



دانشگاه پیام نور

مبانی اقلیم‌شناسی

(رشته جغرافیا)

دکتر ابراهیم جعفرپور

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار ناشر

کتاب‌های دانشگاه پیام نور حسب مورد و با توجه به شرایط مختلف یک درس در یک یا چند رشته دانشگاهی، به صورت کتاب درسی، متن آزمایشگاهی، فرادرسی، و کمک‌درسی چاپ می‌شوند.

کتاب درسی ثمره کوشش‌های علمی صاحب اثر است که براساس نیازهای درسی دانشجویان و سرفصل‌های مصوب تهیه و پس از داوری علمی، طراحی آموزشی، و ویرایش علمی در گروه‌های علمی و آموزشی، به چاپ می‌رسد. پس از چاپ ویرایش اول اثر، با نظرخواهی‌ها و داوری علمی مجدد و با دریافت نظرهای اصلاحی و متناسب با پیشرفت علوم و فناوری، صاحب اثر در کتاب تجدیدنظر می‌کند و ویرایش جدید کتاب با اعمال ویرایش زبانی و صوری جدید چاپ می‌شود.

متن آزمایشگاهی (م) راهنمایی است که دانشجویان با استفاده از آن و کمک استاد، کارهای عملی و آزمایشگاهی را انجام می‌دهند.

کتاب‌های فرادرسی (ف) و **کمک‌درسی** (ک) به منظور غنی‌تر کردن منابع درسی دانشگاهی تهیه و بر روی لوح فشرده تکثیر می‌شوند و یا در وبگاه دانشگاه قرار می‌گیرند.

مدیریت تولید مواد و تجهیزات آموزشی

فهرست

نه	مقدمه
۱	فصل اول: هوا، اقلیم و اتمسفر
۱	هدف مرحله‌ای
۱	هدف‌های آموزشی - رفتاری
۲	مفاهیم هوا و اقلیم
۲	هواشناسی و اقلیم‌شناسی
۴	دیده‌بانی هواشناسی و موارد استعمال آن در اقلیم‌شناسی
۵	اتمسفر و کاوش آن
۶	ترکیب اتمسفر
۱۳	ارتفاع و ساختار اتمسفر
۲۱	خودآزمایی
۲۳	فصل دوم: اتمسفر و انرژی گرمایی
۲۳	هدف مرحله‌ای
۲۳	هدف‌های آموزشی - رفتاری
۲۴	فرایندهای انتقال انرژی گرمایی
۲۶	گرم شدن اتمسفر
۳۰	توازن گرمایی در اتمسفر
۳۶	درجه حرارت هوا
۴۶	پدیده‌های بی‌دررو، پایداری و ناپایداری

۵۱	خودآزمایی
۵۳	فصل سوم: فشار هوا و تغییرات آن
۵۳	هدف مرحله‌ای
۵۴	هدف‌های آموزشی - رفتاری
۵۴	واحد فشار و شیوه های اندازه‌گیری
۵۶	تغییرات قائم فشار جو
۵۷	پراکندگی افقی فشار هوا
۵۹	کمربندهای فشار در جهان
۶۴	بادها
۶۸	بادهای محلی
۷۵	اندازه‌گیری باد
۷۷	خودآزمایی
۷۹	فصل چهارم: سیکلون و آنتی سیکلون
۷۹	هدف مرحله‌ای
۷۹	هدف‌های آموزشی - رفتاری
۸۰	سیکلون‌ها و آنتی سیکلون‌ها و شرایط هوای وابسته به آن‌ها
۸۴	سیکلون‌ها و شرایط هوای وابسته به آن‌ها
۱۱۰	توفان‌های رعد و برق یا تندری
۱۱۶	آنتی سیکلون‌ها و شرایط هوای وابسته به آن‌ها
۱۲۱	خودآزمایی
۱۲۳	فصل پنجم: بخار آب و چرخه آب‌شناختی
۱۲۳	هدف مرحله‌ای
۱۲۴	هدف‌های آموزشی - رفتاری
۱۲۵	بخار آب در اتمسفر و چرخه آب‌شناسی
۱۲۷	پراکندگی بخار آب در اتمسفر
۱۳۸	فرایند تراکم
۱۴۲	فرایند بارندگی
۱۴۶	اشکال بارندگی

