



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

ISSN ۲۹۸۰-۷۷۸۶

زمان چاپ: ۱۴۰۲/۱۰/۲۰

شماره مجوز مجله: ۸۰۴۰۰

بررسی و حل مشکلات دانش‌آموزان در یادگیری مباحث شیمی

مریم صفیان بلداجی^۱، فاطمه مومنی^۲، پروانه قیطاسی^۳، ریحانه حمیدی پور^۴، ابوالفضل شمشیری^۵

۱- کارشناسی آموزش شیمی دانشگاه فرهنگیان، مرکز آموزش عالی شهید رجایی اصفهان

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته نانو شیمی، دانشگاه اراک

۳- کارشناسی آموزش شیمی دانشگاه فرهنگیان، مرکز آموزش عالی شهید رجایی اصفهان

۴- کارشناسی آموزش شیمی دانشگاه فرهنگیان، مرکز آموزش عالی شهید رجایی اصفهان

۵- کارشناسی آموزش شیمی دانشگاه فرهنگیان، پردیس شهید باهنر اصفهان

maryam.safian1999@gmail.com

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی و حل مشکلات دانش‌آموزان در یادگیری مباحث شیمی انجام شد. با توجه به مشکلات متداولی که دانش‌آموزان در یادگیری مباحث شیمی دارند، به راه‌حلهایی برای حل این مشکلات پرداخته است. از جمله مشکلاتی که در این مقاله بررسی شده است، می‌توان به عدم درک مفاهیم پایه، کمبود تمرین و تمرکز، عدم توجه به نکات کوچک، و عدم ارتباط با دنیای واقعی اشاره کرد. با ارائه راه‌حلهایی مانند استفاده از روش‌های آموزشی فعال، تمرینات متنوع و برنامه‌ریزی منظم، به حل این مشکلات کمک کرده است. برای یافتن اطلاعاتی در مورد عوامل مؤثر بر یادگیری شیمی نظر دانش‌آموزان، سایر همکاران و مطالعات پژوهشگران را مورد مطالعه و بررسی قرار دادیم. از سایر همکاران نیز در مورد مواردی که بر یادگیری مباحث شیمی مؤثر هستند، با توجه به تجربیاتی که در طی تحصیل و در دوران خدمت در دوره متوسطه داشته‌اند نظر خواهی شد. در نتیجه، یادگیری مباحث شیمی برای دانش‌آموزان ممکن است با چالش‌هایی همراه باشد. با این حال، با توجه به راه‌حلهایی که در این مقاله بررسی شده‌اند، دانش‌آموزان می‌توانند این چالش‌ها را پشت سر بگذارند و به یادگیری موثر و عمیق مباحث شیمی بپردازند. استفاده از روش‌های آموزشی فعال، تمرینات متنوع و برنامه‌ریزی منظم می‌تواند به دانش‌آموزان کمک کند تا مفاهیم پایه را درک کنند، تمرکز و تمرین خود را بهبود بخشند، به نکات کوچک توجه کنند و ارتباط آن‌ها را با دنیای واقعی برقرار کنند. در نتیجه، دانش‌آموزان می‌توانند به یادگیری شیمی با اعتماد بیشتری نگران نباشند و به راحتی این موضوع را فرا گیرند.

کلمات کلیدی: شیمی، آموزش، مدرسه، دانش‌آموز، یادگیری



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

ISSN ۲۹۸۰-۷۷۸۶

مقدمه

مشکلات دانش آموزان در یادگیری شیمی توسط محققان زیادی بررسی شده است (۴-۱). مفاهیم یا موضوعات زیادی در شیمی شامل رسم آرایش الکترونی و ساختار لوویس، نام گذاری ترکیبات یونی و مولکولی، موازنه واکنش‌های شیمیایی و استوکیومتری واکنش‌ها، محاسبه غلظت محلول‌ها (درصد جرمی و مولار و ...)، نام گذاری هیدروکربن‌ها، محاسبات آنتالپی واکنش، محاسبه سرعت و ثابت سرعت واکنش (بحث سنتیک شیمیایی)، تشخیص مولکول‌های قطبی و ناقطبی، تشخیص انواع مخلوط‌ها، محاسبه ثابت تعادل واکنش، واکنش‌های اکسایش و کاهش، تشخیص پیل‌های گالوانی و غیر گالوانی و اجزا آنها، محاسبه پتانسیل استاندارد و ... را می‌تواند به عنوان مفاهیمی که یادگیری‌شان مشکل است به شمار آورد [۵]. تجربه کردن

