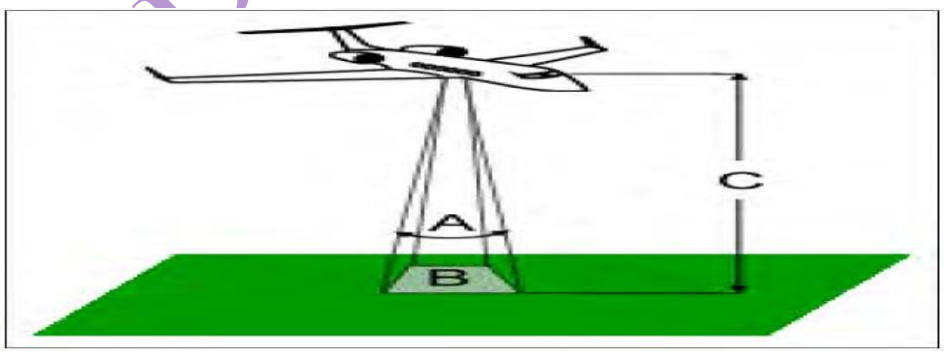
3-2 درجة الوضوح المكانية و حجم الخلية والمقياس

لعدة أجهزة من أجهزة التحسس النائي فأن المسافة بين الهدف و منصة التحسس تلعب دورا بالغ الأهمية في تحديد تفاصيل المعلومات التي تظهر المنطقة التي يتم تحسسها. ان المتحسسات الموجودة في المنصة تكون بعيدة جدا عن الهدف أي أنها تتحسس منطقة كبيرة ولا تستطيع اظهار التفاصيل كاملة. ويمكنك المقارنة ما بين ما يراه رائد الفضاء من داخل مكوك الفضاء و ما تراه أنت من داخل الطائرة، فرائد الفضاء يمكنه رؤية دولة بأكملها في منظر واحد لكنه لا يمكنه التمييز بين المباني المختلفة، بينما من داخل الطائرة عند الطيران فوق مدينة يمكنه تمييز المباني والسيارات بوضوح لكن لا يمكنه رؤية منطقة كبيرة مثل رائد الفضاء. وهذا الفرق موجود أيضا ما بين الصور الجوية و مرئيات الأقمار الصناعية. تعتمد تفاصيل المرئية على **درجة الوضوح المكانية resolution spatial** لجهاز التحسس والتي تعرف بأنها مساحة أو حجم أصغر ظاهرة يمكن تحسسها. وتعتمد درجة الوضوح المكانية للمتحسسات اللايجابية على ما يعرف **باسم مجال الرؤية اللحظية View of Field Instantaneous** (أو اختصارا IFOW)، وهو مخروط الرؤية للمتحسس A ويحدد المنطقة الأرضية B التي يمكن رؤيتها من ارتفاع محدد C في لحظة زمنية محددة . ويتم حساب مساحة المنطقة المرئية بضرب IFOW في ارتفاع المتحسس من سطح الأرض C، وهذه المنطقة على الأرض تسمي **خلية الوضوح resolution cell** أي أقصي درجة وضوح مكاني للمتحسس. ومن ثم لتحسس هدف محدد فأن مساحته أو حجمه يجب أن تساوي أو أن تكون أكبر من خلية الوضوح. أي أنه في حالة أن مساحة الهدف أقل من مساحة خلية الوضوح فلن يمكن تحسسه.



شكل (2-9) درجة الوضوح المكانية

Dr. Amal J. Hatem

أن مرئيات التحسس النائي تتكون من مصفوفة من **العناصر أو الخلايا (بكسل) pixels**، وهي أصغر وحدة على المرئية. وعادة تكون الخلايا مربعة وتمثل مساحة محددة من المرئية. ومن المهم التفرقة بين **حجم البكسل pixel size** و درجة الوضوح المكانية فهما ليسا شيئا واحدا في جميع الحالات. ففي حالة أن المتحسس له درجة وضوح مكانية 20 متر والمرئية من هذا المتحسس تظهر بوضوح كامل فأن كل بكسل سيمثل (20 × 20) متر علي الأرض. وفي هذه الحالة فأن حجم البكسل يساوي درجة الوضوح المكانية. لكن من الممكن أن تظهر مرئية باستخدام حجم بكسل مختلف عن درجة وضوحها المكانية، فمثلا في حالة عرض ملصقات (بوستر) مرئيات سطح الأرض فنستخدم حجم خليه يمثل مساحة كبيرة (أكبر من درجة الوضوح المكانية الأصلية لهذه المرئية).

يقال للمرئيات التي تعتمد على اظهار الأهداف الكبيرة فقط أن لها درجة وضوح مكانية خشنة أو قليلة، بينما في المرئيات التي لها درجة وضوح مكانية دقيقة أو عالية فيمكن اظهار الأهداف الصغيرة. فأقمار التحسس النائي العسكرية على سبيل المثال مصممة بحيث يمكنها تحسس كل ما يمكن من التفاصيل، أي أن لها درجة وضوح مكانية عالية أو دقيقة. أما الأقمار الصناعية التجارية فتوفر مرئيات لها درجة وضوح مكانية تتراوح بين عدة أمتار الي عدة كيلومترات. وكقاعدة عامة فكلما زادت درجة الوضوح المكانية كلما قلت المساحة الأرضية التي يمكن رؤيتها.

