


سلسلة محكمة غير دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية

٥٢



أوجه التشابه والاختلاف وأفاق التكامل التقني
والمنهجي بين المساحة التصويرية
والاستشعار عن بعد

د. ظافر بن علي القرني



بحوث جغرافية



سلسلة محكمة غير دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية

٥٢

أوجه التشابه والاختلاف وأفاق التكامل التقني والمنهجي بين المساحة التصويرية والاستشعار عن بعد

د. ظافر بن علي القرني

جامعة الملك سعود - الرياض - المملكة العربية السعودية

١٤٢٢هـ - ٢٠٠١م

ISSN 1018-1423

Key title=Buhut gugrafiyya

● مجلس إدارة الجمعية الجغرافية السعودية ●

أ.د. عبد العزيز بن عبد اللطيف آل الشيخ	رئيس مجلس الإدارة.
أ.د. محمد شوقي بن إبراهيم مكسي	نائب رئيس مجلس الإدارة.
د. بدر بن عادل الفقيير	أمين السر.
د. عبد الله بن حمد الصليح	أمين المال.
د. عبد الله بن صالح الرقيبة	عضو مجلس الإدارة.
د. إبراهيم بن صالح الدوسري	عضو مجلس الإدارة.
د. إبراهيم بن محمد علي الفقي	عضو مجلس الإدارة.
د. محمد بن مفرح القحطانسي	عضو مجلس الإدارة.
د. خضران بن خضر الثبيتي	عضو مجلس الإدارة.

● ح الجمعية الجغرافية السعودية، ١٤٣٣ ●

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

القرني، ظافر بن علي

أوجه التشابه والاختلاف وآفاق التكامل التقني والمهجي بين المساحة التصويرية والاستشعار عن بعد-الرياض.

٤٩ ص، ٢٤×١٧ سم (سلسلة بحوث جغرافية، ٥٢)

ردمك: ١-٣٤٠-٣٧-٩٩٦٠

١- المساحة التصويرية أ- العنوان

ديوي ٥٢٦,٩٨٢ ٢٢/٤٨٣٥

رقم الإيداع: ٢٢/٤٨٣٥

ردمك: ١-٣٤٠-٣٧-٩٩٦٠





قواعد النشر

١- يراعى في البحوث التي تتولى سلسلة "بحوث جغرافية"، نشرها ، الأصالة العلمية وصحة الإخراج العلمي وسلامة اللغة .

٢- يشترط في البحث المقدم للسلسلة ألا يكون قد سبق نشره من قبل .

٣- ترسل البحوث باسم هيئة تحرير السلسلة .

٤- تقدم جميع الأصول مطبوعة على نظام MS WORD بينات النوافذ (Windows) على ورق مجسم A4، مع مراعاة أن يكون النسخ على وجه واحد، ويترك فراغ ونصف بين كل سطر وآخر بخط Arabic Traditional للمتن وبالخط Monotype Koufi للعناوين ، وبنط ١٦ أبيض للمتن وبنط ١٢ أبيض للهوامش «بنط أسود للكليات القرآنية والأحاديث الشريفة». ويمكن أن يكون الحد الأعلى للبحث [٧٥] صفحة، والحد الأدنى [١٥] صفحة.

٥- يرسل أصل البحث مع صورتين وملخص في حدود (٢٥٠) كلمة بالعتين العربية والإنجليزية.

٦- يراعى أن تقدم الأشكال مرسومة بالحبر الصيني على ورق (كلك) مقاس ١٨×١٣سم، وترفق أصول الأشكال بالبحث ولا تلتصق على أماكنها .

٧- ترسل البحوث الصالحة للنشر والمختارة من قبل هيئة التحرير إلى محكمين اثنين على الأقل - في مجال التخصص من داخل أو خارج المملكة قبل نشرها في السلسلة .

٨- تقوم هيئة تحرير السلسلة بإبلاغ أصحاب البحوث بتاريخ تسلّم بحوثهم . وكذلك إبلاغهم بالقرار النهائي المتعلق بقبول البحث للنشر من عدمه مع إعادة البحوث غير المقبولة إلى أصحابها .

٩- يسمح كل باحث أو الباحث الرئيسي لمجموعة الباحثين المشتركين في البحث خمساً وعشرين نسخة من البحث المنشور .

١٠- تطبق قواعد الإشارة إلى المصادر وفقاً للآتي :

يستخدم نظام (اسم / تاريخ) ويقتضي هذا النظام الإشارة إلى مصدر المعلومة في المتن بين قوسين باسم المؤلف متبوعاً بالتاريخ ورقم الصفحة. وإذا تكرر المؤلف نفسه في مرجعين مختلفين يذكر

اسم المؤلف ثم يتبع بسنة المرجع ثم رقم الصفحة. أما في قائمة المراجع فيستوجب ذلك ترتيبها هجائياً حسب نوعية المصدر كالتالي :

الكتب : يذكر اسم العائلة للمؤلف (المؤلف الأول إذا كان للمرجع أكثر من مؤلف واحد) متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الكتاب، فرقم الطبعة إن وجد - ثم الناشر، وأخيراً مدينة النشر .

الدوريات : يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان المقالة، ثم عنوان الدورية، ثم رقم المجلد، ثم رقم العدد، ثم أرقام صفحات المقال، (ص ص ٥-١٥) .

الكتب المحررة : يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الفصل، ثم يكتب (in) تحته خط، ثم اسم عائلة المحرر متبوعاً بالأسماء الأولى، وكذلك بالنسبة للمحررين المشاركين، ثم (محرر ed. أو محررين eds) ثم عنوان الكتاب، ثم رقم المجلد، فرقم الطبعة، وأخيراً الناشر، فمدينة النشر .

الرسائل غير المنشورة : يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة الحصول على الدرجة بين قوسين، ثم عنوان الرسالة، ثم يحدد نوع الرسالة (ماجستير/دكتوراه)، ثم اسم الجامعة والمدينة التي تقع فيها .

أما الهوامش فلا تستخدم إلا عند الضرورة القصوى وتخصص للملاحظات والتطبيقات ذات القيمة في توضيح النص .

تعريف بالباحث : د. ظافر بن علي القرني ، أستاذ مشارك، كلية الهندسة، القسم المدني، برنامج الهندسة المساحية، جامعة الملك سعود، الرياض .

ملخص

كاد كلُّ من علمي المساحة التصويرية والاستشعار عن بعد أن يشترك طريقاً مميزاً خاصاً به وذلك منذ بزوغ نجم تقنية الاستشعار عن بعد في النصف الأخير من القرن الميلادي المنصرم. فالمساحة التصويرية تنكئ على تاريخ علمي طويل حافل بالقياسات الهندسية والحسابات الرياضية التي من أهم مميزاتها الدقة العالية. والاستشعار عن بعد يتواءم مع معطيات التقنية الرقمية الحديثة، ويتوافر على مميزات كثيرة، منها: سعة المساحة التي يغطيها، وتنوع المعلومات التي تسهم في معرفة كثيرٍ من خصائص الأماكن المعنية بالدراسة. ولكن منذ ما يقارب عقداً من الزمن، ولأسباب تقنية عددها البحث، أخذ هذان العلمان في التداي والتقارب بشكل ملموس يجعل المرء لا يشك في إمكانية اتحادهما في تقنية واحدة في المستقبل المنظور. وقد تلمس البحث مظاهر تمايزهما، وأوجه التشابه والاختلاف بينهما، ومدى التقارب المطرد بين هذين العلمين أو هاتين التقنيتين، ودافعه الأساس. ثم عرّج على آفاق تكاملهما وممرته متخذاً من بوادر التقنية الحديثة مدخلاً لذلك. وقد خلص البحث إلى أن تنامي تكامل تقنيتي هذين العلمين سيؤول بهما إلى الاتحاد في تقنية واحدة في المستقبل المنظور.

المقدمة

تخضع العلوم والمعارف المختلفة لتغيرات كبيرة مفاجئة - أحياناً - سببها، في الأصل، التغيرات التقنية التي تطرأ على بيئتها بفعلها أو بفعل غيرها فيها. ولا ريب أن العلوم تسهم بدورها في التطور التقني الذي يؤول بها إلى التغيير. والهندسة المساحية بفروعها المختلفة تعد من أظهر العلوم تأثراً بالتقنية وتقلباتها. فالمساحة التصويرية (Photogrammetry) المشهودة اليوم، على سبيل المثال، مرت بتغيرات جذرية خلال مسيرتها العلمية التي تزيد عن قرنٍ من الزمن. ولو عاد المرء إلى هذا العلم قبل ثلاثين سنة من الآن، لعجب أشد العجب لما كان يلاقيه مستخدم تلك التقنيات آنذاك من معاناة في سبيل إنتاج الخرائط الطبوغرافية (Topographic Maps) وغير الطبوغرافية (Nontopographic Maps)، على الرغم من أنها تعد - في ذلك الحين - أسرع الوسائل وأسهلها في عملية إنتاج تلك الخرائط. وبعد القفزات التقنية التي حدثت في العقد الماضي، أصبحت تقنية المساحة التصويرية من أيسر التقنيات استخداماً وتوظيفاً. وقد يأتي زمن قريب ينظر أهله إلى تقنيات اليوم على أنها ضرب من العنت. وخيرٌ من يعرف التغيرات الطارئة على المساحة التصويرية هم أهلها والمهتمون بها، فأكرم من وهو أحد علمائها البارزين، يقول: إنه "مع توفر آلات التصوير الرقمية، والمعالجة الرقمية للصور، فإن المساحة التصويرية سوف تعمل في بيئة تختلف اختلافاً كاملاً عن سابقتها، بيئة متميزة بأجهزة (معدات)، وتقنيات، وطريقة تفكيرٍ مختلفة عن المؤلف" (Ackermann, 1991, p. 21). إن من يعرف تقنية الاستشعار عن بعد (Remote Sensing) ومجال عملها، وتقنياتها، وآلات تصويرها، وما تحاول أن ترمي إليه من تطوّر يشعر وكأن الباحث يريد أن ينقله إلى بيئة مشاهمة لها. وقول ميخائيل، وهو أيضاً من البارزين في علم المساحة التصويرية:

" لقد استفدنا من التطورات في الحقول الأخرى ذات التأثير الإيجابي على حقلنا، لكن لا يعني استغلالنا لهذه التطورات أننا نخلينا عن قدراتنا الذاتية" (Mikhail, 1999, p. 740). وليس هناك تخصص هو أقرب تناولاً إلى المساحة التصويرية من الاستشعار عن بعد. وما حصل ويحصل في تقنية الاستشعار عن بعد من تطوّر ليس بأقل مما هو حاصل في المساحة التصويرية. فعلى الرغم من أن المدى الزمني لاستخدامه - من منظور مساحي - لا يتجاوز ثلث قرن، إلا أنه خطا خطوات واسعة نحو تحسين دقة صورته، وقدرات لواقطه. وتأتي أهمية قفزاته التقنية من كونه يوفر معلومات لمساحات شاسعة من الأرض في وقت قصير وبصفة متكررة.

لئن كانت التقنيتان اختطتا في بدايتهما مسارين متباعدين نوعاً ما لاختلاف دقة كل منهما ومجال تطبيقاته، فإن الحال يختلف اليوم اختلافاً كبيراً. ولا غرابة في هذا، فبينهما من أوجه التشابه ما هو ظاهرٌ معلوم، فالصورة (Image) التي تسمى (Photo) في المساحة التصويرية التقليدية، هي اللبنة الأساس في كلا العلمين. ومن أهم فوائد هذه الصور استخدامها في إنتاج الخريطة على اختلاف أنواعها، فالخريطة، إذن، كالصورة مشترك بينهما. ولأن الخريطة تعد أساساً في أنظمة المعلومات الجغرافية (Geographic Information Systems, GIS)، فالتقنيتان تلتقيان أو تسهمان في هذه الأنظمة، وتظلان حاضرتين بحضور هذه الأنظمة فيما يتلو من عمليات. ولا يخفى أن هذه الصور والخرائط والتقنيات تفيد قطاعات كثيرة بحسب دقتها، فمنها ما يتعلق بالبنية التحتية للبلدان، ومنها ما يتعلق بما بعد ذلك من مشاريع مدنية وعسكرية لا حصر لها. وما زال المجال واسعاً أمام كلتا التقنيتين لترسيخ أسسهما العلمية والعملية في مجال إنتاج الخرائط، وفي غير ذلك من الأعمال ذات الصلة.

ولقد التفتت الدول المتقدمة تقنيًا في العتد الماضي إلى أهمية تكامل المساحة التصويرية والاستشعار عن بعد - إلى جانب غيرهما من التقنيات - في مشاريع شاملة من أجل الوصول إلى تقنيات مساحية ذات كفاءة عالية ومجدية، انظر مثلاً (Internet, 2000a, p. 1, ACSM Bulletin, 1997, p. 24-27, Welch, et al., 1995, p 1371).

لقد فتحت مثل هذه المشاريع المتكاملة الباب على مصراعيه لتطورات هائلة في علم عمل الخرائط، نرى إنجازاتها واحداً تلو الآخر. ولم تزل التوقعات تترى فيما سيكون عليه التقدم العلمي في هذا الفرع من المعرفة وروافده في المستقبل المنظور (Berlyant, 1998). وكل من كتب في هذا يتحرّج في التوقع خشية التأثر بما هو سائد من تقنية قد تأتي الأجيال اللاحقة بما ليس في الحسبان. فالمفاجآت كثيرة، ولقد رأينا طرفاً منها في أيامنا هذه، فالآلة تكاد تحل محل الإنسان في عملية إنتاج الخرائط وفي غيرها من الأعمال المساحية المهمة.

