

سومین سری از محصولات عکسهای

ماهواره‌های

مهندس مجید مختارانی

پیشگفتار

در سالهای اخیر تقاضا برای اطلاعات به دست آمده به روش سنجش از راه دور و با قدرت تفکیک بسیار بالا جهت تجزیه و تحلیل محیطی و نقشه‌های توپوگرافی و نقشه‌های محلی، افزایش زیادی یافته است.

روشهای ماهواره‌ای اخیر مانند SPOT و TM لندست و براساس اسکن نمودن (Scanning) الکترونیکی کار می‌کنند، قادرند برای ما تصاویری با قدرت تفکیک ۱۰ الی ۳۰ متر تولید کنند.

برای اولین بار انتظار دستیابی به داده‌های اسکن شده در مقیاس زمینی هر پیکسل برابر با ۵ متر از مأموریت MOMS-2 و سیستمهای جدیدتر اسپات و TM حاصل می‌شود. در طی دهه گذشته پیشرفت و توسعه بسیار بزرگی در زمینه استفاده از تصاویر رنگی و سیاه و سفید عکسبرداری توسط مجموعه سنجش از دور اتحاد جماهیر شوروی سابق حاصل شده است.

نتیجه تحقیقات نشان می‌دهد که بالاترین قدرت تفکیک، برای یک منطقه وسیع و جهت استفاده در بهنگام نمودن نقشه‌های ۱:۲۵۰,۰۰۰ با دوربینهای KFA-1000 و MK4 بوده است.

طی هفدهمین کنفرانس ISPRS (واشنگتن سال ۱۹۹۲)، برای اولین بار اعلام گردید به زودی برای کاربردهای محلی عکسهای فضایی جهت زمینه شناساییهای نظامی و ماهواره‌های تحقیقاتی، از عکسهای ماهواره‌ای استفاده خواهد شد که با نسل سوم از دوربینهای فضایی عکسبرداری گرفته شده و دارای قدرت تفکیک ۲-۱ متر خواهند بود.

۲) دوربینهای جدید KWR - 1000 یا دقتهای بالا

اولین دوربین از سومین نسل این دوربینها که به راحتی قابل استفاده برای

بخش سیویل و مهندسی می‌باشند، سیستم عکسبرداری روسی KWR-1000 می‌باشد. این دوربینها بسیار قوی بوده با میدان دید وسیع که فاصله کانونی آن ۱۰۰۰ میلیمتر می‌باشد میدان دید لحظه‌ای دوربین در عرض مسیر حرکت ماهواره گردش می‌کند. این عمل به وسیله یک آینه اسکن کننده که در جلوی عدسی شیئی و ثابت دوربین واقع شده، صورت می‌پذیرد. و سرانجام تصویر نوری بر روی یک سطح استوانه‌ای با پایه بیضی شکل کوچک از طریق یک روزنه باریک تنظیم شده در امتداد محور دیدگانی دوربین حاصل می‌شود، و تصویر واقعی به وسیله حرکت آرام فیلم مترادف با سرعت تصویر نوری تولید می‌شود. همچنین در طول فازهای معینی از حرکت وسیع فریم (قاب فیلم) علائمی ثبت می‌شود که جهت تعیین زاویه لحظه‌ای اسکن بسیار مفید هستند. تصحیح نوری تصویر (مثلاً جهت اعوجاج) بستگی به موقعیت نقطه تصویر در میان روزنه دارد. تصاویر به دست آمده از مناطق وسیع بر روی فیلمهای با اندازه ۱۸×۱۸ سانتیمتر قابل نشان دادن خواهند بود.

بر طبق مقررات حکومت روسیه، برای استفاده از داده‌های فضایی عکسها، از عکسهای KWR - 1000 که دارای قدرت تفکیک ۰/۷ متر بوده، و آنها مجبور هستند با روشهای مکانیکی (آنالوگ) و دیجیتال قدرت تفکیک تصاویر را به ۲ متر برسانند تا این عکسها برای بخش غیرنظامی و سیویل قابل استفاده گردد. این دوربینها می‌توانند تصاویر سیاه و سفید رنگی با رنگهای کاذب تولید کنند (نگاره ۱). یک قطعه از عکس فضایی KWR - 1000 از قسمت مرکزی شهر پتسدام در آلمان را نشان می‌دهد. در این تصاویر ابعاد کوچکی در حد ۱ الی ۲ متر مانند اتومبیلها، شدت ترافیک در چهارراهها، دو دستگاه اتوبوس و اشیاء دیگر که می‌توانند به طور بسیار واضح تشخیص داده شوند نشان داده شده‌اند و این در حالی است که کنتراست (قدرت تفکیک) رنگ با کیفیت متوسط باشد.



