



# طراحی چند آزمایش جالب وساده فیزیکی

سیدرسول حسینی

اصغر شعریافزاده، از ناحیه ۳ آموزش و پرورش استان اصفهان

## چکیده

به علت اهمیت و جایگاه آزمایش در یادگیری مفاهیم فیزیکی، همچنین توجه به این نکته در روش تدریس، که بهتر است قبل از شروع هر محثی، معلم، علاقه‌مندی دانش‌آموزان را با دیدن آزمایشی در مورد موضوع مورد بحث، برانگیزد. در این مقاله به شرح و توضیح روش انجام چند آزمایش جالب در زمینه فیزیکی می‌پردازیم، که بارها توسط نویسندگان مقاله، ضمن انجام تدریس، آزمایش شده است. این آزمایش‌ها شامل مباحثی چون اثر مساحت سطح بر میزان فشار، ساخت موتور الکتریکی ساده، اثر برنولی، ساخت لامپ کربنی، طیف‌نشری اتمی و جک‌های هیدرولیکی، جریان همرفتی، فیبر نوری، ساخت باتری ساده و گشتاور است.

## کلیدواژه‌ها: اثر برنولی، جک‌های هیدرولیکی، موتور

الکتریکی، لامپ کربنی، تخم‌مرغ درخشان، فیبر نوری، گرمای ویژه آب، چگالی، فشار

## مقدمه

از آن جایی که تدریس توأم با آزمایش تأثیر به‌سزایی در یادگیری مفاهیم فیزیکی دارد و باعث عمیق‌تر شدن یادگیری و در ادامه طراحی و انجام آزمایش‌های جدیدی می‌شود که اغلب بسیار جالب و شگفت‌انگیزند، به ذکر چند آزمایش جالب در زمینه مفاهیم فیزیکی می‌پردازیم تا همکاران ضمن پرداختن به آن‌ها، دانش‌آموزان را در جهت انجام این آزمایش‌ها ترغیب و تشویق کنند و یا خودشان ضمن تدریس به انجام آن همت گمارند.

## موتور الکتریکی ساده

برای تبدیل انرژی الکتریکی به مکانیکی راه‌های گوناگون وجود دارد و از وسایل مختلفی می‌توان برای این امر استفاده کرد. اما به کار بردن روش‌های ساده برای نشان دادن چنین تبدیلی جالب‌تر به نظر می‌رسد. با استفاده از یک آهنربای استوانه‌ای، یک پیچ نوک‌تیز، تکه‌ای سیم روکش‌دار رشته‌ای، یک باتری قلمی کوچک می‌توان یک موتور الکتریکی ساده ساخت.



شکل ۱: نحوه اتصال قطعات موتور الکتریکی ساده

آهنربا را مطابق شکل (۱) به قسمت پهن انتهای پیچ نزدیک می‌کنیم تا به آن بچسبد. اکنون سر تیز پیچ را به پایانه منفی باتری نزدیک می‌کنیم. چون پیچ آهنربا شده است، جذب انتهای باتری می‌شود. در ادامه یک سر تکه سیم را به پایانه مثبت باتری متصل کرده و سر دیگر آن را به کنار آهنربا تماس می‌دهیم. خواهیم دید که مجموعه آهنربا و در پیچ با سرعت زیاد شروع به چرخش می‌کند. دلیل چرخش پیچ این است که به خاطر ایجاد اتصال کوتاه در سیم روکش‌دار، آهنربا و در پیچ جریان الکتریکی برقرار می‌گردد که موجب ایجاد میدان مغناطیسی در اطراف آن‌ها می‌گردد که جهت این میدان با قانون دست راست قابل توجه است (وقتی که شست دست راست جهت جریان الکتریکی در یک سیم را نشان دهد جهت بسته شدن انگشتان، جهت میدان مغناطیسی ایجاد شده را نشان می‌دهد). برهم‌کنش این میدان مغناطیسی با میدان مغناطیسی آهنربای دائمی متصل به ته پیچ باعث وارد شدن نیرو به پیچ می‌شود که این نیرو گشتاور تولید می‌کند و چون محل اتصال پیچ با انتهای باتری اصطکاک ناچیزی دارد این گشتاور سبب چرخش پیچ می‌شود. [۳]

