



## نور، المناظر و ابن هیثم

دوستان نوجوان من، این شماره از مجله در آخرین روزهای سال ۲۰۱۵ میلادی به دست شما می‌رسد. نمی‌دانم آیا شنیده‌اید که سال ۲۰۱۵، از طرف سازمان «یونسکو» به عنوان «سال جهانی نور» نام‌گذاری شده است؟ و آیا می‌دانید دلیل این نام‌گذاری چه بوده است؟ سال ۲۰۱۵ هزارمین سال تألیف کتاب «المناظر»، توسط دانشمند مسلمان قرون چهارم و پنجم هجری، **ابن هیثم** (حدود ۴۳۰-۳۵۴ هجری قمری / ۱۰۴۰-۹۶۵ میلادی) است. اما این پرسش ذهن مرا مشغول کرده بود که: مگر کار ابن هیثم چه اهمیت خاصی داشته که به عنوان مبنایی برای این نام‌گذاری شده است؟ از این‌رو از یکی از استادان حوزه فلسفه علم و فناوری، آقای دکتر **هدایت سجادی** خواهش کردم در این خصوص برایمان بنویسند. آنچه در ادامه می‌خوانید برگرفته از مطالب ایشان است: ابن هیثم دانشمندی است که در زمینه‌های متفاوت، از جمله نورشناسی و نجوم، آثاری از خود بر جای گذاشته است. اما عمده شهرت وی به سبب کارهایی است که در حوزه نورشناسی انجام داده است. دانش نورشناسی قبل از ابن هیثم، بیشتر «علم‌الابصار» (یا علم رؤیت) بوده است. یعنی مسئله اصلی دانشمندان آن، بررسی عمل دیدن و چگونگی رؤیت اشیا بوده است. بد نیست بدانید که در دوران باستان، دو دیدگاه درباره دیدن اشیا وجود داشت: دیدگاه نخست، دیدگاه کسانی همچون **ارسطو**، فیلسوف بزرگ یونانی بود و این افراد معتقد بودند که نور صورتی است که از اشیاء ساطع می‌شود و به چشم می‌رسد و سبب دیدن می‌شود. البته این دیدگاه کاملاً درست نبود. در دیدگاه دوم، دانشمندان عمل دیدن را به سبب نوری می‌دانستند که از چشم به اشیاء می‌تابید و مخروطی تشکیل می‌داد که چشم، رأس این مخروط بود. این دیدگاه دانشمندانی همچون **اقلیدس** و **بطلمیوس** بود. در دیدگاه نخست ریاضیات در مطالعه عمل دیدن به کار گرفته نمی‌شد، اما در دیدگاه دوم، ریاضیات و هندسه نقشی اساسی داشت. اهمیت کار ابن هیثم در این است که با برگرداندن مخروط طرف بصری اقلیدس و بطلمیوس، دو کار مهم انجام داد: از یک طرف، عمل دیدن را منوط به بازتاب نور از اشیا کرد و از طرف دیگر، ریاضیات و هندسه را نیز در مطالعه عمل دیدن وارد ساخت و به این ترتیب بنیان‌های دانش نورشناسی در فیزیک (یعنی علم اپتیک) را پایه‌ریزی کرد. در واقع ابن هیثم در کتاب «المناظر»، به جای پرداختن به چرایی عمل دیدن، به چگونگی رفتار نور پرداخت. از این نظر کار او اهمیت بسیار دارد، زیرا دیدگاه جدیدی را در بررسی نور ایجاد کرده است. این کتاب در اواخر قرن ۱۲ یا اوایل قرن ۱۳ میلادی به لاتین ترجمه شد و در سیر شکل‌گیری دانش نورشناسی (اپتیک)، نقشی اساسی ایفا کرد.







