

رژیم‌های فشار و باد زمین

۳-۱- فشار

همانند دما فشار جو نیز دارای تغییرات عمودی، افقی و دوره‌ای است. با توجه به اینکه اتمسفر زمین از گازهای مختلفی تشکیل شده که توسط جاذبه زمین در اطراف آن نگهداشته شده است. چون گازها قابلیت تراکم دارند هر لایه هوا به مقدار زیادی لایه‌های پایین‌تر از خود را تحت فشار قرار داده و متراکم می‌سازد. بدین ترتیب هوایی که نزدیکی سطح زمین قرار دارد به مقدار زیادی متراکم بوده و چگالی آن زیادتر از هوای ارتفاعات بالاتر است. لذا هر چه از سطح زمین بالاتر برویم، هم چگالی و هم فشار هوا تقلیل می‌یابد. در قسمت پایین جو، آهنگ کاهش فشار تقریباً ثابت و یکنواخت است به طوری که به ازای هر ۹۰۰ فوت (۲۴۷ متر) فشار به اندازه یک سی‌ام مقدار قبلی خود کاهش خواهد داشت. به عبارت دیگر به ازای هر ۲۴۷ متر افزایش ارتفاع، مقدار فشار به $\frac{29}{30}$ مقدار قبلی خود خواهد رسید. فشار در هر نقطه از جو، از رابطه ساده هیدرواستاتیک که در مورد سیالات مصداق دارد، قابل محاسبه است:

$$P = \rho gh$$

که h ارتفاع ستون هوادر بالای محل مورد نظر، d چگالی متوسط هوا، و g شتاب جاذبه زمین است.

۳-۱-۱- تغییرات افقی فشار

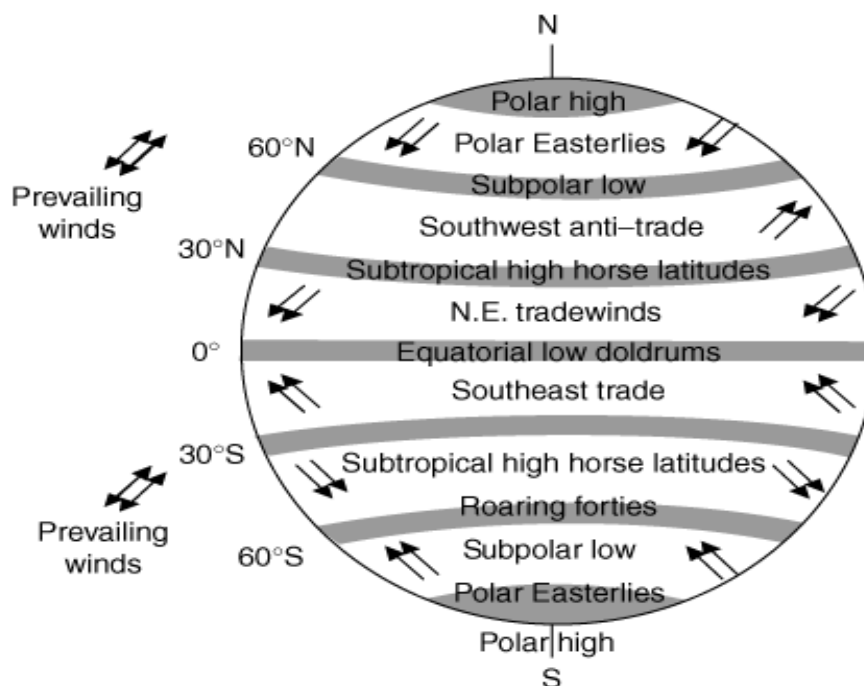
عدم توزیع یکنواخت گرمای خورشید در سطح زمین و در نتیجه هوای بالای آن، باعث اختلاف فشار در بالای سطح زمین می‌شود. الگوهای تغییرات فشار در جو زمین از دو نوع است: آن‌هایی که متوسط موقعیت‌شان در یک محل ثابت است و آن‌هایی که وضعیت‌شان با گذشت زمان تغییر می‌کند. تغییرات فشار در جهت افقی تحت تأثیر باد است.

