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

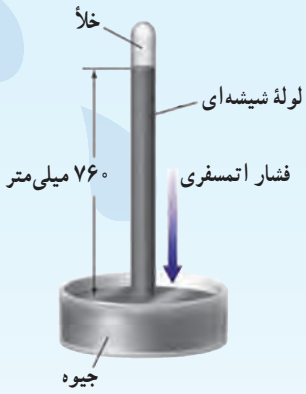
فشار هوا

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.

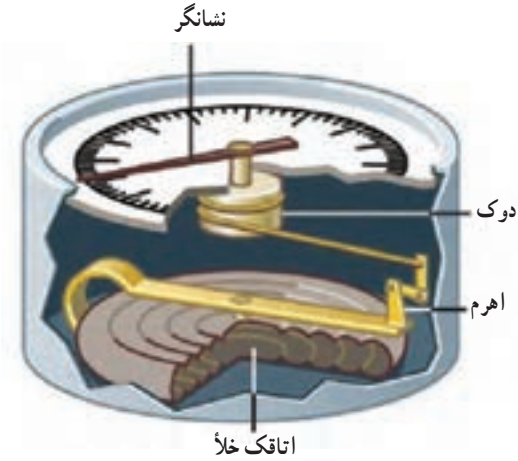
مولکول‌ها و اتم‌های تشکیل دهندهٔ هوا در بالای سر انسان بر سطح زمین و بر هر شئ دیگری که در مسیرشان قرار گیرد نیرو وارد می‌نمایند و همچنین، ضمن برخورد با یکدیگر ایجاد می‌کنند.

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

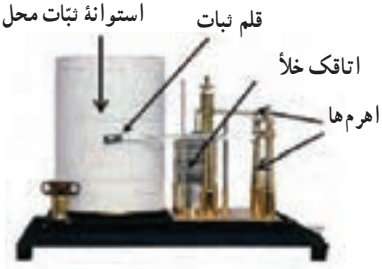
۲) فشارنگار[۱] : فشارنگار علاوه بر اندازه‌گیری فشار هوا، تغییرات فشار هوا را ثبت می‌نماید و از آن برای گزارش‌های هواشناسی و پیش‌بینی وضع هوا استفاده می‌شود.

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.

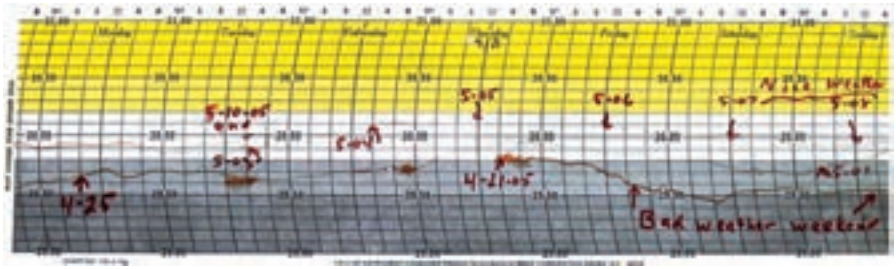
۲ــ اهرم‌ها و محورهایی که تغییرات محفظهٔ خلأ (تغییرات ناشی از فشار هوا) را به نوک قلم ثبت منتقل می‌کنند.

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

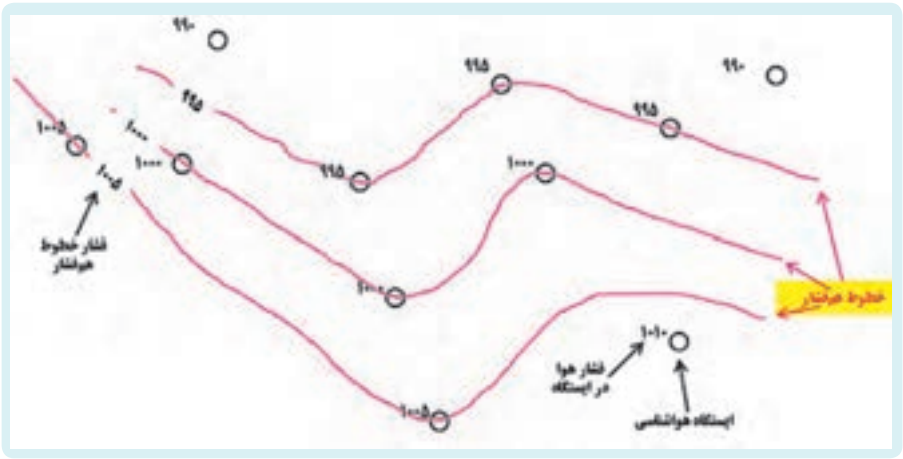
تجربه نشان داده است که تغییرات دوره‌ای فشار در هر شبانه‌روز دو نقطهٔ اوج (حداکثر) و دو نقطهٔ حضیض (حداقل) دارد حداکثر فشار در ساعت‌های ۱۰۰۰ و ۲۲۰۰ اتفاق می‌افتد و کم‌فشارترین مربوط به ساعت‌های ۱۶۰۰ و ۰۴۰۰ است و به یکی از عوامل زیر مربوط می‌شود :

