



پژوهش در آموزش شیمی



<http://chemedu.cfu.ac.ir>

طراحی محتوای آموزشی برای موضوع خوردگی با رویکرد STEM برای مقطع کارشناسی شیمی

معصومه قلخانی^{۱*}، خاطره اسماعیلی^۲

^۱ گروه شیمی، دانشگاه شهید رجایی، تهران، ایران

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش شیمی، دانشگاه شهید رجایی، تهران، ایران

چکیده

در جامعه‌ی امروزی، فلزات به عنوان یکی از نیازهای اساسی بشر تلقی می‌شوند به صورتی که زندگی بدون وجود فلزات بسیار سخت و ناممکن خواهد بود. تشکیل زنگ‌زدگی روی آهن، لکه‌دار شدن نقره و پتینه‌ی سبزآبی روی مس، نمونه‌هایی از خوردگی هستند. خوردگی منجر به از بین رفتن تجهیزات و سازه‌های فلزی و همچنین اتلاف بسیار زیاد منابع، انرژی و مواد می‌شود. بنابراین باید از فلزات در برابر آسیب‌های خوردگی حفاظت شود. به منظور جلوگیری از آسیب‌های احتمالی خوردگی به تجهیزات فلزی، باید بر تربیت نیروهای حرفه‌ای در این زمینه متمرکز شد. تربیت افراد حرفه‌ای و کارآمد در این زمینه در سایه‌ی آموزش صحیح و اصولی رخ خواهد داد. در پژوهش حاضر به طراحی محتوای آموزشی در زمینه‌ی خوردگی و حفاظت از خوردگی با رویکرد STEM برای دانشجویان رشته شیمی در مقطع کارشناسی پرداخته شده است که طی آن فراگیر با ساخت فرضیه‌ی خود به انجام آزمایش و ساخت دانش اقدام می‌کند. پژوهش حاضر از نوع پژوهش‌های کاربردی محسوب می‌شود. اطلاعات مورد نیاز جهت انجام این پژوهش از طریق مطالعات کتابخانه‌ای گردآوری شده است. در طراحی محتوای به مفاهیم خوردگی و عوامل مؤثر بر آن، انواع خوردگی و همچنین انواع روش‌های حفاظت از خوردگی اعم از تکنیک‌ها و مواد با به‌کارگیری فعالیت‌های آزمایشگاهی پرداخته شده است. انتظار می‌رود این پژوهش در بهبود یادگیری مفاهیم شناختی، بهبود نگرش و تربیت نیروهای حرفه‌ای برای ورود به اجتماع و همچنین بازارکار مفید واقع شود.

کلیدواژه‌ها: خوردگی، حفاظت از خوردگی، رویکرد STEM، طراحی محتوا، آموزش شیمی

* نویسنده مسئول: (✉ ghalkhani@sru.ac.ir)

مقدمه

به فرایند خودبه‌خودی تخریب فلزات در اثر فعل و انفعال با محیط اطراف، خوردگی گفته می‌شود. فرایندهای خوردگی در ایجاد و توسعه‌ی بسیاری از صنایع همچون صنعت نفت و گاز از اهمیت فراوانی برخوردار است زیرا منجر به فرسودگی و خرابی تجهیزات فلزی خواهد شد. فرایند خوردگی در صنایع مختلف آسیب‌های جبران‌ناپذیری در پی دارد. اگرچه خوردگی یک فرایند اجتناب‌ناپذیر است، می‌توان توسط مهندسان خبره‌ای که به‌طور صحیح در اصول خوردگی تحصیل کرده و دارای آموزش کافی در زمینه مدیریت خوردگی هستند، پیامدهای اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی ناشی از خرابی خوردگی در عملیات نفت و گاز را به حداقل رساند و مدیریت کرد. علاوه بر این یک نیروی ماهر می‌تواند به پیشرفت در فناوری‌های جلوگیری از خوردگی برای بهبود بهره‌وری در تولید انرژی بسیار کمک کند. افزایش روز افزون هزینه‌های خوردگی نیاز فوری و مبرم به تحقیقات در مورد کیفیت آموزش مهندسی خوردگی و می‌دارد. بنابراین باید با استفاده از آموزش‌های اصولی و صحیح، فراگیران را به یادگیری خوردگی ترغیب کنیم تا حد امکان از فلزات در برابر خوردگی حفاظت کنیم. بهبود آموزش خوردگی نقش بسیار مؤثری در کاهش هزینه‌های خوردگی و تربیت افراد متخصص در این زمینه برعهده دارد (دهابی، ۲۰۱۲).

در جوامع امروزی، یادگیری به‌عنوان بخشی مهم از زندگی انسان محسوب می‌شود. بنابراین یادگیری در رأس اهداف و محور برنامه‌های درسی و آموزشی قرار دارد. برای رسیدن به موقعیت‌های برتر تحصیلی و شغلی، در ابتدا باید محیط مناسب یادگیری جهت آموزش افراد فراهم شود. به‌وسیله‌ی آموزش صحیح و اصولی می‌توان افراد توانمند و موفق‌تری برای جامعه ساخت. در واقع پیشرفت یک کشور در گرو نحوه‌ی آموزش آن کشور است. وجود دو عنصر اساسی مدرّس و فراگیر در جریان فرایند آموزش، ضروری می‌باشد. مدرّس با فراهم آوردن شرایط مطلوب یادگیری، باعث یادگیری معنادار و اثربخش در فراگیران می‌شود. امروزه با توجه به بررسی‌های صورت‌گرفته به این نتیجه رسیده‌اند که روش تدریس باید با نحوه‌ی یادگیری فراگیران مطابقت داشته باشد. از این‌رو رفته‌رفته از الگوی قدیم تدریس فاصله گرفته و به سمت 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 اهمیت 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 توأم با فعالیت عملی همراه باشد، در نهایت منجر به کشف ایده‌های بزرگ در سطح جامعه می‌شود (تانومسیلپ، ۲۰۱۸).

در دنیای آموزش، همه معلمان ترقی خواه تشخیص داده‌اند که روشهای تدریس قدیمی مبتنی بر سخنرانی لازم است با روشهای یادگیری و تدریس فعال تر جایگزین گردند. توسعه در فناوری تأثیر عظیمی روی آموزش در همه سطوح دارد. امروزه، اینترنت اولین نقطه کاوشگری برای بیشتر فراگیران است. کلاس‌های درس به طوری تغییر کرده‌اند که فراگیران را با فعالیت‌های مختلف شامل خواندن، نوشتن، بحث و حل مسئله تشویق کنند تا تجزیه و تحلیل، ترکیب و ارزیابی محتوای کلاس را تسهیل نماید. این فعالیت‌ها روش‌های فعال یادگیری می‌باشند. تنوعی از تکنیک‌های یادگیری فعال در برنامه درسی در سطوح مختلف در طی دهه گذشته پیشنهاد و اعمال شده است (گراف، ۲۰۰۵). بیشتر روش‌ها اهداف مشابهی دارند یعنی تجهیز دانش آموزان با مهارت‌های مورد نیاز قرن بیست و یکم به طوری که در هم زندگی و هم کار موفق باشند. جهان به شهروندانی فعال نیاز دارد کسانی که نه تنها دانش محتوایی دارند بلکه شایستگی اجتماعی و روانی به زندگی چند وجهی و محیط کار نشان دهند (مشارکت برای یادگیری قرن ۲۱، ۲۰۱۶).

