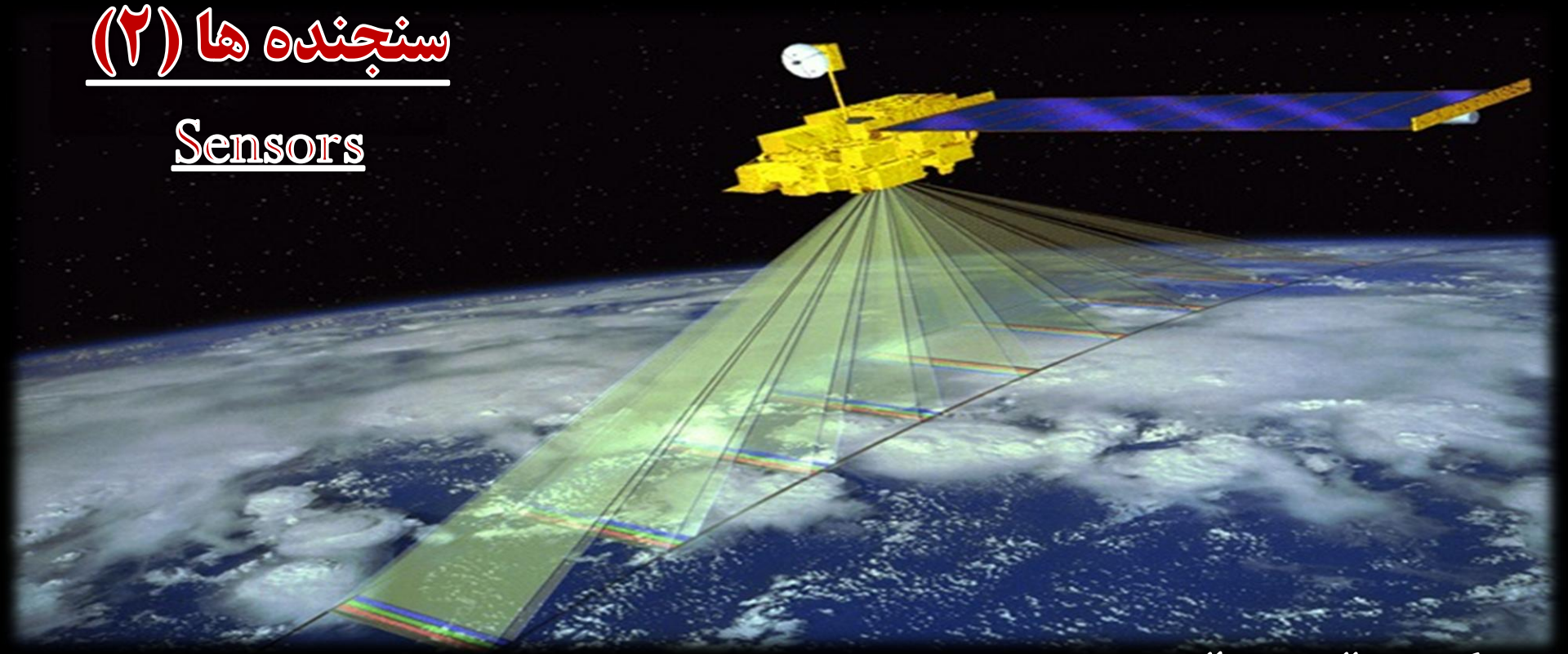
REMOTE SENSING

سنجش از دور

سنجنده ها (۲)

Sensors



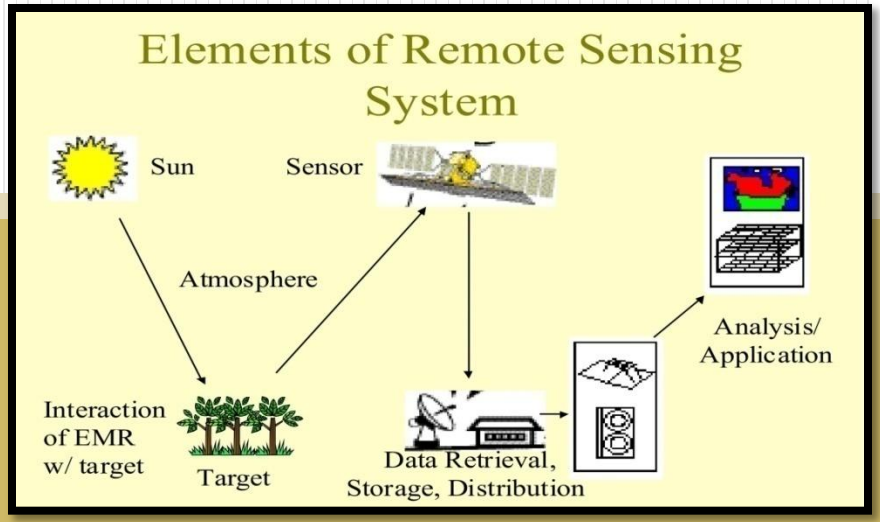
دکتر صالح عبدالهی

Research Gate: Saleh Abdullahi

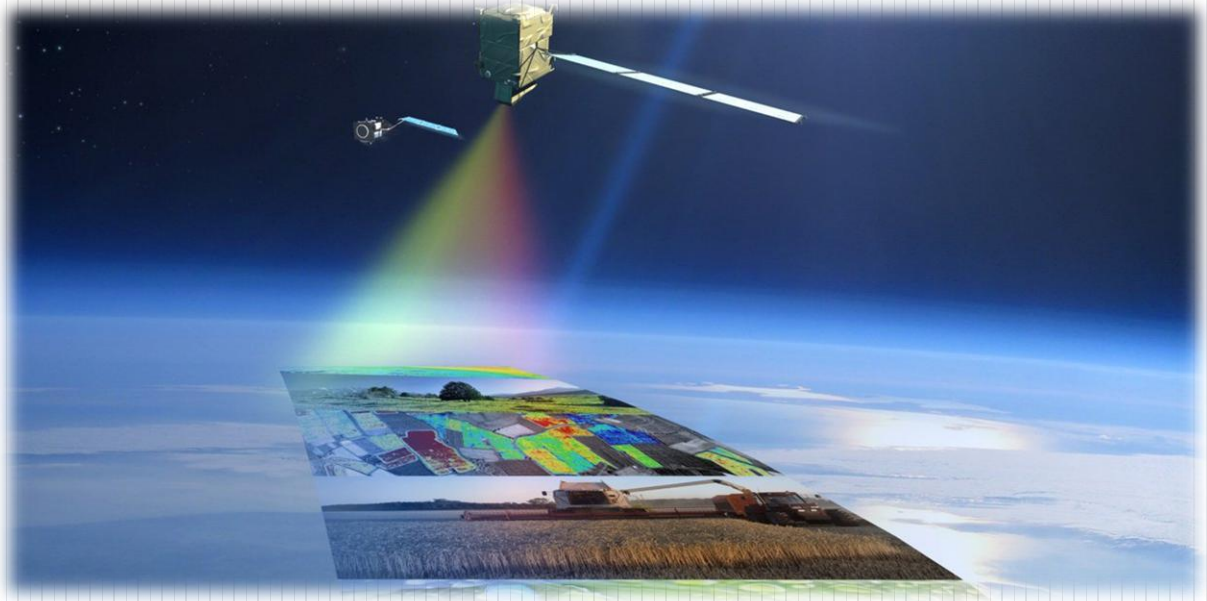
Google Scholar: Saleh Abdullahi

دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان

عناوین:



- سکوها
- مدارها
- سنجنده ها
- انواع سنجنده ها
- چند سنجنده مهم



انواع سنجنده

1. از لحاظ منبع انرژی
2. از لحاظ نوع داده
3. از لحاظ نوع و هندسه جمع آوری داده
4. از لحاظ طیفی

انواع سنجنده

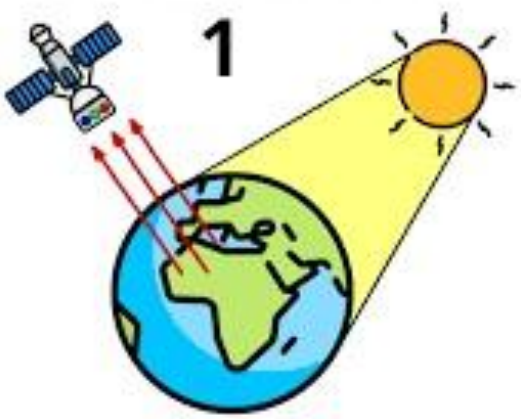
1. **از لحاظ منبع انرژی**

- سنجنده : انرژی ارسال شده از طرف هدف (اشیا) را دریافت، اندازه گیری و ثبت

1. غیرفعال (Passive) استفاده از منبع انرژی خورشید
2. فعال (Active) دارای منبع انرژی خود

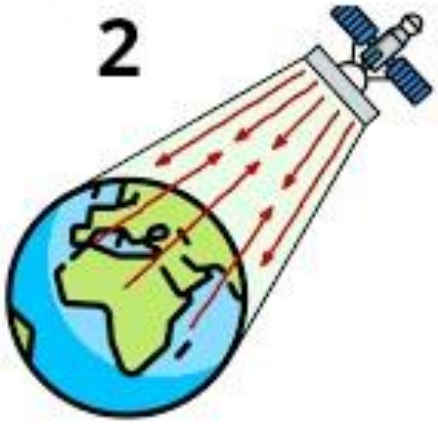
۱) غیرفعال

- وابسته به پارامترهای خورشیدی مانند زاویه ارتفاعی، شرایط اتمسفری و طول موج ارسالی
- ابر یکی از جدی ترین مشکلات استفاده از تصاویر سنجنده های غیرفعال



۲) فعال

- مستقل از انرژی خورشید
- دارای طول موج های بلند
- تاثیر بسیار کم از اتمسفر
- مانند سنجنده های راداری



انواع سنجنده

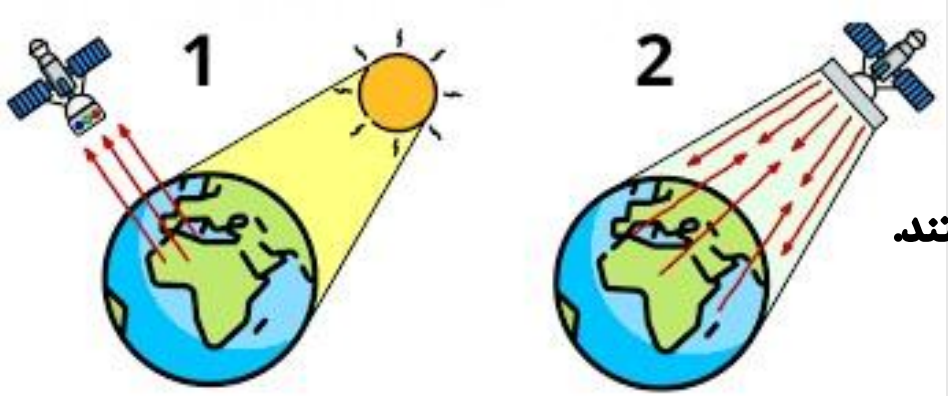
1. **از لحاظ منبع انرژی**

- سنجنده : انرژی ارسال شده از طرف هدف (اشیا) را دریافت، اندازه گیری و ثبت

1. غیرفعال (Passive) استفاده از منبع انرژی خورشید
2. فعال (Active) دارای منبع انرژی خود

۱) غیرفعال

- در تمامی بخش های طیف الکترومغناطیس عمل می کنند (ولی کاربرد بیشتر در مرئی، مادون قرمز و مادون قرمز حرارتی)



۲) فعال

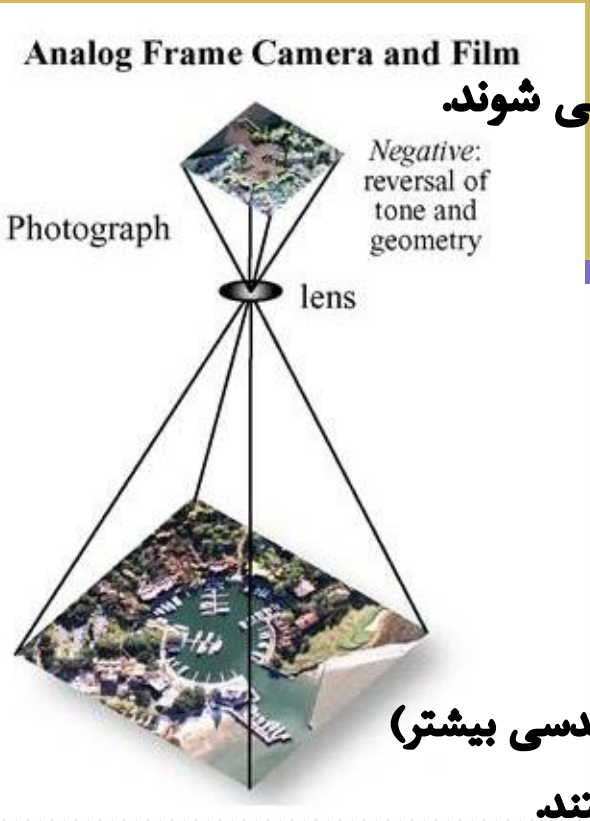
- در بخش مایکرویو عمل می کنند.
- خصوصیات برتر خود را مدیون طول موج بلند هستند.
- در مناطقی که بیشتر طول سال ابری است.

انواع سنجنده

2. از لحاظ نوع داده

- در گذشته تصاویر آنالوگ مورد استفاده قرار می گرفت.
- با پیشرفت فناوری، فیلم ها بصورت رقومی و اعداد و ارقام تولید می شوند.

1. سنجنده ها براساس فیلم (Film Based)



2. سنجنده های رقومی (Digital)

- سنجنده های براساس فیلم
  - دوربین عکسبرداری
  - معمولا در ارتفاع پایین تر روی هواپیما
  - کاربرد بیشتر در فتوگرامتری و تهیه نقشه های توپوگرافی (استحکام هندسی بیشتر)
  - نمونه فضایی TK350 و KAF1000 که هر دو سیستم های روسی هستند

انواع سنجنده

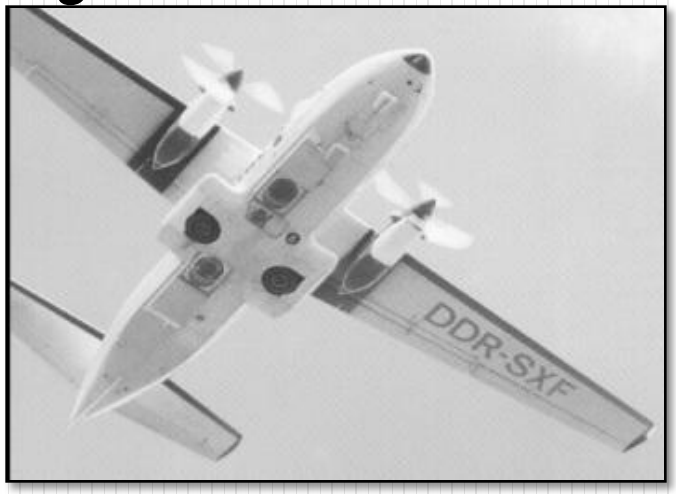
2. از لحاظ نوع داده

- سنجنده های براساس فیلم
  - تکثیر داده های آنالوگ معمولا همراه با خطا و کیفیت کمتر
  - امروزه: اکثر عملیات های پردازش تصاویر بصورت رقومی و توسط رایانه
  - بنابراین: جهت پردازش تصاویر آنالوگ >> تصاویر آنالوگ اسکن و رقومی می شوند ؛
  - که باعث ایجاد اعوجاجات هندسی و طیفی در تصویر

در مقابل :

  - تصاویر آنالوگ استحکام هندسی بیشتر نسبت به تصاویر رقومی
  - قدرت تفکیک مکانی بالا

