

# یخ‌ها آب می‌شوند؛ مسئله این است!

رفته‌اند و جایشان را به اشتیاق بی‌وقفه‌ای برای صحبت کردن در مورد دغدغه‌هایش داده‌اند.

هیوا گنج را برداشت و روی تخته میزان یخی را که در پایان هر دهه در قطب شمال باقی می‌ماند، محاسبه کرد. او نشان داد که تا پایان این قرن، در قطب شمال نه یخی باقی می‌ماند و نه خرس قطبی‌ای. سپس به افزایش گازهای گلخانه‌ای بر اثر سوزاندن سوخت‌های فسیلی اشاره کرد و نقش این گازها را در گرم شدن زمین توضیح داد. هیوا گفت در نیروگاه‌ها برای تولید هر واحد انرژی الکتریکی باید تقریباً سه برابر آن انرژی گرمایی مصرف شود که این انرژی از سوزاندن سوخت‌های فسیلی به دست می‌آید و با محاسبه میزان برق مصرفی شارژرهای رهاشده در پریز، نشان داد که اگر همه مردم یک کشور حتی میزان ناچیزی از انرژی را با رهاکردن شارژرهای بی‌استفاده در پریز هدر دهند، آنگاه چه اتلاف انرژی بزرگی رخ می‌دهد.

خطر بزرگی که خرس‌های قطبی و شاید همه موجودات زنده روی زمین را تهدید می‌کرد، آگاه کند.

هیوا غرق در چنین فکری بود که ناگهان متوجه شد معلم علوم نام او را صدا می‌زند تا برای ارائه سخنرانی‌اش پای تخته برود. هیوا در حالی که دفتر یادداشتش را بغل گرفته بود و آن را چون وسیله ارزشمندی بر سینه می‌فشرد، با قدم‌هایی مصمم، پای تخته رفت.

او فهمیده بود این مسئله‌ای نیست که بشود به تنهایی آن را حل کرد؛ پس سخنرانی‌اش را با این جمله توجه‌برانگیز آغاز کرد: «یخ‌ها آب می‌شوند؛ مسئله این است». در ادامه آنچه را از اینترنت، تلویزیون و راهنمایی‌های مادر و پدر و معلمش در مورد آب شدن یخ‌های قطب شمال و انقراض خرس‌های آن یاد گرفته بود، به تفصیل شرح داد.

در همین حال متوجه شد اضطرابی که از صبح در دل داشت و لرزشی که در ابتدای سخنرانی در صدایش بود، کاملاً از بین

در قسمت‌های قبل با نگرانی هیوا در مورد انقراض خرس‌های قطبی آشنا شدیم. دیدیم که این نگرانی باعث شد هیوا به فکر تحقیق در مورد دلایل گرم شدن زمین بیفتد. او با تشویق معلم علومش، تصمیم گرفت تحقیقاتش را در این مورد ادامه دهد و نتیجه آن را در کلاس ارائه دهد. اکنون ادامه داستان:

هیوا احساس عجیبی داشت. از طرفی، چون اولین بار بود که برای هم‌کلاسی‌هایش سخنرانی می‌کرد، کمی اضطراب داشت. از طرف دیگر مشتاق بود با این سخنرانی افراد دیگری را هم در دغدغه‌هایش در مورد خرس‌های قطبی شریک کند. کل هفته گذشته را به تحقیق درباره مصرف سوخت در نیروگاه‌ها، گاز کربن دی‌اکسید و اثر آن بر گرم شدن هوا گذرانده بود. ساعت‌ها جست‌وجو کرده بود، نمودار کشیده بود و کلی محاسبه‌های ریاضی انجام داده بود و الان آماده بود که با سخنرانی خود هم‌کلاسی‌هایش را از



همه خانه‌های ایران در پنج ماه ابتدایی سال چقدر کربن دی‌اکسید تولید می‌شود.  
۳. به خبر زیر که در تاریخ ۳ دی‌ماه ۱۳۹۹ در «روزنامه اعتماد» منتشر شده است، توجه کنید:

از ابتدای سال ۱۳۹۹ تا پایان نیمه مرداد بیش از ۱۴۰ میلیارد کیلووات ساعت انرژی در نیروگاه‌های کشور تولید شده که سهم نیروگاه‌های حرارتی از این رقم حدود ۱۲۷ میلیارد کیلووات ساعت بوده است. یعنی در نیمه اول سال جاری، با تولید برق از منابع انرژی فسیلی، احتمالاً ۵۴ میلیارد و ۶۱۰ میلیون کیلوگرم کربن دی‌اکسید وارد هوای کشور شده است.

عددی را که در فعالیت شماره ۲ به دست آوردید، با عددی که در این خبر منتشر شده است مقایسه کنید. آیا این عددها یکی هستند؟ به نظر شما دلیل اختلاف بین این عددها چیست؟

۴. بر اثر سوختن سوخت‌های فسیلی، به‌جز کربن دی‌اکسید، گازهای گلخانه‌ای دیگری نیز منتشر می‌شوند که در گرمایش زمین مؤثر هستند. مهم‌ترین آن‌ها «متان» ( $CH_4$ ) و «اکسید نیتروس» ( $N_2O$ ) است. اثر این گازها بر گرمایش زمین به ترتیب ۲۸ و ۲۶۵ برابر اثر گاز کربن دی‌اکسید است. اما خوش‌بختانه ضریب انتشار این گازها بسیار کمتر از گاز کربن دی‌اکسید است.

نوع سوخت	ضریب انتشار متان	ضریب انتشار اکسید نیتروس
گاز طبیعی	$10^{-1}$	$10^{-1}$
گازوئیل	$3 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$
مازوت	$3 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$

حساب کنید برای تأمین برق مصرفی خانه شما در پنج ماه ابتدایی سال، چقدر متان و اکسید نیتروس در جو زمین منتشر شده است؟

۵. با توجه به ضریب انتشار گازهای گلخانه‌ای متفاوت و اینکه این گازها در گرمایش زمین به یک اندازه مؤثر نیستند، حساب کنید کدام گاز نقش پررنگ‌تری در گرمایش زمین دارد؟

منابع

1. <https://hse.nipc.ir/uploads/mop-307.pdf>
2. <https://www.etemadnewspaper.ir/fa/Main/Detail/160770/>
3. <https://www.irna.ir/news/84196229/%DB%8C%B6>

هیچ کس سؤالی نپرسید. هیچ کس نظری نداد و این هیوا را مطمئن کرد که هیچ کس به سخنرانی او گوش نداده است. معلم متوجه بهت چهره هیوا شد و برای اینکه سکوت کلاس را بشکند، خودش سؤالی پرسید. سؤال تکراری بود؛ معلم هفته پیش هم این سؤال را پس از ساعت

هیوا در ادامه به برق مصرفی خانه‌شان اشاره کرد و از هم‌کلاسی‌هایش پرسید که به نظرشان این میزان مصرف چقدر در تولید گاز کربن دی‌اکسید و گرم‌شدن زمین اثر دارد. او بدون آنکه منتظر پاسخی بماند، دوباره گچ را برداشت و شروع به محاسبه روی تخته کرد:

مصرف سالانه برق خانواده هیوا = ۲۴۰۰ کیلووات ساعت (kwh):

۱ ماه	۲۰۴	۱۹۶
۲ ماه	۲۱۲	۲۰۰
۳ ماه	۲۱۲	۲۰۰
۴ ماه	۲۲۰	۲۱۰
۵ ماه	۲۲۲	۲۱۵
۶ ماه	۲۱۵	۱۷۵
۷ ماه	۱۸۵	۱۷۵
۸ ماه	۱۸۵	۱۸۹
۹ ماه	۱۹۷	۱۸۹
۱۰ ماه	۱۹۷	۱۹۶
۱۱ ماه	۱۹۶	۱۹۶
۱۲ ماه	۱۹۶	۱۹۶

