مراقبة حصول ظاهرة التصحر عن طريق المرئيات الفضائية والصور الجوية

يعد التصحر ظاهرة جغرافية تعمل على تدهور النظام البيئي وتدني القدرة الإنتاجية نتيجة لتدهور الخصائص الطبيعية والظروف والأحوال المحيطة بها نتيجة اختلال التوازن بين مكونات البيئة الأساسية المتمثلة بالمناخ والغطاء النباتي والتربة تحت التأثير المباشر لنشاطات الإنسان غير الملائمة ، وتعد ظاهرة التصحر من الكوارث الطبيعية في العالم ، فتحول الأرض المنتجة أو شبه المنتجة إلى أماكن جرداء لا حياة فيها لإنسان أو حيوان أو نبات تعد كارثة بالمعنى الصحيح ، وتهدد هذه الظاهرة 34% من مساحة اليابسة.

ولهذا تعقد المؤتمرات والندوات العالمية لتدارس هذه الظاهرة والحد من الزحف الصحراوي ، حيث تم تسخير تقنيات الاستشعار عن بعد في فهم هذه الظاهرة ومراقبة الغطاء النباتي وزحف الكثبان الرملية، والمراعي وانجراف التربة، ونظم الري المتبعة، والتلوث البيئي والزحف العمراني، وكل ذلك يتم من خلال ملاحظة اختلاف كمية ونوعية الأشعة المنعكسة وخاصة في القناة الخامسة من المساحة متعددة الأطياف في صور الأقمار الصناعية، إذ إن اللون الأسود يدل على وجود الخضرة أما اللون الرمادي فيدل على وجود نباتات بحالة صحية غير جيدة وقلة كثافة الغطاء النباتي، أما الانعكاسية العالية فتدل على التربة الجرداء، وهي تختلف حسب مكوناتها سواء أكانت كثبان رملية أو أتربة معرضة للتعرية .

وتستخدم تقنيات الاستشعار عن بعد في مراقبة حركة الكثبان الرملية وزحف الصحراء ورصد وتقييم التصحر وتدهور الأراضي وإعداد خرائطها بهدف تحديد أسبابها ومدى انتشارها وقياس شدتها وتسليط الضوء على المخاطر التي يمكن أن تنجم عن الإدارة غير الملائمة لموارد الأراضي بغية الوصول إلى أسس صحيحة لمقاومة التصحر وتدهور الأراضي والمتصحرة .

وتجدر الإشارة إلى أن استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في مراقبة عمليات التصحر وتدهور الأراضي تملك أهمية كبيرة حيث توفر الصور الفضائية والجوية التغطية الكاملة والشاملة والدائمة للأراضي المتدهورة والمتصحرة مما يساعد على مراقبة التغيرات الطارئة على مناطق المراقبة كما تمكن من مراقبة المناطق النائية والوعرة والتي يصعب الوصول إليها وخلال زمن قصير وجهد قليل .

ولهذا تعد مشكلة التصحر من بين أهم المشاكل البيئية المعاصرة، إذ إن استمرار استنزاف الغطاء النباتي يؤدي إلى تعميق حدة تدهور الأراضي الزراعية وإنتاجيتها، نتيجة لزحف الرمال عليها خاصة في المناطق السهلية، وجرف التربة في المناطق المرتفعة، وبالتالي بروز ظاهرة التصحر والجفاف الذي يعد من أهم المشاكل البيئية التي تعيق خطط واستراتيجيات التنمية الزراعية، كما إن العوامل المناخية وأنشطة الإنسان تلعب دوراً أساسياً في انتشار ظاهرتي التصحر والجفاف وتفاقمهما.

لذ تعد ظاهرة التصحر من الظواهر المهمة التي يجب دراستها ومعرفة تأثيراتها السلبية على البيئة في المناطق الجافة وشبة الجافة، وتزداد خطورتها بانخفاض كميات الأمطار الساقطة في هذه المناطق

وتدهور المراعي الطبيعية، وازدياد مساحات المناطق المتأثرة بالتغير وظهور واتساع رقعة الكثبان الرملية التي تعد الوجه المتقدم للتصحر.

