مقاله مروری

پژوهش در آموزش شیمی، سال چهارم، شماره سوم، انتشار: بهار ۱۴۰۲

پژوهش در آموزش شیمی

مقالات منتشر شده در چهارمین همایش ملی آموزش شیمی ایران

http://chemedu.cfu.ac.ir

طراحی محتوای آموزشی برای موضوع الکتروشیمی با تلفیق دو رویکرد STEM و TPACK

امیر محمد بهرامی مداح[۱]، مهرانگیز فتحی نیا*[۲]، حمیده حقیقت[۲]، زهره سرکان[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی آموزش شیمی، دانشگاه فرهنگیان، پردیس علامه امینی، تبریز، ایران

[۲] استادیار شیمی گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران.

[۳] کارشناس نظارت بر مراکز پیش دبستانی، اداره کل آموزش و پرورش، همدان، ایران

* fathinia@cfu.ac.ir

چکیده:

الکتروشیمی یکی از زیر شاخه‌های شیمی می‌باشد که به بررسی واکنش‌های شیمیایی می‌پردازد که در اثر عبور جریان الکتریکی انجام می‌شوند، یا انجام یافتن آن‌ها سبب ایجاد جریان الکتریکی می‌شود. الکتروشیمی همواره یکی از دروس دشوار در دوره دبیرستان شناخته می‌شود و یاددهی و یادگیری آن همواره مشکل بوده است. یکی از دغدغه‌های همیشگی دبیران شیمی آموزش الکتروشیمی بوده است و همواره سعی در ارائه راهکارهایی داشته اند که سبب تسهیل در یادگیری شیمی گردد. در پژوهش حاضر به طراحی محتوای آموزشی در زمینه ی الکتروشیمی با رویکرد STEM (علوم، تکنولوژی، مهندسی و ریاضی) برای دانشجویان رشته شیمی در مقطع کارشناسی پرداخته شده است که طی آن معلم خود به طراحی محتوای آموزشی و ساخت محتوای دانشی اقدام میکند. همچنین پس از طراحی محتوای آموزشی معلم باید بتواند این طراحی آموزشی را با رویکرد نوین نیز آموزش بدهد یعنی بهره گیری از رویکرد TPACK (دانش محتوایی فناوری آموزشی). رویکرد STEM و TPACK استفاده شده در این پژوهش از روشها و رویکردهای نوین طراحی محتوی آموزشی و تدریس میباشد که استفاده از آنها در تدریس و طراحی یک محتوای آموزشی به یادگیری طولانی مدت و معنادار فراگیران کمک میکند و منجر به کاوشگری و کسب مهارت در فراگیران میشود. با این حال، اجرای موفقیت آمیز چنین رویکردها و راهبردها، مستلزم آن است که معلمان از آنها آگاه بوده و فعالیتهای کلاس را بر این اساس هدایت کنند.

کلیدواژه‌ها: طراحی محتوا، الکتروشیمی، رویکرد STEM و TPACK، رویکرد تلفیقی

مقدّمه

کیفیت هر جامعه به نظام آموزشی آن جامعه وابسته است. اگر دانش‌آموزان، ارزش‌ها، هنجارها و مهارت‌های اجتماعی لازم برای شهروندی خوب بودن را نیاموزند و همچنین مهارت‌ها و تخصص لازم برای انجام وظایف فردی و اجتماعی خود را به طور مؤثر و کارآمد فرا نگیرند، واحدهای آموزشی رسالت خود را به انجام نرسانیده‌اند. تحقق این رسالت مستلزم توجه به کیفیت نظام آموزشی است (بیرامی و دیگران، ۲۰۱۹). اما چه تعریفی می‌توان از کیفیت داشت (دورتی، ۲۰۰۸). در لغتنامه دهخدا کیفیت؛ چگونگی و حالت و وضعی که در چیزی حاصل می‌شود، معنی شده است. فایگن بام کیفیت را "توانایی یک محصول در برآوردن هدف مورد نظر، که با حداقل هزینه ممکن تولید شده باشد" تعریف میکند (تورانی، ۲۰۰۱؛ زمانیان و همکاران، ۱۳۹۹). بنابراین کیفیت آموزش و پرورش به عواملی بستگی دارد که در تولید این خدمت مشارکت می‌نمایند. این عوامل می‌توانند شامل موارد زیر باشند (عمادزاده و بختیاری، ۱۳۸۲): کیفیت دانش‌آموزان، کیفیت معلمان، کیفیت امکانات و تجهیزات ضروری و کیفیت خدمات اداری سازمان‌های هدایت‌کننده و برنامه‌ریزان آموزشی در جامعه . از این رو لحظه سرنوشت‌ساز آموزش لحظه‌ای است که دانش‌آموز یاد می‌گیرد. تحقیق و تجربه نشان می‌دهد که یادگیری نتیجه یک عامل خاص مثل جزوه درسی، برنامه درسی یا حتی معلم نیست. یادگیری به کل بافت یادگیری و ترکیب کل دروندادها بستگی دارد. آموزش همانطور که ذکر شد نتیجه تدریس خوب، برنامه درسی مرتبط، محیط‌های آموزشی مجهز، مدیریت اثربخش و کاربرد روش‌های یادگیرنده محور است (جوزف، ۱۹۹۷). در کشور اندونزی نیز چنین نتایجی توسط محققان آن‌ها به دست آمده است (سوپاندی، ۲۰۱۷).

در جوامع امروزی، یادگیری به‌عنوان بخشی مهمّ از زندگی انسان محسوب می‌شود. بنابراین یادگیری در رأس اهداف و محور برنامه‌های درسی و آموزشی قرار دارد. برای رسیدن به موقعیّت‌های برتر تحصیلی و شغلی، در ابتدا باید محیط مناسب یادگیری جهت آموزش افراد فراهم شود. به‌وسیله‌ی آموزش صحیح و اصولی می‌توان افراد توانمند و موفقی برای جامعه ساخت. در واقع پیشرفت یک کشور در گرو نحوه‌ی آموزش آن کشور است. وجود دو عنصر اساسی مدرّس و فراگیر در جریان فرآیند آموزش، ضروری می‌باشد. مدرّس با فراهم آوردن شرایط مطلوب یادگیری، باعث یادگیری معنادار و اثربخش در فراگیران می‌شود. امروزه با توجّه به بررسی‌های صورت‌گرفته به این نتیجه رسیده‌اند که روش‌تدریس باید با نحوه‌ی یادگیری فراگیران مطابقت داشته باشد. از این‌رو رفته‌رفته از الگوی قدیم تدریس فاصله گرفته و به‌سمت الگوی نوین تدریس پیش می‌رویم. آموزش به سبک نوین سبب تولید ایده‌های نو می‌گردد و بدین ترتیب خلاقیت در فراگیران شکوفا می‌شود. در کشورهای توسعه یافته، آموزش علوم پایه از اهمّیّت فراوانی برخوردار است. آن‌ها پیشرفت و توسعه در حوزه‌های پزشکی، داروسازی، مهندسی، کشاورزی و... را در گرو آموزش علوم پایه می‌دانند و هرساله سرمایه‌ی فراوانی را جهت بهبود آموزش علوم پایه صرف می‌کنند. بنابراین باید با نگاه ویژه‌ای به آموزش علوم پایه

پرداخت. آموزشی که با رویکرد کاوشگرانه توام با فعّالیّت عملی همراه باشد، در نهایت منجر به کشف ایده‌های بزرگ در سطح جامعه می‌شود (تانومسیلپ ۲۰۱۸).

شیمی یکی از دروس علوم پایه همانند فیزیک (ماسوریر و کوربین، ۲۰۰۶)، ریاضی (پیا، ۲۰۱۵) و... است که نگرانی در مورد یادگیری آن سابقه طولانی دارد. به طوریکه دانشمندان زیادی همچون کلیف اوتو، مالین و جانستون (احمدآبادی، ۱۳۹۹) در زمان خود به‌دنبال راهی برای حل مشکل یادگیری شیمی بودند. یادگیری و آموزش شیمی زمان‌بر است و همین عامل باعث می‌شود تا دانش-آموزان و معلمان از روی آوردن به مطالعه آن خودداری نمایند. شیمی برای دانش‌آموزان در کشورهای مختلف به عنوان یک درس دشوار توصیف شده‌است (اورگیل و دیگران، ۲۰۰۴). تحقیقات نشان داده است که بسیاری از دانش‌آموزان به درستی مفاهیم پایه شیمی را درک نمی‌کنند (کامیسا و نور، ۲۰۱۳) زیرا دارای مفاهیم انتزاعی زیادی است (ایاس و همکاران، ۱۹۹۷). و نیز بسیاری از عقیده‌های علمی نادرست توسط دانش‌آموزان تا دانشگاه و گاهی وقت فراتر از آن نگه‌داشته می‌شود (سوزبیلر و پیناربپی ، ۲۰۱۰). چون دانش‌آموزان مفاهیم پایه را به طور کامل و مناسب درک نمی‌کنند، آن‌ها در درک مفاهیم پیشرفته که به همین مفاهیم پایه وابسته می‌باشند به مشکل برمی‌خورند (ولدماموئل و همکاران، ۲۰۱۴). بسیاری از دانش‌آموزان در دوره دبیرستان و دانشجویان در دانشگاه با مشکلات اساسی در یادگیری شیمی روبرو هستند. با وجود اهمیت پایه شیمی، اکثر دانش‌آموزان از دوره‌های مقدماتی با درک بسیار محدودی از موضوع ظاهر می‌شوند (ولدماموئل و همکاران، ۲۰۱۴). بسیاری از محققان، معلمان و مربیان، علم شیمی را به عنوان یک موضوع سخت برای دانش‌آموزان لحاظ می‌کنند. به دلیل ماهیت انتزاعی بسیاری از مفاهیم شیمی، سبک‌های تدریس در کلاس، عدم کمک-های آموزشی و مشکل زبان شیمی همه این‌ها موجب می‌شوند تا دانش‌آموزان از سطح ابتدایی تا دانشگاه تصورات غلط خود را از مفاهیم شیمی توسعه دهند (تِمِچگن ۲۰۰۱).

الکتروشیمی علمی مابین شیمی فیزیک و شیمی تجزیه است. به الکتروشیمی، برق شیمی هم گفته می‌شود. علم الکتروشیمی واکنش های شیمیایی را بررسی می‌کند که به دلیل عبور جریان الکتریکی انجام می شوند. از دیگر کاربرد الکتروشیمی می توان به بررسی واکنش هایی اشاره کرد که انجام آن‌ها جریان الکتریکی تولید می‌کند. جالب است بدانید انجام این واکنش‌ها با تغییر در عدد اکسایش همراه است. تمام واکنش‌های الکتروشیمی از نوع واکنش اکسایش کاهش هستند. درواقع مبادله الکترون قسمت اجتناب ناپذیر این واکنش‌ها محسوب می‌شود. واکنش‌هایی مانند زنگ زدن آهن و فاسد شدن مواد غذایی از واکنش های مضر اکسایش کاهش و الکتروشیمی محسوب می‌شوند. واکنش‌های مانند آبکاری فلزات و سوختن از واکنش‌های مفید اکسایش کاهش یا همان الکتروشیمی به حساب می‌آیند (پاک‌روح، ۱۳۸۶).

