

# آغاز فصلی نوین در مسابقه فضایی

از: William E. Stoney and John R. Hughes  
برگردان: مهندس علی جهانی (کارشناس ارشد سنجش از دور)

## پیشگفتار:

اگر چه هنوز انجام طرحهای جاری با تردید همراه است با این وجود مسلم شده است مجموعه دادههای جهانی<sup>۵</sup>، اطلاعات مشاهده زمین را بیش از پیش در اختیار طیف وسیعی از مخاطبین قرار خواهد داد. در این مقطع تجاری، بازاریابی برای نقشه کشی، کاربری اراضی، ارزیابی محیطی و برنامه ریزی سازمانهای عام المنفعه و مدیریت بهره‌وری، اهداف اولیه را تشکیل می‌دهند. البته این کاربردها به عنوان موج اول محسوب می‌شوند. بنابراین مقاطع دیگری نیز بصورت امکانات کاربران جهانی در خلال سالهای آتی پدید می‌آیند.

## ماهواره‌ها:

به منظور کمک به خوانندگان GIS world در پیگیری تحولات ماهواره‌های مشاهده زمینی، فروری بر سیستم‌هایی با تفکیک پذیری بالا که به تازگی طراحی شده‌اند خواهیم داشت. توانمندیهای این سیستم‌ها شامل باندهای طیفی، توان تفکیک و نیز پوشش آنها بیان گردیده و مورد مقایسه قرار گرفته‌اند.

## ویژگیهای عمومی:

ویژگیهای ۳۱ ماهواره فوق‌الذکر در نگاره نشان داده شده است. عملکرد هر یک از گروه‌ها به تفکیک مورد بحث قرار گرفته‌اند.

## گروه لندست:

در سال ۲۰۰۰ میلادی ده ماهواره با ویژگیهای لندست آمریکا، اسپات<sup>۶</sup> فرانسه و آی‌آر‌اس<sup>۷</sup> هند که دارای تفکیک پذیری متوسط، پوشش وسیع و چندطیفی هستند مورد استفاده قرار می‌گیرند. این برنامه‌ها تداوم یافته و توسعه پیدا می‌کنند. به طوری که در نگاره نشان داده شده است برنامه فضایی هند تا سال ۲۰۰۰ میلادی طرحهای مربوط به پرتاب ۴ ماهواره را دربرمی‌گیرد. این طرحها عمده‌ترین عملکرد دولت را تشکیل می‌دهند. سیستم‌های مزبور به دو ماهواره‌ای که حاصل برنامه مشترک چین و برزیل است و نیز چهار ماهواره پیشنهادی شرکت 21 Resource وابسته به

طی دو دهه اخیر به موازات پیشرفتهای فن‌آوری سنجش از دور، اطلاعات ماهواره‌ای کاربرد گسترده‌ای یافته است. توسعه کاربرد داده‌های ماهواره‌ای ضمن اینکه گامی مهم در جهت تأمین نیازهای اطلاعاتی بشر نلمداد می‌شود دانش پژوهان را ملزم به تولید اطلاعاتی با ویژگیهای کیفی، فضایی، رادیسومتری و همچنین تکرار پوشش زمانی مختلف می‌نماید. از این رو برخی دولتها و شرکتهای خصوصی سخت در تلاش هستند برنامه‌های فضایی خود را تا سال ۲۰۰۰ میلادی تداوم بخشیده و سیستم‌های پیشرفته ماهواره‌ای را در مدار زمین قرار دهند. در مقاله حاضر ویژگیهای چهار گروه از ماهواره‌های متعلق به اوایل قرن بیست و یکم بیان گردیده و توانمندی هر یک مورد بررسی قرار گرفته است.

در اکتبر ۱۹۵۷ میلادی اتحاد جماهیر شوروی (سابق) با پرتاب موفقیت آمیز اولین ماهواره مصنوعی موسوم به spurnik-1 دنیا را حیرت زده کرد. در رقابت فضایی، آمریکا پس از ۱۲ سال تلاش توانست از روسیه پیشی بگیرد، مردانی را در کره ماه قرار داده و آنها را سالم به زمین بازگرداند.

