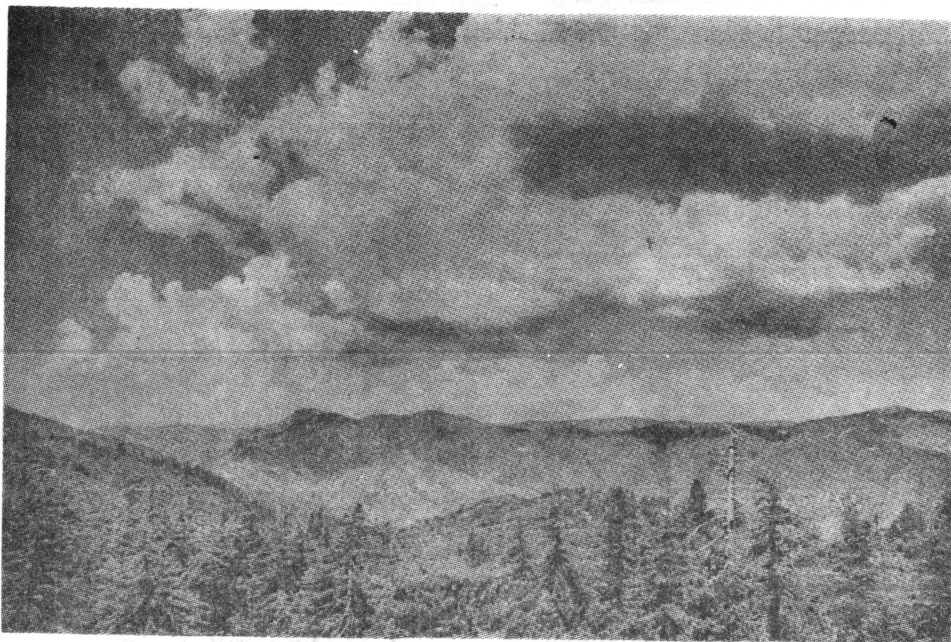


باران مصنوعی

از: ژینوس نعمت



اکثراً ابرهایی مشاهده میشود که روزهای متمادی در آسمان باقی میماند ولی بطور طبیعی نهرشد کرده و نه باران نازل میکند

و حتی امروزه شاید بتوان بجزرات اظهار داشت که در تمام دنیا کمتر موضوع علمی باین درجه مورد توجه و علاقه عموم مردم قرار دارد. همه باولع هرچه تمامتر اخبار مربوط به نشوونمای ابرها و تولید بارانهای مصنوعی را مطالعه میکنند و جراید اخبار مربوطه آنها بعنوان خبرهای بسیار جالب بازگویند. اقدامات اولیه علمی و عملی برای کنترل این نیروی عظیم طبیعی از اواخر قرن نوزدهم میلادی شروع شد و در اول قرن بیستم با مطالعه کامل در طرز تشکیل ابرها و ایجاد بارندگی نحوه

ضروری میدانند. این اقدامات رامیتوان جزء کوششهای اولیه بشر جهت ایجاد و تولید باران دانست. این فکر که بتوان روزی ریزش باران را تحت کنترل قرار داد و در موقع مناسب آنرا نازل و در مواقع نامناسب از آمدن آن جلوگیری نمود از همان روزهای اولیه برای بشریکی از آرزوهای بسیار جالب بوده است.

اقدامات جادوگران قدیمی و یا قربانیها و برگذاری مراسم مختلفه چنانکه ذکر شد بتصور انسانهای اولیه و غیرمتمدن آنروز برای رسیدن باین نتیجه بوده است

از زمانهای خیلی قدیم از آنوقتی که بشر به کشت و زرع پرداخت در اثر مشاهدات روزانه و سالیانه خویش پی برد که باران برای رویاندن محصولات اولازم و ضروری است و اگر باران نبارد کشت زارش سبز نشده و بارور نخواهد شد و او برای داشتن غذای خویش احتیاج به آب باران دارد. از این هنگام دائما در مواقعی که کشت و احتیاج به آبیاری داشت چشم باسماں میدوخت و منتظر ریزش باران بود. ریزش قطرات آب از ابرها چنان برای سبز شدن مزارع و درختان و همچنین چراگاهها و در نتیجه زندگی او ضروری بنظر میرسید که کم کم خدائی برای باران در مغز و فکر خویش آفرید و برای جلب مهر و عطوفت و رفع غضب او شروع به دادن قربانیهای متعدد و خواندن اوراد و ادعیه نمود. جادوگران برای ریزش بموقع باران و جلوگیری از قحطی و خشکسالی عجیب و برگذاری مراسم مختلفه اقدام میکردند. قربانیهای متعدد - برگذاری جشنها و خواندن اوراد و سرودهای دسته جمعی - نواختن طبلهای پسر و صدا در روی تپه های مرتفع - دود کردن گیاهان و چوبهای معطر هر کدام برای جلب و مهر و عطوفت خدای باران معمول قبیله و طایفه ای بود و هنوز نیز در قبایل نیمه وحشی بعضی از این اعمال را برای ریزش باران در موقع مناسب لازم و

بوجود آمدن باران کم و بیش روشن گردید و از این بعد فعالیت‌های علمی و عملی از روی روش‌های معین برای به نتیجه رسیدن این آرزوی قدیم بشر بتوسط علما و دانشمندان شروع شده و امروزه میتوان گفت که کم و بیش موفقیت‌های جالبی در این زمینه نصیب علم گردیده است بطوریکه علما و دانشمندان توانسته‌اند در موارد بسیار زیادی از ابرهائی که بدون بارندگی بوده‌اند باران‌های نسبتاً شدید تولید نمایند. ولی هنوز بعلت تازگی این نوع مطالعات نتایج آماری دقیقی بدست نیامده است تا بتوان بطور کامل بر روی این اقدامات اظهار نظر نمود.