سختی این موضوعات در شیمی تأثیر منفی در انگیزه و موفقیت دانش آموزان دارد [۶]

دلایل زیادی مبنی بر اینکه چرا دانش آموزان در یادگیری مفاهیم شیمی دچار مشکل هستند وجود دارد. خود ماهیت علم و روش‌های تدریس از جمله این دلایل هستند، در حالی که بر اساس نظریه‌های متعدد، سازمان دهی و مختصر کردن مباحث یادگیری شیمی را سخت می‌کند. علاوه بر این دوره تحصیلی شیمی مختصر و ماهیت بین رشته‌ای بودن شیمی و مشکلات کتاب درسی فاکتورهایی هستند که مانع یادگیری مؤثر شیمی می‌شوند. محققان این گونه بیان می‌کنند که در دوره تحصیلی شیمی نباید آنها را به سمت حفظ کردن سوق دهد که مطمئناً این مانع یادگیری معنی دار می‌شود [۷، ۸].

طراحی محیط یادگیری که علایق و انتظارات دانش آموز را به رسمیت نشناسد سبب مشکلاتی از قبیل کاهش علاقه به شیمی می‌شود [۹]. از جمله دیگر دلایلی که محققان عامل کاهش علاقه دانش آموزان می‌دانند عبارت‌اند از زیاد بودن محتوا و بی ارتباط بودن با زندگی روزمره، عدم بحث در مباحث مورد علاقه، نبودن فرصت ابراز خلاقیت، بیگانگی علم از جامعه و شیوع موضوعات علمی ایزوله [۱۰، ۱۱، ۱۲]

روش‌ها و تکنیک‌های تدریس معلمان هم می‌تواند از عواملی باشد که یادگیری مباحث شیمی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. اگر دانش آموزان از روشی که شیمی تدریس می‌شود راضی نباشند، بی‌علاقگی و نگرش منفی نسبت به شیمی و روش تدریسش نشان می‌دهند [۱۲]

با توجه به اینکه شیمی جزء دورس پایه رشته‌های ریاضی و علوم تجربی است از این جهت می‌طلبند که دانش آموزان کاملاً در این درس علاقه مند و مسلط بوده تا موجب موفقیت قابل توجه آنها در مراحل پیش رو گردد. در این مطالعه ما به بررسی عوامل مؤثر بر یادگیری درس شیمی در دوره دوم متوسطه پرداخته‌ایم و راه‌حلهایی را از دید خود و دانش آموزان ارائه و برخی از این راه‌ها را نیز اجرا کرده‌ایم که در ادامه، نتیجه گزارش خواهد شد.

روش تحقیق:

برای یافتن اطلاعاتی در مورد عوامل مؤثر بر یادگیری شیمی نظر دانش آموزان، سایر همکاران و مطالعات پژوهشگران را مورد مطالعه و بررسی قرار دادیم. در ابتدا به طور مجزا از دانش آموزان سال دوازدهم در مورد یادگیری مباحثی در شیمی که در دوره تحصیلی‌شان دچار مشکل بودند پرسیدیم، دانش آموزان مباحثی چون محاسبه جرم مولکولی، ترسیم آرایش الکترون نقطه‌ای، نوشتن آرایش الکترونی، موازنه واکنش‌های شیمیایی، محاسبه غلظت محلول‌ها، تشخیص مولکول‌های قطبی از نا قطبی، مباحث مربوط به سینتیک شیمیایی، تشخیص بین پیل‌های گالوانی و غیر گالوانی و اجزا آنها، نام نویسی و فرمول