اکنون که بیش از ۳۰ سال از پرتاب ماهواره spurnik می‌گذرد فصل جدید رقابت فضایی شروع شده است. البته غیر از آمریکا و روسیه، کشورهای دیگری نیز درگیر رقابت شده‌اند. اگر تمامی برنامه‌های مربوط به ماهواره‌های مشاهده زمینی<sup>۱</sup> تا سال ۲۰۰۰ میلادی به درستی پیش رود برای اخذ داده‌هایی با تفکیک پذیری مکانی<sup>۲</sup> ۳۰ متر یا بهتر از آن، ۳۱ ماهواره در مدار قرار خواهند گرفت. سیستم‌ها را می‌توان به چهار گروه تقسیم نمود.

(۱) ماهواره‌های گروه لندست<sup>۳</sup>، که پوشش وسیعی را با تفکیک پذیری ۵ تا ۳۰ متر و باندهای رنگی عرضه می‌دارند؛

(۲) ماهواره‌هایی با توان تفکیک مکانی بالا، این گروه از توان تفکیک مکانی ۱ متر یا کمتر برای باندهای سیاه و سفید و نیز باندهای مرئی و مادون قرمز نزدیک برخوردار است؛

(۳) سنجنده‌های ابرطیفی<sup>۴</sup>، با توان تفکیک ۳۰ متر؛

(۴) رادار با توان تفکیک فضایی ۱۰ تا ۱۰۰ متر.

داده‌ها محبوب می‌شود.

### پوشش زمینی و تفکیک پذیری:

پوشش زمینی باید از دو جنبه تهیه تصاویر از کل جهان و زمان تکرار تصویربرداری از مکان معینی مورد توجه قرار گیرد. با توجه به اینکه پوشش زمینی با میدان دید سنجنده دارای نسبت معکوس می‌باشد. این عامل می‌تواند به‌عنوان شاخص در بیان قابلیت‌های پوشش زمینی استفاده شود. توجه داشته باشید که دو ماهواره به دلیل مدارهای قطبی و خورشیدی آهنگ آنها، پوشش کاملی از سطح زمین تهیه نمی‌کنند. این دو ماهواره SPIN در مدار ۶۵ درجه و QUICK BIRD در مدار ۵۲ درجه هستند.

### ماهواره‌های گروه لندست:

در طراحی ماهواره‌های گروه لندست سعی می‌شود با انتخاب نوار جاروب<sup>۸</sup> و مداری که سطح استوا را طی هر سیکل تکرار در برمی‌گیرند سطح زمین بطور مستمر تحت پوشش قرار گیرد. این ماهواره‌ها دارای نوار جاروب ۱۲۰ تا ۲۰۰ کیلومتری هستند. دوره‌های مداری و زمان پوشش جهانی، از ۱۶ روز برای لندست تا ۲۲، ۲۴ و ۲۶ روز برای ماهواره‌های هند، فرانسه و چین - برزیل متفاوت است. علی‌رغم اینکه تکمیل سیکل‌های هر یک از ماهواره‌ها، برای اغلب کاربردها طولانی بنظر می‌رسد. شباهت داده‌های حاصل از ۱۲ ماهواره گروه لندست، استفاده از آنها را در بیشتر کاربردها عملی ساخته است. بنابراین اطلاعات در فاصله زمانی ۱ تا ۷ روز در دسترس قرار می‌گیرد.

### گروه ماهواره‌های با تفکیک پذیری بالا:

نوارهای جاروب مربوط به سنجنده‌های گروه مزبور، ۴ تا ۳۶ کیلومتر، کره زمین را در فاصله ۲ تا ۲۰ سال پوشش می‌دهند.

