موسسه علمی آموزشی سامانه گستر کاوشگران

اولین مرکز تخصصی آموزش و مشاوره GIS-RS-GPS در استان اصفهان

سنجش از دور

اصول و مفاهیم

تهیه و تدوین:

حمید رضا ضیایی

کارشناس ارشد سنجش از دور وGIS

website : WWW.GIS-KAVOSH.COM

فهرست مطالب

- مقدمه..... ۴
- تعدادی از کاربردهای سنجش از دور در زمین شناسی..... ۵
- تاریخچه سنجش از دور..... ۷
- فرآیند سنجش از دور..... ۹
- منبع انرژی..... ۹
- انرژی الکترومغناطیسی..... ۱۰
- اثراتمسفر بر انرژی الکترومغناطیسی..... ۱۵
- تاثیر متقابل امواج الکترومغناطیسی و سطح زمین..... ۱۶
- خصوصیات انعکاس طیفی پدیده های مختلف سطح زمین..... ۱۷
- خصوصیات طیفی پوشش گیاهی..... ۱۷
- خصوصیات طیفی خاک..... ۱۹
- خصوصیات طیفی آب..... ۲۰
- خصوصیات طیفی کانیها..... ۲۱
- سکوها و سنجنده ها..... ۲۲
- خصوصیات ماهواره ها..... ۲۳
- سنجنده..... ۲۵
- تصویر ماهواره ای و سیستمهای تصویربرداری..... ۲۶
- آشنایی با تعدادی از ماهواره های سنجش از دور..... ۲۸
- تفسیر و پردازش اطلاعات ماهواره ای..... ۳۴
- تفسیر چشمی..... ۳۴
- پردازش رقومی اطلاعات ماهواره ای..... ۳۶
- بررسیهای اولیه و آماده سازی اطلاعات..... ۳۷
- تصحیح خطاهای اتمسفریک..... ۳۸
- خطای ناشی از سنجنده ها..... ۳۹
- تصحیحات هندسی تصاویر ماهواره ای..... ۳۹
- آشکارسازی یا بارزسازی تصویر..... ۴۲
- ترکیبات رنگی..... ۴۲

- آشکارسازی طیفی..... ۴۴
- آشکارسازی مکانی..... ۴۵
- طبقه بندی اطلاعات..... ۴۷
- طبقه بندی بدون نظارت..... ۴۸
- طبقه بندی با نظارت..... ۴۹
- عملیات پس از طبقه بندی..... ۵۲
- کاربردهای مختلف سنجش از دور..... ۵۳

1- مقدمه:

برای مطالعه کره ای که بر روی آن زندگی می کنیم بکارگیری تمامی رشته های علمی به درک محیط و عوامل موثر بر تغییرات آن کمک می کند. بدیهی است که لازمه دستیابی به مدیریت و توسعه پایدار شناخت محیط و عوامل موثر بر آن است. افزایش جمعیت و رشد فزاینده شهرها و مناطق مسکونی و توسعه صنعتی، اراضی کشاورزی زیادی را به کام خود فرو می برد . این مساله موجب بروز مشکلاتی در زمینه تامین نیازهای بشر در آینده می شود. بنابراین لازم است منابع و مناطق جدید شناسایی شده و به عرصه تولید اختصاص یابد. از طرفی شناخت بسیاری از منابع نظیر خاک، آب، معادن، پوشش گیاهی و پدیده های زیانباری مانندسیل ، فرسایش، بیابانزایی، شوری آب، تخریب جنگلها و مراتع ، لازمه دستیابی به توسعه پایدار می باشد.

یکی از ابزارهای موثر در زمینه مطالعات محیط زیست و علوم زمین، استفاده ازفناوری سیستمهای اطلاعاتی می باشد که به نحو چشمگیری تحول عظیمی را در مدیریت اطلاعات منابع زمینی ایجاد کرده است. مهمترین سیستمهای اطلاعاتی موجود شامل سنجش از راه دور(Remote Sensing)، سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) و سیستم موقعیت یابی جهانی (GPS) می باشد. این سیستمهای اطلاعاتی نقش مهمی را در جمع آوری ، مدیریت و تجزیه و تحلیل اطلاعات مکانی ایفا می نماید.

فناوری سنجش از دور از جمله ابزاری است که دستیابی و استخراج اطلاعات پایه برای مدیریت منابع زمینی را میسر می سازد. به کمک ماهواره های منابع زمینی داده هایی تهیه می شوند که به دلیل آثار چشمگیر آنها در شناخت بیشتر کره زمین، شاهد تلاش بسیاری از کشورهای جهان برای دستیابی هرچه بیشتر به ماهواره های منابع زمینی می باشیم.

با استفاده از فناوری سنجش از دور می توان با هزینه و زمان کمتر، طیف وسیعی از پروژه ها در سطح جهانی ، منطقه ای، ملی، استانی و محلی را به نتیجه رساند. علاوه بر این، قابلیت تکراری اخذ داده های ماهواره ای به فاصله زمانی چند ساعت تا چند روز در طول ماه یا سال، امکان مطالعه تغییرات پدیده های زمینی را به خوبی فراهم ساخته است.

بر اساس تعریف، سنجش از دور عبارت است از علم و هنر بدست آوردن اطلاعات درباره عوارض و فرآیندها، از طریق آنالیز داده های اخذ شده بوسیله سنجنده و بدون تماس فیزیکی با آن اجسام و عوارض و پدیده ها اطلاق می شود. این عمل از طریق سنجش و ثبت انرژی الکترومغناطیسی انعکاسی یا گسیل شده از سطح عوارض انجام می گیرد.

در مورد منابع زمینی، سنجش از دور عبارت است از بکارگیری عکسهای هوایی، عکسهای فضایی و تصاویر تهیه شده از اطلاعات ماهواره ای برای تفسیر و شناسایی و کسب اطاعات از پدیده ها.

با انجام عملیات لازم روی داده های رقومی، می توان آنها را به تصاویر و در نهایت به نقشه هایی تبدیل کرد که کاربردهای مختلفی در علوم زمین داشته باشند. کاربرد چنین داده هایی به تمامی پدیده های زمینی مانند پوشش گیاهی ، خاک، سنگ، کانیها و آب مرتبط است .

ماهیت و خصوصیات امواج الکترومغناطیسی در برخورد با جو در مسیر حرکت از خورشید به طرف زمین یا بازگشت آن به سوی سنجنده تعبیه شده در ماهواره، تغییراتی می کند و واکنش متقابل بین امواج الکترومغناطیسی با پدیده ها و مواد سطحی زمین، علم و فن سنجش از دور را بامشکلات و پیچیدگیهایی مواجه می سازد. از این رو مفسران و تجزیه تحلیل کنندگان این داده ها نه تنها باید درک مناسبی از خواص و ویژگیهای امواج الکترومغناطیسی داشته باشند بلکه شناخت کافی پدیده های مختلف زمینی نیز ضروری است. پدیده های زمینی گاهی آنقدر متنوع و متشکل از مواد و ترکیبات و مورفولوژیهای مختلفند که اگر مفسر آگاهی کافی از آثار متقابل امواج الکترومغناطیسی و پدیده های زمینی نداشته باشند ممکن است دچار خطا و اشتباه در تفسیر گردد.

1-1- تعدادی از کاربردهای سنجش از دور در زمین شناسی:

اولین کاربردهای سنجش از دور و اطلاعات ماهواره ای در مسائل زمین شناسی بوده است. تا کنون با استفاده از اطلاعات ماهواره ای مطالعات وسیعی در خصوص موضوعات زمین شناسی به عمل آمده است . تصاویر و داده های ماهواره ای کاربرد بسیار گسترده در تحقیقات مربوط به ژئومورفولوژی و زمین شناسی داشته اند. از آنجا که پدیده های ژئومورفیک و ژئولوژیک غالبا بزرگ مقیاسند و ناحیه وسیعی را شامل می شوند و نیز تصاویر ماهواره ای با داشتن پوشش وسیع، از ویژگی خاصی برخوردارند و در نتیجه مفسران تصاویر ماهواره ای متخصص در علوم زمین، از تفسیر تصاویر ماهواره ای استفاده های شایانی می برند.

