2. التحسس النائي (Remote Sensing) او الاستشعار عن بعد

هو تقانة لمراقبة ودراسة والتعرف على جميع الظواهر الكونية بالفضاء أو على سطح الكرة الارضية من خلال مجموع العمليات التي تسمح بالحصول على معلومات عن شئ ما دون أن يكون هناك اتصال مباشر بينه وبين جهاز التقاط هذه المعلومات.

وهو العلم الذي يستعمل خواص الموجات الكهرومغناطيسية المنعكسة (Reflected) التي تتراوح بين 0.33 - am) ، أو المنبعثة (3) - (15) (Emitted من قبل الظواهر الارضية، أو من الجو، أو من مياه البحر والمحيطات في التعرف عليها وذلك من خلال أجهزة لالتقاط هذه الموجات موضوعة على منصات الأقمار الصناعية او الطائرات أو البالونات.

تستعمل الفاظ عدة للإشارة إلى مصطلح التحسس النائي هو الاستشعار عن بعد او الاستشعار من بعد. حيث استعمل لفظ (Remote sensing) لأول مرة في الخمسينات من القرن العشرين بواسطة أخصائية رسم الخرائط البحرية (Evelyn Pruitt). و بدأ تصميم نظم التصوير الرقمي وإعداد برامج استعمالها في استكشاف مصادر الثروة الأرضية منذ عقد الستينات من القرن الماضي.

تشكل المعلومات المسجلة والمرتبطة بالطاقة الكهرومغناطيسية التي يتلقاها جهاز التحسس النائي ما يسمى بالبيان أو المرئية (Image). المرئية مرتبطة بانعكاس الموجات الكهرومغناطيسية عبر الأوساط المخترقة وبنوعية وحالة الهدف المرسل لهذه الموجات فالأهداف المختلفة (فيزيائيا أو كيميائيا) تعكس او تبعث أنواعا وكميات مختلفة من الطاقة.

تتوقف طاقة الاشعة الكهرومغناطيسية أو ترددها على عدة ظواهر او حالات الطاقة مثل (الانعكاس انتشار, الامتصاص الحيود.. ..الخ).

التحسس النائي ليس وسيلة مستقلة بذاتها بل لابد من ربطها بالحقائق الارضية من خلال الدراسات الميدانية (الحقلية) والتحاليل المعملية فهو يحقق السرعة في الإنجاز والاقتصاد في التكاليف وتجاوز الظروف الطبيعية كعوامل المناخ وتضاريس السطح.

.3 مكونات نظام التحسس النائي

تتكون منظومة التحسس النائي من مجموعة من العناصر المترابطة الأساسية الاتية :

1. المصادر الإشعاعية (4) والتي قد تكون طبيعية مثل الشمس أو أصطناعية إنتاج ذاتي) مثل نظام الليدار والرادار.

2 الغلاف الجوي (B): تعد ممر انتقال الطاقة الكهرومغناطيسية.

3 الاهداف (C): وهو كل ما يقع أمام أجهزة التحسس النائي التي تقيس كمية الاشعة الكهرومغناطيسية المنعكسة أو المنبعثة من مختلف الاهداف (الاجسام).

4 أجهزة التحسس النائي المتحسسات او المجسات) (D) مثل الكاميرات و الأجهزة المتعددة النطاقات التي تسجل الاشارات الكهرومغناطيسية المنعكسة أو المنبعثة من مختلف الاهداف على سطح الأرض.
5 حاملات او منصات أجهزة التحسس النائي (D): تعدد المنصات المستعملة في نظام التحسس النائي. حيث يمكن أن تكون موضوعة علي الأرض مثل المستشعرات الارضية أو في الجو أي داخل الغلاف الجوي (طائرة أو بالون أو في القضاء أي خارج الغلاف الجوي قمر صناعي أو مكوك الفضاء). المحطات الارضية (E): يتم فيها استقبال ومعالجة وتسجيل وحفظ المعلومات المرسلة من أجهزة التحسس النائي. هنا يتم تحويل الإشعاع إلى صور.
7. التفسير والتحليل (F) يتم بوساطة أشخاص متخصصين وبرمجيات حاسوبية متخصصة.
الاستعمال او التطبيقات (G) حسب موضوع الدراسة والجهات ذات الاهتمام.