۱۵۱	انواع ژنتیک یا تکوینی بارندگی
۱۵۴	رژیم بارندگی
۱۵۸	میزان روزانه بارندگی
۱۵۹	فراوانی و شدت و تغییرپذیری بارندگی
۱۶۱	پراکندگی بارندگی و عوامل مؤثر در آن
۱۶۷	اندازه‌گیری بارندگی
۱۶۸	ابرها
۱۷۴	انواع مه و سازوکار تشکیل آن‌ها
۱۷۵	الف) مه‌های توده هوا
۱۷۸	ب) مه‌های جبهه‌ای
۱۸۰	اثرهای ناهم‌واری بر ابرناکی و مه‌آلودگی
۱۸۱	خودآزمایی
۱۸۳	فصل ششم: توده‌ها و جبهه‌های هوا
۱۸۳	هدف مرحله‌ای
۱۸۳	هدف‌های آموزشی - رفتاری
۱۸۴	توده‌های هوا
۱۸۴	مناطق منشأ و انواع توده‌های هوا
۱۸۷	تغییرات توده‌های هوا
۱۸۸	الف) تغییرات ترمودینامیک
۱۸۸	ب) تغییرات مکانیکی
۱۸۸	خصوصیات توده‌های بزرگ هوا
۱۹۱	جبهه‌ها
۱۹۲	جبهه‌زایی (فرون‌تورنز) و جبهه‌زدایی (فرون‌تولیز)
۱۹۴	انواع جبهه‌ها
۲۰۰	مناطق عمده‌ی جبهه‌ای در جهان
۲۰۳	خودآزمایی
۲۰۵	فصل هفتم: گردش عمومی اتمسفر و سیستم بادهای جهانی
۲۰۵	هدف مرحله‌ای
۲۰۵	هدف‌های آموزشی - رفتاری

۲۰۶	گردش عمومی اتمسفر
۲۰۷	بادهای تجارتی
۲۱۰	منطقه همگرایی میان حاره‌ای یا ITCZ
۲۱۱	بادهای غربی یا غرب وزان
۲۱۳	بادهای قطبی یا شرق وزان
۲۱۴	جهت استریم یا رودبادهای
۲۱۷	جبهه قطبی
۲۱۹	ادی‌های بزرگ: امواج راسبی
۲۲۱	بادهای موسمی
۲۲۶	خودآزمایی
۲۲۷	پاسخ خودآزمایی‌ها
۲۳۲	واژه‌نامه انگلیسی - فارسی

مقدمه

جغرافیا علمی است که به شناخت **شرایط محیطی** احاطه کننده‌ی بشر می‌پردازد و می‌کوشد با تحلیل دقیق آن، بهترین شیوه‌ی **ارتباط** انسان با محیط را تعیین کند. از آن‌جا که محیط قلمروی بسیار گسترده و در عین حال متنوع و رنگارنگ است چنین شناخت و تحلیلی مستلزم تفکیک اولیه‌ی محیط به **محیط فیزیکی و انسانی** و سپس تفکیک محیط فیزیکی به **عناصر سازنده**، شناخت تفصیلی، علمی و فنی آن‌ها است. در مرحله‌ی بعد جغرافیدان با **سنتز** یا ترکیب داده‌ها و اطلاعات حاصله وظیفه‌ی **خدمت‌رسانی** به زیست بشر در دامن محیط را به انجام می‌رساند. در تفکیک محیط فیزیکی عناصری مانند **آب، خاک، ناهمواری، گیاه، جانور و هوا** خود را نمایان می‌سازد. دانش جغرافیا هر یک از عناصر مزبور را در یک بخش تخصصی مانند جغرافیای آب‌ها، جغرافیای خاک‌ها، ژئومرفولوژی، جغرافیای زیستی و بالاخره **اقلیم‌شناسی** مورد بررسی و شناسایی قرار می‌دهد. بنابراین در دانش اقلیم‌شناسی یکی از عناصر مهم محیط فیزیکی یعنی **هوا** مطرح است. اما باید در همین جا یادآور شد که اقلیم‌شناسی تنها دانشی نیست که محور مطالعاتی آن هوا است. علومى مانند **هواشناسی و جو‌شناسی** نیز در این رابطه مطرح است. این علوم با خدمات‌رسانی متقابل اندیشه‌های بشری را درخصوص عنصر هوای محیط شکل داده و می‌دهد.

امروزه بشر با پشتوانه‌ی غنی مطالعات هوایی نه تنها ابزار و امکانات گسترده‌ای برای مطالعه‌ی هرچه بیشتر پدیده‌های هوایی و اقلیمی دارد بلکه در تلاش است تا برای

تأمین نیازهای اولیه جمعیت رو به افزایش جهان، کاهش مشکلات و عواقب مصیبت بار خشکی اقلیمی، بروز خشکسالی‌ها و ارتقای سطح منابع تولید و ... در برخی از شرایط اقلیمی - هوایی محیط زیست *مد/خلافه* نماید.

