



دانشگاه تربیت مدرس

دومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

۷ بهمن ۱۳۹۴

دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

تهران

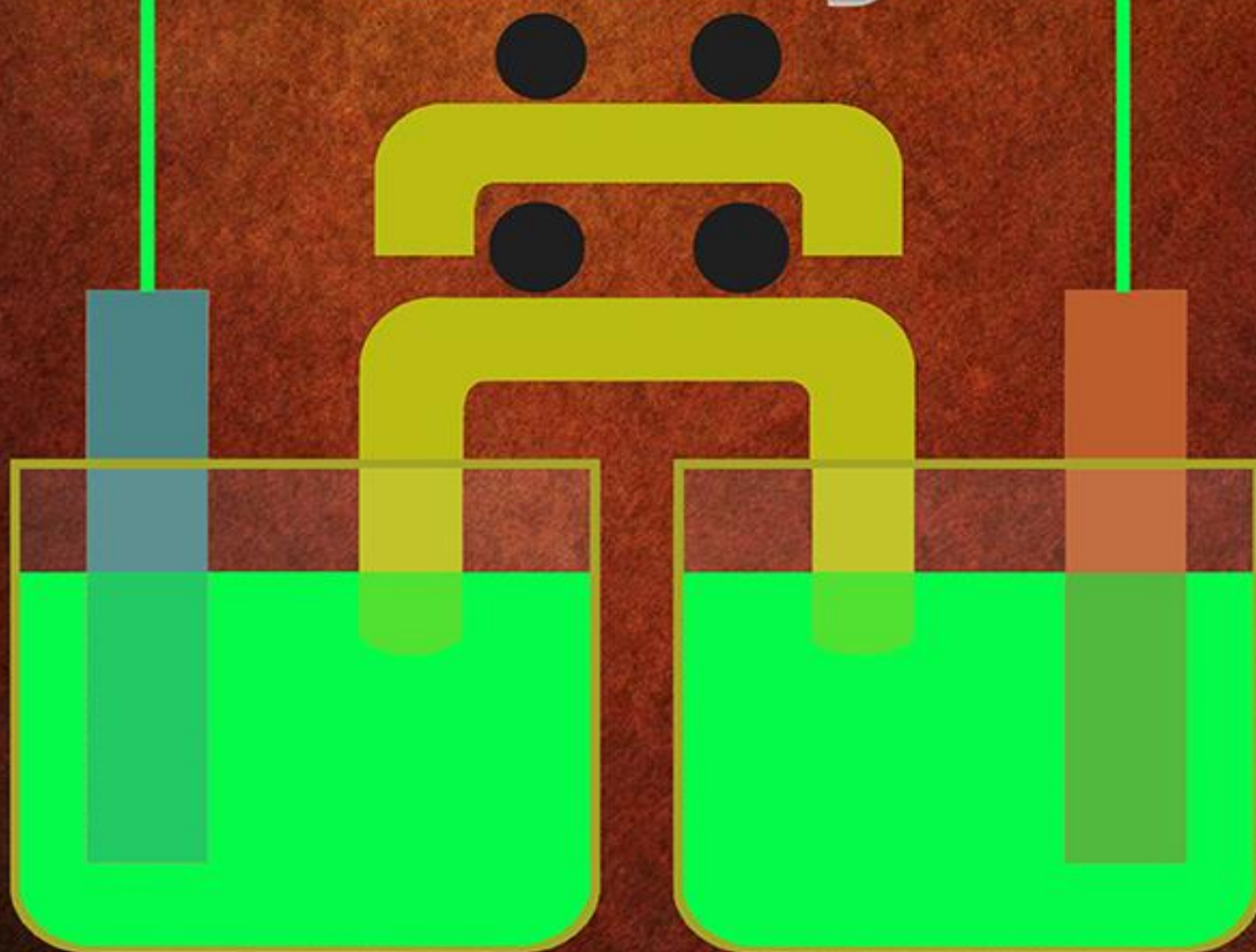


آموزش الکتروشیمی
&
توسعه پایدار



مجموعه

مقاله‌ها





دومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

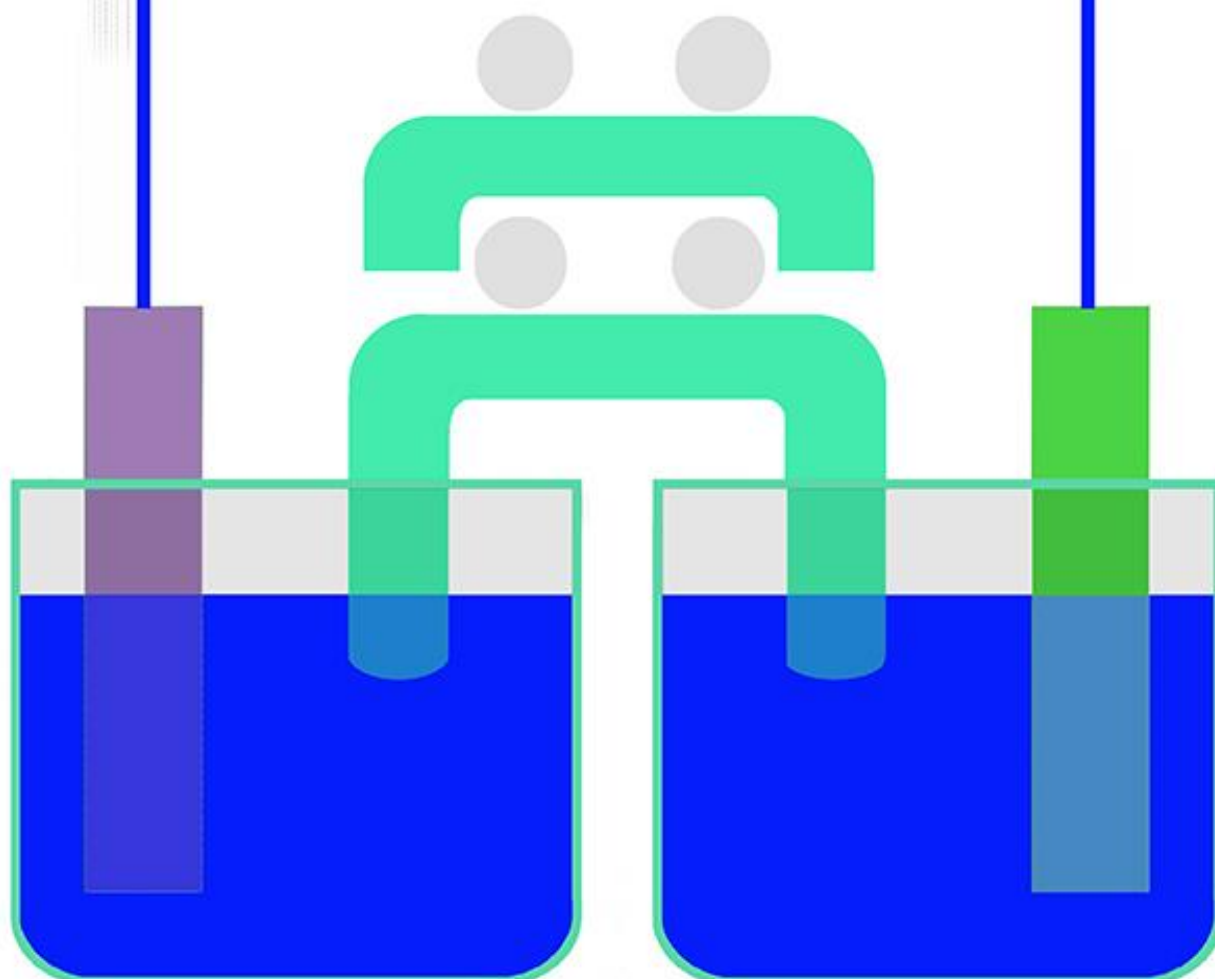
۷ بهمن ۱۳۹۴

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

تهران

مجموعه مقاله‌ها

شامل مقاله‌های کامل و چکیده‌ی مقاله‌های پذیرفته شده



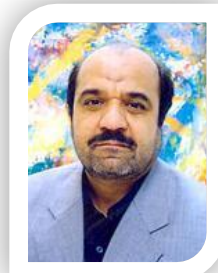
اعضای کمیته علمی دومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



آقای دکتر جهانبخش روف
دانشگاه مازندران



آقای دکتر حسین فریبی
دانشگاه تربیت مدرس



آقای دکتر سید مجید جعفریان
دانشگاه خواجه نصیر الدین طوسی



آقای دکتر سید مهدی کلابی
دانشگاه تبریز



آقای دکتر رسول عبدالله میرزانی
دانشگاه تربیت مدرس



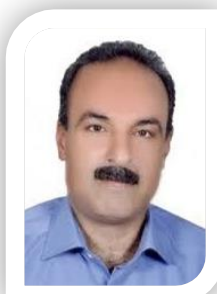
آقای دکتر رضا اوجانی
دانشگاه مازندران



آقای دکتر علی احسانی
دانشگاه قم



خانم دکتر سهیلا جوادیان فرزانه
دانشگاه تربیت مدرس



آقای دکتر علیرضا عابدین
دبیر خانه راهبری درس شیمی



آقای دکتر عابد بدریان
پژوهشگاه مطالعات آموزش و پرورش



آقای دکتر حسن حذرگانی
دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب های درسی



آقای دکتر دوست محمد سمیعی
دانشگاه فرهنگیان



خانم دکتر نیلوفر بهرامی پناه
دانشگاه پیام نور کرج



آقای دکتر نعمت‌الله ارشادی
دانشگاه زنجان

دبیر همایش



آقای دکتر رسول عبدالله میرزانی
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

دبیر علمی همایش



آقای دکتر نعمت الله ارشدی
دانشگاه زنجان

مسئول دبیرخانه کمیته علمی همایش



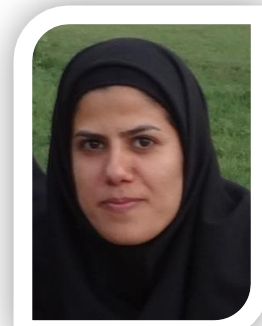
خانم نیلوفر خوش چشمان
انجمن الکتروشمی ایران

دبیر اجرایی همایش



خانم دکتر اعظم انارکی فیروز
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

مسئول محتوایی وبگاه



خانم دکتر فاطمه سلیمانی بنوتی
دانشگاه زنجان

اعضای کمیته اجرایی: خانم دکتر معصومه قلخانی، خانم مرضیه عبدالملکی، آقای علی زالی و آقای بهنام معینی

هوالمعلم

الکتروشیمی همواره در زندگی روزمره ما حضور دارد و ما از مزایای این دانش بهره‌مند می‌شویم. در حال حاضر دانش الکتروشیمی، گرایشی میان رشته است که با رشته‌های علمی دیگری از قبیل فیزیک حالت جامد، شیمی، علوم مرتبط با سطح، فیزیک آماری شامل دینامیک مولکولی و شیمی کوانتوم همپوشانی دارد. در دانش الکتروشیمی، فرایندهای مرتبط در سطح مولکولی به طرق مختلفی رخ می‌دهند. در برخی از فرایندها، یون‌ها در لایه‌ی مرزی مبادله شده و در مواردی دیگر، انتقال الکترون در این لایه رخ می‌دهد. یکی از نمودهای دانش الکتروشیمی در زندگی روزانه‌ی ما، کاربرد این دانش در تولید و ذخیره انرژی است. روشن شدن چراغ قوه یا استارت زدن برای روشن کردن خودرو نمونه‌هایی بسیار شناخته‌شده‌ای هستند که در آن‌ها واکنش‌های شیمیایی صورت گرفته در باتری به تولید برق مینجامد. مطالعه‌ی شیمی باتری‌ها، برقکافت (الکترولیز) یا تجزیه الکتروشیمیایی، پوشش‌دهی الکتروشیمیایی (آبکاری) و خوردگی که از چالش برانگیزترین مسایل صنایع مختلف است، همگی در سایه‌ی شناخت واکنش‌های الکتروشیمیایی و عوامل موثر بر آن‌ها امکان پذیر است.

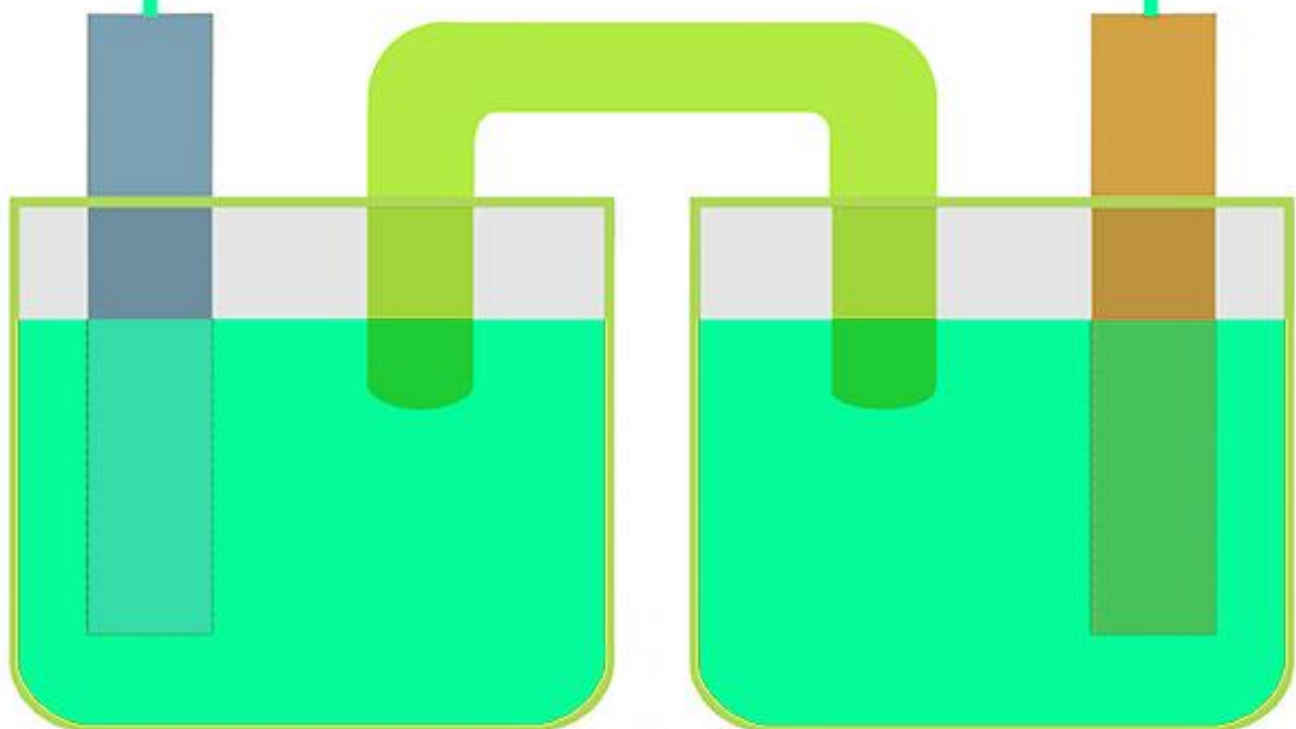
آموزش رسمی الکتروشیمی با توجه به حضور موثر آن در زندگی روزمره، در حال حاضر در برنامه‌ی درسی آموزش و پرورش کم‌تر مورد توجه واقع شده است. از طرف دیگر توجه به آموزش غیر رسمی آن یا حضور الکتروشیمی در مهندسی و فناوری، نیاز به آموزش اثربخش آن را بیش‌تر آشکار می‌کند. در این راستا توجه به محتوای آموزشی به ویژه به شکل خودآموز و با رویکردهای نوین آموزشی و با تاکید بر فعالیت عملی، اهمیت بیش‌تری دارد. از طرف دیگر در آموزش رسمی نیز بایستی بر دوره‌های آموزشی ضمن خدمت و قبل از خدمت معلمان در این حوزه تاکید کرد.

انجمن الکتروشیمی ایران با توجه به اهمیت آموزش الکتروشیمی، همایش آموزش الکتروشیمی را هر دو سال یک‌بار برگزار می‌کند. امسال دومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران به میزبانی دانشکده‌ی علوم پایه دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تلاش می‌کند تا فضایی را برای تبادل اندیشه و یافته‌های جدید در این عرصه مهم و تاثیرگذار دانش بشری، بین پژوهشگران و فعالان عرصه آموزش مهیا کند. در این راستا شایسته است از زحمات جناب آقای دکتر نعمت‌الله ارشدی دبیر محترم علمی و اعضای کمیته‌ی علمی همایش و سرکار خانم دکتر اعظم انارکی دبیر محترم اجرایی و اعضای کمیته‌ی اجرایی همایش که در برپایی این نشست علمی تلاش کردند، تقدیر و تشکر نمایم.

با احترام

رسول عبدالله میرزائی

دبیر همایش



عنوان مقاله **نویسنده(ها)** **صفحه**

سخنرانی‌ها

۲	جهانبخش رنوف	الکترودهای اصلاح شده‌ی شیمیایی
۳	سوسن نادری	موضوع‌های مورد نیاز و قابل طرح الکتروشیمی در کتاب‌های درسی آینده
۴	ابراهیم نصیری	مدلی برای تدریس خنثی ماندن الکترولیت‌ها از نظر الکتریکی
۵	معصومه قلخانی	بررسی عوامل موثر در سخت فهمی و مشکلات یادگیری مبحث سلول‌های الکتروشیمیایی
۶	زهرآ نیکنام	طراحی آزمایش‌های ساده و کم هزینه در مورد پیل‌های الکتروشیمیایی به منظور ایجاد یادگیری عمیق و معنی‌دار
۷	مهدی عسگری	ظرفیت، عدد اکسایش و بار قراردادی؛ سه مفهوم مرتبط اما اصولاً متفاوت

پوسترها

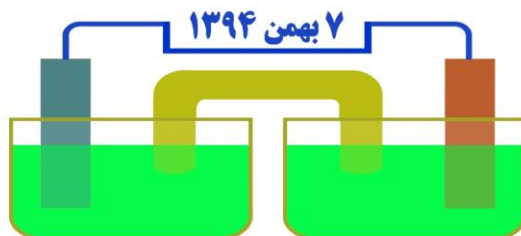
۹	سوسن نادری	آموزش الکتروشیمی و آبکاری
۱۰	احسان مهنانی، غلامرضا فخریان، رسول عبدالله میرزایی	طراحی، اجرا و ارزیابی چند آزمایش کم هزینه، جهت آموزش مفاهیم ساده‌ی الکتروشیمی به کودکان
۱۱	احسان مهنانی، غلامرضا فخریان، رسول عبدالله میرزایی	بررسی بهبود فرآیند یاددهی- یادگیری با استفاده از فناوری اطلاعات در آموزش الکتروشیمی دوره‌ی متوسطه
۱۲	جواد حسنعلیان	آموزش الکتروشیمی به روش حل جدول و رمزبازی
۱۳	جواد حسنعلیان	قوانین کمیکار و رابطه‌ی آن با الکتروشیمی
۱۴	خدیجه ابوطالبی، زهرا هوشیار یوسفی، فرهاد گل محمدی، اکبر فتحی، سیما مهدیخانی، اکرم غنمی نسب، فریده ساعدی	جایگاه بازدیدهای علمی در ارتقای کیفیت فرآیند آموزش الکتروشیمی
۱۵	اکبر فتحی، سیما مهدیخانی، اکرم غنمی نسب، فریده ساعدی	اقتصاد هیدروژن و دلایل رویکرد به عصر هیدروژن
۱۶	مینارضایی کهخا ژاله، محمدرضا محمد شفیع، فتنانه جلالی، فاطمه السادات علوی	الکتروشیمی برای کودکان
۱۷	مینارضایی کهخا ژاله، محمدرضا محمد شفیع، فتنانه جلالی، فاطمه السادات علوی	اثر پساب ناشی از آبکاری فلزها روی آب‌های زیرزمینی (مطالعه موردی روی فلزهای کروم، نیکل، طلا و مس)
۱۸	معصومه قلخانی، معصومه شاه محمدی، امراله کوهی فایق، رسول عبدالله میرزایی، نسرین فرشادی، فریبا انصاری مقدم، سعیده عسگری، معصومه قلخانی	طراحی آزمایش ولتاژمتری به کمک الکتروکدکس برای آموزش ولتاژمتری چرخه‌ای
۱۹	معصومه قلخانی، معصومه شاه محمدی، امراله کوهی فایق، رسول عبدالله میرزایی، نسرین فرشادی، فریبا انصاری مقدم، سعیده عسگری، معصومه قلخانی	درک اکتشافی مفاهیم الکتروشیمی با آزمایش‌های ساده
۲۰	نسرين فرشادی، فریبا انصاری مقدم، سعیده عسگری، معصومه قلخانی	معرفی باتری آموزشی ساده جهت آموزش مفاهیم الکتروشیمی
۲۱	سعیده عسگری، معصومه قلخانی	به کارگیری یک چهارچوب اصلاح شده نظری در روند آموزش الکتروشیمی
۲۲	عوض عزیزی ارجستا، معصومه قلخانی، مریم صباغان	آموزش واکنش‌های اکسایش-کاهش بر اساس نقشه‌های مفهومی و در سطوح تفکر سه گانه
۲۳	Ebrahim Zarei Homa Shahnazi	Student misconceptions about current flow in the salt bridge and electrolyte solutions

مقاله‌های کامل

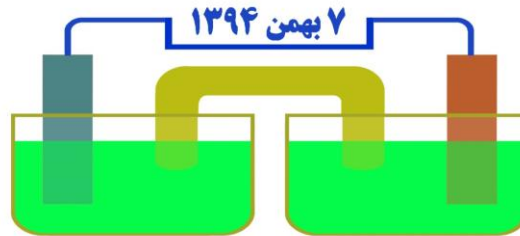
۲۵	عابد بدریان	تاثیر درس‌های تربیتی-موضوعی دوره تربیت معلم مبتنی بر شایستگی بر آموزش الکتروشیمی
۳۷	معصومه شاه محمدی اردبیلی، راضیه بنکدار سخی	تفاوت رویکرد میکروسکوپی و ماکروسکوپی به آموزش الکتروشیمی
۴۶	امراله کوهی فایق	دلیل پیچیدگی مفاهیم و ایجاد کج فهمی‌ها در آموزش الکتروشیمی
۵۶	پری بیرامی، محبوبه زین‌الدین بیدمشکی	روش‌های تدریس الکتروشیمی



دومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



سخت‌رانی‌ها



الکترودهای اصلاح شده‌ی شیمیایی

جهانبخش رئوف^{۱*}، ائمه باقری حشکوايي^۲

^۱استاد تمام، آزمایشگاه الکتروشیمی تجربی، گروه شیمی تجزیه، دانشکده شیمی، دانشگاه مازندران، بابلسر

j.raoof@umz.ac.ir

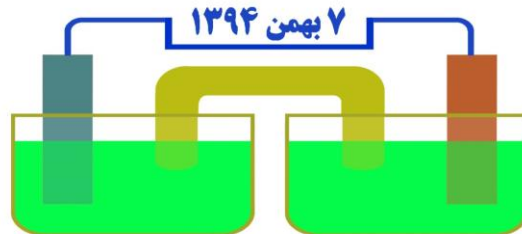
^۲دانشجوی دکتری، آزمایشگاه الکتروشیمی تجربی، گروه شیمی تجزیه، دانشکده شیمی، دانشگاه مازندران، بابلسر

در الکتروشیمی، یکی از پارامترهای مهم و موثر بر فرآیندهای الکتروشیمیایی، جنس الکتروود می باشد. زیرا، واکنش های مبادله الکترون در حد فاصل الکتروود و گونه الکتروفعال موجود در الکتروولیت انجام می شود. بطوریکه، در سطح الکتروودهای مختلف، خواص الکتروشیمیایی متفاوتی را برای یک ترکیب الکتروفعال می توان مشاهده کرد. از این رو، موضوع الکتروودهای بطور شیمیایی اصلاح شده به عنوان زمینه تحقیقاتی در الکتروشیمی مطرح شد. الکتروودهای اصلاح شده در اثر تثبیت گزینشی مواد شیمیایی و یا ترکیبات زیستی با ویژگیها و خواص متعدد بر سطح الکتروودهای مختلف، برای تغییر و تعدیل برخی از ویژگی های آنها تهیه می شوند. برای ساخت انواع الکتروودهای اصلاح شده شیمیایی، از مواد رسانا و نیمه رسانای مختلف به عنوان بستر الکتروودی و از مواد آلی، معدنی، آلی-فلزی، پلیمری و غیرپلیمری، زئولیت ها، نانو ساختارها و نانو مواد و ترکیبات زیستی متفاوت به عنوان مواد تثبیت شونده و یا اصلاحگر، استفاده می شود. در نتیجه‌ی تثبیت مواد اصلاحگر بر سطح الکتروود، ماهیت الکتروود عوض می شود و الکتروود اصلاح شده از این پس، خواص شیمیایی، الکتروشیمیایی، نوری، مهارکنندگی خوردگی، کمپلکس کنندگی و سایر ویژگی های مولکول و یا ترکیب تثبیت شده را ظاهر می سازد. بسته به ماهیت ترکیب تثبیت شده یا اصلاحگر، از روش های مختلف جذب شیمیایی، روش مبتنی بر تشکیل پیوند کووالانسی بین اصلاحگر و سطح الکتروود، روش پوشاندن سطح الکتروود با لایه نازکی از پلیمر از قبل تهیه شده و یا تهیه و تثبیت همزمان لایه پلیمری، وارد کردن اصلاحگر در پیکره الکتروود و غیره برای نشان دادن آنها بر سطح بستر الکتروودها و تهیه الکتروودهای اصلاح شده استفاده می شود [1-3]. از الکتروودهای اصلاح شده می توان در زمینه های مختلف، از جمله تهیه حسگرها و زیست حسگرهای الکتروشیمیایی، الکتروکاتالیز واکنشهای الکتروشیمیایی، الکتروودهای پیل های سوختی، سنتزهای الکتروشیمیایی، جلوگیری از خوردگی، رها سازی الکتروشیمیایی و غیره استفاده کرد [4-6]. از این رو، کار در زمینه تهیه و به کارگیری این نوع الکتروودها برای مقاصد مختلف تجزیه ای و غیره، به عنوان یکی از زمینه های جالب تحقیقاتی مورد توجه محققین می باشد.

کلیدواژه ها الکتروودهای اصلاح شده، واکنشهای الکتروشیمیایی، حسگر، گونه الکتروفعال

مراجع

- [1] A.J. Bard, L.R. Faulkner, *Electrochemical Methods, Fundamentals and Applications*. 2nd ed. New York, John Wiley & Sons, (2001).
- [2] I. Švancara¹, K. Vyřřas, K. Kalcher, A. Walcarius, J Wang, Carbon Paste Electrodes in Facts, Numbers, and Notes: A Review on the Occasion of the 50-Years Jubilee of Carbon Paste in Electrochemistry and Electroanalysis. *Electroanalysis*, (2009), 21(1) 7-28.
- [3] A.A. Ciucu, Chemically Modified Electrodes in Biosensing. *J. Biosens. Bioelectron.*, (2014), 5(3), 1-10.
- [4] J.B. Raoof. S.R. Hosseini, R. Ojani, S. Mandegarzarad, MOF-derived Cu/nanoporous carbon composite and its application for electro-catalysis of hydrogen evolution reaction. *Energy*, (2015) 90, 1075-1081.
- [5] Z. Bagheryan, J.B. Raoof, R. Ojani, P. Rezaei, A human telomeric G-quadruplex-based electronic nanoswitch for the detection of anticancer drugs. *Analyst*, (2015), 140, 4068-4075.
- [6] A. Bagheri Hashkavayi, J.B. Raoof, R. Ojani, E. Hamidi Asl, Label-Free Electrochemical Aptasensor for Determination of Chloramphenicol Based on Gold Nanocubes-Modified Screen-Printed Gold Electrode. *Electroanalysis*, (2015), 27, 1449-1456.



موضوع‌های مورد نیاز و قابل طرح الکتروشیمی در کتاب‌های درسی آینده

سوسن نادری

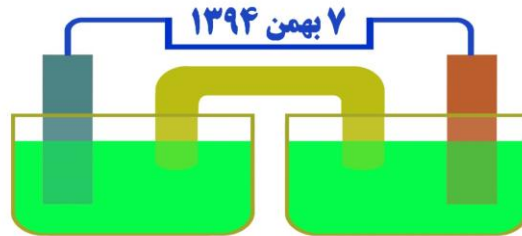
ایران، اراک، آموزش و پرورش ناحیه ۲ اراک

s.naderi@yahoo.com

الکتروشیمی شاخه‌ای از علم شیمی است و به مطالعه پدیده‌هایی می‌پردازد که در نتیجه تماس یک هدایت‌کننده الکترونی و یک هدایت‌کننده الکترولیتی رخ می‌دهد. مهمترین مباحث الکتروشیمی به فرآیندهای انجام یافته روی الکترودها هنگام تولید جریان الکتریسیته در پیل الکتروشیمیایی و یا عبور آن از محلول و انجام پدیده تجزیه الکتریکی معروف به برقکافت (الکترولیز) می‌باشد. بسیاری از مفاهیمی که امروزه به عنوان اصول شیمی در جهان پذیرفته شده اند از الکتروشیمی نشأت گرفته‌اند و توسعه‌ای که در بسیاری از زمینه‌ها نظیر جلوگیری از خوردگی، تولید نیرو، بیوشیمی و زیست‌شناسی سلولی در آینده به دست خواهد آمد همه بستگی زیادی به استفاده از اصول الکتروشیمی دارند.

در این مقاله ابتدا به ضرورت آگاهی دانش‌آموزان به مباحث الکتروشیمی پرداخته شده است. دانش‌آموزان هر روز با پدیده‌هایی روبرو می‌شوند که با علم الکتروشیمی می‌توان آن‌ها بررسی نمود و نهایتاً منجر به افزایش سواد شیمی آنان خواهد شد. مباحثی که با توجه به رشد ذهنی و فکری دانش‌آموزان دوره دوم متوسطه می‌تواند در کتاب‌های شیمی این دوره گنجانده شود و از جذابیت لازم برای آنان برخوردار باشد، در این مقاله مورد بحث قرار گرفته است.

کلیدواژه‌ها آموزش الکتروشیمی، سواد شیمی، اکسایش-کاهش



مدلی برای تدریس خنثی ماندن الکترولیت‌ها از نظر الکتربکی

ابراهیم نصیری

سقز، بلوار تربیت، دبیرستان نمونه دولتی فجر

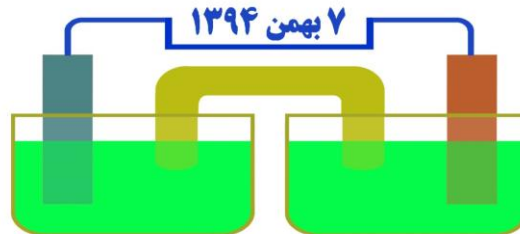
Nasiri_ebrahim2000@yahoo.com

در دوره‌های مقدماتی آموزش الکتروشیمی در دبیرستان و دانشگاه اغلب دانش‌آموزان و دانشجویان تصورات نادرستی از سازوکار انتقال جریان الکتروسیسته از درون محلول الکترولیت‌ها، نحوه عملکرد پل نمکی و برگشت پذیری سلول‌های الکتروشیمیایی دارند. این تصورها ناشی از آن است که دانش‌آموزان و دانشجویان بیشتر به بعد نمادی واکنش‌های شیمیایی توجه دارند تا بعد میکروسکوپی این فرایندها. از طرفی روش‌های تدریس در سطوح مقدماتی، مختصر بودن برخی از مطالب در کتب درسی از جمله کتاب شیمی پیش‌دانشگاهی و کم‌توجهی به نقش پل نمکی، می‌تواند به کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان الکتروشیمی بیافزاید. اگر یونها در یکی از الکترودها تولید و در دیگری خنثی می‌شوند، قابل درک است که برخی از دانش‌آموزان تصور کنند محلول‌ها در مجاورت الکترودها یک بار خالص را بوجود می‌آورند حتی وقتی گفته می‌شود این اثرات در اثر مهاجرت یونها در خلاف جهت هم خنثی می‌شود درک محسوسی از خنثایی الکتربکی در سراسر محلول برای نوآموز الکتروشیمی ایجاد نمی‌کند. دیگر کج‌فهمی‌هایی که از این آشفتگی‌ها حاصل می‌شود آنست که بعضی از آنها تصور می‌کنند الکترون‌ها عامل اصلی جریان در سرتاسر الکترولیت و پل نمکی هستند. این عدم درک از عدم درک، خنثی ماندن محلول الکترولیت‌ها از نظر الکتربکی، ضمن عبور کاتیونها و آنیونها، ناشی می‌شود. قانون فارادی در مورد الکترولیز بیان می‌کند که جریان الکتروسیسته در محلول‌های مایع کاملاً توسط یونها انجام می‌شود. چنین انتقالی (هدایت ۱۰۰٪ یونی) بایستی در شرایط خنثی بودن الکتربکی ظاهری رخ دهد که نتیجه‌ای از قانون گاوس است که بیان می‌کند میدان الکتربکی لازم برای رسیدن بارهای الکتربکی جدا از هم بسیار بزرگتر از میدانی است که در سلول‌های الکتروشیمیایی اعمال می‌شود. در ۱۸۵۳ جی. دبلیو. هیتورف روشی را برای انتقال تعداد یونها در محلول بیان کرد. این روش در بیشتر کتاب‌های شیمی فیزیک توضیح داده شده است و بر این اساس بسیاری از آزمایش‌ها در آزمایشگاه تدریس می‌شود. به‌رحال استفاده از آن به‌طور معمول به ترکیب سلول‌های الکترولیتی با تاکید بر اندازه‌گیری انتقال یونهای خاص محدود شده است. هدف این مقاله ارائه‌ی یک روش ساده‌ی مفهومی، به کمک روش هیتورف، برای دانش‌آموزان و دانشجویان شیمی عمومی است که با روشی عقلانی خنثی ماندن محلول الکترولیت‌ها را از نظر الکتربکی در سلول‌های الکترولیتی توضیح داده است و درک مفیدی را از عملکرد پل نمکی، نقش الکترولیت حامل و ایده‌ی برگشت‌پذیری سلول‌های الکتروشیمیایی، ارائه می‌دهد.

