جوانب من التطبيقات الجغرافية لعلم وتقنية الاستشعار عن بعد:

 بعدما تعرفنا الى مفهوم الاستشعار عن بعد ومصادر المعلومات فيه، وطرق تفسير وتحليل مخرجاته، نتطرق الان الى بعض تطبيقات الاستشعار عن بعد، وطرق الاستفادة من مخرجاته، فاليوم هناك امثلة لا تحصى على نجاح تقنية الاستشعار عن بعد، فلقد مكنت صور الاستشعار عن بعد من تصحيح كثير من المعلومات، وذلك لان هذه الصور تعطي نظرة شمولية ودقيقة وانية لمعالم الارض.

 يمكن ملاحظة الشكل (4 - 20) لتوضيح تطبيقات استخدام الاستشعار عن بعد في العلوم والنظم والاختصاصات المختلفة.



الشكل (4-20) تطبيقات الاستشعار عن بعد في العلوم والنظم المختلفة

جوانب مختارة من تطبيقات الاستشعار عن بعد:

1- تطبيقات الاستشعار عن بعد في الدراسات المناخية:-

ان تنامي مشكلة تلوث الهواء وظاهرة الاحتباس الحراري وتأثيرها الخطير على التغير المناخي في العالم لفتت انتباه علماء المناخ الى ضرورة استخدام ميزات تقنية الاستشعار عن بعد لمراقبة التغيرات المناخية. وقد أضافت تقنية الاستشعار عن بعد أبعادا جديدة لعلم المناخ عموما ومراقبة التغيرات المناخية بصورة خاصة ويمكن تلخيص هذه الابعاد بما يأتي:-

1. دراسة اتجاه وحركة الرياح السطحية والعواصف الغبارية والترابية وقياس سرعتها والتنبؤ بحدوث العواصف والاعاصير والجيوب الهوائية...
2. التمييز بين أنواع الغيوم وتحديد ارتفاعاتها ورصد حركتها والتنبؤ بهطول الأمطار ويتم ذلك من خلال تحديد نسبة الأشعة المنعكسة والحرارة المنبعثة من الغيوم المختلفة السمك، اذ يتم تمييز المناطق ذات الانعكاس العالي والانبعاث القليل للاشعة الضوئية على انها مناطق غيوم كثيفة، وذلك لأنه كلما زاد سمك الغيوم كلما احتوت على نسبة أكبر من بخار الماء وبالتالي يؤدي الى امتصاص أكبر للأشعة الساقطة.
3. صنع خرائط للغلاف الجوي تمثل درجات حرارة الأرض. ورصد ومراقبة مناطق الثلوج التي تأثر وتتأثر بالتغيرات المناخية بشكل كبير، خاصة ان المناطق القطبية غير مشمولة بالرصد الجوي الروتيني.
4. قياس سمك طبقة الاوزون وتتبع ثقب الاوزون. هناك العديد من أقمار الرصد الجوي التي تم اطلاقها من الولايات المتحدة الامريكية وروسيا واليابان ودول أخرى المستخدمة لأغراض المراقبة والتبؤ بالتغيرات المناخية وجمع البيانات حول الخصائص المناخية ومكونات الغلاف الجوي وحرارة البحار والمحيطات واليابس ودرجات الرطوبة النسبية وكمية تساقط الامطار وعناصر المناخ الاخرى في جميع انحاء العالم.

2 - تطبيقات الاستشعار عن بعد في التخطيط الحضري:-

 تعد خرائط استعمالات الارض من الخرائط غير الكمية التي يعتمد رسمها على طريقة التظليل المساحي والالوان، والتي يحتاج دائما مخططوا المناطق الحضرية الى معلومات متجددة ومستمرة لصياغة سياسات الحكومات وبرمجتها. ويمكن أن تتراوح هذه السياسات بين المجالات الثقافية والاقتصادية والاجتماعية، ويمتد دور ادارات التخطيط ليشمل أنشطة أخرى، اضافة الى تعدد المشكلات الحضرية التي تواجه المخططين. ومن الأمثلة التي نعايشها في حياتنا اليومية داخل المدن:-

1. رسم خرائط تفصيلية للمدن، تخطيط وتوزيع المتنزهات والحدائق داخل المدن.
2. دراسة حركة المرور ومواقف السيارات.
3. دراسة استعمالات الأراضي، التمدد الحضري واتجاهه، دراسة المجمعات الصناعية.

