

# معرفی نرم افزار

## کروکدیل

طراحی آزمایش برای تدریس عوامل مؤثر بر سرعت واکنش



شهناز رحیمیان  
دانشجوی کارشناسی ارشد  
دانشگاه شهید رجایی و معلم  
منطقه ۱۲ تهران  
آریتا سید فدایی  
استادیار دانشگاه شهید رجایی

### چکیده

تدریس درس شیمی، به ویژه شیمی سال چهارم، با دشواری‌های خاصی همراه است. از جمله این دشواری‌ها می‌توان به کم بودن زمان برای تدریس مطالب و در نظر نگرفتن زمان انجام آزمایش در اهداف آموزشی این کتاب اشاره کرد. از طرف دیگر با توجه به اینکه سال چهارم سال جمع‌بندی درس‌ها و شرکت در آزمون کنکور سراسری است، ایجاد ارتباط بین این کتاب با کتاب‌های سال‌های گذشته، به ایجاد یادگیری مفهومی و پایدار در دانش‌آموز کمک زیادی می‌کند.

در این مقاله ضمن معرفی اجمالی نرم‌افزار کروکودیل شیمی، به‌عنوان یک نرم‌افزار آشنا و قدرتمند، آزمایش‌هایی برای تدریس مبحث عوامل مؤثر بر سرعت واکنش پیشنهاد شده است. در معرفی آزمایش‌ها، سعی شده از نمونه‌هایی استفاده شود که دانش‌آموزان در سال‌های گذشته با آن‌ها آشنایی پیدا کرده‌اند تا ضمن تدریس بخش جدید، مطالب سال‌های پیش مرور شود. به‌نظر می‌رسد با عمومیت دادن این کار به مباحث دیگر کتاب و استفاده از نرم‌افزارهای دیگر، بتوانیم قدمی در راه آموزش جذاب‌تر، عمیق‌تر و سریع‌تر برداریم.

**کلیدواژه‌ها:** آزمایش، نرم‌افزار کروکودیل، عوامل مؤثر بر سرعت.

### مقدمه

در دنیای پرشتاب کنونی بسیاری از روش‌های سنتی برای انتقال مفاهیم جدید به فراگیران، توانایی کافی ندارند. در این حال می‌توان از ابزاری که فناوری‌های جدید در اختیار ما قرار می‌دهند، بهره گرفت. [۱] بی‌تردید یکی از جالب و هیجان‌انگیزترین مباحث دنیای فناوری اطلاعات، شبیه‌سازی جهانی واقعی به کمک رایانه است که متأسفانه در محافل علمی ما توجه چندانی به آن نشده است. به هر حال، توسعه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز در جهان، امکان این گونه نرم‌افزارها را برای همه، به ویژه کاربران شبکه جهانی فراهم کرده است. هنگامی که آموزش، نیازمند پرداخت هزینه زیاد و پذیرش خطرهای ناشی از بی‌تجربه بودن کارآموزان است، شبیه‌ساز آموزشی یکی از بهترین وسایل آموزشی با کارایی بالا، نسبت به آموزش واقعی و استفاده از ابزار فیزیکی به شمار می‌رود. آزمایشگاه مجازی شیمی، آزمایشگاه مجهزی با قابلیت‌های فراوان

و کاربری آسان است که امکان انجام آزمایش‌های شیمی را بدون رفتن به آزمایشگاه و هر نوع وسیله، به جز رایانه فراهم می‌کند. [۲] بارگیری نرم‌افزار با مراجعه به این نشانی امکان‌پذیر است: [www.crocodile-clips.com](http://www.crocodile-clips.com)

### معرفی اجمالی نرم‌افزار

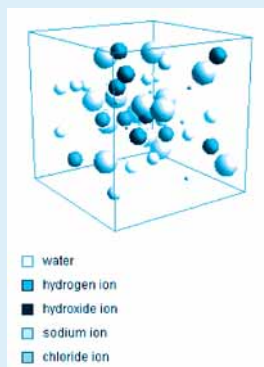
نرم‌افزار کروکودیل یکی از جالب‌ترین و دوست‌داشتنی‌ترین نرم‌افزارهای آموزش شیمی آزمایشگاهی در سطح دبیرستان است و هر کس که برای نخستین بار، کار با آن را تجربه کند، بدون شک چند ساعتی را بی‌اختیار صرف بررسی قسمت‌های متنوع و جالب این آزمایشگاه مجازی خواهد کرد. از ویژگی‌های مهم این برنامه، کاربر پسند بودن آن است، به گونه‌ای که حتی کاربر نیاز به یادگیری روش کار با برنامه یا مراجعه به راهنمای برنامه را احساس نمی‌کند. برنامه کروکودیل به گونه‌ای طراحی شده تا کاربر، با کمترین پیام‌های خطای ممکن روبه‌رو شود.

