بسته خانواده - برای کودک

هواپیماهایی که حرف می‌زنند

داستانی در شش فصل درباره رازی که همین حالا درست بالای خانه تو اتفاق می‌افتد. آن را همراه یک بزرگ‌تر بخوان و کارهای داخل کادرها را در طول راه امتحان کن.

آموزش - https://radar.dataero.eu/fa/learning/family/child 2026-11-21

فهرست مطالب

فصل 1 آسمان پر است و هیچ‌کس آن را نمی‌بیند
فصل 2 رعد، برق، و اینکه هواپیما چطور می‌فهمد کجاست
فصل 3 پیام: آنچه هواپیما در هر ثانیه دو بار می‌گوید
فصل 4 رنگی که چشم‌های تو نمی‌توانند ببینند
فصل 5 گوش‌های فلزی، و چرا گرد بودن زمین مهم است
فصل 6 گوش‌های زیاد، یک نقشه می‌سازند
فهمیدی؟ سه پرسش
پایان داستان می‌شود تو هم گوش‌های فلزی خودت را داشته باشی؟

فصل 1

آسمان پر است و هیچ‌کس آن را نمی‌بیند

کنار پنجره برو و به بالا نگاه کن. شاید یک هواپیما ببینی، یک برق کوچک با خطی سفید پشت سرش. شاید هم هیچ هواپیمایی نبینی. اما راز این است: تقریباً همیشه یک هواپیما بالای شهر تو هست. معمولاً چند تا. آن‌قدر بالا هستند، ده کیلومتر، یعنی ده هزار متر، بلندتر از هر کوهی در اروپا، که به‌سختی می‌توانی آن‌ها را ببینی، و آدم‌های داخل هواپیماها هم به‌سختی می‌توانند یکدیگر را ببینند.

و خیلی هم سریع‌اند. یک هواپیمای بزرگ آن بالا در هر ساعت حدود 900 کیلومتر می‌رود. یعنی در هر ثانیه 250 متر. تا پلک بزنی، به اندازه طول دو زمین فوتبال جلو رفته است. حالا هزاران هواپیما را تصور کن، در سراسر اروپا، همه در جهت‌های مختلف، همه با هم، و هیچ‌کدام نمی‌توانند بقیه را درست ببینند. یک نفر باید مطمئن شود که هیچ‌وقت بیش از حد به هم نزدیک نمی‌شوند. به این آدم مراقب پرواز (کنترلر ترافیک هوایی) می‌گویند، و قانون این است که هواپیماها همیشه باید دست‌کم سیصد متر از هم فاصله داشته باشند، در جهت بالا و پایین، یعنی به اندازه سه زمین فوتبال که سرپا ایستاده باشند، یا در کنار هم چند کیلومتر از هم دور باشند.

اما مراقب پروازی که در اتاق روی زمین نشسته، چطور می‌تواند بداند هر هواپیما در هر ثانیه کجاست، وقتی هواپیماها ده کیلومتر بالاتر و پشت ابرها پنهان‌اند؟ کل این داستان درباره همین پرسش است. پاسخ هوشمندانه است و کمی هم جادویی به نظر می‌رسد، فقط اینکه اصلاً جادو نیست. علم است، و تا پایان داستان همه بخش‌هایش را می‌فهمی.

امتحان کن: شمارش پنج‌دقیقه‌ای

پنج دقیقه از پنجره بیرون را نگاه کن و هر هواپیمایی را که می‌بینی یا صدایش را می‌شنوی بشمار. عدد را یادداشت کن. بعد از بزرگ‌ترت بخواه نقشه هواپیماها را روی گوشی‌اش باز کند و روی شهر شما بزرگنمایی کند. هواپیماهای روی نقشه را بشمار. از عددی که خودت شمردی بیشتر بود؟ تقریباً همیشه بیشتر است. هر کدام از آن هواپیماهای روی نقشه دارد همان کاری را می‌کند که در فصل 2 می‌خوانی.