در مقاله زیر سعی میشود که کوشش‌ها و احتمالاتی را که تاکنون در این زمینه انجام یافته و طرق مختلفه‌ای که مورد عمل قرار گرفته و نتایج نسبتاً درخشان داده بطور ساده تشریح شود. برای این عمل لازم است علل و نحوه ایجاد باران را از ابتدائی که اولین اعمال طبیعی برای ایجاد آن انجام میگردد بطور کلی مرور نمود.

هوا چگونه رطوبت خود را بدست می‌آورد :

جو زمین اوقیانوس عظیمی است از گازهای مختلفه که کره زمین را در بر گرفته است بجز یک در صد بقیه جو مخلوط سه گاز ازت و اکسیژن و بخار تشکیل شده است. آنچه که مورد بحث ما در اینجا است بخار آب موجود در جو میباشد. بخار آب در حال و در هوای هر نقطه از زمین بصورت مخلوط با گازهای دیگر موجود است و با تغییرات دورانی خویش از صورت بخار بصورت مایع و جامد (بارندگی) زندگی را برای بشر و حیوانات و نباتات در روی کره زمین میسر نموده است.

قسمت اعظم سطح کره زمین از آب پوشیده شده — در اثر تابش اشعه خورشید

بر سطح دریاها و اقیانوسها مقداری از آب آنها بخار شده و بصورت گازی که ما آنرا معمولا بخار آب مینامیم بقضا صعود میکند و بخار آب پس از صعود تشکیل ابر داده و تولید بارندگی مینماید. در اثر ریزش باران جنگلها و مراتع سبز میگردند و منابع آبهای زیر زمینی و یا سطحی تشکیل میشود که قسمتی از آن بصور مختلفه با استفاده کشت و زرع و مشروب ساختن زمین‌های کشاورزی و سایر استفاده‌های بشر در می‌آید — و قسمت دیگر بصورت بخار آب بقضا بر گشته و با بوسیله رودخانه‌ها به دریاها باز میگردد و دوباره عمل تبخیر با کمک اشعه خورشید انجام گرفته و اعمال گذشته تکرار میشود. این تغییر شکل

آب و هوا و بهداشت

در دسامبر ۱۹۰۲ یک مه ۵ روزه موجب مرگ ۴۰۰ نفر از ساکنین لندن شد و بقرار محاسبه‌ای که کمیسیون تحقیق پارلمانی بعمل آورده در آن ۵ روز معادل یک هزار تن دود و ذرات ذغال در دره‌های لندن معلق بوده است.

و گردش آب در حقیقت ماشینی است که در خدمت بشر بوده و ادامه حیات و زندگی او را میسر میسازد — اگر آب دریا تبخیر نمیشد و باران نیبارید چشمه سارها — نه‌رها — رودها و آب‌های زیر زمینی تشکیل نمیگردید و آب برای آشامیدن و کشت و زرع وجود نمیداشت و در نتیجه زندگی برای بشر و حیوانات و سایر موجودات زنده در کره زمین میسر نبود.

علاوه بر تبخیر آب‌ها یک مقدار بخار آب نیز از سطح یخ و برف و خاک‌های مرطوب — گیاهان و بخارات آتشفشانی در جو منتشر میگردد.

در مناطقی که گرم‌تر بوده و شدت تابش اشعه خورشید بیشتر است تبخیر بیشتر انجام میگردد.

مقدار باران در مناطق مختلفه زمین متغیر بوده و در هر ناحیه و منطقه‌ای مقدار سالیانه آن اندازه نسبتاً مشخصی دارد — از مقایسه مقدار بارندگی با مقدار تبخیر — خشکی و یا رطوبت و در نتیجه قدرت رویش طبیعی گیاهان را میتوان درک کرد.

مناطق که مقدار باران آنها کمتر از مقدار تبخیر است مناطق خشک نام دارند. منبأ مثال — در ناحیه ایکه سالیانه معادل ۱۰۰۰ میلی‌متر مکعب آب تبخیر بشود اگر فقط ۲۰۰ میلی‌متر باران ببارد کمبود مقدار آبی که بوسیله باران بزمین

میرسد نسبت به تبخیر، آن منطقه را منطقه‌ای خشک میسازد ولی اگر مقدار بارندگی مثلاً در حدود ۱۰۰۰ میلی‌متری یعنی بیشتر از مقدار تبخیر باشد که از زمین متصاعد میشود آن منطقه منطقه مرطوب و در نتیجه بطور طبیعی سرسبز و خرم خواهد بود. در مملکت ما بجز در سواحل بحر خزر در نواحی دیگر مقدار تبخیر خیلی زیاد تر از بارش سالیانه است و در نتیجه ایران جزو مناطق خشک و کم‌آب بحساب در می‌آید و واضح است که در چنین منطقه‌ای کشت و زرع و آبیاری و سرسبز نمودن اراضی احتیاج بمطالعات و عملیات زیادی برای تهیه آب دارد در صورتی که مثلاً در قسمت اعظم هندوستان که طبیعت زمین را با بارانهای فصلی شدید آبیاری

کرده و آب لازم را در اختیار میگذارد زحمات اقتصادی کمتری برای برداشت محصول و استفاده از طبیعت باید متحمل شد. در حقیقت در مناطق خشک مسئله تأمین آب برای زراعت یک مشکل اساسی و کلی محسوب میگردد در صورتی که در مناطق مرطوب هرگز باین پایه از اهمیت نمیرسد — اقداماتی که برای تأمین آب در مناطق خشک صورت میگردد در چند مرحله خلاصه میشود :

۱ — استفاده از منابع روی زمین آب مثل رودخانه‌ها و نه‌رها و چشمه‌ها و ایجاد کانالها و بستن سدها.

۲ — استفاده از منابع زیر زمینی آب از طریق حفر قنوات و چاه‌های عمیق و غیره.

۳ — استفاده از بارانهای مولد سیل

ما و دیگران

در جزایر انگلستان که وسعت آن در حدود ۲۰۰۰۰۰ کیلو متر مربع است ۵۹۴۸ ایستگاه باران سنجی وجود دارد و حال اینکه تعداد ایستگاههای باران سنجی ایران با وسعت ۱۶۴۰۰۰۰ کیلو متر مربع از ۲۵۰ متجاوز نیست و بنابراین اگر قرار باشد که دقت کار هواشناسی ما از نظر باران سنجی بیای انگلستان برسد بایستی بیش از ۴۰۰۰۰ ایستگاه باران سنجی داشته باشیم.