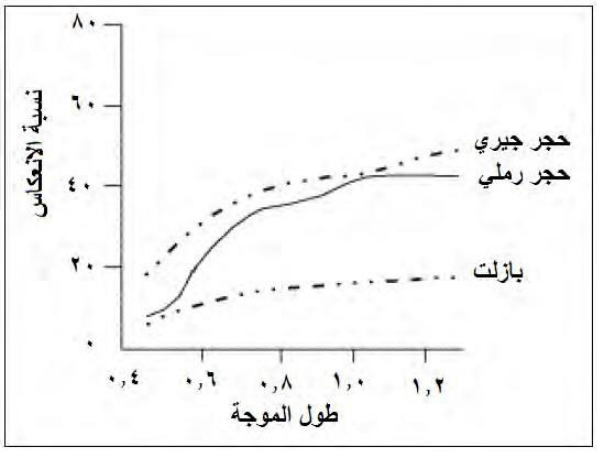
شكل (2-10) اختلاف درجات الوضوح المكانية

تعرف نسبة المسافة على المرئية أو الخريطة الى المسافة الأرضية الحقيقية المناظرة باسم مقياس الرسم scale. فإذا كان لديك خريطة لها مقياس رسم 1: 100.000 (مثلا: الهدف يبلغ طوله على الخريطة 1 سنتيمتر سيكون طوله الحقيقي على الأرض 100.000 سنتيمتر (اي 1 كيلومتر). ومن ثم فأن الخرائط أو المرئيات الفضائية التي لها قيمة صغيرة من نسبة الخريطة/الأرض (1 / 100.000) علي سبيل المثال. يطلق عليها اسم الخرائط أو المرئيات صغيرة المقياس، بينما تلك التي لها نسبة أكبر (مثلا 1 / 5.000) تسمى كبيرة المقياس.

Pro. Jamal J. Hatem

4-2 درجة الوضوح الطيفية

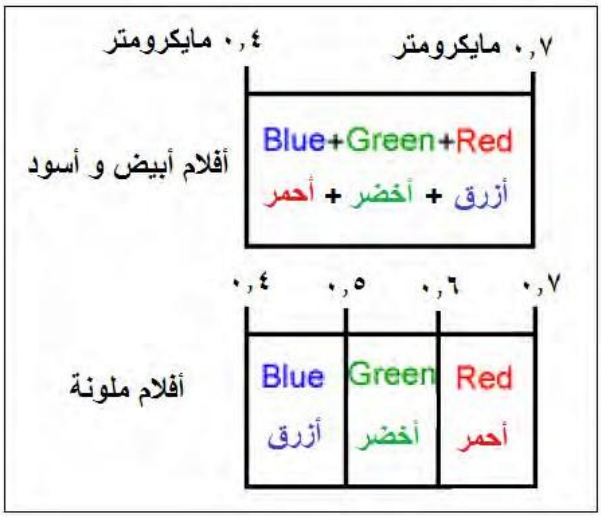
أن الاستجابة الطيفية spectral response أو منحنيات الانبعاث الطيفي emissivity curves spectral تميز الانعكاس أو الانبعاث للهدف باستخدام أطوال موجات مختلفة. ويمكن تمييز الاهداف المختلفة في مرئية من خلال مقارنة استجابتها الطيفية في مجال من أطوال الموجات. فالمجموعات الكبيرة مثل المياه و النباتات يمكنها أن تنفصل في مجالات مختلفة من أطوال الموجات مثل الضوء المرئي و الاشعة تحت الحمراء.



شكل (2-11) اختلاف الاستجابة الطيفية للأهداف

لكن بعض المجموعات الدقيقة أو التفصيلية مثل أنواع الصخور قد لا يمكن تمييزها بسهولة باستخدام هاتين المجموعتين أو هذين المجالين من أطوال الموجات وقد تحتاج لعمل مقارنة في مجال ضيق من مجالات الضوء الكهرومغناطيسي. ومن ثم فأننا نحتاج لمتحسس يكون له **درجة وضوح طيفية spectral resolution** عالية. فدرجة الوضوح الطيفية تعبر عن قدرة المتحسس في تحديد فترات دقيقة من أطوال الموجات، أي أنه كلما كانت درجة الوضوح الطيفية أدق كلما ضاق مجال أطوال الموجات لقناة أو نطاق محدد. فالأفلام الأبيض و الأسود (او الرمادية) تسجل أطوال الموجات الممتدة على نطاق الضوء المرئي، أي أن درجة وضوحها الطيفية خشنة فهي لا تستطيع التمييز بين أطوال الموجات المختلفة داخل هذا النطاق وتسجل فقط الانعاس في كل مجال الضوء المرئي. بينما على الجانب الاخر فأن الافلام الملونة لها درجة وضوح طيفية عالية بحيث أنها تستطيع تحسس الطاقة المنعكسة في أطوال الموجات الزرقاء و الخضراء و الحمراء كلا على حدا. ومن ثم فهي تستطيع تمثيل الأهداف في عدة ألوان اعتمادا على مدى الانعكاس في كل نطاق من أطوال الموجات.

