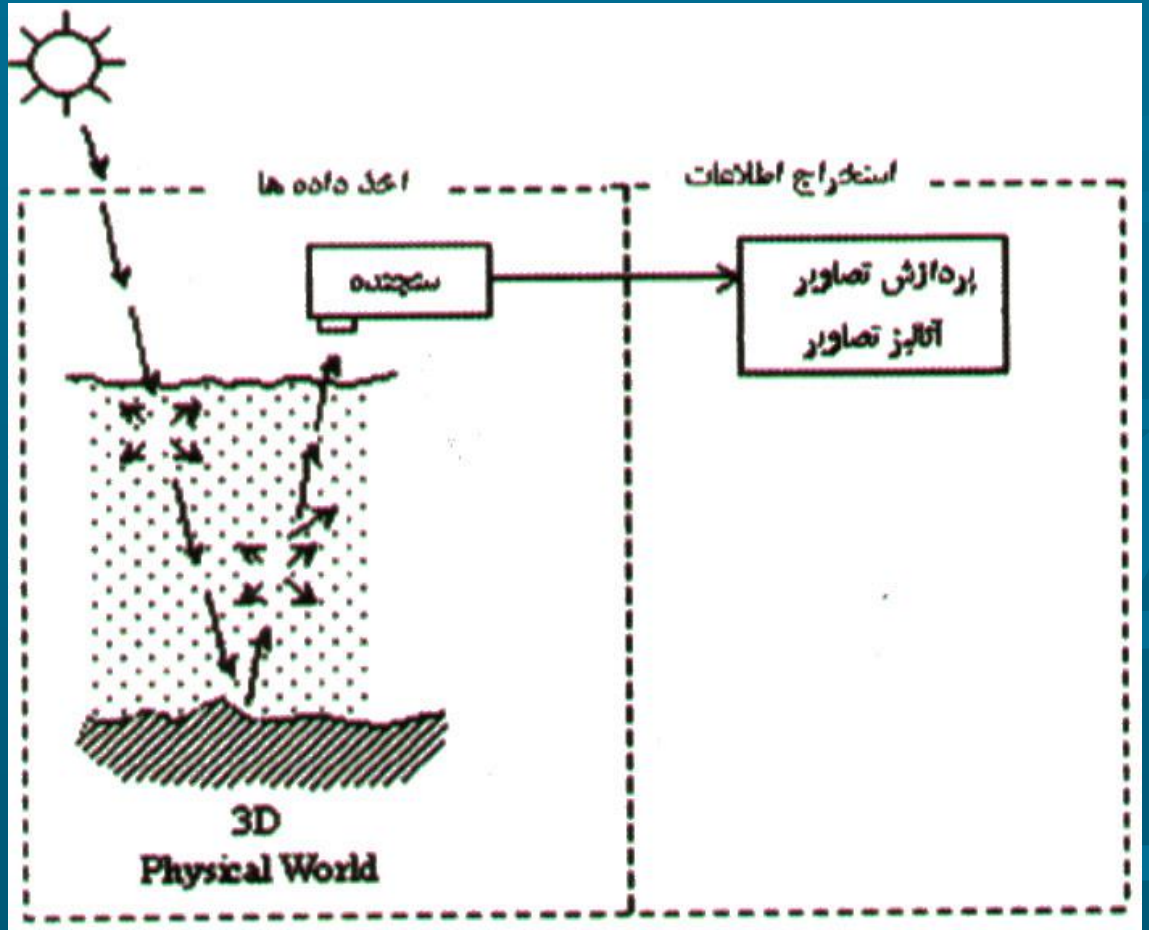
Remote Sensing: سنجش از دور :



یک سیستم سنجش از دور

امواج الکترو مغناطیس:

انرژی تابشی که از خورشید به صورت امواج و با سرعت ثابت 300000 کیلومتر در ثانیه انتشار می یابد، امواج الکترومغناطیسی نامیده می شوند و دسته ای از این اشعه که قابل رویت است نور نامیده می شود.

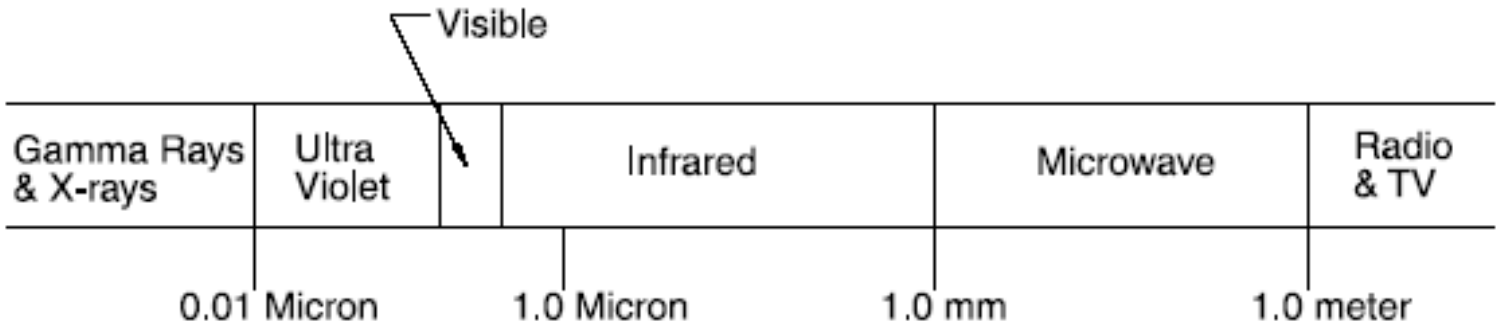


Figure 2.3 Components of the electromagnetic spectrum.

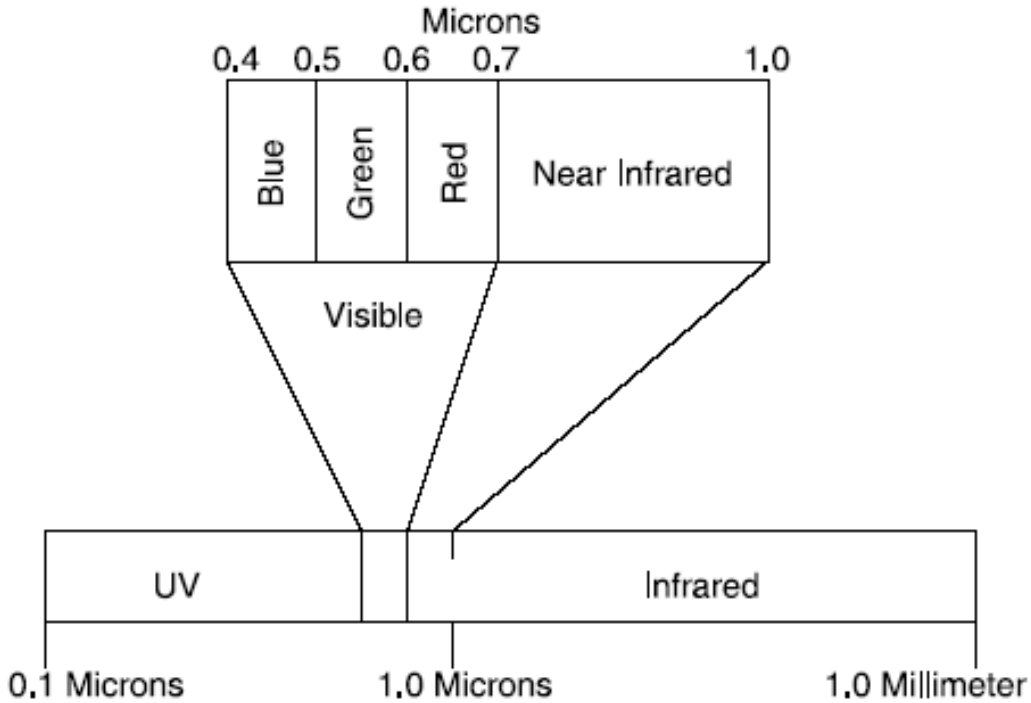
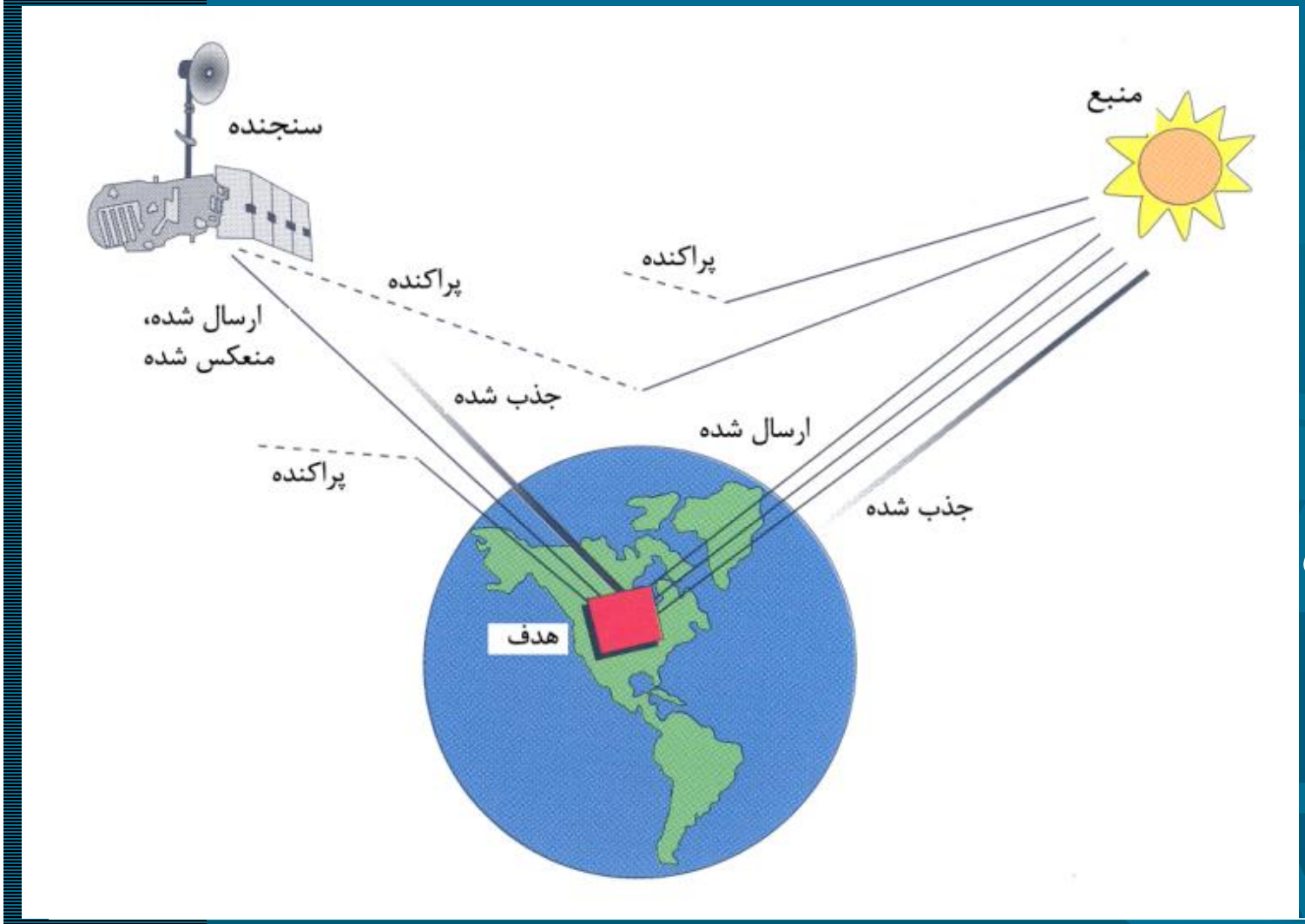


