جامعة جنوب الوادي قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية كلية الآداب بقنا

محاضرات في
مقدمة في الاستشعار عن بعد

إعداد

أ.م.د حمدان سعد نجار

أستاذ الجغرافيا الاقتصادية ونظم

المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد المساعد

قنا

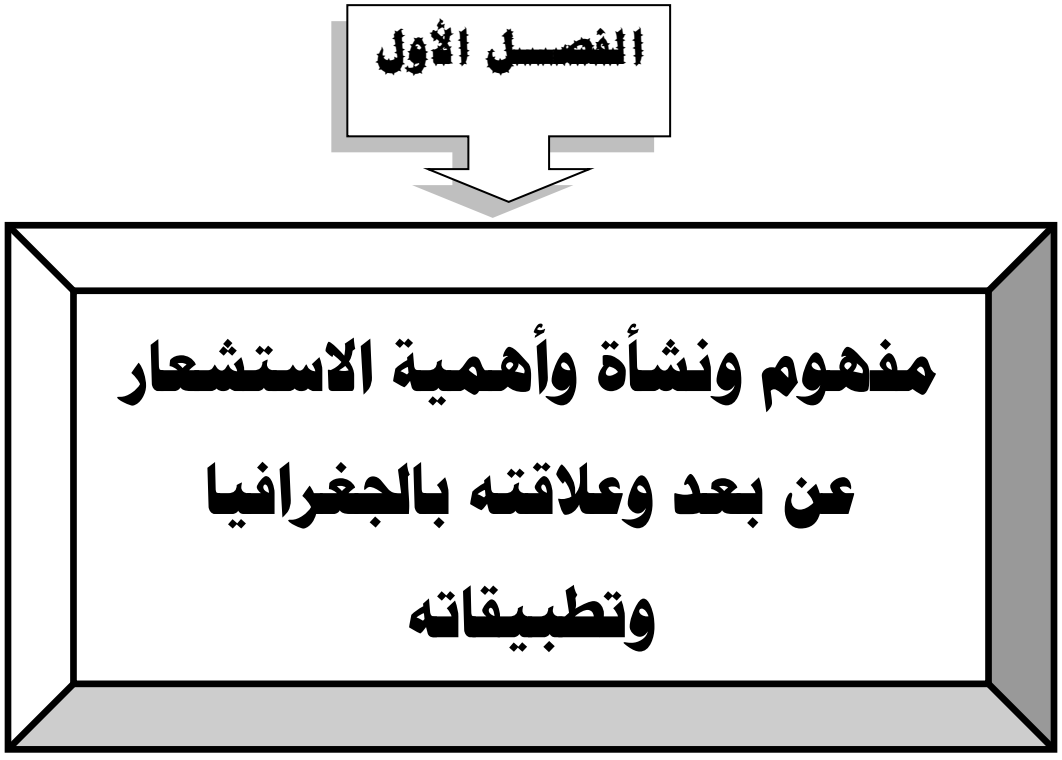
فهرس المحتويات	
الفصل الأول	مفهوم ونشأة وأهمية الاستشعار عن بعد وعلاقته بالجغرافيا وتطبيقاته.
الفصل الثاني	الأسس العملية للاستشعار عن بعد ومكوناته الفيزيائية.
الفصل الثالث	الاستشعار عن بعد وأساليبه وتقنياته وأجهزته
الفصل الرابع	منصات الاستشعار عن بعد ووسائل حمله.
الفصل الخامس	بعض التطبيقات العملية في الاستشعار عن بعد.
المصادر والمراجع	

تقديم:

تتطلب معرفة الاستغلال الأمثل للموارد الطبيعية (أراضى . معادن . زراعات . مياه) وتخطيط المدن وحماية البيئة تقنية أو تكنولوجيا حديثة، تمكننا من الحصول على معلومات مستمرة عن الأشياء المدروسة، دون أن يتوافر اتصال مباشر بين أجهزة الإحساس وهذه الأشياء، وقد ظهرت هذه التقنية متمثلة في علم "الاستشعار عن بعد Remote Sensing " ، ومع تطور الكمبيوتر والأقمار الصناعية لم يعد في استطاعة أي منا معرفة إلى أين سوف تمتد استخدامات الاستشعار عن بعد . في المستقبل القريب أو البعيد

يبدأ الكتاب في الفصل الأول بعرض التعريفات المختلفة للاستشعار عن بعد، ثم تقديم نبذة تاريخية عن الاستشعار عن بعد وتطوره، مشيراً إلى مدى ضرورة وأهمية هذا العلم التطبيقي، وأهم مميزاته وعيوبه، وفي نهاية الفصل تتم دراسة علاقة الاستشعار عن بعد بالجغرافيا وتطبيقاته، وبعد ذلك ينتقل المقرر في محاضراته في الفصل الثاني إلى الأسس العلمية لعملية الاستشعار عن بعد، حيث تتم دراسة الأشعة الكهرومغناطيسية، وأنواع الاستشعار عن بعد وآلياته ، ثم المراحل والمكونان الفيزيائية للاستشعار عن بعد، ثم تقنياته، وأساليبه، وأجهزته.

يبدأ الفصل الثالث بالحديث عن أساليب الاستشعار عن بعد وأجهزته وتقنياته، أما الفصل الرابع فيعرض منصات الاستشعار عن بعد، أنواعها، والبيانات الرقمية للأقمار الصناعية موضحاً أنواعها المختلفة وخصائص كل منها، ومداراتها، وبعد ذلك ينتقل المقرر في فصله الخامس إلى تحليل معطيات الاستشعار عن بعد " معالجة وتحليل بيانات صور الاستشعار عن بعد المختلفة، لتحويل الصورة الاستشعارية بعد معالجتها من التشوهات الناتجة عن عمليات التصوير إلى خريطة بكل عناصرها ثم تفسيرها بصرياً ورقمياً، وفي النهاية يتم دراسة الجزء العملي لتحويل صور الاستشعار إلي خرائط يمكن الاستفادة منها في المجالات المختلفة.


الفصـــل الأول
مفهوم ونشأة وأهمية الاستشعار
عن بعد وعلاقته بالجغرافيا
وتطبيقاته

مقدمة:

كان لا بد من الحصول على معلومات أكثر شمولية وأكثر دقة من أجل التعمق في معرفتنا بالكرة الأرضية وبعض الظاهرات التي تحدث عليها. وحتى يتم ذلك كان لا بد من إيجاد وسائل للرصد والمراقبة عن بعد، خاصة من الفضاء لأماكن على سطح الكرة الأرضية يصعب الوصول إليها، وموضوع المراقبة من الفضاء أو موضوع التحسس عن بعد أو الاستكشافات عن بعد أو إمكانية الحصول على معلومات عن شيء دون الاتصال به هو الاستشعار عن بعد.

لقد أستحدث علم الاستشعار عن بعد منذ عام ١٩٦٠، حيث أستخدم في رصد التغيرات والتطورات على وجه الأرض عن بعد. مما أتاح الفرصة لتخزين المعلومات المتوفرة عن غطاء الأرض، إضافة إلى مراقبة التغيرات على الكرة الأرضية سواء كانت هذه التغيرات ناتجة عن تدخل الإنسان أو التغيرات والكوارث الطبيعية.

يعتبر استخدام صور الأقمار الصناعية الأساس الذي فتح مجالات واسعة لدراسة البيئة وتغيراتها. فعملية التقاط صور الأقمار الصناعية لفترات زمنية متعاقبة لنفس الموقع مكنت الباحثين من دراسة التغيرات البيئة ومقارنتها خلال تلك الفترات جغرافياً ورقمياً.

تعريفات ومفاهيم الاستشعار عن بعد

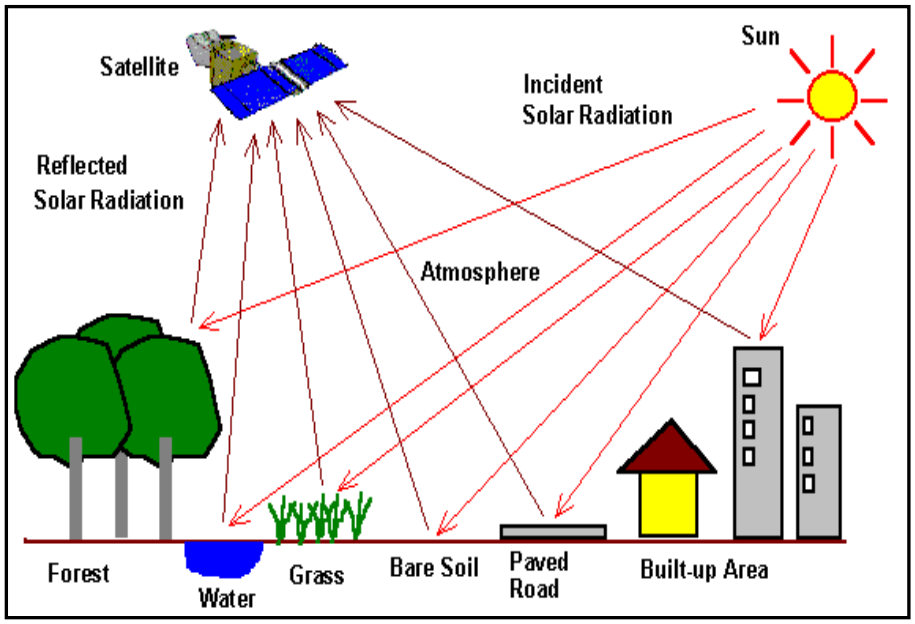
أُطلق أول قمر صناعي في عام ١٩٧٢لدراسة الكرة الأرضية ومراقبتها وكان ذلك ميلاد علم جديد هو علم الاستشعار عن بعد الذي اخذ يتطور بتطور علم الكمبيوتر وتعدد أنواع الصناعات العلمية المتخصصة. إن حداثة هذا العلم تدعونا إلى التعريف به قبل الحديث عنه.

تعددت التعريفات لهذا العلم ومن أمثلتها:

- الاستشعار عن البعد هو علم وفن الحصول على معلومات عن سطح الأرض (الهدف) بدون الاتصال المباشر معها. وهذه العملية تتم بواسطة استشعار وتّسجيل الطّاقة المنعكسة أو المنبعثة من الهدف، ومن ثم معالجة وتّحليل واستعمال المعلومات المستخلصة من هذه العملية.
- والاستشعار عن بعد هو علم وفن وتقنية الحصول على معلومات عن جسم أو ظاهرة ما من مسافات أو ارتفاعات مختلفة باستخدام أجهزة تحسس واستشعار متنوعة ودقيقة تكون محمولة في الطائرات أو الأقمار الصناعية أو المركبات الفضائية, وفي بعض الحالات تكون محمولة داخل المركبات أو حوامل أرضية.

صورة للاستشعار عن بعد لجمهورية مصر العربية

- يعرف الاستشعار عن بعد بأنه علم (أو فن) دراسة هدف دون اتصال مباشر به، وبالتالي فإن الحصول على صورة من طائرة أو قمر صناعي لمكان ما و استخلاص معلومات منها بدون زيارة مباشرة للمكان هو ضرب من ضروب الاستشعار عن بعد.
- يعرف الاستشعار عن بعد بأنه التعرف على طبيعة الأجسام دون لمسها . ولقد اعتبرت العين والأذن البشريتين أولى أدوات الاستشعار التي اعتمد عليها الإنسان لاستكشاف محيطه . ومع تقدم العلوم أخذ الإنسان بابتكار وسائل جديدة لذلك ،حيث يعتبر حاليا القمر الصناعي والرادار من أهم الأدوات التي تستخدم في سبر أغوار ما هو مجهول . مجال الأرصاد والتنبؤات الجوية كغيرها من المجالات الأخرى استفادت من التقدم التقني البشري.



كروكي مبسط لتعريف عملية الاستشعار عن بعد

إن هذه التعريفات أعلاه- وإن كانت شمولية - فإنها على درجة كبيرة من التعقيد أحياناً، فيما تتضمنه دراسة المواد والثروات الأرضية، التي ليست على بعد كبير من الأجهزة، يجعل استعمال عبارة "عن

بعدREMOTELY " موضعاً للتساؤل أحياناً من البعض. كما يعتقد البعض أن الوسائط الأخرى المخالفة للطاقة الإشعاعية، كالصوت مثلاً، يجب أن تكون مشمولة بهذه التعريفات.

التعريف الشامل

هو الحصول على المعلومات لبعض خصائص الظاهرات دون الاحتكاك مباشرة بالظاهرة التي ندرسها, ويجمع معلومات دقيقة عن مساحات واسعة من الأرض عن طريق مجسات مركبة على القمر الصناعي تعمل ليل نهار.

ومن التعريفات السابقة يتبين أن الاستشعار عن بعد علم يعني بعمليات جمع المعلومات عن الأجسام والظواهر والمناطق الأرضية باستخدام أجهزة تصوير Sensors تسجل الأشعة الكهرومغناطيسية المنعكسة Reflected أو المنبعثة Emitted أو العائدة (المرتدة) backscattered منها وتحمل غالباً علي الطائرات أو الأقمار الصناعية، وتعطي هذه الأجهزة معلومات مرئية تتمثل بشكل رئيس في الصور الفوتوغرافية Photographs أو الصور الرقمية (مرئيات) Digital Image، ويهتم هذا العلم أيضاً بعمليات معالجة Processing وتفسير Interpretation وتحليل Analysis الصور لتكون جاهزة للاستخدام في فروع المعرفة المختلفة مثل الجغرافيا والجيولوجيا وعلوم الأرصاد الجوية، والهندسة المدنية، والزراعة والغابات والتخطيط، والمياه والآثار وغيرها..

تطور الاستشعار عن بعد

يمكن القول أن أربعاً من حواسنا المعروفة تتفق مع طبيعة علم الاستشعار عن بعد وهي:

الأذن: ولها قدرة في استشعار الذبذبات الصوتية.

الجلد: له القدرة على استشعار الحرارة الخارجية.

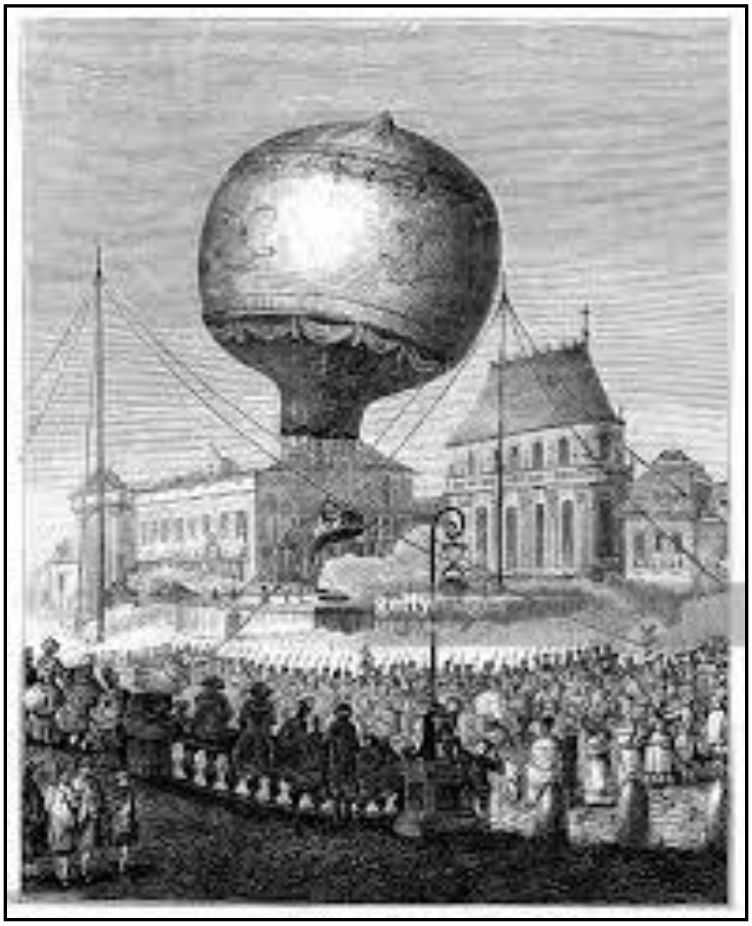
العين: لها القدرة على استشعار النطاق المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي.

الأنف: له القدرة على استشعار الروائح والعطور.

أما حاستا التذوق واللمس فلا تتفقان مع طبيعة هذا العلم وهي جميع المعلومات عن الظاهرات عن بعد دون لمسها ولا يمكن أن نقارن الاستشعار بحواس الإنسان مع نتائج ما يطلق عليه اليوم الاستشعار عن بعد فالاستشعار البشري يتم عن طريق استلام المخ لأشارت خارجية فيقوم بتفسيرها طبقا للمعلومات.

يعد الاستشعار عن بعد قديم قدم الإنسان وبدائي لأن العين البشرية هي أول جهاز من أجهزة الاستشعار عن بعد، ولكن بزاوية ومدي ضيقين، إذ لا تستطيع إدراك سوي جزء صغير من أشعة الطيف الكهرومغناطيسي. لذلك فكر الإنسان في أجهزة تساعده علي جمع البيانات، وبذلك تطورت تقنيات الاستشعار عن بعد تطوراً كبيراً ، ويعد أرسطو طاليس من الأوائل المكتشفين للاستشعار عن بعد وذلك قبل ٢٣٠٠ سنة ق.م، إذا كتشف مبدأ إسقاط الصورة ضوئياً، ومن ثم الحسن بن الهيثم في القرن الحادي عشر والذي كان أول من اكتشف مبدأ إسقاط صورة الجسم بصندوق مظلم، ثم حلق جوزيف ميشيل وجاك مونتغولييه في أول منطاد في الجو عام ١٧٧٣م، أما عملية التصوير فكانت

في سنة ١٧٨٣، إذ قام الماركيز أورلاندو ركسير برحلة استغرقت نصف ساعة على متن بالون في فرنسا.



منطاد جوزيف ميشيل

يبدأ تاريخ الاستشعار عن بعد عملياً مع بداية التصوير الضوئي (التصوير الفوتوغرافي) الذي بدأ في القرن التاسع عشر، ففي بداية عام ١٨٤٠م أدخل المرصد الفرنسي في باريس استخدام التصوير في عمليات المسح الطبوغرافي، ومنذ ذلك الوقت ازدهر التصوير الضوئي بواسطة استخدام البالونات والطائرات الورقية وتم تركيب كاميرات عليها لالتقاط الصور الجوية فوق المدن، وفي عام ١٨٥٨ تم تصوير سطح الأرض من خلال المنطاد.

وفي عام ١٩٠٣ ابتكر الأخوان رايت الطائرة وتم استخدام الكاميرات عليها في عام ١٩٠٩، وذلك في رحلة قام بها الأخوان في إيطاليا. ومع نشوب الحرب العالمية الأولى (١٩١٤ – ١٩١٨) أضحت الصور الجوية عاملاً أساسيّاً في عمليات الاستكشاف والاستطلاع الجوي العسكري، ولكن التقدم الكبير في التصور الجوي وتفسير الصور الجوية ظهر مع بداية الحرب العالمية الثانية (١٤٣٩-١٩٤٥) وما صاحبها آنذاك من تطور عسكري وتقني ونظراً للحاجة المُلحة لمعلوماتٍ أفضل اخترعت نظم جديدة بدلاً من الكاميرات المستخدمة في الطائرات، ألا وهي الماسحات الإلكترونية الضوئية (electronic scanning).

ثم توجهت أنظار العالم إلي الفضاء وحدث تطور ملحوظ في صناعتها وبدأ الاستشعار فعلياً في المدة من (١٩٤٦-١٩٥٠) عندما حملت آلات تصوير صغيرة علي متن صواريخ V-2 يمكن استعادتها، ثم إطلاق الروس لأول قمر صناعي عام ١٩٥٧ من سلسلة سبوتنك١.

كان يعرف هذا العلم حتى عام ١٩٦٠ بمصطلح تحليل ودراسة الصور الجوية وكان يقصد بذلك الصور الفوتوغرافية التي تؤخذ بواسطة الطائرات باستخدام الأفلام التقليدي وانقسمت دراسة الصور الجوية إلى قسمين.

١- تحليل الصور الجوية أي تعريف وتحليل الظاهرات الأرضية.

٢- المساحة الجوية التي اهتمت بالقياس من الصور الجوية وإعداد الخرائط.

بدأت الولايات المتحدة الأمريكية تكثف جهودها للحاق بالاتحاد السوفيتي، وقد نجحت في إطلاق أول قمر صناعي عام ١٩٥٨ وهو من نوع Explorer-1، ثم قرروا دراسة سطح الأرض من الفضاء ففي عام ١٩٦٠ أُطلق أول قمر صناعي لدراسة أحوال الطقس Tiros-1 ، ومن هذه

اللحظة ظهر مصطلح الاستشعار عن بعد Remote Sensing على يد بعض الجغرافيين من مكتب البحوث البحرية الأمريكي وأشهرهم إيفلين برويت Evelyn Pruitt، وقد تطور الاستشعار عن بعد خلال الستينات عندما أُطلقت البرامج المأهولة مثل ميركوري، وجيمني عام ١٩٦٥ وأبوللو عام ١٩٦٨.

وبعد قيام رواد رحلات "جيمنى ، وأبوللو ، وساليوت " بالتقاط الصور بواسطة آلات التصوير المختلفة ، والتقاط الصور الخاصة بالأرض والمجموعة الشمسية ، وغيرها من الكواكب والمجرات بواسطة أجهزة التقاط مختلفة تحملها الأقمار الصناعية بالإضافة إلى سفن الفضاء غير المأهولة مثل " فويجر ، وكوزموس " استطاع الباحثون استخلاص المعلومات والنتائج التي يمكن الإفادة منها فى مختلف المجالات مما زاد من رغبتهم في إطلاق المزيد من الأقمار الصناعية التي تفيد في إرسال المعلومات عن سطح الأرض على فترات منتظمة ، وهذا يعنى ضرورة أن تتخذ الأقمار الصناعية مدارات محددة في الفضاء لبث معلوماتها بشكل منتظم.

كان من الضروري أن تظهر بعض الجهات العلمية التي تهتم بذلك فظهرت:

١- وكالة الفضاء الوطنية الأمريكية ناسا National Aeronautic and Space Administration (NASA).

٢- المنظمة الوطنية للأجواء والمحيطات نووا National Oceanic and Atmospheric Administration، (NOAA).

٣- وكالة الفضاء الفرنسية كنيس Contra National d'Etudes Specials. (CNES) وتعددت الأقمار الصناعية التي

تدور فى الفضاء ، فمنها تلك التي تدور حول الكرة الأرضية من الشمال إلى الجنوب في مدار قطبي مروراً بخط الاستواء ، ومنها تلك التي تتخذ مدارات ثابتة .

شهد علم الاستشعار عن بعد نقلة نوعية بعد إطلاق وكالة الفضاء الأمريكية أول قمر صناعي لدراسة الموارد الأرضية (Erts-1) ثم استبدل اسمه ب(landsat-1)عام ١٩٧٢م، ثم أعقبها إطلاق القمر الصناعي (landsat-2)عام ١٩٧٥م، ثم (landsat-3)عام ١٩٧٨م، ويمثل هذا ختام الجيل الأول الذي يحمل المستشعر (Mss) (Multi Spectral Scanner)، وفي ذلك الوقت أُطلقت العديد من الأقمار لدراسة سطح الأرض مثلMeteosat في ١٩٧٧م، Seasat عام ١٩٧٨م.

وانطلقت بعدها أقمار الجيل الثاني التي تحمل المستشعر أو الماسح الموضوعي (TM) اختصار ل(Thematic Mapper)، إضافة إلي (Mss)، وهي (landsat-4)عام ١٩٨٢م، (landsat-5)عام ١٩٨٤م.

أما الجيل الثالث كان (landsat-6)الذي فشل بعد إطلاقه مباشرة عام ١٩٩٣م، وكان يحمل المستشعر (ETM)، (اختصار إلي Enhanced Thematic Mapper) وأُطلق (landsat-7)عام ١٩٩٩م، وكان يحمل المستشعر (ETM+)، الذي يعمل بثمان قنوات طيفية، تم إطلاق القمر الصناعي لاندسات(landsat-8) عام ٢٠١٢م، الذي يحمل المستشعر الجديد(OLI) اختصار(Operational Land Imager) إلى مدار على ارتفاع ٧٠٥ كم، ويعمل ضمن ١١ قناة طيفية، هناك نطاق الأزرق العميق وهو نطاق جديد بطول موجي ٤٣٣-٤٥٥ مايكرون وسيفيد في دراسة السواحل، كما أطلقت في السنة نفسها

(Ikonos, Quikbird)، وقد قدمت هذه الأقمار تصويراً متتابعاً للأرض، وبأت مرحلة التحليل الرقمي للصور بدلاً من التحليل البصري.

خصائص ومواصفات القمر الصناعي LAND SAT

الأجيال	صلاحية الملاحة	الارتفاع km	اجتياز دائرة الاستواءam	إعادة التغطية	المستشعر
Landsat-1	1972-1978- 1year	912	8:50 - 9:08- 9:31	18 day	MSS،RBV
Landsat-2	1975-1982 - 1year	912	9:08	18 day	MSS،RBV
Landsat-3	1975-1982 - 1year	912	9:31	18 day	MSS،RBV
Landsat-4	MSS:1982 PRESENT TM:1982-1993 - 3 years	705	9:45	16 day	TM،MSS
Land sat - 5	1984- PRESENT - 3 years	705	9:45	16 day	TM،MSS
Landsat-6	1993- 6 years	705	10:00	16 day	ETM،MSS
Landsat-7	1999-preasent -6 years	705	10:00	16 day	ETM+،MSS

تبنى الاتحاد السوفيتي برامج سيوز وساليوت وأهم أقمارها (Resouruc-f3) والذي يحمل كاميراتين نوع (Kfa-3000) والذي وصل دقة تميزه المكاني ٢ م وهو له مرونة عالية وقدرة على تزويدنا بمرئيات بمواصفات (3D) لظواهر سطح الأرض.

أما الفرنسيون فلقد طوروا (SPOT-1) ليحمل أجهزة (High Resolution Visible) (HRV) إذ أصبحت قدرتها التميزية ٥ م في بانكروماتيك و١٠ م في (MSS) ، أما القمر (spot-5) الأحدث فقد وصلت قدرته التميزية ٢,٥ م في السوبر بانكروماتيك.

تواريخ مهمة في الاستشعار عن بعد

السنة	الحدث
١٨٠٠	اكتشاف الأشعة تحت الحمراء بواسطة السير وليام هيرشل
١٨٣٩	بداية ظهور الصور الفوتوغرافية (الضوئية)
١٨٥٠ - ١٨٦٠	التقاط صور فوتوغرافيه من المناطيد
١٩٠٩	التقاط صور فوتوغرافيه من الطائرات
١٩١٤- ١٩١٨	الحرب العالمية الأولى: الاهتمام بالاستكشاف الجوي
١٩٢٠- ١٩٣٠	التطورات والتطبيقات البدائية للصور الجوية، وبداية ظهور علم المساحات التصويرية
١٩٢٩- ١٩٣٩	الكساد الاقتصادي العالمي أدى إلى ظهور مشكلات بيئيه دفعت الحكومات لاستغلال تقنيه التصوير الجوي لمعالجه هذه المشكلات.
١٩٣٩-١٩٤٥	الحرب العالمية الثانية: تخللتها استخدامات لنطاقات الأشعة الغير مرئية لإغراض التجسس والتخطيط العسكري ،بالإضافة إلى تدريب مكثف للكوادر البشرية لمعالجه الصور وتحليلها
١٩٥٠-١٩٦٠	الحرب الباردة: أبحاث عسكريه مكثفه وتطورات سريعة في حقل الاستشعار عن بعد
١٩٥٦	دراسة كوليل Colwell)) لأحد الآفات الزراعية باستخدام صور جوية تبين انعكاسات الأشعة تحت الحمراء لسطح الأرض
١٩٦٠-١٩٧٠	بداية استخدام مصطلح "الاستشعار عن بعد". وإطلاق أول قمر صناعي للأرصاد الجوية
١٩٧٢	إطلاق أول قمر صناعي من سلسله أقمار لاندسات Land sat)) لدراسة سطح الأرض
١٩٧٠-١٩٨٠	تطورات سريعة في معالجه الصور الرقمية
١٩٨٦	إطلاق القمر الصناعي الفرنسي سبوت لمراقبه سطح الأرض
١٩٨٠	تصميم المستشعرات ذات النطاقات الإشعاعية الكثيرة Hyper spectral Sensors
١٩٩٠	ظهور انظمه الاستشعار عن بعد العالمية

أما الهنود فلقد طوروا أيضاً قمراً سمي (IRS-TS) بقدرة تمييزية وصلت إلى ٥م في بانكروماتك و٢٠ م في (MSS) والتي أطلقت إلى الفضاء عام ١٩٩٦

وفي نهايات القرن العشرين وبدايات القرن الحادي والعشرين طور الأمريكان مجموعة من الأقمار الصناعية عالية المواصفات ومن أهمها القمر الصناعي (Ikonos1-2) وبقدرة تمييز عالية بلغت ١م في البانكروماتك و٤م في (MSS) وكذلك قمر (Quick bird) الذي وصل قدرته التمييزية إلى ٢م في (MSS) و(0.60cm) في بانكروماتك وله القدرة على اعطاء صورة مجسمة(3D).

أهمية الاستشعار عن بعد

وصل العالم مع بداية الربع الأخير من القرن العشرين إلى مرحلة استطاع فيها تصوير الأرض كلها وتشمل جميع مواردها في خرائط تم تحليها باستخدام مقاييس متعددة ووسائل استشعار عديدة وفي أوقات مختلفة، وموجات متنوعة وفي علوم كثيرة وأصبحت البيانات التي نحصل عليها بواسطة الأقمار الصناعية تجعلنا ندرك تماما أن الأرض التي نعيش عليها صغيرة ومحدودة وأن مواردها ليست نهائية بل قابلة للنفاذ أذا لم تتم المحافظة عليها واستغلالها بشكل يضمن استمرارية الاستفادة منها لأطول مدة ممكنة.

وتظهر أهمية الاستشعار عن بعد بجميع أنواعه (الصور الجوية ومناظر الأقمار الصناعية والرادار) وغيرها في أنها ذات قدرة هائلة على أن تدير المعلومات في أشكال مختلفة (صور وسجلات رقمية) للرجوع إليها ، كما أنها تساعد على المراقبة والمتابعة المستمرة للأرض ومواردها وأجراء المقارنات بين فترات مختلفة مخزونة حصل عليها عن

طريق تجارب سابقة هذه التجارب تتأثر بعوامل عديدة منها(التحيز) حيث تركز على معلومات معينة بينما تهمل معلومات أخرى، (الإجهاد) الذي يؤثر في نوعية المعلومات التي تستقر في ذهن الإنسان وغيرها من العوامل التي تجعل من الاستشعار البشري وما يعتمد عليه من قياس وتحليل عمليات غير كاملة.

وتظهر أهمية وسائل الاستشعار عن بعد في:

- ☒ مراقبة التوزيع المكاني للظاهرات الأرضية في إطار واسع ومن موقع مراقبة عال في إطار لا يمكن مشاهدته بنفس الوضوح والشمولية من خلال المراقبة الأرضية.
- ☒ دراسة الظاهرات المتغيرة مثل الفيضانات وحركة المرور، هذه الظاهرات تصعب مراقبتها مباشرة بالعين البشرية نظراً لتغيرها السريع، وتسجيلها في صورة جوية يساعد على إمكانية دراستها.
- ☒ التسجيل الدائم للظاهرات، بحيث يمكن دراستها في أي وقت فيما بعد. وهذا يسمح بإجراء المقارنات الزمنية عن طريق دراسة مجموعة صور التقطت في أوقات مختلفة لنفس المكان، كما يسمح بمعرفة طبيعة التغير الذي يطرأ علي مكان ما.
- ☒ تسجيل بيانات لا تستطيع العين المجردة أن تراها، فالعين البشرية حساسة للأشعة المرئية الواقعة بين ٤ و٧ ميكرومتر، والصور الفضائية يمكنها أن تعطي معلومات إضافية عن الاستشعار في النطاق بين ٣ و ٩ ميكرومتر والذي يشمل إضافة إلى الأشعة الضوئية، الأشعة فوق البنفسجية والأشعة ما تحت الحمراء.
- ☒ إجراء قياسات سريعة ودقيقة إلى حد كبير للمسافات والاتجاهات والمساحات والارتفاعات والانحدارات.

- الدراسات التطبيقية في فروع الجغرافيا المختلفة مثل: دراسات المدن والزراعة والمناخ والجيومورفولوجيا وغيرها.
- إنتاج الخرائط وتحديثها في وقت سريع وبدقة لم تكن تتوفر في الطرق التقليدية التي كانت سائدة من قبل.
- إن سجلات الاستشعار عن بعد تبقى كوثائق مكانية تاريخية يمكن استخدامها بعد عدة سنوات لأغراض مختلفة، كأن نستعملها في الدراسات المقارنة أو التحقق من ظاهرة معينة ومتابعتها.

مميزات صور الاستشعار عن بعد:

وإذا قسمنا الاستشعار عن بعد إلي استشعار جوي واستشعار فضائي فلكل أهمية ومميزات مختلفة عن الأخرى بجانب السمات المشتركة بينهما:

الصور الجوية.

- معرفة سطح الأرض وما حدث عليها وتأثير التعرية عليها من قص الغابات وتقطيع الجبال.
- التعرف على الاستكشافات والمواقع الأثرية.
- معرفة الأراضي الزراعية والمراعي الكبيرة كالغابات وكذلك معرفة الأراضي الزراعية المراد توزيعها علي المواطن.
- الكوارث الطبيعية ودراستها وتلافيها مستقبلاً.
- زحف الرمال وكيف وضع المصدات.
- في المزارع الكبيرة النموذجية يساعد في عملية تنظيمها ومعرفة ما تم زرعه وما تبقي فيها.
- التعرف على اتجاه جريان الماء وأين يمكن أن يستقر.
- مسح منطقة ما لعمل الخرائط العسكرية.

- أثناء الحرب، يتم تحديد انتشار العدو وتحركاته وتقدم عمل إنشاءاته الهندسية أو تجميع المعلومات الدقيقة عن هدف محدد قبل مهاجمته.
- سهولة نقل الحدث إلى موقع القرار.
- متابعة المواكب الرسمية.
- المطاردة البرية والبحرية.
- القدرة على التصوير الليلي.
- البحث في البر والبحر بواسطة المسح الحراري.
- يستخدم في الطائرات التي تطير بدون طيار.

المرئيات الفضائية

- مراقبة التوزيع المكاني للظاهرات الأرضية في إطار واسع، وبسرعة، وبشكل اقتصادي.
- إمكانية إنشاء نظم للمراقبة والمتابعة الدورية.
- الكشف عن التغيرات البيئية البطيئة، والتدريجية، وكذلك الضخمة والمفاجئة.
- تجاوز الحدود السياسية والعوائق الجغرافية، مما يتيح التعامل مع العالم بوصفه وحدة بيئية وجغرافية ممتدة.
- عدم تأثر النظام بالتقلبات الجوية، نظراً لعدم اعتماده على محطات رصد مأهولة، والقدرة على اختراق الغلاف الجوي.
- إمكانية تطبيق التقنية على المناطق المناخية غير المواتية، كالمنطقة القطبية والصحراء الكبرى.
- إمكانية تطبيق تقنيات الحاسبات مباشرة على المعلومات المستخرجة؛ ما يتيح تطوير الاستفادة من هذه المعلومات، وإمكان التعامل مع كميات هائلة من البيانات، حيث إن الأقمار الصناعية توفر بيانات

رقمية، إضافة إلى الصور، التي تتيح إجراء التحليلات والدراسات الكمية.

- ☒ دورية المعلومات، التي تعني إمكان الحصول على النوع نفسه من المعلومات لمنطقة معينة، على فترات زمنية مختلفة، وهذا يمكن من إجراء الدراسات الديناميكية، التي تتصل بدراسة تطور ظاهرة ما. وتتوافر دورية المعلومات نتيجة الزيارات المتكررة للأقمار.
- ☒ دراسة الظاهرات المتغيرة مثل الفيضانات وحركة المرور
- ☒ التسجيل الدائم للظاهرات بحيث يمكن دراستها في أي وقت فيما بعد.
- ☒ تسجيل بيانات لا تستطيع العين المجردة إن تراها بالعين البشرية حساسة للأشعة المرئية.
- ☒ إجراء قياسات سريعة ودقيقة إلى حد كبير للمسافات المساحات والارتفاعات.

عيوب صور الاستشعار عن بعد

الصور الجوية

- ☒ لا يمكن التصور في جميع الأوقات لأن الوقت المناسب هو الظهيرة وزوال الظل وتجنب وقت الشروق والغروب.
- ☒ حالة الطقس غير المناسبة والغيوم والرياح الشديدة وتكون الغبار يظهر في الصورة.
- ☒ تحرك الطائرة نحو اليمين واليسار أثناء الالتقاط. يؤدي إلى اهتزاز الصورة.
- ☒ عدم اختيار الارتفاع المناسب لالتقاط الصور وضياع الأهداف المرصودة.

المرئيات الفضائية

- ☒ قلة وضوح الظواهر الأرضية التي تلتقطها هذه الأقمار بسبب بعد مدارها.
- ☒ دوران الكرة الأرضية.
- ☒ وجود الرذاذ أو الغبار على عدسات المستشعر.
- ☒ التشوهات الإشعاعية التي تظهر على المرئيات.
- ☒ التشوهات الهندسية التي تظهر على المرئية الفضائية.

الاستشعار عن بعد وعلاقته بعلم الجغرافيا

لا يكتفي الإنسان عادة بالملاحظة الأرضية العادية فالإحداث تشير إلى أن الإنسان يسعى دائما إلى تحسين قدرته على الاستشعار عن طريق الحصول على منظر أكثر اكتمالاً ووضوحا فقد يلجأ إلى أعلى تل أو مبنى في سبيل الحصول على معلومات أضافية.

يقوم الاستشعار عن بعد سواء بواسطة الصور الجوية والفضائية بتقديم صورة شاملة للظاهرات الأرضية في وقت الاستشعار وبما أن الخصائص المكانية للظاهرات الأرضية طبيعية كانت أم بشرية تشكل الاهتمام الرئيسي لعلم الجغرافيا فقد وجد بالاستشعار عن بعد وسيلة قوية لإعطاء معلومات حديثة وسريعة عن هذه الظاهرات.

كان لما يعرف بالاتجاه الكمي في الجغرافيا في منتصف الستينات والذي نتج عنه ما يسمى ب(الجغرافيا الجديدة) دور رئيسي في تنوع استخدام الاستشعار عن بعد كمصدر من مصادر البيانات والمعلومات التي تستخدم في بناء النماذج واختيار الفرضيات المكانية وقد استخدمت الجغرافيا الاستشعار عن بعد منذ سنوات عديدة وبالتحديد بعد الحرب العالمية الأولى عندما قام بعض الجغرافيين الذين كانوا في الخدمة

العسكرية باستخدام خبراتهم في مجال الصور الجوية في فترة السلم التي أعقبت الحرب مباشرة.

أسهمت الصور الجوية في رسم الخرائط وفي الدراسات الجغرافية لذا فدور الاستشعار عن بعد خطير كتقنية جديدة من تقنيات البحث العلمي ، ووسيلة فعالة من وسائل الدراسات الجغرافية التطبيقية ، لما حققه استخدام صور الأقمار الصناعية من جمع البيانات وتحليلها والوصول إلى النتائج.

وأثبت الاستشعار عن بعد من الفضاء بأنه وسيلة لها فائدتها الكبيرة في حصر الموارد البيئية ورصد التغيرات التي تطرأ عليها ، واتسعت مجالاته اتساعاً كبيراً من خلال عقد واحد من الزمن خاصة في دراسة استخدامات الأرض والتخطيط الزراعي ، وإدارة الموارد البيئية ، ورصد نوعية هذه الموارد وتقديرها إلى غير ذلك من المجالات ، لقد ساعد على اتساع مجال الاستشعار من بعد كوسيلة من وسائل البحث الجغرافي والبيئي هو إمكانية استخدام البيانات التي تبثها الأقمار الصناعية عن مناطق شاسعة من العالم فضلاً عن التغطية التكرارية المتتابعة التي تمكن من إجراء المقارنات واستخلاص التغيرات التي طرأت أو التي تطرأ عليها .

استفاد علم الجغرافية بشكل كبير من التطور الذي حدث في وسائل الاستشعار غير الفوتوغرافية وأصبحت الدراسات الإقليمية أكثر دقة وتفصيلا وإمكانية من السابق وتذلل كثير من الصعوبات التي كانت عائقا في سبيل بعض الدراسات التي لم تستطع تسخير الوسائل الفوتوغرافية لحل مشكلاتها ، فالبرازيل التي تبلغ مساحتها (٨،٥)مليون كم٢ لم يكن بالإمكان إعداد خرائط لجميع أراضيها إلا في بداية السبعينات ولم يكن السبب راجعا إلى قلة الإمكانيات المادية والبشرية،

وإنما لوجود عوائق طبيعية كالغابات التي جعلت المسح الميداني أمراً مستحيلاً أو الأمطار والغيوم الدائمة طوال العام في المناطق الاستوائية منها والتي جعلت المسح الجوي الفوتوغرافي غير ذي جدوى وباستخدام الرادار الذي يستطيع اختراق الضباب الغيوم والأمطار ساعدت على مسح تلك المناطق وإعداد الخرائط لها.

يستطيع الجغرافي بواسطة الاستشعار عن بعد مراقبة التوزيع المكاني للظاهرات الأرضية وحركة المرور في دراسة جغرافية النقل هذه الظواهر يصعب مراقبتها مباشرة بالعين البشرية نظراً لتغيرها السريع وتسجيلها في صورة جوية تساعد على أمكانية دراستها، إضافة إلي أن صور الاستشعار تسمح بأجراء المقارنات الزمنية عن طريق دراسة مجموعة صور أخذت في أوقات مختلفة لنفس المكان، كما يسمح بملاحظة طبيعة التغير الذي طرأ على مكان ما، بسبب التسجيل الدائم للظاهرات.

يمكن للجغرافي بواسطة الاستشعار عن بعد إجراء قياسات سريعة ودقيقة الى حد كبير للمسافات والاتجاهات والمساحات والارتفاعات والانحدارات الخاصة بالدراسات الجغرافية.

يستخدم الجغرافي الاستشعار عن بعد في الدراسات التطبيقية وفروع الجغرافيا المختلفة مثل دراسات المدن والزراعة والمناخ والجيومورفولوجيا، وإنتاج الخرائط وتحديثها في وقت سريع وبدقة لم تتوفر بالطريقة التقليدية التي كانت سائدة من قبل.

تساعد وسائل الاستشعار عن بعد الفضائية في دراسة الجغرافيا السياسية للدول لأن الصور الفضائية لا تعترف بوجود الحدود السياسية ، حيث تمنع الحدود السياسية الباحث من استكشاف الاختلافات المكانية الحاصلة في هذه المناطق.

يقوم الكثير من الجغرافيين بالتدريس والبحث في مجال الاستشعار عن بعد إلا أنه قلما يقومون بتحويل نتائج أعمالهم إلى علم الجغرافيا ويعتقد هولز أن ذلك يعود إلى أن:

- ☒ الاستشعار عن بعد تلتقي عنده عدة تخصصات وبالتالي لا يجد طريقه إلى الدوريات الجغرافية.
- ☒ إن المقالات والأبحاث المتعلقة بالاستشعار عن بعد إذا ما نشرت في دوريات جغرافية لا تجد طريقها إلى المهتمين في الاستشعار عن بعد خارج مجال الجغرافيا.

تتيح وسيلة الاستشعار عن بعد للجغرافي في كافة تخصصاته المختلفة في جمع بياناته وتحليلها بواسطة الحاسب، فيمكن للجغرافي المتخصص في جغرافية المدن من الإطلاع على تطور حركة نمو المدينة في الفترات المختلفة من خلال البيانات المتكررة والمتابعة ، واتجاهات هذه الحركة .

يعمل الاستشعار عن بعد الفضائي على توفير النفقات والوقت فالأقمار الصناعية تقوم بتصوير سطح الأرض من أعلى (٩١٨ كم في حالة أقمار اللاندسات) ومن ثم فإن المنظر الواحد يغطي مساحة كبيرة تبلغ مساحتها ٣٤٠٠٠كم٢ وتحتوي على معلومات كثيرة عن المنطقة التي تم تصويرها.

