دورکاوی و تهیه نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی)

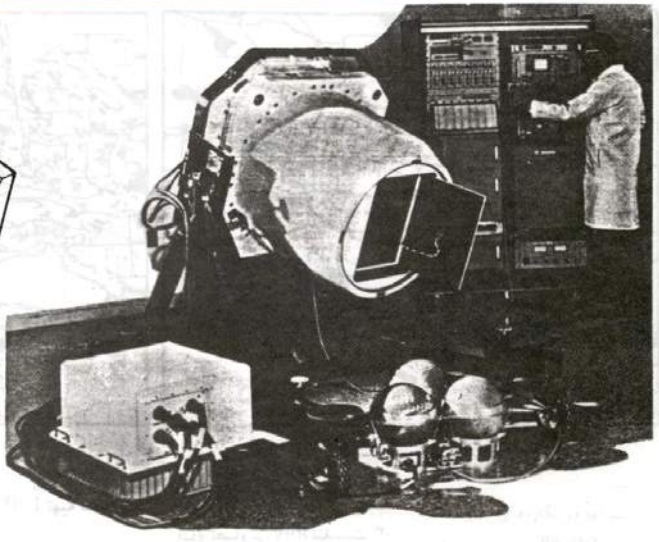
ترجمه: علیرضا اوسطی

در همین رابطه پروژه‌های ناسا NASA با بهره‌گیری از دوربینهای Itek با کادر بزرگ ۲۳×۴۶ سانتیمتر که دارای عدسی با فاصله کانونی ۳۰ سانتیمتری است (F=۳۰) دنبال می‌شود (سال ۱۹۷۹ Doyle). این دوربینها به طور مستقیم در قسمت خارجی پالت که در محل بارشاتل قرار دارد نصب گردیده است. در این زمینه به نگاره‌های (۱۶ الی ۱۹) رجوع شود. مشخصات این دو دستگاه دوربین را در جدول ۳ مشاهده نمایند.

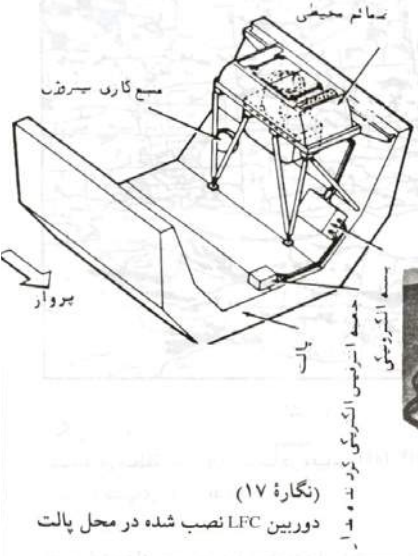
مقیاس و قدرت تفکیک زمینی عکسبرداری توسط این دو دوربین بسیار آسان می‌باشد؛ ویژگی اصلی این دوربینها را می‌توان در اندازه‌های پرسپکتیوی آنها ملاحظه نمود. دوربینهای Itek LFC در حقیقت ایده‌ای از دوربینهای شناسایی و تهیهٔ نقشه نظامی آمریکا است که از کادر ۲۳×۴۶ سانتیمتری برخوردارند. این دوربینها قادرند هم به صورت مسیر متقاطع (Cross - track) و یا در امتداد مسیر (Along-track) عمل نمایند. که در وضعیت نخست به منظور پوشش بیشتر زمینی و در حالت دوم به جهت کیفیت هندسی بهتر مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. در حالتی که از عدسی با فاصلهٔ کانونی F=۳۰ سانتیمتر در این دوربینها استفاده می‌شود یک پوشش زاویه‌ای باز ۷۴° با یک نسبت ارتفاع به بازعکس ۰/۶ (برای ٪۶۰ پوشش) در جهت امتداد مسیر حاصل می‌شود. حال آنکه این عدسی با همان فاصلهٔ کانونی در دوربینهای LFC مورد استفاده قرار گیرد پوشش زاویه‌ای معمولی ۴۱° با یک نسبت ارتفاع به بازعکس ۰/۳ (برای پوشش ٪۶۰) امکان‌پذیر می‌گردد. اهمیت این دو پروژه در ارزیابی امکانات تهیه نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) از طریق فضا دور از انتظار نیست. در حالی‌که نتایج حقیقی می‌بایستی بزودی موجود باشند، مع‌الوصف هم‌اکنون این امکان موجود است که برخی پیش‌بینیها و ارزیابیها در مورد امکانات تهیه نقشه با استفاده از دوربین S-19 .B موجود در اسکای لب امکان‌پذیر گردد. مقیاس (1:950,000) و قدرت تفکیک زمینی آن (۱۵ الی ۳۰ متر در کنتراست کم) در واقع در ردیف همان دو مأموریتی است که توسط شاتل صورت گرفت، به قسمی که دقتهای مسطحاتی و تکامل جزئیات که می‌توانند از تصویر استخراج شوند مشابه می‌باشند. در هر صورت، با توجه به فاصله کانونی F=۴۶ سانتیمتر و اندازه کادر ۱۲/۵×۱۲/۵ سانتیمتر دوربین S-19 .B که کاملاً متفاوت‌اند بنابراین منتج نسبت ارتفاع به بازعکس (۰/۱) ضعیفتر بوده، در نتیجه در دقتی که با آن ارتفاعات نقطه و منحنیهای میزان ممکن اندازه‌گیری شوند مؤثراند.

(جدول ۳)

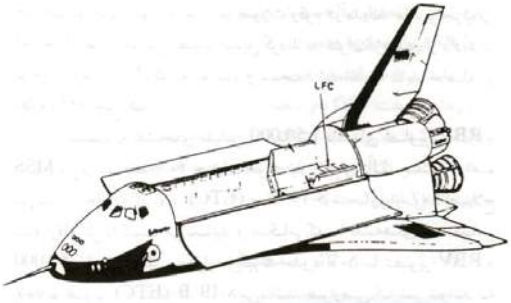
دوربین	فاصله کانونی برحسب سانتیمتر	کادربر حسب سانتیمتر	پوشش برحسب کیلومتر	مقیاس	ارتفاع برحسب کیلومتر	قدرت تفکیک موردبرحسب متر	میل مداری
NASA LEC	۳۰	۲۳×۴۶	۲۲۵×۴۵۰	۱:۱۰۰۰۰۰۰۰	۳۰۰	۱۵	۲۸/۵°
ESA RMK	۳۰	۲۳×۲۳	۱۹۰×۱۹۰	۱:۸۲۰۰۰۰۰	۲۵۰	۲۰	۵۷°



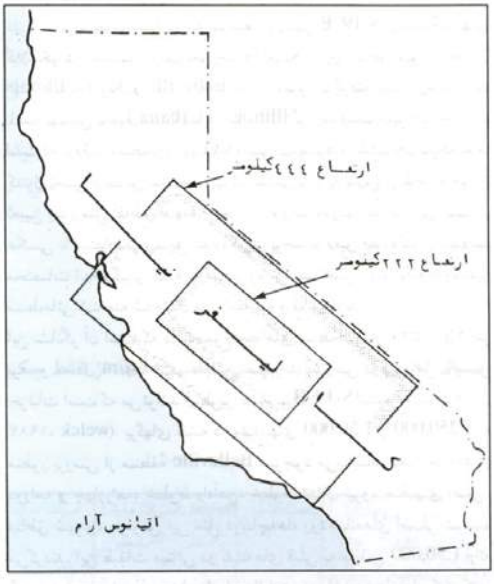
(نگارهٔ ۱۶) دوربین itek LFC



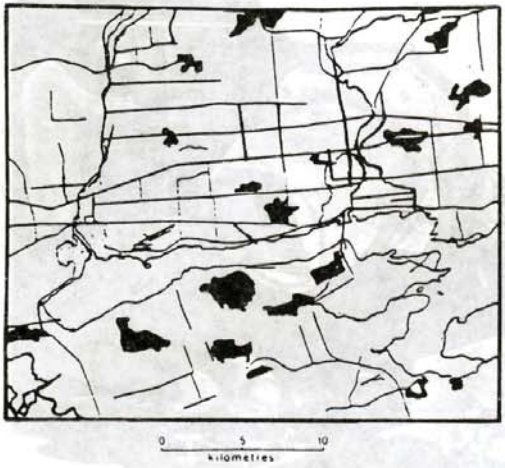
(نگارهٔ ۱۷)
دوربین LFC نصب شده در محل پالت



(نگارهٔ ۱۸)
پالت با دوربین LFC که در قسمت
بار شاتل فضایی نسب شده است.



(نگارهٔ ۱۹) پوشش عکس منفرد که توسط دوربین LFC گرفته شده است.



(نگارهٔ ۲۰)
نقشه‌های منطقهٔ Belleville اساساً در مقیاس 1:100,000 تهیه شده از: الف) عکسهای B. ETC- S-19؛

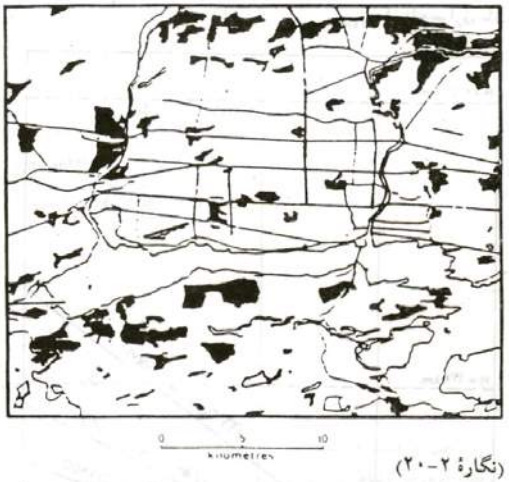
(نگارهٔ ۱-۲۰)
ب) تصاویر RBV لندست ۳؛

تهیه نقشه‌های تجربی با استفاده از عکسبرداری از طریق دوربین B. S-19

بررسیهای بسیاری به توسط دوربین B. s-19 در دانشگاههای گلاسکو در انگلستان و نیز جورجیا در امریکا روی مناطق مورد تحقیق Illinois در امریکا و Belleville در کانادا صورت گرفته است. آزمایشی که باعث پوشش ناحیهٔ Urbana در Illinois گردیده است مبین این حقیقت است که با دقت مسطحاتی در (x,y) صورت پذیرفته است. یک شبکهٔ نقاط کنترل زمینی از طریق نقشه‌های بزرگ مقیاس که با به کارگیری نقاط به خوبی تعیین شده مثل تقاطع جاده‌ها ایجاد شده و آنگاه این نقاط روی تصویر عکسی با استفاده از وسایل اندازه‌گیری برجسته دقیق اندازه‌گیری شده‌اند. مختصات اندازه‌گیری شده به مقادیر زمینی آنها تغییر یافته آنگاه با مقادیر مسطحاتی شناخته شده‌شان مورد مقایسه واقع شده‌اند.