فصل 2

رعد، برق، و اینکه هواپیما چطور می‌فهمد کجاست

تا حالا ثانیه‌های بین درخشش برق و غرش رعد را شمرده‌ای؟ اگر تا سه بشماری، طوفان حدود یک کیلومتر دور است. اگر تا نه بشماری، سه کیلومتر دور است. این کار به این دلیل جواب می‌دهد که نور برق فوراً به تو می‌رسد، اما صدای رعد کُند است، و هرچه طوفان دورتر باشد، صدا دیرتر به تو می‌رسد. پس **تأخیر، فاصله را به تو می‌گوید**. این را یادت بماند، چون همان ترفندی است که هواپیماها از آن استفاده می‌کنند.

بالاتر از هواپیماها، خیلی بالاتر، بیست هزار کیلومتر بالاتر در فضا، حدود سی ماهواره ویژه دور زمین می‌چرخند. هرکدام ساعتی در خود دارد که آن‌قدر دقیق است که در یک میلیون سال یک ثانیه هم عقب نمی‌افتد. و هر ماهواره همیشه با رادیو صدا می‌زند: «من ماهواره شماره دوازده هستم، دقیقاً اینجا هستم، و ساعت دقیقاً همین حالاست.» برایش مهم نیست چه کسی گوش می‌دهد. فقط مدام همین را می‌گوید.

هواپیما گوش می‌دهد. رادیو خیلی خیلی سریع است، اما بیست هزار کیلومتر حتی برای رادیو هم راه درازی است، پس صدای ماهواره کمی دیر به هواپیما می‌رسد، حدود یک‌پانزدهم ثانیه. رایانه هواپیما زمانی را که ماهواره گفته با زمانی که صدا رسیده مقایسه می‌کند. تأخیر، فاصله را می‌گوید، درست مثل رعد! پس حالا هواپیما می‌داند چقدر از ماهواره دوازده فاصله دارد. همین کار را برای سه ماهواره دیگر هم انجام می‌دهد. و در کل دنیا فقط یک جا هست که هم‌زمان دقیقاً به همان فاصله درست از هر چهار ماهواره باشد. آنجا همان جایی است که هواپیما هست. حالا هواپیما می‌داند کجاست، با دقت چند متر، و این را کاملاً خودش حساب کرده است.

به یک نکته دقت کن: ماهواره‌ها هواپیما را ندیدند. اصلاً خبر ندارند که هواپیما آنجاست. فقط زمان را بلند اعلام می‌کنند، مثل زنگ ساعت برجی که ساعت را اعلام می‌کند، و همه حساب‌وکتاب را هواپیما انجام می‌دهد. خیلی‌ها فکر می‌کنند ماهواره‌ها هواپیماها را تماشا می‌کنند. این‌طور نیست. هواپیما به ماهواره‌ها گوش می‌دهد.

امتحان کن: دست زدن و چراغ‌قوه

در یک سر حیاط یا یک اتاق دراز بایست. بزرگ‌ترت در سر دیگر می‌ایستد و دست می‌زند. همان لحظه که صدا را شنیدی دستت را بالا ببر. حالا همین کار را با روشن کردن چراغ‌قوه به‌جای دست زدن انجام بده. وقتی از هم دور هستید، صدای دست کمی دیر می‌رسد؛ نور چراغ فوراً می‌رسد. نور و رادیو آن‌قدر سریع‌اند که در خانه نمی‌توانی متوجه تأخیرشان شوی. اما ماهواره‌ها آن‌قدر دورند که حتی نور هم لحظه‌ای قابل اندازه‌گیری طول می‌کشد تا پایین بیاید.

