

طراحی آزمایش‌های ساده و قابل انجام با کم‌ترین امکانات برای تدریس مفاهیم شیمی دبیرستان مدارس کشور

سعادت حیدری^۱، رضا نوری^۲، داریوش شرفی^۳، وحید امانی^۴

دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۲۷ پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۱۰

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، طراحی و انجام آزمایش‌های ساده و قابل انجام با کم‌ترین امکانات برای تدریس مفاهیم شیمی در مدارس کشور است. در این پژوهش تعدادی آزمایش ساده برای تدریس برخی از مفاهیم شیمی کتاب‌های شیمی سال دهم و یازدهم دوره متوسطه دوم طراحی و انجام شده است. طراحی آزمایش‌ها در این پژوهش با استفاده از کم‌ترین امکانات قابل دسترس برای تمام مناطق کشور انجام شده که نشان می‌دهد در محروم‌ترین مناطق کشور که امکانات آزمایشگاهی ندارند نیز می‌توان با انجام آزمایش، شیمی را تدریس کرد و یادگیری دانش‌آموزان را از این طریق بهبود بخشید؛ همچنین به دلیل اهمیت انجام آزمایش‌های شیمی و فعالیت‌های عملی در یادگیری دانش‌آموزان و نیز تربیت دانش‌آموزان خلاق و پژوهش‌گر، نباید دانش‌آموزان را به بهانه نبود امکانات و مواد شیمیایی از این امر ضروری محروم کرد.

کلمات کلیدی: طراحی آزمایش‌های ساده، شیمی دبیرستان، تدریس.

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش شیمی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران.

۲. دبیر شیمی، آموزش و پرورش چالدران، آذربایجان غربی، ایران.

۳. استادیار گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران.

۴. دانشیار گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران. نویسنده مسؤول، v.amani@cfu.ac.ir

مقدمه

همه‌ی پدیده‌های علمی را نمی‌توان به طور مستقیم از طریق حواس مشاهده کرد. پدیده‌های علمی‌ای وجود دارد که می‌تواند علائم حس شده یا شناخته شده باشد، اما به طور مستقیم مشاهده نمی‌شوند. این پدیده، پدیده انتزاعی نامیده می‌شود. به عنوان مثال علائم پدیده جریان الکتریکی می‌تواند حس شده و شناخته شده باشد اما در قالب مفاهیم انتزاعی لازم است که آن‌ها را در تجربیات متنی که برای دانش‌آموزان شناخته شده است مطالعه کرد، مانند چراغ‌های برق یا احساس برق گرفتگی هنگام لمس کردن یک کابل برق باز. برای تسهیل درک دانش‌آموزان به ابزارهایی نیاز است که یکی از آن‌ها ابزار عملی است؛ بنابراین نقش تمرین در آزمایشگاه در کمک به موفقیت فرآیند یادگیری و نتایج آن در مدرسه قابل توجه است. بسیاری از نتایج تحقیق‌ها نشان می‌دهند که فعالیت‌های عملی و آزمایشگاهی در کمک به فرآیندهای تفکر دانش‌آموزان قابل توجه است (ریزواتو^۱ و همکاران، ۲۰۱۹). آزمایشگاه سهم منحصر به فرد و قابل توجهی در یادگیری آموزش علوم دارد. یادگیری دانش‌آموزان در آزمایشگاه، نسبت به دیگر شیوه‌های آموزش از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (راسل و ویور^۲، ۲۰۰۸). آزمایشگاه نه تنها در آموزش علوم نقش مهمی دارد بلکه زمینه انجام انواع کارهای تحقیقاتی و پژوهشی را برای دانش‌آموزان فراهم می‌کند. آزمایشگاه فرصتی را فراهم می‌کند تا دانش‌آموزان در آن‌جا به پرس و جو و تحقیق بپردازند. فعالیت‌های آزمایشگاهی از مدت‌ها قبل نقش مهم و محوری در برنامه درسی علوم داشته است و مریدان علوم پیشنهاد می‌کنند که مزایای بسیاری از درگیر شدن دانش‌آموزان در فعالیت‌های آزمایشگاهی وجود دارد. با گذشت سال‌ها بسیاری معتقدند که علم بدون دانش و تجربیات ارزشمند در آزمایشگاه مدرسه نمی‌تواند برای دانش‌آموزان معنا پیدا کند (هوفستین^۳، ۲۰۰۴). آموزش با استفاده از طراحی آزمایش یکی از مؤلفه‌های اصلی برنامه درسی شیمی است (آگوستین و سیری^۴، ۲۰۱۷). شیمی یک علم مبتنی بر آزمایشگاه است؛ بنابراین یادگیری با انجام آزمایش برای رشد دانش شیمی بسیار مهم است (سویان و فولمر^۵، ۲۰۱۲). معلم نباید محتوای گوناگون درسی را به ذهن دانش‌آموزان منتقل کند، بلکه باید به آن‌ها یاد بدهد که چگونه یاد بگیرند (پالمر^۶، ۲۰۰۳). روش‌های تدریس فعال از جمله کاوشگری و آموزش از طریق طراحی آزمایش و ... می‌تواند ابزارهای مفید جهت نیل به ارتقای اهداف آموزشی باشد و در این میان آموزش از طریق طراحی آزمایش از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (صفوی^۷، ۱۳۹۲). شولمن و تامیر^۸ (۱۹۷۳) در کتاب پژوهش در آموزش، اهداف مهمی را که به دلیل استفاده از آزمایشگاه در کلاس‌های آموزشی علوم تجربی (فیزیک، شیمی، زیست و زمین‌شناسی) حاصل می‌شود را در پنج مورد زیر خلاصه کرده‌اند:

- ۱- کسب مهارت‌هایی مانند: تحقیق، سازمان دادن، دست‌ورزی و ارتباط برقرار کردن
- ۲- آشنایی با مفاهیمی مانند: فرضیه، مدل، تئوری و طبقه‌بندی
- ۳- کسب توانایی‌های شناختی مانند: تفکر انتقادی، حل مسأله، کاربرد، تجزیه و ترکیب
- ۴- درک ماهیت علم مانند: سرمایه‌گذاری علمی، چگونگی کارکردن دانشمندان، وجود تعدد روش‌های علمی و روابط بین علم و تکنولوژی در میان رشته‌های مختلف علوم
- ۵- آشنایی با نگرش‌های مختلف مانند: کنجکاوی، علاقه، ریسک‌پذیری، بی‌طرفی، دقت، اعتماد به نفس، پشتکار، رضایت، مسئولیت، همکاری و تعامل زیاد به معلم.

با توجه به مطالب بیان شده ما به اهمیت انجام آزمایش در تدریس پی می‌بریم. ولی به علت کمبود امکانات و نداشتن آزمایشگاه در اکثر مدارس کشور، برای انجام آزمایش در حین تدریس با مشکل مواجه هستیم. در این پژوهش سعی بر آن شده

^۱ Riswanto

^۲ Russell and Weaver

^۳ Hofstein

^۴ Agustian and Seery

^۵ Sevan and Fulmer

^۶ Palmer

^۷ Shulman and Tamir

است که با استفاده از کم‌ترین امکانات، آزمایش‌هایی طراحی شود که در حین تدریس انجام شده و به یادگیری معنی‌دار دانش-آموزان کمک کند.

بیان مسأله

شیمی علم تجربی و آزمایش‌محور است. فعالیت‌های آزمایشگاهی یکی از ارکان اصلی علوم تجربی به خصوص شیمی به حساب می‌آید. تحقیقات نشان داده است که ۷۵٪ یادگیری از طریق بینایی، ۱۳٪ شنوایی و ۱۲٪ باقی‌مانده از طریق حواس لامسه، بویایی و چشایی صورت می‌گیرد و ضروری است که به این امر توجه لازم معطوف گردد. همچنین از دیدگاه روانشناسی استفاده از وسایل کمک آموزشی نوعی رغبت و علاقه در دانش‌آموزان، جهت یادگیری صحیح و اصولی به وجود می‌آورد بنابراین ضروری است که در جهت استفاده بیشتر و بهینه از وسایل کمک آموزشی راه‌حل‌ها و شیوه‌های مفیدی که بر پایه علمی باشد و براساس تحقیقات علمی صورت گرفته باشد، ارائه داد (سیف، ۱۳۷۹). بدون شک در فعالیت‌های عملی، اجرای آزمایش نقش زیربنایی در درک عمیق مفاهیم دارد و مثال چینی «می‌شنویم، فراموش می‌کنیم، می‌بینیم به یاد می‌آوریم، انجام می‌دهیم، یاد می‌گیریم» به خوبی بیانگر نقش فعالیت‌های عملی است. از طرفی امانی معتقد است که می‌توان از مواد دورریختنی، بدون صرف هیچگونه هزینه‌ای، جهت نگهداری و جلوگیری از هدررفتن مواد شیمیایی در کلیه‌ی آزمایشگاه‌های مدارس کشور استفاده کرد (امانی، ۱۳۸۷).

با توجه به اهمیت کار عملی و آزمایشگاهی، کمبود وسایل و امکانات آزمایشگاهی در بیشتر مدارس کشور به خصوص مناطق محروم، به فکر راه حلی برای برطرف کردن این مشکل بزرگ افتادیم تا با طراحی آزمایش با کم‌ترین امکانات نشان دهیم که می‌توان حتی در محروم‌ترین منطقه از کشور نیز با انجام آزمایش شیمی را تدریس کرد.