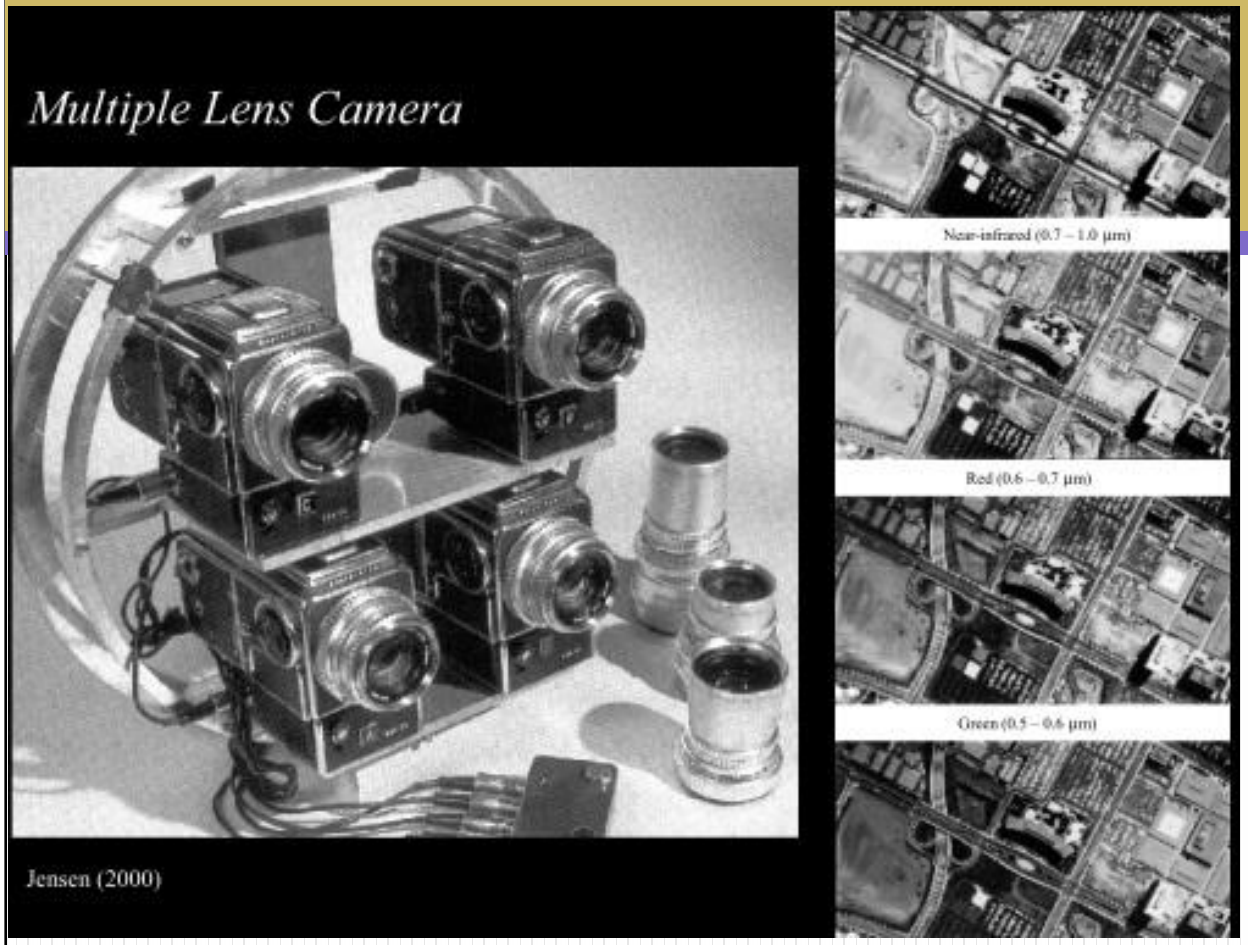
Single Lens Metric Camera

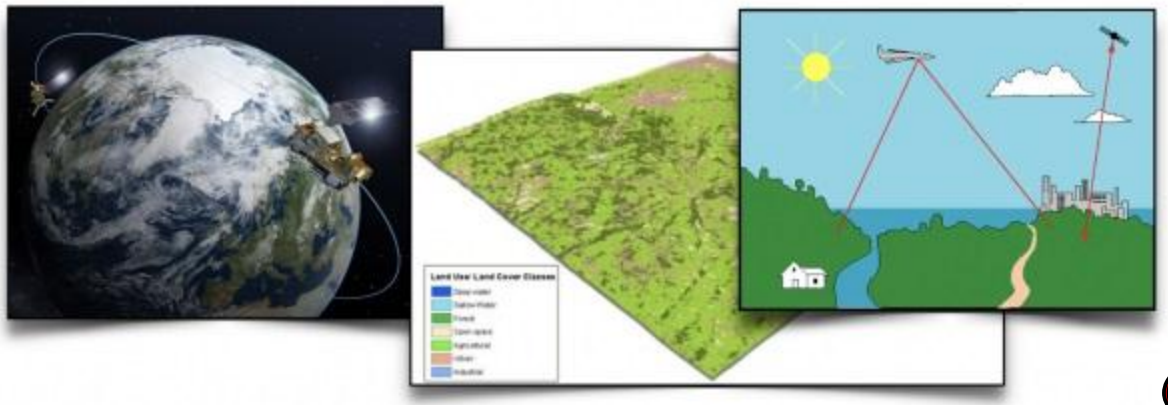


انواع سنجنده

2. از لحاظ نوع داده

- سنجنده های براساس فیلم





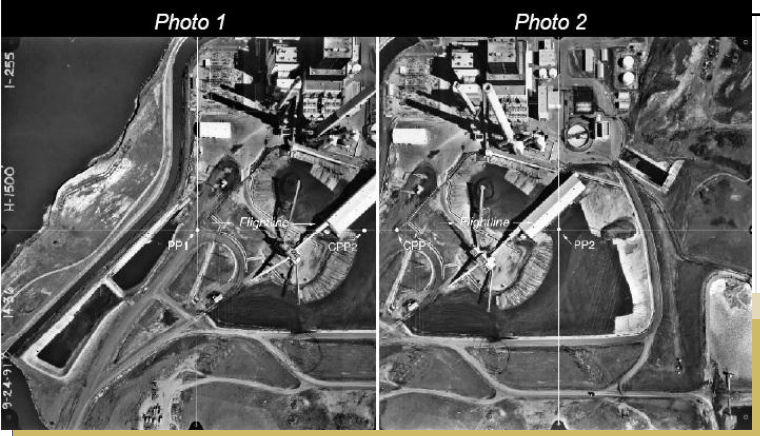
انواع سنجنده

2. از لحاظ نوع داده

- سنجنده های رقومی (Digital)

  - ذخیره سازی اطلاعات بصورت رقومی

  - عدم محدودیت تعداد فیلم (سنجنده آنالوگ پس از اتمام فیلم دیگر کارایی چندانی ندارند)
  - سیستم رقومی تصاویر اخذ شده را به ایستگاه های زمینی مخابره می کند (تصویر برداری پیوسته)
  - پیش بینی وسایل ذخیره سازی جانبی در ماهواره ها (درصورت قطعی ارتباط با ایستگاه زمینی)
  - سیستم های رقومی وزن کمتر به دلیل حذف موارد مربوط به فیلم
  - سیستم های رقومی سرعت ثبت بیشتر ؛ بنابراین سرعت تصویر برداری بیشتر
  - عدم مشکل و ایجاد خطا و کاهش کیفیت در تکثیر تصاویر سیستم های رقومی



انواع سنجنده

2. از لحاظ نوع داده

- سنجنده های رقومی (Digital)

- در مقابل : استحکام هندسی سیستم آنالوگ بیشتر : بنابراین بیشتر مورد استفاده در فتوگرامتری
- مشکل نویز در سیستم های رقومی : طبیعت ناپیوسته تابش الکترومغناطیس، حرارت داخلی سیستم، خطا در ثبت ولتاژها و اندازه گیری زمان تاخیر که نویز تولید می کند و ....

❑ در سیستم های رقومی :

- انرژی الکترومغناطیس به سطح حساس سنجنده برخورد کرده، فتون ها توسط آشکارساز جذب می گردند. در صورت برخورد تعداد کافی فتون پس از یک سری فعل و انفعالات یک ولتاژ الکتریکی تولید می شود. این ولتاژ ها اندازه گیری می شوند. تاخیر زمانی که مقدار ولتاژ هر عنصر دارد تا به انتهای صف برسد محل مربوط به هر ولتاژ را مشخص می کند. بنابراین، مقدار و محل هر انرژی دقیقا مشخص و ثبت می گردد.
- سنجنده HRV (ماهواره SPOT) و LISS III (ماهواره IRS)

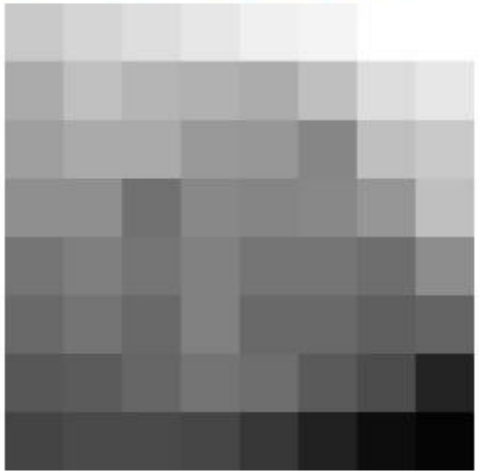
انواع سنجنده

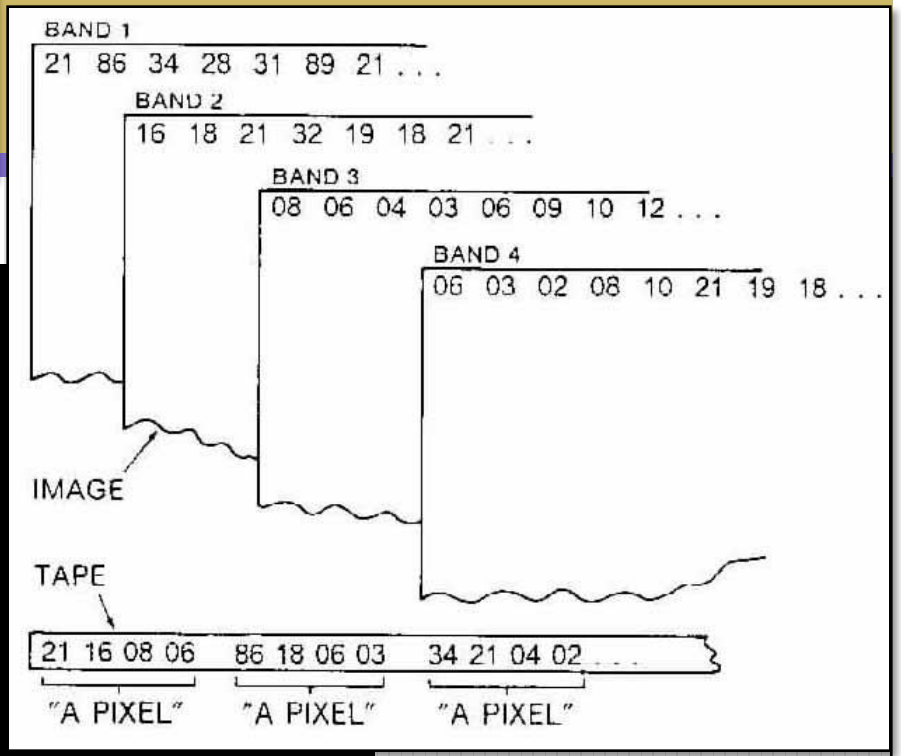
2. از لحاظ نوع داده

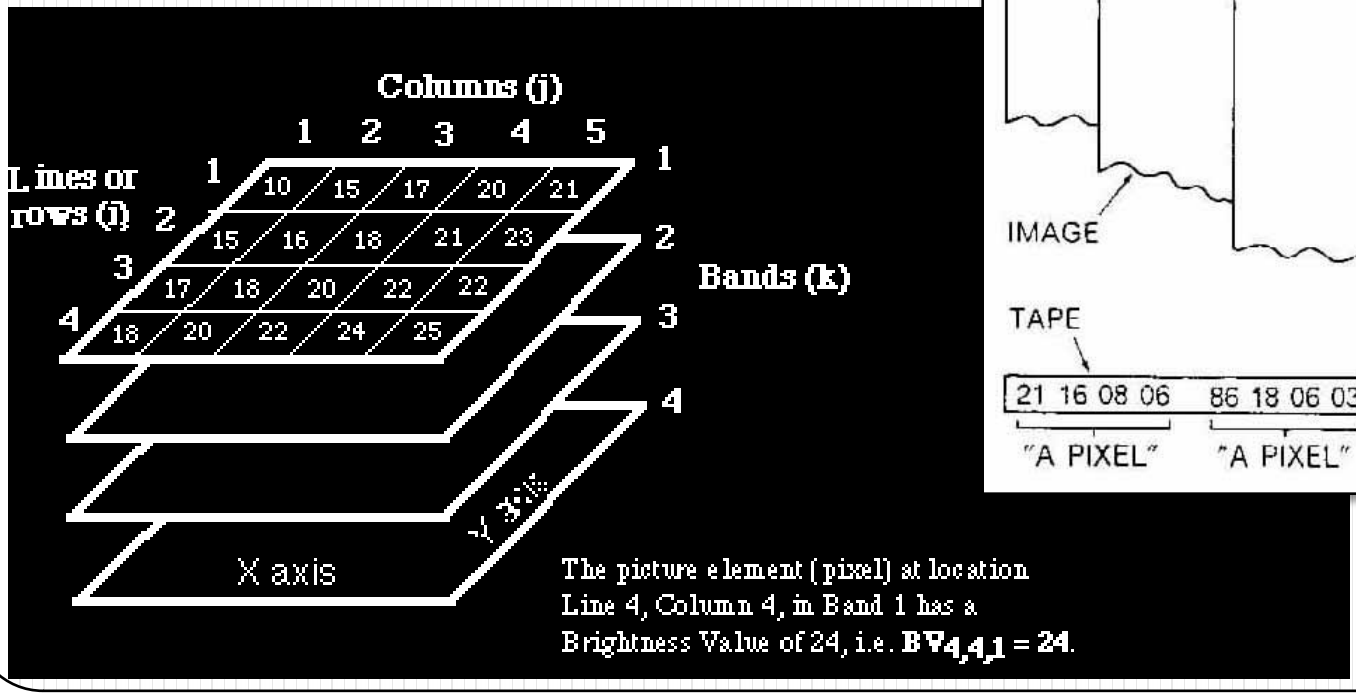
- سنجنده های رقومی (Digital)

تصویر رقومی به صورت ماتریسی از اعداد قابل نمایش است

200	212	221	230	240	244	255	255
169	191	180	175	170	190	220	230
158	168	168	152	150	133	190	200
142	142	112	135	132	135	149	190
116	126	116	128	116	116	110	140
105	115	105	128	105	105	95	100
88	91	102	115	110	90	77	40
70	75	75	72	58	38	21	12



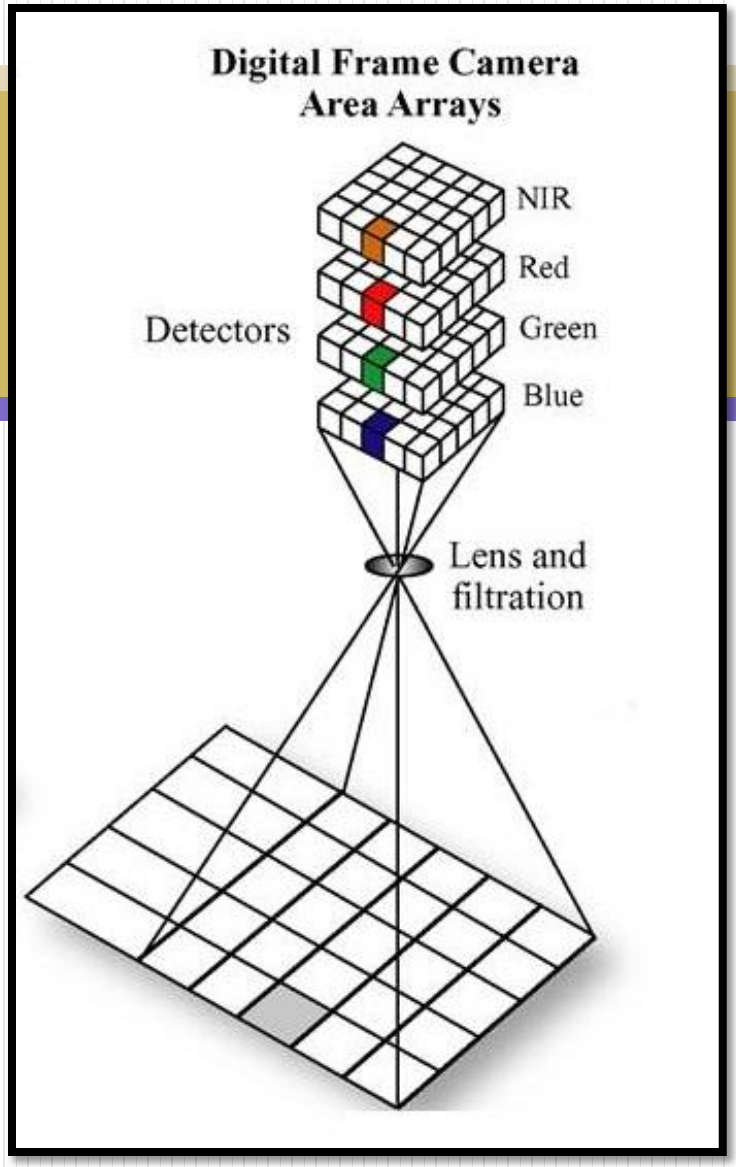




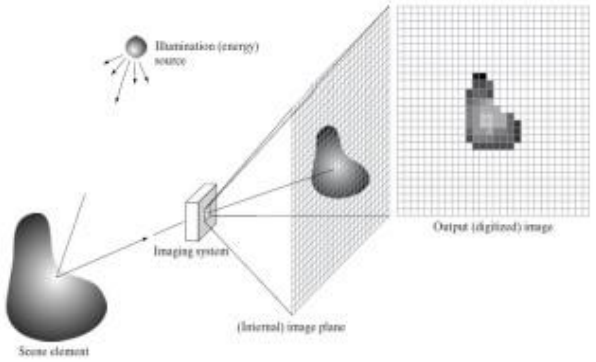
انواع سنجنده

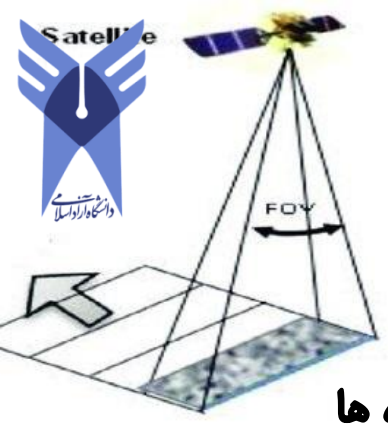
3. از لحاظ نوع و هندسه جمع آوری داده

1. سنجنده سطحی (Frame Type) : در یک لحظه مشخص کل تصویر را اخذ و ثبت می کنند.
   - مانند دوربین عکاسی : با باز شدن شاتر در یک لحظه تصویر ثبت می شود.
   - استحکام هندسی بالا : بنابراین کاربرد بیشتر در فتوگرامتری و استخراج اطلاعات توپوگرافی



یک ماتریس از حسگرها به صورت همزمان یک تصویر تهیه می کند.

