بنام خدا

جزوه درس :

مبانی سنجش از دور

گردآورنده:

مهندس مهدی ایزدی

نام دانشجو:

.....

بهار۸۹

www.GeoGIS.ir

مقدمه.....1
تاریخچه.....1

فصل اول

روش های مختلف جمع آوری داده ها (مکانی).....4
تعریف سنجش از دور.....4
مزایای سنجش از دور.....5
سنجش از دور و کاربردهای آن.....6
مولفه های اصلی دورکاوی.....9
انرژی الکترومغناطیستی.....11
خواص فیزیکی تابش الکترومغناطیس.....12
ماه یت فیزیکی.....12
حرکت ذره ای.....14
منبع انرژی الکترومغناطیس.....14
تابندگی.....16
دو منبع مهم انرژی برای سنجش از دور.....18
طیف الکترومغناطیس.....18
مادون قرمز حرارتی.....22
ارتباط بین طول موج با انرژی و فرکانس.....22
تعریف باند.....23
عمده ترین سیستم های رنگی.....23

عوامل مؤثر در تشکیل تصاویر.....25
منحنی رفتار طیفی.....26
تعامل انرژی با سطح اشیاء زمین.....28
رفتار انعکاس اشیاء.....30
فعل و انفعال انرژی در اتمسفر و سطح زمین.....30
جذب و پراکنش در اتمسفر.....32
جذب.....32
پراکنش.....33
انواع پراکنش.....33
اثرات اتمسفر بر روی تصاویر.....36
درجه روشنایی.....38
خصوصیات مهم سنجنده ها.....40
پارامتر های مدار ماهواره.....45

فصل دوم

سنجنده‌ها.....47
سنجنده های غیرفعال.....47
سنجنده های فعال.....47
روند تکاملی سنجنده ها.....49
انواع سنجنده ها از لحاظ نوع داده.....50
انواع سنجنده ها از لحاظ نوع و هندسه جمع آوری داده.....51

مزایای سیستمهای جاروبگر خطی.....55
معایب سیستمهای جاروبگر خطی.....55
انواع سنجنده ها از نظر طیفی.....55
سکوها.....56
انواع سکوها.....57
سنجش از دور هوایی.....57
سنجش از دور فضایی.....57
ماهواره‌های سنجش از دور.....58
انواع مدارها.....58
ماهواره NOAA.....64
سنجنده های NOAA.....64
ماهوارهNIMBUS.....67
ماهوارهGMS.....67
ماهواره LANDSAT.....68
کاربرد باندهای ETM.....70
ماهواره SPOT.....72
کاربرد های SPOT.....76
ماهواره های راداری.....76
ماهواره ERS-1.....76

فصل سوم

تصحیح خطا بر روی تصاویر ماهوارهای.....79
خطاهای رادیومتریک.....79
خطاهای هندسی.....79
خطاهای دستگاهی.....79
منابع خطاهای هندسی.....81
تصحیح خطاهای هندسی.....82
تبدیلات سیستم های مختصات دو بعدی.....82
تبدیل متشابه.....82
تبدیل افاین.....83
چند جمله های ها.....84
الگوریتم کلی تصحیح هندسی به روش کلی.....86
نمونه برداری مجدد.....86
معروف ترین روش های نمونه برداری.....88
تحلیل روشهای درونیابی.....91

فصل چهارم

تفسیر تصاویر ماهواره ای.....92
دلایل استفاده از از روش سنتی.....93
استفاده از کامپیوتر در روش سنتی.....95
استفاده از هیستوگرام.....95
بهبود وضوح یا کنتر است تصویر.....97

روشهای بارزسازی.....97
Histogram Matching.....99
اصلاح کنتراست به روش یکنواخت سازی هیستوگرام.....99
فیلتر ها.....100
روش های رقومی استخراج اطلاعات.....102
استفاده از حد آستانه یا برش گذاری.....102
قطعه بندی.....103
محاسبات تصویری.....103
طبقه بندی.....103
منابع و مآخذ.....106

www.GeoGIS.ir
izadi.geomatic@gmail.com

مقدمه:

سنجش از دور :

بطورکلی Remote Sensing یا سنجش از دور را میتوان تکنولوژی کسب اطلاعات و تصویربرداری از زمین با استفاده از تجهیزات هوانوردی مثل هواپیما، بالن یا تجهیزات فضایی مثل ماهواره نامید. به عبارت دیگر سنجش از دور علم و هنر بدست آوردن اطلاعات در مورد هر موضوع تحت بررسی به وسیله ابزاری است که در تماس فیزیکی با آن نباشد. مزیت برتر اطلاعات ماهواره ای نسبت به سایر منابع اطلاعاتی، پوشش تکراری آنها از نواحی معین با فاصله زمانی مشخص است. در سنجش از دور، انتقال اطلاعات با استفاده از تشعشعات الکترو مغناطیسی (EMR) انجام می گیرد.

تاریخچه :

پرتاب اولین ماهواره به فضا :

اولین ماهواره پرتابی به فضا اسپوتینک بودکه توسط آمریکا، در4 اکتبر 1957 به فضا پرتاب شد . و از آن تاریخ تا کنون بیش از 18000 شیئ پرنده در اطراف زمین به گردش در آمده است.

پرتاب اولین ماهواره منابع زمینی به فضا :

اولین ماهواره منابع زمینی landsat1 بود که در سال 1973 پرتاب شد و از هر نقطه زمین هر 18 روز یکبار تصویربرداری می کرد . آمریکا با پرتاب landsat1 توانست در آن سال میزان سطح کشت گندم و تولید آن را در دنیا به دست آورد و از راه فروش و تولید گندم به نقاط مورد نیاز تمام هزینه های landsat را تأمین کند. landsat دارای

سنجنده جاروبگر چند طیفی MSS_multi spectral scanner بود و در 4 باند الکترومغناطیسی در نواحی مرئی و مادون قرمز تصویربرداری می کرد . که این امر یک تحول و موفقیت بزرگ برای کارشناسان زمین شناسی و معدن به شمار می رفت .

در سال 1972 اولین سری ماهواره های لندست با دوربین و سنجنده های RBV ، MSS و TM در چهار و هفت باند توسط ایالات متحده آمریکا در مدار زمین قرار گرفته و تصاویر حاصله در اختیار هزاران محقق قرار داده شد. از این مرحله که تصویربرداری از حالت آنالوگ خارج و بصورت رقومی درآمد، دریچه ای جدید برای پردازش تصاویر و نهایتاً تعبیر و تفسیر آنها به روی بشر گشوده شد.

شوروی سابق که در بهره برداری از ماهواره های تصویربرداری بصورت آنالوگ سابقه دیرینه‌ای داشت با پرتاب سری ماهواره‌های کاسموس در پی تصویربرداری بصورت رقومی برآمد و بدین ترتیب بطور اعجاب انگیزی صحنه رقابت برای سایر ملل فراهم شد.

فرانسه در سال 1986 اولین سری ماهواره های spot را با قدرت تفکیک 10 و 20 متر (درسه باند) و هندوستان سری ماهواره های IRS را در سال 1988، ژاپن سری ماهواره های MOS را در سال 1990، آژانس فضایی اروپا سری ماهواره های ERS را در سال 1991 و کانادا سری ماهواره های Radar-Sat را در سال 1995 در مدار زمین قرار دادند.

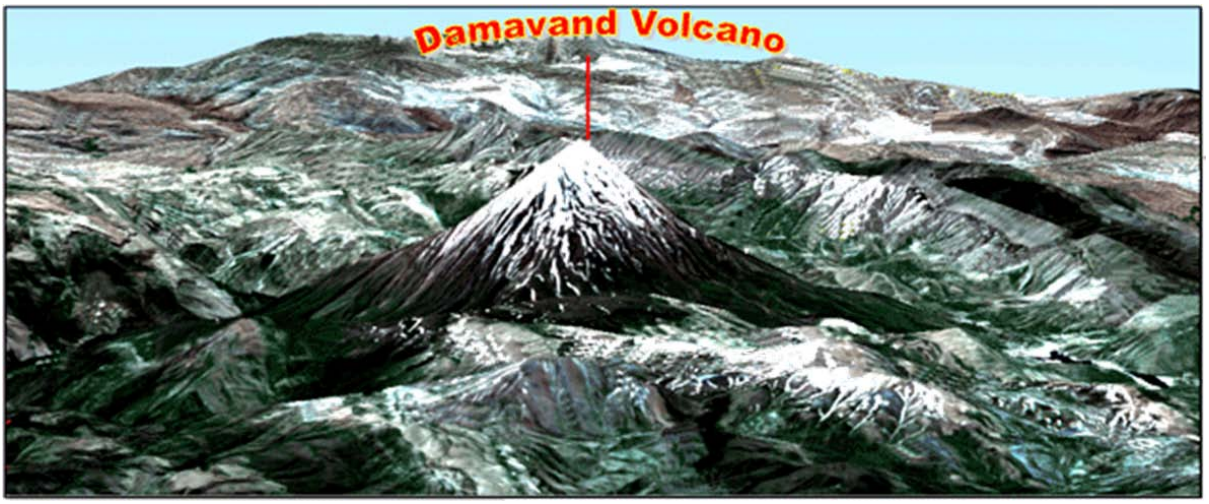
اکنون بسیاری از کشورهای جهان با درک اهمیت دستیابی به تکنولوژی های فضایی جهت بهره برداری‌های صلح آمیز از منابع زمین و حفظ امنیت ملی خود به طرق گوناگون اقدام نموده و به موفقیت های مهمی نیز دست یافته اند که از این میان می توان کره شمالی با پرتاب ماهواره KOM-SAT در سال 1998، مشارکت برزیل و چین جهت پرتاب ماهواره CBERS در سال1996 و مشارکت کشورهای مختلف در طراحی، ساخت و پرتاب انواع ماهواره را نام برد.

حاصل پرتاب این ماهواره ها، تهیه میلیونها تصویر از زمین بوده است که در اختیار هزاران محقق و مؤسسه تحقیقاتی قرار گرفته و با پردازش و تعبیر و تفسیر آنها، اهمیت و کاربردهای علوم و تکنولوژی فضایی آشکارشده است. این علوم قادر به پیش بینی بروز حوادث غیرمترقبه وهشدارهایلازم،آشکارسازی فعالیت های مخاطره آمیز زیست‌محیطی و کاهش اثرات ناشی از آنها، مدیریت فرسایش ساحلی، پیش بینی فصلی و سالانه آب و هوا و بررسی اثر آنها بر کشاورزی، خشکسالی و پیشروی کویر، برنامه ریزی و مدیریت منابع طبیعی نظیر معادن، جنگل، مراتع، ماهیگیری، وحوش و حوادث مخاطره آمیز، مدیریت آب آشامیدنی، آشکارسازی آلودگی آب و جلوگیری از امراض، تهیه انواع نقشه های موضوعی و کارتوگرافی در مقیاس های گوناگون می باشند.

فصل اول

روش های مختلف جمع آوری داده ها (مکانی) :

1) مشاهدات نجومی
2) نقشه برداری زمینی
3) هیدروگرافی
4) فتوگرامتری
5) سنجش از دور



تعریف سنجش از دور:

علم و هنری است که در آن دریافت اطلاعات درباره جسم، منطقه و یا پدیده مورد نظر، از طریق پردازش و تحلیل داده‌های اخذ شده به وسیله یک دستگاه (بدون تماس مستقیم با جسم و یا پدیده مورد مطالعه)، صورت می‌گیرد.

سنجش از دور شامل اندازه‌گیری و ثبت انرژی بازتابی از سطح زمین و جو پیرامون آن از یک نقطه مناسب بالاتر از سطح زمین است. پرتوهای بازتابی که از نوع امواج الکترومغناطیسی هستند، می‌توانند دارای منابع گوناگونی همانند پرتوهای خورشیدی، پرتوهای حرارتی اجسام یا حتی پرتوهای مصنوعی باشند.

پرتوهای بازتابیده شده از اجسام زمینی توسط سنجنده‌های ویژه‌ای به صورت قابل نمایش و پردازش ثبت و ذخیره می‌شوند.

به طور مثال خواندن کلمات نوعی کاربرد علم سنجش از دور می باشد که در آن چشم به عنوان سنجنده عمل می کند. سنجش از دور می تواند تغییرات دوره ای پدیده های زمین را نشان دهد و در مواردی چون بررسی تغییر مسیر رودخانه ها، تغییر حد و مرز پیکره های آبی چون دریاچه ها، دریاها و اقیانوس ها، تغییر مورفولوژی سطح زمین و غیره بسیار کارساز است.

مزایای سنجش از دور :

1) دید وسیع اطلاعات.
2) نداشتن هیچ مرز جغرافیایی.
3) ترکیب تلفیق اطلاعات GPS.
4) تصاویر ماهواره ای رقومی می باشد.
5) به روز کردن، یا بازنگری نقشه های قدیمی.
6) امکان پوشش خوب از منطقه را برای ما فراهم می آورد.
7) مشکل دسترسی به محل و حضور فیزیکی را حل می کند.
8) در دسترس بودن باعث شده که اسکن کردن تصاویر منتفی شود.
9) امکان پردازش کامپیوتری و ورود آن به صورت یک لایه اطلاعاتی به GIS.
10) هزینه را با کم کردن نیروی انسانی و عملیات زمینی محدود پایین می آورد.
11) وجود انواع متنوعی از تصاویر ماهوارهای با خصوصیات طیفی و مکانی متفاوت.
12) دوره ای بودن و تکرار تصاویر ماهواره ای (بانک اطلاعاتی بسیار قوی جهت کارهای GIS ای).

سنجش از دور و کاربردهای آن:

سنجش از دور در بسیاری از زمینه های علمی و تحقیقاتی کاربردهای گسترده ای دارد. از جمله کاربردهای فن سنجش از دور می توان به استفاده از آن در زمین شناسی، آب شناسی، معدن، شیلات، کارتوگرافی، جغرافیا، مطالعات زیست شناسی، مطالعات زیست محیطی، سیستم های اطلاعات جغرافیایی، هواشناسی، کشاورزی، جنگلداری، توسعه اراضی و به طورکلی مدیریت منابع زمینی و غیره اشاره کرد.

سنجش از دورمی تواند تغییرات دوره ای پدیده های سطح زمین را نشان دهد و در مواردی چون بررسی تغییر مسیر رودخانه ها، تغییر حد و مرز پیکره های آبی چون دریاچه ها، دریاها و اقیانوسها، تغییر مورفولوژی سطح زمین و غیره بسیار کارساز است. افزون بر این یک سیستم سنجش از دور با توجه به این که بر اساس ثبت تغییرات واختلافهای بازتابش الکترومغناطیسی از پدیده های مختلف کار می کند، میتواند حد و مرز پدیده های زمینی اعم از مرز انواع خاکها، سنگها، گیاهان، محصولات کشاورزی گوناگون و ... را مشخص کند. سنجش از دور در پیش بینی وضع هوا و اندازه گیری میزان خسارت ناشی از بلایای طبیعی، کشف آلودگی آبها و لکه های نفتی در سطح دریا، اکتشافات معدنی نیز کاربرد دارد. بدون شک استفاده از این فن در مطالعات اکتشافی و منابع طبیعی و سایر موارد پیش گفته نه تنها سرعت انجام مطالعات را بیشتر می کند، بلکه از نظر دقت و هزینه و نیروی انسانی نیز بسیار با صرفه تر است.

می توان در زمینه کاربردهای داده های ماهواره ای به طور اختصار به موارد زیر اشاره کرد:

الف- مطالعه تغییرات دوره ای

برخی از پدیده ها و عوارض سطح زمین در طی دوره زمانی تغییر می یابد. علت این تغییرات می تواند عوامل طبیعی مانند سیل، آتشفشان، زلزله، تغییرات آب و هوایی، یا عوامل مصنوعی مانند دخالت انسان در محیط زیست باشد. برای مثال تغییر سطح آب دریای خزر در طی یک دوره 10 تا 20 ساله، تغییر میزان سطح پوشش و جنگلها

درشمال کشور و تغییر پوشش گیاهی نخل درجنوب کشور و میزان آسیب آنها در دوران جنگ را می توان با استفاده از داده های ماهواره ای با دقت بسیار زیادی مطالعه کرد.

ب- مطالعات زمین شناسی

با استفاده از داده های ماهواره ای می توان مرزهای بسیاری از سازندهای زمین شناسی را از یکدیگر تفکیک کرد، گسله ها را مورد مطالعه قرار داد ونقشه های گوناگون زمین شناسی تهیه کرد. از جمله نقشه های زمین شناسی گوناگون که با استفاده از داده های ماهواره ای می توان تهیه کرد، نقشه گسله ها و شکستگی ها، نقشه سازندهای سنگی مختلف، نقشه خاکشناسی و نقشه پتانسیل ذخایر تبخیری سطحی را میتوان نام برد. افزون براین با توجه به گستره بسیار وسیع زیر پوشش هر تصویر ماهواره ای، چنین تصاویری برای مطالعات کلان منطقه ای برای زمین شناسان بسیار مفید است.

ج- مطالعات کشاورزی وجنگلی

تشخیص وتمایزگونه های گیاهی مختلف، محاسبه سطح زیر کشت محصولات کشاورزی،مطالعه مناطق آسیب دیده کشاورزی براثرکم آبی یا حمله آفتهای مختلف به آنها از جمله مهمترین کاربردهای داده های ماهواره ای است. تهیه تقشه جامع پوشش گیاهی هر منطقه، تهیه نقشه آبراهه ها و ارتباط آنها با مناطق مستعدکشت و برآورد میزان محصول زیر کشت از کاربردهای دیگر چنین اطلاعاتی است. لازم به ذکر است که وزارت بازرگانی و کشاورزی کشور ایالات متحده آمریکا از ابتدای تکوین تکنولوژی سنجش از دور همه ساله محصول کشاورزی کشور آمریکا وتمام کشورهای جهان را با استفاده ازتصاویر ماهواره ای برآورد می کند تا برای برنامه ریزی بازار و تولید اطلاعات مفید و لازم را بدست آورد. افزون بر این مطالعه میزان انهدام جنگلها و یا میزان پیشرفت جنگل کاری از کاربردهای دیگر این تصاویر است.

د- مطالعات منابع آب

مطالعه آبهای سطحی منطقه و تهیه نقشه آبراهه ها، بررسی تغییر مسیر رودخانه ها بر اثر عوامل طبیعی یا مصنوعی، تخمین میزان آب سطحی هر منطقه از جمله جالبترین کاربرد داده های ماهواره ای است.کشور ما از جمله کشورهایی است که با وجود داشتن منابع آبهای سطحی در بسیاری مناطق از مشکل کم آبی رنج می برد، که استفاده از تکنولوژی نوین وبه دست آوردن اطلاعات دقیق می تواند راهگشای استفاده بهتر ازمنابع آب کشور باشد.

ح- مطالعات دریایی

از تکنولوژی سنجش از دور بخصوص در چند زمینه مهم کاربردهای دریایی می توان استفاده کرد که ازآن جمله مطالعات دوره های پیشروی و پسروی کرانه دریا؛ مطالعات عمومی ویژگیها و خصوصیات توده های آبی مثل نقشه دمای سطح و رنگ آب و نقشه تراکم میزان کلروفیل و پلانکتون و مطالعات مربوط به تأثیر سایر پدیده ها بر دریا، از جمله وضعیت حرکت وتندی امواج دریا و غیره هستند.

تابحال سنجنده ها و ماهواره های مخصوصی فقط برای مطالعات دریاها و اقیانوسها طراحی وساخته شده است. مهمترین این ماهواره هاعبارتند از ماهواره " موس" ژاپن وماهواره " سی ست" آمریکا.

و- مطالعه بلایای طبیعی

امروزه برآورد میزان خسارت ناشی از بلایای طبیعی از قبیل سیل، زلزله، آتشفشان، طوفان وغیره با استفاده از داده های ماهواره ای بسیار متداول است. تعیین راهبرد مناسب برای جلوگیری وکاهش خسارت بلایای طبیعی از جمله دیگر کاربردهای داده های ماهواره ای است.

مهمترین قابلیتهای داده های سنجش از دور داده های سنجش از دور به دلیل یکپارچه و وسیع بودن،تنوع طیفی، تهیه پوشش های تکراری و ارزان بودن، درمقایسه با سایر روشهای گردآوری اطلاعات از قابلیت های ویژه ای برخوردار است که امروزه عامل نخستین در مطالعه سطح زمین و عوامل تشکیل دهنده آن محسوب می شود. امکان

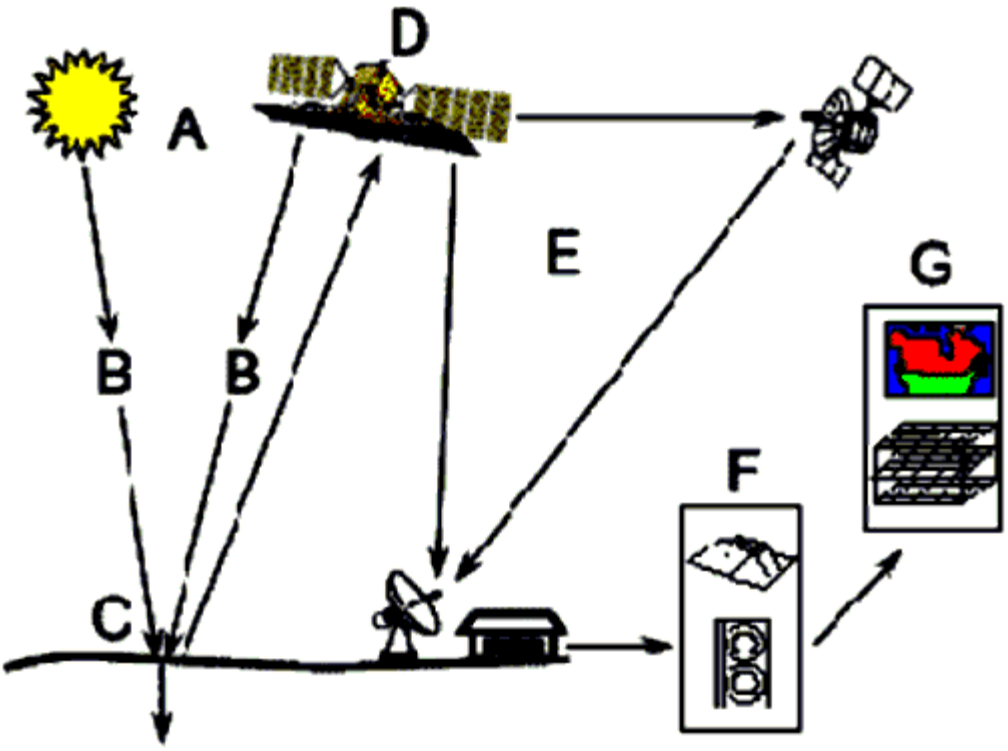
رقومی بودن داده ها موجب شده است که سیستم های کامپیوتری بتوانند از این داده ها به طور مستقیم استفاده کنند وسیستم های داده ها جغرافیایی و سیستم های پردازش داده ها ماهواره ای با استفاده از این قابلیت طراحی و تهیه شده است. سهل الوصول بودن داده ها، دسترسی سریع به نقاط دور افتاده و دقت بالای آنها از امتیازات خاص این فن محسوب می شود.

مولفه های اصلی دورکاوی:

1) بخش جمع آوری داده ها (منبع انرژی، اتمسفر، سرجنده، اشیا و پدیده ها).

2) بخش استخراج اطلاعات از طریق پردازش داده های جمع آوری شده.

تصویر زیر بطور شماتیک فرآیند کلی و عناصر مؤثر در سنجش از دور الکترومغناطیسی منابع زمین را نشان می دهد.



A) منبع انرژی

B) انتشار انرژی الکترومغناطیسی از میان جو

C) فعل و انفعالات انرژی بر اثر برخورد با عوارض سطحی زمین

D) سنجنده های هوایی و یا فضایی

E) انتقال اطلاعات کسب شده

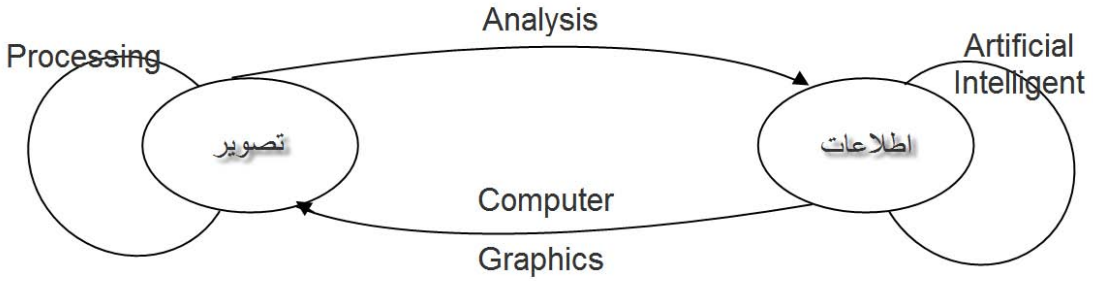
F) دریافت اطلاعات اولیه و تولید داده بصورت رقومی و یا تصویری

G) فرآیند تجزیه و تحلیل داده، شامل بررسی و تعبیر و تفسیر داده ها با بکارگیری وسایل مختلف دیداری و کامپیوتری به منظور آنالیز داده های حاصل از سنجنده.

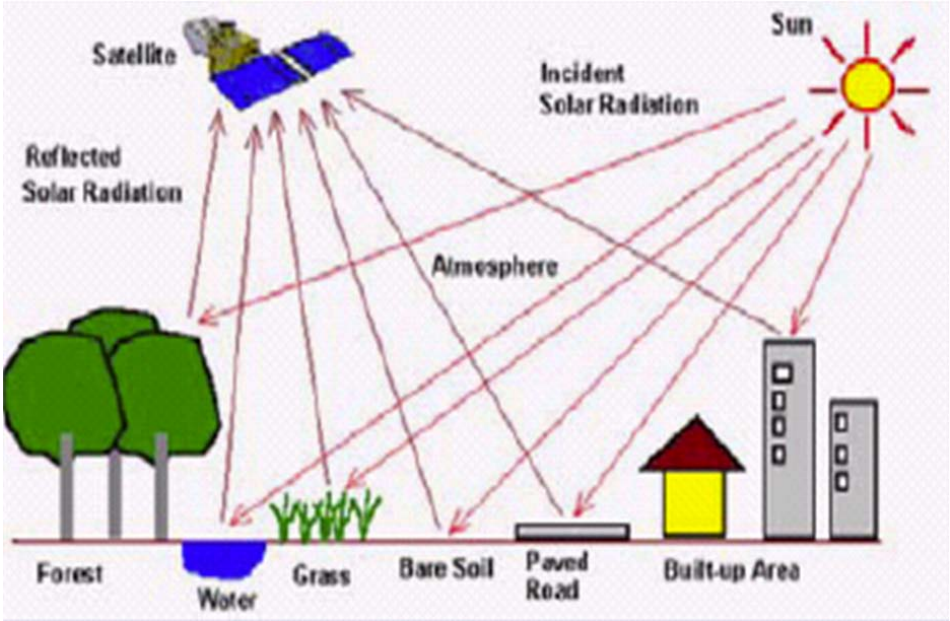
حاصل تعامل مؤلفه های ذکر شده تصویری است که در بخش استخراج اطلاعات بکار گرفته می شود، تصویر در این بخش تحت یک سری پردازش و تصحیح قرار می گیرد تا برای آنالیز آماده شود. در حقیقت می توان پردازش تصاویر را نگاشتی از فضای تصویر به فضای تصویر دانست که باعث آماده سازی تصویر برای آنالیز می شود

به عنوان مثال حذف خطاهای رادیومتریکی از جمله پردازش ها محسوب می شوند، چرا که ورودی الگوریتم های آن یک تصویر (همراه با خطا) و خروجی آن یک تصویر ((با کاهش و یا حذف خطا است)).

آنالیز تصاویر را از لحاظ تئوری می توان نگاشتی از فضای تصاویر به اطلاعات دانست و نتیجه آنالیز تصاویر اطلاعات مورد نیاز از تصاویر استخراج می شوند، معمولاً این اطلاعات نیاز به یکسری پس پردازش دارند تا علاوه بر بالا رفتن دقت آن ها آماده برای ورود به سیستم های اطلاعات جغرافیایی شوند، به این ترتیب مشخص می گردد که قلب یک سیستم سنجش از دوری، بخش آنالیز آن است و مهمترین و شاخص ترین قسمت یک سیستم سنجش از دور محسوب می شود.



منظور از داده همان طیف الکترومغناطیس میباشد که ماهواره ها جمع آوری می کنند.



انرژی الکترومغناطیستی :

تابش الکترومغناطیسی یا موج الکترومغناطیسی نوعی موج است که در فضا انتشار می‌یابد و از میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی ساخته شده‌است. این میدان‌ها در حال انتشار بر یکدیگر و بر جهت پیشروی موج عمود هستند همیشه موج مغناطیس از موج الکتریک پیروی می‌کند.

گاهی به تابش الکترومغناطیسی نور می‌گویند، ولی باید توجه داشت که نور مرئی فقط بخشی از گستره امواج الکترومغناطیسی است. امواج الکترومغناطیسی بر حسب بسامدشان به نام‌های گوناگونی خوانده می‌شوند: امواج رادیویی، ریزموج، فروسرخ (مادون قرمز)، نور مرئی، فرابنفش، پرتو ایکس و پرتو گاما. این نام‌ها به ترتیب افزایش بسامد مرتب شده‌اند.

تابش الکترومغناطیسی حاملی از انرژی الکترومغناطیسی است که نوسان این میدان را در فضا یا ماده انتقال می دهد.

خواص فیزیکی تابش الکترومغناطیس در سنجش از دور:

تابش الکترومغناطیس دارای دو خاصیت بصورت حرکت موجی و حرکت ذره ای می باشد. که نظریه موجی بودن، ما را در جداسازی انواع انرژی های الکترومغناطیس در طول موج های مختلف (مادون قرمز یا مایکروویو) کمک می کند؛ در حالی که با استفاده از نظریه ذره ای بودن می توان واکنش میان انرژی الکترومغناطیس با سطح زمین را بیان کرد.

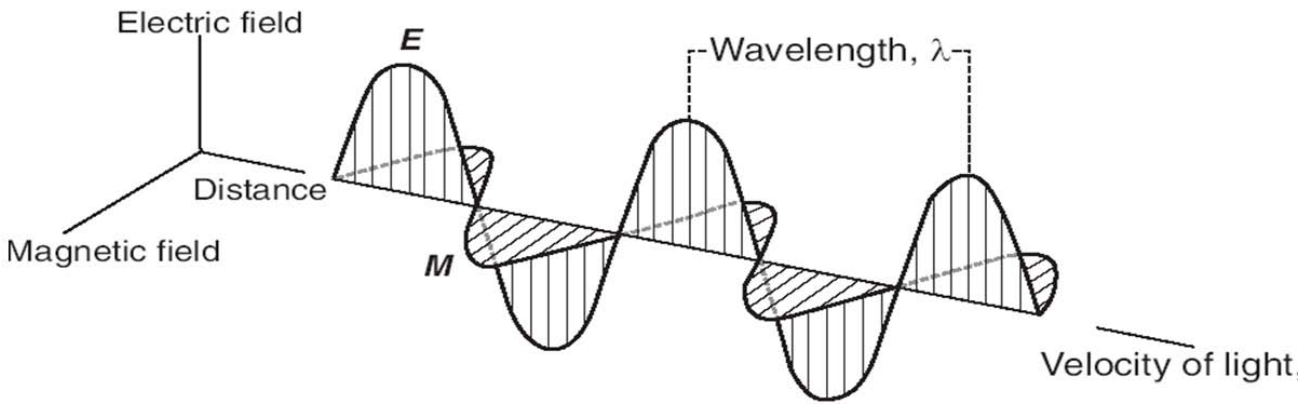
ماه یت فیزیکی:

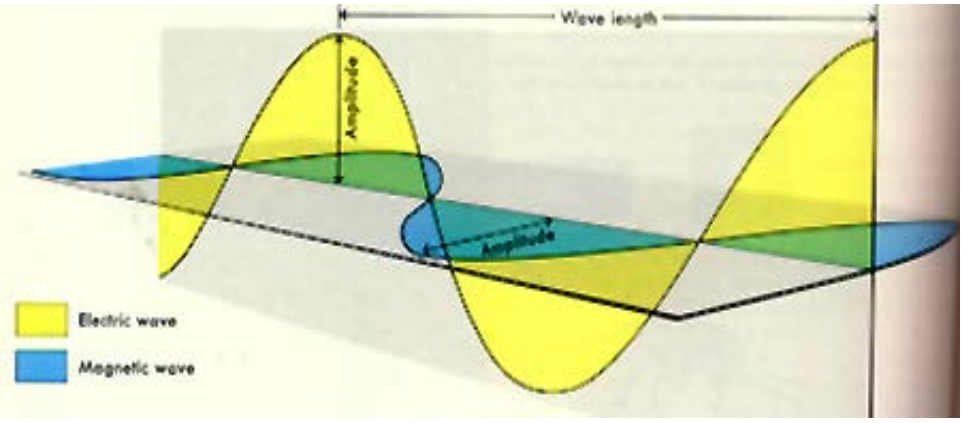
امواج الکترومغناطیسی را نخستین بار ماکسول پیش‌بینی کرد و سپس ها ینریش هرتز آن را با آزما یش به اثبات رساند. ماکسول پس از تکم‌یل نظریه الکترومغناطیس، از معادلات این نظریه شکلی از معادله موج را به دست آورد و بنابراین نشان داد که م یدان‌های الکتریکی و مغناطیسی هم می‌توانند رفتاری موج‌گونه داشته باشند. سرعت انتشار امواج الکترومغناطیسی از معادلات ماکسول درست برابر با سرعت نور به دست م ی‌آمد، و ماکسول نتیجه گرفت که نور هم باید نوعی موج الکترومغناطیسی باشد.