این برنامه جدا از منوها و میله ابزارهای استاندارد- که بین همه برنامه‌های سیستم عامل ویندوز مشترک هستند- دارای ۳ قالب اصلی است که عبارت‌اند از:

**Contents** شامل نمونه‌های از پیش طراحی شده و محل نمایش آزمایش‌های مورد علاقه شماست. ویرایش ۵۰۴ سال ۲۰۰۵، این برنامه دارای ۷۰ آزمایش از پیش طراحی شده در زمینه‌های اسیدها و بازها، واکنش‌های فلزها، سرعت واکنش‌ها، الکتروسیته و الکترولیز، تیتراژ کردن، جداسازی و... است. در مورد هر آزمایش اطلاعاتی نیز در مورد بحث نظری و نحوه انجام آزمایش ارائه شده است.

ابزار الکتروشیمی و...، وسایل شیشه‌ای (بشر، ارلن، پیپت و...)، شناساگرها و ابزار ارائه (نمودار، تصویر، پویانمایی و...) که کار با ابزار ارائه، نیاز به مهارت بیشتری دارد.

**properties** که محل تنظیم خواص اشیاء، شامل وسایل (حجم ظرف‌ها)، مواد (غلظت محلول‌ها) و تنظیمات صحنه است. برای استفاده از هر ماده یا وسیله کافیست آن را به داخل صحنه بکشید. هنگام انجام واکنش‌ها، نرم‌افزار امکانات جالبی در اختیار تان می‌گذارد. برای نمونه می‌توانید واکنش‌ها را به شکل معادله‌های شیمیایی که با پیشرفت واکنش تغییر می‌کنند، ببینید یا از مشاهده پویانمایی‌های شبیه‌سازی تغییرات در سطح مولکولی - که حتی تناسب کمی اتمی‌ها نیز در آن رعایت شده است- لذت ببرید، شکل ۲. در صورت آشنایی بیشتر با برنامه می‌توانید نمودارهای تغییرات حجم، pH و... را در آزمایش‌هایی همچون حجم سنجی رسم کنید. برنامه یک جدول تناوبی ساده نیز دارد. [۵].



شکل ۲

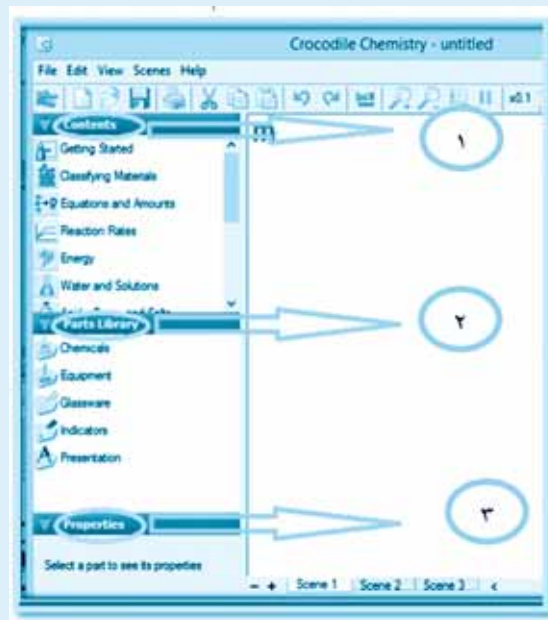
### عوامل مؤثر بر سرعت واکنش

در کتاب شیمی ۴ چنین آمده است: عوامل مختلفی بر سرعت واکنش‌های شیمیایی اثر می‌گذارد. ماهیت واکنش دهنده‌ها، حالت فیزیکی، غلظت، دما و کاتالیزگر از آن جمله‌اند. [۴] در ادامه ضمن توضیح مختصر هر یک از این عوامل، انجام آزمایش‌هایی با نرم‌افزار کروکودیل، برای تدریس بهتر پیشنهاد می‌شود.