ومن خلال تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية RS، GIS يتم مراقبة تغير ورصد قيم التصحر وتدهور الأراضي وإعداد خرائط التغير للخروج بما يسمى استكشاف التغيرات Change Detection التي حدثت خلال هذه الفترة، بهدف تحديد أسبابها ومدى انتشارها وقياس شدتها وتسليط الضوء على المخاطر التي يمكن إن تنجم عن الإدارة غير الملائمة لموارد الأراضي بغية الوصول إلى أسس صحيحة لمقاومة التصحر وتدهور الأراضي المتصحرة، وتجدر الإشارة إلى إن استعمال تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية تملك أهمية كبيرة حيث توفر الصور الفضائية التغطية الكاملة والشاملة والدائمة للأراضي المتدهورة والمتصحرة مما يساعد على مراقبة التغيرات الطارئة على المناطق المراقبة، ويتم ذلك من خلال ثلاث مراحل لتحليل ومعالجة البيانات الفضائية وهي:

أولاً- مرحلة الحصول على المعلومات:

تعددت الأنظمة المحمولة جواً الخاصة بجمع المعلومات، فقد استخدمت الصور الجوية في تصوير المناطق البعيدة والمناطق الوعرة بهدف عمل خرائط لها، كما صممت بعض الأنظمة بهدف معين كالماسحات الحرارية متعددة القنوات والأجهزة الرادارية التصويرية المحمولة جواً الجانبية الرؤية والتي استخدمت بنجاح في المناطق الصحراوية، إلا أن هذا النوع من الأنظمة يعتبر مكلفاً مما يحد من انتشاره واستخدامه في بعض التطبيقات خاصة في المناطق الصحراوية الواسعة .

كذلك استخدمت المركبات الفضائية منذ ثلاثين سنة كأحد المصادر لجمع المعلومات مثل الصور المتحصل عليها من المركبات الفضائية جيمني وأبولو ومكوك الفضاء التي كان لها دور كبير في تغطية كثير من المناطق التي لم يصل إليها الإنسان من قبل .

كذلك استخدم نوع من أنظمة الرادار التصويري وحقق نتائج طبية في المناطق الصحراوية فقد أمكن تحديد مجاري الأنهار المندثرة تحت الرمال في المناطق الصحراوية الغربية في مصر، ويمكن أن يساعد استخدام هذه التقنية في الاستدلال عن أماكن وجود المياه الجوفية، وجميع هذه النظم كانت لها فوائد عديدة واستخدمت خلال رحلات عديدة ولكن لفترات محدودة، ولأنها تفقد إمكانية التصوير المتكرر لنفس المنطقة كما هو الحال في الصور الفضائية المتحصل عليها من الأقمار الصناعية .

ثانياً- مرحلة معالجة وتحليل البيانات الرقمية المتحصل عليها من الأقمار الصناعية :

يتم معالجة الصور الفضائية بواسطة أجهزة الحاسب الآلي وباستخدام برامج خاصة متشعبة وواسعة جداً، وتحتاج في بعض الأحيان إلى إجراء عمليات حسابية معقدة تعتمد على الهدف من استخدام البيانات ولكن أهم طرق ومراحل المعالجة والغرض منها هي :

الأول: نوع يعالج بهدف توضيح الصورة حتى تكون أوضح للمستخدم ومفسر الصور الجوية .

الثاني: نوع يعالج الصور الفضائية بهدف استخلاص بعض البيانات الأساسية للأستدلال على صنف معين من الأصناف وحساب التغيرات خلال فترة من الزمن .

وعموماً تستخدم الصور الفضائية لإنتاج خرائط متعددة الأغراض وتتميز المعلومات الفضائية بالمميزات الآتية:

أ- تقديم منظر عام وشامل لمنطقة واسعة لايمكن رؤيتها باستخدام وسائل المسح الأرضي أو الصور الجوية .

ب- تقليل الاعتماد على نقاط المسح الأرضي مما يساعد على تغطية منطقة أكبر .

ج- عند استخدام الصور الفضائية من الممكن تحديد الحدود الداخلة بدقة أكثر من الملاحظة من على سطح الأرض وخاصة عند استخدام صور ثلاثية الأبعاد ، ومثال ذلك الصور الفضائية المشتقة من القمر الصناعي سبوت .

د- الحصول على تغطية متكررة يحققها الدوران المستمر للأقمار الصناعية حول الأرض مما يوضح الظواهر المختلفة مع مرور الزمن للجزء تحت الدراسة .

