بررسی تصاویر ماهواره‌ای روسی با دقت بالا به منظور بازنگری نقشه‌های تا مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰

F.Muller and J.P.Donnay
Laboratory SURFACES, University of Liège, Belgium R.Kaczynski
Institute of Geodesy and Cartography, Warsaw, Poland
برگردان : مهندس حمید عنایتی

خلاصه

استفاده از تصاویر ماهواره‌ای روسی با دقّت بالای ۲ متر به منظور بازنگری نقشه‌های توپوگرافی تا مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰، در چهار چوب یک پروژهٔ مشترک توسط کشورهای بلژیک و لهستان انجام پذیرفته است. تصویر دقّت بالای KVR-1000 درمقیاس ۱:۲۲۰،۰۰۰ ± بر روی Zeiss/Intergraph photoscan همانند نقشه‌های توپوگرافی از شهر ورشو (Warsaw) در فرمت (Format) بزرگ Intergraph Scanner ANAT ech 3640 اسکن شده است.

هر دو تصویر رستری (Raster images)، با استفاده از پردازش تصویر رقومی و تکنیکهای کارتوگرافی رقومی به‌منظور به‌روز درآوردن تغییرات سالهای ۱۹۸۳ م (تاریخ بازنگری نقشه توپوگرافی) تا سال ۱۹۹۲ م (یعنی تاریخ به‌دست‌آوردن تصاویر ماهواره‌ای)، تحلیل شده‌اند. برای رسیدن به‌نتیجه، ازنرم‌افزارهای I²S System 600 و Intergraph ISI -2 نصب شده در آزمایشگاه SURFACES دانشگاه شهرLiège کشوربلژیک استفاده شدند.

نمونه‌هایی از مناطقی که تغییر یافته بودند همانند روشهای از قبل به کار گرفته شده برای کیفیّت بخشیدن به نقشه‌های توپوگرافی رقومی KVR-1000 با داده‌های کمکی SPOT ارایه شدند. تصویر ماهواره‌ای KVR-1000 می‌تواند با دقّت قابل قبول و به منظور به هنگام نمودن عوارض روی نقشه‌های توپوگرافی تا مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰ به روشهای رقومی استفاده شود.

پیشگفتار

تصاویر ماهواره‌ای روسی KVR-1000 با دقّت بالا و قدرت تفکیک زمینی ۲ متر، با ابزار قدرتمندی آشکار شده است تا نقشه‌های توپوگرافی را به روز درآورد. در این نوع تصاویر، درواقع بسیاری از عوارض زمینی با دقّت زیاد بررسی می‌شود. بنابراین، فرصت خوبی برای کنترل تولیدات تصاویر جدید ماهواره‌ای که هم اکنون درکشورهای غربی از زمان فروپاشی اتحاد جماهیر شوروی سابق در دسترس می‌باشد به وجود آمده است. در سابق، این تصاویر در آلمان به منظور تهیه نقشه‌های عکسی تا مقیاس ۱:۱۰،۰۰۰ (Riess et al. ، ۱۹۹۳ م)؛ مورد استفاده قرارگرفته‌بودند. از این گذشته ارزیابی کاربری تصاویر ماهواره‌ای روسی KFA-1000 با دقّت زمینی ۶ متر با روشهای مقایسه‌ای[1] در انستیتوژئودزی و کارتوگرافی شهر ورشو[2] انجام گرفته که برخی از نتایج آن منتشر گردیده است. (Kaczynski و Konieczny، ۱۹۸۸م)؛

از طرف دیگر، کاربرد داده‌های SPOT به منظور بازنگری نقشه‌های توپوگرافی، مورد ارزیابی قرار گرفته و توسط تعدادی از مؤلفان و نویسندگان منتشر گردیده است؛ (به‌طور مثال Paulssen ، ۱۹۹۲م؛ Denis،Engberg ۱۹۲۲م؛ ۱۹۸۸م).

