مقاله پژوهشی

پژوهش در آموزش شیمی، سال چهارم، شماره اول، صفحات ۴۱-۵۸

پژوهش در آموزش شیمی

http: //chemedu.cfu.ac.ir

محتوای کاربردی طراحی شده برای مبحث الکترولیز مبتنی بر رویکرد کاوشگری

معصومه قلخانی [۱]*، محبوبه آقایی چادگانی [۲]، زهره احمدی [۳]

[۱] *دانشیار گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران*

[۲و۳] *دانشجوی کارشناسی ارشد گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی ، تهران، ایران*

چکیده

الکتروشیمی مبحثی وسیع و بسیار حائز اهمیت در علم شیمی محسوب می‌شود. کاربردهای بسیار زیاد این حوزه در تولید انرژی‌های سبز و پایدار مبتنی بر سلهای خورشیدی، باتری‌ها، پیل‌های سوختی و همچنین توسعه حسگرهای مبتنی بر الکتروشیمی بیانگر این موضوع است. با توجه به اهمیت واکنش الکترولیز در علم الکتروشیمی و ضرورت یادگیری این علم برای دانشجویان رشته شیمی در پژوهش حاضر به طراحی محتوی کابردی پرداختیم. این مقاله پژوهشی حاضر طراحی محتوای الکترولیز برای دانشجویان مقطع کارشناسی براساس آموزش رویکرد کاوشگری و از نوع کاربردی-توصیفی است. در ابتدا با بررسی مراجع دروس مرتبط با علم الکتروشیمی، پیش‌نیازهای لازم برای طراحی محتوای مورد نظر بررسی گردید. سپس، سر فصل‌ها برای طراحی محتوای آموزشی و آموزش فعالیت‌های عملی در زمینه الکترولیز، تعیین‌گردید. در نهایت محتوی علمی منطبق بر رویکرد کاوشگری طراحی گردید. امید است با به کارگیری این محتوای آموزشی شاهد یادگیری معنی‌دار و درک عمیق‌تری از موضوع در فراگیران باشیم.

کلیدواژه‌ها: طراحی محتوی، آموزش شیمی، کاوشگری، الکتروشیمی، الکترولیز

---

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

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۶/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۷/۱۷

مقدّمه

علم شیمی اغلب به عنوان یک موضوع دشوار تلقی می‌شود که حتی باعث می‌شود گاهی اوقات فراگیران از ادامه تحصیل در این رشته اجتناب کنند. بیشتر مشکلات آموزشی در علم شیمی مربوط به محتوای مورد استفاده و ماهیت مفهومی ریاضی و انتزاعی آن است. تولید محتوا در هر گونه طراحی آموزشی حائز اهمیت است. لذا لازم هست محتوای غنی طراحی گردد تا یادگیری مبحث مهم الکترولیز برای دانشجویان به صورت معنی‌دار صورت گیرد و کج‌فهمی‌های مربوط به آن ریشه‌یابی و رفع شود. محتوای آموزشی براساس کاوشگری ارائه می‌گردد تا مشکلات یادگیری فراگیران برطرف شده و خود به ساخت دانش بپردازند (گلبان،۲۰۲۱،ص.۸۶). آموزش به روش کاوشگری در اصل معتقد به آماده ساختن فرد برای یادگیری مستقل است و روش آن مبتنی بر مشارکت فعال فراگیران در فرایند کاوشگری علمی است. شیوه کاوشگری بررسی یک مسئله، یافتن حقیقت یا دانش بر اساس تفکر، مشاهده، فرضیه سازی و پرسشگری، انجام آزمایش، تحلیل و نتیجه‌گیری است ونیازمند تفکر خلاق و استفاده از شهود می‌باشد. سلول‌های الکتروسنتز آلی فرآیندهای شیمیایی را جهت سنتز مواد و نانو مواد بهبود بخشیده است(مینتیر[۱]،۲۰۲۰). الکتروشیمی شاخه‌ای کاربردی از علوم میان-رشته‌ای است که زیربنای تحولات عظیم در جنبه‌های حیاتی زندگی بشر است. سلول‌های الکتروسنتز آلی فرآیندهای شیمیایی را جهت سنتز مواد و نانو مواد بهبود بخشیده است. شیوه کاوشگری بررسی یک مسئله، یافتن حقیقت یا دانش بر اساس تفکر، مشاهده، فرضیه‌سازی و پرسشگری، انجام آزمایش، تحلیل و نتیجه‌گیری است و نیازمند تفکر خلاق و استفاده از شهود است.(هیانگ ،۲۰۰۵) کاوشگری به عنوان یک رویکرد تاثیرگذار برای یادگیری مفاهیم و طبیعت واقعی علم شناخته می‌شود (یون وان[۲] ۲۰۱۶). تولید کلر از طریق فرآیند کلر-آلکالی و آلومینیوم از طریق فرآیند هال[۳]هرولت[۴]در مقیاس صنعتی برای بیش از یک قرن با استفاده از فرآیند الکترولیز انجام شده است(ببلیس و همکارش ۲۰۱۳).

