نیم‌فاصله

گاهنامه‌ی جمع علمی - ترویجی رستا
شماره‌ی سه
سال اول
آذر ۱۳۹۹

در این شماره خواهید خواند:

مهمون ناخوونده
اثبات بدون کلام
پرونده ویژه: فیزیک

شماره‌ی سه
سال اول
آذر ۱۳۹۹
۳۵ صفحه

گاه‌نامه‌ی جمع علمی - ترویجی رستا، نیم‌خط

صاحب امتیاز: جمع علمی - ترویجی رستا
سردبیر: آیلا تیموری

در حسن رخ خوبان پیدا همه او دیدم

باحضور

نیلوفر لطیفیان

ریحانه قنبری

امید ظریفی

علیرضا طبیب‌پور

رضا ابوالقاسمی

فائزه لباف

عرفان فرهادی

الهه شهبازی

هانیه هاشمی

آیلا تیموری

کوثر فدوی حسینی

سیده فاطمه احمدزاده

هیئت تحریریه: نیلوفر لطیفیان، سیده فاطمه احمدزاده، الهه شهبازی، آیلا تیموری. **نویسندگان:** امید ظریفی، علیرضا طبیب‌پور، الهه شهبازی، فائزه لباف، ریحانه قنبری، رضا ابوالقاسمی، عرفان فرهادی، هانیه هاشمی. **ویراستاری:** الهه شهبازی، کوثر فدوی حسینی. **صفحه‌آرایی:** بهار بهادران.
با سپاس از: علیرضا بانشی، محمدمهدی مرادی، شکیبا ترابی.

فهرست

سرمقاله

مهمون ناخوونده

داستان من و مریم

معرفی کتاب

داستان رمزنگاری

اثبات بدون کلام

پروندهٔ فیزیک:

حل بزرگ‌ترین معمای فیزیک
و اتحاد دو اصل بزرگ قوانین طبیعت

معرفی فیلم

او می‌کشد قلاب را...

هلیکوپتر کاغذی

خرد هرکجا گنجی آرد پدید
خدای خردبخش بخردنواز
برازنده‌ی سقف این بارگاه
ز نام خدا سازد آن را کلید
همان ناخردمند را چاره‌ساز
نگارنده‌ی نقش این کارگاه

نظامی گنجوی

سرمقاله

آیلا تیموری

سلام :)

امیدواریم حال همه‌تون خوب باشه و خیلی‌ام حوصله‌تون از موندن بین چهاردیواریای تکراری، سر نرفته باشه!

از آخرین باری که باهاتون خدافظی کردیم، چند ماهی می‌گذره. تو این مدت، ما به نیم‌خط آب و نون دادیم و بهش رسیدگی کردیم که سری بعدی که می‌بینیدش، اندازه یه نقطه دیگه هم قد کشیده باشه. جنس آب و نون این دفعه‌مون ویژه‌ست؛ از جنس طبیعت و بازی باهاش با یه ابزار خاص پنج حرفی: فیزیک!

روز جهانی فیزیک، بهونه‌ای شد که بتونیم تو این شماره، بعضی جلوه‌های این علم زیبا رو باهاتون به اشتراک بذاریم.

البته این‌بار، متن‌های جذاب دیگه‌ای هم داریم؛ از داستان یلدای تنها مونده در کشاکش کرونا گرفته تا ادامه داستان هیجان‌انگیز رمزنگاری و حتی معرفی یه کتاب جذاب!

برای کسایی هم که کنجکاون بدونن در ادامه داستان من و مریم (چاپ شده در شماره یک)، چه اتفاقی میفته، یه خبر خوش داریم:)

مثل همیشه، تو این شماره هم با سبدی از چالش‌های خاص معمایی، منتظر شما عزیزان هستیم!

امیدواریم از این شماره لذت ببرید و مثل همیشه، به زیبایی تمام، با هم تلاش کنیم و یاد بگیریم... .

نوشته‌ها

نفسی
بیا
و
بنشین
سخنی
بگوی
و
بشنو

مهمون ناخوونده

الهه شهبازی

یلدا خاتون لحاف گل قرمزیشو تکوند و پهن کرد رو کرسی، پیربابا و ننه‌سرما تو راه بودن، حکما خسته بودن، گشنه بودن!
پلو رو که بار گذاشت، انارو دون کرد و ریخت تو کاسه و با نوک انگشتای ظریفش، روشون گلپر پاشید. پیربابا قول داده بود خودش یه هندونه تپل مپل بخره، هندونه خریدنِ هیچکس رو قبول نداشت، می‌گفت:«شما زبونشونو نمی‌فهمید که، فقط با من حرف می‌زنن.» حالا اینکه چله‌ی زمستونی چی می‌گفتن بهش، خدا خودش عالمه!
زغالای کرسی رو زیرورو کرد؛ جیلیز و ویلیزشون آدمو وسوسه می‌کرد یه دل سیـــــــر بخوابه تا اون سر زمستون، اما یلدا خاتون مهمون داشت، اگه پیربابا، در می‌کوبید و یلدا نمی‌شنید چی؟ اونوقت ننه دلخور می‌شد و دیگه تا اون سر زمستون سال دیگه، یکی زیر یکی رو، رخت سفید نمی‌بافت برای یَلدا :(

تو این فکرا بود که چشاش گرم شد و گذاشتشون رو هم و وقتی باز کرد، دست ننه لای موهای مشکی بلندش بود: «پاشو ننه، پاشو ببافم این پریشونیاتو، لابه لاشون دونه‌ی مروارید بچینم برات، یه لا سیاه، یه لا سفید...»
یلدا خندید و با تموم وجود، عطر ننه‌سرما رو بو کشید.
اومد که بگه چقدر دلش تنگ بوده؛ برای دامنِ دونه برفیش، برای گیسای سفید حنا کرده‌اش، برای یکی زیر یکی رو بافتناش؛ اومد که بگه، اما با صدای گوشی از خواب پرید! چی بود این قارقارکِ وقت نشناس؟ مگه چش بود همون کبوتر نامه‌رسون که از کار بیکارش کردن؟ همه‌اش هم خبر خوش به پاش بند بود، نه مثل این نق‌نقو، هر روز بدی، هر روز ناخوشی!
به صفحه نگاه کرد، عکس ننه و پیربابا بود که درخواست ویدئوکال داده بودن، جواب داد و گفت:«یلدا به فدا، تصویر مگه جای خودتونو می‌گیره؟ تصویر مگه گرمای دست پیربابا رو داره؟ مگه عطر لباس ننه‌سرما رو داره؟ از صبح شستم و رُفتم و چشم‌انتظار نشستم، پس کجایید؟» یهو ابر شد و بارون گرفت.
یلدا نگاه که کرد، دید دونه‌دونه مروارید می‌ریزه از چشمای ننه و پیربابا؛ گریه چرا؟ دلتنگی چرا؟
_ باباجونم ، امسال مهمون ناخونده داریم، خارجکیه، از این چشم بادومیا، نمی‌شه بیایم دیدنت!
• خب مهمون رو چشمم، بیاد همراتون...
❋ نه مادر! اگه بیاد دیگه تا ابد موندنیه، مهمونِ یکی دو روزه نیست. بذار همینجا باشه، ببینه ناخونده رو دیگه جایی دعوت نمی‌کنن، خودش خسته میشه، می‌ذاره می‌ره! امسال چله‌مون این شکلیه، قول می‌دم بازم برات یکی زیر یکی رو رخت سفید ببافم، آسمونو نگاه کنی می‌بینی!
بارون بند اومد، هوا ولی هنوز گرفته بود.
یلدا صفحه نورانی گوشی رو بوسید، با گریه خوابش برد و تو خواب، بغل ننه و پیربابا ، چله رو جشن گرفته بود.
صبح که چشاشو وا کرد، سفیدی بود که می‌بارید، انگار ننه شروع کرده بود، یکی زیر، یکی رو... .

طرح از شکیبا ترابی

من و مریم

عرفان فرهادی

اگه قسمت اول داستان من و مریم رو تو شماره‌ی یک نیم‌خط خونده باشید، احتمالا یادتون هست که مهسا و آیدا که دوست و همسایه بودن هر کدوم توی خونه‌هاشون در قرنطینه‌ی کرونا مشغول سر و کله زدن با سوالای المپیاد بودن و مهسا گاهی با مریم میرزاخانی خیالی هم حرف می‌زد. آیدا هم به خاطر همه‌ی چیزهایی که در اثر کرونا وضعیتشون نامعلوم بود استرس داشت. حالا مریم بالاخره آیدا رو راضی کرده که توی لابی ساختمونشون هم‌دیگه رو ببینن تا سوالاتی که آیدا داشت رو با هم حل کنند و البته آیدا مدل جدید موهای مهسا رو ببینه. با هم قسمت دوم داستان رو بخونیم.

(اگه قسمت اول داستان رو نخوندید می‌تونید توی کانال تلگرامی رستا شماره‌ی یک گاه‌نامه‌ی نیم‌خط رو مطالعه کنید و یا از ویرگول رستا این بخش رو بخونید.)

آیدا آرام آرام شده بود. مهسا گفت:

– خب دیدی این هم خودت تونستی حل کنی؟

+ آره... ممنون مهسا. قبول می‌شیم! مگه نه؟

– آره بابا! قبول می‌شیم! من هنوز منتظر وعده‌ی بستنی بعد از روز دوم هستم.

+ یادته؟!

– معلومه که یادمه آیدا جون!

کمی به این‌ور و آن‌ور نگاه کرد. در لابی ساختمان کسی نبود. روسری‌اش را کمی به عقب هل داد.

– مثل مریم و رویا.

هر دو شروع کردند به جیغ کشیدن از خوش‌حالی.

+ وای! وای مهسا! ببخشید مریم خانم. خود خودش شدی! عین اون عکس سیاه‌وسفیده شدی!

– جدی؟

+ آره! خانم میرزاخانی!

دیگه گفتم وقتی این آیدای دیوونه تونست موهاش رو خودش کوتاه کنه من چرا نتونم؟

هر دو می‌خندیدند. یا لااقل توی سر مهسا می‌خندیدند. واقعیت کمی متفاوت از خیال او رخ داد. آیدا استرس خیلی زیادی داشت، می‌ترسید هر لحظه مادرش از خواب بیدار شود و از ترس و نگرانی وسواس اتفاقی برایش بیفتد. کمی هم شاکی بود که چرا برای این چند سوال مهسا او را مجبور کرده بود پایین بیاید و آن‌ها را نفرستاده بود. آیدا بهانه‌ی اینترنت را خیلی جدی نگرفته بود. هر چند سعی می‌کرد به جواب سوالات دقت کند و شکایت و نگرانی‌اش را بروز ندهد، اما مهسا حس کرد چیزی درست نیست. به همین خاطر بی‌خیال نشان دادن مدل موی جدیدش شد.

– خب حالا می‌خوای این یکی رو خودت حل کن.

+ همین این رو؟

– آره ۲-ج رو.

آیدا سرش را روی چرک‌نویسش برد. مهسا به او نگاه کرد. خودکار در دست‌های آیدا می‌لرزید و فقط صدای تکان خوردن دستکش پلاستیکی‌اش شنیده می‌شد.

• آخی طفلک.

مهسا از جا تکان خورد. مریم به در ساختمان تکیه داده بود. با عینکی دودی به چشم و مانتوی اِپَل‌دار دهه هفتادی‌ای به تن.

– تو این‌جا چی‌کار می‌کنی؟

• یعنی چه؟ خب هر جا بری می‌تونم بیام باهات دیگه.

– بعیده از یه شخصیت علمی. باز خوبه خیالی. روح بودی دیگه چه وضعی داشتیم.

• چرا پس دست‌دست می‌کنی! نشونش بده دیگه. عینکت رو بردار و روسریت رو بنداز.

– بابا نمی‌بینی بنده‌خدا داره می‌لرزه از ترس. من اقلاً یه پشت‌بومی، مغازه‌ای می‌تونستم برم! فکر کن سه ماهه تا همین‌جا هم بیرون نیومده از خونه.

• دقیقاً به همین خاطر باید نشونش بدی دیگه! چیه آخه صاف‌صاف اومدی عین معلما. «حالا می‌خوای این یکی رو خودت حل کن.»

مریم دستش را زیر مقنعه‌اش گذاشته بود و ادا در می‌آورد.

– خب می‌گی چی‌کار کنم! خودش به زور دو تا کلمه حرف زده از اون اول تا حالا.

• مگه رفیقش نیستی؟ بخندونش. یه کاری بکن یَخش بشکنه.

– نمی‌دونم... اصلاً نباید می‌گفتم که بیاد.

• اگه خودش نمی‌خواست نمی‌اومد.

– حالا که اومده و داره می‌لرزه، بذار این سوال رو که حل کرد خدافظی می‌کنم و می‌رم.

• مهسا! این همه موهات رو کوتاه کردی!

- نمی‌دونم...
• بذار من مرتبش کنم یه دیقه..
- بی‌خیال..
مریم به سمت مهسا آمد.
+ مهسا بیا این رو نگاه کن ببین درسته.