Figure 2.4 Basic components of visible light and their relationship with shorter and longer wavelengths.

انرژی الکترومغناطیس و جوّ

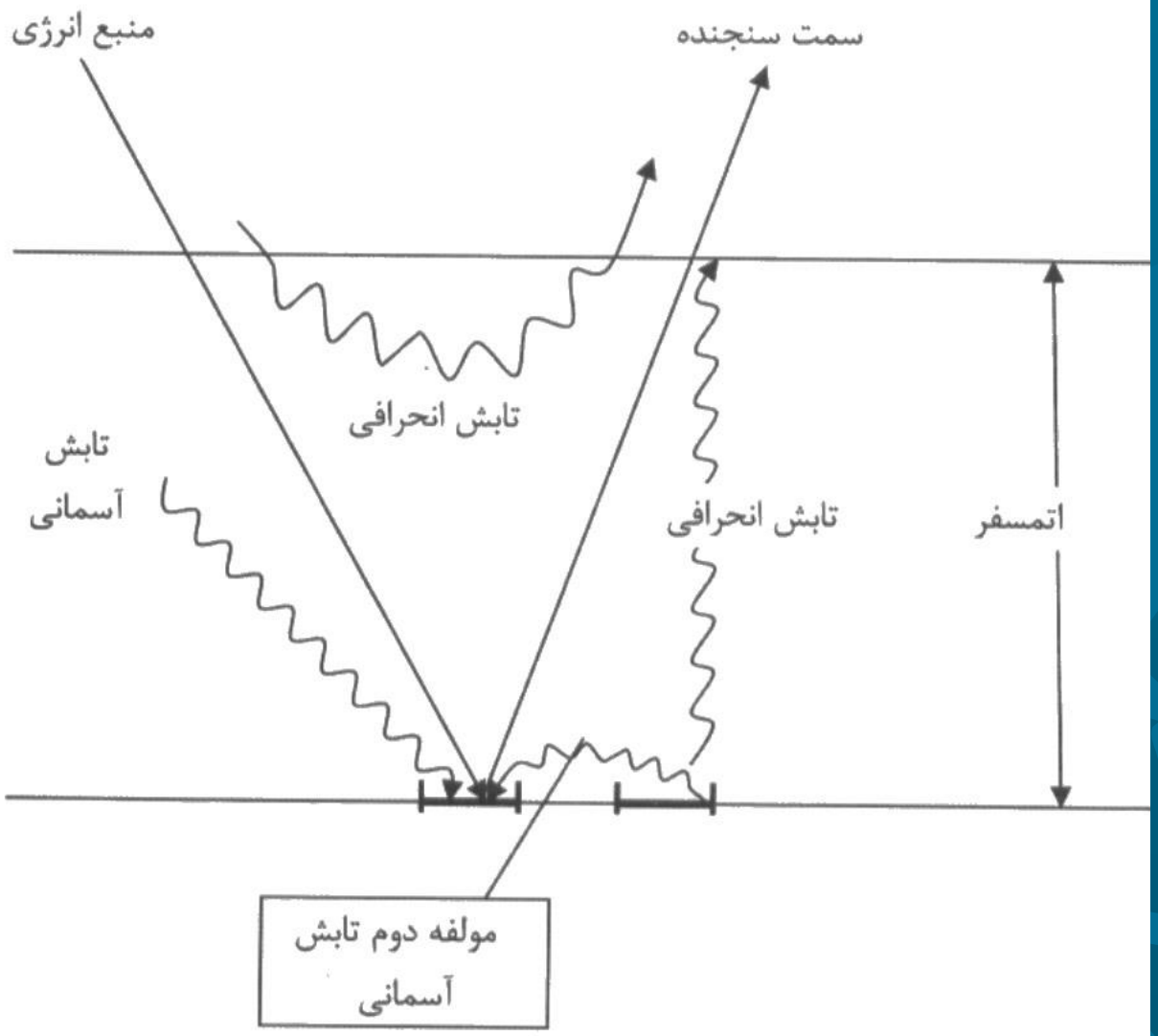


پخش جوی

جذب جوی

روزنه های جوی

اثرات اتمسفر بر روی تصاویر:



اثر اتمسفر بر مقدار انرژی ثبت شده (Richards, ۱۹۹۵)

