

بررسی ادعاهای مطرح در خصوص تاثیر رادارهای نظامی یا هواپیماهای تجاری بر تغییرات بارش کشور



احدوظیفه-رئیس مرکز ملی القلم و مدیریت بحران خشکسالی: در روزهای اخیر، پرسش‌هایی درباره تأثیر احتمالی رادارهای نظامی بر کاهش بارش در برخی مناطق مطرح شده است. برخی افراد تصور می‌کنند که امواج رادارهای برد بلند نظامی ممکن است مانع از بارش باران شوند یا حتی ابرها را «عقیم» کنند.

در این گزارش بعنوان کارشناس هواشناسی رادار هواشناسی و کاربردهای آن و هواشناسی هوانوردی به این پرسش‌ها تا حد امکان پاسخ علمی و فنی داده شده است.

رادارها (نظامی و غیرنظامی) صرفاً ابزارهای سنجش و تشخیص هستند. عملکرد آنها به این صورت است که امواج رادیویی را در جو منتشر می‌کنند و سپس با دریافت بازتابش بخش بسیار کوچکی از موج ارسالی از ذراتی مانند قطرات باران، دانه‌های تگرگ یا برف یا هواپیما، در بازه‌های زمانی مشخص، ویژگی‌های هدف (توده ابر و بارش یا هواپیما) را تشخیص می‌دهند. هدف اصلی رادارهای هواشناسی پایش شدت بارش، تشخیص جهت حرکت توده‌های ابر و هشدار به موقع درباره توفان‌های شدید و چرخندها است و هدف اصلی رادارهای نظامی تشخیص نوع، سرعت و مسیر پرواز پرنده‌های نظامی یا غیرنظامی مانند هواپیما و موشک است. این سامانه‌های راداری توان یا سازوکاری برای تغییر ساختار ابرها یا جلوگیری از بارش را ندارند. انرژی ارسالی آنها برای تأثیرگذاری بر فرایندهای فیزیکی و شیمیایی ابر بسیار ناچیز است. کاهش بارش با رادار یک باور نادرست است و هیچ مدرکی دال بر اینکه با رادارها بتوان آب و هوا را دستکاری یا تغییر داد، وجود ندارد. البته یک استثنا وجود دارد که مربوط به تأسیسات پروژه‌های پژوهشی لایه یونوسفر مانند هارپ (HARP) است و نه رادارهای معمولی، که در آلاسکا توسط آمریکا ایجاد شده است. در این پروژه تحقیقاتی با ارسال امواج پر قدرت رادیویی (در حد چند مگاوات)، تغییرات لایه یونوسفر (لایه‌های بالایی جو در ارتفاع بیش از ۶۰ تا ۵۰۰ کیلومتر) بررسی می‌شود. آنچه در جامعه علمی مطرح است اینکه هدف تحقیقات علمی در این نوع پروژه‌ها بررسی اثرات موقت بر لایه‌های بالای جو است. بنابراین باید توجه داشت که بین رادارهای نظامی و سامانه‌های پژوهشی یونوسفری تفاوت وجود دارد. علیرغم تفاوت ماهوی پروژه هارپ با رادارهای هواشناسی و نظامی، آن نیز توانایی کنترل آب و هوا در سطح زمین (مانند تغییر بارش) را ندارد و ادعاهای مطرح شده در این زمینه (مانند تغییر مسیر ابرها) بیشتر در حیطه نظریه‌های توطئه است تا واقعیت‌های تأیید شده علمی. امواج رادیویی تولید شده توسط هارپ تأثیر قابل توجهی بر تروپوسفر (لایه زیرین جو که آب و هوا در آن شکل می‌گیرد) ندارد. گرمایش ایجاد شده در یونوسفر تنها برای چند ثانیه تا حداکثر ۱۰ دقیقه باقی می‌ماند و به سرعت محو می‌شود. تأثیر هارپ بر یونوسفر مانند انداختن سنگی در رودخانه پرسرعتی است که موج‌های ایجاد شده را در جریان سریع آب ناپدید می‌کند.

ضمن اینکه رادارهای مورد استفاده در پروژه‌های بارورسازی ابرها (که با هدف افزایش بارش انجام می‌شود) دقیقاً نقش کلیدی برای نظارت و ارزیابی دارند و نه ایجاد تغییر. در عملیات بارورسازی ابر از رادارهای پیشرفته برای شناسایی مناطق

مناسب برای پخش ذرات بارورسازی مانند یدور نقره یا ارزیابی فوری تأثیر عملیات بارورسازی در ابرها و تغییرات احتمالی به سبب برهمکنش رطوبت موجود جو با ذرات پخش شده مانند یدور نقره استفاده می‌شود.

بنابراین رادارهای نظامی (بخصوص برد بلند) هیچ تأثیری بر کاهش بارش ندارند. آنها ابزارهایی برای شناسایی و رهگیری بوده و اگر تغییر عمودی در وضعیت جوی رخ دهد (مانند بارورسازی ابرها)، این کار با روش‌هایی مانند پخش مواد خاص انجام می‌شود و صرفاً برای هدایت و نظارت در این فرایند از رادار استفاده می‌شود. باور به اینکه رادارها به عنوان «تسلیمات جوی» عمل می‌کنند، بیشتر در نظریه توطئه می‌گنجد که جامعه علمی آن را مردود می‌شمارد.

بر اساس اطلاعات موجود تفاوت اصلی بین رادارهای نظامی و هواشناسی در طول موج یا فرکانس مورد استفاده آنها است. در رادارهای نظامی و هواشناسی، طول موج (یا فرکانس) مورد استفاده، مستقیماً در کاربرد، برد عملیاتی رادار و عملکرد آنها در شرایط جوی متفاوت تأثیر می‌گذارد.

