بهره گیری از مزایای بالقوه فتوگرامتری رقومی: با ارائه مثالهای کاربردی

نویسندگان: C. T. HILL,ZHILINLI - علی عزیزی و M. J. CLARK

این مقاله درگردهمایی thompson که در دانشگاه york در تاریخ بیست و نهم مارس ۱۹۹۲ برگزار شده ارائه گردیده است.

چکیده

در این مقاله روشهای بهره‌برداری از مزایای بالقوهٔ فتوگرامتری رقومی با هر دو جنبهٔ اجرایی و کاربردی آنان بحث می‌شود.در مورد اوّل روش ساده اما مؤثری در بهبود کنتراست تصویر براساس درجه بندی۱ کل تصویر به سطوح روشنایی دلخواه به جای روش تهیه هیستو گرام۲ سطوح روشنائی شرح و ارائه داده شده و همچنین کد گذاری، دریافت و بازدهی داده ها بیان می‌شود. در مورد دوم مثالهائی از علوم محیط زیست ارائه شده است.

پیشگفتار

به خوبی روشن شده است که فتوگرامتری یک تکنولوژی ضروری برای به دست آوردن داده‌های فضایی است و فواید بالقوهٔ آن نیز کاملاً شناخته شده است. علاوه بر استفاده در تهیه نقشه توپوگرافی، فتوگرامتری کاربردهای وسیعی در مهندسی و صنعت از جمله در زمین شناسی، جنگلبانی، ژئوفیزیک، معماری، پزشکی، دید ماشینی۳ و نظایر آن دارد. در تعدادی از این زمینه‌های کاربردی، بهره‌گیری از این مزایا چنان توسعه یافته است که کلمات ویژه‌ای نظیر فتوگرامتری معماری و فتوگرامتری اشعه X به وجود آمده اند. اگرچه دوره رقومی به فتوگرامتری پتانسیلی برای ارائه مزایای قابل ملاحظهٔ بیشتری دارد (Petrie ۱۹۸۳ و Gruen ۱۹۸۹) اما بسیاری از آنها هنوز به طور کامل چه از لحاظ تئوری یا عملی مورد بهره‌برداری قرار نگرفته اند. یکی از اهداف این مقاله ارائه توضیحاتی در این موارد است. به زبان دقیقتر این مقاله برمبنای فعالیتهای انجام شده در مؤسسه Geo Data دانشگاه Southampton که مشغول بهره‌برداری از فتوگرامتری رقومی است می‌باشد. مؤسسه GeoData مرکزی برای انجام تحقیقات در مسائل محیط زیست و GIS (سیستمهای اطلاعات جغرافیایی) است و بدین جهت فعالیتهایش در فتوگرامتری رقومی تکیه برجنبه عملی، توسعه و کاربرد آن دارد. در این مقاله، ابتدا بحث مختصری درباره مزایای بالقوه فتوگرامتری در حیطه رقومی آن ارائه می‌شود و سپس توضیحاتی درباره تعدادی از روشهای عملی به کارگیری این مزایا بیان می‌شود. در پایان مثالهای مختصری در مورد کاربرد فتوگرامتری رقومی در حل پاره‌ای از مسائل مربوط به محیط زیست ارائه می‌شود.

مزایای فتوگرامتری رقومی

به خوبی شناخته شده است که فتوگرامتری از مرحلهٔ آنالوگ به مرحله رقومی آن ارتقاء یافته است این فرآیند تغییرات بسیاری در مشخصه‌های فتوگرامتری به وجود آورده است. باید توجه نمود که فتوگرامتری بتدریج اما به طور کامل به صورت رقومی درخواهد آمد. در فتوگرامتری آنالوگ عکسهای هوایی و دستگاههای تبدیل آنالوگ برای دوباره سازی مدل و تولید «نسخه سخت»[4] به کار گرفته می‌شوند. بنابراین سه مرحله که می‌توانند به اصطلاح دارای «سختی»[5] باشند، وجود دارد. جزء ورودی، جز دوباره سازی مدل و جزء خروجی.