تجربه نشان داده است که در اغلب تصاویر ماهواره ای، شناسایی انواع سنگهای رسوبی، متامورفیک و آذرین امکان پذیر است. از این نظر، تهیه نقشه های موضوعی ژئومورفولوژیکی یا ژئولوژیکی از انواع کلی سنگها، بدون در نظر گرفتن تقسیمات ثانوی آنها به آسانی قابل حصول است .

بطور کلی تعدادی از کاربردهای سنجش از درو در زمین شناسی به شرح ذیل می باشد:

- شناسایی خطواره ها
- تهیه نقشه های زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک
- زمین شناسی مهندسی
- مطالعات اکتشاف معادن، نفت و گاز
- مطالعات مربوط به فعالیتهای آتشفشانی
- مطالعات بلایای طبیعی(زلزله، زمین لغزش و ...)
- مطالعه یخچالها
- مطالعات زمین شناسی دریایی و ساحلی
- بررسیهای مناطق کویری و بیابانی
- بررسی و مطالعه آبهای زیرزمینی

1-2- تاریخچه سنجش از دور:

تاریخچه عکسبرداری هوایی کم و بیش مقارن با پیدایش هنر و علم عکاسی و همچنین صنعت هوانوردی است. اگر نگاه اجمالی به تاریخچه سنجش از دور داشته باشیم، می بینیم که با پیدایش هنر و علم عکاسی، بشر برای مشاهده زمین ، از بالن و یا کبوتر استفاده می کرد. اولین عکسبرداری هوایی از اروپا (فرانسه) در سال 1858 در پاریس انجام گردید.

بعد از ساخت هواپیما توسط برادران رایت ، اولین فیلمبرداری هوایی بوسیله ویلبر رایت در1909 با هواپیما انجام شد.

اولین جفت عکس هوایی که برای برجسته بینی مناسب بود در سال 1914میلادی در آلمان گرفته شد. استفاده عظیم از عکس هوایی در ارتش و از جنگ جهانی اول بود در حالی که برای مصارف غیر نظامی، از جنگ جهانی دوم بطور وسیع آغاز گردید.

درایران، در سالهای 1334 تا 1336 اولین عکسبرداری سرتاسری ایران توسط خارجی ها صورت گرفت .

با پیشرفت تکنولوژی و اعزام اولین قمر مصنوعی (Sputnik) در اکتبر 1957 بوسیله اتحاد جماهیر شوروی سابق و پس از آن ماهواره های آمریکا ، توانستند با تهیه عکسهاوتصاویر متنوع در طول موجهای گوناگون ، ابعاد جدیدی در علم سنجش از راه دور بوجود آورند.

هر چند تا سال 1960عکسهای فضایی مختلفی توسط سفینه ها از زمین اخذ شد، اما در سال 1960 که ماهواره مطالعاتی بدون سر نشین(TIROS(Television Infrared Observation

که ماهواره هواشناسی بود در مدار قرار گرفت، سنجش از دور وارد مرحله تازه ای گردید.

اولین ماهواره مطالعات زمینی توسط آمریکا در سال 1972 بنام ERTS

(Earth Resouces Technology Sattelite)

به فضا پرتاب شد و بعدها به لندست1 تغییر نام داد. از این تاریخ به بعد تحول عظیمی در علم سنجش از دور پدید آمد وتکنولوژِی استفاده از فضا به سرعت پیشرفت کرد و کشورهای مختلف ماهواره های متعددی را جهت مطالعات منابع زمینی به فضا پرتاب کردند. مانند اسپات فرانسه، IRSهند، ایکونوس آمریکاو... .

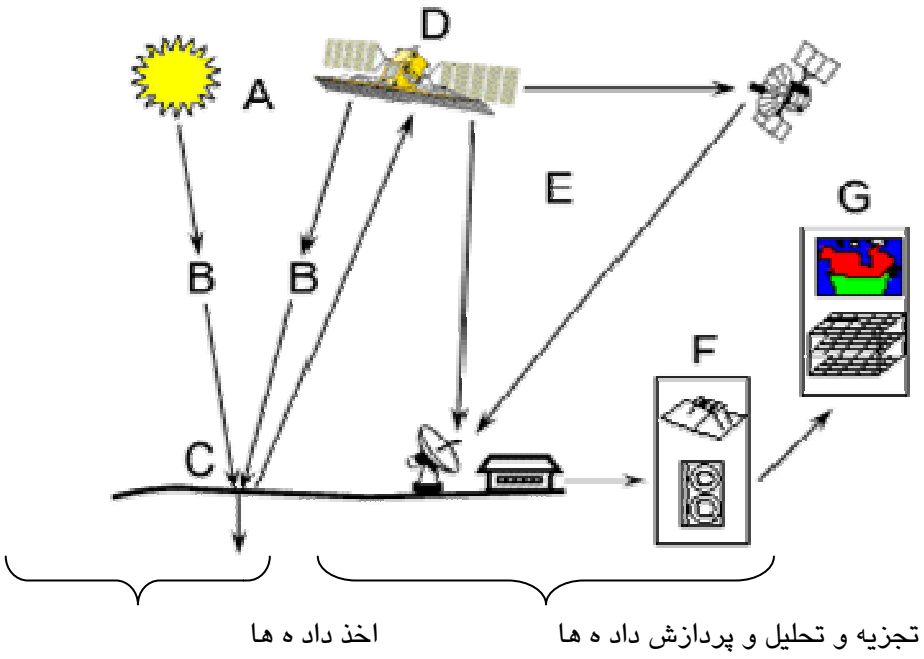
هم اکنون انحصار ماهواره های سنجش از دور شکسته شده است و بسیاری از کشورهای جهان مانند هند، کانادا، چین و ژاپن ماهواره هایی را در مدار زمین قرار داده اند.

2- فرایند سنجش از دور:

اگر سنجش از دور را به عنوان یک فرایند تلقی کنیم ،شامل دو جزء اخذ داده و تجزیه و تحلیل داده هاست.

عناصر اخذ داده شامل: منبع انرژی، انرژی، انتشار انرژی از میان اتمسفر، فعل و انفعالات انرژی بر اثر برخورد با عوارض سطح زمین، انتقال مجدد انرژی از میان جو، سکوها و سنجنده های فضایی می باشد.

عنصر تجزیه تحلیل داده ها شامل بررسی داده ها با بکارگیری وسایل مختلف به منظور آنالیز و پردازش تصاویر و استخراج اطلاعات. اطلاعات استخراج شده می تواند مستقیما استفاده و یا اینکه به عنوان لایه های اطلاعاتی وارد GIS گردد(شکل1).

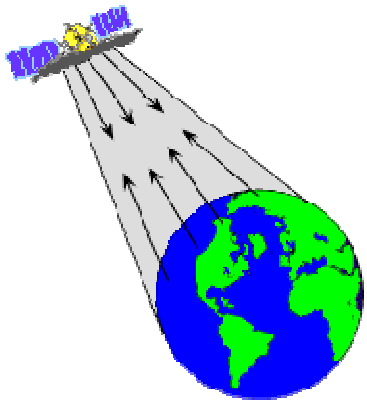


شکل1- فرایند سنجش از دور

2-1- منبع انرژی:

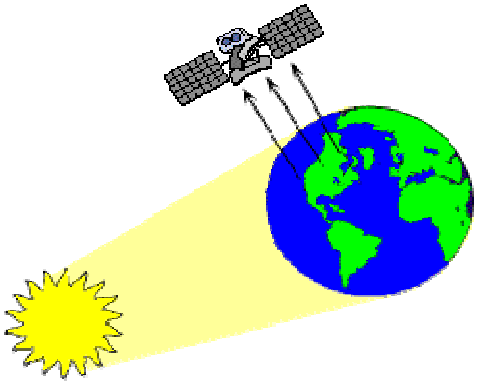
بر حسب اینکه منبع انرژی در ماهواره و یا یک منبع خارجی باشد، سنجش از دور را به سنجش از دور فعال و غیر فعال دسته بندی می کنند.

