



سازمان هواشناسی کشور
اداره کل هواشناسی استان اردبیل

بخش آموزش

اولین دوره آموزش الکترونیک کارکنان امور دیدبانی هواشناسی استان اردبیل

عنوان:

ابرناسی و پدیده های مرتبط با آن

کد: 522

مدرسین:

رضا الله قلی پور - هواشناسی فرودگاه اردبیل

فرهاد هاشمیان - هواشناسی فرودگاه اردبیل

علی اکبرنیا - هواشناسی پارس آباد

غلامرضا گلمرادی - هواشناسی خلخال

آذر ماه 1389

جزوه حاضر مروری است بر دانسته های گذشته ما.

... برگزاری اولین دوره آموزش الکترونیک توسط اداره کل هواشناسی استان اردبیل در ایران ، بهانه ای است بر محکی به میزان تسلط و ارتباط کارشناسان همدیدی و شاغلین در امور دیدبانی نسبت به ابزار ارتباطی نوین بشری (اینترنت و ...) و بهره از تجهیزات مدرن در ارتقای دانش افراد می باشد. به همین دلیل کاستی ها و خطاها در این جزوه و روش کار بی شمار خواهد بود. ابراز نظر ، پیشنهاد و راهنمایی شما در این زمینه چراغ راهی خواهد بود برای بهتر شدن تجربه های آینده ما با هم.

گروه مدرسین

ابر شناسی و پدیده های مرتبط با آن

فصل اول : فیزیک ابر

1-1- نحوه تشکیل ابر

1-2- ذرات داخل ابر

1-3- ترمودینامیک داخل ابر

1-4- فرآیند های داخل ابر

1-5- بارور سازی ابرها (مهندس همتی)

فصل دوم: دید بانای ابرها (گروپ 8)

2-1- انواع ابرها

2-2- شناسایی نوع ابر

2-3- کد گذاری ابرها

2-4- نکته های لازم در گزارش گروپ هشتم

فصل سوم: پدیده های مرتبط با ابرها

3-1- دریزل

3-2- باران

3-3- رگبار

3-4- تگرگ

3-5- رعد و برق

3-6- طوفان

3-7- پدیده های نوری ابرها

- واژه ها و اصطلاحات مرتبط با ابر

فصل اول: فیزیک ابر

مقدمه:

از پدیده های مهم در آسمان ، ابرها هستند که همواره توسط کارشناسان هواشناسی ، دیده بانی و گزارش می شوند. از آنجایی که با مشاهده نوع و تغییرات ابرها می توان ، اطلاعات قابل ملاحظه ای درباره وضعیت جو به دست آورد ، مطالعه و بررسی ابرها دارای اهمیت زیادی است. البته مطالعه ابرها از دو دیدگاه قابل بررسی است : یکی از دیدگاه ماکرو ، یعنی سینوپتیک ابرها که همان وضعیت ظاهری ابرها در جو می باشد (از نحوه تشکیل تا انواع ریزش های جوی آن از قبیل دریزل ، باران ، برف و تگرگ) و دیگری از دیدگاه میکرو که همان فیزیک ابر می باشد و در مورد فرآیند های داخل ابر از لحظه تشکیل ابر تا زمان نابودی ابرها در جو بحث و بررسی می شود.

- بر اساس دیدگاه اول می توان در مورد انواع ابرها از لحاظ شکل ظاهری ، ارتفاع ، ترکیب ابرها و حتی نحوه تشکیل ابرها مطالعه نمود و پدیده های مرتبط با ابرها همچون دریزل ، باران ، رگبار باران ، تگرگ ، رعد و برق و طوفان نیز قابل بررسی است. و در نهایت به نحوه کد گذاری و گزارش ابرها در دیده بانی می توان اشاره نمود.

- ما بر اساس دیدگاه دوم ، نحوه ترکیب و تشکیل داخلی ابرها ، ذرات داخل ابرها ، ترمودنیا میک داخل ابرها ، فرآیند های داخل ابر ، هسته های میعان ، آبروسول ها و نحوه تشکیل قطرات باران و برف ، قابل مطالعه و بررسی می باشد.

موقعیت ابرها در جو :

اتمسفر زمین را بر حسب چگونگی روند دما ، اختلاف چگالی ، تغییرات فشار ، تداخل گازها و سرانجام ویژگی های الکتریکی به لایه های زیر تقسیم کرده اند:



۱- تروپوسفر (Troposphere)

۲- استراتوسفر (stratosphere)

۳- مزوسفر (Mesosphere)

۴- یونسفر (Ionosphere)

۵- اگزوسفر (Exosphere)

تروپوسفر پایین ترین لایه اتمسفر¹ است که خود از لایه های کوچکتر تشکیل شده است و ضخامت آن از سطح زمین شروع تا ارتفاع 18 تا 27 کیلومتر ادامه دارد. که به دلیل تجمع تمامی بخار آب² جو زمین در این لایه ، بحث های ما نیز بر این لایه اختصاص دارد. لذا لازم است خصوصیات این لایه نیز مشخص شود. در این لایه عموماً با افزایش ارتفاع³ ، دما □ کاهش یافته ولی میزان کاهش ثابت نیست. منبع حرارتی این لایه ، انرژی تابش سطح زمین است. البته در داخل این لایه ، لایه های کم ضخامتی نیز وجود دارند که در آنها با افزایش ارتفاع ، دما نیز افزایش می یابد که به این حالت ، وارونگی دما یا اینورژن گویند.

سوال (1) چرا در داخل ابرها با افزایش ارتفاع از سطح زمین ، دما کاهش می یابد ؟

- 1- Atmosphere
- 2- Water vapour
- 3- Height
- 4- Temperature

تعریف ابر¹:

اگر بخار آب موجود در هوا (رطوبت²) تغییر حالت داده و تبدیل به قطرات آب یا ذرات یخی شود، مرئی شده و تشکیل ابر می دهد. به طور کلی ابرها از قطرات ریز آب یا کریستال³ های یخی و یا ترکیبی از هر دوی آنها تشکیل می شوند. لذا عامل اصلی تشکیل ابرها، صعود هوای گرم و مربوط به سطح فوقانی جو و سرد شدن آن است. هوای مرطوب در اثر صعود به ارتفاعات بالاتر جو، تحت تاثیر فشار کم آن سطوح قرار گرفته و درحین انبساط، سرد می شود.

ترکیب ابرها عموماً یکسان می باشد. اما چیزی که باعث متفاوت بودن شکل ابرها می شود، نتیجه تفاوت در شدت و سرعت عمل فرآیند تراکمی □ است که منجر به تشکیل ابر می شود.

حرکت ناگهانی به سوی بالا و گرمای سطحی، ابرهای جوشی یا کومولوس را ایجاد می کند. اما حرکت آهسته و تدریجی هوای مرطوب به سوی بالا، تولید ابرهای پوششی می کنند. (استراتوس)

لذا از لحاظ شکل ظاهری، ابرها بر دو نوعند: ابرهای جوشی یا کومولوسی و ابرهای پوششی یا استراتوسی.

از لحاظ ارتفاع کف ابرها، آنها را به سه دسته تقسیم بندی می کنند:

الف) ابرهای پایین (low clouds)

ب) ابرهای متوسط (medium clouds)

ج) ابرهای بالا (high clouds)

-
- 1- cloud
 - 2- Humidity
 - 3- Ice crystal
 - 4- Condensation

در تقسیم بندی دیگری ، ابرها را به دو نوع ، ابرهای گرم و ابرهای سرد دسته بندی می کنند :

ابرهای گرم ، ابرهایی هستند که در آنها درجه حرارت بالای نقطه انجماد بوده و فاقد کریستال های یخی می باشند. اما در ابرهای سرد حداقل در قسمت فوقانی آنها درجه حرارت زیر نقطه انجماد بوده و دارای کریستال های یخ می باشند. هر چند ممکن است در ابرهای سرد هم هیچ کریستال یخی موجود نباشد.

ترمودینامیک داخل ابرها:

در ترمودینامیک ، تبدیل گرما به سایر اشکال انرژی و برعکس ، مورد مطالعه قرار می گیرد و چون این تبدیلات در جو از اهمیت زیادی برخوردار است. لذا ضروری است ترمودینامیک داخل ابرها نیز مورد مطالعه قرار گرفته و از کاربرد آن در پیش بینی وضعیت های آینده جوی استفاده نماییم.

- اساس قرآیند های درون ابر را ، تبدیل حالت های مختلف آب ابر به یکدیگر تشکیل می دهند .

Vapour بخار \longleftrightarrow مایع (میعان ، تبخیر) (evaporation .condensation)

Liquid مایع \longleftrightarrow جامد (انجماد ، ذوب) (melting , freezing)

بخار \longleftrightarrow جامد (نهشت ، تصعید) (sublimation , Deposition)

لازم است قبل از بررسی ترمودینامیک ابر چند مفهوم زیر تعریف شوند:

میعان:

همان تبدیل بخار آب به حالت مایع است که این عمل در طبیعت در حضور هسته های تراکم (یا ذرات دیگر) در داخل ابرها صورت می گیرد. و در این فرآیند مقداری انرژی آزاد شده و باعث گرمای محیط می شود.

