الباب الثاني

الإطـــــــار النظـــــــــري

1.2: الاستشعار عن بعد

في عام 1972 أطلق أول قمر صناعي لدراسة الكرة الأرضية و مراقبتها وكان ذلك ميلاد علم جديد هو علم الاستشعار عن بعد الذي اخذ يتطور بتطور علم الكمبيوتر وتعدد أنواع التوابع الصنعية حسب درجاتها العلمية المتخصصة. إن حداثة هذا العلم تدعونا إلى التعريف به قبل الحديث عنه .

2.2: تعريف الاستشعار عن بعد

1. يقصد بالاستشعار عن بعد مجموع العمليات التي تسمح بالحصول على معلومات عن شيء على سطح الأرض دون أن يكون هناك اتصال مباشر بينه و بين جهاز التقاط المعلومات (Coney -1981).

2. الاستشعار عن بعد هو ذلك العلم الذي يستخدم خواص الموجات الكهرومغناطيسية electromagnetic waves المنعكسة أو المنبعثة من الأشياء الأرضية أومن الجو أو مياه البحار والمحيطات في تعرفها وتُحمل أجهزة التقاط الموجات بواسطة الأقمار الصناعية والطائرات و البالونات(Alouges , 1977 , Courel , 1985) .

3. من ناحية الدراسات الأرضية.. يمكننا أن ننظر إلى الاستشعار عن بعد على انه مجموعة الوسائل(طائرات- أو أقمار- وأجهزة التقاط البيانات- ومحطات الاستقبال- ومجموعة برامج معاملة المعطيات المستقبلة) التي تسمح بفهم العناصر المكونة للأرض عن طريق خواصها الطيفية (Girard , 1977)

3.2: انواع الاستشعار عن بعد

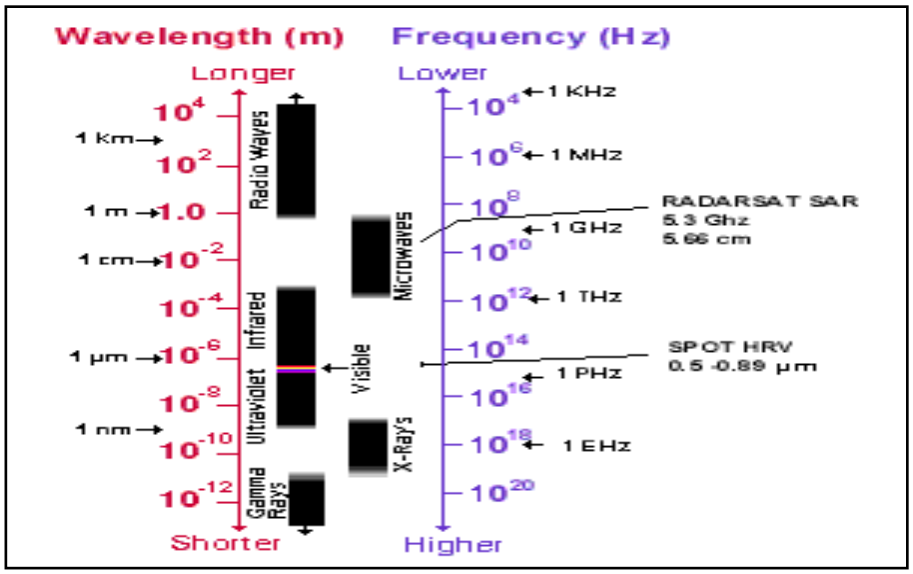
I. حسب وسائل حمل أجهزة الالتقاط :

1. الاستشعار الفضائي spatial remote sensing : وفيه تحمل أجهزة الالتقاط على متن الأقمار الصناعية التي تطير على ارتفاعات عالية جداً .
2. الاستشعار الجوي وفيه توضع أجهزة التقاط المعطيات بالطائرات التي تطير على ارتفاعات منخفضة نسبياً

