



دوره آموزشی مبانی سنجش از دور

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان‌ها

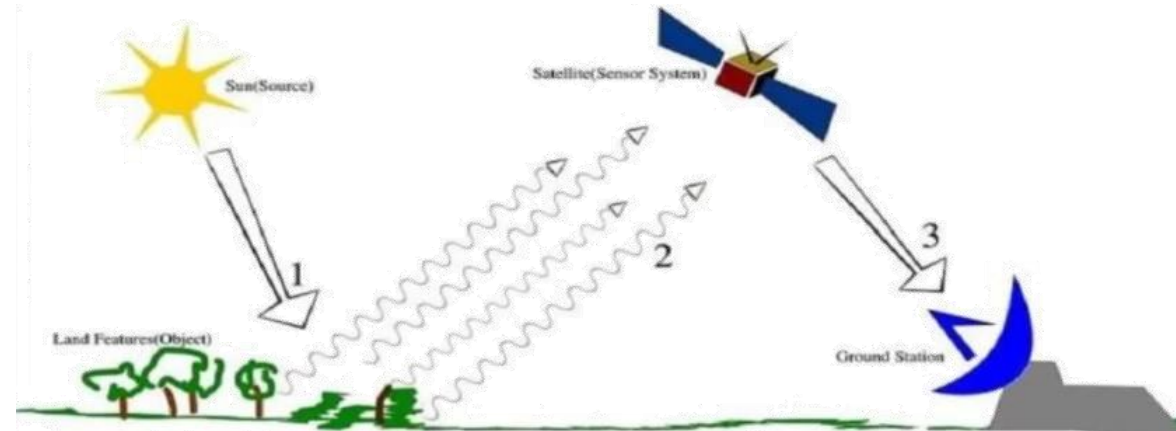
مهرنوش امتی

دکتری سنجش از دور - رئیس اداره پردازش تصاویر و سنجش از دور سازمان نقشه‌برداری کشور

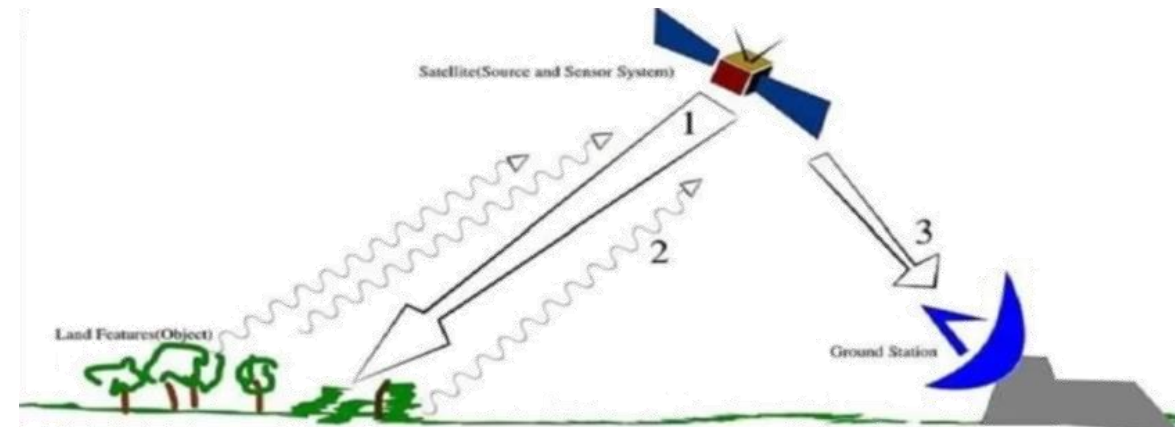
سنجش از دور



❖ علم و هنر به دست آوردن اطلاعات قابل اعتماد از اشیا و پدیده‌های سطح زمین از طریق پردازش و آنالیز تصاویر اخذ شده توسط سنجنده‌ها (بدون تماس فیزیکی با عوارض و پدیده‌های مورد مطالعه)



سنجش از دور غیر فعال (Passive)



سنجش از دور فعال (Active)

کاربردهای سنجش از دور



❖ کاربرد وسیع پردازش انواع تصاویر اخذ شده در زمینه‌های گوناگونی هم‌چون:

❖ خاک‌شناسی و فرسایش خاک

❖ مطالعات آب

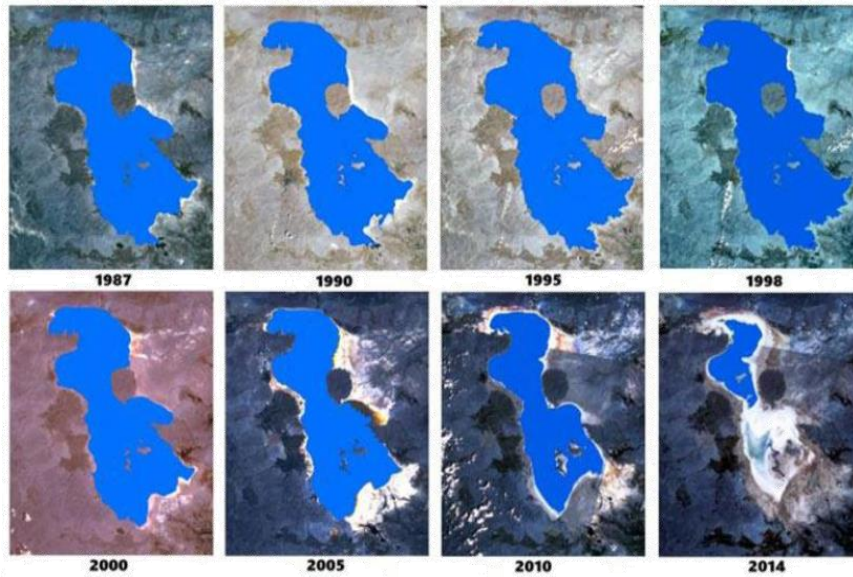
❖ کشاورزی، جنگل‌داری

❖ سیل، زلزله، رانش زمین، فرونشست

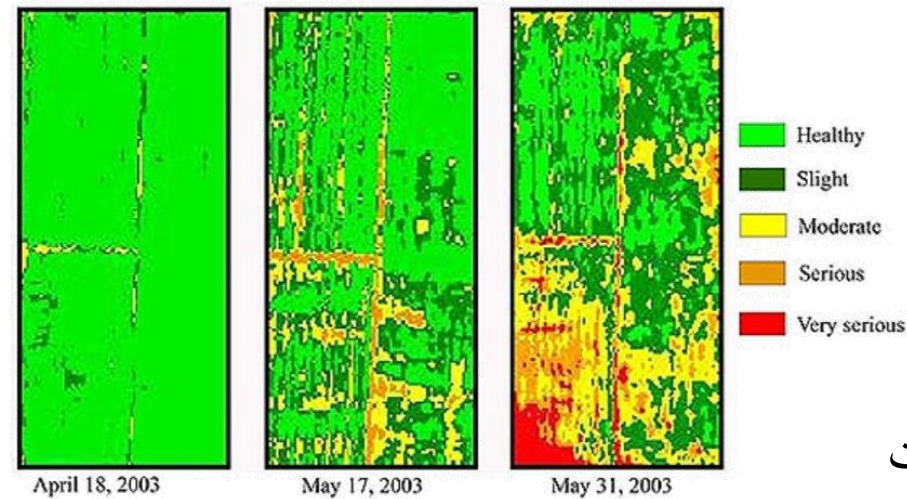
❖ خشکسالی، گرد و غبار

❖ مطالعات شهری

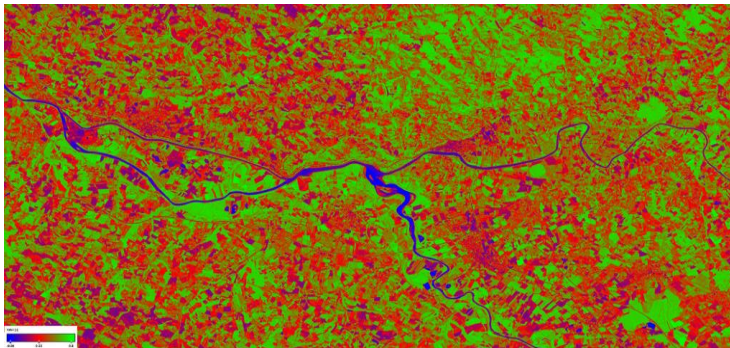
❖ و ...



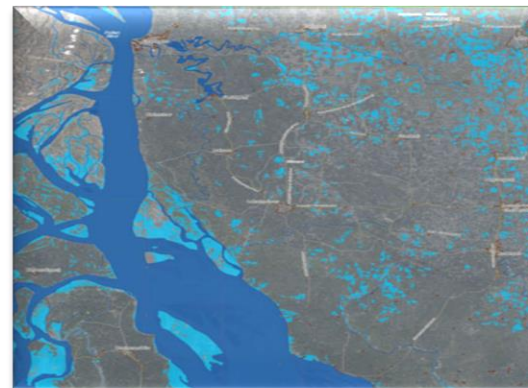
تغییرات مساحت دریاچه ارومیه



شدت بیماری پوشش گیاهی در سری زمانی



وضعیت پوشش گیاهی منطقه



نقشه پهنه بندی سیلاب



کاربردهای سنجش از دور

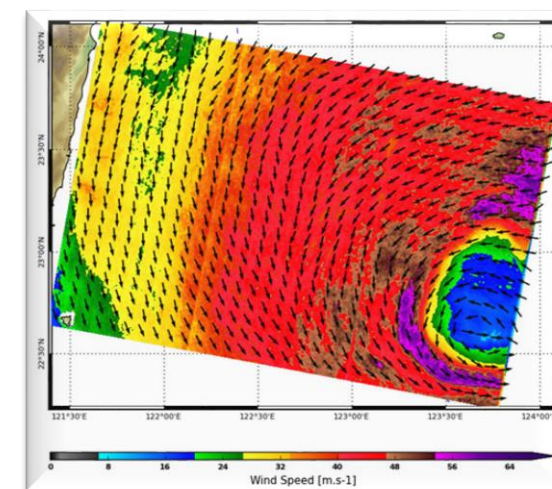
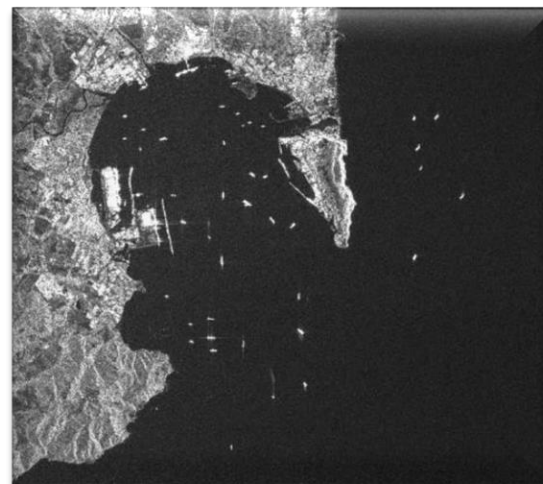
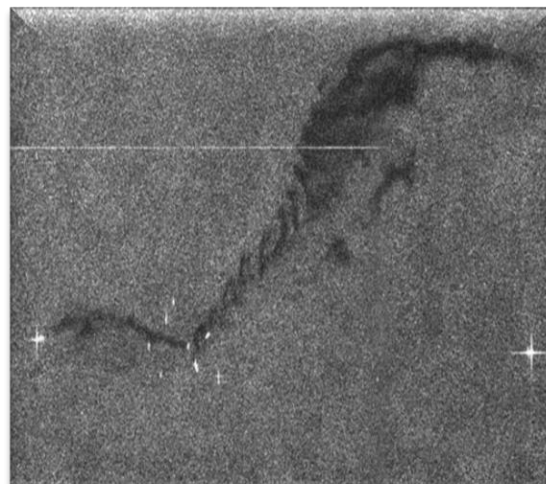
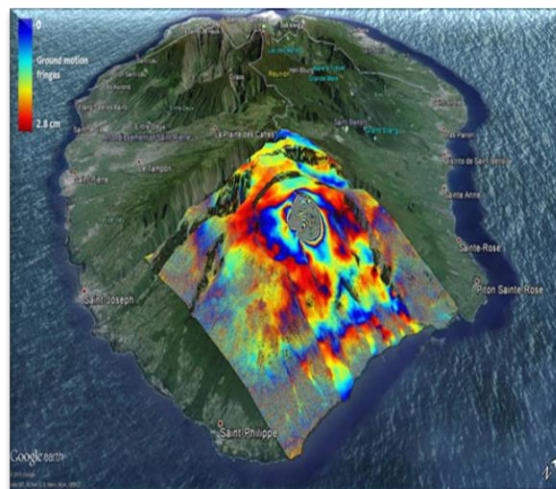
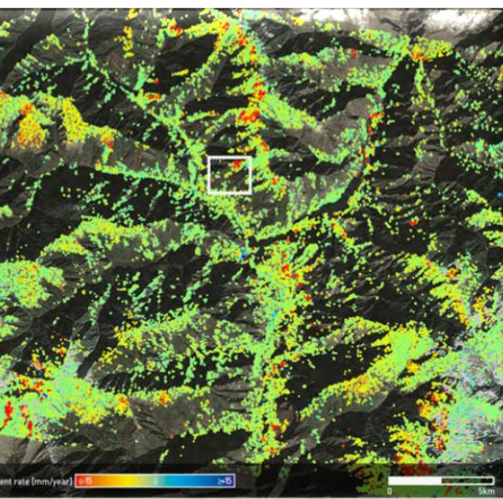
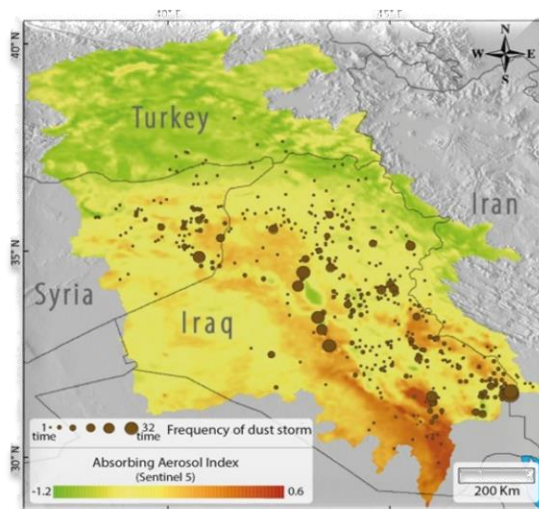


❖ مانیتورینگ محیط زیست دریا (مانیتورینگ لکه های نفتی، صفحات یخی و...)

❖ مانیتورینگ تغییرات پوشش زمین یا کاربری اراضی

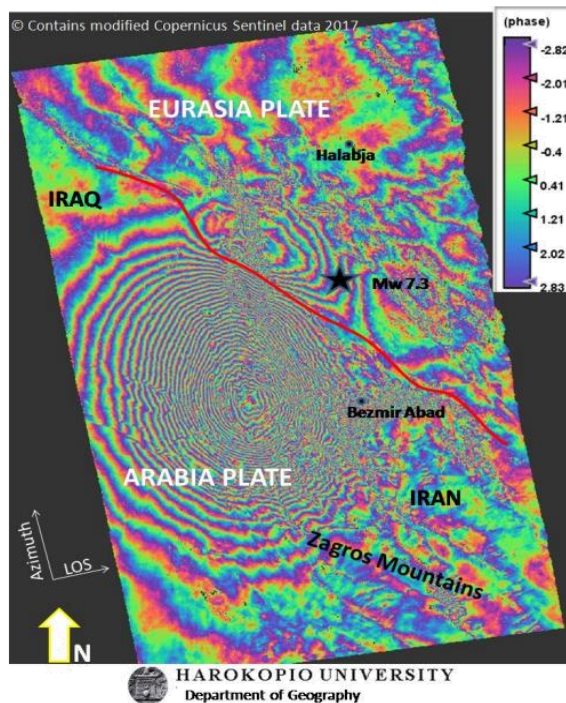
❖ پایش آلاینده های جوی

❖ تهیه نقشه بارش، طوفان های محلی

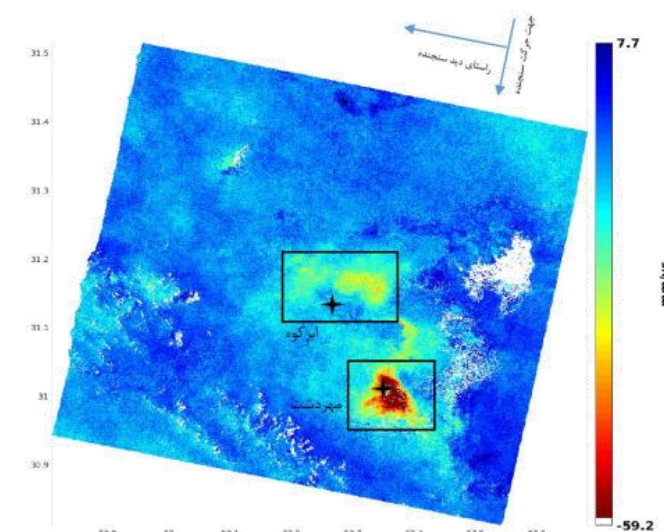
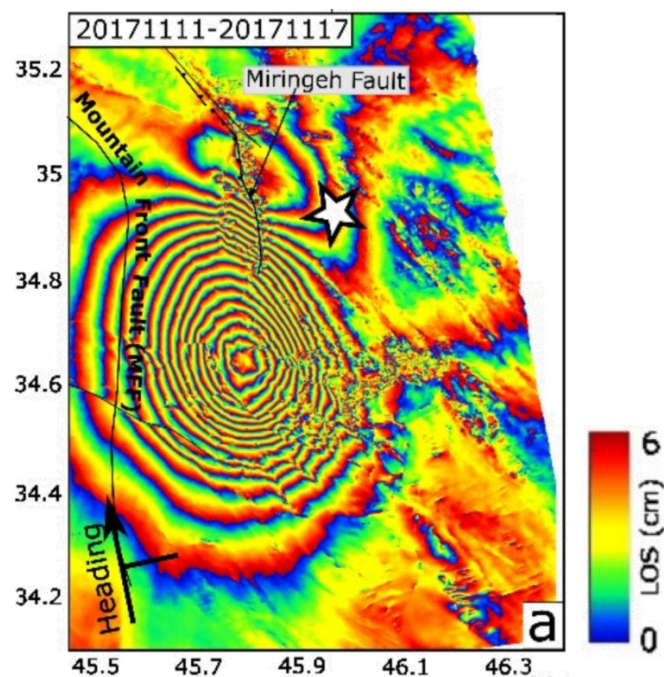




کاربردهای سنجش از دور



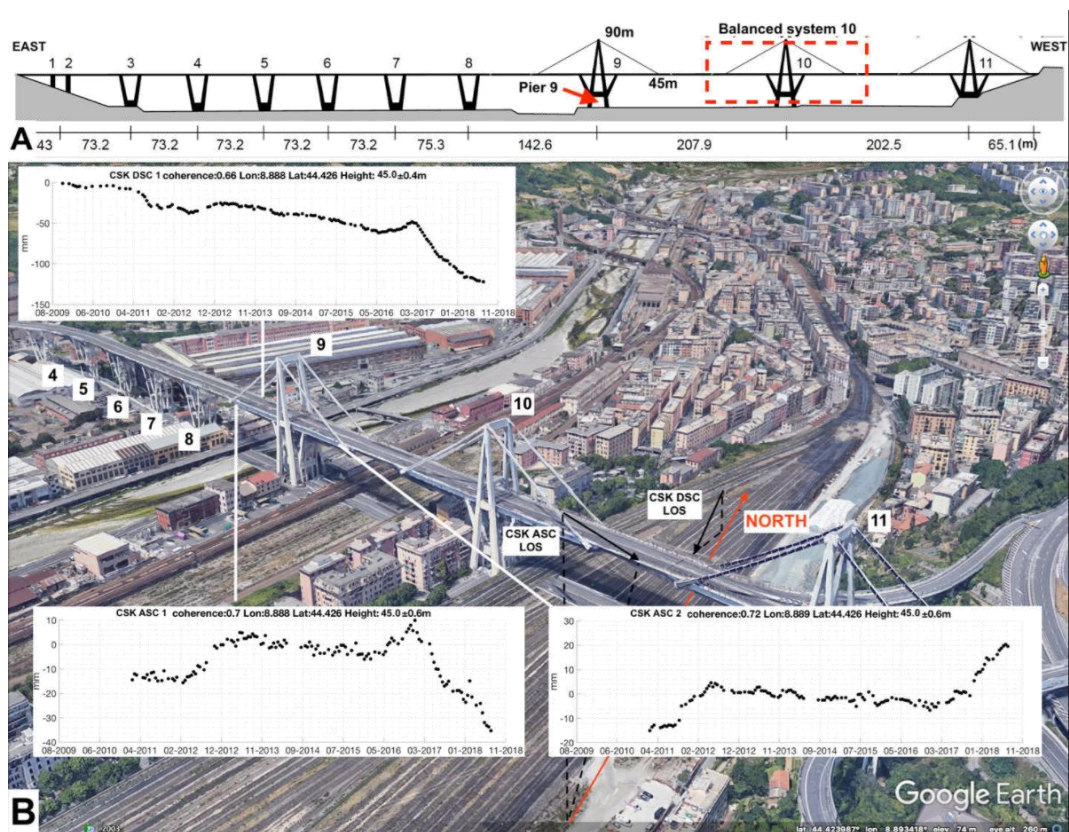
زلزله سرپل ذهاب



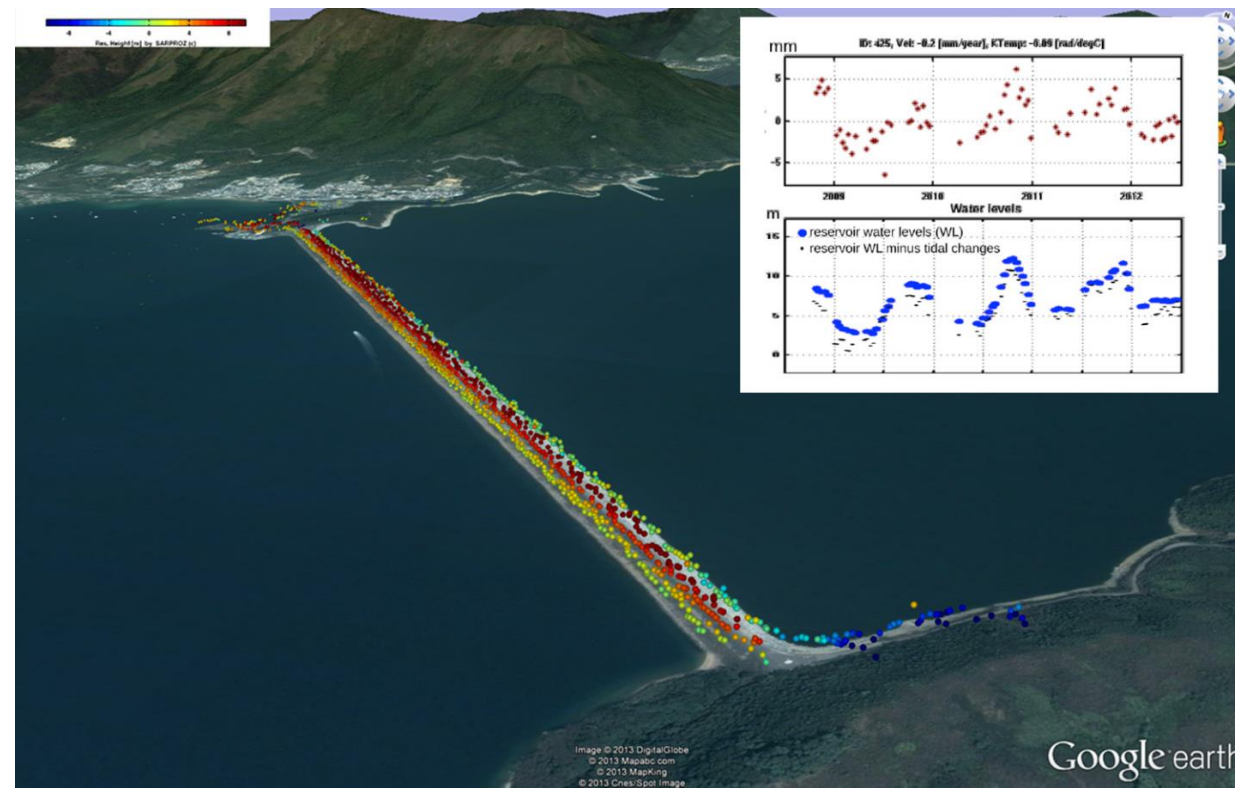
فرونشست یزد و فروچاله‌های ایجاد شده در منطقه