۳-۱-۲- تغییرات دوره‌ای فشار

جو یک ساختار ساکن و بدون تغییر نیست، بلکه یک محیط پویا بوده و در یک ایستگاه معین، فشار جو با نزدیک شدن توده‌های پرفشار و کم فشار تغییر می‌کند. تجربه نشان داده است که تغییرات دوره‌ای فشار روزانه بوده، بدین ترتیب که در هر شبانه‌روز دو نقطه اوج (حداکثر) و دو نقطه حسیض (حداقل) دارد. حداکثر فشار در ساعات ۱۰ صبح و ۱۰ بعدازظهر رخ می‌دهد، و کمترین میزان فشار مربوط به ساعات ۴ صبح و ۴ بعدازظهر است.

۳-۱-۳- وضعیت توزیع فشار

وضعیت عمومی توزیع فشار و باد در سطح کره زمین در شکل ۴ نشان داده شده است. اما به دلیل گرم شدن غیر یکنواخت سطح زمین و همچنین عبور سیستم‌های پرفشار و کم فشار، در بسیاری از مناطق، الگوی واقعی فشار و باد با آنچه در شکل نشان داده شده است، متفاوت است. به دلیل صعود هوا در کمربندهای کم فشار و ریزش هوا در کمربندهای پرفشار در مناطق مختلف کره زمین همگرایی و واگرایی باد وجود دارد. یکی دیگر از دلایلی که موجب تغییر در الگوی گردش هوا می‌گردد، غیرهمگن بودن سطح زمین است.



شکل ۳-۱-۳- رژیم بادهای غالب سیاره‌ای

۳-۱-۴- کمربندهای فشار زمین^۱

کمربندهای فشار زمین به چهار گروه زیر تقسیم می‌گردند.

- بادهای آرام استوایی (آرامگان)
- پرفشار جنب حاره‌ای (عرض‌های اسبی)
- کم‌فشار زیر قطبی
- کلاهدک پرفشار قطبی

۳-۱-۴-۱- بادهای آرام استوایی (آرامگان)

به دلیل میانگین بالای تابش در منطقه استوا، یک کمربند کم‌فشار دور تا دور کره زمین را در طول سال در بر می‌گیرد. در اواخر بعدازظهر که دما به بالاترین حد روزانه خود می‌رسد، به علت همرفت شدید هوا و سرد شدن بی

^۱ Pressure belt



دررو^۱ آن رگبارهای شدیدی در این مناطق دیده می‌شود. اغلب حرکت هوا در این ناحیه به صورت قائم اما همراه با بادهای سبک و متغیر می‌باشد که شامل توده‌های هوای سبک غربی است. به این منطقه کمربند بادهای آرام استوایی اطلاق می‌شود. شرایط جوی بسیار گرم (داغ) و شرجی توأم با بادهای آرام از خصوصیات آب و هوایی این مناطق است. به دلیل وجود سطح صاف و براق دریاها در این منطقه، دریانوردان به آن آرامگان^۲ می‌گویند.

۳-۱-۴-۲- پرفشار جنب حاره‌ای (عرض‌های اسبی)

در شرایط ایده‌آل در عرض‌های جغرافیایی ۳۰ درجه شمالی و جنوبی، دو کمربند پرفشار با جریان‌های آرام باد وجود دارد که به نام کمربندهای پرفشار جنب حاره‌ای معروف‌اند. این مناطق را عرض‌های جغرافیایی اسبی نیز می‌گویند. اطلاق کلمه اسب به این عرض‌های جغرافیایی ریشه در دریانوردی زمان‌های قدیم دارد که کشتی‌های حامل اسب هنگامی که به این مناطق می‌رسیدند و به دلیل توفان‌های دریایی از حرکت باز می‌ایستادند، مجبور به تخلیه و بیرون ریختن از بار خود بودند. در این مناطق هوا به صورت بی‌دررو ریزش کرده و بنابراین عامل گسترش یک هوایی با رطوبت کم و آسمان صاف می‌گردد. هوای خشک در عرض‌های جغرافیایی اسبی باعث پیدایش مناطق بزرگ خشک و بیابانی در این عرض‌ها و یا نواحی اطراف آن است.

