## استفاده از لاروهای درمانگر در ترمیم زخم

رئیس واحد علوم پزشکی جهاد دانشگاهی با بیان این‌که استفاده از فرآورده‌های بیولوژیك یا همان لاروهای درمانگر یکی از روش‌های نوینی است که در ترمیم زخم‌ها از آن کمك گرفته می‌شود، گفت: این لاروهای درمانگر در پژوهشکده یارا، استانداردسازی و تولید شده و در آستانه اخذ مجوزهای نهایی برای تولید انبوه به عنوان یك فرآورده زیستی است که در آینده می‌توان در حوزه درمان زخم به آن تکیه کرد. / ایسنا

## استخراج کربن‌دی‌اکسید از هوا برای تولید سوخت

شرکت کربن‌انجینیرینگ (Carbon Engineering) در کانادا اثبات کرده است می‌توان با روشی مقرون به صرفه، کربن‌دی‌اکسید را از هوا استخراج کرد. به ادعای مسؤولان این شرکت، از این کربن‌دی‌اکسید می‌توان برای تولید نفت خام مصنوعی نیز استفاده کرد. گفته می‌شود سوخت تولیدی هیچ گوگردی ندارد و از زنجیره‌هایی خطی تشکیل شده که در مقایسه با سوخت‌های سنتی آلودگی کمتری خواهد داشت. / دیجیاتو

# رمز و رازهای سیل‌های اخیر

## چرا به یك باره سیل همه جا را گرفت؟ آیا باز هم باران‌های سیل‌آسا در کشور خواهد بارید؟ این‌ها سوالاتی است که اقلیم‌شناسان پاسخ‌های خوبی برایش دارند

کاظم کوکرم
دانش

**وقتی میلیون‌ها ایرانی پای سفره هفت‌سین در لحظات تحویل سال ۹۸ نشسته بودند، جز معدودی از محققان اقلیم‌شناسی کمتر کسی احتمال می‌داد به‌زودی سیل پهنه وسیعی از استان‌های گلستان، لرستان، خوزستان، ایلام و فارس را زیر آب ببرد، ده‌ها هزار نفر را آواره، هزاران خانه را تا سقف از آب لبریز، صدها خانه و پل را به‌کلی ویران و شیرینی نوروز را به کام ایرانیان تلخ کند. با این حال دیدن درد و رنج مردم سیل‌زده از نزدیك یا از دریچه دوربین‌هایی که مناظر آخرالزمانی واژگونی خودروها در دروازه قرآن شیراز و شکسته شدن پل‌ها و تخریب خانه‌ها را ثبت کرده بودند، همه ماجرا نبود.**

**۱۵ فروردین، شبکه خبر از قول وزیر نیرو از ذخیره بیش از پنج میلیارد متر مکعب آب شیرین اضافه بر روان‌آب‌های قبلی در ۱۷۲ سد مخزنی کشور خبر داد. رضا اردکانیان گفت اکنون ۴۰ تالاب بزرگ کشور سیراب شده است. بارش‌های اخیر با وجود خسارت‌های سنگین در برخی مناطق به تقویت سفره‌های آب زیرزمینی کمك فراوانی کرده است. ایران اگر می‌خواست چنین حجم آبی را وارد می‌کرد طبق تعرفه‌های بین‌المللی باید ۲/۵ میلیارد دلار می‌پرداخت! اما این خبرها چیزی از مصیبت سنگین وارده شده بر سیل‌زدگان کم نمی‌کند. این‌که چه شد که سیل این طور مردم را زمین‌گیر کرد و آیا باز هم باید منتظر وقوع چنین سیل‌ها و خساراتی باشیم، از جمله پرسش‌هایی است که نه‌تنها ذهن مردم مناطق سیل‌زده را به خود مشغول کرده، از داغ‌ترین سوژه‌های گفت‌وگوهای فامیلی و دوستانه در دیدوبازدیدهای نوروز امسال بود. در ادامه هشت نمونه از این سوال‌ها را با تکیه بر آرای اقلیم‌شناسان و کارشناسان منابع آب پاسخ می‌دهیم.**

