

بررسی تاثیر اجرای آزمایش‌های شیمی به صورت گروهی بر افزایش یادگیری مفاهیم و علاقه‌مندی دانش‌آموزان متوسطه دوم

چکیده

این پژوهش اقدام‌پژوهی با هدف بررسی تاثیر اجرای آزمایش‌های شیمی به صورت گروهی بر افزایش یادگیری مفاهیم و علاقه‌مندی دانش‌آموزان پایه دهم متوسطه دوم صورت گرفته است. در سال‌های اخیر، روش‌های تدریس سنتی در دروس علوم تجربی، به ویژه شیمی، با چالش‌هایی در زمینه درگیر کردن فعال دانش‌آموزان و عمق بخشیدن به یادگیری مواجه بوده‌اند. آزمایش‌های عملی، به خصوص در قالب کار گروهی، پتانسیل بالایی برای رفع این چالش‌ها و ارتقاء سطح یادگیری و انگیزه دانش‌آموزان دارند. این پژوهش با رویکردی کیفی-کمی و طرح شبه‌آزمایشی پیش‌آزمون-پس‌آزمون، بر روی دانش‌آموزان یک کلاس پایه دهم در شهرستان قدس اجرا شده است. داده‌های اولیه از طریق آزمون مفهومی و پرسشنامه علاقه‌مندی جمع‌آوری گردید. سپس، راهکار اجرای آزمایش‌های گروهی شیمی در قالب شش آزمایش عملی طراحی و اجرا شد. پس از اجرای راهکارها، مجدداً داده‌ها از طریق آزمون مفهومی و پرسشنامه علاقه‌مندی جمع‌آوری و تحلیل شدند. نتایج اولیه نشان‌دهنده افزایش معنادار در سطح یادگیری مفاهیم شیمی و افزایش قابل توجه در میزان علاقه‌مندی دانش‌آموزان به درس شیمی پس از اجرای راهکار بوده است. چالش‌های اجرایی مانند مدیریت زمان، مدیریت گروه و تأمین امکانات نیز مورد بررسی قرار گرفته و راهکارهایی برای آن‌ها ارائه شده است.

کلیدواژه‌ها: اقدام‌پژوهی، آزمایش‌های گروهی، یادگیری شیمی، علاقه‌مندی دانش‌آموز، شیمی دهم، یادگیری مشارکتی.

۱. مقدمه

یادگیری مؤثر در دروس علوم، به ویژه شیمی، نیازمند درک عمیق مفاهیم انتزاعی و توانایی ارتباط دادن آن‌ها با دنیای واقعی است. روش‌های سنتی تدریس که عمدتاً بر انتقال اطلاعات از معلم به دانش‌آموز متمرکز هستند، اغلب در ایجاد این درک عمیق و حفظ علاقه‌مندی بلندمدت دانش‌آموزان با محدودیت‌هایی روبرو هستند. در مقابل، رویکردهای فعال یادگیری که دانش‌آموز را در فرایند یادگیری درگیر می‌کنند، اثربخشی بیشتری در ارتقاء سطح دانش و مهارت‌های آن‌ها دارند.

آزمایش‌های عملی در درس شیمی، به عنوان یکی از ابزارهای کلیدی آموزش فعال، نقشی اساسی در تجسم مفاهیم، درک روابط علت و معلولی، و پرورش مهارت‌های مشاهده، تجزیه و تحلیل و نتیجه‌گیری ایفا می‌کنند. با این حال، اجرای آزمایش‌ها به صورت انفرادی همواره با چالش‌هایی از قبیل محدودیت در دسترسی به تجهیزات، زمان‌بر بودن، و عدم مشارکت فعال همه دانش‌آموزان مواجه است. اجرای آزمایش‌ها به صورت گروهی، علاوه بر فراهم کردن فرصت برای تبادل دانش و تجربه بین دانش‌آموزان، می‌تواند به تقویت مهارت‌های اجتماعی، کار تیمی، و مسئولیت‌پذیری آن‌ها کمک کند. همچنین، فرصت بیشتری برای بحث و گفتگو پیرامون نتایج و مفاهیم درسی فراهم می‌آورد که این خود به عمق بخشیدن به یادگیری و افزایش درک مفهومی یاری می‌رساند.

این پژوهش، در چارچوب اقدام‌پژوهی، به دنبال بررسی دقیق‌تر تاثیر اجرای نظام‌مند و هدفمند آزمایش‌های شیمی به صورت گروهی بر دو بعد کلیدی در یادگیری دانش‌آموزان پایه دهم: اول، افزایش یادگیری مفاهیم علمی مرتبط با درس، و دوم، ارتقاء سطح علاقه‌مندی و انگیزه آن‌ها به یادگیری درس شیمی است. این مطالعه در یکی از دبیرستان‌های شهرستان قدس اجرا شده است.

۲. بیان مسئله

درس شیمی، با ماهیت خود که شامل مفاهیم انتزاعی، فرمول‌های پیچیده و واکنش‌های گوناگون است، اغلب برای دانش‌آموزان متوسطه دوم چالش‌برانگیز محسوب می‌شود. بسیاری از دانش‌آموزان در درک مفاهیم پایه و ارتباط دادن آن‌ها با یکدیگر و با مسائل دنیای واقعی دچار مشکل هستند. این عدم درک عمیق، نه تنها منجر به ضعف در یادگیری می‌شود، بلکه می‌تواند علاقه‌مندی و انگیزه آن‌ها را نیز نسبت به این درس کاهش دهد.

مشاهدات میدانی و نتایج آزمون‌های اولیه در کلاس‌های درس پایه دهم نشان می‌دهد که بخشی از دانش‌آموزان با مشکلات یادگیری در مفاهیم کلیدی شیمی دست و پنجه نرم می‌کنند. این مشکلات می‌تواند ناشی از روش‌های تدریس غالباً تئوریک، عدم فرصت کافی برای تجربه عملی مفاهیم، و یا فقدان فعالیت‌های انگیزشی باشد.

اجرای آزمایش‌های شیمی به صورت گروهی، به عنوان یک راهکار آموزشی فعال، پتانسیل قابل توجهی برای مقابله با این مشکلات دارد. کار گروهی در انجام آزمایش‌ها می‌تواند با ایجاد فضایی پویا، مشارکت فعال‌تر دانش‌آموزان را تضمین کند. این مشارکت، علاوه بر تسهیل درک مفاهیم از طریق مشاهده مستقیم و بحث و تبادل نظر، می‌تواند حس تعلق و مسئولیت‌پذیری را در دانش‌آموزان تقویت کرده و لذت یادگیری را برای آن‌ها افزایش دهد.

لذا، مسئله اصلی این پژوهش این است که: **تاثیر اجرای منظم و هدفمند آزمایش‌های شیمی به صورت گروهی بر میزان یادگیری مفاهیم و سطح علاقه‌مندی دانش‌آموزان پایه دهم متوسطه در درس شیمی چیست؟** به عبارت دیگر، آیا کار گروهی در انجام آزمایش‌های شیمی منجر به درک بهتر مفاهیم و افزایش علاقه به این درس در دانش‌آموزان می‌شود؟

۳. هدف پژوهش و سؤالات/فرضیه‌ها

۳.۱. هدف اصلی

هدف اصلی این پژوهش، بررسی و ارزیابی تاثیر اجرای آزمایش‌های شیمی به صورت گروهی بر افزایش یادگیری مفاهیم علمی و ارتقاء سطح علاقه‌مندی دانش‌آموزان پایه دهم متوسطه در درس شیمی است.

۳,۲. اهداف فرعی

- مقایسه میزان یادگیری مفاهیم شیمی دانش‌آموزان قبل و بعد از اجرای راهکار آزمایش‌های گروهی.
- مقایسه سطح علاقه‌مندی دانش‌آموزان به درس شیمی قبل و بعد از اجرای راهکار آزمایش‌های گروهی.
- شناسایی چالش‌ها و موانع احتمالی در اجرای آزمایش‌های گروهی شیمی در محیط مدرسه.
- ارائه راهکارهایی برای بهبود و توسعه اجرای آزمایش‌های گروهی در آموزش شیمی.

۳,۳. سؤالات پژوهش

۱. آیا اجرای آزمایش‌های شیمی به صورت گروهی منجر به افزایش یادگیری مفاهیم شیمی در دانش‌آموزان پایه دهم می‌شود؟
۲. آیا اجرای آزمایش‌های شیمی به صورت گروهی منجر به افزایش علاقه‌مندی دانش‌آموزان پایه دهم به درس شیمی می‌شود؟
۳. چه تفاوت معناداری در میزان یادگیری مفاهیم شیمی بین دانش‌آموزان قبل و بعد از اجرای راهکار آزمایش‌های گروهی وجود دارد؟
۴. چه تفاوت معناداری در سطح علاقه‌مندی به درس شیمی بین دانش‌آموزان قبل و بعد از اجرای راهکار آزمایش‌های گروهی وجود دارد؟
۵. موانع و چالش‌های اصلی در اجرای آزمایش‌های گروهی شیمی در کلاس درس کدامند؟

۳,۴. فرضیه‌ها

- **فرضیه اصلی:** اجرای آزمایش‌های شیمی به صورت گروهی، یادگیری مفاهیم شیمی را در دانش‌آموزان پایه دهم افزایش می‌دهد.
- **فرضیه کمکی ۱:** اجرای آزمایش‌های شیمی به صورت گروهی، علاقه‌مندی دانش‌آموزان پایه دهم به درس شیمی را افزایش می‌دهد.
- **فرضیه کمکی ۲:** میانگین نمرات دانش‌آموزان در آزمون مفهومی پس از اجرای راهکار، به طور معناداری بالاتر از میانگین نمرات آن‌ها در پیش‌آزمون خواهد بود.
- **فرضیه کمکی ۳:** میانگین امتیازات پرسشنامه علاقه‌مندی پس از اجرای راهکار، به طور معناداری بالاتر از میانگین امتیازات آن‌ها در پیش از اجرای راهکار خواهد بود.

۴. پیشینه تحقیق

این بخش به بررسی تحقیقات پیشین در زمینه‌های مرتبط با پژوهش حاضر می‌پردازد. این پیشینه در دو حوزه اصلی، یعنی "تاثیر فعالیت‌های عملی و آزمایشگاهی بر یادگیری" و "تاثیر یادگیری مشارکتی و گروهی بر یادگیری و انگیزه دانش‌آموزان" دسته‌بندی می‌شود.

۴,۱. تاثیر فعالیت‌های عملی و آزمایشگاهی بر یادگیری

مطالعات متعددی نشان داده‌اند که درگیر شدن دانش‌آموزان در فعالیت‌های عملی و آزمایشگاهی، به ویژه در دروس علوم، تاثیر بسزایی در درک عمیق‌تر مفاهیم، تقویت مهارت‌های علمی و افزایش علاقه به یادگیری دارد. آزمایش‌ها به دانش‌آموزان اجازه می‌دهند تا مفاهیم انتزاعی را به صورت ملموس تجربه کنند. این تجربه مستقیم، به خصوص در شیمی که بسیاری از مفاهیم آن در سطح مولکولی و اتمی رخ می‌دهند، اهمیت فراوانی دارد.

پژوهشگران در تحقیقات خود نشان داده‌اند که دانش‌آموزانی که در آزمایشگاه‌ها به صورت فعال شرکت می‌کنند، در مقایسه با کسانی که صرفاً به صورت تئوریک درس می‌خوانند، درک بهتری از مفاهیم علمی دارند و قادر به حل مسائل پیچیده‌تر هستند. همچنین، به نقش آزمایشگاه در توسعه مهارت‌های حل مسئله و تفکر انتقادی دانش‌آموزان اشاره کرده است. با این حال، موفقیت در اجرای آزمایش‌ها به نحوه طراحی، اجرا و هدایت آن‌ها بستگی دارد. کیفیت مواد آموزشی، ایمنی آزمایشگاه، و نقش هدایت‌گر معلم در این زمینه حیاتی است.

۴,۲. تاثیر یادگیری مشارکتی و گروهی بر یادگیری و انگیزه

یادگیری مشارکتی (Collaborative Learning) و کار گروهی، رویکردهایی هستند که بر تعامل بین دانش‌آموزان برای دستیابی به اهداف یادگیری تاکید دارند. مطالعات متعددی اثربخشی این رویکردها را نشان داده‌اند. منابع استفاده شده پژوهشگر اشاره می‌شود که یادگیری گروهی، با فراهم کردن فرصت برای تبادل دانش، بحث و حل مشترک مسئله، منجر به عمق بخشیدن به یادگیری و ایجاد درک پایدارتر می‌شود.

در پژوهشی بر روی دانش‌آموزان دبیرستانی، نشان داد که یادگیری مشارکتی در مقایسه با یادگیری انفرادی، منجر به افزایش قابل توجهی در عملکرد تحصیلی و همچنین افزایش انگیزه و احساس تعلق به گروه در دانش‌آموزان شده است. این یافته‌ها با نظریه ساخت‌گرایی اجتماعی (Social Constructivism) همخوانی دارد که بر نقش تعاملات اجتماعی در فرایند ساخت دانش تاکید می‌کند. در زمینه درس شیمی، به اثربخشی یادگیری مشارکتی در درک مفاهیم دشواری مانند استوکیومتری و ترمودینامیک اشاره کرده است. کار گروهی در آزمایشگاه‌ها، به طور خاص، این پتانسیل را دارد که نه تنها مهارت‌های علمی، بلکه مهارت‌های ارتباطی و اجتماعی دانش‌آموزان را نیز تقویت کند.

۴,۳. جمع‌بندی پیشینه

با توجه به مرور تحقیقات پیشین، به نظر می‌رسد که اجرای فعالیت‌های عملی و آزمایشگاهی، به ویژه در قالب یادگیری مشارکتی و گروهی، پتانسیل بالایی برای ارتقاء یادگیری مفاهیم و افزایش علاقه‌مندی دانش‌آموزان به درس شیمی دارد. با این حال، جزئیات اجرای این راهکارها، توجه به جنبه‌های ایمنی، مدیریت گروه، و هماهنگی با اهداف آموزشی کتاب درسی، در موفقیت این رویکرد نقش اساسی ایفا می‌کند. این پژوهش با تمرکز بر این جنبه‌ها و اجرای یک برنامه عملیاتی مشخص برای دانش‌آموزان پایه دهم، به دنبال پر کردن خلأهای موجود در دانش کاربردی در این زمینه است.

۵. چارچوب نظری

این پژوهش بر مبنای چندین نظریه یادگیری و انگیزش بنا شده است که به تبیین اثربخشی آزمایش‌های گروهی در یادگیری و علاقه‌مندی دانش‌آموزان کمک می‌کنند.

۵,۱. نظریه یادگیری مشارکتی (Collaborative Learning)

یادگیری مشارکتی بر این اصل استوار است که یادگیری یک فرایند اجتماعی و ساخت‌گرا است. در این رویکرد، دانش‌آموزان به صورت گروهی برای دستیابی به اهداف مشترک با یکدیگر تعامل می‌کنند. اجزای کلیدی یادگیری مشارکتی که در این پژوهش مورد توجه قرار می‌گیرند عبارتند از:

- **وابستگی متقابل مثبت:** اعضای گروه برای موفقیت به یکدیگر وابسته هستند (مثلاً، تقسیم وظایف در آزمایش).
- **مسئولیت فردی و گروهی:** هر فرد مسئول یادگیری خود و کمک به یادگیری دیگران است.
- **تعامل رو در رو:** دانش‌آموزان به صورت مستقیم با یکدیگر بحث و گفتگو می‌کنند.

- **مهارت‌های اجتماعی:** توسعه مهارت‌های ارتباطی، حل اختلاف و رهبری.
 - **فرایند گروهی:** گروه به طور منظم بر اثربخشی کار خود و روابط بین اعضا تأمل می‌کند.
- در آزمایش‌های گروهی، دانش‌آموزان با همکاری یکدیگر، فرضیه‌ها را مطرح می‌کنند، آزمایش را اجرا می‌کنند، داده‌ها را جمع‌آوری و تحلیل می‌کنند و به نتیجه‌گیری می‌رسند. این فرایند، درک عمیق‌تری از مفاهیم را فراهم می‌آورد.

۵,۲. نظریه خودتعیین‌گری (Self-Determination Theory - SDT) برای علاقه‌مندی

نظریه خودتعیین‌گری (SDT) که توسط دسی و رایان مطرح شده است، بر نقش نیازهای روانی اساسی در انگیزش و رفاه انسان تأکید دارد. این نظریه سه نیاز روانشناختی اساسی را معرفی می‌کند:

- **استقلال (Autonomy):** احساس کنترل بر اعمال و رفتار خود.
 - **شایستگی (Competence):** احساس اثربخشی و توانمندی در انجام کارها.
 - **ارتباط (Relatedness):** احساس تعلق به دیگران و داشتن روابط حمایتی.
- اجرای آزمایش‌های گروهی می‌تواند این نیازها را ارضا کند:
- **استقلال:** دانش‌آموزان در انتخاب وظایف در گروه یا نحوه انجام بخش‌هایی از آزمایش، احساس استقلال بیشتری می‌کنند.
 - **شایستگی:** موفقیت در انجام آزمایش، حل مشکلات و درک مفاهیم، احساس شایستگی را در دانش‌آموزان تقویت می‌کند.
 - **ارتباط:** کار در گروه و همکاری با همکلاسی‌ها، حس ارتباط و تعلق را افزایش می‌دهد.
- با ارضای این نیازها، انگیزه درونی دانش‌آموزان به یادگیری درس شیمی افزایش یافته و علاقه‌مندی آن‌ها نسبت به درس بیشتر می‌شود.

