بستهٔ خانواده - برای والدین

# چطور هواپیماهای سخنگو را برای یک کودک توضیح دهیم

این صفحه به شما درک موضوع را می‌دهد، نه فقط متنی برای خواندن. هر فصل یک ایده را به‌درستی توضیح می‌دهد، سپس تصویری از آن را نشان می‌دهد که کودک 5 تا 12 ساله بتواند در ذهن نگه دارد، اینکه چرا آن تصویر صادقانه است، کجا کم می‌آورد، و نمایشی روی میز آشپزخانه که آن را واقعی می‌کند. یک بار خودتان آن را بخوانید؛ پس از آن، صفحهٔ کودک کار روایت را انجام می‌دهد.

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

فهرست مطالب

چرا این موضوع با کودکان این‌قدر خوب جواب می‌دهد
فصل 1 آسمان شلوغ، و اینکه چرا کسی باید حساب آن را نگه دارد
فصل 2 هواپیما از کجا می‌داند کجاست: رعد، برق و ماهواره‌ها
فصل 3 پیام: هواپیما چه می‌گوید، و هر چند وقت یک بار
فصل 4 نور نامرئی: موج رادیویی واقعاً چیست
فصل 5 گوش‌های فلزی: آنتن‌ها، و اینکه چرا گرد بودن زمین مهم است
فصل 6 نقشه: گوش‌های زیاد یک تصویر می‌سازند
پرسش‌هایی که کودکان می‌پرسند، و پاسخ‌های صادقانه
بعدی فصل آخر یک گیرندهٔ واقعی است

## چرا این موضوع با کودکان این‌قدر خوب جواب می‌دهد

کودکان پنج تا دوازده ساله کارآگاهان ذاتی چیزهای نامرئی‌اند. آن‌ها از قبل پذیرفته‌اند که گوشی با دکلی که نمی‌بینند «حرف می‌زند»، که کنترل از راه دور چیزی را به تلویزیون «می‌فرستد»، و که ماه دریا را به سوی خود می‌کشد. چیزی که کم دارند تمایل به باور چیزهای نامرئی نیست، بلکه تصویری از چگونگی کار آن‌هاست، و با دقتی شگفت‌انگیز می‌توانند یک توضیح واقعی را از «این فقط جادوست» تشخیص دهند. ADS-B زنجیره‌ای از پنج ایده به شما می‌دهد که هرکدام تصویری ملموس و صادقانه دارد که کودک می‌تواند در ذهن نگه دارد، و هرکدام را می‌توان در خانه با یک طناب، یک چراغ‌قوه و یک گوشی نشان داد.

اصل راهنمای این صفحه این است که ساده‌سازی باید یک حقیقت باشد که ساده گفته شده، نه یک نادرستی که آرامش‌بخش گفته شده. «رادیو نوری است که چشم‌های ما نمی‌بینند» ساده شده اما درست است، و یک فیزیک‌دان سر تکان می‌دهد. «رادیو نوع خاصی از صداست» ساده و نادرست است، و باید در چهارده‌سالگی از ذهن پاک شود. برای هر تشبیه در ادامه مشخص شده که کجا درست است و کجا کم می‌آورد، تا بتوانید با اطمینان بگویید «کمی شبیه ... است» و وقتی فرزندتان پافشاری می‌کند بگویید «اما نه دقیقاً، چون ...».

**عمق بر اساس سن**

برای کودک 5 تا 7 ساله، فصل‌های 1، 3، 4 و 6 کافی است، به شکل یک داستان، و اصل کار همان نمایش‌هاست. با کودک 8 تا 12 ساله هر شش فصل را بگذرانید؛ آن‌ها عددها را می‌خواهند (دو بار در ثانیه، 300 000 کیلومتر در ثانیه، 400 کیلومتر) و «چرا» را هم، و می‌توانید بگذارید خودشان با نقشهٔ زنده کار کنند. اگر توضیح کامل بزرگسالانه برای هر فصل را می‌خواهید، دورهٔ مرجع آن را به تفصیل پوشش می‌دهد.