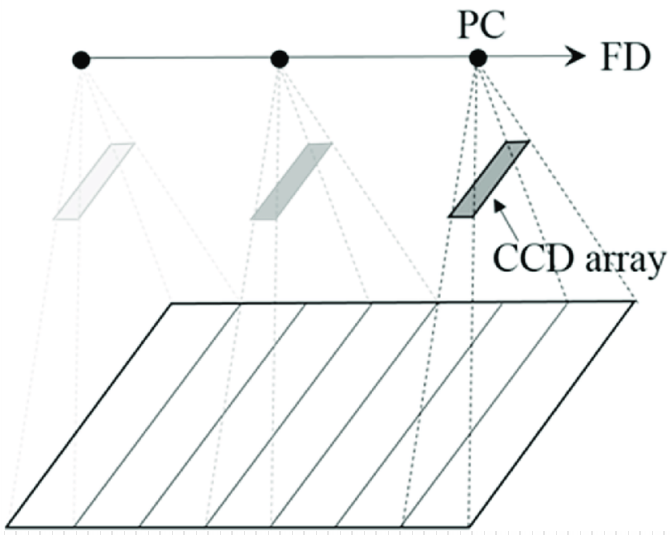


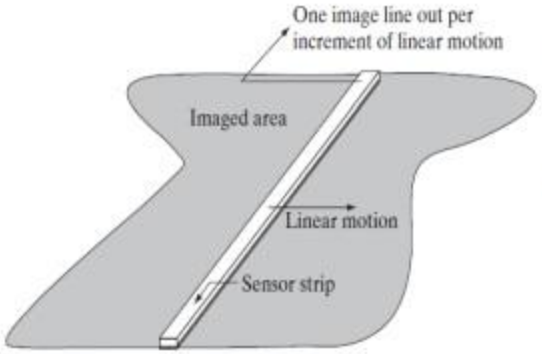


انواع سنجنده

3. از لحاظ نوع و هندسه جمع آوری داده

2. سنجنده خطی (Linear Type) : شاید پرکاربرد ترین و پراهمیت ترین سنجنده ها
   - استفاده از فناوری Pushbroom
   - صدها آشکارساز در کنار یکدیگر، در یک خط بطور دقیق قرار می گیرند.
   - سنحنده روی سکو نصب و با هربار تصویربرداری یک خط از تصویر تشکیل می شود.
   - پس از تخلیه آشکارسازها و آمادگی برای اخذ خط بعدی، سکو نیز به جلو حرکت کرده است.
   - بنابراین خط بعدی برداشت می شود.
   - خط های پشت سره هم یک تصویر کامل تشکیل می دهند.





- تصویر با حرکت دادن یک آرایه خطی از حسگرها بر روی منطقه مورد نظر با سرعت ثابت تهیه می شود

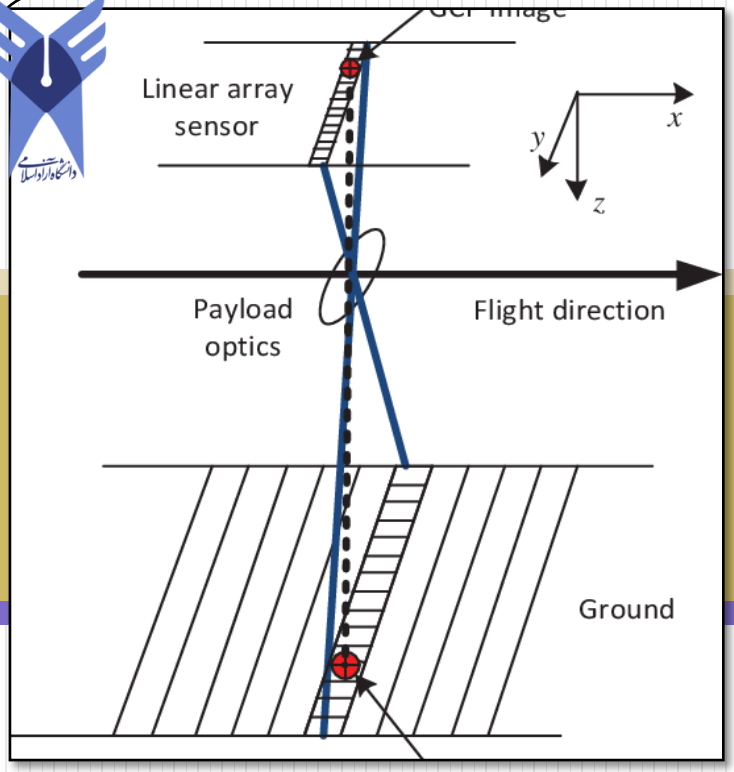
انواع سنجنده

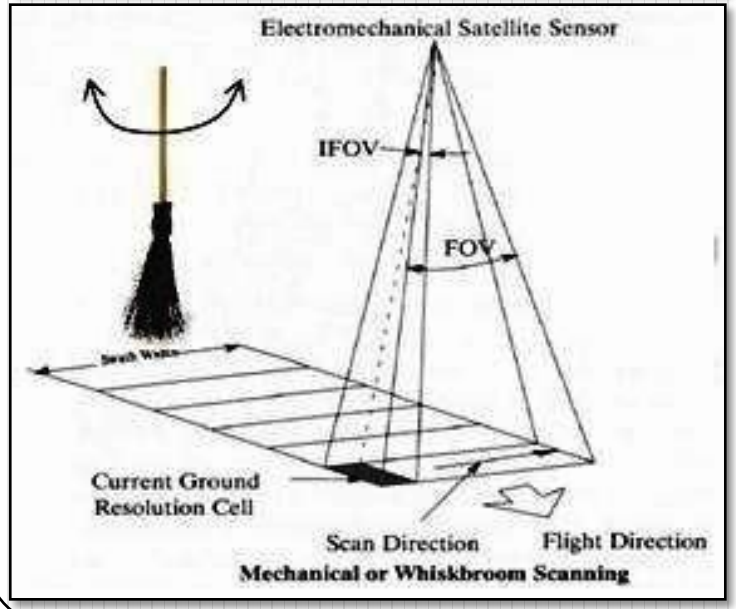
3. از لحاظ نوع و هندسه جمع آوری داده

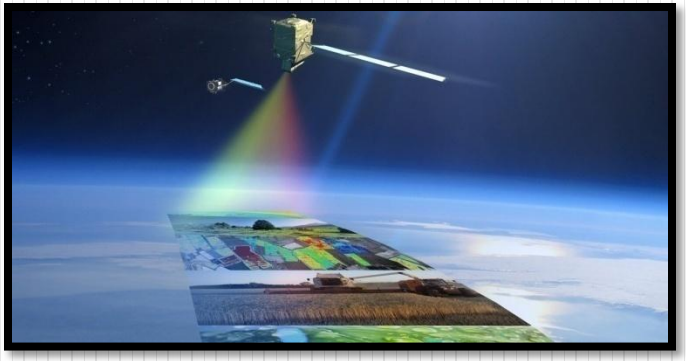
2. سنجنده خطی (Linear Type) :

- سنجنده HRG ماهواره SPOT
- سنجنده LISS III ماهواره IRS

- هواپیما یا ماهواره در هنگام اخذ هر خط از تصویر دارای وضعیتی متفاوت هستند، بنابراین : استحکام هندسی سنجنده های خطی کمتر است و هر خط هندسه مجزا دارد.





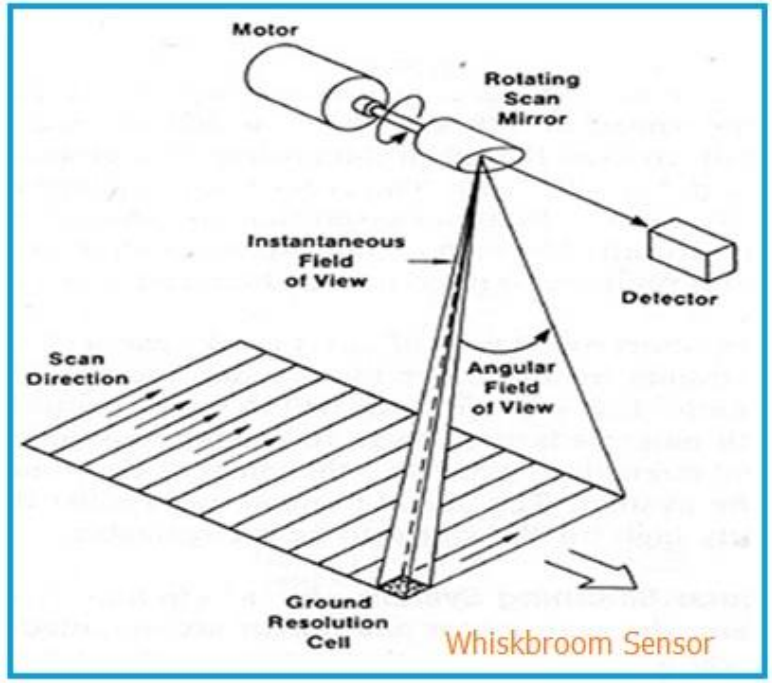


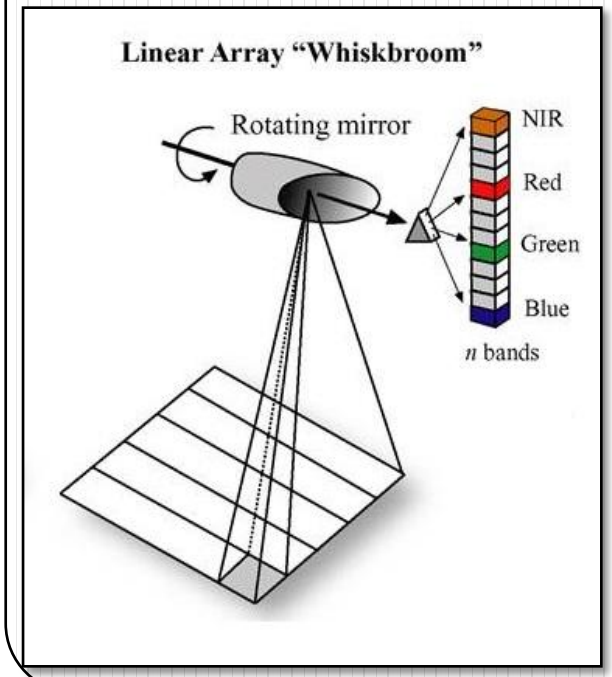
انواع سنجنده

3. از لحاظ نوع و هندسه جمع آوری داده

3. سنجنده نقطه ای (Point Type) :

- استفاده از فناوری Whiskbroom
- در آن واحد تنها یک نقطه برداشت می شود.

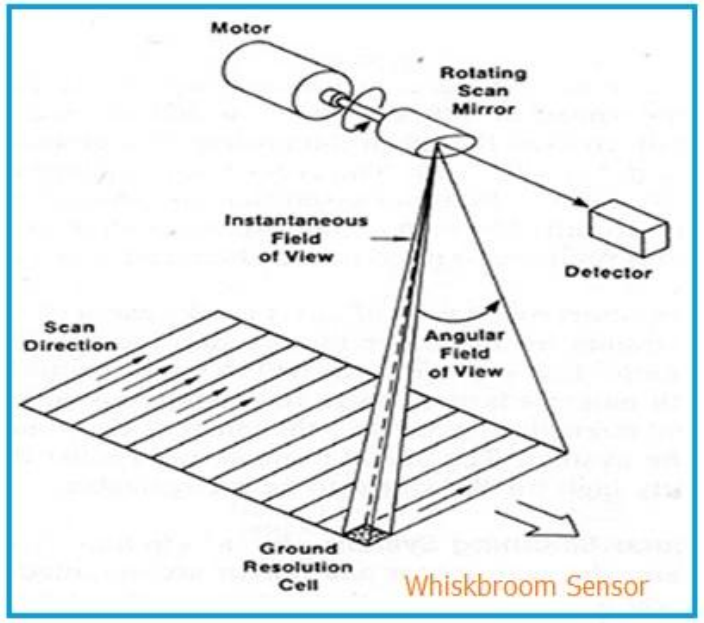




- توسط یک آینه دوران و یا نوسان کننده : از یک سمت شروع به حرکت و به سمت دیگر، سطح زیر سنجنده را به کمک سیستم نوری (عدسی ها، آینه ها و منشورها) برداشت می کند.
- بنابراین، عمل برداشت با دو حرکت تکمیل می شود : یکی حرکت آینه از سمتی به سمت دیگر و همچنین حرکت ماهواره به سمت جلو

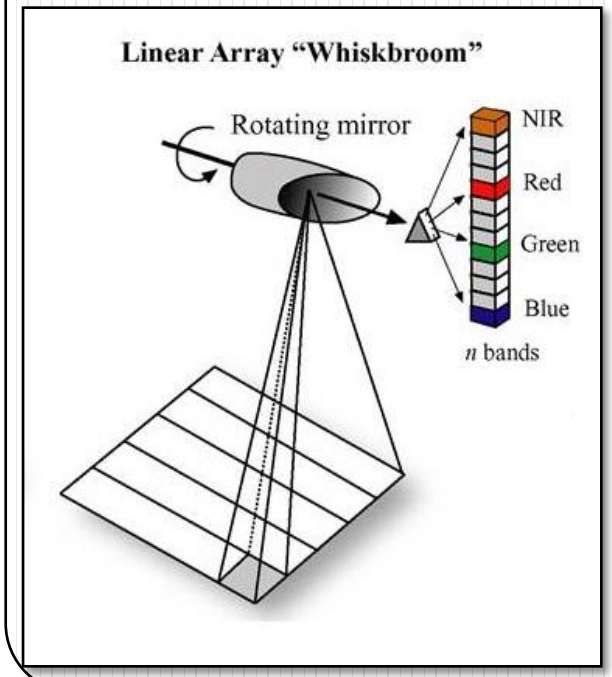
انواع سنجنده

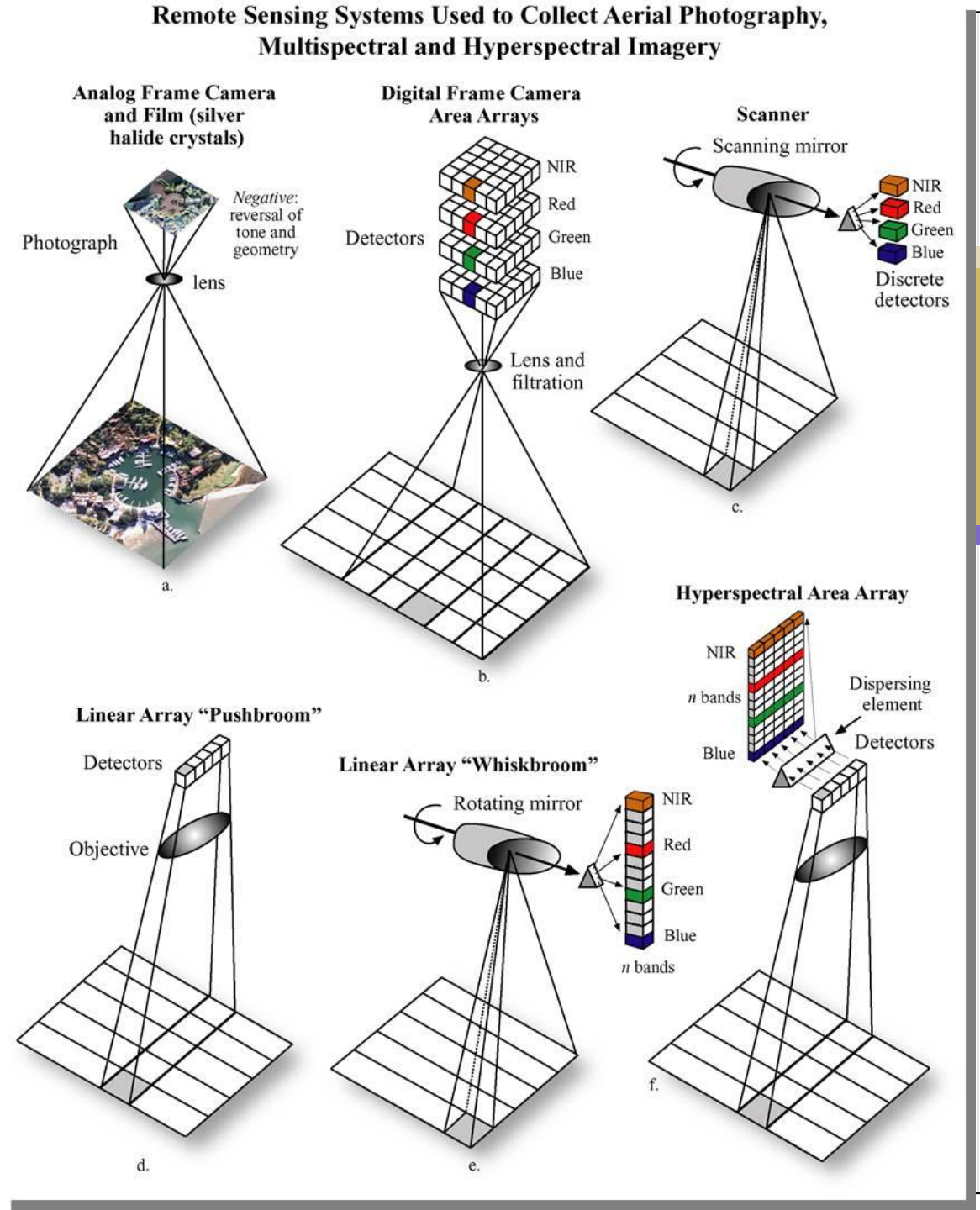
3. از لحاظ نوع و هندسه جمع آوری داده



3. سنجنده نقطه ای (Point Type) :