يمكن الاستفادة من الصورة الفضائية الواحدة في أكثر من فرع من فروع الجغرافيا؛ واستخراج بيانات كل في مجال تخصصه لذا فإن الاستشعار عن بعد مهم للجغرافي كوسيلة لجمع المعلومات خاصة مع تطور السفن الفضائية وتطور تكتيك التصوير مما أدى لزيادة الدقة والتفاصيل، حيث يتم الآن التصوير بدقة ٣٠×٣٠م فلا اللاندسات ١ ،٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ بينما اللاندسات ٦ وصلت إلى دقة ١٥م بينما سبوت قد وصل إلى ١٠

×١٠م أما القمر الصناعي الروسي فقد وصل لدقة ٢ × ٢ م وتحمل الأيام كثير من الأخبار عن الأقمار العسكرية التي تقوم بالتصوير لدقة أقل من ٢م.

وقد بدأ الكثير من أقسام الجغرافيا في إدخال مادة الاستشعار عن بعد ضمن مناهجها، كما قامت بعض الأقسام بتأسيس وحدات متكاملة أو أقسام فرعية للاستشعار عن بعد وتجهيزها بأحدث الآلات والمتخصصين وإصدار الدراسات والدوريات المتخصصة ومن ذلك على سبيل المثال جامعات تنسي وكنساس في الولايات المتحدة الأمريكية وجامعة برمنجهام وريدنج في بريطانيا، وفي جمهورية مصر العربية تم إنشاء هيئة خاصة بالاستشعار عن بعد لتقديم الدراسات الفنية في مجال العلوم الجغرافية بمصر، وفي المملكة العربية السعودية إنشاء مركز الإدارة علوم الفضاء في مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، ومركز لمعالجة الصور الفضائية بجامعة البترول والمعادن، فضلا عن أن الجزائر قامت بالتعاقد مع شركة أمريكية للحصول على مسح مواردها عن طريق الاستشعار عن بعد غير الفوتوغرافي الفضائي بعقد قيمته ٨ مليون دولار لتخطيط البلاد كلها.

ومنذ ظهور مصطلح الاستشعار من بعد Remote Sensing فى عام ١٩٦٠ أصبح مجالاً جديداً من مجالات العلوم التطبيقية ، كما استفادت منه كثير من العلوم بمختلف اهتماماتها، وتعد الدراسات العلمية التي تقوم على أساس استخدام الاستشعار عن بعد والتصوير الجوى من أهم الأعمال في الوقت الراهن ، فقد تمكن العلماء من وضع تصوراتهم المستقبلية حول مصير الكرة الأرضية ، كما حصلوا على نتائج في غاية الأهمية في مجال دراسة الموارد الطبيعية على سطح الأرض.

تطبيقات واستخدامات الاستشعار عن بعد

يتم في عصر التقنيات الحديثة الحصول على المعلومات المختلفة والاستفادة من تقنيات الاستشعار عن بعد لحماية الإنسان وأخذ الاحتياطات والتدابير اللازمة والمسبقة لحماية الأرواح والممتلكات.

مجال الدراسة	نظام الألوان RGB		
	الأحمر R	الأخضر G	الأزرق B
الغطاء النباتي	TM-4	TM-3	TM-2
حرائق الغابات	TM-7	TM-4	TM-2
المسطحات المائية	TM-5	TM-2	TM-1
التربة و المعادن	TM-7	TM-3	TM-2
الدراسات الحضرية	TM-6	TM-4	TM-7
الدراسات الحضرية	TM-3	TM-2	TM-1
الدراسات المائية	TM-3	TM-2	TM-1

جدول استخدامات النطاقات الطيفية للقمر الصناعي لاندسات

للاستشعار عن بعد علاقة في كثير من المجالات العلمية والتطبيقية نذكر منها:

في المجال الزراعي:

أ- حيث يتم تحديد وتوقع مقدار المحاصيل الزراعية .

ب- عمل الخرائط اللازمة لتحديد المناطق الزراعية .

ج- اكتشاف الآفات الزراعية وأمراض النباتات والأشجار.

د- يساعد في وضع سياسة معينة لحفظ المناطق الزراعية من التلوث وذلك من خلال المراقبة المستمرة .

ه- مراقبة التصحر

و- مراقبة حرائق الغابات .

في مجال التربة:

أ- يتم تقسيم التربة وتصنيفها.

ب- عمل خرائط مناخية للتربة

ج- دراسة إمكانية حفظ التربة وتحسينها.

د- مراقبة جفاف الأراضي والبحيرات.

في المجال العسكري :

أهم الاستخدامات الرئيسية في هذا المجال: في مجال الدفاع الجوي، الدفاع الصاروخي, المراقبة الجوية والاستطلاع, قياس المدى, التحكم في التصويب وتوجيه نيران الأسلحة, في مجال التجسس وتحديد المواقع الإستراتيجية والأهداف بدقة, تحديد مواقع وحركة وحجم الجيوش.

في مجال الحد من الكوارث والمخاطر الطبيعية :

والتي من صنع الإنسان: مثل الفيضانات والزلازل والسيول ومتابعة المنكوبين والبحث عنهم , والتفجيرات النووية ومدى تأثيرها على المناطق المحيطة وحرائق الغابات.

في مجال الأرصاد الجوية والمناخ :

الأرصاد الجوية هي أحد التطبيقات المدنية التي استفادت مبكراً من الأقمار الصناعية، حيث يمكن اعتبار القمر الصناعي في هذه الحالة على أنه برج مراقبة عال جداً يستطيع أن يكشف مساحة واسعة جداً من سطح الكرة الأرضية والغلاف الجوي الذي يغطيها وهو كذلك يستطيع أن يعطي معلومات دقيقة تماماً عن بعض الظواهر الجوية مثل تشكيلات السحب وحركتها ودرجة حرارتها، وحركة الأعاصير ومتابعتها.

وأصبح الآن وفي معظم الدول يلعب التنبؤ الجوي دوراً اقتصادياً كبيراً في تقدير المحاصيل والغلال وفي متابعة الأعاصير والزوابع والتي تصل إلى حد الكوارث الطبيعية. وأصبح الآن وبدون شك يمكن تقليل الخسائر في الأرواح والممتلكات بشكل كبير عندما يمكن ترحيل السكان من المناطق التي تقع في مسار الأعاصير, ولكن ذلك يحتاج إلى متابعة شبه لحظية "من الأقمار الصناعية" حيث أن هذه الأعاصير تغير اتجاهاتها بشكل فجائي وسريع ولا يمكن التنبؤ به، ولكن لحسن الحظ فإن الأقمار الصناعية يمكنها القيام بمهمة المتابعة هذه بشكل دقيق.

يعمل الاستشعار عن بعد في هذا المجال على:

- ☒ تحديد حركة الغيوم ونوعها وسمكها ودرجة حرارتها.
- ☒ رصد المتغيرات المناخية مثل درجة حرارة سطح الأرض والمسطحات المائية والجبال الجليدية.
- ☒ إمكانية تحديد كمية الأمطار المتوقع هطولها.
- ☒ دراسة تلوث الهواء.
- ☒ تساعد على إصدار تنبؤات جوية أكثر دقة حيث يتم بواسطتها تحديد مواقع وحركة المنخفضات الجوية والجبهات الهوائية والأعاصير(كما هو موضح بالصورة)

مجال الآثار:

من الممكن استخدام صور الأقمار الصناعية والصور الجوية في التعرف علي المناطق الأثرية القديمة وذلك بإحدى الطرق الثلاث:

- الاختلاف في أطوال الأشجار التي هي من نفس النوع تكون دليل التعرف علي القري أو المدن المدفونة تحت الأرض.

- أو عن طريق استخدام العلامات الواضحة علي التربة، كخيوط لاكتشاف أماكن أثرية في درجة اللون والظل اللذين يظهران علي صور الأقمار الصناعية.
- كيفية نمو الحشائش حيث لا تنمو الحشائش بدرجة كافية علي الطرق القديمة.

مجال الجيولوجيا:

تتعدد مجالات استخدام صور الأقمار الصناعية، بالحصول علي معلومات جيولوجية يمكن الاستفادة منها في الحصول علي معلومات جيولوجية أيضاً:

- التعرف علي نوعية الصخور.
- البحث والتنقيب عن الثروات المعدنية والبترولية وعمل الخرائط الجيولوجية اللازمة (من خلال الفواصل والصدوع التي تظهر علي الصور).
- تحديد أماكن الشهب والنيازك التي ارتطمت بسطح الأرض وأدت إلي ثراء الأرضية بالثروات المعدنية.
- تحديد أماكن البراكين والتنبؤ بها من خلال الطاقة الحرارية المنبعثة في الاستشعار عن بعد.
- نظراً لارتباط الزلازل بالحركات الأرضية وخاصة الصدوع النشطة فقد أمكن تحديد مراكز الزلازل علي صور الاستشعار عن بعد لمراعاة ظروف هذه المناطق واتخاذ وسائل الأمان.

مجال المياه السطحية والجوفية:

أدى استخدام صور الأقمار الصناعية إلي حل الكثير من مشاكل المياه السطحية والجوفية (التحت سطحية). وباستخدام

الصـــور المركبـــة الملونـــة ذات الألـــوان الكاذبـــة (False Color Composite).

- يمكن بسهولة تحديد المياه السطحية بصفة عامة وامتـداد الفيضـانات علي جانبي الأنهار، وتمتاز المياه بأن لها أعلي حرارة نوعية وبالتـالي فيمكن الإحساس بالمياه والرطوبة باستخدام الطاقة الحرارية المنبعثة حيث تكون المياه باردة في الأيام الدافئة ودافئة فـي الليـالي البـاردة وباستخدام معلومات الأقمار الصناعية الحرارية يمكن بسهولة التعرف علي البرك المائية والأنهار والبحار.
- أما بالنسبة للمياه الجوفية فلقد وجـد أن هنـاك علاقـة وثيقـة بـين درجة حرارة التربة وأعماق مناسيب المياه، ومن هذه الخاصية يمكـن تحديد مناسيب المياه في منطقة الدراسة.
- والمصدر الثالث للمياه هو تلك المياه المقيـدة (الثلـوج) الموجـودة علي قمم الجبال وفي المنـاطق البـاردة، وتعتبـر الثلـوج أول مصـدر أرضي يمكن رؤيته من الفضاء، ومن هذه الصور يمكن تعيـين سـمك هذه الثلـوج، وبالرصـد المسـتمر لهـا يمكـن التنبـؤ بـذوبانها لأنهـا مصدراً هاماً من مصادر توليد الطاقـة الكهربائيـة عنـد ذوبانهـا وانحدارها لأسفل كما يمكن من هذه الصـور الجويـة التفريـق بـين المياه العكرة والمياه الصافية الخالية من الشوائب التي تمتص الأشعة القريبة من التحت حمراء، ولكن حينما تكون ملوثـة أو بهـا شـوائب، فإنها تعكس بعضاً من الأشعة في الجزء المرئي من الطيف. أما علي الصورة المركبة فتظهر المياه النقية علي لون أزرق داكن أما المياه الملوثة والعالق بها شوائب فتظهر علي هيئة لون أزرق فاتح.

مجال الغابات:

من أهم وسائل التعرف علي الأشجار في هذا التصوير الجوى هو الشكل المورفولوجي لها (المورفولوجيا: علم التشكل فرع من علم الأحياء يبحث في شكل الحيوانات والنباتات وبنيتها) وبالنسبة للأشجار فإن الشكل المورفولوجي لها مثل الشكل التاجي وخاصية التفرع، فمثلاً الغابات التي تحتوى علي شجر البلوط ذو الورق العريض وشجر الصنبور الأبري،

ولكي تحدد نوعية هذه الأشجار علي خريطة فإن أول شئ يتبادر إلي ذهن الإنسان هو استعمال العين المجردة للتفريق بين كلا النوعين لكن الانعكاس الطبيعي أن الجزء المنظور للطيف لكلا النوعين من الشجر إما أن يكون متداخل مع بعضه أو قريب جداً من بعضه بدرجة لا تسمح بالتمييز بين النوعين من الشجر، وبالتالي يبدو النوعين بنفس درجة الاخضرار. أما في نطاق الطيف الكهرومغناطيسي الغريب من الأشعة تحت الحمراء يمكن أن يوضح الفرق بين النوعين من الشجر وعليه يمكن استخدام أجهزة مسح وتسجيل للأشعة القريبة من تحت الحمراء مثل كاميرا وبها فيلم أبيض وأسود لهذه الأشعة وسيبدو كلا النوعين مميز علي هذه الصورة حيث أن شجر البلوط سيعكس الأشعة تحت الحمراء بدرجة أكبر من شجر الصنوبر بأخذ اللون الداكن.

الاستخدامات الأرضية:

يهدف التصوير هنا إلي حسن استغلال مصادر الثروة، ولذلك ينبغي تحديد النشاطات المختلفة السائدة في مناطق الدراسة:

المناطق السكنية

- مناطق الخدمات التجارية
- طرق المواصلات
- الأراضي الزراعية

- محطات الطاقة الحرارية
- مناطق الحشائش
- الغابات
- الأنهار

وبالرصد الدائم لنوعية الأراضي يمكن معرفة التغيرات التي تطرأ علي الرقعة المزروعة والمناطق السكانية والصناعية، ومعرفة الامتدادات العمرانية الجديدة.

مجال البحار والمحيطات:

☒ **تعيين درجة الحرارة السطحية للبحار والمحيطات:**

تعتبر المحيطات والبحار مخزن حرارى، وتغير درجة الحرارة يعني تغير في خواص المياه والحياة النباتية والحيوانية، ولذلك فإن صور الأقمار الصناعية ممكن أن تستخدم لمعرفة درجة حرارة الماء. ولقد وجد أن السحب وبخار الماء يؤثران علي الطاقة الحرارية تحت الحمراء.

☒ **قياس درجة ملوحة البحار والمحيطات:**

يمكن تحديد درجة الملوحة من قياس درجة الحرارة السطحية للبحار والمحيطات والقراءات الحرارية المسجلة علي الراديو ميتر (أو مقياس كثافة الطاقة الإشعاعية) الموجودة بأجهزة الاستشعار عن بعد.

☒ **ارتفاع الأمواج في البحار والمحيطات:**

يمكن تعيين ارتفاع الأمواج من أجهزة الرادار الموجودة مع أجهزة الاستشعار عن بعد. حيث ترسل هذه الأجهزة نبضات إلي سطح الأرض والبحار والمحيطات ثم تسجل النبضات المرتدة إلي جهاز الاستشعار وتحديد الزمن الذي في رحلة الذهاب والعودة ومنه يمكن تعيين الارتفاعات المختلفة لسطح الأرض. أما علي سطح البحار والمحيطات فيمكن تعيين ارتفاع الأمواج بها من متوسط شكل النبضات التى استقبلتها الأجهزة.

☒ **الثلوج:**

يمكن التعرف علي الثلوج بسهولة في هذه الصور الجوية حيث أن كمية الحرارة المنبعثة تتناسب مع شدة الإشعاعات ودرجة الحرارة المطلقة. وكلما كانت هذه الثلوج أقدم تقل درجة انبعاثها للحرارة نظراً لكون هذه الثلوج أكثر برودة.

مجال تلوث المياه:

وسوف نشير هنا إلي ملوثات المياه الأخرى:

أ- البقع الزيتية:

حيث يبدو الماء الملوث في التصوير الجوى داكن اللون (أسود) والبقع الزيتية فاتحة اللون (رمادية).

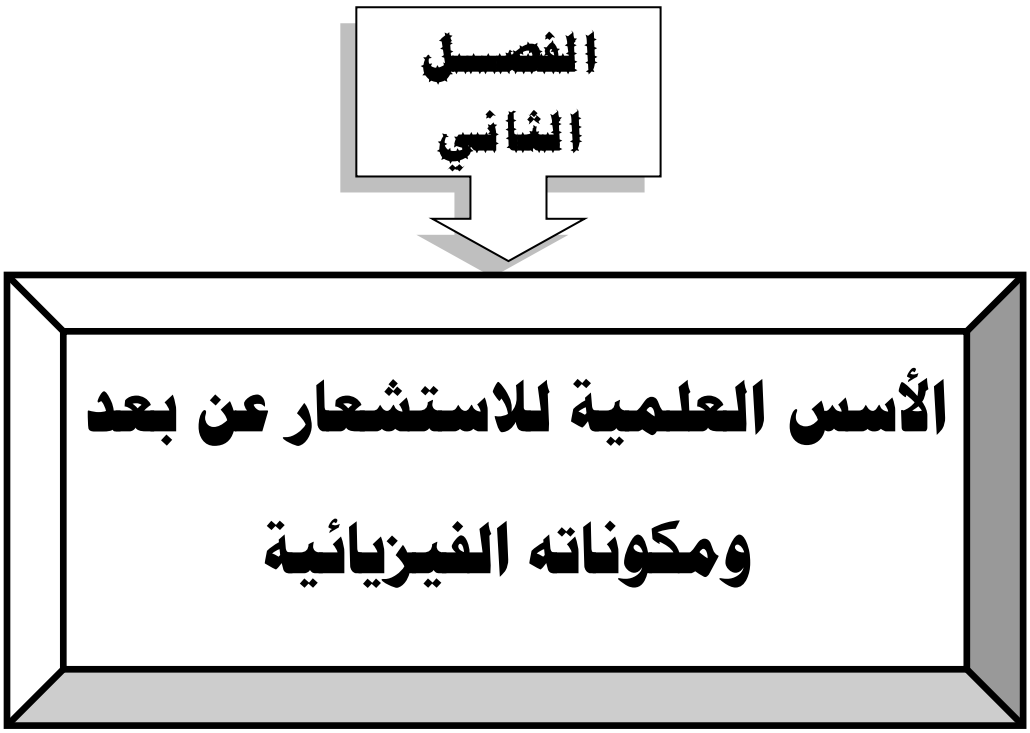
ب- المخلفات الحمضية:

تتميز هذه المخلفات بمحتواها العالي من الأكسجين المذاب، ويمكن التعرف عليها باستخدام بعض التحليلات المعقدة، ويمكن استخدام الحاسب الإلكتروني الآلي في معرفة النباتات المغمورة وتقييمها والتي بدورها تحدد أماكن التجمعات السميكة من مصادر الثروة الطبيعية.

مجال المساحة وعلم الخرائط:

والاستشعار عن بعد له أهمية كبيرة في مجال المساحة وعلم الخرائط:

١- للحصول علي صور الكرة الأرضية.
٢- الانتهاء من إعداد الخرائط في وقت قريب جداً من زمن التصوير.
٣- الدقة الإشعاعية.
٤- الاستشعار عن بعد مناسب للمسح وإعداد الخرائط أتوماتيكياً.
٥- صور الأقمار الصناعية مناسبة للمسح المستوي.


الفصل
الثاني
الأسس العلمية للاستشعار عن بعد
ومكوناته الفيزيائية

مقدمة:

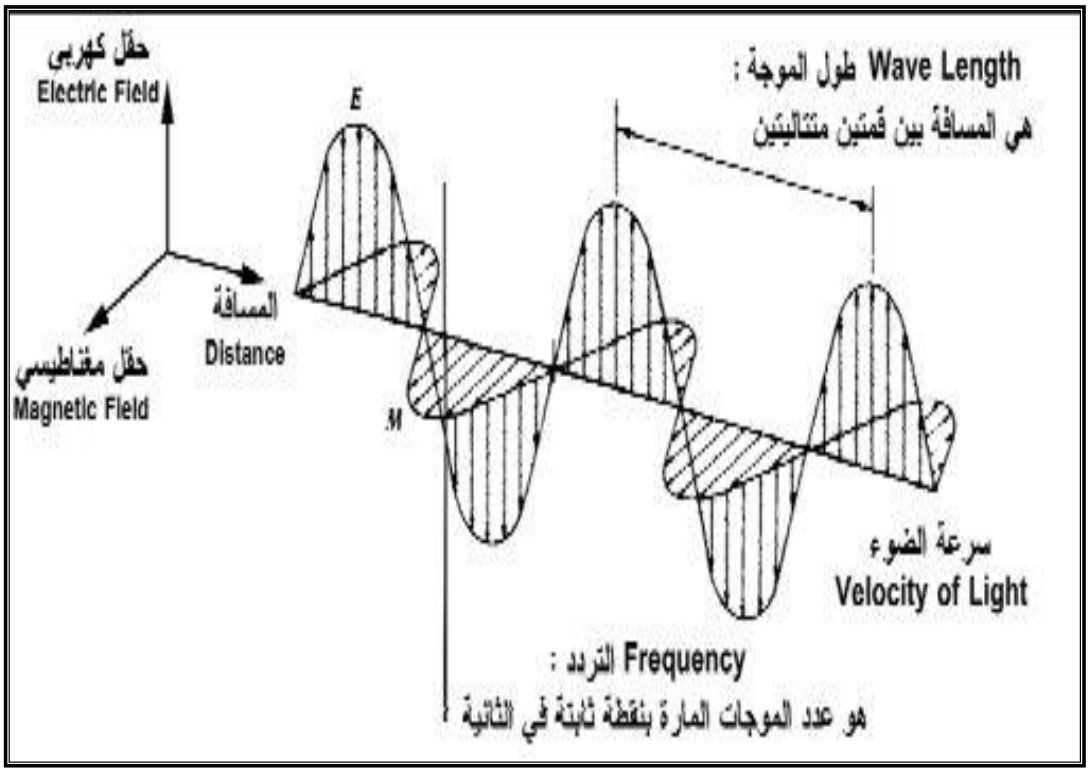
تعتمد تقنيات الاستشعار عن بعد على مبدأ فيزيائي بسيط وهو أن سطوح الأجسام المختلفة تعكس الأشعة الساقطة عليها بدرجات مختلفة، وعليه فإن معرفة الخصائص الطيفية للأهداف الطبيعية وكيفية انعكاسها على الصور الفضائية يملك أهمية كبيرة في عملية التفسير، كما أن اختيار الوسيلة المناسبة من عمليات المسح والتصوير يمكن أن تساعد في التعرف على الأهداف بشكل أفضل.

أولاً: الأشعة الكهرومغناطيسية وتفاعلاتها مع المواد

تتطلب عملية الاستشعار وجود مصدر طاقة ما لم يكن الهدف بحد ذاته مشعاً قادراً على إصدار الأشعة، هذه الطاقة يجب أن تكون على شكل أشعة كهرومغناطيسية.

يمكن تعريف الأشعة الكهرومغناطيسية بأنها طاقة ذات موجات مختلفة الأطوال تسير بسرعة الضوء (٣٠٠.٠٠٠ كيلومتر في الثانية)، ويحدث الشعاع الكهرومغناطيسي الواحد على شكل موجات كهربائية وموجات مغناطيسية متساوية في طول الموجة ومقترنة ببعضها، تُرى بعض تلك الأشعة الكهرومغناطيسية من لونها ، فبعضها الأخضر وبعضها الأحمر، وبعضها البرتقالي، وبعضها الأصفر ، هذا بحسب تردد الموجة.

تسير الموجات الضوئية في الفراغ مكونة مجالين من الطاقة هما: المجال أو الحقل الكهربائي (E) العمودي علي اتجاه السير والمجال أو الحقل المغناطيسي (M) في اتجاه السير ويصنع زاوية قائمة مع الحقل الكهربائي ، وكلا المجالين يسيران بسرعة ثابتة في الفراغ وهي ما يطلق عليها اسم سرعة الضوء. من هنا يسمي الضوء بأنه ضوء كهرومغناطيسي أو أشعة كهرومغناطيسية.



مكونات الأشعة الكهرومغناطيسية

الضوء الكهرومغناطيسي ليس نوعاً واحداً، بل يوجد بداخله مئات من الأنواع أو الأقسام أو الأشعة التي تختلف في مواصفاتها وأيضا في استخداماتها. ولكي نفرق بين هذه الأنواع يجب وضع معيار محدد، وهناك معيارين أو قيمتين تمكننا من تقسيم الضوء الكهرومغناطيسي إلي أقسام وهما:

١- الطول الموجي.

٢- التردد.

وقبل الدخول في تفاصيلهما سنتعرض للوحدات المستخدمة في قياس الأشعة الكهرومغناطيسية حيث أن المتر هو الوحدة الرئيسة، ويشتق منه وحدات أصغر هي الميكرومتر والنانومتر (nm) وهي أصغر وحدة .

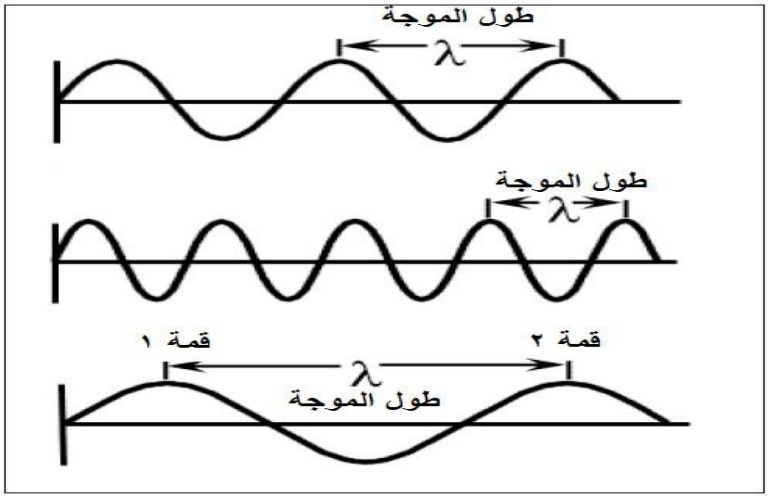
الوحدة	الوحدة المكافئة بالأس	الوحدة المكافئة
متر	(10^{6})	١،٠٠٠،٠٠٠ ميكرومتر
متر	(10^{9})	١،٠٠٠،٠٠٠،٠٠٠ نانومتر
ميكرومتر	(10^{3})	١،٠٠٠ نانومتر

الطول الموجي:

يسير الضوء المغناطيسي في الفراغ في صورة منحني (وليس خطا مستقيماً) يشبه منحني دالة الجيب sin، أي أنه - وبصورة تخيلية - يزداد ليصل إلي أقصي قيمة (قمة ١) ثم يبدأ في الانخفاض حتى يصل إلي الصفر ثم يستمر ليصل إلي أقصي قيمة سالبة في الجهة الأخرى (قمة ٢) ثم يبدأ في الزيادة ليصل لمستوي الصفر مرة أخري. وهذه الحركة أو الدورة نطلق عليها اسم "موجة"، وتتكرر هذه الموجات طوال خط سير الضوء.

والمسافة التي تفصل بين قمتين متتاليتين هي ما يطلق عليها اسم "طول الموجة" أو "الطول الموجي" للضوء، وغالباً يستخدم الحرف اللاتيني (λ) ينطق لامدا) للتعبير عن الطول الموحي، ويقاس الطول الموجي بالمتر (م) أو بأحد أجزائه وهي: النانومتر، والميكرومتر، السنتيمتر (cm) كما ذكر سابقاً.

يتم عادة استخدام الميكرومتر في قياس الطول الموجي في نظم الاستشعار عن بعد.



الطول الموجي للأشعة الكهرومغناطيسي

التردد:

هو المعيار الثاني المستخدم في التفرقة بين نوع ضوء كهرومغناطيسي ونوع آخر، ويعرف التردد علي أنه عدد الدورات الكاملة (الموجات) للضوء في فترة زمنية محددة، أو بصورة أخري فالتردد هو عدد الموجات في الثانية الواحدة. ويقاس التردد بوحدات الهيرتز (Hertz) والذي يساوي ١ دورة/ثانية، ومضاعفاتها مثل الكيلو هيرتز والمساوي ١٠٠٠ (أي ألف) دورة/ثانية أو الميجا هيرتز والبالغ ١,٠٠٠,٠٠٠ (أي مليون) دورة/ثانية أو الجيجا هيرتز والبالغ ١،٠٠٠،٠٠٠،٠٠٠ (أي مليار) دورة/ثانية.

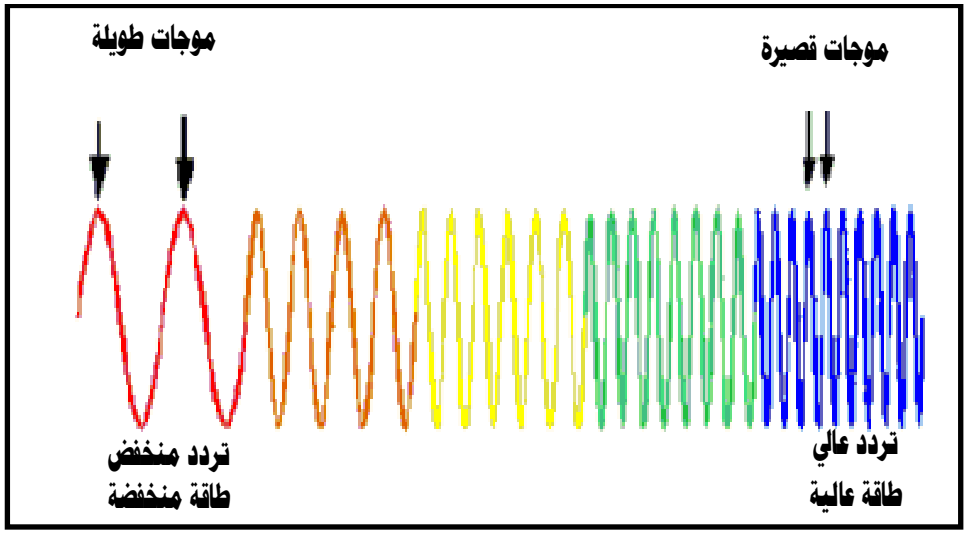
العلاقة بين الطول الموجي والتردد لأي نوع من أنواع الضوء الكهرومغناطيسي هي علاقة ثابتة حيث أن:

سرعة الضوء = التردد × الطول الموجي ، أي أن :

التردد = سرعة الضوء / الطول الموجي .

الطول الموجي = سرعة الضوء / التردد

من المعروف أن سرعة الضوء ثابتة (حوالي ٣٠٠، ٠٠٠ كيلومتر/ثانية) فيمكننا حساب التردد أو الطول الموجي لنوع محدد من الضوء إذا علمنا قيمة الآخر. كما يدل ذلك علي أن العلاقة بين التردد وسرعة الضوء علاقة عكسية، فإذا زاد التردد قل الطول الموجي والعكس صحيح أيضاً.



الطول الموحي والتردد

يرتبط الطول الموحي بالتردد بالعلاقة الرياضية التالية:

$$c = \lambda \nu$$

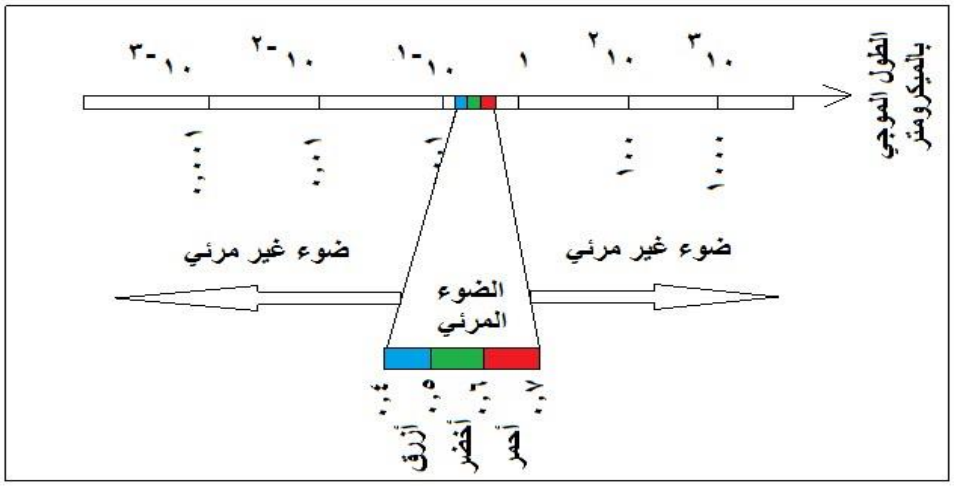
c سرعة الضوء = ٣ x ١٠ ^ ٨ متر/ث،
λ طول الموجة بالمتر،
ν التردد (بالهرتز أي عدد الموجات/ث).

تجب ملاحظة أن وحدة قياس أطوال موجات الأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء غالبا تكون الميكرومتر وأحيانا النانومتر.

١- **الطيف (الضوء) الكهرومغناطيسي** Electromagnetic Spectrum

يتراوح الطيف الكهرومغناطيسي من الأمواج القصيرة جداً كأشعة جاما والأشعة السينية إلى الأشعة فائقة الطول، مثل الأمواج الميكروية والراديوية.

الضوء المرئي هو ما تستطيع عين الإنسان رؤيته من أنواع الضوء الكهرومغناطيسي، بينما كل الأشعة التي لا تستطيع العين البشرية التعامل معها تسمي الضوء غير المرئي. والضوء المرئي هو الضوء الذي يتراوح طوله الموجي بين ٠,٤ ميكرومتر و ٠,٧ ميكرومتر، أي أن أي ضوء له طول موجه أقل من ٠,٤ ميكرومتر وأي ضوء له طول موجه أكبر من ٠,٧ ميكرومتر لن نستطيع رؤيته ولذلك يسمي الضوء غير المرئي.

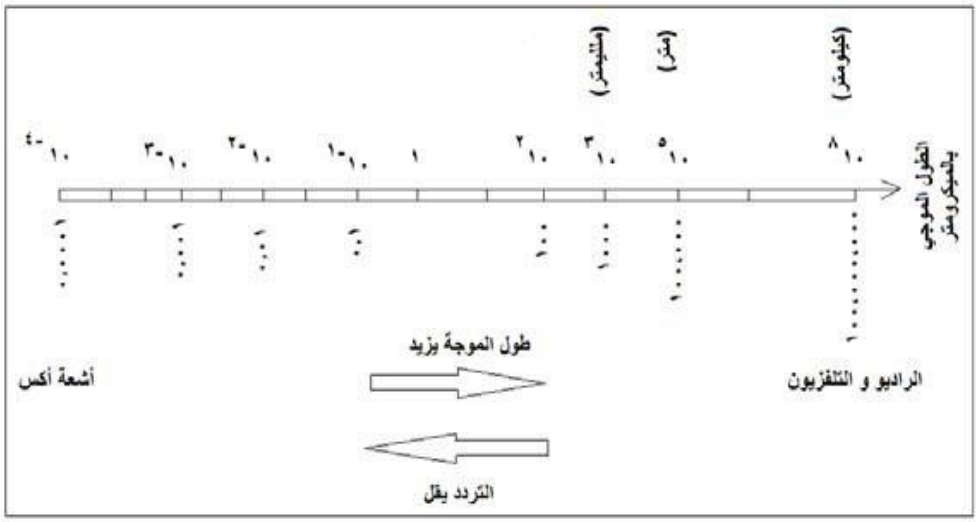


الضوء الكهرومغناطيسي المرئي وغير المرئي

تصنف موجات الإشعاع الكهرومغناطيسي حسب أطوالها إلى نطاقات Bands ابتداء من أطوال موجات قصيرة جدا (مثل أشعة جاما و أشعة

اكس أو الأشعة السينية) إلي أطوال موجات كبيرة جدا (مثل موجات بث الراديو والتلفزيون)، ومن هنا فيوجد عدد كبير جدا من أنواع أو أقسام الضوء، **والنطاق** هو جزء محدد من الطيف الكهرومغناطيسي قد يكون واسعاً أو يكون ضيقاً ، ومن ضمنها نطاق وسطي يسمى نطاق الضوء المرئي، الذي يتقسم إلي ٣ أقسام رئيسية حسب طول الموجة وهي:

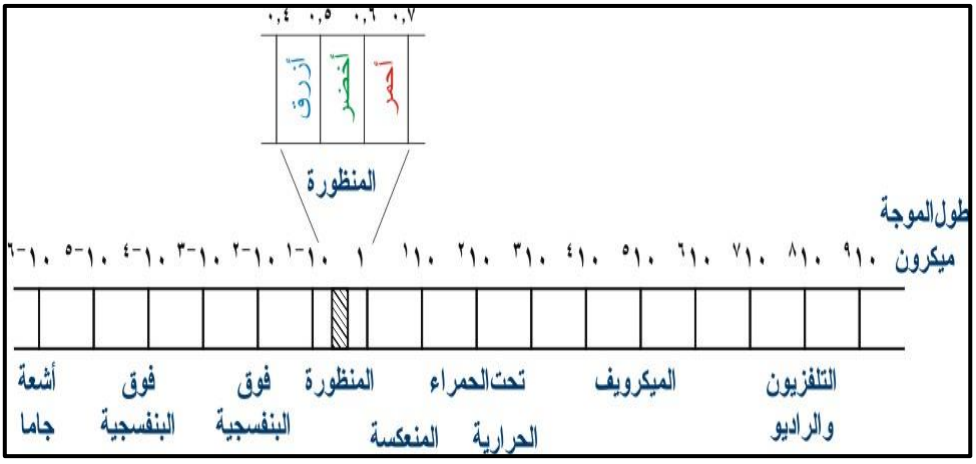
- اللون الأزرق: من ٠,٤ – ٠,٥ ميكرومتر.
- اللون الأخضر: من ٠,٥ – ٠,٦ ميكرومتر.
- اللون الأحمر: من ٠,٦ – ٠,٧ ميكرومتر.



أقسام الطيف الكهرومغناطيسي بناءاً علي طول الموجة

يستخدم الضوء المرئي في التصوير الجوي بصفة أساسية، وان كانت هناك أنواع من معدات التصوير الجوي وأيضا التصوير الفضائي تستخدم بالإضافة للضوء المرئي أنواع من الضوء غير المرئي ذات أطوال موجات قريبة. فالأشعة فوق البنفسجية - التي تتراوح أطوال موجاتها بين ٠,١ ميكرومتر و ٠,٤ ميكرومتر - تستخدم في تطبيقات معينة من التصوير خاصة التصوير الفضائي في مجال الجيولوجيا وتحديد أنواع الصخور، كما تستخدم الأشعة تحت الحمراء سواء الانعكاسية (طول

موجاتها يتراوح بين ٠,٧ و ٣ ميكرومتر) أو الأشعة تحت الحمراء الحرارية أو المنبعثة (طول موجاتها يتراوح بين ٣ و ١٢ م ميكرومتر) في التصوير الجوي والتصوير الفضائي خاصة في التطبيقات الزراعية والمائية والعسكرية.



الطيف الكهرومغناطيسي

مجالات الطيف الكهرومغناطيسي

أ- مجال أشعة جاما Gama Rays:

هي أشعة متناهية الصغر تتراوح أطوالها من (٠,٣ – ٠,٠٠٣) انغستروم.

ب- مجال أشعة X Rays:

هي أشعة ذات موجات أطوالها قصيرة تقع بين(٠,٣ – ٣٠) انغستروم وتدعى أشعة روتنجن Rontgen.

ج- مجال الأشعة فوق البنفسجية: (Ultraviolet Rays)

هي من أقصر الموجات التي تستخدم في الاستشعار عن بعد لأن الكثير من الأجسام الطبيعية تشع ضوءاً مرئياً عند تعرضها للأشعة فوق البنفسجية.

تقع على الطيف المرئي وتتراوح أطوال موجاتها من (3.0 – 4.0) ميكرومتر، وتوجد طيف الأشعة الشمسية إذ يسير قسم منها مع أشعة الشمس ولكنها تضيع في طبقات الجو العليا، وتظهر في الجو بسهولة لأنها تصطدم بجزيئات الغلاف الجوي وتعطي السماء لونها الأزرق الذي يظهر في السماء الصافية الخالية من الغيوم.

د- المجال المرئي Visible Rays:

إن الضوء الذي تراه أعيننا يدعى بالمجال المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي، ومن المهم معرفة مدى صغر المجال المرئي مقارنة بغيره من المجالات، ويغطي المجال المرئي الأشعة التي يتراوح طولها من ٤٠٠ نانومتر إلى ٧٠٠ نانومتر أقصر الأطوال الموجية المرئية هو البنفسجي وأطولها هو الأحمر.

أطوال المجال المرئي

اللون	الطول الموحي		وحدة القياس
	من	إلي	
البنفسجي	٤٠٠	٤٤٦	نانومتر
الأزرق	٤٤٦	٥٠٠	نانومتر
الأخضر	٥٠٠	٥٧٨	نانومتر
الأصفر	٥٧٨	٥٩٢	نانومتر
البرتقالي	٥٩٢	٦٢٠	نانومتر
الأحمر	٦٢٠	٧٠٠	نانومتر

ويعتبر الأزرق والأخضر والأحمر الألوان الرئيسة نظراً لعدم إمكانية تشكيل أي لون من اللونين الآخرين، إلا أن كل الألوان الأخرى يمكن تركيبها من الأزرق والأخضر والأحمر، ويمكن رؤية مكونات المجال المرئي عند مرور ضوء الشمس عبر المنشور الذي يقسم الأشعة إلى كميات متمايزة حسب طولها الموجي.

٥- المجال تحت الأحمر Infrared Rays:

يقع هذا المجال بين الطول الموجي ٠,٧: ١٠٠ ميكرومتر، وهو أكبر بمائة مرة من المجال المرئي، يقسم المجال تحت الأحمر إلى نوعين حسب خصائص الأشعة هما:

أ- <u>الأشعة تحت الحمراء المنعكسة</u>: Reflected IR

وهي الأشعة المنعكسة عن الأهداف الطبيعية وتستخدم بنفس طريقة استخدام الأشعة المرئية في تطبيقات الاستشعار عن بعد وهي تغطي المجال من ٧٠٠ إلى ٣٠٠٠ نانومتر أو ٠,٧ : ٣ ميكرومتر.

ب-<u>الأشعة تحت الحمراء المنبعثة (الحرارية)</u> Emitted or Thermal IR

وهي الأشعة التي تشعها الأجسام الطبيعية على شكل حرارة وبالتالي تختلف عن الأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء المنعكسة وتغطي المجال من ٣ إلى ١٠٠ميكرومتر.

و- أشعة الميكروويف:

بدأ الاهتمام في الفترة الأخيرة بنطاق من الطيف الكهرومغناطيسي في الاستشعار عن بعد ألا وهو نطاق أشعة الميكروويف والتي يتراوح طولها الموجي من ١ مليمتر إلى ١ متر. وللموجات الطويلة سمات مشابهة للنطاق الموجي في الأشعة تحت الحمراء الحرارية، بينما تقترب الموجات الطويلة من الموجات المستخدمة في البث الإذاعي.

ز- مجال أشعة الراديومتر Radio Wave:

يبلغ طول موجات أشعة الراديو بين ١ متر إلي ١ كم، ولا تستخدم وسائل الاستشعار عن بعد كافة مجالات الطاقة وإنما جزءاً فقط من الطيف الكهرومغناطيسي يبدأ من مجال الأشعة فوق البنفسجية مروراً بالأشعة المرئية، ثم الأشعة تحت الحمراء القريبة فالمتوسطة فالبعيدة فضلاً عن الأشعة الراديوية، كما أن المجال المرئي له أهمية خاصة ومميزة ليس لرؤية الإنسان وإنما لأنه مجال جيد وأساسي للاستشعار.

ثانياً:أنواع الاستشعار عن بعد

توجد العديد من التصنيفات للاستشعار عن بعد، ويمكن تصنيف الاستشعار عن بعد **طبقاً لنوع المستشعر ومصدر الطاقة**، والاستشعار عن بعد **طبقاً لوسيلة الحمل وأجهزة الالتقاط**، والاستشعار عن بعد **طبقاً للطول الموجي**.

١- الاستشعار طبقاً لنوع المستشعر ومصدر الطاقة.

تعد الشمس بحق من أهم مصادر الطاقة بالنسبة للاستشعار عن بعد، حيث أن الأشعة الشمسية إما أن تنعكس عن الأهداف والأجسام الطبيعية كما هو الحال في المجال المرئي، أو يتم امتصاصها ومن ثم تقوم الأجسام بإعادة انبعاث الأشعة كما هو الحال في المجال تحت الأحمر الحراري.