فصل 1

## آسمان شلوغ، و اینکه چرا کسی باید حساب آن را نگه دارد

**ایده.** در یک روز معمولی حدود 30 000 پرواز از روی اروپا می‌گذرد. بالای یک شهر بلژیکی تقریباً همیشه دست‌کم یک هواپیمای مسافربری در آسمان هست، معمولاً چندتا، و تقریباً همهٔ آن‌ها آن‌قدر بالا هستند که نمی‌توان به‌روشنی دیدشان: ده کیلومتر بالاتر، جایی که هوا رقیق و سرد است و هواپیماها فقط به شکل یک برق یا یک خط سفید دیده می‌شوند. آن‌ها با سرعتی حدود 900 کیلومتر در ساعت پرواز می‌کنند، یعنی هر ثانیه 250 متر، و یکدیگر را بهتر از آنکه ما آن‌ها را می‌بینیم نمی‌بینند. پس کسی روی زمین باید همیشه بداند هرکدام کجاست تا آن‌ها را از هم دور نگه دارد. نام این کار مراقبت پرواز (کنترل ترافیک هوایی) است، و پرسش اصلی کل دوره این است: آن‌ها از کجا می‌دانند؟

**تصویر کودک.** آسمان بزرگراهی است که هیچ جاده‌ای رویش کشیده نشده و هیچ خطی بین لاین‌ها ندارد، و ماشین‌های روی آن از هر چیزی روی زمین تندتر می‌روند و یکدیگر را نمی‌بینند. یک نفر باید برای کل آسمان مثل مأمور عبور و مرور جلوی مدرسه باشد. کودکان وقتی می‌فهمند چند هواپیما آن بالاست واقعاً هیجان‌زده می‌شوند؛ این شگفتی قلابی است برای همهٔ آنچه بعد می‌آید.

**کجا درست است و کجا کم می‌آورد.** تصویر بزرگراه برای «سریع، زیاد، باید از هم دور نگه داشته شوند» خوب است. اگر کودک نتیجه بگیرد که هواپیماها در مسیرهای کشیده‌شده نزدیک به هم حرکت می‌کنند، گمراه‌کننده است؛ در واقع آن‌ها دست‌کم 300 متر در ارتفاع و چند کیلومتر در افق از هم فاصله دارند، و برای همین است که برخورد این‌قدر نادر است. بگویید: «قانون این است که هیچ‌وقت نباید از سه زمین فوتبال که روی هم گذاشته شده‌اند به هم نزدیک‌تر شوند».

**در خانه: شمارش پنج‌دقیقه‌ای**

پنج دقیقه کنار پنجره یا در حیاط بایستید، نگاه کنید و گوش بدهید. هر هواپیمایی را که می‌بینید یا می‌شنوید علامت بزنید. سپس نقشهٔ زنده را روی گوشی باز کنید، روی شهرتان بزرگنمایی کنید و مقایسه کنید: تقریباً همیشه چندتا بیشتر از آنچه دیده‌اید هست. فاصلهٔ بین آنچه چشم می‌گیرد و آنچه نقشه نشان می‌دهد، خودِ درس است: آسمان بسیار شلوغ‌تر از آن است که به نظر می‌رسد، و کسی می‌تواند همهٔ آن را ببیند. شمارش را نگه دارید؛ در فصل 6 دوباره از آن استفاده می‌کنید.

فصل 2

## هواپیما از کجا می‌داند کجاست: رعد، برق و ماهواره‌ها

**ایده.** نکتهٔ زیرکانهٔ ADS-B این است که زمین لازم نیست هواپیما را پیدا کند: هواپیما از قبل می‌داند کجاست و فقط آن را اعلام می‌کند. این را به لطف ماهواره‌های ناوبری می‌داند، حدود سی ماهواره که در ارتفاع 20 000 کیلومتری به دور زمین می‌چرخند، هرکدام با یک ساعت بسیار دقیق، و هرکدام بی‌وقفه اعلام می‌کند: «من ماهوارهٔ شمارهٔ 12 هستم و ساعت دقیقاً ... است». رادیو برای پایین آمدن از آن ارتفاع کمی زمان لازم دارد، حدود هفت صدم ثانیه، پس هواپیما ساعت هر ماهواره را کمی دیر می‌شنود. میزان این تأخیر به آن می‌گوید آن ماهواره چقدر دور است. با چهار ماهواره، چهار فاصله به دست می‌آید، و در کل دنیا فقط یک نقطه هست که از هر چهارتا به فاصلهٔ درست باشد: همان‌جا هواپیماست، با دقت چند متر.