تصعید:

در ابرهای سرد گاهی بخار آب مستقیماً به یخ تبدیل می‌شوند که به این فرآیند تصعید گویند. معمولاً این عمل بر روی هسته‌هایی انجام می‌گیرد که به آنها هسته‌های یخ تصعید گویند.

حالت اشباع¹:

هر گاه در محیطی، آهنگ تبخیر با آهنگ میعان برابر شود. در این صورت به حالت تعادل رسیده و گویند که به اشباع رسیده است.

تبخیر:

در فرآیند تبخیر، آب به بخار تبدیل شده که مقداری انرژی مصرف می‌شود. این مقدار انرژی در بخار آب ذخیره شده که به گرمای نهان تبخیر موسوم است. لذا فرآیند تبخیر باعث سرد شدن یا پایین آمدن دمای محیط می‌شود.

هسته‌های تراکم² (هسته‌های میعان):

شکل‌گیری قطره‌های ابر در جو، روی ذراتی بنام هواویز³ است که به آنها هسته‌های میعان یا هسته‌های نم‌گیر می‌گویند. البته این ذرات از لحاظ بزرگی و غلظت بسیار متفاوتند. قطر این ذرات از $0,01\mu\text{m}$ تا $20\mu\text{m}$ می‌باشد. (ccw)

آب ابر سرد³:

در ابرهای سرد و در قست فوقانی آن ممکن است آب سرد گشته و به زیر نقطه انجماد هم برسد، اما یخ نبسته که در این صورت گویند آب در حالت تاخیر در انجماد است و به آب ابر سرد موسوم هستند. اگر در جو آب را خالص در نظر بگیریم ممکن است قطرات آب ابر سرد، حتی تا حدود 40°C -درجه سلسیوس نیز یافت شوند. اما اگر با هسته‌های انجماد (ذرات دیگر) تماس حاصل نمایند، شروع به یخ بستن نموده و باعث تشکیل برف می‌شوند.

دمای تر:

هر گاه در محیطی در فشار ثابت ، تبخیر آب مایع صورت گیرد ، گرمای نهان تغییر حالت آب مایع به بخار آب توسط خود محیط تهیه می شود. لذا دمای محیط پایین آورده می شود. اگر این فرایند تا مرحله اشباع محیط ادامه یابد ، دمای محیط حالت اشباع را که به پایین ترین حد خود رسیده است ، دمای تر گویند .

فشار بخار آب⁴:

همان فشاری است که توسط بخار آب به محیط اعمال می شود و آن را با حرف (e) نشان می دهند. اگر در یک محیطی مقدار بخار آب به حداکثر مقدار خود برسد در این صورت بسته بخار آب را اشباع شده گویند و فشار وارده از سوی آن را فشار بخار اشباع⁶ (e) گویند. و این فشار تنها با دما تغییر می یابد. البته قابل ذکر است که فشار بخار اشباع بر روی سطوح آب و یخ متفاوت است .

1. Condensation nuclei

2. super cold water

3. snow

4. aerosol

5. vapour pressure

6. saturation adiabatic pressure

پراکندگی نور:

نور خورشید از طول موجهای مختلفی تشکیل شده (از طول موج های بلند و کوتاه) (قرمز - نارنجی - زرد - سبز - آبی - میشی - بنفش) و به هنگام عبور از جو در اثر برخورد با ذرات کوچک و بزرگ پراکنده شده و به زمین می رسد.

طبق نظریه رالی طول موج های کوتاه تر بیش از طول موج های بلند تر ، پراکنده می شوند. طول موج آبی نور خورشید در جو به مقدار فراوان پراکنده شده و در جو پخش می شود. لذا به همین دلیل است که آسمان صاف کاملاً آبی رنگ به نظر می رسد. و چون طول موج های زرد کمتر در جو پراکنده شده و اکثراً به سطح زمین می رسد. لذا به همین دلیل است که خورشید زرد رنگ مشاهده می شود.

طبق نظریه رالی : طول موج های بلندتر کمتر پراکنده می شوند. لذا به همین دلیل است که به هنگام طلوع و غروب ، خورشید قرمز رنگ به نظر می رسد.

پدیده هاله:

در اثر شکست نور خورشید به هنگام عبور از میان ابرهای سیرواستراتوس یا سیروس توسط کریستال های یخ در داخل ابر ، گاه حلقه ای از روشنایی نورانی در حالی که خورشید در مرکز آن قرار دارد ، دیده می شود. نواحی داخل این حلقه قرمز فام بوده و قسمت های خارجی آن سفید رنگ می باشد که این پدیده را هاله گویند.

پدیده کرونا:

دراثر پراش نور خورشید ، یعنی خم شدن مسیر نور در حالی که از مجاورت قطرات آب می گذارد پدیده پراش ایجاد می شود که قسمت خارجی آن به رنگ قرمز و قسمت داخلی آن به رنگ آبی می باشد . هنگامی که خورشید یا ماه در پشت ابرهای نازکی که تازه تشکیل شده به در حال تشکیل شدن هستند اتفاق می افتد مثل آلتواستراتوس نوع اول .

در حالت عادی برای هر محیطی که دارای رطوبت باشد ، مقدار فشار بخار آب (es) کمتر از مقدار فشار بخار اشباع شده (es) می باشد و به همین دلیل نم نسبی همواره کمتر از 100 درصد می باشد و تنها در محیطی که هوا اشباع شده باشد ، یعنی مقدار بخار آب به حداکثر برسد. نم نسبی 100% می شود.

نکته 1: فشار بخار اشباع بر روی آب و یخ متفاوت است.

نکته 2: در هر محیطی ، تا زمانی که غیر اشباع است ، فرآیند تبخیر صورت می گیرد. چون گرمای نهان این فرآیند را همان محیط تامین می کند ، لذا در اثر این فرآیند دمای محیط سردتر می شود و به همین صورت دماسنج تر همواره کمتر از دماسنج خشک ، عدد کمتر را نشان می دهد و تنها در حالت اشباع یعنی حداکثر مقدار بخار آب ، هر دو دمای خشک و تر با هم مساوی می باشند.

نکته 3: هر محیطی که مرطوب تر می شود ، وزن آن نیز کمتر می شود. چون تعدادی از مولکول های هوای خشک جایگزین مولکول های بخار آب می شود. لذا همواره هوای خشک سنگین تر از هوای مرطوب می باشد.

وجه تمایز گاز و بخار: بخار می تواند تحت تاثیر شرایط محیط ، خود به خود چگالیده شده و به مایع تبدیل شود در حالی که ، گازها نمی توانند به طور طبیعی به وسیله تغییرات جوی ، چگالیده شده و به مایع تبدیل شوند چون دماهای بحرانی گازها بسیار پایین تر از دمای میانگین جو می باشد.

حرکات عمودی جو نسبت به مقیاس افقی بسیار کوچک تر می باشد. اما اثرات ناشی از حرکات عمودی جو از اهمیت زیادی برخوردار می باشد. از جمله در تشکیل ابر و ریزش های جوی و پدیده هایی همچون طوفان ، تند باد ، رعد و برق و ...

فرآیند یا پدیده ویرگا:

اگر قطرات تشکیل شده در داخل ابر قبل از خروج از ابر ، دوباره تبخیر شده و به داخل ابر باز گردند ، پدیده ویرگا نامیده می شوند.

عوامل موثر در رشد قطرات داخل ابر

1- رطوبت هوا در اطراف قطرات

2- اثرات کشش سطحی

3- نوع هسته های تراکم

آذرخش:

از پدیده های مرتبط با ابر یکی آذرخش می باشد:



آذرخش یا برق نمونه ای از تخلیه الکتریکی بوده ، که ممکن است ما بین ابر و زمین ، ابر و ابر و ابر و هوای اطراف آن واقع شود . در هنگام وجود آذرخش ، اتمسفر ناگهان گرم می شود که در اثر این

عمل هوا شدیداً منبسط شده و در اثر انبساط هوا امواج صوتی مکانیکی تولید می شود که رعد یا تندر نامیده می شوند.

چون صدای رعد از قسمت های مختلف تخلیه نورانی به گوش می رسد لذا صدای آن غرش کننده و طنین دار می باشد.

نور آذرخش بسیار سریع مشاهده می شود و چون سرعت نوری 3×10^8 متر بر ثانیه است در حالی که سرعت امواج صوتی 340 m/s متر بر ثانیه می باشد.

نور آذرخش تا فاصله 150 km قابل مشاهده است و در حالی که صدای آن تا فاصله 30 km شنیده می شود. و در فاصله بیشتر از 30 کیلومتر تنها نور آذرخش دیده می شود. باید اضافه کرد که مقدار کمی ، بار مثبت نیز در پایین ابرها یافت می شود.