هیچ پدیده طبیعی باندازه هوا برای انسان متمدن موضوع گفتگو فراهم نساخته است و چه بسا دوستیها و روابط نزدیکی انسانی که از برکت اظهار نظر در وضع هوا بوجود آمده است.

که در مواقع عادی جز ایجاد خطرات مالی و جانی نتیجه‌ای ندارد یعنی با احداث سیل بندها و بستن سدها در محل‌های مناسب از نیروئی که بطور طبیعی باعث خرابی‌ها و ایجاد ناراحتی‌های بسیار است استفاده‌های شایانی برفع زندگی برده میشود.

۴ — و بالاخره مرحله‌ای که مورد بحث این مقاله میباشد و هدف آن مطالعه و انتخاب طرق و وسایل علمی و عملی

است که با استفاده از آنها میتوان مقدار باران سالیانه را بطور مصنوعی زیاد نمود. ه — اتخاذ طرق و ایجاد شرایطی که از تبخیر زیاد سطح زمین جلوگیری نموده و ب جذب رطوبت کمک نماید از قبیل حفاظت جنگلها و مراتع طبیعی — احداث و ایجاد جنگلها و مراتع مصنوعی و

چنانچه ملاحظه میشود مناطق خشک برای کشت و زرع و سرسبز نمودن زمینهای خویش احتیاج به استفاده از طرق فوق را دارند در صورتی که در مناطق مرطوب طبیعت ساکنین آنجا را از تشبث بخیلی از اعمال فوق بی‌نیاز نموده است.

در کشور ما از اکثر موارد فوق شاید از زمانهای خیلی قدیم استفاده میشده تنها

باران مصنوعی آنهم بعلت این که این طریق اخیراً مورد عمل کرد کشورهای متمدنی قرار گرفته و ضمناً هنوز در تمام ممالک عالم عمومیت نیافته و انجام آن احتیاج به صرف مبالغ هنگفت و تخصیص بودجه کافی و لوازم جدید دارد مورد استفاده قرار نگرفته است — در مقاله ذیل سعی خواهد شد که نحوه ایجاد باران بطریق مصنوعی تا آنجا که مفهوم گردد تشریح گردد و امیدوار است که مطالعه علمی

و شروع عملیات در این زمینه نیز بزودی بوسیله مطلعین و متخصصین مربوطه شروع شود.

کوشش منطقی برای بحث در باران مصنوعی شامل سه قسمت خواهد بود :

۱ — توضیح پدیده‌های شیمی، فیزیکی که بوسیله آن باران تولید میگردد.

۲ — شرح اعمال و دستگاههای فنی که جهت تولید پدیده‌های فوق بکار میرود.

۳ — تهیه آمار و مطالعه اقتصادی تولید باران مصنوعی.

قبل از ورود در مباحث فوق بایستی این نکته را تذکر داد که تولید باران بطریقه مصنوعی فقط در صورتی است که پدیده‌های لازم طبیعی موجود باشد.

مهمترین این پدیده‌ها عبارتند از وجود رطوبت کافی و ابر — در حقیقت تولید مصنوعی باران فقط عملی است برای تحریک و تقویت اعمال طبیعی — بدین معنی که اگر هوا بقدر کفایت رطوبت نداشته و یا ابری هم در آسمان وجود نداشته باشد هیچ عملی برای ایجاد ابر و یا تولید باران منتج به نتیجه‌ای نخواهد شد.

شاید روزی ترقیات علم انجام این امر را نیز میسر سازد ولی با وضع فعلی و مقدمات علمی امروزه انجام این امر میسر نمیشد.

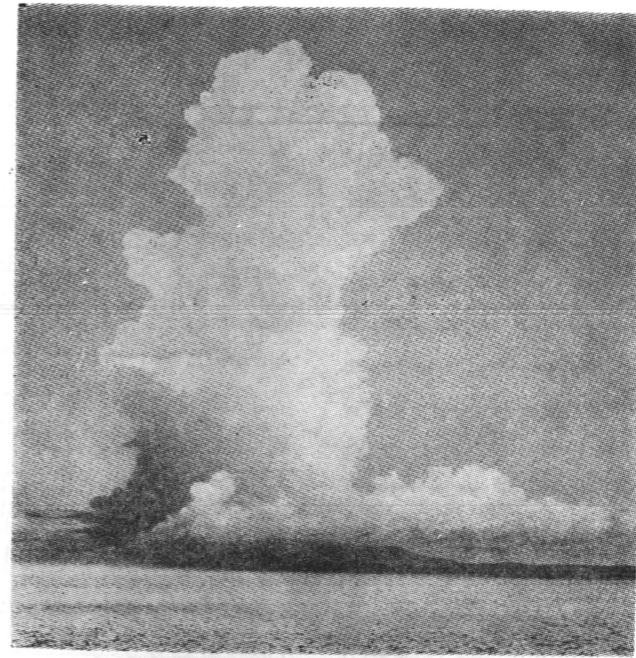
خیلی از اوقات دیده میشود که تکه‌های از ابر ساعتها و یاروزه‌های متممادی بر روی منطقه‌ای باقی میماند و حتی چند قطره هم باران تولید نمی‌نماید و یا چه بسیار مشاهده شده که تکه‌های پراکنده ای از ابر در آسمان موجود است که بدون ایجاد بارندگی بتدریج در آسمان حل شده و از بین میرود.

عملی که در این موارد انجام شده و بعنوان تولید مصنوعی باران نامیده میشود اینست که بایستی بنحوی ابرها را تحریک نمود تا بقدر کفایت رشد و نمو نموده و مستعد برای بارندگی گردند و بتوانند رطوبت خود را بصورت بارندگی بزمین

نازل کنند. بنابراین بایستی این نکته کاملاً مورد نظر باشد که ایجاد مصنوعی باران حداقل با وجود تکه‌هائی از ابر میسر می‌گردد و اعمالی که انجام میشود برای تحریک و انجام گرفتن اعمال طبیعی درون آنها است که بعلى راكد مانده است.