**تصویر کودک.** رعد و برق. برق را فوراً می‌بینید، صدای رعد را بعداً می‌شنوید، و هرچه فاصله بیشتر باشد، طوفان دورتر است: ثانیه‌ها را بشمارید و بر سه تقسیم کنید تا کیلومتر به دست آید. ماهواره همان برق است، و هواپیما شمایید که می‌شمارید. حالا تصور کنید چهار طوفان هم‌زمان در چهار جهت باشد؛ اگر می‌دانستید هرکدام چقدر دور است، می‌توانستید دقیقاً بفهمید کجا ایستاده‌اید. کودکانی که رعد را شمرده‌اند، نیمی از این ایده را از قبل در اختیار دارند.

**کجا درست است و کجا کم می‌آورد.** برای «تأخیر، فاصله را می‌گوید» به‌خوبی درست است. فقط در یک جا کم می‌آورد: در رعد، چیز کند (صدا) بعد از چیز تند (نور) می‌رسد و شما این دو را با هم مقایسه می‌کنید. در ماهواره‌ها فقط یک سیگنال هست، و هواپیما می‌داند چه وقت فرستاده شده چون ماهواره زمان ارسال را داخل پیام می‌نویسد، مثل نامه‌ای که ساعت پست کردنش رویش نوشته شده باشد. اگر فرزندتان پرسید «اما هواپیما از کجا می‌داند ماهواره کی فریاد زده؟»، این پاسخ درست است، و نشانه‌ای است که موضوع را فهمیده است.

**در خانه: بازی پژواک**

در دو سر یک اتاق بلند یا حیاط بایستید. یکی دست می‌زند؛ دیگری همان لحظه که صدا را می‌شنود دستش را بالا می‌برد. نزدیک‌تر شوید، دورتر شوید. حالا به‌جای دست زدن، با چراغ‌قوه نور بزنید: هیچ تأخیری که بتوانید متوجه شوید وجود ندارد. این تفاوت صدا (کند، 340 متر در هر ثانیه) با نور یا رادیو است (آن‌قدر سریع که در خانه تأخیرش دیده نمی‌شود، اما ماهواره‌ها آن‌قدر دورند که حتی نور هم لحظه‌ای قابل اندازه‌گیری طول می‌کشد). برای کودک بزرگ‌تر عدد را هم اضافه کنید: نور در یک ثانیه 300 000 کیلومتر می‌رود، و ماهواره 20 000 کیلومتر بالاتر است، پس تأخیر حدود یک پانزدهم ثانیه است.

فصل 3

## پیام: هواپیما چه می‌گوید، و هر چند وقت یک بار

**ایده.** تقریباً دو بار در هر ثانیه، یک رادیوی کوچک روی هواپیما، یعنی ترانسپوندر، بدون اینکه کسی از آن بخواهد، یک پیام کوتاه می‌فرستد. پیام چهار بخش دارد: یک نام (کدی دائمی که هنگام ثبت به هر هواپیما داده می‌شود، کمی شبیه پلاک ماشین، به‌علاوهٔ شناسهٔ رادیویی پرواز مثل «Brussels Airlines 1234»)، یک موقعیت (موقعیت ماهواره‌ای از فصل 2)، یک ارتفاع (که از فشار هوای بیرون اندازه‌گیری می‌شود و با بالا رفتن کم می‌شود)، و یک سرعت و جهت. پیام بسیار کوچک است، به طول 112 پاسخ بله یا نه، و حدود یک ده‌هزارم ثانیه طول می‌کشد. در انتهای آن 24 پاسخ بله یا نه اضافه هست که مثل رقم کنترلی یک بارکد عمل می‌کنند: شنونده روی پیام یک محاسبه انجام می‌دهد، و اگر نتیجه با رقم کنترلی جور نباشد، چیزی در راه به‌هم ریخته و پیام دور انداخته می‌شود.

