

# کژفهمی‌های دانش‌آموزان دربارهٔ سقوط آزاد

پریوافصری

دبیر فیزیک آموزش و پرورش منطقه ۱۲ شهر تهران

شده است و پژوهشگران در توصیف آن‌ها از واژه‌های گوناگونی نظیر بدفهمی<sup>۱</sup>، کژفهمی<sup>۲</sup>، برداشت‌های خام<sup>۳</sup>، درک متعارف<sup>۴</sup>، برداشت متفاوت<sup>۵</sup>، و یا پیش‌پنداشت<sup>۶</sup> استفاده می‌کنند. بسیاری از برداشت‌های ذهنی دانش‌آموزان، نتیجهٔ تجربه‌های روزانه، مشاهدهٔ پدیده‌های علمی و کاربرد علم و فناوری در زندگی آن‌هاست و زمانی که در کلاس درس دربارهٔ آن‌ها صحبت می‌شود، می‌تواند به عنوان پیش‌پنداشت یا یادگیری پیشین، نمایان شود و بر فرایند یاددهی - یادگیری تأثیر بگذارد. به عنوان مثال، تصور اینکه «نیرو چگونه عمل می‌کند»، در طول بازی‌های دوران کودکی ساخته می‌شود و لذا وقتی که در کلاس درس دربارهٔ نیرو صحبت می‌شود، می‌تواند به عنوان پیش‌پنداشت یا یادگیری پیشین، نمایان شود.

برداشت‌های خام و غیرعلمی دانش‌آموزان از عوامل مهمی هستند که مانع یادگیری معنی‌دار و اثربخش می‌شوند و بر تداوم یادگیری در پایه‌های بالاتر نیز تأثیر منفی می‌گذارند. بنابراین کشف و استخراج کژفهمی‌های دانش‌آموزان و سپس تلاش برای اصلاح آن‌ها از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است.

## بیان مسئله

در یک کلاس درس، معلم فیزیک (۲) و آزمایشگاه هنگام تدریس سقوط آزاد، از دانش‌آموزان خواست تا مشاهده‌ها و تجربه‌های خود را در این زمینه بیان کنند. دانش‌آموزی گفت: «من دو بطری نیم‌لیتری آب، یکی پر و دیگری خالی، را از طبقه چهارم ساختمان به پایین انداختم و دیدم که بطری پر از آب زودتر از بطری خالی به سطح زمین برخورد کرد. دیگری گفت: «فیلمی را از پرش یک چتر باز از هواپیما دیدم که وقتی پرید دوربین عکاسی از دست وی رها شد. اما دوربین عکاسی زودتر از چتر باز به سطح زمین رسید.» دانش‌آموز سوم گفت: «یک فیلم دیدنی در اینترنت وجود دارد که در آن دیوید اسکات<sup>۷</sup>، فضانورد آمریکایی، یک چکش و یک پر پرنده را به طور همزمان در سطح ماه رها می‌کند و هر دو در یک لحظه به سطح ماه می‌رسند.» بیان چنین دیدگاه‌هایی باعث می‌شود تا معلم بتواند برداشت‌های درست یا نادرست دانش‌آموزان را استخراج کند و با طراحی یادگیری اثربخش، در جهت رفع بدفهمی‌های احتمالی دانش‌آموزان گام بردارد. باید توجه داشت که در رابطه با سقوط آزاد اجسام چند



چکیده

یکی

از بحث‌های چالش‌برانگیز در مطالعهٔ حرکت، نمونهٔ طبیعی حرکت با شتاب ثابت یعنی سقوط آزاد اجسام است که در کتاب فیزیک (۲) و آزمایشگاه چاپ ۱۳۹۱ و سال‌های قبل به آن اشاره شده بود؛ اما با توجه به مشکلات ایجاد شده در فرایند یاددهی - یادگیری، خوشبختانه این بحث به کتاب فیزیک (۱) دوره پیش‌دانشگاهی انتقال یافت و اندکی از بار چالش‌های موجود در فرایند تدریس و همچنین یادگیری و کژفهمی‌های دانش‌آموزان کاست. در مقالهٔ حاضر به بررسی کژفهمی‌های دانش‌آموزان دورهٔ متوسطه در این زمینه می‌پردازیم. چون این موضوع از مشاهدات زندگی روزمره است، دانش‌آموزان از قبل تجربه‌ها و پیش‌آموخته‌هایی در این زمینه دارند که می‌تواند یادگیری‌های آتی را تحت تأثیر قرار دهد.

