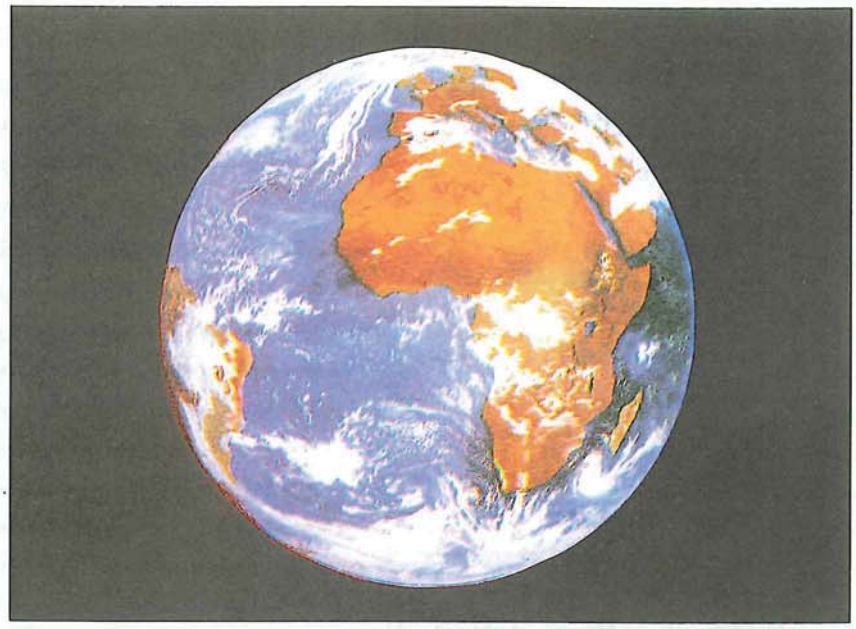
كشف التغيرات في الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض



أ. عبد الله حسن النصر

تعد المعلومات عن التغيرات في الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض ، سواء كانت نتيجة للنشاطات البشرية أم للعوامل الطبيعية ، مطلب في غاية الأهمية للكثير من الجهات لأغراض التقييم والتخطيط والتطوير والإدارة ، يوفر الإستشعار عن بعد جزءً كبيراً من هذه المعلومات وذلك بإستخدام تقنيات وطرق معينة للكشف عن تلك التغيرات تسمى طرق كشف التغير (Change-Detection Techniques) .

تغطي الكرة الأرضية أربعة أسطح رئيسة هي : الماء ، التربة (أو الصخور) ، النبات والمنشآت البشرية التى من أهمها البيئات الحضرية ، وتعد تلك الأسطح ، بالإضافة للغلاف الجوي ، المكونات الرئيسة للمسرح الكبير – الكرة الأرضية – التى يمارس الانسان عليها وفيها نشاطاته المختلفة .