امّاهیچگونه‌مطلبی‌درخصوص‌ارزیابی کاربرد مشترک از این تصاویر منتشر نگردیده و این تجربه خوبی جهت ترکیب داده‌های تصاویر SPOT و تصاویر KVR-1000 و تشخیص دادن تولیدات و محصولات تصاویر ماهواره‌ای مرکّب جدید، به منظور فرآیندهای‌به روز درآوردن نقشه می‌باشد.

جدول (۱): اطلاعات فنی تصاویر ماهواره‌ای روسی

نوع	دقت‌زمینی متر	مساحت‌منطقه کیلومترمربع	اندازه‌فیلم سانتی‌متر	پوشش درصد	مقیاس	ارتفاع کیلومتر	C_k سانتی‌متر	نوع‌دوربین
B/W	10	180×270	30×45	60or80	1:630,000	220	35	TK-350
spectro	5-6	70×70	30×30	60	1:270,000	270	100	KFA-1000
B/W	1-2	40×40	18x18	20	1:220,000	220	100	KVR-1000
Spectro	2-3	30×30	30×30	60	1:95,000	280	300	KFA-3000

این پروژه به‌طور مشترک توسط آزمایشگاه SURFACES دانشگاه شهر Liegèبلژیک (Belgium) و انستیتو ژئودزی و کارتوگرافی شهر ورشو، درچهارچوب همکاری لهستانی وبلژیکی T & S[3] و تحت حمایتهای مالی دفترخط مشی علمی بلژیک انجام پذیرفت.

تصاویر ماهواره‌ای روسی

در کشور روسیه، نقشه‌برداری فضایی توسّط دوربینهای مخصوص عکسبرداری که برروی پلیتهایی[4] در ماهواره‌های سری Resurs F-1 و Resurs F-2 نصب شده، انجام می‌شود. انواع تصاویر ماهواره‌ای وجود دارند که می‌توانند جهت تهیه نقشه‌های توپوگرافی و یا بازنگری نقشه مورد استفاده قرارگیرند و در این راستا از روشهای رقومی و یا آنالوگ (Analog) استفاده می‌شود. داده‌های فنی تصاویر ماهواره‌ای روسی، که در بازار و در دسترس می‌باشند و جهت کاربردهای توپوگرافی مورد استفاده قرار می‌گیرند در جدول ۱ نشانداده شده است.

از سال ۱۹۸۴ م بعضی از تصاویر KFA-1000 به منظور تعبیر وتفسیر و بازنگری نقشه‌های توپوگرافی تا مقیاس ۱:۵۰،۰۰۰، به کمک روشهای آنالوگ مورد استفاده قرار گرفته بودند. در حدود ۸۰ درصد عوارض توپوگرافی با دقّت $mp = \pm 0/3$ میلیمترا می‌توان از روی KFA-1000 برداشت نمود و ازKartoflex Zeiss یا Zoom Transfer Scope استفاده نمود.

نقشه‌های عکسی‌تامقیاس ۱:۵۰،۰۰۰ همچنین توسط Zeiss Planicomp و Orthocomp Z2; (Kaczynski و Konieczny، ۱۹۸۸م)؛ تولید شده‌اند. دوربین TK-350 کاملاً توپوگرافیک است و از تصاویر آن به منظور تهیه نقشه‌های توپوگرافی تا مقیاس ۱:۱۰۰،۰۰۰ استفاده می‌شود.