کلیدواژه‌ها الکتروشیمی، کج‌فهمی، الکترولیت، خنثایی الکتربکی

مراجع

۱. مفیدی، جمشید، اصول الکتروشیمی، ویرایش هفتم، دانشگاه تهران، موسسه انتشارات و چاپ، ۱۳۸۲.
۲. جان سی. کاتس، کیث اف. پورسل، شیمی عمومی، ترجمه‌ی آقابزرگ حسین، آقای حسین، اسلامپور رضا و ... ویراسته‌ی عابدینی منصور، جلد دوم، ویرایش اول، تهران، انتشارات فاطمی، ۱۳۷۶.
۳. ایرا لوائین، شیمی فیزیک، ترجمه‌ی غلامرضا اسلامپور، غلامعباس پارسا، علی مقاری و بیژن نجفی، جلد دوم، چاپ سوم، تهران، انتشارات فاطمی، ۱۳۸۲.



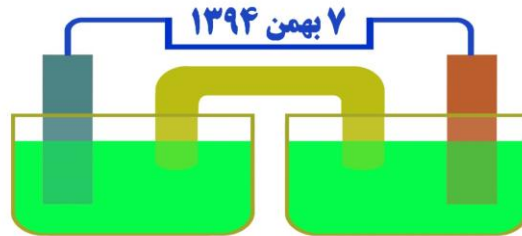
بررسی عوامل موثر در سخت فهمی و مشکلات یادگیری مبحث سلول‌های الکتروشیمیایی

معصومه قلخانی

استادیار، ایران، تهران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
ghalkhani@srttu.edu

اهمیت الکتروشیمی در زندگی ما غیر قابل انکار است. برای عملکرد مناسب سلول‌ها و انتقال سیگنال‌ها از طریق سیستم عصبی به پدیده الکتروشیمی نیاز داریم. همچنین، الکتروشیمی برای گستره وسیعی از کاربردهای فناوری‌های مهم حیاتی می‌باشد. تدریس مبحث الکتروشیمی اغلب همراه با مشکلات فراوانی است. مشکلات مفهومی و سخت باعث کند شدن یادگیری اغلب دانش آموزان و طرد آنها از این مبحث شده است. مشخص شده که درک بیشتر دانش آموزان از مبحث الکتروشیمی بسیار ضعیف می‌باشد. معمولاً مبحث الکتروشیمی با توصیف واکنش فلزات با اکسیژن شروع می‌شود. این پدیده به طور طبیعی سری واکنش پذیری فلزات را بیان می‌کند و درک آن آسان هست. به هر حال با ورود به حیطه انتقال الکترون و معرفی مباحثی همچون واکنش فلزات با آب و اسید مبحث پیچیده شده و مشکلات دانش آموزان شروع می‌شود. مشخص شده که با معرفی سلول‌های الکتروشیمیایی و تعریف الکتروآند و کاتد سردرگمی در ذهن دانش آموزان بیشتر می‌شود. در این تحقیق ابتدا مشکلات مفهومی در مباحث الکتروشیمیایی نظیر واکنش های ردوکس و انواع سلول‌های الکتروشیمیایی کشف می‌شوند. سپس عوامل موثر در ایجاد آنها بررسی می‌گردند. در نهایت راه کارهایی برای آموزش و یادگیری کارآمدتر ارائه می‌شود. از جمله راه کارهای موثر می‌توان به پروراندن انگیزه ذاتی تمایل دانش آموزان برای یادگیری، بهبود اعتماد به نفسشان در خود هدایت‌گری فعالیت‌های یادگیری و بالا بردن مهارت‌های حل مسئله همچنین ترغیب آنها به انجام پروژه‌های مبتنی بر تحقیق اشاره کرد.

کلیدواژه‌ها الکتروشیمی، واکنش‌های ردوکس، فعالیت‌های یادگیری، آموزش شیمی



طراحی آزمایش‌های ساده و کم هزینه در مورد پیل‌های الکتروشیمیایی به منظور ایجاد یادگیری عمیق و معنی دار

زهرا نیکنام

کارشناس ارشد آموزش شیمی
z.niknaam@yahoo.com

کار آزمایشگاهی و کار عملی هسته مرکزی و اساس آموزش علوم را تشکیل می‌دهد. یادگیری از طریق کار در آزمایشگاه به ایجاد درک واقعی از آموزش علوم کمک فراوانی کرده و در فضای آزمایشگاه است که دانش آموزان مفاهیم و تئوری‌ها و مشاهدات را به عنوان وسیله‌ای جهت بررسی نظرات و اندیشه‌ها به کار می‌برند و کار در آزمایشگاه باید فراهم کننده فرصت‌هایی برای دانش آموزان باشد تا بتوانند مشاهدات و یافته‌های خود را تعبیر و تفسیر نمایند. استفاده از آزمایشگاه و آزمایش کردن به هنگام تدریس فعالیت آموزشی و یادگیری را جالب توجه و شیرین می‌نماید و در نتیجه دانش آموزان خسته و بی‌حوصله نمی‌شوند. هنگامی که معلم و دانش آموز به روش آزمایشگاهی در کنار هم کار می‌کنند حس تعاون و مشارکت در میان آنها تقویت می‌شود. فعالیت‌های آزمایشگاهی سبب رشد و گسترش مهارت‌هایی می‌شود که در مجموع دانش آموزان را به سوی مطالعه و تحقیق بیشتر سوق می‌دهد. با توجه به جذابیت انجام آزمایش و تأثیری که مشاهده نتیجه‌ی آزمایش در ایجاد روحیه کاوشگری، خلاقیت و فهم بهتر و عمیق تر مطالب درسی در دانش آموزان دارد، باید در آموزش موثر علم شیمی به سمت انجام آزمایش‌های ساده و مهیج پیش رفت، آزمایش‌های خلاقانه‌ای که بتوان آنها را در یک فضای نه چندان تخصصی با حداقل امکانات، تجهیزات و ایمنی انجام داد. لذا هدف از این پژوهش ارائه آزمایش‌هایی ساده و کم هزینه در مبحث الکتروشیمی برای آموزش معنی دار و عمیق به دانش آموزان می‌باشد.

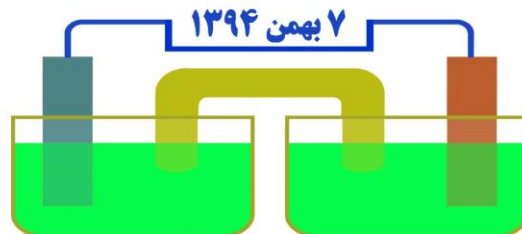
آزمایش‌های پیشنهادی از این قرار است:

۱. ساخت پیل الکتروشیمیایی با استفاده از آب جوش، ژلاتین، نمک خوراکی، پتاسیم هگزاسیانو فرات، فنول فتالین، میخ، ظرف پیرکس.
۲. الکترولیز محلول آب نمک توسط دو مداد ساده، یک باتری تخت و... .
۳. ساخت باتری میوه‌ای

کلیدواژه‌ها آزمایش‌های ساده، الکتروشیمی، آموزش شیمی، فعالیت‌های عملی

مراجع

۱. سلطانی اصل، فریده، «طراحی آزمایش‌های ساده از مباحث گاز و الکتروشیمی»، هشتمین سمینار آموزش شیمی ایران، ۶ و ۷ شهریورماه ۱۳۹۲، دانشکده شیمی دانشگاه سمنان.
۲. صفری، جواد؛ زرنگار، زهره؛ قانونی، فرزانه، «آزمایش‌های جذاب شیمی»، ۱۳۸۷.



ظرفیت، عدد اکسایش و بار قراردادی؛ سه مفهوم مرتبط اما اصولاً متفاوت

مهدی عسگری

پژوهشکده چرخه سوخت هسته ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، تهران، ایران

Mehdiasgari2002@yahoo.com

اصطلاحاتی نظیر ظرفیت و عدد اکسایش اغلب در متون شیمی مقدماتی و پیشرفته یافت می شوند. اما، این اصطلاحات اغلب مترادف در نظر گرفته شده و نتایج مربوط به چنین تفسیری می تواند گمراه کننده باشد. هدف و قصد این مقاله، توضیح راجع به مفاهیم والانس، عدد اکسایش، و مفاهیم مربوطه نظیر بار قراردادی، تشریح روابط آنها و توضیح راجع به کاربردهای گمراه کننده می باشد. دو فاکتور یا عامل مهمی که طبیعت مولکول کووالانسی را تحت ارزیابی مرتبه اول قرار می دهد، عبارتند از تعداد الکترون و ظرفیت هر اتم. از میان اینها، ظرفیت یک اتم در مولکول از اهمیت بسزایی برخوردار می باشد، زیرا تعداد الکترون های اتم بکار رفته در پیوند را مشخص می کند. اما مطالعه و مرور مراجع نشان می دهد که ظرفیت اغلب مترادف با عدد اکسایش، عدد کئوردیناسیون و تعداد پیوندها در نظر گرفته می شود. متأسفانه، این هم ارزی تنها برای مولکولهای خنثی ساده تیپ وجود داشته و در بسیاری از مواقع گسسته می شود. به طور مثال، حضور پیوند $A-A$ جوهرهسته سبب انحراف ظرفیت از عدد اکسایش شده و در چنین مواقعی، استفاده از عدد اکسایش به جای ظرفیت می تواند به توصیفات گمراه کننده ای از مولکولها انجامد. اصطلاحات ظرفیت، عدد اکسایش، عدد کئوردیناسیون و تعداد پیوندها هر یک دارای معانی فردی بوده و استفاده از آنها به شکل قابل معاوضه و تبادل پذیر نه عاقلانه و نه مناسب است.

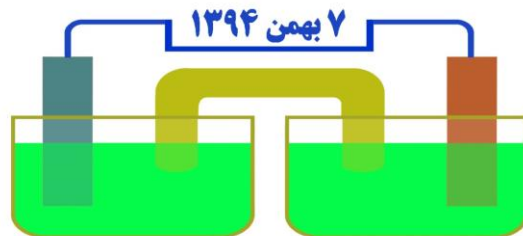
کلیدواژه‌ها بار قراردادی، عدد اکسایش، آموزش شیمی، ظرفیت

مراجع

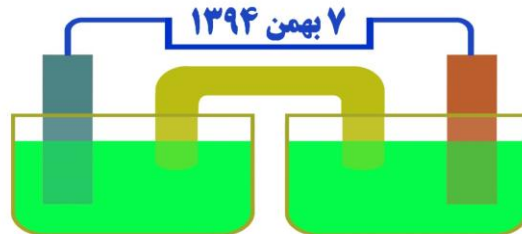
1. D. J. Klein; N. Trinajstic "Valence-bond theory and chemical structure" J. Chem. Educ. 1990, 67, 633-637.
2. D. W. Smith "The valence bond interpretation of molecular geometry" J. Chem. Educ. 1980, 57, 106-109.



دومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



پوسترها



آموزش الکتروشیمی و آبکاری

سوسن نادری

ایران، اراک، آموزش و پرورش ناحیه ۲ اراک
s.naderi@yahoo.com

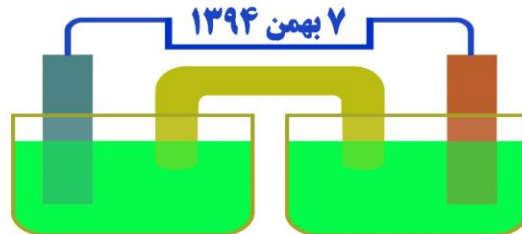
خوردگی عامل بخش عمده ای از شکست سازه های فلزی است و اهمیت آن نه تنها از این نظر است که شکست در بیشتر موارد ناگهانی است بلکه بیشتر به علت حضور و تأثیر همه جانبه آن می باشد. آبکاری از روش های تکمیل سطح مواد است که به منظورهای مختلفی از جمله مسائل تزئینی، بهداشتی و مکانیکی اعمال می شود و با استفاده از آن می توان خواص خوردگی، سایشی، اصطکاکی فلزات را بهبود بخشید و هزینه ی تولید را با توجه به عمر نهایی کاهش داد. آبکاری با توجه به اهداف خاص خود قادر است میزان خسارت ناشی از خوردگی و سایش را به شدت کاهش داده و مسیر را برای تولید قطعات، ابزار، وسایل و کالاهای با هزینه ای کم با توجه به حفظ منابع معدنی و طبیعی و استفاده بهینه از آنها هموار سازد.

از آنجایی که اکثر کالاهای و وسایل بدون آبکاری قابل عرضه در بازار نیستند، آبکاری یک صنعت مکمل و نهایی به حساب می آید. در واقع آبکاری یکی از راه های جلوگیری از خوردگی و خسارت های ناشی از آن می باشد. از این رو ضروری است دانش آموزان دوره دوم متوسطه با بحث خوردگی و آبکاری فلزات و آلودگی ناشی از این صنعت آشنا شوند. اختصاص دادن بخشی از کتب شیمی به مباحث الکتروشیمی از جمله آبکاری در رسیدن به اهداف آموزشی شیمی کمک شایانی خواهد نمود.

کلیدواژه ها خوردگی، عدد اکسایش، آموزش شیمی، آبکاری

مراجع

۱. قربانی، محمد، پوشش های الکتریکی، چاپ اول، جلد اول، تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۷۹.



طراحی، اجرا و ارزیابی چند آزمایش کم هزینه، جهت آموزش مفاهیم ساده‌ی الکتروشیمی به کودکان

رسول عبدالله میرزائی^۱، احسان مهنائی^۲، غلامرضا فخریان^۳

^۱ استادیار، گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش شیمی، گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

^۳ دانشجوی دکتری شیمی تجزیه، دانشگاه سمنان

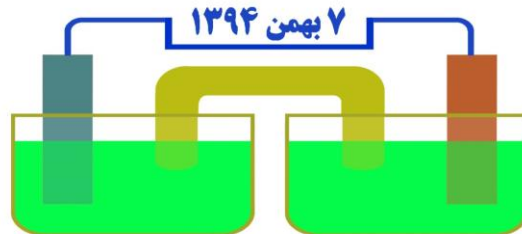
gholamreza.fakhrivan@gmail.com

آموزش بصری، دارای ساختاری متفاوت از آموزش انتزاعی (که در آن تنها بر حافظه تکیه می‌شود) است. اهمیت آموزش همراه با تجربه، امروزه کاملاً اثبات شده است. پژوهشگران بسیاری در سراسر دنیا به این باور دست یافته‌اند که آموختن بصری در سنین کودکی علاوه بر این که مقرون به صرفه است، می‌تواند به صورت مادام‌العمر مورد استفاده قرار گیرد. پژوهش حاضر که نوعی پژوهش بنیادی- کاربردی است به شناسایی مفاهیمی از الکترو شیمی و کاربرد آن در زندگی روزانه می‌پردازد که یادگیری آن‌ها در سنین پایین (کودکی) بسیار حائز اهمیت است. در ابتدا چند مفهوم بنیادی در رابطه با الکتروشیمی انتخاب می‌گردد و آزمایش‌هایی با مواد کم هزینه و البته در دسترس در محیط خانه ارائه می‌شود. برای بررسی و ارزیابی اثربخشی این روش و میزان یادگیری کودکان، پرسشنامه‌ای از نوع ترکیبی در قالب یک تحقیق میدانی، برای یک جامعه‌ی آماری ۴۰ نفره (کودکانی در سنین ۶-۱۰ سال) تهیه گردید که سوالات به صورت شفاهی- مصاحبه‌ای از کودکان پرسیده می‌شود. با استفاده از یک تحقیق مقطعی، بعد از یک وقفه‌ی یک ماهه مجدداً همان مفاهیم از کودکان مورد پرسش قرار گرفت و میزان همگرایی و واگرایی این مجموعه‌ها با استفاده از آزمون تی در سطح اطمینان ۹۵٪ مورد بررسی قرار گرفت. بررسی‌ها نشان می‌دهد که آموزش مفاهیم الکتروشیمی به صورت بنیادین و به انضمام انجام آزمایشات در سنین کودکی، نقش به‌سزایی در یادگیری بهتر آن و نهادینه کردن این علم و کاربردهای آن در رفتارها و سطوح مختلف زندگی افراد خواهد داشت.

کلیدواژه‌ها آموزش الکتروشیمی، آزمایش ساده و ارزان، فناوری اطلاعات، شیمی دبیرستان

مراجع

۱. بدریان، عابد؛ شکر باغانی، اشرف السادات؛ اصفا، آرزو؛ عبد نژاد، طالب / اعتبار بخشی الگوی اثربخش برای انجام دادن فعالیت‌های آزمایشگاهی در آموزش علوم تجربی دوره متوسطه"، فصلنامه نوآوری‌های آموزشی، ۱۳۸۷، شماره ۸۰.
2. Norman Reid, Iqbal Shah, *Chemistry Education Research and Practice* **2007**, 8(2), 172-185.



بررسی بهبود فرآیند یاددهی - یادگیری با استفاده از فناوری اطلاعات

در آموزش الکتروشیمی دوره‌ی متوسطه

احسان مهنانی^۱، رسول عبدالله میرزائی^۲، غلامرضا فخریان^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش شیمی، گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

^۲ استادیار، گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

^۳ دانشجوی دکتری شیمی تجزیه، دانشگاه سمنان

gholamreza.fakhriyan@gmail.com

بهره‌گیری از فناوری اطلاعات امروزه در بسیاری از کشورهای دنیا زمینه ساز انقلابی در فرآیند " یاددهی - یادگیری " شده است. امروزه با وجود میلیارها صفحه ی وب، نرم افزار های مختلف و برنامه های کاربردی تلفن همراه، به نظر می‌رسد، سیستم آموزشی ایران از شتاب خوبی در استفاده از این تکنولوژی‌ها برخوردار نبوده است. محتوای کتاب شیمی متوسطه‌ی ایران شباهت‌هایی با کتاب‌های دوره‌ی آموزش عمومی سایر کشورها دارد، اما به نظر می‌رسد مجهز کردن بیشتر این محتوا، با ابزارهایی نظیر آزمایشگاه و فناوری اطلاعات باعث دلچسب تر شدن روند آموزش گردد.

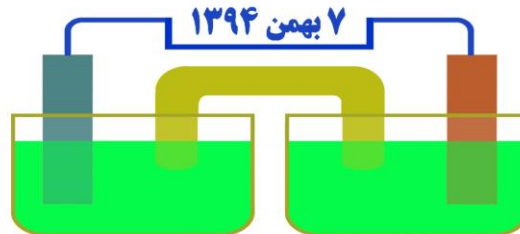
الکتروشیمی از مباحث مهم شیمی متوسطه بوده که به نظر می‌رسد بیان پیچیده و انتزاعی مطالب در کتاب درسی، باعث بی‌علاقگی دانش آموزان نسبت به آن شده است. آموزش الکتروشیمی با استفاده از فناوری اطلاعات این امکان را برای معلمان و دانش آموزانی که از لحاظ زمان و مکان و یا هر دو از یکدیگر فاصله دارند، فراهم می‌کند تا از طریق نرم افزار مدیریت دروس، منابع رسانه‌ای و مانند آن، با هم ارتباط برقرار کرده و محتوای مورد نظر را دریافت نمایند.

در این تحقیق سعی شده است در ابتدا بررسی کاملی از وضعیت فعلی آموزش الکتروشیمی و چالش‌های آن انجام شده و در گام بعدی ایده‌هایی برای برطرف شدن این چالش‌ها با بهره‌گیری از فناوری اطلاعات ارائه شود. جهت بررسی میزان اثر بخشی استفاده از فناوری اطلاعات، در یک تحقیق میدانی، ۳ گروه ۲۵ نفره به عنوان شاهد انتخاب شدند و برای هر کدام طرح درس متفاوتی در چارچوب استفاده و عدم استفاده از فناوری اطلاعات در آموزش الکتروشیمی تدوین شد. با بهره‌گیری از آنالیز واریانس یک طرفه میزان معناداری میانگین نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که استفاده از فناوری اطلاعات (در سطح اطمینان ۹۵٪) می‌تواند اثربخشی قابل ملاحظه‌ای در روند آموزش داشته باشد.

کلیدواژه‌ها آموزش الکتروشیمی، فناوری اطلاعات، شیمی دبیرستان، کتاب درسی

مراجع

۱. عماری، الهام "فناوری اطلاعات و ارتباطات و نقش نوآوری های آموزشی در تدریس شیمی" هشتمین کنفرانس آموزش شیمی ایران، سمنان، ۱۳۹۲.
۲. ارشادی، نعمت الله "جهانی شدن و آموزش شیمی" مجله رشد آموزش شیمی، ۱۳۸۶، دوره بیست و یکم، شماره ۱.
۳. چاریانی، ابوالقاسم "تأثیر ICT بر برنامه ریزی درسی" دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای، کاردانش، ۱۳۸۰.



آموزش الکتروشیمی به روش حل جدول و رمزیابی

جواد حسنعلیان

دبیر شیمی دبیرستان‌های منطقه لنجان، زرین شهر، اصفهان

j_hasanalian@yahoo.com

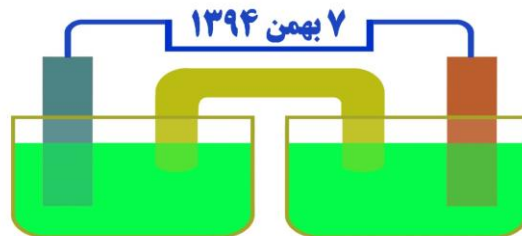
روشنایی هر کشور مرهون مقوله‌ی آموزش است. آموزش، نیروی متفکر و محرکه‌ی هر کشوری است از این جهت که بنیانگذار نیروی تفکر در هر جامعه‌ای است. داشتن دانش‌آموزان فعال، نخستین شرط جامعه‌ای پیشرفته است، زیرا اساس و پایه‌ی هر کشوری را نیروی جوان و مغز متفکر می‌سازد. و لازمی داشتن نیروی کارآمد جوان، آموزش و پرورش فعال و پویا است. داشتن یک کلاس جذاب و گیرا، از مقدمات این امر خطیر آموزش به شمار می‌آید.

آن چه در این پژوهش مورد مطالعه قرار گرفته است، ایجاد کلاسی پویا برای آموزش الکتروشیمی، به دور از خمودگی به همراه آموزش مفاهیم پایه و در راستای برنامه‌های بلند مدت و راهبردی آموزش و پرورش است. با استفاده از روش‌های جالب مانند آموزش الکتروشیمی به روش حل جدول و رمز یابی و ... دانش‌آموز را هم با مفاهیم آشنا کرده، هم به تفکر و می‌دارد که آن را آموزش الکتروشیمی پویا نامیده شده است.

کلیدواژه‌ها یادگیری فعال، آموزش الکتروشیمی، مهارت فکر کردن، روش حل مساله

مراجع

۱. کتاب شیمی ۱، جواد حسنعلیان، انتشارات مرسل، کاشان، چاپ ۱۳۸۶.
۲. کتاب شیمی ۱، گروه شیمی دفتر برنامه و تالیف کتاب‌های درسی، وزارت آموزش و پرورش، چاپ ۱۳۹۳.



قوانین کمیکار و رابطه‌ی آن با الکتروشیمی

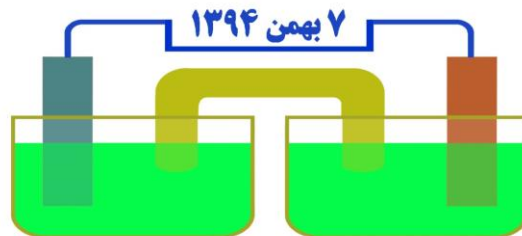
جواد حسنعلیان

دبیر شیمی دبیرستان‌های منطقه لنجان، زرین شهر، اصفهان

j_hasanalian@yahoo.com

کمیکار که به نام ماشین‌های شیمیایی است و در حال حاضر مسابقات کشوری و جهانی آن نیز برگزار می‌شود، شاخه‌های متفاوت از علوم مانند مکانیک، الکترونیک، مهندسی شیمی و شیمی را درگیر می‌کند. در زیر شاخه‌ی شیمی، الکتروشیمی نقش چشم‌گیری در این راستا دارد. به عبارت دیگر، در تدوین قوانین جهانی و کشوری آن نقش الکتروشیمی بسیار پررنگ است. پایه‌ی برنامه‌ریزی کمیکار، محیط زیست سالم، ایجاد نیروی محرکه با حداقل ایجاد آلاینده‌ی و صرفه‌ی اقتصادی در تولید وسایط نقلیه است. در این مقاله اصول طراحی و نقش قوانین کمیکار و نقش الکتروشیمی در آن مورد بحث قرار گرفته است.

کلیدواژه‌ها کمیکار، الکتروشیمی، محیط زیست، وسایط نقلیه



جایگاه باز دیدهای علمی در ارتقای کیفیت فرآیند آموزش الکتروشیمی

خدیجه ابوطالبی^۱، زهرا هوشیار یوسفی^۲

^۱دانشجوی دکتری الکتروشیمی (دبیر آموزش و پرورش ناحیه ۳ تبریز)، دانشگاه تبریز، تبریز

kh.abotalebi@gmail.com

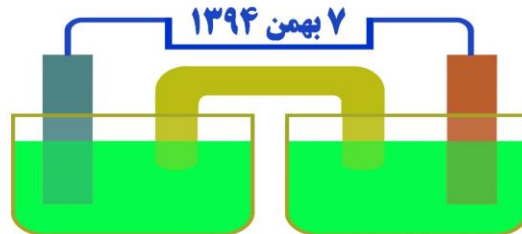
^۲کارشناس ارشد شیمی فیزیک، آموزش و پرورش ناحیه ۳ تبریز

یکی از روش های کارآمد در انتقال مفاهیم انتزاعی الکتروشیمی و علاقه مند سازی دانش آموزان به کلاس درس و ایجاد جذابیت در آن و همچنین پرورش خلاقیت و بروز افکار نو، برگزاری باز دیدهای علمی مبتنی بر موضوعات درسی در طی فرآیند آموزش می باشد. باز دید علمی، روش آموزشی منحصر به فردی است که امکان مشاهده و درک عینی و واقعی مباحث مطرح شده در کتاب های درسی را فراهم کرده و با به چالش کشیدن ذهن دانش آموزان مهارت حل مسأله را تقویت می کند. با استفاده از این روش کمک آموزشی دانش آموزان می توانند هماهنگی بین مطالب ارائه شده توسط مدرس را با محیط پیرامون برقرار کنند. فراگیران هنگام بازدید از کارخانه ها و صنایع منطقه ای ضمن مشاهده طبیعی و واقعی پدیده ها و روابط بین آن ها، به اهمیت و سهم شهر و منطقه محل زندگی شان پی می برند. به منظور بررسی تأثیر بازدید علمی در فرآیند آموزش مبحث خوردگی در کتاب شیمی پیش دانشگاهی، دانش آموزان پیش دانشگاهی دبیرستان دخترانه امام خمینی تبریز به دو گروه گواه و آزمایش گروه بندی شده و بازدید از واحدهای عملیاتی مختلف و همچنین آزمایشگاه خوردگی پتروشیمی تبریز توسط گروه آزمایش صورت گرفت. در این بازدید فراگیران با پدیده خوردگی و مشکلات ناشی از آن در واحدهای مختلف آشنا شده و اهمیت به کارگیری روش ها و اقدامات جدی جهت کاهش خسارات هنگفت مالی و جانی و غالباً جبران ناپذیر این پدیده در صنایع به طور اعم و در صنایع پتروشیمی به طور اخص را عمیقاً درک کردند. در پایان از دانش آموزان خواسته شد تا در قالب گروه های ۵ نفره ضمن پاسخ به سوالات فرم نظرسنجی، گزارش کاری از این بازدید ارائه کرده و دیدگاه خود را در زمینه پدیده خوردگی و راهکارهای مقابله با آن بیان کنند. در ارزشیابی به عمل آمده از دو گروه گواه و آزمایش این نتیجه حاصل شد که دانسته های ذهنی دانش آموزان گروه آزمایش در مقایسه با گروه گواه پس از این بازدید تغییر کرده و دانش آموزان گروه آزمایش به درک مطلوب و عمیقی از پدیده خوردگی رسیده و با انگیزه و اشتیاق بیشتری سر کلاس درس حاضر شدند. بنابراین می توان نتیجه گرفت که با سازماندهی بازدید های علمی مرتبط با موضوعات الکتروشیمی مطرح شده در کتاب های درسی از قبیل خوردگی، آبکاری، انواع پیل ها و و همچنین تخصصی کردن آنها بر طبق معیارهای بین المللی و با استانداردهای بالای ایمنی، خلاقیت دانش آموزان پرورش یافته و جذابیت حضور در کلاس افزایش می یابد.

کلیدواژه ها کتاب های درسی، خوردگی، روش حل مسأله، صنایع پتروشیمی

مراجع

1. M. Kluza, I. Maciejowska "Not only in Schools-Informal Science Education", 50th Annual Meeting of Polish Chemical Society & 11th ICCE-DCE, Torun, 2007.
2. S. Siggia "The utility of field trips in teaching chemistry", *J. Chem. Educ.* **1968**, 45, 10, 680.