II. حسب المعطيات المستقبلة والاضاءة:

1. الاستشعار الفعال active remote sensing : وتكون المعطيات المستقبلة فيه عبارة عن انعكاسات طيفية حيث تقوم الأقمار الصناعية بإرسال الموجات الكهرومغناطيسية الشكل (1) إلى سطح الأرض فترتطم به وتنعكس ليستقبلها الرادار الذي يقوم بإرسالها إلى محطات الاستقبال الأرضية ground reception station .
2. الاستشعار غير الفعال Passive remote sensing : وتكون المعطيات المستقبلة فيه عبارة عن الانبعاث الطيفي من سطح الأرض و الأجسام التي عليها ويعرف مقدار هذه الانعكاسات أو الانبعاثات بالمعطيات الرقمية Digital data .

ولإدراك المقصود بالمعطيات الرقمية الخاصة بالأقمار الصناعية تخيل إن الصورة تتكون من كمٍّ هائل من النقاط الأساسية (pixels) كل منها يمثل مساحة أرضية تختلف من قمر لآخر (فهي 57×79م في السلسلة الأولى أقمار لاندسات الأمريكية 15×15م أو 20×20م في حالة القمر الفرنسي SPOT سبوت وهذه المساحة الأرضية تصدر منها انبعاثات أو انعكاسات كهرومغناطيسية تلتقطها أجهزة القمر التي ترسل متوسطاتها إلى محطات الاستقبال الأرضية.ويتوقف عدد المتوسطات (المعطيات الرقمية) لأية نقطة أساسية على عدد القنوات وهي الأطوال الموجية التي تُستقبل عليها الانبعاثات أو الانعكاسات الطيفية الشكل (2-1) ادناه :



الشكل (2-1) الطيف الكهرومغناطيسي

علم الاستشعار عن بعد يعتمد على استنتاج المعلومة عن جسم ما أو ظاهرة ما بتحليل الطاقة التي تصل إلى ومن هذا الجسم أو الظاهرة فالطاقة الكهرومغناطيسية هي من أهم مجالات ومكونات نظام الاستشعار عن بعد عندما تصدر هذه الطاقة من الشمس وتسقط على جسم ما فهي تتفاعل معه إما أن تمتص أو تنتقل أو تنعكس ، أو أن تنبعث الطاقة المنعكسة والمنبعثة هي التي تستخدم لاستكشاف أو استبيان الجسم وهي التي تستقبلها أجهزة الاستشعار عن بعد .

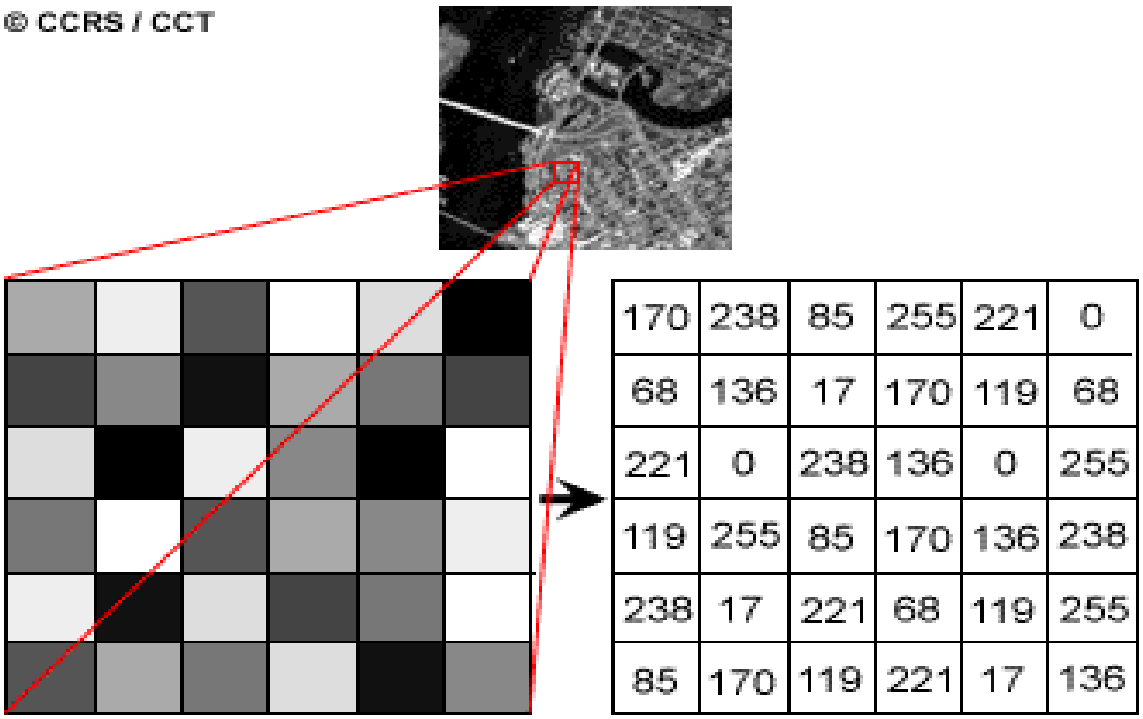
فعلم الاستشعار عن بعد يهتم بمعرفة ماهية الأجسام دون تماس فيزيائي أو كيميائي مباشر مع هذه الأجسام ومن أهم وأكثر تطبيقاته في الوقت الحالي هو الصور الفضائية التي يتم التقاطها عن طريق الأقمار الاصطناعية أو الصور الجوية التي تم التقاطها ويتم معالجة هذه الصور باستخدام برامج معالجة خاصة لأهداف متعددة منها :