اکنون ذیلاً به توضیح یک یک قسمتهای ذکر شده فوق میپردازیم: برای توضیح این قسمت باید ابتدا اعمالی را که بایستی درجو انجام گیرد تا بطور طبیعی باران ببارد مطالعه نمود: پس از آنکه بخار آب از سطح دریاها و اقیانوسها ویا منابع دیگر آب بفضا صعود نمود در حین صعود خویش سرد شده و عمل تراکم در آن انجام میگردد و از بخار آب قطرات ریز آب تشکیل شده و ابر بوجود میآید. یعنی در حقیقت ابر عبارتست از قطرات بسیار کوچک آب که حد متوسط قطر آنها از ۰.۱ تا ۰.۲ میلیمتر بوده و بصورت معلق در فضا وجود دارند. این ذرات خواص کلوئیدی دارند و در فضا بحالت تعلیق می‌باشند.

برای تشکیل قطرات باران بایستی میلیونها از قطرات ریز ابر با هم جمع شوند و قطره بزرگتری را تشکیل دهند تا قطره اخیری بتواند بعلى سنگینی خود از ابر خارج شود. قطر قطراتی که باین ترتیب تشکیل شده و نزول مینماید معمولاً بیشتر از ۰.۲ میلیمتر میباشد. وقتی که قطره آب باین اندازه اسید میتواند با سرعت کافی (تقریباً ۷/ متر در ثانیه) بسمت زمین ریزش یابد و سرعت و بزرگی آن باندازه‌ای است که با آنکه مقداری از آب آن در هنگام نزول تبخیر میشود باز هم قسمتی باقی مینماید که بزمین برسد. ذرات کوچکتر از این مقدار آتقدر آهسته حرکت میکنند که همه آن تبخیر میگردد. حدود معمولی قطر قطرات باران ۱ تا ۲ میلیمتر و حداکثر قطر آنها در رگبارهای شدید از ۰ تا ۸ میلیمتر میباشد. قطرات درشت تر از این مقدار بعلى ناپایداری



پس از تحریک مصنوعی ابر قسمتهائی از آن رشد کرده و بزرگ میشود و قابلیت بارش پیدا می‌نماید

شدید خویش در هنگام سقوط به قطرات کوچکتر تقسیم می‌گردند. باین ترتیب تمام مکانیسم تشکیل باران در این جمله خلاصه میشود: ایجاد یک خاصیت فیزیکی که ذرات ریز معلق آبرابر بیکدیگر ملحق نموده و ذرات بزرگتر و قابل نزول تشکیل دهد. در همه ابرها این خاصیت فیزیکی وجود ندارد. از این روچه بسیار ابرهائی را مشاهده میکنیم که حتی پس از چند روز که در روی منطنه‌ای باقی مینمانند تولید باران نمیکند. در صورتی که در بعضی دیگر عمل الحاق ذرات آب و تشکیل ذره بزرگتر بصورت انجام گرفته و قسمت اعظم آب موجود در ابر بصورت ریزش باران بسطح زمین نازل میگردد. ولی چه عملی در درون ابر انجام میگردد که ذرات ریز آبرابر درون ابر بیکدیگر ملحق میکند مسئله ایست که سالها بوسیله دانشمندان مورد مطالعه قرار گرفته. مشاهده و مطالعه ابرهای طبیعی ایجاد ابرهای مصنوعی در درون محفظه های مخصوصی در لابراتوارهای فیزیکی

آب در روی یخ کمتر از روی آب است اگر آب و یخ مجاور هم قرار گیرند آب تبخیر شده و بر روی بلورهای یخی متراکم میگردد. این عمل درون ابرهائی که قطرات آب و ذرات یخ مجاور هم هستند باعث سنگین شدن ذرات یخ و در نتیجه نزول آنها میگردد. البته ذره یخ در هنگام نزول و برخورد با طبقات گرم تر ذوب شده و بصورت باران بزمین میرسد

۲ - نامساوی بودن قطرات ابر - اگر درون ابر قطرات آب قطریک اندازه نباشد قطرات بزرگتر کوچکتر را بخود جذب کرده و بزرگتر میشوند. در این حالت فشار بخار آب در مجاورت قطرات بزرگتر کمتر از مجاورت ذرات کوچکتر است از این رو ذرات کوچکتر تبخیر شده و مجدداً بدور قطرات بزرگتر متراکم میگردند.

۳ - نامساوی بودن سرعت حرکت ذرات - ذراتی که سرعت کمتر دارند در مسیر حرکت خود با ذراتی که سرعت بیشتر دارند برخورد کرده و بیکدیگر ملحق میشوند و در نتیجه قطرات بزرگتری ایجاد میکنند.

۴ - نامساوی بودن بار الکتریکی ذرات - تولید نیروی جاذبه الکتریکی بین ذرات و در نتیجه الحاق آنها بیکدیگر مینماید.

۵ - نامساوی بودن درجه حرارت ذرات کیفیتی است مشابه با حالت اول. وجود اختلاف فشار برای بخار آب در مجاورت قطرات سرد و گرم باعث تبخیر قطرات گرمتر و متراکم شدن بر روی قطرات سردتر و در نتیجه بزرگ شدن آنها میشود.

