الاستشعار عن بعد

محاضرة ١

المرحلة الاولى

قسم المساحة

د. محمد المياحي

مقدمة في الاستشعار عن بعد

١- ١ المقدمة:

من المعروف لدينا أن تطور أي بلد يعتمد على جمع و حصر المعلومات الخاصة بالموارد الطبيعية والصناعية والاقتصادية وغيرها، وذلك لاستخدامها في التخطيط المستقبلي أو لإيجاد الحلول للمشكلات المرتبطة بهذا البلد. وقد تعددت طرق و مصادر جمع المعلومات، ومن هذه الطرق: الطرق التقليدية، مثل الأعمال الميدانية والإحصاءات وغيرها. إلا أن التوسع في الحاجة إلى البيانات المكانية، سواء من حيث الحجم المساحي أو دقة التفاصيل، جعلت المصادر التقليدية غير كافية أو غير عملية من ناحية سرعة الحصول على المعلومة أو دقتها.

فدعت الحاجة لابتكار طرق جديدة لجمع المعلومات، ومن هذه الطرق جمع المعلومات أو البيانات عن هدف دون الوصول إليه أو ملامسته وذلك ما يعرف اليوم بعلم الاستشعار عن بعد(Remote Sensing). الذي كان يعرف سابقا بمصطلح تحليل ودراسة الصور الجوية (Aerial Photo Interpretation) وكان يقصد بذلك الصور الفوتوغرافية التي تؤخذ بواسطة الطائرات أو المناطيد أو غيرها باستخدام الأفلام التقليدية. وفي عام ١٩٦٠م ظهر لفظ الاستشعار عن بعد لأول مرة، فقد أصبحت هناك مناظر أو مرئيات (Images) تؤخذ من بعد ولكنها تختلف في طريقة تشكيلها واستخراجها عن الصور الفوتوغرافية، وإن كانت لا تختلف عنها من حيث المظهر، وأصبح لفظ الصور الجوية يعني الصور المأخوذة بواسطة الطائرات أو المناطيد، التي تستخدم طرق التصوير التقليدية في النطاق المرئي من الأشعة الكهرومغناطيسية.

أما الاستشعار عن بعد فهو أعم وأشمل حيث يقصد به كل طرق الاستشعار عن بعد بما في ذلك الصور الجوية، والمناظر الفضائية.

١- ٢ نبذة تاريخية عن علم الاستشعار عن بعد:

علم الاستشعار عن بعد مثل العلوم الأخرى مرَّ بمراحل تطور إلى يومنا هذا، ومازال يتطور وتزداد أهميته مع زيادة إمكانياته وسهولة الحصول على المعلومات من مخرجاته.

حيث انطلق علم الاستشعار عن بعد من اختراع آلة التصوير عام ١٨٣٩م، ولكن أخذت أول صورة من الجو عام ١٨٥٨م على ارتفاع ٨٠ متر لقرية فرنسية. ثم أخذت صورة لمدينة بوسطن عام ١٨٦٠م من منطاد على ارتفاع ٣٦٠متر. وبعدها أخذت صورة لأغراض الأحوال الجوية من طائرة ورقية عام ١٨٨٢م. ثم جاء اختراع الأخوين (رايت) الطائرة عام ١٩٠٣م الذي ساهم بدوره في تطور طرق التصوير، ثم أخذت صورة عام ١٩٠٩م لمدينة إيطالية. وفي عام ١٩١٥م تم تصنيع جهاز تصوير خاص بالطائرات قام بتصميمه

ضابط في سلاح الجو البريطاني. ولكن تفسير الصور الجوية بدأ بمعناه الحقيقي خلال الحرب العالمية الأولى، وقد ساعد ذلك على ظهور أجهزة الرؤية المجسمة عام ١٩١٥م. واستخدمت الصور الجوية عام ١٩٢٠م في عمليات التنقيب عن النفط. ثم ساعد تطور علم العدسات عام ١٩٣٤م على الحصول على صور جوية بمقاييس صغيرة. واستمر استخدام الصور الجوية في عمليات الحصر وإنتاج الخرائط الشاملة وخرائط المناطق. إلى أن استخدمت الصور الجوية في عمليات التجسس في الحرب العالمية الثانية، وذلك لتحديد الأهداف العسكرية وتقدير الخسائر وحصرها.

وعندما دخلت الولايات المتحدة الأمريكية الحرب العالمية الثانية لم تكن لديها أي خبرة في تفسير الصور الجوية، فتم إنشاء مدرسة تحليل الصور الجوية التابعة لسلاح البحرية الأمريكية عام ١٩٤٢م، التي خرجت الآلاف من المحللين والمتخصصين في هذا المجال بعد نهاية الحرب. ثم توالت المعاهد والانتشار الأكاديمي حتى بلغ عدد المعاهد والجامعات التي تدرس موضوع التصوير الجوي عام ١٩٤٦م حوالي ١٣ مركزاً أكاديميا في الولايات المتحدة الأمريكية.

أما استخدام الصور الجوية في المناطق العربية فكان من خلال الحرب العالمية الأولى بواسطة الغرب وذلك بتصوير مناطق السويس وبعض مناطق مصر، و بعد الاحتلال الإسرائيلي في المنطقة واكتشاف النفط ظهر التصوير الجوي في المنطقة مرة أخرى، ولكن كان معظمها مقتصراً على الأغراض العسكرية والعمليات الاقتصادية.

ومع بداية عصر الفضاء والاتصالات بالأقمار الصناعية حيث أطلقت الولايات المتحدة الأمريكية صاروخاً عام ١٩٤٦م لغرض الاستكشاف الفضائي على ارتفاع ١٢٠كيلومتر، وفي عام ١٩٥٧م أطلق الاتحاد السوفيتي القمر الصناعي الأول. وبعدها أطلقت أمريكا أول أقمارها الصناعية في عام ١٩٥٨م. وتوالت الإنجازات حتى تم في عام ١٩٦٥م إطلاق المركبة المأهولة (جيمني ٣)، ثم استمر التصوير الفضائي في سلسلة رحلات (أبولو) التي بدأت عام ١٩٦٨م وانتهت عام ١٩٧٢م، و في منتصف عام ١٩٧٢م وضع القمر الصناعي الأمريكي(ERTS-1 الذي يعرف الآن باسم لاندسات Landsat-1)في مداره حول الأرض، وتبع برنامجي (أبولو وجيمني) برنامج المعمل الفضائي الذي استمر ثمانية أشهر ما بين ١٩٧٣م و ١٩٧٤م تم من خلالها إرسال ثلاث رحلات مأهولة، ومن أهم المجالات التي استفادت من تجارب المعمل الفضائي: الزراعة،والغابات،والجغرافيا،ودراسة البحار والمحيطات،والتلوث،واستخدام الأراضي، والطقس والمناخ.

ثم بدأ سباق إطلاق الأقمار الصناعية وغزو الفضاء وسعت كل دولة إلى امتلاك سلسلة من الأقمار لتكون هي المسيطرة على هذه التقنية، وجدول(١- ١) يلخص أهم الأقمار وتاريخ إطلاقها، وسوف نتحدث بشيء من التفاصيل بمشيئة الله في الوحدة الثانية عن الأقمار المستخدمة حاليا.