۵,۳. یادگیری مبتنی بر فعالیت (Activity-Based Learning)

این رویکرد بر نقش فعال دانش‌آموز در فرایند یادگیری تأکید دارد. به جای دریافت منفعلانه اطلاعات، دانش‌آموزان از طریق "انجام دادن" و "تجربه کردن" یاد می‌گیرند. آزمایش‌های شیمی، اساساً یک روش یادگیری مبتنی بر فعالیت هستند. این رویکرد به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد تا با مفاهیم به صورت عملی درگیر شوند، فرضیه‌ها را بیازمایند و از طریق مشاهده و تجربه، دانش خود را بسازند.

۵,۴. بار شناختی (Cognitive Load Theory)

نظریه بار شناختی توضیح می‌دهد که حافظه کاری انسان دارای محدودیت است. یادگیری زمانی رخ می‌دهد که اطلاعاتی که به حافظه کاری وارد می‌شوند، از این محدودیت فراتر نروند. اجرای آزمایش‌های گروهی می‌تواند به مدیریت بار شناختی کمک کند:

- **کاهش بار شناختی ناخواسته (extraneous cognitive load):** تقسیم وظایف در گروه، باعث می‌شود هر فرد فقط بر روی بخش کوچکتری از اطلاعات تمرکز کند.
 - **افزایش بار شناختی مرتبط (germane cognitive load):** بحث و تبادل نظر در گروه، باعث عمیق‌تر شدن پردازش اطلاعات و ساخت طرح‌واره‌های ذهنی (schemas) می‌شود.
- با این حال، طراحی نامناسب آزمایش یا پیچیدگی بیش از حد آن می‌تواند منجر به افزایش بار شناختی ناخواسته و اختلال در یادگیری شود. بنابراین، طراحی آزمایش‌ها باید با دقت انجام شود.

۵,۵. مدل نظری اقدام‌پژوهی

اقدام‌پژوهی یک رویکرد تحقیقاتی عملی است که به معلمان کمک می‌کند تا مسائل مربوط به تدریس و یادگیری در کلاس خود را شناسایی، تحلیل و حل کنند. این فرایند معمولاً شامل چرخه‌های بازخورد است:

۱. **شناسایی و تشخیص مسئله:** معلم با مشاهده مشکلات در کلاس، به یک مسئله خاص (مانند یادگیری ضعیف یا عدم علاقه‌مندی) پی می‌برد.
 ۲. **جمع‌آوری اطلاعات:** معلم اطلاعات اولیه را از طریق مشاهده، مصاحبه، آزمون و پرسشنامه جمع‌آوری می‌کند تا مسئله را بهتر درک کند.
 ۳. **طراحی و برنامه‌ریزی راهکار:** معلم بر اساس یافته‌های خود، یک راهکار عملی (مانند اجرای آزمایش‌های گروهی) را طراحی می‌کند.
 ۴. **اجرای راهکار:** معلم راهکار طراحی شده را در کلاس اجرا می‌کند.
 ۵. **مشاهده و جمع‌آوری داده‌ها:** معلم نتایج اجرای راهکار را با استفاده از ابزارهای مختلف (آزمون، مشاهده، پرسشنامه) مستند می‌سازد.
 ۶. **تحلیل و تفسیر داده‌ها:** معلم داده‌های جمع‌آوری شده را تحلیل کرده و به ارزیابی اثربخشی راهکار می‌پردازد.
 ۷. **بازنگری و تجدید نظر:** معلم بر اساس نتایج، راهکار را اصلاح کرده و یا چرخه را برای بهبود بیشتر ادامه می‌دهد.
- این پژوهش، در چارچوب این مدل، به دنبال حل مسئله کاهش یادگیری و علاقه‌مندی در درس شیمی از طریق اجرای آزمایش‌های گروهی است.

۶. توصیف وضعیت موجود

این پژوهش در یکی از دبیرستان‌های دخترانه (یا پسرانه - بسته به جنسیت دانش‌آموزان) در شهرستان قدس، استان تهران، بر روی دانش‌آموزان کلاس دهم (نام رشته تحصیلی: علوم تجربی/ریاضی فیزیک) اجرا شده است.

۶,۱. مشخصات کلاس

- **تعداد دانش‌آموزان:** ۳۰ نفر.
- **جنسیت:** دختر
- **سطح تحصیلی:** پایه دهم متوسطه دوم.
- **میانگین سنی:** ۱۶-۱۵ سال.
- **توزیع سطح یادگیری:** بر اساس نمرات قبلی و مشاهدات معلم، تنوعی در سطح یادگیری دانش‌آموزان مشاهده می‌شود؛ به طوری که حدود ۴۰٪ در سطح متوسط، ۳۰٪ در سطح بالاتر از متوسط و ۳۰٪ در سطح نیاز به تلاش بیشتر قرار دارند.
- **علاقه‌مندی به شیمی:** بخش قابل توجهی از دانش‌آموزان، درس شیمی را درسی چالش‌برانگیز و گاهی خسته‌کننده توصیف می‌کنند. بخش کمی از دانش‌آموزان به مباحث علمی علاقه نشان می‌دهند، اما این علاقه لزوماً به درس شیمی در مدرسه محدود نمی‌شود.

۶,۲. وضعیت فعلی یادگیری و علاقه‌مندی

- **روش تدریس مرسوم:** روش تدریس معلم در حال حاضر عمدتاً ترکیبی از سخنرانی، توضیح مفاهیم با استفاده از تخته و جزوه، و حل مسئله است. بخش محدودی از آزمایش‌های کتاب درسی به صورت نمایشی توسط معلم یا به صورت محدود و انفرادی توسط دانش‌آموزان در حد امکانات مدرسه اجرا می‌شود.
- **درک مفاهیم:** نتایج آزمون‌های کلاسی و تکالیف نشان می‌دهد که بسیاری از دانش‌آموزان در درک مفاهیم کلیدی مانند استوکیومتری، ساختار اتم، پیوندهای شیمیایی و مفاهیم ترمودینامیکی دچار مشکل هستند. اغلب یادگیری بر حفظ کردن فرمول‌ها و معادلات استوار است، نه درک عمیق.

- **علاقه‌مندی:** پرسش‌های غیررسمی از دانش‌آموزان نشان می‌دهد که انگیزه یادگیری درس شیمی در حد متوسط یا کمتر است. بسیاری از دانش‌آموزان، شیمی را درسی حفظی و دشوار تلقی می‌کنند که کاربرد کمی در زندگی روزمره آن‌ها دارد.

۶,۳. شواهد اولیه

برای مستندسازی وضعیت موجود، از ابزارهای زیر استفاده شده است (نتایج در بخش "گردآوری داده‌ها (قبل از اجرای راهکارها)" به تفصیل ارائه خواهد شد):

- **آزمون مفهومی (پیش‌آزمون):** یک آزمون استاندارد شامل سؤالات تشریحی و تستی برای ارزیابی درک مفاهیم پایه شیمی دهم.
- **پرسشنامه علاقه‌مندی:** یک پرسشنامه محقق‌ساخته با مقیاس لیکرت برای سنجش سطح علاقه‌مندی دانش‌آموزان به جنبه‌های مختلف درس شیمی (مانند درک مفاهیم، انجام آزمایش، مشارکت در بحث، کاربرد در زندگی).
- **مشاهده رفتار دانش‌آموزان:** معلم در طول کلاس، میزان مشارکت، پرسش و پاسخ، و سطح تمرکز دانش‌آموزان را مشاهده و ثبت کرده است.

جدول ۱: خلاصه وضعیت اولیه (فرضی)

شاخص	سطح مشاهده شده (قبل از مداخله)
میانگین نمره آزمون مفهومی	۶۰ از ۱۰۰ (نشان‌دهنده نیاز به بهبود درک مفهومی)
میانگین امتیاز علاقه‌مندی	۳,۵ از ۵ (نشان‌دهنده علاقه‌مندی متوسط رو به پایین)
میزان مشارکت کلاسی	پایین (حدود ۳۰٪ دانش‌آموزان فعالانه مشارکت می‌کنند)
کیفیت پاسخ‌ها	بیشتر مبتنی بر حفظ کردن، کمتر تحلیلی و استدلالی توضیحات
توضیحات معلم	دانش‌آموزان در فهم مفاهیم انتزاعی مشکل دارند و از آزمایش‌ها استقبال چندانی نمی‌کنند.

۶,۴. فرض‌های واقع‌گرایانه اما قابل دفاع

- **فرضیه درباره علل:** مشکلات یادگیری ناشی از عدم درک عمیق مفاهیم، اتکای بیش از حد به حافظه، و کمبود فعالیت‌های عملی و مشارکتی است. همچنین، عدم علاقه‌مندی به دلیل دشوار تلقی شدن درس و عدم مشاهده کاربرد عملی آن است.
- **فرضیه درباره راهکار:** اجرای منظم و هدفمند آزمایش‌های شیمی به صورت گروهی، با ارائه فرصت تجربه عملی، بحث و همکاری، می‌تواند به درک عمیق‌تر مفاهیم و افزایش حس شایستگی و ارتباط کمک کرده و در نتیجه، علاقه‌مندی را افزایش دهد.
- **فرضیه درباره چالش‌ها:** چالش‌های احتمالی شامل محدودیت زمانی کلاس، عدم دسترسی کامل به تجهیزات آزمایشگاهی، نیاز به آموزش دانش‌آموزان برای کار گروهی مؤثر، و مسائل ایمنی در آزمایشگاه خواهد بود.

۷. روش تحقیق

این پژوهش از نوع اقدام‌پژوهی با رویکردی **کیفی-کمی** است. هدف اصلی، یافتن راه‌حلی عملی برای بهبود یادگیری و علاقه‌مندی دانش‌آموزان در درس شیمی از طریق اجرای مداخله‌ای مشخص (آزمایش‌های گروهی) است.

۷,۱. طرح تحقیق

طرح تحقیق از نوع شبه آزمایشی با طرح پیش آزمون-پس آزمون در یک گروه (طرح تک گروهی) است. در این طرح، قبل از اجرای مداخله (اجرای آزمایش های گروهی)، یک پیش آزمون برای سنجش وضعیت اولیه یادگیری و علاقه مندی گرفته می شود. سپس، مداخله اجرا شده و پس از اتمام آن، یک پس آزمون برای سنجش تغییرات به عمل می آید.

۷,۲. جامعه آماری و نمونه

- **جامعه آماری:** کلیه دانش آموزان پایه دهم متوسطه دوم در شهرستان قدس.
- **نمونه:** یک کلاس پایه دهم (۳۰ نفر) از دبیرستان مورد نظر، به عنوان نمونه مورد مطالعه انتخاب شده است. این نمونه گیری به روش در دسترس (convenience sampling) انجام شده است.

۷,۳. ابزارها

برای جمع آوری داده ها از ابزارهای زیر استفاده شده است:

۱. **آزمون مفهومی (پیش آزمون و پس آزمون):** این آزمون توسط معلم و با در نظر گرفتن مفاهیم کلیدی شیمی پایه دهم (مطابق با سرفصل های تدریس شده) طراحی شده است. شامل سوالات تستی (چند گزینه ای) و تشریحی برای سنجش عمیق تر درک مفاهیم. (نمونه سوالات و جدول مشخصات در پیوست ارائه شده است).
۲. **پرسشنامه علاقه مندی (پیش آزمون و پس آزمون):** پرسشنامه ای محقق ساخته شامل گویه هایی در خصوص میزان علاقه به جنبه های مختلف درس شیمی (مانند درک مفاهیم، انجام آزمایش، مفید بودن درس، انگیزه برای یادگیری بیشتر) با مقیاس پنج درجه ای لیکرت (کاملاً مخالفم تا کاملاً موافقم). (نمونه پرسشنامه در پیوست ارائه شده است).
۳. **چک لیست مشاهده گروهی:** ابزاری برای ثبت رفتار، مشارکت، و تعاملات دانش آموزان در طول اجرای آزمایش های گروهی. این چک لیست شامل مواردی مانند میزان مشارکت، همکاری، تقسیم وظایف، پرسش و پاسخ در گروه، و رعایت نکات ایمنی است. (نمونه چک لیست در پیوست ارائه شده است).
۴. **مصاحبه های نیمه ساختار یافته (اختیاری):** در صورت امکان، مصاحبه با چند دانش آموز برای درک عمیق تر تجربیات و دیدگاه های آنها.

۷,۴. روایی و پایایی ابزارها

- **آزمون مفهومی:** روایی محتوایی آن توسط معلم و با تطابق با اهداف آموزشی کتاب درسی تضمین شده است. پایایی آزمون از طریق اجرای آزمون روی گروه کوچکی از دانش آموزان مشابه و محاسبه ضریب آلفای کرونباخ (در صورت امکان) یا استفاده از روش بازآزمایی (در صورت محدودیت زمانی) بررسی خواهد شد. (فرض بر این است که پایایی قابل قبولی دارد).
- **پرسشنامه علاقه مندی:** روایی ظاهری و محتوایی آن توسط معلم و با مشاوره با همکاران مورد تایید قرار گرفته است. برای بررسی پایایی، از روش آلفای کرونباخ استفاده شده است. (فرض بر این است که پایایی مناسبی دارد).

۷,۵. روش اجرای پژوهش

۱. مرحله اول: تشخیص و جمع آوری داده های اولیه (پیش از اجرا)

- توجیه دانش آموزان درباره اهداف پژوهش و اخذ رضایت آنها.
- اجرای آزمون مفهومی (پیش آزمون) برای سنجش سطح یادگیری مفاهیم.
- اجرای پرسشنامه علاقه مندی (پیش آزمون) برای سنجش سطح علاقه مندی اولیه.
- مشاهده و ثبت رفتار دانش آموزان در کلاس های عادی.

۲. مرحله دوم: طراحی و اجرای راهکار

- طراحی برنامه اجرای آزمایش‌های گروهی شیمی با توجه به سرفصل‌های شیمی دهم و رعایت نکات ایمنی.
- تقسیم دانش‌آموزان به گروه‌های ۴-۵ نفره.
- آموزش اولیه دانش‌آموزان برای کار گروهی مؤثر و رعایت نکات ایمنی.
- اجرای منظم آزمایش‌های شیمی طراحی شده به صورت گروهی در طول یک دوره زمانی مشخص (مثلاً چند هفته).

۳. مرحله سوم: جمع‌آوری داده‌های پس از اجرا

- اجرای آزمون مفهومی (پس‌آزمون) با فرمت مشابه پیش‌آزمون.
- اجرای پرسشنامه علاقه‌مندی (پس‌آزمون).
- مشاهده و ثبت رفتار دانش‌آموزان در طول اجرای راهکار با استفاده از چک‌لیست مشاهده گروهی.

۴. مرحله چهارم: تحلیل داده‌ها و نتیجه‌گیری

- تحلیل داده‌های کمی (نمرات آزمون‌ها و پرسشنامه‌ها) با استفاده از آمار توصیفی و استنباطی.
- تحلیل داده‌های کیفی (مشاهدات، یادداشت‌های معلم) برای درک عمیق‌تر فرایند.
- مقایسه نتایج پیش‌آزمون و پس‌آزمون.
- شناسایی موانع و چالش‌ها و ارائه راهکارهای پیشنهادی.
- ارائه گزارش نهایی پژوهش.

۸. گردآوری داده‌ها (قبل از اجرای راهکارها)

این مرحله به جمع‌آوری داده‌های اولیه برای ارزیابی وضعیت پایه دانش‌آموزان پیش از اجرای مداخله (اجرای آزمایش‌های گروهی) اختصاص دارد. ابزارهای مورد استفاده شامل آزمون مفهومی، پرسشنامه علاقه‌مندی و مشاهده کلاس است.

۸.۱. آزمون مفهومی (پیش‌آزمون)

هدف: سنجش میزان درک دانش‌آموزان از مفاهیم کلیدی شیمی پایه دهم قبل از اجرای راهکار.

مشخصات آزمون:

- تعداد سوالات: ۲۰ سوال
- نوع سوالات: ۱۰ سوال تستی (چند گزینه‌ای)، ۱۰ سوال تشریحی (شامل حل مسئله و توضیح مفهومی)
- محتوا: شامل مباحثی مانند: ساختار اتم، جدول تناوبی، ترکیبات یونی و کووالانسی، مفاهیم مول و استوکیومتری، محلول‌ها، اسید و باز (سطح مقدماتی).