دست مریم روی سر مهسا بود که مهسا به خودش آمد. صدای زنگ گوشی مهسا بلند شد. هنوز داشت با مریم کلنجار می‌رفت که سرش را برگرداند تا جواب آیدا را ببیند اما در همین لحظه، در همین لحظه که مامان هم به ناگاه تصمیم گرفته بود به مهسا زنگ بزند، یک اتفاق ساده همه چیز را به هم ریخت. خرده‌تار موی کوچکی که از دیشب لابه‌لای موهای مهسا پنهان شده بود، به آرامی از جایش جدا شد، روی زلف‌های حالا دیگر کوتاه شده لیز خورد، پیشانی و عینک را با ظرافت رقاصانه‌ای رد کرد و بینی‌اش را قلقلک داد.
- هَه‌هَه‌هههچچووو
عطسه‌ی مهسا برای مدتی همه چیز را از حرکت واداشت. فقط صدای زنگ تلفن می‌آمد. بعد از آن مهسا دیگر نفهمید که چطور آیدای وحشت‌زده پله‌ها را دو تا یکی بالا دوید. یا اصلا با او خداحافظی کرد یا نه. نفهمید اصلا خودش چطور با عجله کتاب و دفترش را جمع کرد و از لابی خانه‌ی آیدا بیرون آمد. و حتی تا وقتی در خانه را باز نکرده بود و صدرا به او اشاره نکرده بود نفهمید که تمام مسیر تا خانه و داخل آسانسور روسری‌اش افتاده بود.
****
- چی می‌گی آیدا! شما که اصلا کسی از خونه‌تون بیرون نمی‌اومد.
با اضطراب و استرس روی دکمه‌های کی‌بورد مجازی گوشی‌اش فشار می‌داد.
+ نمی‌دونم... می‌ترسم مهسا.
- از کی آخه؟
+ از دیشب.
- آخه چی شد یهو؟

سر ظهر بود. با هم از شش روز پیش دیگر صحبت نکرده بودند. چند ساعتی مانده بود به آزمون آزمایشی. در این مدت خبری از مریم نبود. مهسا نمی‌دانست باید چه کار کند. یک بار دیگر جواب سوال‌ها را نوشته بود و اسکن کرده بود و برای آیدا فرستاده بود اما او جواب‌ها را seen نکرده بود. امروز دیگر طاقتش طاق شده بود. زنگ زده بود و پاسخی نگرفته بود. از پنجره سرک کشیده بود اما در نیمه‌ی پیدای اتاق آیدا کسی نبود. اولش خواسته بود بی‌خیال شود اما نتوانسته بود. خب چند سالی بود که این‌قدر بین دو بار صحبت کردنشان فاصله نیفتاده بود. و البته مهسا نمی‌دانست که این آخرین بار هم نیست. ناامید برگشته بود پای کتاب و دفترش. نیم ساعت بعد از این بود که بالاخره صدای نوتیفیکیشن پیامک گوشی‌اش بلند شد و حالا با ترس زل زده بود به صفحه‌ای که روی آن ...is typing هم نشان داده نمی‌شد.
+ نمی‌دونم؛ من هم خواب بودم نمی‌دونم چی شده... از پریشب سر غذا بی‌میل و بی‌حال بود ولی خوب بود. من حتی صبح هم قبل از این‌که بخوابم صبحونه بردم اتاقش فقط یه کم سرفه می‌کرد. ولی بیدار شدم دیدم به دستگاه بهش وصل کردند. هیچی هم نمی‌گن بهم..
- ای وای!
- خودت خوبی؟
- آیدا :((
جوابی نمی‌گرفت.
- آیدا من معذرت می‌خوام که...
صدای آژیر آمبولانس باعث شد این پنج کلمه و سه نقطه تا مدت‌ها در draft پیامک‌های مهسا به آیدا بماند. از پشت پنجره نگاه کرد. آمبولانس در کوچه ایستاده بود. در پشتی آن را باز کردند و برانکارد را برداشتند و داخل ساختمان بردند. چند لحظه بعد آیدا را دید که وارد اتاقش شد و با عجله شروع به پوشیدن مانتو و مقنعه‌اش کرد. مهسا پنجره را باز کرد و داد زد:
+ آیدا!
آیدا صدایش را نشنید. در همین زمان دو پرستار برانکارد به‌دست پدربزرگ آیدا را از در ساختمان و حیاط آن رد کردند تا سوار آمبولانس کنند. مهسا در اتاق را باز کرد و به سمت در خانه دوید. دویدن مهسا را از آن روز تا همین حالا دیگر کسی ندیده. در را که باز کرد و دکمه‌ی آسانسور را که فشار داد چیزی یادش افتاد. رفت و برگشت و چند لحظه بعد آسانسور رسید.
****
مهسا انقدر عجله داشت که به جای دکمه‌ی طبقه‌ی همکف دکمه‌ی پارکینگ را زد و متوجه هم نشد. سرش را پایین انداخته بود و با اضطراب این پا و آن پا می‌کرد. در آسانسور بسته شد و راه افتاد. چند لحظه گذشت تا مهسا به خاطر بیاورد که موسیقی داخل آسانسورشان هیچ‌وقت صدا نداشته.
• جان مریم چشمات رو وا کن؛ سری بالا کن؛ در اومد خورشید؛ شد هوا سفید...

مهسا با تعجب سرش را بالا آورد و به آینه‌ی آسانسور نگاه کرد.

– تو؟!

• خانوم خوشگله! چه چادر گل‌گلی بهتون میاد!

– وقت شوخی نیست مریم!

• پس وقت چیه؟

آسانسور ایستاد. مهسا با عجله بیرون رفت. ناگهان ایستاد و کمی اطراف را نگاه کرد. پر از حس عصبانیت و خودخوری به آسانسور برگشت.

– گند زدم! گند زدم!

• چه گندی؟ یه دکمه اشتباه زدی دیگه!

– نباید مجبورش می‌کردم بیاد.

• وات آر یو تاکینگ اَبَوت؟!

– خودت می‌دونی چی می‌گم.

مهسا دکمه‌ی طبقه‌ی همکف را فشار داد.

• نخیر! نمی‌دونم!

– نباید مجبورش می‌کردم که بیاد! حس اون موقعایی رو دارم که تو بچگی خرابکاری می‌کردم!

• تو خواستی بهش کمک کنی!

– اگه کرونا باشه چی؟ اگه بلایی سر بابابزرگش بیاد چی؟!

• مگه تو کرونا داری؟

– نه!

• خب پس! دوستت از درس عقب افتاده بود؛ تو هم رفتی کمکش کنی. همین!

– همین؟

آسانسور ایستاد. مهسا چادرش را محکم کرد و از آسانسور پیاده شد؛ به سمت در خانه رفت. مریم از پشت دستش را کشید.

• می‌خوای چی کار کنی؟

– نمی‌دونم! نمی‌دونم!

• امروز امتحانه...

مهسا دستش را کشید و در ساختمان را باز کرد؛ مریم دنبالش راه افتاد. پدر آیدا را دید که در عقب آمبولانس را به کمک یکی از پرستارها بست. آیدا دوان‌دوان از در ساختمانشان بیرون زد و خواست سوار ماشین‌شان بشود اما پدرش اجازه نداد. آمبولانس آژیرکشان راه افتاد و از پی‌اش ماشین پدر آیدا. آیدا داشت گریه می‌کرد.

– آیدا!

+ نیا نزدیکم مهسا.

آیدا بین حرف‌ها و گریه‌هایش سرفه می‌کرد.

– چی شد آخه یهو؟!

+ نمی‌دونم... مهسا دست‌هاش سردِ سرد بود...

مهسا نمی‌دانست چه بگوید. نمی‌توانست نزدیک برود و دوستش را در آغوش بگیرد. مدتی همین‌طور مانده بودند.

– حالا چی‌کار می‌کنی؟

+ نمی‌دونم. عموم قراره بیاد دنبالم. مامانم هم دیروز تست داده بود. من نمی‌دونستم.

– خب نتیجه‌ش چی شد؟

+ هنوز چیزی نگفتن. مهسا نباید می‌اومدم اون روز پیشت..

– من... من...

• من فقط خواستم کمکت کنم. من که حالم خوبه و سالمم!

این را مریم گفت. با صدایی محکم و قاطع.

چهره‌ی گریان آیدا برای لحظه‌ای تغییر کرد و متعجب شد. مهسا متوجه نشد چه اتفاقی افتاده.

+ چی؟

• من صرفا خواستم کمکت کنم!

+ می‌تونستی برام ویس بگیری و توضیح بدی! می‌تونستی تلفنی بگی! مجبورم کردی قایمکی بیام بیرون!

• خواستم از اون حال‌وهوا درت بیارم. می‌خواستم امتحان امروز عصر رو خوب بشی. با اون احوال و استرس معلوم بود که یه سوال هم نمی‌تونی حل کنی!

مهسا مثل راننده‌ای که فرمان ماشین از دستش خارج شده باشد فقط نظاره می‌کرد. حس کرد بدنش دارد می لرزد. به سختی سعی کرد حرفی بزند.

+ مهسا چی داری می‌گی؟! امتحان کدومه؟!

– امتحان امروز نظریه اعداد...

+ حال بابابزرگم رو ندیدی؟! ما همه‌مون کرونا گرفتیم!

• از من که نگرفتین! من اگه گرفته بودم تو این چهار پنج روز باید حالم بد می‌شد! من همون کاری رو کردم که هر کسی در حق دوستش می‌کنه!

+ مهسا تو شرایط من رو می‌دونستی!

آیدا نمی‌توانست گفت‌وگویی که با مهسا داشته را باور کند. بغض و حیرت و خشم، احساساتی بود که تا به حال هم‌زمان تجربه نکرده بود. بدون خداحافظی رو برگرداند و در خانه را باز کرد و پشت سرش کوبید. مهسا وسط کوچه تنها ایستاده بود.

****

مهسا گیج بود و سردرد داشت. گوشه‌ی اتاقش زیر پتو کز کرده بود و می‌لرزید. مریم در حالی که نبات را داخل ماگ چایی هم می‌زد در اتاق را باز کرد. با دست دیگر پتو را کشید و کنار زد.

• پاشو ببینم دختر! پاشو! یه ساعت دیگه امتحانه‌ها!

- من نمی‌فهمم چه اتفاقی داره می‌افته...

• هیچی. بیا این رو بخور جون بگیری امتحان داریم.

- آخه... تو... چطوری حرف زدی؟

• کاری رو کردم که باید!

- تو مگه تو خیال من نیستی؟!

• ولش کن. یه ساعت دیگه امتحان داریم! چرا استرس اون رو نداری!

- بابا امتحان چیه! همین الان تو بدترین اوضاع بهترین دوستم باهاش دعوا کردی!

• مهم نیست. این همه تلاشمون مهمه. تو خودت می‌دونی که نظریه چه موضوع مهمیه تو المپیاد!

- یه کاری کردی بلاکم کنه!

• اصلاً مهم نیست. من و رویا هم حتماً دعوا می‌کردیم. من اول مدال المپیاد دارم بعد دوست رویام. اگه مدال نداشتم تو من رو اصلاً نمی‌شناختی.

- واقعاً اگه خود واقعیت هم بودی همین کار رو می‌کردی؟!

• نمی‌دونم. اصلا من واقعی کیه؟ من مهسام.

- ولی من مهسام!

• آره، حتماً تو هنوز هم مهسایی. اما من دیگه فقط تجسم این‌که تو می‌خوای شبیه مریم میرزاخانی باشی نیستم. حالا می‌خوای این امتحان رو بدی یا زحمت این رو هم من باید بکشم؟

- نمی‌فهمم...

واقعاً نمی‌فهمید. نمی‌فهمید او که تا ساعتی پیش پشت فرمان نشسته بود چطور حالا کت‌بسته پرت شده به صندلی عقب، اگر صندوق عقب نه. نمی‌فهمید که حالا که او کنج تخت کز کرده چه کسی در امتحان آزمایشی آنلاین شرکت می‌کند. نمی‌فهمید چرا آیدا او را بلاک کرده. نمی‌فهمید چه اتفاقی در او و بین او و آیدا رخ داده. در تمام روزهای بعد هم این‌ها را نمی‌فهمید. نمی‌فهمید که ظهر آن روز اردیبهشت دقیقاً چه رخ داد. شاید به آن چندان فکری هم نمی‌کرد.

اما آن‌چه واضح است این است که آن روز مهسا تغییری کرد.

چون هیچ آزمایش ذهنی‌ای تماماً ایزوله نمی‌ماند.

[این داستان ادامه دارد...]