إن تطوّر مساري هاتين التقنيتين لجديرٌ بالدراسة والفهم، لعدة أسباب، منها: محاولة فهم تقنيتيهما، ومدى تقاربهما أو تنافرها، وتسارعهما نحو إنجاز الخرائط أتوماتيكياً (آلياً)، ومدى تكاملهما وإمكانية اتحادهما في تقنية واحدة، وغير ذلك من المسائل. لذا نحاول، في هذا البحث، تقصى أهم أوجه التشابه والاختلاف بين هذين العلمين أو التقنيتين، مبتدئين بلمحة موجزة عن كل منهما، ثم نركز على أوجه التشابه والاختلاف بينهما، من ثلاثة أوجه هي: المدخل (Input)، والمعالجة (Processing)، والمنتج (Output). فنعرّج على طبيعة التكامل الحاصل بينهما، وسببه وثمرته ومداه، متخذين من الشواهد التقنية القائمة - كأنظمة المعلومات الجغرافية (GIS)، والإنترنت - نافذة نطل منها على جانب مهم من هذه التطورات. وسوف

نستخدم، في هذا البحث، كلمتي تقنية وعلم استخدامًا تبادليًا للدلالة على كل من المساحة التصويرية والاستشعار عن بعد حيث هما علمان وتقنيتان في الوقت نفسه.

المساحة التصويرية والاستشعار عن بعد

إن من الجهل بقدرات الإنسان، وطبيعة فكره، وطريقة تفكيره، الإدعاء أن علمًا ما من العلوم بدأ بأمة من الأمم، ولم تسهم من سبقها من الأمم فيه بشيء. ومثل ذلك يمكن إطلاقه على الأفراد، فهم في الأخذ من بعضهم في المعارف والعلوم يمثلون الأمم أحسن تمثيل. لكن للمشاهد ما يرى، فتجد أمة عاملة بعمل أغلبية أفرادها، وأخرى خاملة بجمول معظم أفرادها، كما ترى فردًا عاملاً بما يفهم وآخر خاملاً وهو على علم. فالعبرة إذن هي بالمنجز ومكانه. أقول هذا، لأن مساهمة علمائنا المتقدمين في علم هو غربي الطابع اليوم لا تكاد تذكر، بالرغم من أهميتها. فلقد عرف العرب فيما عرفوا فكرة التصوير من خلال انعكاس اتجاه صورة الأهداف داخل بيت الشعر عندما تسقط صور أعيانها من خارج الخيمة على جدارها الداخلي، بفعل الأشعة من خلال الثقوب الضيقة فيها (Wolf and Dewitt, 2000, p. 17). ولمساهمات الحسن بن الهيثم في البصريات، والعدسات، والمناظير الأثر البين في تطوّر أساليب التصوير وطرقه وتقنياته. ويكفيه في هذا فخراً الإرشاد إلى أن الرؤية تتم حين سقوط الضوء من الأشياء على العين وليس العكس كما كانت النظرة اليونانية (انظر مثلاً طوقان، ص ١٦٧-١٧٢). ولعل العالم الإيطالي ليوناردو دا فنشي اطلع كغيره على أعمال ابن الهيثم قبل إنجاز إسهاماته المتميزة في هذا العلم. ولا تقتصر مساهمات علمائنا على هذين النمطين بل هي كثيرة، منها ما هو معلوم ومنها ما هو مجهول، ولا حاجة للاسترسال فيما لا طائل

من ورائه، إذ العبرة بمواصلة الإنجاز والحرص على استمراره. أقول هذه المقدمة القصيرة قبل أن أعود إلى بعض المراجع المعروفة لذكر بعض التحولات التاريخية المهمة في مسيرة التقنيتين موضوع هذه الدراسة.

تقنية المساحة التصويرية

تعد تقنية المساحة التصويرية واحدة من تقنيات تصوير سطح الأرض، وما عليه وحوله من أشياء دون تجشم عناء الوصول إليها، والحصول على معلومات وقياسات من الصور الملتقطة تفيد في صنع خرائط طبوغرافية وغير طبوغرافية لأغراض مختلفة. والمساحة التصويرية تقتصر في عملية التصوير على الجزء المرئي من الضوء ولا تتجاوزه إلى غيره بحسب نوع الفلم الذي تستخدمه. وهي تتكئ على خلفية تاريخية جد متينة، فمما يذكر في بعض مراجع هذا العلم من مثل (Wolf and Ghosh, 1988, p. 5-8, Dewitt, 2000, p. 2-3، صيام، ١٤١٥هـ، ص ٢٣-٢٨)، أن أرسطو تكلم عن إسقاط الصور بصرياً حوالي ٣٥٠ ق م. وأن ليوناردو دا فنشي، في القرن الخامس عشر الميلادي، نشر بعض الأعمال في مجال الإسقاط المنظوري. وأن الاستريوسكوب طوّر بواسطة ويتستون البريطاني عام ١٨٣٨م. وترى بعض هذه المراجع أن البداية الحقيقية في علم المساحة التصويرية كانت على يد لويس داقبيوري عام ١٨٣٩م، عندما أعلن عن كيفية إنجاز التصوير المباشر وهي الطريقة التي لا تزال تستعمل إلى اليوم. ثم بدأت تقنية الفضاء تدبّ إلى الساحة بعد أن استعملت لأول مرة الصور المنتجة بواسطة البالونات والمناطيد لإنتاج الخرائط الطبوغرافية عام ١٨٤٨م. وكان دخول إنتاج الخرائط الطبوغرافية من المسح الجوي إلى أمريكا الشمالية في عام ١٨٨٦م. ثم طوّرت في عام ١٨٦١م، تقنية

التصوير بثلاثة ألوان، وطورت تقنية الفلم الملفوف عام ١٨٩١م. وبدأ التجريب مع المساحة التصويرية التجسيمية عام ١٩٠٩م على يد الدكتور الألماني كارل بلفرش.

ولقد كان لتمكّن الأخوين رايت من صناعة الطائرة عام ١٩٠٢م، أثر بالغ في تطوّر علم التصوير الجوي منذ ذلك الحين إلى الآن، فلم يعد التركيز منصباً فقط على المساحة التصويرية الأرضية (Terrestrial Photogrammetry)، أو صور المناطيد، بل تجاوزهما إلى استخدام الطائرة في عملية التصوير منذ عام ١٩١٣م. وعلى إثر ذلك وظفت الصور الجوية في الحرب العالمية الأولى. وابتعثت صناعة الخرائط بعد الحرب من الصور الجوية حتى جاءت الحرب العالمية الثانية فزادت من هذا النشاط بشكل ملحوظ. وانبثق عدد من التقنيات أثناء وبعد الحرب العالمية الثانية كالرسمات القديمة من أمثال Multiplex, Balplex and Kelsh التي يسّرت إلى حد كبير في وقتها عملية إنتاج الخرائط، على الرغم مما نعرفه عنها اليوم من عجز مقارنةً بما وصلت إليه هذه التقنية. ثمّ جاء الجيل الآخر من الرسمات اليدوية (Analog Plotters)، من أمثال B-8s, PG-2s، التي تعتمد على الإنسان في التعامل مع الصورة، لكنها تعد بالمقارنة مع سابقتها قفزة عظيمة في علم المساحة التصويرية، على رغم ما يعتورها من قصور نراه الآن فيها. ويحلّو لبعض أهل هذا العلم أن يسموه في هذه المرحلة بالمساحة التصويرية التناظرية (Analog Photogrammetry)، ولكنني أفضل أن أسميها المساحة التصويرية اليدوية، ذلك لأنها تقوم على الإنسان في جلّ عملياتها كما أسلفنا. ثمّ كانت قفزة أخرى نحو التطوير الآلي لهذه التقنية، بعد الحرب العالمية الثانية، ترسخت فيها جذور ما يسمى بالمساحة التصويرية التحليلية التي استمدت قوتها من التطوير الحاصل بين الحريين الكونيتين. ومن أبرز مظاهر

التقنية التحليلية هذه، تمكّن هلافا (Helava) في أواخر الستينيات الميلادية من اكتشاف أول راسم تحليلي (Analytical Plotter) ذي قدرات مذهلة مقارنةً بسابقيه من حيث تحريك أدوات القياس فيه إلى بعض نقاط الصورة ذاتياً، وتسريع عملية توجيه الصور في الجهاز، وتنشيط فكرة جعل الحاسب يقوم محل الإنسان في بعض الأعمال اليدوية المعروفة في التقنيات السابقة. وكان لتوظيف هذه التقنية - بعد ما يقارب عشرين سنة من اكتشافها - الأثر الكبير في غزارة إنتاج الخرائط من الصور، وفي جعل المساحة التصويرية التحليلية رائدة في هذه الصناعة. ومن أمثال الرسامات التحليلية الـ AC1, BC1 and BC2 التي تعد المدخل إلى جعل عمليات إنتاج الخرائط من الصور الجوية آلية الطابع (انظر مثلاً Wolf and Dewitt, 2000, p. 288-289).

ثمّ خطت المساحة التصويرية خطوة أخرى جبارة نحو ما يسمى بالمساحة التصويرية الرقمية (Digital or Softcopy Photogrammetry)، حيث طوّرت معدات وبرامج تجعل تدخل الإنسان في العمليات المساحية المألوفة قليلاً جداً مقارنة بما عهد من قبل. وأصبحت الرسامات الرقمية (Digital Plotters) تعتمد أكثر ما تعتمد على البرامج الحاسوبية لتنفيذ عملياتها الحاسوبية. ومن الأمثلة على هذه التقنية الرقمية الـ "Digital Video Plotter - DVP" و "Intergraph Image Station Z" "Softcopy Plotter" (Wolf and Dewitt, 2000, p. 289-290, Internet, 2000b, p.1). لقد قلّت إلى حد كبير، مع هذه التقنية، العمليات اليدوية التي كانت ترهق المستخدم، وتطيل عمليات الإنتاج وتزيد من كلفة المشاريع الهندسية. وبدأت تقل عملية تداول الصور الورقية، وتقل تبعاً لذلك تكلفة معالجتها وتخزينها وصيانتها واستخداماتها المختلفة. ولا تزال الجهود مستمرة من أجل جعل الآلة تقوم بكل

العمليات الحسابية والإنتاجية دون أدنى تدخل من المستخدم. يوضح الشكل (١) الأجيال التي مرّت بها المساحة التصويرية منذ أوائل القرن الميلادي المنقضي إلى اليوم، مع تقدير زمني تقريبي لفترة ازدهار كل جيل منها.

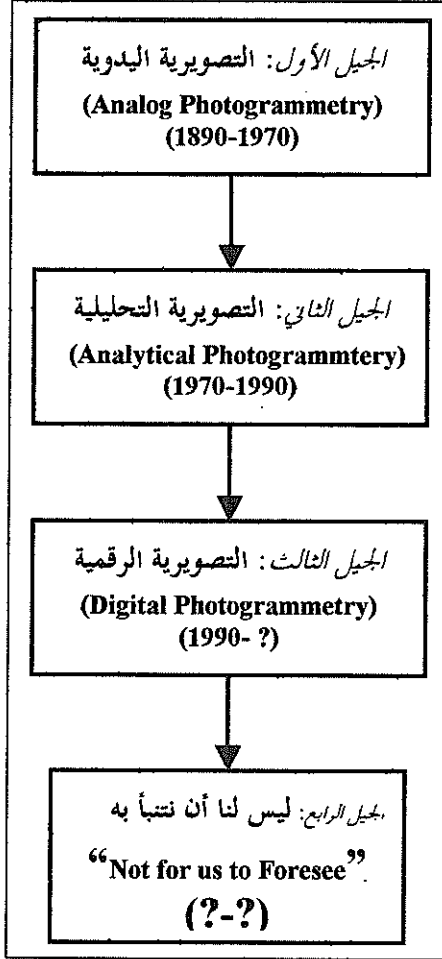
ويكمن سر التقنية الرقمية السائدة اليوم في القدرة على تحويل كمية السواد (Gray Value) التي يظهر بها الشيء المصوّر إلى أرقام تقابل في مقدارها شدة السواد نفسه. وعلى هذا تتجزأ الصورة إلى خلايا مربعة الشكل (Pixels)، أو فنقل قصبات، لكل قصبه قيمة من السواد معلومة. فإذا كانت القصبه شديدة السواد أعطيت الرقم صفر، وإذا كانت شديدة البياض أعطيت - في حالة ٨ Bits - الرقم ٢٥٦، وتدرّج بقية القصبات بين هذين الرقمين بحسب درجة سوادها. فيمكن، في مثالنا هذا، لكل قصبه أن تحمل لونًا واحدًا من بين ٢٥٦ لونًا. بهذا تسهل معالجتها والتعامل معها بواسطة الحاسب الآلي. فإذا ما أراد المرء أن يعرضها على هيئة صورة، أعادها إلى حالتها الأولى بتغيير الأرقام إلى ما يناسبها من اللون (السواد). إذن التقنية الحاسوبية هي التي قادت إلى عمل هذه الإجراءات، ولو وجدت تقنية أخرى لربما تغيرت الإجراءات لتوائمها. وتعتمد تقنية المساحة التصويرية، فيما تعتمد عليه، في كل أجيالها على بعض الافتراضات أو المعطيات المهمة جدًا:

أولها: إن العلاقة التي تربط مواقع أشياء معينة في الأرض بمواقعها في الصورة، خطية ومن ثمّ فهي محكومة بنموذج رياضي متين يعرف بالمعادلة الخطية (Collinearity Equation or Collinearity Condition) بوصفها شرطاً لا بد من تحقيقه.