بارهای الکتریکی در جو:

نتایج بررسی ها نشان می دهند که بارهای مثبت در ناحیه بالایی ابرها و بارهای منفی در منطقه پایین ابر جمع می شوند. در این مورد نظریه های زیادی ارائه گردیده که بر اساس یکی از آنها ، در داخل ابرها قطرات و ذرات بزرگ دارای بار منفی بوده و قطرات کوچک دارای بار مثبت می باشند. البته این بارها در خارجی ترین لایه قطره های آب جمع می شود و در اثر چرخش های توربولانسی داخل ابر ، قطره های سبکتر به سمت بالا منتقل شده ، ولی قطرات سنگین در پایین ابر باقی می مانند.

چرا ابرهای CB در آسمان خطرناک هستند؟

اندازه گیری ها نشان می دهد که ابرهای CB میدان الکتریکی بین جو زمین را به مقدار قابل ملاحظه ای افزایش می دهد و این افزایش گرادیان ، پتانسیل ابرهای CB و سطح زمین را تا حدی زیاد می کند که باعث ایجاد پدیده آذرخش می گردد. باید یادآور شد که اختلاف پتانسیل بین ابرهای CB و سطح زمین ، حتی ممکن است به چند هزار ولت هم برسد و با افزایش ارتفاع از سطح زمین حتی درصد آن به چند صد

هزار ولت هم می رسد. (در ارتفاع یک متر 150 ولت). البته این اختلاف پتانسیل در هوای مه و غبار آلود بیشتر هم می شود.

میدان الکتریکی:

هر جسم باردار در اطراف خود میدانی تولید می کند که به آن میدان الکتریکی گویند و دارای این خاصیت است که به اجسام باردار اطراف خود نیرو وارد می کند (E)

اختلاف پتانسیل الکتریکی:

اگر بین دو نقطه A,B عدم تعادل بارهای الکتریکی وجود داشته باشد خواهیم گفت که بین دو نقطه A,B ، اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود دارد که در اثر این خاصیت ، بارهای الکتریکی تمایل دارند از پتانسیل بیشتر به پتانسیل کمتر جریان یابند و این حرکت باعث تولید جریان برق خواهد شد. ($V=w/g$ و $g=l.t$)

چگالش و هسته بندی :

نشستن بخار آب روی ذرات (هواویزها) را هسته بندی گویند. هوای نمناک هنگامی که به اشباع می رسد تبدیل بخار به حالت مایع و بخار صورت گرفته که این فرآیند تنها زمانی رخ خواهد داد که بخار آب سطح مناسبی را برای چگالش پیدا کند و این سطح را هسته میعان یا هسته تراکم گویند. حال اگر هسته میعان چیز دیگری جز سطح آب باشد هسته بندی را ناهمگن گویند. چنین سطوحی شامل یونها ، ذرات کوچک و آبروسل ها هستند. و اگر میعان بخار آب روی سطح آب مایع صورت گیرد ، هسته بندی را همگن گویند. در نهایت می توان گفت که دو نوع هسته بندی وجود دارد:

1- هسته بندی همگن

2- هسته بندی غیر همگن

سوال: چرا در داخل ابرها ، بخار آب موجود جذب هواریز شده و تشکیل قطره آب می دهند ؟

ذرات داخل ابرها :

تراکم بخار آب و شروع فرآیند میعان و شکل گیری قطرات ریز ابر در جو ، روی ذراتی بنام هواویز انجام می گیرد که به آنها هسته های میعان یا هسته های تراکم می گویند.

گستره بزرگی این ذرات از حدود $0/01 \mu\text{m}$ (میکرومتر) تا $10 \mu\text{m}$ (میکرومتر) می باشد.

آیروسل ها به صورت های جامد ، مایع ، گاز و غبار در جو وجود دارند که در تولید پدیده های جوی از جمله پدیده پراکندگی تابش خورشید ، پدیده های الکتریکی و ... نیز نقش بسزایی دارند.

اما از دیدگاه فیزیک ابر ، آیروسل ها مهمترین نقشی که ایفا می کنند ، همان نقش هسته های میعان می باشد. آیروسل ها از لحاظ اندازه به چهار دسته تقسیم بندی می شوند که عبارتند از :

1- ذراتی که قطر آنها کمتر از $0/2$ میکرومتر باشد که بنام ذرات اتیکن¹ مشهور هستند

2- ذراتی که قطر آنها بین $0/2$ تا 2 میکرومتر می باشد که بنام هواویزهای بزرگ² مشهور هستند .

3- ذراتی که قطر آنها بیش از 2 میکرومتر می باشد که به ذرات خیلی بزرگ³ معروف اند .

4- ذراتی که قطر آنها در حدود 20 میکرومتر می باشد به ذرات غول معروف اند .

اکثر هواویزهای جوی را ذراتی با قطر کمتر از $0/2$ میکرومتر تشکیل می دهند (ذرات اتیکن) و منشا اصلی تولید هواویزهای جوی ، طبق تحقیقات بروک در سال 1972 (حدود 75 %) از دو طریق می باشد : منابع طبیعی و منابع انسانی

به عنوان نمونه تقسیم بندی زیر معقول به نظر می رسد:

گرد و غبار 20 درصد ، افشانه آب دریاها 40 درصد ، آتش سوزی جنگل ها 10 درصد ، احتراق سوخت های فسیلی و صنایع 5 درصد و بقیه 25 درصد هم مربوط به تبدیل ترکیبات گازی است که به ذرات کوچک دیگر تبدیل می شوند. (مهمترین گازها عبارتند از: SO_2 , NO_2 , NG_3 , ...)

ریزترین آبروسل ها همان ذرات چند مولکولی بوده و بزرگترین ذرات همان نمک ها ، گرد و غبار و ذرات حاصل از احتراق می باشد. از دیدگاه فیزیک ابر این ذرات به عنوان هسته های میعان عمل نموده و باعث شکل گیری قطره های ابر می شوند و در نهایت فرایند بارش را به وجود می آورند.

-
1. Aithen particles
 2. Large particles
 - 3- Giant particles
 - 4- Ultra - giant particles

البته بعضی از این ذرات بعنوان هسته های مفید عمل می کنند مثل یونهای کوچک و ذرات ریز که بعنوان هسته های نم گیر معروفند. و بعضی ها هم مراکز مناسبی برای عمل رسوب آب فراهم می کنند و باعث رشد قطرات به اندازه های مرئی می شوند.

شواهد نشان می دهد که اصلی ترین ترکیب هسته های میعان با اندازه های بزرگتر از 1 میکرومتر ، نمک دریا بوده و ذرات بین 0/1 تا 1 میکرومتر سولفات ها هستند (مثل اسید سولفوریک و سولفات آمونیوم)

فرآیند تشکیل ابرها:

بخار آب از طریق تبخیر به لایه های پایین هوا وارد می شود و آن را مرطوب می کند و باعث نا پایداری توده هوا¹ می شود. زمانی که توده هوا به هر دلیلی به طبقات بالای جو صعود² کند به تدریج وزن یا فشار وارد به آن کاهش می یابد و حجم توده هوا بیشتر می شود. از طرفی توده هوا با صعود به لایه های بالای جو سرد می شود. در طول صعود زمانی فرا می رسد که رطوبت موجود در توده هوا به حداکثر خود می رسد. یعنی در آن لحظه توده هوا اشباع³ می گردد. و از آن لحظه به بعد ، رطوبت اضافی تغییر حالت داده و فرآیند میعان شروع می شود و قطره های ابر شکل می گیرند که این فرآیند به تراکم موسوم است. با شروع تراکم ، ابر نیز شکل می گیرد. لذا ابر همان اجتماع عظیمی از قطرات مرئی آب است که به دور هسته های تراکم بوجود آمده اند. پس اولین نتیجه فرآیند تراکم ، ایجاد ابر می باشد. البته مهمترین مکانیزم سرد شدن به هنگام صعود توده هوا ، همان سرد شدن بی درو می باشد.

1.air mass

2.ascend

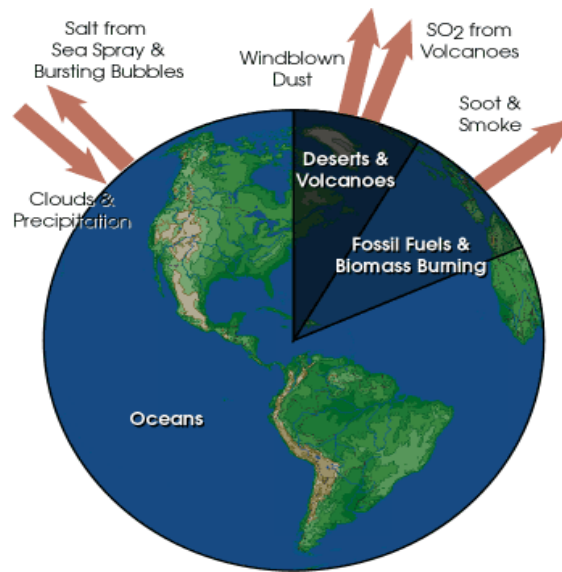
3.saturation

4.condensation

5. condensationnuclei

6. مراجعه شود به تعریف بی درو

پس از تشکیل ابر ، هسته های تراکم به تدریج در اثر فرآیند های خرد فیزیکی ، بزرگتر شده و حتی قادر به تولید ذراتی به اندازه صد برابر اندازه خودش نیز می باشد. که قطر معمولی ذرات آب داخل ابر بین 0/05 تا 2 میلی متر می باشد. بر اساس تحقیقات بوشر در سال 1975 ، قطرات به شعاع 0/005 تا 0/02 میلی متر همیشه در آسمان باقی می مانند و ابر را نگه می دارند. اما قطرات بین 0/05 تا 0/2 میلی متر باران ریزه (Drizzle) را بوجود آورده و قطرات با شعاع بیشتر از 0/5 میلی متر باران (Rain) را ایجاد می کنند.