-پخش اتمسفری: Atmospheric Scattering

- جذب : Atmospheric Absorption

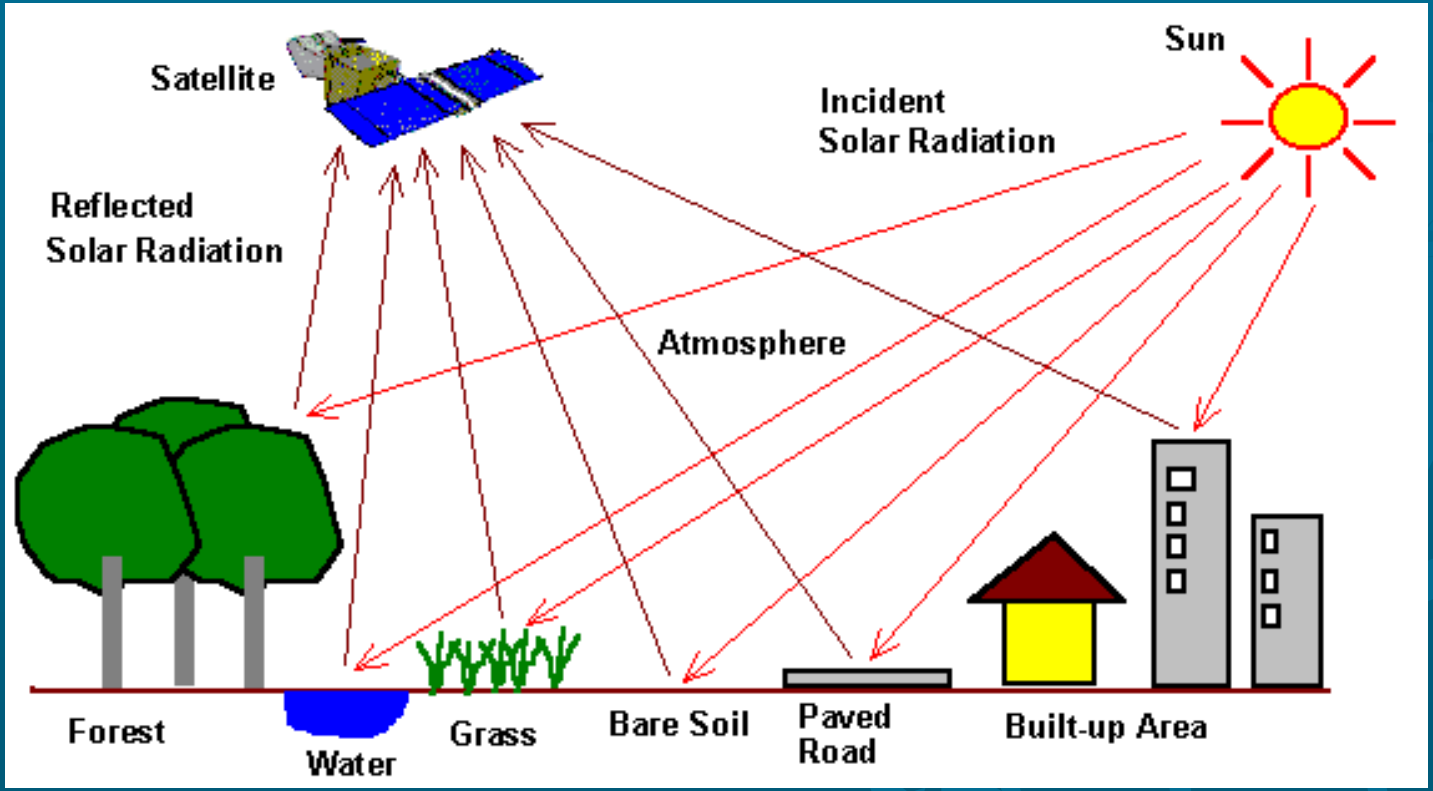
- Atmospheric windows : محدوده های از طیف الکترو مغناطیسی که تحت تاثیر جو واقع نمی شوند یا به میزان کمی تحت تاثیر قرار می گیرند و به میزان قابل ملاحظه ای علور کرده و به زمین می رسند، روزنه های جوی گفته می شوند.

سنجنده: Sensor

هر وسیله ای که اشعه الکترمغناطیس منتشر شده ازپدیده های مختلف یا سایر انرژی های ساطع