این نشانگر آن است که در مجموع خطاهای مسطحاتی از ۲۰± تا ۲۵ متر بوده و معادل $\pm ۲۰\mu m$ در مقیاس تصویراند. بررسی دوم شامل تکمیل جزئیات است که می‌توانند از طریق تصاویر B. S-19 استخراج شوند (سال ۱۹۸۲، welck). برگهای نقشه در مقیاسهای 1:50,000 و 1:250,000 به منظور بررسی از منطقهٔ Belleville موجود می‌باشند. بعداً جاده‌های دوراهه و چهارراهه، خطوط راه‌آهن، خطوط انتقال نیرو، جنگلهای اصلی، مناطق شهری، عوارض آبی مثل دریاچه‌ها، رودخانه‌های اصلی ترسیم می‌گردند. این طبقات مبنائی در نقشه‌های قبلی به مقیاس 1:50,000 ارائه گردیده ولی به واسطهٔ جزئیات اضافی قابل توجه مثل رودخانه‌های کوچکتر، جنگلها و نیز عوارض فرهنگی (عوارض ایجاد شده به دست انسان) تکمیل شده‌اند. زمینه و طرحهای کلیه عوارض مورد نیاز از طریق عکسبرداریهای B. S-19 و RBV لندست ایجاد می‌شوند و به طور رقومی تصاویر MSS مرکب رنگی کاذب از همان نقطه افزایش یافته و با نقشه‌های موجود در مقیاس 1:50,000 مقایسه شده‌اند. نتایج به عنوان طرحهای مقایسه در نگارهٔ (۲۰) ارائه گردیده‌اند. برتری تصاویر S-19.B - (ETC) بر تصاویر لندست به منظور مقاصد تهیه نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) به طور وضوح نشان داده می‌شوند. به علاوه کلیه طرحها از این تصاویر همانند کلیه جزئیات موجود روی دو نقشه به صورت رقوم درآمده‌اند. مقادیر جزئیاتی که باید از طریق هر نوع تصویر تبدیل گردند به عنوان درصدی از داده‌های موجود روی دو برگ نقشه مقایسه و سنجیده شده‌اند. به نتایج حاصله در نگارهٔ (۲۱) رجوع شود.

نسبت به نقشه‌های مقیاس 1:50,000 داده‌های تصاویر RBV و MSS می‌توانند فقط ٪۴۰ جزئیات مورد نیاز را برای تألیف نقشه فراهم سازند، در حالیکه تصاویر S-19 .B - (ETC) متجاوز از ٪۶۰ اصلاح شده ارقام کل را کسب می‌نمائید و هنگامی‌که با نقشه‌های به مقیاس 1:250,000 مورد مقایسه قرار می‌گیرند حدود ٪۵۰ با تصویر RBV و ٪۷۰ با تصویر S-19.B-(ETC) می‌باشد. عوارضی که نمی‌توانند به توسط تصاویر S-19.B ارائه گردند. جنگلهای کوچکتر روانه‌ها و نیز بسیاری از عوارض فرهنگی‌اند. نمونه‌های از این قبیل عوارض عبارت انداز بزرگراهها، راههای آهن، فرودگاهها و .... با تصاویر RBV بزرگراههای اصلی و مناطق شهری به خوبی ارائه گردیده است در حالی‌که راههای آهن و مناطق پوشش گیاهی اغلب حذف و روانه‌ها را نیز این تصاویر شامل نمی‌شوند. تصاویر MSS رنگی کاذب افزایش یافته رقومی نتایج بسیار خوبی را در مورد مناطق شهری (سبز روشن) و جنگلهای (سرخ روشن) ارائه می‌نمایند. در حالی‌که بسیاری از جاده‌ها، راههای آهن حذف می‌شوند.

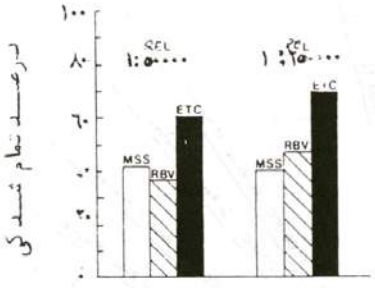


(نگارهٔ ۲-۲۰)

پ) تصویر MSS 66 لندست ۳ که به صورت رقومی افزایش پیدا نموده است.

تهیه نقشهٔ موضع‌نگاری (توپوگرافی) از طریق عکسبرداری شاتل فضایی

با توجه به دقت و صحت مسطحاتی جزئیات ترسیم شده براساس بررسیهای انجام شده از طریق s-19 B. می‌توانند به منظور تهیه نقشه در مقیاسهای 1:50,000 تا 1:250,000 بسیار مناسب تلقی گردد. تا آنجایی‌که به محتوای نقشه ارتباط پیدا می‌کند، با توجه به این که مقیاس و قدرت تفکیک مستقیماً قابل مقایسه‌اند، نتایج بررسیها به توسط s-19 B. که در فوق از نظر گذشت می‌بایستی تصویر مناسبی را مانند نوع عارضه و تکمیل جزئیات شبیه به آنچه که از طریق عکسبرداری شاتل تهیه شده‌اند ارائه نماید. مشکلات ممکن روی حذف عوارض فرهنگی کوچک ولی در عین حال بسیار مهم خودنمایی خواهند نمود. همچنین کوششهای شایان توجه به منظور کشف، تفسیر و عوارض برداشت از این مقیاس کوچک نیاز است، عکسبرداری فضایی با قدرت تفکیک زیاد بسیار عظیمتر از تجربه‌ای است که با مقیاس کوچکتر معمولی (مقیاس 1:50,000 تا 1:80,000) عکسبرداری فضایی برای ترسیم نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) در مقیاسهای 1:50,000 و 1:100,000 مورد استفاده قرار گرفته، حاصل شده است. کلیه این مشکلات متعدد دال بر آن است که ارتوفتوگرافها مناسبترین شکل بازدهی از این نوع عکسبرداری فضایی با قدرت تفکیک زیاداند (سال ۱۹۷۱ Doyly). کوششهای ترسیم به طور وسیعی حذف گردیده و تفسیر به طور کلی در حیطهٔ مصرف کنندگان خواهد بود! به هر حال بعضی تجارب قبلی چنین تصاویر عکسی را با خطوط ترکیب می‌نمایند، علائم و اسامی یک شرط لازمه بوده و قبل از چنین نظریه‌ای تکمیل می‌شوند. قرار دادن اینها به طریقی که جزئیات مربوط به عکسبرداری را پیچیده ننمایند مسئله بغرنجی بوده که حل آن نیاز به مهارت در امر کارتوگرافی را دارد. بحث بعدی



(نگارهٔ ۲۱)

نسبت تکمیل شده به نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) به مقیاس 1:50,000 و 1:250,000

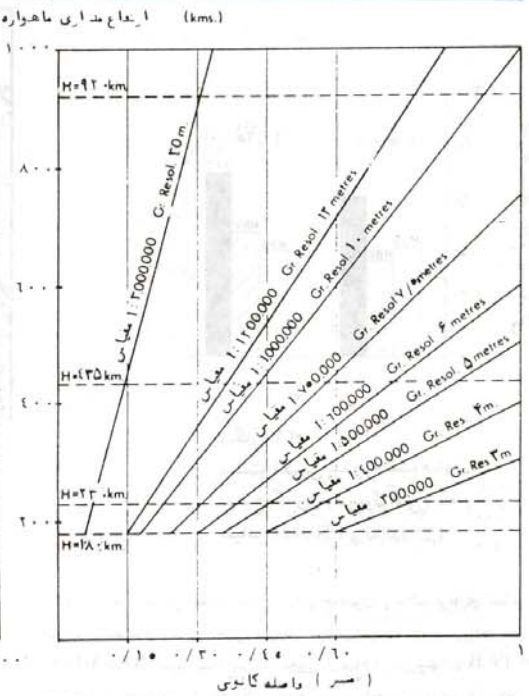
شامل ارتفاع و مقادیر منحنی میزان قابل حصول از عکسبرداری شاتل است، مسئله‌ای که در خور توجه است ویژگیهای هندسی دوربین NASA-LFC است که برای تعیین ارتفاع از دوربینهای s-19 B. مناسبتراند. معهذا هنوز استفاده‌کنندگان غیرنظامی تجربه‌ای در مورد استفاده از این نوع عکسبرداری را ندارند.

ارقام کسب گردیده از طریق عکسبرداری با ESA-RMK زاویه معمولی در قیاس با عکسبرداری با LFC زاویه باز از کیفیت پائینتری برخوردار است. اطلاعات براساس دقت قابل حصول با عکسبرداری زایس به سهولت موجود است. در سال ۱۹۷۶ Stark دقت ارتفاع نقطه‌ای را که از طریق عکسبرداری به وسیلهٔ کاربرد دوربین RMK روی منطقهٔ Reidt در آلمان غربی با وسائل بسیار دقیق ارائه نموده است که این دقت برابر است با H ٪۰.۰ ± ۰/۰۶۹ و با در نظر گرفتن ۱/۱۲۰۰۰ ارتفاع پرواز برای دستگاههای ترسیم برجسته planimat و H ٪۰.۰ ± ۰/۰۰۵۴ و ارتفاع ۱:۸۵۰۰ پرواز برای دستگاههای استریو کمپاراتور PSK-n زایس بوده است. کاربرد این ارقام نسبت به نوع ارتفاعات مداری شاتل H=۳۰۰کیلومتر (i) H=۲۵۰کیلومتر (ii)، از جدول (۴) به دست می‌آید (سال ۱۹۷۹ petrie).