**کلیدواژه‌ها:** کژفهمی، سقوط آزاد، فیزیک (۱)

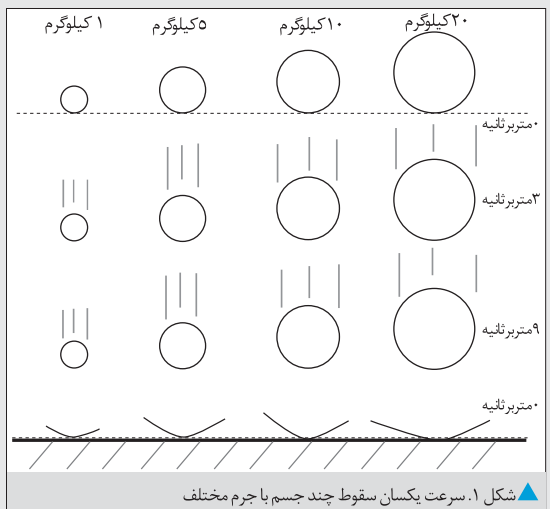
پیش‌دانشگاهی

مقدمه

دانش‌آموزان قبل از ورود به کلاس درس، فرصت‌های بسیاری در اختیار دارند تا دربارهٔ دنیای اطراف خود و انواع پدیده‌های علمی، برداشت‌ها، تصویرها و الگوهای ذهنی متفاوتی بسازند. برخی از این تصویرها و الگوها گرچه اشتباه هستند؛ اما به قدری برای آنان نهادینه شده‌اند که حتی در صورت دریافت نظریه‌های صحیح از طریق آموزش، دست از آن‌ها نمی‌کشند و چه بسا در بزرگسالی نیز آن‌ها را در ذهن خواهند داشت. برداشت‌های دانش‌آموزان از برخی مفاهیم و پدیده‌های علمی، اغلب بر خلاف نظریه‌های علمی پذیرفته

متغیر اصلی وجود دارد و آنچه که منجر به کژفهمی و یا چالش‌های یاددهی - یادگیری می‌گردد، مشروط بودن این پدیده علمی و ارائه پیش‌فرض‌های نظری است که در اغلب مواقع دانش‌آموزان بدون در نظر گرفتن آن‌ها به توصیف پدیده مشاهده شده می‌پردازند. برخی از این پیش‌فرض‌ها عبارت‌اند از:

۱. سقوط آزاد نوعی حرکت با شتاب ثابت است و شتاب همه اجسام سبک و سنگین یکسان است.
  ۲. در سقوط آزاد تنها نیروی وارد بر جسم، وزن آن است.
  ۳. در سقوط آزاد، جابه‌جایی در امتداد قائم است و مکان متحرک در راستای محور  $y$  از دستگاه مختصات قرار دارد.
  ۴. در سقوط آزاد سرعت اولیه جسم در لحظه رها شدن صفر است، یعنی هیچ نیروی اولیه‌ای به جسم وارد نمی‌شود.
  ۵. در سقوط آزاد تأثیر مقاومت هوا بر جسم نادیده و شرایط همانند خلأ در نظر گرفته می‌شود.
- یکی از بدفهمی‌های رایج دانش‌آموزان در زمینه سقوط آزاد اجسام این است که اجسام سنگین با سرعت بیشتر از اجسام سبک سقوط می‌کنند. دانش‌آموزی که دارای این بدفهمی است می‌تواند ادعا کند که هنگام پریدن یک مرد و یک کودک به طور هم‌زمان از سکوی پرش‌شنا، مرد سنگین زودتر با سطح آب برخورد می‌کند. در توجیه این تصور غیر علمی، ممکن است گفته شود که نیروی گرانش اجسام سنگین‌تر را با نیروی بیشتری جذب می‌کند.



اگر چند جسم کروی با جرم‌های مختلف، هم‌زمان از ارتفاع یکسانی رها شوند، در صورت نادیده گرفتن مقاومت هوا، همه آن‌ها در یک زمان به زمین خواهند رسید (شکل ۱). درست است که نیروی گرانشی بیشتری به اجسام سنگین وارد می‌شود (به عنوان مثال بر یک توپ یک کیلوگرمی نیروی ۱۰



## تصور اینکه «نیرو چگونگی عمل می‌کند» در طول بازی در کودکی ساخته می‌شود و وقتی در کلاس درباره نیرو صحبت می‌شود می‌تواند به عنوان پیش‌پنداشت یا یادگیری پیشین نمایان شود

