

تغییر مفهومی با استفاده از دیدگاه‌های چندگانه شناختی:

از طریق مطالعه انفرادی در آموزش شیمی

زهرا احمدآبادی*^۱ - مهری اعزازی^۲

استاد یار شیمی، گروه علوم پایه، پردیس شهیدهاشمی نژاد، دانشگاه فرهنگیان
مدرس، گروه علوم تربیتی، پردیس شهیدهاشمی نژاد، دانشگاه فرهنگیان

چکیده

دیدگاه‌های چندگانه تغییر مفهومی از جمله روش‌های مکمل برای ارزیابی یادگیری دانش‌آموزان و جهت بهبود دریافت معلمان از مفاهیم جایگزین شده یا ناقص است. در این مقاله به تشخیص تغییر مفهومی از دیدگاه معرفت‌شناسی توجه شده است. در مطالعه فردی این مقاله، چنانکه نشان می‌دهد، این تغییر، بیشتر از نوع تکاملی است تا تحولی و به اهداف دانش‌آموزان و تاثیر خواسته‌های آنان در مسیر تفکر و یادگیری علوم توجه می‌کند. دو دانش‌آموز مورد مطالعه به دلیل شباهت‌ها و تفاوت‌هایشان در مسیر یادگیری و توانمندسازی‌شان انتخاب شده‌اند و از جهت نتیجه آموزش تغییر مفهومی کاملاً متفاوت ظاهر می‌شوند. در واقع، نویسندگان این مقاله ادعا می‌کنند که تغییرات مفهومی می‌تواند به عنوان یک فرایند تدریجی تکاملی رخ دهد و به طور موثری بر روی زمینه یادگیری اجتماعی تاثیر گذارد. ما بر این باوریم که تغییرات مفهومی این دانش‌آموزان از نوع معرفت‌شناختی، خودشناسی و انگیزشی است. این یافته نشان می‌دهد که معلمان و برنامه‌ریزان درسی باید به تفاوت‌های کیفی تغییرات مفهومی از منظر چندگانه به همراه شناسایی عوامل بازدارنده فردی دانش‌آموز توجه کنند.

کلمات کلیدی

تغییر مفهوم، دیدگاه چندگانه، مدل اتمی

نکات برجسته پژوهش

- توجه تغییر مفهومی از دیدگاه معرفت‌شناسی
- تغییر مفهوم بیشتر از نوع تکاملی است و وابسته به اهداف و خواسته‌ها و دانش‌آموزان است.
- دیدگاه‌های چندگانه تغییر مفهومی از جمله روش‌های مکمل برای ارزیابی یادگیری دانش‌آموزان است.

۱- مقدمه

یادگیری یک فرایند است و در هر فرایند عوامل و متغیرهایی در حال تعامل اند. در فرایند یادگیری، یکی از مهم ترین عوامل، معلم و روش تدریس انتخابی اوست. در نظام‌های آموزشی تاکید زیادی بر روی پرورش خلاقیت فراگیران می‌شود. معیار اساسی موفق بودن یک نظام آموزشی در پاسخ به این پرسش‌ها است که: چقدر افراد متفکر، خلاق و دارای تعامل مثبت اجتماعی تربیت می‌کند و به عبارت دیگر، ویژگی معلم خوب این است که تفکر، چگونگی استفاده از اطلاعات، نحوه اندیشیدن و طرز برخورد منطقی با مسائل را به دانش‌آموزان یاد دهد و آنها را خلاق، اجتماعی، متفکر و محقق بار آورد. کسب این توانایی‌ها، از ویژگی‌های لازم برای بقای هر جامعه است. در همین راستا تلاش شده است الگویی معرفی گردد که در آن فعال بودن و مشارکت دانش‌آموزان به همراه ایجاد انگیزه برای تفکر خلاق و استفاده از آن در تمام امور مورد تاکید شود و به پرورش آن بپردازد. تحقیقات نشان داده است که فراگیران اغلب نظریه خود ساخته دانشجویان در مقالات، به عنوان کج فهمی، پیشداوری یا مفاهیم منفی اشاره می‌شود. منابع مختلفی برای این کج فهمی وجود دارد. این برداشتها می‌تواند مانع یادگیری‌های بعدی آنها باشد. لذا بایستی کج فهمی‌های فراگیران مورد توجه قرار گیرد. متأسفانه، بسیاری از برنامه‌های درسی شیمی و کتاب‌های درسی در این رشته توجه ای به این مشکل ندارد. واضح است که هر مبحث خاص یادگیری در مباحث شیمی متفاوت است و ما در برنامه ریزی درسی با استفاده از جمع آوری اطلاعات به این تجربه ارزشمند دست یافتیم.

۲- بحث و بررسی

تیسون و همکارانش مطالعاتی بر روی یادگیری مفاهیم انجام دادند. این محققان با مقایسه چند نوع روش آموزشی معتقدند که: الگوی دریافت مفهوم، فرصت تحلیل جریان فکر و رشد شیوه‌های موثر تفکر را برای فراگیران فراهم می‌آورند. یادگیری مفهوم گرا، فرایندی فعال، سازنده، افزایش دهنده دانش، خود نظم جو و هدف گراست [۱]. در واقع، ادراکات یادگیرنده از موقعیت آموزشی و نوع پردازش روانشناختی او عامل بسیار مهمی در فرایند یادگیری اوست.

در طول سه دهه گذشته، مدل‌های آموزشی مختلف جهت ایجاد تغییر مفهومی و رفع کج فهمی به سوی مفاهیم علمی توسعه یافته اند. در گردهمایی سال ۱۹۶۰ نخبگان و مربیان تعلیم و تربیت در آمریکا، جهت بهبود و کیفیت بخشی آموزشی در رشته‌های شیمی و ریاضیات، راهکارهایی ارائه شد که در این بین، روش تغییر مفهومی از جمله موارد موثر در کیفیت بخشی آموزش است [۲]. مدل مورد نظر ما، شامل چهار مرحله به شرح زیر است:

(۱) فراگیران بایستی به اشکالات مفاهیم مورد پذیرش خود آگاه شوند.