(جدول ۴)

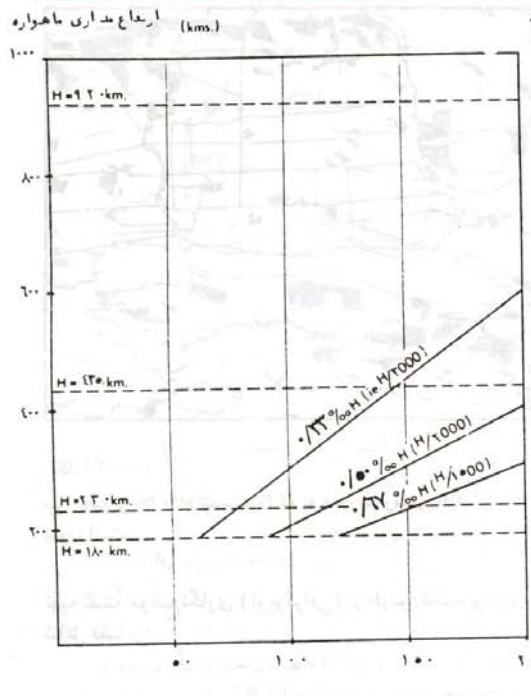
دقت ارتفاع نقطه (m)	دقت اندازه‌گیری (m_h)
(i)۲۱ (ii)۱۸	۱/۱۲۰۰۰
(i)۱۶ (ii)۱۳	۱/۱۸۵۰۰

چگونه فرد از مقادیر ارتفاعی به دست آمده برای یک نقطه در بررسیهای



(نگارهٔ ۲۲)

مقیاس و قدرت تفکیک زمینی برای دوربینهای شناسایی (قدرت تفکیک ۱۰۰ خط در میلیمتر).



(نگارهٔ ۲۳)

فواصل منحنی میزان ممکن از طریق ارتفاعات مداری

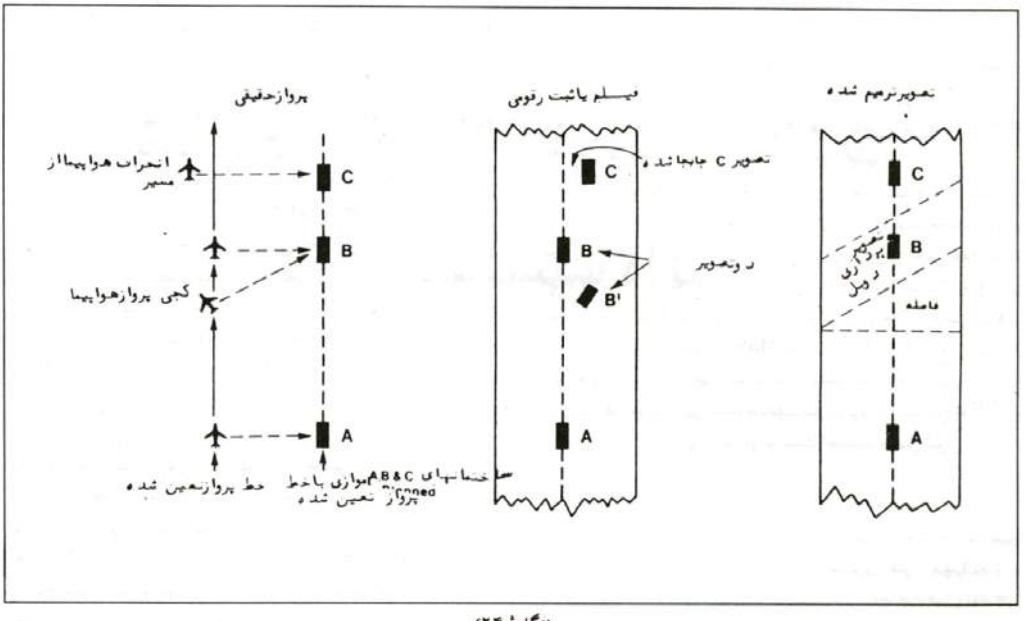
ویژه با به کارگیری نقاط علامتگذاری شده، تخمینی از منحنیهای میزان تفضیلی[۶] به دست آورده بستگی به عقیده شخصی دارد. افراد خوش‌بین یک ضریب کوچکی را ترجیح می‌دهند در حالی‌که افراد بدبین برعکس افراد خوش‌بین عمل کرده و در این میان افراد واقع بین حد وسط را ترجیح می‌دهند. انتخاب عاملی از ۴ الی ۵ × ۵، دال بر این است که فواصل منحنی میزان بین ۵۰ الی ۱۰۰ میتراند. متأسفانه برای تهیه نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) کوچک مقیاس به جز در مناطقی که کوهستانهای مرتفع قرار دارند مناسب نیست.

۸-۲-۱) امکانات درآینده برای تهیه نقشه از طریق عکسبرداری فضایی

با توجه و تعمق به ماوراء عکسبرداریهای فضایی توسط شاتل، چنانچه به اثبات رسد مقیاس و قدرت تفکیک زمین تصاویر عکسبرداری توسط ESA-RMK و NASA-LFC برای تهیه نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) در مقیاسهای کوچک ناکافی است بنابراین راه حل مناسب می‌تواند انتخاب عدسیها با فاصلهٔ کانونی طولانیتر به منظور افزایش مقیاس و قدرت تفکیک از ارتفاع مداری منظور گردد. همانطوریکه از نگارهٔ (۲۲) ملاحظه می‌گردد، مقیاس عکس در دامنهٔ ۱:۱۰۰۰۰۰۰ تا ۱:۳۰۰۰۰۰۰ با قدرت تفکیک زمینی در دامنهٔ ۱۰ متری می‌تواند تا ۳ متر کاهش یابد. و آن در صورتی است که قدرت تفکیک فوق‌العاده زیاد (۱۰۰۱ p/mm) ترکیبات فیلم / دوربین در ارتفاع مداری کم گسترش یابند. در صورت تفکر این اندیشه که بتوان اندازه‌گیری از ارتفاعات و منحنیهای میزان را از طریق فضا در آینده بسیار نزدیک انجام داد دور از انتظار است. با توجه به اینکه می‌توان، منحنیهای میزان با دقت زیاد را از طریق وسایل برجسته بسیار دقیق انجام داد، لذا کمترین حد ممکن فاصله دو منحنی میزان معمولاً به توسط عملیات فتوگرامتری جاری همانند ۱:۲۰۰۰ ارتفاع پروازی است که فواصل ۱۰۰ متری را از ارتفاعات مداری کم نتیجه می‌دهد. حتی اگر می‌توانست دقت اندازه‌گیری به ۱:۳۰۰۰ ارتفاع پرواز اصلاح گردد حداقل فاصلهٔ ممکنه دو منحنی میزان ۶۰ الی ۸۰ متر می‌بود. ← (نگارهٔ ۲۳).

تهیه نقشه از طریق تصویری RBV لندست

از آنجایی که دوبینهای RBV از نقطه‌نظر هندسی تقریباً همانند دوربینهای عکسی می‌باشند، بنابراین ممکن است به همین دلیل در این مقوله به آنها اشاره‌ای گردد. تهیه نقشه از طریق تصویری RBV لندست صرفاً در



(نگارهٔ ۲۴)

برگیرنده جزئیات نقشه می‌باشند. ارتفاع مداری زیاد و پوشش زاویه‌ای باریک مانع هر نوع امکانی جهت اندازه‌گیری مفید از ارتفاع و منحنیهای میزان خواهد بود. تصاویر حاصله از دوربین RBV که در مأموریت لندست ۳ از آن استفاده گردید دارای اندازهٔ پیکسل[7] کوچکتر (۳۰ متر الی ۴۰ متر) و قدرت تفکیک فضایی بهتری را در قیاس با MSS لندست ارائه نمود. به علاوه این دوربین کمی ضعیفتر از TM[8] که اخیراً در لندستهای ۳ و ۴ از آن استفاده گردید عمل نمود. در هر صورت، این ارقام نسبت به تصاویر حاصله از دوربین B-(ETC) .s-19 که دارای قدرت تفکیک ۳۰ متری می‌باشند در سطح پائینتری قرار دارند. به نتایج حاصله از تصویر RBV لندست ۳ به منظور تهیه نقشه در فوق اشاره گردیده و مقایسه بیشتری در مورد تصاویر MSS,RBV برای تهیهٔ نقشه در کشورهای در حال توسعه انجام خواهد شد.

تهیه نقشه‌های موضع‌نگاری از طریق تصاویر جاروب‌کننده

دوربینهای عکسبرداری و نیز جاروب‌کننده‌های مکانیکی-نوری[9] می‌توانند در هواپیما و یا ماهواره نصب گردند. در حالی‌که اختلافات اساسی و ویژه در روشهای فتوگرامتری به کار رفته برای تهیه نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) موجود نیست، ولی مسئله در مورد موقعیت تهیه نقشه از طریق جاروب‌کننده‌های فضایی و هوایی کاملاً با یکدیگر متفاوت و دگرگون‌اند، تصویر جاروب‌کننده به توسط یک سیستم جاروب‌کردن خطی که در آن تصاویر نقطهٔ منفرد در امتداد یک خط منفرد به طور ترادف ثبت می‌شوند تشکیل می‌شود. این در حالی است که حرکت جلویی سکو[10] اجازهٔ عرضهٔ[11] خطوط متوالی را به منظور ایجاد یک تصویر نوار منفرد از زمین را می‌دهد. بر اثر ویژگیهای هندسی مثل تراکم، مقیاس به طرف لبه‌های تصویر بوده و جابه‌جایی برجستگی همیشه عمود بر خط پرواز است. با تصویری جاروب‌کننده[12] هوایی ویژگیهای مهمی که آن را شامل می‌شود عبارت‌اند از تغییرات مقیاس که در اثر سرعت هواپیما ایجاد می‌شود و تغییرات ارتفاع و نیز اثرات حرکت هواپیما. مسئله دیگری که می‌تواند مطرح گردد و مشکلاتی را فراهم سازد اثر در فاصله‌ها[13] و تصویربرداری دوبل[14] است هر چند ترمیم تراکم مقیاس، و سایر تصمیمات در مورد آنها به اجرا گذشته شود. ← (نگارهٔ ۲۴).

