کاری از سایت : www.maritimetrnsport.ir

بسم الله الرحمن الرحیم

هواشناسی

کاری از سایت : www.maritimetrnsport.ir

کاری از سایت : www.maritimetrnsport.ir

فهرست		
۱	جَو	۱
۲	فشار هوا	۹
۳	دما	۱۴
۴	رطوبت در جَو	۲۲
۵	باد	۳۱
۶	ابرها	۴۷
۷	بارش، دید و مه	۵۷
۸	توده‌های هوا و جبهه‌ها	۶۴
۹	هواشناسی خلیج فارس و دریای عمان	۷۱
۱۰	هواشناسی دریای خزر	۷۶

کاری از سایت : www.maritimetrnsport.ir

فصل اول

جَو

هدف های رفتاری : در پایان این فصل از هنرجو انتظار می رود :

۱ــ هواشناسی را تعریف نماید.

۲ــ اقلیم شناسی را تعریف نماید.

۳ــ انواع ایستگاه‌های هواشناسی مهم را نام ببرد.

۴ــ نقش هواشناسی را در فعالیت‌های مختلف اجتماعی تشریح نماید.

۵ــ زمان دیده‌بانی در هواشناسی را تشخیص دهد.

۶ــ ترکیبات جَو را نام ببرد.

هواشناسی

به آمیخته‌ای بی‌رنگ، بی‌بو و بی‌مزه از شماری گازها که عمدتاً شامل نیتروژن، اکسیژن و مقدار کمتری آرگون، دی‌اکسیدکربن و دیگر گازهاست هوا[۱] گفته می‌شود.

پوشش گازی اطراف زمین را جَو[۲] می‌گویند. در این کرهٔ گازی پدیده‌هایی مانند بارش، رنگین کمان، ابر و تبخیر رخ می‌دهد.

اصطلاح هوا[۳] شرایط جوّی موجود در زمان معین و محدود را مشخص می‌کند. هوا برآیند عملکرد فرایندهای متعدد تغییرات حاصل در عوامل کنترل کنندهٔ جوّ است.

از دیدگاه هواشناسی بیان حالت یا کیفیتی از پدیده‌های جوّی از نظر دما، رطوبت، باد و فشار برای زمانی کوتاه و مکان مشخص «هوا» گفته می‌شود و «هواشناسی[۴]» علمی‌ست که پدیده‌های جوّی و ویژگی‌های هوا در نزدیکی سطح زمین را برای شرایط مختلف بررسی می‌کند. به بیان دیگر، هواشناسی علمی‌ست که تغییرات کوتاه مدت عناصِر جوّی مانند دما، رطوبت، بارندگی، فشار، باد و تابش را بررسی می‌کند.

مطالعه و بررسی فعل و انفعالات جوی و پدیده‌های هواشناسی که تعیین کننده وضع هوا و اقلیم‌اند، برپایهٔ اندازه‌گیری‌ها و دیده‌بانی‌ها متکی‌ست. باید توجه داشت که دیده‌بانی‌های هواشناسی در سراسر کرهٔ زمین با روش واحد، یکنواخت و با وسایل و ادوات استاندارد انجام می‌گیرد. یکنواختی برنامهٔ اندازه‌گیری‌ها و دیده‌بانی‌ها و سایر عملیات هواشناسی با همکاری کلیه سرویس‌های هـواشناسی ملی و کشوری در چهارچوب سازمان هواشناسی جهانی[۵] تضمین شده است. بیشترین دیده‌بانی‌ها و اندازه‌گیری‌های عوامل جوّی مربوط به جوِّ نزدیک سطح زمین است که به‌وسیلهٔ ایستگاه‌های هواشناسی سطحی (سطح زمین و دریا) انجام می‌گیرد.

در کشور ایران برنامهٔ دیده‌بانی‌های هواشناسی در شبکه‌ای از ایستگاه‌های اصلی صورت می‌گیرد. داده‌های حاصله از این نوع ایستگاه‌ها برای پیش‌بینی‌های جوّی و مطالعهٔ رشته‌های مختلف علمی هواشناسی و هوانوردی و کشتی‌رانی به‌کار گرفته می‌شود. علاوه بر ایستگاه‌های فوق، تعداد زیادی از ایستگاه‌های کمکی اقلیم‌شناسی، به‌منظور برآورد نیازهای مختلف محلی، برنامهٔ دیده‌بانی‌های محدودی را اجرا می‌نمایند.

۱ـ Air ۲ـ Atmosphere ۳ـ Weather

۴ـ Meteorology ۵ـ WMO (World Meteorological Organization)

اقلیم شناسی

شرایط خاص هواشناختی شامل دما، بارش و باد را، که هویت ذاتی یک منطقه است، «اقلیم[1]» آن منطقه می‌گویند. به بیان دیگر، اقلیم، ناحیه‌ای از زمین با شرایط یکسان هواشناسی در یک دورهٔ طولانی مدت از یک ماه تا چند سال(عموماً میانگین ۳۰ سال) است.

اقلیم‌شناسی علمی‌ست که ویژگی‌ها و پدیده‌های هواشناختی اقلیم را از دیدگاه علمی مورد بحث قرار می‌دهد. این علم کاملاً و به‌طور پیوسته به هواشناسی وابسته است و خود در مورد تغییرات روزانه جوّی و نتایج آن بحث می‌کند.

تفاوت‌های اقلیم شناسی و هواشناسی

۱ــ هواشناسی، هوا و اقلیم‌شناسی، آب و هوا را شناسایی و تبیین می‌کند.

۲ــ هواشناسی وضعیت‌جوّیِ را به‌طور عام و برای یک لحظه بررسی می‌کند اما اقلیم‌شناسی نوع هوای غالب یک مکان را در دورهٔ طولانی مطالعه و تفاوت‌های آب و هوایی مکان‌ها را کشف می‌کند.

۳ــ هدف هواشناسی شناخت عامّ و خاصّ جوّ و تغییرات آن است، ولی در اقلیم‌شناسی سعی می‌شود با شناخت آب و هوای هر منطقه تأثیرآب و هوایی آن بر روی فعالیت‌های انسانی مشخص شود.

۴ــ هواشناسی وضعیت هوا را در کوتاه مدت پیش‌بینی می‌کند، اما اقلیم‌شناسی براساس عوامل به‌وجود آورندهٔ آب و هوا پدید آمدن آب و هوای خاصی را در مکانی خاص، باتوجه به تأثیرآن درزندگی انسان‌ها، پیش‌بینی می‌کند.

ایستگاه هواشناسی

ایستگاه هواشناسی محلی‌ست که در آن ادوات هواشناسی به منظور سنجش عوامل جوّی نصب شده است تا دیده‌بان هواشناس، با استفاده از این ادوات وضع جوّی و تغییرات عوامل متعدد آن را اندازه‌گیری و به‌صورت ارقامی به شکل رمز یا کد به مرکز هواشناسی مخابره و یا در دفاتر و فرم‌های مخصوص آمار ثبت نماید.

۱ــ Climate

بیشتر بدانید

در کشتی‌ها دیده‌بانی پدیده‌های جوّی توسط افسرنگهبانِ پل، اندازه‌گیری و ثبت می‌گردد.

زمان دیده‌بانی

برای اینکه بتوان پدیده‌های جوّیِ دیده‌بانی شده را از ایستگاه‌های متعدد هواشناسی دریافت و روی نقشه‌های سینوپتیک[1] ترسیم و تحلیل نمود، در مرحلهٔ اول لازم است کلیهٔ گزارش‌ها رأس ساعت معینی و به صورت همزمان تهیه شوند. به‌همین منظور لازم است تمام ایستگاه‌های دیده‌بانی مبدأ زمان معینی را در نظر بگیرند و از ساعت‌های محلی (وقت محلی) استفاده نکنند. برای این منظور باید به‌زمان هماهنگ شدهٔ بین‌المللی[2] تکیه کنند و کلیهٔ ایستگاه‌های هواشناسی موظف‌اند گزارش خود را، رأس ساعت معینی تهیه و ارسال نمایند.

برای محاسبهٔ وقت جهانی در ایستگاه‌های هواشناسی ایران از ساعت رسمی کشور سه ساعت و ۳۰ دقیقه کسر می‌کنیم، یعنی ساعت ۱۲ ظهر به‌وقت تهران، ساعت ۸/۳۰ صبح به‌وقت جهانی‌ست.

انواع ایستگاه‌های هواشناسی

در حال حاضر مهم‌ترین ایستگاه‌های هواشناسی کشور به شرح زیرند :

۱ــ ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک : ایستگاه سینوپتیک ایستگاه‌هایی هستند که به‌طور همزمان در سراسر دنیا، بر اساس ضوابط و مقررات سازمان جهانی هواشناسی، به‌طور ۲۴ ساعته موظف به اندازه‌گیری و تهیهٔ پدیده‌های جوّی و ارسال آنها در شبکهٔ مخابراتی‌ست، ساعت‌های اصلی دیده‌بانی در ایستگاه‌های سینوپتیک[3]، عبارت‌اند از ۰۰۰۱، ۰۶۰۰، ۱۲۰۰ و ۱۸۰۰ و ساعت‌های میانی دیده‌بانی عبارت‌اند از ۰۳۰۰،

تصویر ۱ــ۱ــ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک

۱ــ نقشه‌ای‌ست که پدیده‌های دیده‌بانی شدهٔ وضعیت جوّی بر روی آن رسم می‌گردد. این عوامل رسم شده عبارت‌اند از درجهٔ حرارت، باد سطح زمین، هوای حاضر، انواع ابر و غیر آنها.

۲ــ ساعت هماهنگ جهانی (UTC) یک استاندارد برای تعیین ساعت در سراسر جهان است.

۳ــ SYNOPTIC

۰۹۰۰، ۱۵۰۰و ۲۱۰۰ بر اساس ساعت هماهنگ جهانی‌ست.

۲ــ ایستگاه‌های کاوش جو(جو بالا) : جوّ بالا، که در هر شبانه روز دو مرتبه توسط بالن‌هایی که با گاز هیدروژن پر شده‌اند دستگاه‌هایی به نام رادیوسوند را به سطوح فوقانیِ جَو حمل می‌کنند و مشخصات لایه‌های جو (جهت و سرعت باد، دما و فشار هوا و...) را دقیقه به دقیقه تا پایان عمل کاوش (سوندینگ) گزارش می‌دهند.

تصویر ۲ــ۱ــ بویه هواشناسی

۳ــ ایستگاه‌های هواشناسی دریایی سینوپتیک محلی : پس از انقلاب شکوهمند اسلامی مجموعاً ۱۸ ایستگاه بر روی سکوها، جزایر و بنادر جنوب کشور تأسیس‌شده است. این ایستگاه‌ها در سواحل دریاها، جزایر و کشتی‌ها به صورت ثابت و متحرک قرار دارند. علاوه بر اطلاعات جوّی، اطلاعاتی درمورد دمای آب دریا، ارتفاع، طول و سرعت امواج و ارتفاع جزر و مد و نظایر آنها را اندازه‌گیری می‌کنند.

۴ــ ایستگاه‌های اقلیم‌شناسی : ایستگاه‌های اقلیم‌شناسی، عموماً در سطح خشکی‌اند و فقط سه نوبت در روز پارامترهای مهم جوّی را دیده‌بانی و در دفاتر مخصوص ثبت می‌کنند. از این نوع در حال حاضر ۲۵۰ ایستگاه در کشور مشغول به کارند.

بیشتر بدانید

در کشتی‌ها، تجهیزات هواشناسی در اطراف اتاق کنترل و هدایت کشتی و دکل اصلی نصب می‌گردد.

هنگامی که می‌خواهید در دریا اندازه باد را با استفاده از بادسنج‌های دستی بدست آورید، برای بدست آوردن سرعت باد؛ باید در مکانی اطراف اتاق هدایت کشتی بایستید که در مقابل جهت وزش باد و آن مکان در فضای باز و بدون موانع باشد، سپس با بادسنج دستی سرعت باد را اندازه‌گیری می‌نماید و برای بدست آوردن جهت وزش باد؛ بوسیله نگاه کردن به سمت پرچم کشتی، سمت نسبی وزش باد را تخمین می‌زنید و با توجه به راه کشتی سمت حقیقی باد به‌دست می‌آورید.

نقش هواشناسی در فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی

الف) ترابری دریایی : امروزه کشتی‌های بزرگ و کوچک زیادی در بندرگاه‌ها متوقف یا در اقیانوس‌ها و دریاها مشغول حمل بار و مسافرند و همین‌طور کشتی‌ها و قایق‌های ماهی‌گیری فراوانی در دریاهای دور و نزدیک کشورها مشغول فعالیت‌اند.

وقوع طوفان‌های دریایی و امواج دریا، برای کشتی‌ها، مسافرین و محموله آنها خطر دائمی است. کسب اطلاعات جوّیِ به‌موقع و اظهار پیش‌بینی‌های لازم مهم‌ترین عامل برای کاهش خسارات مالی و جانی، به‌ویژه در مورد ماهیگیران و قایق‌های تفریحی و امور کشتیرانی، به‌شمار می‌رود.

ب) هوانوردی : صعود و فرود هواپیماها در فرودگاه‌های مبدأ و مقصد و نیز حرکت هرگونه هواپیمایی در آسمان بدون در دست بودن اطلاعات جوّی اعم از اطلاعات به‌موقع و نیز پیش‌بینی هوای مسیر پرواز و فرودگاه‌ها، عملاً غیرممکن است و در دسترس نبودن این اطلاعات می‌تواند به سوانح هوایی منجر شود. از این‌رو در کلیهٔ فرودگاه‌ها وجود ایستگاه هواشناسی سینوپتیک ضروری‌ست.

پ) ترابری جاده‌ای : تهیهٔ اطلاعات جوّی لازم در مورد وضعیت جاده‌ها برای تسهیل در امر ترابری جاده‌ها، کاهش خسارات احتمالی و نیز آسایش مسافرین امری ضروری‌ست. این کسب اطلاعات به‌ویژه در فصل سرما و در مناطق کوهستانی که جاده‌های آن برف‌گیر، بهمن‌خیز و لغزنده‌اند از اهمیت بیشتری برخوردار است. صدور اطلاعات و پیش آگاهی‌های لازم برای مسئولان و مردم، ضمن تسهیل در امر رفت و آمد، خسارات جانی و مالی حوادث جاده‌ای را در حد قابل توجهی پایین می‌آورد.

ت) توسعهٔ پایدار : در ایجاد تأسیسات زیربنایی، (نظیر احداث سد و جاده، راه آهن و احداث فرودگاه‌ها، بنادر و شبکه‌های آبیاری) حفظ منابع آب و خاک، حفاظت از جنگل‌ها و منابع طبیعی، جلوگیری از آلودگی هوا، دسترسی به انرژی‌های سالم و ارزان و توسعهٔ منابع غذایی، موجب توسعهٔ پایدار می‌گردد و برای دست یافتن به‌چنین توسعه‌ای داشتن اطلاعات و آمار و داده‌های هواشناسی یک نیاز واقعی‌ست.

پژوهش

هنرجویان عزیز نقش هواشناسی را در فعالیت‌های کشاورزی، گردشگری، بهداشت عمومی، انرژی‌های نو، کاهش بلایا، صنعت، شهرسازی و ورزش بررسی نمایند.

اجزای تشکیل دهندهٔ جَو

ترکیب گازهای جَو در شرایط سرد و خشک تا ۹۹/۹۹ درصد حجمی از گازهای نیتروژن، اکسیژن، آرگون و دی‌اکسیدکربن تشکیل شده است،که به آنها گازهای اصلی می‌گویند. این گازها در حدود ۵۰ درصد از اتمسفر تا ارتفاع ۵/۵ کیلومتری را در بر می‌گیرد.

نسبت ترکیبات جَو در لایه‌های زیرین آن، به دلیل اختلاط شدید ثابت است، در حالی که از ارتفاع حدود ۹۰ کیلومتر به بالا توزیع عناصر و گازها در آن بر اساس وزن مولکولی یا اتمی انجام می‌گیرد؛ بنابراین گازهای سبک مانند هیدروژن در ارتفاعات و گازهای سنگین‌تر مانند هلیوم در لایه‌های پایین‌تر اتمسفر توزیع شده‌اند.

بین اجزاء تشکیل دهنده جَو، اکسیژن ثبات بیشتری دارد، در حالی که گاز دی‌اکسیدکربن تغییرات زمانی و مکانی شدیدی را نشان می‌دهد که به‌طور کلی گیاهان از طریق فتوسنتز و کربن‌گیری، نقش عمده‌ای در جذب و انتشار آن ایفا می‌کنند. اهمیت دی‌اکسید کربن علاوه بر سمی بودن و تأثیر زیست محیطی آن، داشتن باند جذبی برای تابش مادون قرمز خورشید است و از این طریق می‌تواند در بیلان گرمایی جَو و در نتیجه، تغییرات اقلیمی تأثیر عمده داشته باشد.

جدول ۱ــ۱ فراوانی گازهای تشکیل‌دهندهٔ جَو

ردیف	گاز های مهم جَو	علامت اختصاری	درصد حجمی در جَو
۱	نیتروژن	N_2	۷۸/۰۸
۲	اکسیژن	O_2	۲۰/۹۵
۳	آرگون	Ar	۰/۹۳
۴	دی‌اکسیدکربن	CO_2	۰/۰۳

لایه‌های جوّ زمین

جوّ زمین را برحسب چگونگی روند دما، اختلاف چگالی، تغییرات فشار و ویژگی‌های الکتریکی، به لایه‌های متفاوتی تقسیم کرده‌اند. پایین‌ترین و مهم‌ترین لایهٔ جَو «تروپوسفر» نام دارد که خود از لایه‌های کوچکتری تشکیل شده است. وجه تمایز آن با دیگر طبقات جَو، تجمع تمام بخار آب در این لایه است. به همین دلیل بسیاری از پدیده‌های جوّی، که با رطوبت ارتباط دارند و عاملی تعیین کننده در وضعیت هوا هستند، از قبیل ابر، باران، برف و... تنها دراین لایه بروز می‌کنند.

منبع حرارتی لایهٔ تروپوسفر، انرژی تابشی سطح زمین است. از این رو در این لایه دما با افزایش ارتفاع به سرعت کاهش می‌یابد؛ در نتیجه، دمای قسمت‌های پایین تروپوسفر گرمتر از قسمت‌های فوقانی آن است.

ضخامت تروپوسفر، از شرایط حرارتی متفاوتی که عرض‌های مختلف جغرافیایی حاکم است تبعیت می‌کند و بنابراین یکسان نیست. این ضخامت معمولاً از ۱۷ تا ۱۸ کیلومتر در استوا به ۱۰ تا ۱۱ کیلومتر در مناطق معتدل و ۷ تا ۸ کیلومتر در قطب‌ها تغییر می‌کند. همین امر باعث می‌شود که دمای تروپاز[1] از حدود ۴۰- درجهٔ سانتی‌گراد در قطب‌ها به ۵۶- درجهٔ سانتی‌گراد در مناطق معتدل، تا ۸۰- الی ۹۰- درجهٔ سانتی‌گراد در استوا تغییر کند.

حرکات قائم و افقی هوا در تروپوسفر نسبت به لایه‌های بالاتر از آن در جوّ بسیار شدیدتر است. این شدت، تداخل بیشتر گازها را در این لایه میسر می‌کند و باعث می‌شود که نسبت ترکیبات جوّ تا ارتفاع بسیار، پیوسته ثابت بماند.

در تروپوسفر، جهت بادها به تبعیت از حرکت وضعی زمین، از غرب به شرق است و سرعت آنها با افزایش ارتفاع از سطح زمین، معمولاً زیاد می‌شود.

آیا می‌دانستید

در زیر تروپوپاوز در کلیه عرض‌های جغرافیایی، هسته‌های باریک سرعت به نام رودبار تشکیل می‌شود که سرعت آنها گاه به حدود ۳۰۰ گره می‌رسد. این رودبارها در هدایت سامانه‌های فشار لایه‌های پایین جَو زمین و نیز هوانوردی اهمیت بسیار دارد.

خودآزمایی

۱ــ انواع ایستگاه‌های هواشناسی را نام ببرید و هر یک را به اختصار توضیح دهید.

۲ــ نقش هواشناسی را در برخی از فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی شرح دهید.

۳ــ گازهای عمده تشکیل دهنده جَو را نام ببرید.

۴ــ خصوصیات تروپوسفر را شرح دهید.

۱ــ مرز بین لایه‌های فوق را با پسوند پاؤز مشخص می‌کنند، مانند تروپوپاوز (مرز بین تروپوسفر و استراتوسفر لایهٔ بالای تروپوسفر)

فصل دوم

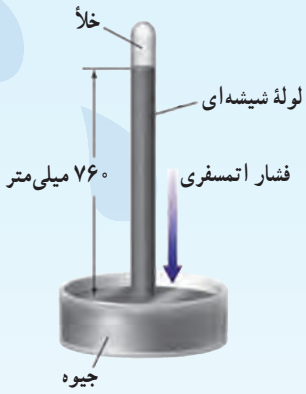
فشار هوا

هدف های رفتاری : در پایان این فصل از هنرجو انتظار می رود :

۱ــ فشار هوا را تعریف نماید.

۲ــ دستگاه‌های اندازه‌گیری فشار هوا را نام ببرد.

۳ــ خطوط هم‌فشار را شناسایی کند.