ثالثاً- مرحلة تفسير الصور الفضائية :

بعد إجراء مراحل المعالجة والتصحيحات السابقة يسهل تفسير الصور الفضائية سواءاً بالطرق التقليدية بواسطة ومحلل متدرب ذي معرفة بالمنطقة التي يجري عليها المسح الفضائي، وبناءاً على ما لديه من معرفة سابقة يستخدم العناصر الأساسية في تفسير الصور الفضائية كالشكل والحجم والظل واللون لمعرفة الهدف، وكذلك قد يتم تفسير الصور الرقمية بعد معالجتها آلياً واستخلاص المعلومات منها، والصور الرقمية المنتجة من الأقمار الصناعية مثل لاندسات تحتوي على كمية هائلة من المعلومات، وهذه المعلومات الرقمية يمكن أن تقسم إلى ثلاث أنواع وهي:

1 – معلومات طيفية : ويقصد بها اختلاف عنصر الصورة (بيكسل) من حزمة ضوئية لأخرى في الصور متعددة الأطياف .

2 – معلومات نسيجية : ويقصد بها التوزيع المكاني لعناصر الصورة، لأن النسيج في الصورة هو تكرار التغيير والترتيب في الدرجات اللونية .

3 – معلومات ضمنية : ويقصد المعرفة المسبقة لعناصر الدورة المحيطة بعنصر الصورة المحددة .

وهذا يوضح الفرق بين تفسير الصور الفضائية بصرياً وتحليلياً بواسطة الحاسب الآلي، حيث أن تفسير الصور بصرياً يعتمد على المعلومات النسيجية والضمنية للصور، أي أن المفسر لا ينظر إلى عنصر صورة معينة ويصفها، وإنما ينظر إلى مجموعة كبيرة من عناصر الصور ويحددها معاً لتكون وحدة مكانية واضحة، بينما الحاسب الآلي يحلل الكثير من الاختلافات بين عناصر الصورة تبعاً لأختلاف معلوماتها الطيفية ولذلك يقوم بجمع عناصر الصورة التي لها نفس المعلومات الطيفية ويحددها كوحدة مستقلة .

وعند تفسير الصور الفضائية بصرياً تظهر الأجسام الرملية بلون أصفر فاتح على الصورة الفضائية الملونة المركبة، بينما تظهر بلون رمادي فاتح على الصور ذات اللون الأبيض والأسود، ويمكن تمييز الكثبان الرملية الطولية والمستعرضة بسهولة نظراً لامتداداتها واستقامتها المتميزة بالرقائق الرملية بتجانس شكلها وكذلك لونها الأصفر المتجانس ومتساوي الكثافة في جميع أجزاء هذه الأجسام الرملية .

ولغرض معرفة حاجة المرئية الفضائية إلى تحسين ينبغي ملاحظة ما يأتي:

1 – ملاحظة اللون كونها فاتحة اللون أو داكنة اللون وهنا تبرز خبرة المستفيد في تحديد تلك المعطيات.

2 – ملاحظة المنحنى التكراري للقيم.

وبعد أخذ هاتين الملاحظتين في الحسبان تجري عمليات التصحيح وعبر مراحل متعددة وهي:

أ. التصحيح الهندسي:

يتم بموجبة أجراء عمليات التصحيح للمرئيات بواسطة برنامج (Erdas image) من خلال تصحيح المرئيات على الخرائط الطبوغرافية المصححة للمنطقة المراد دراستها .

ب. التصحيح الطيفي:

أن الهدف من أجراء هذا التصحيح هو لغرض ازالة الضوضاء والتشوهات الحاصلة في المرئية بسبب تأثيرات التشتت الطيفي الذي يحدث في الغلاف الجوي ومن ثم زيادة وضوح الصورة وكذلك زيادة جاهزيتها لأجراء عمليات التفسير .

