الاستشعار عن بعد وتطبيقاته في التخطيط العمراني

د . محمد الخزامي عزيز
مدرس بقسم الجغرافيا - جامعة قطر

١) مقدمـــة

بالرغم من أن عملية التصوير الجوي باستخدام الطائرات تعتبر عملية مسح سريعة لسطح الأرض بالمقارنة بتلك الطرق التقليدية أي عمليات المسح الأرضي ، إلا أنها تتأثر بعامل رئيسي وهو الطقس وحالة الجو ، حيث يلزم لاجراء التصوير الجوي الناجح والضروري لانتاج خرائط أن يكون الجو صحواً وخالياً من الغيوم حتى تكون الصور صالحة للتحليل الفوتوجرامتري ، ولذلك لا يمكن إجراء المسح الجوي إلا في أيام الصيف ويبدو تأثير هذا العامل واضحاً في الأقاليم الواقعة في العروض المعتدلة حيث تندر الأيام ذات الطقس الصحو الصالحة للتصوير .

وإلى جانب عامل الطقس يوجد هناك التأخير الناتج عن الوقت اللازم لاعداد خطة الطيران ، كما أن عملية المسح الجوي تعتبر مُكلفة لما تحتاجه من تجهيزات ومعدات قبل وأثناء وبعد الطيران خاصة أجهزة تحليل الصور الجوية . وللتغلب على تلك المشاكل اتجه الانسان إلى تصوير سطح الأرض من الفضاء بواسطة السفن الفضائية التي بواسطتها وفي دقائق معدودة يمكن الحصول على صور لاقليم جغرافي على نحو متكامل دون التقيد بأحوال الطقس على سطح الأرض ، وكان من نتاج ذلك أن أضافت هذه التكنولوجيا الحديثة الكثير إلى الجغرافيا وإنتاج الخرائط .

وتسمى عملية التصوير من الفضاء باسم « الاستشعار عن بعد » وهي ترجمة للمصطلح الانجليزيRemote Sensing والذي استخدم لأول مرة في مركز الأبحاث العسكرية بسلاح البحرية الأمريكية بواسطة E. Velyn Pruitt في عام ١٩٦٠ .

ويعتبر التخطيط العمراني من أهم المجالات التطبيقية التي تستفيد من تكنولوجية الاستشعار عن بعد وذلك لاعتماد الخطة العمرانية على العديد من المعلومات المتنوعة وأهمها تصنيف استخدامات الأرض ، التركيب الجيولوجي لاقليم التخطيط ، الوضع البيئي ومظاهر التصحر إلى جانب التعرف على احتمالية تعرض الاقليم لكوارث طبيعية مفاجئة كالزلازل والبراكين .

ويهدف اختيار موضوع البحث تغطية ثلاثة جوانب أساسية هي :

أ) تعريف الجغرافي بمفاهيم تكنولوجيا الاستشعار عن بعد وخاصة المتعلقة منها بالأقمار الصناعية وكيفية الحصول على البيانات وطرق تحليلها في خدمة العلوم التطبيقية المختلفة .

ب) تحليل بعض جوانب الاستفادة من بيانات الاستشعار عن بعد في مجال التخطيط العمراني من الوجهة الجغرافية .

جـ) تفسير بعض نماذج تطبيقية لمرئيات فضائية بما يخدم الخطط العمرانية .

٢) مفهوم الاستشعار عن بعد

عند تفسير مفهوم الاستشعار عن بعد يجب علينا أن نفرق بين الاستشعار عن بعد كعملية تطبيقية وبين الاستشعار عن بعد كعلم حديث . فتعريفه كعملية تطبيقية تكمن في أنه الوسيلة العملية للتصوير (أو للاستشعار) من الفضاء أو من الجو للحصول على معلومات عن أهداف بعيدة دون أن تكون هناك ضرورة

إلى الاقتراب المباشر منها . أما تعريفه كعلم فهو ذلك العلم الذي يهتم بإنجاز تطبيقي لأجهزة الطاقة الكهرومغناضيسية لامكانية الحصول بواسطتها على معلومات عن أهداف بعيدة على سطح الأرض ودراسة امكانية الاستفادة من تلك المعلومات في الأغراض العلمية والتطبيقية المتعددة .

وإذا كان مفهوم الاستشعار عن بعد يعني رؤية الأشياء دون الحاجة إلى الاقتراب منها ، فإننا يمكن أن نؤكد بأنه إذا قرأ الإنسان في كتاب ما أو نظر إلى فيلم معين أو راقب بعينيه هدفاً ما ، فإنه بهذا يطبق من حيث المبدأ فكرة الاستشعار عن بعد ، إذاً تلعب العين عمل جهاز الاستشعار عن بعد حيث تستجيب للضوء المنعكس من الهدف الذي تنظر إليه ، وإن هذه المعلومات أو هذه الاستجابات أو هذه القيم من الانعكاسات الضوئية يتم تحليلها ضمن عقل الانسان ، هو الذي يقوم بدوره بشرح كل هذه القيم من الاستجابات ، فهو أي العقل يدل على أن هذا الجزء مضيء وهذا الجزء معتم وبذلك نستطيع فهم وإدراك هذه الأشياء دون أن تتم عملية الملامسة الفعلية ، والذي يتم بعد ذلك هو عمل فيزيائي بحيث يتم خلال موجات الضوء التي تنعكس من الهدف إلى العين . وتعتمد عملية الاستشعار عن بعد بواسطة الأقمار الصناعية على خمسة عناصر أساسية وهي (انظر شكل ١) .

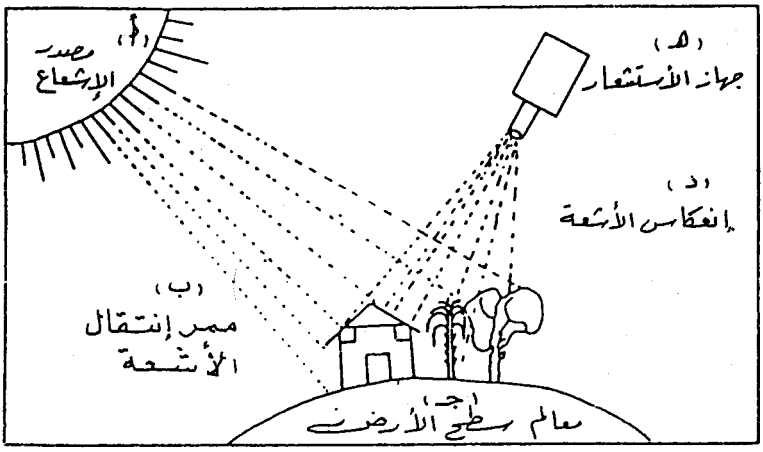
أ ـ مصدر الاشعاع Radiation Soutce وهو في هذه الحالة الشمس .

ب ـ ممر انتقال الأشعة Transmission path وهو الغلاف الجوي المحيط بالأرض .

جـ ـ تفاعل الأشعة مع معالم سطح الأرض Interaction between light and the traget on the surface of the land.

د ـ الطاقة المنعكسة من معالم سطح الأرض Reflected energy .

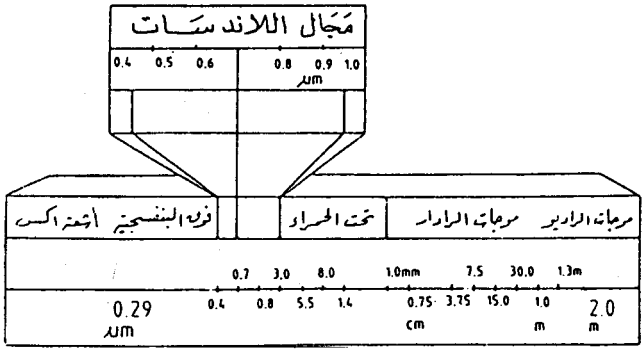
هـ ـ جهاز الاستشعار على متن الأقمار الصناعية Sensor on board the Satellite .



شكل (١) : يوضح العناصر الأساسية لعملية الاستشعار عن بعد

المصدر (عن هاشم سلامة ، ١٩٨٨ ص ٥٦)

وتبعث الشمس بطاقاتها من الفضاء بدرجة حرارة في المتوسط حوالي ٦٠٠ م° والتي تقع أطوال موجات أشعتها ما بين تحت البنفسجي وما فوق الحمراء ، وتصدر هذه الأشعة الشمسية عديمة اللون عندما تسقط على أي جسم تتغير صفاتها ولونها حسب خصائص الجسم المصطدمة به حيث يحدث تسرب لجزء من الأشعة خلال الجسم نفسه والجزء الآخر يعكسه الجسم لنراه تحت مفهوم « لون » . والرسم التالي (شكل ٢) يوضح مجالات الأشعة الكهرومغناطيسية المتسخدمة في مجال الاستشعار عن بعد والتي تنحصر ما بين ٠,٤ - ١,٤ ميكروميتر وذلك ما بين موجات الأشعة فوق البنفسجية وموجات الأشعة تحت الحمراء .