وتتغير تلك المكونات ـ بقدرة الله ـ بشكل مستمر نتيجة للنشاطات البشرية والعوامل الطبيعية المختلفة. وبالرغم من أن العوامل الطبيعية التى من أهمها العوامل المناخية والتغيرات الفصلية والعمليات الجيومورفولوجية المختلفة تقوم بدورها في تغيير الغطاء الأرضي ، إلا أن التغير السريع المصحوب بآثار سلبية في أحايين كثيرة ، يتم من خلال تزايد النشاطات البشرية غير المرشَّدة. لقد أدت الزيادة الهائلة في أعداد السكان خلال هذا القرن الى ضغوط كبيرة على الموارد الطبيعية والبيئة مما أدى إلى إستنزاف الأولى وتلوث الثانية ، ففي المناطق الحضرية على سبيل المثال أدى النمو السكاني المضطرد إلى إزدياد الحاجة الى الأرض السكنية وكان هذا بالطبع على حساب الأراضي الصالحة للزراعة والرعي ، مما أدى الى تدهور البيئات الطبعية المحيطة بالمدن . كما تسببت النشاطات البشرية الكثيفة المتمثلة في النشاطات التعدينية وإنشاء الطرق وردم السواحل وتحوير أنظمة الصرف الطبعي ، في تلوث عناصر البيئة الرئيسة مثل الهواء والماء والتربة ، وفي تغيير الشكل الظاهري للأرض في مناطق متفرقة من العالم، كذلك أدى الرعي والاحتطاب الجائرين ، وقطع الأشجار ، وإستنزاف موارد المياه ، وإنهاك الأرض بالزراعة ، وتغدق التربة الى تصحر الكثير من الأراضي وتدهورها ، حيث تتأثر تلك العوامل بالتغيرات السكانية والمناخية والإقتصادية والاجتماعية ، وبالرغم من أن النمو السكاني في أجزاء كثيرة من العالم ، يكون بنسب لا تتحملها أو تستطيع إستيعابها المصادر البيئية المتوفرة ، إلا أن القضية ليست فقط أعداد السكان ولكن علاقة هؤلاء السكان بالمصادر المتوفرة . لذلك فإن فهم تلك العلاقة والعوامل المؤثرة فيها سيساعد في توفير أفضل الطرق التى يتم من خلالها توازن البيئة مع التنمية ، بحيث لا تكون عملية صيانة الموارد الطبعية والبيئة عائقاً أمام التنمية ولا أن تكون التنمية سبباً في تدمير الموارد الطبعية والبيئة .

وتحتاج الكثير من الجهات الحكومية وغيرها ، سواء كانت تقوم بأعمال تنفيذية أم تنظيمية أم بحثية ، الى المعلومات الدقيقة والتفصيلية عن التغير الذي يحدث في البيئات الطبعية والبشرية المختلفة والذي له علاقة في مجالات عملها وذلك لأغراض التقييم والتخطيط والتطوير والإدارة.

وتعد تقنية الإستشعار عن بعد من أفضل الوسائل التى يمكن من خلالها توفير الكثير من المعلومات عن التغيرات التى تحدث في البيئات الطبعية والبشرية وذلك عن طريق إستخدام طرق كشف التغير ، حيث أنه لم يسبق في تاريخ البشرية أن وجدت وسيلة بهذه القوة يمكن من خلالها تقييم ومراقبة حالة البيئة ومكوناتها .