### ماهیت مواد واکنش دهنده

**نظریه:** ماهیت و ساختار مولکولی مواد واکنشگر و فرآورده‌ها می‌تواند به دو دلیل عمده بر سرعت واکنش‌های شیمیایی تأثیر بگذارد که عبارت‌اند از:

۱. هر چه مقاومت پیوندهای اولیه‌ای که باید شکسته شوند کمتر، و نیز مقاومت پیوندهای جدیدی که تشکیل می‌شوند بیشتر باشد، به انرژی فعالسازای کمتری برای شکسته شدن پیوندهای اولیه و تشکیل پیوندهای جدید بین مولکول‌های واکنشگر نیاز خواهیم داشت. بنابراین سرعت واکنش شیمیایی افزایش خواهد یافت.



شکل ۱

**Parts Library** شامل مواد شیمیایی (فلزها، اسیدها، بازها، نمک‌ها، گازها و...)، تجهیزات (چراغ بونزن، سه پایه،

## آزمایش تأثیر ماهیت واکنش دهنده‌ها بر سرعت واکنش در کتاب درسی [۴]



شکل ۳

۲. شکل و اندازه مولکول‌های واکنشگر و فراورده‌ها هم نقش بسزایی در تعیین سرعت واکنش شیمیایی دارد. معمولاً هر چه مولکول‌های مواد از نوع کوچک‌تر و ساده‌تر باشند، احتمال برخوردهای مؤثر بین مولکولی بیشتر می‌شود و سرعت واکنش‌های شیمیایی هم افزایش خواهد یافت. [۲]

با توجه به اینکه این موارد بستگی به ماهیت و ساختار مولکولی مواد واکنشگر و فراورده‌ها دارد بنابراین تغییر سرعت واکنش با تغییر دادن ماهیت واکنش دهنده‌ها امکان‌پذیر نیست چون سبب تغییر فراورده‌ها می‌شود.

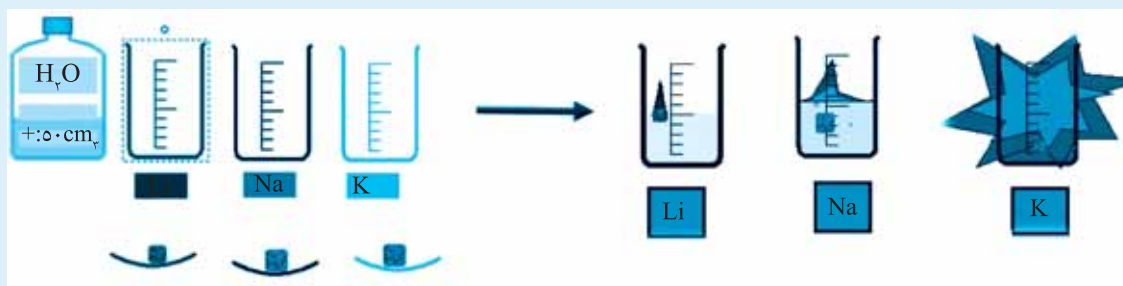
## آزمایش پیشنهادی

برای بررسی اثر عامل ماهیت واکنش دهنده‌ها در سرعت واکنش، می‌توانیم از واکنش فلزهای قلیایی با آب، با استفاده از نرم‌افزار کروکودیل استفاده کنیم. از آنجا که این واکنش در سال دوم و سوم در کتاب شیمی آمده است، ارتباط خوبی بین سه کتاب شیمی برقرار خواهد شد، شکل ۴.

برای آماده شدن سریع‌تر واکنش می‌توانیم در چند آزمایش نخست، راهنمای استفاده از وسایل را در اختیار دانش‌آموزان قرار دهیم.