(۲) مفهوم جدید باید قابل فهم باشد.

(۳) مفهوم جدید باید ساده و قابل درک و فهم باشد.

(۴) مفهوم جدید، باید پاسخگو و مفید باشد.

پس از طی این مراحل، فراگیران می‌توانند تغییر مفهومی را تجربه کنند. بر اساس نظریه تغییر مفهومی، تعارض شناختی به عنوان یک عامل مهم در تغییر مفهومی استفاده می‌شود؛ حتی اگر هم هنوز سوالاتی در مورد اثرات مثبت و منفی آن وجود داشته باشد. درگیری شناختی می‌تواند در یک یک وضعیت نامتعادل ایجاد شود، سوالات زمانی به وجود می‌آید که فراگیر تلاش می‌کند برای وضعیت جدید، طرحواره‌های موجود خود را به کار برد و این بخش، بستر مناسب تغییر مفهوم را ایجاد می‌کند. در ذیل به توضیح مختصری از آن می‌پردازیم.

۲-۱- الگوی تغییر مفهومی

الگوی تغییر مفهومی (Conceptual Change Model, CCM)، مفهوم مورد نظر را به چالش می‌اندازد و علاوه بر این که فهم عمیقی را برای دانش‌آموزان نتیجه می‌دهد باعث می‌شود کج فهمی آنان در مورد آن مفهوم را آشکار سازد و

فراگیران را قادر می‌سازد در صدد به رفع آن برآیند. دانش‌آموزان با تصور و ادراک خاص خود درباره چگونگی کارکرد جهان و پدیده‌های آن وارد کلاس درس می‌شوند و اگر این فهم ابتدایی آنان در نظر گرفته نشود ممکن است برای فهمیدن محتوا و اطلاعات جدید با مشکلاتی روبرو شوند [۳-۴].

از منظر پوسنر نیز آنچه نقش CCM را در فرایند یادگیری مهم و تاثیرگذار می‌کند؛ ناسازگاری یک مفهوم در برابر یک مفهوم علمی دیگر است که در طی این فرایند جایگزین مفهوم اول می‌شود [۵].

حاصل این رقابت مفهومی، براساس میزان قابلیت فهم، منطقی بودن، سودمندی آن، سنجیده می‌شود. نگرش تغییر مفهومی اولین بار به عنوان یک روش برای تدریس علوم طراحی شد و بعدها در ریاضیات کاربرد پیدا کرد. معلمان و اساتید گزارش‌های کاربردی قابل قبولی از این الگو در حوزه‌های مختلف دارند. این الگو یک الگو دانش آموز محور است. یادگیرنده اساس و مرکز این الگو است؛ نقش معلمان و دانش‌آموزان در این الگو کاملاً متفاوت با نقش آنان در الگوی آموزشی سنتی است. استریک و پوسنر کاربرد نگرش مفهومی و رفع کج اندیشی‌ها در آن را به حیطة مشابَهت‌ها و تضادها، استعارات و تمثیل‌ها، تصاویر و تجربیات گذشته، حتی باورهای دینی، اخلاق و دانشهای دیگری در این زمینه گسترش دادند. آنان تغییرات مفهومی را با استفاده از معرفت‌شناسی، یک مسیر عملی، پیشروی فراگیران می‌دانند [۵-۶].

شیمی به عنوان یکی از دروس پایه و اساسی در دبیرستان و دانشگاه، از جمله مواد درسی است که همواره فراگیران در درک و فهم آن دارای مشکل و کج فهمی هستند. از موضوعاتی که فراگیران اشتباه مفهومی دارند از جمله مفاهیم پایه دانش شیمی و حیطه‌های وابسته به آن است. از جمله: مطالعاتی درباره طراحی و اجرای الگوی تغییر مفهومی و رفع کج فهمی‌ها در یادگیری الکتروشیمی به طور جداگانه انجام گرفته است. نتایج این بررسی بر روی دانش‌آموزان پیش دانشگاهی و دبیرستانی ایران و تایوان می‌باشد. در این تحقیقات نشان داده شده است که اجرای این طرح موثر بوده است [۷-۸]. در بررسی استفاده از نقشه‌های مفهومی در فرایند یادگیری در کلاس درس و روشهای ارزشیابی مبتنی بر نقشه‌های مفهومی یادگیری و ارزشیابی از طریق این روش را مفید و موثر می‌دانند [۹]. محققان دیگری، CCM را الگویی مناسب و هماهنگ با شرایط مدارس ایران و قابل اجرا در این نظام آموزشی می‌دانند. آنان با اجرای تحقیقاتی به منظور بررسی تاثیر الگوی تغییر مفهومی بر یادگیری مفهوم کار و انرژی و الکتریسته در حوزه علم فیزیک، نشان دادند که شیوه تدریس تغییر مفهومی در میزان یادگیری مفاهیم فیزیک، و همچنین در کشف کج فهمی‌ها، نسبت به سایر الگوها برتری دارد [۱۰-۱۱]. از موارد بررسی شده در مطالعات مبحث جرم، حجم و چگالی [۱۲]، تغییر فاز [۱۳]، واکنش شیمیایی [۱۴]، گاز [۱۵]، استوکیومتری [۱۶-۱۷] پیوند کووالانسی [۱۸]، مول [۱۹-۲۱]، تبخیر [۲۲]، سرعت واکنش [۲۳-۲۴] رفع کج فهمی با تغییر مفهوم در بخش کوانتوم مکانیک دوره دبیرستان [۲۵] و تعادل [۲۶-۲۷] و رفع کج فهمی با تغییر مفهوم در ویژگی‌های فیزیکی آب [۲۸]؛ گزارش شده است. در طرح پژوهشی دیگری که در ترکیه بر روی ۴۰۰ دانش‌آموز کلاس دهم انجام گرفته به رفع کج فهمی‌ها در مبحث اسید و باز پرداخته شده و نتایج این طرح، آن را ابزاری قدرتمند در تصحیح برداشتهای نادرست دانش‌آموزان نشان می‌دهد [۲۹].