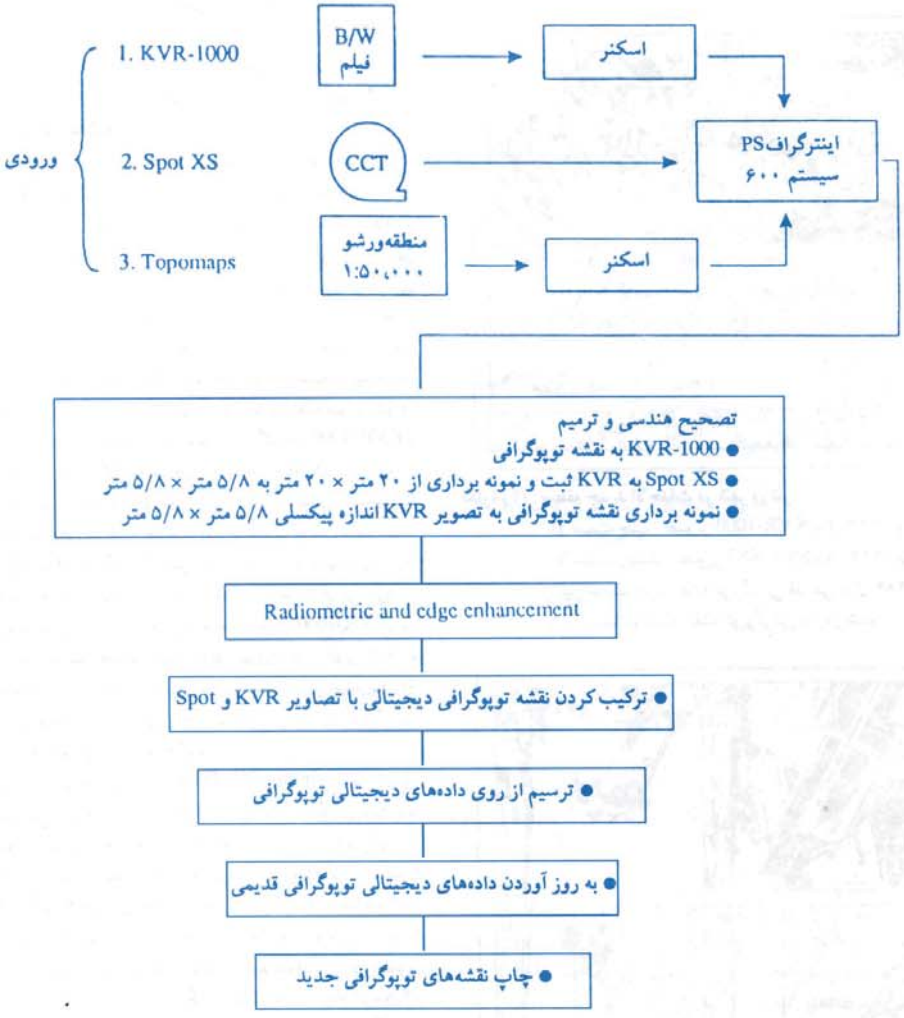
در سال ۱۹۹۲ م ، برای تهیه نقشه به روز درآمده، ما از یک تصویر سیاه و سفید که به وسیله دوربین پانورامیک (Panoramic) KVR-1000 گرفته شده بود، استفاده نمودیم و تهیه کنندگان، این تصاویر را پس از اسکن شدن از روی فیلم برروی CCT و یا نوار Exa[5] به معرض فروش می‌گذارند. داده‌های فوق به این ترتیب به تصاویر DD5 معروفند. تصویر KVR-1000 در سپتامبر سال ۱۹۹۲ م برروی فیلم (۱۸×۱۸) سانتی‌متر گرفته شده است. که منطقه‌ای حدود (۴۰×۴۰) کیلومترمتراژ سطح زمین را پوشانیده است. ارتفاع پرواز آن درحدود ۲۲۰ کیلومتر و مقیاس تصویر ۱:۲۲۰،۰۰۰ ، فاصله کانونی دوربین برابر C_k=۱ متر و پوشش دو تصویر کنار هم ۲۰ درصد می‌باشد.

