الفصل الخامس: تطبيقات التحسس النائي

5-1 مقدمة

لكل متحسس من المتحسسات هدفا مخصصا، فالمستشعرات البصرية مصممة بالتركيز على النطاقات الطيفية التي سيتم جمع بياناتها بينما لمتحسسات الرادار فأن زاوية السقوط و نطاق الموجات القصيرة يلعبان دورا حيويا في تحديد التطبيقات المناسبة لهذه المرئيات. ان لكل تطبيق من تطبيقات التحسس النائي متطلباته في درجة الوضوح المكانية و درجة الوضوح الطيفيةو درجة الوضوح الزمنية (فترة اعادة الزيارة). فعلي سبيل المثال فأن مرئية أحادية النطاق (أي غير ملونة) لن تكون حساسة لتمييز صحة النباتات بسبب ان تغير مستوي الكلوروفيل لن يكون كبيرا في النطاق الاحمر من الاشعة المرئية. وكمثال اخر فان تطوير خرائط يتطلب مستوي دقيق من درجات الوضوح المكانية. أيضا فهناك العديد من التطبيقات التي تتطلب فترة قصيرة لإعادة الزيارة مثل تطبيقات متابعة تسرب الزيت وحرائق الغابات وحركة الكتل الجليدية في المحيطات، بينما هنك تطبيقات أخري قد يكون مناسبا لها اعادة الزيارة بصفة موسمية فقط (مثل تمييز المحاصيل الزراعية). بل ربما يتم استخدام أكثر من مستشعر لمعالجة متطلبات تطبيق معين.

5-2 تطبيقات زراعية

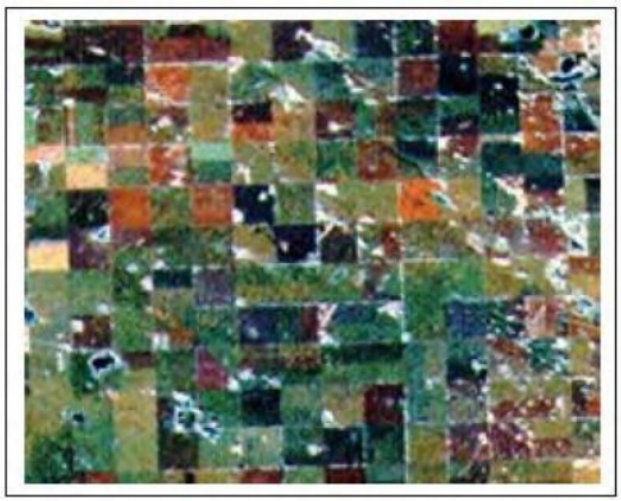
تلعب الزراعة دورا رئيسا في اقتصاد الدول المتقدمة و الدول النامية علي السواء. فإنتاج الغذاء هام لكل فرد، والإنتاج بصورة اقتصادية هو الهدف للمزارع البسيط و للمؤسسات الزراعية الكبري. ومن ثم فهناك حاجة رئيسية لمعرفة او تقدير المنتج (كما و جودة) للتحكم في السعر ومتطلبات التجارة الدولية.

تستخدم الصور الجوية و المرئيات الفضائية كأدوات تقنية لتطوير الخرائط الخاصة بتحديد انواع المحاصيل و فحص صحتها و جودتها ومراقبة العمليات الزراعية، وتضم التطبيقات الزراعية للتحسس النائي:

- تحديد أنواع المحاصيل
- تقييم حالات المحاصيل
- تقدير الانتاج
- خرائط حالات التربة
- خرائط ادارة التربة

- متابعة خطوات الزراعة

يعد تحديد نوع المحصول عاملا هاما لعدة أسباب منها ان معرفة نوع حصول معين سيستخدم في تقدير انتاجه ومعرفة وقت حصاده وأيضا متابعة حالة التربة وتقدير الخسائر في حالة التعرض لعناصر طبيعية مثل العواصف و الفيضانات. وكانت الطرق التقليدية لمعرفة انواع المحاصيل تعتمد علي السجلات الزراعية و الزيارات الميدانية. والآن اصبح التحسس النائي وسيلة اقتصادية عالية الكفاءة لتجميع المعلومات وتحديد انواع المحاصيل. بل ان التحسس النائي يقدم اكثر من ذلك حيث يمكن الحصول علي معلومات عن صحة المحصول ومتابعة مراحل نموه من خلال المرئيات متعددة النطاقات. أيضا فان مرئيات الرادار يمكنها توفير معلومات اضافية عن التوزيع و التركيب و محتوي الرطوبة، ومن ثم فأن دمج بيانات من كلا نوعي المستشعرات (البصرية و الرادارية) يوفر كفاءة افضل في التصنيف الدقيق لأنواع المحاصيل. وتعد نتائج تفسير و تحليل المرئيات كبيانات مدخلة input لنظم المعلومات الجغرافية GIS لتكوين قواعد بيانات زراعية رقمية.



