

[www.engclubs.net](http://www.engclubs.net)

A site for all **Engineers**

# بخش اول : کلیات

## تعریف، مکانیسم و تاریخچه علم و هنر سنجش از دور

- تکنولوژی و علمی تعریف می شود که بدون تماس مستقیم، مشخصه های یک شی یا پدیده را تعیین، اندازه گیری تجزیه و تحلیل می نماید.
  - سنجش از دور عبارت است از علم و هنر کسب اطلاعات در مورد اجسام و پدیده های مختلف، بدون تماس فیزیکی با آنها.
  - سنجش از دور عبارت است از بکارگیری عکسهای هوایی، عکسهای فضایی و تصاویر ماهواره ای ، برای تفسیر و شناسایی و کسب اطلاعات از پدیده ها.
- سنجیدن اشیا از مسافتی خاص بدون اینکه شخص در تماس بالفعل با آن شئی باشد.
- علم تولید اطلاعات برای بررسی و اندازه گیری پدیده ها از مسافت دور بدون تماس فیزیکی با آنها.

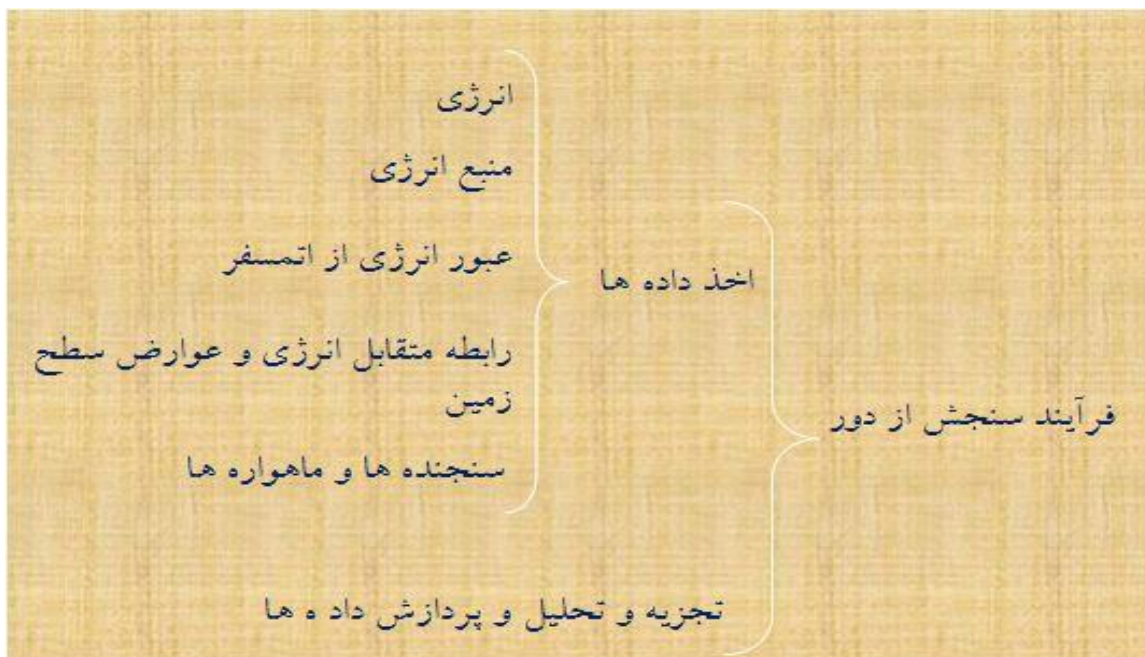
Remote sensing is defined as the acquisition of information about an object without being in physical contact with it .

## هدف سنجش از دور

تامین داده های مکانی Spatial Data Acquisition به منظور بهره گیری در برنامه ریزی و تصمیم گیری در زمینه های مختلف مانند؛ منابع محیطی ؛ برنامه ریزی فضایی ؛ پروژههای مهندسی و ...

## ابزارهای تامین داده های مکانی :

- الف) روشهای پیمایشی و زمین مبنا Ground-based methods:
- ب) روشهای سنجش از دوری Remote sensing methods:



## تاریخچه

-سنجش از دور Remote Sensing اولین بار در دهه ۵۰ توسط خانم Evelyn Pruitt (اولین پروایت) در امریکا بکار گرفته شد

- سنجش از دور متکی بر ابزارهای مستقر در سطح بالا تراز سطح زمین در بیش ۱۵۰ سال قبل با بکارگیری پرندگان آغاز شد  
-عکسبرداری هوایی از تاریخ و قدمت چندان زیادی برخوردار نیست و تاریخ آن کم و بیش مقارن با پیدایش هنر و علم عکاسی و صنعت هوانوردی است .

-با اختراع هواپیما در سال ۱۹۰۳ اولین فیلمبرداری هوایی بوسیله ویلبر رایت در سال ۱۹۰۹ انجام شد .

-استفاده از عکسهای هوایی در طی دو جنگ جهانی اول و دوم برای مقاصد نظامی توسعه و گسترش زیادی یافت.  
با اختراع هواپیما توسط براران Wright در سال ۱۹۰۳ عکسبرداری هوایی با هواپیما آغاز و اولین عکس هوایی توسط این دو برادر از شهر چنتوچیلی Centocelli ایتالیا گرفته شد .

اولین ماهواره سنجش از دوری در اکتبر ۱۹۵۷ با نام SPUTNIK 1 (ماهواره) توسط شوروی سابق در مدارقرار گرفت .  
این ماهواره یک فرستنده رادیویی با خود حمل میکرد و با وزن نزدیک به ۱۲۸ کیلوگرم در فاصله حداقلی ۲۴۸ و حداکثری ۸۹۴ کیلومتری از سطح زمین قرارداشته و در ۹۶ دقیقه یک بار زمین را دور میزد. این ماهواره کمتر از سه ماه عمر کرد  
- در سال ۱۹۵۹ اولین ماهواره تصویربرداری با نام Corona توسط امریکا Launch شد. این ماهواره داری یک دوربین عکسبرداری بود که پس از مأموریت جهت تخلیه اطلاعات به زمین برگردانده می شد.

ماهواره های Explorer 1(1959) و Mercury (1963) و سفینه Gemini(1966) و Apollo(1969) ازجمله ابزارهای عکسبرداری فضایی بودند که در کنار ماهواره های سری Sputnik شوروی ، توسط امریکا بکار گرفته شدند  
در سال ۱۹۷۲ اولین ماهواره منابع زمینی با عنوان ERTS (Earth Resources Technology ) Satellite که بعدا Landsat 1 نامیده شد در مدار قرارگرفت .این ماهواره داری یک سیستم سنجنده چند طیفی دیجیتالی بود (Multi Spectral) . با نصب این ماهواره علم سنجش از دور تحولی جدی یافت وعملا از انحصار نظامیان خارج و در اختیار سایر دانشمندان قرار گرفت. .

- در سال ۱۹۷۸ با نصب اولین ماهواره راداری با عنوان SeaSat علم سنجش از دور به تکامل نسبی دست یافت .  
- از آن تاریخ تاکنون قریب به هزار ماهواره سنجش از دوری از با طیف و قدرت تفکیکهای متفاوت و همچنین فرکانس های مختلف راداری توسط کشورهای مختلفی از جمله آمریکا شوروی ، هندوستان ، فرانسه، کانادا، استرالیا، ژاپن و ... نصب گردیده است.

## تاریخچه عکسبرداری هوایی در ایران

- در ایران در سال ۱۳۳۱ از حوزه زاینده رود اصفهان عکسهای هوایی برداشته شد و عکسبرداری توسط شرکت K.L.M به منظور انجام امور عمرانی آن حوزه انجام گرفت.
- در سال ۱۳۳۴ بمنظور تهیه نقشه صحیح از کلیه استانها کشور عکسبرداری هوایی شروع گردید.
- از سال ۱۳۳۲ با آغاز فعالیت سازمان نقشه برداری کشور به صورت پیوسته از مناطق مختلف ایران عکسبرداری هوایی انجام گرفته است.

- در حال حاضر آرشویی مشتمل بر ۸۰۰۰ حلقه فیلم هوایی بالغ بر دو میلیون قطعه عکس هوایی از مناطق مختلف کشور تهیه گردیده که به صورت مرتب در زمینه‌های مختلف منجمله فعالیت‌های تحقیقاتی و ارجاع به مراجع قضائی مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- بطور کلی از تمامی مناطق کشور عکس‌های هوایی در مقیاس‌های پنجاه و پنج هزارم مربوط به دهه ۳۰ هجری شمسی، بیست هزارم مربوط به دهه چهل و چهارم هزارم مربوط به دهه هفتاد و همچنین عکس‌های هوایی ده‌هزارم و یا پنج هزارم از اکثر شهرهای کشور موجود می‌باشد.
- در ایران اولین عکس هوایی از شهر تهران در سال ۱۹۵۶ (اردیبهشت ۱۳۳۵) با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ گرفته شد
- در سال ۱۳۳۴ تا ۱۳۳۶ اولین عکسبرداری سرتاسری ایران توسط خارجی‌ها صورت گرفت و در سال ۱۳۴۳ تا دو سال بعد عکسبرداری سرتاسری ایران توسط سازمان نقشه برداری کشور تهیه شد
- پوشش سراسری جدید ۱:۲۵۰۰۰ از کشور از سال ۱۳۷۰ و تبدیل آنها به نقشه‌های رقومی
- تهیه عکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۵۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰ از برخی شهرهای کشور.

### سازمانهای درگیر سنجش از دور در ایران

- سازمان نقشه برداری کشور
- سازمان فضایی ایران
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح
- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی ایران
- وزارت جهاد کشاورزی
- سایر سازمانها و بخش خصوصی

### فیزیک نور و طیف الکترومغناطیس

نور دارای تعریف دقیقی نیست، جسم شناخته شده یا مدل مشخص که شبیه آن باشد وجود ندارد لیکن ماهیت آن به کمک روشهای تجربی معلوم و مشخص گردیده است. نور خاصیت دو گانه‌ای دارد ۱- خاصیت موجی ۲- خاصیت ذره‌ای

#### ● ماهیت ذره‌ای

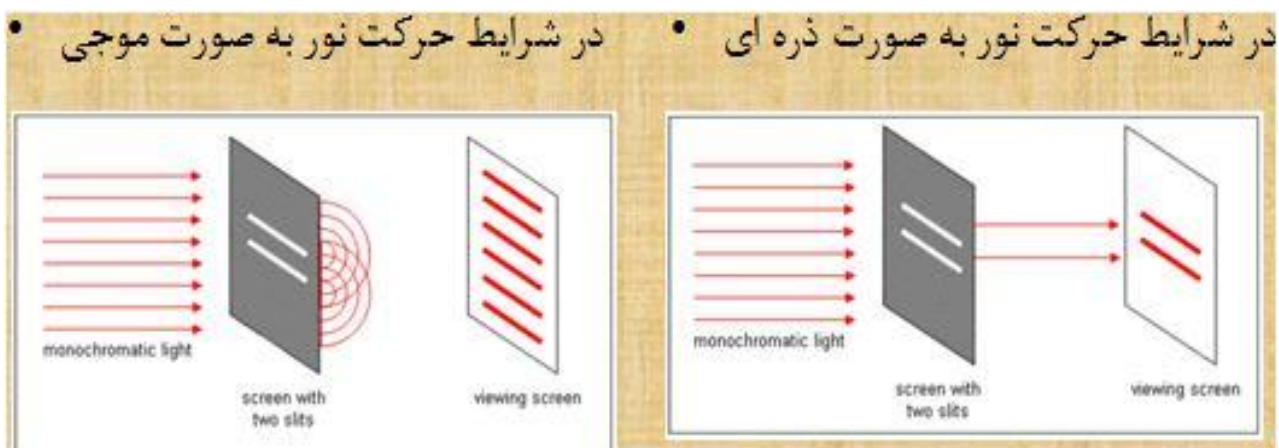
اسحاق نیوتن (Isaac Newton) - پرتوهای نور ذرات کوچکی هستند که از یک جسم نورانی نشر می‌شوند. این ذرات در محیطهای همگن به نظر می‌رسد در امتداد خط مستقیم منتشر می‌شوند (بوجود آمدن سایه) .

#### ● ماهیت موجی

کریستیان هویگنس (Christiaan Huygens) ۱۶۹۵-۱۶۲۹ - حرکت نور به صورت موجی است و از چشمه‌های نوری به تمام جهات پخش می‌شود (پراش نور در اطراف مانع).

## ویژگی های طیف الکترومغناطیس

- انرژی طیف الکترومغناطیس از لحاظ ماهیت دارای دو ویژگی موجی و ذره ای می باشد .
- در حرکت موجی انرژی الکترومغناطیس بوسیله یک سری پیوسته امواج مساوی و تکراری در واحد زمان انتشار می یابند.
- این امواج دارای دو مؤلفه الکتریکی و مغناطیسی می باشند که با دو علامت  $E$  و  $B$  نمایش داده می شوند .
- این دو مؤلفه در دو صفحه عمود بر هم قرار دارند و عمود بر مسیر انتشار امواج می باشند.
- هنگامی که نور از یک فضای با تراکم کم به یک فضای با تراکم زیاد حرکت می کند و یا برعکس ، سرعت و طول موج آن تغییر می کند ولی فرکانس آن ثابت خواهد بود.
- در حالت انتشار ذره ای بر روی رفتار انرژی الکترومغناطیس تاکید شده و طی آن فوتون ها و کوانتوم ها با سرعت نور تابش می نمایند.
- انرژی تابشی که از خورشید به صورت امواج و با سرعتی ثابت (۳۰۰۰۰۰ کیلومتر در ثانیه) انتشار می یابد.