بخش چهارم - آخر

## راه من، راه تو

### هر دو یا هیچ کدام؟

● محدثه رجایی

کلیدواژه‌ها: شانس، بازی‌های شانسی  
شبیه‌سازی رایانه‌ای، شمارش



در قسمت قبل کار به اینجا رسید که آقای احمدی به کمک شبیه‌سازی رایانه‌ای چند روش خاص پر کردن پاسخ‌نامه را با هم مقایسه کرد و از شباهت نتایج به دست آمده برای روش‌های مختلف نتیجه گرفت که هیچ‌یک از آن روش‌ها بهتر از دیگری نیست. سپس توضیح داد که هر دو روش دلخواه دیگری را هم می‌توان به شکل مشابه با هم مقایسه کرد و نتیجه چنین مقایسه‌هایی این است که هیچ روشی که بهتر از یک روش دیگر باشد، وجود ندارد. بعد هم قرار شد که ادامه بحث بماند برای زنگ بعد. حالا می‌خواهیم بقیه ماجرا را بخوانیم.

### زنگ تفریح؛ یک بار دیگر بازی گلوله‌ها!

امید وقتی می‌خواست از کلاس خارج شود، یک تکه کاغذ و یک مداد با خودش برداشت. سپس دوید تا به ایمان برسد.

ایمان: حوصله داری به سؤالی که درباره بازی گلوله‌ها داشتیم فکر کنیم؟

ایمان: بله، فقط سؤال چه بود؟ آهان، یادم آمد! ما برای اینکه پیدا کنیم شانس چه کسی برای برنده شدن بیشتر است، دفعات زیادی بازی کردیم تا ببینیم کدام حالت بیشتر اتفاق می‌افتد. سؤالی که داشتیم این بود که می‌توانستیم از روش دیگری استفاده کنیم یا نه. امید: و فکر می‌کردیم خوب است همه اتفاق‌هایی را که موقع خارج کردن دو گلوله می‌توانند پیش بیایند، دسته‌بندی کنیم. ایمان: و بعد ببینیم دسته هم‌رنگ‌ها بزرگ‌تر است یا ناهم‌رنگ‌ها. امید: بله، شبیه حرف‌هایمان در مورد پرتاب تاس.

ایمان: امید، حرف‌های آقای احمدی درباره امتیاز کلی بیشتر یادت هست؟ منظورم این است که اگر امتیاز کلی دو روش پر کردن پاسخ‌نامه فقط کمی اختلاف داشته باشند، ممکن است نتوانیم بگوییم روش با امتیاز بیشتر بهتر است. امید: بله! آقای احمدی گفت ممکن است اختلاف کم‌بین امتیازها، شانس باشد. ایمان: ما وقتی بازی گلوله‌ها را انجام می‌دادیم، به این نکته توجه نکردیم و فقط می‌خواستیم ببینیم کدام حالت بیشتر اتفاق می‌افتد. امید: در حالی که باید دنبال حالتی می‌گشتیم که خیلی بیشتر اتفاق می‌افتد. یعنی به اندازه‌ای که نتوانیم بگوییم فقط به‌خاطر شانس است. عددهایمان یادت هست؟ ایمان: دقیق که نه، ولی یادم هست که حدود ۳۴۰ بار بازی کردیم که... امید: بیشتر از ۲۰۰ بار گلوله‌ها ناهم‌رنگ بودند. ایمان: به‌نظرم این اختلاف زیاد است و می‌توانیم تا حد خوبی مطمئن باشیم که واقعاً شانس خارج کردن گلوله‌های ناهم‌رنگ بیشتر است. امید: موافقم! حالا بیا به سؤالمان برگردیم. به نظر تو چه‌طور باید دسته‌بندی اتفاق‌های ممکن را انجام دهیم؟ ایمان: در مورد تاس سالم چه می‌گفتیم؟ وقتی آن را پرتاب کنیم، شش حالت متفاوت ممکن است پیش بیاید: یک بیاید، دو بیاید، سه بیاید و همین‌طور تا شش. چون تاس متقارن است، دلیلی نداریم که فکر کنیم یکی از این حالت‌ها بیشتر از دیگری ممکن است پیش بیاید. پس هر شش حالت هم‌شانس هستند. امید: پس باید برای بازی گلوله‌ها هم اتفاق‌هایی را پیدا کنیم که دلیلی نداشته باشیم که یکی از آن‌ها بیشتر از یکی دیگر اتفاق می‌افتد. ایمان: به‌نظرم کارمان سخت‌تر از وقتی است که می‌خواستیم اتفاق‌های ممکن در پرتاب تاس را مشخص کنیم!