1. هدف جيولوجية : الكشف عن النفط ، المياه المعادن و الفلزات ، الفوالق و متابعة التشوهات الجيولوجية .
2. هدف زراعية : وجود الأمراض عند النباتات ومعرفة أنواع النباتات في منطقة معينة .
3. هدف علم الجليديات : متابعة حركة الكتل الجليدية وذوبانه .

4.2: الصورة الرقمية

تعتبر الصورة الرقمية من مصادر البيان ات الهامة للكثير من التطبيقات الهندسية وتطبيقات الأرض وكل ما له صلة بالبحث عن المصادر التي تحتضنها الكرة الأرضية .

يتم تخزين القيم الرقمية في الصورة بنظام (raster) حيث تتكون الصورة الرقمية من خلايا صغيرة متساوية المساحة تسمى (pixels) وتمثل كل خلية منطقة جغرافية معينة قد تكون صغيرة أو كبيرة وفقا لدرجة الوضوح المكاني فيها . لكل خلية في الصورة قيمة رقمية digital (number) تمثل كمية الأشعة الكهرومغناطيسية التي سجلها جهاز الإستشعار .



الشكل (2-2) التالي يوضح عناصر البكسل وترتيبها

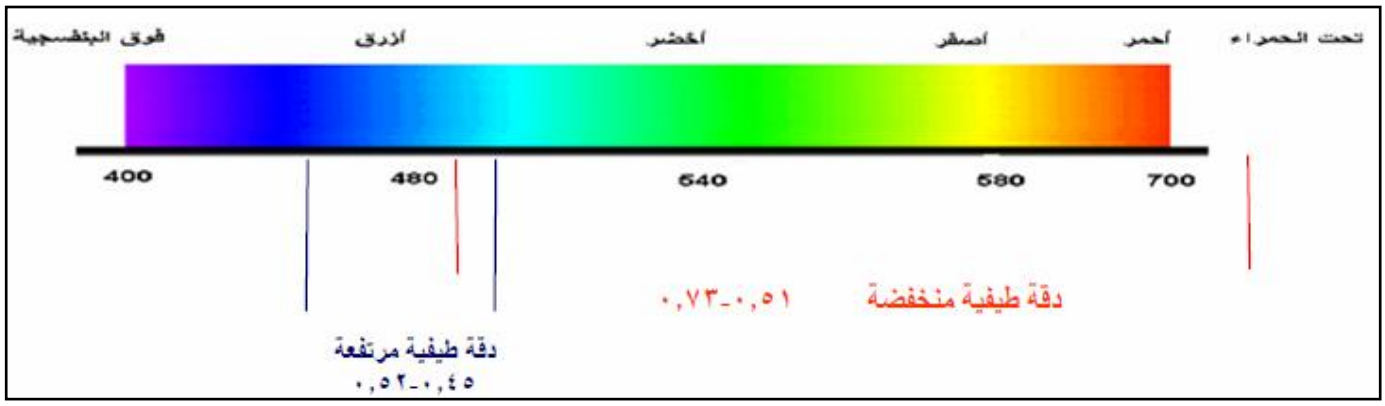
5.2: عنـــــاصر البكســـل

الصورة الرقمية إما أن تكون بانكروماتيكية (Panchromatic) أو صورة متعددة الأطياف (multi-spectral) .

6.2: دقة الصورة الرقمـــــــــية

1.6.2 الدقة التميزية الطيفية spectral resolution

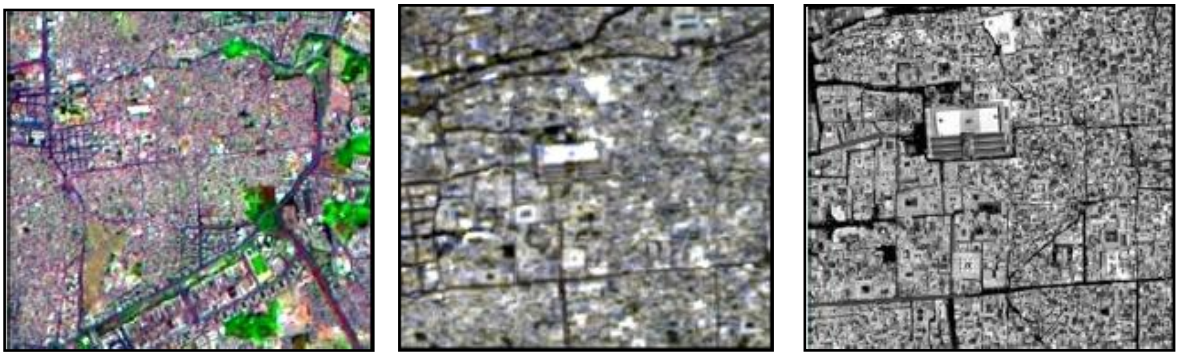