معرفی کتاب:

پختستان

هانیه هاشمی

تا حالا شده وسط این زندگی روزمره‌های که دارید، به زندگی تو جهان‌های دیگه فکر کنید؟ اگه جوابتون مثبته، باید بگم شما یه آدم کاملاً نرمال هستید؛ چون از همون قدیما، آدما از روی حس کنجکاوی، از راه‌های مختلف، دنبال این بودن که جهان‌های دیگه رو به تصویر بکشن. مشهورترینشون هم همین کتاب سفرهای گالیور، یا فیلم Dark Tower و... .
اما داستانی که من می‌خوام براتون بگم، داستان یه دنیای خیلی متفاوته. همه‌ی ما تو جهان مشابهی زندگی می‌کنیم، اما موجوداتی هم هستن که دنیاشون جزئی از دنیای ماست. اونا تو «پختستان» زندگی می‌کنن، جایی که ارتفاع هیـــــچ معنایی نداره و همه‌چی تخته، مثل یه صفحه کاغذ با طول و عرض بی‌نهایت...!
تا حالا به مثلث‌ها، مربع‌ها و دایره‌هایی که بچه‌ها تو نقاشیاشون می‌کشن دقت کردین؟ حالا تصور کنین همینا، آزادانه رو صفحه کاغذ در رفت‌وآمد باشن، اینا همون اهالی دیار پختستانن!
شکل‌های ساده‌ی هندسی با زندگی‌های به مراتب ساده‌تر، اما این اون چیزیه که ما از اونا می‌بینیم و خودشون زاویه دید متفاوتی نسبت به اطرافشون دارن؛ اونا همه‌چیو فقط یه سری خط می‌بینن. بذارین این‌جوری بگم: ما وقتی از روبه‌رو به یه سکه نگاه کنیم یه دایره می‌بینیم، اما اگه کم‌کم جهت دیدمون رو ۹۰ درجه تغییر بدیم، فقط یه خط جلوی چشمامونه؛ حالا، به پختستان خوش اومدید!
تو این جهان اگه همه اشکال هندسی باشن، زن‌ها خط هستن؛ یعنی پایین‌ترین طبقه اجتماع! دایره‌ها و اونایی که تعداد ضلع‌هاشون قابل شمارش نیست هم، مرفهین بی‌درد جامعه و در واقع، کاهنان پختستان به شمار می‌رن و اداره سرزمین رو به دست گرفتن.
فکر کنین دارین تو خیابونای پختستان قدم می‌زنین که یهو بارون می‌گیره؛ اما نه مثل اینجا، تو اون سرزمین بارون از شمال به جنوب می‌باره!! درست شنیدین؛ از شمال به جنوب! قبلا هم گفتم، اونا هیچ درکی از ارتفاع ندارن، و خب اصلاً نمی‌دونن بالا یعنی چی، به خاطر همین اگه جهت‌های جغرافیایی رو تو پختستان گم کردین، باید صبر کنین بارون بیاد!
توی پختستان خونه‌ها پنجره ندارن، چون نور داخل و خارج خونه‌ها به یه اندازه تابیده می‌شه؛ اما خودشون از منشاء این نور بی‌خبرن، پس کی خبر داره؟ شاید ما :)
ادوین ابوت ابوت، الهی‌دان و دانشمند قرن ۱۹ نویسنده‌ی کتاب پختستانه (Flatland). ابوت، دوران زندگیش رو توی انگلستانِ زمان ویکتوریا گذرونده، دوره‌ای که انگلستان پر بوده از نابرابری‌ها و ناعدالتی‌ها؛ در همین دوره، ابوت، با نوشتن پختستان، انتقادهای نیش‌دارش رو روانه فرهنگ و جامعه می‌کنه.

برتری مردها و نابرابری جنسیتی، یکی از بزرگ‌ترین معضلات اجتماعی اون دوره بوده؛ زن‌ها در جامعه نادیده گرفته می‌شدن، از آموزش محروم بودن و جامعه از کتاب خوندن اونا هراس داشت، چرا؟ چون می‌ترسید به فکر گرفتن حقوقشون بیفتن!
پختستان، بازتابِ هجوآمیز مشکلات جهان ماست. این کتاب، می‌خواد بهمون بفهمونه ما آدما، تو قفس علم محدود و ذهن‌های بسته‌مون اسیر شدیم. ما آدمایی هستیم که منطق‌مون، خیلی اوقات مانع منطقی بودنمون شده؛ شاید حافظ هم منظورش همین بوده که گفته: «تو خود حجاب خودی حافظ از میان برخیز!»
یکی از اهالی پختستان، یه مربع دانشمند و روشن‌فکره، جسور و جستجوگر؛ درست برخلاف فضای خواب‌آلودِ جامعه‌اش، جایی که تاوان فکر کردن، یا زندانه، یا تیمارستان!
اما قصّه از جایی شروع می‌شه که این مربع، هم‌صحبت یه کره از سرزمین حجمستان می‌شه...

داستان رمزنگاری

مرتضی ابوالقاسمی

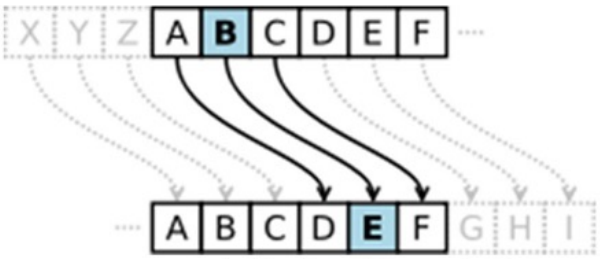
سلام بچه‌ها :)

تو قسمت قبل، دیدیم که رمزنگاری مجموعه‌ای از تکنیک‌های علمی و عملیه که برای برقراری ارتباط امن در حضور شخص ثالث (مثلا دشمن) مورد استفاده قرار می‌گیره. این تکنیک‌ها از هزاران سال پیش، با شیوه‌های گوناگون، توسط مردم کشورهای مختلف استفاده می‌شده.

همچنین، با چند تا از تکنیک‌های قدیمی رمزنگاری آشنا شدیم. مثلا هیروگلیف رو دیدیم که یک تکنیک مربوط به مصریا بود و یا رمزنگاری << ATBASH >> که یه جورایی مثل رمزنگاری جانشینی بود. بعد از این، رمزنگاری یونانیان(۴۸۶ ق.م.) رو دیدیم که برای فهمیدن پیام، باید فرستنده و گیرنده میله‌هایی با قطر یکسان داشتن و در حقیقت این استوانه، یه جورایی شبیه کلید مخفی، تو رمزنگاری‌های جدید عمل می‌کرد.

خوب بیاید ادامه بدیم و ببینیم این روند تکاملی چجوری پیش رفته؟

در حدود ۶۰ سال قبل از میلاد، ژولیوس سزار (امپراتور روم)، برای مخفی کردن محتوای نامه‌ها، با جابجا کردن حروف الفبا در تمام متن به اندازه‌ای مشخص، اون رو رمز می‌کرد و تنها کسی که از تعداد جابه‌جا شدن حروف مطلع بود، می‌تونست متن اصلی رو استخراج کنه.

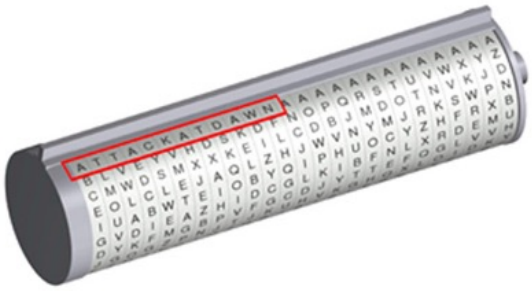


روش جابه‌جایی حروف، یونان باستان

خب، تا اینجای کار با رمزنگاری‌هایی آشنا شدیم که به صورت سنتی استفاده می‌شدن و اکثرا، اگه دشمن روش رمزنگاری رو حدس می‌زد، پیدا کردن جواب کار خیلی سختی نبود.

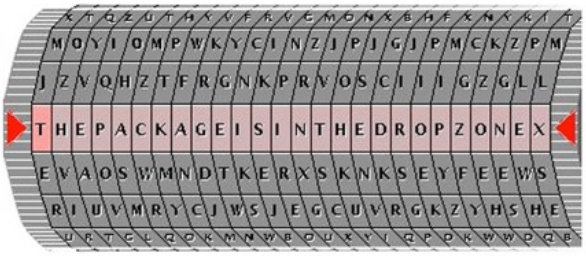
رمزنگاری‌ها رفته‌رفته پیشرفت کردن و به سمتی رفتن که دیگه به این سادگیا شکسته نشن. حالا می‌خوایم چند تا از رمزنگاری‌های مدرن رو بررسی کنیم.

توماس جفرسون (یکی از سیاست‌مداران آمریکایی)، در دوران وزارتش (در دهه ۱۷۹۰م.)، برای حفظ محتوای پیغام‌ها، دستگاهی ساخت که بعدها به نام چرخ توماس مشهور شد. این دستگاه استوانه‌ای شکل، شامل ۲۶ حلقه از حروف الفبای انگلیسی بود و بر روی هر حلقه، تمام حروف الفبای انگلیسی با ترتیب تصادفی حک شده‌بود.



دستگاه رمزنگار توماس جفرسون (۱۹۷۰ م.)

تو این روش رمزگذاری، هر دو طرف پیغام (رمزگذار و رمزگشا) باید دستگاه یکسان، با حلقه‌های یکسانی داشته باشن و این حلقه‌ها کلید اصلی رمز هستن.
نحوه رمز کردن پیام با استفاده از این دستگاه:
همونطور که گفتیم، حلقه‌ها از حروف انگلیسی با ترتیب تصادفی ایجاد شدن. اول، رمزگذار متن مورد نظرش رو با چرخوندن حلقه‌ها درست می‌کنه:



رمزگذاری با دستگاه رمزنگار توماس جفرسون

بعد، بدون چرخوندن حلقه‌ها یکی از سطرها رو یادداشت می‌کنه. مثلا:
MOYIOMPWKYCINZJPJGJPMCKZPM
حالا این متن رمز شده رو به همراه عدد ۲ (یعنی جواب توی ۲ سطر پایین‌تره)، برای مقصد ارسال می‌کنه. رمزگشا هم کافیه حلقه‌های دستگاهشو جوری بچرخونه تا
MOYIOMPWKYCINZJPJGJPMCKZPM
دوباره ایجاد بشه بعدش ۲ سطر پایین‌تر متن واقعی رو پیدا می‌کنه.

نکته اصلی اینه که اگه یه دشمن متن رمز شده رو داشته باشه، بدون داشتن حلقه‌های دستگاه، نمی‌تونه رمز رو بشکونه. در حقیقت برای شکستن این رمز باید حالت دقیق چینش حروف در حلقه‌ها رو داشته باشیم، که چیزی حدود $۲۵!^{۲۶}$ حالت مختلف می‌شه و عدد خیلی بزرگیه!!
نکته بعدی، یک‌نواخت بودن جواب‌های ممکن این دستگاهه. یعنی اگه شما متن رمز شده رو به همراه داشته باشید، ولی حلقه‌های دستگاه رو نداشته باشید، احتمال این که هر متن ۲۶ حرفی، متن اصلی باشه، یکسانه و این نمی‌ذاره شانس بعضی کلمات بالا بره و رمز سریع شکسته بشه.
در حقیقت تو این رمزگذاری یه اتفاق ویژه افتاد و اون اینه که حتی اگه دشمن شیوه رمزگذاری ما رو بدونه، بدون کلید، عملاً کار خیلی دشواری در شکستن رمز داره.
چرخ توماس از جمله رمزنگاری‌ها با کلید متقارنه؛ یعنی کلید مخفی رمز، که همون چینش حروف حلقه‌هاست، در دو طرف باید یکسان باشه.

تمرین
سعی کنید کلمه رمز شده رو با استفاده از جدول حروف زیر پیدا کنید:
ستون کلید: LGUCBK
ستون جواب: ۷ ستون چپ‌تر از کلید

CARYZSTWOBDEFGHIJKLMNPQUVX
BRCZYDOTXAEUVFNHIJKLMGPQSW
ASYMPTOBCDEFGHIJKLNQRUVWXZ
FITURBGYWNAXZCDEHJKLMOPQSV
EGZUAMWLTCYJBXDFHIKVNOPQRS
DYFWXERNGCJALBVZHIKMOPQSTU

به نظرتون، تو چند حالت از چینش حروف توی سطرها، جواب دوباره همین می‌شد؟ آیا این تعداد حالات به کلمه جواب وابسته بود؟

اصول شش‌گانه کرکهف

تا اینجای کار، مردم مختلف سعی داشتن با امتحان کردن انواع چالش‌های رمزنگاری، به تکنیک بهتر و کاراتری برای مخفی کردن پیام‌هاشون برسن؛ اما تنها راه پیدا کردن جواب یک مسئله، آزمون و خطا نیست!

فرض کنید ما تعداد زیادی رمزنگاری داریم که قدرت اون‌ها و احتمال شکسته شدنشون توسط دشمن رو نمی‌دونیم! خب، تو این حالت همیشه سردرگمیم که از کدوم رمز باید استفاده کنیم و آیا این رمز به سادگی شکسته می‌شه یا نه؟

بسیاری از دانشمندان سعی می‌کنن با دسته‌بندی و منظم کردن مسائل (و به نوعی فرمال و ریاضی کردنشون)، اون‌ها رو دقیق‌تر بررسی کنن و به جواب‌های مطمئن‌تری برسن. این‌طوری، به جواب‌های باکیفیت‌تری می‌رسیم و ضریب اطمینان بالاتری خواهیم‌داشت.

یکی از اولین کسانی که سعی کرد رمزنگاری مدرن رو فرمال کنه، "آگوست کرکهف" بود.