شرایط آب و هوایی در ۳۰ درجه شمالی و جنوبی استوا کاملاً یکسان نیست، پراکنش خشکی‌ها در قسمت شمالی بیشتر از جنوبی است، مناطق خشکی سریع‌تر از مناطق دریایی گرم شده و حرارت خود را پس می‌دهند و دوباره سرد می‌شوند. در نینکره جنوبی، عرض‌های اسبی به دلیل پوشیده بودن از آب اقیانوس‌ها، در سرتاسر سال از آب و هوای یکنواختی برخوردار هستند.

۳-۱-۴-۳- کم‌فشار زیر قطبی

در نیمکره شمالی به دلیل اختلاف شدید دمایی بین خشکی و دریا تغییرات سالانه شدیدی در توزیع فشار در ناحیه زیر قطبی به چشم می‌خورد. در دی‌ماه (ژانویه) در روی خشکی‌ها، کم‌فشارها تبدیل به مراکز پرفشار می‌شوند (به دلیل تشکیل پرفشارهای سبیری و کانادا)، اما مناطق کم‌فشار توفانی و تقریباً شدید و فشرده روی نواحی نسبتاً گرم اقیانوس اطلس شمالی و اقیانوس آرام شمالی همچنان وجود دارند که به ترتیب کم‌فشار ایسلند^۳ و کم‌فشار آلئوت^۴ نامیده می‌شوند.

۳-۱-۴-۴- کلاهِک پرفشار قطبی

در هر دو نیمکره روی مناطق قطبی، میانگین فشار بالا است. به همین دلیل این مناطق را کلاهِک پرفشار قطبی می‌نامند. موقعیت و شدت این مراکز پرفشار متغیر بوده و به ندرت بر قطب جغرافیایی منطبق است.

^۱ تغییرات بی‌دررو یا Adiabatic فرآیندی است که طی آن هوا در نتیجه افزایش و یا کاهش فشار ناشی از صعود و یا نزول توده هوایی منبسط شده، ولی در عین حال هیچ‌گونه تبادل حرارتی بین توده هوا و محیط خارج صورت نمی‌گیرد.

^۲ Doldrum

^۳ Iceland low

^۴ Aleutian low

۳-۲- باد و خصوصیات آن

حرکات افقی هوا را باد گویند. این حرکات موجب می‌شوند تا اختلافات مربوط به دما، رطوبت و فشار که در جهت‌های افقی جو وجود دارند، از بین رفته و هوا به حالت تعدیل در آید. هر چند این تعادل هیچ وقت حاصل نمی‌شود، زیرا به محض این که در یک جا تعادل برقرار شد، اختلافات جدیدی در جای دیگری به وجود آمده و این روند مرتب ادامه خواهد داشت، اما جریان باد نیز برای جبران این اختلافات متوقف نمی‌شود. بنابراین باد یک تعدیل‌کننده مهم در طبیعت است.

۳-۲-۱- سیستم بادهای سیاره‌ای

از نظر فیزیکی رژیم‌های باد سیاره‌ای بخشی از الگوی جهانی کمربندهای فشار است. اما وضعیت بادهای نیز به دلیل تغییرات دما و تفاوت بین خشکی و دریا با شرایط ایده‌آل متفاوت بوده و در هر کجا که این تغییرات زیاد باشد، تفاوت رژیم‌های باد سیاره‌ای با شرایط ایده‌آل بیشتر خواهد بود.

