

جلسه چهارم

آشنایی با ماهواره ها

# ماهواره های موجود در فضا

اولین ماهواره فنی منابع زمینی در سال ۱۹۷۲ در مدار زمین قرار گرفت تا کنون ۵ ماهواره در مدار زمین قرار دارد که در هنگام صبح از شمال به طرف جنوب زمین دور می زند و به غیر از قطب شمال و جنوب تمام کره زمین را فیلمبرداری میکند.

SUN ovs Syncrovs خورشید آهنگ

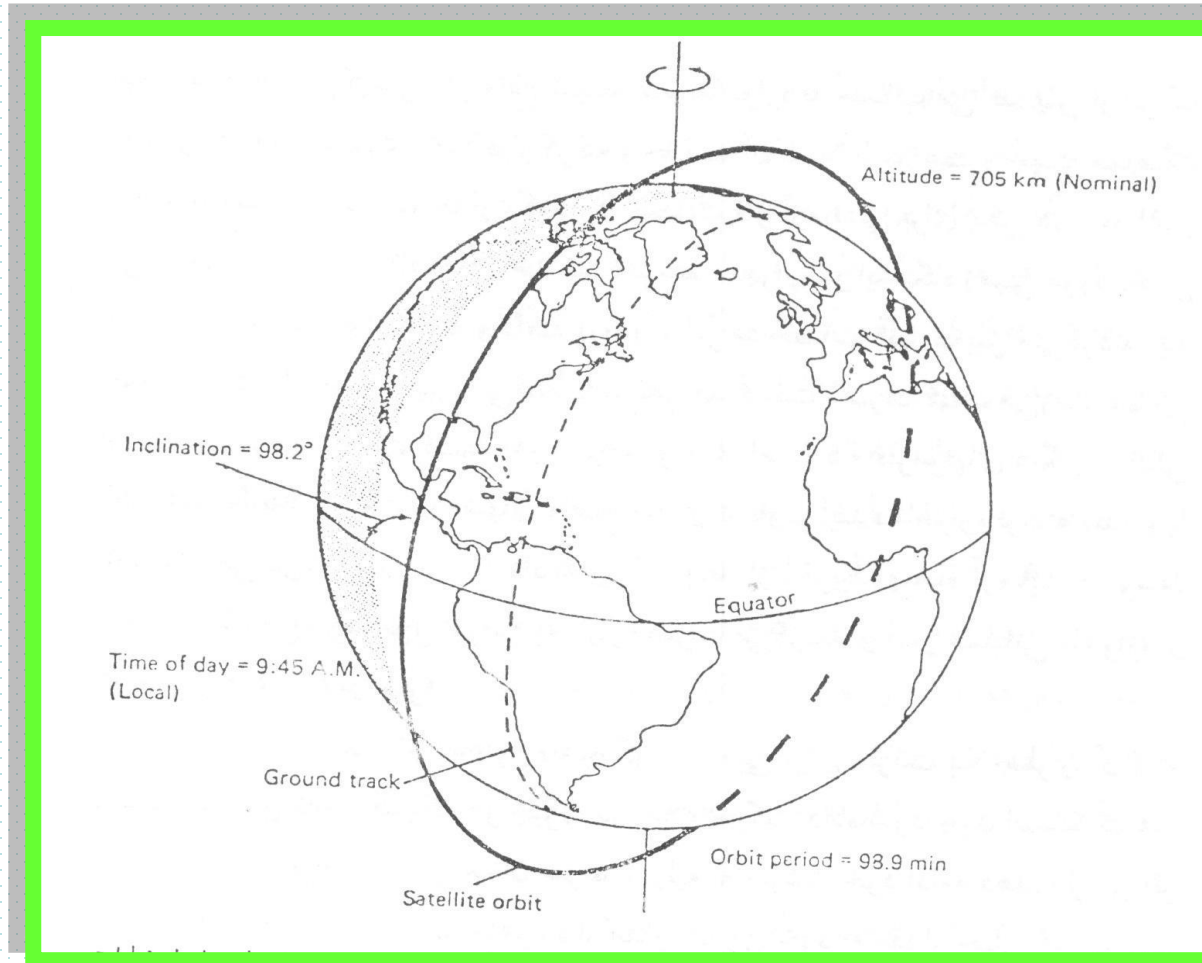
Geostationary زمین آهنگ

ماهواره های موجود در فضا

# فلسفه سنجش از دور ماهواره ای

- در این بخش بازتاب انرژی از سطح زمین ضبط و سپس دور سنجی میشود و چنانچه بازتاب از انرژی خورشیدی و یا برخاسته از داخل زمین باشد آنرا دور سنجی غیر فعال میگویند.
- اگر انرژی تابیده شده را خودمان تولید کرده باشیم آنرا دور سنجی فعال می نامیم .