کاربرد گسترده علم الکتروشیمی به ویژه شاخه الکترولیز در زندگی روزمره، نشان‌دهندهٔ اهمیت زیاد این علم در تامین رفاه، سلامت، رشد اقتصادی و توسعه پایدار جوامع بشری است. هدف اصلی

---

[۱] Minteer
[۲] UnVan Uum
[۳] Hall
[۴] Héroult

ما درطراحی محتوا بهبود شیوه آموزشی و ترغیب فراگیران به یادگیری الکترولیز و کاربرد آن در زندگی و صنعت است تا بتوانیم با تشویق هر چه بیشتر آن‌ها، به پرورش نیروی انسانی کارآمد برای صنعت الکترولیز کمک کنیم. یک آموزش خوب باید فراگیران را به عنوان پژوهشگرانی که بتوانند جهان را تغییر و تفسیرکند، آماده سازد. هدف از آموزش به شیوه سنتی تسلط برمحتوا بدون تاکید بر توسعه مهارت‌ها و نگرش‌ها است و فراگیران فقط گیرنده‌های دانش معلم خود هستند و به طور معنی‌دار به یادگیری نمی‌رسند. بنابراین، شیوه‌های سنتی تدریس نمی‌تواند تامین‌کنندۀ اهداف آموزشی مورد نظر باشند. بنابراین ما نیازمند معرفی روش‌های جدید و کارامد آموزشی هستیم تا بتوانیم متخصصان کارآمد و مورد نیاز جامعه امروزی را تربیت کنیم (هیسمن و همکارش،۲۰۱۹ص. ۳۵۶-۳۴۲).

پیشینه پژوهش

الگوی تدریس کاوشگری برای اولین بار در سال ۱۹۶۷ توسط ریچارد ساچمن[۱]جهت آموزش فرآیند جستجو و توضیح پدیده‌ها ایجاد گردید. این الگو جهت رویارویی مستقیم فراگیران با فرآیندهای علمی به منظور سازماندهی دانش و تولید اصول استفاده می‌شود. مهمترین مزیت این الگو مستقل بار آمدن فراگیران است. ایجاد انضباط ذهنی و توسعه مهارت طرح پرسش و پاسخگویی به سوالات توسط فراگیران مهمترین هدف تدریس به شیوه کاوشگری است. بنابراین پایه و اساس این الگو تعامل متقابل مدرس و فراگیران است. تدریس با ارائه مفهوم نسبتاً پیچیده از سوی مدرس آغاز می‌گردد. سپس فراگیران، بدون درخواست توضیح مفاهیم، به طرح پرسش‌هایی در رابطه با موضوع مورد بحث می‌پردازند؛ به طوری‌که جواب‌های مدرس بیشتر به صورت بله یا خیر باشد. در نتیجه فراگیران با این روش به جستجو و سازماندهی اطلاعات می‌پردازند (مقرب الهی،۱۳۹۱،ص.۶۹). در خارج از کشور تحقیقاتی از جمله: ماگویلانگ[۲](۲۰۱۶)در مقاله‌ای با عنوان «آموزش شیمی در محتوا: تأثیر آن بر انگیزه، نگرش و موفقیت دانش‌آموزان شیمی» نشان داد که آموزش زمینه محور سبب اثربخشی روش تدریس ویادگیری مؤثر می‌شود. همچنین افزایش انگیزه و سطح نگرش دانش-آموزان، باعث پیشرفت تحصیلی آن‌ها و ادراک مفاهیم علمی می‌گردد. پافلن[۳](۲۰۰۵) در پایان‌نامۀ

---

[۱] Richard Suchman
[۲] Magwilang
[۳] Puffelen

خود با عنوان ((یادگیری گروهی شیمی: یادگیری مبتنی بر پرس و جو در گروه‌های کوچک برای دانشجویان رشته علوم و مهندسی در دانشگاه آویرو در پرتغال)) نشان داد که کار گروهی، ترکیب گروه و وابستگی متقابل وظایف گروهی یک راهکار مؤثر برای یادگیری دانش شیمی است. ابدیسا[۱] وهمکارانش(۲۰۱۲)در مقاله‌ای با عنوان ((تاثیر کاوشگری برپیشرفت دانشجویان در درس فیزیک)) به بررسی میزان تاثیر روش کاوشگری در مقایسه با روش سخنرانی بر پیشرفت تحصیلی دانشجویان پرداخته‌اند.

تحقیقات داخلی: نصرالهی و همکارانش(۱۳۹۶) در مقاله‌ای با عنوان ((طراحی آزمایش‌های نمایشی جذاب برای آموزش الکتروشیمی)) جهت ایجاد انگیزه و همچنین یادگیری مؤثر در فراگیران به آموزش مبحث الکتروشیمی از طریق آزمایش‌های ساده و در عین حال جذاب پرداخته‌اند. زهرا حیدری صوفیانی و همکارانش (۱۳۹۵) در مقاله‌ای با عنوان ((مقایسه تاثیر روش تدریس کاوشگری و مشارکتی برمهارت‌های تفکر انتقادی)) نشان دادند که فراگیرانی که با روش تدریس کاوشگری آموزش دیده بودند، مهارت مقایسه کردن و تشخیص بیشتری نسبت به گروه کنترل و گروه تدریس مشارکتی داشتند. زهرا احمدآبادی(۱۳۹۹) در مقاله‌ای با عنوان ((در مطالعه موردی طراحی آموزشی با استفاده از روش کاوشگری هدایت‌شده در برنامه درسی آزمایشگاه شیمی معدنی ۲)) به این نتیجه رسید که کاوشگری باعث یادگیری معنادار دانشجویان می‌شود و نقش مهمی در یادگیری آن‌ها دارد. معصومه قلخانی و خاطره اسماعیلی (۱۴۰۱) در مقاله‌ای با عنوان ((طراحی محتوای آموزشی برای موضوع خوردگی شیمی با رویکرد استم برای مقطع کارشناسی)) به بررسی حفاظت از خوردگی با رویکرد استم برای دانشجویان رشته شیمی در مقطع کارشناسی پرداخته‌اند. در رویکرد ارائه‌شده فراگیر با ساخت فرضیهٔ خود به انجام آزمایش و ساخت دانش اقدام می‌کند. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که سبک این آموزش این فرصت را به فراگیران می‌دهد تا آنچه را یاد گرفتند در عمل به کار ببرند.