در فتوگرامتری نیمه تحلیلی، به عنوان جایگزینی برای «نسخه سخت»، مختصات رقومی مدل فضایی توسط رمزکننده‌های[6] رقومی ضبط می‌شوند در نتیجه «سختی» در اجزاء خروجی برطرف می‌شود.

درفتوگرامتری تحلیلی، مختصات نقاط تصویر بر روی عکسهای آنالوگ اندازه گیری شده و به صورت رقومی ضبط می‌شوند اما مختصات مدل فضایی (عوارض) از طریق محاسبه با کمک مدلهای ریاضی و کامپیوتر حاصل می‌شود، درنتیجه «سختی» در هر دو جزء خروجی و دوباره سازی مدل حذف می‌شود.

در حیطه رقومی، آخرین جزء «سخت» در فتوگرامتری، یعنی عکسبرداری، نیز «رقومی» (نرم)[7] شده و بدین لحاظ هم اکنون از اصطلاح فتوگرامتری رقومی[8] استفاده می‌شود. حذف «سختی» موجب مزایای بالقوه بسیاری می‌شود از قبیل بهبودی در دقت، قابلیت انعطاف بهتر، امکان پردازش بیشتر و کاهش در قیمت (Petrie - ۱۹۸۳). مهمترین مزیت ممکن است قابلیت انعطاف بیشتر باشد. هر زمان که یک مرحله از «سختی» حذف می‌شود درجه‌ای به قابلیت انعطاف افزوده می‌گردد. جدول ۱ خلاصه‌ای از تغییرات مشخصه‌ها را در فرآیند رقومی شدن، نشان می‌دهد.

جدول ۱ مشخصه‌های فتوگرامتری درمراحل مختلف تکامل

مراحل تکامل	اجزاء ورودی	اجزاء مدل	اجزاء خروجی	درجه سختی	درجه انعطاف
آنالوگ	سخت	سخت	سخت	۳	۰
نیمه‌تحلیلی	سخت	سخت	رقومی	۲	۱
تحلیلی	سخت	رقومی	رقومی	۱	۲
رقومی	رقومی	رقومی	رقومی	۰	۳

به عبارت دیگر، فرآیند رقومی نمودن انعطاف زیادی در اخذ، ارائه و اجرای داده ها به وجود می‌آورد. این موضوع در وهله اول بدین معنی است که تصاویر ویدئوئی، عکسهای مایل و غیر استاندارد بدون هیچ مشکلی در فتوگرامتری رقومی قابل استفاده هستند. برای مثال نگاره ۱، یک تصویرویدئوئی گرفته شده از درون هلیکوپتر است. این نوع تصویر، هم‌اکنون به عنوان یک ورودی استاندارد برای سیستمهای فتوگرامتری رقومی مورد قبول قرار گرفته است. به علاوه خروجی در فورمتهای مختلف می‌تواند ارائه شود، روشهای بهبود کیفیت تصویر می‌توانند به راحتی مورد استفاده قرار گیرند و دوباره سازی مدل یا اجرای انواع سیستمها به انحاء مختلف قابل انجام هستند.