اقتصاد هیدروژن و دلایل رویکرد به عصر هیدروژن

فرهاد گل محمدی^۱، اکبر فتحی^۲، سیما مهدیخانی^۳، اکرم غنمی نسب^۴، فریده ساعدی^۵

^۱استادیار گروه شیمی فیزیک، ایران، تهران، دانشگاه تربیت مدرس

f.golmohammadi@modares.ac.ir

^۲دانشجوی دکتری فیزیک، ایران، تهران، دانشگاه تربیت مدرس

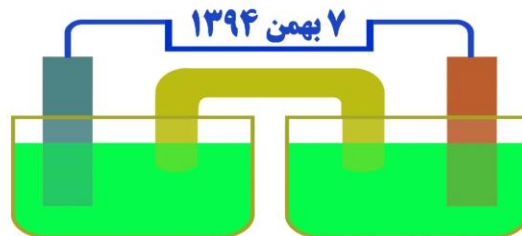
^{۳،۴،۵}دانشجویان کارشناسی شیمی، ایران، کرج، دانشگاه پیام نور

انرژی از دیرباز به عنوان موتور محرک جوامع بشری شناخته شده و با پیشرفت بشر بر اهمیت و تأثیر گذاری آن در زندگی بشر افزوده شده است. رشد روز افزون استفاده از منابع تجدیدناپذیر فسیلی، محدودیت این منابع و مشکلات زیست محیطی ناشی از بکارگیری آنها سبب مطرح شدن انرژی های نو و تجدیدپذیر به عنوان منابع تامین انرژی آینده شده است. در این میان پیش بینی می شود که هیدروژن با توجه به ویژگی های خاصش، سهم قابل توجهی از انرژی مورد نیاز نسل های آینده را تامین نماید. صاحب نظران عصر آینده را متعلق به هیدروژن و فناوری های مربوط به آن می دانند. فناوری پیل سوختی که در آن هیدروژن طی واکنش شیمیایی با اکسیژن به الکتریسیته و حرارت تبدیل می شود، به سبب مزایایی نظیر راندمان بالا، دامنه گسترده تولید، سازگاری با محیط زیست و عدم آلودگی صوتی یکی از بهترین گزینه های تولید انرژی الکتریکی در آینده محسوب می شود. با توجه به پیچیدگی و بین رشته ای بودن این فناوری و کاربردهای گسترده و متنوع آن و همچنین تأثیرات مختلف آن بر اقتصاد انرژی، محیط زیست، حمل و نقل، وسایل قابل حمل نظیر تلفن همراه، کامپیوتر شخصی و صنایع بزرگ و اساسی کشور، توسعه این فناوری نگاهی آینده نگر را ایجاب می کند. چرا که محدوده توانی که یک پیل سوختی می تواند تامین کند از کمتر از یک وات تا چند مگاوات است. به منظور دستیابی به عصر هیدروژن ایجاد زنجیره ای از زیر ساختارها لازم است.

کلیدواژه ها هیدروژن، پیل سوختی، اقتصاد

مراجع

1. Barbir F. "PEM Fuel Cells Theory and Practice", Elsevier, 2013.
2. Zhang J., Zhang H., Wu J., Zhang J. "PEM Fuel Cell Testing and Diagnosis", Elsevier, 2013.



الکتروشیمی برای کودکان

مینارضایی کهخا زاله

کارشناس شیمی، آموزش و پرورش بیرجند، خراسان جنوبی
kohanijale@gmail.com

با توجه به کاربرد الکتروشیمی در دستگاه‌های سرگرمی، باتری‌ها، سلول‌های سوختی و... می‌توان از آن به عنوان یکی از پرتعدادترین مباحث درجهان امروز نام برد. علی‌رغم اهمیت مباحث الکتروشیمی، متأسفانه عموم مردم آشنایی بسیار محدودی با مباحث علمی این شاخه از علم شیمی دارند و به نظر می‌رسد با توجه به ارتباط مداوم کودکان با باتری‌ها و مساله ی زنگ‌زدگی آن‌ها، باید به طور جدی به معرفی الکتروشیمی با گنجاندن آن به عنوان بخشی از برنامه‌ی درسی دانش‌آموزان از مقطع ابتدایی پرداخت.

معمولاً آن چه که کودکان تا کلاس چهارم از برق می‌آموزند، شروع جریانی از یک منبع و پایان آن به لامپ است. می‌توان با استفاده از چند وسیله شامل قطعه‌ای سیم، یک لامپ و یک باتری مدل ذهنی آنان را به طور عملی برای آن‌ها به نمایش گذارد. کلاس پنجم تا هشتم: در این مرحله‌ی سنی، دانش‌آموزان می‌آموزند که شیمی و الکتروسیسته (برق) با یکدیگر مرتبط هستند و برق باعث انجام واکنش‌های شیمیایی می‌شود و با یک سری تبدیل‌های انرژی آشنا می‌شوند.

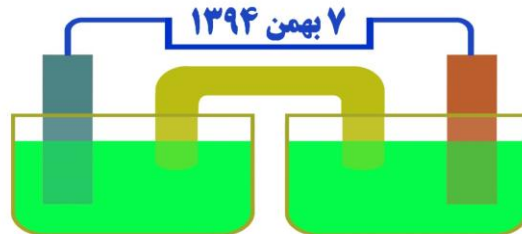
کلاس هشتم تا دوازدهم: در این سن، دانش‌آموزان طیف گسترده‌ای از شواهد را به عینه می‌بینند، مثل حل شدن اتم‌های مس توسط اسید و سپس بازیابی مجدد اتم‌های مس روی فلز روی. در این پنج سال آموزش، الکتروشیمی را باید از طریق ارتباط شیمی با زیست‌شناسی و فیزیک به آنان آموخت. برای مثال با توضیح پدیده‌های طبیعی نظیر تنفس و فوتوسنتز و همچنین عمل سلول‌های سوختی و سلول‌های فوتوالکتروشیمی. برای آموزش بهتر این موارد می‌توان از آزمایش‌های ساده‌ای سود جست. استفاده از کتاب‌ها، کیت‌های درسی، فیلم‌های ویدئویی و همچنین اینترنت می‌تواند راه‌هایی پیش روی ما قرار دهد تا به طور ساده به آموزش کودکان بپردازیم.

در این مقاله پس از بیان کلیاتی راجع به روش‌های آموزش الکتروشیمی در مقاطع مختلف تحصیلی، چندین آزمایش جذاب برای هر رده‌ی سنی ارائه خواهد شد.

کلیدواژه‌ها برق، الکتروشیمی، دوره ابتدایی و متوسطه، فعالیت‌های عملی

مراجع

1. Abraham, A.; Palencsár, A.; Scherson, D. " *Electrochemistry for K-12, The Potato Clock and Beyond*", The Electrochemical Society Interface, Fall 2006.
2. <http://science.wonderhowto.com>



اثر پساب ناشی از آبکاری فلزها روی آب‌های زیرزمینی (مطالعه موردی روی فلزهای کروم، نیکل، طلا و مس)

محمد رضا محمد شفیعی^۱، فتانه جلالی*^۲، فاطمه السادات علوی^۳

^۱عضو هیئت علمی گروه شیمی و مهندسی محیط، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف آباد، نجف آباد، اصفهان

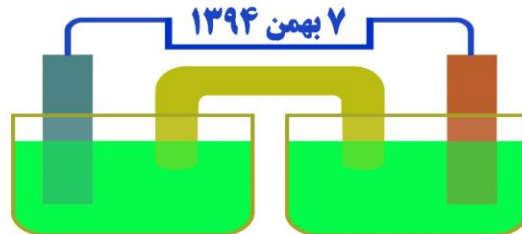
^۲دانشجوی مهندسی شیمی فناوری اطلاعات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف آباد، نجف آباد، اصفهان

^۳دانشجوی مهندسی شیمی فناوری اطلاعات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف آباد، نجف آباد، اصفهان

f.sadat.alavi@gmail.com

فلزها، یکی از نیازهای مهم امروز بشر در حوزه صنعت هستند، از این رو با پیشرفت علم و فناوری، بشر همواره به دنبال راهکارهایی برای بهبود خواص آن‌ها است. یکی از راه‌هایی که از دیرباز مورد توجه بوده، فرایند آبکاری فلزها است که بر پایه اصول الکتروشیمی بنا شده است. بدون شک این صنعت در کشور ما نیز در حال گسترش و توسعه است. علاوه بر تمام مزیت‌هایی که این روش دارد ولی از نظر زیست محیطی اثرات نامطلوبی دارد. پساب تولیدی هر صنعت آلاینده‌های متفاوتی را تولید می‌کند و شامل فلزهای سنگینی مثل روی، مس، نیکل، کروم و ... است که در صورت تصفیه نشدن یا تصفیه نامطلوب وارد چرخه محیط زیست می‌شوند و به دنبال آن آسیب‌های خطرناکی را از خود بر جای می‌گذارند. پس باید به دنبال ارائه راه حلی برای کاهش اثرات نامطلوب آن بود. در این مقاله اثرات نامطلوب فلزهای سنگینی مثل نیکل، کروم، طلا و مس که در پساب حاصل از صنایع آبکاری تولید می‌شود روی آب‌های زیرزمینی بررسی شده است.

کلیدواژه‌ها فلزها، آبکاری فلزها، فلزهای سنگین، پساب حاصل از آبکاری



طراحی آزمایش ولتامتری به کمک الکتروکد خمیر کربن برای آموزش ولتامتری چرخه‌ای

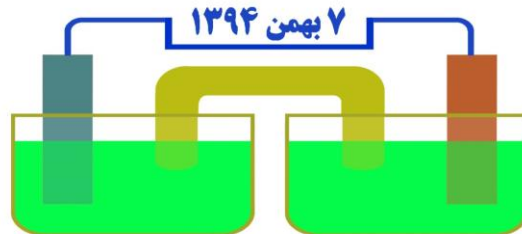
معصومه قلخانی

استادیار گروه شیمی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

ghalkhani@srttu.edu

تجزیه دستگاهی از دروس تخصصی و مهم شیمی است که در دوره کارشناسی در همه دانشگاه‌ها تدریس می‌شود. با توجه به قیمت بالای دستگاه‌های مورد استفاده در روش‌های تجزیه‌ای محدودیت خرید و کاربرد آن‌ها برای مراکز با محدودیت توان مالی وجود دارد. دستگاه پتانسیوستات که برای بررسی الکتروشیمیایی استفاده می‌شود قیمت بسیار پایین‌تری در مقایسه با روش‌های دیگر دارد. روش‌های ولتامتری از جمله تکنیک‌های توانمند الکتروشیمیایی به شمار می‌آید. ولتامتری چرخه‌ای روش تجزیه‌ای است که در آن جریان به صورت تابعی از پتانسیل اعمالی به سلول الکتروشیمیایی اندازه‌گیری می‌شود. برای این کار نیاز به سلول الکتروشیمیایی و سه الکتروکد، کار، مقابل و مرجع است. در این تکنیک پتانسیل از یک نقطه به صورت خطی تا نقطه دیگری روبش شده، سپس جهت روبش عکس می‌شود و در جهت عکس روبش ادامه پیدا کرده تا به نقطه اولیه برسد. در صورتی که گونه الکتروفعالی در گستره پتانسیل روبشی در محلول مورد اندازه‌گیری وجود داشته باشد، پیک با جریان متناسب با غلظت گونه آنالیت ایجاد می‌کند. تکنیک ولتامتری چرخه‌ای تکنیک قدرتمندی است که هم می‌توان به کمک آن آنالیز کیفی هم آنالیز کمی کرد. بررسی مکانیسمی نیز به کمک این تکنیک امکانپذیر است. می‌توان تعداد الکترون‌های دخیل در واکنش ردوکس گونه آنالیت را به دست آورد و برگشت‌پذیری یا برگشت‌ناپذیری واکنش را تعیین کرد. در کار حاضر، الکتروکد خمیر کربن توسط دانش‌آموزان تهیه شد و سپس به روش الکتروشیمیایی و شیمیایی سطح آن اصلاح شد و برای بررسی واکنش نمونه‌های دارویی در دسترس از جمله قرص‌های ایزونیازید و ویتامین‌های ب-کمپلکس استفاده شد. برای این کار پارامترهای مختلف موثر بر پاسخ الکتروکد از جمله pH محلول بافری، سرعت روبش پتانسیل و نحوه اصلاح سطح الکتروکد مورد بررسی قرار گرفت. برگشت‌پذیری واکنش‌های اکسایش آنالیت‌های موجود در این قرص‌ها بررسی شد و در نهایت با توجه به مقادیر ثبت شده روی داروها، غلظت‌های مختلفی از آنالیت‌ها تهیه و پس از ثبت ولتامتری مربوطه منحنی کالیبراسیون خطی رسم شد.

کلیدواژه‌ها ولتامتری، واکنش ردوکس، ویتامین ب، الکتروکد



درک اکتشافی مفاهیم الکتروشیمی با آزمایش‌های ساده

معصومه شاه محمدی^۱، امراه کوهی فایق^۲

^۱کارشناسی ارشد آموزش شیمی، عضو دبیرخانه راهبری آموزش شیمی کشور، تهران

chemiiran@gmail.com

^۲کارشناسی ارشد آموزش شیمی، دبیر شیمی ناحیه ۲ شهرستان شهرکرد، شهرکرد، استان چهارمحال و بختیاری

جان دیوئی یکی از تفاوت‌های آموزش و پرورش پیشرو با آموزش سنتی را فعالیت آزادانه در برابر اعمال انضباط خارجی و یادگیری از طریق تجربه در برابر یادگیری از طریق کتاب و معلم می‌داند. بدین ترتیب او به معرفی روش آموزش پروژه‌ای و حل مساله می‌پردازد. او هم‌چنین در آموزش علوم به جای استفاده از روش تشریحی، از آزمایشگاه‌های علوم حمایت می‌کند تا بدین وسیله فراگیران، دانش و تجربه لازم را با اجرای عملی بیاموزند.

الکتروشیمی یکی از حوزه‌های مهم شیمی است که اجرای فعالیت‌های عملی به درک حقایق و مفاهیم علمی آن کمک زیادی می‌کند و دست یابی به اهداف قصد شده در برنامه درسی را برای این دوره محقق می‌سازد. نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که انجام آزمایش و پروژه‌های عملی مبتنی بر حل مساله و کاوشگری می‌تواند موجب افزایش انگیزه دانش‌آموزان در یادگیری مفاهیم انتزاعی الکتروشیمی شود. این مقاله با نگاهی به اهمیت انجام فعالیت‌های عملی و آزمایشگاهی در فرایند یاددهی و یادگیری، به معرفی چند آزمایش ساده و کاربردی می‌پردازد. آزمایش‌های بررسی شده شامل ساخت یک سلول ولتایی از سکه‌های مسی و روی، رسوب میکروسکوپی و درخت گونه فلز مس، درک مفهوم پتانسیل الکترودی استاندارد و سری الکتروشیمیایی، برقافت سدیم هیدروکسید مذاب، سلول خورشیدی صفحه‌ای و ساخت سلول الکتروشیمی با وسایل خانگی است.

کلیدواژه‌ها فعالیت‌های عملی، روش حل مساله، کاوشگری، آموزش الکتروشیمی

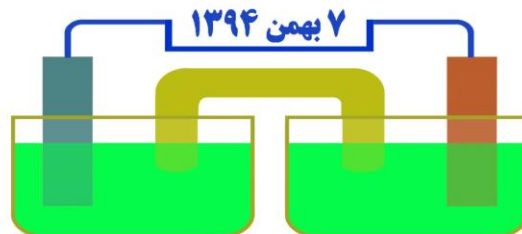
مراجع

۱. اصفاء، آرزو؛ کامیابی، شریف "علل اجرا نشدن فعالیت‌های عملی در آموزش علوم تجربی مدارس متوسطه استان تهران" ۱۳۸۵.

۲. شعبانی، حسن "مهارت‌های آموزشی، روش‌ها و فنون تدریس"، چاپ سوم، انتشارات سمت، ۱۳۸۵.

3-Nakhleh, M. B. "Why some students don't learn chemistry: chemistry misconceptions" *J. Chem. Educ.* **1992**, 69(3), 191-196.

4- Nakhleh, M. B.; Mitchell, R. C. "Concept learning versus problem solving; there is a difference" *J. Chem. Educ.* **1993**, 70(3), 190-192.



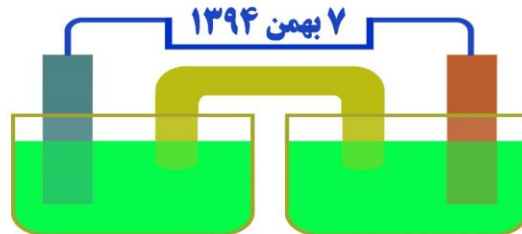
معرفی باتری آموزشی ساده جهت آموزش مفاهیم الکتروشیمی

رسول عبدالله میرزایی، نسرين فرشادی، فريبا انصاری مقدم

گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

انجام آزمایش و ساخت وسایلی که نتایج آزمایش را مشاهده پذیر می‌سازد، یکی از روش‌های آموزش اصول و نتایج کلی علمی است که می‌تواند دانش‌آموزان را وادار به تفکر و بحث کرده و در نهایت روند یادگیری را مطلوب سازد. یکی از مباحث اساسی در الکتروشیمی، تولید انرژی و ذخیره آن است. باتری‌ها وسایلی هستند که انرژی مورد نیاز انسان را ذخیره یا به شکل دیگری تبدیل می‌کنند. باتری نه تنها در ذخیره‌سازی انرژی برای دستگاه‌های تلفن همراه، وسایل نقلیه و ... به کار رود، بلکه می‌تواند در فناوری‌های مرتبط با انرژی‌های تجدید پذیر و تجدیدناپذیر نیز نقش آفرین باشد. در کار پژوهشی حاضر، مدل آموزشی ساده‌ای از باتری طراحی شد که می‌تواند مباحث اصلی الکتروشیمی در این راستا را به دور از کج فهمی با تاکید بر فعالیت عملی به دانش‌آموزان ارائه دهد. طی فرایند آموزش، مباحثه و گفت و گو با دانش‌آموزان و طرح سوال توسط آنان، درک آنان از فرایندهای مرتبط با الکتروشیمی در باتری‌ها را افزایش داده و به ارزشیابی معلمان از فرایند آموزش کمک می‌کند. سپس ایده‌های دانش‌آموزان برای افزایش بازده باتری مورد بحث و آزمایش قرار گرفت که نتایج حاصل می‌تواند در طراحی باتری‌های مشابه توسط دانش‌آموزان مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها الکتروشیمی، باتری‌ها، انرژی، فعالیت‌های عملی



به کارگیری یک چهارچوب اصلاح شده نظری در روند آموزش الکتروشیمی

سعیده عسگری^۱، معصومه قلخانی^{۲*}

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد شیمی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

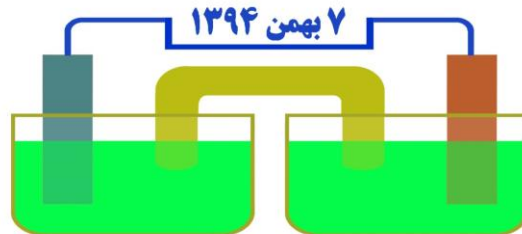
^۲استادیار گروه شیمی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

ghalkhani@srttu.edu

الکتروشیمی، بخشی از علم شیمی است که در آن به مطالعه انتقال الکترون‌ها در سرتاسر یک واکنش شیمیایی می‌پردازد. این مبحث به دلیل کاربرد گسترده‌ای که در زندگی روزمره و صنعت دارد موضوع مهمی در علم شیمی به شمار می‌رود. هرچند این سرفصل آموزشی در همه دبیرستان‌های سراسر جهان موجود است اما طبق تقسیمات سطوح جانشون از درک شیمی، شامل مباحث میکروسکوپی است که به دلیل انتزاعی بودن مطالب در این سطح به عنوان یک موضوع سخت برای فرایند تدریس و یادگیری در نظر گرفته می‌شود.

تحقیق پیش رو شامل راهکارهایی است که با عملی کردن آنها در فرایند تدریس و یادگیری علاوه بر این مبحث درسی در تمامی مباحثی که این ویژگی‌ها را دارند، می‌تواند کمکی برای معلم و دانش آموز باشد تا به درک درست‌تری از موضوع مورد مطالعه و یادگیری برسد. انتخاب محتوایی جامع و ملموس برای آموزش و کمک گرفتن از مباحث میکروسکوپی، تعیین رابطه‌ای روشن بین مفاهیم (پیوسته بودن مطالب)، کمک به تغییر مهارت‌ها و افزایش آگاهی معلمان راجع به تدریس الکتروشیمی، به کارگیری دانش‌آموزان در فرایند آموزش و استفاده از تکنیک‌های کیفی در ارزشیابی فراگیر در طول فرایند تدریس مطالبی است که این مقاله به خود اختصاص داده است. هدف بر آن است که با کاربردی کردن مفاهیم مبحث الکتروشیمی بتوان در افزایش انگیزش فراگیران و تشویق آن‌ها به تحقیق هرچه بیشتر در این زمینه به پرورش نیروی انسانی برای این صنعت کمک کرد.

کلیدواژه‌ها تدریس الکتروشیمی، شیمی دوره متوسطه، کاربردی کردن مفاهیم، ایجاد انگیزه‌ی یادگیری



آموزش واکنش‌های اکسایش-کاهش بر اساس نقشه‌های مفهومی و در سطوح تفکر سه گانه

عوض عزیزی ارجستان^۱، معصومه قلخانی*^۲، مریم صباغان^۳

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد شیمی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

^۲استادیار گروه شیمی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

ghalkhani@srttu.ed

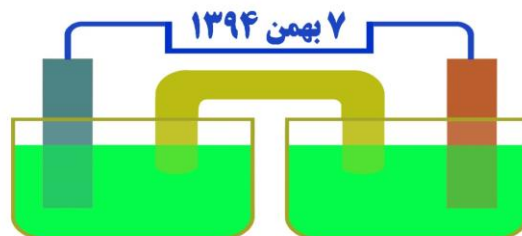
^۳استادیار گروه شیمی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

علم شیمی یکی از شاخه‌های علوم پایه است که بیش‌تر مفاهیم آن انتزاعی است. بنابراین در آموزش شیمی باید از روش‌هایی استفاده کرد تا مفاهیم به روش‌های بهتری به فراگیران منتقل شود. برای یادگیری موفق شیمی، باید از تکنیک‌ها، ابزار، روش‌ها و راهبردهای نوین آموزشی استفاده شود تا یادگیری پایدار، عمیق و معنی‌دار در فراگیران صورت گیرد. در نتیجه اطلاعات از حافظه کوتاه مدت به حافظه بلند مدت منتقل خواهد شد. نظریه یادگیری معنادار آزوبل، یکی از مهم‌ترین نظریه‌هایی است که توضیح می‌دهد چگونه اطلاعات از حافظه کوتاه مدت به حافظه بلند مدت منتقل می‌شود. بر طبق این نظریه، یادگیری معنی‌دار زمانی اتفاق می‌افتد که اطلاعات جدید با اطلاعات قبلی فراگیران ترکیب شود و بین آن‌ها ارتباط منطقی برقرار باشد. در این فرایند، نقشه‌های مفهومی یکی از راهبردهای مهم یاددهی-یادگیری است که یادگیری معنادار را ارتقاء می‌دهد. اگر نقشه‌های مفهومی با سطوح سه‌گانه تفکر (ماکرو، میکرو و نمادی) ادغام شود قدرت یادگیری را افزایش می‌دهد. در واکنش‌های اکسایش-کاهش در حیطه سطح ماکروسکوپی، تغییرات قابل مشاهده‌ای بررسی می‌شود که در نیم‌واکنش‌های مربوط به اکسند و کاهنده روی می‌دهند. در حالی که در سطح میکروسکوپی، تغییرات مربوط به رفتار اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها و برهم‌کنش بین آن‌ها بررسی می‌شود. در سطح نمادی فرمول‌ها و نمادهای شیمیایی و روابط ریاضی بین آن‌ها بررسی می‌شود. در این مقاله اهمیت نقشه‌های مفهومی در یادگیری فراگیران در مبحث واکنش‌های اکسایش-کاهش و تاثیر سطوح تفکر سه‌گانه در یادگیری واکنش‌های اکسایش-کاهش بررسی خواهد شد.

کلیدواژه‌ها نقشه مفهومی، یادگیری معنادار، آموزش شیمی، سطوح سه‌گانه تفکر

منابع

۱. بدریان، عابد؛ هنر پرور، بهاره؛ ناصری آذر، اکبر "طراحی و اعتبار بخشی الگوی آموزش زمینه-محور شیمی مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات" فصلنامه نوآوری‌های آموزشی، شماره ۳۶، سال نهم، ۱۳۸۹.
۲. توتو نجی عصر حاضری، ژیلا؛ مرسلی، فریبا "نقشه‌های مفهومی در آموزش شیمی و ترسیم آن با نرم افزارهای رایانه‌ای" هشتمین کنفرانس آموزش شیمی ایران، دانشگاه سمنان، ۱۳۹۳.
۳. سیف، علی اکبر "روانشناسی پرورشی نوین (یادگیری و آموزش)" انتشارات دوران، ویرایش ششم، ص ۳۰۴، ۱۳۹۳.



Student Misconceptions about Current Flow in the Salt Bridge and Electrolyte Solutions

Ebrahim Zarei*, Homa Shahnazi

Doctor Shariati College, Farhangian University, Sari, Iran

ezarei13@gmail.com

Faculty of Chemistry, Mazandaran University, Babolsar, Iran

This article reports student misconceptions concerning the flow of current in electrolyte solutions and the salt bridge that were identified in an interview study concerning electrochemical cells. This study confirmed most of the misconceptions reported by Garnett and Treagust concerning the flow of current in electrochemical cells (which, for the most part, included the notion that electrons are stable and can migrate in aqueous solutions) while identifying several new misconceptions, including the notions that electrons can flow through aqueous solutions without assistance from the ions and that only anion migration constitutes a flow of current in electrolyte solutions. The students in this study proposed two mechanisms for electron flow in electrolyte solutions. In the first mechanism, electrons attach themselves to ions, which shuttle electrons from the cathode to the anode in solution. In the second mechanism, electrons flow by themselves from the cathode to the anode in solution without assistance from the ions. Imprecise or inaccurate language used by some teachers has been implicated as a possible source of student misconceptions. Representative quotes from the three books used in this study provide examples of misleading statements that could be misinterpreted or over-generalized by students in inappropriate situations. This study also included data suggesting that instruction using computer animations and a confrontational teaching approach can reduce the number of students consistently demonstrating this misconception that electrons flow in electrolyte solutions and the salt bridge.

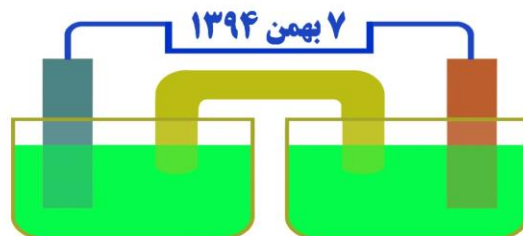
Keywords: Misconceptions, Current Flow Mechanisms, Salt Bridge, Electrolyte Solutions

References

Garnett, P. J.; Treagust, D. F. *J. Res. Sci. Teach.* **1992**, 29, 1079-1099.

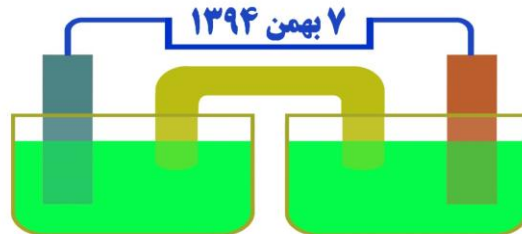


دومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



مقاله‌های

کامل



تأثیر درس‌های تربیتی-موضوعی دوره تربیت معلم

مبتنی بر شایستگی بر آموزش الکتروشیمی

عابد بدریان

استادیار پژوهشگاه مطالعات آموزش و پرورش، تهران

ab.badrian@gmail.com

الکتروشیمی یک حوزه بین‌رشته‌ای از علم شیمی است که با بهره‌گیری از مبانی فیزیک و شیمی به بررسی فرایند تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی و بالعکس می‌پردازد. ماهیت بین رشته‌ای الکتروشیمی چالش‌هایی را در فرایند یاددهی-یادگیری آن در مدارس ایجاد کرده است. عوامل متعددی را می‌توان به عنوان سرچشمه‌های این چالش نام برد. از جمله تأثیر دیدگاه‌های تاریخی پیدایش مبانی الکتروشیمی، روش‌های آموزش معلمان، شیوه یادگیری دانش‌آموزان و کج‌فهمی‌های احتمالی، شیوه سازماندهی مفاهیم در کتابهای درسی و ... در این مقاله اهمیت درس‌های تربیتی-موضوعی در تربیت دبیران شیمی و شیوه‌های کسب شایستگی در آموزش الکتروشیمی مورد بحث قرار می‌گیرد.

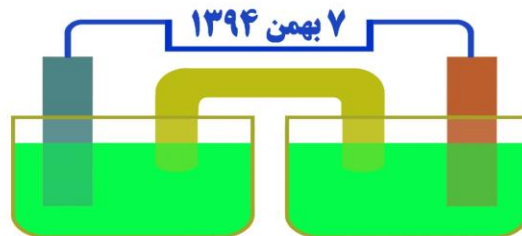
کلیدواژه‌ها درس‌های تربیتی-موضوعی، تربیت معلم، شایستگی محور، آموزش الکتروشیمی

مقدمه و بیان مساله

الکتروشیمی یک حوزه بین‌رشته‌ای از علم شیمی است که به بررسی واکنش‌های شیمیایی می‌پردازد که در اثر عبور جریان الکتریکی انجام می‌شوند و یا انجام یافتن آنها سبب ایجاد جریان الکتریکی می‌شود. در این حوزه واکنش‌های اکسایش-کاهش، انتقال الکترون و رقابت برای دادن و گرفتن الکترون، انواع سلول‌های الکتروشیمیایی (گالوانیک و الکترولیتی)، سلول‌های سوختی، خوردگی فلزات و آبکاری مورد بررسی قرار می‌گیرند (برادلی^۱، ۱۹۹۰).

بنابراین ماهیت بین‌رشته‌ای الکتروشیمی و مفاهیم آن سبب شده است که آموزش و یادگیری آن در مدارس با دشواری‌هایی همراه باشد.

^۱ Bradley



برنامه‌ریزیان درسی با آگاهی از مشکلات آموزش و یادگیری مفاهیم الکتروشیمی، تلاش می‌کنند تا این مفاهیم را به صورت زمینه‌محور و در بستری از کاربردهای فراوان در زندگی، محل کار و صنعت ارایه نمایند. این امر به درک مفاهیم الکتروشیمی کمک زیادی می‌کند. بسیاری از مفاهیم بنیادی الکتروشیمی به استثنای مفهوم اختلاف پتانسیل، در بستری از ماهیت ذره‌ای ماده و با به‌کارگیری هر سه سطح تفکر مولکولی، ماکروسکوپی و نمادی آموزش داده می‌شوند. هم نویسندگان کتابهای درسی و هم آموزش دهندگان الکتروشیمی برای اثربخش نمودن فرایند یاددهی- یادگیری باید پیوسته با بیان یک پدیده الکتروشیمیایی در سطح ماکروسکوپی و سپس انتقال اطلاعات به سطح مولکولی و سپس نمادی، مسیر کل به جزء بر مبنای ذرات زیرمیکروسکوپی یعنی مولکولها، اتمها، یونها، الکترونها و غیره را برای تفسیر پدیده مورد نظر انتخاب کنند (دیویسⁱ، ۱۹۹۱).

بررسی پژوهش‌های انجام گرفته نشان داده است که سه عامل مهم در پیدایش مشکلات آموزش و یادگیری مفاهیم الکتروشیمی دخالت دارند که عبارتند از:

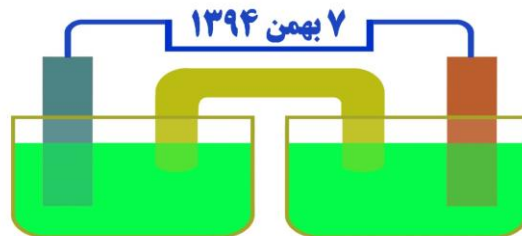
۱. معانی مختلف مفاهیم در بسترهای تاریخی؛
۲. شیوه‌های مختلف آموزش مفاهیم؛
۳. شیوه‌های مختلف یادگیری مفاهیم؛

هر چند عوامل دیگری نیز در پیدایش مشکلات آموزش و یادگیری مفاهیم الکتروشیمی دخیل هستند؛ اما در این مقاله به سه مورد مهم پرداخته شده است (دی‌یانگⁱⁱ، آکامپوⁱⁱⁱ، وردونک^v، ۱۹۹۵).

