

بهر روز صاحب زاده*

مهارت‌های علمی



در زمین‌شناسی

مقدمه

زمین‌شناسی چیست و زمین‌شناس کیست؟ این دو سؤال به ظاهر ساده، اما اساسی، در توصیف و تبیین علم زمین‌شناسی و تعریف خصوصیات عالم این علم، یعنی زمین‌شناس است.

هر علم از دو بخش تشکیل یافته است. بخش نخست «محتوا و موضوع مورد مطالعه در آن علم» است یعنی در آن علم چه چیزی را مطالعه می‌شود؟ یا آن علم درباره‌ی چه چیزهایی مطالعه می‌کند و چه شناختی به ما می‌دهد؟ موضوع آن علم و محدودده‌ی مطالعات علمی در آن شاخه‌ی علمی چیست؟

مثلاً می‌دانیم که در فیزیک، نیروها و دستگاه‌ها مطالعه می‌شوند و در شیمی مواد و حالات گوناگون آن‌ها، همچنین علم زیست‌شناسی به مطالعه‌ی موجودات زنده می‌پردازد. در علم زمین‌شناسی نیز موضوع مورد مطالعه، سنگ‌ها، کانی‌ها و فسیل‌ها هستند. این علم به مطالعه‌ی ساختمان زمین و دیگر اجرام سماوی و نیز زلزله، آتشفشان، آب‌وهوا، رود، دشت، کوه و... می‌پردازد.

بخش دوم در هر شاخه‌ی علمی روش مطالعه در آن علم است. مثلاً روش مطالعه در علوم تجربی، که مطالعات زمین‌شناسی نیز یکی از شاخه‌های اساسی آن است، «روش حل مسأله» است. در این روش، محقق به دنبال یافتن مسأله، توصیف و تبیین آن و پیدا کردن پاسخ علمی مناسب برای آن با استفاده

از روش‌های علمی است.

پس محقق علوم زمین، برای آن‌که بتواند پدیده‌ها و موضوعات مورد علاقه در این علم را مطالعه کند، باید در استفاده از مهارت‌های روش حل مسأله توانا باشد. بدیهی است، تفاوت محققان گوناگون نه در اطلاعات اولیه و علمی آن‌ها، بلکه در توانایی آن‌ها در شناخت و استفاده از مهارت حل مسأله است.

یقیناً همه‌ی ما زندگی‌نامه‌ی ادیسون را مطالعه کرده‌ایم. یقیناً همه می‌دانیم که ادیسون اگر ادیسون شد، نه به خاطر علم و دانش صرف و محفوظات علمی فراوانش، بلکه به خاطر داشتن پشتکار و مهارت‌های علمی بود که توانست به این شهرت و اعتبار برسد.

مهارت‌های علمی در علوم زمین

به طراحی و تدریس این فعالیت علمی که به کتاب زمین‌شناسی سال سوم متوسطه مربوط است، توجه کنید:

بلور بسازید

وسایل و مواد مورد نیاز

لیوان شیشه‌ای کاملاً تمیز، آب مقطر، نخ نازک پلاستیکی، نی نوشابه، کاغذ صافی، پودر کات کبود $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ، یا پودر زاج سبز $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ و FeSO_4 ، یا پودر شکر، یا پودر نمک و یا پودر زاج

سفید $Al_2(SO_4)_3$ و $2H_2O$ و K_2SO_4 ، تکه‌ی کوچکی از کات کبود یا تکه‌ی کوچکی از زاج سبز، یک تکه‌ی کوچک نبات، یک تکه‌ی کوچک نمک و یا تکه‌ی کوچکی از زاج سفید، قاشق پلاستیکی یک بار مصرف.