هدف پژوهش

هدف اصلی پژوهش حاضر طراحی محتوای آموزشی مبتنی بر رویکرد کاوشگری برای مبحث الکترولیز برای دانشجویان مقطع کارشناسی شیمی است.

---

[۱] Abdisa

روش پژوهش

این پژوهش یک مطالعه کاربردی توصیفی است که براساس رویکرد کاوشگری انجام شده است .

مراحل الگوی کاوشگری

مرحله اول- مواجه‌کردن فراگیران با موقعیت حاوی مسأله

در این مرحله، مدرس مسأله‌ای را از طریق ارائهٔ یک موقعیت مسأله‌دار و مبهم با استفاده از عکس، فیلم، یک آزمایش ساده و...مطرح می‌کند. مدرس باید با در نظر گرفتن سطح علمی فراگیران، مسأله را به گونه‌ای مطرح کند که فراگیران برای درک مفهوم آن نیاز به مفاهیم جدید داشته باشند. به عبارت دیگر، با ارائه‌ی مسائل شگفت انگیز باعث ایجاد و افزایش انگیزه‌ی فراگیران جهت پیشرفت یادگیری در آن‌ها شوند. بنابراین، مدرس با ایجاد پرسش‌هایی در مورد چرایی و چگونگی مسأله مطرح شده در ذهن فراگیران، آن‌ها را نسبت به موضوع مورد بحث کنجکاو می‌سازد.

مرحله دوم- جمع‌آوری اطلاعات و داده‌ها

در این مرحله، مدرس به هدایت و راهنمایی فراگیران جهت جستجو و جمع آوری اطلاعات پیرامون مسأله مطرح شده می‌پردازد. برخی از فراگیران با تمرکز بر موقعیت ارائه شده، پرسش‌هایی پیرامون آن مطرح می‌کنند؛ مدرس باید از واژه‌های بله، خیر و یا یک عبارت کوتاه برای پاسخگویی استفاده کرده و از توضیح مستقیم مفاهیم جلوگیری کند. دسته دیگر از فراگیران با استفاده از دانش‌های پیشین خود و یا با مراجعه به کتاب‌ها و مقالات اطلاعاتی را یادداشت می‌کنند. بدین ترتیب در پایان فعالیت‌های ذکر شده، اطلاعاتی در مورد موضوع مورد نظر به دست می‌آید.

مرحله سوم- فرضیه‌سازی و انجام آزمایش

در این مرحله، مدرس از فراگیران می‌خواهد تا بر مبنای اطلاعات و داده‌های جمع‌آوری شده فرضیه بسازند و فرضیه‌های خود را آزمایش کنند. بنابراین مدرس با تاکید به روابط میان متغیرهای درونی مسأله مورد نظر، به تقویت مهارت فرضیه‌سازی در فراگیران می‌پردازد. فراگیران با توجه به نگرش، یادگیری‌های پیشین، اطلاعات تأیید شده و روابط میان آن‌ها، فرضیه‌هایی را برای پیش‌بینی راه‌حل‌های ممکن برای پرسش‌های مطرح شده طراحی می‌کنند. سپس فراگیران از طریق آزمون فرضیه‌های خود، به جمع‌آوری اطلاعات، برای رد یا تایید متغیرها می‌پردازند. مهم‌ترین نقش مدرس، جلوگیری از شتاب‌زدگی فراگیران و توسعه فعالیت کاوشگری آن‌ها از طریق گسترش داده‌ها و اطلاعات است.

مرحله چهارم- سازماندهی داده‌ها و اطلاعات جمع‌آوری شده

در این مرحله، مدرس از فراگیران می‌خواهد تا داده‌ها و اطلاعات جمع‌آوری شده و همچنین نتایج فعالیت‌های انجام گرفته را به صورت منظم دسته‌بندی و سازمان‌دهی کرده و ارائه دهند. ممکن است برخی از فراگیران میان درک اطلاعات جمع‌آوری شده و سازماندهی آن‌ها دچار مشکل شوند؛ در این صورت جهت جلوگیری از حذف جزئیات ضروری و ارائه توضیحات ناکافی، باید از فراگیران بخواهیم توضیحات خود را بیان کنند.