تعني مقدرة جهاز الاستشعار على تسجيل جزء محدد من الطيف الكهرومغناطيسي بطول موجي محدد مثل الطيف المرئي و الاشعة تحت الحمراء و غيرها



الشكل (2-3) يوضح المجال المرئي للطيف الكهرومغنطيسي

2.6.2 الدقة التمييزية المكانية Spatial resolution

هي قياس أصغر جسم يستطيع المستشعر تمييز ه ، أو هي المساحة على الارض الممثلة لكل بيكسل .



دقة تمييزية مكانية 1 م **دقة تمييزية مكانية 5 م** **دقة تمييزية مكانية 10 م**

الشكل (2-4) يوضح الدقة المكانية للصورة

3.6.2: الدقة التمييزية الإشعاعية Radiometric resolution

يقصد بها عدد التدرجات اللونية (الرمادية) المستخدمة للتعبير عن المعلومات التي إلتقطها المستشعر، ويعبر عنها بعدد bite اللازمة لتخزين المعلومات التي تعبر عن لون وحيد ؛ أي مستويات شدة الإنعكاس بالبت فإن قيم ملف البيانات تتراوح بي ن 0 و255 كما هو موضح في الشكل (2-6) ادناه :

الدقة التمييزية bite 1 الدقة التمييزية bite 3 الدقة التمييزية bite 8

الشكل (2-5) يوضح الدقة التميزية الإشعاعية

4.6.2: الدقة التمييزية الزمنية Temporal resolution

الدقة التمييزية الزمنية هي الفاصل الزمني بين الصور . هنالك تطبيقات تتطلب بيانات بشكل متكرر، وتطبيقات أخرى فقط تتطلب تصوير موسمي أو صور موسمية ، والبعض تحتاج تصوير مرة واحدة (صورة واحدة) .

