



## بررسی عملکرد خازن و عوامل مؤثر بر آن به کمک آزمایشگاه مجازی PhET

نساء احمدزاده

دکترای فیزیک، دبیر فیزیک، ناحیه ۲ کرج

### چکیده

این مقاله به معرفی آزمایشگاه مجازی و مزایا و قابلیت‌های آن در آموزش فیزیک می‌پردازد و چگونگی استفاده از فضای مجازی را، در بررسی عملکرد خازن‌ها، نشان می‌دهد. از نرم‌افزارها و سایت‌های گوناگون موجود، تمرکز بر سایت شبیه‌سازی تعاملی PhET بوده که قابلیت استفاده آنلاین و امکان دانلود و تکرار آزمایش‌ها به صورت آفلاین را دارد. این فضا با بهره‌گیری از انیمیشن‌های زیبا و قابلیت تغییر ابزار و ادوات؛ یادگیری و فعالیت‌های آموزش مجازی دانش‌آموزان را پویاتر، هدفمند و جذاب‌تر می‌کند.

**کلیدواژه‌ها:** آزمایشگاه مجازی، نرم‌افزار، آموزش مجازی، سایت PhET  
**عنوان محور:** ارائه و انجام یک آزمایش جذاب و جدید برای یک مفهوم درسی

### ۱. مقدمه

با توجه به شرایط موجود در جامعه - گسترش بیماری کووید ۱۹- شیوه‌های تدریس به سمت توسعه آموزش الکترونیک رفته و معلمان و دانش‌آموزان را بر آن داشته است که در پی روش‌هایی جهت تأثیربخشی به آموزش کشور و پایداری یادگیری باشند. دروس علوم پایه مانند فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و علوم زمین که با فعالیت‌های آزمایشگاهی و عملی در ارتباط تنگاتنگ هستند نیز از این قاعده مستثنی نیستند. در کنار تولید محتواهای آموزشی و استفاده از نرم‌افزارهایی که با تلفیق صوت و تصویر و عکس و انیمیشن، آموزش علوم پایه را متحول کرده و تکامل بخشیده‌اند، نیاز به فعالیت‌های آزمایشگاهی الکترونیکی و مجازی نیز احساس می‌شود؛ ضمن اینکه نقصان‌هایی در روش‌های جدید آموزش علم فیزیک دیده می‌شود که ناشی از گستردگی این علم و وسعت حوزه‌های قابل اجرا در مراحل مختلف آموزش است.

آزمایشگاه‌های مجازی، اعم از آزمایشگاه‌های آنلاین، آزمایشگاه‌های کنترل از راه دور، میز کار کنترل از راه دور، نت لب، آزمایشگاه‌های اینترنتی و ... محیط‌های تعاملی مبتنی بر وب یا سیستم‌های کامپیوتری هستند که برای ایجاد و انجام آزمایش‌های شبیه‌سازی شده به کار می‌روند.

تجربه نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر، برنامه‌های کاربردی و عملی آزمایشگاهی علاوه بر ارائه اطلاعاتی علمی، در ارتقای مهارت‌های تفکر علمی، مشاهده، تفکر خلاق و تجربه و تحلیل و توانایی حل مسئله به دانش‌آموزان کمک می‌کند و باعث می‌شود که آن‌ها در حوزه انگیزه و مهارت تقویت شوند.

بر این اساس به دنبال جست‌وجو در سایت‌ها و نرم‌افزارهای آزمایشگاه مجازی گوناگون به گزینه‌های متفاوتی از جمله PhET و Corocodil Physics و Physics Simulations و Physics Virtual Lab و ... برخورد می‌کنیم که هم از لحاظ آموزشی پوشش‌دهنده و تکامل‌کننده مفاهیم فیزیک هستند. شبیه‌سازی‌های آموزشی فعالیت‌هایی تجربی هستند که یادگیرندگان را به دنیای دیگری می‌برند، که باید از دانش، مهارت و راهبردهای خود در راستای انجام نقش‌هایی که به ایشان واگذار شده است، استفاده نمایند.

