آب و هواشناسی

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

- واژه اتمسفر ترکیبی است از دو وا ژه یونانی (atmos)بخار و (sphaira)سپهر یا کره

- اتمسفر به غشای نازک هوایی اطلاق می شود که کره زمین را در بر گرفته است

- گذار از اتمسفر به فضای کیهانی ،بتدریج صورت می گیرد ،در واقع اتمسفر ،مرز مشخصی ندارد و بتدریج در فضای بین سیاره ای گم می شود

- مرز قراردادی آن را می توان در ارتفاع حدود 3 هزار کیلومتری فرض کرد.

- اساس این فرض ،کاهش غلظت گازهای تشکیل دهنده ی اتمسفر ،در ارتفاع یاد شده ،به حد نزدیک به مواد بین سیاره ای است.

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

تکامل ترکیب اتمسفر

- ترکیب کنونی اتمسفر حاصل سیر تکاملی پیچیده وطولانی است.
- از زمان های دور زمین شناسی تا کنون تغییراتی از جمله:
  - تغییر فشار اتمسفری سطح
  - تغییر در جرم اجزاء تشکیل دهنده
  - افزایش برخی اجزا (چون نیتروژن)
  - کاهش برخی دیگرتا حد حذف (چون متان)
  - پدیداری وسیر افزایشی اکسیژن گازی که زندگی به آن وابسته است
  - نوسان های بسیار در کمیت بخار آب موجود در اتمسفر
  - دمای اتمسفر نیر در هوای سطح زمین بر خلاف دمای موثر بوده و در این زمان طولانی افزایش تدریجی ونسبتا آرام داشته وبرحسب افزایش وکاهش برخی اجزاء دستخوش تحول نسبتا چشمگیر شده است وبه طور کلی رو به کاهش بوده است.

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

اجزا تشکیل دهنده اتمسفر

- 99/99 درصد حجمی :گازهای نیتروژن ،اکسیژن ،آرگون و دی اکسید کربن

- 0/01 درصد حجمی :عناصری مانند نئون ،هیدروژن ،هلیوم ،کریپتون ،گزنون ،آمونیاک ،ازن ،ید و رادون

- ذرات جامد از قبیل غبار ،دوده ،انواع نمکها ،گازهای صنعتی و میکرو ارگانیسم ها که در آلودگی هوا نیز نقش مهمی دارند

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

اجزا تشکیل دهنده اتمسفر

- **گازهای اصلی تشکیل‌دهنده اتمسفر**
- درصد حجمی گازهای اصلی به تفکیک از قرار زیر است:
- نیتروژن 78/08 درصد،
- اکسیژن20/95 درصد،
- آرگون 0/93 درصد
- گازکربنیک 0/03 درصد.

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

اجزا تشکیل دهنده اتمسفر

- **سایر گازها**
  - نئون،
  - هیدروژن،
  - هلیوم
  - کریپتون
  - گزنون
  - آمونیاک
  - ازن
  - ید
  - رادون
- **ذرات جامد** از قبیل غبار ،دوده ،انواع نمک ها ،گازهای صنعتی و میکرو ارگانیسم ها که در آلودگی هوا نقش مهمی دارند جزو ترکیب های فرعی اتمسفر به شمار می روند

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

نسبت ترکیبات گاز های مهم اتمسفر

- **اکسیژن**
- در بین ترکیبات اتمسفر ،اکسیژن ثبات بیشتری دارد ودر شرایط متعارف ،دستخوش نوسان کمتری می شود واختلاف مقدار حداکثر تابستانی وحداقل زمستانی آن حتی به 0/1 حجم معمولی آن در اتمسفر هم نمی رسد .این ثبات در حالی حفظ می شود که فتوسنتز گیاهان ،اکسیژن را تولید وتنفس وسوخت آن را مصرف می کند.

- **ازن**

ازن (O_3) یکی از عناصر مهم جو است که مقدار آن در حوالی سطح زمین ناچیز است ،ولی در ارتفاعات فوقانی جو (تقریبا در 23 کیلومتری سطح زمین)به غلظت قابل توجهی می رسد.

اهمیت ازن ،جذب تابش موج کوتاه خورشیدی وایجاد یک لایه محافظ است.

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

نسبت ترکیبات گاز های مهم اتمسفر

- کربن دی اکسید

* میزان کربن دی اکسید اتمسفر ،با توجه به افزایش فرایند های سوخت بر خلاف اکسیژن تغییرات مکانی وزمانی محسوس وحتی شدیدی دارد .میزان این گاز در مناطق وسیع صنعتی ممکن است حتی به دو برابر مقدار معمول آن (0/03درصد) برسد.
* نتیجه بسیاری از بررسی ها ی انجام شده حاکی از افزایش 12 درصدی این گاز در 50 سال اخیر بوده است و روند افزایشی سالانه آنرا در حال حاضر، 12 میلیارد تن تخمین می زنند.
* علت اساسی توجه بسیار به این گاز علاوه برسمی بودن آن در این است که با داشتن باند جذبی موثر برای تابش مادون قرمز خورشید وزمین می تواند در بیلان گرمایی جو ودر نتیجه، در تغییرات اقلیمی، نقش داشته باشد.
* دی اکسید کربن روند تغییری شبانه روزی نیز دارد، به این معنی که معمولا حداکثر آن در شب وحداقل آن در بعداز ظهرها، همزمان با حداکثر شدت تلاطم (بادهایی که جهت وسرعت آنها به سرعت تغییر می کند)مشاهده می شود.