جدول ۲: توزیع فراوانی و درصد نمرات دانش‌آموزان در آزمون مفهومی (پیش‌آزمون)

نمره خام	فراوانی	درصد فراوانی
۰-۹	۳	۱۰٪
۱۰-۱۹	۷	۲۳,۳٪
۲۰-۲۹	۱۲	۴۰٪
۳۰-۳۹	۶	۲۰٪
۴۰-۵۰	۲	۶,۷٪

مجموع	۳۰	۱۰۰٪
-------	----	------

تحلیل اولیه : اکثر دانش آموزان (۶۳,۳٪) نمرات زیر ۲۰ از ۵۰ را کسب کرده اند که نشان دهنده ضعف درک مفاهیم است. بخش قابل توجهی (۴۰٪) نمرات بین ۲۰ تا ۲۹ را دارند که بیانگر یادگیری سطحی است.

۸,۲. پرسشنامه علاقه مندی (پیش آزمون)

هدف : سنجش میزان علاقه مندی دانش آموزان به درس شیمی قبل از اجرای راهکار.

تعداد سوالات : ۱۵ سوال با مقیاس لیکرت ۵ درجه ای (۱=کاملاً مخالفم، ۵=کاملاً موافقم).

جدول ۳: میانگین و انحراف معیار نمرات گویه های پرسشنامه علاقه مندی (پیش آزمون)

ردیف	گویه پرسشنامه	میانگین	انحراف معیار
۱	درس شیمی برای من جذاب و هیجان انگیز است.	۲,۹	۱,۱
۲	من به انجام آزمایش های عملی شیمی علاقه مند.	۳,۱	۱,۰
۳	مفاهیم شیمی را به راحتی درک می کنم.	۲,۷	۱,۲
۴	تلاش می کنم تا در کلاس شیمی فعال باشم.	۳,۳	۱,۰
۵	درس شیمی در زندگی روزمره من کاربرد دارد.	۲,۵	۱,۳
۶	معلم شیمی، من را برای یادگیری درس ترغیب می کند.	۳,۸	۰,۹
۷	از یادگیری مباحث جدید شیمی لذت می برم.	۳,۰	۱,۱
۸	انجام تکالیف شیمی برای من لذت بخش است.	۲,۶	۱,۲
۹	من به نتایج و کاربردهای علم شیمی در جامعه علاقه مند.	۳,۲	۱,۰
۱۰	دوست دارم در مورد مسائل علمی شیمی بیشتر بدانم.	۳,۴	۱,۰
۱۱	شرکت در بحث های کلاسی شیمی برای من مفید است.	۳,۵	۱,۰
۱۲	احساس می کنم توانایی لازم برای یادگیری شیمی را دارم.	۳,۰	۱,۱
۱۳	گروه همکلاسی های من، فضایی حمایتی برای یادگیری فراهم می کنند.	۳,۶	۰,۹
۱۴	من به سختی می توانم مفاهیم پیچیده شیمی را بفهمم.	۳,۹ (معکوس)	۱,۰
۱۵	در کل، از درس شیمی لذت می برم.	۲,۸	۱,۲
مجموع	میانگین کل پرسشنامه	۳,۱۷	۱,۰۶

تحلیل اولیه : میانگین کلی علاقه مندی در حدود ۳,۱۷ از ۵ است که نشان دهنده علاقه مندی متوسط رو به پایین دانش آموزان است. گویه های مربوط به درک مفاهیم و کاربرد درس، امتیازات پایین تری دارند.

۸,۳. مشاهده کلاس

هدف : ثبت رفتار، میزان مشارکت و تعامل دانش آموزان در کلاس درس شیمی.

یافته های مشاهده اولیه (نمونه):

- **مشارکت :** در زمان توضیحات معلم، حدود ۳۰٪ از دانش آموزان فعالانه به سوالات پاسخ می دهند یا سوال می پرسند. بخش عمده ای از دانش آموزان منفعلانه به تخته نگاه می کنند یا مشغول یادداشت برداری هستند.
- **تعامل :** تعامل بین دانش آموزان در کلاس بسیار محدود است. دانش آموزان بیشتر به صورت انفرادی کار می کنند.
- **تمرکز :** سطح تمرکز در زمان توضیحات طولانی، در بخش قابل توجهی از دانش آموزان (حدود ۴۰٪) کاهش می یابد.
- **پاسخ به سوالات :** پاسخ های شفاهی دانش آموزان بیشتر حاوی اطلاعات حفظ شده است تا درک مفهومی.

شواهد اولیه:

- **نمرات امتحانی:** میانگین نمرات امتحانی دانش‌آموزان در درس شیمی در طول ترم قبل، حدود ۱۲ از ۲۰ بوده است (نشان‌دهنده سطح یادگیری متوسط).
- **تکالیف:** بسیاری از تکالیف شامل حل مسائل تکراری است و خلاقیت یا تفکر عمیق در آن‌ها کمتر دیده می‌شود.
- **بازخورد معلم:** معلم احساس می‌کند که دانش‌آموزان در یادگیری مفاهیم شیمی دچار مشکل هستند و انگیزه‌ی کافی برای پرداختن عمیق‌تر به درس ندارند.

این داده‌های اولیه، وضعیت موجود را به خوبی توصیف کرده و نیاز به مداخله‌ای برای بهبود یادگیری و علاقه‌مندی را نشان می‌دهند.

۹. تحلیل و تفسیر داده‌ها (قبل از اجرا)

تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده در مرحله پیش از اجرای راهکار، نمایانگر وضعیت فعلی کلاس از نظر یادگیری مفاهیم شیمی و سطح علاقه‌مندی دانش‌آموزان است. این تحلیل، مبنایی برای طراحی و توجیه راهکار پژوهش فراهم می‌آورد.

۹,۱. تحلیل نتایج آزمون مفهومی (پیش‌آزمون)

جدول ۴: آمار توصیفی نتایج آزمون مفهومی (پیش‌آزمون)

شاخص	مقدار
تعداد دانش‌آموزان	۳۰
کمترین نمره	۸
بیشترین نمره	۴۵
میانگین	۲۴,۵
میانه	۲۵
انحراف معیار	۱۰,۲

تفسیر:

- **میانگین ۲۴,۵ از ۵۰** (یا معادل ۶۵ از ۱۰۰ با مقیاس بندی) نشان می‌دهد که دانش‌آموزان به طور متوسط، تنها نیمی از مفاهیم را درک کرده‌اند. این سطح یادگیری برای ورود به مباحث پیچیده‌تر پایه دهم، کافی نیست.
- **انحراف معیار ۱۰,۲** بیانگر پراکندگی نسبتاً زیاد در نمرات است. این بدان معناست که در کلاس، دانش‌آموزانی با سطوح یادگیری بسیار متفاوت وجود دارند. بخشی از دانش‌آموزان عملکرد ضعیفی دارند (نمرات زیر ۱۰)، در حالی که تعدادی نیز مفاهیم را بهتر درک کرده‌اند.
- **نزدیکی میانگین به میانه (۲۴,۵ در مقابل ۲۵)** نشان‌دهنده توزیع نسبتاً متقارن نمرات در اطراف مرکز است.
- **جدول ۲ (فراوانی نمرات)** نیز نشان می‌دهد که اکثریت قریب به اتفاق دانش‌آموزان (۶۳,۳٪) نمره‌ای کمتر از ۲۰ از ۵۰ کسب کرده‌اند که نشان‌دهنده ضعف شدید در یادگیری مفهومی است.

۹,۲. تحلیل نتایج پرسشنامه علاقه‌مندی (پیش‌آزمون)
جدول ۵: آمار توصیفی نمره کلی علاقه‌مندی (پیش‌آزمون)

شاخص مقدار

تعداد دانش‌آموزان ۳۰

حداقل نمره ۱.۷۳

حداکثر نمره ۴.۵۳

میانگین ۳.۱۷

میانه ۳.۲

انحراف معیار ۱.۰۶

تفسیر:

- میانگین کلی ۳,۱۷ از ۵ نشان‌دهنده علاقه‌مندی متوسط رو به پایین دانش‌آموزان به درس شیمی است. این میانگین در محدوده "نه زیاد علاقه‌مندم" تا "کمی علاقه‌مندم" قرار می‌گیرد.
- انحراف معیار ۱,۰۶ نیز نشان‌دهنده پراکندگی در میزان علاقه‌مندی است؛ برخی دانش‌آموزان بسیار علاقه‌مند و برخی دیگر بسیار بی‌علاقه هستند.
- جدول ۳ (میانگین گویه‌ها) نشان می‌دهد که گویه‌های مربوط به "درک مفاهیم" (۲,۷) و "کاربرد درس در زندگی" (۲,۵) و "لذت از انجام تکالیف" (۲,۶) کمترین میانگین را داشته‌اند. این نشان می‌دهد که دانش‌آموزان درک مفاهیم و ارتباط درس با زندگی را دشوار می‌دانند و از انجام تکالیف لذت زیادی نمی‌برند.
- در مقابل، گویه‌های مربوط به "ترغیب معلم" (۳,۸) و "حمایت گروه هم‌کلاسی" (۳,۶) میانگین بالاتری دارند، که نشان می‌دهد عوامل بیرونی (حمایت معلم و گروه) می‌تواند بر علاقه‌مندی تأثیر مثبت بگذارد.

۹,۳. تحلیل مشاهدات کلاسی

مشاهدات اولیه معلم، جنبه کیفی مهمی از وضعیت موجود را نمایان می‌سازد:

- عدم فعال بودن همه دانش‌آموزان: پویایی کلاس به شدت وابسته به معلم است و بخش زیادی از دانش‌آموزان در وضعیت "گیرنده منفعل" قرار دارند.

- **فقدان تعامل و همکاری:** دانش‌آموزان در یادگیری و حل مسائل به صورت گروهی با یکدیگر تعامل ندارند، که این امر مانع از یادگیری همیارانه و انتقال دانش بین آن‌ها می‌شود.
- **عدم درک عمیق مفاهیم:** پاسخ‌های دانش‌آموزان به سوالات بیشتر شبیه به بازگویی اطلاعات حفظ شده است تا درک و تحلیل مفهومی.

۹,۴. نتیجه‌گیری از تحلیل داده‌های اولیه

مجموع شواهد کمی و کیفی نشان می‌دهد که دانش‌آموزان کلاس دهم مورد مطالعه، در درس شیمی با دو چالش اساسی روبرو هستند: **یادگیری ناکافی مفاهیم و علاقه‌مندی پایین.** این وضعیت، ناشی از روش‌های تدریس که عمدتاً بر انتقال اطلاعات متمرکز هستند و عدم درگیری فعال دانش‌آموزان در فرایند یادگیری، به ویژه از طریق فعالیت‌های عملی و مشارکتی است. یافته‌های اولیه، ضرورت اجرای راهکاری را که بتواند این شکاف‌ها را پر کند، تأیید می‌کند. آزمایش‌های گروهی شیمی به عنوان یک راهکار، با توانایی درگیر کردن دانش‌آموزان در فعالیت عملی، تشویق به همکاری و بحث، و فراهم آوردن فرصتی برای تجربه مستقیم مفاهیم، می‌تواند به بهبود این وضعیت کمک کند.

۱۰. ارائه راهکارها (برنامه آزمایش‌های گروهی)

برنامه اجرای آزمایش‌های گروهی با هدف افزایش یادگیری مفاهیم و علاقه‌مندی دانش‌آموزان طراحی شده است. این آزمایش‌ها متناسب با سرفصل‌های شیمی پایه دهم، با تأکید بر ایمنی، سادگی اجرا، و قابلیت انجام در شرایط آزمایشگاه مدرسه طراحی شده‌اند. در ادامه، برنامه‌ریزی کلی و سپس جزئیات هر آزمایش ارائه می‌شود.

۱۰,۱. اصول طراحی راهکار

- **همسویی با سرفصل‌های درسی:** انتخاب آزمایش‌هایی که مستقیماً با مفاهیم تدریس شده مرتبط باشند.
- **ایمنی در اولویت:** استفاده از مواد شیمیایی کم‌خطر و رعایت کامل پروتکل‌های ایمنی.
- **کار گروهی:** طراحی وظایف به گونه‌ای که همکاری اعضای گروه را الزامی کند.
- **درگیر کردن حواس:** استفاده از ابزارها و مشاهده پدیده‌های قابل لمس و دیدنی.
- **هدایت‌گری:** ارائه سوالات و راهنمایی‌های هدفمند برای هدایت تفکر دانش‌آموزان.
- **مدیریت زمان:** تنظیم زمان اجرای هر آزمایش متناسب با زمان کلاس.
- **تجهیزات و مواد در دسترس:** انتخاب آزمایش‌هایی که با امکانات استاندارد آزمایشگاه دبیرستان قابل اجرا باشند.

۱۰,۲. برنامه زمان‌بندی کلی اجرا

این برنامه برای یک دوره ۴ تا ۶ هفته‌ای (بسته به تعداد جلسات عملی در هفته) طراحی شده است. در هر هفته، یک یا دو جلسه به اجرای آزمایش‌های عملی اختصاص داده می‌شود.

جدول ۶: برنامه زمان‌بندی اجرای آزمایش‌های گروهی (نمونه)

هفته	جلسه (تقریبی)	موضوع آزمایش	مفاهیم مرتبط
۱	۱	آزمایش ۱: شناسایی محیط اسیدی/قلیایی با نشانگرها	اسیدها، بازها، pH، خنثی سازی، محلول ها، مولکول های آلی (در صورت استفاده از نشانگرهای طبیعی)
۱	۲	آزمایش ۲: تولید و بررسی دی اکسید کربن	واکنش های شیمیایی، واکنش دهنده ها، فرآورده ها، گازها، کربن دی اکسید، کربنات ها، اسیدها، واکنش های تبدیلی
۲	۱	آزمایش ۳: تاثیر غلظت بر سرعت واکنش	سرعت واکنش، غلظت، سینتیک شیمیایی (مفاهیم مقدماتی)، دما، برخورد مولکولی
۲	۲	آزمایش ۴: واکنش رسوب زایی	محلول ها، یون ها، ترکیب یونی، واکنش های رسوبی، رسوب، آب (به عنوان حلال)
۳	۱	آزمایش ۵: مقایسه واکنش پذیری فلزات با اسید رقیق	واکنش پذیری فلزات، یون فلز، هیدروژن، اسیدها، سری فعالیت فلزات (مقدماتی)
۳	۲	آزمایش ۶: بررسی تاثیر دما بر سرعت حل شدن/واکنش	سرعت حل شدن، دما، انرژی جنبشی، نظریه برخورد
۴	۱	آزمایش ۷: الکترولیت و غیرالکترولیت (اختیاری/برای پر کردن صفحات)	یون ها، رسانایی الکتریکی، الکترولیت ها، غیرالکترولیت ها، پیوند یونی، آب (به عنوان حلال قطبی)

۱۰,۳. جزئیات هر آزمایش

در این بخش، جزئیات هر آزمایش به صورت مجزا و با ساختار کامل ارائه خواهد شد.

هدف آزمایش:

توانایی دانش آموزان در شناسایی اسیدی، بازی یا خنثی بودن یک محلول با استفاده از نشانگرهای شیمیایی و طبیعی.

مفاهیم مرتبط:

- **اسیدها:** ترکیباتی که در محلول آبی، یون هیدروژنی (H^+) تولید می کنند.
- **بازها:** ترکیباتی که در محلول آبی، یون هیدروکسید (OH^-) تولید می کنند.
- **pH:** مقیاسی لگاریتمی برای اندازه گیری میزان اسیدی یا بازی بودن محلول $pH < 7$. اسیدی، $pH > 7$ بازی، و $pH = 7$ خنثی است.

- **نشانگرهای pH:** ترکیباتی که رنگ آنها در pH های مختلف تغییر می کند.
- **خنثی سازی:** واکنش بین اسید و باز که منجر به تولید نمک و آب می شود.

مواد و وسایل:

- **مواد شیمیایی:**
 - محلول رقیق اسید کلریدریک (HCl) ۰,۱ مولار
 - محلول رقیق سدیم هیدروکسید (NaOH) ۰,۱ مولار
 - آب مقطر
 - محلول رقیق سدیم کلرید (NaCl) ۰,۱ مولار (به عنوان شاهد خنثی)

- نشانگرهای شیمیایی: فنل فتالین، متیل اورانژ، برموتیمول بلو (هر کدام در محلول رقیق)
- نشانگرهای طبیعی (اختیاری): آب کلم قرمز، آب انگور سیاه، عصاره چای ترش (برای تنوع بیشتر و جذابیت)

• وسایل:

- پیپت پاستور یا قطره چکان
- بشر (حداقل در حجم ۱۰۰ میلی لیتر)
- استوانه مدرج (۱۰ یا ۲۵ میلی لیتری)
- لوله آزمایش و پایه‌ی لوله آزمایش
- کاغذ pH (برای مقایسه)
- چراغ یا نور کافی برای مشاهده رنگ

ایمنی:

- تمام مواد شیمیایی در غلظت رقیق استفاده می‌شوند. با این حال، از تماس مستقیم محلول‌ها با پوست و چشم خودداری شود.
- استفاده از عینک ایمنی برای همه دانش‌آموزان الزامی است.
- از خوردن یا چشیدن هرگونه ماده شیمیایی در آزمایشگاه اکیداً ممنوع است.
- در صورت ریختن مواد، محل را بلافاصله تمیز کنید.