کاربردهای سنجش از دور



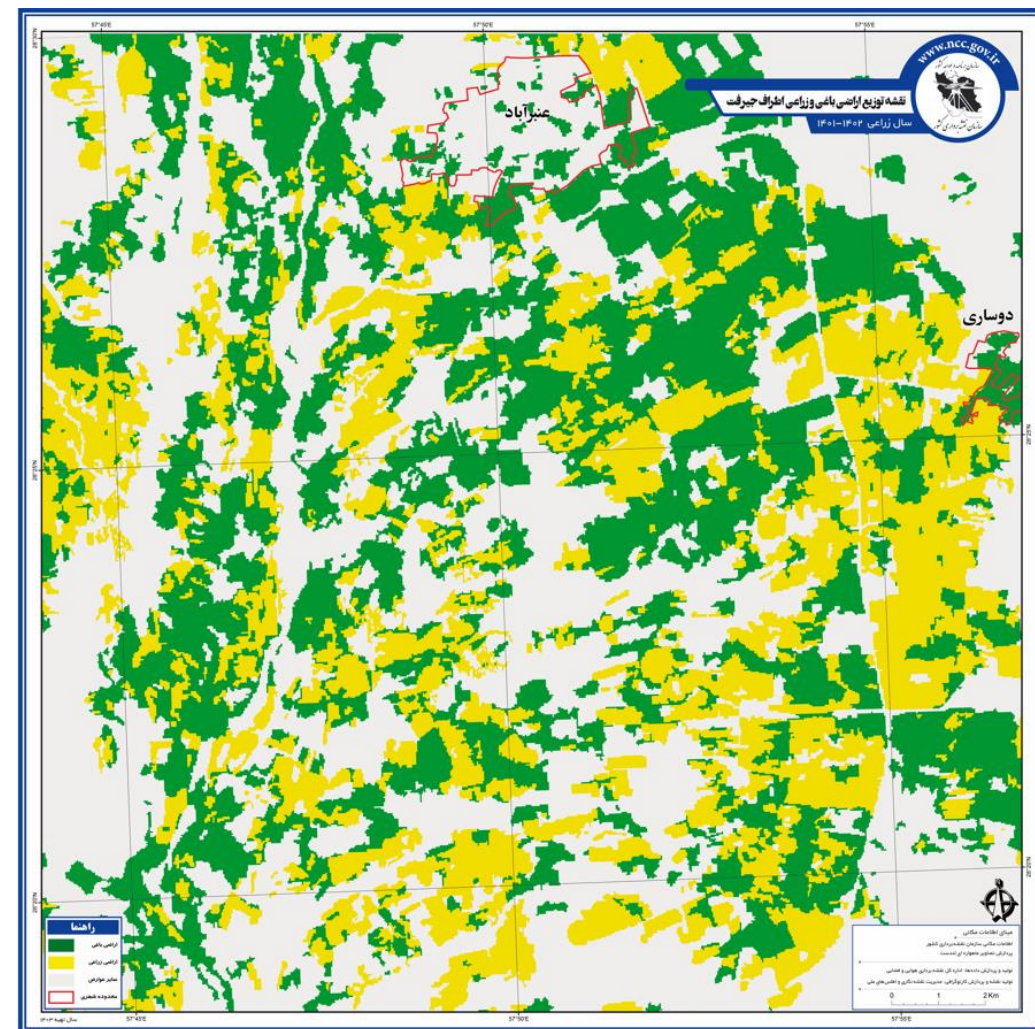
جابه جایی و تغییر شکل پل موراندی در ایتالیا قبل از ریزش



جابه جایی سد هنگ کنگ به علت تغییر تراز آب

اقدامات سازمان نقشه برداری کشور

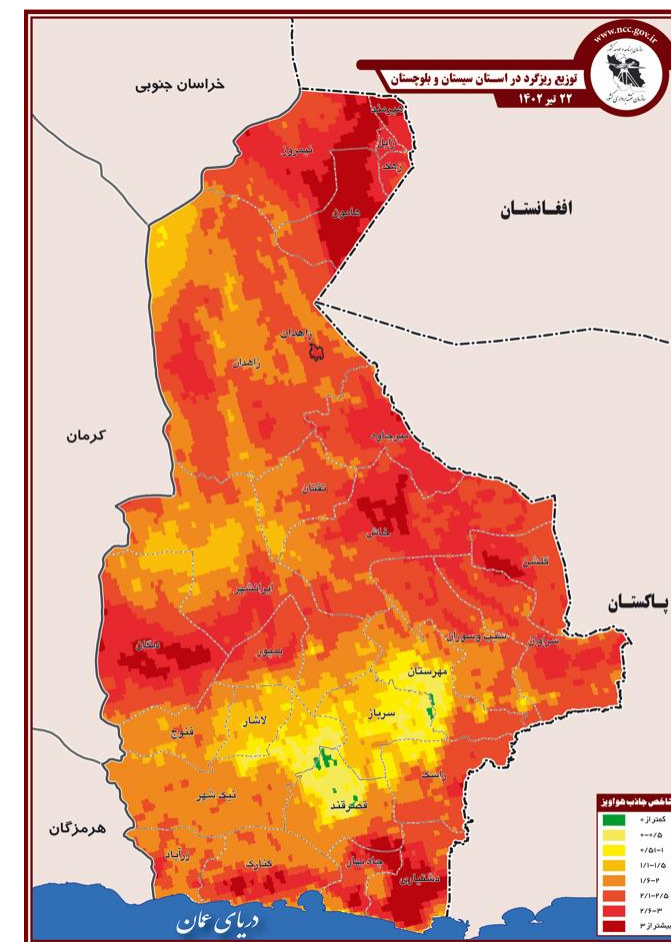
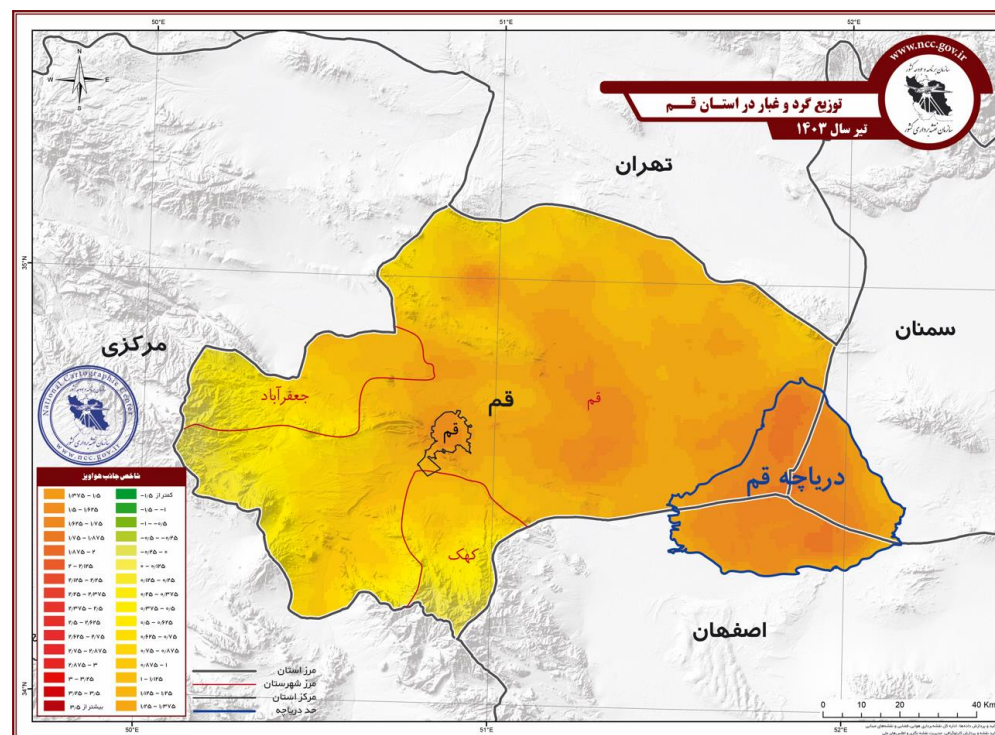
❖ نقشه توزیع پراکنش اراضی زراعی و باغی در جنوب استان کرمان



اقدامات اولویت دار	دستگاه مسئول	دستگاه همکار	پشتیبان	خروجی مورد انتظار	بازه زمانی	شاخص
طراحی سامانه خودکار تهیه نقشه اراضی	سازمان نقشه برداری کشور	وزارت کشور، وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح (سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح)	سازمان برنامه و بودجه، سازمان مدیریت بحران کشور	آگاهی از وضعیت پراکنش اراضی زراعی و باغی	مستمر	درصد پوشش سامانه خودکار تهیه نقشه اراضی



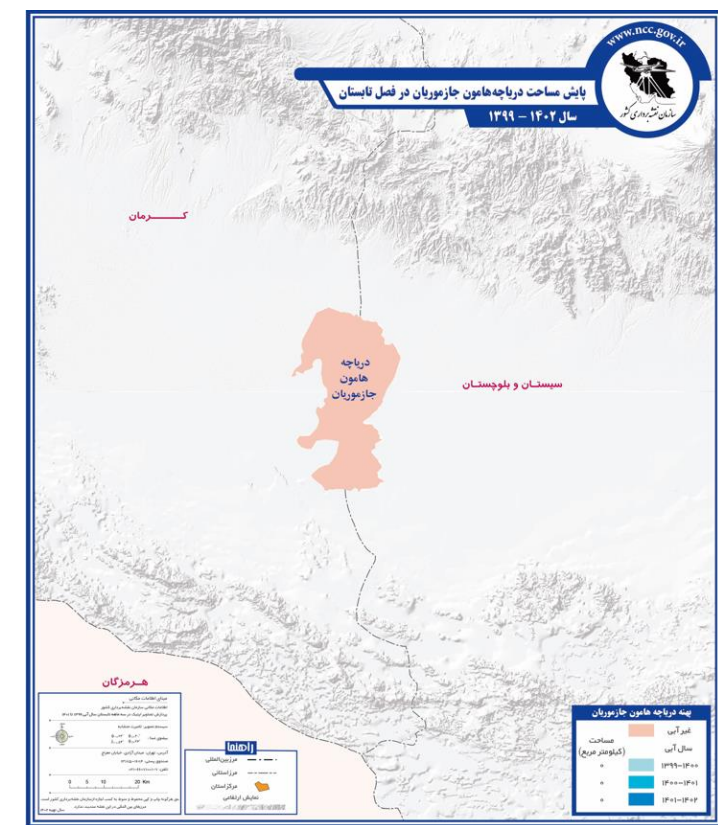
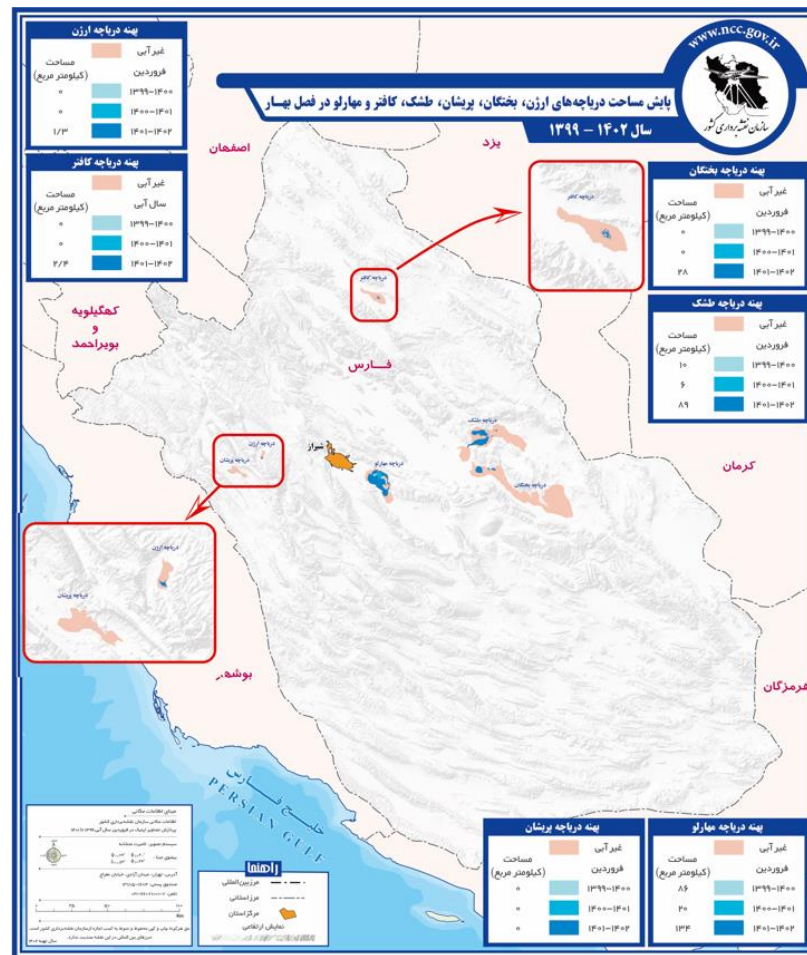
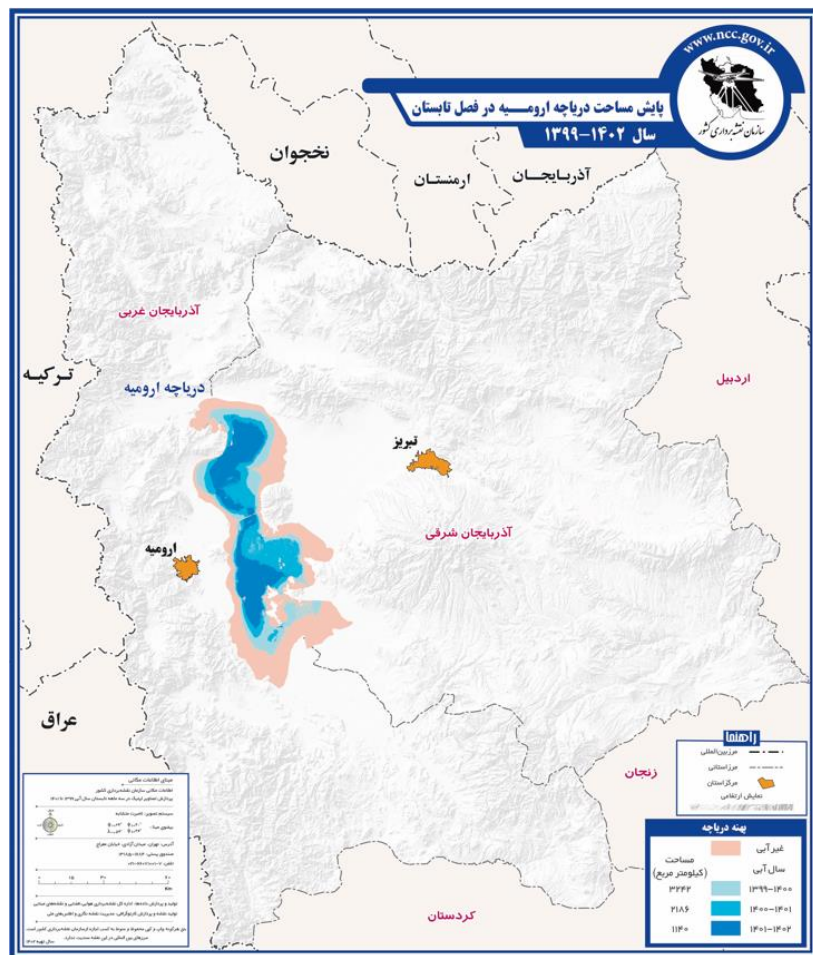
❖ تهیه نقشه‌های توزیع پدیده گرد و غبار در سطوح کشوری و استانی در بازه سال‌های ۱۴۰۰-۱۴۰۳





اقدامات سازمان نقشه‌برداری کشور

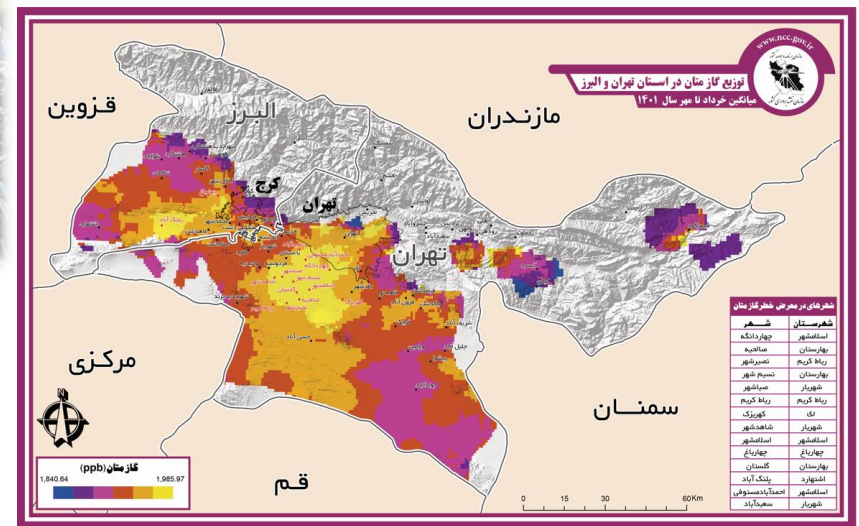
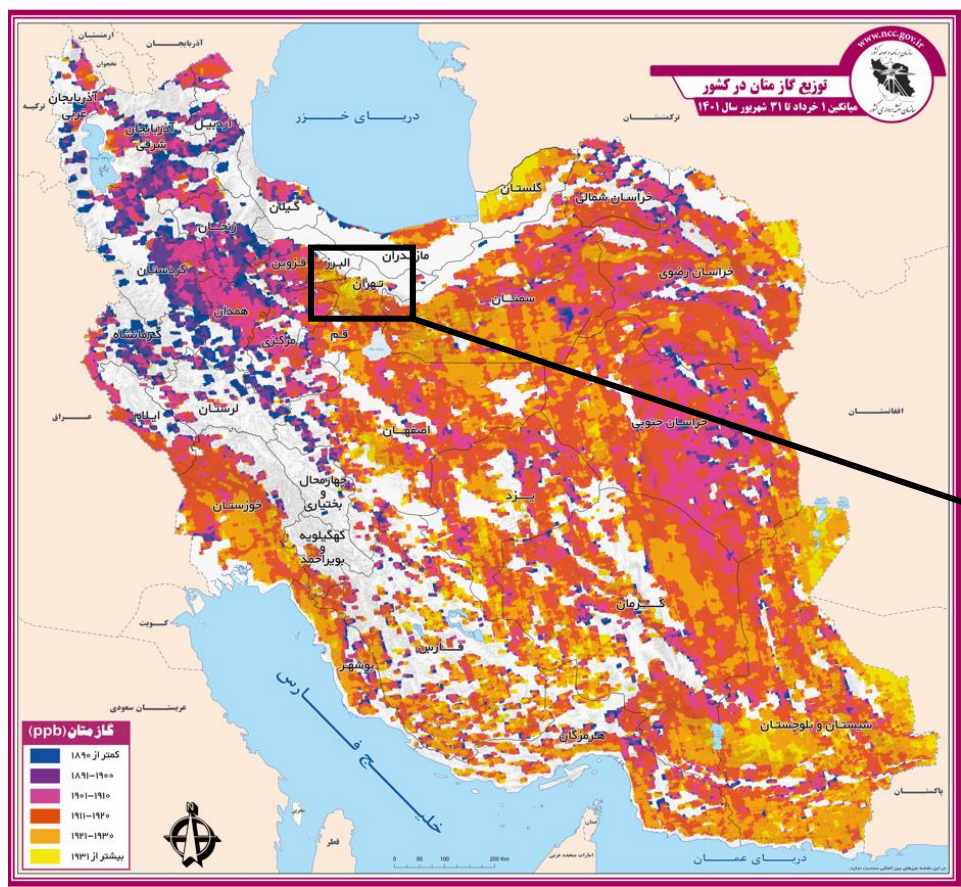
❖ پایش مساحت دریاچه‌های طبیعی کشور در بازه سال‌های ۱۴۰۲-۱۳۹۹