Prof.Dr. Al-Khatem



شكل (2-12) درجات الوضوح الطيفية للأفلام المختلفة

ان العديد من نظم التحسس النائي تسجل الطاقة في فترات متعددة من أطوال الموجات باستخدام درجات وضوح طيفية مختلفة، وهذه النظم يطلق عليها اسم **(المتحسسات متعددة الوضوح الطيفي sensors multispectral)**. أما المتحسسات المتقدمة فيطلق عليها اسم **(المتحسسات عالية الوضوح الطيفي hyperspectral sensors)** حيث أنها تستطيع تحسس مئات من النطاقات الطيفية الضيقة أو الدقيقة في الضوء المرئي و الاشعة تحت الحمراء القريبة و المتوسطة. ومن ثم فأن درجة وضوحها الطيفية العالية تسهل من التمييز بين الأهداف المختلفة اعتمادا علي الاستجابة الطيفية لكل هدف في كل نطاق طيفي ضيق.

5-2 درجة الوضوح الراديومترية

بينما ترتيب البكسل أو الخلايا يصف تكوين المرئية ذاتها، فأن الخصائص الراديومترية هي التي تصف المعلومات الحقيقية لمحتوي المرئية الفضائية. في كل مرة يتم الحصول علي مرئية (سواء على فيلم أو باستخدام متحسس (فأن حساسيتها لكمية الطاقة الكهرومغناطيسية هي التي تحدد درجة الوضوح الراديومترية radiometric resolution. فالوضوح الراديودمتري لمرئية يصف قدرتها علي التمييز بين الفروقات البسيطة جدا من الطاقة، فكلما زادت درجة الوضوح الراديومترية لمتحسس كلما زادت حساسيته لاكتشاف الفروق في الطاقة المنعكسة أو المنبعثة.

يتم تسجيل بيانات الطاقة من خلال أعداد موجبة تتراوح بين الصفر الى أس محدد للعدد 2. وهذا الاس يقابل عدد البت bit المستخدمة في ترميز الأرقام في النظام الثنائي binary format. فكل بت تسجل

Prof.Dr. Amal J. Hatem

الأس المرفوع له الرقم 2 (مثلا: 1 بت = 2^1 = 2) . ويعتمد الحد الأقصى المتاح لمستويات اللمعان على عدد البت المستخدم في تمثيل الطاقة المنعكسة. فعلي سبيل المثال فان كان متحسس يستخدم 8 بت في تسجيل البيانات، فهناك (2^8 =256) قيمة رقمية متاحة وستتراوح ما بين الصفر و 255 . أما في حالة استخدام 4 بت فقط فسيكون هناك (2^4 = 16) قيمة رقمية متاحة فقط وستتراوح ما بين الصفر و 15، ومن ثم فستكون درجة الوضوح الراديومترية أقل. وعادة ما يتم تمثيل بيانات المرئية باستخدام نطاق (حزمة) من درجات اللون الرمادي grey tones ، حيث يكون اللون الأسود ممثلا بالرقم صفر واللون الأبيض ممثلا بالرقم الأقصى المتاح (مثل رقم 255 في البيانات ذات الثمانية بت). وبمقارنة مرئية بدرجة وضوح راديومترية 2 بت بمرئية أخرى لها درجة وضوح راديومترية 8 بت فيمكننا رؤية أن هناك فروق كبيرة في مستوي التفاصيل في كلا منهما.

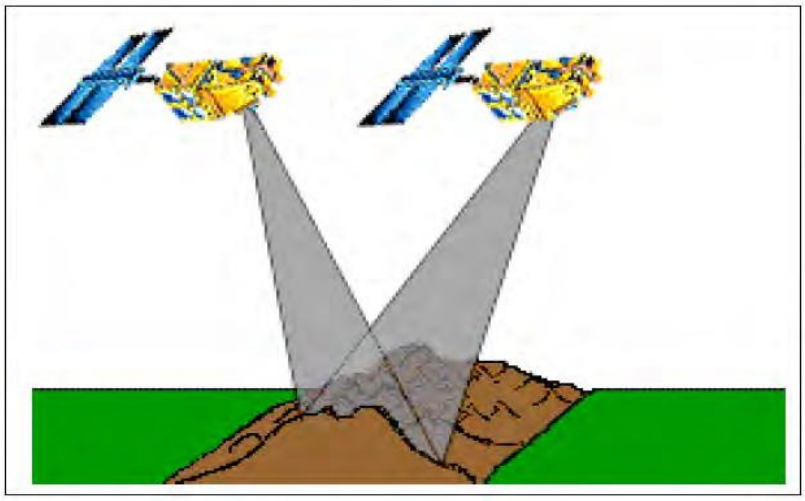
شكل (2-13) الاختلاف في درجات الوضوح الراديومترية