پیشینه‌ی پژوهش

مورگیل^۱ و همکارانش (۲۰۰۵) پیرامون آموزش اسیدها و بازها به کمک روش سنتی و روش آزمایش و کار عملی، بر روی دانش‌آموزان پرداخته و بیان کرده‌اند که در روش آزمایشگاهی نتایج بهتری حاصل می‌شود. گاندی^۲ و همکارانش (۲۰۱۶) پیشنهاد کردند که فعالیت‌های آزمایشگاهی می‌توانند دو جنبه را به طور مکرر بهبود ببخشند یعنی توسعه آزمایش و پیشرفت در دانش‌آموزان. ریزواتو و دیوی^۳ (۲۰۱۷) پیشنهاد کردند که یادگیری مبتنی بر آزمایشگاه قادر به بهبود مشکلات علمی دانش‌آموزان می‌باشد و باعث شکل‌گیری شخصیت مسئولیت‌پذیری در دانش‌آموزان می‌شود. شفاهی (۱۳۹۲) در مقاله خود تحت عنوان «مطالعه و آسیب‌شناسی میزان رغبت استفاده از آزمایشگاه شیمی در بین دانش-آموزان استعدادهای درخشان در شهرستان سمنان» بیان می‌کند که مدارس باید فضایی بزرگ و ایمن برای کار آزمایشگاهی داشته باشند در ضمن دبیران محترم باید در این زمینه آموزش و دوره‌های ضمن خدمت دیده باشند. بابایی و همکارانش (۱۳۹۴) در مقاله‌ای تحت عنوان «روش تدریس آزمایشگاهی و نمایشی» به بررسی این دو روش تدریس پرداخته و بیان کردند که انجام آزمایش و فعالیت‌های عملی مناسب، یکی از ضروری‌ترین بخش‌های برنامه درسی است که علاوه بر کمک به درک عمیق مفاهیم و افزایش انگیزه فراگیران در یادگیری، سبب پرورش مهارت‌های کار با ابزار، مواد و وسایل آزمایشگاهی و نیز دستیابی به سطوح بالاتر حیطه‌های شناختی و مهارت‌های کاوشگری و حل مسأله می‌گردد. دهقان‌بنادکی و شایق (۱۳۹۵) در مقاله‌ای تحت عنوان «تأثیر روش تدریس آزمایشگاهی بر میزان یادگیری دانش‌آموزان»، پیرامون روش تدریس آزمایشگاهی توضیحاتی ارائه داده و در مورد محاسن و محدودیت‌های آن توضیح می‌دهند و بیان می‌کنند که آزمایشگاه برای دانش‌آموزان، مشارکت در فعالیت‌های مرتبط با علم و یادگیری را از طریق روش علمی فراهم می‌کند.

^۱ Morgil

^۲ Gandhi

^۳ Riswanto and Dewi

خدائی (۱۳۹۹) در مقاله‌ای تحت عنوان «بهینه‌سازی طراحی برخی آزمایش‌های شیمی و طراحی آزمایش‌های جدید کم هزینه در شیمی» به معرفی انواع فعالیت‌های آزمایشگاهی پرداخته و آزمایش‌هایی مطرح کرده که با کم‌ترین هزینه می‌توان در آموزش شیمی از آن استفاده کرد.

روش پژوهش

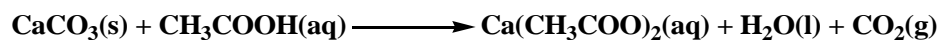
در این پژوهش از روش طراحی آزمایش استفاده شده است. با استفاده از مواد طبیعی و قابل دسترس در همه جا آزمایش‌هایی طراحی و اجرا شد که نشان می‌دهد با امکانات کم هم می‌توان با انجام آزمایش شیمی را تدریس کرد. در این پژوهش برای مفاهیم کتاب‌های شیمی سال دهم و یازدهم آزمایش‌های ساده و جالبی طراحی و انجام شده است.

آزمایش‌های طراحی شده

(۱) تولید گاز کربن دی‌اکسید و باد شدن بادکنک

گاز کربن دی‌اکسید را می‌توان از تجزیه سدیم هیدروژن کربنات تولید نمود. اما می‌توان این گاز را به روش ساده و با سختی موقت موجود در کف کتری و سماور یا همان کلسیم کربنات تهیه نمود. به کمک دانش آموزان مقداری از رسوب‌های کف کتری و سماور جمع‌آوری شده و آن‌ها را خرد کردیم تا سرعت واکنش افزایش یابد. سپس مقداری از آن را درون بطری نوشابه ریخته و مقداری آب بر روی آن‌ها ریخته بعد مقداری سرکه به محلول اضافه کردیم تا گاز کربن دی‌اکسید تولید شود. برای مشاهده این گاز، یک بادکنک خالی را به درب بطری وصل کرده که بادکنک پس از شروع واکنش، شروع به باد شدن کرد (شکل ۱).

در فصل دوم کتاب شیمی پایه یازدهم مبحث عوامل مؤثر بر سرعت واکنش مطرح شده که می‌توان از این آزمایش برای تدریس این مبحث استفاده کرد.



شکل ۱: تولید گاز کربن دی‌اکسید و باد شدن بادکنک در حضور دانش‌آموزان

(۲) تولید باران اسیدی

باران اسیدی وقتی به وجود می‌آید که مقداری از گازهای موجود در هواکره در بخار آب (ابرها) حل شده و pH آب را مقداری کاهش دهد. این گازهای موجود در هواکره شامل گازهای کربن دی‌اکسید، گوگردی‌اکسید و نیتروژن دی‌اکسید است. گاز کربن دی‌اکسید در آب، کربنیک اسید تولید می‌کند.

