

تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالا

(۰۰۰۰۰ ۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰)

ماهواره ۰۰۰۰۰۰۰

❖ احسان آکار

تصاویر ماهواره‌ای و تهیه نقشه بوسیله IKONOS

IKONOS -

جدید خودنمایی کرد و خود را متخصصین سنجش از دور (RS) نام نهادند و همزمان با توسعه دستگاههای تبدیل تحلیلی و فراگیر شدن دستگاههای رقومی این دو علم چنان به هم گره خورد که شاید تا سالها نتوان گره آن را باز کرد؟! یکی از ماهواره‌های با دقت بالا (HR) که تقریباً دو سال است که در گوشه و کنار اسم آن را می‌شنویم ماهواره IKONOS است. این ماهواره در حقیقت ادامه دهنده پروژه IKONOS-I است که در سال 1999 قرار بود که در مدار قرار گیرد اما پروژه راه اندازی آن به همراه پروژه‌های Early Bird, Bivd Quick EROS-A متوقف ماند.

اما در همان سال پروژه IKONOS-II با موفقیت انجام شد و به دنبال آن ماهواره EROS-A1 در سال 2000 در مدار قرار گرفت. بدین صورت عصر جدیدی از عکسهای هوایی - فضایی (HR) همراه با هزاره سوم آغاز شد و کاربران تصاویر جامعه فتوگرامتری و GIS علاقه زیادی به استفاده از این تصاویر نشان دادند.

ویژگی ماهواره IKONOS این است که این ماهواره به شرکت تجاری Space Imaging تعلق دارد و کاربری آن کاملاً تجاری است و در انحصار دولت یا مرز خاصی نیست و به راحتی می‌توان تصاویر مورد نیاز را تهیه کرد! شرکت Space Imaging که در سال 1994 تاسیس شد اولین بار در آوریل سال 1999 ماهواره IKONOS-I را به فضا

امروزه با به وجود آمدن امکاناتی نظیر ماهواره‌های با دقت تفکیک بالا و عکسهای HR و سنجنده‌های متعدد که در باندهای مختلف به عکسبرداری از سطح زمین می‌پردازند نه تنها داده‌های مکانی و کمی تبدیل به داده‌های سهل الوصول شده‌اند بلکه با تجزیه و آنالیز داده‌های کیفی که این سنجنده‌ها برای ما به ارمغان می‌آورند (!) به راحتی می‌توان وقایعی که در روی زمین و حتی در اعماق آبها و در لایه‌های زیرین آتشفشانی در حال وقوعند را مشاهده کرد یا پیش‌بینی نمود!

شاید اولین بار که صحبت از عکسهای ماهواره‌ای به میان آمد متخصصان فتوگرامتری و مهندسين این علوم در امنیت شغلی خود شک کردند و اندیشیدند آیا امکان دارد روزی این همه رابطه و قضیه و دستگاههای غول پیکر و گهگاه کوچک روزی به زباله‌های فضایی بپیوندند؟! در ابتدا خطر چندان جدی نبود! چرا که عکسهای ماهواره دقتی که عکسهای مورد استفاده فتوگرامتریستها داشتند را نداشتند ولی وقتی کم کم ماهواره‌های قوی تر، مجهزتر و با دقتهای بالاتر روانه آسمان شد فتوگرامتریستها از این قافله عقب نماندند و در قامتی

مجموعه عکسهای طیف‌نگاری با دقت ۴ متر مشابه عکسهای Landsat است که در باندهای ۱ الی ۴ عکس می‌گیرد. (لندست نسل دوم). مدار ماهواره IKONOS یک مدار بیضوی شکل قطبی و خورشید آهنگ با زاویه میل ۹۸/۲ است و دارای آرایش خطی با فاصله کانونی ۱۰ متر است که به دو متر با آینه کاهش یافته است. ارتفاع متوسط مدار ۶۸۰ کیلومتر از سطح زمین است و با سرعت ۷ KM/S تصاویر با نکروماتیک با اندازه پیکسل ۸۲ سانتی متر و چند طیفی با پیکسل حدود ۴ متر زمینی با مقیاس حدودا ۶۸۰۰۰:۱ برداشت می‌کند. تعیین موقعیت این ماهواره بوسیله سه آنتن GPS و سه Startracker انجام می‌شود.