روش‌شناسی

هدف از این مطالعه، به روز درآوردن نقشه‌های توپوگرافی شهر ورشو که در سال ۱۹۸۳ م در مقیاس ۱:۵۰،۰۰۰ تهیه شده بود، می‌باشد. تمام اقدامات اسکنینگ (Scanning) در انستیتوژئودزی و کارتوگرافی شهر ورشو انجام شده، در حالیکه پردازش رقومی در آزمایشگاه SURFACES دانشگاه شهر Liège به دست آمده بود.

داده‌های مقدماتی

لایه‌های[6] مشکی‌ازدونقشه‌توپوگرافی‌کنارهم، توسط‌یک Scanner با فرمّت بزرگ اینترگراف (Intergraph) ANATech 3640 و با دقّت[7] ۸۰۰ dpi به منظور ایجاد دو فایل نقشه رستری Raster رقومی اسکن شده بودند. در این لایه‌ها، عوارض مسطحاتی تا ۲۵۵ کد شده بودند و زمینه آنها کدصفربود. این‌دوفایل ازقطعات‌گوناگون درست شده‌بودندتاتصویر منفردی باپیکسل (Pixel)به‌اندازه ۴± مترتبه‌وجودآورند. البته‌در همان زمان، مقداری نویز (Noise) در هنگامی که اسکنینگ فیلم KVR-1000 به‌وجود می‌آید که‌تصویرموردا‌ستفاده فیلتر SIGMA در اینترگراف (Intergaph) ISI-2 را فیلترایز می‌نماید. نهایتاً تصویر Spot XS از شهر ورشو در سی‌ام ماه July سال ۱۹۹۲ م به دست آمد وخریداری گردید تا این مجموعه داده‌ها را تکمیل نماید. با داشتن داده‌های خام لازم شد که آنها را از لحاظ هندسی تصحیح نمایند. در گام بعدی، مجموعه‌ای از ۱۸۰ نقطه کنترل زمینی که دارای دقّت خوب و توزیع مناسبی بودند و به‌طور همزمان برروی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵،۰۰۰ ودرتصاویر KVR-1000 طراحی‌وانتخاب گردیدند. و این کار با استفاده از یک جدول رقومی[8] و یک مجموعه نقاط جمع‌آوری خیلی مناسب در ISI-2 وتقریب کمترین مربّعات به‌دست‌آمده، دو معادلات چند جمله‌ای از درجه دوم در Y وX برای ثبت‌کردن تصویر KVR-1000، روی نقشه صورت گرفت. ویک انترپولاسیون (Interpolation) دو خطی[9] به روش نمونه‌برداری انتخاب شد تا یک تصویر ترمیمی جدید با اندازه پیکسل (Pixel) ۵/۸ متر را به‌وجود آورد. دقّت تصحیح هندسی حداقل کمتر از نیم پیکسل بود. سپس، مجموعه جدیدی از ۱۵۰ نقطه کنترل جمع‌آوری شده از بین تصویر KVR-1000 ترمیم شده و یک نوار[10] Spot XS ثبت کننده و این تصویرها از معادلات چند جمله‌ای ازدرجه دوم استفاده کردند. روش نمونه‌برداری انترپولاسیون دوخطی به کار گرفته شد تا نوارهای جدید XS را به‌وجود آورد که در آنجا اندازه پیکسل از ۲۰متر به ۵/۸ متر تغییر کرد چنانچه در تصویر KVR-1000 مشاهده شده



نگارهٔ ۱ نمودار جریانی پروسه بازنگری نقشه توپوگرافی

بود. ضریب ارتباط ۰/۹۷ با دقّت بالا و مناسب از هر دو تصویر جدید، باعث اطمینان شد. همچنین اقدام دیگری برای تصویر نقشه توپوگرافی رقومی به کار رفت تا پیکسلهای جدید به اندازه ۵/۸ متربه دست آید. در این حالت روش نمونه‌برداری نزدیک‌تر و مجاور آن به کار گرفته شد تا از به‌وجود آمدن اندازه‌های پیکسل غلط جلوگیری کند. پنج تصویر، با پیکسل یکسان که به‌طور صحیح با همدیگر ثبت شده بودند در دسترس بود. بعد از کنتراست و زیاد نمودن عوارض توپوگرافی از XS و نوارهای KVR-1000، یک تصویر ترکیبی با رنگ کاذب با XS3 در کانال قرمز، KVR-1000 در کانال سبز، و XS2 در کانال آبی تشخیص داده شد.