مرحله پنجم- تحلیل و نتیجه‌گیری

در این مرحله، مدرس از فراگیران می‌خواهد که فرضیه‌های کاوشگری خود را تحلیل کنند. فراگیران باید قادر به تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده جهت رد یا تایید فرضیه مطرح شده باشند. به عبارت دیگر، فراگیران جهت کسب نتایج دقیق و مؤثر از الگوی کاوشگری و تعمیم نتایج حاصله به موقعیت‌های جدید، باید نتایج آزمایشات خود را برای شناسایی مؤثرترین سوالات و بهترین اطلاعات به صورت آگاهانه تحلیل و ارزیابی کنند(جویس ، ویل و کالهون ۱۳۸۴). می‌توان گفت الگوی کاوشگری بررسی یک مسئله، یافتن حقیقت یا دانش بر اساس تفکر، مشاهده، فرضیه‌سازی و پرسشگری، انجام آزمایش، تحلیل و نتیجه‌گیری است ونیازمند تفکر خلاق و استفاده از شهوداست.

یافته های پژوهش

در پژوهش حاصل با طراحی آزمایش‌هایی ساده و قابل اجرا توسط دانشجویان درصدد تهیه محتوی جامع برای مبحث الکترولیز بودیم. لذا برای دستیابی به اهداف در نظر گرفته شده از طراحی آزمایش مبتنی بر کاوشگری استفاده کردیم.

هدف کاوش۱: *آموزش فرآیند الکترولیز مبتنی بر سه سطح ۱) ماکروسکوپی، ۲) زیر-میکروسکوپی و ۳) نمادین*

این فعالیت در دو بخش انجام می‌شود که هر کدام دارای آزمایش و مشاهدات است. فراگیران را به گروه‌های چهار نفره تقسیم کرده و از آن‌ها می‌خواهیم فعالیت‌های زیر را انجام دهند. سطح ماکروسکوپی فرآیند الکترولیز با استفاده از آزمایش آبکاری فلز مس (Cu) توسط فلز روی (Zn) نمایش داده می‌شود. برای این منظور الکترودهایی از جنس روی و مس را در یک بشر حاوی محلول آبی روی سولفات، آمونیوم سیترات و آمونیوم کلرید قرار می‌دهیم. سپس الکترودها را به باتری متصل

می‌کنیم و اجازه می‌دهیم ۲ تا ۱۰ دقیقه کار کند (پایانه منفی باتری را به الکترود مس و پایانه مثبت باتری را به الکترود روی متصل می‌کنیم). پس از اتمام آزمایش، الکترود مس را برداشته و با یک حوله کاغذی خشک می‌کنیم. مشاهدات خود را یادداشت کنید.

تصویر ۱-برگرفته از کنفرانس فیزیک (فریده و همکارش ۲۰۲۰،ص.۰۱۲۰۳۶)

برای نمایش سطح میکروسکوپی آزمایش فوق از مدل هادل استفاده می‌شود. بنابراین فراگیران با استفاده از این مدل می‌توانند انتقال الکترون‌ها و حرکت اتم‌ها یا یون‌ها را در فرآیند الکترولیز شبیه‌سازی کنند.

فراگیران با انجام آزمایش فوق و بر اساس اصل پرسش و پاسخ باید توانایی طرح مسئله و یافتن راه حل آن را کسب کنند. فراگیران از طریق انجام آزمایش و یادداشت‌کردن مشاهدات خود باید بتوانند فرضیه‌ای مطابق با مسئله طرح کنند و به سوالات زیر پاسخ دهند:

۱) شمای سلول الکترولیز را رسم کنید.

۲) الکترود آند و کاتد را تشخیص دهد و همچنین نتایج احتمالی واکنش اکسیداسیون-احیاء را بر اساس پتانسیل کاهشی استاندارد پیش‌بینی کنید.

۳) بر اساس مشاهدات آزمایش‌های انجام‌شده (با استفاده از مدل‌های تجسم) فرآیندهای زیر میکروسکوپی را ترسیم کنید.

۴) معادله واکنش اکسیداسیون-احیاء و محصولات واکنش الکترولیز را بنویسید.

۵) علت افزایش آمونیوم سیترات و آمونیوم کلرید به محلول الکترولیت را توضیح دهید.

۶) بر اساس تجزیه و تحلیل داده‌ها نتیجه‌گیری کنید.

۷) گزارشی بنویسد و به کلاس ارائه دهید.

در پایان این کاوش کنید بسیاری از کج فهمی های مفاهیم انتزاعی الکترولیز رفع خواهد شد.

هدف کاوش۲: *الکترولیز آب برای تولید گازهای هیدروژن و اکسیژن*

از فراگیران درخواست می‌شود با استفاده از آموخته‌های خود در زمینه سلول الکترولیتی و فرآیند الکترولیز، یک سلول الکترولیتی برای الکترولیز آب طراحی کنند؟ برای این منظور ابتدا فراگیران را به گروه‌های چهار نفره تقسیم می‌کنیم. فراگیران باید از طریق طرح پرسش‌هایی پیرامون مسئله مطرح‌شده و دریافت پاسخ‌های کوتاه (ترجیحاً بله و خیر) از سوی مدرس توانایی ارائه طرح و فرضیه-سازی در ارتباط با مسئله مورد نظر را کسب کنند.

۱) هر فراگیر به صورت فردی فکر کرده و طرحی مطابق با مسئله ارائه دهد.

۲) از طریق همفکری با دیگر اعضای گروه یک طرح گروهی ارائه دهند.

۳) از میان اعضای گروه یک نفر به عنوان نماینده از طرح ارائه‌شده دفاع کند.

۴) به کمک مدرس اشکالات طرح خود را برطرف کنند.