مزایای ماهواره IKONOS به سایر ماهواره‌ها

مزایای عمده این سیستم قابلیت تصویربرداری پوششی انعطاف پذیر (Flexible Pointing) است که تولید تصاویر پوششی با نسبت باز به ارتفاع بزرگتر از یک را امکان پذیر می‌نماید و قادر به تصویربرداری با پوشش عرضی است که فاصله ۷۲۵ متر را می‌پوشاند. قابلیت‌های بالای هندسی در این تصاویر برای تولید کنندگان نقشه و بانک‌های اطلاعاتی بسیار قابل توجه است. از طرفی ویژگی تفکیک یک متری (و حتی کمتر) در پیکسل‌های این عکسها کاربران را قادر می‌سازد اغلب عوارضی را که در نقشه‌های رقومی ظاهر می‌شوند استخراج نمایند و این بالاترین قدرت تفکیک فضایی (۱متر) جاذبه زیادی برای کاربران دارد و از این عکسها برای تولید نقشه‌های ملی می‌توان استفاده کرد.

مزیت دیگر این تصاویر وجود داده‌های ۱۱ بیتی می‌باشد که در اکثر نرم افزارهای پردازش تصویر از داده‌های ۸ بیتی استفاده می‌شود.

پرتاب کرد اما این ماهواره در مدار قرار نگرفت و شکست تجاری بزرگی به همراه داشت و به خاطر همین بود که IKONOS-II زودتر از موعد پیش بینی شده یعنی در ۲۴ سپتامبر ۱۹۹۹ به فضا پرتاب شده موشک حامل IKONOS-2 و Athena-2 نام داشت که در یونانی به معنای الهه خرد، صرفه جویی و صنعت بوده است. آیکنوس اولین ماهواره تجاری برای جمع آوری تصاویر پانکروماتیک با دقت بهتر از یک متر است. این ماهواره همچنین به جمع آوری اطلاعات چند طیفی با قدرت تفکیک ۴ متر در ۴ باند آبی، سبز، قرمز و NIR (مادون قرمز نزدیک) می‌باشد.

سوالی که در این جا مطرح می‌شود این است که تصاویر با دقت یک متر قادر به نشان دادن چه عارضه‌هایی هستند؟

و آیا تمام عارضه‌های با ابعاد بیشتر از یک متر در این عکسها قابل شناسایی اند؟

در این عکسها به طور پیش فرض عارضه‌هایی به ابعاد ۱*۱ قابل تشخیصند و می‌تواند به صورت جداگانه هویتی مستقل به آنها منسوب کرد (مثلا یک کد یا اسم). اشیایی مثل استخر و یا ماشین‌ها. همچنین اشیایی که دارای لبه‌های تیز (Sharp) و مشخص باشند قابل تشخیصند و یا عارضه‌هایی که با عوارض اطرافشان تمایز طیفی مشخصی دارند. مثل پیاده‌روها که به سبب تفاوت رنگشان با آسفالت سیاه خیابان دارای رمز مشخصی هستند. اما انسانها در این عکسها قابل شناسایی نیستند ولی تعداد زیادی از انسانها که کنار هم جمع شده‌اند با طیف نگاری قابل شناسایی‌اند مثلا عده‌ای که در یک استادیوم جمع شده‌اند و به کل آنها می‌توان یک هویت نسبت داد مثلا گفت این منطقه ((انسان‌ها)) هستند ولی بین آنها نمی‌توان تمایز قائل شد.

این عکسها برای طبقه‌بندی عارضه‌ها (Classification) یا تحلیلهای کشاورزی با کاربردهای دیگر که به عکسهای Low Cost نیاز باشد استفاده می‌شوند.

عکسهایی که بصورت ژئومتریکی تصحیح شده‌اند در دو نوع : Geo ortho kit , Geo 4m قابل تهیه می‌باشند. منبع (Data Source) این عکسها ماهواره آیکنوس در مدار 1850 می‌باشد. پردازش انجام شده روی عکسها شامل ترمیم و تصحیح روی یک بیضوی نا تخت انجام می‌شود. (POC level 2)

نواحی پوششی برای عکسهای Geo

مناطق تحت پوشش در این عکسها، (AOI) به صورت انتخابی قابل تنظیم و تغییر می‌باشند ولی در حالت کلی چند حالت پوششی استاندارد وجود دارد:

۱- مناطق مستطیلی در سیستم های مختصات جغرافیایی

۲- موزائیک‌های استاندارد مثل موزائیک های 3/75

۳- عکسهایی که به صورت فایل‌های شکلی توسط مشتری یا فروشندگان تهیه می‌شود.