نور نوعی موج است که در فضا انتشار می یابد و از میدان های الکتریکی و مغناطیسی ساخته شده است. این میدان ها در حال انتشار بر یکدیگر و بر جهت پیشروی موج عمود هستند.

گاهی به تابش الکترومغناطیسی نور می گویند، ولی باید توجه داشت که نور مرئی فقط بخشی از گستره امواج الکترومغناطیسی است .

## بسامد امواج الکترومغناطیسی

بسامد، یا *Frequency* به اندازه گیری تعداد دفعاتی گویند که یک رویداد تناوبی در واحد زمان اتفاق می افتد.

$$f = \frac{1}{T}$$

اندازه گیری زمان میان دو رویداد پیاپی (تناوب) و سپس اندازه گیری بسامد به عنوان وارونه این زمان است، رابطه بسامد به این گونه است:

فرکانس با هرتز (Hz) اندازه گیری می شود. یک هرتز به این معنی است که یک واقعه یک بار بر ثانیه رخ می دهد.

فرکانس رابطه معکوسی با مفهوم طول موج دارد. فرکانس  $f$  برابر است با سرعت  $v$  یک موج تقسیم بر

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

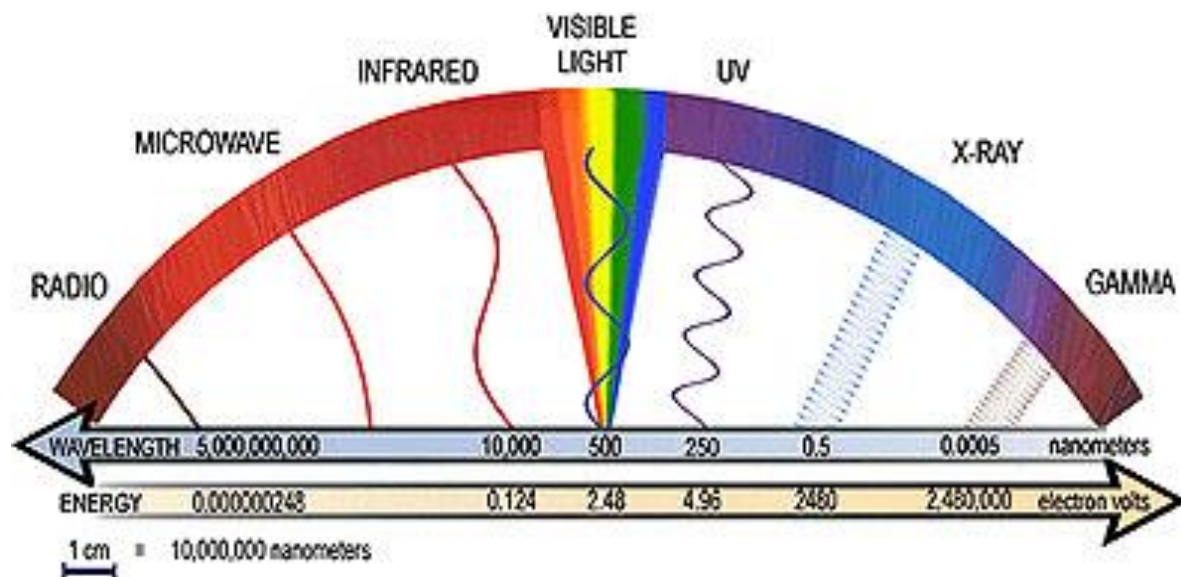
طول موج است که،

در موارد خاص که امواج الکترومغناطیسی از خلا عبور می کنند،  $v=c$  که در آن  $c$  برابر سرعت نور در خلا

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

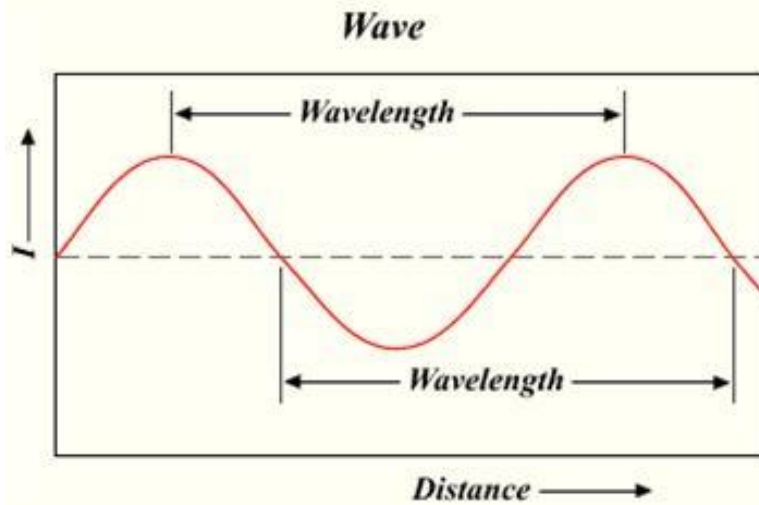
است و این عبارت به صورت زیر در می آید،

### طول انواع موج ها



## طول امواج الکترومغناطیسی

طول موج: به فاصله بین دو قله متوالی موج (یا دو نقطه نظیر هم روی یک موج) گفته می‌شود و آن را با  $\lambda$  نشان می‌دهند. برای دو موجی که دارای سرعت یکسان باشند موجی که دارای فرکانس بالاتری است طول موج کوتاه‌تر دارد و موجی که فرکانس پایین‌تری دارد، طول موج بلندتری دارد.



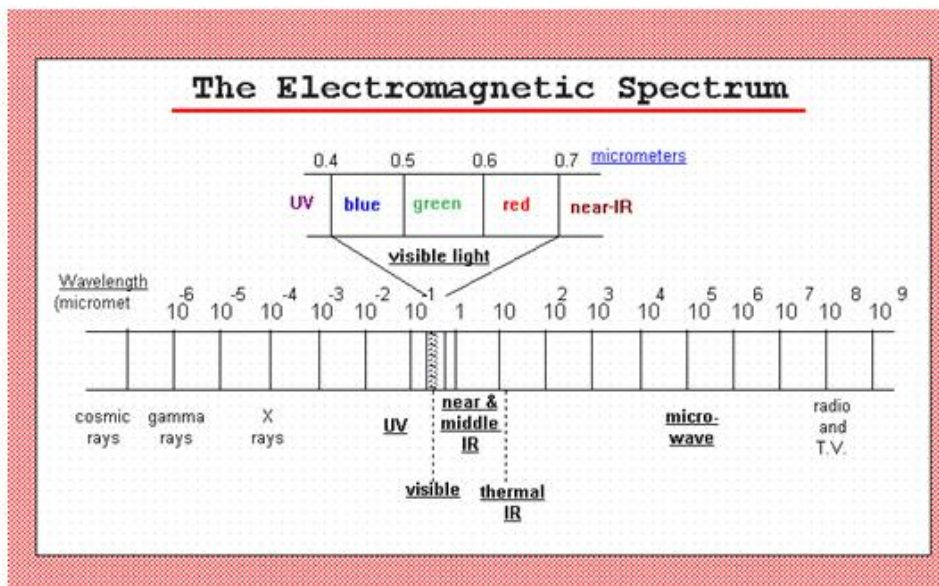
طول موج رابطه معکوسی با مفهوم

فرکانس دارد. طول یک موج برابر است با سرعت  $v$  یک موج تقسیم بر فرکانس است

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

که

امواج الکترومغناطیسی به شکل طیفی پیوسته، در باندهای طیفی مختلفی قرار می‌گیرند. مهمترین امواج شناخته شده به ترتیب افزایش طول موج عبارتند از:



• گاما

• ایکس

• ماوراء بنفش

• مرئی

• مادون قرمز

• مایکروویو

• رادیویی

• امواج ماوراءبنفش

• محدوده ماورای بنفش (UV) شدیداً توسط اتمسفر زمین پخش و جذب شده و امکان عبور از آن را ندارد.

- لذا تشعشع یا انعکاس آن قابل دسترس برای بسیاری از سنجده نبوده و کارایی جندانی در علم سنجش از دور ندارد .
- هرچند در این محدوده تشعشعات ارزشمندی از کانیهای اولیه قابل دریافت است .

### امواج مرئی visible spectrum

- طیف مرئی (نام بخشی از طیف الکترومغناطیسی است که با چشم انسان قابل رویت و تشخیص است.
- طول موج طیف مرئی بین ۳۸۰ تا ۷۵۰ نانومتر و بسامد آن‌ها بین ۴/ تا ۷/ میکرومتر است.

### مادون قرمز Infrared

- تابش فروسرخ یا به عبارتی «اشعه مادون قرمز» در علم فیزیک به قسمی از طیف امواج الکترومغناطیسی گفته می‌شود که طول موج آن‌ها بلند تر از دامنه نور مرئی و کوتاه تر از دامنه امواج رادیویی باشند.
- این امواج بعد از برخورد با جسم موجب گرم شدن آن می‌شود. این امواج دسته‌ای از پرتوهای نامرئی خورشید هستند. به همین سبب وقتی در مقابل نور خورشید قرار می‌گیریم احساس گرما می‌کنیم. این امواج دارای طول موج بیش تر از امواج مرئی و بسامد(فرکانس) کمتر از آن‌ها هستند.
- در نمودار طیف الکترومغناطیس بعد از امواج مرئی (قابل مشاهده) قرار دارد. این امواج در نمودار بعد از رنگ قرمز در امواج مرئی که کم‌ترین شکست را نسبت به بقیه رنگ‌ها دارد قرار می‌گیرد. به همین سبب به آن‌ها امواج فروسرخ یا مادون قرمز می‌گویند.

### امواج ماکروویو

- مایکروویو یا میکروویو ، از ترکیب دو واژه مایکرو یا میکرو (MICRO)، به معنی کوچک و ویو (WAVE)، به معنی موج تشکیل شده است و به معنای امواج با طول موج کوتاه و تعداد نوسانات (فرکانس) بسیار بالا می باشد. مایکروویو نوعی از امواج الکترومغناطیسی است، در واقع امواجی رادیویی با فرکانس بسیار بالا هستند. هر چه فرکانس تشعشع بالاتر رود، طول موج آن کمتر می‌شود فرکانس چنین امواجی، بین ۳۰۰ مگاهرتز تا چند گیگاهرتز در ثانیه می تواند باشد. برد چنین امواجی کوتاه بوده و در حد چند متر است، ولی میزان نفوذ آن ها نسبتاً بالا است. هر چه فرکانس بیشتر باشد، شدت نفوذ بیشتر ولی برد امواج، کوتاه تر می شود .
- این امواج ممکن است در برخورد با یک ماده ، منعکس، منتشر یا جذب شود. مواد فلزی این امواج را کاملاً منعکس می‌کنند. اغلب مواد غیرفلزی مثل شیشه و پلاستیک امواج را از خود عبور می‌دهند و موادی که جاری آب هستند مانند غذاها و حتی انسان، انرژی این امواج را جذب می‌کنند. اگر سرعت جذب انرژی یک ماده بیش از سرعت از دست دادن آن باشد، دمای آن ماده بالا می‌رود.
- امواج دارای طول موج کوتاه، هنگام برخورد به ماده، چنان موجب ارتعاش و تغییر قطب های منفی و مثبت موجود در آن می شوند که این جنبش بالای ملکول ها موجب به هم خوردن شدید آن ها و ایجاد اصطکاک در ملکول ها و در نهایت سبب گرم شدن آن ماده می شود.
- محدوده طیفی راداری بلندترین طول موجهای بکار گرفته شده در علم سنجش از دور را به خود اختصاص داده است.



- امواج این محدوده به سبب ویژگیهای طول موج نفوذ و برد چندانانی در فرم طبیعی خود ندارند . لذا این امواج به صورت مصنوعی نیز تولید شده که کاربرد چشمگیری در سنجش از دور رادری دارد .
- قابلیت عبور از برخی از موانع جوی از جمله ابرها و عدم وابستگی به نور مرنی از جمله اصلی ترین ویژگیهای این تکنیک در سنجش از دور است.