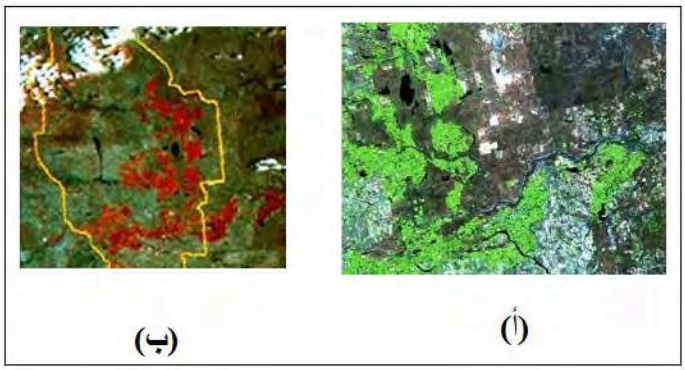
شكل (5-1) تحديد أنواع المحاصيل

يعد تقدير صحة المحصول و الاكتشاف المبكر لأي أمراض من العوامل الهامة للحصول علي انتاج وراعي جيد. فمن الضروري اكتشاف ومعالجة أية عوامل اجهاد ناتجة عن قلة المحتوي المائي بالإضافة لأية أمراض أو اصابات قد تحدث للمحصول. وهذه المراقبة تتطلب الحصول على مرئيات بصورة متكررة (بحد أقصي أسبوعيا) وتوفيرها للمزارعين بسرعة (عادة في خلال يومين).

أيضا تستخدم بيانات التحسس النائي في تحديد معدلات نمو النباتات فقد تكون هناك معدلات نمو مختلفة في المزرعة الواحدة نتيجة نقص النترات أو الأسمدة علي سبيل المثال. وبتوفير هذه البيانات للمزارعين فيمكنهم اتخاذ القرار السليم وتحديد نوع و كمية السماد المطلوب. أيضا فأن بيانات التحسس النائي تساعد في تحديد الضرر الناتج عن ظروف الطقس مثل تأثير الجفاف أو الرطوبة العالية. فالمرئيات لا تساعد فقط في اكتشاف المشكلات بل انها تستخدم للإدارة الجيدة للعملية الزراعية.

شكل (5-2) تحديد مشكلات المحاصيل

تحتوي النباتات الصحيحة (ذات صحة جيدة) علي كميات كبيرة من مادة الكلوروفيل، ومن ثم فأن انعكاساتها في النطاقين الأزرق و الأحمر من الضوء المرئي سيكون قليلا حيث أن الكلوروفيل يمتص الطاقة في هذين النطاقين. إلا أن الانعكاس في اللوم الأخضر و في الأشعة تحت الحمراء القريبة سيكون عاليا. وعلي العكس فأن النبات المريض لن يحتوي علي كم كبير من الكلوروفيل، ومن هنا فأن استخدام النطق الأخضر المرئي و نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة في المرئيات سيكون مفيدا لاكتشاف أمراض النباتات. ومن خلال فحص المعامل الطبيعي الفرقي للنباتات (Normalized Difference Vegetation Index) المعروف اختصارا بمصطلح NDVI. يجد أن النبات السليم سيكون له معامل NDVI عالي, بينما النبات المريض سيكون معامل NDVI له منخفضا. ففي المثال التالي "أ" (مرئية ملونة) نري أن المنطقة المروية ستظهر بلون أخضر فاتح بينما المنطقة الجافة ستكون بلون غامق. أما المثال الثاني "ب" (مرئية ملونة وأشعة تحت حمراء) فالنبات الصحي السليم سيظهر بلون أحمر فاتح.