شکستن یک پل در جریان سیل اخیر در غرب کشور

عکس: پوریا پاکیزه/ ایسنا

### ۱ چه شد که سیل چند استان را درگیر خود کرد؟

اگر قرار باشد فقط به علت وقوع سیل بپردازیم و نه لزوما خرابی‌های ناشی از آن، بارش شدید باران در بازه زمانی کوتاه و ایجاد روان‌آب‌های شدید ناشی از آن، چیزی است که عامل وقوع سیل بوده است. ممکن است بگویید «باران که همیشه می‌بارد! اگر جنگل‌ها تخریب نشده بود، اگر ساخت‌وساز در حاشیه رودخانه‌ها انجام نمی‌شد و اگر رودها لایروبی شده بود، شاهد اتفاقات تلخ اخیر نبودیم!»

واقعیت این است که این بحث‌ها تا حدودی درست است، اما همه ماجرا نیست. در نظر بگیرید که متوسط بارش سالانه در شرق استان گلستان چیزی حدود ۳۰ سانتی‌متر است. این در حالی است که فقط در دو روز در مناطقی همچون آق‌قلا چیزی قریب به ۳۰ سانتی‌متر باران باریده است. به عبارت دیگر همه بارانی که در سال بر منطقه می‌باریده، ناگهان در دو روز باریده و سیل به راه افتاده است! این بارندگی رکورد تمام بارندگی‌ها در ۷۰ سال اخیری که داده‌های هواشناسی در منطقه ثبت شده بود را شکسته است.

یك متر مکعب آب را تصور کنید؛ مکعبی شیشه‌ای که اندازه هر یك از اضلاع آن یك متر است و هزار لیتر آب را در خود جای می‌دهد. اکنون آمارها نشان می‌دهد میزان آورد آب یا دبی گرگان‌رود در اوج سیلاب گلستان به ۳۰۰ متر مکعب بر ثانیه رسید. این در حالی است که به گفته معاون استاندار گلستان حداکثر ظرفیت آورد (دبی) گرگان‌رود ۱۵۰ متر مکعب بر ثانیه است.

در خوزستان هم اتفاق مشابهی افتاد. کارشناسان منابع آب می‌گویند میزان آورد یا دِبی رود کرخه به‌عنوان طویل‌ترین رودخانه کشور ساعت ۱۱ صبح دوازدهم فروردین به رکورد بی‌سابقه ۷۲۰۰ متر مکعب بر ثانیه رسید. یعنی در هر ثانیه از مقطع معینی از رودخانه کرخه حجم آبی به اندازه حدود پنج میلیون شیشه بزرگ آب معدنی عبور می‌کرد! مسلما وقتی بستر طبیعی رودخانه ظرفیت هدایت این آب را نداشته باشد، آب را در دشت مجاور خود می‌گستراند. از اینجا به بعد نقش ژئومورفولوژی و دست‌اندازی‌های مدیریت شده یا بی‌حساب و کتاب انسان در پیشگیری از تبعات مضاعف سیل و مدیریت سیلاب اهمیت پیدا می‌کند.

به این ترتیب، حتی اگر جنگل‌های گلستان هم تخریب نشده بود، ملاحظات مهندسی در جانمایی شهرها رعایت شده بود یا رودخانه‌ها لایروبی شده بود، باز هم سیل رخ می‌داد؛ اما قاعدتا با تخریب کمتر و فرصت بیشتر برای مدیریت بحران.

### ۲ آیا مقصر آنهایی هستند که جنگل‌ها را تخریب و در حاشیه رودخانه‌ها ساخت‌وساز کردند؟

بعید است بتوان مستندات کافی و ارتباط معنی‌داری به لحاظ آماری بین بارش شدید باران و اقدامات انسانی ارائه کرد. در بدبینانه‌ترین حالت اگر رخداد شدید اقلیمی اخیر را ناشی از تبعات تغییر اقلیم در سطح جهان بدانیم، در این صورت مجموعه‌ای از اقدامات بشری نظیر تولید گازهای گلخانه‌ای و دی‌اکسیدکربن و استفاده بی‌رویه از سوخت‌های فسیلی در سراسر جهان است که به گسترش تغییر اقلیم دامن می‌زند و لزوما گریبان کسی را در ایران نمی‌توان گرفت! اما این‌که اگر جنگل‌ها را تخریب نمی‌کردیم، در حریم رودها ساخت‌وساز انجام نمی‌دادیم و معماری شهرها را مطابق با پیش‌بینی‌های مربوط به سیل‌های بلندمدت به پیش می‌بردیم موضوعی است که قطعا در مورد شدت گرفتن تبعات و خسارات سیل گلستان قابل بررسی است و اگر انجام شده بود، هر چند باز هم با سیل روبه‌رو می‌شدیم، اما شاهد این حجم از ویرانی نبودیم.