تغییر مفهومی می‌تواند در سطوح مختلف تحصیلی به کار رود؛ همانطور که گفته شد، نویسندگان مختلفی، یادگیری از طریق تغییر مفهومی و رفع کج فهمی‌ها در ترمهای مختلف تحصیلی را گزارش نموده اند [۱۲-۲۹]. شایع ترین حالت تغییر مفهومی که در این جا به آن پرداخته می‌شود دو مورد مختلف تغییر مفهومی است: ۱- بازسازی یا ترمیم دانش ضعیف و یا بازسازی دانش بنیانی قوی؛ ۲- همسان سازی یا تعویض مفهوم. بعضی از نویسندگان افزایش دانش را از تغییر مفهومی جدا می‌کنند در حالی که عده ای دیگر آن را به عنوان شکل سومی از این الگو به شمار می‌آورند [۳۰].

وضعیت مفهومی در سطوح مختلف به ترتیب به قرار زیر است: [۳۱]: قابل فهم (I) (intelligible)، فهم قابل قبول (IP) (plausible) فهم قابل قبول سودمند (IPF) (fruitful).

وضعیت مفهومی، نوعی معرفت شناختی عمیق است و تنها مفاهیمی که حداقل قابل قبول بودن (IP) و یا سودمندی (IPF) را داشته باشند می‌توانند در سطوح مدل‌های بالاتر و ایجاد نگرش عقلی به کار گرفته شوند.

۲-۲- روش اجرای پژوهش

دو دانش آموز در مطالعه حاضر به دلیل شباهت‌ها و تفاوت‌هایشان در مسیر یادگیری، انتخاب شده‌اند. مطالعات موردی ما از جهتی مشابه است زیرا سحر و لادن هر دو دانش‌آموزانی هوشمند، و فعالند و با این حال، از جهت نتیجه آموزش تغییر مفهومی، کاملاً متفاوت ظاهر می‌شوند.

۲-۲-۱- ویژگی‌های اولین آزمودنی

سحر یکی از سه دانش آموز مستعد در کلاس است و سال تحصیلی گذشته را با نمرات عالی به اتمام رسانده و می‌تواند در مباحثه شفاهی در کلاس، توانمند ظاهر شود؛ به روشنی و با دلیل نظرات خود را می‌نویسد و اعتماد به نفس قابل قبولی دارد. در طول برنامه، سحر به طور منظم در گفت و گوی کلاس شرکت می‌کرد. سهم قابل توجهی در گفت و گوی کلاسی و نتایج حاصل از آن را داشت زیرا از دانش لازم، دیدی متفکرانه و روحیه کاوشگری در مفاهیم شیمیایی برخوردار است. سحر یک دانش آموز متعهد و منظم بوده و ترکیب این وضعیت به همراه دانش و توانایی درک مفهومی بالا او را فراگیری خوب و پرکار نشان می‌دهد. اما اغلب جرات کافی در اظهار نظر درمقایسه با سایر فراگیران ندارد و تا از درستی کامل آن مطمئن نباشد؛ اظهار نظری نمی‌کند.

۲-۲-۲- اجرای برنامه بر روی اولین آزمودنی

نظراتی که سحر در باره یک اتم به کلاس شیمی دوم دبیرستان با خود آورد شامل نکاتی ناسازگار با هم بود. در پیش آزمون، با رسم اولین نمودار خود از یک اتم؛ نشان داد که الکترون‌ها نزدیک یک هسته بسیار بزرگ و در یک منطقه احاطه شده به نام "ابر الکترونی" قرار دارد و نوشت؛ اتم بسیار کوچک است، کوچکترین بخش از ماده "در آزمون مفهومی شکل (۱) طرح ۳ و ۵ (سه بعدی ساده، مدل مدار ساده و توپ) را ترجیح داد و طرح ۶، ۷ و ۸ را کاملاً مردود دانست (مدلی که الکترون ثابت واتم محصور است) و درمورد بقیه نظری نداشت. در آزمون بعدی درباره اتم فلوئور او نوشت که "الکترون‌ها در فاصله بسیار دور از هسته هستند او نام لایه الکترونی را ابر الکترون نامید." بین پیش آزمون و پس آزمون، ویژگی‌های مشترک و غیر مشترک از پوسته الکترونی و ابرالکترونی بحث شده است. در پاسخ تست‌های دیگر، او پیش بینی کرد که "یک اتم با در نظر گرفتن وسعت فضای موجود، بیشترین جرم را در هسته خود؛ دارد." او نظرات خود را درباره طرح اتمی تغییر داد به گونه ای که معتقد بود عامل فاصله بین هسته و الکترون را باید در نظر گرفت؛ یعنی "ابر الکترونی، فاصله بزرگی بین هسته و الکترون." هر یک از مفاهیم اولیه سحر در باره اتم و ساختار آن به نظر می‌رسد که در حد حداقل فهم (I) قرار دارد [۳۱]؛ به همین ترتیب، باور او درباره این که "اتم دارای هسته مرکزی است و در مقایسه با کل اتم، اندازه آن بسیار کوچک است"؛ به نظر می‌رسد در حد حداقل قابل قبول (IP) قرار گرفته است. تفسیر و کاربرد مفاهیم توسط سحر، نشان داد که مفاهیم به دست آمده، درست است. وضعیت مفهومی "ابر الکترونی و وضعیت پوسته الکترونی او" با توجه به دانش و آگاهی اش از این مفاهیم بیش از حد حداقل فهم (I) است. اما در طی اجرای مباحثه، استفاده اشتباه او از پوسته و ابر الکترونی نشان می‌دهد که در وضعیت IP نیست، زیرا مفاهیمی که تمایز نیافته باشند، نمی‌تواند به عنوان وضعیت IP رده بندی شود. در مفاهیم اولیه سحر، این مفهوم علمی که اتم‌ها متحرک هستند، قابلیت پراکندگی ذاتی درفضا دارند، وضعیت بسیار ضعیف و حتی غایب را داشت. مفهوم ابتدایی او درباره اتم محدود به تنها یک مدل (یا دو تا اگر مدل توپ را هم در آن بگنجانیم) بود.