- استفاده از فناوری Whiskbroom
- به دلیل حرکت آینه فرصت کمتری برای ثبت انرژی
- بنابراین نسبت سیگنال به نویز کمتر از سیستم های آرایه خطی
- تصاویر این سیستم ها هندسه ضعیفی دارند.
- هر نقطه با یک هندسه مجزا مشاهده و برداشت می شود.
- بنابراین، کاربرد کمی در فتوگرامتری دارند.
- در مقابل، ساخت و کالیبراسیون این سنجنده ها ارزان تر است ؛
- در نتیجه تصاویر ارزان تر
- سنجنده TM ماهواره LANDSAT
- سنجنده AVHRR ماهواره NOAA



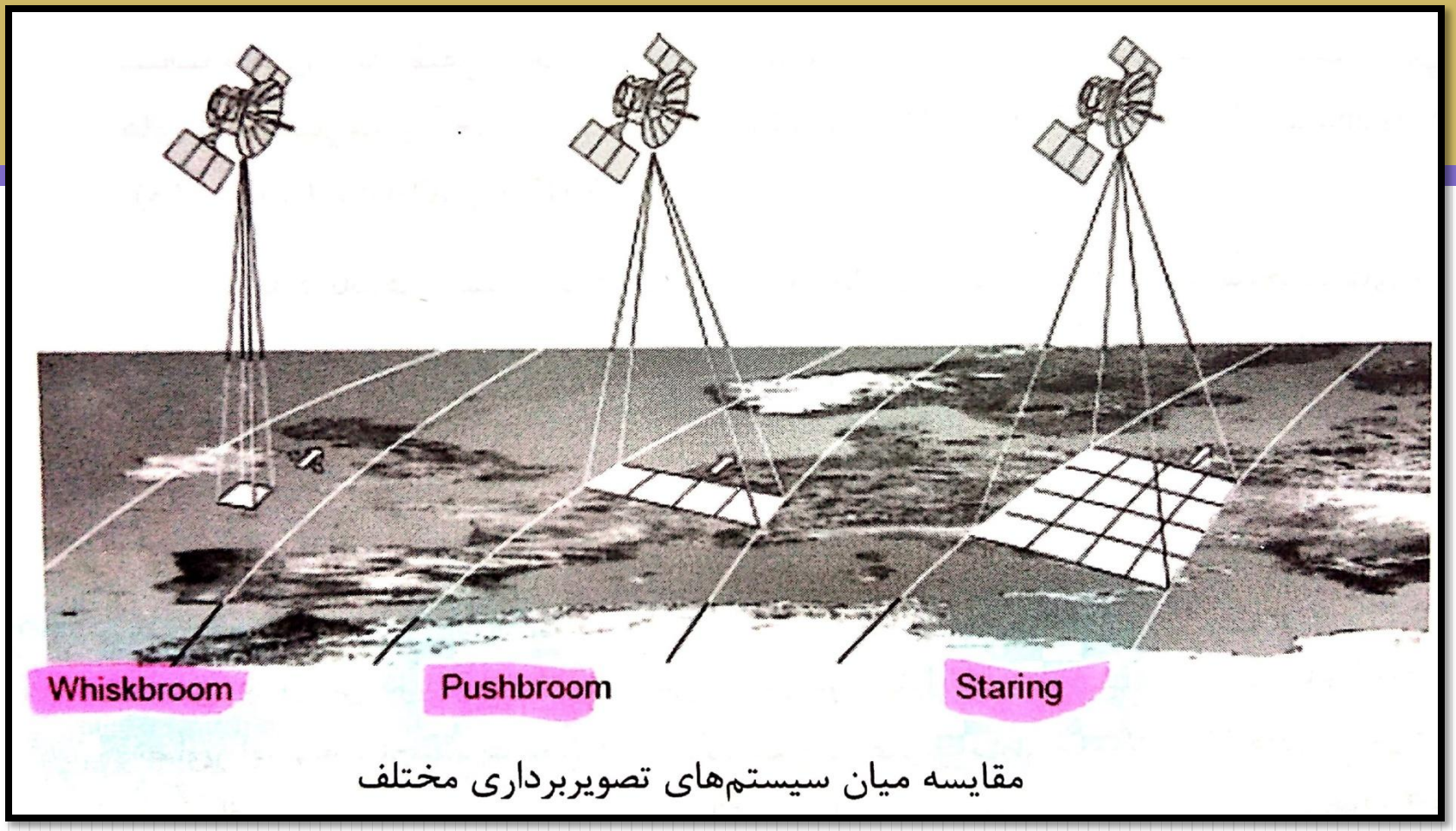


انواع سنجنده

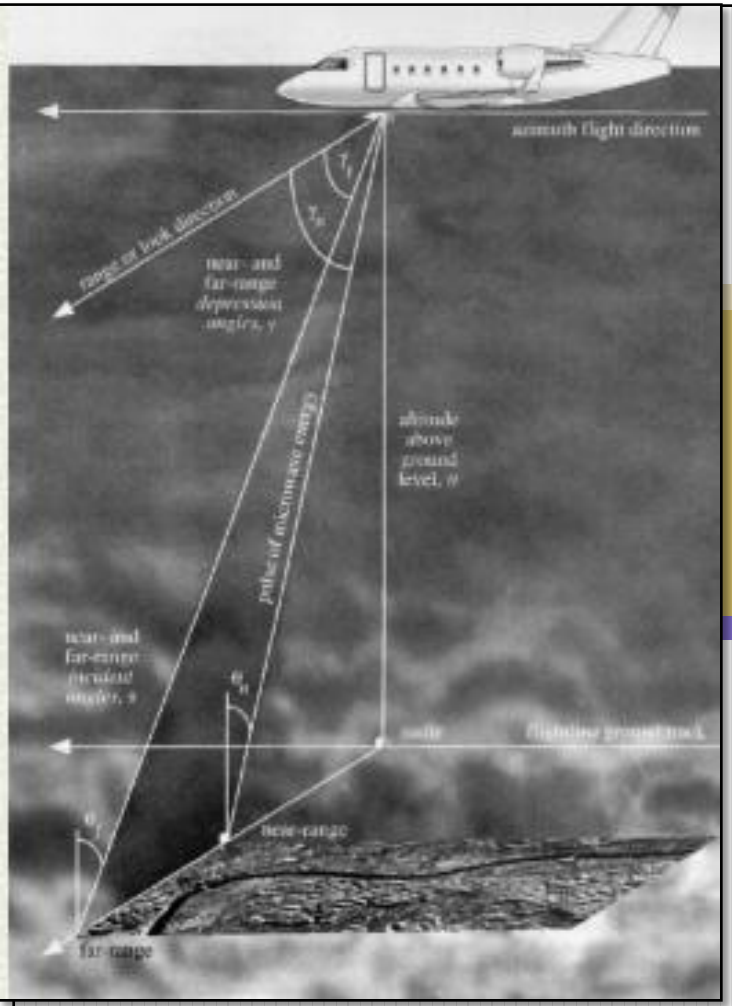
3. از لحاظ نوع و هندسه جمع آوری داده

انواع سنجنده

3. **از لحاظ نوع و هندسه جمع آوری داده**



مقایسه میان سیستم‌های تصویربرداری مختلف



انواع سنجنده

3. از لحاظ نوع و هندسه جمع آوری داده

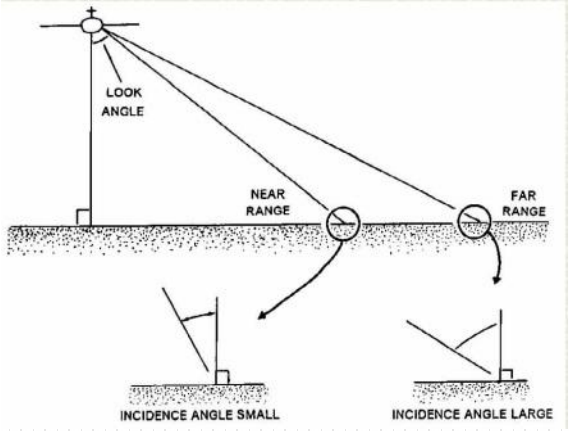
4. سنجنده راداری (RADAR) :

- تصاویر راداری

- تصویر برداری بصورت مایل

- هندسه اخذ تصویر کاملا متفاوت با سیستم های فتوگرامتری

مهم ترین تولید هندسی تصویر مدل رقومی ارتفاع (DEM)

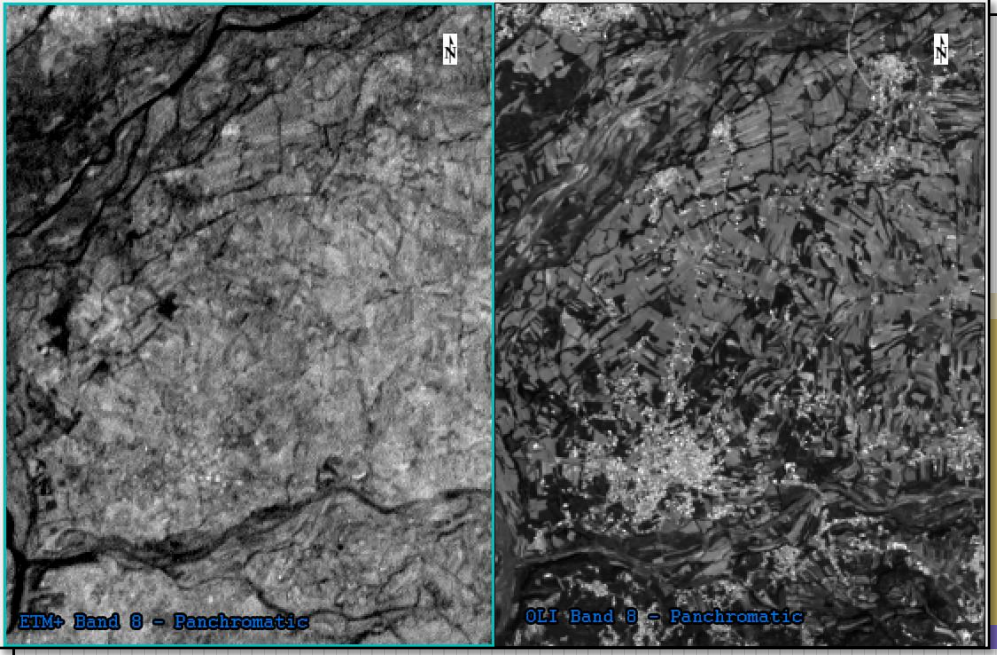


انواع سنجنده

4. از لحاظ طیفی

- مبنا تعداد باند سنجنده

1. سنجنده تک باندی : Panchromatic

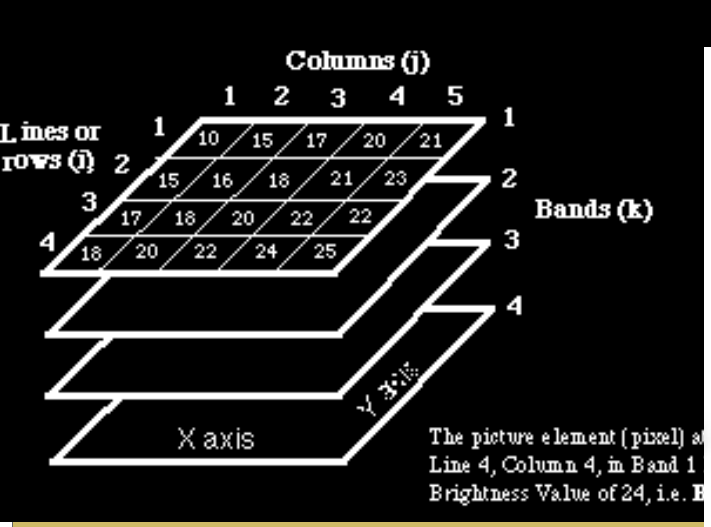


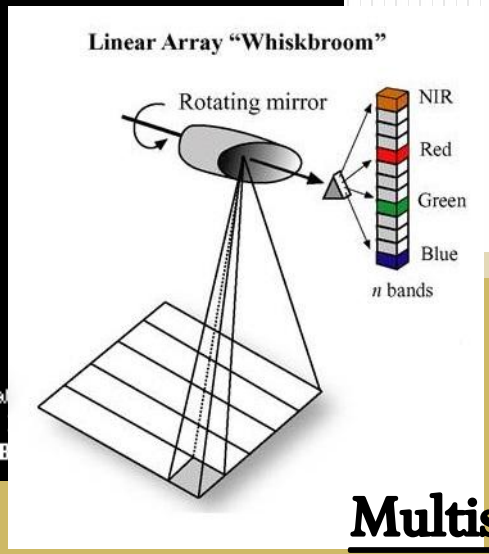
- معمولا دارای یک دامنه وسیع طیفی از بخش مرئی تا مادون قرمز نزدیک
- به دلیل عرض وسیع باند دارای قدرت تفکیک مکانی بالا
- باند ۴ سنجنده ETM+ : ۰.۷۶ تا ۰.۹ میکرومتر دارای اندازه پیکسل ۳۰ متر
- باند ۸ سنجنده ETM+ : ۰.۵۲ تا ۰.۹ میکرومتر دارای اندازه پیکسل ۱۵متر
- تصاویر فتوگرامتری معمولا بصورت پانکروماتیک برداشت می شوند.
- استفاده در تلفیق تصاویر و عملیات هایی نظیر آن

انواع سنجنده

4. از لحاظ طیفی

- مبنا تعداد باند سنجنده



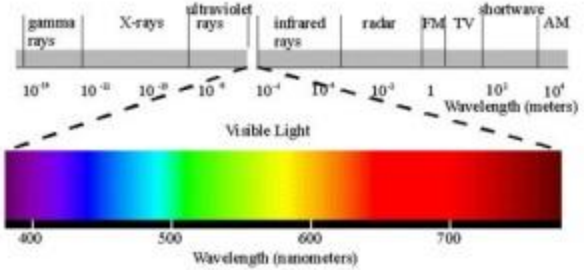


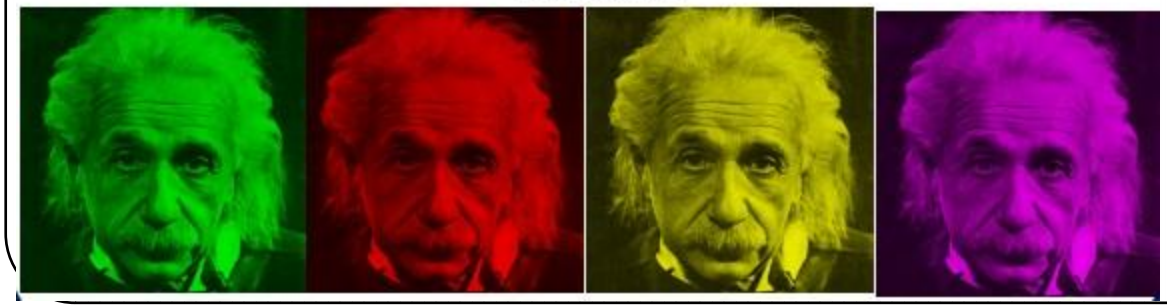
2. سنجنده چند باندی : Multispectral

- دارای چند باند : ۱۰ و یا ۱۵ باند حداکثر ۳۰ باند

- سنجنده TM ماهواره LANDSAT
- سنجنده MSS ماهواره LANDSAT
- سنجنده AVHRR ماهواره NOAA
- سنجنده LISS ماهواره IRS

