

# دورسنجی فضایی



سنجش از فضا از راه‌شده در اولین سنجش از فضا برداری، دورسنجی و علوم جغرافیایی

در گذشته، حال و آینده

مهندس مجید همراه

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی

## پیشگفتار

گرچه در قریب گذشته بشر برای بررسی محیط زیست خود از مشاهدات زمینی و حضور مستقیم در منطقه استفاده می‌نموده است لکن در قرن حاضر و با تسخیر فضا توسط انسان این مطالعات از طریق فضا صورت می‌گیرد. از زمانی که بشر توانست در مقابل قوه جاذبه زمین مقاومت کند و از زمین جدا شود، تصور و دیدار نسبت به اطلاعات موجود بر روی زمین تغییر کرد. او با قرار گرفتن در فضا پدیده‌ها را از راه دور مورد مطالعه و کنترل قرار می‌دهد و از همین نقطه است که دورسنجی فضایی آغاز می‌شود. بررسی پدیده‌ها در حالی که ناظر بر روی زمین قرار گرفته باشد یقیناً محدودیت‌هایی را در بردارد. از ویژگی‌های دورسنجی فضایی می‌توان اشراف داشتن و دید یکپارچه داشتن را برشمرد. ما امروزه در دورسنجی فضایی وارث تکنولوژی و تحولاتی هستیم که هزاران نفر در راه دست‌یابی به آن کوشش‌های زیادی نمودند و حتی عده‌ای جان خود را در این راه از دست دادند. تاریخ تحول دورسنجی فضایی سرشار از شادکامیها و ناکامیها است. در این مقاله ابتدا به تحولات گذشته دورسنجی فضایی نگاهی گذرا می‌پردازیم و دورنمای آن را در دهه ۱۹۹۰ مورد بررسی قرار می‌دهیم.

## دورسنجی فضایی در گذشته

دورسنجی فضایی تقریباً با پیدایش راکت‌ها متولد گردید. در سال ۱۸۹۱ یک نفر آلمانی با استفاده از دوربین و چتر نجات از زمین عکسبرداری می‌نماید. در سال ۱۹۱۲ دوربینی به وزن ۴ کیلو با فیلمی به

ابعاد ۲۰×۲۵ سانتیمتر در ۷۹۰ متری زمین قرار می‌گیرد. بین سالهای ۱۹۲۶ تا ۱۹۵۰ بود که دوربینهای کوچک عکاسی در راکت‌های V-2 قرار گرفت و به فضا پرتاب شد. عکس‌هایی که از این مأموریت‌های تهیه شد دارای کیفیت خوبی نبود زیرا این مأموریت‌ها اهداف دیگری را دنبال می‌کردند.

از نقطه‌نظرهای مختلف فکر تهیه تصویر از رویه زمین با رشد و توسعه ماهواره‌های هواشناسی همراه بود. اولین ماهواره هواشناسی TIROS-1 بود که در سال ۱۹۶۰ به فضا پرتاب شد و تصاویری از پراکندگی ابرها را تهیه نمود. با تکامل سنجده‌های ماهواره‌های هواشناسی تصاویر دقیقتر و بهتری از سطح زمین به وجود آمد. ماهواره‌های هواشناسی نه تنها توانستند اطلاعاتی راجع به آب‌ها، برف و عوارض بخی را ارائه نمایند بلکه مطالعه و کسب اطلاعات را از سطح اتمسفر به عمق اتمسفر گسترش دادند. با پرتاب سفینه‌های سرنشین‌دار در دهه ۱۹۶۰ مثل مرکوری جیمینی و آپولو، دورنمای روشن دورسنجی فضایی نمایان گردید. در سال ۱۹۶۱ آلن شپارد در مأموریت مرکوری ۱۵۰ عکس با دوربین ۷۰ میلیمتری تهیه نمود. در مأموریت مرکوری و جیمینی تصاویر رنگی از زمین تهیه شد که منجر به کشف ناشناخته‌هایی در مورد زمین‌شناسی، تکنوتیک و ژئومورفولوژی زمین گردید این تجربه موفقیت‌آمیز باعث شده که مأموریت‌های مشابه دیگری هم طرح‌ریزی شود تا بتوانند اطلاعاتی راجع به انواع پدیده‌های جغرافیایی زمین ارائه دهد در مأموریت‌های بعدی تقریباً مناطق مابین ۳۲ درجه عرض شمالی و جنوبی کره زمین در مقیاس 1:240,000 به عرض ۱۳۰ کیلومتر عکسبرداری شد تعداد این عکس‌های رنگی به بیش از

ماهواره	تاریخ پرتاب	خروج از موارد پایان عصر
لندست ۱	۲۳ جولای ۱۹۷۲ میلادی (تبرماه ۱۳۵۱ شمسی)	۶ ژانویه ۱۹۷۸ (دی‌ماه ۱۳۵۶)
لندست ۲	۲۲ ژانویه ۱۹۷۵	۲۷ جولای ۱۹۸۳ (خردادماه ۱۳۶۲)
لندست ۳	۵ مارس ۱۹۷۸	۷ سپتامبر ۱۹۸۳ (شهریورماه ۱۳۶۲)
لندست ۴	۱۶ مارس ۱۹۸۲ (بهمن‌ماه ۱۳۶۲)	در حال فعالیت
لندست ۵	۱۹۸۴ مارس (بهمن‌ماه ۱۳۶۲)	در حال فعالیت

سیستمهای آن شبیه اسپات ۱ می‌باشد. در حال حاضر مشغول فعالیت است متعاقباً راجه به نسلهای بعدی اسپات صحبت خواهد شد.