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

ISSN ۲۹۸۰-۷۷۸۶

نویسی ترکیبات (یونی، مولکولی)، محاسبه پتانسیل پیل‌ها، محاسبه آنتالپی و مسائل مربوط به ترمودینامیک شیمیایی و ... را بیان داشتند، که با جمع بندی نظرات پنج مبحث نام گذاری ترکیبات (یونی، مولکولی و هیدروکربن‌ها) و رسم ساختار لوویس آنها، موازنه و حل مسائل استوکیومتری واکنش‌ها، محاسبه عدد اکسایش و پتانسیل سل‌ها (به طور کلی مباحث مربوط به الکتروشیمی)، محاسبه سرعت و ثابت سرعت واکنش (سینتیک شیمیایی) و محاسبه آنتالپی واکنش به روش‌های غیر مستقیم به صورت مشترک در نظرات دانش آموزان ذکر شده بود. همچنین با نظرسنجی از دانش آموزان هر سه پایه در مورد علت سخت بودن یادگیری مباحث شیمی، دانش آموزان مواردی را بیان داشتند که در جدول ۱ دسته بندی شده‌اند. از تک تک دانش آموزان نیز روش‌های مطالعه‌شان را جویا شدیم و از هر کدام در مورد روش مطالعه‌ای که به نظر خودشان بهتر نتیجه می‌گیرند پرسیدیم، دانش آموزان روش‌ها و تاکتیک‌های مطالعه متنوعی را اشاره کردند از قبیل حل مسائل، مرور منظم مطالب و یادداشت برداری.

از سایر همکاران نیز در مورد مواردی که بر یادگیری مباحث شیمی مؤثر هستند، با توجه به تجربیاتی که در طی تحصیل و در دوران خدمت در دوره متوسطه داشته‌اند نظر خواهی شد. نظراتی که بیان شده به اختصار عبارت‌اند از مسلط بودن و تطابق رشته تحصیلی دبیر با رشته شیمی به طوری که در برخی موارد از جمله سالهای قبل با توجه به کمبود نیروی انسانی دبیر غیرتخصصی مسئولیت تدریس را بر عهده داشته است، هدایت دانش آموزان از حفظ کردن مطالب به سمت یادگیری معنی دار مطالب، برقراری تناسب بین حجم و پیچیدگی محتوای کتاب درسی و زمان در نظر گرفته برای تدریس و مشاوره دادن به دانش آموزان در جهت تنظیم برنامه منسجم برای یادگیری و مرور مطالب.

جدول ۱. عمده عواملی که یادگیری مباحث شیمی را مشکل می‌کند (از دید دانش آموزان)

دسته بندی کلی	زیر مجموعه‌ها
ماهیت مباحث	داشتن موارد زیاد که نیاز به حفظ کردن دارد
	به طور مختصر و سطحی بیان شدن مباحث مهم
	حجم زیاد
	فرار بودن مطالب
روش‌های تدریس دبیران	نداشتن فعالیت عملی (آزمایش، مشاهده ...)
	بی ارتباط بودن مطالب با زندگی روزمره
	وابستگی برخی مطالب به مباحث ریاضی و معادلاتی که دانش آموز به خوبی آنها را فرا نگرفته است
	نداشتن طرح درس مناسب
عادات مطالعه دانش آموزان و احساسات آنها نسبت به مباحث	نداشتن شیوه تدریس مؤثر
	استفاده از دبیران غیرتخصصی و عدم تسلط بر مباحث و روخوانی کتاب
	عدم برنامه ریزی مناسب برای مطالعه
	بی حوصلگی سر کلاس
	گرایش منفی به مباحث درس شیمی