وهي تأخذ الصيغة التالية:

شكل رقم (١)

أجيال المساحة التصويرية منذ قرن من الزمان، والفترة الزمنية التقريبية التي ازدهر بها كل جيل.



$$x - x_o = -f \left[\frac{m_{11}(X - X_o) + m_{12}(Y - Y_o) + m_{13}(Z - Z_o)}{m_{31}(X - X_o) + m_{32}(Y - Y_o) + m_{33}(Z - Z_o)} \right]$$

$$y - y_o = -f \left[\frac{m_{21}(X - X_o) + m_{22}(Y - Y_o) + m_{23}(Z - Z_o)}{m_{31}(X - X_o) + m_{32}(Y - Y_o) + m_{33}(Z - Z_o)} \right]$$

حيث إن: x, y هي إحداثيات شيء ما (نقطة ما) في الصورة أو في مجال الصورة
(Image Space Coordinates)

x_o, y_o هي إحداثيات نقطة الأساس في الصورة Principal Point
(Coordinates)

X, Y, Z هي إحداثيات النقطة أو الشيء على الأرض أو في مجاله
(Object Space Coordinates)

X_o, Y_o, Z_o هي إحداثيات محطة العدسة في الجو لحظة التقاط الصورة
(Exposure Station Coordinates)

f هو البعد البؤري للعدسة المستخدمة في آلة التصوير (Focal Length)

m_{ij} هي عناصر مصفوفة التوجيه بين الصورة والأرض (Orientation
Matrix)

ومعنى هذا المعادلة -الشرط اللازم تحقيقه- أننا نفترض أن العلاقة بين موقعي نقطة ما أو شيء ما على الأرض وفي الصورة، مروراً بموقع محطة لحظة الالتقاط، تقع على استقامة واحدة (انظر شكل رقم ٢). وهذا يمكننا من إيجاد علائق رياضية بين مجال الهدف (Object Space) أو الشيء المصور في الأرض، ومجال الصورة (Image Space) أو صورة الشيء نفسه في الصورة. ومن ثمَّ الشروع في الحسابات الأخرى مثل حساب إحداثيات النقاط على الأرض إذا علمت إحداثياتها في الصورة، والعكس ممكنٌ أيضاً. لكن هذه الحسابات ليست بهذه السهولة في

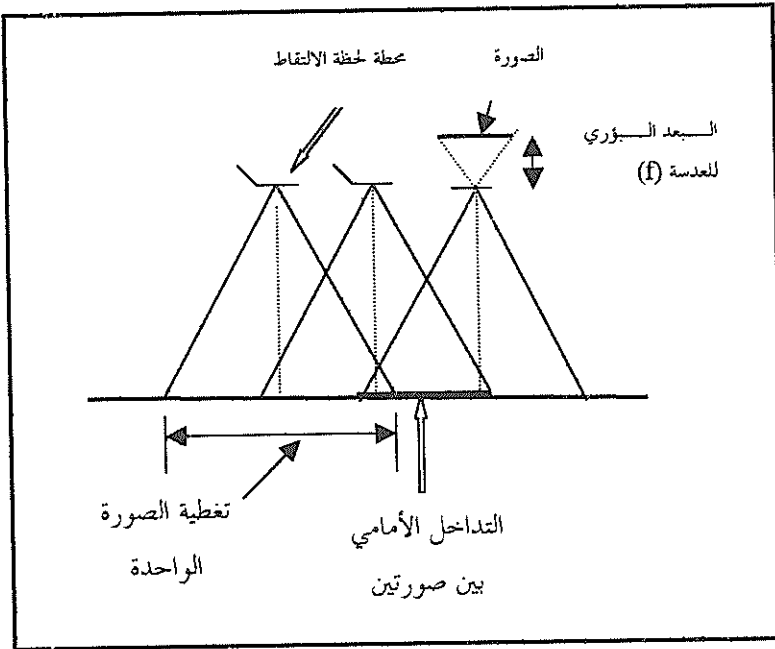
الطرح، بل تسبقها وتتبعها عمليات أخرى كثيرة، مفصّلة في مظاهرها (انظر مثلاً
 .(Wolf and Dewitt, 2000, p. 551-562, Moffitt and Mikhail, 1980, p. 451

وثاني هذه الشروط أو الأسس هو وجود التداخل الأمامي (Overlap or
 Endlap) بين الصورة والتي تليها (شكل رقم ٢)، والجانبية (Sidelp) بين الشريط
 المكون من عدة صور متداخلة والذي يليه (شكل رقم ٣). وهذه مزية مكنت
 المعينين بهذا العلم من عملية الحساب الهندسي من الصور الجوية، ومكنتهم من
 إنتاج الخرائط، ونموذج الارتفاع الرقمي (Digital Elevation Model, DEM)، كما
 يسرت عمليتي التفسير النظري والآلي (Visual and Machine Interpretation) للأشياء
 الطبيعية أو غير الطبيعية فيها.

هذا ولأن نقاط التحكم الأرضي (Object Space Control Points) من أهم
 مستلزمات المساحة التصويرية، فقد حظيت بعناية فائقة منذ بدء تطوّر هذه التقنية.
 فنقاط التحكم ضرورية لربط الصورة أو النموذج التصويري (Photogrammetric
 Model) بالأرض عن طريق توجيهه التوجيه الصحيح حسب خطوات التوجيه
 المطلق المعلوم (Absolute Orientation). وحيث إنه لا يمكن توجيه الصورة كما
 ينبغي دون معرفة موقعها لحظة التقاطها، وجب استخدام نقاط تحكم أرضية تساعد
 على تحديد موقع نقطة محطة لحظة الالتقاط. ولأن إنشاء نقاط التحكم الأرضي لمثل
 هذا الغرض ليس بالأمر السهل دائماً، فقد استغلّت المساحة التصويرية وجود تقنية
 نظام تعيين الموقع العالمي (Global Positioning System -GPS) لتحديد إحداثيات هذه
 النقطة. فثبتت الـ GPS على الطائرة حاملة آلة التصوير وبمعرفة موقعه على الطائرة
 أمكن حساب موقع النقطة المذكورة بدقة عالية (انظر مثلاً Jacobson, 1993,
 .Cosandier, et al. 1997. وجد بعد تطبيق هذه التقنية أنه تكاد تنعدم الحاجة لنقاط

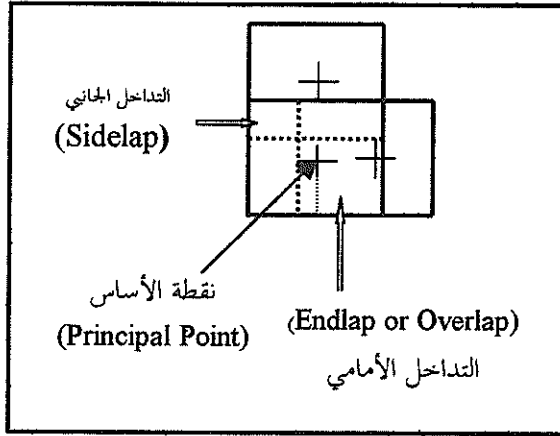
شكل رقم (٢)

منظر جانبي لثلاث صور جوية متتالية يُظهر فكرة المعادلة الخطية والتداخل الأمامي بين الصور.



شكل رقم (٣)

منظر علوي يبين التداخل الأمامي والجانبى بين ثلاث صور جوية



التحكم الأرضي التي كانت هي حجر الزاوية في عملية إنجاز الخرائط من الصور الجوية، وحل محل هذه النقاط نقاط تحكم فضائية.

وبناءً على ما سبق توضيحه في النموذج الرياضي، وعلى طريقة تركيب الصور بالنسبة لبعضها، وقدرة هذه التقنية على القياس الدقيق لعدد فائض من الأرصاد، فإن لها ميزة على غيرها من التقنيات التي تتعامل مع الصور في شتى أشكالها، ألا وهي القدرة على تطبيق مبدأ أو نظرية انتشار أو تنامي الأخطاء (Error Propagation). وهذه النظرية تعني فيما تعني التمكن بطريقة رياضية من معرفة تأثير أرصاد، أو حسابات سابقة على أرصاد، أو حسابات لاحقة تعتمد عليها وذلك من أجل معرفة دقة المعلومات المنتجة إذ ليست كلها بنفس المستوى من الدقة.

ويدخل في عملية حساب انتشار الأخطاء عدة عوامل مؤثرة مثل المسافة، ودقة الرصد وحينه، ونوعية الآلة المستخدمة. يقول ميخائيل في معرض كلامه عن خصائص المساحة التصويرية مقارنة بغيرها من الحقول ذات الصلة: "هناك أمران يميزان المساحة التصويرية خاصة: أولهما التحكم في اللاقط ومنصة الالتقاط، ومن ثم إمكانية نمذجتهما، وثانيهما إمكانية تقدير صحة العمل أو انتشار الأخطاء .. فنحن في المساحة التصويرية نتعامل مع حالات متكررة ونتبته كثيراً لتأثير انتشار الأخطاء ولمكانة الحلول المستنتجة، بينما حلول الآخرين تتعامل مع حالات فردية أو هي أحادية الحل" (Mikhial, 1999, p. 740). فهو هنا يشير إلى أن الحسابات التي تقدمها الحقول العلمية الأخرى، كالرؤية الحاسوبية وبعض تقنيات الاستشعار عن بعد، هي أحادية الصفة أو فرديتها، ولا تُمكن المرء من معرفة صحتها من خطئها لتعذر إمكانية غيرها من الخيارات (الحلول) الأخرى. أما في المساحة التصويرية فلديها تقنيات تمكنها من اختيار الحل الأفضل من بين عدد من الخيارات، وذلك لتوفر الأرصاد الفائضة المتكررة، ولتانة ما تستخدمه من نماذج رياضية مجرّبة. وتظل هذه الأسس والمزايا هي الدعامة التي تقوم عليها المساحة التصويرية الرقمية اليوم، ولا يميزها عمّا سبقها من تقنيات في مجالها إلا اعتمادها على الآلة في تنفيذ كثير من العمليات الحاسوبية، ومحاولة جعل الإنسان مجرد مستقبل لما تنتجه هذه الآلة.

تقنية الاستشعار عن بعد

يهمنا هنا من تقنية الاستشعار عن بعد ما تحمّل لواقطه (Sensors) على أقمار صناعية (Satellite Remote Sensing) ، ويمكننا تعريفه بنفس تعريف المساحة التصويرية، إذ الفرق البارز بينهما -بصفة عامة- يقع في المسافة الفاصلة بين اللاقط

والشيء المصوّر، فهذه المسافة قصيرة في المساحة التصويرية، طويلة جداً في الاستشعار عن بعد. فلو افترضنا أن صورة جوية التقطت من ارتفاع ٨٠٠م، فإن بعض صور الاستشعار عن بعد تلتقط من بعد يزيد بألف ضعف عن هذا الرقم. والاستشعار عن بعد تقنية تطورت في وقت قصير جداً من كونها أبحاث علمية بحتة إلى تطبيقات عملية يومية دقيقة، يقول ليلساند وكيفر (Lillesand and Kiefer, 1994, p. 428 ما معناه: إن الانطلاقة الأولى في هذا المجال حصلت ما بين عامي ١٩٤٦ و ١٩٥٠م، وذلك عندما أمكن استخدام آلات تصوير صغيرة في النقاط صور صواريخ V-2 المطلقة من New Mexico آنذاك. ثم تطوّرت بعدها هذه التقنية بشكل مذهل حتى وصلت إلى ما وصلت إليه اليوم. ولقد كانت فكرة تصوير سطح الأرض إحدى فوائد استخدام الأقمار الصناعية في الأرصاد الجوية، ابتداءً من عام ١٩٦٠م حيث استمر تحسين قدرات اللاقطات الفضائية تدريجياً من حسن إلى أحسن، ولم تزل كذلك.

ونشير، بشيء من الاختصار، دون الخوض في التطور التاريخي لتقنية الاستشعار عن بعد، إلى بعض القفزات المهمة فيما يخصنا منها، إذ لا مجال للخوض في علم الاستشعار عن بعد بعامة لكثرة تقنياته وسرعة تبدلها وتطورها، ولكون بعضها ليس مما يهمننا في الهندسة المساحية. لذا سنركز القول على بعض التقنيات التي تحمل لواقظ ذات طبيعة تصويرية (GIS World, 1995, p. 46-47). ولا شك أن التقنية الأمريكية سبّاقة في هذه المضمار، فلقد قامت وكالة الفضاء الأمريكية ناسا بالتنسيق مع وزارة الداخلية ابتداءً من عام ١٩٦٧م من أجل إطلاق سلسلة الأقمار الصناعية المعروفة اليوم بـ LANDSAT SATALLITES. وتمّ إلى اليوم إطلاق ٧ أقمار من هذه السلسلة، كان أولها Landsat-1 في عام ١٩٧٢م، وآخرها القمر

السابع في عام ١٩٩٩م. ولم يتعثر منها سوى واحد هو السادس، أما الأخرى فتم إطلاقها بنجاح. ومن أهم اللواقط التي تحملها هذه الأقمار، لاقط الـ Thematic Mapper, MSS Multispectral Scanner المحمل عليها جميعاً عدا السابع منها، و TM Mapper المضاف إلى الرابع منها وما بعده. ولقد توقفت الأربعة الأولى من هذه السلسلة، وما زال الخامس والسابع في مهمتهما مستمرين (للاستزادة انظر مثلاً، قضماني، ١٩٩٦، ص ٤٧-٥٣، Internet, 1995, p. 47-53, GIS World, 2000c, p. 1, Internet, 2000d, p. 1). ولقد أصبح غزو الفضاء ديدن كثير من الدول المتقدمة تقنياً إلى جانب أمريكا- كروسيا، وفرنسا، وألمانيا، وكندا، والصين، واليابان، والهند، وكوريا. وفرنسا، على سبيل المثال، شرعت في غزو الفضاء عام ١٩٨٦م فأطلقت أول قمر لها المعروف بسبوت (SPOT) (GIS World, 1995, p. 47-53). وتوالت بعد ذلك سلسلة السبوت كل ثلاث سنوات تقريباً كل تقنية أفضل من سابقتها. وللهند دورها البارز في هذه التقنية، حيث أطلقت خمسة أقمار صناعية من أهمها (IRS-ID)، الذي أطلق عام ١٩٩٧م (Internet, 2000e, p. 3). ثم واصلت أمريكا سيطرتها في هذا الجانب، فأطلقت في أواخر عام ١٩٩٩م القمر المعروف بإكونوس (Ikonos) (Smith, 2000, p. 15, Internet, 2000f, p. 2). وما زالت الجهود مبذولة من أجل الوصول إلى تقنية أفضل من سابقتها في هذا المجال.