شكل (٢) : يوضح مجالات الأشعة التي تتعامل معها الأقمار الصناعية وسط الهيكل العام للموجات الضوئية والاشعاعية في الفضاء الكوني

المصدر (عن Bertelsmann' Grosse Weltatlas, Munich, 1989)

فعندما تصدر الأشعة الشمسية من الفضاء الكوني يحدث تسرب الجزء الأزرق من هذه الأشعة في طبقة الغلاف الجوي المحيط بالأرض ، وتستمر الأجزاء الأخرى في رحلتها إلى سطح الأرض فتعكسها الظواهر الطبيعية والبشرية إلى أجهزة الاستشعار ، وهذا الجزء الذي ينعكس يتكون من الألوان الرئيسية الثلاثة الأخضر والأحمر واللون الواقع في مجال الأشعة تحت الحمراء التي لا يمكن للعين المجردة رؤيته . هذه الألوان الثلاثة تحتل ثلاث موجات مختلفة والتي يتم تصويرها بواسطة أجهزة الاستشعار الموجودة على الأقمار الصناعية في صور أبيض وأسود ، ولتحويل هذه المجالات الثلاثة والتي يتم استشعارها في أبيض وأسود إلى ألوان يتم اتباع التالي :

أ ـ إدخال اللون الأزرق على المرئيات للحصول على المجال الأخضر .

ب ـ إدخال اللون الأخضر على المرئيات للحصول على المجال الأحمر .

جـ ـ إدخال اللون الأحمر على المرئيات للحصول على المجال تحت الأحمر .

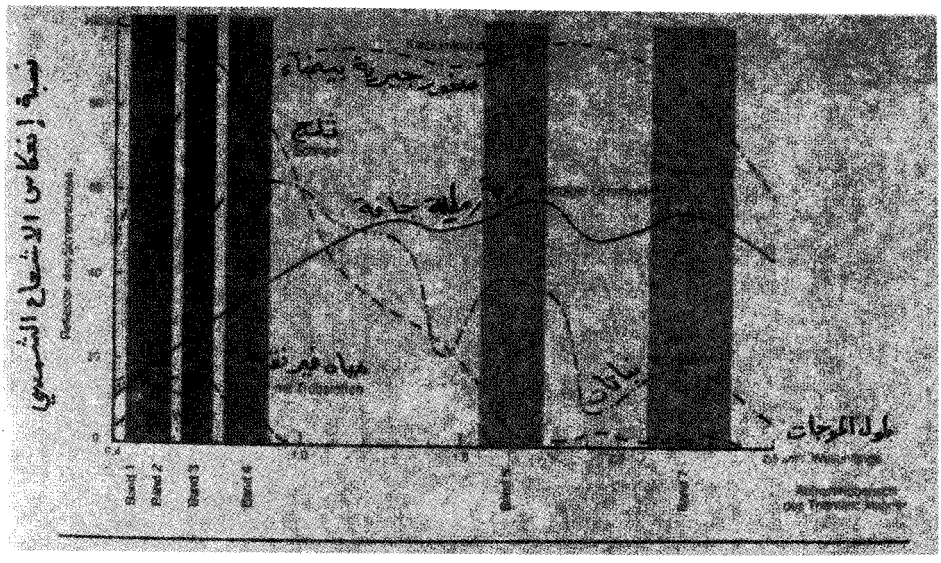
وعليه تحصل على التركيب اللوني المسمى « صور الألوان الخطأ أو غير

الطبيعية Unnatural Colours بسبب عدم انطباق الألوان مع اللون الطبيعي للظاهرات فمثلاً تظهر النباتات الطازجة الخضراء بلون أحمر والسبب في ذلك أن مادة الكوروفيل التي تحتويها أوراق النباتات تعكس بشدة موجات الأشعة القريبة من تحت الحمراء ، أما النباتات المريضة تفقد هذه الخاصية حيث تزيد عملية الانعكاس من مجال الأشعة الخضراء ولذلك نحصل على تدرج لوني يبدأ من الأحمر ثم البنفسجي ثم الأزرق . والرواسب المعلقة أو المياه الضحلة تظهر باللون الأبيض حتى الأزرق الفاتح بينما الطبقات الجيرية باللون الأخضر والرمال باللون الأبيض حتى الأصفر والمدن والقرى باللون الأسود حتى الرمادي .

ولإمكانية الاستفادة من تكنولوجية الاستشعار عن بعد تم إعداد أجهزة استشعار ذات قدرات متعددة أو متعددة الأطياف مثل المسمى باسم « Thematic Mapper » والذي يعمل على تصوير ظاهرات سطح الأرض كل حسب خصائصه في انعكاس أشعة الشمس وكل قيمة انعكاس تسجل في قناة خاصة ، حيث يعمل هذا الجهاز بسبع قنوات (مجالات) كالتالي : (الشكل ٣) .

رقم القناة (المجال)	طول موجات الأشعة بالميكروميتر
١	٠,٤٥-٠,٥٢ أزرق
٢	٠,٥٢ - ٠,٦٠ أخضر / أصفر
٣	٠,٦٣ - ٠,٦٩ أحمر
٤	٠,٧٦ - ٠,٩٠ تحت الأحمر الفوتوغرافي
٥	١,٥٥ - ١,٧٥ قريب من تحت الأحمر
٦	١٠,٤٠ - ١٢,٥٠ تحت الأحمر الحراري
٧	٢,٠٨ - ٢,٣٥ تحت الأحمر المتوسط

والتي تبدو واضحة في خصائصها حسب نوع ظاهرات سطح الأرض كما يوضح شكل (٣) .



شكل (٣) يوضح الانعكاسات المختلفة لأشعة الشمس من قبل ظاهرات سطح الأرض ومجالات استيعابها بأجهزة الاستشعار 'Thematic Mapper'

المصدر : (عن : 'Bertelsmann's Grosse Weltatlas, 1989

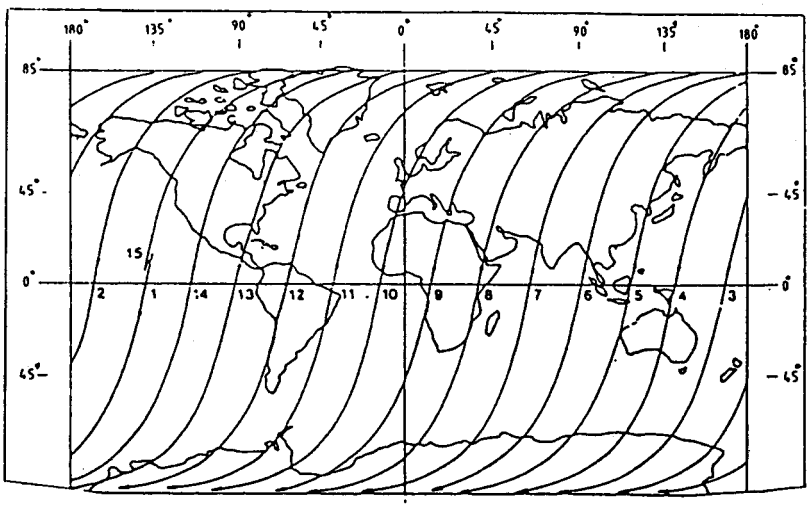
يتبين من الشكل (٣) أن القنوات ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٧ تسجل أشعة الشمس المنعكسة أما القناة ٦ فهي تسجيل الإشعاع الحراي لسطح الأرض أي درجة حرارة سطح الأرض ، والسبب في هذا التشعب هو التباين الكبير بين طبيعة الأشعة المنعكسة من سطح الأرض والتي من خلالها تسهل عملية التعرف على ظواهر سطح الأرض فعلى سبيل المثال في القناة (٣) تعكس الصقيع والثلج والصخور نفس الأشعة تقريباً ولذلك لا يمكن تفريقهما عن بعض ، أما في مجال القناة (٤) يمكن فصل هذه الظواهر عن بعضها ، كما في مجال (٧) يظهر الثلج والصقيع ولذا يبدو باللون الأسود ونشير بأن المسطحات المائية تعطى في مجالين هما ١ ، ٣ انعكاسات للأشعة يمكن بواسطتها التعرف

عليها حسب درجة النقاوة ، أما في مجال (٤) فيتسرب الاشعاع الشمسي بالكامل منها لذلك تبدو المسطحات المائية باللون الأسود ، أي كلما كان لون الظواهر فاتحاً ، كلما كان لونها قاتماً على الصورة ، وفي المناطق الجبلية تظهر الجوانب التي بها ظل قاتمة عن غيرها لانخفاض درجة حرارتها .