با وجود پیشرفت تکنولوژی و ابداع دست افزارهای جدید در راه مقابله انسان با عوامل نامساعد طبیعی، هنوز هم در بسیاری از نقاط زمین حاکمیت اقلیم کاملاً مشهود بوده و تاکنون از ستیز انسان در بیابان‌های گرم و یا مناطق همیشه یخبندان نتایج لازم و کافی حاصل نشده است.

با وجود این، انسان در برخی مسائل به موفقیت‌هایی دست یافته که او را قادر می‌سازد تا به عنوان مثال بروز برخی از توفان‌های خطرناک را بدون اینکه اقتدار کامل در خنثی نمودنش داشته باشد پیش‌بینی نماید. ضمن اینکه در همه جای دنیا هنوز تمهیدات انسان برای جلوگیری از خطر عظیم توفان‌ها یکسان نیست.

کتاب حاضر در هفت فصل به بیان موضوع‌های اقلیم شناختی و بررسی عوامل و عناصر سازنده‌ی آن می‌پردازد. مطالب این کتاب دانشجویان را برای مطالعه و درک مفاهیم دروس بعدی مانند آب و هوای کره‌ی زمین و اقلیم منطقه‌ای (ایران) آماده می‌سازد.

دیدگاه غالب در محتوی فصول هفتگانه‌ی کتاب حاضر فیزیکی و دینامیکی است. با توجه به پس‌زمینه‌ی مطالعاتی دانشجویان تلاش شده تا ضمن پرهیز از ورود به مباحث پیچیده‌ی فیزیک و دینامیک، مطالب به صورت توصیفی و تشریحی ارائه گردد. هرچند درک کامل مفاهیمی که در این کتاب مطرح است نیازمند دانش زمینه‌ای فیزیک است که مطالعه‌ی آن را به دانشجویان توصیه می‌نماید. هر فصل با اشاره به خلاصه‌ای از محتوای فصل آغاز شده است و سپس هدف‌های آموزشی و رفتاری آن فصل ارائه گردیده‌اند. این اهداف به دانشجویان یاری می‌کند تا دریابد در هر فصلی چه نکاتی را باید مورد مذاقه قرار داده و بیاموزد. بعد شرح درس ارائه شده است. در پایان هر فصل آزمون تشریحی و تستی در نظر گرفته شده است. چنانچه دانشجویان شرح درس را با در نظر گرفتن اهداف پیش فصل، به‌طور دقیق مطالعه کرده باشد، خواهد توانست به پرسش‌ها پاسخ گوید در غیر این صورت توصیه می‌شود بار دیگر به مطالعه‌ی دقیق و متمرکز فصل اقدام نماید.

فصل اول

هوا، اقلیم و اتمسفر

هدف مرحله‌ای

در این فصل از کتاب ابتدا با مفاهیم هوا و اقلیم آشنا شده و سپس فرق هواشناسی و اقلیم‌شناسی را مورد مطالعه قرار می‌دهیم. دیده‌بانی و نقش آن در تغییرات هوا و اقلیم و ترکیبات سازنده اتمسفر با توجه به فصول سال و عرض جغرافیایی، ارتفاع و زمان بررسی گردیده‌اند و لایه‌بندی ترکیبی اتمسفر به ترتیب تا ارتفاع قریب به ده‌هزار کیلومتر از سطح زمین نیز تعریف گردیده‌اند و شما از طریق مطالعه آن در جریان توضیح موارد یاد شده قرار خواهید گرفت.

هدف‌های آموزشی - رفتاری

از دانشجو انتظار می‌رود پس از مطالعه این فصل بتواند به اهداف آموزشی - رفتاری زیر دست پیدا کند.

۱. هوا و اقلیم را تعریف نماید.
۲. فرق هواشناسی و اقلیم‌شناسی را بیان نماید.
۳. ترکیبات اتمسفر را نام ببرد.
۴. لایه‌بندی ترکیبی اتمسفر را تا ارتفاع ده‌هزار کیلومتر به ترتیب ذکر نماید.
۵. با دیده‌بانی هواشناسی و موارد استفاده آن در اقلیم‌شناسی آشنا باشد.
۶. با مفهوم کاوش اتمسفر آشنا شده و ضرورت انجام آن را توضیح دهد.

۷. تغییر در ترکیب اتمسفر در رابطه با ارتفاع را بداند.
۸. تغییر در ترکیب اتمسفر را در ارتباط با فصول بداند.
۹. تغییر در ترکیب اتمسفر را در ارتباط با عرض جغرافیایی بداند.
۱۰. تغییرات در ترکیب اتمسفر را در رابطه با زمان بداند.
۱۱. با ویژگی‌های لایه‌های مختلف اتمسفر آشنا باشد.

