



باروری ابر

فن آوری جدید

مریم احمدپور

کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی

مقدمه

تحت اختیار در آوردن پدیده‌های جوی و تغییرات آن^(۱) (از قبیل ایجاد باران مصنوعی در سالهای کم‌بارانی و خشکالی و جلوگیری از تگرگهای مضر و مه و تقلیل شدت طوفانها) از دیرباز آمال و آرزوی انسان بوده است. بدین ترتیب که در نیم‌قرن گذشته تکنولوژی باروری ابر در پیچه‌های امیدی بر روی آمال و آرزوهای او گشوده است. پژوهش‌های اولیه برای تحریک ابر و ایجاد باران در آلمان توسط Wegener، در اتحاد جماهیر شوروی سابق به وسیله Vilkevitch و در هلند توسط Veraart صورت گرفته است. تولید باران مصنوعی کم‌کم مورد توجه سایر کشورها قرار گرفت و در سال ۱۹۳۳، T. Bergeron وجود بلورهای یخ و قطرات کوچک بسیار سرد را یکی از عوامل اصلی باران تشخیص داد و پژوهشهای زیادی متعاقب آن انجام گرفت. از این رو بارور نمودن ابرها و تولید باران مصنوعی در بسیاری از کشورهای جهان مورد آزمایش قرار گرفت و تکنولوژی مذکور به عنوان یکی از راههای استحصال آب در بسیاری از کشورها، خاصه آنانی که بحران آب در پیش روی دارند؛ مطرح گردید و هر ساله در فصول مناسب طبق برنامه‌های منظم، اقدام به اجرای عملیات باروری می‌نمایند و در پایان دوره کاری، با استفاده از روشهای آماری و ریاضی، عملیات را مورد ارزیابی قرار می‌دهند و راندمان افزایش بارش را محاسبه می‌کنند. به علاوه پژوهش‌های بیشتر پیرامون سیستم‌های جوی؛ فیزیک ابرها؛ رفتار ابر؛ اهمیت اقتصادی و اجتماعی تحریک مصنوعی ابرها و ایجاد باران؛ مواد شیمیایی مختلف مورد استفاده برای تزریق در ابرها؛ روشهای اجرای کار و شناخت موقعیت و شرایط جوی مناسب اجرای عملیات باروری ابر و افزایش راندمان عملیات نیز در راستای اهداف مطالعات مذکور می‌باشد.

تاریخچه باروری ابر

عمل تلقیح ابر تحریک خفیفی است که با همکاری و مشارکت مکانیسم طبیعی ابر؛ موجب افزایش ریزش‌های جوی می‌شود. در نتیجه تلقیح ابرهای

فوق سرد مایع با یخ خشک و با یدورنقره ماهیت ابر تغییر می‌کند و به ابر یخی تبدیل می‌شود که عمل مذکور به شرایط جوی بستگی دارد.

باروری ابر یا تهیه باران مصنوعی تکنولوژی جدیدی است که از عمر آن بیش از چند دهه نمی‌گذرد. مطالعات مربوط به تحریک ابرها و ایجاد باران مصنوعی در دهه اول قرن حاضر شروع شده (۲) و کم‌کم مورد توجه سایر کشورها قرار گرفته است. در سال ۱۹۳۳ T. Bergeron مشخص کرد که وجود بلورهای یخ و قطرات کوچک بسیار سرد آب، یکی از عوامل اصلی تشکیل باران است. بدین منظور آقای Findeisen در آلمان در ابرهای بسیار سرد بودر یخ پاشید و ملاحظه کرد ابرها به باران و برف مصنوعی تبدیل می‌شوند. در سال ۱۹۴۶ Schaerer منوجه این نکته شد که اکسیددوکربن جامد در درجه حرارت ۷۰- درجه سانتیگراد یخ خشک، در ابرهای با قطرات کوچک آب فوق سرد، باعث ایجاد بلورهای یخ به مقدار زیاد می‌شود.

پس از مدتی دانشمندی به نام Vonnegut متوجه شد که ذرات یدورسرب نیز می‌تواند در ابرها عمل تحریک مصنوعی نظیر عمل یخ خشک را انجام دهد ولی همه اینها عموماً به نتیجه مثبتی نرسیدند. سپس Langmuir از اکتشافات شفر و عده زیادی از دانشمندان و مؤسسات جهت مهار کردن رطوبت هوا استفاده کرد و بدین ترتیب متداول کردن همه جانبه و اهمیت اقتصادی - اجتماعی تحریک مصنوعی ابرها و ایجاد بارش جزء اولین دستورات عملی‌های فن‌سازمان جهانی هواشناسی WMO قرار گرفت.