6-2 درجة الوضوح الزمنية

أن درجة الوضوح الزمنية temporal resolution تعد مهمة في التحسس النائي. وقد سبق أن تحدثنا عن فترة اعادة الزيارة والتي عادة ما تكون عدة أيام بالنسبة للأقمار الصناعية. ومن ثم فأن القيمة المطلقة لدرجة الوضوح الزمنية لنظام التحسس النائي لكي يقوم بتحسس نفس البقعة الأرضية مرة أخري هي هذه الفترة. لكن وبسبب التداخل بين صفوف التحسس swaths للمدارات المتعاقبة, كلما زادت دوائر العرض فأن هناك مناطق من الأرض سيتم تحسسها بتردد أكبر. أيضا فأن بعض أنواع

Prof Haten

الاقمار الصناعية لديها القدرة على توجيه متحسساتها لتحسس نفس البقعة الأرضية في مدارات مختلفة بفترات تتراوح ما بين يوم الى خمسة أيام. ومن ثم فأن درجة الوضوح الزمنية الحقيقية لمتحسس تعتمد على عدة عوامل ومنها قردة القمر الصناعي و المتحسس ذاته وأيضا تداخل صفوف التحسس و دائرة العرض. ان القدرة على تجميع مرئيات لنفس المنطقة من سطح الأرض في فترات زمنية متعددة تعد من أهم عناصر تطبيق معلومات التحسس النائي. فالخصائص المكانية للأهداف قد تتغير مع مرور الوقت، وهذا ما يمكن اكتشافه من خلال تجميع و مقارنة المرئيات متعددة الوضوح الزمني Multi temporal images. فعلى سبيل المثال فأنه وفي خلال موسم النمو فأن النباتات المختلفة تكون في حالة تغير مستمر ومن ثم فأن قدرتنا على متابعة هذا التغير تعتمد على متى وبأي تردد يمكننا الحول على المرئيات. وباستخدام التحسس في فترات زمنية مختلفة وبصفة دورية فيمكننا متابعة التغيرات التي تحدث على سطح الأرض سواء كانت تغيرات طبيعية (مثل التغير في الغطاء النباتي او الفيضان) أو تغيرات بشرية (مثل النمو العمراني والتحصر), فعامل الزمن في التحسس النائي يكون مهما.



شكل (2-14) درجة الوضوح الزمنية

يقدم الجدول الاتي بعض خصائص عدة اقمار صناعية للتحسس النائي:

Pr... Ali.Hatem

أمثلة لبعض خصائص عدة اقمار صناعية للتحسس النائي (للاطلاع)

القمر	الاطلاق	الوضوح المكاني (م)		عدد النطاقات	طول البكسل (كم)	ارتفاع القمر (كم)	اعادة الزيارة (يوم)
		بانكروماتية	متعدد الاطياف				
WorldView-3	٢٠١٤	٠.٣١	١.٢٤	٢٩	١٣.١	٦١٧	١
GeoEye-1	٢٠٠٨	٠.٤١	١.٦٥	٤	١٥.٢	٧٧٠	٨.٣
WorldView-2	٢٠٠٩	٠.٤٦	١.٨٤	١٣	١٧.٦	٧٧٠	١.١
Pleiades-1B	٢٠١٢	٠.٥	٢.٠	٥	٢٠	٦٩٤	١
QuickBird	٢٠٠١	٠.٦٥	٢.٦	٥	١٦.٨	٤٥٠	٣.٥
IKONOS	١٩٩٩	٠.٨٢	٣.٢	٥	١١.٣	٦٨١	٣
EgyptSat-2	٢٠١٤	١.٠	٤.٠	٤	٤٦.٦	٧٢٠	
SkySat-2	٢٠١٤	١.١	٢.٠	٥	٨	٤٥٠	١
SPOT-7	٢٠١٤	١.٥	٦.٠	٥	٦٠	٦٩٤	١
SPOT-6	٢٠١٢	١.٥	٦.٠	٥	٦٠	٦٩٤	١
RapidEye	٢٠٠٨	٥.٠	١٠.٠	٥	٧٧	٦٣٠	٥.٥
ASTER	١٩٩٩	١٥	٣٠	١٤	٦٠	٧٠٥	١٦
LandSat-8	٢٠١٣	١٥	٣٠	١١	١٨٥	٧٠٥	١٦
LandSat-7 ETM	١٩٩٩	١٥	٣٠	٨	١٨٥	٧٠٥	١٦

7-2 المسح متعدد الأطياف

تقوم عدة نظم التحسس النائي بتجميع البيانات باستخدام نظم المسح التي تستخدم متحسس له مجال رؤية ضيق IFOV يمسح سطح الأرض لبناء مرئية ثنائية الأبعاد.