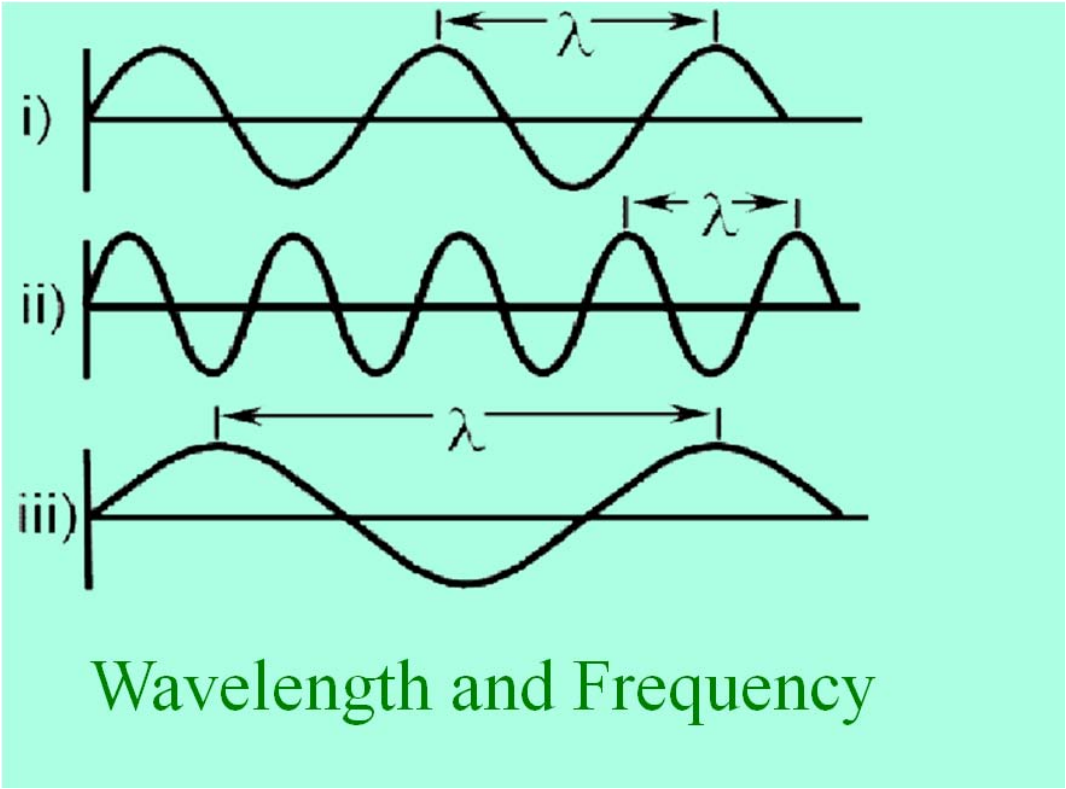
طبق معادلات ماکسول، م یدان الکتریکی متغیر با زمان باعث ا یجاد میدان مغناطیسی می‌شود و برعکس. بنابرا ین اگر یک میدان الکتریکی متغیر میدان مغناطیسی بسازد، میدان مغناطیسی نیز میدان الکتریکی متغیر می‌سازد و این گونه موج الکترومغناطیسی ساخته می‌شود و پیش می‌رود.

نظریه کوانتومی برهم‌کنش بین تابش الکترومغناطیسی و ماده را نظریه الکترودینامیک کوانتومی توصیف می‌کند.

امواج الکترومغناط یسی نوع ی موج عرض‌ی پیش‌رونده هستند که از م یدان‌های الکتر یکی و مغناط یسی ساخته شده‌اند. این شکل موج ی را نشان م ی‌دهد که از راست به چپ می‌رود. میدان الکتریکی در صفحه عمودی و میدان مغناطیسی در صفحه افقی هستند.


Electric field
E
Wavelength, λ
Distance
Magnetic field
M
Velocity of light


Wave length
Amplitude
Amplitude
Electric wave
Magnetic wave


i)
λ
ii)
λ
iii)
λ
Wavelength and Frequency

طول موج λ وفرکانس f وسرعت انتشار c با هم رابطه زیر دارند:

$\lambda = c/f$

تابش الکترمغناطیسی در خلاء با سرعت نور $C=2.998*10^{8}m/s$ و در جو مقدار کمی کمتر ازC، منتشر می شود.

فرکانس f با واحد Hz بیان می شود و عبارت است از تعداد موجهایی که در یک ثانیه منتقل می شوند.

حرکت ذره ای:

تابش الکترو مغناطیس را می توان بصورت فوتون یا کوآنتوم نور نیز به حساب آورد که در آنصورت انرژی الکترومغناطیس بصورت E=h.f بیان می شود که در آن f فرکانس و h ثابت پلانک می باشد.

$h=6.626*10^{-34}$ (J.S)

با استفاده از فرمول E= h.f می توان نتیجه گرفت که انرژی یک فوتون با فرکانس نسبت مستقیم دارد. همچنین با استفاده از فرمول $E=\frac{h.c}{\lambda}$ که از دو فرمول قبل بدست آمد. می توان نتیجه گرفت که انرژی یک فوتون با طول موج تابش، نسبت معکوس دارد. یعنی هرچه انرژی الکترو مغناطیس بیشتر باشد فرکانس بالاتر وطول موج کوتاهتری را باعث می شود این خواص ارتباط بین انرژی و ماده را در مقیاس اتمی ومولکولی نشان می دهد.

منبع انرژی الکترومغناطیس :

تمامی اشیایی که دمایی بالاتر از صفر مطلق یا ($0^{\circ}K$) دارند از خود انرژی الکترومغناطیس ساطع می کنند، که در طول موج های مختلف مقدار آن متفاوت است.

رابطه میان تابش یک جسم در طول موج های مختلف بر اساس درجه حرارت آن را، قانون پلانگ گویند و بصورت زیر بیان می شود.

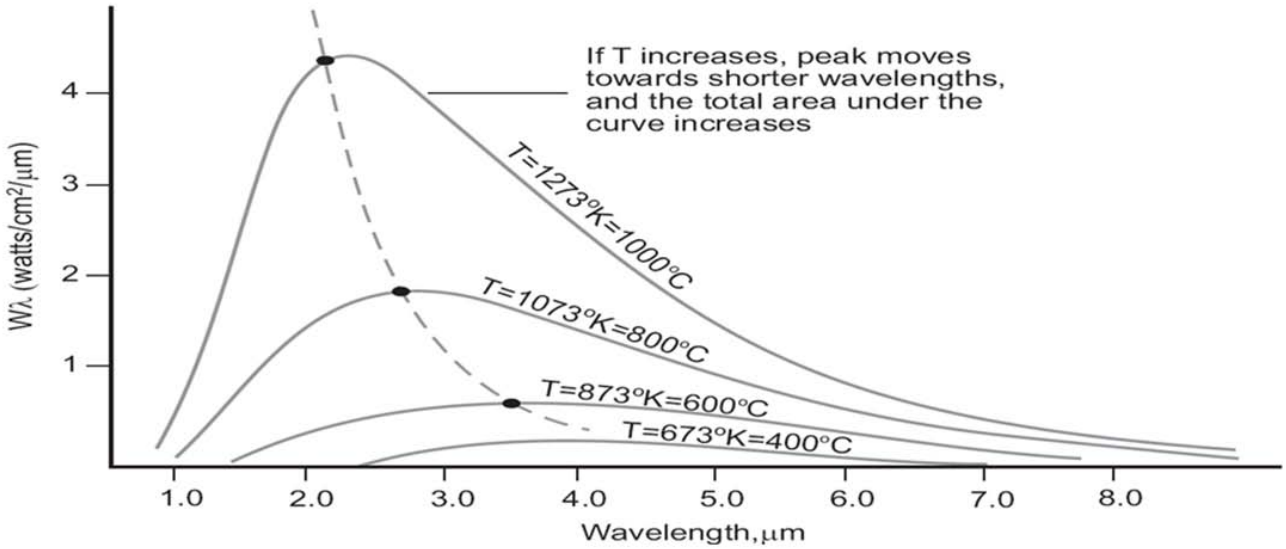
$$E(\lambda) = \frac{C_1}{\lambda^5\left[\exp\left(C_2/\lambda T\right) - 1\right]}$$

C1, C2 مقادیر ثابت و بترتیب برابر هستند با:

$C1=3.74151*10^8$

$C2=1.43879*10^4$

و T درجه حرارت جسم بر حسب درجه کلوین و λ طول موج است. که نشان می دهد اجسام در درجه حرارت های مختلف در طول موج های گوناگون مقادیر انرژی الکترومغناطیس متفاوتی از خود منتشر می سازند. شکل زیر انتشار انرژی توسط یک جسم سیاه در درجه حرارت های مختلف بر حسب طول موج را نشان می دهد.



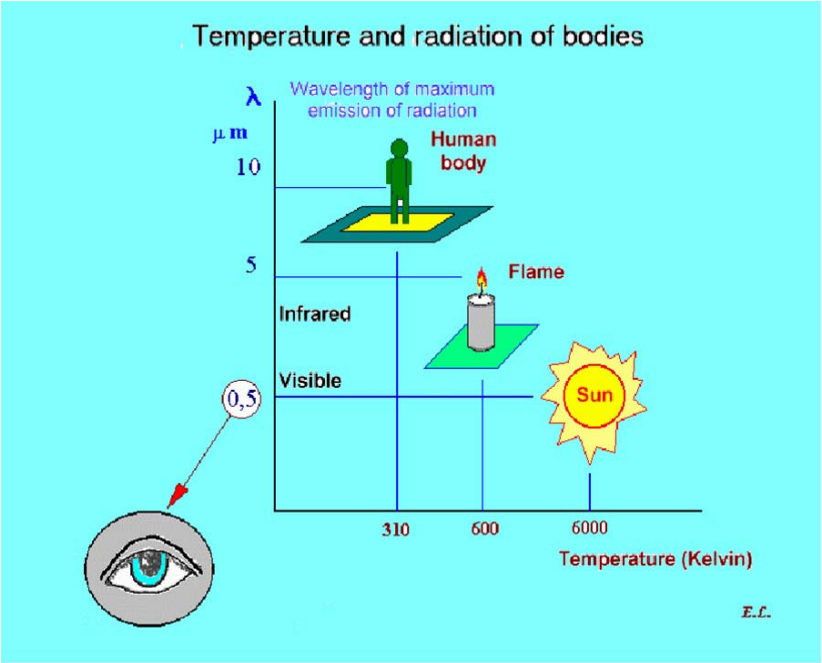
باتوجه به شکل مشخص می گردد که هر چه درجه حرارت بالاتر رود طول موجی که در آن بیشترین انرژی تابیده می شود کوچکتر خواهد بود. این مسئله به قانون جا به جایی wien معروف است:

$\lambda \max = C_3/T$

λ max : طول موج با بیشترین انرژی.

C_3 : یک ثابت است.

این مسئله در طراحی سنجنده ها وباندها بسیار مهم است. معمولاً باندهای حرارتی سنجنده ها (نظیر باند 6 سنجنده TM) در نزدیکی چنین طول موج هایی طراحی می شوند.



همین طور که ملاحظه می شود با زیاد شدن درجه حرارت طول موج غالب به سمت طول موجهای کوچکتر میل می کند.

تابندگی (Emittance) :

یک جسم سیاه کامل (Perfect Blackbody) تمام تابشی که به آن رسیده است را جذ ب و ماکزیمم مقدار تابش را در تمام طول موجها گسیل (Emit) می کند، این جسم فرضی در واقع هیچ نوری را منعکس نمی کند و لذا به رنگ سیاه است.

عکس العمل اشیاء (واقعی) با یک گسیل کننده کامل متفاوت است در واقع اشیاء واقعی انرژی را در سطوح کمتری نسبت به یک جسم سیاه کامل گسیل می دارند.

میزان انرژی که یک جسم واقعی گسیل می دارد نسبت به میزان انرژی که یک جسم سیاه کامل گسیل می دارد ضریب گسیل آن شی یا Emittance آن شی نامیده می شود و معمولا آن را با نماد ε نمایش می دهند.

جمع کل مقدار تابش در تمام طول موجها که بوسیله یک جسم سیاه کامل گسیل می شود با توان چهارم درجه حرارت مطلق آن رابطه مستقیم دارد.

W: انرژی تابیده شده بر واحد سطح جسم در ثانیه $w=\sigma T^4$

T: درجه حرارت مطلق (کلوین)

σ: ثابت Stephan boltzman که مقدار آن برابر است با: $5.669*10^{-12} w/cm^2k^4$

بنابراین با افزایش حرارت انرژی تابشی گسیل شونده توسط یک شی سریعتر افزایش می یابد این قانون را قانون (استفان بولتزمن) می نامند.

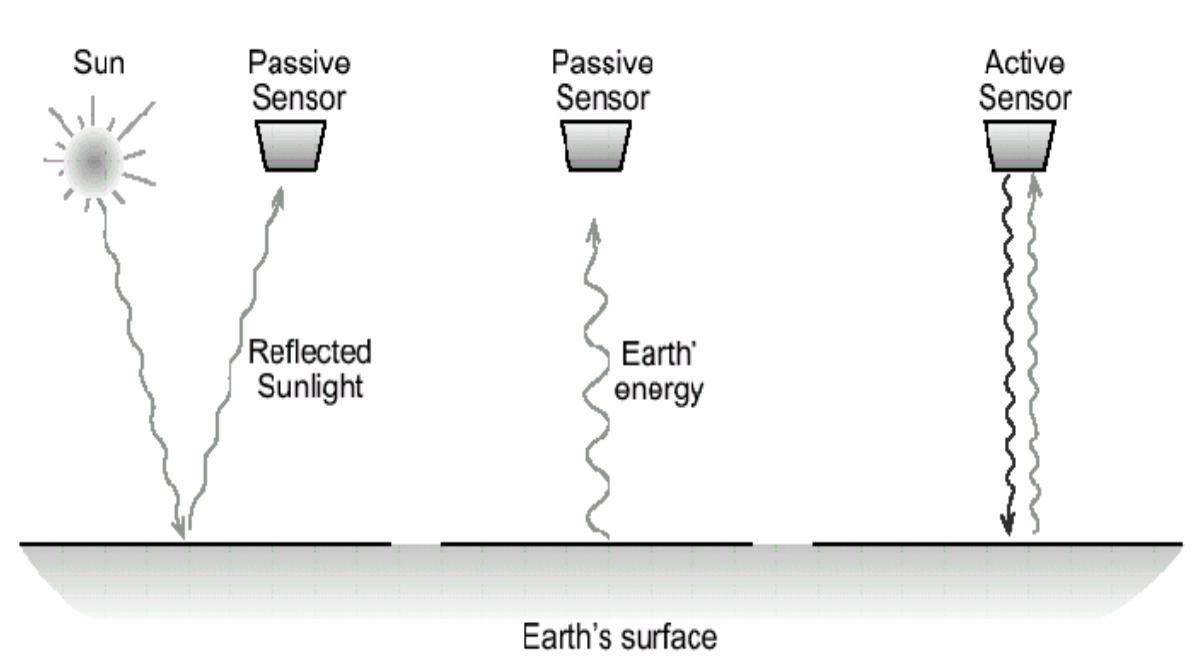
و برای یک جسم واقعی این قانون بصورت $w=\varepsilon\sigma T^4$ در می آید که ε همان emissivity می باشد.

برای جسم سیاه کامل ε برابر واحد می باشد.

دو منبع مهم انرژی برای سنجش از دور :

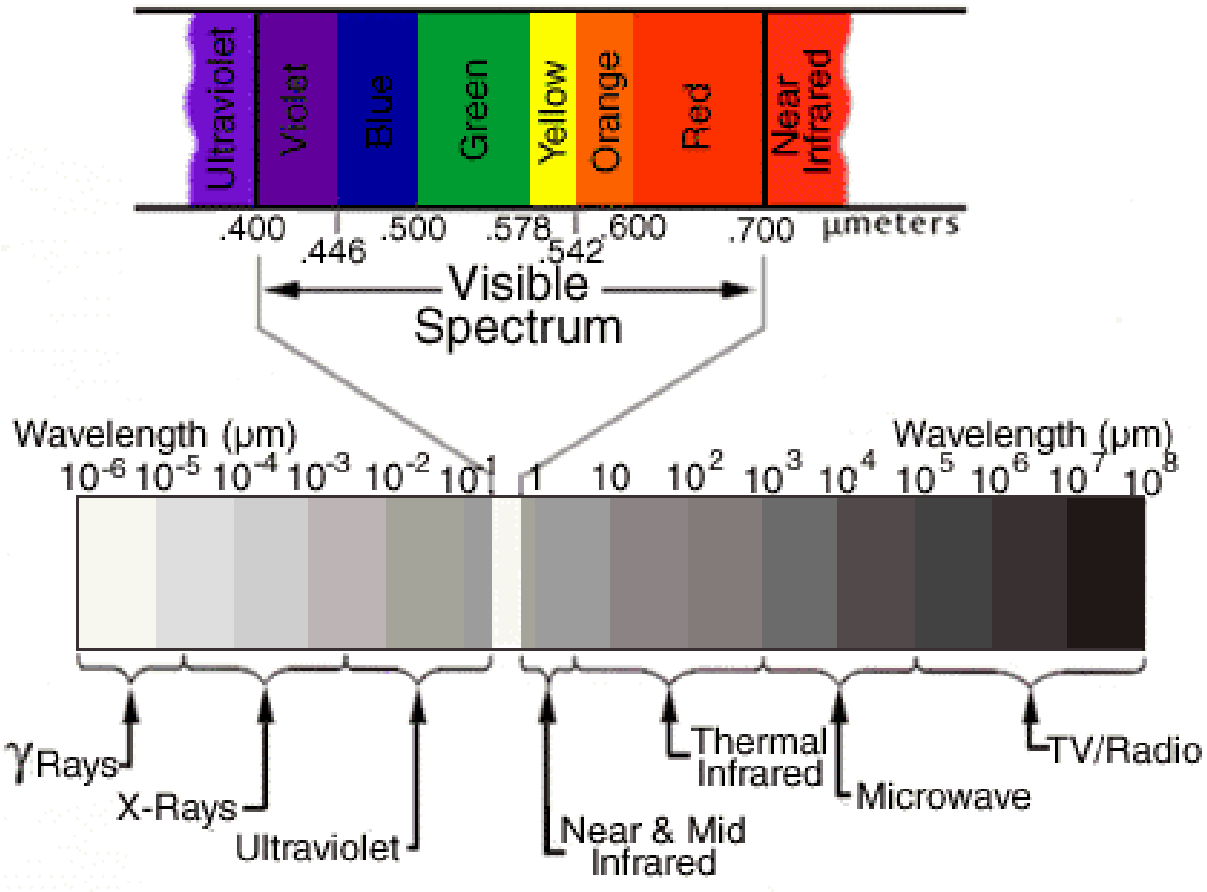
1) **انعکاسی (Reflective)** : مرئی، مادون قرمز نزدیک، مایکروویو.

2) **تابشی (Radiation)** : مادون قرمز حرارتی، مایکروویو (تابش یعنی اول انرژی یا نور را جذب کند و سپس بتاباند).

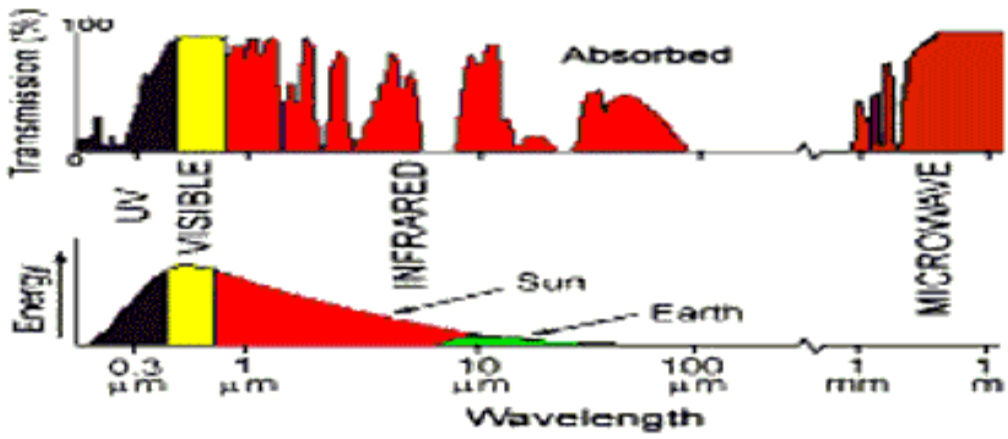


طیف الکترومغناطیس:

تابش الکترومغناطیسی (Electro Magnetic Radiation) به علت اتمها و مولکولهای موجود در مواد می باشد. اتمها حاوی هسته‌هایی با بار مثبت بوده که توسط الکترون‌های اربیتالی در برگرفته شده اند که دارای تراز مجزای انرژی می باشند. انتقال الکترونها از ترازی به تراز دیگر باعث تابش اشعه هایی با طول موجهای مجزا می شود. در نتیجه طیفی بنام طیف الکترومغناطیسی ایجاد می شود. این طیف (EMR) که از یک شیء بازتاب می‌یابد، که منبع معمول داده های سنجش از دور است.



نام	طول موج (میکرومتر)
طول موج نوری	۰/۲ تا ۱۵
بخش بازتابی	۰/۲۸ تا ۳
۱) مرئی	۰/۲۸ تا ۰/۷۲
۲) ماحون قرمز نزدیک	۰/۷۲ تا ۱/۳
۳) ماحون قرمز میانه	۱/۳ تا ۳
۴) ماحون قرمز دور (نشری و گرمایی)	۷ تا ۱۵



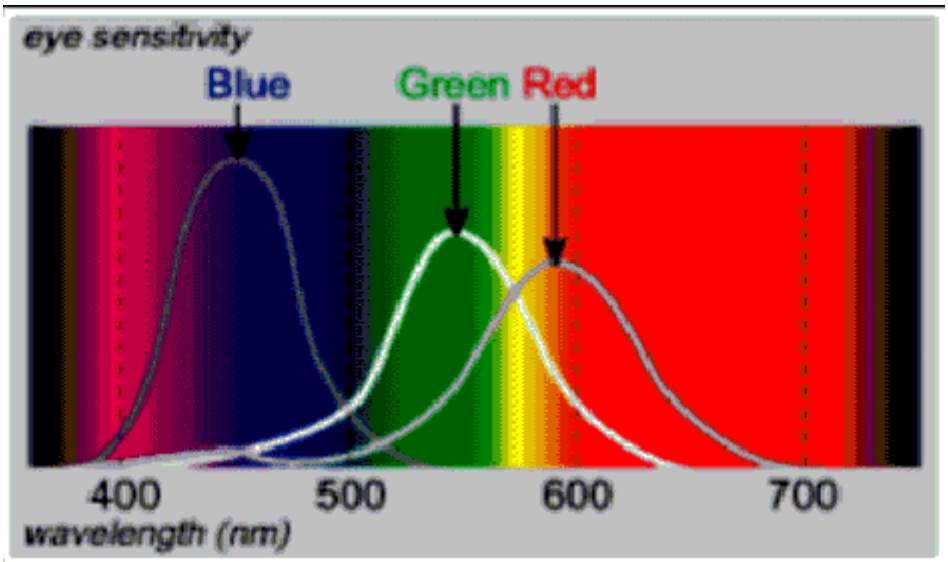
izadi.geomatic@gmail.com

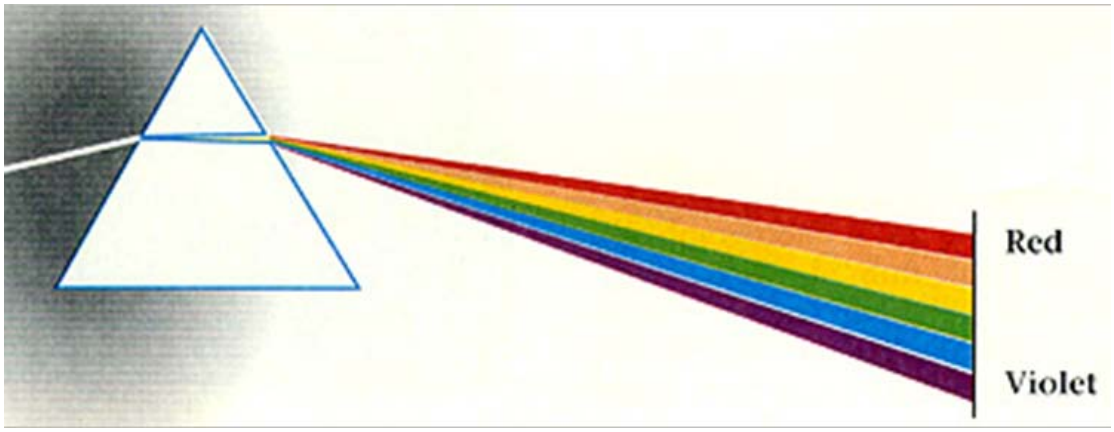
www.GeoGIS.ir

در سنجش از دور، طبقه بندی امواج الکترومغناطیسی بر اساس موقعیت طول موج آنها در طیف الکترومغناطیس انجام می‌گیرد. متداول‌ترین واحدی که برای اندازه گیری طول موج در طیف الکترومغناطیس مورد استفاده قرار می گیرد، میکرومتر است. یک میکرومتر معادل یک میلیونیم متر می باشد. همچنین باید توجه داشت که بخشهای طیف الکترومغناطیسی به کار رفته در سنجش از دور در امتداد یک طیف پیوسته قرار می گیرند که مقدار آنها نسبت به یکدیگر تا حد توان ده(بطور پی در پی) تفاوت دارد.

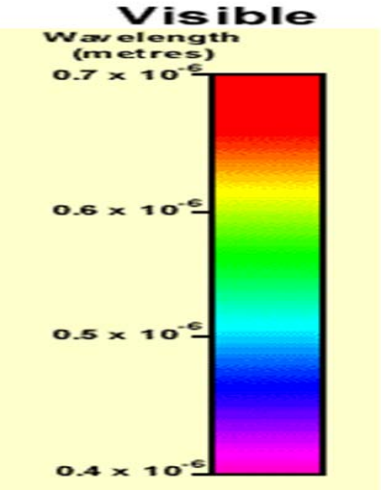
فناوری سنجش از دور باعث ایجاد محدوده وسیعی در طیف الکترومغناطیسی شامل امواجی با طول موج بسیار کوتاه (اشعه گاما) تا بسیار بلند (امواج رادیویی) می‌شود.

محدوده طول موج طیف الکترومغناطیس دارای محدوده‌ای با اسامی متفاوت از اشعه گاما، اشعه X ، اشعه فرابنفش، نور مرئی، اشعه مادون قرمز تا امواج رادیویی (بترتیب از طول موجهای کوتاهتر به بلندتر) می‌باشد. بخش مرئی چنین نموداری بی نهایت کوچک است، زیرا حساسیت طیفی چشم انسان بین 0/4 میکرومتر تا 0/7 میکرومتر است. بطوریکه رنگ آبی تقریباً بین طول موج 0/4 میکرومتر تا 0/5 میکرومتر، رنگ سبز تقریباً بین طول موج 0/5 میکرومتر تا 0/6 میکرومتر و رنگ قرمز تقریباً بین طول موج 0/6 میکرومتر تا 0/7 میکرومتر می باشد.





محدوده طیف الکترومغناطیس قابل دید توسط چشم انسان(سیگنال‌ها از طریق گیرنده های چشم به مغز برده می‌شود و تفاوت بین آنها، حس تشخیص رنگ‌ها را به انسان می دهد).



انرژی ماوراء بنفش به انتهای نور آبی بخش طیف مرئی متصل است. در انتهای نور قرمز محدوده طیف مرئی، سه نوع امواج مادون قرمز وجود دارد که عبارت هستند از :

مادون قرمز نزدیک (NIR) : از 0/7 میکرومتر تا 3میکرومتر

مادون قرمز میانی (MIR) : از 3 میکرومتر تا 30 میکرومتر

مادون قرمز دور (FIR) : از 30 میکرومتر تا 1 میلیمتر

در طول موجهای بیشتر (1 میلی متر تا 1 متر)، بخش امواج کوتاه طیف (مایکروویو) وجود دارد که در سنجنده های optical کاربردی ندارند.

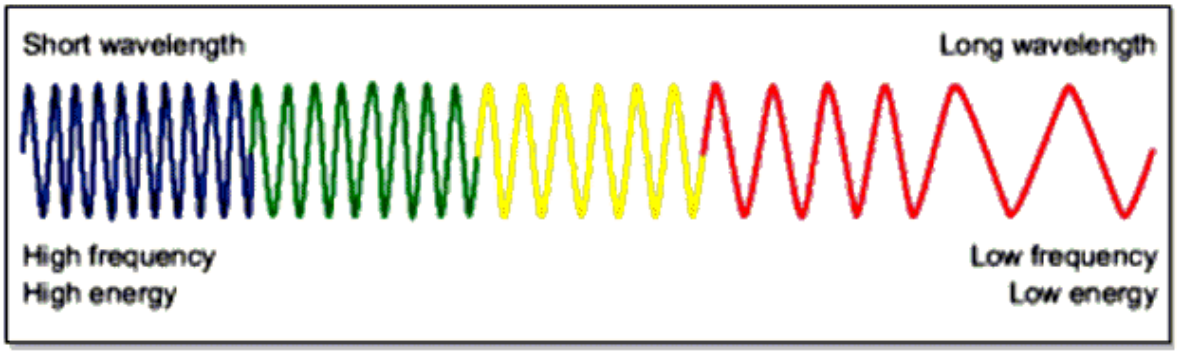
مادون قرمز حرارتی :

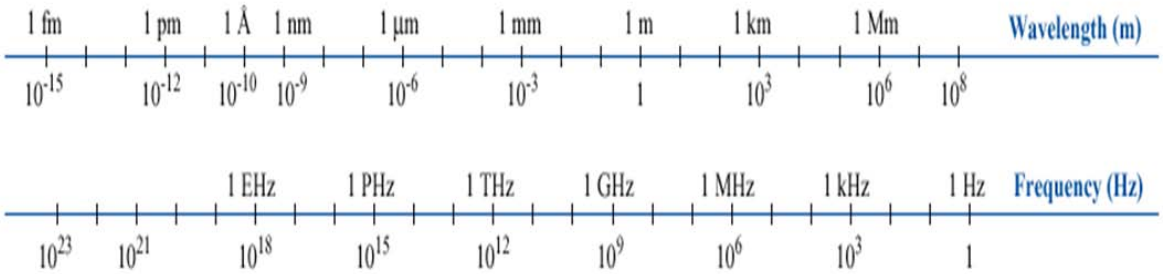
در اثر حرارت اجسام تولید و تابیده می شود؛ قسمت اعظمی از این انرژی های تابشی توسط اتمسفر جذب می شود، تنها پنجره ای در دامنه 8 تا 14 میکرون وجود دارد که جذب اتمسفری در آن پایین بوده و باند های حرارتی سنجنده ها نیز در همین قسمت قرار دارند.