یکی از سخت‌ترین مباحث برای دانش‌آموزان دبیرستانی، الکتروشیمی است، زیرا دارای مفاهیم انتزاعی زیادی است. (اوزکایا، ۲۰۰۲) مشکلات یادگیری در الکتروشیمی را ناشی از عدم درک کلی مفهومی می‌داند و این را به توضیحات ناکافی کتاب‌های درسی نسبت می‌دهد. علاوه براین، مشخص

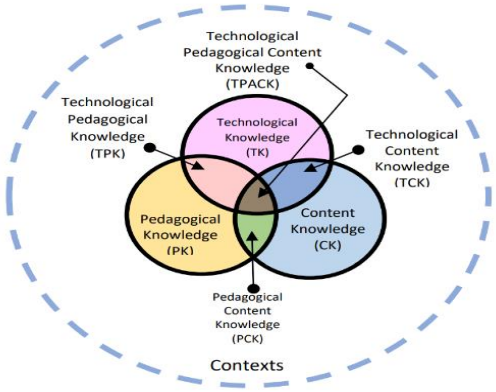
شد که "الکتروشیمی" به دلیل ساختار پیچیده‌ای که دارد برای دانش‌آموزان دشوارترین موضوعی است که قابل آموزش و درک است. مطالعات متعددی برای تعیین تصورات غلط در مورد الکتروشیمی در جهان انجام شده‌است (اسمیت و همکاران، ۲۰۰۷). شواهد نشان می‌دهد کتاب‌ها و تدریس نادرست، مسئول بسیاری از تصورات غلط دانش‌آموزان در ارتباط با الکتروشیمی می‌باشند. تصورات نادرستی که دانش‌آموزان دارند بر عملکرد آن‌ها در یادگیری دروس آینده تأثیر می‌گذارد. باید مطالعاتی برای یافتن موانع یادگیری و غلبه بر آن‌ها انجام شود. در گذشته محققان تصور می‌کردند روش‌های تدریس مصاحبه‌گونه، تاثیر بیشتری در یادگیری الکتروشیمی دارند اما با توجه به مفاهیم انتزاعی آن، روش‌های نوین در تدریس مؤثرتر خواهند بود (سنگر،۱۹۹۷). تدریس به روش‌های نوین الزامات جدیدی را بر عهده معلم قرار می‌دهد. ابتدا، معلم باید از تصورات غلطی که دانش‌آموز دارد آگاه باشد (بودنر، ۱۹۹۱). آگاه بودن، یعنی با استفاده از آزمون یا پرسش و پاسخ به ضعف‌های آن‌ها آگاه شود و با توجه به داده‌ها، روش‌هایی نوین را برای تدریس بهتر برگزیند تا دقیقا بر روی نقاط ضعف متمرکز شود.

تحقیقات انجام شده نشان می دهد که دانسته‌های قبلی دانش‌آموزان در مورد پدیده‌های علمی می‌توانند در یادگیری صحیح آن‌ها از مفاهیم علمی تأثیر بگذارند (درایور و ایزلی ، ۱۹۷۸؛ پالمر، ۱۹۹۹، ۲۰۰۱) . با این حال، هنگامی که مطالعات انجام شده در سراسرجهان مورد بررسی قرار می‌گیرد، مشخص می‌شود که دانش‌آموزان قبل یا بعد از ورود به کلاس درس تصورات غلطی دارند. این تصورات غلط بر یادگیری آینده دانش‌آموزان تأثیر منفی خواهدگذاشت (ایاس،۲۰۱۰). از این نظر، مهم است که دانش‌آموزان از تصورات غلط خلاص شوند. اصطلاح "تصورات غلط" به این معنی است که دانش‌آموزان دارای دیدگاه‌های مختلفی هستند که متفاوت از تصور علمی مورد قبول جامعه علمی است (چو و همکاران، ۱۹۸۵). این ممکن است ناشی از تدریس، معلمان، کتاب‌های درسی، اختلاف بین زبان روزانه و زبان علمی و حتی محیط اجتماعی دانش‌آموزان باشد. اگر معلم به‌طور کامل دانش موضوعی را در اختیار نداشته‌باشد و تصورات موجود خود را درست بداند (گینس و همکاران، ۱۹۹۵)، ممکن است تصورات نادرستی را در دانش‌آموز ایجاد و یا حتی آن‌ها را تشدیدکند (کلیک و همکاران، ۲۰۰۵).

وقتی دانش‌آموزان موضوعی را چالش‌برانگیز توصیف می‌کنند و تصورات نادرستی در مورد آن موضوع داشته‌باشند (یلماز و همکاران،۲۰۰۲)، بر عملکرد آن‌ها در یادگیری دروس آینده تأثیر می‌گذارد (سنگر و همکاران، ۱۹۹۷). باید مطالعاتی برای یافتن موانع یادگیری و سپس غلبه بر آن‌ها انجام گیرد. محیط‌های یادگیری دانش‌آموزمحور که با روش‌ها و تکنیک‌های مؤثر غنی شده‌اند، به‌منظور کمک به دانش‌آموزان برای درک مفاهیم چالش برانگیز مورد نیاز است. برخی از مطالعات، راه‌هایی را برای غلبه تصورات غلط در مورد الکتروشیمی پیشنهاد کرده‌اند. همه آن‌ها اشاره می‌کنند که روش‌ها و تکنیک‌های تغییر مفهومی در رفع تصورات غلط دانش‌آموزان مؤثر است.

مدل آموزشی «محتوایی-پداگوژیکی و فناورانه[1] (TPACK)» و پژوهش‌های انجام شده در این حوزه:

با ظهور فناوری‌های جدید، توجه معلمان به تفکر دانش‌آموزان، برنامه درسی و تصمیم‌گیری آموزشی برای ظهور فناوری در کلاس درس، معطوف شد (نیس، ۲۰۱۱). یک چارچوب جدید برای مفهوم‌سازی دانش معلم توسعه داده شد تا برنامه‌های آماده‌سازی معلمان را در درگیر و مشغول ساختن آنان به تلفیق تکنولوژی مناسب، حمایت و پشتیبانی کند (امینی‌فر و همکاران، ۲۰۱۱). محققان موضوع یکپارچه‌سازی دانش فناوری با دانش پداگوژیکی و دانش محتوایی را مشابه روشی که شولمن در توسعه PCK[2] ارائه داده بود، مورد بررسی قرار دادند. این مطالعه و بررسی، منجر به توسعه مدل محتوایی-پداگوژیکی به مدل محتوایی- پداگوژیکی و فناورانه شد. «دانش محتوایی-پداگوژیکی و تکنولوژیکی»، به‌عنوان فصل مشترک محتوا، پداگوژی (یاددهی و یادگیری دانش‌آموزان) و تکنولوژی است که توسط پژوهشگران متعددی از جمله مارگروم- لیز و مارکس[3]، میشرا و کوهلر[4]، نیس[5] و پیرسون[6]، مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. قابل ذکر است که عوامل دیگری همچون زمینه‌های مطالعاتی قبلی و میزان تجربه آموزشی یک معلم می‌تواند در کیفیت یکپارچه‌سازی دانش فناوری با دانش پداگوژیکی و دانش محتوایی مؤثر باشد (هرینگ و همکاران، ۲۰۱۶؛ موزا و همکاران ۲۰۱۴). میشرا و کوهلر[7]، در کتاب راهنمای چارچوب دانش محتوایی -پداگوژیکی و فناورانه، این سه مجموعه را به هفت مؤلفه گسترش دادند (نیس، ۲۰۱۱؛ امینی‌فر و همکاران، ۲۰۱۱؛ هرینگ و همکاران، ۲۰۱۶؛ موزا و همکاران ۲۰۱۴). شکل ۱ را ببینید:



شکل ۱: ارتباط چرخه ای بین مفاهیم مختلف دانش آموزش محتوا

[1] Technological Pedagogical Content Knowledge
[2] Pedagogical Content Knowledge
[3] Marx & Liz - Margrom
[4] Koehler & Mishra
[5] Niess
[6] Pearson
[7] Koehler & Mishra

الگوی TPACK سه بُعد اساسی آموزش و چهار بعد تعامل بین آنها را متمایز می‌کند و در مجموع شامل هفت بعد، دانش پداگوژی فناوری است که ابعاد مرتبط با فناوری آن عبارت‌اند از: دانش فناوری، دانش محتوای فناوری و دانش محتوای پداگوژی فناوری. دانش فناوری، دانش درباره فناوری‌های ساده مانند کتاب، گچ، تخته‌سیاه و فناوری‌های به مراتب پیشرفته‌تر مانند اینترنت و ویدئوهای دیجیتالی و مهارت‌های لازم برای انجام فناوری‌های خاص است. دانش فناوری‌های دیجیتالی خاص شامل دانش سیستم‌های عامل، سخت‌افزارهای کامپیوتری و توانایی استفاده از مجموعه‌ای از ابزارهای نرم‌افزاری مانند پردازشگر متون، صفحات مرورگر، پست الکترونیک، سیستم-های مدیریت یادگیری آنلاین و تدریس آنلاین است (میشرا و کهلر، ۲۰۰۶). دانش محتوای فناوری بیانگر آن است که چگونه محتواهای خاص درسی با فناوری به‌طور دوجانبه به یکدیگر مربوط می-شوند. درواقع معلمان نیازدارند هم درباره محتوایی که‌تدریس می‌کنند بدانند، هم باید آگاه باشند چطور محتوا بنابر اقتضاهای فناورانه تغییر می‌کند؛ چون امروزه ابزارهای فناورانه می‌تواند ساختارهای موضوع‌های درسی را تغییر دهند (کهلر و میشرا، ۲۰۰۹). دانش پداگوژی فناوری، دانش چگونه استفاده‌کردن از فناوری‌های مختلف در تدریس، دانش چگونه تغییرکردن تدریس در نتیجهٔ استفاده از فناوری و دانش تأثیرگذاری راهبردهای فناوری برای رسیدن به یک هدف تربیتی است (هریس، میشرا و کهلر، ۲۰۰۷؛ کهلر و میشرا، ۲۰۰۵؛ میشرا و کهلر، ۲۰۰۶؛ شین، کهلر، میشرا، اشمیت، برن و تامپسون ، ۲۰۰۹). دانش پداگوژی فناوری به کمک معلم می‌آید تا نرم‌افزارهای موجود را مطابق با نیاز آموزشی با پداگوژی ادغام سازد و برای پیشبرد اهداف آموزشی به کار گیرد. دانش محتوای پداگوژی فناوری به‌عنوان اشتراک دقیق بین سه ساختار دانش مجزای فناوری، پداگوژی و محتوای تدریس مطرح شده است؛ ولی فراتر از این اشتراک رفته و همپوشانی ساختارهای دانش محتوای فناوری، دانش پداگوژی فناوری و دانش محتوای پداگوژی را شامل شده است (کهلر و میشرا، ۲۰۰۸). براساس الگوی TPACK معلمان نه‌تنها به دانش محتوا و دانش پداگوژی احتیاج دارند، بلکه به دانش فناوری به‌منظور همراه‌شدن با پیشرفت‌های فناوری در آموزش نیز نیاز دارند. این الگو به معلمان کمک می‌کند تا آموزش را به‌گونه‌ای طراحی و ارزیابی کنند که بتوانند دانش محتوای تربیتی را با دانش فناوری ترکیب کنند (کایا و داک، ۲۰۱۳).