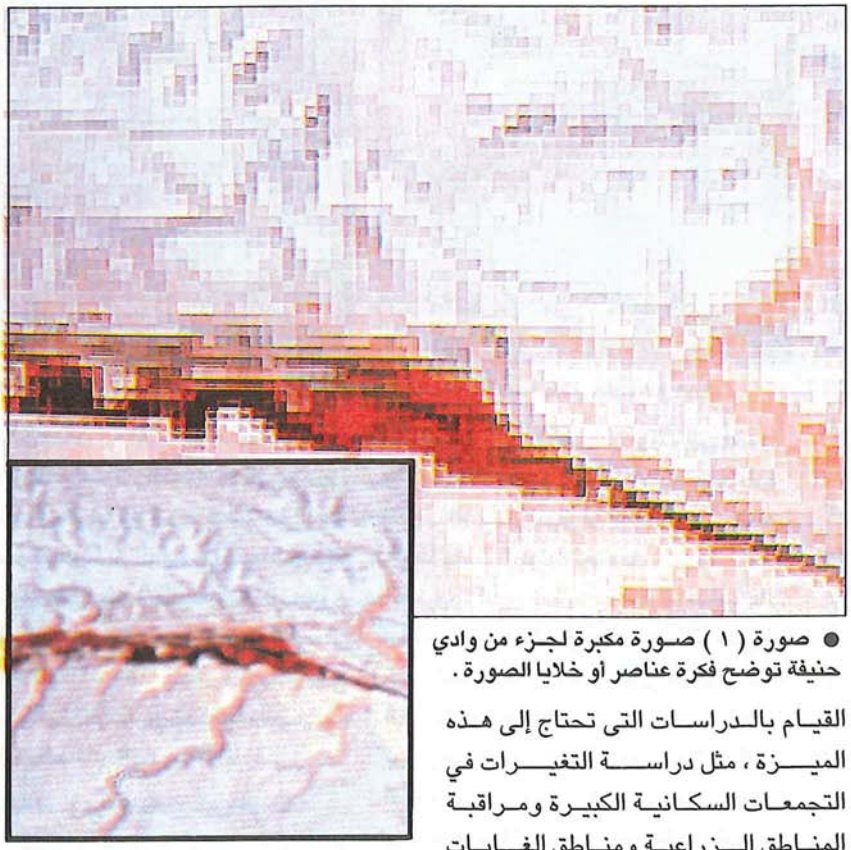
دراسة التغير

ظهر مصطلح الإستشعار عن بعد في الستينيات الميلادية ليصف تقنية جمع ومعالجة وتحليل المعلومات المأخوذة عن بعد والمتعلقة بالبيئات الطبعية والبشرية في مناطق العالم المختلفة . ويتم بوساطة نظام الإستشعار عن بعد تسجيل أو « تصوير » الاختلافات في كمية الطاقة الكهرومغناطيسية المنعكسة أو المنبعثة من الأجسام والظواهر على سطح الأرض بإستعمال أجهزة أو لواقط خاصة تعمل في نطاقات طيفية مختارة تسمى قوة الإيضاح (Resolusion) أو « التبيين » الطيفي (عدد النطاقات الطيفية التى يستعملها النظام اللاقط عند تسجيل الطاقة ، مثلاً ٧ نطاقات طيفية للتابع لاندسات TM) بحيث تسجل الطاقة (التى تعرف أحياناً بالإستجابة الطيفية) بشكل رقمي لكل عنصر (الوحدة أو الخلية المكونة للصورة) من عناصر الصورة الذي يمثل مساحة معينة على سطح الأرض تحددها قوة الإيضاح المكانية للنظام المستعمل (قدرة النظام المستعمل على تمييز الأشياء وتقاس بالوحدة المساحية ، مثلاً ٣٠متر للتابع لاندسات TM) ، صورة (١) ، وتغطي الصورة الواحدة مساحة كبيرة نسبياً من سطح الأرض (٣٤,٢٢٥ كيلو متراً مربعاً في حالة التابع لاندسات TM) تحتوي على حوالي ٤٢ مليون عنصر . والفترة الزمنية التى تفصل بين زيارتين متتاليتين لنفس المنطقة بوساطة نفس التابع تسمى قوة الإيضاح الزمنية (١٦ يوماً للتابع لاندسات TM) ، وهى في غاية الأهمية للكثير من التطبيقات .

وتكمن أهمية تقنية الإستشعارعن بعد وملاءمتها لدراسة التغير في عدة أمور من أهمها :-

١ـ النظرة الشمولية

تغطي الصورة الواحدة منطقة كبيرة نسبياً من سطح الأرض مما يمكن من



● صورة (١) صورة مكبرة لجزء من وادي حنيفة توضح فكرة عناصر أو خلايا الصورة .

القيام بالدراسات التى تحتاج إلى هذه الميزة ، مثل دراسة التغيرات في التجمعات السكانية الكبيرة ومراقبة المناطق الزراعية ومناطق الغابات والمراعي والمسطحات المائية الشاسعة . كما أن هذه النظرة الشمولية تساعد في رؤية العناصر المتغيرة في الأنظمة المدروسة وإيجاد العلاقات التى تربطها بعضها ببعض .

٢ـ الرؤية الواسعة في المجال الكهرومغناطيسي

العين البشرية لا ترى إلا في نطاق ضيق جداً من الطيف الكهرومغناطيسي هو الطيف المرئي ، لذلك فإنه يمكن بإستخدام اللواقط الخاصة المحمولة على متن التوابع الصناعية المختلفة ـ تُرى في مجالات طيفية أصغر وأكبر من الطيف المرئي مثل فوق البنفسجية وتحت الحمراء الإنعكاسي والحراري وموجات الرادار ـ كشف الكثير من الظواهر الطبعية والتغيرات التى تجرى على سطح الأرض.