در عصری که عمده مشکلات اجتماعی و محیطی تهدیدی برای بقای انسان است، آموزش علوم و ریاضیات با کیفیت بالا برای پایداری زیست محیطی و اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مهارت‌هایی که شهروندان قرن بیست و یکم برای زنده ماندن در دنیای مدرن نیاز دارند عبارتند از: ارتباط، تفکر انتقادی، خلاقیت و همکاری. نیاز به این مهارت‌ها باعث می‌شود تا فراگیران محیط‌های یادگیری را تجربه کنند. رویکرد STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) برای آموزش مفاهیم در زمینه‌های موضوعی بر ایجاد یکپارچه‌سازی و نه فقط ارتباط بین رشته‌ها تأکید می‌کند. رویکرد STEM به‌عنوان یک رویکرد بین‌رشته‌ای برای یادگیری تعریف می‌شود که در آن مفاهیم با دنیای واقعی مطابقت دارند. در STEM، علوم، ریاضیات، مهندسی و فناوری برای آموزش مطلوب مفاهیم یکپارچه شده‌اند. فراگیران علم، فناوری، مهندسی و ریاضیات را

^۱Thanomsilp

^۲Graaff

^۳Partnership for 21st century learning

در زمینه‌ها به کار می‌گیرند تا ارتباط بین درس و جامعه برای توسعه سواد STEM برقرار شود. رویکرد STEM با کاربست مفاهیم آموخته شده (علوم) جهت نیل به فناوری مرتبط از طریق مهندسی و ریاضیات توسعه یافته است (بهارین، ۲۰۱۸). در ساخت فناوری، فراگیر به کاربرد مفاهیم در زندگی روزمره پی می‌برد و می‌داند که مفاهیم در موقعیت‌های متفاوت در زندگی نمود پیدا کرده‌اند. در کل آموزش STEM این فرصت را به فراگیران می‌دهد که به جای آموختن‌های جدا از هم و بخش‌هایی از دانش و شیوه‌های مربوط به آن، دنیای یکپارچه‌ای که در آن زندگی می‌کنیم را احساس کنند.

استفاده از رویکرد STEM در آموزش خوردگی 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 می‌تواند باعث افزایش خلاقیت، افزایش روحیه کار گروهی، تقویت روحیه همکاری در انجام فعالیت‌های گروهی و تأثیر مثبت در افزایش اعتماد به نفس فراگیران شود.

بهره‌گرفتن از رویکرد STEM از کودکان تا دانشگاه سبب تقویت مهارت‌ها در فراگیران خواهد شد (سریهاتانگ، ۲۰۱۸، آکیگن، ۲۰۱۶، کوپر، ۲۰۱۵) که شامل توسعه مهارت‌های فردی، توسعه مهارت‌های اجتماعی، توسعه مهارت‌های ارتباطی، تقویت مهارت‌های قرن ۲۱، پرورش استعدادها، تولید ایده‌های نو، تفکر فکورانه، خودباوری، خودمدیریتی، توانایی حل مسائل پیچیده، آمادگی برای زندگی در دنیای واقعی، تصمیم‌گیری عقلانی می‌باشد.

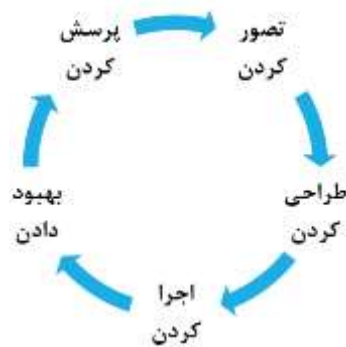
رشته‌های درگیر در STEM شامل موارد زیر است:

۱- علوم به معنای مطالعه‌ی علوم طبیعی است و دربرگیرنده‌ی قوانین طبیعت مرتبط با شیمی، فیزیک و زیست‌شناسی می‌باشد.

۲- ریاضیات یعنی زیان اعداد، الگوها، روابط و عملیات‌هاست. از ریاضیات به عنوان پایه‌ای برای یادگیری با رویکرد STEM یاد می‌شود زیرا از طریق آن می‌توان به پیش‌بینی و جستجوی الگوها و

روابط با استفاده از نشانه‌شناسی رسمی پرداخت. در صورت لزوم باید روابط و الگوهای ریاضی در نیل به فناوری موردنظر ذکر گردد. فراگیر باید از نقش ریاضی در اندازه‌گیری‌ها و کار با ابزارهایی که مستلزم دانستن ریاضی می‌باشد، آگاه شود.

۳- مهندسی که به عنوان یک شغل حرفه‌ای در جهان شناخته می‌شود و از ریاضیات و علوم برای رسیدن به فناوری بهره می‌گیرد. مهندسی می‌تواند دربرگیرنده ساخت یک دستگاه، مدل، فرایند و... باشد. در مهندسی ایده‌های فکری حاصل از مفاهیم علوم عملی شده و به محصولات قابل استفاده تبدیل می‌گردند. مهندسان مسائل و مشکلات را طی فرایند طراحی مهندسی حل می‌کنند:



شکل ۱- مراحل طراحی مهندسی

(۱) پرسش کردن: برای این منظور می‌توان از مطالب انگیزشی جهت رفع یک مشکل و ایجاد رفاه و آسایش در اجتماع پرداخت. مانند: مشکل چیست؟ دیگران چگونه به آن نگاه کرده‌اند؟ محدودیت‌ها در این موضوع کدام است؟

(۲) تصور کردن: برای این منظور می‌توان فضایی برای تعامل فراگیران در جهت رفع مشکل فراهم کرد.

چه راه حل‌هایی وجود دارد؟ برای این منظور می‌توان از ایده‌های حاصل از بارش مغزی استفاده کرد و بهترین را انتخاب کرد.

(۳) طراحی کردن: یک جدول رسم کنید، لیستی از مواد لازم را تهیه کنید و سپس به طراحی فعالیت بپردازید.

۴) اجرا کردن: طراحی خود را اجرا کنید و چیزی را خلق کنید؛ سپس آن را ارزیابی کنید.

۵) بهبود دادن: سؤالات و مطالب انگیزشی جهت ارزیابی سازه مطرح شود. مانند: چه چیزی می‌تواند کارکرد سازه را بهتر کند؟ چه اتفاقی افتاده است؟ طراحی خود را بهبود بخشیده تا سازه مورد نظر بهتر کار کند و سپس آن را دوباره امتحان کنید.

طراحی مهندسی منجر به افزایش انگیزه فراگیران برای درک عمیق علوم و ریاضیات خواهد شد که این خود دستیابی به فناوری را در پی دارد. فعالیت‌های طراحی مهندسی با استفاده از یک رویکرد میان رشته‌ای STEM منجر به ایجاد خلاقیت، مهارت‌های ارتباطی، کارگروهی، دست‌ورزی، تفکر خلاقانه و... خواهد شد.

۴- فناوری به عنوان روشی برای مدل‌سازی، بهبود و افزایش بازدهی محصولات در پیشرفت جامعه گام مهمی برمی‌دارد. هدف از تولید فناوری رفع نیازها و مشکلات مردم، همچنین ایجاد رفاه و آسایش برای جامعه می‌باشد. نوآوری انسان در تولید دانش و توسعه فرایندها در جهت افزایش توانمندی آن‌ها بسیار مفید خواهد بود.

فراگیران آموزش STEM در ۴ حیطه علوم، ریاضیات، مهندسی و فناوری به یادگیری و فعالیت می‌پردازند که در نتیجه‌ی این فعالیت‌ها به یادگیرندگانی حرفه‌ای تبدیل می‌شوند. آن‌ها از چیزی که می‌آموزند و این‌که چرا آن را می‌آموزند کاملاً آگاهند. در برنامه‌های STEM باید امکان سوال پرسیدن، بحث کردن، طرح‌ریزی، به‌اجرا درآوردن طرح، ارزیابی و بهبود طرح فراهم باشد. بدین ترتیب با پرورش افراد حرفه‌ای و آگاه، موجبات پیشرفت و توسعه جامعه فراهم می‌شود. بنابراین می‌توان گفت پیشرفت یک جامعه در گرو نحوه آموزش و پرورش آن کشور است (دامان هوری، ۲۰۱۹). سواد STEM یعنی شناخت ماهیت علوم، ریاضیات، مهندسی و فناوری و آگاهی از بعضی مفاهیم مهم هر رشته که به عنوان یک اولویت آموزشی برای همه‌ی فراگیران محسوب می‌شود.

بیان مسئله

به فرایند زوال فلزات و آلیاژها در اثر فعل‌وانفعال با محیط اطراف، خوردگی گفته می‌شود. خوردگی پدیده‌ای خودبه‌خودی‌ست که همه‌ی مردم در زندگی روزمره‌ی خود از بدو پیدایش فلزات با آن

روبه‌رو هستند. خوردگی از طریق واکنش‌های اکسایش-کاهش رخ می‌دهد. بسیاری از پدیده‌هایی که در اطراف ما رخ می‌دهد نتیجه‌ی انجام یک واکنش اکسایش-کاهش می‌باشد. به عنوان مثال سوخت و ساز سلولی در جانداران، فتوسنتز گیاهان، عملکرد باتری‌ها و استخراج فلز از سنگ معدن همگی با استفاده از واکنش‌های اکسایش-کاهش به وقوع می‌پیوندند. با این حال فرایند خوردگی به عنوان یک واکنش اکسایش-کاهش ناخواسته شناخته می‌شود که آثار زیان‌باری در پی دارد.

