

## «باران سیاه» در تهران - اثرات آن بر سلامتی چیست؟

دود سمی ناشی از سوختن انبارهای نفت پس از حملات موشکی، پایتخت ایران را فرا گرفت.

پس از آنکه موشک‌ها به انبارهای نفت و پالایشگاه‌ها آسیب رساندند، دود غلیظ و سمی و باران اسیدی سیاه، تهران، پایتخت ایران را فرا گرفت. محققان هشدار می‌دهند که این باران احتمالاً حاوی مواد شیمیایی مضر برای مردم و محیط زیست است. باران سیاه چیست، چگونه تشکیل می‌شود و چه مدت طول می‌کشد تا پراکنده شود؟



اسرائیل و ایالات متحده در ۲۸ فوریه شروع به پرتاب موشک به ایران کردند. ایران با حملاتی به پایگاه‌ها و سفارتخانه‌های اسرائیل و ایالات متحده در چندین کشور خاورمیانه، از جمله عربستان سعودی، امارات متحده عربی، عراق، قطر و کویت، تلافی کرد. طبق برخی گزارش‌های رسانه‌ای، بیش از ۱۷۰۰ نفر در ایران و کشورهای اطراف کشته شده‌اند.

کریستین لیندمیر<sup>۱</sup>، سخنگوی سازمان بهداشت جهانی (WHO)، روز سه‌شنبه به خبرنگاران گفت که آسیب به تأسیسات نفتی ایران باعث آزاد شدن هیدروکربن‌های سمی، اکسیدهای گوگرد و ترکیبات نیتروژن در هوا شده است. لیندمیر گفت که ترکیب باران و آلاینده‌ها می‌تواند باعث سوختگی شیمیایی و آسیب به ریه شود. وی افزود: «این یک وضعیت خطرناک است» و مقامات ایرانی به مردم توصیه کرده‌اند که در خانه بمانند.

<sup>۱</sup> Christian Lindmeier

## باران سیاه چیست؟

فرزانه کاستوری<sup>۲</sup>، دانشمند محیط زیست در دانشگاه آدلاید استرالیا، می‌گوید: «باران سیاه» یک اصطلاح عمومی است که برای توصیف بارانی استفاده می‌شود که حاوی آلاینده‌های جوی است. این نوع باران اغلب توسط دود آتش‌سوزی‌های جنگلی یا سوزاندن سوخت سنگین، یک محصول جانبی غلیظ و بی‌کیفیت از پالایش نفت خام، ایجاد می‌شود. کاستوری می‌گوید در ایران، باران سیاه احتمالاً حاوی آلاینده‌های ناشی از سوزاندن سوخت سنگین است. او می‌افزاید که این آلاینده‌ها می‌تواند شامل بنزن، استون، تولوئن و متیلن کلرید سرطان‌زا باشد.

گابریل دا سیلوا<sup>۳</sup>، شیمیدان جوی در دانشگاه ملبورن، می‌گوید: «باران سیاه نشان‌دهنده سطوح فوق‌العاده بالای آلودگی هوای محیط است.»

برایان الیور<sup>۴</sup>، محقق بیماری‌های تنفسی و آلودگی در دانشگاه فناوری سیدنی استرالیا، می‌گوید: «فیلم‌هایی که توسط مردم در ایران گرفته شده است نیز نشان می‌دهد که باران به رنگ سیاه است - پدیده‌ای که ناشی از وجود دوده یا کربن ناشی از آتش‌سوزی‌ها است. این باران همچنین می‌تواند حاوی آلاینده‌های ناشی از مصالح ساختمانی تخریب شده مانند آزیست یا سیلیس باشد.»

## هواشناسی نقشی دارد

دا سیلوا می‌گوید تهران در سایه رشته‌کوه البرز قرار دارد که احتمالاً منجر به وارونگی دما می‌شود، پدیده‌ای که در آن لایه‌ای از هوای گرم‌تر روی لایه‌ای از هوای خنک‌تر در نزدیکی سطح زمین قرار می‌گیرد.

دا سیلوا می‌گوید وارونگی دما توده‌های هوای آلوده را به دام می‌اندازد و مانع از مخلوط شدن آنها با تروپوسفر (داخلی‌ترین لایه جو زمین) می‌شود. او می‌افزاید چنین اثراتی اغلب در مکان‌هایی مانند لس‌آنجلس با کوه‌های سن گابریل و سانتیاگو، پایتخت شیلی، با کوه‌های آند دیده می‌شود.

## اثرات سلامتی

هوی چن<sup>۵</sup>، پزشک و متخصص علوم اعصاب در دانشگاه فناوری سیدنی در استرالیا، می‌گوید استنشاق دود ناشی از آتش‌سوزی‌ها می‌تواند باعث مشکلات تنفسی یا حتی حملات قلبی یا سکته مغزی در بین افرادی شود که از قبل اختلالات

---

<sup>۲</sup> Farzana Kastury

<sup>۳</sup> Gabriel da Silva

<sup>۴</sup> Brian Oliver

<sup>۵</sup> Hui Chen

تنفسی یا گردش خون دارند. او می‌افزاید نوزادان و کودکان خردسال در صورت قرار گرفتن در معرض دود سمی به ویژه آسیب‌پذیر هستند. چن می‌گوید مواد شیمیایی موجود در دود و باران همچنین می‌توانند به چشم افراد آسیب برسانند. اما شدت علائم به غلظت مواد شیمیایی و مدت زمان قرار گرفتن در معرض آنها بستگی دارد.

بخشی از مشکل این است که دمای بالای ناشی از آتش‌سوزی‌ها ذراتی با قطر کمتر از ۲.۵ میکرومتر ( $PM_{2.5}$ ) ایجاد می‌کند که می‌توانند به اعماق ریه نفوذ کنند. کاستوری می‌گوید: «تنفس  $PM_{2.5}$  ممکن است منجر به بیماری‌های قلبی عروقی، سکته مغزی، افزایش فشار خون، کاهش عملکرد شناختی» و سایر مشکلات سلامتی شود. کاستوری می‌گوید باران آلوده همچنین اگر حاوی بنزن باشد، می‌تواند باعث سوزش پوست شود، همانطور که قرار گرفتن در معرض نفتالین می‌تواند.

### آلاینده‌ها چگونه پراکنده می‌شوند؟

آلاینده‌ها معمولاً توسط یکی از دو مکانیسم حذف می‌شوند. دا سیلوا می‌گوید اگر آتش‌سوزی‌های جدیدی رخ ندهد، آلاینده‌ها می‌توانند طی چند روز آینده در هوا پراکنده و رقیق شوند. او می‌افزاید اگرچه جغرافیای تهران این موضوع را پیچیده می‌کند.

دا سیلوا می‌گوید باران بیشتر نیز می‌تواند آلودگی را پراکنده کند. اما این می‌تواند منجر به آلودگی خاک و آبراه‌ها شود. کاستوری می‌گوید بسیاری از ترکیبات برای مدت طولانی در محیط زیست باقی می‌مانند و باعث ایجاد اثرات سمی در حیات آبریان می‌شوند. او می‌افزاید اگر مردم آب آلوده بنوشند یا از محصولات کشت شده در خاک آلوده بخورند، ممکن است همچنان در معرض این مواد قرار گیرند.

doi: <https://doi.org/10.1038/d41586-026-00800-9>