ومن الطبيعي أن تكون هذه اللواقط -المختارة هنا- ذات قدرات تقنية متباينة. فالـ MSS، على سبيل المثال، تغطي صورته الواحدة مساحة من الأرض قدرها ١٨٥ كم في ١٨٥ كم، ويعمل بأربعة نطاقات طيفية (Bands) ذات أطوال موجية، أو ذات قدرة تمييز طيفية (Spectral Resolution) مختلفة، وله قدرة تمييز إشعاعية (Radiometric Resolution) قدرها ٢٥٦، وقدرة تكرار زمنية (Temporal

(Resolution) قدرها ١٦ يوماً، وقدرة تمييز مكانية (Spatial Resolution) قدرها ٨٠ متراً. ويتساوى الـ TM مع الـ MSS من حيث التغطية المكانية، وفي القدرة الإشعاعية، والكرة الزمنية، ولكنه يعمل بسبع نطاقات أحدها حراري، وله قدرة تمييزية قدرها ٣٠ متراً. وتأتي لواقط القمر الفرنسي سبوت متساوية مع اللاقطين السابقين في قدرة التمييز الإشعاعي (٢٥٦)، ومغايراً لهما فيما تبقى من خصائص، فسورته تغطي ٦٠ كم في ٦٠ كم على الأرض، وله ثلاث نطاقات ملونة، وواحدة عادية، ويعاود التصوير للمكان الواحد كل ٢٦ يوماً، لكنها تتحسن هذه المدة إلى ثلاثة أيام في حالة التصوير المائل الذي يُعد ميزةً من مميزات هذا النظام. ولئن كان القمر الفرنسي أقل من سابقه في بعض الخصائص، فإن قدرة التمييز المكانية فائقة لديه حيث هي عشرون متراً (٢٠م) في حالة الصور الملونة، وعشرة أمتار (١٠م) في حالة الصور أحادية اللون -أبيض وأسود (انظر مثلاً معهد بحوث الفضاء، ١٩٩٩، ص ١٤).

وتأتي التقنية الهندية متمثلة في القمر الأخير المذكور آنفاً، فيختلف عن سابقه في بعض الموصفات، حيث إن صورته الملونة (ثلاث نطاقات) تغطي الواحدة منها ١٤١ كم في ١٤١ كم، ولها زمن دوري قدره ٢٤ يوماً، وقدرة تمييزية مكانية قدرها ٢٣,٥ م. أما صورته أحادية اللون العادية فتغطي الواحدة منها ٧٠ كم في ٧٠ كم، وله زمن دوري قدره ١٢ يوماً، وبقدرة تمييزية مكانية قدرها ٥,٨ متر (Internet, 2000e, p. 3). وعلى الرغم من هذه القدرة الجيدة للقمر الهندي، فإن القمر أكونوس يختلف عنه وعن سابقه، فسورته تغطي الواحدة منها ١١ كم في ١١ كم، وله أربع نطاقات ملونة مشاهمة للأربع الأول من الـ TM، وواحدة أحادية اللون، وزادت قدرة تمييزه الإشعاعية فبلغت ٢٠٤٨ بدلاً من ٢٥٦ في غيره، ويمكنه

تصوير المكان الواحد كل ٢,٩ يوم، أو ١,٥ يوم. وبلغت دقة التمييز المكانية لهذا القمر أربعة أمتار في حالة الصور الملونة، و مترًا واحدًا في حالة الصور أحادية اللون. وأمكن تحسين هذه الدقة في الصور الملونة لتصبح مترًا واحدًا (١م) أيضًا، وذلك بدمج الصور الملونة مع الصور أحادية اللون في منتج واحد (Internet, 2000f, p. 1, Internet, 2000g, p. 1, 2). يلخص الجدول رقم (١) أهم هذه الخصائص المذكورة هنا لهذه الأقمار واللواظ لتيسير المقارنة.

جدول رقم (١)

الخصائص المهمة لبعض أجهزة الاستشعار عن بعد.

نوع القمر/اللاقط	مساحة التغطية (كم ^٢)	عدد النطاقات الطيفية	التمييز الإشعاعي (Bits)	التكرار الزمني (يوم)	التمييز المكاني (متر)
MSS الأمريكي	١٨٥ X ١٨٥	٤ نطاقات	٢ ^{٢٥٦}	١٦	٨٠
TM الأمريكي	١٨٥ X ١٨٥	٧ سادسهم حراري	٢ ^{٢٥٦}	١٦	٣٠
SPOT الفرنسي	٦٠ X ٦٠	٣ في الملون وواحد في أحادي اللون	٢ ^{٢٥٦}	٢٦	٢٠ للملون ١٠ للأحادي
IRS-1D الهندي	١٤١ X ١٤١ للملون ٧٠ X ٧٠ للأحادي	٣ في الملون وواحد في أحادي اللون	٢ ^{٢٥٦}	٢٤ للملون ١٢ للأحادي	٢٣,٥ للملون 5.8 للأحادي
IKONOS الأمريكي	١١ X ١١	٤ ملونة وواحد أحادي اللون	٢ ^{٢٠٢٨}	يصل إلى ١,٥	١

إن من اللافت للنظر في هذا التطور المتسارع حرص المعنيين بهذه التقنية على زيادة الدقة التمييزية المكانية، ولذلك رأينا تدرجها من ثمانين مترًا (٨٠ م) في الـ MSS إلى متر واحد (١م) في لاقط القمر اكونوس. والواقع أن الدقة التمييزية لم تعد عائقًا في وجه هذه التقنية، إذ نرى الأبحاث الفضائية الأمريكية تشير إلى أن مسألة اختيار الدقة تحكمها المعايير الاقتصادية، أما هي في نفسها فلم تعد بعائق. فالمرود

المادي أصبح هو المعيار الأول في مقدار الدقة المطلوب الوصول إليها. وهذا يعني أنه يمكن أن تترقى هذه الدقة رغبةً في تلبية احتياج قطاع عريض من المستخدمين، فتكون نصف متر فربعه فأقل من ذلك بكثير. كما أنها زادت الدقة الإشعاعية، بحيث يمكن كل قسبة من الصورة أن تحمل لونًا واحدًا من ٢٠٤٨ لونًا، وليس فقط من ٢٥٦ لونًا كما كان الحال من قبل، وبهذا تزداد قوة التمييز بين الألوان المتقاربة بشكل أفضل.

والذي لا شك فيه أن تقنية الاستشعار عن بعد أسهمت كثيرًا في تطوير مهارة تفسير الصور (Image Interpretation) لدى المهتمين بها. أهلها لذلك عدة خصائص، منها: اتساع المدى الطيفي أو قدرة التمييز الطيفي الذي توظفه متجاوزةً به المدى المرئي من الضوء، فتكون الصورة الواحدة مكونة من عدة نطاقات (Multi-bands)، قد تقل وقد تكثر كما رأينا من قبل. ومنها القدرة على التغطية الواسعة (Large Coverage) في زمن دوري محدد يمكن الدارس من تتبع حال الشيء ومن رصد مشاهداته لما يطرأ عليه من تغير في الأحوال والأزمان المختلفة. على أن تقنية تفسير الصور ليست بالعملية السهلة الميسرة التي تأتي بلا صبر ودربة. إنها عملية صعبة يلزم المعني بها معرفة خواص الصورة، وخواص الشيء المصور، وتوفر المهارة الكافية للربط بين تلك الخواص للحصول على المعلومة الصحيحة (انظر مثلاً، Lillesand and Kiefer, 1994, p. 149). وعملية تفسير الصور لدى المتمرس فيها، الخبير بها، تشبه إلى حد ما قراءة الحروف الأبجدية. فهل لدى الأمي قدرة على قراءة ما يعرض عليه من حروف وكلمات؟.

أما إمكانية الحصول على حسابات هندسية صحيحة ودقيقة (Accurate Geometrical Computations) من صور الاستشعار عن بعد فهي إلى النصف الأول

من التسعينيات الماضية ضعيفة، لأسباب منها ما يتعلق بدقة اللواقط نفسها، وكيفية التقاطها للصور سواء كانت Whisk Broom or Push Broom Scanner، أو خليط من الاثنين، وطبيعة مدار القمر الصناعي وبعده عن الأرض، ومسار الضوء المنعكس إليه وما يكتنفه من تغيرات، وعدم تداخل الصورتين المتتاليتين وغيرها من العوامل. ونقصد بكيفية التقاط الصور أنها لا تتم في لحظة معلومة يمكن اعتبار الصورة في حينها ثابتة في الفضاء، كما هو الحال في المساحة التصويرية، بل يتم التصوير في عملية مسح مستمرة لبعض الوقت، يصعب معه تحديد موقع محدد للصورة حيث إنها تنتقل من موقع إلى آخر بحسب نوعية المسح وتحرك اللاقط. ومن المعلوم أنه لكي تحدد موقع شيء ما على الأرض من خلال الصورة، فلا بد أن يكون موقع الصورة لحظة الالتقاط معلوماً ومأخوذاً في الحسبان. فإذا لم يعرف موقعها فمن باب أولى أن لا تُعرف مواقع ما تحتوي عليه من أشياء. وعلى الرغم من التقدم المطرد في هذه التقنية، فهي لا تضيء في الدقة الحسائية قدرة المساحة التصويرية المعروفة.

أما عن تداخل الصورتين أو اشتراكهما في منطقة محددة تسهل للنظر إليها من خلال تقنيات مساعدة رؤيتها في منظر ثلاثي الأبعاد، كما هو الحال في المساحة التصويرية، فلم تؤخذ هذه المزية بعين الاعتبار إلا في الثلاثة اللواقط الأخيرة لكل من القمر الفرنسي، والهندي، وإكونوس. لعل ما قدمناه هنا يعطي فكرة مبدئية عن هاتين التقنيتين، ويشير إلى بعض ما تشابهان أو تختلفان فيه، مما سنتطرق له بشيء من التفصيل فيما يلي من قول.

أوجه التشابه والاختلاف

إن في اشتراك تقنية المساحة التصويرية والاستشعار عن بعد في الصورة مادة لهما، وإن اختلفت بعض خصائصها، سبباً كفيلاً يجعل التشابه قائماً في طبيعة المعلومات التي تتعامل معها التقنيتين، وفي بعض طرق المعالجة، وفي المنتج من حيث نوعيته، وسبل الاستفادة منه. كما أن في توحد هدفهما - الذي هو محاولة تحديد موقع الشيء وماهيته - وإن اختلفت الأولويات ما يحفز هذا التشابه. ولا يفهم من هذا القول أن المساحة التصويرية لا تهتم بمعرفة ماهية الشيء المصور، إنما يعني أن وسائلها في ذلك مازالت أقل من تلك التي للاستشعار عن بعد، وأنها أبدعت أكثر في المعلومات الهندسية المتعلقة بتحديد مواقع الأشياء. كما لا يعني أن تقنية الاستشعار عن بعد لا تهتم بتحديد موقع الشيء المصور، إنما قصدنا أن تقنياتها في ذلك أقل كفاءة من تلك التي للمساحة التصويرية. وهذا الرأي ليس بشخصي، فهذه هي الجامعة التكنولوجية في دلفت (TUDelft) هولندا تقول في التعريف بالتخصصين ما يلي: "المساحة التصويرية والاستشعار عن بعد علمان يهتمان بتحصيل المعلومات من الصور، لكن التركيز في المساحة التصويرية منصبٌ على المعلومات المترية أو الهندسية، بينما التركيز في الاستشعار عن بعد ينصب على المعلومات الوصفية" (Internet, 2000h, p 1). وما أوردنا هذا النص، إلا لأن بعض المهتمين قد لا يلمح هذا الفرق المهم بينهما ويرى أنهما يعملان بنفس الكفاءة في الجانبين، وهذا غير صحيح. ولا بد لبعض الفوارق من أن تظل قائمة بينهما حيث هي مرهونة بالتطور المنظور في تقنية الحاسب، وتقنية الأقمار الصناعية، وتقنية المساحة التصويرية وغيرها من التقنيات ذات الصلة، وفي مدى رغبة المختصين بكلتا التقنيتين في دعم سبل التضافر والتآزر بينهما بما يقود إلى التكامل الشامل وربما

الاتحاد في تقنية واحدة. وحيث إنه يصعب في هذا البحث الإلمام بأوجه التشابه والاختلاف إلمامًا تامًا، رأينا أن نناقشها من ثلاثة وجوه، هي:

• المدخل

• المعالجة

• المنتج

يمكن تصور هذه الوجوه أو المراحل الثلاث والعلاقة بينها من خلال شكل رقم (٤). فالعلاقة الطبيعية أن يُعالج المدخل ليعطي المنتج المراد، لكن تطور التقنية الحديث بين أنه قد يصلح المدخل في بعض الأغراض القليلة لأن يكون منتجاً دون معالجة، أو هذا، على الأقل، ما يشير إليه التطور التقني السريع الذي نشهده انظر، مثلاً، (Mikhail, 1999, p. 647; Shen, et al., 1999, p. 908; Jovanovic, et al., 1998, p. 1290). كما قد تتكرر عملية المعالجة مراراً بين المعالج والمنتج بعد إدخال المعلومات مرة واحدة، لذا لزم تمثيل كل ذلك على الرسم. وما سمح لنا بالتوسع في هذه العلاقات بين هذه المراحل الثلاث إلا التقدم السريع في تقنية الحاسب الآلي والتقنية الفضائية في العقدين الأخيرين خاصةً.

المدخل

نعني بالمدخل من البيانات أو المعلومات ما جُمع أو التقط بطريقة ما يجعله بحاجة إلى معالجة ليصبح في وضع أفضل من حيث الدقة والهيئة. ومن العوامل المؤثرة في المدخل نوعيته، ومساحة تغطيته، وكيفية تداخله أو ترابطه. فمن حيث النوعية فالتشابه قائم بين التقنيتين حيث إن صور الاستشعار عن بعد تأتي رقمية بطبيعتها ويمكن تحويلها إلى صور ورقية أو شفافية (Paper or Film Form). وأمكن

بفضل التقدم التقني تحوير صور المساحة التصويرية إلى رقمية بعد أن كانت تقتصر على الهيئة الورقية أو الشفافة. بمعنى آخر، استطاع الجيل الثالث من أجيال المساحة التصويرية أن يقترب في نوعية صورته من الاستشعار عن بعد، فتوحدت هيئة أهم البيانات المدخلة بفعل التطور التقني، وكان الحاسب الآلي هو مهد هذا الالتقاء.