**تصویر کودک.** هواپیما کودکی است که در اتاق راه می‌رود و هر نیم ثانیه می‌گوید: «من زووم هستم، کنار مبلم، بالا هستم، تند می‌روم». منتظر نمی‌ماند کسی از او بپرسد، برایش مهم نیست چه کسی گوش می‌دهد، و هرگز دست نمی‌کشد. این تنها تصویری در دوره است که کودک می‌تواند با تمام بدنش آن را بازی کند، و ارزش انجام دادن دارد، چون پس از آن «هواپیما پیامش را می‌فرستد» دیگر یک مفهوم انتزاعی نیست، بلکه چیزی است که خودش بوده است.

**کجا درست است و کجا کم می‌آورد.** برای «خودکار، تکراری، پخش‌شده برای همه» درست است، که دقیقاً همان سه ویژگی است که برای مهندسان مهم است. روی کلمهٔ «می‌گوید» کم می‌آورد: پیام کلمه یا صدا نیست بلکه الگویی از ضربه‌های رادیویی است، که موضوع فصل 4 است. اگر کودک بزرگ‌تر است، 112 پاسخ بله یا نه را توضیح دهید: «هواپیما نمی‌تواند حرف بفرستد، فقط می‌تواند بله یا نه بفرستد، پس 112 تا از آن‌ها را پشت سر هم می‌فرستد، و همه توافق کرده‌اند که هرکدام چه معنایی دارد. بیست‌وچهارتای اول، روی هم، نامش را می‌سازند». به یک کودک 10 ساله می‌توان نشان داد که 24 پاسخ بله یا نه نزدیک به 17 میلیون نام مختلف می‌سازد، که برای همهٔ هواپیماهایی که تاکنون ساخته شده کافی است.

**یک اشتباه رایج که باید جلویش را گرفت.** بسیاری از کودکان (و بزرگسالان) فکر می‌کنند هواپیما «با رادار دیده می‌شود» یا «ماهواره‌ها تماشایش می‌کنند». ماهواره هواپیما را تماشا نمی‌کند؛ هواپیما به ماهواره گوش می‌دهد، حساب می‌کند کجاست، و سپس خودش به زمین می‌گوید. رادار وجود دارد و هنوز به کار می‌رود، اما برعکس کار می‌کند، با برگرداندن یک سیگنال از روی هواپیما. ارزش دارد این تفاوت را روشن بیان کنید، چون همهٔ هدف ADS-B همین است: هیچ‌کس هواپیما را پیدا نمی‌کند، هواپیما خودش را اعلام می‌کند.

**در خانه: هواپیما باشید، بعد برج مراقبت**

کودک هواپیماست: دست‌ها باز، در اتاق راه می‌رود و هر چند قدم پیام چهاربخشی را می‌گوید. شما برج مراقبت هستید با یک برگه کاغذ، و هر بار که حرف می‌زند جایش را می‌کشید. سپس جایتان را عوض کنید. بعد امتحان کنید که کودک فقط دقیقه‌ای یک بار پیام را بگوید: ببینید بین دو پیام چقدر جلو می‌رود، و نقشهٔ شما چقدر عقب می‌ماند. برای همین است که دو بار در ثانیه مهم است.