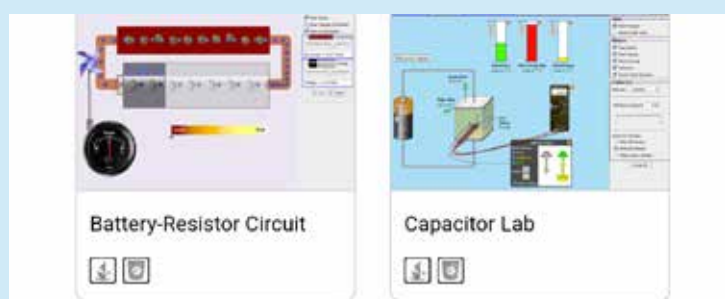
## ۲. تاریخچه سایت PhET

از میان انواع مختلف آزمایشگاه‌های مجازی، من سایت PhET را جهت آموزش آزمایش‌های فیزیک پایه یازدهم برگزیدم.

چون این سایت هم به صورت آنلاین و هم به صورت آفلاین، امکان دانلود آزمایش‌های شبیه‌سازی شده تعاملی را دارد، و برای دانش‌آموزان قابل استفاده است و آن‌ها می‌توانند مراحل آموزش را بارها تکرار کنند و از آن بهره ببرند.

شبیه‌سازی‌های تعاملی سایت فوق پروژه‌ای در دانشگاه «کلرادو بولدر» بوده است که در سال ۲۰۰۲ توسط برنده جایزه نوبل، کارل وایمن تأسیس شده تا روش‌های آموزش عملی را بهبود بخشد. مأموریت اعلام شده گروه او «پیشبرد علوم و سواد ریاضی و آموزش در سراسر جهان از طریق شبیه‌سازی‌های تعاملی رایگان» است. کلمه اختصاری PhET مخفف عبارت Physics Education Technology به معنای فناوری آموزش فیزیک است که خیلی زود به سایر رشته‌های علوم پایه نیز گسترش یافته است. این پروژه هم اکنون بیش از ۱۵۶ شبیه‌سازی تعاملی رایگان جهت انجام آزمایش‌های مجازی فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و علوم زمین و

The image shows a screenshot of the PhET website. At the top, there is a search bar with 'phet' entered. Below the search bar, there are navigation tabs for ALL, VIDEOS, IMAGES, BOOKS, NEWS, and SEARCH. A search result for 'phet.colorado.edu' is displayed, with the title 'PhET: Free online physics, chemistry ...' and a description: 'Free science and math simulations for teaching STEM topics, including physics, chemistry, biology, and math, from University of Colorado Boulder.' Below this, there is a banner for '758 million simulations delivered' with two circular icons for 'PHYSICS' and 'CHEMISTRY'. The 'PHYSICS' icon is highlighted with an orange box and the text 'بخش فیزیک'. Below the banner, there is a 'Browse Filter' section with '106 Results' and a 'Filters (1)' button. The 'Physics' filter is selected. Two simulation thumbnails are shown: 'Alpha Decay' and 'Atomic Interactions'.



ریاضیات طراحی کرده و آن‌ها را توسعه بخشیده است. این سایت در مواردی که نیاز به تدریس غیرحضوری و آموزش بخش‌های غیرملموس (مثل مشاهده مفاهیم میدان الکتریکی و بار الکتریکی و ...) دروس علوم پایه باشد و نیز برای انجام آزمایش‌های پرخطر بسیار کاربردی است.

به‌طور خلاصه شبیه‌سازی‌های PhET امکان دسترسی پویا به نمونه‌های متعددی از آزمایش‌ها را فراهم می‌کنند، مفاهیم نامحسوس را قابل مشاهده می‌کنند، و امکان دسترسی ایمن و سریع به چندین آزمایش را فراهم می‌سازند. این در حالی است که روند آموزش برای دانش‌آموزان و معلمان هم جذاب و سرگرم‌کننده‌تر است.

