ساختار فضا

(قسمت اوّل)

دکتر محمد حسن نامی

چکیده

محدودیت منابع و اسناد مرتبط با حوزه‌ی فضا در کشور، ضرورت تبیین جایگاه فضا در توسعه‌ی کشور و امنیت پایدار را ایجاب می‌نماید؛ که ضمن بیان مسائل اساسی و با اهمیت در خصوص فناوری فضایی و فعالیتهای فضایی کشور، حوزه‌های تخصصی سنجش از دور و تصویربرداری فضایی را مورد بررسی قرار دهد. ساختار فضا، رژیم حقوقی فضا، کارکردهای فضا و فناوری فضایی، مباحث عمده‌ای هستند که در این نوشتار به آنها پرداخت شده است.

۱- ساختار فضا

لایه‌های جو زمّین

به طورکلی زمین و لایه‌های پیرامون آن را می‌توان به سه لایه‌ی عمده تقسیم نمود:

- لایه خاکی (لیتوسفر)
- لایه جوّی (اتمسفر)
- لایه فضایی

لایه خاکی زمین شامل: لایه‌های هسته، جبه، پوسته و هیدروسفر است. لایه جوّی نیز براساس روند دما، اختلاف چگالی، تغییرات فشار و تداخل گازها به لایه‌های گوناگون تقسیم شده است.

جوّ زمین را دانشمندان از نظر ارتفاع به لحاظ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به لایه‌های گوناگون تقسیم بندی نمودند. اگرچه این تقسیم بندی از دیدگاههای گوناگون متفاوت بیان شده است ولی کاملترین این تقسیم‌بندی به شرح ذیل می‌باشد:

۱-۱- لایه تروپوسفر[۱] (گشت کره)

«تروپو» ریشه‌ی یونانی دارد و به مفهوم اختلاط، گشتن و چرخیدن است. تروپوسفر لایه پائینی جوّ زمین است که تغییرات آب و هوایی تأثیر مختصری برروی این لایه دارد. ارتفاع آن در قطب‌ها در حدود ۷ کیلومتر و در استوا حدود ۱۷ کیلومتر است، به طور کلی ارتفاع متوسط این لایه ۱۰ الی ۱۲ کیلومتر می‌باشد. هوای لایه تروپوسفر مدام در حال جابه جایی در جهت عمودی است. این پدیده عمدتاً در اثر تابش نور خورشید به سطح زمین موجب گرم شدن و کاهش چگالی هوای مجاور سطح زمین می‌شود.

فشار هوا در مرز بالایی این لایه فقط در حدود ۱۰ درصد فشار در سطح دریا است. مرز این لایه، با لایه بعدی جوّ (که خود در حد یک لایه چند کیلومتری است)، «تروپوپاز» نام دارد.

۱-۲- لایه استراتوسفر[۲] (پوشش کره)

از لایه تروپوپاز تا حدود ۵۰ کیلومتری از سطح زمین، «استراتوسفر» نام دارد. «استراتو» از ریشه‌ی لاتین به معنی پخش و گسترده گرفته شده است. در این لایه با افزایش ارتفاع، دمای هوا افزایش پیدا می‌کند. قسمت اعظم لایه ازن که سطح کره زمین را در برابر پرتو فرابنفش خورشید حفاظت می‌کند، در قسمتهای پائینی این لایه قرار دارد. مرز این لایه با لایه‌ی بعدی جوّ (که خود در حد یک لایه چندکیلومتری است) «استراتوپاز» نام دارد.

۱-۳- لایه ازن (ازنسفر)

لایه ازن بین لایه استراتوسفر و لایه مزوسفر در ارتفاع ۲۰ تا ۳۰ کیلومتری سطح زمین قرار گرفته است. لایه ازن براثر واکنشهای گوناگون فتوشیمیایی حاصل می‌شود. مقدار ازن در این لایه معمولاً روند فصلی دارد، حداکثر آن در بهار و حداقل آن در پاییز مشاهده می‌شود. ضخامت لایه ازن با تغییرات فصلی و جغرافیایی دستخوش تغییر می‌شود. لازم به ذکر است در بعضی تقسیم‌بندیها لایه ازن جزو لایه استراتوسفر آورده شده است.