۱-۳) قدرت تفکیک فاصله‌ای (Spatial-Resolution)

قدرت تفکیک فاصله‌ای، عبارت است از کمترین فاصله ممکن بین دو شی که به طور واضح قابل رؤیت می‌باشد. به طوری که می‌توان به طور واضح دو شی بر روی تصویر تشخیص داده شوند. از نقطه نظر عملی آن برحسب متر بر روی زمین (R.M) و یا به صورت خط بر میلیمتر واحد قدرت تفکیک فاصله‌ای نشان داده می‌شوند. قدرت تفکیک به وسیله رابطه زیر نشان داده می‌شود.

$$R_{p/mm} = \frac{\text{مقیاس تصویر}}{10^3 RM}$$

نسبت کنتراست به زمینه فیلم، قدرت تفکیک برای عوارض مختلف تصویر مشخص می‌شود.

نتایج برآورد عکسهای 1000 KWR مورد قبول کاربردهای عملی در جدول ۲ خلاصه شده است.

نتیجه تحقیقات از قدرت تفکیک در عکسهای 1000 KWR بدین شرح می‌باشد.

جدول ۲

وضعیت کنتراست (قدرت نور)	برحسب متر	خط بر میلیمتر
قدرت بالا	۱/۲	۱۸۰
متوسط	۱/۸ تا ۱/۵	۱۲۵-۱۴۵
پائین	تقریباً ۴	۶۰

براساس تجربه‌های عملی به دست آمده و با استفاده از شناسایی عوارض معمولاً انتظار می‌رود که ارتباط بین قدرت تفکیک فاصله‌ای از تصاویر عکسبرداری شده ابتدایی (اولیه) و عدد مقیاس، از نقشه‌های خطی تبدیل شده، و از رابطه $1:mi = \frac{0.7mm}{R(m)} \times 10^3$ و $1:mi = \frac{0.7mm}{R(m)}$ به دست می‌آیند.

پتانسیل نقشه‌ها بر عکس سیستمهای عکسبرداری مختلف براساس قدرت

اطلاعات فنی دوربینهای عکسبرداری فضایی 1000 KWR - به طور خلاصه در جدول زیر آمده است.

مقیاس تصویر اصلی	1:220,000
فاصله کانونی	۱۰۰۰ میلیمتر
منطقه سطح پوشش	۴۰×۴۰ کیلومتر
اندازه تصویر	۱۸×۱۸ سانتیمتر
پوشش	۲۰٪ بدون حالت استریوسکوپ
نوع فیلم	رنگی و سیاه و سفید

با توجه به عکسهای ماهواره‌ای قبلی که تاکنون استفاده می‌شدند عکسهای 1000 KWR نیز می‌توانند برای نقشه‌های بزرگ مقیاس مورد استفاده واقع شوند.

بنابراین ممکن گردیده که عکسهای 1000 KWR می‌توانند با استفاده از ابزاری که تاکنون در سنجش از دور به کار رفته، برای نقشه‌های بزرگ مقیاس تر از آنچه تاکنون ممکن بوده، استفاده شوند. بحث زیر به اولین تجربه در پردازش و استعمال از این نوع محصولات جدید با استفاده از اطلاعات سنجش از دور در جهت تهیه نقشه می‌باشد.

۳) اطلاعاتی در خصوص تواناییهای عکسهای 1000 KWR

این اطلاعات شامل تواناییهای تصاویر فضایی، عمدتاً در خصوص توانایی قدرت تعبیر و تفسیر موضوعی و تعیین موقعیت دقیق یک عارضه توپوگرافی قابل نمایش می‌باشد. پارامتر اساسی در این تصاویر، قدرت تفکیک فاصله‌ای بسیار بالایی است که از تصاویر عکاسی شده فوق به دست می‌آید.