- چشم بشر قادر است تنها امواج با طول موج  $4/0$  تا  $7/0$  میکرون را ببیند در صورتی که سنجنده ها ( ماهواره ها ) قادر هستند طیف وسیع تری از طیف الکترومغناطیس را رصد کرده و اطلاعات وسیعی از عوارض و پدیده های سطح زمین ضبط کند که از طریق وسایل و ابزار مربوطه این اطلاعات و داده های ثبت و ضبط شده بصورت رقومی و یا تصویری قابل بررسی و آنالیز است .

# مدار خورشید آهنگ نسل دوم لندستهای ۴ و ۵

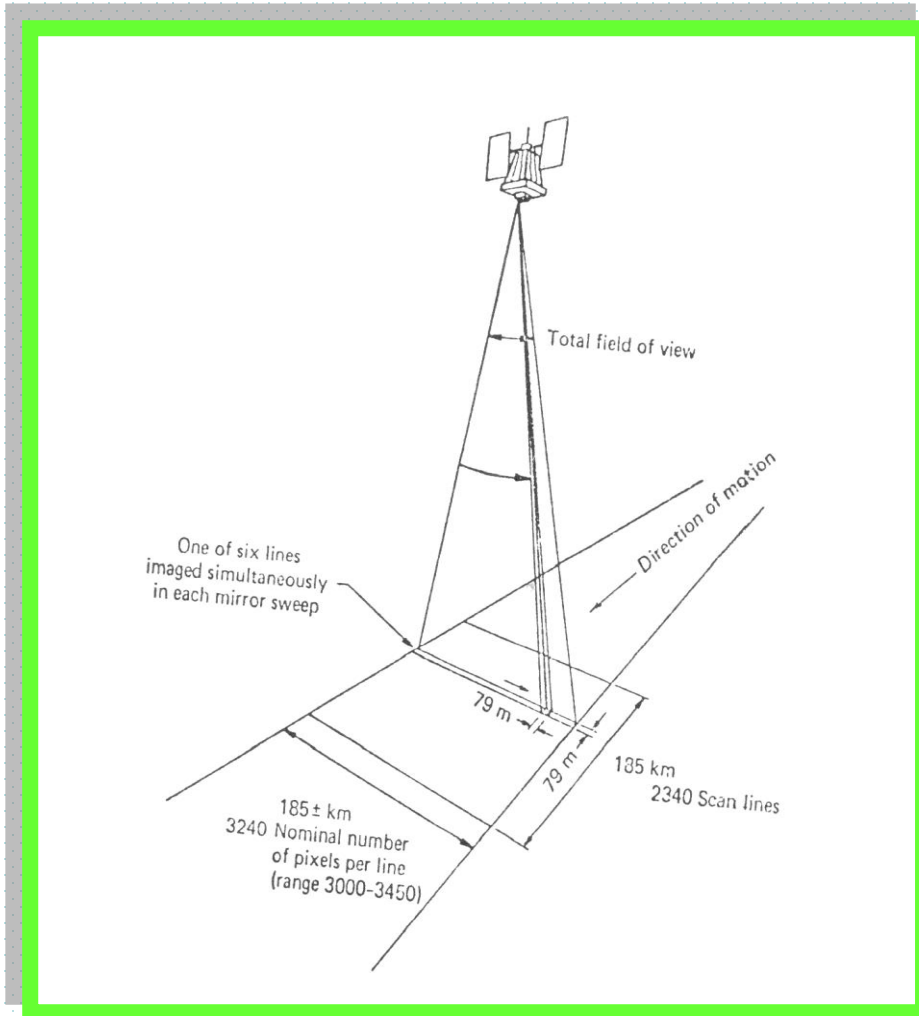


## انواع ماهواره ها

– دسته اول : شامل ماهواره هایی است که در ارتفاع ۲۰۰ تا ۵۰۰ کیلومتری سطح زمین قرار دارند . این گروه شامل ماهواره های جاسوسی و ماهواره های کاسموس شوروی سابق هستند .