م	مالك القمر	اسم القمر	تاريخ الإطلاق	ملحوظات
١	الولايات المتحدة الأمريكية	LANDSAT-1	١٩٧٢م	انتهى العمل به في ١٩٧٨م
٢	الولايات المتحدة الأمريكية	LANDSAT-2	١٩٧٥م	انتهى العمل به في ١٩٨٣م
٣	الولايات المتحدة الأمريكية	NOAA-6	١٩٧٩م	
٤	الولايات المتحدة الأمريكية	LANDSAT-3	١٩٧٨م	انتهى العمل به في ١٩٨٣
٥	الولايات المتحدة الأمريكية	NOAA-7	١٩٨١م	
٦	الولايات المتحدة الأمريكية	LANDSAT-4	١٩٨٢م	
٧	الولايات المتحدة الأمريكية	NOAA-8	١٩٨٣م	
٨	الولايات المتحدة الأمريكية	LANDSAT-5	١٩٨٤م	
٩	الولايات المتحدة الأمريكية	NOAA-9	١٩٨٤م	
١٠	الاتحاد السوفييتي	RESURS-O1-1	١٩٨٥م	
١١	فرنسا	SPOT-1	١٩٨٦م	
١٢	الولايات المتحدة الأمريكية	NOAA-10	١٩٨٦م	

١٣	الاتحاد السوفييتي	RESURS-O1-2	١٩٨٨م	
١٤	الهند	IRS-1A	١٩٨٨م	
١٥	الولايات المتحدة الأمريكية	NOAA-11	١٩٨٨م	
١٦	فرنسا	SPOT-2	١٩٩٠م	
١٧	الهند	IRS-1B	١٩٩١م	
١٨	الولايات المتحدة الأمريكية	NOAA-12	١٩٩١م	
١٩	فرنسا	SPOT-3	١٩٩٣م	
٢٠	الولايات المتحدة الأمريكية	LANDSAT-6	١٩٩٣م	حدث فشل في إطلاق هذا القمر
٢١	الولايات المتحدة الأمريكية	NOAA-14	١٩٩٤م	NOAA-13حدث فشل في الإطلاق
٢٢	روسيا	RESURS-O1-3	١٩٩٤م	
٢٣	الهند	IRS-1C	١٩٩٥م	
٢٤	كندا	RADARSAT	١٩٩٥م	

٢٥	الهند	IRS-1D	١٩٩٧م	
٢٦	روسيا	RESURS-O1-4	١٩٩٨م	
٢٧	فرنسا	SPOT-4	١٩٩٨م	
٢٨	الولايات المتحدة الأمريكية	NOAA-15	١٩٩٨م	
٢٩	الولايات المتحدة الأمريكية	LANDSAT-7	١٩٩٩م	
٣٠	الولايات المتحدة الأمريكية	IKONOS	١٩٩٩م	
٣١	الولايات المتحدة الأمريكية	EROS-A	٢٠٠٠م	
٣٢	الولايات المتحدة الأمريكية	NOAA-16	٢٠٠٠م	
٣٣	الولايات المتحدة الأمريكية	QuickBird	٢٠٠١م	
٣٤	فرنسا	SPOT-5	٢٠٠٢م	
٣٥	الولايات المتحدة الأمريكية	NOAA-17	٢٠٠٢م	

١- ٣ تعريف الاستشعار عن بعد:

الاستشعار عن بعد هو علم وفن، يهدف إلى الحصول على معلومات عن جسم أو منطقة أو ظاهرة من خلال تحليل معطيات يتم اكتسابها بجهاز استشعار لا يلمس ذلك الجسم أو الظاهرة المدروسة. فقراءتك لهذه الكلمات هي في الواقع استشعار عن بعد، إذ إن عيونك تقوم بدور مستشعرات تتحسس بالضوء المنعكس من هذه الصفحة، والمعطيات التي تحصل عليها إنما هي نبضات تناسب كمية الضوء المنعكس من الصفحة، ويقوم حاسوبك العقلي بتحليل هذه المعطيات وتفسيرها لتعرف أنها مجموعة حروف وكلمات، وبعد ذلك تستطيع التعرف على الجمل و من ثم المعلومات التي تتضمنها الجمل.

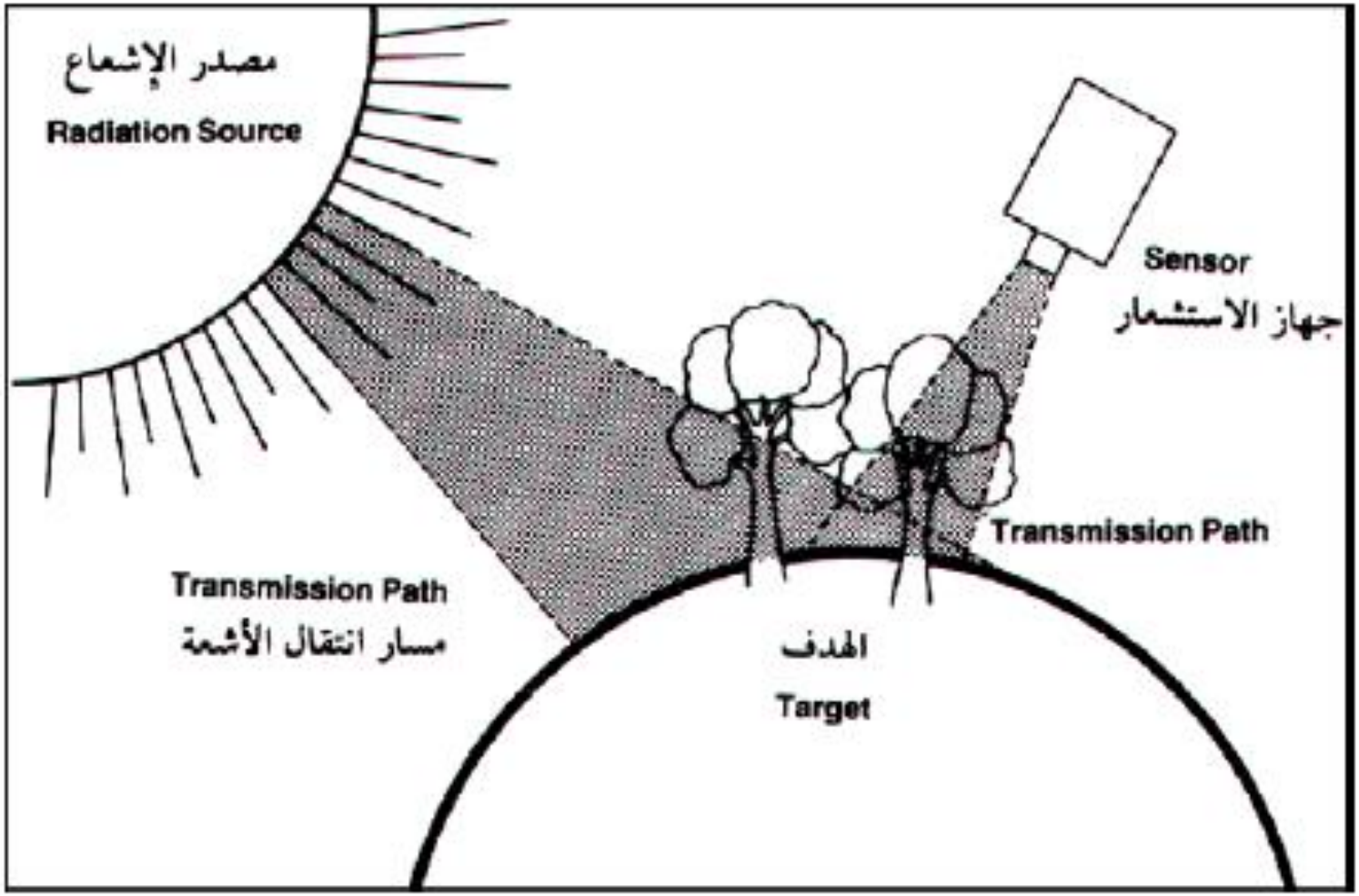
والاستشعار عن بعد يشبه عملية القراءة، ففي عملية القراءة العين البشرية تتحسس الضوء المرئي المنعكس من الأجسام، أما في عملية الاستشعار فهناك أجهزة تستشعر الطاقة المنعكسة من الأجسام، ولكن ليست هذه الطاقة فقط في المجال المرئي فهناك مستشعرات مختلفة تتحسس أنواعاً كثيرة من هذه الأشعة المنعكسة من الأجسام، فالضوء المنعكس من الأجسام هو عبارة عن طاقة كهرومغناطيسية.