3- تطبيقات الاستشعار عن بعد في الموارد المائية:-

يعد هذا المجال من من التطبيقات الشائعة جدا في تطبيقات الاستشعار عن بعد، وذلك لتفاعل المياه بالبيئة المجاورة بشكل متبادل الأثر من ناحية، وتعدد الأجهزة والمتحسسات التي تستقبل معلومات عن المياه من ناحية أخرى. ويمكن تلخيص أهم تطبيقات الاستشعار عن بعد في الموارد المائية كما يأتي:-

1. تقدير وتقييم موارد المياه السطحية باستخدام الصور الفضائية والصور الجوية من خلال جرد مواقع ومناطق التجمع المائي الطبيعية واعداد خرائط لشبكات الصرف المائي.
2. اعطاء شواهد ومؤشرات للاستدلال على تواجد المياه الجوفية وخصائص الأحواض المائية، اذ شملت تطبيقات الاستشعار عن بعد كامل الدورة الهيدرولوجية.
3. دراسة الظروف الجيولوجية والتركيبية الحاوية لخزانات المياه الجوفية، اذ استطاعت هذه التقنية في تحديد ملامح البنية الجيولوجية ولاسيما الفوالق الصخرية الرئيسية ومناطق الضعف في الصخور التي تكون عادة مصدرا لتغذية المياه الجوفية.
4. تحديد نوعية المياه ومناطق تلوث الأنهار والبحار ودراسة حمولة مياه البحيرات والبحار من الحبيبات الدقيقة والاتربة.

4 – التطبيقات الزراعية والريفية:-

 تعد الثروة الزراعية أساسا أستراتيجيا وتلعب دورا كبيرا في القوة السياسية للدولة شأنها في ذلك شأن التجارة والصناعة. وتشكل الأراضي المستثمرة في الانتاج الزراعي نسبة أكبر من أي استخدامات للأراضي في معظم دول العالم.

**ومن الامثلة على التطبيقات الزراعية للمعلومات المستحصلة من بيانات الاقمار الصناعية:-**

1. دراسة أنواع الزراعة والمحاصيل واعداد خرائط تصنيف الزراعة السائدة في منطقة ما.
2. دراسة أمراض النباتات وتحديد المناطق الزراعية التي تعاني من أمراض المحاصيل.
3. تقييم الغابات وتصنيفهاوتحديد أبعادها ومراقبة تعرضها للتدهور، تحديد كثافة وكمية الأشجار ومراقبة قطع الاشجار وتحديد أماكن انتشار الحرائق، وتقويم حجم الأخشاب التي يمكن الحصول عليها من الأشجار.
4. تقدير مساحة المراعي وتصنيفها وتقدير انتاجية المراعي وادارتها.

5 – تطبيقات الاستشعار عن بعد في دراسة التربة:-

 تمثل التربة الطبقة العليا من سطح الارض التي تنمو فيها النباتات، وتتفاعل مع عدة عوامل منها: الصخور الام، المناخ، التضاريس، الاحياء والزمن وهي التي تسمى عوامل تكون التربة. يؤدي الاستشعار عن بعد دورا فعالا ومهما في عمليات مسح التربة، خاصة في مراحل الاستكشاف والاستطلاع من خلال تحليل أشكال سطح الارض والمعلومات التي يتم الحصول عليها من أستعمالات الأرض والطبيعة الجيولوجية والنباتات.