### ۳. چگونگی استفاده از شبیه‌ساز تعاملی PhET

با ورود به سایت <http://phet.colorado.edu> فضای اصلی سایت، هم به زبان فارسی و هم انگلیسی قابل دسترسی است و امکان چیدمان آزمایش‌ها به ترتیب الفبا، و یا به ترتیب جدیدترین‌ها وجود دارد. همچنین در گوشه سمت چپ بالای صفحه ورودی فهرست تمام شبیه‌سازی‌های موجود در دسترس قرار دارد. در این سایت مطابق شکل ۱ پنج بخش مجزا با عناوین فیزیک، شیمی، علوم زمین و زیست‌شناسی وجود دارد. با ورود به بخش فیزیک حدود ۱۰۶ آزمایش شبیه‌سازی شده برای این درس به‌صورت طبقه‌بندی دیده می‌شود که با توجه به نیاز کاربر، امکان انتخاب هر گزینه میسر است.

با ورود به بخش شبیه‌سازی‌های تعاملی و آزمایشگاه مجازی فیزیک مجموعه‌ای از آزمایش‌های طراحی شده به ترتیب الفبا در صفحه اصلی قابل مشاهده است. همچنین تقسیم‌بندی عناوین و سرفصل‌های مختلف مباحث گوناگون فیزیک، در گوشه سمت چپ بالای تصویر مطابق شکل ۲ قابل دسترسی و انتخاب است:

### ۴. چگونگی انجام آزمایش و بررسی خازن

در این بخش سایت، با انتخاب شبیه‌ساز مربوط به آزمایش بررسی عملکرد خازن که با عنوان Capacitor lab: Basics ذخیره و بارگزاری شده است وارد فضای اجرای آن می‌شویم. مطابق شکل ۳ در این صفحه امکان اجرای آنلاین و نیز دانلود فایل جهت اجرای آفلاین فراهم است. همچنین لینک‌هایی برای اطلاعات آزمایش فوق، آگاهی دبیر، ترجمه و

تغییر زبان، آزمایش‌های مرتبط، چگونگی اجرا و تیم طراح ذکر شده است.

در اجرای آزمایش فوق با صفحه شکل ۴ مواجه می‌شویم:

در این صفحه با انتخاب گزینه خازن (Capacitor)، نمایی از یک خازن مسطح مستطیلی متصل به باتری به ظاهر می‌شود که قابلیت‌های تغییر ولتاژ، تغییر ابعاد و فاصله‌ها، نمایش بار و میدان الکتریکی، تعیین مقدار بار و میدان الکتریکی و اختلاف پتانسیل و نیز امکان استفاده از ولت‌سنج برای کاربر را دارد.

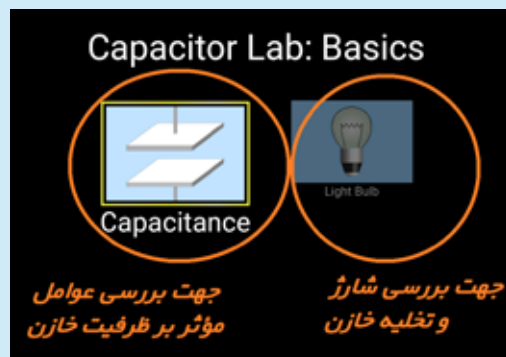
مطابق شکل ۵ کاربر می‌تواند با تغییر در هر یک از کمیت‌های فوق تأثیر ایجاد شده بر محاسبات را مشاهده کرده و با مقادیر محاسبات تئوری مقایسه کند.

برای تکمیل مطالعه بر روی عملکرد خازن، علاوه بر گزینه شارژ خازن و عوامل مؤثر بر آن، گزینه تخلیه خازن نیز جزو مواردی است که همواره در تدریس مورد توجه دانش‌آموزان بوده است.

مطابق شکل ۶ و ۷ با قرار دادن خازن در مدار می‌توان متصل به یک لامپ نوری (Light Bulb) است، می‌توان تخلیه بار و انرژی خازن را با روشن شدن و سپس کم نور شدن لامپ مشاهده کرد و توضیح داد.

مطابق این مراحل اجرا، در کنار توضیحات و تدریس تئوری، در آموزش مجازی، عملکرد خازن و عوامل مؤثر بر آن در دو حالت شارژ و تخلیه خازن برای دانش‌آموزان قابل رؤیت و تحلیل خواهد بود.