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.

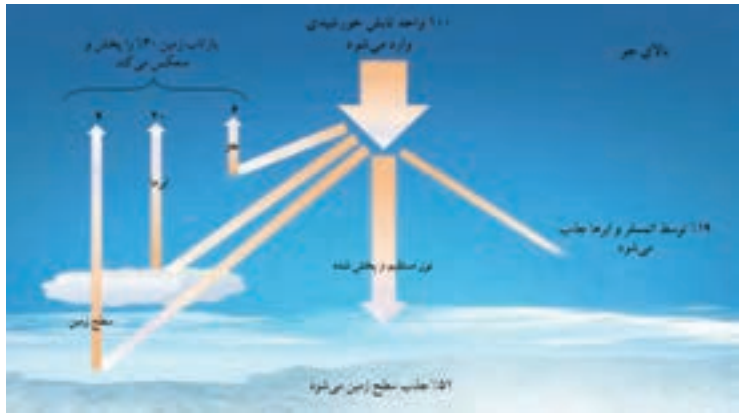
با وجود چنین تغییراتی، که میانگین سالانهٔ دمای نقاط مختلف جهان یافت می‌شود، دمای

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).

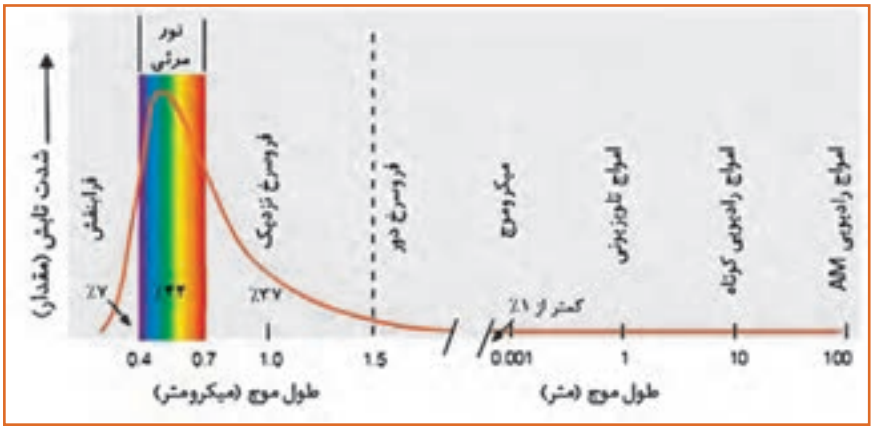


تصویر ۱ــ۳ــ توزیع انرژی تابشی خورشید را در زمین و جَو نشان می‌دهد.

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[۱] : 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[۲] : 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؛

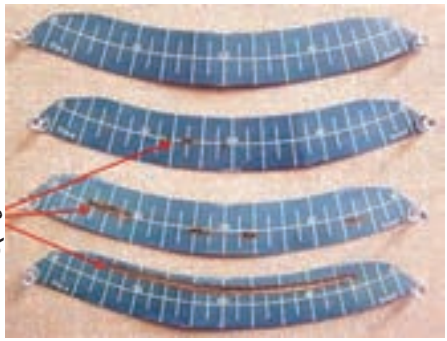
ب) شدت تابش خورشید.

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.