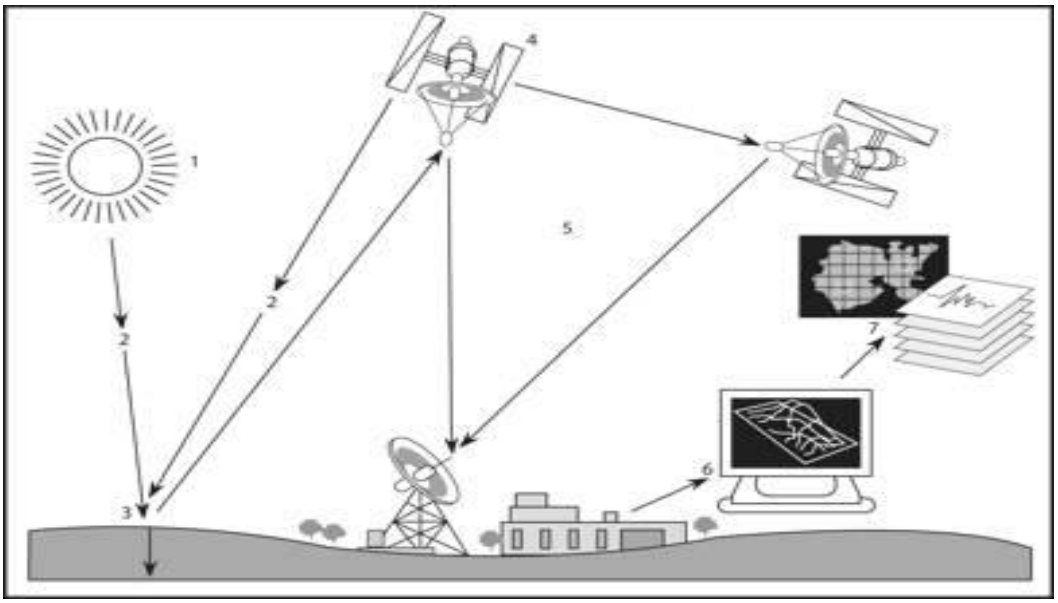
تعددت شركات الملاحه الفضائيه وتعددت الاقمار المستخدمة في التصوير الفضائي ، من امثلة هذه الاقمار القمر (Spot) و القمر (Landsat) وغيرها .

7.2: عناصر الاستشعار عن بعد

يمكن إيجاز عناصر الإستشعار عن بعد في العناصر الاتية :

- ✓ المصدر الاساسي للأشعة : الاستشعار عن بعد يحتاج الى مصدر يبعث بالطاقة مصدر الطاقة عن طريق الاشعاع فيكون بمثابة مركز لارسال الموجات والاشعة.
- ✓ من الاشعاع والغلاف الجوي : الغلاف الجوي يمتص جزء كبير الموجات المار من خلالها بواسطة اغلفة الغاز حول الأرض وهي الغالبية ويمرر بعضها وهي الاشعة المرئية الاشعة الحمراء IR .
- ✓ التفاعل مع الهدف الهدف : target هو الأرض وما عليها من معالم (ماء-تربة-نبات-مباني) فبمجرد أن تأخذ الموجات طريقها الى الهدف خلال الغلاف الجوي فانها تتفاعل مع الهدف.
- ✓ تسجيل الطاقة بواسطة المتحسس : يقوم المتحسس "sensor" باستقبال الأشعة المنعكسة من تفاعل الموجات بالهدف وتسجيلها ..
- ✓ الارسال والاستقبال والمعالجة للأشعة المنعكسة والملتقطة بواسطة الأجهزة الحساسة (Sensor) .
- ✓ التفسير والتحليل للصورة المتحصل عليها بحيث يمكن ادخالها للكمبيوتر والتعامل معها بكافة الوسائل لاستخلاص المعلومات عن الهدف موضع الدراسة
- ✓ التطبيقات يمكن التحكم في البيانات وتحليلها واستخلاص كثير من المعلومات الاضافية والمساعدة في حل مشاكل معينة .