وبذلك يمكن تعريف الاستشعار عن بعد بأنه مصطلح يصف تقنية ومراقبة ودراسة والتعرف على الأشياء من بعد، باستخدام الموجات الكهرومغناطيسية، ويتم بهذه التقنية اقتناء المعلومات من خلال جهاز ليس في احتكاك مباشر مع الأجسام المدروسة، بواسطة تسجيل الموجات الكهرومغناطيسية المنعكسة من هذه الأجسام.

١- ٤ العناصر الأساسية لنظام الاستشعار عن بعد:

ومن تعريف الاستشعار عن بعد السابق يتضح أن هناك أربعة عناصر أساسية يقوم عليها مبدأ نظام الاستشعار عن بعد(شكل١- ١) وهي:

١. مصدر الإشعاع.
٢. مسار انتقال الأشعة.
٣. الهدف.
٤. جهاز الاستشعار.



شكل(١- ١): مكونات نظام الاستشعار عن بعد

١- ٤- امصدر الإشعاع الكهرومغناطيسي:

كما ذكرنا في تعريف الاستشعار عن بعد بأنه دراسة الأشعة أو الطاقة الكهرومغناطيسية المنعكسة أو المنبعثة من الأجسام، فلابد أن يكون هناك مصدر أساسي لهذه الطاقة. وفي الحقيقة فإن هناك مصدرين الأول طبيعي وهو الشمس والآخر صناعي، وعلى ذلك هناك نوعان من الاستشعار عن بعد هما:

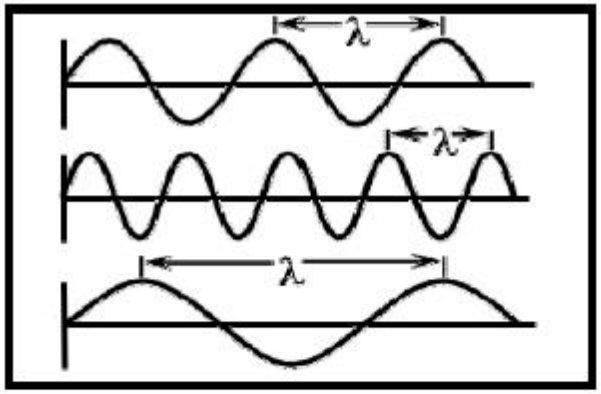
أ. **نظام الاستشعار عن بعد السلبي(Passive)**: وهو النظام الذي يعتمد على المصدر الطبيعي طاقة الكهرومغناطيسية وهو الشمس، ثم التصوير المرئي والحراري، بحيث تنطلق الأشعة الكهرومغناطيسية من الشمس فتنعكس من الأجسام فيستقبلها جهاز الاستشعار.

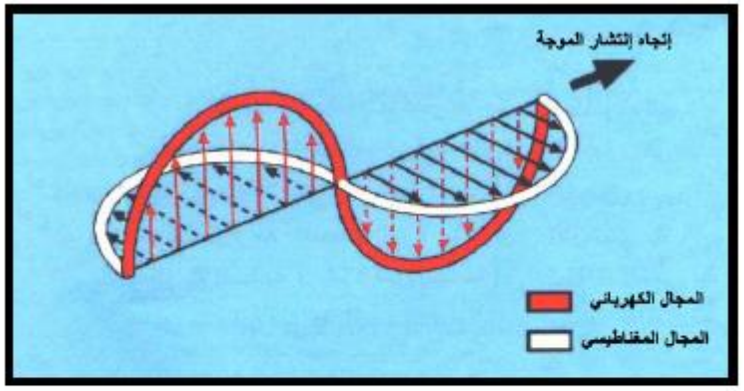
ب. **نظام الاستشعار عن بعد الفاعل (Active)**: وهو النظام الذي يعتمد على المصدر الصناعي للطاقة الكهرومغناطيسية، بحيث يكون جهاز الاستشعار يصدر أشعة كهرومغناطيسية فتنعكس من الأجسام ويستقبلها جهاز الاستشعار مرة أخرى، و هو ما يعرف بالرادار.

وعلى ذلك فإن الطاقة الكهرومغناطيسية هي أساس هذا العلم، وحجر الزاوية فيه. بحيث تعتمد تقنية الاستشعار عن بعد على الطاقة المنعكسة من الأجسام، وهذه الطاقة ممكن أن تكون طاقة الضوء المرئي (اللون الأحمر،والأخضر والأزرق) أو طاقة حرارية أو أي نوع من الطاقة الكهرومغناطيسية. إذا ما هي الطاقة الكهرومغناطيسية؟.

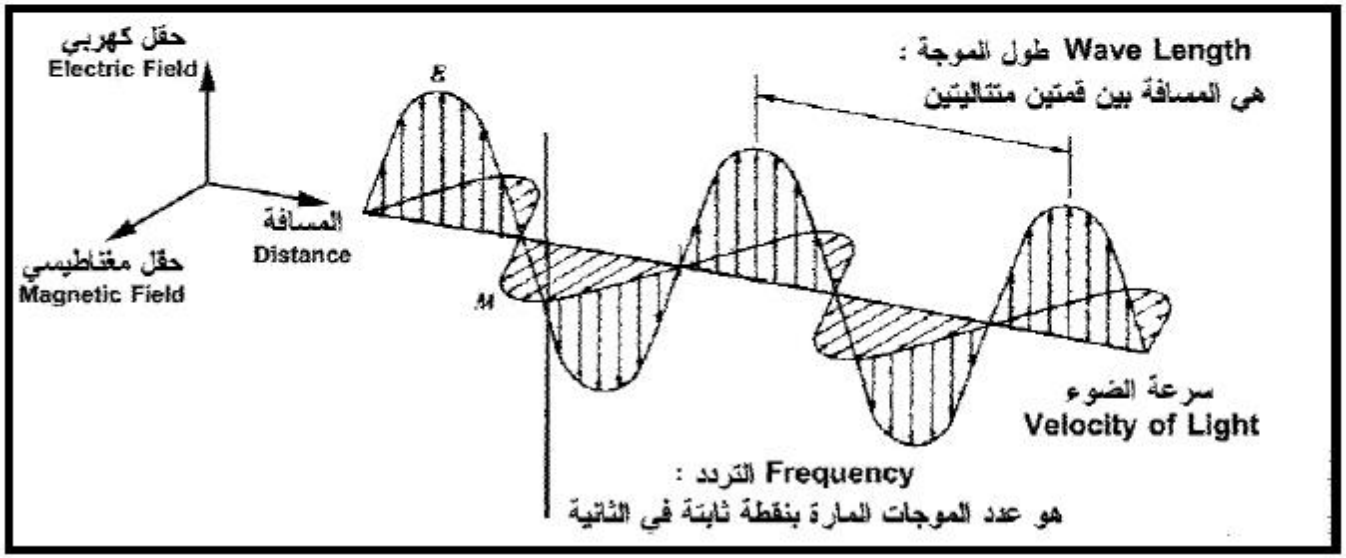
١- ٤ - ١- ١ الطاقة الكهرومغناطيسية:

الأشعة الكهرومغناطيسية أو الطاقة الكهرومغناطيسية هي عبارة عن إشعاع يتألف من حركتين اهتزازيتين متوافقتين تتحركان في مستويين متعامدين مصدر الحركة الأولى حقل كهربائي والأخرى مغناطيسي تشكلان معا حقلا كهرومغناطيسيا (اختصار و دمج لكلمتي كهربائي و مغناطيسي)، وتتحرك الطاقة الكهرومغناطيسية بشكل جيبي (شكل ١- ٢) وتسير بسرعة الضوء (سرعة الضوء=٣٠٠مليون متر في الثانية، أي ٣×١٠^{٨} متر في الثانية). ومن خواص هذه الموجات، أنها تنتقل في خطوط مستقيمة في الوسط المتجانس الواحد، وكلما قطعت الموجة الكهرومغناطيسية مسافة أطول كلما ضعفت قوتها. والمسافة بين قمتين في الموجة الكهرومغناطيسية متتاليتين تسمى بطول الموجة ($\underline{\lambda}$ Wave Length) و عدد القمم المارة في نقطة ثابتة في الفضاء في وحدة الزمن (ثانية) بالتردد (Frequency $\underline{F}$)، (شكل ١- ٣).





شكل (١- ٢): مكونات الموجة الكهرومغناطيسية.



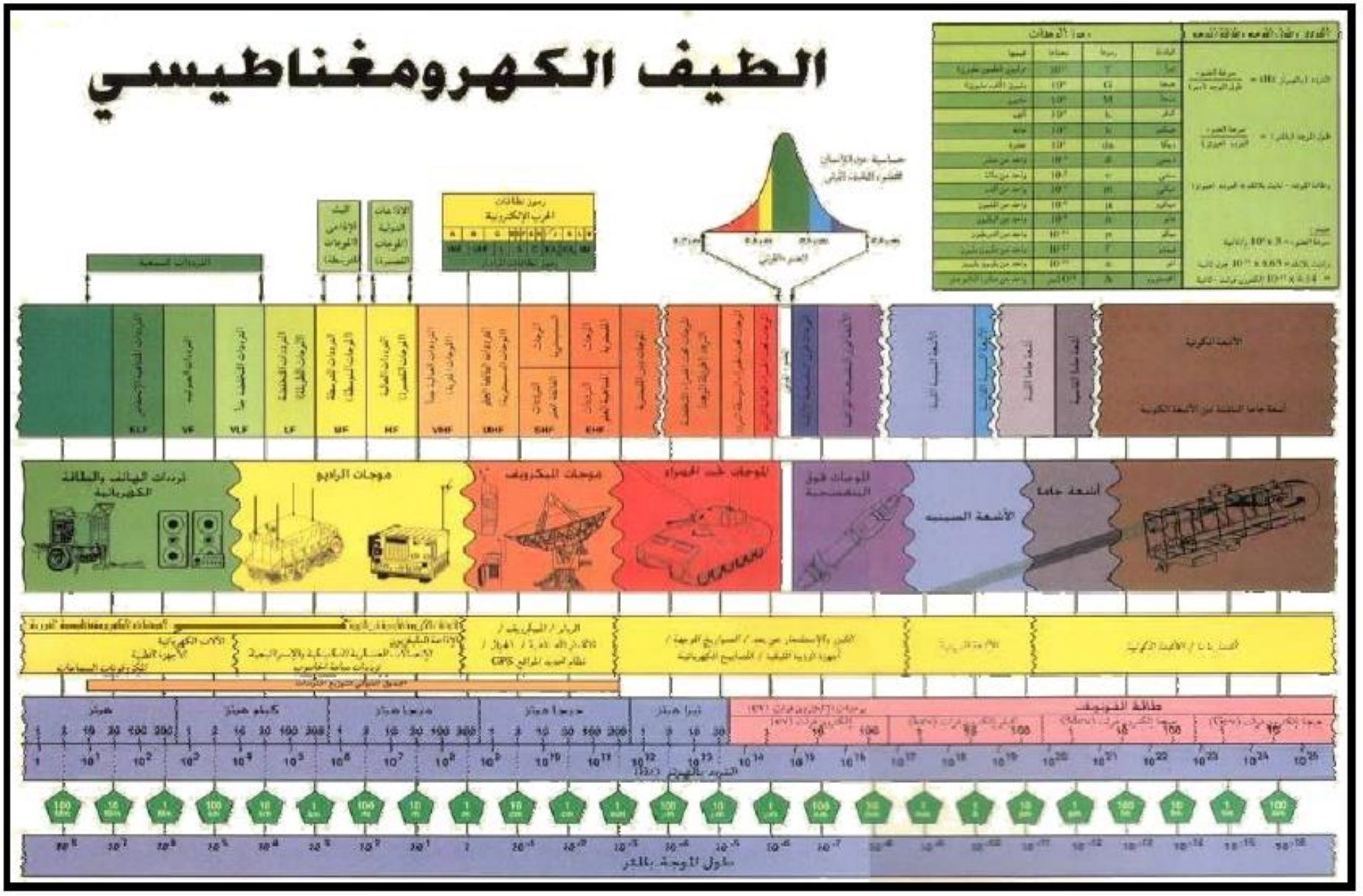
شكل (١- ٣): الموجة الكهرومغناطيسية

١- ٤- ١- ٢ الطيف الكهرومغناطيسي:

يستعمل اصطلاح الطيف الكهرومغناطيسي لوصف مجالات الأشعة القصيرة والمتوسطة والطويلة، وقد قسم إلى مجالات طيفية(أو ما يعرف بالنطاقات Bands) متصلة (شكل ١- ٤) ومن أهمها:

- الأشعة الكونية.
- أشعة جاما.
- أشعة إكس.
- الأشعة فوق البنفسجية.
- الأشعة المرئية.
- الأشعة تحت الحمراء.
- الأشعة تحت الحمراء الحرارية.
- الموجات القصيرة (الميكروويف).
- موجات الراديو والتلفزيون.

أما ما يستعمل في الاستشعار عن بعد من هذه المجالات الطيفية فهو الأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء و الأشعة تحت الحمراء الحرارية والأمواج القصيرة.