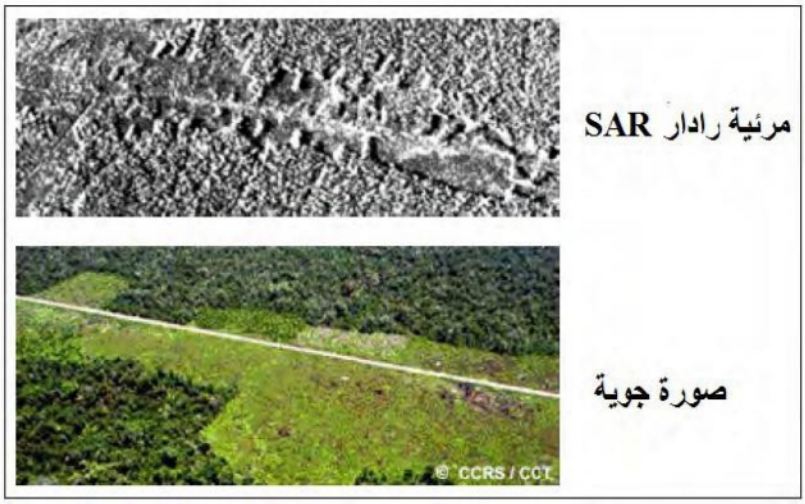


شكل (3-5) تحديد صحة النباتات

3-5 تطبيقات مراقبة ازالة الغابات

يعد ازالة الغابات deforestation مشكلة عالمية كبري لها تأثيرات متعددة. فعلي سبيل المثال ففي أوروبا فأن التلوث الصناعي قد دمر نسبة كبيرة من أراضي الغابات وخاصة في جمهوريات التشيك و ألمانيا و بولندا. أيضا ففي البلدان الاستوائية فأن ازالة الغابات قد دمر الكثير من الاراضي الزراعية و المراعي في أفريقيا و اسيا و أمريكا اللاتينية. وجدير بالذكر فأن فقدان الغابات يؤدي الي زيادة تعرية التربة و ملوحة الأنهار ويؤثر علي الحياة البرية ومصادر مياه الشرب بالإضافة للإنتاج الزراعي.

يعد التحسس النائي - مع أدوات أخري - الي تحليل أفضل لمشكلة ازالة الغابات. فالمرئيات متعددة النطاقات توفر وسيلة جيدة لتحليل التغيرات change detection analysis، حيث يتم دمج مرئيات من سنوات سابقة مع مرئيات حديثة ومن ثم قياس الفروق في مساحة و امتداد الغابات. أيضا يمكن الاستفادة من المرئيات الرادارية في تحديد المناطق الأكثر عرضة لهذه المشكلة وتحديد أسبابها. وفي البلدان التي يسمح بها بقطع الأشجار فأن التحسس النائي يكون أداة جيدة لمراقبةمناطق و مواصفات هذه الأنشطة. وعلي النطاق العالمي وخاصة لمبادرات منظمة الأمم المتحدة فأن مرئيات التحسس النائي توفر غطاء مكانيا واسعا كما أنها توفر تكامل البيانات و اتصالها.



شكل (5-4) مراقبة ازالة الغابات حول طريق

4-5 تطبيقات جيولوجية

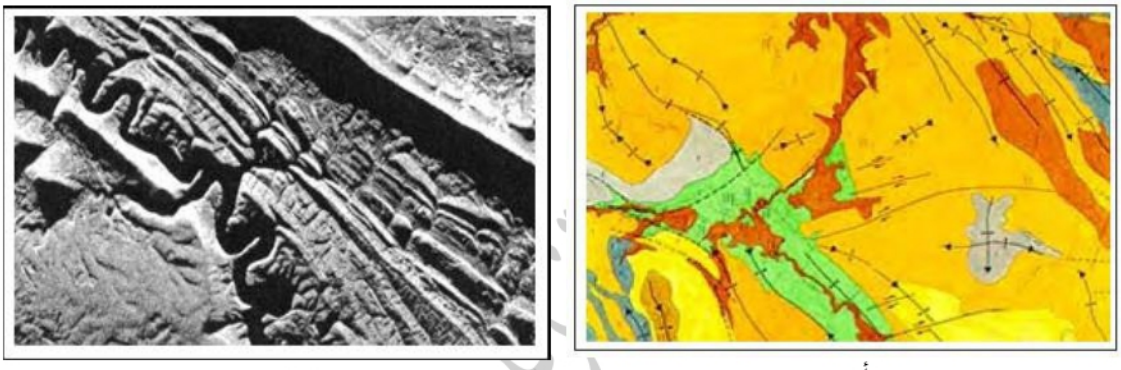
يهتم علم الجيولوجيا بدراسة تراكيب و انواع سطح الارض والأسطح التحتية subsurface بهدف فهم العمليات الفيزيقية للقشرة الارضية. والصورة التقليدية للجيولوجيا هي استكشاف exploration و استخراج exploitation المعادن والموارد الهيدروكربونية مثل البترول.

أيضا تشمل الجيولوجيا دراسة المخاطر الطبيعية مثل البراكين و الانزلاقات الارضية و الزلازل، ومن ثم فأن الدراسات الجيوتقنية تعد عاملا مهما في مشروعات الهندسة المدنية.