دستور کار

۱. یک لیوان تمیز بردارید.
۲. در نیمه‌ی بیش‌تر لیوان آب مقطر بریزید.
۳. با قاشق، از ماده‌ای که می‌خواهید بلور آن را بسازید، مقداری در این آب بریزید و به آرامی آن را هم بزنید. کمی صبر کنید. چه مشاهده می‌کنید؟
... آیا رسوبی از ماده‌ی حل شده در ته ظرف می‌بینید؟
۴. اگر رسوبی تشکیل نشده ریختن ماده‌ی حل‌شونده را ادامه دهید و آن را هم بزنید تا با کمی توقف، رسوبی از آن در ته لیوان تشکیل شود.
... این یک محلول فوق اشباع است. چرا؟
۵. حال به همان لیوان، که ته آن رسوب تشکیل شده است، کمی آب مقطر اضافه کنید و آن را هم بزنید.
... کمی صبر کنید، چه مشاهده می‌کنید؟ آیا رسوب از بین رفت؟
- ... اگر از بین نرفت، باز هم آب مقطر اضافه کنید و هم بزنید و این کار را آن قدر با اضافه کردن اندک و تدریجی آب مقطر ادامه دهید که دیگر رسوبی ته ظرف باقی نماند. اکنون این یک محلول احتمالاً اشباع از ماده‌ی حل‌شونده است.
۶. یک تکه‌ی کوچک از ماده‌ای را که در آب مقطر حل کرده‌اید، انتخاب و با ذره‌بین به آن نگاه کنید و شکل آن را بکشید.
۷. اکنون همان ماده را به انتهای نخ نامرئی پلاستیکی ببندید (این یک «هسته‌ی اولیه» برای تشکیل بلور است) (هسته‌ی تبلور)
۸. انتهای دیگر نخ را به وسط یک مداد یا نی نوشابه ببندید و در حالی که مداد یا نی را به صورت افقی روی لبه‌ی لیوان قرار می‌دهید هسته‌ی اولیه را در آب مقطر رها کنید. (طول نخ باید فقط آن قدر باشد که بتواند هسته‌ی اولیه را نزدیک کف لیوان نگهدارد).
۹. روی در لیوان یک کاغذ صافی قرار دهید.

پس از انجام این فعالیت، به این پرسش‌ها پاسخ دهید:
الف) محلولی که شما تهیه کردید یک محلول اشباع بود. اگر محلول تهیه شده تحت اشباع یا فوق اشباع باشد، چه اتفاقی

رخ می‌دهد؟

ب) شما برای تهیه‌ی محلول از آب مقطر استفاده کردید. فکر کنید، اگر از آب مقطر استفاده نکنید و مثلاً از آب لوله‌کشی زاهدان استفاده کنید، چه اتفاقی رخ می‌دهد؟

ج) برای بستن هسته‌ی اولیه، از نخ نامرئی نازک استفاده کردید. به نظر شما اگر از نخ معمولی یا پشمی استفاده می‌کردید، چه می‌شد؟

د) برای پوشاندن در لیوان از کاغذ صافی استفاده کردید؛ چرا؟ اگر اصلاً هیچ در پوشی برای لیوان نگذاریم یا از کاغذ یا پارچه‌ی معمولی استفاده کنیم، چه اتفاقی ممکن است رخ دهد؟

ه) چرا پیشنهاد شد که هسته‌ی اولیه را نزدیک ته ظرف قرار بدهید؟ اگر این هسته خیلی بالا یا چسبیده به کف لیوان باشد، چه اتفاقی رخ می‌دهد؟

و) نحوه‌ی تشکیل بلورها در طبیعت را توضیح دهید.

ز) برای هر مرحله از فعالیت خود شکل بکشید.

ح) شکل نهایی بلور را بکشید.

شما طراحی کنید

اکنون آزمایشی طراحی کنید که با انجام آن بتوانید به این

سؤالات پاسخ دهید:

الف) آیا دمای محیط (سرعت تبخیر یا سرعت تبلور) در اندازه‌ی بلور تأثیر دارد؟

ب) آیا حجم ماده‌ی حل‌شونده در اندازه‌ی بلور تأثیر دارد؟ اکنون با کمی دقت و با مرور آنچه در بحث گذشته گفته شد می‌توان دریافت که دانش آموز در انجام این فعالیت می‌آموزد که:

بلورها در طبیعت چگونه تشکیل می‌شوند؟

برای تشکیل بلورها چه شرایطی لازم است؟

تعریف محلول اشباع، محلول تحت اشباع و محلول فوق اشباع چیست؟

مراحل تشکیل بلور در طبیعت کدامند؟

نقش هسته‌ی اولیه در تشکیل بلور چیست؟

چرا بلورها در طبیعت به شکل‌های متفاوتی دیده می‌شوند، ...

این‌ها همان هدف‌های دانشی و دانستنی‌هایی هستند که

دانش آموز با انجام این فعالیت درمی‌یابد.