به مشکلات خوردگی در برنامه‌های درسی دانشگاهی، صنعت، سازمان‌ها، وزارتخانه‌ها، ادارات، شهرها و مناطق و به‌طور کلی در جامعه توجه کافی نشده است. آموزش در این مورد نقش اصلی را ایفا می‌کند. مشکلات خوردگی در تمام مراحل ایجاد و توسعه بسیاری از صنایع نقش مهمی را ایفا می‌کند، زیرا منجر به زوال و خرابی عملکرد تجهیزات فلزی و محیط می‌شود. با استفاده از آموزش‌های نوین، معرفی زمینه‌های شغلی، استفاده از ارتباطات بین رشته‌ای، وسعت دانش مدرّس و فن بیان او می‌توان فراگیران را به موضوع خوردگی علاقه‌مند کرد. تربیت متخصصان خوردگی در سایه‌ی آموزش مطلوب رخ می‌دهد. با وجود متخصصان خوردگی در صنایع مختلف می‌توان هزینه‌های خوردگی را تا حد زیادی کاهش داد. چگونه جوانان را به سمت موضوع خوردگی جذب کنیم؟ تجربه چندین روش را برای حل این مشکل پیشنهاد می‌کند؛ مراحل کلیدی شامل روش‌های نوین تدریس و آموزش، خصوصیات شخصی یک معلّم (وسعت دانش وی در کلیه زمینه‌ها از جمله علوم انسانی و فرهنگ عمومی)، استفاده از ارتباطات بین‌رشته‌ای، دیدگاه علمی و داشتن فن بیان. عواقب ناشی از خوردگی را می‌توان با نیروی انسانی که به خوبی در اصول و روش‌های خوردگی آموزش دیده اند به حداقل رساند.

تربیت نیروهای متخصص، پیشرفت صنایع و در نتیجه پیشرفت جامعه در اثر جلوگیری از خسارات خوردگی، مستلزم ایجاد محیط یادگیری مناسب و به‌کارگیری شیوه‌های نوین آموزش برای فراگیران می‌باشد. برای تدریس علوم در قرن ۲۱، معلّم باید فعالیت‌هایی را ایجاد کند که فراگیر را به چالش بکشد و او را جذب کند تا فراگیران بتوانند دانش خود را بسازند. امروزه آموزش بر محتوا، شایستگی، پیشروی، حل مسئله، جستجوی دانش و ساخت دانش تاکید می‌کند. محتوای آموزشی نقش کلیدی در فرایند آموزش و یادگیری ایفا می‌کند. محتوای آموزشی باید دربرگیرنده‌ی تمام مطالب، نکات و اطلاعاتی که با اهداف از پیش تعیین شده متناسب است، باشد (میرزاییگی، ۱۳۸۷). در هنگام طراحی آموزشی و انتخاب روش تدریس باید به نیاز فراگیران توجه ویژه‌ای داشت و محتوای آموزشی متناسب

با نیاز فراگیران طراحی شود (ویگینگ، ۱۹۹۸). محتوای طراحی شده باید قابلیت پوشش‌دهی مسائل و نیازهای جامعه را داشته باشد تا بتواند فراگیران را برای زندگی در اجتماع و پذیرفتن مسئولیت‌های گوناگون آماده کند. در طراحی محتوا باید به پیشرفت‌های علمی موجود در جامعه توجه شود. همچنین مفاهیم اساسی و پایه حتما در محتوا آورده شود. محتوای طراحی شده باید با توجه به مقطع تحصیلی فراگیران تدوین گردد و محتوای آن قابل درک باشد (ظرافت دوست، ۱۳۹۱).

بررسی کتب درسی مخصوصا کتب شیمی دوره کارشناسی بیانگر عدم وجود مبحث جامع و روان برای مبحث خوردگی است. اگرچه کتب متعددی در زمینه خوردگی چاپ شده است ولیکن بررسی آنها نشان از عدم تناسب محتوی آنها با سطح دانشی دانشجویان مقطع کارشناسی رشته شیمی مخصوصا در سالهای اولیه تحصیل آنها می‌باشد. اکثر کتب درسی موجود مخصوص دانشجویان رشته مهندسی شیمی، مهندسی صنایع، یا مهندسی مواد نگاشته شده‌اند. از طرفی، با اینکه مبحث خوردگی زیرمجموعه الکتروشیمی است ولیکن در درس تجزیه ۲ نیز به آن پرداخته نمی‌شود. بررسی دقیق کتب و محتوای موجود برای درس تجزیه ۲ نیاز به طراحی محتوی مناسب در زمینه آموزش خوردگی را به وضوح بیان می‌کند. با توجه به اهمیت انکارناپذیر محتوای آموزشی در فرایند آموزش و اهمیت مبحث خوردگی در صدد طراحی محتوی برای مبحث خوردگی مناسب مقطع کارشناسی رشته شیمی برآمدیم.

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 حیطه‌ی آموزش انجام می‌شوند اغلب از نوع کاربردی هستند. هدف از این پژوهش طراحی محتوای آموزشی برای مبحث خوردگی است.

هدف اصلی از اجرای این پژوهش طراحی محتوای آموزشی در زمینه‌ی خوردگی و حفاظت از خوردگی با رویکرد STEM برای دانشجویان رشته شیمی در مقطع کارشناسی است.

پیشینه‌ی تحقیق

رضا جواهردشتی (جواهردشتی، ۱۳۷۹) کارشناس توسعه صنعتی سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران و دبیر انجمن خوردگی ایران در مقاله‌ای تحت عنوان ((لزوم آموزش خوردگی میکروبی به عنوان یک درس مستقل دانشگاهی)) به بررسی دلایل لزوم تدریس خوردگی میکروبی به عنوان یک واحد درسی مستقل دانشگاهی پرداخته است. رضا جواهردشتی (جواهردشتی، ۱۳۷۸) در مقاله‌ای دیگر با عنوان ((مسئله‌ی خوردگی و اهمیت آن در صنعت، اقتصاد و آموزش مهندسی معطوف به صنعت در ایران)) با مقایسه ایران و جهان از نظر مسائل مربوط به زیان‌های خوردگی و سابقه علم و مهندسی خوردگی، پیشنهاداتی برای بهبود جایگاه واقعی آموزش در نظام مهندسی ایران ارائه کرد. پریسا اجباری (اجباری، ۱۳۹۲) دبیر شیمی و الناز اصغری عضو هیئت علمی دانشکده شیمی در مقاله‌ای با عنوان ((اهمیت و لزوم آموزش خوردگی)) به این نتیجه رسیدند که: اگر بتوانیم کودکان (مهندسان آینده) را با مفاهیم و آزمایش‌های ساده آموزش دهیم و یا با برگزاری دوره‌های آموزشی تخصصی نیروی کار را آگاه‌تر کنیم، می‌توانیم خسارت‌های ناشی از خوردگی را کاهش دهیم.

محمد رضا کل‌صفتان (کل‌صفتان، ۱۳۹۸) کارشناس ارشد مهندسی سیستم‌های اقتصادی-اجتماعی و فاطمه امیری استادیار دانشگاه فرهنگیان در پژوهشی تحت عنوان ((رویکرد STEM و الزامات پیاده‌سازی آن در ایران)) به شرح رویکرد STEM و طیف روش‌های آموزشی بر پایه‌ی STEM پرداخته‌اند. سپس با توجه به شرایط کنونی آموزش و پرورش و سنجش در ایران، الزامات پیاده‌سازی رویکرد STEM در ایران بحث و بررسی شده است.

احمدی (۱۳۹۸)، دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش شیمی، در پایان‌نامه‌ی خود به طراحی محتوای ((مبحث باتری با رویکرد STEM برای دانشجویان رشته شیمی)) پرداخت که هدف از این پژوهش تهیه محتوای کاربردی برای آموزش مبانی الکتروشیمی و مخصوصاً سل‌های گالوانی و رابطه نرنست و نحوه عملکرد یک سل گالوانی و چگونگی بهبود راندمان آن بود.