تحتاج صور الأقمار الصناعية مثل بقية الصور إلى موجات تنعكس عن الجسم المراد تصويره لكي تلتقط على اللوح الحساس Negative ، وبالتالي يوجد نوعان من الصور الفضائية:

أ- الاستشعار غير الفعال "السالب"، "غير النشط".(Passive Remote Sensing)

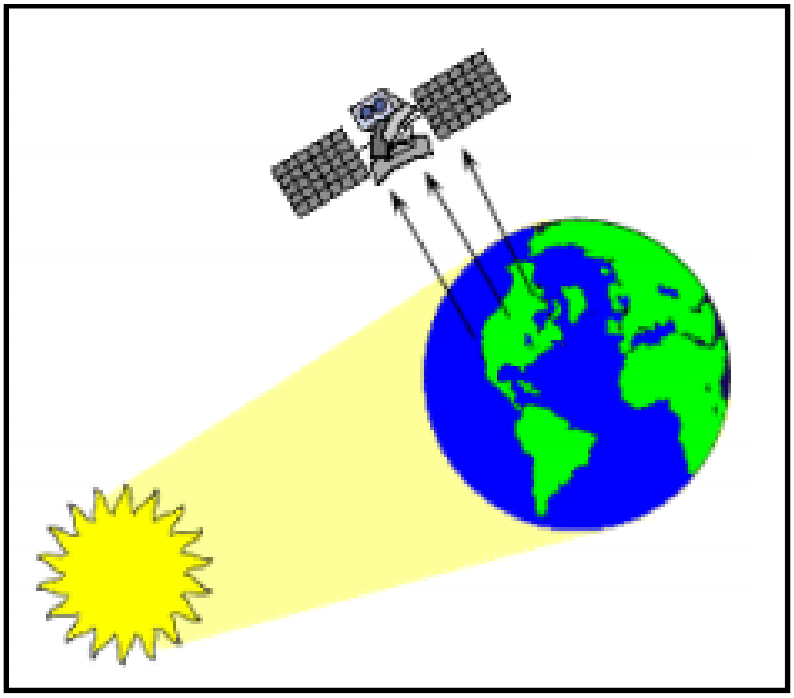
يعتمد الاستشعار عن بعد السالب على مصادر الطاقة الطبيعية مثل أشعة الشمس، أو على الإشعاع الطبيعي للهدف نفسه، وبهذا تكون البيانات المستقبلة عبارة عن الانعكاسات الطيفية من سطح الأرض والأجسام التي عليها، ويعرف مقدار هذه الانعكاسات بالبيانات الرقمية Digital Data.

وتستخدم فيه أجهزة استشعار تقوم بقياس الطاقة المتاحة بشكل طبيعي، ويقصد بها الأشعة الشمسية المنعكسة عن الأهداف أو الأشعة المنبعثة من الأهداف ذاتها على شكل طاقة حرارية، والأشعة المنعكسة لا يمكن رصدها وقياسها وتسجيلها إلا في ساعات النهار وذلك لانعدام الأشعة الشمسية المنعكسة ليلاً.

ويعتمد الاستشعار عن بعد الفضائي السالب على المبادئ الأساسية الآتية:

- ☒ استقبال أجهزة الرصد المثبتة بالأقمار الصناعية الموجودة في الفضاء الخارجي على ارتفاعات شاهقة للأشعة المنعكسة من سطح الأرض، والناتجة من تفاعل ظاهرات سطح الأرض مع الأشعة الكهرومغناطيسية المنبعثة من الشمس.
- ☒ تحويل الأشعة المنعكسة من سطح الأرض إلى قيم رقمية، ترسل على شكل إشارات إلى محطات الاستقبال الأرضية التي تقوم بتنقيتها وتخزينها.
- ☒ معالجة القيم الرقمية باستخدام أجهزة ونظم إلكترونية متطورة Image Processing System ، ومن ثم تحويلها إلى صور قابلة للتحميل.

- ☒ التحقق الأرضي Ground trusting ، ويعنى القيام بزيارات ميدانية لمواقع محددة ظاهرة على الصورة الفضائية المعالجة، وذلك للتعرف على بعض المتغيرات بالصور، وعادة ما تتمثل هذه التغيرات بألوان متميزة ، يدل كل لون منها على نوع معين من الظواهر الأرضية ، يمكن تحديد خصائصه وجمع عينات ممثلة له.
- ☒ الإخراج النهائي للصور الفضائية التي يمكن تفسيرها وتجميعها وتصنيف محتواها على أسس علمية سليمة.



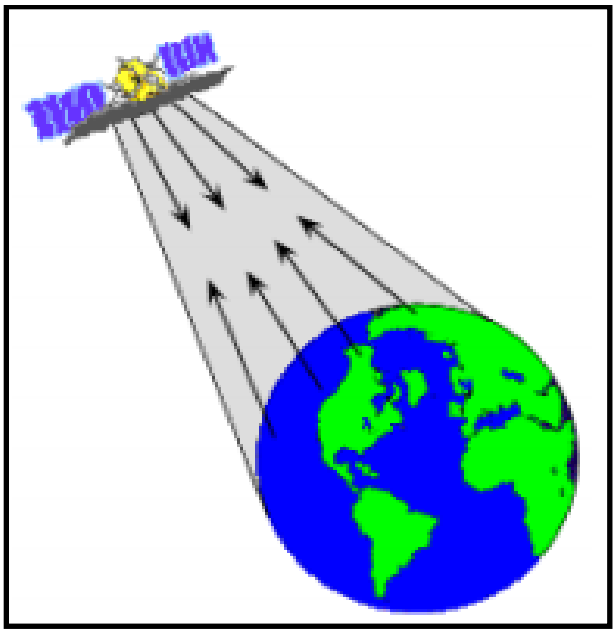
المستشعرات السالبة

ب- الاستشعار الفعال الموجب ، "النشط":

يمكن الحصول منه علي صور يُعتَمد فيها على مصدر للطاقة مثبت على القمر نفسه مثل أقمار الرادار، وتكون البيانات المستقبلة عبارة عن انعكاسات طيفية ، حيث تقوم الأقمار الصناعية بإرسال الموجات الكهرومغناطيسية إلى سطح الأرض ثم انعكاسها ليستقبلها الرادار الذي

يقوم بإرسالها إلى محطات الاستقبال الأرضية Ground Reception Station.

تستخدم في هذا النوع من الاستشعار مستشعرات تحتوي على مصدر الطاقة لإضاءة الهدف، حيث يقوم بتوجيهها نحو الهدف مباشرة الذي يقوم بدوره بعكسها نحو المستشعر ليتم تسجيلها، ويمكن استخدام هذا النظام بغض النظر عن الظروف الجوية وظروف الإضاءة.



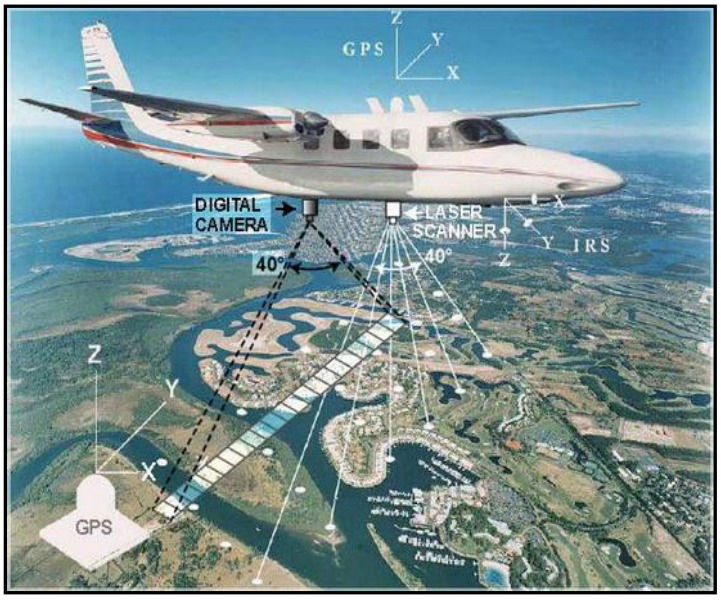
المستشعرات الموجبة (الفعالة)

٢- **طبقاً لوسيلة الحمل**.

أ- الاستشعار الجوى Aerial Remote Sensing .

تختلف تقنية الاستشعار من بعد بالتصوير الجوى (بواسطة الطائرات) عن الاستشعار بواسطة الأقمار الصناعية ، ويرجع استخدام الطائرات في التصوير إلى بداية القرن العشرين ، وفيه توضع أجهزة الالتقاط التي تستعمل للحصول على صورة مفصلة جداً للأهداف الأرضية على بالونات أو طائرات...

وتمثلت البداية في استخدام كاميرات يدوية بدائية، ولكن مع مرور الزمن وتطور المنجزات العلمية حُمّلت الطائرات بأحدث العدسات الإليكترونية التي يمكنها التقاط الصور للمناطق الأرضية بوضوح وبمقاييس معينة ، وتغطى مساحات تساعد على استخدامها وتسهل من دراسة المنطقة التي تم تصويرها . وقد أصبح التصوير الجوى علم له أصوله وقواعده التي تُدرّس في المعاهد المتخصصة، كما أصبحت هناك شركات متخصصة في مجال التصوير الجوى، وأمكن استخدام الصور الجوية في رسم الخرائط بدقة وبسرعة بعد أن كانت عمليات المسح الأرضي تستغرق شهوراً وسنوات عديدة .



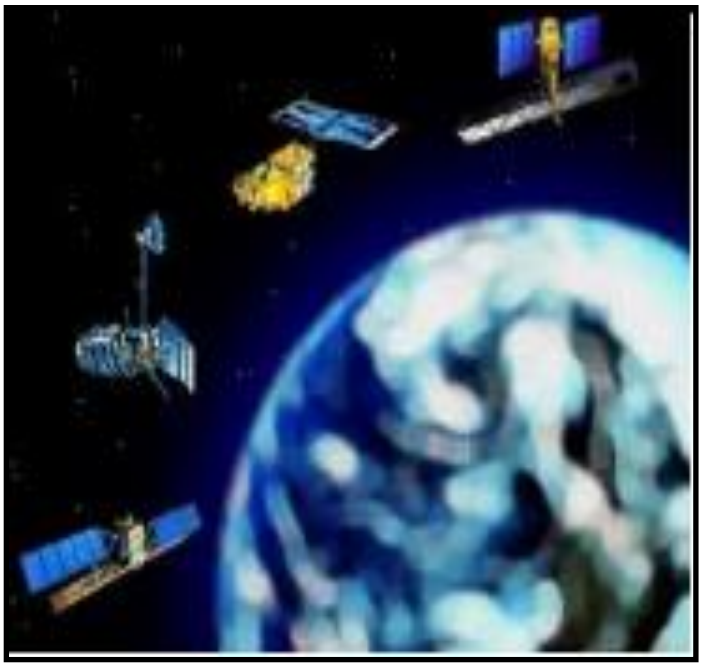
التصوير الجوي

ب- الاستشعار الفضائي Satellite Remote Sensing

الاستشعار عن بعد بواسطة الأقمار الصناعية (الفضائي)هو امتداد حديث للتصوير الجوى ، ولكن الجديد فيه استخدام الأقمار الصناعية بدلاً من الطائرة، وفيه تحمل المستشعرات أو أجهزة الالتقاط بالأقمار

الصناعية التي تطير علي ارتفاعات عالية جداً ويستعمل للحصول على صور لجزء كبير من الأرض.

ويمكن تعريف القمر الصناعي بأنه جسم أو هيكل يوضع في مدار حول الأرض أو حول أي جسم فضائي آخر بحيث يتحرك بنفس القوانين الطبيعية التي تحكم حركة الكواكب في مداراتها حول الشمس ، وقد استفاد الإنسان من ذلك فقام بتزويد هذه الأجسام (الأقمار) بأجهزة خاصة يمكنها تصوير الأرض من ارتفاعات شاهقة مما يعطى نظرة شاملة لا يمكن الحصول عليها دون استخدام مثل هذه الارتفاعات .



التصوير الفضائي

٣- طبقاً للطول الموجي:

تستخدم الأشعة الكهرومغناطيسية للتصوير، ولذلك فإن طولها الموجي سيكون عاملاً مؤثراً في تصنيف الصورة وطبيعة المعلومات المستخلصة منها، ومن هنا تقسم الصور طبقاً للطول الموجي إلى ثلاثة أقسام:

أ- صور مرئية:

تتراوح موجاتها بين حدود موجات الضوء، وتتضمن أيضاً الأشعة تحت الحمراء الانعكاسية.

ب- صور تحت حمراء حرارية.

ج- صور الميكروويف:

تكون الصور كلها مرئية لنا بالطبع، ولكن المقصود أنها التقطت بموجات ضوء مرئي أو موجات حرارية أو غيرها.

ثالثاً: آلية الاستشعار عن بعد

تتم آلية الاستشعار عن بعد على أربع مراحل رئيسة هي:

١- جمع البيانات بواسطة المستشعرات، وبثها إلى محطات الاستقبال الأرضية.

٢- خضوع هذه البيانات للمعالجة الأوليةوالتصحيح، ثم المعالجة نهائية (المعالجة).

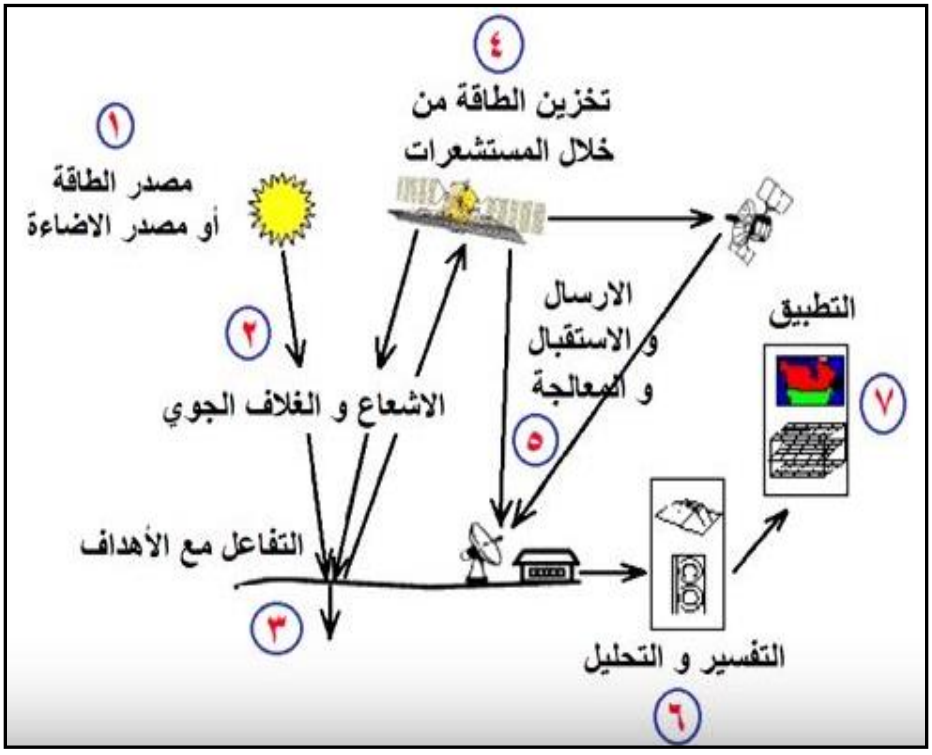
٣- تحليل هذه البيانات بعد تحويلها إلى صور (التحليل).

٤- استخدام الصور في رسم البيانات الدقيقة والخرائط، التي تخدم المجالات المختلفة (التطبيق).

رابعاً: مراحل ومكونات الاستشعار عن بعد

١- مراحل (عناصر) عملية الاستشعار عن بعد

يعتمد الاستشعار عن بعد بشكل أساسي على التفاعل الحاصل بين الأشعة الساقطة أشعة الشمس، أو أية أشعة أخرى والأهداف المدروسة، وتنقسم عملية الاستشعار عن بعد إلى سبع مراحل أساسية هي:



مراحل الاستشعار عن بعد

أ- مصدر الطاقة أو الإضاءة:

تتطلب العملية الاستشعارية وجود مصدر إضاءة أو مصدر طاقة، وتعد الشمس مصدر الطاقة في معظم أنواع الاستشعار عن بعد، وقد تستخدم مصادر أخرى والهدف من مصدر الطاقة هو إمداد الهدف المدروس بالطاقة الكهرومغناطيسية.

ب- الأشعة والغلاف الجوي

تحتك الأشعة احتكاك مباشر بالغلاف الجوي عند انتقالها من مصدر الطاقة إلى الهدف المدروس، وتدخل معه في تفاعل يؤدي إلى تغير طبيعة الأشعة، وكذلك الأمر عند انعكاسها عن الهدف ومرورها بالغلاف الجوي مرة ثانية، ويمكن أن يؤدي التفاعل الحاصل بين الأشعة المنعكسة والغلاف الجوي إلى تشوهها.

ج- التفاعل مع الهدف

تدخل الأشعة في تفاعل مع الغلاف الجوي عند وصولها إلى الهدف المدروس، وذلك بالاعتماد على خصائص الهدف وطبيعة الأشعة.

د- تخزين الطاقة من خلال المستشعرات

بعد أن يتم انعكاس الأشعة من الهدف المدروس أو إصدارها من قبله، تحتاج العملية الاستشعارية إلى مستشعر لجمع وتسجيل وتخزين الأشعة الكهرومغناطيسية.

ه- الإرسال والاستقبال والمعالجة

يتم إرسال الأشعة المسجلة واستقبالها في محطة استقبال أرضية ومعالجتها وتخزينها بشكل رقمي أو طباعي.

و- التحليل والتفسير

يتم تحليل وتفسير الصور المستقبلة بصريا أو آليا للحصول على المعلومات المتعلقة بالهدف المدروس وإظهار خصائصه.

ز- التطبيقات

يعد التطبيق آخر عملية من عمليات الاستشعار عن بعد، حيث يتم تطبيق المعلومات المستقاة من العملية الاستشعارية في حل مشاكل معينة تفيد في أحد الفروع العلمية.

هذه المراحل السبعة تلخص العملية الاستشعارية من بدايتها إلى نهايتها.

٢- المكونات الفيزيائية للاستشعار عن بُعد

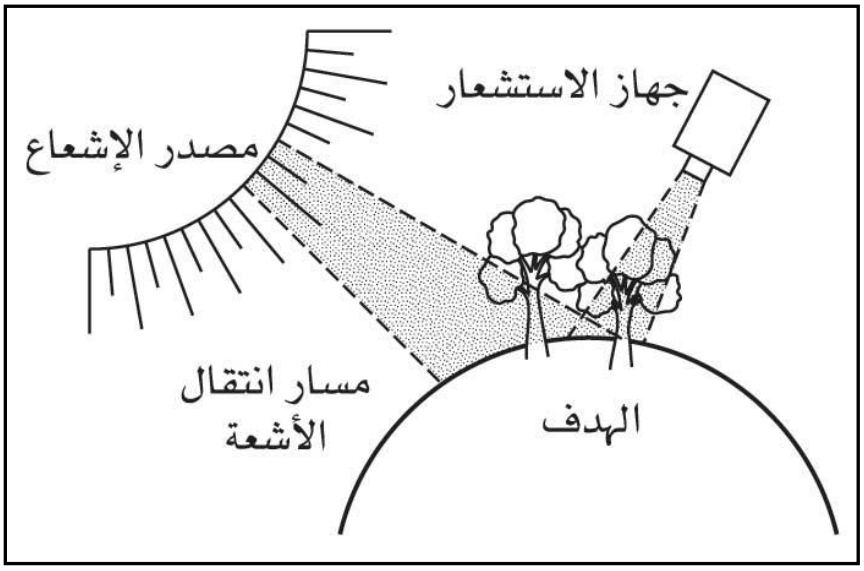
لكي تتم عملية الاستشعار عن بعد لابد من توافر أربعة عناصر فيزيائية هي:

١- مصدر الطاقة.

٢- ممر الانتقال.

٣- الهدف.

٤- جهاز الاستشعار (المستشعر) .Sensor



أ- مصدر الطاقة:

تعد الأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية وأشعة جاما هي أشكال أخرى مألوفة للطاقة الكهرومغناطيسية، فضلاً عن الضوء المرئي.

يستعان في الاستشعار عن بُعد بموجات الطاقة الكهرومغناطيسية التي تقاس أطوالها λ بالميكرومتر (٦١٠م) في الطيف الكهرومغناطيسي .

ويلاحظ أن القسم المرئي من الطيف يشغل حيزاً ضيقاً منه (الأزرق فالأخضر فالأحمر من ٠.٤ إلى ٠.٧ ميكرومتر). أما الأشعة فوق البنفسجية فتحتل المجال الأقصر (أقل من ٠.٤ ميكرومتر) في حين تحتل الأشعة تحت الحمراء المجال الأطول (أعلى من ٠.٧ ميكرومتر). وتحتل الموجات الميكروية في الطيف المجال من ١مم إلى ١م.

تعمل معظم منظومات الاستشعار عن بُعد في مجال واحد أو عدة مجالات من الطيف المرئي والأشعة تحت الحمراء المنعكسة والحرارية وفي القسم الميكروي من الطيف.

يجب التفريق بين الأشعة تحت الحمراء المنعكسة والأشعة تحت الحمراء الحرارية (المنبعثة). فالأشعة تحت الحمراء الحرارية تتعلق مباشرة بإحساس المستشعرات بالحرارة في حين لا ينطبق هذا الأمر على الأشعة تحت الحمراء المنعكسة.

وتقترح نظرية الجسيم particle theory ونظرية الموجات wave theory أن الإشعاعات الكهرومغناطيسية تتألف من وحدات منفصلة تسمى الفوتونات أو الكوانتا (quanta)، طاقة الكوانتوم هذه تتناسب عكسياً مع طول الموجة، فكلما كانت الموجة طويلة كانت طاقاتها أصغر. ولهذا الأمر أهمية خاصة في الاستشعار عن بُعد إذ أن الإشعاعات المنبعثة انبعاثاً طبيعياً والتي أطوال موجاتها كبيرة مثل أشعة الميكروويف الصادرة عن الظواهر الطبيعية الأرضية يكون استشعارها أكثر صعوبة من الاستشعار في حال الظواهر التي تنبعث منها إشعاعات أطوال موجاتها أقصر. وهذا يعني أن الإشعاعات الطويلة الموجات المنخفضة الطاقة والصادرة أو المنعكسة عن الظواهر الأرضية تتطلب أن تقوم منظومات الاستشعار بعمليات مسح كبيرة ومتكررة في أوقات مختلفة لتستطيع هذه المنظومات كشف تلك الطاقة المنخفضة.

وتعد الشمس أهم مصدر للإشعاعات الكهرومغناطيسية اللازمة للاستشعار عن بعد. وإن جميع المواد عند درجة حرارة أعلى من الصفر المطلق (zero K٢٧٣ (°Cº) -) تصدر باستمرار إشعاعات كهرومغناطيسية، وعليه فإن الظواهر الأرضية هي مصادر إشعاعات ذات طاقات مختلفة وذات تركيبات طيفية مختلفة عن الشمس.

وإن متوسط درجة حرارة الأرض المحيطة (أي درجة حرارة سطح التربة أو الماء أو النبات) هو في حدود ٣٠٠ كلفن ويعادل ٢٧ درجة مئوية، وبتطبيق العلاقة $\lambda m=A/T$ يكون طول موجة إشعاع الظواهر الأرضية λ مساوياً ٩.٧ ميكرومتر. ويرتبط هذا الإشعاع بحرارة الأرض ويسمى طاقة الأشعة تحت الحمراء الحرارية، وهي أشعة غير مرئية ولا يمكن تصويرها ولكن يمكن استشعارها بوسائل حرارية كمقاييس الأشعة radiometer أو الماسحات scanners .

تصل طاقة إشعاع الشمس إلي ذروتها عند طول الموجة ٠,٥ ميكرومتر. وإن العين وأفلام التصوير تتحسس الطاقة ضمن هذا المجال، وعند هذا الطول من الموجة، وعليه فبوجود أشعة الشمس تمكن ملاحظة الظواهر والأجسام الأرضية بفضل انعكاس الأشعة عنها، في حين لا تلاحظ الطاقة الصادرة عن الظواهر الأرضية التي يزيد طول موجتها λ على ٩,٧ ميكرومتر، عند درجة الحرارة المحيطية ٣٠٠ كلفن، إلا بأنظمة تحسس غير تصويرية (غير فوتوغرافية).

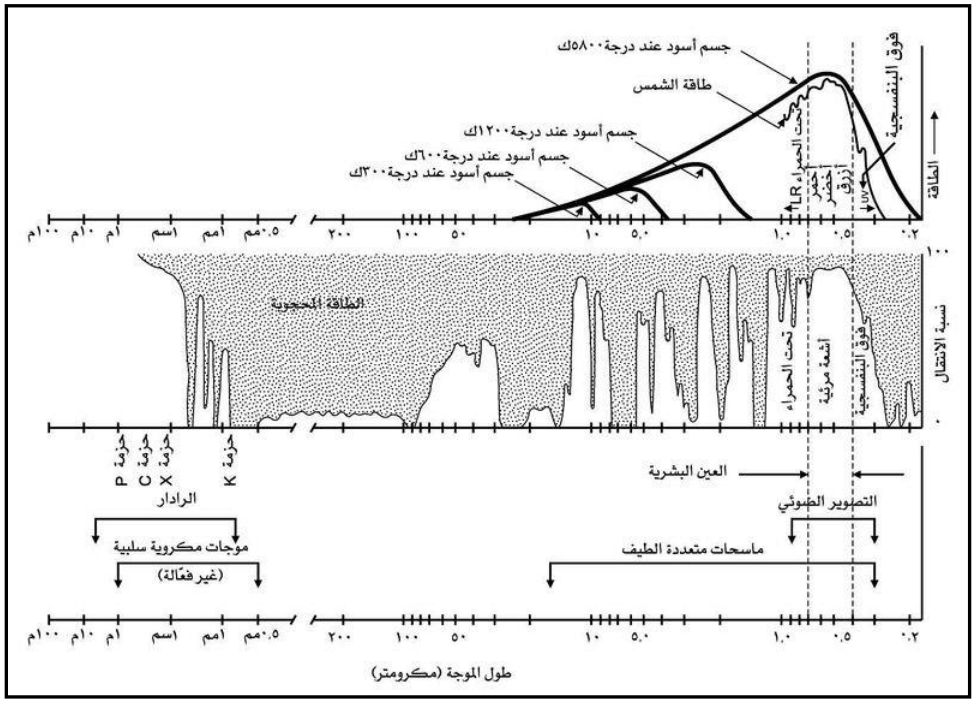
يقع الحد الفاصل بين الأشعة تحت الحمراء المنعكسة والأشعة تحت الحمراء الحرارية تقريباً عند الموجة ٣ ميكرومتر، فأطوال الموجات التي هي اقصر من ٣ ميكرومتر تغلب فيها الأشعة تحت الحمراء المنعكسة، وأطوال الموجات التي هي أكبر من ٣ ميكرومتر تغلب فيها الأشعة تحت الحمراء الحرارية.

ب-ممر الانتقال

تتم عملية الاستشعار عن بعد بوصول الأشعة من مصدر الطاقة إلى الهدف، ومن الهدف إلى المستشعِر، وهذا يتم عبر ما يسمى ممر الانتقال transmission Path.

تمر جميع الإشعاعات التي تتحسسها منظومات الاستشعار عن بعد، بغض النظر عن مصادرها، في طبقات الجو، ويختلف مسارها اختلافاً كبيراً. فالصور الفوتوغرافية الفضائية تنتج من انعكاس ضوء الشمس الذي يمر من خلال الغلاف الجوي مرتين، في حين تكشف المستشعرات الحرارية المحمولة في الطائرات الطاقة الصادرة من الأرض مباشرة، ومن ثم فإن مسار الإشعاع هو من سطح الظاهرة الأرضية إلى المستشعر، لذا فتأثير الغلاف الجوي يختلف باختلاف الفروق في أطوال المسارات، كما يختلف باختلاف الطاقة المستشعرة وبطول الموجة.

تتأثر الأشعة التي تتحسسها المستشعرات بنوعين من التأثيرات أولاها التفاعل مع الغلاف الجوي المتمثل في التشتت والامتصاص(ميكانيكية التبعثر والامتصاص) في الجو، وثانيتها التفاعل مع الأهداف الأرضية.



منحنيات الإشعاع الشمسي للاستشعار عن بعد

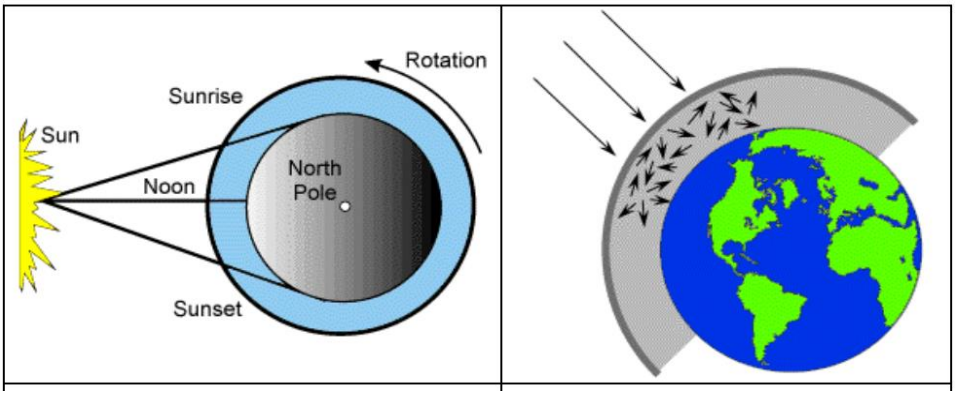
- تفاعل الأشعة مع الغلاف الجوي

قبل أن تصل الأشعة أشعة الشمس أو أشعة أي مصدر آخر إلى سطح الأرض لابد أن تمر في الغلاف الجوي، حيث يؤثر عليه غازات وجزيئات الغلاف الجوي. هذه التأثيرات يمكن أن تعزى لآليتي التبعثر (التشتت) والامتصاص.

☒ التبعثر scatter:

يحدث الانتثار أو التبعثر عندما تتواجد في الغلاف الجوي جزيئات صلبة أو جزيئات غازية ضخمة تؤدي إلى انحراف الأشعة عن مسارها الأصلي، وتتعلق كمية الأشعة المنتثرة تحت تأثير الغلاف الجوي بعدة عوامل منها:

- كمية غزارة الجزيئات أو الغازات في الغلاف الجوي.
- المسافة التي تقطعها الأشعة ضمن الغلاف الجوي.
- طول موجة الأشعة التي تخترق الغلاف الجوي.



الانتثار (التبعثر) الشروق والغروب

يمكن تميز ثلاثة أنواع من التبعثر تحت تأثير الغلاف الجوي هي:

- **تبعثر رالي** Rayleigh scatter :

يحدث عندما تكون أقطار الجسيمات التي في الجو أصغر من أطوال موجات الإشعاعات. ويتناسب التبعثر عكسياً مع $\lambda 4$، ولهذا يكون

تبعثر الموجات القصيرة أكثر من تبعثر الموجات التي هي أطول، لذا تبدو السماء من الأرض زرقاء، ولولا التبعثر لظهرت السماء سوداء، ذلك لأن الأشعة الزرقاء القصيرة الموجة تتبعثر أكثر من غيرها من موجات الطيف الشمسي وترى السماء زرقاء.

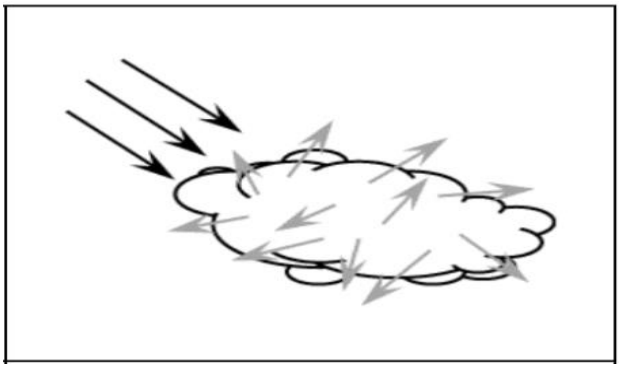
وعند شروق الشمس وغروبها تمر أشعتها في مسارات أطول في طبقات الجو منها في وقت الظهيرة، وعليه يكون التبعثر والامتصاص تامين للموجات القصيرة وتبدو السماء حمراء أو برتقالية لأن أطوال موجات الأشعة الحمراء والبرتقالية أكبر من الزرقاء وأقل منها تبعثراً.

- **تبعثر مي** Mie Scatter :

يحدث عندما تكون أقطار الجسيمات في الجو مساوية لأطوال موجات الطاقة التي تصطدم بها. ومن الأسباب الرئيسية لهذا التبعثر وجود جسيمات الغبار وبخار الماء العالقين في الجو.

- **التبعثر غير الانتقائي** Nonselective Scatter :

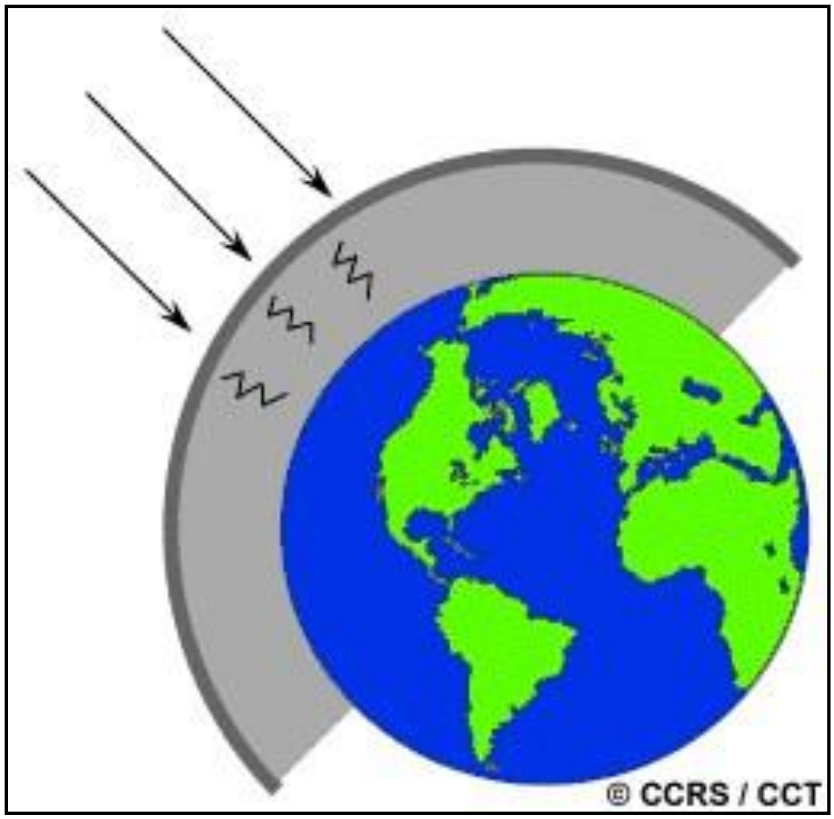
يحدث عندما تكون أقطار الجسيمات المسببة للتبعثر أطول بكثير من أطوال موجات الطاقة الكهرومغناطيسية كالتبعثر الحاصل بفعل قطرات الماء التي تراوح أقطارها بين ٥ و ١٠٠ ميكرومتر والتي تبعثر كل الأشعة المرئية وتحت الحمراء بعثرة متساوية تقريباً.



التبعثر العشوائي

☒ الامتصاص Absorption

هو الآلية الثانية من آليات تأثير الغلاف الجوي على الأشعة المارة به، حيث تقوم مكونات الغلاف الجوي بامتصاص جزء من الأشعة ذات الأطوال الموجية المختلفة، ويعتبر الأوزون وثاني أو كسيد الكربون وبخار الماء من أكثر عوامل امتصاص الأشعة في الغلاف الجوي، وتمتص هذه الغازات الطاقة الكهرومغناطيسية في أطوال موجات محددة، وهذا يؤثر في الطيف الذي تلتقطه منظومات الاستشعار عن بعد. أما مجالات أطوال الموجات التي تمر إشعاعاتها من خلال طبقات الجو من دون امتصاص طاقتها أو تبعثرها فتعرف بالنوافذ الجوية atmospheric windows.



الامتصاص

- **الأوزون:**

يقوم بامتصاص الأشعة الضارة فوق البنفسجية ولولا وجود الأوزون لانعدمت الحياة على سطح الأرض.

- **ثاني أوكسيد الكربون:**

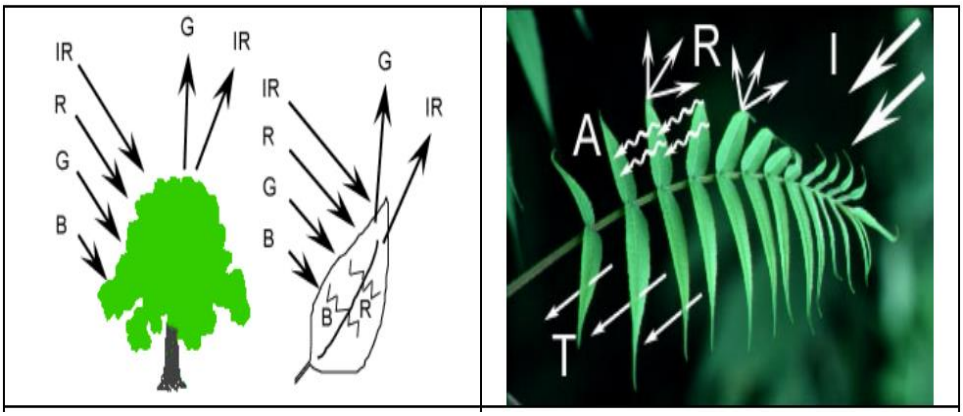
يمتص هذا المركب الأشعة الطويلة ذات الطابع الحراري الناتج عن التسخين وبالتالي فإن أشعة الشمس تخترقه بسهولة بينما الأشعة طويلة الموجة المنعكسة عن سطح الأرض يمتصها مما يؤدي إلى ارتفاع حرارة الأرض وهذه الظاهرة تدعى ظاهرة الدفيئة (الاحتباس الحراري).

تمتص الغازات الطاقة ليس على طول الطيف الكهرومغناطيسي بل في أجزاء محددة منه وهذا ما يدعونا إلى البحث عن تلك الأجزاء التي لا تتأثر بالغلاف الجوي لاستخدامها في الاستشعار عن بعد، هذه الأجزاء ندعوها نوافذ الغلاف الجوي، وإحدى هذه النوافذ هي المجال المرئي الذي يتصف من جهة بأن مستوى الطاقة الصادرة عن أشعة الشمس تكون فيه أكبر ما يمكن ومن جهة أخرى فإن امتصاص الغلاف الجوي في هذا المجال يمكن إهماله.

يمكن اعتبار الانبعاث الحراري الناتج عن سطح الأرض عند الطول الموجي ١٠ميكرومتر في المجال الحراري تحت الأحمر نافذة في الغلاف الجوي، بينما نجد أن أعرض نافذة تقع عند الأطوال الموجية الأكبر من ا مم وهو ما يتوافق مع الأمواج الميكروية.

- **تفاعل الأشعة مع الأهداف الأرضية**

الأشعة التي لا تمتص من قبل الغلاف الجوي أو تتشتت فيه تصل إلى سطح الأرض وهنا يمكن أن نميز ثلاث حالات من تفاعل الأشعة الساقطة مع الأجسام المنتشرة على سطح الأرض.



انعكاس الأشعة عن الأوراق النباتية تفاعل الأشعة مع الأهداف الأرضية

☒ **الامتصاص (A) : حيث يقوم الهدف بامتصاص الأشعة إلى داخله.**

☒ **الانتقال (T) : تنتقل الطاقة عبر الجسم.**

☒ : الانعكاس (R) Reflectance

هو عملية ارتداد بعض الأمواج الكهرومغناطيسية كما هي بذاتها، عند وصولها إلى الأجسام دون أن تترك عليه أي تأثير حراري، وبشكل عام فان الأشعة الكهرومغناطيسية التي يقل طولها ألموجي عن ٥ ميكرومتر غالباً ما تنعكس عن السطح الذي تسقط عليه، أما الأشعة ذات الأمواج الأطول فأنها تمتص من قبل الظاهرة، أو على سطح الأرض ثم تشع في وقت لاحق فيما ترتد الموجات الرادارية عن الأجسام الساقطة عليها.

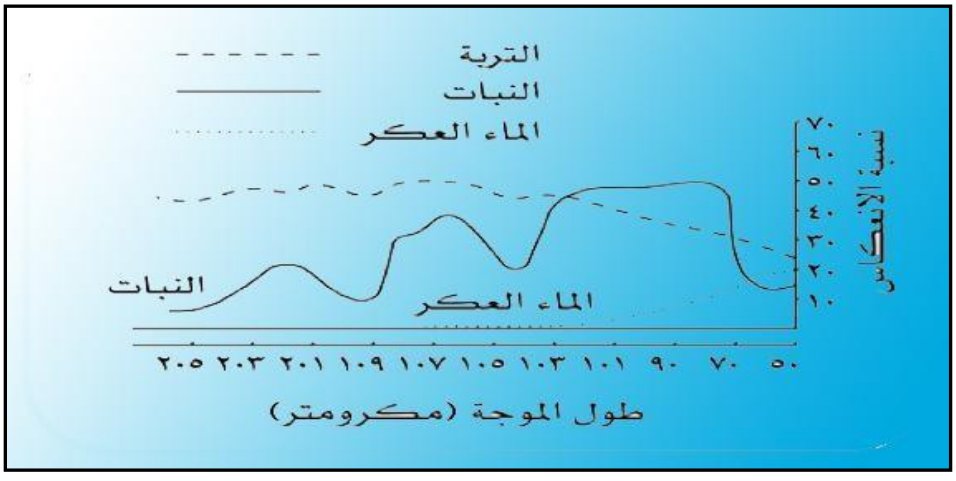
تعتمد الفكرة الأساسية لجمع وتفسير البيانات حول سطح الأرض،على تفاعل فيزيائي يحدث بين أشعة الشمس الساقطة على مظاهر سطح الأرض وهذه المظاهر نفسها. إذ يحصل عن الأجسام نتيجة ذلك عدد من التغيرات مقدار الطاقة الكهرومغناطيسية المنعكسة واتجاهاتها الموجبة، وتفيد التمييز بين خواص الأجسام وتحديدها.

إن اختلاف طبيعة وتركيب المواد المختلفة الموجودة على سطح الأرض جعلها تسلك سلوكا طيفيا مختلفا (متغايرا) بعضها عن الأخر، لاسيما عند تعرضها إلى لأشعة كهرومغناطيسية.

وتحسب نسبة نفاذ وامتصاص وانعكاس تلك الأشعة الكهرومغناطيسية حسب المعادلة الآتية: $I = A + R + T$

حيث أن: الأشعة الساقطة $=I$ الأشعة المنعكسة $=R$ الأشعة النافذة $=T$ الأشعة الممتصة $=A$

تتغاير الانعكاسية الطيفية لجسم ما مع الطول ألموجي وزاوية مصدر الطاقة والخواص الفيزيائية والكيميائية للهدف ،فضلا عن الخصائص الهندسية لسطح ذلك الهدف.لذا يمكن تمثيل هذه العلاقة على شكل منحني يسمى منحني الانعكاسية الطيفية (Spectral Reflectance Curve) الشكل التالي، وان شكل هذا المنحني يكون مميز الكل نوع من معالم سطح الأرض ونادرا ما يتكرر بالقيم نفسها بظاهرة أو معلم أخر.



منحنيات الانعكاس الطيفي لمعالم أرضية مختلفة

إن هذا الشكل يبين منحنيات نموذجية للمعالم الرئيسية لسطح الأرض،يستخدم كمقياس مقارنة مثالي تحديد علاقة النطاقات

الطيفية والتي يمكن اعتمادها التمييز والتعرف على ظواهر سطح الأرض المختلفة ودراستها ورسم الخرائط لها على أساس خواص انعكاسها الطيفي.لذا فعند دراسة ظاهرة معينة باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد يجب معرفة الخواص الطيفية للظواهر قيد الدراسة ومعرفة العوامل المؤثرة خواصها الطيفية.

تعرف منحنيات الانعكاسية الطيفية بمنحنيات التوقيع الطيفي ،لذا فان لكل ظاهرة من ظواهر سطح الأرض قياسات للانعكاس الطيفي عند الموجات الطيفية المختلفة تدعى بالتوقيع الطيفي لتلك الظاهرة.