در این حالت تصمیم گرفته شدتا XS1 را حذف نمایند. این تصویر RGB ازشهرورشوجهت چاپ یک پوستر (Poster) درمقیاس ۱:۲۵،۰۰۰ استفاده شد. سپس، تصویر نقشه توپوگرافی رقومی به صورت رنگ سفید

برروی هریک از سه نوار از تصویر رنگی که در عملیات منطقی OR استفاده می‌شود بررسی شد. این عمل به وسیله چاپ یک پوستر دیگری که لایه توپوگرافیکی درسال ۱۹۸۳ م را با تصویر ماهواره‌ای دقّت بالا از شهر ورشو که در سال ۱۹۹۱ م به دست آمده است نشان می‌دهد تکمیل گردید.

به روز درآوردن نقشه

بااستفاده‌ازاین‌تصویرلایه‌گذاری‌مشخص گردیده در قدم قبلی، اکنون به‌روزدرآوردن‌لایه مشکی ازنقشه‌های توپوگرافی‌قدیم‌مربوط‌به سال ۱۹۸۳م از شهر ورشو ممکن و مقدور می‌باشد. برای انجام این کار، یک نرم‌افزار ترسیمی با قدرت نمایش تصویررستری در همین زمینه توصیه می‌شود. این به روز درآوردن مربوط به نقشه‌های با مقیاس ۱:۵۰،۰۰۰ می‌باشد. امّا برای نقشه‌های مقیاس تا ۱:۲۵،۰۰۰ هم می‌توان با خطاهای متریک قابل قبول به‌کار برده شود. با این تصویر در زمینه، آسان است که عوارض توپوگرافی غیرنقشه‌ای را که برروی تصویر ماهواره‌ای قابل رؤیت هستندترسیم کنیم. بعضی ازنمونه‌های گرفته شده از قسمتهای مختلف از منطقه شهر ورشو در نگاره‌های ۲ تا ۵ ارایه گردیده‌اند. در هر یک از این نگاره‌ها، KVR-1000 و Spot XS3 به ترتیب درگوشه‌های چپ بالا و راست بالا نشانداده شده‌اند. درگوشه پایین سمت چپ نقشه‌ای که در سال ۱۹۸۳ م تکمیل شده است را نشان می‌دهد در حالی که نقشه جدید به روز درآمده در گوشه راست سمت پایین ارایه گردیده است. نگارهٔ ۲ نمونه‌ای از یک رشد شهری را نشان می‌دهد که نیاز به تکمیل نمودن نقشه‌های جدید را خاطر نشان می‌سازد.

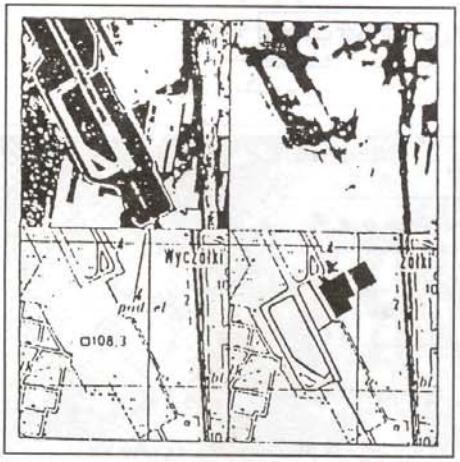
برپایه تصویر با دقّت بالا از جمله داده‌های KVR-1000، ما می‌توانیم با مقایسه نقشه قدیمی،ناحیه جدید شهری‌که بین سالهای ۱۹۸۳ م و ۱۹۹۲ م ساخته شده است را ببینیم. بنابراین نقشه مزبور باید به روز درآمده وآن می‌تواند به طور دستی با افزودن عوارض جدید توپوگرافی نسبت به عوارض موجود قبلی انجام گیرد.