استفاده از رویکرد تلفیقی STEM[1] (علوم، تکنولوژی، مهندسی و ریاضی) جهت طراحی محتوای آموزشی:

رویکرد تلفیقی مذکور به معنای کوشش برای طراحی محتوای آموزشی بر مبنای علوم، تکنولوژی، مهندسی و ریاضیات می باشد. در واقع تلفیق و در هم آمیختن حوزه‌های محتوایی با موضوعات درسی است که در نظام آموزش سنتی به طور جداگانه و مجزا از یکدیگر در برنامه درسی گنجانده شده است (مهر محمدی و همکاران، ۱۳۸۹).

[1] Science, technology, engineering, and mathematics

روند بدون توقف توسعه علم و افزایش حجم موضوعات درسی، مدارس را با بحران مواجه کرده است که برای رهایی از آن و برقراری تناسب میان موضوعات درسی و محتوای آموزشی، راهی جز تلفیق وجود ندارد. طراحی محتوای آموزشی با آموزش STEM یک راهبرد آموزشی است که چهار رشته علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات را تلفیق می‌کند و موانع سنتی جداکننده این رشته را برطرف می‌سازد و آن‌ها را برای دستیابی به تجارب یادگیری مبتنی بر دنیای واقعی، به صورت منسجم و همه جانبه و مرتبط با نیازهای فراگیر یک پارچه می‌سازد. تلفیق این چهار موضوع به این دلیل انجام می‌گیرد که درک موقعیت‌های زندگی روزمره معمولاً از طریق ترکیب این چهار موضوع امکان پذیر است.

کاربردی کردن علوم در اولویت اول اهداف آموزش STEM قرار دارد. آموزش STEM تنها یک راهبرد نیست بلکه شامل طیف وسیعی از راهبردها برای کمک به فراگیر در بکارگیری مفاهیم و مهارت‌های مرتبط با رشته‌های علمی گوناگون، به منظور حل مسائل معنادار است (واسکوز، ۲۰۱۳). آموزش STEM اشکال گوناگونی دارد و لزومی ندارد هر بار دربرگیرنده هر چهار رشته باشد، اما باید در نظر داشت که تمام یادگیری‌های STEM دارای یک نقطه اشتراک هستند، آنکه برای دانش‌آموزان فرصتی فراهم شود تا مهارت‌ها و دانشی را که فراگرفته‌اند در عمل به کارگیرند.

استفاده از رویکرد STEM در آموزش الکتروشیمی سبب ایجاد ارتباطات بین‌رشته‌ای و کمرنگ شدن مرز میان رشته‌ها می‌شود. بدین صورت با پیشروی به سوی رویکرد میان رشته‌ای STEM مهارت‌های قرن بیست و یکم در فراگیران تقویت می‌شود. استفاده از رویکرد STEM در طراحی محتوای آموزشی می‌تواند باعث افزایش خلاقیت، افزایش روحیه کار گروهی، تقویت روحیه‌ی همکاری در انجام فعّالیّت‌های گروهی و تأثیر مثبت در افزایش اعتماد به نفس فراگیران شود.

هدف و پیشینه پژوهش

در سال‌های اخیر بسیاری از محققان توجه خود را به سمت دانش معلم متمرکز کرده‌اند. معلمانی که دانش محتوا، دانش پداگوژی و دانش فناوری مناسبی دارند، در تلفیق آن‌ها و در رفع چالش‌های آموزشی خود موفق‌تر از سایر معلمان بوده‌اند.

در حقیقت آماده‌سازی معلمان برای قرن بیست و یکم به نگاهی واقعی به آموزش و یادگیری در یک محیط شبکه‌ای مهم و غنی ازفناوری و کلاس‌های درس الکترونیکی نیاز دارد. مدارس و معلمان محتاج طراحی محیط و وظایفی هستند که در آن معلمان بتوانند مسائل یادگیری را کشف و با توسعهٔ تکنیک‌های آموزشی دانش مورد نیاز و تأثیرگذار عصر حاضر را کسب کنند. آن‌ها به تخصص‌های جدیدی برای تسهیل یادگیری معنادار با فناوری نیاز دارند. استفاده از فناوری‌های نوین توانایی‌های گسترده‌ای را در آموزش مبتنی بر فناوری به ارمغان آورده است که می‌تواند در فرآیند یاددهی - یادگیری و ارائهٔ تسهیلات هیجان‌انگیز جدید جهت ترویج تغییرات در روش‌های آموزشی مؤثر واقع شود. بدین‌ترتیب ظهور و ورود فناوری موجب گسترش ورود فناوری به مدارس در سراسر

جهان شده است. اما مسئلهٔ اساسی این است که معلمان در ترکیب آن با سیستم تعلیم و تربیت خود دچار مشکل هستند؛ چون به‌درستی مجهز به این توانایی نیستند (کاونال[1]، ۲۰۰۸).

از آنجا که استفاده از رویکرد تلفیقی طراحی محتوای آموزشی و آموزش صحیح محتوای طراحی شده مفید و ضروری است و نقش بسزایی در یادگیری فراگیران دارد. و با توجه به اینکه در زمینه تلفیقی STEM و TPACK و تأثیر آن در یادگیری تحقیقی انجام نگرفته است، نتایج این پژوهش می‌تواند مبنای علمی و مطمئنی برای آگاهی و استفاده از این روش در محیط‌های آموزشی و به ویژه در مدارس باشد. لذا این پژوهش کاربردی قصد دارد برای موضوع الکتروشیمی با تلفیق دو رویکرد STEM و TPACK محتوای آموزشی طراحی و معلم را کمک نماید تا محوتای طراحی شده را با راهبرد نوین TPACK ارائه کند. بنابراین سوالات پژوهش عبارتند از:

آیا آموزش مبحث الکتروشیمی با روش STEM و TPACK در مقایسه با رویکرد متداول موجب پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان می‌شود؟

آیا این شیوه تدریس در مبحث مورد نظر بر سطوح یادگیری دانش‌آموزان موثر است؟

روش پژوهش

روش و طرح تحقیق پژوهش حاضر از نوع کاربردی می‌باشد. پژوهش‌های کاربردی با هدف پیشرفت و گسترش دانش کاربردی در جهت حل مسائل و مشکلات جامعه به کار گرفته می‌شوند. تحقیقاتی که در حیطه آموزش انجام می‌شوند اغلب از نوع کاربردی هستند. هدف اصلی از اجرای این پژوهش طراحی محتوای آموزشی در زمینه الکتروشیمی با رویکرد STEM و آموزش این محتوای طراحی شده بر اساس راهبرد آموزشی TPACK برای دانش آموزان در مقطع متوسطه دوم کلاس دوازدهم (تجربی و ریاضی) می باشد. در این پژوهش هرکدام از ۴ مرحله ی مجزای رویکرد STEM با رویکرد TPACK تلفیق می‌گردد و محتوای مربوط به آن طراحی می‌گردد. برای آموزش هر یک از مراحل رویکرد STEM از راهبرد آموزشی TPACK استفاده می‌گردد.

یافته های پژوهش

در طراحی محتوای حاضر سعی بر آن بوده است که مفاهیم علمی مربوط به الکتروشیمی به صورت کاوشگرانه و مبتنی بر STEM مطابق با زمینه زندگی واقعی انسان‌ها طراحی گردد. سپس در ارائه تک تک مراحل STEM معلم باید از رویکرد STEM استفاده نماید یعنی مهارت و دانش اموزش محتوا و فنواری را داشته باشد و مرتبط با تک تک مراحل از راهبردهای تدریس ویژه استفاده نماید. در آموزش مفاهیم الکتروشیمی با روشهای نوین، فراگیران برای مفاهیم آموخته شده، جایی در زندگی روزمره پیدا می‌کنند و به این طریق علم آموخته شده را در زندگی خود به کار می‌گیرند. طراحی

[1] Cavenall

محتوی مبتنی بر رویکرد TPACK و STEM انجام شد. موارد مذکور به هر بخش این رویکرد شامل علوم، ریاضیّات، مهندسی و فناوری در ذیل به طور اختصار شرح داده شده‌اند:

علوم (Science):

شکل ۲: نمونه‌هایی از فناوری که نقش الکتروشیمی را در آسایش و رفاه نشان می‌دهند.

در محتوای مذکور، در ابتدا برای ایجاد علاقه و افزایش انگیزه دانش آموزان، مثالی از کاربرد الکتروشیمی در زندگی انسان‌ها بیان شده است (شکل ۲) و توضیح داده می‌شود که در جای جای زندگی امروزی کاربردهایی از الکتروشیمی به چشم می‌خورد. باتری یکی از فراوردههای مهم صنعتی است که در محل مورد نیاز با انجام واکنش‌های شیمیایی، الکتریسیته تولید می‌کند. برای نمونه تأمین انرژی الکتریکی برای تنظیم کننده ضربان قلب، سمعک، تلفن همراه، اندام مصنوعی، دوربین دیجیتال، رایانه قابل حمل و خودروی الکتریکی به باتری وابسته است. از سوی دیگر ساخت لوله‌های فلزی انتقال آب، قوطی‌های محتوی مواد غذایی، لوازم آشپزی که در برابر خوردگی مقاوم هستند و مانع از آلوده شدن آب و مواد غذایی می‌شوند، همچنین کسب اطمینان از کیفیت تولید فراورده‌های دارویی، بهداشتی، غذایی و... چهره‌ای دیگر از افزایش سطح رفاه و آسایش هستند. دستیابی به این موفقیت‌ها در گرو بهره‌گیری از دانش الکتروشیمی است. دانشی که می‌تواند دستاوردهای گوناگونی را برای رفاه بشر به ارمغان آورد و در ایجاد آسایش بیشتر برای مردم همچنین پیشرفت کشورمان نقش ایفا کند.

حال با توجه به موارد توضیح داده شده، کاربرد الکتروشیمی مورد بررسی دقیق‌تر قرار می‌گیرد.

- به نظر شما در چه واکنش‌هایی الکترون داد و ستد می‌شود؟
- چگونه می‌توان از این واکنش‌ها در تأمین الکتریسیته بهره جست؟
- الکتروشیمی چه نقشی در تأمین انرژی سبز و پاک دارد؟
- چگونه می‌توان خواص مواد را بهبود بخشید؟

در مرحله بعد آزمایشی جهت آشنایی با واکنش‌های اکسایش- کاهش و طراحی می‌شود که طی آن فراگیران با داد و ستد الکترون آشنا می‌شوند.