مقدار انرژی سوخت فسیلی که باید در نیروگاه برای تولید این میزان برق مصرف شود:  
کیلوژول = ۲۵۹۲۰۰۰۰ = کیلوژول ۷۲۰۰ × ۲۶۰۰ = کیلووات ساعت ۷۲۰۰ = کیلووات ساعت ۲ × ۲۴۰۰

نوع سوخت فسیلی	گاز	گازوئیل	مازوت
درصد سوخت مصرفی	۸۰ درصد	۱۴ درصد	۶ درصد
انرژی حرارتی مصرفی برای تولید سالانه برق خانگی هیوا	کیلوژول ۲۰۷۲۶۰۰۰ = $25920000 \times 0.8$	کیلوژول ۳۶۲۸۸۰۰ = $25920000 \times 0.14$	کیلوژول ۱۵۵۵۲۰۰ = $25920000 \times 0.06$
ضریب انتشار کیلوگرم گاز کربن دی‌اکسید به ازای هر کیلوژول	$56/1 \times 10^{-6}$	$74/1 \times 10^{-6}$	$77/4 \times 10^{-6}$
میزان انتشار گاز کربن دی‌اکسید برای تولید سالانه برق خانگی هیوا	کیلوگرم ۱۱۶۰ = $56/1 \times 10^{-6} \times 20726000$	کیلوگرم ۲۷۰ = $74/1 \times 10^{-6} \times 3628800$	کیلوگرم ۱۲ = $77/4 \times 10^{-6} \times 1555200$

در نیروگاه‌های تولید برق ایران، عمدتاً از سه نوع سوخت فسیلی استفاده می‌شود. بنا بر گزارشی که در شهریور سال ۱۴۰۰ ارائه شده است، ترکیب سوخت این نیروگاه‌ها، ۸۰ درصد گاز، ۱۴ درصد گازوئیل و ۶ درصد مازوت است. ضریب انتشار کربن دی‌اکسید، مقدار کربن دی‌اکسیدی است که به ازای تولید هر کیلوژول انرژی حرارتی از یک ماده سوختی به دست می‌آید.

آخر از هیوا پرسیده بود. هیوا با دلسردی سؤال معلم را پاسخ داد و در میان تشویق هم‌کلاسی‌هایش که الان برای او بی‌معنی و بی‌ربط بود، به نیمکت خودش برگشت. او برای اینکه تشویق بشود سخنرانی نکرده بود و حالا که پشت نیمکت می‌نشست، تنها چیزی که از آن همه اشتیاق برایش مانده بود، خستگی بود.

**فعالیت:**

۱. با تخمین میزان برق مصرفی پنج ماه ابتدایی امسال در خانه‌تان و جدول‌هایی که هیوا روی تخته کشیده، حساب کنید در این مدت برای تأمین برق مصرفی خانه‌تان چقدر کربن دی‌اکسید وارد جو زمین شده است.
۲. تخمین بزنید که برای تولید برق مصرفی

هیوا آنچه را می‌دانست، توضیح داده بود. اما هنوز سرش پُر بود از سؤال‌هایی که جوابشان را نمی‌دانست. مهم‌ترین سؤال به نظرش این بود که: «هر کیلوگرم کربن دی‌اکسید چقدر بر گرمایش زمین اثر می‌گذارد؟»

هیوا این سؤال را پرسید و تازه بعد از آن فرصت پیدا کرد که به هم‌کلاسی‌هایش درست نگاه کند. برعکس تصور او، چهره هم‌کلاسی‌هایش آن چنان هم مشتاق نبود. بعضی‌شان سرشان روی میز بود و بعضی‌شان انگار تا همین الان مشغول صحبت درباره موضوع دیگری بوده‌اند. در هر صورت سخنرانی تمام شده بود و معلم از دانش‌آموزان خواست تا اگر سؤالی درباره سخنرانی هیوا دارند، از او بپرسند. سکوت هم‌کلاسی‌ها برای هیوا در دناک بود.