طراحی و اعتباربخشی الگوی آموزش زمینه_ محور شیمی مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات*

دکتر عابد بدریان [۱]
بهاره هنرپرور [۲]
اکبر ناصری‌آذر [۳]

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، بررسی روش‌های استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات در آموزش زمینه- محور شیمی است. برای این منظور ادبیات نظری و پژوهشی موجود به‌دقت بررسی شد و دیدگاه‌های گوناگون برای رسیدن به الگویی مناسب، طبقه‌بندی و سپس مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت. پس از آن، کاربردی‌ترین عناصر نظریه‌هایی که در این زمینه مطرح شده بودند، در یک الگو ترکیب شدند. این الگوی نوآورانه که مبتنی بر زمینه‌های کاربردی علم شیمی است، با برنامه درسی شیمی دوره متوسطه و امکانات مدارس هماهنگی دارد و در نظام آموزشی ایران قابل اجرا است.

روش تحقیق توصیفی- پیمایشی است. اطلاعات توسط پرسشنامه ویژه‌ای که با استفاده از منابع مرتبط و در دسترس تهیه شده بودف جمع‌آوری شد و روایی آن با سازماندهی مصاحبه‌های تحصصی با افراد صاحب‌نظر (٦ نفر) مورد بررسی قرار گرفت و متناسب با شرایط کشور بومی شد. پایایی تحقیق نیز با استفاده از روش آلفای کرونباخ (α = ۰/۸۹) مورد بررسی و تأیید قرار گرفت. نمونه پژوهش برای اعتباربخشی الگوی پیشنهادی، دبیران و کارشناسان گروههای آموزشی شیمی (۵۰ نفر) و متخصصان برنامه‌ریزی درسی (۱۰ نفر) را شامل می‌شود.

پژوهش حاضر برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از روش‌های آمار توصیفی و نیز استنباطی (آزمون t) استفاده می‌کند. به طور کلی نتایج این پژوهش نشان می‌دهد به‌کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات در آموزش زمینه- محور شیمی نقش مهمی دارد و الگوی پیشنهادی از نظر دبیران شیمی، کارشناسان گروه‌های آموزشی و متخصصان برنامه‌ریزی درسی، اعتبار بالایی دارد.

کلید واژه‌ها: طراحی الگو، آموزش زمینه- محور، فناوری اطلاعات و ارتباطات، آموزش شیمی، اعتباربخشی

* تاریخ دریافت مقاله:۸۷/۱۰/۲۲ تاریخ آغاز بررسی:۸۷/۱۰/۲۵ تاریخ پذیرش:۸۹/۱۲/۸

۱. عضو هیئت علمی پژوهشکده برنامه‌ریزی‌درسی و نوآوریهای آموزشی، پژوهشگاه مطالعات آموزش و پرورش، پست الکترونیکی: badrian@rie.ir
۲. دکتری شیمی- فیزیک ازدانشگاه ازاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
۳.عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد واحد مرند و دانشجوی دکتری آموزش شیمی دانشگاه ترابزون ترکیه، پست الکترونیکی:naseriazar@marandiau.ac.ir

مقدمه

شیمی شاخه‌ای از علوم تجربی است که به مطالعه ترکیب، ساختار و خواص مواد می‌پردازد. کاربردهای گسترده علم شیمی در پزشکی، داروسازی، صنایع غذایی، کشاورزی، آرایشی و بهداشتی، تهیه رنگ، پلاستیک، لاستیک و انواع پوشش‌ها، محیط زیست، انرژی و ...، نشان از اهمیت زیاد این علم در بهداشت، سلامت، تأمین رفاه، رشد اقتصادی و توسعه پایدار جوامع بشری دارد.

دانووان[1] و نخله[2] (۲۰۰۱) معتقدند که اهمیت روزافزون علم شیمی در زندگی انسان‌ها سبب شده است تا آموزش مناسب و اثربخش آن به ویژه در برنامه‌ی درسی مدارس به عنوان یکی از حوزه‌های فعال علوم‌تجربی از اهمیت به سزایی برخوردار گردد. از نظر آنان، با ورود به قرن ۲۱، عوامل مختلفی شیوه‌های یاددهی ویادگیری علم شیمی را تحت تاثیر قرار داده است. گسترش نظریه‌های شناختی و افزایش درک پژوهشگران از چگونگی یادگیری دانش‌آموزان، استفاده گسترده از رایانه و فن‌آوری اطلاعات برای تجسم ومرئی‌سازی پدیده های علمی پیچیده، عوامل بیرونی مانند نگرانی های جهانی نسبت به انرژی، منابع آب ومحیط زیست، افزایش سطح سواد علمی، تبیین سطوح مختلف سواد شیمی و افزایش درک عمومی از علوم مختلف، سبب شده است تا یاددهی یادگیری اثربخش شیمی در مدارس و دانشگاه‌ها، مورد توجه مسئولان، سیاست‌ورزان، جامعه‌شناسان و حتی اقتصاددانان قرار گیرد.

باید توجه داشت که یادگیری و درک مفاهیم شیمی به خاطر پدیده‌های شیمیایی پیچیده و غیر قابل لمس، اغلب دشوار است. در فرایند یاددهی و یادگیری شیمی، معلمان و دانش‌آموزان با نظریه‌ها و فرضیه‌هایی روبرو هستند که به راحتی قابل تجسم نیستند. بررسی ویژگی‌ها و رفتار مواد شیمیایی که در اندازه‌های مولکولی و اتمی هستند و با چشم مسلح و حتی میکروسکوپ های قوی نیز قابل مشاهده نیستند، اغلب مشکل است و منجر به کج‌فهمی می‌گردد. همچنین برخی پدیده‌های شیمیایی را به لحاظ محدودیت زمانی و یا ایمنی، نمی‌توان در آزمایشگاه مدرسه تجربه کرد. برای این منظور استفاده از شبیه‌سازی، ساخت مدل و نیز انیمیشن‌های رایانه‌ای پیشنهاد شده است (دوری[3] و هامیری[4]، ۲۰۰۳). استفاده از مدل‌ها و شبیه‌سازی‌ها کمک بسیار زیادی به درک عمیق و مفهومی شیمی نموده و بسیاری از کج‌فهمی‌های رایج را برطرف می‌سازد.

---

1. Donovan
2. Nakhleh
3. Dori
4. Hameiri

«جانستون»[1] (۱۹۹۷) معتقد است که برای رسیدن دانش‌آموزان به یک درک صحیح از علم شیمی، آن‌ها باید بتوانند در سه سطح تفکر ماکروسکوپی، مولکولی و نمادی به یادگیری شیمی بپردازند. وی استفاده از فضاهای آموزشی دیجیتالی و به کارگیری «فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات»[2] (ICT) را برای غنی‌سازی محتوا و محیط یادگیری مناسب می‌داند.

قابلیت‌ها و توانمندی‌های موجود در فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات، این امکان را برای برنامه‌ریزان درسی فراهم می‌سازد تا بتوانند در یک زمان واحد و با به‌کارگیری یک رایانه، به آموزش شیمی در هر سه سطح ماکروسکوپی، نمادی و مولکولی بپردازند. استفاده وسیع از انیمیشن‌های رایانه‌ای، شبیه سازی‌ها ومدل‌های مولکولی پویا، انجام آزمایش در یک آزمایشگاه مجازی و ... منجر به تغییر نگرش و توانایی دانش‌آموزان در تجسم مولکول‌ها، یون‌ها و اتم‌ها و همچنین تغییرات شیمیایی صورت گرفته در سطح مولکولی می‌شود. همچنین از طریق فضای مجازی ایجاد شده می‌توان کاستی‌های موجود در برنامه درسی را جبران نمود (جانستون، ۲۰۰۰).

جایگاه فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات در برنامه درسی شیمی

در چند سال اخیر فناوری اطلاعات و ارتباطات توانسته است در بیشتر واحدهای درسی دانشگاهی و مدارس وارد شود و مزیت‌های آموزشی زیادی از خود نشان دهد. تعداد زیادی وب سایت با عنوان‌ها و موضوع‌های مرتبط با حیطه‌های مختلف علوم تجربی توسط معلمان پایه‌گذاری شده‌اند. یادداشت‌های سخنرانی، پروژه‌های داده شده به عنوان تکلیف، نرم‌افزارهای ویژه شبیه‌سازی، انواع فعالیت‌های خود ارزشیابی، تالارهای گفتمان و ارتباط با معلمان و کتاب‌های الکترونیکی متعددی در رابطه با علوم مختلف در شبکه‌های اینترنتی قابل دسترس می باشند (باراک[3]، ۲۰۰۷).

فن‌آوری‌های اطلاعات و ارتباطات توانایی گردآوری، سازمان دهی، ذخیره‌سازی و بازتاب اطلاعات در قالب صوت، تصویر، متن‌های نوشتاری و عددی را دارا هستند. این فن‌آوری‌ها می‌توانند در ایجاد محیط‌های جدید یادگیری و برقرای ارتباط‌های تعاملی، و همچنین به‌کارگیری الگوهای آموزشی مجازی نقش مهمی ایفا کنند.