### دورسنجی فضایی در حال و آینده

بررسی انواع ماهواره‌های پرتاب شده و ماهواره‌های نسل آینده را بر مبنای کشورها و سازمانهای صاحب ماهواره انجام می‌دهیم. منبع این بررسی گزارش سازمان ملل می‌باشد که به صورت جدول (۲) انتشار یافته است.

#### ایالات متحده

سازمان فضایی و هوانوردی آمریکا (ناسا) اخیراً شیوه جدیدی را در اداره امور فضایی اتخاذ نموده است، از جمله این روشها واگذاری سری ماهواره‌های لندست به بخش خصوصی است (EOSAT). این تغییر روش بین سالهای ۱۹۸۲ تا ۱۹۸۶ صورت گرفته و هنوز هم ادامه دارد. ماهواره‌های هواشناسی آمریکا زیر نظر سازمان نوا (NOAA) و ماهواره‌های مشاهدات دریایی توسط نیروی دریایی اداره می‌شود. در این میان «ناسا» از امور اجرایی مستقیم خود کاسته و به توسعه تجربی سیستمهای جدید فضایی و پژوهشهای مربوط به آنها می‌پردازد. احداث ایستگاههای گیرنده زمینی در سایر کشور توسط قراردادهای منعقد با آنوست و به نمایندگی از ناسا انجام می‌شود.

شرکت تجاری آنوست در برنامه آینده خود از ماهواره جدیدی بنام (OMNISTAR) نام می‌برد که مربوط به لندستهای ۶ و ۷ می‌باشد. از ویژگیهای مهم این ماهواره حفظ پارامترهای تجاری لندست ۴ و ۵، اضافه نمودن سنجنده‌های جدید و رساندن عمر ماهواره به ۲۰ سال است.

مجموله‌های لندست ۶ شامل سنجنده ETM با قدرت تفکیک ۱۵ متری برای نوابانگروماتیک به انضمام ۷ باند موجود قبلی می‌باشد به غیر از MSS سنجنده دیگری شبیه MSS بنام EMSS با قدرت تفکیک ۶۰ متر و ۴ نوار طیفی در قسمتهای مرئی مادون قرمز نزدیک و کوتاه وجود خواهد داشت.

۱۱۰۰ قطعه رسید و از همینجا فکر عکسبرداری دایمی پوشش و تکراری از زمین بی‌ریزی شد.

با پرتاب آپولو ۹ و به‌کارگیری دوربینهای چهارطیفی که توانست بیش از ۱۵۰ مجموعه عکس چندطیفی از زمین اخذ نماید فکر قرار دادن ماهواره‌های دائمی در مدار زمین تقویت یافت.

در سال ۱۹۷۳ سفینه اسکای‌لاب توانست بیش از ۳۵۰۰۰ تصویر از زمین تهیه کند سنجنده‌های این سفینه دوربینهای چندطیفی و اسکانترهای ۱۳ نواره بوده که دو سیستم مایکروویوم در آن قرار داشت. این ماموریت کاملترین تجربه دورسنجی فضایی در زمینه عکسبرداری و تهیه تصاویر فضایی در آن عصر به شمار می‌رفت.

تجربه دیگر دورسنجی فضایی در پروژه مشترک کشورهای شوروی و آمریکا تحت نام آپولوسایوز که در سال ۱۹۷۵ به وقوع پیوست. از آنجاییکه هدف اصلی این همکاری تهیه تصاویر از زمین نبود بهمین جهت از دوربینهای مناسبی استفاده نشد و متأسفانه کیفیت تصاویر به دست آمده رضایت‌بخش نبود. به طوری‌که قبلاً اشاره شد تجارب موفقیت‌آمیز عکسبرداری از زمین توسط ماهواره‌های هواشناسی و سفینه‌های سرشنین دار منجر به این شد که امکان قرار دادن یک سری ماهواره‌های تکنولوژی منابع زمینی در مدار زمین مورد بررسی قرار گیرد. در گزارش تهیه شده به‌وسیله سازمان هوانوردی و فضایی آمریکا می‌خوانیم که: به جهت گسترش و رشد روزافزون شهرها و روستاها در نقاط مختلف کره زمین، فشار برای استفاده و به‌کارگیری منابع طبیعی چون معدنی، جنگلها، آنها چنان افزایش یافته که تنها با اتخاذ روش صحیح مدیریت برای کنترل این تغییرات می‌توان تحولاتی در روشهای استفاده بهتر از منابع به‌وجود آورد. به‌دنبال بررسی‌های گوناگون ماهواره تکنولوژی منابع زمین ERTS-1 طراحی گردید. این ماهواره در ۲۳ جولای ۱۹۷۲ به‌وسیله راکت THOR-DELTA به فضا پرتاب گردید و تا ۶ ژانویه ۱۹۷۸ در فضا بود. این اولین ماهواره بدون سرشنین بود که جهت کسب اطلاعات راجع به منابع زمین طراحی گردیده و در مدار زمین قرار گرفت. قبل از پرتاب ERTS-B ۲۲ ژانویه ۱۹۷۵ این سری ماهواره‌ها به LANDSAT تغییر نام یافت و تاکنون تعدادی از این ماهواره‌ها در مدار زمین قرار گرفته که جدول (۱) مشخصات آنها را نشان می‌دهد.