– دسته دوم : شامل ماهواره های منابع زمینی و هواشناسی است که در ارتفاع ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلومتری بالای زمین گردش می کنند . مدار آنها با حرکت وضعی زمین هماهنگ و در نتیجه خورشید آهنگ هستند ماهواره های قطبی ، ماهواره های هواشناسی نووا و ماهواره های ناوبری که بیشتر در عرض های بالا فعال هستند .

## معرفی ماهواره های هندست



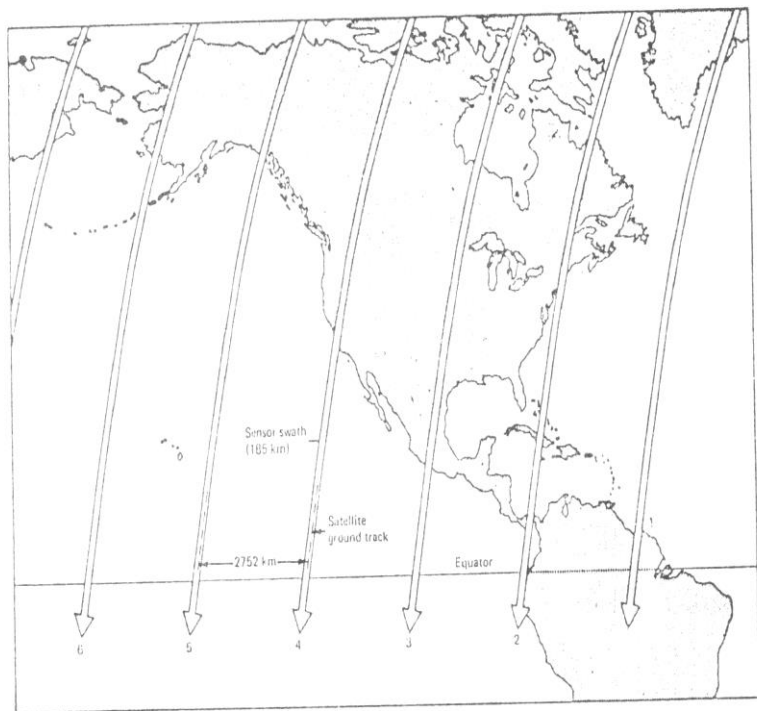
• ویژگی سنجنده های تعبیه شده بر روی هندست:

• قدرت تفکیک زمین سنجنده MSS را در مقایسه با اندک پیکسل آن .

• این سنجنده بدون تغییرات عمده بر روی هندستهای ۱ تا ۵ نصب شده و این سنجنده دارای ۴ باند طیفی دو باند در ناحیه قابل رویت و دو تای دیگر در مادون قرمز نزدیک میباشند.

• ارتفاع صوری مدار هندست ۵ بر روی خط استوا ۷۰۵ کیلومتر است

## ویژگیهای عمومی ماهواره های لندست



– فواصل بین مدارهای پشت سر هم لندست ۴ یا ۵ بر روی خط استوا در فاصله زمانی که ماهواره یک بار به دور زمین می گردد ، زمین ۲۷۵۲ کیلومتر به سمت شرق میچرخد .

- لندست ۱ در سال ۱۹۷۲ توسط NASA به فضا پرتاب شد بعد از آن تاریخ نسلهای دیگر آن نیز به فضا پرتاب شد .