فن آوری و فرآیند باروری ابر

جهت تشکیل پدیده بارش میزان دمای بخار آب موجود در ابر باید از ۱۲- تا ۱۶- درجه سانتیگراد تجاوز کند و شکل کار بدینگونه است که در قسمت پایین ابر که گرم‌ترین و مرطوب‌ترین قسمت ابر است موادی داخل کنیم تا عمل تراکم به میزان زیاد و سریعتر انجام شود. بدین منظور باید یا: - از ذراتی که درجه حرارت ابرها را بین ۲۵- درجه می‌آورند استفاده کنیم همانند آغشته کردن ابرها با گاز کربنیک جامد که دارای دمای ۷۸- درجه است.

- اینکه موادی را وارد ابر کنیم که بتواند در درجه حرارت پایین تر از ۱۲- درجه سانتیگراد تشکیل هسته دهد که در این مورد بعضی از هسته‌های طبیعی می‌توانند مؤثر واقع شوند.

در بین مواد مورد استفاده مؤثرترین آنها بدور نقره است که یکی از انواع آن به شکل یخ می‌باشد و از دمای ۴- درجه به بعد خاصیت تشکیل هسته‌بندی دارد. تراکم هسته یخ جهت تشکیل باران به درجه حرارت و سرعت بالا رفتن ابر بستگی دارد و در واقع زمان بارش ابر بستگی به تعداد هسته‌های بلور یخ موجود در آن و درجه حرارت ابر و درجه حرارت محیط هسته‌بندی بستگی دارد. بدین معنی که درجه حرارت هوای ابر به ارتفاعی که ابر بالا آمده است و مدت زمانی که ابر در ارتفاع معینی شروع به ریزش می‌کند؛ بستگی دارد. البته ارتفاع مذکور نیز به تعداد و طیف هسته‌های موجود مربوط است. برای عمل تلقیح ابر واضح است که ابرهایی واجد شرایط فیزیکی یعنی دارای عوامل اصلی جهت به راه انداختن مکانیسم باران طبیعی لازم است. به علاوه برای شروع ریزش‌های جوی ثوری برزؤن لازم است که بخار آب و قطرات کوچک آب و یخ توأم موجود باشند.

در اتمسفر ابرها توسط تراکم بخار آب روی ذرات سایر مواد معلق در هوا ایجاد می‌شوند. از اینرو موادی که جهت بذرافشانی در ابرها مورد استفاده قرار می‌گیرند بسیار مهم است. به علاوه روشی که بتوان مواد مذکور را به ابرها انتقال داده نیز اهمیت دارد. پدیده‌های میکروفیزیکی و دینامیکی و حرکات عمودی ابر در باروری ابر مهم هستند. برای ایجاد بارش باید حالت دینامیکی، ماهیت پدیده بارندگی را با دخالت عواملی، وضع میکروفیزیکی آنرا تغییر داد. اگر پدیده‌های دینامیکی طوری باشند که از بالا رفتن میزان جریانات جوی جلوگیری کنند در این صورت مقدار بیشتری آب متراکم خواهد شد و یا اگر پدیده‌های میکروفیزیکی در جهتی باشند که مقدار بارندگی رو به تقلیل باشد مقدار کل بارندگی کمتر از میزانی خواهد بود که ابر را بارور نمی‌کردند. تغییر میکروفیزیکی پدیده‌ها در بعضی شرایط ممکن است تغییرات وسیعی در پدیده‌های دینامیکی به وجود آورد.

بذرافشانی ابرها از جمله آنهاست که با اضافه نمودن قطرات آب درشت‌تر و با دخالت دادن موادی که خاصیت سطح قطره را تغییر می‌دهد ممکن می‌گردد. این عمل معمولاً با تغییر اندازه و طبیعت هسته همراه است. با توجه به تجربیات بدست آمده معمولاً یخ خشک (گازکریبیک، جامد)؛ بدور نقره؛ و هسته‌های نمک را جهت باروری ابر مورد استفاده قرار می‌دهند که معمولتر از همه بدور نقره می‌باشد. برای عمل باروری و رساندن عامل باروری به ابر معمولاً از وسایل و طرق زیر استفاده می‌شود:

- هواپیما

- بالن و موشک

- ژنراتورهای زمینی

که البته هر یک دارای معایب و مزایایی هستند. هواپیما دارای مزیت امکان حمل مواد مورد استفاده و پاشیدن آن دقیقاً در محل انتخاب شده می‌باشد ولی چون فقط زمان بسیار کوتاهی در محل مورد نظر قرار می‌گیرد و به سرعت از آن دور می‌شود برای اجرای یکسری عملیات که دارای بازده اقتصادی قابل توجه باشد؛ بسیار گران تمام می‌شود. ضمناً برای انجام عملیات، چندین هواپیما باید شب و روز در پرواز باشند که علاوه بر

۱۴ / دوره یازدهم، شماره چهل و چهارم

خطرات ناشی از ابرهای رعد و برق دارد؛ خطر پرواز بر نواحی کوهستانی به ویژه در زمان عدم امکان دیدن نیز وجود دارد. و دیگری اینکه با هواپیما فقط می‌توان یخ خشک را به عنوان عامل هسته‌بندی به ابر رساند. بدین ترتیب استفاده از هواپیما فقط در موارد آزمایشی مقرون به صرفه خواهد بود.

با توجه به موارد گفته شده و شعاع عملکرد و ظرفیت کم بالن‌ها و موشکها؛ ظاهراً ژنراتورها نسبت به سایرین برتری دارند گرچه دارای محدودیت‌هایی نیز می‌باشند بدینصورت که برای رساندن هسته‌های رها شده از ژنراتورها (بدور نقره) به داخل ابر؛ باید جریانات صعودی طبیعی از پایین به بالا در ابرها وجود داشته باشد. بدین ترتیب زمان و جهت خروج بدور نقره از ژنراتورها باید به طور دقیق پیش‌بینی شود. با کمک جریانات عمودی که همیشه بسمواتات نمو و توسعه ابرهای بزرگ هستند همانند (ابرهای کومولوس) هسته‌های اکتیو بدور نقره را باید در مناسبترین مکانها قرار داد.

مطمئن‌ترین و باصرفه‌ترین راه برای بدست آوردن حداکثر نتیجه از اقدامات تولید ریزش جوی؛ تأسیس اداره مرکزی عملیات است که دانستماً باید از تحولات هواشناسی مطلع باشند و در زمان مناسب عمل تلقیح را انجام دهند. در اجرای عملیات باروری جهت رسیدن به نتایج قانع کننده قطعی که لازمه آن اجرای کامل عملیات طی یک دوره زمانی مناسب می‌باشد باید از سه موضوع مهم زیر کمک گرفت:

- متخصصین مجرب

- اعتبارات مالی مورد نیاز

- مدت زمان کافی که در نتیجه نهائی کار بسیار مؤثر می‌باشند.

فواید باروری ابر

از عملیات باروری ابر علاوه بر افزایش بارش می‌توان در زمینه‌های دیگری از آن بهره جست که به طور مختصر در ادامه می‌آید. توسط بذرباشی ابر با هسته یخ می‌توان قبل از اینکه ابر به تگرگ تبدیل شود آن را به آب تغییر شکل داد و تا حدی از این طریق زیان حاصله از تگرگ را از بین برد.

بذرباشی ابرها برای کاهش ظهور برق که باعث آتش زدن جنگلها می‌شود نیز مناسب است. در این حالت با تبدیل سریع ابرهای رعد و برق دار به ابرهایی با بلورهای یخ، برق را کاهش می‌دهند و این عمل به علت مکانیسم بارانها و یا به سبب رشد کامل ابرهای کومولونیمبوس محدود می‌شود. از عملیات باروری ابر می‌توان برای ایجاد برف در سرشاخه‌های حوضه‌های آبریز و بر طرف نمودن مه استفاده نمود. به علاوه تجدید حیات منابع طبیعی اعم از مراتع و بوته‌زارها و جنگلها امکان‌پذیر خواهد شد. و مهم‌ترین مزیت آن علاوه بر تغذیه مصنوعی آنها زیرزمینی از طریق سدها و بندها این است که یکی از جدیدترین روشهای استحصال آب می‌باشد.

منابع

- ۱- خوشنویس اسحق، محمودی محمود، ترجمه ریزش‌های جوی و بارانهای مصنوعی، تألیف پروفیسور لونی سرا، تهران، خرداد ۱۳۵۳.
- ۲- چاه‌کوتاهی سیروس، تعدیل آب و هوا از طریق باروری ابر، تهران، مهر ۱۳۵۰.
- ۳- روز ارت نیرو، مرکز ملی تحقیقات و مطالعات باروری ابرها، گزارش شماره ۲، سال ۱۳۷۵.
- 4- A. Gaglin, cloud seeding Technology, Department of Atmospheric sciences the Hebrew university of Jerusalem