مفاهیم هوا^۱ و اقلیم^۲

شرایط جوی موقت و معین که مدتی کوتاه در یک مکان معین غالب می‌گردد **هوا** نامیده می‌شود. میانگین دراز مدت این شرایط متغیر جوی را نیز **اقلیم** می‌گویند. به عبارت دیگر، اقلیم یک منطقه مجموعه‌ای از میانگین‌های شرایط جوی درازمدت برای آن منطقه است. البته باید بلافاصله متذکر شد که در اقلیم علاوه بر میانگین، از دیگر پارامترهای آماری مانند فراوانی‌ها، دامنه‌ی تغییرات، ضریب تغییرپذیری و امثالهم نیز استفاده می‌شود در واقع اگر هوا یک رویداد منفرد در مجموعه‌های از شرایط سازنده‌ی اقلیم مکان است پس اقلیم، متوسط شرایط هوایی آن مکان محسوب می‌شود مکانی که میتواند از ابعاد ۲-۱ کیلومتر مربع تا کلیت کره‌ی زمین را در برگیرد.

بارندگی، درجه حرارت، رطوبت، تابش خورشید، سرعت و شدت باد و پدیده‌هایی نظیر مه، یخبندان و توفان‌های همراه با رعد و برق از عناصر سازنده موقت هوا هستند. بدین ترتیب، اقلیم در یک منطقه وسیع و برای زمانی طولانی میانگین کلی عناصر یاد شده است که فراوانی عناصر جوی را نیز با انواع هوا و فراوانی آن‌ها در فصول مختلف مشخص می‌کند. در واقع، نتایج توالی انواع هوای حاصله از ترکیب عناصر جوی در یک منطقه است که اقلیم آن را مشخص می‌کند.

هواشناسی و اقلیم‌شناسی

مجموعه پدیده‌های اتمسفری نظیر ابر، مه، باران، برف، باد و توفان، و رعد و برق، نور قطبی ... **متئور**^۳ نامیده می‌شود (این کلمه در یونان باستان به آسمان و هر چه از آن

1. Weather
2. Climate
3. Meteora

نازل می‌گردید اطلاق می‌شد). بررسی خصوصیات فیزیکی و فرایندهای تشکیل این پدیده‌ها اساس هواشناسی است. به عبارت دیگر، هواشناسی در مقیاس جهانی، ترکیبی از مطالعات فیزیکی اتمسفر و پدیده‌های آن‌هاست و خود به دو بخش اصلی تقسیم می‌شود. در **هواشناسی دینامیک** به وسیله قوانین مکانیک و ترمودینامیک حالات اتمسفری مطالعه می‌شود و در هواشناسی سینوپتیک از طریق تجربی و تهیه **نقشه‌های سینوپتیک** که در ساعات معینی تهیه می‌شود، اوضاع هوا مورد بررسی قرار می‌گیرد و یکی از کارهای عمده آن پیش‌بینی هوای آینده می‌باشد.

به‌طور کلی **هواشناسی** حوادث جوی را به‌طور کامل بررسی و تحقیق کرده و نتایج حاصل را به صورت ارقام و فرمول‌هایی عرضه می‌دارد.

اقلیم‌شناسی با استفاده از نتایج این ارقام و داده‌ها، شرایط محیط جغرافیایی و زیستی را مورد مطالعه قرار می‌دهد. در حقیقت اقلیم‌شناسی روابط بین حیات و حوادث دیگر طبیعی را با حوادث اتمسفری بررسی می‌نماید و اثرات پدیده‌های جوی را در حیات موجودات زنده از جمله انسان معین می‌کند. در اقلیم‌شناسی بیش از خصوصیات فیزیکی هر پدیده اتمسفری، **اثرات فیزیکی** آن به عنوان یک عنصر و یا عامل اقلیمی واجد اهمیت می‌باشد. ولی برای درک این اثرات بررسی خصوصیات و شکل‌گیری پدیده‌ها نیز ضروری است. بدین ترتیب برخلاف هواشناسی که پدیده‌های جوی به‌طور تحلیلی مورد بررسی قرار می‌دهد، **اقلیم‌شناسی** دانشی ترکیبی است که هوای یک ناحیه خاص را در فواصل مخصوصی از زمان که معمولاً چند دهه را در برمی‌گیرد، مورد بررسی قرار می‌دهد.