اگرمنبع انرژی در ماهواره تعبیه شده باشد، سنجش از دور را سنجش از دور فعـال مـی گویند. مانند ماهواره هایی که امواج رادار تولید وبه زمین می فرستند.



شکل2- سنجش از دور فعال

اگر منبع انرژی خورشید باشد سنجش از دور را سنجش از دور غیر فعال نام دارد. مانند ماهواره های منابع زمینی لندست و اسپات .

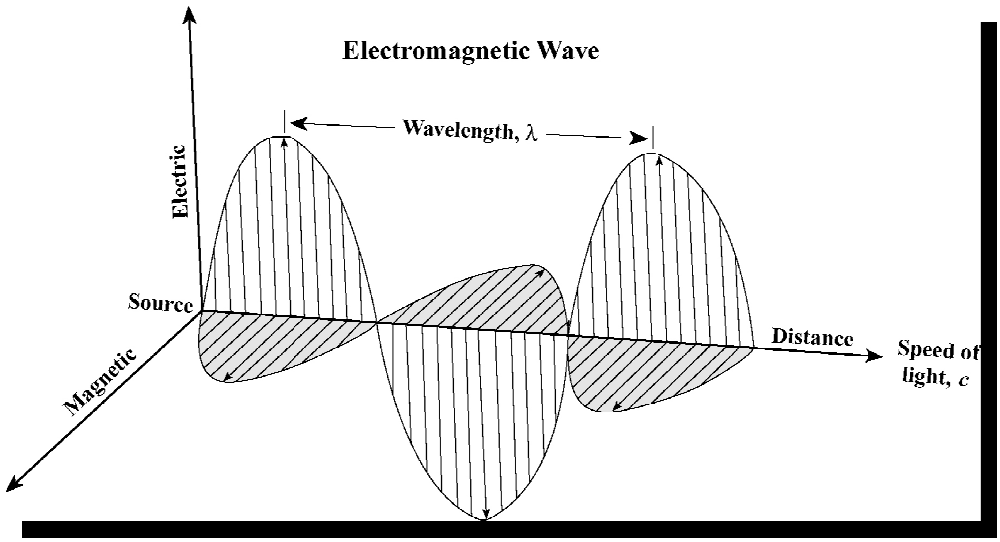


شکل3- سنجش از دور غیر فعال

2-2- انرژی الکترو مغناطیسی:

انرژی تابشی از خورشید بصورت امواج با سرعت ثابت 300000کیلومتر بر ثانیه انتشار می یابد تشعشعات الکترومغناطیس نامیده می شود.

امواج الکترومغناطیس بصورت هارمونیک و سینوسی بـا سـرعت نـور حرکـت مـی کنـد. فاصله بین دو قله بنام طول موج نام دارد. طـول مـوج تـابعی از سـرعت نـور و فرکـانس است.



شکل 4– خصوصیات انرژی الکترو مغناطیسی

رابطه بین خصوصیات تابش الکترومغناطیسی:

$$c = \lambda \nu$$

where:

λ = wavelength (m)
ν = frequency (cycles per second, Hz)
c = speed of light (3×10^8 m/s)

فرکانس عبارت است از تعداد نوسان در واحد زمان.

از آنجاییکه C ثابت می باشد، طول موج و فرکانس برای یک موج داده شده با یکدیگر نسبت معکوس دارند.

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

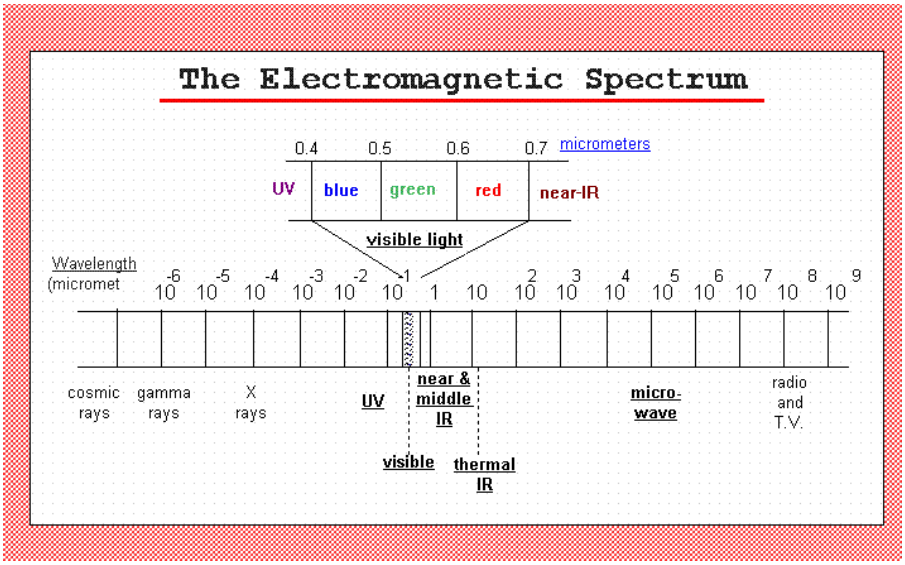
در سنجش ازدور، طبقه بندی امواج الکترومغناطیسی بر اساس موقعیت طول موج آنها در طیف الکترومغناطیسی انجام می گیرد.

امواج الکترو مغناطیسی طول موجهای مختلف از 0/03انگستروم تا چند صد متر دارند و به شکل پیوسته هستند و نمی توان انها رابا مرزی مشخص و آشکار از هم تفکیک نمود.

دامنه طیفی برای امواج شناخته شده قراردادی بوده و اغلب کمی با هم فرق دارند.

مهمترین امواج شناخته شده به ترتیب افزایش طول موج عبارتند از:

- اشعه گاما
- اشعه X
- ماورای بنفش Ultra Violet
- اشعه مریی Visible
- مادون قرمز Infra Red
- مایکروویو Microwave
- امواج رادیویی



شکل5- قسمتهای مختلف طیف الکترو مغناطیسی

امواج الکترو مغناطیسی بکار رفته در سنجش از دور، در باندهای مریی، مادون قرمز و مایکروویو قرار دارند.

گاما و ایکس طول موجهای بسیار کوتاهی هستند که بوسیله جو بالا جذب شده و در کارهای سنجش از دور کاربردی ندارند.

- ماورای بنفش:

طول موج این بخش از طیف در فاصله 0/4 تا 0/300 میکرومتر است. منبع اصلی این اشعه خورشید است و 10٪ از امواجی که به زمین می رسندجزء این دسته می باشند. به مقدار کمی در سنجش از دور کاربرد دارند.

- نور مریی:

ناحیه نور مریی بخشی از طیف الکترومغناطیسی است که چشم انسان قادر به رویت آن است و بطور معمول در ناحیه 0/7–0/4 میکرومتر قرار دارد. اگر چه نور مریی ناحیه بسیار کوچکی از طیف را در بر می گیرد ولی در طبیعت بیش از 50درصد انرژی خورشیدی که به سطح زمین می رسد مربوط به همین امواج است. در سنجش از دور برای ساده سازی فقط سه رنگ اصلی آن یعنی آبی، سبزو قرمز مورد توجه است.

آبی 0/5–0/4 میکرومتر

سبز 0/6– 0/5 میکرومتر

قرمز 0/7– 0/6 میکرومتر

- مادون قرمز:

محدوده این طیف از 0/7 میکرومتر تا یک میلیمتر است که البته در عمل تنهاطول موجهای 14– 0/7 میکرومتر در سنجش از دور کاربرد دارند.