1. Johnstone
2. Information and Communication Technology
3. Barak

استفاده از شبکه‌ی جهانی اینترنت در مقایسه با سایر فناوری‌ها، از انعطاف پذیری، برد و تعامل بسیار بالایی برخوردار بوده و قابلیت‌های خوبی برای برانگیختگی حواس به صورت دیداری و شنیداری دارد. ورود اینترنت به محیط‌های آموزشی سبب شده است تا کلاس‌های درس از آموزش یک سویه معلم-محور، به یک محیط زنده و خلاق تبدیل شده و امکان گسترش سبک‌های جدید آموزشی به راحتی امکان پذیر شود (لیو[1] و دیگران، ۱۹۹۸).

هنرپرور و بدریان (۲۰۰۸) معتقدند که در برنامه درسی شیمی مبتنی بر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات، می‌توان جهت تسهیل و تسریع فرایند یاددهی و یادگیری، از ابزارهای چند رسانه‌ای تعاملی و نیز محیط‌های مجازی مبتنی بر شبکه استفاده کرد. محیط‌های مجازی می‌توانند دارای بخش‌های مختلفی از جمله تالار گفتمان برخط[2]، کتابخانه الکترونیکی، فعالیت‌های فوق برنامه مبتنی بر فعالیت‌های پژوهشی و کاوشگری، نرم افزارهای شبیه‌سازی مولکولی، ارزشیابی مستمر و پایانی، بانک سؤالات تشریحی و چند گزینه‌ای و نیز آزمایشگاه مجازی بوده و نقصان‌های موجود در سامانه آموزشی مدارس را بر طرف نماید.

باراک و دوری (۲۰۰۵) نشان دادند که وارد شدن فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات در برنامه آموزشی ویژه دانش‌آموزان دوره متوسطه، منجر به ارتقای درک مفاهیم شیمی، نظریه‌ها و ساختارهای مولکولی می‌شود. بدریان (۲۰۰۸) معتقد است که به کارگیری فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات در یادگیری شیمی، علاوه بر ارتقای سطح سواد شیمی[3] دانش‌آموزان، تأثیر مثبتی بر رشد تحصیلی آنان در درس شیمی داشته و دانش‌آموزان در این محیط به‌طور فعالانه در فرایندهای یاددهی-یادگیری شرکت می‌کنند.

در چند سال اخیر الگوهای زیادی برای بهره‌مندی از توان ابزاری فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات برای یاددهی و یادگیری علوم مختلف به ویژه شیمی ارایه شده است. دانووان[4] و نخله[5] (۲۰۰۱) معتقدند که برای درک عمیق‌تر مفاهیم شیمی، باید دانش‌آموزان را در پردازش اطلاعات، کاربرد علم شیمی در زندگی روزمره و فعالیت‌های حل مسئله مبتنی بر تجربیات دنیای واقعی درگیر کرد. از نظر آنان، بهره گیری از ابزارهای دیداری و شنیداری، پردازش اطلاعات، حل مسئله، انجام پژوهش، برقراری ارتباط‌های برخط و شبیه‌سازی پدیده‌های واقعی در دنیای مجازی عصر دیجیتال، می‌تواند برای ارتقای درک مفهومی دانش‌آموزان مفید واقع گردد.

1. Liu etal
2. Online
3. Chemical Literacy
4. Donovan
5. Nakhleh

در الگوی دیگری که توسط باراک (۲۰۰۷) ارایه شده است، بهره‌گیری از نظریه «سازنده‌گرایی»[1] و ارائه ابزارهای ساخت دانش در غالب فعالیت‌های یادگیری مستقل و فردی پیشنهاد شده است. ابزارها و نرم‌افزارهای تعاملی در نظر گرفته شده در این الگو می‌توانند به آموزش‌های فردی یا گروهی مبتنی بر رایانه، تمرین‌ها و شبیه سازی‌ها بپردازند. در این الگو دانش‌آموزان در آزمایشگاه‌های مجازی، شبیه‌سازی‌های مربوط به تجارب آزمایشگاه، مدل سازی و بررسی ساختار مواد شیمیایی را انجام می‌دهند.

نیاز به توسعه الگوهای ذهنی در سطح مولکولی و اصلاح کج‌فهمی‌ها، کاربرد اعداد[2] ، کاوشگری و حل مسئله، انجام پژوهش، فعالیت در آزمایشگاهای مجازی، بازدید از مراکز علمی- صنعتی، موزه‌ها و خانه‌های علم، ارائه مفاهیمی فراتر از کتاب های درسی و توجه به نیازهای فردی برخی دانش‌آموزان، انجام انواع ارزشیابی‌ها و ... سبب شده است تا پژوهشگران آموزش شیمی، توجه زیادی به طراحی و استفاده از این نوع الگوها در سطح مدارس داشته باشند.

بیان مسئله و ضرورت انجام پژوهش

مهمترین و شاخص‌ترین فلسفه آموزش شیمی در ایران و سایر کشورهای توسعه یافته، ارتقای سطح سواد علمی[3] است (راهنمای برنامه درسی شیمی، ۱۳۷۹). سواد علمی دارای گستردگی وسیعی است. برای بررسی دقیق‌تر جزئیات سواد علمی، باید نگاه دقیقتری به آن داشت. تعریف سواد شیمی [4] به عنوان یکی از اجزای سواد علمی، و بررسی ویژگی و نشانگرهای آن کمک زیادی به این امر خواهد کرد.

شوارتز[5] و همکارانش (۲۰۰۵) سواد شیمی را در چهار سطح محتوا ، زمینه ، مهارت‌ها و نگرش‌ها تعریف کرده‌اند. از لحاظ محتوا[6]، علم شیمی مجموعه‌ای از دانش بشری را شامل می‌شود که تلاش می‌کند تا پدیده‌های شیمیایی قابل مشاهده را در قالب ساختار مولکولی مواد و از طریق زبان تخصصی ویژه علم شیمی توضیح دهد. علم شیمی علاوه بر بررسی پویایی فرایندها و واکنش های شیمیایی، تغییرات انرژی را نیز در آن‌ها بررسی می‌کند. بررسی ساختار شیمیایی سیستم‌های زیستی کمک می‌کند تا نقش علوم داروسازی و پزشکی در راستای حفظ سلامت و ارتقای کیفیت زندگی انسان ها به خوبی درک شود.

1. Constructivism
2. Numeracy
3. Scientific Literacy
4. Chemical Literacy
5. Shwartz
6. Content

از لحاظ زمینه[1]، شخص دارای سواد شیمی باید بتواند:

۱- اهمیت علم شیمی در توضیح پدیده‌های علمی روزمره را درک کند.

۲- در زندگی روزمره به هنگام شرکت در بحث‌های علمی و نیز به عنوان مصرف کننده محصولات مرتبط با علم و فناوری شیمی، بتواند با کمک آموخته‌های خود آگاهانه تصمیم بگیرد.

۳- رابطه بین نوآوری در علم شیمی و حل بسیاری از مشکلات و معضلات جامعه از جمله حفاظت از محیط زیست، تأمین انرژی، تولید مواد غذایی و ... را درک نماید.

از لحاظ مهارتی[2]، یک شخص دارای سواد شیمی، باید بتواند برای حل مسئله و مشکل گشایی، به طرح‌سؤال علمی پرداخته و با انجام مشاهده علمی و گردآوری اسناد و شواهد کافی، فرضیه علمی خود را از طریق اطلاعات کسب شده به اثبات برساند. بنابراین مهارت‌های لازم در یک شخص با سواد شیمی عبارتند از: توانایی کار با اعداد[3]، فعالیت‌های عملی و ذهنی[4]، حل مسئله، رعایت نکات ایمنی در کار با مواد شیمیایی، کاوشگری علمی و ... .

از لحاظ نگرشی[5] نیز شخص با سواد شیمی باید بتواند در سطح جامعه و در زندگی شغلی و شخصی خود از مفاهیم و نظریه‌های شیمی استفاده کرده و با مشاهده مقاله‌های علمی یا برنامه‌های تلویزیونی مرتبط، به جایگاه ویژه علم شیمی در حل مشکلات بشری پی ببرد.

با توجه به توضیحات فوق، سطوح مختلف سواد شیمی عبارتند از:

۱- سواد شیمی اسمی[6]: این سطح به حیطه محتوا مربوط بوده و شخصی که در این سطح از سواد شیمی قرار دارد، فقط با مفاهیم شیمی آشنایی اولیه دارد.

۲- سواد شیمی عملکردی[7]: این سطح به حیطه زمینه مربوط بوده و کسانی که در این سطح از سواد شیمی قرار دارند، می‌توانند یک مفهوم شیمیایی را در یک زمینه اجتماعی تعریف کرده و توضیح دهند.