از حالت فوق حالت اول برای تشکیل باران در طبیعت بیشتر از همه دیده شده و مهمتر میباشد چنانکه گذشت عمل تشکیل باران در حالت اول هنگامی شروع میشود که ذرات آب و یخ در مجاورت هم وجود داشته باشند. در ابر-

هائی که رشد عمودی آنها بقدری است که از سطح یخبندان هم میگذرند معمولاً ذرات یخ بطور طبیعی در ابر تشکیل میشود (از آنجائیکه هرچه از سطح زمین دور شویم درجه حرارت هوا تنزل پیدا میکند لذا واضح است که در ارتفاع معینی درجه حرارت به صفر درجه سانتیگراد میرسد این ارتفاع را سطح یخبندان گویند و از این سطح بالا درجه حرارت زیر صفر خواهد بود) اگر ابر باین سطح برسد مقداری از قطرات آب موجود در آن یخ مینماید و بصورت بلورهای یخی در میآید و تعدادی نیز با وجودیکه درجه حرارت آنها زیر صفر است بعلى خاصیت کشش سطحی بصورت مایع باقی مینمانند در این حالت چنانکه قبلاً بیان گردید

که در هنگام نزول پس از آنکه مقداری از آب آن تبخیر شد باز هم چیزی باقی بماند که بزمین برسد. البته چنانکه ذکر گردید این ذره یخ در هنگام نزول بر اثر برخورد با سطوح گرمتر ذوب شده و بصورت باران بزمین میرسد.

این عمل الحاق در صورتی که قطرات موجود در ابر همه بحالت واحد باشند یعنی مثلاً حتی در زیر نقطه انجماد هم یخ نبسته و مایع باقی بمانند و یا اینکه همه قطرات بصورت یخ درآیند انجام نخواهد گرفت. در حال از دولت‌ها فوق برای ایجاد بارندگی لازم و ضروری است. اگر قطرات ابر همگی یخ - به بندند هیچ عملی نمیتواند کمکی به تحریک ابر و تولید باران نماید ولی اگر

آیا میدانید که ...

- ۱- سرویس هواشناسی آمریکا در سال ۱۸۷۰ میلادی بوجود آمده
- ۲- بودجه هواشناسی آمریکا در سال ۱۹۶۰ صرف نظر از اعتبارات علمی دستگاه های دفاعی آمریکا مبلغ ۴۸۸۵۰۰۰۰ دلار بوده است.
- ۳- در شبکه هواشناسی آمریکا ۱۸ ایستگاه هواشناسی خودکار - ۷۷ ایستگاه رادار - ۱۰۴ ایستگاه رادیو سوند - ۳۱۲ اداره تمرکز اطلاعات - ۶۰۵ ایستگاه سینوپتیک. (۱۲۹۸۲ ایستگاه کلیما تولوژی و باران سنجی - ۲۰۰ ایستگاه نظامی - ۷۲ اداره فانوس دریائی و ۱۱۰۰ کشتی در آبهای ساحلی وجود دارد.
- ۴- این سرویس در مدت ۹۲ سال که از عمر آن میگذرد فقط ۷ رئیس داشته است.

همه آنها بصورت قطرات آب باحرارت زیر نقطه انجماد باشند میتوان با تحریک ابر و ایجاد یخ بطور مصنوعی عمل بزرگ شدن قطرات و ریزش باران را مطابق با آنچه قبلاً گفته شد انجام داد. در این حالت کافیسیت که یکی دو کیلو

بعلى اینکه فشار آب مجاور بلورهای یخی کمتر از فشار بر روی آب مایع است قطرات سرد آب تبخیر شده و بدور ذره های یخ متراکم گردیده و آنرا بتدریج بزرگ مینمایند تا بحدی که قابلیت سقوط پیدا نماید و بزرگی آن نیز باندازه‌ای گردد

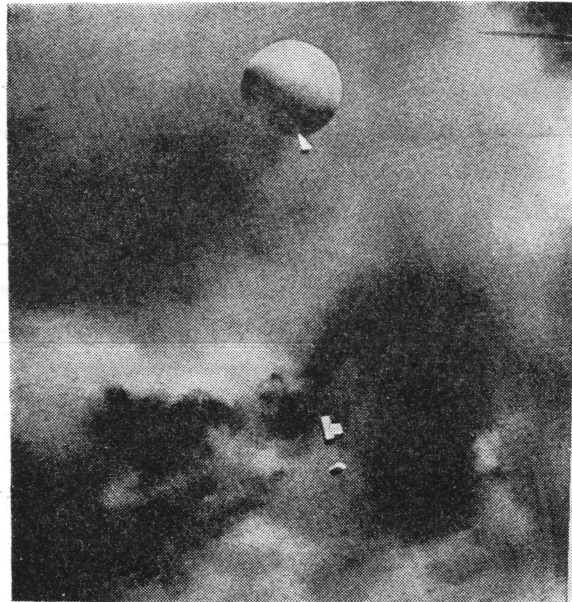
گرم از پودر اکسید دوکربن جامد که درجه حرارت آن (۷۰) درجه سانتیگراد بوده و یخ خشک نامیده میشود بوسیله هواپیما به سطوح فوقانی ابر پاشیده شود پس از اینعمل سرعت تعداد زیادی از قطرات آب سرد بصورت یخ درآمده و عمل بزرگ شدن قطرات انجام میگردد خود ذرات اکسیددوکربن جامد نیز هسته های خوبی برای تراکم میباشند و مثل ذرات یخ عمل کرده و بخار آبی را که از تبخیر ذرات آب مجاورشان بدست میآید بخود جذب مینمایند و پس از مدتی عمل بارندگی شروع میگردد. طریقه فوق متداول ترین طرق برای ایجاد باران در ابرهایی است که بسطح یخبندان میرسد ولی باران نمیدهد. بلورهای یدور نقره نیز بعلت تشابه شکلی خویش با بلورهای یخی میتوانند مشابه اکسیددوکربن عمل کنند. برای رسانیدن این بلورها بقسمتهای فوقانی ابر کافست که باروت آغشته شده به محلول یدورنقره در استون (۲٪) را با تفنگ به قسمتهای فوقانی ابر شلیک نمایند — دود یدور نقره بداخل ابر نفوذ کرده و بلافاصله ذرات یخ بر روی بلورهای یدور تشکیل شده و عمل سابق تکرار میگردد.