پژوهشی با عنوان ((تدریس STEM در آزمایشگاه شیمی و نحوه ساخت یک باتری ساده در آزمایشگاه)) صورت گرفته است که خود ارزیابی‌های دانشجویان نشان داد که این فعالیت‌ها به آن‌ها کمک می‌کند تا مفاهیم علمی الکتروشیمی را درک کنند (تانومسیلپ، ۲۰۱۸). آن‌ها همچنین تصور می‌کردند که این فعالیت‌ها به بهبود تفکر انتقادی و مهارت‌های کار گروهی کمک می‌کند. پژوهشی توسط مورائس^۱ و همکارانش (۲۰۱۵) با عنوان ((تلفیق تلفن‌های همراه در تدریس علوم برای کمک

^۱Moraes

به دانش‌آموزان، روشی برای ارزیابی خوردگی آهن در آب دریای شبیه‌سازی شده)) انجام شده است که در آن معلم از یک رویکرد مبتنی بر مسئله استفاده می‌کند که دانش‌آموزان را قادر می‌سازد تا خود روش‌های آزمایشی را توسعه دهند. آنها نتیجه‌گیری کردند که کاربرد تلفن همراه برای تدریس علوم بسیار مفید می‌باشد زیرا سبب یادگیری معنادار می‌شود. پژوهشی از فری (۲۰۱۵) تحت عنوان ((آموزش خوردگی از طریق اینترنت با استفاده از ابزارهای متنوعی برای تقویت یادگیری)) صورت گرفته است که در مورد برنامه‌ریزی، توسعه، تحویل و ارزیابی یک دوره خوردگی به صورت آنلاین که در دانشگاه یوتا ایجاد شده است، بحث و بررسی می‌کند.

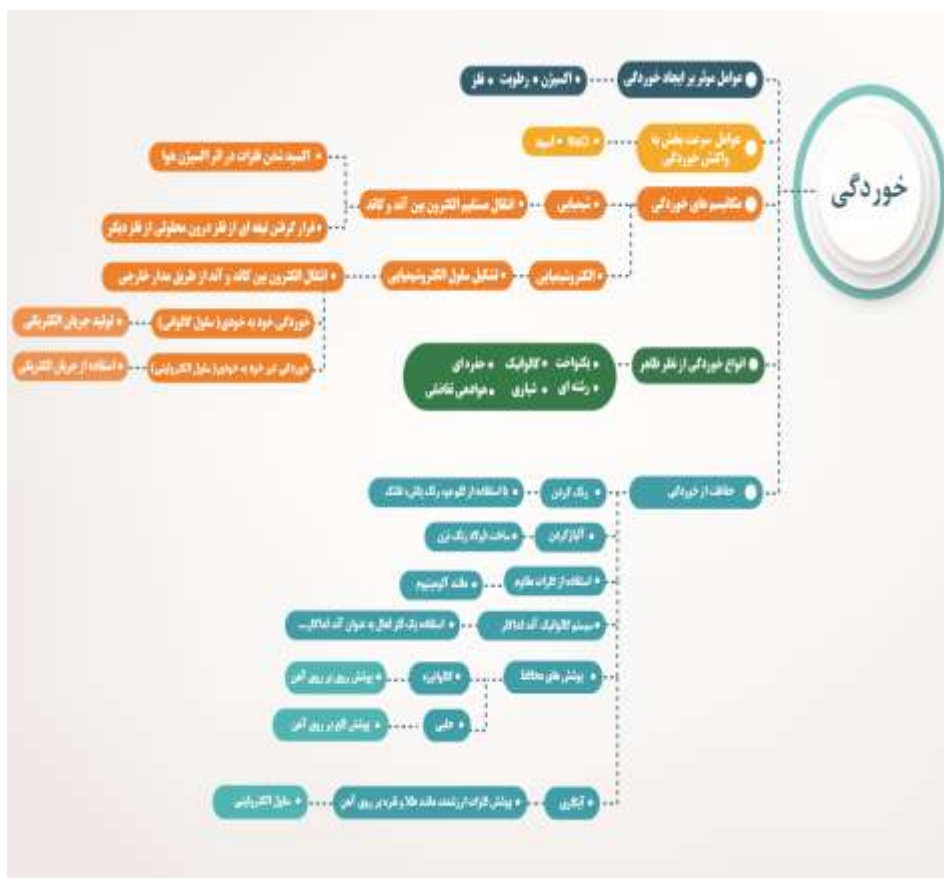
پژوهشی از للانوس^۱ و همکارانش (۲۰۱۹) با عنوان ((تقویت آموزش خوردگی برای دانشجویان مهندسی شیمی از طریق تجربه آزمایشگاهی)) انجام شده است که نشان می‌دهد آزمایشگاه باعث افزایش درک دانشجویان و همچنین اعتماد به نفس آن‌ها می‌شود.

بر اساس اهداف پژوهش و موارد ذکر شده در این فصل، طراحی محتوای خوردگی با رویکرد STEM برای دانشجویان رشته شیمی ضروری تلقی می‌شود؛ لذا در این پژوهش محقق به طراحی محتوای آموزشی می‌پردازد.

یافته‌های پژوهش

در طراحی محتوای حاضر سعی بر آن بوده است که مفاهیم علمی مربوط به خوردگی به صورت کاوشگرانه و مبتنی بر STEM، مطابق با زمینه‌ی زندگی واقعی انسان‌ها بیان گردد. در آموزش مفاهیم خوردگی 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. جمع‌بندی مطالب جمع‌آوری شده از منابع معتبر علمی در زمینه خوردگی به صورت نقشه مفهومی (شکل ۱) ترسیم گردید که عناوین مهم برای آموزش مبحث خوردگی در آن ذکر شده‌اند.

طراحی محتوای مبتنی بر رویکرد STEM انجام شد. موارد مذکور به هر بخش این رویکرد شامل علوم، ریاضیات، مهندسی و فناوری در ذیل به طور اختصار شرح داده شده‌اند.



شکل ۱- نقشه مفهومی برای مبحث خوردگی

علوم (Science)



شکل ۲- پیری و فرسودگی انسان

در محتوای مذکور، در ابتدا برای ایجاد علاقه و افزایش انگیزه‌ی دانشجویان، پیری و فرسودگی انسان‌ها مثال زده شده است (شکل ۲) و توضیح داده می‌شود که همه‌ی موجودات زنده و غیرزنده در طول زمان فرسوده می‌شوند و کم‌کم از بین می‌روند. سپس با توجه به موارد گفته شده، کاربرد فلزات و فرسودگی آن‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

به نظر شما علت ایجاد فرسودگی چه می‌باشد؟

آیا می‌توانیم این فرسودگی را به تاخیر بیندازیم یا از آن جلوگیری کنیم؟
برای جلوگیری و کند کردن فرایند فرسودگی چه کارهایی باید انجام دهیم؟
به جز موارد گفته شده، برای فرسودگی و زوال چند مثال بزنید.



در مرحله‌ی بعد آزمایشی جهت شناسایی عوامل مؤثر بر ایجاد خوردگی و عوامل سرعت‌بخش خوردگی طراحی شد که طی آن فراگیران با عوامل اصلی ایجاد کننده‌ی خوردگی (اکسایش و رطوبت) (شکل ۳) و عوامل سرعت‌بخش به واکنش خوردگی (اسید و $NaCl$) آشنا می‌شوند.

فکر کنید ۱

به نظر شما برای ایجاد خوردگی چه مواردی باید وجود داشته باشد؟
چه ارتباطی بین محل نگهداری فلز و میزان خوردگی وجود دارد؟

برای یافتن پاسخ سؤالات خود آزمایش زیر را انجام دهید.

آزمایش ۱

مواد و وسایل مورد نیاز:

پنج عدد میخ آهنی سالم، تمیز و یکسان، پنج ظرف شیشه‌ای یکسان، بلورکلسیم کلرید بی آب، آب خالص، روغن، محلول آب و نمک، اسید قوی HNO_3

شرح آزمایش:

پنج میخ آهنی سالم را در پنج ظرف شیشه‌ای با شرایط زیر به مدت یک هفته قرار دهید.
 ظرف اول: حاوی بلور کلسیم کلرید بی‌آب (جهت جذب رطوبت هوا و به عنوان عامل خشک کننده) ظرف دوم: حاوی آب که با یک لایه روغن پوشیده شده است
 ظرف سوم: حاوی آب
 ظرف چهارم: حاوی محلول آب و نمک
 ظرف پنجم: حاوی آب و چند قطره اسید
 ❖ ایمنی را هنگام انجام آزمایش رعایت کنید.
 ❖ نتایج آزمایش را در گزارش کار خود وارد کنید.