٣) القمر الصناعي وجمع المعلومات

منذ أن أطلق القمر الصناعي الأول Landsat 1 في عام ١٩٧٢ م استمرت عمليات تطوير كفاءة أجهزة الاستشعار للحصول على أدق المعلومات ، وأحدث تلك النظم هي المستخدمة على القمرين الرابع والخامس Landsat 4,5 ولذلك سنركز عليهما .

يدور القمران حول الأرض في مدار دائري على ارتفاع يتراوح ما بين ٧٠٥ - ٩٢٠ كم مع ميل قدره ٩٨,٢° عند خط الاستواء وتمر المدارات في شكل متسامت مع الشمس أي أن كل نقطة على الأرض يمر عليها القمر الصناعي في نفس التوقيت ، وكل مدار يحتاج وقت قدره ٩٨,٩ دقيقة وذلك لحصر معلومات عن نطاق على سطح الأرض أبعاده ١٨٥ × ١٨٥ كم وقد صممت المدارات بحيث يتم للقمر الصناعي حصر سطح الأرض بالكامل في ١٦ يوم (انظر شكل ٤) .



شكل (٤) : يوضح مدارات القمر الصناعي لاندسات حول الكرة الأرضية

المصدر (عن : هاشم سلامة ، ١٩٨٨ ص ٦٢) .

أما عن طبيعة المعلومات فهي ليست في هيئة صور ولكن في هيئة صورة رقمية الكترونية « إشارات الكترونية » Electronic Signal ويساعد القمرين المذكورين جهازان استشعاران الأول هو جهاز متعـدد الأطياف Multispectral Scanner والذي يرمز بالرمز (MSS) والذي كان مرفق بالأقمار الصناعية الثلاثة الأولى وقام باستشعار الظاهـرات بدقـة تصل إلى ٨٠ × ٨٠ مـتر في أربعة مجـالات إشعاعية . أما الثاني هو المسمى باسم 'Thematic Mapper' أو (TM) والذي يقوم بتصوير سطح الأرض بدقة تصل إلى ٣٠ × ٣٠ متر وذلك في ٧ مجالات إشعاعية كما سبق ذكره .

بعد حصر المعلومات وهي على هيئة شفرات الكترونية مرتبة على هيئة أحزمة تغطي كل منها نطاق عرضه ١٨٥ كم وترسل المعلومات إلى الأرض بواسـطة إحدى الطريقتين التاليتين :

الأولى : ترسل مباشرة إلى محطات الاستقبال على سطح الأرض حيث تقوم كل محطة باستقبال معلومات في محيط قطره ٤٠٠٠ كم وهي في كندا والولايات المتحدة والبرازيل وايطاليا وزائير وايران واليابان والهند والرياض بالسعودية .

الثانية : ترسل إلى أقمار صناعية مرافقة والتي بدورها تقوم بإرسال المعلومات كافة إلى المحطة المركزية في الولايات المتحدة .

وفي محطة الاستقبال يتم تخزين المعلومات مرتبة على أساس شبكة احداثيات تناظر مدارات القمر الصناعي مع تقسيم كل مدار من الشمال إلى الجنوب إلى ٨٠ جزءاً وعليه يمكن الحصول على المعلومات المقابلة للمنطقة المرغوبة بواسطة تحديد المدار والصف أو الاحداثيات الجغرافية للمنطقة المرغوبة .

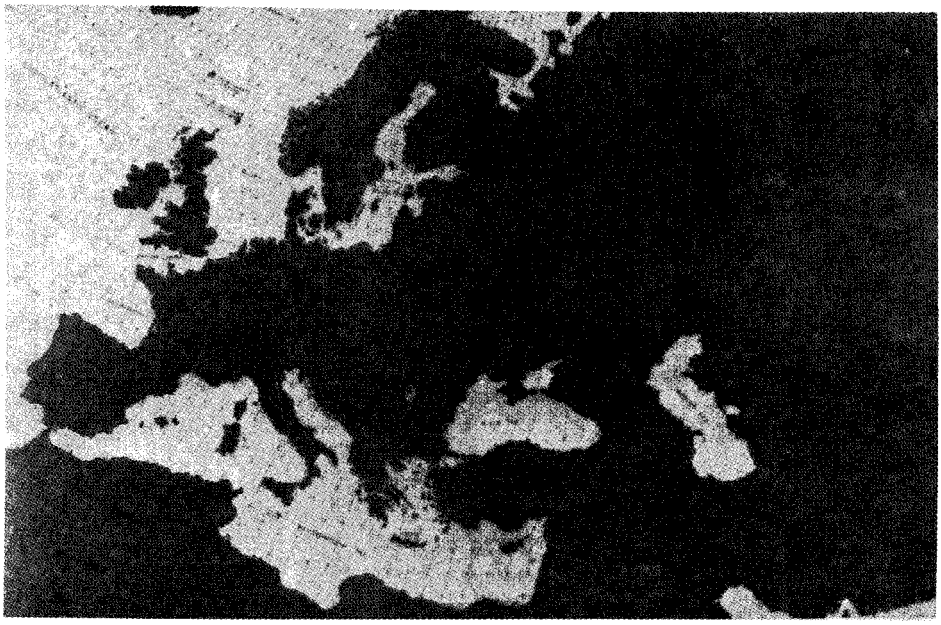
ففي بنك المعلومات الفضائية لمنظمة Earthnet المسماة 'ESA' (انظر صورة ١) ترتب المعلومات حسب الآتي :

أ ـ الموقع الجغرافي لوسط الصورة (المرئية)

ب ـ تاريخ الاستشعار .

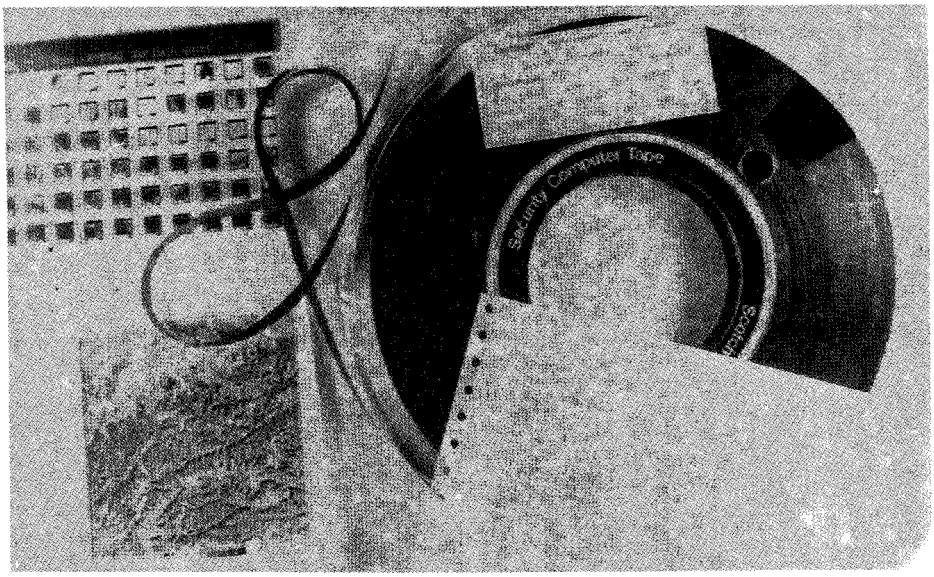
جـ ـ درجة السحب .

د ـ نوعية الصورة .



صورة (١) : توضح شبكة ترتيب المرئيات الفضائية في منظمة Earthnet الأوربية لبيانات القمر الأوريكي لاندسات ٤ ، ٥

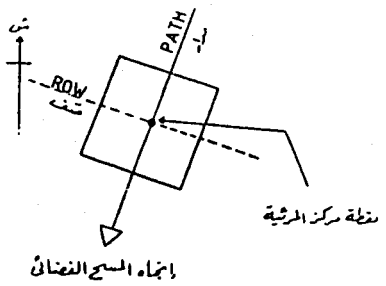
وهذه البيانات يمكن قراءتها مباشرة بواسطة الحاسب الآلي وعليه يتم إعداد وتخزين المعلومات على شرائط مغناطيسية Magnetic tapes (انظر صور ٢) أو اسطوانات Disks هذا إلى جانب إعداد صور أو تطبع على ورق سواء بالألوان أو بالأبيض والأسود بمقاييس رسم مختلفة .