این فضا با قابلیت‌ها و امکاناتی که در اختیار کاربر قرار می‌دهد، می‌تواند در تدریس مجازی، با فراهم آوردن فضایی شبیه به آزمایشگاه و حتی گسترده‌تر امکان مشاهده و مقایسه عملی را در هر موضوع درسی، از فیزیک دبیرستان، برای دانش‌آموز و دبیر فراهم کند. همچنین با مشاهده صفحه اول ورود به بخش فیزیک مطابق شکل ۲، به وضوح برای بسیاری از مفاهیم فیزیک، آزمایش مجازی و شبیه‌سازی تعاملی طراحی شده است که با استفاده از دانش‌آموزان و تکرار و تمرین در این فضا، یادگیری پایدارتر و آموزش جذاب‌تری خواهیم داشت.



نیاز امروز  
دانش آموزان به پر  
شدن زمان آموزش،  
با استفاده از  
فناوری‌های بر پایه  
وب و نرم‌افزارهای  
کامپیوتری، موقعیت  
مناسبی برای تغییر  
فرهنگ آموزش  
و انتقال محل  
تدریس و تکلیف،  
به فضاهای خارج از  
مدرسه، فراهم کرده  
است



## ۵. نتیجه‌گیری

نیاز امروز دانش‌آموزان به پر شدن زمان آموزش، با استفاده از فناوری‌های بر پایه وب و نرم‌افزارهای کامپیوتری، موقعیت مناسبی برای تغییر فرهنگ آموزش و انتقال محل تدریس و تکلیف، به فضاهای خارج از مدرسه، فراهم کرده است.

دبیران و معلمان خلاق و باهوش با استفاده از فرصت‌های مناسب با در اختیار داشتن فایل‌های صوتی، متنی، تصویری، انیمیشن و ... مرتبط و پیرامون دروس، در قالب برگزاری کلاس مجازی و آنلاین، آموزش‌های خود را تنوع بخشیده و فضای مجازی را به محیط مناسبی برای بحث و تحقیق و مشاهده و نتیجه‌گیری تبدیل می‌کنند. به این ترتیب ضرورت حضور دائم دانش‌آموزان در فضای مدرسه و کلاس درس و آزمایشگاه را کاهش می‌دهند. از یافته‌های مطالعات چنین برمی‌آید که طراحی و توسعه آزمایشگاه‌های مجازی برای محتواهای درسی مختلف می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مناسب آموزشی و یادگیری در خدمت استادان و دبیران و دانش‌آموزان و کلیه یادگیرندگان باشد. همچنین با استفاده از آزمایشگاه‌های مجازی رایگان موجود در وبسایت‌های آموزشی برخی دانشگاه‌ها و مؤسسات بین‌المللی می‌توان اثربخشی کلاس درس را ارتقا بخشید.

www.roshdmag.ir/u26n



### منابع

۱. ناموری، الهه؛ جلیلیان، بهروز؛ فنون، فرنوش؛ رضایی، صفیه؛ «آموزش فیزیک به روش یادگیری معکوس»، مجله پویش در آموزش علوم پایه، دوره چهارم، شماره سوم (۱۳۹۷).
۲. رضایی، عیسی؛ آذری، مهناز؛ دانا، علی؛ نثری، شبنم؛ «آزمایشگاه‌های مجازی و جایگاه آن‌ها در آموزش میکروبیولوژی»، اولین کنگره سراسری روش‌های آموزش در علوم زیست پزشکی، شهریورماه (۱۳۹۱).
۳. مستور، هانیه؛ علی‌آبادی، خدیجه؛ مقدسین، مریم؛ «بررسی تأثیر آزمایشگاه مجازی و واقعی در یادگیری و یادداری درس فیزیک و آزمایشگاه»، فصلنامه روانشناسی تربیتی، شماره ۲۵، سال هشتم (۱۳۹۱).

4. [http://en.wikipedia.org/wiki/PhET\\_Interactive\\_Simulations#History](http://en.wikipedia.org/wiki/PhET_Interactive_Simulations#History).

5. Perkins, Katherine; Adams, Wendy; Dubson, Michael; "PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics"; *The Physics Teacher* 44(1):18-23, (2006).

6. B. Moore, Emily; M. Chamberlain, Julia; Parson, Robert and K. Perkins, Katherine; "PhET Interactive Simulations: Transformative Tools for Teaching Chemistry"; *J. Chem. Educ.*, 91, 8, 1191-1197, (2014).