مراحل التحسس النائي Stages of Remote Sensing

إن تقانة التحسس النائي تتضمن مرحلتين أساسيتين هما كالاتي:

1- مرحلة التقاط او جمع البيانات (Data Accusation):

هي عملية تكوين الصور الرقمية عن طريق جمع البيانات باستعمال أجهزة الالتقاط أجهزة التحسس الناني او متحسسات وكواشف).

- تقتضي هذه المرحلة وجود مصدر للطاقة، التي ترسل في إتجاه الأرض على شكل أشعة.
- ثم تنتشر هذه الأشعة عبر الغلاف الجوي حتى تصل إلى الأرض، و تسمى حينئذ الأشعة الواردة (Incident radiation),
- ثم تتفاعل هذه الأشعة مع الهدف على الأرض فمنها :
  - ما يمتصه الهدف فيتحول إلى طاقة أخرى وهي في الغالب تكون طاقة حرارية و تسمى الأشعة الممتصة (Absorbed radiation), و ينتج منها طاقة تنبعث من الجسم تسمى الأشعة المنبعثة (Emitted radiation),
  - ومنها ما يخترق الهدف ويسمى الطاقة النافذة (Transmitted radiation),
  - ومنها ما ينعكس من الهدف بزاوية إنعكاس مساوية لزاوية السقوط و تسمى الأشعة المنعكسة (Reflected radiation) وهي التي تصل إلى جهاز التحسس النائي بعد مرورها خلال الغلاف الجوي فيحولها إلى أعداد رقمية Digital) Numbers, DN وتكون الصورة الرقمية. إذا كان انعكاس الأشعة متشتتاً تسمى الأشعة المبعثرة radiation) .(Scattered كما موضحة بالشكل ادناه التفاعلات المختلفة التي تحصل للطاقة الشمسية حتى تصل إلى جهاز التحسس النائي.

- أن الأشعة المنبعثة والنافذة والمنعكسة تتغير شدتها حسب طول الموجة و حسب خصائص الهدف الذي تسقط عليه الطاقة الواردة إن هذه الأشعة المنعكسة من الهدف تمر من خلال طبقات الغلاف الجوي حتى تصل إلى جهاز التحسس النائي (Sensor) المحمول جوا على الطائرة أو فضاءا على القمر الإصطناعي ثم يقوم جهاز التحسس النائي بدوره بتقوية الأشعة (Amplification) المنعكسة و التي غالبا ما تصل إليه في حالة ضعيفة خاصة مع بعد المسافة بين الهدف والجهاز . ثم يقوم بتحسس هذه الأشعة بعد تقويتها و يحولها إلى تيار كهربائي تتناسب شدته مع شدة الأشعة الواصلة و أخيرا يسجل هذا التيار الكهربائي تسجيلا عدديا . وعليه فإن الأشعة المنعكسة من الهدف تكون قد تحولت بواسطة جهاز جهاز التحسس النائي إلى مجموعة من الأعداد الرقمية (Digital Numbers, DN) تتناسب قيمتها مع شدة الأشعة و بما أن الأشعة المنعكسة تختلف شدتها حسب الهدف الذي انعكست منه فإن الأرقام التي يتم تسجيلها بواسطة الجهاز تعبر عن شدة الأشعة المنعكسة و بالتالي عن الهدف الذي انعكست منه.

2- تحليل البيانات (Data Analysis).

وتشمل معالجة وتصنيف وعرض البيانات الرقمية (الصور الجوية والفضائية).

الميزات الأساسية لبيانات التحسس النائي
The Basic Characteristic of Remote Sensing Data

يمكن أن تلخص أهم المميزات الأساسية كالاتي:

1. تحسين الشمولية المكانية (Improvement spatial comprehensiveness):

تغطي المرئيات الفضائية مناطق واسعة من سطح الأرض في فترة زمنية وجيزة وبسرعة بما يوفر إمكانية للاستكشاف.