سوال: چرا در طبیعت رطوبت بیشتر از 100 درصد ایجاد نمی شود؟

-
1. Droplet
 2. Cloud droplet
 3. Super cooled water
 4. Ice crystal

قطرات داخل ابر از لحاظ بزرگی ، غلظت و سرعت سقوط و تولید ریزش های جوی ، بسیار متفاوتند که مهمترین آنها عبارتند از: هسته میعان ، قطره ¹ ابر ، قطره ابر ² ، قطره ریز باران ، قطره باران ، آب ابر سرد ³ ، بخار آب و ذرات یخ (کریستال های یخی).

تقسیم قطرات داخل ابر برای اولین بار توسط مک دونالد در سال 1958 انجام گرفته است:

1- کوچکترین ذره همان هسته میعان نمونه است (با قطر $0.1\mu\text{m}$ میکرومتر و با چگالی 1000cm^{-3} تعداد در سانتی متر مکعب)

2- قطره ابر (قطرات ریز ابر) که از فرآیند میعان بر روی هسته های میعان بوجود می آید. (با قطر $1\mu\text{m}$ میکرومتر و با چگالی 1000cm^{-3} عدد در ساختگی متر مکعب)

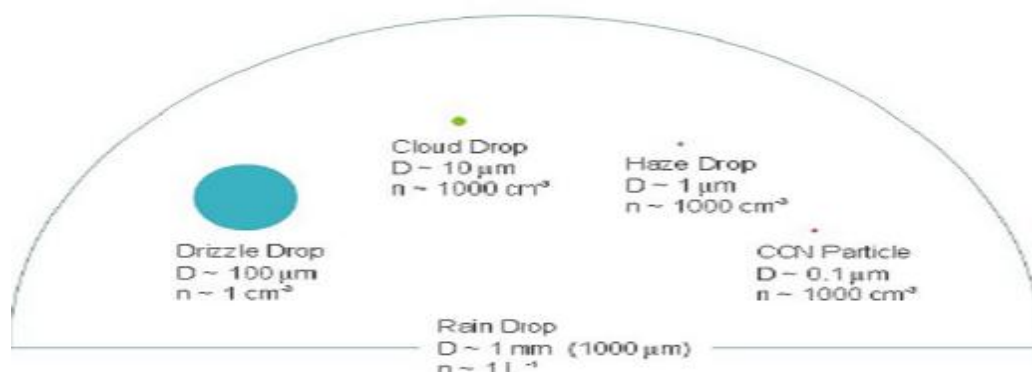
3- قطره ابر که از به هم آمیختن چندین قطرات ریز ابر تشکیل می شود (با قطر $10\mu\text{m}$ میکرومتر و با چگالی 100cm^{-3} عدد در سانتی متر مکعب)

4- قطره کوچک باران (مرز بین قطره ابر و قطره باران). (با قطر $100\mu\text{m}$ میکرومتر معادل 0.1mm میلی متر و با چگالی 10cm^{-3} عدد در سانتی متر مکعب)

5- در نهایت قطره باران که در اثر فرآیند هایی در داخل ابر تشکیل و از آن خارج می شود (با قطر $1000\mu\text{m}$ معادل 1mm میلی متر و با چگالی 1cm^{-3} یک قطره در هر سانتی متر مکعب)

در فرآیند های تولید طبیعی بارش ، مراحل رشد از یک هسته میعان تا یک قطره باران بسیار سریع و در حدود 20 دقیقه اتفاق می افتد.

Relative Sizes of Cloud Particles



سوال: چرا بلافاصله بعد از صعود هوا و تشکیل ابر در جو ، قطره های آب در داخل ابر تشکیل می شود؟

فرآیند شروع بارش:

برای تبدیل قطره های ابر به قطره های باران و ریزش جوی آن بایستی فرآیند هایی را جستجو کرد که بتواند سبب اتصال قطرات ابر به یکدیگر شده و قطرات باران تشکیل شود. در این زمینه دو فرآیند یا سازوکار قابل بررسی است:

الف) از طریق برخورد مستقیم و هم آمیزی قطره های آب ابر.

ب) بر هم کنش بین قطره های آب و بلورهای یخ.

یکی از فرآیند ها ، تصادم بین انواع ذرات داخل ابر می باشد. سه نوع سازوکار برای تصادم وجود دارد که عبارتند از :

(1) به هم آمیختگی:

اگر ذرات داخل ابر کاملاً مایع باشند ، قطرات ابر در اثر تصادم با یکدیگر آمیخته و پیوند خورده و قطرات باران یا باران ریزه را به وجود می آورند.

(2) تجمع:

در اثر تصادم کریستا های یخ داخل ابر با یکدیگر ، باعث تشکیل برف تکه ای می شود.

(3) به هم پیوستگی:

این فرآیند در ابرهایی اتفاق می افتد که محلولی از قطرات آب فوق سرد و ذرات یخ هستند.

معمولاً قطره های خیلی کوچک نمی توانند به آسانی در فرآیند برخورد شرکت کنند و تنها ابرهایی که دارای تعداد قابل ملاحظه ای قطرات بزرگ هستند می توانند از طریق برخورد و هم آمیزی تولید قطرات باران نمایند. لذا در ابرهایی که اکثر قطره هایش دارای شعاعی کوچکتر از حدود 18 میکرومتر هستند ، انتظار بارش از طریق ساز و کار برخورد وجود ندارد.

اصولا برخوردها در اثر پاسخ جزئی قطرک ها به نیروی گرانشی ، الکتریکی یا آیرودینامیکی پدید می آیند. به عنوان مثال قطرک های بزرگ سریع تر از قطرک های کوچک سقوط می کنند و تعدادی از قطرک هایی را که در مسیرشان قرار گرفته اند به دام می اندازند. (اثر گرانشی حاکم در ابرها)

البته وجود فرآیند برخورد نمی تواند تضمین کننده فرآیند همامیزی هم باشد. هنگامی که یک جفت قطره با هم برخورد می کنند چندین بر هم کنش مختلف ممکن است اتفاق افتد:

- 1- ممکن است دو قطره پس جهیده شود.
- 2- ممکن است به هم آمیخته شده و در همین وضعیت بمانند.
- 3- ممکن است موقتا به هم آمیخته شده و سپس جدا شوند و کماکان به وضع اولیه شان برگردند.
- 4- ممکن است به تعدادی قطره های کوچکتر بشکنند.

به عنوان نمونه برای قطرات با شعاع کوچکتر از 100 میکرومتر بر هم کنش مهم عبارتند از موارد 1 و 2.

از دیدگاه سازوکار به هم آمیختگی ، برای اکثر ابرهای تازه تشکیل شده فقط قطراتی شانس تصادم موثر دارند که شعاع ان ها بیشتر از 18 میکرون باشد ، و چون تنها در ابرهایی که در توده هوای دریایی تشکیل می شوند ، از قبل قطرات بزرگتر نیز وجود دارند ، رشد قطرات آب در اثر به هم آمیختگی در ابرهای دریایی ، به مراتب بیشتر از ابرهای قاره ای خواهد بود.

البته دو سازکار دیگر ، تجمع و بهم پیوستگی دارای فرآیند پیچیده تری داشته و نیاز به جزئیات بیشتری دارد.

بیشتر بارندگی های دنیا به صورت باران بر زمین می بارد و اغلب آن از ابر هایی تولید می شود که دمای قله آنها کمتر از صفر درجه سلسیوس نیست و سازو کار ویژه بارش این ابرهای گرم ، همامیزی قطرک های ابر می باشد. اکثریت دانش پژوهان معتقدند که برخورد ها و همامیزی قطرک ها تقریبا برای افزایش 50 مرتبه ای شعاع قطرک ها کفایت می کند و البته این فرآیند تا زمانی که تعدادی از قطرک ها به شعاع حدود 18 میکرومتر نرسیده باشند ، هنوز شروع نمی شود. به نظر می رسد بعد از شروع این فرایند هم تا زمانی که تعدادی از قطرک های ابر در حال گسترش و رشد ، به شعاع 30 میکرومتر برسند ، فرآیند غالب جهت رشد قطرک ها همین فرآیند همامیزی خواهد بود.

به عنوان مثال ، یک قطره باران نمونه با قطر یک میلی متر می تواند حاصل 10^5 برخورد بین قطره ها باشد .