تصویر ۱ــ۲

کلیات

انسان و تمام موجودات روی کرهٔ زمین در اقیانوسی از هوا زندگی می‌کنند. هوا نیز اختلاطی از گازهاست و این گازها تحت تأثیر نیروی جاذبهٔ زمین قرار دارند و این جاذبهٔ زمین است که جَو را در اطراف خود نگه می‌دارد. در غیر این صورت، با توجه به حرکت وضعی و انتقالی کرهٔ زمین، این گازها از کرهٔ زمین جدا می‌شدند. پس تمام موجودات روی زمین تحت تأثیر وزن هوای اطراف خود هستند.

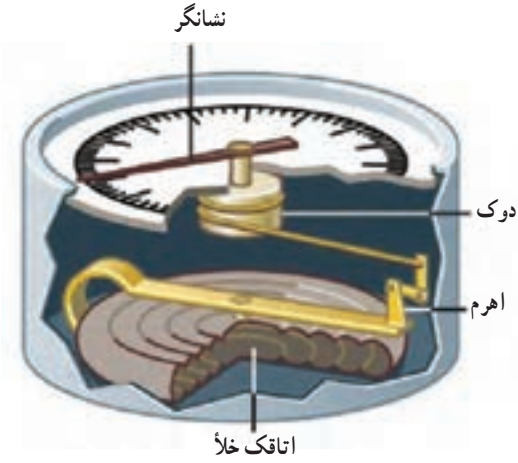
مولکول‌ها و اتم‌های تشکیل دهندهٔ هوا در بالای سر انسان بر سطح زمین و بر هر شئ دیگری که در مسیرشان قرار گیرد نیرو وارد می‌نمایند و همچنین، ضمن برخورد با یکدیگر ایجاد می‌کنند.

به اختصار فشار هوا مقدار نیرویی‌ست که توسط هوا بر سطح وارد می‌شود. هر چه ارتفاع افزایش یابد، از فشار هوا کاسته می‌شود. زیرا در ارتفاعات بالاتر جو تعداد مولکول‌های جو کاهش می‌یابد و در نتیجه از فشار هوا نیز کاهسته می‌شود. مطالعهٔ فشار جَو یکی از بحث‌های اساسی در هواشناسی‌ست، زیرا اختلاف فشار سبب ایجاد باد و انتقال گرما در اتمسفر می‌گردد. به‌طور مثال می‌توانیم از هوای متراکم داخل یک بادکنک، که تحت فشار قرار گرفته است، نام ببریم که برای ایجاد تعادل با هوای اطراف خود در هنگام خروج از دهانهٔ بادکنک، تولید باد می‌کند.

دستگاه‌های اندازه‌گیری فشار

برای اندازه‌گیری فشار هوا از دستگاهی به‌نام «فشارسنج[1]» استفاده می‌گردد. به‌طور کلی دستگاه‌های اندازه‌گیری فشار هوا که در دریانوردی‌ها و بر روی کشتی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد به شرح زیرند :

۱) فشارسنج فلزی[2] : فشار سنج فلزی وسیله‌ای‌ست مکانیکی که از یک محفظهٔ قوطی شکل استوانه‌ای بدون هوا تشکیل شده است. با تغییر فشار هوا این محفظه منقبض



تصویر ۲ــ۲ــ ساختمان فشارسنج فلزی ساده

۱ــ Barometer

۲ــ فشارسنج با محفظه فلزی قابل ارتجاع (Aneroid)

یا منبسط می‌شود.

فشار هوا می‌خواهد قوطی را مچاله کند اما چون فلز خاصیت فنری دارد کاملاً مچاله نمی‌شود. با تغییر فشارهوا جدار فلزی قوطی بالا و پایین می‌رود. مجموعه‌ای از اهرم‌ها حرکت جدار قوطی را به حرکت عقربه‌ای بر روی صفحهٔ مدرج منتقل می‌کند.

بیشتر بدانید

ارتفاع سنج‌هایی که در هواپیما به‌کار برده می‌شود مشابه فشارسنج‌های فلزی است که درجه‌بندی آنها به جای «فشار» برحسب «ارتفاع» تنظیم شده است.

تصویر ۳ــ۲ــ دستگاه فشارنگار

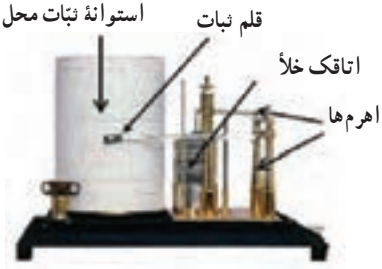
۲) فشارنگار[۱] : فشارنگار علاوه بر اندازه‌گیری فشار هوا، تغییرات فشار هوا را ثبت می‌نماید و از آن برای گزارش‌های هواشناسی و پیش‌بینی وضع هوا استفاده می‌شود.

دستگاه فشارنگار همانند سایر ثبات‌ها، از جمله دمانگار و رطوبت‌نگار، از سه قسمت اصلی تشکیل گردیده است :

۱ــ محفظه خلأ، که از آن، مانند فشارسنج فلزی، به‌منزله عنصر حساس، در برابر فشار هوا استفاده می‌شود.

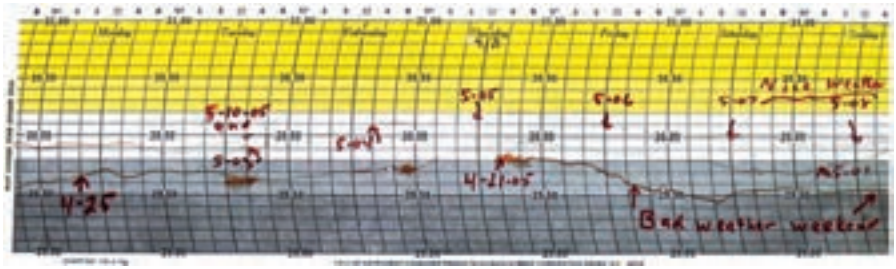
۲ــ اهرم‌ها و محورهایی که تغییرات محفظهٔ خلأ (تغییرات ناشی از فشار هوا) را به نوک قلم ثبت منتقل می‌کنند.

۳ــ استوانهٔ ثبّات که شامل ساعت و نقشه مندرج مخصوص ثبت فشار هواست.



تصویر ۴ــ۲ــ اجزای تشکیل‌دهنده فشارنگار

۱ــ Barograph



تصویر ۵ــ۲ــ نقشه مدرج روی استوانه ثبات

تصویر بالا یک نمونه از کاغذ فشارنگار است، که فشار هوا در آن ثبت گردیده است. ثبت کاهش فشار هوا می‌تواند از نشانه‌های وضعیت جوّی نامناسب باشد که قابل پیش‌بینی است.

بیشتر بدانید

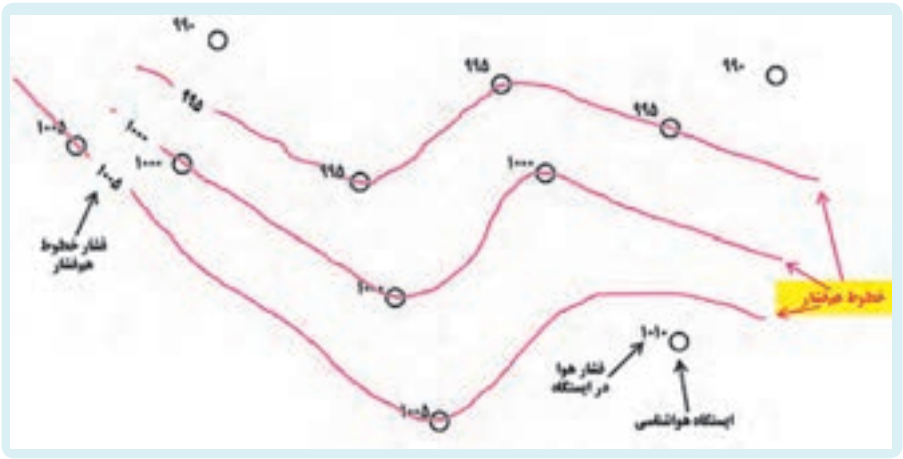
تجربه نشان داده است که تغییرات دوره‌ای فشار در هر شبانه‌روز دو نقطهٔ اوج (حداکثر) و دو نقطهٔ حضیض (حداقل) دارد حداکثر فشار در ساعت‌های ۱۰۰۰ و ۲۲۰۰ اتفاق می‌افتد و کم‌فشارترین مربوط به ساعت‌های ۱۶۰۰ و ۰۴۰۰ است و به یکی از عوامل زیر مربوط می‌شود :

۱ــ عوامل خورشید	۲ــ عوامل گرمایی	۳ــ عوامل جزر و مدّی

خطوط هم‌فشار[1]

همان‌طور که گفته شد، در ایستگاه‌های هواشناسی دیده‌بانی فشار همزمان انجام می‌شود و این فشار ثبت شده پس از انجام تصحیحات لازم به فشار سطح ایستگاه تبدیل می‌گردد. با در دست داشتن فشار سطح ایستگاه به راحتی می‌توان فشار سطح متوسط دریا را محاسبه نمود. فشار سطح متوسط دریا پس از محاسبه بر روی نقشهٔ سطح متوسط دریا ترسیم می‌گردد. با رسم نمودن اطلاعات جوّی در روی نقشهٔ هواشناسی نقاطی را که دارای فشار یکسان‌اند به هم وصل می‌نمایند. این خطوط را خطوط «هم‌فشار» می‌نامند.

۱ــ Iso bar



تصویر ۶ــ۲ــ ایزوبارها

خودآزمایی

۱ــ عنصر حساس فشارسنج فلزی در مقابل فشار هوا چیست؟

۲ــ تفاوت فشارسنج با فشارنگار را بیان کنید.

۳ــ خطوط هم‌فشار را توضیح دهید.

فصل سوم

دما

هدف های رفتاری : در پایان این فصل از هنرجو انتظار می رود :

۱ــ فرایندهای انتقال انرژی گرمایی را توضیح دهد.

۲ــ تفاوت دما و گرما را توضیح دهد.

۳ــ تراز انرژی در سطح زمین و جَو را توضیح دهد.

۴ــ طبقه‌بندی دماسنج‌ها بر مبنای عنصر حساس را نام ببرد.

۵ــ کاربرد انواع مختلف دماسنج‌ها را توضیح دهد.

مقدمه

خورشید سرچشمهٔ اصلی انرژی بیشتر فرایندهایی‌ست که در سیارهٔ زمین روی می‌دهد. زمین تقریباً ۹۹/۹ درصد انرژی خود را از تابش خورشیدی می‌گیرد. بدون تابش خورشید، زمین به تدریج سرد می‌شود و لایه‌ای از یخ آن را می‌پوشاند. این انرژی عظیم بر اثر فرایند هسته ای همجوشی (گرما هسته‌ای)[۱] در هستهٔ خورشید، که دمای آن حدوداً ۱۵ میلیون درجهٔ سانتی‌گراد برآورد شده است، تولید می‌شود. در طی این فرایند، هسته‌های هیدروژن به قدری سریع با هم برخورد می‌کنند که به همدیگر جوش می‌خورند و اتم هلیوم را تشکیل می‌دهند.

قبل ازپرداختن به این موضوع، که انرژی خورشیدی چگونه باعث گرم شدن زمین می‌شود، لازم است روش‌های مهم انتقال گرما را بدانیم. پس از آن می‌توانیم دقیقاً دریابیم که چگونه انرژی گرمایی خورشید باعث تغییرات آب و هوایی می‌شود.

گرما و دما[۲]

گرما یکی از شکل‌های انرژی‌ست که به یک جسم داده می شود تا دمای آن افزایش یابد. همچنین می‌توان گرما را مقدار کار انجام شده برای افزایش دمای یک جسم تعریف کرد. دما، معیاری‌ست که از روی آن شدت گرما را حس می‌کنیم. سرعت جا به جایی یا لرزش مولکول‌های یک جسم به دمای آن بستگی دارد، به گونه‌ای که هر قدر دما افزایش یابد، سرعت جابه‌جایی یا لرزش مولوکول‌ها بیشتر می‌شود. جریان گرما همیشه از محلی با دمای زیادتر به طرف محلی‌ست که دمای آن کمتر است.

تراز انرژی در سطح زمین و جَو

در یک نقطهٔ معینی از سطح زمین، دمای روزانه می‌تواند تغییرات چند درجه‌ای را از سالی به سال دیگر نشان دهد. برای مثال، اگر میانگین سالانهٔ دمای محل زندگی شما در پانزدهم دی ماه سال گذشته برابر یک درجهٔ سانتی‌گراد باشد، به احتمال زیاد در سال جاری، دمای این روز مقدار بیشتر یا کمتر از همان درجه خواهد بود. بنابراین نوسان دمای سالانه در یک دامنهٔ معین امری طبیعی و قابل انتظار است.

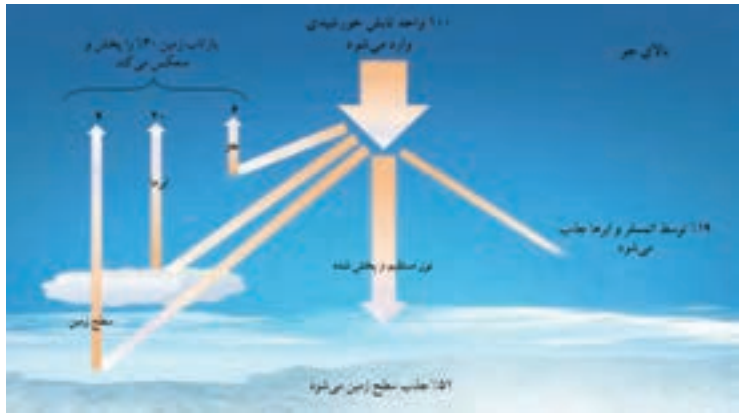
با وجود چنین تغییراتی، که میانگین سالانهٔ دمای نقاط مختلف جهان یافت می‌شود، دمای

۱ــ Thermonuclear

۲ــ Heat and Themperature

سالانه مجموعه سطح زمین و جَو ثابت است و تغییرات آن بسیار جزئی و قابل چشم پوشی‌ست. با توجه به ثابت بودن دما، می‌توان نتیجه گرفت که در یک دوره یک ساله، مقدار انرژی دریافتی زمین و جَو برابر انرژی خروجی آن است.

برای بیان روشن‌تر، تصور کنید که مقدار انرژی خورشیدی رسیده به بالای جَو برابر ۱۰۰ درصد باشد. حدود ۳۰ درصد از انرژی رسیده به بالای جَو توسط مولکول‌های هوا، ابرها و سطح زمین بازتاب می‌شوند. ۱۹ درصد توسط جَوّ زمین و ابرها و ۵۱ درصد توسط سطح زمین جذب می‌شود (تصویر ۱–۳).

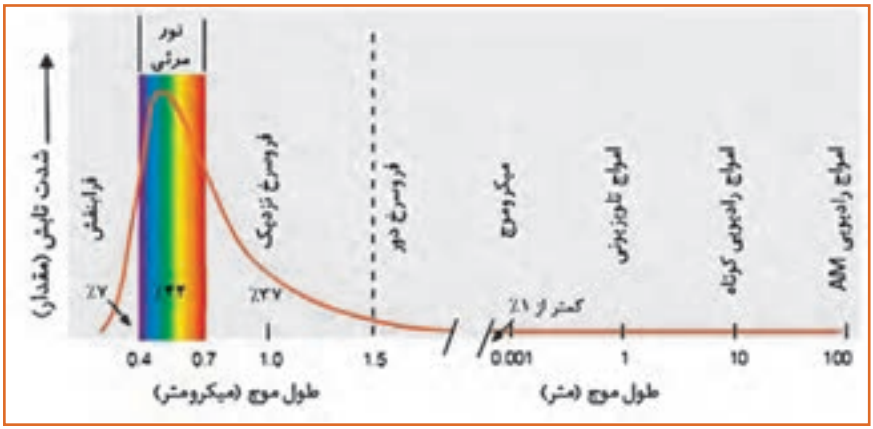


تصویر ۱ــ۳ــ توزیع انرژی تابشی خورشید را در زمین و جَو نشان می‌دهد.

از ۵۱ درصد انرژی رسیده به سطح زمین، ۲۳ واحد آن صرف تبخیر آب از سطح اقیانوس‌ها، دریاها، دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و تعرق از گیاهان می‌شود. این مقدار انرژی که صرف تغییر حالت آب از مایع به گاز می‌شود به «گرمای نهان تبخیر[۱]» معروف است. گرمای نهان تبخیر در جَو ذخیره می‌شود و هنگامی که بخار آب به مایع تبدیل می‌گردد، به صورت انرژی گرمایی آزاد خواهد شد. حدود ۷ درصد از ۵۱ درصد انرژی رسیده به سطح زمین، در طی فرایندهای رسانش و همرفت (جابه‌جایی هوا به جو) منتقل می‌شود. این مقدار انرژی صرف گرم کردن هوای نزدیک سطح زمین می‌شود، به گونه‌ای که تغییرات دما در این ناحیه توسط دماسنج قابل سنجش و اندازه‌گیری‌ست.

۱–Latent heat

۱ــ تابش : تابش، یکی از روش های انتقال انرژی‌ست. در فرایند تابش، انتقال انرژی به صورت امواج تابشی‌ست و به‌وجود مولکول‌ها برای انتقال گرما یا نور نیاز نیست. مثلاً انرژی خورشیدی در بالای جوّ زمین توسط امواج تابشی، پس‌از عبور از خلأ به زمین می‌رسد.



تصویر ۲ــ۳ــ طیف انرژی تابشی خورشیدی در طول‌موج‌های مختلف.

۲ــ هدایت یا رسانش[1] : در هدایت یا رسانش، انتقال انرژی (گرما) در یک جسم به وسیلهٔ مولکول‌های تشکیل دهندهٔ آن جسم صورت می‌گیرد. مثلاً اگر انتهای یک میلهٔ فلزی داغ شود انتهای دیگر آن نیز خیلی زود داغ می‌گردد.

تصویر شماره۳-۳- انتقال گرما از انتهای گرم میله فلزی به انتهای سرد میله فلزی توسط مولکولها را رسانش یا هدایت می‌گویند.

۳ــ همرفت[2] : انتقال گرما از راه حرکت و جابه‌جایی سیّال، «همرفت» نامیده می‌شود. در جامدات، جابه‌جایی گرما از راه فرایند همرفت، امکان پذیر نیست. در گازها، انتقال گرما از طریق همرفت، سریع‌تر از مایعات صورت می‌گیرد. پدیدهٔ همرفت، در تغییرات آب وهوا در نقاط مختلف جهان نقش عمده‌ای دارد.

---

۱ ـ Conduction

۲ ـ Convection

تصویر ۴ــ۳ــ یک سامانهٔ گرمایشی در درون اتاق باعث صعود هوای گرم می‌شود و در طرف دیگر پنجره باعث سردشدن هوای مجاور خودش می‌شود و هوای سرد نزول می کند و این سامانه یک چرخهٔ همرفتی‌ست.

تراز انرژی

عوامل مؤثر در تابش خورشیدی : مقدار کل انرژی خورشیدی که در مدتی معین، به یک سطح مشخص می‌رسد، تحت تأثیر چهار عامل تغییر می‌کند که عبارت‌اند از : مقدار انرژی تابشی گسیل شده از خورشید، فاصلهٔ خورشید از زمین، ارتفاع خورشید (یا زاویهٔ تابش خورشید) و مدت زمان تابش.

اندازه‌گیری تابش خورشید : در هواشناسی دو پارامتر متفاوت تابش خورشیدی اندازه‌گیری می‌شود :

الف) مدت تابش خورشید یا ساعات آفتابی؛

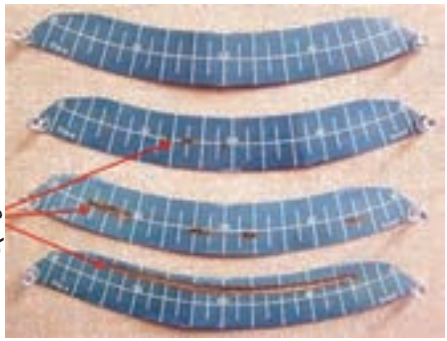
ب) شدت تابش خورشید.

ابزار اندازه‌گیری ساعات آفتابی روز، به ثبت کنندهٔ آفتاب یا «آفتاب‌نگار[۱]» موسوم است. معمول‌ترین نوع آن آفتاب‌نگار «کمپل‌استوکس[۲]» است. این دستگاه در محلی نصب می‌شود که هیچ شیئی در هیچ فصلی روی آن سایه نیندازد. دستگاه باید به شکل تراز روی پایه نصب شود و بر حسب عرض جغرافیایی تنظیم می‌شود. ظرف دستگاه دارای سه شیار مخصوص نصب کاغذ است که برحسب فصل، نوار مقوایی در یکی از آنها نصب می شود.

۱- Sunshine recorder

۲– Campheil–stoks

تصویر ۵ــ۳ــ آفتاب‌نگار کمپل‌استوکس



تصویر ۶ــ۳ــ کاغذهای مخصوص آفتاب‌نگار

بیشتر بدانید

دستگاه آفتاب‌نگار تصویر ۵-۳ : در اثر تابش نور خورشید به‌گوی شیشه‌ای، نور خورشید بر روی مقوا متمرکز می‌گردد و نوار مقوایی را دچار سوختگی می‌کند. حال براساس مندرجات، مشخص می‌شود که هوا در طول روز چند ساعت آفتابی بوده است.