## بادکنک جادویی

همان‌طور که می‌دانیم دو عامل در فشار تأثیرگذار است یکی نیرو و دیگری مساحت سطحی که نیروی مورد نظر بر آن وارد می‌شود. برای نشان دادن تأثیر افزایش مساحت سطح بر فشار حدود ۵۰ عدد پونز را مطابق شکل (۲) روی میز می‌گذاریم. به طوری که سر تیز آن‌ها رو به بالا باشد. درون یک بادکنک می‌دمیم و دهانه آن را می‌بندیم. سپس بادکنک را روی پونزها قرار داده و فشار می‌دهیم. خواهیم دید که بادکنک نمی‌ترکد زیرا تعداد پونزها زیاد است و نیروی وارد بین پونزها تقسیم می‌شود در نتیجه نیرویی که از طرف هر پونز به بدنه بادکنک وارد می‌شود آن قدر کم است که نمی‌تواند بادکنک را سوراخ کند. اما اگر همین آزمایش با یک پونز انجام شود بادکنک به سرعت می‌ترکد. [۲]



▲ شکل ۲: قرار دادن بادکنک روی یونزها

### سقوط آب

برای ایجاد جریان همرفتی معمولاً از ایجاد نقاط داغ در شاره استفاده می‌شود. اما در ادامه آزمایشی معکوس و بسیار ساده برای نشان دادن جریان همرفتی پیشنهاد می‌شود: با اضافه کردن مقداری رنگ یا جوهر به آب، کمی آب رنگی تهیه می‌کنیم. آن‌گاه آن را در ظرفی می‌ریزیم و در یخچال قرار می‌دهیم تا یخ ببندند. اکنون چند تکه یخ رنگی در اختیار داریم. در ادامه درون یک لیوان شیشه‌ای مقدار آب ولرم می‌ریزیم و یخ رنگی را در آن می‌اندازیم. چون چگالی یخ از آب کمتر است روی آب می‌ماند و به خاطر گرم بودن آب، به آرامی یخ رنگی ذوب می‌شود و چون این آب رنگی سردتر و چگال‌تر از قسمت‌های مجاور است به آرامی به طرف پایین حرکت می‌کند و کم‌کم جریان همرفتی زیبایی درون لیوان مطابق شکل (۳) مشاهده می‌شود و پس از مدتی کل آب رنگی می‌شود. [۲]



▲ شکل ۳: جریان همرفتی در آب

### حرکت هوا در ظرف قیفی شکل

حرکت شاره‌ها در لوله را می‌توان با اصل برنولی توجیه کرد به این صورت که هرگاه سطح مقطع لوله کاهش یابد، سرعت شاره افزایش پیدا می‌کند و البته با افزایش سرعت شاره فشار وارد بر آن کاهش می‌یابد. با طرح آزمایشی ساده و جذاب می‌توان این امر را نشان داد. به این صورت که در انتهای یک سطل بزرگ سوراخی به قطر تقریبی ۱۵ سانتی‌متر ایجاد می‌کنیم سپس یک کیسه پلاستیکی نسبتاً محکم را مطابق شکل (۴) به وسیله نوار چسب یا حدود ۲ متر کش روی دهانه سطل می‌کشیم به طوری که دهانه سطل را کاملاً بپوشاند. می‌توانیم برای راحتی انجام آزمایش به کمک تسمه پارچه‌ای برای آن یک بند هم درست کنیم تا بتوان آن را دور گردن انداخت.