به سؤالات زیر پاسخ دهید:

- چه مشاهده می‌کنید؟
- در این آزمایش چه عواملی را برای خوردگی پیش‌بینی می‌کنید؟
- در این آزمایش چه عواملی به واکنش خوردگی سرعت می‌بخشند؟
- واکنش‌های انجام شده در این فرایندها از چه نوع واکنش‌هایی هستند؟

در فرایند خوردگی برای اکسید شدن فلزات، وجود گونه‌های اکسیدکننده در محیط ضروری است.

گونه‌های اکسید منجر به اکسایش فلز و در نتیجه خوردگی آن می‌شوند.



شکل ۳- گونه‌های اکسیدکننده سطح فلز

گونه‌های اکسیدکننده سطح فلز شامل چه مواردی هستند؟

- ؟
- ؟
- ؟

به همین ترتیب اگر فلز در معرض شرایط مطلوب خوردگی قرار بگیرد، سطح آن اکسید شده و انتظار می‌رود فلز مورد نظر خورده شود. زنگ آهن، لکه دار شدن نقره و تغییر رنگ مس نمونه‌هایی از خوردگی هستند.

در ادامه مکانیسم‌های واکنش خوردگی فلزات (شیمیایی و الکتروشیمیایی)، با مثال‌های متعدد توضیح داده می‌شوند تا کج‌فهمی تفاوت میان این دو رفع گردد.

در مرحله بعد به عوامل سرعت بخش به واکنش خوردگی پرداخته می‌شود و با طرح فعالیت عملی و همچنین استفاده از شماها مناسب فراگیر را به کنکاش و تفکر واداشته تا با انجام تست‌های ساده و همچنین جستجوی منابع به عوامل مؤثر بر واکنش خوردگی دست یابد. از جمله عوامل حضور اسید و محلول الکترولیت یا حضور ترکیب یونی نظیر انواع نمک‌های یونی که باعث تشدید فرایند خوردگی می‌شود. در این مرحله، به راحتی با طراحی آزمایش‌های ساده فراگیر می‌تواند چگونگی اثر آنها را به صورت عملی تست و بررسی نماید.

در پایان این بخش فعالیت به شرح ذیل در محتوی گنجانده شده که به کاوشگری بیشتر فراگیر کمک کند.

فکر کنید ۲

ارتباط بین تصاویر زیر را شرح دهید.



• باران اسیدی چگونه سبب خوردگی فلزات می‌شود.

• مقاومت فلزها را در برابر باران اسیدی چگونه پیش‌بینی می‌کنید؟

• ضرب المثل ((از ماست که بر ماست)) را در ارتباط با باران اسیدی و پیامدهای آن تفسیر کنید.

کشتی‌ها، خودروها، ساختمان‌ها و پل‌های با قطعات فلزی، در برابر بارش‌های اسیدی علاوه بر تغییرات ظاهری و خوردگی، ممکن است با کاهش مقاومت نیز مواجه شوند. اسید موجود در باران‌ها سبب خوردگی و تخریب بسیاری از سازه‌های فلزی می‌شود. وجود اسید نیز عامل دیگری است که در ایجاد فرایند خوردگی مؤثر است و سرعت آن را افزایش می‌دهد.

فرایند خوردگی از طریق چه مکانیسمی رخ می‌دهد؟

پس از شرح خوردگی و مکانیسم‌های آن، انواع خوردگی بر اساس ظاهر فلز آسیب دیده در جدولی برای دانشجویان آورده می‌شود که در آن هر یک از انواع خوردگی به همراه عکس مربوطه نشان داده می‌شود. در این مرحله، دانشجویان با مشاهده‌ی ظاهر فلز آسیب دیده به نوع خوردگی آن پی می‌برند. با ارائه جدول (۱) در انتهای این بخش فراگیر ترغیب به مطالعه و یافتن علت فرایندهای مذکور و نحوه رخداد آن می‌شود.

جدول (۱)	
فلزات از نظر خوردگی به ۳ دسته تقسیم می‌شوند.	
۱. فلزاتی مانند آهن	در مجاورت عوامل اکسنده خورده می‌شوند.
۲. فلزاتی مانند مس، آلومینیوم، کروم	در مجاورت عوامل اکسنده، سطح‌شان اکسید شده ولی لایه‌ی اکسیدی تشکیل شده، همچون سدی محافظ از خوردگی بیشتر فلز جلوگیری می‌کند.
۳. فلزاتی مانند طلا، نقره، پلاتین	در مجاورت عوامل اکسنده، خورده نمی‌شوند.

سپس به صورت کاوشگری هدایت شده و با طرح فعالیت‌های مناسب بحث خوردگی شیمیایی و خوردگی الکتروشیمیایی مطرح و آموزش داده می‌شود. در این بخش فراگیر با استفاده از جدول پتانسیل استاندارد می‌تواند پیش بینی نماید که چه فلزی در واکنش الکتروشیمیایی متحمل اکسایش و به عبارتی خوردگی الکتروشیمیایی می‌شود.

در مرحله بعدی، به بعد هنری فرایند خوردگی پرداخته می‌شود (شکل ۴) و اینکه چطور از فرایند خوردگی برای خلق هنر می‌توان استفاده کرد. طی این بخش از محتوی، فراگیر درگیر فرایند خوردگی و واکنش‌های مربوطه می‌شود و با کاوشگری هدایت شده درک عمیق‌تری از واکنش‌ها و عوامل مؤثر بر آنها می‌یابد.

خوردگی و زیبایی

به نظر شما چگونه می‌توان از فرایند خوردگی در دکوراسیون و زیبایی استفاده کرد؟



شکل ۴- استفاده از پتینه‌ی مس در طراحی و زیبایی

آیا تا به حال واژه‌ی پتینه و پتینه‌کاری را به گوش شنیده‌اید؟

هنر پتینه‌کاری با داشتن تاریخچه‌ی بسیار غنی و قدمتی که طول آن به دوران باستان بازمی‌گردد، در جامعه امروزی جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده‌است. در اماکن مصر باستان و همچنین در نقاشی‌های به‌جامانده در غارها، هنر پتینه‌کاری به‌صورت ابتدایی دیده شده‌است. در دهه ۱۹۸۰ میلادی این هنر به اوج خود رسید. در جامعه‌ی امروزی پتینه‌کاری در رشته‌های مختلف هنری مانند طراحی و دکوراسیون داخلی بسیار گسترش یافته است. هنر پتینه سبب توسعه خلاقیت و ایجاد طرح‌ها و مدل‌های خلاق، هنری و زیبا می‌شود.

پتینه‌کاری هنر کهنه کردن اجسام و کارهای هنری با بهره‌گیری از رنگ و بافت و ایجاد نمایی کهنه و فرسوده شده یا به اصلاح اکسید شده می‌باشد. به عبارتی، رنگ و لعاب دادن به اشیاء، اجسام، سطوح و هرچیزی که رنگ پذیر باشد به نحوی که به آن قدمت ببخشد، پتینه‌کاری نامیده می‌شود. در ابتدا برای معرفی هنر پتینه، از فلز مس شروع می‌کنیم. فلز مس علاوه بر صنعت و فناوری در هنر نیز اهمیت فراوانی پیدا کرده‌است. خورده شدن مس و یا ایجاد پتینه‌ی سبزآبی آن در حالت عادی ممکن است سال‌ها طول بکشد اما امروزه با پیشرفت هنر و فناوری و به‌کارگیری برخی روش‌ها می‌توان به خوردگی مس سرعت بخشید و در طراحی و زیبایی از آن استفاده کرد. امروزه تکنیک‌های متفاوتی در دسترس هستند تا فرایندی را ایجاد کنند که مشابه پتینه‌شدن طبیعی باشد و در طول زمان از بین نرود. مس پتینه‌شده در طراحی دکوراسیون داخلی و خارجی، تعمیرات دیوار یا سقف‌های قدیمی، ساخت تابلوهای تزئینی و... کاربرد گسترده‌ای پیدا کرده‌است. قطعات سبزآبی نیز که در معرق مس به چشم می‌خورند، همان مس پتینه‌شده هستند که بیشتر جنبه‌ی تزئینی دارند. برای این بخش از محتوی، فعالیت هنری- عملی (۱) طراحی شد.