بهره‌برداری عملی از مزایای فتوگرامتری رقومی

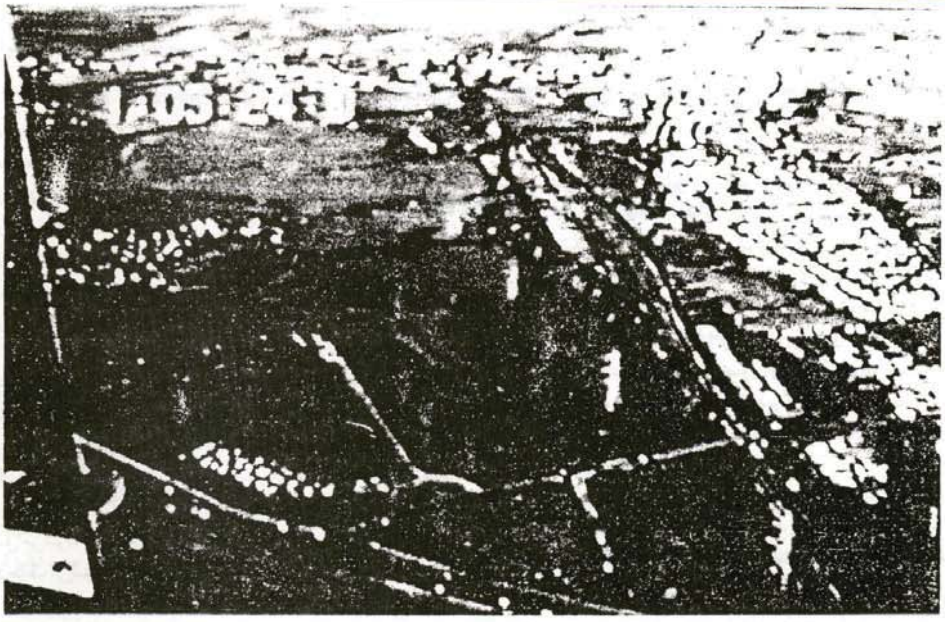
در مؤسسه GeoData یک سیستم فتوگرامتری رقومی برمبنای یک کامپیوتر شخصی(PC) برای ترکیب فتوگرامتری و GIS تکامل یافته است. شرحی از نسخه اولیه(غیر برجسته-تک عکس) این سیستم توسط عزیزی و دیگران ارائه شده است (۱۹۹۱). از آن زمان برخی پیشرفتها درآن به وقوع پیوسته، از جمله معرفی تعدادی توابع تصویرپردازی و مدل سازی رقومی زمین که باعث شده بهبود کیفیت تصویر و تولید ارتوفتو چنانچه مورد درخواست باشد، درحال حاضر امکان پذیر گردد، اگرچه هدف این بخش ارائه جزئیات این سیستم نیست اما درباره جنبه‌های کاربردی ودست آوردهای نظری آن بحث می‌شود.

بهبود کنتراست تصویر به کمک درجه بندی سطوح روشنائی آن یکی از عوامل مؤثر درکیفیت تصویر کنتراست آن است. تغییر دادن سطوح روشنائی یک تصویر داده شده، روشی ساده به نظر می‌رسد اما به طور اعجاب‌آوری در بهبود کیفیت تصویر مؤثراست، تکنیک استانداردی که در کتابها و متون راهنمای پردازش تصویر موجود است و درسیستمهای پردازش تصویر اجرا می‌شود مستلزم اجرای مراحل زیر است.

۱) استخراج آمار سطوح روشنائی کل پیکسلهای تصویر داده شده؛
۲) تهیه یک هیستوگرام از این آمارها؛
۳) اصطلاح هیستوگرام به طور دلخواه؛
۴) تولید و ارائه تصویر خروجی برطبق هیستوگرام جدید؛
۵) تکرار مراحل ۳ و ۴ تا تصویری با کنتراست دلخواه تولید شود.

این تکنیک معایب بسیاری دارد، مثلاً اگر تصویر نسبتاً بزرگ باشد زمان زیادی جهت استخراج آمار مورد نیاز صرف می‌شود، که درآن هنگام عامل باید منتظر بماند. چنین حالتی از نظر اجرائی نامطلوب است درنتیجه ارائه یک روش کاملتر که به عامل کنترل بیشتری در هردوزمینه پردازش عملی و تعیین کیفیت نتایج خروجی را بدهد، می‌تواند سودمند باشد.

نگاره(۱) یک تصویر ویدئوئی مایل که از درون هلیکوپتر توسط سازمان ملی آب بریتانیا(ناحیه رودخانه Thames) به عنوان ثبت مناطق سیل گرفته در زمان وقوع سیل تهیه شده است. کیفیت این تصویر بسیار ضعیف است زیرا در شرایط نامساعد آب وهوایی گرفته شده است. مشخصه اصلی روش جدید درجه بندی سطوح روشنائی تصویر به جای تهیه یک هیستوگرام است. در این روش عامل آگاهی بیشتری از توزیع سطوح روشنائی[9] در کل تصویر دارد ودرنتیجه می‌تواند تصمیم صحیح در چگونگی اصلاح آنها اخذ نماید. البته اگر کلیه پیکسلهای موجود در یک تصویر نیاز به اصلاح داشته باشند تقسیم‌بندی سطوح روشنایی آن عملی وقت گیر بوده و درنتیجه روش مذکور در عمل بازدهی خوبی نخواهد داشت. بنابراین باید از روش دیگری برای تقسیم‌بندی سطوح روشنایی که دارای همان نتایج است بهره



نگاره ۱

برداری نمود. در عمل می‌توان به آسانی بااصلاح صفحهٔ درجه بندی رنگها[۱۰] به جای تغییر دادن سطوح روشنایی، همین کار را انجام داد.