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

نسبت ترکیبات گاز های مهم اتمسفر

- دی اکسید گوگرد
- از دیگر ترکیبات جو که هم منشا طبیعی دارد وهم حاصل فعالیت انسان است گازهای گوگردی به خصوص گاز SO_2 است.
- مقدار این گاز در هوای لایه مجاور سطح زمین ، به طور طبیعی 0/01 تا 0/02 میلیگرم در هر متر مکعب هواست که با افزایش مصرف سوخت بالا می رود ،به طوری که در زمستانها ،در کانون های شهری ،حتی به 0/5 تا 0/6 میلیگرم در متر مکعب هوا می رسد.

- آئورسلها
  - از دیگر ترکیبات مهم جو به ویژه در حوالی سطح زمین ترکیبات غیر گازی و جامدی است که هواویز (آئورسلها) نامیده می‌شوند.
  - مقدار هواویزها به شدت متغیر است و در ارتفاعات و نیز بعد از هر بارش رو به کاهش می‌گذارد.
  - اهمیت اساسی هواویزها در این است که آنها هستکهای تراکمی لازم برای گذار بخار آب به قطرات آب یا ذرات برف و یخ را تشکیل می‌دهند. افزایش مقدار باران و فراوانی اوقات مه و گرفتگی آسمان در شهرهای بزرگ بیشتر به مقدار آئروسلها بستگی دارد.

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

ساختار اتمسفر با توجه به نسبت ترکیبات آن

- **هوموسفر**
- نسبت ترکیبات گازهای تشکیل‌دهنده اتمسفر بویژه ازت و اکسیژن، در لایه‌های اتمسفری نزدیك به سطح زمین (تا حدود 90 کیلومتر) به علت تداخل و تلاطم شدید اتمسفر، پیوسته ثابت باقی می‌ماند، از این رو لایه مزبور را هوموسفر که معرف هوای همگن است می نامند

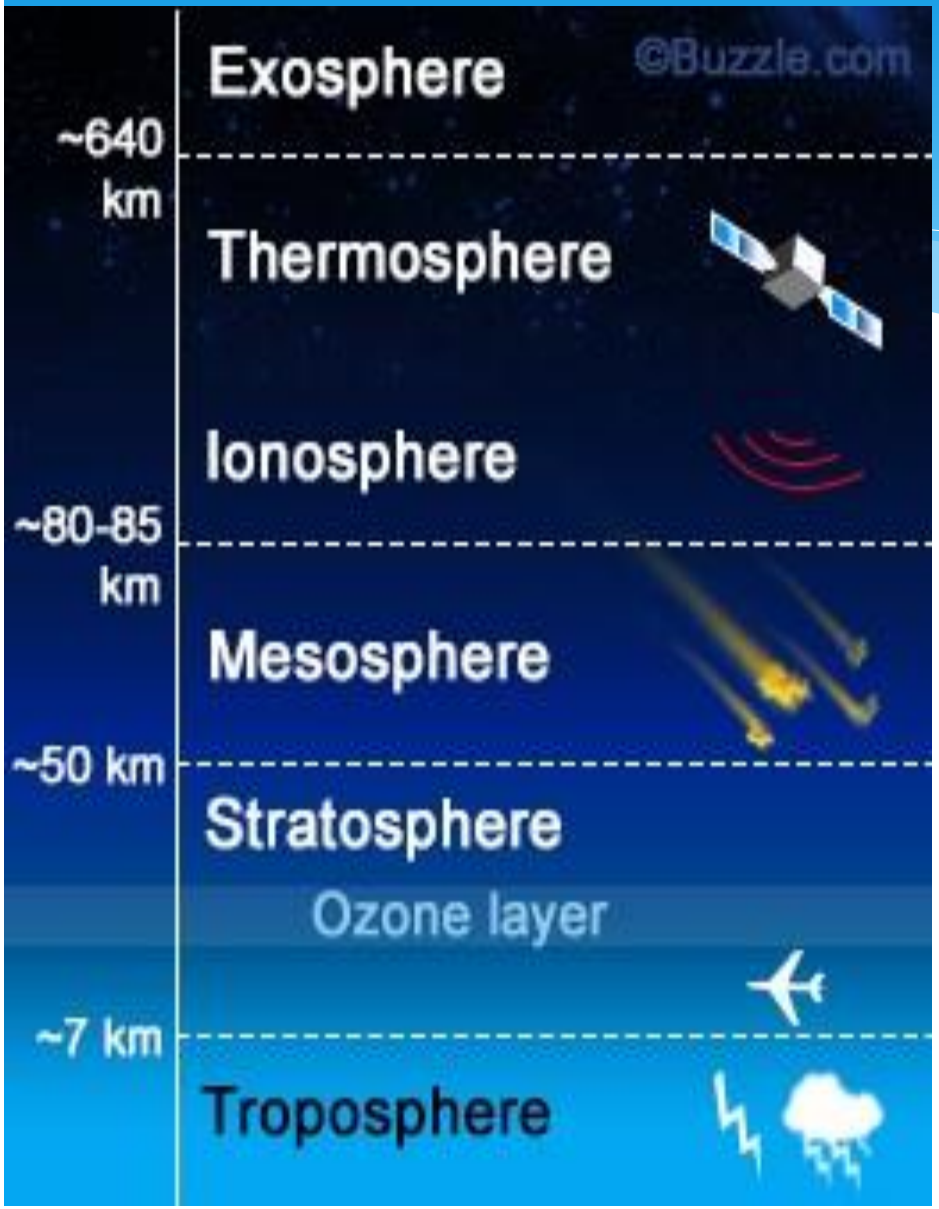
- **هتروسفر**
- از ارتفاع 90 کیلومتربه بالا که چگالی ومیزان آمیختگی اتمسفر به شدت کم می شود وتوزیع گازها صرفا براساس وزن مولکولی یا اتمی آنهاست،به طوری که گازهای سبک، مانند هیدروژن در سطوح بالاتر از این ارتفاعات وگازهای سنگین تر مانند هلیوم در سطوح پایین ترازارتفاعات یاد شده را اشغال می کنند. معمولا از 90 کیلومتر به بالا را هتروسفر می نامند که معرف ترکیب ناهمگن اتمسفر در این ارتفاعات است.