▲ شکل ۴: طرز آماده کردن ظرف قیفی شکل

برای انجام آزمایش به تعدادی لیوان سبک یک‌بار مصرف هم نیاز داریم تا آن‌ها را در چند نقطه دلخواه قرار دهیم. (برای جذاب‌تر شدن آزمایش می‌توانیم از دانش‌آموزان بخواهیم تا این لیوان‌ها را روی سر خود بگذارند). اکنون کافی است سطل را در دست گرفته و مطابق شکل (۵) به سمت لیوان‌ها نشانه برویم و با کف دست محکم به پلاستیک دهانه سطل طرف بکوبیم. با این کار یک فشردگی در هوای درون سطل درست می‌شود (مانند امواج صوتی) که پیش می‌رود تا به انتهای سطل می‌رسد. چون سوراخ انتهای سطل قطر کمتری نسبت به سطل دارد سرعت هوا هنگام خروج از سطل افزایش یافته و این هوای فشرده در مسیر خود حرکت می‌کند و در برخورد با لیوان، به آن ضربه می‌زند.



▲ شکل ۵: چگونگی ضربه زدن به انتهای ظرف و افتادن لیوان

در ادامه برای جذاب‌تر شدن آزمایش می‌توانیم هوای درون سطل را به وسیله دود اسفند یا فشفشه‌های دودزا، دودآلود کنیم و یا به وسیله دستگاه‌های بخار سرد مملو از قطرات ریز آب کنیم و سپس آزمایش را انجام دهیم. در این حالت حلقه‌های زیبای دود مسیر حرکت هوای فشرده را به ما نشان می‌دهند. از این آزمایش برای آموزش اثر برنولی، انتقال انرژی توسط موج، حرکت امواج صوتی در هوا، و حرکت امواج طولی استفاده کرد. [۵]

### سازه‌های هیدرولیکی چوبی

امروزه کاربرد جک‌های هیدرولیکی در صنعت بسیار معمول و متداول شده است به طوری که در بسیاری از کارخانه‌ها و ماشین‌آلات صنعتی از این نوع جک‌ها استفاده می‌شود. برای آشنایی دانش‌آموزان با طرز کار این نوع جک و همچنین فراهم آوردن زمینه برای بروز خلاقیت در آن‌ها می‌توانیم با استفاده از ابزار ساده چند نوع از این وسایل را بسازیم و به آن‌ها نشان دهیم و از آن‌ها بخواهیم مدل‌های دیگری را طراحی کرده و بسازند. پیشنهاد ما برای ساخت این وسیله استفاده از سیخ چوبی، شلنگ سرم، سرنگ در ابعاد مختلف و چسب گرمایی و مقداری روغن یا آب است. ابتدا بایستی طرح وسیله‌ای را که می‌خواهیم بسازیم و کاربرد آن را مشخص و سپس تا شروع به ساخت آن موانع احتمالی را برطرف کنیم. در این گونه سازه‌ها، سرنگ‌های متصل به هم به کمک شلنگ سرم که در آن‌ها آب یا روغن قرار دارد نقش جک‌های هیدرولیکی را بازی می‌کنند و بازوهای مختلف دستگاه را حرکت می‌دهند. از روکش سوزن سر سرنگ به عنوان لولا استفاده می‌کنیم به طوری که انتهای بسته آن را می‌بریم و با عبور یک تکه از سیخ چوبی آن را به لولا تبدیل می‌کنیم. تکه‌های مختلف چوب را با چسب گرمایی به هم می‌چسبانیم تا اسکلت سازه ساخته شود. در اینجا از دادن توضیح بیشتر خودداری و توجه شما را به شکل (۶) که

می‌گذاریم. می‌توانیم با برش دادن یک بطری نوشابه خانواده از قسمت میانی ظرفی درست کنیم و به جای ظرف پلاستیکی از آن استفاده کنیم. اکنون کافی است آب نمک غلیظ را درون این ظرف پلاستیکی بریزیم. باتری ما آماده است. می‌توانیم با اتصال دو سر ولت‌سنج، اختلاف پتانسیل دو سر این باتری که مس نقش پایانه مثبت و آلومینیم نقش پایانه منفی آن را بازی می‌کند، اندازه بگیریم یا یک آرمیچر فن‌دار به آن متصل کنیم و چرخش بادبزن را مشاهده نماییم.