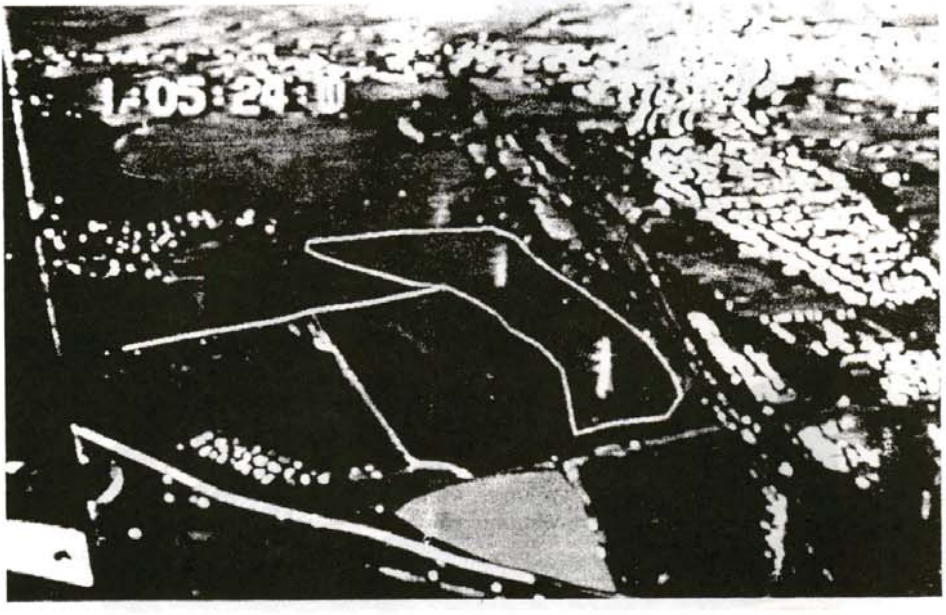
ترمیم هندسی و کدگذاری[۱۱] توپولوژیک[۱۲] عوارض

با نگرش به اخذ اطلاعات با روش فتوگرامتری، می‌توان بیان کرد که در مراحل اولیه تکامل فتوگرامتری، «ترسیم»[۱۳] می‌تواند به عنوان مشخصه اصلی متد فتوگرامتری در کسب اطلاعات درنظر گرفته شود. این امر به خصوص در مورد فتوگرامتری آنالوگ صادق است. اگرچه درفتوگرامتری نیمه تحلیلی، تاکید براین جنبه ضعیف شده و ضبط رقومی مشخصه دیگری از آن به شمار می‌آید، در حالی که در فتوگرامتری تحلیلی «محاسبه»[۱۴] مشخصه اصلی می‌باشد. حال سؤال مهمی پیش می‌آید که «مشخصه اصلی فتوگرامتری رقومی چیست» ؟ با توجه به قابلیت زیاد فتوگرامتری رقومی و ضرورت ترکیب آن با CAD و GIS، می‌توان بیان کرد که ترمیم هندسی همراه با کدگذاری عوارض براساس توپولوژی مشخصه اصلی گردآوری داده‌های فتوگرامتری رقومی است. این فرآیند ترمیم هندسی و کدگذاری عوارض به صورت دستی و خودکار قابل انجام است. در فرآیند ترمیم هندسی و کدگذاری توپولوژیک، عوارض کدگذاری شده و کدهای مشخصی به آنها معرفی می‌شود. این عوارض می‌توانند برروی تصویر با علائم مشخصی منطبق شوند[۱۵]. نگاره ۲.

نگاره (۲) عوارض با استفاده از امکانات گرافیکی گوناگون کدگذاری می‌شوند. این مثال مرحله اولیه‌ای از کدگذاری با توپولوژی کامل را نشان می‌دهد.