مسلما لایروبی به بازسازی ظرفیت رودخانه برای رسیدن به حداکثر ظرفیت آورد خود کمك می‌کرد. اما این کار نمی‌توانست ظرفیت آورد ۱۵۰ مترمکعبی گرگان‌رود را دو برابر کند! به هر حال هر چند دیر اما در خبرها شنیدیم که طی روزهای گذشته اولین دستگاه کاتر ساکشن برای لایروبی دهانه گرگان‌رود با همکاری قرارگاه خاتم‌الانبیا و سازمان بنادر و دریانوردی وارد استان گلستان شد. این دستگاه می‌تواند در طول ۵۰۰ متر تمامی رسوبات مصب رودخانه را تخلیه و مسیر آب را باز کند. اکنون می‌توان این سوال را مطرح کرد که آیا نمی‌شد قبل از وقوع سیل این لایروبی را با توجه به امکانات موجود در کشور انجام داد تا پس از گرفتاری به فکر علاج نیفتیم؟

این مساله به‌ویژه در مورد حادثه‌ای که در شیراز رخ داد و در طول چند سال مسیل (که به طور عادی محل عبور سیل است) به جاده جانبی دروازه قرآن تبدیل شد، موضوعی است که کاملا ناشی از تبعات دخالت‌های بی‌حساب و کتاب انسان در طبیعت است. سیل در گذر از کنار دروازه قرآن شیراز، همان مسیری را می‌رفت که در ده‌ها هزار سال گذشته رفته بود، اما این بار با انبوهی از خودروهای پارك شده و مردمی روبه‌رو شده بود که فراموش کرده بودند اینجا محل عبور سیل است و نه تفرجگاه عمومی! مدیران شهری شیراز در یك قرن اخیر احتمالا ناراحت می‌شوند اگر بشنوند اقلیم‌شناسان انگشت اتهام را به سوی آنهایی گرفته‌اند که با زمینه‌سازی توسعه شهر بدون توجه به الزامات زیست‌محیطی و مهندسی آبخیزداری زمینه‌ساز فاجعه اخیر شده‌اند.

اتفاق تلخ شیراز در هر جایی که ما اینچنین مغرورانه بر سر راه سیل، پارك و پارکینگ ساخته‌ایم به شیوه مشابهی می‌تواند تکرار شود. کافی است منظره پارك‌هایی را که در بستر رود دره‌ها در تهران ایجاد شده و وسایل بازی و نیمکت‌هایی که در ساحل خشك رودخانه‌های بسیاری از شهرهای کشور اکنون نصب شده و مردم بی‌خبر از وقوع سیل برای تفریح و ورزش به آنجا می‌روند به یاد بیاوریم تا وقتی خدای ناکرده حادثه رخ داد دنبال مقصر نگردیم.

### ۳ ممکن است به‌زودی شاهد وقوع سیل در کشور باشیم؟

پیش‌بینی‌های علمی برای کوتاه‌مدت می‌گوید احتمال وقوع سیل کم‌وبیش در مناطقی از شمال و حتی مرکز کشور طی روزهای آتی وجود دارد. سازمان هواشناسی بارش‌های رگباری شدید را تا نیمه اردیبهشت برای بسیاری از نقاط کشور پیش‌بینی کرده است. بارش باران به شکل پدیده شدید اقلیمی رکوردشکنی که در اسفند و نیمه اول فروردین در گلستان، خوزستان، لرستان و ایلام رخ داد بعید است دوباره با آن شدت اتفاق بیفتد. با این حال تکرار قریب‌الوقوع چنین رکوردشکنی‌هایی در شمال‌شرق و جنوب‌غرب کشور باید هوشیارمان کرده باشد. اقلیم‌شناسان می‌گویند سال گذشته ترسالی شدیدی داشتیم و برای امسال وضعیت نرمال پیش‌بینی شده است. با این حال در نظر گرفتن تبعات تغییر اقلیم در کشور ما را به این نتیجه می‌رساند که بپذیریم برای پیش‌بینی بلندمدت وضعیت اقلیمی در کشور هیچ احتمال قطعی وجود ندارد و باید خود را مهیای مواجهه با سخت‌ترین خشکسالی‌ها و بارندگی‌ها و تغییر فاز شدید آنها از بدترین خشکسالی به شدیدترین ترسالی در کوتاه‌ترین زمان ممکن در سطح گسترده کنیم.