▲ شکل ۸: قطعات مختلف باتری

اتفاقی که در اینجا رخ می‌دهد این است که واکنش بین آلومینیم و مس با آب نمک که در اینجا نقش الکترولیت را دارد سبب می‌شود الکترون‌ها بر روی ورقه آلومینیمی جمع شوند و ورقه مسی دچار کمبود الکترون شود. در نتیجه بین دو پایانه اختلاف پتانسیل ایجاد شود. شکل (۹). [۳]



▲ شکل ۹: چرخش بادبزن به وسیله باتری

## قاشق و چنگال جادویی

یکی از مباحث جالب و کاربردی در فیزیک «گشتاور» است. می‌دانیم که وقتی نیروها باعث چرخش اجسام حول یک نقطه یا محور شوند می‌گوییم نیروی موردنظر گشتاور ایجاد کرده است. همچنین می‌دانیم اگر مجموع گشتاورهای ساعتگرد و پاد ساعتگرد وارد بر جسم برابر باشد و برآیند نیروهای وارد بر آن صفر شود جسم به تعادل می‌رسد. با طرح آزمایشی جالب و البته باز هم ساده می‌توانیم این مسئله را برای دانش‌آموزان به شکل شگفت‌انگیزی آموزش دهیم و از آن‌ها خواهیم تا دلیل آن را کشف کنند. برای انجام آزمایش به یک قاشق، یک عدد چنگال، یک عدد خلال دندان، یک لیوان شیشه‌ای یا پلاستیکی و یک کبریت نیاز داریم. ابتدا لبه قاشق را بین دندان‌های چنگال فرو می‌کنیم به طوری که در هم گیر کنند. سپس چوب خلال را هم در فضای بین آن دو گیر می‌دهیم. اکنون با دقت مجموعه را مطابق شکل (۱۰) بر روی لبه لیوان می‌گذاریم. چوب خلال را به آرامی بر روی لبه لیوان عقب و جلو می‌بریم تا زمانی که احساس کنیم مجموعه پس از رها کردن، سر جای خود می‌ماند. در این حالت مجموعه به تعادل

نمونه‌ای از این سازه‌ها است جلب می‌کنیم که با کمی دقت در این شکل و کمی خلاقیت شما می‌توانید سازه‌های جالب بسازید. [۲]



▲ شکل ۶: سازه هیدرولیکی ساخته شده

## فیبر نوری با آب

می‌دانیم که هرگاه زاویه تابش نور از محیط غلیظ به رقیق از زاویه حد بیشتر باشد بازتاب کلی رخ می‌دهد و از این مسئله برای هدایت امواج نورانی در فیبرهای نوری و انتقال اطلاعات به کمک آن استفاده می‌شود. برای نشان دادن نحوه عملکرد تار نوری می‌توان از وسایل ساده استفاده کرد. به این صورت که یک بطری نوشابه خانواده خالی را برمی‌داریم و نزدیک به انتهای آن سوراخی تقریباً به قطر سه میلی‌تر ایجاد می‌کنیم. دهانه سوراخ را با دست می‌گیریم و درون بطری را پر از آب می‌کنیم. کنار بطری یک تشت کوچک قرار می‌دهیم تا آب پس از خروج از سوراخ در اطراف پخش نشود. اکنون به کمک یک چراغ لیزر باریکه نور را مطابق شکل (۷) از طرف مقابل بطری به طرف سوراخ می‌تابانیم و دست خود را برمی‌داریم. خواهیم دید که باریکه نور در باریکه آبی که ایجاد می‌شود حرکت می‌کند تا به انتهای مسیر باریکه آب برسد. [۱]