٣ـ الطبيعة الرقمية للمعلومات

نظراً لأن معلومات الإستشعار عن بعد تسجل بشكل رقمي فهذا سهَّل عملية تخزينها ، ومعالجتها ، وتحليلها ، وتحديثها وإشتقاق المعلومات الأخرى منها ، وتعد هذه الميزه من أهم العوامل التى ساعدت على تقدم هذه التقنية من الناحيتين العلمية والتطبيقية . كما أنها سهلت عمليات النمذجة التى تعد من الأساليب البحثية الضرورية في الكثير من الدراسات والأبحاث العلمية المختلفة .

٤ـ التكاليف المنخفضة للمعلومات

تعد المعلومات المشتقة من الصور المأخوذة بوساطة التوابع الصناعية التى تدور حول الأرض، مثل « لاندسات » و« سبوت » و « نوا » ، أرخص بكثير إذا ما قورنت بالمعلومات التى يتم الحصول عليها بوساطة الصور الجوية بإستعمال الطائرات أو الأعمال والمسوحات الحقلية ، وعلى الرغم من أن دقة المعلومات وكثافتها تزيد كلما إقتربنا من الهدف أو المادة المدروسة إلا أن ذلك يزيد من تكاليفها ، لذلك كانت صور الأقمار الصناعية أكثر ملاءمة لدراسات المناطق الشاسعة والنائية التى تحتاج الى مراقبة مستمرة ، بينما الصور الجوية

● صورة (٢) مقارنة بين مساحة المناطق السكنيه والطرق في مدينة حائل عام ٨٤ و ١٩٨٩م .

والمسوحات الحقلية تناسب دراسات المناطق الصغيرة والمحدودة التى يسهل الوصول اليها ولا تحتاج الى مراقبة مستمرة . كما أن المعلومات التى يتم الحصول عليها بعد معالجة وتحليل صور الأقمار الصناعية تختصر الحاجة للأعمال الحقلية الكثيفة ، وهذا بدوره يساعد على توفير الوقت وتقليل التكاليف المادية والحاجة للطاقات البشرية الكبيرة .

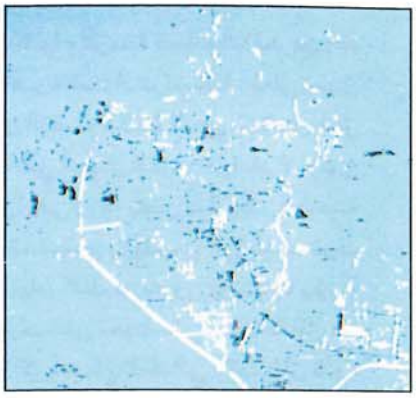
٥ـ إستمرارية فيض المعلومات

من المتوقع أن تستمر أنظمة الإستشعار عن بعد الحالية في العمل وإرسال المعلومات لسنوات طويلة ، وبالرغم من أنه سيطرأ على هذه التقنية تطورات كبيرة وسريعة في وسائل جمع ومعالجة وتحليل وتخزين المعلومات ، الا أن مستخدمي هذه التقنية سيتمكنون من إستيعاب التطورات الجديدة وضمان الحصول على المعلومات بإنتظام وتكاليف معقولة مما يجعل أي إستثمار في هذا المجال مجزياً من الناحيتين العلمية والمادية إن شاء الله .

ونظراً لإستمرارية معلومات الإستشعار عن بعد وتكرارها في فترات قصيرة معينة وعدم تغير خواصها أصبحت هذه التقنية من أفضل الوسائل لمراقبة التغيرات التى تحدث على سطح الأرض وجمع المعلومات عنها .