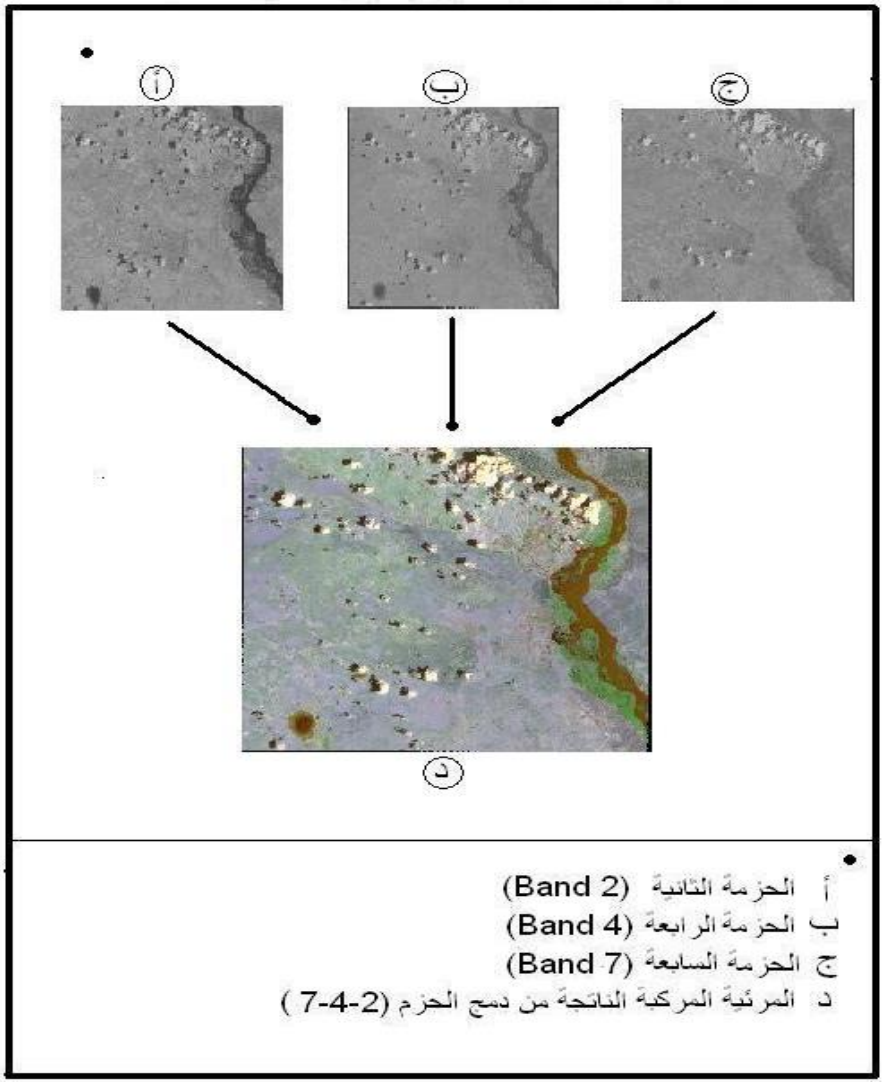
ت.بناء الصورة المركبة:

تستخدم الحزم الطيفية (Bands) لغرض بناء الصورة المركبة الملونة وللقنوات الثلاث (الأحمر، الأخضر، الأزرق) لغرض زيادة التباين وأبراز المظاهر الأرضية في المرئية بأشكال ملونة، ينظر صورة (1)، أي ظهور النبات الطبيعي باللون الأزرق أو الأحمر، وهذا يعتمد على قدرة الأنعكاس اللوني لأبراز الخصائص العامة للمعالم، ينظر صورة (2).

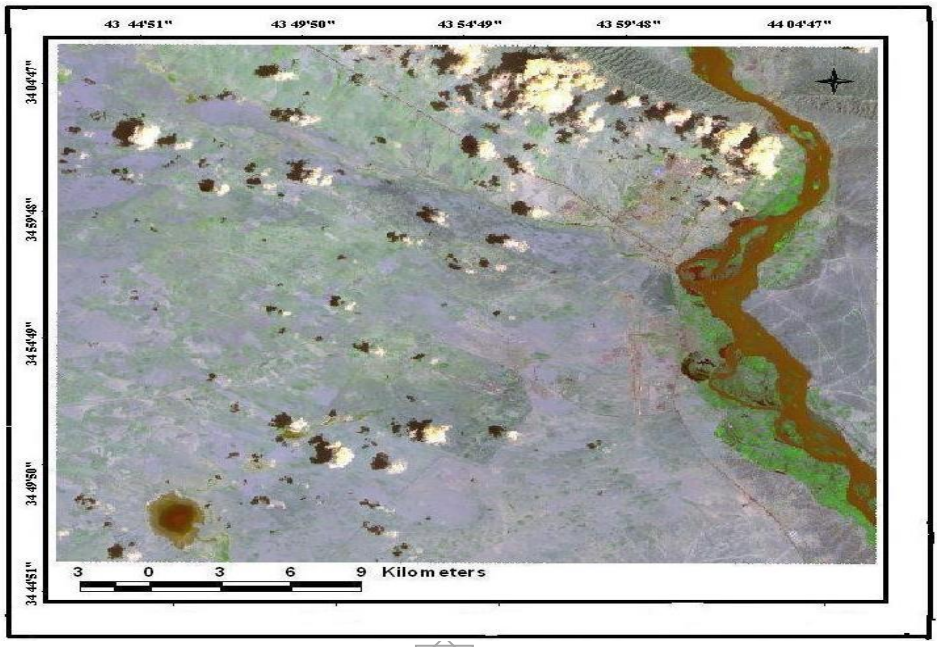
ث.التحسينات:

تجري عملية التحسين للمرئية الفضائية من خلال استخدام عمليات تعزيز التباين وزيادة وضوحه في الصورة الملونة، فضلاً عن استخدام المرشحات (3×3)، (5×5)، (7×7) لغرض تحسين الحواف في الصورة، وكذلك تستخدم عملية التطعيم للصورة من خلال دمج مرئتين فضائيتين مختلفتين لزيادة الدقة التمييزية لها.

شكل (1) عملية دمج الحزم الطيفية لتكوين المرئية الفضائية الملونة المركبة



شكل (2) المرئية الفضائية الملونة المركبة لأحدى المواقع المتصحرة



رابعاً– التصنيف الرقمي للمرئيات الفضائية :

التصنيف الرقمي التصنيف هو تقسيم المرئية حسب قيم عناصرها لكي تكون العناصر موزعة على جغرافية الصورة، ويمكن عمل التصنيف على أساس القيم الرقمية باستخدام معلومات أكثر من نطاق وتوجد طريقتان لتصنيف المرئية متعددة الأطياف هما :التصنيف الغير الموجه Unsupervised Classification والتصنيف الموجه Supervised Classification فالتصنيف الموجه يتطلب توفر عينات معينة (Signature) أو بصمات لمعامل الانعكاس في مناطق من المرئية تمثل فئات التصنيف، أما في التصنيف غير الموجه يقوم الحاسوب بتقسيم المعلومات إلى عدة فئات، إذ يتم ذلك بناء على العلاقة بين القيم الرقمية في النطاقات المستخدمة، وبهذه الطريقة نحصل على عينة للمنظر كله، ثم نحدد عن طريق المراجعة نوع الاستخدام الغالب ويتم إدراجها في برامجيات المعالجة للقيام بدورة بتصنيف الخلايا حسب المعلومات المستقاة من العينة، ويتم استخدام طريقة التصنيف الموجه للصور الفضائية لغرض تحديد المناطق المتصحرة حسب الخطوات التالية :

1. **إعداد التقسيمات:** وتتم هذه العملية باختيار عينات كافية من المنطقة والتي يغطيها المنظر، وتحدد للحاسب الآلي نوع الاستخدام حيث تم اختيار هذه العينات اعتماداً على التفسير البصري والسلوك الطيفي للمعالم الموجودة في الصورة الفضائية وكذلك بالاعتماد على بعض الخرائط الخاصة بالمنطقة والعمل الحقلي باستخدام أجهزة GPS.
2. **تعميم التصنيفات** : بعد تخزين تصنيفات الظواهر الرئيسية للمنطقة طبقا للعينات المختارة، تعمم هذه التصنيفات على جميع خلايا المرئية الفضائية .
3. **استخراج المعلومات** : بعد تحليل المعلومات تم تحويل بيانات المرئية التي تحتوي على التصنيف إلى خارطة تحتوي على مساحات مغلقة (Polygon).

أهداف مراقبة ظاهرة التصحر باستخدام الصور الجوية والمرئيات الفضائية :

1. التعرف على أهمية استخدام الصور الفضائية والخرائط الرقمية في دراسة تملح التربة وعملية التعرية، وتحديد حركة الكثبان الرملية نحو الأراضي الزراعية في الأقاليم المهددة بالتصحر.
2. التعرف على أهمية استخدام الصور الفضائية والخرائط الرقمية في دراسة حالة الغطاء النباتي بالأقاليم المهددة بالتصحر.
3. التعرف على واقع الغطاء النباتي عن طريق تحليل البيانات الرقمية لصور الأقمار الصناعية الملتقطة للمنطقة المراد دراستها .
4. تحديد الإستراتيجية التي يمكن أن تؤدي لتنمية السياحة البيئية المستدامة في أي منطقة .
5. التعرف على الآثار الناجمة عن تدهور وانحسار الغطاء النباتي بالأقاليم المهددة بالتصحر.
6. الكشف عن أهم الأساليب لحماية وتنمية الغطاء النباتي بالأقاليم المهددة بالتصحر.