ارتباط بین طول موج با انرژی و فرکانس:

طول موج کوتاهتر، انرژی و فرکانس بیشتر و بالعکس.

بیشترین انرژی و فرکانس و امواج با طول موج کوتاه درمحدوده مرئی قرار دارد.





تعریف باند :

هر بخش باریک و پیوسته از طیف الکترو مغناطیس را باند گویند. مثلاً باند دو سنجنده (TM) محدوده 0.52 میکرون تا 0.06 میکرون را که طیف سبز امواج مرئی را شامل می شود در بر می گیرد و به باند سبز معروف است.

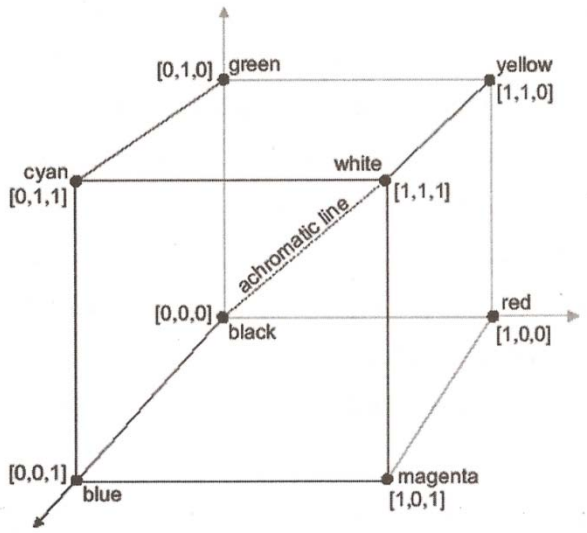
چرا در سنجش از دور همه بخش های طیف های الکترو مغناطیسی استفاده نمی شود؟

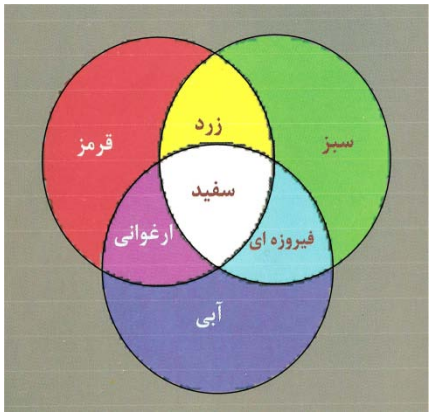
1) جذب و پراکنش
2) اهمیت و نوع داده جمع آوری شده
3) ملاحظات فنی (طراحی باند های مختلف)

عمده ترین سیستم های رنگی :

1) سیستم رنگی RGB :

سیستم رنگی RGB شامل سه رنگ اصلی آبی ، قرمز و سبز را برای تولید تمامی رنک ها بکار می برد. قطری از این مکعب که سیاه را به نقطه سفید وصل می کند خط درجات خاکستری نامیده می شود. و در روی آن مقدار هر سه مؤلفه آبی ، قرمز و سبز برای هر نقطه مساوی است. به سیستم رنگی RGB یک سیستم تجمعی(Additive) گویند.





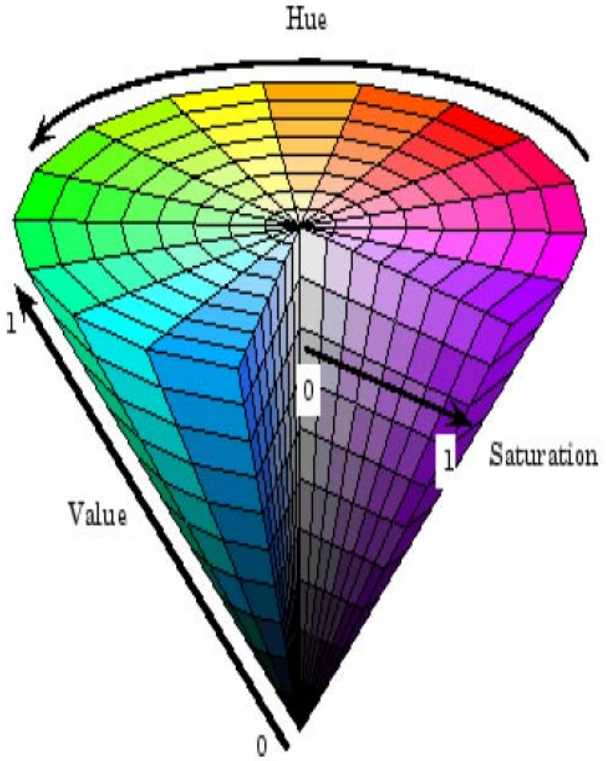
2) سیستم رنگی HSI :

سیستم رنگی شدت (Intensity) ، چردگی (Hue) و سیری رنگ (Saturation) که به اختصار سیستم HIS نامیده می شود بر چنین برداشتی از رنگ ها تعریف شده است.

غالباً شدت (محور مخروط) را که مشخص کننده تغییرات روشنایی است معادل جمع سه عنصر R ، G ، B در نظر می گیرند. و مقدار آن از 0 شروع و تا 255 (در تصاویر 8 بیتی) می باشد.

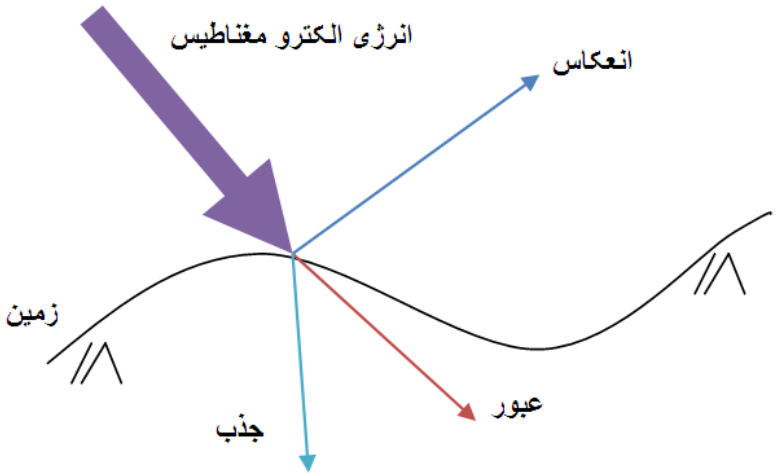
چردگی (موقعیت روی محیط مقطع افقی) را بصورت اسم رنگ های مختلف بیان می کنند مانند : قرمز، سبز، قهوه ای و ارغوانی. و از قرمز شروع شده و در جهت خلاف عقربه های ساعت افزایش یافته و در بازه 0 تا 2π و یا 0 تا 255 تعریف می شود.

سیری (فاصله از محور) درجه خلوص رنگ را بیان می کند. یک رنگ خالص صد در صد اشباع است. به بیان دیگر سیری نشان دهنده ناخالصی های کامل یک رنگ است که در آن همه طول موج ها به میزان یکسانی دخالت کرده اند. مقادیر متوسط سیری بیانگر تن رنگ های شفاف و مقادیر بالای آن بیانگر خلوص و شدت بیشتر یک رنگ می باشد. و مقدار آن از 0 (در روی محور) تا 255 که روی محیط مخروط است تغییر می کند.



عوامل مؤثر در تشکیل تصاویر:

هنگامیکه انرژی تابشی در سطح زمین به هر جسم برخورد می کند، انرژی به سه شکل اصلی توسط آن ماده منعکس، منتقل یا جذب می‌شود.



کاربردهای اصلی	طول موج باند (میکرومتر)
حساس به رسوب گذاری (ته نشست)، جدا کننده پوشش جنگلی مخروطی / برگ ریز، Soil Vegetation Differentiation	۰/۴۵ تا ۰/۵۲
انعکاس سبزتوسط گیاهان سالم، توان رشد گیاه، جدا کننده خاک، سنگ، آبهای ساحلی توربیدیتی و عمق سنجی	۰/۵۲ تا ۰/۵۹
حساس به جذب کلروفیل، جدایش نمونه های گیاهی، تفریق خاک و مرزهای زمین شناسی	۰/۶۲ تا ۰/۶۸
حساس به توده های زنده سبز رنگ، میزان رطوبت در تقابل با گیاهان، زمین و آب، مطالعات زمین ریخت شناسی و شکل زمین	۰/۷۷ تا ۰/۸۶

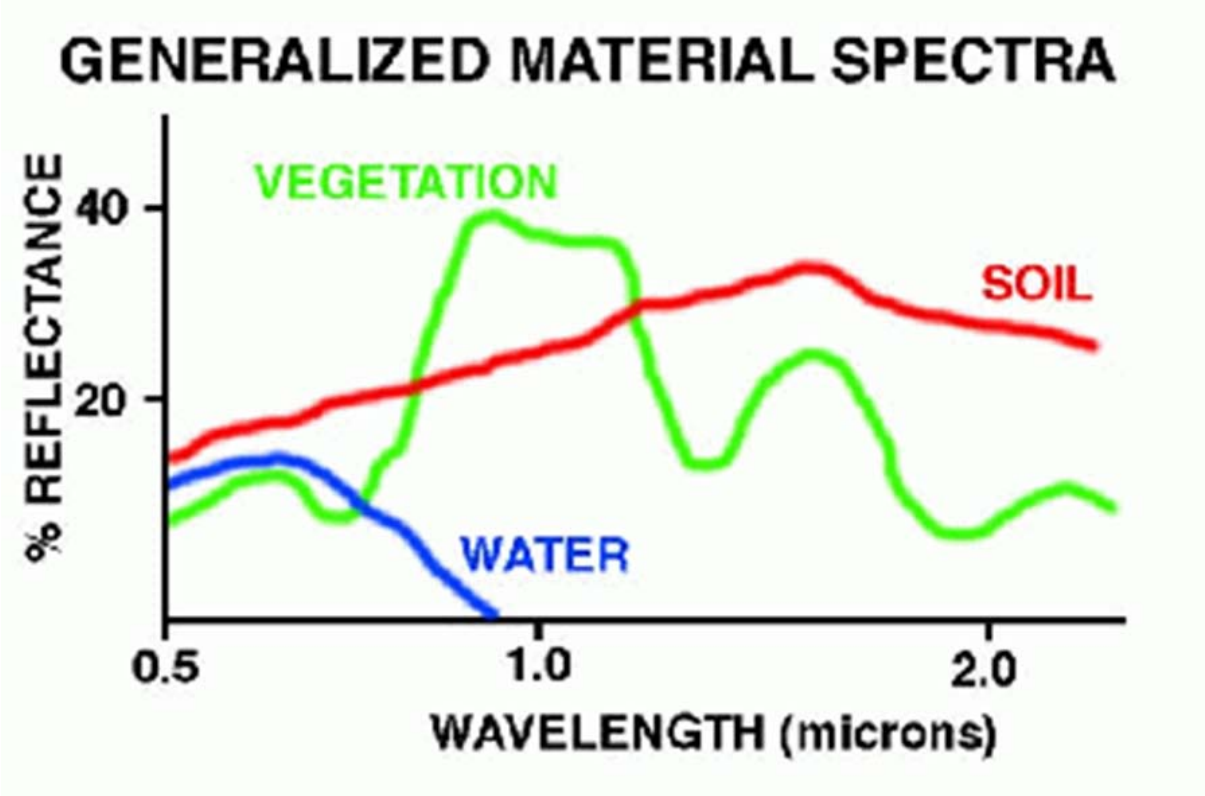
خصوصیات انرژی های ایجاد شده بر اساس شرایط و نوع مواد موجود در زمین بسیار متفاوت است و این بدان معناست که بعضی از اجسام در مقابل یک طول موج بخصوص دارای خاصیت انعکاسی بوده ولی در یک طول موج دیگر دارای خاصیت جذب و انتقال انرژی هستند. مجموعه یک چنین پدیده هایی بر روی تصاویر مختلف، رنگ یا تن های بخصوصی ایجاد کرده و به چشم اجازه می‌دهد اشکال مختلف موجود در تصاویر را از هم تشخیص ده یم.

خصوصیات انرژی های ایجاد شده بر اساس شرایط و نوع مواد موجود در زمین بسیار متفاوت است و این تفاوت‌ها باعث شناسایی پدیده های مختلف توسط چشم می‌شود.

منحنی رفتار طیفی (Spectral Signature) :

اگر برای هر جسم مقدار انرژی منعکس شده از کل انرژی رسیده به جسم را در طول موج های مختلف اندازه کیری و آنها را بصورت یک نمودار ترسیم نماییم منحنی رفتار طیفی گویند.

منحنی تابش امواج الکترومغناطیس برای موارد ذکر شده در تصویر عبارت است از نمودار انعکاس طیفی یک شیء به صورت تابعی از طول موج آن.



آب در محدوده مادون قرمز صفر می شود، یعنی سیاه سیاه دیده می شود. و در محدوده مرئی، آبی، بیشترین انعکاس را دارد.

با ترسیم منحنی رفتار طیفی چند شییء بطور همزمان می توان وجه تمایز این اشیاء را بدست آورد، و به این صورت تفسیر بصری صحیح تری داشته باشیم.

	آب	خاک	گیاه
آب	_____	NIR	NIR
خاک	NIR	_____	Red
گیاه	NIR	Red	_____

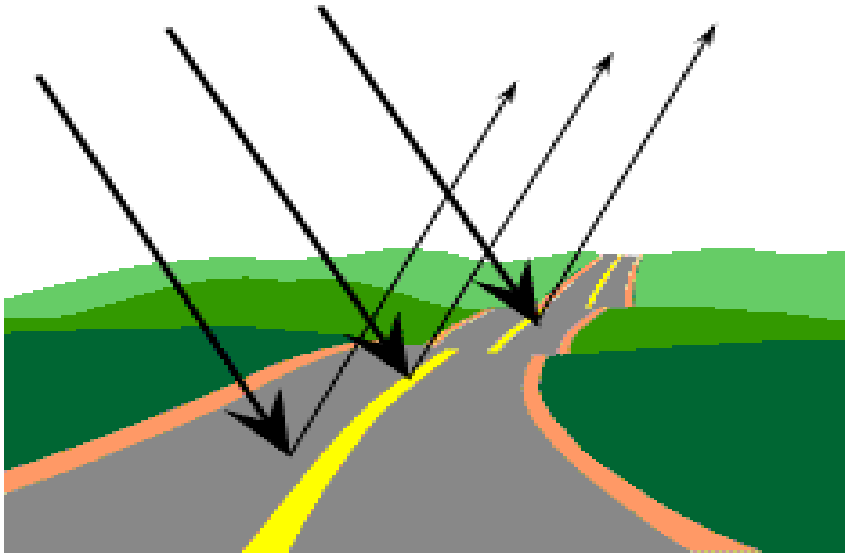
izadi.geomatic@gmail.com

www.GeoGIS.ir

تعامل انرژی با سطح اشیاء زمین :

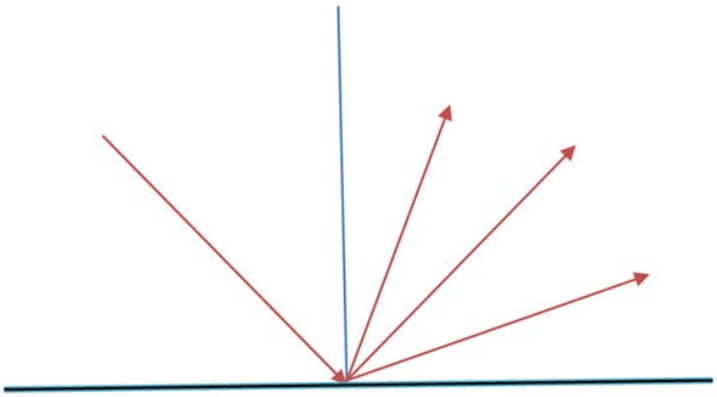
1) انعکاس آینه ای (Specular Reflection) :

تمامی انرژی انعکاسی را در یک جهت مشخص هدایت می کند. انعکاس آینه ای ایده آل. سطح صاف مانند : سطح آب یا جاده.



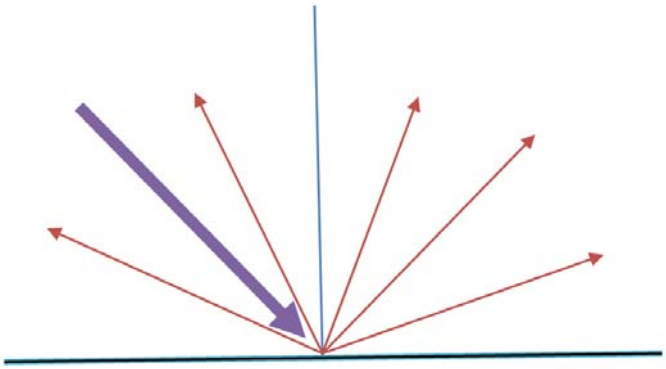
2) انعکاس شبه آینه ای (Quasi Specular Reflection) :

پراکنش انرژی در بیش از یک جهت ولی تقریباً با مسیر نزدیک به یکدیگر. در این حالت انرژی رسیده به سنجنده در حد متوسط است. انعکاس آینه ای تقریباً کامل (چیزی که در طبیعت است).



3) انعکاس لامبرتی (Diffuse Reflection) :

پراکنش انرژی در تمامی جهات و بطور یکنواخت. اجسام با سطح ناهموار، میزان ناهمواری متناسب با اندازه طول موج می باشد.(در طبیعت کمتر اتفاق می افتد).



4) انعکاس شبه لامبرتی (Quasi Diffase Reflection) :

پراکنش انرژی در بیش از یک جهت ولی به صورت غیر یکنواخت. مانند گیاهان. (چیزی که در طبیعت است).

بر اساس طول موج ناهمواری و همواری مشخص می شود :

طول موج بلند : ممکن است یک سطح ناهموار را هموار کند.

طول موج کوتاه : ممکن است یک سطح هموار (مانند چمن) را ناهموار کند.

چون در گیاهان و..... انعکاس بیشتر است (انرژی پخش می شود)، باعث می شود درختان وگیاهان روشنتر بنظر می رسد.

رفتار انعکاس اشیاء :

1) ناهمواری سطح
2) طول موج
3) وضعیت منبع انرژی (زاویه ارتفاعی نسبت به آن منطقه و.....)
4) وضعیت و حالت شییء

فعل و انفعال انرژی در اتمسفر و سطح زمین:

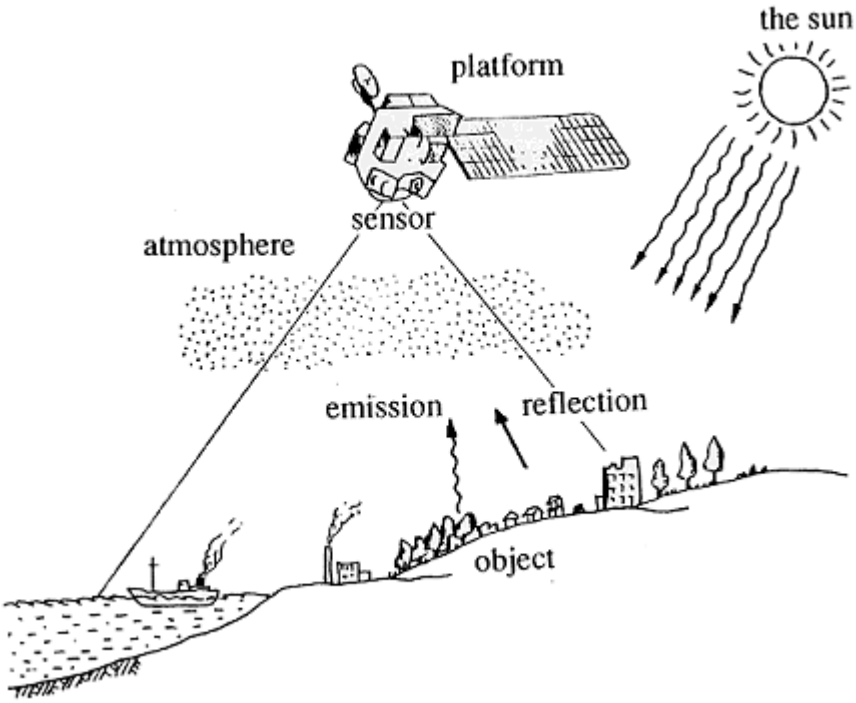
نور خورشید هنگام عبور از اتمسفر توسط مولکول‌ها و ذرات معلق اتمسفر تحت تاثیر قرار گرفته، منعکس، پخش یا جذب می‌شود. این روش تغییر و تحلیل در شدت نور خورشید باعث ایجاد رنگ‌ها می‌شود. به عنوان مثال رنگ آبی آسمان در طول روز به علت انتشار طیف آبی در اتمسفر است.

علت رنگ آبی آسمان در روز انتشار طیف آبی در اتمسفر است (تمام طول موج‌های کوتاهتر پس از طی مسافتی منتشر می‌شوند و فقط طول موج‌های بلندتر به سطح زمین می‌رسند).

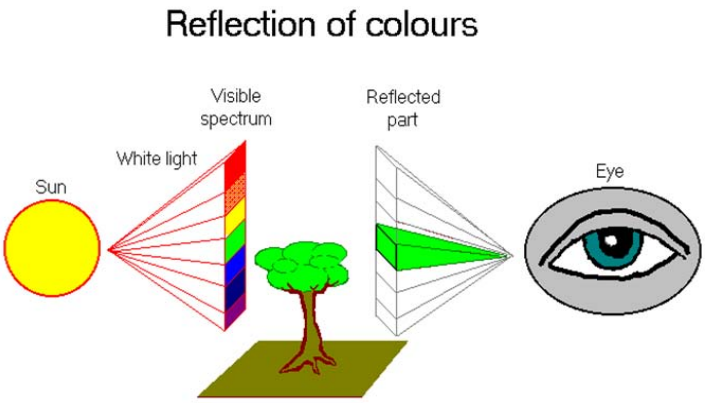
تمام مواد از اتم‌ها و مولکول‌هایی با ترکیب مشخص تشکیل شده‌اند .بنابراین هر ماده تشعشعات الکترومغناطیس را به یک شکل واحد و تحت یک طول موج مشخص که مرتبط با تراز انرژی درونی آن می‌باشد، جذب، بازتاب یا منتشر می‌کند که خصوصیات واحد مواد یا خصوصیات طیفی نامیده می‌شود. به عنوان مثال دلیل اینکه برگ برخی ازگیاهان

سبز به نظر می‌رسد این است که کلروفیل، طیف آبی و قرمز را جذب و طیف سبز را منعکس می‌کند. علت رنگ سبز پوشش گیاهی، بیشترین انعکاس طیف سبز است.

هریک از مواد، تابش الکترومغناطیس را بصورت منحصر بفردی باز تابانده (reflection)، جذب کرده (absorbtion)، عبور داده (refraction) و گسیل می دارد(emission).



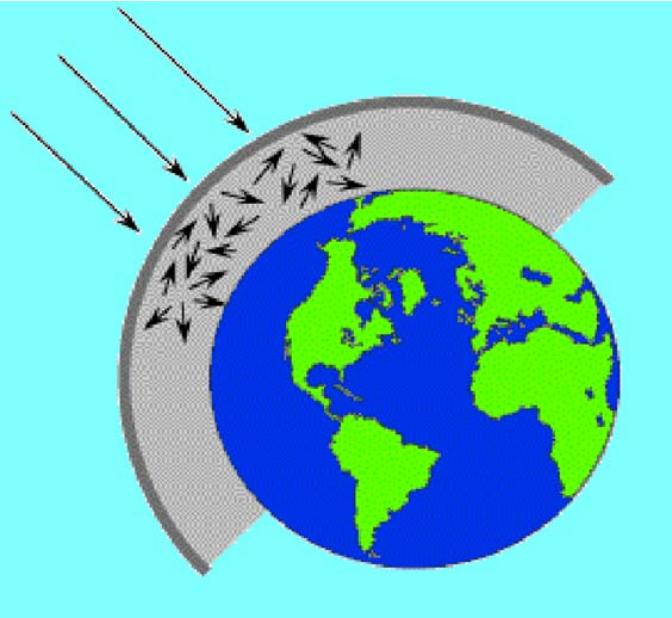
به عنوان مثال دلیل اینکه برگ به رنگ سبز دیده می شود آن است که کلروفیل برگ طیف نوری سرخ وآبی را جذب کرده و طیف سبز را باز تابش می دهد این مشخصات منحصر به فرد ماده را مشخصه های طیفی می نامند.



دو پدیده در اتمسفر رخ می دهد :

1) جذب (Absorption)

2) پراکنش (تفرق)(Scattering)



جذب :

1) ازن O_3 (0.6 میکرون)، فرا بنفش (UV) را جذب می کند.
2) دی اکسید کربن CO_2 (3 تا 14 میکرون)، مانع از ورود گرما به داخل جو می شود (IR حرارتی را جدب می کند).
3) ملکول های آب H_2O (22 میکرون تا 1 میلیمتر)، امواج با طول موج های بلند IR و طول موج های کوتاه مایکروویو را جذب می کند.

در نتیجه : به دلیل جذب اتمسفری از این طول موج ها استفاده نمی کنیم.

پنجره های اتمسفری (پنجره های انعکاسی) :

1) بخش مرئی و مادون قرمز انعکاسی (0.4 تا 2 میکرون).
2) در پنجره باریک حول طول موج های 3 و 5 میکرون.
3) یک پنجره قابل توجه در 8 تا 14 میکرون (حرارتی).

در نتیجه : از این طول موج ها می توان استفاده کرد.

پراکنش :

علت پراکنش : توسط ذرات ریز موجود در اتمسفر صورت می‌گیرد.

مقدار پراکنش بستگی دارد به :

1) λ (طول موج نور)
2) مقدار ذرات و گازها (بخار آب و .....)
3) مسافتی که نور می پیماید.

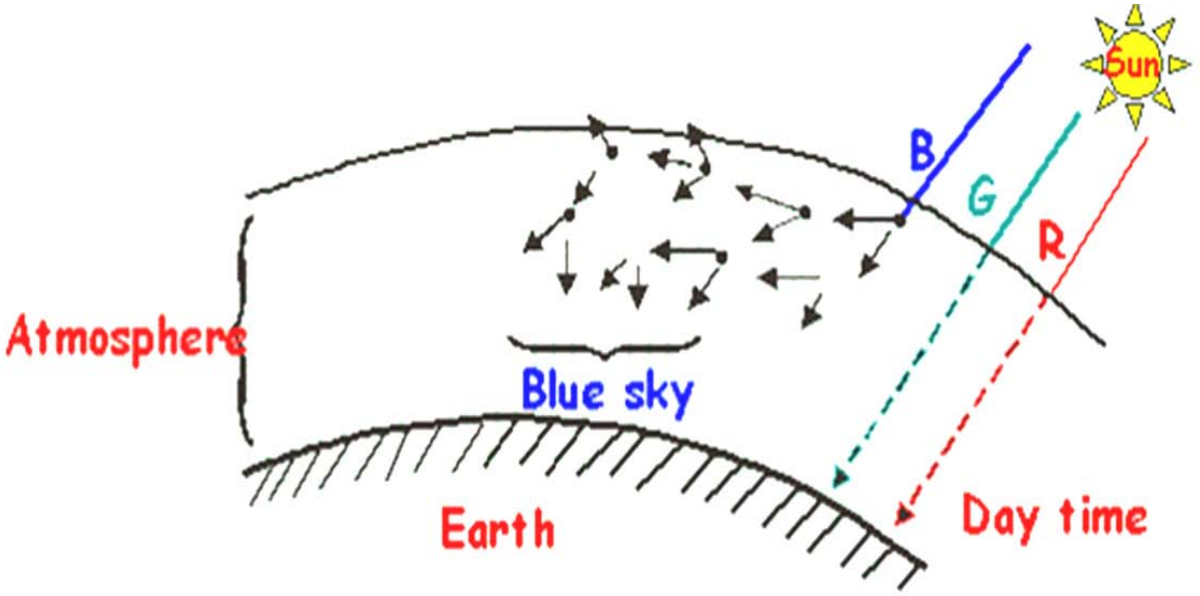
انواع پراکنش :

1) پراکنش ری لی (Rayleigh)

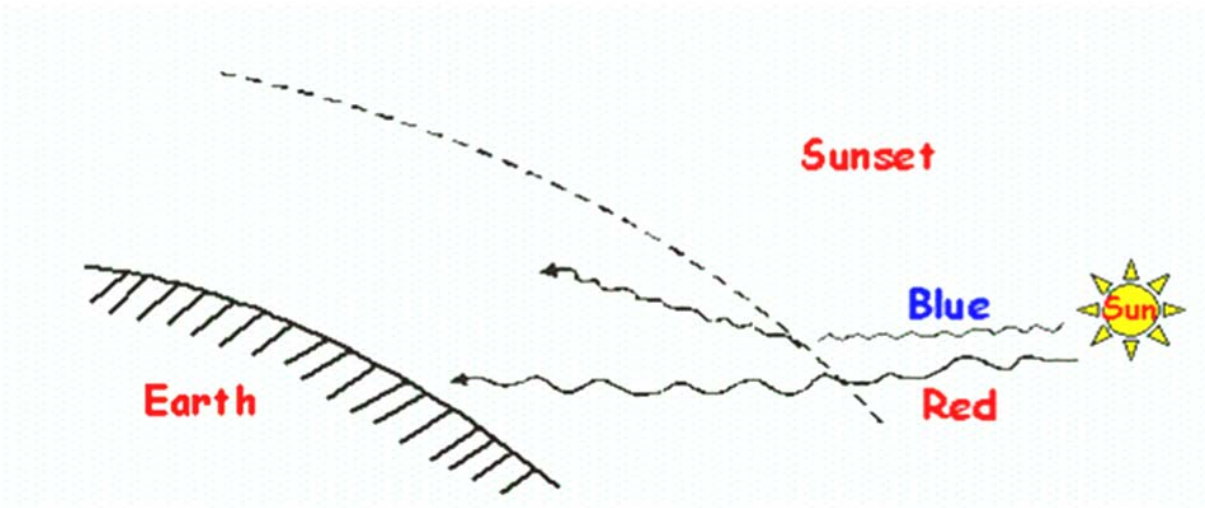
وقتی که تابش با ذراتی در جو برخورد می‌کند که قطرشان خیلی کوچک‌تر از طول موج تابش است پراکنش ریلی رخ می دهد (d<0.1). هر چه اندازه جسم کوچکتر از 0.1 طول موج باشد مثل O_2 و H_2 پراکنش ری لی بیشتر است. (قسمت اعظم اتمسفر O_2 و H_2 است).

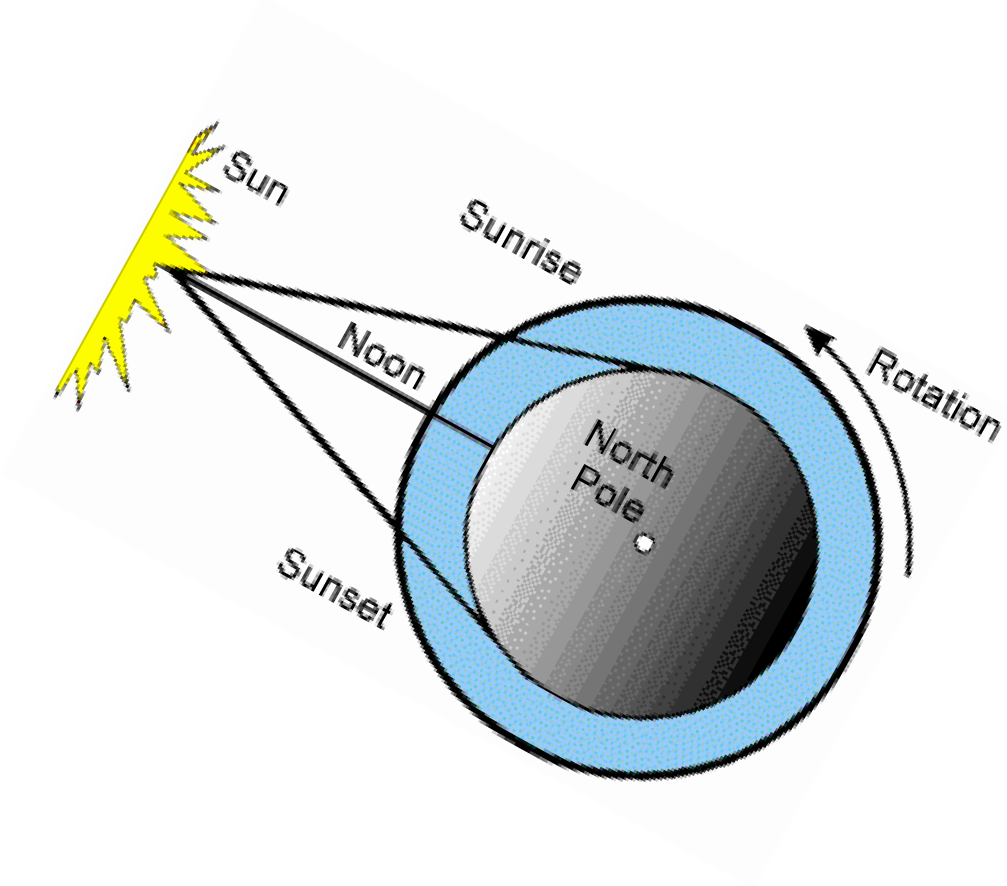
پراکنش ری لی با توان چهارم طول موج نسبت معکوس دارد ($1/\lambda^4$). یعنی با کوتاهتر شدن طول موج، پراکنش ری لی زیاد می‌شود.