در این آزمایش ابتدا دو لیوان آب برمی‌داریم و یکی را به عنوان شاهد در نظر می‌گیریم. کربن دی‌اکسید تولیدشده از آزمایش قبل را به وسیله‌ی یک شیلنگ سرم (ست سرم) که آن‌را به درب بطری وصل کرده‌ایم، وارد یکی از لیوان‌ها می‌کنیم تا مقداری از آن در آب حل شود (شکل ۲). برای حل شدن گاز کربن دی‌اکسید در آب، از آب سرد استفاده می‌کنیم؛ چون حلالیت گازها در آب سرد بیشتر است، سپس به هر دو لیوان چند قطره از آب پیاز به عنوان شناساگر اضافه می‌کنیم. آب خالص تغییر رنگ

نشان نمی‌دهد ولی آبی که گاز کربن‌دی‌اکسید در آن حل شده به رنگ صورتی درمی‌آید که نشان دهنده‌ی اسیدی شدن محلول حاصل است (شکل ۳).

مبحث باران اسیدی در شیمی پایه دهم مطرح شده که می‌توان از این آزمایش برای آموزش آن استفاده کرد.



شکل ۲: تولید گاز کربن‌دی‌اکسید و هدایت آن در یک لیوان آب سرد



(ب)

(الف)

شکل ۳: (الف) آب خالص (الف) و حل شدن گاز کربن‌دی‌اکسید در یک لیوان آب سرد در حضور معرف آب پیاز

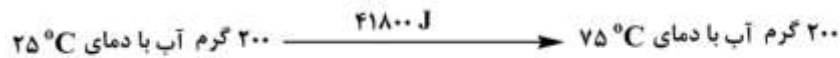
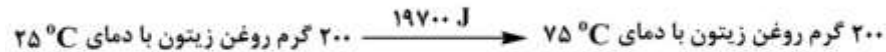
۳) سنجش ظرفیت گرمایی ویژه آب و روغن زیتون

ظرفیت گرمایی ویژه مقدار گرمایی است که به یک گرم از یک جسمی داده می‌شود تا دمای آن را یک درجه سانتی‌گراد افزایش دهد.

هنگام آشپزی نیز می‌توان به رابطه‌ی میان دما و گرما پی برد. تصور کنید ظرفی محتوی ۲۰۰ گرم روغن زیتون را با دمای 25°C در اختیار داریم. آیا برای افزایش دمای آن به 50°C یا 75°C گرمای یکسانی نیاز است؟ پاسخ منفی به این پرسش نشان می‌دهد که برای رساندن دمای روغن به 75°C گرمای بیشتری نیاز است.

در فصل دوم کتاب شیمی پایه یازدهم مبحث ظرفیت گرمایی ویژه مطرح شده و با استفاده از آزمایش زیر می‌توان این مبحث را به صورت عملی برای دانش‌آموزان تدریس کرد.

شرح آزمایش: با توجه به دو رابطه‌ی زیر برای آب و روغن زیتون داریم:



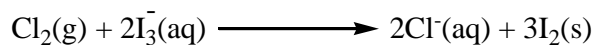
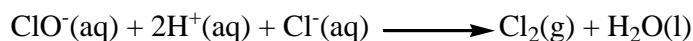
اگر ۲۰۰ گرم روغن را درون یک ظرفی بریزیم و ۲۰۰ گرم آب را نیز درون ظرف مشابه بریزیم و همزمان دمای آن‌ها را افزایش دهیم تا به 75°C برسند. حال دو ظرف کوچکتر برمی‌داریم و درون هر دو مقدار یکسان آب می‌ریزیم و هر دو را درون ظرف‌های آب و روغن قرار می‌دهیم تا با تبادل دما، از آب و روغن گرما جذب کنند. پس از پنج دقیقه دمای آب درون دو ظرف را اندازه می‌گیریم. ملاحظه شد ظرفی که از آب انرژی گرمایی گرفته است دمایش از ظرفی که از روغن انرژی گرفته بالاتر است. نتیجه می‌گیریم که ظرفیت گرمایی آب بالاتر از روغن است و این انرژی را به آب یا محیط اطراف به صورت انرژی گرمایی انتقال می‌دهد.

۴) واکنش‌پذیری هالوژن‌ها در شرایط یکسان

نافلزها در واکنش‌های شیمیایی برخلاف فلزها تمایل دارند با گرفتن الکترون به آنیون تبدیل شوند. برای مثال نافلزهای گروه ۱۷ (هالوژن‌ها) با گرفتن یک الکترون به آنیون با یک بار منفی (یون هالید) تبدیل می‌شوند. هرچه شعاع اتمی هالوژن‌ها کوچکتر باشد، گرفتن الکترون آسان‌تر و واکنش‌پذیری آن بیشتر خواهد بود.