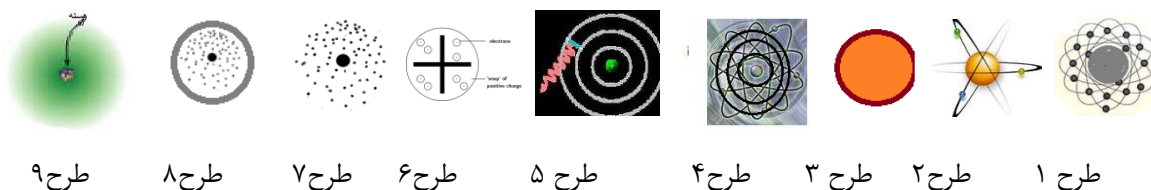
در آزمون پایان ترم ۱، سحر، مهارت کافی در استفاده از نماد ذرات مانند فرمولها، معادلات و نمادهای اتمی را کسب کرد. در آزمون ترم ۱، او نوشت که "یک اتم کوچکترین ذره یک عنصر است و یک مولکول نشان دهنده ساده ترین فرم آن عنصر می باشد، به عنوان مثال، اتم: H, O, آهن, S, مولکول: O₂, H₂, آهن, S₈."

موضوع نظریه جنبشی (با استفاده از منبع مکمل، شیمی عمومی مورتیمر) با بحث در مورد انرژی جنبشی انجام شد. ویژگی‌های مشترک و غیر مشترک ذرات جامد، مایع و گاز با استفاده از نمودارها، پوسترها و اجرای نقشه مفهومی مورد بحث قرار گرفت. سحر نظریه جنبشی را برای توصیف ذرات گاز با استفاده از ویژگی‌های دینامیکی به کار برد. وقتی از او پرسیدند: چرا فشار گاز در تاینر اتومبیل در یک روز گرم افزایش می‌یابد، او پاسخ داد: "با توجه به حجم نسبتاً ثابت تاینر، گاز می‌خواهد در اثر حرارت منبسط شود، ذرات گاز به دلیل افزایش حرارت دارای حرکت سریعتر می‌شود و در نتیجه افزایش انرژی جنبشی را باعث شده و با برخورد با یکدیگر و با اطراف ظرف، در نتیجه فشار را افزایش می‌دهد، زیرا حجم نسبتاً ثابت است." با اینکه هیچ ایده خاصی به سحر، درباره چگونگی تجسم ذرات گاز ارائه نشده بود؛ اما او با طرح مدل توپی و قیاس توپ پینگ پونگ برای ذرات گاز سعی به توجیه تئوری جنبشی کرد. روند دانش او با توجه به شواهد (محدودیت مبتنی بر تعامل): (constraint-based interaction) از بخش برنامه ریزی شده به سمت درک فرایندهای دیگر و توضیح آن رهنمود می‌شود (از ساختار اتمی به سمت ارائه تفسیر نظریه انرژی جنبشی گازها) که ناشی از تغییرات مفهومی است؛ این شواهد با نظرات چی و همکارانش در تحقیق گزارش شده؛ توافق دارد [۳۲].

۲-۲-۳- یافته‌ها درباره اولین آزمودنی

علی رغم برخی از نقاط ضعف مفهومی سحر درباره اتم، او توانست شواهد کافی؛ از راه درک و کسب مهارت در مدل‌های اتمی به دست آورد و از آنها در جهت اثبات تغییر مفاهیم اتمی اش به شکل مفاهیم قابل قبول تر اقدام کند. همچنین مشاهده شد با شکل گرفتن اعتماد به نفس در توانایی عملی و روش فکری به همراه علاقه سحر به شیمی، زمینه‌ای مناسب در طول سال برای تغییر و تبدیل لازم و یا حفظ مفهوم به او داد؛ نقش عوامل ذکر شده در مطالعه هریسون و همکاران مورد توجه قرار گرفته و تاکید شده است [۳۳]. ما بر این باوریم که تغییرات مفهومی سحر از نوع معرفت‌شناختی، خودشناسی و انگیزشی است زیرا:

- او دانش و دریافتهایش را افزوده و تغییراتی در آنها ایجاد کرده است
- او روش و نحوه تفکر در مورد اتمها، الکترون‌ها را تغییر داده و بررسی ایده‌های خود را با تفکر و کنکاش ارائه می‌دهد.



شکل ۱: انواع طرح‌های ساده اتمی پیش‌آزمون

۲-۲-۴- ویژگی‌های دومین آزمودنی

لادن سالهای گذشته در شهرستان نیشابور تحصیل کرده است. دانش و مهارت‌های عملی در شیمی در او تقریباً توسعه یافته است. لادن همیشه یکی از اولین نفراتی است که برای پاسخ به یک سوال داوطلب می‌شود و با اظهار نظر می‌کند. او

خوش بیان و جسورتر از سایر دانش‌آموزان است، پرسش‌های سنجیده‌ای دارد و نظرات روشن و جالبی در بسیاری از مفاهیم شیمی ارائه می‌دهد شوق او به یادگیری در حد بالایی قرار دارد. تمام تکالیف محول شده را در زمان مناسب و به طور جدی انجام می‌دهد. سال تحصیلی گذشته را با نمرات نزدیک به عالی به پایان رسانده است.