با جاروب‌کننده‌های ماهواره‌ای این مشکلات معمولاً رو به نقصان نهاده و کمتراند زیرا که ماهواره‌ها در فضایی تقریباً نزدیک به خلاء، در حال گردش‌اند بنابراین آنها مواجه با آشفتگی جوی همانند هواپیما نخواهند بود. از این رو ماهواره‌ها در فضا می‌توانند به طور باثبات‌تری وارد عمل شوند. از آنجایی که تقریباً حوزهٔ عملیاتی کلیه جاروب‌کننده‌هایی که در فضاپیماها نصب می‌شوند. از فواصل مداری بسیار دور است (۹۲۰ کیلومتر برای لندست) بنابراین در تصاویر حاصله اثر جابه‌جایی مشهود نبوده و اگر هم موجود باشد بسیار اندک است. بنابراین در عمل، بعد از پردازش رقومی به منظور ترمیم هندسی مبنائی، تصویر جاروب‌کننده ماهواره‌ای معمولاً به عنوان متناظر با عبارات هندسی در یک نقشه عمل میشود. بنابراین، در عمل، نقشه‌های تولید شده از تصاویر جاروب‌کننده ماهواره‌ای معمولاً به وسیلهٔ ترسیم مستقیم به منظور تهیه نقشه‌های خطی یا بزرگنمائی عکسی به منظور

تألیف نقشه‌های عکسی تألیف می‌شوند. هر چند در اصل ممکن است تصاویر جاروب‌کننده پوششی[15] به منظور پوشش و اندازه‌گیری ارتفاعات و منحنیهای میزان تفسیر و ارزیابی شوند، ولی در عمل مشکلات زیادی که در فوق به آنها اشاره رفت مانع استفاده از این امکانات خواهند گردید، بنابراین تهیه نقشه‌ای که می‌تواند از تصویر جاروب‌کننده به اجرا درآید معمولاً به صورت مسطحاتی در طبیعت است. بدیهی است، این اظهارات نیاز به شرایطی درآینده است و آن هنگامی است که تصاویر ماهواره‌ای شروع به ظاهر شدن از طریق جاروب‌کننده‌های P.S مثل Moms و Spot نمایند. جاروب‌کننده‌هایی از این نوع مجهز به آرایشهای خطی[16] امکان عرضهٔ همزمان از نقاط در امتداد یک خط را میسّر می‌سازند پس دارای علم هندسه متفاوت نسبت به جاروب‌کننده مکانیکی - نوری قراردادی که مجهز به آئینه روبیدن یا عدسی همانند جاروب‌کننده هوایی Daedalus یا جاروب‌کننده ماهواره‌ای MSS لندست هستند می‌باشند. به علاوه جاروب‌کننده اسپات برای کسب پوشش برجسته‌بینی طرح‌ریزی شده‌اند.

تهیه نقشه از تصویری جاروب‌کننده هوایی

همانطوری که از مباحث فوق نتیجه می‌شود، در تهیه نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) سعی نمی‌شود از یک طبیعت بکر و دست نخورده، از تصویری روبنده هواپیمابهره گرفته شود. غالباً در تهیه نقشه که از این نوع تصویر استفاده میشود شامل انتقال اطلاعات موضوعی از تصویر به یک برگ نقشه موضع‌نگاری (توپوگرافی) موجود است. استفاده از یک اسباب انتقال‌دهنده نوری مثل (ZTS)[17] به منظور هماهنگ کردن تصویر نسبت به جزئیات روی نقشه موضع‌نگاری (توپوگرافی) جزء به جزء[18] کاملاً نمونهٔ واقعی است.

تهیه نقشه از طریق تصویری جاروب‌کننده ماهواره‌ای

از آنجایی که تصاویر MSS لندست برای مهندسین و نیز اشخاصی که در تهیه نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) فعالیت دارند موجود است بنابراین می‌بایستی بعضی نکات مورد تعمق بیشتری قرار گیرند. کارهای انجام شده بر روی تصویری لندست به دو بخش تقسیم می‌شوند. دقت، بررسی و تهیهٔ نقشه حقیقی.

بررسی‌های دقیق

این بررسیها تقریباً انحصاراً با دقت مسطحاتی مورد ملاحظه قرار می‌گیرند. روشهای متنوع بسیاری مورد بررسی قرارگرفته‌اند. مدلهای ریاضی گوناگونی مورد قبول واقع شده‌اند از جمله روشهای درون‌یابی[19] باکاربرد چندجمله‌ایها از نوع مختلف یا چندجمله‌ای جزء به جزء؛ حل روشهای پارامتری برای عناصر توجیه و غیره. یک بررسی قابل درک در سال ۱۹۷۶ توسط Konecny ارائه گردیده. به طور کلی روش مبتنی بر انتخاب و اندازه‌گیری یک میدان آزمایشی از نقاط کنترل و مقابله با استفاده از نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) است، آنگاه اندازه‌گیری مختصات متناظر تصویر براساس تصویری MSS لندست و انتقال و انطباق این نقاط به نقاط کنترل به منظور استخراج ضرائب مجهول در معادلات چندجمله‌ای است. این ضرائب سپس به منظور انتقال مختصات تصویر نقاط مقابله به مختصات زمینی که با مقادیر مشخص آنها مقایسه می‌شوند به کار برده می‌شوند. مقادیر خطای مربع[20] میانگین ریشه آنگاه برای مسطحاتی محاسبه می‌شوند. خلاصه‌ای از تعداد بررسی اصل برای دقت چنین روشهایی که براساس تصویری MSS لندست متکی است در جدول (۵) ارائه گردیده است.

نتایج در اغلب موارد رضایت‌بخش و قابل توجه است. در هر صورت، چیزی که باید مشخص گردد روشهای عددی است که تولید مختصات عدد محدود شده از نقاطی را که از روی امیدواری به خوبی تعیین شده‌اند به عهده دارند. از این عملیات نقشه‌ای تولید نمی‌شود. اما با وجود این آنهانشان می‌دهند که مدلهای ریاضی و روشهای موجود به منظور کاهش خطاهای هندسی در تصویری MSS لندست ۱ و ۲ و ۳ تا سطح زیر پیکسل پائین می‌روند. چنانچه آنهامی‌توانستند به منظور کنترل عملیات یک وسیلهٔ خروجی کامپیوتر کنترل شده مناسب به کار برده شدند، مثل F.w[21] و یا L.b.r[22] آنگاه از دقت پردازش می‌توانست اطمینان حاصل شود.

تهیه نقشه و تفسیر

تهیه نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) چه با به کارگیری عکسبرداری هوایی قراردادی یا سایر انواع تصویری، هنوز اغلب تکیه و تفسیر بصری از شفافیتها فیلم، کاغذ چاپ و سایر نیازهای عکسی به منظور نمایان‌سازی، تفسیر و تشخیص جزئیات موضع‌نگاری (توپوگرافی) را دارد. در حالت تصاویر MSS لندست، اغلب این تصاویر از طریق تصاویر افزایش یافته رقومی مثل تصاویر EDIES که در حال حاضر در مرکز داده‌های EROS موجود است، تولید می‌شوند. این تصاویر تصمیمات هندسی و رادیومتری و نیز کنتراست افزایش لبه را ترکیب می‌کنند. بدون شک این عوامل باعث اصلاح کیفیت کلی تصویر مورد نیاز به منظور تهیه نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) می‌گردند. متأسفانه بهر جهت روشهای تجزیه و تحلیل تصویر که بر مبنای رقومی استوارند هنوز برای تهیه نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) سودمند تشخیص داده نشده‌اند. در حالی‌که برخی از دانشمندان و مهندسین دیگر امکان استفاده از روشهای طبقه‌بندی مناطق زمین را در مواردی مثل تهیه نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) که در آنها کشف، تعیین و تهیه نقشه مرزها، انواع مختلف ارتباطات، عوارض ایجاد گردیده به دست بشر که مورد توجه است مردود ندانسته‌اند. نهایتاً روشهای طبقه‌بندی تصویر رقومی برای تهیه چنین عوارضی پیشنهاد نمی‌شود. حتی با روشهای بصری، علائم بسیار بزرگ نیز با تولید نقشه‌ای موضع‌نگاری (توپوگرافی) از طریق تصویری MSS لندست با اشکال مواجه خواهند گردید زیراکه با توجه به قدرت تفکیک فضایی بسیار ضعیف امکان کشف و تفسیر اغلب نقاط و عوارض خطوط مورد نیاز حتی برای نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) کوچک مقیاس وجود ندارد. اگرچه اندازهٔ پیکسل MSS حدود ۹۰ متر است و تصاویر خطی با کنتراست بالا مثل کانالها، راههای ماشین رو با عرض کمتر از این نمایان می‌شوند، قدرت تفکیک زمینی برای تصاویری که دارای کنتراست کمی هستند اغلب در ردیف ۲۵۰ متری

(جدول ۵)

منبع	خطاهای مربع میانگین ریشه m_{pl}	my	mx	تعداد نقاط	تصویری به‌کاررفته	نوع تبدیل
Wong ۱۹۷۵	۲۹۰	۱۹۵	۲۱۵	۱۸۱	Bulk	تصحیح‌نشده
" "	۱۱۵	۶۷	۹۴	۱۸۱	"	خطی
" "	۱۰۰	۶۷	۷۴	۶۴	"	Affin
trinder ۱۹۷۵	۷۰	–	–	۶۴	"	"
" "	۶۶	–	–	۶۴	"	پلی‌نومینال ۱۲جمله‌ای
forrest ۱۹۷۵	۵۷	۳۹	۴۲	؟	"	" ۱۶ "
wong ۱۹۷۵	۵۷	۴۴	۳۷	۱۸۱	"	" ۲۰ "
Forrest ۱۹۷۹	۵۸	۴۶	۳۶	؟	CCT	" ۲۱ "
Trinder ۱۹۷۹	۶۱	–	–	–	Bulk	پارامتری
Forrest ۱۹۷۹	۷۹	۵۴	۵۷	–	CCT	"
Bernstein ۱۹۷۶	۵۳	–	–	۱۶	"	"

قرار دارند (Welch ۱۹۷۳). همان طوری که Doyle در سالهای ۱۹۷۵ و ۱۹۷۶ متذکر گردید این قدرت تفکیک حتی برای نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ به جز جایی که مورفولوژی زمین که عارضه اولیه کارتوگرافی بوده و نیز عوارض فرهنگی مشهود نباشند ناکافی است. مقدار و نوع جزئیاتی که از تصویری MSS لندست می‌توانند تفسیر و به صورت نقشه درآیند بستگی به شرایط جوی و فصل دارد اما به طور چشمگیری به صورت نقشه درآمده چشم‌انداز و الگوی توسعه ارائه شده در منطقه متفاوت است. Leatherdale از اداره H-S در سال ۱۹۷۸ گزارشی را براساس تجارب حاصله از تهیه نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) که در کشورهای آفریقا وخاورمیانه کسب کرده است ارائه نموده است. این گزارشات حاوی مطالب به شرح ذیل است که از نظر خوانندگان میگذرد.