شده (مادون قرمز حرارتی) را جمع آوری کند و به شکل مناسب برای کسب اطلاعات از محیط ارائه دهد سنجنده نامیده می شود.

سنجنده فعال: Active S

سنجنده غیر فعال: Passive S.


Satellite
Sun
Incident
Solar Radiation
Reflected
Solar Radiation
Atmosphere
Forest
Water
Grass
Bare Soil
Paved
Road
Built-up Area

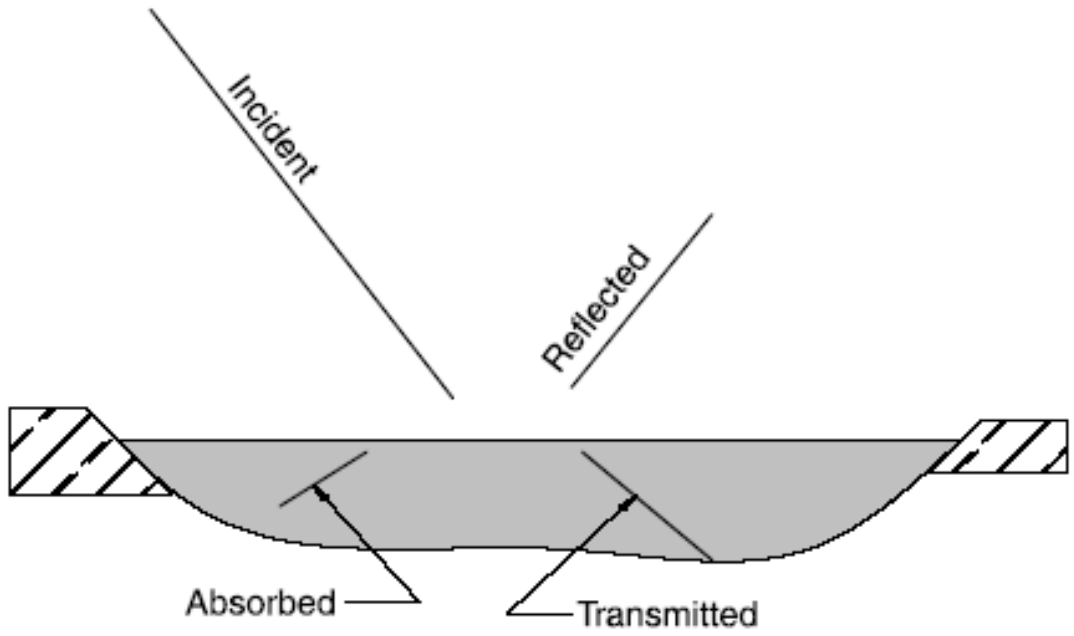
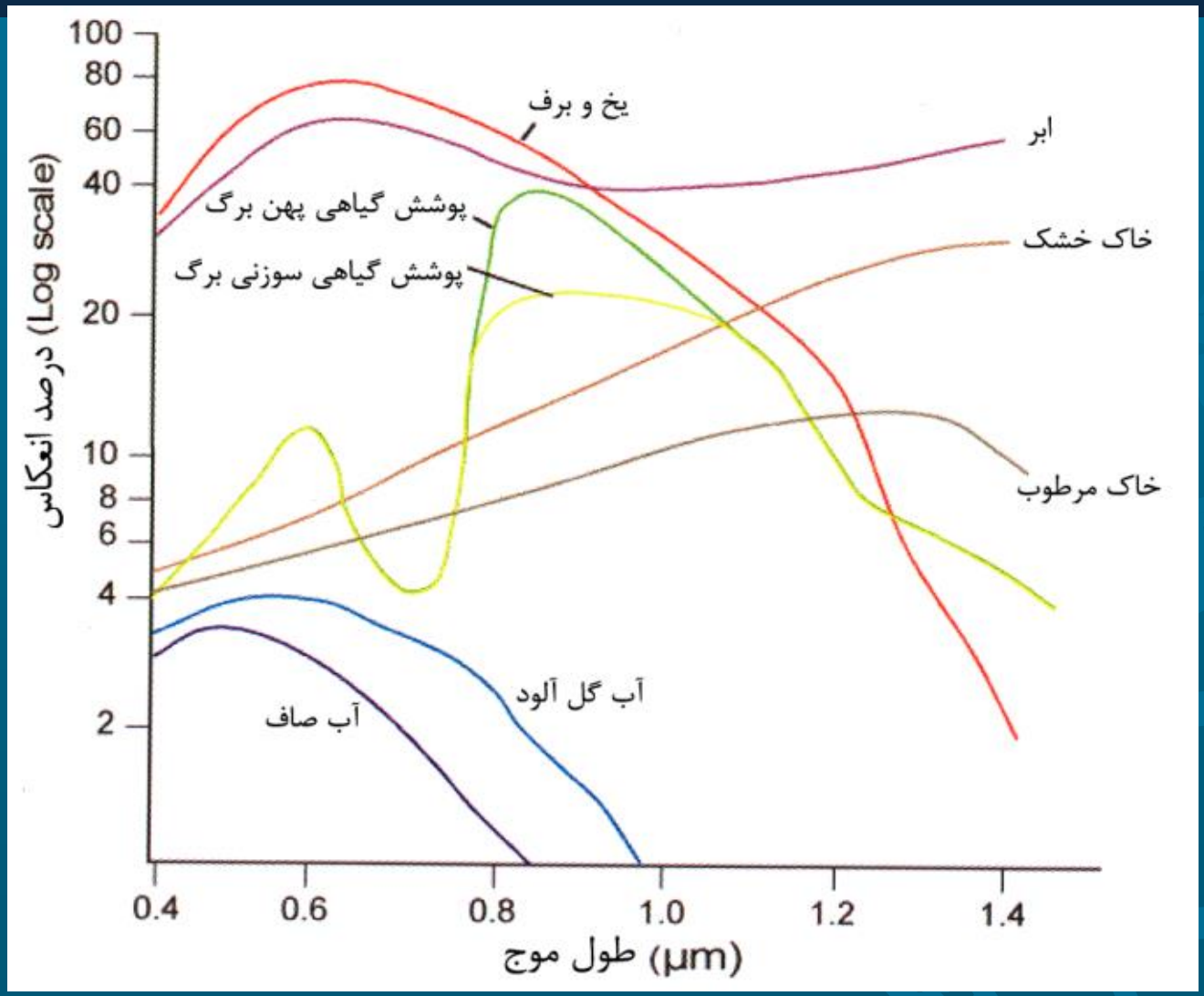
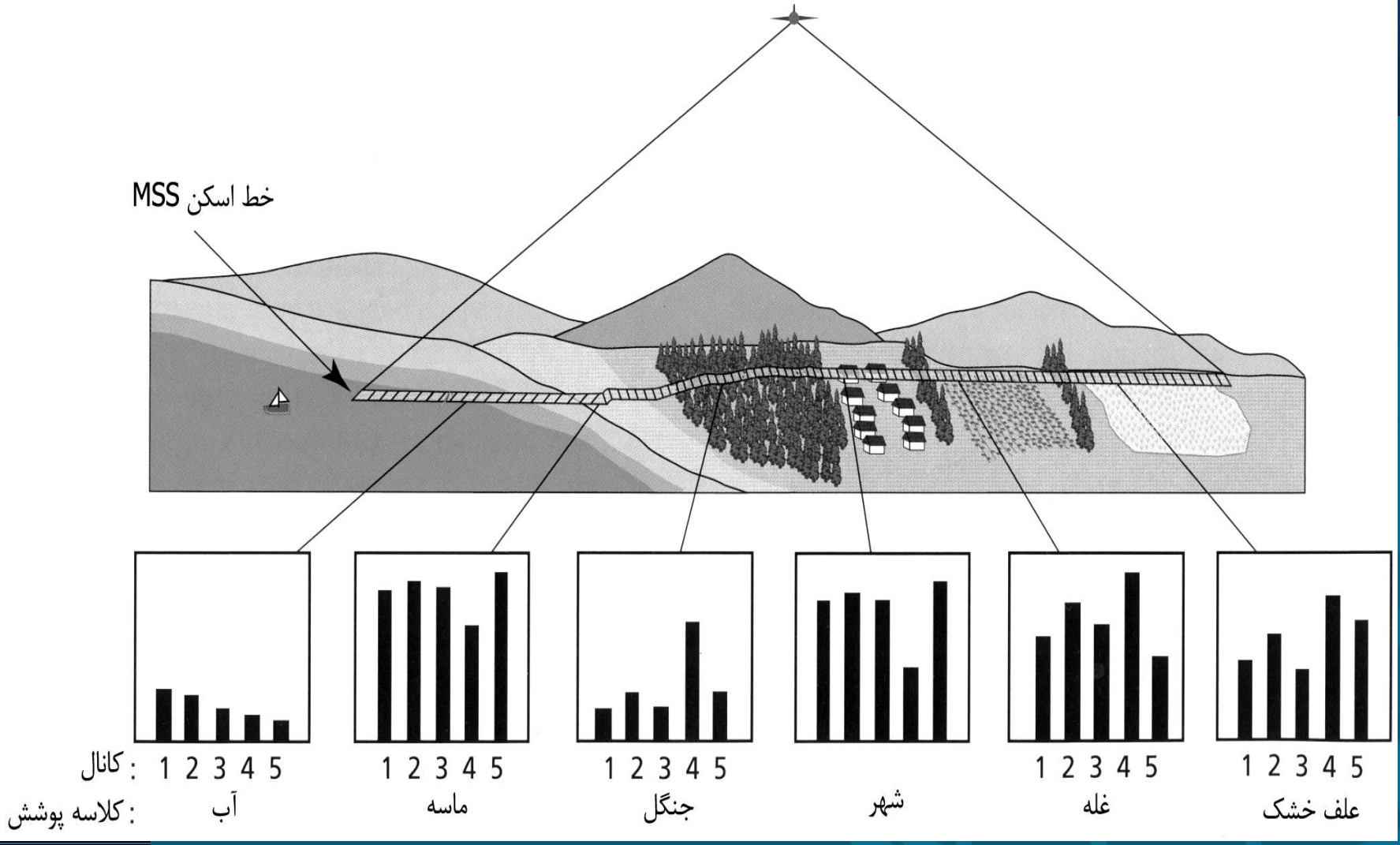