الف- معانی مختلف مفاهیم الکتروشیمی در بسترهای تاریخی

یکی از چالش‌های اصلی در آموزش و یادگیری مفاهیم الکتروشیمی، معانی مختلف مفاهیم در بسترهای تاریخی و آموزشی است. بررسی دیدگاه‌های تاریخی مبتنی بر تاریخ علم نیز در شیوه آموزش و یادگیری مفاهیم الکتروشیمی تاثیر گذار هستند. برای مثال در اواخر قرن هجده، لاوازیه شیمیدان فرانسوی، واژه اکسایش و کاهش را به فرایند سوختن و واکنش با اکسیژن (برای اکسایش) و اکسیژن زدایی (برای کاهش) محدود کرده بود. در اوایل قرن نوزدهم، لیپیگ دانشمند آلمانی با مبنای قرار دادن واکنش آگیری الکلها و تبدیل آنها به آلدئید، از دست دادن و یا گرفتن الکترون را برای تعریف اکسایش و کاهش مورد استفاده قرار داد. در اوایل قرن بیستم، لوویس شیمیدان آمریکایی با استفاده از نظریه الکترونهای لایه ظرفیت، اساس تعریف واکنش ردوکس را ترکیبی از دو نیم واکنش که منجر به دادن و گرفتن الکترون می‌شد، بنیان نهاد. بعدها لوتیمر^{vi} شیمیدان دیگری از آمریکا واژه عدد اکسایش را وارد متون رسمی الکتروشیمی نمود. وی معتقد بود که عدد اکسایش یک اتم برابر تعداد الکترونهاست که آن اتم برای تبدیل شدن به یک اتم خنثی باید بگیرد یا از دست بدهد (نایت^{vii}، ۱۹۹۲).

ⁱⁱ Davies
ⁱⁱⁱ De Jong
^{iv} Acampo
^v Verdonk
^{vi} Latimer
^{vii} Knight



در رابطه با سلولهای الکتروشیمیایی، مایکل فارادی دانشمند برجسته انگلیسی در اوایل قرن نوزدهم، واژه الکترولیت را برای توصیف محلولهای رسانای جریان برق مطرح کرد. موادی که با عبور جریان الکتروسیته واکنش داده و تجزیه می شوند. وی برای اجتناب از به کار بردن واژه‌ای که دلالت بر قطبیت و جاذبه داشته باشد، به جای واژه قطب از الکتروود استفاده کرد و مفهوم واکنش الکتروودی و محاسبات مربوطه را تعمیم داد. در اوایل قرن بیستم، واژه اختلاف پتانسیل با کمک گرفتن از برخی مفاهیم ترمودینامیکی و فیزیکی مطرح شد. بنابراین ملاحظه می‌گردد که معانی مفاهیم از دیدگاه تاریخی می‌تواند در کیفیت یادگیری تاثیر گزار باشد. برای مثال در بیشتر واکنش‌های اکسایش- کاهش ردیابی مبدا و مقصد جابجایی الکترون‌ها و تعیین گونه اکسنده و کاهنده دشوار است. از این رو پیشنهاد می‌شود که از مفهوم عدد اکسایش به جای جابجایی الکترون استفاده گردد. در اینجا دیدگاه‌های لاوازیه، لیبیگ و لوویس رد شده و دیدگاه لوتیمر مورد قبول واقع می‌شود. این در صورتی است که دانش‌آموزان قبلاً برای بررسی واکنش اکسایش- کاهش از آن دیدگاهها استفاده می‌کردند و اکنون با یک چالش روبرو هستند.

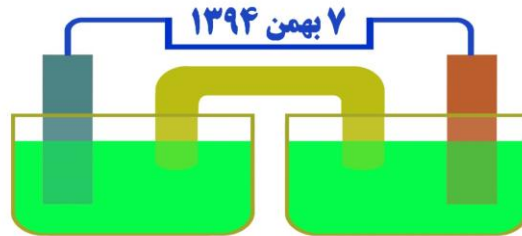
ب- شیوه‌های مختلف آموزش و یادگیری مفاهیم الکتروشیمی

در بسیاری از کتاب‌های درسی برای دانش‌آموزان سطوح پایین‌تر دبیرستانی، اکسایش و کاهش اغلب به صورت گرفتن یا از دست دادن اکسیژن تعریف می‌شوند. از نظر دانش‌آموزان سطوح بالاتر آموزشی، دادن و گرفتن الکترون از طریق نیمه واکنش‌ها منجر به اکسایش و کاهش می‌گردد و هنگامی که این دیدگاه در بررسی اکسایش و کاهش ناکام می‌ماند، افزایش و کاهش عدد اکسایش مبنای بررسی واکنش‌های اکسایش و کاهش تلقی می‌گردد (نیاز^{viii}، ۲۰۰۲).

در رابطه با عدد اکسایش مفاهیم دیگری نظیر الکترونگاتیوی، الکتروخواهی، ظرفیت و با یونها نیز می‌تواند در کیفیت درک دانش‌آموزان دخیل باشند. دی‌یانگ و همکارانش (۱۹۹۵) وضعیت کلاسی را توصیف نمودند که در آن معلم مفهوم عدد اکسایش را با کمک گرفتن از بار ذرات ارائه می‌داد. وی در مولکول آب، عدد اکسایش اکسیژن را ۲- و عدد اکسایش هیدروژن را ۱+ معرفی کرد و دانش‌آموزان نیز با در نظر گرفتن بار یونهای شناخته شده، با نظر معلم موافقت کردند. اما در ادامه هنگامی که معلم مولکول H_2O_2 را مطرح کرده و عدد اکسایش اکسیژن را ۱- و عدد اکسایش هیدروژن را ۱+ معرفی می‌کند، با اعتراض دانش‌آموزان مبنی بر عدم انطباق عدد اکسایش با بار یون مواجه می‌شود. حتی برخی از دانش‌آموزان پیشنهاد می‌کنند که عدد اکسایش اکسیژن ۲- باقی بماند و عدد اکسایش هیدروژن به ۲+ تغییر کند. چنین چالشی در بررسی مولکولهای نظیر OF_2 و NaH نیز پیش آمده است.

بنابراین راهبرد آموزشی معلمان در کم اهمیت جلوه دادن بعضی از زمینه‌های معنی عدد اکسایش اشتباهات و ابهاماتی را در بین دانش‌آموزان ایجاد می‌کند. در مثالی دیگر، معلمی را در نظر بگیرید که آزمایش قرار دادن یک میخ آهنی در محلول سولفات مس را انجام می‌دهد. وی به جای اینکه مشاهده‌های دانش‌آموزان را مورد سؤال قرار دهد، مشاهده مدنظر خود را توصیف می‌کند و سپس آن را تفسیر کرده و نتیجه‌گیری به عمل می‌آورد. این راهبرد تدریس با عدم توانایی در ربط دادن پدیده مشاهده شده به جریان الکتریکی، به دانش‌آموزان کمک نمی‌کند که فرایند انتقال الکترون را درک کنند.

به هر حال، بسیاری از دانش‌آموزان نمی‌توانند معنی انتقال الکترون را به راحتی درک نمایند. واژه انتقال الکترون برای بسیاری از



دانش‌آموزان شبیه حمل و نقل الکترون است که قبلاً در مفاهیم اولیه فیزیک و در بحث رسانایی و جریان الکترون در سیم فلزی آموخته‌اند. شیوه نمایش نیم واکنش‌ها نیز به دانش‌آموزان القا می‌کند که انتقال الکترون‌ها مانند حمل آنها از یک نقطه (از کاهنده) به نقطه دیگر (اکسنده) است. به این دلیل دانش‌آموزان فکر می‌کنند که در آزمایش‌هایی مثل قرار دادن میخ آهنی در محلول سولفات مس، می‌توان جریان الکتریسیته را نشان داد. مناسب نبودن روش آموزشی معلم و عدم شفاف‌سازی رخدادهای این فرایند، ممکن است درک مفهوم انتقال الکترون توسط دانش‌آموزان را حتی بدتر کند (وو^x؛ کراجیک^x و سولوی^{xi}، ۲۰۰۱).

سانجر^{xii} و گرینبوو^{xiii} (۱۹۹۷) گزارش نمودند که برخی از معلمان از واژه‌ها و بیانیهایی استفاده می‌کنند که به اندازه کافی دقیق نیستند و دانش‌آموزان را در شناسایی عوامل اکسنده و کاهنده دچار مشکل می‌کنند. در بسیاری از موارد، معلمان در مورد مواد صحبت می‌کنند، در حالی که منظور آنها ذرات هستند. علاوه بر این، معلمان اغلب از نام اکسنده یا کاهنده‌ای استفاده می‌کنند، بدون اینکه آن عامل را مشخص کنند. برای مثال، یک معلم بیان می‌کند که «مس اکسنده است»، بدون اینکه بگوید که آیا منظور او مس به عنوان یک فلز است یا مس اتمی و یا مس به صورت یون. هنگامی که معلمان در مورد عامل‌ها صحبت می‌کنند، واژه‌هایی نظیر «اکسنده کاهش یافته» و «کاهنده اکسید شده» را به کار می‌برند. عدم دقت معلمان در به کار بردن واژه‌گان و پیچیدگی بیش از حد بعضی از بیانات باعث ابهامات و اشتباهات فراوانی در بین دانش‌آموزان می‌شود و توانایی آنها را در شناسایی عامل اکسنده و کاهنده تضعیف می‌کند.

مطالعات سانجر و گرینبوو (۲۰۰۰) نشان داد که برخی از دانش‌آموزان ترجیح می‌دهند در بررسی واکنش‌های ردوکس، فرایند انتقال الکترون را به جای عدد اکسایش به کار ببرند. این گروه از دانش‌آموزان واکنش‌های فاقد بار و یون را به عنوان واکنش‌های ردوکس قبول نمی‌کنند. البته برخی دیگر از دانش‌آموزان معتقد بودند که با استفاده از تبدیل مولکولها به یونهای چند اتمی، می‌توانند واکنش‌های ردوکس را بررسی نمایند. برخی دیگر نیز جابجایی اکسیژن را ملاک بررسی واکنش ردوکس تلقی می‌کردند.

از طرف دیگر گارنت^{xiv} و تریگوست^{xv} (۱۹۹۲) نیز گزارش کردند که به عقیده برخی از دانش‌آموزان الکترونها در الکترولیت شناور هستند و می‌توانند در داخل الکترولیت حرکت کنند. همچنین الکترونها با پریدن از یک یون به یون دیگر حرکت می‌کنند. در گزارش آنها آمده است که برخی از دانش‌آموزان تصور می‌کنند که پل نمکی برای کامل نمودن چرخه حرکت الکترون به کار گرفته می‌شود، یا به جریان الکترونها کمک می‌کند، زیرا یونهای مثبت در پل نمکی الکترونها را از یک نیمه سلول جذب کرده و به نیمه سلول دیگر هدایت می‌کند.

دی یانگ و آکامپو (۱۹۹۶) معتقدند که بسیاری از معلمان هنگام تدریس سلول‌های الکتروشیمیایی در مورد مفهوم جریان در سلول صحبت می‌کنند و به طور گسترده توضیح می‌دهند که نیمه واکنش‌ها در سطح الکتروود/الکترولیت روی می‌دهند، اما در مورد انتقال یونها در داخل محلول صحبتی نمی‌کنند. در کنار این، هنگامی که آزمایش‌ها را برای دانش‌آموزان تشریح می‌کنند، توجه آنها را به سطح الکتروود/الکترولیت جلب می‌کنند و از تغییرات محتوای الکترولیت چشم‌پوشی می‌کنند. در مورد پل نمکی، معلمان بیشتر در

^{ix} Wu

^x Krajcik

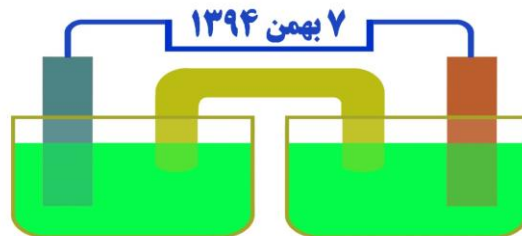
^{xi} Soloway

^{xii} Sanger

^{xiii} Greenbowe

^{xiv} Garnett

^{xv} Treagust



مورد دلیل به کارگیری آن در سلول گالوانی صحبت می‌کنند و بر اهمیت پل نمکی به عنوان وسیله‌ای که مدار و جریان الکتروسیسته را کامل می‌کند، تاکید می‌کنند. به هر حال، آنها توجه کمتری به کار دوم پل نمکی یعنی خنثی نمودن بارهای ایجاد شده توسط واکنش نیمه سلول‌ها می‌کنند. علاوه بر آن، معلمان کمتر به جنبه‌های شیمیایی پل نمکی توجه می‌کنند. به طوری که دانش‌آموزان نمی‌دانند که در سطح پل نمکی/الکترولیت واکنشی وجود دارد و فقط در سطح الکتروود/الکترولیت واکنش رخ می‌دهد. به نظر می‌رسد چنین راهبرد آموزشی معلمان ابهامات زیادی را در بین دانش‌آموزان ایجاد می‌کند، زیرا برای دانش‌آموزان واضح نیست که چرا همیشه پل نمکی به جای سیم فلزی به کار برده می‌شود. دانش‌آموزان این تصور را دارند که پل نمکی هم ارز سیم‌های فلزی است.

مطالعات گارنت و تریگوست (۱۹۹۲) نشان داد که برخی از دانش‌آموزان تصور و تفکر خنثی ماندن سلول‌های گالوانی از لحاظ الکتریکی را با مساوی بودن غلظت یونی اشتباه می‌گیرند. از نظر دانش‌آموزان آنیون‌ها و کاتیون‌ها در داخل سلول آنقدر حرکت می‌کنند تا غلظت‌های آنها در هر دو نیم سلول یکسان شود. در همین رابطه سانجر و گرینوو (۱۹۹۹) گزارش کردند که برخی از دانش‌آموزان اعتقادی به موازنه بودن بارها در طول فعالیت یک سلول الکترولیتی ندارند. زیرا استدلال می‌کنند که یک نیم سلول به واسطه حضور کاتیون‌ها مثبت و سلول دیگر نیز به واسطه حضور یونهای منفی دارای بار منفی هستند و هنگامی که در کنار هم یک سلول را ایجاد می‌کنند، همدیگر را خنثی می‌کنند.

در کل بررسی پژوهش‌های انجام گرفته نشان می‌دهد که مشکلات زیادی در فرایند یاددهی-یادگیری اثربخش الکتروشیمی در مدارس وجود دارد. بسیاری از مشکلات مکرر می‌توانند بر اساس زمینه‌هایی^{xvi} که در آنها مفهابعلم و روش‌ها استفاده می‌شوند شناسایی گردند. زیرا استفاده نامناسب از زمینه‌های که در آنها مفاهیم الکتروشیمی معانی خاص دارند، می‌تواند به کج‌فهمی و همچنین درک سطحی منجر گردد. تا بر (۱۹۹۸) در یک بررسی، به برخی از سرچشمه‌های احتمالی بروز مشکلات یاددهی-یادگیری مفاهیم الکتروشیمی پرداخته است که عبارتند از:

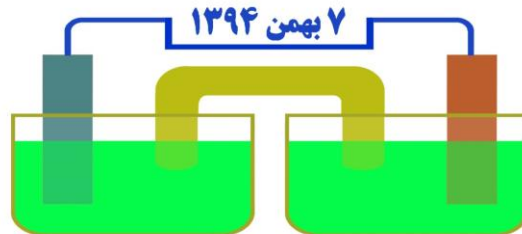
۱. بخش بخش نمودن موضوع‌های علوم فیزیکی: یعنی ارائه فیزیک و شیمی به صورت رشته‌هایی که ربطی به هم ندارند، استفاده از واژگان ناهماهنگ و همچنین استفاده از قراردادهای متفاوت در فیزیک و شیمی. این امر یادگیری برخی مفاهیم بین‌رشته‌ای فیزیک و شیمی نظیر ترموشیمی و الکتروشیمی را با مشکل مواجه می‌سازد.

۲. غفلت نمودن از ماهیت نسبی پتانسیل‌های الکتروشیمیایی: این مبحث نیاز به این دارد که یکسری از آزمایش‌های اندازه‌گیری مناسب انجام شوند تا به دانش‌آموزان ماهیت نسبی بودن پتانسیل‌های الکتروشیمیایی را نشان دهند.

۳. ناکافی بودن دانش پیش‌نیاز دانش‌آموزان: این بحث نیاز به ارائه دانش اولیه به دانش‌آموزان را نشان می‌دهد. برای مثال، دانش در مورد جریان الکتریکی، حمل و نقل الکترون، پتانسیل، اختلاف پتانسیل و غیره. درحقیقت، بسیاری از دانش‌آموزان دبیرستان برای یادگیری الکتروشیمی کمبود دانشی دارند که پیش‌نیاز یادگیری الکتروشیمی هستند.

۴. تفسیر یا برداشت اشتباه دانش‌آموزان از زبان: یعنی استفاده ناصحیح از زبان روزمره در زمینه علمی و استفاده از بیان‌هایی که کیفیت علمی ندارند. برای مثال، واژه‌هایی مانند ذره، مولکول، یون، اتم و ماده معمولاً به صورت نامناسبی مورد استفاده قرار گرفته

^{xvi} Contexts



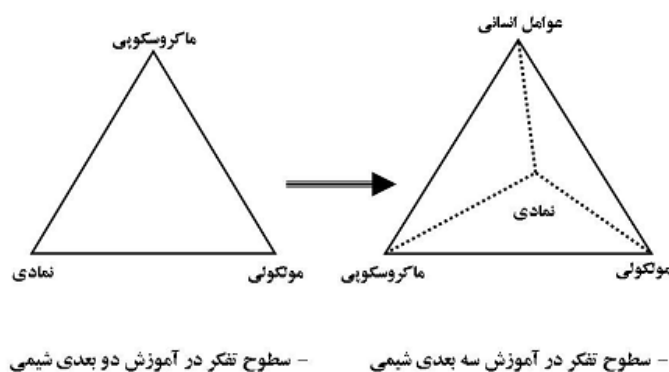
و به برداشت‌ها و تفسیرهای نادرستی از مفاهیم منجر می‌گردد. بنابراین هنگامی که واژه‌های متفاوت برای یک مفهوم یکسان به کار برده می‌شوند، رابطه بین واژگان باید بحث شود. کلماتی مانند دادن، اشتراک گذاشتن، پذیرفتن، ایجاد پیوند و ... که در زندگی روزمره نیز از آنها استفاده می‌شود، معانی جدیدی در دنیای شیمی پیدا کرده‌اند و دانش‌آموزان باید متوجه تفاوت‌های موجود باشند.

۵. استفاده از مدلها و تعاریف چندگانه: با توجه به محدودیت‌های موجود در مدل‌های اتمی و نیز نظریه‌های علمی، نیاز است که نوع مدل‌های مورد استفاده و محدوده درست بودن آنها به طور صریح و برجسته به دانش‌آموزان گفته شود. این امر از بروز اشتباهات در علم شیمی و ایجاد تردید در یادگیری مفاهیم جلوگیری می‌کند.

۶. کاربرد سطحی مفاهیم و الگوریتم‌های الکتروشیمیایی: برای جلوگیری از کاربرد سطحی مفاهیم الکتروشیمی نیاز است تا معلمان با تشویق دانش‌آموزان برای یادگیری عمیق و معنی‌دار مفاهیم الکتروشیمی، از آنها بخواهند تا آموخته‌های خود از مفاهیم، قانون‌ها و روش یادگیری شخصی را منعکس و بازگو کنند تا در صورت وجود کج‌فهمی و یا درک نامتعارف، اصلاح گردد.

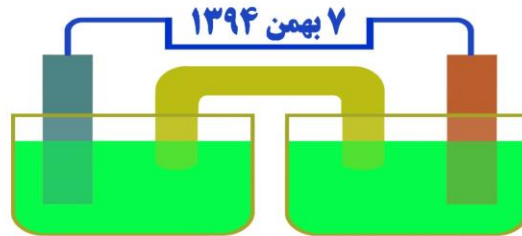
بررسی روش‌ها و راهبردهای جدید آموزش الکتروشیمی

برای رسیدن دانش‌آموزان به یک درک صحیح از علم شیمی، باید آن‌ها بتوانند در سه سطح مختلف تفکر به یادگیری شیمی بپردازند. این سه سطح که در قالب یک نمایه مثلثی شکل ارائه می‌شوند، شامل سطوح ماکروسکوپی، مولکولی و نمادی هستند (جانستون^{xvii}، ۱۹۹۷ و ۲۰۰۰). ماهافی (۲۰۰۴) برای کامل‌تر کردن این سطوح تفکر، سطح چهارمی با عنوان عوامل انسانی را نیز به آنها افزود تا تاثیر علم شیمی بر زمینه‌های اجتماعی، اقتصادی و صنعتی را نیز در این سطوح تفکر دیده و پدیده‌های علمی را در بستری از زندگی روزمره انسانها توصیف نماید (شکل ۱).



شکل ۱: تبدیل آموزش شیمی از حالت دو بعدی به سه بعدی با در نظر گرفتن عوامل انسانی در قرن ۲۱

در سطح ماکروسکوپی، مشاهده عینی مواد شیمیایی و تغییرات آنها با استفاده از فعالیت‌های آزمایشگاهی و مهارت‌های مربوطه و مرتبط ساختن نظریه‌ها و نمادهای ارائه شده در محتوای درسی با اشیای فیزیکی و وسایل اندازه‌گیری مورد نظر است. در سطح نمادی، تبیین پدیده‌های شیمیایی، تغییرات انرژی و نظریه‌های علمی در قالب معادله‌های ریاضی و نمادهای شیمیایی



همراه با حل مسئله و «کاربرد اعداد»^{xviii} هدف اصلی آموزش شیمی می‌باشد.

در سطح مولکولی رفتار اتم‌ها، یونها و مولکول‌ها در تبدیلات شیمیایی و ارائه پنجره‌هایی برای مشاهده دنیای مولکولی با استفاده از نمودارها، جدول‌ها، استفاده از مدل‌ها و نرم‌افزارهای شبیه‌سازی مجازی در دستور کار قرار دارد. استفاده وسیع از انیمیشن‌های رایانه‌ای، شبیه‌سازی‌ها و مدل‌های مولکولی پویا، انجام آزمایش در یک آزمایشگاه مجازی و ... منجر به تغییر نگرش و توانایی دانش‌آموزان در تجسم مولکول‌ها، یونها و اتم‌ها و همچنین تغییرات شیمیایی صورت گرفته در سطح مولکولی می‌شود (دوری^{xix} و همیری^{xx}، ۲۰۰۳).

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

در بررسی متون آموزشی الکتروشیمی می‌توان به وضوح مشاهده کرد که هر سه سطح تفکر ماکروسکوپی، مولکولی و نمادی به طور هم زمان برای آموزش و ارایه مفاهیم مورد استفاده قرار می‌گیرند. بنابراین باید معلم بتواند با استفاده مناسب از این سه سطح تفکر، فرایند آموزش و یادگیری را تسهیل نماید. این امر به صلاحیت فعالیت حرفه‌ای معلم مربوط می‌شود. هانتلی^{xxi} (۲۰۰۸) قابلیت‌های معلمان را در سه زمینه دانش حرفه‌ای، عمل حرفه‌ای و تعهد حرفه‌ای دسته بندی کرده است. دانش حرفه‌ای شامل دانش محتوای شناخت دانش آموز و آگاهی از تدریس و یادگیری است. عمل حرفه‌ای از طراحی یادگیری، ایجاد محیط یادگیری و ارزشیابی یادگیری تشکیل شده است و تعهد حرفه‌ای، یادگیری حرفه‌ای، مشارکت، رهبری، ارزش‌ها، ارتباطات و اخلاقیات را شامل می‌شود.

کاستر^{xxii} و همکارانش (۲۰۰۷)، صلاحیت‌های معلمان را به پنج دسته اصلی دانش تخصصی، ارتباطات، سازماندهی، دانش تربیتی (پداگوژی) و صلاحیت‌های رفتاری تقسیم می‌کنند. این نوع دسته‌بندی‌ها، اغلب در متون مختلف علمی به صورت جمع‌بندی شده و جامع در قالب سه دسته دانش موضوعی^{xxiii} (CK)، دانش تربیتی^{xxiv} (PK)، دانش فناورانه^{xxv} (TK) ارایه می‌شوند که در بستری از زمینه‌های علمی، فناوری، جامعه و محیط زیست قرار دارند (شکل ۲).

^{xviii} Numeracy

^{xix} Dori

^{xx} Hameiri

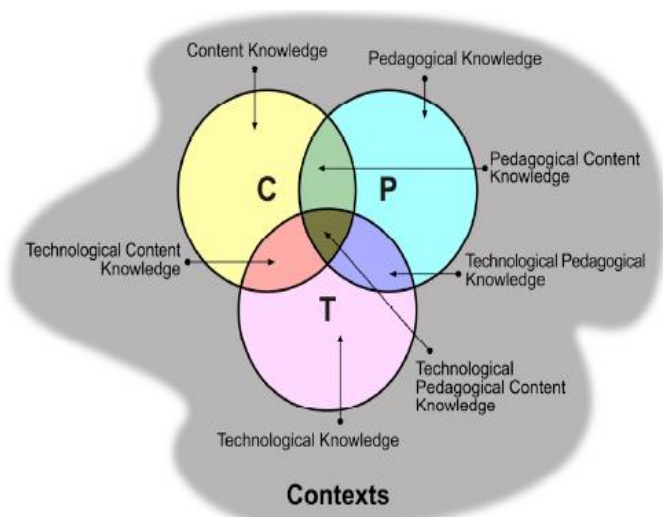
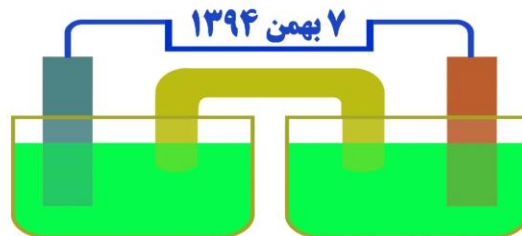
^{xxi} Huntly

^{xxii} Koster

^{xxiii} Content Knowledge (CK)

^{xxiv} Pedagogical Knowledge (PK)

^{xxv} Technological Knowledge



شکل ۲: انواع دانش مورد نیاز برای آموزش الکتروشیمی

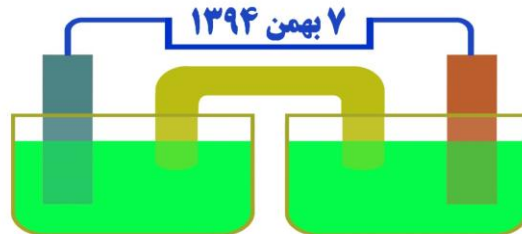
باید توجه داشت آنچه که در تربیت یک معلم شیمی منجر به کسب شایستگی می‌گردد، صرف داشتن دانش شیمی، دانش تربیتی و دانش فناوری نیست؛ بلکه وی باید بتواند این سه حوزه را با هم تلفیق کرده و به کسب نقاط همپوشانی شده در شکل ۲، یعنی دانش آموزش محتوا^{xxvi} (PCK) و در اوج شایستگی به دانش آموزش فناورانه محتوا^{xxvii} (TPACK) دست یابد. چنین معلمی می‌تواند با بهره‌گیری از دانش تربیتی و همچنین فناوری، فرایند یاددهی-یادگیری را کاملاً اثربخش نماید.

شولمن (۱۹۹۱) فهرستی از انواع آگاهیهای لازم برای یک معلم را به شرح زیر گردآوری کرده است:

۱. آگاهی از مفاهیم: با علوم و حیطه‌های علمی آشنا باشد.
۲. آگاهی از اصول روانشناسی تربیتی: با اداره و سازماندهی کلاس جهت فائق آمدن بر مشکلات آشنا باشد.
۳. آشنایی با برنامه‌ریزی درسی: قادر به استفاده از راهنمای درسی، تشخیص نیازهای ملی و کاربرد مواد آموزشی موجود در دسترس باشد.
۴. آشنایی با محتوای دانش تربیتی: باید بتواند یک موضوع را از طریق توضیحات مفید، قیاسها و مثالهای قوی، آموزش دهد.
۵. آگاهی از روحیه و خصوصیات یادگیرندگان.
۶. آگاهی از محتوای آموزشی.
۷. آگاهی از هدفها، ارزشها و انگیزه‌های آموزشی که شامل تاریخ و فلسفه آموزش و پرورش هم می‌باشد.
۸. آگاهی از فناوری جدید به ویژه ICT و به‌کارگیری دستاوردها و ابزارهای تکنولوژی آموزشی.

^{xxvi} Pedagogical Content Knowledge (PCK)

^{xxvii} Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)



نکات ذکر شده در فهرست فوق، این مطلب را یادآوری می‌کنند که معلمها نیازمند آگاهی‌هایی در زمینه افکار و شیوه یادگیری دانش‌آموزان هستند. همچنین باید از پیشینه ذهنی و آموخته‌های قبلی دانش‌آموزان و شیوه دخالت معلم در فرایندهای تغییر مفهومی (تغییر باور ذهنی نادرست دانش‌آموزان) با استفاده از دیدگاههای علمی، اطلاعاتی داشته باشند. قابل توجه است که شولمن با قراردادن موضوع آگاهی از مفاهیم علمی در ردیف اول فهرست فوق، اهمیت زیاد آن را نشان داد، زیرا سایر موارد موجود در فهرست همگی به آن بستگی دارند؛ اما آنچه که وی و همکارانش متذکر شدند، این نبود که بخواهند اهمیت و اولویت هر کدام از موارد فوق و یا هر بخش از موضوع را نشان دهند. بلکه هدف این بود که فهمیده شود چه چیزی به علم هویت می‌بخشد؟ چگونه می‌توان بین رفتارهای علمی و سایر رفتارها، تفاوت قائل شد؟ مرزهای علم کجاست؟ محدودیتهای علم و روشهای مختلفی که می‌توان از طریق علم تصور کرد، کجاست؟ معلمها می‌توانند با درک این موارد، آگاهیهای تربیتی لازم را توسعه دهند. شولمن دستیابی به این موارد را به مثابه ایجاد پلی بین میزان درک معلمان از محتوای درسی و میزان آگاهیهای دانش‌آموزان می‌داند که در حال رشد است و دائماً در ذهن آنها توسعه می‌یابد.

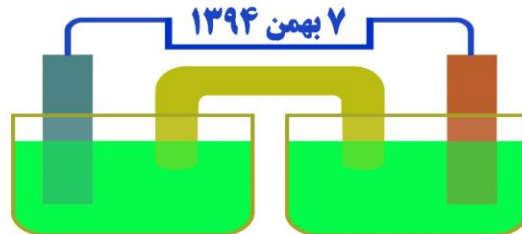
بنابراین با در نظر گرفتن سطوح تفکر ماکروسکوپی، نمادی، مولکولی و عوامل انسانی، می‌توان پیش‌بینی کرد که در فرایند یاددهی-یادگیری الکتروشیمی، علاوه بر انجام آزمایش و مشاهده عینی پدیده‌های شیمیایی، استفاده از نرم‌افزارها، شبیه‌سازها و انیمیشن‌ها برای درک رفتارهای اتم‌ها و یونها در سطح مولکولی و همچنین ارتباط دادن مفاهیم علمی به زندگی روزمره دانش‌آموزان ضروری است. به همین خاطر معلمی که به آموزش الکتروشیمی می‌پردازد، علاوه بر تسلط کامل بر محتوای آموزشی و زمینه‌های کاربردی آنها، باید شایستگی‌های زیادی در به‌کارگیری فناوری و علوم تربیتی داشته باشد.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در بسیاری از کتب‌های درسی، موضوع سلول‌های الکتروشیمیایی بعد از واکنش‌های ردوکس و با تشریح سلول گالوانی (سلول مس-روی) ارائه می‌شود. اما برای دانش‌آموزان این آزمایش یک بولوف است، زیرا این سلول شبیه باتری نیست. علاوه بر آن، این آزمایش برای دانش‌آموزان گیج‌کننده است، زیرا در آن تعداد زیادی پدیده جدید و توضیحات پیچیده از نظر دانش‌آموزان وجود دارد. می‌توان پیشنهاد کرد که تدریس این موضوع با آزمایش خیلی ساده‌ای شروع شود که بعضی از ویژگی‌های اصلی سلول‌ها نظیر مفهوم الکترولیت، الکتروود و واکنش الکتروودی را روشن کند.

