وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة تكريت
كلية التربية للعلوم الإنسانية
قسم الجغرافية

مجسات الاستشعار عن بعد

الاستشعار عن بعد

أ.د.صديق مصطفى الدوري

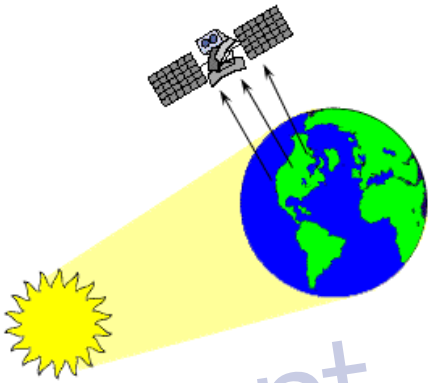
للعام الدراسي ٢٠٢٥ـ ٢٠٢٦

دراسة الماجستير
المحاضرة الثالثة

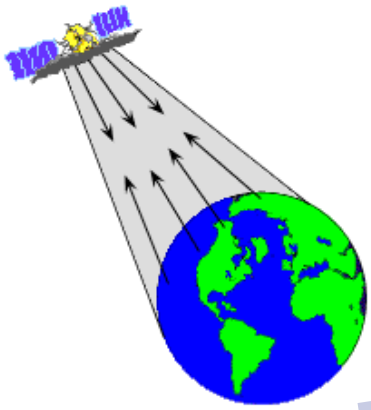
Remove Watermark Now

المستشعرات (وهي الأجهزة التي تقوم بتسجيل الأشعة المنعكسة أو المنبعثة عن الأهداف) إلى نوعين حسب مصدر الطاقة المستخدم في إضاءة الأجسام المدروسة وهما:

المستشعرات السالبة: وهي 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)، الشكل (21).إن الأشعة المنعكسة لا يمكن رصدها وقياسها وتسجيلها إلا في ساعات النهار وذلك لانعدام الأشعة الشمسية المنعكسة ليلاً،أما الأشعة المنبعثة عن الأهداف (وهي بمعظمها أشعة حرارية في المجال تحت الأحمر الحراري) فيمكن رصدها و قياسها وتسجيلها ليلا ونهارا ولكن ذلك يعتمد على أن كمية هذه الأشعة كافية لرصدها وقياسها وتسجيلها.



الشكل 21 المستشعرات السالبة



الشكل 22 المستشعرات الفعالة

المستشعرات الفعالة: يحتوي المستشعر على مصدر طاقة لإضاءة الهدف، حيث يقوم بتوجيهها نحو الهدف مباشرة الذي يقوم بدوره بعكسها نحو المستشعر ليتم تسجيلها ، الشكل (22). يمكن استخدام هذا النظام بغض النظر عن الظروف الجوية وظروف الإضاءة ولكن يشترط أن يكون المستشعر مزودا بمصدر طاقة كافية لإضاءة الهدف. وخير مثال على هذه المستشعرات (المستشعرات الليزرية و الرادارية).

مواصفات الصور *IMAGES*:

قبل الانتقال إلى الفصول الأخرى لابد من تعريف وفهم المبادئ والأسس المتعلقة بصور الاستشعار عن بعد.

إن تسجيل الطاقة الكهرومغناطيسية بواسطة المستشعرات يمكن أن يتم إما فوتوغرافياً أو إلكترونياً.

تتم العملية الفوتوغرافية بواسطة التفاعلات الكيميائية التي تحدث على سطح الأفلام الحساسة للضوء بهدف رصد وتسجيل الطاقة.

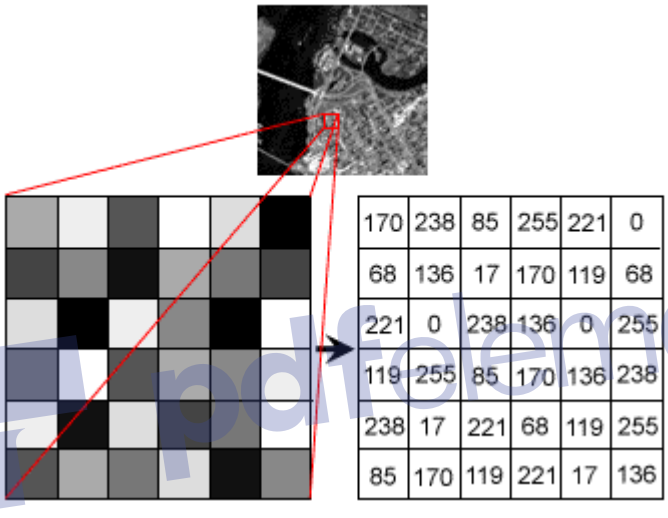
من الهام جداً أن نميز بين نوعين من الصور:

الصورImages : وتعني التمثيل التصويري (على شكل صور) للطاقة الكهرومغناطيسية بغض النظر عن الطول الموجي والتجهيزات الاستشعارية المستخدمة في رصدها وتسجيلها.

الصور الفوتوغرافية Photographs : وتعني نوعا محددا من الصور Images هو الذي تم رصده وتسجيله باستخدام أفلام التصوير الفوتوغرافي. الصور الفوتوغرافية يتم التقاطها عادة في طول موجة يتراوح بين 300 و 900 نانومتر في المجال المرئي وتحت الأحمر القريب.

إذا 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 أو عنصوراً) 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



الشكل 23 الصورة الرقمية

أنواع و خصائص الصور الفضائية :

يمكن تقسيم الصور الفضائية حسب طريقة الحصول عليها إلى :

- صور فوتوغرافية :يتم الحصول على مثل هذا النوع من الصور بمساعدة كاميرات التصوير الأتوماتيكية (في التوابع الصنعية) أو اليدوية (في المركبات المأهولة) , حيث تستخدم أفلام ذات نوعية مختلفة منها الأسود – الأبيض أو الملونة والتي تقسم بدورها إلى أفلام ذات ألوان طبيعية و أفلام ذات ألوان تركيبية (ألوان غير حقيقية)كما يتواجد أنواع من الأفلام تملك حساسية للأشعة تحت الحمراء القريبة و التي لها أهمية في دراسة الأهداف الزراعية و المائية و الدلتا و في دراسة السبخات ذات الرطوبة السطحية .
- الصور متعددة الأطياف : إن المسح متعدد الأطياف يفتح إمكانيات جديدة لرفع و زيادة دقة تفسير الصور , وذلك بمساعدة نظم المسح التصويرية لما يتمتع به هذا النوع من معلوماتية عالية و دقة جيومترية مع البساطة النسبية في الحصول على المعلومات . إن تركيب و جمع أفلام و فلاتر

Remove Watermark Now

- إمكانية اختراق طبقات الأرض

ميزات طرق الاستشعار عن بعد المستخدمة في إعداد خرائط استعمالات الأراضي :

- الشمولية : تغطي الصورة الواحدة مساحات واسعة وضمن نفس الظروف .
- الدقة : تظهر الصور الواقع الحقيقي لمنطقة الدراسة
- التكرارية : إمكانية تكرار التصوير
- العامل الاقتصادي : اختصار الوقت و تكلفة إعداد الخرائط

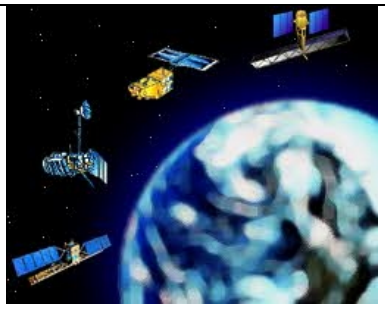
المستشعرات والمنصات

في الفصل الأول تطرقنا إلى مصدر الطاقة وتفاعل الأشعة مع الغلاف الجوي وتفاعلها مع الأهداف والأجسام الأرضية (المراحل الثلاث الأولى من العملية الاستشعارية) أما في هذا الفصل فسنتناول عملية تسجيل المعلومات المنعكسة عن الأهداف الأرضية (تسجيل الطاقة).

المستشعرات الأرضية والجوية والفضائية:

حتى تتمكن المستشعرات من تسجيل الطاقة المنعكسة عن الأهداف الأرضية فإنها تحتاج إلى منصات مستقرة تحملها وتتحرك بها فوق الأهداف المراد تسجيل الطاقة المنعكسة عنها. 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 التوابع الصنعية وتسمى (مستشعرات فضائية):

المستشعرات الأرضية:تستخدم لتسجيل المعلومات المفصلة عن الأهداف، لمقارنتها مع تلك الملتقطة من الطائرات و التوابع الصنعية. 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.....