خطوط ساحل، جلگه‌های باطلاقی، دریاچه‌ها، مخازن، باطلاقها و کانالهای بسیار وسیع جزء عوارضی هستند که می‌توانند به وسیلهٔ نوارهای فروسرخ (مادون قرمز) در هر کجای دنیا تفسیر شوند. در کشورهای کوهستانی، لندست اثر اپتیکی خوبی را از برجستگی که می‌تواند به عنوان فتومپ استفاده شود ارائه می‌نماید. تفسیر زهکشیهابسیار متغیر است، مگر در حالتهای معین، به سهولت تعیین آب پخشان بین حوضه‌های زهکشی امکان‌پذیر نمی‌باشد، آبریزها و گیاهان هم‌شکل بر روی برجستگیهای کم‌ارتفاع قابل رؤیت و یا به سختی قابل رؤیت‌اند. معمولاً عوارضی همانند زمینهای کشاورزی، گیاهان و طبقه‌بندی ژئومورفولوژیکی مثل جنگلها، زمینهای بایر، چراگاهها، بیابانهای شنی و مناطق زیر کشت نیز می‌توانند در مجموع به طور کافی در نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) نشان داده شوند.

عوارض زیربنایی مثل راههای ارتباطی، پلها، سدها، آثارتاریخی که توسط انسان ایجاد شده جزو مواردی است که باید در نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) جهت استفاده‌کنندگان از نقشه به صورت روز نمایش داده شوند.

در همهٔ موارد لندستها و یا سایر تصویری هر چند کیفیت تصویری آنها افزایش یافته باشد قادر به تعیین کلیه عوارض موجود در روی سطح زمین نیستند. فقط شاهراههای بسیار وسیع، خطوط راه‌آهن و کانالها با کنتراست معلوم شده نسبت به زمین اطراف می‌توانند از طریق لندست آشکار گردند.

در سال ۱۹۷۶ Nasca و Trinder در استرالیا موفق گردیدند توسط تصویری MSS لندست عوارض بیشتری از سطح زمین را نمایان سازند این عوارض شامل راههای آهن، خطوط لوله و غیره می‌گردد که در سری نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) کشور در مقیاس 1:250,000 که اخیراً از عکسهای هوایی انجام شده تهیه گردیده‌اند به نمایش درآمده‌اند. کانادا نیز توانسته نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) به مقیاس 1:250,000 از کشور را تهیه نماید. دوباره در سال ۱۹۷۶ Fleming توانست نمونه‌هایی از عوارض خطی جدید مثل جاده‌های بیابانی، خطوط انتقال را که از طریق تصویری لندست تعیین شده‌اند ارائه نماید. صرفنظر از چنین نمونه‌ها به منظور بازنگری نقشه‌های موجود در حقیقت یک الی دو مورد موفقیت‌آمیز و رضایتبخش از طریق تصویری MPPلندست از عوارض طبیعی به منظور تهیه نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) حاصل گردید. نمونه‌های قابل توجه عبارتند از سری نقشه‌های شناسایی به مقیاس 1:250,000 که به وسیلهٔ (DOS)[۲۳] برای قسمتی از قطب جنوب تهیه گردیده است (سال ۱۹۷۵ Swithenbank و lane و در سال ۱۹۷۶ Read و Lane). ۹۹٪ جزئیات سطح از مناطقی که از آنها نقشه تهیه شده شامل برف و عوارض یخی‌اند که به توسط نوع مقیاس خاکستری[۲۴] نمایش داده می‌شوند مابقی جزئیات شامل رشته‌کوهها، خطوط ساحلی می‌باشند.

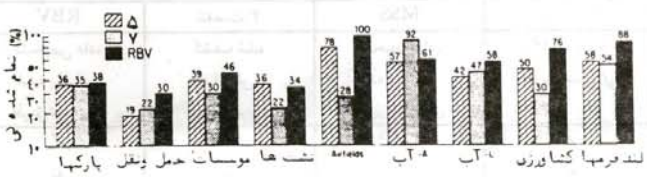
بنابراین نقشه‌های تولید شده هم به عنوان نقشه خطی تفسیر شده و هم به عنوان تکثیر هاف - تن از تصویری MSS باند هفت با شبکه، علائم، ارتفاعات نقطه و اسامی محل اضافه گردیده به شمار می‌روند.

دومین سری نقشه‌ها به مقیاس 1:250,000 شامل ۱۲۷ برگ نقشه است که

جدول ۶-۱ خلاصه‌ایی قابل تشخیص و تفسیر جزئیات موضع‌نگاری (توپوگرافی) از طریق تصویر لندست برای کشور سودان منطقهٔ خارطوم

عناصر نقشه شده در 1:250,000 مقیاس نقشه‌ها	لندست ۲ کشف شده طریق تصویری	MSS تشخیص داده شده براساس طریق تصویری	لندست ۳ کشف شده براساس طریق تصویری	RBV تشخیص داده شده براساس طریق تصویری
۱- خطوط مواصلاتی				
جاده‌های اسفالته	گاهی	نه	✓	✓
" شوسه	نه	نه	نه	نه
خط سیرها	نه	نه	نه	نه
راههای مالرو	نه	نه	نه	نه
خیابانها	نه	نه	✓	نه
موقعیت پلها	نه	نه	نه	نه
موقعیت گذرگاهها	نه	نه	نه	نه
راههای آهن	گاهی	نه	بستگی دارد	شرایط
ایستگاههای راه‌آهن	نه	نه	نه	نه
۲- فرهنگی				
زمینهای زیرکشت رفته	✓	✓	✓	✓
شهرهای بزرگ	✓	نه	✓	✓
شهرها	نه	نه	✓	نه
دهکده‌ها	نه	نه	نه	نه
خرابیها	نه	نه	نه	نه
برجها	نه	نه	نه	نه
برجهای دریایی	نه	نه	نه	نه
پستهای اضافی الکتریکی	نه	نه	نه	نه
خطوط لوله	نه	نه	نه	نه
خطوط نیرو	نه	نه	نه	نه
چاهها	نه	نه	نه	نه
مخازن ذخیره	نه	نه	نه	نه
گورستانها	نه	نه	فقط آنهایی‌که بزرگ‌اند	نه
قناتها	نه	نه	نه	نه
فرودگاهها	✓	✓	✓	✓
اسکله‌ها	✓	✓	✓	✓
۳- آبشناسی				
رودخانه‌ها	✓	✓	✓	✓
آبشارها	✓	نه	✓	نه
کانالها	✓	✓	✓	✓
کانالهای آبیاری	نه	نه	نه	نه
حوضه‌های آبی	✓	نه	✓	نه
دشتهای سیلابی	✓	✓	✓	✓

عناصر نقشه شده در 1:250,000 مقیاس نقشه‌ها	لندست ۲ کشف شده طریق تصویری	MSS تشخیص داده شده براساس طریق تصویری	لندست ۳ کشف شده براساس طریق تصویری	RBV تشخیص داده شده براساس طریق تصویری
سدها	✓	✓	✓	✓
مخازن	✓	نه	نه	نه
۴- هیدروگرافی				
دشتهای کشندی (جزرومدی)		پوشش تکرار شده لازم		
تپه‌های دریایی		پوشش تکرار شده لازم		
صخره‌ها	✓	نه	نه	نه
عمق‌سنجی نزدیک ساحل	نه	نه	نه	نه
عمق آب	نه	نه	✓	✓
باطلاق	✓	✓	✓	✓
بنادر	✓	✓	✓	✓
بنادرکوچک	✓	نه	✓	✓
مرزبندی خط ساحلی	✓	✓	✓	✓
جزایر	✓	✓	✓	✓
۵- برجستگی و مواد سطح‌الارضی				
تلماسه‌های شنی	✓	گاهی	✓	گاهی
بسترهای شنی	نه	نه	نه	نه
زمین مرتفع	✓	✓	✓	✓
صخره‌ها	نه	نه	نه	نه
منحنیهای میزان	نه	نه	نه	نه
۶- گیاهان				
جنگل	✓	نه	✓	نه
درختان پراکنده شده	نه	نه	نه	نه
خارستان	نه	نه	نه	نه
باغ میوه	✓	نه	✓	نه
۷- سایر اطلاعات				
سرحدات بین‌المللی	نه	نه	نه	نه
سرحدات استان	نه	نه	نه	نه
سرحدات شهرها	نه	نه	نه	نه
مهمانخانه‌ها	نه	نه	نه	نه
خانه‌های قبیله‌ای	نه	نه	نه	نه
پیلارهای مثلث‌بندی	نه	نه	نه	نه



(نگارهٔ ۲۵)

درصد تکمیلی به وسیلهٔ طبقهٔ کاربرد زمین

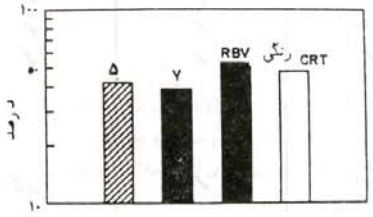
سراسر لیبریا را که حدود ۴۰۰و۲۰۰۰ کیلومترمربع است می‌پوشاند. هر برگ نقشه یک عرض جغرافیایی در ۱/۵ طول جغرافیایی را می‌پوشاند. این فتومپها (EC)[۲۵] در ایالات متحده آمریکا با بهره‌گیری از تصاویر رنگی MSS لندست تهیه شده‌اند.