صورة (٢) : شرائط مغناطيسية لتخزين بيانات الاستشعار عن بعد وتصلح لقراءتها بواسطة الحاسب الآلي مباشرة

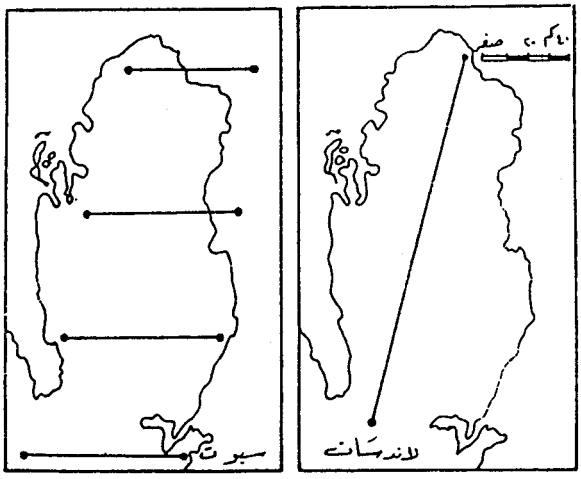
٤) كيفية الحصول على المعلومات والاستفادة منها

يتم ترتيب المرئيات الفضائية على دليل عالمي يطلق عليه اسم World Reference System أو (WRS) حسب نظام ثابت فمثلاً ترتب المرئيات الفضائية للقمر الصناعي الرابع Landsat 4 بحيث تبدأ ترقيمات المدارات من ١ ـ ٢٣٣ من الشرق للغرب تسمى باسم PATHS أي مدارات ثم يقسم كل مدار من الشمال إلى الجنوب إلى ٨٠ منطقة بأبعاد ١٨٥ × ١٨٥ كم على الطبيعة ويسمى الخط المار بالمناطق المتجاورة على مدارات متتابعة باسم ROW أي صف وتعتبر نقطة تقاطع المدار مع الصف باسم النقطة المركزية للمرئية Scene Centre point والتي بواسطتها يتم الحصول على المرئيات من وكالة الفضاء وتسمى المنطقة المذكورة باسم « مرئية فضائية » أو Scene (انظر شكل (٥)) .



شكل (٥) : يوضح موقع المرئية الفضائية على مدار القمر الصناعي في الدليل العالمي (WRS) لاندسات ٤ .

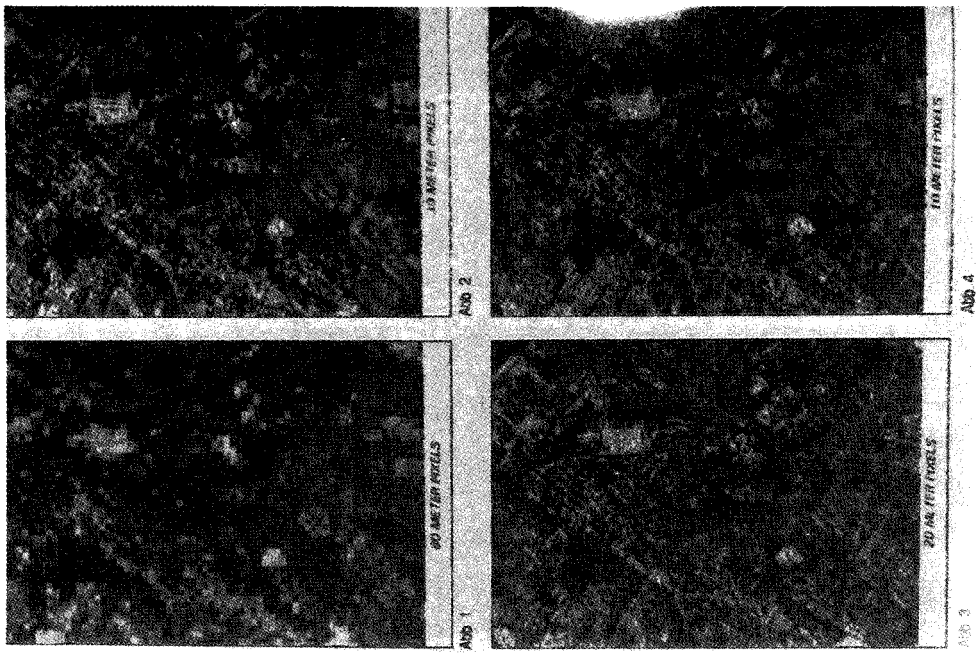
وعلى هذا الأساس تغطي منطقة شبه جزيرة قطر في نظام أقمار لاندسات الأمريكية لوكالة ناسا NASA في مقياس ١ : ١,٠٠٠,٠٠٠ في لوحتين وفي نظام القمر الصناعي سبوت SPOT تغطي المنطقة في ٨ لوحات بسبب اختلاف مساحة المرئية (انظر شكل ٦) .



شكل (٦) : يوضح عدد المرئيات الفضائية التي تغطي شبه جزيرة قطر في النظامين الأمريكي (لاندسات) والفرنسي (سبوت)

المصدر : أحمد عبدالسلام ١٩٨٧ ص ١٢

وعندما يتم الحصول على تلك المعلومات وذلك بتحديد النقطة المركزية للمرئية وتاريخ الاستشعار وهدف الدراسة لتحديد نوع المجال الطيفي المطلوب ، بعد ذلك تحصل على معلومات في حالة رقمية Image digital data وهي عبارة عن مجموعة من الوحدات المساحية Pixels الدقيقة جداً والمتجاورة لتشكل المنطقة بالكامل (انظر صورة ٣) .



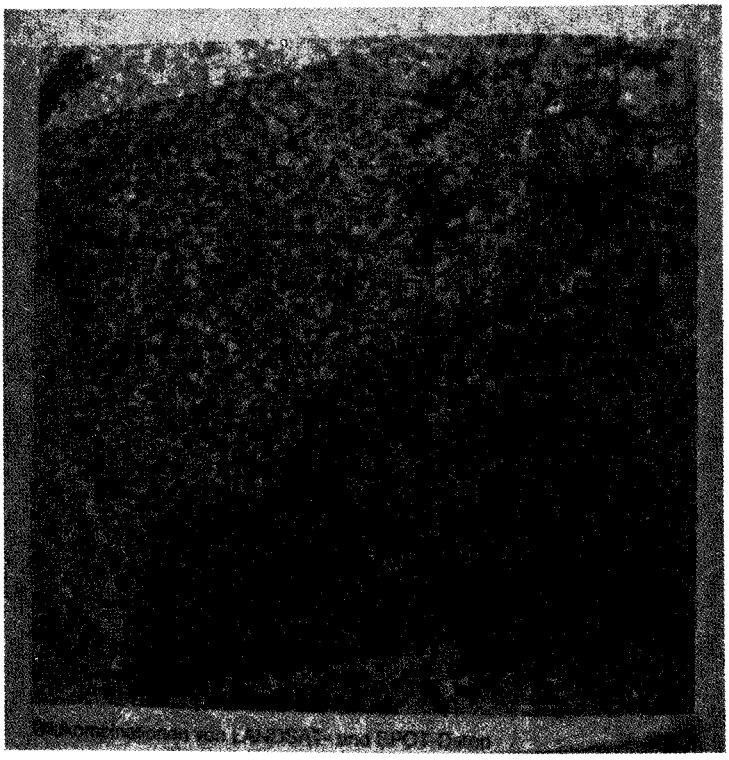
صورة (٣) : توضح صورة مكبرة جداً للوحدات المساحية Pixels التي تحتويها المرئية الفضائية وذلك بدقة أرضية مختلفة .

ويلزم للتعامل مع المرئيات الفضائية الحصول على نظم الكترونية لمعالجة الصورة Image data Processing باستخدام الحاسب الآلي وذلك لقراءتها وإجراء تصنيفات علمية على محتواها العلمي حسب الغرض المطلوب .

ويوجد نظم عديد لمعالجة هذا النوع من المعلومات ، فبالاضافة إلى النظم التجارية الكبرى توجد نظم على الحاسب الشخصي PC مثل ERDAS و MIC-ROSOFT PIPS والتي يمكن بواسطتها الحصول على نفس الجودة كالحاسبات الكبرى إلا أن سرعتها وحجمها محدود ولكن تناسب أعمال البحث العلمي

والتدريس وكذا الاستخدامات الخاصة .