در یک آسمان صاف، آسمان به رنگ آبی دیده میشود. به این دلیل که در اثر پخش Rayleigh طول موجهای کوتاهتر (آبی) بیشتر از طول موجهای بلندتر (قرمز) پخش میشوند و لذا آسمان به رنگ آبی به نظر میرسد.



در غروب به علت اینکه در این هنگام اتمسفر بیشترین ضخامت را پیدا کرده و $\cos\theta$ زیاد میشود و چون در مسیر طولانیتر که رادیانس باید اتمسفر را طی کند اکثر طولموجهای کوتاه نسبت به طولموجهای بلند از خط مستقیم دید پخش و دور میشوند لذا غروب را به رنگ قرمز میبینیم.





یکی از دلایل تیرگی در تصاویر ماهواره‌ای پراکنش ریلی است (لایه خاکستری مایل به آبی)

2) پراکنش می (mie Scattering) :

وقتی قطر زرات جو با طول موج تاش برابر باشد (**0.1<d<10**). بخار آب و گرد و غبار از علل اصلی این پخش هستند. معمولاً در سطوح پایینی جو که ذرات بزرگترند این اتفاق می افتد، چون بخار آب و دود سنگین ترند.

مقدار پراکنش با طول موج رابطه معکوس دارد ($1/\lambda$)

3) پراکنش غیر انتخابی (Non-Selective) :

وقتی قطر زرات جو بزرگتر از طول موج تاش باشد (**10<d**). و همان طور که از اسمش پیداست همه طول موج ها را به اندازه مساوی پخش می کند. مانند : قطره های آب و ذرات بزرگ گرد و غبار.

اثرات اتمسفر بر روی تصاویر :

Transmittance : در صد عبور (ضریب عبور) بعبارت دیگر اگر اتمسفر وجود نداشته باشد مقدار آن صد در صد است ولی بعلت وجود پخش جو ، تمامی Irradiance به زمین نمی رسد نسبت انرژی که به زمین می رسد در این حالت به انرژی که در حالت بدون اتمسفر به زمین می رسد را Transmittance گویند که آنرا با (T_θ) نشان می دهند.

واضح است که θ وابستگی ترانسمیتنس را به زاویه زینت خورشید را نشان می دهد. ضمنا ترانس میتنس برای ماهواره نیز با T_φ نشان داده می شود کهφ وابستگی آنرا به زاویه زنیت ماهواره در موقع انعکاس نشان می دهد.

تابش آسمانی (Sky Irradiance) : انرژی تابشی در مسیر خودش در اتمسفر پخش شده و باعث می شود که یک پیکسل به دو صورت دریافت گردد که در شکل زیر با شماره های 1و2 نشان داده شده است.

تابش انحرافی (Path Radiance) : بعلت وجود مکانیزم پخش، Radiance می تواند از یک پیکسل جانبی مستقیما به سنجنده برسد در ضمن به همین دلیل نیز مقداری از Irradiance خورشید می تواند در اثر بر خورد با ذرات جو پخش شده و به سنجنده برسد. چون هر دوی این خطاها در اثر تغییر مسیر یافتن انعکاس بوجود می آیند ، به آنها Path Radiance می گویند و آنرا با L_P نشان می دهند.

جمع کل irradiance در سطح زمین عبارت است از:

انرژی در سطح زمین $E_Q = E_{\Delta\lambda}.T_\theta.\cos\theta\Delta\lambda + E_D$

که جایگزین فرمول $E_{os} = E_{\Delta\lambda}\cos\theta\Delta\lambda$ شده است.

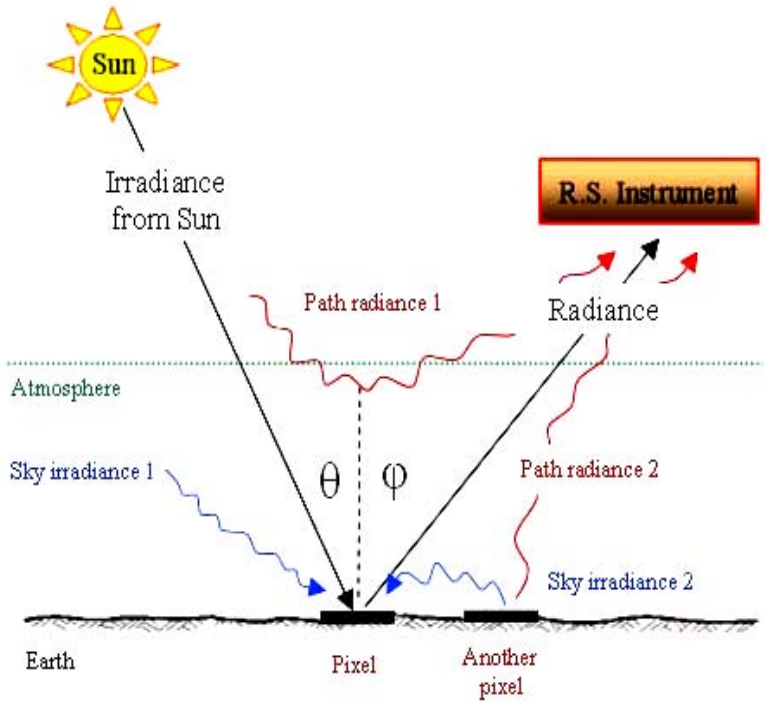
حال Radiance عبارت خواهد بود از:

$$L_T = \frac{R}{\pi}\left(E_{\Delta\lambda}.T_\theta.\cos\theta\Delta\lambda + E_D\right)$$

در بالای اتمسفر جمع کل Radiance که به سنجنده می رسد برابر است با:

$$L_S = \frac{R}{\pi}.T_\varphi\left(E_{\Delta\lambda}.T_\theta.\cos\theta\Delta\lambda + E_D\right) + L_P$$

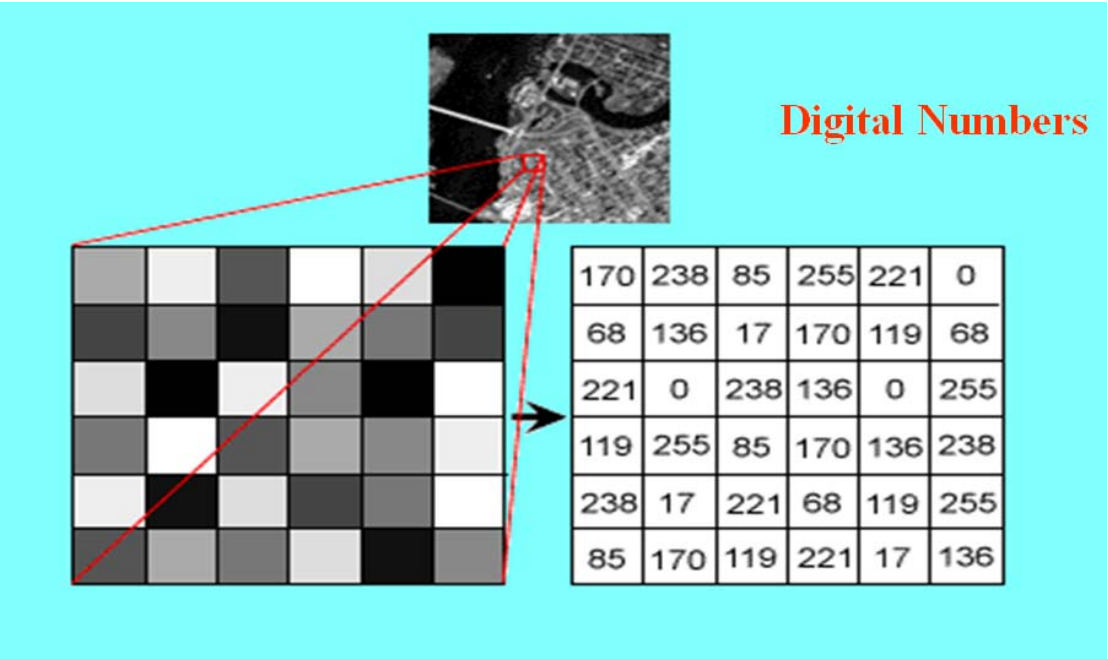
بنابراین در فرمول $L = k * DN + L\min$ که قبلا ذکر شد بهر حال می توان رادیانس در نظر گرفته شده در حالت بدون اتمسفر را با استفاده از DN به رادیانس در نظر گرفته با حالت وجود اتمسفر تبدیل کرد.



درجه روشنایی (Contrast) :

هرچه میزان انعکاس انرژی بیشتر باشد مقدار عددی پیکسل بزرگتر خواهد بود. مقدار عددی هر پیکسل را digital number یا (DN) گویند. به عبارت دیگر هر DN، مقدار انعکاس انرژی الکترومغناطیس تبدیل شده به عدد است و مقدار آن بستگی به شدت انعکاس انرژی الکترومغناطیس از پدیده دارد.

این تبدیل در سنجنده انجام می شود، و بعد از آنکه این عدد تهیه و به زمین ارسال شد توسط ایستگاه گیرنده ماهواره ای دریافت شده می تواند به کامپیوتر منتقل و روی مانیتور تبدیل به نور یا رنگ شود و به نمایش در آید و یا بصورت آرشیو نگهداری شود.

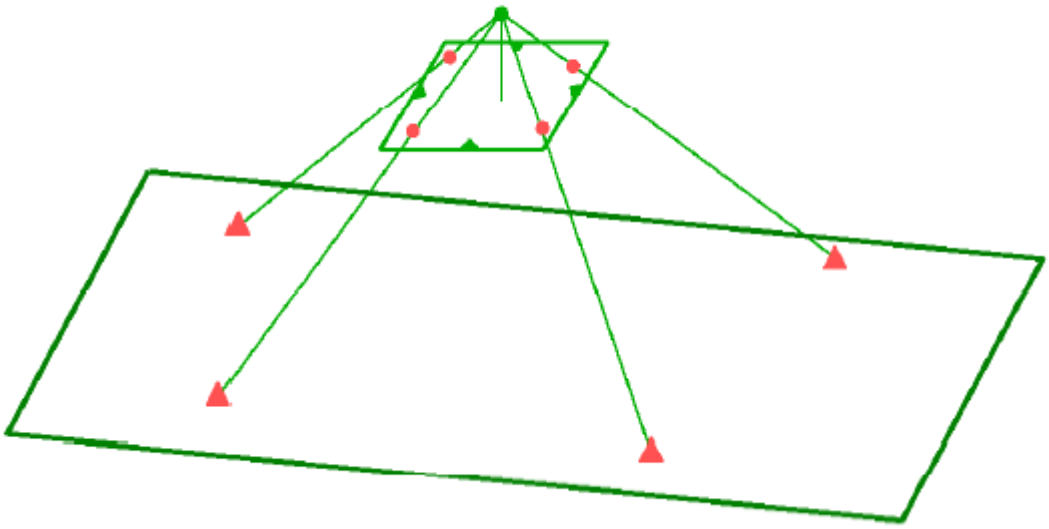


هر چه اختلاف اعداد بیشتر باشد کنتراست بیشتر است. علت اصلی خطای اتمسفری طول موج است و باید خطای اتمسفری حذف شود.

20	150	60	80
100	45	200	30
50	130	80	60
180	35	100	20

علت اینکه مرکز تصویر روشن تر است و بهتر است چیست ؟

نوری که به مرکز می رسد بصورت مستقیم و عمودی می آید، در نتیجه پراکنش کمتر است. و نوری که به گوشه های تصویر می رسد بصورت مایل می آید، در نتیجه پراکنش بیشتر است.



بیشترین اثرات اتمسفری وابسته به طول موج هستند. بنابراین هنگام استفاده از باندهای مختلف یک سنجنده باید به این نکته توجه داشت که باندهای مرئی به علت پراکنش طول موج های پایین دارای خطای اتمسفری می باشند. در حالی که این خطا در باندهای حرارتی به نسبت کمتر می شود. دومین عامل مؤثر بر روی اثرات اتمسفری طول مسیری است که امواج الکترومغناطیس تا رسیدن به سنجنده طی می کند. بنابراین انتظار می رود که سنجنده های با زاویه دید بزرگ دارای اثرات اتمسفری بیشتری در حاشیه های تصویر باشند، و مرکز تصاویر آنها تأثیر کمتری از اتمسفر پذیرفته باشند.

اثرات اتمسفری را در صورت حاد بودن معمولاً با الگوریتم های مختلفی بر روی تصویر کاهش می دهند.

داده های مربوط به تصاویری که به صورت رقومی تهیه می شوند داده های گسسته (Discrete) نام دارندکه معمولا با اسکن کردن بدست می آیند و به آنها تصاویر دیجیتال می گویند.

اگر بجای اسکن کردن (بوسیله سنجنده) از دوربین عکسبرداری استفاده کنیم تصویر بدست آمده یک تصویر پیوسته (Continuous) خواهد بود که به آنها تصاویر آنالوگ نیز می گویند.

خصوصیات مهم سنجنده ها :

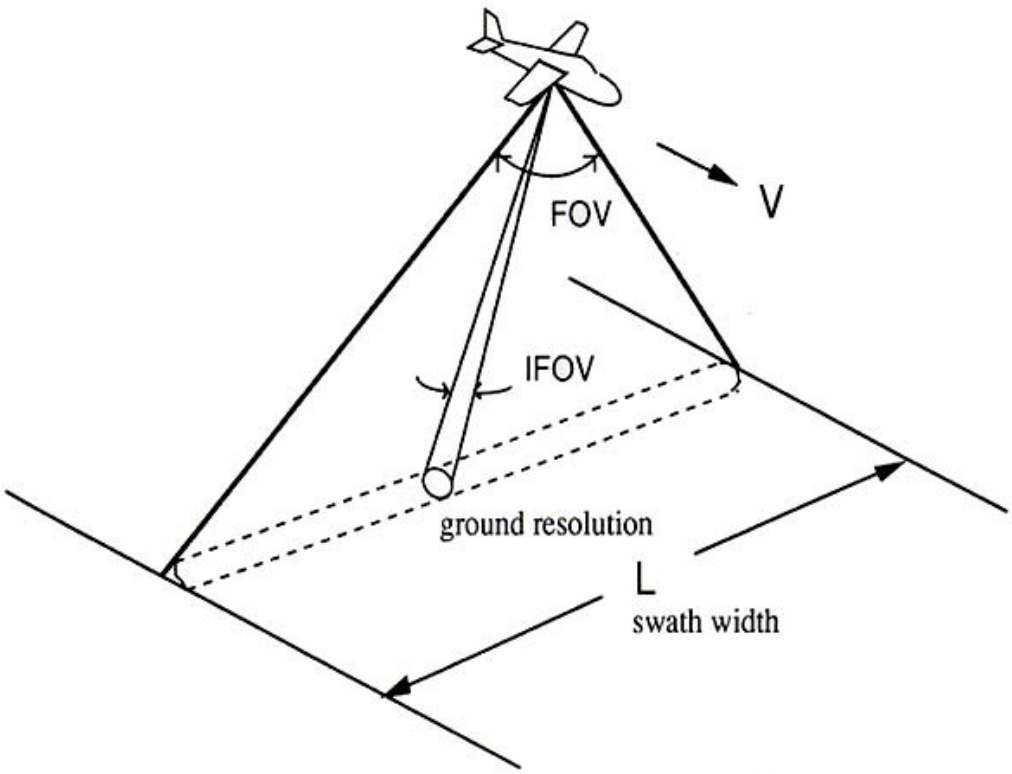
i. میدان دید :

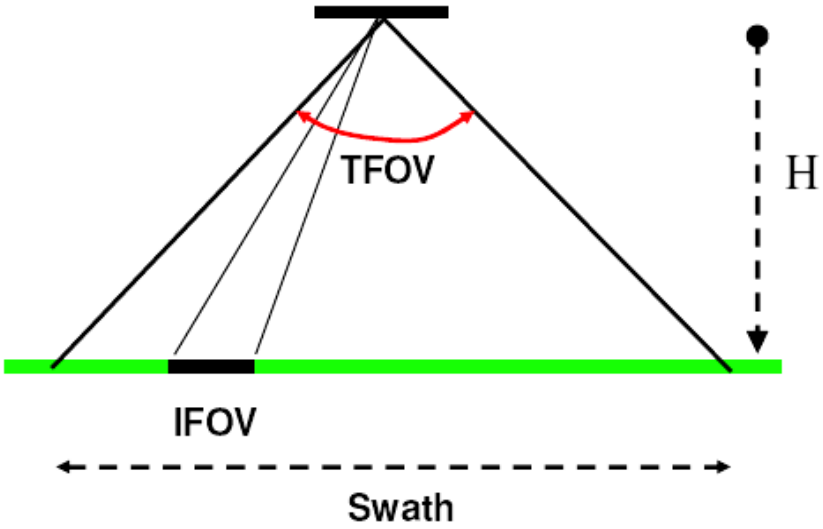
زاویه ای که ماهواره در هر لحظه زمین را تحت آن زاویه می بیند ifov می گویند.

هرچه زاویه ifov بیشتر باشد ابعاد بزرگتری از زمین در یک پیکسل قرار می گیرد.

زاویه ای که سنجنده تحت آن زاویه یک خط را می بیند FOV یا TFOV می گویند.

پهنایی را که ماهواره عمود بر خودش از آن تصویر تهیه می کند، عرض گذر (Swath Width) می گویند.





- Swath = 2 tan(TFOV/2) H
- where TFOV is measured in *degrees*

izadi.geomatic@gmail.com

www.GeoGIS.ir

ii. قدرت تفکیک (Resolutions) :

تعریف : قدرت تفکیک توانایی اندازه گیری یک سیستم نوری در تشخیص بین دو سیگنال که یا از نظر فضایی به هم نزدیک هستند یا از نظر طیفی به هم شبیه هستند، می باشد.

1) قدرت تفکیک مکانی (Spatial Resolutions) :

کوچکترین ابعاد منطقه ای از زمین که در هر لحظه توسط سنجنده اندازه گیری می شود توان تفکیک مکانی گویند. و در قالب های گوناگون بیان می شوند :

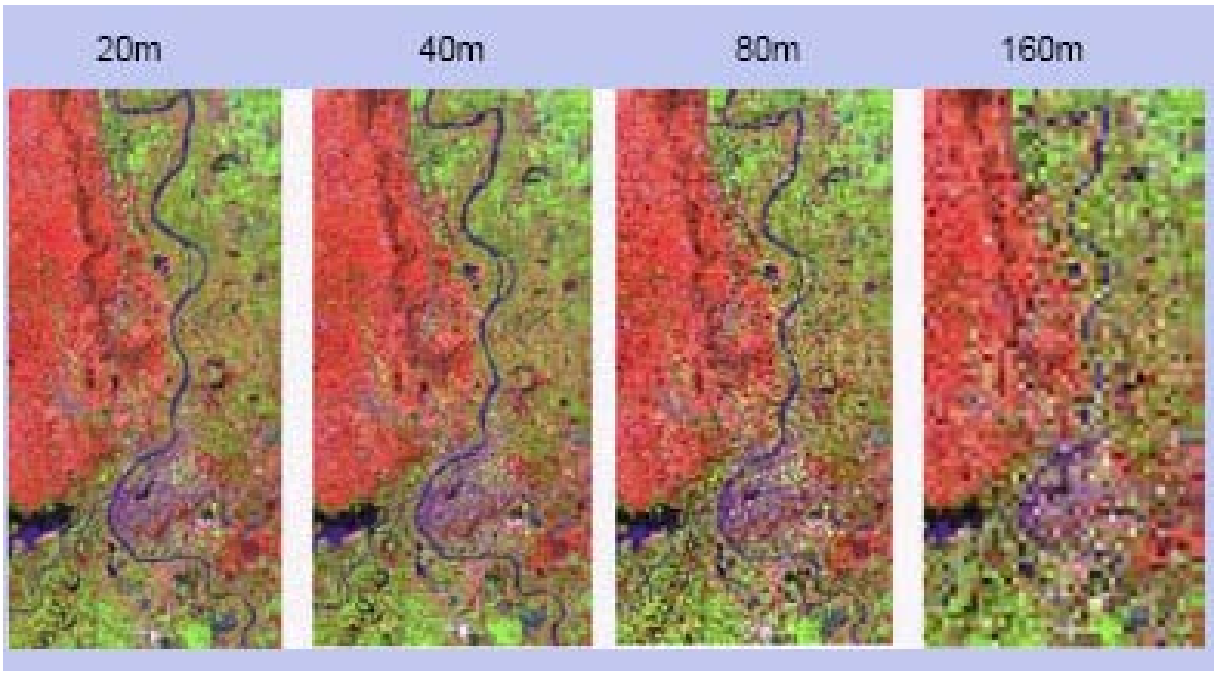
a) IFOV

در مورد سنجده های رقومی می باشد و منطقه ای بر روی زمین که توسط سنجنده در یک آن از یک ارتفاع مشخص برداشت می گردد که بر حسب زاویه یا فاصله معادل زمینی بیان می شود.

b) اندازه پیکسل (Pixel Size) :

اندازه پیکسل را نمی توان دقیقاً قدرت تفکیک مکانی سنجنده دانست و معمولاً با اعمال فاکتورهایی مقدار قدرت تفکیک مکانی همیشه بزرگتر از مقدار اندازه پیکسل است.(Pixel : Picture Element)

مثال : SPOT 10 M و LANDSAT 30 M و IKONOS 1 M



2) قدرت تفکیک طیفی (Spectral Resolutions) :

برای سنجنده های طیفی :

a) **دامنه طیفی (Spectral Range)** :

دامنه طیفی که یک سنجنده پوشش می دهد در توانایی آن در تشخیص عوارض کاملاً تأثیر گذار است. به عنوان مثال تمایز برخی عوارض در باندهای مرئی قابل انجام نیست و باید از اطلاعات مربوط به قسمت های دیگر طیف الکترومغناطیس استفاده شود.

b) **عرض طیفی باند (Spectral Band Width)** :

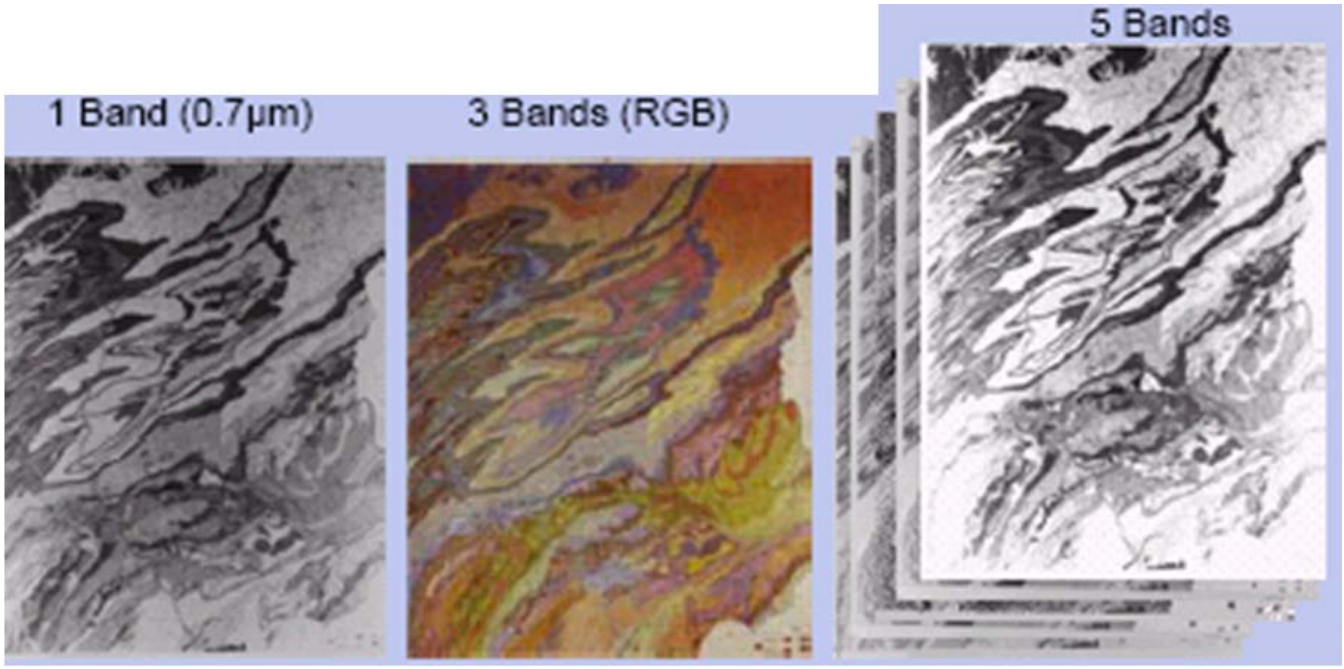
عرض باند کوچک باعث پایین آوردن سیگنال به نویز خروجی سنجنده شده و از سهم محتوای اطلاعاتی داده ها می کاهد. هر چه عرض باند باریکتر باشند می توان از فرمول های دقیقتر در محاسبات باندی استفاده کرد.

c) **نمونه برداری طیفی (Spectral Sampling)** :

توانایی یک سنسور در تفکیک عرض یک طیف و تعداد طیفها در یک موج الکترو مغناطیسی را قدرت تفکیک طیفی می گویند. نمونه برداری طیفی از مهمترین ویژگیهای سنجنده است، به گونه ای که به همراه عرض باند به عنوان شاخص قدرت تفکیک طیفی سنجنده شناخته می شود.

باندهای بیشتر تمایز میان اشیاء افزایش پیدا می کند. (فاصله میان باندها بر حسب طول موج)

مانند : SPOT XS 4 band و LANDSAT 7 band و IKONOS 4 BAND



d) نسبت سیگنال به نویز (Signal / Noise) :

هر چه عرض باند کوچکتر باشد، نسبت سیگنال به نویز کمتر خواهد بود. بنابراین همیشه باید توازنی بین عرض باند و نسبت سیگنال به نویز برقرار باشد.

با بالا رفتن شاخص های قبلی و بهبود آنها مقدار آن کاهش می یابد و در نتیجه از قابلیت های طیفی داده ها می کاهد.

3) قدرت تفکیک رادیومتریکی (Radiometric Resolutions) :

مربوط به حد جزئیاتی است که داده های جمع آوری شده در آن بیان می شوند. هر چه تعداد این درجات بالاتر باشد، جزئیات بیشتری بازگو می شوند. (حافظه یک پیکسل را گویند و بر اساس توانی از دو می نویسند. مثلاً اگر 0 تا 255 باشند (2^8) می نویسند).

تصاویر باینری : یا یک بیتی (0 و 1) یا (0 و 255) قدرت تفکیک رادیومتریکی پایینی دارند.

تصاویر 0 تا 255 قدرت تفکیک رادیومتریکی متوسطی دارند. (2^8) را 8 بیتی گویند.

مانند : TM هشت بیتی ، LISS III هفت بیتی و AVHRR یازده بیتی .

4) قدرت تفکیک زمانی (Temporal Resolutions) :

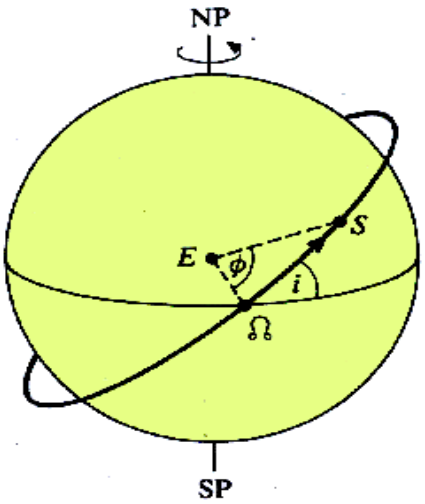
حداقل مدت زمان مورد نیاز یک سنجنده برای تصویر برداری مجدد از یک ناحیه مشخص را قدرت تفکیک زمانی گویند.

مانند : LANDSAT 16 روز ، SPOT1 26 روز و NOAA 1 روز .

پارامتر های مدار ماهواره:

1) **شکل مدار:** بیضی نزدیک به دایره – بیضی
2) **ارتفاع ماهواره (h)** : ماهواره های خورشید آهنگ: 600-900 کیلومتر-ماهواره های زمین آهنگ: 36000 کیلومتر
3) **زمان عبور ماهواره از خط استوا:** ماهواره نوآ 9:30 صبح
4) **زمان لازم برای طی یک مدار:** ماهواره نوآ 161 دقیقه

5) **زاویه انحراف مدار نسبت به خط استوا:** در ماهواره های خورشید آهنگ این پارامتر وجود دارد چون امتداد ماهواره در امتداد خط شمال - جنوب نیست و علت این انحراف این است که سنجنده بتواند پوشش زمین را کامل کند.



6) **زاویه میل (i)** : ماکزیمم عرض جغرافیایی که ماهواره می تواند آن را پوشش دهد.

الف) $i < 90$: $\phi = i$ ب) $i > 90$: $\phi = 180 - i$

به عنوان مثال در ماهواره NOAA12 زاویه انحراف 98.7 درجه است، بنابراین:

$$180 - 98.7 = 81.3$$

7) **همپوشانی(Path Overlap)**: این موضوع در ماهواره های خورشید آهنگ پیش می آید و عبارت است از میزان قرار گرفتن لبه های هر گذر بر روی هم، از آنجا که زمین کروی است و از آنجائیکه عرض گذر برای هر ماهواره ثابت است میزان هم پوشانی در قطبها بسیار بیشتر و در استوا در حداقل است. بنابراین می توان گفت که میزان همپوشانی به عرض جغرافیایی نقطه مورد نظر بستگی دارد.

فصل دوم :

سنجنده‌ها (Sensors) :

اندازه گیری و ثبت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی جو و سطح زمین از فاصله دور به وسیله ابزارهای ویژه ای بنام سنجنده (Sensor) انجام می گیرد که بر روی سکوهای مختلف مانند ماهواره‌ها وهواپیماها نصب می‌شود.