پرسش‌های کلیدی مبحث الکترولیز آب *(از فراگیران انتظار می‌رود در پایان تدریس توانایی لازم جهت پاسخ دادن به پرسش‌های زیر را کسب کنند)*

۱) وسایل مورد نیاز جهت طراحی سلول الکترولیتی مربوطه را نام ببرید.

۳) چه نوع الکترودهایی مناسب برای فرایند الکترولیز آب هستند؟

۴) الکترود آند و کاتد را مشخص کنید؟ جهت حرکت الکترون‌ها را در مدار خارجی مشخص کنید؟

۵) معادله واکنش اکسیداسیون-احیاء کلی در سلول الکترولیتی مربوطه را بنویسید؟

۶) نیم-واکنش کاهش و نیم-واکنش اکسایش انجام گرفته را بنویسید ؟

۷) در سلول الکترولیتی مورد نظر محصول کاتدی و آندی را مشخص کنید ؟

۸) آیا نیازی به استفاده از غشا در سلول الکترولیتی فوق وجود دارد؟

۹) آیا محصولات کاتدی و آندی در زندگی و صنعت کاربردهایی دارند؟

۱۰) آیا واکنش کلی سلول در جهت ارائه‌شده به صورت خود به خودی امکان‌پذیر است. در غیر این صورت میزان ولتاژ وارد شده به سلول باید چقدر باشد؟

۱۱) فرآیندی شیمیایی انجام گرفته در سلول الکترولیتی فوق چه نام دارد و به چه منظور انجام می‌شود؟

جدول۱-مواد و وسایل مورد نیاز کاوش کنید

مواد و وسایل مورد نیاز	*آب مقطر، نمک سدیم سولفات (Na_2SO_4)، دوعدد الکترود گرافیتی، منبع تغذیه خارجی یا باتری‌های ۹ ولتی، گیره‌های سوسماری، چوب کبریت، دستگاه تجزیه آب*
ایمنی و هشدار	*قبل از انجام آزمایش رعایت نکات ایمنی از قبیل ماسک، دستکش، عینک آزمایشگاهی الزامی است.*

شرح آزمایش

گام اول: آب مقطر را مطابق شکل (۲) درون لوله‌های دستگاه تجزیه آب بریزید و درپوش آن‌ها را بگذارید.

شکل ۲- دستگاه تجزیه آب

گام دوم: الکترودها را به منبع تغذیهٔ خارجی (جریان مستقیم) متصل کنید و ولتاژ را روی ۱۸ ولت قرار دهید. مشاهدات خود را یادداشت کنید.

گام سوم: ۲ میلی لیتراز محلول یک مولار سدیم سولفات (Na_2SO_4) *به آب مقطر موجود در دستگاه اضافه کنید و آزمایش را تکرار نمایید. مشاهدات خود را یادداشت کنید.*

فراگیران در گروه‌های چهار نفره آزمایش فوق را انجام داده و مشاهدات خود را یادداشت کنند.

فراگیران از طریق همفکری با اعضای گروه باید بتوانند به سوالات زیر پاسخ دهند:

جدول۲- سوالات کاوش کنید

۱) در هر یک از مراحل فوق چه اتفاقی رخ می‌دهد؟ علت افزایش نمک سدیم سولفات (Na_2SO_4) *به آب مقطر چیست؟*
۲) آیا حجم آب درون لوله‌ها تغییر می‌کند؟ چرا؟
۳) آیا حجم گازهای مشاهده شده در الکتردها یکسان است؟
۴) در کدام الکترود حجم گاز بیشتر و در کدام الکترود کمتر است؟
۵) آزمایشی ساده برای تشخیص نوع گازهای تشکیل شده در آند و کاتد طراحی کنید. (راهنمایی: برای شناسایی این دو گاز تولید شده در آند و کاتد می توان از کبریت نیمه‌افروخته استفاده کرد)
۶) نیم-واکنش کاهش، نیم-واکنش اکسایش و معادله کلی الکترولیز آب را بنویسید.
۷) مدار سلولی الکترولیز آب را رسم کرده و جهت حرکت الکترون‌ها را نشان دهید.
۸) گزارشی بنویسد و به کلاس ارائه دهد.

در پایان این کاوش فراگیران می‌آموزند، سوخت سلول‌های سوختی چگونه تأمین می‌شود.

ایستگاه خلاقیت و نوآوری

روش‌های خانگی تهیه آب مقطر

کتری را پر از آب کرده و بجوشانید. سپس بخار آب کتری را داخل ظرفی جمع کرده و با یک قطعه یخ از طریق جدارهٔ خارجی ظرف، آن را سرد نمایید، آبی که به دست می‌آید، آب مقطر است. در مورد سایر روش‌های خانگی تهیه آب مقطر مطالعه کنید و نتیجه را به کلاس گزارش دهید.

دستگاه الکترولیز دست‌ساز

در صورت دسترسی نداشتن به دستگاه تجزیه آب، به راحتی و با وسایل در دسترس (الکترود زغالی یا مداد، لیوان یکبار مصرف، باتری‌های ۹ ولتی، لوله آزمایش یا سرنگ پلاستیکی) می‌توان مطابق شکل (۳) دستگاه الکترولیز دست‌ساز، جهت انجام آزمایش الکترولیز آب بسازید.