آگوست کرکهف، شهرتش رو از پژوهش‌های زبان‌شناسی و کتاب‌هایی که در این خصوص و "زبان ولاپوک" نوشته بود، به‌دست آورد. در سال ۱۸۸۳م ، دو مقاله با عنوان «رمز نگاری نظامی» منتشر کرد. تو این دو مقاله، شش اصل اساسی وجود داشت و اصل دومش به عنوان یکی از قوانین رمزنگاری، هنوزم تو رمزنگاری پیشرفته، مورد استفاده دانشمندان قرار می‌گیره:

۱. سیستم رمزنگاری، نه از نظر تئوری، که در عمل باید غیر قابل شکست باشه.

۲. سیستم رمزنگاری نباید هیچ نکته پنهان و محرمانه‌ای داشته باشه، بلکه تنها چیزی که باید محرمانه باشه، کلید رمزه. طراح سیستم رمزنگار، نباید جزئیات سیستمش رو پنهان کنه، حتی از دشمن!

۳. کلید رمز باید جوری انتخاب شده باشه که : یک، بشه اون رو به راحتی عوض کرد و دو، بشه بدون نیاز به یادداشت کردن، اون رو به خاطر سپرد.

۴. متن‌های رمزنگاری شده، باید با تلگراف قابل مخابره باشن.

۵. دستگاه رمزنگاری یا اسناد رمزشده، باید برای یک نفر قابل حمل باشه.

۶. سیستم رمزنگاری، باید به آسونی قابل راه‌اندازی و کاربری باشه؛ چنین سیستمی، نباید به آموزش‌های مفصل و رعایت فهرست بزرگی از قواعد و دستورالعمل‌ها نیاز داشته باشه.

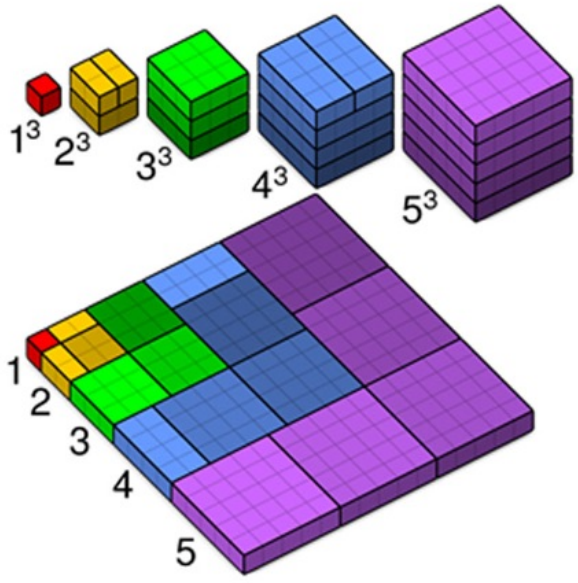
خب! تو این قسمت هم با چندتا رمزنگاری جدید آشنا شدیم و یکم سعی کردیم الگوریتم رمزنگاری رو هدفمندتر کنیم. تو قسمت بعدی به رمزنگاری‌های دوره کامپیوتر می‌رسیم و در رابطه با منطق و چالش‌هاشون صحبت خواهیم‌کرد.

اثبات بدون کلام

فائزه لباف

اثبات بدون کلام، به معنای استفاده از شکل و نمودار به جای عبارت‌های جبری و متن توضیحی برای اثبات یک قضیه است. یونانیان باستان، در موارد زیادی، از این روش برای اثبات استفاده می‌کردن.
خیلی وقتا، اثبات‌های بدون کلام، شهود خیلی خوبی از قضیه به ما می‌دن و تلاش برای این اثبات‌ها، کمک می‌کنه از یه دید دیگه به قضیه نگاه کنیم.

۱ - به نظرتون شکل روبرو کدوم رابطه‌ی جبری رو نشون می‌ده؟



۲ - سعی کنید نامساوی زیر رو با استفاده از شکل و بدون هیچ عبارت جبری یا توضیحی اثبات کنید:

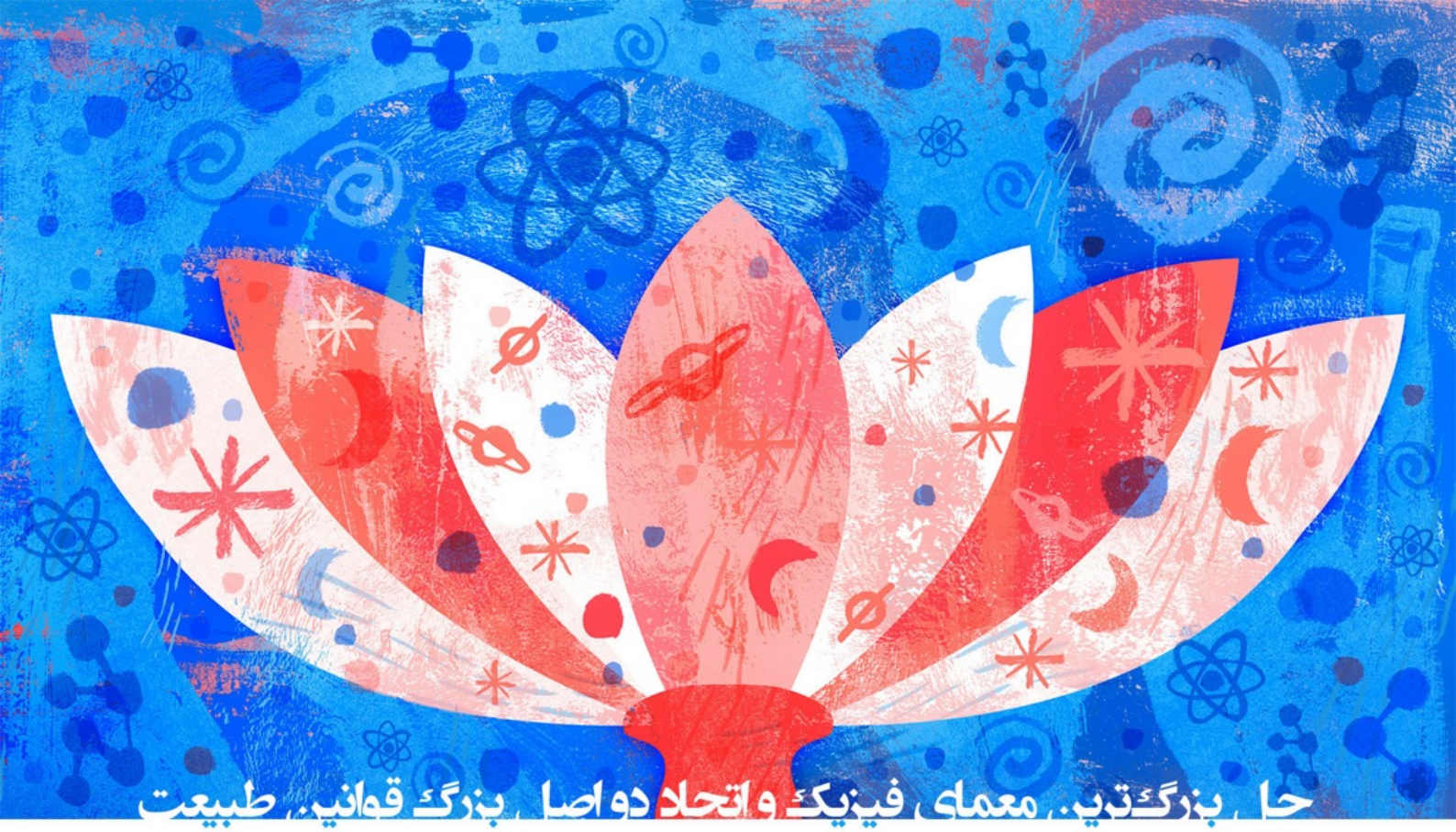
$$X > ۰ \Longrightarrow X + \frac{۱}{X} \geq ۲$$

صورت قضیه: جمع هر عدد مثبت با معکوسش حداقل ۲ است.

اگه از این مدل مسائل خوشتون اومد و دوست داشتید باز هم خودتون رو به چالش بکشید، در کتاب «اثبات بدون کلام» (proof without words) ، نوشته‌ی «راجر نلسن»، می‌تونید اثبات‌های بدون کلام بیشتری هم پیدا کنید.

پروندهٔ فینیک

حل بزرگ‌ترین معمای فیزیک
و اتحاد دو اصل بزرگ قوانین طبیعت
معرفی فیلم
او می‌کشد قلاب را...
هلیکوپتر کاغذی



حال بزرگ‌ترین معمای فیزیک و اتحاد دو اصل بزرگ قوانین طبیعت

رابرت دایکراف
(رئیس مؤسسه‌ی مطالعات پیش‌رفته)

ترجمه: امید ظریفی

فرض کنید موجودات فضایی بر روی سیاره‌ی ما فرود بیایند و از ما در مورد دانش علمیِ فعلی‌مان بپرسند. من باشم، کار را با مستند چهل‌ساله‌ی «توان‌های دَه» شروع می‌کنم! شاید کمی قدیمی به‌نظر برسد، اما این فیلم کوتاه -که توسط چارلز و رِی ایمز، زوجِ طراحِ آمریکایی، نوشته و کارگردانی شده‌است- در کم‌تر از ده دقیقه دید وسیعی از کیهان‌مان به ما ارائه می‌دهد.

فیلم‌نامه، ساده و موزون است. در ابتدا، زوجی را می‌بینیم که در پارک شیکاگو مشغول گذراندن تعطیلات آخر هفته هستند. سپس، دوربین شروع به کوچک‌نمایی می‌کند و هر ده ثانیه، میدان دید ما ۱۰ برابر می‌شود. از یک متر به ده متر، از ده متر به صد متر، از صد متر به هزار متر و ... . آرام آرام تصویر نهایی، خودش را به ما نشان می‌دهد: شهر، قاره، کره‌ی زمین، منظومه‌ی شمسی، ستاره‌های همسایه، کهکشان راه شیری و همین‌طور به‌سمت بزرگ‌ترین ساختارهای جهان. در نیمه‌ی دوم فیلم، دوربین شروع به بزرگ‌نمایی می‌کند و به‌سمت کوچک‌ترین ساختارها حرکت می‌کند. ما به داخلِ دستِ مردِ داستان سفر می‌کنیم: سلول‌ها، مارپیچ‌های دوتاییِ مولکول‌های DNA، اتم‌ها، هسته‌ها و در نهایت کوارک‌هایِ درحال‌نوسانِ داخل پروتون. فیلم، زیبایی عجیبِ دنیای ماکروسکوپیک و میکروسکوپیک را به ما نشان می‌دهد و در آخر، به خوبی، چالش‌های پیشِ روی علوم بنیادی را به ما منتقل می‌کند. همان‌گونه که اگر یک پسربچه‌ی ۸ ساله این فیلم را ببیند، از پدرش می‌پرسد: «این دنباله چه‌طور ادامه پیدا می‌کند؟»

این پرسش برای دانشمندان هم به وجود می‌آید. فهمیدنِ توالی‌های بعدی این مجموعه، هدف اصلی دانشمندانی است که در حال جلو بردنِ مرزهای دانش ما از بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین ساختارهایِ جهان هستند.

«توان‌های دَه» ، به ما یاد می‌دهد زمانی که از مقیاس‌های مختلف طول، زمان و انرژی می‌گذریم، در حقیقت داریم به قلمروهای متفاوت دانش سفر می‌کنیم. روان‌شناسی، رفتارهای انسانی را مطالعه می‌کند؛ زیست‌شناسی تکاملی، اکوسیستم‌ها را توضیح می‌دهد؛ اخترفیزیک، سیاره‌ها و ستاره‌ها را بررسی می‌کند؛ و کیهان‌شناسی، بر روی جهان ما به‌صورت یک‌پارچه متمرکز می‌شود. به طور مشابه، در قسمت دوم مستند، به سمت قلمروهای مختلف علومی مانند زیست‌شناسی، بیوشیمی، فیزیک اتمی، فیزیک هسته‌ای و فیزیک ذرات حرکت می‌کنیم. به نظر می‌رسد رشته‌های علمی مختلف به‌صورت طبقه‌طبقه هستند، دقیقاً همانند لایه‌های زمین‌شناسی‌ای که در پارک ملی گرند کنیون می‌بینیم.

با حرکت از یک لایه به لایه‌ی دیگر، مثال‌های زیادی از دو اصل سامان‌دهی کلی علم مدرن را مشاهده می‌کنیم: ظهوریافتگی[1] و فروکاست‌گرایی[2]. اگر از درون به بیرون حرکت کنیم، الگوهای جدیدی را که از رفتار پیچیده‌ی توده‌های سازنده‌ی فردی ظهور می‌کنند، می‌بینیم: عکس‌العمل‌های بیوشیمیایی به موجودات دارای احساس منجر می‌شوند؛ ارگانیسم‌های فردی، اکوسیستم‌ها را به‌وجود می‌آورند؛ و صدها میلیارد ستاره دور یک‌دیگر جمع می‌شوند.