شرح آزمایش: در این آزمایش واکنش‌پذیری گاز کلر را با یون یدید مقایسه می‌کنیم:

ابتدا در یک لیوان یک‌بار مصرف مقداری محلول اتانولی بتادین (پوئیدون‌آیوداین) که دارای مولکول‌های آنیونی ید (I_3^-) است را می‌ریزیم، سپس به وسیله‌ی یک کاهنده قوی مانند ویتامین C، مولکول‌های قهوه‌ای رنگ I_3^- را به یون‌های بی‌رنگ یدید (I^-) تبدیل می‌کنیم. برای این کار مقداری آب پرتقال به محلول بتادین اضافه شد که رنگ قرمز بتادین به رنگ زرد تبدیل شد. در ضمن مقداری پتاسیم یدید نیز درون آب حل کرده و این لیوان به عنوان شاهد در نظر گرفته شد، سپس درون بطری نوشابه مقداری مایع سفیدکننده ریخته و به آن مقداری جوهرنمک اضافه کردیم تا گاز کلر تولید شود. گاز کلر تهیه شده را به وسیله‌ی ست سرم به دو لیوان حاوی محلول‌های پتاسیم یدید و بتادینی که از قبل به آن آب پرتقال اضافه شده بود، وارد کردیم. مشاهده شد که رنگ هردو محلول داخل لیوان به رنگ قهوه‌ای در می‌آیند که نشان می‌دهد مولکول‌های ید آزاد شده و گاز کلر به یون کلرید تبدیل شده است (شکل ۴). این آزمایش نشان می‌دهد که فعالیت شیمیایی کلر از ید بیشتر است.





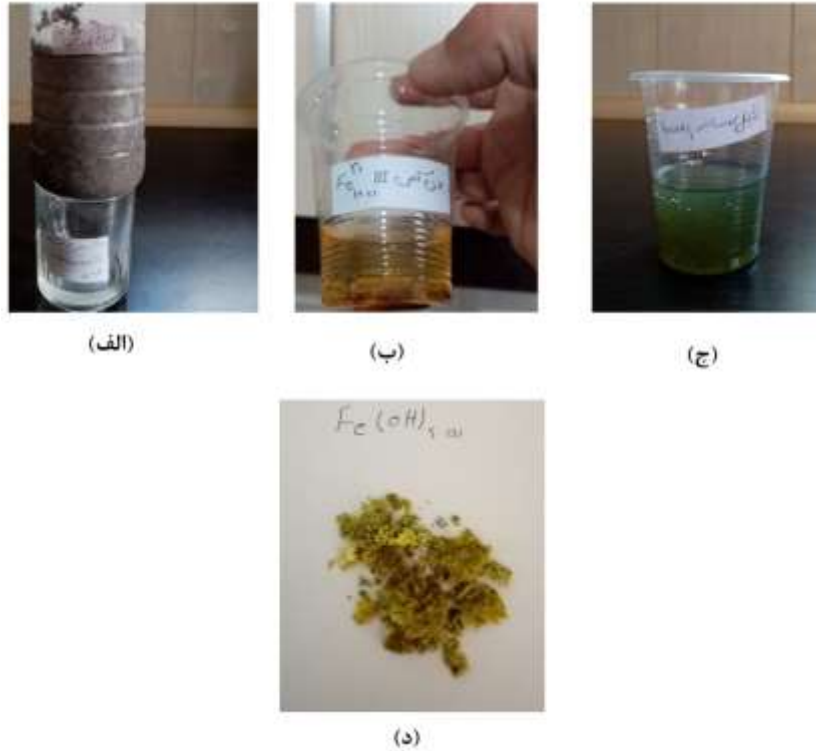
شکل ۴: واکنش گاز کلر تهیه شده با محلول‌های بتادینی که از قبل به آن آب پرتقال اضافه شده بود و پتاسیم‌یدید از این آزمایش می‌توان در آموزش شیمی پایه یازدهم استفاده کرد.

۵) شناسایی یون‌های آهن (II) و آهن (III)

آ) ابتدا چند میله آهنی زنگ‌زده را برداشته، زنگ آن‌ها را تراشیده و درون لیوان یک‌بارمصرف ریخته و مقداری جوهرنمک روی آن ریختیم تا حل شد، سپس محلول حاصل را به محلول زیر صافی خاکستر بازی اضافه کردیم. رسوب قهوه‌ای Fe(OH)_3 تشکیل شد که نشان از وجود یون‌های آهن (III) می‌باشد (شکل ۵ب).

ب) سپس مقداری براده‌ی آهن را که از کارگاه جوش کاری و آهن‌گری تهیه کرده بودیم را ابتدا با آب و سپس با جوهر نمک شسته و بعد آن‌ها را در جوهر نمک ریختیم. پس از گذشت یک ساعت و انجام مقداری از واکنش، محلول بالای براده‌های آهن را به محلول زیر صافی خاکستر بازی اضافه کردیم. پس از اضافه کردن محلول اسیدی آهن حل شده به محلول بازی رسوب سبزرنگ Fe(OH)_2 تشکیل شد که نشان از وجود یون‌های آهن (II) است (شکل ۵ج). پس از خشک کردن رسوب‌های حاصل سبزرنگ، پودر بلوری شکل Fe(OH)_2 تشکیل شد (شکل ۵د). در آزمایش اولی مقداری از آهن (III) اکسید در محلول جوهر-نمک یا HCl حل شد اما در واکنش دوم H^+ آهن را به کاتیون آهن (II) تبدیل می‌کند. لازم به یادآوری است که نمک $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ خریداری شده از شرکت‌های فروشنده‌ی مواد شیمیایی خارجی پایدار نبوده و با گذشت زمان آهن (II) به آهن (III) تبدیل می‌شود. بنابراین تهیه‌ی محلول تازه از آهن (II) کلرید در آزمایشگاه‌های مدارس کشور بسیار با اهمیت می‌باشد؛ همچنین وقتی از میخ فولادی استفاده کردیم به دلیل وجود کربن در آن‌ها محلول خاکستری رنگی تشکیل می‌شد لذا ناچار شدیم از براده‌های آهنی که از کارگاه جوش کاری و آهن‌گری تهیه کرده بودیم استفاده کنیم.