فکر کنید ۱:

به نظر شما چه عواملی برای مبادله الکترون نیاز است؟
آیا مبادله الکترون می‌تواند با تغییر رن محلول همراه باشد؟

برای یافتن پاسخ سوالات آزمایش زیر را انجام دهید:

آزمایش ۱:

مواد و وسایل مورد نیاز:

- تیغه‌های از جنس روی
- محلول مس (II) سولفات آبی رنگ
- بشر

شرح آزمایش:

با احتیاط و کمک معلم، محلول مس (II) سولفات آبی رنگ را تهیه کنید. سپس تیغه‌ای از جنس روی را درون محلول بندازید و منتظر بمانید.

به سوالات زیر پاسخ دهید:

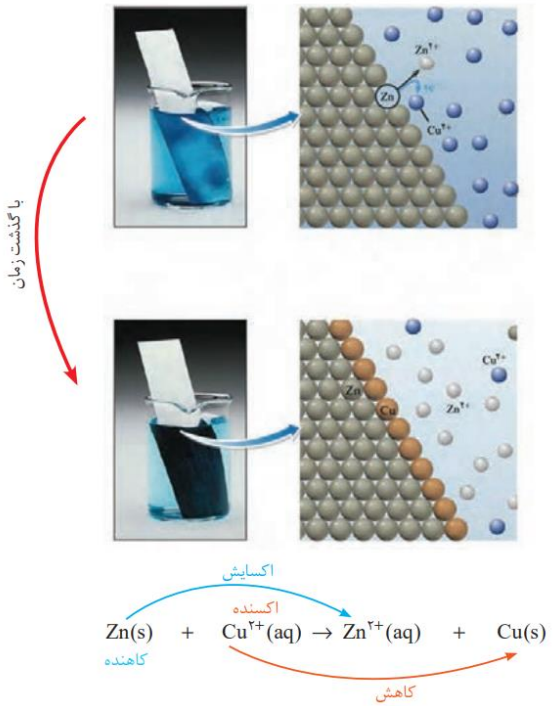
- پس از گذشت زمان، رنگ محلول چه تغییری می‌کند؟
- به نظر شما در این آزمایش کدام گونه دهنده الکترون و کدام گونه گیرنده الکترون است؟

توضیح آزمایش و مفاهیم مربوطه:

هرگاه تیغهای از جنس روی درون محلول (II) سولفات آبی رنگ قرار گیرد، به‌تدریج از شدت رنگ محلول کاسته می‌شود. این تغییر رنگ نشان‌دهنده انجام واکنش شیمیایی زیر است:

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Cu(s) + Zn^{2+}(aq)$$

در این واکنش اتم‌های روی(Zn) هر یک با از دست دادن دو الکترون به یون‌های روی (Zn^{2+}) اکسایش یافته و هم‌زمان با آن، هر یون مس(Cu^{2+}) با دریافت همان دو الکترون به اتم مس کاهش می‌یابد. در واکنش‌هایی از این دست، فراورده‌ها پایدارتر از واکنش‌دهنده‌ها هستند. در واکنش‌های اکسایش-کاهش، گونه‌های شیمیایی الکترون داد و ستد می‌کنند، به‌طوری‌که برخی از گونه‌ها با ازدست دادن الکترون اکسایش می‌یابند و در مقابل، برخی از گونه‌ها با گرفتن الکترون کاهش می‌یابند. ماده‌ای که با گرفتن الکترون سبب اکسایش گونه دیگر می‌شود، اکسنده و ماده‌ای که با دادن الکترون سبب کاهش گونه دیگر می‌شود، کاهنده نام دارد. در واکنش روی با اکسیژن، گونه اکسنده و کاهنده را مشخص کنید:

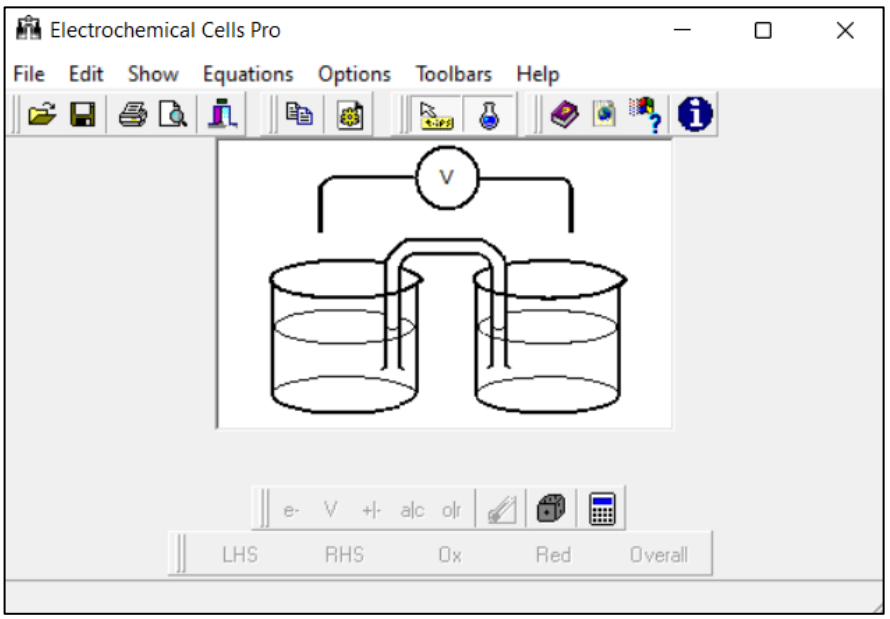


بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در هر واکنش شیمیایی هنگامی که بار الکتریکی یک گونه (اتم، مولکول یا یون) مثبت‌تر می‌شود، آن گونه اکسایش یافته و گونه‌ای که بار الکتریکی آن منفی‌تر می‌شود، کاهش می‌یابد.

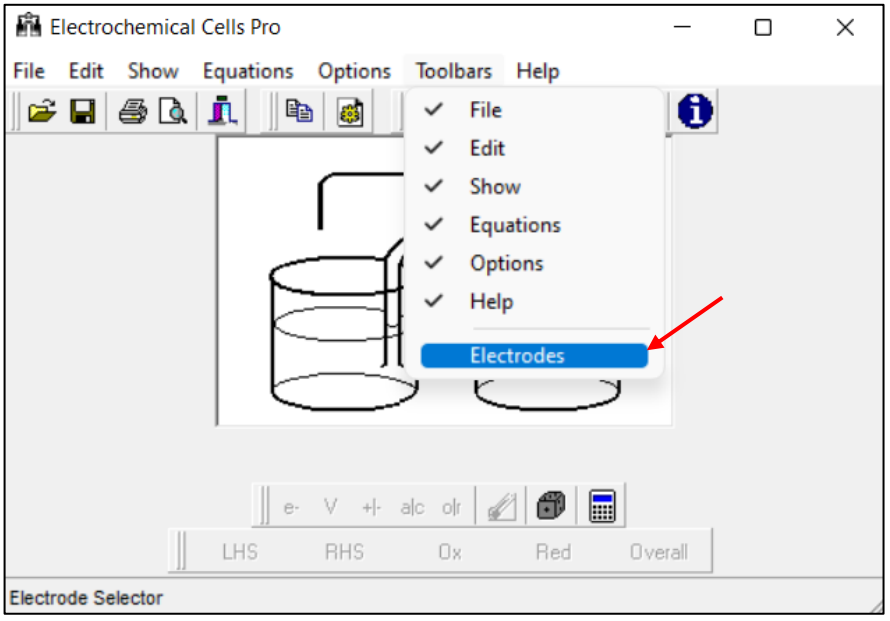
مطالب دیگر را نیز با همین روش می‌توان طراحی کرد و آموزش داد.

فناوری (Technology):

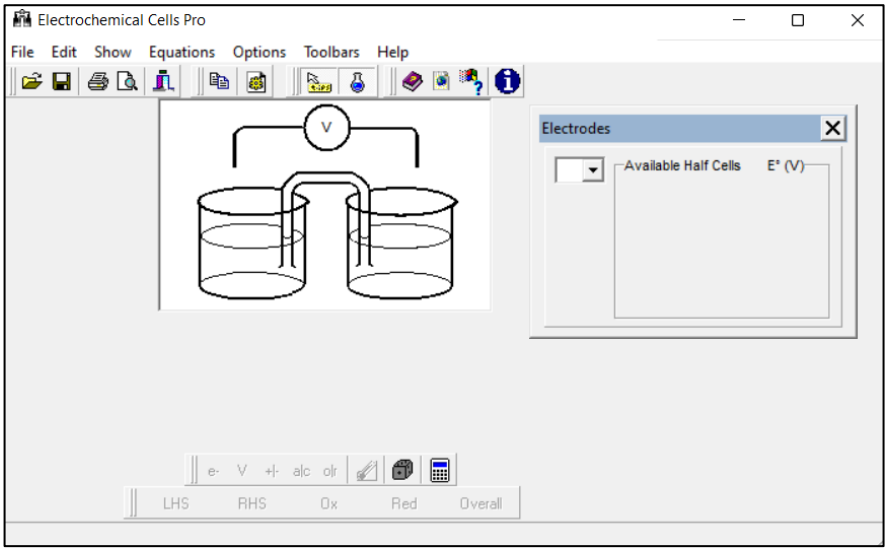
گام دوم در رویکرد STEM فناوری می‌باشد. در این بخش سعی بر این است که یادگیری در دانش‌آموزان توسط فناوری‌های به روز اتفاق افتد. یکی از فناوری‌هایی که امروزه تمامی دبیران و دانش‌آموزان با آن‌ها سروکار دارند، نرم افزارها و اپلیکیشن‌های مختلف می‌باشد. یکی از نرم افزارهایی در عین سادگی بسیار کارآمد می‌باشد، نرم افزار Electrochemical cells pro می‌باشد. این نرم افزار را می‌توان از لینک ارائه شده در قسمت رفرانسها دانلود کرد. پس از نصب نرم افزار طبق دستورالعمل ذکر شده، وارد محیط نرم افزار می‌شویم و با تصویر زیر روبرو می‌شویم:



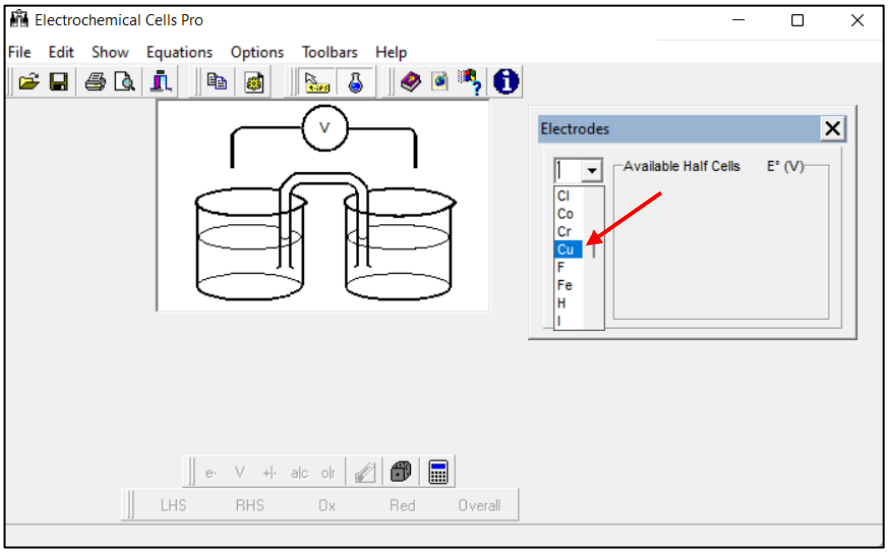
در ادامه از قسمت Toolbars گزینه Electrodes را انتخاب می‌کنیم:



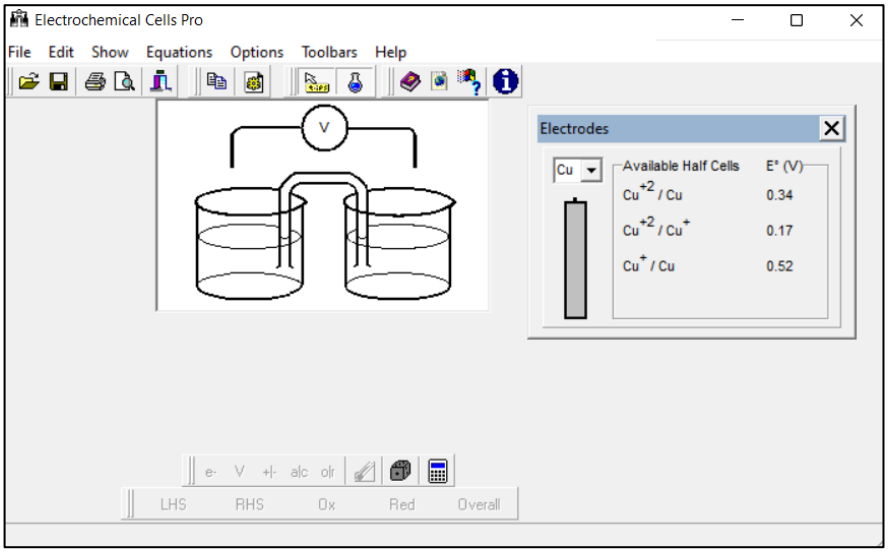
با پنجره زیر روبرو می‌شویم:



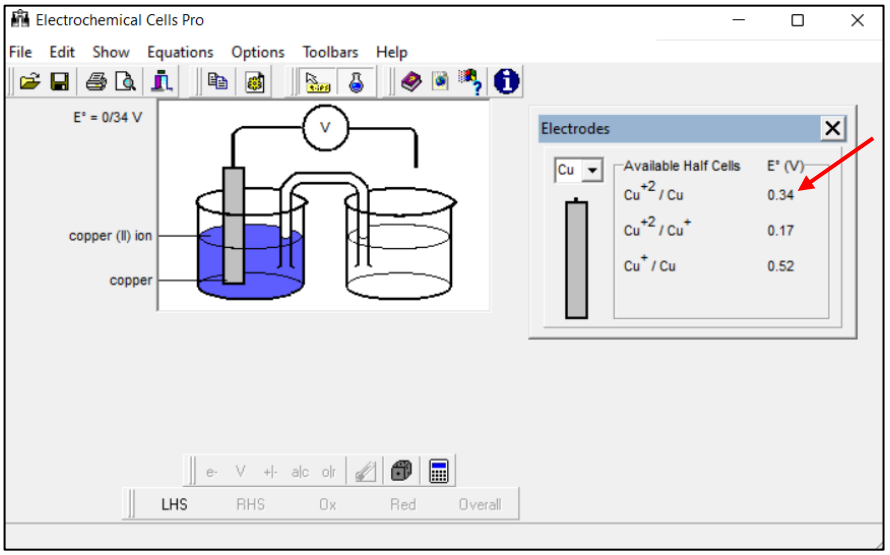
از پنجره مشخص شده عنصر Cu را انتخاب می‌کنیم:



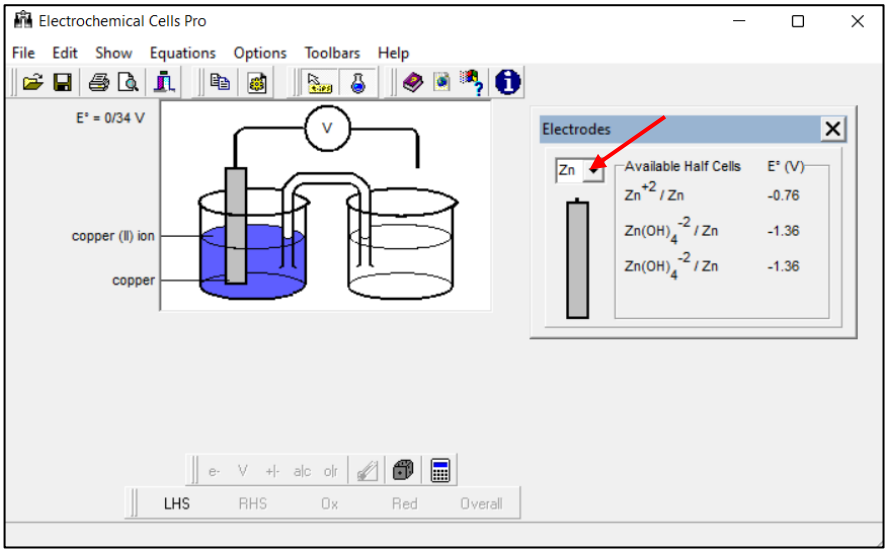
پس از انتخاب Cu با محیط زیر روبرو می‌شویم:



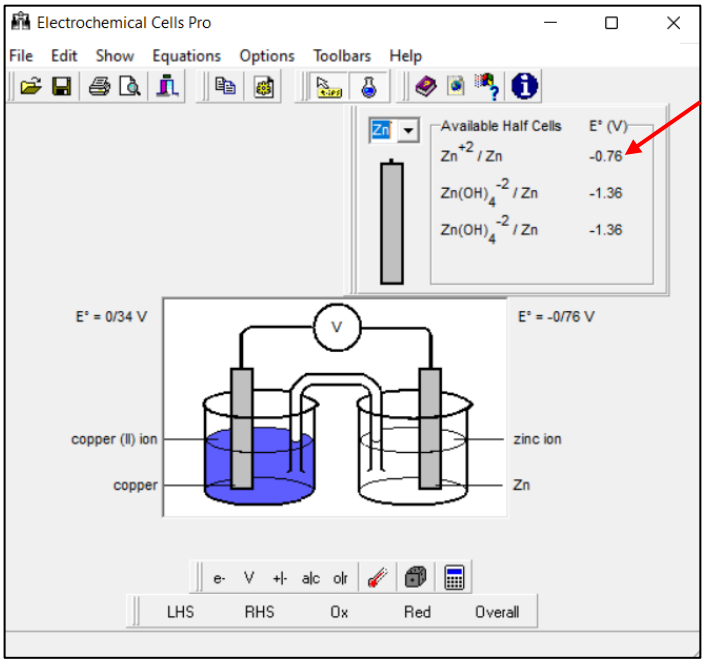
بر روی گزینه اول (Cu^{2+}/Cu: 0.34) دوبار کلیک می‌کنیم. حال با تصویر زیر مواجه می‌شویم:



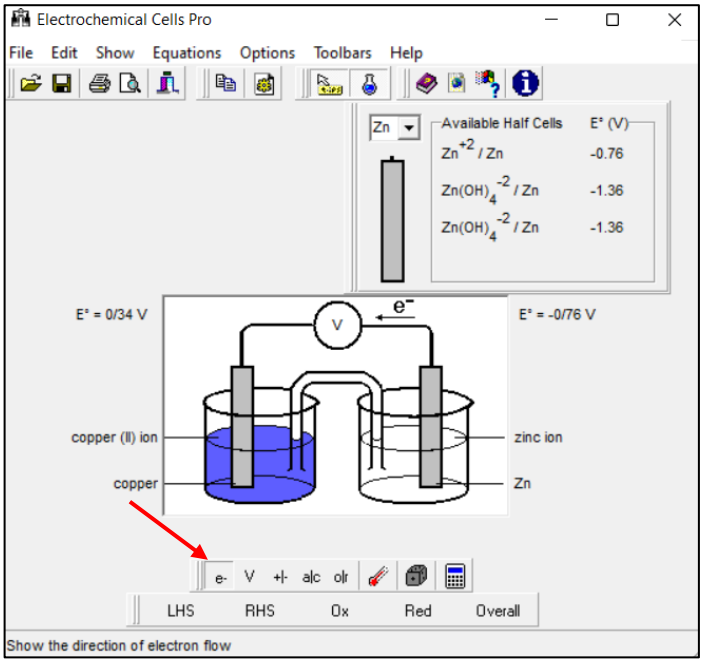
مجدداً از بخش مشخص شده این بار عنصر Zn را انتخاب می‌کنیم. تصویر زیر:



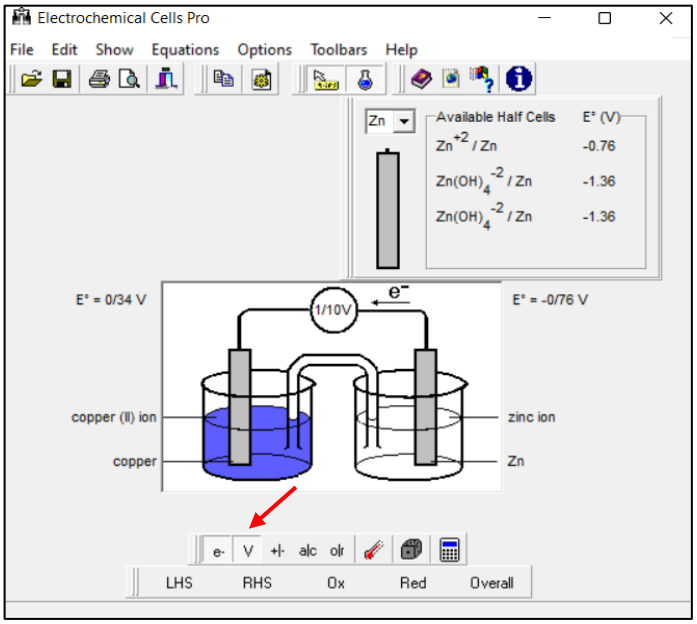
بر روی گزینه اول دوبار کلیک می‌کنیم تا تصویر زیر را مشاهده کنیم:



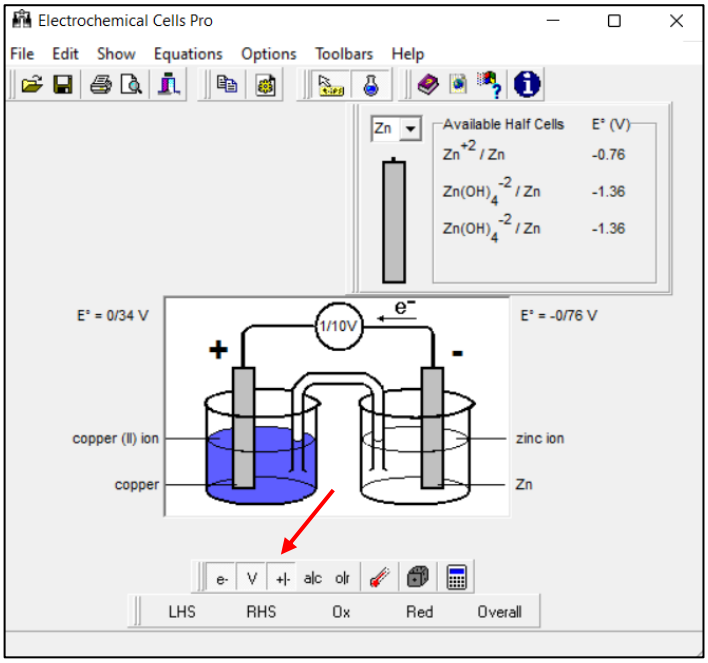
حال اگر بر روی گزینه مشخص شده کلیک کنیم جهت حرکت الکترون مشخص می‌گردد.