تهیه نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) و تهیه نقشهٔ کاربرد زمین از طریق تصویر لندست برای کشورهای در حال توسعه

با توجه به تجارب حاصله از به کارگیری تصاویر MSS لندست به منظور تهیه نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) بررسیهایی در دانشگاه گلاسکو با همکاری اداره نقشه‌برداری سودان به منظور ارزیابی تولید نقشه‌های 1:250,000 از کشور سودان انجام شده است. بررسیهای اولیه حاکی از آن است که نقشه‌هایی که قبلاً در این کشور تهیه شده از نوع موضوعی بوده، لذا تهیه نقشه‌های فوق در این کشور ضروری است. نقشه‌های موجود در این کشور مربوط به زمان جنگ جهانی دوم بوده که از طریق عکسبرداری هوایی Tri-m[۲۶] تهیه شده‌اند. با توجه به زمان طولانی که از تهیهٔ آنها می‌گذرد قاعدتاً فاقد عوارض بسیاری‌اند که تا به حال احداث شده‌اند. محل مناسب برای چنین بررسیهایی نواحی حوزهٔ دریای سرخ و اطراف خارطوم محلی که اخیراً نقشه‌های به مقیاس 1:100,000 توسط ادارهٔ نقشه‌برداری سودان و DOS تهیه گردیده در نظر گرفته شده است. یک لیست مقابله از کلیهٔ عوارضی که دارای ویژگیهای خاصی برای سری نقشه به مقیاس 1:250,000 می‌باشد تکمیل گردیده و فعالیتهایی جهت کشف این عوارض صورت گرفته است. از یک طرف، حتی هنگامی که پوزتیوهای مقیاس فیلم کاهش می‌یابند نقشه‌ای جدید در مقیاس1:100,000 روی تصویر انـدوده می‌شوند، تقریباً به منظور دستیابی به نقطه و عوارض خطی مثل جاده‌ها، راههای آهن، شهرها، دهکده‌ها و بسیاری از عوارض کوچک ولی در عین حال مهم که به عنوان جزئیات مسطحاتی بسیار بااهمیت در منطقه تلقی می‌شوند مواجه باناکامی می‌گردند. از طرف دیگر نمونه‌ای تعمیم یافته از برجستگی و بسیاری عوارض زهکشی می‌توانند تشخیص داده شوند مثل پروژهٔ وسیع آبیاری Gezira. جدول ۶ خلاصه‌ای است از قابلیت تشخیص و تفسیر جزئیات موضع‌نگاری (توپوگرافی) که برای سری نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) 1:250,000 از کشور سودان که به توسط طریق تصویری MSS لندست کسب گردیده نشان می‌دهد.

مشکلات در تهیه نقشهٔ خطوط مواصلاتی و عوارض فرهنگی فوراً قابل تشخیص‌اند.

بررسیهای بیشتری در مورد تصاویر RBV و MSS برای تهیه نقشه از کاربرد زمین در دانشگاه جورجیا انجام گردیده است (welch و Pannell سال ۱۹۸۲). این بررسی سه منطقه در چین را شامل می‌شود. دو مورد شامل شهرهای Peking و Tientsin بوده و مورد سوم مزرعهٔ بسیار بزرگ کشاورزی را در برمی‌گیرد. همچنین برگهای نقشه تکمیلی به مقیاس 1:50,0000 و 1:25,000 از دو شهر فوق‌الذکر موجود است. مرحلهٔ تکمیل تهیه نقشه به اجرا درآمده از تصاویر سیاه و سفید باندهای ۵ و ۷ پوشش MSS لندست و از طریق تصویری RBV لندست ۳ در نگارهٔ ۲۵ ارائه گردیده است که نمایانگر درصد کاملی برای هر طبقه کاربرد زمین منفرد محسوب می‌گردد.

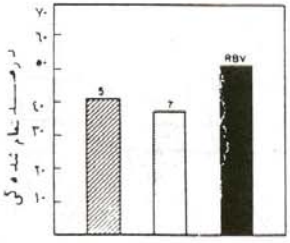


(نگارهٔ ۲۶)

نگارهٔ ۲۶ یک مقایسه‌ای است از تکمیل امتیازات که نتیجهٔ تفسیر شده‌ای از شفافیتهای فیلم سیاه و سفید باندهای پنج و هفت MSS و تصاویر RBV و دادهٔ MSS رقومی نمودار شده که به عنوان یک ترکیب رنگی کاذب روی یک ترمینال CRT رنگی تلقی می‌گردد ارائه می‌نماید.

تهیه نقشه از کپی شفاف سخت (باکنتراست بالا) از تصاویر CRT برخوردار از ٪۱۰ امتیاز بالاتری در قیاس با تصاویر سیاه و سفید MSS می‌باشند.

بالاخره نگارهٔ ۲۷ که نشاندهنده امتیازات کامل ۴۱، ۳۷ و ۵۱ درصد به ترتیب برای باندهای ۵ و ۷ MSS و تصاویر RBV براساس درصد عوارض ارائه شده روی نقشه‌های به مقیاس 1:250,000 مناطق مورد مطالعه است. این نتایج دلالت بر آن دارند که قدرت تفکیک فضایی MSS لندست و داده‌های تصویر RBV برای تألیف نقشه به مقیاس 1:250,000 کاربرد زمین و نیز نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) ناکافی‌اند.



نگارهٔ ۲۷ - تمام شده گی جزئیات از تصاویر لندست به عنوان درصدی از عوارض روی نقشه‌های به مقیاس ۱ : ۲۵۰۰۰۰

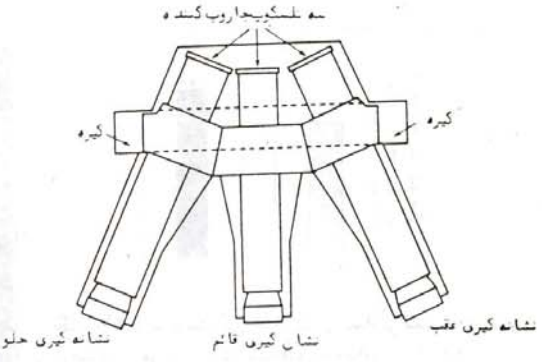
تهیه نقشه‌های موضع‌نگاری از طریق جاروب‌کننده‌های ماهواره‌ای در آینده

با توجه به عدم کارایی جاروب‌کننده‌های ماهواره‌ای برای مقاصد تهیه نقشه موضع‌نگاری (توپوگرافی) می‌توان یکی از این عوامل را فقدان قدرت تفکیک فضایی آنها برشمرد. مهمترین مسئله‌ای که در خلال سالهای آینده مد نظر است توسعه سنجنده‌ها است که این امر موجب خواهد شد تا قدرت تفکیک و اصلاح هندسی آنها بهبود یابد تا امکانات بالقوه‌ای برای تهیه نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) از تصویری جاروب‌کننده فضایی امکان‌پذیر گردد. در لندستهای ۴ و ۵ که اخیراً به فضا پرتاب شده‌اند نمونه‌های پیشرفته‌ای از جاروب‌کننده‌های مکانیکی - نوری را به شکل (TM) ملاحظه می‌نمائیم. با بهره‌گیری از این وسیله طیف باندهای فضایی تا حدود ۷ افزایش نشان می‌دهند که این افزایش اغلب در قسمت فروسرخ (مادون قرمز) طیف و اندازهٔ پیکسل ۳۰ متری ملموس است. با توجه به افزایش چشمگیر در نتایج داده‌های حاصل از تعداد کانالهای افزایش یافته و اندازهٔ پیکسل کوچکتر، پردازش داده‌ها بسیار مشکلتر، زمان مصرفی زیادتر و هزینه‌های بیشتری را دربرمی‌گیرد. قدرت تفکیک اصلاح شده بر اثر کاهش اندازه پیکسل به ۳۰ متر باید منجر به افزایش قدرت کشف و تفسیر اشیاء گردد. در هر صورت، حتی با این اصلاحات انجام شده باید اذعان داشت که داده‌های تصویر TM در قیاس با تصاویر حاصل از S-19 .B و دوربینهای موجود در شاتلهای فضایی از عملکرد کمتری برخوردارند. در عوض توجه جامع‌تر تهیه نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) نسبت به جاروب‌کننده‌های ماهواره‌ای متمرکز در توسعهٔ آرایشهای خطی دیود دوقطبی یا CCDS[۲۷] معطوف گردیده این تصاویر به طور همزمان یک خط کاملی روی زمین در عوض روبیدن پیاپی آن با وسایل مشابه MSS به حساب می‌آیند. Array ها دارای قسمتهای متحرکی نیستند بنابراین قابل اعتمادترند. به علاوه وزن آنها سبک بوده، از صحت هندسی بهتری برخوردارند و به نیروی کمتری نیازمندند. تکنولوژی در مورد آنها به منظور مقاصد شناسایی نظامی در هواپیما پیشرفت قابل توجهی نموده است. پوشش زمینی به طریق معمولی به وسیلهٔ حرکت به جلوی سکوی جاروب کننده ایجاد می‌شود. کلیه عملیات به عنوان روش

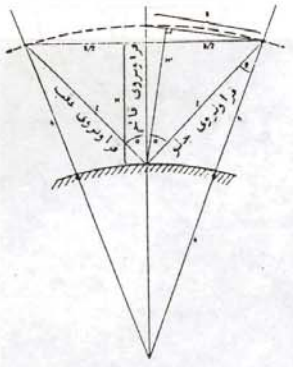
باند ۵
MSS
لندست

باند ۶
MSS
لندست

RBV
لندست



(نگارهٔ ۲۸) جاروب کننده MOMS استریو



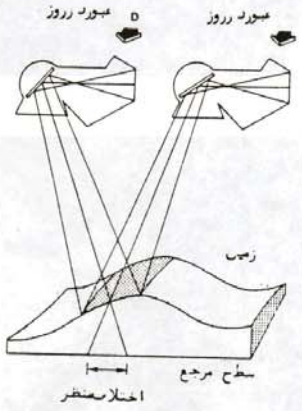
(نگارهٔ ۲۹) هندسهٔ تصویری روبندهٔ برجسته

"Pushbroom" شناخته می‌شوند. با توجه به پیشنهادات زیادی که برای تهیه نقشه از طریق ماهواره‌ها به عمل آمده، لذا تکنولوژی مبناء اخیراً در ایالات متحده امریکا توسعهٔ بسیاری پیدا کرده است. در حال حاضر علاوه بر NASA پروژه‌های انجام شده از طریق ماهواره‌های اسپات (فرانسه) و MOMS (آلمان) توجهاتی را به خود جلب نموده‌اند. جاروب‌کننده MOMS دوکاناله آلمانی که در سال ۱۹۸۳ توسط شاتل به فضا پرتاب شد دارای قدرت تفکیک فضایی زیادی است به طوری که قدرت تفکیک فضایی هر پیکسل در ارتفاع مداری ۳۰۰ کیلومتری بیست متر است. امکانات تهیه نقشه از طریق این تصاویر اخیراً توسط پرفسور Bodechtel در دانشگاه مونیخ مورد بررسی است.