مقیاس‌های سنجش دما

اندازه‌گیری درجهٔ حرارت هوا در سطوح مجاور زمین، بالای جَو، دریاها و اقیانوس‌ها و اعماق خاک، توسط دستگاه‌هایی به نام دماسنج[۱] صورت می‌گیرد.

در این دستگاه‌ها ازخواص فیزیکی تغییرپذیری، نظیر انقباض و انبساط طولی یا حجمی و همچنین تغییر مقاومت در اثر تغییرات درجهٔ حرارت استفاده می‌کنند.

به طور کلی امروزه سه سامانه از مقیاس‌های سنجش دما مورد استفاده قرار می‌گیرد : فارنهایت[۲]، سلسیوس[۳] یا سانتی‌گراد و کِلوین[۴]. در سامانهٔ فارنهایت آب در ۳۲ درجه یخ می‌زند و در ۲۱۲ درجه می‌جوشد و این فاصله به ۱۸۰ واحد تقسیم می‌شود. در سامانه سانتی‌گراد یا سلسیوس، آب در صفر درجه یخ می‌زند و در ۱۰۰ درجه می‌جوشد. از این رو فاصلهٔ انجماد و نقطهٔ جوش به ۱۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد یا سلسیوس درجه بندی می‌شود. سامانه کلوین از صفر مطلق شروع می‌شود. برای تبدیل یک درجهٔ سانتی‌گراد به فارنهایت یا بالعکس از فرمول‌های زیر می‌توان استفاده کرد :

۱ــ Thermometer

۲ــ Fahrenheit

۳ــ Celsius

۴ــ Kelvin

$$^{\circ}F=\frac{۹}{۵}{}^{\circ}C+۳۲ \quad و \quad {}^{\circ}C=(^{\circ}F-۳۲)\frac{۵}{۹}$$

صفر مطلق ۲۷۳/۱۵- درجه سانتی‌گراد زیر نقطهٔ انجماد آب و نتیجه نقطهٔ انجماد ۲۷۳/۱۵ درجهٔ کلوین ($^{\circ}k$) است.

طبقه‌بندی دماسنج‌ها

دماسنج‌های هواشناسی بر مبنای عنصر حساسی که در ساختمان آنها به کار رفته است، به شرح زیر طبقه بندی می‌شوند :

۱ــ دماسنج‌های مایع در شیشه : عنصر حساس این نوع دماسنج‌ها، مایعی‌ست که در اثر تغییر دمای محیط منبسط یا منقبض می‌شود. دماسنج‌های جیوه‌ای و الکلی را می‌توان جزء این دسته از دماسنج‌ها به حساب آورد.

اکثر دماسنج‌های مورد استفاده در اندازه‌گیری‌های هواشناسی از این نوع‌اند. در این نوع دماسنج‌ها، بزرگ بودن انبساط حجمی مایع نسبت به شیشه را با تغییرات طول ستون مایع در لولهٔ باریک اندازه می‌گیرند. دامنهٔ کاربرد دماسنج‌های مایع در شیشه، دماسنج معمولی یا خشک، دماسنجِ تر، دماسنج بیشینه، دماسنج کمینه و دماسنج‌های خاک هستند.

۲ــ دماسنج‌ها و دمانگارهای تغییر شکل دهنده : عنصر حساس این ابزارها در اثر تغییر دمای محیط تغییر شکل می‌دهد، از این دسته دمانگارها می‌توان دمانگار دوفلزی[۱] را نام برد.

دمانگار دستگاهی‌ست که منحنی نمایش تغییرات دمای شبانه روزی هوا را به طور دائم رسم می‌کند.

فعالیت

اگر ماه رمضان با فصل تابستان همزمان شود، طول زمان روزه برای شهرهای بندرعباس و تبریز را مقایسه کنید.

هنگامی که ماه رمضان در زمستان باشد چه تغییری می‌کند؟

۱ــ Bimetallic thermograph

بیشتر بدانید

دماسنج دوفلزی، این دماسنج اغلب برای آن نواحی به‌کار می‌رود که دسترسی به آنها در کوتاه مدت مشکل است یا برای دقت بیشتر و کنترل درجهٔ حرارت در ساعات مختلف ، از این دماسنج استفاده می‌کنند.

تصویر ۷ـ۳ــ دمانگار

خودآزمایی

۱ــ کدام روش انتقال گرما نقش کمتری در انتقال دما در جَو دارد؟ با ذکر علت توضیح دهید.

۲ــ با توجه به رابطه بین مقیاس سانتی گراد و فارنهایت، تعیین کنید ۷۳ فارنهایت چند درجه سانتی‌گراد است؟

۳ــ اگر زمین جَو نداشت، میانگین دمای آن چه تفاوتی با شرایط فعلی داشت؟ علت را بیان کنید.

فصل چهارم

رطوبت در جَو[1]

هدف های رفتاری : در پایان این فصل از هنرجو انتظار می رود :

۱ــ منابع رطوبت در جَو را توضیح دهد.

۲ــ عوامل مؤثر بر تبخیر را توضیح دهد.

۳ــ فرایند تبدیل رطوبت جَو به بارش را توضیح دهد.

۴ــ سنجه‌های رطوبت در جَو را نام ببرد.

۵ــ روش‌های اندازه‌گیری رطوبت در جَو را توضیح دهد.

۱ــ Humidity

آیا می دانستید

اقیانوس‌ها با عمق متوسط ۳/۸ کیلومتر و با پوششی از ۷۱ درصد از سطح کره زمین، ۹۷ درصد از تمام آب کرهٔ زمین را در بر می‌گیرند. ۷۵ درصد از تمام آب شیرین کره زمین در یخچال‌ها و یخ پهنه‌ها انباشته شده و باقی‌مانده تقریباً به صورت آب‌های زیرزمینی‌ست. یک حقیقت حیرت‌انگیز نیز عبارت از این است که تمام رودهای جاری کنونی و دریاچه‌ها فقط ۳/۳ درصد از تمام آب شیرین جهان را در بردارند و خود اتمسفر نیز تقریباً ۳/۵ درصد از این آب شیرین را داراست.

مقدمه

آب یکی از اجزای بسیار مهم زمین و جوّ است و معمولاً به سه حالت ماده، یعنی گازی شکل(بخار آب)، مایع و جامد(یخ) در طبیعت دیده می‌شود. علّتش این است که دامنهٔ تغییرات دمای مورد نیاز برای تغییر حالت آب در سطح زمین مهیاست، لذا بر خلاف بعضی از اجسام دیگر هر سه حالت فوق را می‌توان در جَو مشاهده نمود.

همان‌طور که در فصل اول گفته شد، هوا دارای بخار آب است، ولی میزان آن با توجه به تغییرات زمان و مکان هیچ‌گاه از ۴ درصد در جَو تجاوز نمی‌کند. با وجود همین میزان اندک، از نظر هواشناسی و اقلیم‌شناسی نقش بسیار مهمی دارد، زیرا منبع اصلی بارندگی، بخار آب موجود در هواست.

منبع اصلیِ بخار آب در هوا از طریق تبخیر تأمین می‌شود و برای وقوع تبخیر، انرژی زیادی مصرف می‌شود. این انرژی به صورت نهان از منطقهٔ تبخیر به دوردست‌ها انتقال می‌یابد و در منطقهٔ دیگر یا در سطح دیگری، که تراکم به وقوع می‌پیوندد، آزاد می‌شود.

به طور کلی، بخش اعظمی از بخار آب در لایه‌های پایین اتمسفر، یعنی در سطوح نزدیک به سطح تبخیر متراکم می گردد. به این ترتیب، با افزایش ارتفاع، میزان بخار آب به سرعت افت می‌کند.

منابع رطوبت در جو

باوجود تغییرات هوا در فصل‌های مختلف، به طور متوسط میزان بخار آب در جَو ثابت است. تبخیر از سطح اقیانوس‌ها، دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و خاک مرطوب که دائماً ادامه دارد، همواره با ریزش باران، برف و غیر آنها جبران شود.

فرایند کاملی که مقدار بخار آب را در هوا ثابت نگه می‌دارد چرخهٔ آب یا سیکل هیدرولوژی نامیده می‌شود که شامل تبخیر مستقیم از آب‌های سطحی، به‌ویژه اقیانوس‌ها و زمین مرطوب است. از دست رفتن رطوبت گیاه و ورود آن به جَو، تعرّق نام دارد که مقدار آن در هر منطقه متفاوت است. تبخیرــ تعرّق که شامل تبخیر از سطح زمین(خاک) و تعرّق از سطح گیاه می‌باشد واژه‌ای‌ست که در مورد مناطقی که دارای پوشش گیاهی‌ست به کار می‌رود.

عوامل مؤثر بر تبخیر[1]

عوامل متعددی بر سرعت تبخیر مؤثرند که می‌توان ذیلاً به پنج عامل مهم آنها اشاره کرد :

الف) دما : میزان تبخیر و سرعت آن متناسب با دمای آب است. با افزایش دمای آب، سرعت حرکت تمامی مولکول‌های مایع زیاد می‌شود و عملاً مولکول‌های بیشتری برای شکستن کشش سطحی و فرار از سطح مایع سرعت لازم را به دست می‌آورند. بدیهی است که آب داغ خیلی سریع‌تر از آب سرد تبخیر می‌شود.

ب) درجهٔ اشباع : هر چه هوای مجاور آب، ذرات بیشتری از مایع را در خود جای داده باشد تعداد زیادتری از همان ذرات قادرند به داخل مایع بازگردند و از این رو میزان خالص تبخیر کم می‌شود. به همین دلیل است که در هوای خشک، تبخیر بیشتر از هوای مرطوب صورت می‌گیرد.

پ) سرعت باد : سرعت باد عملاً دو عامل فوق را تغییر می‌دهد. افزایش سرعت باد، در جابه‌جایی و دور شدن بخار آب از سطح مایعِ تبخیر شونده تا حد معیّنی مؤثر است و میزان رطوبت در بالای آب را در حد پایین نگه می‌دارد. وقتی بدن خود را در هوای گرم باد می‌زنیم، رطوبت را، که به شکل بخار آب درآمده است، از روی پوست بدن دور می‌کنیم و از این طریق میزان تبخیر را افزایش می‌دهیم و این عمل باعث می‌شود مصرف گرما به منظور تأمین گرمای نهان تبخیر آب از بدن افزایش یابد و در نتیجهٔ آن، احساس خنک شدن به انسان دست می‌دهد.

ت)شوری آب : تبخیر آب با شوری آن رابطهٔ عکس دارد، به این معنی که هر چه شوری بیشتر باشد، میزان تبخیر کمتر خواهد بود. در شرایط مساوی، آب اقیانوس(آب شور) ۵ درصد کمتر از آب خالص تبخیر می‌شود.

ث) سطح تبخیر : اگر دو مقدار آب با حجم مساوی موجود باشد، حجم آبی که با سطح بیشتر در مقابل هوا قرار می گیرد با سرعت بیشتری تبخیر می شود.

۱ــ Evaporation

الف) اشباع : اگر مقدار بخار آب موجود در جَو به طریقی افزایش یابد، زمانی فرا می‌رسد که دیگر جَو نمی‌تواند رطوبت جذب کند و بخار آبِ اضافه بر گنجایشِ رطوبتیِ هوا به صورت قطرات آب در می‌آید. در این حالت رطوبت هوا به ظرفیت نهایی خود رسیده است؛ یعنی هوا اشباع شده است (تصویر ۱ــ۴).

تصویر ۱ــ۴

توده هوا به دو طریق اشباع می شود :

۱ــ از طریق پایین آوردن دما : دمای آن را آنقدر پایین بیاوریم که به دمای نقطهٔ شبنم برسد و در واقع نقطهٔ شبنم بیانگر رطوبت موجود است. اگر هوا را از نقطهٔ شبنم سرد کنیم، رطوبت موجود در آن گنجایش نهایی رطوبت آن است و هرگونه افزایش رطوبت به آب تبدیل و از هوا خارج می‌شود.

۲ــ از طریق افزایش رطوبت به هوا : هرگاه بخار آب در هوا به اندازهٔ کافی و رطوبت نسبی هوا به صد در صد رسیده باشد عمل اشباع صورت می‌گیرد. با اضافه شدن، رطوبت به مایع تبدیل می‌شود و به این عمل «تراکم» یا «مَیعان» اطلاق می‌گردد. در چنین حالتی ابر یا مه در جَو پدیدار می‌گردد.

بنابراین در هر دو روش، دمای هوا و دمای نقطهٔ شبنم را برابر می‌کنیم : یا از طریق پایین آوردن دمای هوا تا حد دمای نقطهٔ شبنم یا از طریق بالا بردن دمای نقطهٔ شبنم (افزایش رطوبت) تا حد دمای موجود هوا.

ب) تراکم : نتیجهٔ فرایند اشباع، پر شدن هوا از بخار آب است، ولی در طول این فرایند، رطوبت جَو به صورت بخار، نامرئی‌ست اما اگر توده هوا به صعود خود ادامه دهد، دمای هوا کمتر و رطوبت موجود در آن بیش از گنجایش آن می‌شود و در نتیجه، بخار آب اضافی به صورت قطرک‌های آب در می‌آید.

این فرایند به «تراکم» موسوم است. بنابراین، در فرایند تراکم، رطوبت جَو از حالت بخار به حالت مایع تبدیل می‌شود. در هوای غیراشباع، مولکول‌های بخار آب با مولکول‌های هوا هم‌حالت و یکسان‌اند و حرکت آزاد دارند، اما موقعی که بخار آب هوا به حداکثر ظرفیتش برسد، مولکول‌های بخار آب از حرکت آزاد باز می‌مانند و با متراکم شدن به قطرات آب تبدیل می‌گردند.

فعالیت

زمانی که بخار از دهانه کتری و در هنگام باز کردن درِ یخچال خارج می‌شود و شما آنرا مشاهده می‌نمایید (تصویر۲ــ۴) کدام فرایندها اتفاق می‌افتد؟

تصویر۲ــ۴

سنجه‌های رطوبت

۱ــ نسبت اختلاط : نسبت جِرم بخار آب موجود در واحد حجم هوا به جرم هوای خشک موجود در همان حجم، «نسبت اختلاط» نامیده می شود و بر حسب گرم به کیلوگرم بیان می‌گردد. این نسبت، با افزایش درجهٔ حرارت رابطهٔ مستقیم و با میزان فشار رابطهٔ غیرمستقیم دارد.

۲ــ رطوبت ویژه : نسبت وزن (جرم) بخار آب موجود به وزن (جرم) هوای مرطوب، «رطوبت ویژه» نامیده می‌شود و بر حسب گرم بر گرم یا گرم بر کیلوگرم بیان می‌شود.

۳ــ رطوبت مطلق[۱] : وزن (جرم) بخار آب موجود بر حسب گرم در واحد حجم هوا، رطوبت مطلق نامیده می‌شود و واحد آن گرم بر متر مکعب یا سانتی‌متر مکعب است. میزان آن از خط استوا به سمت قطب‌ها و از ساحل به درون خشکی‌ها و از مناطق پست به سمت نواحی مرتفع کاسته می‌شود.

۴ــ رطوبت نسبی[۲] : رطوبت نسبی عبارت است از نسبت بخار آب موجود در هوا به حداکثر بخار آبی که هوا می‌تواند در همان دما در خود جای دهد. به عبارت دیگر، نسبت جرم بخار آب موجود را در هر حجمی از هوا به جرم آب موجود در همان حجم هوا در حالت اشباع «رطوبت نسبی» می‌گویند. میزان رطوبت‌نسبی برابر یا کمتر از واحد است، ولی برای بیان آن ، درصد آن‌را در نظر می‌گیرند.

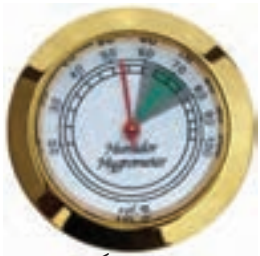
۵ــ دمای شبنم[۳] : اگر هوا آن‌قدر سرد شود تا در فشار ثابت از رطوبت اشباع شود، دمای به دست آمده، دمای نقطهٔ شبنم نامیده می شود.

۱ــ Absolute humidity

۲ــ Relative humidity(RH)

۳ــ Dew point

روش‌های اندازه‌گیری رطوبت



تصویر ۳ــ۴ــ دستگاه رطوبت‌سنج در کشتی‌ها

دستگاهی که برای اندازه‌گیری رطوبت یا مقدار بخار آب در جَو به کار می‌رود «رطوبت‌سنج[۱]» (تصویر۳ــ۴) نام دارد. در اینجا روش‌های مختلف اندازه‌گیری رطوبت هوا را در مکانی معیّن بررسی می‌کنیم. با تغییر رطوبت‌نسبی هوا، ابعاد بسیاری از مواد آلی تغییر می‌کند. از این خاصیّت در بعضی از رطوبت‌سنج‌ها استفاده شده است. مثلاً طول موی اسب با تغییر رطوبت نسبی ثابت نمی‌ماند. به این دستگاه «رطوبت‌نگار مویی» می‌نامند.

یک روش ساده ولی دقیق‌تر برای اندازه‌گیری رطوبت، استفاده از سایکرومتر[۲] یا «رطوبت‌سنج تبخیری‌ست» (تصویر۴ــ۴). این دستگاه شامل دو دماسنج است که در کنار یکدیگر نصب شده‌اند. یکی از این دماسنج‌ها دمای هوا و دیگری دمای نم را اندازه‌گیری می‌کند. گاهی سایکرومتر را دماسنج‌های تر و خشک هم می‌نامند. دماسنج تر نوعی دماسنج، مانند دماسنج معمولی خشک است که برای اندازه‌گیری دمای تر به کار می‌رود. مخزن دماسنج تر را لایه‌ای از پارچهٔ پنبه‌ای مخصوص، که آن را «موسلین[۳]» می‌نامند، به صورت فتیله‌ای نمناک پوشانده است که انتهای این فتیله در ظرف آب مقطّر قرار دارد. دماسنج‌های تر و خشک باید در معرض هوای آزاد قرار گیرند و از تابش مستقیم خورشید دور باشند.

تصویر ۴ــ۴ــ سایکرومتر

سایکرومترها را می‌توان به دو نوع تقسیم کرد :

۱ــ سایکرومتر ثابت، مانند سایکرومتر پناهگاهی(تصویر ۴ــ۴)؛

۲ــ سایکرومتر قابل حمل و نقل، مانند سایکرومتر آسمان و چرخنده (تصویر ۳ــ۴).

هنگامی که دمای تر و خشک هوا اندازه‌گیری شود به کمک جداول می‌توان رطوبت نسبی و

۱ــ Hygrometer

۲ــ Psychrometer

۳ــ Muslin: نوعی فتیله پارچه‌ای است که حالت موبینگی قوی دارد و رطوبت را به سرتاسر پارچه پخش می‌کند.

دمای نقطهٔ شبنم را تعیین کرد (جدول ۱ــ۴). تفاوت دماسنج تر از خشک به میزان تبخیر بستگی دارد. اختلاف دو دماسنج را کاهش دمای تر می‌گویند. محل استقرار سایکرومترها در اطراف پل فرماندهی کشتی‌ها و در هوای آزاد است.

چون هدف از سایکرومترها تعیین دما و رطوبت نسبی هوای آزاد می‌باشد، بنابراین، نباید آن را در نزدیکی محل‌های نصب کرد که دارای تشعشعات حرارتی مربوط به دودکش، آشپزخانه و دیگ بخار باشد. چگونگی تعیین رطوبت نسبی به این صورت است که حتی‌الامکان باید دماسنج تر و خشک را به‌طور همزمان قرائت نمود و سپس اختلاف بین آن دو را محاسبه کرد. این اختلاف دمای تر و خشک را وارد جدول‌هایی که یک نمونه آن در جدول ۱ــ۴ نشان داده شده و میزان رطوبت نسبی در آن استخراج گردیده است.

تصویر ۵ــ۴ــ شکل‌های مختلف رطوبت شاملِ شبنم، برفک، مه و ابر

بیشتر بدانید

اگر مقدار دمای قرائت شده از دماسنج خشک و تر به ترتیب ۱۵ و ۱۰/۵ درجهٔ سانتی‌گراد باشد میزان رطوبت نسبی محیط را به‌دست آورید.

۱ــ دمای تر را از سانتی‌گراد به فارنهایت تبدیل می‌کنیم :

$$^{\circ}F=\frac{۹}{۵}\,^{\circ}C+۳۲\Rightarrow\,^{\circ}F=\frac{۹}{۵}\times۱۰/۵+۳۲=۵۱^{\circ}F$$

۲ــ دمای خشک را از سانتی‌گراد به فارنهایت تبدیل می‌کنیم :

$$^\circ F = \frac{۹}{۵}\,^\circ C + ۳۲ \Rightarrow {}^\circ F = \frac{۹}{۵} \times ۱۵ + ۳۲ = ۵۹^\circ F$$

۳- اختلاف دمای خشک را بدست می‌آوریم :

$$\Delta T = ۵۹ - ۵۱ = ۸$$

۴ــ با استفاده از این میزان اختلاف(هفت درجهٔ فارنهایت) و مقدار قرائت شده از دماسنج تر (۵۹ درجهٔ فارنهایت) وارد جدول مخصوص رطوبت نسبی شده، و از تقاطع دو مقدار، میزان رطوبت نسبی برابر جدول ۱ــ۴ مقدار ۴۵٪ رطوبت بدست می‌آید.