شکل ۳- دستگاه الکترولیز دست سازه

فراگیران می‌توانند با توجه به شکل (۳) و از طریق همفکری با هم‌گروهی‌های خود چگونگی ساخت دستگاه الکترولیز دست‌ساز را بررسی و نتیجه را به کلاس گزارش دهند.

شرح آزمایش

لوله‌های آزمایش (یا سرنگ‌های پلاستیکی) را پر از آب مقطر نموده (با دست درب آن‌ها را بگیرید) و به صورت وارونه وارد دستگاه کنید. هر لوله آزمایش باید روی یک الکترود قرار گیرد. دقت کنید لوله‌ها فاقد حباب‌های هوا باشند.

ایستگاه خلاقیت و نوآوری

همانند شکل شما می‌توانید یک دستگاه الکترولیز خانگی بسازید. ابتدا دو بطری نوشابه هم‌اندازه کوچک را بردارید و درهای آن‌ها را به اندازه الکترود زغالی یا مداد سیاه سوراخ نمایید. سپس به اندازه ۵ سانتی‌متر از در آن‌ها به سمت پایین آمده و یک دایره به قطر لوله رابط همانند شکل ایجاد نمایید و دوبطری را با لوله رابط پلاستیکی به هم متصل نمایید.

هدف کاوش ۳: الکترولیز محلول آبی سدیم کلرید جهت تولید دو مادۀ شیمیایی مهم، کلر (Cl_2) و سدیم هیدروکسید ($NaOH$) به طور همزمان و شناساگرهای سازگار با محیط زیست و در دسترس

جدول۳-مواد و وسایل مورد نیاز کاوش کنید۳

مواد و وسایل مورد نیاز
نمک سدیم کلرید با خلوص ۹۷٪، آب، عصارۀ چغندر قرمز، عصاره کلم قرمز، نشاسته، پتاسیم یدید، سرکه، آب مقطر، جوش شیرین، دوعدد الکترود زغالی، کاغذ صافی، منبع تغذیه خارجی یا باتری۹ ولتی، گیره‌های سوسماری، ۶ عدد بشر شیشه‌ای ۱۰۰ میلی لیتر، ۶ عدد بشر شیشه‌ای ۲۵ میلی لیتر، همزن، درپوش پلاستیکی برای لوله U شکل، کاغذ تورنسل، برچسب، اسپاتول، قطره چکان

ایمنی و هشدار: قبل از انجام آزمایش رعایت نکات ایمنی از قبیل ماسک، دستکش، عینک آزمایشگاهی الزامی است.

مراحل آماده‌سازی آزمایش

با توجه به اطلاعات پیشین خود، آب مقطر و محلول آبی اشباع از نمک سدیم کلرید را تهیه کنید.

تهیه شناساگر استاندارد

۱) مقداری کلم سرخ (۵ ورق برگ کلم سرخ آبدار) را خرد و آسیاب نمایید. درون یک بشر ۱۰۰ میلی لیتری بریزید. سپس ۵ قطره آب مقطر برای رقیق‌کردن به آن اضافه نمایید.

۲) مقداری از یک چغندر قند قرمز متوسط را خرد و آسیاب نمایید. درون یک بشر ۱۰۰ میلی لیتری بریزید. سپس ۵ قطره آب مقطر برای رقیق‌کردن به آن اضافه نمایید.

۳) به اندازه نیم اسپاتول پتاسیم یدید را در ۲۵ میلی لیتر آب در داخل بشر ۱۰۰ میلی لیتر حل نمایید.

الف) سه بشر ۱۰۰ میلی لیتری بردارید و درون هر کدام به ترتیب سرکه، آب مقطر و جوش شیرین محلول در آب بریزید (روی هر بشر برچسب شامل نام محتویات درون آن‌ها را بنویسید).

ب) سه بشر ۲۵ میلی لیتری بردارید و درون هر یک از آن‌ها به اندازه ۲ میلی لیتر از محلول‌های تهیه شده در مرحله الف را بریزید (روی هر بشر برچسب شامل نام محتویات درون آن‌ها را بنویسید). درون هر بشر ۲ قطره عصاره کلم (که در قسمت تهیه شناساگر به دست آورده‌اید) اضافه نمایید.

ج) سه بشر ۲۵ میلی لیتری بردارید و درون هر یک از آن‌ها به اندازه ۲ میلی لیتر از محلول‌های تهیه شده در مرحله الف را بریزید (روی هر بشر برچسب شامل نام محتویات درون آن‌ها را بنویسید). درون هر بشر ۲ قطره عصاره چغندر سرخ (که در قسمت تهیه شناساگر به دست آورده‌اید) اضافه نمایید.

شرح آزمایش

با استفاده از دستگاه الکترولیز آب آزمایشی را جهت الکترولیز محلول آبی سدیم کلرید طراحی کنید. (راهنمایی: از کاغذ صافی به عنوان یک غشاء بین دو قسمت لوله U شکل استفاده کنید). (هشدار: حتما درپوش‌ها را هر از چند گاهی تکان دهید و درپوش‌ها را محکم نبندید).