حال باید به این سوال پاسخ داد که در ابرهایی که شامل قطرات با شعاع به بزرگی حدود 18 میکرومتر نیستند ، جهت تولید قطرات آب چه فرآیندی حاکم است ؟

الف) به نظر می رسد که در فرازش بی دوری بسته ای ، فرآیند میعان می تواند قطره های مورد نیاز شروع فرآیند همامیزی را در زمان واقعی ، تولید کند. یعنی قبل از شروع فرآیند همامیزی ، توسط فرآیند میعان ، قطراتی با شعاع حدود 18 میکرومتر تولید شده و به محض ایجاد تعدادی قطره های بزرگ ، فرآیند همامیزی شروع خواهد شد. میعان همان تبدیل بخار آب به حالت مایع بوده که نیاز به وجود هسته تراکم دارد. و چون بخار آب معلق در فضا دارای فشار بخار بیشتری نسبت به قطره آب بوده ، لذا بخار آب تز فشار بیشتر به سمت فشار کمتر حرکت کرده و روی هسته های تراکم و یا قطرات کوچکتر قرار گرفته و فرآیند میعان صورت می گیرد.

در فیزیک اثبات شده است که فشار بخار سطوح تخت مثل سطح خود ابر یا سطح زمین بیشتر از فشار بخار سطوح خمیده مثل قطره آب می باشد . (اثر انحناء)

ب) بر همکنش بین قطره های آب و بلورهای یخ :

هنگامی که یک بلور یخ در کنار تعدادی از قطره های آب سرد حضور داشته باشد ، بلافاصله وضعیت ناپایدار شده و چون فشار بخار تعادلی روی یخ کمتر از آب در همان دماست ، در نتیجه بلور یخ از طریق بخش بخار ، رشد می کند که به منظور تامین آن ، قطره ها تبخیر می شوند. انتقال بخار آب به تفاوت فشار بخار بین آب و یخ بستگی دارد. و موثرترین آن در دمای حدود 15- درجه سلسیوس اتفاق می افتد. اگر بلورهای یخ بتواند بطور محسوس از طریق فرآیند پخش ، از قطره های آب بزرگتر شود ، نسبت به آنها دارای حرکت سقوطی شده و فرآیند برخورد شروع می شود. پس از برخورد آنها سه حالت ممکن است رخ دهد:

1- اگر این برخورد با دیگر بلورهای یخ اتفاق بیافتد ، پره برف تشکیل می شود.

2- اگر حین برخورد ، قطره های آب را جمع آوری کند ممکن است منجر به تولید برف دانه یا تگرگ شود.

3- حتی ممکن است با گذشتن از تراز صفر درجه سلسیوس ، ذوب شده و به صورت باران از ابر خارج شود.

عوامل موثر بر رشد قطره:

در این قسمت از مطالعه فرآیند تولید بارش ، عوامل موثر بر رشد قطره ابر از هسته های میعان تا اندازه قطره ریز باران مورد تاکید است. در این مرحله دو اثر فیزیکی بر رشد قطره غالب است که عبارتند از:

(1) اثر محلول

(2) اثر انحناء

اثر محلولی:

این اثر تمایل دارد که فشار بخار اشباع را پایین تر از فشار بخار اشباع برای آب خالص نگهدارد. (قانون راولت)

اثر انحناء:

این اثر تمایل دارد که فشار بخار اشباع را به بیشتر از فشار بخار اشباع برای آب خالص افزایش دهد.

(قانون کلوین) curreture effect

فشار بخار اشباع قطره ابر (e_s) نسبت به فشار بخار محیط (e) دارای سه حالت می تواند باشد:

1- اگر $e_s < e$ باشد در این صورت قطرک شروع به رشد خواهد نمود. (growth)

2- اگر $e_s > e$ باشد در این حالت قطرک ابر کوچکتر خواهد شد. (de cay)

3- اگر $e_s = e$ باشد ، مقدار تبخیر و میعان قطرک برابر شده و قطرک پایدار خواهد ماند.

در شروع و ادامه رشد قطرک ابر (در شعاع های کوچک) ابتدا اثر محلول اثر غالب بوده به طوری که یک قطرک بسیار کوچک ، در نم نسبی کمتر از صد در صد با بخار در حال تعادل است و اگر نم نسبی اندکی افزایش یابد ، قطرک تا زمانی که مجدداً به حالت تعادل برسد ، به رشد خود ادامه می دهد.

هنگامی که شعاع قطره به حد $0/5$ میکرون برسد این دو اثر متضاد در حال تعادل قرار می گیرند. و به محض بزرگتر شدن قطره از $0/5$ میکرومتر ، اثر انحناء بیشتر از اثر محلول شده و فشار بخار اشباع بر روی قطره تا حدی از مقدار فشار بخار اشباع بر روی سطح هموار و مسطور آب تجاوز می کند. و در ادامه با رشد بیشتر شعاع قطره ، اثر انحناء نیز کاهش یافته و حتی برای قطراتی با شعاع چند میکرون قابل اغماض خواهد شد.

لذا برای اینکه قطرات بزرگتر از یک میکرون ، رشد کنند ، بایستی حالت فوق اشباع از درجه پایین وجود داشته باشد. و فرآیند های برخورد و همامیزی ، اثر غالب خواهند داشت و بسته به عوامل مختلف ، رشد قطرات ادامه داشته و تولید قطره های باران ، پره های برف یا دانه های تگرگ می کند.

اصطلاحات تخصصی:

middle clouds	ابره‌های میانی	water cloud	آب ابر
atmosphere	اتمسفر، جو	precipitation	آب ابر سرد
cloud height	ارتفاع ابر	precipitation water	آب بارش
stratus	استراتوس	climate	آب و هوا
stratocumulus	استراتو کومولوس	climatology	آب و هواشناسی
stratification	اشباع	lightning	آذرخش
rain	باران	shy	آسمان
drizzle	باران ریزه	altocumulus	آلتو کومولوس
artificial rain	باران مصنوعی	evaporation rate	آهنگ تبخیر
precipitation	بارش	cloud	ابر
asbestos	بارش	super cooled	ابر ابر سرد
cloud seeding	باروسازی ابر	cumulus	ابر کومه ای
water vapour	بخار آب	warm cloud	ابر گرم
vapour	بخار	rain cloud	ابر بارش
snow	برف	cloudy	ابرناک
evaporation	تبخیر	cloudiness	ابرنکی
compression	تراکم	high clouds	ابره‌های بالا
sublimation	تصعید	low clouds	ابره‌های پایین

dust گرد و غبار	hait تگرگ
cloud genera گونه های ابر	overcast تمام ابری
sleet مخلوط برف و باران	thunder تندر، رعد
freezing point نقطه انجماد	air mass توده هوا
melting نقطه ذوب	humidity رطوبت
dew point نقطه شبنم	shower رگبار
nimbo stratus نیمبر استراتوس	rain shower رگبار باران
hygroscopic nuclei هسته تراکم	cirro status سیرواستراس
aitken nuclei هسته ایتکن	cirras سیروس
condensation چگالش - میعان	cirro cumulus سیروکومولوس
هسته میعان	ascend صعود
deposition نهشت	cloud classification طبقه بندی ابر
	vapour pressure فشار بخار
	saturation adiabtic فشار بخار اشباع
	therm odynamics ترمودینامیک
	Pressure فشار
latent heat گرمای نهان	droplet قطره
moist air هوای نمناک	cloud drope let قطر ابر
medium clouds ابرهای میانی	rain drope قطره باران
tempera ture دما	ice crystal کریستال یخ

relative humidity رطوبت نسبی

ice یخ

condensation nuclei هسته تراکم

airosol هوادیز

sur face سطح

cloud iness ابر ناکی

saturation اشباع

precipitation بارش

eva poration تبخیر

condensation تراکم

sublimation تعصید

latent heat گرمای نهان تبخیر

فصل دوم: دید بانی ابرها (گروپ 8)

2-1- انواع ابرها

2-2- شناسایی نوع ابر

2-3- نکته های لازم در گزارش گروپ هشتم

مقدمه

دیدبانان هواشناسی علاوه بر گزارش پارامترهای مختلف جوی به صورت های نیم ساعته و یک ساعته (متار) ، سه ساعته (سینوپ) و گزارش های ویژه (اسپسی) ، باید با تشخیص نوع ابر و گزارش آن به پیش بینی های جوی و پدیده های احتمالی توسط بخش پیش بینی هواشناسی کمک کنند. مسلماً تشخیص صحیح و گزارش دیدبانان کمک شایانی به پیش بینی های با احتمال وقوع و صحت بالا توسط ادارات هواشناسی و افراد پیش بین خواهد کرد. که تشخیص صحیح ابرها توسط دیدبانان ، لزوم شناخت و آموزش آن را دو چندان نموده است. در این فصل با شناخت انواع ابرها و نحوه گزارش آنها در بخش دیدبانی ، آموزه های خود را دوباره محک خواهیم زد.