چگونه می‌توانیم با روش‌های در دسترس خوردگی مس را سرعت ببخشیم و در سازه‌های مختلف از آن استفاده کنیم؟ برای انجام این کار چه پیشنهادهایی دارید؟ بهترین پیشنهاد کدام است؟ جهت اجرایی کردن پیشنهاد خود به چه مواد و وسایلی نیاز دارید؟

فعالیت هنری (۱)

مواد و وسایل مورد نیاز:



یک ورق مس، کاتر، سمباده، سولفوریک اسید، محلول آب و نمک، روغن جلا، قلموی سرتخت نرم بزرگ، ماسک، دستکش و روپوش

شرح آزمایش:

گام اول: ابتدا با استفاده از کاتر ورقه‌ی مسی را به اندازه‌ی دلخواه برش دهید. سپس آن را با سمباده پرداخت کنید تا صاف و یکدست شود. حال آن را روی سطح غیر شیب‌دار زمین در فضای باز قرار دهید. گام دوم: سپس با رعایت کامل نکات ایمنی، کمی عقب‌تر ایستاده و سولفوریک اسید را به صورت نامنظم و جداگانه بر روی ورقه‌ی مسی بریزید. توجه داشته باشید که لازم نیست همه فضای ورقه با اسید پتینه شود.

هنگام ریختن اسید بلافاصله بخارات اسیدی آزاد می‌شود و ورقه‌ی مسی از سوی اسید خورده می‌شود. بعد از گذشتن حداقل ۳ الی ۴ ساعت که ورقه‌ی مس خشک شد، شما شاهد رنگ‌های بسیار زیبای فیروزه‌ای، آبی و سبز خواهید بود.

گام سوم: در این مرحله برای تثبیت رنگ‌های ایجادشده از روغن جلا بی‌رنگ استفاده می‌شود. برای انجام این کار می‌توان از قلم موی آغشته به روغن استفاده کرد.

□ نکات ایمنی را هنگام انجام آزمایش رعایت کنید.

□ نتایج آزمایش را در گزارش کار خود وارد کنید.

به سؤالات زیر پاسخ دهید.

• چه مشاهده می‌کنید؟ • این تکنیک در کجاها قابل استفاده است؟

چگونه می‌توان آزمایش را به شیوه‌ی بهتری انجام داد تا به محصول زیباتری دست یابیم؟ آیا باید موادی را جایگزین کرد؟ یا مقدار استفاده از مواد را کم و زیاد کنیم؟ یا حتی ماده‌ای را حذف کنیم؟



اگر به جای اسید از محلول آب و نمک استفاده کنیم، چه اتفاقی می‌افتد؟
آزمایش را طراحی و اجرا کنید

در بخش بعدی تحت عنوان پیوند با زندگی به شرح ذیل نمونه‌ای از فرایند خوردگی در زندگی روزمره و در بدن انسان شرح داده شد.

پیوند با زندگی - خوردگی دندان

آمالگام، ماده‌ای است که در دندان پزشکی برای پر کردن دندان‌های آسیب‌دیده استفاده می‌شود. این ماده از ترکیب جیوه با یک یا چند فلز دیگر به دست می‌آید. در حقیقت این ماده متشکل از سه فاز جامد زیر است:



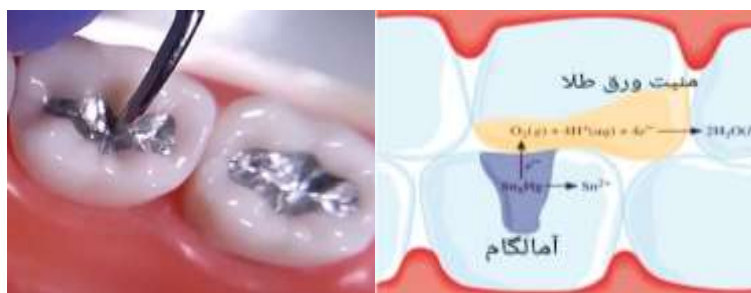
پتانسیل الکترودی استاندارد برای انجام واکنش این ترکیبات به صورت بیان می‌شود:

$$\text{Hg}_2^{2+}/\text{Ag}_2\text{Hg}_3 = 0.85 \text{ V}$$

$$\text{Sn}^{2+}/\text{Ag}_3\text{Sn} = -0.05 \text{ V}$$

$$\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}_8\text{Hg} = -0.13 \text{ V}$$

اکنون تصور کنید فردی تکه‌ای فویل آلومینیومی را با دندان پرشده‌ی خود طوری گاز بگیرد که ماده‌ی آمالگام با ورق آلومینیوم تماس پیدا کند، در این هنگام فرد یک درد شدید لحظه‌ای را تجربه می‌کند. به نظر شما علت آن چیست؟ می‌توان گفت در این لحظه یک سلول الکتروشیمیایی در دهان فرد ایجاد می‌شود که آلومینیوم با $E^0 = -0.66 \text{ V}$ نقش آنند، پرکننده نقش کاتد و بزاق دهان نیز به عنوان الکترولیت این سلول عمل می‌کند. تماس بین فویل آلومینیومی و ماده‌ی آمالگام منجر به برقراری یک اتصال کوتاه می‌شود که جریان الکتریکی ضعیفی را بین الکترودها به وجود می‌آورد. این جریان عصب حساس دندان را تحریک و باعث ایجاد احساس درد در انسان می‌گردد. حال اگر یک مثبت ورق طلا با $E^0 = 1.49 \text{ V}$ با ماده‌ی آمالگام تماس پیدا کند، تصور می‌کنید چه اتفاقی روی دهد (شکل ۵)؟



شکل ۵- دندان پر شده با آمالگام. خوردگی دندان چگونه رخ می‌دهد؟

در این حالت منبت ورق طلا نقش کاتد و ماده‌ی آمالگام نقش آند را ایفا کرده و خورده می‌شود. بنابراین دندان خورده و دچار آسیب می‌شود و باید برای ترمیم به دندانپزشک مراجعه کنیم. در مرحله‌ی آخر فراگیران با چالشی جدید روبه‌رو می‌شوند که چگونه با وجود آسیب‌های مستقیم و غیرمستقیم خوردگی می‌توان از خوردگی فلزات جلوگیری کرد. برای علاقه‌مندی دانشجویان از مثال ویروس کرونا و واکسن آن استفاده شده است. به این صورت که همان‌طور که با شیوع ویروس کرونا، انسان‌ها به این بیماری مبتلا می‌شوند و باید برای حفاظت از جان خود واکسن بزنند، فلزات نیز با ایجاد خوردگی بیمار می‌شوند و باید در برابر این بیماری واکسینه شوند. سپس انواع روش‌های حفاظت از خوردگی از رنگ کردن که ساده‌ترین آن‌ها می‌باشد تا راه‌های حفاظت از خوردگی در صنعت همه و همه با استفاده از روش‌های فعال دانشجویان محور شرح داده شده است.

ریاضیات (Mathematic): در این بخش، فرمولی برای محاسبه‌ی میزان خوردگی ارائه می‌شود تا دانشجویان با روابط مرتبط با مفاهیم آموخته شده در بخش علوم آشنا شوند. محاسبه‌ی میزان خوردگی قطعات در مدت زمان مشخص، می‌تواند به ما در شناسایی زمان تعویض یا تعمیر قطعات کمک کند.

$$mpy = \frac{534 \square}{dAT}$$

در واقع ارتباط بین رشته‌های علوم و ریاضیات به خوبی مشهود است.

فناوری (Technology): بازی دومینو تفریح سالمی است که با انجام آن در سطوح آموزشی می‌توان سطح رشد فکری و ضریب هوشی فراگیران را بالا برد. این بازی با ایجاد ارتباط بین دروس ریاضی، فیزیک و شیمی باعث یادگیری هر چه بهتر مفاهیم می‌شود و می‌تواند باعث ایجاد انگیزه‌های شغلی در حیطه‌های فنی و مهندسی شود. هر مثالی که در ارتباط با خوردگی و فداکاری فلزات می‌زنیم به این خاطر است که فراگیران از اهمیت حفظ فلزاتی همچون آهن به عنوان منابع ملی در صنعت

غافل نشوند، به کسب مهارت در این زمینه علاقه پیدا کنند و با ایجاد فناوری‌های جدید در این زمینه به بهبود هرچه بیشتر این سرمایه و ایجاد راهکارهای بهتر و کاربردی‌تر برای رفع نیاز جامعه تلاش کنند. این بازی همچنین منجر به افزایش اعتماد به نفس و تقویت رشد و شکوفایی خلاقیت در فراگیران خواهد شد.