در حالی‌که جاروب‌کننده MOMS تصویر جاروب‌کننده خطی تک چشمی[۲۸] قراردادی را ارائه می‌دهد، طرحهای موجود برای جاروب‌کننده خطی MOMS نگارهٔ ۲۸ شامل سه مجموعه از آرایشهای خطی است که یکی به صورت قائم به سمت پائین، دیگری رو به جلو و سومی رو به عقب نشانه‌گیری شده است و اساساً برای پروژه‌های Mapsat , Stereosat پیشنهاد شده‌اند ← (نگارهٔ ۲۹).

در صورت تکامل MOMS برجسته این وسایل قادر خواهند بود تصویری جاروب‌کننده برجسته با قدرت تفکیک زیاد را بانسبت ارتفاع به باز عکس (۱۰_{0}) از طریق ارتفاعات ماهواره کسب نمایند. این شبکه موجب خواهد شد تا اندازه‌گیری ارتفاعات و منحنیهای میزان برای تهیه نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) در مقیاس کوچک شبیه و یا حتی بهتر از دوربین عکسبرداری قراردادی در فضا باشند. همچنین اصولاً ماهوارهٔ اسپات به منظور کاربردهای تهیه نقشه طراحی گردیده‌اند. ماهوارهٔ اسپات صرفاً در امتداد قائم عمل نموده و امکاناتی را با بهره‌گیری از آینه‌های قابل هدف گیری[۲۹] که به سمت مناطق خارج از مسیر زمین ماهواره هدف‌گیری می‌شوند تهیه می‌نماید. این جنبهٔ آینه‌های هدف‌گیری این امکان را برای تهیه نقشه مسیر متقاطع پوشش‌دار با ارائه زوج برجسته جانبی با نسبت ارتفاع به بازعکس (۱۰_{0}) برای حداکثر چرخش زاویه‌ای متقابل ۲۷± امکان‌پذیر می‌سازد. به نگارهٔ (۳۰) رجوع شود. پردازش داده‌های اسپات به وسیله CRIS (مرکز ترمیم تصاویر از فضا)، CNES (آژانس فضایی فرانسه) و IGN (تهیه نقشهٔ موضع‌نگاری (توپوگرافی) ملی فرانسه) به اجرا درمی‌آید.

Ducher در سال ۱۹۸۰ دو کاربرد اصلی را در مورد تهیه نقشه مجسم نمود. الف) در کشورهایی که تهیه نقشه به خوبی صورت پذیرفته است بدین معنی که پوشش نقشه موضع‌نگاری (توپوگرافی) خوب و مدلهای زمینی رقومی (DTM) از قبل موجود بوده‌اند، یا اینکه می‌توانند به سهولت تولید شوند، تأکید کلّی و اساسی روی بازنگری نقشه‌های کوچک مقیاس فی‌المثل 1:1000,000 به منظور سرعت بخشیدن به زمان بازنگری و به روز نگهداری نقشه‌ها می‌باشد.



نگارهٔ (۳۰)
ترتیب تصاویر پوشش‌دار به منظور تهیهٔ برجسته‌بینی جانبی و نسبت ارتفاع به بازعکس مناسب برای اندازه‌گیری پارالاکس جهت تعیین ارتفاع

ب) در مناطقی که تهیه نقشه به صورت ضعیف عمل شده است و یا اصولاً در آن منطقه نقشه تهیه نگردیده است از طریق سیستم تصویری اسپات به منظور تولید نقشه‌های خطی اصلی و عکسهای قائم در مقیاس 1:200,000 و 1:100,000 استفاده می‌شود، حتی Ducher مقیاس 1:50,000 را به صورت آزمایشی پیشنهاد می‌نماید. با توجه به نتایج حاصله با استفاده از طریق تصویری عکسی S-19 .B در روی منطقهٔ Belleville بدیهی است انجام آن خالی از اشکال نخواهد بود.

با توجه به نسبت عالی ارتفاع به بازعکس (۱۰۰) زوج برجسته جانبی و افزایش دقت در تعیین ارتفاع این امکان میسر می‌گردد تا فاصلهٔ منحنی میزان حداقل ۴۰ متری حاصل گردد.

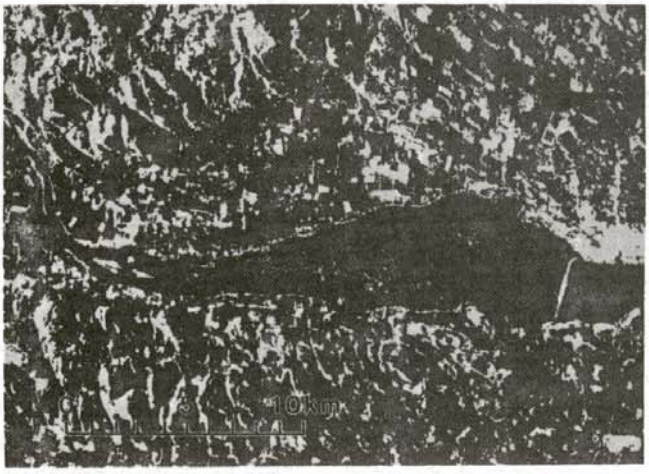
۴-۱) تهیهٔ نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) از طریق تصاویر جانبی راداری

کاربرد اساسی SLR یا رادار جانبی به منظور تهیه نقشه در مورد مناطقی است که کسب تصاویر به وسیلهٔ سنجنده‌های بصری (نوری) مثل جاروب‌کننده‌ها ودوربینها مواجه با اشکال است بویژه برای تهیه نقشه‌های کوچک مقیاس برای مقاصد شناسایی در مناطق استوایی که به طور مداوم به وسیلهٔ ابر پوشیده می‌باشند. در این هنگام از راداری Real-aperture و Synthetic aperture به منظور مقاصد فوق بهره گرفته می‌شود. نوع راداری Real-aperture ساده‌تر و کم‌هزینه‌تر است به علاوه این نوع طریق تصویری می‌تواند به طور مستقیم روی فیلم موجود در دوربین هواپیما ثبت شود. این بدان معنی است که تصاویر می‌توانند فوری برای مصرف کننده مهیا شوند. راداری Real-aperture به برد کوتاه و عملیات ارتفاع کم محدود گردیده در صورتی که قدرت تفکیک در مورد آن به مورد اجرا درآید برای تهیه نقشه می‌تواند مفید باشد. راداری Synthetic aperture یا (SAR) از پیچیدگی ویژه‌ای برخوردار بوده و بسیار گران قیمت است. به علاوه تصویر فقط بعد از پردازش متعاقب داده‌های ثبت شده برای مقاصد غیرنظامی که معمولاً روی زمین به اجرا درمی‌آید تولید می‌شود. این تأخیر تولید تصویر برای مصرف‌کنندگان هزینهٔ بالایی را دربردارد. با توجه به قدرت تفکیک اصلاح شده راداری Synthetic aperature در دامنه‌های طولانیتر در قیاس با راداری Real aperture می‌تواند هم در هواپیما و هم در ماهواره مورد استفاده قرار گیرد. پردازش دادهٔ تصویر راداری Synthetic apeture بعد از پرواز به منظور تهیه نقشه قابل تعمق است. پردازش بصری (نوری) مرتبط معمول است، پردازنده به طور قیاسی بین هولوگرام میکروویو ثبت شده برای فیلم دادهٔ تصویر و معادل بصری (نوری) آن را استخراج می‌نماید. فقط تعداد کمی از پردازنده‌های بصری (نوری) در مؤسسات غیرنظامی موجوداند و تقریباً کلیه آنها در امریکای شمالی متمرکزند، در مؤسسات تحقیقی نظیر ERIM , CCRS و JPL پردازش بصری (نوری) انجام می‌شود و مؤسسه Good year نیز به انجام این کار مبادرت می‌ورزد. پردازش رقومی از اهمیت خاصی برخوردار است زیرا هنگامی که دادهٔ تصویر SLR نمی‌تواند روی فیلم ثبت و به منظور پردازش بازیافته شود از این وضعیت استفاده می‌گردد. زمان و هزینه لازم برای چنین پردازشی بسیار بالاست و منحصر به تعداد معدودی لابراتور از جمله DFVLR, ARE Faranboraugh (آلمان) و JPL (آمریکا) است. نتایج حاصله از دو روش فوق را در نگارهٔ (۳۱) مشاهده نمایند. محصولات تهیه نقشه از طریق تصویری SLR تقریباً نقشه‌های عکسی نامتغیر با درجات تغییر تفسیر به منظور نشان دادن اطلاعات موضوعی مثل اسامی و سایر جزئیات به کار گرفته می‌شوند. موزائیکهای راداری معمول و متداول‌اند در توسعهٔ کشورها (۱۹۷۶، Leberl , yeuseu و Kaplan). بسیاری از آنها موزائیکهای کنترل شده و یا نیمه کنترل شده با یک بستگی ضعیف به موقعیت حقیقی آنها برحسب سیستم مختصات جغرافیایی و یا شبکه می‌باشند. روشهای سرشکنی بلوک رادار گرامتری[۳۰] عددی به طور موفقیت‌آمیزی به توسط Leberl در سال ۱۹۷۵ به منظور فائق شدن بر این مشکلات ابداع گردیده است. ولی به طور گسترده‌ای از آن استفاده نشده است. در کشور انگلستان و نیز در سایر کشورهایی که فوت و فن نقشه‌برداری به طور چشمگیری ترقی نموده است نقاط کنترل زمینی از نقشه‌های موجود در دسترس می‌باشند به قسمی که رابطهٔ تصویر راداری به شبکهٔ کشوری می‌تواند به طور دقیق ایجاد شود.