شكل (١- ٤): نطاقات الموجات الكهرومغناطيسية

مكونات الاستشعار عن بعد

من التعريفات المختلفة للاستشعار عن بعد يتضح أن هناك أربعة عناصر أساسية يقوم عليها نظام الاستشعار عن بعد وهي:-

مصدر الإشعاع (مصدر الطاقة).

التفاعل مع الغلاف الجوي (الغلاف الجوي).

التفاعل مع ظاهرات سطح الأرض (الهدف).

جهاز الاستشعار (تسجيل الأشعة).

١- مصدر الإشعاع الكهرومغناطيسي (مصدر الطاقة):

إن أول متطلب للاستشعار عن بعد هو توفير مصدر للطاقة ليشع علي الهدف وتكون هذه الطاقة في شكل إشعاع كهرومغناطيسي ، وهناك مصدرين أساسيين للطاقة ، الأول؛ الطبيعي وهو الشمس ، والثاني؛ صناعي من المستشعر ، وعلي ذلك فهناك نوعان من

الاستشعار عن بعد وهما:

أ- نظام الاستشعار عن السلبي (Passive)

وهو النظام الذي يعتمد علي المصدر الطبيعي للطاقة الكهرومغناطيسية "الشمس".

ب- نظام الاستشعار عن الإيجابي (Active)

وهو النظام الذي يعتمد علي المصدر الصناعي للطاقة الكهرومغناطيسية ، بحيث يكون جهاز الاستشعار المسئول عن إصدار الأشعة الكهرومغناطيسية فتنعكس من الأجسام فيستقبلها جهاز الاستشعار مرة أخري ، وهو مايعرف بالرادار.

٢- التفاعل مع الغلاف الجوي (الغلاف الجوي):

يُعد الغلاف الجوي الوسط الذي تمر من خلاله الإشارات الصادرة من الأجسام الموجودة علي سطح الأرض إلي القمر الصاعي في الفضاء ، ويتكون الغلاف الجوي من العديد من الغازات أهمها الأكسجين والنيتروجين والأوزون وثاني أكسيد الكربون إضافة الي بخار الماء، وتعمل هذه المواد في التأثير علي الإشعاع الكهرومغناطيسي أثناء مروره في الغلاف الجوي، والذي يوضح مدى تأثير هذا التفاعل على الإشعاع الشمسي، حيث يتضح الفارق الكبير بين كمية الإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي ومثيلتها عند منسوب سطح البحر.

ويحدث هذا التأثير نتيجة آليتي التشتت والأمتصاص Scattering & Absorption:

التشتت :Scattering

يحدث التشتت نتيجة تفاعل الجزيئات الصلبة أو الغازية كبيرة الحجم مع الإشعاع الكهرومغناطيسي، وتؤدي الي إعادة توجه ذلك الإشعاع عن مساره الأصلي. من أهمها: الطول الموجي للإشعاع، مدي وجود الجزيئات أو الغازات، المسافة التي يقطعها الإشعاع في الغلاف الجوي.

ويأخذ التشتت أحد ثلاثة أشكال رئيسية:

تشـــتت الموجـــات القصـــيرة (تشـــتت رايلـــي Rayleigh Scattering).

تشتت الموجات الطويلة (تشتت مي .(Mie Scattering

التشتت العشوائي (.Non-Selective Scattering)

ب- الامتصاص :Absorpation

هو الآلية الثانية التي تعمل حين يتفاعل الإشعاع الكهرومغناطيسي مع الغلاف الجوي . ويحدث الأمتصاص للأشعة عند طول الموجي مُعين في الطيف الكهرومغناطيسي من نطاقات تسمى نطاقات الامتصاص.

٣- التفاعل مع ظاهرات سطح الأرض (الهدف):

عندما يصل الإشعاع الكهرومغناطيسي إلى سطح الأرض فإنه سرعان ما يتفاعل مع ظاهرات سطح الأرض، اذ تتعرض الأشعة المُرسلة لسطح الأرض لأشكال من التفاعلات وهي الإمتصاص A، النفاذ T، والإنعكاس R

فالإمتصاص يحدث حين يتم امتصاص الإشعاع (الطاقة) في جسم الهدف. بينما يحدث **النفاذ** حين يمر الإشعاع عبر الهدف (يخترقة). أما **الانعكاس** فيحدث حين يرتد الإشعاع من على أطراف الهدف ويُعاد توجيهه، وهو المُهم في الاستشعار عن بعد.

ويتأثر الانعكاس بالعوامل الأتية :

طول الموجة الكهرومغناطيسية.

زاوية سقوط الأشعة.

الخواص الفزيائية والكيميائية للهدف.

تركيب سطح الهدف.

ويمكن تقسيم إنعكاس الأشعة من سطح الأرض إلى :-

إنعكاس مرآوي .Specular Reflection

إنعكاس إنتشاري .Diffuse Reflection

١- إنعكاس مرآوي :-Specular Reflection

يحدث نتيجة لسقوط الأشعة علي سطح أملس Smoothكالمرآه (مثل سطوح الأجسام المائية والطرق الأسفلتية) ومن ثم تنعكس الأشعة بعيداً عن الشطح وفي اتجاه واحد.

٢- إنعكاس إنتشاري :-Diffuse Reflection

يحدث عندما يكون السطح خشن (مثل سطوح جبال الصخور النارية شديدة التضرس) مما يؤدي إلي انعكاس الأشعة في إتجهات عديدة.

٤- جهاز الاستشعار (تسجيل الأشعة):-

المستشعر Sensor هو جهاز يستقبل الأشعة الكهرومغناطيسية المُنعكسة أو المُنبعثة من الهدف المرصود ، بعد أن يقوم بتحويل الأشعة الكهرومغناطيسية إلى إشارة كهربائية ثم إلى رقم عددي Digital Number.

وبذلك يقوم المُستشعر باستقبال الإشعاع الكهرومغناطيسي من خلال مجموعة المسح والمجموعة الضوئية ، ثم يقوم بتمرير هذا الإشعاع عبر مجموعة الفصل الطيفي (المُرشحات) ليتم فصل كل نطاق مُميز من الأشعة على حده وتسجيله في مرئية مُستقلة يطلق عليه النطاق Bandوتُمثل الإشعاع الكهرومغناطيسي في نطاق معين من الأشعة (الزرقاء،الحمراء،الخضراء،....)، ليتم جمعها واختزانها في ملف واحد رقمي.