يقدم التحسس النائي وسيلة جيدة لاستخراج معلومات عن تراكيب سطح الارض والأسطح التحتية، لكنه عادة ما يكون مدعوما بمصادر أخري للبيانات تقدم قياسات مكملة. وتشمل التطبيقات الجيولوجية للتحسس النائي:

- خرائط طبقة العمق Bedrock mapping
- خرائط التراكيب الجيولوجية Structural mapping,
- استكشاف المعادن mineral exploration
- استكشاف موارد الهيدروكربونات Hydrocarbon exploration
- استكشاف و استخراج الرمال والحصى Sand and gravel exploration
- الجيولوجيا البيئية Environmental geology

تلعب الجيولوجيا الانشائية structural geology دورا هاما في استخراج المعادن و البترول وأيضا في مراقبة المخاطر الطبيعية. وخرائط التراكيب الجيولوجية (الخرائط الانشائية) تحدد خصائص التراكيب مثل الفوالق و الصدوع، وهو ما يفيد في تفسير و مراقبة حركات القشرة الارضية crustal movements. وبالاستعانة بالقياسات التفصيلية للتراكيب الجيولوجية (مثل المسح الزلزالي seismic surveying) فيمكن تحديد الاماكن المحتملة للبترول و الغاز. ويقدم التحسس النائي رؤية أكثرشمولا لعناصر الخرائط الانشائية في منطقة اقليمية بدلا من مجرد معلومات عند نقاط أرضية محددة. وفي المناطق كثيفة الغطاء النباتي فأن مرئيات الرادار (وبسبب أنها حساسة للتغير في التضاريس) تقدم وسيلة عالية الكفاءة لبيان التراكيب الجيولوجية.



(ب) (أ)

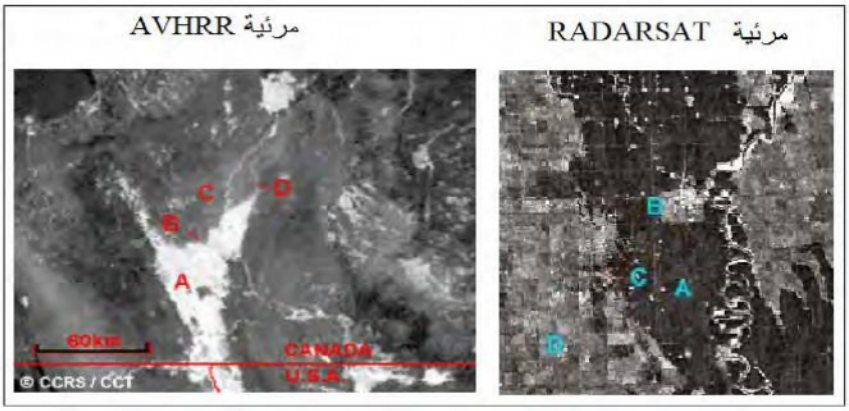
شكل (5-5) (أ) مثال لخريطة التراكيب الجيولوجية و (ب) مثال لمرئية رادارية تبرز التراكيب الجيولوجية

5-5 تطبيقات هيدرولوجية

يهتم علم الهيدرولوجيا بدراسة المياه علي الأرض، سواء كانت مياه جوفية أو سطحية أو أمطار أو ثلوج. وعادة فأن معظم العمليات الهيدرولوجية تكون ديناميكية ليس فقط علي مر السنوات انما أيضا ما بين الفصول، ومن ثم فهي تتطلب أرصاد متكررة. وهذا أحد مميزات استخدام بيانات التحسس النائي في الدراسات الهيدرولوجية، بالإضافة الي أن المرئيات قدم صورة واسعة عن طبيعة الظواهر الهيدرولوجية و تغيراتها. وتشمل التطبيقات الهيدرولوجية:

- مراقبة الانهار و البحيرات
- مراقبة و تطوير خرائط الفيضانات
- مراقبة حركة الجبال الثلجية glacier
- تحديد التغيرات في دلتا الأنهار
- تطوير الخرائط و مراقبة الأراضي المبللة
- تقدير رطوبة التربة
- مراقبة امتداد الثلوج
- قياس عمق الثلوج
- تطوير خرائط شبكات التصريف
- نمذجة الأحواض الهيدرولوجية
- اكتشاف التسرب في قنوات الري
- جدولة مواعيد الري