عکسهای 1000 - KWR قادر می باشند که به طور کامل و با دقت کافی مهمترین عوارض موجود در نقشه های ۱:۱۰۰,۰۰۰ و ۱:۲۵,۰۰۰ را نشان دهند.

1000 - KWR قادر می باشند که به طور کامل و با دقت کافی مهمترین عوارض موجود در نقشه های ۱:۱۰۰,۰۰۰ و ۱:۲۵,۰۰۰ را نشان دهند. جدول شماره ۴ قدرت تفکیک و توانایی تعبیر و تفسیر عوارض توپوگرافی بر روی عکسهای ماهواره ای 1000 - KWR با قدرت تفکیک ۳۴۰۰ نقطه بر اینچ (DPI) را که دیجیت شده اند نشان می دهد.

جدول (۴)

نوع عارضه	مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰			مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰		
	میرانکشف و شناسایی	میران شناسایی	شناسایی نشده	میرانکشف و شناسایی	میران شناسایی	شناسایی نشده
عوارض خطی						
جاده ها و خیابانها	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۰٪	۱۰۰٪	۸۰٪	۰٪
خط راه آهن	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۰٪	۱۰۰٪	۹۰٪	۰٪
عوارض	۱۰۰٪	۹۰٪	۰٪	۱۰۰٪	۹۰٪	۰٪
عوارض نقطه ای و هوایی						
ساختنهای یکی	۱۹۵٪	۸۶٪	۰٪	۹۵٪	۸۶٪	۰٪
ساختنهای یکی در مجموعه ساختمانی مناطق بلند	۲۰٪	۲۰٪	۸۰٪	۲۰٪	۳۰٪	۸۰٪
ساختنهای پسته و محدود در مناطق بلند	۱۰۰٪	۹۰٪	۰٪	۱۰٪	۰٪	۹۰٪
مناطق صنعتی	۸۶٪	۵۸٪	۱۲٪	۸۶٪	۵۸٪	۱۲٪
جنگلها	۱۰۰٪	۹۰٪	۰٪	۹۵٪	۸۵٪	۱۵٪

۳-۳ دقتهای متریک

دوربینهای 1000 - KWR از اصل و ابتدا منحصراً جهت مقاصد عملیاتی مقدماتی شناسایی، توسعه داده شده اند که طی مدت زمان کوتاه با بالاترین قدرت تفکیک فاصله ای از آنها حاصل شده است، اما نه با دقت متریک مشابه. به همین جهت دقت هندسی عکسهای 1000 - KWR (از نوع غیر متریک) نمی توانند با تصاویر دیگری که به وسیله دیگر سنجنده ها به دست می آیند مقایسه گردند نتیجه آنکه، تحقیقات فتوگرامتری خاصی در مورد کاربردهای توپوگرافی از عکسهای فوق مورد نیاز می باشد.

تفکیک فاصله ای در جدول ۳ نشان داده شده است. جدول (۳) - توانایی قدرت تفکیک عکس نقشه ها با روشهای مختلف عکسبرداری فضایی

جدول ۳

نوع دوربین عکسبرداری	مقیاس تصویر	قدرت تفکیک		مقیاس نقشه های تولیدی
		خطی	نقطه ای	
MKF6	۱:۲۵۰,۰۰۰	۱۵	۱۶۵	۱:۱۰۰,۰۰۰
MC	۱:۸۰۰,۰۰۰	۱۵	۵۵	۱:۵۰,۰۰۰
LFC	۱:۸۰۰,۰۰۰	۱۰	۸۰	۱:۵۰,۰۰۰
MK4	۱:۸۰۰,۰۰۰	۸	۱۰۰	۱:۵۰,۰۰۰
KFA-1000	۱:۲۵۰,۰۰۰	۵	۵۰	۱:۲۵,۰۰۰
KWR-1000	۱:۲۲۰,۰۰۰	۱/۶	۱۳۵	۱:۱۰,۰۰۰