أما مقدار مساحة التغطية الأرضية بين التقنيتين فاختلافه ظاهر جداً. فما تغطيه صورة الاستشعار عن بعد يفوق ذلك الذي تغطيه الصورة الفوتوغرافية بأضعافٍ كثيرة. فعلى سبيل المثال، إذا كانت صورة القمر الفرنسي سبوت تغطي مساحة قدرها ٦٠ كم x ٦٠ كم، فالأمر في الصورة الجوية يعتمد على بعد آلة التصوير من الأرض (H)، وعلى البعد البؤري للعدسة (f). فكلما زادت H، وقلت f زادت مساحة التغطية الأرضية والعكس مقروناً بالعكس. فلو كانت آلة التصوير ذات بعد بؤري قدره ١٥٢ مم وارتفاعها عن الأرض قدره ١٠٠٠ م، فيمكن على وجه التقريب أن تغطي الصورة الواحدة مساحة قدرها ١,٥ كم x ١,٥ كم. هذا الاختلاف يحتم اختلاف عدد الصور التي تغطي منطقة محددة بنفس التقنيتين. فما تغطيه صورة من صور السبوت يلزمه، تقريباً، ١٦٠٠ صورة جوية من النوع المشار إليه هنا. ولو كانت الصورة لإكونس للزمها ما يقارب ٦٠ صورة جوية من هذا النوع. إذن الاختلاف في مقياس الصورة (Image Scale) هو من أظهر الاختلافات بين التقنيتين. وهذا له أثره على شكل الأشياء المحتواة في كل صورة بطبيعة الحال.

أما عن مدى تداخل الصور، ومن ثم ترابطها، فهذه خاصية بُنيت عليها المساحة التصويرية، ولم تؤخذ بعين الاعتبار في الاستشعار عن بعد إلا مؤخراً، إذ هي لا تتوفر في كل لواقطه كما رأينا. فبينما تجدد الصور المتتالية في التصوير الجوي

متداخلة باتجاه خط الطيران بمقدار لا يقل عن ٥٠٪، وحوالي ٣٠٪ في التداخل الجانبي من أجل إنتاج خرائط طبوغرافية، تجدد صوراً من الاستشعار عن بعد كصور الـ MSS أو TM - الأخيرة توظف كثيراً اليوم- لا توفر أي تداخل بين الصور المتتالية. لقد تنبه المعنيون بتقنية الاستشعار عن بعد لهذا العجز فيما تلا من تقنيات، فصور السبوت الفرنسي، مثلاً، تتداخل بقدر ثلاثة كيلومترات في الصور العمودية، وبأكثر من ذلك في حالة الصور المائلة، ما يجعلها قريبة الشبه بالصور الجوية. وما يزال السعي حثيثاً في جعل صور الاستشعار عن بعد المستقبلية أكثر تداخلاً، ومن ثم أكثر متانة مما هي عليه الآن.

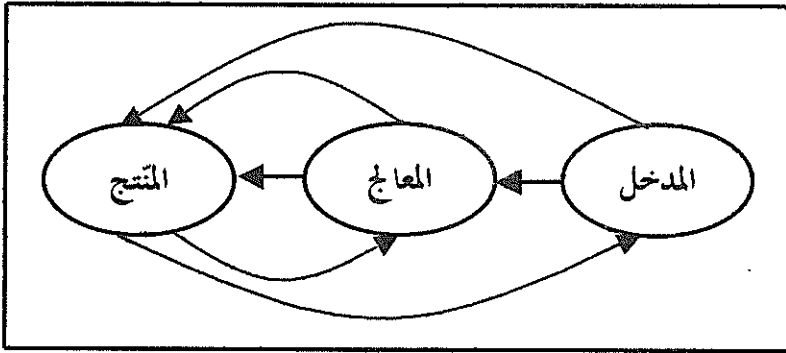
المعالجة

يقع التشابه والاختلاف في كيفية المعالجة التي تعتمد بدورها على الهيئة التي يكون عليها المدخل من المعلومات، وعلى الهيئة التي يراد للمنتج أن يكون عليها. ولا تغفل في البداية التصحيحات المتنوعة التي تخضع لها صور الاستشعار عن بعد وصور المساحة التصويرية قبل الشروع في معالجتها معالجة نهائية لاستخلاص المعلومات المرغوب فيها. فالأخيرة تخضع لتصحيحات كثيرة منها ما يتعلق بتشوهات الفلم (Film Distortion)، والعدسات (Lens Distortion)، وعناصر التوجيه الداخلي (Inner Orientation Parameters)، مثل نقطة الأساس والبعد البؤري، وغيرها من تصحيحات (Merchant, 1988, p. 6(1-18)). ويجري حساب كثير من الأخطاء الناجمة عن هذه التشوهات عند معايرة آلة التصوير قبل الشروع في العمل المنجز، باستخدام سبل علمية محققة ونماذج رياضية مضبوطة ثبتت صحتها بالتجربة، غير أنها إنما تؤخذ في الحسبان في وقت المعالجة، ولذلك ذكرت هنا.

ويقابل هذه التصحيحات في صور الاستشعار عن بعد ما يندرج تحت مسمى التصحيحات الشعاعية والتصحيحات الهندسية (Radiometric Corrections and Geometric Corrections) (Lillesand and Kiefer, 1994, p. 527, 531). ولا شك أن التصحيحات التي تجرى لصور المساحة التصويرية هي أكثر انضباطاً من تلك التي تجرى لصور الاستشعار عن بعد. ولعل بعض ذلك عائد إلى إمكانية التحكم في بيئة المعايرة التي تخضع لها آلة التصوير، وإلى متانة النماذج الرياضية التي توظفها المساحة التصويرية في المعايرة وفيما يليها من عمليات، وإلى قدرة التمييز المكاني المذكورة آنفاً.

شكل رقم (٤)

العلاقة المحتملة بين المدخل، والمعالج، والمنتج من المعلومات.



بعد إجراء التصحيحات الملائمة، تتم المعالجة الأساسية للحصول على المنتج النهائي من الصور. ففي صور الاستشعار عن بعد تتم المعالجة رقمياً باستخدام برامج حاسوبية (Image Processing Software) معدة لذلك، كبرنامج تحسين الصور (Image

(Enhancement) وتصنيفها (Image Classification) وغيرها. أما الصور الجوية فعولجت - في فترة ما بين الحربين العالميتين بآليات يدوية (Analog Technology) ، وكان من أهم تقنياتها الراسم اليدوي، ثم تطورت التقنيات فيما بعد الحرب العالمية إلى أن بلغت التقنية التحليلية (Analytical Technology) ذروتها في العشرين سنة الماضية (Baltasvias, 1999, p. 83)، ومن أبرز أجهزتها الراسم التحليلي، ثم بدأت في أوائل العقد الماضي التقنية الرقمية (Digital Technology) وما زالت في تطور مستمر، ومن أبرز معادتها الراسمات الرقمية. ولئن كانت طرق المعالجة التحليلية قائمة إلى اليوم، فإن المعالجة الرقمية تتحرك بسرعة لتحل محلها فيما يُعرف بالمساحة التصويرية الرقمية. إذن التقت التقنيتان في كيفية المعالجة من حيث كونها رقمية، وإن اختلفت الأساليب والنماذج الرياضية المستخدمة في كل حقل.

ولا شك أن التشابه سيزداد في القريب المنظور من جهتي الكيفية والأسلوب لوعي أصحاب هاتين التقنيتين كلٌّ بما لدى الآخر من مميزات ومحاولات الاستفادة منها قدر المستطاع. ومن الأدلة على هذا، تطوير المعادلة الخطية المشهورة المستخدمة في المساحة التصويرية، والتي سبق الحديث عنها، بما يتلاءم وطبيعة حركة القمر الصناعي في مداره. فأدخل عامل الزمن في الحساب لأن صورة القمر الصناعي ليست لحظية الالتقاط كما هو الحال في الصور الجوية بل تمتد على زمن أطول، فيجب اعتباره، كما قلنا من قبل. وبهذا أصبح بالإمكان معرفة موقع الصورة في الفضاء وقت التصوير، وأصبحت تخضع في المعالجة لبعض العمليات التي تخضع لها الصور الجوية إلى جانب تلك التي في الاستشعار عن بعد (انظر مثلاً Habib and Beshah, 1997; Gonzalez, 1998, p. 18-19). وبهذا أمكن توظيف الصور ذات التداخل في مجالات أرحب، كإنتاج الخرائط، ونماذج ارتفاعات رقمية

(DEMs)، وأسطح ثلاثية الأبعاد (DSMs) وغيرها (Internet, 2000i, p. 1). ولم يزل يسعى كل من ذوي التقنيتين إلى محاولة تحديد موقع الشيء المصور ومعرفة ماهيته آلياً دون تدخل من المحلل، أو بأقل تدخل ممكن. من أجل ذلك، أخذت كل تقنية في الاستفادة من مكتسبات الأخرى التقنية بحكم الأسبقية في مجالها، توفيراً للوقت وحفظاً للجهود، ومنعاً للتكرار، وتيقناً من أن للخبرة دورها الذي لا يُنكر. ويعود الفضل في تقارب هاتين التقنيتين من جهة المعالجة إلى تطور النماذج الرياضية (Mathematical Models)، وتوظيف تقنية الحاسب الآلي في تيسير هذه المعالجة.

المنتج

يطول الحديث عن التشابه والاختلاف من جهة المنتج، وربما اختلفت حولهما وجهات النظر بحسب خلفية المعنيين به إنجازاً وتطبيقاً. غير أنه لا خلاف على أن حال المنتج يتأثر بنوعية المدخل وطريقة المعالجة المتبعة. ولئن اتفقت التقنيتان في نوعية المنتج من حيث هي في الغالب معلومات على هيئة خرائط رقمية أو ورقية يمكن تداولها أو عرضها على أجهزة الحاسب، فهما يختلفان في دقته ومن ثم في الأغراض التي يوظف من أجلها. واختلافهما هذا غير ثابت الوتيرة، فهو يتلاشى تدريجياً. ويمكننا القول أن من أغراض المساحة التصويرية توظيفها في إنتاج خرائط طوبوغرافية، أو خرائط تفصيلية تفيد في مشاريع هندسية بعضها مهم للبنية التحتية وبعضها الآخر لما بعد ذلك من مشاريع تنمية كثيرة. ومن أغراضها، رصد الشبكات الجيوديسية (Geodetic Networks) بنقاط تحكم من الدرجة الثانية جيدة الدقة تكثف بها هذه الشبكات، أو تضاف إلى نقاط التحكم الأساسية الموجودة فيها والمستحدثة بطرق مساحية جيوديسية. وتستطيع المساحة التصويرية أن تنتج

نموذج ارتفاعات رقمي، وصورة رقمية مصححة (Orthoimages)، وأسطح ثنائية الأبعاد (2D)، وثلاثية الأبعاد (3D) للمنطقة المراد دراستها وغير هذا من الأعمال المساحية المهمة.

أما الغرض العام لصور الاستشعار عن بعد فكان إلى وقت قريب منصباً في معظمه على إنتاج خرائط ذات تغطية كبيرة بمقياس رسم صغير تفيد في دراسات استطلاعية كثيرة، وفي تقدير حالة الشيء المصور، وقياس بعض خواصه، والتعرف على ماهيته. ومن هذه الدراسات على سبيل المثال، دراسة أحوال المصادر الطبيعية بمختلف أنواعها والتغيرات التي تعثرها من وقت لآخر. أما اليوم، فبعد زيادة القدرة التمييزية للواقطه، وضمان تداخلها بما يكفي، شرع المعنيون به في استنتاج شكل ثلاثي الأبعاد معقول الدقة، وصور رقمية مصححة، ونموذج ارتفاعات رقمي، وخرائط طبوغرافية، أصبحت تستخدم في مشاريع البنية التحتية، وفي المساحة التفصيلية، وتخطيط المدن، وغير ذلك من المشاريع. وبهذا تدانت التقنيات كثيراً في العامين الماضيين. وتظل بينهما بعض الفوارق كتأثر مسار الضوء بعد آلة التصوير وقرها من الشيء المصور، وتأثير الإزاحة الرأسية في مواقع الأشياء في الصورة وغيرهما من العوامل التي لا تغيب عن نظر مختص. ويبدو تقنياً أن كل العقبات ستذلل واحدة تلو الأخرى في المستقبل المنظور، ما لم تنقلب هذه التقنية على نفسها انقلاباً يأتي على ما كان منها من جوانب إيجابية كثيرة. ويظل لتقنية الاستشعار عن بعد تميزها في توظيف نطاقات طيفية مختلفة، وتكرار التصوير في فترات زمنية متقاربة، بتكلفة أقل من تلك التي تلزم التصوير الجوي.