فصل 3

پیام: آنچه هواپیما در هر ثانیه دو بار می‌گوید

پس هواپیما می‌داند کجاست. حالا نوبت بخش هوشمندانه است. به‌جای اینکه آدم‌های روی زمین بکوشند هواپیما را پیدا کنند، هواپیما خیلی ساده به آن‌ها **می‌گوید**. در هر هواپیمای بزرگ یک رادیوی کوچک هست، و تقریباً در هر ثانیه دو بار، بی‌آنکه کسی دکمه‌ای بزند، یک پیام می‌فرستد. پیام چهار بخش دارد: **من کی هستم** (هر هواپیما کد مخصوص خودش را دارد، کمی شبیه پلاک ماشین، که در تمام عمرش با او می‌ماند)، **کجا هستم** (موقعیتی که از ماهواره‌ها گرفته)، **چقدر بالا هستم**، و **با چه سرعتی و به کدام سمت می‌روم**.

هواپیما منتظر نمی‌ماند کسی از او بپرسد. پیام را برای کس خاصی هم نمی‌فرستد. فقط آن را برای همه دنیا بلند اعلام می‌کند، دو بار در ثانیه، از لحظه‌ای که شروع به حرکت می‌کند تا وقتی دوباره پارک شود. هواپیماهای دیگر آن را می‌شنوند و از آن استفاده می‌کنند تا از هم دور بمانند. مراقبان پرواز آن را می‌شنوند. و همان‌طور که در فصل 5 می‌فهمی، هر کسی که گوش مناسبی داشته باشد هم

می‌تواند آن را بشنود.

یک رادیو چطور می‌تواند «بگوید» کجاست؟ نمی‌تواند کلمه بفرستد. فقط یک کار از دستش برمی‌آید: یک تپ کوچک بفرستد، یا نفرستد. پس پیام از پاسخ‌های بله‌یانه ساخته شده است، صد و دوازده تا پشت سر هم، و همه از قبل توافق کرده‌اند که هر کدام چه معنایی دارد. بیست و چهار پاسخ بله‌یانه اول نام هواپیما را می‌سازند. شاید بیست و چهار پاسخ بله‌یانه زیاد به نظر نرسد، اما تقریباً هفده میلیون راه مختلف برای جواب دادن به آن‌ها هست، که کافی است تا هر هواپیمایی که تا حالا ساخته شده، کد خودش را داشته باشد. فرستادن کل پیام 112 پاسخی حدود یک‌ده‌هزارم ثانیه طول می‌کشد. در پایان بیست و چهار پاسخ اضافه هست که مثل یک وارسی کار می‌کنند، تا اگر پیام در راه قاطی شد، شاید چون دو هواپیما در یک لحظه با هم داد زدند، شنونده بفهمد و آن را دور بیندازد. اشکالی ندارد: هواپیما نیم ثانیه بعد دوباره آن را می‌گوید.

امتحان کن: هواپیما شو

دست‌هایت را باز کن و دور اتاق پرواز کن. هر چند قدم، پیامت را بلند بگو: «من هواپیمای زوم هستم! کنار مبل هستم! بالا هستم! سریع می‌روم!» بزرگ‌ترت برج مراقبت است، با یک تکه کاغذ، و هر بار که حرف می‌زنی جای تو را می‌کشد. بعد جایتان را عوض کنید. بعد امتحان کنید که پیام فقط دقیقه‌ای یک بار گفته شود و ببینید نقاشی برج چقدر بی‌فایده می‌شود. حالا می‌دانی چرا هواپیماهای واقعی آن را دو بار در ثانیه می‌گویند.

فصل 4

رنگی که چشم‌های تو نمی‌توانند ببینند

پیام به شکل یک **موج رادیویی** از هواپیما خارج می‌شود. و اینجا چیزی هست که بیشتر بزرگ‌ترها را شگفت‌زده می‌کند: موج رادیویی نور است. نه *شبیه* نور. خود نور *است*. همان چیزی است که از چراغ‌قوه یا خورشید بیرون می‌آید، و به همان سرعت هم می‌رود: سیصد هزار کیلومتر در یک ثانیه، یعنی هفت بار دور کل زمین. در هر ثانیه.