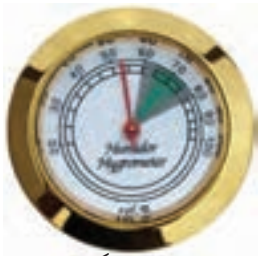
۵ــ دمای شبنم[۳] : اگر هوا آن‌قدر سرد شود تا در فشار ثابت از رطوبت اشباع شود، دمای به دست آمده، دمای نقطهٔ شبنم نامیده می شود.

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 ۱ـ۴ـ 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.

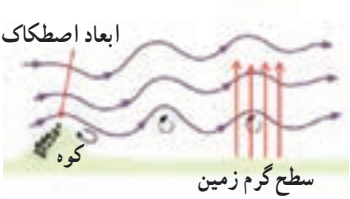
باد در سطح دریا

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).



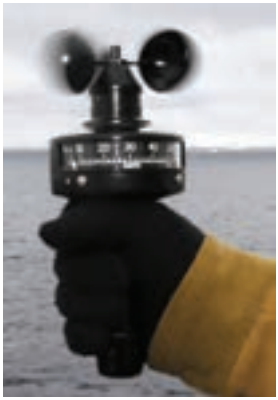
تصویر ۲ــ۵ــ تأثیر اصطکاک سطحی (ناهمواری زمین) و همرفت گرمایی بر حرکت هوا در سطح زمین (باد)

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

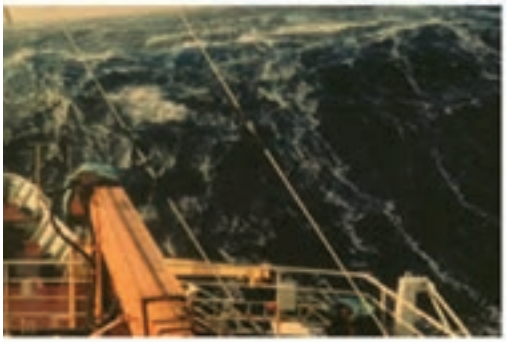
قدرت دریا ۴
سرعت باد ۱۱-۱۵ گره دریایی

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

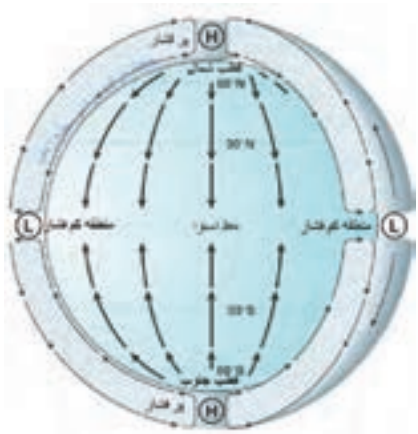
قدرت دریا ۱۱
سرعت باد ۵۶- ۶۳ گره دریایی

قدرت دریا ۱۲
سرعت باد بیش از ۶۴ گره دریایی

نیروهای مؤثر بر حرکت باد

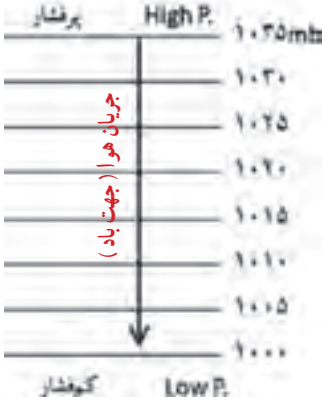
باد نتیجهٔ اختلاف فشار هوا در سطح افقی‌ست. در این جا حرکت افقی هوا را که باد نامیده می‌شود، توضیح می‌دهیم :

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.