## امواج رادیویی Radiowaves

- موجهای رادیویی گونه‌ای موج الکترومغناطیسی است که طول موج آن در طیف الکترومغناطیسی بلندتر از فرسرخ است. همانند دیگر موجهای الکترومغناطیسی، موجهای رادیویی نیز با سرعت نور حرکت می‌کنند.
- موجهای رادیویی بصورت طبیعی توسط آذرخش و اجرام فلکی تولید می‌شوند.
- موجهای رادیویی تولید شده بصورت مصنوعی، در سیستم‌های ارتباطاتی ثابت و متحرک، سخن‌پراکنی، رادار و دیگر سیستم‌های ناوبری، ارتباطات ماهواره‌ای، شبکه‌های رایانه‌ای و بسیاری دیگر کاربرد دارند.
- فرکانس‌های مختلف موجهای رادیویی، دارای ویژگی‌های انتشار مختلفی در هواکره زمین هستند. موجهای رادیویی بلند ممکن است بخشی از زمین را بصورت مداوم پوشش دهند.
- موجهای رادیویی کوتاه نیز می‌توانند با پخش شدن بسوی یون‌کره، بازتاب شده و کل کره زمین را سیر کنند. طول موجهای کوتاه‌تر بازتاب و خم‌شدگی بسیار کمی دارند و فقط می‌توانند در خط دید سیر کنند.

## جسم سیاه Black body

**جسم سیاه** : از نقطه نظر تئوریک یک جذب کننده ایده آل است که می‌تواند ۱۰۰٪ انرژی را جذب نماید و لذا به واسطه عدم بازتابش سیاه دیده میشود. در طبیعت جسم سیاه مطلق وجود ندارد در فیزیک، جسم سیاه جسمی است که همه نوری را که به آن می‌تابد جذب می‌کند. هیچ تابش الکترومغناطیسی از جسم سیاه باز نمی‌تابد یا نمی‌گذرد. به همین دلیل این جسم وقتی که سرد است سیاه دیده می‌شود. اگر جسم سیاه داغ شود (درجه حرارت بیشتر از صفر مطلق)، از خود موج الکترومغناطیسی تابش می‌نماید که به آن تابش حرارتی می‌گویند. طیف این تابش مستقل از جسم سیاه است و فقط به دمای آن بستگی دارد. اجسام در طبیعت توان تابشی کمتری به نسبت جسم سیاه هم دمای خود دارند. جسمی است که کاملاً سیاه و یک جذب کننده کامل است که هیچ انرژی را منعکس نمی‌کند بلکه پس از گرم شدن شروع به تشعشع می‌کند و طول موج این تشعشع با طول موج دریافتی فرق می‌کند. میزان انرژی تولید شده با توان  $E_{bb} = \delta^2 \times T k 4$  درجه حرارت رابطه مستقیم دارد. **قابلیت نشر طیفی سمتی** : نسبت تابندگی طیفی یک جسم در راستای خاص  $(\theta, \phi)$  را به نسبت تابندگی جسم همدمای . ویژگیهای تابشی و نشری جسم سیاه با نظریات پلانک ؛ وین و استگان توجیه می‌گردد.

### • قوانین جسم سیاه

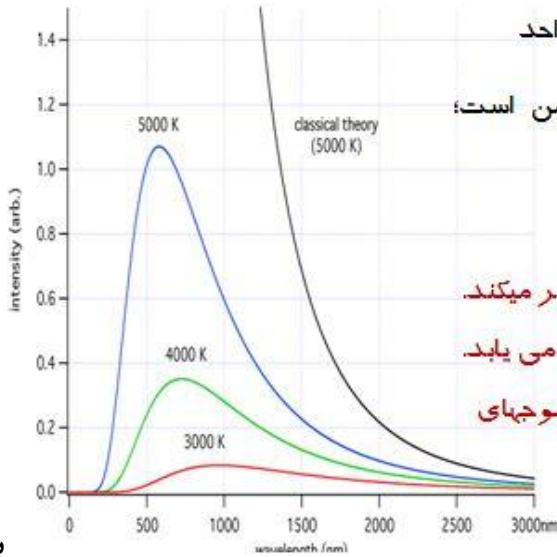
- با افزایش دمای جسم میزان تشعشعات زیاد می‌شود.
- با افزایش دمای جسم دامنه طول موج بیشتر می‌شود.
- با افزایش دمای جسم حداکثر تشعشعات به سمت طول موجهای کوتاهتر گرایش می‌یابد.

• در درجه حرارت‌های مختلف میزان تشعشعات در طول موج‌های مختلف با یکدیگر متفاوت است.

## قانون پلانک Planck Law

$$I(\nu)d\nu = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

توزیع طیفی مبتنی بر رابطه شدت تابش برحسب فرکانس از قانون پلانک برای جسم سیاه به دست می‌آید :  
در رابطه بالا:



• مقدار انرژی بر واحد سطح بر واحد زمان که در واحد زاویه فضایی در بازه بسامدی  $\nu$  و  $\nu+d\nu$  می‌تابد؛  
•  $T$  دمای جسم سیاه؛  $h$  ثابت پلانک؛  $c$  سرعت نور و  $k$  ثابت بولتزمن است؛  
در صورتیکه تابع توزیع پلانک برای دماهای مختلف ترسیم شود به چندویژگی مهم در خصوص الگوی توزیع طیفی تابش جسم سیاه بدست می‌آید:

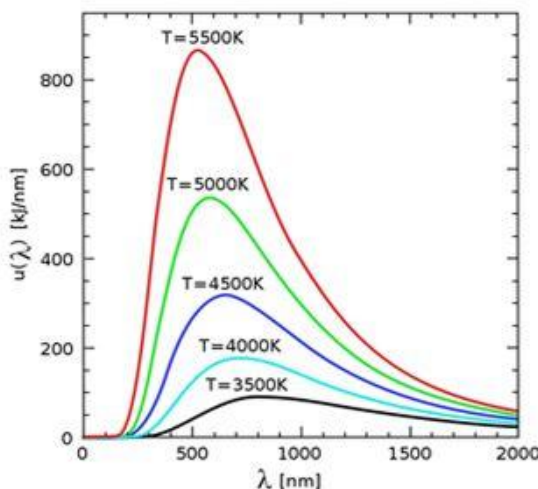
- (1) مقدار تابش طیفی تابع طول موج بوده و به طور پیوسته تغییر میکند.
- (2) در طول موج‌های مختلف مقدار تابش با افزایش دما افزایش می‌یابد.
- (3) با افزایش دما ناحیه طیفی واجد حداکثر تمرکز تابش به طول موج‌های کوتاه‌تر نزدیک می‌شود

با توجه به

رابطه پلانک، طول یک موج بلند باشد، انرژی تولیدی کمتر است بنابراین امواج بلند مانند رادیویی و مایکروویو انرژی کمتری دارند.

## قانون استفان-بولتزمن Stefan-Boltzmann law

این قانون رابطه بین مقدار کل انرژی را که یک جسم از خود تابش می‌کند و دمای آن جسم را بیان می‌کند. طبق این قانون کل انرژی تابیده شده از واحد سطح جسم سیاه در واحد زمان با توان چهارم دمای آن جسم بر حسب کلون متناسب است و با معادله زیر بیان می‌شود:



$J$  مقدار کل انرژی که جسم تابش میکند  $T$  دمای جسم و  $\sigma$  ثابت بولتزمن برابر با:

$$j^* = \sigma T^4$$

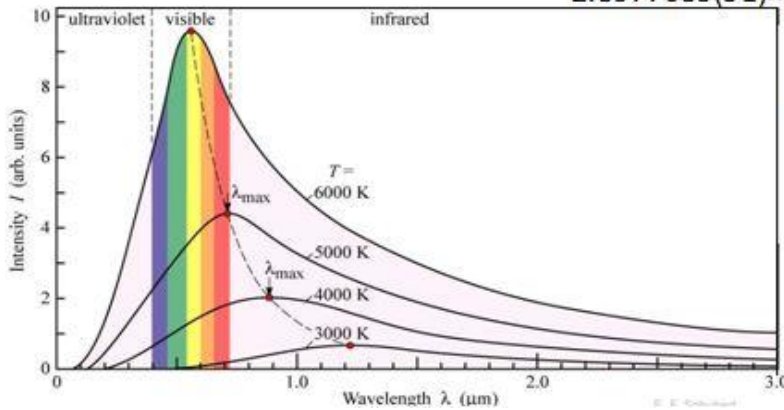
$$\sigma = \frac{2\pi^5 k^4}{15c^2 h^3} = 5.670400 \times 10^{-8} \text{ J s}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-4}$$

## قانون جابجایی وین Wien's displacement law

توزیع طیفی spectrum یک جسم سیاه با درجه حرارت مشخص با توزیع طیفی آن در سایر درجات حرارتی ارتباط و همبستگی دارد به نحویکه با داشتن یک توزیع طیفی از یک جسم در یک درجه حرارت مشخص می توان توزیع طیفی آن را در سایر درجات حرارتی محاسبه نمود. همچنین توزیع طیفی جسم سیاه یک ماکزیمم دارد که طول موج متناظر  $\lambda_{max}$  به دما بستگی دارد

$$\lambda_{max} = \frac{b}{T}$$

b ثابت جابجایی وین و برابر با  $2.8977685(51) \times 10^{-3} \text{ m K}$

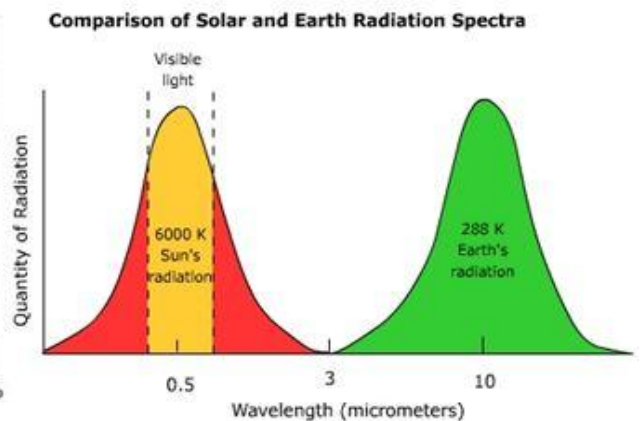
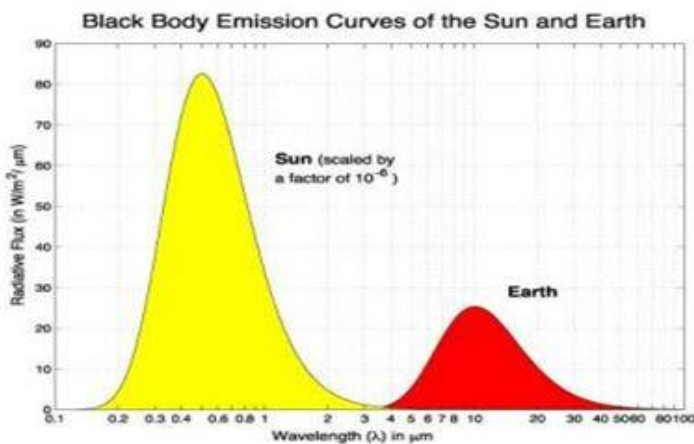


قانون جابجایی وین در ارتباط با ماکزیمم شدت تابش در واحد فرکانس در ارتباط با قانون پلانک قابل بیان است .

$$\nu_{max} = \frac{T \times 59 \text{ GHz}}{K}$$

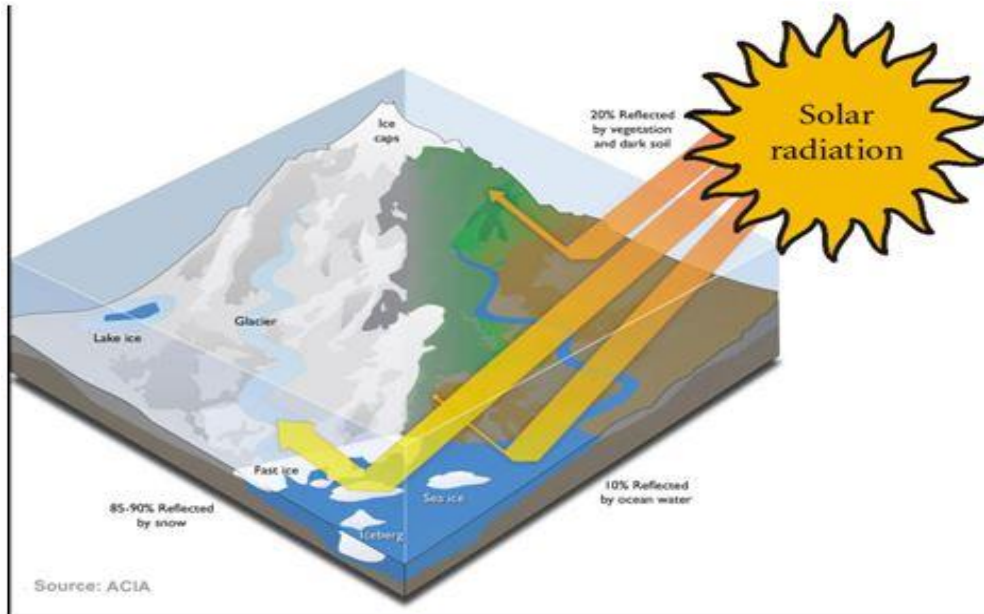
## تابش خورشید و زمین

خورشید یک تابش کننده و جذب کنند ایده آل است لذا امواج را در تمامی طول موجهای تابش میکند. مقدار تابش خورشیدی ۳۰ میلیون برابر بیش از زمین است. حداکثر تابش خورشید در دمای ۵۹۰۰ کلوین در حدود ۳۰ مگاوات بر مترمربع در واحد زاویه فضایی و زمین با درجه حرارت ۳۰۰ کلوین در حدود ۱۰ وات است توزیع طیفی تابش زمین و خورشید موید تمرکز بیشینه خورشید در طول موجهای کوتاه (۴۹۰ نانومتر یا نور سبز) و زمین در طول موجهای بلند (۹.۶۶ میکرون یا مادون قرمز حرارتی) است. در طول موجهای مشابه خورشید به مرتب بیش از زمین تابش میکند مثلا در ۱۰ میکرون زمین ۱۰ وات و خورشید ۳۰۰۰ تابش میکند. یعنی خورشید ۳۰۰ برابر زمین