و کهکشان‌هایی چنین باشکوه را پدید می‌آورند.
حال بیایید جهت نگاه‌مان را تغییر دهیم و از بیرون به درون حرکت کنیم؛ این بار، فروکاست‌گرایی است که خودش را به ما نشان می‌دهد: الگوهای پیچیده به واحدهای ساده‌ی کوچک‌تر شکسته می‌شوند؛ زندگی به برهم‌کنش بین سلول های DNA، RNA، پروتئین‌ها و دیگر مولکول‌های ارگانیک تقلیل می‌یابد؛ پیچیدگی شیمی به زیبایی ظریف مکانیک کوانتومی اتم‌ها تبدیل می‌شود؛ و در نهایت، مدل استاندارد ذرات بنیادی تمام مؤلفه‌های شناخته‌شده‌ی ماده و تابش را در ۴ نیرو و ۱۷ ذره‌ی بنیادی خلاصه می‌کند.
کدام‌یک از این دو اصلِ علمی قدرت بیش‌تری دارد؟ ظهوریافتگی یا فروکاست‌گرایی؟ فیزیک‌دان‌های سنتیِ ذرات، بر مبنای فروکاست‌گرایی استدلال‌های خود را بیان می‌کنند و فیزیک‌دان‌های ماده‌چگال، که کارشان مطالعه‌ی مواد پیچیده است، بر مبنای ظهوریافتگی. همان‌طور که دیوید گروس، فیزیک‌دان ذرات و برنده‌ی جایزه‌ی نوبل، بیان می‌کند: «ببینید در کجای طبیعت زیبایی پیدا می‌کنید، و در کجا زباله!»

بیایید نگاهی به پیچیدگی واقعیتِ دوروبرمان بیندازیم. به‌طور سنتی، فیزیک‌دان‌ها، ذرات طبیعت را به وسیله‌ی تعداد انگشت‌شماری از ذرات و برهم‌کنش بین آن‌ها توضیح می‌دهند. اما فیزیک‌دان‌های ماده‌چگال می‌گویند: باشد! ولی یک لیوان ساده‌ی آب چه؟ توصیف موج‌گونه‌های سطح آب درون یک لیوان برحسب حرکت 10^{24} مولکول منحصربه‌فرد (بگذارید ذرات بنیادی را نادیده بگیریم!) کاری است احمقانه. به‌جای پیچیدگی‌های غیرقابل نفوذ در مقیاس‌های کوچک (همان زباله‌ها) فیزیک‌دان‌های ماده‌چگال، در مواجهه با فیزیک‌دان‌های سنتیِ ذرات، از قوانین فیزیکی مبتنی بر ظهوریافتگی استفاده می‌کنند؛ یعنی همان هیدرودینامیک و ترمودینامیکِ زیبای خودمان. در حقیقت، زمانی که تعداد مولکول‌ها را به‌سمت بی‌نهایت میل می‌دهیم (از دیدگاه فروکاست‌گرایانه، معادل با زباله‌های بسیار) این قوانین طبیعت به جملات ریاضیِ زیبایی تبدیل می‌شوند.
در حالی که بسیاری از دانش‌مندان از رویکرد فروکاست‌گرایانه‌ی موفق قرن‌های گذشته شگفت‌زده بودند، جان ویلر، فیزیک‌دانِ پرنفوذ دانشگاه پرینستون، که روی موضوع‌های مختلفی -از فیزیک هسته‌ای گرفته تا سیاه‌چاله‌ها- کار می‌کرد، یک جایگزین جالب معرفی کرد: «اگر هر قانون فیزیکی را با دقت بسیار بررسی کنیم، آن را قانونی آماری و تقریبی می‌یابیم؛ نه قانونی دقیق و کامل از لحاظ ریاضیاتی.» ویلر هم‌چنین یکی از ویژگی‌های مهم قوانین ظهوریافته را ذکر می‌کند: «طبیعتِ تقریبی آن‌ها باعث انعطاف‌پذیری خاصی می‌شود که می‌تواند تکامل آینده را دربرگیرد.»

GrandCanyon

از جهات مختلف، ترمودینامیک استانداردی طلایی از یک قانون ظهوریافته است، که رفتار جمعی تعداد بسیار زیادی از ذرات را بدون‌توجه به قسمت بزرگی از جزئیاتِ میکروسکوپیک آن‌ها توصیف می‌کند. قوانین ترمودینامیک، به‌صورت شگفت‌آوری، دسته‌ی وسیعی از پدیده‌ها را در رابطه‌های مختصر ریاضی خلاصه می‌کند. این قوانین به صورت زیبایی، جهانی هستند و نقطه‌ی ضعفی هم در آن‌ها وجود ندارد؛ در حالی که قبل از این‌که پایه‌های اتمی ماده کشف شوند، به‌دست آمده‌اند.

برای مثال، قانون دوم ترمودینامیک می‌گوید که آنتروپی یک سیستم (سنجه‌ای از مقدار اطلاعات میکروسکوپیک آن سیستم) در طول زمان به‌صورت پیوسته افزایش می‌یابد.

فیزیک مدرن، زبان دقیقی را برای مشخص‌کردن نحوه‌ی مقیاس‌پذیری سیستم‌های مختلف به‌وجود آورده‌است که آن را گروه بازبه‌هنجارش[۳] می‌نامیم. این سازوکار ریاضیاتی به ما توانایی این را می‌دهد که به‌صورت سیستماتیک از مقیاس‌های کوچک به‌سمت مقیاس‌های بزرگ حرکت کنیم. قدم اساسی در این راه، میانگین‌گیری است. برای مثال، به‌جای بررسی رفتار هر اتم سازنده‌ی ماده، می‌توانیم مکعب‌های کوچکی را به عنوان واحدهای سازنده در نظر بگیریم که هر ضلع آن‌ها از ۱۰ اتم تشکیل شده‌است. حال می‌توانیم این میانگین گیری را بارها و بارها ادامه داده و برای هر سیستم فیزیکی، یک مستند «توان‌های ده» مخصوص بسازیم!

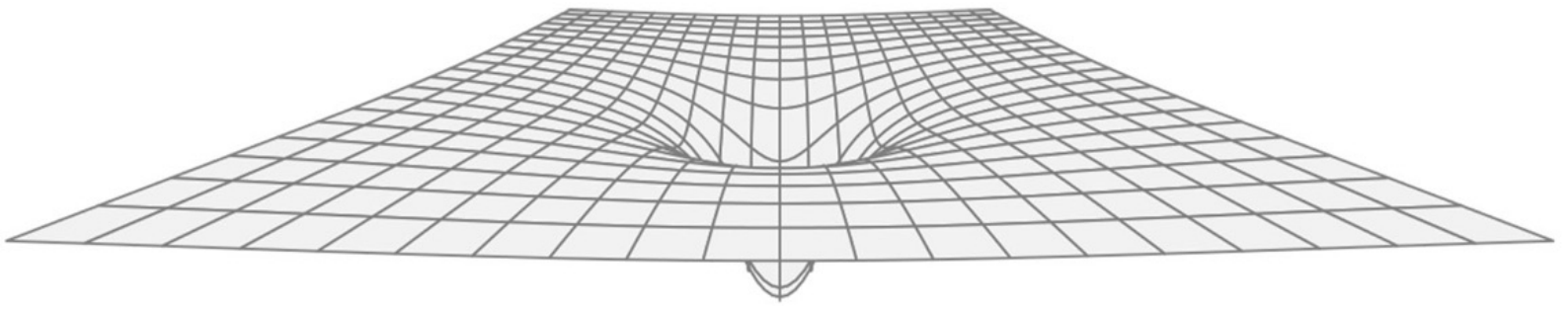
تئوری بازبه‌هنجارش این موضوع را توضیح می‌دهد که اگر مقیاس طولی را که در آن به سیستم فیزیکی‌مان نگاه می‌کنیم، تغییر دهیم، ویژگی‌های سیستم چگونه تغییر می‌کند. یک مثال معروف، بار الکتریکی ذراتی است که می‌توانند با فعل و انفعالات کوانتومی افزایش یا کاهش یابند.

یک مثال جامعه‌شناختی، تحلیل و بررسی رفتار گروه‌های اجتماعی مختلف با بزرگی‌های متفاوت بر مبنای رفتارهای فردی است؛ این‌که آیا خرد جمعی وجود دارد یا توده‌های مختلف انسانی با مسئولیت‌پذیری کم‌تری رفتار می‌کنند؟

هیجان‌انگیزترین قسمت ماجرا دو نقطه‌ی پایانی روند بازبه‌هنجارش داست: ساختارهای بی‌نهایت بزرگ و ساختارهای بی‌نهایت کوچک. معمولا در این دو نقطه، همه چیز ساده است؛ زیرا جزئیات از بین می‌رود و محیط اطراف ناپدید می‌شود. چنین چیزی را در دو نقطه‌ی پایانی مستند نیز می‌بینیم. بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین ساختارهای جهان به‌صورت شگفت‌آوری ساده هستند. این‌جاست که ما با دو «مدل استاندارد» مواجه می‌شویم؛ یکی برای فیزیک ذرات و دیگری برای کیهان‌شناسی.

شایان توجه است که بینش مدرن درباره‌ی بزرگ‌ترین چالش فیزیک نظری -تلاش برای ساختن یک نظریه‌ی کوانتومی برای گرانش- هر دو دیدگاهِ ظهوریافتگی و فروکاست‌گرایی را در بر می‌گیرد. رویکردهای سنتیِ گرانش کوانتومی، مانند نظریه‌ی ریسمان اختلالی، تلاش می‌کنند توضیح میکروسکوپی سازگاری برای همه‌ی ذرات و نیروها بیابند. این «نظریه‌ی نهایی» حتما به مفهومی مانند گرویتون (ذرات بنیادی میدان گرانشی) نیاز دارد. برای مثال، در نظریه‌ی ریسمان، گرویتون از ریسمانی تشکیل شده‌است که به‌طور خاصی ارتعاش می‌کند. یکی از موفقیت‌های نخستینِ نظریه‌ی ریسمان، طرحی برای محاسبه‌ی ویژگی‌ها و بررسیِ رفتار چنین گرویتون‌هایی بود.

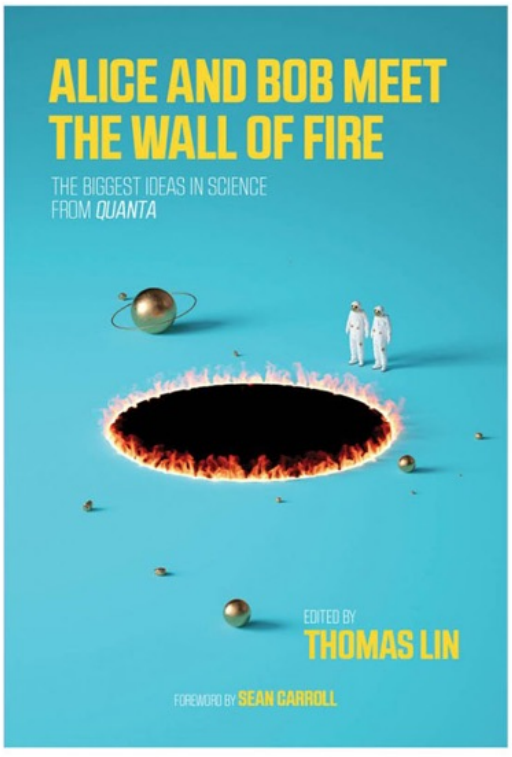
با این حال، این فقط یک جواب جزئی است. اینشتین به ما آموخت که گرانش دامنه‌ی وسیع‌تری دارد و به ساختار فضا و زمان می‌پردازد. در توصیف مکانیک کوانتومی، که فضا و زمان معنی خود را در فواصل مکانی و زمانی بسیار کوچک از دست می‌دهند، این پرسش به‌وجود می‌آید که چه چیزی را جایگزین این مفاهیم اساسی کنیم؟



رویکرد مکمل برای متحدکردنِ گرانش و نظریه‌ی کوانتوم با ایده‌های پیش‌گامانه‌ی جاکوب بکشتین و استیون هاوکینگ در زمینه‌ی محتوای اطلاعاتی سیاه‌چاله‌ها، از دهه‌ی ۱۹۷۰ آغاز شد، و با تلاش‌های اساسی خوان مالداسنا در اواخر دهه‌ی ۱۹۹۰ ساختار یافت. در این فرمول‌بندی، فضا_ زمانِ کوانتومی، که شامل تمامی ذرات و نیروهاست، از یکَ توصیف «هولوگرافیک» کاملا متفاوت می‌آید. این سیستم هولوگرافیک، کوانتومی است و هیچ فرم صریحی از گرانش در آن نیست. هم‌چنین، این رویکرد، بُعدهای فضایی کم‌تری دارد. به‌علاوه، این سیستم با یک عدد که بزرگی سیستم را اندازه‌گیری می‌کند، شناخته می‌شود. اگر این عدد را زیاد کنیم، تقریب گرانش کلاسیک نمایان‌تر می‌شود. در نهایت، فضا و زمان، همراهِ معادلات نسبیت عام اینشتین، از این سیستم هولوگرافیک به‌دست می‌آید. این فرآیند دقیقا همانند شیوه‌ای است که قوانین ترمودینامیک از کنار هم قراردادنِ حرکت مولکول‌ها شکل می‌گیرند.