انواع الصور:

يمكن تصنيف الصور تبعاً للأجهزة التي تُستخدم في الحصول على الصورة إلى قسمين:

صور فوتوغرافية Photographs:

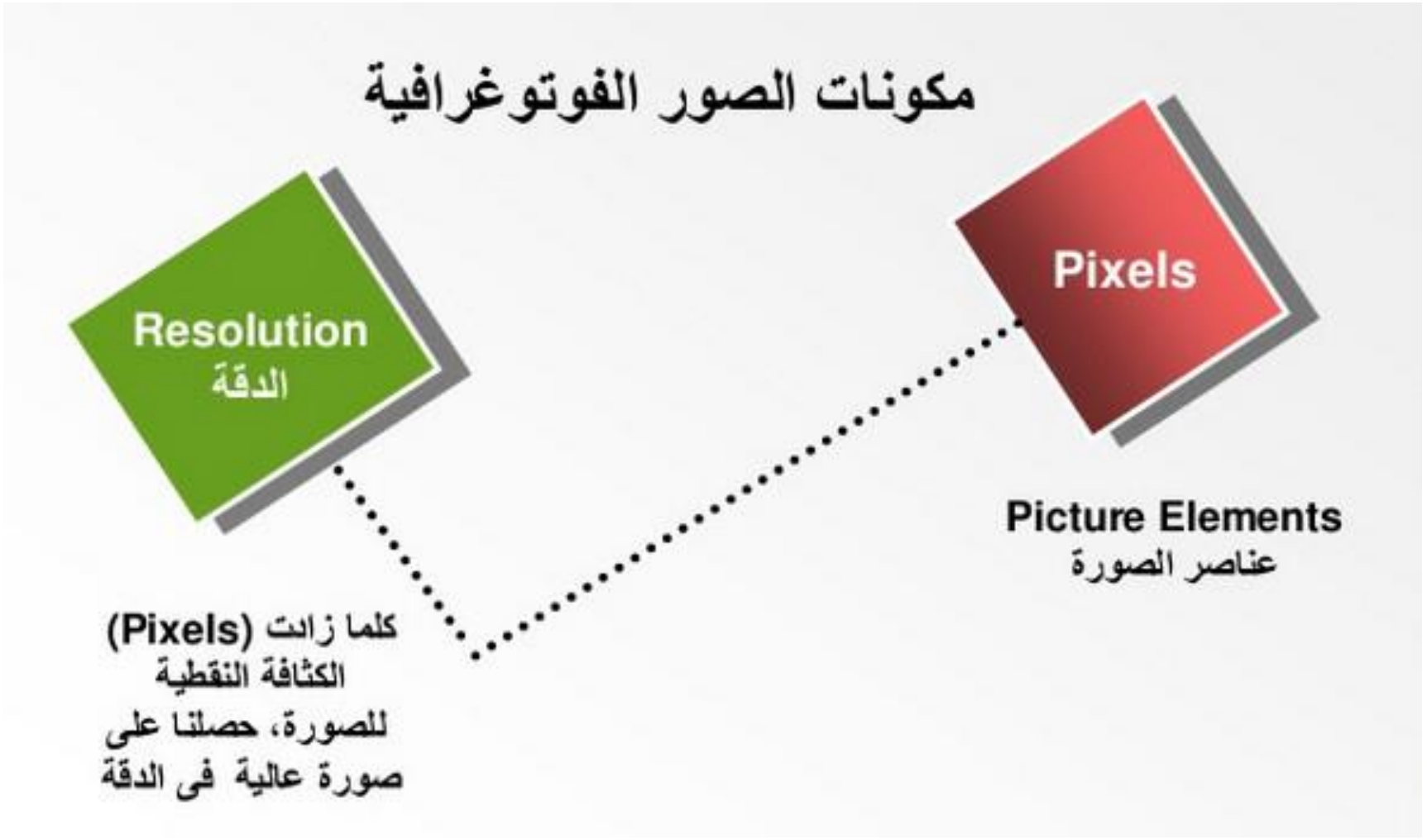
هي صور تم التقاطها باستخدام الأفلام مثل الكاميرات القديمة، و يتم فيه التقاط الصور عن طريق الأفلام، باستخدام تقنيات ضوئية تركز الضوء المُرسل من الجسم إلى حساس الضوء في الكاميرا ، ويتم تخزين الصور في أفلامٍ ثم تُوضع في مواد كيميائية معروفة، في معامل خاصة إضاءتها خافتة جداً.

صور رقمية Digital Images:

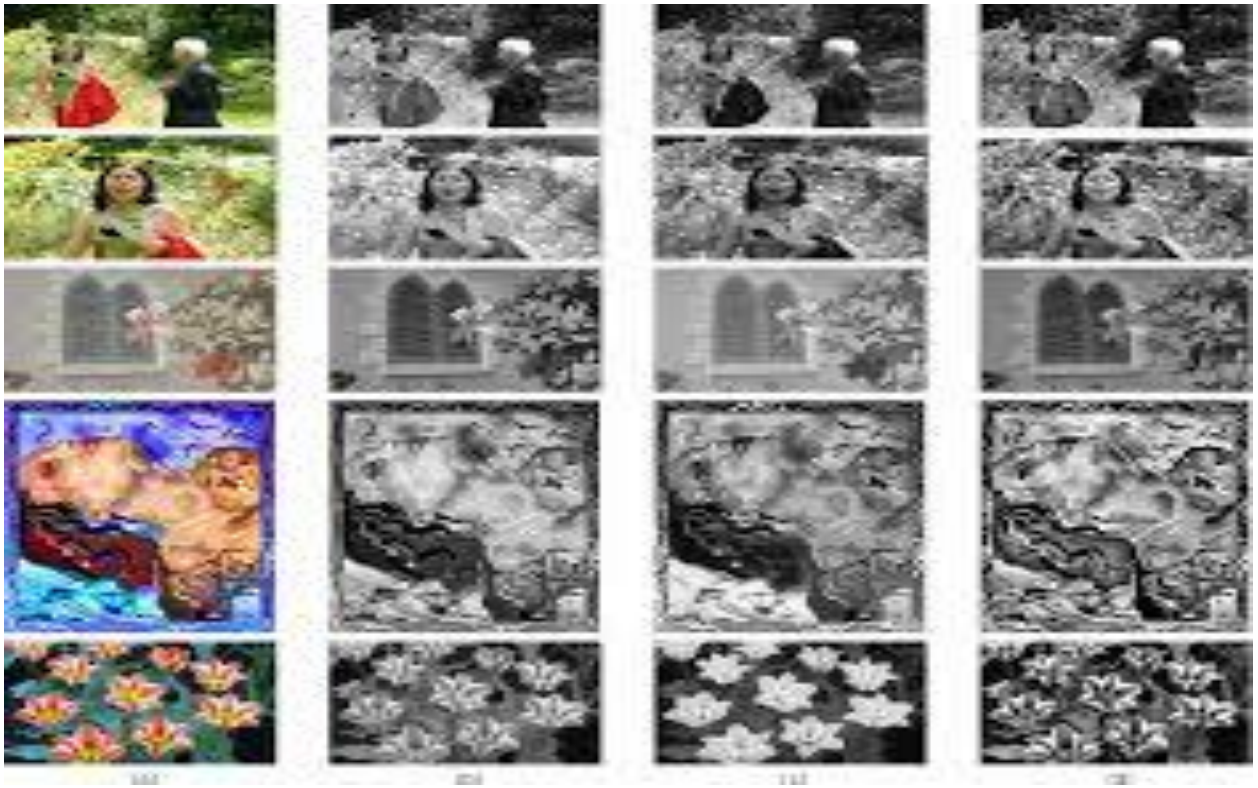
هي ناتج استخدام الأجهزة الرقمية مثل الكاميرات الرقمية ، حيث يتم تخزين الصور على شكل pixels .

مزايا تكنولوجيا الصور الرقمية:

١. تستطيع استخدامها على أي جهاز رقمي مثل اللابتوب و TV.
٢. جودتها أعلى بكثير من الصور الفوتوغرافية.
٣. غير قابلة للتلف مثل ما يحدث مع أفلام الصور الفوتوغرافية.
٤. الصور تحتفظ بجودتها عند النقل من جهاز لآخر.
٥. يمكن تخزينها بسهولة على وسائط متعددة.
٦. إمكانية إجراء العديد من التعديلات على الصور.
٧. إمكانية مشاركة الصور على وسائل التواصل الاجتماعي.