سنجنده‌های طراحی شده به‌واسطه تفکیک پذیری بالا ۲۰۰ تا ۱۰۰ برابر گروه لندست دارای نرخ انتقال اطلاعات هستند. این محدودیت از کاستیهای کارکردی و اقتصادی سیستم‌های جمع‌آوری داده‌ها ناشی می‌شود. در سیستم SPIN-2 به دلیل استفاده از مکانیسم برگشت فیلم<sup>۹</sup> از مسئله فوق اجتناب شده است. در نظر اغلب کاربران، ماهواره‌هایی که قادر به تکرار تصویربرداری در فاصله زمانی ۲ تا ۴ روز می‌باشند ایده‌آل هستند. بنابراین حتی دو ماهواره با توان تفکیک بالا، به‌طور هماهنگ با خورشید، پوشش روزانه از نقطه معینی تهیه نمی‌کنند.

توجه کنید که ابرها، به‌طور متناوب بر روی زمان تکرار تصویربرداری اثر می‌گذارند. این مسئله سبب می‌شود کاربران در برخی مناطق جهت دسترسی به تصاویر فاقد ابر، حداقل دو تصویر در اختیار داشته باشند. برای حصول اطمینان از پوشش مطمئن در مدت کوتاه از چند هفته تا چند ماه، ماهواره‌های چندطیفی (یا رادار) مورد نیاز می‌باشند.

شرکت بوئینگ مرتبط می‌شود. شرکت Stockport انگلستان اخیراً برای مبارزه با شرکتهای رقیب، طراحی X Star را که در زمینه کشاورزی مستقیماً 21 Resource رقابت خواهد داشت اعلام کرده است. این داده‌ها ارزیابی کشاورزی را با دقت بیشتری ممکن می‌نمایند.

### مجموعه سنجنده‌های به تفکیک پذیری بالا:

۱۵ سیستم با توان تفکیک بالا که در سال ۲۰۰۰ میلادی به کار گرفته خواهند شد. تفکیک پذیری و قابلیت چند طیفی را تا حدود زیادی افزایش خواهند داد. اغلب این ماهواره‌ها به‌وسیله شرکتهای خصوصی طراحی می‌شوند. توجه سرمایه‌گذاران بخش خصوصی به سیستم‌هایی با تفکیک‌پذیری بالا، نشان دهنده اعتماد آنها به این باور است که توانمندی برنامه‌های فضایی نیازمند تولید اطلاعات ارزشمند تجاری است. این باور از طریق سه عامل قابل توجیه می‌باشد. تفکیک پذیری یک متری فعالیت استفاده کنندگان را در زمینه‌های شناسایی، اندازه‌گیری و تهیه نقشه عوارض مصنوعی نظیر راه‌ها و ساختمانهای عملی می‌سازد.

قابلیتهای داده‌های دورسنجی در امکان بهره‌گیری از روشهایی که عملاً برای هواپیمایا ممکن نیست منجر به رشد اقتصاد جهانی می‌شود. این واقعیت که داده‌ها رقومی هستند آنها را به‌سرعت در پایگاه اطلاعات GIS که همواره در حال پیشرفت است قابل استفاده می‌کند.