مهندسی (Engineering): در این بخش دانشجویان باید با به کارگیری قواعد خوردگی دومینو را به حرکت بیندازند.

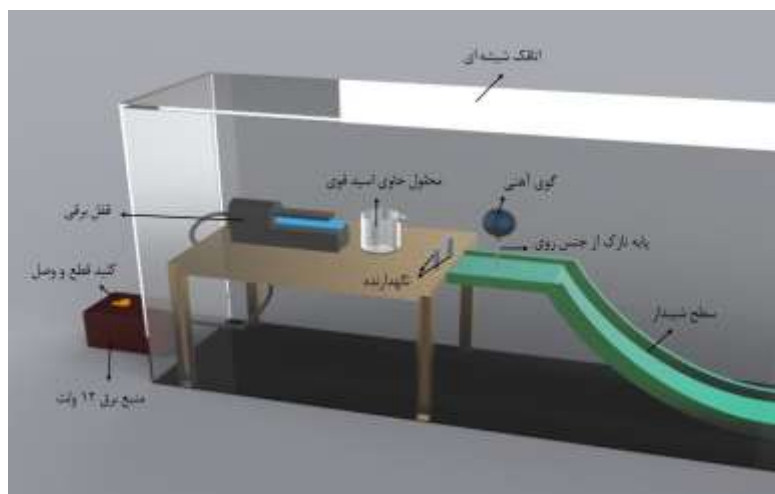
پرسش: چگونه می‌توانیم با به کارگیری قواعد خوردگی کاری کنیم تا دومینو شروع به حرکت کند؟

تصویر کنید: برای انجام این کار چه راه‌هایی وجود دارد؟ پیشنهاد شما چیست؟ چگونه می‌توانیم این کار را انجام دهیم؟

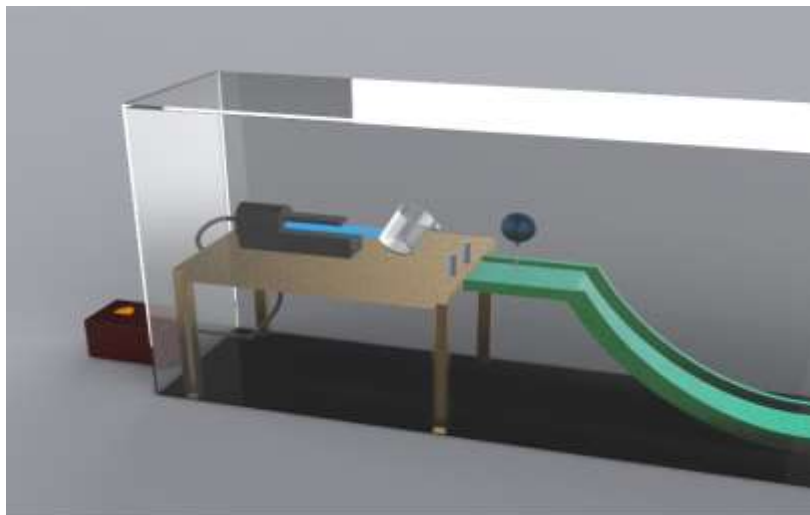
طراحی کنید: برای به حرکت درآوردن دومینو با استفاده از اصول خوردگی، چه وسایلی مورد نیاز است؟ این وسایل چگونه باید در کنار هم قرار بگیرند؟

ایجاد کنید: در ابتدا دومینوها را می‌چینیم سپس سطح شیداری را در ابتدای مسیر دومینوها قرار می‌دهیم. (برای این منظور می‌توانیم از سرسره پلاستیکی استفاده کنیم)

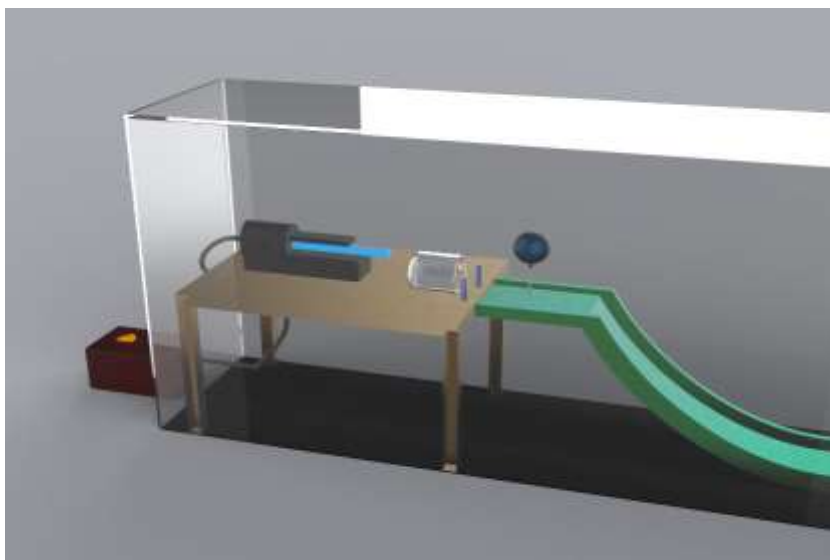
از یک قفل برقی به‌عنوان دستگاه ضربه‌زن استفاده می‌کنیم و آن را به یک منبع برق ۱۲ ولتی وصل می‌کنیم. در جلوی قفل، یک بشر حاوی محلول اسید قوی قرار می‌دهیم. در جلوی بشر نیز گوی آهنی را درون پایه نازکی از جنس روی قرار می‌دهیم.



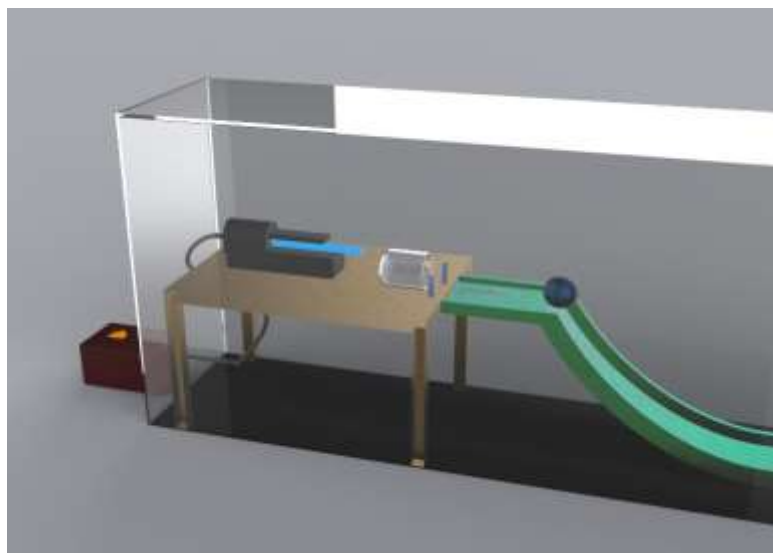
هنگامی که کلید قطع و وصل قفل برقی را فشار دهیم، برق وارد قفل شده و زبانه قفل را به بیرون پرت می‌کند.



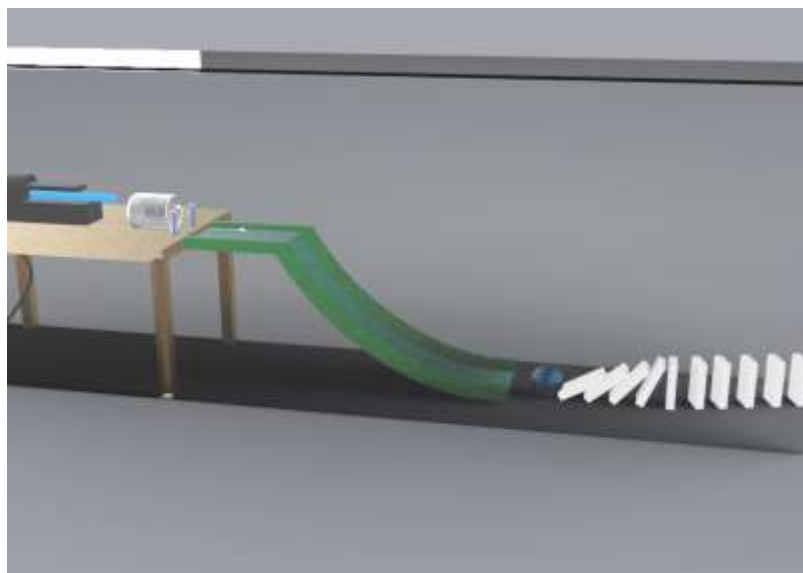
زبانه قفل به محلول حاوی اسید برخورد کرده و محلول داخل آن بر روی گوی آهنی که درون پایه نازک روی قرار داشت، می‌ریزد.