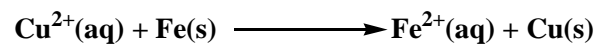
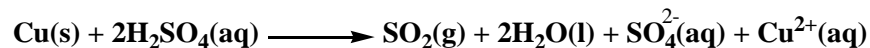
شناسایی یون‌های آهن (II) و آهن (III) در شیمی پایه یازدهم مطرح شده و با استفاده از این آزمایش می‌توان با انجام آزمایش این مبحث را تدریس کرد.



شکل ۵: (الف) صاف کردن محلول خاکستر بازی با صافی شنی، (ب) تشکیل رسوب آهن(III) هیدروکسید، (ج) تشکیل رسوب آهن(II) هیدروکسید و (د) تشکیل رسوب خشک شده آهن(II) هیدروکسید

۶) تهیه نمک مس(II) سولفات و انجام واکنش‌های اکسایش-کاهش

در این آزمایش ابتدا محلول مس(II) سولفات و همچنین نمک مس(II) سولفات را به صورت زیر تهیه شد. مقداری از رشته‌های سیم مسی را خارج کرده، با کاغذ سنباده سطح آن‌ها را تمیز کرده و درون لیوان می‌اندازیم و مقداری اسید باطری خودرو، سولفوریک اسید، را روی آن‌ها می‌ریزیم. بعد از دو روز محلول سبز رنگ حاصل می‌شود. رنگ محلول مس(II) سولفات آبی می‌باشد ولی در این آزمایش به دلیل وجود آنیون‌های کلرید در اسید باطری رنگ محلول سبز شده است. درون محلول حاصل یک میخ آهنی قرار داده شد. با توجه به پتانسیل کاهش الکتروود استاندارد آهن و مس، آهن اکسید شده و مس(II) کاهش یافته و بر روی میخ آهنی قرار می‌گیرد و میخ آهنی، از مس پوشیده می‌شود (شکل ۶). در ضمن با تبخیر آرام محلول مس(II) سولفات، پس از گذشت چهار روز بلورهای نمک مس(II) سولفات تهیه شد (شکل ۷).





شکل ۶: تشکیل لایه‌ای از فلز مس بروی میخ آهنی



شکل ۷: تشکیل بلورهای مس (II) سولفات

واکنش‌های اکسایش-کاهش در شیمی پایه دوازدهم مطرح شده که می‌توان از این آزمایش در تدریس این مبحث استفاده کرد.

۷) آزمایش تغییر رنگ شعله

آتش‌بازی با مواد شیمیایی، نورهای رنگی زیبا، چشم‌نواز و شادی‌بخشی در آسمان ایجاد می‌کند که از آن در جشن‌ها و رویدادهای جهانی مانند بازی‌های المپیک استفاده می‌شود. تجربه نشان می‌دهد که بسیاری از نمک‌ها شعله‌های رنگی می‌کنند به طوری که اگر مقداری از محلول نمک را با افشانه روی شعله پیاپییم، رنگ شعله تغییر می‌کند. برای نمونه رنگ شعله نمک‌های مس مشابه بوده و سبز رنگ می‌باشند.

از آزمایش مطرح شده در این قسمت می‌توان در تدریس شیمی پایه دهم استفاده کرد.

شرح آزمایش: در آزمایش قبل توانستیم نمک مس (II) سولفات را تهیه کنیم. مقداری از این نمک را در آب حل کرده و پنبه را به محلول آن آغشته کرده، به دور سیم آلومینیومی پیچانده و در حضور دانش‌آموزان آن را بر روی شعله قرار دادیم، رنگ شعله به رنگ سبز تغییر کرد (شکل ۸).



شکل ۸: رنگ شعله محلول مس (II) سولفات

۸) خنثی کردن خاک‌های اسیدی به وسیله‌ی خاکستر

اکسیدهای فلزی و نافلزی، کاربردهای فراوانی در زندگی انسان دارند. برای نمونه، برخی کشاورزان کلسیم اکسید (آهک) را به عنوان اکسید فلزی برای افزایش بهره‌وری در کشاورزی به خاک می‌افزایند، زیرا افزودن این نوع مواد به خاک سبب می‌شود تا مقدار و نوع مواد معدنی در دسترس گیاه تغییر کند. از کلسیم اکسید همچنین برای کنترل میزان اسیدی بودن آب و خاک نیز استفاده می‌شود.

در تدریس مبحث اسید و باز که در شیمی پایه دوازدهم مطرح شده می‌توان از این آزمایش استفاده کرد.