2. قابلية وقف الحدث (Capability to stop (Action):

تختلف معطيات التحسس النائي عن العين البشرية بأنها توقف الحدث في عالم متحرك لهذا تفيد في دراسة الظواهر الديناميكية المتحركة مثل الفيضانات.

3. ديمومة التسجيل (Permanent Recording) او التكرارية:

الصور الجوية والمرئيات الفضائية هي من الناحية دائمة لأحداث وقعت ويمكن بواسطة الأقمار الصناعية التي تدور حول الأرض وفق مدار ثابت الأبعاد مع دوران الأرض حول الشمس من الحصول على مرئيات متكررة لنفس المناطق وبفترات زمنية متساوية وبهذا يمكن دراسة التغيرات التي تحدثها الطبيعة او يد الإنسان على سطح الأرض ومتابعة تطورها ومدى تأثيرها على مجرى الحياة كمنحني ايجابي مطلوب.

4. اتساع مجال الحساسية الطيفية (Broadened Spectral Sensitivity):

يمكن لفلم التصوير الجوي أن يرى ويسجل مجالا من طول الموجة ضمن الطيف الكهرومغناطيسي أوسع بنحو مرتين من المجال الذي ترى فيه العين البشرية. وفي التصوير الفضائي سيكون مجال الاتساع أوسع بكثير.

5. زيادة قوة التمييز المكانية ودقة الأبعاد Increased Spatial Resolution and Geometric (Fidelity)

إن الانتقاء الصحيح لآلة التصوير ونوع الفلم ومتغيرات الطيران تمكن من تسجيل تفاصيل مكانية بالغة الدقة على الصور الفوتوغرافية والمرئيات الفضائية أكثر مما تراه العين المجردة . بيانات الأقمار الاصطناعية تمتاز بالتعددية الطيفية ضمن مجال الطيف الكهرومغناطيسي مما يتيح الحصول على تفاصيل ومعلومات رقمية أكثر دقة من أية وسيلة أخرى وبقدرة تميزية طيفية ومكانية تتناسب مع نوعية المتحسس المستعمل أثناء عملية المسح.

6. توفير الوقت والجهد Reduced time and Effort

تبقى التكاليف والجهود متواضعة نسبيا فيما إذا ما قورنت مع كثافة المعلومات المتوفرة المتعددة الأطياف إلى جانب توفير الوقت والجهد, الآن أصبحت مرئية فضائية واحدة يمكن أن تغطي مساحة أرضية مقدارها (34.000 km2)

7. إمكانية الربط ببرامج أخرى :

تربط البيانات والمعلومات المستنتجة من المشهد بنظام المعلومات الجغرافية (GIS) وقواعد البيانات (Data base).

8. أرشفة ضخمة من الصور الملتقطة

بحيث يمكن الرجوع إليها عند الحاجة.

9. إمكانية تحديد تاريخ التصوير

لأنه من الضروري للتطبيق الذي ستستعمل فيه الصور تحديده.

10. سرعة التقاط الصور وسهولة توفر والحصول على البيانات بشكل مستمر

لمناطق يصعب الوصول إليها بالطرائق التقليدية.

11. سهولة نسبية في التعامل مع بيانات الصور.

12. توفر وسهولة استعمال كثير من البرامج المتخصصة بالتحسس النائي.