## آلبدو و Albedo

آلبدو: کمیتی برای بیان توان بازتابی Reflectivity سطح یک جسم  
مغادیر این کمیت می‌تواند از صفر (تاریک مطلق) تا یک (روشن مطلق) تغییر پیدا کند.  
آلبدو فقط در محدوده طیفی انعکاسی مفهوم دارد



### عبورپذیری Transmissivity

عبورپذیری، خاصیتی است که کسری از تشعشع فرودی را که توسط سطح عبور داده می‌شود، تعیین می‌کند و با پارامتر نمایش داده می‌شود.  
البته اگر محیط کدر باشد، عبور وجود ندارد و جذب و بازتاب فرآیند های سطحی اند

### جذب مندی Absorptivity

جذب مندی (قابلیت جذب پذیری) خاصیتی است که کسری از تشعشع فرودی را که توسط سطح جذب می‌شود تعیین می‌کند. چون این خاصیت، مانند گسیل مندی، دارای وابستگی جهتی و طیفی است، جذب مندی طیفی جهتی هر سطح،  $(\alpha)$  کسری از شدت طیفی فرودی در جهتی است که توسط سطح جذب می‌شود

رابطه ی موجود بین این سه پارامتر به قرار زیر است.

$$\alpha + \rho + \tau = 1$$

بخش دوم: سکوها و سنجنده های سنجش از دور

# سکوها platforms



- به محلی که سنجنده بر روی آن قرار می گیرد. یا وسیله ای که سنجنده را با خود حمل میکند سکو میگویند. سکوها به سه دسته عمده تقسیم میشوند:

- ۱- سکوهای زمینی Ground borne

- ۲- سکوهای هوایی Air borne

- ۳- سکوهای فضایی Space borne.

## ۱- سکوهای زمینی Ground borne

- این سکوها روی زمین استقرار داشته (مانند سه پایه یا بازوی متحرک) و برای کارهای تحقیقات زمینی علم سنجش از دور مانند شبیه سازهای آزمایشگاهی جمع آوری داده های سطح زمین (با حداقل اثرات اتمسفری) و ... استفاده می شود.

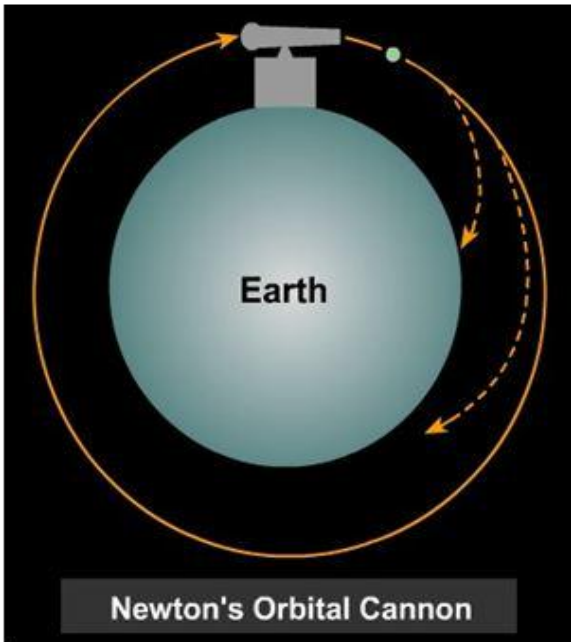
## • ۲- سکوهای هوایی Air borne:

- سکوهای که محدود فعالیت آن در جو قرار داشته (کمتر از ۱۳ کیلومتری در بالای سطح زمین) سکوهای هوایی نامیده می شوند. مانند بالن، هلیکوپتر و انواع هواپیماهای عکس برداری.

## ۳- سکوهای فضایی Space borne:

- سکوهای که محدود فعالیت آن در فضا قرار داشته (بیش از ۲۰۰ کیلومتری در بالای سطح زمین) و اتمسفر زمین بر آنها تاثیر نمی گذارد، سکوهای فضایی نامیده می شوند. مانند راکت ها، شاتل و ماهواره

## قوانین حرکت ماهواره در فضا



### قانون جاذبه نیوتن:

پرتابه ای که بطور افقی پرتاب شود، مسیری قوسی شکل را بطرف زمین می پیماید و سرانجام به سطح زمین سقوط می کند. اما چون زمین به شکل کره است، اگر پرتابه ای با سرعت زیاد از بالای یک قله پرتاب شود، تحت تاثیر گرانش مسیری منحنی را طی خواهد کرد. اگر سرعت این پرتابه به اندازه ی کافی باشد، می تواند یک دایره ی کامل را حول زمین طی کند و دائم دور زمین بچرخد

نیوتن استدلال کرد که، نیروی گرانشی که بر سطح این کره پراکنده شده است، می بایست متناسب با مجذور شعاع آن ضعیف شود

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

### قانون جهانی گرانش

در این رابطه  $m_1, m_2$  به ترتیب جرم دو جسم،  $G$  ثابت جهانی گرانش برابر با  $(G = 6.672 \times 10^{-11} \text{ N}^2/\text{kg}^2)$  و  $R$  فاصله ی دو جسم است

بر پایه این رابطه، شدت گرانش وارده از طرف زمین بر اجسام مستقل از جرم آنها است و تنها به جرم زمین و فاصله آنها دارد

## قوانین حرکت ماهواره در فضا

بر مبنای قانون نیوتن در خصوص ماهواره ای که در پوسته زمین در مداری دایره ای باشد، خواهیم داشت:

1  $F_{net} = (M_{sat} \cdot v^2) / R$  - خالص نیرو مرکز گرا ماهواره ( $F_{net}$ )،  $M_{sat}$  جرم ماهواره  $v$ ، سرعت و  $R$  ارتفاع آن از مرکز زمین

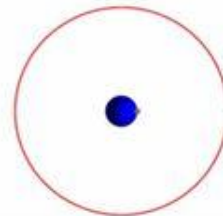
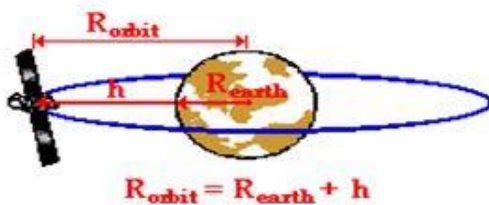
2  $F_{grav} = (G \cdot M_{sat} \cdot M_{Central}) / R^2$  این نیروی برابر نیروی گرانش زمین  $F_{grav}$  است که مرکز زمین  $M_{Central}$  بر ماهواره وارد می کند

3  $(M_{sat} \cdot v^2) / R = (G \cdot M_{sat} \cdot M_{Central}) / R^2$  - از آنجا که  $F_{grav} = F_{net}$  خواهیم داشت:

در رابطه ۳ به سبب حضور  $M_{sat}$  در دو طرف قابلیت حذف داشته که موید بر تاثیری جرم ماهواره و موثر بودن سرعت آن است.

4  $v^2 = (G \cdot M_{Central}) / R \rightarrow v = \sqrt{\frac{G \cdot M_{Central}}{R}}$  معادله سرعت ماهواره در مداری دایره ای

5  $a = \frac{G \cdot M_{Central}}{R^2}$  با توجه به قانون گرانش (رابطه ۲)، شتاب ماهواره نیز بدین صورت خواهد بود:



دوره زمانی لازم برای طی یک مدار کامل از سوی ماهواره تابع قوانین کپلر (قانون سوم) و بر اساس رابطه ذیل است:

$$6 \quad \frac{T^2}{R^3} = \frac{4 \cdot \pi^2}{G \cdot M_{\text{central}}} \rightarrow T = \text{SQRT} \left[ \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot R^3}{G \cdot M_{\text{central}}} \right]$$

$$R^3 = \left[ \frac{T^2 \cdot G \cdot M_{\text{central}}}{4 \cdot \pi^2} \right]$$

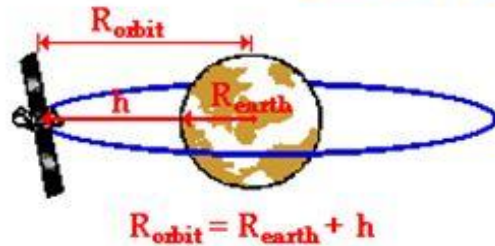
$$7 \quad h_s = R - R_e$$

ارتفاع ماهواره نیز از طریق این رابطه قابل محاسبه خواهد بود:

**نکته قابل توجه:**

برابر سه رابطه ذیل سرعت ماهواره، شتاب ماهواره و دوره زمانی تکمیل یک مدار و بازگشت ماهواره مستقل از جرم آن بوده و صرفاً تحت تاثیر جرم زمین و شعاع دوران ماهواره یا ارتفاع آن به نسبت سطح زمین است.

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M_{\text{central}}}{R}} \quad a = \frac{G \cdot M_{\text{central}}}{R^2} \quad \frac{T^2}{R^3} = \frac{4 \cdot \pi^2}{G \cdot M_{\text{central}}}$$



### وضعیت سکویهای Attitude of Platform:

تصحیح خطای هندسی تصاویر تنها وابسته به هندسه Geometry سنجنده نبوده بلکه به هندسه سکوی نیز وابسته است. لذا ضرورت دارد وضعیت هندسی سکوی نیز به دقت محاسبه گردد. هندسه سکو عموماً بر اساس سه محور هندسی پدیده های زمینی (X,Y,Z) در سه محور چرخشی ( ) yaw ( ) , pitch ( ) , roll ( ) در امتداد مسیر حرکت سکو تعیین میشود.

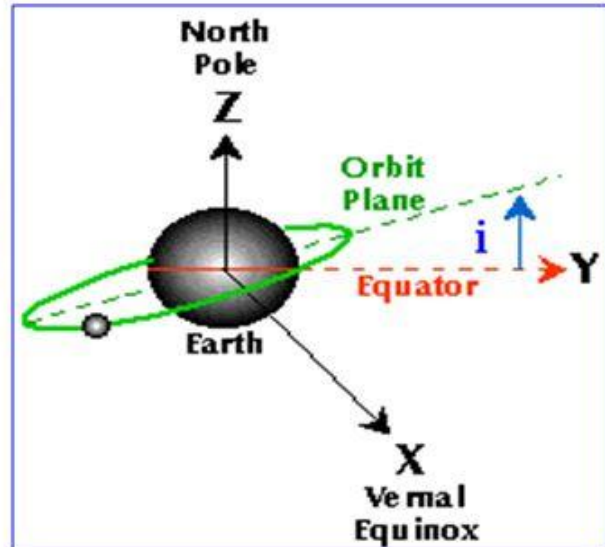
### ارتفاع سکو **Altitude of Platform**:

فاصله سکو یا ماهواره تا سطح آبهای آزاد زمین که بر حسب کیلومتر تعیین میشود. این فاصله در دقت زمینی یا توان تفکیک زمینی **Spatial Resolution** داده های ارسالی تاثیر میگذارد. ماهوار های سنجش از دوری عموماً در ارتفاع ۴۰۰ تا ۳۶۰۰۰ کیلومتری قرار دارند.