تعد الفيضانات ظاهرة طبيعية في الدورة الهيدرولوجية. والفيضان ضروري لزيادة خصوبة التربة من خلال اضافة مواد مغذية nutrients ورواسب صغيرة. لكن وعلي الجانب الاخر فأن الفيضانات قد تكون مدمرة وتتسبب في وفيات وأضرار كبيرة للبنية التحتية المدنية و الحضرية. وتستخدم تطبيقات التحسس النائي في مراقبة و قياس الحدود المكانية للمناطق التي تعرضت للفيضان، ومن ثم تحديد طرق الاخلاء والإنقاذ. ومع دمج بيانات التحسس النائي في اطار نظام معلومات جغرافي GIS فيمكن الحصول علي تقييم دقيق و سريع لمناسيب المياه و الأضرار والمناطق التي تعرضت لمخاطر الفيضانات. وتشمل قائمة المستفيدين من هذه التطبيقات علي سبيل المثال هيئات تخطيط المدن و إدارات الدفاع المدني و إدارات الأرصاد الجوية و شركات النقل و المواصلات و شركات التأمين. ويحتاج معظم هؤلاء المستخدمين الحصول علي البيانات بصورة شبه لحظية near real-time فعادة ما تكون فترة حدوث الفيضان فترة زمنية صغيرة نسبيا ويكون الطقس مشبعا بالغيوم و السحب الكثيفة. وفي مثل هذه الحالات يبرز دور المرئيات الرادارية للاستفادة منها في مراقبة الفيضانات. ومع اسقاط مرئيات تقنية SAR علي مرئيات بصرية سابقة لما قبل حدوث الفيضان، فيمكن تحديد المناطق التي تعرضت للغرق وتقييم مخاطر الفيضان.



شكل (5-6) أمثلة لتطبيقات المرئيات في مراقبة الفيضان

6-5 تطبيقات غطاءات و استخدامات الأرض

مع أن مصطلحي غطاء الأرض Land Cover و استخدام الأرض Land Use يستخدمان كما لو كانا يؤديان نفس المعني، إلا أن هناك فارقا بينهما. فغطاء الأرض يشير الي كل غطاء لسطح الأرض مثل النباتات و المنشئات المدنية و المياه و التربة ....الخ. ومن ثم فأن تحديد و تطوير خرائط لغطاء الأرض هام لدراسات المراقبة علي الصعيدين الاقليمي و الدولي ولإدارة الموارد الطبيعية ولأنشطة التخطيط. أما علي الجانب الآخر فأن استخدامات الأرض تشير الي الهدف الذي تخدمه الأرض مثل الزراعة و الحياة البرية. وتشمل تطبيقات استخدامات الأرض المراقبة و وتطوير الخرائط لبيان استخدام كل بقعة أرض وما يطرأ علي هذا الاستخدام من تغير مع مرور الزمن. ومن هنا فأن القياسات الناتجة من بيانات التحسس النائي تستخدم في استنباط بيانات غطاء الأرض ومنها يمكن استنباط استخدامات الأرض خاصة مع استخدام مصادر أخري من البيانات المكملة و المعرفة السابقة. وتشمل تطبيقات استخدامات الأرض:

- ادارة الموارد الطبيعية.
- حماية الحياة البرية.
- تطوير الخرائط كمدخل لنظم المعلومات الجغرافية.
- التوسعات المدنية و الحضرية.
- اكتشاف المخاطر و الأضرار للحرائق و الفيضانات .... الخ.
- الحدود القانونية وحساب الضرائب.

مع زيادة السكان يزداد التوسع العمراني للمدن، ومن ثم تتناقص استخدامات الأرض الزراعية على أطراف هذه المدن. فتوسع المدن يعد مؤشرا للتمدن urbanization والتوسع الصناعي industrialization (أي التنمية development)، لكنه غادة ما يكون له أثرا سلبيا علي بيئة المنطقة. ويتم قياس التغير في استخدام الأرض (من الحضري الي المدني) بهدف تقدير زيادة السكان و التنبؤ والتخطيط لهذا التوسع العمراني من قبل المخططين. ومن هنا فأن تحليل استخدام الأرض الزراعي و المدني هام للتأكد من أن خطط التنمية العمرانية لا تجير علي الأرض الزراعية. وهنا يأتي دور تحليل بيانات التحسس النائي متعددة التاريخ، والتي توفر رؤية منطقية لتوسع المدن و امتدادها. والعامل الأساسي هنا في اكتشاف تغير استخدام الأرض (من الحضري الي المدني) هو التمييز بين الاستخدامات الحضرية (المزارع و الغابات) والاستخدامات المدنية للأرض (المناطق السكنية والمناطق الصناعية). وهنا يتم تطبيق طرق التحسس النائي لتصنيف أنواع استخدامات الأرض بصورة جيدة و دقيقة لمساحات شاسعة من الأرض وبصورة متكررة. وعادة فأن مثل هذه التطبيقات تعتمد علي درجة وضوح مكانية عالية بهدف تحديد التفاصيل المكانية وأيضا بيانات متعددة النطاقات لكي يمكن التمييز بين الاستخدامات المتعددة للأرض.