اکنون مجدداً به طراحی فعالیت فوق دقت و به جملات آن

توجه کنید. دانش آموز با انجام این فعالیت، مهارت‌هایی را تمرین

می‌کند و یاد می‌گیرد که در ادامه به آن‌ها خواهیم پرداخت. منظور

ما از مهارت، توانایی‌های عملی و ذهنی برای حل مسأله است. وقتی به دانش‌آموز در چندین جا می‌گوییم: «کمی صبر کنید، چه مشاهده می‌کنید؟» از او انتظار داریم که مشاهده کند. مشاهده یعنی استفاده‌ی صحیح و به موقع از تمام حواس برای شناخت بهتر و جمع‌آوری اطلاعات بیش‌تر و دقیق‌تر از پدیده‌ها و وقایع. مثلاً در هواشناسی، هواشناس با استفاده از اطلاعاتی که از دیدن درجه‌ی دماسنج‌تر و دماسنج خشک به دست می‌آورد، و با دیدن ابرها در آسمان و شکل آن‌ها و... به تعیین میزان رطوبت هوا و شرایط تشکیل باران در منطقه می‌پردازد. نفت‌شناس یا پترولژیست، با مشاهده‌ی کانی‌ها، اندازه و تنوع آن‌ها و... درباره‌ی عمق تشکیل سنگ‌آذرین اطلاعات زیادی تهیه می‌کند. و کانی‌شناس، با چشیدن مزه‌ی کانی کائولن، اطلاعات بیش‌تری برای شناسایی آن کانی به دست می‌آورد.

با کمی دقت در می‌یابیم که برای انجام مشاهده‌ی صحیح و مناسب، محقق باید علاوه بر استفاده از حواس پنج‌گانه‌ی خود، از ابزار و وسایل علمی مناسب همچون دماسنج، ذره‌بین، ترازو، بادسنج و بادنما، تشت تبخیر، دوربین نقشه‌برداری، میکروسکوپ و تلسکوپ، الک‌های دانه‌بندی رسوبات و... استفاده کند تا بتواند، به ابزارهای جمع‌آوری اطلاعات خود یعنی چشم، گوش، بینی، زبان و پوست کمک و اطلاعات

دقیق‌تر و بیش‌تری از وقایع و پدیده‌ها تهیه کند. نکته‌ی مهم در مشاهده این است که بدانیم چه چیزی را می‌خواهیم مشاهده کنیم و یا باید مشاهده کنیم. در یک بازدید علمی از کوه‌های اطراف شهر، می‌توان هزاران موضوع متفاوت علمی را مشاهده کرد و درباره‌ی آن‌ها به تهیه‌ی اطلاعات و بحث پرداخت. مهم این است که از قبل برنامه‌ریزی مناسب انجام شده باشد و ما و دانش‌آموزان بدانیم که به دنبال مشاهده‌ی چه چیزی هستیم. مثلاً اگر هدف، مشاهده‌ی فسیل‌های منطقه باشد، مشخص است که باید قسمت اعظم فعالیت ما را مشاهده‌ی فسیل‌ها و مسائل مربوط به مشاهده‌ی فسیل تشکیل دهد. حال اگر دانش‌آموزان با مشاهده‌ی ابرها در آنجا به بحث درباره‌ی مسائل مربوط به هوا، باران، برف و...، و یا با مشاهده‌ی پوشش گیاهی محل، به بحث درباره‌ی علت پوشش گیاهی و تنوع حیات گیاهی و جانوری در منطقه بپردازند و به موضوع اصلی، یعنی فسیل، توجه نکنند. بازدید علمی از مسیر و هدف اصلی و از قبل طراحی شده‌ی خود منحرف خواهد شد. در واقع دانش‌آموزان به درستی هدایت نشده‌اند که چه چیزی را باید ببینند. پس نکات مهم در بحث مشاهده عبارتند از:

۱. استفاده از تمام حواس برای جمع‌آوری اطلاعات؛
۲. استفاده‌ی صحیح از حواس برای جمع‌آوری اطلاعات؛
۳. استفاده از ابزارهای علمی و تخصصی برای کمک



به حواس در جمع‌آوری اطلاعات ؛

و مهم‌تر از همه این است که مشاهده باید براساس قصد و منظور خاصی صورت پذیرد.

شما با این جمله چه قدر موافق هستید؟

«آموزش روش‌های شناسایی کانی‌ها در کتاب درسی زمین‌شناسی سال سوم متوسطه (شکل کانی، رنگ کانی، رنگ خاکه، سختی، سطح شکست، چگالی، اثر اسیدها بر کانی، بو و مزه‌ی کانی، و... عمدتاً برای آموزش مهارت مشاهده به مخاطبان است.»