شکل ۴. دستگاه الکترولیز

فراگیران در گروه‌های چهارنفره تهیهٔ شناساگر وآزمایش فوق را انجام داده و مشاهدات خود را یادداشت کنند. فراگیران از طریق اعضای گروه باید بتوانند به سوالات زیر پاسخ دهند:

جدول ۴-پاسخ به سوالات کاوش کنید

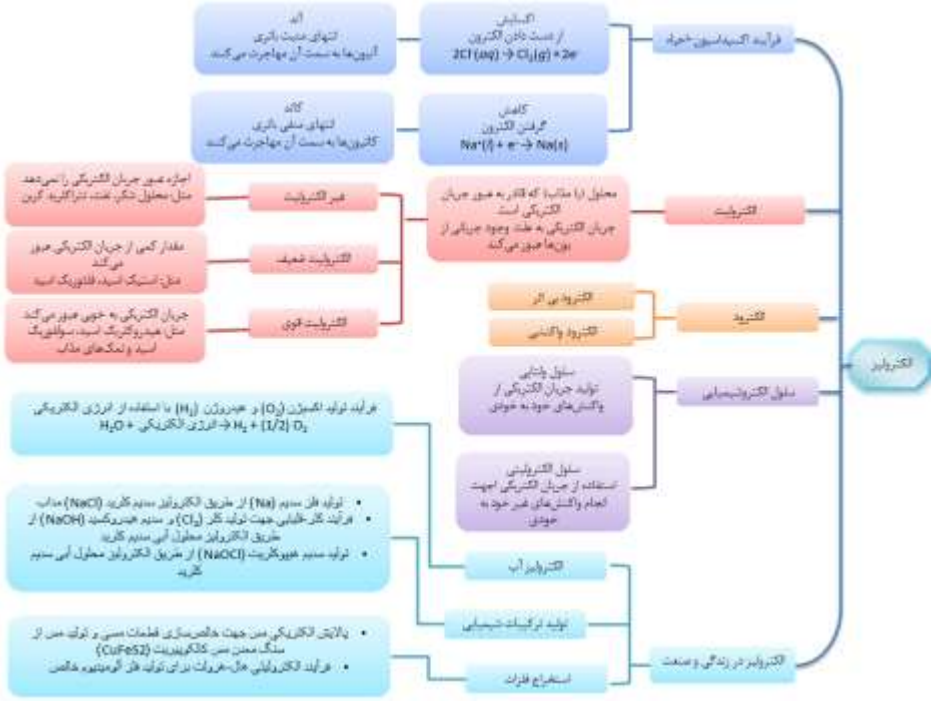
۱) با توجه به مشاهدات خود جاهای خالی را پر کنید: بشر حاوی آب مقطر با افزایش عصارهٔ کلم سرخ به رنگ ..... بشر حاوی محلول جوش شیرین با افزایش عصارهٔ کلم سرخ به رنگ ..... و بشر حاوی سرکه با افزایش عصارهٔ کلم سرخ به رنگ ..... تغییر رنگ می‌دهند. بشر حاوی آب مقطر با افزایش عصارهٔ چغندر سرخ به رنگ ..... بشر حاوی محلول جوش شیرین با افزایش عصارهٔ چغندر سرخ به رنگ ..... و بشر حاوی سرکه با افزایش عصارهٔ چغندر سرخ به رنگ ..... تغییر رنگ می‌دهند. راهنمایی مربی اکنون شما استانداردهای شناساگرهای عصارهٔ چغندر و کلم سرخ را در محیط‌های اسیدی (سرکه)، بازی (جوش شیرین) و خنثی (آب مقطر) به دست آورده اید.

۲) در لوله‌ایی (یا بطری پلاستیکی) که به قطب مثبت منبع تغذیه متصل است، چه تغییر رنگی را مشاهده می‌کنید؟ فکر می‌کنید این رنگ به خاطر تولید چه گازی باشد؟
۳) محتویات هر لوله را در بشرهای جداگانه بریزید و با استفاده از شناساگرهایی که آماده کرده‌اید، نوع محلول را شناسایی کنید (موقع استفاده از شناساگرها حتما از قطره چکان یا سرنگ استفاده کنید و افزایش را از یک قطره شروع کنید تا زمانی که تغییر رنگ ایجاد شود).
۴) نمایشی میکروسکوپی از آنچه در سلول الکترولیتی فوق اتفاق می‌افتد، ارائه دهید.
۸) گزارشی بنویسید و به کلاس ارائه دهید.

فراگیران پس از این کاوش کنید متوجه خواهند شد که باید قسمت آند و کاتد حتما ازهم جدا باشند.

بحث و نتیجه گیری

محتوای آموزشی، حاوی آزمایش‌های مبتنی بر رویکرد کاوشگری برای مبحث الکترولیز طراحی شد که نقشه مفهومی برای مفاهیم دخیل در آزمایشهای طراحی شده در شکل ۵ طراحی شده است. روش‌های نوین آموزشی، از طریق تدریس خلاقانه و فعال باعث تغییر نگرش فراگیران می‌شود و با ایجاد درک عمیق‌تری از آموخته‌ها باعث می‌شود بتوانیم متخصصان کارآمد و مورد نیاز جامعه امروزی را تربیت کنیم. در این کار با ارایهٔ مفاهیم نظری و دانش پایه، از طریق رویکرد کاوشگری، مبحث الکترولیز به صورت عملی، جذاب‌تر و نتایج کار به صورت واضح‌تر ارائه می‌شود و مطالب از حالت انتزاعی خارج می‌شود. در نتیجه کاربرد دانش الکترولیز در علوم، ریاضییات، فن‌آوری و مهندسی برای فراگیران نمود پیدا می‌کند و آنان را برای مشاغل مربوط به کاربرد الکترولیز در جامعه آماده می‌کند.