شرح آزمایش: در این آزمایش برای خنثی کردن خاک‌های اسیدی از اکسید فلزات قلیایی موجود در خاکستر چوب و کودهای حیوانی استفاده شد. مقداری خاک کشاورزی را برداشته و مقداری سرکه یا جوهرنمک به آن اضافه کرده و خاک را اسیدی کردیم. خصلت اسیدی خاک به وسیله‌ی شناساگر آب پیاز سنجیده شد. ابتدا مقداری از این خاک حاوی اسید را برداشته، مقداری آب روی آن ریخته و گذاشتیم تا گل ولای آن ته نشین شود. سپس آب را سر ریز کرده و محلول سر ریز شده را از صافی شنی که از قبل با یک قوطی پلاستیکی نوشابه و ماسه درست کرده بودیم عبور دادیم (شکل ۹ الف). آب زلال خارج شده از صافی شنی را برداشته و چند قطره آب پیاز به آن اضافه کردیم تا رنگ محلول قرمز شود. تغییر رنگ حاصل نشان می‌دهد که خاک اسیدی شده است. سپس مقداری از خاکستر کودهای حیوانی و چوب را نیز در ظرف آب دیگری ریخته و پس از به هم زدن و سپس ته نشین شدن، آب بالای آن را سر ریز کرده و از صافی شنی (ماسه‌ها تعویض شده‌اند) عبور دادیم تا زلال شد (شکل ۹ ب). به این محلول چند قطره شناساگر آب پیاز اضافه و مشاهده شد که رنگ محلول زرد بسیار کم‌رنگ می‌شود که نشان از بازی شدن خاک می‌باشد. بعد از آن محلول‌های اسیدی و بازی به دست آمده را روی هم ریخته و مشاهده شد که یکدیگر را خنثی می‌کنند و رنگ قرمز اسیدی از بین می‌رود (شکل ۱۰)؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که پس از اضافه کردن محلول زیر صافی خاکستر حاصل از سوختن چوب و کودهای حیوانی با محلول زیر صافی خاک اسیدی، خاک اسیدی علاوه بر خنثی شدن، از کاتیون‌های فلزی موجود در خاکستر حاصل از سوختن چوب و کودهای حیوانی غنی خواهد شد.



خاک کشاورزی



خاکستر



(الف)



(ب)

شکل ۹: (الف) صاف کردن محلول خاک اسیدی با صافی شنی و (ب) صاف کردن محلول خاکستر بازی با صافی شنی



(الف)



(ب)



(ج)

شکل ۱۰: (الف) محلول زیر صافی خاک اسیدی در حضور شناساگر آب پیاز قرمز، (ب) محلول زیر صافی بازی خاکستر در حضور شناساگر آب پیاز قرمز و (ج) اضافه کردن محلول بازی به محلول اسیدی و خنثی شدن دو محلول حاصل

نتیجه گیری

سودمندی مدل یادگیری به دلیل روش‌هایی که بر خلاقیت و علاقه دانش‌آموزان تأثیر گذاشته است، می‌باشد. ثابت شده است که انجام آزمایش در حین تدریس، آموزش و یادگیری مفاهیم شیمی را بهبود می‌بخشد. استفاده از یک مدل یادگیری با دقت کم‌تر ممکن است مانع درک دانش‌آموزان از مفاهیم شود و انگیزه آن‌ها را برای یادگیری موضوع کاهش دهد (کویتوندا و همکاران، ۲۰۲۱). آزمایشگاه برای درس شیمی، به عنوان یک محیط یادگیری منحصر به فرد است، زیرا نه تنها آموزش در آن از طریق مطالعات پژوهشی و مسائل کلیدی مرتبط با آن سازماندهی می‌شود بلکه عملکرد دانش‌آموزان در آزمایشگاه ارزیابی شده و از این طریق دانش‌آموزان به موفقیت‌های زیادی می‌رسند و علاقه و نگرش آن‌ها به کارهای آزمایشگاهی افزایش می‌یابد (هوفستین^۲، ۲۰۰۴). با وجود این که انجام آزمایش در حین تدریس برای یادگیری امری ضروری است، اما بعضی اوقات به خاطر نبود امکانات و یا به دلیل بی‌حوصلگی معلم، مورد غفلت واقع می‌شود و این باعث نارضایتی دانش‌آموزان شده و در یادگیری آن‌ها به طور مستقیم تأثیرگذار خواهد بود. ما با انجام این پژوهش سعی کردیم نشان دهیم که با کم‌ترین امکانات، حتی در محروم‌ترین منطقه از کشور که فاقد امکانات آزمایشگاهی هستند نیز می‌توان با طراحی آزمایش‌های ساده درس شیمی را تدریس کرد و یادگیری دانش‌آموزان را از این طریق بهبود بخشید. از آنجا که مراکز صنعتی کشور به افرادی نیاز دارند که باید با کار آزمایشگاهی و انجام آزمایش آشنا باشند، باید به این موضوع اهمیت زیادی داده شود و فقط به این دلیل که امکاناتی وجود ندارد، دانش‌آموزان را از این امر حیاتی محروم نکنیم. در این زمینه لازم است که معلمان با شرکت در دوره‌های متفاوت توانایی طراحی آزمایش‌های ساده با کم‌ترین امکانات را به دست آورده و تدریس خود را همواره با انجام آزمایش ارائه دهند. بنابراین با

^۱ Kwitonda

^۲ Hofstein

اهمیت دادن به آزمایش و انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی در مقطع متوسطه می‌توان موجب تقویت مهارت‌های آزمایشگاهی و عملی در دانش‌آموزان شده و به دنبال آن شاهد رشد اقتصادی کشور توسط دانش‌آموزان باشیم.