ارائه داده‌ها از طریق برقراری ارتباط مستقیم بین سیستمها

نقشه سازی توپوگرافی و اخیراً DIM (مدلسازی رقومی زمین) همیشه و جزو محصولات اصلی فتوگرامتری بوده‌اند که معمولاً نتایج آنها در نظر گرفته می‌شوند. به طور نسبی مقالات فتوگرامتری نادری به ارتباط با سایر سیستمها پرداخته‌اند. اگر چه شواهد بسیاری بیانگر این است که ترکیب داده‌های فتوگرامتری رقومی با سایر داده‌های فضایی، یک موضوع ضروری است، بنابراین چگونگی این ارتباط نیز موضوع مهمی برای بررسی خواهد بود. خروجیهای یک سیستم فتوگرامتری رقومی هم به صورت داده برداری و هم به صورت داده را ستری می‌تواند باشد. اولی مشتمل برنقاط، خطوط و سطوح (چندضلعی) است درحالی که دومی شامل تصاویر ترمیم شده و تصاویری که به صورت جزء به جزء ترمیم شده‌اند، نیز می‌باشد. با سیستم فتوگرامتری (GeoData) هردونوع از این داده‌ها می‌توانند با فورمتهای گوناگون ارائه و مستقیماً به میز ترسیم، سیستمهای GIS، سیستمهای پردازش تصویر و غیره انتقال یابند. چنین ارتباط مستقیمی بین سیستمهای رقومی می‌تواند به عنوان یکی دیگر از مشخصه‌های کلی با



نگاره ۲

ارزش فتوگرامتری باشد.

کاربرد فتوگرامتری در علوم محیط زیست

درزمینه تحلیل محیطی، غالباً یک نیاز اولیه برای طبقه بندی و تعریف زیستگاه یا مرزهای طبیعی که مرجع اطلاعاتی نقشه‌ای برای آنها موجود نیست، وجود دارد.برای تعیین این حدود، تکنیکهای فتوگرامتری ثابت کرده که یک وسیله اقتصادی و با صرفه از لحاظ زمانی بوده و با حداقل زمانی برابر با نقشه برداری زمینی با مقیاس تصویر مناسب می‌باشد. اگرچه ممکن است در مرحله ثبت جزئیات و طبقه‌بندی آنها به نقشه‌برداری زمینی نیاز باشد. در عمل کاربرد تکنیکهای فتوگرامتری رقومی در مطالعات محیطی به دو صورت تحقق یافته است.

الف) تهیه نقشه از حدود طبیعی و زیستگاهها؛

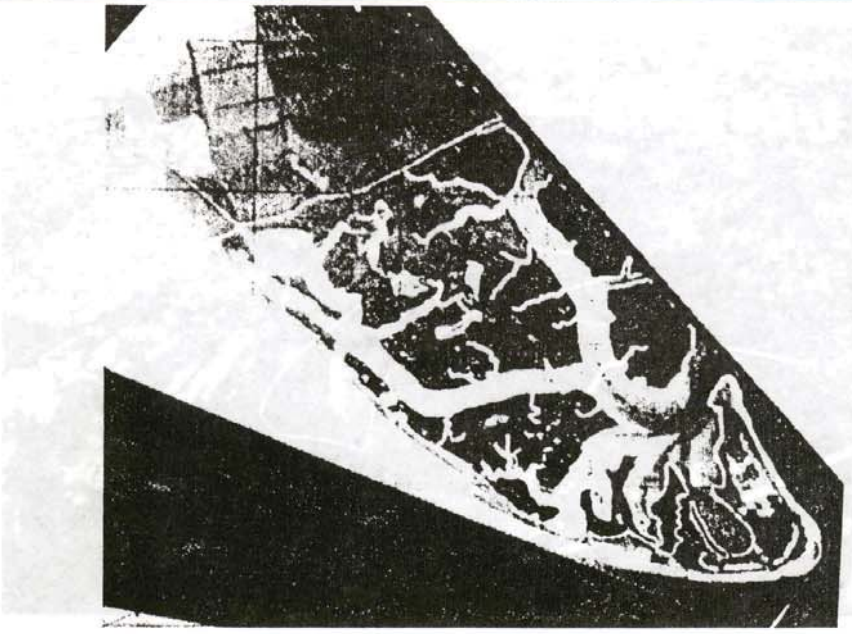
ب) ورود داده‌های حدود و مرزها به GIS برای تحلیل تغییرات محیطی.

