Good, R; Hafner, M; and Pebbles, P. (2000). *Scientific understanding of sexual orientation: Implications for science education*. *American Biology Teacher*, 62)5(, 326 – 330.
- Goodrum, D., Hackling, M., and Rennie, L. (2001). *The status and quality of teaching and learning of science in Australian Schools*. Canberra: Department of Education, Training and Youth Affairs.
- Hazen, R. M., & Trefil, J. )1991( *Science matters. Achieving scientific Literacy*. New York: Anchor Books Doubleday
- Hirsch, E.D., Jr. )1987(. *Cultural literacy: What every American needs to know*. Boston: Houghton Mifflin.
- Holbrook, J. and Rannikmae, M. (2009). *The meaning of scientific literacy*. *International Journal of Environmental & Science Education*. 4275-288 )3( .
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. )Eds.(. 1997( (. *Supplementary teaching materials promoting scientific and technological literacy*. Tartu, Estonia: ICASE )International Council of Associations for Science Education(.
- Hurd, P. D. )1958(. *Science literacy: Its meaning for American schools*. *Educational Leadership* 16, 13-16.
- J.S. Oliver, D.F. Jackson, S. Chun, A. Kemp, D. J. Tippins, R. Leonard, N. H. Kang, and B. Rascoe.(2001). *The Concept of Scientific Literacy: A View of*

- the Current Debate as an Outgrowth of the Past Two Centuries. *Electronic Journal of Literacy through Science*. , Volume 1, Issue 1.
- Jenkins E. W. (1999). School Science/Citizenship and the Public Understanding of Science. *International Journal of Science-Education* 703-710
- Jenkins, E.W. (1994). Public understanding of science and science education for action. *Journal of Curriculum Studies*. 26(6): 601-611.
- Koeval Thurmond, Carolyn. Lee, Okhee.2000( ). Perceptions of scientific literacy among university science professors and science education professors. *Florida Journal of Educational Research*, Vol,40 .No. 1, 5-27
- Laugksch, C. R. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Journal of Science Education*. 84(1), 71 – 94.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions about the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331–359
- Lee ,Okhee. & Paik , Seoung-hey.2000( (. Conceptions of Science Achievement in Major Reform Documents. *School Science and Mathematics*, Volume 100, Issue 1, pages 16–26, January.
- Linder, Cedric, Östman, Leif, & Wickman, Per-Olof. (2007). Promoting Scientific literacy: Science education research in transaction. Paper presented at the Linnaeus Tercentenary Symposium. *Linnaeus Tercentenary Symposium*, <http://nadidaktik.se/MSU/sem9/Linneproceedings.pdf>
- Liu Xiufeng(2009) Beyond Science Literacy: Science and the Public: *International Journal of Environmental & Science Education* . . Vol. 4, No. 3, July 2009, 301-311.
- McComas.w.f.(2014). *The Language of Science Education:An Expanded Glossary of Key Terms and Concepts in Science Teaching and Learning*. Sense Publishers, AW Rotterdam, The Netherlands.
- McPhearson, P.T.; Pollack, G.R.; and Sable, J.E. (2008). Increasing scientific literacy in undergraduate education: A case study from “frontiers of science” at Columbia University. [http://columbiauniversity.net/cu/biology/faculty/pollack/publications/essays-andreviews/ increasing\\_scientific\\_literacy.pdf](http://columbiauniversity.net/cu/biology/faculty/pollack/publications/essays-andreviews/ increasing_scientific_literacy.pdf)
- Miller, J. D. (1983). Scientific literacy: A conceptual and empirical review. *Daedalus*, 112(2), 29–48.
- Miller, J. D. (1992). Toward a scientific understanding of the public under-

- standing of science and technology. *Public Understanding of Science*, 11(1), 23–26.
- Murcia ,Karen)2006(. Science literacy for Sustainability. These Doctori Submitted in total fulfilmen of the requirements of the Dgree of Doctor of Philosophy. University Perth, Western Australia.
- National Research Council )1996(.The national science education standards. Washington,DC: The National Academies Press.
- National Research Council. (2007). Taking science to school: Learning and teaching science in Grades K-8. Washington, DC: The National Academic Press.
- Norris, S.P., & Phillips, L.M. (2002).How literacy in its fundamental sense is central to scientific lite-racy. *Science Education*, 87, 224-240
- Nuangchalerm, Prasart .)2010(. Engaging Students to Perceive Nature of Science Through Socioscientific Issues-Based Instruction. *European Journal of Social Sciences – Volume 13*.
- OECD. )2000(. Measuring Student Knowledge and Skills: The PISA 2000 Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Literacy. Paris: OECD.
- OECD. )2003(. The PISA 2003 Assessment Framework: Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills. Paris: OECD.
- OECD. )2007(. PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow’s World: Volume 1: Analysis. Paris: OECD.
- OECD.)2009(. PISA 2006 technical report. Paris: OECD .
- OECD.)2013(. PISA 2015 draft science framework.[http://www.oecd.org/callsfortenders/Annex %2 0IA\\_ %20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf](http://www.oecd.org/callsfortenders/Annex%20IA_%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf)
- Ogunkola .Babalola J.(2013). Scientific Literacy: Conceptual Overview, Importance and Strategies for Improvement. *Journal of Educational and Social Research*. Vol. 3 )1( January
- Oliver ,J. Steve. , Jackson , David F. , Chun , Sajin .)2001(. The Concept of Scientific Literacy: A View of the Current Debate as an Outgrowth of the Past Two Centuries. *Electronic Journal of Literacy through Science*, Volume 1, Issue 1
- Osborne, J. (2007). Science education for the twenty-first century.*Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*,Östman, & P.-O. Wickman (Eds.), Promoting scientific literacy: Science education research



- in transaction, Proceedings of the Pella, M.)1976( 0. The place or function of science for a literate citizenry. Science Education. 60,97-101
- Ramona E. Archer-Bradshaw,(2014).Demystifying Scientific Literacy: Charting the Path for the 21st Century. Journal of Educational and Social Research MCSER Publishing, Rome-Italy. Vol. 4 No.3
- Robert M. Hazen.(2002). Why Should You Be Scientifically Literate?.(ActionBioscience(
- Roberts, D.A. (2007). Scientific literacy/science literacy.In S. K. Abell, & Lederman, N. G. (eds.), Handbook of research on science education. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Ryder, J. (2001). Identifying Science Understanding For Functional Scientific Literacy. Studies in Science Education , 36, 1-44
- Science Standards of Learning for Virginia Public Schools.(2010), Board of Education, Commonwealth of Virginia, Richmond, VA, 2010.
- Senta A. Raizen1998(. (. Standards for Science Education. Teacher college record.100)1(,66-121.
- Shamos, M. (1984).Exposure to Science vs. Scientific Literacy.Journal of College Science Teaching, March.
- Shamos, M. H. (1995). The myth of scientific literacy. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- Shen, B.S. P. (1975). Scientific literacy and the public understanding of science.In S. B. Day (Eds), Communication of scientific information.Pp 44 -52. Basel: Karger.
- UNESCO .)2004(.The Plurality of literacyand its Implications forPolicies and Programmes. Published in 2004 by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization 7, place de Fontenoy, 75352 PARIS 07 SP.