يمكن تعريف طرق « كشف التغير » بأنها عمليات التعرف على الإختلافات في الأشياء والظواهر على سطح الأرض سواء كانت تلك الإختلافات ناتجة عن عوامل طبعية أم بشرية وذلك عن طريق مراقبة سطح الأرض من وقت الى آخر ، والإفتراض الأساس الذي بنيت عليه طرق كشف التغير هو أن هناك تغير في الإستجابة الطيفية لعنصر (أو عناصر) الصورة الذي يمثل ظاهرة أو مادة على سطح الأرض إذا تغير الغطاء الأرضي أو تغير إستعمال الأرض الذي يمثلها ذلك العنصر أو العناصر من حالة الى أخرى بين تاريخين مختلفين ، ولا يمكن الحصول على معلومات عن مقدار التغير ونوعه إلاّ بمقارنة صورتين مأخوذتين في تاريخين مختلفين لنفس المنطقة بحيث تكون الصورة الأولى هى المرجع الذي يمكن الإستناد إليه في وصف التغير الحاصل في الصورة الثانية للمنطقة المدروسة ، صورة (٢) ، وحيث أن الطرق التقليدية للمقارنة عن طريق النظر مثلاً أو استعمال بعض الأجهزة البسيطة تعد بطيئة ومملة وغير دقيقة ، لذلك يمكن إستخدام برامج خاصة بوساطة الحاسب الآلى يتم من خلالها مقارنة الإستجابة الطيفية لكل عنصر من عناصر الصورة الأولى مع نفس العنصر الذي يمثل نفس الموقع على الطبيعة من الصورة الثانية. وتوضح الصورة (٣) مقارنة رقمية بين الصورتين في (٢) بعد مطابقتهما على بعض حيث يلاحظ التغير الذى طرأ على مساحة المناطق السكانية والطرق باللون الأحمر ، وتختلف أساليب المقارنة ونتائجها بإختلاف الأغراض المستخدمة لها. فعلى سبيل المثال توضح الصورة (٤) احدى طرق المقارنة التى تظهر فيها فقط المناطق التى تغيرت بين التاريخين في الصورة (٢) باللونين الأبيض والأسود بينما تظهر المناطق التى لم تتغير باللون الرمادي.

● صورة (٣) مقارنة رقمية بين الصورتين في (٢) بعد تطبيقهما بعضهما على بعض .



● صورة (٤) طريقه أخرى للمقارنة الرقمية تظهر فقط التغيرات بين التاريخين.

ولا يعد دائماً مرد التغير أو الإختلاف في الإستجابة الطيفية بين الصورتين إلى التغيرات الفعلية في الغطاء الأرضي أو إستعمالات الأرض، فهناك بعض العوامل الأخرى التي تؤثر في الإستجابة الطيفية لعنصر الصورة مثل :-

١- حالة الغلاف الجوي

تتأثر الطاقة الكهرومغناطيسية في رحلتها من مصدرها - الشمس - إلى الهدف المراد دراسته على سطح الأرض ومن الهدف الى الجهاز اللاقط على متن التابع الصناعي بحالة الغلاف الجوي، فالجسيمات الصغيرة بمختلف أنواعها في الجو تقوم بإضعاف أو زيادة الإشارة الطيفية القادمة الى الجهاز اللاقط، حيث تتصرف تلك الجسيمات في الجو كعاكسات صغيرة، ويحدث ذلك بسبب عاملين رئيسين هما ظاهرتي التشتت والإمتصاص.

وتعتمد ظاهرة التشتت على كل من طول الموجه الكهرومغناطيسية وحجم الجسيمات في الغلاف الجوي، وبشكل عام فالموجات القصيرة تكون قابلة للتشتت أكثر من الموجات الطويلة، فعلى سبيل المثال فإن الأشعة فوق البنفسجية قابلة للتشتت أربع مرات أكثر مقارنة بالأشعة الزرقاء وست عشرة مرة مقارنة بالأشعة الحمراء.

أما بالنسبة لظاهرة الإمتصاص فإنها تحدث عادة بسبب وجود كميات كافية من بخار الماء، ثاني أكسيد الكربون، الأكسجين، والأوزون في الغلاف الجوي، حيث تؤدي تلك المركبات والعناصر إلى إمتصاص الإشارة الطيفية ومنعها من الوصول الى الجهاز اللاقط.