تهیه نقشه از حدود طبیعی و زیستگاهها: مقابله با سیل

با توجه الزامات قانونی برای ثبت سیل زدگی در دوره‌های مختلف برگشت آب جهت تعیین مناطق در معرض خطر، نیاز به تهیه نقشه از آبهای ایستاده روی زمینهای وسیعی، آشکار می‌شود. نگاره۱- نمونه‌ای از یک تصویر ویدئوئی که به منظور تهیه این گونه «نقشه» گرفته شده می‌باشد.

روشهای غیرخودکار موجود برای انتقال اطلاعات از تصاویر هوایی مایل یا تصاویر ویدئوئی وقت‌گیر هستند. همچنین این روشها متکی به واسطه‌یابی براساس قضاوت عامل از مختصات عوارض مشترک در نقشه‌های موجود می‌باشد(۱۹۹۱، عزیزی و دیگران)، روشهای فتوگرامتری رقومی در استخراج حدود برداری رقومی یا مناطق سیل زده راستری از تصاویر رقومی شده و یاتصاویر ویدئوئی بسیار کارا هستند و موجب افزایش قدرت تفکیک و دقت تعیین نسبت به روشهای جاری می‌گردند(Clark ۱۹۹۰ و دیگران) و امکان انتقال مستقیم به سیستم شبکه کشوری و ارسال رقومی آن را فراهم می‌کنند. مشکلات باقیمانده بیشتر در مورد تشخیص نقاط کنترل زمینی تحت شرایط اجرائی هستند تا ایجاد خصوصیات مورد نظر در نرم‌افزارهای فتوگرامتری.

نگاره (۳) - یک عکس هوایی مایل رقومی شده که در سال ۱۹۲۴ گرفته شده، برمبنای شبکه کشوری بریتانیا، که از آن حدود و مناطق مردابی و باتلاقی برای مطالعه وضعیت و میزان تغییرات اراضی مورد طغیان آن استخراج گردیده است.



نگاره ۳

نگاره (۴) حدود استخراج شده از نگاره ۳ که به SPANS GIS برای تحلیل انطباقی ارسال می‌شود. ارسال داده‌های مرزی رقومی به GIS برای تحلیل تغییرات محیطی تحلیل تغییرات ساحلی.

تحلیل میزان تغییرات زیستگاههای طبیعی متکی به داده‌های پیوسته و مبتدی است که می‌توان براساس آن به تحلیل و سنجش خسارات و باقیمانده‌های منطقه پرداخت. فقط مناطق بسیار نادری وجود دارند که برای آنها داده‌های نقشه‌ای با مقیاس مناسب یاتفکیک اراضی مشخص موجود است و اکثراً نمی‌توان برای آنها چیزی جز طرحی کلی از تغییرات تهیه نمود. قابلیت استفاده از عکسهای هوایی مایل و یا نزدیک به قائم و تصاویر ویدئوئی درفتوگرامتری رقومی موقعیتی برای تحقیق درزمینه چگونگی و میزان تغییرات مناطق مورد طغیان آب و تهیه نقشه‌های رقومی برای مناطق فاقد آن فراهم می‌نماید. به عنوان یک مثال، حفره Hurst Castle واقع در مدخل غربی خورSolent در جنوب انگلیس در تاریخ خود جابه جائی و تغییرات زیادی را نشان می‌دهد(۱۹۸۷ Hooke,Riley). در حالی که نقشه این حفره ساحلی به خوبی تهیه شده ولی حرکت متقابل باتلاق Keyhaven که در پناه آن انجام گرفت کمتر ازآن به ثبت رسیده است درحالی که از نظر زیست شناسی مورد توجه خاص است. مشخص شده است که این باتلاقها به دلیل پوشش گیاهی Spartina در حال عقب نشینی هستند. دراین طرح عکسهای هوایی مایل، مورد مطالعه و استفاده قرار گرفتند. نگاره(۳) یک عکس هوایی رقومی شده از مناطق باتلاقی و مردابی که در سال ۱۹۲۴ گرفته شده و مرجوع به شبکه کشوری است را نشان می‌دهد. حدود باتلاقی و خورها با استفاده از سیستم فتوگرامتری رقومی GeoData رقومی شدند(نگاره ۳و۴). بهمین نحو این حدود در سالهای بعدی نیز می‌تواند استخراج شود. سپس این مجموعه داده‌های حدود، به عنوان ورودی به SpansGIS ارسال شدند و در آنجا با انطباق حدود رقومی سالهای مختلف روی هم با دقت بهتری می‌توان به میزان تغییرات آنها و تحلیل تغییرات مناطق باتلاقی دست یافت.