خودآزمایی

۱ــ عوامل مؤثر بر تبخیر را نام ببرید.

۲ــ باد چه تأثیری بر میزان تبخیر دارد؟

۳ــ دمای نقطه شبنم را تعریف کنید.

۴ــ شکل‌های مختلف رطوبت در جَو را نام ببرید.

۵ــ اگر مقدار دمای قرائت شده از دماسنج خشک و تر به ترتیب ۵۷ و ۵۳ درجه فارنهایت باشد، میزان رطوبت نسبی محیط را بدست آورید.

جدول ۱ــ۴ــ استخراج رطوبت نسبی

Wet-buld	اختلاف درجه دماسنج تر و خشک (Depression of the wet – buib thermometer)																			
رطوبت‌تر (°F)	۰/۵	۱/۰	۱/۵	۲/۰	۲/۵	۳/۰	۳/۵	۴/۰	۴/۵	۵/۰	۵/۵	۶/۰	۶/۵	۷/۰	۷/۵	۸/۰	۸/۵	۹/۰	۹/۵	۱۰/۰	۱۰/۵
۵۰/۰	۵۰	۴۹	۴۹	۴۸	۴۸	۴۷	۴۷	۴۷	۴۶	۴۶	۴۵	۴۵	۴۴	۴۴	۴۳	۴۳	۴۲	۴۱	۴۱	۴۰	۴۰
۵۰/۵	۵۰	۵۰	۴۹	۴۹	۴۸	۴۸	۴۸	۴۷	۴۷	۴۶	۴۶	۴۵	۴۵	۴۴	۴۴	۴۳	۴۳	۴۲	۴۲	۴۱	۴۰
۵۱/۰	۵۱	۵۰	۵۰	۴۹	۴۹	۴۹	۴۸	۴۸	۴۷	۴۷	۴۶	۴۶	۴۵	۴۵	۴۴	۴۴	۴۳	۴۳	۴۲	۴۲	۴۱
۵۱/۵	۵۱	۵۱	۵۰	۵۰	۴۹	۴۹	۴۹	۴۸	۴۸	۴۷	۴۷	۴۶	۴۶	۴۵	۴۵	۴۴	۴۴	۴۳	۴۳	۴۲	۴۲
۵۲/۰	۵۲	۵۱	۵۱	۵۰	۵۰	۵۰	۴۹	۴۹	۴۸	۴۸	۴۷	۴۷	۴۶	۴۶	۴۶	۴۵	۴۵	۴۴	۴۴	۴۳	۴۳
۵۲/۵	۵۲	۵۲	۵۱	۵۱	۵۱	۵۰	۵۰	۴۹	۴۹	۴۸	۴۸	۴۸	۴۷	۴۷	۴۶	۴۶	۴۵	۴۵	۴۴	۴۴	۴۳
۵۳/۰	۵۳	۵۲	۵۲	۵۱	۵۱	۵۱	۵۰	۵۰	۴۹	۴۹	۴۹	۴۸	۴۸	۴۷	۴۷	۴۶	۴۶	۴۵	۴۵	۴۴	۴۴
۵۳/۵	۵۳	۵۳	۵۲	۵۲	۵۲	۵۱	۵۱	۵۰	۵۰	۵۰	۴۹	۴۹	۴۸	۴۸	۴۷	۴۷	۴۶	۴۶	۴۶	۴۵	۴۵
۵۴/۰	۵۴	۵۳	۵۳	۵۳	۵۲	۵۲	۵۱	۵۱	۵۱	۵۰	۵۰	۴۹	۴۹	۴۸	۴۸	۴۸	۴۷	۴۷	۴۶	۴۶	۴۵
۵۴/۵	۵۴	۵۴	۵۳	۵۳	۵۳	۵۲	۵۲	۵۱	۵۱	۵۱	۵۰	۵۰	۴۹	۴۹	۴۹	۴۸	۴۸	۴۷	۴۷	۴۶	۴۶
۵۵/۰	۵۵	۵۴	۵۴	۵۴	۵۳	۵۳	۵۲	۵۲	۵۲	۵۱	۵۱	۵۰	۵۰	۵۰	۴۹	۴۹	۴۸	۴۸	۴۷	۴۷	۴۷
۵۵/۵	۵۵	۵۵	۵۴	۵۴	۵۴	۵۳	۵۳	۵۳	۵۲	۵۲	۵۱	۵۱	۵۱	۵۰	۵۰	۴۹	۴۹	۴۹	۴۸	۴۸	۴۷
۵۶/۰	۵۶	۵۵	۵۵	۵۵	۵۴	۵۴	۵۴	۵۳	۵۳	۵۲	۵۲	۵۲	۵۱	۵۱	۵۰	۵۰	۵۰	۴۹	۴۹	۴۸	۴۸
۵۶/۵	۵۶	۵۶	۵۵	۵۵	۵۵	۵۴	۵۴	۵۴	۵۳	۵۲	۵۳	۵۲	۵۲	۵۱	۵۱	۵۱	۵۰	۵۰	۴۹	۴۹	۴۸
۵۷/۰	۵۷	۵۶	۵۶	۵۶	۵۵	۵۵	۵۵	۵۴	۵۴	۵۳	۵۳	۵۳	۵۲	۵۲	۵۲	۵۱	۵۱	۵۰	۵۰	۵۰	۴۹
۵۷/۵	۵۷	۵۷	۵۷	۵۶	۵۶	۵۵	۵۵	۵۵	۵۴	۵۴	۵۴	۵۳	۵۳	۵۳	۵۲	۵۲	۵۱	۵۱	۵۱	۵۰	۵۰
۵۸/۰	۵۸	۵۷	۵۷	۵۷	۵۶	۵۶	۵۶	۵۵	۵۵	۵۴	۵۴	۵۴	۵۴	۵۳	۵۳	۵۲	۵۲	۵۲	۵۱	۵۱	۵۰
۵۸/۵	۵۸	۵۸	۵۸	۵۷	۵۷	۵۷	۵۶	۵۶	۵۶	۵۵	۵۵	۵۴	۵۴	۵۴	۵۳	۵۳	۵۳	۵۲	۵۲	۵۱	۵۱
۵۹/۰	۵۹	۵۸	۵۸	۵۸	۵۷	۵۷	۵۷	۵۶	۵۶	۵۶	۵۵	۵۵	۵۵	۵۴	۵۴	۵۴	۵۳	۵۳	۵۳	۵۲	۵۲
۵۹/۵	۵۹	۵۹	۵۹	۵۸	۵۸	۵۸	۵۷	۵۷	۵۷	۵۶	۵۶	۵۵	۵۵	۵۵	۵۵	۵۴	۵۴	۵۳	۵۳	۵۳	۵۲

فصل پنجم

باد

هدف های رفتاری : در پایان این فصل از هنرجو انتظار می رود :

۱ــ باد را در سطح دریا و زمین توضیح دهد.

۲ــ جهت و سرعت باد را شناسایی کند.

۳ــ شکل امواج دریا را با توجه به سرعت باد شناسایی کند.

۴ــ نیروهای مؤثر بر باد را نام ببرد.

۵ــ وسایل اندازه گیری باد را نام ببرد.

۶ــ انواع بادهای مقیاس جهانی و بادهای محلی را توضیح دهد.

۷ــ نحوه تشکیل موج در دریا را توضیح دهد.

تصویر ۱ــ ۵ ــ نمایشگر بادسنج در کشتی‌ها

مقدمه

خداوند در قرآن مجید از بشر می‌خواهد تا به همهٔ آفریده‌های هستی با تفکر بنگرد. باد همان هوای متحرک[1] و هوایی‌ست که به جهت معینی تغییر مکان می‌دهد.[2] بنابراین، باد نیز همانند دیگر آفریده‌های هستی، نقش‌های چندگانه‌ای را ایفا می‌کند. با شناخت «باد» می‌توان عظمت الهی را دریافت و در برابر خداوند، خَشیَت ورزید و خود را در مسیر کمالات الهی قرار داد.

در این فصل می‌خواهیم وضعیت حرکت هوا در دریا، وسایل اندازه گیری باد، حرکت باد در روی دریا و تأثیر آن بر امواج را بیاموزیم و در ادامه نیروهایی را که باعث ایجاد باد می‌شوند(نسیم دریا، نسیم خشکی، نسیم کوه‌پایه و نسیم دره) نیز بشناسیم.

تعریف باد

جابه‌جایی مکانی یک تودهٔ (بسته) هوایی را «باد» می‌نامند. این جابه‌جایی در اثر عوامل مختلف طبیعی و مصنوعی امکان‌پذیر است :

الف) مصنوعی : این شکل از جابه‌جایی هوا در اثر نیروهای وارده بر یک تودهٔ هوا از طریق دستگاه‌ها یا عوامل انسانی صورت می‌گیرد، مثل حرکت یک ماشین که پس از عبور آن یکسری اغتشاشات و ناهنجاری هوا در تودهٔ هوای پشت سر انسان صورت می‌گردد یا جابه‌جایی دست، استفاده از بادبزن دستی و ....

ب) طبیعی : وزش باد در روزهای گرم و سرد سال، وزش باد در اطراف سواحل دریاها و اقیانوس‌ها، وزش باد از دریا به ساحل و ...

همهٔ این مثال‌ها نوعی حرکت فیزیکی هستند که بر اثر نیروی وارده رخ می‌دهند. در حالت طبیعی وزش باد، این نیرو می‌تواند در اثر تغییرات دمایی و فشار بین دو نقطه از یک تودهٔ هوا صورت گیرد.

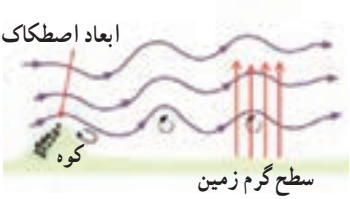
باد در سطح دریا

حرکت هوا (باد) در سطح زمین، دریا و جوّ آزاد، معمولاً به صورت آشفتگی یا اغتشاشی‌ست و این حرکات پیچکی شکل در اندازه‌های گوناگون بسط و گسترش می‌یابند. حرکت هوا در سطح زمین تحت تأثیر اصطکاک سطحی (ناهمواری زمین)و همرفت گرمایی (اختلاف دمای بین سطح گرم

۱ــ مفردات الفاظ قرآن کریم، ص ۳۷۰

۲ــ لغت نامه، دهخدا، ج ۳

زمین و هوای سرد بالا) قرار دارد، به طوری که جریان آرام و لایه‌ای هوایی که تمایل به صعود دارد تحت تأثیر این عوامل، متلاطم و به حرکت‌های مارپیچ تبدیل می‌شود (تصویر ۲ــ۵).



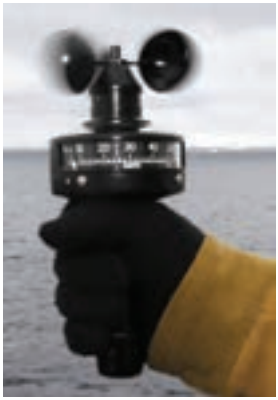
تصویر ۲ــ۵ــ تأثیر اصطکاک سطحی (ناهمواری زمین) و همرفت گرمایی بر حرکت هوا در سطح زمین (باد)

چون تلاطم باد در سطح زمین به دلیل ناهمواری‌ها و اختلاف دما زیاد است، اما در دریاها، به‌علت سطح هموار و یکنواختی دما، باد یکنواخت است و متعاقب آن، سرعت باد افزایش می‌یابد.

اندازه‌گیری باد

دستگاهی که برای اندازه‌گیری وزش باد مورد استفاده قرار می‌گیرد، معمولاً از دو قسمت اصلی ساخته شده است : یکی به منظور تعیین جهت (بادنما) و دیگری برای اندازه‌گیری سرعت وزش باد.

تصویر ۳ــ۵ــ بادسنج



تصویر ۴ــ۵ــ بادسنج دستی دریایی

سنجش واقعی باد در سطح زمین اغلب در اثر تأثیر عوامل محلی و موانع با مشکل مواجه می‌گردد، لذا ایستگاه‌های هواشناسی را در ارتفاع ده‌متری از سطح زمین و در فضای باز، به‌عنوان استاندارد (برای اندازه‌گیری باد سطح) ، مستقر می‌کنند.

جهت باد

«باد» تودهٔ هوای در جریان است. تشخیص جهت جریان باد ضرورت دارد. منظور از جهت باد سویی‌ست که باد از آن طرف می‌وزد. جهت‌های باد به کمک جهات جغرافیایی تعیین می‌شوند. به طور مثال باد غربی بادی‌ست که از سمت غرب وزیده و به طرف شرق در حرکت است.

دستگاه اندازه‌گیری جهت باد را «بادنما» می‌گویند و انواع گوناگونی دارد. این دستگاه یک فلش فلزی مانندی ست که در هنگام وزش باد در راستای جهت وزش باد قرار می‌گیرد(تصویر۳ــ۵).

بادها از نظر جهت به هشت گروه عمده تقسیم بندی می‌شوند(تصویر ۵ــ۵).

تصویر ۵ــ۵ــ جهت حرکت باد براساس جهات اصلی و فرعی جغرافیایی

سرعت باد

سرعت باد در سطح زمین به روش‌های مختلفی اندازه‌گیری می‌شود یکی از روش‌ها، استفاده از دستگاه اندازه‌گیری باد و روش دیگر استفاده از جدول «بوفورت» است که ابتدا برای استفاده دریانوردان طرح‌ریزی گردید و سپس مقیاس بوفورت در خشکی هم مورد استفاده قرار گرفت. سرعت باد به وسیلهٔ یکی از واحدهای زیر بیان می‌شود :

جدول ۱ــ ۵ ــ واحدهای سرعت باد

کیلومتر	متر	گره دریایی (نات)
ساعت	ثانیه	
۱/۸۵۳	۰/۵۱۵	۱

جدول ۲ــ ۵ ــ بوفورت

وضعیت در دریا	وضعیت باد و موج		سرعت باد (گره)		قدرت دریا
	ارتفاع موج (متر)	وضعیت	محدوده	متوسط	
بدون حرکت	۰	آرام	<۱	۰	۰
ناهمواری‌های بسیار کوچک آب	۰/۱	باد ملایم	۱-۲	۲	۱
موج‌های کوچک پیدا می‌شود	۰/۲	نسیم سبک	۳-۶	۵	۲
موج‌های کوچک بزرگ‌تر، شکسته و سفیدی موج‌ها مشخص می‌شود	۰/۶	نسیم ملایم	۷-۱۰	۹	۳
موج‌های کوتاه مقداری از کف‌های سفید را به حرکت در می‌آورد.	۱	نسیم متوسط	۱۱-۱۵	۱۳	۴
موج‌های متوسط و ارتفاع موج تا ۱/۲ متر می‌رسد و گاهی آب دریا در هوا پخش می‌شود.	۲	نسیم تند	۱۶-۲۰	۱۹	۵
موج‌های بلند با کف در قلهٔ آنها و احتمال پخش شدن آب در هوا به‌وسیلهٔ باد زیاد است.	۳	نسیم شدید	۲۱-۲۶	۲۴	۶
دریا حجیم می‌شود و کف‌های سفید گسترده تولید می‌کند و آب دریا در هوا پخش می‌شود.	۴	تندباد ملایم	۲۷-۳۳	۳۰	۷
امواج بلند با طول بسیار زیاد که قسمت‌های امواج بر می‌گردند و در هوا پخش می‌شوند.	۵/۵	تندباد	۳۴-۴۰	۳۷	۸
موج‌های بلند(۶ الی ۷)، با دنباله‌های کفی همراه می‌شوند قسمت بالای امواج به‌هم می‌خورند و صدای بلند بوجود می‌آید. ترشح امواج قابلیت دید را با مشکل مواجه می‌کند.	۷	تندباد شدید	۴۱-۴۷	۴۴	۹
امواج بسیار بلند، صدای بسیار ناهنجار، سطح آب کاملاً سفید از کف دریاست و به طور دایم در هوا پخش می‌شود و میزان دید ضعیف است.	۹	طوفان	۴۸-۵۵	۵۲	۱۰
بر اثر امواج بلند، کشتی‌های کوچک و متوسط ممکن است برای برای چند لحظه پشت موج‌ها از نظر گم شوند. دریا کاملاً توسط کف سفید در جهت وزش باد پوشیده شده است. همه جا لبهٔ بالایی امواج به درون کف‌ها نواخته می‌شود. دید کاهش می‌یابد.	>۱۱/۵	طوفان شدید	۵۶-۶۳	۶۰	۱۱
هوا پر از ترشحات امواج است. دریا به‌وسیلهٔ ترشحات پرتاب شده کاملاً سفید شده است. دید خیلی زیاد کاهش می‌یابد، سرعت مستمر باد بیش از ۶۴ گره است.		طوفان خیلی شدید	≥۶۴		۱۲

تصویر ۶ــ۵ــ حالت‌های دریا در مقیاس بوفورت

قدرت دریا ۱
سرعت باد ۱-۳ گره دریایی

قدرت دریا ۲
سرعت باد ۳-۶ گره دریایی

قدرت دریا ۳
سرعت باد ۷-۱۰ گره دریایی

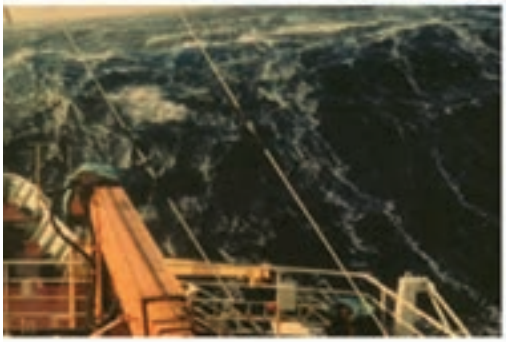
قدرت دریا ۴
سرعت باد ۱۱- ۱۵ گره دریایی

قدرت دریا ۵
سرعت باد ۱۶- ۲۰ گره دریایی

قدرت دریا ۶
سرعت باد ۲۱- ۲۶ گره دریایی

قدرت دریا ۷
سرعت باد ۲۷- ۳۳ گره دریایی

قدرت دریا ۸
سرعت باد ۳۴- ۴۰ گره دریایی



قدرت دریا ۹
سرعت باد ۴۱- ۴۷ گره دریایی

قدرت دریا ۱۰
سرعت باد ۴۸- ۵۵ گره دریایی

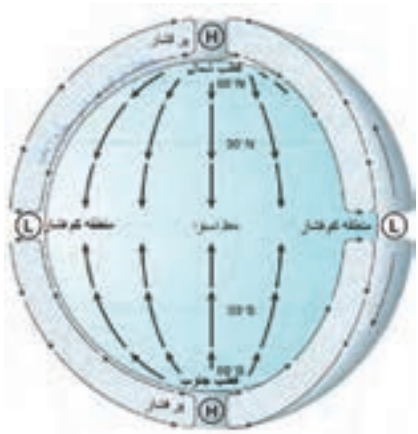
قدرت دریا ۱۱
سرعت باد ۵۶- ۶۳ گره دریایی

قدرت دریا ۱۲
سرعت باد بیش از ۶۴ گره دریایی

نیروهای مؤثر بر حرکت باد

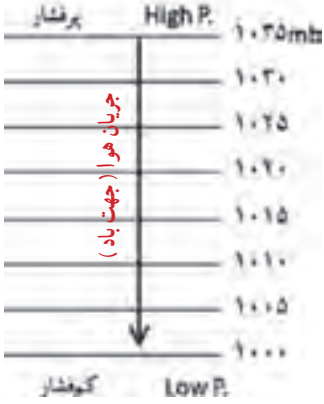
باد نتیجهٔ اختلاف فشار هوا در سطح افقی‌ست. در این جا حرکت افقی هوا را که باد نامیده می‌شود، توضیح می‌دهیم :

هوا معمولاً از ناحیهٔ با فشار بالاتر به ناحیهٔ با فشار کمتر جریان می‌یابد. باد اطراف زمین، در نتیجهٔ گرم شدن نقاط مختلف زمین است، که با تابش نابرابر خورشید روی سطح زمین رخ می‌دهد. اگر زمین نمی‌چرخید و اصطکاک وجود نداشت، هوا به طور مستقیم از ناحیهٔ فشار بالاتر به طرف ناحیهٔ با فشار پایین جریان می‌یافت (تصویر ۷ــ۵)؛ اما با توجه به این که موارد یاد شده وجود دارند، می‌توان گفت که باد با ترکیب از نیروهایی از قبیلِ نیروی گرادیان فشار، نیروی کوریولیس و نیروی اصطکاک، کنترل می‌شود و بادهای جهانی و بادهای مقیاس پایین را به‌وجود می‌آورد که به‌شرح آنها می‌پردازیم.



تصویر ۷ــ۵ــ جهت حرکت هوا، اگر زمین نمی‌چرخید و اصطکاک وجود نداشت.

۱ــ نیروی گرادیان فشار [۱] : نیرویی که جریان باد را ایجاد می‌کند ناشی از اختلاف فشار افقی بین دو ناحیهٔ پرفشار و کم‌فشار است. هوای محصور بین دو ناحیهٔ فشار زیاد و فشارکم تعادل خود را از دست می‌دهد به حرکت درمی‌آید (تصویر۸ــ۵). هر چه این اختلاف فشار زیادتر باشد سرعت جریان هوا (باد) زیادتر خواهد بود. مانند بادبادک پر از هوا که جهت تعادل فشار با هوای اطراف ، به محض اینکه دهانهٔ آن باز می‌شود خود، هوای درون را با فشار به بیرون می‌راند.