▲ شکل ۷: بازتاب کلی در باریکه آب

## باتری ساده

برای تبدیل انرژی شیمیایی به الکتریکی راه‌های گوناگونی وجود دارد و امروزه از روش‌های گوناگون برای تولید باتری‌هایی از این قبیل بهره می‌گیرند. اما چگونه می‌توانیم با استفاده از وسایل ساده و در دسترس باتری بسازیم؟ برای این کار به یک ورقه مسی  $20 \times 13$  سانتی‌متری، یک قوطی آلومینیمی نوشابه خالی که برچسب بدنه آن پاک شده باشد، یک ظرف پلاستیکی که گنجایش یک لیتر را داشته باشد، دو واشر اورینگ هم‌قطر با بطری آلومینیمی و مقداری آب نمک غلیظ نیاز داریم. ابتدا ورقه مسی را مطابق شکل (۸) به صورت استوانه‌ای درمی‌آوریم. سپس واشرهای اورینگ را دور بطری آلومینیمی می‌اندازیم و آن‌ها را درون استوانه مسی قرار می‌دهیم. نقش واشرها جلوگیری از اتصال مس و آلومینیم است. اکنون این مجموعه را در داخل ظرف پلاستیکی



رسیده است. برای جالب‌تر شدن آزمایش می‌توانیم قسمت داخلی از چوب خلال را که درون لیوان قرار گرفته است آتش بزیم. قسمت‌های داخلی چوب می‌سوزد ولی شعله پس از رسیدن به لبه لیوان خاموش می‌شود چوب برخورد لبه لیوان و چوب مانع ادامه پیشروی شعله می‌شود. [۴]



▲ شکل ۱۰: طرز قرار گرفتن فاش و چنگال روی لبه لیوان

## جوشاندن آب در بادکنک

ابتدا یک بادکنک را باد می‌کنیم و پس از بستن دهانه آن به وسیله نخ، آن را روی شعله شمعی می‌گیریم. مسلماً بادکنک به سرعت منفجر می‌شود. حال داخل بادکنک مشابه دیگری کمی آب می‌ریزیم و سپس درون آن می‌دمیم و دهانه آن را می‌بندیم. اکنون اگر بادکنک را مطابق شکل (۱۱) از قسمتی که آب درون آن قرار دارد روی شعله نگه داریم خواهیم دید که بادکنک نمی‌ترکد و آب درون آن گرم می‌شود. می‌توانیم گرما دادن را آنقدر ادامه دهیم تا آب درون آن به جوش آید. دلیل این امر آن است که پوسته بادکنک نازک است و گرمای دریافتی را به آن منتقل می‌کند از طرفی ظرفیت گرمایی ویژه آن بالا است و با دریافت مقدار زیادی گرما، دمای آب چندان افزایش نمی‌یابد. [۱]



▲ شکل ۱۱: جوشاندن آب درون بادکنک

## لامپ کربنی

ابتدا دو سیم رابط سوسماری را مطابق شکل (۱۲) بر روی پایه‌ای سوار می‌کنیم و دو انتهای این سیم‌ها را به یک منبع تغذیه شامل شش عدد باتری ۱/۵ ولتی بزرگ سری و یک کلید متصل می‌کنیم به طوری که یک مدار تشکیل شود.



▲ شکل ۱۲: طرز قرار گرفتن گیره‌های سوسماری

اکنون یک عدد مغز مداد (اتود) با قطر ۰/۷ میلی‌متر را مطابق شکل (۱۳) با دقت در دهانه دو گیره سوسماری قرار می‌دهیم

و لیوانی را واژگون روی آن می‌گذاریم. اکنون با بسته شدن کلید مشاهده خواهیم کرد که مغز مداد ملتهب می‌شود و مانند یک لامپ شروع به تابش می‌کند. در این آزمایش مغز مداد مانند یک مقاومت کربنی عمل می‌کند و می‌دانیم که کربن یک ماده نیم‌رسانای نسبتاً خوب است. این امر سبب می‌شود انرژی الکتریکی به گرما تبدیل و مغز مداد به شدت داغ شود و شروع به تابش کند. ضمناً پوشاندن مجموعه به وسیله لیوان سبب می‌شود تا اکسیژن اندکی که در هوای داخل لیوان وجود دارد به زودی مصرف شود و میله کربنی به‌طور کامل نسوزد. [۳]