أما من حيث الدقة، فلا مقارنة الآن بين ما تنتجه الصور الجوية والأقمار الصناعية، حيث إن طرق المسح التصويري الجوي تستخدم في تكثيف الشبكات

الجيوإدسية، وفي استحداث نقاط تحكم لشبكاتٍ داخليةٍ، وذلك لدقتها العالية التي تأتي بعد دقة الطرق الجيوإدسية المعروفة. فيمكن تحقيق دقة في القياسات الأفقية باستخدام أجهزة القياس المعدة لذلك تصل إلى بضع ميكرومترات في الجهاز أو إلى سنتيمترات قليلة على الأرض. ومن المعلوم أن الدقة في قياس الارتفاعات تتأثر بمقدار ارتفاع الصورة عن الأرض، ومدى القدرة على توجيه اللاقط (Baltsavias, 1999, p. 90). ولم تزل المساحة التصويرية أمكن - في كلا الحالين - من الاستشعار عن بعد. كما أنه يبقى لها تميزها في القدرة على الاستفادة من نظرية انتشار الأخطاء المشار إليها سابقاً، مما يجعل تقدير الدقة أقرب ما يكون إلى الصحة. أما في حالة الاستشعار عن بعد، فكانت الدقة لا تتجاوز جزءاً من قسبة الصورة الواحدة (Sub-Pixel Accuracy). ويمكن أن تصل الدقة الكلية الناتجة عن برامج تصنيف صور بعض لواقط الاستشعار عن بعد - كالـ TM - إلى ٨٥% أو أقل بقليل (Sader, et al, 1995, p. 133). ولأنه قبل أقل من نصف عقد لم تكن هناك لواقط ذات دقة عالية، فقد كانت مثل هذه الدقة مرضية. أما اليوم فالحال مختلفٌ تماماً. لقد أصبح بالأمكان التحدث عن دقة قدرها متران (م٢) في القياسات الأفقية أو أقل، وثلاثة أمتار (م٣) في الرأسية من صور إكونوس (Internet, 2000g, p. 2). وعموماً يمكن القول أنه باستخدام التقنية ذات المتر الواحد يمكن إنتاج خرائط ذات مقياس يعادل ١:٤٠٠٠٠ يكفي لعدد وفيرٍ من تطبيقات أنظمة المعلومات الجغرافية المشهودة اليوم (Gonzalez, 1998, p. v). ولا شك أن هذه الدقة ستتحسن في القريب المنظور. وإذا تحسنت الدقة، وتقاربت مع تلك التي للمساحة التصويرية، تمّ التلاقي التام بين التقنيتين في التطبيقات.

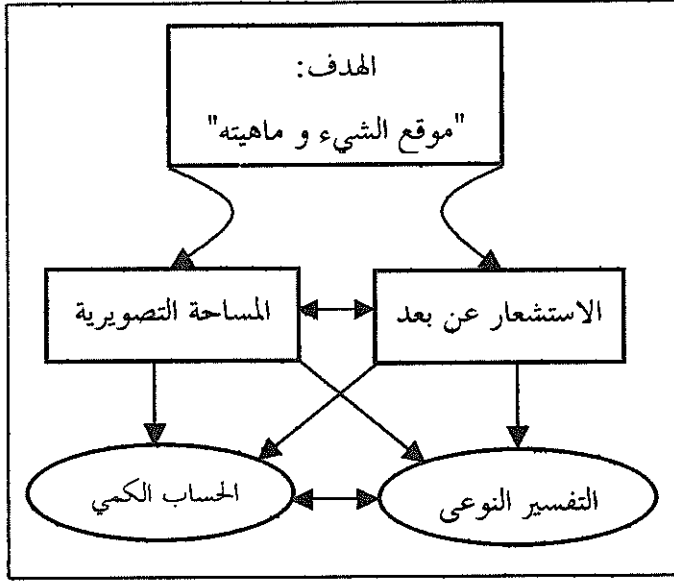
أما عن اختلاف هيئة المنتج فلا تكاد تذكر، فيمكن في كلتا التقنيتين عرض الخرائط المنتجة رقمياً آلياً على الحاسوب، أو إنتاجها في خرائط ورقية، أو سردها على هيئة إحدائيات، أو عرضها على هيئة خرائط أحادية اللون أو ملونة. وكلما تعددت أساليب تطوّر التقنية، تعددت أشكال عرض المنتج تبعاً لذلك.

آفاق التكامل بين المساحة التصويرية والاستشعار عن بعد

أدى التقدم التقني إلى ثورة معلوماتية كبيرة اتضحت من خلالها قدرات المؤسسات العلمية والعملية على رfd هذه الثورة بمعلومات صحيحة مجددة مؤثرة. كما أبلأت هذه التقنية الرقمية التخصصات المختلفة إلى التكامل كسباً للوقت والخبرة. وتعد تقنيتا المساحة التصويرية والاستشعار عن بعد من أجدر هذه التقنيات تكاملاً، وذلك لتشابههما في المدخل والمنتج. ولتشابههما في هذين الجانبين، فإن مدار التكامل بينهما يصبح في المعالجة. ولقد رأينا تداني أساليب المعالجة من بعضها، وتوحدتها في بعض الجوانب. وما تطوير النموذج الرياضي الخطي ليوائم حركة صور القمر الصناعي في مداره، وصنع لواقط تختصر الدقة من عشرات الأمتار إلى المتر الواحد، إلا دليل كبير على تكامل هاتين التقنيتين، وربما على قرب اتحادهما، فخواص الصور تزيد تشابهاً، وكذلك أساليب المعالجة، وتطبيقات المنتج. ويمكن تمثيل جانب من التكامل الراهن بالرسم كما في الشكل رقم (٥) وثمار تكامل هاتين التقنيتين كثيرة، ومن أهمها فيما نحن فيه أربع ثمرات هي: آلية إنجاز الخرائط (Automatic Mapping)، ورفد أنظمة المعلومات الجغرافية، ورفد شبكة الأنترنت (Internet)، وإمكانية الاتحاد في تقنية واحدة.

شكل رقم (٥)

نموذج للتكامل الراهن بين المساحة التصويرية والاستشعار عن بعد.

**آلية إنجاز الخرائط**

من المعلوم رغبة المعنيين بعلوم المساحة في جعل العمليات التحليلية والإنتاجية تجري بصورة آلية (Automatic Processing) يقل فيها تدخل العنصر البشري إلى أدنى المستويات. ولا شك أن رغبة كل من هاتين التقنيتين في جعل أعمالها تتم بطريقة آلية هي غاية مشتركة بين التقنيتين وهي من الدوافع التي سارعت بتقاربهما في العقد الأخير من القرن الميلادي المنصرم. فالمساحة التصويرية غنية في الأساليب الحاسوبية، وتأخذ من الاستشعار عن بعد تقنية تفسير الصور.

والاستشعار عن بعد غني في أسلوب تفسير الصور، ويأخذ من المساحة التصويرية ما أمكن من الطرق الحسابية المترية. ومن هنا يحدث التضافر بين التقنيتين. بما يُخدم البرامج الحاسوبية ويجعل العمليات المنجزة آلية الطابع إلا فيما ندر من تدخل بشري. وفي ذلك ترسيخ لدعائم العلم والتقنية في كل منهما على حدة. بما يستفيده من الآخر، وفيما سيؤولان إليه في المستقبل من تطوّر تقني وتطبيقي في المجالين المدني والعسكري.

ومن أهم الوسائل لتحقيق هذه الأتوماتيكية تحقيق التكامل التام بين هاتين التقنيتين واسترفاد ما يلزم ذلك من تقنيات أخرى. يقول ميخائيل: "يمكن إحراز تقدمٍ معتبر بدمج أنشطة المساحة التصويرية ومعالجة الصور متعددة الأطياف، وفهم الصورة (Image Understanding)، وأنظمة المعلومات الجغرافية مع بعضها. إن من المتوقع أن يكون هذا الحقل ميدانًا لتطوّر عظيم مطّرد خصوصًا في استخلاص الأشياء المكانية (Spatial Features) من الصور. ولئن كان الحصول على هذه المعلومات آليًا هو الغاية القصوى، فإن تطوير أدوات ذات كفاءة عالية وأداء مكين من شأنها مساعدة الإنسان في اختصار وقت تجميع المعلومات سيزيد من الإنتاجية بشكل كبير" (Mikhail, 1999, p. 740). وليس بخاف أن الحقلين الأولين من الأربعة الحقول المذكورة هنا، هما المساحة التصويرية والاستشعار عن بعد. وفي هذا دليل كافٍ على أهمية هذين الحقلين في مضمار التشغيل الآلي في مجاهما. وستضح هذه الرؤية أكثر عندما نتكلم عن دور هاتين التقنيتين في رفق أنظمة المعلومات الجغرافية.

رغد أنظمة المعلومات الجغرافية

تعرف أنظمة المعلومات الجغرافية بأنها: "مجموعة أجهزة وبرامج ومعلومات بُنيت بطريقة تجعلها قادرة على جمع وتخزين ومعالجة وتحليل المعلومات المكانية" (Wolf and Dewitt, 2000, p. 450). فسُرُّ نجاح هذه الأنظمة يكمن في استفادها معارف كثيرة يتم ربطها وتنسيقها بواسطة برمجيات معينة في الحاسب فتكون النتائج أشمل وأفضل من تلك ذات التقنية الواحدة. فمسألة المشاركة في المعلومات لازمة ضرورية لأنظمة المعلومات الجغرافية، يقول كارتر: "كلما ازدهرت أنظمة المعلومات الجغرافية، تنامت الحاجة إلى الاشتراك في المعلومات من أجل كفاءات أفضل وأعظم" (Carter, 1992, p. 1557).

ولا يخفى علينا إن المساحة التصويرية والاستشعار عن بعد هما رافدان مهمان من روافد أنظمة المعلومات الجغرافية لما يوفرانه من طرق صحيحة في تحديد مواقع الأشياء وأشكالها وماهيتها، وتمثيلها، بطرق شتى على الورق أو في الحاسب. فهما يتفوقان على تقنية المساحة الأرضية (Land Surveying) من حيث كمية المعطيات ومن حيث سرعة توفرها. فإذا ما تضافرا وتوحدتا سهلت مهمة التكامل في أنظمة المعلومات الجغرافية من جهة كمية المعلومات المعالجة، والوقت المستغرق فيها، وشموليتها وأوجه استخدامها. فحقيق بما التشارك في المعلومات من أجل تقنية أفضل. قال إيلرز وآخرون معه: "إن تكامل هذه التقنيات سيقود إلى طريقة تعاونية في التعامل مع المعلومات المكانية ... إن من المنتظر أن تحتوى الأنظمة المستقبلية على قواعد أنظمة معلومات جغرافية مترية، وأجهزة مساحة تصويرية رقمية شاملة (نظام معلوماتي كلي)" (Ehlers et al., 1992, p. 1625). وقد حصل ما تصوّروه فعلاً، فنحن نرى أنظمة معلومات جغرافية هندسية، ونرى أجهزة مساحة

تصويرية شاملة (Digital Workstations)، أو ما يسمى بأنظمة المساحة التصويرية الرقمية (Digital Photogrammetric System, DPS) توظف وتستخدم بكثرة في وقتنا الحاضر. ويقول نوفاك موضحاً صورة من صور رفق أنظمة المعلومات الجغرافية بالمعلومات الملتقطة بطريقة آلية تشترك فيها الأقمار الصناعية والمساحة التصويرية مع غيرها من الأنظمة: "تستخلص المواقع المكائنية وروافدها مباشرة (آلياً) من على منصة متحركة أو خلال مرحلة المعالجة، ومن ثم تنقل آلياً أيضاً إلى قاعدة معلومات جغرافية متعددة الأغراض" (Novak, 1995, p. 493). ولقد تطورت هذه التقنية، خلال عقد من الزمن، فأصبحت شائعة الاستخدام في الولايات المتحدة الأمريكية كلها (انظر أيضاً ACSM Bulletin, 1997, p. 24-27). هذه بعض الأمثلة على رفق هاتين التقنيتين أنظمة المعلومات الجغرافية بما لا يمكن لها الاستغناء عنه.

رفق شبكة الإنترنت

بدأت شبكة الإنترنت في الولايات المتحدة الأمريكية عسكرية الطابع بقدرات محدودة أول الأمر، ثم توسعت قليلاً لتصبح وسيلة لتداول المعلومات العلمية بين العلماء في الجامعات الأمريكية التي ترفد بمال عسكري، ثم تدرجت بعد ذلك لتشمل التجارة، فالإعلام، وتبدلت تبعاً لهذا التدرج المسؤوليات والمهام، ولم تزل تتبدل وتزداد بتوسع هذه الشبكة الضخمة (Internet, 2000j, p. 1). ولقد ألمح عدد من العلماء إلى علاقة أنظمة المعلومات الجغرافية بالإنترنت ومدى تأثيرها بها وتأثيرها فيها في المستقبل المنظور، فعلى سبيل المثال، يقول ثون: "كلما اكتملت البنية التحتية للإنترنت، وتطورت معها جنباً إلى جنب أنظمة المعلومات الجغرافية، أصبحت فكرة وجود أنظمة معلومات جغرافية مفتوحة، أو مشرعة الأبواب فكرة

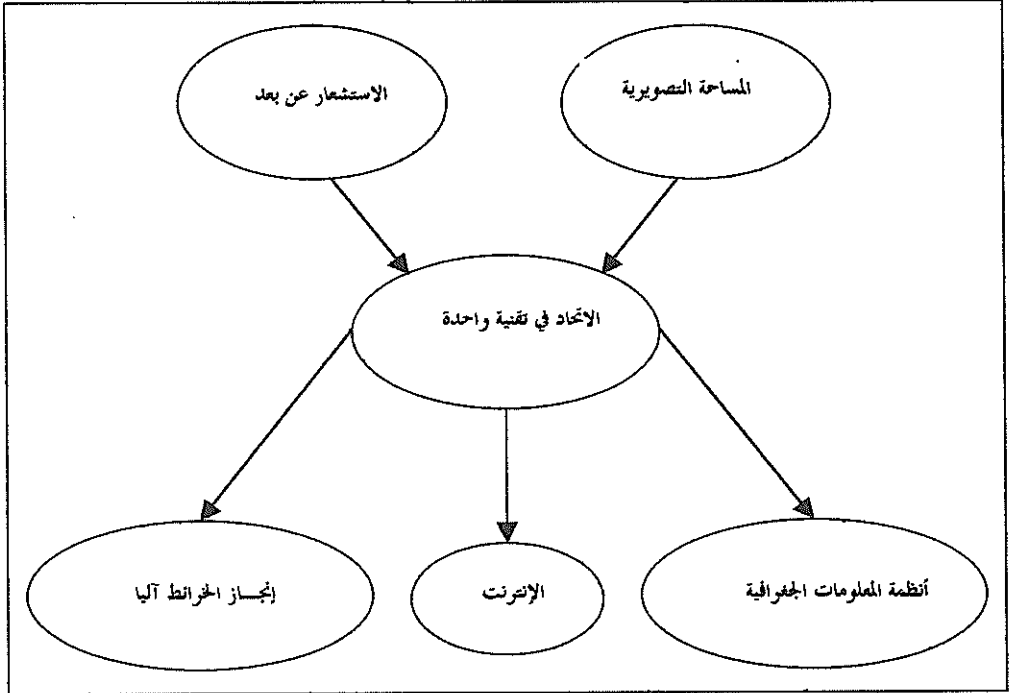
متنامية الأهمية" (Thoen, 1999, p. 28). وعلاقة أنظمة المعلومات الجغرافية بالإنترنت ليست بمستغربة، ذلك لأن تقنية اليوم ذات طابع رقمي إلكتروني يجعلها تلتقي - وإن كثرت سبلها وتشعبت - في الحاسب الآلي. من أجل هذا، أصبح بإمكان من يجيد التعامل مع هذه الآلة اليوم التواصل مع غير ذوي حقله من خلالها، والتعرف على بعض أسرار العمل في البيئة الجديدة، وإنجاز ما يمكن إنجازه. وستزيد التقنية من له رغبة في عمل مثل هذا قدرةً على تطبيقه وربما إتقانه. ويمكننا اعتبار أنظمة المعلومات الجغرافية رافداً من روافد الإنترنت، ذلك أنها تضيف إلى المعلومة المتداولة المتعلقة بسطح الأرض الدقة في القياس، والصحة في التسمية، فتصبح رافداً هندسياً لشبكة معلوماتية ضخمة. وعلى هذا يمكن لمن يعمل في حقل المساحة التصويرية والاستشعار عن بعد أن يسهم بدوره - عن طريق الـ GIS - في شبكة الإنترنت، وأن يجعلها هي الوسط الذي تتداول فيه الخريطة الرقمية بعد إنتاجها، فتكون بذلك بين يدي عدد كبير من المستخدمين في وقت قصير جداً.