الشكل 24 أنواع المنصات

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

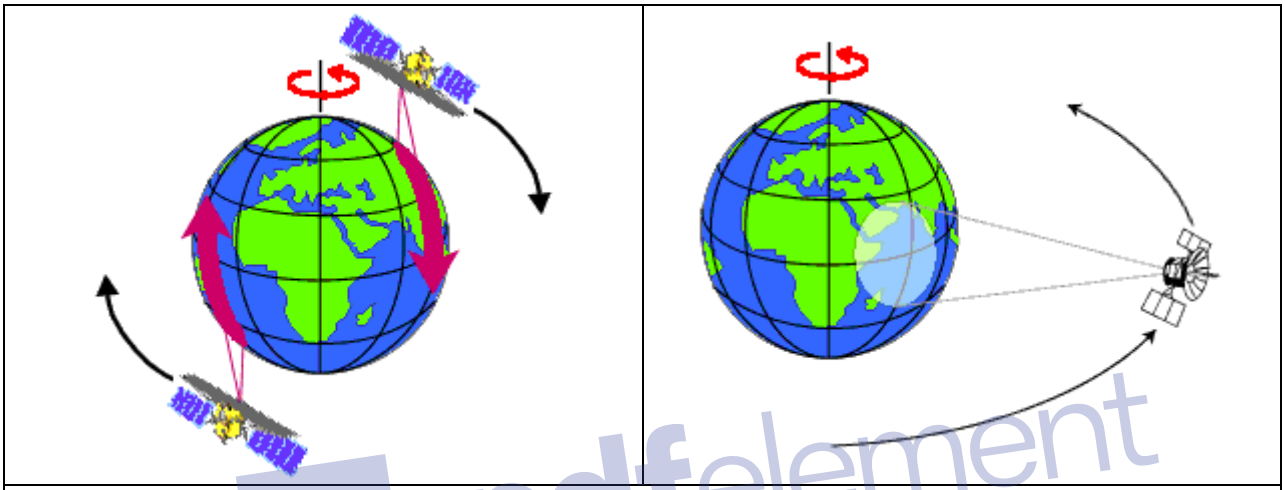
المستشعرات الفضائية:تستعمل للحصول على صور لجزء كبير من الأرض وتكون محملة أحيانا على المحطات الفضائية (محطة مير، أو المحطة العالمية الجديدة. ولكنها غالبا ما تحمل على التوابع الصنعية.

Remove Watermark Now

ميزات التوابع الصنعية (المدار والنطاق):

إن التجهيزات الاستشعارية (المستشعرات) يمكن أن تحمل على متن التوابع الصنعية وتقوم بالحركة في الفضاء وفق مسار معين وهو ما ندعوه بالمدار(Orbit). يوافق المدار مواصفات المستشعر المحمول على متنه، تختلف المدارات باختلاف ارتفاعها عن سطح الأرض وحركتها بالنسبة لدوران الأرض، ويمكن تقسيم المدارات إلى أنواع:

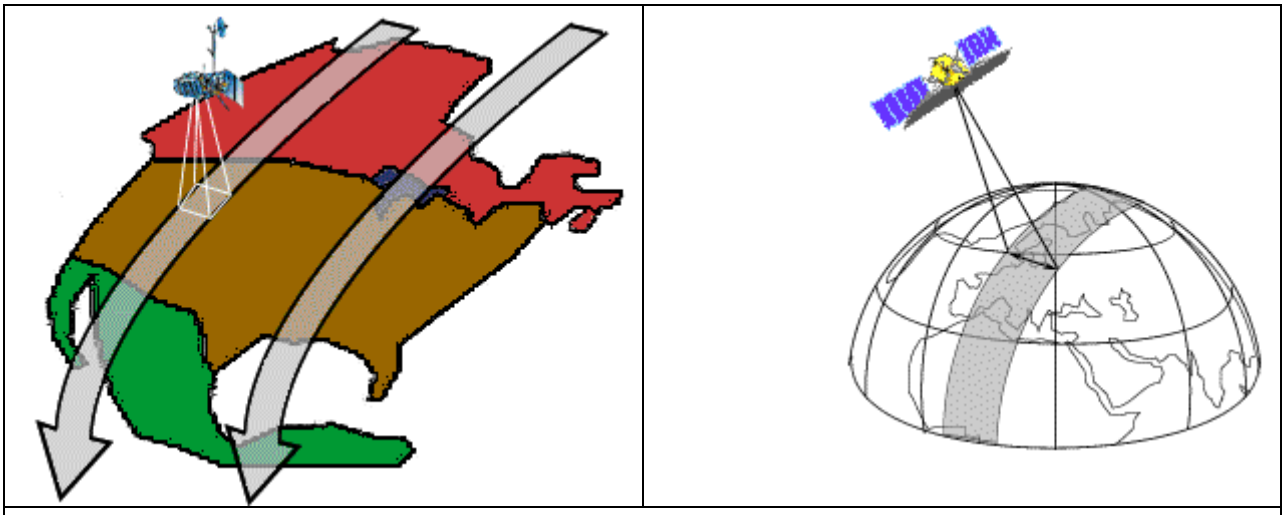
المدارات الثابتة بالنسبة للأرض(Geostationary Orbits): تكون التوابع الصنعية على ارتفاع 36000 كم تقريبا وتدور بشكل متوافق مع دوران الأرض بحيث تبدو دائما فوق منطقة ما على الكرة الأرضية. تستخدم هذه التوابع لرصد ومراقبة وجمع المعلومات عن منطقة ما بشكل مستمر، الشكل (25).