ناحیه مادون قرمز را به دو طریق می توان تقسیم بندی کرد. یکی بر اساس نزدیکی به نور مریی که در این حالت انواع زیر را خواهیم داشت:

- مادون قرمز نزدیک 1/3 تا 0/7 میکرومتر
- مادون قرمز میانی 3 تا 1/3 میکرومتر
- مادون قرمز دور 1mm تا 3 میکرومتر

در یک تقسیم بندی دیگر بسته به اینکه در کدام قسمت از طیف قرار دارند انواع زیر قابل تشخیص است:

- مادون قرمز انعکاسی 3- 0/7 میکرومتر

- مادون قرمز حرارتی 15-3 میکرومتر

منبع اصلی تولید انرژی مادون قرمز انعکاسی خورشید است و 40٪ از انرژی خورشیدی که به زمین می رسد شامل می شود. منبع اصلی تولید انرژی مادون قرمز حرارتی، گرمای ناشی از تابش خورشید به زمین و یا انرژی زمین گرمایی است. اکثر سنجنده ها قابلیت کار در این طول موجها را دارا هستند. طول موجهای مادون قرمز حرارتی در کارهای ژئوبوتانی ، هیدروترمال، ژئوترمال، فعالیت آتشفشانها و ژئومورفولوژی و... کاربرد دارند.

- امواج مایکروویو:

این بخش از طیف بین امواج مادون قرمز و امواج رادیویی قرار دارند و طول موج آن از یک میلیمتر تا یک متر است. این امواج در شرایط بد آب و هوایی نیز قادر به عبور از جو هستند. میزان این امواج در طیف خورشیدی بسیار ناچیز است یعنی بطور طبیعی بسیار کم هستند ولی با توجه به اهمیت زیاد آنها که از قابلیت نفوذ چنین امواجی در ابرها و باران ناشی می شود می توان به کمک مولدهایی در سکوها این امواج را تولید کرده و به زمین فرستاد و بازتابش آنها را ثبت کرد. به این قبیل امواج مصنوعی رادار اطلاق می شود. رادار (Radio Detection And Ranging) یا تشخیص و مسافت یابی رادیویی ، طول موجهای بلند مایکروویو و طول موجهای کوتاه رادیویی را امواج راداری می گویند. این امواج که غالبا بطور مصنوعی تولید شده و در دور سنجی مورد استفاده قرار می گیرند دارای طول موجی از یک سانتیمتر تا سه متر هستند. این امواج قدرت نفوذ پذیری زیادی در ابر و باران، مه ، برگ درختان و پوشش گیاهی دارند و از آنها در بررسی زمین زیر پوشش گیاهان استفاده می شود و حتی در زمین نیز قابلیت نفوذ دارند بنابر این در زمین شناسی کاربرد فراوان دارند.

2-3- اثر اتمسفر بر انرژی الکترو مغناطیسی:

انرژی الکترومغناطیسی در راه رسیدن به پدیده های سطح زمین از جو عبور کرده و به علت وجود گازهایی مثل دی اکسید کربن، ازن، بخار اب و همچنین ذرات مختلف ، تحت تاثیر جو قرار می گیرند و این تاثیر از لحاظ چگونگی و میزان تاثیر در طول موجهای مختلف متفاوت است. عمده ترین آثار اتمسفر بر انرژی الکترو مغناطیسی عبارتند از: پخش و جذب اتمسفری.

- پخش اتمسفری:

پخش اتمسفری عبارت است از انتشار نامنظم امواج بوسیله ذرات موجود در جو. این پدیده سبب می شود که جو از یک طرف انرژی خورشید را کاهش داده و از طرف دیگر خود نوعی منبع انرژی شود.

- جذب اتمسفری:

قسمتهای از طیف الکترومغناطیسی به علت وجود بخار آب و دی اکسید کربن و ازن دچار پدیده جذب می گردند. به طوریکه در بعضی از طول موجها بطور کامل مانع رسیدن امواج به زمین می شوند.

محدوده هایی از طیف الکترومغناطیسی را که تحت تاثیر جو واقع نمی شوند و یا به میزان کمی تحت تاثیر قرار می گیرند و به میزان قابل ملاحظه ای از آن عبور کرده و به زمین می رسند روزنه ها یا پنجره های جوی نام دارند.

مهمترین روزنه های جوی برای سنجش از دور:

محدوده بین 1/1-0/4 میکرومتر در بخش مریی و مادون قرمز

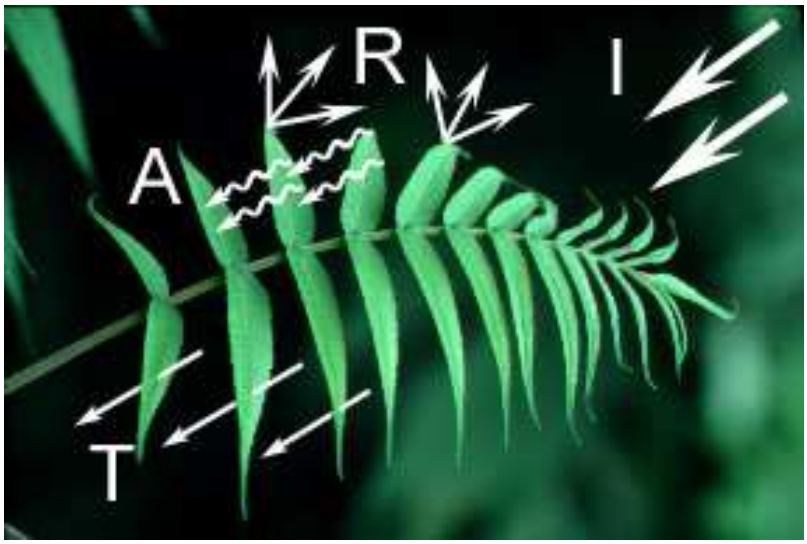
محدوده بین 5-3/5 میکرومتر در بخش مادون قرمز حرارتی

محدوده بین 14-8 میکرومتر در بخش مادون قرمز حرارتی

2-4- تاثیر متقابل امواج الکترو مغناطیسی و سطح زمین:

در سنجش از دور بازتاب امواج الکترومغناطیسی ، پس از برخورد بـا پدیـده هـای سـطح زمین، بوسیله سنجنده ها ثبت و سپس مـورد تجزیـه و تحلیـل قـرار مـی گیـرد. بنـابرابن ضروری است که خصوصیات بازتابش پدیده های عمده سطح زمین شناخته شوند.

انرژی الکترومغناطیسی که به سطح زمین می رسد ممکن است منعکس شود، عبور کند و یا جذب شود.



شکل6- واکنش انرژی با عوارض سطح زمین

انرژی انعکاسی در جو سیر صعودی طی می کند و همچنین تحت تاثیر جو قرار می گیرد بخشی از این انرژی انعکاسی که در معرض دید سنجنده قرار می گیرد دریافت می شـود و برای انتقال به ایستگاههای زمینی به مقادیر عددی تبدیل می گـردد. در سـنجش از دور مقدار و توزیع طیفی انرژی انعکاسی بررسی می شود تا اینکه ماهیت اشیای منعکس شده شناسایی و استنتاج شود. فرض بر این است که هر چیزی عکس العمل متفاوت و ویژه ای در قبال انرژی تابشی دارد که با نحوه درجات متفاوت انعکاس انرژی معین می شود.

در این مورد به دو نکته باید توجه داشت، نخست اینکه نسبت انرژی منعکس شده ، جـذب شده و عبور یافته در مورد پدیده های مختلف برای یک طول موج تفاوت داشته و بستگی به نوع ماده و شرایط و وضعیت آنها دارد. این اختلافات ، شناسایی پدیده های مختلف بر

روی تصویر را میسر می سازد. دوم آنکه نسبت انرژی در سه حالت یاد شده برای یک پدیده معین نیز در طول موجهای مختلف فرق می کند.

بنابراین وقتی که شناخت دو پدیده در یک محدوده طیفی به دلیل تشابه نسبت حالتهای سه گانه فوق میسر نباشد ممکن است که در محدوده طیفی دیگر کاملا متفاوت بوده و تفکیک و شناخت آنها را از یکدیگر میسر می سازد. در بعضی موارد مانند پوشش گیاهی، واکنش مواد سطح زمین در مقابل انرژی تابشی از یک زمان به زمان دیگر در طول سال متفاوت است.