## راهنمای استفاده از وسایل

1. Parts library- Chemical- Metals- Lumps- Lithium, Sodium, Potassium
2. Parts library- Glassware- Standard- Beaker
3. Parts library- Chemical- Miscellaneous- Liquids & Solutions- Water



شکل ۴

## پرسش‌های آزمایش

۱. واکنش‌های انجام شده در آزمایش‌ها را بنویسید و نوع آن‌ها را تعیین کنید.
۲. چرا ماهیت مواد بر سرعت واکنش‌های شیمیایی اثر می‌گذارد؟

## حالت فیزیکی واکنش دهنده‌ها

### نظریه

در همه واکنش‌های شیمیایی اگر بتوانیم تجمع مولکول‌های واکنشگر را زیاد کنیم، تعداد کل برخوردهای بین مولکولی واکنشگرها، و در نتیجه، احتمال برخوردهای مؤثر بین مولکولی در واحد زمان بیشتر می‌شود. پس سرعت واکنش‌های شیمیایی هم افزایش می‌یابد. برای واکنشگرهایی که در فاز جامد هستند، با افزایش سطح تماس خارجی مواد می‌توان تجمع مولکول‌های مواد و در نتیجه تعداد برخوردها را افزایش داد. متداول‌ترین روش برای افزایش سطح مواد جامد، خرد کردن و آسیاب کردن است. [۱]

## آزمایش تأثیر حالت فیزیکی واکنش دهنده‌ها بر سرعت واکنش در کتاب درسی [۴]

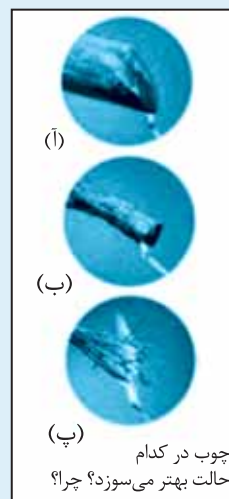
برای این مبحث صفحه ۸، در کتاب درسی چهارم، آزمایش سوختن چوب مطرح شده است، شکل ۵.

### آزمایش‌های پیشنهادی

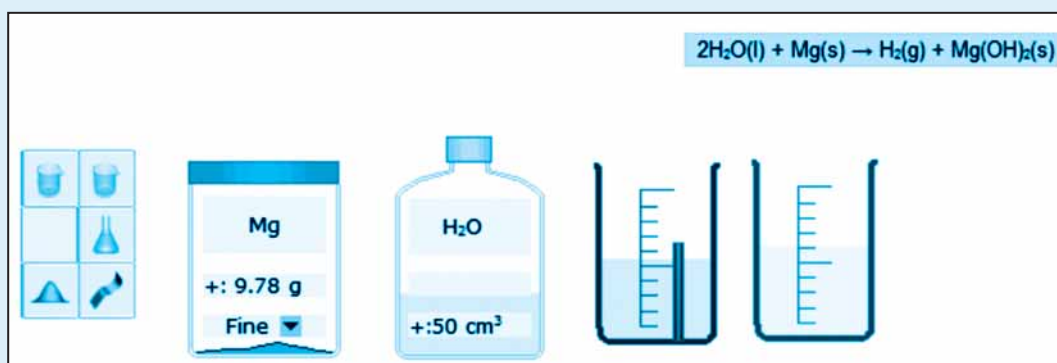
آزمایش ۱. آزمایش نوار منیزیم و گرد منیزیم با آب  
 طرح این آزمایش سبب می‌شود بین این بخش با مبحث واکنش فلزهای قلیایی با آب، در شیمی سال دوم دبیرستان، و مبحث واکنش‌های جابه‌جایی یگانه در شیمی سوم دبیرستان، ارتباط خوبی ایجاد شود، شکل ۶.

### مسیر تهیه وسایل به کمک نرم‌افزار

1. Parts library- Presentation- Number
2. Glassware- Standard- Beaker 100
3. Chemical- Metals- Powders- Magnesium
4. Chemical- Metals- Lumps- Magnesium ribbon
5. Parts library- Chemical- Miscellaneous- Liquids & Solutions- Water



شکل ۵



شکل ۶

### پرسش‌های آزمایش

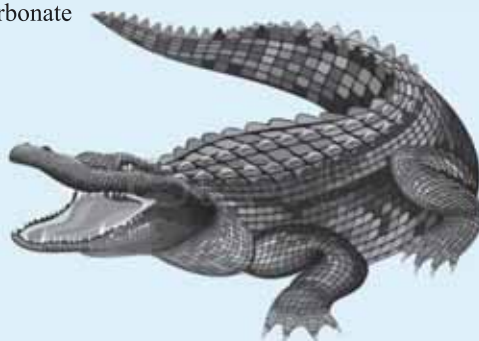
۱. واکنش انجام گرفته در آزمایش را بنویسید و نوع آن را مشخص کنید.
۲. اندازه ذرات واکنش دهنده‌ها چگونه بر سرعت واکنش‌های شیمیایی اثر می‌گذارد؟