۲-۲-۵- اجرای برنامه بروی دومین آزمودنی

در شروع ترم ۱، و اجرای پیش‌آزمون از لادن خواستیم نموداری تحت عنوان "آنچه که من درباره یک اتم فکر می‌کنم؛ رسم کند و بنویسد؟ او نوشت که "اتم بسیار کوچک است. نموداری که او از تصور اتم رسم کرد شامل: هسته نسبتاً بزرگ و دو پوسته الکترونی کامل بود و از میان اشکال پیشنهادی شکل (۱)، طرح‌های ۵ و ۲ را برای مدل اتمی اش ترجیح داد (یعنی ساختار دو بعدی مدل سیاره‌ای و سه بعدی مدل مداری) و نمودارهای ۳ و ۴ (توپ و مدل اوربیتالی) را انتخاب نکرد، برای رد یا قبول سایر اشکال تردید داشت". با این حال، پس از ارائه چندین درس و اجرای برنامه او گفت: "که یک اتم کمی شبیه توپ است، زیرا گرد است. در آزمون بعدی درباره ساختار ماده، لادن تقریباً هیچ نشانی از درک فضای کل یک اتم را ارائه نمی‌دهد. وقتی نظر او را به اتم فلئوئر جلب کردیم: "او شکلی رسم کرد که شامل دو الکترون نزدیک هسته و هفت الکترون در بخش بیرونی تر است و آنها را ابر الکترونی نامید و هفت الکترون را در چندین مدار تداخل کننده با هم رسم کرد؛ و نوشت الکترون‌ها در اطراف هسته بسیار فشرده و محکم، در حال چرخش سریع و فرفره مانند هستند و هسته‌ها خیلی سخت به هم متصلند." با وجود این که او درباره ابرهای الکترونی نوشت، اما او مدار الکترونی را بیشتر شبیه پوسته الکترونی کشید و مدل ابر الکترونی در شکل ۱ را نادیده گرفت. درک او از مدل ابر الکترونی خام و جا نیفتاده به نظر می‌رسید، به این درک او "مدل ذهنی مصنوعی" (synthetic mental model)، و یا یک مدل با اشتباه خاص، می‌گویند. [۳۴]. در طول آزمون، لادن به درستی از نماد عنصری برای تعریف عدد اتمی، عدد جرمی، تعداد پروتون‌ها، نوترون‌ها و الکترون‌ها، استفاده کرد. لادن در پی اجرای مبحث نظریه جنبشی و پاسخ به سوال افزایش فشار تاثیر در اثر گرما؛ تصویر قابل قبولی از رفتار ذرات گاز، در موضوع نظریه جنبشی ارائه داد، اگر چه مدل توپ‌ی را برای اتم، رد کرده بود از این مدل استفاده کرد. بار دیگر از لادن درباره ساختار اتمی پرسیده شد: درباره ساختار یک اتم چه فکر می‌کند؟ گفت: "من فکر می‌کنم که یک اتم مانند یک توپ، احتمالاً یک توپ بسکتبال و یا تیله، به نظر می‌رسد." حال سوال این است: آیا در تجسم لادن از اتم، الکترون به عنوان یک بخش داخلی تشکیل دهنده اتم به شمار می‌رود یا آنها بخش پیرامونی آن را اشغال می‌کنند؟ انجام آزمون بعدی دیدگاه دوم را تایید کرد. مدل لادن حاکی از آن است که تنها برای هسته، مدل توپ مانند را قائل است چرا که او اظهار داشت: تیله (هسته) توسط الکترون‌ها محاصره شده" اما از طرفی نوشته‌ها و نمودارهای لادن در راستای این دیدگاه است که یک اتم، شامل یک هسته و به علاوه الکترون‌های آن است. در نهایت، باید گفت لادن احتمالاً تجسم واضحی از مفهوم اتم برای خود ندارد؛ زیرا رسم نمودارها و اظهار نظرات او نمایشگر یک تصویر ذهنی (مدل ذهنی مصنوعی)، [۳۴] یا یک مفهوم آموزشی جایگزین دیگر (instruction generated alternative conception) است [۵]. ارزیابی مفهومی لادن نشان داد هیچ گونه آگاهی از تفاوت بین دو مفهوم رقیب ندارد.

در بحث شفاهی انجام گرفته در کلاس، لادن گفت: "همه مواد از اتم ساخته شده است، و اشاره داشت که اتم‌ها در اندازه‌های مختلف هستند و خواص متفاوت شیمیایی و فیزیکی دارند." هنگامی که پرسشگری بیشتری در مورد درک لادن از قشر الکترونی و ابرهای الکترونی، انجام شد، او نوشت: "یک لایه الکترونی بدان معنی است که الکترون‌ها در اطراف هسته قرار دارند. طبیعتاً، لایه‌ها مانند قشری یکدیگر را می‌پوشانند. اولین لایه دارای دو الکترون و لایه‌های بعدی ۸ سپس ۱۸ و به همین ترتیب. یک قشر الکترون شامل یک لایه است. ابرالکترون، به این معنا است که الکترون اطراف هسته صرفنظر از لایه‌های آن؛ در حال حرکت سریع و شکل ابر مانند است."