ومن أهم مراحل العمل في نظم معالجة الصور (المرئيات الفضائية) هي مرحلة حساب تدرج اللون الرمادي وحساب الأركان والزوايا واختيار فيلتر للمعلومات للحصول على أدق النتائج . كما تمكنا هذه النظم بتوجيه المرئية الفضائية بحيث تتطابق على مساقط الخرائط أو مع مرئيات أخرى من فترات زمنية سابقة أو مرئيات أخرى من قمر صناعي آخر مثل تطابق مرئيات لاندسات مع مرئيات سبوت (انظر صورة ٤) وبهذا يمكن الاستفادة من نظم معالجة الصور على أكمل وجه .

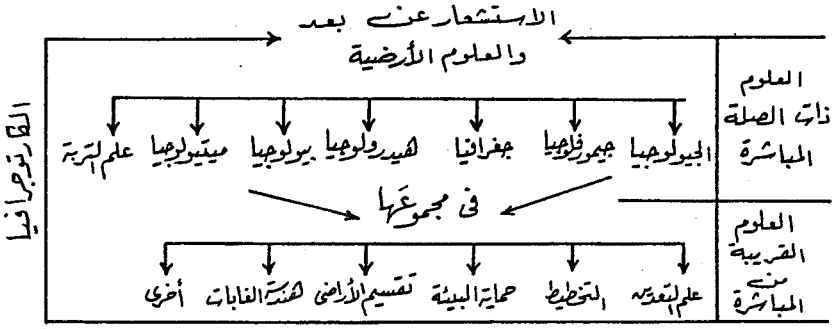


صورة (٤) : توضح تطابق مرئيتين فضائيتين من القمر الصناعي الأمريكي لاندسات والقمر الصناعي الفرنسي سبوت لمنطقة جغرافية واحدة .

بعد أن تجري معالجة بيانات المرئية بإحدى النظم المذكورة على شاشة الحاسب الآلي يمكن طبعها أو نسخها مباشرة وذلك بواسطة رسام خاص للصور يطلق عليه Raster Plotter وذلك على أفلام أو على ورق عادي .

٥) الاستشعار عن بعد والعلوم الأرضية

لقد دخلت مجالات بحث الأرض عصراً جديداً منذ أن ثبت نجاح استشعار سطح الأرض من الفضاء ، فقد ترتب على سرعة البث للأقمار الصناعية كثرة المعلومات المرسلة إلى الأرض والتي أصبحت في متناول معاهد البحوث والمؤسسات العلمية وكذلك في متناول الأفراد . وتبث الأقمار الصناعية اليوم العديد من المعلومات الحديثة باستمرار وخاصة في مجالات العلوم الأرضية كالجيولوجيا الجيومورفولوجيا والجغرافيا والهيدرولوجيا والبيولوجيا والميتيولوجيا وعلم التربة والتي تخدم بدورها العلوم الأخرى القريبة منها مثل علم التعدين وخاصة في مجال البحث عن المعادن وأيضاً في مجال التخطيط وفي مجال حماية البيئة وفي تحديد المناطق ذات الامكانيات (انظر شكل ٧) .



ومن أهم المجالات التي تستفيد من الاستشعار عن بعد هي الكارتوجرافيا حيث يسود العالم نقص في الخرائط الحديثة لعدم استطاعة

المعاهد الكارتوجرافية والهيئات الحكومية ملاحقة التغييرات السريعة التي تطرأ على سطح الأرض بواسطة مسوحاتها الميدانية . هذا بالاضافة إلى أعباء مسح الأرض لتجديد الخرائط الطبوغرافية . وتعتبر عملية الاستشعار عن بعد من أهم الوسائل للحصول على المادة العلمية اللازمة لانتاج الخرائط وتجديدها بسرعة وبأقل التكاليف .

إلى جانب ذلك كله لا يجب أن نتغاضى عن دور الاستشعار عن بعد وأهميته في مجال تدريس الجغرافيا التي أصبح بإمكانها كشف الكثير من العلاقات المكانية الجديدة بالاضافة إلى استخدام خرائط للكرة الأرضية أكثر دقة ولموضوعات عديدة مثل استخدام الأرض ، والغطاءات النباتية وخرائط الطقس والمناخ ، إلى جانب امكانية إجراء مقارنات بين مناطق طبيعية في مقياس رسم واحد كما أن الشكل الحقيقي لسطح الأرض وتقسيماته تبدو واضحة باستخدام صور الأقمار الصناعية حيث تتأكد الروابط الجغرافية والعوامل الطبيعية الأخرى المؤثرة على أكمل وجه .

٦) مجالات تطبيق الاستشعار عن بعد في التخطيط العمراني

يعتمد التخطيط العمراني على بيانات أساسية ومتنوعة ، وتسهم تكنولوجية الاستشعار عن بعد في دعم مجالات علمية هامة للتخطيط العمراني والتي يمكن تحديدها كالتالي :

أ ـ مجال تحليل استخدامات الأراضي .

ب ـ مجال التعرف على التركيب الجيولوجي .

جـ ـ مجال دراسة تلوث البيئة والكوارث الطبيعية .

د ـ مجال علمي بحثي للربط بين الخلفيات العلمية للتخطيط العمراني

وتتعرض الورقة بإيجاز لكل مجال كالتالي :

أ ـ مجال تحليل استخدامات الأراضي :

تعتمد الخطة العمرانية على ضرورة التعرف على تفاصيل استخدامات الأراضي في داخل الاقليم المراد تخطيطه عمرانياً ، فتتيح مرئيات الأقمار الصناعية إمكانية الحصول على معلومات متعددة الزوايا مثل : حصر المساحات والارتفاعات بالاقليم ، التعرف على نوعية الاستخدامات الأرضية وأيضاً درجة كثافة الاستغلال . وكذلك تساعد على إجراء مراقبة زمنية متتابعة لمناطق معينة وذلك لرصد التغيرات الديناميكية والفعلية للظاهرات الطبيعية بالاضافة إلى رصد التغيرات طويلة المدى الناجمة عن امتداد الوحدات السكنية أو إنشاء طرق المواصلات أو إدخال تغييرات على الشكل العام للمساحات الزراعية مثل تغيير أنواع الزراعات ، وبواسطة تحليل المرئيات الفضائية يمكن الحصول على معلومات متعددة وتفصيلية في مجال التعرف على استخدامات الأراضي مثل :

١) تحديد مجموعات (أنماط) استخدامات الأراضي ، كالمساحات المعمورة ، المساحات المزدحمة بالعمران ، مساحات قليلة العمران ، مساحات الصناعة والمهام التجارية ، مساحات مختلطة ومساحات خضراء . . . . إلخ .

٢) تحديد أنواع استخدامات الأراضي الزراعية ، كمناطق مزروعة ، مساحات خضراء ومساحات بور وأشكال الحقول ونوعية المحاصيل .

٣) التعرف على أنواع الغابات ، كالغابات الشوكية ، الغابات النفضية ، الغابات المختلطة ، الغابات التي بها مستنقعات ، نباتات الشواطىء ، مناطق نمو الحشائش والمناطق التي أزيلت أشجارها .

٤) تحديد مساحات المستنقعات والمساحات الغرقة .

٥) تحديد المساحات والمسطحات المائية ، كمناطق تجميع المياه ، الروافد الجارية ، المياه الراكدة مثل البحيرات والبرك ، بالاضافة إلى المنخفضات المليئة بالمياه الجوفية .

٦) مساحات للنقل والطرق ، كمساحات المطارات ومساحات الطرق الحديدية ومساحات محطات القطارات ومساحات الطرق بدرجاتها المختلفة .

٧) تحديد المساحات المغطاة بالرمال أو بالجليد والصقيع .

ب) مجال التعرف على التركيب الجيولوجي :

يلزم للخطة العمرانية التعرف على التركيب الجيولوجي للمنطقة المراد تعميرها وتعتبر مرئيات الأقمار الصناعية أسرع وأدق وسيلة للتعرف على خصائص التركيب الجيولوجي إلى جانب تحديد أنواع الصخور المختلفة وتحديد مواقعها الحقيقية . كل ذلك يساعد على رفع مستوى دقة الخرائط الجيولوجية والتي بالطبع تخدم الخطة العمرانية .