مجموعه پدیده‌های اتمسفری، چه از نظر هواشناسی و چه از نظر اقلیم‌شناسی، سیستم پیچیده‌ای دارد که در آن پدیده‌های جوی به نسبت‌های مختلف ترکیب می‌شوند و **شرایط اقلیمی** منطقه‌ای را مشخص می‌کنند.

پدیده‌هایی نظیر دما، فشار، بادها و بارندگی **عناصر یا المان‌های اقلیمی** است که هویت اقلیمی مکان‌ها را می‌سازد و شدت ضعف آن‌ها تحت تأثیر **عوامل یا فاکتورهای اقلیمی** نظیر عرض جغرافیایی، دوری و نزدیکی به دریاها، ارتفاع، جهت ناهمواری‌ها، زنجیره ی پرفشار و کم فشار و اشکال گوناگون جغرافیایی است.

تفکیک عناصر و عوامل اقلیمی در هر زمان امکان‌پذیر نیست. مثلاً باد به عنوان عنصر اقلیمی، زمانی که از دریا به سوی ساحل می‌وزد و شرایط اقلیمی مطبوعی را فراهم می‌آورد، یک عامل محسوب می‌شود. هدف اساسی اقلیم‌شناسی، بررسی شرایط اتمسفری حاصل از ترکیب عناصر و عوامل مختلف است که سبب پیدایش مناطق مختلف اقلیمی گردیده‌اند. به عقیده برت^۱ با وجود پیوستگی علمی بسیار نزدیک اقلیم‌شناسی با هواشناسی، تمایز این دو رشته، توجه بیشتر اقلیم‌شناسی به نتایج فرایندهای عامل در اتمسفر است تا پدیده‌های زودگذر درون اتمسفر، همچنین تمایز اقلیم‌شناسی از جغرافیا نیز به دلیل تمرکز در مطالعه فقط قسمتی از مجموعه محیط طبیعی و انسان است. بنابراین که اقلیم‌شناسی با هواشناسی و جغرافیا وابستگی دارد.

دیده‌بانی هواشناسی و موارد استعمال آن در اقلیم‌شناسی

دیده‌بانی‌های هواشناسی پایه مطالعات اقلیم‌شناسی را تشکیل می‌دهند. ابزارهای اندازه‌گیری در تأسیساتی که ایستگاه‌های هواشناسی و یا اقلیم‌شناسی نامیده می‌شود کار گذاشته شده است و به‌طور مرتب عناصر جوی نظیر دما، فشار، باد، بارندگی، ساعات آفتابی، شدت تابش خورشید و میزان تبخیر ... در آن‌ها دیده‌بانی می‌شود.

دیده‌بانی‌های منظم جوی از قرن هیجدهم شروع شده‌است، با وجود این، مراکز دیده‌بانی پراکنده‌است و بسیاری از نواحی دنیا فاقد ایستگاه‌های هواشناسی است. کشف **دماسنج** به وسیله **گالیه** در سال ۱۶۱۲ و **فشارسنج** به وسیله **توریچلی** در سال ۱۶۴۳ کمک فراوانی به دیده‌بانی‌های هواشناسی کرده‌است.

امروز **دیده‌بانی‌های سینوپتیک** یا **همدید** در تمام دنیا و در زمان‌های معین و به فاصله هر ۶ ساعت و بر طبق ساعت معیار گرینویچ صورت می‌گیرد و مجموعه اطلاعات حاصل در گستره جهانی مبادله می‌شود. علاوه بر دیده‌بانی‌های زمین، دیده‌بانی‌های جو بالا با بالن‌هایی که در این ایستگاه‌ها به‌هوا پرتاب می‌شود انجام می‌گیرد. این بالن‌ها که با دوربین‌های خاصی تعقیب می‌گردند حاوی **رادیو سوندهایی** هستند که توسط آن‌ها فشار، حرارت و رطوبت را در لایه‌های نسبتاً بالای اتمسفر تعیین

می‌کنند. این دیده‌بانی‌ها علاوه بر پیش‌بینی‌های هواشناسی، در تعیین انواع هوای روزانه از اهمیت فراوانی برخوردارند.

برای بررسی کامل خصوصیات اقلیمی هر منطقه باید دیده‌بانی‌هایی برای مدت زمان کافی که **حداقل ۳۰ سال** را در برمی‌گیرد صورت پذیرد. در کنگره بین‌المللی هواشناسی با در نظر گرفتن تمام تغییرات دوره‌ای اقلیم یک دوره ۳۰ ساله برای مطالعات آن در نظر گرفته شده و برای حساب‌های رسمی آن نیز تاریخ ۱۹۰۱ به عنوان مبدأ مقرر گردیده‌است. ولی چون تأسیس ایستگاه‌های مختلف هواشناسی و اقلیمی متفاوت است، نمی‌توان این مبدأ را برای تمام دنیا به کار گرفت.