عمل تولید باران در ابرهایی که بسطح یخبندان نمیرسد (ابرهای گرم) بطریقه تزریق ذرات بزرگتر و سردتر آب قسمتهای تحتانی ابر انجام میگردد. وقتی ابر بسطح یخبندان نمیرسد تمام ذرات آن بصورت مایع بوده و درجه حرارت آنها بالاتر از صفر خواهد بود. در اینحالت اکسیددوکربن جامد تاثیری در تولید بارندگی ندارد. بخار یدورنقره نیز فقط به ضخیم شدن و بارش ابر کمک میکند — در اینحالت تنها راه تحریک تزریق و پاشیدن ذرات سرد آب با اندازه های بزرگتر از قطر ذرات ابر میباشد. بطور متوسط بایستی قطرات تزریق شده سه یا

چهار برابر بزرگتر از قطرات ابر باشند. عمل فیزیکی که در این حالت انجام میگردد بسادگی قابل توجه و مشابه حالتی است که یخ و آب مجاور هم قرار دارند: چنانکه گذشت فشار بخار آب در مجاور آبهای سردتر کمتر از آبهای گرم تر است باین ترتیب ذرات گرمتر آب تبخیر شده و بر روی ذرات سردتر که فشار کمتری دارند متراکم میگردد قطرات بزرگتر آب نسبت بقطرات کوچکتر نیز همین حالت را دارند یعنی مطابق قوانین فیزیکی فشار بخار آب مجاور ذرات بزرگتر کمتر از ذرات کوچکتر است و این خاصیت کمک میکند که ذرات کوچک تبخیر شده و بخار آنها بدور ذرات بزرگتر متراکم گردیده و آنها را باز هم بزرگتر و سنگین تر نمایند — هنگامی که ذرات بزرگتر و سردتر آب بدرون ابر پاشیده شود هر دو عمل فوق توأما انجام شده و به تولید ذرات بزرگ و ایجاد بارندگی کمک مینماید ولی این بزرگ شدن آقدر نیست که قطرات را قابل نزول نماید. از این رو بایستی از حرکات عمودی ابرها نیز استفاده شود. معمولا در ابرها از سمت پائین به بالا حرکات عمودی وجود دارد — اگر ذرات بزرگتر و سردتر آب در زیر ابر پاشیده و یا تزریق شود علاوه بر اعمال فیزیکی فوق جریان عمودی قطرات بزرگتر شده را به بالا میبرد. در هنگام صعود چون این ذرات بزرگترند با سرعت کمتری از ذرات خود ابر حرکت میکنند و در نتیجه قطرات ریز و سریع ابر در هنگام حرکت خود بانها بر خورد کرده و بیکدیگر ملحق میشوند و ذره بزرگتر را باز هم بزرگتر مینمایند تا بحدی که دیگر جریان صعودی قدرت بالا بردن آنها ندارد از این روه پائین میافتند و در مسیر رو به پائین خود نیز با تعدادی از قطرات دیگر آب بر خورد کرده و باز هم بزرگتر میشوند تا قطرات آن در حدود ۵

میلیمتر میشود — قبل از رسیدن باین اندازه اگر از ابر خارج شد بصورت باران نازل میشود ولی اگر به قطره میلیمتر رسید (که معمولا میرسد) خود بخود به قطرات کوچکتری تقسیم خواهد گردید که عموما بزرگتر از ذرات ابر هستند و مثل ذرات اولیه که به ابر تزریق شده عمل خواهند کرد با این تفاوت که بجای یک قطره این بار چندین قطره میسر قبلی را طی کرده و بزرگتر میشوند و بزودی تمام ابر بصورت قطرات قابل نزول درمیآید. اگر قطر ذرات تزریق شده ۶۰ میکرون باشد جریان عمودی با سرعت حداقل ۱۵ سانتیمتر در ثانیه برای ایجاد عمل فوق مورد احتیاج است. جریانات قوی تر از این مقدار معمولا در ابرها زیاد دیده میشود.

میتوان ذرات بزرگتری را در بالای ابرهایی که جریانات صعودی آنها ضعیف است پاشیدن این ذرات بعلت سنگینی خود نزول میکنند و در حین نزول جریانات قبلی برای بزرگ شدن آنها تکرار میگردد. آزمایشات گوناگون در زمینه های فوق نتایج زیر را نشان داده است: برای ابرهای از نوع کومولونیمبوس که رشد عمودی آنها بعد از رسیدن به سطح یخبندان نیز ادامه مییابد (این دسته ابرها رشد عمودی زیاد داشته و درون ابر حرکات عمودی شدید نیز موجود است.) عمل پاشیدن اکسید دوکربن جامد (یخ خشک) و تزریق دود یدور نقره هر دو توأما بایستی انجام گیرد تا نتیجه کامل گرفته شود. برای ابرهای گرم (آبهای که بسطح یخبندان نمیرسد) ابتدا بایستی بدرون تکه های دود یدور نقره را تزریق نمود این عمل باعث میگردد که ابتدا ابرها رشد نموده و بزرگتر شوند و سپس عمل الحاق ذرات آب درون آن انجام گرفته و بارندگی شروع گردد اگر فقط ابرها رشد نمود و بارندگی به تأخیر افتاد میتوان با پاشیدن قطرات درشتتر و سردتر آب (در



دستگاههای فنی جهت تحریک ابر

حدود سه یا چهار مرتبه بزرگتر از قطرات ابر) به پائین ابر عمل تولید باران را تسریع کرد.

دستگاههای فنی جهت تحریک ابر

طرحهای مختلف برای دستگاههایی که بتواند اکسیددوکربن جامد و یا دود یدور نقره را به ابر رسانده و یا آبرابا درجه حرارت سردتر و قطرات درشتتر ابر برساند داده شده و دستگاههای مختلفی ای تهیه شده است که ما ذیلا بشرح اساس ساختمان آنها می پردازیم: اساس کار این دستگاهها را یک بالن محتوی ئیدرژن که با خود دستگاههای خود کار (اتوماتیک) حمل مینماید تشکیل میدهد.