Figure 2.2 Distribution of solar energy.

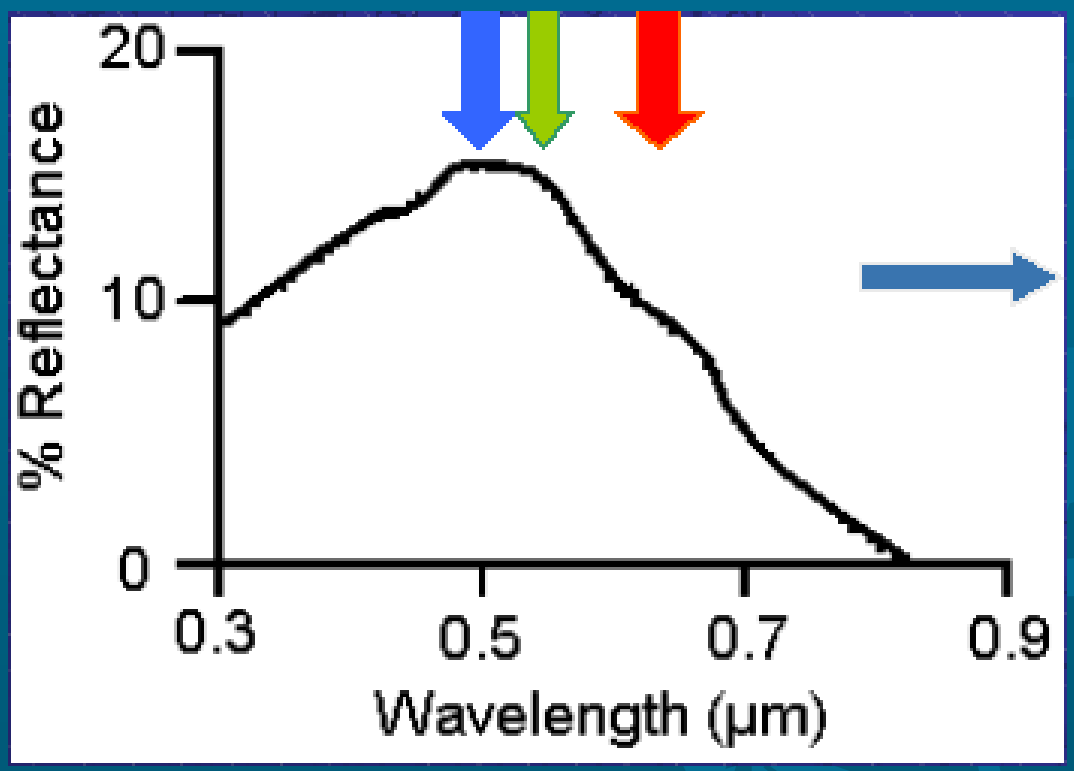
ویژگی‌های طیفی پدیده‌ها

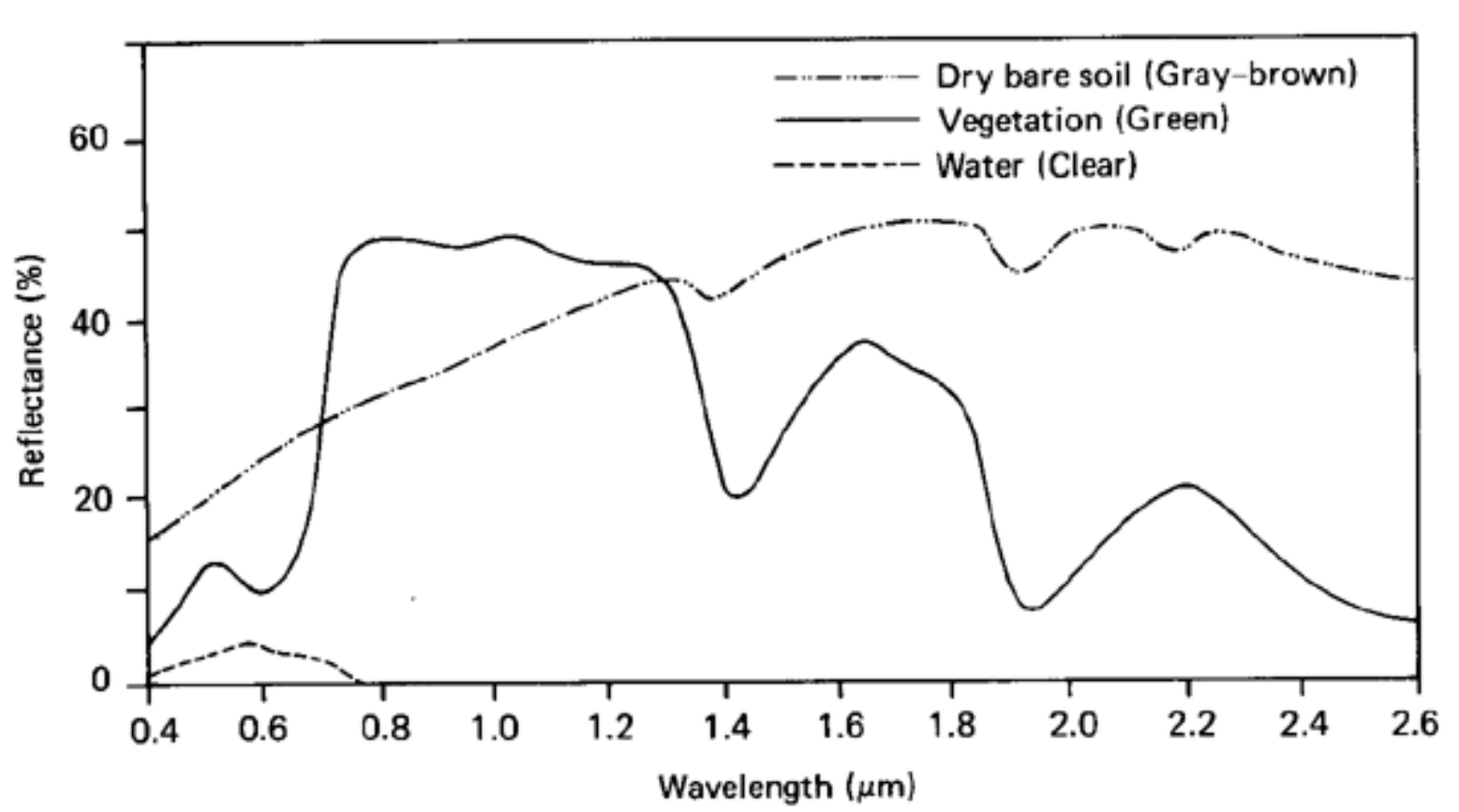


منحنی های بازتاب طیفی نمونه هایی از خاک، آب و دو نوع گیاه



طبقه‌بندی بر اساس بازتاب طیفی. ارزش‌های بازتاب طیفی در ۵ باند برای پیکسل‌های انتخابی در طول یک خط اسکن، ۱: باند آبی، ۲: باند سبز، ۳: باند قرمز، ۴: باند مادون قرمز نزدیک، ۵: باند مادون قرمز حرارتی.


20
10
0
% Reflectance
0.3
0.5
0.7
0.9
Wavelength (µm)


Dry bare soil (Gray-brown)
Vegetation (Green)
Water (Clear)
Reflectance (%)
60
40
20
0
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
1.6
1.8
2.0
2.2
2.4
2.6
Wavelength (μm)

سامانه سنجش:

مجموعه سنجنده و سکو

سامانه‌های سنجنده

دوربین‌های عکس‌برداری

سنجنده‌های الکترونیکی غیرفعال

سنجنده‌های الکترونیکی فعال (رادار، لیدار و سونار)

سکو

هلی کوپتر، هواپیما، ماهواره و بالن

انواع مدار ماهواره:

مدارهای زمین آهنگ (ارتفاع زیاد ۳۶۰۰۰ کیلومتر، به همراه کره زمین می چرخند، ماهواره های هواشناسی)

مدارهای خورشید آهنگ (ارتفاع پرواز: ۹۰۰-۴۰۰ کیلومتر، همیشه در یک زمان محلی ثابت از نصف النهار
مبدا عبور می کنند، ماهواره های منابع زمینی)

تقسیم بندی سنجنده

-از لحاظ ارتفاع سکو: هوابرد - فضابرد

-از لحاظ منبع انرژی: فعال- غیرفعال

-از لحاظ ماهیت بازدهی اطلاعات:

تقسیم بندی سنجنده از لحاظ ماهیت بازدهی اطلاعات:

سنجنده های تصویری

-فتواپتیکی

-الکترونیکی

سنجنده های غیر تصویری

سیستم های عکس برداری (فتواپتیکی)