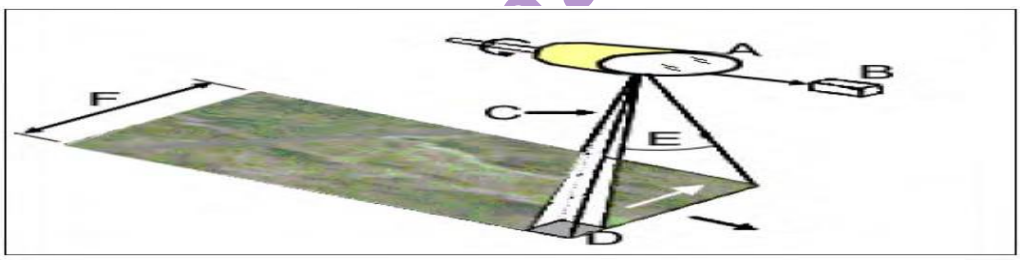
ويمكن استخدام نظم المسح سواء من الطائرة أو من القمر الصناعي. ونظام المسح الذي يسمح بتجميع البيانات في عدة نطاقات من الطاقة يطلق عليه اسم ماسح متعدد النطاقات Multispectral scanner أو اختصارا MSS.

ويوجد نوعين أو طريقتين للمسح في الماسحات متعددة النطاقات: المسح ضد المسار (across-track scanning), والمسح عبر المسار (long- track scanning).

تقوم ماسحات ضد المسار بمسح الأرض في عدة خطوط تكون موجهة عموديا على اتجاه حركة منصة التحسس (أي عمودية على اتجاه مسار القمر الصناعي). وكل خط يتم مسحه بالتأرجح من أحد جانبي المتحسس الى الجانب الاخر باستخدام مرآه متحركة (A)، وكلما تقدم القمر للأمام تتم عمليات مسح متعاقبة لبناء مرئية ثنائية الابعاد لسطح الارض. ويتم فصل الطاقة المنعكسة أو المنبعثة الى عدة

Prof.Dr. Amal Hatem

مكونات كهرومغناطيسية بحيث يتم تحسس كلا منها بصورة مستقلة. وتوجد متحسسات داخلية (B) كلا منها حساس لنطاق محدد من اطوال الموجات بحيث يقوم كل متحسس بقياس الطاقة لنطاق معين من النطاقات وتحويل هذه الطاقة الي بيانات رقمية يقوم بتخزينها. ويحدد مجال الرؤية IFOV للمتحسس (C) وارتفاع منصة التحسس قيمة الدقة المكانية للخلية الأرضية التي يتم استشعارها (D). أما المجال الزاوي للرؤية view of field angular (E) فهو قيمة تأرجح المرآه بالدرجات المستخدمة في مسح خط، ومن ثم فهو يحدد عرض مسار التحسس swath على الأرض (F). فالماسحات في الطائرات عادة ما تستطيع التأرجح لزوايا كبيرة (بين 90 و 120 درجة) بينما ماسحات الأقمار الصناعية وبسبب ارتفاعاتها العالية فلا يمكنها التأرجح الا لزوايا صغيرة (ما بين 10 و 20 درجة). وحيث أن المسافة ما بين المتحسس والهدف تزيد في حواف مسار التحسس فأن درجة الوضوح المكانية (حجم الخلية) يصبح أكبر أيضا مما يتسبب في حدوث تشوه هندسي geometric distortion في المرئية. أيضا زمن مجال الرؤية للخلية الواحدة (يسمي زمن الكمون dwell time) يكون قصيرا جدا فأنه يكون مؤثرا في تحديد درجات الوضوح المكانية و الراديومترية و الطيفية للمتحسس.