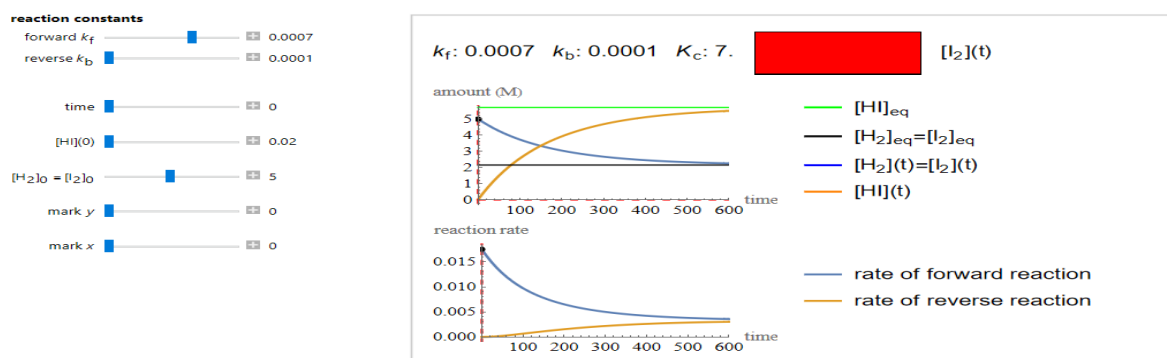
چهارچوب نظری و اجرای راه کارها:

با توجه به اطلاعاتی که از طریق دانش آموزان، سایر همکاران و بررسی مطالعات پژوهشگران گردآوری شده راه کارهایی از قبیل استفاده از وسایل و رسانه‌های آموزشی، مرتبط کردن شیمی با زندگی روزمره، کمک به تصحیح روش‌های مطالعه دانش آموزان و استفاده از تدریس دانش آموز محور اجرا شد که در ادامه در مورد آن بحث می‌شود.

۱. استفاده از وسایل و رسانه‌های آموزشی:

با استفاده از نرم افزار شبیه ساز wolfram در کامپیوتر و پروژکتور برای نمایش آن، نمودارها و تصاویر مرتبط با بحث الکتروشیمی و نحوه عملکرد سلول‌های الکتروشیمیایی به دانش آموزان نمایش داده شد. حین تدریس، تمام تلاشمان این بود که این درس را از حالت حفظی به سمت فهمیدن سوق دهیم به طوری که تقریباً تمام مطالبی را که احساس می‌کردیم دانش آموزان در درک آن دچار مشکل هستند با نمایش نمودارها و فیلم آزمایش دوباره توضیح داده شد، که این هم مصداقی بود برای تدریس شیمی از طریق مواد قابل مشاهده و هم کلاس درس را تا حدی جذاب‌تر کرده بود. دیگر دانش آموزان صرفاً مجبور به حفظ مطالبی نبودند که هیچ ذهنیتی در مورد ماهیت و چگونگی انجام آن نداشتند. در حین نمایش نمودارها از دانش آموزان ارزشیابی نیز به عمل می‌آمد و در بیشتر مواقع در جلسه بعد فیلم پخش می‌شد و در حین پخش از دانش آموزان خواسته می‌شد که توضیح دهند تا فقط دبیر از روش سخنرانی استفاده نکرده باشد، مطالبی هم که گنگ بود برای آسان کردن فهم مباحث با توضیح بیشتر و تا حد امکان وارد شدن در برخی جزئیات مطلب، تدریس شد اما در ارزشیابی فقط در حد توضیح کتاب از دانش آموز خواسته می‌شد.

شکل ۱. نمونه‌ای از نمودارهای شبیه ساز wolfram مربوط به محاسبه ثابت سرعت از روی غلظت اولیه مواد شرکت کننده در آزمایش



۲. مرتبط کردن شیمی با زندگی روزمره

راه دیگری که برای جذاب کردن تدریس شیمی استفاده شد استفاده از مثال‌هایی ملموس برای دانش آموز در حین تدریس بود. از جمله علت ایجاد بوی میوه‌ها، برگ‌ها، علت واکنش‌های سریع و چگونگی اتفاق افتادن آن، غذا خوردن و اتفاقاتی و واکنش‌هایی که بعد آن رخ می‌دهد، نحوه باز شدن کیسه هوای خودرو و واکنش‌هایی که به سرعت در آن رخ می‌دهد، دلایل شیمیایی فاسد شدن غذاها و... همچنین پس از تدریس برخی مطالب از دانش آموزان خواسته شد تا به دنبال نمونه و مثال در محیط اطراف خود باشند و برای دیگر دانش آموزان مطالب درسی مربوط را توضیح دهند.