اتمسفر و کاوش آن

تا چند دهه پیش قسمت اعظم دانش انسان درباره اتمسفر از طریق مشاهده برخی پدیده‌های جوی از جمله فجرهای قطبی، سنگ‌های آسمانی و طیف‌های جوی که پدیده‌های قابل رؤیت اتمسفری می‌باشند حاصل می‌شد، ولی امروزه لایه‌های مختلف آن با روش‌های پیچیده و ابزارهای دقیقی مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

تولیدکنندگان وسایل و ابزار جدید تجربی، روش‌های مستقیمی به منظور مطالعه ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی جو فوقانی به دست آورده‌اند. بالن‌های ژرفا سنجی وسایلی را به قسمت‌های بالای جو حمل می‌کنند تا اطلاعات مربوط به درجه حرارت، فشار و رطوبت را به گیرنده‌های واقع در آزمایشگاه‌ها ارسال دارند. این قبیل اقدامات تا ارتفاع ۳۰ کیلومتری مؤثرند. **رادیوسوند** در مورد پراکندگی عمومی، درجه حرارت، فشار، رطوبت و باد کامل‌ترین اطلاعات را ارسال می‌دارد، موشک‌های هواشناختی به صورت مهم‌ترین عامل در بررسی‌های جوی درآمده‌اند. اینها وسایلی را تا ارتفاع تقریبی ۱۲۰ کیلومتر حمل می‌کنند. مهم‌ترین روش‌های فعلی برای تعیین درجه حرارت و سرعت باد در اتمسفر فوقانی به کمک دستگاه‌هایی صورت می‌گیرد که در موشک‌های مخصوص جوی تا حدود ۷۰ کیلومتر در اتمسفر پیش می‌روند.

علائم رادیویی یکی از مهم‌ترین وسایل تجربی مطالعات جوی است. با انعکاس امواج رادیویی از لایه‌های یونیزه شده فوقانی، ارتباط رادیویی با طول موج بلند ممکن می‌گردد. در چند دهه‌ی اخیر ابداعات برجسته‌ای در زمینه بررسی‌های فضایی به کمک

ماهواره‌ها صورت پذیرفته‌است و امر مطالعه جو فوقانی و تحتانی را که هنوز به خوبی شناخته نشده، میسر ساخته است. در این مورد ماهواره‌های *تیروس* و *نیمبوس* و *متئوس* بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرند، این سکوها دورکای به علت ارسال تصاویر پیچیده و مرکب تلویزیونی از مناطق وسیع ابری و قسمت‌هایی از اقیانوس‌های فاقد رفت و آمد کشتی‌های بازرگانی و نظامی بسیار مفید می‌باشند. این پیشرفت‌های فناوری سبب شده در طرح‌های سامانه‌های اقلیمی و کشف بروز ناگهانی توفان‌های شدید حاره‌ای اطلاعات قابل ملاحظه‌ای به دست آید.

با توجه به گسترش لایه‌های جوی، تغییرات مربوط به هوا و اقلیم در همه جا رخ می‌دهد، از این‌رو لازم است از تمامی نقاط دنیا اطلاعاتی را کسب نمود. بدین منظور سکوها دیده‌بانی شناور یا کشتی‌های اطلاعاتی و راهنما ساخته شده‌اند که دستگاه‌هایی جهت بررسی‌های جوی و دریایی دارند.

داده‌ها و اطلاعات حاصل از سنجش به صورت آنی یا تأخیری به ایستگاه‌های گیرنده‌ی زمینی مخابره می‌شوند. دانشمندان گونه دیگری از سیستم‌های تجربی را در نواحی قطبی به کار انداخته‌اند که دیده‌بانی‌های دراز مدت آن‌ها از نظر تغییرات هوا و اقلیم واجد اهمیت می‌باشند. بعضی از این دستگاه‌ها با وجود توفان، یخ‌های شناور هجوم خرس‌های قطبی و درجه حرارت پایین‌تر از -45° درجه سلسیوس به مدت ۱۵ ماه در اقلیم سخت و نامطبوع قطب شمال مشغول به کار بوده‌اند. از طرف دیگر، اهمیت راهنماهای اطلاعاتی شناور در اقیانوس‌ها جهت مشاهدات جوی و پیش‌بینی‌های هوا به‌طور روزافزون افزایش می‌یابد.