مثالی از چنین آزمایشی توسط بارال^{xxviii} و همکارانش (۱۹۹۲) ارائه شده است. در این آزمایش دانش‌آموزان، یک تیغه سمباده خورده از فلز روی را در یک بشر حاوی محلول رقیق سولفوریک اسید قرار می‌دهند. سپس یک تیغه فلز مس تمیز را در بشر دیگری با همان محلول رقیق اسید سولفوریک قرار می‌دهند. هر دوی این آزمایش‌ها به خوبی برای دانش‌آموزان شناخته شده هستند. در ادامه آزمایش، هر دو تیغه دوباره پاک می‌شوند و توسط یک سیم فلزی به هم متصل شده و در بشر سومی قرار داده می‌شوند که همان محلول را دارد. بعد از دقایق اندکی می‌توانند حباب‌ها را بر روی هر دو تیغه مس و روی مشاهده کنند. معلم نباید به دانش‌آموزان توضیح دهد که این حباب‌ها مربوط به این است که فلز روی از طریق مس به یونهای هیدروژن الکترون می‌دهد و یا

xxviii Barral



جریان الکتریکی ایجاد شده است. در عوض از دانش‌آموزان خواسته می‌شود مشاهده‌های خود را یادداشت کرده و علت تولید حباب‌ها را توضیح دهند.

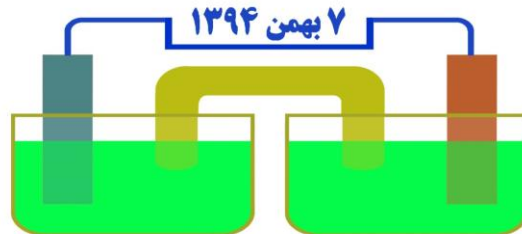
این آزمایش و علائم مشاهده شده در آن به معلم اجازه می‌دهد تا تصورات اولیه دانش‌آموزان در کلاس درس را به طور گسترده مورد بررسی قرار دهد. بعد از بحث کلاسی و شنیدن توضیحات دانش‌آموزان، یک دستگاه آمپر متر می‌تواند در مدار قرار داده شود تا توسط آن فرضیه عبور جریان الکتریکی از طریق سیم فلزی مورد آزمایش قرار گیرد. این آزمایش را می‌توان به آزمایش دیگری ربط داد که در آن از میوه‌ای مثل لیمو ترش به عنوان منبع استفاده می‌شود.

آکامپو (۱۹۹۷) با اجرای آزمایش ارتقا یافته بارال، دریافت که دانش‌آموزان با دیدن حبابهای آزاد شده در سطح تیغه مس بسیار شگفت زده شده بودند. وی بعد از به پایان بردن بحث در مورد آزمایش فوق، از دانش‌آموزان خواست تا راهی پیدا کنند که بتوان بیشترین جریان الکتریکی ممکن را از این سلول گالوانی به دست آورد. این مسئله نقطه شروع ارائه این پیشنهاد بود که به جای قرار دادن تیغه‌ها در یک بشر، آنها را در دو بشر جداگانه حاوی الکترولیت قرار داد و سپس به طریقی آن دو بشر را به هم متصل کرد. دانش‌آموزان سعی کردند تا بفهمند که چه ماده‌ای می‌تواند بهترین ارتباط دهنده باشد و چرا. در این هنگام بعد از بحث و گفتگوی فراوان، معلم مفهوم نیمه سلول‌ها را ارائه کرد. در پایان این سری از آزمایشهای کوچک، دانش‌آموزان دیگر سلول دانیال (سلول مس-روی) را به عنوان یک وسیله عجیب و غریب قلمداد نکردند.

یکی دیگر از چالش‌های پیش‌رو در آموزش الکتروشیمی، پدیده هدایت در الکترولیت‌ها است. هادل^{xxix}، وایت^{xxx} و راجرز^{xxxi} (۲۰۰۰) توانستند مدل عینی برای تدریس آنچه که در سطح ماکروسکوپی در سلول الکتروشیمیایی رخ می‌دهد را به کار بردند. بعد از تدریس با کمک این مدل، دانش‌آموزان در درک این رویدادها بهبود قابل ملاحظه‌ای نشان دادند و تنها یک نفر از ۱۲۷ دانش‌آموز در نقاشی خود رسم نمود که الکترون‌ها در پل نمکی و محلول‌ها حرکت می‌کنند. در مطالعه‌ای با همان منظور، سانجر و گرین‌باو (۲۰۰۰) به بررسی تاثیر فیلم‌های انیمیشن مربوط به فرایندهای ذره‌ای صورت گرفته در سلول گالوانی بر تصورات دانش‌آموزان در مورد جریان الکتریسیته در الکترولیت پرداختند. نتایج اولیه نشان داد که این نوع فیلم‌ها تاثیر زیادی در تغییر مفهومی و اصلاح تصورات دانش‌آموزان داشته است، زیرا که قبل از نمایش فیلم، بیشتر آنها معتقد بودند که الکترون‌ها در داخل محلول آب سلول‌های الکتروشیمیایی جریان دارند.

با توجه به گفته‌های پیشین و یافته‌های پژوهشی، اگر بخواهیم بر ساختار آموزشی سلول‌های الکتروشیمیایی تمرکز کنیم، باید در این ساختار سازماندهی محتوا و انتخاب توالی مفاهیم باید طوری اناخاب گردد که به سهولت فرایند یاددهی-یادگیری منجر شود. بررسی نظرات معلمان و مشکلات موجود در آموزش و یادگیری مفاهیم نشان می‌دهد که برای رعایت توالی ابتدا باید مفهوم واکنش الکترودی تدریس گردد. زیرا می‌تواند پیش‌نیازها و دانش اولیه لازم در مورد واکنش‌های الکتروشیمیایی را از مجموعه مفاهیم واکنش‌های شیمیایی و استوکیومتری که قبلاً تدریس شده است استخراج کرده و به آموخته‌های پیشین دانش‌آموزان متصل گردد.

^{xxix} Huddle
^{xxx} White
^{xxxi} Rogers



سپس باید مفهوم الکتروود بعد از آن تدریس گردد. زیرا ویژگی‌های این مفهوم می‌تواند بحث قبلی را تکمیل نماید. در ادامه می‌توان به آموزش مفهوم الکتروولیت پرداخت. این سه مفهوم بیشتر حالت ماکروسکوپی و نمادی دارند. حال می‌توان مفاهیم ذره‌ای و مولکولی را که شامل انتقال الکترون، جابجایی الکترون و یونهاست را ارائه کرد. سپس مفهوم علامت قطب‌های آندی و کاتدی و اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل و وابستگی آن به غلظت یونها را می‌توان ارائه کرد. در انتهای این توالی، با ارائه جدول پتانسیل‌های استاندارد و مفهوم اختلاف پتانسیل‌های محاسبه شده و طرح کاربردهای فناوریانه سلول الکتروشیمیایی و جایگاه آن در زندگی انسانها می‌توان بحث را تکمیل کرد. این امر می‌تواند به دانش‌آموزان کمک نماید تا آموخته‌های خود را تسری بخشیده و در موقعیت‌های جدید یادگیری مورد استفاده قرار دهند.

یافته‌های پژوهشی نشان داده است که استفاده از معادله نرنست در سطح مدارس اصلاً مناسب نیست (هر چند در کلاس‌های آمادگی المپاد دانش‌آموزی آموزش داده می‌شود). زیرا این معادله مشکلات مفهومی و روشی زیادی را برای دانش‌آموزان ایجاد می‌کند. در بسیاری از دوره‌های آموزش شیمی، موضوع سلول‌های الکتروشیمیایی بعد از واکنش‌های ردوکس و توصیف نیم واکنش‌های اکسایش و کاهش در سطح تفکر ماکروسکوپی و نمادی (بدون در نظر گرفتن تغییرات سطح مولکولی) ارائه می‌شوند. این امر کمک زیادی به درک مفاهیم سلول‌های الکتروشیمیایی می‌کند.

برخی از یافته‌های پژوهشی (اوزکایا^{xxxii}، اوچ^{xxxiii}، ساریچاییر^{xxxiv}، شاهین^{xxxv}، ۲۰۰۶) نیز تاکید دارند که به علت چالش‌ها بودن مفهوم عدد اکسایش، بهتر است این مفهوم در سطح مدارس تدریس نشود و در پایه‌های بالاتر دانشگاهی آموزش داده شود. بسیاری از پژوهشگران معتقد هستند که انجام آزمایش‌های مربوط به الکتروشیمی و نمایش سطح ماکروسکوپی پدیده‌ها از اهمیت فراوانی برخوردار بوده و نیاز است تا آزمایش‌هایی طراحی شود که به درک بهتر پدیده‌های الکتروشیمیایی و جلوگیری از بروز کج‌فهمی کمک نماید. همچنین در تدریس مفاهیم الکتروشیمی هنگام استفاده از مدل‌ها، واژه‌ها و تمثیل‌ها دقت فراوانی به عمل آید.

مراجع

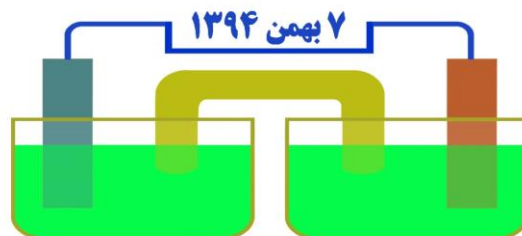
- Acampo, J. (1997). Teaching electrochemical cells: a study of teachers' conceptions and teaching problems in secondary education. Utrecht: CDB-Press.
- Barral, F.L., Fernandez, E.G. & Otero, J.R.G. (1992). Secondary students' interpretations of the process occurring in an electrochemical cell. *Journal of Chemical Education*, 69, 655-657.
- Bradley, J. (1990). Teaching electrochemistry. *Education in Chemistry*, 26, 8-50.
- Davies, A.J. (1991). A model approach to teaching redox. *Education in Chemistry*, 28, 135-137.
- De Jong, O., & Acampo, J. (1996). Teaching science concepts in changing contexts: a study of actions and values of teachers. In M.O. Valente, A. Barrios, A. Gaspar, V.D. Teodoro (Eds.), *Teacher training and values education* (pp. 347-362). Lisboa: ATEE.
- De Jong, O., Acampo, J., & Verdonk, A. (1995). Problems in teaching the topic of redox reactions: actions

^{xxxii} Özkaya

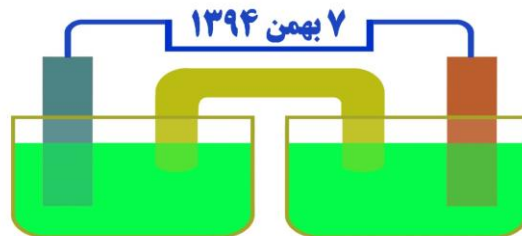
^{xxxiii} Üce

^{xxxiv} Sarıçayır

^{xxxv} Sahin



- and conceptions of chemistry teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 1097-1110.
- Dori, Y. J., & Hameiri, M. (2003). Multidimensional analysis system for quantitative chemistry problems-symbol, macro, micro and process aspects. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(4), 278-302.
- Garnett, P.J., & Treagust, D.F. (1992). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: electric circuits and oxidation-reduction equations. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 121-142.
- Huddle, P.A., White, M.D. & Rogers, F. (2000). Using a teaching model to correct known misconceptions in electrochemistry. *Journal of Chemical Education*, 77, 104-110.
- Huntly, V. (2008). The classroom practices of preservice teachers and their conceptions of teaching and learning science. *Science Teacher Education*, 82(2), 197-214.
- Johnstone, A.H. (1997). Chemistry teaching - Science or alchemy? *Journal of Chemical Education*, 74, 262-268.
- Johnstone A. H., (2000), The teaching of chemistry - logical or psychological?, *Chem. Educ. Res. Pract.*, 1, 9-15.
- Knight, D. (1992). Ideas in chemistry: a history of the science. London: The Athlone Press.
- Koster, J. H., de Jong, O., & Verloop, N. (2007). The development of preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge. *Science Education*, 86(4), 572-590.
- Mahaffy, P. (2004). The future shape of chemistry education, *chemistry education: research and practice*, 5(3), 229-245.
- Niaz, M. (2002). Facilitating conceptual change in students' understanding of electrochemistry. *International Journal of Science Education*, 24 (4), 425-439.
- Özkaya, A.R., Üce, ., Sarıçayır, H., Sahin, . (2006). Effectiveness of a Conceptual Change-Oriented Teaching Strategy To Improve Students' Understanding of Galvanic Cells, *Journal of Chemical Education*, 83(11), 1719-1724.
- Sanger, M.J., & Greenbowe, T.J. (1997). Common student misconceptions electrochemistry: galvanic, electrolytic, and concentration cells. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 377-398.
- Sanger, M.J., & Greenbowe, T.J. (1999). An analysis of college chemistry textbooks asources of misconceptions in electrochemistry. *Journal of Chemical Education*, 76(6), 853-860.
- Sanger, M.J., & Greenbowe, T.J. (2000). Addressing student misconceptions concerning electron flow in aqueous solutions with instruction including computer animations and conceptual change strategies. *International Journal of Science Education*, 521-537.
- Shulman, L. S. (1991). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Taber, K. (1998). An alternative conceptual framework from the chemistry education. *International Journal of Science Education*, 20, 597-608.
- Wu, H., Krajcik, J.S., & Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Education*, 38, 821-842.



تفاوت رویکرد میکروسکوپی و ماکروسکوپی به آموزش الکتروشیمی

معصومه شاه محمدی اردبیلی^۱، راضیه بنکدار سخی^۲

دبیران شیمی شهر تهران

1. chemiiran@gmail.com, 2. raziyh.sakhi@gmail.com

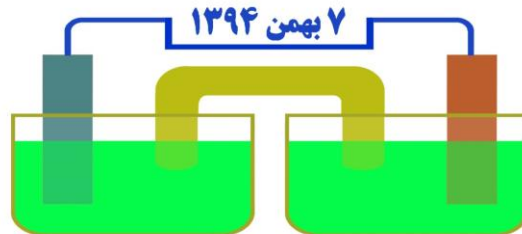
این مقاله به بررسی پتانسیل استفاده از شبیه‌نمایی‌های تصویری با رویکرد میکروسکوپی و تصاویر متحرک کامپیوتری به عنوان استراتژی موثر تغییر مفهومی در آموزش الکتروشیمی در مقایسه با آموزش مبتنی بر شیوه‌های متداول سنتی می‌پردازد. اگر تغییر مفهومی در یادگیرندگان را یک روند سازنده و فعال بدانیم، می‌توان با استفاده از تصاویر پویا، این روند را سرعت بخشید. نتایج حاصل از مطالعات گوناگون نشان می‌دهد که راهبردهای تدریس سنتی تاثیر کمی در کمک به دانش‌آموزان برای درک کامل ماهیت ذره‌ای فرایندهای شیمیایی و به ویژه الکتروشیمی، توسعه تغییر مفهومی و کاهش مفاهیم جایگزین دارند. همچنین بسیاری از روش‌های نوین آموزش به ویژه نمایش‌های کامپیوتری که سه سطح ماکروسکوپی، میکروسکوپی و نمادی را به نمایش می‌گذارند نقش مثبتی در درک مفهومی دانش‌آموزان بازی می‌کنند.

کلیدواژه‌ها آموزش الکتروشیمی، تصاویر متحرک کامپیوتری، سطح میکروسکوپی، ماهیت ذره‌ای شیمی

مقدمه

هدف آموزش سنتی که به روش سخنرانی انجام می‌گیرد، انتقال دانش به دانش‌آموزان است. تدریس سنتی ارتباطی یکطرفه است و کمتر اثری از بحث‌های کلاسی و درگیری دانش‌آموز در فرایند آموزش دیده می‌شود. دانش‌آموزان شنوندگان منفعل هستند و از توضیحات مدرس یادداشت برمی‌دارند [۱]. در این روش که کمتر از تصویر استفاده می‌شود، حداکثر ۱۳٪ حواس یعنی حس شنوایی مخاطب تحریک و درگیر می‌شود اما فراگیر هنگام استفاده از تصاویر، نمودار، جدول، شکل‌های واقعی و تصاویر شبیه‌نمایی از حدود ۷۵٪ حواس خود که حس بینایی است استفاده می‌کند. به دلیل نقش مهم حس بینایی در یادگیری انسان، لازم است در موقعیت‌های ارتباطی و آموزشی به جای تکیه بر گویش و حس شنوایی مخاطبان، از پیام‌های تصویری و رسانه‌های دیداری نیز به میزان کافی استفاده شود. استفاده از تصاویر ساده و ثابت بدون درگیری دانش‌آموز در فرایند آموزش تاثیر عمیقی در یادگیری آنان نخواهد گذاشت. بسیاری از پوهشگران معتقدند که وضعیت مطلوب در یاددهی - یادگیری شیمی زمانی به دست می‌آید که سطوح تفکر سه گانه ماکروسکوپی، مولکولی و نمادی به طور جدی مورد توجه قرارگیرد [۲].

از نظر معلمان، شیمی موضوعی دشوار برای دانش‌آموزان جوان، محققان و آموزگاران است. علت مشکلات دانش‌آموزان ممکن است به ماهیت انتزاعی بسیاری از مفاهیم شیمی و یا توانایی ضعیف دانش‌آموزان در تصویرسازی و تجسم زبان شیمی مربوط باشد. وجود مفاهیم انتزاعی و غیرشهودی بسیار در شیمی که برای یادگیری مطالب هم در شیمی و هم دیگر علوم اساسی است از یک سو و



شناسایی دلایل بیشتری برای مشکلات آموزشی دانش‌آموزان از سوی دیگر، شیمی‌دانان را برآن داشته که شیمی را در سه سطح توصیف کنند در حالی که تنها یکی از این سطوح به آسانی قابل مشاهده است. این سطوح عبارتند از میکروسکوپی، میکروسکوپی و نمادی و درک مفهومی شیمی شامل توانایی نمایش و تفسیر مسایل شیمی با استفاده از این سطوح می باشد. به عقیده جانستون^{xxxvi} در حال حاضر بسیاری از دوره‌های شیمی در سطح نمادی و با تاکید کمی بر روی سطوح میکروسکوپی و میکروسکوپی آموزش داده می‌شوند. مطالعات متعدد مؤید این ایده است که تعامل میان پدیده میکروسکوپی و توصیف میکروسکوپی آن، منشا برخی دشواری‌های یادگیری برای بسیاری از دانش‌آموزان شیمی است [۳]. به گفته سیرهان^{xxxvi i}، برهمکنش و تمایز میان این سطوح، ویژگی مهم یادگیری شیمی می باشد که برای موفقیت در درک مفاهیم شیمیایی ضروری است.

به گزارش هینتون و نخله^{xxxvii}، دانش‌آموزان برای درک کامل شیمی، باید از ویژگی بازنمایی این سه سطح ادراکی استفاده کنند. همچنین پژوهش‌ها نشان می‌دهند که توانایی دانش‌آموزان در درک نقش هر سطح از نمایش‌های شیمیایی و گذر از یک سطح به سطح دیگر یکی از علل مهم در ارزیابی توضیحات قابل فهم می باشد. بنابراین، وجود مشکلاتی در یکی از این سطوح می‌تواند بر دیگر سطوح نیز اثر گذارد. جانستون نشان داد آنچه که شیمی را برای یادگیری دشوار می سازد، وجود این سه سطح در فرایند آموزش است. از طرفی بسیاری از مفاهیم انتزاعی در شیمی به تفکر سه بعدی و توانایی کافی در تجسم و در پی آن درک و مفهوم سازی مطالب، نیاز دارد. بنابراین، گابل و همکارانش^{xxxix} استدلال می‌کنند که توانایی ضعیف دانش‌آموزان در تصویرسازی، یکی دیگر از موانع یادگیری شیمی است [۴].

ارزشیابی برنامه درسی شیمی دوره متوسطه و پیش دانشگاهی ایران نشان می‌دهد که آموزش مفاهیم شیمیایی در سه سطح میکروسکوپی، مولکولی و نمادی با ضعف قابل توجهی همراه است البته، در میان این سه سطح، آموزش مفاهیم در سطح مولکولی به دلیل انتزاعی بودن مفاهیم و غیر قابل لمس بودن آن‌ها، از مشکلات بیشتری برخوردار است به طوری که دانش‌آموزان کم تر می‌توانند به هدف‌های قصد شده در برنامه درسی دسترسی پیدا کنند. از سوی دیگر، دباغان معتقد است که استفاده از پویا نمایی‌های رایانه‌ای منجر به درک عمیق مفاهیم در سطح تفکر مولکولی می‌شود [۲]. روحی زاده نیز نشان داده است که استفاده از پویا نمایی‌های رایانه‌ای نقش بسزایی در تجسم و مرئی سازی ساختارهای لوویس ترکیب‌های شیمیایی و درک بهتر آن‌ها دارد. از این رو به نظر می‌رسد تصاویر پویا به ویژه تصاویری شبیه نمایی که در سطح میکروسکوپی به ارائه مفاهیم انتزاعی می‌پردازد کمک زیادی در درک این مفاهیم برای یادگیرنده خواهد کرد [۵].

امروزه تحقیقات فشرده در رویکرد ساختن گرایی و آموزش مبتنی بر کامپیوتر در جهت استفاده از کامپیوتر به عنوان یک نوآوری در علم یاددهی و یادگیری گام برمی‌دارد. محققان ادعا می‌کنند که آموزش از طریق کامپیوتر در مقایسه با روش‌های مرسوم آموزش می‌تواند محیطی اکتشافی فراهم کرده و تغییر مفاهیم جایگزین، حمایت از محیط یادگیری مشارکتی، ایجاد فرایندهای فن آورانه، افزایش درک مفاهیم علمی، ارائه‌های محیط تعاملی بصری سه بعدی، تحریک مهارت‌های حل مسئله علمی دانش‌آموزان و تغییر مفهومی در دانش‌آموزان را افزایش دهد [۱].

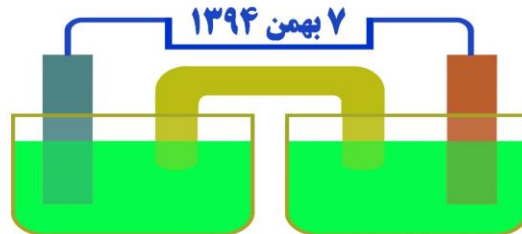
محصولات نرم افزاری کامپیوتری زیادی وجود دارد که می‌توان از آنها به جای سخنرانی و نمایش‌های تصویری ساکن استفاده کرد. یکی از برنامه‌های نرم افزاری پیشرفته‌تر، انیمیشن‌های کامپیوتری است که نرم افزاری پویا بوده و برای تحریک تعامل و درگیری دانش‌آموزان در دست‌یابی به اهداف یادگیری مفید است. چنین تحریکی برای ایجاد یک محیط یاددهی و یادگیری مبتنی

^{xxxvi} Johnstone

^{xxxvii} Sirhan

^{xxxviii} Hinton and Nakhleh

^{xxxix} Gabel et al



بر ساختن گرابی ضروری است. استدلال آن است که قرار دادن انیمیشن ها برای ایجاد یک محیط ساختن گرا در آموزش، موجب افزایش تغییر مفهومی در دانش آموزان خواهد شد. استفاده از انیمیشن های کامپیوتری در تدریس، سودمندی هایی همچون تکیه بر توانایی آن در "خلق، شرح دقیق، توسعه و اکتشاف باز نمایش های گرافیکی تعاملی" خواهد داشت.

ماهیت ذره ای مواد در شیمی

جانستون در نمایش یک ماده شیمیایی، از سه سطح نام برده است. سطح اول ماکروسکوپی و واقعی است. این سطح شامل، مواد شیمیایی محسوس و قابل مشاهده است که می تواند بخشی از تجارب روزمره دانش آموز باشد. سطح زیر میکروسکوپی که آن نیز واقعی و شامل سطح ذره ای است و برای توصیف حرکت الکترون ها، مولکول ها، ذرات و یا اتم مورد استفاده قرار می گیرد. سطح نمادی شامل تنوع زیادی از تصویرها، اشکال جبری و محاسباتی است و اجزاء تشکیل دهنده ماده را به نمایش می گذارد. شیمی بر اساس نظریه ماهیت ذره ای یعنی سطح زیر میکروسکوپی ماده استوار است اما ما ماکروسکوپی "می بینیم" و از مدل ها برای نمایش سطوح زیر میکروسکوپی استفاده می کنیم. هریسون و تریگاست^{xi} اشاره می کنند که درک بسیاری از دانش آموزان کلاس ۸ و حتی برخی از معلمان علوم ۸ تا ۱۰، از ماهیت ذره ای ماده یعنی سطح زیر میکروسکوپی، ضعیف است. تحقیقات نشان می دهد که بسیاری از دانش آموزان دوره متوسطه و پیش دانشگاهی و حتی برخی از معلمان، برای عبور از یک سطح نمایشی به سطح دیگری دارای مشکلاتی هستند [۱].

بن زوی و همکارانش^{xli} سطوح توصیفی ایجاد شده توسط دانش آموزان به عنوان مثال، سطح ماکروسکوپی، سطح اتمی و مولکولی و سطح چند اتمی را هنگام استفاده از نمادها و فرمول های شیمیایی، همچون مس (II)، $H_2O(l)$ و Cl_2 را مورد بررسی قرار دادند. اگر چه بسیاری از آنها به برخی توصیف های ماکروسکوپی، از قبیل خواص فیزیکی یک ترکیب اشاره کردند اما از مدل های اتمی-مولکولی مناسب برای توضیح پدیده استفاده نکردند. به نظر می رسد که دانش آموزان در توضیحات یا توصیفاتشان در مورد این بازنمایی ها بر مدل های ذهنی شهودی خود از اتم ها و مولکول ها تکیه می کنند و به فرمول شیمیایی به عنوان بازنمایی یک ذره بدون مفهوم اتم و یا یک مجموعه می نگرند. برخی از دانش آموزان، حتی پس از دریافت ترکیب یا ساختار، همچنان فرمول ها را اختصاری برای نام می دانند به جای آنکه به آن به عنوان راهی برای نمایش ترکیب و یا ساختار بنگرند، این در حالی است که برخی یادگیرندگان یک مفهوم جایگزین که یک فرمول نشاندهنده مخفف یک مخلوط است را پرورش می دهند [۶].

گرین باو^{xlii} در مقاله خود ضرورت آموزش با انیمیشن های کامپیوتری به خصوص در آموزش شیمی را بیان کرده است. او اشاره می کند که بسیاری از سخنرانی های سنتی شیمی بر بازنمایی های نمادی (مانند موازنه معادلات) و بازنمایی های ماکروسکوپی (مانند تغییر در حالت ماده) تاکید کرده اما به نمایش های میکروسکوپی ناشناخته نمی پردازند. به ویژه اظهار می دارد که "به عنوان یک نتیجه" درک ذهنی دانش آموزان در مورد فرایندهای شیمیایی در سطح مولکولی بسیار کم است. بنا به پیشنهاد او، انیمیشن های کامپیوتری می تواند به عنوان یک ابزار موثر در نمایش فرایندهای شیمیایی در سطح میکروسکوپی و همچنین سطح نمادین و ماکروسکوپی مورد استفاده قرار گیرد و بنابراین تغییر مفهومی دانش آموزان را افزایش دهد [۷].

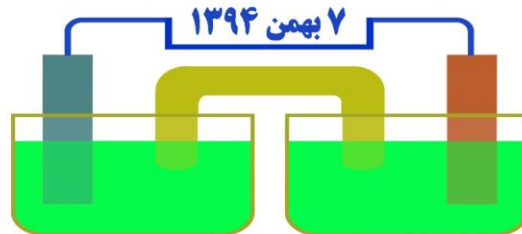
درک مفهومی شیمی با درگیری در سه سطح دراکتی

به طور کلی در کلاس های درس سنتی، از تصاویر دو بعدی نقطه و دایره برای تدریس ماهیت ذره ای ماده، اتم ها، یون ها و مولکول

^{xi} Harrison & Treagust

^{xli} Ben-Zvi, R., Eylon, B., & Silberstein, J.

^{xlii} Greenbowe



ها استفاده می شود و در رویکرد سنتی به آموزش شیمی و یا علوم، از نمودار و نمایش هایی ذره ای که بیان کننده برهمکنش اتم ها، مولکول ها و یون ها هستند، استفاده نمی شود. به همین دلیل، محیط و رویکرد کلاس درس سنتی ممکن است با سبک یادگیری اکثر دانش آموزان که نقشی منفعل در فرایند یادگیری بازی می کنند، مطابقت نداشته باشد. از سوی دیگر، دانش آموزان برای درک درستی از جهان ذرات باید میان درک مفهومی خود و سطوح ماکروسکوپی، میکروسکوپی و نمادی پل بزنند. به عقیده محققان، فن آوری های مبتنی بر کامپیوتر برای نمایش برهمکنش های میان ذرات که آن نیز برای توضیح پدیده های شیمیایی مشاهده شده ضروری است، مفید بوده و به دانش آموزان در درک شیمی از طریق افزایش توانایی آنها در تجسم رفتار ذرات در سطح زیر میکروسکوپی کمک زیادی می کنند. مطالعات انجام شده در آموزش شیمی با استفاده از مدل سازی کامپیوتری فرایندهای زیر میکروسکوپی نشان می دهد که دانش آموزان درک بهتری از مفاهیم مرتبط داشته و توانایی آنها در پاسخ گویی به پرسش های مفهومی در مورد پدیده های ذره ای، علمی تر و دقیق تر می شود. همچنین مقاله ها از بازنمایی بصری چندگانه به عنوان یک فن آموزش در جهت بهبود توانایی دانش آموزان برای تجسم رویدادهای زیرمیکروسکوپی نام می برند.

برای مثال یزیرسکی^{xliii} دریافت که استفاده از انیمیشن به عنوان یک ابزار توصیفی برای درک ماهیت پویای فاز ماده و تغییرات فاز در سطح ذره ای کارآیی خوبی دارد. به طور مشابه، تعدادی از مطالعات گزارش می دهند که انیمیشن موجب افزایش درک مفهومی رفتار ذرات می گردد. این ویژگی های فن آوری های مبتنی بر کامپیوتر، اهمیت نقش آنها را در فعالیت های کلاسی آشکار می سازد از این رو تعداد مطالعاتی که قصد تعیین تاثیر آموزش مبتنی بر کامپیوتر و یا نمایش های چندگانه بر روند یاددهی - یادگیری را دارند روز به روز افزایش می یابد [۴].

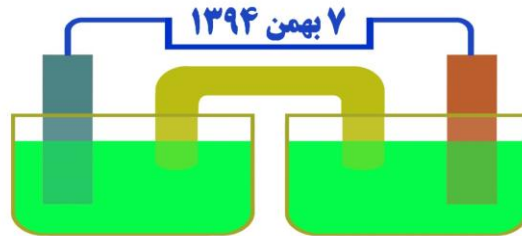
استفاده از مدل های شیمیایی و فناوری اطلاعات و ارتباطات در آموزش شیمی

ابزارهای توضیحی همچون نمودارها، تصاویر و مدل های شیمیایی، با ایجاد تصویری از سطح زیر میکروسکوپی زمینه تجسم مفهوم را برای یادگیرنده فراهم ساخته و در ایجاد یک مدل ذهنی از مفهوم، تاثیر بسیاری دارند. ارزش یک نمودار در ساخت ارتباط با یک مفهوم انتزاعی به سازگاری آن با نیازهای یادگیرندگان و تهیه آن در سطح فهم یادگیرندگان وابسته است. استفاده از مدل و مدل سازی در آموزش شیمی یک عمل متداول است و درگیری دانش آموزان را در جهت توسعه مدل های ذهنی خود از ترکیبات شیمیایی افزایش می دهد. محققان برای کمک به دانش آموزان شیمی در سه سطح ادراکی، انواع روش های آموزشی مانند تطبیق استراتژی های تدریس مبتنی بر مدل تغییر مفهومی، هماهنگ سازی فعالیت های آزمایشگاهی با آموزش کلاسی با استفاده از مدل سه بعدی و استفاده از فن آوری به عنوان ابزارهای یادگیری را پیشنهاد کرده اند. در این میان، استفاده از مدل های عینی و فن آوری به عنوان ابزارهای یادگیری، امیدواربخش تر به نظر می رسد برای مثال، مشاهده انیمیشن های پویا و سه بعدی ایجاد شده توسط ابزارهای فن آوری می تواند به دانش آموزان در استفاده از نمایش های میکروسکوپی و نمادی برای توصیف و توضیح یک فرایند شیمیایی کمک کند. نمایش های متعدد فراهم شده توسط ابزارهای چند رسانه ای فرصتی است برای دانش آموزان تا تعامل میان مولکول ها را تجسم و مفاهیم شیمیایی مرتبط با آن را درک کنند. علاوه بر این، کار با مدل های فیزیکی موجب تقویت درک ماندگار از رفتار مولکول ها و اتم ها می شود [۱].