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

ساختار جو زمین

- اتمسفر زمین را بر حسب چگونگی روند دما، اختلاف چگالی، تغییرات فشار، تداخل گازها و سرانجام ویژگیهای الکتریکی، به لایه‌های زیرتقسیم کرده‌اند:
- 1- تروپوسفر 2- استراتوسفر 3- مزوسفر 4- یونوسفر 5- اگزوسفر.
- مرز بین لایه‌های فوق را با پسوند پاوز مشخص می‌کنند مانند تروپوپاوز (مرز بین تروپوسفر و استراتوسفر)

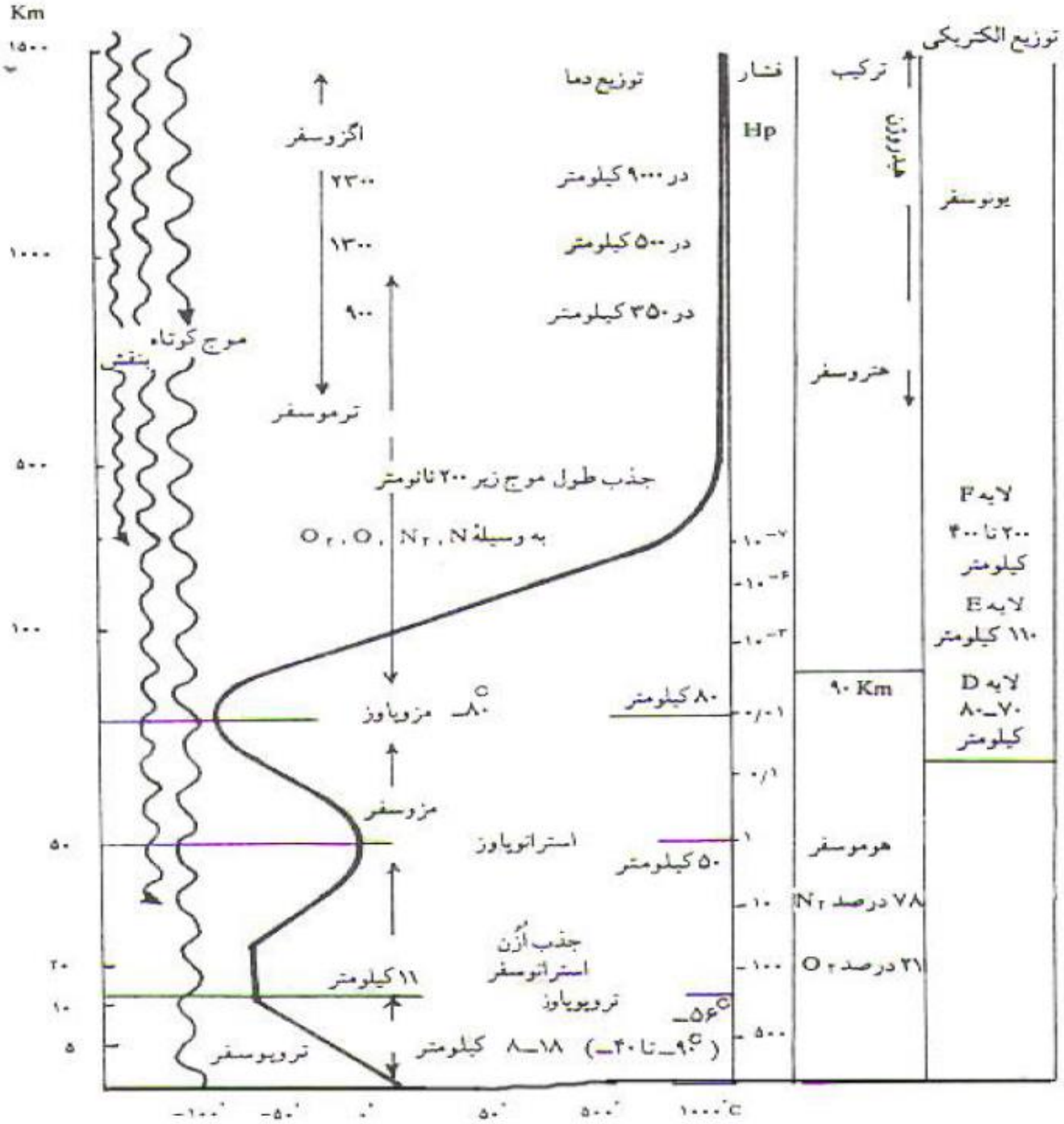
ترکیب و ساختار اتمسفر زمین



* ساختار جو زمین

* بخش‌بندی بر پایهٔ دما
* تروپوسفر
* استراتوسفر
* مزوسفر
* ترموسفر
* اگزوسفر
* بخش‌بندی بر پایهٔ ویژگی‌های الکترومغناطیسی
* یونوسفر
* مگنتوسفر
* کمربند وان آلن

ساختار جو زمین



ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

ساختار جو زمین

- **تروپوسفر: (Troposphere)**
- پایین‌ترین لایه اتمسفر است و وجه تمایز آن با دیگر طبقات اتمسفر، تجمع تمام بخار آب در این لایه است.
- منبع حرارتی لایه تروپوسفر انرژی تابشی سطح زمین است. از این رو دمای آن با افزایش ارتفاع به سرعت کاهش می‌یابد.
- ضخامت ترپوسفر، از شرایط حرارتی عرضهای مختلف تبعیت می‌کند و در نتیجه ضخامت آن از استوا به طرف قطبین کاهش می‌یابد.