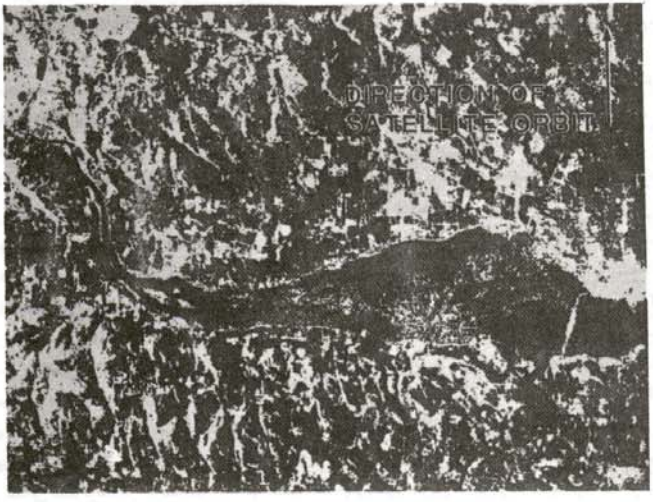
۴-۱-۱) تهیه نقشه از طریق رادار هوایی نمای جانبی

تهیه نقشه از طریق رادار هوایی نمای جانبی یا (SLAR) بسیار وسیع و گسترده است، پوشش مناطقی هم چون ایالت Darien در پاناما (۱۹۶۹، Crandall) و قسمتی از اندونزی و نیز تمامی نیکاراگوا نمونه‌هایی می‌باشند که از نوع راداری Real-aperture به منظور انجام امور فوق از آن بهره گرفته شده است.

اخیراً سازمان Motorola آمریکایی اقدام به تولید پوشش کل نیجریه که حدود ۹۶۷۰۰۰ کیلومترمربع است، نموده است. موزائیکهای راداری به مقیاس 1:250,000 براساس برگهای موجود که در نتیجه اقدام مشترک آمریکا و نیجریه تهیه شده، ایجاد گردیده است. نقشه‌برداری از جنگلها و گیاهان براساس همین موزائیکهای توسط H.TS[۳۱] برای دولت نیجریه صورت پذیرفته است، اطلاعات از طریق عکسبرداری هوایی قراردادی و تصویری MSS لندست در نقشه‌های نهایی آورده شده است. در اوایل دهه ۱۹۷۰ استفاده از راداره‌ای Synethetic-aperture در مقاصد غیرنظامی رو به کاهش نهاد و بعداً به طور گسترده‌ای برای مقاصد تهیه نقشه به کار گرفته شد. شرکت Goodyear با همکاری Aero service corporation از وسائل Goodyear GEMS - 1000 استفاده کرده و آن را در یک هواپیمای جت که به سیستم ناوبری اینرشیال به منظور پوشش از حوضهٔ آمازون در آمریکای جنوبی مجهز بوده نصب کرده‌اند. پوشش هوایی بسیار تعجب‌آور است حدود ۴۱۵۰۰۰۰۰ کیلومترمربع که به تنهایی حوضهٔ برزیل را به وسیلهٔ پروژه RADAM می‌پوشاند (سال ۱۹۷۴ Van Roessel و Godoy) به علاوه، قسمتهای وسیعی از شرق پرو، قسمتهای جنوبی کلمبیا (سال ۱۹۷۴ و ۱۹۷۵ Leberl) و نیز ونزوئلا را نیز در برمی‌گیرد. اخیراً،



(نگارهٔ ۱-۳۱) تصویر پردازش شده به طریق نوری از رودخانه Tay واقع در اسکاتلند



(نگارهٔ ۲-۳۱)
تصویر پردازش شده به طریق رقومی از رودخانه Tay

پروازهای آزمایشی به وسیلهٔ استفاده از وسایل فوق روی اروپای غربی با استفاده از سیستم SAR - 580 کانادایی صورت گرفته است، تجارب تهیه نقشهٔ موضع‌نگاری (توپوگرافی) برنامه‌ها را شامل گردیده است ولی مشکلات تجربه شده در ارتباط با پردازش داده‌ها (کسب گردیده سال ۱۹۸۱) دال بر این است که هنوز تصویری برای اغلب افراد ذینفع موجود نبوده و تا به حال هیچ نتیجه‌ای از تجارب حاصله از تهیه نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) انتشار نیافته، از آنچه که در فوق بدان اشاره رفت چنین استنباط می‌شود که نوع تهیه نقشه موضع‌نگاری (توپوگرافی) از طریق تصویری SLR در مقیاس بسیار کوچکی بوده و شناسایی در نوع با قدرت تفکیک فضایی کم انجام می‌گردد.

تهیه نقشه از طریق رادار هوافضانمای جانبی

استفاده از رادارهای هوافضابه دو مورد ذیل محدود می‌گردد. رادارهایی که در ماهوارهٔ Seasat در شاتلهای فضایی کاربرد دارند و به نام SIR-A معروف‌اند دسته دیگر آنهایی که در پروازهای آینده شاتلهای فضایی از آنها استفاده خواهد شد و به نام SIR-B شناخته و مشهوراند.

۲-۴-۱) بررسی‌های دقیق

از آنجایی‌که بررسی تصاویر به صورت غیربرجسته مورد ارزیابی قرار می‌گیرند، آزمایشات دقیق فقط به دقت پلانیمتری منحصر گردیده. تپه‌های کوچک در Fib اسکاتلند و Pembrokshire , Eart Anglia از این جهت انتخاب شده‌اند که نقشه‌های بزرگ مقیاس و دقت نقاط کنترل زمینی به منظور مقاصد آزمایش موجودند. بررسیهای انجام شده نشان می‌دهد که تصاویر ماهواره‌ی Seasat پردازش شده بصری (نوری) دارای صحّت هندسی کمی در قالب انتقال به مصرف کنندگان‌اند. کاربرد A.f[32] که باعث اصلاح کلی نتایج می‌شود، و تصحیحی که می‌تواند در حقیقت درپردازنده بصری (نوری) به کار رود. استفاده از تبدیلات بسیار پیچیده هندسی که باعث کاهش مقدار خطاها می‌گردد هنوز در پیش است. تصاویر پردازش شده به صورت رقومی کمیت هندسی عالی محسوب می‌شوند و کاربرد تبدیلات پیچیده پلی‌نومینال که باعث اصلاح نتیجه می‌شود بسیار اندک‌اند. در هر دو وضعیت اثرات برجستگی زمین روی دقت نتایج نهایی قابل تعمق است. نتایج نشانگر خطاهای پلانیمتری در حدود ۴۰± متر روی تصویر پردازش شده به صورت رقومی RAE می‌باشند.

تهیه نقشه و تفسیر

شکل اساسی در بهره‌گیری از طریق تصویری SAR ماهوارهٔ Seasat در کیفیت تصویر آن است. مشکلات عدیده در کشف و تفسیر عوارض مورد نیاز برای تهیه نقشه‌های موضع‌نگاری (توپوگرافی) مورد آزمایش قرار گرفته‌اند. عوارض خطی ساخت دست بشر هم چون جاده‌ها، راههای آهن، خطوط نیرو و غیره توجیه عوارض منفرد نسبت به خط پرواز که حائز اهمیت‌اند، اغلب قطعی می‌باشند. عوارض خطی موازی و یا نزدیک به موازی مسیر ماهواره‌ها که در جریان‌اند به خوبی نشان داده می‌شوند. حال چنانچه چنین عوارضی، منحرف گردیده و یا در امتداد دیگری توجیه شوند در تفسیر ظاهر نخواهند گردید. سایر عوامل که دارای قابلیت انعکاس نسبت به محیط اطراف خود هستند مثل دریاچه‌ها، جنگلها در تصویر ظاهر گردیده، عارضهٔ ویژه تصویری SAR ماهوارهٔ Seasat که مشکلات زیادی را در تفسیر پیش می‌آورند ارائه زمینه درهم و برهمی[33] اند که در کلیه تصاویر نمونه‌های تولید شده از طریق بصری (نوری) ظاهر می‌شوند. در حالی‌که بسیاری در نمونه‌های پردازش شده به صورت رقومی کاهش پیدا نموده، معهذا درهم و برهمی موجود بوده امید است با توجه به پیشرفتی که در زمینه تهیه نقشه از طریق تصاویر SAR حاصل گردیده این عیب نیز برطرف گردد. اگر روزی این امر تحقق پذیرد باعث کاهش عوامل بازدارنده از بهره‌گیری سیستم SAR برای عملیات تهیه نقشه از طریق تصاویر راداری خواهد گردید.

---

1) Distortion
2) Scanner
3) Side Looking radar imagery
4) Analytical stereo - plotting machines
5) Earth Terrain Camera
6) Detailed Contouring
7) Pixel
حداقل فاصله‌ایی است بین دو نقطه که دو تصویر قابل تفکیک باشد.
8) Thematic mapper
9) Optical-Machinical Scanners
10) Platform
11) Exposure
12) Airborne scanner imagery
13) Gaps
14) Double imaging
15) Pashbroom Scanners
16) Linear arrays
17) Zoom Transfer Scope
18) Piece-Wise polynominals
19) interpolation
20) Root mean square error
21) FILM Writer
22) Laser beam recorder
23) Directorate of overseas surveys
24) grey scale
25) Earthsat Corporation
26) Tri-metrogon
27) Change Coupled Devices
28) conventional monoscopic linescan image
29) Pointable mirrors
30) Numerical radargrammetric block adjustment
31) Hunting technical Survice
32) Affine deformation
33) Back ground clutter