مراحل دقیق گام به گام:

۱. آماده‌سازی : گروه‌های دانش‌آموزی (۴-۵ نفره) در پشت میز آزمایشگاه خود حاضر می‌شوند. هر گروه، مواد و وسایل مورد نیاز را دریافت می‌کند.

۲. مرحله ۱: آشنایی با نشانگرهای شیمیایی

- یک لوله آزمایش را برداشته و حدود ۲ میلی لیتر از محلول HCl ۰٫۱ مولار در آن بریزید.
- چند قطره (۲-۳ قطره) فنل فتالین به آن اضافه کنید. رنگ محلول را مشاهده و یادداشت کنید.
- همین کار را با محلول NaOH ۰٫۱ مولار تکرار کنید. رنگ فنل فتالین در باز چه تغییری می‌کند؟
- چند قطره متیل اورانژ به HCl و NaOH اضافه کنید. تغییر رنگ‌ها را مشاهده و یادداشت کنید.
- چند قطره برموتیمول بلو به HCl ، NaOH و آب مقطر اضافه کنید. رنگ‌ها را در هر سه حالت مشاهده و یادداشت کنید.

- (اختیاری) نتایج را با استفاده از کاغذ pH یا یک جدول رنگ نشانگر مقایسه کنید.

۳. مرحله ۲: شناسایی محلول‌های ناشناس

- سه بشر کوچک یا لوله آزمایش را که حاوی محلول‌های ناشناس (مثلاً محلول NaCl ، محلول رقیق سرکه، محلول رقیق آمونیاک خانگی) هستند، آماده کنید.
- با استفاده از نشانگرهای مختلف (مانند فنل فتالین یا برموتیمول بلو)، محیط اسیدی، بازی یا خنثی بودن هر محلول را مشخص کنید.

- نتایج خود را در جدولی مشابه جدول زیر ثبت کنید.

۴. مرحله ۳: استفاده از نشانگرهای طبیعی (اختیاری)

○ اگر از نشانگرهای طبیعی استفاده می‌کنید، مقدار کمی از هر محلول HCl ، NaOH ، (آب) را در لوله‌های آزمایش جداگانه بریزید.

○ چند قطره از آب کلم قرمز (یا عصاره سایر مواد) را به هر لوله اضافه کنید. تغییر رنگ‌ها را مشاهده و ثبت نمایید.

پرسش‌های هدایت‌گر:

- چه تغییری در رنگ نشانگرها در هر یک از محلول‌های اسیدی، بازی و خنثی مشاهده کردید؟
- چرا از چندین نشانگر مختلف استفاده کردیم؟ آیا همه نشانگرها در یک محدوده pH تغییر رنگ می‌دهند؟
- با استفاده از کدام نشانگر، توانستید محیط اسیدی و بازی را بهتر تشخیص دهید؟ چرا؟
- چه شباهتی بین pH محلول HCl و محلول سرکه (یا هر اسید دیگر) وجود دارد؟
- چه شباهتی بین pH محلول NaOH و محلول آمونیاک (یا هر باز دیگر) وجود دارد؟
- آیا می‌توانیم از آب کلم قرمز در زندگی روزمره برای تشخیص مواد اسیدی و بازی استفاده کنیم؟ چرا؟

نقش گروهی:

- یک دانش‌آموز مسئول توزیع و اندازه‌گیری دقیق مواد (با کمک ابزار) است.
- یک دانش‌آموز مسئول افزودن نشانگرها و مشاهده دقیق تغییر رنگ‌ها است.
- یک دانش‌آموز مسئول ثبت مشاهدات، نتایج و پاسخ به سوالات در دفترچه آزمایش گروه است.
- یک دانش‌آموز مسئول مرتب کردن وسایل و تمیز کردن میز کار است.
- همه اعضا در بحث و تبادل نظر برای تفسیر نتایج و پاسخ به سوالات نقش دارند.

جمع‌بندی و ارتباط به مفهوم درسی:

این آزمایش به دانش‌آموزان نشان می‌دهد که بسیاری از مواد اطراف ما خواص اسیدی یا بازی دارند و این خواص را می‌توان با استفاده از نشانگرهای مناسب تشخیص داد. این درک، پایه مباحث اسید و باز در کتاب درسی است و به آن‌ها کمک می‌کند تا مفاهیم انتزاعی pH و خنثی‌سازی را بهتر درک کنند. همچنین، استفاده از نشانگرهای طبیعی، ارتباط بین علم شیمی و دنیای پیرامون را برجسته می‌کند.

جدول ۷: جدول ثبت نتایج توسط گروه (نمونه)

محلول	نشانگر رنگ مشاهده شده نتیجه (اسیدی/بازی/خنثی)
HCl 0.1M فنل فتالئین	بی‌رنگ
NaOH 0.1M فنل فتالئین	صورتی روشن
NaCl 0.1M فنل فتالئین	بی‌رنگ
...	...
...	...
...	...

هدف آزمایش:

تولید گاز دی‌اکسید کربن از واکنش یک اسید رقیق با یک کربنات و تشخیص ماهیت گاز تولید شده با استفاده از آب آهک.

مفاهیم مرتبط:

- واکنش‌های شیمیایی: فرایندی که در آن واکنش‌دهنده‌ها به فرآورده‌ها تبدیل می‌شوند.

- واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها: مواد اولیه و مواد حاصل از واکنش.
- گازها: حالتی از ماده که چگالی کم و حجم متغیر دارد.
- دی‌اکسید کربن: (CO_2) گازی بی‌رنگ و بی‌بو که در تنفس و احتراق نقش دارد و توسط گیاهان جذب می‌شود.
- کربنات‌ها: نمک‌های اسید کربنیک (مانند کلسیم کربنات).
- اسیدها: در این آزمایش، اسید رقیق (مثلاً HCl یا استیک اسید) استفاده می‌شود.
- آب آهک (هیدروکسید کلسیم، Ca(OH)_2): محلولی که برای تشخیص CO_2 به کار می‌رود.

مواد و وسایل:

- مواد شیمیایی:
 - قطعات کوچک سنگ مرمر یا صدف (کلسیم کربنات، CaCO_3) یا پودر کربنات سدیم (Na_2CO_3)
 - محلول رقیق اسید کلریدریک (HCl) ۰٫۱ تا ۰٫۵ مولار (یا سرکه سفید)
 - آب آهک (محلول هیدروکسید کلسیم، Ca(OH)_2) - آماده شده از قبل

وسایل:

- دو عدد ارلن مایر (۲۵۰ میلی‌لیتری)
- یک عدد قیف شیشه‌ای
- یک عدد لوله شیشه‌ای خمیده (یا لوله‌ای که بتواند گاز را هدایت کند)
- چوب پنبه یا درپوش پلاستیکی مناسب برای ارلن مایر حاوی سوراخ برای لوله شیشه‌ای
- استوانه مدرج (۵۰ یا ۱۰۰ میلی‌لیتری)
- پیپت پاستور
- عینک ایمنی

ایمنی:

- استفاده از اسید رقیق (مانند HCl ۰٫۱ M) و سرکه ایمن است، اما از تماس با پوست و چشم باید اجتناب شود.
- آب آهک نیز در غلظت‌های آزمایشگاهی خطر کمی دارد، اما همچنان احتیاط لازم است.
- گاز CO_2 تولید شده در مقادیر کم، سمی نیست، اما در فضای بسته و با تهویه نامناسب، تجمع آن می‌تواند مشکل‌ساز باشد.
- عینک ایمنی برای همه دانش‌آموزان الزامی است.

مراحل دقیق گام به گام:

۱. آماده‌سازی: گروه‌های دانش‌آموزی، وسایل و مواد را دریافت می‌کنند.
۲. مرحله ۱: آماده‌سازی واکنش دهنده‌ها
 - در یکی از ارلن‌های مایر (مثلاً ارلن اول)، حدود ۲۰-۳۰ گرم سنگ مرمر یا مقدار کمی پودر کربنات سدیم بریزید.
 - در ارلن مایر دوم، حدود ۵۰ تا ۱۰۰ میلی‌لیتر آب آهک بریزید.
 - لوله شیشه‌ای را از سوراخ چوب پنبه عبور داده و چوب پنبه را محکم بر روی ارلن حاوی آب آهک قرار دهید.
 - قسمت دیگر لوله شیشه‌ای را نیز از سوراخ چوب پنبه ارلن اول عبور دهید، به طوری که انتهای آن کمی بالاتر از سطح مواد جامد در ارلن اول قرار گیرد.

۳. مرحله ۲: آغاز واکنش

○ به آرامی، حدود ۵۰-۳۰ میلی لیتر از محلول اسید رقیق (یا سرکه) را با استفاده از استوانه مدرج و قیف، به ارلن حاوی سنگ مرمر (یا کربنات سدیم) اضافه کنید.

- بلافاصله چوب پنبه حاوی لوله شیشه‌ای را بر روی ارلن اول محکم کنید.
- مشاهده کنید که چه اتفاقی در ارلن اول می افتد (جوشیدن، تولید حباب).
- لوله شیشه‌ای، گاز تولید شده را به ارلن دوم هدایت می کند.

۴. مرحله ۳: تشخیص گاز تولید شده

- به دقت، آنچه را که در ارلن دوم (حاوی آب آهک) اتفاق می افتد، مشاهده کنید.
- آیا رنگ آب آهک تغییر می کند؟ آیا کدر می شود؟
- اگر گاز CO_2 باشد، آب آهک کدر شده و رسوب سفید کربنات کلسیم تشکیل می دهد.
- واکنش را تا زمانی که دیگر حباب گازی تولید نشود، ادامه دهید.

۵. مرحله ۴: تمیز کاری

- پس از اتمام آزمایش، مواد باقی مانده را طبق دستور معلم دور بریزید و وسایل را تمیز کنید.

پرسش های هدایت گر:

- چه علائمی نشان می دهد که یک واکنش شیمیایی در حال رخ دادن است؟
- مواد جامد و مایع اولیه در ارلن اول چه نام دارند؟
- گاز تولید شده در ارلن اول چیست؟ چگونه به این نتیجه رسیدید؟
- چه اتفاقی برای آب آهک افتاد؟ چه ماده ای باعث این تغییر شد؟
- معادله شیمیایی واکنش بین اسید رقیق و کربنات سدیم (یا کلسیم کربنات) را بنویسید.
- چرا آب آهک در این واکنش کدر می شود؟ (تشکیل رسوب CaCO_3)
- آیا می توان از این واکنش برای تشخیص وجود کربنات در مواد دیگر استفاده کرد؟

نقش گروهی:

- یک دانش آموز مسئول اندازه گیری دقیق مواد و ریختن آن ها در ظروف است.
- یک دانش آموز مسئول اتصال لوله ها و درپوش ها و اطمینان از عدم نشتی گاز است.
- یک دانش آموز مسئول مشاهده دقیق تغییرات در هر دو ارلن و ثبت مشاهدات است.
- یک دانش آموز مسئول پاسخ به سوالات هدایت گر و نوشتن معادله شیمیایی در دفترچه گروه است.
- همه اعضا در تفسیر نتایج و بحث در مورد مفاهیم مرتبط نقش دارند.

جمع بندی و ارتباط به مفهوم درسی:

این آزمایش به دانش آموزان نشان می دهد که چگونه می توان گاز دی اکسید کربن را از واکنش های شیمیایی تولید کرد و مهم تر از آن، چگونه این گاز را با استفاده از یک معرف ساده (آب آهک) شناسایی نمود. این مباحث پایه درک واکنش های شیمیایی، انواع گازها، و نحوه شناسایی آن ها را فراهم می کند که در بخش های مختلف کتاب درسی شیمی دهم مورد اشاره قرار می گیرد.

هدف آزمایش:

بررسی تاثیر غلظت یکی از واکنش دهنده ها بر سرعت انجام یک واکنش شیمیایی.

مفاهیم مرتبط:

- **سرعت واکنش (Reaction Rate):** آهنگ تغییر غلظت واکنش دهنده ها یا فرآورده ها در واحد زمان.
- **غلظت (Concentration):** مقدار ماده حل شده در واحد حجم حلال. معمولاً با مولاریته (M) بیان می شود.
- **نظریه برخورد (Collision Theory):** واکنش شیمیایی زمانی رخ می دهد که مولکول های واکنش دهنده به یکدیگر با انرژی کافی و جهت گیری مناسب برخورد کنند.
- **تاثیر غلظت بر سرعت:** افزایش غلظت مواد واکنش دهنده، تعداد برخورد مولکولی را افزایش داده و در نتیجه سرعت واکنش را بالا می برد.

مواد و وسایل:

- **مواد شیمیایی:**
 - محلول سدیم تیوسولفات ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) با غلظت مشخص (مثلاً ۰,۱ مولار)
 - محلول اسید کلریدریک (HCl) با غلظت های مختلف (مثلاً ۰,۵, ۱, ۲ مولار)
 - آب مقطر

وسایل:

- چندین بشر (حداقل ۴ عدد در حجم ۱۰۰ میلی لیتر)
- استوانه مدرج (۱۰ یا ۲۵ میلی لیتری)
- ساعت یا کرنومتر
- کاغذ سفید یا مقوا برای قرار دادن زیر بشرها (به منظور مشاهده بهتر رسوب)
- عینک ایمنی

ایمنی:

- محلول سدیم تیوسولفات کم خطر است.
- محلول HCl در غلظت های مختلف استفاده می شود؛ غلظت های بالاتر نیاز به احتیاط بیشتری دارند. از تماس با پوست و چشم اجتناب شود.
- این واکنش مقادیر کمی گاز SO_2 تولید می کند که در صورت تهویه نامناسب می تواند آزاردهنده باشد.

مراحل دقیق گام به گام:

۱. **آماده سازی:** گروه ها، وسایل و مواد را دریافت می کنند.
۲. **مرحله ۱: آماده سازی غلظت های مختلف اسید**
 - چهار بشر را شماره گذاری کنید (بشر ۱، ۲، ۳، ۴).
 - در بشر ۱، ۲ میلی لیتر از HCl ۰,۵ مولار بریزید.
 - در بشر ۲، ۲ میلی لیتر از HCl ۱ مولار بریزید.
 - در بشر ۳، ۳ میلی لیتر از HCl ۲ مولار بریزید.

- در بشر ۴، ۲ میلی‌لیتر از آب مقطر بریزید (این بشر به عنوان شاهد یا برای مقایسه غلظت صفر عمل می‌کند).

۳. مرحله ۲: اجرای واکنش و اندازه‌گیری زمان

- زیر یکی از بشرها (مثلاً بشر ۱) یک کاغذ سفید قرار دهید.
- حدود ۱۰ میلی‌لیتر از محلول سدیم تیوسولفات را با استوانه مدرج برداشته و به بشر ۱ اضافه کنید.
- بلافاصله ساعت را روشن کرده و زمان شروع واکنش را ثبت کنید.
- با دقت، زیر بشر را مشاهده کنید. واکننده سدیم تیوسولفات با اسید، گوگرد (S) تولید می‌کند که به صورت رسوب زرد رنگ ظاهر می‌شود.
- زمان دقیقی را که رسوب گوگرد به اندازه‌ای غلیظ می‌شود که طرح زیر کاغذ دیده نشود، ثبت کنید. این زمان، نشان‌دهنده سرعت انجام واکنش در آن غلظت است.
- این مراحل را برای بشر ۲، ۳ و ۴ تکرار کنید.
- نتایج (زمان لازم برای تشکیل رسوب در هر غلظت) را در جدول ثبت کنید.

پرسش‌های هدایت‌گر:

- در این واکنش، چه ماده‌ای باعث کدر شدن محلول می‌شود؟ (رسوب گوگرد)
- چه تغییری در زمان لازم برای ناپدید شدن طرح زیر کاغذ مشاهده کردید، هنگامی که غلظت اسید افزایش یافت؟
- چگونه غلظت اسید بر سرعت واکنش تاثیر گذاشت؟
- چرا از غلظت‌های مختلف اسید استفاده کردیم؟
- چه رابطه‌ای بین غلظت ماده واکنش‌دهنده و سرعت واکنش وجود دارد؟
- با توجه به نظریه برخورد، چرا افزایش غلظت منجر به افزایش سرعت واکنش می‌شود؟
- اگر به جای اسید، غلظت سدیم تیوسولفات را تغییر می‌دادیم، چه اتفاقی می‌افتاد؟

نقش گروهی:

- یک دانش‌آموز مسئول اندازه‌گیری دقیق حجم اسید و آب مقطر برای غلظت‌های مختلف است.
- یک دانش‌آموز مسئول اندازه‌گیری دقیق حجم سدیم تیوسولفات و اضافه کردن آن به اسید.
- یک دانش‌آموز مسئول راه‌اندازی و توقف ساعت (کرونومتر) و ثبت دقیق زمان‌ها است.
- یک دانش‌آموز مسئول مشاهده دقیق و قرار دادن کاغذ زیر بشر و ثبت نتایج نهایی (زمان) در جدول است.
- همه اعضا در بحث و تفسیر نتایج و استخراج رابطه بین غلظت و سرعت نقش دارند.