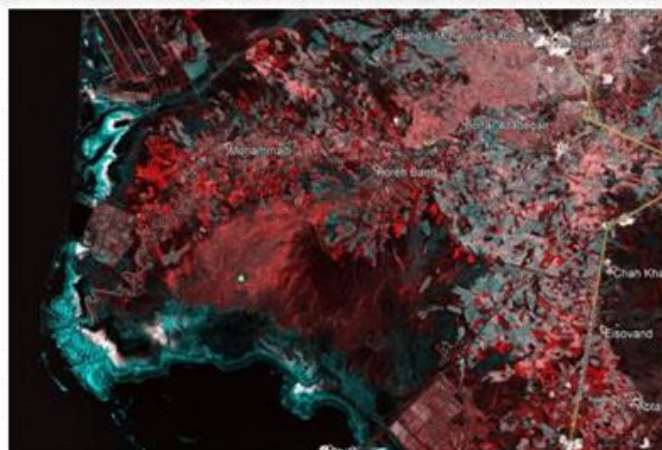
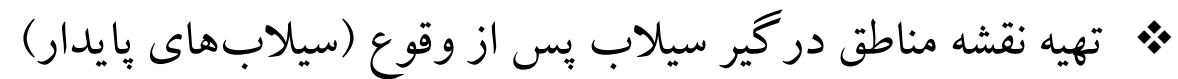




اقدامات سازمان نقشه برداری کشور

❖ تهیه نقشه‌های توزیع گاز متان در سطوح کشوری و استانی در بازه سال‌های ۱۴۰۱-۱۴۰۲





بهنه سیلاب در بازه زمانی ۱۳۹۹/۰۹/۱۳ تا ۱۳۹۹/۰۹/۲۵ (محدوده های آبی رنگ)

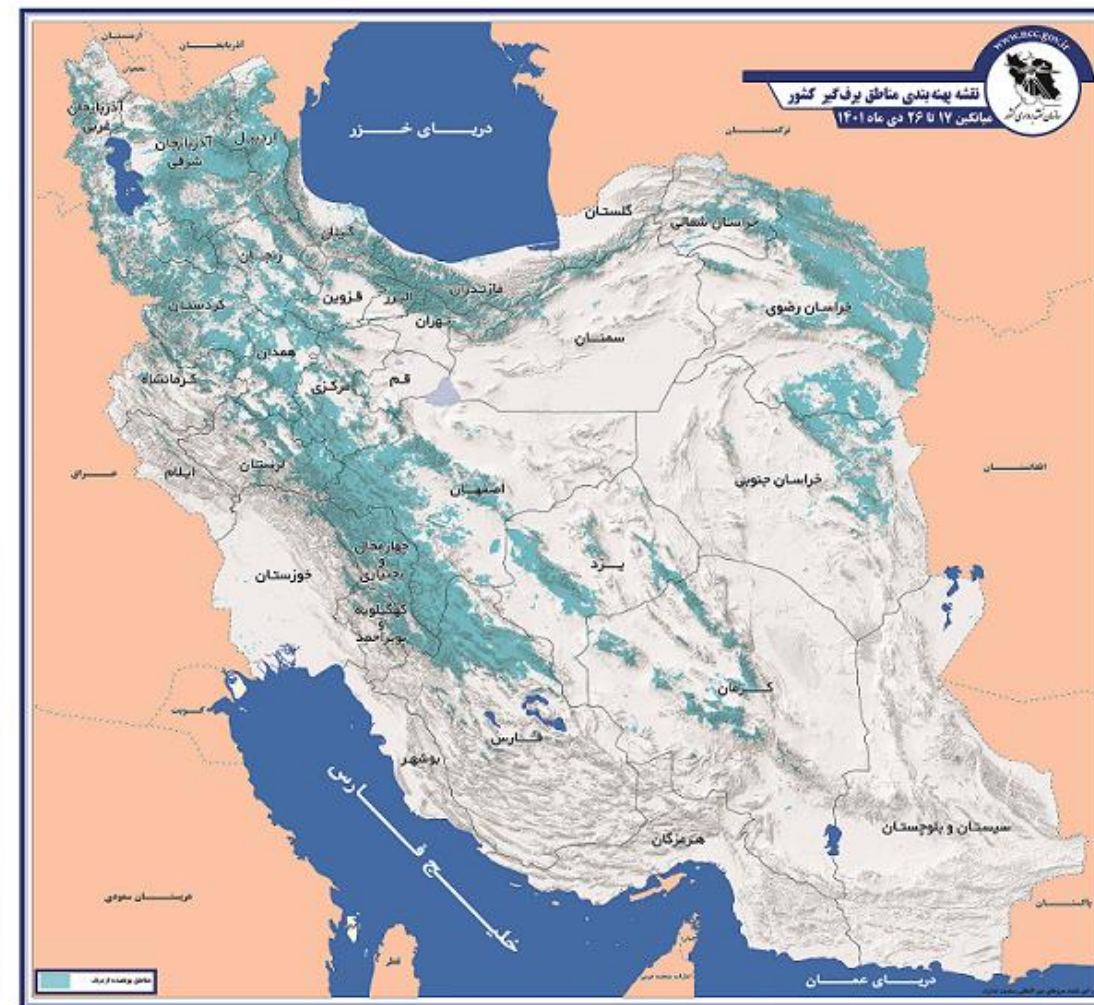
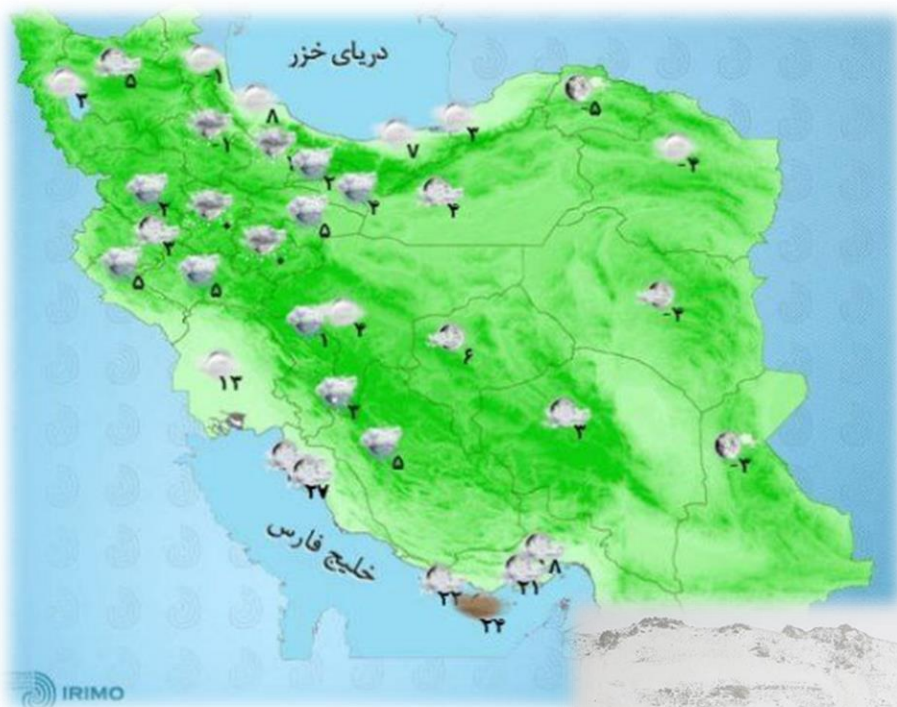
پهنه سیلاب در بازه زمانی ۱۳۹۹/۰۹/۲۵ تا ۱۳۹۹/۱۰/۰۷ (محدوده های آبی رنگ)



اقدامات سازمان نقشه‌برداری کشور



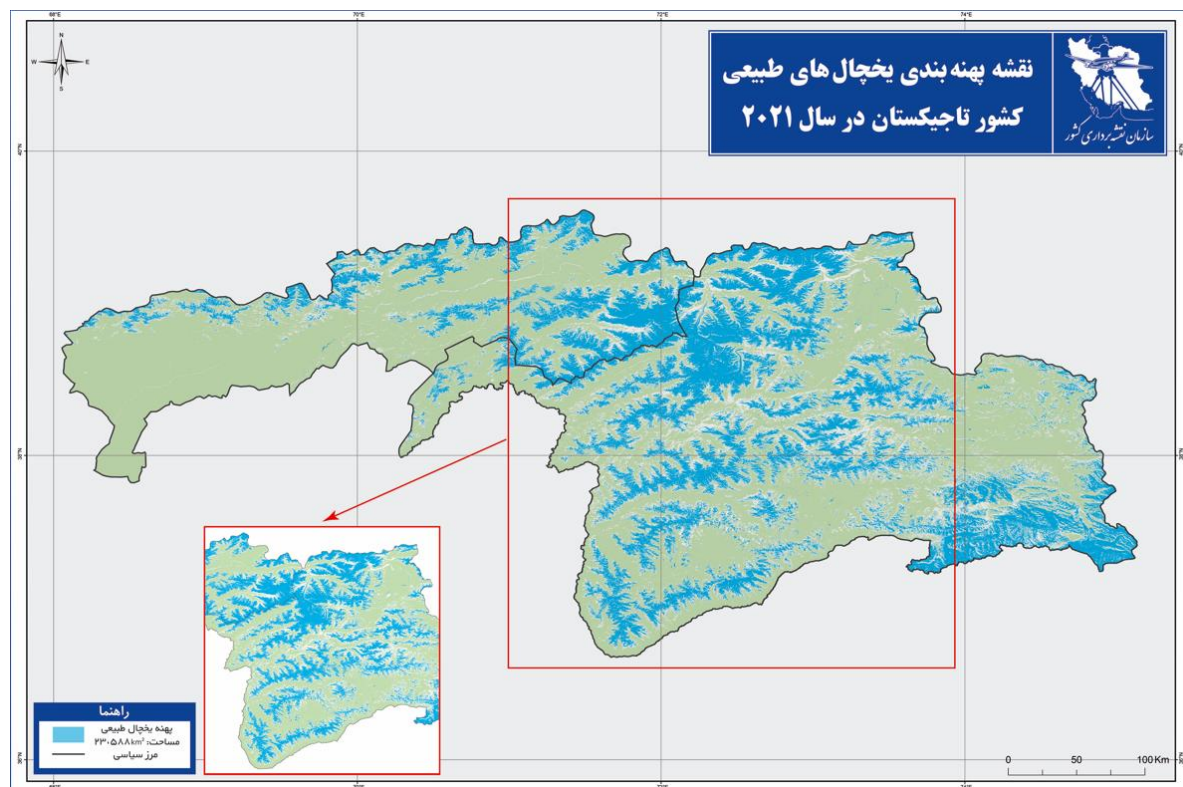
❖ تهیه نقشه پهنه‌بندی مناطق برف‌گیر در کشور



اقدامات سازمان نقشه برداری کشور

❖ پایش مساحت یخچال‌های طبیعی دو ایالت کشور تاجیکستان در بازه سال‌های ۲۰۲۱-۲۰۲۳

❖ پایش آب پشت سدهای کجکی و کمال‌خان افغانستان در خصوص موضوع حق آب هیرمند





امواج الکترومغناطیسی

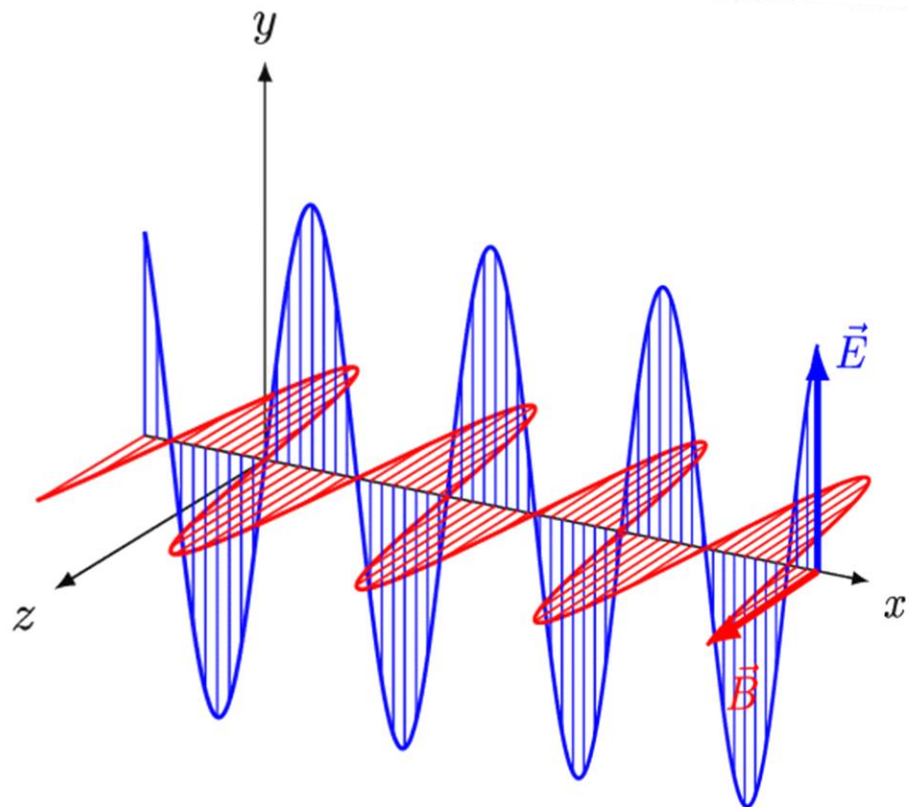


❖ موج الکترومغناطیس متشکل از میدان الکتریکی و مغناطیسی

❖ تعامد دو میدان الکتریکی و مغناطیسی

❖ تغییر (نوسان) دو میدان الکتریکی و مغناطیسی بر صفحه عمود بر جهت انتشار

❖ انتشار امواج الکترومغناطیس با سرعت نور





امواج الکترومغناطیس

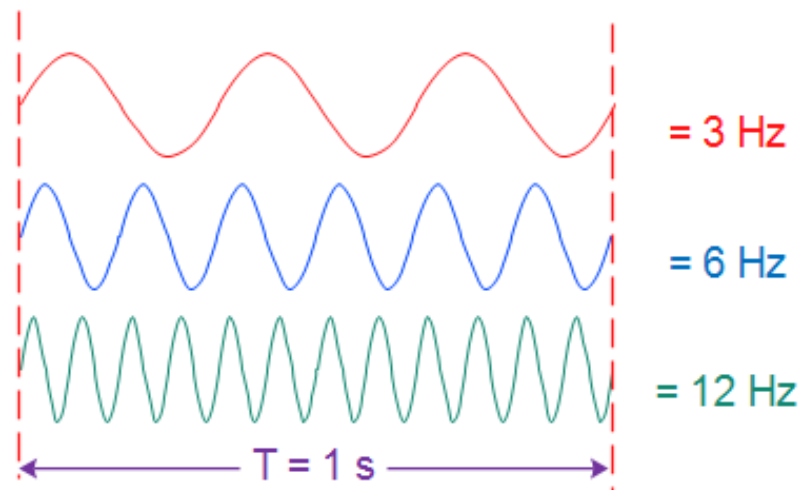
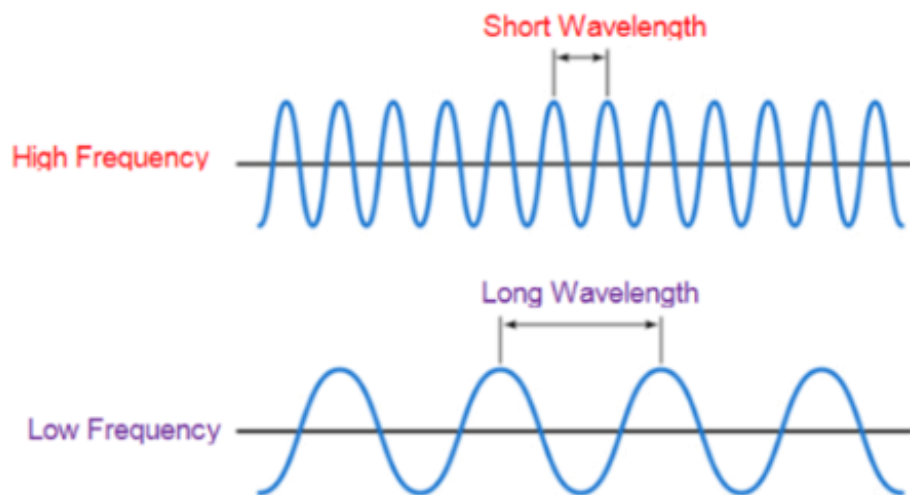
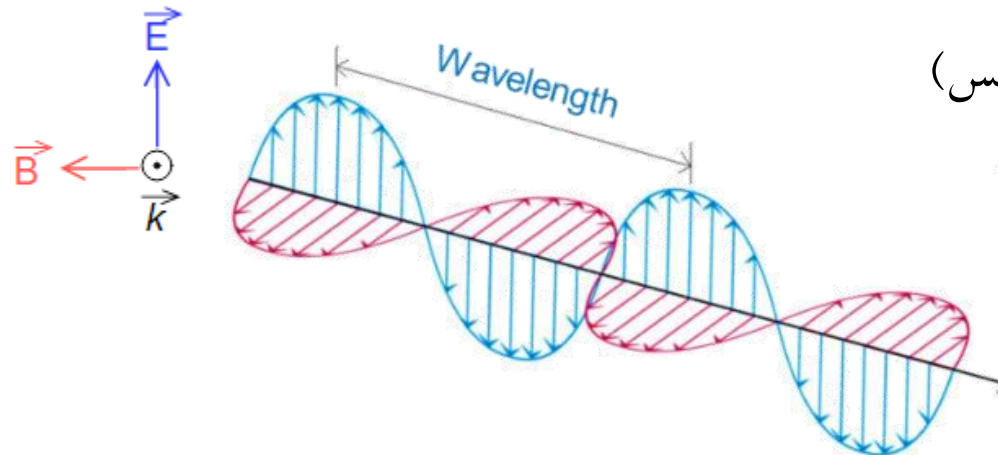
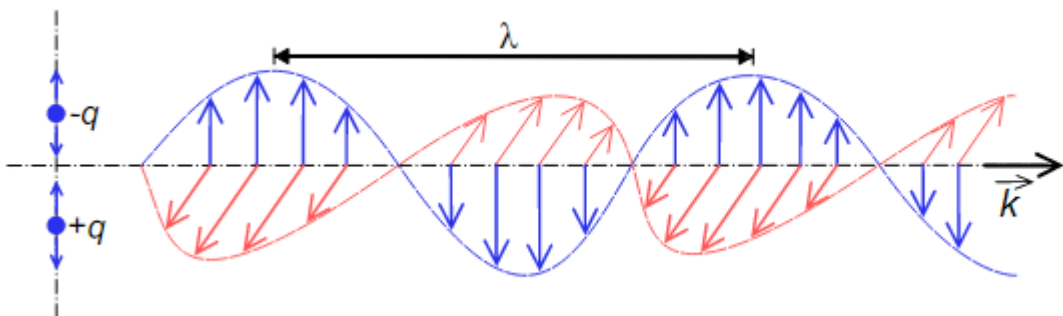


❖ ویژگی‌های مهم امواج الکترومغناطیس

❖ طول موج (فرکانس)

❖ دامنه

❖ فاز

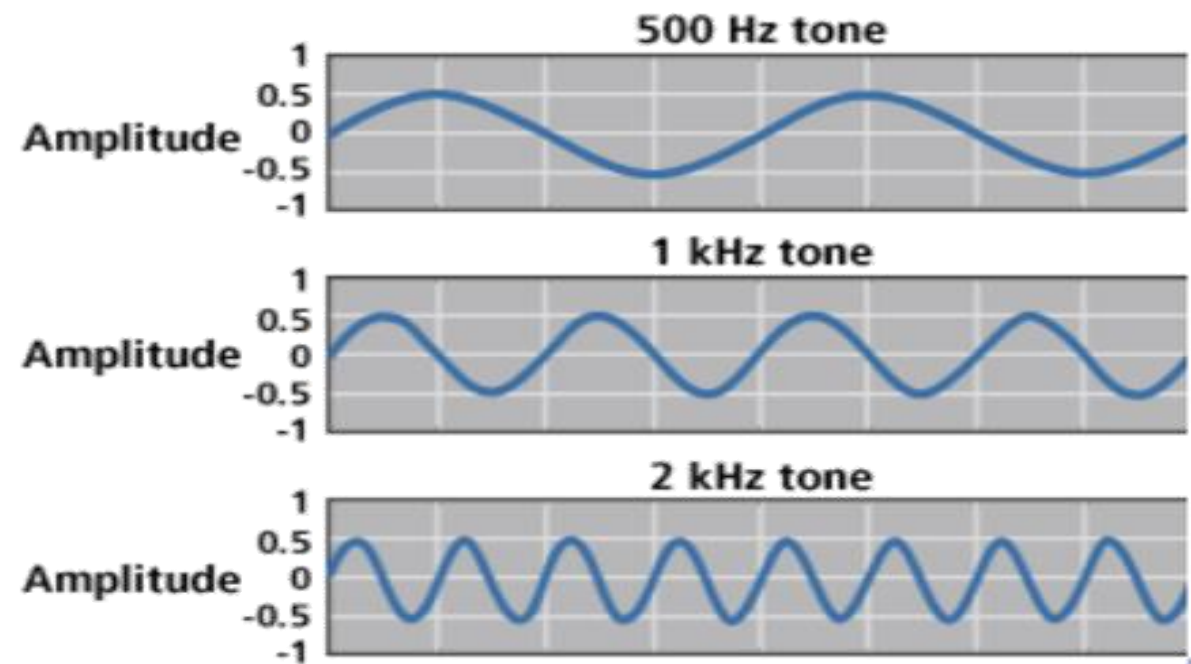




امواج الکترومغناطیس



❖ فرکانس (f)