13. سرعة الحصول على النتائج

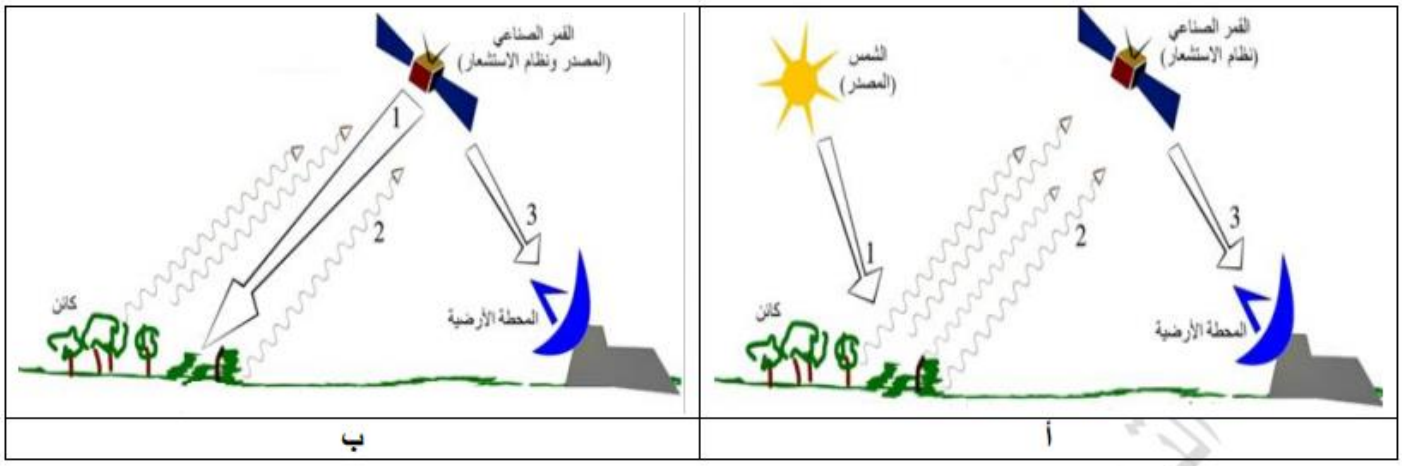
حيث تتوفر البيانات في صورة رقمية ومخزنة بالحاسوب.

6. أنواع نظام التحسس النائي:
ينقسم نظام التحسس النائي الى نوعين مختلفين حسب المصدر المستعمل في توليد الاشعة لإضاءة الهدف, كالاتي: -

1- نظام التحسس الثاني الغير نشط أو السلبي (Pasive RS): يعتمد هذا النظام على مصدر الأشعة الشمسية كمصدر طبيعي للطاقة التي ترسل الى سطح الارض, لتتفاعل مع مختلف الاجسام وتنعكس جزء من الاشعة الكهرومغاطيسية من جديد أو تنبعث من الأهداف ذاتها على شكل طاقة حرارية لتستقبلها أجهزة التحسس النائي وتسجلها على هيئة بيانات رقمية مثل الكاميرا ونظام التصوير متعدد الطيف.

إن الأشعة المنعكسة لا يمكن رصدها وقياسها وتسجيلها إلا في ساعات النهار, وذلك لانعدام الأشعة الشمسية المنعكسة ليلاً، أما الأشعة المنبعثة عن الأهداف (وهي بمعظمها أشعة حرارية في مجال الاشعة تحت الحمراء الحرارية فيمكن رصدها و قياسها وتسجيلها ليلا ونهارا ولكن ذلك يعتمد على أن كمية هذه الأشعة أذا كانت كافية لرصدها وقياسها وتسجيلها.

2- نظام التحسس النائي الفعال او النشط (Active (RS: يعتمد هذا النظام على مصدر اصطناعي لتوليد الاشعة الكهرومغاطيسية حيث يحتوي جهاز التحسس النائي على مصدر طاقة الإضاءة الهدف, ويقوم بتوجيهها نحو الهدف مباشرة الذي يقوم بدوره بعكسها نحو أجهزة التحسس النائى الموجودة على متن الطائرات أو الاقمار الصناعية ليتم تسجيلها, ليقوم بتحويلها الى هيئة بيانات رقمية (صور رقمية), يمكن استعمال هذا النظام بغض النظر عن الظروف الجوية وظروف الإضاءة ولكن يشترط أن يكون جهاز التحسس النائي مزودا بمصدر طاقة كافية لإضاءة الهدف. يستعمل ايضا هذا النظام في المجالات الطيفية غير المتوفرة في أشعة الشمس كالأمواج الراديوية وخير مثال على هذه الأجهزة أجهزة التحسس النائي الليزرية (الليدار) والرادارية ومع أن نظام التحسس النائي النشط له مميزاته مثل قابليته للإستعمال تحت كل الظروف الجوية و إمكانية عمله بالليل والنهار، إلا أنه أكثر تعقيدا في التطبيق. و لذلك فإن استعمال الأشعة الطبيعية (أشعة الشمس أو الطاقة الطبيعية هي الأكثر استعمالا في عمليات التحسس النائي وعليه سيكون التركيز في هذا المنهج على الصور الناتجة من نظام التحسس النائي السالب التي تعتمد على تحسس أشعة الشمس التي تنعكس من الأهداف على سطح الأرض, ليكون موافقا لمقرر معالجة الصور الرقمية.