### ۴ وقوع سیل‌های شدید به تغییر اقلیم ارتباط دارد؟

نگاهی به نتایج مطالعات اقلیم‌شناسان در کشورهای مختلف نشان می‌دهد غرب آسیا و شمال آفریقا به تدریج رو به گرم‌شدن و خشك‌شدن هستند. برخی مطالعات اقلیم‌شناسی وقوع رویدادهای شدید اقلیمی اخیر نظیر بارندگی‌های سیل‌آسا و وقوع سیل پس از آن و از طرف دیگر خشکسالی‌های شدید و وزش ریزگردها را به تبعات ناشی از تغییر اقلیم در ایران گره می‌زند. کارشناسان معتقدند تکرار رخدادهای غیرعادی نظیر سیل بی‌سابقه اخیر می‌تواند فرضیه ارتباط این بلایا با تغییر اقلیم را تقویت کند. بالارفتن دفعات رخداد تعداد، شدت پدیده‌ها، مدت رخداد و گستره وسیع پدیده‌های شدید اقلیمی را می‌توان ناشی از پیامدهای تغییر اقلیم دانست. با این حال بیان چنین ادعایی احتیاط زیادی را می‌طلبد و در آینده با داشتن داده‌های بیشتر مطمئن‌تر می‌توان در این باره سخن گفت.

### ۵ آیا بارورسازی ابرها و هارپ، سیل‌ها را تشدید کرد؟!

واقعیت این است که ما از اعماق قلبمان دوست داریم هواپیمایی را از باند فرودگاه به پرواز درآوریم، کپسول‌های حاوی یدید نقره را از هواپیما به سوی ابرها شلیك کنیم و پس از فرود پیروزمندانه از تماشای بارش باران لذت ببریم و برای بارندگی‌های بعدی، میزان بارندگی مورد انتظار و مبارزه اصولی با خشکسالی برنامه‌ریزی دقیق کنیم.

اما سطح انتظارات ما همیشه انطباق خوبی با واقعیت‌ها ندارد. درست دو سال پیش در گفت‌وگو با مهندس فرید گلکار، رئیس مرکز ملی تحقیقات و مطالعات باروری ابرها در یزد در گزارشی با عنوان «ابرها بی‌پول نمی‌بارند» که ۳۰ فروردین ۹۶ در همین صفحه منتشر شده بود، از او پرسیده بودیم «آیا لزوما پس از عملیات بارورسازی ابرها، شاهد بارش هستیم؟» وی در پاسخ گفته بود: «چالش بزرگ ما همواره این بوده که نمی‌توانستیم با دقت اثبات کنیم کاهش یا افزایش بارندگی‌ها در نتیجه باروری ابرها و اهمیت و دقت کار ما در چه حدی بوده است. از آنجا که فصل به فصل و ماه به ماه شرایط متفاوت است، پیش از انجام برآوردها و محاسبات نمی‌توانیم ادعا کنیم چه پروازی، چگونه و تا چه حد در وقوع بارندگی‌ها اثربخش بوده یا خیر.»

ادعای بارورسازی بیش از حد ابرها بیشتر یك شایعه بود که طرح آن در فضای مجازی، بالطبع علاقه‌مندان خاص خود را دارد و لایك‌های زیادی می‌گیرد! مسأله هارپ و بی‌ارتباط بودن آن با تغییرات آب‌وهوایی نیز موضوعی است که بارها از جانب فیزیکدانان و اقلیم‌شناسان توضیح داده شده است و در همین صفحه نیز به کرات اشاره کرده‌ایم که پروژه هارپ، برنامه تحقیقاتی مربوط به نیروی هوایی و دریایی ایالات متحده و دانشگاه آلاسکاست و هدف نهایی آن، بررسی پتانسیل ارتباطات رادیویی در لایه‌های بالایی جو زمین یعنی یونوسفر بوده است. در این پروژه که سال ۱۳۷۲/ ۱۹۹۳ آغاز شد، شفق قطبی مصنوعی در یونوسفر ایجاد می‌کنند تا رفتار ذرات باردار در لایه‌های ناشناخته جو را بررسی نمایند. با این حال این پروژه با توجه به هزینه‌های بالایی که داشت در خرداد ۹۳ به علت کمبود بودجه تعطیل شد.