رادارهای نظامی برد بلند برای کاربرد خاصی طراحی شده‌اند، مانند باندهای VHF، UHF/P و L با طول موج ۱۰ متر تا ۱۵ سانتی متر و فرکانسهای ۳۰ مگاهرتز تا ۲ گیگاهرتز برای هشدار اولیه و شناسایی و پدافند هوایی برد بلند (تا چند صد کیلومتر). این امواج راداری باید بتوانند با کمترین برهمکنش از لایه‌های ابر و بارش و بدون تضعیف قابل ملاحظه گذر کنند و پدیده‌های جوی کمترین تضعیف را در انتشار آنها ایجاد کند، یا عبارتی برهمکنش بین امواج رادارهای نظامی و ذرات موجود هوا مانند قطرکهای ابر و باران ناچیز است. هدف اصلی در رادارهای نظامی کشف اهداف پروازی (هواپیما، موشک) و اولویت در آنها برد و دقت در رهگیری با نفوذ بیشتر و کمترین تعامل در محیط ابری و سامانه‌های بارش است. ضمن اینکه، اگرچه در هر دو نوع رادار نظامی و هواشناسی در برخی باندها، مانند باند S از طیفهای فرکانسی مشابه استفاده می‌شود، اما تفاوت اولویت‌های پایش، موجب تفاوت طراحی آنها شده (مانند برد در مقابل دقت، اهداف نقطه‌ای نظامی در مقابل اهداف گسترده هواشناسی مانند توده ابر و بارش) و فناوری‌های به کار رفته، آنها را برای کاربردهای کاملاً متفاوتی مناسب می‌سازد. رادارهای نظامی برای نفوذ در شرایط بارندگی از باندهای بلندتر استفاده می‌کنند، در حالی که رادارهای هواشناسی برای داشتن حساسیت به ذرات بارش از باندهای کوتاه‌تر (C) و (X) استفاده می‌کنند.

بنابراین، اگر در منطقه‌ای کاهش یا افزایش بارش مشاهده می‌شود، عوامل اصلی آن را می‌بایست در تغییرات اقلیمی، بیش از همه در الگوهای جوی حاکم و با احتمال کمتر در آلودگی شهری یا محیطی منطقه جست‌وجو نمود، نه در عبور هواپیماهای تجاری یا وجود رادارهای نظامی در منطقه. رادارهای نظامی و هواشناسی، چه در فرودگاه‌ها و چه در مراکز پدافندی، صرفاً ابزارهای شناسایی و پایش هستند. آنها مانند یک چراغ‌قوه‌ی بسیار قوی عمل می‌کنند، امواج رادیویی را در جو منتشر و با دریافت بازگشت بخش بسیار کوچکی از موج ارسال شده از اهداف (مانند هواپیما، موشک یا قطرات باران) موقعیت و ویژگیهای هدف را تعیین می‌کنند. هیچ راداری، چه نظامی و چه غیرنظامی، توان تغییر ساختار ابر یا جلوگیری از بارش را ندارد، یا عبارتی انرژی ارسالی این دستگاه‌ها برای تأثیرگذاری بر فرایندهای فیزیکی و شیمیایی ابرها ناچیز است. اگر رادارها تأثیری ندارند، پس چه عواملی میتوانند باعث کاهش یا تغییر بارش شوند؟ بر اساس تحقیقات گسترده دانشگاهی و سازمان‌های بین‌المللی، کاهش بارش در مناطق مختلف عمدتاً ناشی از سه عامل است:

۱. تغییرات اقلیمی که می‌تواند الگوهای میانگین گردش، جریان هوا و وزش بادهای و جابه‌جایی بزرگ مقیاس سامانه‌های بارشی را دگرگون کند.

۲. آلودگی شهری و صنعتی که ذرات معلق ناشی از کارخانه‌ها و خودروها وارد ابرها شده و موجب تراکم هسته‌های میعان بیش از نیاز ابر و منجر به تشکیل قطرات بسیار ریز می‌شوند، که مانعی برای تشکیل قطره‌های سنگین بارش است. قطرات ریز باران در هنگام خروج از پایه ابر بر اثر تبخیر به زمین نمی‌رسند و در نتیجه موجب کاهش بارش می‌شوند. برخی تحقیقات بیانگر کاهش بارش تا ۲۵ درصد در مناطق پایین دست کلانشهرها به سبب این پدیده است.

۳. خشکسالی‌های طبیعی که بخشی از نوسانات اقلیمی هر منطقه است. خشکسالی در ایران و منطقه جنوب‌غرب آسیا که در نوار خشک جنب حاره قرار دارد، یک پدیده شناخته شده هزاران ساله است و این منطقه بطور تاریخی با دوره‌های خشک بسیاری مواجه بوده است.

بر خلاف باور و تصور عمومی برخی، که خطوط سفید مسیر عبور هواپیماها در آسمان را «پاشش مواد شیمیایی» می‌دانند، این خطوط پساب بخار (contrail) نام دارد و صرفاً بلورهای یخی است که از برخورد هوای گرم و بخار آب خروجی موتور هواپیما با سرمای شدید محیط در ارتفاع بالا تشکیل می‌شوند.

سخن آخر اینکه تغییر اقلیم در دهه‌های اخیر مناطق بیشتری را دچار خشکسالی نموده و وقوع خشکسالی‌های شدید و گسترده و کاهش بارش همراه با افزایش دما در نقاط مستعد کره زمین مانند جنوب‌غرب آمریکا، حوضه مدیترانه و جنوب‌غرب آسیا روند افزایشی نشان می‌دهد.

احدوظیفه-رئیس مرکز ملی القلم و مدیریت بحران خشکسالی

irimonews@