**ومن الأمثلة على تطبيقات الاستشعار عن في مجال التربة ماياتي:-**

1. جرد الترب وتصنيفها وتوزيعها.
2. دراسة نسجة التربة من خلال الميزات الطيفية فالتربة الناعمة تعكس كمية أكبر من الاشعة الساقطة مقارنة بالتربة ذات النسيج الخشن.
3. دراسة رطوبة التربة وحجم الحبيبات وكثافة الغطاء النباتي الذي يزداد بزيادة رطوبة التربة.
4. تحديد المواصفات الهندسية للتربة ومقدرتها الانتاجية، وتحديد ملائمتها للاستعمال الأمثل سواء في مجال الزراعة أو غيرها من الاستخدامات.

6- التطبيقات الحضرية:

يحتاج مخططو المناطق الحضرية دوماً الى معلومات مستمرة لصياغة سياسات الحكومات وبرمجتها، ويمكن ان تتراوح هذه السياسات بين المجالات الاجتماعية والاقتصادية والثقافية، ويمتد دور ادارات التخطيط ليشمل انشطة اخرى، اضافة الى تعدد المشكلات الحضرية التي تواجه المخططين والتي ترجع اسبابها بشكل رئيس الى عدد من العوامل يمكن حصرها في ثلاث مجموعات وهي:-

1. **العوامل التاريخية ،ب- العوامل التخطيطية، ج-**  **العوامل التنظيمية**

- 7 رسم خرائط تفصيلية للمدن:

 تعتبر الصور الفضائية من المصادر الاساسية لرسم الخرائط التفصيلية، وذلك لتوفر هذه الصور وبدقة تمييزية عالية (تصل الى 60 سم كما ذكرنا في صور القمر (Quick Bird) ولتكلفتها المعقولة مقارنة بالمسح الارضي، ويمكن ان تنتج مباشرة من الصور الفضائية كخرائط الصورالمصححة (Orthoimage Maps) وهي عبارة عن صور فضائية تم تصحيح ازاحة الميل للمعالم وازاحة التضاريس فيها، ولانتاج هذه الخرائط نحتاج الى صور مجسمة ومعلومات الارتفاعات الارضية (Digital Elevation Model ; DEM) او ما يعرف ب (Digital Terrain Model; DTM) لانتاجها، وهي بشكل عام خرائط ولكن لا يستعاض عن المعالم الموجودة فيها برموز (مثل الطرق خط، والمباني مضلع، وهكذا) بل تظهر المعالم كما في الحقيقة من المنظر الراسي (Top View) ويضاف اليها المعلومات المطلوبة (مثل اسماء الطريق، اسماء بعض المعالم الهامة، شبكة الاحداثيات المصححة،وغيرها

 -8دراسة حركة المرور ومواقف السيارات:

 تعتبر الصور الفضائية ووسائل الاستشعار الاخرى من الوسائل الرئيسية التي تستخدمها معظم هيئات النقل والمواصلات على اختلاف المستويات المحلية والاقليمة والوطنية عند دراسة الاوضاع الراهنة او عند انشاء طرق جديدة او في دراسة بعض المشكلات الخاصة.

وهناك نوعان من انواع المواصلات في المدن يمكن دراستها عن طريق استخدام وسائل الاستشعار عن بعد: **أ- العناصر الثابتة ،ب- العناصر المتغيرة**

 -9تخطيط وتوزيع المتنزهات والحدائق:

في كثير من المدن الكبيرة ادى عدم الاهتمام في عمل الاحتياطات المبكرة لتوفر الاراضي اللازمة للحدائق والمتنزهات الترفيهية الى تزايد الضغط السكاني على استخدام اراضي المدينة بسبب تزايد عدد السكان. ومن الامثلة التقليدية على اهتمام مخططي المدن بتوفير الاراضي للحدائق من فترة مبكرة من نمو المدينة، مثل الحديقة المركزية في (منهاتن) بمدينة نيويورك.