۳- سواد شیمی ادراکی[8]: این سطح به حیطه محتوا و زمینه تعلق داشته و کسانی که به این سطح از

---

1. Context
2. Skills
3. Numeracy
4. Hands-On & Minds-On
5. Attituds
6. Nominal Literacy
7. Functional Literacy
8. Conceptual Literacy

سواد شیمی دست می‌یابند، توانایی تفسیر پدیده‌های علمی روزمره با استفاده از مفاهیم و نظریه‌های شیمی را دارا هستند.

٤- سواد شیمی چند بعدی[1] : این سطح به حیطه زمینه و مهارت‌ها مربوط بوده و افرادی که به این سطح از سواد شیمی می‌رسند، توانایی نوشتن یک متن علمی شیمی را دارا بوده و می‌توانند به‌طور فعال در بحث‌های علمی شرکت نمایند (شوارتز و همکاران، ۲۰۰٦).

بنابراین با توجه به سطوح مختلف سواد شیمی و اهداف آموزشی آن می‌توان نتیجه گرفت که در یک برنامه درسی اثربخش شیمی، باید علاوه بر ارایه‌ی مفاهیم نظری و دانش پایه، کاوشگری و حل مسئله، کاربرد عینی مفاهیم نظری، تقویت روش‌های تفکر خلاق، انتقادی و همچنین قدرت تصمیم‌گیری بر پایه روش ها و رویکردهای علمی را به دانش‌آموزان آموزش داد تا امکان دستیابی به نشانگرهای سواد شیمی محقق گردد (بدریان، ۱۳۳۸).

از طرف دیگر، در چند دهه اخیر علم شیمی از رشد چشمگیری برخوردار بوده و موضوع‌ها و نظریه‌های جدیدی به این دانش بشری اضافه شده است. شرط پویا بودن برنامه درسی ایجاب می‌کند تا برای آشنایی دانش‌آموزان با حیطه‌های مختلف علم شیمی و کاربردهای متعدد آن در زندگی روزمره، توجه ویژه‌ای به طرح مباحث نوین در محتوای آموزشی و کتاب های درسی نمود.

گیلبرت [2](۲۰۰٦)معتقد است که به‌علت وسعت زیاد مباحث طرح شده در برنامه‌ی درسی شیمی و حجم محدود کتاب‌های درسی، اغلب ملاحظه می‌شود که مطالب مورد نظر در کتاب‌های درسی به صورت خلاصه شده و نسبتاً محدود ارائه می‌شوند. در این حالت، کتاب های درسی که ساختاری لایه مانند دارند، به تابلوهایی تبدیل می‌شوند که از قطعه‌های کوچکی تشکیل شده‌اند و ارتباط طولی و عرضی اندکی با هم دارند. دانش‌آموزان با مشاهده قطعات مجزا از مفاهیم شیمی، نمی‌توانند به تصویری جامع و رایج از علم شیمی دست یابند.

بنت[3] و همکارانش(۲۰۰۵) نیز معتقد است که برنامه‌های درسی شیمی طوری تنظیم شده‌اند که روش تدریس معمول آن‌ها، بیشتر روش دیکته‌ای است. در این روش معلم سخنرانی می‌کند و دانش‌آموزان چیزهایی را گوش می‌دهند یا یادداشت می‌کنند. در بیشتر بحث‌های کلاسی، معلم سخنران اصلی است

1. Multi-Dimensional Literacy
2. Gilbert
3.Bennett

و به تفاوت های فردی دانش‌آموزان در کلاس درس کمتر توجه می‌شود. تعامل بین معلم و دانش‌آموزان بیشتر به این صورت است که اغلب معلمسؤال‌هایی را می‌پرسد و دانش‌آموزان جواب‌هایی را مطرح می‌کنند. در ادامه، معلم جواب را تایید و یا تکذیب کرده و نهایتاً جواب درست را می‌گوید. در این حالت مشاهده می‌شود که دانش‌آموزان نقش اندکی در فرایند یادگیری در کلاس درس دارند و احتمال غیر فعال شدن آن‌ها بیشتر است. وی برای غنی سازی محیط یادگیری و ارایه برنامه درسی دانش‌آموز- محور، یادگیری بر پایه نظریه ساخت و سازگرایی و ارایه‌ی محتوای شیمی به صورت زمینه- محور[1] را پیشنهاد نمود.

پایلوت[2] و بولتی[3] (۲۰۰۶) متذکر شدندکه مفاهیم ارایه شده در کتاب‌های درسی شیمی کاملاً واگرا هستند. در کتاب‌های درسی شیمی، نظریه‌ها و مدل های شیمی طوری ارائه شده‌اند که دانش‌آموزان نمی‌دانند چرا یک نظریه از پس نظریه دیگر آمده است، و اصلاً چه نیازی به این کار بوده است. این امر به‌طور وسیعی سبب کاهش انگیزه دانش‌آموزان برای مطالعه علم شیمی و ادامه تحصیل در مقاطع بالاتر شده است. برای فعال کردن دانش‌آموزان در فرایند یادگیری، باید مفاهیم طوری ارایه شوند که برای آنان جذاب و معنی‌دار باشد. در برنامه‌های درسی جدید شیمی باید از زمینه‌هایی استفاده شود که دانش‌آموزان اهمیت مفاهیم آموخته شده را در این زمینه‌ها ببینند و به این ترتیب برای گسترش دانش خود در جهات مختلف، انگیزه‌ی لازم را کسب کنند.

وان اورز[4] (۱۹۹۸) معتقد است در سال های نه چندان دور، محتوای یادگیری تنها عامل مهم در یادگیری تلقی می‌شد؛ اما در سال های اخیر، علاوه بر محتوا، باید به موقعیت و زمینه‌های یادگیری نیز توجه ویژه‌ای نمود». بالتی[5] و همکارانش (۲۰۰۶) نیز معتقدند که شناخت و یادگیری باید موقعیت‌یافته[6] باشند. بنابراین زمینه‌ایی که در آن شناخت رخ می‌دهد و یا یادگیری صورت می‌گیرد، از اهمیت به سزایی برخوردار است.

آموزش شیمی به‌علت پیچیدگی‌های موجود در برنامه‌ریزی درسی، سازمان دهی محتوا، نشانگرهای سواد شیمی و نیز یادگیری مفاهیمی انتزاعی و غیر ملموس، به یکی از چالش‌های جهانی تبدیل شده است.

---

1. Context based
2. Pilot
3. Bulte
4. Van Oers
5. Bulte
6. Situated learning

محتوای کتاب‌های درسی از ارائه آخرین یافته‌ها و اطلاعات علمی ناتوان هستند و معلمان و دانش‌آموزان از منابع اطلاعاتی گوناگونی از جمله رسانه‌های جمعی و ارتباطی به کسب اطلاعات علمی نایل می‌شوند. پژوهشگران زیادی در سرتاسر دنیا مشغول انجام پژوهش و ارائه راهکارهای کاربردی برای تسهیل و تسریع فرایند یاددهی- یادگیری اثربخش شیمی هستند. در ایران نیز علم شیمی به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخه‌های علوم تجربی و از سوی دیگر به خاطر اهمیتی که به واسطه وجود منابع غنی نفت، گاز و مواد معدنی بسیاری همچون: سنگ‌های معدنی سرشار از مس، آهن، سرب و روی و ... دارد؛ هم چنین به‌علت پیشینه تاریخی و تمدن میهن ایرانی- سلامی و سهم بزرگی که در بنیاد نهادن و گسترش علم شیمی داشته است، ضرورت توجه به آموزش اثربخش این علم را در بین جوانان کشورمان یادآور می‌شود.

از شاخص‌های بارز نظام‌های پیشرو در تعلیم و تربیت، می‌توان به استفاده اثربخش از ظرفیت‌های تازه‌ی ایجاد شده در سایه تحولات فن‌آوری اشاره کرد. پیشرفت های جهانی در حوزه فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات باعث گسترش فرصت‌های یادگیریی و دسترسی به منابع تحصیلی وآموزشی جدیدی گردیده است. به‌کارگیری این فن‌آوری‌های نوین نه تنها موجب غنی سازی محیط یادگیری، تسریع و تسهیل فرایند یاددهی و یادگیری و همچنین ارتقای سطح مدیریت در بخش سامانه‌های آموزشی گردیده است؛ بلکه باعث شده است تا در نظام‌های آموزشی سنتی معلم- محور نیز تغییرات قابل ملاحظه‌ای به‌وجود آید.

باید توجه کرد که بر خلاف برنامه‌های درسی سنتی که معلم و کتاب درسی محور فرایند یاددهی- یادگیری هستند و محدودیت زمانی و مکانی از نقاط ضعف آن‌ها به شمار می‌روند،آموزش مبتنی بر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند در هر زمان و از هرمکانی انجام شود. محتوای آموزشی الکترونیکی می‌تواند در حداقل زمان به روز شود و فراگیران بلافاصله با جدیدترین یافته‌های علمی و نیز تحولات صورت گرفته در سطح جهان آشنا شوند. در زمان دسترسی فراگیران به محتوای آموزشی دیجیتالی، مربیان بهتر می توانند آنان را جهت کسب اطلاعات مناسب و براساس نیازهایشان هدایت نمایند (باراک و رافائلی[1] ، ۲۰۰٤).