مشخصات ماهواره‌های لندست در اغلب کتابها یافت می‌شود که بهمین دلیل از شرح جزئیات خودداری می‌شود. بعد از آمریکا، فرانسه نخستین کشوری است که ماهواره منابع زمینی با دقت زیاد در مدار زمین قرار داد. ماهواره SPOT در ۲۲ فوریه ۱۹۸۶ و SPOT2 در ۲۲ ژانویه ۱۹۹۰ به فضا پرتاب گردید. ماهواره اسپات از ویژگیهای عمده‌ای برخوردار است که عبارت‌است از: مدرن و جدید بودن آن نسبت به ماهواره‌های مشابه برخوردار از قدرت تشخیص نسبتاً زیاد، امکان دید برجسته، امکان تهیه نقشه‌های توپوگرافی و موضوعی متوسط و کوچک مقیاس. در زمینه ماهواره اسپات خوشبختانه مطالب قابل توجهی به زبان فارسی انتشار یافته است که از شرح جزئیات خودداری می‌شود. ماهواره اسپات ۲ در ژانویه ۱۹۹۰ به فضا پرتاب گردید که

ماهواره	کشور	سال	سنجنده	نوار طیفی	قدرت متر	پهنای منطقه پوششی (کیلومتر)
STS41G	آمریکا	۱۹۸۴	LFC	رنگی، سیاه و سفید	۱۰	
کوسموس ۱۶۸۹	شوروی	۱۹۸۵	MSU-S MSU-S MSU-SK Fragment MSU-9	۴ نوار مرئی، مادون قرمز نزدیک ۲ نوار مرئی، مادون قرمز نزدیک ۴ نوار مرئی، مادون قرمز نزدیک ۸ نوار مرئی، مادون قرمز نزدیک ۳ نوار مرئی، مادون قرمز نزدیک	۱۰۰۰ ۲۴۰ ۱۷۰ ۸۰ ۳۰	۲۰۰۰ ۱۴۰۰ ۶۰۰ ۸۵ ۳۰
اسپات ۱	فرانسه	۱۹۸۶	HRV	۳ نوار مرئی، مادون قرمز نزدیک	۲۰	۱۲۰
			HRV	۱ نوار مرئی، مادون قرمز نزدیک	۱۰	۱۲۰
		۱۹۹۰	HRV	۳ نوار مرئی، مادون قرمز نزدیک	۲۰	۱۲۰
			HRV	۱ نوار مرئی، مادون قرمز نزدیک	۱۰	۱۲۰
IRS IA	هند	۱۹۸۶	LISS	نوار مرئی، مادون قرمز نزدیک	۷۳	۱۴۸
			LISS	نوار مرئی، مادون قرمز نزدیک	۳۷	۱۴۷
SROSS II/MEOSS	هند، آلمان	۱۹۸۷	S-S	مرئی	۵۲/۸۰	۲۲۵
SISEX	آمریکا		SISEX	مرئی مادون قرمز نزدیک مادون قرمز نزدیک		
مربوط به سفینه شاتل			مادون قرمز نزدیک مادون قرمز نزدیک			
STS	آمریکا		LFC	رنگی و سیاه و سفید		
اسپات ۳ و ۴	فرانسه	۱۹۹۴	HRV	۳ نوار مرئی، مادون قرمز نزدیک	۲۰	۱۲۰
			HRV	۱ نوار مرئی	۱۰	۱۲۰
لندست ۶	آمریکا	۱۹۸۸	ETM	۸ مرئی، مادون قرمز نزدیک و کوتاه	۵	۱۸۵
			EMSS	۸ مرئی، مادون قرمز نزدیک و کوتاه	۳۰	۱۸۵
			OPT	مادون قرمز حرارتی	۱۲۰	۱۸۵
لندست ۷	آمریکا	۱۹۹۴	ETM	۸ مرئی، مادون قرمز نزدیک و کوتاه	۱۵	۱۸۵
				۸ مرئی، مادون قرمز نزدیک و کوتاه	۳۰	۱۸۵
				مادون قرمز حرارتی	۱۲۰	۱۸۵
			MLA(ALS)	۲۲ نوار مرئی، مادون قرمز نزدیک و کوتاه	۱۰	۱۸۵
			اختیاری	۳۲ نوار مرئی، مادون قرمز نزدیک و کوتاه	۲۰	۱۸۵
بامدار قطبی EOS	آمریکا		SAR	نوار L-C	۲۵	۲۰۰
			ALS	۱۲۸-۶۴ مادون قرمز نزدیک	۷	۴۱۰۴۵۰
			سنجنده دیگر	مادون قرمز کوتاه	۱۴	۴۱۰۴۵۰
SpaceLab	آلمان/آژانس فضایی اروپا		MetCam	رنگی، سیاه و سفید	۵	
ALS			SAR	۱ نوار رادار		
		۱۹۵۵	MSS	۵ نوار مرئی، مادون قرمز نزدیک سایر نوارهای طیفی		
			سنجنده‌های دیگر	مرئی، مادون قرمز نزدیک		
IRS IB,C	هند	۱۹۹۰	LISS	مرئی، مادون قرمز نزدیک		
IRSC	هند	۱۹۹۰	LISS	مرئی، مادون قرمز نزدیک		
		۱۹۹۱	LISS			