۱-۲- انواع ابرها:

ابرها به طور کلی به انواع زیر تقسیم می شوند:

2-1-1- ابرهای طبقه پایین Low Level Clouds

2-1-2- ابرهای طبقه متوسط Medium Level Clouds

2-1-3- ابرهای طبقه بالا High Level Clouds

با توجه به تقسیم بندی فوق ، هر یک از ابرهای طبقات ، خود به زیر مجموعه هایی تقسیم می شوند که عبارتند از:

2-2- انواع ابرهای طبقه پایین:

2-2-1- کومولوس نوع 1 (CU1)

2-2-2- کومولوس نوع 2 (CU2)

2-2-3- کومولونیمبوس کالوس (CB3)

2-2-4- استراتو کومولوس (SC4,5)

2-2-5- استراتوس یا فراکتواستراتوس (ST , FS 6,7)

3-4 - انواع ابرهای طبقه متوسط:

- 1-2-3-2- آلتو استراتوس شفاف (AS1)
- 2-2-3-2- آلتو استراتوس غیرشفاف (AS2)
- 3-2-3-2- آلتو کومولوس شفاف (AC3)
- 4-2-3-2- آلتو کومولوس عدسی شکل (AC4)
- 5-2-3-2- آلتو کومولوس نیمه شفاف و دسته دسته (AC5)
- 6-2-3-2- آلتو کومولوس گسترده از کومولوس یا کومولونیمبوس (AC6)
- 7-2-3-2- آلتو کومولوس غیرشفاف در دو طبقه یا بیشتر (AC7)
- 8-2-3-2- آلتو کومولوس برجی شکل یا منگوله ای (AC8)
- 9-2-3-2- آلتو کومولوس در چندین لایه (AC9)

4-4 - انواع ابرهای طبقه بالا:

- 1-2-4-2- سیروس رشته ای کشیده و صاف (CI1)
- 2-2-4-2- سیروس ضخیم تکه تکه (CI2)
- 3-2-4-2- سیروس سندانی (CI3)
- 4-2-4-2- سیروس چنگکی یا الیافی (CI4)
- 5-2-4-2- سیروس رشته رشته زیر 45 درجه عرض آسمان (CS5)
- 6-2-4-2- همانند سیروس 5 ولی از زیر 45 درجه آسمان بالا آمده (CS6)
- 7-2-4-2- سیروس استراتوسی که آسمان را یک دست پوشانده (CS7)

2-4-8- انواع سیروس که به مدت طولانی ثابت و یا رو به کاهش باشد (CS8)

2-4-9- سیروکومولوس تنها یا سیروکومولوس همراه با سیروس یا استراتوس و یا هر دو نوع (CC9 و Cs9)

2-2- شناسایی نوع ابر

2-2-1- ابرهای طبقه پایین:

2-2-1-1- کومولوس نوع اول (Cu1):

به شکل قطعات کوچک پنبه ای شکل کخ معمولا در امتداد ارتفاعات تشکیل می شود. قطعات پراکنده این ابرها دارای ارتفاع یکسان هستند. این نوع ابر قطور نبوده و عرض آنها از قطرشان زیادتر است و با هوای بد همراه نیست.

2-2-1-2- کومولوس نوع دوم (Cu2):

دارای رشد عمودی متوسط ، که همراه با این نوع ابر ممکن است کومولوس های نوع اول و استراتوکومولوس هم مشاهده شوند. سطح تحتانی تمام آنها در یک سطح قرار دارد. این ابر همان نوع اول است که رشد و نمو ارتفاعی زیادتری پیدا نموده است و در سطح فوقانی آن برجستگی هایی شبیه پنبه کاملا شکفته و یا گل کلم کوچک دیده می شود. قطر این ابر از عرض آن زیادتر است.

3-1-2-2 - کومولونیمبوس کالوس (CB3):

این ابر همان ابر نوع دو است که نمو ارتفاعی زیاد داشته و سطح زیرین آن نیز وسیع شده و مساحت زیادی را می پوشاند. قسمت هایی از این ابر در مقابل اشعه آفتاب کاملا درخشان بوده و معمولا رنگ قسمت فوقانی آن مایل به آبی کمرنگ و سطح زیرین آن تیره رنگ و شکل مرتبی نداشته و پیچیدگی و خطوط نامنظمی در کف ابر مشاهده می شود. برجستگی های قسمت فوقانی این ابر مدور بوده و به شکل رشته یا سندان نمی باشد. همراه این نوع ابر ممکن است ابرهای کومولوس و استراتوکومولوس هم دیده شود.

4-1-2-2 - استراتوکومولوس نوع چهار (SC4):

از گسترش کومولوس به وجود آمده و ابر کومولوس هم ممکن است همراه این نوع ابرها دیده شود.

5-1-2-2 - استراتوکومولوس نوع پنج (SC5):

این نوع ابر از گسترش کومولوس تشکیل نمی گردد. قسمت زیرین این ابر اکثرا مانند خطوط منظمی چون امواج دریا مشاهده می شود. رنگ این نوع ابر در زمستان اغلب تیره و در صورتی که دارای ارتفاع نسبتا بلندی باشد ، رنگ خاکستری کمرنگ می باشد. اکثر اوقات بعضی از قسمت های ابر مانند ابرهای Lenticular ولی چسبنده به هم دیده می شود.

6-1-2-2 - استراتوس و فراکتواستراتوس (ST , FS 6):

ابرهای استراتوس کم و بیش متصل و یکدست ، پاره پاره و یا هر دونوع با هم و با هوای بد همراه نیست. استراتوس ابری است که هیچ گونه علائم مشخصی نداشته و اغلب به صورت توده متراکمی از بخار آب که قطر آن یکسان است دیده می شود. ارتفاع این ابر از سطح زمین معمولا

بسیار کم و تنها اختلافی که با پدیده مه دارد ، ارتفاع آن است. تشکیل و پیدایش ابر استراتوس معرف پایدار بودن هواس.

7-1-2-2 - استراتوس پاره پاره و یا کومولوس پاره پاره یا هر دوی آنها (Fs , Fc 7):

این نوع ابرها همراه با هوای بد و معمولاً زیر ابرهای آلتواستراتوس و یا نیمبواستراتوس به وجود می آیند که قبل ، بعد و یا در خلال بارندگی مشاهده می شوند. این نوع ابرها بارندگی نخواهند داد و بارندگی مشاهده شده به ابرهای بالایی آنها مربوط خواهد بود. رنگ این ابرها در مقایسه با ابری که روی آنها قرار دارد ، فوق العاده تیره است.

8-1-2-2 - کومولوس همراه با استراتوکومولوس ، نوع هشت:

اگر این دو نوع ابر با هم ، ولی در دو ارتفاع مختلف مشاهده گردند ، در گزارش ابر داخل سینوپ به صورت نوع هشت گزارش خواهد شد.

9-1-2-2 - کومولونیمبوس کاپیلاتوس (CB9):

این ابر دارای نمو ارتفاعی فوق العاده زیاد می باشد. ممکن است همراه این ابر کومولوس نوع یک و دو یا استراتوکومولوس نوع چهار هم دیده شود. قله این ابر شکل سیروس و رشته ای بوده ، اغلب اوقات به شکل سندان دیده می شود.

جدول 1 - نوع ابر پایین و پدیده های حاصل از آنها

پدیده قابل ملاحظه	نوع ابر
هیچ نوع بارندگی ندارد	Cu1
هیچ نوع بارندگی ندارد	Cu2
بارندگی به صورت رگبار برف و باران ، تکه های کوچک برفی - یخی و تگرگ	CB3
باران ، برف و تکه های کوچک برفی (ملایم و کم دوام)	SC4,5
باران ریزه (دریزل) و برف دانه دانه (ملایم و کم دوام)	ST , FS 6
بارندگی به صورت رگبار بوده و اکثرا همراه با رعد و برق می باشد. تکه های کوچک برفی - یخی و تگرگ	CB9

2-2-2 - ابرهای طبقه متوسط:

1-2-2-2 - آلتواستراتوس شفاف (AS1):

معنی کلمه آلتو ، مرتفع یا دارای ارتفاع است.

قسمت اعظم این ابر شفاف بوده و از پشت آن خورشید یا ماه به طور ضعیف دیده می شود. مانند اینکه به خورشید یا ماه از پشت یک شیشه مات نگاه می کنیم. این ابر از نظر ساختمان و شکل ظاهری هیچ گونه فرقی با استراتوس نداشته و تنها اختلاف آن از ، نقطه نظر ارتفاع آن است. به همین خاطر آلتو استراتوس نامیده می شود. این ابر اغلب سراسر آسمان را می پوشاند.

2-2-2-2 - آلتواستراتوس غیر شفاف (AS2) و نیمبواستراتوس (NS2):

این دو ابر همان ابر آلتواستراتوس نوع اول است که قسمت اعظم آنها ضخیم شده و خورشید یا ماه از پشت آنها دیده نمی شود. وقتی آلتواستراتوس نوع اول رو به ضخامت نهاد ، آن را آلتو استراتوس نوع دوم و به محض شروع بارندگی نیمبواستراتوس نوع دو می نامیم.