این پژوهش درصدد است تا بر پایه سندکاوی و بررسی آخرین یافته‌های علمی در سطح جهان، برای استفاده اثربخش از فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات در یاددهی، یادگیری و ارزشیابی مفاهیم شیمی

1. Rafaeli

به صورت هماهنگ با برنامه درسی رسمی کشورمان و امکانات موجود در مدارس، الگوی مناسبی را ارائه نماید. الگوی پیشنهادی این پژوهش قابلیت اجرا در نظام آموزشی کشورمان را داشته و با زمینه‌های موجود، امکانات موجود در مدارس و نیز برنامه درسی متناسب می‌باشد.

روش شناسی پژوهش

از آنجایی که هدف اصلی پژوهش دست یابی به یک الگوی اثربخش برای آموزش زمینه-محور شیمی مبتنی بر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات دوره متوسطه بود، پژوهش در دو بخش مطالعات نظری و بررسی میدانی و در قالب چهار مرحله عمده زیر صورت گرفت:

۱- شناسایی و روشن‌سازی[1]

در این مرحله، مولفه‌های اصلی الگوی آموزش زمینه- محور شیمی مبتنی بر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات شناسایی و مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این مرحله تلاش شد تا تمام ابعاد متغیرهای اصلی نظیر: اهدف، رویکردها، روش ها و سبک‌های آموزش زمینه- محور شیمی ، اصول، سطوح، مفروضات، فعالیت‌ها و ... مورد شناسایی قرار گیرند.

۲-مستندسازی[2]

در این مرحله، ضرورت پرداختن به متغیرهای فوق با استناد به ادبیات علمی و پژوهشی حوزه آموزش زمینه- محور شیمی مبتنی بر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات و برنامه درسی توجیه می‌شود.

۳-هماهنگی[3]

در این مرحله بین متغیرهای اصلی الگوی آموزش زمینه- محور شیمی مبتنی بر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات هماهنگی و ارتباط ارگانیک ایجاد می‌شود، به نحوی که بتوانند به صورت یک چارچوب مفهومی، کلیه حالات و صوّر ممکن آموزش زمینه- محور شیمی مبتنی بر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات را با استفاده از انگاره‌های کلامی و تصویری نشان دهند.

٤-اعتباربخشی[4]

پس از دست یابی به چارچوب اولیه الگو و هماهنگی‌های مفروض در بین مؤلفه‌های آن، اعتبار و جامعیت الگو با استفاده از گروه مرجع مورد ارزیابی قرار گرفت و بر اساس داوری‌های به عمل آمده،

---

1. Clarification and Identification
2. Documentation
3. Co-ordination
4. Validation

جرح و تعدیل‌های لازم در الگوی پیشنهادی اعمال شد.

بخش اول جامعه آماری برای اعتباربخشی، عبارت بود از متخصصان تعلیم و تربیت که تعداد آن‌ها ۱۰ نفر بود.

بخش دوم جامعه آماری عبارت بود از دبیران و کارشناسان گروه های آموزشی مناطق بیست‌گانه آموزش و پرورش شهر تهران در رشته شیمی که تعداد کل آن‌ها ۵۰ نفر بود.

برای جمع‌آوری اطلاعات از پرسشنامه‌ی ویژه‌ای استفاده به عمل آمد که روائی آن قبلاً با استفاده از نظر شش نفر از متخصصان بررسی شده بود و اعتبار آن با استفاده از آزمون آلفای کرانباخ (α =۰/۸۹) به دست آمد که بیانگر اعتبار ابزار است. ابزار دارای دو بخش معرفی الگوی آموزش زمینه- محور شیمی مبتنی بر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات و نظرخواهی در خصوص اعتبار و امکان‌سنجی اجرای آن بود. کلیه متخصصان پرسشنامه ذیربط را تکمیل کردند و کارشناسان نیز ضمن شرکت در یک جلسه کارگاه آموزشی، و آشنایی با اجرای الگوی پیشنهادی، نسبت به تکمیل ابزار اقدام نمودند. نتایج به دست آمده نیز با استفاده از روش‌های آمار توصیفی و نیز تحلیل استنباطی (آزمون t ،) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج پژوهش

نتایج پژوهش در دو بخش عرضه می‌شود. در بخش اول، الگوی آموزش زمینه- محور شیمی مبتنی بر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات در دوره متوسطه معرفی می‌شود که حاصل مطالعات نظری است و در بخش دوم، اعتبار الگو از دیدگاه کارشناسان و متخصصان مورد بررسی قرار می‌گیرد.

الف) اصول و مبانی نظری الگوی آموزش زمینه- محور شیمی

مطابق تاکسونومی جانستون (۱۹۹۷)، برای رسیدن دانش‌آموزان به یک درک صحیح از علم شیمی، باید آن‌ها بتوانند در سه سطح مختلف تفکر به یادگیری شیمی بپردازند. این سه سطح که در قالب یک نمایه مثلثی شکل ارائه می‌شوند، شامل سطوح ماکروسکوپی، مولکولی و نمادی هستند.

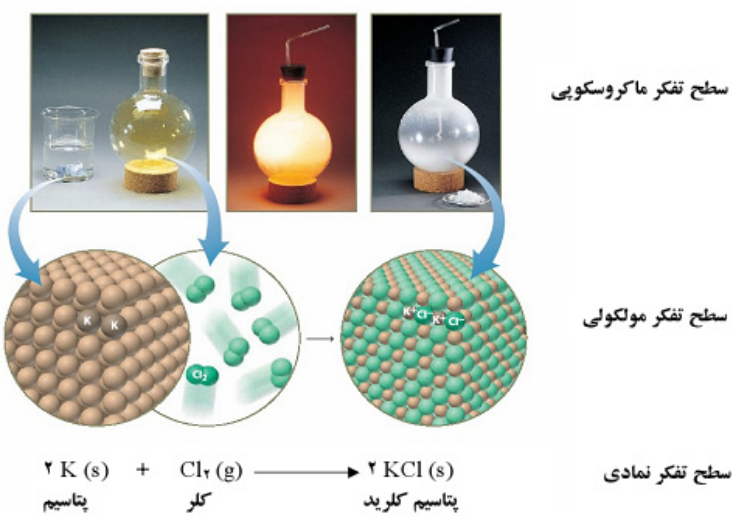
در سطح ماکروسکوپی، مشاهده عینی مواد شیمیایی و تغییرات آن‌ها با استفاده از فعالیت‌های آزمایشگاهی و مهارت‌های مربوطه و مرتبط ساختن نظریه‌ها و نمادهای ارائه شده درمحتوای درسی با اشیای فیزیکی و وسایل اندازه‌گیری مورد نظر است. در سطح نمادی، تبیین پدیده‌های شیمیایی، تغییرات انرژی و نظریه‌های علمی در قالب معادله‌های ریاضی و نمادهای شیمیایی همراه با حل مسئله و «کاربرد اعداد[1]» هدف اصلی آموزش شیمی می‌باشد.

1. Numeracy

در سطح مولکولی رفتار اتم‌ها، یونها و مولکول‌ها در تبدیلات شیمیایی و ارائه پنجره‌هایی برای مشاهده دنیای مولکولی با استفاده از نمودارها، جدول‌ها، استفاده از مدل‌ها و نرم‌افزارهای شبیه‌ساری مجازی در دستور کار قرار دارد. استفاده وسیع از انیمیشن‌های رایانه‌ای، شبیه‌سازی‌ها و مدل‌های مولکولی پویا، انجام آزمایش در یک آزمایشگاه مجازی و ... منجر به تغییر نگرش و توانایی دانش‌آموزان در تجسم مولکول‌ها، یون‌ها و اتم‌ها و همچنین تغییرات شیمیایی صورت گرفته در سطح مولکولی می‌شود (جانستون، ۲۰۰۰).

در شکل ۱، رابطه بین سه سطح تفکر نمادی، مولکولی و ماکروسکوپی (یا آزمایشگاهی) و ارتباط مناسب آن‌ها دیده می‌شود.

شکل ۱. ارتباط بین سه سطح تفکر در آموزش یک مفهوم شیمی (به نقل از جانستون، ۲۰۰۰)

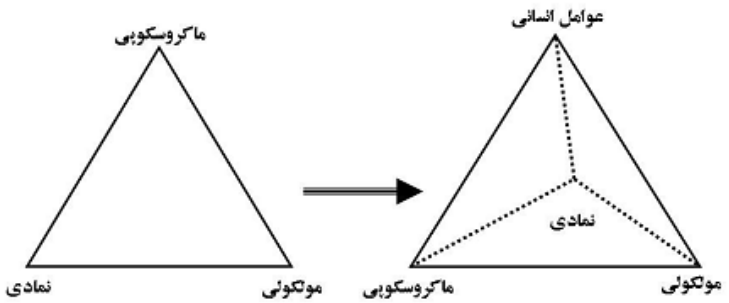


«ماهافی[1]» (۲۰۰٤) با طرح آموزش شیمی با رویکرد علم فن‌آوری و جامعه ، برای کامل کردن تاکسونومی سطوح تفکر جانستون، معتقد است که باید علاوه بر آموزش شیمی در سه سطح تفکر

1. Mahaffy

ماکروسکوپی، مولکولی و نمادی، باید سطح چهارمی با عنوان عوامل انسانی[1] را نیز به این سطوح اضافه کرد و یاددهی و یادگیری شیمی را به صورت سه بعدی انجام داد. در شکل ۲، نظریه آموزش سه بعدی ماهافی نشان داده شده است.