پس چرا نمی‌توانی آن را ببینی؟ به یک طناب فکر کن. اگر یک سرش را آرام تکان بدهی، موج‌های بزرگ و تنبل درست می‌شوند. اگر تند تکانش بدهی، موج‌های کوچک و پرجنب‌وجوش زیادی درست می‌شوند. نور هم همین‌طور است. نور قرمز خیلی تند می‌لرزد؛ نور آبی حق تندتر. چشم‌های ما طوری ساخته شده‌اند که فقط یک بازه کوچک از سرعت‌های لرزش را تشخیص بدهند، یعنی رنگ‌های رنگین‌کمان. رادیو برای چشم‌های ما خیلی آهسته می‌لرزد، هرچند هنوز هم بیش از هزار میلیون بار در ثانیه می‌لرزد. پس رادیو یک رنگ است، رنگی خیلی آهسته، که چشم‌های ما اصلاً نمی‌توانند ببینند. سگ‌ها سوت‌هایی را می‌شنوند که تو نمی‌شنوی. زنبورها نقش‌هایی روی گل‌ها می‌بینند که تو نمی‌بینی. و آنتن‌ها رنگی از نور را می‌بینند که تو نمی‌بینی.

چون آهسته می‌لرزد، موج هواپیما نسبتاً بلند است: از یک چین موج تا چین بعدی 27 سانتی‌متر است، تقریباً به اندازه یک خط‌کش مدرسه. هزاران چین از این موج‌ها همین حالا از اتاق تو می‌گذرند، از همه هواپیماهایی که تا چهارصد کیلومتری‌اند، و تو حتی یکی را هم حس نمی‌کنی.

یک نکته خیلی مهم دیگر. رادیو **صدا نیست**. جعبه‌ای که اسمش «رادیو» است صدا درست می‌کند، و این گیج‌کننده است، اما خود موج‌های رادیویی نوری بی‌صدا هستند. صدا یعنی هوایی که هوای دیگر را هل می‌دهد؛ کُند است (حدود 340 متر در ثانیه، و به همین دلیل رعد بعد از برق می‌آید)، و برای حرکت به هوا نیاز دارد. رادیو به هیچ چیز نیاز ندارد: از فضای خالی، از ماهواره‌ها تا هواپیما، می‌گذرد، جایی که هوایی برای بردن صدا وجود ندارد. غرش موتورهای هواپیما صداست و خیلی بعد از عبور هواپیما به تو می‌رسد. پیام هواپیما نور است و تقریباً پیش از آنکه هواپیما فرستادنش را تمام کند به آنتن می‌رسد.

امتحان کن: طناب و خط‌کش

یک طناب‌بازی را به دستگیره در ببند و سر دیگرش را تکان بده. آرام: موج‌های بزرگ. تند: موج‌های کوچک. هر بار یک موج را با خط‌کش اندازه بگیر. بعد خط‌کش را روی زمین بگذار: موج هواپیما، از یک چین تا چین بعدی، تقریباً همین‌قدر بلند است. حالا یک چراغ‌قوه روشن کن و بپرس نور کجاست. همه‌جا، همان لحظه. پیام هواپیما درست همین‌طور حرکت می‌کند.

فصل 5

گوش‌های فلزی، و چرا گرد بودن زمین مهم است

اگر رادیو رنگی است که ما نمی‌توانیم ببینیم، چه چیزی می‌تواند؟ پاسخ یک تکه فلز است به نام **آنتن**. وقتی موج رادیویی از روی یک تکه فلز می‌گذرد، باعث می‌شود برق داخل فلز هم‌آهنگ با موج به جلو و عقب تکان بخورد. همان تکان کوچک «شنیدن» است، و دستگاه کوچکی به نام گیرنده می‌تواند تپ‌های هواپیما را از آن بخواند. پس آنتن یک گوش فلزی است. و مثل یک گوش واقعی، اندازه‌ای دارد که به آن می‌خورد: موج هواپیما را وقتی بهتر از همه می‌شنود که یک‌چهارم طول موج باشد، یعنی حدود 7 سانتی‌متر. به همین دلیل آنتن این کار یک میله کوچک است، نه یک بشقاب بزرگ.