شکل روبرو مدار حرکت لندست ۴ و ۵



## ویزگی سنجنده های تعبیه شده بر روی لندست ۵

### الف – سنجنده MSS (Multispectral Scanner)

- این سنجنده بدون تغییرات عمده بر روی لندست های یک تا پنج نصب شده است.
- این سنجنده با چهار باند طیفی که دو تای آن در طیف مرئی و دو تای دیگر مادون قرمز هستند، در نواری به عرض ۱۸۵ کیلومتر را تصویر برداری می کند.
- میدان دید این سنجنده مربعی و بر روی زمین پهنه ایی به ابعاد ۷۹ در ۷۹ را می پوشاند.
- تنها تفاوت MSS در لندست نسل دوم ترتیب باند های آن است .
- سنجنده MSS در حال حرکت به جنوب، هر خط را از سمت غرب به شرق اسکن می کند .

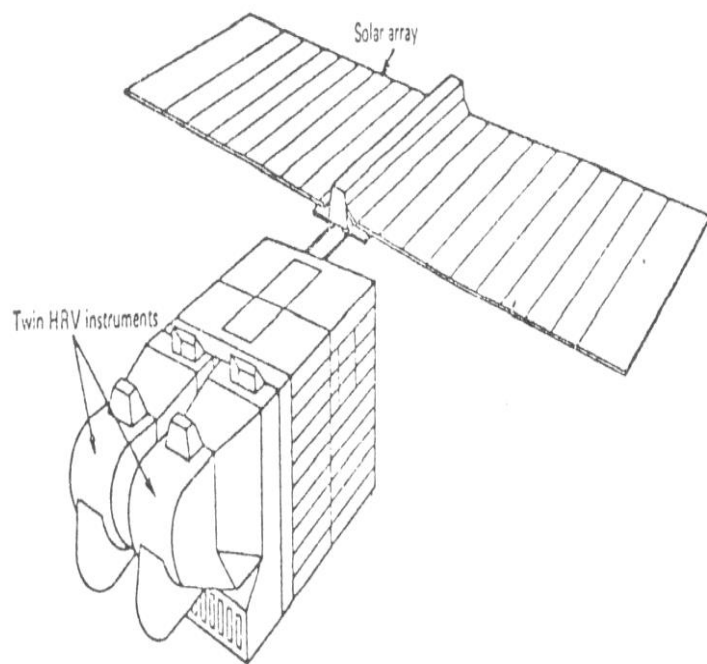


## ویزگی سنجنده های تعبیه شده بر روی لندست ۵

**ب- سنجنده نقشه بردار موضوعی (Thematic Mapper) TM**

- این سنجنده پیشرفته و تعداد باندهای آن نسبت به MSS بهبود یافته . از آنجمله باند آبی ، مادون قرمز متوسط و مادون قرمز گرمائی .
- نحوه انتخاب باند در این سنجنده بگونه ایی است که بیشترین جدا سازی انواع پوشش سطح زمین را در اختیار کاربر قرار دهد.
- از نظر رادیومتری ، سیستم تبدیل آنالوگ به رقومی تعبیه شده در سنجنده TM در دامنه پویای ۲۵۶ یا هشت بیت عمل می کند .
- از نظر هندسی ، اندازه پیکسل TM ۳۰ در ۳۰ متر است .