۳-۲-۱-۱- بادهای تجارتی^۱ (جریان‌های شرقی حاره‌ای)

بین خط استوا و عرض ۳۰ درجه شمالی و جنوبی، یک جریان افقی در سطح پایین غالب است. این بادهای از عرض‌های اسبی (۳۰) به سمت استوا یا آرامگان می‌وززند. از نظر لغوی باد تجارتی یعنی باد منظم و با قاعده و به بادهایی گفته می‌شود که به طور ثابت از این عرض‌ها به سمت آرامگان می‌وززند. این بادهای به دلیل دوری از آشفتگی‌های فشار قاره‌ای، در بهترین حالت بر روی اقیانوس اطلس و بهتر از آن بر روی اقیانوس آرام گسترش یافته‌اند. همچنین به دلیل نیروی انحرافی (کوریولیس) در هر دو نیمکره شمالی و جنوبی این بادهای به ترتیب به راست و چپ منحرف می‌گردند. جهت آن‌ها در نیمکره شمالی، شمال شرقی- جنوب غربی و در نیمکره جنوبی، جنوب شرقی شمال غربی است. سرعت متوسط بادهای تجارتی ۱۰ تا ۱۵ نات و احتمالاً قوی‌تر از این مقدار است، به خصوص زمانی که در فصل تابستان پرفشار جنب حاره‌ای روی اقیانوس‌های نیمکره شمالی تقویت می‌شود. به دلیل همگرایی باد تجارتی در کمربند کم فشار حاره‌ای یا آرامگان، این منطقه به عنوان منطقه تراکم درون حاره‌ای^۲ شناخته می‌شود.

۳-۲-۱-۲- بادهای غالب غربی

در هر دو نیمکره شمالی و جنوبی، یک جریان باد از کمربند پرفشار جنب حاره‌ای به طرف قطب وجود دارد. جهت این بادهای به دلیل تأثیر نیروی کوریولیس دارای جهت جنوب غربی تا غربی بوده و معمولاً تحت عنوان بادهای غالب غربی نامیده می‌شوند. در نیمکره جنوبی به دلیل شرایط یکنواختی که در نتیجه وجود مناطق وسیع آبی وجود دارد، انحراف فوق برای این بادهای کمتر است. در نیمکره جنوبی به دلیل وجود همین یکنواختی شرایط، یک گرادیان فشار نسبتاً قوی و یکنواخت بین کم فشار زیرقطبی و پرفشار جنب حاره‌ای وجود دارد. در نتیجه تقویت این بادهای در نیمکره جنوبی اغلب تبدیل به بادهای شدیدی می‌شوند، به خصوص در عرض‌های بالای جنوبی، که در مناطقی وسیع تحت عنوان بادهای غرشی ۵۰ روزه و ۶۰ روزه وحشی به خاطر صدایشان معروف شده‌اند. در نیمکره شمالی، بادهای غالب غربی بسیار متغیرند و غالباً تحت پوشش چرخش‌های مشخص توده‌های هوا در

¹ Trade winds

² Intertropical Convergence Zone (ITCZ)



قالب حرکت مناطق کم فشار و پرفشاری است که در نتیجه تضاد موجود در فشار فصل‌های مختلف سال در عرض‌های جغرافیایی اسبی و کم فشار زیرقطبی اتفاق افتاده یا ظاهر می‌گردند.