الشكل 25 مدارات التوابع الصنعية

1. المدارات القطبية أو قرب القطبية: وهي التوابع الصنعية التي تتحرك على مسارات من الشمال إلى الجنوب وهي تغطي كامل الكرة الأرضية خلال فترة زمنية معينة وتكون متوافقة مع حركة الشمس أي أن التابع الصنعي يمر فوق أي نقطة من نقاط الأرض ليس فقط خلال النهار بل خلال توقيت شمسي محلي واحد لتوحيد إضاءة سطح الأرض في الفصل الواحد، وبالتالي فإن التوابع الصنعية تتحرك من الجنوب إلى الشمال فوق أحد جوانب الكرة الأرضية وتسمى الحركة الصاعدة ascending وتعود باتجاه الجنوب فوق الوجه الآخر للكرة الأرضية وتسمى الحركة الهابطة descending تمر التوابع الصنعية أثناء الحركة الصاعدة فوق الجانب المعتم من الكرة الأرضية (خاصة في التوابع الصنعية المتوافقة مع الشمس) بينما تمر أثناء الحركة الهابطة فوق الجانب المشمس لذلك تلتقط الصور باستخدام المستشعرات السالبة أثناء الحركة الهابطة، بينما تعمل المستشعرات الفعالة أو المستشعرات التي تسجل الإشعاع الأرضي أثناء الحركة الصاعدة.

النطاق swath : بينما تمر التوابع الصنعية فوق الكرة الأرضية فإن المستشعرات ترى (تمسح) جزءا من الكرة الأرضية وتصويره، هذا الجزء المصور يسمى نطاقاً، الشكل (26).



الشكل 26 النطاقات

بينما تمر التوابع الصنعية أثناء حركتها الهابطة فإن الكرة الأرضية تدور في نفس الوقت وبالتالي فإن المستشعرات الفضائية في كل حركة هابطة تصور نطاقا جديدا على سطح الكرة الأرضية.

إذا أخذنا أي نطاق من النطاقات الأرضية المصور بواسطة تابع صنعي ما فإن التابع سيعود لمسح نفس النطاق بعد فترة زمنية ما . **والزمن** اللازم لعودة التابع الصنعي 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 اكثر من خطوط العرض القريبة من خط الاستواء وذلك لتكرر مرور التوابع الصنعية فوق القطبين وبالتالي ينتج عنه ما يسمى تداخل النطاقات المتجاورة.

pdfelement

الميز المكاني، حجم البيكسل، والمقياس:

تلعب المسافة بين التابع الصنعي والهدف (في بعض التجهيزات الاستشعارية)دورا كبيرا في تحديد التفاصيل الملتقطة والمساحة المصورة، وبما أن المستشعرات على متن التوابع الصنعية بعيدة جدا عن الأهداف فإن المساحة المصورة كبيرة جدا ولكن التفاصيل قليلة ويمكن مقارنة التوابع الصنعية المناخية التي تصور نصف الكرة الأرضية مباشرة بالطائرات التي تصل المساحة المصورة باستخدام المستشعرات المحمولة عليها إلى 10 كم2 تقريبا. يعتمد حجم التفاصيل التي تظهر في صورة ما على **الميز المكاني**(قدرة التمييز المكاني).