### زاویه میل سکوها **Inclination Angle of Platforms**:

زاویه حاصل از برخورد صفحه مداری سکو با خط استوا

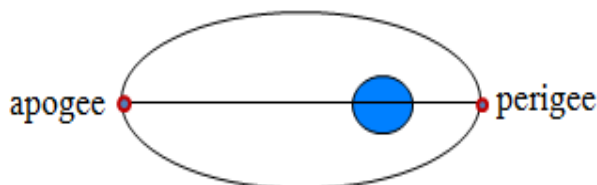
مقدار این زاویه تمایل سکو تعیین کننده ای میدان دید سنجنده **Field of view** در عرض جغرافیای زمین است. به عنوان مثال، اگر این زاویه ۶۰ درجه باشد میدان دید سنجنده ماهواره در بالای زمین بین عرض های جغرافیای ۶۰ درجه شمالی تا ۶۰ درجه جنوبی خواهد بود. لذا این ماهواره قادر به تصویر برداری از عرضهای بالاتر از ۶۰ درجه در شمال و جنوب زمین نخواهد بود



مدار ماهواره ها

نقطه حضیض **Perigee point**: نزدیک ترین نقطه با سطح زمین برای ماهواره های با مدار بیضوی

نقطه اوج **Apogee point**: دور ترین نقطه با سطح زمین برای ماهواره های با مدار بیضوی



ماهواره با مدار هم گردش زمین **Prograde Orbit**: ماهواره با مدار گردش واجد  $i < 90$

ماهواره با مدار نا هم گردش با زمین **Retrograde Orbit**: ماهواره با مدار گردش واجد  $i > 90$



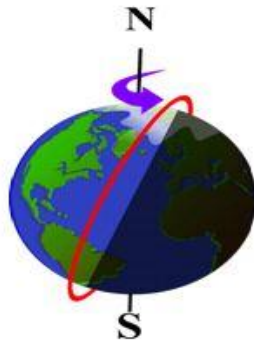


## تقسیم بندی مدار بر مبنای جهت حرکت ماهواره ها

نقطه صعود **Ascending Node**: نقطه اتصال صفحه مداری ماهواره با صفحه استوا زمین در حرکت به سمت شمال

نقطه نزول **Descending Node**: نقطه اتصال صفحه مداری ماهواره با صفحه استوا زمین در حرکت به سمت

جنوب



### تقسیم بندی مدار ماهواره ها بر مبنای زاویه برخورد

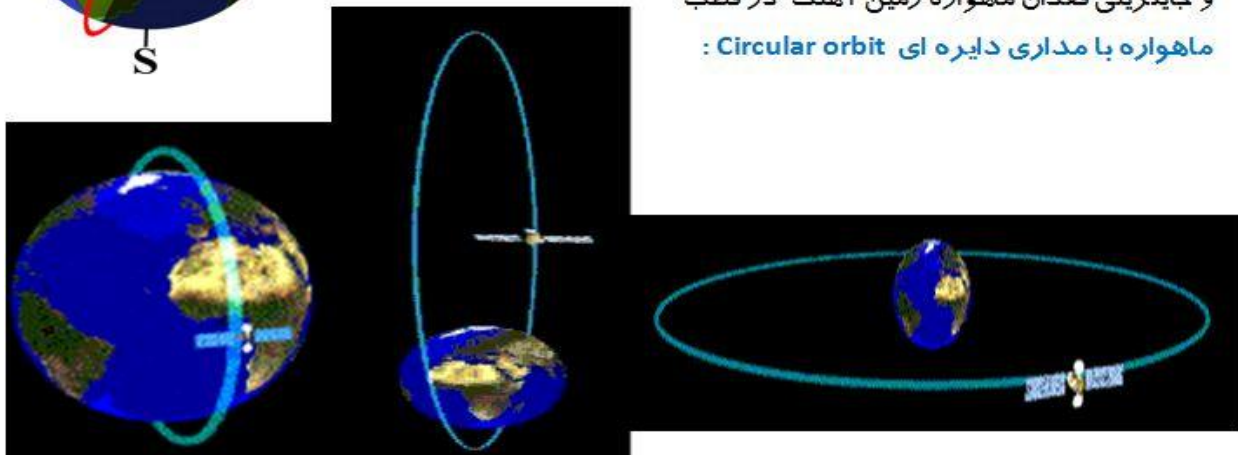
ماهواره های جنب قطبی **Near Pole orbits**: زاویه  $i$  کمتر یا بیش تر از  $90^\circ$  درجه

ماهواره های مداری **Polar orbits**:  $i=90^\circ$  با قابلیت تصویر برداری از قطبین

ماهواره ها با مداری بیضوی **Elliptical orbits**: با قابلیت مشاهده طولانی قطب

و جایگزینی فعدان ماهواره زمین آهنگ در قطب

ماهواره با مداری دایره ای **Circular orbit**:

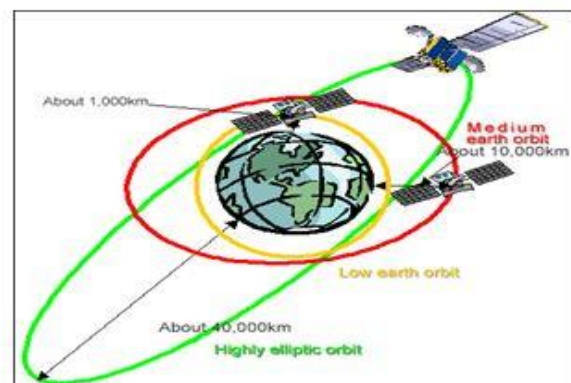
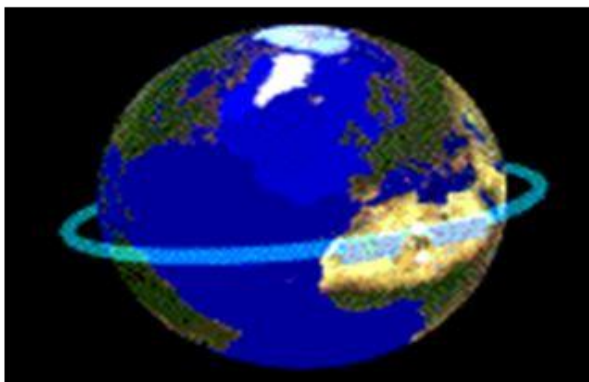


### تقسیم بندی ارتفاعی ماهواره ها Altitude classifications

• **Low Earth orbit (LEO)**: Geocentric orbits ranging in altitude from 0–2000 km

• **Medium Earth orbit (MEO)**: Geocentric orbits ranging in altitude from 2,000 km to just below geosynchronous orbit at 35,786 km. Also known as an intermediate circular orbit.

• **High Earth orbit (HEO)**: Geocentric orbits above the altitude of geosynchronous orbit 35,786 km (22,236 mi).

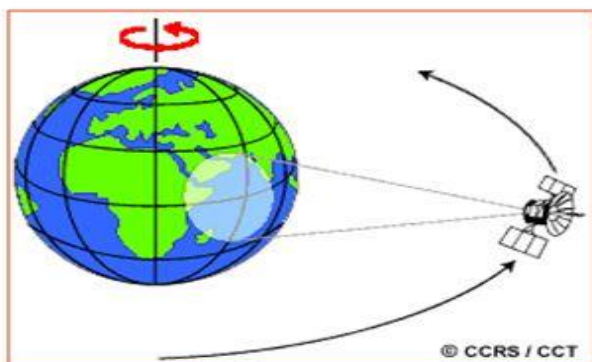


## انواع ماهواره برپایه مدارهای حرکتی : Satellite Orbits Categories

**Sun-synchronous orbit:** An orbit which combines altitude and inclination in such a way that the satellite passes over any given point of the planets's surface at the same local solar time.

**Geosynchronous orbit (GSO):** Orbits with an altitude of approximately 35,786 km (22,236 mi).

**Geostationary orbit (GEO):** A geosynchronous orbit with an inclination of zero. To an observer on the ground this satellite would appear as a fixed point in the sky



## سنجنده (Sensor)

- سیستم دریافت کننده داده در ماهواره و یا سطح زمین ، سنجنده (Sensor) نامیده می شود .
- سنجنده وسیله ای است که اشعه الکترومغناطیسی منعکس شده از پدیده های مختلف یا سایر انرژی ساطع شده (مانند مادون قرمز حرارتی) را جمع آوری نموده و به شکلی مناسب برای کسب اطلاعات از محیط اطراف ارائه می دهد.
- بیشتر سنجنده های مورد استفاده در سنجش از دور برای اندازه گیری فوتون ها یا اثر فتوالکتریک طراحی گردیده اند.

## انواع سنجنده (Sensor type)

- دوربین های رقومی و آنالوگ
- سنجنده های چند طیفی
- سنجنده های حرارتی
- سنجنده های راداری
- سنجنده های لیزری
- سنجنده های صوتی

سیستمهای سنجش از دوری به طور عمده به دو نوع عمده تقسیم می شوند :

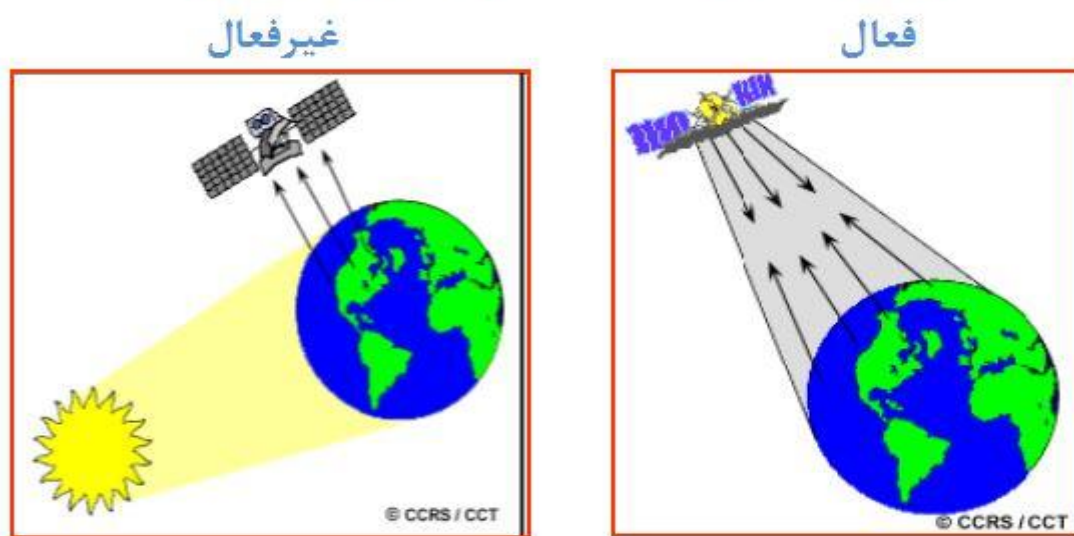
۱- سنجش از دور تصویری (Imaging Remote Sensing)

بازده اطلاعاتی این روش قابلیت تبدیل به عکس را دارد و خود به دو نوع فرمی Framing و اسکنی Scanning تقسیم میشود. در روش فرمی اطلاعات دریافتی در لحظاتی خاص و در یک قاب یا چارچوب تعریف شده (عکس) در داخل دستگاه (دوربین) ثبت میشود. (مانند دوربین های عکسی) حال آنکه در روش اسکنی اطلاعات دریافتی مداوم درمرمت رقومی بیتی bits یا پیکسلی Pixels نقطه به نقطه یا خط به خط ثبت میشود

## ۲- سنجش از دور غیر تصویری ( Non- Imaging (Non-Image forming ) Remote Sensing

در این روش کمیت های طیفی یا توابع موثری چون زمان و فاصله ثبت شده که قابلیت تبدیل به تصویر را ندارد. مانند تشعشع سنجی ، طیف سنجی ، حرارت سنجی و ...

## انواع سنجنده ها از نظر انرژی



## دوربین های هوایی

- دوربین های هوایی اولین سنجنده مورد استفاده در سنجش از دور و عکسبرداری هوایی می باشد.
- دوربین های هوایی به چهار گروه عمده ذیل تقسیم می گردند:
  - دوربین های یک عدسی
  - دوربین چند عدسی
  - دوربین استریپ
  - دوربین پانورامیک
  - دوربین های متقارب
- دوربین یک عدسی معمول ترین دوربین های مورد استفاده در عکسبرداری هوایی و یا تصاویر ماهواره ای آنالوگ می باشند. این دوربین های توانایی دریافت تصاویر با کیفیت هندسی خوب را دارا می باشند.
- در این دوربین ها عدسی نسبت به صفحه کانونی ثابت می باشد و فیلم در هنگام عکسبرداری ثابت است و برای خنثی کردن اثر حرکت هواپیما در لحظه عکسبرداری فیلم کمی به جلو کشیده می شود.
- طبقه بندی این دوربین ها بر اساس زاویه میدان دید می باشد و به سه دسته ذیل تقسیم می گردند:
  - زاویه معمولی کمتر از ۷۵ درجه (Normal angle)

- زاویه باز بین ۷۵ تا ۱۰۰ درجه (Wide angle)
- زاویه خیلی باز بیشتر از ۱۰۰ درجه (super wide angle)

## سنجنده های رقومی

- سنجنده های رقومی ابزارهایی هستند که می توانند اثر فتوالکتریک ناشی از بازتابش طیف الکترومغناطیس از روی سطوح و پدیده های گوناگون را جمع آوری نموده و ثبت نمایند.
- سنجنده های رقومی و یا دوربین های الکترواپتیکال به دو دسته تصویری و غیر تصویری طبقه بندی می گردند.
- سنجنده های تصویری با استفاده از ابزارهای مختلف می توانند یک نواری از منطقه تحت پوشش را همانند دوربین های تلویزیونی برداشت نمایند. این سنجنده های به دو دسته نوری مکانیکی و نوری الکترونیکی تقسیم می گردند.
- در سیستم های نوری مکانیکی از یک آئینه دوار استفاده گردیده است ولی سیستم های نوری الکترونیکی فاقد این بخش می باشند.
- سنجنده های غیر تصویر از قبیل دوربین عکاسی ، انواع طیف سنج و پراکنده سنج ، برای اندازه گیری یک کمیت از قبیل ارتفاع و سرعت باد مورد استفاده قرار می گیرند.