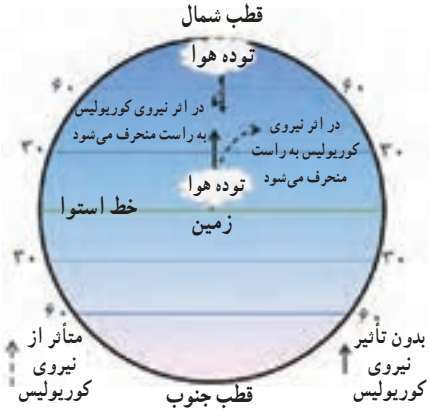


تصویر ۸ــ۵ــ حرکت هوا از فشار زیاد به فشار کم در اثر نیروی گرادیان فشار

تغییرات فشار در واحد فاصله را «گرادیان فشار» می‌نامند. هر چه هم‌فشارها به هم نزدیک‌تر باشند، گرادیان فشاری بزرگ‌تر و در نتیجه نیرویی بزرگ‌تر می‌شود و باد شدیدتر خواهد بود.

۱ــ Pressure Gradient Force, PGF

۲ــ نیروی کوریولیس[1] : این نیرو در اثر چرخش زمین بوجود می‌آید. می‌دانیم که زمین دارای سرعت زاویه‌ای‌ست. که این سرعت در مدار استوا به حداکثر خود و در قطب‌های شمالی و جنوبی زمین به صفر می‌رسد.



تصویر ۹ــ۵ــ تأثیر نیروی کوریولیس بر حرکت توده هوا

حال اگر یک تودهٔ هوا را درنظر بگیریم که می‌خواهد از استوا به قطب شمال برود، با توجه به‌اینکه سرعت زمین در استوا بیشتر از سرعت زمین در قطب است، در اثر اختلاف سرعت بین این دو عرض و همچنین به علت سرعت خودِ تودهٔ هوا، این توده به سمت راست مسیرش منحرف می‌شود. این اتفاق در نیم کرهٔ جنوبی برعکس خواهد بود (تصویر ۹ــ۵).

فعالیت

یک نمونه از نیروی کوریولیس را در پیرامون خود مثال بزنید و توضیح دهید.

۳ــ تأثیر نیروی اصطکاک سطح زمین بر باد : باد واقعی متأثر از نیروی اصطکاک است. تپه‌ها، کوه‌ها و پستی‌ها و بلندی‌ها عواملی هستند که می‌توانند عامل ایجاد نیروی اصطکاک و تأثیر آن بر باد واقعی باشند.

لایه‌ای که باد تحت تأثیر اصطکاک سطح زمین قرار می‌گیرد به «لایهٔ اصطکاک» مشهور است. ضخامت این لایه متغیر است و به سرعت باد، دما و ناهمواری‌های سطح زمین بستگی دارد و در داخل لایهٔ اصطکاک سرعت باد تقلیل می‌یابد.

تأثیر اصطکاک با ارتفاع کاهش می‌یابد، به‌طوری که در ارتفاعِ حدود یِک کیلومتری (و بیشتر) از سطح زمین و در حدود ۱۵۰ متری از سطح دریا قابل چشم‌پوشی‌ست. تأثیر نیروی اصطکاک بر باد در روی دریا نیز کمتر از تأثیر آن بر روی خشکی‌ست. به‌طور کلی سرعت باد واقعی در روی دریا در حدود ۲/۳ سرعت باد زمین‌گرد[2] است و زاویه‌ای که جریان باد با خطوط هم‌فشار درست می‌کند در حدود ۱۵ درجه است. سرعت باد واقعی در روی خشکی بین ۱/۳ تا ۲/۳ سرعت باد زمین‌گرد است

۱ــ Coriolis Force

۲- بادیست افقی و به دور ازنیروی اصطکاک با سرعت ثابت که از تعادل دو نیروی گرادیان فشار و کوریولیس به‌وجود می‌آید. در این‌صورت آن را باد زمین‌گرد(ژئوستروفیک) گویند.

و زاویه‌ای که جریان باد خطوط هم‌فشار درست می‌کند در حدود ۲۵ درجه است.

انواع بادهای جهانی

این بادها در مقیاس زمین می‌وزند و عوامل مؤثر در ایجاد آنها به قرار زیر است :

الف) اثر تابش خورشید یا اختلاف گرمای استوا یا سرمای قطب‌های زمین.

ب) اثر حرکت وضعی یا دَوَرانی، حرکت وضعی زمین.

تصویر ۱۰ــ۵ــ تصاویر حرکت بادهای جهانی در سطح و بالای زمین

جهت وزش بادهایی که در نیم‌کرهٔ شمالی به طرف استوا می‌آیند، از جانب شمال‌شرقی به جنوب‌غربی خواهد بود و بادهای نیم‌کرهٔ جنوبی که از قطب به‌طرف استوا می‌آیند، از ناحیهٔ جنوب‌شرقی به شمال‌غربی به سمت استوا می‌وزند که به آنها «بادهای تجارتی» می‌گویند.

بادهایی که در بالای جَو به منظور بسته شدن حلقه یا مدار کلی، به طرف قطب برمی‌گردند، در نیم‌کره شمالی جهت شمال شرقی و در نیم‌کره جنوبی جهت جنوب شرقی می‌وزند که به آنها «کنترآلیزه» می‌گویند(تصویر ۱۰ــ۵).

بادهای مقیاس پایین

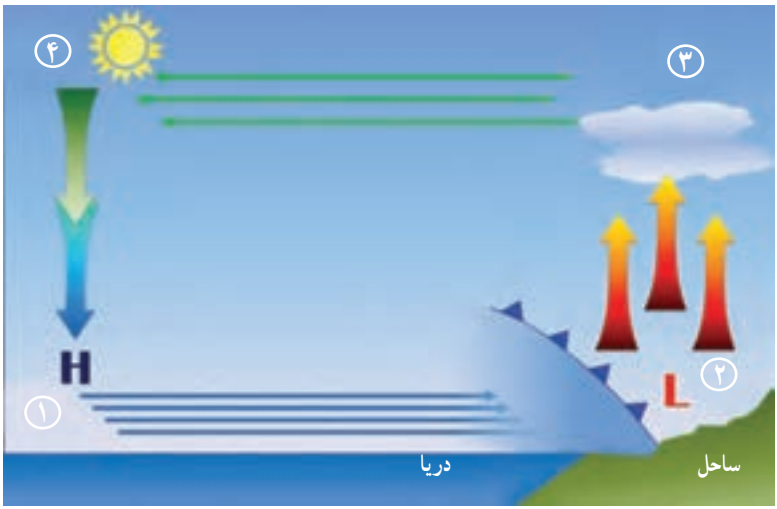
۱ــ باد موسمی : به بادهایی که در فصول متضاد سال با جهات مخالف می‌وزند «بادهای موسمی » گفته می‌شود. این بادها در زمستان، به صورت جریان سردی از خشکی به دریا و در تابستان به صورت جریان هوای مرطوب و گرمی از دریا به خشکی می‌وزند. در تابستان‌ها، قارهٔ آسیا گرم می‌شود و از اقیانوس هند بادهایی، ضمن عبور از استوا، با جهت جنوب غربی به جهت آسیا کشیده می‌شوند و بادهای موسمی تابستانی در آسیا را به‌وجود می‌آورند.

۲ــ نسیم دریا[1] : اقیانوس توانایی عظیمی در جذب و ذخیرهٔ انرژی از خورشید دارد. شفافیت آب، به اشعهٔ خورشیدی اجازه می‌دهد تا به‌عمق ۱۵۰ الی ۲۰۰ متری اقیانوس نفوذ کنند و در نتیجه؛ آب برای افزایش دمای خود مقدار زیادی از گرما را به خود جذب می‌کند.

دیگر اینکه باد باعث مخلوط کردن آب و جابه‌جایی دمای سطح آن به دیگر قسمت‌های آب

۱ــ Sea Breeze

می‌شود. اشعهٔ خورشیدی برخلاف اقیانوس به درون زمین نفوذ نمی‌کند و فقط در چند سانتی‌متری ازسطح خاک محدود می‌شوند. در نتیجه گرما به درون اتمسفرِ بازتاب شده باعث گرم شدن هوای سطوح فوقانی سواحل می‌شود.



تصویر ۱۱ــ۵ــ مسیر حرکت هوا در نسیم دریا

چرخهٔ نسیم دریا شامل دو جریان مخالف است : یکی در سطح (نسیم دریا نامیده می‌شود) و دیگری در بالا (که یک جریان برگشت است)، به شرح زیر(تصویر ۱۱ــ۵) :

۱ــ با گرم شدن هوا، از تراکم آن کم می‌شود و کم‌فشاریِ ضعیف به وجود می‌آورد.

۲ــ در ارتفاع معادل ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر از سطح خشکی فشار و تراکم هوا در این سطح خیلی بیشتر از ارتفاع مشابه بر روی آب است که این سبب می‌شود هوا به سمت آب برگردد.

۳ــ یک بار دیگر هوا بر روی آب سرد می‌شود و بر تراکم آن می‌افزاید و به سوی سطح زمین فرستاده می‌شود و فشاری که نزدیک به سطح دریا قرار دارد افزایش می‌یابد.

۴ــ جریان هوای سطح زمین، نسیم دریا را به سمت جلو می‌راند و مراحل تکرار می‌شود.

نسیم دریا عموماً در مناطق اقیانوسی شکل می‌گیرد، اما گاهی در طول ساحل آب‌های بزرگ، مانند دریاچه‌های بزرگ نیز اتفاق می‌افتد.

۳ــ نسیم خشکی[۱] : نقطهٔ مقابل نسیم دریا، نسیم خشکی‌ست. درحالی که نسیم دریا در طول روز اتفاق می‌افتد، نسیم خشکی در شب رخ می‌دهد(تصویر ۱۲ــ۵).

۱ــ Land breeze

۱ــ شب‌ها، دمای هوا در خشکی از دمای دریا پایین‌تر می‌رود و در نتیجه تراکم هوا افزایش می‌یابد.
۲ــ کشش نیروی جاذبهٔ زمین، هوا را به سوی پایین می‌کشاند و به طرف آب می‌راند.
۳ــ هوای متراکم بالا به زیر هوای سبک‌تر و گرم‌تر روی آب می‌رود و آن را به سوی بالا در جَو می‌فرستد.

تصویر ۱۲ــ۵ــ مسیر حرکت هوا در نسیم خشکی

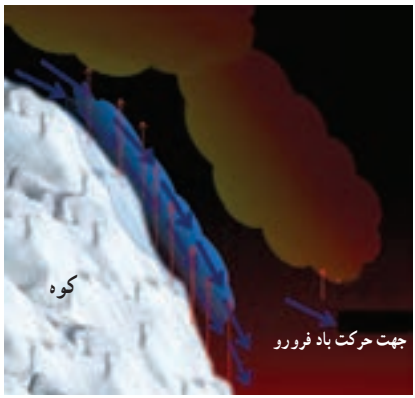
۴ــ زمانی که هوا به سمت زمین بر می‌گردد، ضمن سرد شدن، بر تراکم آن افزوده می‌گردد، سپس به سوی پایین کشیده می‌شود. به این ترتیب تراکم آن می‌افزاید و فشار آن نیز بالاتر می‌رود. هوای متراکم شده را از سواحل دور کرده و به سمت دریا رانده می‌شود. نکتهٔ دیگر اینکه نسیم بر روی خشکی از نسیم بر روی آب ضعیف‌تر است.

۴ــ باد فرارو[۱] : باد «فرارو» بادی‌ست که ناشی از وزش هوا در روز از نقاط پست به ارتفاعات است. دامنه‌های کوه به‌واسطهٔ نور خورشید گرم می‌شوند. در نتیجه هوای فوقانی، اطراف خود را گرم و منبسط و به صورت جریانی عمودی، صعود می‌کند و این چنین تولید باد فرارو می‌شود(تصویر ۱۳ــ۵).

۱ــ Anabatic wind

تصویر ۱۳ــ۵ــ مسیر حرکت باد فرارو را نشان می‌دهد.

۵ــ باد فرورو[۱] : باد «فرورِو» (باد کاتاباتیک) در مقابل باد فرارو قرار دارد. زمانی که در شب دامنهٔ کوه‌ها سرد می‌شوند، هوای فوقانی دامنه‌ها نیز سردتر از هوای فوقانی شده و در نتیجه هوای نزدیک به سطح زمین به سمت پایین سرازیر شده و باد فرورو را تشکیل می‌دهد (تصویر ۱۴ــ۵).



تصویر ۱۴ــ۵ــ مسیر حرکت باد فرورو را نشان می‌دهد.

پژوهش

بررسی نمایید هنگامی که در نوار ساحلی رشته‌کوه داشته باشیم چه تأثیری بر بادهای محلی ایجاد می‌شود؟

۶ــ فون : گونه‌ای از باد است با دمای به‌نسبت گرم و خشک که در سمت بادپناه کوهستان، بیشتر از ارتفاعات به نقاط پایین‌دست نزول می‌کند و در طی این نزول دمایش افزایش می‌یابد (تصویر ۱۵ــ۵ نحوهٔ تشکیل باد فون را در منجیل نشان می‌دهد).

هوای مرطوب با برخورد به ارتفاعات مجبور به صعود می‌شود و در طی فرایند صعود با افزایش ارتفاع، دمای هوا کاهش می‌یابد. هنگامی که دمای هوا در حال صعود به میزان معینی کاهش پیدا کرد، بخار آب موجود

۱ــ Katabatic wind

در هوا به‌صورت اشباع در می‌آید و به ابر، مِه یا بارش تبدیل می‌شود و به این‌صورت از میزان رطوبت موجود در هوا کاسته می‌شود.

تصویر ۱۵ــ۵ــ نحوه تشکیل بادهای فون در منجیل را نشان می‌دهد.

هوایی که رطوبت خود را تا حدودی از دست داده ، از خط‌الرأس عبور کرده و سپس از دامنه بادپناه کوهستان به ارتفاعات کمتر حرکت می‌کند و در طی این نزول دمایش افزایش می‌یابد. به دلیل نرخ‌های متفاوت نزول آدیاباتیک هوای خشک و مرطوب، دمای هوای خشک نزول‌کننده در دامنهٔ بادپناه، بیشتر از دمای هوا در ارتفاع معادل در دامنه‌ای که هوای مرطوب از آن صعود کرده بیشتر است. با افزایش دمای هوا رطوبت نسبی کاهش می‌یابد و جریان هوا به صورت باد گرم و خشک و گاهی پرسرعت بروز می‌کند.

فعالیت

معمولاً باد عامل مزاحمی برای جدا شدن کشتی‌ها از اسکله می‌باشد؛ با بررسی در زمان‌های شدت بادهای محلی نسیم دریا و نسیم خشکی یا زمانی این بادها به حداقل می‌رسد بیان نمایید که چه زمانی برای جدا شدن کشتی از اسکله مناسب می‌باشد.

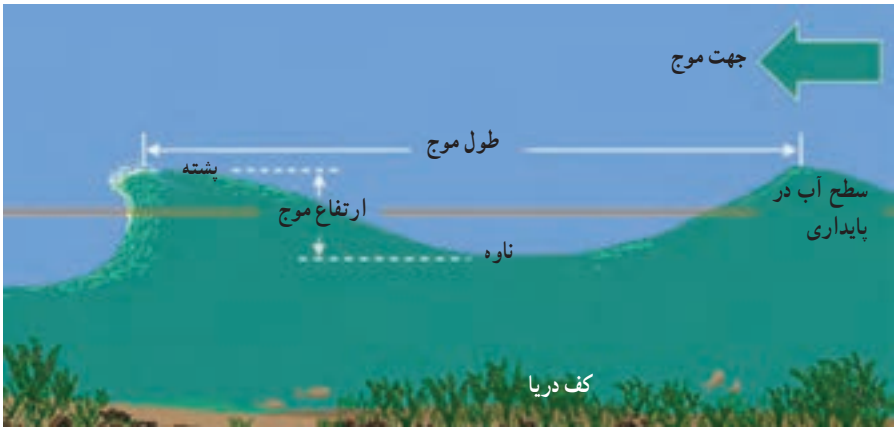
تأثیر باد بر امواج

چرخهٔ زندگی یک موج از هنگامی شروع می‌شود که باد، بر هم‌کنش می‌کند با سطح آب، شروع به ایجاد اغتشاش می‌کند.

از اینجاست که موج متولد می‌شود و توسعه را آغاز می‌کند. رشد امواج و شروع حرکت‌شان با واداشت باد ادامه می‌یابد. سرانجام موج بیرون از منطقهٔ اولیه واداشت باد، حرکت می‌کند و در سطح

آب منتشر می‌شود تا بر روی ساحل شکسته شود.

به استثنای جزر و مد و سونامی، تقریباً تمامی امواج به وسیلهٔ وزش باد بر روی آب و بر هم‌کنش با سطح آب به‌وجود می‌آیند(تصویر ۱۶ــ۵).



تصویر ۱۶ــ۵ــ مشخصات موج دریا نشان می‌دهد که در اثر باد تشکیل گردیده است.

بخش‌های اصلی یک موج، ارتفاع، طول و دورهٔ تناوب[1] آن است. ارتفاع به معنای مسافت بین پشتهٔ موج تا ناوهٔ موج است. طول موج یعنی مسافت بین دو ناوه یا پشتهٔ موج. دورهٔ تناوب موج دریا به معنای مدت زمان ثابتی برای عبور طول یک موج آب از یک نقطه است(تصویر ۱۶–۵).

رشد امواج

سه عامل اساسی برای رشد امواج وجود دارد :

۱ــ سرعت باد ۲ــ واکشی ۳ــ مدت زمان

واکشی : به معنای مسافتی که باد در روی سطح دریا با یک سرعت و سمت ثابت می‌وزد.

مدت زمان : یعنی زمان چقدر طول می‌کشد تا باد بر روی آب دریا تأثیر بگذارد تا موج پدید آید.

۱- دورهٔ تناوب به فاصلهٔ زمانی بین دو قلّهٔ متوالی موج (یا بین هر دو نقطهٔ متناظر موج در دو تناوب متوالی) گفته می‌شود.

خودآزمایی

۱ــ سرعت و جهت باد به چه نیروهایی بستگی دارد؟

۲ــ به چه دلیل با یک مقدار ثابت گرادیان فشار سرعت باد در تابستان بیشتر است؟

۳ــ اجزای تشکیل دهندهٔ بادسنج را نام ببرید و کار هرکدام را توضیح دهید.

۴ــ نسیم دریا را با رسم شکل تشریح نمایید.

۵ــ نسیم دریا قوی‌تر است یا نسیم خشکی؟ علت را توضیح دهید.

فصل ششم

ابرها

هدف های رفتاری : در پایان این فصل از هنرجو انتظار می رود :

۱ــ انواع ابرها را شناسایی کند.

۲ــ علت پیداش ابرها را توضیح دهد.

۳ــ خصوصیات ابرها را توضیح دهد.

۴ــ با مشاهدهٔ ابرها بتواند وضعیت جوّی را پیش‌بینی کند.

۵ــ انواع ابرها را از نظر طبقه‌بندی ارتفاع، توضیح دهد.

تصویر ۱ــ ۶

مقدمه

خداوند با صراحت در سورهٔ حِجر(آیهٔ ۲۲) نقش باد را در آبستن کردن ابرها بیان می‌کند و به دنبال آن از نزول باران خبر می‌دهد. یعنی همان مسائل دقیقی که پس از پیشرفت‌های علمی فراوان ،تازه برای انسان‌ها کشف گردیده است.

ابرها حاصل واکنش‌های فیزیکی جوّند و از ترکیب قطرات آب و کریستال‌های یخ تشکیل می‌شوند. نوع ابر مستقیماً به حالت اشباع در جَو بستگی دارد. اطلاع از نوع و مقدار ابرها به هواشناسان کمک بسیار مهمی می‌کند، به‌طوری که هواشناس با تجزیه و تحلیل آنها می‌تواند وضعیت ابرها را پیش‌بینی نماید. به طور کلی، هواشناسان ابرها را از نظر نوع به دو دستهٔ اصلی (جوششی و پوششی) و از نظر ارتفاع (از سطح دریا) به سه دسته (پایین، متوسط و بالا) تقسیم نموده‌اند.

انواع ابرها

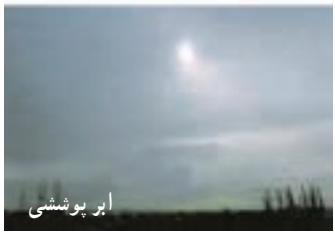
اولین شرط تشکیل ابر، سرد شدن هوای اشباع از بخار در درجهٔ پایین‌تر از نقطهٔ شبنم است. شرط دوم وجود هسته‌های تراکم به میزان کافی در فضاست که نتیجهٔ آن تراکم بخار آب و تشکیل ابر است. هسته‌های تراکم نقش مهمی در تشکیل ابر ایفا می‌کنند و اصولاً عناصری مانند گرد و غبار، دوده، خاکسترهای آتش‌فشانی و ذرات نمک دریا هسته‌های تراکم را تشکیل می‌دهند.