امید: من دیروز سعی کردم که این کار را انجام دهم و خیلی سردرگم شدم. پیشنهاد خواهد کرد این بود که برای ساده‌تر شدن کار، گلوله‌های سیاه و سفید را جداگانه شماره‌گذاری کنیم. پس ما یک گلوله سیاه با شماره ۱ و یک گلوله سیاه دیگر با شماره ۲ داریم. ایمان: و گلوله‌های سفید هم با ۱، ۲ و ۳ شماره‌گذاری شده‌اند. امید: حالا بیا حالت‌های متفاوت دو گلوله را بکشیم. مثلاً یک حالت ممکن این است که گلوله سفید شماره ۱ و گلوله سیاه شماره ۱ را از کیسه خارج کنیم.



همه حالت‌های ممکن بازی گلوله‌ها

ایمان: پس یعنی دو گلوله‌ای که خارج می‌شوند، یکی از این ده حالت را دارند و تعداد حالت‌های هم‌رنگ برابر است با چهار. امید: یعنی چهار حالت هم‌رنگ از کل ده حالت ممکن باعث می‌شود که یک نفر امتیاز بگیرد و شش حالت ناهم‌رنگ از کل ده حالت، امتیاز را به نفر دیگر می‌دهد. ایمان: عددهای ما چه بودند؟ تقریباً

$$200 \text{ بار از حدود } 340 \text{ بار گلوله‌ها ناهم‌رنگ بودند. } \frac{200}{340} \text{ تقریباً برابر است با } \frac{6}{10}$$

امید: خیلی جالب شد! یادم باشد از روی یادداشت‌هایمان نسبت دفعات ناهم‌رنگ به کل دفعات بازی را دقیق‌تر حساب کنم!

### در کلاس ریاضی: آخرین نکته!

آقای احمدی از بچه‌ها خواست که اگر سؤالی درباره مسئله قبیلۀ آدم‌خوار دارند، بپرسند. تنها سؤال را آرش پرسید: آرش: آقا اجازه؟ من دوست داشتم بدانم که این مسئله قبیلۀ آدم‌خوار چه ارتباطی به زندگی ما می‌تواند داشته باشد. شنیده‌ام که کلید بعضی از امتحان‌های چندگزینه‌ای، مشابه کلید امتحان قبیلۀ آدم‌خوار طراحی می‌شود. البته فکر کنم طراحان این کلیدها هم از رایانه کمک می‌گیرند.

آقای احمدی: درست است آرش جان! مثل همان کاری که من کردم.

آرش: خب وقتی ما در یک امتحان چندگزینه‌ای شرکت می‌کنیم، جواب بعضی از سؤال‌ها را می‌دانیم. اما ممکن است سؤال‌هایی هم باشند که هیچ چیزی درباره جوابشان نمی‌دانیم. فکر می‌کنم این سؤال‌ها برای ما مثل سؤال‌هایی هستند که به یک زبان دیگر مثل زبان قبیلۀ آدم‌خوار باشند. درست است؟

آقای احمدی: بله، کاملاً!

آرش: پس وضعیت خیلی شبیه مسئله‌ای است که شما به ما دادید. اما امتحان‌های چندگزینه‌ای ما معمولاً نمره منفی دارند. در اینجا از نکته‌هایی که شما درباره راه‌حل خوب و مقایسه راه‌حل‌های متفاوت به ما گفتید، چه استفاده‌ای می‌توانیم بکنیم؟

آقای احمدی: یادت هست که خودت گفتی چون امتحان قبیلۀ نمره منفی ندارد، عاقلانه است که به همه سؤال‌ها حتماً جواب بدهیم؟

آرش: بله.

آقای احمدی: خب وقتی نمره منفی وجود داشته باشد، دیگر نمی‌توانیم چنین چیزی بگوییم و جواب ندادن به سؤال‌هایی که جوابشان را نمی‌دانیم هم خودش یک راه‌حل قابل بررسی است.

آرمان: اجازه آقا؟! اگر به سؤال‌هایی که جوابشان را نمی‌دانیم جواب ندهیم، نه نمره شانس می‌گیریم و نه نمره شانس از دست می‌دهیم. اما اگر به آن‌ها جواب دهیم ممکن است شانس بیاوریم و به نمره واقعی خودمان اضافه شود و ممکن هم هست که نمره از دست بدهیم.