-سیستم سیاه و سفید معمولی

سیستم رنگی معمولی

سیستم سیاه و سفید مادون قرمز

سیستم رنگی مادون قرمز

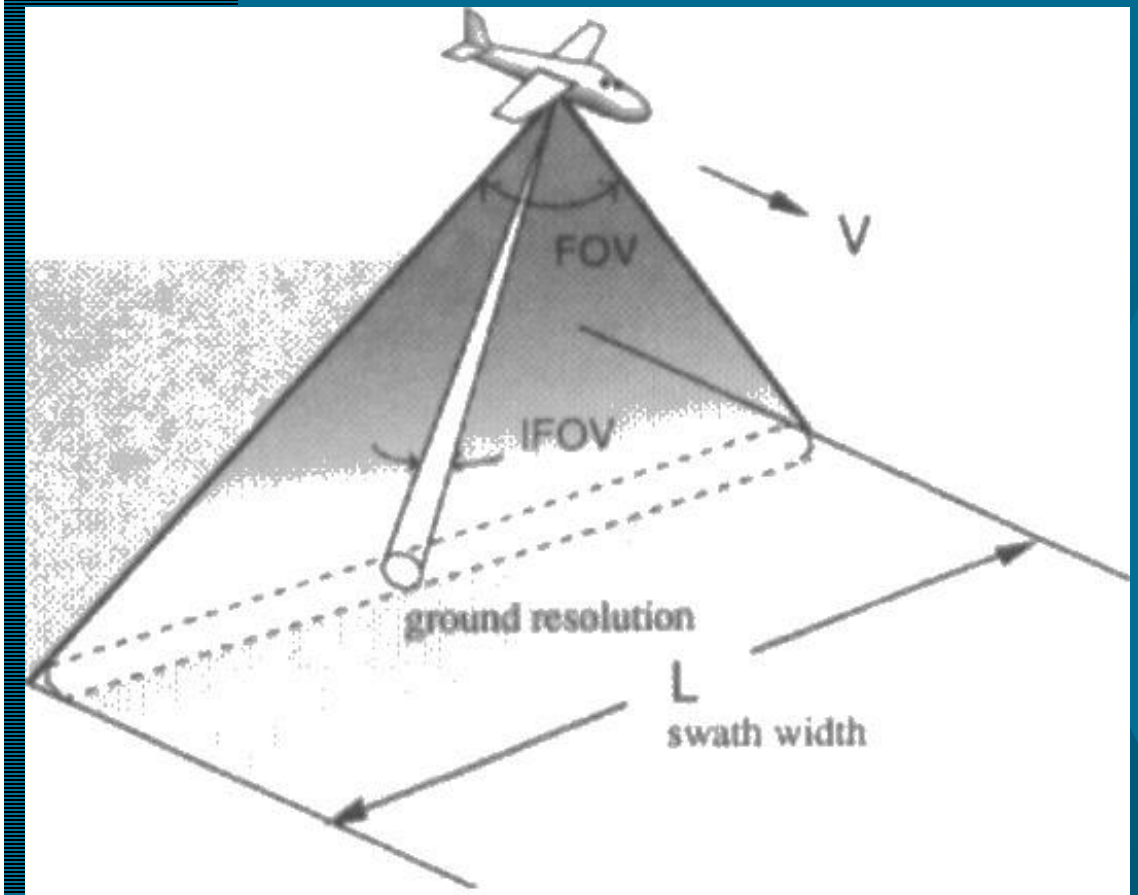
سیستم های الکترواپتیکال

خصوصیات سنجنده ها

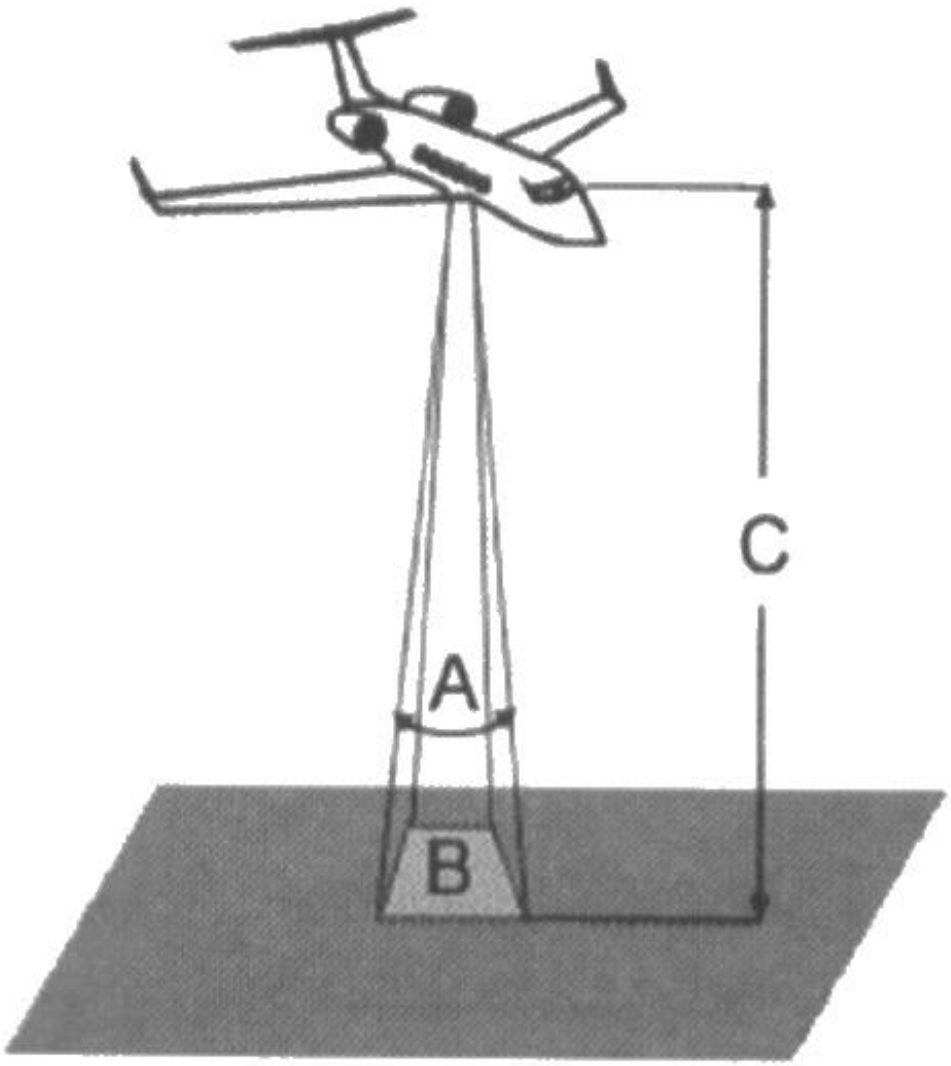
- قدرت تفکیک (مکانی، طیفی، رادیومتریکی، زمانی)

- میدان دید

*عرض برداشت
(Swath width)



میدان دید (FOV) و میدان دید لحظه ای سنجنده



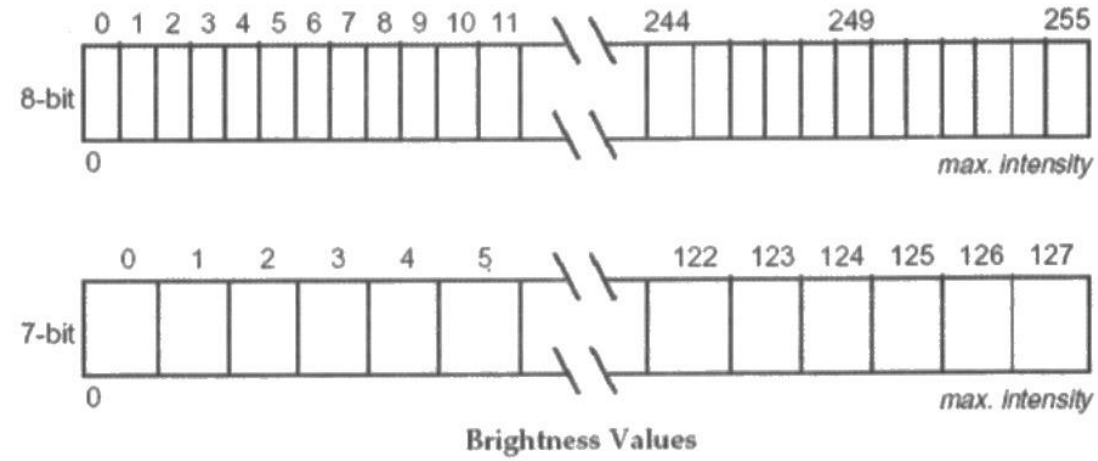
میدان دید لحظه ای (IFOV) سنجنده

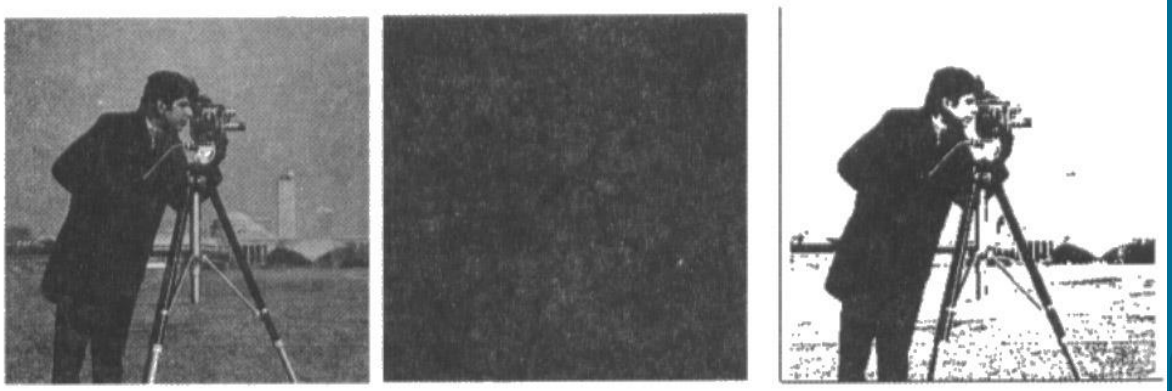
قدرت تفکیک مکانی (Spatial Resolution)
(Ground Resolution Element)

قدرت تفکیک طیفی (Spectral Resolution)

(دامنه طیفی، عرض طیفی باند)

قدرت تفکیک رادیومتریکی (Radiometric Resolution)





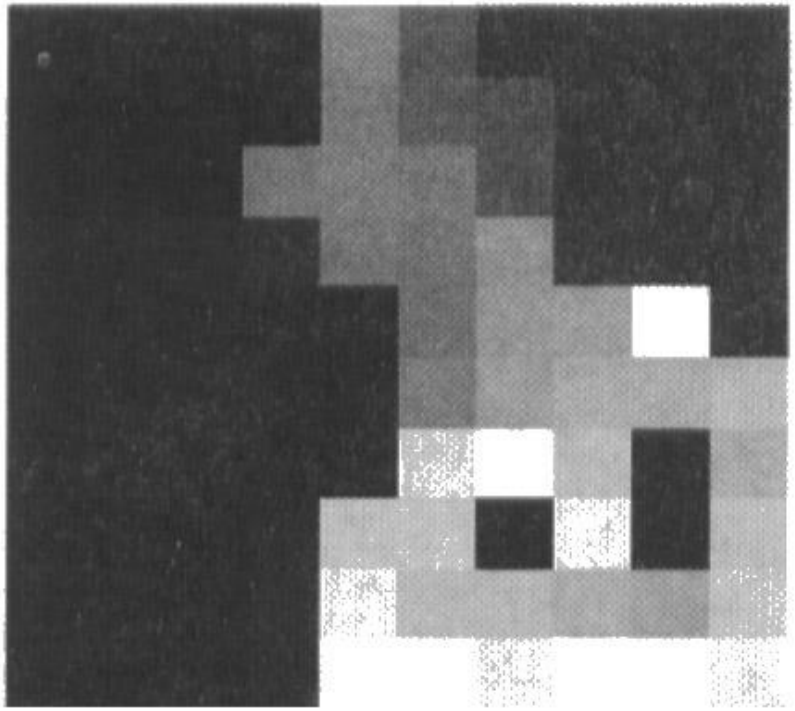
۸ bit ۴ bit ۱ bit

سه تصویر با قدرت‌های تفکیک رادیومتریکی متفاوت

قدرت تفکیک زمانی (Temporal Resolution)

ارزش رقومی (Digital Number) (DN)

$$\begin{pmatrix} 12 & 14 & 16 & 15 & 164 & 120 & 70 & 80 & 69 & 70 \\ 15 & 14 & 10 & 15 & 160 & 130 & 120 & 84 & 84 & 72 \\ 13 & 18 & 19 & 160 & 163 & 155 & 120 & 79 & 82 & 75 \\ 55 & 52 & 60 & 68 & 154 & 150 & 180 & 90 & 83 & 80 \\ 42 & 46 & 45 & 31 & 30 & 150 & 182 & 190 & 250 & 60 \\ 33 & 44 & 46 & 33 & 27 & 160 & 188 & 200 & 200 & 210 \\ 30 & 42 & 42 & 25 & 24 & 230 & 250 & 213 & 30 & 200 \\ 12 & 5 & 8 & 9 & 220 & 220 & 265 & 233 & 33 & 216 \\ 13 & 18 & 4 & 11 & 231 & 210 & 210 & 200 & 190 & 220 \\ 10 & 5 & 3 & 2 & 250 & 240 & 230 & 255 & 240 & 230 \end{pmatrix}$$