ومهما يكن من امر فان الكثير من المدن الكبيرة كثيفة السكان اما انها تفتقد الى المتنزهات والحدائق، او انها غير كافية لاستيعاب المتنزهين، وفي اي مدينة لا يتم تخطيط للحدائق والمتنزهات في المراحل الاولى من نمو المدينة فقد يصبح ارتفاع اسعار الاراضي عائقاً امام اقامة حدائق ومتنزهات جديدة او حتى توسيع الحدائق والمتنزهات الموجودة.

هذا وقد ساعدت الصور ذات المقاييس الكبيرة في القيام بمسوحات تفصيلية لتقدير مدى ضغط السكان على الحدائق و المتنزهات، وتحديد المواضع ذات القيمة المالية في اغراض التنزه والخدمات اللازم اضافتها.

10- دراسة استعمالات الاراضي:

تعد خرائط استخدامات الارض من اكثر الخرائط التي يستخدمها المخططون الحضريون واهم ما تشمله هذه الخرائط ما ياتي:-

1. طبيعة تقسيم الاراضي بين مختلف الانشطة.
2. نسبة المساحة المخصصة لكل مستخدم.
3. نسبة الارض المخصصة لطرق المواصلات.
4. العلاقات بين استخدام الارض وطرق المواصلات.

 كما ان استخدام الارض يعتبر من اكثر المجالات الحضرية استخداما للصور لعدد من العوامل اهمها:

* + ان الحصول على بيانات استخدام الارض عملية مكلفة وتستهلك وقتاً وجهداً كبيرين، ويمكن ان تكون وسائل الاستشعار عن بعد ارخص واشمل لانتاج خرائط استخدام الارض.
	+ مما تتميز به استخدامات الارض تغييرها المستمر والسريع في بعض الحالات وبدون متابعة هذه التغيرات يجب وضع مخططات او تعديلها عند الحاجة لمواجهة الظروف الجديدة، واستخدام العمل الحقلي التقليدي لهذا الغرض يعتبر ايضاً عملية مكلفة ومستهلكة للوقت والاستشعار عن بعد وسيلة ذات كفاءة عالية من حيث السرعة في اكتشاف التغيير في استخدام الارض.
	+ وللصور ووسائل الاستشعار الاخرى قدرة محدودة في استخدامها لدراسة استخدام الارض بحيث يصبح استخدامها فيما بعد لا يقل عن العمل الحقلي من حيث التكلفة واستهلاك الوقت.

11 - دراسة المجمعات الصناعية:

يعد تصنيف الصناعات والتعرف الى المناطق الصناعية والمصانع المختلفة من الامور الهامة بالنسبة لمفسر الصور، والذي يعمل ضمن هيئات تخطيط المدن، وضبط نوعية الماء والهواء، وفي بعض الحالات فان تفرد المباني الصناعية او وجود علامات مميزة على اسطح مباني المصانع يجعل عملية تفسير الصور سهلة نسبياً (مثل المداخن، سيور الانتاج والخزانات الوقود)، وفي حالات اخرى تتطلب معرفة المنشأت الصناعية خلفية علمية واسعة في الصناعة ومهارة كبيرة في استنتاج نوعية المصنع من خلال قرائن ذات علاقة، واحياناً يتطلب الامر توافر دليل او اكثر من ادلة التفسير وبلا شك فان المفسر الذي يعرف عن عمليات التصنيع يكون قادراً على تمييز الانشطة الصناعية بسهولة.

12 - دراسة انواع الزراعة والمحاصيل:

يمكن استخدام صور ومناظر الاستشعار عن بعد لاعداد خرائط تصنيف الزراعة السائدة في منطقة ما، وفي الصورة ذات التحليل المكاني العالي نستطيع ان نحدد نوع الزراعة اما مباشرة من الصور او الاستعانة ببعض العناصر الظاهرة في الصور مثل المباني والطرق، وقد استخدمت صور بمقاييس صغيرة في مثل هذا النوع من الدراسات، ووجد انه بالامكان تحديد الانماط الزراعية باستخدام صور الرادار ثم ربطها بظواهر طبيعية وبشرية معروفة يمكن مشاهدتها في الصور وبالتاكيد لا يساعد المقياس الصغير والتحليل المكاني الضعيف لصور الرادار على استكشاف وتحديد التفاصيل الدقيقة، واذا اردنا الحصول على تفاصيل اكثر يجب الرجوع الى الصور بمقاييس كبيرة، وقد نحتاج احياناً الى اجراء تقديرات اولية عن كمية المحصول المتوقع للمرزوعات فنلجا الى استخدام وسائل الاستشعار عن بعد لما توفره من معلومات شاملة وسريعة، وذلك بالاعتماد على الاختلاف في حجم الاشعة التي يعكسها كل محصول، وكما تعرفنا سابقاً في باب تفسير وتحليل الصور ان اهم العناصر التي تساعدنا في اكتشاف توعية المحاصيل الزراعية هي: درجة اللون، النسيج، والادوات المرتبطة بكل نوع من انواع الزراعة، وكذلك يجب ان نتذكر ان النسيج واللون يتغيران من فترة الى اخرى من فترات نمو المحصول الواحد، وان وسائل وطرق الزراعة والادوات والمباني المرتبطة بالزراعة تختلف بين الدول المتقدمة والدول النامية.

لقد اصبحت وسائل الاستشعار الفضائية من الوسائل التي تستخدم بشكل واسع في الولايات المتحدة الامريكية في تقدير كميات الانتاج الزراعي للمحاصيل الرئيسة مثل القطن والقمح والذرة، مع مقارنة هذه التقديرات بتقديرات الهيئات الحكومية التي تعتمد على الطرق التقليدية، اذ وجد ان الاختلاف بينهما لا يزيد عن 2%- 3% في حين ان تقديرات الشركات التي تستخدم وسائل الاستشعار عن بعد يتم الحصول عليها قبل عدة اسابيع من التقديرات الحكومية.

13 - دراسة النباتات الطبيعية:

يعد النبات الطبيعي في كثير من الدول احد الموارد الطبيعية الهامة، وفي البلاد الجافة كالمملكة العربية السعودية لا تقل اهمية معرفة اماكن تكثيف النباتات الطبيعية عما هو موجود في البلاد الاخرى، ويمكن التفريق بين ثلاث طرق في دراسة النباتات الطبيعية باستخدام وسائل الاستشعار عن بعد:

1. **التصنيف السابق**
2. **التصنيف اللاحق**
3. **التصنيف الخاص**

 تستخدم الصور الحساسة للاشعة دون الحمراء في استكشاف النباتات نظراً للون الاحمر المميز الذي تظهر به في الصور الذي يعتبر ذا اهمية في تحديد النباتات المزروعة والمناطق التي تم حصادها. وتعد وسائل الاستشعار عن بعد من انسب الطرق لتحديد العام للنباتات الطبيعية في المناطق الكبيرة، ويمكن تلخيص اهم مجالات تطبيق وسائل الاستشعار عن بعد في دراسة النباتات الطبيعية بما ياتي:

1. تحديد انواع الاشجار والنباتات واعداد الخرائط لذلك.
2. تقدير كمية الاخشاب وانواعها.
3. معرفة طول الاشجار.

14 - دراسة امراض النباتات:

تستخدم وسائل الاستشعار عن بعد في تحديد المناطق الزراعية التي تعاني من امراض المحاصيل وخصوصاً الصور الحساسة للاشعة دون الحمراء القريبة. وبينت بعض الدراسات ان الصور الملونة الحساسة للاشعة دون الحمراء افضل من الصور العادية الملونة او البانكروماتية في استكشاف امراض البطاطس، فمن دراسة الصور البانكروماتية لا نستطيع ملاحظة الا الاجزاء في مرحلة متاخرة من المرض بينما في الصور الحساسة للاشعة دون الحمراء نلاحظ جميع المناطق المتاثرة، بل انه يمكن استكشاف امراض النباتات قبل ظهور اعراضها باستخدام هذا النوع من الاستشعار، وتظهر النباتات المريضة في الصور الابيض والاسود الحساسة للاشعة دون الحمراء بلون اسود، اما في الصور الملونة الحساسة للاشعة دون الحمراء فتظهر النباتات بلون وردي الى بني غامق تبعاً لشدة تاثرها بالمرض، اما النباتات الميتة اوالضعيفة فتظهر بلون اخضر او رمادي مائل للزرقة.