شکل ۲ . تبدیل آموزش شیمی از حالت دو بعدی به سه بعدی با در نظر گرفتن عوامل انسانی در قرن ۲۱



– سطوح تفکر در آموزش دو بعدی شیمی – سطوح تفکر در آموزش سه بعدی شیمی

مفهوم دخالت دادن عوامل انسانی در آموزش شیمی این است که آموزش شیمی وسیله‌ای شود برای آموزش مهارت‌های زندگی، حل مسئله، کاوشگری و تحقق اهداف تربیتی مورد نظر . در این رویکرد، شیمی در خدمت آموزش است و از جاذبه‌های علم شیمی برای پیشبرد اهداف آموزشی بهره گرفته می‌شود. نقش عوامل انسانی در آموزش شیمی را می‌توان از دو بُعد به شرح زیر بررسی کرد:

۱– بافت سیاسی، اقتصادی، محیطی، اجتماعی و همچنین ملاحظات تاریخی و فلسفی، با درک ما از مفاهیم شیمی، واکنش ها و فرایندهایی که به دانش‌آموزان وعموم مردم آموزش داده می‌شود، ارتباط زیادی داشته و بصورت در هم تنیده است.

۲– اگر آموزش شیمی در سه بعد ماکروسکوپی، نمادی و مولکولی به صورت مجزا از سایر حیطه‌ها از جمله فن‌آوری و جامعه صورت گیرد، در این صورت نمی‌توان انتظار ارتقای سطح سواد علمی– فن‌آوری در دانش‌آموزان را داشت. انجام پژوهش، حل مسئله، کاوشگری و ارتباط دادن منطقی بین علم فن‌آوری، جامعه و محیط زیست به دانش‌آموزان کمک خواهد کرد تا علاوه بر کسب دید چند رشته‌ای و چند بُعدیدر یادگیری شیمی، در حل مشکلات و مسائل موجود در زندگی روزمره فعالانه و آگاهانه عمل‌نمایند.

1. Human Elements

ماکروسکوپی، مولکولی و نمادی، باید سطح چهارمی با عنوان عوامل انسانی[1] را نیز به این سطوح اضافه

در چند سال اخیر، نگرانی های جهانی نسبت به منابع انرژی، تغذیه، آب، محیط زیست و آلودگی های هوا و آب های زیر زمینی، سبب شده است تا علم شیمی جایگاه ویژه‌ای در اقتصاد و علوم اجتماعی کسب نماید. با استفاده از رویکرد «علم – فن‌آوری– جامعه و محیط زیست»[2] (STSE) و استفاده از زمینه‌های اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی، می‌توان مفاهیم و نظریه‌های شیمی را در قالب تجربه‌های یادگیری جدیدی به دانش‌آموزان ارائه کرد. استفاده از این رویکرد زمینه– محور در آموزش شیمی، سبب شده است تا مفاهیم ارائه شده از جذابیت بیشتری برخوردار بوده و دانش‌آموزان با ملاحظه کاربرد عینی مفاهیم آموخته شده در زندگی واقعی، انگیزه و رغبت بیشتری برای مطالعه شیمی نشان دهند.

چندین راهبرد برای آموزش زمینه– محور شیمی وجود دارند که بیشتر آن‌ها بر اساس راهبرد نیاز برای دانستن[3] طراحی شده‌اند. این راهبرد منطبق بر رویکرد حل مسئله بوده و هدف اصلی آن یادگیری معنی‌دار[4] شیمی است. این راهبرد با نظریهٔ سازنده‌گرایی ویگوتسکی[5] (۱۹۷۸) و تأثیر زمینه و محیط فرهنگی– اجتماعی[6] در یادگیری موافق است. این نظریه یادگیری، برای درک مفاهیم و تغییر مفهومی[7]، اهمیت زیادی به موقعیت یادگیری قائل است.در برنامه‌های درسی مبتنی بر این راهبرد، تلاش شده است تا بین مفاهیم و نظریه‌های شیمی و پدیده‌های موجود در زندگی واقعی دانش‌آموزان ارتباط برقرار شود و شکاف‌هایی موجود در برنامه‌های درسی سنتی مرتفع گردد.

در الگوی پیشنهادی این پژوهش نیز تلاش شده است تا تجربیات دانش‌آموزان بر اساس راهبرد « نیاز برای دانستن» و ارتباط مفاهیم شیمی با زمینه‌های واقعی زندگی آن‌ها سازماندهی گردد. از ویژگی های این برنامه می‌توان به نکات زیر اشاره نمود:

۱– سعی شده است تا از زمینه‌های اجتماعی استفاده شود تا از این طریق دانش‌آموزان بیش از بیش برانگیخته‌شوند.

---

1. Human Elements
2. Science- Technology- Society and Environment Approach
3. Need to Know
4. Meaningful
5. Vygotsky
6. Socio Cultural Perspective
7. Conceptual Change

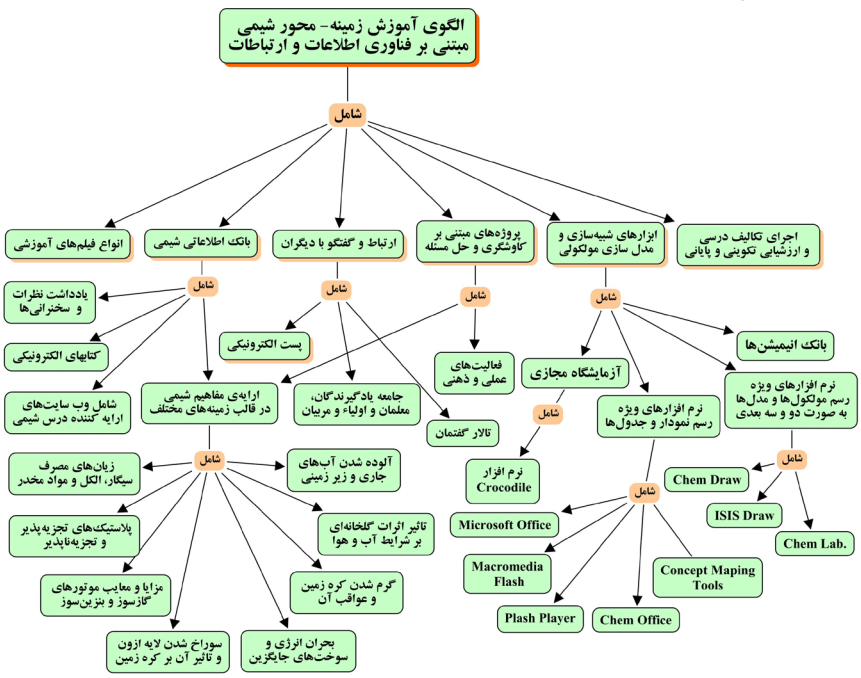
۲- مفاهیم شیمی بر اساس«نیاز برای دانستن» و «میل به دانستن» ارائه می‌شوند تا دانش‌آموزان هر چه بیشتر ارتباط مفاهیم آموخته شده با زمینه‌های مختلف زندگی شهروندی را کاملاً درک نمایند.

۳- تلاش می‌شود تا علاوه بر توجه به تفاوت‌های فردی دانش‌آموزان، تعامل بین دانش‌آموزان و معلم جهت مشارکت فعال آنان در فرایند یاددهی- یادگیری مورد توجه قرار گیرد.

ب- توصیف الگوی آموزش زمینه- محور شیمی مبتنی بر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات

الگوی پیشنهادی که با بهره‌گیری از نظریه ساخت و سازگرایی تدوین شده است، به ارائه ابزارهای ساخت دانش در غالب فعالیت‌های یادگیری دانش آموز- محور می‌پردازد. ابزارها و نرم افزارهای تعاملی در نظر گرفته شده در این الگو می‌توانند به آموزش‌های فردی یا گروهی، حل تمرین و شبیه‌سازی با کمک رایانه بپردازند. در این الگو دانش‌آموزان در آزمایشگاه‌های مجازی، شبیه‌سازی‌های مربوط به تجارب آزمایشگاه، مدل سازی و بررسی ساختار مواد شیمیایی را کامل می‌کنند. این تعامل می‌تواند با بهره‌گیری از فعالیت‌های متنوع و برخط مبتنی بر وب و در یک محیط تعاملی مجازی(شامل ارتباط‌های ویدئویی، شنیداری، کنفرانس‌های رایانه‌ای، تالارهای گفتمان) صورت پذیرد. نمای کلی الگوی پیشنهادی در شکل ۳ آورده شده است.