۴- اندازه مینیمم پوشش این عکسها، منطقه‌ای به وسعت 5km×5km می‌باشد.

مناطق وسیعتر از 10/5km که از شرق به غرب کشیده شده اند یا طولانی تر از 100km که از شمال به جنوب کشیده شده اند، احتمالا باید توسط ماهواره های جداگانه‌ای عکسبرداری شوند (موقعیت های جداگانه) ولی این عکسها هم یکجا مورد پردازش واقع می‌شوند.

همچنین وجود چهار باند طیف نگاری اطلاعات زیادی را در مورد کیفیت زمین های مورد مطالعه به ما می‌دهد. با توجه به قدرت تفکیک فضایی، طیفی، زمانی، رادیومتری و قابلیت برجسته بینی بالا در این تصاویر، تهیه اکثر نقشه های مبنایی رقومی مانند مدل رقومی ارتفاعی (DEM)، اورتوفتوی رقومی، نقشه های توپوگرافی و خطوط ساحلی (Digital Shoreline) امکان پذیر می‌باشد. با در دسترس قرار گرفتن HRSI جایگزینی مناسب برای عکسهای هوایی جهت تولید نقشه های عکسی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ و کوچکتر در اختیار متخصصین فتوگرافی قرار گرفته. یکی از پروژه های شرکت Space Imaging پروژه‌ای به نام Carterra است که هدف آن تهیه و تولید عکسهای با دقت ۱ متر (پانکروماتیک) و ۴ متر (۴ بانده) می‌باشد که به Geo موسومند. برای تهیه نقشه های مکانی بیشتر از این نوع عکسها (Geo) استفاده می‌شود.

عکسهای Geo از ماهواره IKONOS

ویژگی این عکسهای HR که دارای دو نوع با دقتهای ۱ متر و ۴ متر می‌باشد این است که کلیه خطاهای رادیومتریکی و ژئومتریکی در مورد این عکسها حذف شده و این عکسها در فرمتهای ۱۱ بیتی به سادگی قابل دسترسند. همانطور که قبلا نیز ذکر شد عکسهای با دقت تفکیک ۴ متر که به عکسهای Multispectral موسومند دارای ۳ یا ۴ باند تصویری هستند که شامل باندهای، آبی، سبز و قرمز و NIR می‌باشند و هر پیکسل بر روی این عکسها بیانگر دقتی معادل ۴ متر روی زمین است.

سیستم نورهای ماهواره آیکنوس

شرکت Kodak به منظور ارائه تصاویر بسیار با کیفیت از زمین دوربین‌های رقومی خاصی برای IKONOS طراحی کرد. این دوربین دارای این قابلیت است که از فاصله ۶۰۰ کیلومتری از سطح زمین می‌تواند تصاویر با دقت ۱ متر را ببیند، مثلاً در این عکسها اتومبیل سواری از کامیون قابل تشخیص است.

این سیستم نوری شامل چهار بخش است: الف) تلسکوپ نوری متشکل از یک عدسی با فاصله کانونی ۱۰ متر و ۵ متر. سه آینه دارای سطح منحنی که تصویر را روی صفحه کانونی متمرکز می‌کنند و در آینه تخت که باعث کاهش طول تلسکوپ از ۱۰ متر به ۲ متر می‌شوند.

ب) صفحه کانونی که در انتهای تلسکوپ قرار دارد و شامل آرایه‌هایی برای کسب همزمان تصویر به دور صورت رنگی و سیاه و سفید می‌باشد.

ج) بخش پردازش رقومی که فایل‌های تصویری را دریافت می‌کند و حجم آن را از ۱۱ بیت در هر پیکسل به ۲/۶ بیت می‌رساند و این تبدیل با سرعت ۱۱ میلیون پیکسل در ثانیه صورت می‌گیرد.

د) واحد تامین نیرو برای دوربین.