ماهواره	کشور	سال	سنجنده	نوار طیفی	قدرت متر	پهنای منطقه پوششی (کیلومتر)
JERS 1	ژاپن	۱۹۹۱	SAR	۱ نوار رادار	۱۸	۷۵
			MSS	۴ نوار مرئی، مادون قرمز نزدیک	۱۸	۷۵
			SWIR	۳-۴ نوار مادون قرمز حرارتی	۱۸	۷۵
JERS	هلند، اندونزی	۱۹۹۰	MSS	۳ نوار مرئی، مادون قرمز نزدیک	۲۰	۱۰۰
			MSS	۳ نوار مرئی، مادون قرمز نزدیک	۱۰	۱۰۰
N-ROSS	آمریکا	۱۹۹۱	SSM 1	۷ نوار	۲۵۰۰۰	۷۰
ERS 1	آژانس فضایی اروپا	۱۹۹۰	AMI/SAR	۱ نوار رادار	۳۰	۷۵
			MESSR	۳ نوار مرئی، مادون قرمز نزدیک	۵۰	۲۰۰
MOS 1	ژاپن	۱۹۸۷	VITR	۲ نوار مرئی، مادون قرمز نزدیک	۹۰۰	۱۵۰۰
			VITR	۳ نوار مادون قرمز حرارتی	۲۷۰۰	۱۵۰۰
OCI	آمریکا		OCI	مرئی - مادون قرمز نزدیک حرارتی		
ERS 2	آژانس فضایی اروپا	۱۹۹۲	AMI/SAR	۱ نوار رادار		
			AMI/SAR	نزدیک و مرئی، مادون قرمز		
ADVANCED Decans/ Ice		۱۹۹۶	AMI/SAR OCM			
MOS 2 Radarsat	ژاپن کانادا	۱۹۹۰ ۱۹۹۱	مایکروویو	۱- نوار رادار	۲۸	۱۳۰
			SAR	۴ نوار مرئی	۳۰	۴۰۰
			MSS	۳ نوار مرئی ۳ نوار مادون قرمز نزدیک	۱۳۰۰	۳۰۰۰

در لندنست ۷، چهار باند باریک مادون قرمز حرارتی وجود خواهد داشت. همچنین دستگاه جدیدی بنام MSA(ALS) تحت بررسی است که قادر است با زاویه دید متغیر از محور قائم با پهنای ۴۱۱ کیلومتر محدوده ۶۳۵ کیلومتری نسبت به نقطه نادر را با حالت برجسته نسبی نشان دهد. این دستگاه قادر به دریافت ۳۲ نوار طیفی است که ۸ عدد آن دارای قدرت تفکیکی ۲۰ تا ۱۰ متر بوده و شامل نوارهای مرئی و مادون قرمز نزدیک و کوتاه می‌باشد.

یکی از نکات قابل توجه در تحقیقات سنجنش از دور آمریکا به کارگیری تصاویر با ابعاد بزرگ هوایی معمولی با پوشش مناسب جهت دید برجسته بود. مأموریت ۱۹۸۴ شاتل فقط توانست تعداد کمی عکس آنها در ارتفاع پایین تهیه نماید. پروازهای دیگری شبیه این نوع مأموریت در حال بررسی است.

یکی از برنامه‌های در دست اقدام آمریکا سیستم EOS می‌باشد که هدف آن متمرکز نمودن کلیه اطلاعات هوا، فضا جهت مدیریت تغییرات کلی در سطح جهان و همکاری نزدیکتر با برنامه‌های فضایی بین‌المللی است. در این راستا موضوع استفاده از فضای کشورها و بحث "حقوق فضا" ماهواره‌ای مطرح می‌گردد. این برنامه بسیار وسیع بوده و با ماهواره‌های

هوشناسی، مشاهدات دریایی، ژئودزی و ژئوفیزیک را نیز شامل می‌شود. ماهواره Seasat با عمر کوتاه خود و محموله‌های مایکروویو و مشاهدات دریایی در نوارهای طیفی مرئی، مادون قرمز نزدیک و حرارتی توانست کاربردهای دریانوردی را نشان دهد. در زمینه مشاهدات دریایی و هوشناسی آمریکا فعالیت‌های زیادی را انجام داده و برنامه‌هایی را در دست اقدام دارد. پرتاب ماهواره تجربی اقیانوس GEOS3 در ۱۹۷۵، ماهواره Seasat در ۱۹۷۸، ماهواره نیموس ۷ با CZCS، ماهواره قطبی GEOSAT با عمر سه ساله در ۱۹۸۵ و ماهواره DMSP در سال ۱۹۸۶ از جمله فعالیت‌های آمریکا محسوب می‌شود.