۱-۴- لایه مزوسفر[۳] (میان کوه)

«مزو» ریشه‌ای یونانی دارد و به معنی وسط است. این لایه از استراتوپاز در ارتفاع حدود ۸۰ تا ۸۵ کیلومتری نسبت به سطح زمین قرار گرفته است، البته این افزایش ارتفاع در لایه مزوسفر تا ۱۰۰ کیلومتری نیز وجود دارد. در این لایه با افزایش ارتفاع، دمای هواکم می‌شود. مرز این لایه، با لایه بعدی جوّ (که خود در حد لایه چندکیلومتری است)، «مزوپاز» نام دارد.

درباره‌ی این لایه و مرز بالایی آن یعنی مزوپاز، یک نکته قابل توجه است اینکه: از مزوپاز به بالا، هوا کاملاً مفهوم فیزیکی خود را به عنوان یک سیال از دست می‌دهد و بیشتر ماهیت مولکولی - یونی پیدا می‌کند. دمای هوا از این ارتفاع به بالا، به صورت نمایی با افزایش ارتفاع، افزایش می‌یابد. در حالی که تا قبل از آن، نمودار ارتفاع دما یک منحنی با چند شیب مثبت و منفی را نشان می‌دهد. نسبتهای ذکر شده درباره‌ی حجم مولکولی ترکیبات ترکیبات جوّ، در ارتفاعات بالای مزوپاز تا حدود زیادی به هم می‌خورد. دراین ارتفاعات، نسبتهای اکسیژن و نیتروژن کم شده و برمقادیر هیدروژن و هلیوم و همچنین انواع یون‌ها افزوده می‌شود. بنابرهمین دلایل، مرز

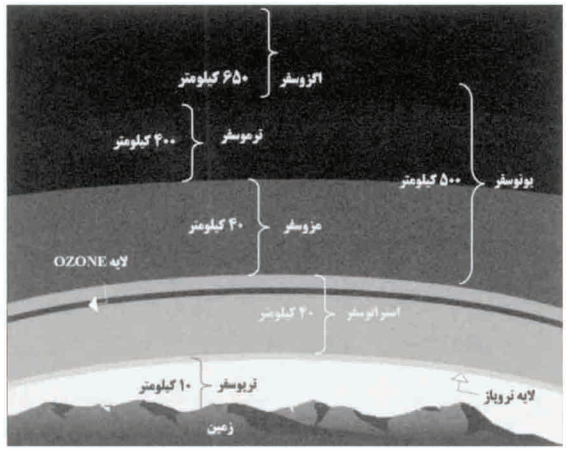
جدایش لایه‌های زیر مزوپاز با لایه بعدی را «توربوپاز» و لایه‌های زیر آن را «هموسفر» نام گذاری می‌کنند. به همین قرینه، لایه‌های بالای توربوپاز نیز «هتروسفر» نامیده می‌شوند.

۱-۵- لایه ترموسفر[۴] (گرماکره)

این لایه از مزوپاز تا ارتفاع حدود ۶۰۰ تا ۶۴۰ کیلومتری از سطح زمین قرار دارد. برخی از دانشمندان این لایه را فاقد مرز فوقانی دانسته‌اند. عنوان ترموسفر به سبب دمای فوق العاده زیاد ترمودینامیکی، به این لایه نسبت داده شده است. دراین لایه با افزایش ارتفاع،دما نیز افزایش پیدا می‌کند و این دما ممکن است به ۱۵۰۰ کلوین نیز برسد که منشاء اصلی آن یونیزه شدن مولکولهای اکسیژن و نیتروژن، دراثر برخورد با پرتو فرابنفش خورشید است. جلوه‌ی سرخی شفق یکی از پدیده‌های قسمت پائینی لایه ترموسفر است. مرز بالایی این لایه، «ترموپاز» نام دارد.