وبناءاً على ما سبق ذكره فإذا إختلفت حالة الغلاف الجوي بين الصورتين المراد المقارنة بينهما إختلافاً كبيراً أثر ذلك على قيم عناصر الصورة (الإستجابة الطيفية) بالزيادة أو النقصان مما يوهم بوجود إختلاف في طبيعة الغطاء الأرضي أو إستعمالات الأرض بين الصورتين مرده في الحقيقة الى الإختلافات في قيم عناصر الصورة بسبب إختلاف الأحوال الجوية، لذلك يجب أن تؤخذ تأثيرات الأحوال الجوية في الحسبان ليس فقط عند معالجة وتحليل المعطيات الرقمية للإستشعار عن بعد ولكن أيضاً عند إختيار النطاقات الطيفية للأقط المستعمل في المهام الإستشعارية بحيث لا تتأثر بحالة الغلاف الجوي.

٢- التغيرات الفصلية

تتأثر الإستجابة الطيفية لعناصر الصورة بالتغيرات الفصلية التي من أهمها الإختلاف في زاوية ميل الشمس وقت مرور التابع الصناعي في المنطقة، وكذلك التغيرات الإحيائية الدورية التي تحدث للنبات نتيجة للتغيرات الفصلية.

يؤثر الاختلاف في زاوية ميل الشمس على كمية وحدة الضوء الساقطة على الأرض وعلاقتها بطبيعة وكمية الطاقة المنعكسة، كما أن زاوية ميل الشمس تؤثر على إتجاه الظل وطوله مما يؤثر على القيم الرقمية أو الإنعكاسات المسجلة بوساطة النظام اللاقط للمناطق المظللة، وهذا يؤثر بدوره على معالجة المعلومات وتحليلها لغرض إستنتاج التغير في المنطقة المدروسة، حيث أن التغير في هذه الحالة ليس له علاقة بتغير طبيعة الأرض أو إستعمالاتها وإنما يكون بسبب وجود الظل.

أما بالنسبة للتغيرات الأحيائية الدورية في النبات، مثل النمو المفاجيء والغزير للنباتات والأعشاب الحولية في فصل الربيع بعد موسم المطر وخاصة في البيئات الجافة وشبه الجافة، فإنها ستطغى أو تؤثر على التغيرات الفعلية طويلة الأجل في إستعمالات الأرض وتؤثر على دراستها، كما أن المطر نفسه سيزيد من المحتوى المائي للتربة السطحية مما يسبب إنخفاضاً في كمية الطاقة المنعكسة منها إلى الجهاز اللاقط، وفي كلتا الحالتين (حالة نمو الغطاء النباتي الحولي وحالة زيادة المحتوى المائي للتربة) تتأثر الاستجابة الطيفية في بعض عناصر الصورة مما سيؤثر على نتائج عمليات المقارنة بين الصورتين.

وبالرغم من أن التغيرات الفصلية المختلفة قد تعقّد موضوع تحليل وتفسير الخصائص الطيفية بسبب تأثيرها على عملية إستنتاج التغيرات الفعلية في استعمالات الأرض، إلا أنها في أحايين كثيرة تكون هي المفتاح للمعلومات المطلوبة والمؤشر الرئيس الذي له دلائل معينة في بعض الدراسات الأخرى مثل دراسة التغيرات في التربة ومناطق الغابات والمراعي، كما أن التغيرات الفصلية تُعد في غاية الأهمية ليس فقط لفهم الصورة وخصائصها ولكن أيضاً لتحديد أفضل الأوقات خلال العام للحصول على معلومات معينة عن بعض الظواهر والأشياء على سطح الأرض.