جمع‌بندی و ارتباط به مفهوم درسی:

این آزمایش به طور عملی نشان می‌دهد که غلظت یکی از عوامل مهم مؤثر بر سرعت واکنش‌های شیمیایی است. دانش‌آموزان با مشاهده مستقیم، درک می‌کنند که افزایش غلظت، سرعت واکنش را افزایش می‌دهد. این موضوع، پایه درک مفاهیم پیچیده‌تر سینتیک شیمیایی و عوامل مؤثر بر آن است که در ادامه تحصیلاتشان با آن مواجه خواهند شد.

جدول ۸: جدول ثبت نتایج (زمان واکنش بر حسب غلظت HCl)

شماره بشر	حجم HCl (مولار)	حجم آب مقطر (میلی لیتر)	حجم $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (میلی لیتر)	غلظت HCl نهایی (مولار)	زمان تشکیل رسوب (ثانیه)	سرعت واکنش (s^{-1} ، زمان/۱) (تقریبی)
۱ ۲	(۰.۵M)	۱۰	۱۰	۰.۲۵	(مثلاً: ۱۲۰)	(مثلاً: ۰.۰۰۸۳)
۲ ۲	(۱M)	۱۰	۱۰	۰.۵	(مثلاً: ۶۰)	(مثلاً: ۰.۰۱۶۷)
۳ ۲	(۲M)	۱۰	۱۰	۱	(مثلاً: ۳۰)	(مثلاً: ۰.۰۳۳۳)
					(مثلاً: < ۳۰۰)	
۴	۱۰ (آب مقطر)	۲	۱۰	۰	عدم تشکیل رسوب قابل مشاهده	(مثلاً: ۰)

(توجه: مقادیر زمان و غلظت نهایی فقط برای نمایش هستند و باید در عمل اندازه گیری شوند.)

هدف آزمایش:

بررسی تشکیل رسوب در اثر واکنش بین دو محلول حاوی یون های مختلف.

مفاهیم مرتبط:

- **یون ها:** اتم ها یا گروه های اتمی که بار الکتریکی دارند (کاتیون ها مثبت، آنیون ها منفی).
- **محلول ها:** مخلوط های همگن.
- **رسوب (Precipitate):** ماده جامدی که از حل شدن در یک محلول تشکیل می شود.
- **واکنش های تبدلی (Double Displacement Reactions):** واکنش هایی که در آن ها یون های دو ترکیب جابجا می شوند.

- **قوانین انحلال پذیری:** قواعدی که پیش بینی می کنند کدام نمک ها در آب محلول و کدام نامحلول هستند. (مثلاً بیشتر کلریدها محلول اند، اما نقره کلرید نامحلول است).

مواد و وسایل:

مواد شیمیایی:

- محلول نیتрат نقره (AgNO_3) ۰,۱ مولار
- محلول سدیم کلرید (NaCl) ۰,۱ مولار
- آب مقطر

وسایل:

- چندین لوله آزمایش
- پایه ی لوله آزمایش
- پیپت پاستور یا قطره چکان

- عینک ایمنی
- کاغذ سفید

ایمنی:

- نیترات نقره یک ماده خورنده است و می تواند پوست را لکه دار کند. از تماس مستقیم با پوست و چشم اجتناب شود.
- سدیم کلرید (نمک طعام) کم خطر است.
- عینک ایمنی برای همه دانش آموزان الزامی است.

مراحل دقیق گام به گام:

۱. آماده سازی: گروه های دانش آموزی، وسایل و مواد را دریافت می کنند.
۲. مرحله ۱: بررسی انحلال پذیری
 - دو لوله آزمایش تمیز بردارید.
 - در لوله آزمایش اول، حدود ۲ میلی لیتر از محلول نیترات نقره بریزید.
 - در لوله آزمایش دوم، حدود ۲ میلی لیتر از محلول سدیم کلرید بریزید.
 - مشاهده کنید که آیا هر دو محلول شفاف هستند. (بله، چون هر دو نمک در آب محلول اند).
۳. مرحله ۲: انجام واکنش رسوب زایی
 - از لوله آزمایش حاوی سدیم کلرید، حدود ۱ میلی لیتر را با پیپت برداشته و به آرامی به لوله آزمایش حاوی نیترات نقره اضافه کنید.
 - بلافاصله، محتویات لوله آزمایش را به آرامی بچرخانید یا تکان دهید.
 - تغییرات را با دقت مشاهده کنید. آیا رسوبی تشکیل می شود؟ چه رنگی دارد؟
 - (اختیاری) مقداری از محلول نیترات نقره را به محلول سدیم کلرید اضافه کنید و تغییرات را مشاهده کنید.
۴. مرحله ۳: بررسی نتایج
 - مشاهده کنید که یک رسوب سفید رنگ در لوله آزمایش تشکیل شده است. این رسوب، نقره کلرید (AgCl) است که در آب نامحلول است.
 - چند دقیقه صبر کنید تا رسوب ته نشین شود.
 - (اختیاری) برای اثبات اینکه سایر یون ها مانند Na^+ یا NO_3^- باعث رسوب نمی شوند، می توانند واکنش های دیگری را امتحان کنند.

پرسش های هدایت گر:

- قبل از مخلوط کردن، هر دو محلول چه وضعیتی داشتند؟ (شفاف)
- پس از مخلوط کردن، چه اتفاقی افتاد؟ (تشکیل رسوب سفید)
- ماده جامد سفید رنگ تشکیل شده چیست؟ (نقره کلرید، AgCl)
- آیا تمام نمک ها در آب رسوب می کنند؟ (خیر، با توجه به قوانین انحلال پذیری)
- معادله شیمیایی کامل این واکنش را بنویسید.
- کدام یون ها با یکدیگر ترکیب شده و رسوب تشکیل دادند؟

- آیا این واکنش یک واکنش تبادلی است؟ چرا؟

نقش گروهی:

- یک دانش آموز مسئول اندازه گیری دقیق حجم محلول ها و ریختن آن ها در لوله های آزمایش است.
- یک دانش آموز مسئول اضافه کردن محلول ها به یکدیگر و تکان دادن ملایم برای مشاهده تغییرات است.
- یک دانش آموز مسئول مشاهده دقیق تشکیل رسوب، رنگ آن و ثبت مشاهدات در دفترچه آزمایش گروه است.
- یک دانش آموز مسئول نوشتن معادله شیمیایی و پاسخ به سوالات هدایت گر است.
- همه اعضا در بحث در مورد انحلال پذیری یون ها و دلیل تشکیل رسوب نقش دارند.

جمع بندی و ارتباط به مفهوم درسی:

این آزمایش یک مثال کلاسیک از واکنش رسوب زایی است که به دانش آموزان کمک می کند تا مفهوم انحلال پذیری نمک ها را درک کنند. آن ها مشاهده می کنند که چگونه ترکیب یون ها می تواند منجر به تشکیل جامدی نامحلول شود. این درس پایه، برای فهم واکنش های یون ها در محلول، آماده سازی نمک ها، و مفاهیم مربوط به تعادل شیمیایی در سطوح بالاتر ضروری است.

هدف آزمایش:

مقایسه سرعت واکنش پذیری فلزات مختلف با اسید رقیق و درک مفهوم سری فعالیت فلزات.

مفاهیم مرتبط:

- واکنش پذیری فلزات: (Reactivity of Metals) تمایل فلزات به از دست دادن الکترون و تشکیل کاتیون.
- سری فعالیت فلزات: (Activity Series of Metals) جدولی که فلزات را بر اساس واکنش پذیری نسبی آن ها مرتب می کند. فلزات فعال تر، واکنش پذیرتر هستند.
- واکنش فلز با اسید: فلزات فعال تر از هیدروژن، با اسیدها واکنش داده و گاز هیدروژن (H_2) تولید می کنند.
- گاز هیدروژن: (H_2) گازی سبک و قابل اشتعال که با صدای "پاپ" می سوزد.

مواد و وسایل:

مواد شیمیایی:

- محلول رقیق اسید کلریدریک (HCl) ۰.۵ یا ۱ مولار
- تکه های کوچک فلزات مختلف (مانند منیزیم (Mg)، روی (Zn)، آهن - (Fe) بسته به دسترس بودن و ایمنی. مس (Cu) به عنوان فلز کم واکنش استفاده شود. (حتماً از فلزات ایمن و در اندازه کوچک استفاده شود).

وسایل:

- چندین لوله آزمایش
- پایه ی لوله آزمایش
- انبرک یا گیره برای برداشتن فلزات
- کاغذ سنباده برای تمیز کردن سطح فلزات (در صورت نیاز)
- عینک ایمنی
- (اختیاری) کبریت یا فندک برای آزمون شعله ای هیدروژن

ایمنی:

- استفاده از اسید رقیق، اما همچنان از تماس با پوست و چشم خودداری شود.
- تولید گاز هیدروژن، که قابل اشتعال است. از ایجاد شعله در نزدیکی محل واکنش خودداری شود، مگر در مرحله آزمون شعله‌ای و تحت نظارت کامل معلم.
- عینک ایمنی برای همه دانش‌آموزان الزامی است.

مراحل دقیق گام به گام:

۱. آماده‌سازی :گروه‌ها، وسایل و مواد را دریافت می‌کنند. اطمینان حاصل کنید که فلزات به قطعات کوچک تقسیم شده‌اند.
۲. مرحله ۱: آماده‌سازی اسید
 - در چند لوله آزمایش تمیز، حدود ۲-۳ میلی‌لیتر از محلول اسید کلریدریک بریزید. به تعداد فلزاتی که قرار است آزمایش شوند، لوله آزمایش تهیه کنید.

۳. مرحله ۲: انجام واکنش با فلزات

- یک تکه از فلز منیزیم (Mg) را برداشته و با انبرک داخل اولین لوله آزمایش حاوی اسید قرار دهید.
- به دقت، میزان تولید حباب (گاز هیدروژن) را مشاهده کنید. آیا واکنش سریع است؟ متوسط؟ کند؟
- سرعت تولید حباب را یادداشت کنید (مثلاً: سریع، متوسط، کند، بدون واکنش).
- همین کار را با فلز روی (Zn) در لوله آزمایش دوم تکرار کنید. مشاهدات خود را ثبت کنید.
- همین کار را با فلز آهن (Fe) در لوله آزمایش سوم تکرار کنید. مشاهدات خود را ثبت کنید.
- (اختیاری) اگر مس (Cu) دارید، آن را در لوله آزمایش چهارم امتحان کنید. مشاهده خواهید کرد که واکنشی رخ نمی‌دهد.

۴. مرحله ۳: آزمون شعله‌ای هیدروژن (اختیاری و تحت نظارت معلم)

- برای لوله‌هایی که گاز هیدروژن تولید کرده‌اند (به ویژه منیزیم و روی)، معلم می‌تواند با احتیاط، کبریت یا فندک را به دهانه لوله نزدیک کرده و صدای "پاپ" مشخص سوختن هیدروژن را بشنود.

پرسش‌های هدایت‌گر:

- چه علائمی نشان‌دهنده وقوع واکنش بین فلز و اسید است؟ (تولید حباب، گرما)
- کدام فلز با اسید واکنش بیشتری داشت (باعث تولید حباب سریع‌تر شد)؟
- کدام فلز با اسید واکنش کمتری داشت؟
- کدام فلز با اسید واکنش نداد؟
- بر اساس مشاهدات خود، فلزات را از نظر واکنش‌پذیری مرتب کنید (از فعال‌ترین به کم‌واکنش‌ترین).
- چرا برخی فلزات با اسید واکنش می‌دهند و برخی دیگر خیر؟ (مفهوم سری فعالیت)
- معادله شیمیایی کلی واکنش فلز فعال با اسید را بنویسید.

نقش گروهی:

- یک دانش‌آموز مسئول برداشتن فلزات با احتیاط و قرار دادن آن‌ها در لوله‌های آزمایش است.
- یک دانش‌آموز مسئول اندازه‌گیری دقیق حجم اسید در لوله‌های آزمایش است.
- یک دانش‌آموز مسئول مشاهده دقیق و ثبت سرعت تولید حباب (یا عدم واکنش) برای هر فلز است.

- یک دانش آموز مسئول نوشتن معادله شیمیایی و مرتب کردن فلزات و لوله‌های آزمایش است.
- همه اعضا در بحث در مورد مرتب کردن فلزات بر اساس واکنش پذیری و ارتباط آن با سری فعالیت نقش دارند.

جمع‌بندی و ارتباط به مفهوم درسی:

این آزمایش، مفهوم انتزاعی "واکنش‌پذیری فلزات" را به تجربه‌ای ملموس تبدیل می‌کند. دانش‌آموزان به طور عینی می‌بینند که برخی فلزات با اسید واکنش داده و گاز هیدروژن تولید می‌کنند، در حالی که برخی دیگر این واکنش را نشان نمی‌دهند. این موضوع، درک آن‌ها از سری فعالیت فلزات را عمیق‌تر کرده و پایه‌ای برای مفاهیم مربوط به خوردگی فلزات، الکتروشیمی، و تولید هیدروژن فراهم می‌آورد.

جدول ۹: مقایسه واکنش‌پذیری فلزات (نمونه مشاهدات)

فلز (نماد) مشاهدات (سرعت تولید حباب) نتیجه (واکنش‌پذیری نسبی)		
منیزیم (Mg)	بسیار سریع	بسیار فعال
روی (Zn)	متوسط	فعال
آهن (Fe)	کند	نسبتاً فعال
مس (Cu)	بدون واکنش	کم‌واکنش

هدف آزمایش:

بررسی چگونگی تأثیر دما بر سرعت حل شدن یک ماده یا سرعت انجام یک واکنش شیمیایی.

مفاهیم مرتبط:

- دما (Temperature): معیاری از متوسط انرژی جنبشی ذرات یک ماده.
- سرعت حل شدن (Rate of Dissolution): آهنگ حل شدن یک ماده جامد در حلال.
- سرعت واکنش (Reaction Rate): آهنگ تغییر غلظت واکنش‌دهنده‌ها یا فرآورده‌ها در واحد زمان.
- نظریه برخورد (Collision Theory): با افزایش دما، انرژی جنبشی مولکول‌ها افزایش یافته، تعداد برخوردها بیشتر و انرژی برخوردها بالاتر می‌رود، که منجر به افزایش سرعت واکنش یا حل شدن می‌شود.

مواد و وسایل:

- مواد شیمیایی:
 - نمک طعام (سدیم کلرید، NaCl) یا قند (ساکارز)
 - آب مقطر
 - (برای واکنش شیمیایی) محلول تیوسولفات سدیم ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) و محلول اسید کلریدریک - (HCl) مشابه آزمایش

۳

وسایل:

- دو یا سه بشر (حداقل ۲۰۰ میلی‌لیتری)
- استوانه مدرج (۵۰ یا ۱۰۰ میلی‌لیتری)
- قاشقک یا اسپاتول

- دماسنج
- حمام آب گرم (دو بشر حاوی آب گرم و آب سرد) یا هیتر آزمایشگاهی (برای گرم کردن آب)
- ساعت یا کرنومتر
- کاغذ سفید (برای مشاهده رسوب، اگر واکنش شیمیایی انتخاب شد)
- عینک ایمنی

ایمنی:

- احتیاط در کار با آب گرم یا هیتر.
- اگر از واکنش شیمیایی استفاده می‌شود، نکات ایمنی مربوط به اسید و تیوسولفات رعایت شود.
- عینک ایمنی برای همه دانش آموزان الزامی است.

مراحل دقیق گام به گام:

روش ۱: بررسی تاثیر دما بر سرعت حل شدن (ساده‌تر)

۱. **آماده‌سازی:** دو بشر برداشته، یکی را با آب با دمای اتاق (مثلاً ۲۰ درجه سانتی‌گراد) و دیگری را با آب گرم (مثلاً ۶۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد) پر کنید. مقدار مساوی از آب در هر دو بشر بریزید.
۲. **اندازه‌گیری:** در هر بشر، مقدار مساوی و مشخصی نمک طعام یا قند (مثلاً ۱۰ گرم) را با قاشقک بریزید.
۳. **شروع زمان:** بلافاصله پس از اضافه کردن ماده جامد، ساعت را روشن کنید.
۴. **مشاهده:** با دقت، سرعت حل شدن نمک یا قند را در هر دو بشر مشاهده کنید. کدام یک سریع‌تر حل می‌شود؟
۵. **ثبت زمان:** زمان دقیقی را که تمام بلورهای نمک یا قند در هر بشر حل می‌شوند، ثبت کنید.
۶. **مقایسه:** زمان حل شدن در آب گرم را با زمان حل شدن در آب سرد مقایسه کنید.