### گروه ابرطیفها:

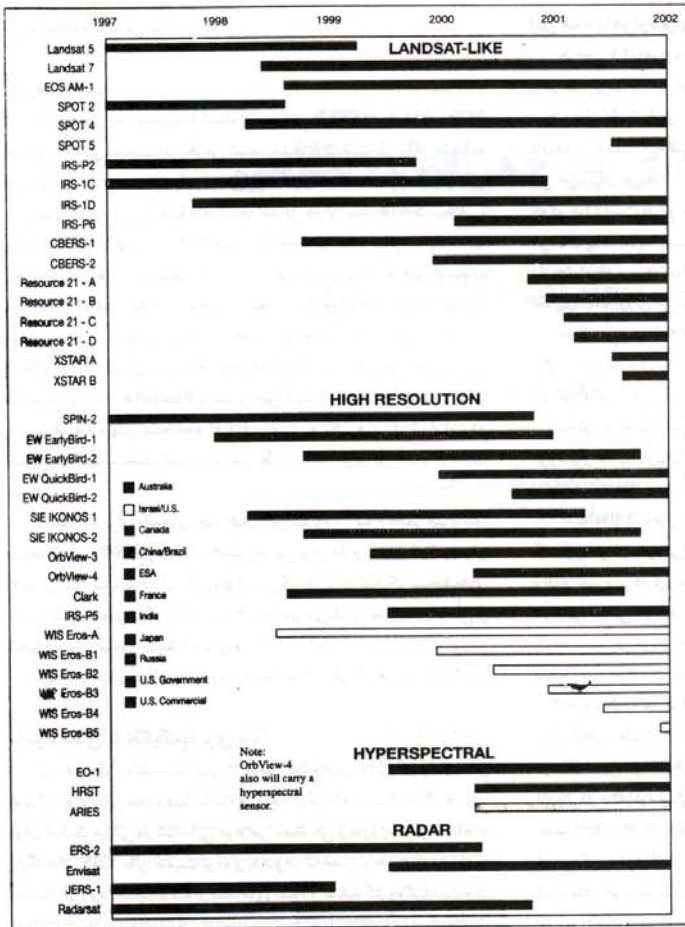
دو ماهواره‌ای که ایالات متحده بر روی آنها سرمایه‌گذاری کرده است به همراه سیستم پیشنهادی استرالیا، قابلیت تهیه اطلاعات چند طیفی جدید را به کمک ایجاد باندهای باریک در طیفهای مرئی و فروسرخ نزدیک و طول موج کوتاه متحول می‌کنند، تأکید بر روی سنجنده‌های ابرطیفها، پیشینه‌ای تاریخی در دانش ژئوفیزیکی دارد. تجربیات حاصل از فن‌آوری هواپیمایی نشان داده است که اندازه‌گیری طیف نزدیک به پیوسته موجب بهبود شناسایی کانیها می‌شود. همچنین برنامه‌های اخیر پرواز هواپیمایا گویای پیشرفت در شناسایی پوشش گیاهی و تأکید بر مدیریت آنها است.

### گروه رادار:

آژانس‌های فضایی اروپا و کانادا، برنامه‌های مربوط به رادار را تا ۵ سال دیگر نیز ادامه می‌دهند. رادارها تحت هر گونه شرایط جوی قابل استفاده بوده و ابزار لازم در اغلب مسائل مشاهده‌ای به‌شمار می‌روند. آنها همچنین به موازات توسعه روشهای تحلیلی، از سودمندی قابل توجهی برخوردار می‌شوند.

### بررسی فنی:

بررسی پوشش و توان تفکیک زمینی و همچنین موقعیت طیفی باندها و تفکیک‌پذیری هر یک از آنها روش مناسبی در شناخت گسترده و تنوع



شماری از ماهواره‌های مشاهده زمینی که دولتها و شرکتهای خصوصی طی ۵ سال آینده در مدار زمین قرار خواهند داد.

### رادار

ماهواره‌های پیشنهادی مجموعه رادار قادر هستند داده‌های مرکب از توان تفکیک فضایی و نوارهای جاروب مختلف تهیه کنند. محدودیتهای عملی حجم داده‌ها، عامل مهمی در ارزیابی میزان تفکیک پذیری و نوار جاروب محسوب می‌شود. معرفی طیف گسترده‌ای از داده‌ها با توان تفکیک و پوشش قابل حصول از ماهواره‌ها، موضوعی فراتر از این مقایسه است. بنابراین کاربران بالقوه برای دریافت اطلاعات بیشتر، باید با تأمین کنندگان داده‌ها ارتباط برقرار نمایند.