❖ تعداد طول موج‌های عبوری از یک نقطه معین در یک ثانیه

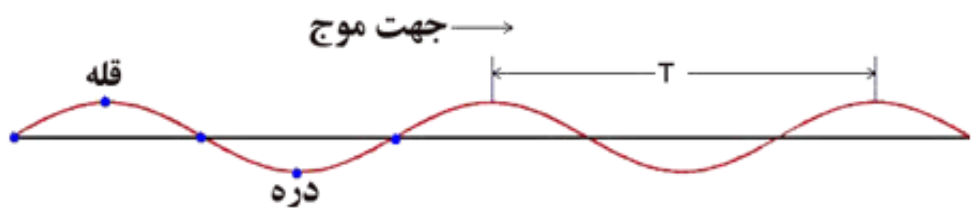
❖ واحد اندازه‌گیری: هرتز Hz

❖ نسبت مستقیم فرکانس موج با انرژی موج

❖ دوره تناوب (T)

❖ مدت زمان لازم برای انجام یک نوسان کامل موج

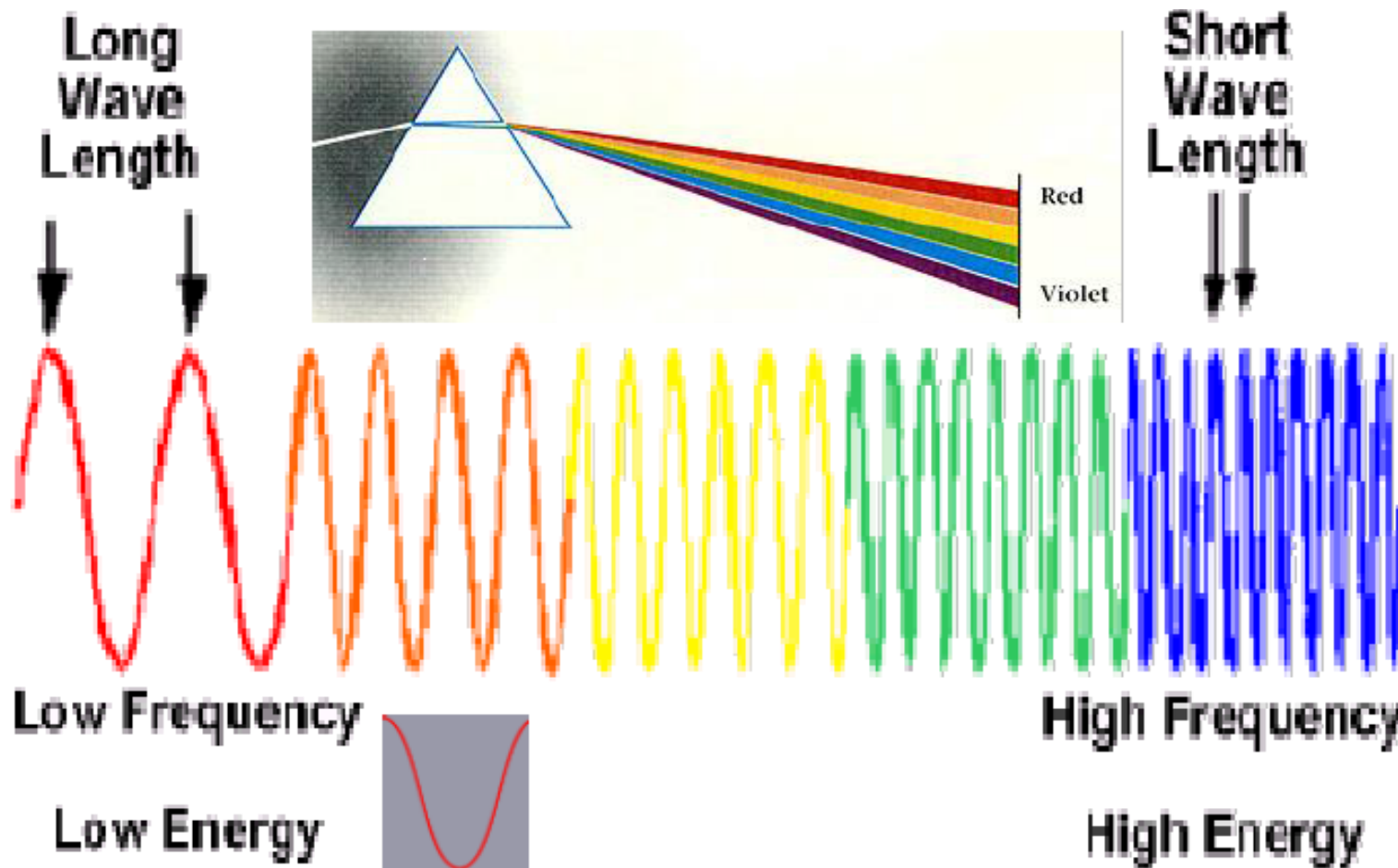
❖ از جنس زمان



$$T = 1 / f$$



امواج الکترومغناطیس



$$\lambda = \frac{c}{f} \quad [m]$$



امواج الکترومغناطیسی



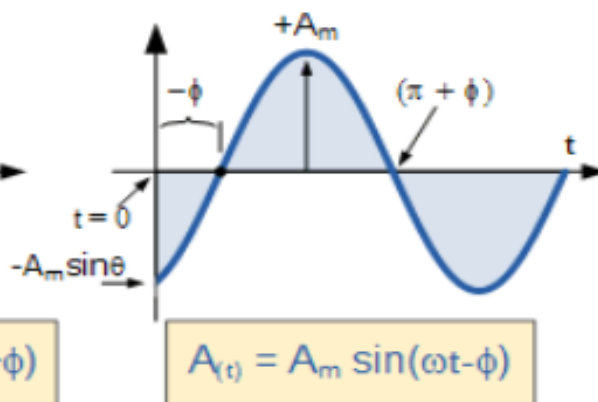
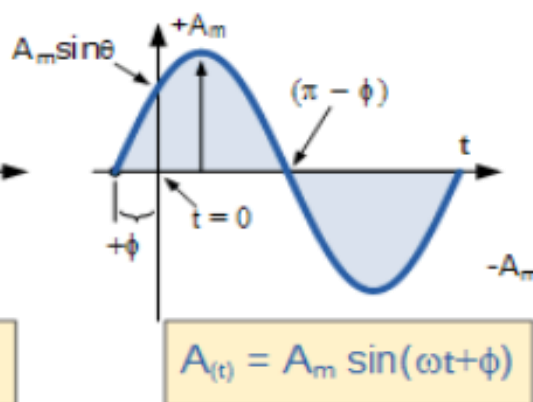
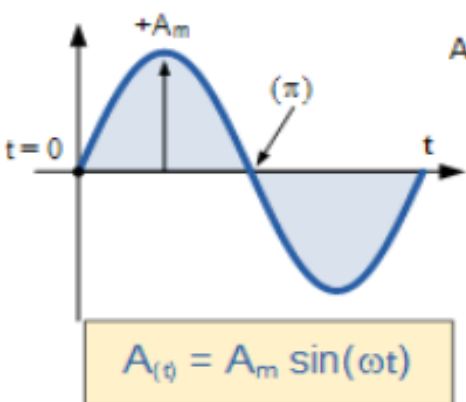
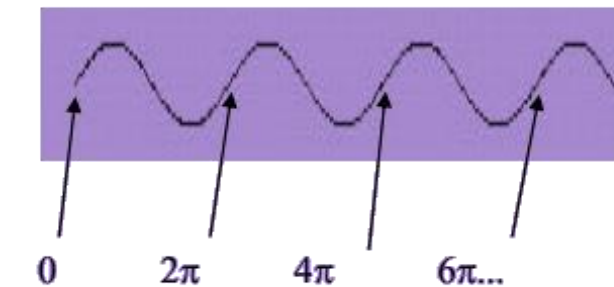
❖ فاز

❖ معیاری از مسافت طی شده توسط موج

❖ جابه جایی زاویه ای هر نقطه از موج نسبت به یک نقطه مرجع خاص در امتداد محور افقی

❖ موقعیت هر نقطه روی موج نسبت به شروع سیکل فاز

❖ بر حسب درجه یا رادیان





امواج الکترومغناطیس

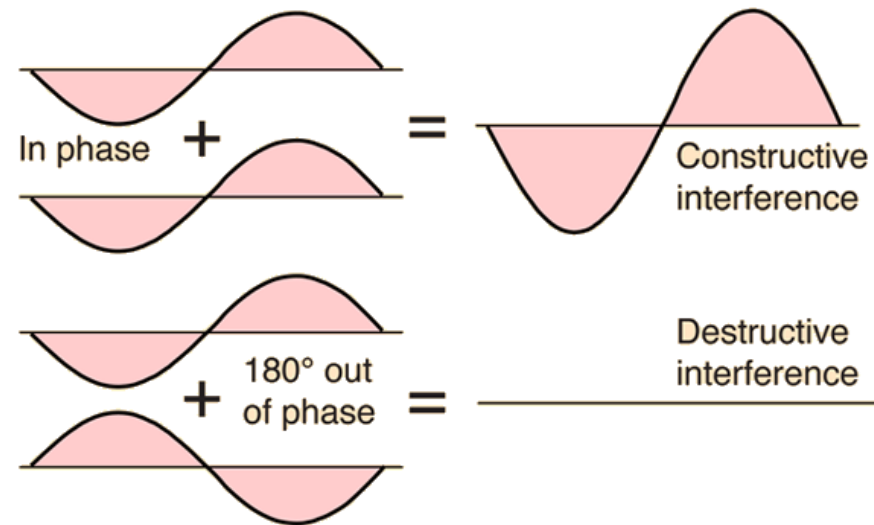
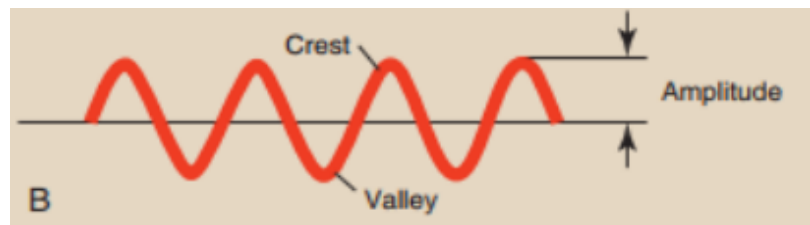
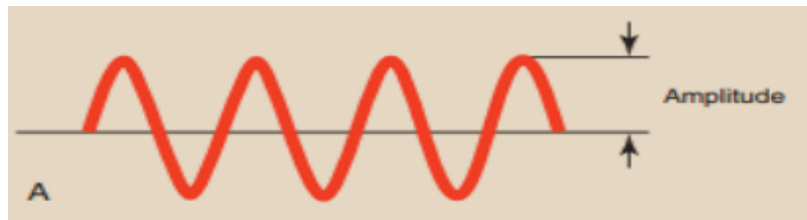
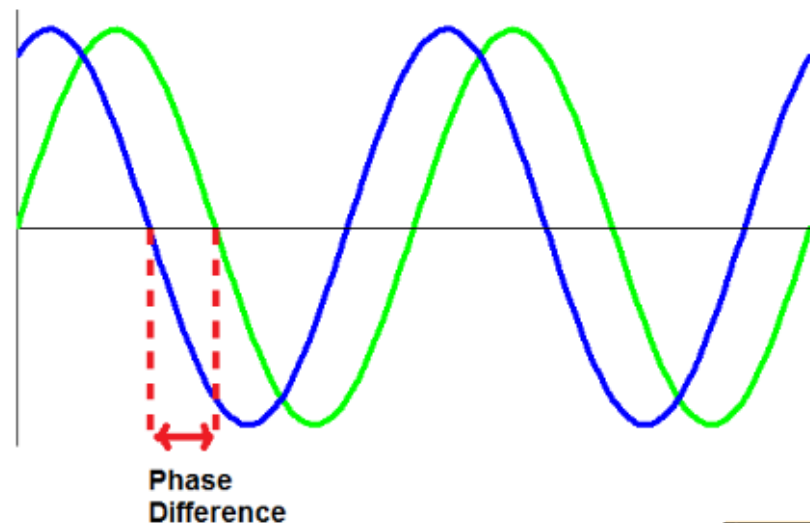


❖ ویژگی های مهم امواج الکترومغناطیس

❖ طول موج (فرکانس)

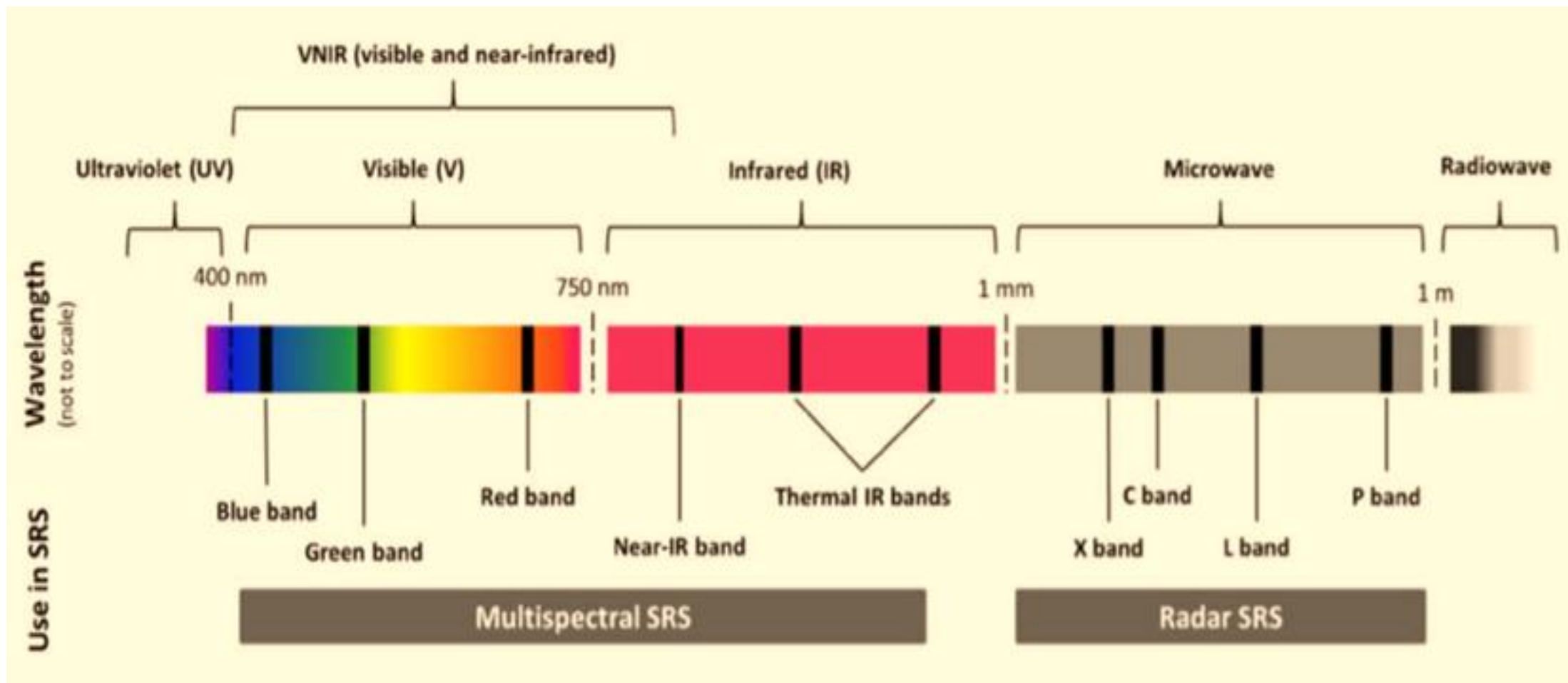
❖ دامنه

❖ فاز



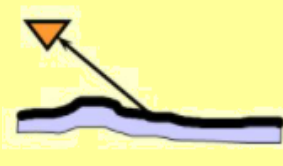
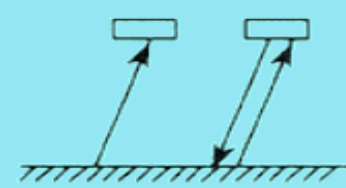


طیف الکترومغناطیس



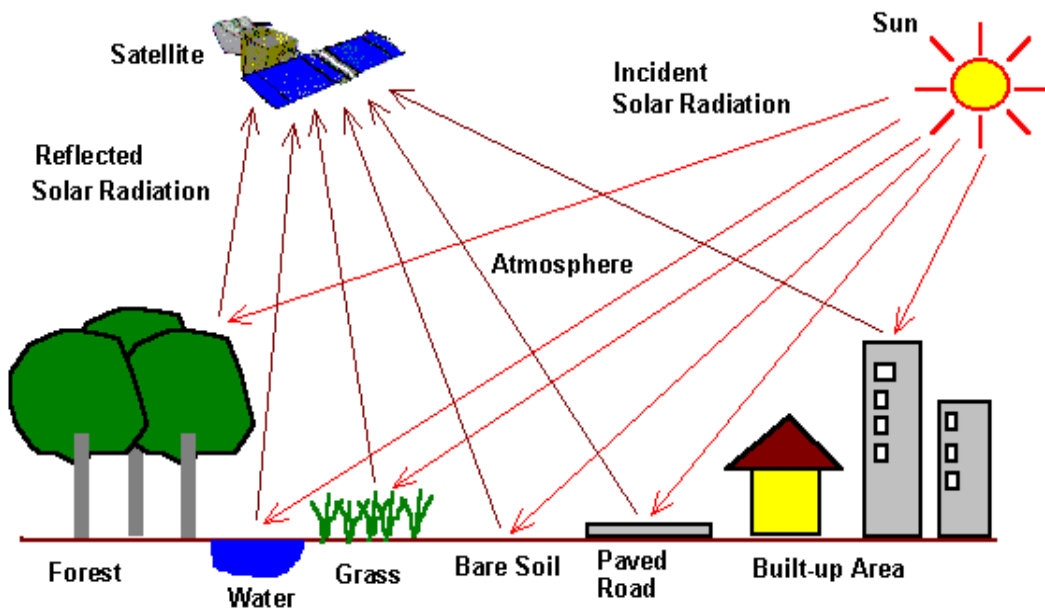
انواع سنجش از دور

❖ انواع سنجش از دور با توجه به محدوده طول موج

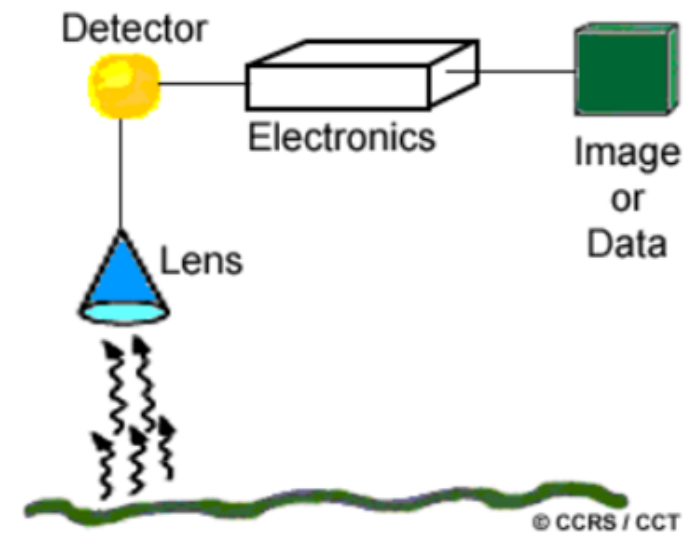
سنسور	سنجنده‌های اپتیکی		سنجنده‌های راداری
محدوده طول موج	بازتاب در محدوده مرئی - مادون قرمز  خورشید	مادون قرمز حرارتی  عارضه	ماکروویو  ارسال امواج توسط سنجنده
منبع			
رفتار عارضه	بازتاب	تابش حرارتی	بازپراکنش از عوارض / تابش از عوارض
طیف الکترومغناطیس	مرئی	مادون قرمز حرارتی - مادون قرمز نزدیک	ماکروویو
	0.4 μm	0.7 μm 3.0 μm 10.0 μm	1 mm