از جهاتی، این شیوه در تضاد با آن چیزی است که اینشتین سعی در رسیدن به آن داشت؛ هدف او این بود که تمام قوانین طبیعت را بدونِ توجه به دینامیک فضا و زمان بسازد و به نوعی، فیزیک را به هندسه‌ی محض تقلیل دهد. برای او، فضازمان در سلسه‌مراتب اشیاء علمی، در پایین‌ترین سطح قرار داشت – همانند پایین‌ترین لایه‌ی پارک ملی گرند کنیون. دیدگاه فعلی، به فضازمان به‌عنوان نقطه‌ی شروع نگاه نمی‌کند، بلکه آن را نقطه‌ی پایان می‌داند؛ یعنی به‌عنوان یک ساختار طبیعی که از پیچیدگی اطلاعات کوانتومی پدیدار می‌شود، همانند قوانین ترمودینامیکی که بر لیوان آب روی میزمان حاکم است. شاید این‌که دو قانون فیزیکی‌ای که اینشتین آن‌ها را دوست داشت، یعنی ترمودینامیک و نسبیت عام، به‌عنوان پدیده‌های ظهوریافته منشاء مشترکی دارند، تصادفی نباشد.

از بعضی جهات، اتحاد شگفت‌انگیزِ ظهوریافتگی و فروکاست‌گرایی اجازه می‌دهد که انسانَ از این دو جهانِ بزرگ لذت ببرد. برای فیزیک‌دان‌ها، زیبایی در هردو سوی این طیف یافت می‌شود.



مترجم‌نوشت:

*این متن ترجمه‌ی فصلی است از کتاب روبه‌رو، با عنوان:
To Solve the Biggest Mystery in Physics, Join Two Kinds of Law

پاورقی‌ها:

۱-Emergence

۲-Reductionism

۳-Renormalization Group

A FILM BY
CHRISTOPHER NOLAN

معرفی فیلم

امید ظریفی

2020

هی تو! گوشِت با منه؟ می‌شنوی چی می‌گم؟ خب خوبه... شاید تو هم مثل من عاشق فیلم‌های علمی-تخیلی باشی؛ البته من بیشتر از اونایی خوشم میاد که جنبهٔ علمی‌شون به جنبهٔ تخیلی‌شون می‌چربه، یعنی اونایی که دیگه خیلی هم تخیلی نیستن! به‌هرحال، اگه درست حدس زده‌باشم، نیازی نیست الکی تلاش کنم و با این کلمه‌ها، تو رو به دیدن آخرین فیلم «کریستوفر نولان»، یعنی TENET دعوت کنم؛ چون مطمئناً اگه تا حالا اون رو ندیده‌باشی، حتماً برنامه‌ریزی کردی که به‌زودی ببینیش. اما خب این دلیل نمی‌شه من حرفایی که می‌خوام بگم، درباره‌اش نزنم! پس چشمات رو ببند، یه نفس عمیق بکش و بعد بقیهٔ متن رو بخون...

اگه بخوام تو یه عبارت، شالودهٔ آخرین فیلم نولان رو خلاصه کنم، می‌گم «بازی دیوانه‌وار با زمان». آره، نولان توی این فیلم هم مثل فیلم دوتا مونده‌به‌آخرش، یعنی Interstellar، دست روی مسئلهٔ زمان گذاشته و با اون بازی کرده؛ اما با یک تفاوت بزرگ! این‌که هرچی بازیِ نولان توی Interstellar با زمان، تا حد خوبی از لحاظ فیزیکی (در چارچوب نسبیت عام اینشتین) درست و شناخته‌شده و سازگار با علم فعلی ما هست، بازی با زمانش توی TENET ، خیلی‌خیلی دیوانه‌وار و از لحاظ فیزیکی غیرقابل پذیرشه؛ اما این اصلاً به این معنی نیست که فیلم اخیر نولان از لحاظ علمی فیلم بدیه، بلکه اتفاقاً کارگردان توانایی خودش رو توی این فیلم دقیقاً اون‌جایی نشون می‌ده که یک مفهوم غیرقابل پذیرش رو در فیزیک (یعنی توانایی برگشتن به عقب در زمان) ، به علمی‌ترین شکل ممکن به‌نمایش درمیاره، تقریباً بدون هیـــچ خودناسازگاریِ جدی! آره، ایدهٔ اصلی TENET اینه که عده‌ای می‌تونن توی زمان به عقب برگردن، همین‌قدر ساده و در عین حال متناقض.

اما بذار یه چیز جالب و باحال هم بهت بگم...

همون‌طور که بالاتر هم گفتم، از من قبول کن که فیلم Interstellar از لحاظ علمی خیلی فیلم دقیقی بود؛ می‌دونی چرا؟ خب طبیعتاً خود جناب نولان که این‌قدرها فیزیک بلد نیست! دلیل اصلیش، مشاور علمی فیلم، «کیپ تورن» بود. کیپ تورن یکی از فیزیک‌دان‌های شناخته‌شدهٔ روزگار ماست و جالب‌تر اینکه اون دو سال بعد از اکران فیلم Interstellar، یعنی توی سال ۲۰۱۷ میلادی، برندهٔ جایزهٔ نوبل فیزیک شد. (طبیعتاً به‌خاطر کارهای پژوهشی، نه همکاری‌های سینماییش!) طبق شنیده‌ها، تورن از همون شروع همکاری با نولان، توی فیلم Interstellar، این شرط رو برای نولان می‌ذاره که حتماً تو فیلمش، پدیده‌های فیزیکی شناخته-شده، مثل آروم‌گذشتن زمان در نزدیکی یک سیاه‌چاله رو، به دقیق‌ترین شکل ممکن نشون بده و تو اون‌ها دستی نبره؛ اما می‌تونه برای جاهایی، مثل داخل سیاه‌چاله، که هنوز علمی درباره‌ش نداریم، ایده بزنه و هرطور خودش می‌دونه داستان رو پیش ببره. خلاصه که نشست و برخاست با فیزیک‌دان‌های بزرگ این خوبی‌ها رو هم داره! آره دیگه! این‌طوریاست!

به هرحال، TENET برای من شبیه یه معما بود؛ اما نه معمایی که در خط سیر داستان پنهان شده‌باشه، بلکه معمایی که در فهمیدن قوانین اصولی دنیای جدیدی که نولان ساخته، دنیایی که می‌تونیم توی اون در زمان به عقب برگردیم! دنیایی که نولان تونسته اون رو خیلی خودسازگارتر از چیزی که در ابتدا تصور می‌کنیم به تصویر بکشه. پس اگه تو هم دوست داری از یه طرف یه داستان جذاب، که مأموریت نقش اولش نجات دنیاست ببینی، و از طرف دیگه، با این معمای ذهنی روبه‌رو بشی که -با این‌که غیرممکنه- اگه واقعاً می‌تونستیم توی زمان به عقب برگردیم، دنیا از دید ما و بقیه چطور می‌شد؟

چندساعتی رو خالی کن و بشین این فیلم رو ببین!

TENET
Feel it
Mumbai
孟买
London
伦敦
Posterity
后辈
Bluu~
You're not Protagonist
你不是主角
Opera?
Grandfather Paradox?
祖父悖论
Tracking...
made by
@培根悖论唠唠嘘

او می‌کشد قلاب را...

ریحانه قنبری

تا به حال به نحوه‌ی کار یک فنر فکر کرده‌اید؟ همه‌ی ما فنرهای مختلف و تفاوت حرکتشان را دیده‌ایم. با بررسی حرکت رفت و برگشتی یک فنر، چه اطلاعاتی می‌توان به دست آورد؟ این که فنر چقدر راحت بالا و پایین می‌رود، می‌تواند اطلاعاتی از جنس فنر یا شعاع حلقه‌های آن به ما بدهد.

در واقع، به هر فنر یک ضریب سختی نسبت داده می‌شود که اطلاعاتی درباره‌ی ویژگی‌های آن فنر و میزان مقاومتش برای برگشت به طول اولیه از حالت کشیده شده یا فشرده شده، به ما می‌دهد. حالا فرض کنید فنری، که همیشه به راحتی کشیده می‌شد، از زمانی به بعد به سختی کشیده شده و با سرعت کمتری به طول دلخواه ما برسد. در این حالت به نظر می‌رسد که تغییراتی در ساختار فنر رخ داده که باعث شده است فنر رفتار متفاوتی نسبت به همیشه نشان دهد.

حال بیایید کمی کاربردی‌تر به این ویژگی مواد کشسان نگاه کنیم. گلبول‌های قرمز خاصیت کشسان دارند و می‌توانند هنگام عبور از مویرگ‌ها، شکل خود را تغییر دهند. گلبول های قرمز یک فرد سالم، انعطاف پذیری بیشتری دارند و به‌راحتی می‌توانند با تغییر دادن شکل خودشان از مویرگ ها عبور کنند، اما گلبول‌های قرمز فرد مبتلا به پرفشاری خون، به علت سخت‌تر شدن دیواره‌ها، به راحتی تغییر شکل نمی‌دهند. اگر بدانیم ضریب سختی یک گلبول قرمز سالم چقدر است، می‌توانیم با کشیدن گلبول‌های قرمز و مقایسه‌ی این ضریب سختی با مقدار طبیعی، گلبول‌های قرمز بیمار را شناسایی کنیم؛ اما قطر یک گلبول قرمز در حدود ۷ میکرومتر است.

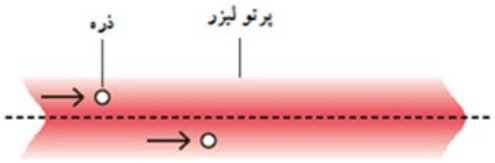
برای آنکه این عدد را درک کنید، می‌توان آن را با موی سر مقایسه کرد. قطر موی سر تقریبا ۸۰ میکرومتر است، یعنی قطر یک گلبول قرمز تقریبا ۰.۱(یک دهم) قطر موی سر انسان است. براین اساس، با چه وسیله‌ای می‌توانیم یک گلبول قرمز را با این ابعاد کوچک بکشیم و ضریب سختی‌اش را محاسبه کنیم؟

فیزیک وارد می‌شود!

حدود سال ۱۶۱۹م. بود که «کپلر» بیان کرد: نور دارای «فشار تابشی» است و می‌تواند به ذرات نیرو وارد کند، او بر این اساس، توجیه‌کرد که چرا دنباله‌دارها از خورشید دور می‌شوند. پس از آن در سال ۱۸۷۳ «ماکسول» با فرمول‌بندی تئوری الکترومغناطیس، نشان داد که نور می‌تواند به ذرات نیرو وارد کند و نظریه فشار تابشی کپلر، به شکل تئوری نیز اثبات می‌شود.

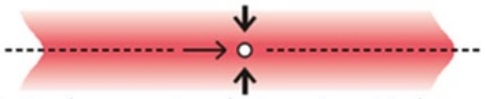
به دلیل شدت کم پرتوهای نوری که به طور معمول در اطراف خود می‌بینیم، امکان استفاده از این خاصیت نور تا پیش از ساخت لیزر فراهم نبود. در سال ۱۹۱۶م، «اینیشتین»، ایده‌ی اصلی در ساخت لیزر را بیان کرد، یعنی امکان همسو کردن امواج نوری با فرکانس مشخص و در نتیجه تولید یک پرتو نور با شدت زیاد . حدود ۴۴ سال بین مطرح شدن ایده‌ی لیزر و ساخته شدن آن، فاصله افتاد و در نهایت در سال ۱۹۶۰م. ، نخستین لیزر توسط «تئودور میمن» ساخته شد. لیزر، می‌توانست پرتو نوری با شدت زیاد تولید کند و این امکان را به دانشمندان می‌داد که بتوانند فشار تابشی‌ای را که کپلر مطرح کرده بود، به شکل عملی به آزمایش درآورند. در نهایت «اشکین» در سال ۱۹۷۰م. توانست به کمک پرتوهای لیزر، به ذراتی در ابعاد میکرومتر نیرو وارد کند و این ذرات را در جهت انتشار نور به حرکت درآورد.

گاه‌نامه‌ی جمع علمی - ترویجی رستا، نیم‌خط



ذرات کوچک با تابش نور لیزر به حرکت درمی‌آیند. سرعت این ذرات با آنچه اشکین از تئوری پیش‌بینی می‌کرد مطابقت داشت. که به معنای آن بود که فشار تابشی باعث حرکت ذرات شده است.

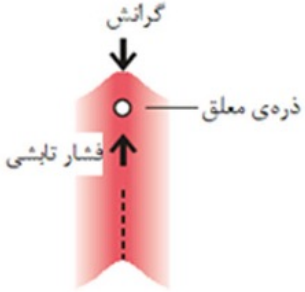
مشاهدات اشکین نشان می‌داد که شدت نور روی محور مرکزی پرتوهای لیزر بیشینه است و همین موضوع باعث می‌شود که از طرف پرتو نور، نیروهایی عرضی نیز به ذره وارد شود و آن را روی محور مرکزی پرتو به حرکت درآورد.



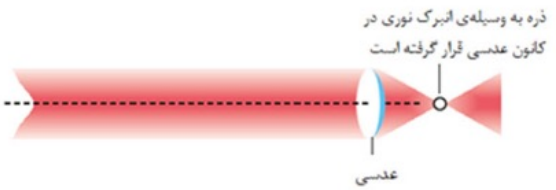
نیرویی که از طرف پرتو لیزر به ذره وارد می‌شود به نحوی است که ذره را به خط مرکزی پرتو که بیشتری شدت را دارد، هدایت می‌کند.