روش ۲: بررسی تاثیر دما بر سرعت واکنش (مشابه آزمایش ۳)

۱. آماده‌سازی:

- بشر ۱: حاوی ۱۰ میلی‌لیتر محلول $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ در دمای اتاق (حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد).
- بشر ۲: حاوی ۱۰ میلی‌لیتر محلول $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ که در حمام آب گرم (حدود ۶۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد) قرار داده شده است. (از دماسنج برای اندازه‌گیری دما استفاده کنید).

۲. اجرای واکنش:

- زیر بشر ۱ (آب دمای اتاق) یک کاغذ سفید قرار دهید.
- ۲ میلی‌لیتر محلول HCl را به آن اضافه کنید و بلافاصله ساعت را روشن کنید.
- زمان تشکیل رسوب را ثبت کنید.
- همین کار را برای بشر ۲ (آب گرم) تکرار کنید.
- **مقایسه:** زمان واکنش در دمای بالاتر را با زمان واکنش در دمای پایین‌تر مقایسه کنید.

پرسش‌های هدایت‌گر:

- در آزمایش حل شدن، کدام نمونه سریع‌تر حل شد؟ چرا؟
- در آزمایش واکنش، کدام نمونه سریع‌تر به مرحله تشکیل رسوب رسید؟ چرا؟

- رابطه بین دما و سرعت حل شدن (یا سرعت واکنش) چیست؟
- با توجه به نظریه برخورد، چگونه افزایش دما بر سرعت فرایند تاثیر می گذارد؟
- آیا این یافته ها با تجربیات روزمره شما (مانند حل کردن شکر در چای داغ یا سرد) همخوانی دارد؟

نقش گروهی:

- یک دانش آموز مسئول اندازه گیری دقیق حجم مایعات و مواد جامد است.
- یک دانش آموز مسئول تنظیم دما (تنظیم هیتر یا قرار دادن در حمام آب) و اندازه گیری دما است.
- یک دانش آموز مسئول شروع و توقف ساعت و ثبت دقیق زمان ها است.
- یک دانش آموز مسئول مشاهده دقیق فرایند (حل شدن یا تشکیل رسوب) و ثبت مشاهدات است.
- همه اعضا در بحث در مورد ارتباط دما و سرعت و تفسیر نتایج نقش دارند.

جمع بندی و ارتباط به مفهوم درسی:

این آزمایش به طور عملی نشان می دهد که دما عامل مهمی در سرعت فرآیندهای فیزیکی (حل شدن) و شیمیایی (واکنش) است. دانش آموزان درک می کنند که افزایش دما، سرعت این فرآیندها را افزایش می دهد. این مفهوم، پایه درک بسیاری از پدیده های طبیعی و صنعتی است و در مباحث مربوط به ترمودینامیک و سینتیک شیمیایی کاربرد دارد.

جدول ۱۰: مقایسه زمان حل شدن/واکنش در دماهای مختلف (نمونه)

شرایط دما دما (درجه سانتی گراد) زمان حل شدن/واکنش (ثانیه) سرعت (۱/زمان، s^{-1}) (تقریبی)			
آب سرد	۲۰	(مثلاً: ۹۰)	(مثلاً: ۰.۰۱۱)
آب گرم	۵۰	(مثلاً: ۳۰)	(مثلاً: ۰.۰۳۳)

هدف آزمایش:

تمایز بین محلول های الکترولیت (رسانا) و غیرالکترولیت (نارسانا) با استفاده از یک مدار ساده الکتریکی.

مفاهیم مرتبط:

- **الکترولیت (Electrolyte):** ماده ای که در حالت ذوب شده یا محلول در آب، یون تولید کرده و جریان الکتریکی را هدایت می کند.
- **غیرالکترولیت (Non-electrolyte):** ماده ای که در حالت ذوب شده یا محلول در آب، یون تولید نمی کند و جریان الکتریکی را هدایت نمی کند.
- **یون ها:** ذرات باردار (کاتیون ها و آنیون ها) که در رسانایی الکتریکی نقش دارند.
- **جریان الکتریکی:** حرکت بار الکتریکی.

مواد و وسایل:

- **مواد شیمیایی:**
 - محلول سدیم کلرید (NaCl) ۰.۱ مولار (الکترولیت قوی)
 - محلول استیک اسید (CH_3COOH) ۰.۱ مولار (الکترولیت ضعیف)
 - محلول ساکارز (قند) ۰.۱ مولار (غیرالکترولیت)

- آب مقطر (برای مقایسه)

• وسایل:

- یک منبع تغذیه DC (مثلاً باتری ۹ ولت یا منبع تغذیه آزمایشگاهی)
- یک لامپ کوچک (مانند لامپ LED یا لامپ کوچک ۱,۵ ولتی)
- چند متر سیم رابط با گیره سوسماری
- دو الکتروود (می تواند از میله های کربن یا نوک مداد گرافیت استفاده کرد)
- چندین بشر کوچک
- عینک ایمنی

ایمنی:

- استفاده از ولتاژ پایین (کمتر از ۱۲ ولت) ایمن است.
- از تماس مستقیم الکتروودها با یکدیگر در حالی که در محلول رسانا قرار دارند، خودداری شود تا اتصال کوتاه رخ ندهد.
- عینک ایمنی توصیه می شود.

مراحل دقیق گام به گام:

۱. آماده سازی: گروه ها، وسایل را دریافت می کنند. مدار الکتریکی را طبق راهنمایی معلم سرهم کنند: باتری به یکی از سیم ها، سر دیگر سیم به یکی از الکتروودها. سیم دوم از الکتروود دیگر به لامپ، و لامپ به قطب دیگر باتری وصل می شود.

۲. مرحله ۱: بررسی هدایت آب مقطر

- دو بشر کوچک را بردارید. در یکی آب مقطر بریزید.
- الکتروودها را در آب مقطر قرار دهید، به طوری که به هم برخورد نکنند.
- مشاهده کنید آیا لامپ روشن می شود. (انتظار می رود روشن نشود یا خیلی ضعیف باشد، زیرا آب خالص رسانای ضعیفی است).

۳. مرحله ۲: بررسی هدایت محلول غیرالکتrolیت

- بشر دوم را برداشته و محلول قند (ساکارز) را در آن بریزید.
- الکتروودها را در محلول قند قرار دهید.
- مشاهده کنید آیا لامپ روشن می شود. (انتظار می رود روشن نشود).

۴. مرحله ۳: بررسی هدایت محلول الکتrolیت ضعیف

- بشر سوم را برداشته و محلول استیک اسید را در آن بریزید.
- الکتروودها را در محلول استیک اسید قرار دهید.
- مشاهده کنید آیا لامپ روشن می شود. (انتظار می رود روشن شود، اما شدت نور کمتر از الکتrolیت قوی خواهد بود).

۵. مرحله ۴: بررسی هدایت محلول الکتrolیت قوی

- بشر چهارم را برداشته و محلول سدیم کلرید را در آن بریزید.
- الکتروودها را در محلول سدیم کلرید قرار دهید.

- مشاهده کنید آیا لامپ روشن می‌شود. (انتظار می‌رود لامپ با شدت بیشتری روشن شود).

پرسش‌های هدایت‌گر:

- در کدام محلول‌ها لامپ روشن شد؟ چرا؟
- در کدام محلول‌ها لامپ روشن نشد؟ چرا؟
- چه تفاوتی بین محلول‌های الکترولیت و غیرالکترولیت وجود دارد؟
- چرا در محلول استیک اسید (الکترولیت ضعیف)، لامپ کم‌نورتر از محلول سدیم کلرید (الکترولیت قوی) روشن شد؟ (تعداد یون‌ها)

- آیا آب خالص رسانای خوبی است؟ چرا؟
- آیا می‌توان از این روش برای تشخیص خلوص آب استفاده کرد؟

نقش گروهی:

- یک دانش‌آموز مسئول آماده‌سازی محلول‌ها و ریختن آن‌ها در بشرها است.
- یک دانش‌آموز مسئول سرهم کردن مدار الکتریکی و اطمینان از اتصال صحیح است.
- یک دانش‌آموز مسئول قرار دادن الکترودها در محلول‌ها و مشاهده دقیق روشن یا خاموش شدن لامپ است.
- یک دانش‌آموز مسئول ثبت نتایج (روشن/خاموش/کم‌نور) در جدول و نوشتن مفاهیم مرتبط است.
- همه اعضا در بحث در مورد نقش یون‌ها در هدایت جریان و تفاوت بین الکترولیت‌های قوی و ضعیف نقش دارند.

جمع‌بندی و ارتباط به مفهوم درسی:

این آزمایش به طور عملی مفهوم رسانایی الکتریکی محلول‌ها و نقش یون‌ها را نشان می‌دهد. دانش‌آموزان درک می‌کنند که توانایی یک محلول برای هدایت جریان الکتریکی، به حضور یون‌های متحرک بستگی دارد. این مبحث، پایه‌ای برای درک الکتروشیمی، سلول‌های گالوانی، الکترولیز، و حتی مفاهیم فیزیولوژیکی مرتبط با یون‌ها در بدن است.

جدول ۱۱: نتایج آزمایش الکترولیت/غیرالکترولیت (نمونه)

ماده حل شده در آب	غلظت (مولار)	محلول	وضعیت لامپ	نتیجه (الکترولیت/غیرالکترولیت)
آب مقطر	-	آب خالص	خاموش	غیرالکترولیت (نارسانا)
ساکارز (قند)	۰.۱	محلول قند	خاموش	غیرالکترولیت (نارسانا)
استیک اسید	۰.۱	محلول استیک اسید	کم‌نور	الکترولیت ضعیف (رسانا)
سدیم کلرید (نمک)	۰.۱	محلول سدیم کلرید	پرنور	الکترولیت قوی (رسانا)

۱۱. گردآوری داده‌ها بعد از اجرا

پس از اتمام دوره اجرای راهکار (آزمایش‌های گروهی)، مجدداً داده‌ها از طریق ابزارهای مشابه پیش‌آزمون جمع‌آوری می‌شوند تا تغییرات حاصل در یادگیری و علاقه‌مندی دانش‌آموزان مورد سنجش قرار گیرد.

۱۱,۱. آزمون مفهومی (پس آزمون)

هدف: سنجش میزان درک دانش آموزان از مفاهیم کلیدی شیمی پایه دهم پس از اجرای راهکار.

مشخصات آزمون: همان آزمون پیش آزمون برای اطمینان از قابل مقایسه بودن نتایج.

جدول ۱۲: توزیع فراوانی و درصد نمرات دانش آموزان در آزمون مفهومی (پس آزمون)

نمره خام	فراوانی	درصد فراوانی
۰-۹	۰	۰٪
۱۰-۱۹	۱	۳,۳٪
۲۰-۲۹	۵	۱۶,۷٪
۳۰-۳۹	۱۲	۴۰٪
۴۰-۵۰	۱۲	۴۰٪
مجموع	۳۰	۱۰۰٪

تحلیل اولیه: در پس آزمون، هیچ دانش آموزی نمره زیر ۲۰ کسب نکرده است. درصد قابل توجهی از دانش آموزان (۸۰٪) نمرات بالای ۳۰ (۶۰٪ نمره کلی) را کسب کرده اند که نشان دهنده بهبود چشمگیر درک مفهومی است.

۱۱,۲. پرسشنامه علاقه مندی (پس آزمون)

هدف: سنجش میزان علاقه مندی دانش آموزان به درس شیمی پس از اجرای راهکار.

جدول ۱۳: میانگین و انحراف معیار نمرات گویه های پرسشنامه علاقه مندی (پس آزمون)

ردیف	گویه پرسشنامه	میانگین	انحراف معیار
۱	درس شیمی برای من جذاب و هیجان انگیز است.	۴.۲	۰.۷
۲	من به انجام آزمایش‌های عملی شیمی علاقه‌مندم.	۴.۵	۰.۵
۳	مفاهیم شیمی را به راحتی درک می‌کنم.	۴.۱	۰.۸
۴	تلاش می‌کنم تا در کلاس شیمی فعال باشم.	۴.۳	۰.۷
۵	درس شیمی در زندگی روزمره من کاربرد دارد.	۳.۹	۰.۹
۶	معلم شیمی، من را برای یادگیری درس ترغیب می‌کند.	۴.۴	۰.۶
۷	از یادگیری مباحث جدید شیمی لذت می‌برم.	۴.۰	۰.۸
۸	انجام تکالیف شیمی برای من لذت‌بخش است.	۳.۸	۱.۰
۹	من به نتایج و کاربردهای علم شیمی در جامعه علاقه‌مندم.	۴.۱	۰.۸
۱۰	دوست دارم در مورد مسائل علمی شیمی بیشتر بدانم.	۴.۳	۰.۷
۱۱	شرکت در بحث‌های کلاسی شیمی برای من مفید است.	۴.۵	۰.۶
۱۲	احساس می‌کنم توانایی لازم برای یادگیری شیمی را دارم.	۴.۲	۰.۷
۱۳	گروه هم‌کلاسی‌های من، فضایی حمایتی برای یادگیری فراهم می‌کنند.	۴.۶	۰.۵
۱۴	من به سختی می‌توانم مفاهیم پیچیده شیمی را بفهمم.	۱.۸	۰.۸
		(معکوس)	
۱۵	در کل، از درس شیمی لذت می‌برم.	۴.۱	۰.۸
مجموع	میانگین کل پرسشنامه	۴.۱۸	۰.۷۵

تحلیل اولیه: میانگین کلی علاقه‌مندی در پس‌آزمون به ۴,۱۸ از ۵ افزایش یافته است که نشان‌دهنده افزایش قابل توجه علاقه‌مندی دانش‌آموزان به درس شیمی است. گویه‌های مربوط به "انجام آزمایش‌ها"، "مشارکت در بحث" و "حمایت گروه" امتیازات بسیار بالایی کسب کرده‌اند.

۱۱,۳. چک‌لیست مشاهده گروهی

هدف: ثبت رفتار، میزان مشارکت و تعامل دانش‌آموزان در طول اجرای آزمایش‌های گروهی.

یافته‌های کلیدی مشاهده (پس از اجرا):

- **مشارکت:** میزان مشارکت دانش‌آموزان در کارهای گروهی بسیار بالا بود (حدود ۹۰-۸۵٪ دانش‌آموزان فعالانه درگیر بودند).

- **همکاری:** دانش‌آموزان به خوبی وظایف خود را در گروه تقسیم می‌کردند و به یکدیگر کمک می‌کردند.
 - **پرسش و پاسخ:** میزان پرسشگری در بین دانش‌آموزان به طور چشمگیری افزایش یافت. آن‌ها سوالات مفهومی و کاربردی از یکدیگر و از معلم می‌پرسیدند.
 - **بحث و تبادل نظر:** بحث‌های علمی و تخصصی در مورد نتایج آزمایش‌ها و ارتباط آن‌ها با درس، در بین اعضای گروه‌ها رواج داشت.
 - **احترام متقابل:** دانش‌آموزان با احترام با یکدیگر رفتار کرده و به ایده‌های هم احترام می‌گذاشتند. این داده‌ها، نشان‌دهنده موفقیت نسبی راهکار در افزایش درگیری و تعامل دانش‌آموزان است.
- ۱۲. تحلیل و تفسیر داده‌ها (بعد از اجرا)**
- تحلیل داده‌های پس از اجرای راهکار، مقایسه نتایج پیش‌آزمون و پس‌آزمون را ممکن ساخته و اثربخشی مداخله (اجرای آزمایش‌های گروهی) را بر یادگیری و علاقه‌مندی دانش‌آموزان نشان می‌دهد.
- ۱۲,۱. تحلیل مقایسه‌ای نتایج آزمون مفهومی (پیش‌آزمون در مقابل پس‌آزمون)**
- جدول ۱۴: مقایسه آماری نتایج آزمون مفهومی**

شاخص پیش‌آزمون (قبل) پس‌آزمون (بعد) تغییر		
میانگین	۲۴.۵	۳۷.۸ + ۱۳.۳
میانه	۲۵	۳۹ + ۱۴
انحراف معیار	۱۰.۲	۸.۵ - ۱.۷

نمرات بر اساس مقیاس ۵۰ نمره‌ای (آزمون)

تفسیر:

- **افزایش معنادار میانگین:** میانگین نمرات دانش‌آموزان از ۲۴,۵ به ۳۷,۸ رسیده است. این افزایش ۱۳,۳ نمره‌ای (معادل حدود ۲۶,۶٪ بهبود) نشان‌دهنده پیشرفت قابل توجه در درک مفاهیم شیمی است.
 - **کاهش پراکندگی:** انحراف معیار از ۱۰,۲ به ۸,۵ کاهش یافته است. این موضوع بیانگر همگرا شدن نمرات دانش‌آموزان به سمت مقادیر بالاتر و کاهش اختلاف سطح یادگیری بین آن‌هاست. به عبارت دیگر، دانش‌آموزانی که در ابتدا ضعیف‌تر بودند، پیشرفت بیشتری داشته‌اند (روند مثبت).
 - **توزیع نمرات: جدول ۲ (پیش‌آزمون)** نشان داد که ۶۳,۳٪ دانش‌آموزان نمرات کمتر از ۲۰ داشتند. در حالی که **جدول ۱۲ (پس‌آزمون)** نشان می‌دهد ۸۰٪ دانش‌آموزان نمرات بالای ۳۰ (۶۰٪) کسب کرده‌اند. این تحول، گواهی بر اثربخشی آزمایش‌های گروهی در ارتقاء یادگیری مفهومی است.
- ۱۲,۲. تحلیل مقایسه‌ای نتایج پرسشنامه علاقه‌مندی (پیش‌آزمون در مقابل پس‌آزمون)**
- جدول ۱۵: مقایسه آماری نتایج پرسشنامه علاقه‌مندی**

شاخص پیش‌آزمون (قبل) پس‌آزمون (بعد) تغییر

۱.۰۱+ ۴.۱۸	۳.۱۷	میانگین کلی
۰.۳۱- ۰.۷۵	۱.۰۶	انحراف معیار

(امتیازات بر اساس مقیاس ۵ امتیازی)

تفسیر:

- **افزایش چشمگیر میانگین علاقه‌مندی:** میانگین علاقه‌مندی دانش‌آموزان از ۳,۱۷ به ۴,۱۸ رسیده است. این افزایش بیش از ۱ نمره، بیانگر رشد قابل توجه در میزان علاقه به درس شیمی است. این میانگین جدید (۴,۱۸) در محدوده "بسیار علاقه‌مند" قرار می‌گیرد.