شكل (5) أنظمة التحسس النائي (أ) نظام التحسس النائي السلبي و (ب) نظام التحسس النائي النشط

7. أجهزة آلات التصوير لنظام التحسس النائي:

هنالك ثلاث انواع اساسية للأجهزة التي تتحسس او تستشعر الأشعة الكهرومغناطيسية و تسجلها لننتج منها صورا لسطح الأرض و ما عليه من أهداف, وهي كالاتي:

1- آلات التصوير الضوئي (الفوتوغرافي) (Photographic Cameras) : التي يتم فيها تسجيل الأشعة المنعكسة من الهدف على فيلم بعد مرورها خلال عدسة آلة التصوير و بعد تفاعلات كيمائية تظهر صورة الهدف على الفيلم. هذه الأجهزة تستطيع فقط أن تسجل حزمة الطيف المرئي والأشعة تحت الحمراء القريبة (NR), وتكون مخرجاته صورا فوتوغرافية.

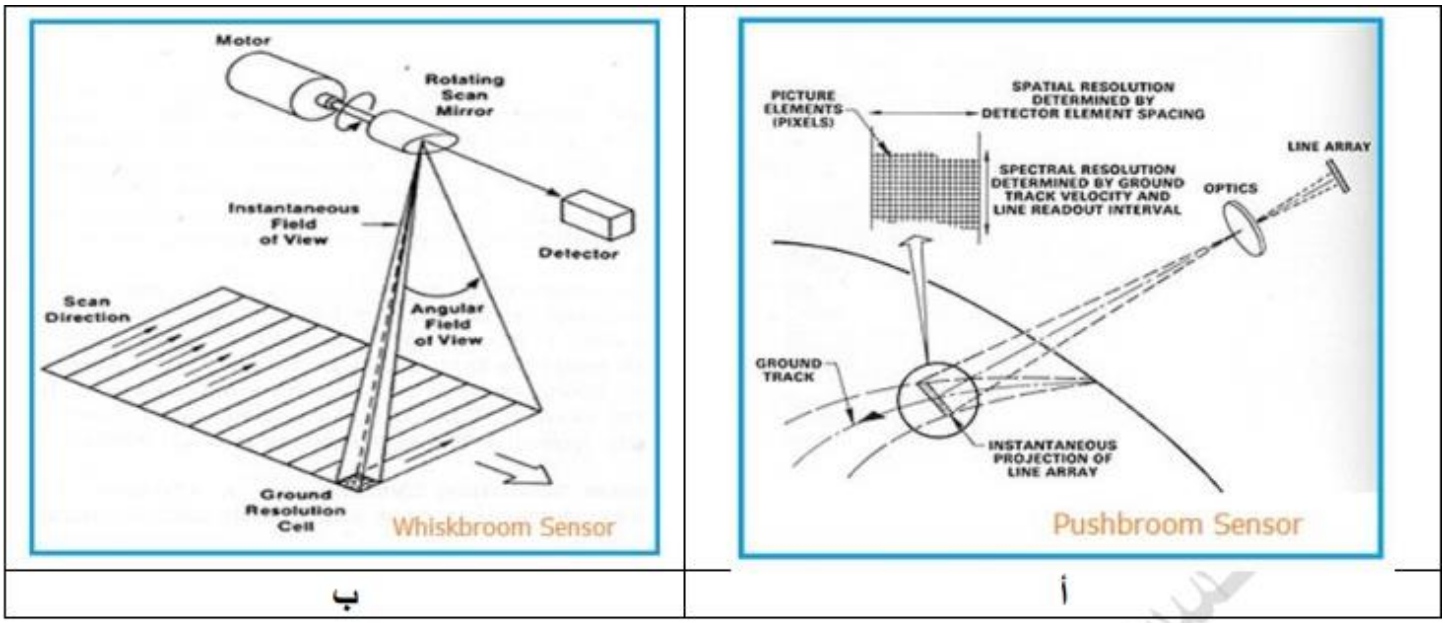
2- أجهزة التحسس النائي الإلكترونية Electronic Sensors): تتميز بحساسيتها الطيفية العريضة والتي تنتج إشارات كهربائية بعد وصول الأشعة إليها ثم تحول هذه الإشارات إلى أعداد رقمية تسجل على شريط ممغنط تتناسب مع كمية الأشعة الواصلة إليها ويكون الناتج صورا رقمية Digital Image) يمكن أيضا تحويلها إلى صور مرئية سواء كان ذلك على شاشة أو على فيلم.