### پوشش طیفی و تفکیک پذیری زمینی:

جدای از مکان، زمان و تعداد تصاویر مورد نیاز در به کارگیری داده‌های ماهواره‌ای، کاربران لازم است تفکیک پذیری تصاویر و محدوده‌های طیفی

### ابریطیفها:

دولت ایالات متحده برای بررسی توانمندیهای تحلیل چند طیفی داده‌ها در شناسایی عوارض مصنوعی و طبیعی سطح زمین دو ماهواره در مدار زمین قرار می‌دهد، حجم گسترده اطلاعات حاصل از سنجنده‌های ابریطیفها سبب شده است توان تفکیک مکانی این سیستم‌ها به ۳۰ متر محدود گردد. تعیین تفکیک پذیری ۳۰ متری با توجه به کفایت آن در تشخیص بسیاری از اهداف طبیعی (کانهها و پوشش گیاهی) نیز توجه می‌شود. دولت استرالیا علائق بخش خصوصی را در توسعه اقتصادی و استفاده از سیستم‌های نزدیک به ابریطیفها برمی‌انگیزاند. بدین جهت سنجنده‌های طراحی شده از دو گروه ۳۲ بانندی در مقابل طیف سنجندهای سایر سیستم‌ها استفاده می‌کنند.



مورد استفاده را تعیین کنند.

## این همه ماهواره برای چیست؟

طراحی ۳۱ ماهواره مشاهده زمینی، طیف گسترده‌ای از اطلاعات زمینی را عرضه می‌نماید. این امر سبب ارتقای حجم، تنوع و پیچیدگی داده‌ها می‌شود. از نظر تجاری، کلیه اطلاعات اعم از دولتی و خصوصی به جز داده‌های لندست ۷ به قیمت‌های تعیین شده دوباره قابل دسترسی هستند. با این حال برای دریافت آنها، ابتدا باید داده‌ها را جمع‌آوری کرد. تنها سیستمی که در صدد است طرح جمع‌آوری و بایگانی داده‌های پوشش زمینی را برای هر سال پیاده نماید سیستم لندست ۷ می‌باشد. سایر سیستم‌های دولتی داده‌ها را برای رسیدن به مقاصد خود و جویگویی به سفارشات فروشندگان تجاری جمع‌آوری می‌کنند.

به نظر می‌رسد اطلاعات حاصل از فعالیت ۳۱ ماهواره مشاهده زمینی بیش از نیاز کاربران باشد. البته قبل از داوری در این زمینه بهتر است نکات زیر مورد توجه قرار گیرد.

به طوری که قبلاً عنوان شد هیچ یک از ماهواره‌ها، دارای تمام ویژگی‌های مورد نیاز غالب کاربران نمی‌باشند، بنابراین برای دسترسی به انواع متنوعی از داده‌ها، حداقل چهار سیستم مورد نیاز است.

استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در تحلیل بلایا و امدادسانی مؤثر است. البته این امر در صورتی تحقق پیدا می‌کند که ماهواره‌ها به سرعت از محل واقعه تصویربرداری نمایند. تصویربرداری به موقع از محل واقعه تنها در شرایطی ممکن خواهد بود که دو یا چند سنجنده در مدار مورد استفاده قرار گرفته باشند. در مورد بلایای جوی رادار تنها سیستمی است که می‌تواند از سطح زمین اطلاعات جمع‌آوری نماید.

تهیه پوشش سریع از سطح زمین به کمک چندین ماهواره مؤثر است. بالاخره اطمینان از پایداری و استمرار داده‌ها حائز اهمیت می‌باشد. طی دو سال اخیر، دو ماهواره مشاهده زمینی، لندست ۶ و Lewis، از مدار خارج شده و دو ماهواره اسپات ۳ و ADEOS زودتر از موعد مقرر از انجام عملیات باز ماندند. انتظار می‌رود ماهواره Quick Bird نیز در زمان تعیین شده به گروه فوق‌الذکر بپیوندد. بدیهی است چنانچه کاربران داده‌ها را لازمه فعالیت‌های خود بدانند، بیش از یک سیستم باید وجود داشته باشد تا ضمانت اجرایی لازم به دست آید. □