آزمایش ۲. اثر هیدرو کلریک اسید ۱ مولار بر کلسیم کربنات ریز و درشت

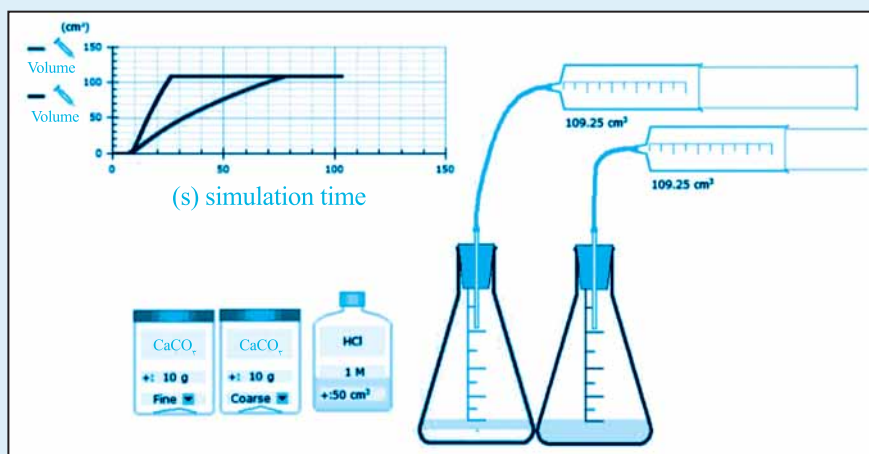
طرح این آزمایش سبب می‌شود مبحث انواع واکنش‌های شیمیایی در شیمی سال سوم دبیرستان نیز یادآوری شود. با انجام این آزمایش دانش‌آموزان ضمن محاسبه سرعت، با یکای حجم- زمان آشنایی پیدا می‌کنند، شکل ۷.

### مسیر تهیه وسایل به کمک نرم‌افزار

1. Chemical- Carbonates- Powders- Calcium carbonate
2. Chemical- Acids- Hydrochloric acid
3. Glassware- Measuring- Gas syringe
4. Glassware- Standard- Erlenmeyer flask
5. Equipment- Stoppers- Large- One tube
6. Parts library- Presentation- Graph







شکل ۷

### پرسش‌های آزمایش

۱. واکنش انجام گرفته در آزمایش را بنویسید.
۲. سرعت تولید گاز کربن دی‌اکسید را در دو واکنش، از زمان شروع تا ۱۰ ثانیه پس از آن بر حسب سانتی‌متر مکعب بر دقیقه حساب کنید.

### اثر دما

سرعت واکنش به بسامد برخورد میان مولکول‌ها بستگی دارد، به طوری که با بیشتر شدن این عامل، سرعت واکنش زیاد می‌شود. بنابر نظریه جنبشی، سرعت و در نتیجه انرژی جنبشی مولکول‌ها با افزایش دما زیاد می‌شود. زیاد شدن سرعت مولکول‌ها به معنی زیاد شدن تعداد برخوردها و افزایش سرعت واکنش است [۳].

### آزمایش تأثیر دما بر سرعت واکنش در کتاب درسی [۴]

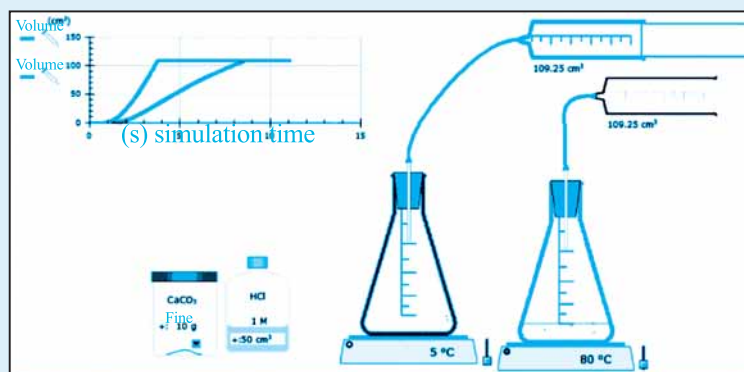
برای این مبحث در صفحه ۱۱ کتاب درسی چهارم، آزمایش واکنش منیزیم با آب سرد و آب داغ مطرح شده است، شکل ۸.