3-2-2-2 - آلتوکومولوس شفاف (AC3):

قطعات این ابر در یک سطح قرار گرفته و قسمت اعظم آن شفاف است. هیچ قسمت از این ابر دنداندار و یا به شکل جوشش های کومولوسی نبوده و قسمت های مختلف آن به آهستگی تغییر فرم می دهند. این ابر تقریباً یک نواخت بوده و دارای ضخامت نسبتاً مساوی است و با اینکه اغلب قطعات آن به یکدیگر پیوسته است ، ولی سوراخ هایی در وسط آن وجود دارد که آسمان از میان آن دیده می شود. این ابر در تمام فصول سال دیده می شود.

4-2-2-2-2 - آلتوکومولوس نوع چهار (AC4):

اغلب به شکل عدس ، بادام و یا ماهی می باشد. قسمت اعظم آن نیمه شفاف بوده و در یک یا چند سطح مختلف قرار داشته و قسمت های مختلف آن دائما در تغییر بوده و شکل آن عوض می گردد. مشاهده حتی مقدار کم این ابر باید گزارش گردد. چون معرف وزش باد در آن ارتفاع می باشد. این ابر به نام AC - Lenticular هم نامیده می شود.

5-2-2-2-2 - آلتوکومولوس نوع پنج (AC5):

این ابر نیمه شفاف بوده و دسته دسته در یک طبقه یا به شکل نوار که به تدریج در آسمان پیشرفت کرده و در مدت کوتاه آن را می پوشاند و معمولا ضخیم شده و دنباله آن ممکن است به صورت آلتوکومولوس های تیره و یا دو لایه ای دیده شود. دنباله این نوع آلتوکومولوس به آن طرف از افق که از آن سمت در آسمان گسترده شده اند ، امتداد دارد.

6-2-2-2-2 - آلتوکومولوس نوع شش (AC6):

آلتوکومولوسی که از گسترده شدن کومولوس و یا کومولونیمبوس به وجود آمده باشد. اغلب اوقات کومولوس هایی که نمودارتفافی قابل ملاحظه ای پیدا می کنند به علت ذوب شدن قسمت تحتانی آن به صورت آلتوکومولوس نوع شش در می آیند. ممکن است این نوع ابر را با نوع چهار ابرهای پایین (SC4) ، اشتباه گرفته شود. البته در مقایسه با ارتفاعات اطراف ایستگاه و بلندی کف آن نوع ابر مشخص خواهد شد.

7-2-2-2-2 - ابرهای متوسط نوع هفت:

این نوع ابرها غیرشفاف و در دو طبقه یا بیشتر دیده می شوند که در آسمان پیشرفت قابل ملاحظه ای نمی کنند. انواع مختلف ابرهای متوسط نوع هفت از این قرارند:

الف) آلتوکومولوس نوع هفت (AC7)

دو یا چند لایه ابر که قسمت های مختلف آن تیره رنگ بوده و زیاد نمی شود. لایه زیرین کمی پایین تر از لایه بالایی بوده و خاکستری رنگ به نظر می رسد.

ب) آلتوکومولوس نوع هفت (AC7):

یک لایه ضخیم و تیره از ابر آلتوکومولوس که زیاد نشده و سطح تحتانی آن تا اندازه ای موجی شکل و چین خورده به چشم می خورد .

ج) آلتوکومولوس توام با آلتواستراتوس یا نیمبواستراتوس در یک یا دو ارتفاع متفاوت .

8-2-2-2- آلتوکومولوس نوع هشت (AC8):

این نوع ابر دارای دندانهای برجی و کنگره ای و در بعضی اوقات به صورت منگوله بوده و جوشش هایی به شکل کومولوس در آن دیده می شود. سطح تحتانی این نوع ابر مسطح نیست. در صورتی که این نوع ابر با آلتوکومولوس یا آلتواستراتوس دیده شود ، گرچه مقدار آن نسبت به دو ابر دیگر قابل ملاحظه نباشد ، بایستی نوع هشت گزارش شود. تشخیص و گزارش آن کمک موثری برای پیش بینی آینده هوا خواهد داشت.

9-2-2-2- آلتوکومولوس نوع نه (AC9):

این نوع ابر معمولا چندین لایه و همراه با هوای مغشوش مشاهده می شود. سیروس ضخیم نیز همراه با این نوع ابر مشاهده می گردد.

جدول 2 - نوع ابر متوسط و پدیده های حاصل از آنها

پدیده قابل ملاحظه	نوع ابر
معرف جبهه گرم و مقدمه شروع بارندگی	AS1
معرف جبهه گرم و ابتدای شروع بارندگی ، بارن ، برف و تکه های کوچک یخی (ملایم و کم دوام)	AS2
شروع بارندگی جبهه گرم ، بارن ، برف و تکه های کوچک یخی	NS2
معرف پایدار بودن هوا	AC3
معرف باد شدید در آن ارتفاع	AC4
	AC5
	AC6
	AC7
معرف ناپایداری شدید هوا در سطح بالای جو بوده و اکثر اوقات بعد از 3 الی 6 ساعت احتمال باد شدید و یا طوفانی شدن هوا (گرد و خاک و یا رعد و برق) می رود.	AC8
همراه با هوای مغشوش	AC9

3-2-2- ابرهای طبقه بالا:

1-3-2-2- سیروس نوع یک (CI1):

به شکل رشته های کشیده و صاف یا بعضی اوقات چنگکی که در آسمان پیشرفت نمی کند.

2-3-2-2- سیروس نوع دو (CI2):

سیروس ضخیم تکه تکه به شکل یک دسته طناب پیچ خورده و معمولا زیاد نمی شود. بعضی اوقات به نظر می رسد که این ابر باقی مانده قسمت فوقانی یک کومولونیمبوس است که سندان آن تقریبا از بین رفته است.

3-3-2-2- سیروس نوع سه (CI3):

سیروس ضخیمی که اغلب به شکل سندان دیده می شود. این ابر یا باقیمانده قسمت تحتانی کومولو نیمبوس است که در اثر باد شدید از آن جدا شده و یا قسمت هایی از آن است که در فاصله دوری از ایستگاه قرار دارد.

4-3-2-2- سیروس نوع چهار (CI4):

سیروس چنگکی یا الیافی شکل و یا هر دو نوع که به تدریج در آسمان پیشرفت نموده و آن را پوشانده و به طور کلی دنباله آن ضخیم می گردد. فرق این ابر با نوع اول آن است که:

الف) در نوع یک ابرهای بالا زیاد دیده نمی شود.

ب) دنباله چنگک های این ابر به جانب بالا متمایل است.

ج) دنباله این نوع ابر ضمن ازدیاد به سمت افقی که از آن طرف آمده اند کشیده و ضخیم تر می شود.

5- 3- 2- 2 - سیروس و سیرواستراتوس نوع پنج (CS5):

اغلب به شکل رشته رشته که این رشته ها در یک نقطه یا دو نقطه روبروی هم در افق جمع شده و همراه با سیرواستراتوس و یا فقط سیرواستراتوس تنها است. در هر دو حال این ابر در حال ازدیاد بوده و دنباله ضخیم شده آن به عرض 45 درجه نمی رسد.

6- 3- 2- 2 - سیرواستراتوس نوع شش (CS6):

کلیه مشخصات این ابر شبیه سیرواستراتوس نوع پنج بوده ، متنها در اینجا از عرض 45 درجه بالاتر آمده و تا زمانی که تمام آسمان را نپوشانده است آن را نوع شش گزارش می نمایند.

7- 3- 2- 2 - سیرواستراتوس نوع هفت (CS7):

سیرواستراتوسی است که تمام آسمان را پوشانیده است.

8- 3- 2- 2 - سیرواستراتوس نوع هشت (CS8):

سیرواستراتوسی است که در آسمان پسشرفت نکرده و همه آسمان را نیز پوشانیده است. در صورتی که انواع سیرواستراتوس ها رو به کم شدن گذارند ، سیرواستراتوس نوع هشت گزارش می شود.

9-3-2-2 - سیروکومولوس تنه یا همراه با سیروس یا استراتوس یل هر دو نوع (CI,CC9 یا CS
 CC9 , یا CC9):

این ابر ممکن است همراه با کلیه ابرهای طبقه بالا دیده شود. ولی زمانی به صورت نوع نه گزارش می شود که مقدار سیروکومولوس زیادتر باشد.

جدول 2 - نوع ابر متوسط و پدیده های حاصل از آنها

نوع ابر	پدیده قابل ملاحظه
CI1	
CI2	
CI3	
CI4	معرف یا پیش قراول نزدیک شدن جبهه گرم و به تدریج ابرهای سیرواستراتوس ، آلتواستراتوس نوع یک و دو و نیمبواستراتوس نوع دو پدیدار شده و بارندگی روی خواهد داد.
CS5	
CS6	مشاهده شدن پدیده هاله
CS7	مشاهده شدن پدیده هاله
CS8	

3-5 - نکته های لازم در گزارش گروپ هشتم: 8NhCLCMCH

1-3-2 - اجزای گروه:

8: نشانگر گروه:

Nh: قسمتی از آسمان که به وسیله ابر یا ابرهای پایین پوشیده شده است و در صورتی که ابر پایین برای گزارش وجود نداشته باشد. معرف مقدار ابر یا ابرهی متوسط خواهد بود.