ويمكن تلخيص هذه العناصر في الشكل (2_6) أدناه:



الشكل (2-6) يوضح عناصر نظام الإستشعار عن بعد

8.2: إستخدامات الإستشعار عن بعد

هنالك بعض الإستخدامات الخاصة نذكر منها ما يلي:

1. الإستكشافات الجيولوجية .
2. دراسة الغابات ومعرفة مناطق الحرائق .
3. إكتشاف ومحاصرة أمراض المحاصيل .
4. متابعة النمو والتوزيع السكاني .
5. متابعة التلوث المائي .
6. معرفة مواقع الكتل الجليدية .
7. الحياة البرية .
8. الإرصاد الجوي .
9. الإستخدامات الهندسية .
10. الإستخدامت العسكرية .

9.2: مميزات الاستشعار عن بعد

وفرت تقنيات الإستشعار عن بعد العديد من المميزات التي جعلت منها تقنية بديلة وجاذبة في الكثير من التطبيقات نذكر منها مايلي :

1. التغطية الواسعة الناتجة من الإرتفاع الشاهق للمتحسسات.
2. لاتوجد موانع طبيعية أو سياسية تحول دون الوصول للمنطقة المستهدفة وجمع بياناتها .
3. توافق البيانات بين الأقطار المتجاورة من حيث الإسقاط والمرجع وخلافه من الخصائص ، الشيء الذي لا توفره طرق المسح الأخرى .
4. البيانات متصلة حيزياً ولا توجد فراغات في التغطية .
5. الشكل الرقمي للبيانات يجعلها قابلة للمعالجة بالحاسوب .
6. إمكانية جمع البيانات بطريقة مكررة .
7. التغيرات الحيزية في عناصر البيئة صغيرة وذلك لقصر الفترة الزمنية التي يتم فيها التغطية ، فمثلا لا يتجاوز زمن تغطية 185 كلم في 170 كلم بالقمر الإصطناعي لاندسات حوالي 25.87 ثانية .
8. تعتبر القياسات المأخوذة من مناظر الأقمار الأصطناعية مكملة للقياسات التقليدية الأرضية ، بل يمكن الاعتماد على هذه القياسات التي كان من الصعوبة إجراؤها في المناطق الوعرة .
9. تعتبر تقنية الإستشعار عن بعد الأرخص مقارنة مع الطرق التقليدية الأخـــرى .

10.2: القمر الإصطناعي الامريكي Land Sate

تضم المجموعة سلسلة من الاقمار الاصطناعية اطلقتها لانسات تباعا منذ عام 1972 وحتى الآن، وأعطتها ناسا تسميات متسلسلة: لاندسات 1 و لاندسات 2 و .... و آخرهم لاندسات 8 والذي أطلق 8 في 11 فبراير 2013 ، أما لاندسات 6 فكان إطلاقع فاشل لمجموعة لمجموعة الاقكار الامريكية لاندسات ، قسمت هذه السلسلة المكونة من ثمانية اقمار الي ثلاثة أجيال موضحة في الجدول (9-1)أدناه.

مجموعة أقمار الإصطناعية الامريكية لاندسات أطلقت بغرض استكشاف بقاع الارض للأغراض المدنية ، وكذلك مراقبة انزياح القارات والشواطيء ، كماتستخدم صورها في مسح المصادر الطبيعية في البلدان وقياس التغييرات الأرضية التي قد تنشأ عن طرق تعرية طبيعية أو يكون سببها النشاط الإنساني .

وتحمل هذه الاقمار أجهزة تحسس تختلف من قمر إلي اخر حسب الغرض والدقة والنطاق الطيفي المستخدم ، في هذه الدراسة تم استخدام القمر الصناعي حامل المتحسس الرسم الموضوعي المحسن (ETM+) والذي تم سرد خصائصة بشكل واضح في الجدول (2-2) أدناه، كما تم توضيح المجالات الطيفية المستقبلة وأستخداماتها للمتحسس الموضوعي المحسن (ETM+) في الجدول (2-3) أدناه.