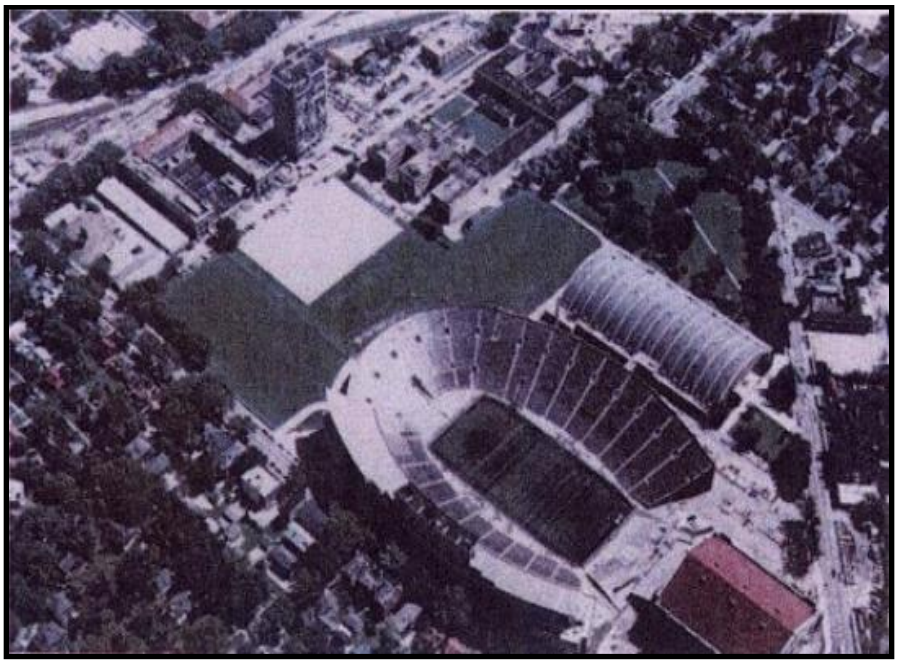
تقع الأجسام من حيث صفاتها الانعكاسية بين الانعكاس الكامل والانتثار الكامل، وهذا يعتمد على خشونة السطح مقارنة بطول موجة الأشعة الساقطة عليه فبعض الأجسام تنشر الأمواج القصيرة وتعكس الطويلة منها. ولتوضيح ذلك نورد بعض الأمثلة:

- <u>الأوراق النباتية:</u>

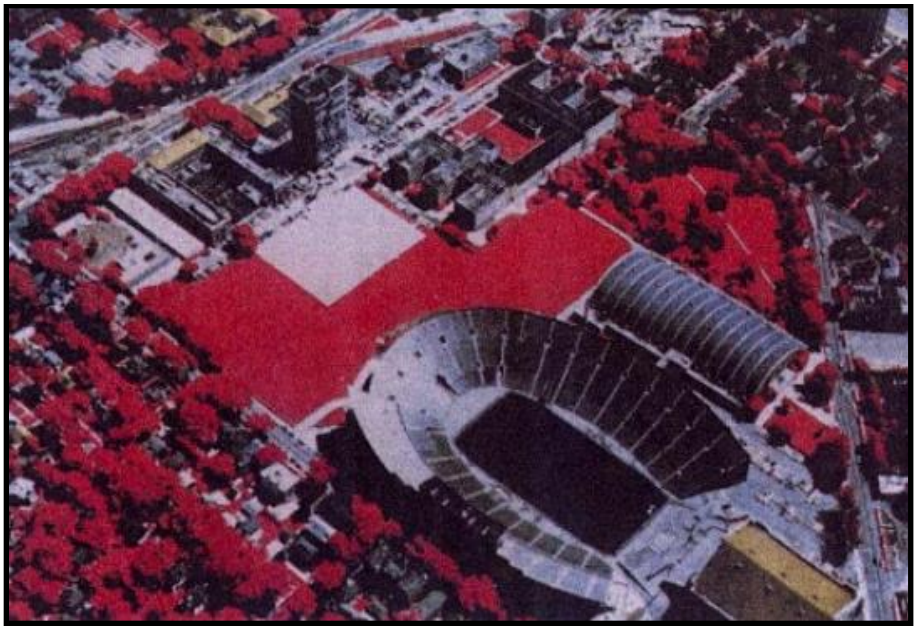
يعتبر الكلوروفيل من أهم مكونات الورقة النباتية وهو يمتص الأشعة الحمراء والزرقاء ويعكس الخضراء منها ولذلك تبدوا لأوراق خضراء اللون في فصل الصيف بينما في الخريف تقل كمية الكلوروفيل فيعكس جزءا أكبر من اللون الأحمر ولذلك تبدو الأوراق حمراء أو صفراء لأن اللون الأصفر ينتج من تمازج اللونين الأحمر والأخضر، وبذلك يمكن التمييز بين النباتات السليمة والمصابة.

إن الراصد للنباتات في المجال تحت الأحمر لو كانت أعيننا ترى الأشعة تحت الحمراء سيجد أن لونها فاتحاً جداً وذلك لأن الأوراق السليمة تعتبر عاكسا ممتازاً لهذه الأشعة لذلك يستخدم العلماء هذه الأشعة لتحديد سلامة الغطاء النباتي.

يمكن إعطاء مثالاً عن آلية استخدام الصور تحت الحمراء في تحديد مدى سلامة الغطاء النباتي.



التقطت في المجال المرئي تبدو النباتات باللون الأخضر



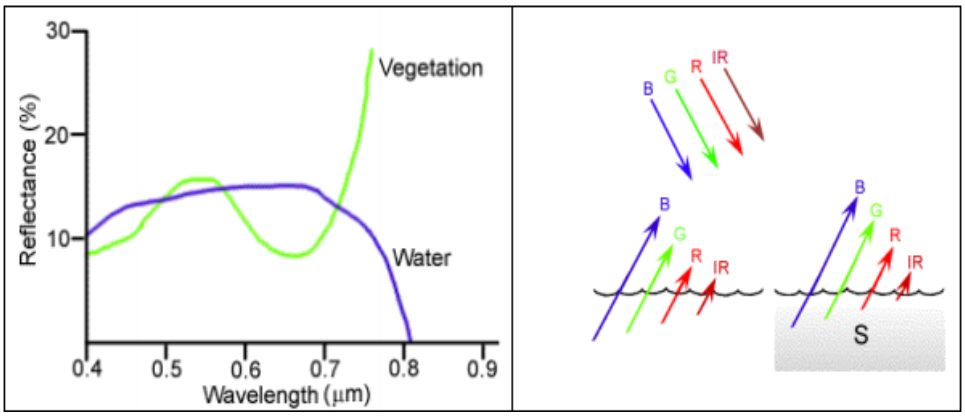
التقطت في المجال تحت الأحمر تبدو النباتات باللون الأحمر

- **الماء:**

يمتص الماء الأشعة المرئية الطويلة والأشعة تحت الحمراء القريبة بدرجة أكبر من الأشعة المرئية القصيرة، لذلك ترى المياه عادة باللون الأزرق أو اللون الأزرق المخضر حسب شدة انعكاس الأشعة قصيرة الموجة.

تبدو المياه العكرة بلون أفتح من المياه النقية؛ نتيجة وجود المعلقات الناتجة عن الطمي الناعم في أجزائها العلوية، لأن العكارة تعكس الأشعة الطويلة بشكل أفضل، إلا أنه لا يمكن تمييز المياه العكرة عن المياه النقية الضحلة نظراً لتشابه الحالتين.

يؤدي وجود الكلوروفيل في الطحالب المائية إلى امتصاص أكبر للأشعة الزرقاء فتظهر المياه باللون الأخضر. تلعب صفات السطحية للمياه الخشونة، النعومة، المواد الطافية، .... دوراً كبيراً في تعقيد عملية تفسير خصائص المياه بواسطة الاستشعار عن بعد.



انعكاس الأشعة عن المياه

الاستجابة الطيفية

☒ الاستجابة الطيفية: Spectrometric

يمكن القول من خلال الأمثلة السابقة أن طبيعة ظهور هدف ما (لونه) مثلاً، يعتمد على صفات الهدف، مثل: طبيعة السطح، والصفات

الفيزيائية للهدف، والصفات الكيميائية للهدف، وعلى طول الأشعة المستخدمة في المراقبة، (الإضاءة)، وبالتالي تتمايز الأهداف المختلفة عن بعضها البعض بما يدعى الاستجابة الطيفية للهدف.

يمكن مراقبة صفات كل هدف الامتصاص، الانتقال، الانعكاس عن طريق رصد خصائصه الانعكاسية على طول الطيف الكهرومغناطيسي، وبالتالي يمكن استخدام الأشعة المنعكسة في تميز الأهداف عن بعضها البعض بطبيعة ونوع وشدة الأشعة المنعكسة عنها.

ج- **الهدف** target

يقصد به المادة المدروسة نفسها، إذ لا يمكن أن تتم عملية الاستشعار عن بعد من دون وجود مادة تكون هدفاً للدراسة مثل الحقول الزراعية والتكوينات الجيولوجية والمسطحات المائية والمنشآت العمرانية وغيرها.

وهناك ثلاثة عوامل تجعل دراسة هذه المواد ممكنة بوساطة الاستشعار عن بعد هي:

أ- التباين الطيفي:

يعتمد هذا العامل على كمية الأشعة المنعكسة عن الأهداف المدروسة ونوعيتها إذ تختص كل مادة من المواد بعكس كمية معينة من الأشعة الساقطة عليها وبنوعية خاصة. فالنباتات مثلاً تعكس الموجات ذات الأطوال ٠.٦ ـ ١.٤ ميكرومتر، في حين يعكس الماء الموجات ذات الأطوال ٠.٤ -١.٤ ميكرومتر، لذلك تظهر كل مادة بصورة تميزها من بقية المواد، وهذا ما يدعى ب [البصمة الطيفية] spectral signature، ولكن تجدر الإشارة إلى أن هذه البصمة تتأثر بالفصل من

السنة والموقع الجغرافي، ومن الصعب عملياً أن تكون هذه البصمة واحدة في جميع المناطق أو في كل فصل من فصول السنة.

ب- التباين الهيكلي:

يتعلق هذا العامل بالمادة المدروسة ونمط ترتيبها، إذ تحافظ المادة على هيكلها وشكلها العام وتعطي المظهر نفسه باستمرار، فللأشجار والمنازل والطرقات والبحيرات وشبكات التصريف والأنهار مظاهر خاصة، تظهر بها على الصور الفضائية وتميزها من باقي المواد المدروسة.

ج- التباين الزمني:

يتعلق هذا العامل بالوقت الذي سجلت فيه البيانات الفضائية، فإذا كان هناك حقل من الذرة أو القمح فإنه في مرحلة الإنبات يعطي مظهراً يختلف عن مرحلة التّفريع أو النضج أو الحصاد. وذلك بسبب اختلاف مراحل النمو واختلاف أشكال النباتات وكثافتها.

وعندما تسقط الأشعة الكهرومغناطيسية على ظاهرة من ظواهر سطح الأرض تكون هنالك ثلاث علاقات أساسية متبادلة بين الطاقة الكهرومغناطيسية وظواهر سطح الأرض، ويتضح سقوط أشعة كهرومغناطيسية على سطح ماء فينعكس جزء من الطاقة الواردة ويمتص جزء آخر وينتقل جزء ثالث، وإذا طبق مبدأ حفظ الطاقة يكون:

$EI(\lambda)=ER(\lambda)+EA(\lambda)+ET(\lambda)$ حيث:

$EI(\lambda)$ = الطاقة الواردة.

$EA(\lambda)$ = الطاقة الممتصة.

$ER(\lambda)$ = الطاقة المنعكسة.

$ET(\lambda)$ = الطاقة المنتقلة.

وتجدر ملاحظة نقطتين من العلاقة السابقة:

النقطة الأولى:

تتغير أجزاء الطاقة المنعكسة والممتصة والمنتقلة بتغير الظواهر الأرضية (نبات، ماء، تربة..) تبعاً لتركيب هذه الظواهر وأحوالها، وتسمح هذه الاختلافات بتمييز عدة ظواهر مختلفة على صورتها، وهذا ما يسمى بالبصمة الطيفية.

النقطة الثانية:

يُرى فيما يتعلق بطول الموجة λ، أن أجزاء الطاقة، المنعكس والممتص والمنتقل، تختلف باختلاف طول الموجة الواردة وذلك تبعاً لكل ظاهرة من الظواهر الأرضية، ومن ثم لا يمكن تمييز ظاهرتين في مجال طيف معين، ولكن يمكن تمييز إحداهما من الأخرى عند اختلاف أطوال موجات الأشعة. إن تغير طول الموجة ضمن القسم المرئي من الطيف، يعطي تغيراً في اللون، فمثلاً يقال إن الشيء أزرق عندما يعكس القسم الأزرق من الطيف وهكذا.

وتختلف خصائص الأشياء والظواهر الأرضية بعضها عن بعض باختلاف أطيافها المعكوسة، وهذا الاختلاف مهم جداً. وتمكن إعادة كتابة العلاقة السابقة كالتالي:

$$[(ER(\lambda)=EI(\lambda)-[EA(\lambda)+ET(\lambda$$

في المعادلة السابقة تساوي الطاقة المنعكسة الطاقة الواردة على الظاهرة مطروحة منها الطاقة الممتصة والطاقة المنتقلة في هذه الظاهرة. ومن المهم أخذ بنية الظاهرة بالحسبان لعلاقتها بنعومة السطح وخشونته. إن العواكس ذات السطوح الملساء هي سطوح منبسطة وتشبه المرايا في عكسها للأشعة، حيث زاوية الورود تساوي زاوية الانعكاس. وإن العواكس الناثرة هي سطوح خشنة تعكس الأشعة في جميع الاتجاهات .

إن وصف السطح بأنه أملس أو خشن هو نسبي ويتوقف على طول الموجة الواردة عليه. فمثلاً إذا كانت الموجات الواردة راديوية طويلة فتظهر التضاريس الصخرية سطوحاً عاكسة لها، وبالمقابل تبدو المواد الناعمة، مثل الرمال، سطوحاً خشنة في موجات القسم المرئي من الطيف. وعموماً عندما يكون طول موجة الأشعة الواردة أصغر بكثير من فروق ارتفاعات السطح أو حجم الذرات المكونة لسطح المادة فإن هذا السطح يعد خشناً ويكون ناثراً.

وإن العواكس الناثرة تعطي معلومات طيفية عن لون السطح الناثر، على نقيض العواكس الملساء، ولهذا يكون من المهم في الاستشعار عن بعد قياس خواص الانعكاس الناجم عن السطوح الناثرة في الظواهر الأرضية.

وتقاس الخواص الانعكاسية لسطح ظاهرة أرضية بجزء الطاقة الواردة المنعكس عن سطح هذه الظاهرة مقسوماً على الطاقة الواردة، وهو تابع لطول الموجة ويسمى عامل الانعكاس الطيفي $R\lambda$ ويعرّف به ويعبر عنه بالنسبة بالمئوية.

د- جهاز الاستشعار "المستشعر" sensor

جهاز الاستشعار هو أداة يمكنها أن تستقبل وتسجل الأشعة المنعكسة عن المادة المدروسة أو المنبعثة منها ضمن مجال طيفي واحد أو عدة مجالات طيفية. وقد تم تصميم مستشعرات خاصة لدراسة الأرض من الفضاء تتلاءم مع النوافذ الجوية. وفي حالات خاصة يتم تصميم مستشعرات نوعية تتلاءم مع الجو أو طبيعة الدراسة.

- **أنواع المنصات الحاملة للمستشعرات**

تحتاج المستشعرات إلى منصات مستقرة تحملها وتتحرك بها فوق الأهداف المراد تسجيل الطاقة المنعكسة عنها حتى تتمكن من تسجيل الطاقة المنعكسة عن الأهداف الأرضية.

يمكن تركيب المستشعرات إما فوق الأرض مباشرة (مستشعرات أرضية) أو على الطائرات أو البالونات أو على أية وسيلة أخرى تحلق ضمن الغلاف الجوي، وتسمى (مستشعرات جوية)، أو على متن المركبات الفضائية أو ما يطلق عليها الأقمار الصناعية وتسمى (مستشعرات فضائية).

☒ المستشعرات الأرضية:

تستخدم لتسجيل المعلومات المفصلة عن الأهداف، لمقارنتها مع تلك الملتقطة من الطائرات المركبات الفضائية، حيث تفيد في فهم أفضل لأهداف وتوصيف أشمل مما يؤدي بالتالي إلى فهم عملية التصوير Imagery، ويمكن أن تحمل المستشعرات الأرضية على مناصب ثلاثية الأرجل أو على رافعات صغيرة أو رافعات برجية أو على أسطح الأبنية والأبراج العالية أو على أعمدة.....

أنواع المنصات الحاملة للمستشعرات

☒ المستشعرات الجوية:

تستعمل للحصول على صورة مفصلة جداً للأهداف الأرضية ويكمن أن تحمل المستشعرات على بالونات أو حوامات أو طائرات.....

☒ المستشعرات الفضائية:

تستعمل للحصول على صور لجزء كبير من الأرض وتكون محملة أحياناً على المحطات الفضائية (محطة مير، أو المحطة العالمية الجديدة). ولكنها غالباً ما تحمل على المركبات الفضائية.

يمكن تقسيم المستشعرات إلى ما يلي:

- **كاميرات التصوير (الجوي الفضائي).**
- **أجهزة قياس الأشعة (الراديومتر) التي تسجل الأشعة ضمن نطاقات طيفية معينة.**
- **أجهزة قياس الطيف (سبيكترومتر) التي تسجل الأشعة ضمن مجال طيفي معين.**
- **المواسح مثل الماسح المتعدد الأطياف (MSS) والماسح الموضوعي(TM) المحمولة على متن الأقمار الصناعية لاندسات، وهذه المواسح لا تستخدم أفلام التصوير في تسجيل الأشعة ولكن تقوم بعملية مسح لمنطقة منتظمة من الأرض، وقد مكّن هذا النظام من تسجيل البيانات على أقراص حاسوب ممغنطة باستخدام أرقام افتراضية تمثل مختلف الشدات اللونية للأهداف المدروسة، وتراوح قيم هذه الشدات بين صفر و٢٥٥ درجة من اللون الرمادي لمختلف المجالات الطيفية ويتم تسجيل شدة السطوع لأصغر مساحة يمكن تمييزها على الأرض.**

ولكل مستشعر أربع قدرات تمييز هي:

- **قدرة التمييز المكاني:**

وهي أصغر مساحة يمكن أن يميزها المستشعر على سطح الأرض وتدعى عنصر الصورة pixel.

- **قدرة التمييز الطيفي:**

وهي عدد النطاقات الطيفية التي يمكن أن يسجلها المستشعر.

- **قدرة التمييز الإشعاعي:**

وهي أصغر كمية من الطاقة يمكن أن يسجلها المستشعر، والقيمة الإشعاعية أو شدة سطوع عنصر الصورة «البيكسل» هي معدل القيمة الإشعاعية الواردة من أجزاء البيكسل كافة.

- **قدرة التمييز الزمني:**

وهي المدة الزمنية الفاصلة بين المسح والآخر للمنطقة نفسها. أي المدة الفاصلة بين الزيارة والأخرى للمنطقة من قبل القمر الصناعي. وبما أن المستشعرات هي الأجهزة التي تقوم بتسجيل الأشعة المنعكسة أو المنبعثة عن الأهداف إلى نوعين حسب مصدر الطاقة المستخدم في إضاءة الأجسام المدروسة فيمكن تقسيمها إلي:

- **المستشعرات السلبية، "غير النشطة".**passive sensors

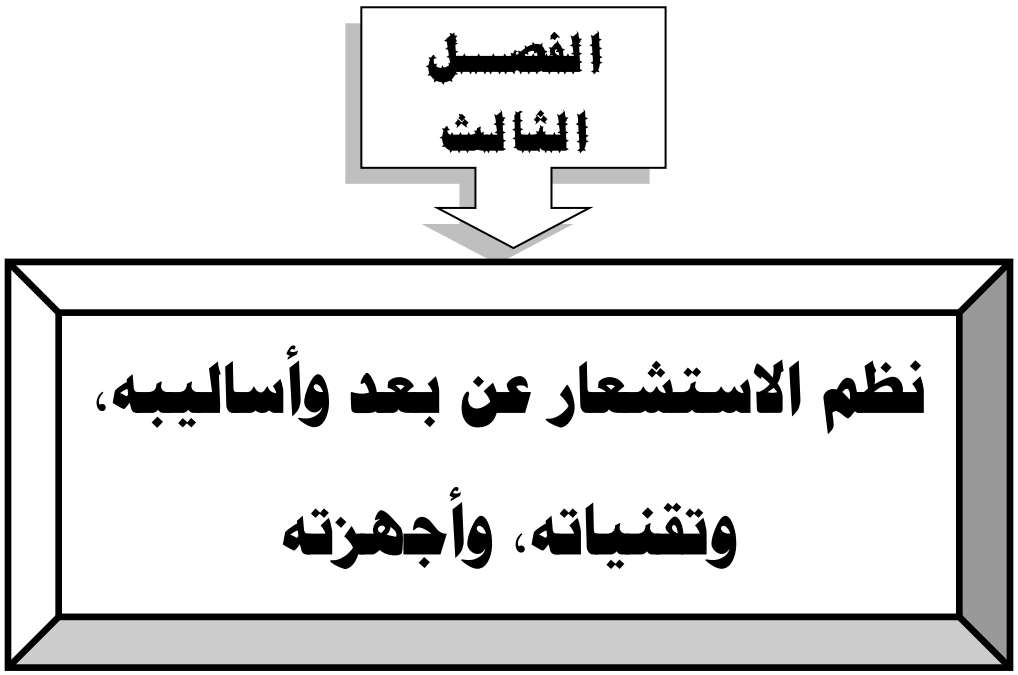
هي الأجهزة الاستشعارية المستخدمة في الاستشعار عن بعد التي تقوم بقياس الطاقة المتاحة بشكل طبيعي، ويقصد بها الأشعة الشمسية المنعكسة عن الأهداف أو الأشعة المنبعثة من الأهداف ذاتها على شكل طاقة حرارية، ويسمي الاستشعار الناتج عنها الاستشعار عن بعد السلبي(Passive Remote Sensing).

والأشعة 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 المجال تحت الأحمر الحراري، فيمكن رصدها وقياسها وتسجيلها ليلاً ونهاراً ولكن ذلك يعتمد على أن كمية هذه الأشعة كافية لرصدها وقياسها وتسجيلها، مثل المستشعر HRV المحمول على متن القمر الصناعي SPOT.

- **المستشعرات الإيجابية، "النشطة":**active sensors

يحتوي المستشعر على مصدر طاقة لإضاءة الهدف، حيث يقوم بتوجيهها نحو الهدف مباشرة الذي يقوم بدوره بعكسها نحو المستشعر ليتم تسجيلها، ويسمي الاستشعار الناتج عنها الاستشعار عن بعد الإيجابي(Active Remote Sensing)، ويمكن استخدام هذا النظام بغض النظر عن الظروف الجوية وظروف الإضاءة ولكن يشترط أن يكون المستشعر مزوداً بمصدر طاقة كافية لإضاءة الهدف، وخير مثال على هذا المستشعرات الليزرية والرادارية.


الفصل
الثالث
نظم الاستشعار عن بعد وأساليبه،
وتقنياته، وأجهزته

أولاً: أجهزة (وسائل) الحصول علي البيانات في الاستشعار عن بعد

تتعدد أشكال أجهزة الاستشعار عن بعد فمنها الميكانيكية، ومنها الإلكترونية، ويمكن تعريفها بالأجهزة، التي تجمع البيانات، بشكل قابل للتخزين عادة من أجسام أو مشاهد معينة من مسافة ما منها.

تستعمل بعض هذه الأجهزة، كآلات التصوير، طاقة الضوء المرئي ، بينما يستعمل بعضها الآخر أنماطا أخرى من الطاقة، فهناك أجهزة استشعار عن بعد أقل شيوعاً من آلات التصوير، كأجهزة الرادار وأجهزة التصوير بالأشعة السينية X- Rays. التي يمكن باستعمالها أن تكون المسافة أكبر بقليل من سماكة طبقة من الجلد أو النسيج، أما الاختلاف الأكثر أهمية فهو طبيعة الأشعة المستعملة في كل نظام. فبالنسبة للرادار وللأشعة السينية يكون اختلاف طول موجة الإشعاعات المستخدمة هو السبب الذي يعطي كلاً من النظامين ميزاته لمهمات علمية معينة.

وبالرغم من أن بعض أجهزة الاستشعار عن بعد قادرة على إعطاء معلومات بيانات مستمرة في وقت تشغيلها نفسه، فإن أكثر أجهزة الاستشعار عن بعد تقوم بخزن البيانات، بشكل أو بآخر. وكذلك فإن كمية البيانات القابلة للاستخدام في الصورة الثابتة أكبر منها في اللقطات المتغيرة باستمرار، والمرئية على جهاز عرض ما.

<u>ويمكن تقسيم وسائل الاستشعار عن بعد حسب وسيلة الحمل إلي نوعين:</u>

<u>وسائل جوية:</u>

هذه الوسائل تكون مجدية في دراسة تلوث المياه وإعداد التكوينات الجيولوجية واستكشاف ما تحت القشرة الأرضية، ويعتبر الرادار والراديومتر واللاقط متعدد الأطياف من أهم الأدوات المستخدمة في هذا النوع.

وسائل فضائية:

وتستخدم هذه الوسائل في تحديد موارد سطح الأرض والأقمار الصناعية أهم أدواتها، وتستخدم المستشعرات متعددة الأطياف في التصوير، واعتمدت تقنية الاستشعار عن بعد في أول الأمر على الصور الجوية ثم الصور الفضائية.

يمكن تقسيم أجهزة الاستشعار عن بعد إلي نوعين من الأجهزة هما:

أجهزة التقاط البيانات:

أجهزة التقاط البيانات هي التي تستقبل الأشعة المنبعثة والمنعكسة، على أطوال موجية معينة، ثم تحولها إلى أشعة، ترسل إلى محطات استقبال أرضية. وتنقسم أجهزة التقاط بيانات الاستشعار عن بعد إلى الأنواع الرئيسية الآتية:

أ- **أجهزة التصوير:**

ترسل الصور عبر الأقمار الصناعية إلى محطة استقبال البيانات وتكون هذه الصور ثابتة، وقد يطلب التقاط عدة صور بفترات معينة. مثل برنامج Google earth الجديد الذي يلتقط صور لمناطق معينة كل ٥ ثوان والأخرى كل ١٠ ثوان.

ب- **الرادار:**

هو جهاز التقاط الاستشعار الموجب، حيث يتولى بث الأشعة، والتقاطها، وإرسالها إلى محطات الاستقبال الأرضية.

ج- **التلسكوبات:**

تزود بها الأقمار الصناعية تزيد من دقة التقاط الأشعة. والأقمار الفرنسية "سبوت" SPOT مزودة باثنين من هذه التلسكوبات، التي يزن كل منها ٢٥٠ كجم، ويبلغ طوله مترين ونصف المتر، وبعد التقاط

الصور بواسطة النظام البصري، يسقط الضوء على أجهزة الإحساس الضوئية، التي يتكون كل منها من ١٠٠٠ خلية، تحول الإشارات الضوئية إلى إشارات كهربائية.

أجهزة معالجة البيانات:

قد تكون البيانات المرسلة من أجهزة التقاط البيانات بحاجة لمعالجة كي تكون مفهومة أو لتكون حسب الطلب, وقد لا تحتاج لمعالجة مثل الصور، ويقصد بالمعالجة إزالة تشوهات الصور وتتم من خلال استخدام الحاسب الآلي وسيتم التطرق إليها في الفصل التالي.

ونظراً لتطورت تكنولوجيا الحصول على صور الاستشعار عن بعد، من حيث الوضوح والدقة. وتعددت وسائل التصوير، سيتم تناول أجهزة التصوير بشئ من التفصيل:

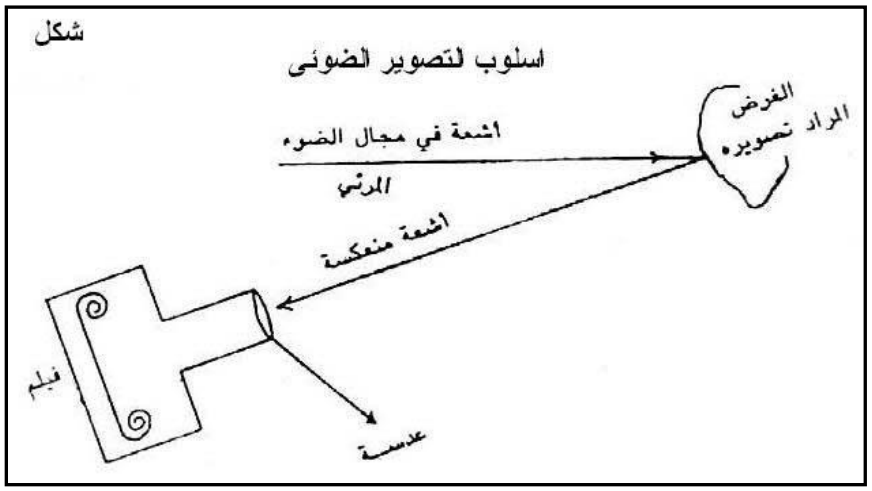
أجهزة التصوير الفوتوغرافي:

يتركز استخدامها على الاستشعار في الجزء المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي والجزء القريب من الأشعة تحت الحمراء باستخدام الأفلام العادية أو الملونة ، فيمكن أن تكون آلة التصوير العادية أكثر الأشكال المألوفة لأجهزة الاستشعار عن بعد، إذ إنها مثل العين تماماً، تستخدم الضوء المنعكس من الجسم، والمار خلال عدسات مختلفة، إلى سطح حساس للضوء لتشكيل الصورة.

تستعمل آلة التصوير لتسجيل الأحداث، التي نرغب في تذكرها، فإنه يمكننا استخدام آلة التصوير هذه للحصول على معلومات مناسبة، لموضوع معين، نهتم بدراسته، وهذه الوسائل تستخدم في إنتاج الخرائط الطبوغرافية وتحديد التكوينات الجيولوجية ومراقبة حركة الكثبان الرملية ، إضافة إلى تحديد مناطق التعرية للتربة وتحديد أماكن تواجد المياه الجوفية وينقسم التصوير الفوتوغرافي إلي نوعين هما:

أجهزة التصوير الضوئي:

تم هذا التصوير باستخدام كاميرات ضوئية، ذات عدسات قوية، للحصول على تفاصيل دقيقة، ويتم هذا التصوير نهاراً، وفي الظروف الجوية الجيدة، وهذا هو أفضل أسلوب للحصول على معلومات مؤكدة وصورة ثلاثية الأبعاد .



أجهزة التصوير التليفزيوني:

ويتم بواسطة كاميراتين، تكون الزاوية بين عدستيهما صغيرة؛ ما يزيد من مجال الرؤية للعدستين، وأثناء تحليق القمر يقع في مجال رؤيتهما شريط من سطح الأرض، يبلغ عرضه ألف كيلومتر أو أكثر، وتسجل الصورة الناتجة على شريط مغناطيسي، ثم تنتقل إلى الأرض، عندما يمر القمر فوق أحد مراكز استقبال المعلومات، وتستطيع الكاميرا تصوير الأماكن المكشوفة فقط، بينما يعوق عملها الظلام والسحاب.

أجهزة التصوير بالأشعة تحت الحمراء

تقوم أجهزة الأشعة تحت الحمراء بقياس الإشعاع الحراري المنبعث من سطح الأرض، وعن طريق الحصول على البصمة الحرارية

لمنطقة ما يمكن تحديد نوع المكونات الصغرى للصورة، ويلعب الحاسب دوراً كبيراً في تحديد شكل الصورة.

أجهزة التصوير متعددة الأطياف:

يفتح المسح متعدد الأطياف إمكانيات جديدة لرفع وزيادة دقة تفسير الصور, وذلك بمساعدة نظم المسح التصويرية لما يتمتع به هذا النوع من معلوماتية عالية ودقة جيومترية مع البساطة النسبية في الحصول على المعلومات.

يعطي تركيب وجمع أفلام وفلاتر ضوئية مختلفة إمكانية الحصول على عدة صور في وقت واحد (أبيض – أسود) لنفس الهدف والذي يعتبر من الناحية الجيومترية متماثلاً، أما من الناحية الطيفية فيكون السطوع مختلفاً, وذلك لأن كثافة وشدة الأشعة المنعكسة عن الأهداف الطبيعية تتمايز وتختلف ضمن النطاقات الطيفية المختلفة, أي أنه بهذه الطريقة يمكن الحصول على عدة صور (أبيض – أسود) لكل قطاع تصويري في المجال المرئي والمجال تحت الأحمر من الطيف.

وبهذا الشكل فإن الاختلافات الطيفية غير الكبيرة في سطوع الأهداف، والتي تظهر تمايزاً قليلاً من حيث اللون في الحالة اللونية العادية أو الطيفية على فيلم واحد متعدد الطبقات، ويمكن أن تترجم أو تحول إلى اختلافات لونية مرئية مختلفة (ألوان مركبة) مما يبسط عملية التفسير ويزيد كمية المعلومات التي يمكن الحصول عليها.

أجهزة تصوير أشعة الميكروويف (Microwaves)

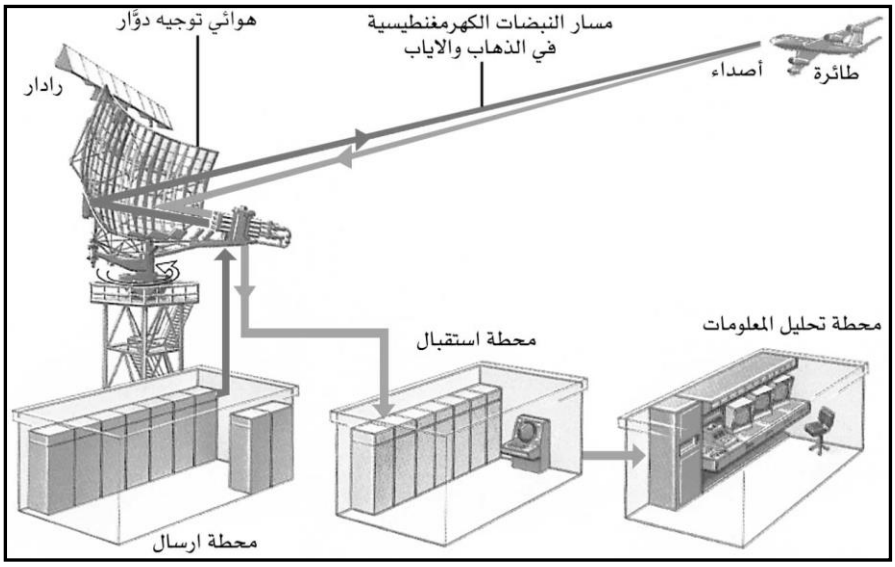
من أكثر الأجهزة استخداماً لهذا النوع من التصوير أجهزة الرادار والراديومتر، حيث يشمل نطاق موجات الميكروويف ما بين ١ ملم إلي عدة أمتار، ويقوم الرادار بتوليد الطاقة التي يستشعرها لذا يسمي

الاستشعار الناتج عنه الاستشعار الموجب، أما الراديومتر فيستشعر الأشعة الطبيعية المنبعثة من الأجسام.

أ- الرادار:

تعتمد فكرة التصوير الراداري باستخدام الموجات المتناهية القصر Microwaves، أو ما يسمى "الاستشعار الراداري"، على إرسال موجات كهرومغناطيسية في نطاقات معينة، إلى الهدف المراد دراسته، ثم استقبال الموجات المنعكسة منه.

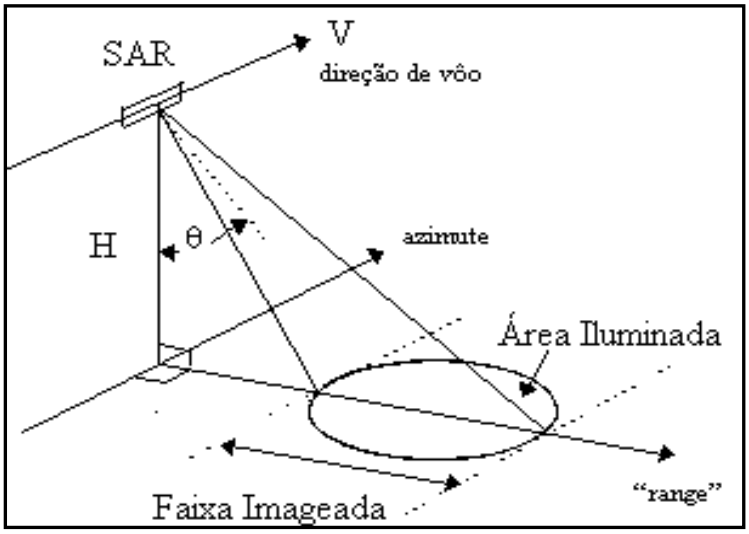
ونتيجة دور الرادار في إرسال هذه الموجات وعدم اعتماده على انبعاثات كهرومغناطيسية ذاتية من الجسم، كما هو الحال في الاستشعار السالب، فيعرف هذا النوع باسم "الاستشعار الموجب".



عملية التصوير الراداري

والرادار يلتقط الصور الجانبية، أو القطاعية. فالجهاز ذو النافذة التخليقية "سار" Synthetic Aperture Radar: SAR، (اُنظر صورة هوائي الرادار سار)، يرسل نبضات تجاه المنطقة المستهدفة، ثم يتلقى الطاقة المنعكسة. ويعكس السطح الخشن طاقة إشعاعية أكثر من

السطوح الناعمة، فسطوح الجبال، وتدفق الصخور المصهورة، على سبيل المثال، تبدو مصادر لامعة في صور الرادار.



وبقياس الزمن الذي تستغرقه الإشارات لقطع المسافة من الرادار إلى الهدف والعودة، يمكن قياس الارتفاعات النسبية للتضاريس المختلفة. وتسجل الإشارات الرادارية المنعكسة على فيلم بأسلوب هولوغرافي Holographic، يتم بعدها تحويلها باستخدام أشعة الليزر إلى صور تعطي إحساساً بالتجسيم، أي التصوير ثلاثي الأبعاد، (اُنظر صورة نموذج ثلاثي الأبعاد لسفينة).

وأهم مميزات استخدام الرادار في الاستشعار عن بعد هي:

☒ **مرونة بيانات الرادار.**

صممت أجهزة الرادار المستخدمة في أغراض الاستشعار عن بعد بحيث يمكن التحكم في ميل الحزمة الرادارية على المحور العمودي على مستوى الأرض، بحيث تراوح هذه الزاوية بين صفر و٦٠ درجة. وقد أدى ذلك إلى إمكانية المتابعة اليومية للظواهر الطبيعية، وعرفت هذه الميزة بالتعدد الزمني للتغطية، أو المتابعة لظاهرة ما، في أوقات نشاط تغييرات عالية، من خلال دراسات اكتشاف التغييرات.

يغطي المنظر الراداري مساحة تتراوح بين ٥٠ × ٥٠ كم، في حالة حزمة الأشعة الدقيقة، و٥٠٠×٥٠٠كم، عند استخدام الحزمة الرادارية للرادار ذى النافذة التخليقية:(Synthetic Aperture Radar SAR). وتراوح درجة التفريق بين ٨ م و١٠٠م.

وبطبيعة الحال ساعد ذلك على اتساع مجالات تطبيقات البيانات الرادارية وتعددها في اكتشاف البترول، والغاز والمعادن، وتقدير التأثيرات البيئية، وإظهار الكوارث الطبيعية ومتابعتها، وإظهار المحاصيل ومتابعتها، وعمل الخرائط الأرضية، وإدارة السواحل، وإظهار استخدامات الأراضي ومتابعتها.

☒ **قدرة الرادار على اختراق السحب**

يتميز الاستشعار الراداري بالقدرة على اختراق السحب، والضباب، والأمطار، والأتربة، والظلام. وهذا يؤدي إلى الالتقاط المستمر للصور الرادارية بالنهار والليل، على حد السواء، وتزداد أهمية هذه القدرة الاختراقية بالمناطق الاستوائية، والساحلية، والقطبية. وهذا الأمر لا يتوافر بالنسبة لأقمار الاستشعار الفضائي السالب.

☒ **استمرار الحصول على البيانات الرادارية.**

يفيد تكرار مرور القمر الصناعي، الحامل لأجهزة الرادار، فوق موقع ما بالكرة الأرضية، في الحصول على عدة صور كل يوم؛ ما يتيح المتابعة، شبه اللحظية. وفي الظروف العادية تختلف فترة ما بين الزيارات الرادارية باختلاف نوع الحزمة الرادارية، وبالتالي تختلف درجة التفريق، أيضاً.

تتوقف الفترة بين الزيارات المتكررة للموضع نفسه، بالإضافة إلى نوع الحزمة الرادارية، على خطوط العرض والطول لهذا الموقع، حيث تزداد هذه الفترة في اتجاه خط الاستواء، وتقل الفترة الزمنية عند

خطوط العرض الأخرى لقصر المسافة بينها، وبالتالي يزداد عدد المسارات الممكن تكرارها يومياً.

☒ **إمكانية رؤية الموقع نفسه من اتجاهين مختلفين.**

يتيح الرادار الإمكانية لرؤية نفس الموقع من اتجاهين مختلفين، وبالتالي الحصول على صورتين لمنطقة ما، من اتجاهين متقابلين، الأمر الذي يساعد على الحصول على أكبر قدر من المعلومات.

☒ **القدرة الاندماجية للبيانات الرادارية مع بيانات أخرى.**

وهذه القدرة تظهر مزيداً من المعلومات الأرضية، فعند دمج البيانات الرادارية بالقياسات الجيوفيزيائية Geophysical Measurements تتوافر معلومات عن سطح الأرض، وما تحت سطح الأرض.

☒ **تعدد درجة التفريق**

أدى تعدد درجة التفريق للبيانات الرادارية، واختلافها من ٨ متر إلى ١٠٠ متر، إلى تعدد مقياس رسم الخرائط الناتجة بما يتناسب مع الغرض من الدراسة.

ب- الراديومتر:

يقيس الراديومتر كمية الطاقة في المشهد الذي يستشعره في نطاق أشعة الميكروويف وهو بعكس الرادار حيث يعتمد علي الأشعة الطبيعية، ولقد اثبت الراديومتر أهميته للدراسات والتطبيقات المناخية والبحرية كما أنه مثل الرادار حساس لرطوبة التربة والجليد، ومن أهم استخداماته: دراسة التغيرات الفصلية للجليد في القطب، دراسة الطقس والمناخ.

نظم التصوير في الاستشعار عن بعد

أدت الصور الفضائية دوراً مهماً في عمليات التجسس أثناء حقبة الحرب الباردة، ونتيجة لذلك حدث؛ تطور كبير في تقنيات التصوير، وكيفية التعامل مع الصور الفضائية، فقد بدأ التصوير باستخدام الفيلم، الذي كان يعاد إلى الأرض لتحميضه، ثم تكبر الصور.

وتلا ذلك التصوير باستخدام الدوائر الإلكترونية الحساسة، حيث تبث المعلومات على هيئة أرقام، يتم تجميعها آلياً، باستخدام أجهزة الحاسب المتطورة، ثم طورت بعد ذلك تقنية جمع المعلومات في الأطياف المتعددة، والتي تسمح بالرؤية الليلية، أو بقراءة الاختلاف في الحرارة بين جسم وآخر، وكذلك التصوير الراداري، الذي يخترق السحب.

يمكن تقسيم أجهزة الاستشعار عن بعد إلى نوعين رئيسيين هما الأجهزة التي تقدم معلومات مرئية Imaging sensors والأجهزة التي تقدم معلومات غير مرئية Non – Imaging Sensrs وسيتم التركيز علي المعلومات المرئية والتي تستخدم بشكل رئيسي في التطبيقات الجغرافية.

١- نظام التصوير الفوتوغرافي

تعد آلات التصوير الفوتوغرافي قدم أجهزة الاستشعار عن بعد التي لأزالت تلعب دوراً مهما في جمع المعلومات عن الظواهر على سطح الأرض وتستخدم آلات التصوير لتسجيل الإشعاع الكهرومغناطيسي في نطاق الطيف المرئي وتحت الحمراء القريبة (٠,٤ – ٠,٩ ميكرومتر) على أفلام حاسة لهذه الطاقة والأفلام المستخدمة في آلات التصوير أما أن تكون باللون الأسود والأبيض وأما أن تكون ملونة والأفلام الملونة

الحساسة لإشعاع الطيف المرئي تعطي صوراً ملونة بالألوان حقيقية أما الأفلام الملونة الحساسة لإشعاع الموجات تحت الحمراء فتعطي صوراً بألوان زائفة False Color أي أنها تعطي ألواناً غير حقيقية.

وتستخدم المرشحات الفوتوغرافية Filters في آلات التصوير الفوتوغرافية متعددة الأطياف Multispectral Cameras للحصول على بيانات في نطاقات محددة والمرشحات الفوتوغرافية عبارة عن سطوح زجاجية أو جيلاتينية Gelatin تركب على عدسات آلات التصوير لتمنع وصول إشعاع كهرومغناطيسي معين إلى الفيلم وذلك بامتصاصه أو انعكاسه.

ومن المهم التمييز بين نوعين من الصور:

الصور : Images

تعني التمثيل التصويري على شكل صور للطاقة الكهرومغناطيسية بغض النظر عن الطول الموجي والتجهيزات الاستشعارية المستخدمة في رصدها وتسجيلها.