دوباره به مطالعه‌ی طراحی فعالیت فوق‌پردازید. وقتی به دانش‌آموزان می‌گوییم:

- با قاشق پلاستیکی، از ماده‌ای که می‌خواهید بلور آن را بسازید، مقداری در این آب بریزید و به آرامی آن را هم بزنید.

- کمی صبر کنید، چه مشاهده می‌کنید؟

- آیا رسوبی از ماده‌ی حل شده در ته ظرف می‌بینید؟

- اگر رسوبی تشکیل نشد، آن قدر از ماده‌ی حل‌شونده در

آب بریزید و هم بزنید که با کمی توقف، رسوبی از آن در ته لیوان تشکیل شود.

می‌اندیشید دانش‌آموز با انجام این کارها چه چیزهایی یاد می‌گیرد؟

او با انجام این کارها مهارت پیش‌بینی کردن را تمرین می‌کند

و می‌آموزد که با توجه به مشاهده‌ی وضع موجود و دانسته‌ها،

اطلاعات و تجربیات قبلی خود، می‌تواند پیش‌بینی کند که برای

تهیه‌ی محلول اشباع چه قدر از ماده‌ی حل‌شدنی را باید در آب

حل کند، و یا پیش‌بینی کند که با توجه به شرایط آب و هوایی

منطقه چه مدت طول می‌کشد تا بلور درست شود و یا...

پیش‌بینی کردن یعنی توضیح دادن درباره‌ی یک حادثه یا

واقعه‌ی مربوط به آینده براساس مشاهدات موجود و به کمک

اطلاعات و تجربیات و دانسته‌های قبلی. در مطالعات

زمین‌شناسی لازم است که زمین‌شناس به پیش‌بینی درباره‌ی وقوع

زلزله، سیل و خشک‌سالی، تغییرات هوا و... پردازد.

شما با این جمله چه قدر موافق هستید؟

«شهروندان جوامع پرسرعت و پرتحول قرن بیست و یکم، برای

موفقیت در انجام بسیاری از امور زندگی روزمره و کاری خود،

مثلاً انتخاب مسیرهای رفت‌وآمد، انتخاب محل مناسب برای

تعطیلات آخر هفته، انتخاب وسیله‌ی صوتی و تصویری برای

خانه، انتخاب نوع پوشش لباس، انتخاب برنامه‌ی کاری و

انتخاب مسیر کار، و... به مهارت پیش‌بینی کردن نیاز دارند.»

در طراحی فعالیت فوق‌دقت کنید. وقتی از دانش‌آموز

می‌خواهیم:

نحوه‌ی تشکیل بلورها در طبیعت را توضیح دهید.

دانش‌آموز باید بتواند اتفاقات رخ داده را تفسیر کند و مثلاً

بگوید که بلورها در طبیعت چگونه تشکیل می‌شوند. پس تفسیر

کردن یعنی توضیح دادن و بحث کردن درباره‌ی چگونگی به وجود

آمدن پدیده‌ها، براساس مشاهدات، تجربیات، اطلاعات و

دانستنی‌ها.

زمین‌شناس وقتی می‌خواهد درباره‌ی چگونگی تشکیل یک

توده‌ی آذرین نفوذی و یا یک کوه آتشفشان بحث کند، هواشناس

وقتی به بحث و بررسی مسائل مربوط به توده‌های هوا در منطقه،

خشک‌سالی و یا شرایط پرآبی می‌پردازد، و یا فسیل‌شناس وقتی

می‌کوشد، با مطالعه‌ی فسیل‌های موجود در سنگ‌های یک

منطقه، شرایط آب‌وهوایی و محدوده‌ی جغرافیایی آن منطقه را در

زمان تشکیل فسیل شرح دهد، همه، از مهارت‌های تفسیرکردن

کمک می‌گیرند.

شما با این جمله چه قدر موافق هستید؟

«شهروندان امروزی، برای موفقیت هرچه بیش‌تر در زندگی

خود، از جمله درک علت صعود و نزول نرخ کالاها، علت عدم

سوددهی مناسب سرمایه‌گذاری، علت انتخاب فلان قضیه و...

به مهارت تفسیرکردن نیاز دارند.»

دوباره به فعالیت طراحی شده دقت کنید. دانش‌آموز چه

هنگام می‌تواند یک بلور کامل و مناسب بسازد؟ وقتی مراحل انجام

کار را به دقت و پشت سر هم انجام بدهد. یعنی در اجرای

دستورالعمل مهارت داشته باشد. پس مهارت در اجرای

دستورالعمل برای محقق لازم است.