سنجش از دور اپتیکی



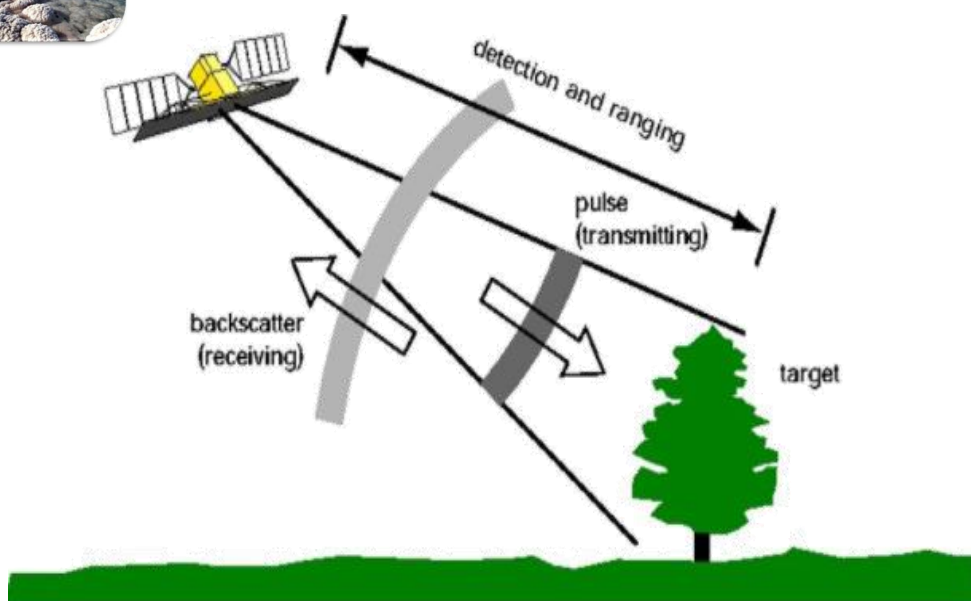
بازتاب امواج



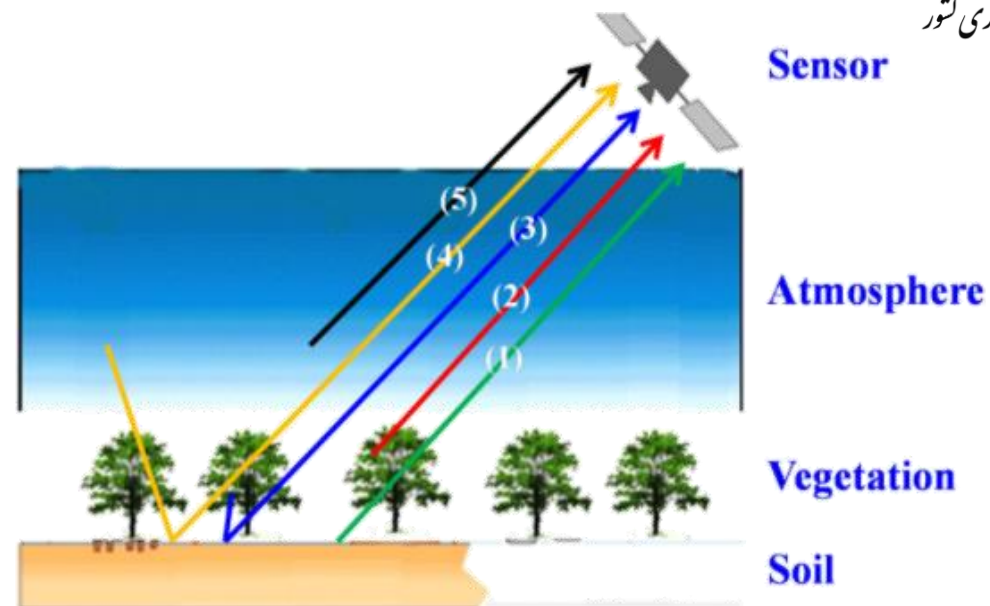
حرارتی (تابش عارضه)



سنجش از دور راداری



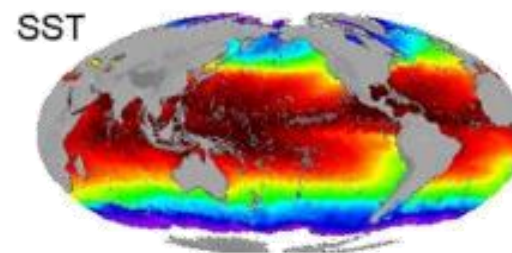
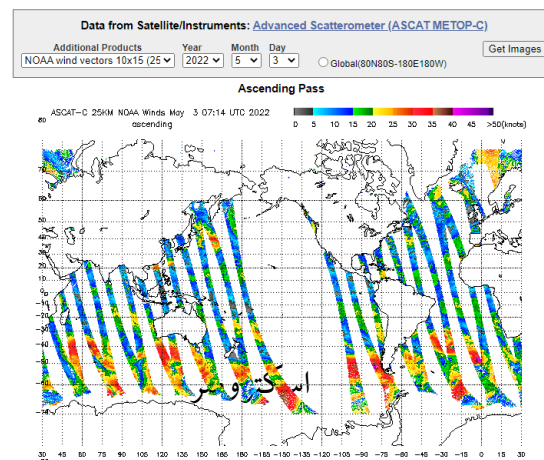
ماکروویو فعال



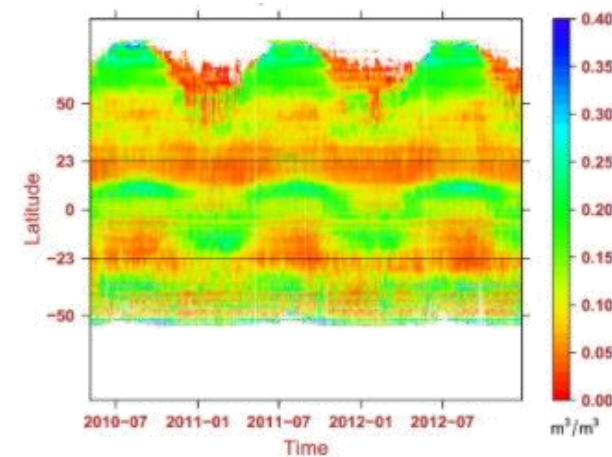
ماکروویو غیرفعال



آلتیمر



دمای سطح آب اقیانوس



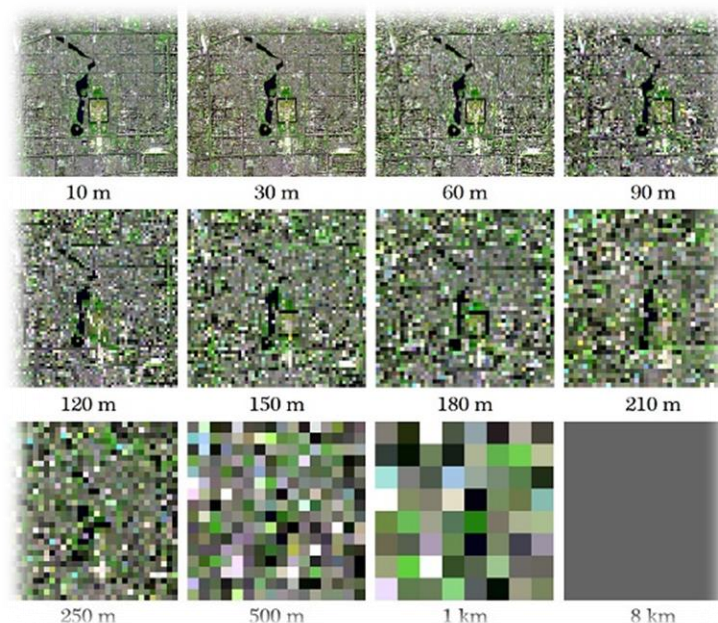
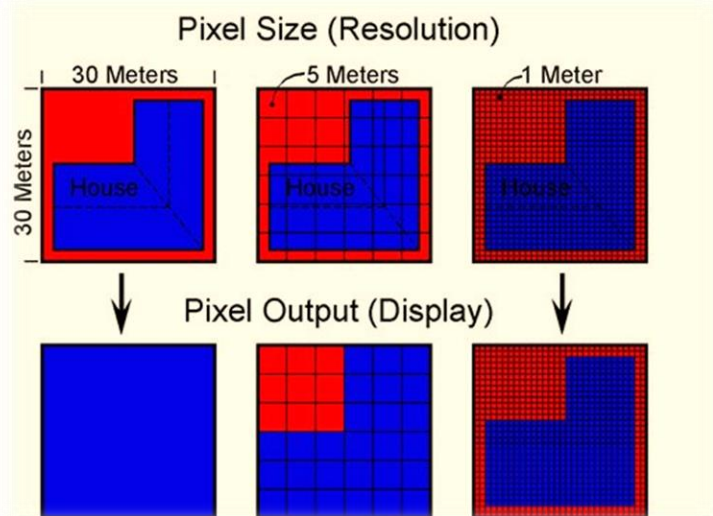
رطوبت خاک



قدرت تفکیک سنجنده‌های ماهواره‌ای



❖ قدرت تفکیک مکانی



High Spatial Resolution



Medium Spatial Resolution



Low Spatial Resolution

Spectral resolution

(# bands)



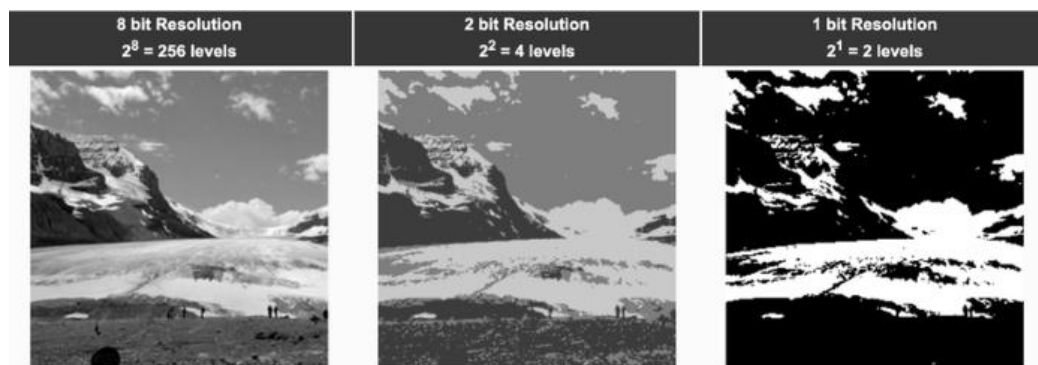
❖ قدرت تفکیک طیفی



قدرت تفکیک سنجنده‌های ماهواره‌ای

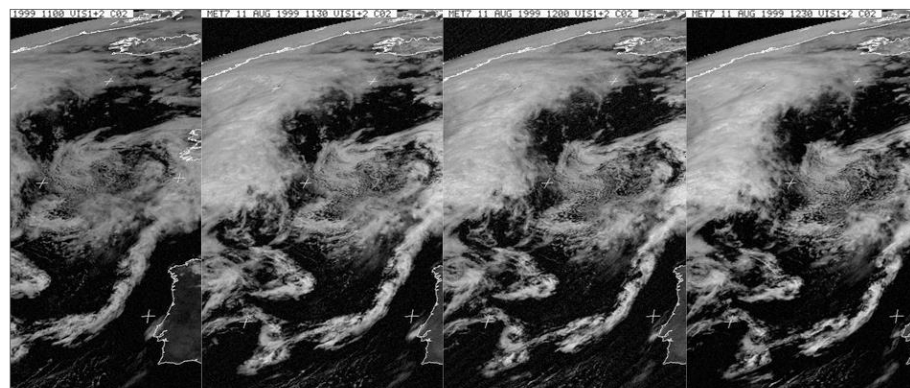
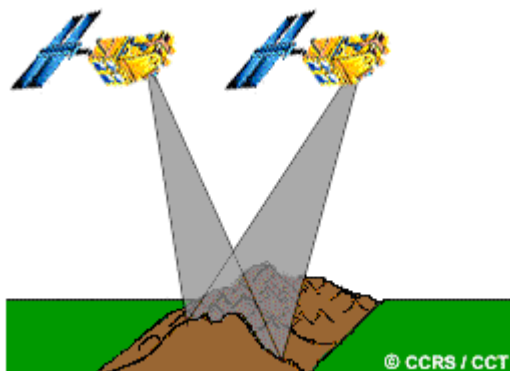


❖ قدرت تفکیک رادیومتریک



$2^{\text{number of bits}} = \text{number of quantisation levels}$		
Number of bits	Number of quantisation levels	Range of quantisation levels
1	2	0-1
2	4	0-3
3	8	0-7
4	16	0-15
5	32	0-31
6	64	0-63
7	128	0-127
8	256	0-255
9	512	0-511
10	1024	0-1023

❖ قدرت تفکیک زمانی



Weather satellite images of Meteosat 7 every half an hour.
Source: EUMETSAT



نرم افزارهای پردازش تصویر



ENVI ❖

PCI Geomatics ❖

eCognition ❖

SNAP ❖

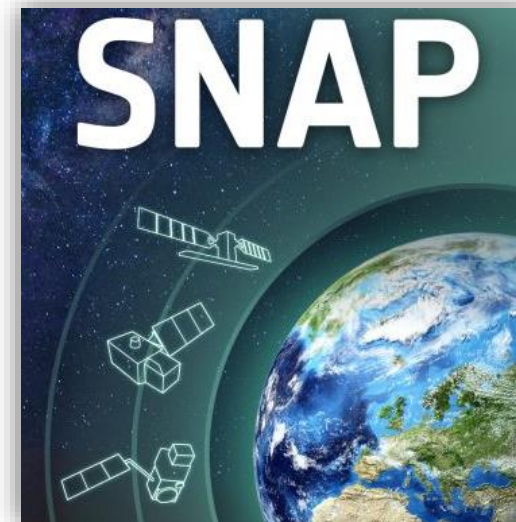
NEST ❖

Doris ❖

Stamps ❖

GAMMA ❖

SARPROZ ❖



SARPROZ ©

The SAR PROcessing tool by periZ





تصاویر ماهواره‌های Sentinel-1



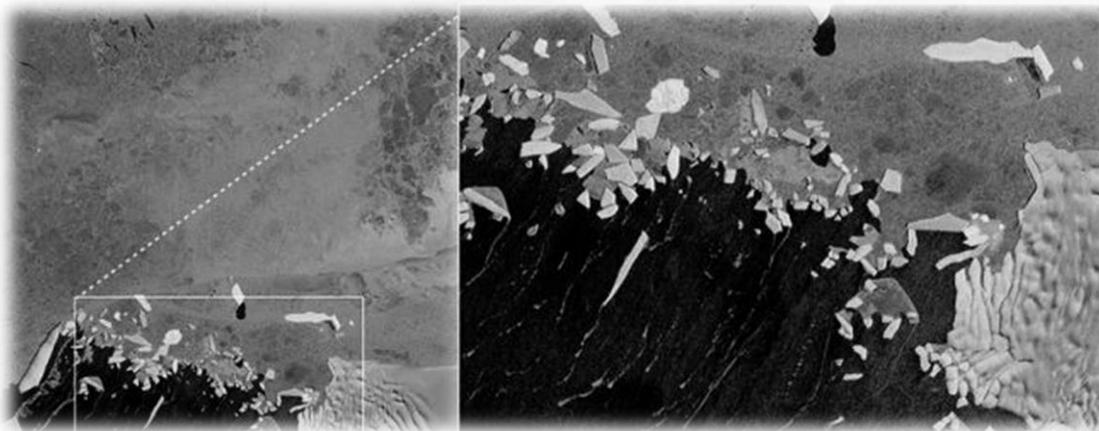
❖ ماهواره راداری Sentinel-1 متشکل از دو ماهواره Sentinel-1A و Sentinel-1B

❖ پرتاب ماهواره Sentinel-1A از ۳ آوریل ۲۰۱۴

❖ پرتاب ماهواره Sentinel-1B از ۲۵ آوریل ۲۰۱۶

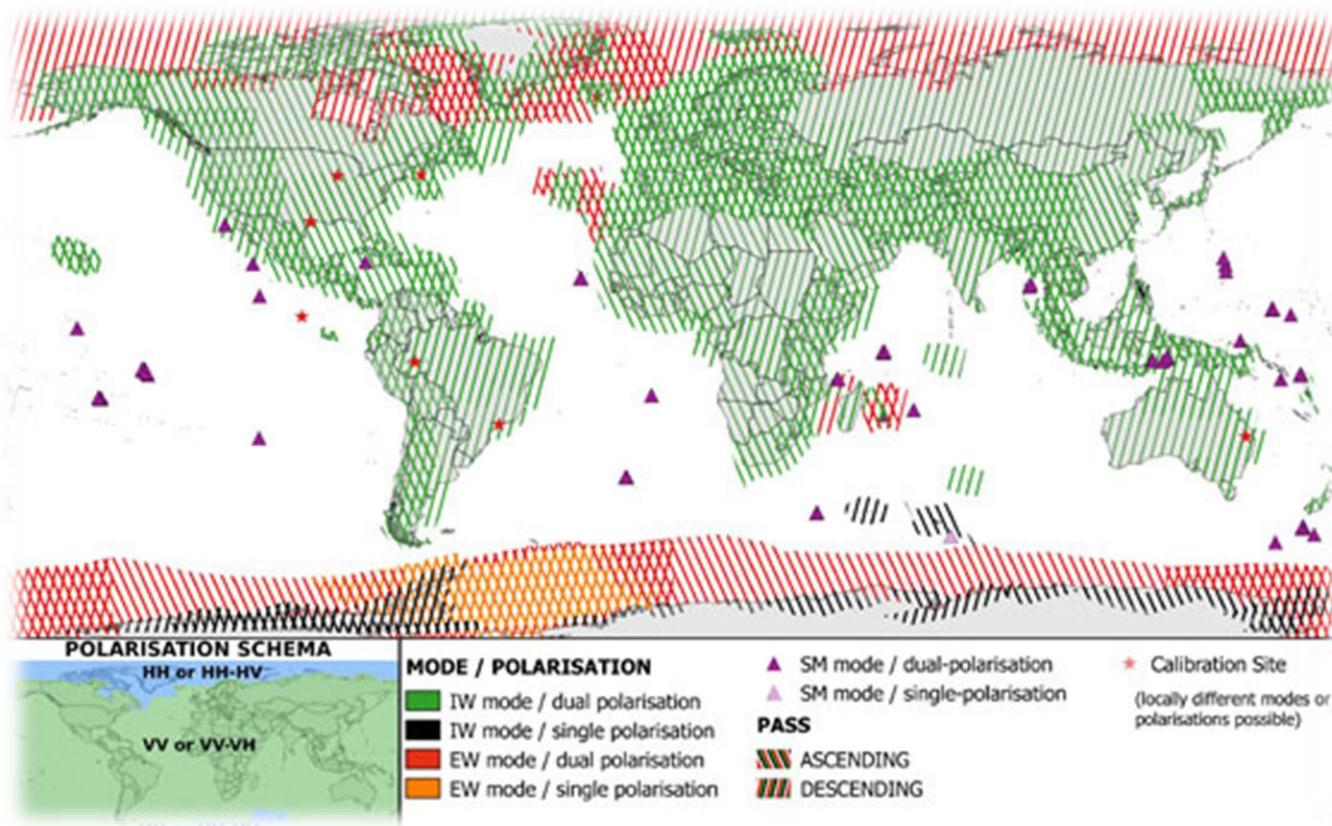
❖ اخذ داده در شرایط آب و هوایی مختلف و بدون محدودیت در طول شبانه‌روز

❖ انجام مشاهدات از سطح زمین در دوره زمانی ۶ روزه





تصاویر ماهواره‌ای Sentinel-1



❖ عملکرد سنجنده راداری C-SAR در باند C معادل با:

❖ طول موج ۵/۵۴ سانتی متر و فرکانس ۵/۴۰۵ گیگاهرتز

❖ برداشت داده در حالت‌های متفاوت پلاریزاسیون

❖ تک پلاریزاسیون HH یا VV

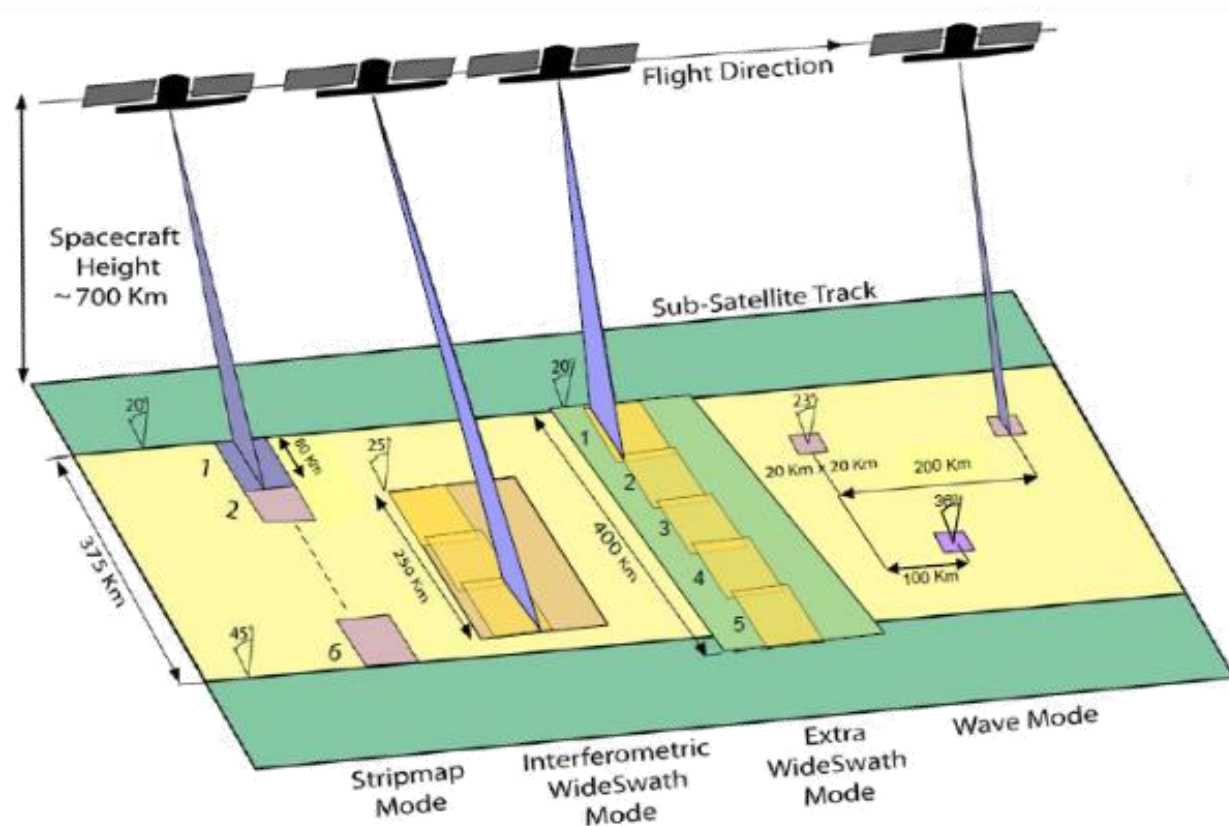
❖ پلاریزاسیون دوگانه HH+HV یا VV+VH

❖ محدوده زاویه فرود بین ۲۰ تا ۴۵ درجه

❖ اخذ داده در مدهای Stripmap، Interferometric Wide Swath (IW)، Extra Wide Swath (EW) و Wave Mode