الميز المكاني:

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 الميز المكاني للمستشعرات السالبة على **حقل الرؤية الفوري** للمستشعر.

Remove Watermark Now

المقياس:

هو تناسب المسافة على الصورة إلى المسافة الحقيقية على الأرض. فإذا كنت تستعمل صورة مقياسها 100000:1 فهذا يعني أن 1 سم على الصور يقابل 100000 سم أو 1 كم على الأرض.

الميز الطيفي:

يبدي الهدف استجابة مختلفة على طول الطيف الكهرومغناطيسي وأن الأهداف يمكن تمييزها عن بعضها البعض تبعا لاستجابتها الطيفية (على طول الطيف الكهرومغناطيسي) .

وبالتالي حتى يتمكن المستشعر من تمييز هذه الأهداف بعضها عن البعض الآخر يجب أن يمتاز بإمكانية تسجيل الطاقة المنعكسة عن الأهداف في مجالات ضيقة وهو ما ندعوه الميز الطيفي.

الميز الطيفي: هو أضيق مجال طيفي يمكن للمستشعر أن يقوم برصد وتسجيل استجابة الأهداف ضمنه.

تقوم المستشعرات التي تستخدم الأفلام غير الملونة بتسجيل الطاقة المنعكسة عن الأهداف على كل و/أو جزء من المجال الطيفي المرئي، وبالتالي تمتلك ميزاً طيفياً منخفضا 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.

الميز الراديومتري:

بينما يعكس البيكسل البنية المكانية للصورة فإن الصفات الراديومترية لها تعكس كمية المعلومات الحقيقية في الصورة. إن حساسية المستشعر للمطال الكهرومغناطيسي يتحدد بالميز الراديومتري له.

الميز الراديومتري: هو درجة حساسية المستشعر للمطال الكهرومغناطيسي، وهو يحدد قدرة المستشعر على تسجيل الفروقات الدقيقة في الطاقة، وكلما زاد الميز الراديومتري كلما زادت قدرة المستشعر على التحسس بالفروقات البسيطة في الطاقة الواردة إليه.

إن معلومات الصورة يتم تمثيلها بأرقام (digital numbers) وهي تعتمد على عدد الـــ Bits المستخدمة في تسجيل البيانات، فلو سجلنا البيانات باستخدام بت واحد عندها يمكن حساب الدرجات اللونية التي تستطيع الصورة إظهارها وفق العلاقة: $2^{bits} = 2^1 = 1$

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 256، ويكمن استخدام عدد bits أكبر كأن نستخدم 16 أو 32 bits.

2 bits 8 bits

الشكل 27 الميز الراديومتري

الميز الزماني temporal resolution:

الميز الزماني: هو الزمن اللازم لأن يلتقط التابع الصنعي صورة ثانية لمساحة ما من الأرض بنفس القطاع الزاوي (بنفس الزاوية).

إضافة إلى الميز 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 الأطوار الفينولوجية لنبات ما.

إن عامل الزمن يعتبر هام جدا للأسباب التالية:

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

تمتاز بعض التوابع الصنعية بقدرتها على إنقاص الميز الزماني لها عن طريق توجيه مستشعراتها نحو المنطقة المراد تصويرها من أكثر من موقع.

منهجية الخرائط الغرضية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد:

إن إعداد الخرائط الغرضية يتألف من عدد من المراحل المتلاحقة يمكن أن يختلف عددها بناء على نوعية الخريطة الغرضية وبشكل عام فهي تحتوي على المراحل التالية:

1. **المرحلة المخبرية التمهيدية** : تبدأ هذه المرحلة بدراسة المعلومات المتوفرة عن المنطقة المدروسة و التي تتعلق بالوضع الجغرافي, الجيولوجي , البيد ولوجي و النباتي . بالإضافة إلى الأبحاث و الخرائط المعدة سابقا عن منطقة الدراسة .

كما تتم في هذه المرحلة عملية اختيار الصور الفضائية المناسبة والتي يجب أن تغطي كامل مساحة الدراسة و ذات نوعية جيدة و لا تحتوي على أية عيوب أو أضرار (التباين , امتزاج الألوان) . و الأخذ