7-5 تطوير الخرائط

تعد الخرائط مكونا رئيسا من مكونات ادارة موارد الأرض، والخرائط في نفس الوقت هي أحد منتجات عملية تحليل بيانات التحسس النائي. فالخرائط الجغرافية و الموضوعية وخرائط الأساس لها أهمية كبيرة في عمليات التخطيط و المتابعة و التقييم لعمليات الادارة و الاستكشاف والتخطيط. كما أن التمثيل الرقمي للارتفاعات و التضاريس أي نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) ودمجها في اطار نظم معلومات جغرافية حيوية في التطبيقات المدنية و العسكرية المعاصرة. والآن هناك طلب متزايد علي منتجات التحسس النائي للاستخدام في مجال تطوير الخرائط. وتشمل تطبيقات الخرائط:

- الخرائط البلانيمترية
- الخرائط الطبوغرافية
- الخرائط الموضوعية
- نماذج الارتفاعات الرقمية

يشمل تطوير الخرائط البلانيمترية planimetry من تحديد و توقيع غطاءات الأرض الاساسية و شبكات الصرف والبنية التحتية و شبكات النقل و المواصلات في المستوي الأفقي x-y. وبصفة عامة فأن البيانات البلانيمترية (ثنائية الأبعاد) ضرورية للتطبيقات علي مستوي كبير scale large مثل التخطيط العمراني و ادارة الخدمات. يمكن استخدام طرق المساحة الأرضية وأيضا طرق الرصد علي الأقمار الصناعية مثل تقنية النظام العالمي لتحديد المواقع GPS في الحصول علي بيانات و قياسات عالية الدقة. إلا أن هناك قيود عديدة تحد من استخدام هذه التقنيات خاصة أنها طرق مكلفة اقتصادية وتواجه مشاكل في مسح مناطق كبيرة أو مناطق نائية. وهنا يبرز التحسس النائي كوسيلة تقنية هامة في تطوير هذا النوع من الخرائط. وفي مثل هذا التطبيق فأن المرئيات عالية الوضوح المكاني تكون مطلبا أساسيا للحصول علي دقة عالية لهذه الخرائط. وفي حالة المناطق المغطاة بالسحب و الغيوم فأن المرئيات الرادارية تكون بديلا مناسبا.

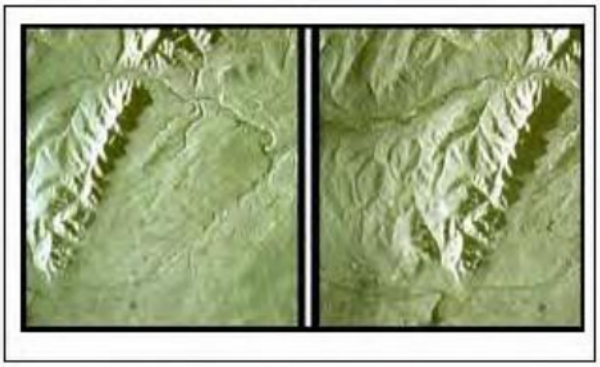
يعد توافر نموذج ارتفاعات رقمي DEM مطلبا حيويا لعمل التصحيحات الهندسية و الراديومترية لمرئيات التحسس النائي، وأيضا لتطوير الخرائط الكنتورية ولتحليل تضاريس سطح الأرض. ففي العصر الحالي فأن معظم التطبيقات الخرائطية لا تعتمد فقط علي الخرائط البلانيمترية ثنائية الأبعاد. وقد تزايد الطلب علي نماذج الارتفاعات الرقمية مع انتشار تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية. وتوجد عدة مصادر لتطوير نموذج ارتفاعات رقمي مثل عمل قياسات لعدة نقاط باستخدام طرق المسح الأرضي و GPS، ثم تطبيق الطرق الرياضية لاستنباط interpolation اللارتفاعات بين هذه النقاط. لكن هذه الطرق التقليدية تستهلك الكثير من الوقت ومكلفة اقتصاديا و من الصعب التعامل معها في تطوير الخرائط علي مستوي اقليمي. ومن ثم فأن تطوير نماذج الارتفاعات الرقمية من بيانات التحسس النائي يقدم بديلا عالي الكفاءة. وهناك طريقتين رئيسيتين يتم تطبيقهما وهما:

(١) القياس من الصور المزدوجة المتداخلة stereo-grammetry ،

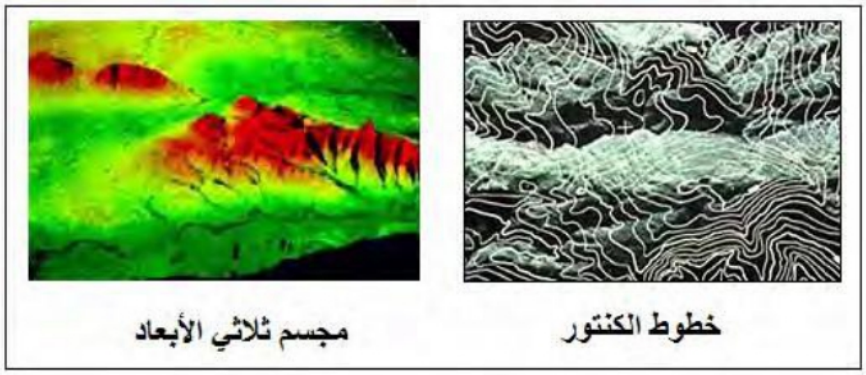
(٢) التحليل الفرقي لبيانات الرادار Interferometry.

فالأسلوب الأول يعتمد على استخراج معلومات الارتفاعات (المناسيب) من المرئيات المتداخلة سواء من الصور الجوية أو من بعض أنواع المرئيات مثل SPOT و SAR. أما الطريقة الثانية فتعتمد علي تحليل بيانات عدة مسارات متتالية (أو طريقة الأنتنا المزدوجة) لمستشعرات SAR سواء الجوية أو الفضائية.

وهذه الطريقة الأخيرة يمكنها توفير مستويات عالية من الدقة قد تصل الي عدة سنتيمترات للرادار الجوي أو عدة ديسيمترات للرادار الفضائي. ومن أمثل تطبيقات نماذج الارتفاعات الرقمية مراقبة تصدعات القشرة الأرضية وانخفاض الأراضي (نتيجة سحب المياه الجوفية) وحركة القشرة الأرضية نتيجة الزلازل و البراكين ومراقبة المنشئات الضخمة مثل السدود.



شكل (5-7) مرئيات رادار متداخلة



شكل (5-8) طرائق تمثيل الارتفاعات

حديثا تزايد الطلب علي قواعد البيانات الرقمية الجغرافية والخرائط الرقمية سواء الطبوغرافية أو الموضوعية. وتتكون الخريطة الطبوغرافية من خطوط الكنتور بالإضافة للمعلومات البلانيمترية التفصيلية، وتخدم كقاعدة بيانات عامة للاستخدام المدني و العسكري أيضا. تطوير الخريطة الموضوعية الأساسية Mapping Baseline Thematic (أو اختصارا BTM) هي تكامل أو دمج بين مرئيات فضائية رقمية مع استخدامات و غطاءات الأرض ومعلومات طبوغرافية لكي تكون ما يعرف باسم الخريطة المورة (Image map).

وقد تم تطوير هذا النوع الجديد من الخرائط الموضوعية (Thematic maps) لكي يأخذ في الاعتبار مميزات معالجة المرئيات و مميزات دمج عدة أنواع من المعلومات المكانية من عدة مادر مما يزيد من امكانية عرض كم أكبر من المعلومات في ورة كارتوجرافية (او خرائطية).

وعادة ما تتكون الخريطة الموضوعية الاساسية (او خريطة الاساس الموضوعية) من قواعد بيانات طبوغرافية وغطاء أرض وبنية تحتية. ويتم عرض معلومات موضوعية معينة على خريطة الأساس لكي تخدم نوعا معينا من المستخدمين. أما عن دور التحسس النائي في هذا الموضوع فأن المرئيات تقدم معلومات مكملة للتفاصيل الموضوعية المعروضة، ومن ثم فتعمل كخريطة أساس (Base map) فعلي سبيل المثال فأن المرئيات متعددة النطاقات تعد ممتازة لتوفير معلومات تكميلية عن غطاء الأرض.