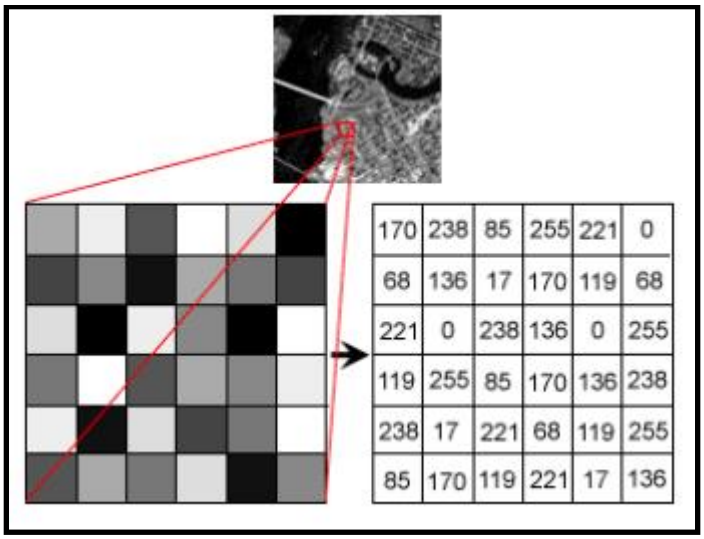
الصور الفوتوغرافية : Photographs

تعني نوعاً محدداً من الصور Images والذي تم رصده وتسجيله باستخدام أفلام التصوير الفوتوغرافي.

الصور الفوتوغرافية يتم التقاطها عادة في طول موجة يتراوح بين ٠,٣ و٠,٩ ميكرومتر في المجال المرئي وتحت الأحمر القريب، إذ يمكن القول أن كل صور فوتوغرافية Photographs هي صورة Image ولكن العكس ليس صحيح.

يمكن للصورة الفوتوغرافية أن يتم تمثيلها وعرضها بشكل رقمي Digital أيضاً عن طريق تقسيمها إلى مساحات متساوية الحجم والشكل

يدعى كل منها Pixel عنصراً، ويتم تمثيل قيمة السطوع القيمة اللونية لكل منها بقيمة رقمية تدعى Digital number، ويتم ذلك عن طريق مسح الصورة الفوتوغرافية باستخدام جهاز مسح Scanner الذي يقوم بتجزئة الصورة إلى Pixels يسجل لكل منها قيمة رقمية واحدة، وعنه عرض الصورة الرقمية يقوم الحاسب بتحويل القيمة الرقمية إلى درجات سطوع.



الصورة الرقمية

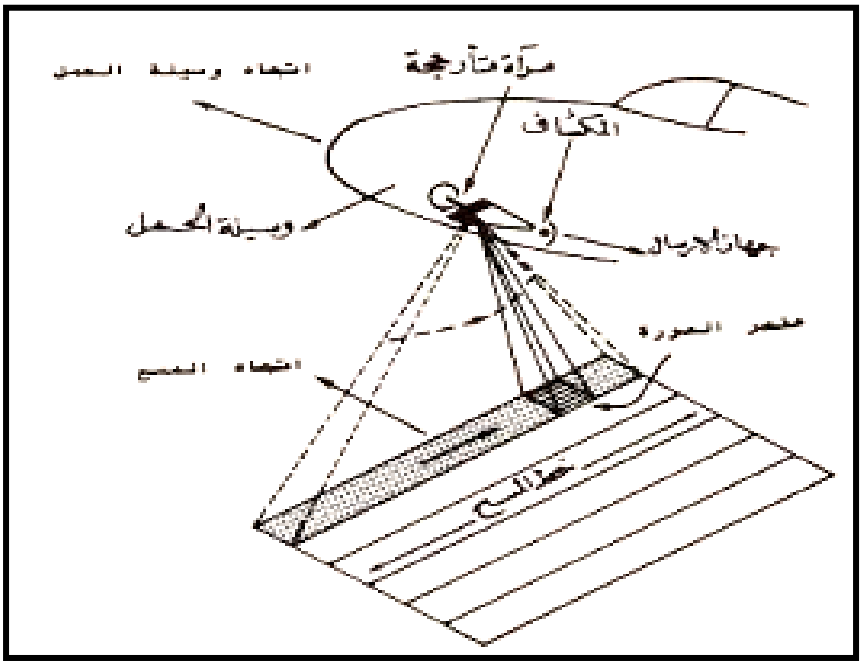
٢- نظم التصوير التلفزيوني

آلات التصوير التلفزيونية تجمع بين نظام آلات التصوير الفوتوغرافي ونظام المسح الخطي فآلات التصوير في هذا النظام تستخدم أفلاما خاصة لا تحتاج إلى استبدال أثناء تصوير المرئية وتتم عملية التصوير بتعريض الفيلم للإشعاع فترة قصيرة Short Exposure من خلال العدسات وتخزن هذه المعلومات في آله التصوير لفترة قصيرة كافية يكون الفيلم جاهزا لاستقبال أشعة جديدة وبتكرار هذه العملية يتم تصوير المرئية على شكل سلسلة من الخطوط Series of Lines متعامدة مع اتجاه الطائرة أو القمر الصناعي.

وحيث أن صمامات التصوير التلفزيوني Vidicons تعطي إشارة واحدة فقط فإنه يمكن تسجيلها باللون الأسود والأبيض لذا للحصول على مرئية ملونة لابد من استخدام ثلاث آلات تصوير بمرشحات مختلفة فمثلا في الطيف المرئي تسجل واحدة من آلات التصوير الأشعة الحمراء وتسجل الثانية الأشعة الخضراء وتسجل الثالثة الأشعة الزرقاء ومركب هذه الألوان سيعطي مرئية ملونة.

٣- **نظم المسح الخطي** Line scanning Systems

في هذا النظام يتم جمع المعلومات بواسطة مرآة تدور Rotated أو تتأرجح Oscillated إلى الأمام والخلف على محور مواز لاتجاه وسيلة حمل الجهاز (الطائرة، أو القمر الصناعي) التي تعكس الإشعاع إلى الكشاف Detector ليرسلها على شكل إشارات Signals إلى المسجل Recorder وذلك أثناء دورانها أو تأرجحها على طول خط المسح Scan Line .



نظم المسح الخطي

ويتقدم وسيلة الحمل إلى الأمام يتم استشعار المعلومات لخط المسح التالي وهكذا وذلك لأن تكرار دوران المرآة أو تأرجحها يتوافق مع سرعة وسيلة الحمل والماسحات الخطية Line Scanners صممت لتستخدم نطاقاً واسعاً من الطيف الكهرومغناطيسي ولذا فإنه يمكن استخدامها لتسجيل الطاقة الكهرومغناطيسية في الطيف المرئي وفى موجات الأشعة تحت الحمراء القريبة والبعيدة Near – infrared and far-infrared (أي ما بين ٠,٤ ميكرو متر و ١ ملليمتر).

٤- **نظم الصف الخطي** Linear array systems(pushbroom)

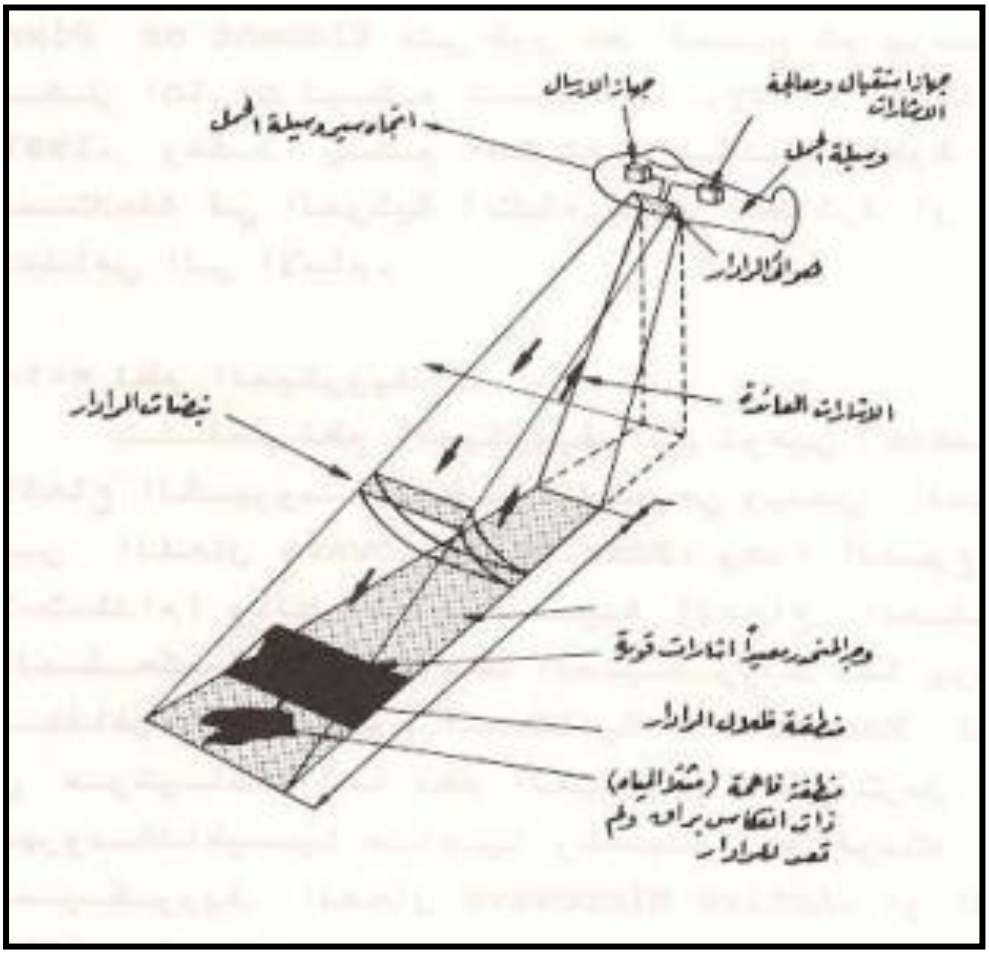
يجمع هذا النظام بين نظام آلات التصوير التلفزيوني ونظام المسح الخطي فهو يسجل المعلومات الخط المسح في أن واحد بواسطة عدد كبير من المكشافات Detectors الصغيرة الحجم دون أن يتحرك أي جزء من أجزائه فكل مكشاف يقيس الإشعاع المنعكس لكل عنصر من عناصر الصورة Picture Element or Pixel على طول خط المسح ثم يرسله على شكل إشارات ليتم تسجيلها وهكذا يتم استشعار بقية خطوط المسح المتلاحقة في المرئية أثناء تقدم الطائرة أو القمر الصناعي إلى الأمام.

٥- **نظم تصوير أشعة الميكروويف**

تنقسم نظم الميكروويف إلى نوعين احدهما يسجل الإشعاع الكهرومغناطيسي الطبيعي ويسمي <u>الميكروويف غير الفعال Passive Microwave</u>، ويسمي استشعار (الراديومتر)، هذا النوع قليل الاستخدام وذلك لقلة كمية الإشعاع المنبعثة والمنعكسة في موجات الميكروويف مما يؤدي إلى انخفاض درجة الوضوح المكانية Spatial Resolution في مرئياته أما نظم الميكروويف التي ترسل إشعاعا

كهرومغناطيسيا صناعيا وتسجله بعد عودته فتسمي الميكروويف الفعال Active Microwave أو (الرادار).

توجد العديد من نظم الرادار ولكن أكثرها استخداما لمسح الموارد الأرضية هو الرادار الجوي ذو النظرة الجانبية Side-Looking Airborne Radar SLAR وتكمن أهمية هذا النوع من أجهزة الاستشعار عن بعد في أنه يعمل في جميع الظروف سواء في الليل أو في النهار وكذلك في الظروف الغائمة.



نظام الرادار الخطي ذي النظرة الجانبية

تقنيات الاستشعار عن بعد

تعتمد تقنيات الاستشعار عن بعد على حمل أنواع متعددة من اللواقط أو المستشعرات Sensors، لتسجيل الظواهر المراد دراستها وقياسها، بناء على مفهوم: أن كل جسم يشع ويعكس مدى من الطاقة الكهرومغناطيسية، تكون غالباً في مجموعات متميزة، تسمى "بصمات طيفية" Spectral Signature، توضح معلومات عن خاصية معينة للجسم لذا نستطيع الاستعانة بذلك لإعادة تصنيف ما يصلنا من بيانات...

يمكن للإشعاع أن يبث من خلال الجسم، أو يمتص بواسطة الجسم، أو يشتت بواسطة الجسم، أو قد ينعكس الإشعاع، ويعني بذلك عودة الإشعاع دون تغيير، أي يكون الجسم في هذه الحالة مثل المرآة.

ويحدد اختيار أحد هذه التفاعلات السابقة طول الموجة لكل مادة، التي تعتمد أساساً على خصائص سطحها وجزيئات بنيتها، وهذه هي قواعد القياس بواسطة الاستشعار عن بعد. وجدير بالذكر أن للغلاف الجوي للأرض بعض المميزات الخاصة به، والمؤثرة في اختيار النطاقات الضوئية في الاستشعار.

وتختلف دقة كل جهاز استشعاري عن الآخر بدرجة التفريق Resolution، التي يحققها في رصد الأهداف، ويعتمد ذلك على خواص كل مادة بالنسبة لعكس الأشعة الساقطة عليها، أو امتصاص هذه الأشعة، جزئيا أو كلياً.

تقنيات المسح متعدد الأطياف Multispectral Scanning MSS

تقوم عديد من المستشعرات الإليكترونية خلافا لأجهزة الاستشعار التصورية بالتقاط البيانات باستخدام أنظمة التصوير الضوئي Scanning والتي تستخدم مستشعر ذا نطاق محدود في الرؤية (IFOV). ويمسح هذا المستشعر سطح الأرض لالتقاط صور

ثنائية البعد لمسطح، ويمكن أن تثبت أنظمة التصوير الضوئي علي حاملات للطائرات والأقمار الصناعية ولها نفس أسس التشغيل تقريباً، ويسمى نظام المسح الضوئي المستخدم لجمع البيانات لأطوال موجية مختلفة باسم الماسح الضوئي المتعدد الأطياف Multispectral Scanner MSS وهو النظام الأكثر استخداماً.

هناك نمطان من المسح الضوئي المستخدمة في التقاط مرئيات متعددة الأطياف وهما:

- المسح الضوئي عبر خط المدار Across - Track Scanning
- المسح الضوئي علي طول خط المدار Along -Track Scanning

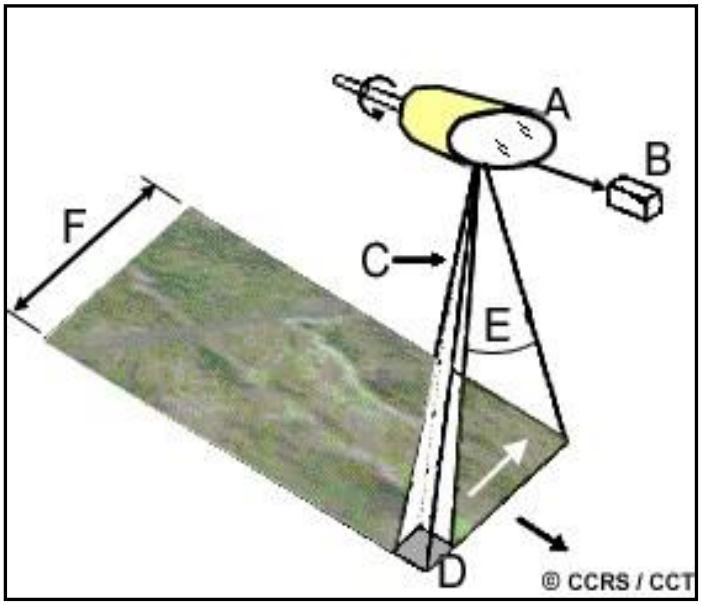
المسح الضوئي عبر خط المدار Across - Track

يقوم بمسح الأرض في سلسلة من الخطوط المتعامدة اتجاه حركة حامل المستشعر، ويتم مسح كل خط من طرف المستشعر إلى الطرف الأخر باستخدام مرآة دوارة Rotating mirror (A) ومع تحرك حامل المستشعر إلى الأمام عبر خط التصوير يتم التقاط مرئيات متتابعة ثنائية البعد لسطح الأرض.

يحدد كل من المجال اللحظي للرؤية (نطاق الرؤية) للمستشعر (C) وارتفاع التصوير؛ درجة الوضوح الأرضي للخلية المصورة Ground Resolution Cell (D) ، وبالتالي تحدد درجة الوضوح المكاني.

تتحرك الماسحات الضوئية المحمولة في الطائرات Airborne sweep في زوايا واسعة بين ٩٠ - ١٢٠ درجة بينما تلك المحمولة في أقمار صناعية - ونتيجة لارتفاعها الكبير لا تحتاج سوى لمتحرك في زوايا محدودة نسبيا ١٠ - ٢٠ درجة لتغطى مساحة واسعة، ونظراً لان المسافة بين المستشعر والهدف تزداد في اتجاه حواف الرقاع المصورة

swath فان خلايا الوضوح الأرض عند الحواف تصبح اكبر وتؤدى إلى تشوه هندسي للمرئيات.



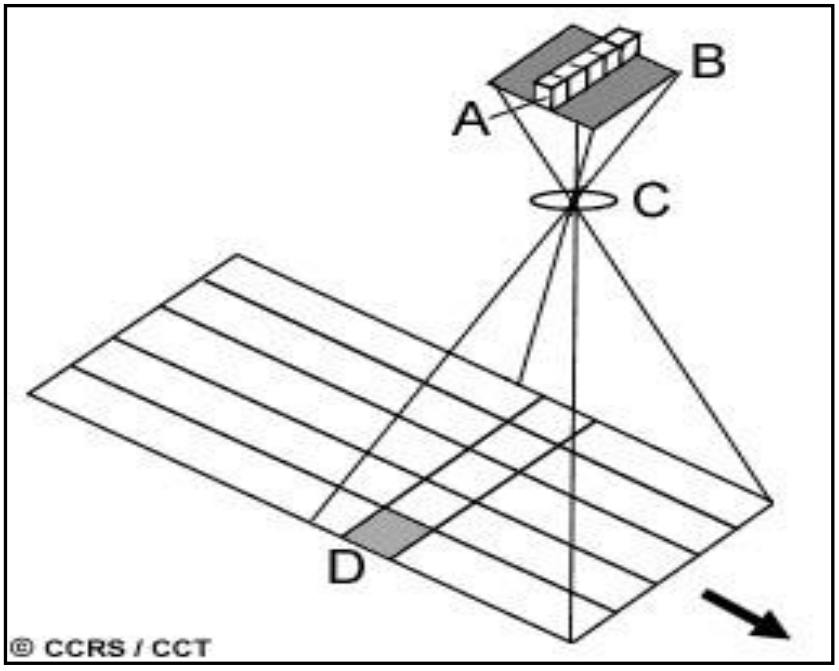
المسح الضوئي عبر خط المسار (بعرض المسار)

يتسم طول الزمن اللحظي للرؤية IFOV الذي "يرى" الخلية الأرضية مع حركة مرآة الماسح الضوئي بالقصر ويعرف هذا الطول باسم زمن البقاء Dwell Time. وهو زمن قصير بشكل عام ويؤثر علي درجات الوضوح المكاني والطيفي والراديومترى للمستشعر.

المسح الضوئي علي طول خط المدار Along-Track

ويستخدم أيضا الحركة الأمامية لحامل المستشعر (طائرة، قمر صناعي) بهدف تسجيل خطوط المسح الضوئي بطريقة متتابعة وتكوين مرئية ثنائية البعد ملتقطة عمودياً علي اتجاه الطيران، لكن بدلاً من المرآة يستخدم هذا النوع من الماسح الضوئي Linear array of نسق خطى من الكاشفات detectors (A) مثبتة عند المحور البؤري للمرئية (B) والمؤلف من أنظمة عدسات (C) يتم "دفعها" في اتجاه حركة الطيران.

وللماسحات الضوئية علي خط المدار ذات النسق الخطى مزايا عديدة تتفوق بها علي الماسحات عبر المدار ذات المرايا، فنسق المتتبعات المدعوم بحركة الدفع Push broom يسمح لكل متتبع أن "يرى" ويقيس الطاقة من كل خلية أرضية لفترة زمنية أطول (زمن بقاء أطول) ويسمح هذا بتتبع مزيد من الطاقة، ويسهم في تحسين درجة الوضوح الراديومتري.



المسح الضوئي علي طول المسار (بطول المسار)

كما يسهم طول زمن البقاء بتسهيل نطاقات الرؤية IFOVs والقنوات المحدودة الاتساع في كل متتبع ومن ثم يمكن الحصول علي درجة وضوح مكاني وطيفي أفضل دون التأثير علي درجة الوضوح الراديومتري. ونظرا لان المتتبعات عبارة عن أدوات صلبة من الإليكترونيات الدقيقة فإنها بالتالي صغيرة وخفيفة ولا تتطلب كثيرا من الطاقة، ويمكن الاعتماد عليها وتعيش لفترة زمنية أطول لأنها لا تتألف من أجزاء متحركة. لكن في المقابل نحتاج هنا إلى آلاف من

المعـــايرات العرضـــية Cross-Calibrating فـــي المتتبعـــات Detectors لكى نحصل علي حساسية متجانسة عبر النسق Array.

وبغض النظر عما إذا كان نظام المسح الضوئي المستخدم فـي أي من هذين النوعيين، فان لهما مميزات عديدة تتفوق بهـا علـي الأنظمـة الفوتوغرافية.

- فالمدى الطيفي للأنظمة الفوتوغرافية قاصر علي النطاقـات المرئيـة القريبة من تحـت الحمـراء، بينمـا أنظمـة الماسـح الضـوئي متعـدد الأطياف يمكنها أن تشمل النطاق تحت الحمراء الحراري.
- كما أنها قادرة علي توفير درجة وضـوح طيفيـة عاليـة بالمقارنـة بالأنظمة الفوتوغرافية.
- تستخدم الأنظمة الفوتوغرافية متعددة الأطيـاف أو متعـددة القنـوات Multi-Bands or Multispectral أنظمـة عدسـات منفصـلة لالتقاط كل قناة طيفية علي حدة. وهو ما قد يؤدى إلي وقوع بعض المشكلات في تأمين وجود القنـوات المختلفـة قابلـة للمقارنـة عنـد المستويين المكاني والراديومترى كما قد تحدث مشكلات مع تسجيل Registration المرئيات المتعددة، في المقابل فان الماسح الضوئي متعدد الأطياف MSS يلـتقط كافـة القنـوات الطيفيـة فـي وقـت متـــزامن عبـــر نفـــس النظـــام البصـــري Optical للعمليـــات الفوتوكيمائية التي يصعب قياسها.
- ولأن بيانات الماسح الضوئي متعددة الأطياف يتم تسجيلها إليكترونيـا فمن الأسهل تحديد المقدار المحدد للطاقة المقاسة، ويمكنها تسـجيل مدى أكبر من القيم وبصورة رقمية. وتتطلب الأنظمة الفوتوغرافية إمداد متواصل من الأفلام وعمليات معالجة علي الأرض بعد التصوير. أما التسجيل الرقمي Digital في الماسح الضوئي المتعدد الأطيـاف

MSS فيسهل من انتقال البيانات إلى محطات الاستقبال علي الأرض حيث تجرى لها فوريا عمليات المعالجة بأجهزة الحواسيب.

تقنية التصوير الحراري Thermal Imaging:

تشعر عديد من أنظمة المسح المتعدد الأطياف MSS بالإشعاع في المنطقة تحت الحمراء الحرارية بنفس درجة شعورها بالأشعة في المنطقة المرئية وتحت الحمراء المنعكسة.

وتختلف الطاقة المنبعثة من الأرض في النطاق الحراري تحت الأحمر والذي يتراوح طوله الموجي بين 3-15 ميكرومتر(عن بقية الطاقة المنعكسة. فالمستشعرات الحرارية Thermal Sensors تستخدم متتبعات تصويرية Photo Detectors حساسة للاتصال المباشر مع الفوتون Photon علي سطحها، وذلك كي تتبع الإشعاع الحراري المنبعث. ويتم تبريد المتتبعات إلى درجات حرارة قريبة من الصفر المطلق بهدف تحييد حرارتها المنبعثة ذاتيا، وتقيس المستشعرات الحرارية في الأساس درجة الحرارة السطحية والخصائص الحرارية للأهداف.

واللاقطات الحرارية Thermal Imagers هي بالدرجة الأولى لاقطات من النوع المتحرك عبر المدار across-track تتبع الإشعاع المنبعث فقط في النطاق الحراري من الطيف.

ويمكن التقاط المرئيات الحرارية خلال النهار أو الليل لان الإشعاع منبعث وليس منعكس (وتستخدم لتطبيقات مختلفة مثل الاستكشافات العسكرية وإدارة الكوارث، وإعداد خرائط الغابات ورصد الأضرار الحرارية.

تقنية المسح الراداري بالأقمار الصناعية

أطلقت وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) في عام ١٩٩٩م بالتعاون مع اليابان تقنية قياس الانعكاس الراديومتري الحراري المحمول فضائيا أو اختصارا "أستر". يتم التحسس أو الاستشعار في هذه التقنية من خلال ١٤ نطاقاً من نطاقات الطاقة الكهرومغناطيسية تتراوح ما بين نطاقات الضوء المرئي ونطاقات الأشعة تحت الحمراء الحرارية، وتتيح هذه التقنية مرئيات فضائية بتغطية مكانية ٦٠×٦٠ كيلومتر وذات قدرة تمييز مكانية ١٥متر للاستشعار المرئي، ٣٠ للاستشعار بالأشعة تحت الحمراء القريبة، ٩٠ متر للاستشعار بالأشعة تحت الحمراء الحرارية.

أهم مميزات تقنية أستر أنها تتيح التصوير المزدوج (وجود تداخل بين كل صورتين متتاليتين) مما يمكن من استنباط مناسيب المعالم المكانية بهدف تطوير الخرائط الطبوغرافية. كما أن مرئيات هذه التقنية متاحة مجاناً للمستخدمين حول العالم من خلال موقع وكالة ناسا للفضاء علي شبكة الانترنت في الرابط:

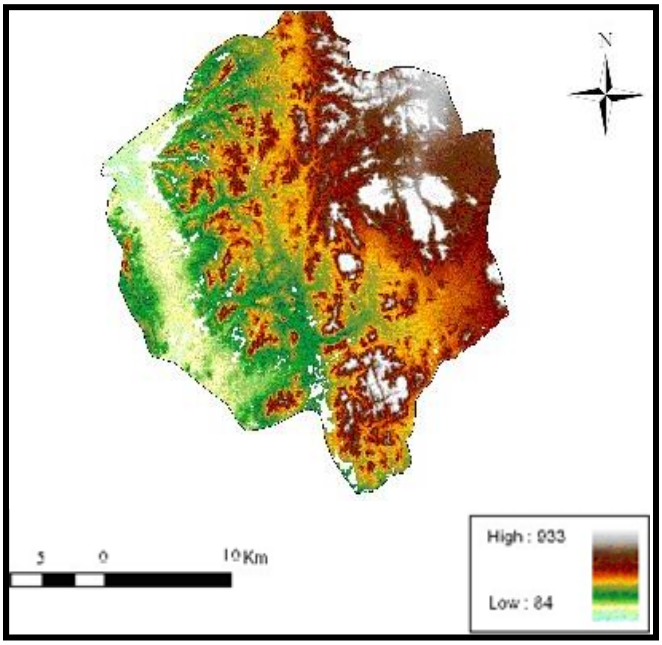
. http://asterweb.jpl.nasa.gov/data.asp

كما قامت وكالة الفضاء الأمريكية ومن خلال مرئيات تقنية أستر بتطوير نموذج ارتفاعات رقمية يغطي العالم كله ويوضح تضاريس سطح الأرض بدرجة تمييز مكانية (حجم الخلية) تبلغ ٣٠ متر. وهذا النموذج متاح للتحميل مجانا للمستخدمين في الرابط:

http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp

أطلقت وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) في فبراير ٢٠٠٠م مكوك الفضاء التابع لها وعلي متنه جهاز رادار خاص لقياس مناسيب سطح الأرض لمعظم أجزاء اليابسة (من دائرة عرض ٥٦ جنوبا إلي دائرة عرض ٦٠

شمالا) وأطلق علي هذه المهمة اسم مهمة الرادار الطوبوغرافي بمكوك الفضاء أو اختصاراً "أس أر تي أم". (SRTM) ومن خلال قياسات هذه المهمة التي استغرقت ١١ يوم أمكن بتطوير نموذج ارتفاعات رقمية يغطي العالم كله ويوضح تضاريس سطح الأرض بدرجة تمييز مكانية (حجم الخلية) تبلغ ٣٠، ٩٠، ٩٠٠ متر. وهذا النموذج متاح للتحميل مجانا للمستخدمين (لحجم الخلية ٩٠ و ٩٠٠ متر فقط) في الرابط:
http://www2.jpl.nasa.gov/strm/



نموذج لتضاريس مدينة مكة المكرمة بناءا علي تقنية (SRTM)

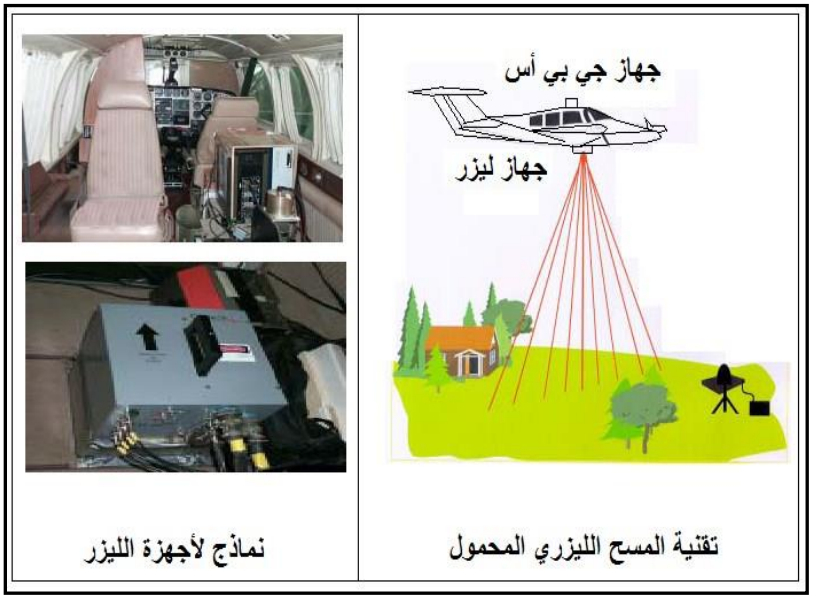
تبلغ دقة نماذج الارتفاعات الرقمية العالمية عدة أمتار (مثلا ± ٦ متر لنموذج (SRTM) و ± ٩ متر لنموذج أستر) مما يدل علي أنها غير مناسبة للتطبيقات الهندسية أو الحضرية أو إنتاج الخرائط الطبوغرافية ذات مقاييس الرسم الكبيرة. لكن وعلي الجانب الآخر فأن وجود هذه النماذج العالمية متاحة مجاناً تجعلها مناسبة - من وجهة النظر الاقتصادية - لكثير من المستخدمين خاصة في التطبيقات

الإقليمية والبيئية والخرائط الطبوغرافية ذات مقاييس الرسم المتوسطة والصغيرة.

تقنيات المسح الليزري بالطائرات

تم في العقدين الأخيرين تطوير تقنية جديدة أطلق عليها اسم نظم التحسس والقياس الضوئي المحمولة أو اختصاراً اسم ليدار.

تعتمد تقنية الليدار علي وضع جهاز ليزر علي متن طائرة حيث يقوم بإطلاق أشعة الليزر واستقبالها وتسجيلها بعد انعكاسها من سطح الأرض، ومن هذه القياسات يمكن حساب مناسيب المعالم المكانية.



تقنية المسح الليزري المحمول جواً

وبوجود جهاز قياس الإحداثيات بالرصد علي الأقمار الصناعية (جي بي أس) علي متن الطائرة فيمكن قياس الإحداثيات الجغرافية الأفقية (خط الطول ودائرة العرض) لكل لحظة من لحظات إطلاق أشعة الرادار، وبالتالي فتتوافر الإحداثيات الجغرافية الثلاثية (خط الطول ودائرة العرض والمنسوب) لجميع النقاط المرصودة طوال مسار الطائرة.

يوجد نوعين رئيسين من نظم الليدار أحدهما مخصص للمسح الراداري لليابسة بينما الثاني مخصص للمسح الراداري لأعماق البحار، مع أن تقنية المسح الليزري المحمول جوا بدأت حكومية في المقام الأول في التسعينات من القرن العشرين الميلادي، إلا أن انتشار تطبيقاتها واستخداماتها في المسح الطبوغرافي جعلها تتحول أيضا إلي تقنية تجارية في السنوات الأخيرة. وتتفوق تقنية الليدار علي تقنيات التصوير الجوي في أنها تقنية شبه آلية لا تحتاج لتدخل المستخدم كثيرا في عمليات جمع البيانات وتطوير الخرائط الكنتورية، كما أن دقة المسح الليزري تصل إلي حدود عشرة سنتيمترات أو أقل، كما يستطيع جهاز الليزر قياس مناسيب عدة نقاط (تصل إلي ١٢ نقطة) في المتر المربع الواحد مما يزيد من كثافة النقاط ودقة رسم التفاصيل الطبوغرافية، بالإضافة إلي أن التكلفة الاقتصادية لهذه التقنية أقل كثيراً من تكلفة التصوير الجوي.

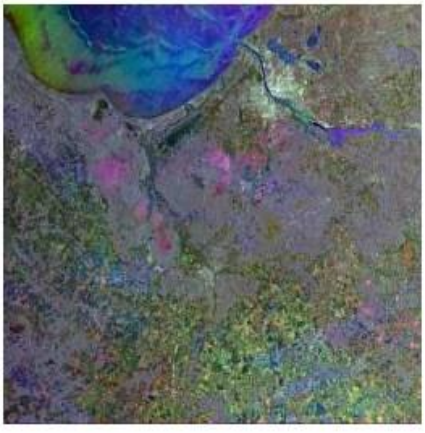
الاستشعار الراداري الفاعل بالأقمار الصناعية

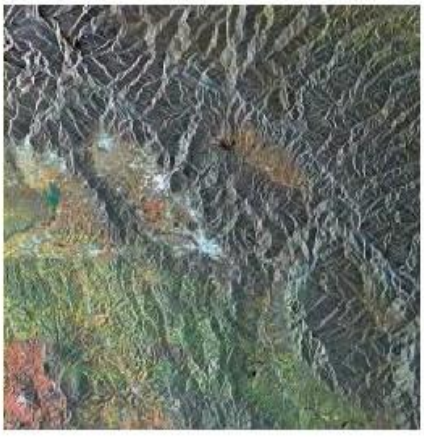
توجد عدة نظم لتطبيقات الاستشعار الفاعل حيث يقوم القمر الصناعي بإطلاق أشعة الرادار وتسجيلها بعد انعكاسها مرة أخري من سطح الأرض. ومن هذه النظم - علي سبيل المثال - تقنية المنفذ الراداري الصناعي أو اختصارا "سار"، حيث يتم وضع جهاز الرادار علي متن القمر الصناعي (وأحيانا علي متن طائرة).

تعتمد هذه التقنية علي استقبال الأشعة المنعكسة من سطح الأرض من خلال طبق استقبال "أنتنا" مثبتة علي سطح القمر الصناعي، أي أن عدة مناطق من هذا الطبق تستقبل الأشعة المنعكسة مما يعني وجود أكثر من صورة للمعلم الأرضي ومن ثم إمكانية تحديد طبيعة هذا المعلم بقدرة تمييزية كبيرة.

كما تتميز هذه التقنية بأن أشعة الرادار لا تتأثر بالغيوم والسحب الموجودة في طبقات الغلاف الجوي مما يجعل مرئياتها مناسبة لتطبيقات الزراعة والجيولوجيا والهيدرولوجيا. ومن أمثلة الأقمار الصناعية التي تطبق تقنية "سار" القمر الصناعي الأوروبي أي أر أس ٢ والقمر الصناعي الكندي رادارسات-٢ والقمر الصناعي الايطالي تيراسار اكس والقمر الصناعي الياباني ألوس.

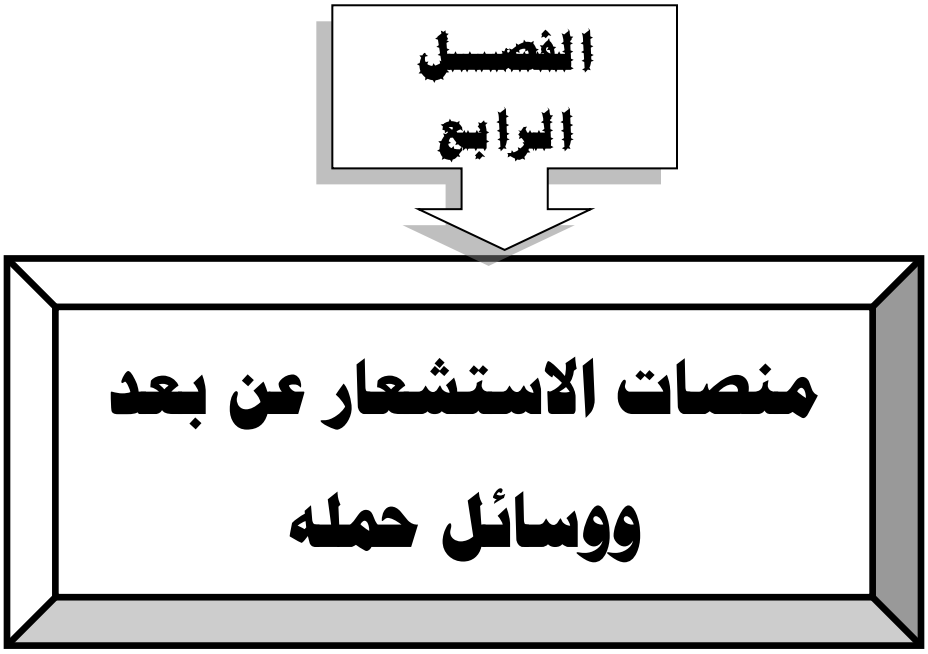
نماذج لأقمار تقنية "سار"





نماذج لمرئيات فضائية لتقنية "سار"

تقنية المنفذ الراداري الصناعي "سار"


الفصل
الرابع
منصات الاستشعار عن بعد
ووسائل حمله

وسائل حمل أجهزة الاستشعار عن بعد (المنصات)

الغرض الأساسي من المنصات، التي تحمل أجهزة الاستشعار عن بعد، هو وضع هذه الأجهزة على ارتفاع معين من سطح الأرض. وتستخدم البالونات والطائرات في الاستشعار الجوي للحصول على صور جوية ذات مقاييس كبيرة ومتوسطة، من ١:٢٠٠٠ حتى ١:٨٠٠٠، طبقاً لارتفاع البالون أو الطائرة، الذي يراوح بين ٣٠٠٠ و٧٠٠٠ متر، والبالونات قد تكون موجهة، أو غير موجهة، حيث يتوقف مسارها على الرياح.

والنوع الثالث من المنصات هو المركبات الفضائية، وهذا النوع من المنصات باهظ التكاليف، ويتطلب تكنولوجيا رفيعة المستوى. وهذه المركبات نوعان: متحركة في مساراتOrbits حول الكرة الأرضية، وثابتة Geostationary، وهي التي تتميز بتواجدها الدائم، في موضع ثابت بالنسبة للأرض، وبذا توفر ملاحظة دائمة ومستمرة لجزء ما من الكرة الأرضية.

المنصات الجوية (الطائرات)

تختلف تقنية الاستشعار من بعد بالتصوير الجوى (بواسطة الطائرات) عن الاستشعار بواسطة الأقمار الصناعية ، ويرجع استخدام الطائرات في التصوير إلى بداية القرن العشرين ، وتمثلت البداية في استخدام كاميرات يدوية بدائية، ولكن مع مرور الزمن وتطور المنجزات العلمية حُمّلت الطائرات بأحدث العدسات الإليكترونية التي يمكنها التقاط الصور للمناطق الأرضية بوضوح وبمقاييس معينة، وتغطى مساحات تساعد على استخدامها وتسهل من دراسة المنطقة التي تم تصويرها .

أصبح التصوير الجوى علم له أصوله وقواعده التي تُدرّس في المعاهد المتخصصة، كما أصبحت هناك شركات متخصصة في مجال التصوير الجوى، وأمكن استخدام الصور الجوية في رسم الخرائط بدقة وبسرعة بعد أن كانت عمليات المسح الأرضي تستغرق شهوراً وسنوات عديدة.

المنصات الفضائية (الأقمار الصناعية)

الاستشعار من بعد بواسطة الأقمار الصناعية هو امتداد حديث للتصوير الجوى، ولكن الجديد فيه استخدام الأقمار الصناعية (Satellite) بدلاً من الطائرة، وهي من الوسائل الفضائية غير المأهولة.

تعريف القمر الصناعي

يمكن تعريف القمر الصناعي بأنه جسم أو هيكل يوضع في مدار حول الأرض أو حول أي جسم فضائي آخر بحيث يتحرك بنفس القوانين الطبيعية التي تحكم حركة الكواكب في مداراتها حول الشمس.

خصائص الأقمار الصناعية

تلعب المسافة بين القمر الصناعي والهدف في بعض التجهيزات الاستشعارية دوراً كبيراً في تحديد التفاصيل الملتقطة والمساحة المصورة، وبما أن المستشعرات على متن الأقمار الصناعية بعيدة جداً عن الأهداف فإن المساحة المصورة كبيرة جداً ولكن التفاصيل قليلة، ويمكن مقارنة الأقمار الصناعية المناخية التي تصور نصف الكرة الأرضية مباشرة بالطائرات التي تصل المساحة المصورة باستخدام المستشعرات المحمولة عليها إلى ١٠كم^{٢} تقريباً.

١- التمييز المكاني (Spatial Resolution):

يعتمد حجم التفاصيل التي تظهر في صورة ما على التمييز المكاني (قدرة التمييز المكاني).

نماذج من درجة الوضوح المكاني للصور الفضائية

يحدد أصغر هدف يمكن رصده وتمييزه على الصورة الفضائية، أو يمكن تعريفه بأنه أصغر مسافة على الأرض يمكن رصدها ومراقبتها وتسجيلها وتمييزها على الصورة الفضائية. يعتمد التمييز المكاني

للمستشعرات السالبة على حقل الرؤية الفوري للمستشعر وتسمي pixel.

٢- التمييز الطيفي(Spectral Resolution):

يبدي الهدف استجابة مختلفة على طول الطيف الكهرومغناطيسي وأن الأهداف يمكن تمييزها عن بعضها البعض تبعا لاستجابتها الطيفية على طول الطيف الكهرومغناطيسي، وحتى يتمكن المستشعر من تمييز هذه الأهداف بعضها عن البعض الآخر يجب أن يمتاز بإمكانية تسجيل الطاقة المنعكسة عن الأهداف في مجالات ضيقة، وبناء علي ما سبق تعرف الدقة التمييزية الطيفية (التمييز الطيفي) بأنه أضيق مجال طيفي يمكن للمستشعر أن يقوم برصد وتسجيل استجابة الأهداف ضمنه.

جدول استخدامات النطاقات الطيفية للقمر الصناعي لاندسات

مجال الدراسة	نظام الألوان RGB		
	الأحمر R	الأخضر G	الأزرق B
الغطاء النباتي	TM-4	TM-3	TM-2
حرائق الغابات	TM-7	TM-4	TM-2
المسطحات المائية	TM-5	TM-2	TM-1
التربة و المعادن	TM-7	TM-3	TM-2
الدراسات الحضرية	TM-6	TM-4	TM-7
الدراسات الحضرية	TM-3	TM-2	TM-1
الدراسات المائية	TM-3	TM-2	TM-1

تقوم المستشعرات التي تستخدم الأفلام غير الملونة بتسجيل الطاقة المنعكسة عن الأهداف على كل أو جزء من المجال الطيفي المرئي، وبالتالي تمتلك ميزاً طيفياً منخفضاً لأنها لا تظهر الطاقة المنعكسة عن الهدف في أجزاء مختلفة منه بل تسجل المعلومات بشكل عام وكأنه قناة واحدة أما باستخدام الأفلام الملونة فيمكن تسجيل الطاقة المنعكسة عن المجال الطيفي الأخضر والأحمر والأزرق كل على حدة وهو ما يعطينا الصور الملونة، كمثال فإن الدقة التمييزية للفلم

البانكروماتي (أبيض وأسود) تقع في المدى ٠,٤ إلى ٠,٧ مايكرومتر حيث يسجل جهاز التحسس كل الضوء المنعكس بواسطة الأجسام.

٣- التمييز الراديومتري (الإشعاعي) (Radiometric Resolution):

بينما يعكس البيكسل البنية المكانية للصورة فإن الصفات الراديومترية لها تعكس كمية المعلومات الحقيقية في الصورة، حيث أن حساسية المستشعر للمجال الكهرومغناطيسي يتحدد بالتمييز الراديومتري له.

يعرف **التمييز الراديومتري** بأنه درجة حساسية المستشعر للمجال الكهرومغناطيسي، وهو يحدد قدرة المستشعر على تسجيل الفروقات الدقيقة في الطاقة، وكلما زاد التمييز الراديومتري كلما زادت قدرة المستشعر على التحسس بالفروقات البسيطة في الطاقة الواردة إليه.