۱-۶- لایه‌ی یونوسفر (یون کره)

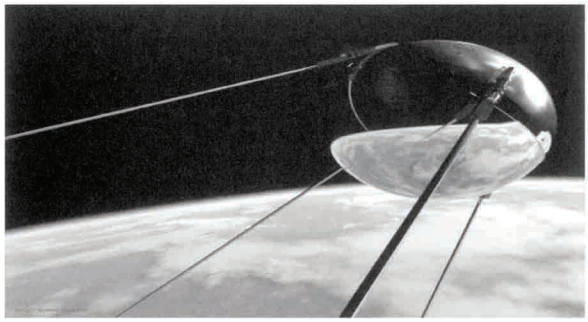
این لایه هویت مستقلی ندارد و در واقع همان بخش اعظم از لایه ترموسفر است که فرآیند یونیزه شدن مولکولهای گازی در آن صورت می‌گیرد. یونوسفر نقش اصلی در انتشار امواج الکترومغناطیسی داشته و اثرات مهمی بر ارتباطات راه دور دارد. پدیده‌ی بازتابش امواج رادیویی تابیده شده از سطح زمین در همین لایه اتفاق می‌افتد. پدیده‌ی شفق نیز در همین لایه به وجود می‌آید.



نگاره ۱: لایه‌های جوّ زمین

۱-۷- لایه اگزوسفر[۵]

این لایه در ارتفاع بالای ۶۰۰ تا حدود ۱۰۰۰۰ کیلومتر از سطح زمین قرار گرفته است که اتم‌ها و مولکولهای جوّ تحت تأثیر بادهای خورشیدی و میدان مغناطیسی زمین به فضای اطراف رانده می‌شود. عموماً طبقات بالای ترموسفر با عنوان «نواحی فوقانی جوّ» شناخته می‌شوند. طبقات استراتوسفر و مزوسفر، «جوّ میانی» و لایه تروپوسفر نیز «جوّ میانی» و لایه تروپوسفر نیز «جوّ پائینی» خوانده می‌شود. قابل ذکر است اگر چه هوا در طبقات فوقانی جوّ بسیار رقیق است، اما همین مقدار هوای کم نیز برای ماهواره‌ها، در مدارهای پائین و میانی، بسیار مؤثر بوده و نقش عمده‌ای را در طول عمر آنها ایفا می‌کند.



نگاره ۲: نخستین ماهواره‌ی مصنوعی فعال به نام اسپوتنگ - ۱

فضا کجاست؟

برای تعیین حدود لایه فضایی و مشخص کردن ابتدا و انتهای آن، معیارها و نظرهای گوناگونی وجود دارد. در عین حال لایه فضایی به دو لایه داخلی و بیرونی قابل تقسیم است، لایه داخلی با لایه جوّ در تداخل می‌باشد (از لایه مزوسفر تا لایه اگزوسفر) و لایه بیرونی فضا با عبور از میان منظومه شمسی و کهکشانها در کیهان تا بی نهایت ادامه می‌یابد که بشر امروزه فقط توانسته به قسمتهای ناچیز آن تا حدودی شناخت پیدا کند.

