

نیم‌کره‌های ماگدبورگ  
آزمایشی است که  
در شهری به همین نام  
در جلوی چشم جمعیتی  
انجام شد و اسب‌ها هم  
در آن شریک بودند

# آزمایش یک دقیقه‌ای نیم‌کره‌های ماگدبورگ

دانش‌آموز فضول! زودتر از همه از او پرسید:  
- آقای صانعی! نیم‌کره‌های ماگدبورگ چیست؟  
- آقای صانعی تأملی کرد و گفت، این سؤال را از کجا آورده‌ای؟!  
- از درس فیزیولوژی جانوری و سپس حرف آقای ایزدی درباره لگن خاصره را تکرار کرد.  
- آقای صانعی گفت: آهان! خب، نیم‌کره‌های ماگدبورگ هم همین را می‌گویند و چیز ساده‌ای است. منتها چون آزمایش آن در شهر ماگدبورگ در جلوی چشم یک جمعیت انجام شده و اسب‌ها هم در آن شریک بوده‌اند، شهرت تاریخی پیدا کرده است. جلسه بعد برایتان قصه‌اش را می‌گویم. بد نیست اضافه کنم، در آن زمان که ما درس می‌خواندیم، مثل امروز نبود که وقتی برای آدم سؤالی پیش می‌آید، فوراً به سراغ اینترنت برود و جوابی، هر چند دست و پا شکسته، برای سؤالش پیدا کند. باید به کتابی یا شخصی باسواد دسترسی می‌داشتیم که آن هم به راحتی میسر نبود. به هر حال، صبر کردیم تا روزی که آقای صانعی قصه نیم‌کره‌های ماگدبورگ را برایمان این طور شرح داد:

\*\*\*

در سال ۱۶۵۴ میلادی، یعنی حدود ۳۱۶ سال پیش (چون اکنون در سال ۱۹۷۰ میلادی هستیم<sup>۱</sup>) که می‌شود تقریباً زمان شاه

وقت کلاس را می‌گیرد و از درس خودمان می‌مانیم. آقای ایزدی خواست درس را ادامه دهد که تأملی کرد و گفت، در آخر وقت اشاره‌ای به آن می‌کنم. بقیه‌اش را خودتان در درس فیزیک دنبال کنید. این را گفت و به نماینده کلاس اشاره کرد که: «برو از دفتر مدرسه یک پارچ آب و یک استکان خالی بگیر و بیاور». و تا او برگردد، به درس ادامه داد. درس آن روز که به پایان رسید، آقای ایزدی به سراغ پارچ آب و استکانی که نماینده روی میز معلم گذاشته بود رفت و گفت خوب توجه کنید! یک آزمایش یک دقیقه‌ای، ولی مهم!

استکان را پر از آب کرد، طوری که هیچ فضای خالی در آن باقی نماند. بعد یک تکه کاغذ در ابعاد حدود ۱۰ سانتی‌متر برداشت و روی دهانه استکان گذاشت و استکان پر از آب را وارونه کرد. با کمال تعجب دیدیم که نه کاغذ جدا شد و نه آبی از استکان به روی زمین ریخت. تمام آزمایش همین بود.

آقای ایزدی گفت، فشار هوا نمی‌گذارد آب روی زمین بریزد! زنگ تفریح را زدند و بعضی از بچه‌ها فرصت چند دقیقه استراحت خود را به بحث در این باره صرف کردند. من گفتم، حالا باید اصل نیم‌کره‌های ماگدبورگ را از آقای صانعی، دبیر درس فیزیک، سؤال کنیم.