جـ) مجال دراسة تلوث البيئة والكوارث الطبيعية :

تفيد مرئيات الأقمار الصناعية في تحديد مصادر رواسب العواصف الرملية والترابية ودراسة التركيب المعدني والتوزيع الحجمي لحبيباتها وكذلك دراسة نمط الانتشار الرأسي لها تحت الظروف المناخية المختلفة . وأيضاً التعرف على أنواع الرواسب الهوائية وخاصة الكثبان الرملية وتحديد اتجاه انتشارها وتأمين العمران من خطورة امتدادها .

وتعتبر المرئيات الفضائية هامة في التعرف على الرواسب البحرية مثل الرواسب الساحلية والكثبان الرملية الساحلية ورواسب السبخات ورواسب

الشاطىءومنطقة المد والجزر لما لذلك من أهمية كبيرة نحو تأمين العمران من خطورة هذه الرواسب البحرية أو النحت البحري للسواحل وخاصة في العمران الساحلي .

كما تفيد المرئيات الفضائية في التعرف على موارد المياه الجوفية التي يمكن أن تعتمد عليها المنطقة العمرانية في الشرب ، وأيضاً في تحديد منسوب ارتفاعها ومدى تأثيره على صلابة وعمر المباني .

وفي مجال الطقس والمناخ توفر لنا إمكانية ملاحظة امتداد السحب وتحديد أشكالها المختلفة وغطاءات الضباب وارتفاعها وعلاقات درجات الحرارة بالاشعاع الشمسي وسطوع الشمس ، واختلافات درجات الحرارة على سطح الأرض منها في باطنها ، كما تفيد في التعرف على الروابط والعلاقات والمؤثرات الناجمة عن الاستغلال البشري للبيئة الطبيعية والتأثير المتبادل بين البيئة والإنسان .

ومن أهم ما يمكن أن تفيدنا به هو التعرف على المناطق التي يمكن أن تتأثر بالكوارث الطبيعية مثل الانزلاقات الأرضية ، ثوران البراكين ، وقوع الزلازل ومناطق الانكسارات الصخرية الناتجة عن الحركات التكتونية .

د) مجال دراسات الربط بين الخلفيات العلمية للتخطيط العمراني والتنبؤات :

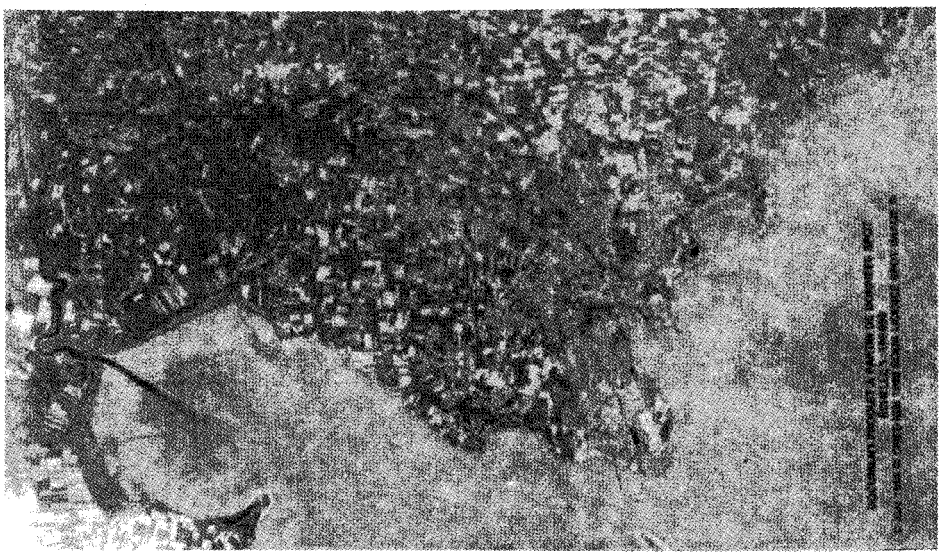
باستخدام نظم المعلومات الجغرافية Geographical Information Systems في معالجة وتحليل البيانات اللازمة للتخطيط العمراني مثل البيانات الطبوغرافية والمساحية والاقتصادية والاجتماعية والسكانية وأيضاً إدخال مرئيات الأقمار الصناعية إل يهذه النظم ومطابقتها على المعالم الطبيعية للاقليم العمراني ، يساعدنا ذلك على تحقيق الربط بين تلك الخلفيات العلمية المذكورة وما تحتويه المرئيات الفضائية من معلومات طبيعية وبشرية تمتاز بالدقة والشمولية . ونتيجة

لمثل هذا الربط العلمي ومطابقة البيانات على النطاق الاقليمي يمكن التنبؤ بحالة الموارد الطبيعية بالاقليم العمراني ومدى تأثير ذلك في تشكيل التركيب السكاني والمهني .

٧) نماذج تطبيقية لبيانات الاستشعار عن بعد في مجالات التخطيط العمراني

١/٧) نموذج في مجال النحت والارساب البحري :

المرئية الفضائية (صورة رقم ٥) لمنطقة غرب فرنسا حول اقليم ميناء روشيل بمقياس رسم ١ : ١٠٠,٠٠٠ من بيانات القمر الصناعي الفرنسي سبوت SPOT والمأخوذة في ١٩٨٦/٤/٣٠ م الساعة ١١,٠٩ صباحاً بالمساح متعدد الأطياف 'MSS' بدقة أرضية ٢٠ × ٢٠ متر .



صورة (٥) : مرئية فضائية لمنطقة غرب فرنسا من القمر الفرنسي سبوت SPOT توضح النحت والارساب البحري .

وتفيدنا المرئية في مجال التخطيط العمراني بتوفير المعلومات التالية :

أ ـ التوزيع الكامل لاستخدامات الأراضي حول إقليم ميناء روشيل

الفرنسي .

ب ـ درجة كثافة الغطاء النباتي وأنواعه .

جـ ـ الامتداد العمراني للمدينة والمدن والقرى المجاورة .

د ـ النحت البحري وخاصة على الساحل الجنوبي الغربي للميناء بسبب تأثير التيارات البحرية القادمة من مناطق الضغط المرتفع الدائم فوق مدار السرطان ، وهذا النحت يهدد سواحل المدينة وعليه يلزم إجراء دراسة لحماية المدينة من أثر النحت البحري في سياق الخطة العمرانية .

هـ ـ الارساب البحري وخاصة في خليج نيبورت في مصب النهر إلى الشمال من ميناء روشيل في أعلى المرئية .

وتخضع عمليات تحليل وتفسير المرئيات الفضائية إلى طرق عديدة تعتمد في الأساس على إمكانيات معالجة المرئيات بواسطة الحاسب الآلي وخاصة إذا كانت في حالة رقمية على شرائط أو اسطوانات مغناطيسية ، أما إذا كانت في حالة ملموسة Analog form كما في النموذج المذكور فإنه توجد طريقتان يمكن الإعتماد عليهما لإنجاز عملية التحليل وهما :

أ ـ طريقة آلية :

وتعتمد على مسح المرئية بواسطة جهاز مساح الصور Scanner وإدخالها إلى برامج معالجة الصور لتحويلها إلى خريطة خطية Vector map لتسهيل تحديد معالمها والتمييز بين استخدامات الأراضي المختلفة عليها ومن ثم الاستفادة المباشرة منها في التعرف على الملامح الحضرية المتواجدة ودراسة مؤثراتها في الخطط العمرانية المستقبلية .

ب ـ طريقة نصف آلية :

وهي تلك الطريقة التي اتبعت في تفسير المرئيات في هذا البحث حيث تعتمد

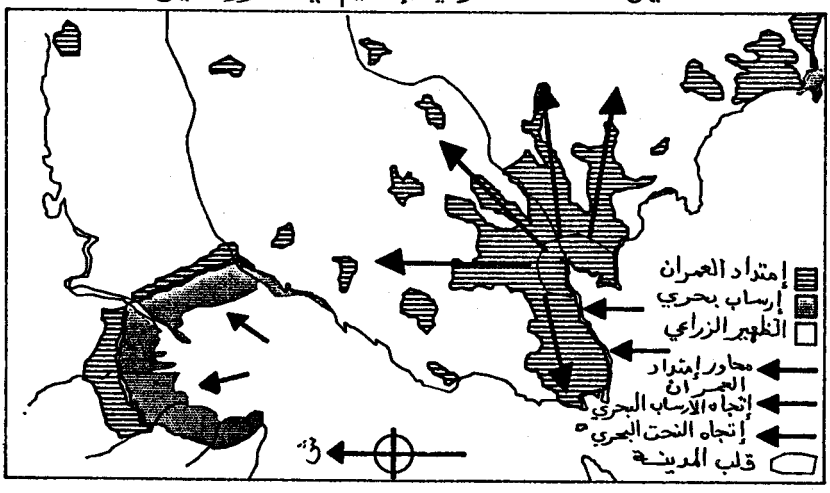
على الدراسة التحليلية الدقيقة لمحتويات المرئية بمساعدة خرائط أساسية وأطالس تفصيلية للاقليم للتعرف على المعالم والظاهرات التي تحتويها المرئية ورسم خريطة خطية تفسر المساحات التي تغطيها الاستخدامات المختلفة للأراضي ثم يلي ذلك إدخال الخرائط إلى الحاسب الآلي بواسطة جهاز مرقم الخرائط Digitizer لمطابقة الاستخدامات المختلفة للأراضي على أهم المعالم الطبوغرافية الأساسية للخريطة بغرض تحديد الآتي :

١ ـ محاور إمتداد العمران وتداخله في الظهير الزراعي المتاخم .
٢ ـ شبكات الطرق الاقليمية التي تربط المنطقة العمرانية بالاقليم .
٣ ـ المؤثرات البيئية التي تتعرض لها المنطقة العمرانية .
٤ ـ تحديد قلب المدينة .