وعلى الرغم من وجود وسائل معينة باستخدام برامج خاصة في الحاسب الآلي، يمكن من خلالها تصحيح التأثيرات على المعلومات الرقمية (على الإستجابة الطيفية أوالإنعكاسات) بسبب التغيرات في حالة الغلاف الجوي أو زاوية ميل الشمس، إلا أنه لاتوجد وسائل لتصحيح تأثير التغيرات الفصلية إلا عن طريق إختيار الصور التي أخذت تقريباً في نفس الوقت والفصل من السنة وذلك للحد من تلك التأثيرات.

٣- المطابقة

تعد مطابقة الصور الرقمية بعضها على بعض خطوة في منتهى الأهمية

لأغـراض المقـارنـة في أكثـر الطـرق المستعملة ، وتتـم عملية المطابقـة حسب خطـوات معينـة يستعمل فيهـا الحـاسب الآلي وأجهزة أخرى خـاصة بحيث ينطبق كل عنصر من عناصر الصورة الأولى على نفس العنصـر في الصورة الثـانية الـذي يمثل نفس الموقع الجغـرافي على الطبيعة عن طريق إستخدام نقط تحكمية معروفة ، وذلك لمقارنة العناصر في الصورة الأولى مع نظرائها في الصورة الثـانية ، وبما أنه من الصعوبة بمكـان أن تنطبق الصورتان الـرقميتـان بعضهمـا على بعـض تمـام الإنطبـاق بحيث تكـون نسبـة الخطأ في التطابق صـفـرا ، لذلك فهناك حد أدنى من نسبة الخطأ في عملية التطـابق تتأثر عند تجاوزهـا دقة المعلومـات المستنتجة عن التغيـر بين الصورتين ، ويـرجع ذلك أنـه عنـد عدم تطـابق عناصـر الصورة تكـون المـواقع الجغـرافيـة التى تمثلهـا تلك العناصر أيضاً غير متطـابقة لذلك لا تكون المقارنة بين نفس المـواقع الجغرافية مما ينتج عنـه وجـود تغيـرات وهميـة غيـر موجودة على الطبيعة .

٤ـ التصنيف

تعـد عمليـة تصنيف طبيعـة الغطـاء الأرضي وإستعمالات الأرض إحدى طرق مقارنة المعلـومات في الصورة الأولى مع الصورة الثانية ، حيث يتـم من خلالها فرز عنـاصـر الصـورة إلى مجمـوعـات كل مجمـوعـة تمثل غطـاء أو إستعمـال معين لـلأرض ، صـورة (٥) ، ويعتمـد تصنيف الصورة بشكل عـام على قيمة المعلـومات الرقمية (الإستجابـة الطيفية أو الإنعكاس) لكل عنصـر من عنـاصـر الصـورة الـذي يعتمد بدوره على نـوع وطبيعة الأرض في ذلك الموقع الذي يمثلـه ذلك العنصر . فإذا أردنا مثلاً معرفـة التغير الطارىء على أحد إستعمالات الأرض بين تـاريخين معينين وكـان هنـاك خطـأ في تصنيـف ذلـك الإستعمال في أحد الصـورتين أو كلاهما ، أي أن مسـاحتـه الفعليـة زادت أو نقصت نتيجـة لسـوء التصنيـف فإن نتائـج المـقـارنة تكون غيـر صحيحـة أو على الأقل غيـر دقيقـة ، لـذلك إمـا أن نلجأ الى إعادة التصنيـف أو إستخدام طـرق أخرى للمقارنة .