دستگاههای خود کار که برای تحریک ابرهای مرتفع که بسطح یخبندان میرسد بکار میرود شامل جعبه ای است که درون آن یک محفظه الومینیومی نهاده شده که کاملا عایق حرارت میباشد و درون این محفظه در حدود یک کیلو گرم اکسیددوکربن جامد قرار میدهند و در فاصله ای از این جعبه قوطی دیگری کار گذاشته شده که محتوی باروتی است که قبلا با محلول یدور نقره آغشته شده

و ملحقاتشان به بالای دستگاه وصل شده و در پائین دستگاه جعبه کوچک گردی که شامل پودر باروت آغشته شده به یدورنقره است قرار دارد. مجموعه دستگاه در حدود یک کیلوگرم وزن دارد و - باسانی بوسیله نوع بزرگتر از بالنهایی که در هواشناسی بکار میرود حمل میگردد. وقتی بالن با ارتفاع معینی رسید بوسیله دستگاه خود کار جرعه ای روشن شده و باروت منفجر میگردد و دود یدور نقره بدرون ابر فرستاده میشود و در همان حین ۱۲ سمپاش هم بعمل پاشیدن آب در سطوح تحتانی ابر مشغولند — برای اخذ نتیجه لازم بایستی سه یا چهار بالن بدرون هر ابر مورد نظر رها گردد.

در روزهایی که رطوبت بقدر کفایت در هوا موجود است ولی فقط قطعات کوچکی از ابر تشکیل شده اگر مقدار کافی از یدور نقره در فضا پخش شود ابرهای ضخیم و حتی رعد و برق و رگبار شدید میتوان بدست آورد. برای پخش یدورنقره در فضا کافی است تعدادی بالنهای حاوی باروت آغشته به محلول ماده فوقا در ارتفاعات مناسب بوسیله دستگاههای اتوماتیک منفجر نمود — هر بالن در مسیر خود مقداری از ماده فوق را پخش مینماید — البته این عمل در غروب و اوایل شب بایستی انجام گیرد تا نور خورشید نتواند بر روی یدور نقره اثر گذاشته و ترکیب آنرا در مدت کمی عوض کند. هر گرم از یدور نقره در حدود ۱۶ عدد ذرات ریز و هسته تراکم تولید میکند و در حدود ۱۰۰ گرم یدور نقره اگر در فضائی که رطوبت کافی دارد پخش شود کافست که منطقه نسبتاً وسیعی را از ابر پوشانیده و رعد و برق تولید نماید. اگر باد ضعیفی نیز برای پخش هسته های تراکم وجود داشته باشد تشکیل و رشد ابرها بخوبی در مسیر بالنها دیده میشود. روشهای فوق فقط در مواقعی که حداقل نیمی از آسمان از ابر پوشیده است

نتایج مؤثر داده ضمناً برای زمان و وقت انفجار و پاشیدن مواد درون ابربایستی دقت بسیار بکار رود چه بسیار که اشتباه کوچکی در محاسبه سبب شده که بالن به ابر نرسیده و در فضای صاف به طی راه خویش ادامه دهد و یادر ارتفاعی که فایده نداشته منفجر شده و عمل خود را انجام داده است .

برای انتخاب روز آزمایش بایستی وقتی را انتخاب کرد که مقدار کافی رطوبت در هوا وجود داشته و جریانات صعودی نیز موجود باشد - در آسمانی که ابرهای کومولونیمبوس در حال رشد است این شرایط حاصل است فقط بایستی صبر نمود تا ابر بقدر کفایت رشد نموده و در حدود ۱۰۰۰ تا دو هزار متر از سطح یخبندان بالا تر رود سپس عمل پاشیدن یخ خشک را انجام داد . در مواقعی که فقط تکه‌هایی از ابر وجود دارد بایستی در سطوح پائین و یا بالاتر رطوبت کافی برای رشد ابر موجود باشد که البته در این صورت با بکار بردن یکی از روشهای فوق میتوان به نتیجه مثبت رسید .

دود کردن مقدار زیادی ذغال معمولی آغشته به یدور نقره در روزهایی که وضعیت جوی مناسبی برای بالا بردن دود به سطوح فوقانی و رسانیدن به ابرها موجود است نیز مورد آزمایش قرار گرفته (باد با جهت سرعت معین و مساعدی میوزد و همچنین شرایط نوعی است که مانع از بالا رفتن دود بسطوح بالا نمیشود) مثلاً در انگلستان برای مدت چند سال در محل های معین شده اوقات بخصوص مناسب که بوسیله اداره هوا-شناسی تعیین میشود ذغالهای آغشته شده با یدور نقره را سوزانیده و نتایج آماری نسبتاً کافی بدست آورند منتهی نتایج بدست آمده نشان داده که جمع باران سالیانه بطور کلی زیاد نشده است فقط زمان بارندگی و محل تراکم آن تا حدی تغییر کرده است - البته این نتایج بعلت کوتاهی مدت آزمایش از

نظر علمی زیاد قابل ملاحظه و اعتماد نمیشد . همچنین عملیاتی را که برای ایجاد باران مصنوعی بوسیله بالن فوقا شرح داده شده در خیلی نقاط مستقیماً بوسیله هواپیما یا گلايدر (هواپیمای بی موتور) انجام داده‌اند . که بهر صورت نتیجه عملیات یکی بوده است . این بود بطور کلی خلاصه اذستگاهها و تجهیزات فنی و روشهایی که برای ایجاد باران مصنوعی امروز متداول است .

نتیجه و خلاصه از آنچه گذشت

۱ - آزمایشات و تجربیاتی که در این مورد در ممالک مختلفه بعمل آمده نشان داده است که بعضی از انواع ابرها که شرایط مناسب و بخصوص دارند اگر بوسایل فنی تحریک شوند میتوانند

آب و هوا و فرهنگ ملل

جای تعجب نیست که مذهب بودائی که بر اساس تفکر و تعمق در خودشناسی استوار گردیده در هندوستان بوجود آمده برای اینکه در هندوستان هوا گرم باندازه ای گرم است که مردان خرد و بینش غیر از اینکه ساعتها زیر سایه درختی نشسته مشغول تفکر شوند کاری نمیتوانند انجام دهند . بودا هفته‌ها بدینمنوال گذراند تا خود را شناخت و دین بودائی را پی ریزی نمود . البته اگر بودا این آزمایش را در نروژ یا ایسلند میکرد در همان ساعت اول از سرما منجمد میگرددید .