ان هذا النوع من أجهزة التحسس النائي هو الذي ينتج لنا الصور الرقمية التي نحن بصدد دراستها ولذلك سنتحدث عنه بتفصيل أكثر. هنالك العديد من أنواع اجهزة التحسس النائي الإلكتروني أو التصوير الرقمي فيما يأتي نبذة قصيرة عن نوعين أكثرها استعمالا:

. نظام الصف الخطي linear array system (along-track or pushbroom) يصور في موجات الأشعة المرئية وتحت الحمراء المنعكسة (NIR & MIR) وتكون مخرجاته صورا رقمية.

. نظام المسح الخطي line-scanning system (across-track or whiskbroom): يصور في موجات الأشعة المرئية وتحت الحمراء المنعكسة (NIR & MIR) وتحت الحمراء الحرارية المنبعثة) (FIR) وتكون مخرجاته صورا رقمية.

-3 نظام الرادار (Radar system): يصور بأشعة الرادار الصناعية الموجات الميكروووية) وتكون مخرجاته صورا رقمية.



شكل (6) أجهزة التحسس النائي الإلكترونية (أ) نظام الصف الخطي و (ب) نظام المسح الخطي

وتتميز الصور الرقمية عن الصور الفوتوغرافية التي يتم التقاطها بواسطة آلات التصوير الضوئية الفوتوغرافية بعدة مميزات منها:

1. هو أن مدى التدرج الرمادي الذي يمكن أن تعرض فيه الصور الرقمية أكبر بكثير من المدى الذي يمكن أن تعرض فيه الصور الفوتوغرافية، حيث أن هذه الصورة الفوتوغرافية تتفاوت في المدى الرمادي الذي يمكن أن تعرض فيه بين 15 إلى 30 درجة فقط، في حين نجد أن الصورة الرقمية يمكن عرضها في مدى رمادي يصل إلى 128 درجة وأكثر.
2. الصورة الرقمية تحتوي على معلومات على شكل أرقام ولذلك فإن تحليلها بواسطة النماذج والتقانات الرياضية يصبح | أسهل بكثير من حال الصور الفوتوغرافية. إن هذه الخاصية تجعل من الصورة الرقمية قابلة للنسخ عدة مرات من دون أن يؤثر ذلك على قوة وضوحها، و ذلك بعكس الصور الفوتوغرافية التي يقلل تكرارها بالنسخ من قوة وضوحها. و البيانات الرقمية يسهل إرسالها بالبريد الإلكتروني مما يمكن الباحثين الذين يريدون العمل على نفس البيانات من الوصول إليها في سهولة ويسر.
3. إضافة إلى ذلك فإن التطور الهائل في صناعة و تقانة الحاسبات الآلية قد ساعد كثيرا في التعامل الرياضي مع بيانات الصور الرقمية الهائلة الكم مما سهل إمكانية تطبيق تقانات تؤدي إلى تخزين

بيانات الصور الرقمية و تحسينها و تحليلها و عرضها و تصنيفها أو تفسيرها يدويا و آليا و الحصول على أكبر قدر من المعلومات منها. إن هذه التقانات سريعة التطور وتشكل جزءًا هاما من نظم التحسس النائي والمساحة التصويرية الرقمية، والتي يطلق عليها (معالجة الصور الرقمية).