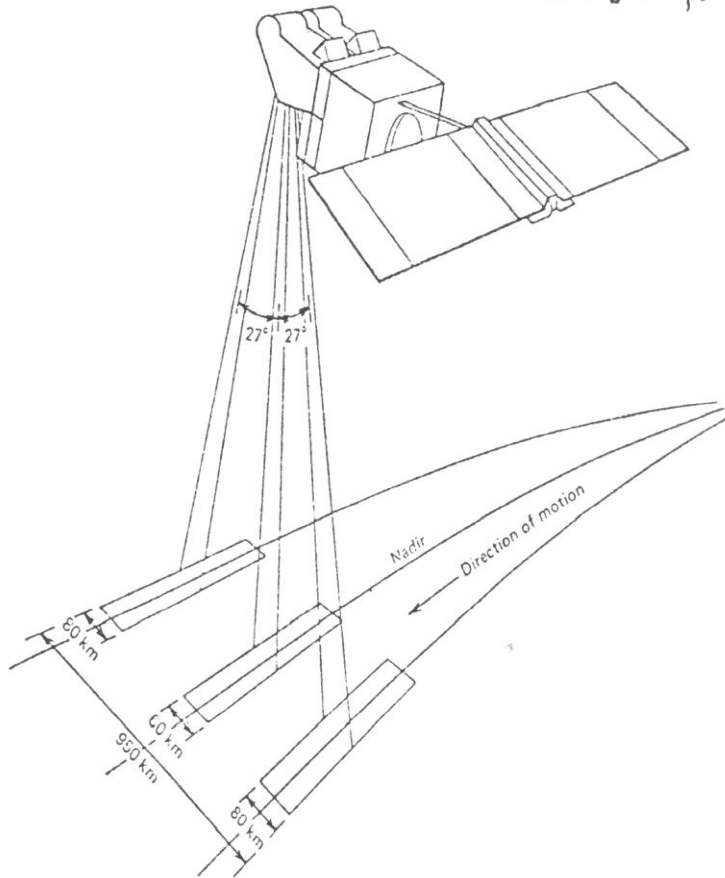
## 1,2,3 ماهواره های اسپات spot



سنجنده نصب شده روی اسپات  
اول تا سوم از دو سنجنده تصویر  
بردار کاملاً مشابه قابل رویت با  
قدرت تفکیک بالا به همراه سیستم  
ضبط داده ها می باشد .

## 4,5 ماهواره های اسپات spot

۸ اصول و مفاهیم سنجش از دور



با افزودن یک باند در فرو سرخ متوسط بین ۵۸/۱ تا ۷۵/۱ میکرون با قدرت تفکیک ۲۰ در ۲۰ متر میباشد. هدف این باند افزایش قدرت داده ها در تشخیص پوشش گیاهی و شناسائی بهتر کانیهای سطح زمین میباشد همچنین افزودن سنجنده ای به نام ابزار دیده بانی پوشش گیاهی تغییر دیگری در اسپات ۵ و ۴ است

## ماهواره های هواشناسی

- این ماهواره ها اصولاً برای پیش بینی وضع هوا طراحی شده اند .
- دارای سنجنده های مخصوص به خود با اندازه پیکسل بزرگتر از ماهواره های منابع زمینی می باشند .
- پوشش کامل زمین را در مدت زمان کوتاهی انجام داده و در نتیجه قدرت تکرار اسکنهای متوالی دارد .
- کشورهای مختلفی از این نوع ماهواره و سنجنده های هواشناسی دارند .

# ماهواره هواشناسی NOAA

- اولین سرس این نوع سنجنده ها NOAA آمریکایی است که دارای مدار قطبی و خورشید آهنگ است و بر فراز خط استوا در ارتفاع ۳۶۰۰۰ کیلومتری سطح زمین قرار دارد.
- پریود مداری این ماهواره ۲۴ ساعتی است.
- بیش از ۱۳ نوع این ماهواره به فضا پرتاب شده ، همیشه سعی می شود تا حداقل ۴ ماهواره فعال در مدار قرار داشته باشد.
- قدرت تفکیک آن بر روی نقطه نذیر ۱۱۰۰ متر است .
- داده های نوا در دو فرمت متفاوت دسته بندی و عرضه می شود .
- الف) داده هایی که با پیکسل ۱۱۰۰ متر ذخیره میشوند را پوشش منطقه محلی (LAC) می گویند .
- ب) داده های که نمونه برداری مجدد شده و اندازه پیکسل آنها به ۴ کیلومتر تبدیل شده است را پوشش منطقه جهانی (GAC) می نامند .