كمـا أن هنـاك بعض الأمـور التى يجب وضعهـا في الحسبان عنـد دراسة التغيـر من أهمهـا مـدى مـلاءمـة كل من قـوة الإيضـاح (أو التبيـين) الطـيفـية والمـكانية والزمنية للنظام اللاقط عن بعد للظـاهـرة المـراد دراستهـا ، فعلى سبيل المثال النظـام اللاقط الـذي يستعمل نطق طيفية في المجال المرئي فقط قد لا يكون قـادراً على رؤية بعض الظـواهر الطبعيـة التى تحتـاج رؤيتهـا إلى طيـف تحت الحمـراء. كذلك لن يكـون بإمكـاننا رؤيـة التغيرات التى تحدث على مسـاحة أقل من قـوة الإيضـاح المكـاني ، كمـا أن قـوة الإيضـاح الـزمني تحـدد نـوع التغيـرات الممكن مراقبتها بوسـاطة النظام اللاقط ، فالظاهرة التي تبـدأ وتنتهي في ساعات أو أيـام قليلة قـد لانتمكن من رؤيتهـا إذا لم يواكب حدوثها مـرور التابع الصناعي من المنطقـة ، مثل حـرائق الغـابـات أو الفيضـانـات ، ولكن على كل حـال من الممكن رؤية بعض آثـارها بعـد فترة من حدوثها .

تطبيقات كشف التغير

من خلال إستخدام الطـرق والأساليب المختلفـة « لكشف التغيـر» ، وفي حـدود الإمكـانات الطيفيـة والمكـانيـة والزمنيـة للنظـام اللاقط عن بعـد المستعمل ، يمكن القيام بتطبيقات مختلفة من أهمها : ـ

١ـ تحليـل ودراسـة التغيـر في البيئـات الحضرية .

٢ـ مراقبـة التغيـرات فـي مساحـات الأراضي الزراعية .

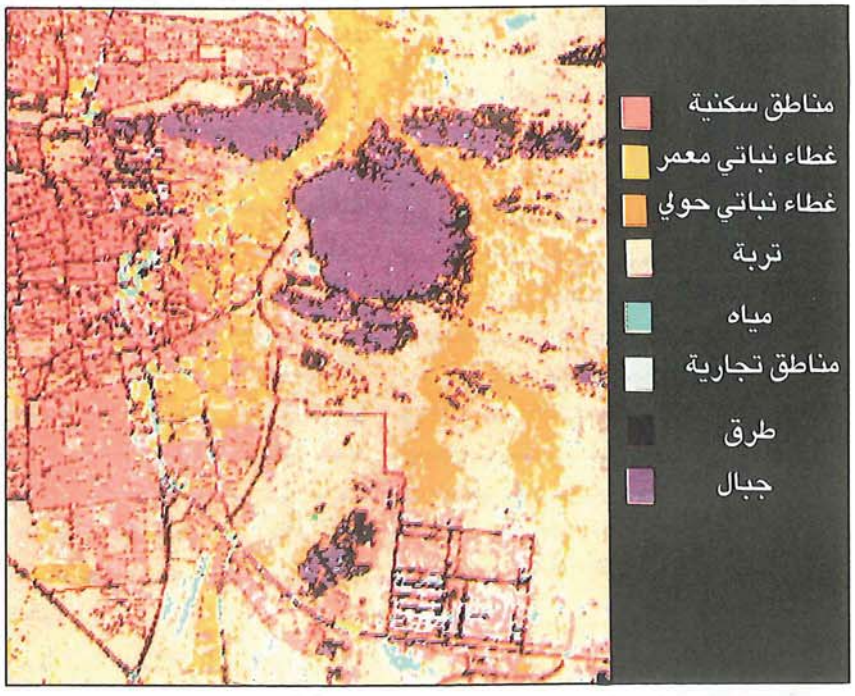
٣ـ مراقبة نمـو المحاصيل والإجهاد الذى يصيبها نتيجة للأمراض ونقص المياه .

٤ـ دراسات التغيـرات الفصلية في الغطاء النباتي الطبعي .

٥ـ مـراقبة النشـاطات المتعلقـة بالـرعي والإحتطاب وقطع الأشجار .

٦ـ مراقبـة النشاطات التشجيريـة الكبيرة ومنـاطق الغابـات والمتنـزهـات الوطنيـة والمسيجات والمحميات الطبعية.

٧ـ مـراقبة التغيرات الجيـومورفولـوجية السريعة .



● صورة (٥) تصنيف الغطاء الأرضي وإستعمالات الأرض لمدينة حائل عام ١٩٨٩ م .