فصل 4

## نور نامرئی: موج رادیویی واقعاً چیست

**ایده.** پیام به شکل موج رادیویی از هواپیما بیرون می‌رود، و موج رادیویی نور است. نه «شبیه» نور: همان چیز. نور موجی از الکتریسیته و مغناطیس است که با سرعت 300 000 کیلومتر در هر ثانیه در فضا حرکت می‌کند، و چیزی که یک موج را قرمز، دیگری را آبی، و دیگری را موج رادیویی یا اشعهٔ ایکس می‌کند فقط سرعت لرزیدن آن است. چشم‌های ما طوری ساخته شده‌اند که فقط یک محدودهٔ باریک از سرعت‌های لرزش را ببینند، یعنی رنگ‌های رنگین‌کمان را. رادیو بسیار آرام‌تر از هر چیزی که چشم ما بتواند بگیرد می‌لرزد: موج هواپیما 1 090 میلیون بار در ثانیه می‌لرزد، که سریع به نظر می‌رسد تا وقتی بفهمید نور سبز باز هم نیم میلیون بار تندتر می‌لرزد. لرزش آرام یعنی موج «بلند» هم هست: فاصلهٔ یک موج تا موج بعدی 27.5 سانتی‌متر است، تقریباً اندازهٔ یک خط‌کش مدرسه، در حالی که برای نور سبز کمتر از یک‌هزارم میلی‌متر است.

**تصویر کودک.** رنگی که چشم‌های شما نمی‌بیند. کودکان فوراً می‌پذیرند که سگ‌ها صدای سوت‌هایی را می‌شنوند که ما نمی‌شنویم، و زنبورها روی گل‌ها نقش‌هایی می‌بینند که ما نمی‌بینیم؛ «رادیو رنگی است که ما نمی‌بینیم، اما آنتن می‌بیند» دقیقاً همان‌جا می‌نشیند. سپس طناب: طناب را آرام تکان دهید، موج‌های بلند و تنبل می‌گیرید؛ تند تکان دهید، موج‌های کوتاه و پرجنب‌وجوش. رادیو از نوع بلند و تنبل است، نور از نوع کوتاه و پرجنب‌وجوش، و هر دو با یک سرعت در طول طناب حرکت می‌کنند.

**کجا درست است و کجا کم می‌آورد.** طناب برای «موج»، «طول موج» و «تکان تندتر موج کوتاه‌تر می‌سازد» درست است، که فیزیک واقعی است (سرعت طناب ثابت است، پس بسامد ضرب در طول موج ثابت می‌ماند، دقیقاً مثل نور). کم آوردنش در این است که طناب به خود طناب نیاز دارد: نور و رادیو به هیچ چیز نیاز ندارند و از فضای خالی رد می‌شوند، و سیگنال ماهواره همین‌طور به هواپیما می‌رسد. اشتباهی که بیش از همه باید از آن پرهیز کرد، یکی دانستن رادیو و صداست. صدا برخورد مولکول‌های هوا با یکدیگر است، کند (340 متر در ثانیه)، و به هوا نیاز دارد. رادیو نور است، نزدیک به یک میلیون بار سریع‌تر، و به هیچ چیز نیاز ندارد. جعبه‌ای که در آشپزخانه «رادیو» نام دارد در واقع گیرندهٔ نور رادیویی است که آنچه را می‌گیرد به صدا تبدیل می‌کند، و ارزش دارد این را بگویید.

**در خانه: طناب و چراغ‌قوه**

یک طناب‌بازی را به دستگیرهٔ در ببندید. تکان‌های آرام، تکان‌های تند؛ یک موج از هرکدام را با خط‌کش اندازه بگیرید. سپس چراغ‌قوه: روشنش کنید و بپرسید نور کجاست. همه‌جای اتاق، در همان لحظه. بپرسید: «اگر چراغ‌قوه یک رادیو بود، آنتن هواپیما می‌توانست آن را ببیند؟» بله، چون از همان جنس است. در پایان یک خط‌کش را بالا بگیرید: «موج هواپیما از یک موج تا موج بعدی همین‌قدر است، و همین حالا از این اتاق رد می‌شود، هزاران موج در ثانیه، و ما حتی یکی را هم نمی‌بینیم».