# مشخصات ماهواره نووا ۶ تا نووا ۱۳

نووا ۱۱، ۹، ۷، ۱۱ و ۱۳	نووا ۸، ۱۰ و ۱۲	پارامتر
۸۶ تا ۸۱	۸۳ تا ۷۹	تاریخ پرتاب
۸۳۳	۸۳۳	ارتفاع مدار (km)
۱۰۲	۱۰۲	زمان یک مدار کامل (دقیقه)
۹۸/۹۰	۹۸/۹۰	زاویه کجی مدار با استوا
۱۴/۱	۱۴/۱	تعداد مدار در روز
۲۵/۵	۲۵/۵	فاصله دو مدار پشت سر هم (درجه)
۳	۵/۵	جابجایی روزانه مدار (درجه شرقی)
۹ تا ۸	۵ تا ۴	پریود تکرار مدار (روز)
۵۵/۴	۵۵/۴	زاویه اسکن از ندیر (درجه)
۱/۳	۱/۳	میدان دید نوری (میلی رادیان)
۱/۱	۱/۱	میدان دید آنی در ندیر (km)
۲/۴	۲/۴	حد اکثر میدان دید آنی مایل در جهت حرکت
۶/۹	۶/۹	حد اکثر میدان دید آنی مایل عمود به جهت حرکت
۲۴۰۰	۲۴۰۰	عرض نوار (km)
۱۲	۱۲	پوشش کره زمین (ساعت)
۲/۳۰	۷/۳۰	عبور از استوا رو به شمال (P.M.)
۲/۳۰	۷/۳۰	عبور از استوا رو به جنوب (A.M.)
		باندهای طیفی AVHRR به میکرون:
.۶۸ تا .۵۸	.۶۸ تا .۵۸	باند ۱
۱/۱ تا ۷۲	۱/۱ تا ۷۲	باند ۲
۳/۹۳ تا ۳/۵۵	۳/۹۳ تا ۳/۵۵	باند ۳
۱۱/۳ تا ۱۰/۳	۱۱/۵ تا ۱۰/۵	باند ۴
۱۲/۵ تا ۱۱/۵	تکرار باند ۴	باند ۵

# ماهواره های زمین آهنگ GOES

- این ماهواره ها نسبت به یک نقطه ثابت هستند و بر فراز خط استوا قرار داده شده اند .
- ارتفاع مداری ۳۶۰۰۰ کیلومتری و پریود مداری ۲۴ ساعتی دارند .
- کلیه ماهواره های مخابراتی و تلویزیونی از این نوع هستند .
- از سال ۱۹۷۸ تا کنون یک مجموعه ۵ تایی از این نوع ماهواره ها بر گرد زمین پخش شده و تحت نظر سازمان هواشناسی جهان در ژنو قرار دارند .
- این ماهواره ها همه رویه کره زمین بجز مناطق قطبی را بطور کامل و مرتب دیده بانی میکنند .
- ماهواره ژاپنی GMS ، میتئوست سازمان فضایی اروپا ، INSAT-1 هند و GOMS روسیه از جمله ماهواره های زمین آهنگ هستند .

# ماهواره های هواشناسی نظامی DMSP

- این ماهواره متعلق به وزارت دفاع آمریکاست .
- این ماهواره از نوع خورشید آهنگ است و قدرت تفکیک  $3 \times 3$  کیلومتر دارد .
- سنجنده های تعبیه شده بر روی این ماهواره ها شامل اسکنر های تصویر بردار  $4/0$  تا  $1/1$  میکرون و  $8$  تا  $13$  میکرون می باشد . از مزیت های این ماهواره اخذ تصاویر خیلی گویا در تاریکی شب از نقاط مسکونی در بان قابل رویت است .



## شاتل های فضایی و فعالیتهای سنجش از دور آنها

- شاتلها در اصل هواپیماهای بدون موتور هستند که برای چند روز به بالای جو پرتاب شده و پس از اتمام ماموریت ، با درجه کجی  $5/2$  تا  $5$  درجه به جو وارد شده و به صورت ماریچ به سطح زمین نزدیک و به طور شناور در فرودگاه به زمین می نشینند .
- چون مدار شاتل خیلی پائین و زاویه کجی آن نسبتا کم است نمی تواند خورشید آهنگ باشد .
- برای اولین بار اسکنر چند طیفی الکترونیکی نوری (MOMS-01) که در دو باند طیفی  $75/5$  تا  $25/6$  میکرون و  $25/8$  تا  $75/9$  میکرون کار می کند توسط شاتل فضایی در سال ۱۹۹۴ آزمایش شد .
- تصویر برداری MOMS-01 چون در ساعاتی انجام می شود که سایه ها بلند تر هستند ، کمک مناسبی برای درک و نمایش بهتر توپوگرافی سطح زمین است .
- برای اولین بار از دوربین با فرمت بزرگ بر روی شاتل در اکتبر ۱۹۸۴ استفاده شد، ویژگی این نوع فرمتها اینست که  $1520$  عکس سیاه و سفید و  $320$  عکس رنگی فرسرخ را در یک نوبت پرواز برداشت می کند .