ضخامت	در استوا ۱۹- ۱۶ کیلومتر	←	دمای تروپوپاز: -۹۰°C تا -۸۰°C
	در مناطق معتدله ۱۱- ۱۰ کیلومتر	←	-۵۶°C
	در مناطق قطبی ۸ – ۷ کیلومتر	←	-۴۰°C

- حرکات قائم و افقی هوا در تروپوسفر نسبت با لایه‌های بالاتر از آن شدیدتر است و این شدت، تداخل بیشتر گازها را در این لایه میسر می‌سازد که باعث ثبات نسبی ترکیبات جو می‌شود.

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

ساختار جو زمین

- **تروپوسفر: (Troposphere)**
- 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.
- در زیر تروپوپاوز هسته‌های باریك پرسرعتی به نام رودباد تشکیل می‌شود.
- تروپوسفر براساس ویژگیهای حرارتی و رطوبتی به لایه‌های نظیر بیوسفر و پپلوسفر تقسیم می‌شود.

تروپوسفر
- **بیوسفر:** لایه پایینی جو که محل زندگی موجودات زنده می باشد.
- **پپلوسفر:** لایه اصطکاک – تا ارتفاع ۳ کیلومتری– غبارآلود، لایه وارونگی دمایی تروپوسفراست . مه زمینی تشکیل می شود- حداکثر سرعت باد در این لایه است. مرز آن پپلوپاوز نامیده می شود.

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

ساختار جو زمین

- تروپوسفر: (Troposphere)
- پیلوسفر

- اين لايه در يك كيلومتري سطح زمين وجود دارد و با پوشش غبار آلود مشخص مي‌شود. به اين لايه، لايه اصطكاك نيز گفته مي‌شود. مرزي كه پيلوسفر را از از ديگر قسمتهاي تروپوسفر جدا مي‌كند پيلو پاوز گويند كه ارتفاع آن از 200متري تا 3 كيلومتري سطح زمين تغيير مي‌كند.

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

ساختار جو زمین

- تروپوسفر: (Troposphere)
- پیلوسفر
  - انواع عمده پیلوسفر بر اساس ساختار آن

* **لايه وارونگي:** كه با حداكثر سرعت باد توأم است. بسيار پايين قرار دارد و ارتفاع آن به 200 تا 500 متري سطح زمين مي‌رسد. دما از سطح زمين تا ارتفاع مزبور بر خلاف معمول افزايش مي‌يابد و لايه وارونگي را تشكيل مي‌دهد.
* **مه مرتفع:** با ضعيف شدن روند كاهش دما و پايداري بيشتر آن از ارتفاع 600 تا 900 متر، زمينه‌اي براي تشكيل پوشش مه به وجود مي‌آيد و ابرهاي سطحي از نوع استراتوس را شكل مي‌دهد
* **معمولي:** لايه اصطكاك و لايه همرفتي به ترتيب روي هم قرار مي‌گيرند و شرايط متفاوتي در مورد هر يك وجود دارد در حاليكه لايه اصطكاك (پاييني) فاقد گرد و غبار است.

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

ساختار جو زمین

- تروپوسفر: (Troposphere)
- پیلوسفر
  - انواع عمده پیلوسفر بر اساس ساختار آن

* **همرفت:** در اين نوع پيلوسفر فرايندهاي اصطكاكي و هم رفتي، عملكردي مجزا از يكديگر دارند و هر كدام لايه ويژه تشكيل مي‌دهند. در قسمت فوقاني لايه اصطكاكي كه با حداكثر سرعت باد توأم است كم و بيش ابرهاي جوششي تشكيل مي‌شوند.
* **متلاطم:** ضخامت پيلوسفر ما در اين حالت به 3 كيلومتر و حتي بيشتر مي‌رسد و اين ناشي از رشد شديد لايه همرفتي است.

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

ساختار جو زمین

- استراتوسفر: (Stratosphere)
- در داخل این لایه دما با افزایش ارتفاع افزایش می یابد .
- استراتوسفر ناحیه ای است که فعالیتهای شدیدی از جمله فعالیتهای تشعشعی، دینامیکی و فرآیندهای شیمیایی در آن رخ می دهد
- با توجه به میانگین روزانه روند دما در درازمدت ، دو لایه متفاوت را در استراتوسفر تشخیص داده اند.
- معمولاً از ارتفاع 11 تا 25 کیلومتری استراتوسفر دما ثابت است و به عبارتی، وضعیت ایزوترمی در آن برقرار است و مقدار آن در حد 56- درجه سلسیوس باقي مي‌ماند.
- در بالاتر از این ارتفاع، به علت جذب بخشی از تابش ماورای بنفش خورشید که بوسیله ازن صورت می‌گیرد ، دما تا حدود 50 کیلومتری ، تا به صفر درجه سانتی گراد افزایش می یابد.

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

ساختار جو زمین

استراتوسفر: (Stratosphere)

دلیل گرم شدن این لایه به خاطر وجود ازن و انرژی آزاد شده از ترکیب این مولکولها و اتمهاست.