طبق تعریف فدراسیون بین‌المللی هوانوردی، «خط کارمن»[۶] در ارتفاع ۱۰۰ کیلومتری از سطح آزاد آبها، مرز بین هوا و فضا می‌باشد. این تعریف به این دلیل انتخاب شده است که بعد از این ارتفاع، غلظت جوّ به دلیل افزایش ناگهانی و شدت دما به قدری کاهش می‌یابد که می‌توان از نیروی ناشی از برخورد مولکولهای جوّ با شیئی پرنده صرف نظر کرد. از دیگر سو طبق تعریف رسمی ایالات متحده‌ی آمریکا، فردی که قادر باشد در ارتفاعی بیش از ۸۰ کیلومتر از سطح زمین پرواز کند، مفتخر به کسب عنوان «فضانوردی» خواهد شد، زیرا این ارتفاع جایی است که لایه مزوسفر تمام می‌شود. اما مهندسان طراح هوا - فضا، هنگام طراحی و یا شبیه سازی بازگشت اجرام به جوّ زمین، گذر از ارتفاع ۱۲۰ کیلومتری را عبور از مرز فضا به جوّ می‌دانند. سرعت بسیار زیاد اجسام در بازگشت به جوّ، دلیل تفاوت دیدگاه این دسته از مهندسان با گروه اول است. در فاصله‌ی بین ارتفاع ۱۰۰ تا ۱۲۰ کیلومتری، در سرعتهای بسیار زیاد، جوّ رقیق و پسای اتمسفری قابل توجهی تولید می‌کند.

همچنین اغلب حقوقدانان بین‌المللی معتقدند که فضای ماورای جوّ از پایین‌ترین ارتفاع از سطح دریاکه در آن اشیای فضایی می‌توانند به دور زمین بچرخند، یعنی حدود ۶۲/۱ مایل یا ۱۰۰ کیلومتر شروع می‌شود.[۷]

فضای بیرونی، خود شامل تقسیمات فراوانی است. بخشی از فضای بیرونی که در داخل منظومه‌ی شمسی قرار دارد، به «فضای بین سیاره‌ای» معروف است. باگذر از هلیوپاس[۸] مرز منظومه‌ی شمسی، جایی که بادهای خورشیدی با بادهای ستاره‌ای کهکشان راه شیری برخورد می‌کنند، وارد

قسمتی از فضای بیرونی می‌شویم که به آن «فضای بین ستاره‌ای»می‌گویند. در قدم بعدی با گذر از مرز کهکشان راه شیری وارد منطقه‌ی بسیار جدید و شگفت انگیزی می‌شویم که از آن به «فضای بین کهکشانی» یاد می‌شود.[۹]

از طرفی دانشمندان، فضا را به لحاظ ارتفاع و شکل مدار گردش ماهواره‌ها به چهار لایه عمده تقسیم می‌کنند:

- لایه لئو (L.E.O[۱۰])از ژئوئید تا ارتفاع ۲۴۰۰ کیلومتر
- لایه مئو (M.E.O[۱۱])از ارتفاع ۲۴۰۰ تا ارتفاع ۲۴۰۰۰ کیلومتر
- لایه ژئو (G.E.O[۱۲])از ارتفاع ۲۴۰۰۰ تا ارتفاع ۳۶۰۰۰ کیلومتر، این لایه، لایه‌ی حاکمیتی می‌باشد.
- لایه هئو (H.E.O[۱۳])از ارتفاع ۳۶۰۰۰ تا ۴۰۰۰۰ کیلومتر

به طورکلی تعیین محدوده‌ی فضا و مشخص کردن ارتفاع آن مورد اجماع جامعه بین‌المللی نیست و در این زمینه رویکردها و نظرات گوناگونی بیان شده است.

نگاره ۳: نخستین مسافران فضا با آپولو ۱۱

از راست به چپ: الدوین آلدرین، مایکل کالینز و نیل آرمسترانگ

تاریخچه‌ی بهره‌برداری از فضا

نیکلاس کپرنیک ستاره شناس لهستانی در قرن پانزدهم با انتشار نظریه‌ای منظومه‌ی شمسی راکه در هسته‌ی مرکزی آن خورشید قرار داشت و زمین و چندین سیاره‌ی دیگر به گردآن می‌چرخند تبیین و راه تازه‌ای را برای تصویری جدید از کیهان برای بشریت گشود. نظریه کپرنیک بعدها توسط دو دانشمند دیگر یعنی کپر و نیوتن تکمیل و اطلاعات جدیدی را درباره‌ی فضای بیکران مطرح کرد. در سال ۱۶۰۹ گالیله نخستین کسی بود که با تلسکوپ ابتدایی خود دنیای ماورای زمین را مشاهده کرد.