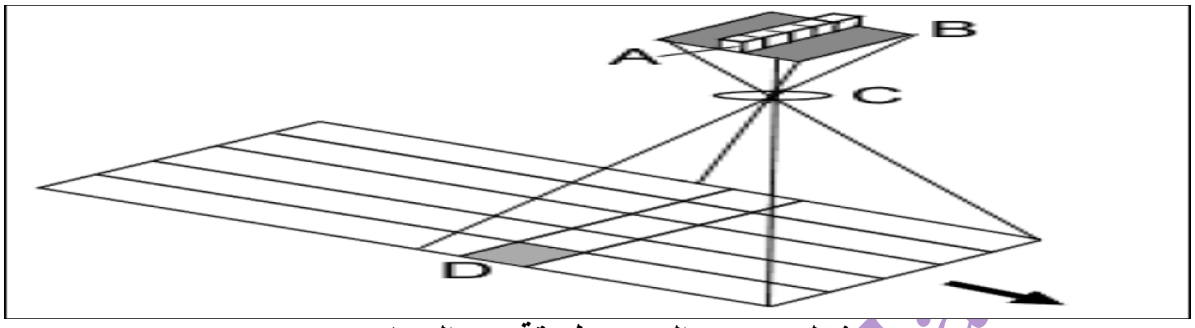


شكل (2-15) المسح بطريقة ضد المسار

تقوم ماسحات عبر المسار along-track scanners باستخدام الحركة الامامية للمستشعر لتسجيل خطوط مسح متعاقبة وبناء المرئية ثنائية الأبعاد عموديا علي اتجاه الطيران. لكن بدلا من استخدام مرآة المسح المتأرجحة فأن هذه الماسحات تستخدم مجموعة خطية من المتحسسات linear array of detectors (A) موضوعة على المستوى البؤري focal plane للمرئية (B) الذي يكونه نظام العدسات lens system (C) والذي يتحرك في نفس اتجاه حركة المسار(أي عبر المسار). ويقوم كل متحسس بقياس الطاقة لخلية أرضية محددة (D)، وبالتالي فأن حجم المتحسس و مجال الرؤية IFOV يحددان درجة الوضوح المكانية للنظام. وبالطبع فهناك حاجة لعدة مجموعات خطية من المتحسسات

Prof.Dr. Ali J. Hatem

حتى يمكن قياس عدة نطاقات من الطاقة الكهرومغناطيسية. وبالتالي فأن الطاقة المتحسسة من كل متحسس في كل مجموعة خطية يتم تسجيلها رقميا لبناء المرئية المطلوبة.



شكل (2-16) المسح بطريقة عبر المسار

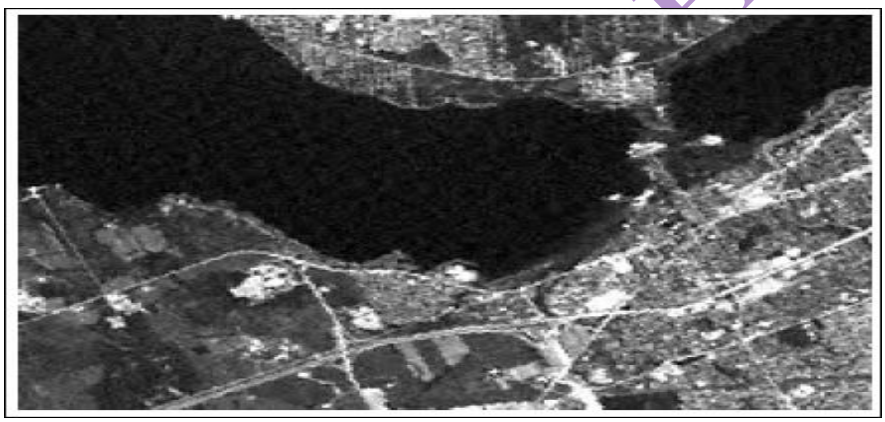
وللماسحات عبر المسار عدة مميزات عن الماسحات ضد المسار، فوجود مجموعات من المتحسسات يسمح بان يقوم كلا منهم بتحسس الطاقة لكل خلية ارضية في فترة زمنية اطول (زمن الكمون) وهذا يزيد من كمية الطاقة المتحسسة وأيضا من درجة الوضوح الراديومترية. كما أن زمن الكمون الأطول يسهل مجال الرؤية IFOV أصغر ومن ثم يحسن كثيرا من درجة الوضوح المكانية ودرجة الوضوح الطيفية. وحيث أن المتحسسات تكون أجهزة الكترونية فهي عادة ما تكون أصغر حجما و أخف وزنا و أقل استهلاكا للطاقة، وبالتالي فهي أكثر كفاءة ولها عمر افتراضي أطول حيث أنها لا تتكون من أية أجزاء متحركة (مثل مرآة التأرجح).

في كل الأحوال (بطريقة التحسس ضد المسار أو عبر المسار) فأن نظم المسح تتفوق على نظم التصوير الفوتوغرافية. فالمجال الطيفي لنظم التصوير مقصور فقط على الضوء المرئي و الأشعة تحت الحمراء القريبة، بينما الماسحات متعددة النطاقات MSS تستطيع زيادة هذا المجال الي الاشعة تحت الحمراء الحرارية. كما أن لها درجات وضوح طيفية أكبر من نظم التصوير. أيضا فأن نظم المسح تقوم بتسجيل الطاقة الكترونيا مما يسمح بقياس و تسجيل هذه الطاقة بدقة عالية. وتتطلب نظم التصوير الفوتوغرافية الامداد المستمر بالأفلام و تحتاج لعمليات معالجة الأفلام على الأرض بعد التقاط الصور، بينما التسجيل الالكتروني لنظم المسح يسهل من ارسال البيانات الي محطات الاستقبال والمعالجة الفورية لها على الكمبيوتر.