برای سال ۱۹۹۱ سیستم دورسنجی اقیانوسی N-ROSS در نظر گرفته شده است. اطلاعات اساسی این سیستم مجموعه‌ای از اطلاعات ژئوفیزیکی است که در اقیانوس شناسی کاربرد دارد. اطلاعات حاصل از این ماهواره به اضافه پروژه ERS1 آژانس فضایی اروپا قادر است وضعیت بیست و چهار ساعت باد را در سطح جهان، ارتفاع امواج، سن یخهای دریایی و یخهای کناری، میزان بارندگی، تبخیر ابر، آبهای سنگین رطوبت خاک را مشخص نماید. آمریکا در حال برنامه‌ریزی سیستم دریایی بنام DCI است که به وسیله آن توان بیولوژیکی اقیانوسها قابل ارزیابی خواهد شد.

## اتحاد جماهیر شوروی

از سال ۱۹۷۴ کشور شوروی سابق در مأموریت‌های فضایی METEOR سایوزسالتو از عکسبرداری فضایی استفاده کرد. دوربینها معمولاً چند طیفی و ساخت آلمان شرقی بود. از سال ۱۹۸۰ سیستم جاروب کننده چند طیفی با قدرت تفکیک ۳۰ تا ۱۰۰۰ متر مورد بهره برداری قرار گرفت که تعداد طیفهای این سنجنده اغلب کمتر از ۸ طیف بود. با اجرای مأموریت‌های کاسموس ۱۵۰۰ و ۱۶۰۲ در سالهای ۱۹۸۲ و ۱۹۸۴ از سنجنده‌های چند طیفی برای مشاهدات دریایی استفاده گردید که این سنجنده‌ها در قسمتهای مرئی و مادون قرمز نزدیک، فعالیت داشتند و سیستم SAR آن دارای قدرت تفکیک ۲۰۰ تا ۱۵۰۰ متر بود. جدول ذیل مشخصات تصاویر فضایی شوروی سابق را نشان می‌دهد. لازم به توضیح است که این اطلاعات اغلب تمام سطح جهان را می‌پوشاند و چند سالی است که این اطلاعات تحت شرایطی در اختیار علاقمندان قرار می‌گیرد و قابل خریداری است.

نوع سفینه	سایوز	سالتو	کوسموس	کوسموس
دوربین	MRF-6-M	KATE-140	KATE-200	KF-1000
ابعاد عکس (میلیمتر)	۵۵×۸۱	۱۸۰×۱۸۰	۱۸۰×۱۸۰	۳۰۰×۳۰۰
فاصله کانونی (میلیمتر)	۱۲۵	۱۲۰	۲۰۰	۱۰۰۰
مقیاس عکس	۲۵۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۲۷۰۰۰۰
قدرت تفکیک (متر)	۱۰-۱۵	۵۰	۱۵-۳۰	۵-۱۰
نوارهای طیفی (نانومتر)	۴۶۰-۵۲۰	۵۰۰-۷۰۰	۵۰۰-۶۰۰	۵۷۰-۶۷۰
	۵۲۰-۵۶۰		۶۰۰-۷۰۰	۶۷۰-۸۰۰
	۵۸۰-۶۲۰		۷۰۰-۹۰۰	رنگی کاذب
	۶۴۰-۶۸۰			
	۷۰۰-۷۴۰			
	۷۹۰-۹۰۰			

قادر می‌سازد که به رطوبت زمین دست یابند. ز به مقدار آب موجود در گیاه در زمانهای مختلف پی ببرند. از نظر هیدروگرافی این نوار می‌تواند به راحتی پوشش ابری را از پوشش برفی تفکیک نموده و همچنین انواع برفها را مشخص نماید. در زمین شناسی نوار فوق می‌تواند قدرت شناسایی انواع مختلف معادن را افزایش دهد و به طور غیر مستقیم میزان فلزات موجود در رویه کره زمین تخمین زده شود.

از جمله سنجنده‌های موجود در ماهواره‌های اسپات ۴ و ۵ سنجنده VGT است که توان جداسازی رادیومتریکی آن بالا است. این سنجنده قدرت تصویربرداری تکراری داشته و می‌تواند به طور مداوم پدیده‌ها را ثبت نماید. هدف اولیه از طراحی این وسیله ثبت وضعیت محصولات کشاورزی و پوشش گیاهی طیفی جهان می‌باشد. هدف دوم آن مشاهدات اقیانوسها برای مقاصد علمی است. این سنجنده قادر است نه تنها وضع پوشش گیاهی و میزان رشد آن را در هر نقطه مشخص نماید بلکه اطلاعاتی در زمینه مقدار مواد غذایی و زیستی موجود در گیاهان را ارائه دهد.

سنجنده نوار آبی ۴۷/۰۴۳-۰/۴۳ میکرون در ماهواره‌های اسپات ۴ و ۵ کارشناسان را قادر می‌سازد که مقدار مواد غذایی و زیستی در آب را مورد بررسی قرار دهند. تخمین کمی تولید اولیه فیتوپلانکتونها در مقیاس جهانی، مطالعات کلیماتولوژی و بیولوژیسمی، بررسی وضع ماهیگیری از جمله کاربردهای این سنجنده است.

در ماهواره‌های اسپات ۴ و ۵ تداوری اتخاذ شده که عمر دو ساله ماهواره به ۵ سال افزایش یابد.

کشور فرانسه در زمینه اقیانوس شناسی از طریق فضا برنامه‌هایی را آغاز نموده است. برای تهیه نقشه‌های سطح دریاها از سیستمی به نام Poseidon Altimeter بهره‌گیری کرده و قرار است از این سیستم برای بررسی جریانهای عمومی اقیانوسها استفاده شود. این سیستم قرار است اطلاعاتی در زمینه‌های یخچال شناسی، ژئوفیزیک، ژئودینامیک، هواشناسی دریایی، کارتوگرافی و هواشناسی ارائه دهد.