التمييز الراديومتري

يتم تمثيل معلومات الصورة بأرقام (digital numbers) تعتمد على عدد الـ Bits المستخدمة في تسجيل البيانات، فلو سجلنا البيانات باستخدام بت واحد عندها يمكن حساب الدرجات اللونية التي تستطيع الصورة إظهارها وفق العلاقة: (٢^{bit} = ٢^{١}=٢)، أي أن الصورة

يمكن أن يظهر عليها درجتين لونيتين، أما باستخدام 8 bits أو بايت واحد فإن عدد الألوان أو الدرجات اللونية الظاهرة على الصورة سيكون ٢٥٦، ويكمن استخدام عدد bits أكبر كأن نستخدم ١٦ أو ٣٢bits.

٤- التمييز الزمني (temporal resolution):

هو الزمن اللازم لأن يلتقط القمر الصناعي صورة ثانية لمساحة ما من الأرض بنفس القطاع بنفس الزاوية، إضافة إلى التمييز المكاني يستخدم في الاستشعار عن بعد ما يسمى بالصور المتكررة زمنيا وذلك لأن الأهداف المدروسة قد تتغير استجابتها مع الزمن لذلك يلتقط للهدف الواحد أكثر من صورة خلال الفصل وذلك لمراقبة التغيرات الطارئة على الهدف خلال فترة ما كمراقبة التحولات والتغيرات التي تطرأ على النبات أثناء حياته (الأطوار الفينولوجية لنبات ما).

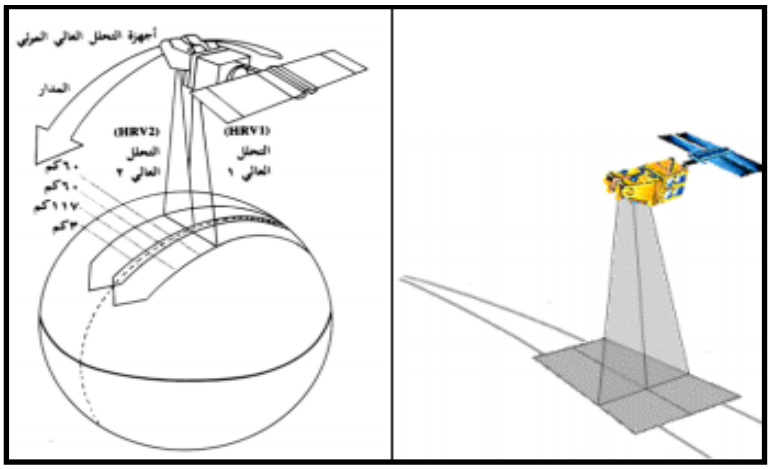
عامل الزمن يعتبر هام جداً للأسباب التالية:

- ☒ تواجد الغيوم بشكل مستمر يحتاج إلى تحديد فترات خلو السماء منها، والظواهر قصيرة العمر (الفيضان، تسرب النفط،....) تحتاج أن يتم تصويرها أثناء حدوثها.
- ☒ المقارنة المتكررة تكون ضرورية مثل مراقبة الغابة لتحديد الأمراض التي تصيبها.
- ☒ تغير مظاهر الأهداف عبر الزمن لتمييز الأهداف المتشابهة (الذرة والقمح).

تمتاز بعض الأقمار الصناعية بقدرتها على إنقاص التمييز الزمني لها عن طريق توجيه مستشعراتها نحو المنطقة المراد تصويرها من أكثر من موقع.

٥- التغطية المكانية :

مساحة التغطية الممكنة التي يغطيها المنظر الواحد مثلا في القمر الصناعي (IKONOS) ١٣ × ١٣ كيلومتر في المنظر الواحد وهذه الميزة تؤثر بشكل كبير في حساب التكلفة المادية.



التغطية المكانية للقمر الصناعي spot

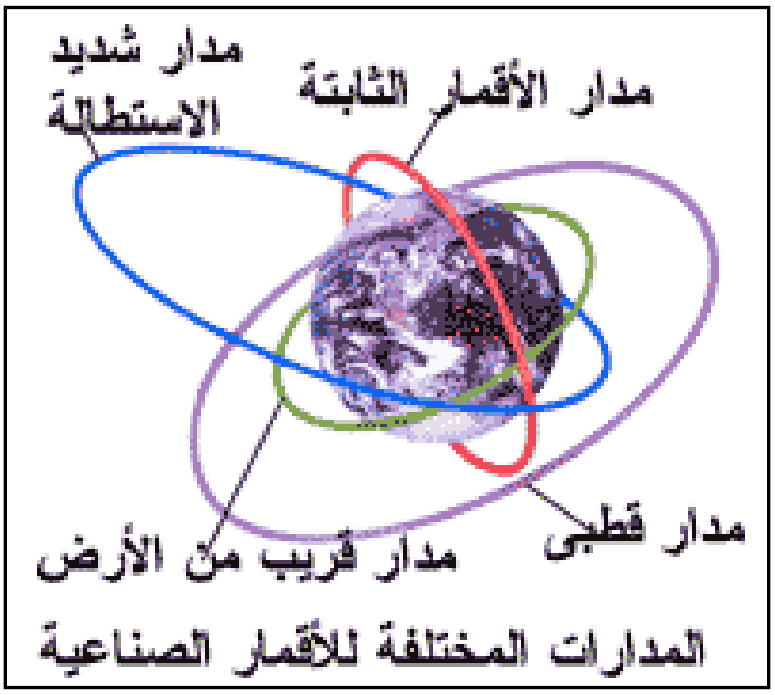
مساران كل منهم ٦٠كم بتداخل ٣كم

٦- المقياس:

هو تناسب المسافة على الصورة إلى المسافة الحقيقية على الأرض، فإذا كنت تستعمل صورة مقياسها ١:١٠٠٠٠٠ فهذا يعني أن ١سم على الصور يقابل ١٠٠٠٠٠سم أو ١ كم على الأرض.

٧- مدارات الأقمار الصناعية:

يمكن أن تحمل المستشعرات على متن المركبات الفضائية وتقوم بالحركة في الفضاء وفق مسار معين وهو ما ندعوه بالمدار (Orbit) يوافق المدار مواصفات المستشعر المحمول على متنه، وتختلف المدارات باختلاف ارتفاعها عن سطح الأرض وحركتها بالنسبة لدوران الأرض، ويمكن تقسيم المدارات إلى:



مدارات الأقمار الصناعية

أ- المدار الأرضي المنخفض Low Earth orbit:

وهو مدار قريب من الأرض، يتراوح ارتفاعه بين ٢٠٠ إلي ٤٠٠ كيلو متر فوق سطح الأرض وتستخدمه الأقمار الصناعية التي تحتاج إلي الدوران بسرعة حول كوكب الأرض ومنها الأقمار العلمية التجريبية وأقمار والرصد والاستطلاع والمسح الجوي كما تستخدمه أيضا محطة الفضاء الدولية ويستغرق القمر الصناعي مدة لا تزيد عن ٩٠ دقيقة لإكمال دورة كاملة حول الأرض في هذا المدار

ب- المدار الثابت Geostationary Orbits:

وهو مدار دائري على ارتفاع ٣٥,٧٨٦ كيلومتر (٢٢,٢٣٦ ميل) فوق خط الاستواء وفى نفس اتجاه دوران الأرض حول نفسها ويعرف هذا المدار باسم مدار الثبات أو المدار المتزامن لان سرعة دوران الأقمار الصناعية تساوي نفس سرعة دوران الأرض حول نفسها تقريباً وبالتالي

تبدو الأقمار الصناعية وكأنها ثابتة في أماكنها فوق المناطق الجغرافية المطلوب تغطيتها.

تتميز هذه الأقمار بقدرتها على تغطية الموقع المطلوب بفترات زمنية متقاربة جداً (حوالي ٤٨-٩٦ مرة باليوم) فهي ممتازة لمراقبة الغيوم مثلا لأن وضع الغيوم يتغير كل دقيقة وكذلك مراقبة حرائق الغابات ولكنها بنفس الوقت عاجزة عن تغطية الأقطاب بسبب تحدب سطح الأرض عندها .

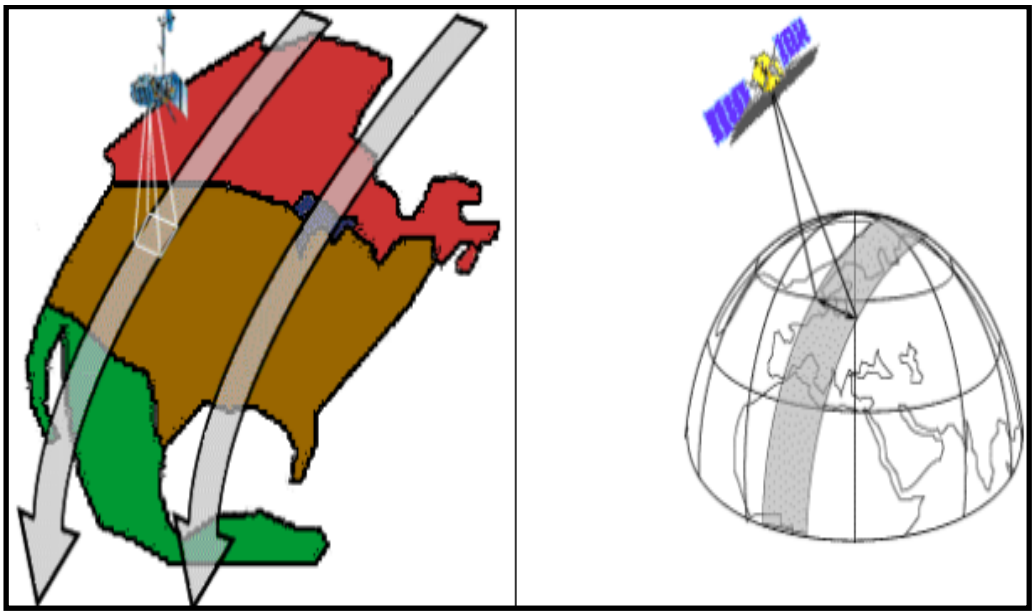
ويحتوى القمر على صواريخ صغيره تستخدم في تعديل مساره عند انحرافه عن مداره المخصص له بسبب بعض المؤثرات الخارجية مثل الجاذبية الأرضية والاحتكاك مع الغلاف الجوى، ولذلك فإن هذه الأقمار عادة ما توضع على ارتفاعات عالية للتقليل من تأثير عوامل الجاذبية الأرضية والغلاف الجوى على مساراتها، وبالطبع فإن لهذا البعد عن الأرض ميزة أخرى وهى اتساع مساحة التغطية لهذه الأقمار، إلا أن من عيوب المدارات شديدة البعد عن الأرض قلة وضوح الظواهر الأرضية التى تلتقطها هذه الأقمار

ج- المدار القطبي polar orbit:

وهو مدار متوسط الارتفاع حيث تدور الأقمار الصناعية حول قطبي الأرض بشكل رأسي من الشمال إلي الجنوب بزاوية ميل ٩٠ درجة علي خط الاستواء وهو ما يتيح للقمر مسح مساحة شاسعة من سطح الأرض في زمن قياسي لا يتجاوز ٩٠ دقيقة فقط، ويستخدم هذا المدار في أقمار التجسس العسكري والتصوير الجوي وأقمار المناخ والرصد البيئي.

٨- النطاق: swath

تقوم المستشعرات بمسح جزءاً من الكرة الأرضية وتصويره أثناء مرور الأقمار الصناعية فوق الكرة الأرضية، هذا الجزء المصور يسمى نطاقاً.



النطاقات

إذا أخذنا أي نطاق من النطاقات الأرضية المصور بواسطة قمر صناعي ما فإن القمر سيعود لمسح نفس النطاق بعد فترة زمنية ما، والزمن اللازم لعودة القمر الصناعي مرة ثانية إلى نفس النقطة يدعى زمن العودة ولكن استخدام مستشعرات قابلة للتدوير يجعل زمن العودة إلى نفس النقطة أقل، تصور مناطق خطوط العرض العالية أكثر من خطوط العرض القريبة من خط الاستواء، وذلك لتكرار مرور الأقمار الصناعية فوق القطبين وبالتالي ينتج عنه ما يسمى تداخل النطاقات المتجاورة.

نماذج من أقمار الرصد الأرضي

سلسلة القمر الصناعي لاندسات:

برنامج لاندسات هي سلسلة رصد موارد الأرض وبعثات الفضائية التي يشترك في إدارتها وكالة ناسا (Nassa) ومعهد المسح الجيولوجي الأمريكي. كما أن إنتاج أول قمر صناعي من سلسله لاندسات يعتبر أول انطلاقه لعلم الاستشعار عن بعد فضائيا وكان ذلك في ٢٣ يوليو١٩٧٢ .

أطلقت وكالة الفضاء الأمريكية مجموعه من الأقمار الصناعية ضمن سلسلة لاندسات وأعطتها أرقام متسلسلة (لاندسات ١ إلي لاندسات ٨)، وقد اتخذت هذه الأقمار صوراً رقمية لقارات الأرض المحيطة بها والمناطق الساحلية لأكثر من ثلاثة عقود، وتمكين الناس من دراسة جوانب كثيرة من كوكبنا ، وتقييم التغيرات الدينامية الناجمة عن العمليات الطبيعية والممارسات البشرية.

واهم مميزات سلسلة برامج لاندسات:

- ☒ توفير معلومات لمعظم أجزاء الأرض.
- ☒ عدم وجود حقوق سياسيه أو حقوق طبع.
- ☒ الانخفاض النسبي لتكاليف الحصول علي البيانات.
- ☒ تكرار الاستشعار لأي منطقه علي سطح الأرض.
- ☒ قلة التشويش في المنظر.

مخرجات بيانات لاندسات.:

يمكن الحصول علي بيانات اللاندسات علي نوعين من البيانات:

مخرجات رقميه Digital :

نحصل عليها في أشرطة حاسب تعرف باسم Computer Compatible وتحتاج هذه الأشرطة إلي أجهزه خاصة لمعالجتها للحصول علي مناظر يمكن استخراج نسخ فوتوغرافية عنها.

مخرجات فوتوغرافية:

يمكن الحصول عليها بهيئة أفلام أو أوراق ملونه بمقاييس مختلفة، كما يجب علي المستخدم تحديد نوع الجهاز المستخدم في الحصول علي البيانات والخصائص النوعية للمنظر المطلوب.

الجيل الأول:

يمثل التغطية به مساحة أرضية، تختلف من قمر لآخر، فهي ٥٧ × ٧٩م في الجيل الأول من أقمار "لاندسات" الأمريكية، ويعطي الجيل الأول من أقمار "لاندسات" بياناته على أربع قنوات، تعمل بنظام المسح متعدد الموجاتMultispectral Scanning: MSS .

أطلق أول أقمارها وهو لاندسات ١ في ٢٣ يوليو ١٩٧٢ والذي سمّي بداية ً1- ERTS ، وأطلق في مدار متزامن مع الشمس على ارتفاع ٩١٩ كم، ليقوم بتغطية سطح الكرة الأرضية كل ١٨يوماً ، استخدام أجهزة استشعار الماسح المتعدد الأطياف MSS وأجهزة الآلات التصوير التلفزيونية فيديو كون أو نظام فيديو الإشعاع المرتد RBV) Return Beam Videocon . تبلغ ارتفاع مدار منصات هذا النظام ٧٠٥ كم فوق سطح الأرض. وانتهي العمل به في ٦ يناير ١٩٧٨م.

أما لاندسات ٢ انطلقت يوم ٢٢ يناير، ١٩٧٥، حمل أجهزة استشعار نفس سابقتها: عودة الحزمة(Videocon)، والماسح المتعدد الأطياف MSS، ويبلغ ارتفاع مدارها ٩٠٠ كلم ، وميل ٩٩.٢ °، وهي ذات مدار قطبي متزامن مع الشمس، وبياناته لمساحة ما من الكرة الأرضية كل تسعة أيام..توقف عن العمل في ١٩٨٣م

الخصائص الطيفية للماسح المتعدد الأطيافMSS

الطيف	المنطقة ميكرومتر	النطاق
الأخضر	٠.٥ـ٠.٦	النطاق الأول
الأزرق	٠.٦ـ ٠.٧	النطاق الثاني
الأحمر	٠.٧ـ ٠.٨	النطاق الثالث
تحت الحمراء	٠.٧ـ ١.١	النطاق الرابع

أطلق لاندسات ٣ يوم ٥ مارس ١٩٧٨، حمل أجهزة استشعار نفس سابقتها: عودة الحزمة (Videocon) ، والماسح المتعدد الأطياف MSS. واستمر الدعم الإداري على نحو منهجي بجمع الصور من الأرض باستخدام أربعة نطاقات طيفية.

الجيل الثاني:

اتجهت الولايات المتحدة الأمريكية إلى إطلاق الجيل الثاني من أقمار "لاندسات"، يتميز بارتفاع عالي في الدقة الفضائية Pixel وتعدد القياسات المأخوذة لمساحة ما من الأرض.

أُطلق لاندسات٤ بتاريخ ١٦ يوليو١٩٨٢، وخرج من الخدمة ، ١٥ يونيو ٢٠٠١ يحتوي على المستشعر MSS، ومستشعر الخرائط الموضوعية TM يبلغ ارتفاعها ٧٠٥ كم والميل : ٩٨,٢ ° ونوع المدار: قطبي متزامن مع الشمس.

ويتم مسح كوكب الأرض بالكامل كل ستة عشر يوماً، أي أن القمر يمسح شريطاً مختلفاً من الأرض في كل دورة، ثم يعود إلى البقعة نفسها بعد ١٦ يوماً، أما لاندسات ٥ فقد أطلق في ١ مارس ١٩٨٤، ويحمل نفس مستشعرات لاندسات٤.

نطاقات المجس TM

الطيف	المنطقة ميكرومتر	النطاق
الأخضر	٠.٤٥ ـ ٠.٥٢	النطاق الأول
الأزرق	٠.٦ ـ ٠.٥٢	النطاق الثاني
الأحمر	٠.٦٩ ـ ٠.٦٣	النطاق الثالث
تحت الحمراء القريبة المنعكسة	٠.٩ ـ ٠.٧٦	النطاق الرابع
تحت الحمراء القصيرة الموجه	١.٧٥ ـ ١.٥٥	النطاق الخامس
تحت الحمراء القصيرة الحرارية	١٢.٥ ـ ١٠.٤	النطاق السادس
تحت الحمراء القريبة المنعكسة	٢.٣٥ ـ ٢.٨	النطاق السابع

تم إيقاف المستشعر Mss في أغسطس من عام ١٩٩٥، ولازال المستشعر الموضوعي TM يعمل لنحو ٢٤ عاماً، وفي نوفمبر ٢٠٠٥ ، تم تعليق لاندسات ٥ المستشعر الموضوعي TM بعد مشاكل مع المجموعة الشمسية بثها القمر الصناعي، ويوم ٣٠ يناير ٢٠٠٦ استؤنف العمل في لاندسات ٥، أطلق بعدها لاندسات٦ ليحمل الماسح الموضوعي المحسن (ETM) لكنه فشل وسقط وتوقف عن العمل قبل إطلاقه.

تم إطلاق لاندسات ٧ بنجاح في ١٥ أبريل ١٩٩٩ ، والتغطية المكانية ١٨٥×١٧٥كم، والدقة المكانية متوسطة وهي ٣٠ متر، الارتفاع عن سطح الأرض ٧٠٥كم، زاوية الميل ٩٨,٢ درجة، الدقة التمييزية الزمنية ١٦ يوم المدة الزمنية لإكمال الدورة الكاملة علي الأرض ٩٨,٩ دقيقة، نوع المدار المتزامن مع الشمس، وتم تزويده بالمستشعر الموضوعي المحسن بلس (ETM+).

وأخيراً تم إطلاق لاندسات ٨ في خلال شهر فبراير ٢٠١٣، والذي يحمل المتحسس الجديد (Operational Land Imager (OLI الذي يتميز عن سابقه ETM+ المحمول على القمر لاندسات ٧ والذي

أصيب بعطل في شهر مايو ٢٠٠٣ والذي تسبب في إنتاج صور فضائية تحتوي خطوطا متوازية سوداء تشكل نسبة ٢٢٪ من مساحة الصورة الفضائية، سيحتوي المتحسس الجديد OLI على ١١ نطاق (band) منها ٣ نطاقات جديدة بأطوال موجية جديدة، يسجل المتحسس الجديد الأشعة المنعكسة من سطح الأرض ضمن ١١ نطاق في حين كان عدد النطاقات ٨ في لاندسات ٧.

المستشعرات التي تحمل على متن Land sat

تحتوي جميع الأقمار الصناعية التي أطلقت في برنامج Land sat على الماسح متعدد الأطياف(MSS) Multi spectral scanner، لتسجيل الطاقة الكهرومغناطيسية في حزمة الطيف الكهرومغناطيسي المرئي وتحت الحمراء والقريب فضلاً إلى أنه يحمل الماسح الموضوعي Thematic Mapper TM ، والذي يسجل الطاقة الكهرومغناطيسية وان الراسم الموضوعي TM أدخلت عليه بعض التحسينات لكي يضمن زيادة في عدد القنوات والتميز المكاني إذ أصبح +ETM المكون من ٨ حزم طيفية (8Bands)، وأخيراً المتحسس الجديد Operational Land Imager (OLI) .

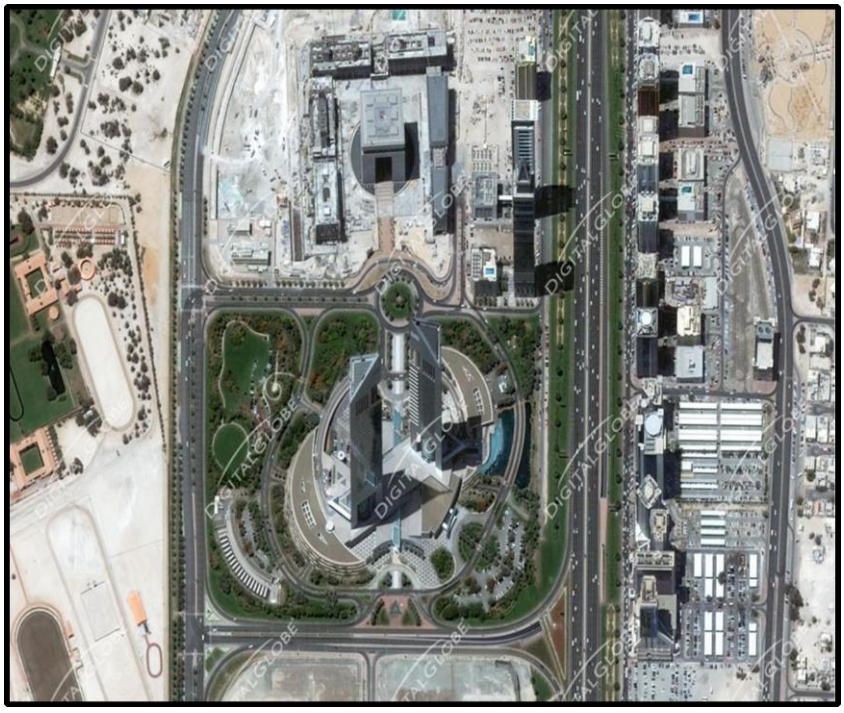
القمر الصناعي الفرنسي Spot:

بدأ الصناعي الفرنسي Spot في العمل عام ١٩٧٨ ليدور في مدار قرب قطبي على ارتفاع ٩١٢كم، ويستخدم ماسح من نفس نوع الصف الخطى متعدد الأطياف، ويتكون النظام الحساس لهذا القمر من جهازين ، قد يعمل أى منهما بشكل مستقل أو متزامن ، وعندما يعمل الجهازين في وقت واحد فإنهم يتداخلان جانبياً بمقدار ١كم.

وهذا القمر كان بمثابة بدء حقبة جديدة من التصوير الفضائي لموارد سطح الأرض، حيث يعد أول نظام تصوير فضائي سمح بالرؤية

المجسمة لظاهرات الأرض بعد أن نجح في تصوير الأرض من خلال زوايا رؤية مختلفة. وقد تم انتهاء العمل بهذا القمر في ١٩٩٠ ولذلك فقد تم أطلاق القمر الفرنسي سبوت ٢ سبوت ٣ في ١٩٩٣م.

وقد تميزت الأقمار الثلاثة بمسارات قطبية وانخفض ارتفاع مدارها ليصل إلى ٨٣٢ كم وبزاوية ميل لغت ٩٨.٧ مع إمكانية العودة لنفس المكان كل ٢٦ يوما للتصوير بنفس زاوية التصوير.



مرئية فضائية spot لجزء من مدينة دبى

القمر الأمريكي الاصطناعي كويك بيرد Quick bird

أدى التطور الهائل الحاصل في أجهزة الاستشعار عن بعد إلى تحسن نوعية المرئيات وتحسين دقة تميزها المكانية حتى أطلق عليها مجموعة الأقمار عالية الدقة، وان Quick bird جاء صنعه ليوفر معلومات وبيانات ذات مستوى عالي ويوفر الوقت والسرعة والدقة العالية.

أُطلِق الجيل الأول من أقمار Quick bird 1 في عام ٢٠٠٠ م لكنه فشل في تحقيق أي نتائج ملموسة مما أدى بالمختصين في الأبحاث الأمريكية إلى تطوير قمر أخر Quick bird 2 والذي أطلق للعمل في ١٨ - ٩ - ٢٠٠١ ولمدة خمس سنوات ولقد حمل هذا القمر أجهزة المتحسسات ذو قدرة عالية في MSS الذي يتكون من خمسة حزم طيفية، ويدور القمر على مدار قطبي متوافق مع أشعة الشمس بأبعاد ٦٠٠ كم وبعرض ٢٢ كم

خصائص المتحسسMSS على متن القمر الأمريكيQuick Bird2

الحزمة الطيفي	طول الموجة ميكروميتر		دقة التميز المكانيResolution m
Band1	٠,٤٥-٠,٥٢	ازرق	4
Band2	٠,٥٢-٠,٦٠	اخضر	4
Band3	٠,٦٣-٠,٦٩	احمر	4
Band4	٠,٧٦-٠,٩٠	تحت الأحمر القريب	4
Band5	٠,٩٥-٠,٤٥	PAN	0.60

القمر الأمريكي الاصطناعي ايكونوس IKonos

يعد هذا القمر احد أهم الأقمار الأمريكية الحديثة ذات الدقة المكانية العالية والذي أطلق في ١٩٩٩/٩/٢٤ ولكنه لم يبدأ التجهيز بالمرئيات الرقمية إلا بعد ٢٠٠٠/١/١ .

ويتكون هذا القمر من أربع حزم طيفية، وبقدرة تمييزية عالية بلغت ١م في البانكروماتك و ٤ م في متعدد الأطياف MSS ولهذا القمر مميزات منها يمكن دمج معطياته مع أي قمر سواء كان Quick bird أم لاندسات أو سبوت.

القمر الهندي IRS:

تمتلك منظمة أبحاث الفضاء الهندية ٩ أقمار في نظام ايرس، ويتم تغطية العالم بواسطة IRS _ IC و IRS_ID يحمل هذا القمر أول مستشعر من المستشعرات فائقة القدرة التفريقية Very high Resolution للاستخدام غير العسكري والتي تبلغ ٥,٨ متر، ويقع مداره علي بعد ٨١٦ – ٨١٨ كم من الأرض بزاوية ٩٨,٦ درجة ويمل دورانه في ١٠١ يوم، ويعيد دورته حول الأرض كل ٢٤ يوم.

القمر الأمريكي AVHRR

يتم إعدادها في الولايات المتحدة الأمريكية في إدارة هيئة الأرصاد الجوية والمحيطات العالمية، وهى تقدم بيانات لمساحة 2111 كم، وتجمع AVHRR خمس درجات ضوئية، أزرق، أحمر، قريب من الأشعة الحمراء، و 1حزم حرارية، وبدقة مكانية 0.1 كم، ولدراسة المساحات الواسعة يوجد بيانات بدقة مكانية 1 كم وتعرف (GAC) وهى اختصار (Global Area Coverage).

وتعد مرئيات AVHRR ذات دقة مكانية عالية وتناسب دراسة الأرصاد الجوية، كما أنها مناسبة لدراسة الإشعاع الشمسي وهى ملائمة لتحديد إدارة الموارد في المساحات الواسعة ودراسات التوقع والتنبؤ.

القمر الكنديRADARSAT

أطلقت وكالة الفضاء الكندية رادار القمر الصناعي رادار سات في نوفمبر ١٩٦٥م، والبيانات التي يتم جمعها بواسطته بيانات دولية، تتراوح الدقة المكانية الموجة الطيفية C بين 9 م و11 م لكل خلية Pixel ، وتغطى الأرض كل 21 يوم، و يمكن لجهاز التصوير التركيز على المواقع ذات الأهمية والتى تكون الحاجة ضرورية لتصويرها رادارياً.

القمر الأوروبي ERS :

هي أقمار صناعية أوربية، أطلقتها وكالة الفضاء الأوربية وهى ذات أهمية في دراسة النبات ومشروعات الخرائط عندما تمثل السحب بعض المشكلات في الدراسة، وتتمثل أهميتها في إمكانية الرؤية الجانبية بدقة مكانية 11م.

القمر الياباني JERS

أطلقتها وكالة الموارد الأرضية اليابانية، ويتم التقاط صور رادار بدقة مكانية 90م وتتميز بإمكانية الرؤية الجانبية، وهى ملائمة لرؤية الرمال المفككة، وتستخدم في الدراسات الجيولوجية والطبوغرافية وفى إعداد خرائط السواحل.

القمر الصناعي AVIRIS

أطلق عام ١٩٨٩ م بالتعاون بين كندا واليابان والولايات المتحدة الأمريكية من خلال نظام أقمار ملاحظة الأرض NASA ويعرف (EOS) وهى اختصار Earth Observation System ويضم قمران هما:

استر ASTER :

يمكن من خلاله الحصول على صور ذات دقة مكانية عالية لها 0.1 درجة لون ضوئية من 50 م إلى 61 م . وتفيد هذه الصور في دراسة سطح الأرض، الحرارة السطحية، إعداد خرائط الارتفاعات الرقمية، مكونات السطح، خرائط النبات، السحب، البحار، الثلوج والأخطار الطبيعية.

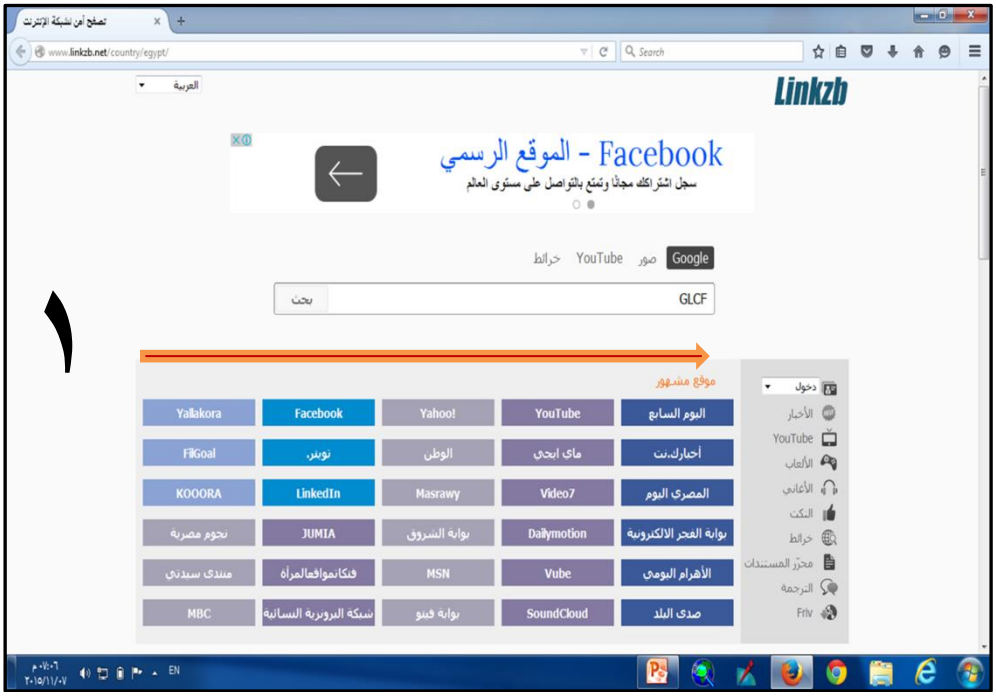
موديز MODIS:

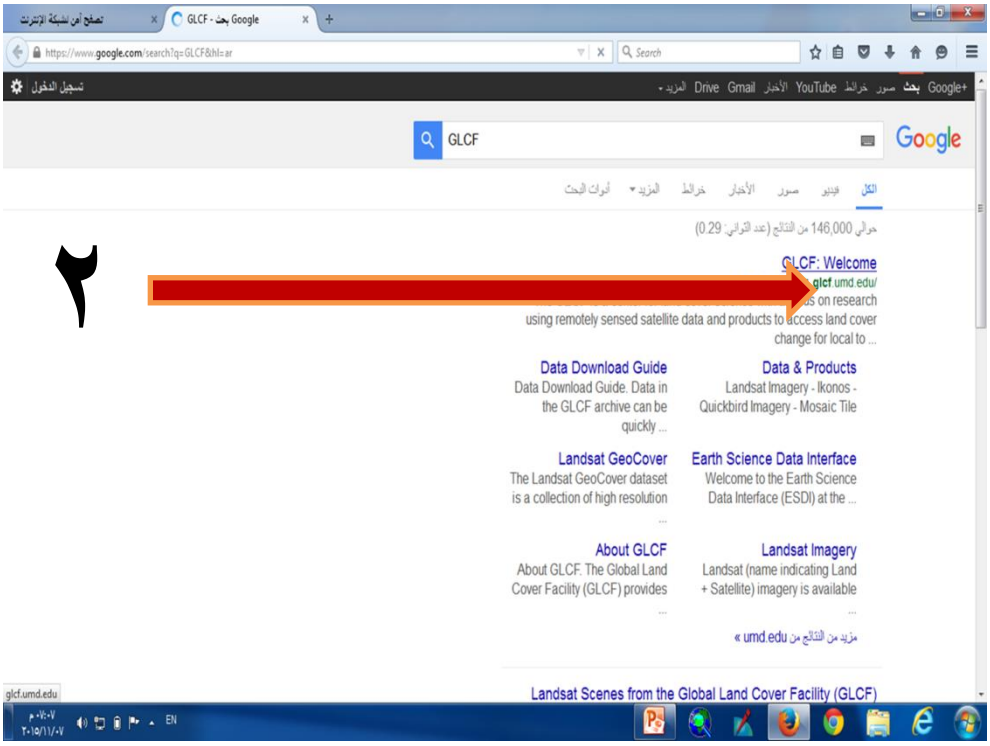
يتعاون مع AVHRR لإنتاج مرئيات لها 19 حزمة ضوئية ولها دقة مكانية متوسطة، ويتم دورته بين 0 و2 يوم.

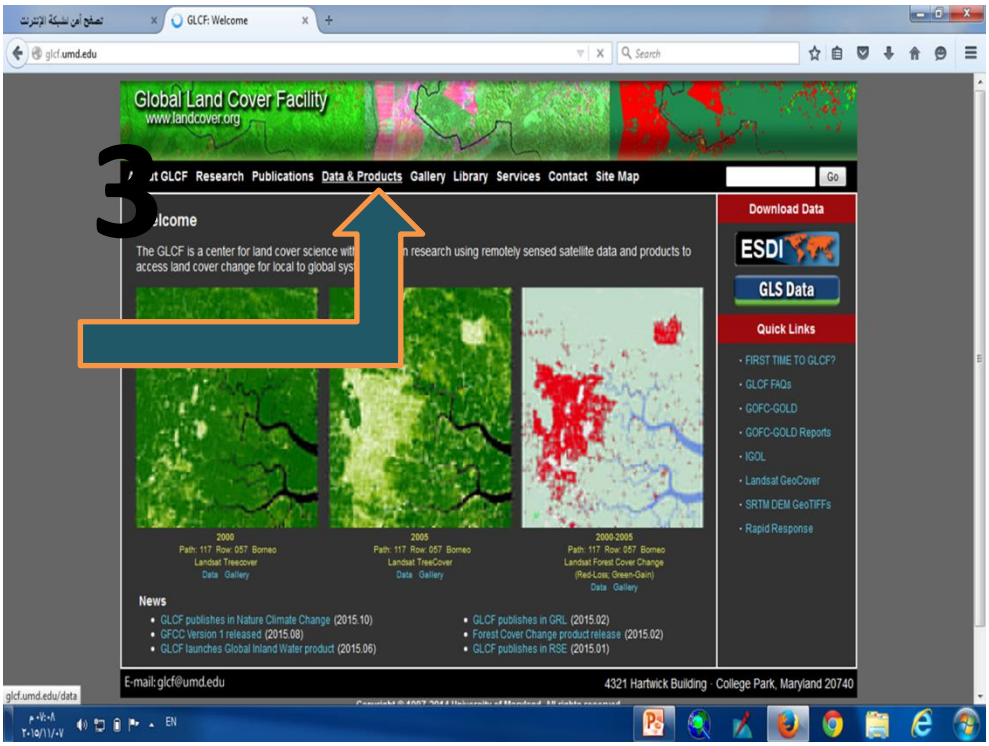
بعض التطبيقات العملية في الاستشعار عن بعد

تنزيل مرئية من على الانترنت

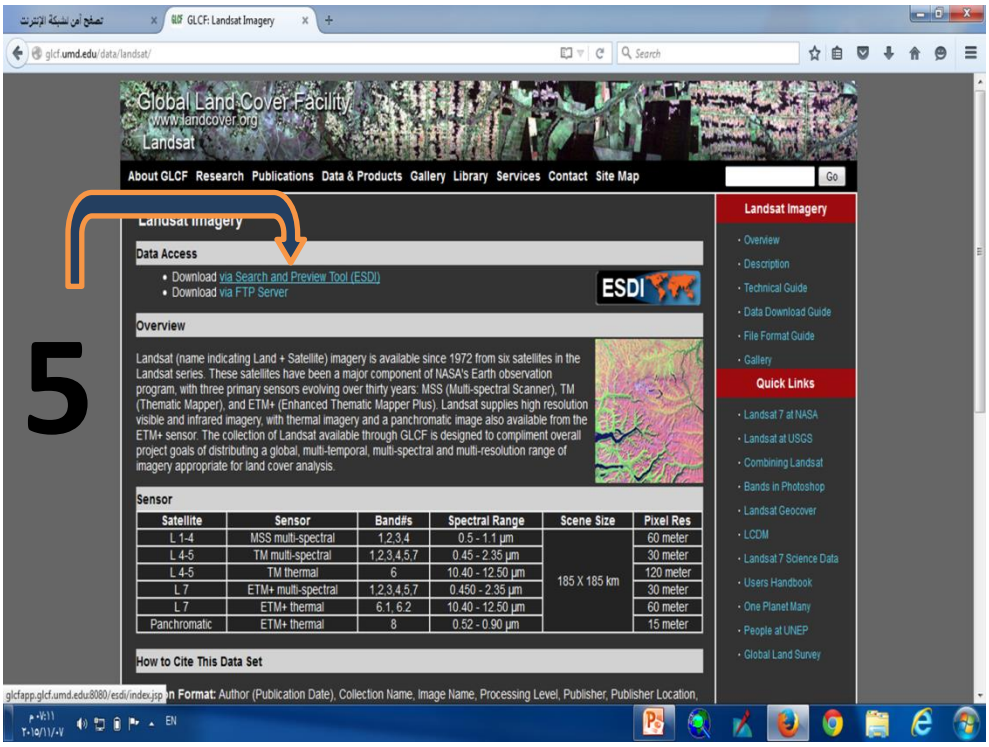
- ☒ فتح محرك البحث وكتابة GLCF في محرك البحث.
- ☒ اختيارGLC F: welcome
- ☒ الضغط علىData &Products.
- ☒ اختيار نوع القمر الصناعي بالضغط على Landsat.
- ☒ ثم الضغط علي أول اختيار، ثم الضغط علي Map search .
- ☒ سوف تظهر لنا واجهة نختار TM ثم نضغط علي Update map.
- ☒ تُحدد الخريطة : ثم الضغط علي place ثم كتابة اسم الدولة في محرك البحث ولتكن Egypt.
- ☒ الضغط علي Path / Row .
- ☒ ثم كتابة التحديد الجغرافي للموقع المراد تنزيله.
- ☒ تظهر لنا المرئية المراد تنزيلها علي Preview &Download لعرض التحميل.
- ☒ ثم يتم اختيار ملف TM ثم اختيار دونلود.
- ☒ ثم تُحميل كل الملفات في المربع وخاصة التي تنتهي بGZ . tiff

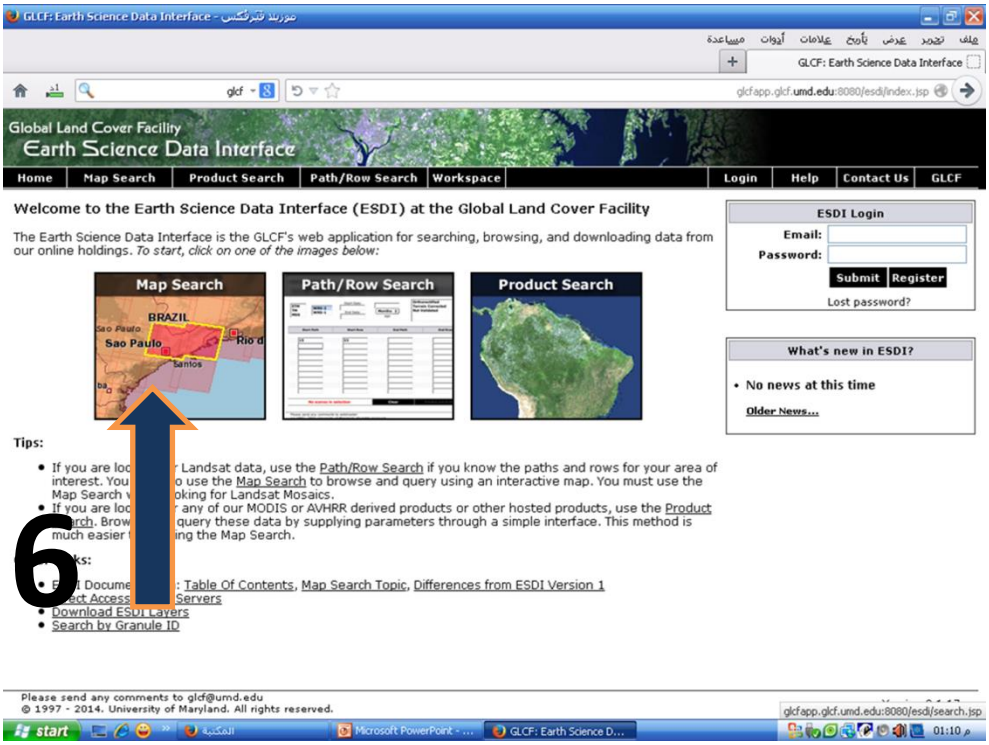

١
Linkzb
الموقع الرسمي - Facebook
سجل اشتراكك مجانًا وتمتع بالتواصل على مستوى العالم
Google
صور
YouTube
خرائط
بحث
GLCF
موقع مشهور
Yallakora
Facebook
Yahoo!
YouTube
اليوم السابع
FilGoal
تويتر
الوطن
ماي ايجي
أخبارك.نت
KOORA
LinkedIn
Masrawy
Video7
المصري اليوم
نجوم مصرية
JUMIA
بوابة الشروق
Dailymotion
بوابة الفجر الالكترونية
منتدى سيدتي
فتكانموافعالمرأة
MSN
Vube
الأهرام اليومي
MBC
شبكة البرونزية السانية
بوابة فيتو
SoundCloud
صدى البلد