شکل ۳. الگوی آموزش زمینه- محور شیمی مبتنی بر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات



این محیط‌ها به‌طور ویژه‌ای غنی بوده و امکان یادگیری محتوا و مهارت‌های اجتماعی در قالب فعالیت‌های مشارکتی و توسعه روابط بین فردی را در فراگیران فراهم می‌سازد. الگوی ارایه شده این قابلیت را دارد تا محدودیت‌های موجود در زمان و مکان برنامه درسی را که در شیوه‌های آموزشی سنتی فقط به حضور دانش‌آموز در مدرسه محدود است، بر طرف نموده و فضا و زمان بیشتری را به آموزش و یادگیری اختصاص دهد.

منابع یادگیری این الگو شامل منابع مربوط به برنامه درسی ویژه دانش افزایی معلمان و فعالیت‌های یادگیری دانش‌آموزان است. در منابع حوزه برنامه درسی شیمی، دانش‌آموزان و معلمان برای انتخاب هر موضوع درسی به لینک‌های مختلف مرتبط می‌شوند. با مراجعه به این منابع، معلمان می‌توانند مطالب گوناگونی در زمینه طرح درس، مسابقات و آزمون‌های مختلف، سازمان‌های تخصصی آموزشی، کنفرانس‌های تخصصی، آیین‌نامه‌های آموزشی و تحصیلی و همچنین چگونگی تلفیق فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات به دست آورند.

سوق دادن دانش‌آموزان به یادگیری شیمی از طریق انجام پروژه‌های گروهی مورد تأکید پژوهشگران آموزش علوم می‌باشد. در این نوع فعالیت‌ها دانش‌آموزان ترغیب به مطالعه و بررسی اصول علمی مفاهیم می‌شوند. در این رویکرد زمینه- محور، معلم شیمی با بیان اهمیت موضوع مورد نظر، سبب انگیزش دانش‌آموزان و افزایش شور و اشتیاق در آنها شده، سؤالاتی در رابطه با ماهیت موضوع مورد پژوهش و یافتن جواب سؤالات، تفکر منطقی و روش پژوهش ارائه می‌کند تا به‌طور عملی دانش‌آموزان را در یک فعالیت علمی اکتشافی درگیر نماید (دوری و باراک، ۲۰۰۳).

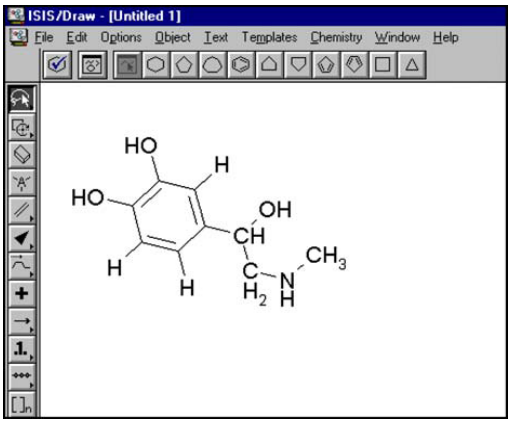
پروژه‌های مبتنی بر حل مسئله یکی از تکالیف درسی انفرادی برای فعالیت در سطح جامعه است که در آن دانش‌آموزان به هنگام حل یک یا چند مسئله مربوط به علم شیمی، ضمن مرور و بررسی مفاهیم و نظریه‌های شیمی، برای پیشبرد جواب‌ها با معلم، سایر دانش‌آموزان و همچنین برخی افراد جامعه به بحث و گفتگو می‌پردازند. در این روش، هر دانش‌آموز تکلیف مشابه ولی مواد شیمیایی و عناصر و یا نظریه متفاوتی را جهت بررسی دریافت می‌کند.

به عنوان بخشی ازملزومات پروژه، دانش‌آموزان از لینک‌های قرار داده شده در وب‌سایت به عنوان منابع اطلاعاتی استفاده کرده و برنامه‌های رایگان گرافیکی، انیمیشن، فیلم و نیز مقالات و مطالب گوناگون

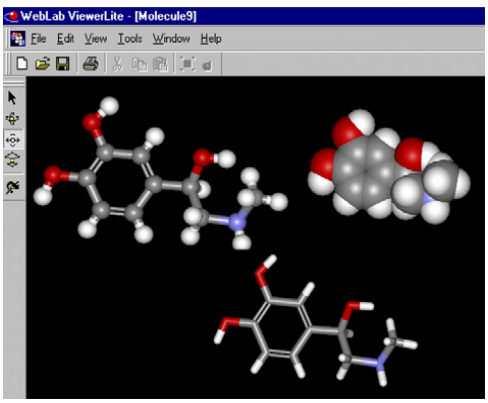
دریافت می‌کنند. این پروژه‌ها اغلب در سه بخش (۱) داروها و مواد شیمیایی معروف و پرکاربرد در زندگی روزمره مثل: استامنیوفن، آسپیرین، آدرنالین و غیره، (۲) عناصر جدول تناوبی و (۳) نظریه‌های علمی طرح می‌شوند. در شکل ٤ و ٥، ساختار رسم شده مولکول آدرنالین به صورت دوبعدی و سه بعدی با استفاده از نرم‌افزار رسم مولکولی ISIS Draw آورده شده است.

با قرار دادن گنجینه‌ای از پرسش‌ها در وب سایت طراحی شده بر پایه الگوی پیشنهادی، می‌توان از دانش‌آموزان خواست تا برای آمادگی کلاسی و شرکت در ارزشیابی‌های مستمر و پایانی، با ورود به شبکه، از انواع سؤال‌های کوتاه پاسخ، تشریحی، مصوّر و چند گزینه‌ای استفاده نمایند.

شکل ٤ . صفحه نمایش ساختار شیمیایی مولکول آدرنالین بوسیله نرم‌افزار ISIS-Draw



شکل ٥ . صفحه نمایش سه بعدی مولکول آدرنالین بوسیله نرم‌افزار Chem office



پ) یافته‌های حاصل از مطالعه میدانی

پس از طراحی الگوی آموزش زمینه- محور شیمی مبتنی بر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات، الگوی مربوطه برای اعتباربخشی در اختیار گروه مرجع قرار گرفت. نتایج عمده به دست آمده (صرف نظر از یافته‌های توصیفی که از حوصله مقاله حاضر خارج است) بر حسب هر یک از متغیرهای اصلی و نیز تفاوت نظرات کارشناسان و متخصصان تعلیم و تربیت به شرح زیر قابل عرضه است:

۱- ماهیت و ویژگی‌های الگوی آموزش زمینه- محور شیمی مبتنی بر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات

الگوی ارایه شده دارای ماهیت فعالیت‌محوری است. این فعالیت‌ها از طریق ایجاد فرصت‌های یادگیری جدید موجب ارتقای سطح سواد علمی دانش‌آموزان می‌شوند. در بررسی ویژگی های الگوی آموزش زمینه- محور شیمی مبتنی بر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات، می‌توان به مؤلفه‌های متعددی اشاره کرد که برخی از آن‌ها عبارتند از: انگیزشی بودن، نوآورانه بودن، جامع بودن، تسهیل کسب مهارت‌های پایه، پرورش روحیه کاوشگری و اکتشاف، آماده سازی برای کاربرد در زندگی واقعی، ارتقای مهارت‌های اجتماعی، توسعه نگرش‌های مثبت نسبت به علوم تجربی و عملی بودن در شرایط مدارس ایران.

داده‌های به دست آمده نشانگر مقبولیت مؤلفه‌های بیان شده از دیدگاه کارشناسان و متخصصان تعلیم و تربیت است. در جدول ۱، این مهم نشان داده شده است.

همانطور که در جدول۱ قابل استنباط است، با توجه به میزان t های به دست آمده و مقایسه آن با میزان t در درجات آزادی بیان شده و سطح اطمینان $\alpha = ٪۱$ می‌توان عنوان نمود که تفاوت معنی‌داری بین میانگین تجربی و نظری وجود دارد و از آنجا که میانگین تجربی از میانگین نظری بالاتر است، می‌توان گفت که ماهیت و ویژگی های الگوی آموزش زمینه- محور شیمی مبتنی بر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات از مقبولیت، جامعیت و اعتبار کافی برخوردار است.