سیستم آلتیمر Poseidon و سیستم موقعیت دقیق DORIS فرانسوی قرار است در دو ماهواره آمریکایی TOPEX تعبیه شده و در سال ۱۹۹۱ در فضا قرار بگیرد.

## فرانسه

فرانسه برنامه سنجش از دور مفصلی برای آینده تدارک دیده است که رأس آن برنامه اسپات قرار دارد قبلاً توضیحاتی راجع به آن داده شد. در حال حاضر اسپات ۱ و ۲ در فضا قرار دارند و قرار است در آینده اسپات ۳ و ۴ و ۵ به فضا پرتاب شوند.

سیستم ماهواره‌های اسپات ۴ و ۵ شبیه اسپات ۱ و ۲ و ۳ می‌باشند. اسپات ۴ و ۵ شامل یک نوار اضافی در قسمت مادون قرمز میانی خواهد بود که به همین دلیل اسم سنجنده HRV به HRVIR تغییر نام خواهد یافت توان جداسازی آن ۱۰ و ۲۰ متر خواهد بود. در این ماهواره‌ها از نوار مادون قرمز میانی MIR با نوار طیفی ۱/۷۵-۱/۵۸ میکرون استفاده خواهد شد. در مطالعات کشاورزی و پوشش گیاهی این نوار کارشناسان را

**آژانس فضایی اروپا**  
این آژانس برنامه مشاهدات زمینی مهمی را در نظر دارد. از جمله اهداف این آژانس علاوه بر مأموریت‌های علمی در زمینه ژئوفیزیک و ژئودینامیک، پرتاب ماهواره‌های هواشناسی ژئواستیشنری است. این آژانس برنامه‌هایی را در زمینه ماهواره‌های اقیانوس شناسی و ماهواره‌های مشاهدات خشکی تدارک دیده است. اولین ماهواره سنجش از دور این آژانس که در سال ۱۹۹۰ پرتاب شده ERS-1 است که برای کاربردهای هواشناسی و مشاهدات اقیانوسی و یخی طراحی شده است و با قرارگرفتن این ماهواره در فضا کاربردهای زیرمیسرخواهد بود.

پیش بینی هوا، پیش بینی وضع دریا، فعالیت‌های ساحلی، رفت و

نمود. این برنامه برای مطالعات در سطح کشور چین طراحی شده است.

### هندوستان

هندوستان یک برنامه فضایی مفصل و دراز مدتی دارد. این کشور به تنهایی و هم با کشور شوروی سابق ماهواره‌ای را در مدار قرار خواهد داد. در ماهواره‌های هندوستان از سنجنده‌ها و محموله‌های آلمان بهره‌گیری خواهد شد. در گذشته هم هندوستان از سنجنده‌های راديومتری با امواج مایکروویو، دوربینهای ویدئو و دوربینهای مادون قرمز نزدیک نوری استفاده نموده بود. سری IRS از جمله ماهواره‌های هندوستان است که در چهار نوار طیفی مرئی و مادون قرمز با امواج ۶۴۵-۶۵۲-۵۹۰/۵۲-۰/۵۸-۰/۶۲-۰/۸۶-۰/۷۷-۰ کار می‌کند. عرض نوار تصویربرداری با دوربین با قدرت تفکیک کم ۱۴۸ کیلومتر و با دوربین با قدرت تفکیک متوسط ۷۴ تا ۱۴۸ کیلومتر است. این ماهواره هر ۲۲ روز یک بار از یک منطقه می‌گذرد. ارتفاع ماهواره ۹۰۴ کیلومتر است. IRS 2 سنجنده‌های بیشتری خواهد داشت و شامل مادون قرمز حرارتی و متوسط خواهد بود. مأموریت‌های مایکروویو هم برای سالهای ۹۴-۱۹۹۲ پیش بینی شده است.

مأموریت دیگر دورسنجی هندوستان SROSS II می‌باشد که از سنجنده MEOSS ساخت آلمان در آن استفاده می‌شود. مرکز دریافت اطلاعات در NRSA حیدرآباد و دیگری WEILHEIN آلمان است.

MEOSS یک دوربین مسفرد یک طیفی است. این سیستم عکسبرداری سه گانه بوده و یک عکس قائم و دو عکس  $\pm 23^\circ$  درجه اخذ می‌نماید که برای برجسته بینی مناسب خواهد بود. فاصله زمانی هر تصویر  $2 \times 29$  ثانیه است و این زمان کوتاه باعث می‌شود که تغییرات نوری و سایه روشن روی تصویر اثری نگذارد.

### اندونزی

این کشور روی پروژه TERS کار می‌کند که قرار بود در دهه ۱۹۹۰ به فضا پرتاب شود. مدار این ماهواره استوایی است و زاویه سنجنده طوری است که فاصله بین  $10^\circ$  درجه عرض شمالی و جنوبی را خواهد پوشاند و روزی حداقل ۴ بار از یک منطقه تصویربرداری خواهد نمود. این سیستم برای کشورهایی که در منطقه استوایی قرار دارند و دارای اقلیم مرطوب استوایی اند کاملاً مناسب است.