شکل ۸

### آزمایش‌های پیشنهادی

**آزمایش ۱.** آزمایش مقایسه سرعت اثر هیدروکلریک اسید ۱ مولار بر کلسیم کربنات در دمای ۵ درجه و ۸۰ درجه سانتیگراد. این آزمایش در بیان اثر حالت فیزیکی هم پیشنهاد شده بود. مزیت استفاده از یک آزمایش برای دو مبحث، آن است که به دلیل آماده بودن وسایل، آزمایش سریع‌تر انجام می‌شود.



شکل ۹

### پرسش‌های آزمایش

۱. علت افزایش سرعت واکنش با افزایش دما چیست؟
۲. تحقیق کنید آیا ممکن است با افزایش دما سرعت واکنش افزایش پیدا نکند.

## اثر غلظت

### نظریه

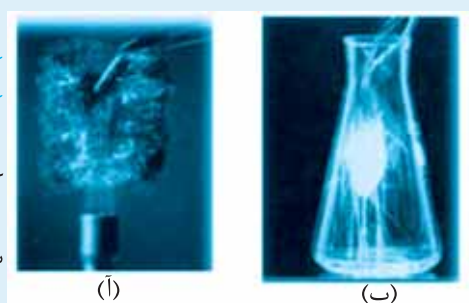
در واکنشگرهایی که محلول هستند می‌توان با بالا بردن غلظت ماده واکنشگر موجود در محلول، تجمع مولکول‌های مواد واکنشگر را نسبت به یکدیگر بیشتر کرد. برای این کار باید یا از همان آغاز تهیه محلول، اندازه ماده حل‌شونده را نسبت به حلال افزایش دهیم، یا محلول را بچوشانیم تا درصد حلال موجود در آن پایین بیاید. در مورد مواد واکنشگری که گازی شکل هستند، می‌توان با بالا بردن غلظت گاز، تجمع مولکول‌های گاز را افزایش داد؛ برای این کار فقط کافی است که فشار محیطی وارد بر واکنشگر گازی را افزایش دهیم. [۲]

## آزمایش تأثیر غلظت واکنش‌دهنده‌ها بر سرعت واکنش در کتاب درسی [۴]

برای تدریس این مبحث، یکی از نمونه‌های کتاب درسی، مقایسه سرعت واکنش آهن در اکسیژن هوا و اکسیژن خالص است. (صفحه ۹ کتاب شیمی چهارم)

### آزمایش پیشنهادی آزمایش ۱

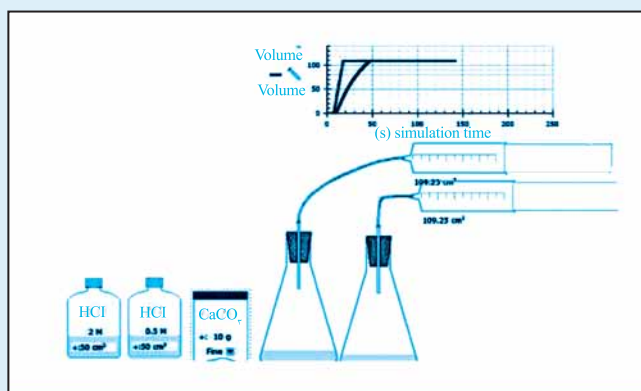
مقایسه سرعت واکنش ۵۰ mL هیدروکلریک اسید ۲ M و ۰/۵ M، بر ۱۰ g کلسیم کربنات. در این آزمایش از وسایل دو آزمایش قبلی استفاده اکسیژن شده است، شکل ۱۱.



شکل ۱۱. بررسی سوختن آهن در هوا (ب) در اکسیژن خالص

### پرسش‌های آزمایش

۱. سرعت تشکیل گاز را در هر دو آزمایش از آغاز، تا رسیدن گاز به حجم ثابت، بر حسب سانتی‌متر مکعب بر ثانیه به دست آورید.
  ۲. اگر شرایط، استاندارد فرض شود میانگین سرعت واکنش را از آغاز آن تا ثانیه ۹ به دست آورید.
- آزمایش ۲. آزمایش مقایسه سرعت واکنش هیدروکلریک اسید ۰/۲۵ مولار و ۰/۵ مولار بر مقدار کافی فلز روی، شکل ۱۲.