بر اساس مطالعات آگیلار، ماتورانو و نونز^{xliiv} دانش آموزان پس از کار با تصاویر به دلیل رویارویی مستقیم با پدیده ها، پاسخ هایی ارابه می دهند که نسبت به جریان سنتی از دقت بیشتری برخوردار است. تاکید فریرا و ارریو^{xlv} نیز بر اهمیت تصویرسازی می باشد به این معنا که مفاهیم شیمی از طریق مدل ها فهمیده می شوند؛ در نتیجه سطحی از فراشناختی که دانش آموزان از طریق تجسم دریافت می کنند در

^{xliii} Yeziarski

^{xliiv} Aguilar, Maturano and Nunes
Arroio ^{xlv} Ferreira and

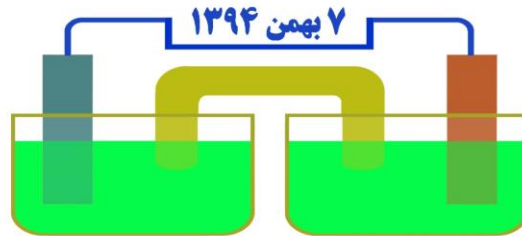


فرایند کسب دانش اساسی است. دانش آموزان در مورد مفاهیم علمی تدریس شده دارای ایده‌ها و تصوراتی هستند و در درگیری میان این ایده‌ها با مفاهیم علمی درست، احتمال دارد دانش آموز بخشی از ایده‌های خود را ترک و یا آنها تغییر دهد. بدین ترتیب، ارزیابی مفاهیم ذهنی دانش آموزان در کلاس درس برای رسیدن به یک ایده علمی و یا ایجاد جایگزینی مناسب برای تصورات ذهنی ضروری به نظر می‌رسد. در این راه، فراشناخت می‌تواند به دانش آموز در ارزیابی ایده‌های قبلی خود و تعامل با واقعیت‌های جدید کمک کند، این امر افکار آنها را تا حد امکان بازسازی می‌نماید. در بسیاری از مطالعات بر اهمیت فراشناخت نه تنها در یادگیری شیمی بلکه در یادگیری حوزه‌های مختلف دانش تاکید گردیده است. از آنجا که دانش آموز می‌تواند بر فرایند یادگیری خود نظارت و خود تنظیمی داشته باشد به نوعی استقلال در یادگیری دست می‌یابد که از آن به عنوان "یادگیری برای یادگیری" نام برده می‌شود. برای این کار، او نخست باید آگاهی لازم در مورد این فرایند را کسب کرده و معلم نیز می‌تواند در کلاس درس از راهبردهای فراشناختی، برای کمک به او استفاده نماید. به ویژه آنکه در مطالعه علوم، دانش آموز ممکن است در حافظه خود دارای یک تصویر ذخیره شده باشد و به واسطه این روش، بتواند به یک ساختار مناسب از یک مفهوم خاص دست یابد. در این مسیر، او می‌تواند با بازیابی تصویر، مقایسه آن با تصویر علمی و ساخت یک تصویر سوم که ممکن است ترکیبی از دو تصویر قبلی در نسبت‌های مختلف باشد یک تغییر مفهومی ایجاد نماید که به طور یقین آنچه که اتفاق افتاده برای او معنی دار خواهد بود. قصد این است که دانش آموزان با مدل سازی و بر مبنای ایده‌های قبلی در یک مفهوم اولیه الکتروشیمی، به مفهوم مناسب دست یابند [۸].

با وجود نقش مهم بازنمایی‌ها در آموزش شیمی، مقاله‌ها از وجود مشکلاتی در درک آنها خبر می‌دهند. درک اغلب دانش آموزان از مفاهیم شیمی، محدود به تجارب دریافتی آنها از زندگی روزمره می‌باشد آنها تمایل به ماندن در سطح حسی داشته و قادر نیستند بازنمایی‌های مولکولی و نمادی را تجسم و تفسیر کنند [۶]. با آنکه استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات به ویژه مدل‌های چند رسانه‌ای به دانش آموزان در تصویرسازی مفاهیم انتزاعی کمک می‌کند؛ با این حال، نرخ استفاده از مدل‌های چند رسانه‌ای در مدارس هنوز هم بسیار کم است [۹].

الکتروشیمی و اهمیت پردازش در سطح میکروسکوپی

امروزه آنچه که در فرایند یاددهی و یادگیری ضروری به نظر می‌رسد توسعه مفاهیمی است که ساخت و بازسازی یادگیری را توسط یادگیرنده میسر می‌سازد. نقطه شروع این کار، ایده‌های قبلی دانش آموز در مورد مفاهیم اولیه الکتروشیمی می‌باشد، زیرا مطالعات انجام یافته، وجود مشکلات زیادی در یادگیری مطالب این حوزه از شیمی را نشان می‌دهند. حتی ادعا می‌شود که دانش آموزان بحث الکتروشیمی را در مقایسه با مفاهیم مول، استوکیومتری و تعادل شیمیایی، سخت تر درک می‌کنند چرا که این مفاهیم بسیار انتزاعی هستند و تکرار آنها در دوره‌های درسی جدید ضروری به نظر می‌رسد. یافته‌های برخی پژوهشگران نشان می‌دهد که ۸۴٪ دانش آموزان در آزمون انجام شده، دارای مشکلات بزرگی در درک الکتروشیمی هستند. براساس یکی از نتیجه‌گیری‌ها ۵۰٪ دانش آموزان نیم واکنش‌های الکترودی را به درستی درک نکرده‌اند و دریافت ضعیفی از این مفهوم داشته‌اند و این کج فهمی که الکترون‌ها از طریق محلول از یک الکتروود به دیگری مهاجرت می‌کنند شایع‌تر بود. در مطالعه‌ای دیگر که با یک گروه ۵۵ نفری در مورد برهمکنش بین محلول نقره نیترات و فلز مس با استفاده از آنیمیشن‌های کامپیوتری اجرا گردید، از دانش آموزان خواسته شد آنیمیشن‌های نمایش داده شده در مورد این برهمکنش‌ها را تفسیر و توضیح دهند. نتایج این تحقیق، وجود تصورات غلط متعدد، از جمله سردرگمی در ناپدید شدن بار یون‌ها در محلول، خنثی شدن آنها، نسبت نادرست مسی که در واکنش شرکت می‌کند و نسبت نیترات/ یون‌های نقره، عدم تشخیص انتقال الکترون و تغییر بار و اندازه اتم یا یون، مبهم بودن توضیح تشکیل رنگ آبی و آمیختن خواص ماکروسکوپی ذرات و واکنش شیمیایی را آشکار ساخت. عامل کلیدی که مانع درک مفاهیم الکتروشیمی و چگونگی فعل و انفعالات می‌شود، میزان پردازش در سطح میکروسکوپی است. پیشتر نیز دریافته بودند که دانش آموزان در تجزیه و تحلیل دانش



الکتروشیمی بسیار ضعیف عمل می کنند. بنابراین، بررسی پژوهشگران با هدف کمک به بهبود آموزش در الکتروشیمی، بر سطح میکروسکوپی تمرکز دارد، اگر چه درک شیمی در سه سطح بازنمایی ماکروسکوپی، میکروسکوپی و نمادی مهم است [۸].

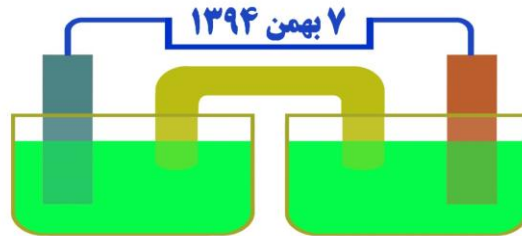
مفاهیم الکتروشیمی در سه سطح ماکروسکوپی، میکروسکوپی و نمادی قرار دارند. در یکی از پژوهش های انجام یافته، دانش آموزان کل فرایند رخ داده در هر دو الکتروود در طی پدیده برقکافت را درک می کردند اما دانش آموزان گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل، از توانایی بیشتری در استدلال و توضیح به خصوص در سطح میکروسکوپی برخوردار بودند. به عنوان مثال، هنگامی که در سلول الکترولیتی، محلول مس (II) نیترات به محلول مس (II) کلرید غلیظ تغییر یافت، برخی دانش آموزان از هر دو گروه مشاهدات درستی برای دو الکتروود در سطح ماکروسکوپی ارائه کردند با این حال، دانش آموزان گروه آزمایش توانستند برای مشاهدات خود در سطح میکروسکوپی که توصیف کننده حرکت یون ها و فرایندهای رخ داده در هر دو الکتروود بود، دلایلی ارائه دهند. به عبارت دیگر دانش آموزان گروه کنترل تمایلی به نتیجه گیری و استدلال برای مشاهده انجام یافته نشان نمی دادند. جهان میکرو، حرکت یون ها در الکترولیت در طول فرایند برقکافت را نشان می دهد. دانش آموزان می توانند در سطح میکروسکوپی روند به دست آوردن الکترون در کاتد و آزاد شدن الکترون در آند را ببینند و فرایند را از طریق انیمیشن در دنیای میکرو تجسم کنند. چنین آزمایشگاه هایی باعث وضوح "مفاهیم انتزاعی" می شود چرا که دانش آموزان می توانند کل فرایند را به طور بصری در سه سطح نمایشی مشاهده کنند؛ از این رو، یادگیری الکتروشیمی با انیمیشن ها و شبیه سازی در مدل های چند رسانه ای برای دانش آموزان، دستاوردهای بالاتری در مقایسه با روش های سنتی به دنبال خواهد داشت.

مطالعات نشان می دهد که یادگیری فرایند برقکافت که در سلول ولتایی انجام می شود برای فراگیران دشوار است زیرا مفاهیم این بخش انتزاعی هستند. اغلب دانش آموزان هنگام یادگیری مطالب ماکروسکوپی این حوزه، دچار تصورات غلط می شوند و در زمینه مفاهیم الکترولیت و غیر الکترولیت، فرایند برقکافت و سلول ولتایی به مطالعه بیشتر نیاز دارند و در سطح میکروسکوپی باید حرکت یون ها و الکترون ها را در طول فرایند برقکافت را درک کنند. به علاوه، نمایش فرایند با استفاده از فرمول شیمیایی و معادلات نمادی نیز ضروری به نظر می رسد. وجود این انتظارات، درک فرایندهای شیمیایی انتزاعی به ویژه در سطح میکروسکوپی و نمادی را برای دانش آموزان مشکل می سازد. برخی از تصورات غلط رایج و یا مشکلاتی که دانش آموزان در یادگیری الکتروشیمی با آنها مواجه هستند، به شرح زیر می باشد. دانش آموزان:

- اغلب تفاوت میان جریان در رسانایی فلزی و محلول الکترولیت را تشخیص نمی دهند.
- نمی توانند آند و کاتد/قطب مثبت و منفی در سلول الکتروشیمیایی را شناسایی کنند.
- نمی توانند فرایند رخ داده در آند و کاتد را توصیف و توضیح دهند.
- فرایند اکسایش و کاهش در الکتروودها را قاطی می کنند.
- درک آنها از مفهوم الکترولیت واضح نیست.

شیمی یک علم بصری است و مشکل عمده دانش آموزان در یادگیری موضوعات انتزاعی شیمی توانایی محدود آنها در تصویرسازی مفاهیم است. در فرایندهای آموزشی، تصویرسازی برای یکی از شرایط زیر قابل اجرا است:

- ✓ آزمایش بیش از حد طولانی یا خیلی کوتاه باشد.
- ✓ ابعاد شی مورد بررسی خیلی کوچک یا خیلی بزرگ باشد.
- ✓ محیط آزمایش در دسترس نباشد.
- ✓ پارامترهای آزمایش یا اثرات آن به طور مستقیم با حواس ناظر قابل دریافت نباشد.
- ✓ نیاز به تجدید نظر چندباره آزمایش وجود داشته باشد.
- ✓ ترتیب دادن و یا اصلاح موثر آزمایش دشوار باشد.



✓ آزمایش خطرناک باشد.

✓ آزمایش بیش از حد گران باشد.

در الکتروشیمی، ابعاد اشیاء مورد بررسی (حرکت ذرات) بیش از حد کوچک و ناظر نمی تواند تغییر پارامترهای آزمایش را به طور مستقیم مشاهده کند چرا که فرایندها در سطح میکروسکوپی انجام می شوند از این رو، آموزش و یادگیری الکتروشیمی باید با کمک یک مدل چند رسانه ای انجام پذیرد. تحقق این امر استفاده از به کارگیری نرم افزارهای چند رسانه ای در مدل است که دانش آموزان را قادر می سازد فرایندهای شیمیایی انتزاعی را تصویرسازی نمایند [۹].

بررسی نتایج اعتبار بخشی لوحه های آموزش الکتروشیمی در ایران

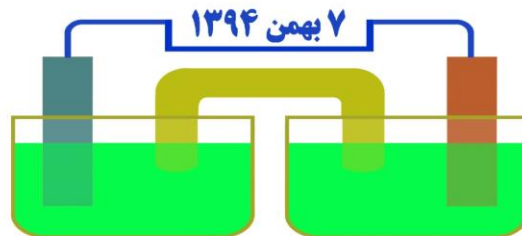
در ایران در سال ۱۳۹۰ به منظور تولید بسته های آموزشی که در راستای اهداف برنامه درسی ایران است تعداد ۳۰ لوحه (پوستر) آموزشی طراحی و تولید گردید. در این میان ۱۱ لوحه، مفاهیم الکتروشیمی را در سه سطح ماکروسکوپی، میکروسکوپی و مولکولی به تصویر می کشید. تولید این لوحه ها در سال ۹۲ به پایان رسید و طرح پژوهشی اعتبار بخشی این لوحه ها نیز اجرا گردید. این لوح ها با انتخاب چند مدرسه از تهران و شهرستان ها در فرایند یاددهی و یادگیری مفاهیم الکتروشیمی در کلاس درس به کار گرفته و پس از اجرا از معلمان و دانش آموزان در باره انربخشی این ابزار با در اختیار گذاشتن پرسش نامه های ویژه نظرسنجی شد. مخاطبان در این دو پرسش نامه ویژگی های فیزیکی لوحه ها ارزیابی کردند و به پرسش هایی در زمینه تاثیر آنها بر یادگیری پاسخ دادند. نتایج پاسخ گویی به دو پرسش اساسی برای ۴ لوحه به شرح جدول های زیر می باشد [۱۰].

جدول ۱- نقش لوحه در سازماندهی بهتر مفاهیم در ذهن مخاطب

نتیجه	درصد امتیاز به لوحه					نام لوحه
	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	بسیار زیاد	
اکثر دانش آموزان معتقدند که این لوحه به سازماندهی مفاهیم در ذهن کمک می کند	۵	۵	۱۸	۴۳	۲۵	رقابت برای گرفتن الکترون
اکثر دانش آموزان معتقدند که این لوحه به سازماندهی مفاهیم در ذهن کمک می کند	۳	۷	۲۱	۲۸	۳۸	پتانسیل الکترودی - الکتروده SHE
اکثر دانش آموزان معتقدند که این لوحه به سازماندهی مفاهیم در ذهن کمک می کند		۱	۲۹	۲۵	۳۲	تبادل الکترون، مستقیم یا غیرمستقیم
اکثر دانش آموزان معتقدند که این لوحه به سازماندهی مفاهیم در ذهن کمک می کند		۴				
اکثر دانش آموزان معتقدند که این لوحه به سازماندهی مفاهیم در ذهن کمک می کند		۴	۲۴	۵۶	۱۲	سلول الکتروشیمیایی

جدول ۲- میزان اثربخشی لوحه آموزشی در آموزش مفهوم درس در مقایسه با روش های متداول

نتیجه	درصد امتیاز به لوحه					نام لوحه
	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	بسیار زیاد	
اکثر دانش آموزان معتقدند که این لوحه در آموزش مفهوم بسیار موثر تر از روش های مرسوم است.	۲	۳	۱۷	۳۲	۴۶	رقابت برای گرفتن الکترون
اکثر دانش آموزان معتقدند که این لوحه در آموزش مفهوم بسیار موثر تر از روش های مرسوم است.	۳	۱۱	۱۱	۳۹	۳۶	پتانسیل الکترودی - الکتروده SHE
اکثر دانش آموزان معتقدند که این لوحه در آموزش مفهوم موثر تر از روش های مرسوم است.	۳	۷	۲۹	۲۹	۳۲	تبادل الکترون، مستقیم یا غیرمستقیم
اکثر دانش آموزان معتقدند که این لوحه در آموزش مفهوم موثر تر از روش های مرسوم است.		۴	۲۰	۴۴	۳۲	سلول الکترو شیمیایی



بررسی و تجزیه تحلیل داده ها نشان می دهد که اکثر معلمان و دانش آموزان و سرگروه های آموزشی از لوحه های آموزشی طراحی و تولید شده استقبال کردند. آن ها معتقدند که به کارگیری این لوحه ها در آموزش مفاهیم الکتروشیمی بسیار موثر است. جمع بندی نظرات معلمان و سرگروه های آموزشی نشان می دهد که لوحه ها دارای ویژگی های زیر هستند:

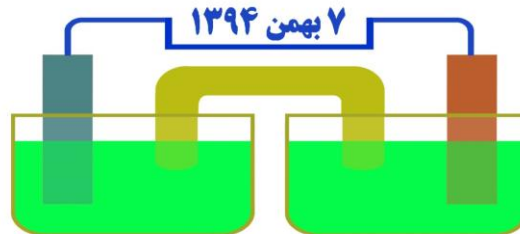
- درس را بسیار ملموس می کنند.
 - ایده های جدیدی برای آموزش به معلم می دهد
 - برای دانش آموزان بسیار قابل درک است.
 - تعامل معلم و دانش آموز را افزایش می دهد.
 - ترتیب و نظم در یادگیری و به خاطر سپاری مطالب را به همراه دارد.
 - باعث فعال شدن کلاس و درگیر شدن دانش آموزان در فرایند یادگیری می شود.
- به نظر می رسد حتی تصاویر ثابت به شرط آنکه به سطوح تفکر سه گانه ماکروسکوپی، میکروسکوپی و نمادی پرداخته شود تاثیر بسیار زیادی در فرایند یادگیری می گذارد [۱۰].

نتیجه

شیمی یک علم بصری است. مشکل مهم دانش آموزان در یادگیری موضوعات انتزاعی شیمی عدم توانایی آنها در تجسم مفاهیم می باشد که به شکل یک تصویر ذهنی بروز می کند. مطالعات انجام شده نشان می دهد که انیمیشن و شبیه سازی با استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات می تواند به دانش آموزان در تجسم این مفاهیم کمک کند و از این رو درک آنها را در یادگیری موضوعات انتزاعی شیمی افزایش دهد.

الکتروشیمی مطالعه تبدیل درونی انرژی شیمیایی و انرژی الکتریکی است که در سلول های الکترولیتی و ولتایی رخ می دهد. مطالعات خبر از دشواری در یادگیری این موضوع به دلیل داشتن مفاهیم انتزاعی دارد از این رو اغلب دانش آموزان دچار تصورات غلط در یادگیری این مطلب می شوند. از جنبه ماکروسکوپی، دانش آموزان باید مفاهیم الکترولیت و غیرالکترولیت، فرایند برقکافت و سلول ولتایی را مطالعه کنند. از جنبه میکروسکوپی، آنها باید حرکت یونها و الکترونها در طول فرایند الکترولیز را درک کنند و علاوه بر آن، باید فرایند را به فرمول شیمیایی و معادلات نمادی تغییر دهند. دانش آموزان در درک فرایندهای شیمیایی انتزاعی به خصوص در سطح میکروسکوپی و نمادی با مشکلات جدی رو به رو هستند [۱۱].

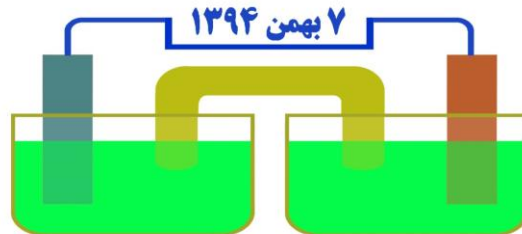
نتیجه مطالعه ها نشان می دهد با آنکه آزمایشگاه های پویانمایی قادر به افزایش نمره دانش آموزان در آزمون پیشرفت تحصیلی در یادگیری الکتروشیمی می باشد، با این حال این آزمایشگاه قادر نیست سطح انگیزه دانش آموزان در یادگیری الکتروشیمی را در مقایسه با روش های سنتی افزایش دهد [۹]. طبق مطالعه سانتوس و ارریو^{xlvi} استفاده از ابزار بصری در آموزش شیمی برای تقویت ظرفیت تجسم و درک مفاهیم بازنمایی ها ضروری است. از طرفی بررسی نشان داد که از نظر دانش آموزان، فراتصویرسازی بسیار مهم است زیرا آنان می توانند تا حدی اشتباهات خود را مشخص و اصلاح نمایند و آمادگی بهتری برای بحث جمعی به دست آورند. نتایج نشان می دهد که استراتژی فراتصویرسازی مورد استفاده در گروه آزمایش در بازسازی ایده های دانش آموزان تاثیرگذار بوده و تعداد پاسخ های صحیح از ۳۲٪ به ۸۸٪ افزایش یافت، می توان نتیجه گرفت که دانش آموزان موفق به ساخت یک مفهوم مناسب شده



اند [۸].

منابع

1. Level Gail Chittleborough^a * And David F. Treagust^b , The Modelling Ability Of Non-Major Chemistry Students And Their Understanding Of The Sub-Microscopic, Chemistry Education Research And Practice, 2007, 8 (3), 274-292
- تالیف کتاب‌های درسی گروه شیمی، ۱۳۸۸، بدریان عابد، ارزشیابی از برنامه درس شیمی دوره متوسطه و پیش دانشگاهی دفتر برنامه ریزی [۲]
3. Johnstone, A. H. (1999). The nature of chemistry. *Education in Chemistry*, 36, 45–47.
4. Haluk Özmen*, Eurasian J. ,A Cross-National Review Of The Studies On The Particulate Nature Of Matter And Related Concepts, Phys. & Chem. Educ. 5(2): 81-110, 2013
- احمدی وفا، مطالعه آموزش مفاهیم الکتروشیمی برنامه شیمی دبیرستان بر پایه کامپیوتر، [۱۳۸۸]۵
6. Hsin-Kai Wu, Joseph S. Krajcik, And Elliot Soloway, Students' Use Of A Chemistry Visualization Tool, Journal Of Research In Science Teaching, 38, 821-842.
7. Jean Paul Ayina Bouni, Suzane E Hage, Soudani Olfa, Soudani Mohamed, Analysis Of Electrochemical Cells Processes Simulations. Students' Points Of View. ICT and other resources for teaching/learning science
8. Solange Locatelli, Agnaldo Arroio, Metavisual Strategy Assisting The Learning Of Initial Concepts Of Electrochemistry, Gamtamokslinis Ugdymas / Natural Science Education. ISSN 1648-939X, 2014, Nr. 1 (39)
9. Kamisah Osman And Tien Tien Lee, Interactive Multimedia Module With Pedagogical Agent In Electrochemistry, www.intechopen.com
- محمدی علی اصغر، اعتبار بخشی لوحه های آموزش شیمی، ۱۳۹۲، دفتر برنامه ریزی و تالیف کتاب های درسی ابتدایی و متوسطه [۸]
- 10 Tien Tien LEE And Kamisah OSMAN, Effectiveness Of Interactive Multimedia Module With Pedagogical Agent (IMMPA) In The Learning Of Electrochemistry: A Preliminary Investigation , Asia-Pacific Forum On Science Learning And Teaching, Volume 12, Issue 2, Article 9, P.1, Dec., 2011



دلیل پیچیدگی مفاهیم و ایجاد کج فهمی ها در آموزش الکتروشیمی

امراه کوهی فایق

کارشناسی ارشد آموزش شیمی، دبیر شیمی ناحیه ۲ شهرستان شهرکرد، شهرکرد، استان چهارمحال و بختیاری

amkouhi@gmail.com

بر اساس نظریه ساختن گرای، یادگیرندگان در هرمرحله سنی و هنگام یادگیری یک مفهوم جدید، تصوراتی را در ذهن خود با توجه به تجارب و اطلاعات قبلی طرح ریزی می کنند. آن دسته از تصوراتی که با اصول علمی پذیرفته شده مطابقت نداشته و یادگیرنده توسط آن ها به توصیف نادرست پدیده های علمی می پردازد، کج فهمی یا تصورات جایگزین نامیده می شود. با توجه به این که دانش آموزان هنگام یادگیری مباحث شیمی باید در مورد مفاهیم انتزاعی و غیر قابل لمس به تفکر و تعقل بپردازند، بنابراین جای تعجب نیست که در یادگیری درست این مفاهیم انتزاعی، مشکل داشته باشند. برای کمک به عینی تر شدن این مفاهیم انتزاعی، آموزش دهنده گان شیمی از بازنمایی هایی مانند مدل و شبیه سازی استفاده می کنند. با این وجود، هنوز هم دانش آموزان در گستره ی وسیعی از حوزه های محتوایی شیمی دارای تصورات غلط می باشند.

از آنجا که الکتروشیمی از جمله مفاهیمی است که با دو موضوع چالش برانگیز الکتروسیسته و شیمی در ارتباط است بنابراین در لوح ذهنی یادگیرندگان، کج فهمی های زیادی نقش می بندد. اهمیت این امر به قدری است که در کشورهای مختلف تحقیقات بسیاری در این زمینه صورت پذیرفته است. مطالعه حاضر، ضمن مروری بر نتایج تحقیقات صورت گرفته در رابطه با شناسایی کج فهمی ها در یادگیری مفاهیم الکتروشیمی به نقش آنها در یادگیری و راه های برطرف کردن کج فهمی ها نیز می پردازد.

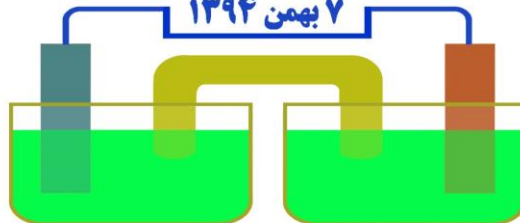
کلیدواژه ها کج فهمی، آموزش شیمی، الکتروشیمی، ساختن گرای

مقدمه

دانش آموزان در تمام سطوح تحصیلی و معلمان علوم نیز در دانش مفهومی مطالب، دارای باورهای هستند که که براساس آنها قادر به توضیح مناسب پدیده های علمی مشاهده شده، نیستند زیرا این باورها پایه علمی درستی ندارند. الکتروشیمی یکی از مفاهیمی مرتبط با دو موضوع چالش برانگیز الکتروسیسته و شیمی بوده و از موضوعاتی است که هم معلمان و هم دانش آموزان، یادگیری آن را امر مشکلی برشمرده اند. اگر معلمان شیمی بتوانند مشکلات یادگیری دانش آموزان را تشخیص داده، منشا کج فهمی های آنها را بیابند و از راهکارهای کاهش و رفع آن ها آگاهی داشته باشند، تدریس کارآمد و موثرتری خواهند شد.

ساختن گرای و درک دانش آموزان

به گفته ارنست ون گلاسر^{xlvi} (۱۹۹۵) مسیر انتقال مفاهیم از معلم به دانش آموز ساده نیست بلکه براساس نظریه ساختن گرای، دانش در روند یادگیری و براساس دانسته های قبلی یادگیرنده، رشد یافته، تطبیق داده شده و پی ریزی می گردد. همانند یک موجود زنده، دانش نیز با بستر و زمینه مورد استفاده، سازگاری و تطابق پیدا می کند، به ویژه هنگامی که هدف دانش آموز قرار دادن آن در راستای چارچوب ذهنی خویش است [۱] و [۲] و [۳] و [۴].

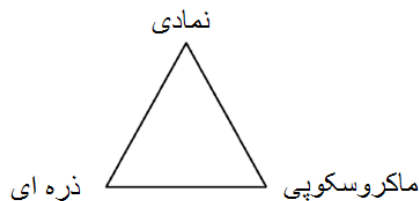


ساخت معنی دار دانش زمانی امکانپذیر است که اعمال، احساسات و افکار دانش آموز یکپارچه و متحد شده باشد (نواک، ۲۰۱۰). با این حال، ساخت معنی دار دانش به معنای قرار داشتن دانش در راستای ایده های علمی پذیرفته شده نیست، بلکه با درک و دانش قبلی او هم راستا است [۵].

چی و همکارانش دلایل نظری در مورد دشوار بودن یادگیری برخی از مفاهیم علوم را توصیف کرده اند. بر اساس نظر این پژوهشگران که به «فرضیه ناسازگاری» معروف است، بین ماهیت شناختی مفهوم علمی و درکی که دانش آموز در طول فرایند یادگیری با توجه به بسترها و زمینه های آموزشی به دست می آورد "عدم تطابق" رخ می دهد. برای مثال، هنگامی که در آموزش برای توصیف جریان برق از قیاس جریان آب استفاده می شود دانش آموز ممکن است این مفهوم را به صورت یک ماده در نظر گرفته و برای برق نیز ویژگی های مانند داشتن حجم و یا اشغال فضا تصور نماید. تصورات غلط بوجود آمده براساس این ناسازگاری، قوی، پایدار در طول زمان، ماندگار در تمام سطوح مختلف آموزش و تکرار شونده در دوره های زمانی مختلف هستند [۶] و [۷] و [۸]. چالش های ذهنی دانش آموزان می تواند مانعی در فرایند یادگیری باشد و این امر به ویژه زمانی که آگاهی معلم از آن بسیار کم است، جدی تر می شود. نواک (۲۰۱۰) از اهمیت گفت و گوی تعاملی بین دانش آموزان و معلمان به منظور شکل گیری یک رویداد آموزشی معنی دار سخن گفته است اگرچه ایجاد ارتباط بین معلم و تک تک دانش آموزان در یک کلاس درس بزرگ ممکن است مشکل و وقت گیر باشد. پرسشنامه های مفهومی از جمله ابزارهای آموزشی هستند که کاربردی گسترده در ارزیابی محتوای متنوع شیمی یافته اند. پرسشنامه مفهومی نه تنها می تواند برای ارزیابی درک دانش آموزان به شیوه ای سریع و کارآمد مورد استفاده قرار گیرد، بلکه می تواند به معلم در ارزیابی و تجدید نظر روش آموزشی خود کمک کند [۵].

بازنمایی های متعدد در آموزش علوم

استفاده از بازنمایی ^{xlviii} در به تصویر کشیدن پدیده های شیمیایی موجود در کتاب های درسی، کلاس درس، آزمایشگاه و مجلات علمی بسیار رایج است. کوزما و راسل (۲۰۰۵) $XI \times$ بازنمایی های مورد استفاده برای پدیده های شیمیایی را به دو دسته کلی بازنمایی های درونی (مدل های ذهنی) و بازنمایی بیرونی (مانند نقاشی ها، معادله ها و نمودارها) تقسیم کرده اند [۹]. جانستون ^۱ بازنمایی های بیرونی را به گروه های نمادی (به عنوان مثال معادله شیمیایی)، ماکروسکوپی، و ذره ای (به عنوان مثال اتم ها، مولکول یا یون)، دسته بندی کرده است (شکل ۱).



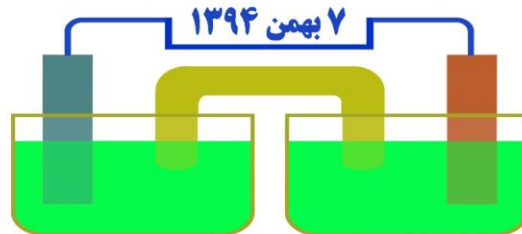
شکل ۱- حوزه های دانش شیمی در مثلث جانستون

محور اصلی بحث جانستون آن است که متخصص شیمی می تواند "واقعیت" را به صورت آمیزه ای پویا از سطوح ماکرو، میکرو و نمادی بسازد، در حالی که دانش آموزان تازه کار به طور عمده در سطح ماکرو عمل می کنند و در برقراری ارتباط با دیگر سطوح،

xlviii - Representations

Kozma R. and Russell J.-xlix

1 - Johnstone A. H.