انعکاس از یک عارضه به عواملی از قبیل آزیموت خورشید، ارتفاع خورشید و جهت نگاه سنجنده به عارضه و ساختمان عارضه بستگی دارد.

از آنجاییکه واکنش های طیفی اندازه گیری شده بوسیله سنجنده های راه دور بر روی انواع مختلف پدیده ها ، بررسی نوع و یا شرایط پدیده ها را میسر می سازد، این واکنشها اغلب موسوم به نشانهای طیفی(Spectral signatures) هستند. منحنیهای انعکاس طیفی به این روش نسبت داده می شود.

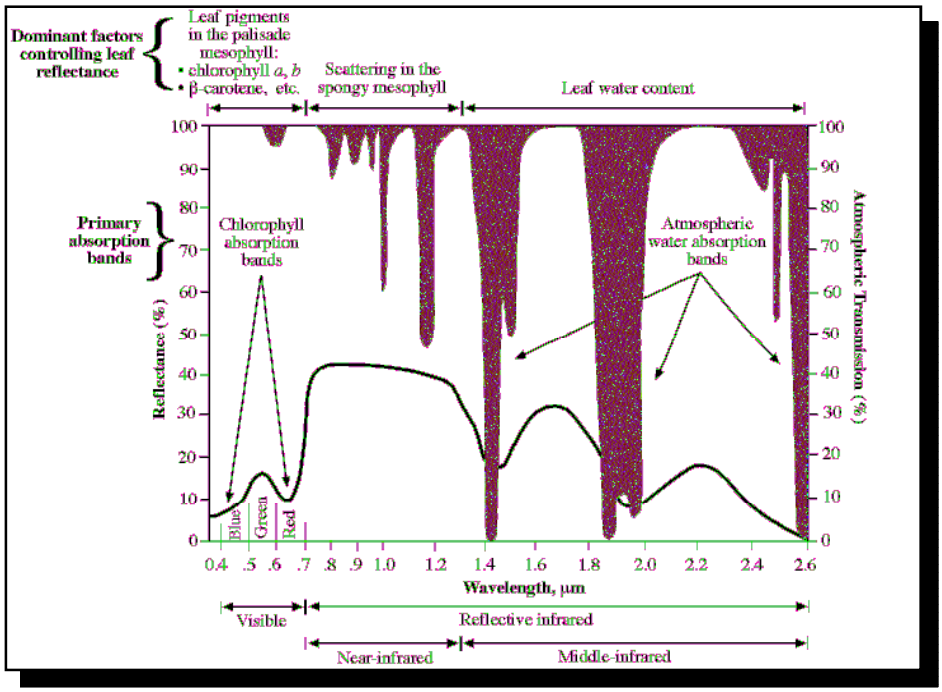
2-4-1- خصوصیات انعکاس طیفی پدیده های مختلف سطح زمین:

- خصوصیات طیفی پوشش گیاهی:

درک صحیح بازتابهای طیفی گیاهان و خاک زیر آن به تفسیر موفقیت آمیز وضعیت پوشش گیاهی و خاک کمک می کند. علاوه براین ، بازتاب طیفی برگ ممکن است متاثر از انواع تنشهای خشکی، شوری و کمبود عناصر غذایی باشد، زیرا این گونه تنشها و کمبودها موجب تغییر شکل درونی و خارجی برگ می شود. نه تنها مشخصات یک نوع گیاه با نوع دیگر متفاوت است بلکه ساختمان برگ گونه های مختلف یک گیاه نیز با یکدیگر فرق می کند و این تفاوتها ممکن است اختلاف در باندهای طیفی را به دنبال داشته باشد. این ویژگیها، کلیدی برای تفکیک و طبقه بندی گیاهان و مناطق زیر کشت در سنجش از دور محسوب می شود.

گیاه سالم معمولا 40تا 50 درصد از انرژی مادون قرمز نزدیک (0/7 تا1/1) دریـافتی را منعکس می کند. انرژی در بخش مریی طیف الکترومغناطیسـی عمـدتا توسـط رنگدانـه های گیاهی جذب می شود. در قسمت مریی در ناحیه طول موج سبز، بازتاب بالایی وجود دارد به همین خاطر گیاه به رنگ سبز دیده می شود.

ناحیه 0/8–1/3 میکرومتر بازتاب بالای گیاه در بخش مادون قرمز نزدیک وجود دارد. تغییر سریع بازتاب طیفی در نقطه نزدیک به0/8 میکرومتـر لبـه قرمـز نـام دارد. زمـان و فصل رویش از عواملی است که در تغییر منحنی بازتاب طیفی نقش دارد.

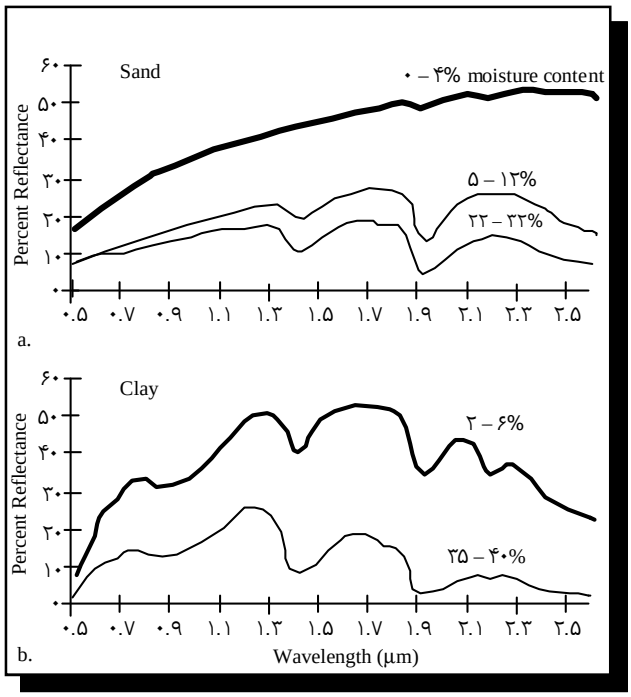


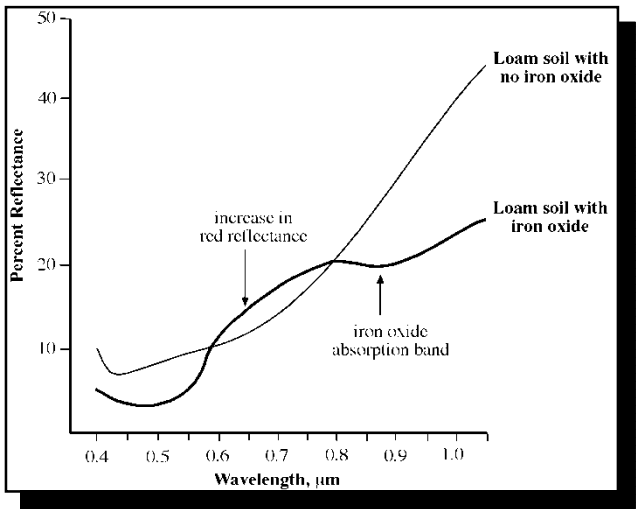
شکل7– منحنی انعکاس طیفی گیاهان

با توجه به اختلاف و رابطه بازتاب در ناحیه مادون قرمز نزدیـک و قرمـز، بازتابهـای طیفی این دو ناحیه با هم مقایسه می شوند تا وضـعیت پوشـش گیـاهی از لحـاظ تـراکم ، سبزینگی و تولید شناسایی شود. نسبت بازتاب طیفی مادون قرمز نزدیک به قرمـز تحـت عنوان شـاخص پوشـش گیـاهی بررسـی مـی شـود. در طـول موجهـای 1/4، 1/9، 2/45 میکرومتر به شدت توسط مولکولهای آب گیاه جـذب شـده در نتیجـه در سـه طـول مـوج مذکور افت ناگهانی و شدید دیده می شود. به این طول موجها، باندهای جاذب آب گویند.