۳-۲-۱-۳- بادهای موسمی^۱

به آن دسته از بادهایی اطلاق می‌شود که در فصول مختلف سال در جهات مختلف می‌وزد. چنین تغییراتی در جهت این بادهای معمولاً به خاطر معکوس شدن گرادیان فشار ایجاد می‌گردد. مناطق وسیعی در زمین وجود دارد، که این تغییر در فشار در آن‌ها رخ داده و دلیل عمده این تغییرات، تغییرات دما از زمستان به تابستان می‌باشد. برای مثال با کمی دقت متوجه برعکس شدن فشار از کم فشار به پرفشار، در روز منطقه آسیا در فاصله زمانی زمستان تا تابستان می‌شویم. از این جهت بادهای موسمی هند بسیار مشهور شده‌اند که در طول مدت زمستان یک سیستم پرفشار بر منطقه آسیا حاکم شده و بادهای این منطقه از سمت شمال شرق می‌وزد. در حالی که در تابستان بر روی این منطقه یک سیستم کم فشار حاکم شده و بادهای از جهت جنوب غربی، یعنی دقیقاً برعکس زمستان می‌وزند. البته بعد از آن که استوا را به صورت قلاب قطع می‌کنند. این حرکت هوا در جنوب عرض‌های اسبی وجود دارد و در نتیجه ارایه گرادیان فشار در آسیای مرکزی است. بنابراین بادهای موسمی و بادهای تجارتي در این ناحیه ترکیب می‌شوند. بادهای موسمی جنوب غربی پس از عبور از روی آب‌های آزاد منطقه حاره‌ای، تقریباً گرم و مرطوب هستند. بر فراز مناطق مرتفع و کوهستان‌های هندوستان، هوای گرم و مرطوب به صورت بی‌دررو صعود کرده و سرد می‌شود، و کاهش برودت هوا تا زیر نقطه شبنم موجب ایجاد باران‌های مشهور فصلی به هنگام تابستان در این منطقه می‌گردد. بادهای موسمی زمستان که از شمال شرقی به طرف آسیا می‌وزند به خاطر موقعیت قاره‌ای منطقه، بسیار سرد و خشک می‌باشند. بادهای موسمی در مجموع بسیار آرام بوده و دوره تغییرات آن‌ها از بهار تا پاییز است.

۳-۲-۱-۴- بادهای تروپوسفر فوقانی

تا به حال بادهای تروپوسفر پایین را که گاهی گردش سطحی هوا نیز گفته می‌شوند، بررسی نمودیم. اما اصل توصیف کامل باد سیاره‌ای مستلزم لحاظ نمودن الگوهای مهم باد در قسمت‌های فوقانی تروپوسفر است، که همراه گردش سطحی توصیف‌کننده گردش عمومی جو می‌باشند. در تروپوسفر بالا به طور متوسط یک جریان غربی غالب بر عرض‌های حدود ۱۵ تا ۲۰ درجه جنوبی و شمالی حاکم است. همچنین یک جریان ضعیف شرقی که در عرض‌های بالاتر به چشم می‌خورد. در منطقه حاره نیز یک جریان هوای شرقی وجود دارد که با افزایش ارتفاع از سطح زمین بر شدت آن افزوده می‌گردد و مقدار ماکزیمم خود را در بالاترین نقطه تروپوسفر دارا می‌باشد. این جریان شرقی از سرعت کمتری نسبت به جریان غربی عرض‌های میانی برخوردار است. متوسط سرعت جریان غربی ۴۰ متر بر ثانیه (۷۸ نات) و ماکزیمم سرعت جریان شرقی ۱۰ تا ۱۵ متر بر ثانیه ۱۹ تا ۲۰ نات می‌باشد.

۳-۲-۱-۵- جریان جت^۲

در طی جنگ جهانی دوم، هواپیماهای جنگی قادر بودند سرعتی معادل ۵۰۰ کیلومتر بر ساعت داشته باشند. البته سرعت زمینی آن‌ها به جهت حرکت‌شان بستگی داشت، بدین معنی که اگر در جهت غرب پرواز می‌کردند

¹ Monsoon

² Jet Stream



سرعت آن‌ها به صفر می‌رسید، در حالی که اگر در جهت شرق حرکت می‌کردند سرعت آن‌ها، حدود ۱۰۰۰ کیلومتر بر ساعت می‌شد. خیلی زود مسیر باریکی که در ارتفاعات بالا وجود داشت و سرعت باد در آن بسیار زیاد بود، کشف گردید، که ناحیه جریان جت نامیده شد.