■ متناسب با تعداد و پهنای باندهای طیف الکترومغناطیس مورد استفاده





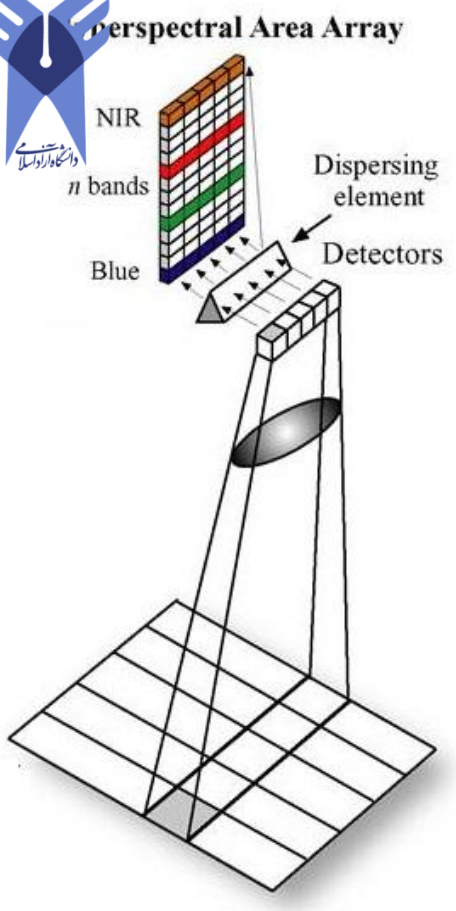
انواع سنجنده

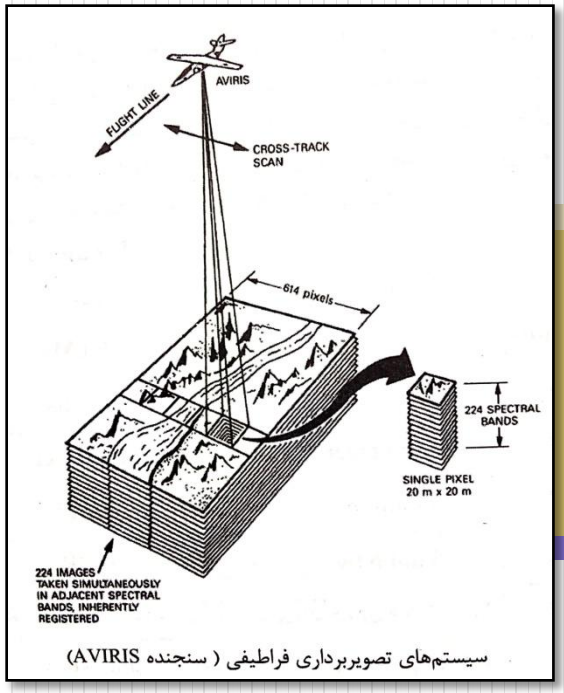
4. از لحاظ طیفی

- مبنا تعداد باند سنجنده

3. سنجنده فرا طیفی: Hyperspectral

- معمولا بیشتر ۳۰ باند
- MODISبا ۳۶ باند فراطیفی محسوب می شود.
- قدرت تمایز اشیا توسط سنجنده های فراطیفی بسیار بالاست.
- مورد استفاده در کارهای بسیار حساس
- بیشتر هوابرد ولی فضایی هم وجود دارد.
- AVIRIS نمونه هوابرد سنجنده فراطیفی





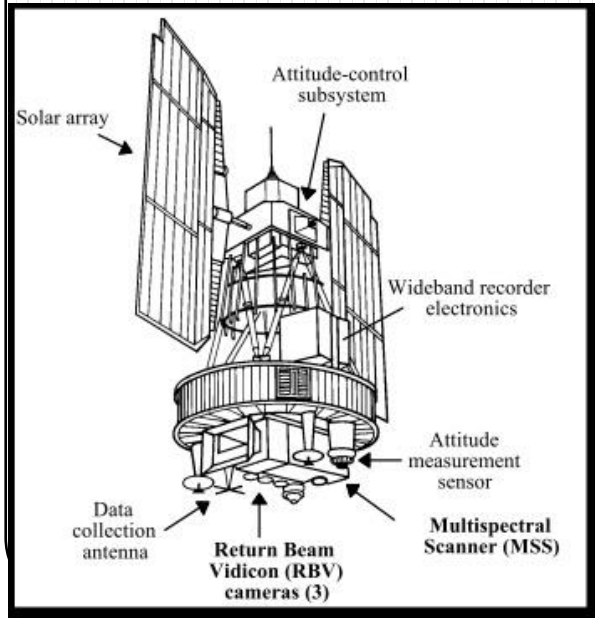
سیستم‌های تصویربرداری فراطیفی (سنجنده AVIRIS)

Airborne Visible/Infrared Imaging Spectrometer	
تعداد باند	۲۲۴
دامنه طیفی	۰.۴۱ تا ۲.۴۵ میکرومتر
عرض نمونه برداری طیفی	کمتر از ۱۰ نانومتر
قدرت تفکیک مکانی	۲۰ متر بسته به ارتفاع پرواز

چند سنجنده و ماهواره مهم

1. لندست

- Earth Resources Observation System (EROS) was initiated in 1966 by the U.S. Department of the Interior. Placed under the control of USGS.
- Earth Resource Technology Satellite–1 (ERTS-1) was launched in 1972.
- With the launch of the second ERTS satellite in 1975, the program was renamed “Landsat.”
- Landsat is the oldest land surface data acquisition system.



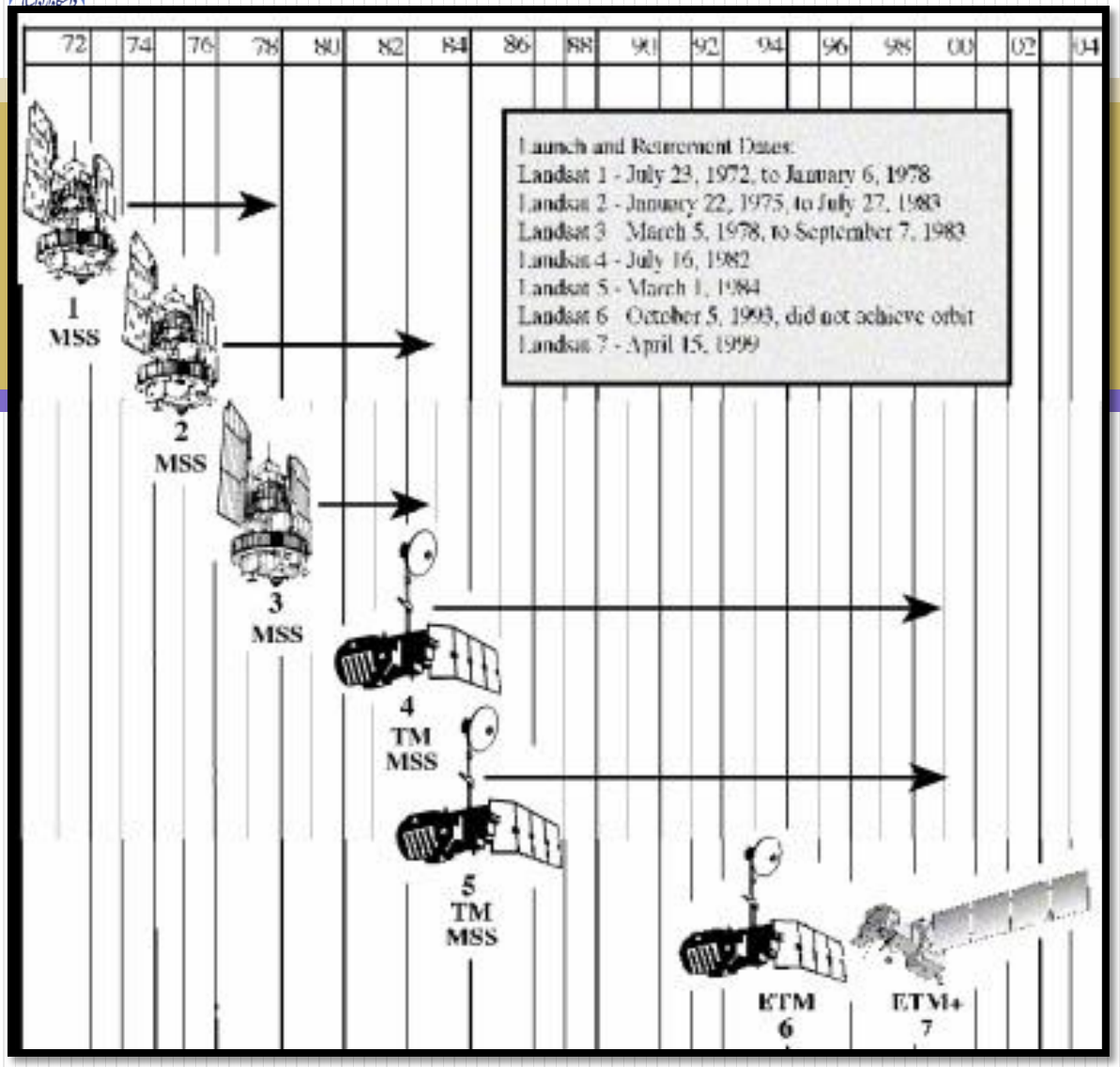
Landsats 1-3 configuration

Jensen (2000)

- Landsat Sensors:
  - Landsats 1-3 had Multispectral Scanner (MSS)
  - Landsats 4 and 5 had MSS and Thematic Mapper (TM)
  - Landsat 7 has Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)

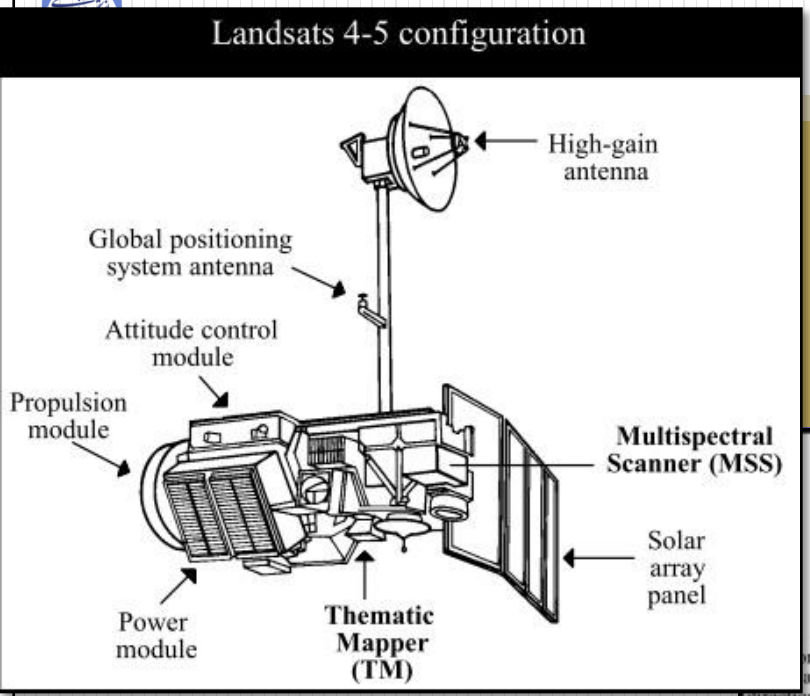
چند سنجنده و ماهواره مهم

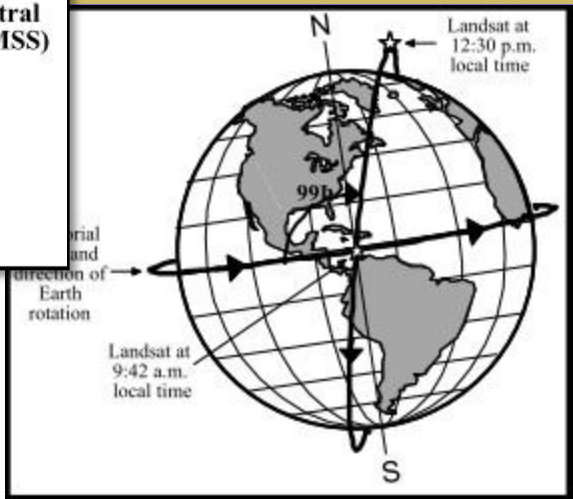
1. لندست

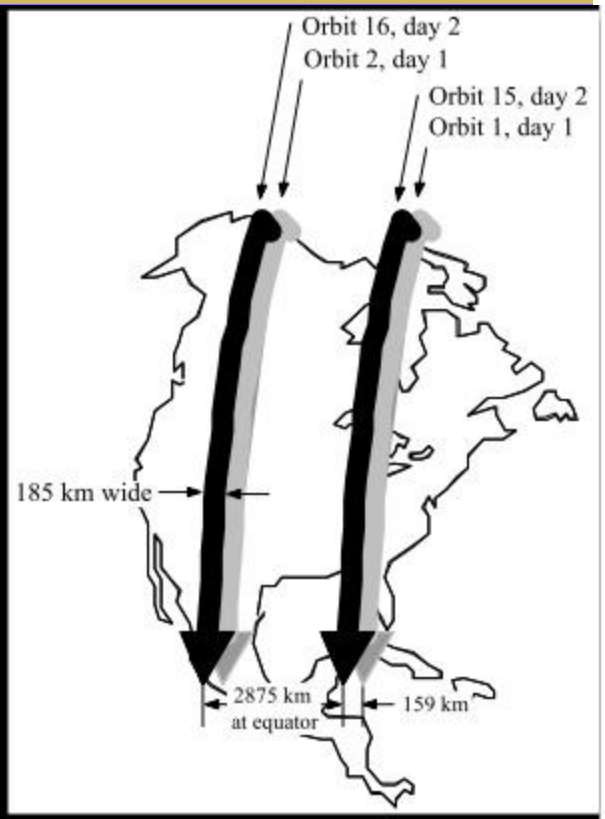


چند سنجنده و ماهواره مهم

1. لندست







Jensen (2000)

چند سنجنده و ماهواره مهم

1. لندست

- سنجنده TM
- نصب روی ماهواره Landsat4 (۱۹۸۲)
- فناوری Wiskbroom (آینه محرک)
- برخورد و ثبت انرژی به ۱۶ آشکارساز
- هر آشکارساز تقریبا ۳۰ مترمربع روی زمین
- بنابراین با هر نوسان ۴۸۰ متر مربع پوشش زیر سنجنده
- دارای ۷ باند و ۸ بیتی
- دارای ابعاد ۱۸۵ * ۱۸۵ کیلومتر با اندازه پیکسل ۳۰ متر
- ابعاد پیکسل باند ۶ (حرارتی) ۱۲۰ متر

- TM Resolutions:
  - **Spatial**: Bands 1-5 and 7 are 30 x 30 m. Band 6 is 120 x 120 m.
  - **Spectral**: 7 bands (see next slide)
  - **Temporal**: Repeat coverage every 16 days on Landsat 4-5.
  - **Radiometric**: 8-bits.