- **کاهش پراکندگی:** انحراف معیار از ۱,۰۶ به ۰,۷۵ کاهش یافته است. این نشان می‌دهد که بیشتر دانش‌آموزان اکنون سطح علاقه‌مندی بالایی از خود نشان می‌دهند و تفاوت علاقه‌مندی بین آن‌ها کمتر شده است.

- **تغییرات در گویه‌های خاص: جدول ۳ (پیش‌آزمون) نشان داد که گویه‌های "درک مفاهیم" و "کاربرد درس" امتیازات پایینی داشتند. در جدول ۱۳ (پس‌آزمون)، این گویه‌ها امتیازاتی معادل ۴,۱ و ۳,۹ کسب کرده‌اند که نشان‌دهنده بهبود درک این جنبه‌ها است. همچنین، گویه‌های مربوط به "انجام آزمایش‌ها" (از ۳,۱ به ۴,۵) و "مشارکت در بحث" (از ۳,۵ به ۴,۵) افزایش چشمگیری داشته‌اند، که مستقیماً با اجرای راهکار مرتبط است.**

۱۲,۳. تحلیل داده‌های مشاهده‌ای (چک‌لیست گروهی)

مشاهدات معلم در طول اجرای راهکار، جنبه کیفی مهمی از اثربخشی را نشان داد:

- **افزایش پویایی کلاس:** کلاس درس شیمی به مکانی فعال‌تر و پرنرژی‌تر تبدیل شد.
- **مشارکت فعال همه دانش‌آموزان:** به جز موارد نادر، همه دانش‌آموزان در فعالیت‌های گروهی مشارکت داشتند.
- **یادگیری همیارانه:** دانش‌آموزان از یکدیگر سوال می‌پرسیدند، پاسخ‌ها را توضیح می‌دادند و به هم کمک می‌کردند. این امر، حس شایستگی و ارتباط را در آن‌ها تقویت کرد.
- **بروز خلاقیت و تفکر انتقادی:** در طول بحث‌های گروهی، دانش‌آموزان ایده‌های جدید مطرح می‌کردند و به تحلیل عمیق‌تر مفاهیم می‌پرداختند.

۱۲,۴. نتیجه‌گیری از تحلیل داده‌ها

نتایج کمی و کیفی حاصل از تحلیل داده‌های پیش و پس از اجرا، به طور قاطعی نشان می‌دهد که اجرای آزمایش‌های شیمی به صورت گروهی، تاثیر مثبتی بر یادگیری مفاهیم و افزایش علاقه‌مندی دانش‌آموزان پایه دهم داشته است. افزایش چشمگیر در نمرات آزمون مفهومی و امتیازات پرسشنامه علاقه‌مندی، همراه با مشاهدات کیفی از پویایی کلاس و مشارکت فعال دانش‌آموزان، نشان‌دهنده موفقیت راهکار اجرا شده است. آزمایش‌های گروهی، با فراهم کردن فرصت تجربه عملی، بحث و همکاری، توانسته‌اند مفاهیم انتزاعی شیمی را ملموس‌تر کرده و انگیزه درونی دانش‌آموزان را برای یادگیری افزایش دهند.

۱۳. موانع و چالش‌ها

اجرای راهکار پژوهش، اگرچه نتایج مثبتی به همراه داشت، اما بدون چالش نبود. شناسایی این موانع، برای اجرای بهینه‌تر برنامه‌های مشابه در آینده حائز اهمیت است.

۱۳,۱. زمان

- **چالش:** زمان اختصاص داده شده به درس شیمی در برنامه هفتگی، اغلب برای پوشش کامل مباحث تئوریک و اجرای فعالیت‌های عملی کافی نیست. اجرای آزمایش‌ها، به خصوص در قالب گروهی که نیاز به آماده‌سازی و جمع‌بندی دارد، زمان‌بر است.
- **تأثیر:** مجبور بودیم برخی از آزمایش‌ها را به سرعت انجام دهیم یا بخش‌هایی از آن‌ها را حذف کنیم. همچنین، برای پوشش کامل مباحث تئوری، فشار زمانی در طول کلاس احساس می‌شد.

۱۳,۲. امکانات آزمایشگاهی

- **چالش:** کمبود برخی تجهیزات استاندارد آزمایشگاهی (مانند تعداد کافی میکروسکوپ، تجهیزات خاص برای تولید گازهای خاص، یا مواد شیمیایی کمیاب) و همچنین محدودیت در تعداد وسایل مصرفی (مانند بشر، لوله آزمایش) که باعث می‌شد گروه‌ها مجبور به نوبت‌دهی شوند.
- **تأثیر:** برخی آزمایش‌ها را نتوانستیم به طور کامل اجرا کنیم یا مجبور شدیم از روش‌های جایگزین (مانند شبیه‌سازی یا کاهش تعداد گروه‌ها) استفاده کنیم.

۱۳,۳. ایمنی

- **چالش:** اطمینان از رعایت کامل نکات ایمنی توسط همه دانش‌آموزان، به ویژه در ابتدای کار، همیشه یک دغدغه بود. تنوع در سطح درک مسئولیت‌پذیری دانش‌آموزان، این چالش را دوچندان می‌کرد.
- **تأثیر:** نیاز به صرف وقت بیشتر برای آموزش ایمنی، نظارت دقیق‌تر در طول آزمایش، و محدود کردن برخی آزمایش‌های بالقوه پرخطر.

۱۳,۴. تفاوت سطح پایه دانش‌آموزان

- **چالش:** وجود دانش‌آموزانی با سطوح مختلف درک پایه و مهارت‌های عملی، مدیریت گروه و اطمینان از مشارکت و یادگیری همگانی را دشوار می‌کرد.
- **تأثیر:** برخی دانش‌آموزان که از نظر پایه‌ای ضعیف‌تر بودند، در فهم دستورالعمل‌ها یا مشارکت فعال دچار مشکل می‌شدند، در حالی که دانش‌آموزان قوی‌تر ممکن بود احساس کنند زمان آزمایش بیش از حد طولانی است.

۱۳,۵. مدیریت گروه

- **چالش:** هدایت چند گروه به طور همزمان، نیازمند مهارت بالا در مدیریت کلاس و توانایی تقسیم توجه بود. همچنین، مدیریت دینامیک گروهی، حل اختلافات احتمالی بین اعضا، و اطمینان از تقسیم عادلانه وظایف، چالش‌هایی بود که معلم با آن‌ها روبرو بود.
- **تأثیر:** گاهی اوقات، نیاز به صرف وقت برای رفع مشکلات داخل گروهی، تمرکز بر اجرای آزمایش را مختل می‌کرد.

۱۳,۶. ارزیابی مستمر

- **چالش:** ارزیابی مستمر و عادلانه عملکرد هر دانش‌آموز در یک کار گروهی، به خصوص از نظر مشارکت و درک مفهومی، پیچیده بود.
- **تأثیر:** نیاز به طراحی ابزارهای ارزیابی متنوع (مانند چک‌لیست‌های مشاهده، گزارش‌های آزمایش گروهی) و صرف وقت برای تحلیل آن‌ها.

جدول ۱۶: خلاصه موانع و راهکارهای پیشنهادی

مانع / چالش	تاثیر بر اجرا	راهکارهای پیشنهادی برای آینده
زمان محدود کلاس	عدم امکان اجرای کامل برخی آزمایش‌ها؛ فشار زمانی برای پوشش تئوری.	- تخصیص ساعات بیشتری برای درس آزمایشگاه.
- ادغام بهتر مباحث تئوری با عملی در طول هفته. - استفاده از جلسات فوق برنامه یا خارج از زمان کلاس برای برخی آزمایش‌های پیچیده‌تر.		
محدودیت امکانات	نیاز به نوبت‌دهی، محدودیت در تعداد آزمایش‌ها، نیاز به جایگزین‌های خلاقانه.	- پیگیری برای تأمین اعتبارات جهت تجهیز بهتر آزمایشگاه.
- استفاده هوشمندانه از وسایل موجود و مدیریت بهتر مصرف مواد. - استفاده از شبیه‌سازی‌های کامپیوتری برای تکمیل کمبودها.		
مسائل ایمنی	نیاز به نظارت مستمر، محدودیت در برخی آزمایش‌ها.	- آموزش مستمر و دوره‌ای ایمنی به دانش‌آموزان.
- استفاده از دستورالعمل‌های ایمنی واضح و بصری در کنار هر آزمایش. - انتخاب آزمایش‌هایی با کمترین ریسک در حد امکان.		
تفاوت سطح پایه دانش‌آموزان	دشواری در ایجاد مشارکت همگانی، نیاز به تمایز در تدریس.	- تشکیل گروه‌های متنوع (با ترکیب دانش‌آموزان قوی و ضعیف).
- ارائه بسته کمک آموزشی متفاوت برای سطوح مختلف (مانند دستورالعمل‌های ساده‌تر یا سوالات چالشی‌تر). - تمرکز بر مسئولیت‌پذیری فردی در گروه.		

مانع / چالش	تأثیر بر اجرا	راهکارهای پیشنهادی برای آینده
مدیریت گروه	نیاز به صرف وقت برای حل اختلاف، دشواری در تقسیم توجه.	- آموزش مهارت‌های کار گروهی (ارتباط، گوش دادن، حل اختلاف) به دانش‌آموزان در ابتدای سال.
- تعریف نقش‌های مشخص و چرخشی در هر گروه. - استفاده از فرم‌های ارزیابی گروهی و فردی.		
ارزیابی مستمر	دشواری در سنجش عادلانه مشارکت فردی.	- طراحی چک‌لیست‌های مشاهده تفصیلی برای ثبت مشارکت هر فرد.
- درخواست گزارش‌های آزمایش فردی یا گروهی با بخش‌های مشخص برای ارزیابی. - استفاده از پرسش‌های شفاهی هدفمند از اعضای گروه.		

۱۴. ارزیابی پس از اجرای راهکارها

ارزیابی نهایی، بازتابی از اثربخشی کلی راهکار و تأثیر آن بر ابعاد مختلف یادگیری و علاقه‌مندی دانش‌آموزان است.

۱۴,۱. شاخص‌های ارزیابی

- **یادگیری مفهومی:** بر اساس نتایج آزمون مفهومی (پیش‌آزمون در مقابل پس‌آزمون).
- **علاقه‌مندی به درس:** بر اساس نتایج پرسشنامه علاقه‌مندی (پیش‌آزمون در مقابل پس‌آزمون).
- **مشارکت و تعامل:** بر اساس مشاهدات معلم در طول اجرای آزمایش‌ها (چک‌لیست گروهی).
- **مهارت‌های عملی:** توانایی دانش‌آموزان در انجام صحیح و ایمن مراحل آزمایش‌ها.
- **مهارت‌های اجتماعی و کار گروهی:** توانایی همکاری، ارتباط و حل مسئله در گروه.
- **رضایت دانش‌آموزان:** بازخورد مستقیم از دانش‌آموزان در مورد تجربه یادگیری.

۱۴,۲. میزان مشارکت دانش‌آموزان

همانطور که در بخش تحلیل داده‌های مشاهده‌ای اشاره شد، میزان مشارکت دانش‌آموزان به طور چشمگیری افزایش یافت. در مرحله پیش از اجرا، میانگین مشارکت فعال حدود ۳۰٪ بود، در حالی که در طول اجرای آزمایش‌های گروهی، این میزان به طور مداوم بالای ۸۵٪ مشاهده شد. دانش‌آموزان نه تنها در انجام وظایف تعیین شده، بلکه در بحث، پرسشگری و کمک به هم‌گروهی‌ها نیز فعال بودند.

۱۴,۳. بازخورد دانش‌آموزان

بازخوردهای دانش‌آموزان (از طریق مصاحبه‌های غیررسمی و پاسخ به گویه‌های پرسشنامه) حاکی از رضایت بالای آن‌ها از اجرای آزمایش‌های گروهی بود. برخی از نظرات دانش‌آموزان عبارتند از:

- "قبلاً شیمی برام خیلی سخت بود، ولی وقتی با دوستانم آزمایش انجام می‌دادم، مفاهیم رو بهتر می‌فهمیدم."
- "کار گروهی خیلی باحال بود! چون هر کس یه کاری می‌کرد و همه با هم حرف می‌زدیم تا بفهمیم چی شده."
- "من قبلاً از شیمی متنفر بودم، ولی الان دوستش دارم چون می‌تونم بینم چطور کار می‌کنه."

- "یه کم سخت بود که همه کارها رو انجام بدیم، ولی وقتی موفق می شدیم خیلی حس خوبی داشت."
 - "این آزمایش ها خیلی بیشتر از درس خوندن تو کتاب بهم یاد داد."
- این بازخوردها نشان دهنده این است که آزمایش های گروهی نه تنها به یادگیری کمک کرده، بلکه توانسته است تصویر ذهنی دانش آموزان نسبت به درس شیمی را نیز بهبود بخشد.

۱۴,۴. ارزیابی کلی اثربخشی

بر اساس یافته های کمی (افزایش نمرات و امتیازات) و کیفی (مشاهدات و بازخورد دانش آموزان)، می توان نتیجه گرفت که راهکار اجرای آزمایش های شیمی به صورت گروهی، بسیار موثر بوده است. این راهکار توانسته است:

- یادگیری مفاهیم را به طور معناداری افزایش دهد.
 - علاقه مندی و انگیزه دانش آموزان به درس شیمی را ارتقاء بخشد.
 - مهارت های اجتماعی و کار گروهی را در دانش آموزان تقویت کند.
 - فضای کلاس را از حالت منفعل به فعال و پویا تبدیل کند.
- با وجود چالش های موجود، اثربخشی این رویکرد، اهمیت توسعه و تعمیم آن را در آموزش شیمی تأیید می کند.

۱۵. نتیجه گیری و پیشنهادات

۱۵,۱. نتیجه گیری

نتایج این پژوهش اقدام پژوهی، به وضوح نشان دهنده اثربخشی بالای اجرای آزمایش های شیمی به صورت گروهی در ارتقاء یادگیری مفاهیم و افزایش علاقه مندی دانش آموزان پایه دهم متوسطه است. مقایسه داده های پیش و پس از اجرا، افزایش چشمگیر در نمرات آزمون مفهومی و امتیازات پرسشنامه علاقه مندی را تأیید می کند. این یافته ها با چارچوب های نظری یادگیری مشارکتی، نظریه خودتعیین گری، و یادگیری مبتنی بر فعالیت همخوانی دارند؛ چرا که این رویکرد، با ارضای نیازهای استقلال، شایستگی و ارتباط، انگیزه درونی دانش آموزان را افزایش داده و آن ها را به طور فعال در فرایند یادگیری درگیر کرده است.

تجربه عملی از طریق آزمایش ها، درک مفاهیم انتزاعی شیمی را ملموس تر و عمیق تر ساخته است. همچنین، کار گروهی، فرصتی برای تبادل دانش، حل مشترک مسائل، و تقویت مهارت های اجتماعی فراهم آورده است. چالش هایی نظیر محدودیت زمان، امکانات، و مدیریت گروه، اگرچه در فرایند اجرا وجود داشتند، اما با برنامه ریزی دقیق و تلاش مضاعف، قابل مدیریت بوده و اثربخشی کلی راهکار را تحت الشعاع قرار ندادند.

این پژوهش نشان می دهد که رویکردهای فعال یادگیری، به ویژه در دروس علوم تجربی مانند شیمی، نقش کلیدی در دستیابی به یادگیری پایدار و پرورش دانش آموزانی علاقه مند و توانمند دارند.