ضخامت ازن که از مشخصه های بارز این لایه است در حدود ۳۰ – ۱۶ km می باشد.

از مشخصات این لایه :

- در زمانهایی که افزایش شدید تابش ماورای بنفش به خاطر طغیانهای سطح خورشید صورت می‌گیرد باعث بالا رفتن دمای استراتوسفر گردیده و در این مواقع باعث تحولات قابل ملاحظه ای در وضعیت هوا بوجود می‌آید.
- در این لایه ابر بندرت تشکیل می‌شود ، بندرت ممکن است که ابرهای کوهستانی (مرواریدی) آنهم در ارتفاع ۲۹ – ۲۱ کیلومتری تشکیل شوند که علت آن حرکات موجی شکل از روی موانع می باشد.
- این ابرها گاهی در اروپا به علت دمای خیلی پایین مثلا ۸۲°C- بر فراز کوهستانهای اسکاتلند و نروژ بوجود می‌آیند.

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

ساختار جو زمین

ازن:

* در دوسطح از جو وجود دارد: الف) در **سطح نزدیک زمین:** بعنوان آلودگی (دود) ب) در **سطوح بالایی جو** یا ازن استراتوسفریک که تشعشع خورشیدی (uv) را جذب می کند.

فرمول چگونگی تشکیل ازن : $O_2 + Hv \rightarrow O + O$

(H : ثابت پلانک (نظریه ذره ای تابش خورشید) ، V : فرکانس تابش ، Hv : انرژی)

$O_2 + O + M \rightarrow O_3 + M$ ⟶ Momentum هر نوع اتم یا مولکولی که واکنش را تحریک کند. ممکن است انرژی هم باشد

$O_3 + hv \rightarrow O_2 + O$

$O_3 + O \rightarrow 2O_2$

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

ساختار جو زمین

- **تخریب لایه اوزون**
- لایه اوزون می‌تواند در حضور کلر ، فلوئور و یا برم تخریب شود که عمدتا به آن سوراخ اوزون گفته می‌شود.
- این عناصر در برخی ترکیبات پایدار بخصوص کلرو فلوئورو کربنها (CFC)که به استراتوسفر راه یافته‌اند یافت می‌شوند که بوسیله فعالیت نور فرابنفش روی آنها تجزیه می‌شوند. گازهای نامبرده از هوا چگال‌ترند، به همین خاطر در سطح زمین پخش می‌شوند و تقریبا با اکثر مواد آلی واکنش می‌دهند
- تراکم اوزون اتمسفری در لایه اوزون توسط یک عامل مهم جهانی تغییر می‌کند و آن دلیل این است که لایه اوزون در نزدیکی استوا ضخیم تر و در نزدیکی قطبها نازکتر است. ضخامت لایه‌های اوزون در نیمکره شمالی در سال تقریبا 4 %کاهش می‌یابد.
- حدود 4.6% از سطح زمین بوسیله لایه اوزون پوشیده نمی‌شود که به آنها سوراخ اوزونی گفته می‌شود
- .سوئدیها در 23 ژانویه 1978 اولین مردمانی بودند که مصرف افشانه‌ها را به دلیل صدمه زدن به لایه اوزون ممنوع کردند.
- در دوم آگوست 2003 دانشمندان اعلام کردند که فرسایش لایه اوزون به سبب ممنوعیت استفاده از کلرو فلوئورو کربنها در حال کاهش است.

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

ازن

* **چه کارخانه‌هایی بر روی اوزون تأثیر می‌گذارند؟**
* کارخانجات مصرف کننده عمده گازهای مخرب لایه اوزون در ایران عبارتند از:
* صنایع برودتی و سردکننده‌ها و سازندگان یخچالها و فریزرهای خانگی ، صنعتی و تجاری ،
* صنایع ابر و اسفنج سازی ،
* بخش دفع آفات کشاورزی
* سیستمهای تهویه مطبوع
* کپسولهای اطفای حریق
* حلال اسپریهای پاک کننده قطعات الکترونیکی

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

ازن

* **ضرورت حفاظت از لایه اوزون**
* اگر لایه اوزون از بین برود، زندگی از کره زمین رخت بر خواهد بست.
* با از بین رفتن لایه حیاتی اوزون ، نسل بشری ، پوشش گیاهی و حیات جانوری در مدت کوتاهی به صورت اسفباری منقرض خواهد گردید.
* در حال حاضر که این لایه آسیب دیده است، تشعشعات ماورای بنفش که به زمین می‌رسد شدت یافته و این مسأله باعث ایجاد سرطانهای پوست ، تضعیف مکانیزم دفاعی و ایمنی بدن انسان و همچنین ایجاد آب مروارید گردیده است.
* به علت آسیب دیدن لایه اوزون کل نظام زیست محیطی (اکوسیستم) در سراسر پهنه گیتی دچار ناهماهنگی و عدم توازن جدی و فزاینده شده است .