▲ شکل ۱۳: روشن شدن لامپ کربنی

## تخم مرغ در خشان

مطالعه طیف اتمی عناصر نشان می‌دهد که اگر الکترون‌های اتم هر عنصر را برانگیخته سازیم هنگام برگشت به ترازهای اولیه از خود نور گسیل می‌کنند. می‌توانیم با استفاده از یک تخم مرغ یا خیارشور و دو سیم رابط و به کمک برق شهر این مسئله را نشان دهیم. روش کار به این صورت است که ابتدا روکش پلاستیکی قسمت انتهایی سیم‌های رابط را جدا می‌کنیم و آن را به دور قسمت قلبی سنجاق‌ها می‌پیچیم و نوار چسب آن را عایق بندی می‌کنیم به طوری که تنها قسمت نوک تیز سنجاق پیدا باشد. سپس سرهای تیز سنجاق‌ها را مطابق شکل (۱۴) از دو انتهای تخم مرغ با دقت به درون آن فرو می‌کنیم به طوری که سنجاق‌ها درون تخم مرغ با هم اتصال نداشته باشند. اکنون دو سر آزاد سیم‌ها را با احتیاط به برق شهر وصل می‌کنیم. اگر فضا به حد کافی تاریک باشد مشاهده می‌کنیم که تخم مرغ شروع به درخشش می‌کند. همین آزمایش را می‌توان با یک خیارشور انجام داد و جالب این است که نمک داخل خیارشور نور زرد سدیم تولید می‌کند. [۴]



▲ شکل ۱۴: فرو بردن سنجاق‌ها درون تخم مرغ

## نتیجه‌گیری

همان‌طور که دیدیم با طراحی و انجام آزمایش‌های ساده که بسیاری از آن‌ها به وسایل خاصی هم نیاز ندارد می‌توان به بهترین شکل ممکن، مفاهیم فیزیک را به دانش‌آموزان آموخت و زمینه را برای گسترش فعالیت‌های بیشتر آن‌ها و افزایش ارتباط درس و زندگی فراهم کرد.

### ← منابع

۱. احمدی، احمد؛ پورقاضی، اعظم؛ سپهری‌راد، محمد؛ شیوایی، سیدمهدی؛ فراهانی، شیرین؛ عزیزی، حسن؛ محمودزاده، غلامعلی؛ فیزیک ۱ و آزمایشگاه- ۲۰۶۳، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی درسی، وزارت آموزش و پرورش، چاپ چهاردهم ۱۳۹۱.
۲. احمدی، احمد؛ پورقاضی، اعظم؛ خلیلی‌بروجنی، روح‌الله؛ زال‌پور، ابوالقاسم؛ شیوایی، سیدمهدی؛ فراهانی، شیرین؛ عزیزی، حسن؛ محمودزاده، غلامعلی؛ وصالی، منصور فیزیک ۲ و آزمایشگاه- ۲۴۶/۳، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی درسی، وزارت آموزش و پرورش، چاپ هشتم ۱۳۸۸.
۳. احمدی، احمد؛ پورقاضی، اعظم؛ خلیلی‌بروجنی، روح‌الله؛ زال‌پور، ابوالقاسم؛ شیوایی، سیدمهدی؛ فراهانی، شیرین؛ عزیزی، حسن؛ محمودزاده، غلامعلی؛ وصالی، منصور فیزیک ۳ و آزمایشگاه- ۲۵۶/۳، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی درسی، وزارت آموزش و پرورش، چاپ اول، ۱۳۸۰.
۴. احمدی، احمد؛ خلیلی‌بروجنی، روح‌الله؛ فیزیک پیش‌دانشگاهی ۱ و ۲ علوم ریاضی- ۲۹۴، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی درسی، وزارت آموزش و پرورش، چاپ اول ۱۳۹۰.
۵. اربلیش، رابرت؛ سیدیعقوبی، سیدکمال‌الدین؛ امین اخلاقی، زینت؛ ته و تسوی طبیعت، ۱۹۳۸- انجمن فیزیک ایران، دانشگاه تربیت‌معلم، آذربایجان، ۱۳۸۱.