فصل 5

## گوش‌های فلزی: آنتن‌ها، و اینکه چرا گرد بودن زمین مهم است

**ایده.** موج رادیویی که از کنار یک تکه فلز رد می‌شود، الکتریسیتهٔ داخل فلز را هم‌پای خود به جلو و عقب می‌برد. همین جابه‌جایی بسیار کوچک همان «شنیدن» است. فلز وقتی بهتر از همه می‌شنود که اندازه‌اش برای موج درست باشد، یعنی یک‌چهارم فاصلهٔ موج تا موج، که برای موج هواپیما حدود 7 سانتی‌متر است. برای همین است که آنتن این کار یک میلهٔ کوچک است، و سیمی با طول نادرست بد می‌شنود: آنتن گوشی کوک‌شده است، مثل تابی که فقط وقتی بالا می‌رود که آن را با ریتم خودش هل بدهید. چون رادیو نور است، در خط راست می‌رود، و چون زمین گرد است، خط راستی که از یک آنتن پایین شروع شود زود به زمین می‌خورد. هرچه آنتن بالاتر باشد، خط پیش از آنکه زمین سد راهش شود دورتر می‌رود: از روی یک پشت‌بام، هواپیمایی را که ده کیلومتر بالاست می‌توان از بیش از 400 کیلومتر دورتر شنید، دورتر از رفت‌وبرگشت بروکسل تا پاریس. فراتر از آن، هواپیما زیر افق و خاموش است، هرقدر هم سیگنالش قوی باشد.

**تصویر کودک.** دو تصویر. آنتن یک گوش فلزی است، و مثل گوش واقعی اندازه‌ای دارد که با صداهای خاصی جور است (کودک می‌داند گوش‌های بزرگ سگ و گوش‌های کوچک موش چیزهای متفاوتی می‌شنوند). و افق یعنی ایستادن روی صندلی برای دیدن از بالای سر جمعیت: زمین توپی بسیار بزرگ است، و هرچه بالاتر باشید، از روی انحنای آن دورتر را می‌بینید. دکل کشتی، فانوس دریایی، دیده‌بانی که بالای درخت رفته، همه همین ایده‌اند، و کودکان معمولاً یکی از آن‌ها را در داستانی دیده‌اند.

**کجا درست است و کجا کم می‌آورد.** تصویر گوش برای «موج را می‌گیرد، برای یک اندازه کوک شده» درست است. کم آوردنش در این است که گوش جایی است که شنیدن هم در آن اتفاق می‌افتد، در حالی که آنتن فقط می‌گیرد: رمزگشایی واقعی در یک گیرنده و یک کامپیوتر انجام می‌شود، که موضوع فصل 6 است. تصویر صندلی تقریباً دقیق است؛ تنها نکتهٔ تکمیلی برای کودک بزرگ‌تر این است که هوا رادیو را کمی به سمت پایین خم می‌کند، پس افق رادیویی کمی دورتر از افقی است که می‌بینید.

**در خانه: شکار آنتن و پیاده‌روی افق**

آنتن‌ها را پیدا کنید: مودم وای‌فای (میله‌هایش، یا پنهان در داخلش)، باله‌ای روی سقف ماشین، گوشی (پنهان در لبه‌اش)، یک رادیو، پشت‌بام. ببینید چندتا بالا قرار دارند، و بپرسید چرا. سپس به جایی بروید که چشم‌انداز دارد: کودکی که چمباتمه زده، بعد ایستاده، بعد روی شانه‌های شما، هر بار کمی دورتر را می‌بیند. توضیح دهید که آنتن روی پشت‌بام یک خانه هم همین کار را می‌کند، و هواپیمایی که دور است «پشت زمین گرد پنهان شده» تا وقتی آن‌قدر بالا برود که بتواند سرک بکشد.