ابرها از نظر نوع و طرز تشکیل، به دو دستهٔ اصلی تقسیم می‌شوند :

۱ــ ابرهای جوششی (کومولی فرم) : این ابرها، همان‌طوری که از شکل‌شان پیداست، ابرهایی هستند که فاصلهٔ میان سطح فوقانی و تحتانی آنها زیاد است و در اثر جریان‌های بالارونده هوا به‌وجود می‌آیند.

۲ــ ابرهای پوششی(استراتی فرم) : این ابرها از اختلاف حرارت و رطوبت بین دو تودهٔ بسیار عظیم هوا به‌وجود می‌آیند، این ابرها ورقه‌ای یا لایه‌ای به شکل افقی هستند. از این جهت است که به آنها پوششی می‌گویند.

ابرها از نظر ارتفاع از سطح دریا به سه‌دسته تقسیم شده‌اند(پایین، متوسط و بالا).



تصویر ۲ــ۶ــ ابر جوششی و پوششی

تصویر ۳ــ۶ــ طبقه‌بندی ابرها از نظر ارتفاع و شکل ظاهری آنها

جدول ۱ـ۶ـ طبقه بندی ابرها از نظر ارتفاع کف ابر تا سطح دریای آزاد در عرض‌های مختلف کرهٔ زمین

ارتفاع	نام ابر	علامت اختصاری	ارتفاع کف ابر در عرض‌های جغرافیایی(از سطح دریا به کیلومتر)		
			حارّه‌ای	عرض‌های میانی	عرض‌های بالا
بالا	سیروس	Ci	بیش از ۶	بیش از ۵	بیش از ۳
	سیرواستراتوس	Cs			
	سیروکومولوس	Cc			
متوسط	آلتواستراس	As	۲ – ۷٫۵	۲ – ۷	۲ – ۴
	آلتوکومولوس	Ac			
پایین	استراتوس	St	کمتر از ۲	کمتر از ۲	کمتر از ۲
	استراتوکومولوس	Sc			
	نیمبواستراتوس	Ns			
	کومولوس	Cu			
	نیمبوکومولوس	Cb			

اُفتاهنگ[1] بی‌دررو

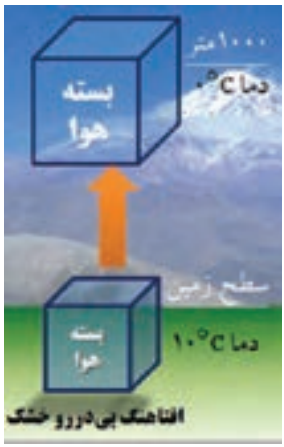
آهنگ کاهش دما را با ارتفاع «اُفتاهنگ» می‌گویند. اگر مقدار بخار آب موجود در جوّ به طریقی افزایش یابد، زمانی فرا می‌رسد که دیگر جَو نمی‌تواند رطوبت جذب کند و بخار آب اضافه برگنجایش رطوبتی هوا، به صورت قطرات آب درمی‌آید. در این حالت رطوبت هوا به ظرفیت نهایی خود رسیده است؛ یعنی هوا اشباع شده است.

بیشتر بدانید

هرگاه یک مترمکعب هوا را ۵۴۰۰ متر بالا ببریم، دراثر کاهش فشار، حجم آن به دو مترمکعب می‌رسد.

اشباع از طریق افزایش رطوبت زمانی رخ می‌دهد که هوای سرد و خشک از روی دریای گرم عبور کند و بخار آب، از طریق تبخیر، به لایه‌های پایین توده وارد شود. وقتی که تودهٔ هوا به طبقات بالای جوّ صعود می‌کند، وزن یا فشار وارد برآن به‌تدریج کاهش می‌یابد. نتیجهٔ این کاهش فشار، انبساط تودهٔ هواست.

همچنین صعود تودهٔ هوا، دمای تودهٔ هوا را پایین می‌آورد. البته تودهٔ هوا، به هنگام صعود، هیچ‌گونه انرژی‌ای را با هوای محیط مجاور خود مبادله نمی‌کند. کاهش دما را در تودهٔ هوای در حال صعود بدون تبادل انرژی با محیط مجاور، «اُفتاهنگ بی‌دررو» می‌نامند. اگر یک بسته هوای خشک ۱۰۰۰متر صعود نماید، ۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد دمای آن کاهش می‌یابد که به افتاهنگ بی‌دررو خشک[2] (تصویر ۴ــ۶) موسوم است.



تصویر ۴ــ۶

در طول فرایند صعود، زمانی می‌رسد که رطوبت موجود در تودهٔ هوا با حداکثر گنجایش رطوبتی آن معادل می‌شود؛ یعنی در آن لحظه، تودهٔ هوا اشباع می‌گردد.

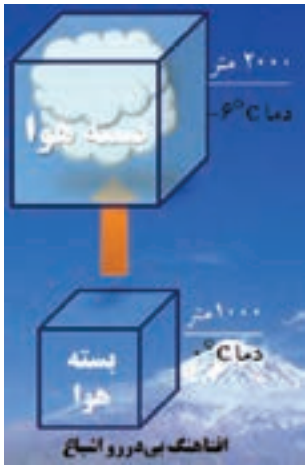
سطحی را که هوا در آن به اشباع رسیده است، سطح اشباع نامیده‌اند. در حالت اشباع، رطوبت موجود در هوا به صورت بخار آب است.

۱ــ Lapse rate

۲ــ Dry Adiabatic lapse rate (DALR)

اگر صعود هوا به بیش‌از سطح اشباع ادامه یابد، گنجایش رطوبت هوا کم می‌شود و رطوبت موجود در آن بیش از گنجایش رطوبت هوا خواهد شد؛ در نتیجه، رطوبت اضافی، که دیگر نمی‌تواند به حالت بخار آب باقی بماند، تغییر حالت می‌دهد و به‌صورت مایع درمی‌آید.

فرایند تغییر حالت بخار به آب را «تراکم» می‌نامیم. اُفتاهنگ بی‌دررو اشباع، کمتر از هوای خشک است و مقدار آن را که به حدود ۶ درجهٔ سانتی‌گراد در هر ۱۰۰۰ متر صعود بالغ می‌شود، «اُفتاهنگ بی‌دررو اشباع[1]» می‌نامند(تصویر ۵ــ ۶).



تصویر ۵ــ۶

بهترین راه تشخیص پایداری و ناپایداری هوا، مقایسهٔ اُفتاهنگ محیطی[2] و اُفتاهنگ بی‌دررو در محل مورد نظر است.

شرایط پایداری و ناپایداری در توده های هوا

۱ــ هر زمان افتاهنگ محیط از افتاهنگ بی‌دررو کمتر باشد هوا پایدار است.

۲ــ هرگاه افتاهنگ محیط بیشتر از افتاهنگ بی‌دررو باشد هوا ناپایدار است.

فرایندهای تشکیل ابر

تشکیل ابرها عموماً ناشی از اوج‌گیری، انبساط و سرد شدن هواست که تحت تأثیر یک یا ترکیبی از فرایندهای زیر حاصل می‌گردد :

۱ــ گرم شدن سطحی هوا و صعود هوا در اثر پدیدهٔ همرفت؛

۲ــ حرکت قائم و رو به بالای هوا در اثر برخورد توده‌های هوا به کوه‌ها و تپه‌ها؛

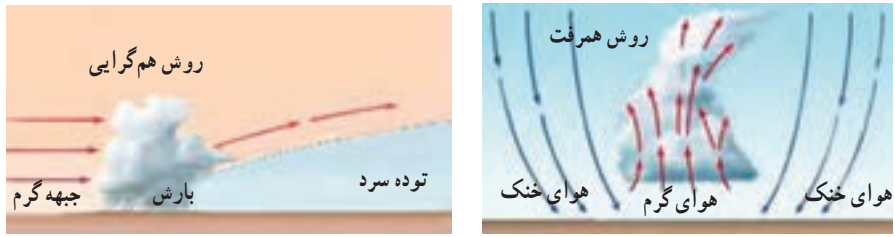
۳ــ همگرایی توده‌های هوا و صعود آنها در اثر ایجاد؛

۴ــ صعود هوا در امتداد جبهه‌ها.

در تصویر ۶ ــ ۶، انواع روش‌های تشکیل ابرها نشان داده شده است. در مناطق دریایی فعّالیت‌های همرفتی و همگرایی از مهم‌ترین روش‌های تولید باران است.

۱ــ Saturation Adiabatic Lapse Rate (SALR)

۲ــ Environmental lapse rate (ELR)



تصویر ۶ــ۶ ــ تشکیل ابر به روش همرفت و هم‌گرایی

به نظر می‌رسد که در ایران صعود هوا در امتداد کوه‌ها در تولید بارش نقش اول را داشته باشد (تصویر۷ــ۶). گرچه فعّالیت‌های همگرایی در مناطق کویری زیاد است، اما به‌علت خشک بودن هوای صعود یافته امکان تولید بارش میسّر نمی‌شود.

تصویر ۷ــ۶ ــ تشکیل ابر به روش کوه‌نگاری

توده‌های هوا، که از مسیرهای مختلف وارد کشور می‌شوند، خواص فیزیکی(دما، رطوبت و چگالی) متفاوتی دارند و برخورد آنها با یکدیگر نقش مهمی در تولید بارش دارد. در زمستان افزون بر صعود کوه‌نگاری (تصویر۷ــ۶)، برخورد توده‌های مرطوب و ملایم مدیترانه‌ای و گرمسیری جنوبی که از ناحیهٔ جنوب و جنوب غرب وارد کشور می‌شود منشأ بارندگی زیادی در مناطق جنوبی، مرکزی و غربی کشور شده است. افزون بر این، برخورد هوای گرم جنوبی با هوای سرد نفوذ یافته از طرف مناطق جنوبی اروپا و نیز سیبری، می‌تواند در فرایند تولید بارش (از نوع جبهه‌ای در مناطق شمال‌غربی و شمال‌شرقی و حتی مرکزی کشور) نقش مؤثری داشته باشد(تصویر۸ ــ۶).

تصویر ۸ــ۶ ــ تشکیل ابر به روش جبهه‌ها

مشخصات عمومی ابرها (تصاویر ابرها در صفحات ۵۵ و ۵۶ آمده است)		
ارتفاع بالا	سیروس (Ci)	از کریستال‌های یخ تشکیل می‌شوند و به تارهای مو شباهت دارند. رشته‌ها در جهت وزش باد قرار می‌گیرند و ممکن است به ابر، شکلی شبیه قُلاب یا حتی هیبتی پیچیده‌تر بدهند که نشانی از آشفتگی‌ست.
	سیرواستراتوس (Cs)	ابری‌ست که از ضخیم شدن ابرهای سیروس به‌وجود می‌آید و نور خورشید در حین عبور کردن از آن شکسته می‌شود و در نتیجه هاله‌ای اطراف خورشید و ماه به‌وجود می‌آورد، علامت بارندگی در ۸ تا ۲۴ ساعت آینده است.
	سیروکومولوس (Cc)	ابری جوشش‌ی‌ست و علامت مشخصهٔ آن، قطعات کوچک پراکنده به شکل پنبه است. ذرات تشکیل دهنده آن از بلورهای یخ است. معمولاً خیلی پایدار نیستند و ممکن است به شکل سیرواستراتوس تغییر شکل دهند.
ارتفاع متوسط	آلتواستراس (As)	از ضخیم شدن ابرهای سیرو استراتوس به‌وجود می‌آید و اغلب سراسر آسمان را می‌پوشاند. به شکل لایهٔ خاکستری یکنواخت در لایه‌های میانی جو تشکیل می‌شود و تابش نور خورشید را محدود می‌کند اما اغلب خورشید در آسمان قابل رؤیت است. این ابرها به صورت لایه‌های یکنواخت و متحدالشکل به صورت ترکیبی از الیاف، آسمان را می‌پوشانند. اگر تمام آسمان را بپوشاند ظهور یک جبههٔ گرم را نشان می‌دهد و پس از چند ساعت، بارندگی، اعم از باران یا برف، شروع می‌شود.
	آلتوکومولوس (Ac)	این ابرها از قطعات نسبتاً ضخیم، که به رنگ سفید یا سفید مایل به خاکستری‌ست، تشکیل گردیده‌اند. هیچ‌گاه سراسر آسمان را نمی‌پوشانند و در تمام فصول هستند. نوعی از این ابرها شبیه به بادام است و گاهی شباهت به عدس پیدا می‌کند که بیشتر در روی قلهٔ کوه‌ها دیده می‌شوند و معرف وجود بادهای شدیدند. درناحیه‌ای که این نوع ابرها وجود دارد احتمال اغتشاشات جوّی نسبتاً شدید می‌رود. نوع دیگری از این ابرها از نظر شکل ظاهری شبیه به ابر کومولوس کوچک‌اند با این تفاوت که کمی طولانی‌تر است و سطح فوقانی آن برجستگی مخروطی شکل دارد و پیدایش این ابر، نشانه ناپایداری شدید است و پس از چند ساعت احتمال پیدایش رعد و برق یا طوفان شدید در آن ناحیه می‌رود.

مشخصات عمومی ابرها (تصاویر ابرها در صفحات ۵۵ و ۵۶ آمده است)		
ارتفاع پایین	استراتوس (St)	ابری‌ست سیاه رنگ، معمولاً به صورت تودهٔ متراکمی از بخار آب که قطرهٔ آن در همه جا یکسان است، به چشم می‌خورد. ارتفاع این ابر از سطح زمین بسیار کم است و بارندگی این نوع ابر در حرارت بالای صفر درجه به صورت باران بسیار ریز[1] است و با پیدایش این ابرها دید افقی بسیار کم می‌شود و این ابرها هوای پایدار را نشان می‌دهند.
	استراتوکومولوس (Sc)	ابرهایی هستند تیره رنگ یا سفید مایل به خاکستری، که قسمت زیرین بعضی از آنها دارای خطوطی مانند امواج دریا می‌باشند. این ابرها در اثر جریان‌های صعودی کم‌عمق به‌وجود می‌آیند و بارندگی این نوع ابرها معمولاً به صورت باران‌ریزه است.
	نیمبواستراتوس (Ns)	اگر به ضخامت ابر آلتواستراتوس افزوده شود ابری پوششی، کم ارتفاع و تیره به وجود می‌آید و اگر ضخامت کافی داشته و کف زیرین آن به ۸۰۰ متر برسد، طی ۴ الی ۵ ساعت آینده بارندگی از آن شروع می‌شود و ریزش آن باران یا برف ممتد است.
	کومولوس (Cu)	ابرهای تکه تکه گلوله‌ای شکل که در قسمت‌های میانی و پایینی جَو تشکیل می‌شوند. پایین آنها تخت است و بالای آنها شبیه گل کلم یا پنبه است. این ابرها به شکل عمودی رشد می‌کنند و دارای جریانات بالارونده‌اند. این ابر ممکن است باعث بارش باران شود و اکثراً دارای بارش باران‌ریزه است.
	نیمبوکومولوس (Nc)	این ابر همان ابر کومولوس است، منتها رشد عمودی آن به‌طور قابل ملاحظه‌ای زیاد است و ارتفاع قله‌اش تا ۴۵۰۰۰ پایی هم می‌رسد. سطح زیرین این ابر مساحت زیادی را می‌پوشاند، رنگ قسمت فوقانی آن متمایل به رنگ آبی و رنگ زیرین آن کاملاً تیره است و شکل مرتبی ندارد. بارندگی از این ابر اعم از برف و باران به صورت رگبار است و موقعی که این ابر به ایستگاهی می‌رسد فشار جوّی به طور ناگهانی افت می‌کند و در سطح زمین باد شدت می‌یابد.

خودآزمایی

۱ــ روش‌های مختلف تشکیل ابر را نام ببرید.

۲ــ هنگامی که یک تودهٔ هوا در امتداد دامنهٔ کوه، صعودِ همراه با بارش داشته باشد، نقطهٔ شبنم این تودهٔ هوا چه تغییری می‌کند؟

۳ــ تغییرات رطوبت نسبی و نقطهٔ شبنم در هنگام ریزش هوا در طرف دیگر کوه چگونه است؟

۴ــ چرا ابرهای گروه سیروس ایجاد بارندگی نمی نمایند؟

۵ــ رگبار و تگرگ از بارش کدام ابر به وجود می‌آید؟

۱ــ Drizzle

تصاویر ابرها

تصاویر ابرها

فصل هفتم

بارش، دید و مه

هدف های رفتاری : در پایان این فصل از هنرجو انتظار می رود :

۱ــ بارندگی را توضیح دهد.

۲ــ انواع نزولات آسمان از ابرها را توضیح دهد.

۳ــ وسایل اندازه‌گیری بارش‌های ابر را نام ببرد.

۴ــ دید را توضیح دهد.

۵ــ تأثیرات پدیده‌های جوّی و اثرات آن بر دید را توضیح دهد.

مقدمه

به تمام شکل‌های مایع یا جامد آب، که به صورت قطرات یا خرده‌های بلوری از جوّ زمین سرچشمه می‌گیرد و به سطح زمین می‌رسد «بارش» می‌گویند. بارش، مایهٔ اصلی حیات بر روی کرهٔ زمین است و هر قطره باران یا تکه برفی که بر روی زمین می‌افتد، نویدگر حیات و سرسبزی‌ست.

فرایند تشکیل بارش یکی از اسرار زیبایی جهان خلقت است که با وجود پژوهش‌های فراوان، تنها گوشه‌ای از رمز و رازهای آن هویدا شده است. ممکن است این پرسش مطرح شود که چرا بعضی از ابرها تولید باران می‌کنند و بعضی دیگر قادر به بارش نیستند. افزون بر این، این پرسش به ذهن می‌آید که چگونه ذرات آب در ابرها به اندازهٔ کافی رشد می‌کنند تا بارش صورت گیرد.

بارش

بنا بر تعریف، به هرگونه رطوبت متراکمی که از ابر به سطح زمین فرو می‌ریزد، «بارش» می‌گویند.

برای بارش ابتدا باید تراکم صورت گیرد و برای تشکیل قطرات باران به هستهٔ تراکم و برودت کافی نیاز است. وقتی قطرات آب به حد کافی بزرگ شدند، به‌طوری که به نیروی شناوری و بالا دهندهٔ قطرات آب غلبه کنند و فرود آیند، بارندگی صورت می‌گیرد.

انواع بارش

۱ــ باران : باران آشناترین فرم بارندگی‌ست و ابرها منبع باران‌اند، هر چند تمام ابرها باران‌زا نیستند. باران از تراکم قطرات آب در ابرها و بزرگ شدن این قطرات به اندازهٔ بیشتر از ۰/۵ میلی‌متر به‌وجود می‌آید. باران با قطر بسیار ریز (با قطر کمتر از ۰/۵ میلی‌متر) را باران‌ریزه می‌نامند. باران‌ریزه از لایه متراکم و نسبتاً پیوستهٔ ابر استراتوس ریزش می‌کند.

۲ــ برف : برف ریزش جوّی‌ست که از کریستال‌های یخی تشکیل شده است. وقتی در هوای صعود کننده‌ای که دما به زیر نقطهٔ انجماد رسیده است تراکم صورت گیرد؛ به جای قطرات باران، بلورهای شش گوش برف تشکیل می‌شوند. با هم ادغام شدن کریستال‌های برف، که معمولاً در دمای بالاتر از ۵- درجهٔ سانتی‌گراد روی می‌دهد، برف تکه‌ای تشکیل می‌شود و با اندازه‌ها و شکل‌های گوناگون به زمین فرود می‌آیند.

۳ــ برفابه : برفابه یا باران یخ‌زده را می‌توان قطرات منجمد باران دانست و اگر قطرات آبی که از ابر به پایین نزول می‌کنند با لایه‌ای از هوا مواجه شوند که دمای آن در حد انجماد است به حبه‌های

کوچک و سرد یخ تبدیل می‌گردند. همچنین باران یخ‌زده ممکن است از یخ زدن برف ذوب شده‌ای که از هوای سرد نزدیک زمین می‌گذرد تشکیل شود.

۴ــ تگرگ : تگرگ[1] نوعی ریزش جوّی‌ست که از گلوله‌های کوچک یا تکه‌های یخی تشکیل شده است. قطر تگرگ بلورین بین ۵ الی ۵۰ میلی‌متر و گاهی بیشتر است.

ذرات کوچک‌تر که منشأ مشابهی دارند به گلوله‌های کوچک یخی موسوم‌اند. ابرهای کومولونیمبوس برای تشکیل تگرگ مناسب است. این ابرها توسط جریان‌های شدید روبه بالا، مقدار آب زیاد، اندازهٔ بزرگ قطرات ابر و ضخامت عمودی زیاد مشخص می‌شوند. بنابراین، تگرگ بیشتر همراه با طوفان و رعد و برق است.

اندازه‌گیری بارش

باران‌سنج دستگاهی با ساختمان ساده است که براساس استاندارد هر کشوری قطر دهانهٔ مشخصی را مورد استفاده قرار می‌دهند و نزولات جوّی پس از ورود از سطح دهانه وارد مخزن می‌گردد که در ساعات مشخص، خوانده و اندازه‌گیری می‌گردد(تصویر ۱ــ ۷).

تصویر ۱ــ۷ــ باران‌سنج

مه

مه ابری‌ست که در مجاورت سطح زمین تشکیل شده باشد. مه به دو روش تشکیل می‌گردد :

۱ــ مه تبخیری : نوعی از مه را گویند که بر اثر افزایش رطوبت به توده هوا پدید می‌آید و مهم‌ترین آن عبارت است از :

مه جبهه‌ای: در جبهه‌های هوا، ممکن است قطرات باران، ضمن سقوط، وارد هوای خشک زیرین شوند و پس از تبخیر ایجاد مه کنند (تصویر ۲ــ ۷).