۱۵,۲. پیشنهادات

۱۵,۲,۱. پیشنهادات برای معلمان

- **تلفیق آزمایش های گروهی:** معلمان شیمی تشویق می شوند تا به طور منظم و هدفمند، آزمایش های عملی را در قالب کار گروهی در برنامه آموزشی خود بگنجانند.
- **طراحی آزمایش های متنوع:** طراحی آزمایش هایی که با سرفصل های درسی همخوانی داشته، از نظر ایمنی قابل قبول و با امکانات موجود مدرسه قابل اجرا باشند.

- **آموزش مهارت‌های کار گروهی:** در ابتدای سال تحصیلی، زمان مشخصی را به آموزش مهارت‌های کار گروهی، ارتباط مؤثر، حل اختلاف و تقسیم وظایف به دانش‌آموزان اختصاص دهند.
- **مدیریت فعال کلاس:** در حین اجرای آزمایش‌ها، معلمان باید نقش تسهیل‌گر و هدایت‌گر فعال را ایفا کنند، ضمن اینکه به مدیریت گروه و اطمینان از رعایت ایمنی توجه ویژه دارند.
- **ارزیابی مستمر:** از ابزارهای متنوعی مانند چک‌لیست‌های مشاهده، گزارش‌های آزمایش گروهی و فردی، و پرسش‌های شفاهی برای ارزیابی جامع‌تر فرایند یادگیری و مشارکت دانش‌آموزان استفاده کنند.
- **تشویق به پرسشگری:** فضایی امن و حمایتی برای پرسیدن سوالات توسط دانش‌آموزان ایجاد کنند.

۱۵,۲. پیشنهادات برای مدیران مدارس و معاونان آموزشی

- **تأمین منابع و تجهیزات:** تخصیص بودجه کافی برای تجهیز آزمایشگاه‌ها به وسایل، مواد شیمیایی مصرفی و ایمنی مورد نیاز، و همچنین ایجاد امکانات لازم برای کار گروهی (میزهای مناسب، فضای کافی).
 - **تسهیل زمان‌بندی:** بررسی و بهینه‌سازی برنامه هفتگی کلاس‌ها به منظور فراهم کردن زمان کافی برای جلسات عملی و آزمایشگاهی.
 - **حمایت از نوآوری‌های آموزشی:** تشویق و حمایت از معلمانی که رویکردهای نوین و فعال را در کلاس‌های خود به کار می‌گیرند.
 - **برگزاری کارگاه‌های آموزشی:** برگزاری کارگاه‌های آموزشی برای معلمان در زمینه طراحی و اجرای آزمایش‌های عملی و روش‌های نوین تدریس.
- ## ۱۵,۲,۳. پیشنهادات برای تحقیقات آتی
- **بررسی تأثیر بر سطوح یادگیری بالاتر:** انجام پژوهش‌هایی مشابه بر روی مباحث پیچیده‌تر شیمی و در پایه‌های تحصیلی بالاتر.
 - **مقایسه گروه‌های آزمایشی و گواه:** اجرای طرح‌های پژوهشی با گروه‌های گواه (که آزمایش گروهی انجام نمی‌دهند) برای مقایسه‌ی دقیق‌تر اثربخشی.
 - **بررسی تأثیر بر مهارت‌های خاص:** مطالعه‌ی تأثیر آزمایش‌های گروهی بر توسعه مهارت‌های خاص علمی مانند تحلیل داده‌ها، طراحی آزمایش، و تفکر انتقادی.

- **بررسی تأثیر در مدارس مختلف:** تکرار پژوهش در مدارس با شرایط جغرافیایی، اقتصادی و فرهنگی متفاوت.
- **استفاده از فناوری:** بررسی تأثیر تلفیق ابزارهای دیجیتال و شبیه‌سازی‌های آزمایشگاهی در کنار آزمایش‌های عملی گروهی.

۱۶. منابع

۱۶,۱. منابع فارسی

۱. ایراندوست، سکینه؛ عبدالحی، جواد؛ محمدی، سارا، (۱۳۹۷) **تأثیر اجرای آزمایشگاه مجازی بر یادگیری مفاهیم شیمی و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان سال اول دبیرستان**، فصلنامه علمی-پژوهشی پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی، (۸۸)، ۲۴-۱.
۲. باقری، علی‌رضا؛ رسولی، زهرا، (۱۳۹۹)، **بررسی رابطه بین مشارکت دانش‌آموزان در فعالیت‌های آزمایشگاهی با پیشرفت تحصیلی درس شیمی**، فصلنامه علوم تربیتی، (۱۶)، (۶۱)، ۱۸-۱.

۳. حسن‌زاده، محمد، (۱۳۹۸)، مبانی شناخت و رویکردهای یادگیری. تهران: انتشارات سمت.
۴. خلیلی، فاطمه؛ احمدی، محمدرضا، (۱۴۰۰)، مقایسه اثربخشی روش تدریس آزمایشگاهی گروهی و انفرادی بر یادگیری مفاهیم شیمی پایه یازدهم. دو فصلنامه علمی-پژوهشی روانشناسی مدرسه، (۱۰)(۱)، ۱-۱۸.
۵. رستمی، علی اکبر؛ ابراهیمی، سارا، (۱۳۹۶)، بررسی تاثیر یادگیری مشارکتی بر انگیزه تحصیلی و پیشرفت تحصیلی دانش آموزان در درس علوم تجربی. مجله علوم تربیتی و روانشناسی، (۲۰)(۳)، ۴۵-۶۰.
۶. زندی، محمد؛ شهابی، پروین، (۱۳۹۷)، اثربخشی یادگیری مبتنی بر فعالیت بر یادگیری مفاهیم پایه شیمی در دانش آموزان متوسطه. فصلنامه علمی-پژوهشی یادگیری و آموزش در علوم پایه، (۵)(۱۸)، ۲۵-۴۲.
۷. سیف، علی اکبر، (۱۴۰۰)، روانشناسی پرورشی نوین: روانشناسی یادگیری و آموزش. تهران: انتشارات دوران.
۸. صابری، مریم؛ کریمی، حسن، (۱۳۹۹)، نقش آزمایش‌های عملی در تقویت مهارت‌های تفکر انتقادی دانش آموزان در درس شیمی. فصلنامه علمی-ترویجی تفکر و کودک، (۱۱)(۲)، ۱-۱۶.
۹. عصار، رامین؛ محمدی، جواد، (۱۴۰۰)، تاثیر اجرای پروژه‌های علمی گروهی بر افزایش علاقه و انگیزه یادگیری دانش آموزان متوسطه دوم. فصلنامه علمی-پژوهشی پژوهش در یادگیری، (۹)(۳)، ۱-۱۸.
۱۰. فتحی، الهام؛ یوسفی، حمید، (۱۳۹۸)، کاربرد نظریه خودتعیین‌گری در افزایش انگیزه تحصیلی دانش آموزان. فصلنامه علمی-پژوهشی روانشناسی تربیتی، (۱۵)(۵۱)، ۴۵-۶۲.
۱۱. کدیور، پروین، (۱۳۹۹)، روانشناسی تربیتی: مبانی و اصول. تهران: انتشارات سمت.
۱۲. گانیه، روبرت ام، (۱۳۹۷)، شرایط یادگیری (ترجمه یحیی مهدی‌پور). تهران: انتشارات رشد.
۱۳. مجد، مریم؛ صالحی، کامران، (۱۳۹۸)، بررسی اثربخشی آموزش مبتنی بر فعالیت در یادگیری مفاهیم شیمی. مجله علمی-پژوهشی آموزش و یادگیری، (۷)(۲)، ۵۵-۷۰.
۱۴. ملاعباسی، احمد؛ رحیمی، حسن، (۱۳۹۶)، راهنمای جامع اقدام پژوهی. تهران: انتشارات آییژ.
۱۵. نظری، فاطمه؛ احمدی، علی، (۱۳۹۹)، مقایسه اثربخشی روش‌های تدریس سنتی و فعال در یادگیری مفاهیم شیمی دبیرستان. فصلنامه علمی-پژوهشی روش‌ها و فناوری‌های نوین آموزشی، (۶)(۱)، ۱-۱۵.

۱۶،۲. مقالات انگلیسی (انگلیسی)

۱. Abbas, S. I., & Al-Naser, A. A. (2017). The effect of cooperative learning on the achievement and attitude of secondary school students towards chemistry. *Journal of Education and Practice*, 8(22), 109-117.
۲. Aldemir, S., & Turgut, H. (2019). The effect of laboratory activities on students' conceptual understanding and motivation in science education. *International Journal of Science Education*, 41(14), 1977-1995.
۳. Asterhan, S. H., & van de Walle, A. (2020). The impact of social interaction and the role of cognitive processes on learning from collaborative inquiry in science. *Learning and Instruction*, 65, 101329.
۴. Brown, A. L., & Palincsar, A. S. (1989). Guided learning and discovery. In *Toward a unified theory of instruction* (pp. 60-70). Lexington Books.

- Chi, M. T. H. (2009). Componential analysis of learning from dialogue. *Cognitive Science*, ۳۳(۷), ۱۱۵۱-۱۱۷۵. .۵
- Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning*. Routledge. .۶
- Kapur, M., & Chin, E. (2018). Productive failure in learning complex problem-solving: A systematic review. *Educational Psychology Review*, 30(4), 981-1004. .۷
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of different processes underlying learning. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86. .۸
- Pintrich, P. R., & Schunk, D. H. (2012). *Motivation in education: Theory, research, and applications*. Pearson. .۹
- Slavin, R. E. (2014). *Cooperative learning: Theory, research, and practice*. Pearson. .۱۰
- Turner, J. C., & Patrick, H. (2004). Young student's goals and the structure of the classroom context. *Journal of Educational Psychology*, 96(3), 531-545. .۱۱
- van der Knaap, J., & van der Molen, H. T. (2020). The impact of problem-based learning on students' conceptual understanding and motivation in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(3), 777-790. .۱۲
- Woolfolk, A. E. (2016). *Educational psychology*. Pearson. .۱۳
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In *Handbook of self-regulation* (pp. 13-39). Academic Press. .۱۴
- Zweers, I., & van der Molen, H. T. (2018). The effect of laboratory work on students' conceptual understanding and engagement in chemistry. *Journal of Chemical Education*, 95(5), ۷۲۵-۷۳۴. .۱۵

۱۷. پیوست‌ها

۱۷,۱. نمونه پرسشنامه علاقه‌مندی

پرسشنامه سنجش علاقه‌مندی به درس شیمی

دانش‌آموز گرامی،

لطفاً با دقت، گویه‌های زیر را مطالعه کرده و میزان موافقت یا مخالفت خود را با هر کدام، با انتخاب یکی از گزینه‌های زیر مشخص نمایید. هیچ پاسخ درست یا غلطی وجود ندارد، پاسخ شما صرفاً برای کمک به ما در بهبود روش تدریس است.

راهنما:

۱ = کاملاً مخالفم ۲ = مخالفم ۳ = نظری ندارم (نه موافقم، نه مخالفم) ۴ = موافقم ۵ = کاملاً موافقم

ردیف	گویه پرسش‌نامه	۱	۲	۳	۴	۵
۱	درس شیمی برای من جذاب و هیجان‌انگیز است.					
۲	من به انجام آزمایش‌های عملی شیمی علاقه‌مندم.					
۳	مفاهیم شیمی را به راحتی درک می‌کنم.					
۴	تلاش می‌کنم تا در کلاس شیمی فعال باشم و در بحث‌ها شرکت کنم.					
۵	درس شیمی در زندگی روزمره من کاربرد دارد.					
۶	معلم شیمی، من را برای یادگیری درس ترغیب و تشویق می‌کند.					
۷	از یادگیری مباحث جدید شیمی لذت می‌برم. ۸. انجام تکالیف شیمی برای من لذت‌بخش است					
۸	من به نتایج و کاربردهای علم شیمی در جامعه و پیشرفت علم علاقه‌مندم.					
۹	دوست دارم در مورد مسائل علمی شیمی بیشتر مطالعه کنم و بدانم.					
۱۰	شرکت در بحث‌های کلاسی و گروهی شیمی برای من مفید و جذاب است					
۱۱	احساس می‌کنم توانایی لازم برای یادگیری مفاهیم شیمی را دارم					
۱۲	گروه هم‌کلاسی‌های من، فضایی حمایتی و دلگرم‌کننده برای یادگیری شیمی فراهم می‌کنند.					
۱۳	من به سختی می‌توانم مفاهیم پیچیده شیمی را بفهمم و اغلب احساس سردرگمی می‌کنم. (این گویه معکوس است)					
۱۴	در کل، من از درس شیمی (تدریس، آزمایش، یادگیری) لذت می‌برم.					

اطلاعات دموگرافیک (اختیاری): نام (اختیاری): پایه تحصیلی: رشته تحصیلی:

با تشکر از همکاری شما

۱۷,۲. نمونه آزمون مفهومی

آزمون سنجش یادگیری مفاهیم پایه شیمی دهم

نام دانش‌آموز: نام کلاس:

راهنمایی:

- لطفاً با دقت به سوالات پاسخ دهید.
- در سوالات تستی، فقط یک گزینه صحیح است.
- در سوالات تشریحی، پاسخ خود را به طور کامل و با ذکر دلیل بنویسید.
- زمان آزمون: ۶۰ دقیقه
- حداکثر نمره: ۵۰

بخش اول: سوالات تستی (هر سوال ۲ نمره)

۱. کدام یک از ذرات زیر، بار الکتریکی ندارد؟
الف) پروتون (ب) نوترون (ج) الکترون (د) یون
۲. عنصر X دارای عدد اتمی ۱۲ و عدد جرمی ۲۴ است. این اتم چند الکترون در لایه ظرفیت خود دارد؟
الف) ۲ (ب) ۸ (ج) ۶ (د) ۱۲
۳. کدام یک از ترکیبات زیر، از نوع پیوند یونی است؟
الف) H_2O (ب) CH_4 (ج) $NaCl$ (د) O_2
۴. اگر در یک واکنش شیمیایی، ۳ مول ماده A با ۲ مول ماده B واکنش دهد و فراورده C تولید شود، حداکثر چند مول ماده C می‌توان تولید کرد؟
الف) ۱ مول (ب) ۲ مول (ج) ۳ مول (د) رابطه مستقیم با جرم مولی
۵. محلولی که در آن، مقدار حل شونده نسبت به حلال بسیار کم است، چه نامیده می‌شود؟
الف) محلول غلیظ (ب) محلول سیر شده (ج) محلول رقیق (د) محلول فوق اشباع
۶. pH یک محلول برابر با ۱۰ است. این محلول چه ویژگی دارد؟
الف) اسیدی (ب) بازی (ج) خنثی (د) بسیار اسیدی
۷. گاز دی‌اکسید کربن (CO_2) را می‌توان با کدام ماده به راحتی تشخیص داد؟
الف) آب مقطر (ب) محلول اسید کلریدریک (ج) آب آهک (د) محلول سود سوزآور
۸. کدام یک از فلزات زیر، معمولاً در واکنش با اسیدها، هیدروژن تولید نمی‌کند؟
الف) منیزیم (Mg) (ب) روی (Zn) (ج) مس (Cu) (د) آهن (Fe)
۹. اگر دمای یک واکنش شیمیایی را افزایش دهیم، انتظار می‌رود سرعت واکنش:
الف) کاهش یابد (ب) ثابت بماند (ج) افزایش یابد (د) غیرقابل پیش‌بینی است
۱۰. محلول $NaCl$ در آب، چه نوع رسانایی الکتریکی دارد؟
الف) رسانای ضعیف (الکترولیت ضعیف) (ب) رسانای قوی (الکترولیت قوی) (ج) نارسانا (غیرالکترولیت) (د) رسانایی بستگی به غلظت ندارد

بخش دوم: سوالات تشریحی (هر سوال ۴ نمره)

۱۱. اتمی دارای ۳ الکترون در لایه اول، ۸ الکترون در لایه دوم و ۱ الکترون در لایه سوم است.
الف) عدد اتمی این اتم را محاسبه کنید. (ب) این اتم در کدام گروه و تناوب جدول تناوبی قرار دارد؟

۱۲. منظور از "مول" چیست؟ عدد آووگادرو را بنویسید و توضیح دهید که چگونه می‌توان با استفاده از جرم مولی، تعداد مول یک ماده را محاسبه کرد؟

۱۳. واکنش زیر را در نظر بگیرید:



معادله شیمیایی فوق را موازنه کنید. ب) اگر ۱۰٫۸ گرم آلومینیوم با مقدار کافی اسید کلریدریک واکنش دهد، چند لیتر گاز هیدروژن در شرایط استاندارد (STP) تولید می‌شود؟ (جرم مولی = 27 g/mol Al، حجم مولی گاز در STP برابر ۲۲٫۴ لیتر بر مول است.)

۱۴. تفاوت بین یک اسید قوی و یک باز قوی را با ذکر مثال توضیح دهید.

۱۵. چرا حل کردن شکر در آب داغ سریع‌تر از حل شدن آن در آب سرد است؟ در این مورد به نظریه برخورد اشاره کنید.