### ژاپن

ژاپن از نظر سنجنش از دور یکی از کشورهای فعال می‌باشد. دارای دو مرکز سنجنش از دور به نامهای آژانس توسعه فضایی ملی NASA و مرکز مشاهدات زمینی EOC می‌باشد. از سال ۱۹۷۵ تاکنون جمعاً ۲۲ ماهواره توسط این کشور به فضا پرتاب شده است. از بین این ماهواره‌ها دو ماهواره کاربرد زیادی در سنجنش از دور دارد که مختصراً به شرح آنها می‌پردازیم.

الف) ماهواره MOS 1 ژاپن به وسیله راکت N-II در ۱۹ فوریه

آمد مطمئن کشتیها، ماهگیری (موقعیت تجمع ماهها)، نمایش آیسبرگها، تشخیص نفت آلودگی، فرآیندهای ساحلی، کاربردهای خشکی، جریانهای اقیانوسی، جزر و مد اقیانوسی، باد، امواج، حرارت سطح دریا، اقیانوسهای قطبی، یخهای خشکی و وضع بیولوژی دریایی.

آژانس فضایی اروپا همچنین در حال بررسی ماهواره مشاهده زمینی پیشرفته‌ای است که در سال ۹۵-۱۹۹۴ آنرا به فضا پرتاب خواهد کرد. این ماهواره دارای سنجنده جاروب کننده MSS با نوار طیفی مرئی و مادون قرمز نزدیک خواهد بود. این آژانس برای سال ۱۹۹۳ یک سکوی قطبی کلمبوس در نظر گرفته که آنهم دارای ۵ کانال MSS و شامل چندین سنجنده دیگر می‌باشد. ماهواره ERS-2 هم برای سال ۱۹۹۳ طراحی شده بود. سنجنده‌های آن شبیه ERS-1 می‌باشد. هدف این ماهواره تداوم قرار دادن اطلاعات دورسنجی به پژوهشگران است. در سالهای آتی نه تنها باید این تداوم حفظ شود بلکه با مأموریت‌های بعدی که برای سال ۱۹۹۶ در نظر گرفته شده است، تحولات جدیدی در آنها صورت خواهد گرفت.

### برزیل

برزیل، در حال بررسی پرتاب دوم ماهواره سنجنش از دور خود می‌باشد. این دو ماهواره برای سال ۱۹۹۳ طراحی شده بود که شامل دوربین چند طیفی می‌باشد. در این برنامه هیچ کشوری مشارکت نداشت.

### کانادا

کانادا ماهواره سنجنش از دور مایکروویو خود تحت نام RADARSAT را برای سال ۱۹۹۱ طراحی کرده بود که این ماهواره کاربردهایی در زمینه بررسی یخهای قطبی، مطالعات اقیانوسی و منابع زمینی داشت. سنجنده‌های این ماهواره شامل جاروب کننده چند طیفی با قدرت تفکیک ۳۰ متر و راديومتر با قدرت تفکیک خیلی بالا می‌باشد که در دو باند مرئی و سه باند مادون قرمز میانی و دورکار می‌کند. ماهواره RADARSAT کانادایی است. لکن کشورهای آلمان فدرال، انگلستان و سازمان نوآی آمریکا در آن مشارکت دارند. حداقل سه ایستگاه زمینی دریافت اطلاعات به ترتیب در کانادا، اسکاتلند و برزیل این اطلاعات را اخذ خواهند نمود.

### چین

چین تاکنون دو ماهواره اکتشافی با عکسبرداری با قدرت تفکیک بالا در مدار قرار داده است یکی بنام ماهواره CHINA 13 در سال ۱۹۸۳ با عمر ۵ روزه و دیگری CHINA 16 در سال ۱۹۸۴ با عمر ۱۷ روز که در روز پانزدهم عمر خود، کپسول حلقه فیلم چند طیفی عکسبرداری را به زمین فرستاد.

از اطلاعات دریافتی در زمینه‌های نقشه برداری و زمین شناسی تشخیص قدرت آب، منابع آب، حفاظت آب و خاک، راه آهن، کانالهای ناوبری، بندرسازی، حفظ محیط زیست کشاورزی و جنگل، اکتشافات نفت، اقیانوس شناسی، پیش بینی زلزله و آثار باستانی می‌توان بهره‌گیری

توان جداسازی نوار ۱، ۹۰۰ متر و بقیه نوارها ۲۷۰۰ متر و پهنای منطقه پوشش ۱۵۰۰ است. هدف اصلی این سنجنده کسب اطلاعات از حرارت سطح آبها، ابرها و اتمسفر فوقانی است.

(۳) سنجنده MSR نوعی رادومتر است که تشعشعات خیلی ضعیف برفی و پراکنندگی یخبندانهای دریایی است.

(۴) سنجنده DCST که یک سیستم جمع آوری اطلاعات است که اطلاعات را از چراغهای دریایی به مراکز مشاهدات زمینی می فرستد و موقعیت چراغهای دریایی به وسیله پدیده داپلر تعیین می شود.