15 - التطبيقات العسكرية:

يتم الحصول على بيانات ارضية للاغراض العسكرية باستخدام الطائرات العسكرية المزودة بكاميرات تصوير خاصة او من خلال الاقمار الصناعية المزودة بمتحسسات متخصصة لمثل هذه التطبيقات. وقد ساهم القطاع العسكري في تطوير علم الاستشعار عن بعد منذ نشأته بل كان هو اساس تطوير ونشأة هذا العلم، حيث كان الغرض الاساسي من نظم وسائل الاستشعار عن بعد هو عمليات التجسس والاستطلاع التصويري على قوات العدو كما حدث في الحرب العالمية الاولى والثانية.

وتعد وسائل الاستشعار عن بعد مصدراً مهماً واساسياً في كثير من العمليات العسكرية، وذلك لان وسائل الاستشعار الحديثة ليس لها حدود سياسية ولا تتطلب اذناً للتصوير، كما انها ذات قدرة هائلة على تقديم معلومات غزيرة عن الارض، والاحتفاظ بهذه المعلومات في اشكال مختلفة من وسائط التخزين (ورقية ورقمية). ومن اهم هذه التطبيقات العسكرية: عمليات الاستطلاع الجوي، عمليات التجسس وحصر اهداف العدو، اختيار طرق حركة القوات العسكرية اثناء المعارك والحروب، مراقبة قوات العدو، عمليات تدريب الطيارين.

ويمكن استخدام الصور في عملية الاستخبارات العسكرية بشكل مباشر وغير مباشر، ومثال الطرق المباشر: حصر الطائرات او المعدات العسكرية الشكل ، او معرفة مواقع الصواريخ ومنصاتها، والطرق غير المباشرة: مثلاً حساب حجم خزانات الوقود في القواعد العسكرية لمعرفة اجمالي ساعات الطيران الممكن تزويدها به.

ويمكن استخدام الصور لمعرفة الاليات العسكرية المتخفية تحت الاشجار باستخدام الصور الحساسة للاشعة الحرارية ولكن ايضاً يستطيع العسكريون التشويش والتمويه على هذه المعلومات، فعلى سبيل المثال لا الحصر يتم وضع اجسام صواريخ خشبية مغطاة بحديد لتضليل مفسري الصور الحرارية، ويمكن تمويه المواقع المهمة في المدينة او تغطيتها بمعالم اخرى لتضليل المفسر ايضاً.

16- دراسة تلوث البيئة المائية:

يمكن استخدام تفسير الصورالجوية والفضائية بطرق شتى لرصد الماء من حيث كميته او توزيعه الجغرافي. ومن امثلة ذلك راسم خرائط الحدود البحرية والانهار والبحيرات، وكذلك دراسة تلوث البيئة المائية لان الماء مصدر الحياة.

ومن المعروف انه لا توجد مياه طبيعة الا وتحتوي على شيء من المواد الغريبة، وتعد المياه الملوثة عندما تحتوي على مواد غريبة تكفي لان تحد من استخدامها للاغراض المنزلية او الصناعية. ولا يكون مصدر التلوث ناتجا عن النشاط البشري وحده، فمن المصادر الطبيعة للتلوث نذكر المواد المعدنية الناجمة عن غسيل التربة وتفسخ النباتات، وعندما نتحدث عن التلوث المياه لابد ان ناخذ بالحسبان نمطين اثنين من مصادر التلوث: الملوثات المباشرة والملوثات غير المباشرة. ويقصد بالملوثات المباشرة تلك التي يمكن حصر موقع مصدرها، مثل مخارج المصانع اما الملوثات غير المباشرة فتضمن الملوثات التي تكون مصادرها متعددة ومتفرقة، مثال ذلك ما تحمله معها المياه الخارجة من الحقول الزراعية من اسمدة ورواسب.