از آنجا که E° فلز روی از آهن کمتر است بنابراین در انجام واکنش اکسایش از آهن پیشی گرفته و از اکسایش آهن محافظت می‌کند و خودش اکسید می‌شود.



در اثر اکسید شدن، پایه روی خورده شده و گوی آهنی از روی آن میافتد و از لبه سطح شیبدار غلت خورده و به دومینوها برخورد می‌کند.



به این ترتیب بازی دومینو، با انجام یک واکنش اکسایش-کاهش و با در نظر گرفتن محافظت از آهن و بدون دخالت دست انجام می‌شود.

❖ اگر جنس پایه از آهن و جنس گوی از روی باشد (عکس حالت قبل)، چه اتفاقی را

پیش‌بینی می‌کنید؟

بهبود دهید:

❖ چگونه می‌توانیم دومینو را زودتر به حرکت درآوریم؟

❖ برای این منظور می‌توانید جنس گوی و پایه را به فلزات دیگر تغییر دهید.

❖ با در نظر گرفتن فلزات متفاوت در این بازی، زمان به حرکت درآمدن دومینو را مقایسه

کنید.

دسته‌بندی کنید.

آموختیم که خوردگی از طریق دو مکانیسم شیمیایی و الکتروشیمیایی به وقوع می‌پیوندد. اکنون در جدولی تفاوت‌ها و شباهت‌های آن‌ها را دسته‌بندی کنید و برای هر کدام یک مثال بزنید.

بحث و نتیجه‌گیری

فرایند خوردگی در ایجاد و توسعه‌ی بسیاری از صنایع همچون صنعت نفت و گاز از اهمیت فراوانی برخوردار است زیرا منجر به فرسودگی و خرابی تجهیزات فلزی خواهد شد. برای حل این مشکل باید برنامه‌ی درسی دانشگاه‌ها مورد بررسی قرار گیرد و کاستی‌های احتمالی آن اصلاح شود، به طوری که موضوع خوردگی برای فراگیران جذاب باشد و برای تحصیل در آن راغب باشند. در محتوای طراحی شده به آموزش خوردگی با استفاده از رویکرد STEM پرداخته شده است که بر توسعه‌ی مهارت‌های قرن بیست و یکم متمرکز شده است. آموزش فراگیران با رویکرد STEM علاوه بر آموزش دانش و مهارت‌های خوردگی، شهروندان آگاه و توانمندی را پرورش می‌دهد که برای زندگی در جهان پربین و خرم آماده می‌شوند و تجربه کسب می‌کنند. در واقع این سبک از آموزش، این فرصت را به فراگیران می‌دهد تا آنچه را که یاد گرفته‌اند؛ در عمل به کار بگیرند و این یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های این رویکرد می‌باشد. بر اساس یافته‌ها، در امر آموزش رویکردهای فعال و دوسویه نسبت به رویکردهای سنتی به صورت مؤثرتری 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، درگیر شدن فراگیر، یادگیری اکتشافی، پرورش مهارت استدلال اطلاعات، توسعه خلاقیت، مهارت‌های ارتباطی و سایر مهارت‌های تفکر بالا

می‌شود. با توجه به موضوع خوردگی و آثار زیانبار آن در سطح جامعه، وجود یک محتوای آموزشی مناسب در این حیطه از موارد ضروری برشمرد می‌شود. با ارائه محتوای آموزشی مناسب و رویکرد آموزشی فعال برای دانشجویان، می‌توان تا حد امکان از خسارات خوردگی در آینده جلوگیری کرد. 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.

منابع

- اجباری، پریسا. اصغر، الناز. ۱۳۹۲. اهمیت و لزوم آموزش خوردگی.
- احمدی، زهره. ۱۳۹۸. (طراحی محتوا در زمینه باتری با رویکرد STEM برای دانشجویان رشته شیمی) پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.
- امیرقلی، شهره. ۱۳۹۸. اقدام پژوهی
- جواهردشتی، رضا. ۱۳۷۸. مسئله خوردگی و اهمیت آن در صنعت، اقتصاد و آموزش مهندسی معطوف به صنعت در ایران.
- جواهردشتی، رضا. ۱۳۷۹. لزوم آموزش خوردگی میکروبی به عنوان یک درس مستقل دانشگاهی.
- ظرافت دوست، ندا. عبدالله میرزایی، رسول. ۱۳۹۱. طراحی فعالیت عملی برای آموزش منابع انرژی در علوم تجربی سوم دبستان. دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.
- کل‌صفتان، محمدرضا. امیری، فاطمه. ۱۳۹۸. رویکرد STEM و الزامات پیاده‌سازی آن در ایران.
- میرزاییگی، علی. ۱۳۸۷، برنامه‌ریزی درسی و طرح درس در آموزش رسمی و تربیت نیروی انسانی.
- Akaygun, S.; Aslan-Tutak, F. (2016) STEM Images Revealing STEM Conception of Pre-Service Chemistry and Mathematics Teachers, *Int. J. Educ. Math. Sci. Technol.*, 4, 1: 56-71.
- 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.*, ۸(۷), ۸۱۰-۸۲۲.
- 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.

- Daman Huri, N. H.; Karpudewan, M., (2019) Evaluating the effectiveness of Integrated STEM lab activities in improving secondary school students' understanding of electrolysis, *Chemistry Education Research and Practice*, 20: ۴۹۵-۵۰۸.
- Dhabi, A., (2012) Assessing Level and Effectiveness of Corrosion Education in the UAE. *Int. J. Corrosion*. 2012; 785701.
- Free, M. L. (2005). Teaching corrosion via the internet using a variety of tools to enhance learning. *Hydrometallurgy*, 79: 31-39.
- Graaff E, Saunders-Smits G, Nieweg M. (2005) Research and practice of active learning in engineering education. Netherlands: Amsterdam University Press.
- Llanos, J.; Perez, A.; de Lucas-Consuegra, A., (2019) Enhancing the teaching of corrosion to chemical engineering students through laboratory experiments. *J. Chem. Educ.* 96, 5: 1029-1032.
- Moraes, E.P.; Confessor, M. R.; Gasparotto, L.H.S. (2015) Integrating mobile phones into science teaching to help students develop a procedure to evaluate the corrosion rate of iron in simulated seawater. *J. Chem. Educ.*, 92, 10: 1696-1699
- Partnership for 21st century learning. Framework for ۲۱st Century Learning. Washington: P21; 2016.
- Srichaitung, P. (2018) The Study of Electrochemical Cell Taut by Problem-based Learning, Science Department, Thai Christian School, Thailand.
- 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.
- Wiggins, G., & McTighe, J. (2005) *Understanding by design* (2nd ed.). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development ASCD. Colomb. Appl. Linguist. J., 19(1), pp. 140-142.



Designing an Educational Content for Corrosion Based on STEM Approach for Undergraduate Chemistry Level

Masoumeh Ghalkhani ^{1*}, khatereh Esmaeili ²

¹*Student of chemistry, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran*

²*Department of Chemistry, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran.*

Abstract

In today's society, metals are considered as one of the basic human needs so that life without metals will be very difficult and impossible. The rust formation on iron, silver staining and blue green patina on copper are examples of corrosion. Corrosion leads to the loss of metal equipment and structures, as well as the high waste of energy resources and materials. Therefore, metals should be protected against corrosion damage. In order to prevent possible corrosion damage to metal equipment, it is important to focus on training experts in this field. Training professionals and efficient people in this field will occur in the shadow of proper and principled education. In this study, we design educational content in the field of corrosion and corrosion protection with STEM approach for undergraduate chemistry students, during which the learner performs experiments and knowledge construction by constructing his own hypothesis. The present study is an applied research. The required information for this research has been collected through library studies. In the design of the content, the concepts of corrosion and the factors affecting it, the types of corrosion as well as a variety of corrosion protection methods, including techniques and materials, have been discussed using laboratory activities. It is expected that this research will be useful in improving cognitive concepts learning, improving attitudes, and training experts for entering society as well as labor market.

Keywords: Corrosion, Corrosion Protection, STEM Approach, Content Design, Chemistry Education.

*Corresponding Author: (✉) ghalkhani@sru.ac.ir