اما اگر کماکان به هارپ و اثرات ماورایی آن اعتقاد دارید و فکر می‌کنید دست‌هایی پشت پرده مشغول کار است، خوب است بدانید اتحادیه اروپا و همین‌طور روسیه اکنون تجهیزاتی پرقدرت‌تر از هارپ در اختیار دارند. با این حال اگر به دانش اقلیم‌شناسان اطمینان دارید، آنها می‌گویند عوامل موثر بر اقلیم چنان متنوع و پیچیده است که فناوری کنونی هنوز امکان دست‌اندازی‌های هالیوودی در اقلیم زمین را - به‌گونه‌ای که تبعات آن از نظر علمی اثبات‌پذیر باشد - در عالم واقعیت مهیا نکرده است.

### ۶ با پرشدن سدها مشکل کم‌آبی و خشکسالی حل شد؟

روی دیگر ماجرای بارش‌های اخیر اتفاق خوبی بود که باعث تغذیه هرچند محدود سفره‌های آب زیرزمینی شد. طبیعت ایران در شرایط فعلی شبیه به فرد مقروضی است که صدها میلیون تومان بدهی دارد، اما بارش‌های اخیر فقط چند میلیون تومان از بدهی‌هایش را کم کرده است. طبیعت ایران کماکان تشنه و از نظر آبی بدهکار است، اما این بارندگی‌ها فرصتی ایجاد کرد تا زمین‌های خشك ما اندکی سیراب شود. متاسفانه این سیل تبعات مخربی برای بسیاری از کشاورزان در خوزستان و گلستان و لرستان داشته است. اما در استان‌هایی چون خراسان، اصفهان و آذربایجان امید می‌رود شاهد رونق کشاورزی باشیم.

واقعیت تلخ این است که خشکسالی بیشتر و گرم‌تر شدن بیشتر هوا پیش‌بینی بلندمدت و کلی اقلیم‌شناسان برای بسیاری از نواحی ایران در سال‌های آینده است؛ نگرانی محققان مدیریت منابع آب در حال حاضر این است که بارش‌های کنونی به توهم پایان دوران خشکسالی در ذهن مردم و مدیران کشور منجر شود و به دست‌هایی که مجوز حفر چاه‌های عمیق را امضا می‌کند انگیزه ببخشد یا چشم‌هایی که باید مراقب حفاظت از منابع طبیعی کشور باشد را با قانون‌شکنان مهربان کند؛ اگر این اتفاق بیفتد شکی نیست که تبعات خشکسالی‌ها و میانگین بارندگی‌های نه‌چندان پربار آینده را به شکل شدیدتری برای ما برجا خواهد گذاشت.

> برای پیش‌بینی بلندمدت وضعیت اقلیمی در کشور هیچ احتمال قطعی وجود ندارد و باید خود را مهیای مواجهه با سخت‌ترین خشکسالی‌ها و بارندگی‌ها و تغییر فاز شدید آنها از بدترین خشکسالی به شدیدترین ترسالی در کوتاه‌ترین زمان ممکن در سطح گسترده کنیم

> نگرانی محققان مدیریت منابع آب در حال حاضر این است که بارش‌های کنونی به توهم پایان دوران خشکسالی در ذهن مردم و مدیران در کشور منجر شود و به دست‌هایی که مجوز حفر چاه‌های عمیق را امضا می‌کند انگیزه ببخشد