مفهوم اولیه لادن از یک اتم، تحت تسلط مدل‌های مدار / لایه‌ای بود که در طول پس‌آزمون ۱ و ۲ باقی ماند. این گونه به نظر می‌رسد که این مدل باقی مانده، قابل قبول (IP) است. بحث این است که آیا لادن به طور فیزیکی مفهوم اتمی

خود را در طول سال تغییر نداده است؟ این مطلب درست است، لادن مدل اوربیتالی و ابر الکترونی را در کنار مدل مدار و قشری رسم می‌کند. اما این یک نمونه‌ی خاصی از رفتار است که لادن، نشان داد؛ او به طور ماهرانه دانش جدیدی به دانش قدیمی‌اش بدون بازسازی جدی مفاهیم قبلی‌اش اضافه کرد. و این با وجود برنامه هدفمند یک ساله به جای مدل ساکن الکترونی با پوسته‌ای متحرک با مدل ابر الکترونی فضایی، جا به جایی صورت گرفته است؛ که این نوع یادگیری از نوع حفظ مفهومی است [۳۵].

رد کردن مدل توپیی در حالی که در توجیه تئوری جنبشی، مدل توپیی را در نظر می‌گرفت؛ متناقض بود. توصیف او از ذرات گاز مطابق مدل توپیی به نظر می‌رسد یادگیری او در حد IP است، اما تنها در مقوله فشار گاز. او پی برد و اعتراف کرد که مدل توپ برای توضیح ساختار اتمی نامعتبر است. اگر لادن واقعا مدل توپ و مدل مدار را با هم قاطی می‌کرد (که داده‌ها از آن حکایت دارد)، پس وضعیت هر دو بخش نباید بیش از فهم (I) باشد، در غیر این صورت تعارض مفهومی بایستی رخ می‌داد (و این کار انجام نشده است). با این حال، او از مفاهیم توپ و مدار در زمینه‌های مختلف به شکل محدود استفاده می‌کرد؛ پس وضعیت مفهومی می‌تواند در حد قابل قبول (IP) باشد. این نشانه‌ای از محدودیت‌های شناختی-عقلانی در CCM است و لذا لزوم استفاده از یک چارچوب تفسیری چند بعدی (multidimensional interpretive framework) در اینجا تقویت می‌شود.

۲-۲-۶- یافته‌ها درباره دومین آزمودنی

با توجه به این که لادن دانش آموزی توانا و هوشمند است. اما بررسی‌ها نشان می‌دهد که او تمایل به یادگیری طوطی وار از شیمی دارد و این نوع یادگیری را به توسعه یک روش تفکر علمی ترجیح می‌دهد. ممکن است که تصور او این باشد که انباشت و تکرار اطلاعات در یک روش سیستماتیک می‌تواند، تشکیل دهنده یک تفکر علمی باشد؛ یا شاید انگیزه به دریافت نمرات بالاتر باعث این تصمیم آگاهانه است و محدودیتی برای فعالیتهای فکری و پیگیری او ایجاد می‌کند. به نظر ما، عاملی که در توضیح مورد لادن می‌تواند بیشتر دخیل باشد این است که به احتمال زیاد، شیفتگی و وابستگی او به مفاهیم قبلی‌اش موجب می‌شود دستاورد تغییرات مفهومی را محدود کند؛ چنین وضعیتی در مطالعات محققین دیگر نیز مشاهده و گزارش شده است [۳۵].

۳- نتیجه گیری

دیدگاه‌های چندگانه تغییر مفهومی از جمله روشهای مکمل برای ارزیابی یادگیری دانش‌آموزان و جهت بهبود دریافت معلمان از مفاهیم جایگزین شده یا ناقص است. همچنین دانش‌آموزانی که با موفقیت مفاهیم اولیه را تغییر داده و به سوی مفاهیم علمی تر پیش می‌روند؛ به احتمال زیاد تفاوت‌هایی را در درجه‌ی جایگزینی مفاهیم علمی و همچنین تغییراتی که ممکن است موقتی باشد؛ دارند. با این حال، معلمانی که تنها یادگیری دانش‌آموزان را از نظر شناختی، تجزیه و تحلیل می‌کنند، این احتمال هم وجود دارد که جنبه‌های مثبت و منفی آموزش و یادگیری دانش‌آموزان را نادیده بگیرند. در نهایت، بایستی برنامه ریزان درسی بر روی توسعه محتوا تمرکز کرده و به فرآیند یادگیری در راه تطبیق دیدگاه‌های شناختی دانش‌آموزان و نگرش انگیزشی منجر به یادگیری بیشتر مفهومی آنان توجه کنند. تلاشهای اخیر در جهت تغییر مفهومی حداقل در سه دیدگاه می‌تواند تفسیر شود: معرفت شناسی، هستی شناسی و انگیزه. این دیدگاه‌ها به عواملی مانند سطح مدل سازی، تقویت فکری و عقلانی، برنامه‌های معرفت شناختی وابسته است. در این مقاله به تشخیص تغییر مفهومی از دیدگاه معرفت شناسی توجه شده است. در مطالعه فردی این مقاله، چنانکه نشان می‌دهد بیشتر از نوع تکاملی است تا تحولی و به اهداف دانش‌آموزان و تاثیر خواسته‌های آنان در مسیر تفکر و یادگیری علوم توجه می‌کند. در واقع، نویسندگان این مقاله ادعا می‌کنند

که تغییر مفهومی می تواند به عنوان یک فرایند تدریجی تکاملی رخ دهد و به طور موثری بر روی زمینه یادگیری اجتماعی تاثیر گذارد. این مطالعه، در سطح عملی نشان دهنده مسیریابی برای افزایش درک دانش آموز از مفاهیم علوم انتزاعی و دشوار است. بسیاری از پدیده مانند مفاهیم ذرات نادیدنی را می توان با استفاده از مدل های مقایسه ای چندگانه تشریح و توضیح داد. ما بر این باوریم که تغییرات مفهومی که در مورد مطالعات حاضر انجام شده تنها تغییری کوچک در این بخش نیست بلکه موجب افزایش علاقه دانش آموزان در تفکر علمی است که خود منجر به فعالیت های بزرگتری شود.