سنجنده‌ها از دیدگاه منبع انرژی به دو گروه تقسیم می‌شوند:

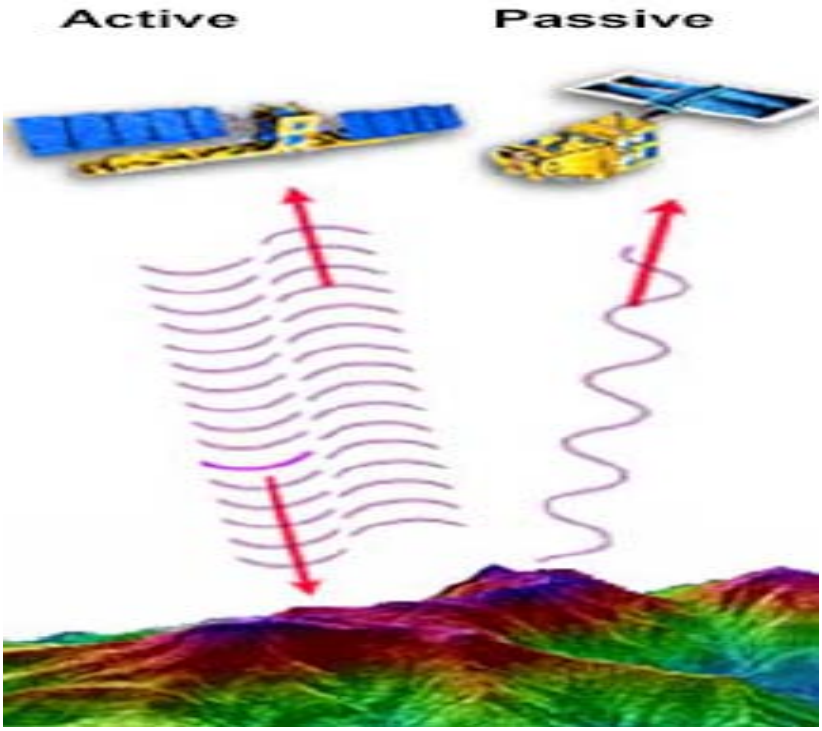
A) سنجنده های غیرفعال(Passive) :

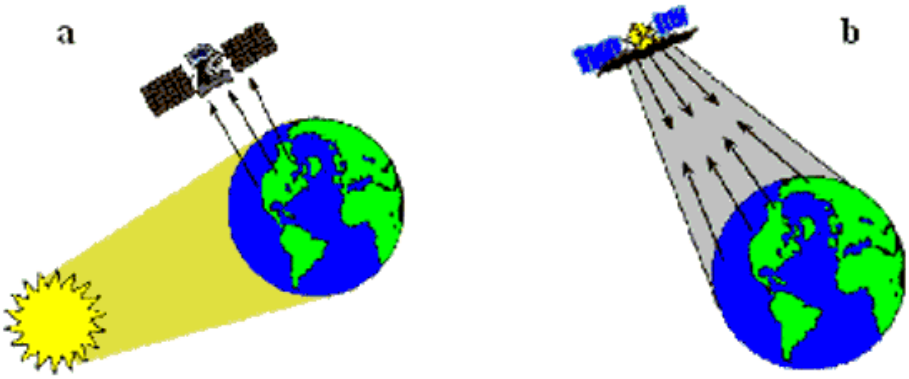
نوع متداول تر آن دسته از سنجنده ها که از انرژی خورشید و یا از انرژی موجود در طبیعت استفاده می کنند و بدون ارسال هیچ انرژی، انرژی انعکاسی از پدیده ها را اندازه گیری می کنند. به عبارتی دیگر قابلیت تشخیص تشعشعات الکترومغناطیس منعکس شده از منابع طبیعی زمین را دارا می‌باشند.

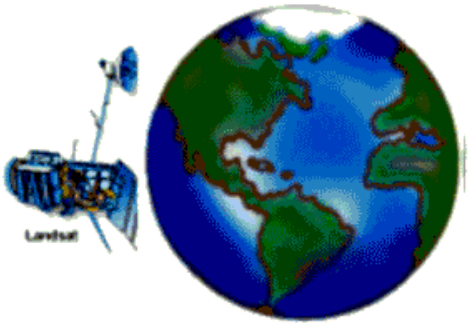
این نوع سنجنده ها وابستگی زیادی به پارامترهای مربوط به خورشید از جمله (زاویه ارتفاعی، شرایط اتمسفری، طول موج های ارسالی). و حضور ابر یکی از جدی ترین مشکلات در استفاده از اینگونه سنجنده ها بشمار می آید، همچنین استفاده از تصاویر مشکل است.

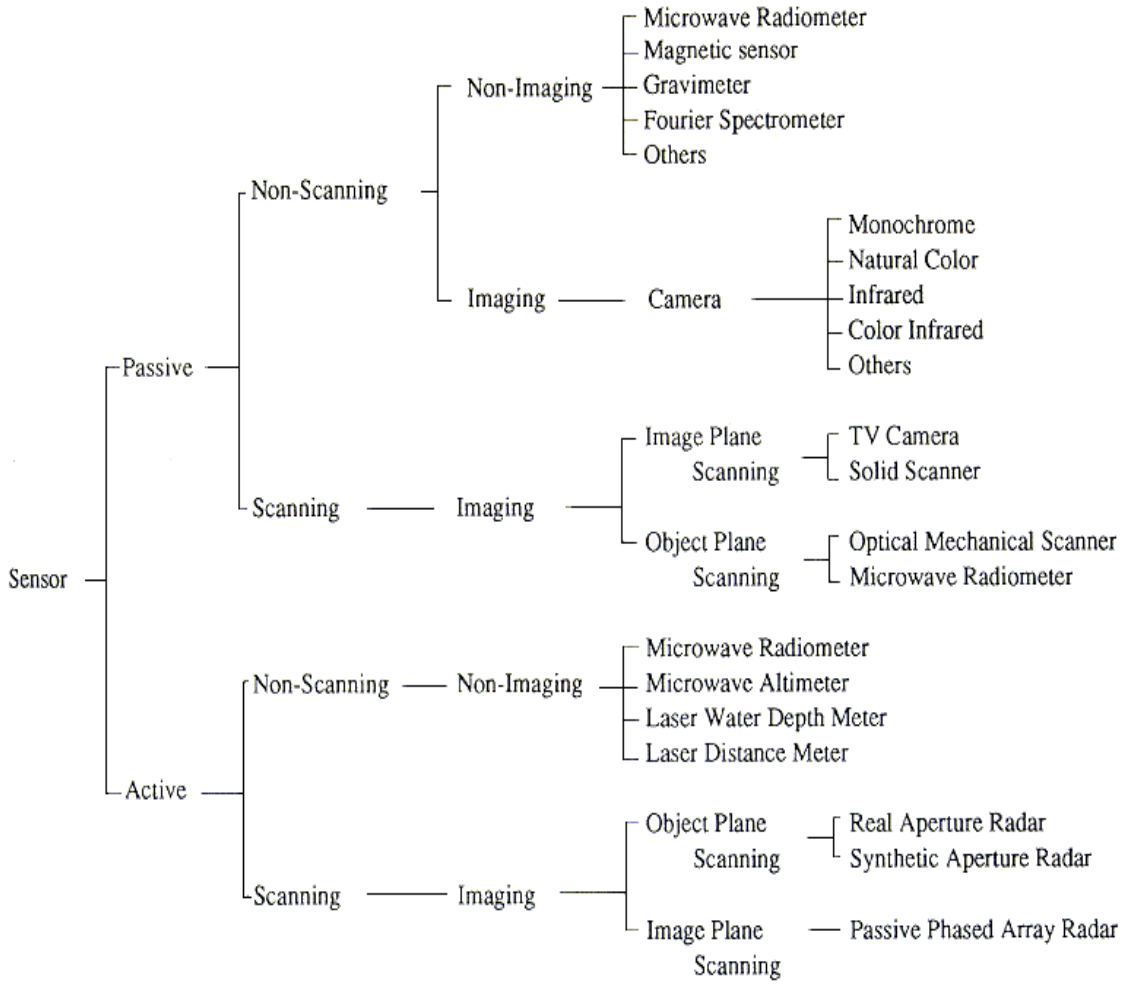
B) سنجنده های فعال(Active):

منبع انرژی را خود تولید می کنند و بازگشت آنرا اندازه می گیرند . پاسخ‌های منعکس شده از پدیده‌هایی که توسط منابع انرژی مصنوعی مثل رادار، مورد تابش قرارگرفته اند را دریافت می‌کنند. بنابر این از وابستگی به خورشید رها شده و از اتمسفر تأثیر بسیار کمی می پذیرد.


Active
Passive


a
b


Landsat



روند تکاملی سنجنده ها:

سنجنده:

فتوگرافیک: دارای پهنای باند زیاد هستند. (دوربین های فتوگرافیک، برای نقشه برداری هوایی - عکسهای هوایی - عکسهای استریویی)

اسکنرها: بصورت رقومی تصویر تهیه می کنند. در پهنای باند باریکتر و باندهای بیشتر.

سیستمهای راداری :

سیستمهای ویدیکون (تصویر را از زمین بر روی صفحه حساس تشکیل سپس تصویر بدست آمده اسکن می شود).

هندسه تصاویر دوربین های فتوگرافیک از نوع Static است دراین نوع هندسه موقعیت مکانی تصویر x,y,z و وضعیت تصویر κ,φ,ω را داریم در این نوع تصویر برداریها یک frame تصویر به نحوی تهیه می شود که تمام نقاط تصویر برداری شده از یک نقطه مرکزی بنام مرکز پرسپکتیو عبور می کند.

اسکنرهای نوری مکانیکی دارای هندسه dynamic هستند یعنی وضعیت وموقعیت هر پیکسل یا خط اسکن متفاوت است تصاویری که از این طریق به دست می آیند، از نوع point type imaging می باشند.

در این نوع تصاویر هر پیکسل در هر لحظه در وضعیت و موقعیت متفاوتی قرار دارد. از سنجنده های point type می توان به AVHRR و TM و... اشاره کرد.

انواع سنجنده ها از لحاظ نوع داده :

1) سنجنده ها بر اساس فیلم :

مانند دوربین های عکسبرداری سیستم های آنالوگ: در هواپیما کاربرد دارد :فتوگرامتری و تهیه نقشه های توپوگرافی :از نمونه های فضایی آن ها : KAF1000 و TK350 روسی

2) سنجنده های رقومی :

ذخیره اطلاعات به صورت رقومی : **مزایا** : A) عدم محدودیت به فیلم B) سرعت ثبت بالاتری دارد C) به راحتی می توان به تعداد دلخواه نسخه های کپی ایجاد نمودِ D) امکان پردازش های کامپیوتری

انواع سنجنده ها از لحاظ نوع و هندسه جمع آوری داده :

1) سنجنده های سطحی (Frame Type):

سیستم های فوق از روش تصویر برداری نوری استفاده می کنند همانند انواع دوربین ها (Television camera ، Video frame scanners) که سیستم تصویربرداری در این حالت برای تمام اجزاء تصویر یکسان است ودر واقع کل تصویر در یک لحظه ثبت می شود.پس عناصر توجیه خارجی برای تمام اجزاءثابت ویکسان است .

a) دوربین های عکاسی.

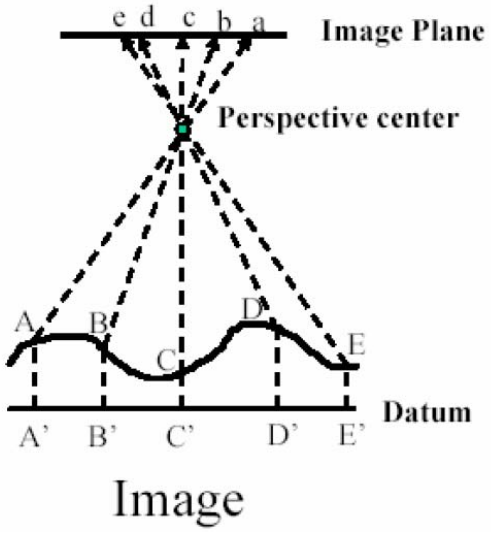
b) استحکام هندسی بالا.

c) اهداف فتوگرامتریک.

d) استخراج اطلاعات توپوگرافیک.

e) ساختار مشخص و ساده.

f) معادلات فتوگرامتری.



2) سنجنده های خطی (Linear Type) :

سیستمهای تصویر گری که در آنها تصویر یا خط به خط تشکیل می شود یا به صورت نقطه به نقطه تشکیل می شود.

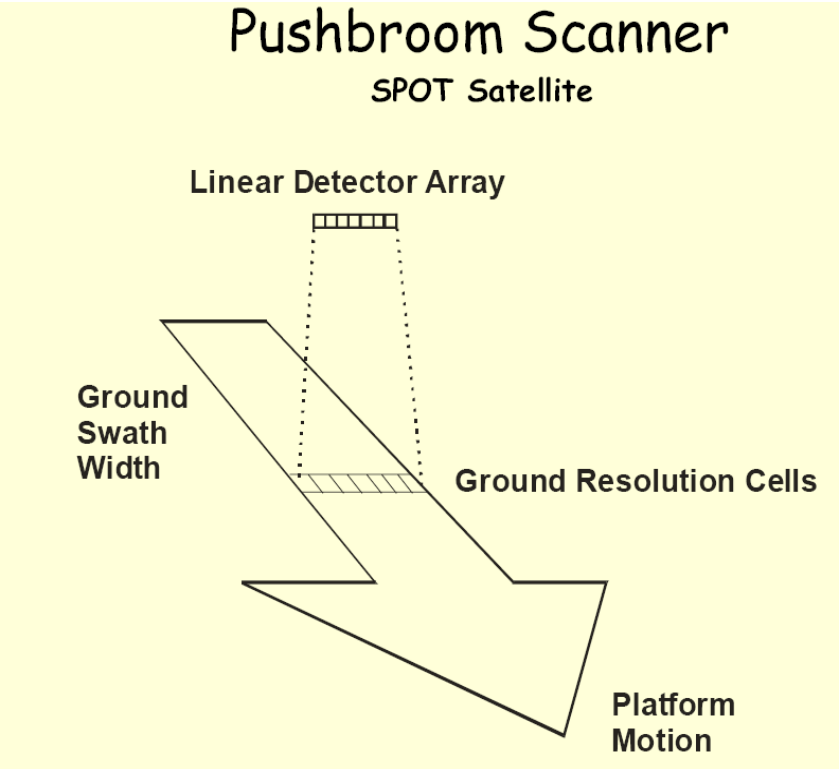
که در این حالت یک باند بطور پیوسته تصویربرداری می شود وبا حرکت فضاپیما به جلو بطور پیوسته سطح زمین تصویربرداری می شود. دراین سیستمها عناصر توجیه خارجی یا برای یک خط ثابت هستند یا برای کوچکترین جزء تصویر (Pixel) ثابت می باشند .برداشت شان خطی است.

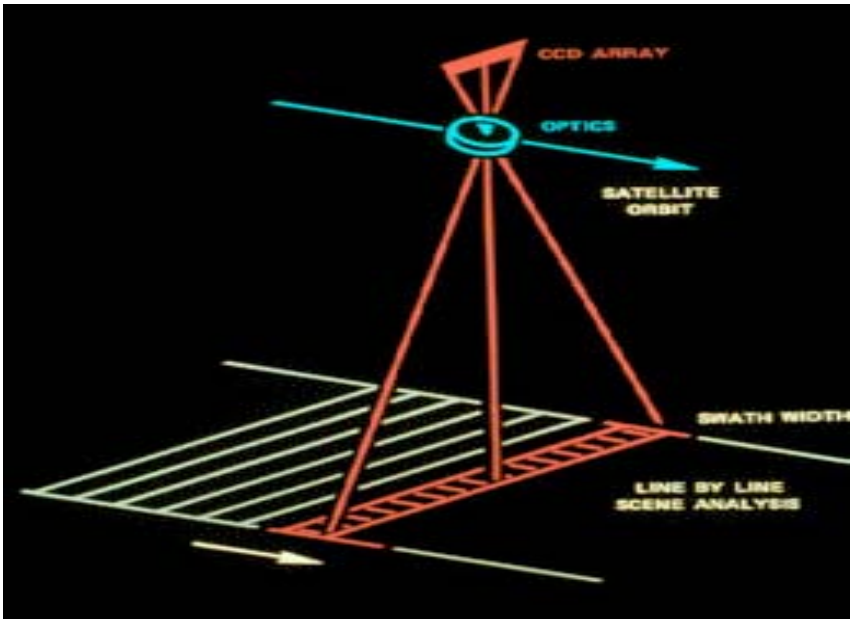
a) فن آوری که این دسته از سنجنده ها بکار می برند Pushbroom نامیده می شوند.

b) هنگام اخذ هر سطر از تصویربرداری وضعیتی چندگانه دارد.

c) استحکام هندسی شان کمتر از حالت قبلی و هر خط هندسه ای جدا دارد.

d) مثل سنجنده HRG ماهواره SPOT و LISS III ماهواره IRS.





3) سنجنده های نقطه ای (Point Type):

a) فن آوری که این دسته از سنجنده ها بکار می برند Whiskbroom نامیده می شوند.

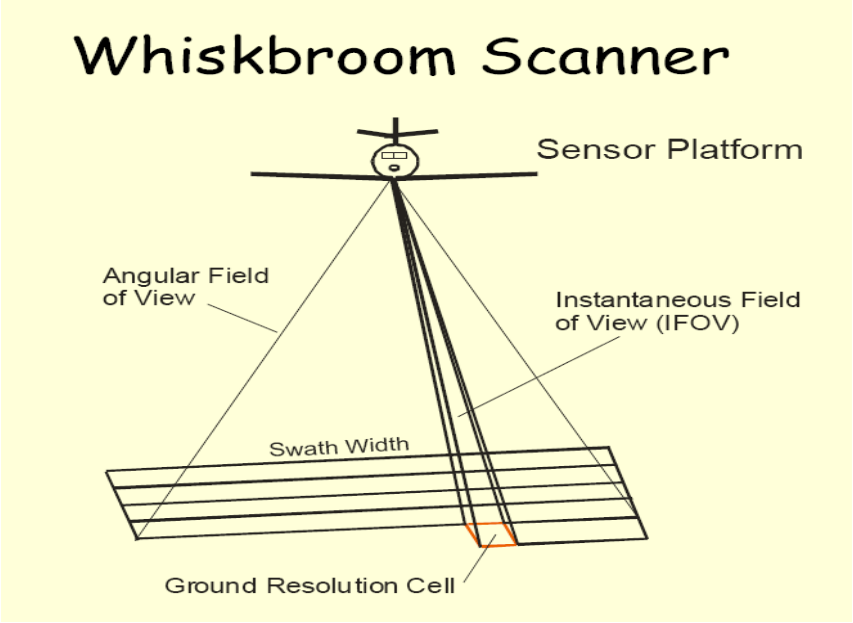
b) تنها یک نقطه از زمین را برداشت می نمایند.

c) نسبت سیگنال به نویز آن از سیستم های قبلی کمتر است.

d) هندسه ضعیف (برای اهداف فتوگرامتری مناسب نیست).

e) این سنجنده ها را optical-mechanical نیز گویند.

f) مثل سنجنده AVHRR ماهواره (NOVA) و TM ماهواره(LANDSAT) .



4) سنجنده های راداری (Radar) :

سیستم های فوق از امواج رادیوئی مایکروویو جهت تصویربرداری استفاده می کنند. ب ه عبارت بهتر امواج از طرف فضا پیما از یک آنتن جهت دار فرستاده شد ه و سپس توسط همین آنتن دریافت می شود و در واقع آنتن یک بار فرستنده وبرای بار دوم گیرنده خواهد بود و با اندازه گیری اختلاف زمان رفت و برگشت به فاصله جسم تا فضا پیما پی برده می شود. محدود نبودن نسبت به شرایط آب و هوایی از مزیتهای خوب این سیستمها است .

a) برای مناطقی از زمین که پوشیده از ابر هستند مناسب میباشند.

b) رادار از لحاظ توان تفکیک ضعیف میباشد و تصاویر آن دقیق نبوده و به همراه خود نویز دارند.

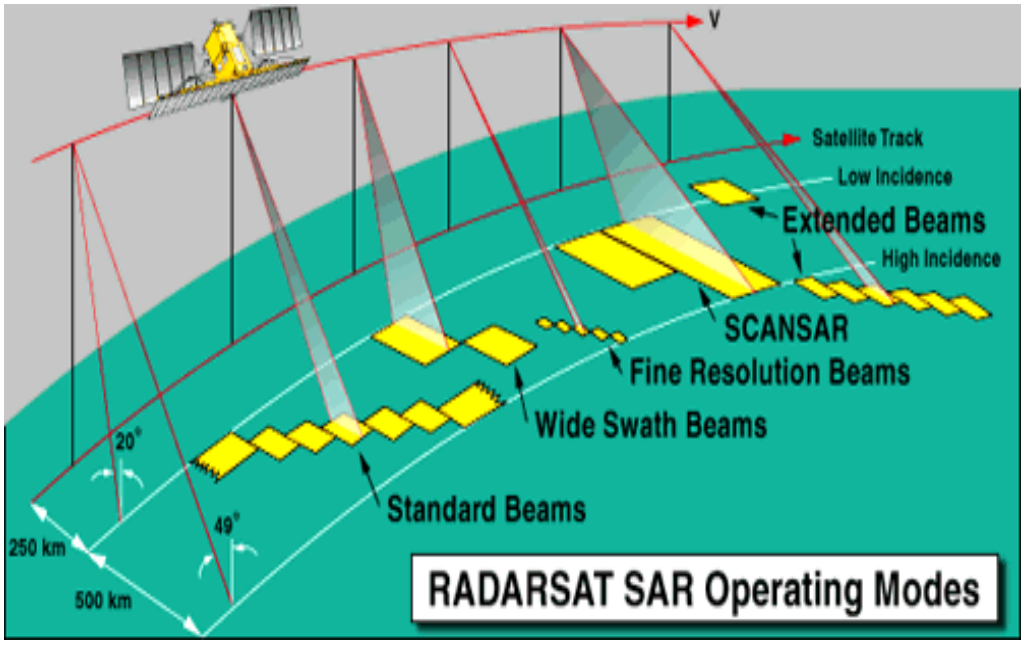
c) رادار میتواند رطوبت زمین و توپوگرافی آن را اندازهگیری کند.

d) تصویر برداری بصورت مایل است.

e) برای اهداف فتوگرامتری بکار نمی روند.

f) RADAR (RAdio Detection And Ranging)

g) مهمترن تولید هندسی آنها DEM است.



مزایای سیستمهای جاروبگر خطی :

قدرت تفکیک مکانی و قدرت تفکیک رادیومتریک بالاتری دارند.

استحکام هندسی بالائی دارند زیرا مدت زمان زیادی یک سنجنده روی یک عارضه قرار میگیرد هندسه آنها در طول یک خط شبیه به دوربینهای هوائی است.

اندازه و وزن آنها کوچکتر است، پس برای بهره برداری از آنها انرژی کمتری مورد نیاز است.

آنها قابلیت اطمینان بالایی دارند و طول عمر بالائی نیز دارند زیرا بخشهای حرکتی (آیینه های نوسان کننده) را ندارند.

معایب سیستمهای جاروبگر خطی :

اولا" کالیبره نمودن تعداد زیادی آشکار ساز که با دقت باید کالیبره شوند هم از نظر هندسی وهم از نظر رادیومتریکی مشکل است.

ثانیا" محدودیتهای معمولی این سیستمها به لحاظ تجاری این است که CCD ها (Charge Coupled Device) از نقطه نظر طیفی دارای حساسیت محدودی بوده ، واصولا " CCD هایی که به طول موج بالاتر از مادون قرمز حساس هستند به راحتی در دسترس نیستند.

انواع سنجنده ها از نظر طیفی :

در این نوع تقسیم بندی مبنا تعداد باند می باشد. بطوری که سنجنده های تک باندی را پانکروماتیک (Panchromatic) گویند.

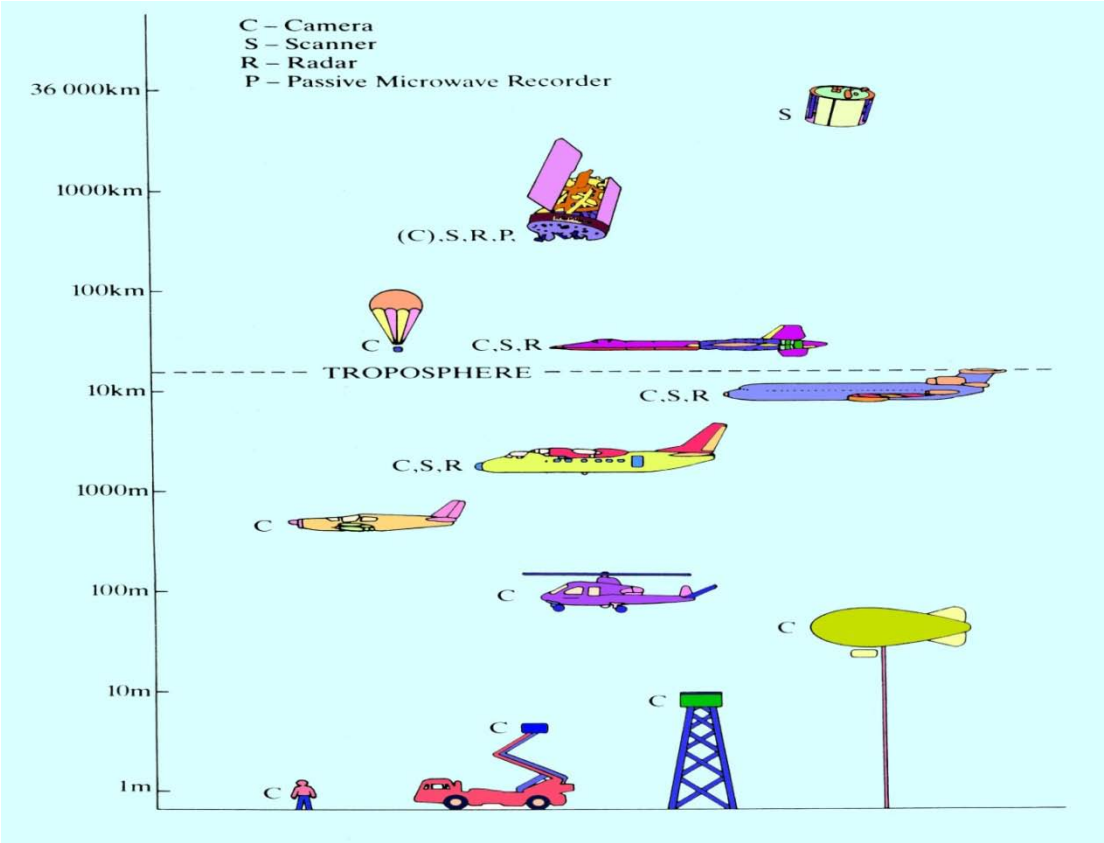
سنجنده های با تعداد باند کم را سنجنده های چند طیفی (Multispectral) گویند. مانند : TM(Landsat)وMSS ، HRV(SPOT) و AVHRR(NOAA)

سنجنده با بیش از 30 باند را به عنوان سنجنده های فرا طیفی (Hyperspectral) می نامند. مانند : سنجنده MODIS با 36 باند و سنجنده AVIRIS که 224 باند دارد.

سکوها (Platforms) :

حامل یا ناقل سنجنده های دورسنجی، پلاتفورم یا سکو نامیده می‌شود. سکوهای هوایی وسکوهای فضایی که نمونه اول هواپیما، بالون وبالگردها هستند و نمونه دوم سفینه (شاتل) و موشکها و ماهواره‌ها هستند . ولی وسایل دیگری نظیر هواپیماهایی با کنترل رادیویی و بالون‌ها نیز برای سنجش ازدور با ارتفاع کم مورد استفاده قرارمی‌گیرند. به طور کلی فاکتور کلیدی برای انتخاب یک پلاتفورم، بلندی می‌باشد زیرا تعیین وضوح زمین در آن صورت می‌گیرد و آن نیز بستگی به میدان

دید لحظه‌ای (IFOV)سنجنده روی سکو دارد.



شاتل فضایی دارای یک محفظه بزرگ برای نگهداری ابزار است. شاتل توانایی حمل محموله های بزرگ(مثل ماهواره ها) را دارد. در داخل فضا، درها باز می‌شوند تا به ماهواره ها اجازه دهند به داخل مدار پرتاب شوند. شاتل همچنین دارای یک بازوی ماشینی است که توسط کانادایی‌ها ساخته شده است. از این بازو برای نگه داشتن بار استفاده می شود، این بازوی ماشینی همچنین قادر است ماهواره‌های شکسته را در فضا بگیرد و به داخل محفظه خود انتقال دهد تا برای تعمیر به زمین بازگردانده شوند.

انواع سکوها :

1) بالون
2) هلیکوپتر
3) هواپیما
4) فضاپیما
5) ایستگاه فضایی و ماهواره

سنجش از دور:

1) هوایی (Airbone R.S) :

100 متر الی 40 کیلومتر. مزایای سنجش از دور هوایی : تنظیم پارامترهای تصویربرداری توسط کارشناسان؛ مثل : ارتفاع پرواز، تعداد تصاویر اخذ شده، زمان تصویربرداری و همچنین تأثیرات اتمسفری و مشکل ابر نیز در تصاویر هوایی بسیار کمتر از تصاویر فضایی است.

2) فضایی (Space R.S) :

نامحدود (ماهواره ها). مزایای سنجش از دور فضایی : بعضی از محدودیت های هوایی را رفع کرده؛ مثل : محدودیت های مکانی. تصویربرداری فضایی در کل ارزانتر از هوایی است. ولی این دو مکمل یکدیگرند ولی می توان گفت که در کل فضایی بهتر است.

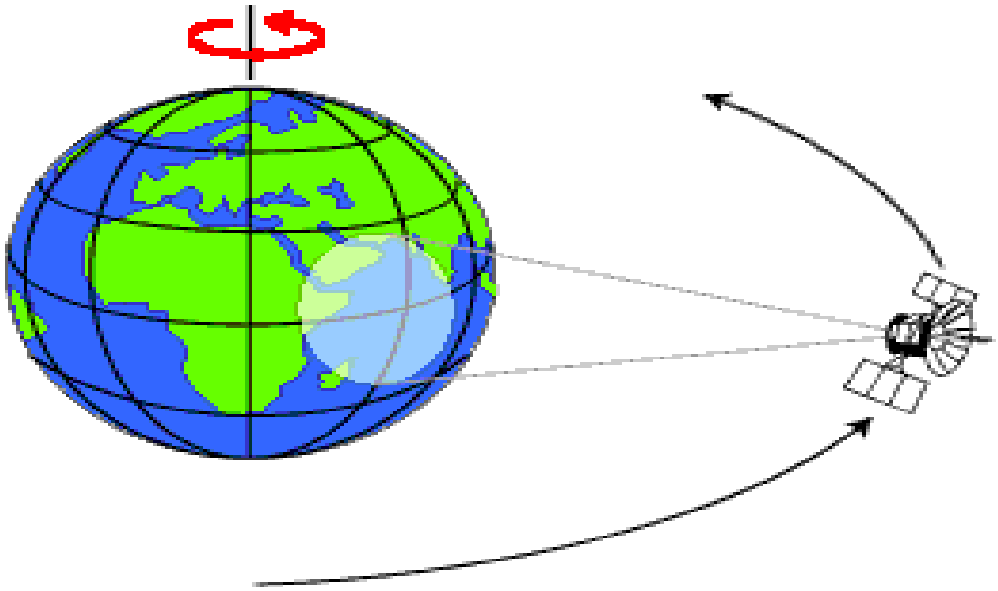
ماهواره‌های سنجش از دور:

ماهواره‌هایی با گیرنده‌های راه دور برای مشاهده پدیده های زمین، ماهواره‌های سنجش از دور یا ماهواره‌های دید زمینی نامیده می‌شوند ، این ماهواره ها بر اساس ارتفاع، مسیرحرکت و گیرنده‌های آنها از هم متمایز می‌شوند.

انواع مدارها :

1) مدارهای زمین مرجع (Geo-Stationary) :

مدارهایی هستند که دارای زمان تناوبی معادل چرخش زمین هستند ($T_1 = T_2$). بنابراین می توانند نسبت به یک نقطه زمینی ثابت فرض شوند. ارتفاع بسیار زیاد این مدارها امکان تصویربرداری قسمت عمده ای از سطح زمین (حدود 45 درصد) را فراهم می آورد. (ارتفاع زیاد و قدرت تفکیک مکانی پایین، از خصوصیات این مدارها می باشند).