او در مرحله‌ی بعد توانست با وارد کردن نیرویی خلاف جهت گرانش -که از طرف پرتوهای لیزر اعمال می‌شدند- ذره‌ای را معلق نگاه‌دارد.

اشکین با تاباندن پرتوی نوری خلاف جهت نیروی گرانش توانست ذره‌ای معلق نگه دارد.



اشکین پس از مراحل اولیه‌ی ازمایش‌هایش، توانست به کمک عدسی پرتوهای نور را کانونی کند و ذره را در نقطه‌ی کانونی که شدت نور در آن بیشینه است به دام بیندازد، به این ترتیب او در واقع کنترل یک ذره در ابعاد میکرومتر را به دست گرفت؛ حال می‌توانست با جابه جا کردن این نقطه ی کانونی، ذره را به مکان دلخواهش ببرد؛ درست مانند آنکه با انبرکی یک ذره را بگیرد و جابه‌جا کند. به این ترتیب نخستین «انبرک نوری» (optical tweezers) توسط آرتور اشکین ساخته شد. با این انبرک، دانشمندان می‌توانستند ذرات را در نقطه‌ای خاص، به دام بیندازند، آن ها را جابه جا کنند و یا ساختار دلخواهشان را با حرکت این ذرات بسازند.

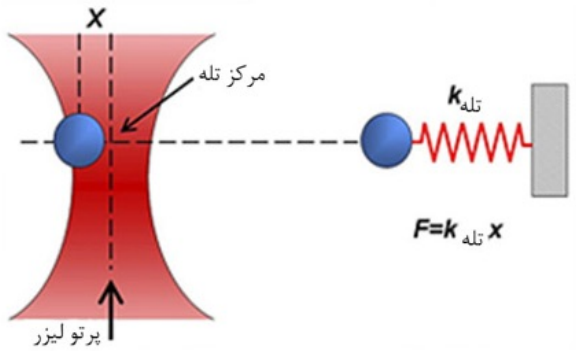


پرتو نور لیزر توسط عدسی متمرکز شده است. ذرات، باکتری‌های زنده و سلول‌ها می‌توانند به وسیله‌ی انبرک نوری به دام بیفتند.

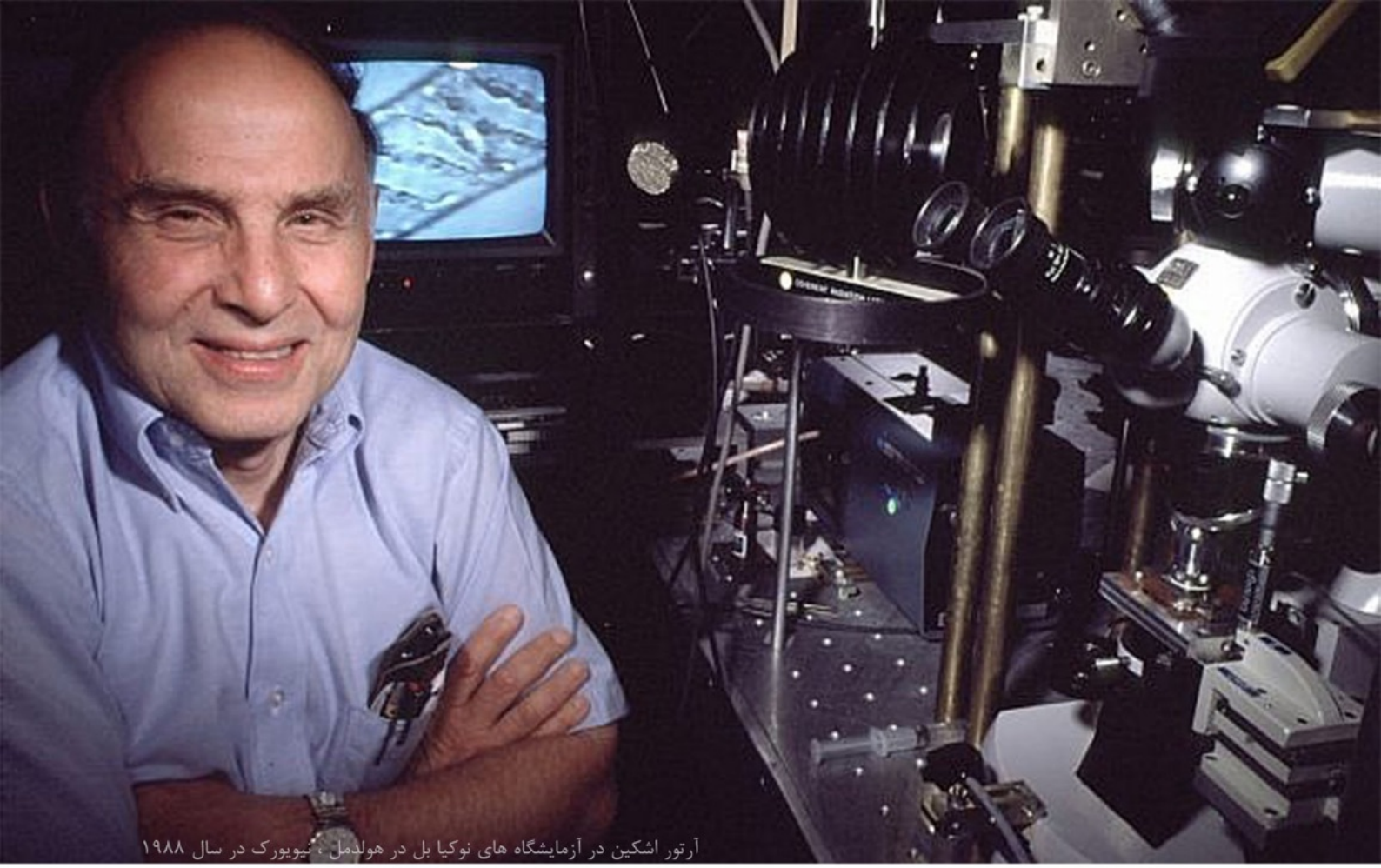
نیرویی که به ذره‌ی به دام افتاده در کانون وارد می‌شود، به شکلی است که اگر ذره را اندکی از حالت تعادل خارج کنیم، پرتوهای لیزر، نیرویی به ذره وارد می‌کنند که آن را به نقطه‌ی اولیه بازگردانند. میزان نیرویی که به ذره وارد می‌شود نیز تابعی از میزان جابه‌جایی ذره از نقطه‌ی تعادل است. این ارتباط میان نیرو و جابه‌جایی یادآور قانون هوک و نیرویی است که برای فنر می‌شناسیم. همان طور که می‌دانید، اگر جسمی را به یک فنر وصل کنیم و آن را بکشیم، از طرف فنر نیرویی به جسم وارد می‌شود تا دوباره آن را به مکان اولیه‌اش بازگرداند. این نیرو که تابعی از میزان جابه‌جایی و ضریب سختی فنر است، به قانون هوک معروف است. به بیان ریاضی داریم:

$$F = -K\,\Delta X$$

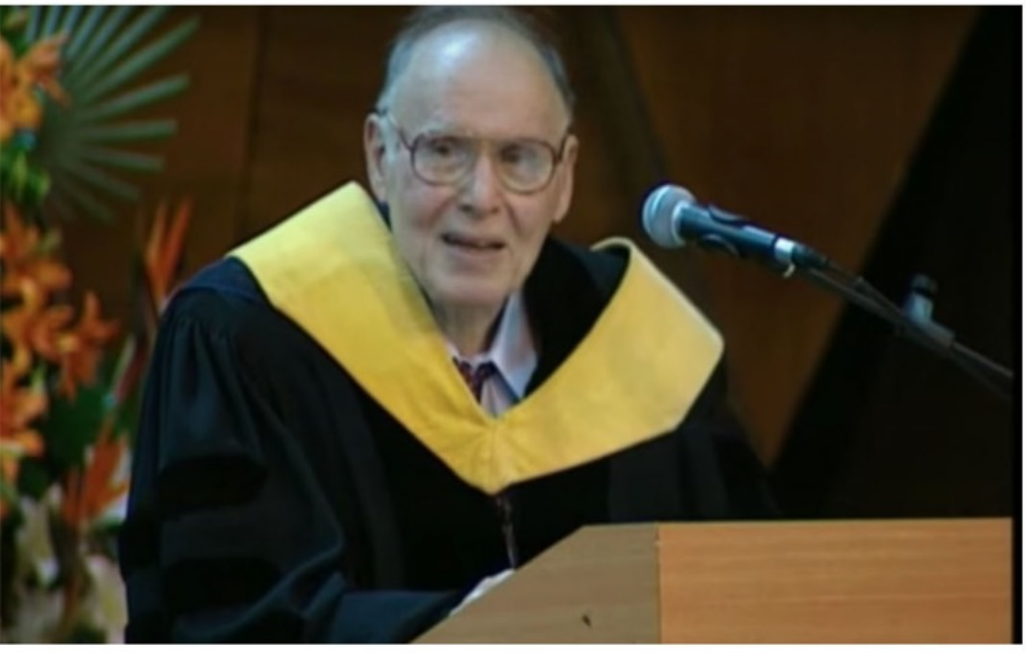
به کمک این خاصیتِ پرتوهایِ نوریِ کانونی شده، می‌توانیم یک نیروسنج نوری بسازیم که با جابه‌جا کردن ذره از نقطه‌ی تعادل، نیرویی به آن وارد کند تا دوباره به حالت اولیه بازگردد. بیایید دوباره به ابتدای این نوشته نگاهی بیندازیم: اگر بتوانیم گلبول قرمز را به کمک انبرک نوری که ساخته‌ایم بکشیم و آن را از نقطه‌ی تعادل خارج کنیم، می‌توانیم ضریب سختی گلبول قرمز را اندازه بگیریم، انبرک نوری، همان وسیله‌ای است که به آن نیاز داشتیم!



استفاده از انبرک نوری به امکان کشیدن گلبول‌های قرمز یا هر ذره‌ی کوچک دیگری محدود نمی‌شود؛ یکی از کاربردهای این وسیله‌ی جالب به دام انداختن سلول‌های زنده و باکتری‌هاست؛ این کار، به ما امکان زیرنظر داشتن فعالیت و بررسی روند تولید مثل و عملکردشان را خواهدداد.



آرتور اشکین در آزمایشگاه های نوکیا بل در هولدمل ، نیویورک در سال ۱۹۸۸



پایانی خوش برای آرتوراشکین

درسال ۲۰۱۸ میلادی آرتور اشکین در سن ۹۶ سالگی، نیمی از جایزه‌ی نوبل فیزیک را به دلیل ساخت انبرک نوری وکاربردهای این وسیله در بررسی سیستم‌های زیستی از آن خود کرد.

*در نوشتن این متن از دو مقاله‌ی منتشر شده توسط کمیته‌ی نوبل در سال۲۰۱۸ کمک گرفته شده‌است.

popular-physicsprize2018

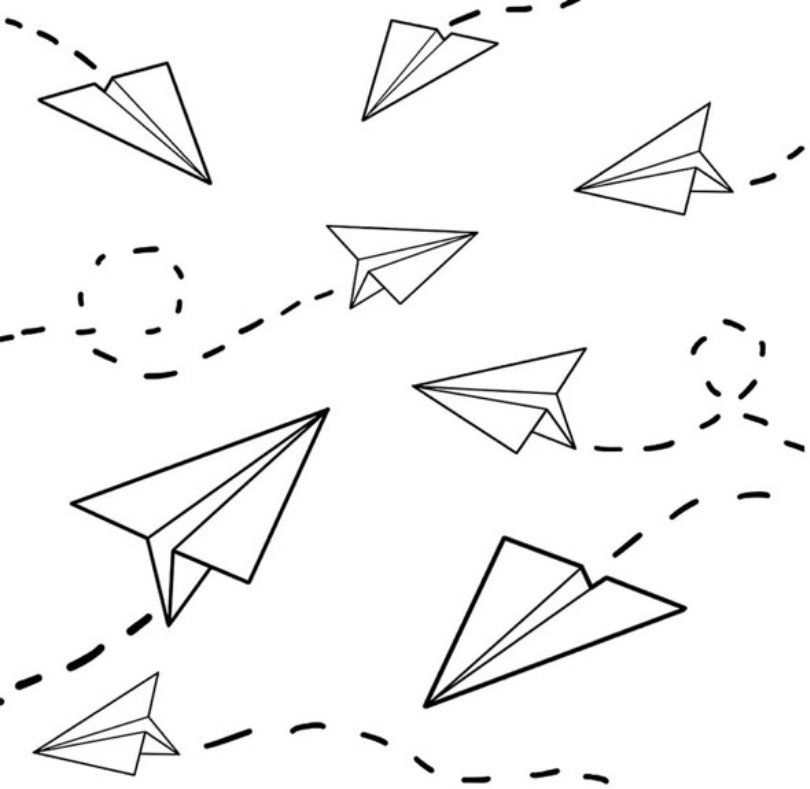
advanced-physicsprize2018

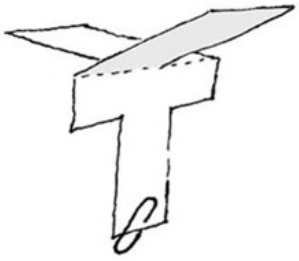
*عنوان متن برگرفته از بیت آخر غزل۸ ام از غزلیات سعدی است.