TM Spectral Bands

Band 1	450-520 nm (blue-green)
Band 2	520-600 nm (green)
Band 3	630-690 nm (red)
Band 4	760-900 nm (NIR)
Band 5	1,550-1,750 nm (MIR)
Band 6	10,400-12,500 nm (TIR)
Band 7	2,080-2,350 nm (MIR)

چند سنجنده و ماهواره مهم

1. **لندست**

- **سنجنده TM**
- نصب روی ماهواره Landsat4 (۱۹۸۲)
- فناوری Wiskbroom (آینه محرک)
- برخورد و ثبت انرژی به ۱۶ آشکارساز
- هر آشکارساز تقریبا ۳۰ مترمربع روی زمین
- بنابراین با هر نوسان ۴۸۰ متر مربع پوشش زیر سنجنده
- دارای ۷ باند و ۸ بیتی
- دارای ابعاد ۱۸۵ * ۱۸۵ کیلومتر با اندازه پیکسل ۳۰ متر
- ابعاد پیکسل باند ۶ (حرارتی) ۱۲۰ متر

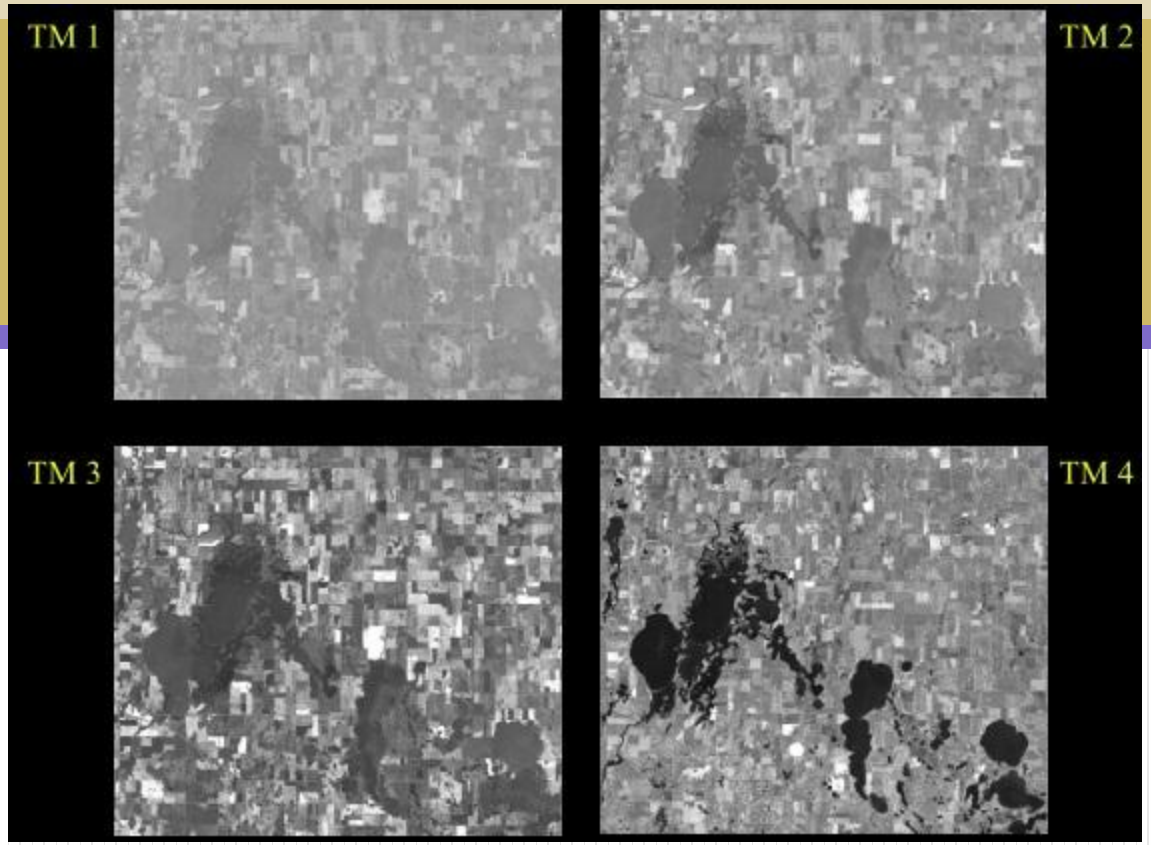
- Band Characteristics (check p. 194 in text):
  - Band 1 (450-520 nm) – Water penetration; blue chlorophyll absorption by healthy plants.
  - Band 2 (520-600 nm) – Green reflectance of healthy vegetation.
  - Band 3 (630-690 nm) – Red chlorophyll absorption, soil boundaries.
  - Band 4 (760-900 nm) – Vegetation amount and condition.

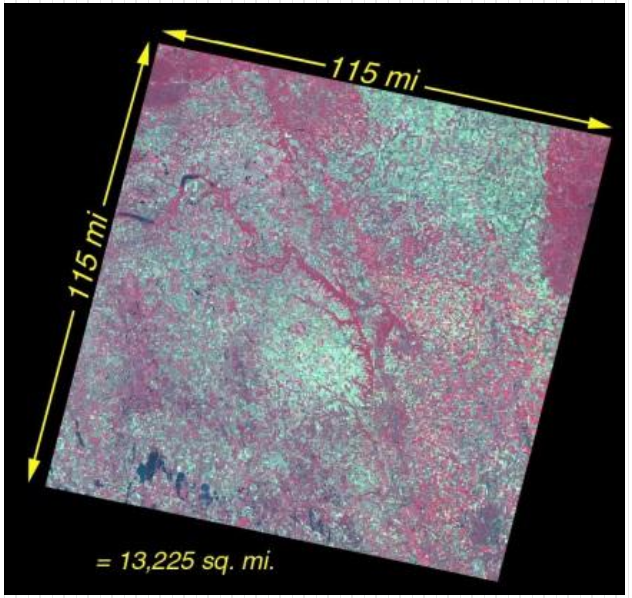
- Band Characteristics (check p. 194 in text):
  - Band 5 (1,550–1,750 nm) – Water content of plants, cloud/snow/ice delineation.
  - Band 6 (10,400-12,500 nm) – EMR *emitted* from surfaces.
  - Band 7 (2,080-2,350 nm) – Discrimination of geologic rock formations.

چند سنجنده و ماهواره مهم

1. لندست

- سنجنده TM

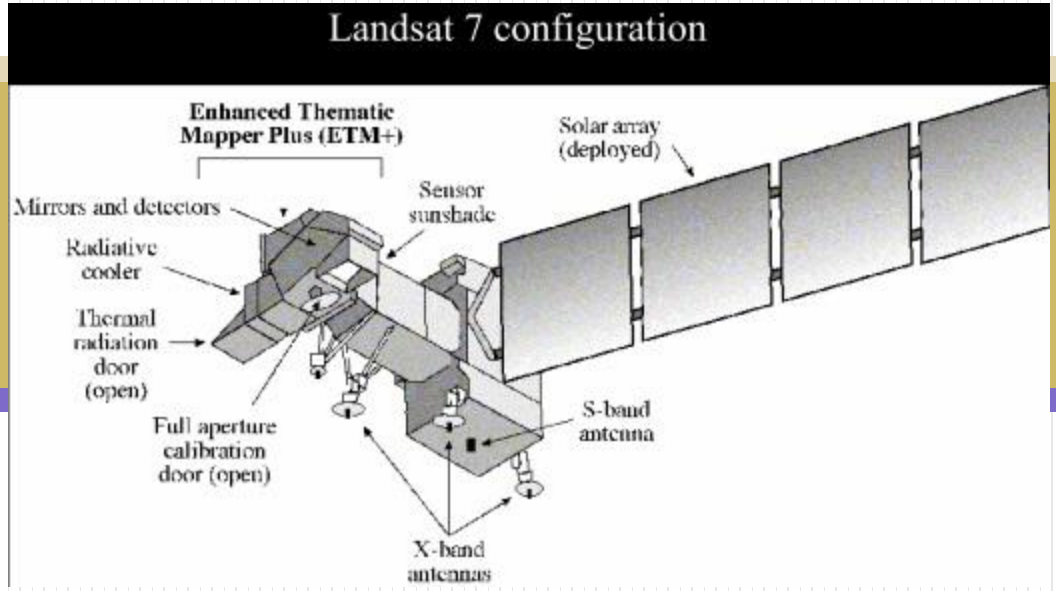




چند سنجنده و ماهواره مهم

1. لندست

- سنجنده ETM+
- سال ۱۹۹۹ بروی LANDSAT 7
- یک باند پانکروماتیک اضافه دارد
- در محدوده ۰.۸۲ تا ۰.۹ میکرومتر
- با اندازه پیکسل ۱۵ متری
- باند ۶ حرارتی با ابعاد ۶۰ متری



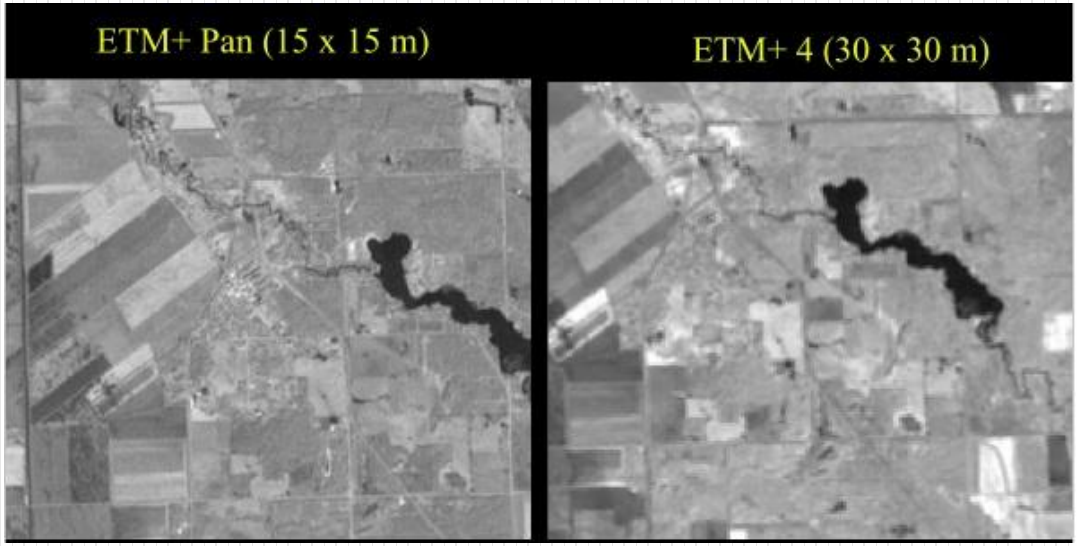
- ETM+ Resolutions:
  - **Spatial**: Bands 1-5 and 7 are 30 x 30 m. Band 6 is 60 x 60 m. Band 8 is 15 x 15 m.
  - **Spectral**: 8 bands (see next slide)
  - **Temporal**: Repeat coverage every 16 days.
  - **Radiometric**: 8-bits.

چند سنجنده و ماهواره مهم

Band 1	450-515 nm (blue-green)
Band 2	525-605 nm (green)
Band 3	630-690 nm (red)
Band 4	760-900 nm (NIR)
Band 5	1,550-1,750 nm (MIR)
Band 6	10,400-12,500 nm (TIR)
Band 7	2,080-2,350 nm (MIR)
Band 8	520-900 nm (Pan)

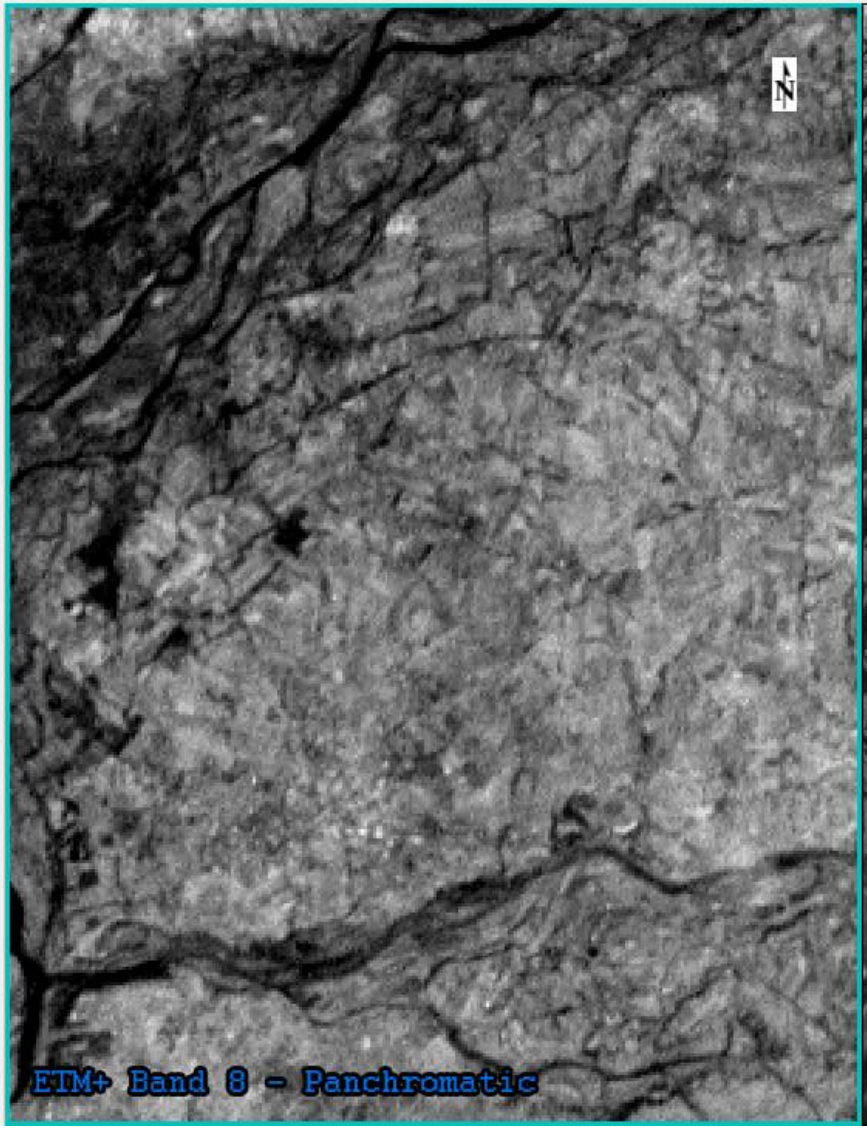
1. **لندست**

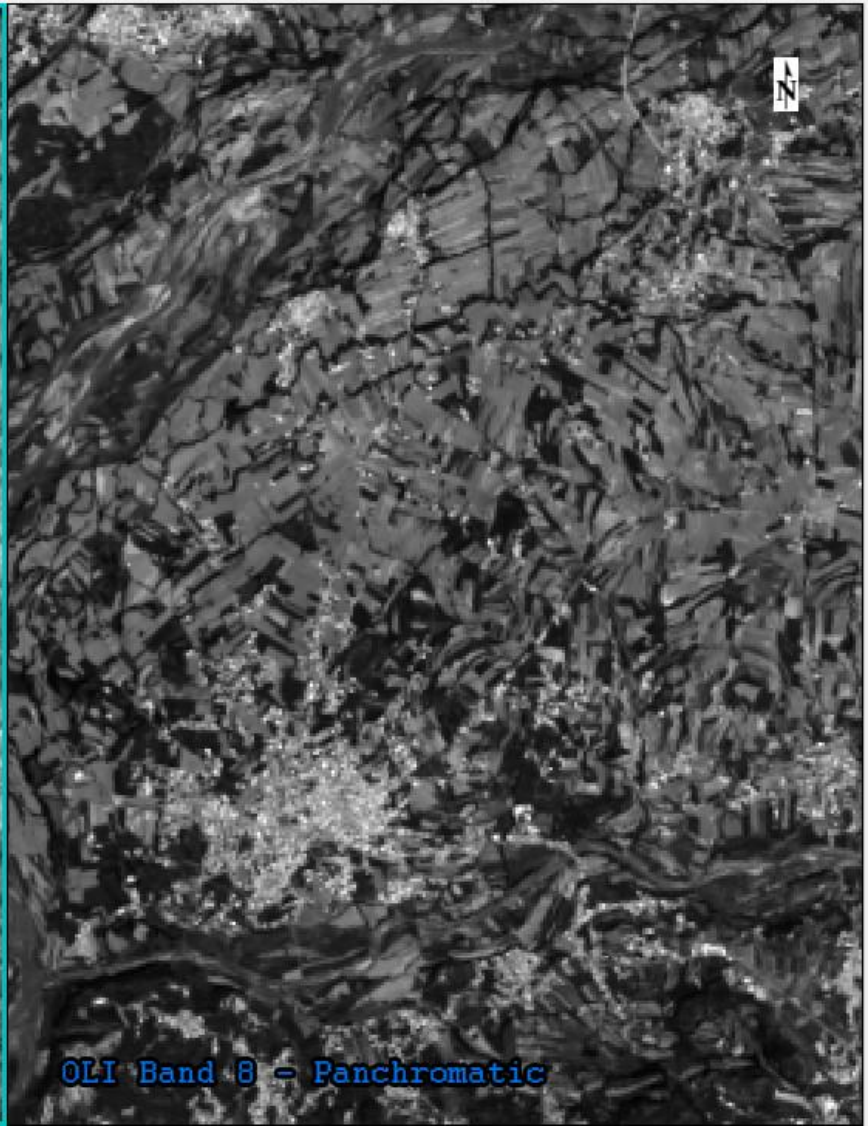
- **سنجنده ETM+**
- سال ۱۹۹۹ بروی LANDSAT 7
- یک باند پانکروماتیک اضافه دارد
- در محدوده ۰.۸۲ تا ۰.۹ میکرومتر
- با اندازه پیکسل ۱۵ متری
- باند ۶ حرارتی با ابعاد ۶۰ متری