## انواع روش های برداشت تصویر توسط سنجنده

- سنجنده هایی که در طول مسیر حرکت ماهواره اطلاعات سطح زمین را برداشت می نمایند (Along Track)
- سنجنده هایی که در عرض مسیر حرکت ماهواره اطلاعات سطح زمین را برداشت می کنند (Cross Track)
- سنجنده هایی که بصورت قابی و یکنواخت اطلاعات یک منطقه را برداشت می نمایند (Frame Systems)

## سنجنده های راداری

- سنجنده های راداری کاربردهای بسیار در زمینه های کنترل ترافیک فرودگاهها شناسایی خودروهای با سرعت غیر مجاز ، ردیابی مسیر حرکت ماهواره ها و فضاپیماها ، ردیابی مسیر حرکت کشتی ها ، شناسایی دشمن ، هدایت جنگ افزارها ، شناسایی طوفانها ، شناسایی تندبادهای دریایی و گردبادها ، باز کردن درب در مدخل فرودگاهها ، تولید نقشه های توپوگرافی ، تولید مدل رقومی ارتفاع زمین ، شناسایی پدیده های زیر سطحی زمین ، شناسایی مسیر حرکت در زیر دریایی و ... دارا بوده و از جمله متداول سنجنده های راداری می باشد.
- امروزه علاوه بر امواج رادیویی از امواج لیزر نیز جهت شناسایی پدیده های و یا سرعت سنجی و فاصله یابی در سنجنده های راداری استفاده می شود.

## اهداف استفاده از رادار

- شناسایی حضور یا عدم حضور یک جسم در فاصله ای مشخص: عمدتاً آنچه که شناسایی می شود متحرک است و مانند هواپیما، اما رادار قادر به شناسایی حضور اجسام که مثلاً در زیرزمین نیز مدفون شده اند، می باشد. در بعضی از موارد حتی -رادار می تواند ماهیت آنچه را که می یابد مشخص کند، مثلاً نوع هواپیمایی که شناسایی می کند.
- اندازه گیری سرعت اجسام: به عنوان مثال کنترل سرعت خودروها در بزرگراهها توسط پلیس.
- تهیه نقشه و تصویر برداری: شاتل های فضایی و ماهواره ها از رادار برای تهیه نقشه عوارض جغرافیایی سطح زمین و یا ماه و دیگر سیارات استفاده می کنند.

## انواع سنجنده راداری

- سنجنده های با روزنه دید ترکیبی (SAR)
- سنجنده با روزنه دید واقعی (SLAR)
- سنجنده های لیدار (LIDAR)

## سنجنده های حرارتی

- با استفاده از دوربین ها و سنجنده های سنجش از دوری می توان انرژی بازتابی و تشعشع یافته از پدیده های مختلف سطح زمین را در طول موج های مادون قرمز بویژه مادون قرمز حرارتی دریافت کرده و پردازش نمود.
- استفاده از عکس های مادون قرمز و مادون قرمز حرارتی امروزه توسعه بسیاری یافته و کاربردهای متعددی از آن در زمینه مدیریت محصولات کشاورزی ، سیستم های مراقبت و نظارت ، سیستم های ردیاب ، پزشکی ، عایق بندی اماکن ، کنترل نشت حرارت ، ردیابی لکه های نفتی ، امداد و نجات و ... گزارش گردیده است.
- طول موج های بازتابی از محدوده مادون قرمز بازتابی توسط فیلم های مادون قرمز و یا سنجنده های مادون قرمز قابل ثبت و ذخیره سازی می باشد.
- در ناحیه مادون قرمز حرارتی می توان تشعشع ناشی از پدیده های زمینی را از طریق صفحات نیمه هادی از قبیل تیتانیوم و یا ژرمانیوم مشخص کرده و توسط سیستم ثبت اطلاعات سنجنده ذخیره سازی نمود.

## مزایای تصاویر حرارتی

- پخش اتمسفری طول موج مادون قرمز حرارتی کمتر است.
- سنجش انرژی حرارتی در شب و روز می تواند انجام شود.
- کاربردهای مختلفی از جمله نظامی، مدیریت حوادث (آتش سوزی جنگل)، تهیه نقشه های حرارتی و ... .

## نکات فنی مهم در یک سنجنده

- قدرت تفکیک فضایی (Spatial Resolution)
- قدرت تفکیک طیفی (Spectral Resolution)
- قدرت تفکیک رادیومتریک (Radiometric Resolution)
- قدرت تفکیک زمانی (Temporal Resolution)

## □ قدرت تفکیک مکانی یا فضایی (Spatial resolution)

- کیفیت وضوح فضایی توانایی تشخیص دو شی کاملاً نزدیک بهم بر روی یک تصویر است همچنین کمترین فاصله میان دو شی است که تصاویر اشیاء در آن مجزا بنظر می رسند.
- کوچکترین شی قابل تشخیص بر روی تصویر.
- به عبارت دیگر مفهوم این واژه به حداقل مساحتی از زمین که قابل تشخیص است یا کوچکترین عنصر شکل دهنده تصویر می باشد.
- استفاده از توان تفکیک فضایی در رابطه با اهداف تحقیق متفاوت می باشد. مثلاً "تصویری با قدرت تفکیک ۱\*۱ کیلومتر برای مطالعه تاج درختان، سقف ماشین و چمنهای اطراف جاده مناسب نیست. چنین تصویری وسیله ای مناسب برای تهیه نقشه های بزرگ مقیاس از بافت شهری، بررسی و شناخت تغییرات پوشش گیاهی در یک ناحیه کوچک و یا شناسایی محصولات یک زمین کوچک است. در چنین تصویری مطالعه حد مرز و یا تغییرات یک واحد

فضایی بزرگتر مانند یک شهر امکان پذیر نمی باشد. برای چنین منظوری توان تفکیک فضایی ۱۰ متر مناسبتر خواهد بود. در حالیکه همین تصویر برای تهیه نقشه دما مناسب نیست و برای این منظور می توان از توان تفکیک ۵۰۰ متر یا یک کیلومتری مناسب تر است بنابراین همیشه نمی توان گفت که تصاویر با توان تفکیک بیشتر دارای ارجحیت هستند.

- با توجه به اینکه ارتفاع ماهواره ها دچار تغییر می باشد میدان دید لحظه ای متناوب با تغییر ارتفاع افزایش یا کاهش پیدا می کند. در ارتفاع کم، میدان دید لحظه ای کوچک و با افزایش ارتفاع بزرگ می شود. میدان دید لحظه ای متداولترین روش بیان توان تفکیک فضایی است.

### تقسیم بندی ماهواره ها بر اساس توان تفکیک فضایی

- ماهواره های با توان تفکیک فضایی پایین (توان تفکیک فضایی بیش از ۲۰۰ متر) با پوشش جهانی
- ماهواره های با توان تفکیک فضایی متوسط (توان تفکیک فضایی ۵ تا ۲۰۰ متر) با پوشش تناوبی جهان
- ماهواره های با توان تفکیک فضایی بالا (توان تفکیک فضایی کمتر از ۵ متر) یا دقت تفکیک ویژه
- ماهواره های با توان تفکیک طیفی و فضایی بالا

### قدرت تفکیک طیفی (spectral resolution)

- به پهنای باندهای طیفی مورد استفاده در سنجنده یا توانایی سنجنده برای توصیف دامنه های طیفی ، قدرت تفکیک طیفی سنجنده گفته می شود.

### سنجنده پانکروماتیک

- سنجنده ای که بازتاب طیفی را در تمام طول موجهای مرئی آبی ، سبز و قرمز طیف الکترومغناطیس بطور یکجا دریافت می کنند ، سنجنده پانکروماتیک (PAN) نامیده می شوند و تصاویر حاصل از این سنجنده تصاویر سیاه و سفید یا پانکروماتیک نامیده می شوند.
- در تصاویر سیاه و سفید تاثیر تمام بخش های طیف الکترومغناطیس بر روی فیلم و سنجنده یکسان نیست و معمولاً بخش قرمز طیف اثر بیشتری در ثبت اطلاعات دارد.
- در این تصاویر بدلیل اجتناب از دریافت تاثیر اثرات جوی از فیلتر های بخصوصی از قبیل فیلتر زرد استفاده شده و از ثبت تاثیر نور آبی بر روی فیلم جلوگیری می گردد.

### سنجنده های چند طیفی

- سنجنده هایی که از نواحی مختلف طیف الکترومغناطیس تصویر دریافت می کنند و تصاویر حاصل از هر یک از باندهای طیفی این سنجنده بر روی صفحه نمایش شبیه یک تصویر پانکروماتیک معمولی می باشد .
- با ترکیب باندهای مختلف این تصاویر می توان تصاویری با رنگهای کاذب (False Color Composite) و یا حتی با رنگهای واقعی تهیه نمود .
- عکسهای رنگی نیز در واقع انرژی طیف الکترومغناطیس را در طول موجهای مختلف طیف الکترومغناطیس دریافت و ضبط می نمایند.

### توان تفکیک طیفی

- محدوده های طیفی مورد استفاده در سنجنش از دور
  - محدوده طیف مرئی و مادون قرمز
  - محدوده طیف مادون قرمز حرارتی
  - محدوده مایکروویو
- تصاویر پانکروماتیک

- تصاویر چند طیفی Multi spectral
- تصاویر مادون قرمز
- تصاویر حرارتی
- تصاویر Hipper spectral
- تصاویر ابرطیفی
- تصاویر راداری

### قدرت تفکیک رادیومتریکی

- قدرت تفکیک رادیومتریکی بیانگر توانایی سنجنده در شناسایی و ثبت تعداد درجات خاکستری بر عوارض و پدیده های مختلف می باشد. هر پیکسل تعداد مشخصی از بیت های کامپیوتر را اشغال می کند و هر چه تعداد این بیت ها بیشتر باشد عمق تصویر بیشتر است .
- قابلیت سنجنده در تبدیل انرژی الکترومغناطیسی به گامهای خاکستری.
- قدرت تفکیک رادیومتری سنجنده، با تعداد بیتهای ذخیره شده در ارتباط می باشد.
- به عنوان مثال سنجنده های با قدرت تفکیک رادیومتری ۸ بیت، قابلیت تبدیل انرژی الکترو مغناطیسی به ۲۵۵ گام خاکستری را دارند.

### قدرت تفکیک زمانی (Temporal resolution)

کمترین فاصله زمانی ممکن بین دو تصویر برداری متوالی.

### □ تصویر و عکس:

- تصویر (image) عبارت است از هرگونه نمایش تصویری صرفنظر از اینکه چه طول موجها یا ابزار سنجش از دور در ثبت انرژی الکترومغناطیسی استفاده شده است.
- عکس به تصویری اطلاق می گردد که در صفحه فیلم ثبت شده باشد که معمولا در طول موجهای مرئی و مادون قرمز انعکاسی تشکیل می گردد.
- پس بنابه تعریف هر عکسی می تواند تصویر باشد اما هر تصویری نمی تواند عکس باشد.

### خصوصیات تصویر ماهواره ای

- تصویر ماهواره ای یک ساختار شبکه در فرمت رقومی است که از اجزاء کوچکتری بنام پیکسل تشکیل گردیده است.
- روشنایی هر پیکسل بوسیله اعداد رقومی یا DN نمایش داده می شود.
- میزان روشنایی هر پیکسل بیانگر میزان انرژی الکترومغناطیسی منعکس شده از سطح اجسام و عوارض سطح زمین می باشد.

### پیکسل pixel

- هر تصویر رقومی از مجموعه ای عناصر یا جزئیات تصویر تشکیل شده است که پیکسل (Pixel) نامیده می شود .
- پیکسل سطحی است که تصویر کوچکتر از آن نشده و عوارض کوچکتر از آن در تصویر دیده نمی شود .
- پیکسل کوچکترین جز یک تصویر می باشد.
- اندازه پیکسل بیانگر دقت هندسی تصاویر مختلف ماهواره ای می باشد .

- به هر پیکسل یک رقم خاص نسبت داده می شود که در واقع میانگین ارزشهای رقمی یا انعکاس امواج از سطح مورد نظر در روی زمین است.
- ارزش عددی هر پیکسل باعث ظهور تن های مختلف با درجات روشنایی متفاوت بر روی تصویر می شود .
- نکته مهمی که باید به آن توجه داشت این است که اگرچه هر پیکسل کوچکترین جزء یک تصویر است ولی این موضوع باعث مشاهده تمام عوارض زمینی بزرگتر یا مساوی با ابعاد فضایی پیکسل ها بر روی تصاویر ماهواره ای و یا عکس های هوایی نمی شود.
- بعنوان مثال در تصاویر سنجنده TM ماهواره لندست با قدرت تفکیک ۳۰ متر عوارض خطی بویژه راههای با عرض حدود ۵ متر مشاهده می گردد ولی عوارض نقطه ای با ابعاد ۳۰ × ۳۰ متر ممکن قابل مشاهده و یا شناسایی نباشند.

### مزیت سیستم اسکنرهای چند طیفی (MSS) بر سیستمهای عکسبرداری

- دامنه طیفی وسیعتر
- قابلیت قدرت تفکیک طیفی بالاتر
- سیستم اسکنرهای چند طیفی همه باندهای بطور همزمان از طریق یک سیستم اپتیکی اخذ می کند.
- داده های چند طیفی بصورت الکترونیکی ثبت می شوند.
- ماهیت رقمی داده های چند طیفی، مخابره کردن این داده ها به ایستگاههای گیرنده زمینی و پردازش سریع آن را در محیطهای کامپیوتری تسهیل می نماید.