۳-۲ توانایی تعبیر و تفسیر موضوعی

بر اساس قدرت تفکیک فاصله ای به دست آمده، به نظر می رسد نمایش اشکال و عوارض توپوگرافی به دست آمده برای نمایش در نقشه های ۱:۱۰۰,۰۰۰ در حالی که تصاویر ماهواره ای مورد استفاده دارای قدرت کنتراست بالا و حتی متوسط باشند، قابل دسترس می باشد. در حالی که تصاویر مورد استفاده دارای قدرت کنتراست پائین باشد، امکان تهیه نقشه های ۱:۲۵,۰۰۰ وجود دارد. علاوه بر وضعیت کنتراست، قدرت تعبیر و تفسیر بستگی به شرایط تصویر و کیفیت تصویر (مانند اندازه، سایه و غیره) از عوارضی که می توان شناخته یا معین شوند دارد. اولین نتایج تحقیقات کامل از شناسایی عوارض روی عکسهای 1000 - KWR نشان می دهد، که در تهیه نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵,۰۰۰ و ۱:۱۰۰,۰۰۰ می توانند مورد استفاده واقع شوند و به صورت خلاصه در جدول ۴ آمده است. برای اکثر عوارض توپوگرافی که از عکسهای 1000 - KWR جهت تفکیک و شناسایی عوارض جهت تهیه نقشه های ۱:۱۰۰,۰۰۰ و ۱:۲۵,۰۰۰ مورد استفاده واقع می شود اختلاف جهت وجود ندارد. با مختصری بررسی در توانایی تعبیر و تفسیر، نشان داده می شود که عکسهای

۴) پردازش دیجیتال و تهیه نقشه عکسی

قبل از استفاده عملی از عکسهای فضایی در روشهای مثل اطلاعات دیجیتال فضایی سنسجس از راه دور، یک پیش پردازش جهت تصحیح هندسی و تصحیح رادیومتری ضروری می باشد. این تصحیحات شامل انتخاب نقطه کنترل زمین و فرآیند حداقل رساندن کنتراست می باشد. اولین روش Digite نمودن می باشد. فاصله متوالی نمونه گیری در پردازش جاروب کردن (Scanning) قدرت تفکیک فاصله ای را که از محصولات KWR - 1000 مشتق می شوند معین می کند.

جدول شماره (۵) - یک ایده درباره پارامترهای مختلف اسکن نمودن (Scanning) را ارائه می دهد.

جدول (۵)

نتیجه اسکن نمودن	Pixel: اندازه پیکسل بر حسب متر مربع	
	فاصله های متوالی نمونه گیری	نقطه پراپنج (dpi)
۷/۵ میکرون	۳۴۰۰	۱/۶۵×۱/۶۵
۱۰/۰	۲۵۲۰	۲/۲۰×۲/۲۰
۱۲/۵	۲۱۰۰	۲/۶۵×۲/۶۵

برای حفظ نمودن RM در قدرت تفکیک فاصله ای بالا از عکسهای KWR-1000، حداقل فاصله نمونه گیری باید ۳۴۰۰ dpi باشد.

در دیجیتال نمودن عملی فاصله های نمونه گیری بعد از بزرگ نمودن آن با عکس اصلی مقایسه خواهد شد برای مثال در حالتی که ۲/۷۵۲ برابر بزرگنمایی از روی فیلم اصلی انجام شود، فاصله نمونه گیری ۱۲/۵ میکرون در نهایت قدرت تفکیک عکس ۱/۹ متر کاهش می یابد. جهت استفاده بهتر از کیفیت عکسهای دیجیتال شده و وسایلی جهت بهتر نمودن کنتراست و پردازش دیجیتال لازم و ضروری است.

از دیگر روشهای پردازشهای دیجیتالی برای تبدیل نقشه های عکسی که روشهای معمولی می باشند، روش دوباره نمونه گیری، می باشد. شکل ۱ و ۲ نمونه هایی از اندازه های مختلف دوباره نمونه گیری را نشان می دهد. با وجود این که شروع کار عملی و مفید کاربرد نقشه های عکسی سیاه و سفید محدود بوده است، اما عکسهای رنگی چند باندهی KWR - 1000 انتظارات ما را برآورده می کنند. به عبارت دیگر افزایش اطلاعاتی که در نقشه های عکسی رنگی و با استفاده از ترکیب عکسهای سیاه و سفید KWR-1000 و تصویر چند باندهی رنگی که از سنسجدها به دست می آیند، تولید می شوند که اطلاعات زیادتری به ما می دهند. در حالت کلی استفاده از اطلاعات ترکیبی و دارای چند قدرت تفکیک، نتایج مبالغه آمیزی را به دست می دهند.