یک نرم‌افزار خاصی مانند Intergraph ISI-2 جهت تکمیل نمودن این نوع کار مورد نیاز است. نگارهٔ ۳ مثال دیگری است که ساختمانهای جدید و باندهای فرودگاه که کجا هستند؟ و چه ویژگیهایی دارند؟ در گستره جدید منطقه فرودگاه و ضرورت به روز درآوردن نقشه را تایید می‌کند. نگارهٔ ۴ نمونه‌ای است از اینکه یک بزرگراه جدید ساخته شده میان جزئیات نقشه قدیمی و تصویر به‌دست آمده ارایه شده است. در اینجا همچنین به روز درآوردن، می‌تواند به‌وسیله ترسیم نمودن از روی تصویر ترکیب رنگی ساخته شود. از طرف دیگر نگارهٔ ۵ نتیجه اقدام اتوماتیک برای به دست آوردن عوارض نقشه‌ای جدید را نشان می‌دهد. این یکی در منطقه فرودگاه به کار رفته است. اطراف باند فرودگاه گرفته شده از تصویر KVR-1000 که با زیاد نمودن یک لبه فیلتر استفاده کرده است. سپس یک آستانه اجازه داد که یک تصویر Binary به دست آید که برروی آن یک فیلتر محافظ عوارض خطی[11] به کار برده شد. نتیجه در سمت چپ نگاره نشانداده شده است که با نقشه قدیمی در طرف راست مقایسه شود.

اشاره‌ها و نتایج

نمودار جریانی[12] روش‌شناسی کامل در نگارهٔ ۱ ارایه گردیده است.

نگارهٔ (۲) : منطقه جدید الاحداث در شهر ورشو:
بالا سمت چپ : تصویر KVR-1000 سال ۱۹۹۲ م.
بالا سمت راست : تصویر Spot XS3 سال ۱۹۹۲ م.
پایین سمت چپ : نقشه توپوگرافی قدیمی سال ۱۹۸۳ م.
پایین سمت راست : نقشه توپوگرافی به روز شده



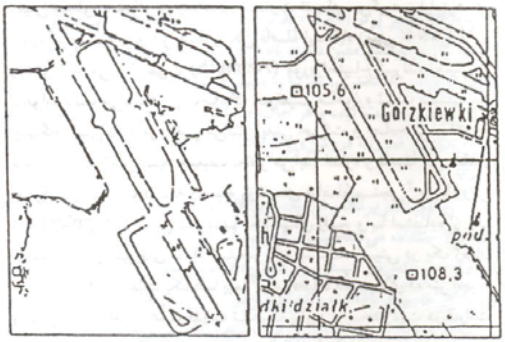
نگارهٔ (۳) : ساختمان جدید و باند فرودگاه منطقه:
بالا سمت چپ : تصویر KVR-1000 سال ۱۹۹۲ م.
بالا سمت راست : تصویر Spot XS3 سال ۱۹۹۲ م.
پایین سمت چپ : نقشه توپوگرافی قدیمی سال ۱۹۸۳ م.
پایین سمت راست : نقشه توپوگرافی به روز شده