دچار مشکل هستند. متأسفانه، تمرکز اکثر مواد آموزش شیمی بر روی دو حوزه ی ذره ای و نمادی است و به ندرت دانش آموزان را برای حرکت بین سه سطح مذکور یاری می دهند [۱۰].

استدلال دشواری استفاده و یادگیری مدل های شیمیایی برای دانش آموزان، براساس مشاهدات مستند مختلف می باشد. برای مثال برخی دانش آموزان به جای یادگیری مفهوم مورد نظر، ممکن است مدل به کار رفته برای بازنمایی آن را به خاطر بسپارند و از مرز بین مدل و واقعیت آگاهی کافی نداشته باشند. علاوه بر این، ارائه بازنمایی های متعدد به دانش آموزان می تواند زمینه ایجاد ناهماهنگی شناختیⁱ را فراهم سازد. دانش آموز در چنین شرایطی وادار به رد اطلاعات جدید یا مناسب سازی آن برای انطباق با دانش قبلی خود می شود [۱۱].

بنابراین اگر چه آموزش سه گانه شیمی جانستون برای معلمان علوم بسیار جذاب و در برجسته سازی هسته اصلی علم شیمی بسیار مفید می باشد اما باید در کاربرد و تفسیر آن دقت لازم را به کار گرفت. مطالعات مختلف نشان داده است که دانش آموزان برای ایجاد ارتباط بین حوزه های بازنمایی جانستون دچار مشکل هستند. برای مثال، مطالعه کیفی انجام شده توسط کلی و همکارانⁱⁱ موارد گوناگون از تصورات غلط دانش آموزان در بحث واکنش های رسوبی را آشکار می سازد. پژوهشگران علت آن ها را ناتوانی دانش آموزان در ایجاد ارتباط بین حوزه نمادی و ذره ای می دانند [۱۲].

دانش آموزان همچون دانشمندان

بدیهی است که نمی توان با اطمینان فرض کرد که دانش آموز بدون هیچ تصور قبلی در مورد موضوع درسی و مانند یک لوح سفید وارد کلاس می شود. روزالین درایورⁱⁱⁱ از جمله افراد صاحب نامی بود که پژوهش های زیادی در مورد ایده های یادگیرندگان انجام داده است. وی با تشریح موضوع «شاگردان همچون دانشمندان»، توضیح می دهد که یک کودک خردسال مانند یک دانشمند مبتدی رفتار می کند، به این صورت که الگوهایی را در جهان اطرافش پیدا می کند و برای تشریح این الگوها حدس ها و گمان های مختلفی را می سازد. البته کودکان دانشمندان حرفه ای نیستند، بنابراین تفکر آنها همیشه با استانداردهای علمی سازگار نیست.

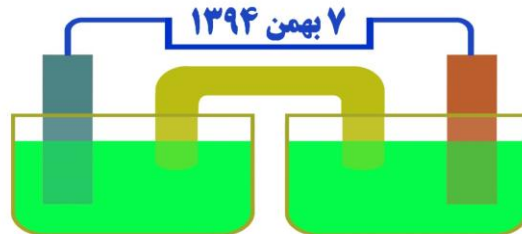
نکته مهم آن است که وقتی دانش آموز به سطوح بالاتر تحصیلی وارد می شود برای بسیاری از پدیده ها و وقایع جهان اطراف خودش، مبادرت به ساخت توضیحاتی می کند که اغلب این تفسیرها با دیدگاه علمی در تضاد است و علی رغم ارایه توضیحات کافی و صحیح به هنگام تدریس، باز هم به تفسیر مفاهیم براساس تصورات قبلی خود و به شکلی نادرست می پردازد. یکی از راه هایی که بوسیله آن درایور آشکار ساخت دانش آموزان به صورت دانشمندان خیلی ضعیف رفتار می کنند، چگونگی عملکرد آنها با داده های آزمایشگاهی بود. وی دریافت که اغلب دانش آموزان هنگام ثبت نتایج آزمایشگاهی، از تصورات قبلی خود استفاده می کنند و نتایج را بر اساس حدس و گمان خودشان و نه بر اساس مشاهداتی که بعمل آورده اند، به ثبت می رسانند. نکته مهم مورد اشاره وی آن است که کوتاهی دانش آموزان در ثبت نتایج به خاطر تنبلی یا کله شقی یا ناشیانه عمل کردن عمدی نبوده است. از نظر روانشناسان انسان نه با چشمانش بلکه توسط مغزش می بیند و سیگنال های دریافتی از چشم ها فقط قسمتی از اطلاعات استفاده شده برای برقراری ارتباط با محیط است. به عبارت دیگر ما آنچه را حدس می زنیم می بینیم نه آنچه را که در مقابل چشم ما قرار دارد. به این موضوع در کتاب های مربوط به خطاهای دیداری نیز اشاره شده است. [۱۳]

دانشمندان حرفه ای براساس آموزش تدریجی و بلند مدت به مرحله ای رسیده اند که می توانند در یادگیری، از فنون تحلیلی و عملی و تقدم دادن به داده ها استفاده کرده و کمتر در پیشگویی فعالیت های آزمایشگاهی دچار اشتباه شوند در صورتی که دانش

li - cognitive dissonance

lii - Kelly et al., 2010

liii - Rosalind Driver



آموزان مدارس در مرحله شروع آموزش روش های علمی قرار دارند و اغلب در پیشگویی های خود دچار اشتباه می شوند و باورهای نادرستی در ذهن آنها شکل می گیرد [۱۴].

چگونه می توان کج فهمی ها را شکست

اگرچه برخی از کج فهمی ها به آسانی اصلاح می شوند، ولی نباید انتظار داشت که یادگیرندگان تصورات از قبل شکل گرفته و باورهای غیر علمی دیرینه خود را به سادگی رها کنند. اگر برای توضیح یک پدیده، مدل های جایگزینی شکل گرفته قبلی در ذهن فراگیر وجود داشته باشد، یادگیری تازه ای صورت نمی گیرد. اگرچه دانشمندان به این مدل های پر از اشتباه به دیده تحقیر می نگرند اما اغلب یادگیرندگان، این مدل ها را ترجیح می دهند زیرا از نظر آنها معقول تر بوده و شاید برای منظور یادگیرندگان مفیدتر نیز باشند. این باورها موجب تردید و بدگمانی در ذهن فراگیر شده و می تواند یادگیری های بعدی او را به تاخیر اندازد. بنابراین باید دانش آموزان قبل از پذیرفتن مفاهیم صحیح، با باورهای متناقض خود و محدودیت های مربوط به آن ها روبرو شوند و سپس دانش لازم برای درک مدل علمی صحیح در آن ها احیا شود. این فرایند مستلزم آن است که معلمان موارد زیر را در نظر داشته باشند:

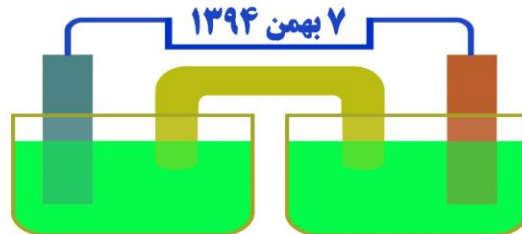
- کج فهمی های دانش آموزان را شناسایی کنند.
- موقعیتی را فراهم سازند که دانش آموزان با کج فهمی های خود روبرو شوند.
- براساس مدل علمی به دانش آموزان در نوسازی و درونی کردن دانش خود کمک کنند. [۲۲]

شناسایی کج فهمی ها

شناسایی کج فهمی ها، قبل از اصلاح آن ها ضروری است. فهرستی از کج فهمی های متداول توسط محققان و معلمان گرد آوری شده است. همچنین برخی از انجمن های رسمی به منظور تشخیص کج فهمی های دانش آموزان، چندین آزمون مفهومی تولید کرده اند. بحث در گروه های کوچک و بحث های کلاسی نیز می توانند در شناسایی کج فهمی ها موثر باشند. تمرین و کوشش به هر معلم می آموزد که می تواند با گوش دادن ساده، چهارچوب ادراکی یک دانش آموز را بدون توسل به زور یا برآشفته و خجالت زده کردن وی مورد بررسی قرار دهد. ارزشیابی های تشریحی که در آن ها از دانش آموزان خواسته می شود دلیل پاسخ خود را توضیح دهند ابزار مفیدی برای شناسایی کج فهمی ها هستند. لزومی ندارد این ارزیابی ها و بحث ها برای کسب نمره باشد بلکه می تواند به عنوان قسمتی از فرایند یادگیری در مشخص شدن نوع تفکر دانش آموز و چگونگی شکل گیری آن، مورد استفاده قرار گیرد.

کمک به دانش آموزان برای روبه رو شدن با کج فهمی ها

بررسی و بازبینی کج فهمی های احتمالی در باره ی یک مطلب قبل از طرح آن در کلاس مفید است. همچنین استفاده از پرسش و بحث کلاسی در هنگام تدریس، به شناسایی کج فهمی های بیشتر کمک می کند. دانش آموزان تصورات از پیش شکل گرفته متنوعی دارند بنابراین به توضیحات و پاسخ های آن ها باید به دقت گوش داد. به منظور تسهیل روند شناسایی، می توان از آن ها خواست که برای توضیحات خود شواهدی ارائه کنند یا می توان مفاهیم مشکل یا بد فهمیده شده را مجدداً چند روز بعد مرور کرد. کج فهمی ها غالباً پایداری زیادی دارند و گاهی تقویت نیز می شوند. اهمیت و دوام این موانع در مقابل درک درست و واقعی یک مطلب را نباید ناچیز شمرد. بسیاری از کج فهمی ها هنگام توضیح دانش آموز در مورد مطلب خاصی، آشکار می شوند. برای مثال می توان هنگام تدریس ساختار اتم و قبل از نوشتن مدل اتمی روی تابلو از دانش آموز بخواهیم یک اتم را رسم کند سپس با مشارکت دیگر دانش آموزان کلاس و بررسی پاسخ های آنان، مدل های قبلی موجود در ذهن را شناسایی و از آن ها برای ارائه موارد تکمیلی مدل جدید استفاده کرد.



کمک به دانش آموزان جهت غلبه بر کج فهمی ها

راهبردهای کمک به دانش آموزان برای غلبه بر کج فهمی هایشان باید براساس تحقیقات انجام گرفته در مورد چگونگی یادگیری باشد. ایجاد نقشه های مفهومی توسط دانش آموزان راهی است که مشخص می کند آیا دانش آموزان در حال تشکیل یا دوباره سازی چهارچوب درستی برای دانستنی های جدید خود هستند یا نه؟

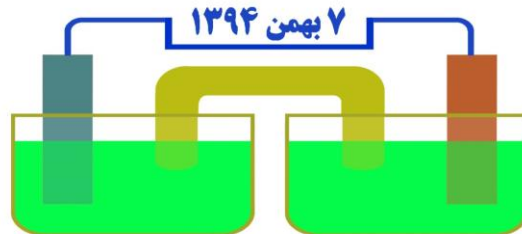
این رویکرد اولین بار توسط نواک در ۱۹۹۴ ارایه شد. با این روش دانش آموزان ایجاد تصور درست و چگونگی برقراری ارتباط بین چند مفهوم را می آموزند. سودمندی نقشه های مفهومی بستگی به وضعیت آموزشی دارد، به طوری که باسیلی و سنفورد^{liv} در سال ۱۹۹۱ گزارش کرده اند که مشارکت گروهی در تکالیف مفهومی، به دانشجویان در برطرف کردن کج فهمی های آن ها در شیمی کمک زیادی کرده است. [۱۹]

نکات قابل توجه هنگام تدریس برای جلوگیری از کج فهمی ها

- ۱- هنگام تدریس علاوه بر استفاده از بیان شفاهی از عکس و نمودار نیز استفاده شود.
- ۲- معلم باید از ضمایر دوری کرده و به جای آن ها از اسم خاص استفاده کند .
- ۳- قبل از توضیح یک موضوع یا یک مسئله، مشخص شود که نقطه ابهام ذهنی دانش آموز کجا است؟ این کار باعث جویی در وقت و زمان شده و نیازی به توضیح موارد روشن نخواهد بود و نقطه شروع واقعی مساله را مشخص می کند.
- ۴- هر بار باید قسمت کوتاهی از یک موضوع توضیح داده شود و اطمینان حاصل گردد که تمام مطالب توضیح داده شده را همه فهمیده اند. برای اطمینان از این موضوع معلم می تواند بپرسد: «آیا مطلب را درک کردید؟» در صورتی که جواب رضایت بخشی دریافت نکنند باید درس را تکرار کند و با طرح سوالی در رابطه با مطلب مورد بحث، از فراگیری آن توسط دانش آموزان اطمینان حاصل کند.
- ۵- معلم باید پاسخ پرسشی را که نمی داند در منابع پیدا کند. اگر کتاب حل تمرین یا هر منبع دیگری که بتواند جواب را مشخص کند در دسترس دارد فوراً به آن نگاه کند در غیر این صورت در زمان دیگری به آن مراجعه نماید. معلم نباید همه چیز را بداند بلکه انتظار می رود که سرانجام جواب هر چیزی را پیدا کند.
- ۶- وقتی دانش آموزی سوال معینی را می پرسد، سعی کند بدون پرداختن به موضوعات پس زمینه ای به او جواب دهد. به طور مثال اگر دانش آموزی از معلم خواست پیوند هیدروژنی را توضیح دهد، با ساختار اتم شروع نکند. فرض کند که دانش آموز الکترون ها و پیوند کووالانسی را می شناسد و از این ها جلوتر برود.

تحقیقات انجام گرفته در زمینه کج فهمی ها در یادگیری الکتروشیمی

تحقیقات انجام گرفته در چندین کشور از جمله: انگلستان [۱۵] ، آمریکای شمالی [۱۶] ، استرالیا [۱۷] و هلند [۱۸] نشان داده است که دانش آموزان و معلمان این کشورها الکتروشیمی را از جمله مشکل ترین موضوعات شیمی دانسته اند. دانش آموزان و معلمان در یادگیری مباحث الکتروشیمی به ویژه مبحث مربوط به سلول های الکتروشیمیایی مشکل داشته و کج فهمی هایی در این مورد از خود نشان داده اند. تحقیقات صورت گرفته نشان داده است که دوره های پیشرفته دانشگاهی نیز موجب برطرف شدن کج فهمی ها نمی شود و حتی بر ماندگاری و پایداری آنها در دوره های بالاتر تحصیل، افزوده شده است. کج فهمی های شناسایی شده در حوزه



الکتروشیمی را بر اساس مقاله های پژوهشی، می توان به صورت زیر دسته بندی کرد.

کج فهمی ها در یادگیری سلول های گالوانی

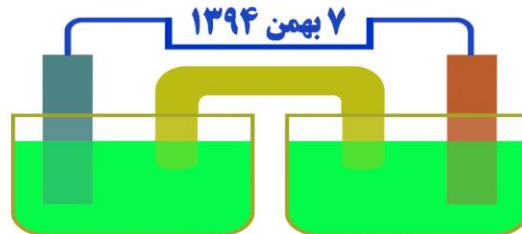
- ۱- الکترودی که پتانسیل کاهش بزرگ تری دارد، آند است.
- ۲- فلزاتی که پتانسیل کاهش بزرگ تری دارند فعالیت شیمیایی بیشتری دارند.
- ۳- شناسایی آند و کاتد به مکان فیزیکی نیم سلول بستگی دارد.
- ۴- آند مانند آنیون ها همیشه بار منفی و کاتد مانند کاتیون ها همیشه بار مثبت دارد.
- ۵- صفر بودن E° کاهش $H_2(1 \text{ atm})/H^+(1 \text{ M})$ به علت ماهیت شیمیایی H^+ و H_2 است.
- ۶- برای مقایسه قدرت الکترون دهی الکترودها نیازی به استاندارد بودن نیم سلول ها نیست.
- ۷- پتانسیل نیم سلول ها دارای ماهیت مطلق بوده و می توان از آن ها برای پیش گویی خود به خودی بودن واکنش نیم سلول ها استفاده کرد.
- ۸- الکترون ها از کاتد وارد محلول می شوند، از میان محلول و پل نمکی عبور می کنند، در آند از محلول بیرون می آیند تا مدار کامل شود.
- ۹- آنیون ها در الکترولیت و در پل نمکی الکترون ها را از کاتد به آند انتقال می دهند .
- ۱۰- در پل نمکی و الکترولیت کاتیون ها، الکترون ها را از کاتد به آند منتقل می کنند .

کج فهمی ها در یادگیری سلول های الکترولیتی

- ۱- در سلول های الکترولیتی، جهت ولتاژ اعمال شده تاثیری روی واکنش یا مکان آند و کاتد ندارد.
- ۲- اگر از الکترودهای خنثی استفاده شود هیچ واکنشی رخ نمی دهد.
- ۳- در سلول های الکترولیتی اکسایش در کاتد و کاهش در آند صورت می گیرد.
- ۴- در سلول های الکترولیتی با الکترودهای مشابه، در هر دو الکترودها یک نوع واکنش صورت می گیرد.
- ۵- در سلول های الکترولیتی آب نسبت به اکسایش یا کاهش غیر فعال است.
- ۶- هنگام پیشگویی یک واکنش الکترولیتی، واکنش های نیم سلول ها قبل از ترکیب کردن وارونه می شوند.
- ۷- پتانسیل محاسبه شده برای سلول های الکترولیتی می تواند مثبت باشد.
- ۸- هیچ رابطه ای بین پتانسیل محاسبه شده برای سلول و میزان ولتاژ اعمال شده وجود ندارد.
- ۹- الکترودهای خنثی می توانند اکسایش یا کاهش یابند.
- ۱۰- وقتی تعداد نیم واکنش های اکسایش یا کاهش ممکن، دوتا یا بیشتر باشد راهی برای این که تعیین کنیم کدامیک انجام می شوند وجود ندارد .

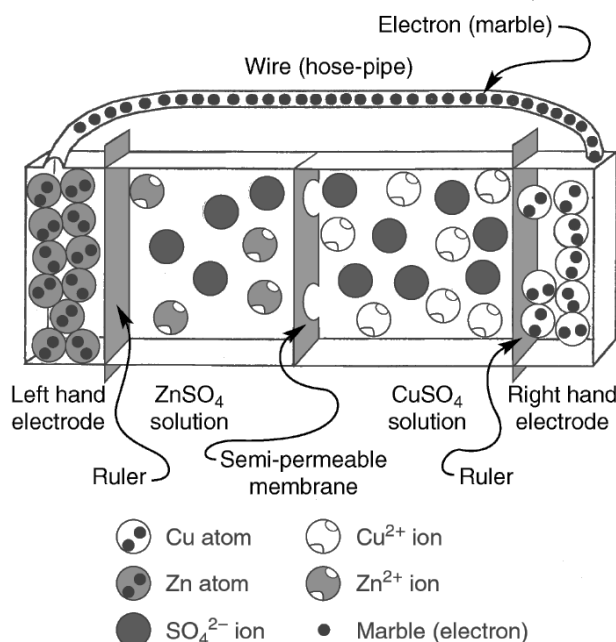
کج فهمی ها در یادگیری سلول های غلظتی

- ۱- جهت جریان در سلول های غلظتی بستگی به غلظت نسبی یون ها ندارد .
- ۲- فرآورده های تولید شده در واکنش غیر مستقیم سلول های الکتروشیمیایی با آن هایی که در واکنش مستقیم از مواد شروع کننده بدست می آیند متفاوت هستند.
- ۳- پتانسیل در سلول های غلظتی به غلظت نسبی یون ها بستگی ندارد .
- ۴- چون هیچ واکنش اساسی در سلول های غلظتی صورت نمی گیرد بنابراین بهره واکنش را نمی توان حساب کرد.



اصلاح تصورات غلط شناخته شده در الکتروشیمی با استفاده از یک مدل آموزشی

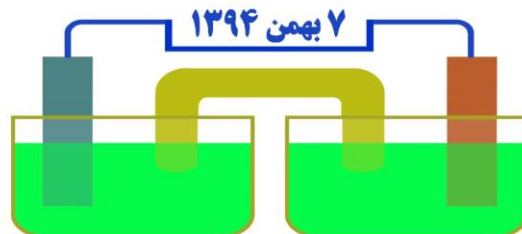
مدلی توسط پنه لوپه ان هادل و همکارانش^{۱،۷} برای آموزش موارد مهم الکتروشیمی که یادگیریشان برای دانش آموزان مشکل است به کار گرفته شده است. به گفته این نویسندگان در این مدل ابتدا به جای پل نمکی از یک غشاء نیمه تراوا برای تکمیل مدار و نشان دادن خنثی باقی ماندن سلول از نظر الکتریکی استفاده شده است زیرا درک کار کردن با غشاء نیمه تراوا برای دانش آموزان نسبت به پل نمک (حاوی یون های متفاوت با یون های موجود در الکترولیت) بسیار آسانتر است. هنگامی که دانش آموزان مفهوم خنثی باقی ماندن الکتریکی در یک سلول مجهز به غشاء نیمه تراوا را درک کردند، می توان پل نمک را معرفی کرد. این مدل همانطور که در شکل نشان داده شده شامل دو جعبه متصل به هم است (شکل ۲).



شکل ۲- مدلی برای آموزش الکتروشیمی

هنگام توصیف مدل باید موارد زیر به دانش آموزان گفته شود:

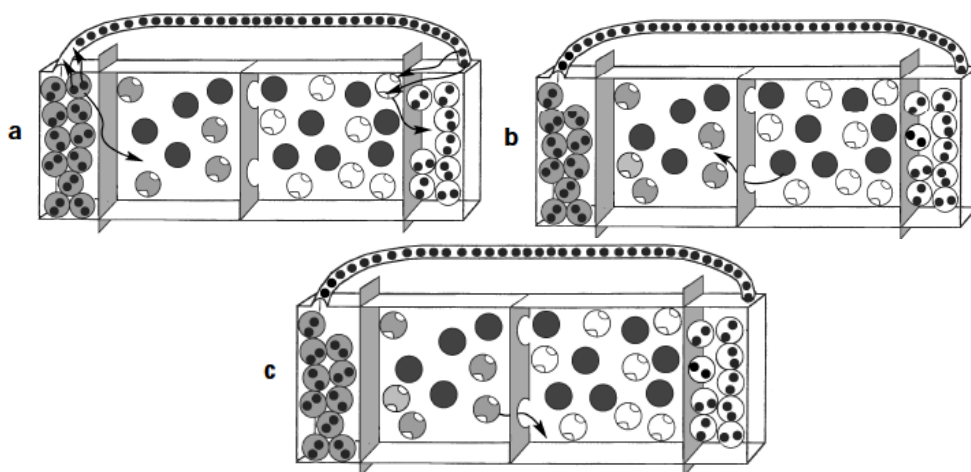
- توپ پلی استایرن، بسته به رنگی که دارند، نشان دهنده یون های روی، مس، و یا سولفات می باشند. در طبیعت، اتم ها و یون های منفرد رنگی نیستند-رنگ های مورد استفاده تنها برای شناسایی اتم ها یا یون های مختلف است.
- تپله ها نشان دهنده الکترون ها هستند.
- هنگامی که دو تپله را به فرورفتگی های یک توپ پلی استایرن وارد می شود، "کاتیون" را به یک "اتم"، تبدیل می کند، یعنی $Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu$.
- هنگامی که دو تپله از فرورفتگی های یک توپ پلی استایرن حذف شود، "اتم" به یک "کاتیون" تبدیل شده است.



- در طبیعت، اگر چه قطر اتم و یون روی و مس تقریباً برابر است ($\sim 120 \text{ pm}$)، یون سولفات به میزان قابل ملاحظه ای بزرگتر است ($\sim 200 \text{ pm}$). همچنین، کاتیونهای Cu^{2+} و Zn^{2+} از اتمهای مس و روی کوچکتر هستند.
- هیچ مولکول های آب نشان داده نشده است. اگر غلظت محلول در آغاز 1.0 مول بر لیتر باشد، پس 55 مولکول آب می شود به ازای هر یون مس و سولفات نیاز است. در یک وضعیت واقعی تعداد یونهای موجود بسیار زیاد است برای سادگی تنها چند مورد از هر ذره نشان داده شده است.
- در این مدل، کاتد در سمت راست قرار داده شده است در حالی که می تواند در هر دو طرف قرار داشته باشد.

کارکردن با مدل

یک اتم روی از الکتروود روی گرفته می شود. دو الکترون ظرفیتی (تیله) آن برداشته می شود و در سیم رسانا (شیلنگ) قرار داده می شوند. کاتیون روی ایجاد شده در محفظه محلول در سمت چپ قرار می گیرد. سپس دو الکترون (تیله) از شیلنگ در الکتروود مس برداشته می شود و در کاتیون مسی که از محلول سمت راست برداشته شده است قرار می گیرد. اتم مس به دست آمده در محفظه الکتروود مس قرار می گیرد (شکل a ۳).

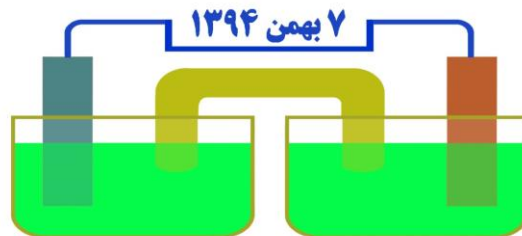


شکل ۳- نحوه عملکرد مدل

سپس توجه دانش آموزان را به این واقعیت جلب می کنیم که در حال حاضر در محلول سمت چپ پنج کاتیون روی و تنها چهار یون سولفات وجود دارد در حالی که در محلول سمت راست شش یون مس و هفت یون سولفات وجود دارد. برای خنثی شدن الکتریکی دوباره باید یک یون سولفات از طریق غشاء نیمه تراوا از راست به چپ برود (شکل b ۳) و یا یک کاتیون روی از این طریق در جهت مخالف حرکت کند (شکل c ۲). در هر دو فرایند خنثی شدن الکتریکی دوباره برقرار می شود. ناظران متوجه می شوند که انتقال بار در محلول توسط یون ها از طریق غشاء نیمه تراوا است، در هیچ زمانی تیله ها (الکترونهای ظرفیتی) در محفظه الکتروود دیده نمی شوند. این مهاجرت یون ها می تواند از طریق یک پل نمکی نیز باشد. در هر صورت، راهی است که موجب می شود هر دو محلول از نظر بار الکتریکی خنثی باقی بمانند.

از جمله ویژگی های ضروری، میدان عمل و محدودیت های مدل که نویسندگان به آن اشاره کرده اند این است که دانش آموزان به موارد زیر اشاره کرده اند:

۱. هیچ الکترونی (تیله) در محلول دیده نمی شود، بلکه فقط از طریق سیم رسانا خارجی (شیلنگ) بین محفظه ها جا به جا می



شوند.

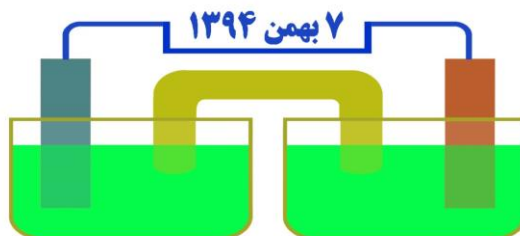
۲. یک الکتروود (روی) کوچکتر می شود در حالی که یکی دیگر (مس) اندازه اش بزرگتر می شود.
 ۳. خنثی سازی الکتريکی در محلول بوسیله یون ها برقرار می شود نه حرکت الکترون ها از یک محفظه به محفظه دیگر.
 ۴. هنگام کامل شدن مدار یک جریان کلی بار منفی در یک جهت (و یون های مثبت در جهت مخالف در الکتروولیت) وجود دارد.
 ۵. این مدل را می توان برای توضیح این که چرا باتری تا هنگامی که دیگر هیچ کاتیون مس در سمت راست وجود نداشته باشد کار می کند توسعه یابد. توجه داشته باشید، با این حال، باید توجه داشت که در واقعیت هنگامی که یک باتری از کار می افتد غلظت یون ها خیلی کم است نه این که کاملاً تخلیه شده باشند.
 ۶. همچنین از این مدل می توان برای توضیح سلول های الکتروولیتی و شارژ مجدد باتری ها استفاده کرد.
- با انجام اقدامات مدل در جهت عکس می توان از دست دادن الکترون توسط اتم مس و پذیرش آن ها توسط یونهای روی را نشان داد. طبق تعریف، اکسیداسیون در حال حاضر در الکتروود مس رخ می دهد، بنابراین آند است در حالی که الکتروود روی کاتد می شود. توجه به این واقعیت که در این حالت به یک نیروی خارجی برای هل دادن تپله ها به سمت بالا نیاز است، بنابراین در سلول های الکتروولیتی و زمان شارژ باتری به یک منبع انرژی خارجی نیاز است. محدودیت اصلی این مدل این است که اقدامات متوالی هستند و به طور همزمان نیستند. نکته قوت اصلی این مدل در سادگی آن نهفته است. نویسندگان با اجرای آزمایشی این مدل در یک دبیرستان نشان داده اند که کاربرد این مدل موجب کاهش مفاهیم جایگزین در دانش آموزان شده و به تجسم آنچه در سطح میکروسکوپی در سلول الکتروشیمیایی رخ می دهد کمک میکند. همچنین دانش آموزان آنها نسبت به سال های گذشته به این بخش بیشتر پاسخگو بوده اند.

منابع

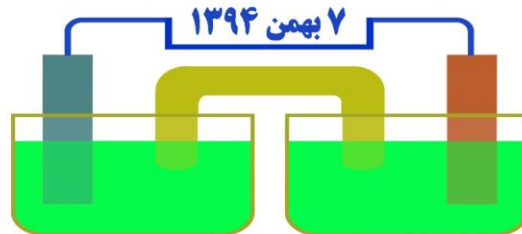
1. Ernst von Glasersfeld (1984) An Introduction to Radical Constructivism.
2. Journal of Chemical Education, 1986, 63, 873-878. CONSTRUCTIVISM: A THEORY OF KNOWLEDGE. George M. Bodner. Department of Chemistry, Purdue .
3. Cracolice, M. S. (2005). How students learn: Knowledge construction in college chemistry courses. In N. J. Pienta, M. M. Cooper, & T. J. Greenbowe (Eds.), *Chemists' guide to effective teaching* (pp. 12-27).
4. von Glasersfeld, E. (1995). *Radical constructivism: A way of knowing and learning*. London & Washington : The Falmer Press
5. Novak, J.D. (2010). *Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Mapas as Facilitative Tools in Schools and Corporations* (2nd Ed.) NY: Routledge.
6. Chi, M. T. H., & Roscoe, R. D. (2002). The process and challenges of conceptual change. In M. Limon & L. Mason (Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice* (pp. 3-27). Dordrecht: Kluwer.
7. Chi, Slotta, & De Leeuw, 1994, Eliciting Self-Explanations Improves Understanding, *COGNITIVE SCIENCE* 18, 439-477 (1994)
8. Strike, K.A., & Posner, G.J. (1992). A revisionist theory of conceptual change. In R. Duschl & R. Hamilton (eds.), *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice* (pp. 147-176). Albany, NY: SUNY Press.
9. Kozma R. and Russell J., (2005), Students becoming chemists: Developing representational competence. In J. K. Gilbert (Ed.), *Visualization in science education* (pp. 121-126). Netherlands: Springer.
10. Johnstone A. H., (1991), Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem *J. Comput. Assist. Learn.*, 7, 75-83.
11. KJ Linenberger, SL Bretz Generating cognitive dissonance in student interviews through multiple representations. *Chemistry Education Research and Practice*, 2012.
12. Resa M. Kelly *, Juliet H. Barrera and Saheed C. Mohamed An Analysis of Undergraduate General Chemistry Students' Misconceptions of the Submicroscopic Level of Precipitation Reactions *J. Chem. Educ.*, 2010, 87 (1), pp 113-118



دومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



13. K. S. Taber , (Chemical misconceptions-prevention, diagnosis and cure : Vol 1: Theoretical background), London, Royal Society of Chemistry , 2002.
14. R. Driver , (The Pupil as Scientist?) Milton Keynes , Open University Press, 1983.
15. M. Bojczuk, School Sci. Rev., 1982, 64, 545.
16. F.N. Finley, J. Stewart and W.L. Yaroch, " Teachers' perceptions of important and difficult science content " Sci.Educ, 1982, 66, 531-538.
17. B. Butts and R. Smith, "What do students perceive as difficult in H.S.C. chemistry?" Aust. Sci. Teachers J., 1987, 32(4), 45-51.
18. O. de Jong, " Characteristics of Chemistry Education in Research in Europe: A Three-Context View" , Paper presented at the Third Conference on Research in Chemical Education, Lublin-Kazimierz, Poland, September 1995.
19. P.A. Basili , J.P. Sanford , " Conceptual change strategies and cooperative group work in chemistry", Journal of Research in Science Teaching , 1991, 28, 293-304.
20. Penelope Ann Huddle and Margaret Dawn White, Using a Teaching Model to Correct Known Misconceptions in Electrochemistry, Journal of Chemical Education • Vol. 77 No. 1 January 2000.