۱) دریافت اطلاعات از ماهواره

چند ایستگاه زمینی در ژاپن، آلاسکا و ۰۰۰ برای دریافت و پردازش داده‌های ماهواره‌ای IKONOS در نظر گرفته شده است که وظایف آنها عبارتست از:

- ۱- دریافت اطلاعات خام و تله متری
- ۲- پردازش تصاویر ماهواره‌ای
- ۳- ثبت و ذخیره تصاویر و داده‌های جانبی
- ۴- ارائه محصولات از تصاویر ذخیره شده

Bands	(FWHM) محدوده موج
1	445-516 nm (Blue)
2	5006-595 nm (Blue)
3	632-698 nm (Blue)
4	757-853 nm (Blue)

FWLTM = Full width of half Maximum
برای تهیه نقشه از عکسهای Geo می‌توان از سیستمهای تصویر زیر استفاده کرد:

Lambert Conformal, Albers Conic Equal Area, State Plane, VIM, Transverse Mercator

برای تهیه نقشه در سیستمهای مختلف تصویر باید توجه داشت که باید پارامترهای مختلف عکس را با توجه به سیستم تصویر مورد نظر تغییر واحد داد و یا از استانداردهای متفاوتی استفاده کرد ولی پارامترهای زاویه‌ای همیشه باید به دقیقه و ثانیه باشد و واحد طول افقی در همه موارد به متر است.

همچنین می‌توان از بیضوی‌های NAD, 27, 84, NAD 83, WGS که به جز WGS 84 جهانی است سایر بیضوی‌ها محلی هستند مانند NAD 83 که در مورد عکسهای آمریکای شمالی استفاده می‌شود.

وضعیت ابرها	اغلب پوشش ابری کمتر از ۲۰ می‌باشد
زاویه خورشید	زاویه اغلب بزرگتر از ۱۵° می‌باشد
زاویه ارتفاعی	بزرگتر از ۱۵ یا در orthokit بزرگتر از ۷۵°
توجیه	North up
فرمت مایل	Tiff 6.0 NITF
فایل‌های مورد قبول	TFW, Meta Data, texicense

تلاش کنند و عیوب نرم افزارهای پردازش تصاویر موجود را از بین ببرند(مثلاً محدودیت ۸ بیتی را).

۵- انجام باندل اجسمنت، تولید اتوماتیک نقاط گره، تهیه مدل رقومی زمین، موزائیک و یکپارچه کردن تصاویر.

منابع

- مجله نقشه برداری زمستان ۷۸ شماره ۴۰ سال دهم
- مجله نقشه برداری تابستان ۷۸
- مجموعه مقالات همایش ژئوماتیک ۸۰ و مقاله های مهندس سعید صادقیان در مجله نقشه برداری
- سایت WWW.Space imaging.Com
- با تشکر از جناب آقای مهندس مهدی مومنی

(۱) نتیجه گیری و پیشنهاد

از آنجا که تصاویر ماهواره ای همگی دیجیتال هستند یا حداقل به صورت پیش فرض دیجیتالند. یعنی تصاویر نه به صورت عکسهای کاغذی که به صورت دیتاهای ماتریسی وجود دارند کاربر روی عکسها نیز دیجیتال صورت می گیرد. این آنالیز عکسی یا می تواند به صورت کارهای فتوگرامتریکی توسط دستگاههای تحلیلی و رقومی انجام گیرد یا می تواند به صورت نرم افزاری توسط نرم افزارهایی مثل ER- Mapper انجام شود که کارهای دورکاوی محسوب می شود. مهمترین قسمت از این دست کارهای دورکاوی تشخیص الگو در این داده های دیجیتال است که منجر به توجیه در تبدیل خودکار عکس به نقشه می شود و این تشخیص الگو در عکسها خود آغازگر بحثی پیچیده در پردازش تصاویر موسوم به Noral Network با شبکه های عصبی است که از حوصله بحث ما خارج است. آنچه هدف ما در طراحی بهتر و پیشرفته تر ماهواره ها است کسب و حصول عکسهایی با دقت تفکیک بالاتر و شاید بهتر از ۸۰ سانتی متر است که باید مورد توجه کارشناسان طراحی مجموعه ماهواره های دورکاوی شامل سازندگان دوربین و سایر تجهیزات قرار گیرد. اما هدف نهایی ما کسب اطلاعات از این عکسهاست پس در نهایت کارشناسان فتوگرامتری و دورکاوی باید در طراحی نرم افزارهایی که بتواند از این دقت تفکیک بالا حداکثر استفاده را ببرد

مشخصات فنی	پارامتر
۱ الی ۳ متر	قدرت تفکیک زمینی
۴۶۰ الی ۶۸۰ کیلومتر	فاصله کانونی
تا ۱۰ متر	نوع تصویربرداری
در اکثر موارد آرایش خطی و برخی موارد آرایش صفحه ای	نحوه دیدبرجسته بینی
۰/۶ تا ۲	نسبت ارتفاع باز به ارتفاع
۶ تا ۳۶۲ کیلومتر	عرض پوشش
۱ تا ۴ روز	کمترین زمان تصویربرداری