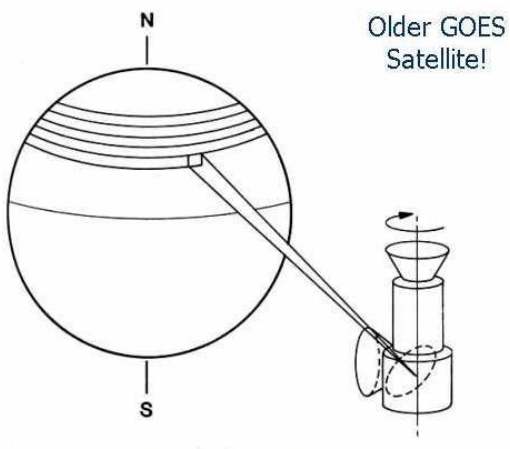


Geostationary Orbits

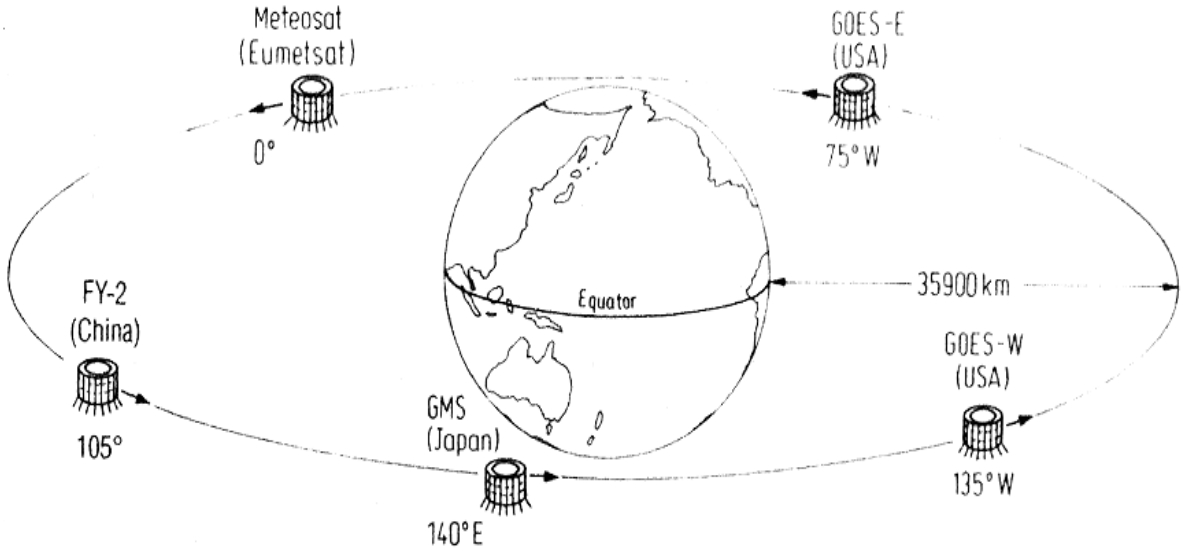
2) مدارهای زمین آهنگ (GeoSynchronous) :

مدارهای هستند که زمان تناوب آنها ضریبی از چرخش زمین به دور خود است. بنابراین مسیری تکراری داشته و باعث می شوند تا ماهواره از همان مسیر قبلی عبور کند.

ماهوارههای زمین آهنگ در ارتفاع حدود 36000 کیلومتری از سطح زمین قرار دارند و موقعیت آنها نسبت به زمین ثابت است. در شکل زیر ماهواره GOES که توسط کشور آمریکا به فضا پرتاب شده و در 75درجه غربی قرار دارد، نشان داده شده است.



ماهواره هایزمین آهنگ بسته به کشور پرتاب کننده آنها در طول های جغرافیایی ثابتی در بالای خط استوا قرار می گیرند.



سنجنده اصلی روی این ماهوارهها (زمین آهنگ) سنجنده VSSIR است.

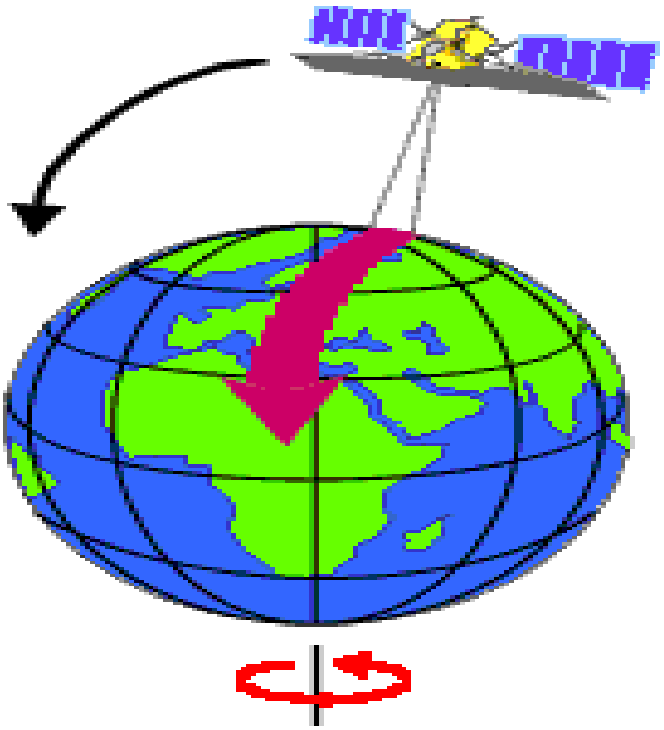
Visible and Infrared Spin Scan

از ماهوارههای زمینآهنگ و هواشناسی که میتوان نام برد ماهواره GMS است که بعداً به MTSAT تبدیل شده و در 140° شرقی بالای خط استوا قرار گرفته است.

3) مدارهای خورشید آهنگ (Sun-synchoronous) :

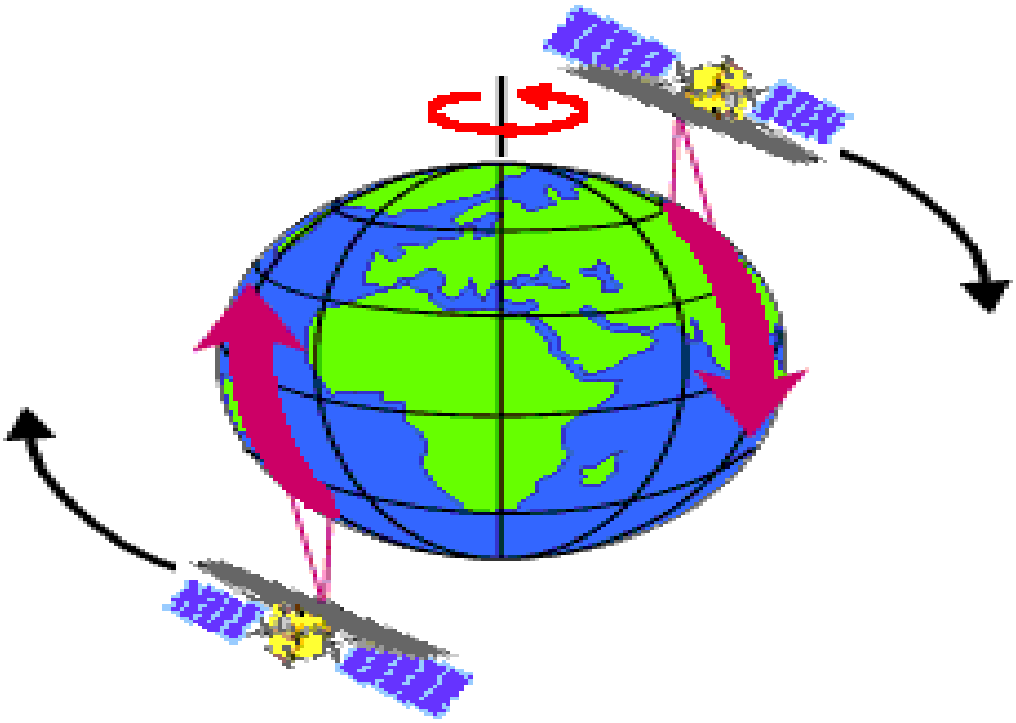
ماهوارههای خورشیدآهنگ همزمان با خورشید حرکت میکنند و مجبورند از قطبها رد شوند که به آنها Polar Orbiter نیز گفته میشود یعنی مدار ماهواره های خورشید آهنگ قطبی یا نزدیک به قطب هستند و صفحه مدار همزمان با خورشید به جلو می رود و معمولاً کره زمین را در وقت بخصوص و در ارتفاع پائین زمین را دور می زنند. ارتفاع آنها معمولاً بین 600 تا 1500 کیلومتر از سطح زمین است.

و ماهواره هایی که در اینگونه مدارها قرار می گیرند، همیشه در یک زمان محلی ثابت از نصف النهار محل عبور می کند. و ماهواره های منابع طبیعی برای اینکه بتوانند از اغلب نقاط زمین تصویربرداری کنند از این مدارها استفاده می کنند.

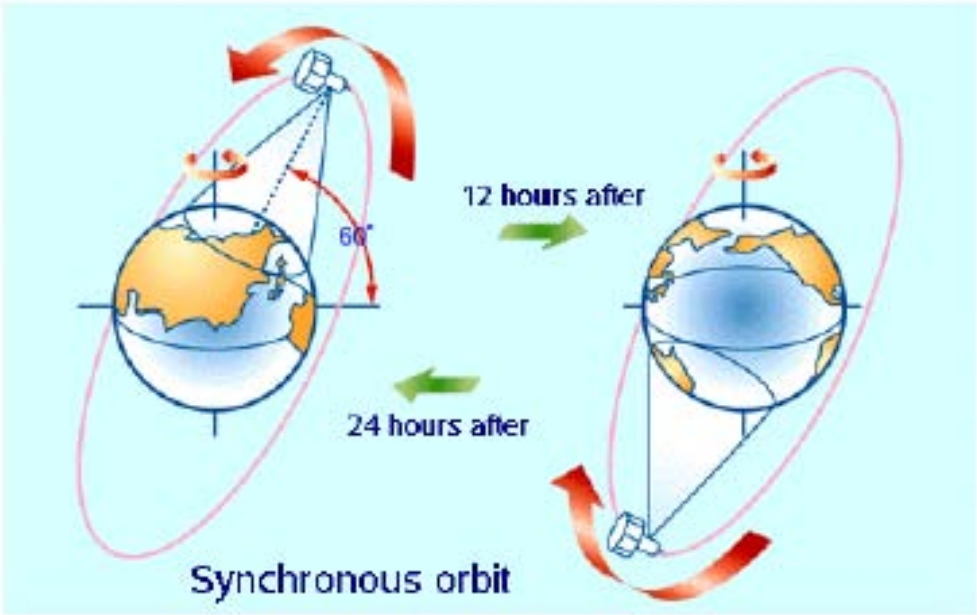


از میان ماهواره های خورشیدآهنگ میتوان ماهواره NOAA را نام برد و سریهای قبلی آن به نامهای TIROS - TOS - ITOS از دیگر ماهواره خورشید آهنگ هواشناسی باز می توان از ماهواره NIMBUS (آمریکا)، METOP (اروپا)، METEOR (روسیه)، FY-1 (چین) (هواشناسی).

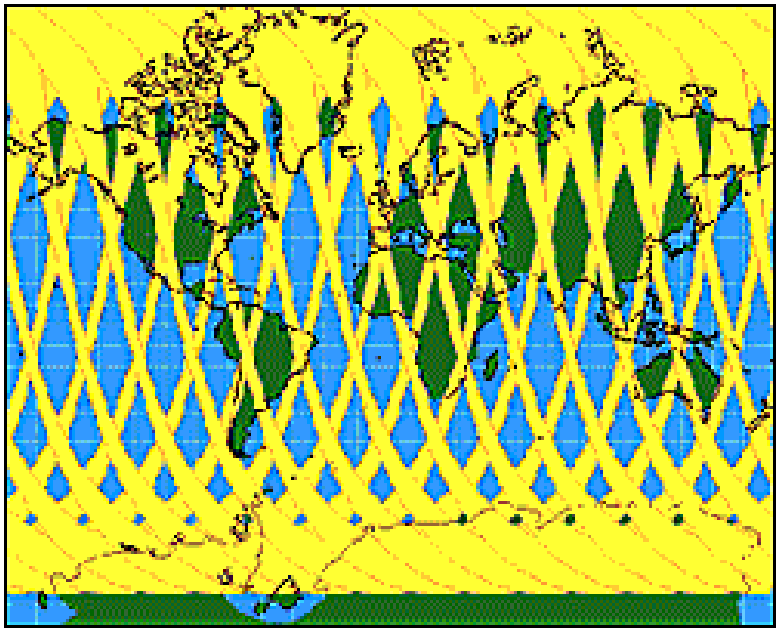
از ماهواره های خورشیدآهنگ غیر هواشناسی ولی با کاربردهای هواشناسی می توان از ماهواره ADEOSI (ژاپن)، ADEOSII (ژاپن)، MOS (ژاپن)، EOS (آمریکا) نام برد.

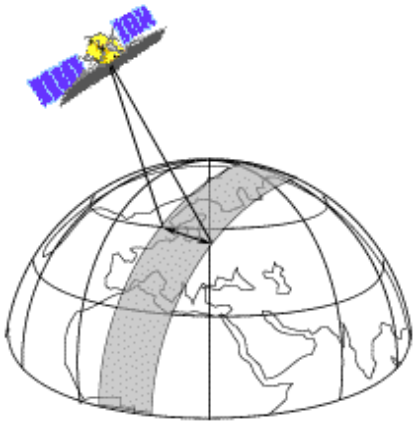


Sun-Synchronous Orbits



شکل زیر نشان دهنده مسیر حرکت ماهواره حول زمین جهت پوشش کامل سطح زمین :



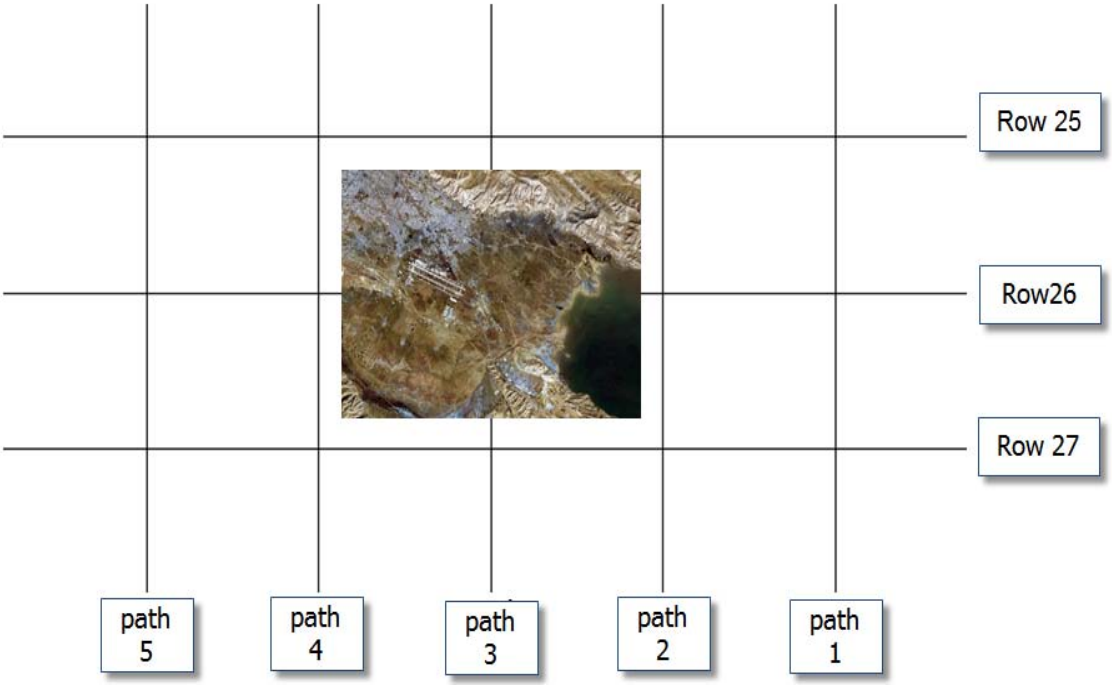


تصاویر ماهواره ای با دو شماره مشخص می گردند :

1) **مسیر (Path)** : منطبق بر مدار ماهواره.

2) **ردیف (Row)** : قطع تصاویر در یک مسیر.

برای سفارش تصاویر بسیاری از ماهواره ها مثل spot و landsat و ..... باید به نقشه جانمایی (Index) تصاویر آنها توجه کرد.



ماهواره NOAA:

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

سنجنده اصلی برای ماهواره NOAA، AVHRR است.

Advanced Very High Resolution Radiometric

توان تفکیک زمانی و رادیومتری این سنجنده بسیار بالا ست.

این ماهواره به منظور تهیه اطلاعات هواشناسی، هیدرولوژی واقیانوس شناسی طراحی شده است در ضمن کاربرد های غیر هواشناسی مخصوصا در دامنه پوشش گیاهی دارد.

سنجنده های NOAA :

1- AVHRR

2- HiRS

3- MSU

4- SSU

SEM -5 SBUV -6

ERB -7

سنجنده AVHRR در NOAA12 دارای توان تفکیک مکانی 1/1 کیلومتر است. (در نادیر)

توان تفکیک رادیومتریکی 1023- 0 سطح خاکستری (10 bit)

توان تفکیک زمانی به طور متوسط با توجه به حضور 2 ماهواره در هر زمان، 4 تصویر در 24 ساعت دارد.

توان تفکیک طیفی	باند اول	0/58 – 0/68 µm	مرئی	VIS
	باند دوم	0/72 – 1/1 µm	مادون قرمز نزدیک	NIR
	باند سوم	3/55 – 3/93 µm	مادون قرمزمیانی	MIR
	باند چهارم	10/3 – 11/3 µm	مادون قرمز حرارتی	TIR
	باند پنجم	11/5 – 12/5 µm	مادون قرمز حرارتی	TIR

سنجنده هایی که دارای 4 باند بوده و باند 5 همان کپی باند 4 بوده را AVHRR می گفتند و آنها یی که داراد 5 باند هستند را AVHRR/2 می گویند.

در ماهواره NOAA15 یک سنجنده AVHRR/3 استفاده می شود که باند 3 آن به دو باند 3A, 3B تبدیل می شود.

روز 1/57 - 1/78 µm :باند3A

شب 3/55 - 3/93 µm :باند3B

از NOAA11 تا NOAA16 از AVHRR/3 استفاده شده است.

izadi.geomatic@gmail.com

www.GeoGIS.ir

a) زمان لازم برای طی یک مدار 161 دقیقه است.

b) در زمان های محلی 7:30- 14:30 و از NOAA15 به بعد از زمان های 7:30- 15:30 از خط استوا عبور کرده است.

کاربردهای این سنجنده عبارتند از:

a) تهیه نقشه های حرارتی سطح آب ها Sea Surface Temperature (SST)

b) در سال های اخیر نقشه حرارتی سطح زمین را نیز داشته ایم که دقت SST را نداشتند.

(LST)Land Surface Temperature

c) تشخیص ابر، پیش بینی خشکسالی

d) تخمین میزان پوشش گیاهی (NDVI)

در ماهواره NOAA:

Normalized Difference Vegetation Index = (Ch2-Ch1)/(Ch2+Ch1)

برای اندازه گیری میزان پوشش گیاهی برگ های یک متر مربع را که به آن LAI: Leaf Area Index می گویند، حساب کرده و بر اساس آن می توانند خشکسالی را پیش بینی کنند.

ضریب همبستگی LAI,NDVI حدود٪ 90 است در نتیجه به وسیله NDVI می توان نظارت کافی بر روی پوشش گیاهی داشت.

- بررسی اقیانوس ها و حرکت آنها، ملاک حرارت آب است
- بررسی فعالیت آتش نشان ها
- تهیه نقشه با مقیاس های بسیار کوچک
- بررسی آتش سوزی جنگل ها

ماهوارهNIMBUS :

ماهواره هواشناسی خورشید آهنگ NIMBUS با سنجنده CZCS دارای ویژگی های زیر می باشد:

(سنجنده منطقه ساحلی CZCS : Costal Zone Color Scanner)

این سنجنده دارای شش باند است. (1 باند آبی، 2 باندسبز، 1 باند قرمز، 1 باند مادون قرمز نزدیک و 1 باند مادون قرمز حرارتی)

- ارتفاع آن از سطح زمین 955 کیلومتر می باشد.
- زاویه انحراف آن از خط استوا $99/3^{\circ}$ است.
- 104 دقیقه زمان لازم برای طی مدارش است.
- سیکل تکرار آن از یک منطقه 6 روز است.
- پهنای خط جاروب 1500 کیلومتر است.
- توان تفکیک مکانی 800 متر است.
- از این سنجنده برای بررسی کیفیت آب استفاده می شود
  - رفتار رسوب گذاری رودخانه ها در هنگام ریختن به دریاها
  - میزان ذرات معلق موجود در آب معمولاً به رنگ زرد در داخل آب دیده می شود
  - میزان اکسیژن در آب

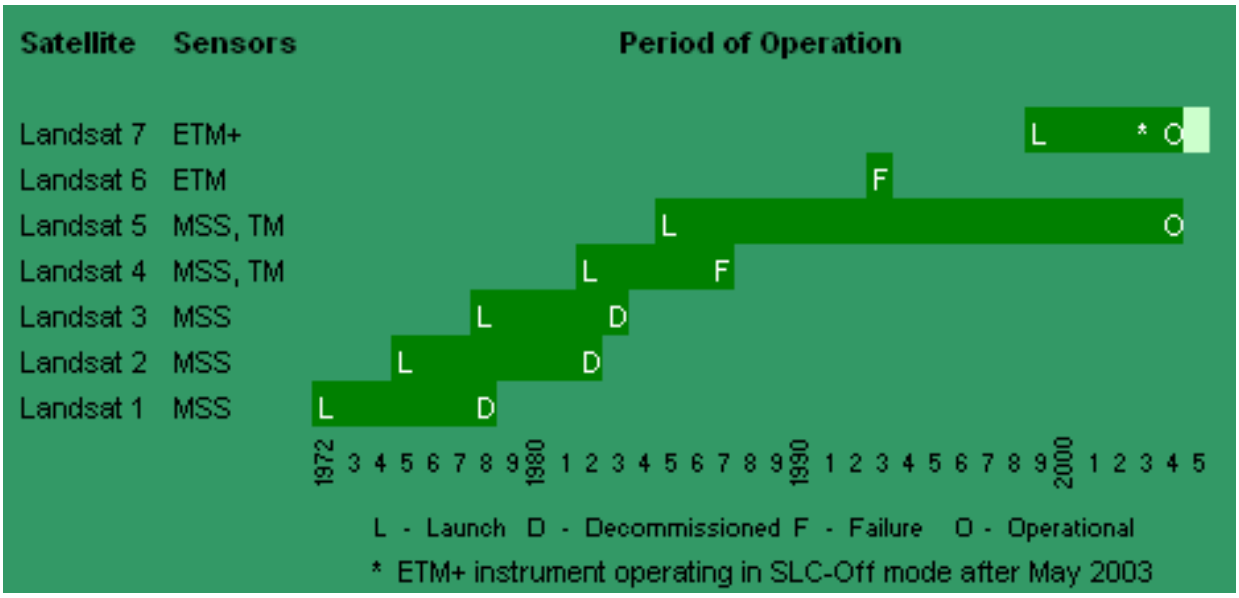
ماهوارهGMS :

ماهواره هواشناسی زمینآهنگ Geostationary Meteorological Satellite (GMS) با سنجنده VISSR : Visible Infrared Spin-Scan Radiometer

- این سنجنده دارای 2 باند می باشد:
  - B1: (0.55- 0.75 µ m) VIS
  - B2: (10.5- 12.5 µ m) TIR
- توان تفکیک مکانی آن متفاوت است: در نادیر 1/25 و در انتهای خط اسکن 5 کیلومتر
- برای رفع این مشکل تعداد بیت های بیشتری به انتهای خط اسکن اختصاص داده شده است. یعنی توان تفکیک رادیومتری در خط نادیر 6 بیت و در انتهای خط اسکن 8 بیت می باشد.

ماهواره LANDSAT:

از 7 ماهواره پرتاب شده از این گروه فقط لندست 5 و 7 در حال فعالیت می باشند. البته LANDSAT5 بدلیل اینکه 20 سال از فعالیت آن می گذرد شاید دارای کیفیت خوبی نباشد. لندست 6 پس از پرتاب در پاییز سال 92 سقوط کرده است.



لندست در طول زمانی که به کار گرفته شده یک سیر تکاملی نسبی را طی کرده است که این تکامل در راستای پیشرفت تکنولوژی، رقابت در بازار، ارائه کاربردهای جدید و... می باشد.

اطلاعات باند های مختلف Landsat7 با سنجنده ETM^+ به صورت زیر است.

Generalized Application Details	EM Region	Spectral Range (in Microns)	Band Number		
Coastal water mapping, differentiation of vegetation from soils	Visible Blue	0.45 - 0.52	1	TM	ETM
Assessment of vegetation vigor	Visible Green	0.52 - 0.60	2		
Chlorophyll absorbtion for vegetation differentiation	Visible Red	0.63 - 0.69	3		
Biomass surveys and delineation of water bodies	Near Infrared	0.76 - 0.90	4		
Vegetation and soil moisture measurements; differentiation between snow and cloud	Middle Infrared	1.55 - 1.75	5		
Thermal mapping, soil moisture studies and plant heat stress measurement	Thermal Infrared	10.40- 12.50	6		
Hydrothermal mapping	Middle Infrared	2.08 - 2.35	7		
Large area mapping, urban change studies	Green, Visible Red, Near Infrared	0.52 - 0.90 (panchromatic)	8		

مشخصات ماهواره های Landsat5,7 به تفکیک باندهای آنها در جدول زیر مشاهده می شود.

مشخصات ماهواره		Landsat 7 ETM+	Landsat 5 TM
Ground Sampling Interval (GSI) (pixel size)	Bands 1-5 & 7 Band 6 Band 8	30 × 30 m 60 × 60 m 15 × 15 m pixel size (18 × 18m GSI)*	30 × 30 m 120 × 120 m N/A
عرض گذر		185 km	185 km
فاصله زمانی تکرار		16 days (233 orbits)	16 days (233 orbits)
ارتفاع		705 km	705 km
تعداد بیت های تصویر		Best 8 of 9 bits	8 bits (256 levels)
On-boardذخیره اطلاعات		375 Gb (solid state)	Magnetic tape failed
نوع مدار		Sun-synchronous	Sun-synchronous
زاویه انحراف		98.2°	98.2°
عبور از استوا		Descending node: 10:00am	Descending node: 10:10am

کاربرد باندهای ETM:

- TM1: جداسازی خاک از پوشش گیاهی و نقشه برداری آب های ساحل، مطالعه و تهیه نقشه خطوط ساحل
- TM2: تهیه نقشه های پوشش گیاهی
- TM3: تشخیص تفاوت گیاهان از نقطه نظر وجود کلروفیل

- TM4: مطالعات BLOMASS (توده زنده)

مثال: از آنجائیکه گیاه چغندرقند (برگ آن) دارای آب بیشتری نسبت به برگ یونجه است می توان دور و نزدیک بودن آنها را از یکدیگر تفکیک کرد.

- TM5: جداسازی مناطق برفی از پوشش های ابری (ابر و برف دارای بازتاب یکسان هستند).

تشخیص درختان میوه در خاک های مرطوب

چون درختان میوه انعکاس بیشتری نسبت به خاک مرطوب و انعکاس کمتری نسبت به خاک خشک دارند.

امکان تشخیص مراتع از مناطق دارای درخت (تا حدودی جنگل)

بازتاب زیاد مناطق گرانیتی و خاک های فاقد پوشش گیاهی در یک باند

تشخیص آسان آب

- TM6: تهیه نقشه های حرارتی

خاک های آبرفتی که معمولاً دارای بافت ریز، تیره و خشک بوده و برای کشاورزی مناسب هستند را می توان بدلیل انعکاس بالای آنها در این باند تشخیص داد.

با توجه به وجود تفاوت های زیادی که از لحاظ حرارتی بین پوشش های جنگلی و کشاورزی وجود دارد می توان از این باند برای ارزیابی وضعیت رطوبتی خاک ها و گیا هان استفاده کرد.

از آنجائیکه پدیده های دارای رطوبت زیاد، مانند (خاک های مرطوب، گیاهان حاشیه رودخانه ها، تاج درختان جنگل، مراتع، منابع آبی و گیاهانی که سرعت رشدشان مثل نیشکر و یونجه زیاد است) دارای انعکاس کمی هستند می توان آنها را تشخیص داد.

- TM7: تهیه نقشه های زمین شناسی

تشخیص انواع سنگ ها، صخره ها و نقشه های حرارتی مربوط به آب

- TM8: کاربردهایی را که عکس های هوایی با مقیاس کم دارند را دارا می باشند.

(زمین شناسی، کشاورزی، برنامه ریزی و...)

برای اخذ هر گونه اطلاعات در مورد این ماهواره می توان به آدرسهای زیر مراجعه کرد.

Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper plus (ETM+) http://edc.usgs.gov/products/satellite/landsat7.html
Landsat 1-5 Thematic Mapper (TM) http://edc.usgs.gov/products/satellite/tm.html
Landsat 1-5 Multispectral Scanner (MSS) http://edc.usgs.gov/products/satellite/mss.html

ماهواره SPOT:

SPOT: (Satellite Pour l'Observation de la Terre)

French for: "Earth observation satellite"

این ماهواره برای اولین بار در سال 1986 و بعد در سال 1990، SPOT-3 در سال 1993، SPOT-4 در سال 1998 و SPOT-5 در سال 2002 به فضا پرتاب شد. SPOT دارای دو سنجنده $HRV_{1,2}$ (High Resolution Visible) از نوع پوش بروم می باشد.

این دو سنجنده مثل هم هستند.

- ارتفاع این ماهواره 822.2 km است.
- زاویه میل 98.77° است.

- خورشید آهنگ است.
- زمان عبور از خط استوا َ10:30 صبح می باشد.
- در هر 101 دقیقه یکبار زمین را دور می زند. (زمان هر مدار)
- بازدید از همان محل (توان تفکیک زمانی) 26 روز است.
- 27 ± درجه می تواند این ماهواره تغییر جهت دهد که با این کار توان تفکیک زمانی حدود 3 الی 4 روز می تواند کمتر شود.
- برای دریافت اطلاعات از قبل باید سفارش داد.
- Swath Width آن 60×60 km می باشد و تا 81×81 km نیز قابل افزایش است.
- سنجنده HRV در دو Mode کار میکند.

1) PAN (PANCROMATIC)	0.51-0.73 µm	NIR, VIS	10 m
	B1: 0.50- 0.59 µm	سبز	
2) XS (Multispectral)	B2: 0.61- 0.68 µm	قرمز	20 m
	B3: 0.79- 0.89 µm	مادون قرمز نزدیک	

Spot 4 در سال 1995 به فضا پرتاب شد و نسل دوم این ماهواره ها شروع بکار کرد. Spot4 شبیه ماهوارههای قبل از آن است با این تفاوت که در مد رنگی باند چهارم بشرح زیر دارد.

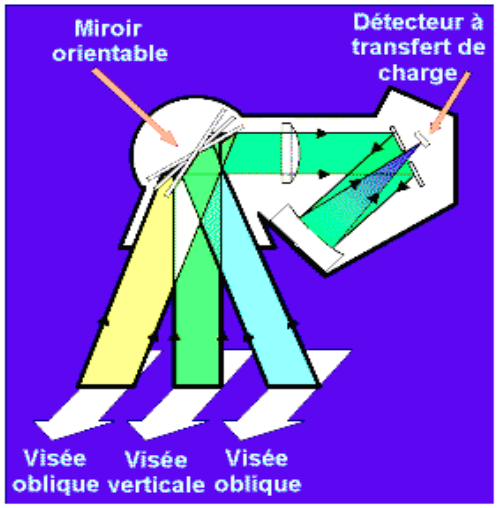
B 4:1.52-1.75 مادون قرمز میانی MIR

اطلاعات بیشتر در این مورد در جدول زیر آمده است.

Satellite	Spot 1,2,3	Spot 4	Spot 5
			General features
Total mass	1800 kg	2760 kg	3000 kg
Altitude at equato	822 km	822 km	822 km
Inclination	98.7°	98.7°	98.7°
Velocity	7.4 kps	7.4 kps	7.4 kps
Orbital period	101.4 mn	101.4 mn	101.4 mn
Orbital cycle	26 days	26 days	26 days
Dimensions		2x2x5,6 m	3.1x3.1x5.7m
Lifetime	3 years	5 years	5 years
Hydrazine	150 kg	150 kg	150 kg
Telemetry	2048 bps	4096 bps	4096 bps
Telecommand	20 words per secon	60 words per second	60 words per secon
Spectral bands	1 panchromatic (10 m	1 panchromatic (10 m) 3 Multispectral (20 m	1 panchromatic (2.5 to 5 m

	3 Multispectra (20 m	1 short-wave infrared (20 m	3 Multispectra (10 m 1 short-wav infrared (20m
Location accurac	350 m	350 m	50 m

این ماهواره سنجنده HRV آن دارای آینهای است بشرح زیر:



سنجنده HRV را معمولا میتوان از طریق کنترل از زمین، زاویه دیدش را به اندازه 27 ± درجه تغییر داد. این تغییر باعث میشود که سنجنده بتواند از دو مدارمختلف از یک محل تصویر تهیه کند و به این ترتیب امکان تولید تصاویر سه بعدی برای تهیه نقشههای توپوگرافی میسر میشود.