- خصوصیات طیفی خاک:

مشخصه نمودار انعکاس طیفی خاکها، افزایش انعکـاس در نتیجـه افـزایش طـول مـوج است. انعکاس در طول موجهای مریی تحت تاثیر مواد آلی و مقـدار آب موجـود در خـاک قرار می گیرد. میزان رطوبت ، باف خاک، ناهمواریهای سطح زمـین، وجـود اکسـید آهـن، وجود مواد آلی در خاک از عواملی هستند که بر انعکاس طیفی خاک اثر می گذارنـد. مـثلا میزان رطوبت در خاک باعث کاهش انعکاس آن می شود.





شکل 8- منحنی های انعکاس طیفی خاکهای مختلف

بطور کلی:

- منحنی انعکاس طیفی تمام خاکهاغیر از خـاک رس دارای طـرح کلـی و یکنواخـت مـی باشد و با افزایش طول موج، میزان انعکاس نیز افزایش می یابد.
- منحنی انعکاس خاک رس در باندهای جاذب آب دارای افت شدید انعکاس بوده و ایـن حالت از خاصیت خاک رس در نگهداری رطوبت ناشی می شود.
- خاک حاوی مواد آلی در طیف مریی داری بازتاب ناچیزی است.

- خصوصیات طیفی آب:

جذب انرژی در طول موج مادون قرمز نزدیک مهمتـرین ویژگـی اب اسـت. بازتـاب آب زلال درطیف نور مریی، کمتر از 50 درصد است. در واقع بخش کمی از انـرژی وارده بـر سطح آب منعکس می شود و بقیه آن جذب شده و یا از آن عبور می کند. طـول موجهـای آبی و سبز بهتر از مادون قرمز قابلیت نفوذ در آب را دارند ولی بـا گـل آلـود شـدن آب ، قابلیت انتقال و انعکاس آن بیشتر می شود. مثلا آبی که دارای مواد رسـی باشـد، معمـولا در محدوده مریی انعکاس بیشتری نسبت به آب زلال دارد. ترکیبات مختلف آب در بازتاب انرژی تاثیر دارد. برخی مطالعات نشان می دهد که داده هـای مـاهواره ای بـرای مطالعـه کیفیت آب کارایی خوبی دارند. برای مثال شوری یکی از عوامـل کیفیـت آب اسـت کـه بـا استفاده از داده های ماهواره ای قابل مطالعه است.

بطور کلی منحنی انعکاس طیفی آب با افزایش طول موج کاهش می یابد تا در محـدوده مادون قرمز نزدیک به صفر می رسد.

افزایش تمرکز کلروفیل تمایل بـه کـاهش انعکـاس آب در طـول موجهـای آبـی و افـزایش انعکاس در طول موج سبز را دارد. این تغییرات برای بررسی وجود تخمین تمرکـز جلبـک از طریق داده های سنجش از دور مورد استفاده قرار می گیرد.

با توجه به خصوصیات طیفی آب ، مطالعات مختلف نشان داده اسـت کـه بـا اسـتفاده از فناوری سنجش از دور می توان مطالعات زیر را انجام داد:

- نظارت بر پارامترهای کیفیت آب

- برنامه ریزی و مدیریت منابع آب

- درک بهتر اکوسیستمهای آبی از طریق تشخیص آثار متقابل بین مشخصات بیولوژیکی، شیمیایی و هیدرولوژیکی

- مطالعه رسوبات

- ...

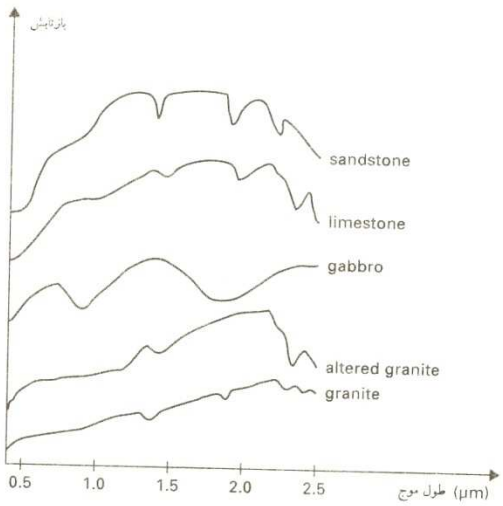
- خصوصیات طیفی کانیها:

سنگها ترکیبی از کانیها هستند بنابراین خصوصیات طیفی آنها ترکیبی از نسبت فراوانی هر یک از کانیهاست.

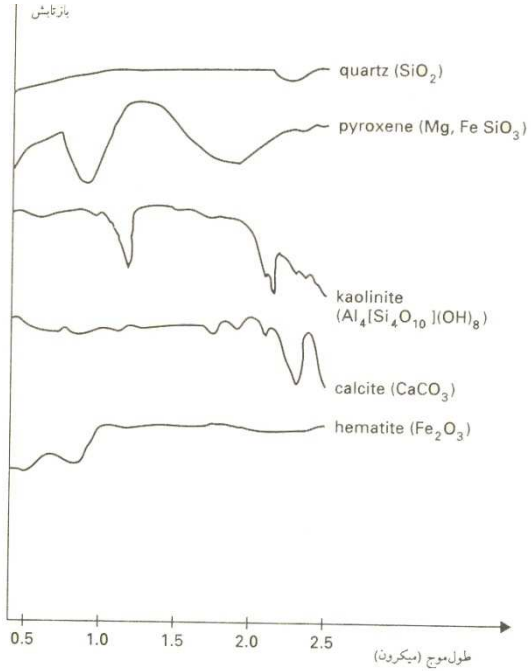
مطالعات مختلف نشان داده است که در نواحی خشک و نیمه خشک که عاری از پوشش گیاهی است، از نمودار انعکاس طیفی سطح زمین می توان مستقیما برای شناسایی سنگها و کانیها نواحی مورد مطالعه استفاده کرد.

برای مثال بعضی از کانیها مانند کوارتز و فلدسپات، در باندهای مریی و مادون قرمز نزدیک، خاصیت جذبی زیادی نشان نمی دهند. از 1/6میکرون به بعد، انعکاس طیفی کانیهای رسی کاهش می یابد، در حالیکه امکان شناسایی کربناتها و سیلیکاتها با استفاده از طیف جذبی در مادون قرمزمیانی و بخصوص 2/5-2 میکرون وجود دارد.

نمودار انعکاس طیفی تعدادی از کانیها در شکلهای زیر نشان داده شده است.



در این نمودارمشخصه های مهم طیفی، فقط به خاطر وجود آهن، OH و CO^{3} یا آب می باشد. کوارتز سیلیس خالص می باشد به همین دلیل طیف آن تقریبا افقی است. طیف پیروکسین و هماتیت دارای یک شروع افقی تا قبل از 0/55 میکرون می باشد. کائولینیت یک کانی رسی است که بین یک و 2/5 جذب دارد. کلسیت نقاط جذب مهمی را از 1/8 به بعد دارد.



در این نمودار بازتاب طیفی سنگهای مختلف نشان داده شده است. دانه های کوارتز در ماسه سنگ با اکسید آهن پوشانده شده و با خاک رس به همدیگر محکم شده اند.پس طیف آن تحت تاثیر آهن و رس قرار دارد.