شکل ۱۱

### پرسش‌های آزمایش

۱. چرا با افزایش غلظت واکنش‌دهنده‌ها، سرعت افزایش می‌یابد؟
۲. معادله شیمیایی واکنش انجام شده را بنویسید و نوع واکنش را تعیین کنید.
۳. اگر شرایط، استاندارد در نظر گرفته شود سرعت واکنش را از آغاز تا ۳ ثانیه پس از آن، بر حسب مول بر ثانیه به دست آورید.

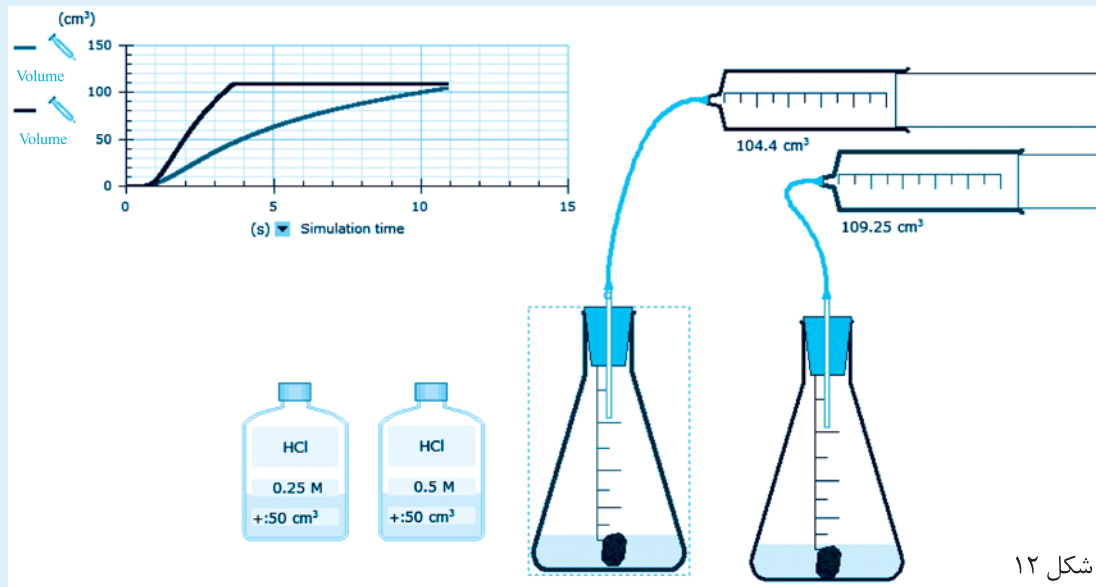
## اثر کاتالیزگر بر سرعت واکنش‌های شیمیایی

یکی دیگر از عوامل مؤثر بر سرعت واکنش‌های شیمیایی استفاده از کاتالیزگر مناسب در واکنش است در یک تعریف کلی به تمامی موادی که در محیط واکنش حضور دارند، موجب افزایش سرعت یا تغییر مسیر پیشرفت واکنش شده و در پایان واکنش هم بدون هیچ تغییر شیمیایی در ساختار مولکولی، در محیط واکنش باقی می‌مانند کاتالیزگر گفته می‌شود. از دید مولکولی عامل کاتالیزگر همانند عامل دما- که مهم‌ترین تأثیرش را بر انرژی فعالسازی واکنش می‌گذارد- عمل می‌کند و موجب افزایش سرعت واکنش شیمیایی می‌شود ولی در عین حال عامل کاتالیزگر برخلاف دما- که تأمین‌کننده انرژی فعالسازی واکنش است- به جای تأمین انرژی فقط می‌تواند میزان انرژی فعالسازی را کاهش دهد. [۲]

کاتالیزگرها به دو دسته همگن و ناهمگن تقسیم می‌شوند. در واکنشی که مواد واکنش‌دهنده و کاتالیزگرها در یک فاز نیستند، کاتالیزگر، ناهمگن نامیده می‌شود و اگر کاتالیزگر و واکنش‌دهنده‌ها در یک فاز باشند کاتالیزگر را همگن می‌گویند.