تصاویر ماهواره‌ای Sentinel-1



❖ مشخصات مد Stripmap

❖ متشکل از ۶ عرض پوشش هم‌پوشانی دار

❖ هر عرض پوشش برابر با ۸۰ کیلومتر

❖ رزولوشن مکانی $5m \times 5m$

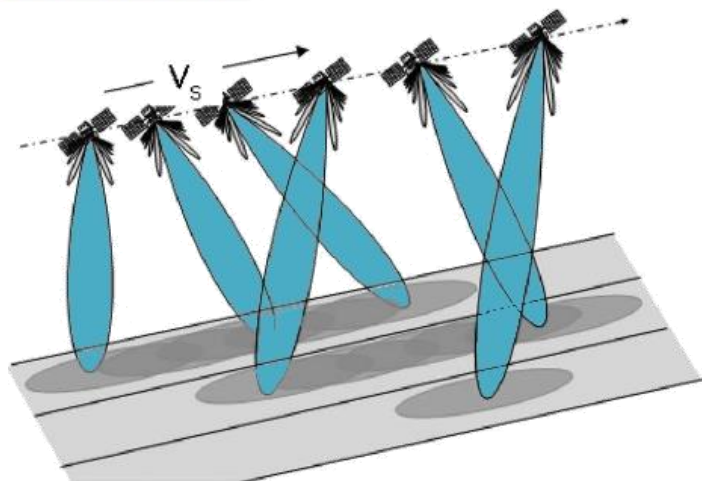
❖ امکان اخذ داده در هر دو حالت پلاریزاسیون تک و دوگانه

❖ محدوده زاویه فرود بین $۱۸/۳$ تا $۴۶/۸$ درجه

❖ استفاده از این مد در مناطق کوچک و در صورت نیاز در راستای مدیریت رویدادهای اضطراری



تصاویر ماهواره‌ای Sentinel-1



❖ مشخصات مد Interferometric Wide Swath (IW)

❖ بهره‌گیری از تکنیک TOPSAR در اخذ داده

❖ متشکل از ۳ عرض پوشش برابر با ۲۵۰ کیلومتر

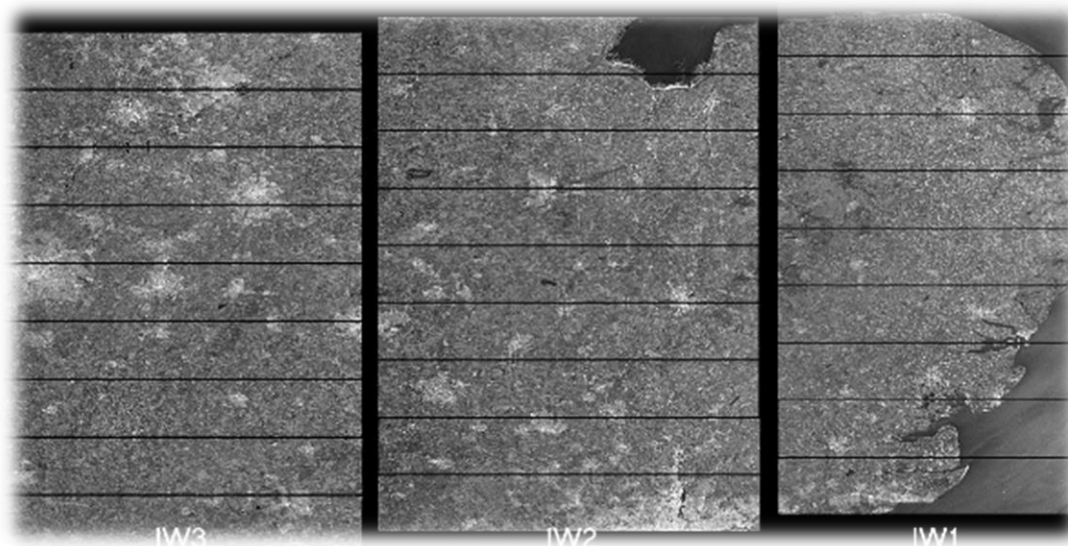
❖ رزولوشن مکانی $5m \times 20m$

❖ دارای خطوط سیاه (burst) در تصویر با فرمت SLC

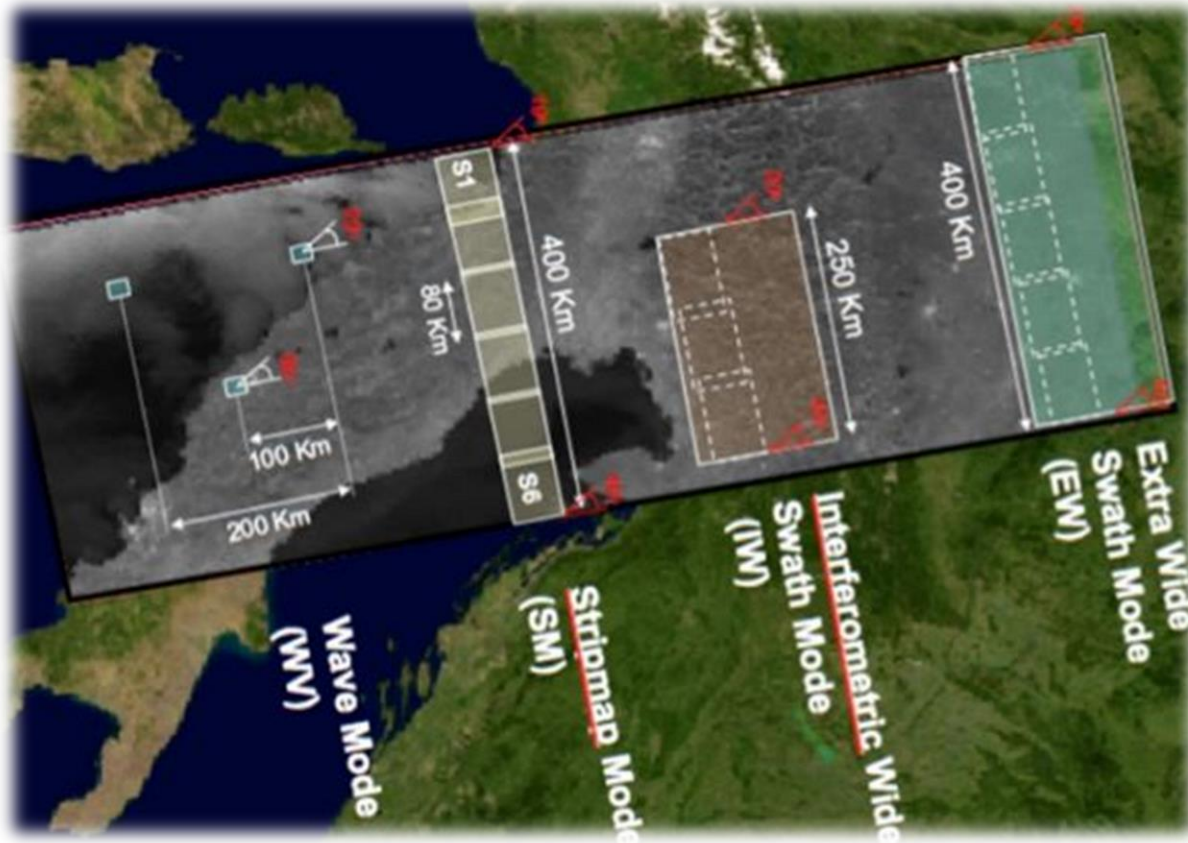
❖ محدوده زاویه فرود بین ۲۹/۱ تا ۴۶ درجه

❖ امکان اخذ داده در هر دو حالت پلاریزاسیون تک و دوگانه

❖ مد بسیار کاربردی در مطالعات سطح زمین



تصاویر ماهواره‌ای Sentinel-1



❖ مشخصات مد Extra Wide Swath (EW)

❖ بهره‌گیری از تکنیک TOPSAR در اخذ داده

❖ متشکل از ۵ عرض پوشش برابر با ۴۰۰ کیلومتر

❖ رزولوشن مکانی $20m \times 40m$

❖ دارای خطوط سیاه (burst) در تصویر با فرمت SLC

❖ محدوده زاویه فرود بین $18/9$ تا 47 درجه

❖ امکان اخذ داده در هر دو حالت پلاریزاسیون تک و دو گانه

❖ مد کاربردی در مطالعات مناطق دریایی همانند صفحات یخ، مانیتورینگ لکه نفتی و...



تصاویر ماهواره‌ای Sentinel-1



❖ مشخصات مد Wave Mode (WV)

❖ متشکل از چندین تصاویر جداگانه با مد Stripmap

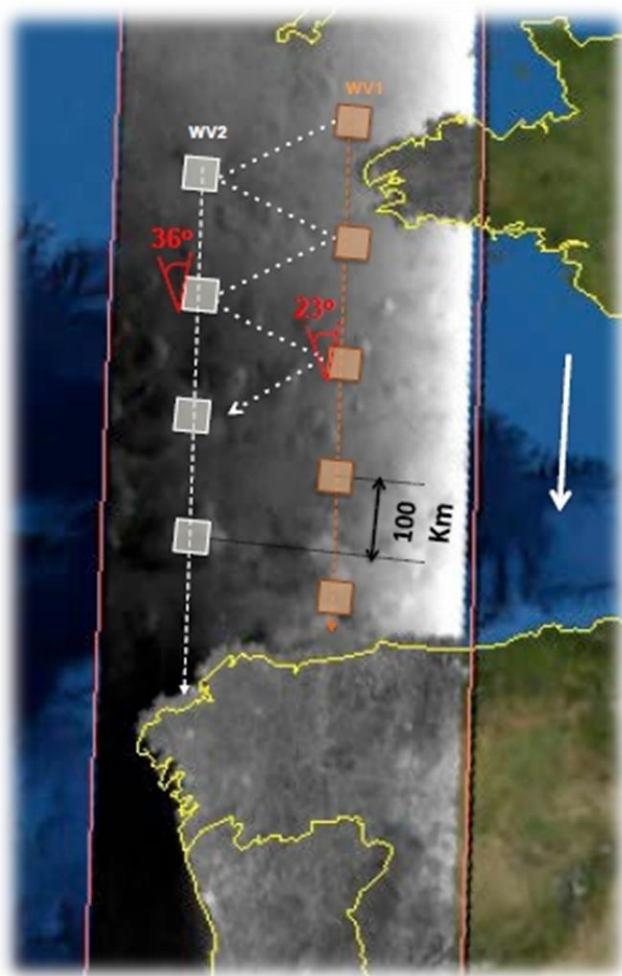
❖ محدوده پوشش تصاویر $20\text{km} \times 20\text{km}$

❖ رزولوشن مکانی $5\text{m} \times 5\text{m}$

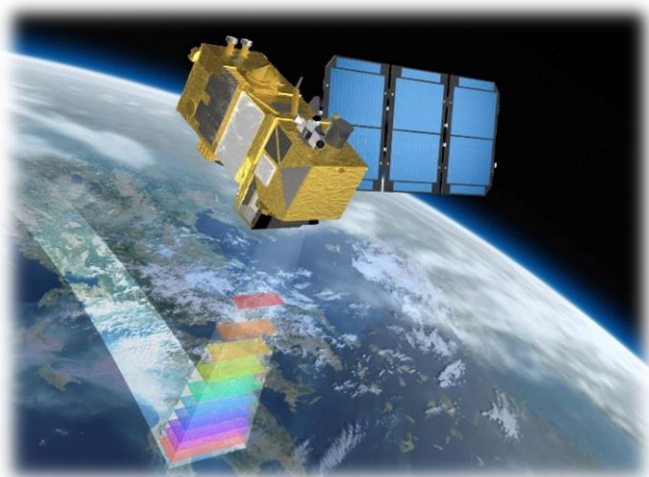
❖ محدوده زاویه فرود بین $(۲۱/۶)$ تا $(۲۵/۱)$ درجه) یا $(۳۴/۸)$ تا (۳۸) درجه)

❖ امکان اخذ داده تنها در هر حالت پلاریزاسیون تک گانه (HH یا VV)

❖ مد کاربردی در مطالعات مناطق دریایی



تصاویر ماهواره‌ای Sentinel-2



❖ ماهواره اپتیک Sentinel-2 متشکل از دو ماهواره Sentinel-2A و Sentinel-2B

❖ پرتاب ماهواره Sentinel-2A از ۲۳ ژوئن ۲۰۱۵

❖ پرتاب ماهواره Sentinel-2B از ۷ مارس ۲۰۱۷

❖ دو ماهواره در ارتفاع ۷۸۶ کیلومتری، در یک مدار و با اختلاف فاز ۱۸۰ درجه

❖ انجام مشاهدات از سطح زمین در دوره زمانی ۵ روزه





تصاویر ماهواره‌ای Sentinel-2



❖ ماهواره Sentinel-2 متشکل از سنجنده اپتیک با مشخصات:

❖ میدان دید ۲۹۰ کیلومتر

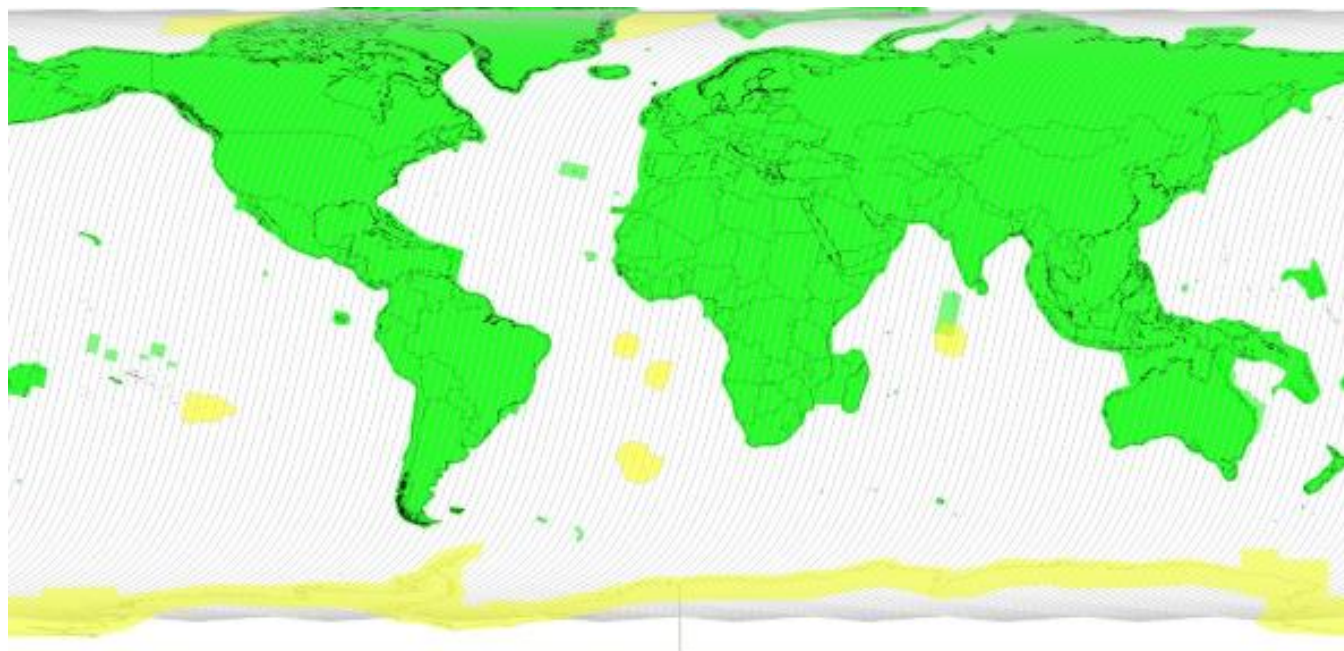
❖ ۱۳ باند طیفی در محدوده طول موج‌های مختلف

❖ رزولوشن‌های مکانی ۱۰، ۲۰ و ۶۰ متری

❖ رزولوشن رادیومتریکی ۱۲ بیت

❖ رزولوشن زمانی ۱۰ روز برای هر یک از ماهواره

❖ رزولوشن زمانی ۵ روز با هر دو ماهواره



5 days
10 days



تصاویر ماهواره‌ای Sentinel-2



❖ باندهای طیفی ماهواره Sentinel-2:

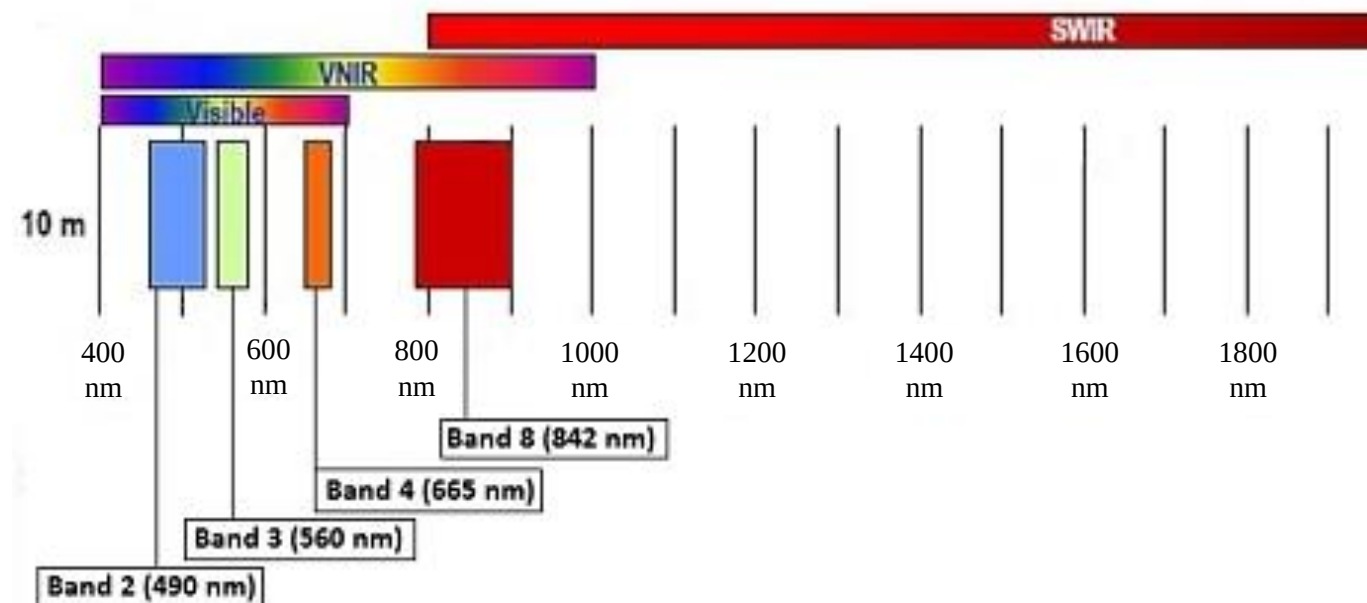
❖ ۴ باند طیفی با رزولوشن مکانی ۱۰ متر در محدوده‌های طیفی:

❖ طول موج آبی (۴۹۰ نانومتر)

❖ طول موج سبز (۵۶۰ نانومتر)

❖ طول موج قرمز (۶۶۵ نانومتر)

❖ طول موج مادون قرمز نزدیک (۸۳۵ نانومتر)





تصاویر ماهواره‌ای Sentinel-2



❖ باندهای طیفی ماهواره Sentinel-2:

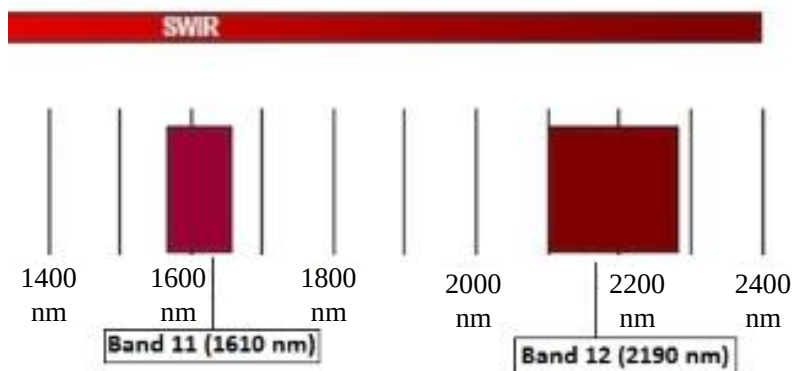
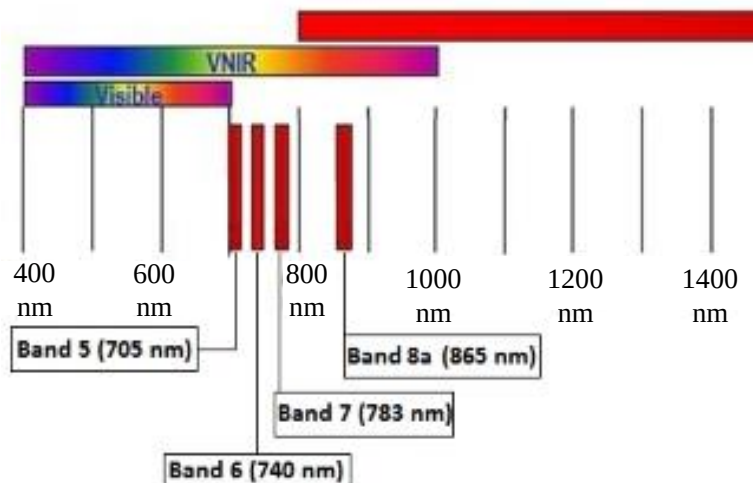
❖ ۶ باند طیفی با رزولوشن مکانی ۲۰ متر در محدوده‌های طیفی:

❖ ۴ باند طیفی در محدوده لبه قرمز مادون قرمز نزدیک

❖ با طول موج‌های ۷۰۵، ۸۶۵، ۷۸۳ و ۷۴۰ نانومتر

❖ ۲ باند طیفی در محدوده فروسرخ کوتاه

❖ با طول موج‌های ۱۶۱۰ و ۲۱۹۰ نانومتر





تصاویر ماهواره‌ای Sentinel-2



❖ باندهای طیفی ماهواره Sentinel-2:

❖ ۳ باند طیفی با رزولوشن مکانی ۱۰ متر در کاربرد اتمسفری:

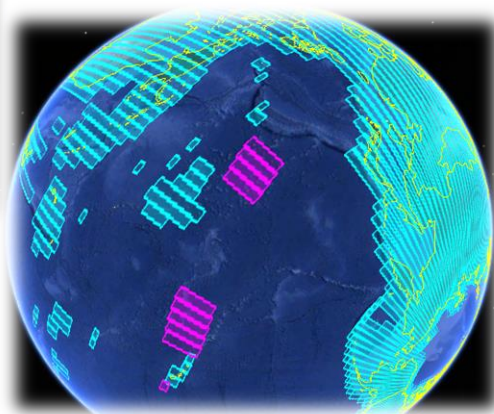
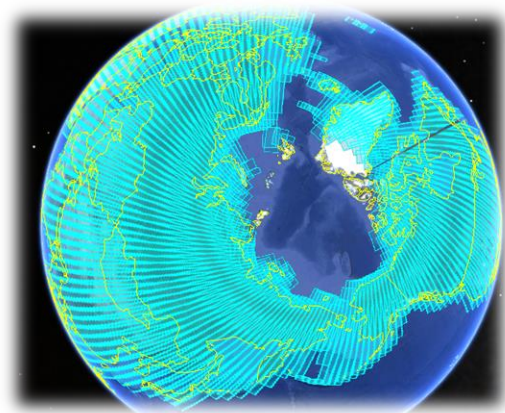
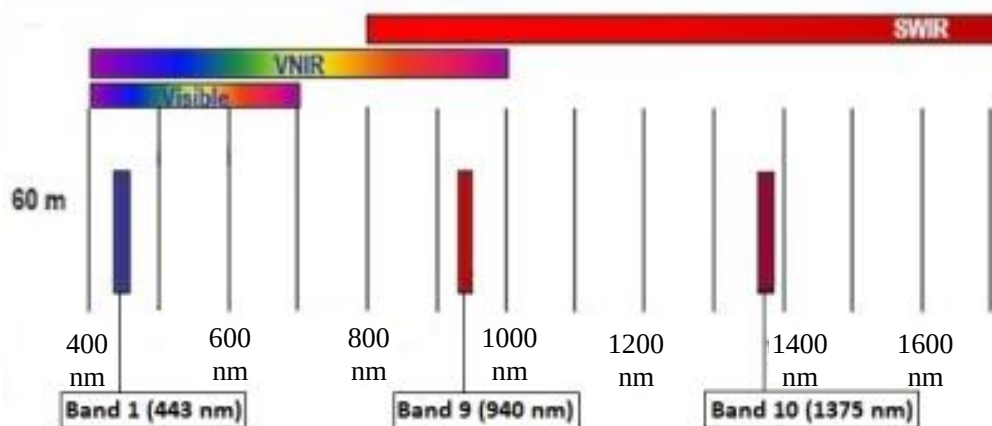
❖ باندهای با طول موج ۴۴۳ نانومتر برای آبروسول

❖ باندهای با طول موج ۹۴۰ نانومتر برای بخار آب

❖ باندهای با طول موج ۱۳۷۵ نانومتر برای ابرهای مرطوب

❖ امکان دسترسی به فایل KML از تصاویر آنلاین و آرشیو

<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2/acquisition-plans/archive>





تصاویر ماهواره‌ای Sentinel-3



❖ ماهواره Sentinel-3 متشکل از ماهواره‌های Sentinel-3A و Sentinel-3B

❖ پرتاب ماهواره Sentinel-3A از ۱۶ فوریه ۲۰۱۶

❖ پرتاب ماهواره Sentinel-3B از ۲۵ آوریل ۲۰۱۸

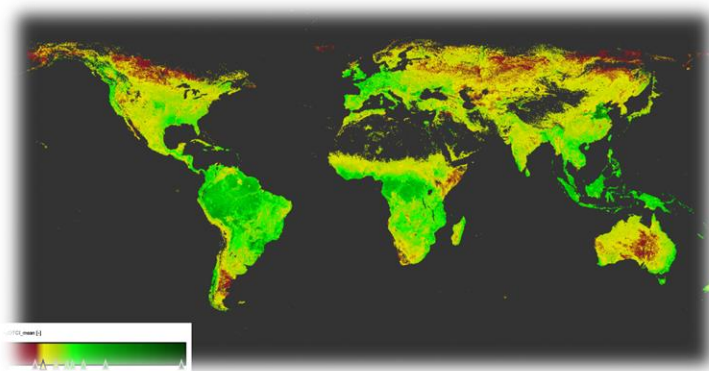
❖ پرتاب ماهواره Sentinel-3C و Sentinel-3D از ۲۰۲۱ به بعد

❖ کاربرد آن در زمینه‌هایی همانند:

❖ اندازه‌گیری توپوگرافی سطح دریا، مانیتورینگ تغییرات محیطی

❖ دمای سطح زمین و دریا و بررسی تغییرات آن

❖ رنگ سطح زمین و اقیانوس، مانیتورینگ سلامت اقیانوس‌ها



بررسی تغییرات کلروفیل



تصاویر ماهواره‌ای Sentinel-3



❖ ماهواره Sentinel-3 متشکل از سنسورهای از جمله:

❖ Ocean and Land Color Instrument (OLCI)

❖ سنسور شناسایی رنگ آب و دریا با رزولوشن مکانی ۳۰۰ متر و ۲۱ باند طیفی

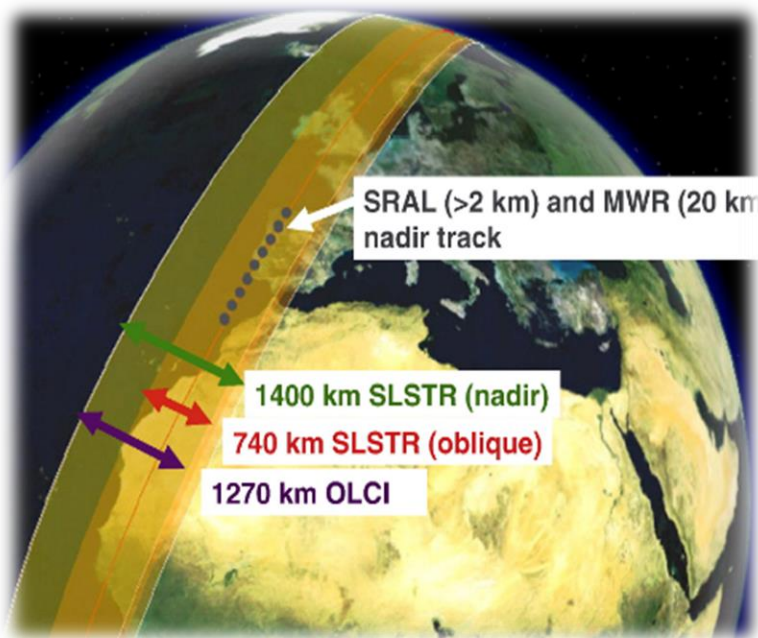
❖ Sea and Land Surface Temperature Radiometer (SLSTR)

❖ سنسور اندازه‌گیری دمای آب و سطح زمین با ۹ باند طیفی و ۲ باند پایش آتش

❖ رزولوشن مکانی ۵۰۰ متر (مرئی و فروسرخ کوتاه) و ۱ کیلومتر (مادون قرمز حرارتی)

❖ SAR Radar Altimetry (SRAL)

❖ استفاده از ۲ باند C و Ku راداری برای اندازه‌گیری دقیق توپوگرافی صفحات یخی، رودخانه، دریاچه و...





تصاویر ماهواره‌ای Sentinel-5p

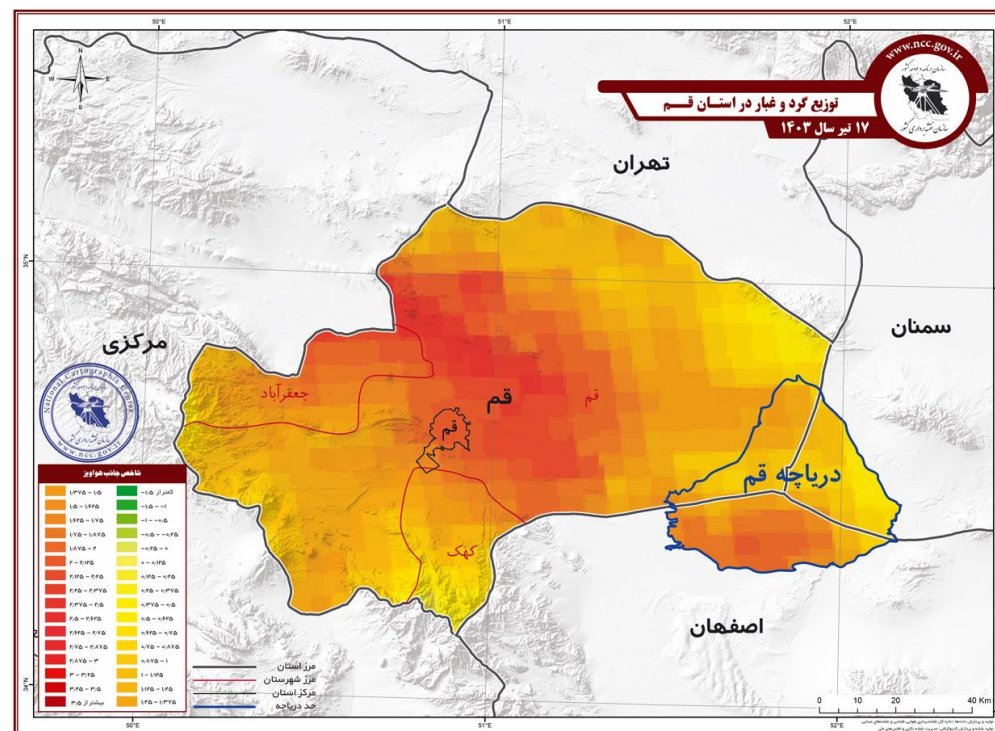
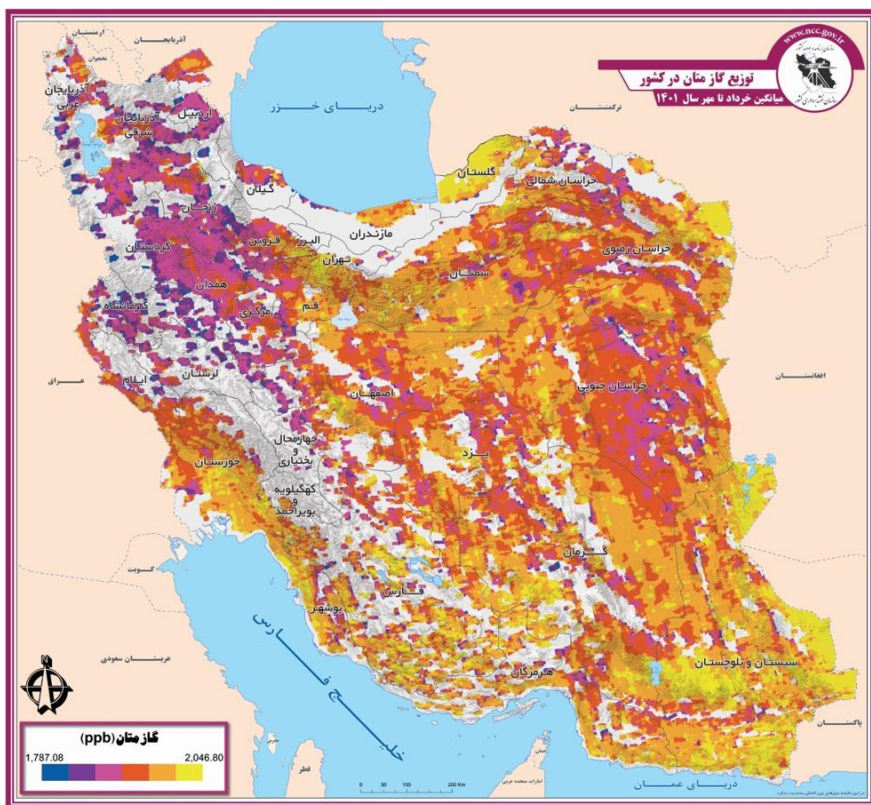


❖ ماهواره سنتینل ۵ با هدف نظارت بر محیط زیست و پایش آلاینده‌های هوا

❖ سنجنده TROPOMI با قدرت تفکیک‌های مکانی در حد کیلومتر و زمانی ۱۰۱ دقیقه

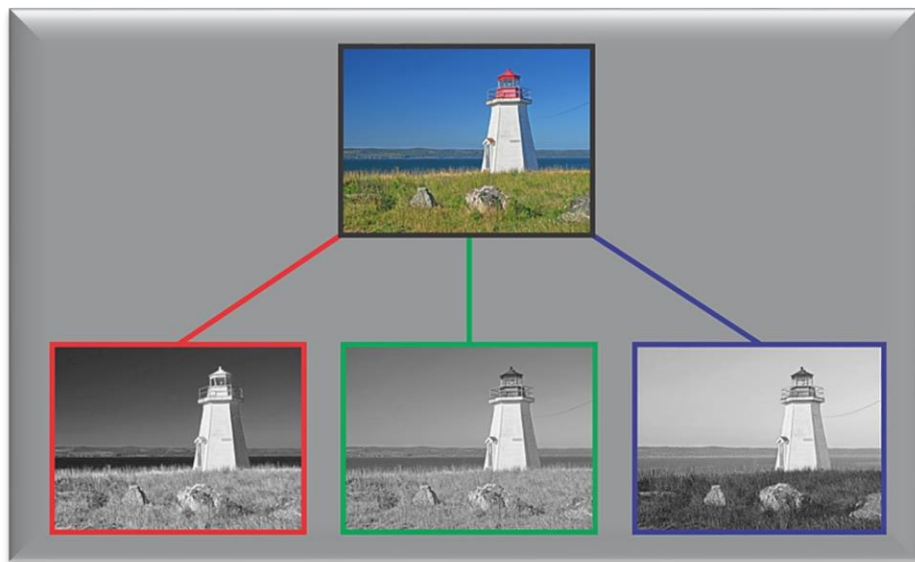
❖ محدوده طول موج‌های فرابنفش - مرئی، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز با طول موج

کوتاه





پردازش تصاویر

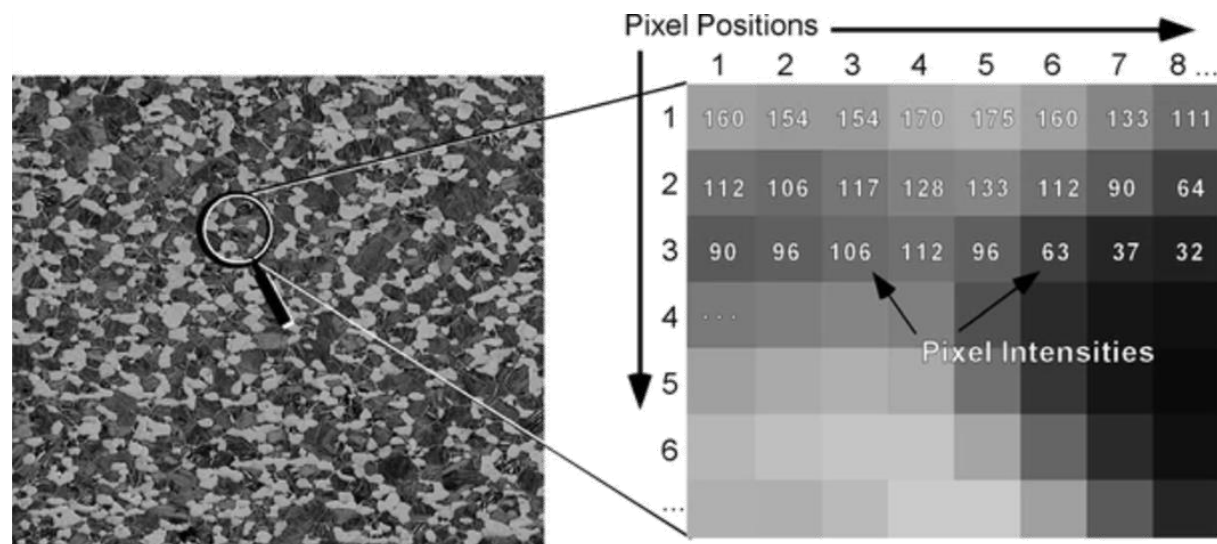


تصویر اخذ شده با دوربین

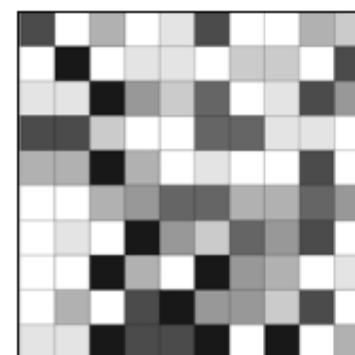


RGB

210	214	216
208	210	211
204	208	210
167	188	188
186	185	184
183	185	184
236	238	239
235	234	234
230	206	232



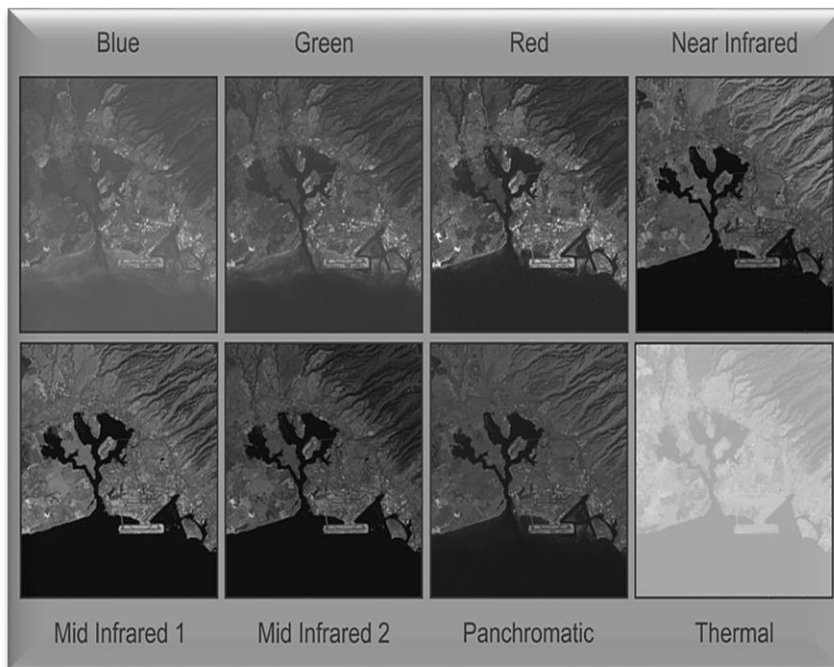
تصویر Gray Scale



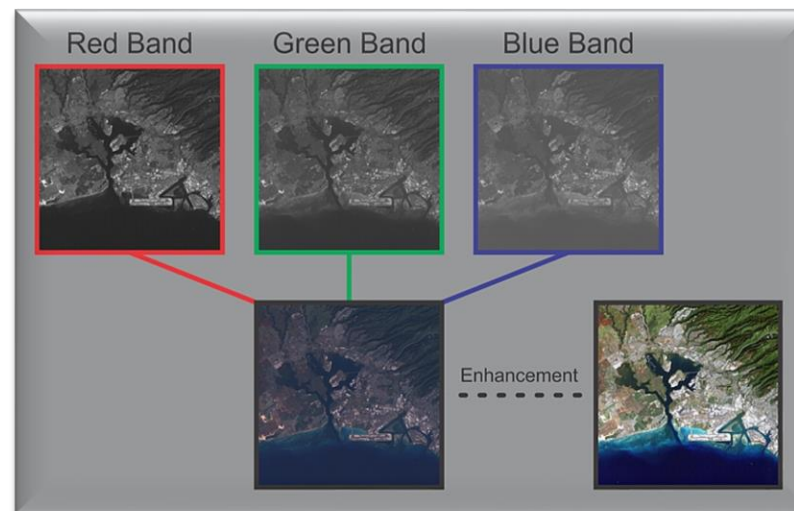
254	107
255	165



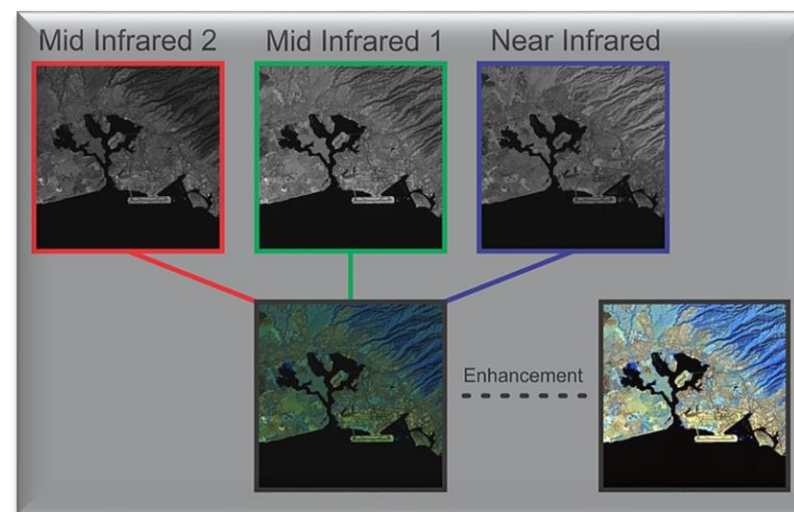
تصاویر سنجش از دوری



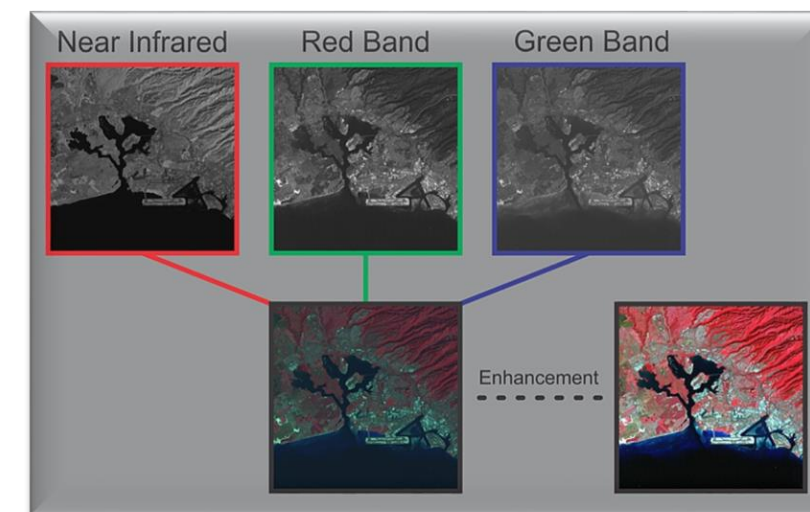
تصویر ماهواره‌ای اخذ شده در باندهای مختلف