بعد از پی بردن انسان به فضا، دسترسی یا استفاده‌ی از آن جزو آرزوی او بود. از این رو انسان برای دست‌یابی به فضا تلاشهای بی‌شماری را انجام داد که سرانجام منجر به اختراع بالن، هواپیما و در نهایت موشک گردید. با ساخته شدن موشک، عصر فضا آغاز شد و آرزوی دیرینه‌ی انسان برای سفر به فضا جامه‌ی عمل پوشید[۱۴]. دسترسی بشر به فضا به وسیله‌ی موشک، ماهواره‌ها و ایستگاه هوایی میسر گردیده است. برای نخستین بار روز ۲۰ سپتامبر ۱۹۵۶ موشکی با سرعت حداکثر ۲۱۰۰۰ کیلومتر در ساعت از کیپ کاناورال توسط نیروی زمینی ایالات متحده برخاست و قوسی رو به پهنه‌ی اقیانوس اطلس در فضا ترسیم کرد.[۱۵]

نخستین ماهواره‌ی مصنوعی فعال به نام اسپوتنگ-۱ در ۴ اکتبر ۱۹۵۷ توسط شوروی سابق به فضا پرتاب شد و انقلابی در صنعت فضا به وجود آورد. این ماهواره سیگنالهای ۲۰ و ۴۰ مگاهرتزی را می‌فرستاد که توسط یک گیرنده‌ی ساده قابل دریافت بود. در سال ۱۹۶۰ آمریکایی‌ها نخستین ماهواره‌ی مخابراتی را در مدار قرار دادند. قطر این ماهواره بزرگ ۳۰ متر بود و در ارتفاع ۱۵۰۰ کیلومتری زمین گردش می‌کرد. این ماهواره مجهز به نوعی آینه بود که امواج را از ایستگاه فرستنده می‌گرفت و به ایستگاه‌های گیرنده بازتاب می‌داد. امروزه ماهواره‌ها با مأموریتهای علمی و کاربردی گوناگون در مدارهای متفاوت قرار گرفته به گونه‌ای که اکنون مسائل ترافیک ماهواره‌ها و خطر تصادم آنها و ایجاد زباله‌های فضایی جزو مسائل جدی عصر ما شده است.[۱۶]

در ۲۰ جولای ۱۹۶۹، با فرود آمدن آپولوی ۱۱ در سطح کره ماه، نخستین انسان در ماه پیاده شد و با قرار دادن ایستگاههای فضایی در مدار زمین و استقرار فضانوردان در آن،گام اساسی در تسخیر فضا برداشته شد. نخستین ایستگاه فضایی جهان سالیوت -۱ در سال ۱۹۷۱ به فضا پرتاب شد. این نخستین ایستگاه از ۷ ایستگاهی بود که اتحاد جماهیرشوروی (سابق) در مدار زمین مستقر کرد.[۱۷]

پی‌نوشت

1-Troposphere

2-Stratosphere

3-Mesosphere

4-Thermosphere

5-Exosphere

6-Karman Line

۷-کوپیوس کمیته‌ای برای صلح -کمیته‌ی استفاده صلح آمیز از فضای ماورای جوّ (کوپیوس) http://www.passky.com/1387

8-Heliopause

9-http://www.aftab.ir/1387.

10-Low Elevation Orbit

11-Medium Elevation Orbit

12-Geostationary Elevation Orbit

13-High Elliptical Orbit

۱۴-اولین کنفرانس تکنولوژی فضایی و کشورهای درحال توسعه، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی، سال ۱۳۷۴.

۱۵-سایت آفتاب ۲۲ خرداد ۱۳۸۴/ www.aftab.ir

۱۶-مهدی شادلو، حمیدرضا پورابراهیم؛فن آوری ماهواره؛مجله صنایع هوافضا به نقل از www.telezine.net/2007

۱۷-سایت دانشنامه رشد http://daneshnameh.roshd.ir/1387