Prof.Dr. Amal J. Ha

8-2 التصوير الحراري

توجد عدة متحسسات متعددة النطاقات MSS يمكنها تحسس الاشعة تحت الحمراء الحرارية thermal infrared بالإضافة لنطاقات الضوء المرئي و الاشعة تحت الحمراء القريبة. لكن تحسس الطاقة المنبعثة من الأرض في نطاق الاشعة تحت الحمراء الحرارية (بين 3 و 15 مايكرومتر) يختلف عن تحسس الاشعة المنعكسة. المتحسسات الحرارية تقيس درجة حرارة السطح و الخصائص الحرارية للأهداف. عادة ما تكون المرئيات الحرارية المتحسسة باستخدام ماسحات ضد المسار تقوم بتحسس الاشعاع المنبعث فقط في النطاق الحراري من الطاقة الكهرومغناطيسية. للتحليل يتم اظهار المرئية الحرارية بدرجات اللون الرمادي حيث تظهر الحرارة الدافئة بلون فاتح و تظهر الحرارة الباردة بلون داكن.



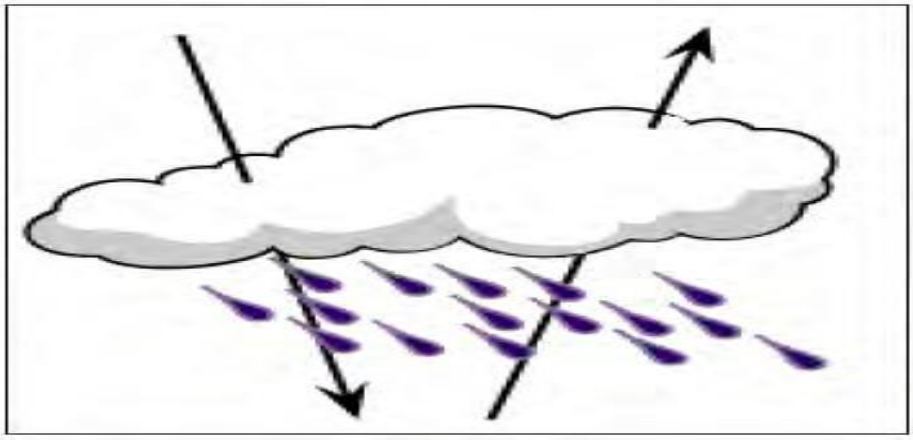
شكل (2-17) مرئية حرارية

حيث ان نطاق الاشعة تحت الحمراء الحرارية كبير نسبيا (بالمقارنة بنطاق الضوء المرئي) فان تأثير التشتت في الغلاف الجوي يكون قليلا لهذه الاشعة. لكن على الجانب الاخر فأن الامتصاص يؤثر بقوة على نطاقين الاول من 3 - 5 مايكرومتر و الثاني من 8 - 14 مايكرومتر. وبما أن الطاقة تنخفض كلما زاد طول الموجة فان المتحسسات الحرارية عادة ما يكون لها مجال رؤية IFOV كبير وذلك لضمان وصول كمية كافية من الطاقة الي المتحسس. و تكون درجة الوضوح المكانية للمتحسسات الحرارية خشنة بالمقارنة لدرجة وضوح المرئيات في نطاق الضوء المرئي و نطاق الاشعة الحمراء القريبة. ويمكن الحصول علي المرئيات الحرارية نهارا او ليلا (بسبب ان الاشعاع منبعث و ليس منعكس) وتستخدم لعدة انواع من التطبيقات في الاستكشاف العسكري و المخابراتي و ادارة الكوارث (مثل متابعة حرائق الغابات) ومراقبة فقدان الحرارة.

Prof.Dr. Hatem

9-2 التحسس النائي بالموجات القصيرة

يشمل التحسس النائي بالموجات القصيرة أو المايكروويف microwave remote sensing تحسس موجبا و سالبا. ان جزء المايكروويف من النطاق الطيفي يغطي مجال أطوال موجات (يتراوح بين 1 سنتيمتر الي 1 متر تقريبا). وبسبب هذا الطول الكبير من الموجات (مقارنة بالضوء المرئي و الاشعة تحت الحمراء) فأن للمايكروويف خصائص هامة في التحسس النائي. فالإشعاع طويل الموجة يمكنه اختراق غطاء السحب و ذرات التراب و الغبار والمطر حيث أن أشعة المايكروويف لا تتأثر بالتشتت في الغلاف الجوي الذي يؤثر علي أطوال الموجات القصيرة. وهذه الخاصية تمكننا من تحسس و اكتشاف طاقة المايكروويف تحت أية ظروف مناخية و بيئية، أي يمكننا تجميع البيانات في أي وقت.