روش های تدریس الکتروشیمی

پری بیرامی^۱، محبوبه زین الدین بیدمشکی^۲
دبیرخانه راهبری شیمی کشور

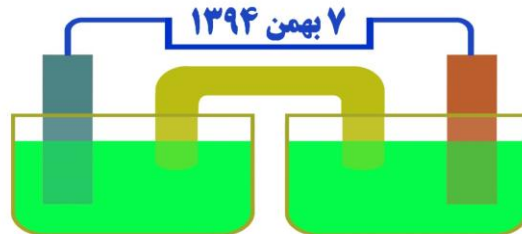
1. pbeirami@yahoo.com, 2. zbidmeshki@gmail.com

الکتروشیمی به دلیل پیچیدگی در ساختار و در بر داشتن مفاهیم انتزاعی فراوان از جمله موضوعات مهم شیمی است که هم از جهت آموزش از سوی دبیران و هم از نظر درک و یادگیری از سوی دانش آموزان از جمله مباحث سخت، رده بندی شده است. انتزاعی بودن مفاهیم مطرح در الکتروشیمی و استفاده از زبان محاوره در تدریس توسط معلمان، دو دلیل عمده دشواری یادگیری شیمی در فراگیران می باشد. بکارگیری روش های تدریس گوناگون در مقابل روش تدریس سنتی از جمله راهکارهای ارائه شده جهت رفع سوء تعبیرها و کج فهمی های شکل گرفته در آموزش و یادگیری الکتروشیمی است. همچنین بهره گیری از انیمیشن ها، یادگیری به کمک کامپیوتر، یادگیری های مشارکتی، استفاده از مدل و مدلسازی، روش تغییر مفهومی و از جمله راهکارهای پژوهشگران برای یادگیری الکتروشیمی است که از بوته آزمایش سربلند بیرون آمده اند. جمع بندی و بررسی روش های ارائه شده در پژوهش های پیشین نشان می دهد ساختار و ویژگی مباحث الکترو شیمی به گونه ای است که تدریس آن ها به شیوه سنتی سبب ایجاد کج فهمی های زیادی می شود و معلمان باید ضمن تکیه بر دانش قبلی، دانش آموزان را در جهت ساخت فعالانه دانش و مفاهیم نو هدایت کنند و با درگیر کردن فراگیران در مسایل و چالش های محلی و ملی مرتبط با الکتروشیمی در قالب فعالیت های گروهی، ضمن تشویق دانش آموز به حل مساله او را به یادگیری مفاهیم الکتروشیمی مورد نیاز ترغیب نمایند. به طور کلی، انتخاب روش تدریس مناسب در الکتروشیمی، یادگیری های مفهومی را جایگزین یادگیری های الگوریتمی خواهد کرد. علاقه مندی به استفاده از روش تغییر مفهومی در تدریس شیمی و الکتروشیمی مورد توجه چشمگیر محققان قرار گرفته است؛ روشی که بر درک مفاهیم الکتروشیمی توسط فراگیران تاثیر قابل ملاحظه ای دارد. در هر حال رایج موفق راهبردهای تدریس الکتروشیمی به معلمانی نیاز دارد که تمایل و توانایی ایجاد تغییرات را در خود می بینند. مسلم است گسترش توانایی معلمان در ایجاد شرایط یادگیری مناسب در تدریس الکتروشیمی و رفع کج فهمی های رایج، بسیار راه گشا خواهد بود.

کلیدواژه ها الکتروشیمی، روش تدریس فعال، مفاهیم انتزاعی، یادگیری مفهومی، تغییر مفهومی

مقدمه

درس شیمی در میان دانش آموزان سنین مختلف در بسیاری از کشورها، درسی دشوار تلقی می شود. در این میان الکتروشیمی به دلیل پیچیدگی در ساختار و دربرداشتن مفاهیم انتزاعی فراوان از جمله موضوعات مهم شیمی است که هم از جهت آموزش از سوی دبیران و هم از نظر درک و یادگیری از سوی دانش آموزان درلیست مباحث سخت رده بندی شده است [۱]. از طرفی بدلیل کاربرد وسیع این بخش از شیمی در زندگی روزانه، اهمیت آن در اقتصاد و کاهش هزینه کشورها و هم به جهت ارتباط تنگاتنگی که با سایر موضوعات شیمی و همچنین علوم دیگر دارد، توجه ویژه ای را می طلبد.



انتزاعی بودن مفاهیم مطرح در الکتروشیمی و استفاده از زبان محاوره در تدریس توسط معلمان، دو دلیل عمده دشواری یادگیری شیمی در فراگیران می باشد. استفاده از بیانی که در زندگی روزمره و در همه زمینه ها به کار می رود در تدریس علوم و به خصوص مفاهیم دشوار، معانی متعددی را در ذهن تداعی می کند و مانعی برای یادگیری محسوب می شود. این نحوه استفاده از زبان، بدفهمی هایی را در درک مفاهیم انتزاعی به وجود می آورد که در مقابل جایگزینی، بسیار مقاوم عمل می کنند. از سوی دیگر باورهای غلط دانش آموزان بر یادگیری مفاهیم نو نیز تاثیر گذار است. اگر فراگیران بر پیچیدگی و دشواری یک مفهوم باور داشته باشند این مطلب در عملکرد و یادگیری آنها تاثیر سوء خواهد گذاشت [۲].

همچنین تعدد و گوناگونی تعاریف در یک مفهوم در متون علمی مختلف یا ارائه روند تاریخی تغییر و شکل گیری یک مفهوم، مانند ارائه تعاریف گوناگون اکسایش و کاهش در گذر زمان که در متون الکتروشیمی دبیرستان آمده است، سردرگمی دانش آموز در یادگیری را به دنبال خواهد داشت [۳].

روشن است تعداد کج فهمی های رخ داده در روند یادگیری موضوعات ذهنی و دشوار، نسبت به مطالب ساده تر بیشتر است؛ کج فهمی هایی که سد راه یادگیری و دستیابی به مفاهیم علمی خواهند شد. به همین دلیل در ۲۵ سال گذشته بیشتر پژوهش ها در حوزه علم شیمی بر روی اندازه گیری کج فهمی ها بخصوص پیرامون موضوعات دشوار درسی مثل الکتروشیمی متمرکز شده است و در این زمینه نکاتی چون ناکافی بودن دانش پیش نیاز، تفسیر نادرست و چندگانه دانش آموزان از زبان، استفاده از روش های الگوریتمی و نه مفهومی، تکرار از روی عادت در پرداختن به مسائل و عدم توجه به درک عمیق و تحلیل مساله از جمله مسائلی است که دانش آموزان در حوزه آموزش الکتروشیمی با آن درگیرند [۴].

استفاده از روش های تدریس گوناگون در مقابل روش تدریس سنتی از جمله راهکارهای ارائه شده جهت رفع سوء تعبیرها و کج فهمی های شکل گرفته در آموزش و یادگیری الکتروشیمی می باشد استفاده از انیمیشن، یادگیری به کمک کامپیوتر، یادگیری های مشارکتی و استفاده از مدل و مدلسازی، روش تغییر مفهومی و ... از جمله راهکارهای پژوهشگران برای یادگیری الکتروشیمی است که از بوته آزمایش سربلند بیرون آمده اند.

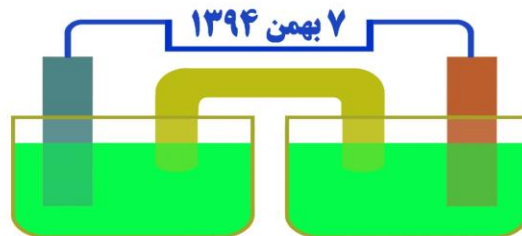
در این میان توجه و علاقه به استفاده از روش تغییر مفهومی در تدریس شیمی و الکتروشیمی در میان محققان چشمگیرتر است. روشی که بر درک مفاهیم الکتروشیمی توسط فراگیران تاثیر قابل ملاحظه ای دارد [۵].

الگوی تغییر مفهومی $C.C.M^{lvi}$ الگویی است که پیش زمینه ذهنی دانش آموزان را در مورد یک مفهوم به چالش می کشد و فرایندی است که موجب تغییر مفهوم در یادگیرنده می شود. این روش سعی دارد به معلمان کمک کند که برنامه درسی خود را بر اساس دانسته های دانش آموزان طراحی کنند و با ایجاد موقعیت جدید و ایجاد چالش، اطلاعات جدید را ارائه دهند. فعال بودن دانش آموزان در فرایند یادگیری و مشارکت آنان در آموزش سبب دست یابی به درک عمیق تر می شود [۶].

در هر حال نوع روش تدریس مناسب برای یک مفهوم یا موضوع آموزشی براساس محتوا و ماهیت موضوع، متون درسی، سن، پایه تحصیلی، شرایط ویژه حاکم بر آموزش و انتظارات آموزشی متفاوت است، به هر حال می توان با بررسی روشهای پیشنهادی و آزموده شده در تدریس الکتروشیمی به نکات مهم و کاربردی در این زمینه دست یافت. در این مقاله با بررسی روش های تدریس در آموزش الکتروشیمی در مطالعات و پژوهش های پیشین، به جمع بندی و تحلیل مختصر آنها خواهیم پرداخت. با این چشم داشت که سهم اندکی در تدریس بهتر و عمیق تر این موضوع درسی داشته باشیم.

روش های تدریس ارائه شده در الکتروشیمی

۱- استفاده از یک مدل آموزشی در تصحیح کج فهمی های شناخته شده در الکتروشیمی



در سال ۲۰۰۰ میلادی Ann Huddle و Down White کاربرد مدل را در تدریس مفاهیمی که وجود کج فهمی در آن محرز شده بود مورد بررسی قرار دادند و تاکید کردند به دلیل ذهنی بودن مفاهیم الکتروشیمی و با تاکید بر پژوهش های پیشین، استفاده از آنالوگ ها به صورت مدل های عینی و ملموس هنگام تدریس مفید خواهد بود. آنها مدلی را برای تدریس و درک بهتر عملکرد سلول گالوانی Zn-Cu معرفی کردند و کارکرد مدل را در سطح دبیرستان و دانشگاه آزمودند. نتایج نشان داد که مدل به دانش آموزان در درک مفاهیم انتزاعی و تجسم رویدادهایی که در مقیاس میکروسکوپی در سلول های الکتروشیمیایی رخ می دهد کمک کرده و داده های آماری، بهبود کج فهمی ها را پس از کاربرد مدل گزارش می دهند. از میان ۱۲۷ دانش آموز مورد آزمایش، تنها یک نفر کج فهمی موجود در حرکت ذره باردار در پل نمکی را دوباره تکرار کرد. پژوهشگران اعلام کردند هر چند ممکن است ایجاد تغییر در درک موضوع درسی با به کار بردن مدل به میزان اندک باشد اما بهر حال مدل، دانش آموز را برای یادگیری مفاهیم مشکل آماده تر و مشتاق تر می کند. البته مدل شاید نتواند همه مشکلات یادگیری را رفع کند، اما در مواردی که نتوان از تکنولوژی رایانه برای نمایش انیمیشن به عنوان ابزاری برای درک بهتر تغییرات در مقیاس میکروسکوپی استفاده کرد، مدل ابزار کمکی خوبی خواهد بود [۲].

۲- تغییر مفهومی در درک الکتروشیمی در دانش آموزان پایه دوازدهم با فعالیت های مدل سازی

در این پژوهش، محققان تایوانی (Shiao-Lon chung و Mei-Hungchio)، درک و تحلیل دانش آموزان از نحوه عمل، و ماهیت باتری ها را قبل و بعد از مدل سازی مورد بررسی قرار دادند و دریافتند دانش آموزانی که به روش تغییر مفهومی به ساخت مدل پرداخته و در گروه های کوچک بحث و مبادله نظر انجام داده بودند نسبت به دانش آموزانی که به روش سنتی آموزش دیده بودند عملکرد بهتری داشته و مدل ذهنی آنها اصلاح شده و درکشان از مکانیسم و عملکرد باتری و عوامل موثر بر ولتاژ آن به طور عمیقی افزایش یافته بود [۷].

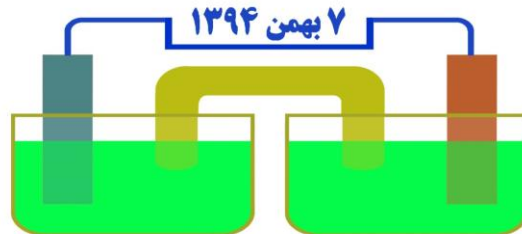
۳- توسعه فعالیت های آزمایشگاهی در مورد سلول های الکتروشیمی به کمک مدل یادگیری ساختن گرای (ΔE) برای تدریس و بهبود مهارت های فرآیندی

این مطالعه در ترکیه انجام شده و هدف آنها برنامه ریزی یک فعالیت آزمایشی مبتنی بر مدل تدریس (ΔE) است که با انیمیشن های کامپیوتری، متون مبتنی بر تغییر مفهومی، برگه های کار و فعالیت های دست ورزی غنی و پربار شده است. محققان در پی برطرف کردن کج فهمی های رایج در یادگیری الکتروشیمی در زمینه سلول های الکتروشیمیایی بودند و در مطالعات مقدماتی دریافتند که اجرای این روش بر میزان انگیزه یادگیری دانش آموزان می افزاید و آنها را در فرآیند یادگیری فعال نگاه می دارد [۱].

مقایسه درک مفهومی دانش آموزان از سلول های گالوانیک پیش و پس از اجرای آزمایش هایی در مقیاس کوچک با ابزارهای کوچک در ۲۰۱۵ توسط Suksri Supasom نیز انجام شده است، ارائه آزمایش ها براساس متد (ΔE) بوده و نمرات پیش آزمون و پس آزمون تفاوت معنی داری داشتند که به معنی افزایش درک مفهومی دانش آموزان از الکتروشیمی و تاثیر مثبت به کارگیری فعالیت های آزمایشی در مقیاس کوچک می باشد.

۴- تاثیر راهبردهای یادگیری مشارکتی بر درک مفاهیم الکتروشیمی در دانش آموزان

این پژوهش در آغاز ترم دوم بر روی ۴۱ نفر از دانش آموزان پایه ۱۱ در ترکیه توسط BURCIN ACAR and LEMAN TARHAN انجام شد. پس از اجرای پیش آزمون (مطالبی از ترم گذشته) به صورت کتبی و مصاحبه شفاهی، هر دو کلاس اشتباهات یکسان و متداول را در درک الکتروشیمی نشان دادند. سپس این افراد به صورت تصادفی به دو گروه آزمون و کنترل تقسیم شدند. در گروه کنترل معلم به روش سنتی به رفع مشکلات دانش آموزان در مورد مفاهیم الکتروشیمی پرداخت و همان معلم در کلاس دیگر به روش یادگیری مشارکتی با دانش آموزان تعامل داشت. دانش آموزان در گروه های ۵ نفره دسته بندی شده و قوانین گروه توسط معلم (که قبلا آموزش دیده بود) به دانش آموزان تفهیم شد. روش های به کار گرفته شده در گروه آزمون،



استفاده از انیمیشن های کامپیوتری، بارش مغزی، آزمایش های گروهی به همراه ارایه مثال هایی از زندگی روزمره و ... بود. در پایان دوره (که تقریباً یک دوره اصلاحی برای رفع کج فهمی ها بود) پیشرفت نمره در گروه آزمون به مراتب بیشتر بود. ضمن اینکه مصاحبه با آن ها نشان داد که دانش آموزان این روش را بسیار پسندیده اند و تمایل دارند همیشه دبیران به این روش به آن ها آموزش دهند؛ همچنین انگیزه آن ها برای یادگیری افزایش یافته و اعتقاد داشتند الکتروشیمی را بسیار بیشتر از کتاب آموخته اند. در ضمن مهارت های اجتماعی آن ها بهبود یافته و اشتباهات یادگیری آن ها بسیار بهتر از گروه کنترل برطرف شده بود [۴].

۵- تدریس و یادگیری مساله محور در جهت بهبود آموزش الکتروشیمی

Ying در سال ۲۰۰۳ ضمن تحلیل روشهای رایج الکتروشیمی، روش تدریس تلفیقی که عمدتاً مساله محور بود را برای درک بهتر دانش آموزان از الکتروشیمی پیشنهاد کرد. به این معنا که معلم با طرح مشکلات واقعی موجود در جامعه مانند آلودگی هوا و کمبود انرژی، دانش آموزان را با مفاهیم مربوط با این مشکلات و در نتیجه الکتروشیمی درگیر می نماید. البته او برای بازگویی قواعد الکتروشیمی، استفاده از روش های دیگری همچون سخنرانی و انجام آزمایش در کنار تشویق دانش آموزان به کارگروهی، را نیز لازم دانسته است.

مؤلف مقاله معتقد است در این روش تلاش دانش آموزان برای حل مساله تمرکز آنها را افزایش می دهد و آنان را به کار گروهی تشویق می کند و ضمن اینکه دانش مربوط به مساله طرح شده را می آموزند، می توانند پلی میان آموخته های خود و دنیای واقعی بزنند. البته برای اجرای بهتر این روش مؤلف توجه به نکات زیر را تاکید می کند .

۱. راهنمایی و هدایت مساله طرح شده به موضوع درس (الکتروشیمی) توسط معلم انجام می گیرد؛ چون مسائل مطرح شده در این حوزه ممکن است پاسخ ها و راه حل های گوناگون داشته باشند، هدایت معلم باید به گونه ای باشد که راه حل های مربوط به الکتروشیمی انتخاب شود .

۲. برای تقویت دانش آموزانی که عملکرد ضعیفی در این شیوه دارند، معلم می تواند از فرصت های پیش آمده برای کمک به آن ها استفاده کرده و با ذکر مثال هایی به دانش آموزان، کاربرد آموخته ها در دنیای واقعی را نشان دهد .

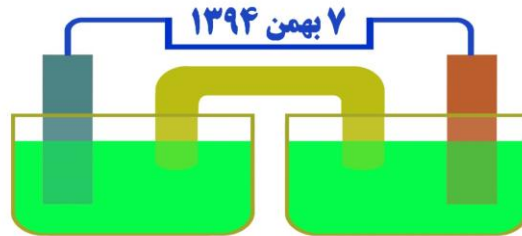
۳. برخی دانش آموزان به طور فردی در انجام این فعالیت ها ناتوان هستند و انتخاب افراد هم گروه باید به گونه ای انجام گیرد که بتوانند به کمک دیگران مهارت حل مساله را بیاموزند .

۴. با آنکه صلاحیت و شایستگی های دانش آموز ارزیابی شده به این روش در حل مساله های واقعی، بیشتر است اما ممکن است دانش آموزان نمره های کمتری نسبت به روش تدریس سنتی داشته باشند، و از آنجا که معمولاً کسب نمره خوب خانواده، اولیای مدرسه و .. را بیشتر راضی می کند بنابراین معلم باید به دقت راهی را بیابد تا عملکرد دانش آموز در آزمون های کتبی افزایش یابد.

مؤلف معتقد است با توجه به سرعت پیشرفت علم، دانشگاه ها و مدارس نمی توانند به تنهایی دانش لازم برای زندگی افراد را تامین کنند. پس دانش آموز یا فراگیر باید به گونه ای تربیت شود که بتواند مهارت های لازم برای خودآموزی و یادگیری مادام العمر را کسب کند. لازم به ذکر است که این یک طرح پیشنهادی برای تدریس بوده و داده های تجربی ندارد [۸].

۶- راهبرد تغییر مفهومی برای تسهیل درک الکتروشیمی در دبیرستان

در سال ۲۰۰۳ در ونزوئلا در یک پژوهش تجربی Mansoor Niaz و Eleazar Chacon دانش آموزان سال دهم را در یک مدرسه عادی به دو گروه کنترل و آزمایش تقسیم کرده و شیوه تدریس متفاوتی برای دو گروه ارائه دادند. در گروه کنترل تدریس به



صورت سنتی انجام شد. در گروه آزمون اما، با ارائه مسائل مفهومی که به شیوه الگوریتمی قابل پاسخگویی نبودند، موقعیت هایی برای دانش آموزان ایجاد شد که آنها را به شدت درگیر مساله کرده و وادار به پاسخگویی کند. شرایطی که به شکل گیری تضادهای شناختی در آنها منجر گردید. نتایج نشان داد که دانش آموزان در حل مسائل مفهومی مشکلات قابل توجهی داشته و تجربیات حاصل از حل مسائل به شیوه الگوریتمی نتوانسته به آنها در حل مسائل مفهومی کمک زیادی بکند. البته رقابت دانش آموزان در بین گروه ها چشمگیر بوده و دانش آموزان حتی در گروه کوچک خود نیز ضمن همکاری و مشارکت به رقیب یکدیگر تبدیل شدند. پس از مصاحبه با هر دو گروه، گروه آزمون از روش تدریس راضی بوده و حتی می پرسیدند چرا دیگران به این روش تدریس نمی کنند و گروه کنترل به دلیل از دست دادن این موقعیت یادگیری معترض بودند. بررسی نمرات پس آزمون دو گروه، تغییرات معنا داری را نشان می داد که بیانگر اثر بخشی راهبرد تغییر مفهوم در تدریس الکتروشیمی است [۵].

۷- درک مفاهیم الکتروشیمی با استفاده از راهبرد POE^{lvi}

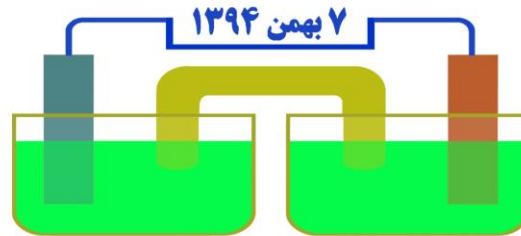
پژوهشی در ۲۰۱۵ با مشارکت دانشجویان سال اول دانشکده آموزش و پرورش ترکیه انجام شد که هدف از آن مطالعه بررسی اثر بخشی راهبرد POE (پیش بینی- مشاهده - تفسیر) در آموزش مفاهیم الکتروشیمی به دانشجویان بود. پژوهش به صورت نیمه تجربی و با استفاده از ۲۰ دانشجو در گروه آزمایش و کنترل اجرا گردید مقایسه نمرات آزمون این دو گروه بیانگر تفاوت معنی داری در عملکرد گروه آزمون بود و در این گروه کج فهمی ها پیرامون مفاهیم الکتروشیمی کمتر مشاهده شد. محققان نتیجه گرفتند که استفاده از استراتژی POE موجب افزایش درک مفهومی خواهد شد [۹]. راهبرد یادگیری POE دارای سه مرحله است:

- ۱- نمایش یک موقعیت فیزیکی که دانش آموزان موظفند تغییر مشخصی را در آن پیش بینی کنند.
 - ۲- وقتی تغییر ویژه (مثلا یک آزمایش) انجام شد از دانش آموزان خواسته می شود آنچه را که مشاهده کرده اند توصیف کنند.
 - ۳- دانش آموز در این مرحله باید با مقایسه پیش بینی های مرحله ۱ خود با مشاهدات مرحله ۲ به تعارض ها پی ببرد.
- این شیوه آموزش توانایی دانش آموزان را در به کارگیری مهارت ها در زندگی روزانه افزایش می دهد و آنان را به مطالعه شیمی علاقمند می کند. به گونه ای که هنگام آموزش، کسالت و خستگی در آنها کمتر دیده می شود. یادگیری به این شیوه پایدارتر و با معناست.

بحث و نتیجه

بر اساس بررسی های انجام گرفته، مبحث الکتروشیمی در بیشتر کشورها در دو بخش عمده اکسایش و کاهش و سلول های الکتروشیمیایی تدریس می شود. از طرفی یافته های پژوهشی بیانگر آن است که در یادگیری زیر مجموعه های هر دو بخش، کج فهمی های بسیاری تاکنون رخ داده است [۳]. بنابراین در بیشتر پژوهش ها پس از اندازه گیری مقدار کج فهمی پیرامون موضوع مورد مطالعه، روش تدریسی ارائه شده و دوباره میزان کج فهمی اندازه گیری شده است و تقریباً در همه موارد، روش های فعال ارائه شده، سبب کم شدن کج فهمی های موجود گردیده است. البته از میان موضوعات الکتروشیمی، سلول های الکتروشیمیایی (از هر نوع) و موارد مربوط به آن از قبیل کاتد، آند، الکتrolیت، پل نمکی و ... بیشتر مورد نظر و توجه پژوهشگران قرار گرفته است و روش های تدریس مختلفی برای تسهیل یادگیری آن، پیشنهاد شده و یا مورد آزمایش قرار گرفته اند. که این امر وجود مشکلات یادگیری بیشتر در این زمینه را تایید می کند.

از جمله روش هایی که برای عینی و یا ملموس ساختن ماهیت و عملکرد سلول های الکتروشیمیایی استفاده شده است کاربرد مدل هاست. مدل ها به عنوان واسطه هایی میان جهان تئوری و تجربی در تدریس الکتروشیمی و رفع مشکلات یادگیری مفید ارزیابی شده اند. مدل یک ابزار ساده و ملموس است که جایگزین مفاهیم ناملموس در علوم می شود [۷]. مدل ها فرصتی فراهم می سازند



که دانش آموزان از اتفاقاتی که در سطح میکروسکوپی در سلول های الکتروشیمیایی می افتد، مطلع شده و انگیزه بیشتری برای یادگیری از خود نشان دهند. نمایش انیمیشن های کامپیوتری نیز در درک مفاهیم انتزاعی و تبدیل آنها به مسائل عینی موثر گزارش شده است [۳].. به نظر می رسد در مواردی که مدل ها محدودیت هایی برای نمایش رویدادهای میکروسکوپی دارند یا تهیه آنها دشوار است، انیمیشن ها می توانند راهگشا باشند.

همچنین آزمایشگاه مجازی در تدریس الکتروشیمی می تواند در جایگاهی معادل آزمایشگاه حقیقی ایفای نقش کند. پژوهش ها در این بخش نشان داده اند که استفاده از آزمایشگاه و فعالیت های دست ورزی در مقایسه با آزمایشگاه مجازی تفاوت چشمگیری در عملکرد دانش آموزان ندارند. اما بطور کلی به کار بردن روش های آزمایشگاهی و فعالیت های دست ورزی و حتی آزمایشگاه مجازی، یادگیری مفهومی را نسبت به روش سنتی تدریس افزایش می دهد [۱۰].

اساس و پایه الگوی تغییر مفهوم (CCM) Conceptual change Method که بیشتر به آن اشاره کردیم، بر ساختن گرای و یا ساخت دانش توسط دانش آموز بنا گردیده است. این روش به تنهایی و یا به صورت تلفیق با روشهای دیگر تدریس، بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در این شیوه، ابتدا دیدگاههای متضاد با دانش قبلی دانش آموز که کج فهمی هایی در آن وجود دارد، ارائه می شود. در این حالت دانش آموز تناقضات را درک کرده و دچار سردرگمی می شود. زمانی که دانش آموز به مفاهیم و شناخت خود از آنها شک کرد بهترین زمان برای ارائه مفهوم جدید و جایگزین مفاهیم قبلی است. این تضادهای شناختی نقش مهمی را در یادگیری پایدار ایفا می کنند [۵]. در واقع برای هرچه بهتر جایگزین شدن مفهوم جدید با دانش قبلی، باید دانش آموز را از وضعیت موجود خود ناراضی کرد، تا زمینه سازی و احساس نیاز برای دریافت مفاهیم جدید انجام شود. همچنین هر چه مفهوم جدید معقول، مفید و باورپذیرتر باشد این جابجایی بهتر انجام می شود [۱۱].

جمع بندی و بررسی روش های ارائه شده در پژوهشهای پیشین نشان می دهد ساختار و ویژگی مباحث الکترو شیمی به گونه ای است که تدریس آن ها به شیوه سنتی سبب ایجاد کج فهمی های زیادی می شود و معلمان باید ضمن تکیه بر دانش قبلی، دانش آموزان را به ساخت فعالانه دانش و مفاهیم ترغیب کنند و با درگیر کردن دانش آموزان در مسایل و چالش های محلی و ملی مرتبط با الکتروشیمی، در قالب فعالیت های گروهی ضمن تشویق دانش آموز به حل مساله تمایل او را به یادگیری مفاهیم الکتروشیمی مورد نیاز افزایش دهند. انتخاب روش تدریس مناسب در الکتروشیمی، یادگیری های مفهومی را جایگزین یادگیری های الگوریتمی خواهد کرد.

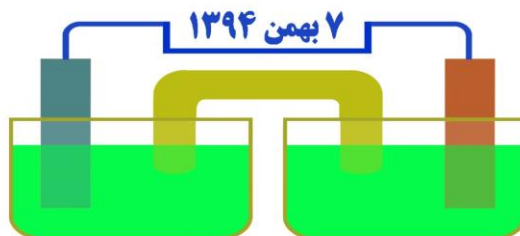
نمایش موفق راهبردهای تدریس الکتروشیمی به معلمانی نیاز دارد که تمایل و توانایی ایجاد تغییرات را در خود می بینند، بنابراین لازم است که معلمان پیش از شروع به کار و هم در طول تدریس با شرکت در کارگاه های علمی مناسب این ویژگی را کسب کنند و هم چنین با افزایش دانش زمینه محور خود در مورد مسایلی که درک آنها در الکتروشیمی دشوار است در ارائه روش های تدریس فعال، آگاهانه تر عمل نمایند. مسلم است گسترش توانایی معلمان در ایجاد شرایط یادگیری مناسب، در تدریس الکتروشیمی و رفع کج فهمی های رایج بسیار راه گشا خواهد بود.

منابع

- 1- Onno De Jong & David Treagust (2003) "The Teaching and Learning of Electrochemistry"- **Chemical Education Springer**, Volume 17 Chapter 14.
- 2- Penelope Ann Huddle* and Margaret Dawn White (2000), "Using a Teaching Model to Correct Known Misconceptions in Electrochemistry", **Journal of Chemical Education**, Vol. 77 No. 1
- 3- Fethiye Karsli & Alipaşa Ayas, "Developing a Laboratory activity on electrochemical cell by using 5E learning model for teaching and improving science process skills", **Western Anatolia Journal of Educational Sciences** Turkey ISSN 1308-8971
- 4- Burcin Acar and Leman Tarhan, (2007), "Effect of cooperative learning strategies on students"



دومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



understanding of concepts in electrochemistry ", **International Journal of Science and Mathematics Education** , Vol.5

5- Mansoor Niaz and Eleazar Chacon, (2003), " A Conceptual Change Teaching Strategy to Facilitate High School Students' Understanding of Electrochemistry", **Journal of Science Education and Technology**, Vol. 12, No. 2,

7- Shiao-Lan Chung, Mei-Hung Chiu, " Conceptual Change in 12th Grade Students Learning Electrochemistry through Modeling Activities"

8- Yu Ying, (2003), " Using problem-based teaching and problem-based learning to improve the teaching of electrochemistry", **The China Papers**,

9- Sevilay Karamustafaoglu, (2015), "Understanding Electrochemistry Concepts using the Predict-Observe-Explain Strategy", **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, vol 11

10- Ian Hawkins and Amy J. Phelps , (2013), " Virtual laboratory vs. traditional laboratory: which is more effective for teaching electrochemistry?", **Chemistry Education Research and Practice**, vol 14

11- Othman Talib, Robert Matthews & Margaret Secombe "Computer-animated instruction and students", **International Education Journal, ERC2004 Special Issue, 2005, 5(5), 29-42.**

۶- عسگری، مریم و اجمدی، فاطمه، (۱۳۹۲) "تعیین میزان اثر بخشی الگوی تغییر مفهومی بر درک مفهومی دانش آموزان در مبحث الکتروشیمیته ساکن"، چهاردهمین کنفرانس آموزش فیزیک دانشگاه فرهنگیان