منابع

- امانی، وحید. (۱۳۹۷). ظرف‌های دور ریختنی را به آزمایشگاه ببریم. *مجله رشد آموزش شماره ۱۲۲، ۱۴-۱۱*.
- بابایی، داود؛ عبدالله زاده قمیشی، ولی؛ میرزائی، امید. (۱۳۹۴). روش تدریس آزمایشگاهی و نمایشی، اولین کنفرانس بین المللی مدیریت، اقتصاد، حسابداری و علوم تربیتی، ساری، شرکت علمی پژوهشی و مشاوره‌ای آینده ساز، دانشگاه پیام نور نکا. خدائی، علیرضا. (۱۳۹۹). بهینه‌سازی طراحی برخی آزمایش‌های شیمی و طراحی آزمایش‌های جدید کم‌هزینه در شیمی، *مجله پژوهش در آموزش شیمی، ۱(۲)، ۶۹-۹۹*.
- دهقان بنادکی، مریم؛ شایق، محمدعلی. (۱۳۹۵). تاثیر روش تدریس آزمایشگاهی بر میزان یادگیری دانش آموزان، دومین کنگره بین المللی توانمندسازی جامعه در حوزه مشاوره، خانواده و تعلیم و تربیت اسلامی، تهران، مرکز توانمندسازی مهارت‌های فرهنگی و اجتماعی جامعه.
- سیف، علی اکبر. (۱۳۷۹). *روانشناسی پرورشی*. ویرایش پنجم، تهران، انتشارات آگاه، چاپ دوم.
- شفاهی، فاطمه. (۱۳۹۲). مطالعه و آسیب شناسی میزان رغبت استفاده از آزمایشگاه شیمی در بین دانش آموزان استعداد‌های درخشان در شهرستان سمنان. *هشتمین سمینار آموزش شیمی ایران، دانشکده شیمی سمنان*.
- صفوی، امان‌اله (۱۳۹۲). *روش‌ها، فنون و الگوهای تدریس*. تهران، انتشارات سمت.
- Agustian, H., Seery, M. K. (۲۰۱۷). Reasserting the role of pre-laboratory activities in chemistry education: a proposed framework for their design. *Chemistry Education Research and Practice*. ۱۸(۴), ۵۱۸-۵۳۲.
- Gandhi, P.R. Livezey, J. Zaniewski, A.M. Reinholz, D.L. & Dounas, D.R. (۲۰۱۶). Attending to experimental physics practice and lifelong learning skills in an introductory laboratory course. *American Journal of Physics*, ۸۴(۹), ۶۹۶-۷۰۳.
- Hofstein, A. (۲۰۰۴). The laboratory in Chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation, and research. *Chemistry education: research and practice*. ۵(۳), ۲۴۷-۲۶۴.
- Kwitonda, J.D., Sibomana, A., Gakuba, E. & Karegeya, C. (۲۰۲۱). Inquiry-Based Experimental Design for Enhancement of Teaching and Learning of Chemistry Concepts. *African Journal of Educational Studies in Mathematics and Sciences*. ۱۷(۲), ۱۳-۲۵.
- Morgil, I., Yavuz, S., Oskay, Ö.Ö. & Arda, S. (۲۰۰۵). Traditional and computer – assisted learning in teaching acid and bases. *Chemical education Research and practice*, ۶, ۵۲-۶۳.
- Palmer, W. (۲۰۰۳). Simple, surprising, useful. Three questions for judging teaching methods. *Journal of Pedagogy*, ۳, ۲۸۵-۲۵۷.
- Riswanto, R. & Dewi, N.A.K. (۲۰۱۷). Peningkatan Keterampilan Proses Sains Melalui Pembelajaran Berbasis Laboratorium Intuk Mewujudkan pembelajaran Berkarakter. *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika*, ۴(۲), ۶۰-۶۵.
- Riswanto, R. Suseno, N. Partono. Harjati, P & Dedy, H. (۲۰۱۹). School Laboratory Management Information System. ۱st International Conference of SNIKOM ۲۰۱۸ Journal of Physics.
- Russell, C. Weaver, G. (۲۰۰۸). Student Perceptions of the Purpose and Function of the Laboratory in Science: A Grounded Theory Study. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*. ۲(۲), article ۹.
- Sevian, H. Fulmer, G. (۲۰۱۲). Student Outcomes from Innovations in Undergraduate Chemistry Laboratory Learning. A Review of Projects Funded by the U.S. National Science Foundation between ۲۰۰۰-۲۰۰۸. *Educación Química*. ۲۳(۱), ۱۴۹-۱۶۱.
- Shulman, L. Tamir, P. (۱۹۷۳). *Second Handbook of Teaching*. Rand McNally. ۱۱۱۹.