نیوتون و یک توپ ۲۰ کیلوگرمی نیروی ۲۰۰ نیوتون وارد می‌شود؛ اما این نیروها در واقع وزن اجسام هستند و شتاب کشش گرانشی برای همه آن‌ها یکسان است و سرعت سقوط آزاد آن‌ها نیز برابر خواهد بود. بنابراین همگی به طور هم‌زمان به سطح زمین خواهند رسید. اما درک این واقعیت که شتاب تمام گوی‌های نشان داده شده در شکل ۱ یکسان است، برای دانش‌آموزان مشکل است، زیرا تجربه‌های قبلی آن‌ها می‌گوید که زمین اجسام سنگین‌تر را با سرعت بیشتری جذب می‌کند. برای درک این موضوع باید یک مفهوم دیگر با عنوان «لختی یا اینرسی» معرفی شود که مقاومت جسم در قبال حرکت کردن و تمایل به بی‌حرکت ماندن را نشان می‌دهد. به عنوان مثال به حرکت درآوردن یک اتومبیل با هل دادن مشکل است، اما وقتی اتومبیل حرکت کرد، تلاش برای تداوم حرکت آن مشکل نیست. لختی مانع از حرکت اولیه می‌شود. بر عکس، هنگامی هم که اتومبیل حرکت کرد، لختی از توقف راحت آن جلوگیری می‌کند. گویا اتومبیل عمداً در برابر تلاش برای تغییر وضع حرکتی خود مقاومت می‌کند. شرایط مشابهی برای گوی‌های نشان داده شده در شکل ۱ وجود دارد. گوی‌های سنگین‌تر با نیروی بیشتری به طرف زمین کشیده می‌شوند؛ اما چون جرم آن‌ها بیشتر است، لختی بیشتری هم دارند و بنابراین مقاومت جسم در حرکت کردن و تمایل به بی‌حرکت ماندن بیشتر است و تغییر سرعت آن‌ها سخت‌تر است، بنابراین لختی مانع هرگونه شتاب اضافی می‌شود. به زبان ساده، کشش گرانشی اضافی و لختی اضافی همدیگر را خنثی می‌کنند و در نتیجه تمام گوی‌ها با سرعت یکسانی سقوط می‌کنند.

گاهی یک برداشت مخالف با بدفهمی بحث شده در بالا مطرح می‌شود. برخی از دانش‌آموزان معتقدند که اجسام سبک‌تر به علت کم بودن مقاومت هوا در برابر آن‌ها زودتر از اجسام سنگین‌تر سقوط می‌کنند. در حقیقت، شکل ظاهری جسم می‌تواند تأثیر زیادی بر سرعت سقوط آن داشته باشد. به عنوان مثال، یک چتر باز ۹۰ کیلوگرمی آرام‌تر از یک گوی فلزی ۱۰ کیلوگرمی سقوط می‌کند، زیرا مقاومت هوا در برابر آن بیشتر است.

مقاومت هوا باعث می‌شود اجسام سبک با سرعت کمتری سقوط کنند. اگر آزمایش نشان داده شده در شکل ۱ در کلاس درس اجرا شود، تفاوت بسیار اندکی در سرعت سقوط وجود خواهد داشت و اجسام سنگین‌تر زودتر سقوط خواهند کرد. اینکه این پدیده تا چه اندازه می‌تواند به چشم دیده شود، بستگی به این دارد که اجسام از چه ارتفاعی رها شوند. اگر از ارتفاع چند متری رها شوند احتمال مشاهده تفاوت بیشتر است. گرچه دستگاه‌های الکترونیکی به راحتی می‌توانند در ارتفاع یک متری و کمتر نیز تفاوت‌ها را ثبت کنند. در این مورد رها کردن گوی‌های شیشه‌ای با جرم‌های مختلف از یک ارتفاع، نتایج بهتری را به دست خواهد داد و می‌توان به دانش‌آموزان نشان داد که همه گوی‌ها در یک زمان به زمین می‌رسند.

### پی‌نوشت‌ها

1. Misconception
2. Misunderstanding
3. Naive Conceptions
4. Common Sense Understanding
5. Alternative Conception
6. Preconceptions
7. David Scott

### منابع

1. Allen, M. (2010) *Misconceptions in Primary science*, Open University Press, McGraw - Hill Education, Berkshire, England.
2. Alonzo, A. C. and Steedle, J. T. (2009) Developing and assessing a force and motion learning progression. *Science Education*, 93, 389-421.
3. Bar, V., Zinn, B., Goldmuntz, R. and Sneider, C. (1994) Children's conceptions about weight and free fall, *Science Education*, 78, 149-169.