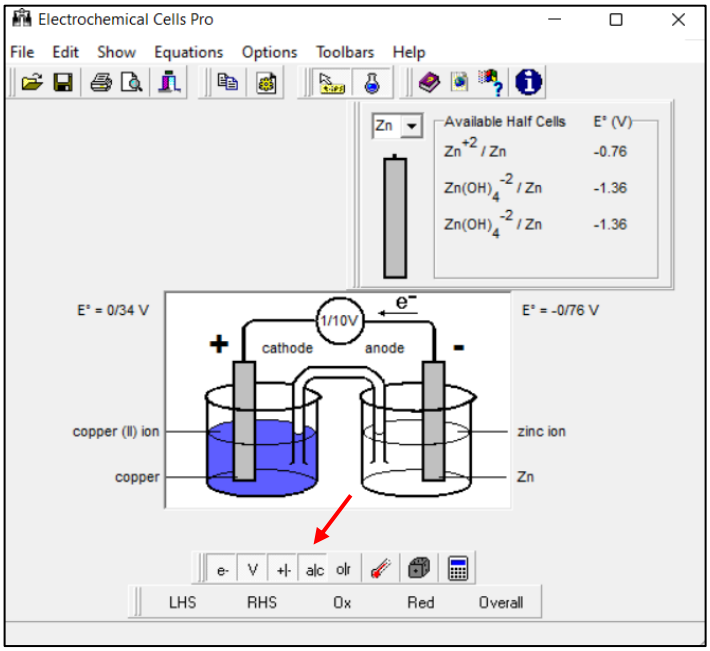
با انتخاب گزینه مشخص شده ولتاژ سلول مشخص می‌گردد:



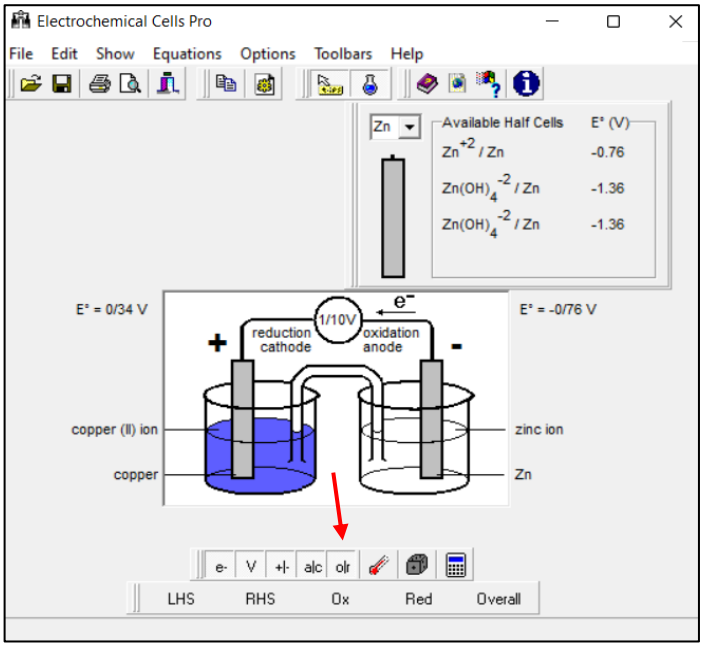
با انتخاب گزینه مشخص شده قطب مثبت و منفی سلول مشخص می‌گردد.



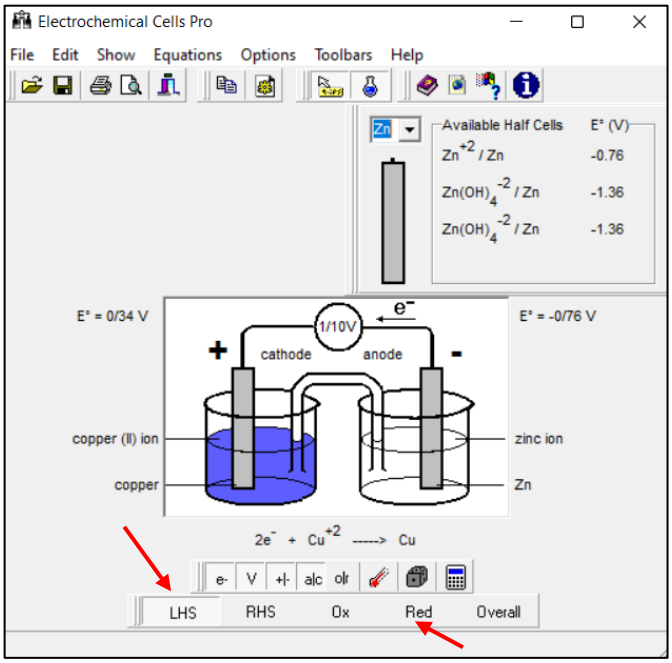
با انتخاب گزینه مشخص شده قطب کاتد و آند سلول مشخص می‌گردد.



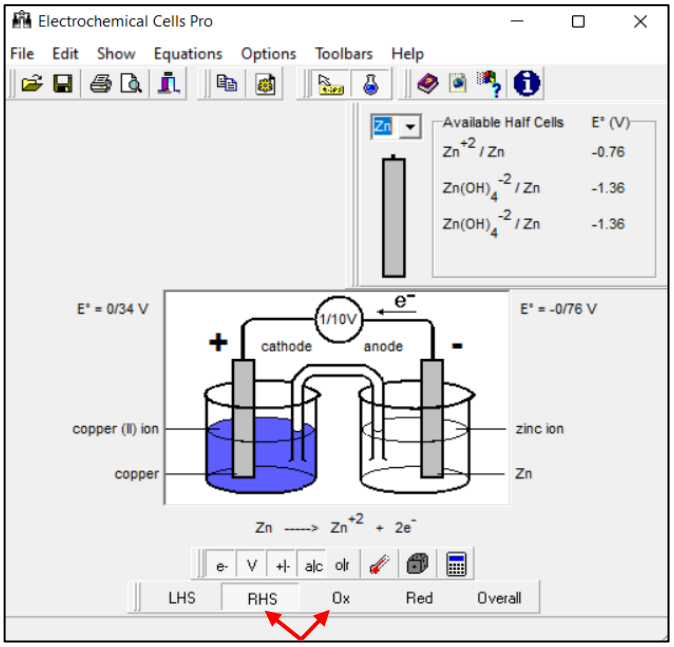
با انتخاب گزینه مشخص شده قطب اکسایش و کاهش سلول مشخص می‌گردد.



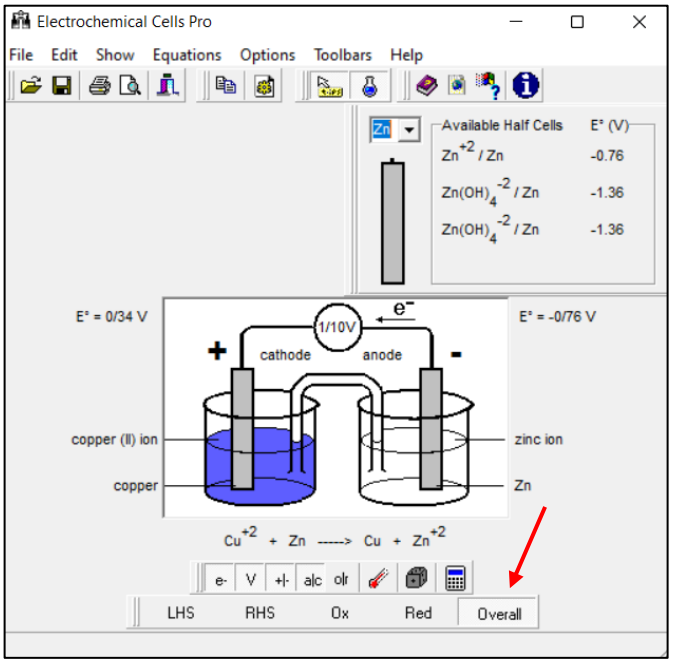
با انتخاب گزینه LHS ویا Red نیم واکنش کاهش را مشاهده می‌کنیم:



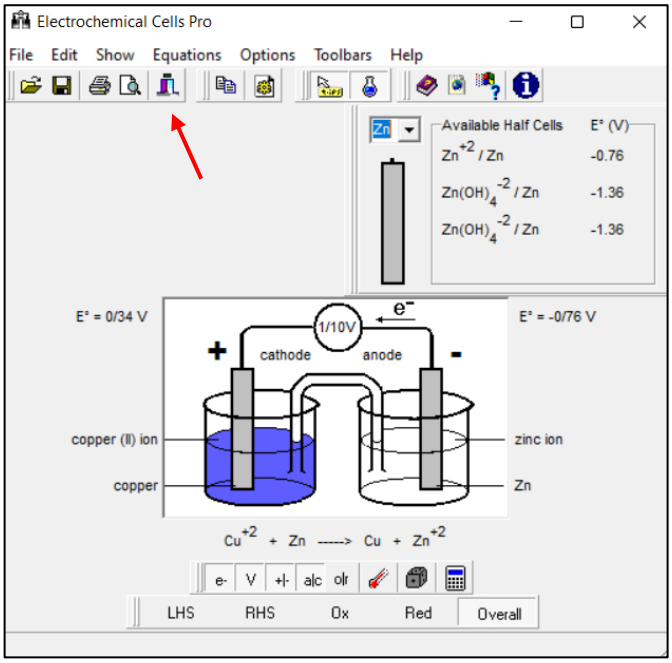
با انتخاب گزینه RHS ویا Ox نیم واکنش اکسایش را مشاهده می‌کنیم:



با انتخاب گزینه Overall واکنش کلی سلول را مشاهده می‌کنیم:



در نهایت با انتخاب گزینه مشخص شده از محیط نرم افزار خارج می‌شویم:



این نرم افزار در تسهیل یاددهی و یادگیری الکتروشیمی و واکنش‌ها بسیار مفید می‌باشد. دبیران می‌توانند در کلاس درس این نرم افزار را به دانش آموزان معرفی کنند و نمونه‌هایی از کاربرد آن را در کلاس به نمایش بگذارند. دانش آموزان نیز در منزل می‌توانند برای یادگیری و تمرین بیشتر از این نرم افزار استفاده نمایند.