تصویر ۲ــ۷ــ تشکیل بر اثر ورودقطره‌های باران به هوای خشک زیرین

۱ــ Hail

۲ــ مه تبریدی : انواع این مه از سرد شدن تودهٔ هوای گرم و مرطوب حاصل می‌شوند که مهم‌ترین آنها به شرح زیرند :

الف) مه تابشی : در نواحی پوشیده از برف در شب‌های صاف و آرام، درست در شرایطی که لایهٔ وارونگی دمایی ایجاد می‌شود، بر اثر کاهش دمای سطح زمین، دمای هوای بالای آن تا دمای نقطهٔ شبنم پایین می‌آید و شروع به تراکم می‌کند (مانند ایجاد شبنم روی برگ) (تصویر ۳ــ ۷).

تصویر ۳ــ۷ــ در اثر تشعشع، زمین سرد می‌شود و مه تابشی تشکیل می‌گردد.

ب) مه وزشی : موقعی که تودهٔ هوا و مرطوب به منطقهٔ سرد می‌رسد، هوای قسمت‌های زیرین اشباع می‌شود و مه ایجاد می‌کند. این مه بیشتر در هنگام زمستان و در سواحل شرقی اقیانوس‌ها تشکیل می‌شود.

پ) مه کوهستان : در دو حالت، وقتی تودهٔ هوایی به دلایلی از دامنهٔ کوه صعود می‌کند، این‌گونه مه به‌وجود می‌آید. همچنین اگر تودهٔ هوای پایداری از کوه صعود کند، به علت پایداری، فقط در لایهٔ زیرین آن که با بالای کوه تماس دارد به نقطهٔ اشباع و تراکم می‌رسد و مه به‌وجود می‌آورد. این نوع مه نشان پایداری‌ست (تصویر ۴ــ ۷).

تصویر ۴ــ۷ــ نحوهٔ تشکیل مه کوهستان

ت) مه آمیخته : در بعضی موارد، نظیر آنچه در جبهه‌های سرد رخ می‌دهد، هوای سرد و گرم مخلوط می‌شوند و دمای نقطهٔ شبنم را پایین می‌آورند که خود به تشکیل مه می‌انجامد. نمونهٔ بسیار آشکار این نوع مه، تراکم هوای بازدم انسان در هوای سرد محیط به هنگام زمستان است.

دید

اغلب اتفاق می‌افتد که در دریانوردی‌ها اشیائی را که در فاصلهٔ نسبتاً دوری از ما قرار دارند نمی‌توانیم در روز به خوبی مشاهده کنیم یا ممکن است در شب چراغ‌هایی که با ما فاصله دارند به خوبی دیده نشوند. علت این موضوع این است که ذرات موجود در هوا مانع دیدن آنها می‌گردد. این ذرات ممکن است پدیده‌های آبدار مانند مه، دمه، باران و برف یا پدیده‌های خاک‌دار مانند گرد و خاک و دود باشند.

«دید» در هواشناسی بنا بر تعریف، عبارت است از حداکثر فاصله‌ای که یک جسم با اندازهٔ مشخص به وسیلهٔ یک دیده‌بان با چشم‌های معمولی در امتداد افق می‌بینید و تشخیص می‌دهید. برای سهولت گزارش دید در هواشناسی نحوهٔ گزارش در شب و روز یکسان انتخاب شده است.

برای به‌دست آوردن اندازه دید در دریا بدون تجهیزات هواشناسی؛ به محض دیدن کشتی‌ها، شناورها، سکوهای نفتی، بویه‌ها، سواحل و جزایر با چشم غیر مسلح، فاصلهٔ آنها را با استفاده از رادار یا از روی نقشه (تا شیء یا عوارض طبیعی) به‌دست می‌آوریم و این فاصله، اندازه دید ما در دریاست.

عوامل مؤثر بر دید

ذرات ریز موجود در جَو موجب می‌گردند که نور تابش شده از اشیاء، به این ذرات برخورد کند و به چشم ناظر نرسد. هر چه غلظت این ذرات بیشتر شود مقدار دید کمتر خواهد شد. مهم‌ترین عواملی که موجب کاهش دید می‌شوند عبارت‌اند از :

۱	بارندگی	۴	گرد و خاک و شن
۲	مه و دمه	۵	نمک
۳	پاش نم‌دریا	۶	دود

۱ــ مِه[۱] : مه در تقلیل دید افقی بسیار تأثیر دارد، اما همهٔ رنگ‌های مرئی به یک اندازه تحت تأثیر مه قرار نمی‌گیرند. تمام شرایط فیزیکی ایجاد کنندهٔ مه ممکن است گاهی دمه ایجاد کند. هنگامی که قطرات آب در هوا دید را به کمتر از یک کیلومتر تقلیل دهد این پدیده را «مه» می‌گویند.

۲ــ دَمِه[۲] : علت تقلیل دید در این پدیده وجود ذرات ریز آب معلق در هواست. رطوبت نسبی در این پدیده بیشتر از ۸۰ و کمتر از ۹۰ درصد و میزان دید افقی نیز بیش از یک کیلومتر است.

۳ــ بارندگی : بارندگی رطوبت قابل رؤیت است که در جَو به اَشکال گوناگون به سطح زمین ریزش می‌نماید و موجب کاهش دید می‌شود. میزان کاهش دید در زمان بارش باران به اندازهٔ قطرات باران و تعداد آنها در حجم معینی از هوا بستگی دارد. باران‌های ملایم روی دید تأثیر کمی دارند اما باران‌های با شدت متوسط معمولاً دید را به ۳ تا ۱۰ کیلومتر تقلیل می‌دهند و در باران‌های شدید ممکن است «دید» به ۵۰ تا ۵۰۰ متر هم کاهش یابد.

۴ــ پاش نم دریا[۳] : زمانی که سرعت باد بر روی دریا افزایش می‌یابد قلهٔ امواج بلندتر می‌شود و سرانجام زمانی که موج می‌شکند مقداری آب به هوا پاشیده می‌شود. باد قوی‌تر ضمن شدیدتر کردن برخورد امواج، کف ایجاد می‌کند و شکسته شدن این کف‌ها سبب پاشیدن ذرات آب در هوا می‌شود. هنگامی که سرعت باد به ۴۱ گره می‌رسد پاش (پاشیدن) نم در جَو افزایش می‌یابد و همین روی «دید» تأثیر می‌گذارد.

بیشتر بدانید

پدیدهٔ دودمه اغلب به‌جهت اینکه باعث کاهش دید می‌شود، برای کشتی‌ها خطری جدّی‌ست. همچنین نظر به اینکه باعث آلودگی هوا می‌شود برای سلامتی انسان‌ها نیز مضر است.

۵ــ دود : وقتی در یک لایهٔ هوای پایدار ذرات دود متراکم شود و «دید» را محدود نماید به این وضعیت پدیدهٔ دود اطلاق می‌شود. این شرایط اغلب در مناطق صنعتی که دودکش‌های کارگاه‌ها و کارخانه‌هایش زیاد است، دیده می‌شود.

چنانچه در نزدیکی‌های سطح زمین وارونگی دما وجود داشته باشد جریان‌های صعودی متوقف

۱ــ Fog

۲ــ Mist

۳ــ Wind blown spray

می‌شود و دود در لایه‌های پایین‌ترِ جَو باقی می‌ماند. اگر باد ملایم و شرایط مناسب رطوبتی مهیا باشد ممکن است مه تشکیل شود. تأثیر ترکیب دود و مه در کم شدن دید افقی بسیار زیاد است و چنین پدیده‌ای را در هواشناسی «دودمه[1]» می‌گویند.

۶)تیرگی هوا[2] : در نتیجهٔ وجود ذرات جامد و معلق در هوا پدیدهٔ غبارآلودگی (هِیز) ایجاد می‌شود. برای تشخیص این پدیده از سایر پدیده‌های مشابه باید به میزان رطوبت هوا توجه نمود. در صورتی که مقدار رطوبت کمتر از ۸۰ درصد باشد تیرگی هوا در اثر وجود «هِیز» است. غبار آلودگی هوا به همان مفهوم «هِیز» است که معمولاً در این شرایط «دید» کاهش می‌یابد.

اثرات ذرات نمک روی دید

بعد از پاشیدن آب از روی دریا این ذرات اغلب در درون جو تبخیر می‌شوند. هر قطره‌ای که تبخیر می‌شود ذره نمکی در جو به جای می‌گذارد که بعداً به هسته تراکم تبدیل می‌شود. ذرات نمک دریا رطوبت را جذب می‌کنند و تراکم آب روی آنها حتی در رطوبت نسبی خیلی پایین نیز انجام می‌شود. چنانچه غلظت نمک دریا در جو به اندازه غلظت دود باشد کاهش دید بیشتر است. رنگ ظاهری هیزی که در اثر نمک دریا ایجاد می‌شود تقریباً سفید است.

خودآزمایی

۱ــ بارش‌های زیر حاصل کدام ابرها هستند؟

۱) تگرگ ۲) برف ۳) باران‌ریزه

۲ــ در چه زمانی بارندگی تبدیل به بارش برف می‌گردد؟

۳ــ انواع مه را نام ببرید.

۴ــ دمای هوا چه تأثیری برشکل و آبدار بودن برف دارد؟

۵ــ عوامل کاهش دهندهٔ «دید» را نام ببرید.

۱ــ Smog ۲ــ Haze

فصل هشتم

توده‌های هوا و جبهه‌ها

هدف های رفتاری : در پایان این فصل از هنرجو انتظار می رود :

۱ــ توده‌های هوا را نام ببرد.

۲ــ جبهه را تعریف کند.

۳ــ انواع جبهه‌ها را نام ببرد.

۴ــ چرخندها و واچرخندها را توضیح دهد.

۵ــ خصوصیات چرخندها و واچرخندها را توضیح دهد.

۶ــ نحوهٔ تشکیل طوفان‌های حارّه را توضیح دهد.

تودهٔ هوا

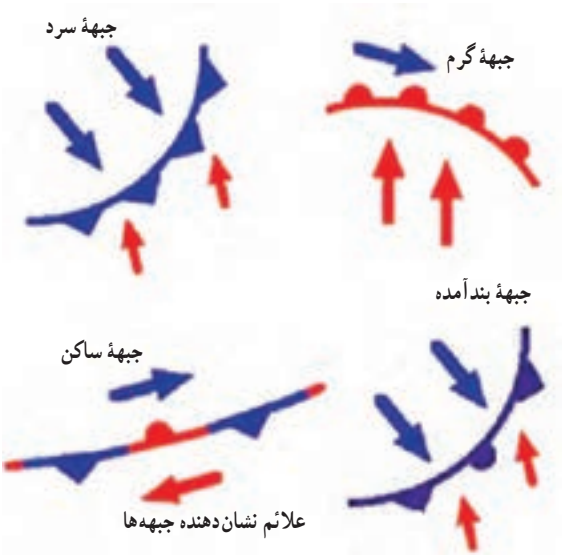
حجم پهناور و وسیعی از هوا را، که هر لایهٔ افقی آن دما و رطوبت کم و بیش یکسان دارد، «تودهٔ هوا» گویند و می‌توان گفت که تودهٔ هوا به هوایی اطلاق می‌گردد که در مدت طولانی در حدود ۱۵ الی ۲۰ روز یا بیشتر در یک منطقه ساکن و آرام باقی بماندو به تدریج خصوصیات فیزیکی آن منطقه(رطوبت و دما) را کسب کند.

مشخصات تودهٔ هوا

۱ــ در هر لایهٔ افقی هوا، درجهٔ حرارت و رطوبت یکنواخت است.
۲ــ فشار یک تودهٔ هوای گرم و مرطوب از فشار یک تودهٔ هوای سرد کمتر است.
۳ــ وضعیت فشار هوا، رطوبت و دما همانند منطقهٔ تشکیل توده است.

جبهه‌ها

جبهه، مرز بین دو تودهٔ هوا با دو چگال متفاوت است و معمولاً جبهه‌ها مرز بین دو تودهٔ هوا با دمای متفاوت را مشخص می‌نمایند. شکل زیر، علائم نشان دهندهٔ انواع جبهه‌ها و مسیر حرکت باد را در دوطرف جبهه نشان داده است (تصویر ۱ــ ۸).



تصویر ۱ــ۸ــ انواع جبهه‌ها

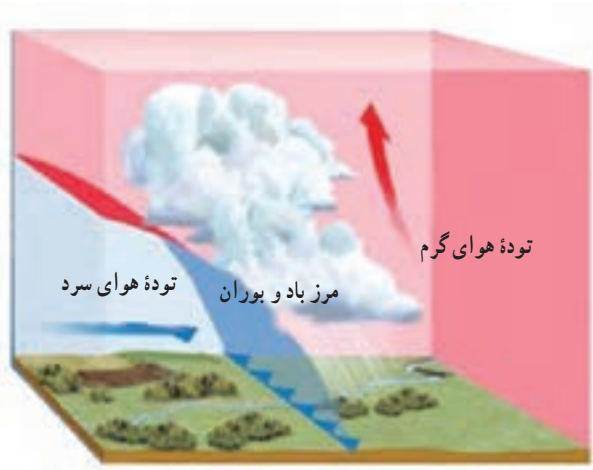
۱ــ جبههٔ ساکن : جبههٔ ساکن فاقد حرکت است و خصوصیات آن به‌شرح زیر است :

۱) هوا معمولاً صاف تا کمی ابری همراه با نشست هوای سردتر است.

۲) باد بیشتر در امتداد موازی با خط جبهه می‌وزد.

۳) بارشی در خط جبههٔ رخ نمی‌دهد.

۲ــ جبههٔ سرد : جبهه‌ای‌ست که با عقب راندن و بالا فرستادن هوای گرم توسط هوای سرد تشکیل می‌گردد و تودهٔ سردِ جایگزین را جایگزین تودهٔ گرم می‌نماید و خصوصیات آن به‌شرح زیر است :



تصویر ۲ــ۸ ــ جبههٔ سرد

۱) در جبههٔ سرد رطوبت و ناپایداری نسبی افزایش نمی‌یابد و طولانی مدت نیست.

۲) جبههٔ سرد با افزایش ابر و خصوصاً ابرهای کومولوس همراه است.

۳) بعد از عبور جبههٔ سرد هوا صاف و بدون ابر می‌شود.

تصویر ۳ــ۸ــ جبههٔ گرم

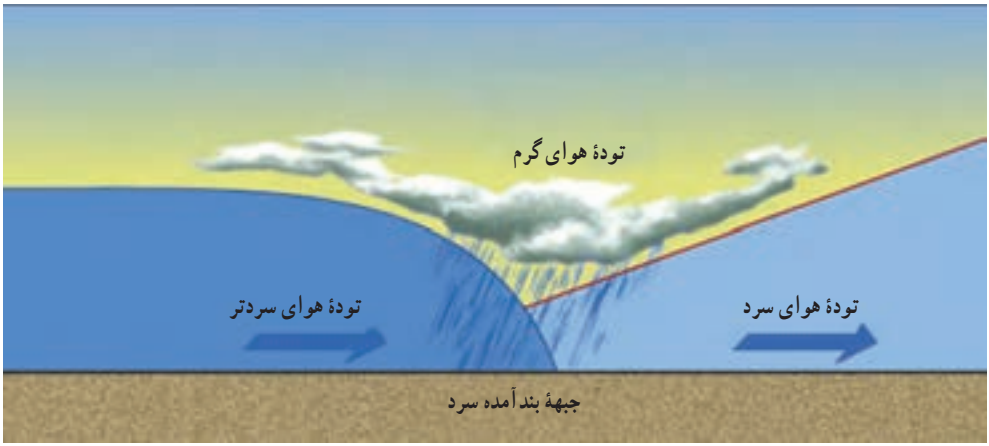
جبههٔ گرم : لغزش هوای گرم روی هوای سرد را جبهه گرم می‌گویند و جبهه‌ای‌ست که با عبور آن از منطقه، تودهٔ گرم جایگزین تودهٔ سرد می‌شود و خصوصیات آن به‌شرح زیر است :

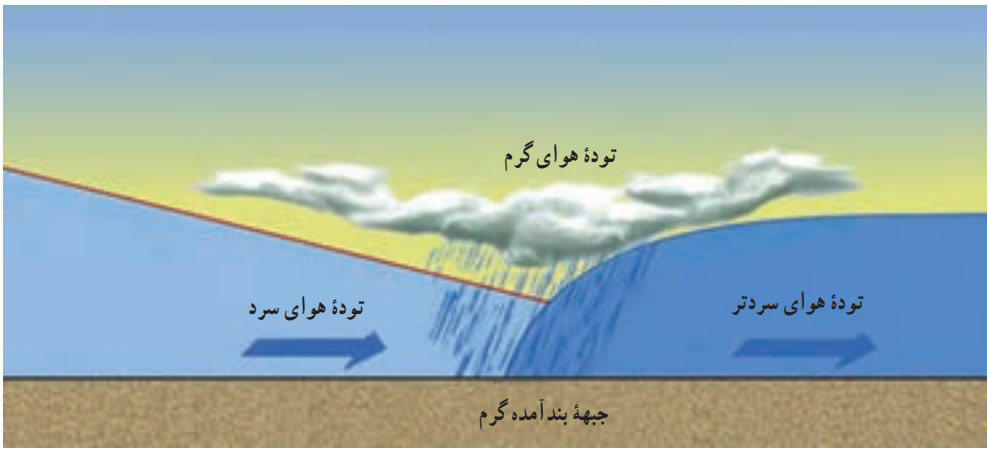
۱ــ میانگین سرعت در جبههٔ

گرم حدود ۵ متر بر ثانیه است.

۲ــ هنگام عبور جبههٔ گرم، باد تغییر جهت می‌دهد، دما افزایش می‌یابد و وضعیت عمومی هوا دگرگون می‌شود.

جبههٔ بندآمده : جبههٔ بند آمده از ادغام جبهه‌های سرد و گرم تشکیل می‌شود. اگر یک جبههٔ سرد از یک جبههٔ گرم پیشی گیرد، «جبههٔ بندآمده» حاصل می‌شود. با نزدیک شدن به جبههٔ بندآمده، سامانهٔ ابر یا بارندگیِ حاصل از آن بسیار شبیه یک جبههٔ گرم است، زیرا شکل‌گیری دنبالهٔ تودهٔ هوای گرم قبل از جبهه، تغییری نکرده است. با گذر جبهه، ابرها و بارندگیِ متعاقب آن از نوع جبههٔ سرد خواهد بود.

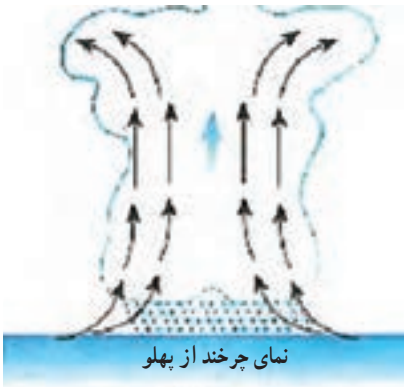




تصویر ۴ــ۸ ــ حرکت توده هوا در جبهه بند آمده سرد و گرم

انواع سامانه‌های فشاری و خصوصیات آنها

پس از ترسیم خطوط هم‌فشار بر روی نقشهٔ سینوپتیک هواشناسی، مشاهده می‌گردد خطوط هم‌فشار در بعضی از مناطق منحنی‌ها به هم می‌رسند و منحنی‌های بسته تشکیل می‌دهند، به این منحنی‌ها «مراکز فشاری» می‌گویند. هرچه به سمت مرکز منحنی پیش برویم اگر از فشار هوا کاسته شود به آن «چرخند» و اگر به فشار هوا افزوده شود «واچرخند» گویند. از طریق این مراکز فشاری با خصوصیات و ویژگی‌هایی که دارند، می‌توان پیش‌بینی هوا را انجام داد.



نمای چرخند از پهلو

نمای چرخند از بالا

تصویر ۵ــ۸ ــ نمای چرخند از پهلو و بالا

خصوصیات چرخندها[1] : یک چرخند، منطقه‌ای‌ست از هوای کم‌فشار و تقریباً دایره‌ای شکل که قطر آن ممکن است به صدها کیلومتر برسد. این منطقه از هوا در نیمکرهٔ شمالی در خلاف جهت عقربه‌های ساعت و در نیمکرهٔ جنوبی در جهت حرکت عقربه‌های ساعت در چرخش است. در چنین ناحیه‌ای کمترین مقدار فشار جوی در مرکز است و در امتداد شعاع و به طرف خارج از مرکز، مقدار فشار افزایش می‌یابد. در واقع چرخند یک مرکز کم فشار است و خصوصیات آن به‌شرح زیر است :

۱ــ فشار هوا از بیرون به سمت داخل مرکز کم می‌شود.

۲ــ جریان هوا در این مرکز در نیمکرهٔ شمالی زمین مخالف حرکت عقربه‌های ساعت و در نیمکرهٔ جنوبی درجهت عقربه‌های ساعت است.

۳ــ در مراکز کم‌فشار در سطح زمین هم‌گرایی و جریان هوا خطوط هم‌فشار را با زاویه قطع می‌کند و در ارتفاعات واگرایی رخ می‌دهد.