این دیدگاه در برابر کارشناسان و طراحان تعلیم و تربیت شیمی وجود دارد که تغییر مفهومی دارای پیامدها و ملزومات اجرایی بسیاری است از جمله: پژوهش آموزشی، تمرین عملی در کلاس درس و آموزش و تربیت معلمان و آموزگاران [۲] (گرچه در مورد برخی از این موارد ذکر شده، عدم توافق و یا توضیح بر روی آنها وجود دارد). که در ذیل به تعدادی از آنها می پردازیم:

- هدف تعلیم و تربیت، آموزش برای درک کردن است، و این هدف را نمی توان بدون تشخیص از درک اولیه دانش آموزان از محتوا ی دانش ؛ به دست آورد. معلمان باید از پیشرفت های حاصل از جامعه علمی، آموزشی و پرورشی آگاه باشند. آموزه ها، روش تدریس و ارزیابی خود را با تاکید بر افزایش کیفی ارتقاء دهند.
- هدف بسیار مهم در تحقیقات آموزش شیمی، مطالعه مکانیسم های زیر بنایی تغییر مفهومی است. ما می - بایست با چالش های تحلیلی روبرو در توسعه تغییر مفهومی و درک شکست برنامه های درسی به ظاهر عالی توجه کنیم. بسیاری از مولفه های برنامه درسی استاندارد بر اساس یک توالی منطقی از مفاهیم است؛ آنها پدیده ها را در معرض توجه فراگیران قرار می دهند که هدف، ارائه نظریه و راه حل های عملی در حل مشکلات با استفاده از کار با ابزار و وسایل توسط دانش آموزان است (این مولفه ها خود بخشی از راه حل است، اما همانطور که بارها نشان داده شده؛ کافی نیستند).
- نکته قابل توجه و مثبت این است که در حال حاضر نتایج اجرای بسیاری از برنامه های آموزشی CCM نشان می دهد که بیشتر مواقع با الگوهای مختلف تدریس توافق دارند و به عنوان مثال می تواند به صورت مکمل تدریس از طریق "استدلالات مقایسه ای" یا "تجزیه و تحلیل محدودیت" عمل کند. مدارک و شواهد، حاکی از اثر بخشی برنامه درسی در این گونه روشهای طراحی شده؛ است که اگر به طور تنگاتنگی با یک برنامه آموزشی همراه باشند در مقایسه با برنامه هایی که شامل چنین ترکیبی نیستند؛ موفق ترند.
- روشهای تدریس معلمان بایستی تغییر کند. دانش آموزان باید درگیر ساختار سازی و سازمان دهی توضیحات خود و ایجاد درک و روشننگری شوند.
- به طور کلی، در مطالعه چگونگی درک دانش آموزان از ساختار دانش علمی، نتایج حاصل بایستی مورد توجه و تجزیه تحلیل قرار گرفته به محدودیت و نقاط ضعف آنها توجه کافی شود. به عنوان مثال همانطور که یک دانش آموز به جمع آوری دانش علمی مشغول است و در ارائه آن هیچ مشکلی نمی بیند، - ما به عنوان هدایت کنندگان - از طریق آزمایش، اتفاقات و چالشهای پیشرو را در نظر گرفته و تلاش کنیم دانش آموزان را با چارچوبهای شناختی و هدایت آزمایش و ماهیت تغییر مفهومی آگاه کنیم .

[†] برای ایجاد درک چگونگی کارکرد این تکنیک های مدل سازی، تصور کنید که یک معلم است در تلاش است به کودکان مدرسه راهنمایی در توسعه مفهوم ماده کمک کند و آنان را قادر به تمایز وزن و چگالی نماید. با استفاده از روش استدلالهای مقایسه ای یا تجزیه و تحلیل محدودیت مورد نظر، معلم می تواند از دانش آموزان بخواهد وزن یک دانه برنج را تصور کنند، یک تکه از برنج، نیمی از یک تکه از برنج، نیمی از آن، و به همین ترتیب. اکثر دانش آموزان به نقطه ای می رسند که در آن وزن برنج صفر گرم است. از این یازل، پرسشهایی برمی آید که چطور یک دانه برنج با وزن ۰/۲ گرمی از ترکیب این بخشهای صفر گرمی تشکیل شده؟ یا در نمونه ای دیگر، با استفاده از یک روش استدلال قیاسی در این رابطه، معلم ممکن است از دانش آموزان بخواهد توسط مدل های بصری، رابطه بین دو کمیت مقداری را نشان دهند: تعداد خانه ها در یک تصویر چند خانه ای و تعداد کل نقطه ها در آنها و تعداد نقطه در هر جعبه، سپس دانش آموزان با در نظر گرفتن استدلالهای مقایسه ای رابطه بین این دو مقدار مرتبط از حجم، وزن و مقدار پراکندگی نقاط (چگالی کمیت شدتی، وزن در واحد حجم) را می توانند کشف کنند...