آقای احمدی: بله. در واقع، وقتی امتحان نمره منفی دارد و شما به سؤال‌هایی که پاسخشان را نمی‌دانید جواب می‌دهید، دارید ریسک می‌کنید. یعنی نمره واقعی خودتان را به خطر می‌اندازید تا شاید چند نمره شانس هم به‌دست بیاورید! بگذارید باز هم چند نمودار به شما نشان بدهم! فرض کنید من در یک امتحان

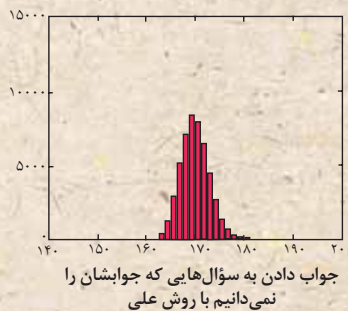
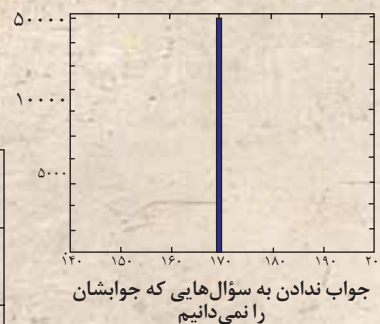
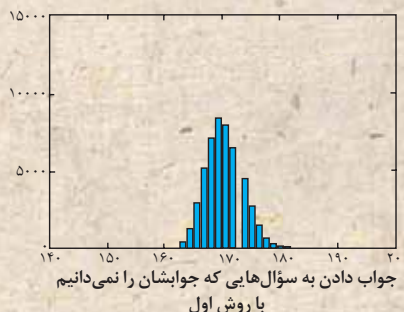
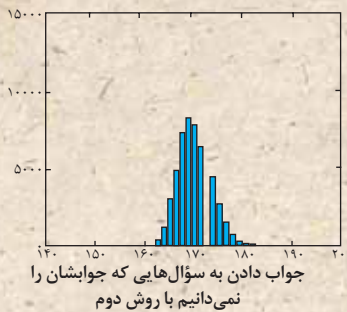
چهارگزینه‌ای با ۲۰۰ سؤال شرکت کرده‌ام و جواب ۳۰ تا از سؤال‌ها را نمی‌دانم. پس نمره واقعی خودم ۱۷۰ است.







می‌خواهم ببینم اگر ۵۰ هزار بار در چنین امتحانی شرکت کنم و به سؤال‌هایی که نمی‌دانم جواب ندهم یا با یکی از سه روش قبل به آن‌ها جواب بدهم، چه اتفاقی می‌افتد. آقای احمدی پشت رایانه‌اش نشست و چند دقیقه بعد نمودارهای زیر را به شاگردانش نشان داد و گفت:



«همان‌طور که می‌بینید، وقتی به سؤال‌هایی که جوابشان را نمی‌دانم جواب نمی‌دهم، همیشه نمره واقعی خودم یعنی ۱۷۰ را می‌گیرم. اما وقتی به سؤال‌هایی که جوابشان را بلد نیستم جواب می‌دهم، گاهی نمره‌ام بیش از ۱۷۰ و گاهی کمتر از آن می‌شود. قله همه نمودارها نزدیک ۱۷۰ است، یعنی نمره واقعی خودم. اما وقتی به همه سؤال‌ها جواب می‌دهم، نمره‌ای که ممکن است بگیرم پخش‌تر است از وقتی که فقط به آن‌هایی که جوابشان را می‌دانم پاسخ می‌دهم. مثلاً وقتی با روش علی به سؤال‌هایی که جوابشان را بلد نیستم پاسخ دادم، هر بار نمره‌ام حدوداً بین ۱۶۰ و ۱۸۰ شده است.»

پس از چند لحظه سکوت، آقای احمدی ادامه داد:

«خب؛ به نظر می‌رسد دیگر کسی سؤال‌ی ندارد و ظاهراً مسئله قبلیه آدم‌خوارها برای همه حل شده است! برویم سراغ یک مسئله دیگر...»

پی‌نوشت: از خانم مونا آزادکیا برای همکاری در این مطلب سپاسگزاریم.