CL: معرف نوع ابر پایین

CM: معرف نوع ابر متوسط

CH: معرف نوع ابر بالا

2-3-2 - گروه 8NhCLCMCH تحت شرایط ذیل حذف می شود:

الف - زمانی که هیچ گونه ابری وجود ندارد $N=0$ است.

ب- زمانی که آسمان قابل رویت نیست $N=9$ است.

ج - در زمان کد کردن NH از همان شرایط و مقررات موجود استفاده می شود.

د- وجود دنباله های تراکم و توده های ابری که به طور وضوح از دنباله های تراکم گسترش می یابد به عنوان ابرهای طبقه متوسط یا بالا در نظر گرفته شده و کد می شود.

ه- ابرهایی که قله آنها زیر ایستگاه های کوهستانی است توسط گروه NCHHct و در بخش 4 (Section 4) گزارش می شوند و هر ابر موجودی که کف آن بالاتر از ایستگاه های کوهستانی باشد توسط گروه 8NhCLCMCH و در بخش 1 (Section 1) گزارش می شود.

فصل سوم : پدیده های مرتبط با ابرها

3-1- دریزل

3-2- باران

3-3- رگبار

3-4- تگرگ

3-5- رعد و برق

3-6- طوفان

3-7- پدیده های نوری ابرها

- ابرها و دامنه تغییرات دما

افزایش دما و تبخیر از سطح اقیانوس منجر به افزایش ابر، حداقل در مناطق معتدل میشود میانگین پوشش ابر در مقیاس جهانی در دهه های اخیر افزایش یافته است (Nichollas et al. 1996) علاوه بر این، افزایش پوشش ابر منجر به زمستان های گرمتر (هنگامیکه ابرها گرما را به دام می اندارند) و تابستان های خنک تر (هنگامیکه ابرها انرژی خورشیدی بیشتری را بازتاب میکنند) میشود همانطور که پیش بینی شده است، اندازه گیری ها در ایالات متحده نشان میدهند که پوشش ابر بش از 10 درصد افزایش یافته، در حالیکه اختلاف دمای تابستان و زمستان کاهش پیدا کرده است.

در شرایط پوشیده از ابر، سطح زمین گرمای کمتری را در شب از دست می دهد که این امر منجر به کاهش اختلاف دمای بین شب و روز میشود در واقع از دهه 1940 اختلاف میانگین دمای شب و روز در اروپا و ایالات متحده کاهش یافته است (ECA2002, Kukla and Karl 1993) در مقیاس جهانی، از دهه 1950 تغییرات روزانه دمای سطحی با افزایش دمای حداقل شبانه که بیش از افزایش دمای حداکثر روزانه است، کاهش یافته است، افزایش پوشش ابر محتمل ترین علت این مسئله می باشد

(Dai et al 1997)

همانطور که اشاره شد ابرها عامل مهمی در تعیین مقدار گرمای به دام افتاده توسط زمین هستند و بسیاری از اختلاف ها در پیش بینی های GCM به رفتار ابرها مربوط میشود

نقش ابرها در گرمایش گلخانه ای موضوع بسیاری از تحقیقات است. ابرهای کومولوس پایین انرژی خورشیدی را بازتاب میکنند و یک اثر سرمایشی خالص دارند در حالیکه ابرهای استراتوس بالا انرژی خورشیدی را به دام می اندارند و در گرمایش اضافی سهیم هستند

ابرهای کومولوس انرژی خورشیدی را به سمت فضا بازتاب کرده و یک اثر سرمایشی ایجاد می کنند و ابرهای سیروس اجازه عبور انرژی خورشیدی را میدهند اما گرما را به دام انداخته و یک اثر گرمایش ایجاد میکنند. اما هنوز چگونگی تاثیر گرمایش جهانی بر ابرها و در مقابل توازن تابشی کل زمین، یکی از بزرگترین عدم قطعیت ها در مدلسازی اقلیم جهانی محسوب می شود.

- بارش های ابری

این بارش ها موقعی بوجود می آیند که اجزاء تشکیل دهنده ابر ، به دلیل بزرگی و سنگینی ، نتواند در ابر شناور باقی بمانند و در نتیجه به ناچار می بارند بدیهی است بزرگی اجزاء مزبور باید آنقدر باشد که با وجود تبخیر در طول راه تا سطح زمین ، بقایای آنها به سطح زمین برسد.

بارش های ابری بر اساس ساختمان فیزیکی این اجزاء به دو دسته مایع و جامد تقسیم می شوند:

الف - بارش های مایع عبارتند از باران ، ریز باران و رگبار

ب - بارش های جامد شامل برف دانه یخ سنجاق های یخی برفدانه ریز، تگرگ نرم ، تگرگ ریز و تگرگ

- باران :

باران از قطرات فراوان آب تشکیل شده است که بسته به سیستم به وجود آورنده آن ممکن است به صورت های متفاوت باشد.

- ریز باران (دریزل) :

بارانی است یکنواخت که از قطرات ریز به قطر کمتر از 0/5 میلیمتر تشکیل شده است غالباً از ابرهای نوع استراتوس که می تواند به صورت مه زمینی پهنه های وسیعی از سطح زمین را پوشاند می بارد

- رگبار :

از قطرات درشت تشکیل شده است که به طور ناگهانی می بارد و به سرعت نیز بارش آنها قطع می شود رگبار از ابر های کومولوس ، کومولونیمبوس که در هوای ناپایدار تشکیل می شود می بارد.

- برف :

از بلورهای شش گوشه تشکیل شده است که حاصل تصعید بخار آب در دمای کمتر از نقطه انجماد است به طور کلی ریزش برف به دمای محیط بستگی دارد و در یک محل معین، سهم برف نسبت به کل بارش، با کاهش دما یا افزایش ارتفاع بیشتر می شود.

- تگرگ :

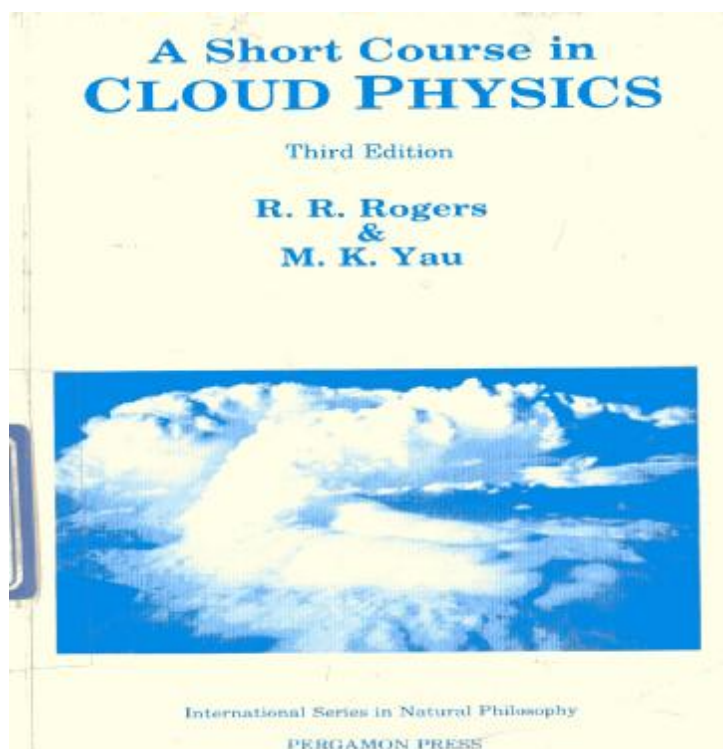
از دانه یا تکه های یخ به قطر 5-50 و گاهی بیشتر تشکیل شده است تگرگ حاصل حرکات عمودی شدید و مکرر هوا در درون ابرهای کومولو نیمبوس است. و غالباً به شکل رگبار به طور محدود و همراه با رعد و برق بویژه در بهار می بارد.

- مه :

مه ابری است که در مجاورت سطح زمین تشکیل شده است مه نیز مانند ابر، یا از تزریق رطوبت در توده هوا (تبخیر) ایجاد میشود که مه تبخیری نام دارد، یا از کاهش دمای هوا به وجود میاید که آن را مه تبریدی می گویند .

- منابع دیگر جهت مطالعه ابرها

1- کتاب:



- 2- جزوه کدها و روش های دیدبانی سازمان هواشناسی کشور.
- 3- جزوه ابرشناسی (فرایندهای تشکیل و شناخت انواع ابر: مهندس محمدعلی عزیزاوقلی ، سازمان هواشناسی کشور
- 4- اقلیم شناسی سینوپتیک ، دکتر بهلول علیجانی ، چاپ سمت.
- 5- مبانی آب و هواشناسی ، دکتر محمدرضا کاویانی و دکتر بهلول علیجانی ، چاپ سمت.
- 6- اصول دینامیک هواشناسی ، مهندس محمدحسن قطبی ، انتشارات سازمان هواشناسی کشور