## ماهواره های متعلق به سایر کشورها

### • ماهواره های ژاپنی :

- دانشمندان ژاپنی دو ماهواره این کشور را بنام MOS یکی در فوریه ۱۹۸۷ و دیگری را در فوریه ۱۹۹۰ در مدار قرار دادند .

سیستم نوری آنها از نوع پوش بروم بوده و از  $51/0$  تا  $1/1$  میکرون تصویر برداری می کرد . ضمن اینکه دارای یک رادیو متر با قدرت تفکیک  $900$  متر و چهار باند طیفی از  $5/0$  تا  $5/12$  میکرون و یک رادیو اسکنر که موج را نیز با خود داشتند .

- دانشمندان ژاپنی سومین ماهواره منابع زمینی خود را بنام JERS-1 را در فوریه ۱۹۹۲ در مدار قرار دادند . از ویژه گیهای این ماهواره ، ارتفاع صوری از خط استوا  $568$  کیلومتر و با خط استوا  $5/98$  درجه زاویه دارد . اسکن مجدد یک محدوده (نوار عکسبرداری)  $44$  روز طول می کشد .

# سنجنده های تعبیه شده بر روی MOS-1 و MOS-2 در ماهواره های ژاپنی

پارامتر	MESSR	VTIR	MSR
باندهای طیفی	۰/۵۱-۰/۵۹ میکرون ۰/۶۱-۰/۶۹ میکرون ۰/۷۲-۰/۸۰ میکرون ۰/۸۰-۱/۱۰ میکرون	۰/۵۰-۰/۷۰ میکرون ۰/۶۰-۰/۷۰ میکرون ۱۰/۵-۱۱/۵ میکرون ۱۱/۵-۱۲/۵ میکرون	۱/۲۶ سانتیمتر ۰/۹۶ سانتیمتر
اندازه پیکسل	۵۰ متر	۹۰۰ متر (مرئی) ۲۷۰۰ متر (گرمائی)	۳۲ کیلو متر ۲۳ کیلو متر
عرض نوار	۱۰۰ کیلومتر	۱۵۰۰ کیلومتر	۳۱۷ کیلومتر

(Multispectral Electronic Self-Scanning Radiometer) = MESSR

(Visible and Thermal Infrared Radiometer) = VTIR

(Microwave Scanning Radiometer) = MSR

# ماهواره های متعلق به سایر کشورها

## • ماهواره های هندی IRS-1A و IRS-1B:

- اولین ماهواره سنجش از دور خورشید آهنگ هند بنام IRS-1A با قدرت تفکیک بالای هندی در ۱۷ مارس ۱۹۸۸، از پایگاه قزاقستان و با یک موشک روسی در مداری به ارتفاع ۹۰۴ کیلومتر قرار گرفت. دومین ماهواره نیز در تاریخ اوت ۱۹۹۱ در مدار مشابه قرار گرفت.
- دوره تکرار مدار آنها ۲۲ روز و مسیر جنوبی آنها در ساعت ۱۰ صبح بوقت محلی از روی خط استوا می گذرد.
- این ماهواره ها سه سنجنده پوشش بروم بنام خود اسکن تصویر گر خطی با خود حمل می کنند. هر کدام از این سنجنده ها در چهار باند بینشی و فرو سرخ تصویر برداری می کنند.
- سنجنده LISS-1 نواری به عرض ۱۴۸ کیلومتر را جارو کرده که اندازه پیکسل آن ۷۳ متر است. سنجنده های LISS-A و LIS S-B مشاه سنجنده توضیح داده شد هستند. این دو باند ۱۴۸ کیلومتری داشته و همپوشی دارند و حداقل پیکسل آنها ۵/۳۶ متر است
- ماهواره IRS-P2 در ۱۶ اکتبر ۱۹۹۴ در مداری به ارتفاع صوری ۸۱۷ کیلومتر روی استوا قرار گرفت. ، ماهواره IRS-1C حامل سنجنده LISS-III در تاریخ ۱۹۹۵ و ماهواره IRS-P3 بعد از آن در مدار زمین قرار گرفتند.