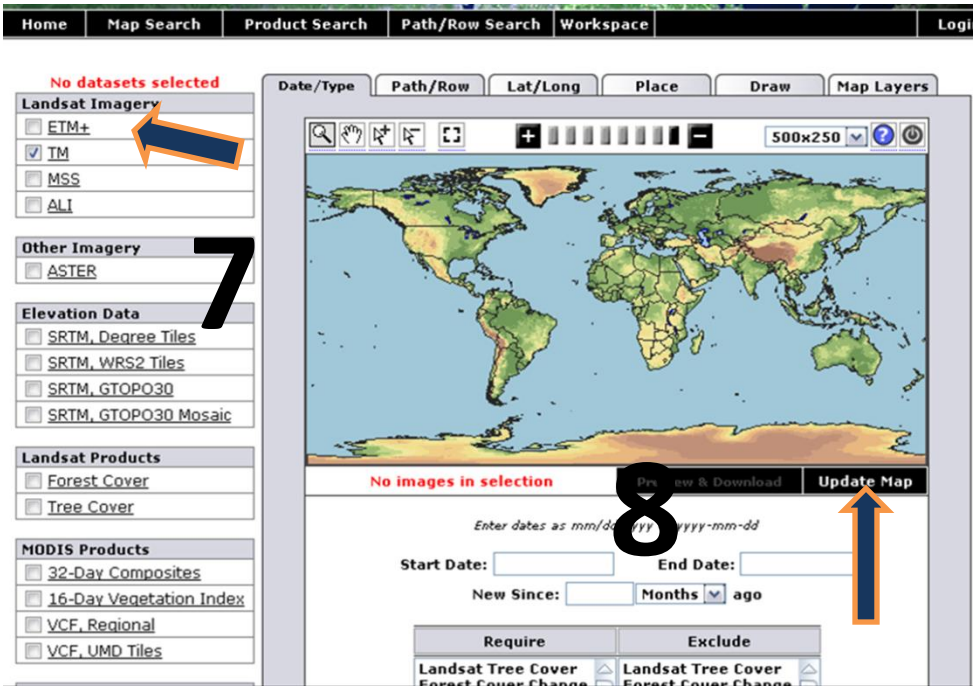

٢
GLCF
Google
GLCF: Welcome
using remotely sensed satellite data and products to access land cover change for local to ...
Data Download Guide
Data Download Guide. Data in the GLCF archive can be quickly ...
Data & Products
Landsat Imagery - Ikonos - Quickbird Imagery - Mosaic Tile
Landsat GeoCover
The Landsat GeoCover dataset is a collection of high resolution
Earth Science Data Interface
Welcome to the Earth Science Data Interface (ESDI) at the ...
About GLCF
About GLCF. The Global Land Cover Facility (GLCF) provides
Landsat Imagery
Landsat (name indicating Land + Satellite) imagery is available
Landsat Scenes from the Global Land Cover Facility (GLCF)

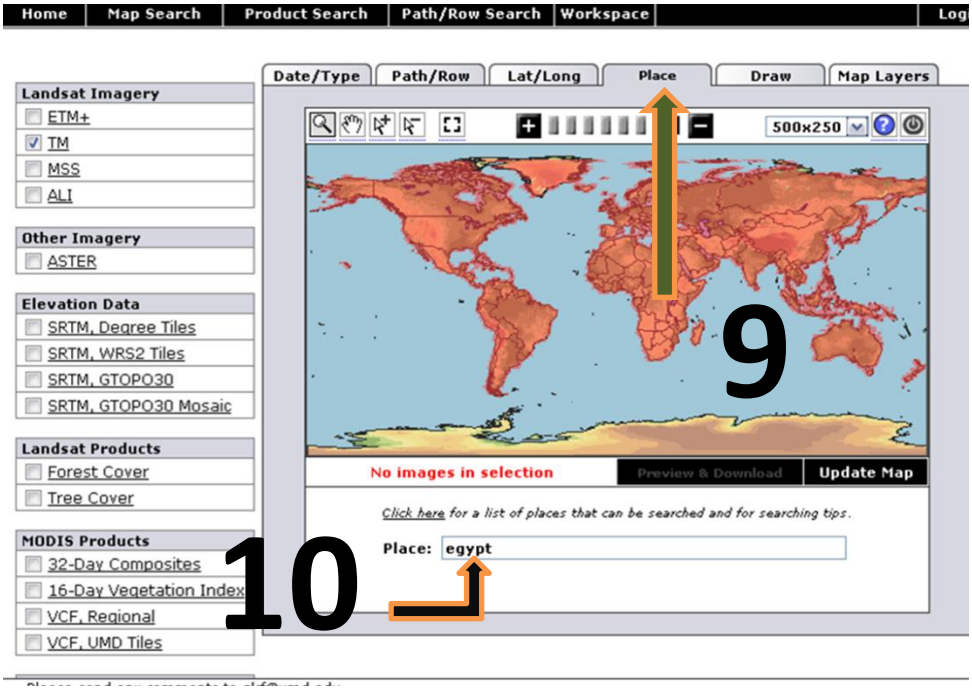

GLCF: Welcome
glcf.umd.edu
Global Land Cover Facility
www.landcover.org
About GLCF Research Publications Data & Products Gallery Library Services Contact Site Map
Go
3
Download Data
ESDI
GLS Data
Quick Links
FIRST TIME TO GLCF?
GLCF FAQs
GOFC-GOLD
GOFC-GOLD Reports
IGOL
Landsat GeoCover
SRTM DEM GeoTIFFs
Rapid Response
2000
Path: 117 Row: 057 Borneo
Landsat Treecover
Data Gallery
2005
Path: 117 Row: 057 Borneo
Landsat TreeCover
Data Gallery
2000-2005
Path: 117 Row: 057 Borneo
Landsat Forest Cover Change
(Red-Loss; Green-Gain)
Data Gallery
News
GLCF publishes in Nature Climate Change (2015.10)
GFCC Version 1 released (2015.08)
GLCF launches Global Inland Water product (2015.06)
GLCF publishes in GRL (2015.02)
Forest Cover Change product release (2015.02)
GLCF publishes in RSE (2015.01)
E-mail: glcf@umd.edu
4321 Hartwick Building · College Park, Maryland 20740
glcf.umd.edu/data

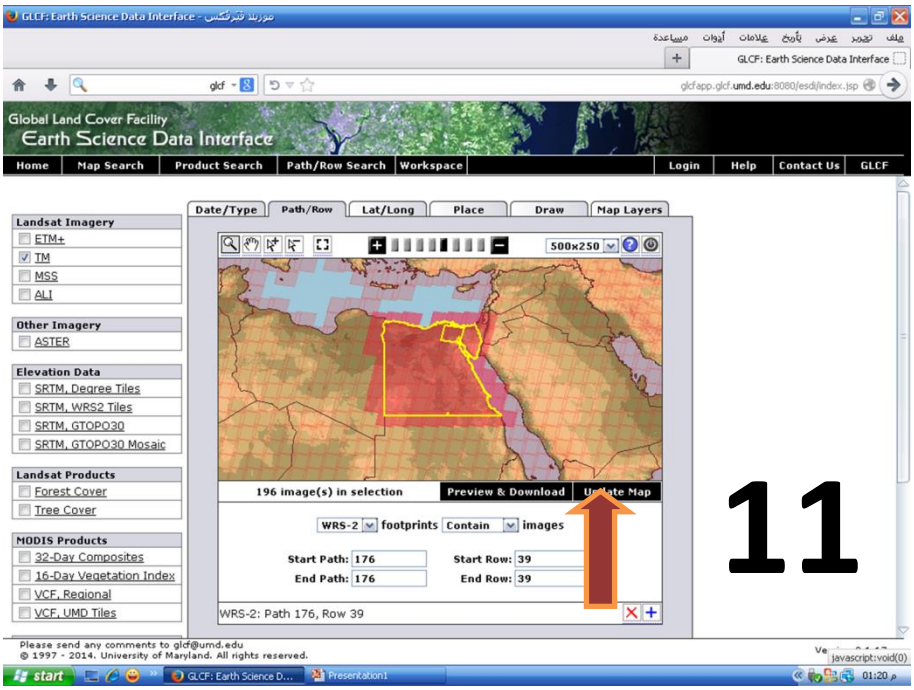
GLCF: Data & Products
glcf.umd.edu/data/
Global Land Cover Facility
www.landcover.org
About GLCF Research Publications Data & Products Gallery Library Services Contact Site Map
Go
4
Data & Products
Imagery and products can be accessed from this list or using the Earth Science Data Interface. Users are also asked to consider GLCF data policies, especially providing appropriate citations when displaying imagery or products downloaded from this site.
Download Data
ESDI
Data & Products
Data Contributions
Data Guides
Data Policies
Restricted Access
Quick Links
EROS Data Center
Global Change Master Directory
MODIS Rapid Response
MODIS-Terra Data in MODAPS
USGS Global Visualization Viewer
Satellite Imagery
ASTER
L1B Imagery
Ikonos
Fine Resolution Imagery
Quickbird
Fine Resolution Imagery
Orbview
Fine Resolution Imagery
Landsat
Landsat ETM+
Landsat MSS
Landsat TM
GeoCover
Global Land Survey
Surface Reflectance
MODIS
32-day Composites
16-day Composite
SRTM
30m Elevation Imagery
90m Elevation Imagery
1km Elevation Imagery
Products Derived from Satellite Imagery
Landsat
Forest Change Products
Amazon Basin
Central Africa
Paraguay
Landsat Mosaics
Landsat Subsets
MODIS
Albedo
Broadband Emissivity
Downward Surface Shortwave Radiation
Flood Maps
Land Cover
Leaf Area Index
AVHRR
Albedo
Burned Areas in Russia
GloPEM
Land Cover Classification
Leaf Area Index
Photosythetically Active Radiation
Special Collections
2008 China quake
Hurricane Katrina
Hurricane Rita
2004 Tsunami
glcf.umd.edu/data/landsat/

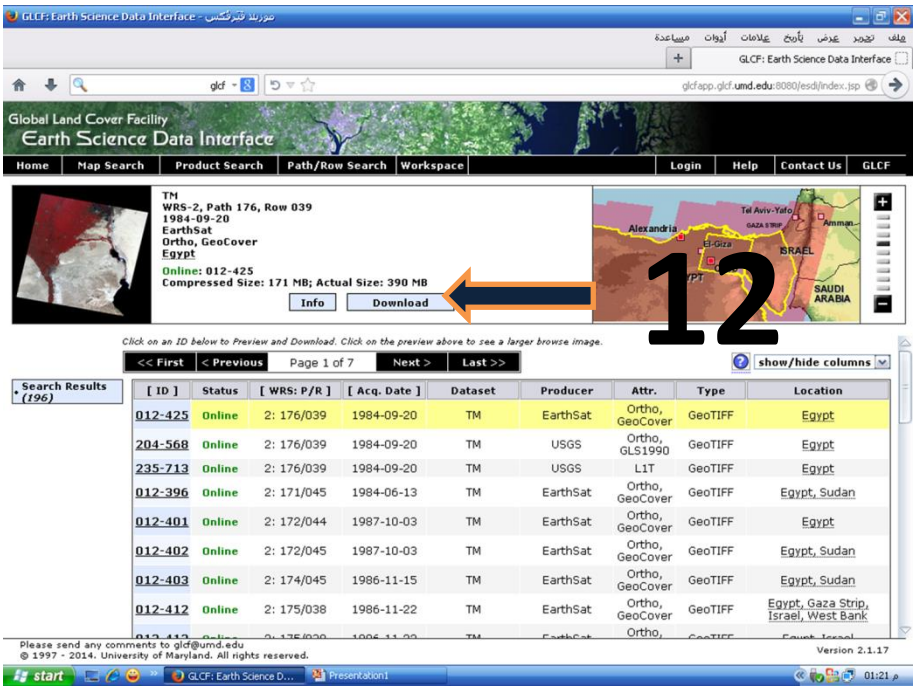

GLCF: Landsat Imagery
glcf.umd.edu/data/landsat/
Global Land Cover Facility
www.landcover.org
Landsat
About GLCF Research Publications Data & Products Gallery Library Services Contact Site Map
Go
5
Landsat Imagery
Data Access
Download via Search and Preview Tool (ESDI)
Download via FTP Server
ESDI
Overview
Landsat (name indicating Land + Satellite) imagery is available since 1972 from six satellites in the Landsat series. These satellites have been a major component of NASA's Earth observation program, with three primary sensors evolving over thirty years: MSS (Multi-spectral Scanner), TM (Thematic Mapper), and ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus). Landsat supplies high resolution visible and infrared imagery, with thermal imagery and a panchromatic image also available from the ETM+ sensor. The collection of Landsat available through GLCF is designed to compliment overall project goals of distributing a global, multi-temporal, multi-spectral and multi-resolution range of imagery appropriate for land cover analysis.
Sensor
Satellite | Sensor | Band#s | Spectral Range | Scene Size | Pixel Res
L 1-4 | MSS multi-spectral | 1,2,3,4 | 0.5 - 1.1 µm | 185 X 185 km | 60 meter
L 4-5 | TM multi-spectral | 1,2,3,4,5,7 | 0.45 - 2.35 µm | | 30 meter
L 4-5 | TM thermal | 6 | 10.40 - 12.50 µm | | 120 meter
L 7 | ETM+ multi-spectral | 1,2,3,4,5,7 | 0.450 - 2.35 µm | | 30 meter
L 7 | ETM+ thermal | 6.1, 6.2 | 10.40 - 12.50 µm | | 60 meter
Panchromatic | ETM+ thermal | 8 | 0.52 - 0.90 µm | | 15 meter
How to Cite This Data Set
Landsat Imagery
Overview
Description
Technical Guide
Data Download Guide
File Format Guide
Gallery
Quick Links
Landsat 7 at NASA
Landsat at USGS
Combining Landsat
Bands in Photoshop
Landsat Geocover
LCDM
Landsat 7 Science Data
Users Handbook
One Planet Many
People at UNEP
Global Land Survey

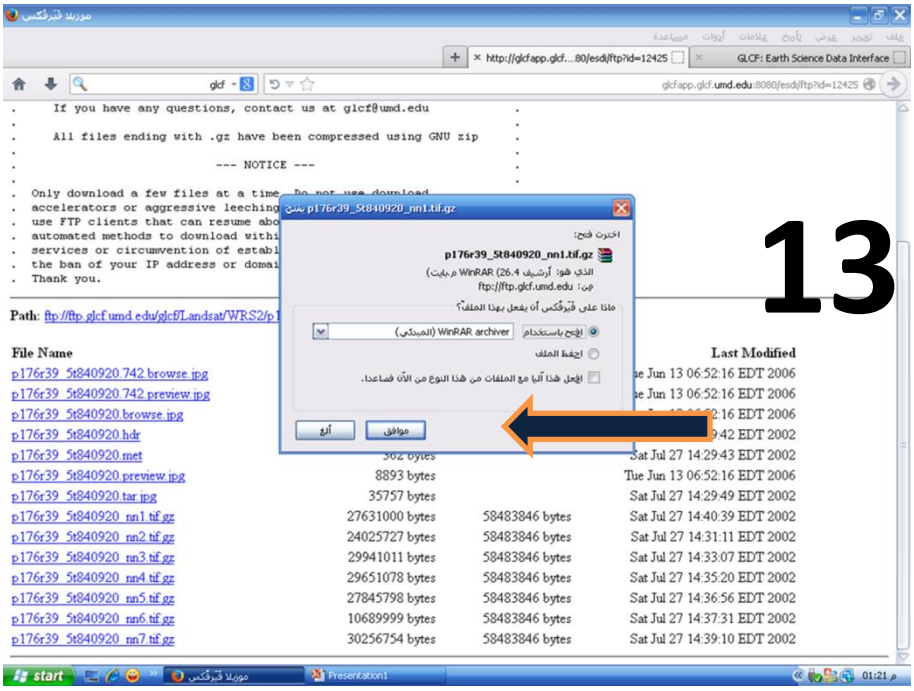

GLCF: Earth Science Data Interface
glcf.app.glcf.umd.edu:8080/esdi/index.jsp
Global Land Cover Facility
Earth Science Data Interface
Home
Map Search
Product Search
Path/Row Search
Workspace
Login
Help
Contact Us
GLCF
Welcome to the Earth Science Data Interface (ESDI) at the Global Land Cover Facility
The Earth Science Data Interface is the GLCF's web application for searching, browsing, and downloading data from our online holdings. To start, click on one of the images below:
Map Search
Path/Row Search
Product Search
BRAZIL
Sao Paulo
Rio d
Santos
6
ESDI Login
Email:
Password:
Submit
Register
Lost password?
What's new in ESDI?
No news at this time
Older News...
Tips:
Table Of Contents
Map Search Topic
Differences from ESDI Version 1
Servers
Download ESDI Layers
Search by Granule ID
Please send any comments to glcf@umd.edu
© 1997 - 2014. University of Maryland. All rights reserved.
glcf.app.glcf.umd.edu:8080/esdi/search.jsp
start
Microsoft PowerPoint - ...
GLCF: Earth Science D...

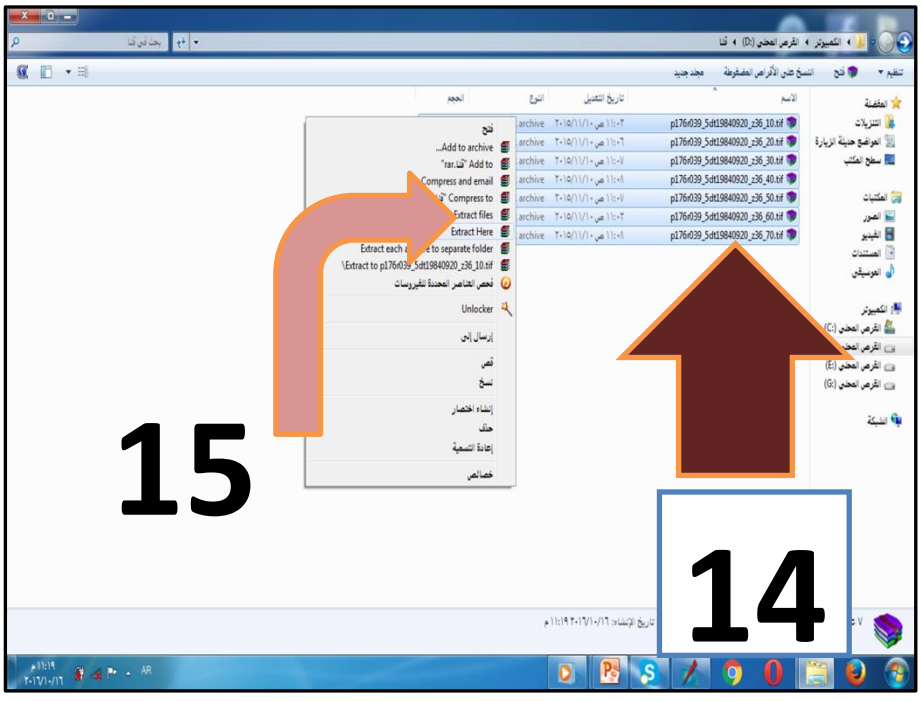

Home
Map Search
Product Search
Path/Row Search
Workspace
No datasets selected
Landsat Imagery
ETM+
TM
MSS
ALI
Other Imagery
ASTER
Elevation Data
SRTM, Degree Tiles
SRTM, WRS2 Tiles
SRTM, GTOPO30
SRTM, GTOPO30 Mosaic
Landsat Products
Forest Cover
Tree Cover
MODIS Products
32-Day Composites
16-Day Vegetation Index
VCF, Regional
VCF, UMD Tiles
Date/Type
Path/Row
Lat/Long
Place
Draw
Map Layers
500x250
No images in selection
Update Map
Start Date:
End Date:
New Since:
Months
ago
Require
Exclude
Landsat Tree Cover
7
8

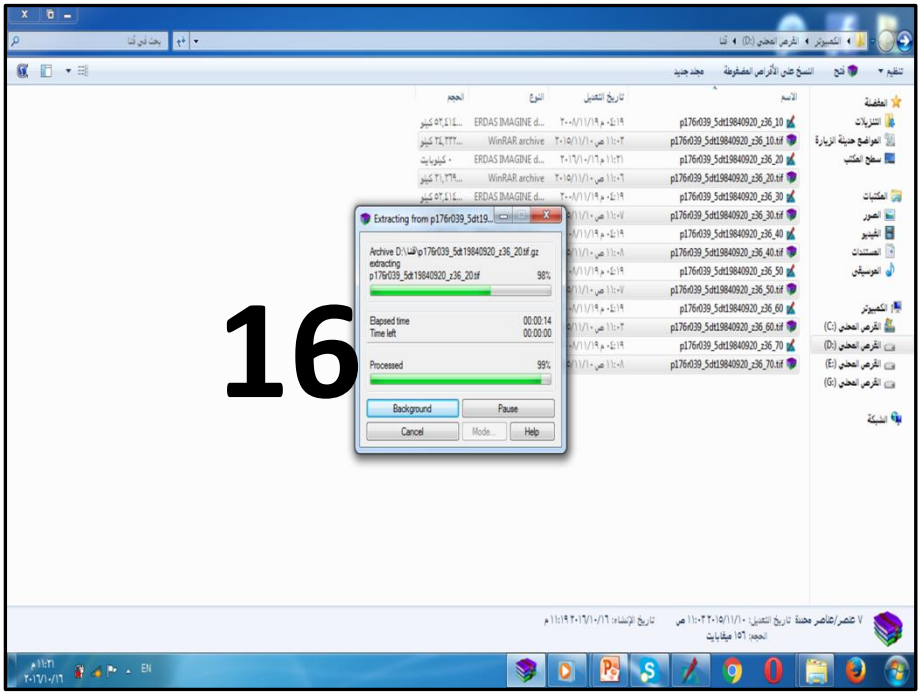

Home
Map Search
Product Search
Path/Row Search
Workspace
Landsat Imagery
ETM+
TM
MSS
ALI
Other Imagery
ASTER
Elevation Data
SRTM, Degree Tiles
SRTM, WRS2 Tiles
SRTM, GTOPO30
SRTM, GTOPO30 Mosaic
Landsat Products
Forest Cover
Tree Cover
MODIS Products
32-Day Composites
16-Day Vegetation Index
VCF, Regional
VCF, UMD Tiles
Date/Type
Path/Row
Lat/Long
Place
Draw
Map Layers
500x250
9
No images in selection
Preview & Download
Update Map
Click here for a list of places that can be searched and for searching tips.
Place:
egypt
10


GLCF: Earth Science Data Interface
Global Land Cover Facility
Earth Science Data Interface
Home
Map Search
Product Search
Path/Row Search
Workspace
Login
Help
Contact Us
GLCF
Date/Type
Path/Row
Lat/Long
Place
Draw
Map Layers
Landsat Imagery
ETM+
TM
MSS
ALI
Other Imagery
ASTER
Elevation Data
SRTM, Degree Tiles
SRTM, WRS2 Tiles
SRTM, GTOPO30
SRTM, GTOPO30 Mosaic
Landsat Products
Forest Cover
Tree Cover
MODIS Products
32-Day Composites
16-Day Vegetation Index
VCF, Regional
VCF, UMD Tiles
500x250
196 image(s) in selection
Preview & Download
WRS-2 footprints
Contain
images
Start Path: 176
End Path: 176
Start Row: 39
End Row: 39
WRS-2: Path 176, Row 39
11

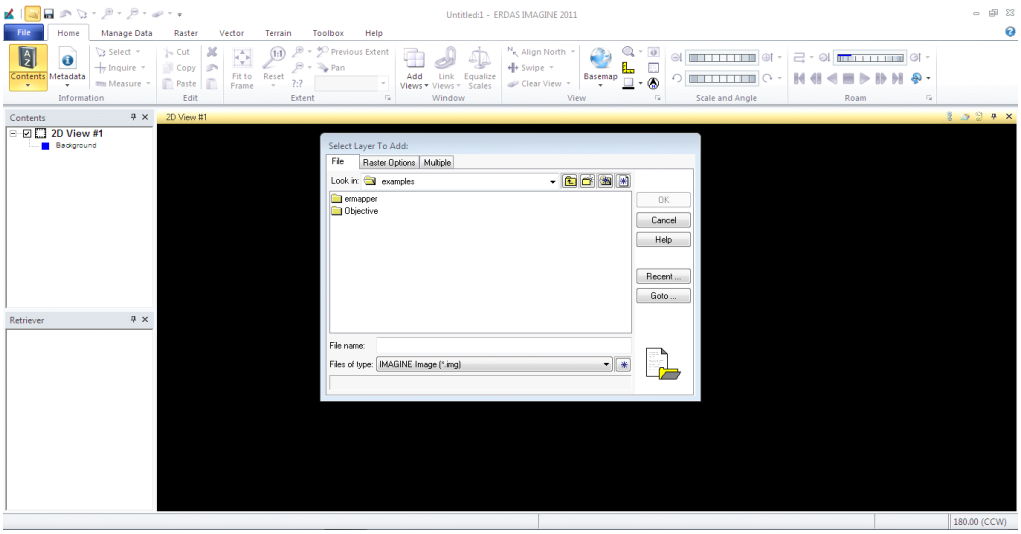

GLCF: Earth Science Data Interface
Global Land Cover Facility
Earth Science Data Interface
Home
Map Search
Product Search
Path/Row Search
Workspace
Login
Help
Contact Us
GLCF
TM
WRS-2, Path 176, Row 039
1984-09-20
EarthSat
Ortho, GeoCover
Egypt
Online: 012-425
Compressed Size: 171 MB; Actual Size: 390 MB
Info
Download
Alexandria
El-Giza
ISRAEL
SAUDI ARABIA
12
Click on an ID below to Preview and Download. Click on the preview above to see a larger browse image.
<< First
< Previous
Page 1 of 7
Next >
Last >>
show/hide columns
Search Results (196)
[ID] | Status | [WRS: P/R] | [Acq. Date] | Dataset | Producer | Attr. | Type | Location
012-425 | Online | 2: 176/039 | 1984-09-20 | TM | EarthSat | Ortho, GeoCover | GeoTIFF | Egypt
204-568 | Online | 2: 176/039 | 1984-09-20 | TM | USGS | Ortho, GLS1990 | GeoTIFF | Egypt
235-713 | Online | 2: 176/039 | 1984-09-20 | TM | USGS | L1T | GeoTIFF | Egypt
012-396 | Online | 2: 171/045 | 1984-06-13 | TM | EarthSat | Ortho, GeoCover | GeoTIFF | Egypt, Sudan
012-401 | Online | 2: 172/044 | 1987-10-03 | TM | EarthSat | Ortho, GeoCover | GeoTIFF | Egypt
012-402 | Online | 2: 172/045 | 1987-10-03 | TM | EarthSat | Ortho, GeoCover | GeoTIFF | Egypt, Sudan
012-403 | Online | 2: 174/045 | 1986-11-15 | TM | EarthSat | Ortho, GeoCover | GeoTIFF | Egypt, Sudan
012-412 | Online | 2: 175/038 | 1986-11-22 | TM | EarthSat | Ortho, GeoCover | GeoTIFF | Egypt, Gaza Strip, Israel, West Bank


13
GLCF: Earth Science Data Interface
If you have any questions, contact us at glcf@umd.edu
All files ending with .gz have been compressed using GNU zip
--- NOTICE ---
Only download a few files at a time. Do not use download
accelerators or aggressive leeching
use FTP clients that can resume abo
automated methods to download withi
services or circumvention of establ
the ban of your IP address or domai
Thank you.
Path: ftp://ftp.glcf.umd.edu/glcf/Landsat/WRS2/p1
File Name
Last Modified
p176r39_5t840920.742.browse.jpg
p176r39_5t840920.742.preview.jpg
p176r39_5t840920.browse.jpg
p176r39_5t840920.hdr
p176r39_5t840920.met
p176r39_5t840920.preview.jpg
8893 bytes
Tue Jun 13 06:52:16 EDT 2006
p176r39_5t840920.tar.jpg
35757 bytes
Sat Jul 27 14:29:49 EDT 2002
p176r39_5t840920_nn1.tif.gz
27631000 bytes
58483846 bytes
Sat Jul 27 14:40:39 EDT 2002
p176r39_5t840920_nn2.tif.gz
24025727 bytes
58483846 bytes
Sat Jul 27 14:31:11 EDT 2002
p176r39_5t840920_nn3.tif.gz
29941011 bytes
58483846 bytes
Sat Jul 27 14:33:07 EDT 2002
p176r39_5t840920_nn4.tif.gz
29651078 bytes
58483846 bytes
Sat Jul 27 14:35:20 EDT 2002
p176r39_5t840920_nn5.tif.gz
27845798 bytes
58483846 bytes
Sat Jul 27 14:36:56 EDT 2002
p176r39_5t840920_nn6.tif.gz
10689999 bytes
58483846 bytes
Sat Jul 27 14:37:31 EDT 2002
p176r39_5t840920_nn7.tif.gz
30256754 bytes
58483846 bytes
Sat Jul 27 14:39:10 EDT 2002
start
Presentation1

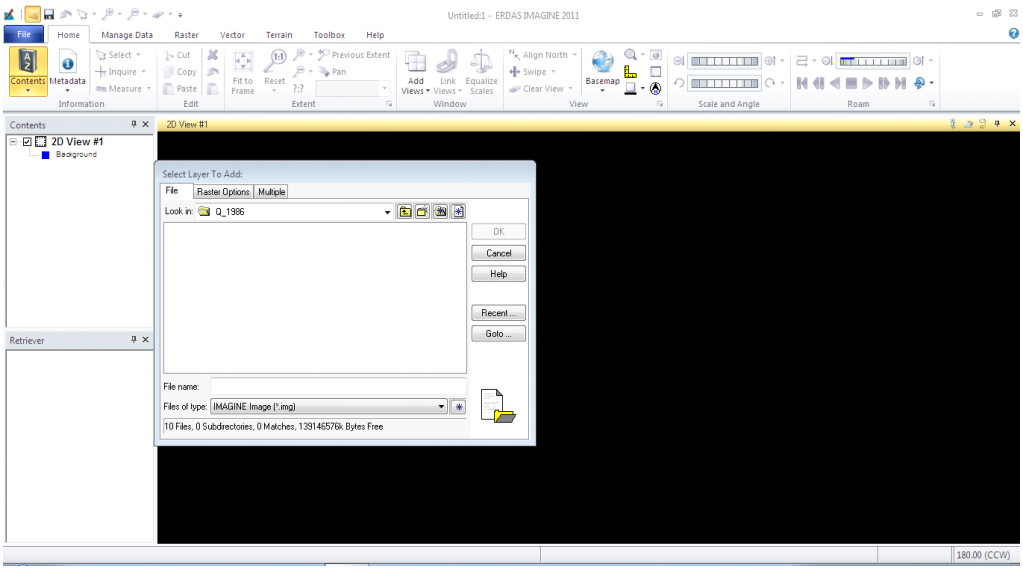

15
14
Add to archive...
Compress and email...
Extract files...
Extract Here
Unlocker



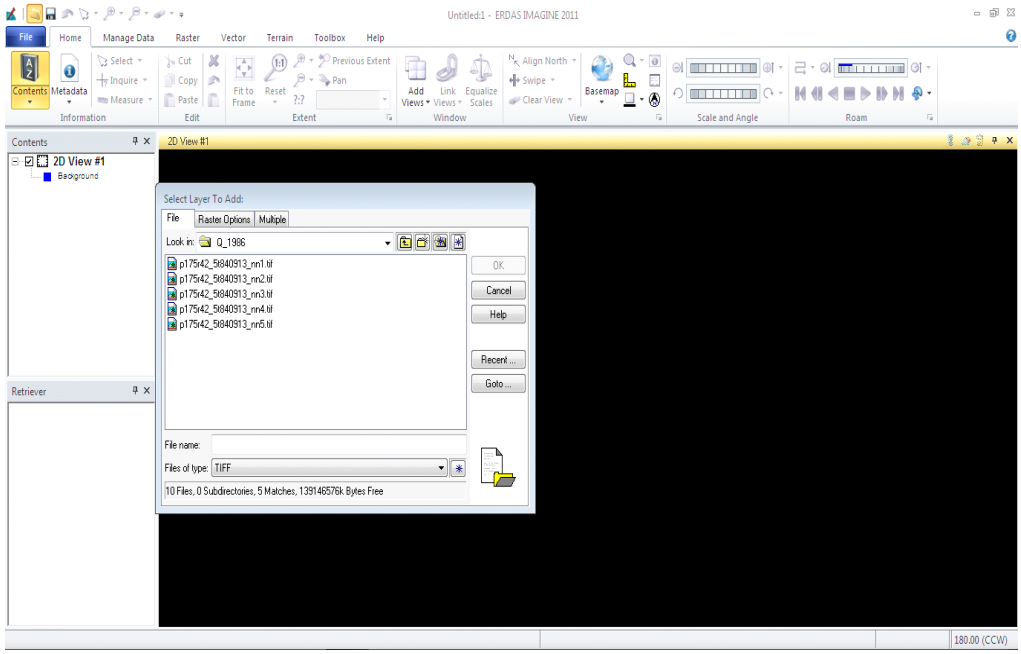
وهكذا تكون المرئية بعد فك ضغط الملفات التي تحتوي علي طبقات المرئية بصيغة Tiff، ثم نقوم فتح برنامج الإرداس واختار open لفتح المرئية.



يلاحظ من الصورة أن باندات المرئية لم تظهر والسبب في ذلك هو الامتداد الموجود في file of type



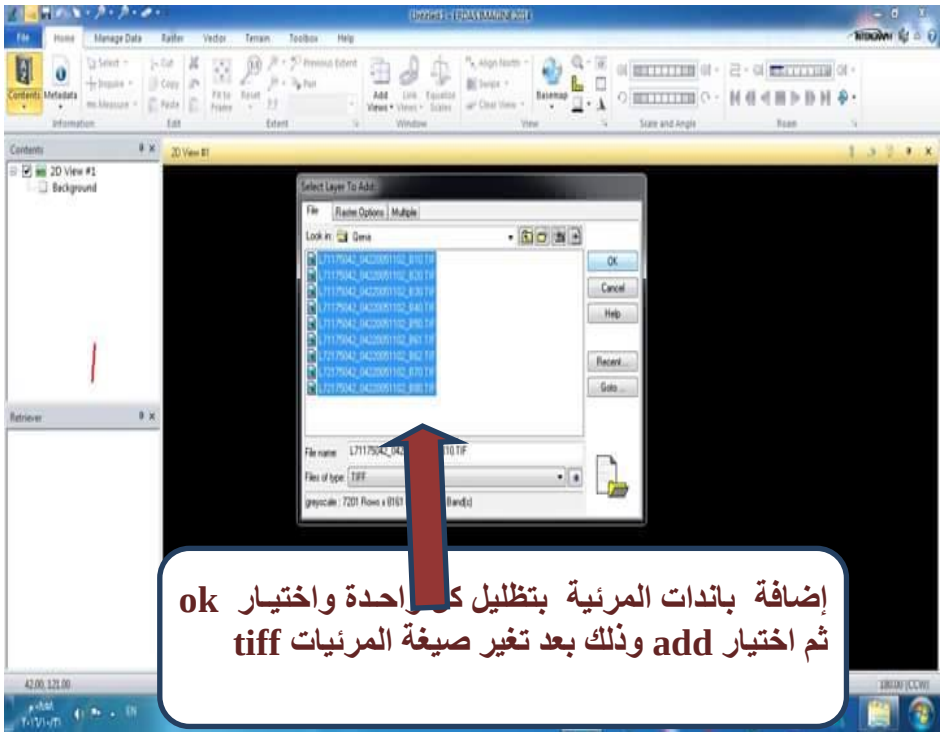
يلاحظ ظهور باندات المرئية بعد تغيير الامتداد إلي Tiff

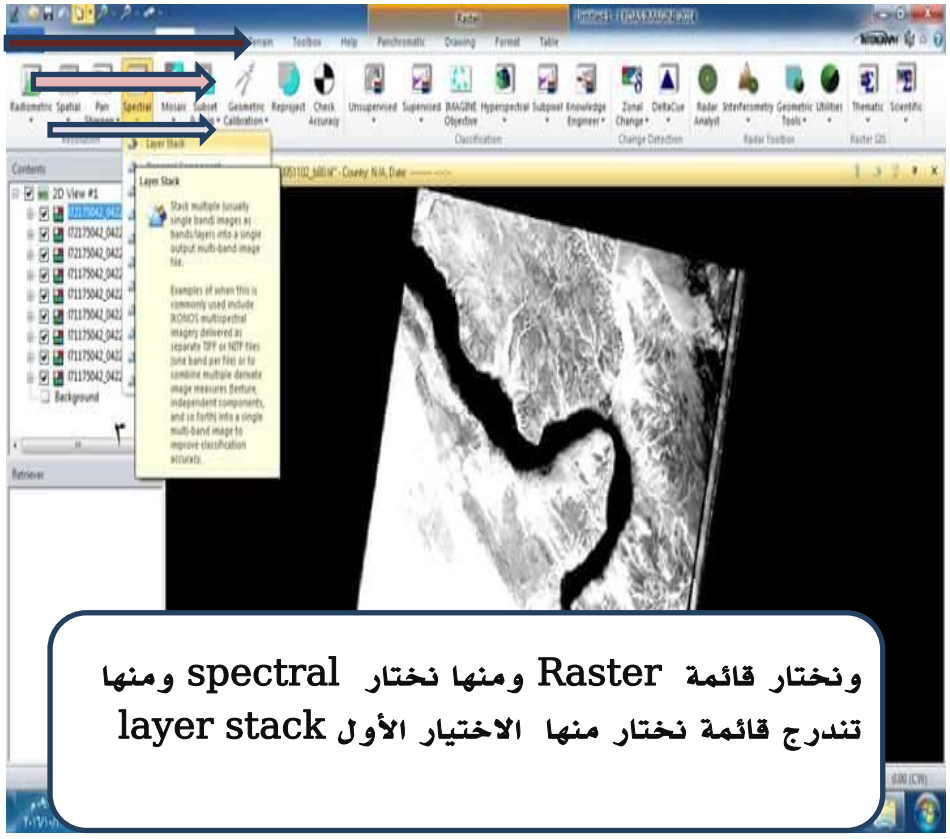


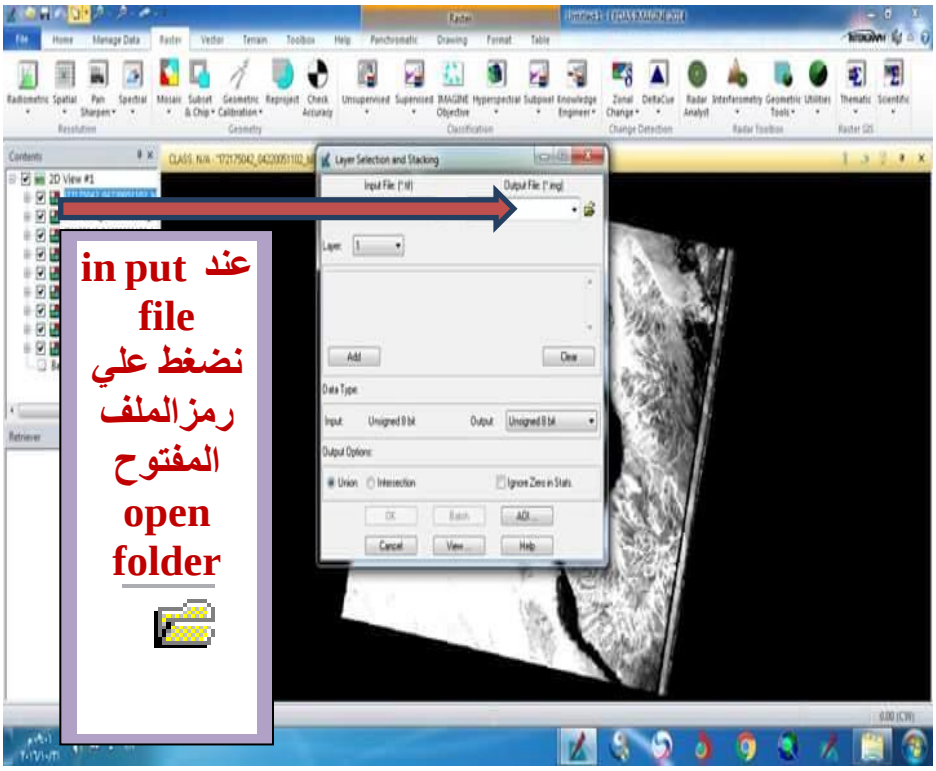
تُظلل الطبقات ومن ثم نضغط ok ومن ثم تظهر المرئية كما بالشكل

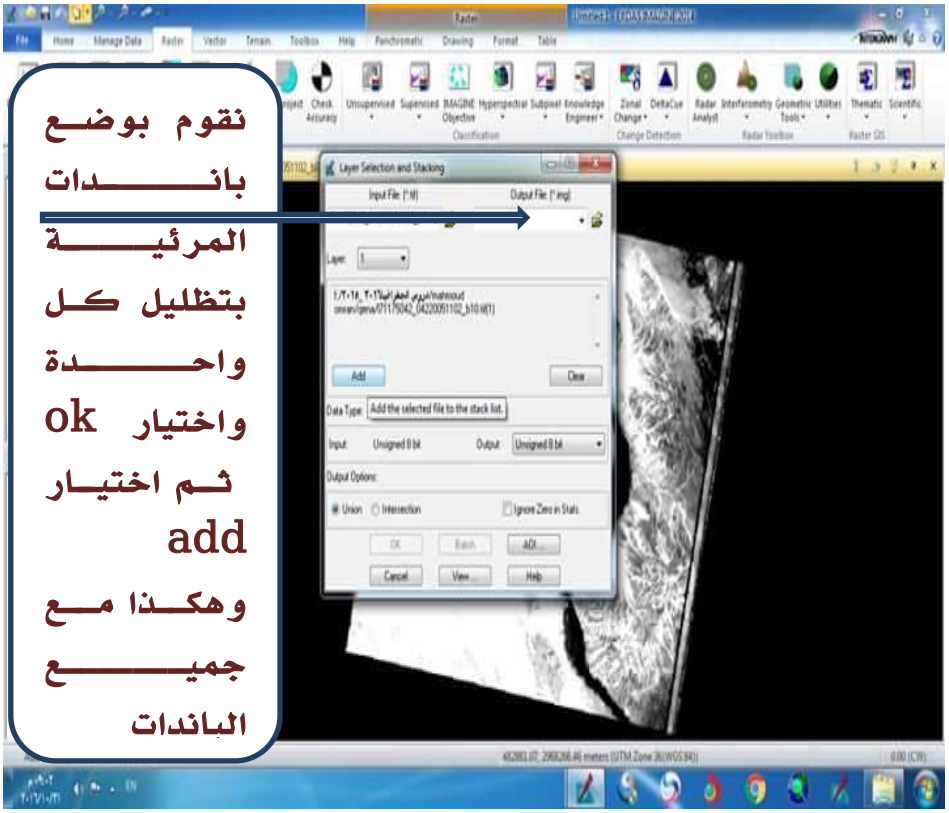
ثانيا: خطوات عمل Layer stack

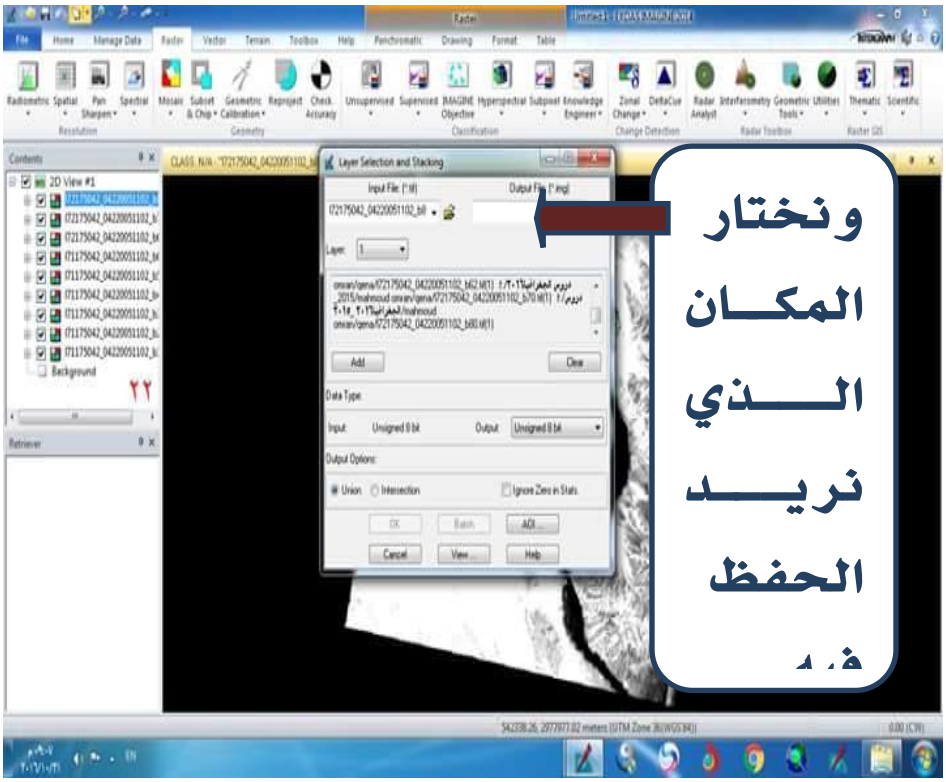
- ☒ نقوم بالضغط علي RASTER.
- ☒ نضغط علي Spectral ونختارLayer stack.
- ☒ نضغط علي Input File لتحديد الملف الذي يحتوي علي الباندات.
- ☒ نقوم بتغير الامتداد إلى TIFFسوف تظهر لنا البندات.
- ☒ نقوم بتحديد ملف واحد لتحميله ثم نضغط OK ثم نضغط ADD، وهكذا في باقي البندات نحدد ملف كل مره ونضغط ADD.
- ☒ نقوم بالضغط على Output File نقوم بعد الانتهاء باختيار ملف الحفظ Layer stack.
- ☒ نقوم بتحديد أو Selectل Ignore zero لظهور كل الطبقات حتى الصفر.
- ☒ ثم نقوم بالضغط علي ok.
- ☒ ننتظر التحميل حتى نري كلمة done.
- ☒ بعد التحميل نضغط Close.