حالا یک گوش فلزی از چه فاصله‌ای می‌تواند صدای هواپیما را بشنود؟ شاید فکر کنی به بلندی صدای هواپیما بستگی دارد. کمی بستگی دارد. اما چیز دیگری مهم‌تر است، و آن این است: **زمین گرد است**. رادیو نور است، و نور در خط راست حرکت می‌کند و نمی‌تواند از زمین رد شود. پس یک خط راست از آنتنی روی بام خیلی زود به انحنای زمین برخورد می‌کند، و هر هواپیمایی که پشت آن انحنا باشد پنهان است، هر قدر هم صدایش بلند باشد. درست مثل کشتی‌ای که دور می‌شود: اول بدنه‌اش زیر افق ناپدید می‌شود، بعد دکلش.

هرچه بالاتر باشی، از روی انحنا دورتر را می‌بینی. این را از قبل می‌دانی: وقتی روی صندلی می‌ایستی، می‌توانی از بالای سر جمعیت ببینی. به همین دلیل آنتن‌ها را روی بام‌ها، دکل‌ها و تپه‌ها می‌گذارند. آنتنی روی بام می‌تواند هواپیمایی را که ده کیلومتر بالاست از بیش از چهارصد کیلومتر دورتر بشنود، که از بروکسل تا پاریس و برگشت هم بیشتر است. اما هواپیمایی که تازه از فرودگاهی در پنجاه کیلومتری بلند شده ممکن است کاملاً پشت زمین پنهان باشد، و آنتن تا وقتی هواپیما آن‌قدر بالا نرود که از روی انحنا سرک بکشد، صدایش را نمی‌شنود.

امتحان کن: شکار آنتن و پیاده‌روی تا افق

پنج آنتن در خانه و اطراف آن پیدا کن. سرنخ‌ها: مودم Wi-Fi، سقف ماشین، بام خانه، یک رادیو، و یکی که داخل گوشی پنهان است. دقت کن چند تا بالا قرار دارند. بعد به جایی برو که منظره دارد. چمباتمه بزن، بعد بایست، بعد روی شانه‌های بزرگ‌ترت بنشین. هر بار که بالاتر می‌روی چه چیزی پیدا می‌شود؟ این همان کاری است که بام برای آنتن می‌کند.

فصل 6

گوش‌های زیاد، یک نقشه می‌سازند

یک آنتن روی یک بام می‌تواند هواپیماها را در دایره‌ای از آسمان به پهنای چند صد کیلومتر بشنود. این خیلی است، اما همه اروپا نیست. پس صدها آنتن روی خانه‌ها، فرودگاه‌ها و مدرسه‌ها هست، و هر کدام آنچه را می‌شنود از طریق اینترنت به یک رایانه می‌فرستد. رایانه همه تکه‌ها را کنار هم می‌گذارد، مثل یک پازل که هر تکه‌اش دایره آسمانِ یک آنتن است. یک هواپیما معمولاً هم‌زمان توسط ده یا بیست آنتن شنیده می‌شود، و رایانه می‌فهمد که همان هواپیماست و آن را بیست بار نمی‌کشد.

نتیجه، نقشه زنده است. هر هواپیمایی که حرف می‌زند، کجاست، چقدر بالاست، چقدر سریع است، به کدام سمت می‌رود، و هر ثانیه به‌روز می‌شود. و حالا کل راز کارکرد آن را از اول تا آخر می‌دانی: هواپیما به ماهواره‌ها گوش می‌دهد و حساب می‌کند کجاست؛ این را دو بار در ثانیه در پیامی از 112 پاسخ بله‌یانه می‌گوید؛ پیام سوار بر موجی از نور نامرئی می‌شود؛ یک گوش فلزی روی بام آن را می‌گیرد، به شرطی که هواپیما بالاتر از انحنای زمین باشد؛ و صدها گوش با هم نقشه را می‌سازند. هیچ‌کس روی زمین هیچ چیزی را اندازه نگرفت. هواپیماها به ما گفتند و ما گوش دادیم.