## بخش سوم: مشخصات انواع ماهواره ها و سنجنده های هواشناسی

### NOAA

#### • (Advanced Very High Resolution Radiometer(AVHRR))

- اولین ماهواره از این سری، در سال ۱۹۷۰ میلادی به فضا پرتاب شد.
- در ارتفاع ۸۵۰ کیلومتری زمین و در هر شبانه روز دو پوشش کامل از زمین دارد و دارای دو حسگر است
- قدرت تفکیک در مرکز ۱۱۰۰ متر و در گوشه ها ۳۰۰۰ متر
- عرض تصویر برداری ۲۷۰۰ کیلومتر
- خورشید آهنگ و مدار نزدیک قطبی
- سنجنده AVHRR مهمترین و اولین سنجنده این ماهواره می باشد.
- دارای ۵ کانال اخذ اطلاعات است(مرئی) - مادون قرمز نزدیک - مادون قرمز نزدیک - دو باند مادون قرمز حرارتی).

### کاربردهای سنجنده AVHRR



- کاربرد های هواشناسی:
- الف) شناسایی نوع ابرها و درصد پوشش آنها
- ب) تعیین جبهه های جوی و مراکز کم فشار و پر فشار
- کاربرد در منابع طبیعی:
- تهیه نقشه های پوشش اراضی و پوشش گیاهی و نظارت بر تغییرات آنها
- تهیه تصاویر هم دمای سطح آب و نظارت بر جریانهای دریایی
- مطالعه تغییرات مناطق ساحلی و پهنه های جزر و مدی
- تهیه نقشه رطوبت خاک
- ردیابی و پیگیری مسیر حرکت لکه های نفتی
- تهیه تصاویر محل تجمع فیتو پلانکتونها
- مکانیابی آتش سوزی جنگلها

### ماهواره ترا (Terra)

- ماهواره ترا متعلق به ناسا بوده و پنج سنجنده مختلف بر روی آن نصب گردیده است.
- مشخصات مداری این ماهواره دقیقاً همانند ماهواره لندست ۷ می باشد.
- این ماهواره در ارتفاع ۷۰۵ کیلومتری سطح زمین و با زاویه میل ۹۸٫۲ درجه در ساعت ۱۰:۳۰ صبح به وقت محلی از مناطق مختلف سطح زمین عبور می نماید.
- این ماهواره در سال ۱۹۹۹ به فضا پرتاب شد و از میان اطلاعات حاصل از سنجنده های مختلف این ماهواره ، اطلاعات سنجنده مودیس (Modis) و استر (Aster) در ایران قابل دریافت می باشد.
- نام ماهواره : ترا
- نام سنجنده : استر
- زمان تصویر برداری در استوا : ۱۰:۳۰ صبح
- زاویه میل سکو : 98.3 درجه
- زمان لازم برای یک گردش کامل در مدار : ۹۸٫۸ دقیقه
- تکرار تصویر : ۱۶ روز
- قدرت تفکیک زمینی : ۱۵ تا ۹۰ متر
- تاریخ نصب : ۱۸ سپتامبر ۱۹۹۹

### سنجنده مودیس (MODIS)

- این سنجنده هر ۱ الی ۲ روز یکبار یک پوشش تصویری از زمین را بطور کامل در ۳۶ باند طیفی تهیه می نماید.
- سنجنده مودیس در حال حاضر بر روی دو ماهواره TERRA و AQUA قرار دارد.
- سنجنده MODIS بطور ردیفی دیدی به عرض ۲۳۳۰ کیلومتر را در بر می گیرد و کل زمین را در ۳۶ باند طیفی که از ۱٫۴ m تا ۰٫۴ در توان تفکیک ۲۵۰ متر، ۵۰۰ متر و ۱۰۰۰ متر تصویر برداری می نماید.

• مشخصات تکنیکی MODIS به شرح زیر است:

- ارتفاع ماهواره: ۷۰۵ کیلومتر
- اسکن: ۲۳۳۰ کیلومتر و طول هر پله اسکن ۱۰ کیلومتر
- نرخ ارسال اطلاعات: ۱۱ Mbps در پیک زمانی روز
- دریافت اطلاعات بصورت ۱۲ بیتی
- توان تفکیک: باند (۱ و ۲) دویست و پنجاه متر، (باند ۳ و ۷) پانصد متر، (باند ۸ تا ۳۶) هزار متر
- طول عمر: ۵ سال

• کاربردهای سنجنده مودیس (MODIS)

- مطالعات جنگل
- مرز بندی صحراها و مناطق خشک زمین
- بررسی تغییرات آب و هوایی سطح زمین مانند رطوبت و دما و مقدار برف و یخ سطح زمین
- بررسی سطح پوشش گیاهی از طریق
- بررسی مقدار صدمات یا یخزدگی محصولات و منابع غذایی
- بررسی نحوه آب شدن یخها، گرم شدن زمین و تاثیر آن بر روی سیکل آبی و همچنین بررسی تغییرات رودخانه ها و هشارهایی مبنی بر سیل و مدیریت متدهای آبیاری
- اندازه گیریهای روزانه ای آب و هوای سطحی و شرایط اتمسفری مانند دما و رطوبت
- بررسی صدمات وارد بر فیتوپلنکتنها در اثر نوسانات محیطی اقیانوسها
- بررسی و پیش بینی اثرات پدیده EININO بر چرخه غذایی (محصولات دریایی) جهت کمک به صید ماهیگیران

باند های سنجنده MODIS

BAND	کاربرد اصلی	طول موج
1 – 2	محدوده های زمین/ابر	0.62 – 0.876
3 – 7	خواص زمین/ ابر	155.0.459 – 2
8 – 16	رنگ اقیانوس/ فتوپلانکتون/ بیو ژئو شیمی	0.405 – 0.877
17 – 19	درجه حرارت بخار آب اتمسفر	0.890 – 0.965
20	سطح زمین / ابر	3.660 - 3.989
24 – 25	دمای اتمسفر	4.433 - 4.549
26 – 29	بخار آبهای ابرهای سیروس	1.360 - 8.700
30	ازون	9.580 - 9.880
31 – 32	دمای سطح زمین و ابر	10.780 - 12.280
33 – 36	ارتفاع ابر	13.185 - 14.385

## سنجنده Aster

Aster یکی از ۵ سنجنده نصب شده بروی ماهواره Terra است که توسط NASA با همکاری دولت ژاپن ساخته و در سال ۱۹۹۹ در مدار قرار گرفت. این ماهواره اولین ماهواره با قدرت تفکیک طیفی زیاد در نوع خود بود که امکان تهیه تصاویر در محدوده طیفی مرئی و مادون قرمز نزدیک VNIR مادون قرمز میانی SWIR و مادون قرمز حرارتی TIR را فراهم آورد.

## ماهواره لندست

- این ماهواره ابتدا تحت عنوان ERTS1 یا ماهواره تکنولوژی منابع زمینی، در سال ۱۹۷۲ با موشک دلتا به فضا پرتاب گردید.
- طول این ماهواره ۳ متر، قطر آن ۱/۵ متر و پهنای آن به همراه باله ها ۴ متر و وزن آن ۹۵۳ کیلوگرم است
- ماهواره های Landsat دارای سه نسل مختلف می باشند:
  - ماهواره های نسل اول که شامل ماهواره های لندست ۱ و ۲ و ۳ (دهه ۱۹۸۰-۱۹۷۰)
  - ماهواره های نسل دوم که شامل لندست ۴، ۵ یا ماهواره های (دهه ۱۹۹۰-۱۹۸۰)
  - ماهواره های نسل سوم یا ماهواره های لندست ۶ و ۷

مشخصات ماهواره لندست I الي 7							
تعداد ماهواره	تاریخ پرتاب پایان زمان استفاده	سنجنده	قدرت تفکیک بر حسب متر	نوع ارتباط با ایستگاه زمینی	ارتفاع	دوره بازگشت	حجم داده (مگابایت)
Landsat 1	07/23/72 (01/06/78)	RBV MSS	80 80	Direct downlink with recorders	917	18	15
Landsat 2	01/22/75 (02/25/82)	RBV MSS	80 80	Direct downlink with recorders	917	18	15
Landsat 3	03/05/78 (03/31/83)	RBV MSS	40 80	Direct downlink with recorders	917	18	15
Landsat 4*	07/16/82	MSS TM	80 30	Direct downlink TDRSS	705	16	85
Landsat 5	03/01/84	MSS TM	80 30	Direct downlink TDRSS**	705	16	85
Landsat 6	10/05/93 (10/05/93)	ETM	15 (pan) 30	Direct downlink with recorders	705	16	85
Landsat 7	04/15/99	ETM+	15 (pan) 30 60	Direct downlink with recorders (solid state)	705	16	150

## خصوصیات سنجنده ETM لندست ۷

Band Number	Spectral Range(microns)	Ground Pixel Size (m)
1	.45 to .515	30
2	.525 to .605	30
3	.63 to .690	30
4	.75 to .90	30
5	1.55 to 1.75	30
6	10.40 to 12.5	60
7	2.09 to 2.35	30
Pan	.52 to .90	15

### کاربردهای ماهواره لندست

#### موارد استفاده کلی:

- ۱- کشاورزی (شناسایی محصولات- جنگلداری)
  - ۲- تجزیه تحلیل زمانمند
  - ۳- مدیریت منابع آب
  - ۴- شناسایی مسائل زیست محیطی (تجزیه تحلیل ابرها- جنگل زدایی- آلودگی- فعالیتهای آتشفشانی)
  - ۵- اکتشاف (آب- نفت- معدن)
- مزایا:** ایستگاههای زمینی زیادی در سراسر زمین دارد و اطلاعات آن راحت تر در دسترس میباشد.

### ماهواره منابع زمین اسپات spot

اسپات عنوان مجموعه ای از ماهواره های منابع زمینی است که توسط کشور فرانسه با مشارکت سوئد و بلژیک در سال ۱۹۹۰ راه اندازی شد. این ماهواره اولین ماهواره منابع زمین بود که قابلیت انعطاف در چرخش سنجنده در هر دو سوی نقطه نادیر را داشت و برای سنجنده امکان تصویر برداری از دوگذر.

طرفین سنجنده امکان تصویر برداری از دوگذر طرفین گذر اصلی را فراهم میآورد. با این تکنیک مسله عدم امکان تهیه زوج تصاویر ماهواره ای با پوشش مشترک حل گردید. هرچند به سبب وجود فاصله زمانی بین دو تصویر مشترک ترکیب آن با مشکلاتی مواجه است. آخرین نسل از این ماهواره با عنوان **Spot - 5** در سال ۲۰۰۲ نصب گردید.

- ماهواره اسپات یک ماهواره منابع زمینی با قدرت تفکیک فضایی بالا می باشد.
- تصاویر اخذ شده توسط این ماهواره با چهار قدرت تفکیک فضایی مختلف ۲,۵ ، ۵ ، ۱۰ و ۲۰ متر تهیه گردیده و به کاربران ارائه می گردد.
- اولین ماهواره اسپات در سال ۱۹۸۶ توسط موشک آریان یک به فضا فرستاده شد.
- وزن این ماهواره ۱۷۵۰ کیلوگرم و به ابعاد ۳/۵×۲×۲ متر بوده و طول باله خورشیدی آن ۱۵/۶ متر می باشد.
- ماهواره در مدار قطبی (۹۸/۷ درجه) ، در ارتفاع ۸۳۲ کیلومتری ، هر ۱۰۱/۴ دقیقه یک دور به دور کره زمین می چرخد.

- زمان عبور از خط استوا ۳۰: ۱۰ صبح و در عرض جغرافیایی ایران ۱۱ صبح است .
- تعداد دوران در هر شبانه روز ۱۴/۲ می باشد و دوره بازگشت آن ۲۶ روز است.
- ماهواره اسپات دارای دور دوربین می باشد و در صورتی که هر دو دوربین ، بحالت عمودی تصویر برداری نمایند ، فاصله بین دو گذر در خط استوا ، ۱۰۸ کیلومتر خواهد شد.
- ماهواره اسپات ۲ در سال ۱۹۹۰ و ماهواره اسپات ۳ در سال ۱۹۹۳ به فضا پرتاب شده و در مدار قرار گرفتند.
- مشخصات مداری و نوع سنجنده های مورد استفاده در ماهواره ها ۱ تا ۳ اسپات شبیه یکدیگر می باشد. بنابراین میتوان ماهواره اسپات را به دو نسل اول و دوم تفکیک کرد.
- ماهواره اسپات ۴ که نسل دوم این سری ماهواره می باشد در سال ۱۹۹۸ و ماهواره اسپات ۵ در سال ۲۰۰۲ به فضا پرتاب گردیدند.
- عمر متوسط ماهواره های اسپات ۱ الی ۳ حدود ۳ سال و ماهواره های اسپات ۴ و ۵ حدود ۵ سال می باشد.