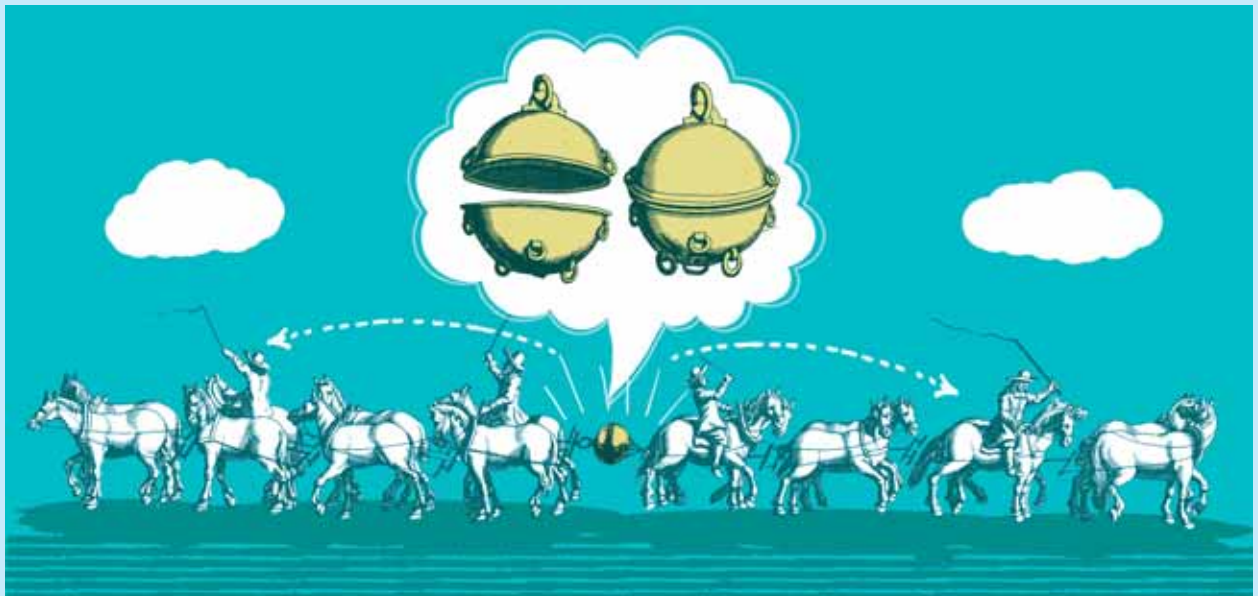
هفته بعد در کلاس فیزیک، قبل از اینکه آقای صانعی درسش را شروع کند، همان

زمانی که ما در دبیرستان درس می‌خواندیم، در سال آخر، درسی به نام «فیزیولوژی جانوری» داشتیم و درسی هم به نام «فیزیولوژی گیاهی»؛ دو کتاب پر حجم که صدها اسم علمی به لاتین یا زبان‌های دیگر داشت و باید همه را به خاطر می‌سپردیم و امتحان می‌دادیم. کار دشواری بود، ولی چاره‌ای هم نبود. البته فعلاً کاری به این موضوع ندارم، بلکه می‌خواهم قصه دیگری را برایتان تعریف کنم و آن اینکه چگونه یک نکته یا سخن ساده ما را با دنیای وسیعی در فیزیک آشنا کرد.

قضیه این بود که روزی آقای ایزدی، دبیر فیزیولوژی جانوری، هنگام تشریح آناتومی یا استخوان‌بندی بدن انسان، گفت: «استخوان‌های مفاصل لگن خاصره ما در اثر فشار هوا از هم نمی‌پاشند؛ همان‌طور که نیم‌کره‌های ماگدبورگ<sup>۱</sup> در نتیجه فشار هوا از هم جدا نمی‌شوند.»

نیم‌کره‌های ماگدبورگ؟! این اسم تازه‌ای بود که بچه‌ها شنیدند. از این‌رو یکی از بچه‌ها که به او «بچه فضول کلاس» می‌گفتیم و در واقع پسری کنجکاو و باهوش بود، همین که این اسم را شنید، گفت: آقای ایزدی! نیم‌کره‌های ماگدبورگ چیست؟

آقای ایزدی گفت، قصه‌اش طولانی است و شرح آن را باید در کتاب‌های فیزیک یا تاریخ علم فیزیک خواند. من اگر بخواهم شرح بدهم،



شاید چون دیده‌اید هر اسب باری سنگین مثل کالسکه یا گاری را راحت می‌کشد، فکر کنید برای هشت اسب کشیدن این بار، یعنی ۱۴۰۰ کیلو، باید کار ساده‌ای باشد، ولی اسبی که واگن یا گاری را می‌کشد، خود بار را نمی‌کشد، بلکه اصطکاک چرخ‌های آن را خنثا می‌کند که بسیار کمتر از آن است که ما تصور می‌کنیم؛ و حدود ۵ درصد کل بار است. آقای صانعی گفت، که در آن زمان یک اسب نیرومند برای کشیدن یک ارابه نیرویی حدود ۱۵۰ کیلوگرم را صرف می‌کرده است. بنابراین، برای از هم جدا کردن نیم‌کره‌های ماگدبورگ، نیرویی معادل ۱۴۰۰ تقسیم بر ۱۵۰ یعنی بیش از ۹ اسب لازم بوده است. آقای صانعی در آخر گفت، درباره لگن خاصره هم چیزی که یکی از شما بیرون از کلاس به من گفت، درست است. من در جایی خواندم که مفصل لگن خاصره انسان هم چیزی شبیه به نیم‌کره‌های ماگدبورگ است. می‌توان این مفصل را از عضلات و رگ و پی‌ها پاک کرد و با وجود این، استخوان ران نخواهد افتاد، زیرا فضای میان مفصل خالی از هواست و فشار اتمسفر دو استخوان را به هم می‌فشارد.