جت استریم جوی یک کانال جریان هواست، که پهنای آن حدود ۱۵۰ کیلومتر یا بیشتر و ضخامت آن ارتفاعی در حدود ۲ کیلومتر یا بیشتر و هزاران کیلومتر طول می‌باشد. ماکزیمم سرعت این جریان معمولاً در ارتفاعات ۱۱ تا ۱۲ کیلومتر رخ می‌دهد.

این جریان در دهه ۱۹۴۰ کشف و با دیدبانی‌های انجام شده در سطوح بالای جو در دهه ۱۹۵۰ میلادی، دو جریان جت اساسی در تروپوسفر به نام‌های جت جنب حاره‌ای و جت جنب قطبی مورد تایید قرار گرفت. جت جنب حاره‌ای در طول فصل زمستان نسبتاً ثابت و پایدار، نسبت به مکان و زمان می‌باشد، در حالی که در طول تابستان ضعیف می‌گردد. این جریان مرز شمالی سلول بادهای تجارتهای در تروپوسفر بالا را مشخص می‌نماید. دارای الگوی موجی بوده شامل امواج ترکیبی پرفشار دارای اغناء به سمت شمال و زیانه‌های کم‌فشار به سمت جنوب می‌باشد. هنگامی که این جریان کاملاً تشدید می‌شود، ممکن است بادهایی با سرعت ۷۵ متر بر ثانیه (۱۵۰ نات) ایجاد شود. جت جنبه قطبی از نظر موقعیت مکانی، تداوم، سرعت باد و ارتفاع بسیار متغیر است. عموماً این جریان در میانه زمستان در جنوبی‌ترین وضعیت خود، و در تابستان در شمالی‌ترین موقعیت خود قرار داشته و ارتفاع آن به سمت قطب کاهش می‌یابد. این جت مبین یک مرکز باد با سرعت زیاد در قسمت‌های بالای تروپوسفر است، که شامل جریان‌های شدید غربی است. وقتی این جت در طول زمستان در پایین‌ترین عرض‌های میانی واقع شده با جت جنب حاره‌ای به صورت موقت ائتلاف کرده و تشکیل یک جت منفرد را می‌دهند، که در این زمان تغییرات مهمی در هوای عرض‌های پایین و بالا رخ می‌دهد.

۳-۳- سیستم‌های مختلف باد

مهم‌ترین گروه در بین سیستم‌های بادی، چرخندها^۱ و واچرخندهای^۲ عرض‌های جغرافیایی میانه هستند. این سیستم‌های عظیم از غرب به شرق در حرکت بوده و موجب بیشترین تغییرات آب و هوایی در عرض‌های جغرافیایی میانی می‌گردند.

۳-۳-۱- چرخند (سیکلون)

چرخند منطقه‌ای است از هوای کم‌فشار و تقریباً دایره‌ای شکل که ممکن است قطر آن به صدها و هزاران کیلومتر برسد. این منطقه از هوا در نیمکره شمالی در جهت عکس حرکت عقربه‌های ساعت و در نیمکره جنوبی در جهت حرکت عقربه‌های ساعت چرخش می‌کند. در چنین ناحیه‌ای کمترین فشار جوی در مرکز بوده و در امتداد شعاع و به سمت خارج از مرکز، فشار افزایش می‌یابد.

^۱ Cyclone

^۲ Anticyclone



۳-۳-۲- واچرخند (آنتی‌سیکلون)

مناطق پرفشار مدور و غیرمنظم، که در آن جهت حرکت هوا مخالف جهتی است که در مراکز کم‌فشار عنوان گردید، واچرخند نامیده می‌شوند. در این مراکز باد باید اساساً از مرکز به طرف خارج آن بوزد اما تحت تأثیر دو نیروی گرادیان فشار و نیروی انحرافی، مسیر باد یک مسیر مارپیچی بوده، که در نیمکره شمالی جهت آن، جهت حرکت ساعت و در نیمکره جنوبی بالعکس است.