جدول ۱ . میزان مقبولیت ماهیت و ویژگی های الگوی آموزش زمینه- محور شیمی مبتنی بر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات از دیدگاه نمونه‌های تحقیق با استفاده از آزمون t تک گروهی

ماهیت و ویژگی‌های الگو	میانگین نظری	میانگین تجربی	انحراف معیار	تعداد	خطای معیار	درجه آزادی	میزان t	خطای نمونه‌گیری
انگیزشی بودن	۳	۳/۸۵	۰/۷٤	٦۰	٪ ۱۰	۵۹	۸/۹۰	٪۱
نوآورانه بودن	۳	۳/۹٤	۰/۷۹	٦۰	٪ ۱۰	۵۹	۹/۲۱	٪۱
جامع بودن	۳	۳/۷۵	۰/٦٤	٦۰	٪ ۸	۵۹	۹/۱٤	٪۱
تسهیل کسب مهارت‌های پایه	۳	۳/۷۲	۰/۵۹	٦۰	٪ ۸	۵۹	۹/٤۷	٪۱
پرورش روحیه کاوشگری و اکتشاف	۳	۳/۸۹	۰/۷۱	٦۰	٪ ۹	۵۹	۹/۷۱	٪۱
آماده سازی برای کاربرد در زندگی واقعی	۳	۳/۷۷	۰/۷٤	٦۰	٪ ۱۰	۵۹	۸/۰٦	٪۱
ارتقای مهارت‌های اجتماعی	۳	۳/۷۲	۰/۵۷	٦۰	٪ ۷	۵۹	۹/۷۸	٪۱
توسعه نگرش‌های مثبت نسبت به علوم تجربی	۳	۳/۹۱	۰/۷٦	٦۰	٪ ۱۰	۵۹	۹/۲۸	٪۱
عملی بودن در شرایط مدارس ایران	۳	۳/۸۳	۰/٦۹	٦۰	٪ ۸	۵۹	۹/۳۲	٪۱

۲- اصول و مفروضات الگوی آموزش زمینه- محور شیمی مبتنی بر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات

الگوی آموزش زمینه- محور شیمی مبتنی بر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات بر پاره‌ای اصول استوار است که متغیرهای آن عبارتند از: اقتضایی بودن به معنای استفاده از روش‌ها و رویکردهای مختلف یادگیری براساس شرایط خاص و نیازهای مدارس، داشتن هویت تربیتی، استفاده از سطوح مختلف تفکر ماکروسکوپی، مولکولی، نمادی و زمینه در یاددهی- یادگیری شیمی، استفاده مناسب از زمینه‌ها برای یادگیری موقعیت یافته شیمی، تبیین و به کارگیری سطوح مختلف سواد شیمی، در نظر گرفتن میزان مشارکت معلم و دانش‌آموزان در فعالیت‌های آموزشی و در نظر گرفتن انواع مسائل و موضوع‌های جاذبه‌دار در سطح جامعه.

اصول و مفروضات در نظر گرفته شده برای الگوی پیشنهادی از دیدگاه گروه مرجع مورد ارزیابی و

داوری قرر گرفتند. داده‌های حاصله در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲ . میزان مقبولیت اصول و مفروضات الگوی آموزش زمینه- محور شیمی مبتنی بر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات از دیدگاه نمونه‌های تحقیق با استفاده از آزمون t تک گروهی

اصول الگوی پیشنهادی	میانگین نظری	میانگین تجربی	انحراف معیار	تعداد	خطای معیار	درجه آزادی	میزان t	خطای نمونه‌گیری
اقتضایی بودن	۳	۳/۷۳	۰/۹۵	٦۰	٪۱۲	۵۹	۵/۹۷	٪۱
داشتن هویت تربیتی	۳	۳/۸۱	۰/۸٤	٦۰	٪۱۱	۵۹	۷/۵۰	٪۱
استفاده از رویکردهای مختلف یاددهی-یادگیری	۳	۳/۸٦	۰/۷۹	٦۰	٪۱۰	۵۹	۸/٤۳	٪۱
تبیین و به کارگیری سطوح تفکرماکروسکوپی، مولکولی و نمادی	۳	۳/۷۹	۰/۹۳	٦۰	٪۱۲	۵۹	٦/۵۸	٪۱
در نظر گرفتن میزان مشارکت معلم و دانش‌آموزان در فعالیت‌های یاددهی-یادگیری	۳	۳/۹۰	۰/۹۱	٦۰	٪۱۲	۵۹	۷/٦۹	٪۱
در نظر گرفتن سطوح مختلف سواد شیمی	۳	۳/۸۵	۰/۸۸	٦۰	٪۱۱	۵۹	۷/۵۲	٪۱
جامع بودن اصول بیان شده در الگو	۳	۳/۷۷	۰/۹۱	٦۰	٪۱۲	۵۹	٦/۵۸	٪۱
معتبر بودن اصول بیان شده در الگو	۳	۳/۸٤	۰/۸۸	۱۳۰	٪۱۱	۵۹	۷/٤۳	٪۱

همانطور که در جدول ۲ قابل استنباط است، با توجه به میزان t های به دست آمده و مقایسه آن با میزان t در درجات آزادی بیان شده و سطح اطمینان $\alpha = ٪۱$ می‌توان عنوان نمود که تفاوت معنی‌داری بین میانگین تجربی و نظری وجود دارد و از آنجا که میانگین تجربی از میانگین نظری بالاتر است، می‌توان گفت که اصول در نظر گرفته شده برای الگوی پیشنهادی از دیدگاه گروه مرجع، از مقبولیت، جامعیت و اعتبار کافی برخوردار است.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

بر طبق الگوی آموزش زمینه- محور شیمی مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات پیشنهادی در این مقاله، تعامل بین اجزای کلیدی موجود در آموزش زمینه- محور شیمی سهم به سزایی در ساخت دانش و یادگیری مفاهیم شیمی دارند. در این الگو، دانش در تعامل با افراد، مکان‌ها و اشیاء شکل می‌گیرد. این الگو به دانش به عنوان یک فرایند نگاه می‌کند و معتقد است که نباید به دانش به عنوان بسته‌ای قابل انتقال به ذهن دانش‌آموزان نگریسته شود.

الگوی پیشنهادی دارای چهار عنصر اصلی است که عبارتند از: اهداف، اصول، محتوا و روش‌ها. این الگو کاملاً دانش‌آموز محور بوده و نقش اصلی را در آموزش زمینه- محور شیمی مبتنی بر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات، دانش‌آموزان ایفا می‌کنند و معلم در نقش راهنما و مشاور انجام وظیفه می‌کند. از ویژگی های بارز الگوی پیشنهادی می‌توان به در نظر گرفتن انواع نظریه‌های یادگیری، توجه به متغیرهای آموزش زمینه- محور شیمی، استفاده از توانمندی‌های فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات و نیز استفاده از رویکردهای اکتشافی، حل مسئله و کاوشگری با در نظر گرفتن میزان دخالت دانش‌آموز و معلم در انجام فعالیت‌ها اشاره کرد. این فعالیت‌ها می‌توانند از سطوح ساده به دشوار طراحی و تنظیم شده و با متغیر عمده یعنی میزان درجه آزادی دانش‌آموز در انتخاب نوع فعالیت، شیوه اجرا و نیز اخذ نتیجه به سرانجام برسد. روی این اصل در مقایسه با سایر الگوهای موجود (باراک، ۲۰۰۷؛ رافائلی و همکاران، ۲۰۰٤) از جامعیت بیشتری برخوردار است.

در این الگو دانش‌آموزان در قالب گروههای کوچک دانش‌آموزی در کنار یکدیگر و یا به صورت انفرادی به فعالیت پرداخته و بسیاری از مهارت‌های شهروندی از جمله روحیه فعالیت گروهی، توانایی تحمل آرا و عقاید دیگران، رعایت نظم و ترتیب در فعالیت‌ها، کاوشگری، حل مسئله و ... در آنان رشد یافته و تقویت می‌شود. الگوی پیشنهادی با در نظر گرفتن درک عمیق مفاهیم و استفاده از رویکرد یادگیری- محور، کمک زیادی به این امر کرده و عناصر و متغیرهای آن طوری در نظر گرفته شده است که در یک آموزشگاه با سطح متوسط در اقصی نقاط کشور قابلیت انجام دارد. استفاده از آخرین یافته‌های پژوهشی بین‌المللی در طراحی و تدوین این الگو سبب شده است تا جنبه نوآورانه بودن این الگو به‌طور جدّی مشهود شود.

راهبرد آموزشی آموزش زمینه- محور شیمی مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات که بر اساس تحریک دستگاه حسی دانش‌آموزان از طریق تصاویر، رنگ، صدا و حرکت پایه ریزی شده است، اشتیاق

ذهنی دانش‌آموزان را برانگیخته و به واسطه این‌که آنان را از نقش منفعل گیرنده اطلاعات به نقش فعال تولید کنندهٔ دانش سوق می‌دهد، مولد حس لذت در آنان می‌شود. این الگو که بر پایه انجام فعالیت‌های مبتنی بر کاوشگری، حل مسئله و کشف مفاهیم پایه‌ریزی شده است، یک راهبرد دانش آموز- محور و فعالیت مدار محسوب می‌شود. شالوده‌ی اصلی این راهبرد رسیدن به درک شخصی از یک تجربه واقعی و طراحی برنامه‌هایی برای استفاده از یادگیری‌ها در محیط‌های دیگر است. دانش‌آموزان با تشخیص مسئله و ارزیابی کلیه متغیرهای مورد نظر در حل مسئله و انجام فعالیت‌های کاوشگری، به ساخت دانش مبتنی بر نظریه یادگیری ساخت و سازگرایی نایل می‌شوند. بدون شک برای اجرای طرح‌های پژوهشی مبتنی بر حل مسئله، دانش‌آموزان مجبور هستند تا به جستجوی انواع منابع مختلف پرداخته و اطلاعات لازم در زمینه مسئله مورد مطالعه و نظریه‌های علمی دخیل در آن‌را کسب نمایند. در این فرایند دانش‌آموزان می‌توانند با سایر دانش‌آموزان، معلمان و حتی مدارس دیگر به تبادل اطلاعات پرداخته و تشریک مساعی نمایند. یافته‌های این شیوه آن قدر عمیق و دامنه‌دار هستند که دانش‌آموزان می‌توانند در موقعیت‌ها و زمینه‌های مختلف نیز از یافته‌های خود به نحو احسن برای حل مسائل مشابه استفاده نمایند (دوری و هامیری، ۲۰۰۳).