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

ISSN ۲۹۸۰-۷۷۸۶

بعنوان مثال دلایل شیمیایی زنگ آهن و راه‌های مقابله با آن از نمونه مثال‌هایی بود که خود دانش‌آموزان مطرح نمودند.

۳. کمک به تصحیح روش‌های مطالعه دانش‌آموزان

برخی دانش‌آموزان معتقد بودند که حل سؤالات شیمی به آنها در یادگیری و مرور موضوعاتی که تدریس شده بهتر کمک می‌کند همچنین یادگیری مطالب جدید را نیز آسان می‌کند. علاوه بر این برخی اوقات حل سؤالات نیازمند ایجاد ارتباط بین مباحث و یا اصول دیگر نیز است و این یادگیری آنها را تسهیل می‌کند. از آنجایی که دانش‌آموزان پیش‌تر شیمی را یک علم کلامی می‌دانند و اشاره می‌شود که شیمی حاوی مفاهیم کلامی و خلاصه شده است از این رو تکرار و مرور منظم مطالب در یادگیری و به یادآوری دانش شیمی بسیار مؤثر است [۱۲].

یادداشت برداری و یا به بیان درست اشاره دبیر به مطالب مهم جهت یادگیری به دانش‌آموزان کمک می‌کند دانش‌آموزان وقت خود را صرف مطالب غیر ضروری کتاب نکنند و وقت بیشتری جهت مطالعه و مرور مطالب داشته باشند. (لازم به ذکر است که این به معنای سؤال دادن دبیر در کتاب و ملزم کردن به خواندن تنها سؤالات مطرح شده نیست.) به دانش‌آموزان پیشنهاد شد که ابتدا مطالب را به صورت کلی و گذرا (خواندن تیتراها، بررسی اشکال، بالای جداول و...) بخوانند. در مرحله بعد طبق مدت زمان در نظر گرفته شده به طور دقیق و جزئی نکات، مطالعه شود. نکات مهم علامت زده شوند تا در مرور بعدی مدت زمان کمتری صرف شود. پس از مطالعه به حل مسائل ریاضی موجود در کتاب پردازند و اگر کتاب تست و سؤال در دسترس بود به سؤالات مربوط به مباحث مطالعه شده پاسخ داده شود در غیر این صورت خود دانش‌آموز برای مطلب سؤال طرح کند و به آنها پاسخ دهد حتماً مطالعه شیمی به صورت روزانه انجام گیرد (حداقل دو ساعت) و هر روز یک عنوان خاص مطالعه شود.

۴. استفاده از تدریس دانش‌آموز محور

در چند دهه اخیر مطالعات بسیار زیادی در حمایت یا رد کردن یادگیری مشارکتی به عنوان یک روش مؤثر در آموزش به دانش‌آموزان و دانشجویان انجام شده است. برخی از مطالعات قهرمانان شروع کننده روش یادگیری مشارکتی از قبیل مطالعات McKeachi (۱۹۹۸) Salvin (۱۹۹۰) و Johnson و Smith در (۱۹۹۱) این را بیان داشته‌اند زمانی که گروه‌های کوچک باهم برای حل یک چالش در قالب دانش‌آموز محور کار می‌کنند نه تنها اطلاعات را بهتر درک می‌کنند بلکه برای مدت طولانی نیز می‌توانند آن را نگهداری کنند در مقایسه با زمانی که این کار در قالب آموزش معلم محور انجام شود [۱۳، ۱۴]. در مطالعات نقطه مقابل از قبیل مطالعات Beneventi, Longor (1970) Collion در ۱۹۷۸ و Hill در ۱۹۸۰ اظهار داشتند که روش یادگیری مشارکتی بسیار وقت گیر، بسیار پراکنده در جوابگویی و جهت به دست آوردن سطح بالایی از یادگیری موارد پیچیده برای دانش‌آموزان مسن‌تر که لازم است بدانند، بسیار غیر رسمی است [۱۵، ۱۶]. اما نباید فراموش کرد که تنها تعداد معدودی از مطالعات، تجارب منفی از به کارگیری روش یادگیری مشارکتی بیان داشته‌اند. کار گروهی شور و شوق دانش‌آموزان را برای علم افزایش می‌دهد و علاقهٔ بیشتری جهت درک نظرات هم گروهی‌ها ایجاد می‌کند. دلایل مثبت زیادی وجود دارد که سبب به کارگیری روش یادگیری مشارکتی می‌شود و برخی از این دلایل عبارتند از:



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

ISSN ۲۹۸۰-۷۷۸۶

۱. بالا بردن سطح
۲. تفکر علمی
۳. گرایش‌ها
۴. آموزش
۵. ارزشیابی به ارزش‌ها و محیط یادگیری
۶. مهارت‌های عملی
۷. مهارت‌های اجتماعی می‌شود

با توجه به مزایای روش یادگیری مشارکتی دانش آموزان در گروه‌های سه نفره به طوری که همه اعضای گروه در درس هم سطح نباشند قرار داده شدند و در صورت امکان و با توجه به نوع مباحث کتاب به بحث و گفت و گو پرداخته شد و هر کسی نظراتش را در مورد آنچه از مطالب درک کرده بیان می‌داشت، دبیر نیز در آخر به رفع اشکال می‌پرداخت. موضوعاتی نیز جهت تحقیق برای هر گروه تعیین شد.

برخی مواقع مباحث درس داده شده بین گروهها تقسیم می‌شد تا در جلسه بعد هم ارائه درس داشته باشند و هم به صورت گروهی ارزشیابی شوند.

البته لازم به ذکر است که اجرای کار گروهی دقیق و پربازده در کلاس و انجام روش یادگیری مشارکتی محتوایی کم حجم‌تر و متفاوت‌تر از آنچه در کتب درسی کنونی وجود دارد را می‌طلبد.

نتایج

پس از اجرای راه کارهای ذکر شده نتایج زیر به دست آمد:

۱. به علت اختصاص نداشتن کلاس شیمی صرفاً به سخنرانی معلم و بیان متن کتاب و بهره گیری از نظرات دانش آموزان کلاس از حالت کسل آور خود خارج شده بود.
۲. نمایش تصاویر، استفاده از شبیه ساز wolfram و فیلم‌های آزمایشگاهی مرتبط با موضوعات، فهم مطالب را آسان‌تر کرده بود به طوری که دانش آموزان تشویق به گردآوری تصاویر و فیلم برای هر موضوع شده بودند.
۳. دانش آموزان برای توضیح و ارائه درباره درس جلسه قبل، خود داوطلب بودند.
۴. دیگر استرس، تأثیری در پاسخگویی افراد به سؤالات نداشت زیرا در مدتی که کار گروهی انجام پذیرفت و خود دانش آموزان در مورد درس اظهار نظر می‌کردند و تا حدود زیادی یادگیری معنی دار صورت گرفته بود
۵. با انجام نظرسنجی اکثریت کلاس از نحوه تدریس، ارزشیابی و شرایط ایجادشده برای یادگیری راضی بودند
۶. پس از انجام ارزشیابی در آخر هر فصل تغییر چشم گیری در سطح یادگیری دانش آموزان مشاهده شد.