نقل از کتاب « انقلاب امروز در هوا » تألیف ویلیام باکستر

در محیط محدودی بارندگی ایجاد کنند یعنی باران را فقط در صورتی میتوان مصنوعاً ایجاد کرد که حتماً بطور طبیعی مقدار نسبتاً کافی ابر و رطوبت در هوا موجود باشد و فقط بعلت عدم وجود شرایط مخصوصی طبیعی و فیزیکی ابر قادر بایجاد باران باشد .

البته با پیشرفت سریع امروزی علم در کلیه رشته ها و موفقیتهایی که در سایر موارد علمی نصیب دانشمندان شده است احتمال پیدایش طریقه جدید

درخشانی را میدهد. مثلاً یک آزمایش دسته جمعی در سواحل غربی اروپا نشان داده که میزان بارندگی در اثر تلقیح ابرها از ۹ تا ۱۴ درصد بالاترته و این مقدار خود بسیار قابل توجه است .

باران مصنوعی و ایران

از مطالعه در وضع ایجاد بارانهای مصنوعی در ممالک دیگر میتوان نظریات زیر را نسبت به اجرای موضوع این برنامه در مملکت خودمان ابراز داشت .

۱ - برای ممالک اروپائی و اکثر کشورهای آمریکائی مطالعات و آزمایشات در امر ایجاد باران مصنوعی جزو کارهای علمی است چون مقدار بارندگی طبیعی در ممالک فوق برای کشت و زرع و استفاده های کشاورزی و مصارف دیگر آب اکثراً کافیت ولی این مطالعات برای ممالکی نظیر مملکت ما که به کمبود آب دچار بوده و بهمین جهت قسمت اعظم خاک آنها را اراضی خشک و لم - یزرع تشکیل میدهد نه تنها ضروری بلکه حیاتی است و در صورت اخذ نتایج مثبت و مفید میتوان کمک مؤثری به بهبود وضع کشاورزی و آبیاری و در نتیجه زندگی مردم این مملکت نمود - در حقیقت میتوان گفت بیشتر مطالعات و آزمایشات در زمینه بارانهای مصنوعی بایستی در ممالک خشک مثل کشور ما صورت گیرد .

۲ - چنانکه در اول مقاله گذشت بجز منطقه باریک سواحل بحر خزر بقیه نقاط ایران جزء مناطق خشک و کم باران حساب میشوند - خیلی از این مناطق خشک ممکن است اکثر آداری ابرهایی با شرایط مناسب جهت تولید باران مصنوعی باشند که در شرایط عادی نمیآرند ولی با تحریک مصنوعی میتوان از آب موجود در آنها استفاده نمود. این

اقدامات بایستی بوسیله اداره هواشناسی محل معمول گردد بدین معنی که نوع ابرها تعیین و با پیدا کردن متد مناسب مناطق مزبور را بوسیله باران مصنوعی آبیاری نمود .

۳ - برای مطالعه متدهای مختلفه تولید باران مصنوعی و تحریک ابرها و همچنین انتخاب و یا پیدا نمودن طرق

همچنین مطالعات فوق مسلماً بایستی طبق عمل کرد سایر کشورها تحت نظر متخصصین هواشناسی انجام پذیرد که علاوه بر معلومات بسیط علمی و دانشگاهی مطالعات و تجربیات هواشناسی کافی نیز داشته باشند .

۴ - بایستی مطالعات آماری دقیق و سریعی بر روی آمارهای موجود ابرها

هواشناسی در خدمت مردم

در سرویس هواشناسی انگلستان تلفونهای خودکار وجود دارد که با استفاده از نوار ضبط صوت هر کس میتواند با گرفتن شماره مخصوص تلفن پیش بینی وضع هوا را دریافت نماید در سال ۱۶۹۰ جمعاً ۱۰۹۴۰۶ نفر یا بطور متوسط در روز ۱۳۶۴ نفر برای کسب پیش بینی هوا از تلفونهای خودکار استفاده کرده‌اند .

در آرشیو هواشناسی انجام گیرد . نوع ابرها - ارتفاع سطح پائین و رشد عمودی آنها و همچنین تعداد دفعات بارش در هر منطقه انجام و امکان تحریک و اخذ نتیجه در آنها نیز مطالعه گردد .

۵ - جریانات باد و هوا در سطوح بالا و در فصول مختلفه از روی آمار محدود موجود در بایگانی هواشناسی تحقیق و نوع تاثیر آنها در تشکیل و نمو ابر و ریزش باران و یا پراکندگی و از بین بردن آنها مطالعه شود .

۶ - وسایل و بودجه کافی در اختیار هیئت تحقیق گذاشته شود تا بتوانند همه روشها را آزمایش و نتایج مفیدی از اقدامات و مطالعات خود اخذ نمایند .

۷ - مطالعه آزمایشات مختلفه ای که در استرالیا بخصوص انجام شده بعلت تشابه وضع آب و هوا با مملکت ماسلما مثر تر خواهد بود .

مناسب تحریک که موافق با آب و هوا و نوع ابرهای ایران باشد بایستی هیئت مخصوصی برای بررسی های لازم درباره باران تشکیل گردد که همه روشهای انجام شده بوسیله ممالک مختلفه را مطالعه و میزان رشد و نمو ابرها و مقدار بارندگی را در قبال هر آزمایش تعیین و بررسی نماید . مطالعه تغییرات ابرها بوسیله دیده بانی از سطح زمین و یا بوسیله هواپیما و در صورت امکان به کمک را دار بایستی انجام گیرد . برای این منظور کمک نیروی هوائی مورد احتیاج است و محل آزمایشها هم بایستی در یک فرودگاه مجهز باشد تا هم از وسایل هواشناسی و هم پروازی و رادار آن بتوان برای تعیین و مراقبت و کنترل ابرها قبل و پس از تحریک استفاده نمود باین جهت بنظر میرسد که تهران بهترین محل برای شروع و تمرکز آزمایشات فوق باشد .