ويوضح شكل (٨) التفسير الخطي للمرئية السابقة صورة (٥) حيث تظهر المحاور الخمسة لامتداد مدينة روشيل بما يتفق مع وجود تجمعات سكنية متفرقة تكاد تلتحم بالكتلة العمرانية للمدينة مما يوضح مدى إعتماد التجمعات العمرانية على الظهير الزراعي حيث تعتبر المنطقة من أخصب أراضي غرب فرنسا لانتشار الأنهار وروافدها .

ويوضح الشكل أيضاً جانباً هاماً من المؤثرات البيئية على مورفولوجية الشواطىء التي تطل عليها المدينة وخاصة النحت أو النحر البحري في جنوب وغرب المدينة وأيضاً الارساب البحري والنهري عند سواحل التجمعات السكنية في شمال مدينة روشيل .

تحليل الامتداد العمراني بإقليم ميناء روشـــيل



شكل (٨) : خريطة تحليلية للمرئية الفضائية صورة (٥)

رسمت بمعمل الخرائط الآلية

ونظم المعلومات الجغرافية قسم الجغرافية ـ جامعة قطر

٧ /٢) نموذج في مجال الامتداد العمراني :

المرئية الفضائية (صورة رقم ٦) لجزء من القاهرة الكبرى والاقليم الزراعي المجاور في الشمال والغرب للمدينة بمقياس رسم ١ : ١٠٠,٠٠٠ من بيانات القمر الصناعي الأمريكي لاندسات بنظم الاستشعار النوعية Thematic Mapper .

صورة (٦) : مرئية فضائية لجزء من القاهرة الكبرى من القمر الصناعي الأمريكي لاندسات توضح الامتداد العمراني بالاقليم المجاور .

ويمكن إعطاء الجغرافي نبذة مختصرة عن المراحل الفنية التي مرت بها المرئية حتى وصلت بالمستوى الحالي في النقاط الآتية :

أ - تم الحصول على بيانات المرئية في حالة رقمية على شرائط مغناطيسية صالحة للقراءة والمعالجة بواسطة برامج خاصة كما سبق ذكره .

ب - بالاعتماد على نقاط تحكم أرضية Control Points تم ترقيم خرائط طبوغرافية للاقليم بنفس مقياس الرسم للمرئية .

جـ - إجراء تعديلات هندسية Geometric Corrections على المرئية بحيث تنطبق تماماً على الخرائط الطبوغرافية .

د - إجراء تعديلات طيفية Radiometric Corrections على المرئية للحصول

على تفاصيل استخدامات الأراضي المختلفة ولإظهار النطاق العمراني للإقليم .

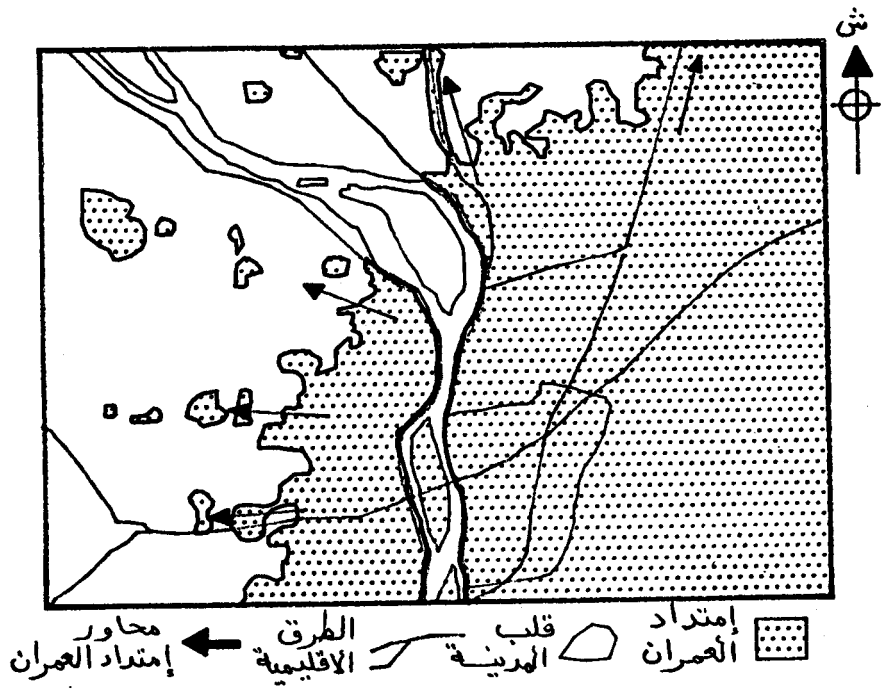
هـ - تم إدخال الكتابات العربية بالنمط المساحي Raster Mode وإعداد أفلام طباعة للمرئية .

وقد أجريت الخطوات الفنية السابقة بقسم الاستشعار عن بعد بالمعهد الجغرافي الفرنسي بالتعاون مع الهيئة المصرية العامة للمساحة وذلك في عام ١٩٨٥ م .

بالاعتماد على الطريقة النصف آلية التي تتبع في مجال الاستفادة التطبيقية للمرئيات الفضائية المطبوعة تم إعداد الخريطة الخطية شكل (٩) والتي يتضح عليها الآتي :

أ) التوزيع العمراني في الإقليم والذي يبدأ بقلب المدينة ويتحدد بالخط الأخضر ثم امتداد العمران في جميع الاتجاهات ليتوغل في الظهير الزراعي المتاخم ليظهر العلاقة الاقليمية فيما بينهما .

ب) شبكة الطرق الاقليمية التي تمثل بمثابة اتجاهات محاور الامتداد العمراني .



شكل (٩) : خريطة تحليلية للمرئية الفضائية

صورة (٦) رسمت بمعمل الخرائط الآلية

ونظم المعلومات الجغرافية قسم الجغرافيا ـ جامعة قطر

٣/٧) نموذج من مجال الجيولوجيا والهيدرولوجيا :

كما سبق ذكره أن دراسة التفاصيل الجيولوجية والامكانيات الهيدرولوجية من أهم دعائم تنفيذ الخطط العمرانية ، وعليه أختيرت مرئية فضائية (صورة ٧) لاقليم الحدود بين جمهوريات النيجر وبوركينافاسو ومالي والذي يجري فيه نهر النيجر وهي مرئية مركبة للمجالات ٤ ، ٥ ، ٧ من بيانات القمر الصناعي الأمريكي لاندسات بنظم الاستشعار متعدد الأطراف 'MSS' وذلك بمقياس رسم ١ : ١٠٠,٠٠٠ تقريباً .

صورة (٧) : مرئية فضائية لاقليم الحدود بين جمهوريات النيجر وبوركينافاسو ومالي من القمر الصناعي الأمريكي لاندسات وتوضح التركيب الجيولوجي والهيدرولوجي للاقليم .

وتساهم المرئية في مجال التخطيط العمراني بالبيانات التالية :

أ ـ إظهار مدى أثر اتساع صخور ما قبل الكمبري بالاقليم وبالتالي تقليل نسبة المخزون من المياه الجوفية حيث تظهر في مساحات محدودة تبدو باللون الأسود على المرئية وهذا أمر يهدد إمكانية إعتماد وحدات عمرانية على موارد مائية غير مياه نهر النيجر .

ب ـ تظهر المرئية الكتل الرملية المتحركة أو الزاحفة بشكل عرضي والتي تزيد من خطورة التصحر وتعرض العمران بالمنطقة للمخاطر البيئية .