۴ــ حرکت عمودی هوا در این مرکز از پایین به بالاست.

۵ــ بیشترین اغتشاشات جوّی در این مرکز دیده می‌شود.

۱ــ چرخندها (Cyclone)

خصوصیات واچرخندها[1] : مناطق پرفشار، مدوّر و غیرمنظم را که جهت حرکت آنها در جهت حرکت عقربه‌های ساعت است، واچرخند می‌نامند. جهت حرکت باد در واچرخندها بر خلاف جهت حرکت باد در «چرخندهاست». بنابراین به آن حرکت، «واچرخندی» و چنین سامانه‌ای را «سامانهٔ واچرخندی» می‌گویند (تصویر ۶ــ ۸).

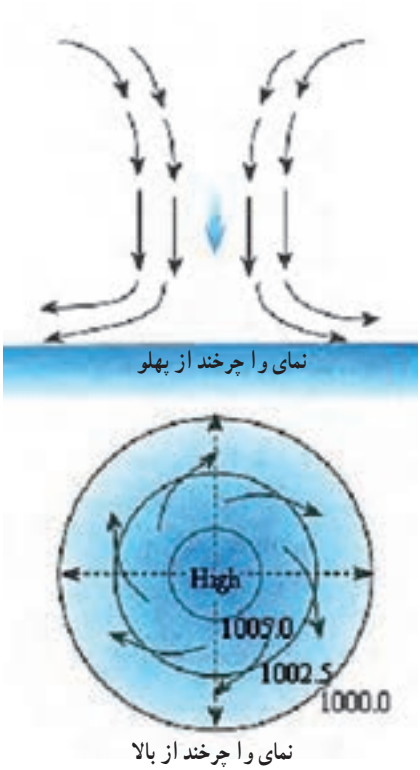
۱ــ فشار هوا از داخل به سمت خارج مرکز افزایش می‌یابد.

۲ــ جریان هوا در این مرکز در نیمکرهٔ شمالی زمین در جهت حرکت عقربه‌های ساعت و در نیمکرهٔ جنوبی مخالف عقربه‌های ساعت است.

۳ــ در مراکز پرفشار در سطح زمین واگرایی و جریان هوا خطوط هم‌فشار را با زاویه قطع می‌کند و در ارتفاعات هم‌گرایی رخ می‌دهد.

۴ــ در این مرکز فرونشینی یا نشست هوا پدید می‌آید.

۵ــ در این مرکز هوا پایدار و اندازهٔ سرعت حرکت هوا ضعیف است.

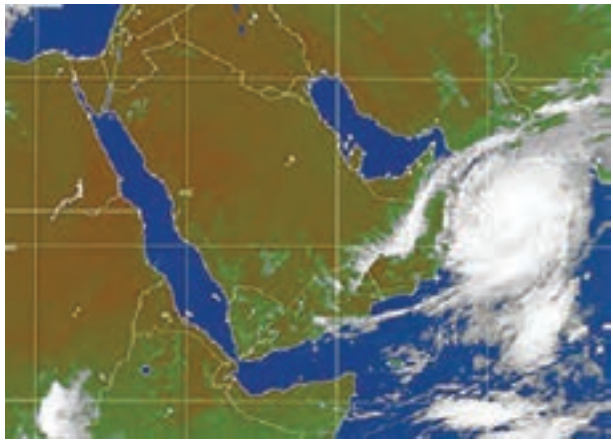


تصویر ۶ــ۸ ــ نمای واچرخند از پهلو و بالا

طوفان حارّه‌ای

یکی از پدیده‌هایی که با باد بسیار شدید سطحی همراه است طوفان‌های حاره‌ای‌ست. این طوفان از پدیده‌های مهم مناطق اطراف خط استواست که بر مناطق جنب حارّه‌ای در نیمکرهٔ شمالی و جنوبی تأثیر می‌گذارد. اینها معمولاً از اقیانوس‌ها و دریاهای حاره‌ای، یعنی جایی که دمای سطح آب دریا ۲۷ درجهٔ سانتی‌گراد است منشأ می‌گیرند. طوفان‌های حارّه‌ای عموماً در آب‌های بین ۵ تا ۳۰ درجهٔ عرض شمالی و جنوبی خط استوا تشکیل می‌شود، ولی معمولاً برای خط استوا به دلیل فقدان تأثیر نیروی کوریولیس، که برای توسعهٔ چرخش بادهای اطراف سامانهٔ تلاطم است تشکیل نمی‌شود. و هنگامی که این سامانه‌ها به عرض جغرافیایی ۲۰ تا ۳۰ درجه برسند تشدید می‌گردند. طوفان‌های حارّه‌ای معمولاً

۱ــ پرفشارها (Anticyclone)



تصویر ۷ــ۸ ــ طوفان گنو در شمال اقیانوس هند

در حاشیه‌های غربی حوضه‌های اقیانوسی، که محل تجمع آبهای گرم ناشی از جریانات اقیانوسی و بادهای شرقی حارّه‌ای‌ست، شکل می‌گیرند.

قطر طوفان‌های حارّه‌ای دارای میانگین ۵۰۰ تا ۷۰۰ کیلومتر است و در مقایسه با کم‌فشارهای عرض میانی، دارای سامانهٔ کوچک‌تر و قطر کمتری‌ست. نام‌گذاری طوفان حارّه‌ای برحسب جایگاه اولیه تشکیل آنهاست. یکی از طوفان‌های حارّه‌ای، که سال ۱۳۸۵ در روی دریای عمان و دریای عربی به‌وقوع پیوست، به‌نام طوفان حارّه‌ای گونو بود و این نام از موقعیت دریای عمان گرفته شد (کیف ساخته شده از برگ خرما). طوفان حارّه‌ای گونو در بخش شرقی دریای عرب شکل گرفت و شش روز تداوم داشت و در روز دوم به سواحل عمان منتقل گردید. سرعت این طوفان ۱۴۰ تا ۱۷۰ گره و جهت حرکت آن به سمت شمال غرب بود.

سواحل ایران در دریای عمان و خلیج فارس طی صد سال گذشته هیچ وقت مستقیماً تحت تأثیر چرخندهای حارّه‌ای قرار نگرفته است ولی عبور این نوع طوفان‌ها از روی دریای عمان همواره موجب موّاج شدن دریا در خلیج چابهار و سایر بنادر در سواحل مکران دریای عمان شده است. به هر حال طوفان گونو ۱۳۸۵ نوعی استثنا به شمار می رود و شدیدترین رویداد ثبت شدهٔ طوفان حارّه‌ای در محدودهٔ دریای عمان است (تصویر ۷ــ ۸).

خودآزمایی

۱ــ تودهٔ هوا را تعریف کنید.

۲ــ انواع جبهه‌ها را نام ببرید.

۳ــ خصوصیات یک چرخند را توضیح دهید.

۴ــ جبههٔ بند آمدهٔ گرم را با رسم شکل توضیح دهید.

۵ــ باذکر دلیل بیان کنید که طوفان حارّه‌ای گونو از خصوصیات کدام مرکز فشاری تبعیت می‌کند.

فصل نهم

هواشناسی خلیج فارس و دریای عمان

هدف های رفتاری : در پایان این فصل از هنرجو انتظار می رود :

۱ــ مشخصات خلیج‌فارس را بتواند توضیح دهد.

۲ــ بادهای خلیج فارس را نام ببرد.

۳ــ اقلیم دریای عمان را بتواند توضیح دهد.

۴ــ بادهای دریایی عمان را نام ببرد.

مشخصات خلیج فارس

خلیج فارس در جنوب ایران قرار دارد. این خلیج توسط تنگهٔ هرمز به دریای عمان و از طریق آن به اقیانوس هند مرتبط است. از بین کشورهای همسایهٔ خلیج فارس، ایران بیشترین مرز آبی مشترک را با خلیج فارس دارد. طول مرز آبی ایران با خلیج فارس، با احتساب جزایر، در حدود ۱۸۰۰ کیلومتر و بدون احتساب جزایر در حدود ۱۴۰۰ کیلومتر است. طول خلیج فارس از تنگهٔ هرمز تا آخرین نقطهٔ پیشروی آن در جهت غرب، در حدود ۸۰۵ کیلومتر است. عریض‌ترین بخش خلیج فارس ۱۸۰مایل است. عمیق‌ترین نقطهٔ خلیج فارس با عمق ۹۳ متر در ۱۵ کیلومتری تنب بزرگ و مناطق کم‌عمق آن در سمت غرب است. همچنین جزایر متعددی در خلیج فارس وجود دارند.

خلیج فارس تحت تأثیر سه سامانهٔ آب و هوایی اصلی، شاملِ واچرخند سرد سیبری، سامانهٔ کم فشار سودان و مانسون[1]های هند است. این ناحیه تحت تأثیر بادهای غالب از شمال باختر موسوم به «باد شمال» است که در قسمت‌های جنوبی تغییر جهت می‌هد و به طرف شمال تمایل پیدا می‌کند. این بادها باعث به وجود آمدن امواج و جریان‌های سطحی می‌گردند در ضمن پدیده گرد و غبار از مهم‌ترین ویژگی هواشناسی نواحی شمال غرب خلیج فارس محسوب می‌شود.

بادهای خلیج فارس

۱ــ باد شمال : از بادهای دائمی‌ست که از سوی شمال غربی می‌وزد و در گویش محلی به باد شمال معروف است. این باد اغلب در بخش شمالی خلیج فارس می‌وزد.

پایداری باد شمال در تابستان بیشتر از زمستان است. بین خرداد تا ۲۵ تیرماه بیشترین مداومت این باد وجود دارد . وزش این باد در زمستان ناگهانی‌ست. این باد به‌طور ناگهانی در چند دقیقه از باد ملایم جنوب شرقی به باد شمال غربی تغییر می‌یابد. این باد در زمستان به همراه رگبار و باران است ولی در تابستان خشک و همراه با آسمان صاف و بدون ابر است. وزش شدید و ناگهانی باد شمال برای کشتی‌ها و قایق‌های کوچک خطرناک است.

۲ــ باد سهیلی : این باد در آخر تابستان و اوایل پائیز می‌وزد. این باد از جنوب غربی می‌وزد و محلی‌ها می‌گویند که این باد ناشی ازطلوع ستارهٔ سهیل است.

۳ــ باد شرجی : این باد، در بوشهر، لنگه و بندر عباس به باد قوس نیز معروف است. جهت آن جنوب شرقی به شمال غربی‌ست و در تابستان گرم و سوزان و در زمستان گرم و مرطوب و بیشتر

۱ــ Monsoon

بارانی است. این باد شدید است و گاهی خسارت‌هایی نیز به همراه دارد. این باد در زمستان جهت شمال شرقی پیدا می‌کند و ریزش بارش بیشتری را سبب می‌شود.

۴ــ باد نشی : به این باد، باد شمال شرقی نیز می‌گویند که در زمستان در کرانه‌های شمالی خلیج فارس، به ویژه در ناحیهٔ هرمز می‌وزد.

۵ــ بادهای نزدیک ساحل : نسیم شبانه از ساحل و نسیم روزانه از دریا نیز در تمامی منطقهٔ خلیج فارس وجود دارد.

۶ــ طوفان‌ها : در زمستان‌ها طوفان‌های شدید و خطرناک در خلیج فارس بروز می‌کند که سبب خسارت‌های بسیاری می‌شود. جهت این بادهای شدید ممکن است جنوب شرقی و یا شمال غربی باشد.

اثرات مه غبار بر تصادمات دریایی خلیج فارس و دریای عمان

کاهش دید افقی در واقع یکی از عوامل جوّی تأثیرگذار در تصادمات دریایی‌ست. چنان‌که در کنوانسیون‌های دریایی، تمهیدات لازم، نصب و استفاده از وسایل کمک ناوبری متناسب الزامی گردیده است و در بررسی سوانح دیده می‌شود که در برخی موارد یکی از عوامل محیطی بروز تصادم، کاهش دید افقی بوده است.

عامل محیطی «پدیدهٔ مه غبار» از اولین عوامل کاهش‌دهندهٔ دید افقی در منطقه است و با تعداد تصادمات دریایی رابطهٔ منطقی دارد. در نهایت، نتیجه‌گیری کلی این است که با در نظر گرفتن رابطهٔ منطقی موجود میان پدیدهٔ مه‌غبار و تصادمات، در مناطقی چون تنگهٔ هرمز و خصوصاً غرب آن و نیز منطقهٔ ورودی اروند، که دارای تعداد روزهای با کاهش دید و نیز تعداد تصادمات بیشتری بوده‌اند، لازم است به هنگام تردد، با دقت و هوشیاری بیشتری ناوبری شود.

پژوهش

جزایر ایرانی خلیج فارس را نام ببرید و بررسی نمایید کدام جزیره ایستگاه هواشناسی دارد.

اقلیم دریای عمان(سواحل مکران)

دریای عمان در جنوب استان سیستان و بلوچستان است، منطقه سیستان و بلوچستان با توجه به موقعیت جغرافیایی، از یک طرف تحت تأثیر جریان‌های جوی متعدد مانند جریان بادی شبه قاره هند و به تبع آن باران‌های موسمی اقیانوس هند است و از طرف دیگر تحت تأثیر فشار هوای زیاد عرض‌های متوسط قرار دارد و گرمای شدید مهم‌ترین پدیده مشهود اقلیمی آن است. در وضعیت هواشناسی این منطقه بادهای شدید موسمی، طوفان شن، رگبارهای سیل‌آسا، رطوبت زیاد و مه صبحگاهی پدیده‌های قابل توجه می‌باشند. این استان دو فصل متمایز تابستان گرم و طولانی و زمستان کوتاه دارد. زمستان با درجه حرارت معتدل و خنک در ماه‌های آذر، دی و بهمن و تابستان گرم در بقیهٔ ماه‌های سال تداوم دارد.

بارندگی در استان عمدتاً در ماه‌های زمستان صورت می‌گیرد و میزان متوسط سالیانه آن حدود ۷۰ میلی‌متر و بسیار نامنظم است. میزان متوسط رطوبت نسبی در سواحل دریای عمان (سواحل مکران)، حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد در دی ماه است که در تابستان کاهش می‌یابد. در نواحی ساحلی دریای عمان به علت رطوبت ناشی از مجاورت با دریا، آب و هوای گرم با رطوبت بیشتری همراه است.

بادهای دریای عمان

منطقه سیستان در مسیر فعل و انفعالات جوی میان کانون‌های پرفشار در شمال شرق کشور و کانون‌های کم فشار در جنوب شرق قرار گرفته و وزش بادهای آن به شدت متأثر از این فعل و انفعالات است. این امر موجب می‌شود که این دشت از نظر جریان‌های هوا در منطقه‌ای فعال قرار داشته باشد.

۱ــ بادهای صد و بیست روزه سیستان : بادهای ۱۲۰ روزه سیستان از ۱۵خرداد لغایت ۱۵ مهر به مدت ۱۲۰ تا ۱۳۰ روز می‌وزند و گاهی حتی تا ۱۷۰ روز نیز به طول می‌انجامد. حداکثر سرعت باد در تیرماه ۱۰۰ کیلومتر در ساعت است که در دریای عمان و سواحل مکران بیشتر است. متوسط سرعت باد در ماه‌های تابستان در حدود ۲۶ کیلومتر در ساعت و در ماه‌های زمستان ۱۳ کیلومتر در ساعت برآورد شده است.

این باد دارای جهت شمالی یا شمال غربی می‌باشد و وزش آن در بخش‌های شرقی دریای عمان و سواحل مکران به وضوح بیشتر از بخش‌های غربی آن است. لذا کشتی‌ها و شناورهای سطحی که در این منطقه از غرب به شرق تردد می‌نمایند همواره باید انتظار وضعیت جوی بدتر را داشته باشند، چنانچه مسیر حرکت آنان از دریای عمان به سمت بندرعباس باشد وضعیت جوّی بهتری را تجربه خواهند نمود.

۲ــ باد قوس : این باد در آذر ماه می‌وزد و سبب بارندگی مختصر در منطقه می‌شود.

۳ــ باد پلپلاسی (باد پرستو) : این باد از اواسط اسفند شروع شده و وزش آن نشانهٔ آغاز فصل بهار است.

۴ــ باد قبله (باختر) : این باد در فصول مختلف سال از سمت غرب استان می‌وزد.

۵ــ باد لوار : این باد ادامهٔ بادهای موسمی اقیانوس هند است که منطقه سیستان را دربر گرفته و با جهت شمال شرقی – جنوب غربی می‌وزد.

خودآزمایی

۱ــ مرز آبی کشور ایران در خلیج فارس با احتساب و بدون احتساب جزایر آن چند کیلومتر است؟

۲ــ عریض‌ترین بخش خلیج فارس چند کیلومتر است؟

۳ــ عمیق‌ترین نقطهٔ خلیج فارس در کجا قرار دارد و عمق آن چقدر است؟

فصل دهم

هواشناسی دریای خزر

هدف های رفتاری : در پایان این فصل از هنرجو انتظار می رود :

۱ــ اقلیم دریای خزر را تشریح کند.

۲ــ بادهای دریای خزر را نام ببرد.

تصویر ۱ــ ۱۰ ــ خلیج فارس و دریای خزر

اقلیم دریای خزر

آب و هوا و اقلیم دریای خزر بین جنوب و شمال آن بسیار تفاوت دارد. متوسط درجهٔ حرارت نیمهٔ شمالی دریای خزر در سال بین ۱۰ الی ۱۷ درجه سانتی‌گراد است، در حالی‌که در نیمهٔ جنوبی آن بین ۱۸ الی ۲۰ درجه است.

رطوبت هوا از جنوب به شمال در منطقهٔ میانی دریا و نیز از شرق به غرب در نواحی ساحلی افزایش می‌یابد. رطوبت هوا در ماه‌های فصل سرد سال زیاد تغییر نمی‌کند و در سواحل ایران در این زمان (تابستان) مقدار رطوبت از ۷۰٪ بیشتر است.

مقادیر بارندگی در سواحل دریای خزر به عبور سامانه‌های جبهه‌ای و نیز وضعیت سواحل اطراف آن منطقه بستگی دارد. مقدار بارندگی در سواحل ایران به علت هوای مرطوب بین ۱۰۰۰ الی ۱۲۰۰ میلی‌متر در سال است.

بیشترین مقدار پوشش ابر در فصول سرد سال و در منطقهٔ جنوب غرب تا شمال غرب دریا اتفاق می افتد. کمترین مقدار ابر در فصل تابستان و در شرق دریا اتفاق می‌افتد.

وزش باد

جهت و قدرت وزش باد بر روی آب‌های دریای خزر به سه عامل زیر بستگی دارد :

۱ـ جریان مشخص کلی هوای مستقر در منطقه؛

۲ـ شرایط اقلیمی سواحل منطقهٔ مورد نظر؛

۳ـ درجهٔ حرارت دریا و اختلاف آن با ساحل.

بادهای محلی

خزری : باد محلی غالب در منطقهٔ دریای خزر «باد خزری» است که جهت آن شمال غربی‌ست و شدت آن با عبور جبهه‌های سرد هوا افزایش می‌یابد. اگر زمان وزش بادهای شمال و شمال غربی طولانی مدت باشد باعث پیشروی آب دریا در ساحل می‌گردد.

گرم باد : این نوع باد از بادهایی‌ست که از جنوب غرب می‌وزد و چون از ارتفاعات البرز – آرارات پایین می‌آید به تدریج رطوبت خود را از دست می‌دهد و گرم‌تر می‌شود. این پدیده؛ خود، اعلام هشداری برای آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع است.

مه و کاهش دید افقی

شرایطی که باعث کاهش دید افقی می‌شود انواع مه در منطقه است که بیشترین نوع آن مه جبهه‌ای (در زمان عبور حرکت قسمت هوای گرم سامانهٔ جبهه‌ای) یا تشعشعی است.

کاری از سایت : www.maritimetrnsport.ir

یخبندان

در نیمهٔ شمالی دریای خزر، شرایط یخزدگی دریا و تشکیل یخبندان در دریا در ماه‌های سرد سال وجود دارد و تا اوایل بهار ادامه می‌یابد. تا کنون هیچ‌گونه یخزدگی و یخبندان در جنوب دریای خزر گزارش یا مشاهده نشده است.

پژوهش

بررسی نمایید عمیق‌ترین مکان دریای خزر در کجا قرار دارد؟

خودآزمایی

۱ــ بادهای دریای خزر را نام ببرید.

۲ــ چه بادی باعث پیشروی آب دریا در سواحل می‌گردد؟

۳ــ جهت و قدرت وزش باد در دریای خزر به چه عواملی بستگی دارد؟

منابع

فارسی

۱ــ ناظم‌السادات، محمد جعفر، مبانی هوا و اقلیم‌شناسی، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۸۸

۲ــ کاویانی، علیجانی، محمد رضا، بهلول، مبانی آب و هواشناسی، سمت، ۱۳۸۵

۳ــ مرادی، عباس، هواشناسی، مرکز آموزشی و پژوهشی شهید سپهبد صیاد شیرازی، ۱۳۹۱

۴ــ نصری، فرامرز، هواشناسی، دانشگاه علوم دریایی امام خمینی(ره)، ۱۳۸۳

انگلیسی

۱ــ R.M. Frampton, Metorology for seafarers.

۲ــ Instant wind forecasting, adlard coles nautical . londan.

۳ــ Noris to Marin

کاری از سایت : www.maritimetrnsport.ir