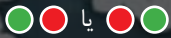


# ریاضیات در دل دانه‌های برف!

پاسخ: فرض کنید که شما می‌خواهید دو توپ قرمز و سبز را کنار یکدیگر قرار دهید اگر از شما سؤال کنند که به چند طریق می‌توانید این کار را انجام دهید پاسخ این است که به دو طریق می‌توانید این کار را انجام دهید:



یعنی اینکه در خانه اول هر دو توپ می‌توانند قرار بگیرند و بعد در خانه دوم تنها یک توپ، بنابراین تعداد کل حالت‌ها می‌شود:

**حالت  $2 \times 1 = 2$**

حالا اگر بخواهیم سه توپ به رنگ‌های متفاوت را در کنار یکدیگر قرار دهیم، شش راه برای این کار وجود دارد. در خانه اول یکی از سه توپ می‌تواند قرار بگیرد؛ یعنی سه روش. در خانه دوم دو توپ و در خانه سوم تنها یک توپ باقی‌مانده می‌تواند قرار بگیرد. بنابراین کل حالت‌های ممکن برای قرار گرفتن سه توپ به رنگ‌های متفاوت در کنار یکدیگر می‌شود:

**(شش حالت)  $3 \times 2 \times 1 = 6$**

به همین طریق تعداد حالت‌هایی که می‌توان مثلاً شش توپ به رنگ‌های متفاوت را کنار یکدیگر قرار داد، می‌شود:

**۷۲۰ طریق  $6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 720$**

و در کل اگر بخواهیم  $n$  توپ به رنگ‌های گوناگون را کنار هم قرار دهیم، برای این کار تعداد کل حالت‌ها می‌شود:

**$n \times (n-1) \times (n-2) \times (n-3) \times \dots \times 3 \times 2 \times 1$**

خب حالا بعد از این توضیح دربارهٔ چینش توپ‌ها در کنار یکدیگر، برمی‌گردیم به سؤال: «با ریاضیات ثابت کنید چرا نمی‌توان دو دانه برف را پیدا کرد که کاملاً شبیه یکدیگر باشند؟» در شکل‌گیری یک بلور برف بیشتر از ۱۰۰ عامل تأثیرگذار دخیل هستند. یعنی اینکه برای تشکیل یک بلور برف:

**$100 \times 99 \times 98 \times 97 \times 96 \times \dots \times 3 \times 2 \times 1$**

روش متفاوت وجود دارد. حاصل ضرب این اعداد تقریباً برابر است با:

$10^{158}$  (ده به توان صد و پنجاه و هشت). یعنی به  $10^{158}$  طریق یک بلور برف می‌تواند شکل بگیرد.

این تعداد حالت‌ها تقریباً دو برابر تعداد اتم‌های موجود در جهان هستی است!

بنابراین بدیهی است که با این احتمال بعید است ما بتوانیم دو دانه برف پیدا کنیم که کاملاً شبیه یکدیگر باشند.

بارش برف یکی از زیباترین پدیده‌ها در فصل زمستان است. فرش سفید زمین، رقص دانه‌های معلق برف بین زمین و آسمان، نشستن بلورهای برف بر شاخه‌های به‌خواب رفته درختان، و کوچه‌ها و بام‌ها و جاده‌های سفید همه و همه بر زیبایی این تابلوی خارق‌العاده طبیعت می‌افزایند. در هر ثانیه، دانه‌های بی‌شماری از برف بر زمین می‌نشینند. شاید شمارش دانه‌های برفی که حتی در یک لحظه هم بر زمین می‌بارند، غیرممکن باشد. عجیب‌تر اینکه هر دانه برف شکل هندسی زیبایی متفاوت با دانه‌های دیگر دارد. بله! دانه‌هایی که شمارش آن‌ها برای کوچک‌ترین لحظات هم امکان‌پذیر نیست، هر کدام شکلی خاص دارند!

برای اولین بار در ۱۵ ژانویه سال ۱۸۸۵، محققی به نام ویلسون بنتلی که روی دانه‌های برف مطالعه می‌کرد، موفق شد از دانه‌های برف عکس بگیرد. بنتلی پس از ۶۰۰۰ مرتبه عکس گرفتن از دانه‌های برف به این نتیجه رسید که هیچ دو نوع کریستال برفی شبیه به هم نیستند. دانه‌های برف از کریستال‌های یخ شش‌وجهی تشکیل شده‌اند. معمولاً برف در ابرهایی که دمای بسیار پایینی دارند، شکل می‌گیرد. شکل کریستال یخ در داخل دانه‌های برف به درجهٔ حرارت ابر و اندازهٔ آن به رطوبت ابر بستگی دارد. هرچه رطوبت ابری که برف از آن به‌وجود آمده است، بیشتر باشد، بلورهای تشکیل‌شده از آن نیز بزرگ‌ترند. هر دانه برف حاوی تعدادی کریستال یخ است. بین رأس و سر کریستال فضا و شکافی از ستون‌های مخروطی شکل شش‌ضلعی وجود دارد که با هوا پر شده است. همان‌طور که گفتیم، شکل دانه‌های برف به درجهٔ حرارت بستگی دارد و دماهای متفاوت به شکل‌گیری طرح‌های گوناگون دانه‌های برف منجر می‌شوند. معمولاً در دمای صفر درجهٔ سانتی‌گراد بلورهای شش‌ضلعی یخی شکل می‌گیرند. در منفی دو درجهٔ سانتی‌گراد ( $-2^{\circ}\text{C}$ ) بلورهای برف کوچک‌تر و مسطح پدید می‌آیند. در منفی پنج درجهٔ سانتی‌گراد ( $-5^{\circ}\text{C}$ ) بلورهای یخی چندستونی و سوزنی تشکیل می‌شوند. در منفی پانزده درجهٔ سانتی‌گراد ( $-15^{\circ}\text{C}$ ) دانه‌های برف ظریف‌تر با قطعه‌های بزرگ‌تر تولید می‌شوند. همچنین در  $-30^{\circ}\text{C}$  ستون‌های بیشتری از بلورهای برف به‌وجود می‌آیند. بچه‌ها از موضوع اصلی زیاد دور نشویم. گفتیم که ویلسون بنتلی پس از مطالعات بسیار به این نتیجه رسید که هیچ دو دانه برفی را نمی‌توان پیدا کرد که شبیه هم باشند. همچنین، او با آزمایش، طراحی، نقاشی و بالاخره عکاسی از دانه‌های برف پی برد که بلورهای برف به شکل شش‌ضلعی و در بعضی موارد سه‌ضلعی هستند. سؤال: با ریاضیات ثابت کنید چرا نمی‌توان دو دانه برف را پیدا کرد که کاملاً شبیه یکدیگر باشند؟