الاتحاد في تقنية واحدة

إذا اطرّد التكامل بين التقنيتين وتمّ آل، بطبيعة الحال، إلى اتحادهما وانبثاق تقنية واحدة منهما، ترفد بدورها أنظمة المعلومات الجغرافية، وشبكة الإنترنت، وتعزز عملية إنجاز الخرائط آلياً، كما يوضح ذلك الشكل (٦). ولا ضير في اسم التقنية الجديدة، إذ هي، في كل الأحوال، قائمة على التصوير من بعد. وهذا البعد يمكن أن يقدر بمئات الأمتار أو بمئات الكيلومترات. ولن يتم الاتحاد بينهما دون التفات للمقررات التي تقدمانها وتطويرها بما يؤول بهما إلى مسار موحد، فمفاجآت التقنية سريعة وعجيبة، وربما جاء الوقت الذي نأخذ فيه الصورة من

شكل رقم (٦)

اتحاد التقنيتين في تقنية واحدة تُيسر تحديد موقع الشيء وماهيته وتُرفد ما يليها من تقنيات.



اللاقط موجهة مصححة لا نحلل فيها كما أشرنا من قبل. لقد حان الوقت أن تدمج مقررات هذين العلمين، فتعليمهما منفصلين بعد اليوم يعد سباحة ضد تيار اتحادهما الذي تدعمه بشدة التقنية المحركة لهما. ولا ننسى أن اتحادهما في تقنية واحدة فيه تيسير على المهتمين بصناعة الخرائط، وتوفير الجهود والأموال. وفي اتحادهما تناغم مع مسيرة التطور اليوم في زمن بني تقنياته على التكامل والاتحاد، لا على التناقض و التضاد.

الخلاصة

كاد كل من الاستشعار عن بعد والمساحة التصويرية أن يحتتط طريقاً مختلفاً عن الآخر، بحيث تبقى تقنيات الاستشعار عن بعد ذات طابعٍ ثريٍ بالمعلومات وأشمل في التغطية، لكن بدقة هندسية قليلة. وتبقى المساحة التصويرية ذات طابعٍ أقل مدىً لكنها أدق هندسياً. غير أن الملاحظ هو عدم ثبات هذا النهج، فالتقنيتان تتقاربان كثيراً والفوارق بينهما تضمحل بصفة مطردة. فالمساحة التصويرية تسعى في الاستفادة من معطيات الاستشعار عن بعد في تقنية تفسير الصور، والاستشعار عن بعد يسعى في الاستفادة من المساحة التصويرية في تقنية الحسابات الدقيقة من الصور. ولا ريب إن هذا التضافر بين التقنيتين يتم حسب التطور الحاصل في تقنية الحاسب حيث هو جامع شملهما. والدلائل تشير إلى أن الاتحاد بينهما ليس بعيداً، حيث إنه لا يقفو التكامل التام إلا الاتحاد في تقنية واحدة. وفي اتحادهما المزيد من التطور لمن قومه هذه التقنية إنتاجاً واستخداماً. ولو تمّ الاتحاد في تقنية واحدة فلن ينسى لكل دوره فيه. فالاستشعار عن بعد له، إلى جانب ما ذكر - الفضل في توظيف جزء أكبر من الطاقة الضوئية، والسبق إلى المعالجة الرقمية. وللمساحة التصويرية الفضل في دقة تحديد موقع الشيء المراد معرفته، وتقدير أثر الحسابات بعضها على بعض، وفي تمثيل سطح الأرض أفضل تمثيل وغير ذلك مما ذكر. إن المساحة التصويرية تتكئ على معطيات قرن من الزمن أو يزيد، والاستشعار عن بعد يتواءم مع التقنيات الحديثة، والتوجه العام لعالم اليوم من حيث الرغبة العارمة في كل ما هو شامل الطابع والتقنيات. فمن منظور تقني لا مناص من التغلب على الفوارق بينهما وتوحيدهما في تقنية واحدة تجمع بين قوتيهما.

المراجع

أولاً: المراجع العربية:

- صيام، يوسف، (١٤١٥)، المساحة الجوية والاستشعار عن بعد، ٤١٨ صفحة، المملكة الأردنية الهاشمية، عمان.
- طوقان، قدرى حافظ، (بدون تاريخ)، علماء العرب وما أعطوه للحضارة، دار الكتاب العربي، ٢٣٨ صفحة، بيروت.
- قزمانى، مروان، (١٩٩٦)، المنصات الجديدة للاستشعار عن بعد، الاستشعار عن بعد، ع. ٨، ص ص ٤٧-٥٣.
- معهد بحوث الفضاء، (١٩٩٨)، نشرة تعريفية بالأقمار التي تستقبل صورها المدينة، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، ٢٤ صفحة، الرياض.

ثانياً: المراجع غير العربية

- Ackermann, F., (1991), Structural Changes in Photogrammetry, Proceedings of the 43rd Photogrammetric Week at Stuttgart University, Sept. 9th to 14th. Publication Series of the Institute of Photogrammetry, Vol. 15, pp. 9-23.

- ACSM Bulletin (1997): **Mapping Ohio**, ACSM Bulletin, No. 169, pp. 24-27.
- Baltasvias, E. P., (1999), A Comparison Between Photogrammetry and Laser Scanning, **ISPRS Journal of Photogrammetry & and Remote Sensing**, No. 54, pp. 83-94.
- Berlyant, A. M., (1998), Not for us to foresee, "or about future maps". **Mapping Sciences and Remote Sensing**, Vol. 35, No. 3, pp.166-172.
- Carter, J. R., (1992), Perspectives on Sharing Data in Geographic Information Systems, **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Vol. 58, No. 11, pp. 1557-1560.
- Ehlers, M., Edward, G. and Bedard, Y., (1989), Integration of Remote Sensing with Geographic Information systems: A Necessary Evolution, **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Vol. 55, No. 11, pp. 1619-1627.
- Ghosh, S. K., (1988), **Analytical Photogrammetry**, Second Edition , Pergamon Press, 308 pages, New York.
- GIS World, (1995), **Satellite Platforma and Sensors**, February, pp. 46-47.
- Gonzalez, A. R., (1998), **Horizontal Accuracy Assessment of the New Generation of High Resolution Satellite Imagery for Mapping Purposes**, Report No. 445, The Ohio State University, Department of Civil and Environmental Engineering and Geodetic Science, 89 pages, Columbus, Oh.
- Cosandier, D., Martell, Belton, D., Mertz, J., and S. Platz, (1997), **Flexible GPS Software Approach for Post-Mission Position and Attitude Determination for Airborne**

Applications, Proceedings of ION GPS, Inst of Navigation, Alexandria, VA, USA, Vol. 2, pp. 1781-1788.

- Habib, A., and Beshah, B., (1997), **Modeling Panoramic Linear Array Scanner**, Report No. 433, The Ohio State University, Department of Civil and Environmental Engineering and Geodetic Science, Columbus, Oh, 62 pages.
- Internet,(2000a), www.cfm.ohio-state.edu/info/mission.html (last updated April 30, 1997).
- Internet, (2000b): www.dvp.ca
- Internet, (2000c): <http://geo.arc.nasa.gov//sge/landsat/tofc.html>
- Internet, (2000d): <http://landsat7.usgs.gov/resource.html>.
- Internet,(2000e): www.imagingnotes.com/janfeb99/marketscan.html, 3 pages. (last updated 1998).
- Internet,(2000f): www.spaceimaging.com/newsroom/releases/2000/1m_color.htm, 3 pages. (last updated 2000)
- Internet,(2000g): www.spaceimaging.com/aboutus/satellites/IKONOS/ikonos.html, 3 pages, (last updated 2000).
- Internet, (2000h): www.geo.TUdelft.nl/frs/whatis.html
- Internet, (2000i): www.cv.ncu.edu.tw/english/survey.html, 2 Pages.
- Internet, (2000j): Internet 101- About the Internet. www2.famvid.com/i101/internet.html, 2 pages.

- Jacobson, K., (1993), **Experiences in GPS Photogrammetry. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Vol. 59, No. 11, pp. 1651-1658.
- Jovanovic, V., Smyth, M., Zong, J., Ando, R. and Bothwell, G. (1998), **MISR Photogrammetric Data Reduction for Geophysical Retrievals, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, Vol. 36, No. 4, pp. 1290-1300.
- Lillesand, T., and Kiefer, R., (1994), **Remote Sensing and Image Interpretation. Third Edition**, John Wiley & Sons, New York, 750 pages.
- Merchant, D., (1988), **Analytical Photogrammetry Theory and Practice**, Fourth Edition, Part II, (Lecture Notes), Dept. of geodetic Science and Surveying, The Ohio State University, Columbus, Oh, USA, 94 pages.
- Mikhail, E., (1999), **Is Photogrammetry Still Relevant**, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* , Vol. 65, No. 7, pp. 740-751.
- Moffitt, F. H., and Mikhail, E. M., (1980), **Photogrammetry**, **Harper & Row publishers**, New York. 648 pages.
- Novak, K. (1995), **Mobile Mapping Technology for GIS Data Collection**, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol. 61, No. 5, pp. 493-50.
- Sader, S., Douglas, A. and Wen-Shu L. (1995): **Accuracy of Landsat-TM and GIS Rule-Based Methods for Forest Wetland classification in Maine**. *Remote Sens. Environ.* No. 53, pp. 133-144.
- Shen, T., Huang, J., and Meng, C., (1999), **Multiple-Sensor Integration for Rapid and High-Precioin Coordinate**

Metrology, IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, AIM, pp. 908-915.

- Smith, K. K., (2000), **Feeding a Hungry World**, Imaging Notes Vol. 15, No. 1, pp. 14-15.
- Thoen, B., (1999), Industry Trends Reflect the Future of Web-Based GIS, **GEOWorld**, Vol. 12, No. 6, pp. 28-29.
- Welch, R. M., Remillard, M., and Doven, R. F., (1995), GIS Database Development for South Florida's National Parks and Preserves, **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Vol. 61, No. 11, pp. 1371-1381.
- Wolf, P. R., and Dewitt, B. A., (2000), **Elements of Photogrammetry with Applications in GIS**, 3rd Edition , McGraw-Hill Book Company, Newyork, 608 pages.

الحق

ملحق تفسيري (Glossary) مرتب حسب أولوية ورود المصطلح في متن البحث.

Topographic Maps	خرائط طبوغرافية
Nontopographic Maps	خرائط غير طبوغرافية
Geographic Information Systems	أنظمة المعلومات الجغرافية
Input	المُدخل
Processing	المعالجة
Output	المُخرج
Terrestrial Photogrammetry	المساحة التصويرية الأرضية
Analog Photogrammetry	المساحة التصويرية اليدوية
Analytical Photogrammetry	المساحة التصويرية التحليلية
Digital or Softcopy Photogrammetry	المساحة التصويرية الرقمية
Analog Plotter	الراسم اليدوي
Analytical Plotter	الراسم التحليلي
Digital Plotter	الراسم الرقمي
Gray Value	كمية السواد
Pixel	قصة
Collinearity Equation or Condition Equation	المعادلة الخطية أو الشرطية
Image Space Coordinates	الاحداثيات في مجال الصورة (إحداثيات الصورة)
Object Space Coordinates	الاحداثيات في مجال الهدف (إحداثيات أرضية)
Principal Point Coordinates	إحداثيات نقطة الأساس
Exposure Station Coordinates	إحداثيات محطة لحظة الالتقاط
Focal Length	البعد البؤري
Orientation Matrix	مصفوفة التوجيه

Overlap or Endlap	التداخل الأمامي أو الطرقي
Sidelap	التداخل الجانبي
Digital Elevation Model, DEM	نموذج الارتفاع الرقمي
Image Interpretation	تفسير الصور
Visual Interpretation	التفسير النظري
Machine Interpretation	التفسير الآلي
Object Space Control Points	نقاط التحكم الأرضي
Photogrammetric Model	النموذج التصويري
Absolute Orientation	التوجيه المطلق
Inner Orientation Parameters	عناصر التوجيه الداخلي
Global Positioning System, GPS	نظام تعيين المواقع العالمي
Error Propagation	انتشار أو تنامي الأخطاء
Sensors	لواقط
Band	نطاق
Multi-Bands	عدة نطاقات أو نطاقات متعددة
Spectral Resolution	التمييز الطيفي
Radiometric Resolution	التمييز الإشعاعي
Temporal Resolution	التمييز أو التكرار الزمني
Spatial Resolution	التمييز المكاني
Accurate Geometrical Computations	حسابات هندسية صحيحة
Film Distortion	تشوه الفلم
Lens Distortion	تشوه العدسة
Radiometric Corrections	التصحيات الإشعاعية

Geometric Corrections	التصحیحات الهندسية
Image Enhancement	تحسين الصورة
Image Classification	تصنيف الصورة
Analytical Technology	التقنية التحليلية
Digital Technology	التقنية الرقمية
Analytical Treatment	المعالجة التحليلية
Geodetic Networks	الشبكات الجيوديسية
Orthoimages	صورة رقمية مصححة
Sub-pixel Accuracy	صحة بقدر جزء من القصبة
Automatic Mapping	آلية إنجاز الخرائط
Automatic Processing	المعالجة الآلية
Image Understanding	فهم الصورة
Spatial Features	الأشياء المكانية
Land Surveying	المساحة الأرضية
Digital Workstations	أجهزة رقمية شاملة
Digital Photogrammetric Systems, DPS	أنظمة المساحة التصويرية الرقمية

منحة الإعلانك

عزيزي الباحث وصاحب العمل
والمؤسسة ، تتيح لك الجمعية
الجغرافية السعودية فرصة التعريف
بإنتاجك العلمي وأجهزتك
ومؤسساتك وبرامجك التي يمكن أن
تخدم الجغرافيين والجغرافيا .