- معلمان و دبیران شیمی بایستی از نتایج مهم و شاید شگفت آور توجه کردن به مشکلات برنامه آموزش شیمی در تغییر مفهومی آگاه باشند. به عنوان مثال، اغلب می‌شنویم معلمان و دبیران شیمی، دلیل کج-فهمی دانش آموز را کاستی‌های مرحله پیش از آن در برنامه درسی و برخی، کج فهمی دانش آموز را اجتناب ناپذیر می‌دانند. اما باید توجه داشت که نبود مفاهیم هدفمند و کامل در واقع بخش نامطلوبی در یادگیری دانش‌آموزان نیست؛ اما بخش ضروری یادگیری‌های بیشتر و عمیق تر است. در حقیقت، هنگامی که دانش‌آموزان به مراحل متوسط درک و یا کج فهمی که با دیدگاه علم مطابقت ندارند؛ مواجه می‌شوند و با آنان تعارض می‌یابند؛ مریبان بایستی این مشکلات را قبل از رسیدن به مرحله پیشرفته، شناسایی کنند. این نکته بسیار مهم است که ضعف دانش‌آموزان در درک و فهم یک فرصت به شمار می‌رود؛ که بازتابی از نیاز جهت به کارگیری تغییر مفهومی است و نباید به عنوان یک تهدید و عقب ماندگی از آن نام برد.
- برنامه تغییر مفهومی، به اعتقاد ما، اثرات عمیق و موثری برای آموزش معلمان شیمی نیز دارد. آنها بایستی آن نوع آموزشی را که ارائه و حمایت می‌کنند؛ را تجربه کنند؛ نیاز دارند فرایند تغییر مفهومی را نیز تجربه، بررسی، تجزیه و تحلیل کنند و در ساختارهای اجتماعی که در آن هر یک از شرکت کنندگان به کمک کار گروهی به درک و فهم روشنی از پدیده‌های علمی دست یابند؛ تأمل نمایند. و به اعتقاد ما، مریبان و همچنین معلمان شیمی بایستی خودشان به معرفت شناختی علم رسیده و آن را به تدریج در دانش‌آموزان خود نهادینه نمایند.

مراجع

- [۱] اسپورن، الکس اس (۱۳۸۵). پرورش استعداد همگانی ابداع و خلاقیت (ترجمه قاسم زاده حسن)، انتشارات نیلوفر.
- [2] Carey, S., (2001), "Journal of Applied Developmental Psychology", 21(1) 13-19.
- [3] Schmidt, D.L., Stepan, J. I., (2006), "Conceptual change model", Saiwood Publication.
- [4] Thagard P., (1990), *Synthese*, 82: 255-274.
- [5] Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W. & Gertzog, W.A. (1982). *Science Education*, 66, 211-227.
- [6] Boulter, C.J., Buckley, B.C., (2000), "Developing models in Science Education", Kluwer academic Publisher.
- [7] Shiao-Lan, Ch., Mei-Hung, Ch., www.ntnu.edu.tw/acad/rep/r98/g98003-1.pdf
- [۸] کرمی گزافی علیرضا، باقری ندا و سایر همکاران، (۱۳۹۰)، هفتمین کنفرانس آموزش شیمی، www.chemistry.com، دانشگاه زنجان.
- [۹] شیبانی صفت مهدی، عبدالله میرزایی رسول، زهرا البرز، (۱۳۹۰)، هفتمین کنفرانس آموزش شیمی، www.chemistry.com، دانشگاه زنجان.
- [۱۰] عسکری مریم، خسروشیرمحمد علی، احمدی فاطمه، مجله پارسی معلم فیزیک، اتحادیه انجمن‌های علمی آموزشی معلمان فیزیک ایران
- [11] Shiao-Lan, Ch., Mei-Hung, Ch., Retrieved (2013), <http://www.ntnu.edu.tw/acad/rep/r98/g98003-1.pdf>.
- [12] Gopal H., Kleinsmidt J., Case J., (2004), *International Journal of Science Education*, 26 1597 – 1620.
- [13] Bar V. , Travis A.S., (1991), *Journal of Research in Science Teaching*, **28**, 363-382.
- [14] Barker V, Millar R., (1999), *International Journal of Science Education*, **21**, 645-665.
- [15] Benson D.L., Wittrock M.C. and Baur M.E., (1993), *Journal of Research in Science Teaching*, **30**, 587 . 597.
- [16] BouJaoude S.B., Barakat, H., (2000), *School Science Review*, **81**, 91 - 98.
- [17] Sidauruk S., Retrieved (2013), http://www.academia.edu/693170/STUDENTS_MISCONCEPTIONS_IN_STOICHIOMETRY
- [18] Peterson R., Treagust D. , Garnett P., (1986), *Research in Science Education*, 16, 40 - 48.
- [19] Griffiths A.K., Preston, K.R., (1992), *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 611 - 628.
- [20] Beerenwinkel A., Parchmann I., Gräsel C., (2011), [International Journal of Science and Mathematics Education](http://www.ijerme.com), 9(5)1235-1259.
- [21] Ce M., (2009), *Education*, 129 (4)683-689.
- [22] Costua B., Ayasband A., Niaz M., (2010) *Chemistry Education Research and Practice*, (11) 5-16.
- [23] Kaya E. , Geban O., (2012) *Education and Science*, 37(163)216-226.

-
- [24] Hızı R., Kavramsak K., and eta(2012) *Education and Science*,37(163)216-226.
- [25] Shiland T.W, (1997), *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (5)535-545.
- [26] Banerjee A., (1991), *International Journal of Science Education*, 13, 355-362.
- [27] Hameed H., [Hackling](#) M.W, [Garnett](#) P.J.,(1993), *International Journal of Science Education*, [15](#)(2) 221-230.
- [۲۸] شاه محمدی اردبیلی معصومه، کوهی فایق امرالله، (۱۳۹۰)، هفتمین کنفرانس آموزش شیمی، www.chemyazd.com. دانشگاه زنجان.
- [29] Demircioglu G., , Ayas A., Demircioglu H.,(2005), *Educational research*, <http://pubs.rsc.org>.
- [30] Duit R., Treagust D. F., (2003), *International Journal of Science Education*, 25: 671 – 688.
- [31] Hewson P.W., (1982), *European Journal of Science Education* 7: 163–172.
- [32] Chi M.T.H., Slotta J.D., de Leeuw N., (1994), *Learning and Instruction* 4: 27–43.
- [33] Harrison A.G. , Treagust D.F. ,(1996),*Science Education* 80: 509–534.
- [34] Vosniadou S., (1994), *Learning and Instruction* 4: 45–69.
- [35] Hewson P.W., (1981), *European Journal of Science Education* 3: 383–396.
- [35] Pintrich P.R., Marx R.W., Boyle R.A., (1992),*Review of Educational Research* 63(2) 197–199.