### ۷ وقوع سیل‌های اخیر را نمی‌شد پیش‌بینی کرد؟

در یك کلام بله می‌شد! اتفاقا از چند روز قبل وقوع سیل‌ها پیش‌بینی شده بود و به‌خصوص در مورد وقوع سیل در لرستان، خوزستان و فارس هشدارهای لازم داده شده بود. به همین علت تلفات انسانی آن تا حد زیادی پایین آمد. امروزه به مدد ابررایانه‌ها و تصاویر ماهواره‌ای حتی از حدود ده روز تا دو هفته قبل هم می‌توان ابعاد وقوع چنین رویدادهایی را با دقت خوبی مشخص کرد. با این حال از آنجا که متغیرهای متنوع و پیچیده‌ای در شکل‌دهی به وسعت و شدت پدیده‌های اقلیمی دخیلند، انتظار این‌که از چند ماه یا چند سال قبل‌تر بتوان پیش‌بینی کرد سیل با چه حجمی دقیقا در چه منطقه‌ای رخ می‌دهد، کاری نیست که در حال حاضر از عهده دانشمندان ساخته باشد.

در ایام نوروز فضای مجازی پر شده بود از تحلیل‌هایی مبنی بر این‌که «طبق الگوهای تثبیت‌شده اقلیمی ایران، پس از چند سال خشکسالی، حالا نوبت چند سال ترسالی شده و این بارش‌ها به‌خاطر ترسالی است.» در شرایطی که این روزها با بازار گسترش شایعات در فضای مجازی داغ است و فعالان حوزه‌های مختلف به آسانی با تکیه بر ساده‌سازی در مورد رخداد پدیده‌های پیچیده اقلیمی نظریه‌پردازی می‌کنند، در عالم واقعیت داده‌های آماری قطعی و الگوهای دقیقی از تناوب خشکسالی و ترسالی در ایران تا به امروز از سوی اقلیم‌شناسان در دانشگاه ارائه نشده است. حقیقت تلخ این است که دوره‌های اقلیمی اصولا با دقت و به صورت متناوب رخ نمی‌دهند و علم هنوز مهار رخدادهای اقلیمی را به طور کامل در دست نگرفته است. می‌توان دفعات و مدت رخ‌دادن ترسالی‌ها و خشکسالی‌ها در یك قرن اخیر را پشت هم چید، میانگین گرفت و براساس آن تحلیل‌هایی ارائه کرد. اما لزوما تحلیل‌ها به معنی پیش‌بینی نیست و وقتی طبق الگوی مورد انتظار ما رخ ندهد، کسی نمی‌تواند از آسمان علتش را بازخواست کند! اقلیم‌شناسان می‌گویند وقوع رخدادهای اقلیمی معدود و داشتن سیاهه آماری از بارش سالانه در بازه زمانی کوتاه‌مدت، لزوما از شروع یا پایان دوران خشکسالی یا ترسالی خبر نمی‌دهد. دانشمندان برای چنین نتیجه‌گیری‌هایی به داده‌های آماری در دوره زمانی طولانی نیاز دارند.

### ۸ راهکار علم برای جلوگیری از وقوع سیل چیست؟

فعلا باید قبول کنیم که جلوگیری از وقوع سیل و پیش‌بینی دقیق زمان رخداد و حجم آن تقریبا غیرممکن است؛ وضعیتی شبیه به آنچه در مواجهه با زمین‌لرزه و آتشفشان و سونامی نیز وجود دارد و بیشتر از جست‌وجو برای روش پیش‌بینی دقیق باید خود را مهیای مواجهه اصولی با تبعات آن کنیم. اما حجم تخریب و ویرانی ناشی از سیل را می‌توان با اقداماتی از قبل مدیریت کرد. اگر جنگل‌ها را تخریب نکنیم، در حاشیه رودخانه‌هایی که ظاهرا خشك شده‌اند ساخت‌وساز غیراصولی انجام ندهیم، بستر رودخانه‌ها را به اتوبان و پارکینگ تبدیل نکنیم (اتفاقی که متاسفانه در قم و برخی شهرهای دیگر افتاده و مدام حادثه می‌آفریند)، عملیات مهندسی آبخیزداری را در مناطق پرخطر و سیل‌خیز به درستی انجام دهیم و آموزش‌های لازم را به مردم از طریق رسانه‌ها و به دانش‌آموزان از طریق برنامه درسی مشخص ارائه دهیم، در این صورت با بارش شدید باران و به راه افتادن سیلاب غافلگیر نخواهیم شد.