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

ازن

* **پیامدهای ناشی از تخریب لایه اوزون**
* تخریب و سوراخ شدن لایه اوزون باعث عبور غیر قابل کنترل تابش فرابنفش خورشیدی می‌شود که سبب افزایش دمای زمین و ذوب یخهای قطبی و افزایش آب دریاها شده که در نهایت به زیر آب رفتن خشکیها می‌انجامد و نیز موجب سوختگی پوست ، ابتلا به سرطان پوست و بیماریهای چشمی ، همچنین وارد آمدن خسارت عمده به جانوران و گیاهان می‌شود و بالاخره باعث انقراض زندگی تمام موجودات می‌شود

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

مزوسفر (Mesosphere)

* این لایه در ارتفاع 50 تا 80.85 کیلومتری بالای سطح زمین قرار دارد.
* دما در آن متناسب با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد.
* در ارتفاع 80 کیلومتري به 90 - درجه هم می رسد.
* در این شرایط اگر گهگاهی مقداری بخار آب در این لایه نفوذ کند، منجمد می‌شود و ابرهای شب‌تاب بوجود می‌آورند که تنها در تابستان که مزوسفر پایین‌ترین دما را دارد مشاهده می‌شوند. (در عرضهای بالا) .
* این لایه را می‌توان سردترین لایه اتمسفر تلقی کرد و تا 160 - درجه نیز با راکت اندازه گیري شده است .
* دما با آهنگ 0.3 درجه به ازاي هر 1000 متر کاهش می یابد.
* روزانه میلیونها شهاب سنگ در اثر برخورد با ذرات داخل مزوسفر می‌سوزند. این برخورد باعث می‌شود که اجسام آسمانی قبل از رسیدن به زمین بسوزند.
* این لایه به وزش بادهاي شدید با سرعت 720 کیلومتر در ساعت نیز مشهور است که ناشی از شیب زیاد تغییرات فشار در این لایه می باشد.
* فشار هوا در این لایه پایین است.

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

مزوسفر (Mesosphere)

* این لایه در ارتفاع 50 تا 80.85 کیلومتری بالای سطح زمین قرار دارد.
* دما در آن متناسب با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد.
* در ارتفاع 80 کیلومتري به 90 - درجه هم می رسد.
* در این شرایط اگر گهگاهی مقداری بخار آب در این لایه نفوذ کند، منجمد می‌شود و ابرهای شب‌تاب بوجود می‌آورند که تنها در تابستان که مزوسفر پایین‌ترین دما را دارد مشاهده می‌شوند. (در عرضهای بالا) .
* این لایه را می‌توان سردترین لایه اتمسفر تلقی کرد و تا 160 - درجه نیز با راکت اندازه گیري شده است .
* دما با آهنگ 0.3 درجه به ازاي هر 1000 متر کاهش می یابد.
* روزانه میلیونها شهاب سنگ در اثر برخورد با ذرات داخل مزوسفر می‌سوزند. این برخورد باعث می‌شود که اجسام آسمانی قبل از رسیدن به زمین بسوزند.
* این لایه به وزش بادهاي شدید با سرعت 720 کیلومتر در ساعت نیز مشهور است که ناشی از شیب زیاد تغییرات فشار در این لایه می باشد.
* فشار هوا در این لایه پایین است.

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

یونوسفر (Ionosphere)

* در این لایه بار الکتریکی شدیدی حاکم است که زاییده وجود یونها و الکترونهای آزاد است.
* این لایه در ارتباطات رادیویی اهمیت بسیاری دارد.
* میزان تراکم الکترونها در یونوسفر به زاویه تابش خورشید بستگی دارد، به همین دلیل، حداکثر تراکم الکترون در نیمروز و حداقل آن در شب‌هنگام مشاهده می‌شود.
* در این لایه دما با افزایش ارتفاع پیوسته زیاد می‌شود.
* 3 % اتمسفر را تشکیل میدهد. فاقد بخارآب ، اکسیژن و ازت مولکولی است . تا ارتفاع تقریبی 1000 کیلومتر بارالکتریکی شدیدي حاکم است.
* پرتوهاي انرژي خورشیدي (مثل : ماوراء بنفش ، رونتگن، ایکس، تابشهاي ذره اي) باعث گسستگی پیوند یا یونیزاسیون مولکولها و اتمها می شوند.

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

یونوسفر (Ionosphere)

* از ارتفاع 140 کیلومتري دیگر اکسیژن بصورت مولکولی نداریم فقط اتمی است .
* از ارتفاع 250 کیلومتري هم مولکولهاي نیتروژن گسسته می شوند و از این ارتفاع به بعد فقط اتمهاي هیدروژن وجود دارد.
* چون شدت یونیزاسیون در تمام ارتفاعات یونسفر یکسان نیست بنابراین لایه هاي متمایز با تراکم الکترون و یون متفاوت با ارتفاعات مجاور خود در یونسفر وجود دارد بهمین خاطر این لایه در ارتباطات رادیویی اهمیت بسیاري دارد.

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

لایه های یونوسفر

۱ – لایه D : تجمع الکترونهای حاصل از یونیزاسیون گاز مونواکسید ازت NO در اثر تابش رونتگن که طول موج بسیار کوتاهی دارد تا عمق ۸۰ – ۷۰ کیلومتری سطح زمین هم نفوذ می‌کند. این لایه همیشگی نبوده و تنها در شرایطی آنهم در طول روز ممکن است ایجاد گردد. چون تراکم آن کم است فقط امواج بلند رادیویی را بازتاب می‌کند و امواج متوسط و کوتاه را جذب می‌کند.

۲ – لایه E : براثر یونیزاسیون مولکول اکسیژن با تابش نرم رونتگن (با طول موج بلندتر) و در ارتفاع ۱۱۰ کیلومتری تشکیل می‌شود. دارای تراکم زیادی از الکترونها (10^{11} در مترمکعب) می‌باشد و در شب کمی ضعیفتر می‌شود.