چند سنجنده و ماهواره مهم

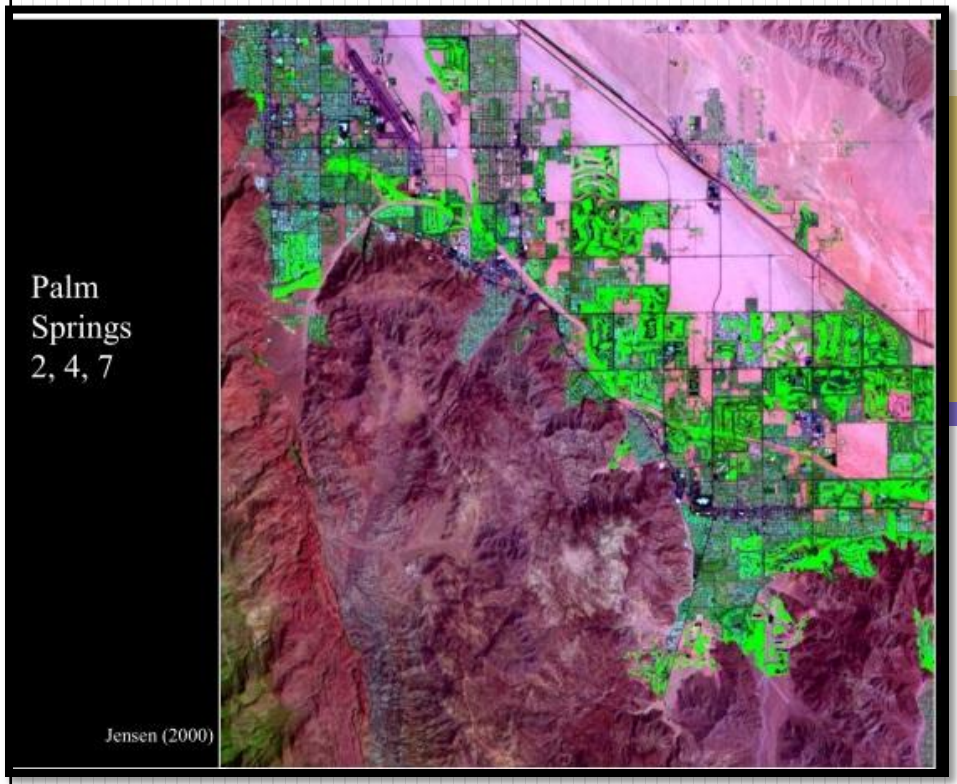
1. لندست

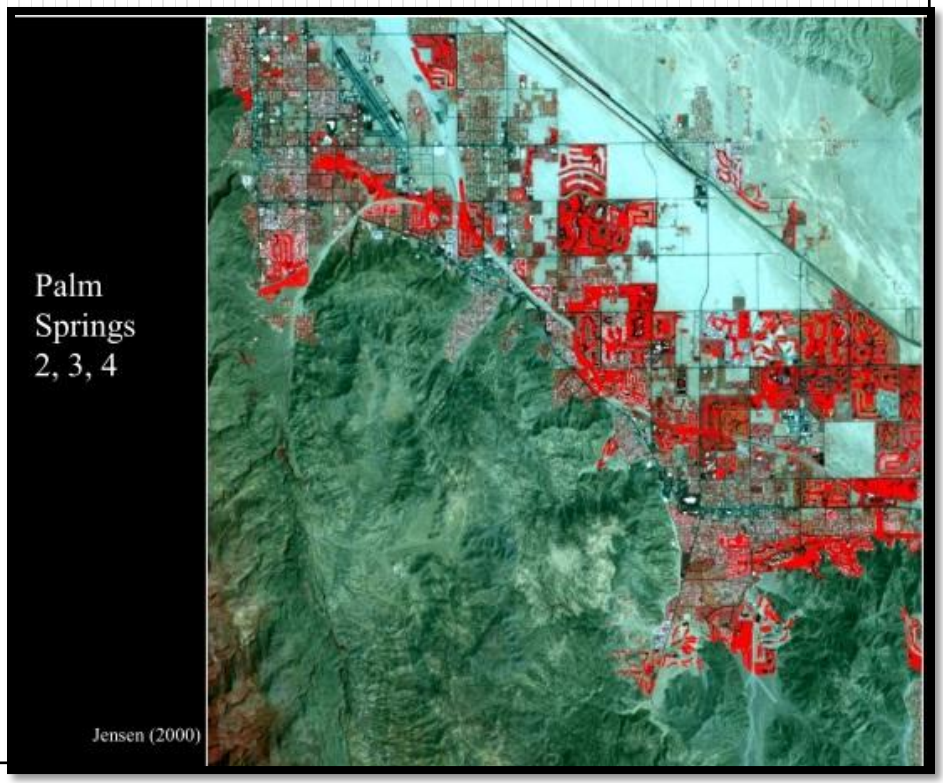




چند سنجنده و ماهواره مهم

1. لندست
   - سنجنده ETM+





چند سنجنده و ماهواره مهم

1. لندست

مشخصات باندهای ETM+ و TM

Band	TM	ETM+
۱	.۴۵-.۵۲ µm blue	.۴۵-.۵۲ µm blue
۲	.۵۲-.۶ µm green	.۵۳-.۶۱ µm green
۳	.۶۳-.۶۹ µm red	.۶۳-.۶۹ µm red
۴	.۷۶-.۹ µm NIR	.۷۵-.۹ µm NIR
۵	۱,۵۵-۱,۷۵ µm SWIR	۱,۵۵-۱,۷۵ µm SWIR
۶	۱۰,۴-۱۲,۵ µm TIR	۱۰,۴-۱۲,۵ µm TIR
۷	۲,۰۸-۲,۳۵ µm SWIR	۲,۱-۲,۳۵ µm SWIR
۸		.۵۲-.۹ µm panchromatic

چند سنجنده و ماهواره مهم

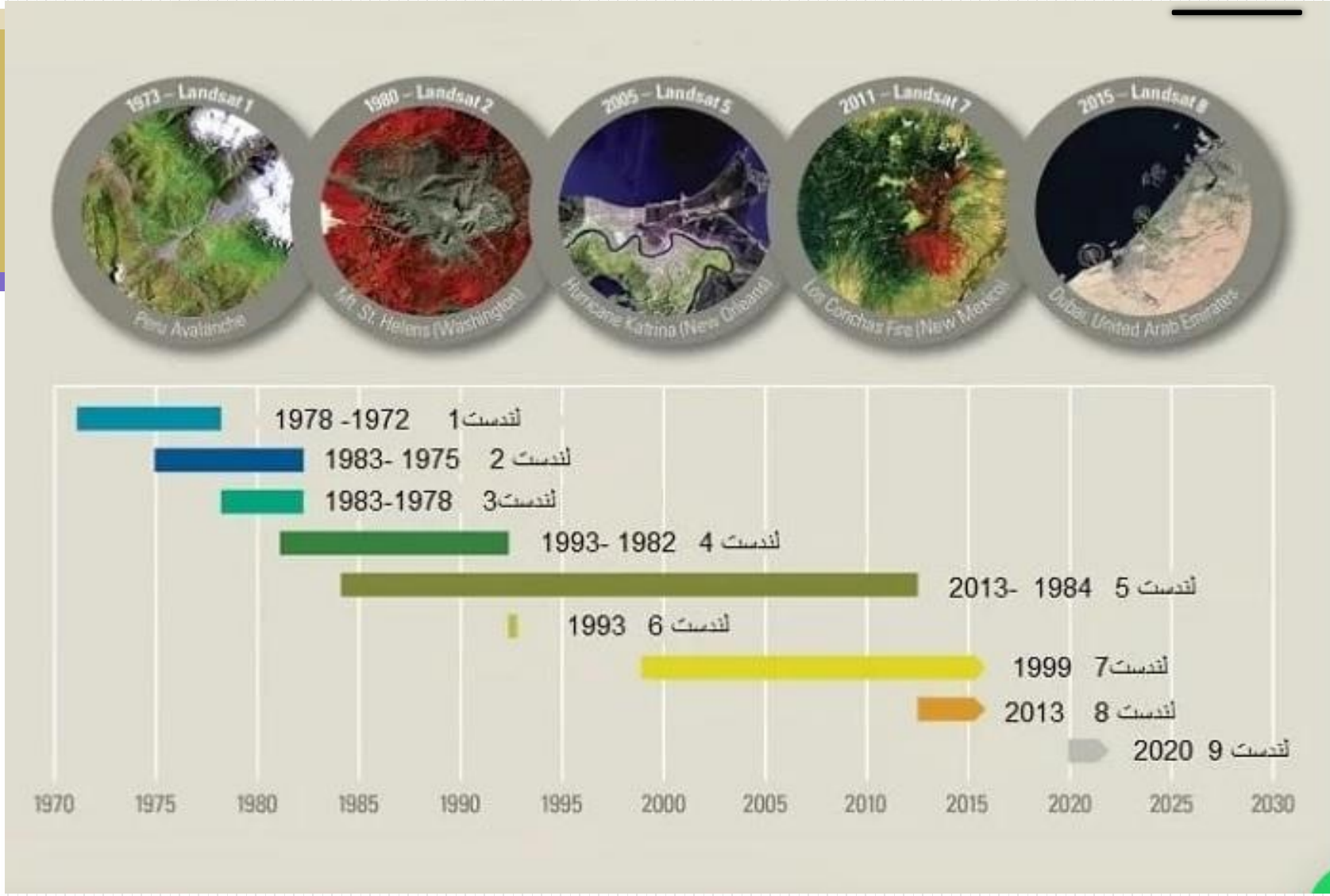
1. لندست ۸ (OLI)

Landsat 8 OLI and TIRS Bands (mm)	Band 1	30 m Coastal/Aeros	0.435 - 0.451
	Band 2	30 m Blue	0.452 - 0.512
	Band 3	30 m Green	0.533 - 0.590
	Band 4	30 m Red	0.636 - 0.673
	Band 5	30 m NIR	0.851 - 0.879
	Band 6	30 m SWIR-1	1.566 - 1.651
	Band 7	30 m SWIR-2	2.107 - 2.294
	Band 8	15 m Pan	0.503 - 0.676
	Band 9	30 m Cirrus	1.363 - 1.384
	Band 10	100 m TIR-1	10.60 - 11.19
	Band 11	100 m TIR-2	11.50 - 12.51

Landsat 7 ETM+ Bands (mm)	Band 1	30 m Blue	0.441 - 0.514
	Band 2	30 m Green	0.519 - 0.601
	Band 3	30 m Red	0.631 - 0.692
	Band 4	30 m NIR	0.772 - 0.898
	Band 5	30 m SWIR-1	1.547 - 1.749
	Band 6	60 m TIR-1	10.31 - 12.36
	Band 7	30 m SWIR-2	2.064 - 2.345
	Band 8	15 m Pan	0.515 - 0.896
Landsat 8 OLI and TIRS Bands (mm)	Band 1	30 m Coastal/Aeros	0.435 - 0.451
	Band 2	30 m Blue	0.452 - 0.512
	Band 3	30 m Green	0.533 - 0.590
	Band 4	30 m Red	0.636 - 0.673
	Band 5	30 m NIR	0.851 - 0.879
	Band 6	30 m SWIR-1	1.566 - 1.651
	Band 7	30 m SWIR-2	2.107 - 2.294
	Band 8	15 m Pan	0.503 - 0.676
	Band 9	30 m Cirrus	1.363 - 1.384
	Band 10	100 m TIR-1	10.60 - 11.19
	Band 11	100 m TIR-2	11.50 - 12.51

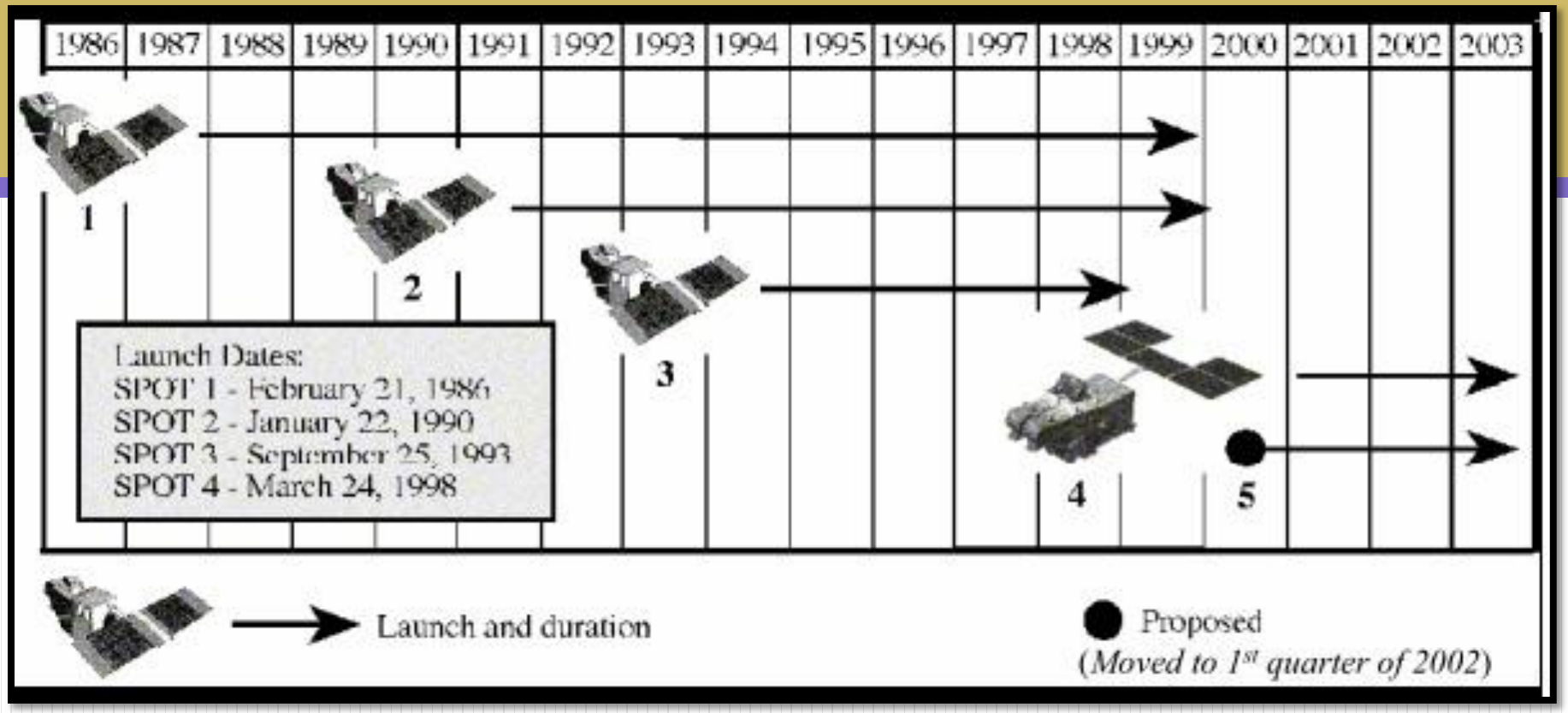
چند سنجنده و ماهواره مهم

1. لندست



چند سنجنده و ماهواره مهم

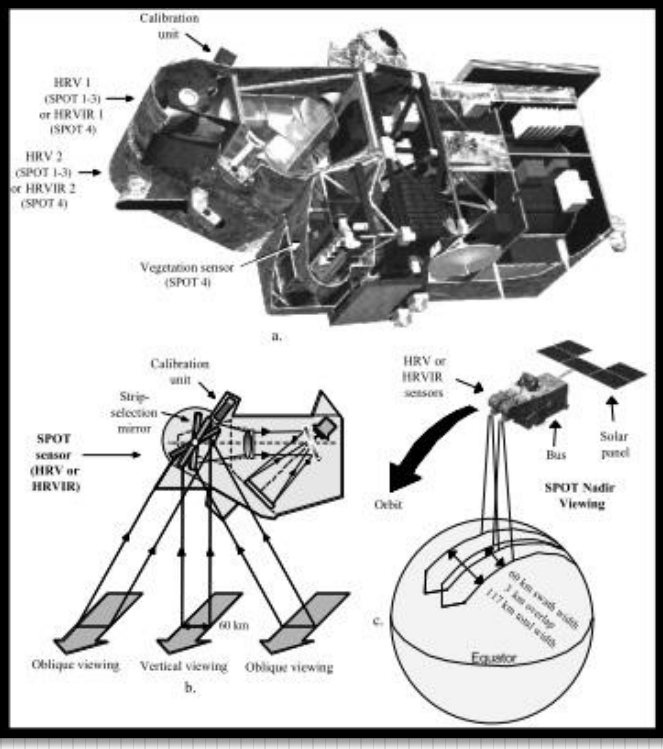
2. اسپات (SPOT - System Pourl ' Observation de La Terre)