یادگیری مفاهیم علم شیمی در سطوح چهارگانه مبتنی بر تاکسونومی ماهافی، شامل سطوح مولکولی، ماکروسکوپی، نمادی و زمینه- محور (عوامل انسانی) سبب می‌شود تا دانش‌آموزان بتوانند به درک عمیقی از مفاهیم شیمی در قالب اهداف دانشی، مهارتی و نگرشی نایل آیند. لازم به ذکر است که کتاب‌های درسی به دلیل محدودیت‌های موجود، قادر به ارایه‌ی مفاهیم شیمی منطبق بر تاکسونومی ذکر شده نیستند. همچنین با عنایت به در نظر گرفتن سطوح مختلف سواد شیمی و تلاش برای پوشش دادن آنها در برنامه درسی قصد شده و اجرا شده، محتوای آموزشی و زمان در نظر گرفته شده در برنامه درسی نمی‌تواند پاسخ‌گوی تأمین سطوح مورد نظر باشند. به همین خاطر باید به دنبال آلترناتیوهای مناسبی بود تا با به خدمت گرفتن بخشی از زمان اختصاصی دانش‌آموزان در منزل و یا خارج از مدرسه، بتوان به اهداف آموزشی مورد نظر رسید.

همانطور که در بخش‌های قبلی مقاله ملاحظه شد، همه‌ی متغیرهای مورد نظر و ارتباطات بین آن‌ها که مستخرج از منابع علمی- پژوهشی حوزه برنامه درسی شیمی بودند، مورد تایید کارشناسان و متخصصان تعلیم و تربیت قرار گرفتند و در هیچ یک از موارد، تفاوت معنی‌داری بین نظر کارشناسان گروه های آموزشی و متخصصان تعلیم و تربیت در زمینه اعتبار الگو مشاهده نشد.

در عین حال، پژوهش دارای داده‌های کیفی بسیاری در خصوص نقطه نظرات، نکات و زمینه‌های ضروری برای لحاظ کردن در الگوی آموزش زمینه- محور شیمی مبتنی بر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات بوده است که در این‌جا به منظور جلوگیری از طولانی شدن بحث‌ها از آن‌ها صرف‌نظر می‌شود.

در خصوص وضعیت آموزش شیمی و تحقق اهداف در نظرگرفته شده در برنامه درسی جهت آموزش سه بعدی شیمی و نایل آمدن به سطوح بالاتر سواد شیمی در مدارس، همانطور که پژوهش‌های قبلی (بدریان و کیامنش، ۱۳۸۷) نشان دادند، به‌علت محدودیت‌های موجود در برنامه درسی، زمان و نیز استلزامات موجود در مدارس، برنامه درسی رسمی قادر به تحقق اهداف ذکر شده نبوده و استفاده چندانی هم از فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات برای جبران کاستی های موجود به عمل نمی‌آید (هنرپرور و بدریان، ۱۳۸۷). یکی از علت‌های اصلی آن عدم وجود یک الگوی مشخص برای برنامه‌ریزی، طراحی و اجرای فعالیت‌های اثر بخش یاددهی- یادگیری شیمی مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات است. بنابراین در صورتی که نظرات گروه مرجع یعنی متخصصان تعلیم و تربیت و کارشناسان گروه های آموزشی را در خصوص الگوی آموزش زمینه- محور شیمی مبتنی بر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات بپذیریم، ضروری است زمینه‌های لازم را برای اجرای این الگو در سطح کشور فراهم آوریم. هر چند گام بعدی نگارنده، بررسی اثربخشی الگوی پیشنهادی در یک پژوهش شبه آزمایشی نسبتاً محدود است؛ اما شواهد امر نشان می‌دهد که زمینه برای اجرای گام به گام این الگو در سطح کشور فراهم است.

منابع

بدریان، عابد(۱۳۸۸)، آموزش شیمی- راهبردها و شیوه‌های نوین آموزش شیمی در مدارس،انتشارات مبنای خرد، تهران

بدریان، عابد و کیامنش، علیرضا (۱۳۸۷). ضرورت بازاندیشی در برنامه‌ریزی درسی شیمی در دوره‌های مختلف تحصیلی، هفتمین همایش ملی انجمن مطالعات برنامه درسی ایران، دانشگاه تربیت معلم تهران.

راهنمای برنامه درسی شیمی (۱۳۷۹)، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، وزارت آموزش و پرورش، ایران.

هنرپرور، بهاره و بدریان، عابد (۱۳۸۷). طراحی و اعتباربخشی الگوی اثربخش یاددهی- یادگیری شیمی مبتنی بر ICT در دوره متوسطه، گزارش طرح پژوهشی، موسسه پژوهشی برنامه‌ریزی درسی و نوآوری‌های آموزشی، تهران.

Badrian، A. (2008). Investigation the impacts of Web- based chemistry courses on chemical literacy among high- school students، 9th European conference on research in chemical education، 6-9 July، Istanbul، Turkey.

Barak، M. (2007)، Transition from traditional to ICT-enhanced learning environments in undergraduate chemistry courses، *Computers & Education* 48 (30–43).

Barak، M.، & Dori، Y. J. (2005). Enhancing undergraduate students_ chemistry understanding through project-based learning in an IT environment. *Science Education*، 89(1)، 117–139.

Barak، M.، & Rafaeli، S. (2004). Online question-posing and peer-assessment as means for Web-based knowledge sharing. *International Journal* of *Human–Computer Studies*، 61(1)، 84–103.

Bennett، J.، Gräsel، C.، Parchmann، I.، & Waddington، D. (2005). Context-based and conventional approaches to teaching chemistry: Comparing teachers' views. *International Journal of Science Education*، 27، 1521–1547.

Bulte، A. M. W.، Westbroek، H. B.، de Jong، O.، & Pilot، A. (2006). A research approach to designing chemistry education using authentic practices as contexts. *International Journal of Science Education*، 28(9)، 1063–1086.

Donovan، W. J.، & Nakhleh، M. B. (2001). Students_ use of Web-based tutorial materials and their understanding of chemistry concepts. *Journal of Chemical Education*، 78، 975–980.

Dori، Y. J.، & Hameiri، M. (2003). Multidimensional analysis system for quantitative chemistry problems-symbol، macro، micro and process aspects. *Journal of Research in Science Teaching*، 40(4)، 278–302.

Gilbert، J. K. (2006). On the Nature of "Context" in Chemical Education. *International Journal of Science Education*، 28(9)، 957–976.

Honarparvar، B. & Badrian، A. (2008). Designing and accrediting an ICT-based effective model for Teaching and Learning of Chemistry in Secondary Schools، 9th European Conference on Research in Chemical Education، 6-9 July، Istanbul، Turkey.

Johnstone، A.H. (1997). Chemistry teaching - Science or alchemy? *Journal of Chemical Education*، 74، 262-268.

Johnstone، A. H. (2000). Teaching of Chemistry: Logical or Psychological، *Chemistry Education: Research and Practice*،1(1)، 9- 15.

Liu، D. L. Walter، J. and Brooks، D. W. (1998)، Delivering a Chemistry Course over the Internet، *Journal of Chemical Education*، 75 (123-125).

Mahaffy، P. (2004). The future shape of chemistry education، *Chemistry Education: Research and Practice*، 5 (3) 229- 245.

Pilot، A.، & Bulte، A. M. W. (2006). The Use of "Contexts" as a Challenge for the Chemistry Curriculum: Its successes and the need for further development and understanding، *International Journal of Science Teaching*، 27، 323-344.

Shwartz Y.، Ben-Zvi R. and Hofstein A.، (2005)، The importance of involving high-school chemistry teachers in the process of defining the operational meaning of 'chemical literacy'، *International Journal of Science Teaching*، 27، 323-344.

Shwartz Y.، Ben-Zvi R. and Hofstein A.، (2006)، Chemical literacy: what it means to scientists and school teachers?، *Journal of Chemical Education*، 83، 1557-1561.

Van Oers، B. (1998). From context to decontextualizing. *Learning and Instruction*، 8(6)، 473–488.

Vygotsky، L. S. (1978). Mind in Society. *The development of higher psychological processes*. Cambridge، MA: Harvard University Press.