وبالاعتماد على الخريطة الخطية التحليلية للمرئية صورة (٧) يمكن توضيح تفاصيل التركيب الجيولوجي للاقليم وتحديد إمكانياته الهيدرولوجية كالآتي :

أ) يسود في الاقليم التي تغطيه المرئية الصخور المتحولة على مساحة تزيد عن

٣٨٪ من مساحة الاقليم ، بينما تليها الصخور الرملية على مساحة تصل إلى ٣٠٪

ب) تمتد الصخور النارية ما قبل الكمبري في إتجاه طولي يتفق مع إمتداد نهر النيجر من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي وأيضاً في إتجاه عرضي في جنوب المرئية لتصل مجموع مساحتها إلى حوالي ٢٠٪ من مساحة الاقليم وهي التي تؤثر في مسار النهر وتعوق تسرب مياهه إلى الباطن مما يقلل من نسبة المياه الجوفي على جانبيه .

جـ) تتركز المساحات المغطاة بالصخور الجيرية في الجانب الغربي لوسط الاقليم والتي لا تزيد مساحتها عن ١٠٪ .

د) تظهر الخريطة إتجاهات تجمع المياه الباطني في نقاط معدودة في النصف الجنوبي الغربي للاقليم .

شكل (١٠) خريطة تحليلية للمرئية صورة رقم (٧)

رسمت بمعمل الخرائط الآلية

ونظم المعلومات الجغرافية قسم الجغرافيا ـ جامعة قطر

وإذا إعتبرنا أن دراسة المرئية تهتم بإظهار المقاييس الطبيعية للاقليم والتي تعتبر معايير لقياس درجة صلاحية الاقليم أو جزء منه للتخطيط العمراني فإنه يمكن القول بأن الدائرة المرسومة على الخريطة تحدد أنسب مساحة للتخطيط العمراني لما يتوفر فيها من مياه جوفية تنتشر في بعض أجزاء المساحة ، ومرور رافد من روافد نهر النيجر بها .

٨) الخلاصـــــة

تعتبر تكنولوجيا الاستشعار عن بعد من أهم دعائم التقدم العلمي والبحثي في مجالات علمية كثيرة ، والتخطيط العمراني هو أحد هذه المجالات . فالخطة العمرانية تعتمد على بيانات متنوعة ومختلفة المصادر فمنها حصيلة دراسات طبيعية وأخرى دراسات بشرية وثالثة دراسات اقتصادية . فباستخدام المرئيات الفضائية يمكن تغطية الجزء الأكبر من الدراسات الطبيعية للاقليم وأهمها الملامح المورفولوجية والجيمورفولوجية والتركيب الجيولوجي للطبقات إلى جانب التعرف على الموارد الطبيعية بالاقليمي هذا بالاضافة إلى دراسة الموقف البيئي والتعرف على مصادر التلوث .

ولا تقتصر أهمية الاستشعار عن بعد على دراسة الأقاليم الخالية من العمران ، ولكن أيضاً تفيدنا في مجال دراسة التجمعات العمرانية القائمة للتعرف على اتجاهات التوسع ومتغيراته من فترة زمنية إلى أخرى بالتالي توفير البيانات اللازمة لإعادة التخطيط بما يتناسب مع خصائص الوحدة العمرانية وعلاقاتها الاقليمية ، وأيضاً للتعرف على درجة التلوث الصناعي بالمدينة ومتابعته لاتخاذ التدابير اللازمة .

فبالرغم من تعدد مجالات الاعتماد على المرئيات الفضائية في التخطيط العمراني إلا أنه وكما يتضح في البحث سيادة منهج التحليل الشامل والعام للمرئيات دون التعرض إلى التفاصيل الهامة التي هي في غاية الضرورة للتخطيط

العمراني مثل :

- إمكانية تحديد الشكل والتركيب الداخلي للمستوطنات وذلك بسبب صغر مقياس رسم المرئية الفضائية مما يصعب علينا الإعتماد عليها لإظهار التفاصيل والتي يمكن أن تتيحها لنا الصور الجوية والتي تمتاز بكبر مقياس الرسم .

- لا يمكن أن تساعدنا المرئيات الفضائية على التعرف على نوعية المساكن وذلك لعدم وجود مرشح لألوان المرئية مما يجعل ذلك يعتمد على التقدير الشخصي للمحلل .

- عند وجود ضرورة دراسة التطور التاريخي لكتلة عمرانية ما وذلك بالإعتماد على المرئيات الفضائية فإنه يجب الوضع في الحسبان ضرورة الإعتماد على أكثر من مرئية لفترات زمنية مختلفة وهذا أمر مكلف وخاصة وأن ثمن المرئية الواحدة تصل إلى خمسة آلاف دولار أمريكي من القمر الصناعي الأمريكي لاندسات ، ولهذا الغرض يمكن أن تكون الصور الجوية أقل تكلفة .

- تعتمد عملية تحليل المرئيات الفضائية على التحليل الآلي بواسطة أجهزة الحاسوب ولكن أيضاً على الدراسات الحقلية لوضع قاعدة لتصنيف معالم المرئية ولهذا الغرض يتطلب وجود الخبرة لدى الدارسين بإقليم الدراسة .

ومن أهم الدراسات الحقلية التي يجريها المخططون هي التعرف على استخدامات الأراضي في إقليم التخطيط ومدى صلاحية التربة لانشاء العمران عليها وكذا تحديد الغطاءات النباتية ونوعيتها ومدى تأثيرها على التجمعات العمرانية .

وعند الاعتماد على الاستشعار عن بعد في التخطيط العمراني يجب ملاحظة الدقة في اختيار نوع المرئيات حسب المجال الطيفي ووقت الاستشعار كما يجب ملاحظة الحصول على برامج تطبيقية للحاسب الآلي تعمل على معالجة الصور Image data Processing وذلك لإمكانية تحقيق الاستفادة المطلوبة .

٩) المراجـــــع

أحمد عبدالســـلام (١٩٨٧) :

منخفضـــات شبـه جـــزيـرة قـــطر ـ دراســـة جيمورفولوجية ، رسـالة مـاجستير منشـورة ، جامعة عين شمس ١٩٨٧ .

عادل أحمد السيد عمر (١٩٨٨) :

التقرير الوطني لدولة الكويت عن الاستشعـار عن بعد ، مجلد الندوة الفرنسية القطرية الاقليمية للاستشعار ، جامعة قطر . ص ١٣٩ ـ ١٥٨ .

محمد الخزامي عزيز (١٩٩٠) :

- الاستخـدام التطبيقي للتكنـولوجيـا الحـديثـة في العلوم الاجتماعية بحث قدم في سيمنار كلية الانسانيات جامعة قطر .

هشام سلامة (١٩٨٨) :

التصوير المساحي الضوئي والاستشعار عن بعد في دراسة علوم الأرض ، مجلد الندوة الفرنسية القطرية الاقليمية للاستشعار ، جـامعة قطر . ص ٥١ ـ ٩٥ .

المراجـــع الأجنبيـة

BERTELSMANN's Grosse Weltatlas (1989) : RV Reise & Verkehrsverlag, Muenchen, Germany.

BUCHROITHNER, M.F. (1989) : Fernerkundungskartographie mit Satellitenaufnahmen, Franz deutike, 523p.

DENE' GERE, J. (Ed.) (1988) : Thematic Mapping from Saltellite Imagery, An International Report, Elsevier Applied Science Publishers LTD, New York, 224p.

DENIS, M. P. (1988) : General Satellite Image Map on France with SPOT data, in: DENE'GRE J.(Ed.) 1988 , pp. 6-9.

MUELLER, R. & H.H. VOSS (1989) : Digitale Verarbeitung von Fernerkundungsdaten zur Erkennung von Umweltschaeden, Wichmann-GIS, Heft 4,pp 13-26

NAKAMURA, H. & E. SHIMIZI U (1990) : Development and Utilization of Geographical Information System in Urban Management, Reviewed from Examples in Japan, WichmannGIS, Heft 3,pp. 10-14

NOWEIR,A.M. & I.A. EL-KASSAS (1989) : SPOT Imagery Surveys of Qatar peninsula and its Environs in the Arabian Gulf Region. In: Proceedings of French-Qatar Regional Symposium on Remote Sensing, University of Qatar, pp. 89-123.

PAUSADER,M.M. & F. PANTRUA (1988): Urban and Industrial Lands Mapping. In: DENE'GRE J. (Ed) 1988, pp. 179-183.