ترکیب اتمسفر

اتم‌سفر یا جو زمین، مخلوطی از گازهای مختلف به نام *هوا*^۱ است که تا ارتفاع ۹۰ کیلومتری از سطح زمین قرار دارد که $99/77$ درصد حجم آن را *ازت*، *اکسیژن*، *آرگون*، *دی اکسید کربن* و *بخار آب* تشکیل می‌دهد. مشاهدات به وسیله راکت‌ها نشان می‌دهد که تا ارتفاع ۵۰ کیلومتری نسبت اختلاط گازهای اتمسفری به استثناء بخار آب، به‌طور محسوس **ثابت** است. در این بین حدود ۹۹ درصد این گازها را ازت

1. Air

و اکسیژن تشکیل می‌دهد که قسمت اعظم آن نیز ازت است. اتمسفر دارای جرمی برابر $۵/۶ \times ۱۰^{۱۴}$ تن می‌باشد.

جدول ۱-۱ میانگین درصد اجزای ترکیب‌دهنده اتمسفر خشک را نشان می‌دهد. علاوه بر این، در اتمسفر به میزان قابل ملاحظه‌ای بخار آب و هواویزه‌ها، ذرات دود، گوگرد و نمک دریایی وجود دارد.

جدول ۱-۱. میانگین ترکیب اتمسفر خشک تا ارتفاع ۲۵ کیلومتر از سطح زمین

اجزای ترکیبی	درصد حجم (دره‌وای خشک)	وزن مولکولی
ازت	N_2	۷۸/۸۷
اکسیژن	O_2	۲۰/۹۴
آرگون	Ar	۰/۹۳
دی‌اکسیدکربن	CO_2	۰/۰۳ (بسیار متغیر)
نئون	Ne	۰/۰۰۱۸
هلیوم	He	۰/۰۰۰۵۲
اُزن	O_3	۰/۰۰۰۰۶
هیدروژن	H	۰/۰۰۰۰۵
کریپتون	Kr	مقدار ناچیز
کزنون	Xe	مقدار ناچیز
متان	CH_4	مقدار ناچیز

با در نظر گرفتن میزان بخار آب موجود در هوا، نسبت سایر گازهای تشکیل‌دهنده اتمسفر متغیر است. از آنجا که دمای اتمسفر تحتانی فوق‌العاده متغیر است، این ترکیب نیز متغیر می‌باشد. در بعضی نواحی، هوا تقریباً فاقد بخار آب و در برخی نقاط تا ۴ درصد از حجم خود، رطوبت دارد. ۹۰ درصد از **بخار آب** در پایین‌ترین قسمت اتمسفر (حدود ۶ کیلومتری از سطح زمین) قرار گرفته و به سمت بالا به سرعت کم می‌شود. حالات، مشخصات و خصوصیات متنوع بخار آب برای تعیین وضعیت هوا، دارای اهمیت بسزایی می‌باشد. در ضمن، مقدار دی‌اکسیدکربن نیز در سده‌ی اخیر فزونی یافته است و بخشی از علل آن را می‌توان نتیجه سوخت هیدروکربورها و کربن مواد سوختی که دی‌اکسیدکربن از آن‌ها آزاد می‌شود دانست.

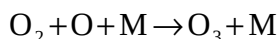
با توجه به مطالب فوق لازم به یادآوری است که در ترکیب اتمسفر تغییراتی با توجه به ارتفاع، عرض جغرافیایی و زمان رخ می‌دهد.

۱. تغییرات با ارتفاع

اصولاً گازهای سبک‌تر (به‌ویژه هیدروژن و هلیوم) باید در اتمسفر فوقانی بسیار فراوان باشند. اما اختلاط حاصل از اغتشاشات اتمسفری مانع جدایی این گازها، حتی در ارتفاعات تا چندین ده کیلومتر از سطح زمین می‌شوند. تغییرات اساسی اتمسفر وابسته به میزان دو گاز عمده غیر دائمی، یعنی **بخار آب** و **اوزن** می‌باشد. چون، هر دوی این گازها مقداری از تابش خورشیدی و تشعشع زمینی را **جذب** می‌کنند و بیلان گرمایی و ساختمان قائم دمای اتمسفر را به‌طور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر قرار می‌دهند.