زمین‌شناسان نیز هنگام کار با ابزارهای تحقیق در

زمین‌شناسی، به دستورالعمل نیاز دارند. مثلاً در استفاده از

میکروسکوپ پلاریزان، تنظیم الک‌های مربوط به دانه‌بندی

رسوبات، استفاده از تلویزیون مدار بسته در مطالعات کانی‌شناسی

و یا استفاده از نرم‌افزارهای رایانه‌ای، باید بتوانند با مهارت کامل

دستورالعمل را اجرا کنند.

یافته‌ها، طراحی تحقیق، انجام آزمایش و اجرای دستورالعمل است.

شما با این جمله چه قدر موافق هستید؟

«شهروندان امروزی برای استفاده از سی دی چنجر، رایانه، مایکروفر، تلویزیون، اتومبیل و... به مهارت اجرای دستورالعمل نیاز دارند.»

مجدداً به فعالیت طراحی شده مراجعه کنید. وقتی از دانش آموزان می‌خواهیم برای پیدا کردن پاسخ سؤالات مطرح شده، خودشان فعالیتی را طراحی کنند، به آن‌ها مهارت طراحی تحقیق را می‌آموزیم. مهارت طراحی تحقیق یعنی دانش آموز برای یافتن پاسخ سؤال علمی مطرح شده، خودش طرح تحقیقی تهیه کند و آن را مرحله به مرحله اجرا کند تا برای سؤال خود پاسخی پیدا کند.

زمین‌شناسان برای بسیاری از مطالعات زمین‌شناسی به طراحی تحقیق نیاز دارند. مثلاً رسوب‌شناسان برای تعیین میزان نفوذپذیری خاک، کانی‌شناسان برای تعیین میزان سختی کانی و یا چگالی کانی، آب‌شناسان برای تعیین میزان دبی آب رودخانه و همین‌طور، دیگران برای یافتن پاسخ سؤالات خود، به طراحی تحقیق نیاز دارند.

شما با این جمله چه قدر موافق هستید؟

«شهروندان امروز برای یافتن پاسخ سؤالاتی مانند: زنگ درخانه چرا عمل نمی‌کند؟ فر اجاق گاز در چه دمایی بهتر یک نوع کیک خاص را می‌پزد و... به مهارت طراحی تحقیق نیاز دارند.»

و مهارت‌های دیگری مثل برقراری ارتباط، اندازه‌گیری، جمع‌بندی و آزمایش کردن نیز در این فعالیت مطرح هستند. برقراری ارتباط یعنی خوب حرف زدن، درست توضیح دادن، نقاشی و جدول کشیدن، و... طوری که دیگران حرف ما را همان‌طور که مورد نظر ماست، بفهمند. اندازه‌گیری شامل یعنی مقدار طول، جرم، حجم، زمان، سرعت، دما و... است. جمع‌بندی یعنی خلاصه، مختصر، مفید و کامل نتیجه را بیان داشتن. آزمایش کردن یک فعالیت مرکب، شامل مجموعه‌ای از این مهارت‌هاست و هر شهروند، برای آن که بتواند در جامعه‌ی پرتحول و پرسرعت امروز زندگی کند، به این مهارت‌ها نیاز دارد.

یقیناً همه‌ی ما معتقدیم:

زمین‌شناسی علم مشاهده، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، تفسیر

مجدداً به فعالیت طراحی شده دقت کنید. دانش آموز با انجام این فعالیت کدام نگرش‌های علمی را کسب می‌کند؟ منظور ما از نگرش، رفتار درونی شده و اعتقاداتی است که تا آدمی به آن‌ها جامه‌ی عمل نپوشاند، نمی‌تواند آرام بگیرد. دانش آموزان با این فعالیت، نگرش‌هایی همچون کنجکاوی، علاقه‌مندی به علم، علاقه‌مندی به معلم، توجه به محیط زیست، رعایت نظم در کارها، رعایت نظافت، همکاری کردن، انجام وظیفه و احساس مسؤلیت، گوش دادن و پذیرفتن، دفاع از حق خود، دفاع از دیگران، و اطاعت رهبری را تمرین می‌کنند و یاد می‌گیرند و در پی آن به مجموعه‌ای از توانایی‌های علمی و اخلاق علمی شامل دانستی‌ها، مهارت‌ها و نگرش‌های علمی دست می‌یابند. دانش‌آموزی که به این سه توانایی دست یافته باشد، یک یادگیرنده‌ی مادام‌العمر خواهد بود؛ یعنی شهروندی که دائماً به دنبال یادگرفتن، آموختن و پیدا کردن است. پس او در دنیای پرتحول و پرسرعت امروز، بی‌سلاح شناخت نیست و برای نجات خود از ناتوانی منتظر دیگران نمی‌نشیند؛ چون به توانایی فکر کردن و اندیشیدن رسیده است.