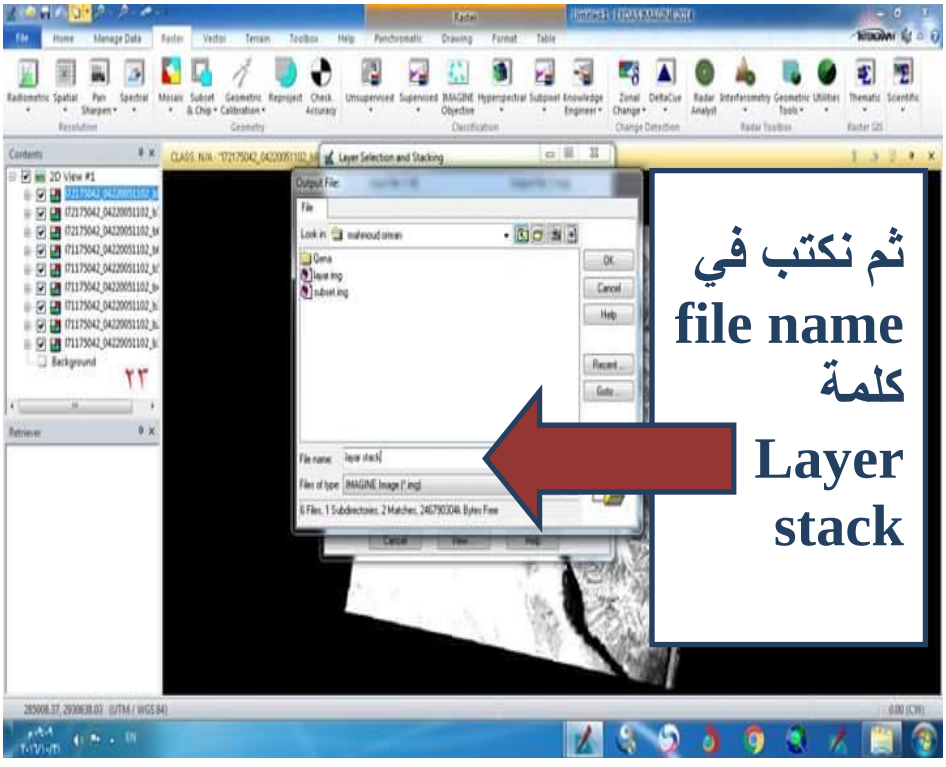

إضافة باندات المرئية بتظليل كل واحدة واختيار ok
ثم اختيار add وذلك بعد تغير صيغة المرئيات tiff

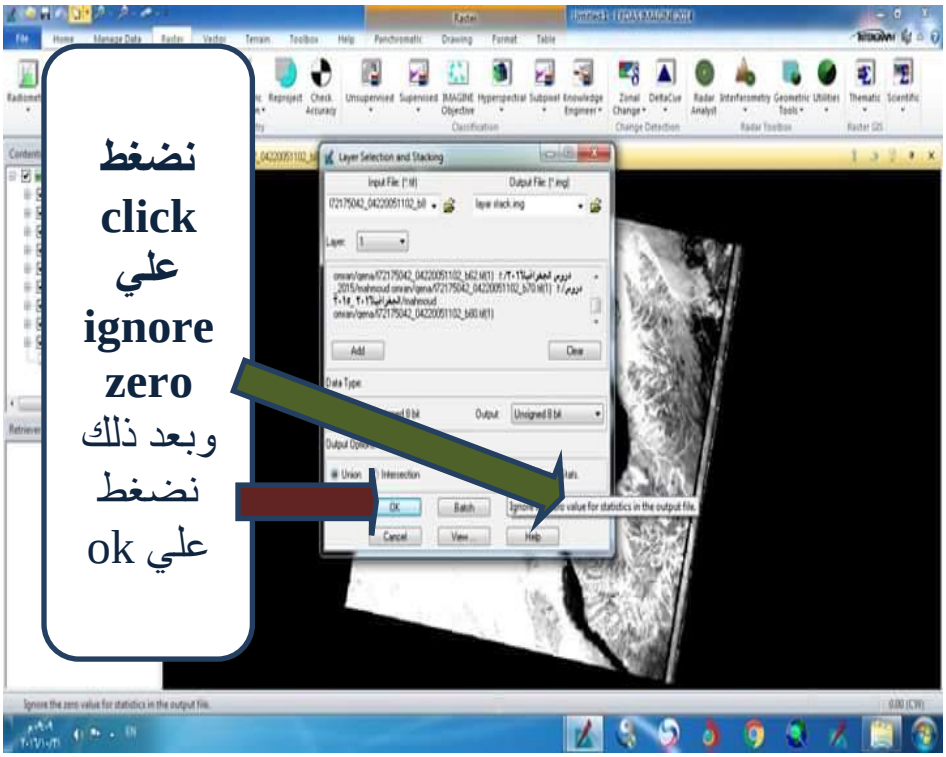

ونختار قائمة Raster ومنها نختار spectral ومنها
تندرج قائمة نختار منها الاختيار الأول layer stack

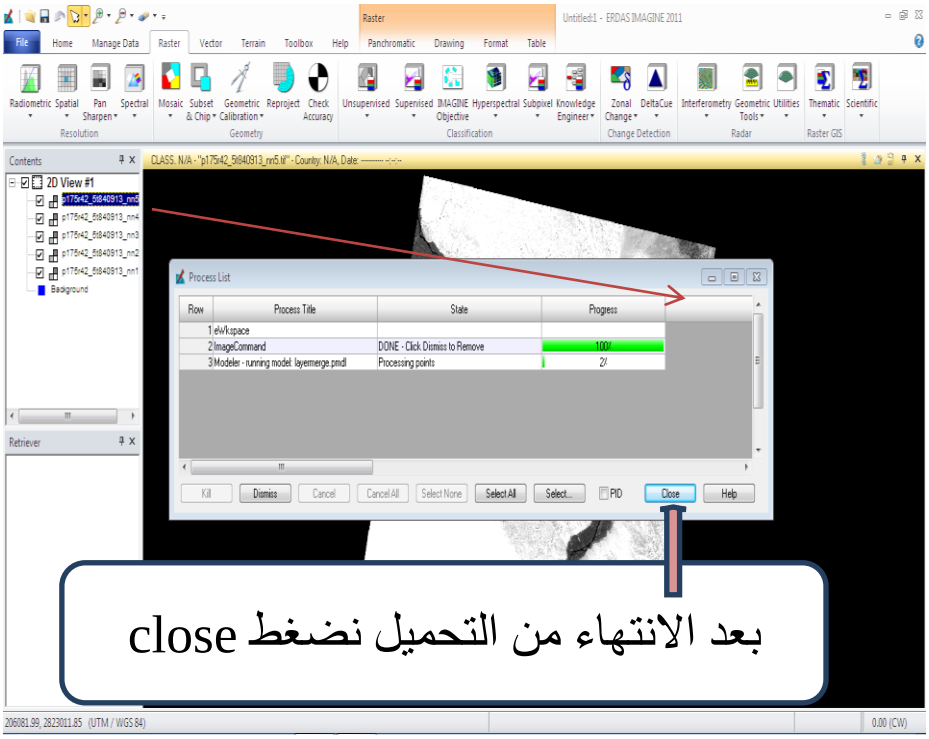

عند in put file
نضغط علي رمز الملف المفتوح open folder

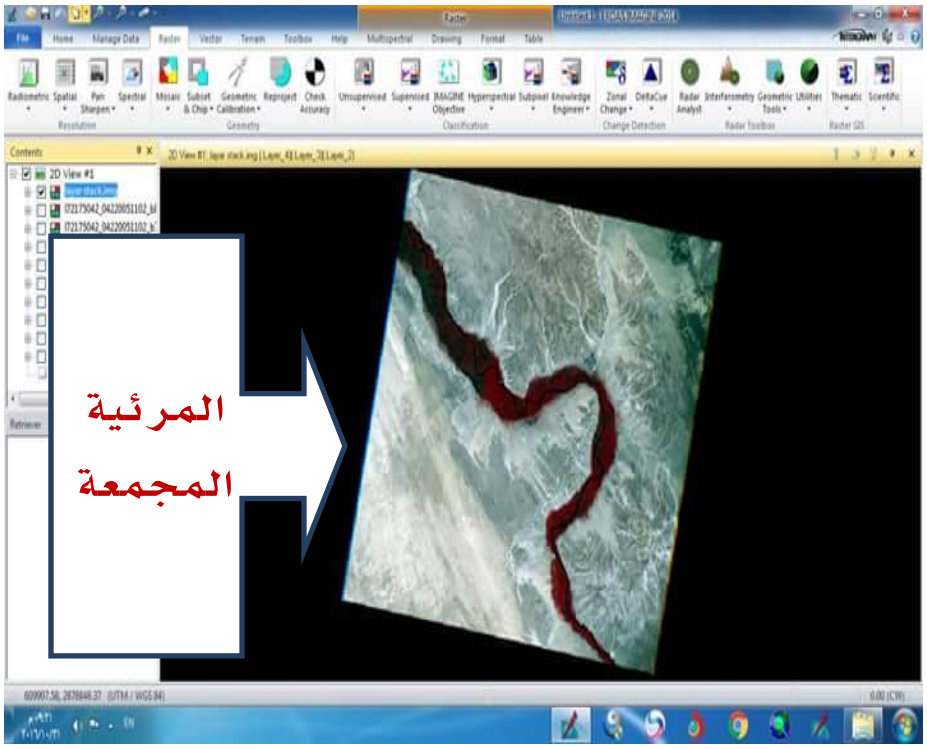

نقوم بوضع باندات المرئية بتظليل كل واحدة واختيار ok ثم اختيار add
وهكذا مع جميع الباندات

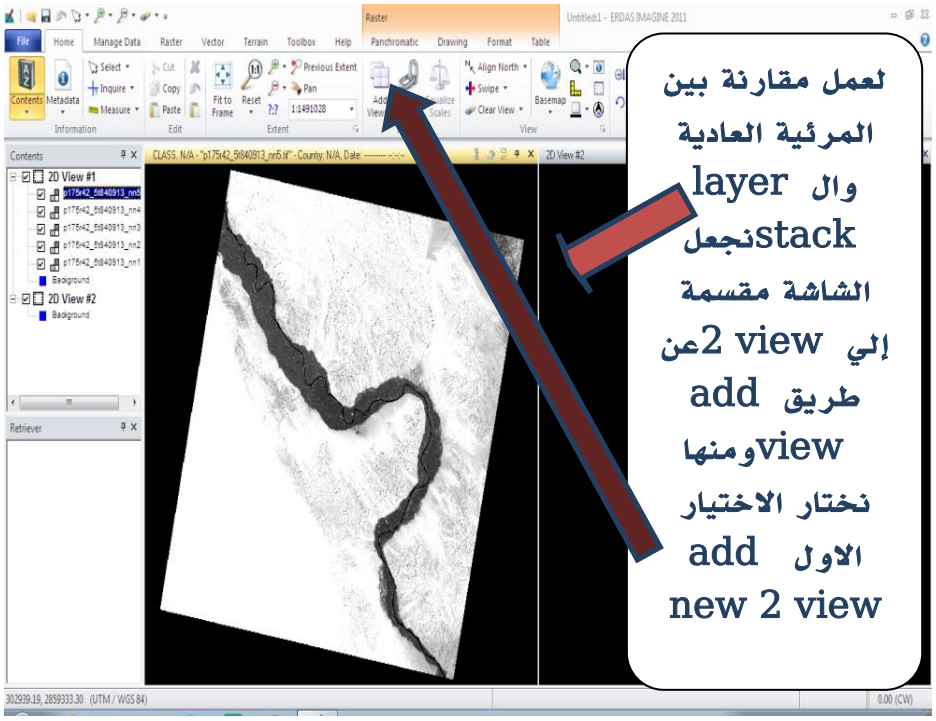

ونختار
المكـــان
الـــــذي
نريـــــد
الحفظ
فيه

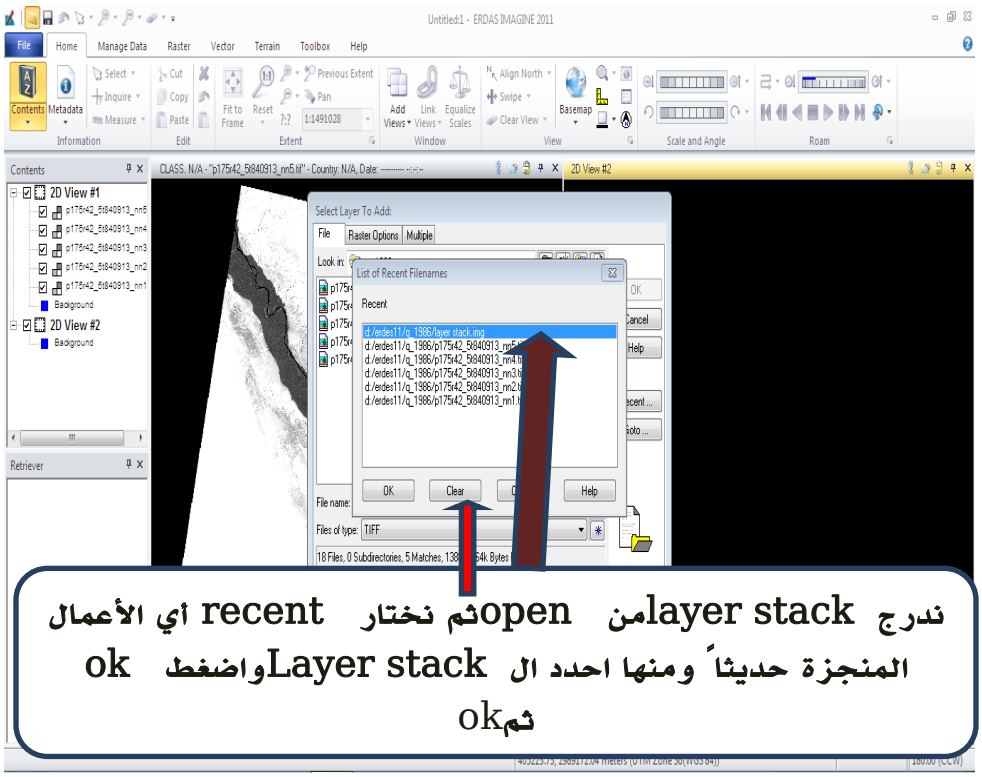

ثم نكتب في
file name
كلمة
Layer
stack


نضغط
click
علي
ignore
zero
وبعد ذلك
نضغط
علي ok

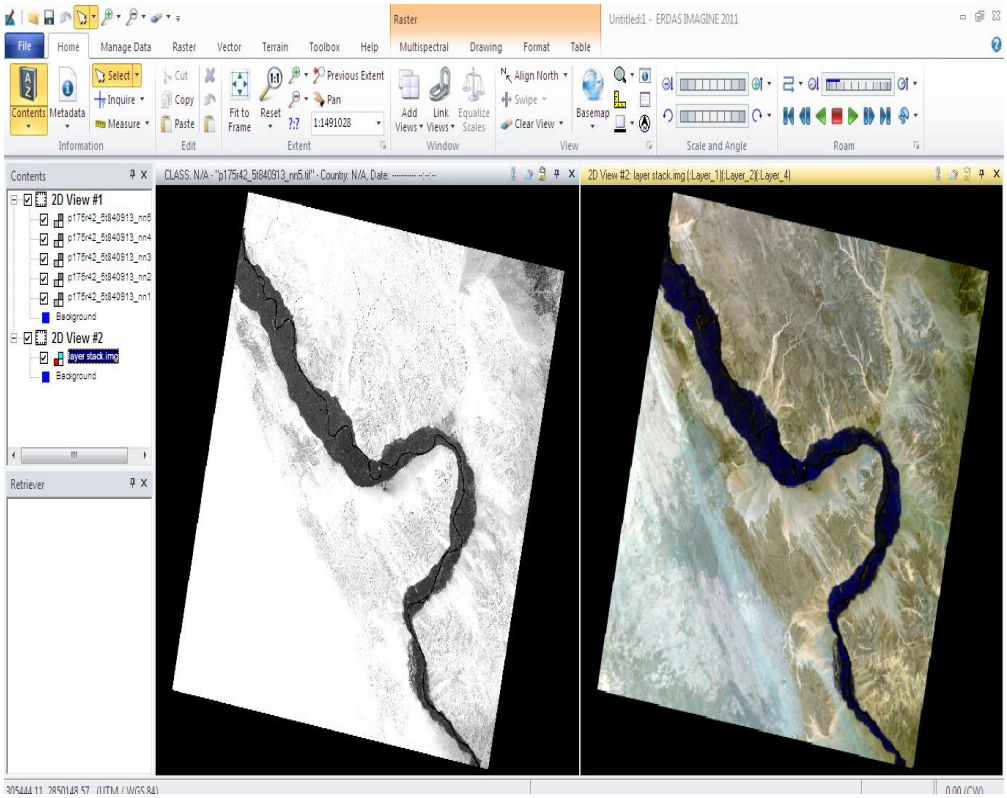

بعد الانتهاء من التحميل نضغط close


المرئية
المجمعة


لعمل مقارنة بين
المرئية العادية
والـ layer
نجعلstack
الشاشة مقسمة
إلي 2 viewعن
طريق add
ومنهاview
نختار الاختيار
الاول add
new 2 view



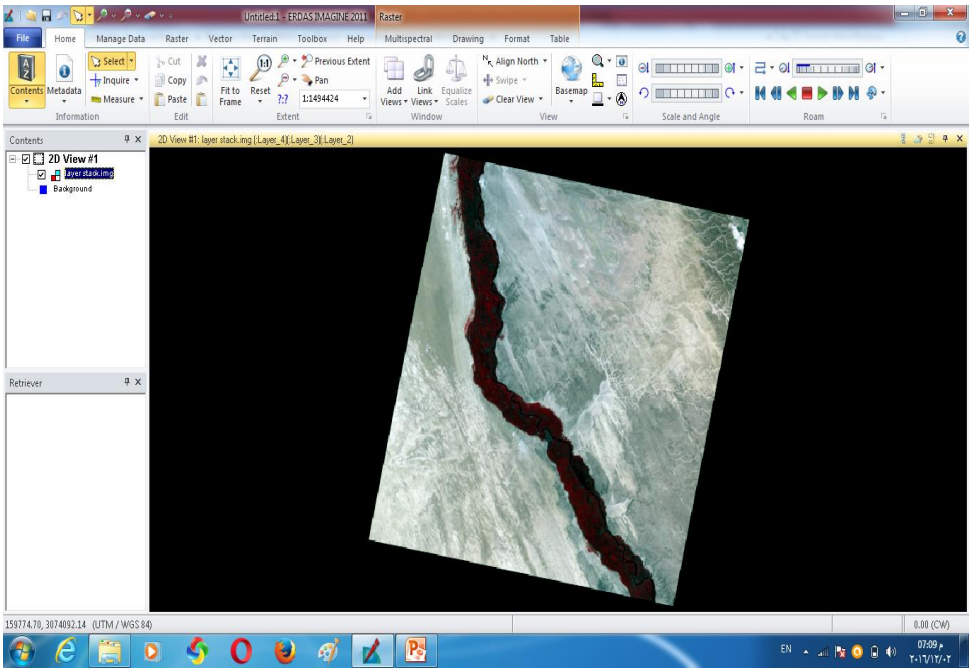
ندرج layer stack من open ثم نختار recent أي الأعمال المنجزة حديثاً ومنها احدد ال Layer stack واضغط ok ثم ok



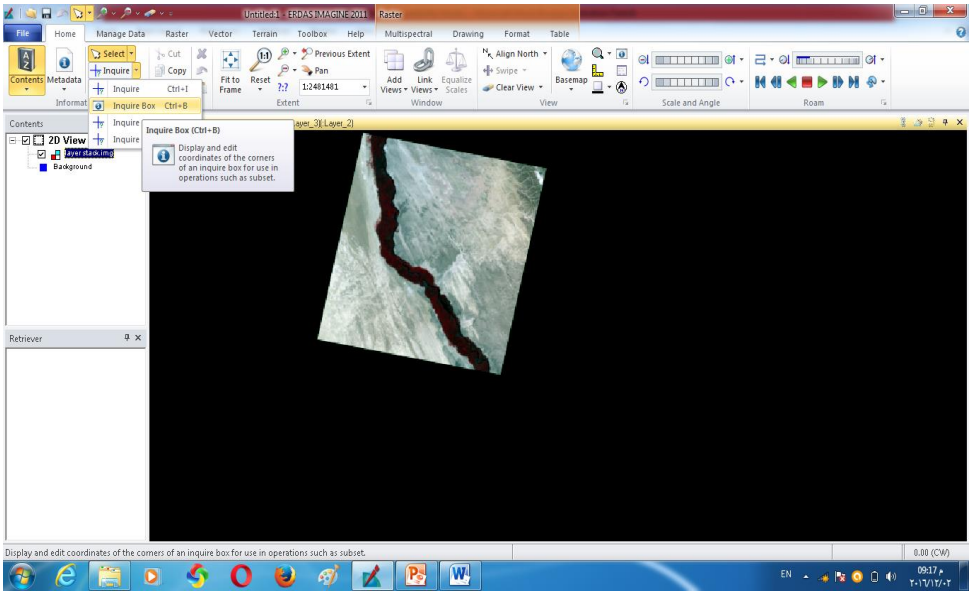
أداة قطع المرئيات sub set

- ☒ من قائمة Home نضغط علي Inquire ونختار Inquire Box.
- ☒ نقوم بتحديد المنطقة التي نريد أن نقوم بعمل subset عليه.
- ☒ نضغط علي subset &chip ثم نختار أول اختيار في القائمة.
- ☒ في Output file نضغط علي ملف الإخراج subset ثم نختار مكان حفظ ال subset ثم نضغط Ok.
- ☒ نضغط علي From Inquire Box ليظهر الجزء الذي قمنا باقتطاعه.
- ☒ نعمل تحديد أو select ل Ignore zero، ثم نضغط ok
- ☒ ننتظر التحميل حتى نري كلمة done.
- ☒ نضغط علي Close بعد التحميل.
- ☒ نقوم بفتح الملف subset الذي تم حفظه ونقوم بالضغط علي fit to frame.
- ☒ نقوم بالضغط علي add views ثم نختار أول اختيار للمقارنة.

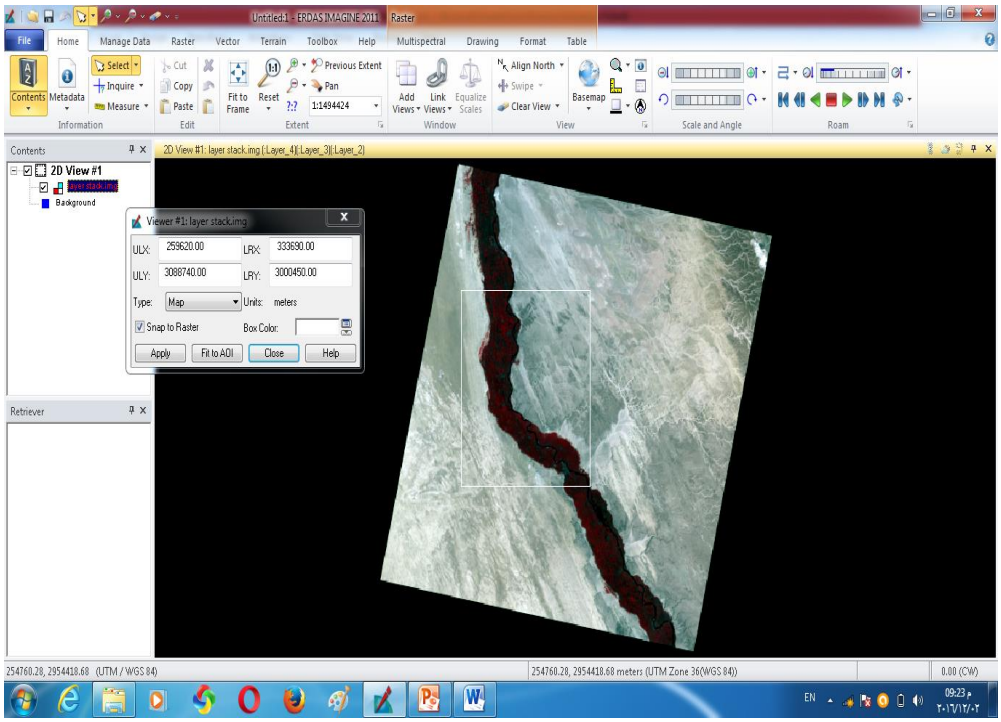
نفتح المرئية المجمعة layer stack



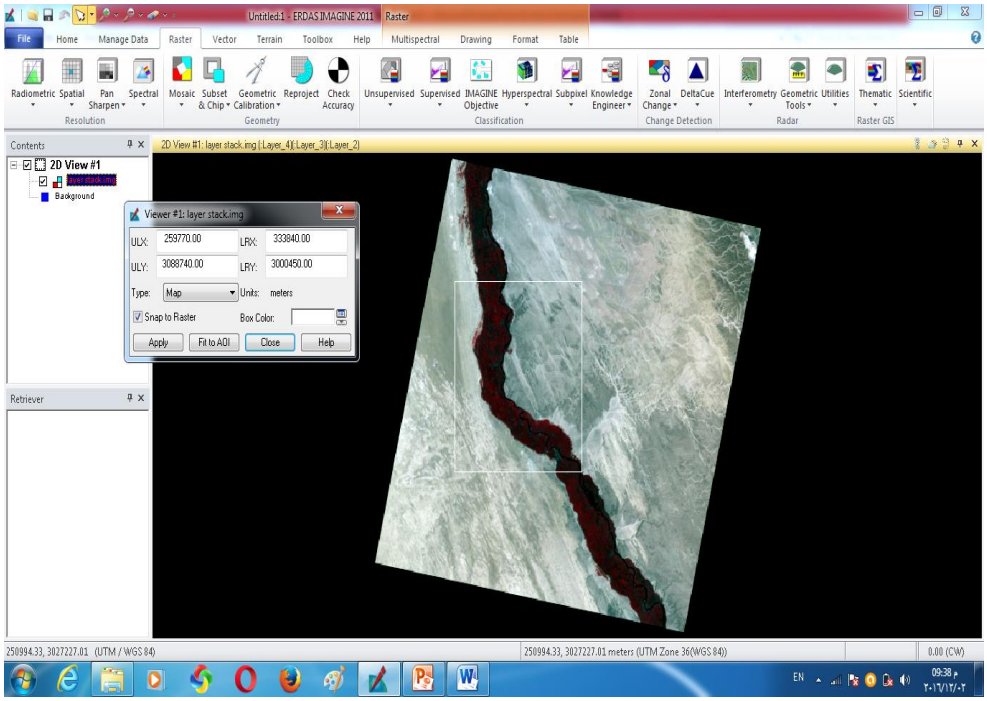
نقوم بالضغط على Inquire ثم نختار منه Inquire Box



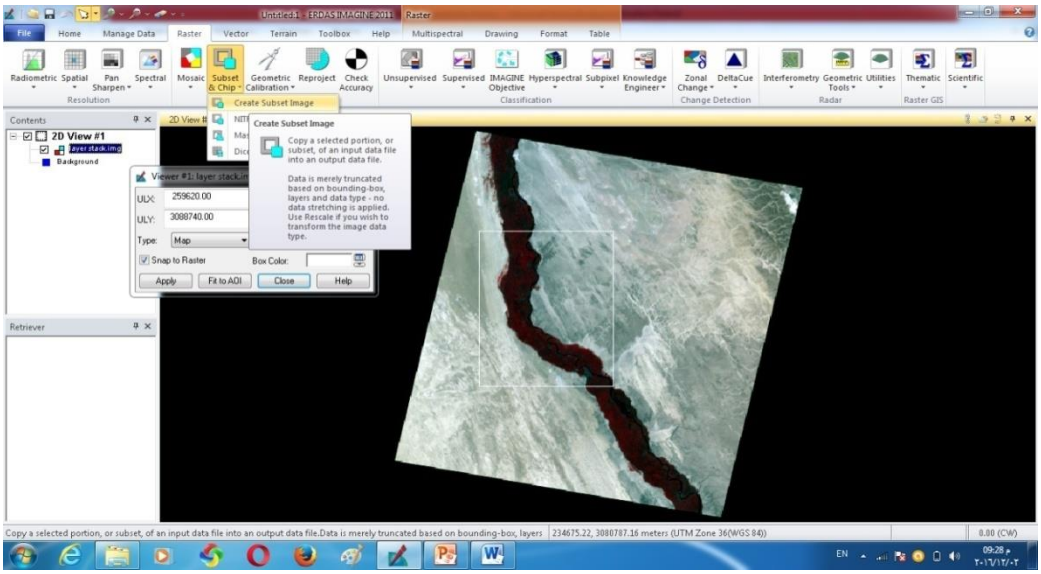
يظهر مربع حواري ومربع أخر لتحديد المنطقة المراد اقتطاعها



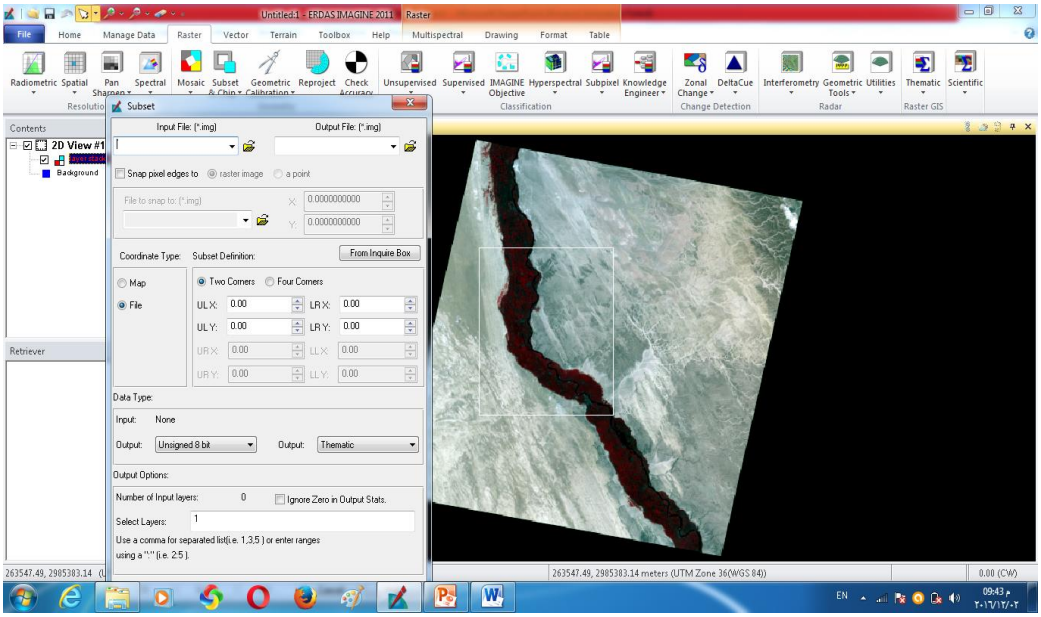
بعد اختيار المنطقة نضغط على Applyدون غلق المربع



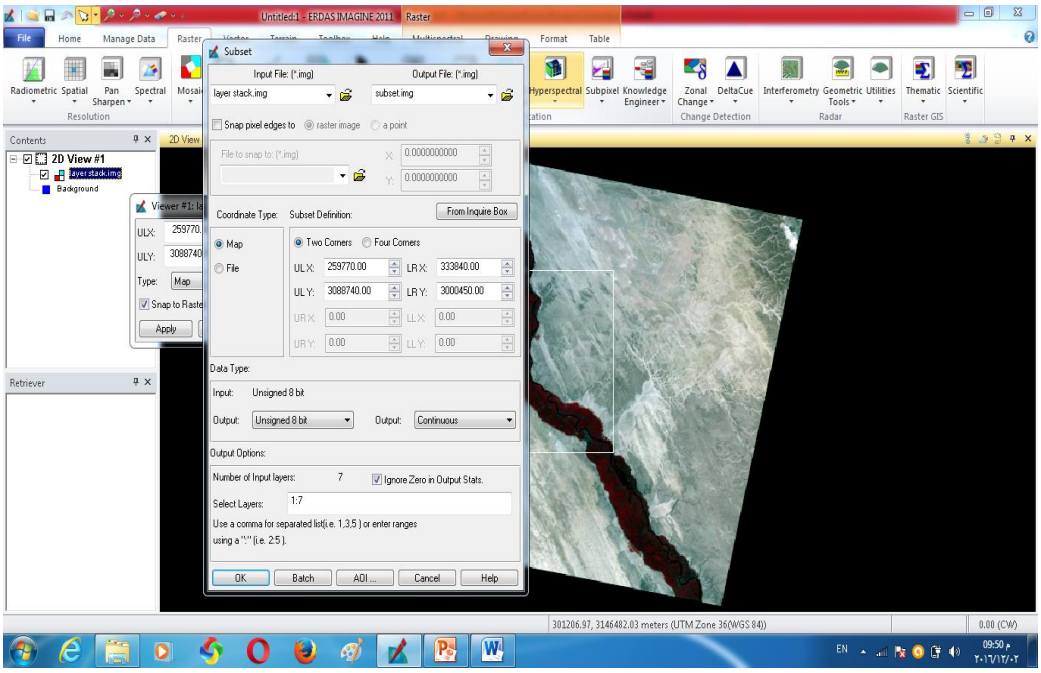
نضغط على قائمة sub set & chip Raster ثم نختار منها create subset chip



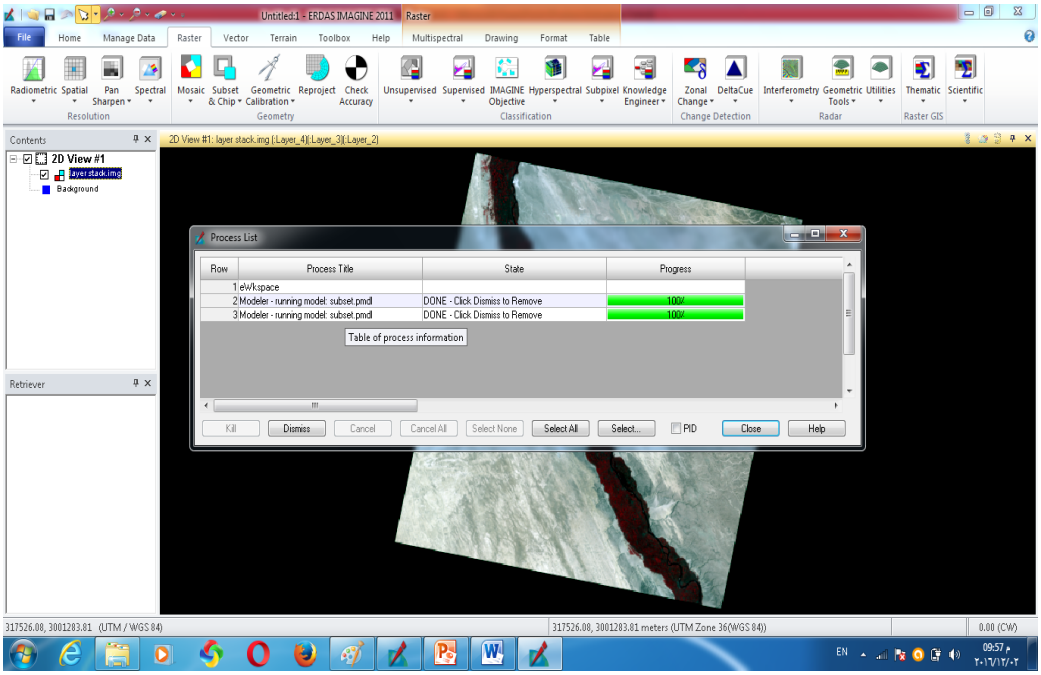
يظهر المربع الحواري نقوم بإدخال ملفات المرئية ومكان حفظها الجديد بالضغط على Input File وOutput File



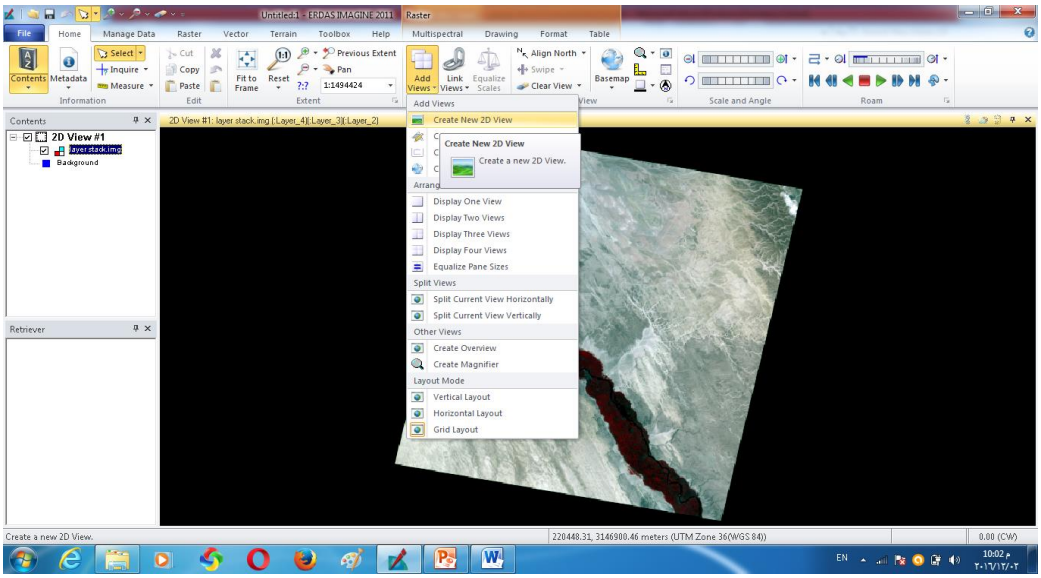
بعد إدخال البيانات نقوم بالضغط على from inquire box ونفعل خيار ignore zero ثم نضغط ok



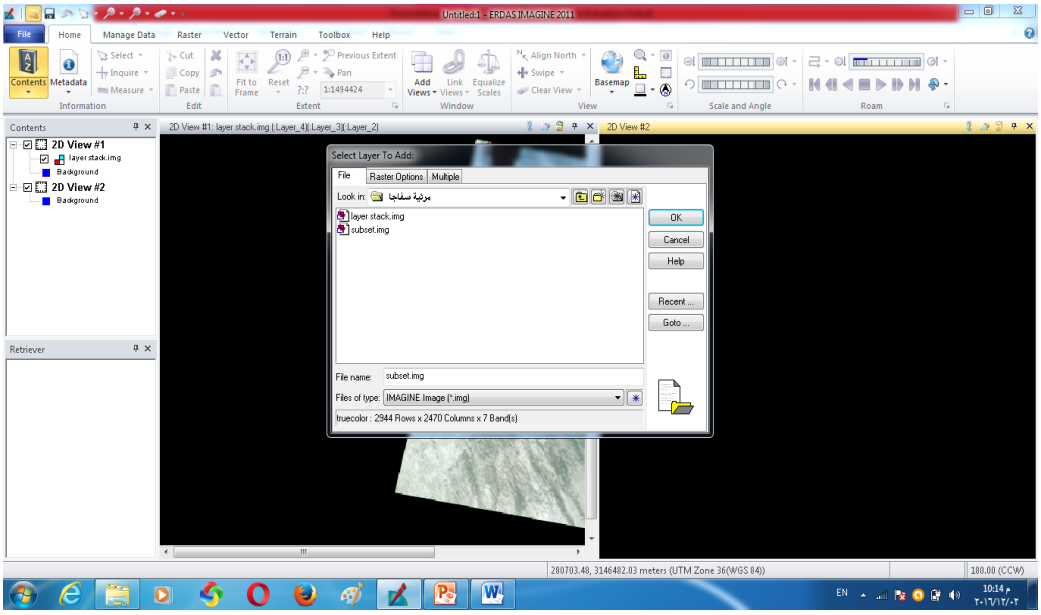
ننتظر حتى ينتهي التحميل ثم نضغط على Closeونغلق المربع الحواري



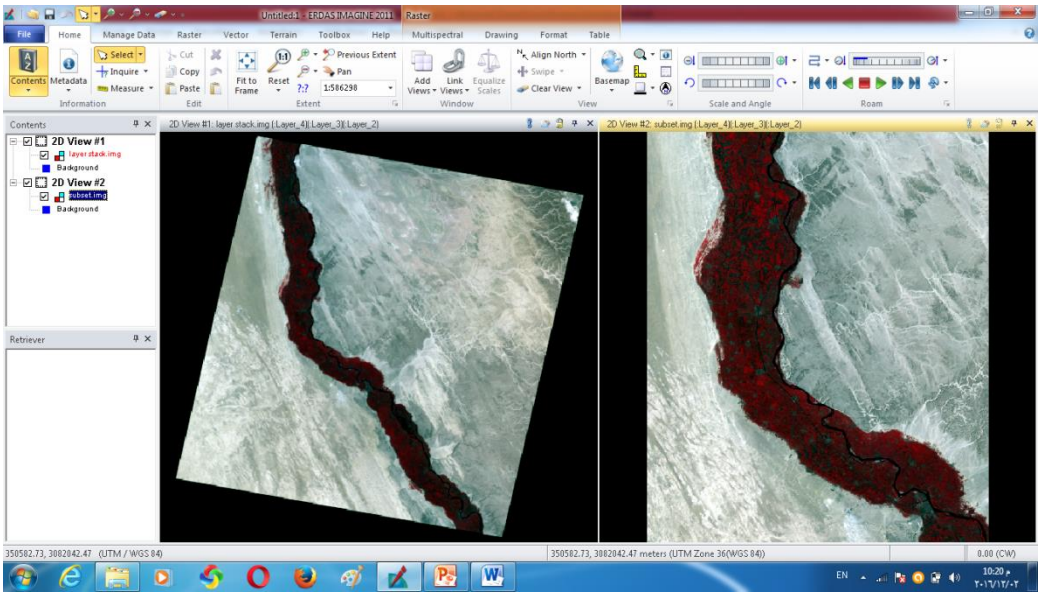
نضغط على Add Viewsثم نختار على Create New 2D View للمقارنة بينهما



ثم نقوم بفتح المرئية الجديدة من خلال Open واختيار المرئية الجديدة Subset



تظهر المرئية المقطوعة كالأتي


Untitled1 - ERDAS IMAGINE 2011
Raster
File
Home
Manage Data
Raster
Vector
Terrain
Toolbox
Help
Multispectral
Drawing
Format
Table
Contents
Metadata
Select
Inquire
Measure
Information
Cut
Copy
Paste
Edit
Fit to Frame
Reset
Previous Extent
Pan
1:586298
Extent
Add Views
Link Views
Equalize Scales
Window
Align North
Swipe
Clear View
View
Basemap
Scale and Angle
Roam
Contents
2D View #1
layer stack.img
Background
2D View #2
subset.img
Background
Retriever
2D View #1: layer stack.img [Layer_4]:[Layer_3]:[Layer_2]
2D View #2: subset.img [Layer_4]:[Layer_3]:[Layer_2]
350582.73, 3082042.47 (UTM / WGS 84)
350582.73, 3082042.47 meters (UTM Zone 36(WGS 84))
0.00 (CW)
EN

المراجع

١- الاستشعار عن بعد، إعداد الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، المؤسسة العامة للتدريب الفني والتقني، المملكة العربية السعودية، ١٤٢٩هـ.

٢- جمعة محمد داوود، مقدمة في الصور الجوية والمرئيات الفضائية، المملكة العربية السعودية، ٢٠١٣.

٣- عزة أحمد عبد الله، تطبيقات الاستشعار من بعد في إدارة الأزمات والكوارث، مجلة كلية التدريب والتنمية، العدد١١، ٢٠٠٢ م.

٤- محمد عبد الله صالح، مرئية الاستشعار عن بعد جمع بياناتها وتحليلها، جامعة الملك سعود، كلية الآداب، مركز البحوث، الرياض، الطبعة الأولي، ١٩٩٢م.

٥- معوض بدوي معوض، مبادئ الاستشعار عن بعد، القاهرة، ط١، ٢٠٠٨م.