8. تصنيف الطاقة الكهرومغناطيسية ومجالات تطبيقاتها

الأشعة الكهرومغناطيسية هي طاقة على شكل موجات بأطوال مختلفة تسير بسرعة الضوء cm/ sec (3×1019), يتناقص ترددها بزيادة طول الموجه وتصنف موجات الاشعاع الكهرومغناطيسي حسب أطوالها إلى نطاقات (Bands) او حزم ابتداءا من الأشعة القصيرة جدا إلى الموجات الطويلة مثل موجات الراديو والنطاق الحزمة) هو جزء محدد من الطيف الكهرومغناطيسي قد يكون واسعا أو يكون ضيقا. عين الانسان حساسة وتمييز الموجات المرئية من الطيف الكهرومغناطيسي, بينما أجهزة التحسس النائي حساسة لموجات الاشعة المرئية والغير مرئية.

المنطقة الطيفية	الطول الموجي	التفاصيل
أشعة كاما	< 0.03 nanometers	تمتص بالكامل في الغلاف الجوي الأرضي لا تستعمل في نظام التحسس النائي
الأشعة السينية (X-Ray)	(0.03 to 30) nanometers	تمتص بالكامل في الغلاف الجوي الأرضي, لا تستعمل في نظام التحسس النائي.
الأشعة فوق البنفسجية	< 0.3 micrometers	يمتص بواسطة أوزون الغلاف الجوي بالكامل, لا تستعمل في نظام التحسس النائي.
الأشعة فوق البنفسجية التصويرية (UV)	(0.3 to 0.4) micrometers	متاحة لإجهزة التحسس الناني لقياس الظواهر الأرضية بواسطة أفلام مخصصة لذلك.
الضوء المرئي (Visible)	(0.4 to 0.7) micrometers	متاحة لإجهزة التحسس الناني لقياس الظواهر الأرضية بواسطة أفلام مخصصة لذلك..
الأشعة تحت الحمراء (IR)	(0.7 to 15) micrometers	متاحة لإجهزة التحسس الناني لقياس الظواهر الأرضية بواسطة أفلام مخصصة لذلك. ينقسم الى مجموعتين نسبة الى خواص الاشعاع: 1. المنعكسة) (0.7 um to 3.5)). وتنقسم إلى

		تحت الحمراء القريبة (NIR) وتحت الحمراء المتوسطة .(MIR). المنبعثة (3.5 to 15 pm) متاحة لإجهزة التحسس النائي لقياس الظواهر الأرضية بواسطة أفلام مخصصة لذلك.
1 الأشعة تحت الحمراء القريبة المنعكسة Reflected (NIR)	(0.7 to 1.3) micrometers	متاحة لإجهزة التحسس الناني لقياس الظواهر الأرضية بواسطة أفلام مخصصة لذلك.
2 الأشعة تحت الحمراء المتوسطة المنعكسة Reflected (MIR)	(1.3 to 3.5) micrometers	متاحة لإجهزة التحسس الناني لقياس الظواهر الأرضية بواسطة أفلام مخصصة لذلك.
3 الأشعة تحت الحمراء الحرارية المنبعثة البعيدة Thermal (FIR)	(3.5 to 15) micrometers (0.1 to 100) centimeters	
	> 100 centimeters	متاحة لإجهزة التحسس الثاني لا يمكن لهذا الطول الموجي أن يلتقط بواسطة الأقلام الفوتوغرافية. بدلا من ذلك، تستعمل أجهزة تحسس ناني ميكانيكية لتصوير هذه الحزمة الموجية.
الأشعة المايكروية – الرادار Microwave		يمكن للأطوال الموجية الطويلة لهذه الحزمة الموجية أن تنفذ من خلال الغيوم ، الضباب و

		الأمطار. تتكون الصور هنا من خلال المتحسسات الفعالة التي تصدر هذه الأشعة.
الأشعة الراديوية		لا تستعمل عادة في التحسس الثاني على الأرض.