### مشخصات فنی ماهواره اسپات

- تصاویر ماهواره اسپات ۱ تا ۳ دارای ۴ باند طیفی می باشند که یک باند آن بصورت پانکروماتیک و سه باند دیگر بصورت چند طیفی از سطح زمین برداشت می گردید.
- در ماهواره اسپات ۴ و ۵ یک باند طیفی در محدوده مادون قرمز میانی به این ماهواره اضافه گردیده است.
- همچنین بجای سنجنده پانکروماتیک در ماهواره اسپات ۴ یک سنجنده تک بانندی در ناحیه قرمز طیف مری قرار گرفته است.
- در ماهواره اسپات ۵ دو سنجنده پانکروماتیک با قدرت تفکیک فضایی بالا (HRS) تعبیه شده و قدرت تفکیک فضایی آن ۵ متر است.
- این دو سنجنده بطور همزمان می توانند یک منطقه را پوشش داده و تصویر برداری نمایند که در این صورت با مدل سازی قدرت تفکیک فضایی آن ۲,۵ متر خواهد شد.
- این دو سنجنده می توانند بصورت یک دوربین متقارب جلو و عقب مسیر حرکت ماهواره را با زاویه میل ۲۰ درجه برداشت نمایند.
- منطقه تحت پوشش پوشش در این تصویر برداری ۱۲۰ × ۶۰ کیلومتر خواهد بود. در این سیستم هر یک از سنجنده ها می توانند با تغییر زاویه دید خود جلو و یا پشت سر ماهواره را برداشت نمایند.
- سنجنده های این ماهواره دارای آرایه خطی (Push broom) بوده و داده ها زمینی را در طول مسیر حرکت (Alone Track) برداشت می نماید.
- تعداد سنجنده ها در نسل های مختلف ماهواره اسپات متفاوت است.
- کلیه ماهواره های اسپات می توانند یک منطقه را بصورت مایل برداشت نمایند.

## ویژگیهای طیفی سنجنده های 5 - Spot

نام باند	قدرت تفکیک	محدوده طیفی
1 (green)	10 m	500-590 nm
2 (red)	10m	610-680 nm
3 (near IR)	10m	780-890 nm
4 (Shortwave IR)	20m	1,580-1,750 nm
Panchromatic	2.5m	480-710 nm

### ماهواره منابع زمین سری IRS

- برنامه تحقیقات فضایی در هند وستان از دهه ۵۰ میلادی آغاز و در سال ۱۹۷۵ موفق به نصب اولین ماهواره با عنوان خفاش آریائی **Aryabhata** شد.
- **Bhaskara** عنوان دومین ماهواره هندی بود که در سال ۱۹۷۹ در مدار قرار گرفت . در سال ۱۹۸۰ هند ماهواره منابع زمینی **Rohin** را آزمایش کرد و به دنبال آن در سال ۱۹۸۸ سری **IRS** را بکار گرفت که آخرین نسل آن با عنوان **IRS P5** یا **Cartosat - 1** با یک باند در سال ۲۰۰۵ و **IRS P6** با سه سنجنده چند طیفی در سال ۲۰۰۳ در مدار قرار گرفت .
- - ماهواره **IRS 1A/1B**
  - بررسی و مدیریت منابع زمینی از قبیل کشاورزی، زمین شناسی و هیدرولوژی می باشد.
  - ماهواره **IRS** دارای سنجنده های تصویری بنام **LiSS-I** ، **LiSSII** ، **LiSSIII** و **Pan** می باشد. این دو ماهواره ، اولین سریهای ماهواره های عملیاتی سنجش از دور هند بودند که دارای دو سنجنده پوشش دهنده تصویر گر خطی بوده که به اختصار **LISSI** و **LISSII** نامیده شدند. این دو سنجنده جهت اخذ داده ها در چهار باند طیفی (در نواحی مرئی و مادون قرمز نزدیک) با قدرت تفکیک مکانی ۷۲٫۵ متر و ۳۶٫۲۵ متر با دوره تناوب ۲۲ روز طراحی شدند.
- ماهواره **IRS P2**
  - **IRS-P 2** یک نمونه تغییر یافته دوربین **LISS** را حمل می کند.
- ماهواره **IRS-1C**
  - این ماهواره اولین ماهواره از نسل دوم می باشد که از مشخصات فنی و پوشش بهتری نسبت به ماهواره های قبلی سازمان فضایی هند برخوردار است.
  - داده های این ماهواره بوسیله ایسگاههای زمینی هند ، آمریکا ، آلمان ، تایوان و تایلند اخذ ، پردازش و توزیع می گردد.

## ماهواره منابع زمین ایکونوس Ikonos

یکونوس اولین سری از ماهواره های تجاری منابع زمین است . که با هدف عرضه اطلاعات آن به خریداران عمومی توسط شرکت Lockheed Martin Commercial Space Systems در نیویورک راه اندازی گردید . این ماهواره تا مدتی به عنوان پردقت ترین ماهواره در جهان مطرح بود. اولین نسل از این ماهواره قرار بود در سال ۱۹۹۹ نصب شود که ناموفق بود و سری دوم آن در سال ۲۰۰۰ نصب شد .

### مشخصات ماهواره IKONOS

نام ماهواره :	Satellite: IKONOS
پهنای گذر :	Swath width:11 kilometers
ارتفاع سکو :	Altitude: 681 kilometers
دقت رادیومتری :	Quantization :Best 8 - 11 bits
زاویه میل سکو ، نزدیک به قطب (۹۸ درجه)	Inclination: near polar (98 degree)
زمان لازم برای طی هر مدار ، ۹۸ دقیقه	Circle the earth : every 98 minutes
تناوب زمانی تصویر برداری ، ۱.۵ روز	Revisit Nadir off : 1.5 day
تکرار تصویر ، ۳۵ روز	Repetition time : 35 days
تاریخ قرار گیری در مدار ، سپتامبر ۱۹۹۹	Launch date: September 1999

## ماهواره منابع زمین QuickBird

QuickBird برترین ماهواره تجاری منابع زمین به لحاظ قدرت تفکیک زمین است که با هدف عرضه اطلاعات آن به خریداران عمومی توسط شرکت DigitalGlobe در سال ۲۰۰۱ در امریکا راه اندازی گردید

### مشخصات ماهواره Quickbird

نام ماهواره :	Satellite: Quickbird
پهنای گذر :	Swath width:16.5 kilometers
ارتفاع سکو :	Altitude: 450 kilometers
دقت رادیومتری :	Quantization : 11 bits
زاویه میل سکو : ۹۷.۲ درجه	Inclination: 97.2 degree
زمان لازم برای طی هر مدار : ۹۳.۵ دقیقه	Circle the earth : every 93.5 minutes
تناوب زمانی تصویر برداری : ۱.۵ تا ۳ روز	Revisit Nadir of : 1.5- 3 day
تاریخ قرار گیری در مدار : اکتبر ۲۰۰۱	Launch date: <u>Octobr 18 2001</u>

## ماهواره منابع زمین-1 WorldView

این ماهواره تقریباً مشابه ماهواره ایکونوس است که توسط همان شرکت در سپتامبر سال ۲۰۰۷ در مدار قرار گرفت. اولین تصاویر ارسالی توسط این ماهواره مابین تا قبل از ۱۸ اکتبر ۲۰۰۷ دریافت شود. این ماهواره نسبت به ایکونوس از دقت زمین بالاتری برخوردار است و علاوه بر آن از قابلیت تعیین موقعیت دقیق پدید ۵ نیز برخوردار است.

### مشخصات ماهواره WorldView-1

نام سنجنده: تک بانندی PAN	Sensor : Panchromatic
ارتفاع سکو: ۴۹۸ کیلومتر	Orbit Altitude : 496 Km
زاویه میل سکو: ۹۸ درجه	Orbit Inclination : 98 degree (sun-synchronous)
زمان عبور از استوا: ۱۰:۳۰ صبح	Equator Crossing Time : 10:30 AM
تناوب تصویر برداری: ۱.۵ تا ۵.۹ روز	Revisit Time : 1.7 – 5.9 days
پهنای گذر: ۱۷.۶۰ کیلومتر	Swath Width : 17.6 Km at nadir
زمان لازم برای هر گردش: ۹۴.۶ دقیقه	Orbit Time : 94.6 minutes
دقت رادپومتری: ۱۱ بیت	Dynamic Range : 11 bits per pixel
قدرت تفکیک: نیم متر	Resolution: 0.50 meters GSD at 20° off-nadir
تاریخ قرار گیری در مدار: می ۲۰۰۵	Launch Date : September 18, 2007

## ماهواره های راداری Microwave Satellites

ماهواره های سنجنش از دوری راداری به ماهواره های اطلاق میگردد که به صورت فعال از پدیده های زمین اطلاعاتی تهیه می نمایند. از معرف ترین ماهواره های این گروه میتوان به ERS, RADARSAT, SRTM اشاره کرد.

### ماهواره راداری SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)

سغینه فضایی راداری آمریکا با ماموریت تهیه نقشه توپوگرافی برای جهان در سال ۲۰۰۲ در مدار قرار گرفت. این ماهواره داده های الیتمتری با دقت ارتفاعی ۳۰ و ۹۰ متر از جهان تهیه کرده که قابلیت تبدیل به DEM و تولید نقشه های توپوگرافی را دارد. داده های ارتفاعی ۹۰ متری این ماهواره در آدرس <ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov/srtm> به رایگان قابل دسترس میباشد.

نام ماهواره: SRTM	Satellite : SRTM, NASA
پهنای گذر: ۵۰ کیلومتر	Swath width : 50 km
قدرت تفکیک زمینی: ۳۰ تا ۹۰ متر	Spatial resolution 30 - 90metre
تعداد گردش در روز: ۱۶ بار	Circle the earth : 16 time pre day
چرخش کامل به دور زمین: ۱۱ روز	Time taken complete earth circle : 11 days
تعداد مدار: ۱۷۵	Total number of orbits : 179
پوشش: ۶۰ درجه N تا ۵۹ درجه S	Area covered : 60degree N – 59 degree S

## بخش چهارم: ماهواره های هواشناسی زمین آهنگ



## ماهواره هواشناسی متئوسات **Meteosat**

- متئوسات-۱ در ۱۹۷۷ پرتاب و در ۱۹۷۹ از کار افتاد.
- متئوسات-۲ سال ۱۹۸۱ پرتاب و مانند ماهواره عملیاتی زمین آهنگ هر نیم ساعت یکبار تصویر در ۳ باند موج مرئی و فروسرخ نزدیک و فرو سرخ گرمائی و ناحیه جذب بخار آب فروسرخ میانی ثبت میکند. باند موج بخار آب رطوبت جوی را ثبت و همراه بآباند موج فروسرخ گرمائی برای مدل سازی جوی و پیش بینی وضع هوا کاربرد دارد.
- توان تفکیک مکانی در باند موج مرئی و فروسرخ نزدیک در استوا ۲,۵ کیلومتر و در باند موج بخار آب و فروسرخ گرمائی ۵ کیلومتر است.
- در اروپای شمالی در باند موج مرئی و فرو سرخ نزدیک به ۴ کیلومتر باند موج بخار آب و فرو سرخ گرمائی به ۸ کیلومتر کاهش می یابد.

## ماهواره **Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES)**

- با سابقه ترین نوع ماهواره هواشناسی است که در طی ۲۰ سال گذشته توسط NASA بکار گرفته شده است. این ماهواره ها از نوع زمین آهنگ هستند (Geostationary) که تا عرض های ۷۰ درجه را پوشش می دهند.
- GOES-8 آخرین نوع از این ماهواره هاست که در سال ۱۹۹۴ در مدار قرار گرفت. این ماهواره قادر است هر ۱۵ دقیقه یک بار تصاویر تهیه و ارسال نماید.

Band	Wavelength Range ( $\mu\text{m}$ )	Spatial Resolution
1	0.52 - 0.72 (visible)	1 km
2	3.78 - 4.03 (shortwave IR)	4 km
3	6.47 - 7.02 (upper level water vapour)	4 km
4	10.2 - 11.2 (longwave IR)	4 km
5	11.5 - 12.5 (IR window sensitive to water vapour)	4 km

## ماهواره **(INSAT) Indian National Satellite**

- این ماهواره در ۷۴ درجه طول شرقی تقریباً روی اقیانوس هند قرار گرفته و توسط سازمان فضایی هندوستان به فضا پرتاب شده است.
- این ماهواره در محدوده طیف مرئی (0.55 تا 0.75 میکرومتر) و در باند مادون قرمز (10.5 تا 10.25 میکرومتر) کار می کند.
- قدرت تفکیک آن در باند مرئی 2.75 کیلومتر و در باند مادون قرمز ۱۱ کیلومتر می باشد.

## دسترسی به داده های ماهواره ها

الف: لندست <http://ladsweb.nascom.nasa.gov/data/search.html>

ب: مودیس <http://modis.gsfc.nasa.gov/>

---

امیدوارم این جزوه مورد توجه عزیزان علاقه مند به آب و هواشناسی ماهواره ای قرار گرفته باشد.

با تشکر میثم طولابی نژاد

Meysam.toulabi@gmail.com

---

[www.engclubs.net](http://www.engclubs.net)