یک باند تصویر به صورت خام (ماتریسی) و نمایش آن

انواع سنجنده ها از لحاظ طیفی

۱- سنجنده های تک باندی (Panchoromatic)

۲- سنجنده های چند باندی (Multispectral)

۳- سنجنده های فرا طیفی (Hyperspectral)

۴- سنجنده های فوق طیفی (Superspectral) یا ابرطیفی (Ultra Spectral)

چند سنجنده و ماهواره مهم

ماهواره Landsat (ERTS1)

- سنجنده MSS (Multispectral Scanner) 1972
- سنجنده TM (Thematic Mapper) 1984
- سنجنده ETM+ (Enhanced Thematic Mapper) 1999
- سنجنده OLI و TIRS 2013

مشخصات باندهای ETM+ و TM

Band	TM	ETM+
۱	.٤٥-.٥٢ µm blue	.٤٥-.٥٢ µm blue
۲	.٥٢-.٦ µm green	.٥٣-.٦١ µm green
۳	.٦٣-.٦٩ µm red	.٦٣-.٦٩ µm red
٤	.٧٦-.٩ µm NIR	.٧٥-.٩ µm NIR
٥	١,٥٥-١,٧٥ µm SWIR	١,٥٥-١,٧٥ µm SWIR
٦	١٠,٤-١٢,٥ µm TIR	١٠,٤-١٢,٥ µm TIR
۷	٢,٠٨-٢,٣٥ µm SWIR	٢,١-٢,٣٥ µm SWIR
۸		.٥٢-.٩ µm panchromatic

OLI (LDCM)			ETM+ (Landsat-7)		
Band Nr	Wavelength (µm)	GSD (m)	Band No.	Wavelength (µm)	GSD (m)
8 (PAN)	0.500 - 0.680	15	8 (PAN)	0.52 - 0.90	15
1	0.433 - 0.453	30			
2	0.450 - 0.515	30	1	0.45 - 0.52	30
3	0.525 - 0.600	30	2	0.53 - 0.61	30
4	0.630 - 0.680	30	3	0.63 - 0.69	30
			4	0.78 - 0.90	30
5	0.845 - 0.885	30			
9	1.360 - 1.390	30			
6	1.560 - 1.660	30	5	1.55 - 1.75	30
7	2.100 - 2.300	30	7	2.09 - 2.35	30
OLI does not include thermal imaging capabilities			6 (TIR)	10.40 - 12.50	60

Landsat 7			Landsat 8		
Band Name	Bandwidth (µm)	Resolution (m)	Band Name	Bandwidth (µm)	Resolution (m)
			Band 1 Coastal	0.43 – 0.45	30
Band 1 Blue	0.45 – 0.52	30	Band 2 Blue	0.45 – 0.51	30
Band 2 Green	0.52 – 0.60	30	Band 3 Green	0.53 – 0.59	30
Band 3 Red	0.63 – 0.69	30	Band 4 Red	0.64 – 0.67	30
Band 4 NIR	0.77 – 0.90	30	Band 5 NIR	0.85 – 0.88	30
Band 5 SWIR 1	1.55 – 1.75	30	Band 6 SWIR 1	1.57 – 1.65	30
Band 7 SWIR 2	2.09 – 2.35	30	Band 7 SWIR 2	2.11 – 2.29	30
Band 8 Pan	0.52 – 0.90	15	Band 8 Pan	0.50 – 0.68	15
			Band 9 Cirrus	1.36 – 1.38	30
Band 6 TIR	10.40 – 12.50	30/60	Band 10 TIRS 1	10.6 – 11.19	100
			Band 11 TIRS 2	11.5 – 12.51	100

چند سنجنده و ماهواره مهم

ماهواره Spot1,2,3 (1986، 1990، 1993)

– سنجنده HRV۱،۲ (High Resolution Visible)

به دو حالت (Mode) کار می کنند: XS و Pan

ماهواره Spot4 (۱۹۹۸)

سنجنده VI نیز علاوه بر HRV اضافه شد.

ماهواره Spot5 (۲۰۰۲)

– سنجنده HRG (High Resolution Geometry)

– سنجنده HRS (High Resolution Streo)

-سنجنده VI

-ماهواره Spot6 (۲۰۱۲)

-ماهواره Spot7 (۲۰۱۴)

مشخصات سنجنده های ماهواره SPOT

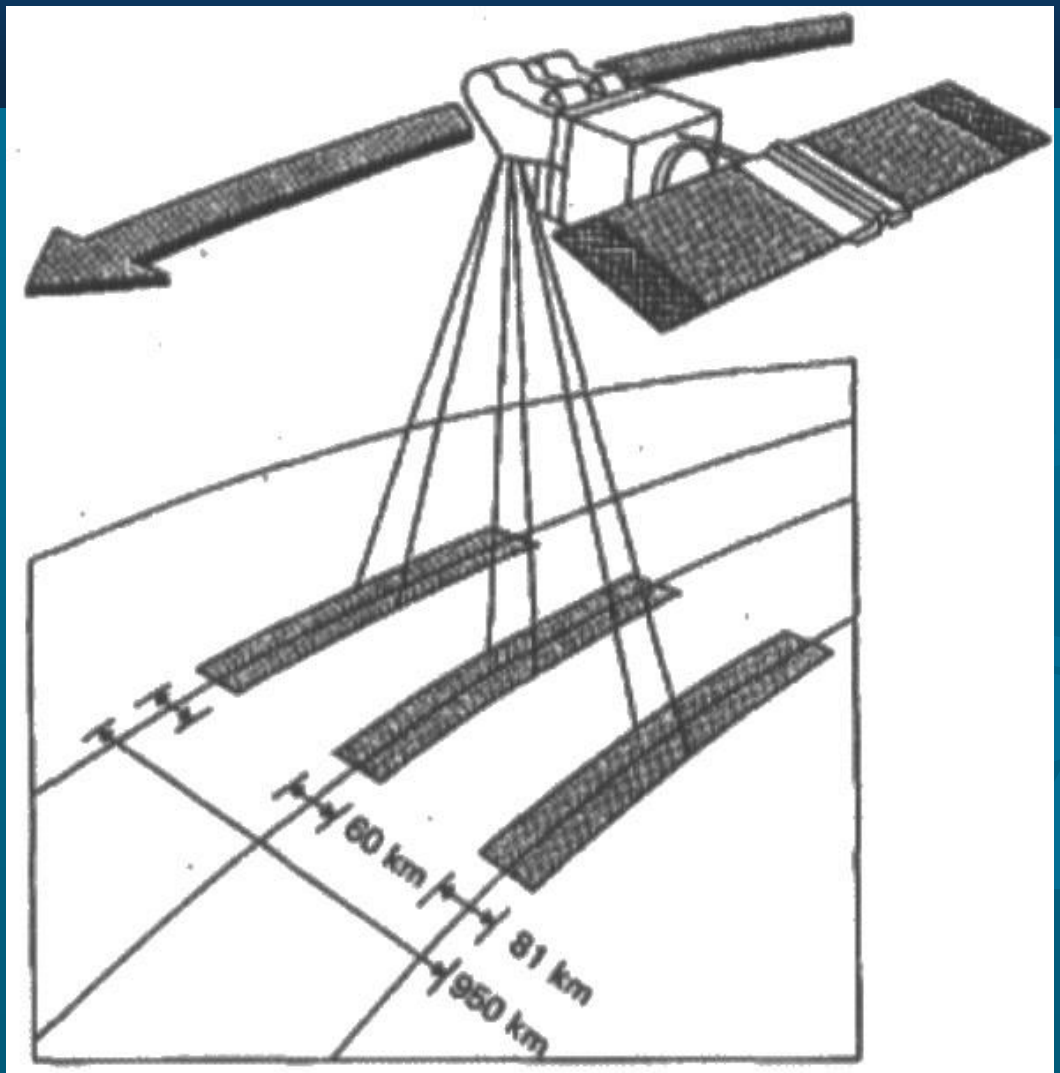
satellite	instrument	band name	wavelength range	sampling distance(1)	CCD per line
SPOT123	HRV1 or HRV2	XS1	0.50-0.59 µm	20 m	3000
		XS2	0.61-0.68 µm	20 m	3000
		XS3	0.78-0.89 µm	20 m	3000
		PAN	0.50-0.73 µm	10 m	6000
SPOT4	HRVIR1 or HRVIR2	XS1	0.50-0.59 µm	20 m	3000
		XS2	0.61-0.68 µm	20 m	3000
		XS3	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.