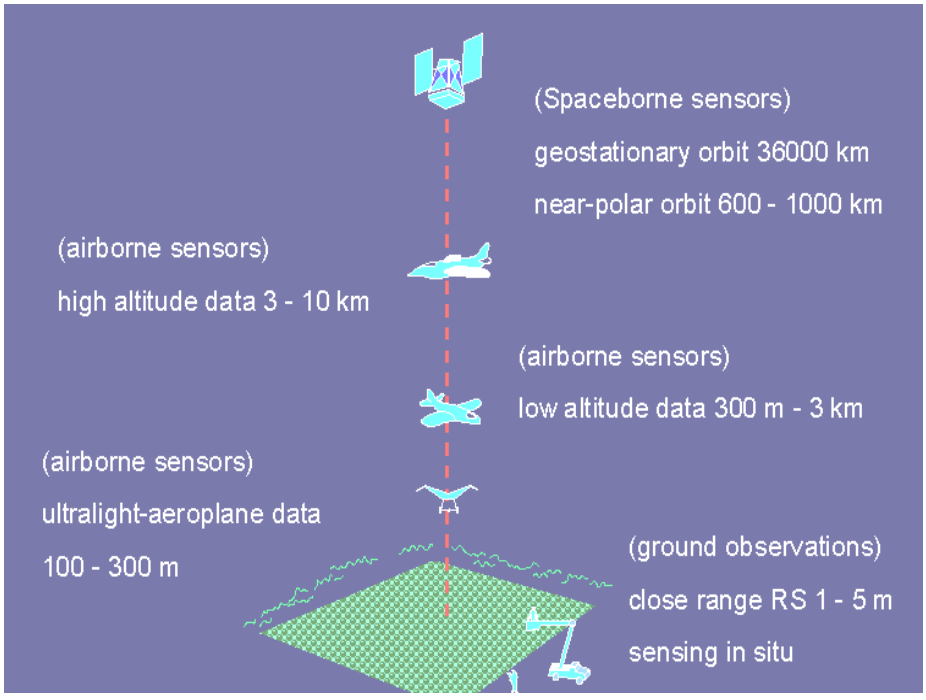
2-5- سکوها و سنجنده ها:

در سنجش از دور، سکو (Platform) به محلی اطلاق می شود که سنجنده در آن قرار می گیرد. سکوها بطور کلی شامل سکوهای زمینی ، سکوهای هوایی و سکوهای فضایی هستند.

سکوهای زمینی معمولا جهت ثبت جزییات اطلاعات طیفی عوارض سطح زمین و مقایسه آن با اطلاعات طیفی عوارض که توسط سنجنده های هوایی و یا ماهواره ها جمع آوری شده است بکار می رود.

سکوهای هوایی شامل هواپیما و هلیکوپتر جهت جمع آوری اطلاعات عوارض سطح زمین می باشد.

سکوهای فضایی در سنجش از دور شامل شاتلهای فضایی، سفینه ها، ایستگاههای فضایی و بیشتر شامل ماهواره ها می باشد. این سکوها معمولا در ارتفاع بالای 200کیلومتری سطح زمین قرار می گیرند و سنجنده های مختلف را برای جمع آوری اطلاعات منابع زمینی و هواشناسی و یا مخابراتی در اطراف زمین حمل می کنند.



شکل9- مشخصات سکوهای زمینی، هوایی و فضایی در سنجش از دور

ماهواره ها از مهمترین سکوهای فضایی در سنجش از دور می باشند که جهت اهداف مختلف مخابراتی، هواشناسی، نظامی ، مطالعات منابع زمینی و... پرتاب می گردند.

مهمترین خصوصیات ماهواره ها که باعث گردیده است روز به روز بر تنوع و تکنولوژی و کاربرد آنها در زمینه های گوناگون افزوده گردد عبارت است از:

- پوشش تکراری تصاویر ماهواره ای
- پوشش وسیع تصاویر ماهواره ای
- استفاده از قسمت وسیعی از طیف الکترومغناطیسی جهت سنجش

خصوصیات ماهواره ها:

مسیری را که ماهواره در آن قراردارد ویا به دور زمین در حرکت است مدار ماهواره نام دارد.

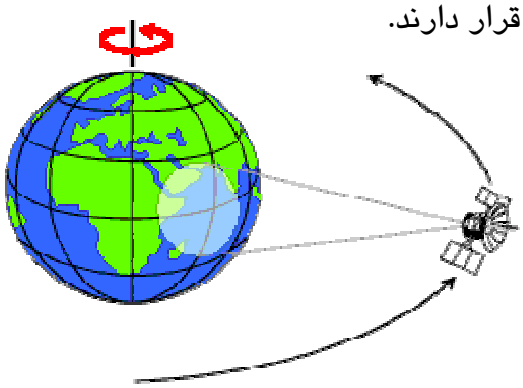
مدار ماهواره ها براساس هدف سنجنده ای که با خود حمل می کند مطابقت دارد.

انواع کلی مدارهایی که ماهواره ها در آن مستقر می شوند عبارتند از :

- مدارهای ثابت زمینی (Geostationery orbit)
- مدارهای نزدیک قطبی یا شبه قطبی(Near-polar orbits)

مدارهای ثابت زمینی:

زاویه صفحه‌ای که مدار در آن قرار گرفته و صفحه‌ای که از استوای زمین می‌گذرد, صفر است . در نتیجه این دو صفحه بر هم منطبق می‌شوند. مدار ثابت زمینی در فاصله حدود36000 کیلومتری زمین قرار دارند.



شکل 10- مدارماهواره های ثابت زمینی

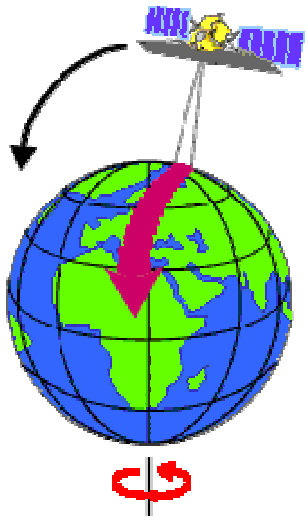
سرعت چرخش ماهواره با سرعت چرخش زمین تطابق دارد بطوریکه نسبت به زمین ساکن به نظر می رسد. ماهواره های مدار ثابت زمینی یک منطقه خاص را بطور دائمی مشاهده و از آن اطلاعات تهیه می کند.

مدارات بیشتر ماهواره های مخابراتی و هواشناسی از این نوع می باشد.

-مدارهای نزدیک قطبی یا شبه قطبی:

در یک مدار نزدیک قطبی (شمالی-جنوبی) همراه با حرکت زمین(غربی-شرقی)به گونه ای در حرکتند که در یک دوره زمانی مشخص، بیشتر یا همه سطح زمین را پوشش می دهند. این ماهواره ها خورشید آهنگ یا (Sun-synchronous) گویند. به این مفهوم که هر منطقه از سطح زمین را در یک زمان ثابت محلی پوشش می دهند. بیشتر ماهواره های منابع زمینی یا مشاهدات زمینی مانند لندست، اسپات در این گروه قرار می گیرند.

ارتفاع این ماهواره ها از 200 تا 1000 کیلومتر از سطح زمین متغیر می باشد.



شکل 11- مدارماهواره های شبه قطبی

- سنجنده(Sensor) :

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.

تقسیم بندی سنجنده ها بر اساس منبع انرژی:

– سنجنده های فعال:

این سنجنده ها خود دارای مولد انرژی الکترومغناطیسی هستند. این انـرژی بـه طـرف پدیده مورد نظر فرستاده شده و بازتاب آنها جمع آوری و ثبت می گردد. مثل میکروویـو فعال و رادار.

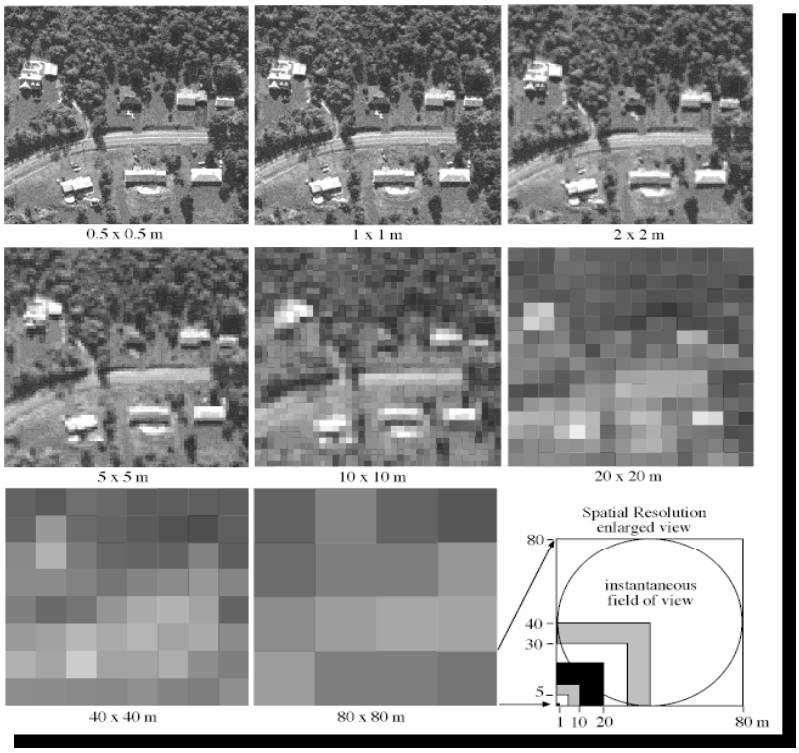
– سنجنده های غیر فعال:

این سنجنده هاخود دارای مولد انرژی الکترومغناطیسی نیستند بلکه انرژی منعکس شـده از پدیده های مختلف زمینی را که اشعه الکترومغناطیسی خورشید به آنهـا تابیـده اسـت، جمع آوری می کنند.