مهندسی (Engineering):

در این بخش دانش رابطه بین مهندسی و الکتروشیمی مورد بررسی قرار می‌گیرد. به دلیل کاربردهای بسیار بالای الکتروشیمی در صنعت، مثال‌های بسیار زیادی در این بخش می‌توان بیان نمود. هر عملی که در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد در ابتدا مهندسی شده و بعد به تولید انبوه رسیده است. به عنوان مثال می‌توان به تولید باتری اشاره نمود که چگونه در گذر زمان توسط مهندسانی که از الکتروشیمی بهره برده‌اند، باتری‌های مختلف ساخته شده‌اند و روزبه‌روز ارتقا یافته اند. در واقع مهندسان، الکتروشیمی را مهندسی کرده و از آن برای تولید باتری‌های بهتر با طول عمر و ظرفیت بالاتر استفاده کرده‌اند.

ریاضیات (Math):

آخرین بخش در STEM رویکرد ریاضیات می‌باشد که در آن رابطه بین ریاضیات و الکتروشیمی مورد بررسی قرار می‌گیرد. الکتروشیمی یکی از دروسی است که مستقیما با علم ریاضی سروکار دارد

و یادگیری و یاددهی آن بدون استفاده از ریاضی غیرممکن می‌باشد. در این بخش فرمولی ریاضی برای محاسبه میزان خوردگی ارائه می‌شود تا دانشجویان با روابط مرتبط با مفاهیم آموخته شده در بخش علوم آشنا شوند.

$$E^0_{Cell} = E^0_{Cathode} - E^0_{Anode}$$

در واقع در این بخش ارتباط بین رشته‌های علوم و ریاضیّات به خوبی مشهود است.

تلفیق دو رویکرد STEM و TPACK:

نهایتا، همان‌گونه که در مقدمه اشاره شد، TPACK روش تدریس معلم و مهارت و هنر وجودی معلم در ارائه محتوای دانشی طراحی شده به روش رویکرد STEM می‌باشد. در سیستم آموزشی کشورمان؛ غالباً دو نوع راهبرد آموزشی دیده می‌شود :راهبرد آموزشی مستقیم و غیرمستقیم .روش آموزش مستقیم، راهبردی معلّم محور است که بیشترین کاربرد را در تدریس دارد و در آن مهارت‌ها، اطّلاعات، قوانین یا شیوهٔ عمل و ترتیب فعّالیت‌ها، مستقیما از معلّم به فراگیران منتقل می‌شود. در مقایسه با آموزش مستقیم و معلّم‌محور، آموزش غیرمستقیم عمدتاً شاگرد محور است، هرچند این دو راهبرد مکمل و متمّم یکدیگرند؛ آموزش غیرمستقیم یعنی استفاده از هنر وجودی معلم در ارائه دانش محتوایی یعنی TPACK،TPACK بیش از هدفهای محتوایی یا آموزشی کوتاه‌مدّت، به سبک‌های یادگیری درازمدّت و رشد شخصیّت فردی تأکید دارد. هنگامی که معلم از راهبرد TPACK،جهت ارائه محتوی آموزشی طراحی شده با رویکرد STEM می پردازد دنیا را از دریچهٔ دید فراگیر نگریسته و با استفاده از تفسیرهای بازتابی، نقش یک آسان‌گر و قرینه‌ساز همچون آینه را ایفاء می‌کند. آموزش با استفاده از راهبرد TPACK به دنبال مشارکت و مداخله جدّی و سطح بالای شاگردان در مشاهده، تحقیق، استنباط، فرضیه دادن، مسأله‌گشایی و تولید دانش جدید است. این روش مستلزم استدلال قیاسی و استقرایی، استفاده از مثال‌ها و غیرمثال‌ها، تجربه و ورزیدگی، روحیهٔ پرسشگری، بحث گروهی و خودارزیابی از سوی شاگردان است..

در این پژوهشی مبتنی بر نوآروی و خلاقیت بر راهبرد تدریسTPACK تأکید شده و در جهت ارائهو طراحی محتوای آموزشی، از رویکرد تلفیقی STEM استفاده شده است. در نهایت در هر یک از مراحل الگوی STEM می‌توان از الگوی TPACK بهره برد. معلم به هنگام تدریس می‌تواند از انواعی از روش‌ها بهره ببرد. به‌عنوان مثال معلم می‌تواند از فناوری‌های ساده مانند کتاب، گچ، تخته-سیاه و فناوری‌های به مراتب پیشرفته‌تر مانند اینترنت، ویدئوهای دیجیتالی و مهارت‌های لازم برای انجام فناوری‌های خاص بهره ببرد. معلم همچنین می‌تواند از دانش فناوری‌های دیجیتالی خاص شامل دانش سیستم‌های عامل، سخت‌افزارهای کامپیوتری و توانایی استفاده از مجموعه‌ای از ابزارهای نرم‌افزاری مانند پردازشگر متون، صفحات مرورگر، پست الکترونیک، سیستم‌های مدیریت یادگیری آنلاین و تدریس آنلاین استفاده کند تا یادگیری فعال در ذهن دانش آموزان اتفاق بیفتد. با استفاده

از تلفیق این دو رویکرد، یادگیری بسیار موثرتری اتفاق می‌افتد و همچنین مطالب تدریس شده حتی تا پایان عمر دانش آموز در ذهنش باقی می‌ماند.

بحث و نتیجه‌گیری

الکتروشیمی یکی از دروس بسیار جذاب و در عین حال دشوار دوران دبیرستان می‌باشد. دبیران و دانش‌آموزان همواره در یاددهی و یادگیری این بخش دچار مشکلاتی بوده اند. از طرفی الکتروشیمی در صنعت بسیار نقش مهمی داشته و روزبه‌روز به اهمیت آن افزوده می‌شود. به همین دلیل یاددهی و یادگیری آن بسیار حائز اهمیت می‌باشد. در این مقاله سعی شد با تلفیق دو رویکرد STEM و TPACK برای مبحث الکتروشیمی محتوا طراحی گردد. در واقع این سبک از آموزش، این فرصت را به فراگیران می‌دهد تا آنچه را که یاد گرفته‌اند؛ در عمل به‌کار بگیرند و این یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های این رویکرد می‌باشد. بر اساس یافته‌ها، در امر آموزش رویکردهای فعّال و دوسویه نسبت به رویکردهای سنتی به صورت مؤثّرتری عمل کرده و علاقه، انگیزه و کنجکاوی فراگیر را نسبت به یادگیری افزایش می‌دهند. این نوع یادگیری باعث ایجاد فرصت‌هایی برای یادگیری مشترک، به اشتراک‌گذاری دانش و مهارت‌های مربوط، رفع کج فهمی‌ها، درگیرشدن فراگیر، یادگیری اکتشافی، پرورش مهارت استدلال اطلاعات، توسعه خلّاقیّت، مهارت‌های ارتباطی و سایر مهارت‌های تفکّر بالا می‌شود. با توجّه به موضوع الکتروشیمی و اهمیت بالای آن در سطح جامعه، وجود یک محتوای آموزشی مناسب در این حیطه از موارد ضروری برشمرده می‌شود. پیشنهاد می‌شود پژوهش حاضر در کلاس درس برای دانشجویان اجرا شود تا از این طریق بتوان میزان یادگیری آموزش این محتوا را سنجید و آن را اعتبارسنجی کرد. امید است این تحقیق مورد فایده واقع گردد.

منابع

احمدآبادی، زهرا (۱۳۹۹). مقاله بررسی کج فهمی‌ها براساس سطوح چندگانه جانستون در پیوندهای شیمیایی. پژوهش در آموزش شیمی، ۵ ،۴۰-۲۵.

امیری, فاطمه. کل صفتان, محمدرضا (۱۳۹۸). رویکرد استم و الزامات پیاده سازی آن در ایران .فصل نامه پویش در آموزش علوم پایه. ۵۰-۴۲.

آیتی، محسن و رستمی، مریم (۱۳۹۰) بهره گیری معلمان علوم پایهٔ مقاطع راهنمایی و متوسطه از فاوا. نشریهٔ علمی پژوهشی فناوری آموزش، ۶ (۱)، ۴۸-۴۱.

پاکروح، بهزاد (۱۳۸۶). الکتروشیمی. تهران: انتشارات اندیشه سرا

تورانی، حیدر (۲۰۰۱). الگویی برای ارتقای مستمر کیفیت در فرآیند برنامه درسی دوره ابتدایی. فصلنامه تعلیم و تربیت، ۶۶، ۷۰-۴۷.

خوش نشین، زهره؛ تأثیر آموزش تلفیقی بر میزان یادگیری دانش آموزان در درس علوم، نشریه علمی-پژوهشی فناوری آموزش، تابستان ، جلد ۱۲ ،شماره ۴، ۳۲۸-۳۲۱، ۱۳۹۷.

رستمی مسنی، کورش؛ بررسی امکان اجرای برنامه‌درسی تلفیقی در مقطع ابتدایی نظام آموزش و پرورش ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه خوارزمی تهران، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دی ۱۳۹۳.

زمانیان، عیسی. آقاپور، الهه. ابراهیمی، استیره (۱۳۹۹). نقش شبکه های اجتماعی در آموزش و یادگیری و ارائه راهکارهای اجرایی آن. فصلنامه علوم تربیتی. https://www.hfj.ir/

عمادزاده، مصطفی. بختیاری، بهروز. صامتی، مرتضی. (۱۳۸۲). برآورد تابع تولید آموزش عالی دانشگاه‌های دولتی ایران. https://www.noormags.ir/view/en/articlepage/2429/38

مارچ شیدر، کمک کنیم آموزش یکپارچه علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات توسعه پیدا کند، ترجمه محمد جعفر جوادی، نشریه چشم انداز آموزشی، شماره ۱۱، بهار ۱۳۹۵.

متین فر، نرگس، کیان مرجان، مروری بر روش‌های تدریس دوره ابتدایی مبتنی بر برنامه‌های درسی تلفیقی هنر، اولین کنفرانس ملی یافته‌های نوین، اسفند ۱۳۹۷.

مطلبی فرد، علیرضا و همکاران، چیستی و چرایی رویکرد تلفیقی با تأکید بر رویکرد میان رشته‌ای در آموزش، آموزش و بهسازی منابع انسانی، اردیبهشت۱۳۸۹.

مهر محمدی، محمود و همکاران، ارائه یک مدل الگوی تلفیق میان رشته‌ای در طراحی برنامه درسی، فصلنامه علمی پژوهشی، شماره ۱۸، ۸-۳۱، پاییز ۱۳۸۹.