سعدی! چو جورش می‌بری نزدیک او دیگر مرو ای بی‌بصر! من می‌روم؟ او می‌کشد قلاب را

هلیکوپتر کاغذی

علیرضا طبیب‌پور





تو این قسمت می‌خوایم با یه موجود جالب به نام «هلیکوپتر کاغذی» آشنا بشیم و ببینیم چطوری کار میکنه ؟ بعدش هم با هم تحلیل می‌کنیم که چرا به این شکل کار میکنه؟

خب! پس اول دست به کار بشید وخودتون یه هلیکوپتر کاغذی بسازید.

روش ساخت هلیکوپتر کاغذی

بعد از اینکه کمک ویدیو، هلیکوپتر کاغذیتون رو ساختید، اون رو از یه ارتفاعی رها کنید (برای اینکه هلیکوپترتون خوب کار کنه، جنس کاغذتون رو، کاغذ سفید مقاوم انتخاب کنید، نه کاغذای نازک مثل کاغذ کاهی) اگه همه کارها رو درست انجام داده باشید، در کمال تعجب می‌بینید که هلیکوپتر همزمان با پایین اومدن، دورخودش می‌چرخه! این کار می‌تونه سرگرمی جالبی هم باشه. (البته فقط اولش، بعد حوصلتون سرمیره!)

حالا برای اینکه بدونیم هلیکوپتر کاغذی چرا این شکلی رفتار میکنه، وقتشه یه کم از علم فخیمه‌ی(!) فیزیک کمک بگیریم و سوالاتمون رو درباره ی این شکل حرکت ازشون بپرسیم!

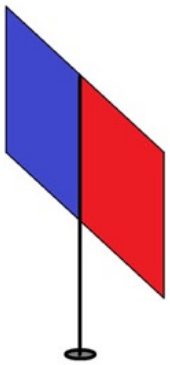
۱. چرا هلیکوپتر می‌چرخه؟

۲. مگه کسی داره بهش نیروی چرخشی وارد میکنه که بتونه بچرخه؟

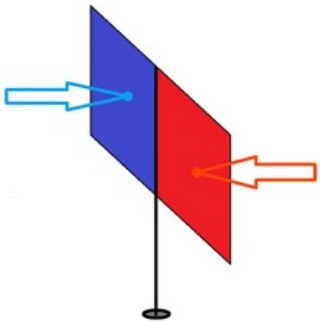
۳. آیا جهت چرخش هلیکوپتر همیشه در یه جهت ثابته یا می‌تونه تغییر کنه؟

گاه‌نامه‌ی جمع علمی - ترویجی رستا، نیم‌خط

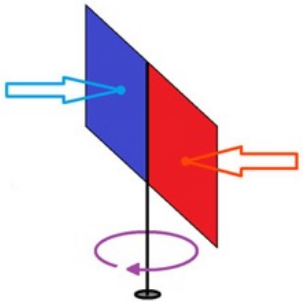
و اما پاسخ های علم فخیم فیزیک به سوالات ما :
قبل از جواب دادن به این سوالات، اول بیاید چندتا پدیده ی ساده‌تر رو بررسی کنیم. فرض کنید میله‌ای داریم که پایینش روی زمین ثابته ولی می‌تونه راحت حول خودش بچرخه؛ به دو طرف میله، صفحه‌هایی به رنگ آبی و قرمز وصل کردیم تا سیستمی شبیه شکل زیر درست بشه:



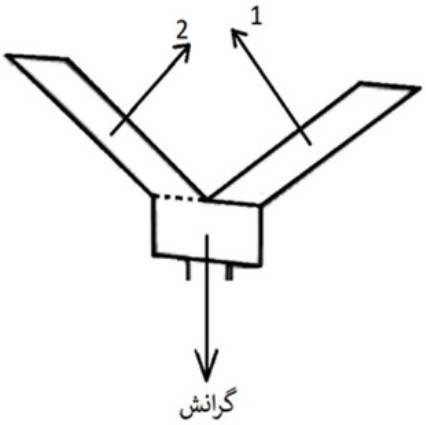
حالا فرض کنید که مثل شکل پایین، به صفحه‌ی آبی رنگ، به سمت راست و به صفحه‌ی قرمز رنگ، به سمت چپ نیرو وارد کنیم (این نیرو رو مثلا با دستمون وارد می‌کنیم و ماهیت نیرو، تفاوتی در اصل ماجرا ایجاد نمی‌کنه.)



خب با توجه به نیرویی که به صفحه‌ها وارد کردیم، به نظرتون این سیستم چجوری حرکت می‌کنه؟ خیلی واضح می‌شه دید که میله حول خودش می‌چرخه! مثل شکل زیر:

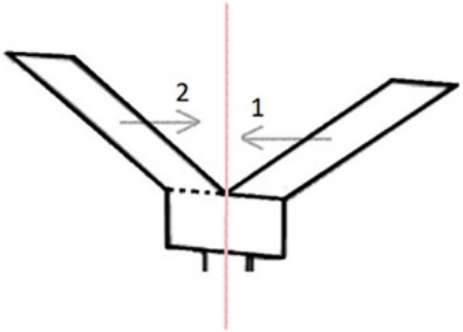


حالا برمی‌گردیم سراغ مسئله‌ی هلیکوپتر کاغذی:
زمان سقوط هلیکوپتر، چه نیروهایی بهش وارد می‌شه؟
می‌دونیم که نیروی گرانش زمین، باعث می‌شه هلیکوپتر کاغذی‌مون به سمت پایین حرکت کنه؛ ولی علت چرخش هلیکوپتر هم همینه؟یعنی اگه توی کره‌ی ماه هم رهاش کنیم، دور خودش می‌چرخه؟
متاسفانه یا خوشبختانه، جواب منفیه! (البته بعدا می‌بینیم که نیروی گرانش به صورت غیر مستقیم، توی چرخش جسم تاثیر داره).
اینجا یه نیروی خیلی مهم دیگه به هلیکوپتر وارد می‌شه که علت چرخیدنشه و اون «نیروی مقاومت هوا»ست! حتما تا حالا موقع دویدن یا بیرون بردن سرتون از پنجره‌ی ماشین درحال حرکت، نیروی مقاومت هوا رو حس کردین. وجود این نیرو، به خاطر برخوردهاییه که سطح هر جسمی با مولکول‌های هوا داره؛ بنابراین، نیروی مقاومت هوا عمود بر سطح جسمه و بر خلاف جهت حرکت جسم، بهش نیرو وارد می‌کنه. پس میشه نتیجه گرفت: هرچقد مساحت سطحی که با مولکول های هوا برخورد داره بیشتر باشه _ چون با تعداد مولکول‌های بیشتری برخورد داره_ اثر این نیرو هم بیشتره.
حالا تمام نیروهای مهمی که به هلیکوپتر وارد می‌شه، شناختید و تو شکل زیر هم میتونید ببینیدشون:



(همون‌طور که حتما خودتون هم متوجه شدید، نیروهای ۱و۲ همون نیروی مقاومت هوای وارد شده به بال ها هستن.)

کم کم داریم علت حرکت چرخشی این هلیکوپتر کاغذی، موقع رها شدن رو، درک می‌کنیم. اگه بُردار نیروهای مقاومت هوا که به بال‌ها وارد می‌شن رو بررسی کنیم، می‌بینیم که یه مولفه‌ی عمودی به سمت بالا و یه مولفه‌ی افقی به سمت داخل، داره که مولفه‌ی عمودیش، باعث می‌شه سرعت سقوط هلیکوپتر کمتر بشه.
حالا، با توجه به مثال میله، و یادآوری اینکه اونجا دیدیم نیروهای افقی که به صفحه‌های قرمز و آبی رنگ وارد کردیم، باعث چرخش میله حول خودش می‌شدن، متوجه می‌شیم که این‌جا هم، همین مولفه‌های افقی نیروی مقاومت هوا که به پره‌های هلیکوپتر کاغذی مون وارد می‌شن، باعث چرخش هلیکوپتر حول خودش شدن.
این نیروهای افقی رو توی شکل زیر رسم کردیم. (ضمنا محور تقارن هلیکوپتر رو که از وسطش رد می‌شه رو هم نشون دادیم.)



به بیان فیزیکی‌تر، هلیکوپتر کاغذی به این خاطر هنگام سقوط می‌چرخه، که نقطه‌ی اثر نیروهای مقاومت هوا با هم فرق دارن.

خیلی خب! ما تونستیم یه پدیده‌ی جالب رو به کمک علم فخیم فیزیک، توجیه کنیم و دلیل رخ دادنش رو بفهمیم.
ولی علم فیزیک از شدت دانا و فخیم بودنش، حتی قبل از انجام آزمایش هم شکل این حرکت رو پیش‌بینی می‌کنه! (جل الخالق!)
برای این‌که بفهمید چقدر خوب مطالب بالا رو متوجه شدید، سوالات این قسمت رو بخونید، روشون فکر کنید و سعی کنید از همین مطالبی که یاد گرفتید، استفاده کنید تا جوابشون رو پیدا کنید.

گاه‌نامه‌ی جمع علمی دانشجویی رسانه‌ی خط

خودتون رو محک بزنید و بعد از پاسخ دادن، آزمایشش کنید تا ببینید دقیق هست یا نه:)

۱. به نظرتون جنس کاغذ چه تاثیری روی حرکت هلیکوپتر داره؟ اگه از کاغذ کاهی یا مقوا برای ساخت هلیکوپتر استفاده کنیم، حرکتش چه تغییری می‌کنه؟
۲. جرم هلیکوپتر چه تاثیری روی شکل حرکتش داره؟ اگه به هلیکوپتر با استفاده از یه گیره یا چسب، یه پاک‌کن وصل کنیم تا وزنش زیاد بشه، حرکتش چه تغییری می‌کنه؟ آیا سرعت چرخشش کم می‌شه یا زیاد یا کلاً فرقی نمی‌کنه؟
۳. چرخش هلیکوپتر به دور خودش، در چه جهتیه (ساعتگرد یا پادساعتگرد)؟ آیا می‌شه جهتش رو عوض کرد؟ اگه می‌شه، چطوری؟
۴. ابعاد بال‌ها چه تاثیری روی حرکت هلیکوپتر داره؟ اگه بال ها رو با طول یا با عرض بیشتر، بسازیم، حرکت هلیکوپتر چه تغییری می‌کنه؟ اگه خیلی خیلی طول بال رو زیاد کنیم چی؟

ادامه‌ی راه

تا اینجا با استفاده از شهود فیزیکی، تونستید پدیده‌ای که در جهان اطرافتون اتفاق می‌افته رو توجیه و توصیف کنید و توضیح بدید که دلیل روی دادن این پدیده چیه.

ولی آیا فیزیک به همین‌جا ختم می‌شه؟
آیا فیزیک تنها ختم می‌شه به توضیح دادن و آوردن دلایل شهودی برای اتفاقات دنیای اطراف ما؟

جواب منفیه! در حقیقت فیزیک می‌تونه خیلی دقیق‌تر و کامل‌تر به مدل‌سازی جهان بپردازه. اگه یه کم فیزیک رو پیشرفته‌تر بخونیم و ابزارهای ریاضی پیشرفته‌تری داشته باشیم می‌تونیم:
نحوه‌ی دقیق حرکت هلیکوپتر، سرعت چرخش هلیکوپتر به دور خودش، سرعت سقوط و ارتفاع هلیکوپتر رو به صورت دقیق به دست بیاریم و اطلاعات دقیقی از نحوه‌ی حرکت هلیکوپتر داشته باشیم.

با استفاده از این فیزیک دقیق، می‌تونیم دلایل اتفاقات در دنیای پیرامون خودتون رو بفهمیم و حتی در صنعت ازش استفاده کنیم یا به عنوان یه فیزیک‌دان فخیم، علم فیزیک رو تا مراحل بالاتر پیشرفت بدیم.
ولی چطوری می‌شه به این فیزیک پیشرفته‌تر رسید؟
اگه علاقه‌ای به علم فیزیک دارید و این علاقه در حدی هست که تصمیم دارید در آینده فیزیک بخونید ، می‌تونید در دانشگاه رشته‌ی فیزیک و یا مهندسی‌هایی که از علم فیزیک استفاده می‌کنن رو انتخاب کنید و اگه اینقدر علاقه دارید که تا زمان دانشگاه نمی‌تونید صبر کنید و می‌خواید از همین الان فیزیک بخونید و علمتون رو تو این زمینه پیشرفت بدید، می‌تونید المپیادی بشید و رشته‌ی فیزیک رو از همین الان به صورت تخصصی‌تر و دقیق‌تر در حد علوم پیشرفته دانشگاه ادامه بدید و با قشنگی علم فیزیک بیشتر آشنا بشید و مثل بقیه‌ی المپیاد فیزیکی‌ها، در دوران دبیرستان از این علم لذت ببرید.

افلاطون

ضیافت

با کلیک بر روی این لینک و پر کردن نظرسنجی ما را در بهتر کردن نیم خط یاری کنید

عکس از مریم امام‌جمعه زاده

اگر ز اهـل دلی، باش در سفـــــر دایم
که نقطه از حرکت صد کتاب گردیده است

صائب تبریزی