نتایج پایانی

افزایش توجه به فتوگرامتری رقومی از اوایل دهه ۱۹۸۰ آغاز گشت و تلاشهای بین‌المللی مهمی در زمینه تحقیقات تئوری و تکامل سیستمی انجام گرفت (Dowman و دیگران و Leberl و دیگران ۱۹۹۲).

در نتیجه پیشرفتهای مهمی در به کارگیری مزایای بالقوه فتوگرامتری به وقوع پیوسته و سیستمهای متعددی تکامل یافته‌اند. اگرچه ظاهراً به علت هزینه بالا و شاید سایر مسائل تاکنون مورد پذیرش گسترده قرار نگرفته‌اند.(Dowman و دیگران ۱۹۹۲ و Boniface ۱۹۹۲). البته این هزینه بالا برای مطالعاتی است که محتاج دقت بسیار زیاد هستند درحالی که در بسیاری از زمینه‌های اجرایی یک چنین دقت پرهزینه‌ای در عوض این که یک عامل حمایت کننده باشد، بازدارنده است. در عوض کارپژوهشی که در GeoData انجام یافته بسیار عملی‌تر است و تلاشهای زیادی درجهت

نگاره ۴

کاهش هزینه، افزایش کارآیی و سهولت در ترکیب داده‌ها انجام شده است این‌ها مزایای بالقوه فتوگرامتری رقومی است که در این مقاله مورد بحث واقع شدند. اگر بخواهیم فتوگرامتری رقومی به صورت کاربردی درآید ضروری است این موضوعات در اولویت قرار گیرند. حقیقتاً با تکیه براینها، به کارگیری فتوگرامتری رقومی در مطالعات محیطی بسیار موفقیت آمیز بوده است.

منابع

AZIZI, A., CLARK, M. J. and DAVENPORT, J., 1991. Air photo or video inputs to vector or raster GIS AGI 91 Conference Papers. 1.20.1 - 1.20.5.

BONIFACEP, R. J., 1992. PRI'SM - Softcopy production of orthophotos and DEM. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 58(1): 91 - 94.

CLARK. M. J., GURNELL. A. M. CANDISH. C. and MILIS. D., 1990. Flood defence assessment through GIS. AGI 90 Conferenice Papers. 5.1.1 - 5.1.3.

DOWMAN. I. J., EBNER. H. and HEIPKE. C., 1992. Overview of European developments in digital photogrammetric workstations. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 58(1): 51 - 56.

GRUEN. A. W., 1989. Digital Photogrammetric Processing Systems: current status and prospects. Jbid., 55(5): 581 - 585.

HOOKE. J. and RILEY. R., 1987. Historical changes on the Hampshire coast 1870 - 1965. Department of Geography. Portsmouth Polytechnic. 59 Pages. (Unpublished.)

LEBERL. F., EBNER. H. and DOWMAN. I. (Eds)., 1992. Design issues of softcopy photogrammetric workstations. Special issue of Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 58(I): 49 - 115.

PETRIE. G., 1983 The philosophy of digital and analytical photogrammetric systems. Proceedings of 39th Photogrammetric Week. University of Stuttgart. 244 Pages: 53 - 68.

1 - Slicing
2 - Histogram
3 - Machine Vision
4 - Hardcopy
5 - Hardness
6 - Encoder
7 - Softened
8 - Soft copy Photogrammetry
9 - Density
10 - Palette
11 - Geocoding
12 - Topological
13 - Plotting
14 - Computation
15 - Superimposed