مهر محمدی، محمود، نقد و نظری بر نگاشت سوم سند"برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران"، نشریه مطالعات برنامه درسی، شماره ۱۸، ۸-۱۳ پاییز، ۱۳۸۹.

Akaygun, S.; Aslan-Tutak, F. (2016) STEM Images Revealing STEM Conception of PreService Chemistry and Mathematics Teachers, Int. J. Educ. Math. Sci. Technol., 4, 1: 56-71.

Alrwaished, N., Alkandari, A., & Alhashem, F. (2017). Exploring in- and pre-service science and mathematics teachers technology pedagogy content knowledge (TPACK): What next? Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education, 13 (9),6113-6131.

Aminifar E, Saleh Sedghpour B, Valinejad F. [The Role of Technology on the Mathematics Learning]. Journal of Technology of Education (JTE). 2011; 5(4): 265-272. Persian.

Ayas, A., Çepni, S., Johnson, D., & Turgut, M., F. (1997). Kimya Öğretimi, Öğretmen Eğitimi Dizisi, YÖK/Dünya Bankası, Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Yayınları, Bilkent, Ankara.

Ayas, A., Özmen, H., & Çalık, M. (2010). Students' Conceptions of the Particulate Nature of Matter at Secondary and Tertiary Level. International Journal of Science and Mathematics Education, 8, 1, 165- 184.

Baharin N.; Kamarudin N.; Manaf U. K. A., (2018), Integrating STEM education approach in enhancing higher order thinking skills, Int. J. Acad. Res. Bus. Soc. Sci., 8(7), 810-822.

Becker, Kurt. Park, Kyungsuk. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. Journal of STEM Education, 23-37.

Bibi, Thomas. Watters, James J. (2015). Perspectives on Australian, Indian and Malaysian approaches to STEM education. International Journal of Educational Development, 45, 42–53.

Birami Erdy, M., Torani, H., Khalkhali, A., Shakibaei, Z., & Kazempour, E. (2019). Providing appropriate knowledge management model to improve the quality of learning Students. Journal of School Administration, 7, 22–1.

Bodner, G. M. (1991). I have found you an argument: The conceptual knowledge of beginning chemistry graduate students. Journal of Chemical Education, 6 8(5), 385.

Calik, M., & Ayas, A. (2005). A comparison of level of understanding of grade 8 students and science student teachers related to selected chemistry concepts. Journal of Research in Science Teaching, 42(6), 638-667.

Cavenall, P. E. R. (2008). Preparing prospective teacher education students at two year post secondary institutions: An assessment of proficiency in technology usage. PhD Thesis, Texas A & M University.

Cavlazoglu, Baki. Erkan Akgün, Özcan.Stuessy, Carol. (January 2013). An Innovative Use of Concept Mapping for Improving and Assessing STEM Teachers' Conceptual Understanding. Society for Information Technology & Teacher Education International Conference, (pp. 4777-4780). Savannah, Georgia. https://www.zoomit.ir/scientific/340645-entropy-concept-simple-words/. (n.d.).

Cho, H., Kahle, J. B., & Nordland, F. H. (1985). An investigation of high school textbooks as source of misconceptions and difficulties in genetics and some suggestions for teaching genetics. Science Education, 69, 707-719.

Clement .M, Vandeput .L & Osaer .T , "Blendad learning design: a shared experience", Procedia Social and Behavioral Science, 228, 582-586, 2016.

Cooper, M.M.; (2015) What Can the Learning Sciences Tell Us about Learning Chemistry? Book chapter, Sputnik to Smartphones: A Half-Century of Chemistry Education, Chapter 6, PP. 93-105.

Deluca, C., Chavez, T., Bellara, A., & Cao, C. (2013). Pedagogies for preservice assessment education: Supporting teacher candidates assessment literacy development. Teacher education, 48, 128-142.

Doherty, G. D. (2008). On quality in education. Quality Assurance in Education, 16, 255– 265.

Driver, R. & Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related the concept development in adolescent science students. Studies in Science Education, 5, 61-84.

Enderson, M. C., & Watson, G. C. (2019). A case study of a STEM teacher's development of TPACK in a teacher preparation program. Paper presented at the society for information technology and teacher education 30th international conference, Las Vegas, NV. Abstract retrieved from.

Fatema Pia, K. (2015). Cite This Article: Kaniz Fatema Pia. American Journal of Educational Research, 3, 822–831.

Fathi, J., & Yousefifard, S. (2019). Assessing language teachers technological pedagogical content knowledge: EFL students' perspectives. Research in English Language Pedagogy, RELP 7 (1): 255-282.

Friesen, S. (2009). What did you do in school today? Teaching effectiveness a framework and rubric. Toronto: Canadian education association.

Ginns, I. S., & Watters, J. J. (1995). An analysis of scientific understandings of preservice elementary teacher education students. Journal of Research in Science Teaching, 32(2), 205-222.

Graham, B., Cantrell, S., Clair, H. (2009). TPACK development in science teaching: Measuring the TPACK confidence of inservice science teachers.Tech trends, 53 (5), 70-79.

Grant A. Fore, Charles R. Feldhaus, "Learning at The Nano-level. Accounting for complexity in The Internalization of Secondary STEM Teacher

Professional Development", Teaching and Teacher Education , No 51,2015.

Harris, J. B., Mishra, P., & Koehler, M. J. (2007). Teachers technological pedagogical content knowledge: Curriculum based technology integration reframed. Paper presented at the 2007 annual meeting of the american educational research association, Chicago, IL.

Herring MC, Koehler MJ, Mishra P. (Eds.) Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPACK) for Educators (2nd Ed.). New York: Routledge; 2016.

Joseph, M., & Joseph, B. (1997). Service quality in education: A student perspective. Quality Assurance in Education, 5, 15–21.

Kamisah, O. & Nur, S. (2013). Conceptual understanding in secondary school chemistry: A discussion of the difficulties Experienced by students. American Journal of Applied Science, 10, 433-441.

Kaya, S., & Dag, F. (2013). Turkish adaptation of technological pedagogical content knowledge survey for elementary teachers. Educational sciences: Theory & Practice, 13 (1), 302-306.

Koehler, M. J. & Mishra, P. (2008). Introducing technological pedagogical content knowledge. In AACTE committee on innovation and technology (Eds). Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators (3-29). New York: Routledge.

Koehler, M. J. (2011). Technological pedagogical content knowledge model. Retrieved from WWW.TPACK.org.

Koehler, M. J., & Mishra, P. (2005). What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge. Journal of educational computing research, 32 (2), 131-152.

Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? Contemporary issues in technology and teacher Education, 9 (1), 60- 70.

Le Masurier, G., & Corbin, C. B. (2006). Top 10 Reasons for Quality Physical Education. Journal of Physical Education, Recreation & Dance, 77, 44–53.

McClure, John R. Sonak, Brian. Suen, Hoi K. (1999). Concept Map Assessment of Classroom Learning: Reliability, Validity, and Logistical Practicality. JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING, 36, NO. 4, 475-492.

Mishra, P. & Koehler, M. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. Teachers college record, 108 (6), 1017-1054.

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2007). Introducing (TPACK). AACTE committee on Innovation and technology (Ed.), the handbook of technological pedagogical content knowledge (TPACK) for educators, 3-29.

Mouza C, Karchmer-Klein R, Nandakumar, R, Ozden SY, Hu L. Investigating the impact of an integrated approach to the development of preservice teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK). Journal of Computers & Education. 2014; 71: 206-221.

Thanomslip, C., (2018) STEM teaching in a chemistry laboratory How to build a simple battery in the laboratory. Engin. Appl. Sci. Res.; 45(2):154-157.

Vasquez. J , STEM-Beyond Acronym, Educational Leadership: STEM for All, 72,4,10-15, 2015.

Woldeamanuel, M. M., Atagana, H., & Engida, T. (2014). What Makes Chemistry Difficult?, African Journal of Chemical Education, 4, 31-43.

Yılmaz, A., Erdem, E., & Morgil, İ. (2002). Students' misconceptions concerning electrochemistry. Hacettepe University Journal of Education, 23, 234-242.

Zanj. K, Developing Effective STEM professional Development Programs, Technology Education, 25, 1, 55-69,2013.

لینک دانلود نرم افزار:

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fsoftsara.ir%2F%25D8%25B4%25D8%25A8%25DB%258C%25D9%2587%25E2%2580%258C%25D8%25B3%25D8%25A7%25D8%25B2%25DB%258C-%25D8%25B3%25D9%2584%25D9%2588%25D9%2584%25D9%2587%25D8%25A7%25DB%258C-%25D8%25A7%25D9%2584%25DA%25A9%25D8%25AA%25D8%25B1%25D9%2588%25D8%25B4%25DB%258C%25D9%2585%25DB%258C%25D8%25A7%25DB%258C%25DB%258C%2F&psig=AOvVaw2viUrZWLoIk5A4nAp3SuWg&ust=1672996379238000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjhxqFwoTCJCctKmLsPwCFQAAAAAdAAAAABAY

Review article

Research in Chemistry Education, Vol 4, No 3, Publication: Spring 1402

Research in Chemistry Education

Articles published in the fourth national conference of chemical education in Iran

http://chemedu.cfu.ac.ir

Designing educational content for the subject of electrochemistry by combining STEM and TPACK approaches

Amir Mohammad Bahrami Maddah[1], Mehrangiz Fathinia*[2], Hamideh Haqiqat[2], Zohre Serkan[3]

[1] *Bachelor of Chemistry Education, Farhangian University, Allameh Amini Campus, Tabriz, Iran*

[2] *Assistant Professor, Department of Chemistry, Farhangian University, Tehran, Iran.*

[3] *Expert in supervision of preschool centers, General Directorate of Education, Hamadan, Iran*

Abstract

Electrochemistry is one of the sub-branches of chemistry that investigates chemical reactions that are carried out due to the passage of electric current, or their performance causes the creation of electric current. Electrochemistry is always known as one of the most difficult subjects in high school courses, and teaching and learning it has always been difficult. One of the constant concerns of high school chemistry teachers has been the teaching of electrochemistry, and chemistry teachers have always tried to provide solutions that facilitate the learning of chemistry. In the current research, the design of educational content in the field of electrochemistry with the STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) approach for undergraduate chemistry students has been discussed, during which the teacher designs the educational content and creates knowledge content. Also, after designing the educational content, the teacher should be able to teach this educational design with a new approach, that is, using the TPACK (Teaching Technology Content Knowledge) approach. The STEM and TPACK approach used in this research is one of the new methods and approaches of designing educational content and teaching, which use them in teaching and designing an educational content helps the long-term and meaningful learning of learners and leads to exploration and acquisition of skills in learners. However, the successful implementation of such approaches and strategies requires that teachers be aware of them and guide classroom activities accordingly.

Keywords: Content design, electrochemistry, STEM and TPCK approach, integrated approach

*Corresponding Author: (✉ *fathinia@cfu.ac.ir*)