مشخصات سنجنده ها:

قدرت تفکیک مکانی (Spatial resolution)

کیفیت وضوح فضائی توانایی تشخیص دو شی کاملا نزدیک بهم برروی یک تصویراست، همچنین کمترین فاصله میان دو شی است که تصاویر اشیاء در آن مجزا بنظر می رسند. ویاکوچکترین شی قابل تشخیص بر روی تصویر.



شکل 12–نمایش مفهوم قدرت تفکیک مکانی

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.

قدرت تفکیک رادیومتریک(Radiometric resolution)

قابلیت سنجنده در تبدیل انرژی الکترومغناطیسی به گامهای خاکستری.

به عنوان مثال سنجنده های با قدرت تفکیک رادیومتری 8 بیت، قابلیت تبدیل انرژی الکترو مغناطیسی به 255 گام خاکستری را دارند.

قدرت تفکیک زمانی(Temporal resolution)

کمترین فاصله زمانی ممکن بین دو تصویر برداری متوالی.

تصویر ماهواره ای و سیستمهای تصویر برداری:

تصویر و عکس:

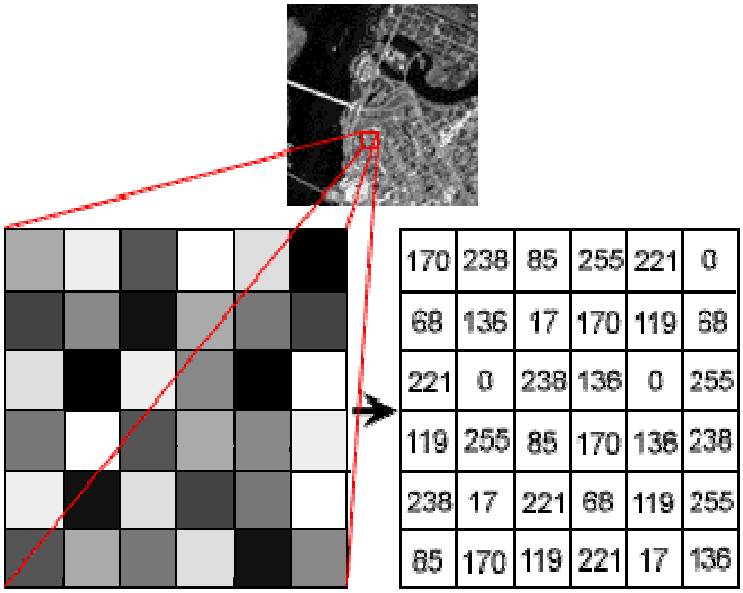
تصویر(image) عبارت است از هرگونه نمایش تصویری صرفنظر از اینکه چه طول موجها یا ابزار سنجش از دور در ثبت انرژی الکترومغناطیسی استفاده شده است.

عکس به تصویری اطلاق می گردد که در صفحه فیلم ثبت شده باشد که معمولا در طول موجهای مریی و مادون قرمز انعکاسی تشکیل می گردد.

پس بنابه تعریف هرعکسی می تواند تصویر باشد اما هرتصویری 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.



شکل 13- ساختار تصویر ماهواره ای

سطحی از زمین که بصورت یک پیکسل در تصاویر نمایان می شود با ارتفاع ماهواره، اندازه دید لحظه ای سنجنده بر روی زمین معرفی می شود. نتیجه اسکن کردن بازتابش سطح زمین ، با هر نوع سنجنده که صورت می گیرد بصورت تصاویری با پیکسلهای پیوسته در یک فضای دو بعدی حاصل می شود.

هر تصویر ماهواره ای می تواند به لایه های مختلف شکسته شود که هر کدام از این لایه ها باند یا کانال نام دارند.

هر کدام از این باندها نمایانگر قسمتهای مختلف انرژی الکترومغناطیسی می باشد.

هر کدام از این باندهای تصویر به صورت سیاه و سفید است و از ترکیب سه کانال یا سه باند یک تصویر رنگی ایجاد می شود.

آشنایی با تعدادی از ماهواره های سنجش از دور:

پیشرفت سریع فناوری سنجش از دور، تنوع و تعدد ماهواره های سنجش از دور را به دنبال دارد. در این بخش به تعدادی از این ماهواره ها و خصوصیات آنها اشاره می کنیم.

- ماهواره NOAA:

اولین ماهواره از این سری، در سال 1970میلادی به فضا پرتاب شـد. در ارتفـاع 850 کیلومتری زمین و در هر شبانه روز دو پوشش کامل از زمـین دارد و دارای دو سـنجنده است. قدرت تفکیک در مرکز 1100 متر و در گوشه ها 3000 متر، عرض تصویر برداری 2700 کیلومتر، خورشید آهنگ ومدار نزدیک قطبی.

دو ماهواره که هر کدام یک پوشش جهانی ایجاد مـی کنـد.یکـی از ایـن دو مـاهواره از استوا در اوایل صبح از شمال به جنوب عبور می کند، در صورتیکه ماهواره دیگر بعـد از ظهر همین مسیر را طی میکند

سنجنده AVHRR(Advanced Very High Resolution Radiometer)

مهمترین و اولین سنجنده این ماهواره می باشد.

- دارای 5 کانال اخذ اطلاعات است

- (مرئی- مادون قرمز نزدیک –مادون قرمز نزدیک- دو باند مادون قرمز حرارتی)

- ویژگیها:

- دید وسیع و یکپارچه معادل 2700 کیلومتر
- تهیه دو پوشش کامل در شبانه روز از یک منطقه توسط هر ماهواره
- نظر به اینکه سه باند اطلاعات این حسگر MIR و حراتی است قابلیت نظارت و
- بررسی سطح زمین در شب نیز وجود دارد

- کاربردهای 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 مسیر حرکت لکه های نفتی
- تهیه تصاویر محل تجمع فیتو پلانگتونها
- مکانیابی آتش سوزی جنگلها

ماهواره لندست:

اولین ماهواره که جهت مطالعات منابع زمینی در سال 1972 توسط ناسا پرتاب شد.

شامل دو نسل می باشد که لندست1، 2 و 3 نسل اول و ماهواره های 4 و 5 لندست نسل دوم را شامل می شوند.

- لندست 6 در مدار قرار نگرفت.
- ماهواره لندست 7در سال 1999پرتاب شد.
- ماهواره خورشید آهنگ با مدار نزدیک قطبی.

خصوصیات ماهواره های لندست:

- لندست نسل1 تا 3:
- ارتفاع: 907 تا 915 کیلومتر از سطح زمین
- زاویه میل:99/2 درجه
- مدار:شبه قطبی و خورشید آهنگ
- ساعت عبور از استوا:9/5 صبح
- زمان گردش به دور زمین:103دقیقه
- دوره تکرارپوشش زمین:18روز
- لندست4و5:
- ارتفاع: 705تا کیلومتر از سطح زمین
- زاویه میل:98/2 درجه
- مدار:شبه قطبی و خورشید آهنگ