(ب) ماهواره JERS1 ژاپن در حال برنامه ریزی تهیه این ماهواره است که قرار است در سال ۱۹۹۲ به فضا پرتاب شود. این ماهواره نظیر اسپات تصویر یا ویژگی برجسته بینی تهیه خواهد کرد. فرق اسپات با این ماهواره در این است که تصاویر استرنوسکپی اسپات در دو مدار متفاوت و با بهره گیری از سنجنده با دید جانبی به دست می آیند در صورتیکه این ماهواره در یک مدار و با استفاده از سنجنده های نادیر و جلوی نادیر تصویر تهیه می نماید. وزن ماهواره ۱/۴ تن و ارتفاع آن ۵۶۸ کیلومتری زمین است. سنجنده های این ماهواره به شرح ذیل می باشد:

#### (۱) سیستم راداری SAR

(۲) رادومتر با امواج مرئی، مادون قرمز نزدیک که نسبت به سنجنده های ماهواره MOSI پیشرفته تر بوده و شامل نوارهای ۵۲/۵۰، ۴۵۰/۶۰۰، ۵۳۰۰/۰/۶۹، ۶۳۰۰/۰/۸۰ و ۷۶۰/۰/۸۰ میکرومتر است.

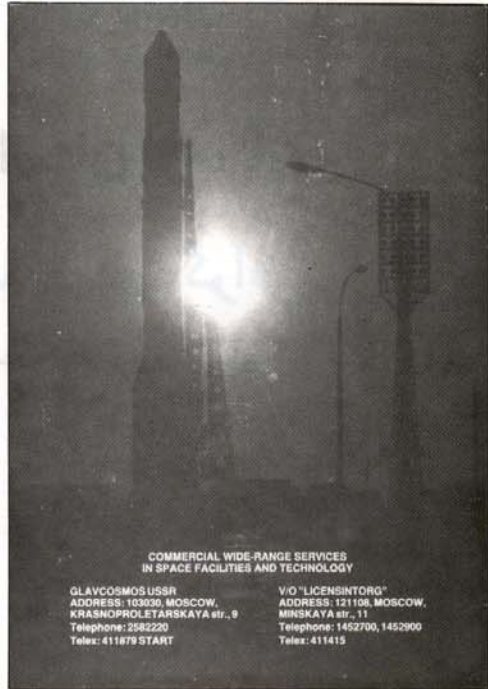
(۳) رادومتر با مادون قرمز نزدیک با طول موجهای ۱۰۱/۶۵، ۲/۳۵، ۲/۱۰۱/۶۵ میکرومتر قدرت تفکیک کلیه سنجنده ها حدود ۱۸ متر و پهنای منطقه پوششی ۷۵ کیلومتر می باشد. از نکات جالب این ماهواره نسبت بازه های به ارتفاع پرواز ۰/۳ است، که دید استرنوسکپی مناسبی ارائه خواهد داد. به طور کلی هدف از این ماهواره تهیه نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی است ولی در عین حال اطلاعاتی راجع به پوشش برفی، یخ دریاهای، حرارت سطح آبها، پراکنندگی پوشش گیاهی، آلودگی محیط در سطح جهان ارائه خواهد داد.

□

#### منابع

- (۱) اسپات - ماهواره مشاهداتی منابع زمینی - رضا فیاض ۱۳۶۸ مهندس مشاور برداشت.
- (۲) خبرنامه های مرکز سنجش از دور ایران شماره ۱ و ۲ و ۱۳۶۷۰۳.
- 3-ITC Journal, 1986-4.
- 4-Map Production and Revision With Satellite Photographs taken by the MKF-6 Camera and by the Cameras Kate-140, Kate 200 and KFA-1000; BY: Joachim Kramer. Vol 32. Ispr3 Archives 1987.
- 5-Landsat Data Useres Notes, Vol.4. 1989.
- 6-Esa Journal, 1989, 1; 1988 1, 2, 3, 4.

دوره سوم، شماره دهم / ۱۷



COMMERCIAL WIDE-RANGE SERVICES  
IN SPACE FACILITIES AND TECHNOLOGY

GLAVCOSMOS USSR ADDRESS: 103030, MOSCOW, KRASNOPROLETARSKAYA str., 9 Telephone: 2582220 Telex: 411878 START	V/O "LICENSINTORG" ADDRESS: 121108, MOSCOW, MINSKAYA str., 11 Telephone: 1452700, 1452900 Telex: 411415
---	---

۱۹۸۷ از مرکز فضایی تانگشیمای ژاپن به فضا پرتاب گردید. این ماهواره دارای چهار سنجنده است.

(۱) سنجنده MESSR که دارای چهار نوار طیفی به شرح زیر است:

نوار ۱	۰/۵۱-۰/۵۹ میکرومتر
نوار ۲	۰/۶۱-۰/۶۹ میکرومتر
نوار ۳	۰/۷۲-۰/۸۰ میکرومتر
نوار ۴	۰/۸۰-۱/۱ میکرومتر

توان جداسازی این سنجنده ۵۰ متر و پهنای منطقه پوشش ۱۰۰ کیلومتر است. هدف این سنجنده کسب اطلاعات گوناگون از سطح زمین و شرایط آبها است.

(۲) سنجنده VTIR که دارای یک نوار مرئی و سه نوار مادون قرمز حرارتی به شرح ذیل است:

نوار ۱	۰/۵-۰/۷ میکرومتر
نوار ۲	۶-۷ میکرومتر
نوار ۳	۱۰۶/۵-۱۱/۵ میکرومتر
نوار ۴	۱۱/۵-۱۲/۵ میکرومتر