۵) بالاترین قدرت تفکیک فاصله ای

بالاترین قدرت تفکیک فاصله ای، استفاده از تصاویر KWR-1000 بوده که دارای بالاترین توانایی در تجزیه و تفکیک عوارض نسبت به دیگر سنسجدها می باشند. بهترین نتیجه ای که تاکنون از این ترکیبات به دست آمده در ترکیب عکسهای KWR - 1000 با عکسهای فضایی KFA-1000 بوده که نتیجه آن عکس نقشه ماهواره ای با رنگ کاذب و قدرت تفکیک بسیار بالا می باشد.

نتایج

تحقیقات انجام گرفته نشان می دهد که توانایی اطلاعات در عکسهای KWR - 1000 دارای قدرت تفکیک بالا بوده و توانایی تعبیر و تفسیر موضوعی در آنها نسبت به تمام تصاویر ماهواره ای که با سنسجدها اطلاعات را جمع آوری نموده اند بسیار بالا می باشد.

با تهیه نقشه های ۱:۱۰۰۰۰۰ از عکسهای KWR - 1000 اطلاعات در ناحیه ای به ابعاد ۱ الی ۲ متر از فضای منطقه قابل تشخیص و شناسایی می باشد.

استفاده از عکسهای KWR - 1000 توانایی استفاده از اطلاعات سنسجس از راه دور در ابعاد جدید و جهت تهیه نقشه ای فراهم می کند.

همچنین سری جدید تصاویر عملیاتی KWR - 1000 (جدول ۳) سومین سری از محصولات جدید رانشان می دهد (جدول ۶). به طور آشکار عکسهای KWR - ۱۰۰۰ این واقعیت را نشان می دهد که این تصاویر می توانند جایگزین عکسهای هوایی که به طور معمول تهیه می شوند، باشند.

جدول (۶)

نام دوربین	محصولات
MKF-6 MC LFC	سری اول
KFA - 1000 MK4	سری دوم
KWR - 1000	سری سوم

در واقع استفاده از عکسهای فضایی از محصولات نوع سوم آنها مثل KWR - 1000 به نظر می رسد که اولین قدم مطمئن برای جایگزین نمودن آنها به جای عکسهای هوایی در تهیه نقشه های ۱:۱۰۰۰۰۰ می باشد همانند عکسبرداری هوایی (فتوگرامتری) که جایگزین نقشه برداری زمین در گذشته گردیده است.

سئوال این است که از تصاویر ماهواره ای (محصولات نوع سوم) حداکثر در چه مقیاس می توان نقشه تهیه نمود که در حال حاضر به راحتی نمی توان پاسخ آن را داد.

اولین تجربه در مورد استفاده از عکسهای KWR - 1000 نشان می دهد که می توان جهت بهنگام نمودن نقشه های عکسی و تولید عکس نقشه هایی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ امیدوار بوده و مجاز باشیم.

علاوه بر قدرت تفکیک فاصله ای خوب که عکسهای فضایی دارند روش انتقال آنها خروج زیادی به خود اختصاص نمی دهند. جهت ذخیره اطلاعات، به کامپیوترهای خیلی قوی برای آنها نیاز نمی باشد. □

منابع

- 1) Jacobsen - سال ۱۹۹۲، در مقاله تاییدی از تواناییها و عدم توانایی تصاویر ماهواره ای جهت تهیه نقشه.
- 2) Kiselev, v. و Marek, K.H. - سال ۱۹۹۲، مقاله عکسبرداری فضایی.
- 3) Naithani, K. - سال ۱۹۹۰، در مقاله ای می توانیم عکسبرداری فضایی را جانشین عکسبرداری هوایی نماییم.