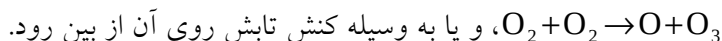
به‌طوری که قبلاً گفته شد، بخار آب ۴ درصد اتمسفر را از نظر حجم و ۳ درصد آن را از نظر وزن تا حدود ۶ کیلومتری از سطح زمین تشکیل می‌دهد، ولی در ارتفاع بیش از ۱۲ کیلومتری به کمترین حد خود می‌رسد. بخار آب از طریق تبخیر حاصل از سطوح آب‌های جهان و یا تعرق حاصل از گیاهان وارد هوا می‌شود و بر اثر اغتشاشات اتمسفری در جهت بالا حرکت می‌کند. اغتشاش اتمسفری در قسمت‌های پایین اتمسفر خیلی مؤثر است. از آن جا که هوای سرد قابلیت نگهداشت رطوبت کمی دارد از این‌رو میزان بخار آب در لایه‌های فوقانی اتمسفر اندک است.

اوزن عمدتاً در ۱۵ تا ۳۵ کیلومتر از ضخامت اتمسفر، متمرکز می‌شود (در بعضی تألیفات این اعداد اندکی متفاوت است). اشعه فرابنفش خورشید در لایه‌های فوقانی اتمسفر (بین ۸۰ تا ۱۰۰ کیلومتر) سبب **تجزیه ملکول‌های اکسیژن** می‌گردد. این اتم‌های مجزا ($O+O$) ممکن است به‌طور انفرادی با سایر ملکول‌های اکسیژن ترکیب شده و **گاز اوزن** یا **اکسیژن سه اتمی** را به‌وجود آورند.

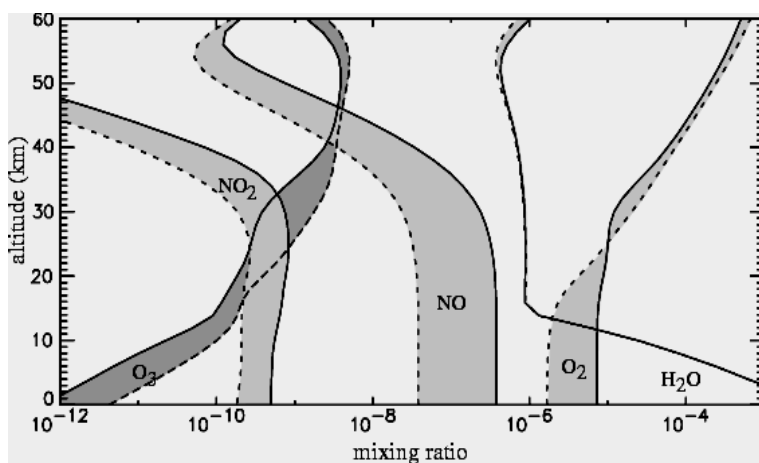


در این فرمول M ، انرژی و **بیلان تکانه**^۱ حاصل از برخورد با یک اتم سوم و یا ملکول را نشان می‌دهد. چنین برخوردهایی در ۸۰ تا ۱۰۰ کیلومتری از سطح زمین به سبب چگالی بسیار پایین اتمسفر نادرند، درحالی‌که در زیر حدود ۳۵ کیلومتر بخش

اعظم اشعه فرابنفش ورودی قبلاً در سطوح بالاتر جذب شده‌است. از این رو ازن عمدتاً بین ۳۰ تا ۶۰ کیلومتری یعنی جایی که احتمال برخورد‌های بین O و O_2 زیاد است تشکیل می‌شود. ازن به خودی خود غیر پایدار بوده و ممکن است به وسیله برخورد با اکسیژن تک اتمی برای تجدید ایجاد اکسیژن به وجود آید برای مثال:



تغییر شکل دائمی از اکسیژن به ازن و برگشت مجدد آن به اکسیژن، یک تعادل تقریبی در بالاتر از ۴۰ کیلومتر را حفظ می‌کند. ولی نسبت اختلاط^۱ ازن (نسبت جرم ازن به واحد حجم هوای خشک) حداکثر در حدود ۳۵ کیلومتری به وقوع می‌پیوندد، درحالی‌که حداکثر چگالی ازن بین ۲۰ تا ۲۵ کیلومتری ظهور می‌کند. این امر نتیجه بعضی مکانیزم‌های گردش جوی است که ازن را در جهت پایین به سطوحی که احتمال انهدام آن کمتر است منتقل می‌کند، و این امر سبب انباشته شدن گاز ازن می‌گردد (شکل ۱-۱)



شکل ۱-۱. تغییرات ترکیب اتمسفر به نسبت افزایش ارتفاع

۲. تغییرات در ارتباط با فصل و عرض جغرافیایی

عرض جغرافیایی و فصول مختلف تأثیر زیادی بر تغییرات اتمسفر به‌ویژه در مورد بخار آب و ازن دارد.