جدول (2-1) ادناه مقارنات بين أجيال الأقمار الاصطناعية لاندسات

اسم القمر	الجيل	فترة العمل من - إلي	زمن الدوران حول الأرض	الارتفاع من الأرض	نوع المتحسس
Landsat(1)	الأول	1978 -1972	103.3 Min	912 Km	MSS / RBV
Landsat(2)		1983 - 1975	103.3 Min	912 Km	MSS / RBV
Landsat(3)		1983 - 1978	103.3 Min	912 Km	MSS / RBV
Landsat(4)	الثاني	2001 - 1982		705 Km	TM / MSS
Landsat(5)		2007 - 1984		705 Km	TM / MSS
Landsat(6)	الثالث	1993 - 1993	98,9 Min	705 Km	ETM / MSS
Landsat(7)		- 1999	98,9 Min	705 Km	ETM / MSS
Landsat(8)		- 2013	98,9 Min	705 Km	ETM / MSS

جدول (2-2) خصائص أجهزة المتحسس الراسم الموضوعي المحسن+ETM على متن القمر الأمريكي LANDSAT المستعملة بالدراسة

نوع الجهاز	الحزمة الطيفية	اللون	طول الموجة ميكروميتر	دقة التميز	القيم الإشعاعية	صفات المرئية
ETM+	Band1	ازرق مرئي	0.45-0.52	30m	256 مستوى القيم الانعكاسية لجميع الحزم الطيفية في Band8	يغطي مساحة تغطية أرضية 185*185km وبتداخل أمامي قدره 5.4% وتداخل جانبي قدره 7.3% عند خط الاستواء ويزداد باتجاه القطبين.
	Band2	اخضر مرئي	0.53-0.61	30m		
	Band3	احمر مرئي	0.63-0.69	30m		
	4	تحت الأحمر القريب	0.78-0.90	30m		
	5	تحت الأحمر المتوسط	1.55-1.77	30m		
	6	تحت الأحمر الحراري	10.4-12.5	60m		
	7	تحت الأحمر المتوسط	2.09-2.35	30m		
	8	بانكروماتك	0.52-0.90	15m		

جدول (2-3) المجالات الطيفية للراسم الخرائطي +ETM

الحزمة الطيفي	طول الموجة ميكروميتر	نوع الموجة	تطبيقاتها بحسب الانعكاسية الطيفية
Band 1	0.52 – 0.45	ازرق مرئي	صممت لاختراق التل المائية ، وهذا يجعله مفيد في رسم الخرائط البحرية فضلا عن أهميته في تصنيف الترب والغطاء النباتي وتصنيف الغابات
Band 2	0.60 – 0.52	اخضر مرئي	صمم لقياس ذروة انعك اسية اللون الأخضر للغطاء النباتي وتقدير نشاطه ويفيد في التعرف على المعالم الحضرية واستعمالات الأرض.
Band 3	0.69 – 0.63	احمر مرئي	صمم للاستشعار في منطقة امتصاص اليخضور لذا انه يساعد في التمييز بين الأنواع النباتية ،ويفيد أيضاً في التعرف على المعالم الحضرية واستعمالات الأرض.
Band 4	0.90 – 0.76	تحت الأحمر القريب	يفيد في تحديد أنواع الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض ونشاطه وتحديد الكتل المائية وتميز رطوبة التربة.
Band 5	1.75 – 1.55	تحت الأحمر المتوسط	يشير إلى محتوى التربة من الماء ويفيد في التميز بين الثلج والغيوم.
Band 6	12.5 – 10.4	تحت الأحمر الحراري	يفيد في تحليل إصابات الغطاء النباتي وتمييز رطوبة التربة وفي تطبيق رسم المصورات الحرارية.
Band 7	2.35 – 2.08	تحت الأحمر المتوسط	يفيد في تمييز المعادن وأنواع الصخور وه و حساس أيضاً لرطوبة التربة وتحديد استعمالات الأرض.
Band 8	0.9 – 0.52	بانكروماتك	