فصل 6

## نقشه: گوش‌های زیاد یک تصویر می‌سازند

**ایده.** یک آنتن دایره‌ای از آسمان به پهنای چند صد کیلومتر را می‌شنود. هیچ‌کس نمی‌تواند از یک پشت‌بام کل اروپا را بشنود، پس نقشه از صدها آنتن ساخته می‌شود، روی خانه‌ها، فرودگاه‌ها و مدرسه‌ها، که هرکدام آنچه را می‌شنود از راه اینترنت به یک جا می‌فرستد، جایی که یک کامپیوتر تکه‌ها را به هم وصل می‌کند: یک هواپیما معمولاً هم‌زمان توسط ده یا بیست آنتن شنیده می‌شود، و کامپیوتر می‌فهمد که همه یکی‌اند. نتیجه نقشهٔ زنده است: هر هواپیمایی که حرف می‌زند، کجاست، چقدر بالاست، چقدر تند می‌رود، و هر ثانیه به‌روز می‌شود. زمین هیچ‌کدام از این‌ها را اندازه نگرفت؛ هواپیما گفت، آنتن‌ها گوش دادند، و کامپیوتر تکه‌ها را کنار هم گذاشت. مراقبان پرواز تقریباً همین تصویر را می‌بینند، با رادار که به‌عنوان نظر دوم روی آن اضافه شده است.

**تصویر کودک.** یک پازل. هر آنتن یک تکه در دست دارد، یک دایره از آسمان؛ همهٔ دایره‌ها را کنار هم بگذارید و تصویر کامل را دارید، با تکه‌هایی که در لبه‌ها روی هم افتاده‌اند. یا بازی «تلفن خراب» به شکل وارونه: به‌جای اینکه یک پیام دست‌به‌دست شود و خراب شود، صدها شنونده هرکدام آنچه شنیده‌اند را گزارش می‌دهند، و آن‌هایی که یک چیز را شنیده‌اند حرف هم را تأیید می‌کنند.

**کجا درست است و کجا کم می‌آورد.** پازل برای پوشش تقریباً دقیق است. جایی که تصویر به احتیاط نیاز دارد «همهٔ هواپیماها» است: فقط هواپیماهایی که حرف می‌زنند نشان داده می‌شوند. تقریباً همهٔ هواپیماهای مسافربری حرف می‌زنند؛ هواپیماهای کوچک شخصی، گلایدرها و بسیاری از هواپیماهای نظامی ممکن است حرف نزنند، و هواپیمایی که گیرندهٔ ماهواره‌ای‌اش پارازیت گرفته، حرف بی‌معنی می‌زند. پس نقشه صادق است اما کامل نیست، و دانستن این دربارهٔ هر نقشه‌ای برای کودک چیز خوبی است.

**در خانه: هواپیمای خودتان را پیدا کنید**
نقشهٔ زنده را باز کنید، روی خانه‌تان بزرگنمایی کنید، و منتظر بمانید هواپیمایی از بالای سرتان رد شود. آن را روی نقشه پیدا کنید و رویش بزنید: نام، ارتفاع، سرعت، از کجا آمده و به کجا می‌رود. سپس به آن برق در آسمان نگاه کنید و بگویید: «همین حالا دارد پیامش را می‌گوید، دو بار در ثانیه، و آنتن کسی آن را گرفته، و برای همین است که ما آن را روی نقشه می‌بینیم». با شمارش فصل 1 مقایسه کنید. با پرسشی تمام کنید که کل زنجیره را می‌آزماید: «اگر آن هواپیما از حرف زدن دست بکشد چه می‌شود؟» (از نقشه ناپدید می‌شود، هرچند مراقبان پرواز هنوز رادار را دارند.)

## پرسش‌هایی که کودکان می‌پرسند، و پاسخ‌های صادقانه

این‌ها پرسش‌هایی هستند که بیش از همه پیش می‌آیند، و هرکدام سزاوار پاسخی واقعی است و نه پاسخی آرامش‌بخش، چون هرکدام نشانه‌ای است که کودک دارد مدلی را که به او داده‌اید می‌آزماید.

**«اگر داد بزنم هواپیما صدایم را می‌شنود؟»** نه، و دلیلش همهٔ فصل 4 است: فریاد صداست، موجی در هوا که در چند صد متر خاموش می‌شود، در حالی که رادیوی هواپیما فقط به نور نامرئی ماهواره‌ها و هواپیماهای دیگر گوش می‌دهد. ارزش دارد اضافه کنید که هیچ چیزی در خانهٔ شما هم با هواپیما حرف نمی‌زند. نقشه کاملاً با گوش دادن کار می‌کند.