#### \* بی‌نوشت‌ها

1. Magdeburg

۲. سالی که دبیر فیزیک ما این رویداد علمی و تاریخی را برای ما شرح می‌داد.

سفارش دادم. با این مشخصات که اولاً روی یک نیم‌کره، شیری برای تخلیه هوا ساخته شده بود و به هر نیم‌کره هم چهار حلقه (برای بستن طناب به آن‌ها) تعبیه شده بود. من دستور دادم یک حلقه چرمی هم تهیه کنند. آن را با مخلوط موم و جوهر و سقز آغشته کردم و میان دو نیم‌کره گذاشتم تا همه منافذهای نفوذ هوا را ببندد. به این ترتیب، وقتی همه چیز آماده شد، دو نیم‌کره را روی هم گذاشتم و با تلمبه تخلیه، هوای کره را خالی کردم. سپس از هر طرف هشت اسب به هر نیم‌کره بستم و آن‌ها را در دو جهت مخالف راندم تا نیم‌کره‌ها از هم جدا شوند. ولی اسب‌ها هم به سختی می‌توانستند این کار را انجام دهند و وقتی هم که موفق می‌شدند، صدایی مثل غرش توپ برمی‌خاست. درحالی‌که وقتی شیر هوا را باز می‌کردم، به راحتی دو نیم‌کره را با دست از هم جدا می‌کردیم.»

آقای صانعی سپس یک توضیح علمی برای این پدیده داد که فکر کنم شما هم بدانید برایتان جالب توجه باشد. او گفت: هوا به طور معمول، بر هر سانتی‌متر مربع از سطح، فشاری برابر با یک کیلوگرم وارد می‌کند و چون قطر بزرگ‌ترین دایره کره مورد نظر حدود ۴۲ سانتی‌متر بود، مساحت آن دایره برابر با حدود ۱۴۰۰ سانتی‌متر مربع می‌شد؛ یعنی فشار وارد بر هر نیم‌کره باید ۱۴۰۰ کیلوگرم بوده باشد و هشت اسب بتوانند این نیرو را خنثی کنند.

**عباس صفوی**، در شهر ماگدبورگ آلمان، که آن زمان به آن پروس می‌گفتند، این اتفاق افتاد. قبلاً دانشمندی به نام **کاسپار شوت** موضوع فشار هوا را شرح داده و اهمیت آن را بیان کرده بود. در سال مذکور، دانشمند دیگری به نام **اتوفون گریک** آن را در عمل نشان داد. اتوفون گریک هم مرد دانشمندی بود و به او گالیله آلمان می‌گفتند. علاوه بر این، شهردار شهر ماگدبورگ هم بود.

او دو نیم‌کره مسی را لب به لب روی هم گذاشت و کره‌ای را که تشکیل شد، از هوا تخلیه کرد. سپس دو نیم‌کره را از هر طرف به هشت اسب بست و اسب‌ها را در دو جهت مخالف به حرکت درآورد. آن‌طور که خود فون گریک گفته، یا اسب‌ها به کل نمی‌توانستند دو نیم‌کره را از هم جدا کنند یا خیلی به سختی جدا می‌شدند و صدای غرش توپ از آن‌ها برمی‌خاست. آقای صانعی پس از شرح این آزمایش گفت:

خوب است بدانید، شرح این ماجرا را خود اتوفون گریک در کتابی که همان سال‌ها در دانمارک چاپ شد، نوشته است. سپس آقای صانعی این شرح را از روی کتابی که دستش بود، از زبان اتوفون گریک خواند که من هم خلاصه‌اش را اینجا می‌نویسم.

گریک گفته است: «من ساختن دو نیم‌کره مسی را، هر کدام به قطر سه چهارم گز ماگدبورگ (که می‌شود حدود ۴۲ سانتی‌متر)،