مكونات الصور الفوتوغرافية
Resolution
الدقة
Pixels
Picture Elements
عناصر الصورة
كلما زادت (Pixels)
الكثافة النقطية
للصورة، حصلنا على
صورة عالية فى الدقة

انواع الصور الرقمية



محاضرة ٣

استشعار عن بعد٢ - المرحلة الاولى

قسم المساحة

د.محمد المياحي

الصور الرقمية Digital image

الصورة الرقمية عباره عن تمثيل رقمي (قيم ثنائية صفر وواحد) لشئ مادي يمكن رؤيته بالعين البشرية، يتم ادخالها (بواسطة الكاميرا الرقمية او الماسح الضوئي) الى الكمبيوتر لغرض التخزين او التعديل عليها. وتكون عبارة عن صورة ثنائية الابعاد كما يوضح الشكل التالي :

X يمثل البعد الافقي لتمثيل العرض.

Y يمثل البعد العمودي لتمثيل الارتفاع.

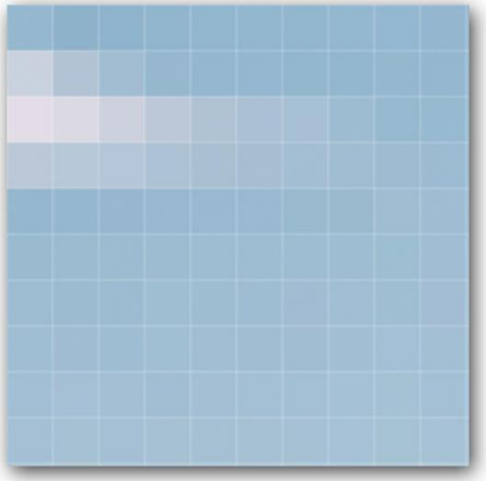
للصورة نوعين من حيث التركيب ، نوع يسمى **Victor images** وهو لا يتاثر بالتكبير او التصغير ، ويحافظ على وضوحة في جميع الاحوال.

اما النوع الثاني يسمى **Bitmap image** او **Raster image** عادة عند ذكر الصور الرقمية يكون هذا النوع هو المقصود وهو محور دراستنا.

عند ادخال الصورة الحقيقية (Continues image) الى الكمبيوتر (تحويلها الى صورة رقمية) يتم لها عملية تسمى Sampling وهي عبارة عن اخذ عينات صغيرة من الصورة الحقيقية و وصفها لتمثِّل الصورة الحقيقية .

كل عينه مربعه الشكل تسمي بكسل (Pixel = Picture element) ويعتبر اصغر جزء في الصورة الرقمية.

عند تكبير الصورة يتضح لنا ان كل بكسل يحمل لون واحد فقط (على حسب نوعية الصورة ثنائية ، رمادية او ملونة)



أنواع الصور الرقمية

صورة ثنائية Binary Image:-

وهي الصورة التي تحتوى على اللونين الأبيض والأسود فقط ويحمل كل بيكسل بها قيمة إما الصفر أو الواحد.

صورة تدرجات الرمادي Gray scale Image :

وهي الصورة التي تحتوى الأبيض والأسود مع تدرجات الرمادي وتمثل شدتها او كثافتها (Intensity)بأرقام من ٠ إلى ٢٥٥ حيث يمثل الرقم ٠ **اللون الأبيض** الناصع وعندما تكون ٢٥٥ فإن اللون لهذه البيكسل يكون **أسود قاتم** وعند تمثيل هذه الصورة على الكمبيوتر تمثيلها عن طريق أعمدة متساوية وصفوف متساوية من **البيكسلات** كل بيكسل بها ٨ بيت تحدد الكثافة او الغزارة (intensity) من ٠ إلى ٢٥٥.

الصور الملونة Colored Image :

هي الصور الرقمية التي تدعم **الألوان** عن طريق تخصيص ثلاثة خانات بكل بيكسل لتحديد شدة الثلاثة ألوان الأساسية (**الأحمر** و**الأخضر** و**الأزرق**) وكل خانة تحتوى ٨ **بيت** للكتابة عليها مثلا **شدة الأخضر** قد تكون ٠٠١٠٠٠٠٠ أى أن هناك ٢٤ **بيت** بكل بيكسل، ولكن بعض الصور قد تكون بها ٨ **بيت** فقط وتحتوى على ٢٥٦ لون فقط.

صورة ملونة تحتوي على ١٦,٧٧٧,٢١٦ لون

صورة رمادية تحتوي على ٢٥٦ درجة لونيه من الابيض الناصع الى الاسود القاتم

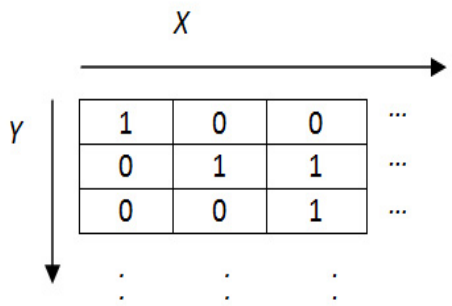
صورة ثنائية تحتوي على لونين فقط الابيض والاسود

لفهم موضوع الالوان حسابياً

ـ كما ذكرنا سابقا، ان الصورة مكونة من عدد من المربعات الصغيرة جدا والي تعرف بـ **البكسل** في **الصور الثنائية** **Binary image** عدد القيم اللونية المتاحة لكل بكسل يساوي ٢ ، وهذا يعني ان البكسل اذا كان يحمل القيمة ٠ يكون لونه اسود ، واذا كان يحمل القيمة ١ يكون لونه ابيض.

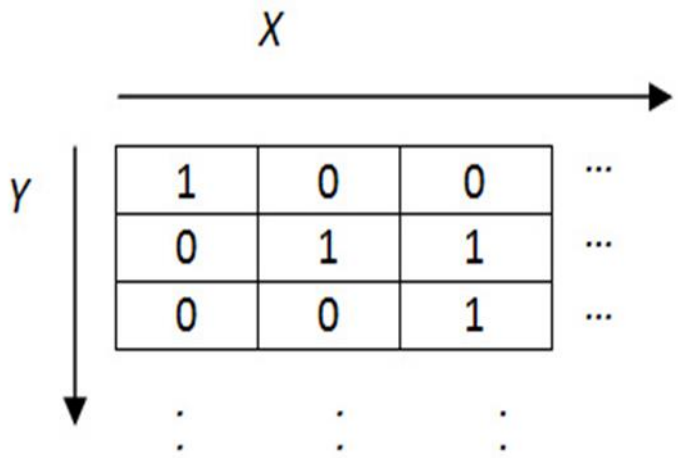
الشكل التالي يمثل مصفوفة ثنائية تمثل القيم لكل بكسل في الصورة .

مصفوفة ثنائية الابعاد تمثل الصورة الثنائية في الكمبيوتر



اي ان صورة ثنائية عرضها ٣٥٠ بكسل وارتفاعها ٢٠٠ بكسل ، وكل بكسل يشغل في الذاكرة بت واحد ١- Bit يكون حجمها (٣٥٠ * ٢٠٠ * ١) ويساوي (٧٠٠٠٠) بت.