شكل (5-9) مفهوم خريطة الأساس الموضوعية

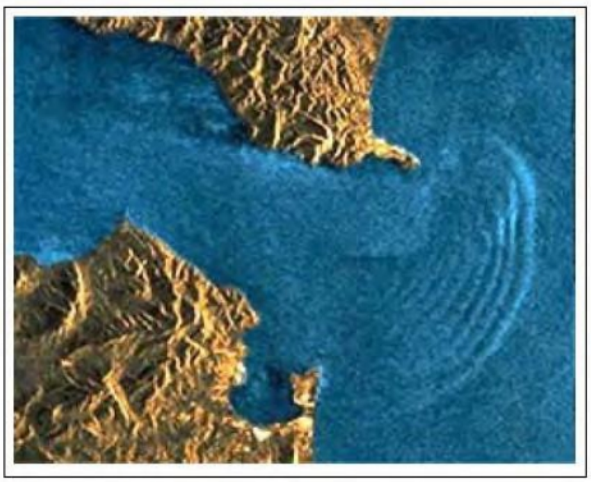
5-8 تطبيقات مراقبة المحيطات و الشواطئ

لا يقدم المحيط لنا الطعام فقط انما يعمل كخطوط نقل و مواصلات وله أهمية بالغة في نظام الطقس على الأرض والحفاظ علي الدورة الهيدرولوجية للمياه. ومن هنا فأن فهم الطبيعة الديناميكية للمحيطات هام لتقدير حجم المخزون السمكي ولخطوط النقل البحرية ودراسة آثار الظواهر المناخية والتنبؤ بالعواصف ومن ثم تقليل مخاطرها. وتشمل دراسات المحيط: دراسة الرياح و التيارات (من حيث الاتجاه و السرعة و الارتفاع) وتحديد الأعماق البحرية bathymetry وأيضا دراسة حرارة المياه. وتشمل تطبيقات التحسس النائي في مجال مراقبة المحيطات:

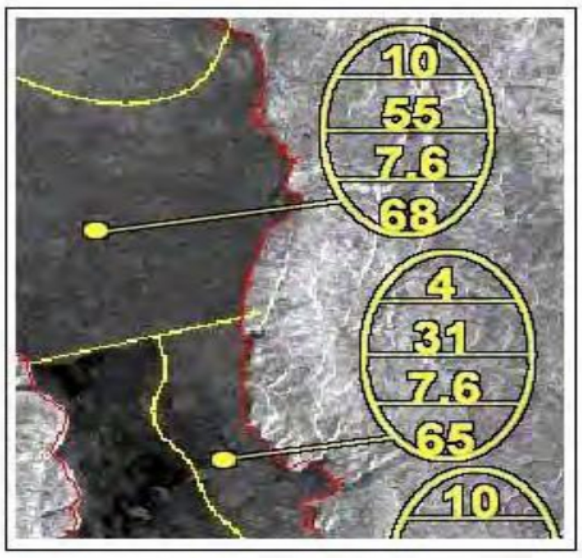
- تحديد أنماط المحيط (التيارات، أعماق المحيطات، مناطق المياه الضحلة، الموجات ...الخ).
- التنبؤ بالعواصف
- تقدير المخزون السمكي
- مراقبة درجات حرارة المياه و جودتة
- مراقبة تسرب الزيت من مواقع استخراجه البحرية والملاحة البحرية
- مراقبة تأثيرات المد و الجزر و العواصف
- تحديد الخط الفاصل بين البحر و الأرض
- مراقبة حركة خطوط الشواطئ
- تطوير خرائط الأهداف الشاطئية

تعد خطوط الشواطئ coastlines فاصلا حساسا بين المياه و الأرض وتتأثر بالتغيرات التي تحدث من العمليات الديناميكية للبحار و المحيطات. ومن المعلوم أن ٦٠% من سكان الأرض يعيشون في مناطق قريبة من المحيطات. ومن ثم فأنه من الضروري متابعة مراقبة تغيرات خطوط الشواطئ مثل التعرية الشاطئية و التمدن و التلوث. وهذه التطبيقات يمكن مراقبتها و تطوير خرائط لها من خلال بيانات التحسس النائي.

شكل (5-10) مراقبة تسرب الزيت باستخدام المرئيات



شكل (5-11) مراقبة التيارات البحرية باستخدام المرئيات



شكل (5-12) تقدير أعماق الثلوج باستخدام المرئيات

التحسس النائي د. تغريد عبد الحميد ناجي

المراجع

1. NRC (Natural Resources Canada), Fundamentals of remote sensing, A free tutorial (accessed Feb. 5, 2015) available at: http://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/resource/tutor/fundam/pdf/fundamentals_e.pdf

2. داود, جمعه محمد ٢٠١٥, " اسس تطبيقات الاستشعار عن بعد", القاهره, جمهوريه مصر العربية.

3. الحسن, عصمت محمد, 2007, "معالجة الصور الرقمية في الاستشعار عن بعد", جامعة الملك سعود, كلية الهندسة.

4. Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, 2018, "Digital Image Processing", 4th Ed, Pearson Education Limited, New York.

5. Scott E Umbaugh, 2018, “Digital Image Processing and Analysis Applications with MATLAB and CVIPtools”, 3th Ed, Taylor & Francis.