آن با اسکن نمودن فیلم نقشه‌های قدیمی شروع و با چاپ نقشه‌های جدید پایان می‌یابد. تصاویر KVR-1000 دارای دقّت خوب هندسی هستند و می‌توانندبادقّت mp=±۰/۳ میلی‌متراستفاده شوند تانقشه‌های توپوگرافی تامقیاس ۱:۲۵،۰۰۰ رابه هنگام نمایند. اگر دقّت بالاتر مورد نیاز باشد، باید مختصّات نقاط کنترل زمینی از طریق مثلث‌بندی هوایی و یا اندازه‌گیری توسط سیستم GPS بر روی زمین انجام شود. داده‌های Spot XS منابع ارزشمندی هستند برای اطلاعات رنگی اضافی که به اپراتور (Operator) کمک می‌نمایند تا عوارض توپوگرافی جدید را ترسیم کند. کنتراست در قسمتهای مختلف از تصویر می‌تواند به منظور افزایش بهتر عوارض محلی گسترش یابد. ترسیمهای عوارض شهری جدید می‌توانند به آسانی تفسیر شوند و از تصویر به نقشه‌های توپوگرافی رقومی انتقال یابند.

جهت استفاده کامل از KVR-1000 و تصاویر SPOT چندطیفی با نقشه‌های توپوگرافی رقومی ، پرسنل خوب تعلیم دیده و همچنین سخت افزارهای پیچیده و نرم افزارها مورد نیاز است. این امر امکان پذیر بود تا دقّت خوبی به دست آورد که بعد از تصحیح هندسی با استفاده فقط از نقشه‌های توپوگرافی و جمع‌آوری نقاط کنترل زمینی به سبب کاملاً مسطح بودن منطقه شهر ورشو کار آن آسان بوده است.

برای یک منطقه تپه‌ای بهتر است یک DTM داشت.

نگارهٔ (۴) : بزرگراه جدید و ساختمانهای احداث شده در منطقه Marymont شهر ورشو
بالا سمت چپ : تصویر KVR-1000 سال ۱۹۹۲ م.
بالا سمت راست : تصویر Spot XS3 سال ۱۹۹۲ م.
پایین سمت چپ : نقشه توپوگرافی قدیمی سال ۱۹۸۳م.
پایین سمت راست : نقشه توپوگرافی به روز شده



نگارهٔ (۵) : باند فرودگاه جدید و نقشه قدیمی توپوگرافی:
سمت چپ : باند فرودگاه گرفته شده از تصویر KVR-1000 که با استفاده از زیاد کردن و بالابردن لبه، آستانه و به‌کارگیری فیلتر محافظ عوارض خطی بوده است.
سمت راست: نقشه توپوگرافی سال ۱۹۸۳ م.

قدردانی

این بررسی و تحقیق، قسمتی از مطالعات مشترک لهستان - بلژیک می‌باشد که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و به منظور به روز درآوردن نقشه‌های توپوگرافی است که با حمایتهای نخست‌وزیر و دفتر خط مشی علمی بلژیک انجام گرفته است. □

منابع

1) Denis,M.P. 1988. Generai Satellite Image Map, Thematic Mapping form Satellite Imagery (an International Report). (ed)j. Denégre, International Cartographic Association , Paris, pp. 6-9.

2)Engberg A.G., 1992. Gvaluation of SOPT data for topographic map revision at the National Land Survey of Eweden, In 17 th ISPRS Congree, Washington.

3) Kaczynski , R. and j. Konieczny, 1988. High resolution sovict space photographs for topographic mapping, In 16 th ISRS Congress, Kyoto 1988.

4) Paulsscn, B., 1992. SPOT data for Urban Land Cover Mapping and Road Map Revision, ISPRS Archives, Vol. 29 , Part B4. pp. 352-357.

5) Riess,A.,J.Albertz, R. Sollner and R. Tauch, 1993. Neue hochaulfösende Statelienbildaten aus Rusland, ZPF 1, pp.42-47

پاورقی:

1) Analogical methods	7) Aperture
2)Institute of Geodesy and Cartography in Warsaw	8)Digitizing table
3) Belgian - Polish S&T Cooperation	9) Bilinear
4) Board (s)	10) Band
5) Exa Tape	11) Linear Features Preservation filter
6) Layery	12) Flowchart