-ماهواره **Spot6** (۲۰۱۲)

-ماهواره **Spot7** (۲۰۱۴)

Panchromatic: 1.5 m
Multispectral: 6 m
Spectral bands, with simultaneous panchromatic and multispectral acquisitions: Panchromatic (450 – 745 nm)
Blue (450 – 525 nm)
Green (530 – 590 nm)
Red (625 – 695 nm)
Near- Infrared (760 – 890 nm)
Footprint: 60 km × 60 km



قابلیت تصویربرداری خارج از پای عمود در SPOT

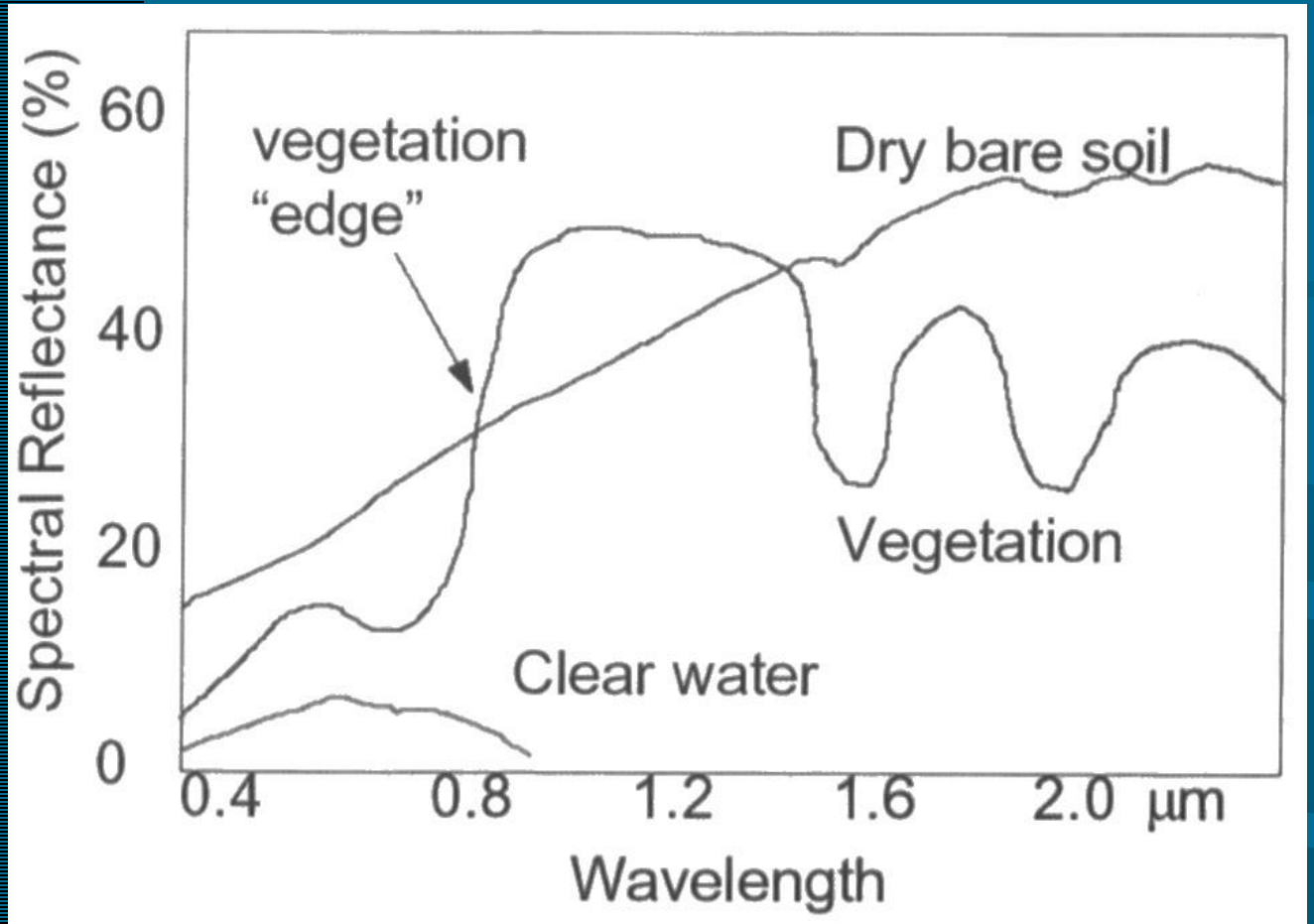
چند سنجنده و ماهواره مهم

ماهواره آیکونوس IKONOS (1999)
- سنجنده Pan
- سنجنده XS

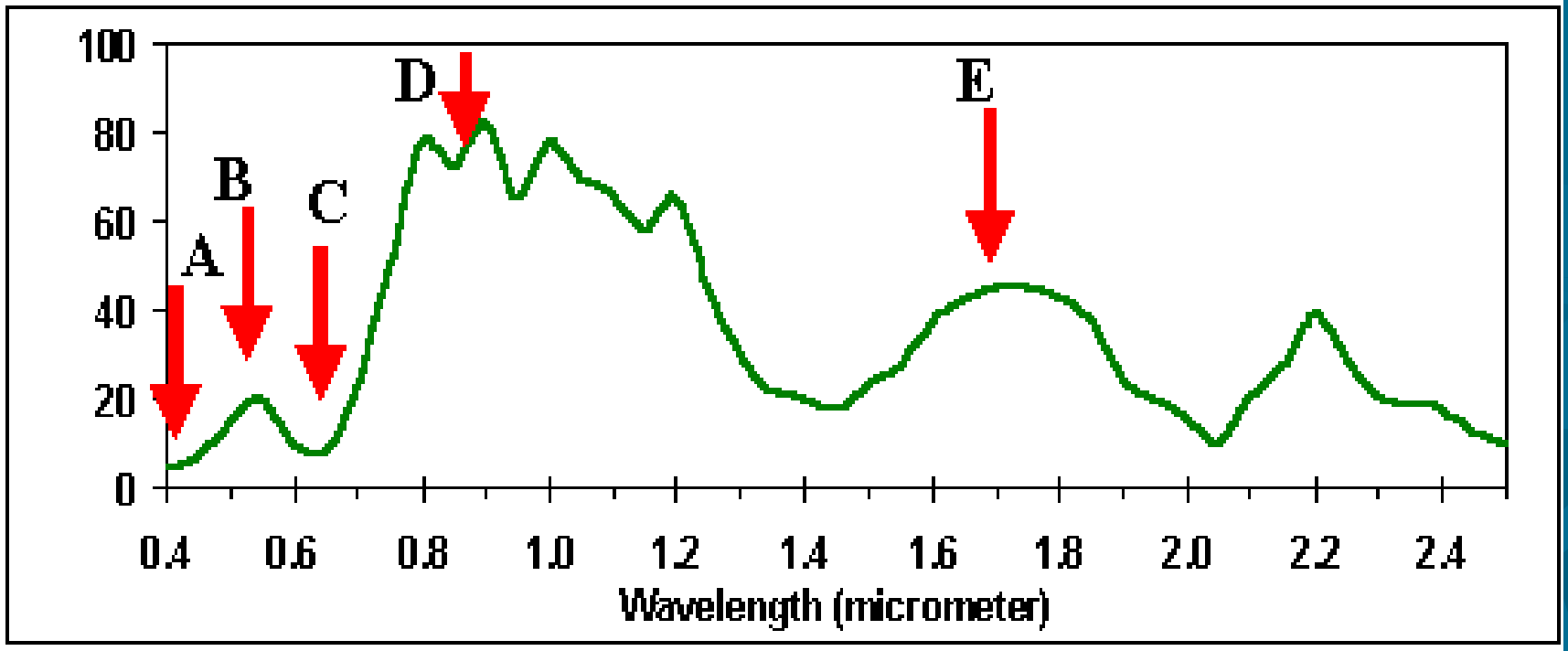
ماهواره IRS هندوستان (1988)
- سنجنده Pan
-سنجنده LISS
- WIFS

ماهواره NOAA (1978)
- سنجنده AVHRR

چگونگی انعکاس طیفی پدیده ها



منحنی رفتار طیفی،


100
80
60
40
20
0
A
B
C
D
E
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
1.6
1.8
2.0
2.2
2.4
Wavelength (micrometer)

انعکاس طیفی گیاهان

* بخش جذب کلروفیلی (مرئی)

Red well – Green Peak

Red Edge

* بخش ساختمان سلولی

* بخش جذب آب

انعکاس طیفی خاک

انعکاس طیفی آب