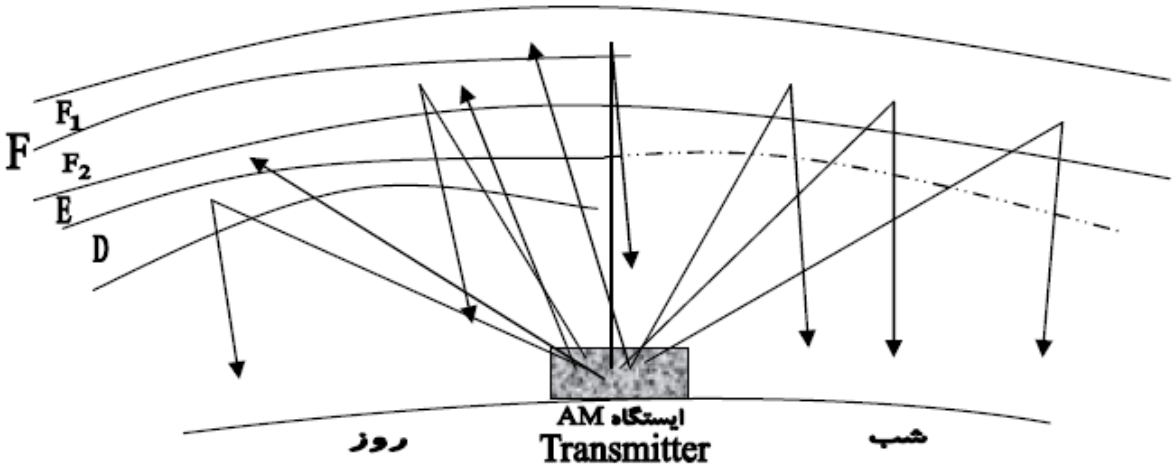
۳ – لایه F : براثر یونیزاسیون اتمهای اکسیژن در ارتفاع ۲۰۰ تا ۴۰۰ کیلومتری ازسطح زمین با تابش ماوراء بنفش که طول موج کوتاهی معادل ۰/۳- ۰/۱ μ دارند تشکیل می‌شود. به دو لایه F1 و F2 تقسیم می‌شود که در شب با هم ادغام می‌گردند.

تراکم الکترونها در لایه F بیشتر از E و به حدود 10^{12} در متر مکعب بالغ می‌گردند.

لایه ها

این الکترونها باعث بازتاب امواج رادیویی می‌شوند و بطورکلی بازتاب امواج کوتاهتر با افزایش تراکم الکترونها بیشتر می‌شود. میزان تراکم الکترونها در یونسفر به زاویه تابش خورشید بستگی فراوانی دارد . بهمین خاطر حداکثر تراکم الکترونها در نیمروز و حداقل آن در شب است .

درمواقع طغیان سطح خورشیدی ، لایه های مختلف یونسفر از هم گسیخته شده و با وجود ایجاد شرایط تشکیل لایه D سیستم ارتباطات رادیویی در سرتاسر جهان مختل می‌گردد که این پدیده پوشش اختلالی نامیده می‌شود.



از مزوپاوز تا ارتفاع ۳۰۰ کیلومتری روند دما به شدت صعودی است و از آن ارتفاع به بعد این افزایش آهسته تر میگردد. در ارتفاع ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلومتری به ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ درجه سیلسیوس می‌رسد. (این دما براساس انرژی حرکتی الکترونها محاسبه می‌گردد والّا به خاطر رقیق بودن هوا و عدم وجود اصطکاک و تصادم ، اندازه‌گیری دما بصورت محسوس نمی‌باشد.)

به همین علت این لایه را ترموسفر نیز می‌نامند.

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

اگزوسفر (Exosphere)

از ۳۰۰ تا ۳۰۰۰ کیلومتری زمین برآورد شده است . نیروهای جاذبه زمین اثر چندانی در این لایه ندارند. در این لایه همچنین شرایط یونسفر وجود دارد.این لایه را کمربند تابشی وان آلن می‌گویند. گازها قابلیت هدایت الکتریکی خود را حفظ می‌کنند. سرعت ذرات در این لایه بسیار زیاد و به ۱۱/۲ کیلومتر در ثانیه (سرعت گریز) می‌رسند و بعضاً هم از جو زمین خارج شده و در فضای کیهانی قرار می‌گیرند.

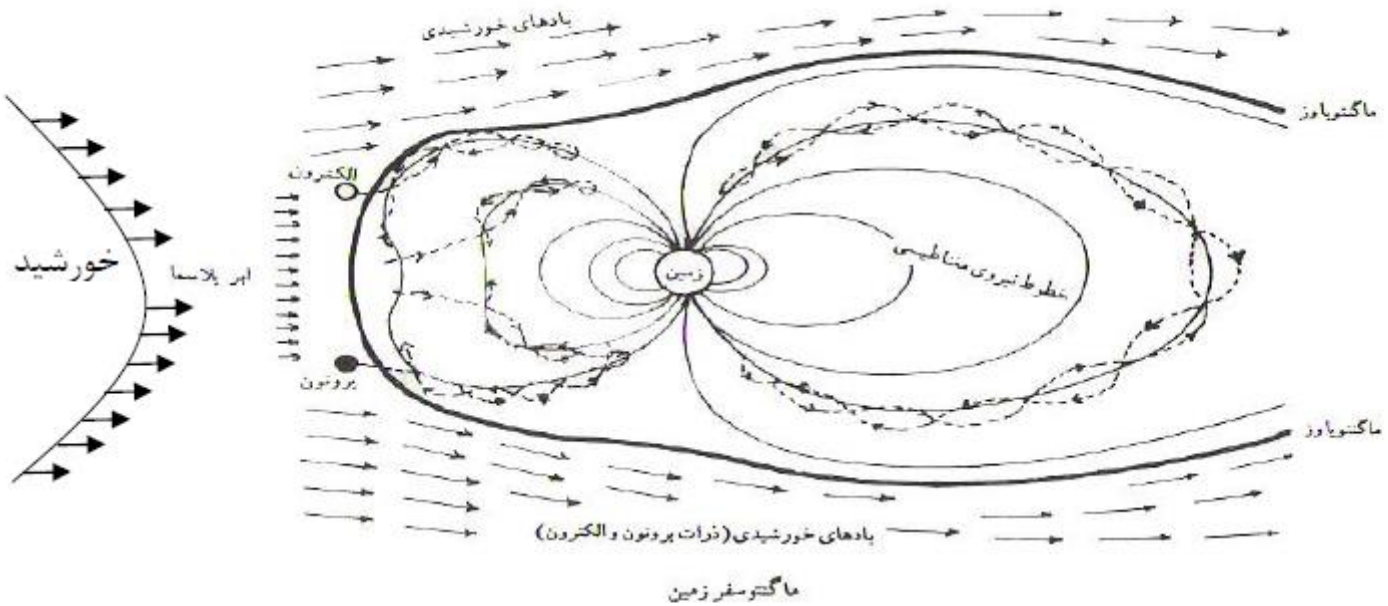
ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