یک نکته آخر، چون یک کارآگاه خوب همیشه آن را می‌پرسد. آیا نقشه *همه* هواپیماها را نشان می‌دهد؟ نه. هواپیماهایی را نشان می‌دهد که حرف می‌زنند. تقریباً همه هواپیماهای مسافربری بزرگ حرف می‌زنند. بعضی هواپیماهای کوچک، گلایدرها و بالن‌ها آن رادیو را ندارند، و بعضی هواپیماهای نظامی ترجیح می‌دهند ساکت بمانند. پس نقشه صادق است، اما کامل نیست. هیچ نقشه‌ای هیچ‌وقت کامل نیست.

امتحان کن: هواپیمای خودت را پیدا کن
نقشه هواپیماها را همراه بزرگ‌ترت باز کن و روی خانه‌تان بزرگنمایی کن. صبر کن تا هواپیمایی از بالای سرتان بگذرد، آن را روی نقشه پیدا کن و رویش بزن. نامش، ارتفاعش و مقصدش را بخوان. بعد به هواپیمای واقعی بالا نگاه کن و فکر کن: آن یکی همین حالا دارد پیامش را می‌گوید، دو بار در ثانیه، و گوش فلزی یک نفر آن را گرفته، و به همین دلیل است که می‌توانم آن را روی نقشه ببینم. بعد از خودت بپرس: اگر حرف زدنش را قطع کند چه می‌شود؟

فهمیدی؟ سه پرسش

اول به پاسخت فکر کن، بعد دکمه را بزن تا آن را وارسی کنی.

1. آیا ماهواره‌ها هواپیماها را تماشا می‌کنند؟

2. آیا موج رادیویی نوعی صداست؟

3. چرا آنتن روی بام است؟

پایان داستان

می‌شود تو هم گوش‌های فلزی خودت را داشته باشی؟

بله. یک شنونده واقعی هواپیما در یک جعبه کفش جا می‌شود: یک آنتن کوچک، یک دانگل که به یک رایانه کوچک وصل می‌شود، و اینترنت. یک بزرگ‌تر می‌تواند در یک بعدازظهر همراه تو یکی بسازد، و وقتی کار کرد، هواپیماهایی که از بالای خانه‌تان پرواز می‌کنند روی نقشه بزرگ ظاهر می‌شوند، چون گوش‌های تو آن‌ها را شنیده‌اند. از یک بزرگ‌تر بخواه صفحه کارگاه را همراه تو باز کند.

کارگاه را به یک بزرگ‌تر نشان بده `https://radar.dataero.eu/fa/learning/workshop`

پاسخ‌ها

1. آیا ماهواره‌ها هواپیماها را تماشا می‌کنند؟

نه. ماهواره‌ها فقط زمان را اعلام می‌کنند، مثل زنگ ساعت برج. هواپیما گوش می‌دهد، از روی تأخیر حساب می‌کند که هر ماهواره چقدر دور است و موقعیت خودش را پیدا می‌کند. بعد آن را به همه می‌گوید.

2. آیا موج رادیویی نوعی صداست؟

نه. نوعی نور است، رنگی که چشم‌های ما نمی‌توانند ببینند. به هوا نیاز ندارد، از فضای خالی می‌گذرد و تقریباً یک میلیون بار سریع‌تر از صدا حرکت می‌کند.

3. چرا آنتن روی بام است؟

چون زمین گرد است و رادیو در خط راست حرکت می‌کند. هرچه آنتن بالاتر باشد، خط راستش پیش از برخورد به زمین دورتر از روی انحنا می‌رود، پس هواپیماها را از فاصله دورتری می‌شنود.