شكل (2-18) المايكروويف لا تتأثر بالظروف المناخية

التحسس النائي السالب بالمايكروويف يشبه مبدأ التحسس بالأشعة تحت الحمراء الحرارية، فكل الأهداف تبث طاقة مايكروويف لكن بكميات قليلة بصفة عامة. فمتحسس المايكروويف السالب يقوم بتحسس طاقة المايكروويف الطبيعية المنبعثة في مجال رؤيته. وهذه الطاقة المنبعثة تتعلق بخصائص درجة الحرارة و الرطوبة للأهداف أو السطوح التي تنبعث منها. وعادة ما تكون متحسسات المايكروويف السالبة راديومتر أو ماسحات تعمل بدون وجود أنتنا (أو طبق استقبال) تستخدم لتحسس و تسجيل طاقة المايكروويف. ويمكن أن تكون طاقة المايكروويف المتحسسة بمتحسس سالب اما:

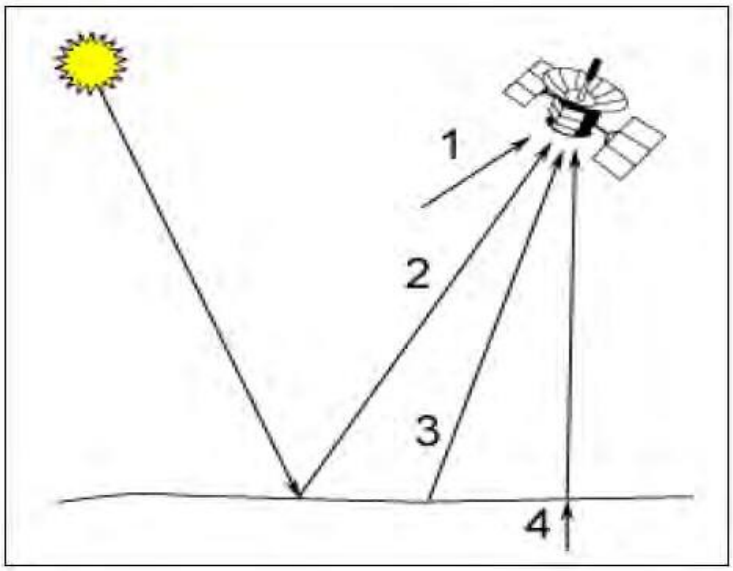
(١) منبعثة من الغلاف الجوي أو

(٢) منعكسة من أسطح أو

(٣) منبعثة من أسطح أو

(٤) منتقلة من أسطح أخرى.

Prof.Dr. Hatem



شكل (2-19) مصادر التحسس المايكروويف السالب

تشمل تطبيقات التحسس النائي السالب بالمايكروويف الارصاد المناخية و الهيدرولوجيا و دراسات المحيطات. فمن الممكن استخدام المايكروويف لقياس مكونات الغلاف الجوي مثل محتوي بخار الماء و محتوي الاوزون. أيضا يمكن لأخصائي الهيدرولوجيا استخدام المايكروويف السالب لقياس رطوبة التربة حيث أن المايكروويف المنبعث من التربة يتأثر بمحتوي الرطوبة. أما تطبيقات المحيطات فتشمل عمل خرائط ثلوج البحار و التيارات البحرية و الرياح السطحية بالإضافة لدراسة التلوث مثل تسرب الزيت و البترول.

يعتمد المتحسس الموجب بالمايكروويف على مصدر خاص به للأشعة القصيرة يمكنه اضاءة الأهداف المتحسسة مثل تقنية الرادار RADAR.

Prof.Dr. Amal J. ...em

10-2 التشوه الهندسي في المرئيات

يتعرض أي نوع من المرئيات (سواء نظم التصوير من الطائرات او نظم المسح متعدد النطاقات من الاقمار الصناعية) الىعدة تشوهات هندسية geometric distortions. وهذه التشوهات موجودة في اي نظام تحسس نائي حيث اننا نحاول تمثيل سطح الارض المجسمة ثلاثية الأبعاد من خلال مرئية ثنائية الأبعاد. وهذه الأخطاء قد تكون بسبب عدة عوامل تشمل على سبيل المثال:

1. المنظومة البصرية للمتحسس (عدسات او المرايا).
2. حركة نظام المسح.
3. حركة او عدم ثبات المنصة.
4. دائرة عرض و ارتفاع و سرعة المنصة . والذي يشمل تغير سرعة المنصة و ارتفاعها اثناء التحسس. وهذه التأثيرات مؤثرة عند استخدام الطائرات كمنصات للتحسس إلا انها اقل تأثيرا بدرجة كبيرة مع منصات الاقمار الصناعية التي يكون لها مدارات اكثر ثباتا
5. تغير تضاريس سطح الارض
6. تكور ودوران الارض. حركة دوران الارض ناحية الشرق تتسبب في ان تأرجح نظم المسح سيغطي منطقة الى الغرب قليلا من الخط السابق. ومن ثم فأن المرئية الناتجة ستكون منحرفة skewed وهو ما يعرف بالتشوه الانحرافي distortion skew والذي يكون شائعا في مرئيات الماسحات متعددة النطاقات.

بعد استعراض الخصائص العامة للمتحسسات و الأقمار الصناعية سيتم عرض أنواع محددة من المتحسسات (باستخدام الأقمار الصناعية) التي تعمل في نطاق الضوء المرئي و الاشعة تحت الحمراء القريبة.

Prof.Dr. Amal J. Hatem