شکل ۵- نقشه مفهومی طراحی محتوای مبحث الکترولیز

منابع

جویس، بروس. ویل، مارشا. کالهون، امیلی. **۱۳۸۴**. الگوهای تدریس (ترجمه محمدرضا بهرنگی). نشر کمال تربیت.

گلیان، فرشته. **۲۰۲۱**. مطالعه تاثیر رویکرد آموزش علوم مبتنی بر کاوشگری بر ساخت دانش و توسعه مهارت‌های تفکر فراگیران. *پویش در آموزش علوم انسانی*، ۷(۲۳) صفحه ۸۵ تا ۹۶

مقرب‌الهی، زهرا. **۱۳۹۱**. روش‌های نوین تدریس. موج ۵.

احمد آبادی، زهرا . **۱۳۹۹**. مطالعه موردی طراحی آموزشی با استفاده از روش کاوشگری هدایت شده در برنامه درسی آزمایشگاه شیمی معدنی ۲. *فصل نامه پژوهش های آموزشی و یادگیری*، شماره۲ : ۸۶-۷۳

حیدری‌صوفیانی، زهرا. پرویز، محمدحسین. نیاکان، زهرا و سرایی، احمد. **۱۳۹۵**. مقایسه تاثیر روش تدریس کاوشگری و مشارکتی برمهارت‌های تفکر انتقادی. کنفرانس ملی دانش و فناوری روانشناسی علوم تربیتی و جامع روانشناسی ایران. تهران.

قلخانی، معصومه. اسماعیلی، خاطره. **۱۴۰۱**. طراحی محتوای آموزشی برای موضوع خوردگی با رویکرد STEM برای مقطع کارشناسی شیمی، *پژوهش در آموزش شیمی*، شماره چهارم، ۷۰-۴۵.

نصرالهی، شایان. کیالاشکی، ملاحت. **۱۳۹۶**. طراحی آزمایش‌های نمایشی جذاب برای آموزش الکتروشیمی سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران.دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران.

Abdisa, G and Getinet, T. **2012**. The effect of guided discovery on students' Physics achievement. *Phys. Educ*. 4(6), 530-537

Bebelis, S., Bouzek, K., Cornell, A., Ferreira, M. G. S., Kelsall, G. H., Lapicque, F., ... & Walsh, F. C. (2013). Highlights during the development of electrochemical engineering. *Chem. Eng. Res. Des. 91*(10), 1998-2020.

Farida, I., Mayangsari, D. Irwansyah F.S. **2020**. Learning media based on three Level representation and inquiry for electrolysis cell materials. *Journal of Physics: Conference Series* 1503(1), 012036

Ghalkhani, M., Esmaeili, K. **2022**, Designing an Educational Content for Corrosion Based on STEM Approach for Undergraduate Chemistry Level, *Research in Chemistry Education*, 3(4), 45-70.

Heaysman, O. and Tubin, D. **2019**. Content teaching: innovative and traditional practices. *Educ. Stud.* 45(3), pp.342-356.

Minteer, S. D., & Baran, P. 2020. Electrifying synthesis: Recent advances in the methods, materials, and techniques for organic electrosynthesis. *Acc. Chem. Res. 53*(3),

Magwilang, E b. **2016**. Teaching chemistry in context: Its effects on students' motivation, attitudes and achievement in chemistry. *Int. J. Learn. Teach. Educ. Res*. 15(4) 1694-2493

UnVan Uum, M. S., Verhoeff, R. P., & Peeters, M. **2016**. Inquiry-based science education: towards a pedagogical framework for primary school teachers. *Int. J. Sci. Educ.* ۳۸(۳), ٤٥٠-٤٦.

Puffelen, C. **2005**. The chemistry of group learning: inquiry-based learning in small groups for undergraduates Science and Engineering at the University of Aveiro in Portugal. Master's thesis, University of Twente

Research article

Research in Chemistry Education, Vol 4, No 1, 41-58

Research in Chemistry Education

http: //chemedu.cfu.ac.ir

Applied Content Designed for the Topic of Electrolysis Based on an Inquiry Approach

Masoumeh Ghalkhani [*1], Mahboobe Aghaei Chadgani[2], Zohreh Ahmadi [3]

[1,2,3] *Department of Chemistry, Faculty of Science, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran*

Abstract

Electrochemistry is a broad and very important subject in chemistry. The many applications of this field in the production of green and sustainable energy based on solar cells, batteries, fuel cells, as well as the development of sensors based on electrochemistry express this issue. Considering the importance of electrolysis process in the electrochemistry and the necessity of learning this science for chemistry students, in the current research, we designed a practical content. The current research has been devoted to the design of electrolysis content for undergraduate students based on an inquiry approach and an applied-descriptive type. At first, by reviewing the references of courses related to electrochemistry, the necessary prerequisites for the design of the desired content were examined. Then, main subjects were assigned to design educational content to teach practical activities in the field of electrolysis. Finally, the scientific content was designed according to the inquiry approach. It is hoped that by using this educational content, we will witness meaningful learning and a deeper understanding of the electrolysis subject in the learners.

Keywords: Content design, Chemistry education, Inquiry, Electrochemistry, Electrolysis

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