نقل از: GIS World march 1998 vol.II No.3

## پاورقی:

- 1) Land Observation
- 2) Spatial Resolution
- 3) Landsat
- 4) Hyperspectral Sensors
- 5) Global Dataset
- 6) Spot
- 7) IRS
- 8) Swath
- 9) Film Return

## گروه لندست:

باند‌های گروه لندست، به استثنای سیستم EOS AM-1 ASTER همانند باند‌های لندست آمریکا می‌باشند. باند‌های لندست تقریباً کل طیف به جز روزه‌های جذب آب را دربر می‌گیرد. گروه لندست بر روی پوشش چندطیفی تأکید دارد و همه ماهواره‌ها حداقل دارای باند SWIR تختانی، سه باند WWIR فوقانی و TIR هستند. توجه به این نکته حائز اهمیت است که تمامی داده‌های چندطیفی، حتی برغم همسان بودن باندها قابل استفاده نیستند. در تحلیل اطلاعات بر مبنای سنجش انرژی انعکاس، کالیبراسیون سنجنده‌ها قابل استفاده نیستند. در تحلیل اطلاعات بر مبنای سنجش انرژی انعکاس، کالیبراسیون سنجنده‌ها عامل مهمی محسوب می‌شود. سیستم‌های لندست ۷ و 21 - Resource بر اساس خورشید و ماه کالیبره گردیده و سایر سیستم‌ها به لامپهای سنجنده و اهداف زمینی متکی هستند. توانایی در تعدیل تشعشع سنجیده شده برای شرایط مختلف جوی نیز حائز اهمیت است.

تفکیک پذیری داده‌های چند طیفی این گروه ۱۰ تا ۳۰ متر می‌باشد. سنجنده‌های IRS-P<sub>۲</sub> و 2A که با کاهش عرض نوار جاروب به تفکیک‌پذیری ۶ متری نایل شده‌اند در این گروه قرار نمی‌گیرند. توان تفکیک سنجنده‌های سیاه و سفید متعلق به گروه لندست ۶ تا ۲۰ متر می‌باشد. تجربیات حاصل از تلفیق تصویر سیاه و سفید ۱ متری و رنگی ۲۰ متری نشان داده است که ارزشهای روشنائی تصاویر سیاه و سفید، اطلاعات رنگی را برجسته می‌نمایند.

## ماهواره‌های با تفکیک‌پذیری بالا:

برخلاف گروه لندست، نیمی از ماهواره‌ها متعلق به این گروه، از نظر پوشش چندطیفی محدودیت داشته و نصف دیگر ماهواره‌ها فاقد آن هستند. توان تفکیک مکانی در شناسایی عوارض مصنوعی و به‌روزرسانی نقشه‌ها و پایگاه‌های GIS حائز اهمیت بوده و به‌عنوان شاخص برجسته گروه مزبور به‌شمار می‌رود. همچنان‌که از باندهای سیاه و سفید گروه لندست و در برجسته کردن باندهای رنگی استفاده می‌شود. در این گروه نیز از طریق باندهای رنگی، اطلاعات بیشتری به داده‌های سیاه و سفید افزوده می‌شود.

## گروه ابرطیفها:

ماهواره‌های ابرطیفها به واسطه طیفهای VNIR و SWIR تحول چشمگیر در قابلیت داده‌های چندطیفی پدید می‌آورند.

## گروه رادار

رادارها علی‌رغم بهره‌گیری از یک فرکانس دارای چندین گزینه قطبی بوده و بنابراین در شبیه‌سازی چندبعدی اطلاعات بر اساس تحلیل چند طیفی سیستم‌نوری به‌دستی عمل می‌کنند. تماس با تولیدکنندگان داده‌های رادار، می‌تواند به شناخت حجم وسیعی از داده‌های این سیستم‌ها کمک نماید.