ترکیب رنگی واقعی با باندهای تصویر ماهواره‌ای



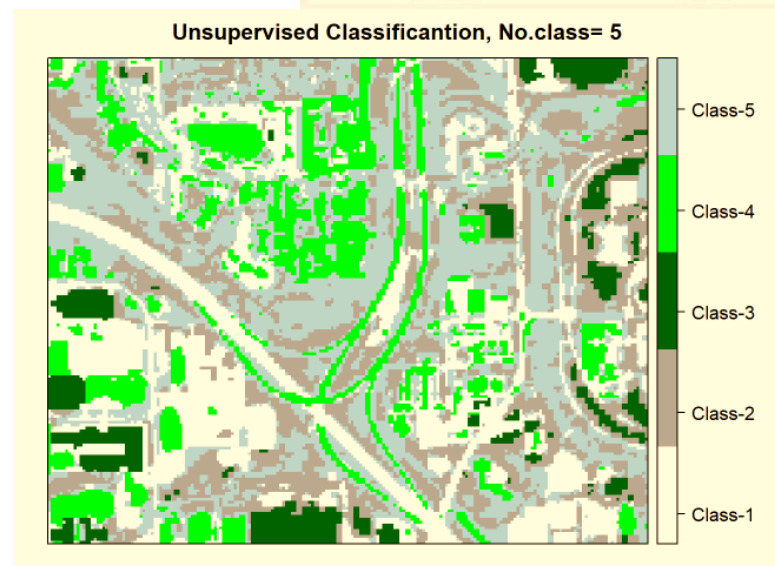
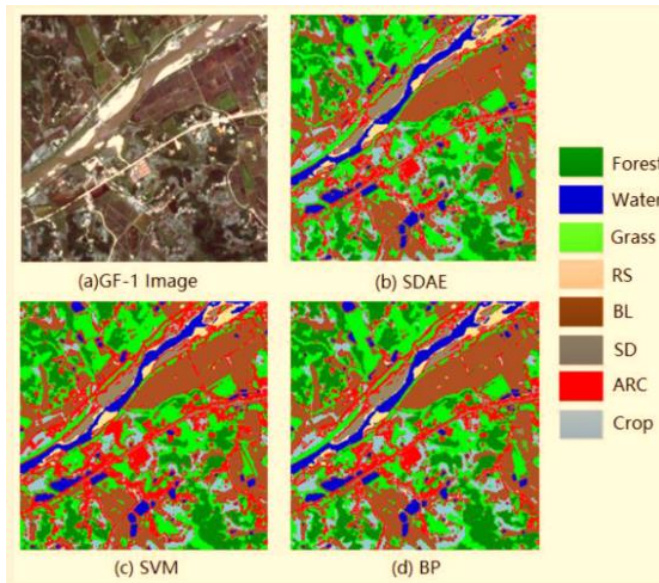
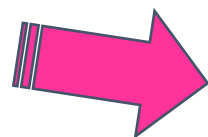
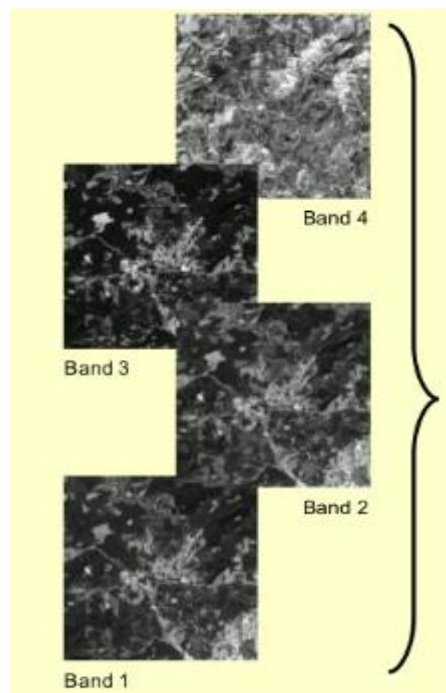
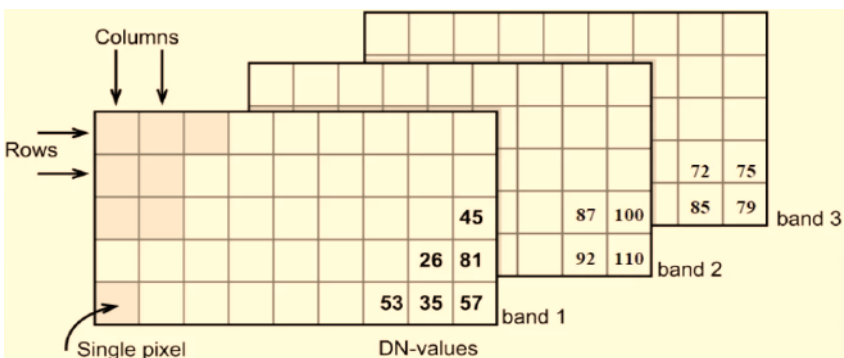
ترکیب رنگی کاذب با باندهای تصویر ماهواره‌ای



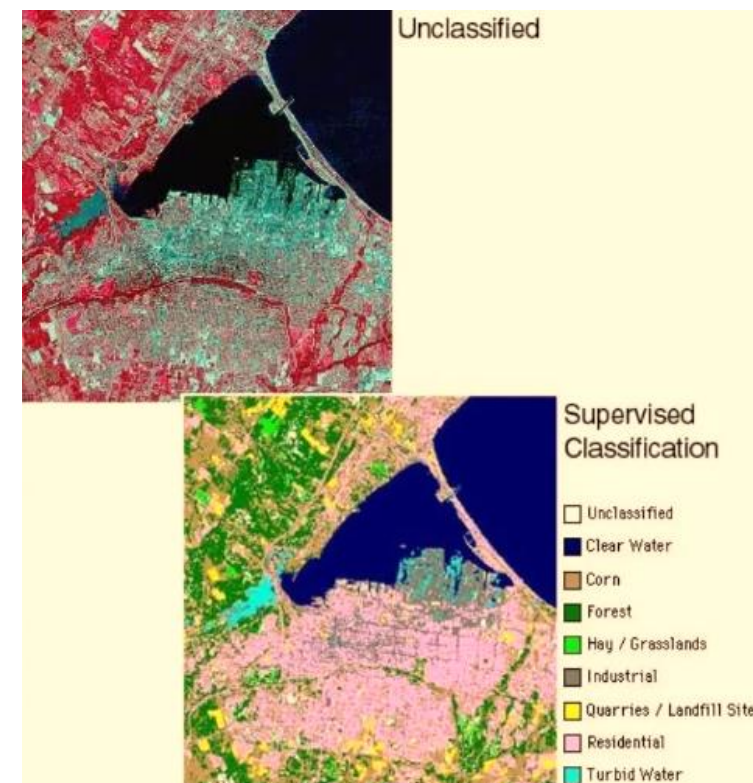
ترکیب رنگی کاذب با باندهای تصویر ماهواره‌ای



طبقه‌بندی تصویر

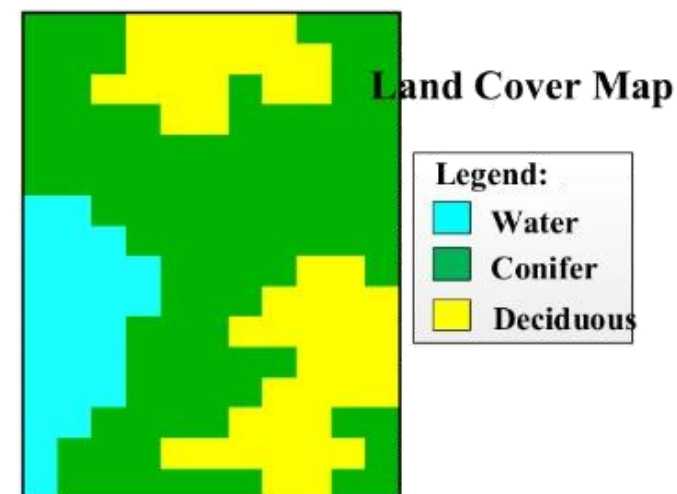
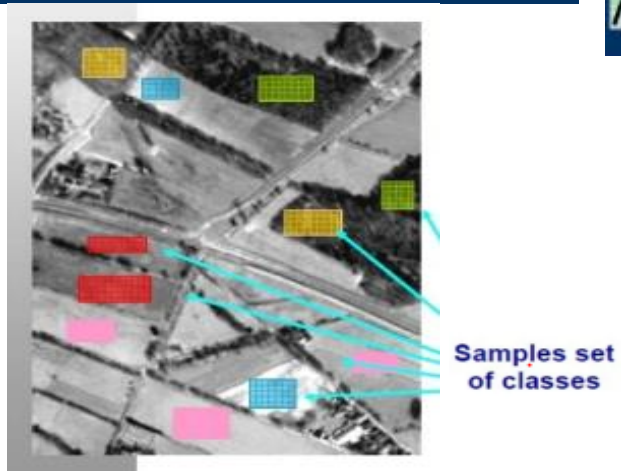
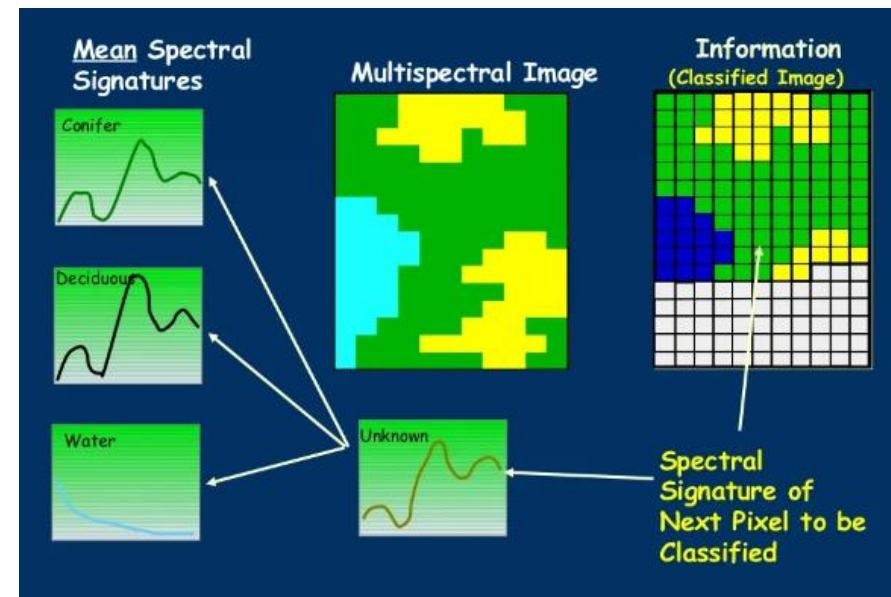
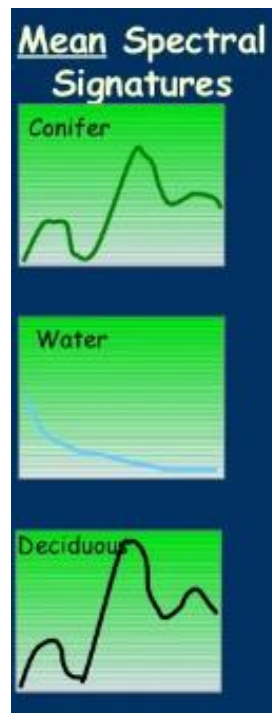
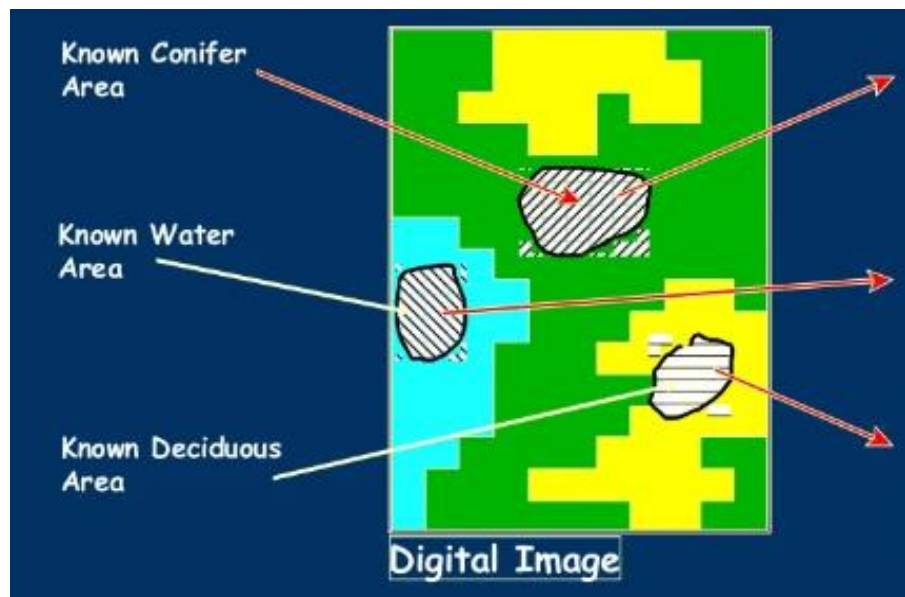


❖ برچسب‌دهی به هر پیکسل تصویر

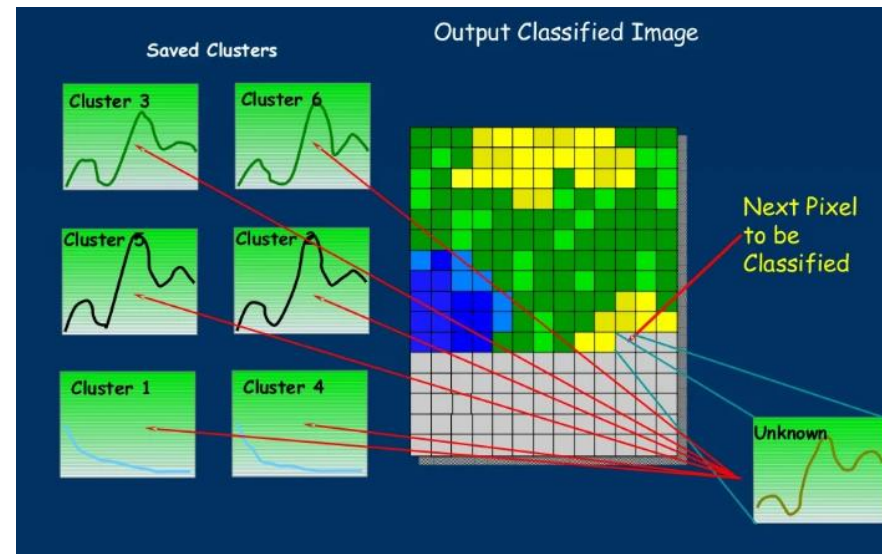
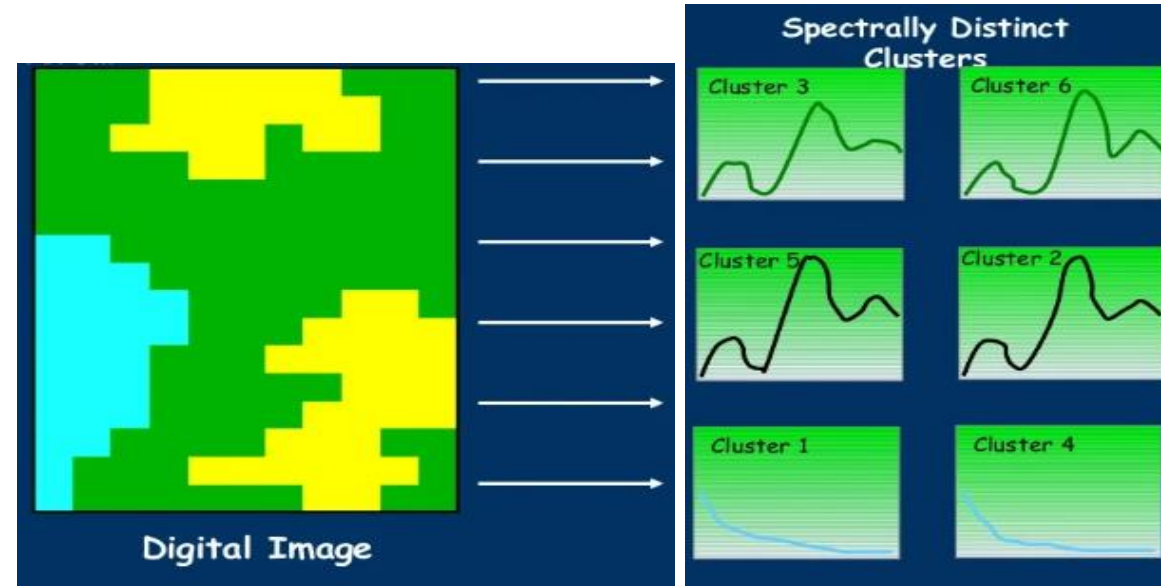
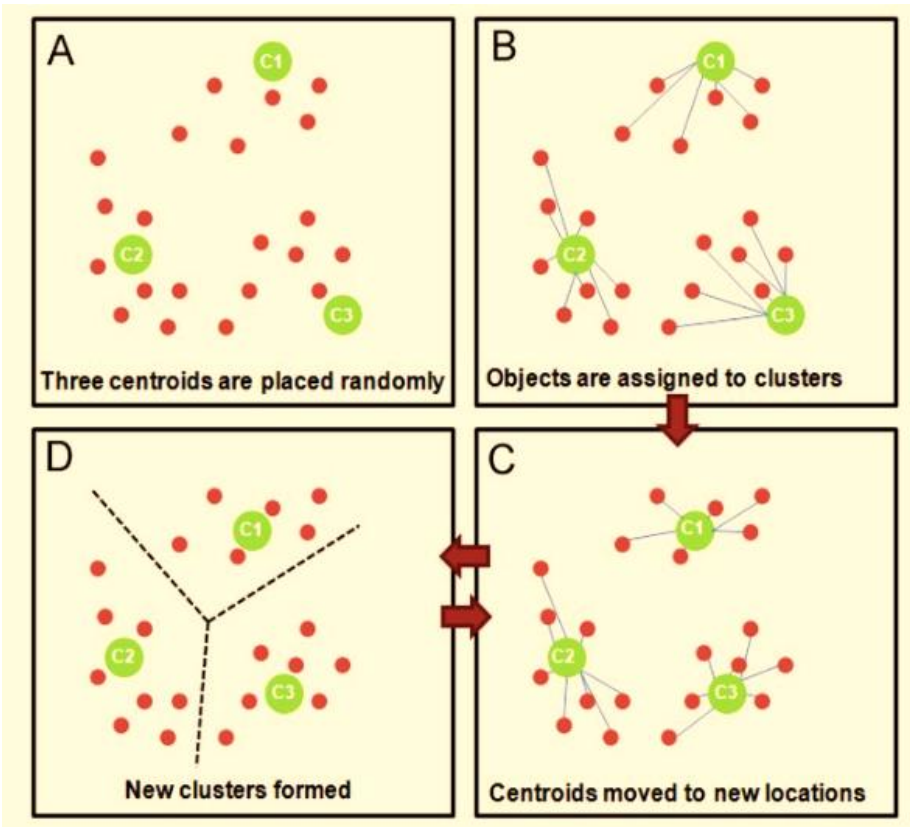




طبقه‌بندی نظارت شده تصویر



طبقه‌بندی نظارت نشده تصویر



باساس فراوان از

توجه شما