: Data fusion

معمولا داده های تمام رنگی (PAN) اسپات را با داده های TM لندست ادغام می کنند.

Landsat-TM(توان تفکیک طیفی بالا و توان تفکیک مکانی پایین)

+

SPOT-HRV (PAN) (توان تفکیک طیفی پایین وتوان تفکیک مکانی بالا)

=

شناسایی بهتر عوارض

کاربرد های SPOT :

- زمین شناسی: تشخیص ناهنجاریهای زمینشیمیایی و ساختاری از طریق تهیه تصاویر stereo معمولا این کار برای اکتشاف نفت و معادن بکار میرود.
- کشاورزی: پیشبینی میزان محصول و تجزیه و تحلیل میزان خسارت سیل
- کارتوگرافی: تهیه نقشههای تپوگرافی 1:150000 و در بعضی موارد تهیه نقشههای 1:25000
- برنامه ریزی: نظارت بر کاربری زمین (در مناطق شهری و روستایی)

ماهواره های راداری:

ماهواره ERS-1:

- در سال 1991 ماهواره ERS-1 برای برسی وضعیت آب دریاها، پیش بینی وضع هوا بررسی شنها در دریاها و نظارت بر روند حرکت آنها وهمچنین بررسی منابع طبیعی و بطور کلی برای بررسی زیست محیطی از فرانسه به فضا پرتاب شد.
- این ماهواره می تواند به کمک نیروی محرکهای که با استفاده از هیدرازین تامین میشود، نوسانات ایجاد شده در مدار نوسان خود را تصحیح کند.
- ارتفاع ماهواره 777 km می باشد و در هر 100 دقیقه یکبار زمین را دور میزند.
- مدار گردش آن نیز خورشید آهنگ است.

- 5 سنجنده روی این ماهواره نصب هستند:

1) سنجنده ریز موج فعال راداری Active Microwave Instrument (AMI)

این سنجنده به کمک سیستم راداری خود که مجهز به 3 آنتن میباشد عمل انتشار امواج را انجام میدهد. سنجنده AMI دارای توان تفکیک حدود 1000 متر میباشد و در باند C (یکی از باندهای راداری) عمل کرده و میتواند موارد زیر را اندازهگیری کند.

- سرعت باد در سطح دریا:

  در محدوده 22- 4 متر بر ثانیه با دقت 2 متر (10٪)

- جهت حرکت باد در سطح دریا:

  با دقت ±20 درجه

- ارتفاع امواج بین 50 تا 100 متر:

  با دقت 20٪

2) سیستم رادار با روزنه مصنوعی Synthetic Aperture Radar (SAR)

سیستم رادار طوری طراحی شده است که هر چه ارتفاع بیشتر میشود نیاز به آنتن با ارتفاع بزرگتر نیست بلکه از آنتن مصنوعی استفاده می شود (در باند 5.3 GHZ).

- این سیستم از نوع راداری با روزنه (آنتن) مصنوعی است.
- توان تفکیک تصاویر در این سیستم30 × 30 متر می با شد.
- عمدهترین کاربردSAR تهیه نقشههای توپوگرافی از مناطقی که دارای پوشش دائمی ابر هستند، میباشد.
- از سایر کاربردهای SAR میتوان به مطالعات حرکات صفحات پوسته زمین اشاره کرد.

از آنجائیکه SAR بر اساس زمان عمق را تعیین میکند، پس از برخورد با کوهها زودتر از درهها دریافت میشود (بر میگردد).

- توان تفکیک زمانی آن 3 روز است. (بنابراین نمیتوان پوسته زمین را بطور کامل بررسی کرد)
- از آن میتوان برای تشخیص گونههای مختلف گیاهی استفاده کرد. (تشخیص مزارع برنج)

3) **ارتفاعسنج راداری Radar Altimeter**

- این سیستم در باند (Ku) عمل میکند.
- قطر آنتن آن 1/2 متر است.
- این سیستم فاصله ماهواره و سطح را با دقت محاسبه میکند و اگر سطح، یک سطح هموار باشد (مثل اقیانوس) دقت آن تا 1سانتیمتر است ولی اگر سطح، یک سطح ناهموار باشد (مثل منطقه یخی ناهموار) دقت آن تا 40 سانتیمتر است.

4) سنجنده Along -track scanning radiometer and microwave sounder (ATSRM)

- این سنجنده یک سیستم غیر فعال راداری است.
- دارای 4 باند در مادون قرمز است که توانایی اندازه گیری درجه حرارت سطح دریا را با دقت 0/5 درجه در منطقهای به وسعت 50 کیلومتر مربع را دارد.
- دارای 2 باند امواج مایکرو ویو می باشد که می تواند بخار آب موجود در اتمسفر را با دقت 10٪ در منطقه-ای به وسعت 25 کیلومتر مربع اندازهگیری نماید.

5) Precise Range And Range-rate Equipment (PRARE)

- این سیستم قادر است مدار حرکت ماهواره را با دقت دسیمتر تعیین کند.
- کاربردهای زیادی در ژئودزی دارد.

فصل سوم :

تصحیح خطا بر روی تصاویر ماهوارهای:

خطاها بر دو گونه هستند:

1) **خطاهای رادیومتریک :** که روی مقدار روشنایی پیکسل تاثیر می گذارند.
2) **خطاهای هندسی :** که بر روی موقعیت مکان پیکسلها به عبارت دیگر بر شکل هندسی آنها تاثیر میگذارد.

عوامل ایجاد خطاهای رادیومتریکی اثرات اتمسفری و خطاهای دستگاهی هستند. در واقع انرژی الکترومغناطیسی انعکاسی یا گسیلی از فاصله دور از زمین (وقتی که به سنجنده برسد) با انرژی الکترومغناطیسی انعکاسی یا گسیلی در سطح زمین یکسان نیست.

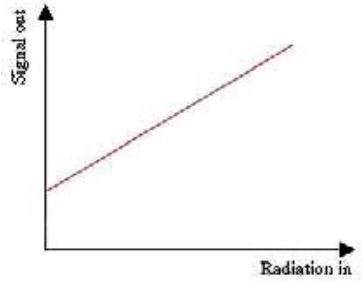
خطاهای دستگاهی:

نحوه طراحی و عمل سنجنده می تواند باعث اینگونه خطاها شود که بر دو نوع است :

1 -خطای موجود در یک باند (within in a band) که یک مسئله جدی موجود و احتیاج به تصحیح دارد.

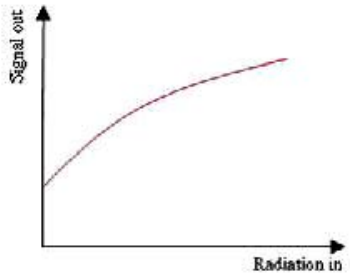
2 -خطای موجود بین باندها (between bands) که ناشی از جو (اتمسفر) است و چندان مهم نمیباشد.

آشکار سازها (detectors) مهمترین عامل ایجاد خطاهای دستگاهی هستند. یک آشکارساز ایده آل باید دارای خصوصیات انتقالی مناسبی باشد به عبارت دیگر برای دریافت مقدار تابش بخصوصی سیگنال متناسب به آن مقدار را تابش کند.



افزایش یا کاهش سیگنال متناسب با مقدار ورود تابش به سنجنده باشد.

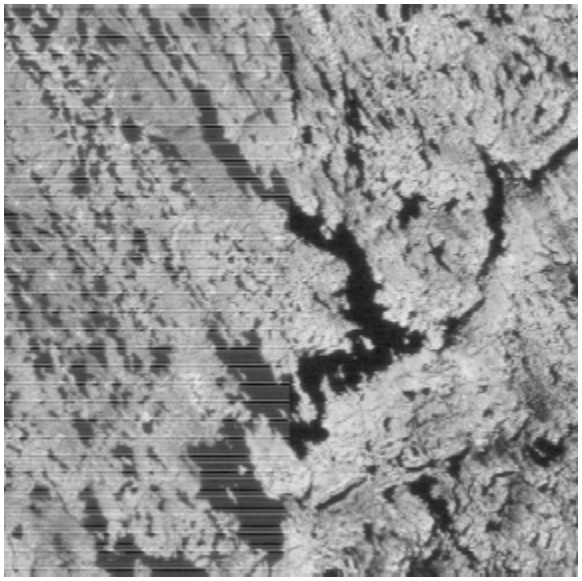
عملا آشکارسازها تا اندازه ای غیر خطی عمل میکنند.

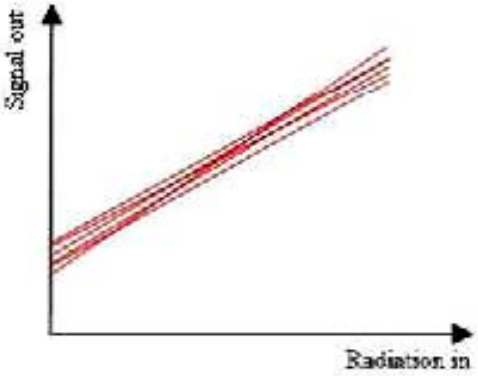


ضمناً این سنجندهها حتی در حالتی که هیچ انرژی تابشی را دریافت نمیکنند سیگنالهای کوچکی را بوجود میآورند، این مسئله مربوط است به نویز الکتریکی دستگاه که در اثر درجه حرارت بالاتر از صفر مطلق بوجود میآید. این پدیده را dark current میگویند در شکل این موضوع را offset نامیدهایم.

به شیب خط نیز شیب انتقالی یا Gain Transfer می گویند.

معمولا سنجندهها دارای چند آشکارساز می باشند که برای یک باند دیتا تهیه می کنند بعنوان مثال در Landsat با سنجنده MSS، 6 آشکارساز در یک زمان 6 خط اسکن را اندازهگیری میکنند. اگر این 6 آشکارساز دارای حساسیت های یکسان نباشند و دارای شدت و ضعف متفاوتی باشند، باعث ایجاد خطای Striping (نوارنوارشدگی تصویر) می-شود که احتیاج به اصلاح دارد.





منابع خطاهای هندسی:

تعداد خطاهای هندسی که روی تصاویر ماهواره ای تاثیر می گذارند بیشتر از فضای رادیو متریک هستند.

خطاهای هندسی می توانند مربوط به :

1) دوران زمین در هنگام تهیه تصویر
2) بزرگ بودن FOV در بعضی از سنجنده ها
3) کروی بودن زمین
4) غیر ایده ال بودن سنجنده ها
5) تغییرات در ارتفاع و زاویه و سرعت سکوها
6) اثرات پانورامیک

تصحیح خطاهای هندسی:

1) روش های جزء به جزء :

هر خطا تا حد امکان بطور دقیق مدل شده و سپس به هر پیکسل اعمال می شود. این روش کاملاً به سنجنده وابسته است. در مدل های به کار رفته در آن از سنجنده دیگر متفاوت است.

2) روش کلی (Global) :

در این روش با ایجاد رابطه ای ریاضی میان فضای تصویر (دارای خطا) و فضای نقشه (بدون خطا) ضمن انتقال مختصات سطر و ستون تصویر به مختصات واقعی سعی در مدل نمودن خطاهای هندسی موجود دارند.

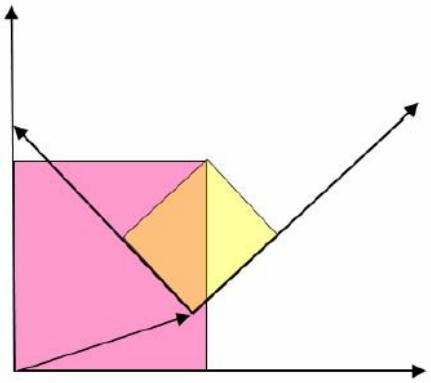
این کار با تعیین چند نقطه و تعیین مختصات آنها در سیستم مختصات نقشه و تصویر انجام می شود. با استفاده از این نقاط معلوم پارامترهای رابطه تبدیل مشخص شده و سپس مابقی نقاط تصویر به فضای جدید (نقشه) انتقال می یابد.

با چنین کاری دیگر نیازی به دانستن منبع و نوع خطا نیست و خطا فارغ از نوع آن توسط مدل های عمومی مدل می شود. این روش همان طور که مشخص است وابسته به نوع سنجنده نیست و می تواند در هر نوع تصویر به کار رود.

تبدیلات سیستم های مختصات دو بعدی :

1) تبدیل متشابه (Conformal) :

برای تبدیل از یک سیستم مختصات دو بعدی به یک سیستم مختصات دو بعدی دیگر چهار پارامتر لازم است.



$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \lambda \begin{bmatrix} \cos\alpha & \sin\alpha \\ -\sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \end{bmatrix}$$

$$x' = \underbrace{\lambda.Cos\alpha}_{a}.x + \underbrace{\lambda.Sin\alpha}_{b}.y + \underbrace{X_0}_{c}$$

$$y' = -\underbrace{\lambda.Sin\alpha}_{b}.x + \underbrace{\lambda.Cos\alpha}_{a}.y + \underbrace{Y_0}_{d}$$

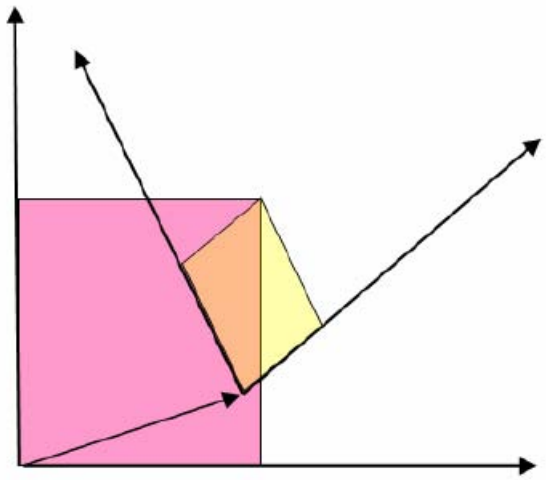
$$x' = a.x + b.y + c$$

$$y' = -bx + ay + d$$

2) تبدیل افاین (Affine) :

در تبدیل چهار پارامتری هر دو سیستم مختصات عاری از خطا فرض می شوند در صورتیکه می دانیم تصاویر ماهواره ای اخذ شده همگی دارای انواع اعوجاجات هندسی می باشند. مثلاً اگر مقیاس در دو جهت x و y یکسان نباشد آنگاه هر پارامتر مقیاس در معادلات تبدیل وارد می شوند. یا به جای فرض یک دوران ثابت احتمال پیچش های بیشتر بسیار زیاد است.

بنابراین داریم :



$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \sin\varepsilon \\ 0 & \cos\varepsilon \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_x & 0 \\ 0 & \lambda_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\alpha & \sin\alpha \\ -\sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_o \\ Y_0 \end{bmatrix}$$

$$x' = \underbrace{(\lambda_x.\cos\alpha - \lambda_y \sin\alpha.\sin\varepsilon)}_{a_1} x + \underbrace{(\lambda_y.\sin\varepsilon.\cos\alpha + \lambda_x.\sin\alpha)}_{a_2}.y + \underbrace{X_0}_{a_3}$$

$$y' = \underbrace{-\lambda_y.\cos\varepsilon\sin\alpha}_{b_1}.x + \underbrace{\lambda_y.\cos\varepsilon\cos\alpha}_{b_2}.y + \underbrace{Y_0}_{b_3}$$

$$x' = a_1.x + a_2.y + a_3$$

$$y' = b_1.x + b_2.y + b_3$$

ولی طبیعت خطاهای هندسی بعضاً پیچیده و متنوع اند و بنابراین گاه نیاز به تعداد پارامترهای بیشتری است.

3) چند جمله های ها (Polynomial) :

تبدیل چند جمله ای ها از نقطه نظر تعداد پارامتر محدودیتی نداشته و بسته به انواع خطاهای موجود می توان تعداد چند جمله ای ها را تعیین نمود.

$$x = \sum_{i=0}^{N} \sum_{j=0}^{N-i} a_{ij} X^{i} Y^{j}$$

$$y = \sum_{i=0}^{N} \sum_{j=0}^{N-i} b_{ij} X^{i} Y^{j}$$

$$x = a_{00} + a_{10} X + a_{01} Y + a_{20} X^2 + a_{11} XY + a_{02} Y^2$$
$$= a_0 + a_1 X + a_2 Y + a_3 X^2 + a_4 XY + a_5 Y^2$$

$$y = b_{00} + b_{10} X + b_{01} Y + b_{20} X^2 + b_{11} XY + b_{02} Y^2$$
$$= b_o + b_1 X + b_2 Y + b_3 X^2 + b_4 XY + b_5 Y^2$$

درجه چند جمله ای ها بستگی کامل به نوع و میزان خطاهای موجود در تصویر دارد. در روابط فوق، ضرایب a_0 تا a_5 و b_0 تا b_5 مجهول هستند که لازم است حداقل 6 نقطه با مختصات معلوم که موقعیت آنها به خوبی بر روی تصویر قابل شناسایی می باشد، انتخاب شود.

به نقاط مختصاتداری که برای تصحیح هندسی از آنها استفاده می شود، نقاط کنترل زمینی یا Ground Control Point (GCP) می‌گویند. محل این نقاط معمولا تقاطع جاده ها، خمیدگی رودخانهها، باندهای فرودگاه و یا نقاطی که به لحاظ هندسی موقعیت مشخص داشته باشند، انتخاب میشود.

برای چندجملهای مرتبه اول حداقل به 3 GCP و برای مرتبه دوم به 6 GCP و برای مرتبه سوم به 10 GCP نیاز است.

در عمل معمولا تعداد GCPهای بیشتری با پراکندگی و تراکم مناسب در کل محدوده تصویر انتخاب میشوند و ضرایب a_i و b_j را با استفاده از روش کمترین مر بعات بدست می‌آیند. به این ترتیب GCPهایی که دارای خطای زیادی هستند از محاسبات حذف می شوند.

الگوریتم کلی تصحیح هندسی به روش کلی :

I. انتخاب نقاط کنترل روی تصویر و نقشه.

II. تعیین نوع مدل تبدیل و خصوصیات آن.

بعد از این دو مرحله محاسبات برای یافتن پارامترهای تبدیل انجام می شود. تا این مرحله از تصحیح هندسی و یافتن پارامترهای تبدیل را زمین مرجع کردن بودن (Georefrence) می گویند.

پس از زمین مرجع نمودن با کلیک روی هر پیکسل از تصویر می توان مختصات آن را فوراً از طریق نرم افزار بدست آورد. ولی هنوز شکل عوارض در روی تصویر تغییر نکرده است.

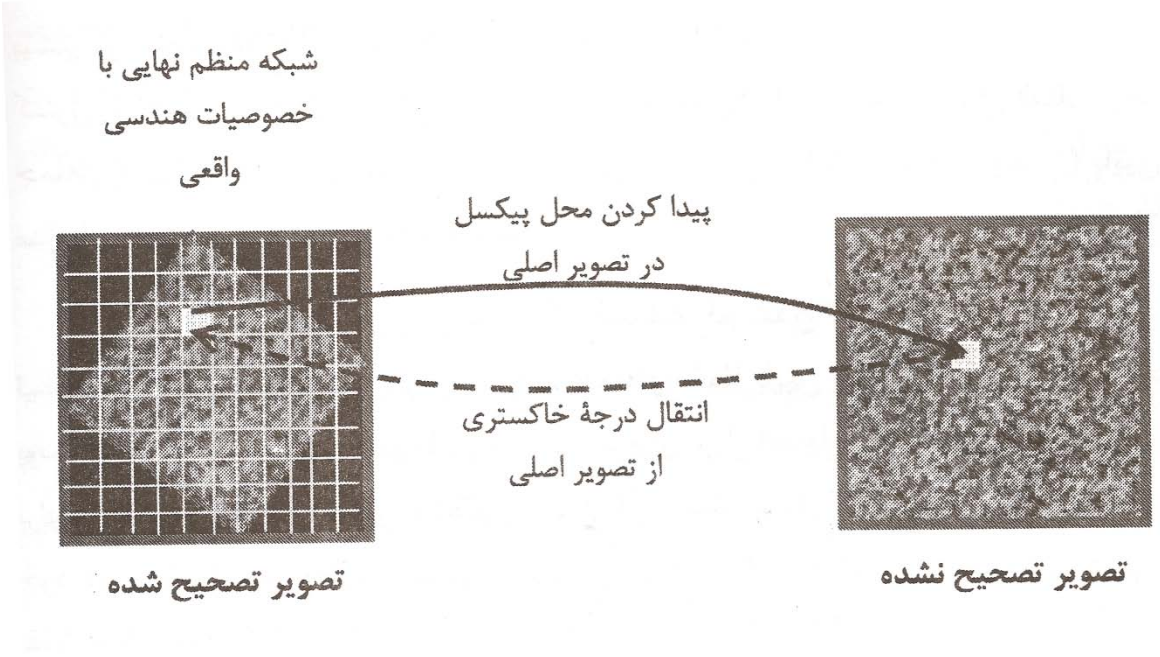
III. در این مرحله برای ایجاد تصویری که در آن تصحیح هندسی اعمال شده و عوارض در شکل و جای خود قرار گیرند، به ایجاد یک شبکه جدید از پیکسل ها خواهد بود. این شبکه جدید که لزوماً منظم نیز می باشند. دارای خصوصیات مکانی همانند نقشه مورد استفاده است. به این معنی که دقیقاً دارای سیستم مختصات نقشه ای بوده و پیکسل ها دارای ابعادی در مقیاس صحیح می باشند.

IV. آخرین مرحله ایجاد یک تصویر از شبکه جدید ایجاد شده با استفاده از درجات خاکستری تصویر اصلی است. که به آن نمونه برداری (Resampling) می گویند. نتیجه نهایی تصویری خواهد بود که از لحاظ هندسی تصحیح شده و بخوبی قابل انطباق با نقشه می باشد.

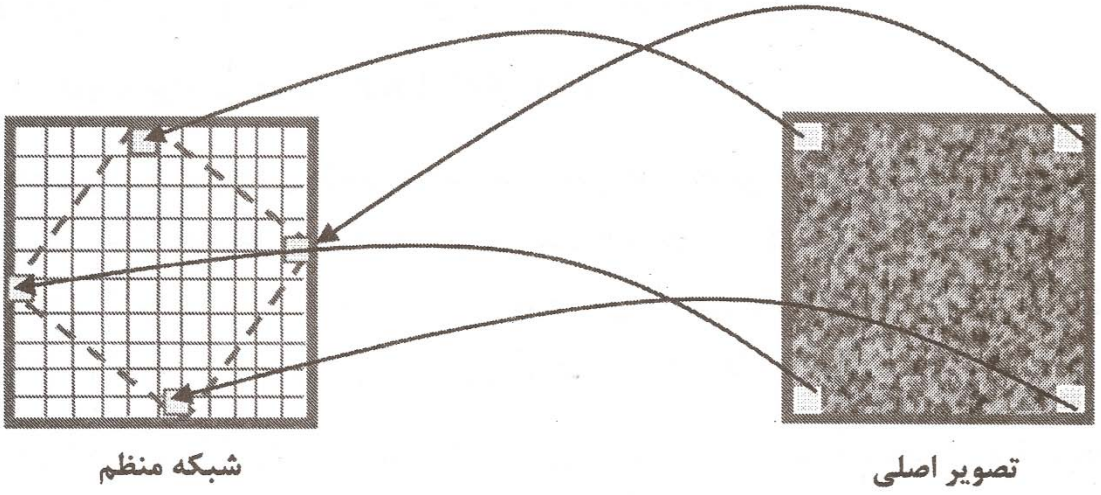
نمونه برداری مجدد (Resampling) :

در عمل این کار به این صورت انجام می پذیرد که یک شبکه منظم از پیکسل ها با مختصات زمینی و همچنین ابعاد معلوم تعیین می گردد. در مرحله بعد معادلات تبدیل از فضای نقشه به فضای تصویر (معادلات تبدیل معکوس) با استفاده از نقاط کنترل حل می شوند. حال می توان برای هر پیکسل از این شبکه منظم یک محل متناظر در تصویر یافت. سپس درجه خاکستری مناسب از تصویر اصلی استخراج شده و به پیکسل در این شبکه

نسبت داده می شود. پس از اینکه تمامی پیکسل های این شبکه دارای درجه خاکستری شدند، تصویر تصحیح شده بدست آمده است.



این شبکه منظم را معمولاً با استفاده نقاط گوشه ای تصویر اصلی بدست می آورند. به این معنی که مختصات زمینی چهار پیکسل گوشه ای تصویر اصلی یافت شده و بر اساس آنها شبکه ای منظم که اندازه آن را ابعاد زمینی پیکسل های تصویر مشخص می کنند، تولید می شود.



پس از تشکیل شبکه منظم، هر پیکسل دارای یک مختصات زمینی معلوم است. چرا که مختصات زمینی پیکسل اول مشخص بوده و با استفاده از ابعاد زمینی پیکسل ها (که کاربر مشخص می کند) می توان مختصات زمینی مابقی پیکسل ها را نیز به راحتی به دست آورد.

می دانیم که در یک تصویر جدا از ماهیت هندسی، درجات خاکستری نیز بعدی دیگر از آن را تشکیل می دهد؛ بنابراین برای تبدیل شبکه جدید ایجاد شده به یک تصویر، باید درجات خاکستری آن را یافت. پس نیاز به تبدیل معکوس از فضای این شبکه به فضای تصویر است، چرا که درجات خاکستری در تصویر اصلی قرار دارند. بنابراین معادلات تبدیل معکوس حل شده و برای هر پیکسل در شبکه، یک مختصات تصویری بدست می آید. و به اصطلاح از فضای نقشه ای به فضای تصویر باز می گردیم.

ولی همان طور که انتظار داریم با استفاده از این تبدیل معکوس نمی توان یک مختصات صریح تصویری بر اساس سطر و ستون مشخص بدست آورد. بنابراین باید تصمیم گرفت کدام درجه خاکستری را به فضای نقشه باز گردانیم. برای این کار روش های درونیابی مختلفی وجود دارد که به آنها روش های نمونه برداری می گویند.

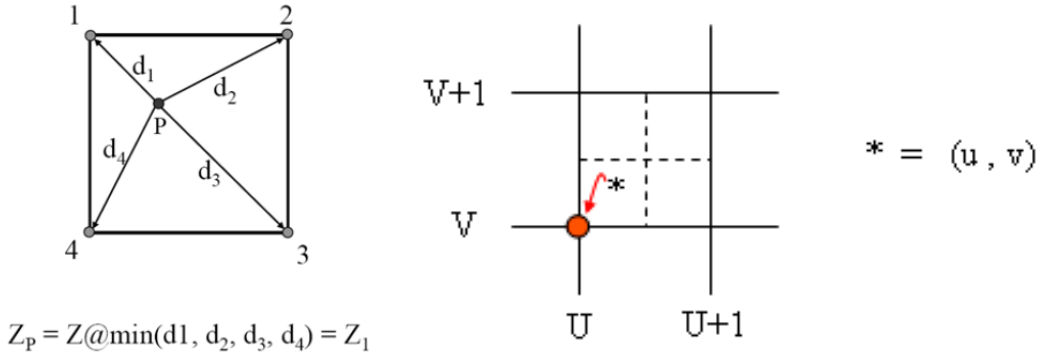
معروف ترین روش های نمونه برداری :

1) نزدیکترین همسایگی (Nearest Neighbor) :

در این روش درجه خاکستری نزدیکترین پیکسل همسایه در نظر گرفته میشود و در عمل کافی است مختصات پیکسل تبدیل شده را به نزدیکترین عدد صحیح گرد کنیم.

$$I(u,v) = I(U+m, V+n) = I\big(Round(U+m), Round(V+n)\big) \quad 0 < m,n < 1$$

که در آن V,U جزء صحیح و m,n جزء اعشار پیکسل تبدیل شده هستند.

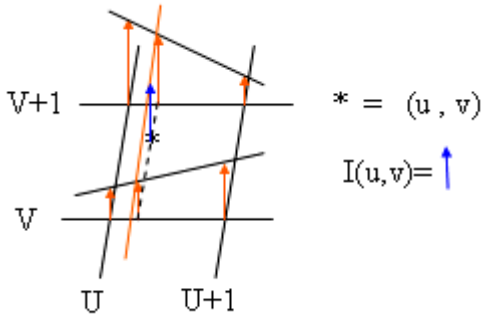


مزیت این روش این است که می توان از این نوع تصویر برای طبقه بندی استفاده کرد. دراین حالت مقدار پیکسل ها در تصاویر تصحیح شده همان مقادیر پیکسل ها تصاویر اولیه است با این تفاوت که به محل های جدیدی منتقل شده اند.

2) روش نمونه برداری دو خطی (Bilinear Interpolation) :

در این روش یک سطح bilinear روی چهار پیکسل اطراف برازنده می شود و مقدار این سطح در مختصات پیکسل مورد نظر به عنوان درجه خاکستری به آن نسبت داده می شود. به عبارت دیگر در این روش از سه انترپلاسیون خطی روی چهار نقطه اطراف u و v استفاده می شود.

$$
\begin{aligned}
&+ m\big(I(U+1,V) - I(U,V)\big)\\
&+ n\big(I(U,V+1) - I(U,V)\big)\\
&+ mn\big(I(U+1,V+1) + I(U,V) - I(U,V+1) - I(U+1,V)\big)\\
&\qquad I(u,v) = I(U+m,V+n) = I(U,V)
\end{aligned}
$$



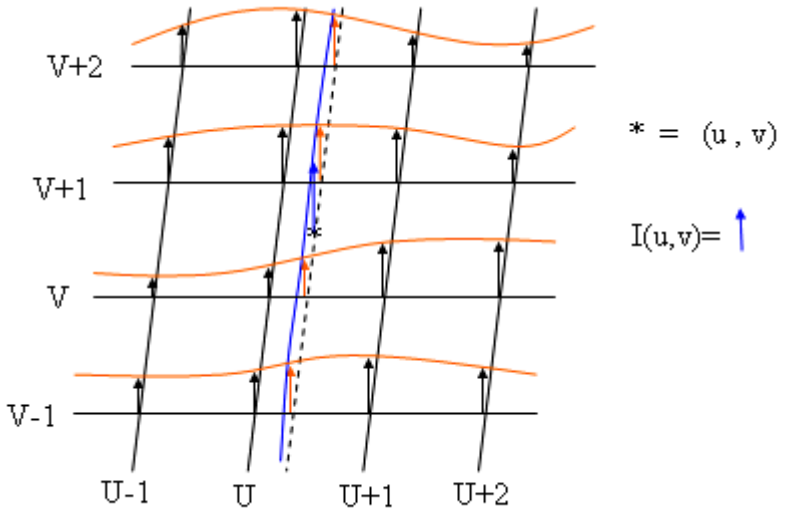
3) روش برآمد مکعبی (Cubic Convolution) :

در این روش درجه خاکستری پیکسل مورد نظر با درونیابی cubic از 16 پیکسل اطراف آن محاسبه می شود. معمولا در این روش از منحنی های درجه 3 استفاده می شود که برای کاهش زمان پردازش در دو مرحله به صورت زیر انجام می شود.