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

ISSN ۲۹۸۰-۷۷۸۶

نتیجه گیری و پیشنهادات

در این مطالعه تلاش شد تا مباحثی که دانش آموزان یادگیری آنها را مشکل می دانستند و دلایلی که دانش آموزان در یادگیری مباحث شیمی دچار مشکل بودند تعیین شود. همان طور که بیان شد دانش آموزان در پنج مبحث دچار مشکل در یادگیری بودند که این مباحث عبارتند از نام گذاری ترکیبات (یونی، مولکولی و هیدروکربن ها) و رسم ساختار لوویس آنها، موازنه و حل مسائل استوکیومتری واکنش ها، محاسبه عدد اکسایش و پتانسیل سل ها (به طور کلی مباحث مربوط به الکتروشیمی)، محاسبه سرعت و ثابت سرعت واکنش (سینتیک شیمیایی) و محاسبه آنتالپی واکنش به روش های غیر مستقیم دلایل سختی یادگیری نیز عبارتند از ماهیت موضوعات، روش تدریس دبیر، عادات مطالعه دانش آموزان و نگرش منفی آنها نسبت به مطالب برای غلبه بر این مشکلات کارهایی از قبیل استفاده از مواد و مدل های قابل مشاهده انجام کارهای عملی، مرتبط ساختن مطالب با زندگی روزمره و جذاب کردن تدریس و پیشنهاد روش مطالعه مؤثر انجام پذیرفت. در آخر پیشنهاد ما به همکاران گرامی در همه پایه های تحصیلی جهت یادگیری معنی دار و طولانی این است که با دخالت دادن دانش آموزان در امر آموزش و دادن فرصت اظهار نظر به دانش آموزان در ارتباط با چگونگی تدریس، ارزشیابی و سبب ایجاد علاقه در دانش آموزان و حتی نترسیدن از معلم جهت اظهار نظر شوند. حتماً از امکانات گرچه محدود مدارس استفاده کرده تا فهم درس را برای دانش آموز تسهیل کنند. همچنین تا حد امکان سعی بر مرتبط ساختن مباحث با زندگی روزمره باشند زیرا این خود نوعی مرور بر مباحث و روشی برای یادگیری طولانی مدت است. حتماً از دانش آموزانی که نتیجه مطلوبی در ارزشیابی ها نمی گیرند در مورد روش های مطالعه اش پرسش به عمل آید و بهترین راه کارها به آنها پیشنهاد شود.



1. Malin, J. E. Journal of Chemical Education, 1928, 5(2), 208
2. Otto, C. School Science and Mathematics, 1933, 33(9), 996
3. N., F.F., S. James, and Y.W. L., Teachers' perceptions of important and difficult science content. Science Education, 1982. 66(4): p. 531-538. R. Tolman,
4. Johnstone, A. H. Journal of Computer Assisted Learning, 1991, 7(2), 75.
5. Nakhleh, M. B. Journal of Chemical Education, 1992, 69(3), 191.
6. Johnstone, A. H.? Chemistry Education Research and Practice, 2000, 1(1), 9.
7. Sirhan, G. Journal of Turkish Science Education, 2007, 4 (2), 2.
8. Johnstone, A.H. (1997). Chemistry Teaching-Science or Alchemy? Journal of Chemical Education, 74, 262-268
9. Palmer, D. (2001). Students' alternative conceptions and scientifically acceptable
10. conceptions about gravity. International Journal of Science Education, 23, 691-706.
11. J. Fraser, B., Classroom Environment Instruments: Development, Validity and Applications. Vol. 1. 1998.
12. White, R. (1977). Model of Cognitive Processes. Research in Science Education, 7, 25-32.
13. Stavy, R. (1995). Learning Science in the Schools (Hillsdale, NJ: Research Informing Practice; Lawrence Erlbaum). 131-154.
14. Johnson, D.W., R.T. Johnson, and K.A. Smith, Active Learning: Cooperation in the College Classroom. 1991: Interaction Book Company.
15. Lavin, R.E., Cooperative learning: theory, research, and practice. 1990: Prentice Hall.
16. Hill, G., Group versus individual performance. Psychological Bulletin, 1982. 91: p. 517-539.
17. Langer, E. and A. Beneventi, Self-induced dependenc. Journal of Personality and Social Psycholog, 1978. 36: p. 886-893.