آیا زمین‌شناسی چیزی غیر از کنجکاوی و علاقه‌مندی به محیط زیست است؟

چند سؤال خودمانی که بهتر است پاسخ آن را با خودمان مرور کنیم:

- ما به عنوان معلم آموزش زمین‌شناسی، چه قدر با هدف‌های آموزشی این درس آشنا هستیم؟
 - ما به عنوان معلم آموزش زمین‌شناسی، برای آموزش هدف‌های قصد شده به مخاطبان خود، از چه روش‌هایی در کلاس‌های درس استفاده می‌کنیم؟
 - و اصولاً، ما به عنوان معلمان آموزش شاخه‌ای از علوم پایه، چه قدر با روش‌های این علوم آشنایی داریم؟
- اکنون به چگونگی تدریس یکی از مفاهیم علمی زمین‌شناسی، مثلاً «سختی کانی‌ها» توجه کنید:
- معلم «الف» با استفاده از تخته و توضیحات، به تدریس مفهوم سختی کانی‌ها همراه با مثال، روش تعیین سختی، جدول موهس (Mohs) و... می‌پردازد. دانش‌آموزان به دقت به

* مدرس آموزش علوم زمین دانشگاه سیستان و بلوچستان

توضیحات او گوش می دهند، یادداشت برمی دارند و سپس از متن کتاب مطالب را می خوانند.

معلم «ب» با طراحی کار عملی زیر می خواهد، سختی کانی را به دانش آموزان تدریس کند: ابتدا به بچه ها می گوئیم که گروه های سه چهار نفری تشکیل دهند. بعد تعدادی کانی بردارند و آن ها را روی هم بکشند و یا از شیشه و ناخن خود استفاده کنند و کانی ها را برحسب سختی آن ها مرتب کنند. سپس ...

با هم بیندیشیم!

معلم «الف» می خواهد به دانش آموزانش چه بیاموزد؟ آیا او واقعاً به دانش آموزانش چیزی می آموزد؟
معلم «ب» به دانش آموزانش چه می آموزد؟ در کار این معلم، آیا چیزی به جز دانش، مهارت و نگرش هم به دانش آموزان ارائه می شود؟

دو نکته ی مهم در این بحث آن است که:

اولاً در آموزش های زمین شناسی، اهمیت و جایگاه مهارت های علمی زمین شناسی بیش تر از اطلاعات و دانش های موجود است.

ثانیاً مهارت های علمی زمین شناسی، صرفاً نه برای تربیت زمین شناس مورد نظر، بلکه برای تربیت شهروندانی توانا و دارای سواد علمی- فناورانه، و برای زندگی سعادت‌مندانه لازم و ضروری است.

منابع:

۱. ابطحی، سید نعمت الله. فرایند یادگیری- یاددهی در آموزش علوم تجربی. مجموعه مقالات اولین همایش علوم تجربی ابتدایی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان اصفهان. ۱۳۷۹.
۲. اف کالاهان، جوزف؛ و اج کلارک، لئونارد. آموزش دوره ی متوسطه. ترجمه ی جواد ظهوریان. انتشارات معاونت فرهنگی. مشهد.
۳. امانی طهرانی، محمود. ابعاد وضعیت آموزش علوم در ایران. شرکت صنایع آموزشی. تهران. ۱۳۷۶.
۴. _____ . «هدف های مهارتی برنامه ی آموزش علوم تجربی دوره ی ابتدایی». مجله ی رشد آموزش ابتدایی. ویژه نامه ی آموزش علوم. انتشارات کمک آموزشی. تهران. ۱۳۷۹.
۵. کرو، فرانسوا. گشودن درهای نو به روی آموزش علوم. ترجمه ی افشین جهان دیده، انتشارات پیام یونسکو. تهران. ۱۳۷۵.
۶. هارلن، وین. نگرشی نو بر آموزش علوم تجربی. ترجمه ی شاهده سعیدی. انتشارات مدرسه. تهران. ۱۳۷۷.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
مجمع علوم انسانی