**«خلبان برای فرستادن پیام دکمه‌ای را فشار می‌دهد؟»** نه. ترانسپوندر خودش آن را می‌فرستد، دو بار در هر ثانیه، از لحظه‌ای که هواپیما شروع به حرکت می‌کند تا وقتی پارک شود، و خلبان بدون خاموش کردن ترانسپوندر نمی‌تواند جلویش را بگیرد، که در پرواز ممنوع است. این همان «خودکار» در نام سامانه است، و دلیل اینکه وقتی هواپیما در برد است، نقشه هیچ‌وقت جای خالی ندارد.

**«هواپیما هم ما را روی نقشه می‌بیند؟»** خانه‌ها یا آدم‌ها را نمی‌بیند. اما می‌تواند پیام‌های هواپیماهای دیگر اطرافش را بشنود، و در یک هواپیمای مسافربری امروزی آن‌ها روی صفحه‌ای در کابین خلبان نشان داده می‌شوند، پس خلبان‌ها همان تصویری را می‌بینند که مراقبان پرواز می‌بینند و می‌توانند از هم دور بمانند حتی اگر زمین ساکت بود. به عبارت دیگر، هواپیماها هم حرف می‌زنند و هم به یکدیگر گوش می‌دهند.

**«چرا نمی‌توانم موج را ببینم؟»** چون چشم‌ها فقط برای نوری ساخته شده‌اند که بسیار بسیار تند می‌لرزد، یعنی رنگ‌های رنگین‌کمان، و رادیو برای آن‌ها خیلی آرام می‌لرزد، هرچند باز هم بیش از هزار میلیون بار در ثانیه. آنتن نوع دیگری از چشم است، که دقیقاً برای همان لرزش آرام ساخته شده. ادامهٔ خوبی این است که اشاره کنید کودک وای‌فای خانه را هم نمی‌بیند، و همین پاسخ آنجا هم صدق می‌کند.

**«اگر دو هواپیما هم‌زمان حرف بزنند چه می‌شود؟»** پیام‌هایشان ممکن است در آنتن روی هم بیفتند و به‌هم بریزند، و بالای یک فرودگاه شلوغ این مدام اتفاق می‌افتد. دقیقاً برای همین هر پیام با وارسی 24 پاسخی فصل 3 تمام می‌شود: پیام به‌هم‌ریخته از وارسی رد نمی‌شود و دور انداخته می‌شود، و چون هر هواپیما نیم ثانیه بعد حرفش را تکرار می‌کند، چیزی برای مدت طولانی از دست نمی‌رود. برای کودک بزرگ‌تر این نمونهٔ خوبی است از اینکه چرا پیام این‌طور ساخته شده است.

**«گوش دادن مجاز است؟»** بله. هواپیما عمداً خودش را برای همه اعلام می‌کند، تا هواپیماهای دیگر و آدم‌های روی زمین بتوانند آن را بشنوند، و گوش دادن به یک پخش به هیچ‌کس آسیب نمی‌زند. فرستادن هر چیزی روی بسامد هواپیماها موضوع دیگری است و اکیداً ممنوع است، و برای همین هیچ چیز در این دوره ارسال نمی‌کند.

بعدی

## فصل آخر یک گیرندهٔ واقعی است

داستان با چیز واقعی روی لبهٔ پنجره بهترین پایان را دارد. کارگاه عملی دقیقاً فهرست می‌کند چه چیزهایی بخرید (حدود 100 تا 150 یورو)، نشان می‌دهد چطور آن را همراه کودک سر هم کنید، چطور کامپیوتر کوچک را آماده کنید و فیدر Dataero را نصب کنید، و چطور یک ساعت بعد هواپیماهایی که آنتن خودتان می‌شنود روی نقشهٔ زنده ظاهر می‌شوند و نام ایستگاه خانوادهٔ شما به‌عنوان منبع ثبت می‌شود. کودکی که دیده نقطهٔ «هواپیمای ما» روی نقشه ظاهر شده، فراموش نمی‌کند چطور به آنجا رسیده است.

**باز کردن کارگاه عملی** `https://radar.dataero.eu/fa/learning/workshop`