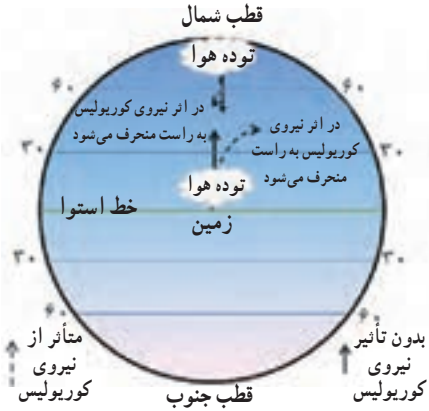


تصویر ۸ــ۵ــ حرکت هوا از فشار زیاد به فشار کم در اثر نیروی گرادیان فشار

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

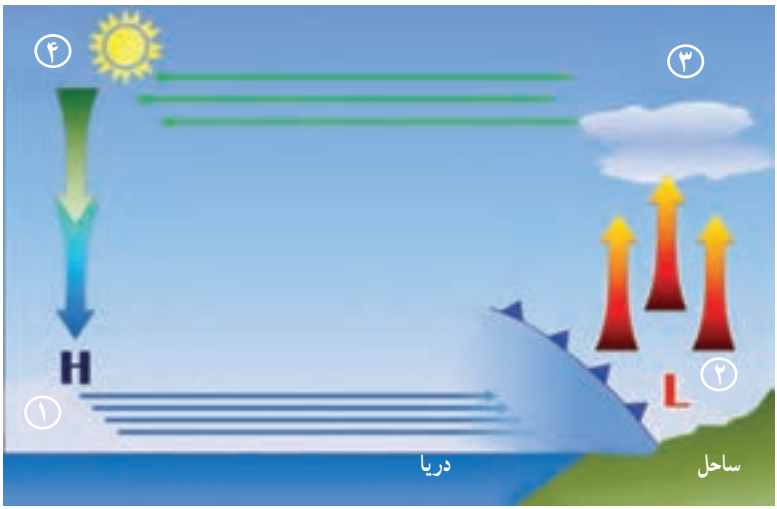
۱ــ باد موسمی : به بادهایی که در فصول متضاد سال با جهات مخالف می‌وزند «بادهای موسمی » گفته می‌شود. این بادها در زمستان، به صورت جریان سردی از خشکی به دریا و در تابستان به صورت جریان هوای مرطوب و گرمی از دریا به خشکی می‌وزند. در تابستان‌ها، قارهٔ آسیا گرم می‌شود و از اقیانوس هند بادهایی، ضمن عبور از استوا،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

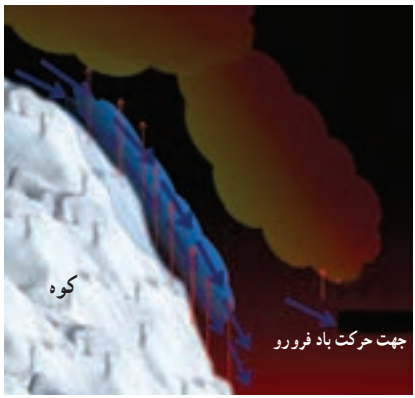
۴ــ زمانی که هوا به سمت زمین بر می‌گردد، ضمن سرد شدن، بر تراکم آن افزوده می‌گردد، سپس به سوی پایین کشیده می‌شود. به این ترتیب تراکم آن می‌افزاید و فشار آن نیز بالاتر می‌رود. هوای متراکم شده را از سواحل دور کرده و به سمت دریا رانده می‌شود. نکتهٔ دیگر اینکه نسیم بر روی خشکی از نسیم بر روی آب ضعیف‌تر است.

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.

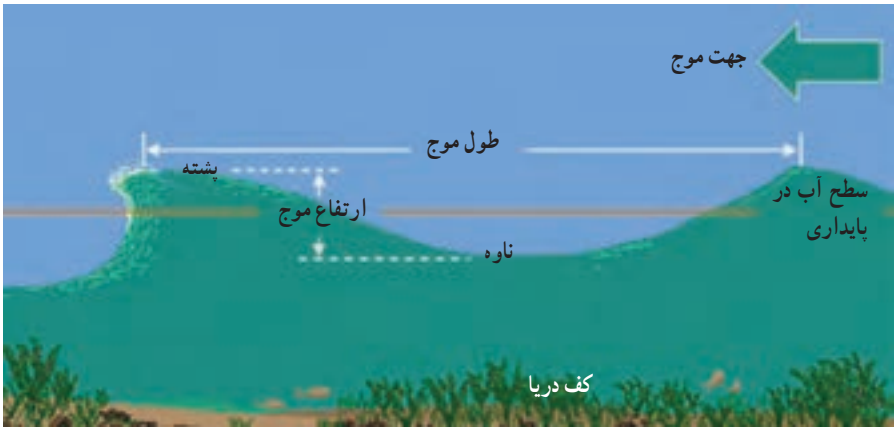
تأثیر باد بر امواج

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.