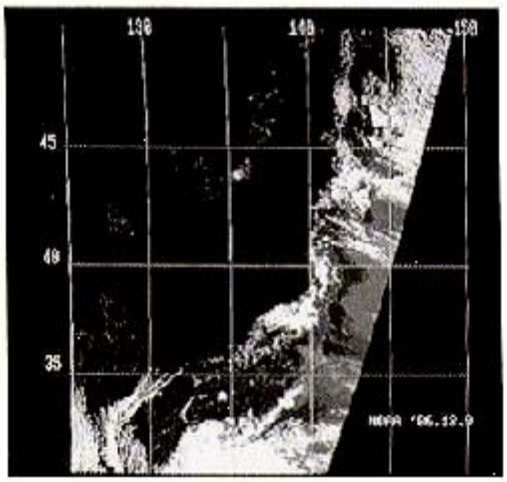
$$
\begin{aligned}
I(t,V+n) = & -n(1-n)^2\big(I(t,V-1)\big) \\
& +(1-2n^2+n^3)\big(I(t,V)\big) \\
& +n(1+n-n^2)\big(I(t,V+1)\big) \\
& -n^2(1-n)\big(I(t,V+2)\big)
\end{aligned}
$$

که در آن برای $t = U-1, U, U+1, U+2$ محاسبه می شود، سپس در مرحله دوم خواهیم داشت:

$$
\begin{aligned}
I(U+m,V+n) = & -m(1-m)^2\big(I(U-1,V+n)\big) \\
& +(1-2m^2+m^3)\big(I(U,V+n)\big) \\
& +m(1+m-m^2)\big(I(U+1,V+n)\big) \\
& -m^2(1-m)\big(I(U+2,V+n)\big)
\end{aligned}
$$



با توجه به اینکه اکثر کاربردهای داده های سنجش از دوری به اطلاعات رادیومتریک تصویر نیاز مند است این روش مناسب نبوده ولی در عوض موجب نرم شدن تصویر می گردد و بطور کلی به عنوان یک عملگر گران و با کیفیت بالا مطرح است. به عبارت دیگر در صورتیکه بخواهیم تصویر را طبقه بندی کنیم بهتر است از این روش استفاده نکنیم زیرا به شدت مقادیر پیکسل ها را تغییر می دهد. در ادامه تصویر نهایی بدست آمده بعد از انجام مراحل mapping و resampling بر روی تصویر NOAA AVHRR مشاهده میشود.



Geometric correction for NOAA AVHRR

تحلیل روشهای درونیابی :

- روش اول سرعت بالایی دارد ولی باعث از دست رفتن اطلاعات می شود.
- در روش دوم اطلاعات کمتری از دست می رود ولی به زمان بیشتری برای پردازش نیاز دارد و تصویر بلر خواهد شد.
- روش سوم کمترین اتلاف اطلاعات را دارد و کیفیت تصویر در حد قابل قبولی است.

فصل چهارم

تفسیر تصاویر ماهواره ای:

دو روش کاملا متفاوت و امروزه مکمل یکدیگر وجود دارد.

i. **تفسیر کلاسیک (سنتی) Photo Interpretation** : شبیه تعبیر و تفسیر عکسهای هوایی که در نقشه برداری از قبل موجود بوده است.

ii. **تفسیر رقومی(پیشرفته) Quantitative Analysis .**

که در ادامه به شرح هر یک خواهیم پرداخت.

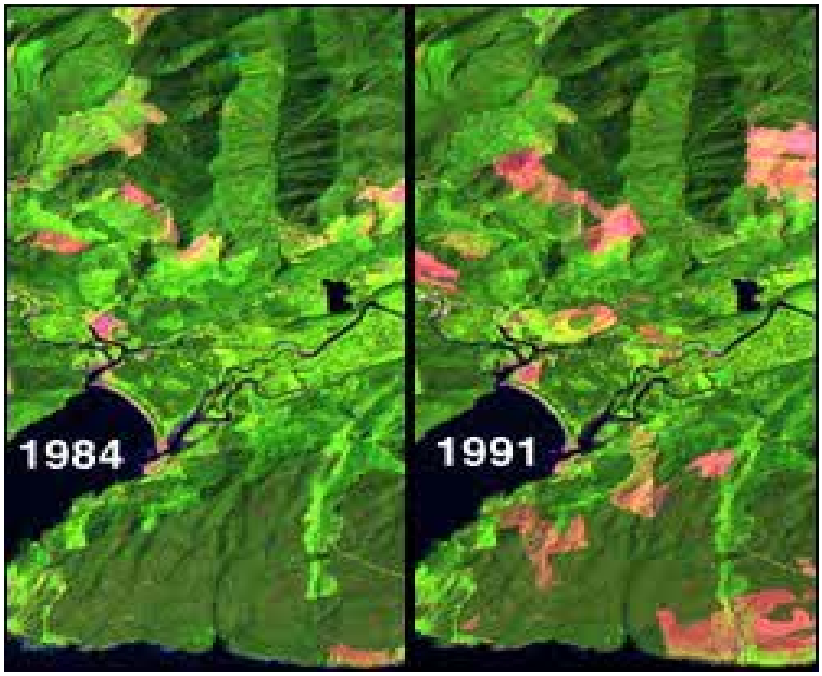
تفسیر سنتی:

تصاویری که معمولا در باندهای منفرد (سیاه و سفید) یا باندهای ترکیبی هستند تشکیل تصاویر رنگی کاذب را می دهند. (در سنجنده TM ماهواره لندست ترکیب باندهای 2 ,3 ,4 را برای پوشش گیاهی در نظر می گیرند).

در تفسیر سنتی ابتدا با چشم کیفیت تصویر مورد ارزیابی قرار می گیرد و پدیده ها بصورت مقدماتی شناسایی می شوند سپس با استفاده از ابزار تفسیر پدیده ها را بهتر و دقیقتر شناسایی می کنند. معمولاً ابزار در این مرحله عبارتند از: انواع استرئوسکوپها، نقشه های توپوگرافی و دیگر اطلاعات مرجع و وسایل بزرگنمایی.

در تفسیر سنتی می توان شکل، اندازه، سایه و تراکم را تشخیص داد. در این روش همانگونه که گفته شده استخراج اطلاعات توسط انسان و با دیدن تصاویر انجام می شود. موفقیت این روش بستگی به استفاده مناسب از عناصر فضایی، طیفی و زمانی دارد. بعنوان مثال عناصر ی از قبیل شکل، اندازه، زاویه قرار گرفتن و بافت (texture) پدیده ها، جاده ها، خطوط ساحلی، رودخانه ها و الگوها بعنوان عناصر فضایی براحتی در روش سنتی قابل تشخیص هستند.

نوع پوشش در یک تصویر از یک منطقه بخصوص ، میتواند با نوع پوشش در تصویر دیگر (تاریخ دیگر) و از همان منطقه متفاوت باشد. (تغییرات با گذشت زمان)



چرا ما از روش سنتی به روش رقومی می رویم؟

چند عامل باعث این کار می شود.

1) تعداد سطوح محدود رنگی در روش سنتی (چشمی) و عدم درک انسان از رنگهای نزدیک بهم.
2) لزوم استفاده از بعضی از ابزارهای خاص در روش سنتی و عدم لزوم آن در روش رقومی.
3) کیفیت پایین تر نسخه های کپی از عکس ها.
4) بروز خطای هندسی در چاپ در روش تفسیر سنتی.
5) امکان پذیر نبودن تجزیه و تحلیل و تفسیر انبوه در روش سنتی.
6) دقت و سرعت کمتر کار تفسیر در روش سنتی.

مقایسه دو روش:

در جدول زیر مقایسه بین دو روش آورده شده است.

(رقومی) Quantitative Analysis	(سنتی) Photo Interpretation
در حد اندازه پیکسل ها بخوبی کار می کند.	در ابعاد بزرگتر از اندازه پیکسل ها کار می کند.
در برآورد مساحت دقت کافی دارد.	در برآورد مساحت دقت کافی ندارد.
می تواند آنالیز موضوعات چند طیفی نامحدود را انجام دهد.	فقط در آنالیز موضوعات چند طیفی محدود، کارایی دارد.
می تواند در تمامی سطوح حتی تا 16 میلیون رنگ را مورد بردازش قرار دهد.	فقط می تواند در سطوح خاکستری یا تعداد رنگهای محدود مثلا 50 سطح کار کند.
تشخیص شکل پدیده ها احتیاج به نرم افزاری پیچیده صمیم گیری دارد و معمولا هم خوب عمل نمی کند.	تشخیص شکل پدیده ها در این روش به آسانی انجام می شود.
روشهای بسیار محدودی برای بررسی داده های مکانی با ستفاده از کامپیوتر وجود دارد.	تغییر اطلاعات مکانی با چشم راحتر انجام می شود.

دلیل ضعیف عمل کردن کامپیوتر در تشخیص شکل، اندازه، زاویه، بافت و ... بیشتر از الگوریتم های متداول در Sequential computing (پیاده سازی پشت سر هم) که تا اندازه ای می توان این ضعف را با استفاده از Parallel computing جبران کرد.

استفاده از کامپیوتر در روش سنتی:

این فعالیت که برای بهتر نمودن روش سنتی انجام می شود معمولا با دو روش Radiometric enh. و Geometric enhancement انجام می شود.

Radiometric enhancement:

در این روش مقدار پیکسل ها طوری عوض می شوند که وضوح یا کنترات تصویر بهتر شود. در این روش مقداری روشنایی جدیدی به پیکسل ها نسبت داده می شود. چون در این روش به مقدار خود پیکسل توجه می شود لذا به این روش Point operation گفته می شود.

Geometric enhancement:

در این روش فقط بعضی از پیکسل ها مقدار روشنایی جدید می گیرند و این عمل با توجه به مقدار روشنایی پیکسل های همسایه انجام می شود.

در این روش می توان تفسیر را Smooth کرده و نویز را از بین برد. یا لبه پدیده ها را مشخص کرده یا بطور کلی استخراج کرد.

روشهای Radometric enhancement:

استفاده از هیستوگرام:

برای تهیه هیستوگرام از تعداد پیکسل ها برای هر مقدار روشنایی استفاده می شود. در هیستوگرام تصویر معمولا محور افقی، مقدار روشنایی و محور عمودی تعداد پیکسلها برای هر مقدار روشنایی را نشان میدهد که الگوریتم آن به صورت زیر است.

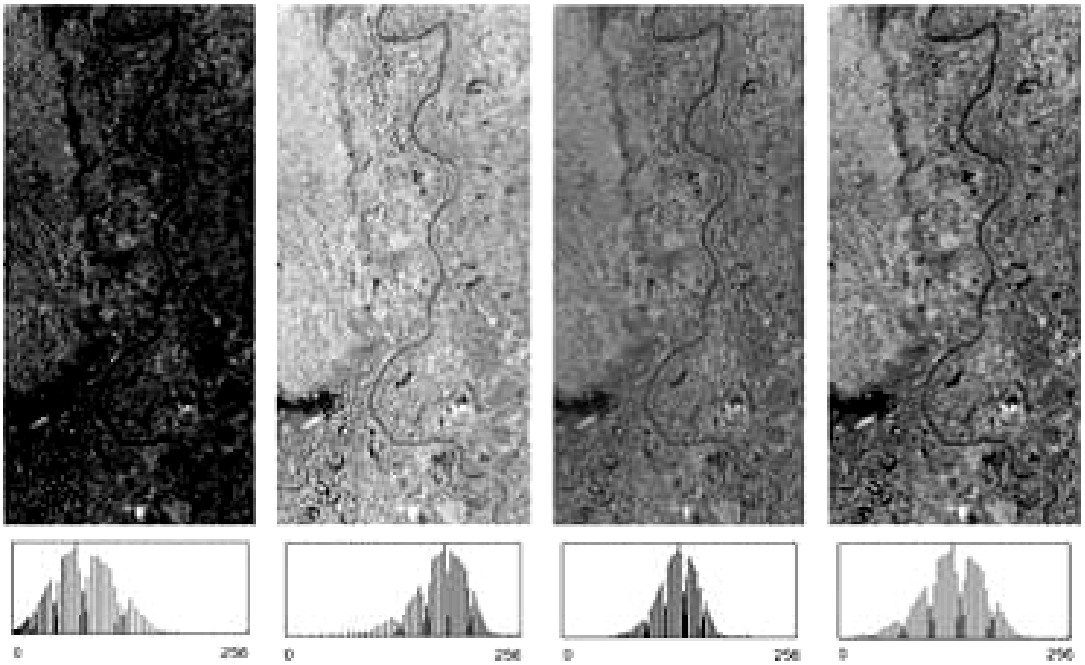
$h_f = 0;$ % zero vector

For all pixels (x,y) of the image f,
$h_f(f(x,y)) = h_f(f(x,y)) + 1;$

End

شکل زیر هیستوگرام یک تصویر در حالتهای مختلف را نشان میدهد که به ترتیب از چپ به راست عبارتند از:

تصویر تیره، تصویر روشن، تصویر نرمال و تصویر با کنتراست بالا. به عبارت دیگر، مقادیر روشنایی پایینتر در تصویر تیرهتر نشان داده شده است.

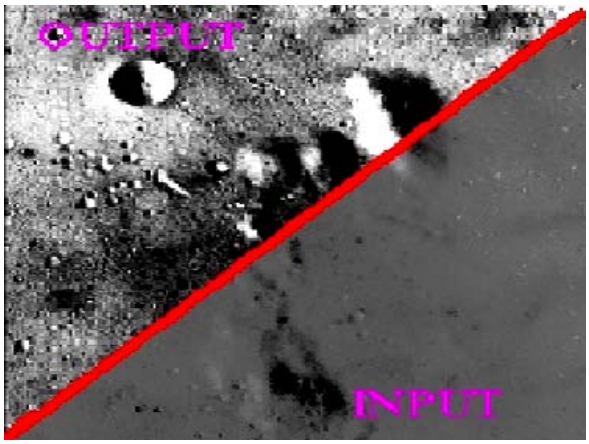


بطور کلی میتوان کیفیت رادیومتری تصویر را با توجه به هیستوگرام آن بررسی و ارزیابی نمود.

هیستوگرام تجمعی: در این هیستو گرام نیز محور افقی مقادیر روشنایی را نشان می دهد و محور عمودی مجموع تعداد پیکسلهایی است که مقادیر روشنایی آنها کوچکتر یا مساوی مقدار روشنایی مفروض میباشد.

بهبود وضوح یا کنتر است تصویر:

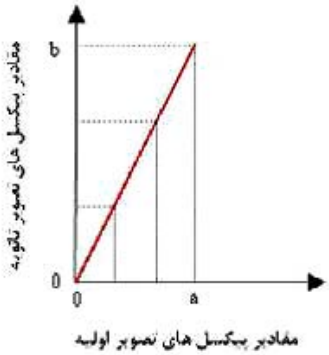
معمولا مقادیر روشنایی متعلق به محدوده سطوح خاکستری است. این امر باعث می شود که وضوح تصاویر پایین بیاید. برای بهبود کنتراست تصویر لازم است ستون های هیستوگرام طوری جابه جا شوند که در تمامی محدوده روشنایی پخش شوند.



روشهای بارزسازی (Image Enhancement) :

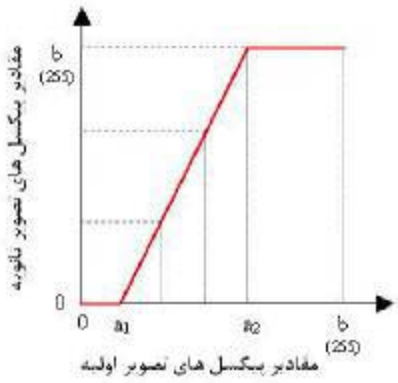
1) بهبود کنتراست با استفاده از یک رابطه خطی:

با استفاده از یک تابع خطی، محدوده باریک سطوح روشنایی را به تمام محدوده گسترش میدهیم. فرض کنیم که پیکسل های زیاد در محدوده 0 تا a وجود دارند و می خواهیم به 0 تا b (مثلا:255) تبدیل کنیم. نمودار این تابع به صورت شکل زیر خواهد بود.



2) تابع خطی اشباع شده (Saturating linear):

در این حالت کلیه مقادیر کمتر از a_1 (معمولا کمترین مقدار روشنایی) مقدار صفر میگیرند و مقادیر بیشتر از a_2 (معمولا بیشترین مقدار) به b (مثلا:255) تبدیل میگردند و مقادیر بین این دو بصورت خطی پخش می شوند که نشان دهنده عمل اشباع است.



$$conA = \begin{cases} 0 & 0 < A < a_1 \\ \dfrac{b}{a_2 - a_1}(A - a_1) & a_1 < A < a_2 \\ b & a_2 < A < b \end{cases}$$

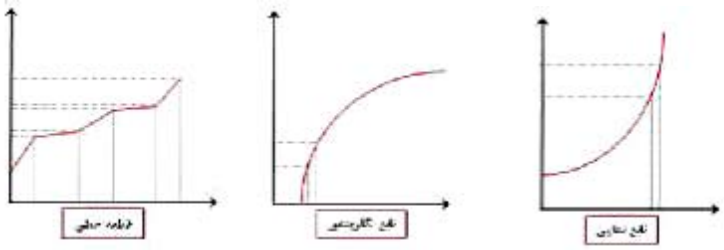
به این ترتیب به محدوده a_1 تا a_2 اهمیت بیشتری داده شده است. یعنی این محدوده بازتر شده و وضوح تصویر را در این محدوده افزایش یافته است.

نکته: باید توجه داشت که طول ستون در هیستوگرام تغییر نکرده است و فقط مقدار روشنایی آنها تغییر کرده است.

3) بهبود کنتراست بصورت اتوماتیک:

در این روش مقادیر min وmax که در روش قبل مطرح شدند را بصورت اتوماتیک محاسبه می کنیم. **بعنوان مثال**: $\max = a\sigma + \mu$ و $\min = \mu - a\mu$ که در آن σ: انحراف معیار و μ: میانگین و a یک عدد ثابت (مثلا:3) میباشد.

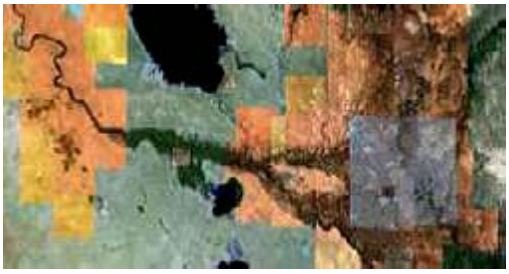
روشهای دیگری نیز برای واضحترکردن عوارض و بهبود کنتراست وجود دارند که میتوان به توابع نمایی، لگاریتمی و قطعه خطی اشاره کرد. نمودار هر یک از این توابع در شکل زیر آورده شده است.



برای واضحترکردن عوارض روشن از تابع نمایی و بالعکس برای بهبود کنتراست مناطق تاریک از تابع لگاریتمی استفاده میشود.

: Histogram Matching

اگر بخواهیم د و تصویر را که دارای هیستوگرامهای متفاوتی هستند بصورت موزائیک درآوریم باید هیستوگرامهای آنها را به یکدیگر شبیه کنیم. برای انجام این کار هیستوگرام تصویر اصلی را Master فرض کرده و هیستوگرام تصویر دوم را Slave در نظر میگیریم و با روش انتخابی آن را شبیه هیستوگرام Master میسازیم.



اصلاح کنتراست به روش یکنواخت سازی هیستوگرام (Histogram Equalization) :

روش کار

الف- تهیه هیستوگرام تصویر

ب- تهیه هیستوگرام تجمعی

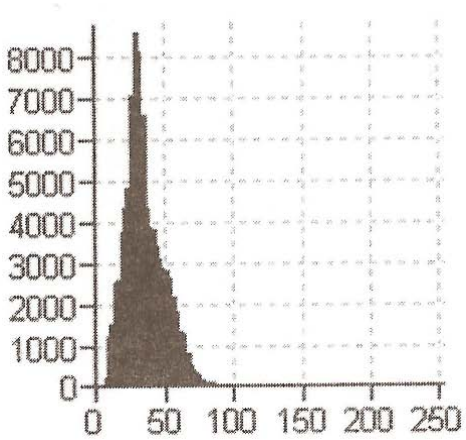
ج- تهیه ضریب با استفاده از فرمول :

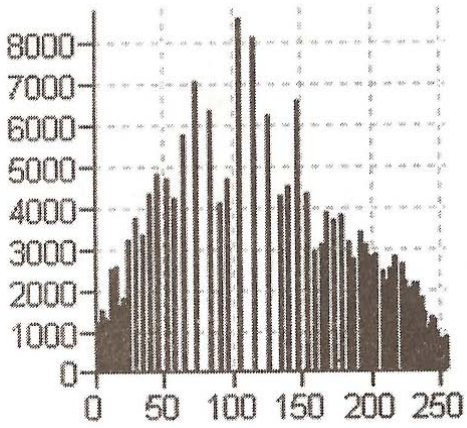
$$\frac{L-1}{N}$$

N: تعداد کل پیکسل ها در تصویر

L: تعداد سطوح خاکستری

د- تهیه هیستوگرام نهایی

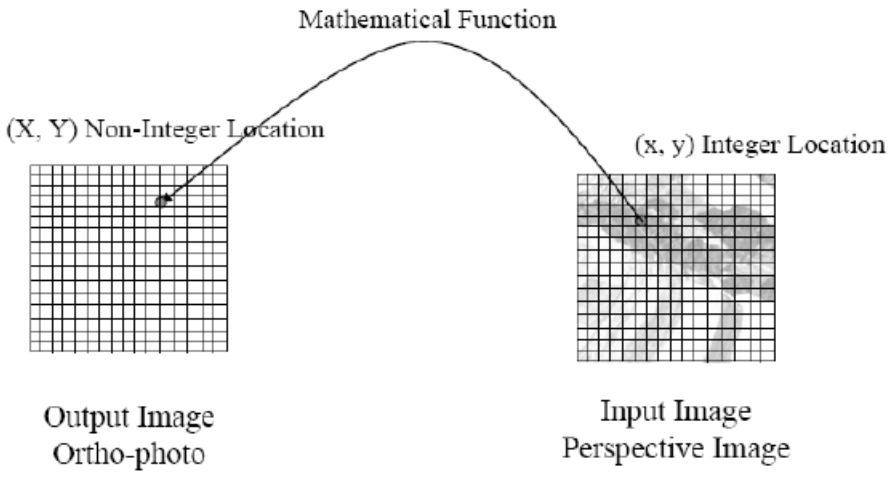


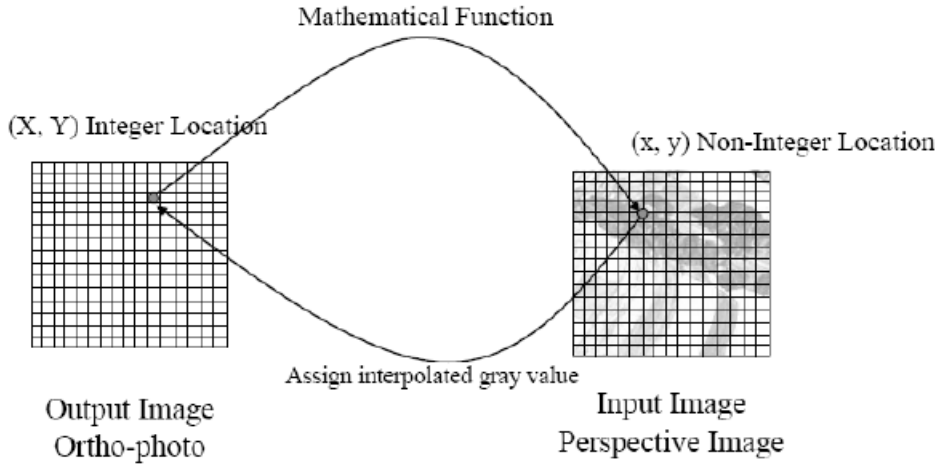


فیلتر ها (Filters) :

تبدیلاتی که در بخش بارزسازی تصاویر گفته شد معروف به تبدیلات نقطه ای هستند (Point Transformations) هستند. یعنی برای هر پیکسل بر اساس آن تابع یک مقدار داریم، که مقدار یک پیکسل در تصویر خروجی فقط به مقدار خروجی همان پیکسل در تصویر ورودی و عملکرد تابع آن بستگی دارد.

اما دسته ای دیگر از تبدیلات وجود دارند که در آن مقدار یک پیکسل در تصویر خروجی بستگی به مقدار پیکسل در تصویر ورودی به همراه مقادیر پیکسل های همسایه اش دارد. این گونه تبدیلات را تبدیلات همسایگی می نامند. تبدیل های همسایگی معمولاً به نام فیلتر شناخته می شوند.





فیلترها از نقطه نظر نوع اطلاعاتی که از خود عبور می دهند، به فیلترهای بالا گذر و فیلترهای پایین گذر می نامند.

فیلترهای بالا گذر (High Pass) :

فیلترهای بالا گذر پیکسل هایی که دارای تغییرات ناگهانی (فرکانس بالا) مقادیر نسبت به همسایگان خود هستند را اجازه عبور می دهد. تغییرات ناگهانی روی تصاویر را، فرکانس بالا گویند (چون از یک پوشش به پوشش دیگر است). از نمونه فیلترهای بالا گذر فیلترهای تشخیص لبه (مرزها) می باشد.

فیلترهای پایین گذر (Low Pass) :

فیلترهای پایین گذر پیکسل هایی که دارای تغییرات با فرکانس کم از فیلتر پایین گذر عبور می کند. از نمونه فیلترهای پایین گذر فیلتر میانگین می باشد. جهت از بین بردن و یا کم کردن نویز استفاده می شود.

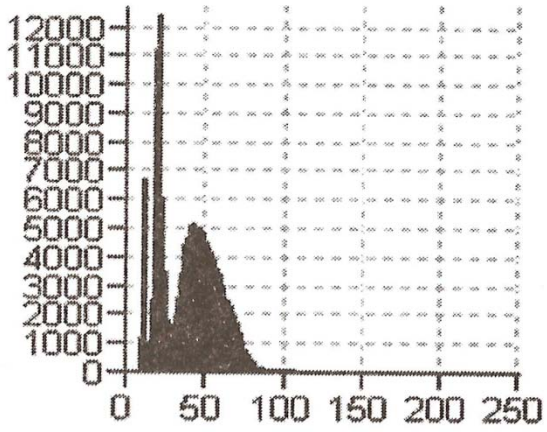
فیلترهای در شنجش از دور و پردازش تصویر کاربردهای مختلفی دارند که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره نمود :

1) کاهش نویز تصویر
2) بازیابی اطلاعات از دست رفته در تصویر
3) بارزسازی تصویر
4) تشخیص الگوها
5) قطعه بندی تصویر
6) پس پردازش نتایج طبقه بندی

روش های رقومی استخراج اطلاعات :

استفاده از حد آستانه (Thresholiding) یا برش گذاری (Slicing) :

سه برآمدگی در هیستوگرام نشان دهنده حداقل سه ماده مختلف در تصویر می باشند. این حالت معمولاً در صورتی که یک ماده عمده (مثلاً آب) قسمت اعظمی از تصویر را فرا گرفته باشد پیش می آید.



بنابر این با در نظر گرفتن یک حد آستانه (T) می توان کلاس اول را (حداقل) از کلاس های دیگر جدا نمود.

If $G_i(x) > T$ then class 1 else others

حد آستانه را می توان از هیستوگرام تصویر یا با بررسی مقادیر پیکسل ها بدست آورد. حال اگر بخواهیم دامنه های مختلفی را از هیستوگرام به کلاس های مختلفی نسبت دهیم، باید از حد آستانه های متعددی استفاده کرد. به این عمل برش گذاری گویند.

A) قطعه بندی (Segmentation) :

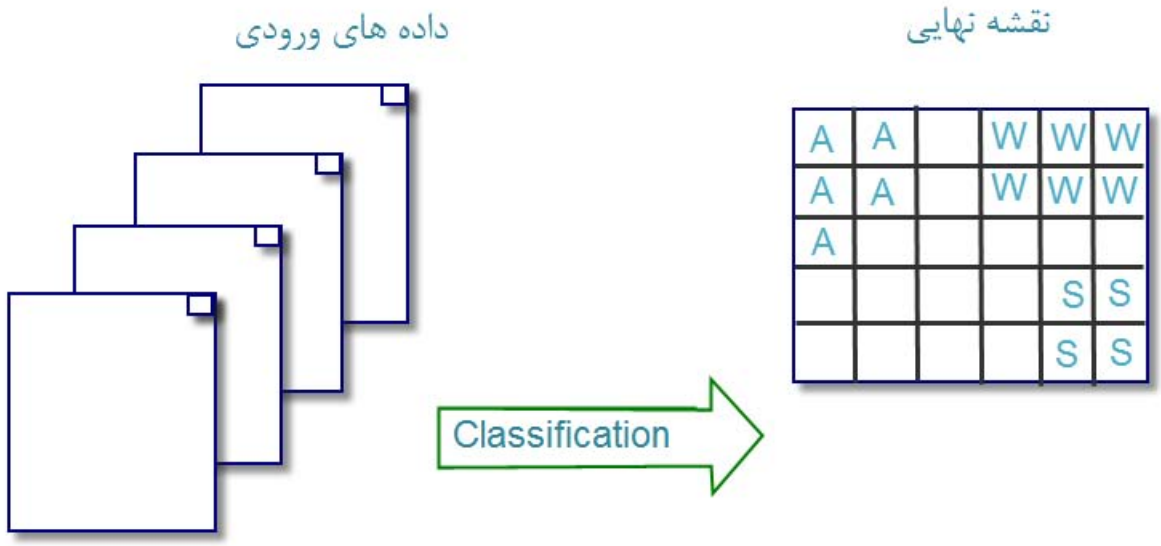
هدف از قطعه بندی، در واقع تقسیم یک تصویر به بخش های مختلفی است، که بطور ایده آل مطابق با عوارض روی زمین می باشند.

B) محاسبات تصویری

C) طبقه بندی (Classification) :

طبقه بندی را می توان یک فرآیند تصمیم گیری دانست که در آن داده های تصویری به فضای کلاس های مشخص انتقال می یابند. در حقیقت طبقه بندی یک نگاشت از فضای چند طیفی به فضای عوارض است.

ورودی روش های طبقه بندی بردار مقادیر طیفی است که بر اساس مؤلفه های آن پیکسل را به یکی از کلاس ها نسبت می دهند. این عمل را بر چسب دهی (Labeling) گویند، که معمولاً نتیجه آن یک نقشه موضعی است. که در آن پیکسل های تصویر برداری یک کلاس مشخص خواهند بود.



روش های طبقه بندی را به طور مرسوم را به دو دسته طبقه بندی نظارت شده و طبقه بندی نظارت نشده تقسیم می نمایند.

a) طبقه بندی نظارت شده (Supervised Classification) :

این روش یکی از مهمترین روشهای طبقهبندی براساس الگوهای طیفی است. در این روش تعداد و نوع کلاسها باید از قبیل تعیین شده باشد و لازم است که تصویر را خوب شناسیم.

مراحل انجام کار به این صورت است.

1) تعیین طبقات پوشش که باید در تصویر وجود داشته باشند.
2) انتخاب نمونه ای از پیکسل های هر طبقه که روی آن شناخت کامل داریم (بوسیله کنترل زمینی) به این نمونه ها traning sites گفته می شود. (محل های آموزشی)
3) محاسبه پارامترهای مربوط به هر طبقه با استفاده از traning sites و با استفاده از الگوریتم انتخابی این پارامترها در مرحله بعد برای هر طبقه بعنوان اطلاعاتی برای آموزش روش طبقه بندی انتخابی بکار گرفته خواهند شد.

4) با استفاده از الگوریتم انتخابی و با استفاده از اطلاعات آموزشی طبقه بندی کننده، به هر پیکسل یک label نسبت می دهیم. الگوریتم های متعددی برای این کار وجود دارد ولی الگوریتم Maximum Likehhood Classification بیشتر از بقیه کاربرد دارد.

این روش براساس آنالیز آماری پیکسلها میباشد.

b) طبقه بندی نظارت نشده (Unsupervised Classification) :

دراین روش هر پیکسل یک طبقه نسبت داده می شود ولی از قبل از تعداد و نوع طبقات اطلاعی در دست نیست . و بیشتر روش های اتوماتیک می باشند که به نمونه های معلوم نیاز نداشته و بر اساس مقادیر خود پیکسل ها در مورد طبقه بندی آنها تصمیم گیری می کند. که متداولترین آن Minium Distance Classification میباشد.

منابع و مآخذ :

کتاب مبانی سنجش از دور آقایان فاطمی و رضایی

کتاب Principles of Remote Sensing نوشته Lucase.L.FJanssen

کتاب Fundamentals of Remote Sensing مربوط به مرکز سنجش از دور کانادا

جزوه مبانی سنجش از دور آقای مهندس مهدی ساعتی

سایت های زیر :

Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper plus (ETM+)

http://edc.usgs.gov/products/satellite/landsat7.html

Landsat 1-5 Thematic Mapper (TM)

http://edc.usgs.gov/products/satellite/tm.html

Landsat 1-5 Multispectral Scanner (MSS)

http://edc.usgs.gov/products/satellite/mss.html

و کتاب ها و سایت های مرتبط