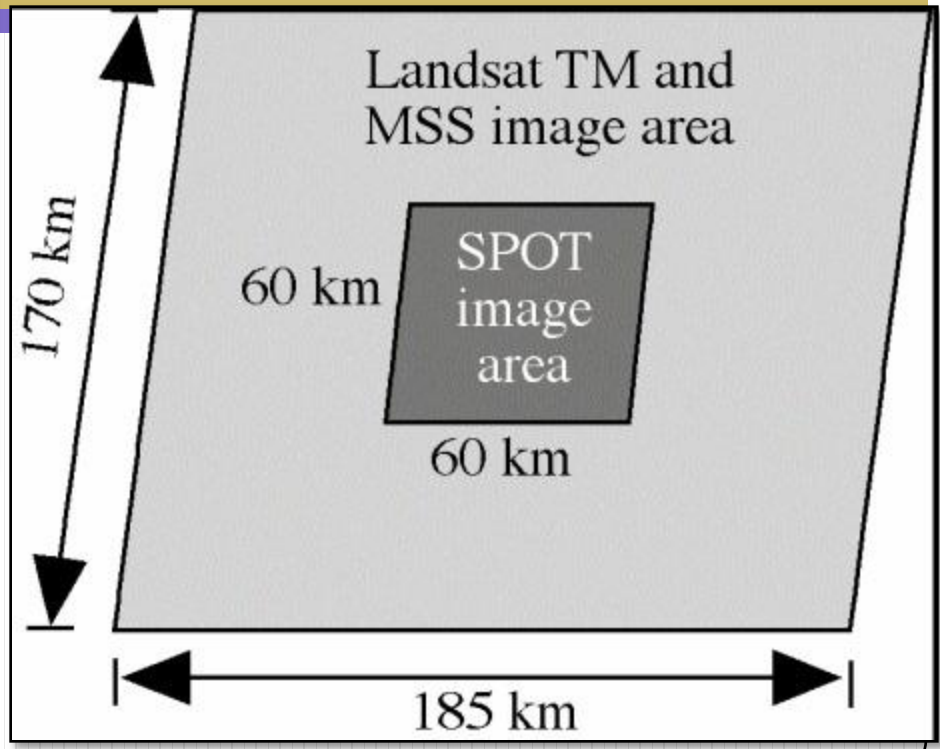
چند سنجنده و ماهواره مهم

2. اسپات (SPOT - System Pourl ' Observation de La Terre)

SPOT system configuration

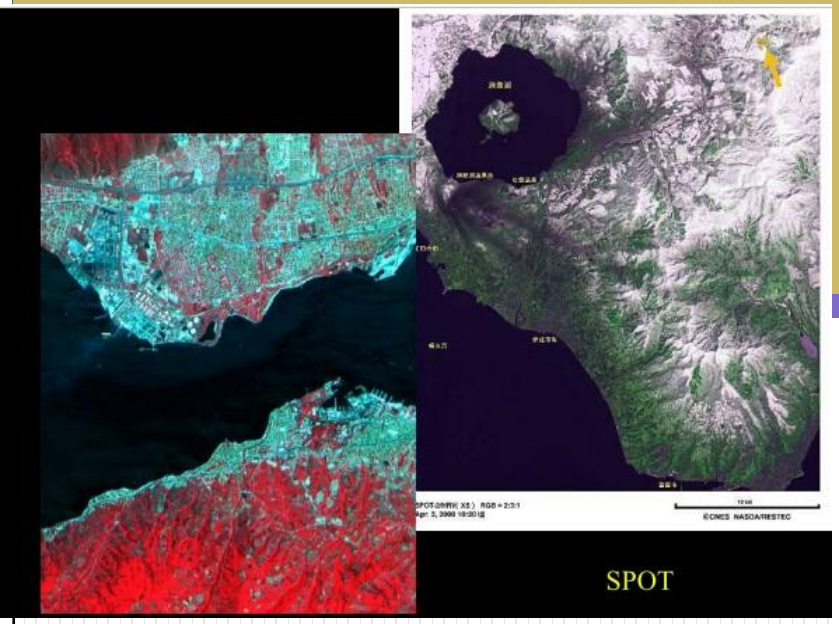


Jensen (2000)

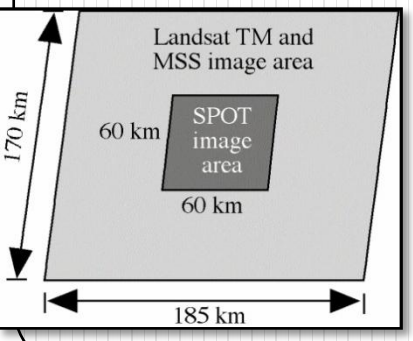


چند سنجنده و ماهواره مهم

2. اسپات (SPOT - System Pourl ‘ Observation de La Terre)



- سنجنده HRV (High Resolution Visible)
  - اولین بار روی ماهواره SPOT در سال ۱۹۸۶
  - فناوری Pushbroom
  - ابعاد پیکسل ۲۰ * ۲۰ متر بروی زمین
  - سنجنده پانکروماتیک با ابعاد ۱۰ * ۱۰ متر
  - با تصاویر ۶۰ * ۶۰ کیلومتر
  - قدرت تفکیک مکانی بالا و مایل : در نتیجه مفید برای تولید DEM
  - توانایی نشانه روی تا ۲۷ درجه : افزایش قدرت تفکیک زمانی
  - SPOT4 با اضافه کردن یک باند در بخش مادون قرمز کوتاه تغییر نام به HRVIR
  - SPOT5 با قدرت تفکیک مکانی بهتر به نام HRG



چند سنجنده و ماهواره مهم

2. اسپات (SPOT - System Pourl ' Observation de La Terre)

مشخصات سنجنده های ماهواره SPOT

satellite	instrument	band name	wavelength range	sampling distance(1)	CCD per line
SPOT123	HRV1 or HRV2	XS1	0.50-0.59 µm	20 m	3000
		XS2	0.61-0.68 µm	20 m	3000
		XS3	0.78-0.89 µm	20 m	3000
		PAN	0.50-0.73 µm	10 m	6000
SPOT4	HRVIR1 or HRVIR2	XS1	0.50-0.59 µm	20 m	3000
		XS2	0.61-0.68 µm	20 m	3000
		XS3	0.78-0.89 µm	20 m	3000
		SWIR	1.58-1.75 µm	20 m	3000
		M	0.61-0.68 µm	10 m	6000
SPOT5	HRG1 or HRG2	XS1	0.495-0.605 µm	10 m	6000
		XS2	0.617-0.687 µm	10 m	6000
		XS3	0.780-0.893 µm	10 m	6000
		SWIR	1.545-1.750 µm	20 m	3000
		HMA	0.475-0.710 µm	5 m	12000
		HMB	0.475-0.710 µm	5 m	12000
	HRS	HRS1 *(fore view)*	0.49-0.69 µm	10 m x 5 m	12000
		HRS2 *(aft view)*	0.49-0.69 µm	10 m x 5 m	12000

(1) Ground sampling distance at vertical viewing.

چند سنجنده و ماهواره مهم

2. اسپات (SPOT - System Pourl ' Observation de La Terre)

Satellite	Launch Year	No. of MS bands [nominal resolution]	Panchromatic resolution (nominal)	Altitude (km)	Revisit time (days)
SPOT 1	1986	3 [20 m]	1 [10 m]	832	2-3
SPOT 2	1990	3 [20 m]	1 [10 m]	832	2-3
SPOT 3	1993	3 [20 m]	1 [10 m]	832	2-3
SPOT 4	1998	4 [20 m]	1 [10 m]	832	2-3
SPOT 5	2002	4 [10 m]	1 [2.5-5 m]	822	2-3
SPOT 6	2012	4 [6 m]	1 [1.5 m]	694	1
SPOT 7	2014	4 [6 m]	1 [1.5 m]	694	1

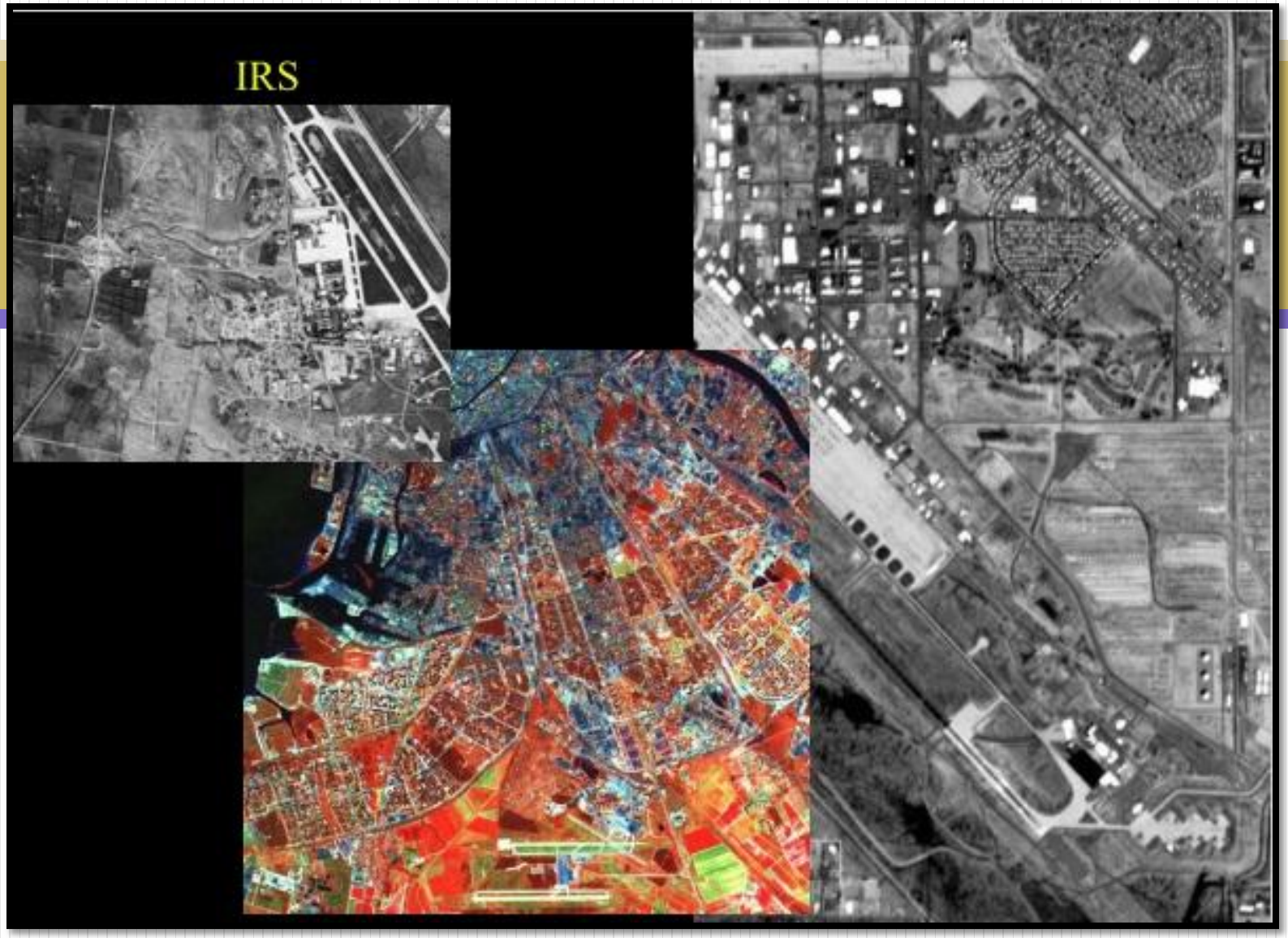
چند سنجنده و ماهواره مهم

چند سنجنده و ماهواره مهم

High Resolution Satellites

Satellite	Launch Year	No. of MS bands [nominal resolution]	Panchromatic resolution (nominal) (m)	Altitude (km)	Orbit type	Revisit time (days)
IKONOS	1999	4 [3.20 m]	0.82	681	Sun-synchronous	3
Quickbird	2001	4 [2.62 m]	0.65	450	Sun-synchronous	1-3.5
GeoEye 1	2008	4 [1.84 m]	0.46	770	Sun-synchronous	3
WorldView - 1	2007	-	0.46	490	Sun-synchronous	1.7
WorldView - 2	2009	8 [1.84 m]	0.46	770	Sun-synchronous	1.1
WorldView - 3	2014	8 [1.24 m] (8 SWIR [3.70m]	0.31	617	Sun-synchronous	1

چند سنجنده و ماهواره مهم



چند سنجنده و ماهواره مهم

Aster Bands				Landsat Bands				Sentinel-2 Bands		
Band	Spectrum Covered	Wave-lengths (µm)	Resolu-tion (m)	Bands	Spectrum Covered	Wave-lengths (µm)	Resol-ution (m)	Bands	Spectrum Covered	Central Wavelength (µm)	Resol-ution (m)
1	VNIR	0.520- 0.600	15	1	Ultra-Blue	0.433–0.453	30	1	Coastal aerosol	0.443	60
2	VNIR	0.630- 0.690	15	2	Blue	0.450–0.515	30	2	Blue	0.490	10
3N	VNIR	0.760- 0.860	15	3	Green	0.525–0.600	30	3	Green	0.560	10
3	VNIR	0.760- 0.860	15	4	Red	0.630–0.680	30	4	red	0.665	10
4	SWIR	1.600- 1.700	30	5	NIR	0.845–0.885	30	5	Vegetation Red Edge	0.705	20
5	SWIR	2.145-2.185	30	6	SWIR	1.560–1.660	30	6	Vegetation Red Edge	0.740	20
6	SWIR	2.185- 2.225	30	7	SWIR	2.100–2.300	30	7	Vegetation Red Edge	0.783	20
7	SWIR	2.235- 2.285	30	8	Pan	0.500–0.680	15	8	NIR	0.842	10
8	SWIR	2.295- 2.365	30	9	Cirrus	1.360–1.390	30	8A	Vegetation Red Edge	0.865	20
9	SWIR	2.360- 2.430	30	10	TIR	10.60-11.20	100	9	Water Vapor	0.945	60
10	TIR	8.125- 8.475	90	11	TIR	11.50-12.50	100	10	SWIR- Cirrus	1.375	60
11	TIR	8.475- 8.825	90					11	SWIR	1.610	20
12	TIR	8.925- 9.275	90					12	SWIR	2.190	20
13	TIR	10.25-10.95	90								
14	TIR	10.95–11.65	90								

Satellites (Year)	Sensor	Spectral Bands (µm)	Spatial Res. (m)	Swath (km)	Radiometric Res. (Bits)	Repeat Cycle (days)
IRS-1A/1B (1988, 1991)	LISS I	0.45-0.52 (B) 0.52-0.59 (G) 0.62-0.68 (R) 0.77-0.86 (NIR)	72.5	148	7	22
	LISS-II	Same as LISS-I	36.25	74	7	22
IRS-P2 (1994)	LISS-II	Same as LISS-I	36.25	74	7	24
IRS-1C/1D (1995, 1997)	LISS-III	0.52-0.59 (G), 0.62-0.68 (R) 0.77-0.86 (NIR) 1.55- 1.70 (SWIR)	23.5 70.5 (SWIR)	141 148	7	24
	WiFS	0.62-0.68 (R) 0.77-0.86 (NIR)	188	810	7	24 (5)
	PAN	0.50-0.75	5.8	70	6	24 (5)
IRS-P3 (1996)	MOS-A	0.755-0.768(4 bands)	1570x1400	195	16	24
	MOS-B	0.408-1.010(13 bands)	520x520	200	16	24
	MOS-C	1.6 (1 band)	520x640	192	16	24
	WiFS	0.62-0.68 (R) 0.77-0.86 (NIR) 1.55- 1.70 (SWIR)	188	810	7	5
IRS-P4 (1999)	OCM	0.402-0.885 (8 bands)	360x236	1420	12	2
	MSMR	6.6,10.65,18,21 GHz (V & H)	150,75,50 & 50 km respectively	1360	-	2
IRS-P6 (2003)	LISS-IV	0.52-0.59 (G) 0.62-0.68 (R) 0.77-0.86 (NIR)	5.8	70	10 (7)	24 (5)
	LISS-III	0.52-0.59 (G), 0.62-0.68 (R) 0.77-0.86 (NIR) 1.55- 1.70 (SWIR)	23.5	141	7	24
	AWiFS	0.52-0.59 (G), 0.62-0.68 (R) 0.77-0.86 (NIR) 1.55- 1.70 (SWIR)	56	737	10	24(5)
IRS-P5 (Cartosat-1) 2005	PAN (Fore ($+26^0$)& Aft (-5^0)	0.50-0.85	2.5	30	10	5
Cartosat-2 (2007)	PAN	0.50-0.85	0.8	9.6	10	5

چند سنجنده و ماهواره مهم

چند سنجنده و ماهواره مهم

چند سنجنده راداری

سنجنده	طول موج مورد استفاده	طول عمر
Seasat	طول موج L (۲۴.۶ سانتی متر)	۱۹۷۸
ERS-۱	طول موج C (۵.۶ سانتی متر)	۲۰۰۱-۱۹۹۱
ERS-۲	طول موج C (۵.۶ سانتی متر)	۲۰۱۱-۱۹۹۵
Envisat	طول موج C (۵.۶ سانتی متر)	۲۰۱۲-۲۰۰۲
Alos-۱ PALSAR	طول موج L (۲۴.۶ سانتی متر)	۲۰۱۱-۲۰۰۶
Radarsat-۱	طول موج C (۵.۶ سانتی متر)	۲۰۱۳-۱۹۹۵

پایان
تشکر از حضور و توجه شما