ويتعذر تحديد نوع الملوث ومعرفة تركيزه باستخدام الصور وحدها، الا انه يمكن استخدام الصور لتحديد الموقع الذي يتلقى فيه الملوث بالكتلة المائية، وتحديد طريقة انتشاره، ويمكن في بعض الاحيان كما في حالات الرواسب المعلقة في الماء تقدير تركيز الرواسب بقياسات كمية للراديومترية الفوتوغرافية يرفقها تحليل مخبري لعينات مختارة من الماء.

كما يمكن الكشف عن المواد التي تكون طبقات رقيقة على سطح الماء، كطبقات النفط، بوسائل الاستشعار عن بعد، اذ يكون لون طبقات النفط السميكة بنياً او اسود. اما اغشية النفط الرقيقة او اثار النفط فلها لمعان فضي او ذات الوان قزحية وليست بنية او ذات سواد واضح والاختلافات الرئيسة بين انعكاسية الكتل المائية وطبقات النفط في الجزء من الطيف الضوئي بين 0.30-0.45 مايكرومتر، لذلك فاننا نحصل على افضل النتائج باجراء التصوير الملون والعادي او التصوير بالاشعة فوق البنفسجية.

17- دراسة الكوارث الطبيعية:

من الفوائد المهمة لتقنيات الاستشعار عن بعد استخدامها في تقدير ومعرفة الاضرار وخسائر الكوارث الطبيعية وتساعد هذه الوسائل في توثيق الحاجة للمساعدات العاجلة من غيرها وكذلك يمكن استخدامها من فبل شركات التامين لتساعدهم في تقدير قيمة الخسارة في الممتلكات. ومن اقرب الامثلة ما حدث من زلزال (تسونامي – Tsunami) الذي حدث نهاية عام 2004 م والذي كان سببه زلزال في البحر ادى الى فيضانات في المنطقة كلها **من** اندونوسيا الى الهند ونلاحظ في الشكل (4-29) جزءاً من الجزر الاندونوسية التي اصابها الفيضان، ففي الصورة التي قبل الفيضان لون التربة فاتح ولكن بعد تشبعها بالماء يكون لونها غامق لانها رطبة.

18- استخدام معطيات الاستشعار عن بعد والتقنيات الجغرافية في مراقبة ورصد ظاهرة التصحر:-

تعد مشكلة التصحر من المشاكل البيئية التي لها انعكاسات سلبية كبيرة على الواقع البيئي والاقتصادي والحضاري والصحي، اهمها الغبار والعواصف الترابية وتحرك الكثبان الرملية وتدهور الاراضي المنتجة ومالها من نتائج على زيادة تلوث الهواء. وللوصول الى فهم افضل لتفاقم مشكلة التصحر وتحليل اسبابها والحد من انتشارها، لابد من استخدام تقنيات حديثة شمولية وسريعة وفعالة التي تسهل من رصد مشكلة التصحر بصورة شاملة ودورية في مراحلها المبكرة لان التصحر يتشكل نتيجة عمليات تدهور تدريجي للتوازن البيئي.

ويتم دراسة ورصد التصحر وتدهر الاراضي باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد المختلفة، اذ يتم استخدام الصور الفضائية المسجلة بمجالات طيفية مختلفة، وذلك لملاحظة وحصر عمليات التصحر وتدهور الاراضي اعتمادا على قيمة الاشعة المنعكسة في حزم طيفية مختلفة وتطبيقها على برامج الاستشعار عن بعد وتحليلها وتصنيفها رقميا لعزل درجات التصحر في طبقات مختلفة يتم تمثيلها خرائطيا.