## آزمایش اثر کاتالیزگر بر سرعت واکنش در کتاب درسی

برای این مبحث در صفحه ۱۹ کتاب درسی چهارم، آزمایش تجزیه آب اکسیژنه در مجاورت محلول آهن (II) سولفات مطرح شده است، شکل ۱۳.



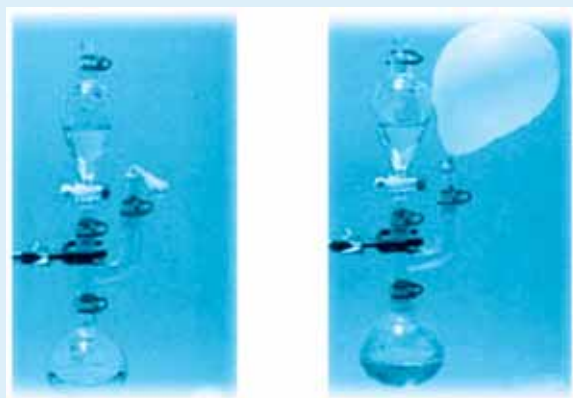
شکل ۱۲

## آزمایش پیشنهادی

برای تدریس این بخش می‌توانید از همان آزمایش تجزیه آب اکسیژنه در مجاورت کاتالیزگر آهن (II) سولفات و منگنز (IV) اکسید استفاده کنید. با انجام این آزمایش‌ها دانش‌آموزان با متفاوت بودن اثر کاتالیزگرهای مختلف نیز آشنا می‌شوند، شکل ۱۴.

## نتیجه‌گیری

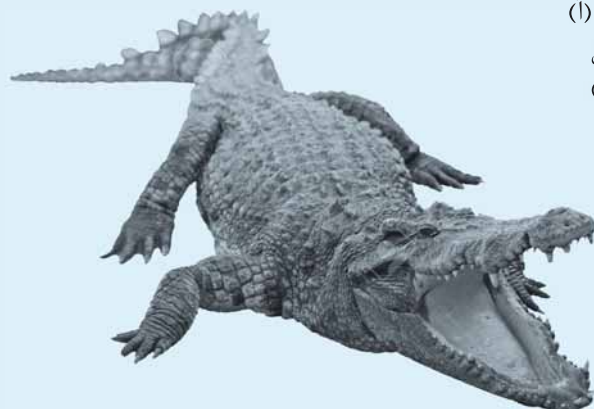
در تدریس علوم پایه می‌توانیم با تنوع بخشیدن به تدریس، از جمله با استفاده از نرم‌افزارهای آزمایشگاه مجازی، به دانش‌آموزان کمک کنیم تا راحت‌تر بیاموزند و دیرتر فراموش کنند. استفاده از نرم‌افزار در شیمی به ایجاد تفکر خلاق در دانش‌آموزان کمک می‌کند. در این مقاله تدریس بخش کوچکی از کتاب شیمی چهارم با نرم‌افزار کروکودیل ارائه شد که با توجه به سادگی این نرم‌افزار و آشنا بودن بسیاری از دانش‌آموزان و معلمان با آن، به راحتی می‌تواند به‌عنوان الگویی برای تدریس بخش‌های مختلف کتاب‌های شیمی دبیرستانی مورد استفاده قرار بگیرد.



(آ)

(ب)

شکل ۱۳ تجزیه هیدروژن پراکسید در حضور محلول آبی دارای یون  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  به‌عنوان کاتالیزگر (آ) پیش از افزایش محلول  $\text{FeSO}_4(\text{aq})$  (ب) پس از افزایش محلول  $\text{FeSO}_4(\text{aq})$



## \* منابع

۱. بدریان، ع. (۱۳۸۸) آموزش شیمی (راهنبردها و شیوه‌های نوین آموزش شیمی در مدارس)، انتشارات مینای خرد.
۲. اختر محقق، حسین. (۱۳۸۴). آزمایشگاه شیمی عمومی (۱).
۳. انسمیت، اسموت و پرایس. (۱۳۸۰) شیمی عمومی با نگرش کاربردی. ترجمه احمد خواجه نصیرطوسی، علی سیدی علی و منصور عابدینی. انتشارات فاطمی.
۴. جلیلی، س. عزابادی، ع. سمیعی، د و ارشدی، ن. (۱۳۹۳). شیمی (فرایندهای شیمیایی دوره پیش دانشگاهی).
5. <http://chemistry-dept.talif.sch.ir>