أسعار الإعلانات

ربع صفحة ٢٥٠ ريال سعودي

نصف صفحة بمبلغ ٥٠٠ ريال سعودي

صفحة كاملة بمبلغ ١٠٠٠ ريال سعودي

آخر إصدارات سلسلة بحوث جغرافية

- ١٨- جومورفلوجية لمحة القصب بالملكة العربية السعودية.
د. جودة قضي التركماني .
- ١٩- الانتقال السكاني في مدينة الرياض : دراسة الاتجاهات والأسباب والخصائص.
د. رشود بن محمد الحريف.
- ٢٠- احتمالات هطول الأمطار، درجة الاعتماد عليها في المملكة العربية السعودية.
د. عبد الملك بن قسم السيد.
- ٢٢- نحو منهج موحد في الجغرافيا التطبيقية - أمودج مقترح .
د. يحيى بن محمد شيخ أبو الخير .
- ٢٣- الأهمية النسبية القصوة على سطح الأرض في المملكة العربية السعودية .
أ.د. محمد بن عيناظ المرابح .
- ٢٤- المرافض الرملية والخبارية وأثرها في رطب الخفول الزراعية في واحة الأحساء بالملكة العربية السعودية.
أ.د. عبد الله بن أحمد طاهر .
- ٢٥- أنماط توزيع الأراضي في المنطقة المركزية لمدينة الرياض .
أ.د. عبد العزيز بن عبد اللطيف آل الشيخ
- ٢٦- الخصائص الجيودوركيمايية ودرجة التحلل الكارستي في ليع عين الفيحة : سوريا .
د. محمد بن خالد حاج حسن
- ٢٧- تقييم طريقة الري بالرش المحوري : دراسة حالة في الجغرافيا الزراعية لمنطقة وادي النواصر .
د. عبد الله بن سليمان الحديدي
- ٢٨- خصائص تربة الكبان الرملية ومدى ملائمتها للزراعة الجافة في واحة الأحساء بالملكة العربية السعودية.
أ.د. عبد الله بن أحمد سعد الطاهر
- ٢٩- جغرافية التجارة الخارجية للمملكة العربية السعودية .
د. فريال بنت محمد المحاصري
- ٣٠- أهمية الأطلس المدرسي في تدريس مادة الجغرافيا في مراحل التعليم العام.
د. ناصر بن محمد عبد الله سلمى
- ٣١- العلاقات المكانية والزمنية للأسواق الأسبوعية وخصائصها الجغرافية في واحة الأحساء بالملكة العربية السعودية.
د. محمد بن طاهر اليوسف .
- ٣٢- المسح الميداني الإلكتروني باستخدام تقنية تحديد المواقع ونظام الربط الأرضي الجغرافي - G.P.S-GEOLINK.
د. غازي عبد الواحد مكلي المكلي
- ٣٣- تقويم الوضع الأيكولوجي الزراعي في منطقة وادي المياه بالملكة العربية السعودية.
أ.د. عيناظ بن أحمد سعد الطاهر
- ٣٤- التحليل الإحصائي للمتعدد المتغيرات لخصائص أحجام حبيبات الكبان الرملية الهلالية بتقوى التويرات: دراسة حالة في محافظة الطائف.
د. يحيى بن محمد شيخ أبو الخير
- ٣٥- الأسواق الدورية في منطقة حازان : دراسة تحليلية عن التنظيم المكاني والدور الاقتصادي.
د. محمد بن عبدالكريم حبيب
- ٣٦- أثر استخدام المياه الجوفية على التربة وإنتاجية بعض المحاصيل الزراعية بمنطقة نواك
د.عبدالعزیز بن ناصر السمران.
- ٣٧- التوزيع المكاني للسكان والتنمية في المملكة العربية السعودية في ١٣٩٤-١٤١٣هـ
د.محمد بن عبدالعزیز الفیانی.
- ٣٨- الأودية الناحلة إلى منطقة الحرم بالمدينة المنورة
د. محمود بن إبراهيم النوعان .
- ٣٩- مواقع المدارس وسبل رفع مستوى سلامة التلاميذ الممرية في مدينة الرياض
د. عامر بن ناصر المطير .
- ٤٠- تردد الرياح الشمالية وتاثيرها في المملكة العربية السعودية
د. جهاد بن محمد قرية .
- ٤١- القوى العاملة في المملكة العربية السعودية : أبعادها الديموغرافية والاقتصادية والاجتماعية
د. رشود بن محمد الحريف.
- ٤٢- خصائص السياح منطقة عسرو وأهميتها للتنشيط والاستثمار السياحي
د. محمد بن مفرح شيلي القحطاني.
- ٤٣- تطور إنتاج عرافظ المملكة العربية السعودية نصف قرن في دعم التنمية والتخطيط .
د. صبيحي بن قاسم السعيد .
- ٤٤- تقنيات الحموله الصلبة وعلاقها بالأمطار والجريان السطحي بالبحر الهينروغرافي لوداي الكبير الرمال(الثل) القطري-البحراني) .
د. محمد بن فضيل بوروي .
- ٤٥- نمذجة التحليل المورفومتري لشعيب نواح
د. مشاعل بنت محمد آل سعود .
- ٤٦- مورفولوجية كومبنتات هضبة نجد: دراسة تطبيقية على حال الوطاة.
أ.د. محمد فائد بن شوكت، حاج حسن.
- ٤٧- الاتصال المناخي السطحي بين المملكة العربية السعودية ونصف الكرة الشمالي.
د. فهد بن محمد عبد الله الكليبي.
- ٤٨- دور عخط التنمية في معالجة قضية التوازن الإقليمي في المملكة العربية السعودية: دراسة تقويمية لتحرية التنمية الإقليمية ما بين عامي ١٣٩٠-١٤١٥هـ.
د. محمد بن عبد المعيد مشخص.
- ٤٩- تطور التوزيع الجغرافي لمرض السل وانتشاره في العالم.
د. فاطمة بنت أحمد محمد البيوك.
- ٥٠- العلاقة بين كميات الأمطار وارتفاع الماء الجوفي في حوض وادي عرفة بالملكة العربية السعودية.
د. محمد بن عبد الله محمد الصالح.
- ٥١- الصناعات القصوة في المملكة العربية السعودية.
د. عبد الله بن حمد الصليح.

Price Listing Per Copy :

Individuals : 10 S.R.

Institutions : 15 S.R.

Handling & Mailing Charges are added on the above listing

أسعار البيع :

سعر النسخة الواحدة للأعضاء : ١٠ ريالاً سعودية.

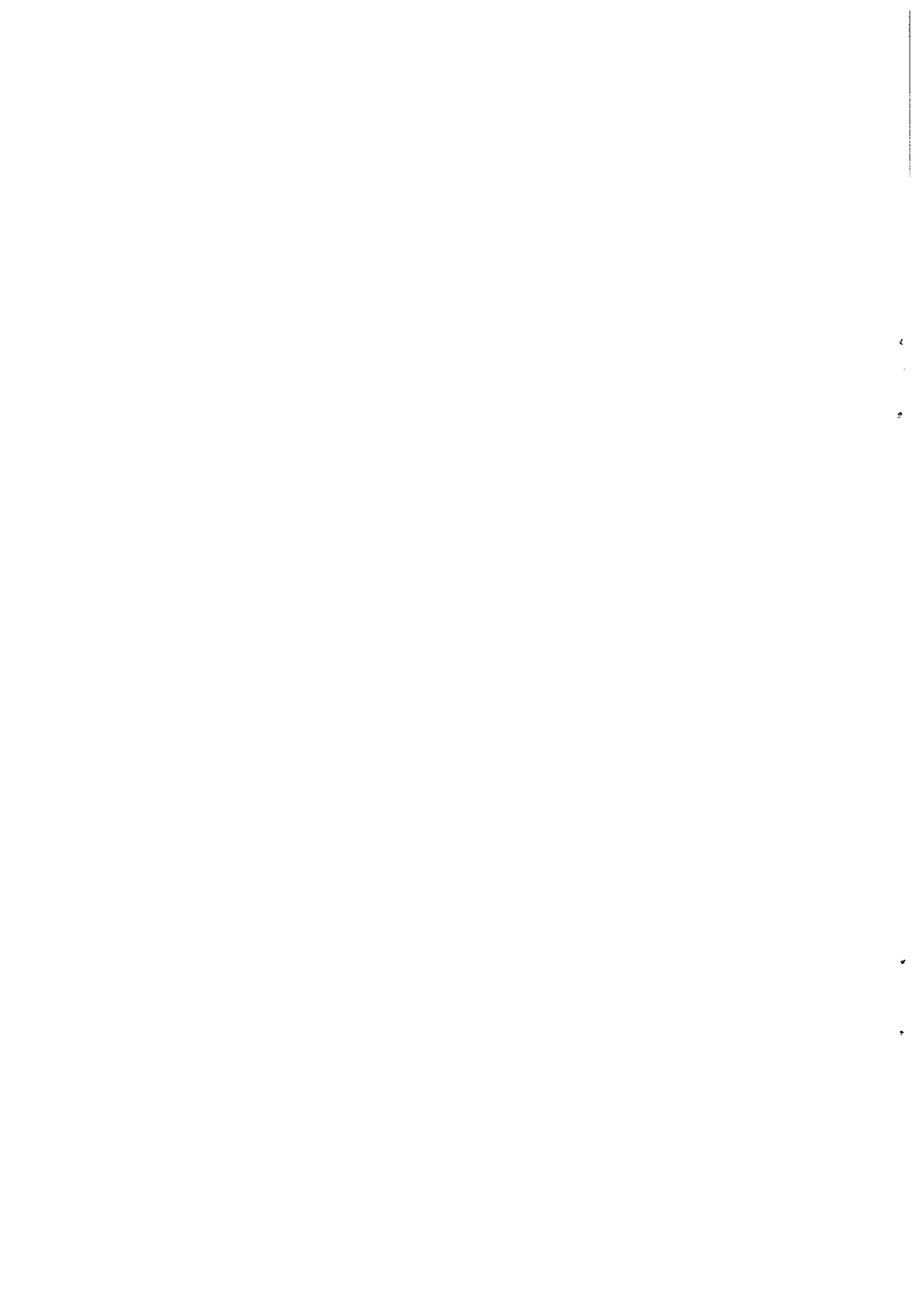
سعر النسخة الواحدة للمؤسسات : ١٥ ريالاً سعودياً .

يضاف إلى هذه الأسعار أجرة البريد .

Similarities, Dissimilarities and Prospects of Technical and Methodological Integration between Photogrammetry and Remote Sensing

*Dafer Ali Algarni
Associate Professor
King Saud University
Civil Engineering
P. O. Box 800
Riyadh, 11421*

For many years, Photogrammetry and Remote Sensing have been looked at as two separate sub-fields of mapping with different characteristics and techniques. Photogrammetry, from this perspective, is distinguished by its long unique history through which many technical advances have been made. Suffice it to say that through this long history, photogrammetry has taken the lead in the topographic map production arena. Remote Sensing, on the other hand, is being characterized by its "digital pattern" which progresses in accordance with the technology essence of this era, and to which photogrammetry is leaning since the beginning of the 1990s. Remote Sensing is also known for its large coverage, multispectral, temporal, and radiometric characteristics of various sensors. In this decade, the two disciplines tend to converge due mainly to the tremendous changes in computer technology and the dramatic changes in both fields. In this paper, the distinguishable characteristics of each field are presented. Then, the similarity and dissimilarity between both fields are summarized concentrating on the three well known stages of data treatment: input, processing and output. Finally, the extent of their convergence and the benefit of their integration are discussed. It is shown in this paper that a new technology which adopts the best of each field might emerge in the perspective future.





● **Administrative Board of the Saudi Geographical Society** ●

Abdulaziz A. Al-Shaikh	Prof.	Chairman.
Mohammed S. Makki	Prof.	Vice-Chairman.
Badr A. Al-Faqir	Ass. Prof.	Secretary General.
Abdulah H. Al-Solai	Ass. Prof.	Treasurer.
Abdullah S. Al-Roqaybah	Ass. Prof.	Member.
Ibrahim S. Al-Dosari	Ass. Prof.	Member.
Ibrahim M. A. Al-Faqy	Ass. Prof.	Member.
Mohammed M. Al-Qahtani	Ass. Prof.	Member.
Khadran K. Al-Thobeti	Ass. Prof.	Member.



Similarities, Dissimilarities and Prospects of Technical and Methodological Integration between Photogrammetry and Remote Sensing

Dr. Dafer Ali Algarni

King Saud University - Riyadh
Kingdom of Saudi Arabia
1422 A.H. - 2001 A.D.