ماگنتوسفر(Magnetosphere) یا کره مغناطیسی

پیوسته از سطح خورشید جریانی متشکل از ذرات باردار به شکل پروتون و الکترون با سرعت زیاد به فضا گسیل می‌شوند که به آنها بادهای خورشیدی می‌گویند و با سرعت ۱۶۰۰ km/s در فضا منتشر می‌گردند. امواجی که در راستای کره زمین قرار می‌گیرند پس از دو روز به فاصله ۸۰۰۰ کیلومتری زمین می‌رسند و به خارج از حوضه مغناطیسی زمین منحرف می‌شوند. این ذرات حاصل بار الکتریکی در امتداد خطوط مغناطیسی زمین با حرکت های مارپیچی حلقه‌وار به سمت قطبهای زمین کشیده می‌شوند وکمربند تابشی شدیدی را بوجود می‌آورند که به کمربند تابشی وان آلن مشهوراست . این کمربند در طرف رو به خورشید به علت فشار بادهای خورشیدی فروگرفتگی مشخصی دارد و فاصله ۶۰ – ۱۰ هزار کیلومتری زمین را دربرمی‌گیرد. درحالیکه در پشت به باد زمین تا مسافت ۳۲۰ هزار کیلومتری فضا کشیده می‌شود. این لایه مثل سپری مانع نفوذ مرگبار تابش خورشیدی به سطح زمین می‌شود. ماگنتوپاز مرز پایانی آن است.

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

ماگنتوسفر(Magnetosphere) یا کره مغناطیسی



ماگنتوسفر زمین

اگر بادهای خورشیدی وجود نداشت دامنه مغناطیسی زمین تا مسافتی معادل صد برابر شعاع زمین درفضا گسترش می‌یافت و کره عظیمی به شعاع تقریبی ۱۲۰۰۰۰۰ کیلومتر در فضا ایجاد می‌کرد. اما این بادها باعث گردیده که شعاع زمین در طرف رو به باد ۸ تا ۱۰ برابر فشرده گردد و در جهت مقابل نیز بصورت دنباله دار طویلی قرار گیرد تا ۱۰۰۰ برابر شعاع زمین در فضا کشیده شده است. سرعت بادهای خورشیدی نیز در هنگام برخورد با مغناطیس زمین از ۴۰۰ کیلومتردر ثانیه به ۲۵۰ کیلومتر در ثانیه می‌رسد و باعث آزادشدن انرژی به ۵ تا ۱۰ برابر افزایش یابد و به همین خاطر یک آشفتگی را بوجود می‌آورد. این طوفانها و آشفتگی ها هر ۲۷ روز یکبار بروز می‌کنند.

ترکیب و ساختار اتمسفر زمین

اتمسفر استاندارد

این اتمسفر نیمرخی فرضی از توزیع عمودی دما، فشار و چگالی جو زمین است که بر اساس توافق سازمان جهانی هوانوردی محاسبه شده است و معرف شرایط متعارف جو در عرضهای میانه است .

جدول ۲.۳ مشخصات کلی اتمسفر استاندارد (اولیور، ۱۹۸۷)

ارتفاع (km)	فشار Hp	دما (ċ)	ارتفاع (km)	فشار (Hp)	دما (ċ)
۰	۱۰۱۳/۲	۱۵/۲	۱۱	۲۲۷	-۵۶/۲
۱	۸۹۸/۸	۸/۷	۱۲	۱۹۴	-۵۶/۴
۲	۷۹۵	۳/۲	۱۴	۱۴۱/۷	-۵۶/۴
۳	۷۰۱/۲	-۴/۳	۱۶	۱۰۳/۵	-۵۶/۴
۴	۶۱۶/۶	-۱۰/۸	۱۸	۷۵/۶۵	-۵۶/۴
۵	۵۴۰/۵	-۱۷/۳	۲۰	۵۵/۲۹	-۵۶/۴
۶	۴۷۲/۲	-۲۳/۸	۲۵	۲۵/۴۹	-۵۱/۴
۷	۴۱۱	-۳۰/۴	۳۰	۱۱/۹۷	-۴۶/۵
۸	۳۵۶/۵	-۴۶/۸	۳۵	۵/۷۵	-۳۶/۵
۹	۳۰۸	-۴۳/۳	۴۰	۲/۷۸	-۲۲/۶
۱۰	۲۶۵	-۴۹/۷	۵۰	/۸	-۲/۴