# لیست باندهای طیفی سنجنده LISS-III در ماهواره های هندی

اندازه پیکسل (متر)	طول موج (میکرون)	باند طیفی
کمتر از ۱۰	۰/۷۵ تا ۰/۵۰	باند ۱
۲۳/۵	۰/۵۹ تا ۰/۵۲	باند ۲
۲۳/۵	۰/۶۸ تا ۰/۶۲	باند ۳
۲۳/۵	۰/۸۶ تا ۰/۷۷	باند ۴
۷۰/۵	۱/۷۰ تا ۱/۵۵	باند ۵

## ماهواره های متعلق به سایر کشورها

### • ماهواره کشورهای اروپایی ERS-1 و ERS-2

– در تاریخ ۱۷ ژوئیه ۱۹۹۱ با سرمایه کشورهای اروپایی ماهواره راداری ERS-1 که متناسب با شرایط منطقه طراحی شده، در مداری به ارتفاع صوری ۸۷۰ کیلومتر و یا زاویه زاویه کجی  $5/98$  درجه با خط استوا قرار گرفت.

– این ماهواره هر ۱۰۰ دقیقه یک بار زمین را دور می زند. این ماهواره های چند کاره سنجنده های زیر را با خود حمل می کنند:

الف) رادار SAR

ب) رادار ارتفاع سنج (RADAR Altimeter)

ج) رادیو متر اسکندر در طول مسیر و ساندر کهموچ (ATSR)

## داده هائی از برنامه فضائی شوروی سابق

- در ۱۹۸۸ تصاویری از برنامه فضایی شوروی برای اولین بار به بازار جهان غرب عرضه شد .
- این تصاویر از ماهواره های قطبی مشهور به "ریسورس" با ارتفاع مدار ۲۵۰ کیلومتر بود . که اولین سری این ماهواره ها در سال ۱۹۸۰ در مدار قرار گرفت .
- شرکتهایی در اروپا و در آمریکای شمالی داده های ریسورس را بازاریابی می رساند .

# ماهواره رادارست کانادا RADARSAT

- این ماهواره در روز سوم نوامبر ۱۹۹۵ توسط ناسا در ارتفاع ۸۰۰ کیلومتری و زاویه کجی ۶/۹۸ درجه با خط استوا از مرکز آزمایش غربی آمریکا قرار داده شد.
- برنامه رادارست از اوایل دهه ۷۰ یعنی همزمان با تحریم نفت ، موقعی که کانادا شروع به حفر چاههای نفت در دریای بوفورد نمود شروع شد .
- اهمیت پروژه در این است که نه تنها رادارست اولین ماهواره مشاهده زمینی کانادا است ، بلکه از پیشرفته ترین طرح رادار دنیا برخوردار می باشد .
- تمام عملیات سیستم توسط اداره مدیریت پروژ کانادا (MMO) هدایت می شود .
- ایستگاههای گیرنده زمینی نقش مهمی در دریافت بموقع و پردازش داده ها دارد.



# ماهواره های جاسوسی

- از این ماهواره تا سال ۱۹۹۵ اطلاع دقیقی در دست نبود.
- همزمان با سی و پنجمین سالگرد ماهواره های جاسوسی کورونا، این سکوت شکسته شد و دنیای فتوگرامتری منبع تازه ایی از تصاویر تاریخی سنجش از دور را برای تحلیل بدست آورد.
- در سال ۱۹۹۵ رئیس جمهور آمریکا دستور افشای تصویر برداشته شده توسط سه ماهواره جاسوسی کورونا، آرگون و لن یارد را صادر کرد.
- ماهواره جاسوسی کورونا در طول ماموریت خود ۸۰۰۰۰۰۰ تصویر گرفت که عمدتاً معطوف به کشورهای بلوک شرق و درگیر جنگ سرد با آمریکا و هم پیمان آن بودند.
- آغاز دهه شصت را می توان همزمان با فعالیت ماهواره های جاسوسی دانست.