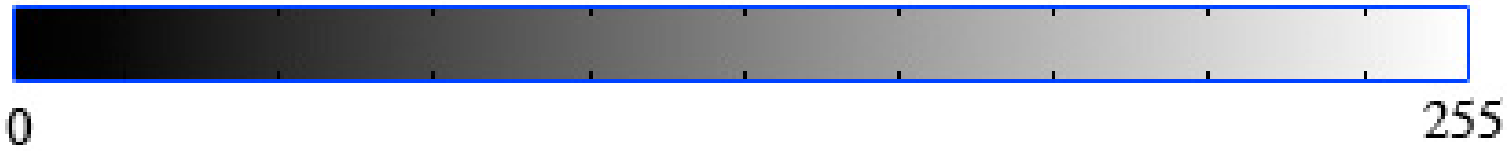
للتحويل من بت الى بايت نقسم على ٨ ، وللتحويل من بايت الى كيلو بايت نقسم على ١٠٢٤ ، وللتحويل من كيلوبايت الى ميغابايت نقسم على ١٠٢٤



الصور الرمادية Gray-scale image

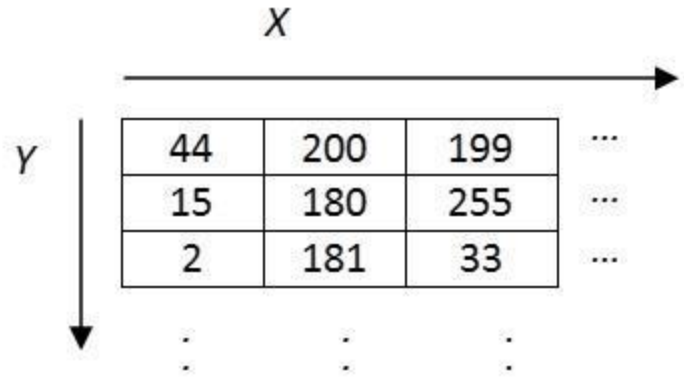
عدد القيم اللونية لكل بكسل يساوي ٢٥٦ ، وهو عدد الدرجات من اللون الابيض الى الاسود تبدا من القيمة ٠ الى ٢٥٥ – اي ان كل بكسل يتم حجز ٨ بت (بايت واحد) في الذاكرة لتخزينه.

الشكل التالي ، يوضح مصفوفة تمثل الصورة الرمادية gray-scale image ونلاحظ ان كل بكسل ممكن ياخذ قيمة لونية من ٠ الى ٢٥٥



الدرجات اللونية بين الاسود والابيض

الشكل التالي ، يوضح مصفوفة تمثل الصورة الرمادية gray-scale image ونلاحظ ان كل بكسل ممكن ياخذ قيمة لونية من



ملاحظة :

القيم في الشكل السابق مكتوبة بنظام العد العشري للتسهيل ، وممكن ان تحول الى النظام الثنائي كما يتعامل معها الكمبيوتر (مثال: العدد ٢٠٠ يساوي ١١٠٠١٠٠٠ بالنظام الثنائي)

لحساب **حجم صورة رمادية** (٨ بت) عرضها ٣٥٠ بكسل وارتفاعها ٢٠٠ بكسل ، نقم بحساب عدد البكسلات في الصورة ثم ضربها في عدد البت للصورة

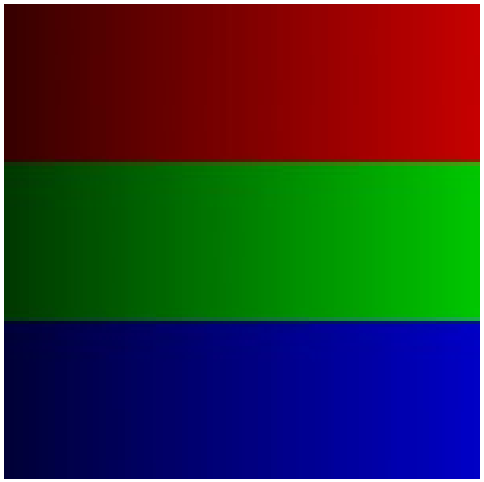
٣٥٠ * ٢٠٠ * ٨ = ٥٦٠٠٠٠ بت

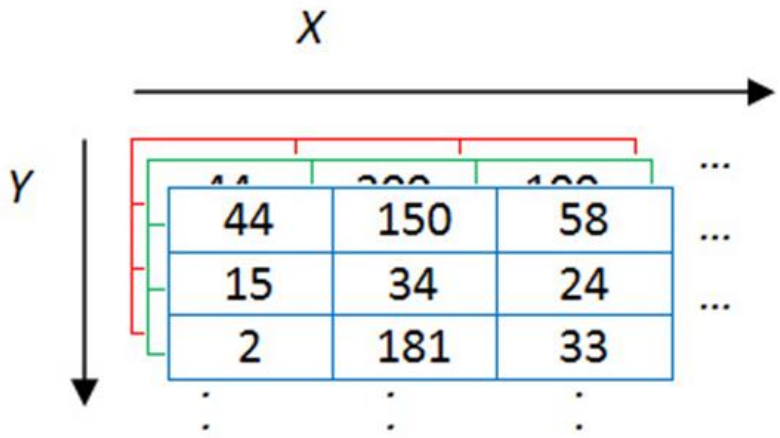
الصور الملونه Colored image

عدد القيم اللونية المحتملة لكل بكسل هو ويساوي ١٦,٧٧٧,٢١٦ لون عندنا ثلاثة الوان رئيسية وهم الاحمر والازرق والاخضر يرمز لهذا النظام بـ (RGB)

كل بكسل في الصور الملونه يحمل ثلاث قيم ، وهي عبارة عن مزيج من الاحمر والاخضر والازرق ليمثلون لون جديد

كل لون له قيم من ٠ الى ٢٥٥ ، اي ان للون الاحمر ٢٥٦ قيمة مختلفة (من الفاتح الى الغامق) وللاخضر والازرق نفس الشي ، وعند دمج جميع الاحتمالات من الثلاثة الوان نحصل على عدد ١٦,٧٧٧,٢١٦ لون مختلف .





ملاحظة

القيم في الشكل السابق مكتوبة بنظام العد العشري للتسهيل.

يحجز لكل بكسل ٢٤ بت في الذاكرة ، ٨ للاحمر ، ٨ للاخضر و ٨ للازرق .

يعني لحساب حجم صورة ملونة عرضها ٣٥٠ وارتفاعها ٢٥٠ ، نضرب الارتفاع في العرض في عدد البت لكل بكسل.

حجم الصورة يساوي ٣٥٠ * ٢٥٠*٢٤ = ٢١٠٠٠٠٠ بت ويساوي ٢٦٢٥٠٠ بايت.

يوجد للصور عدة صيغ للحفظ على الكمبيوتر منها PNG , GIF , JPEG وغيرها الكثير ، هذه الصيغ توفر طرق ضغط مختلفة للصور قد تنافي الحسابات السابقة بالاضافة الى انها توفر امكانات اضافية للصور.

صورة متعددة الأطياف Multispectral image

الصورة متعددة الأطياف هي التي تلتقط بيانات الصورة وفق ترددات معينة عبر الطيف الكهرومغناطيسي.

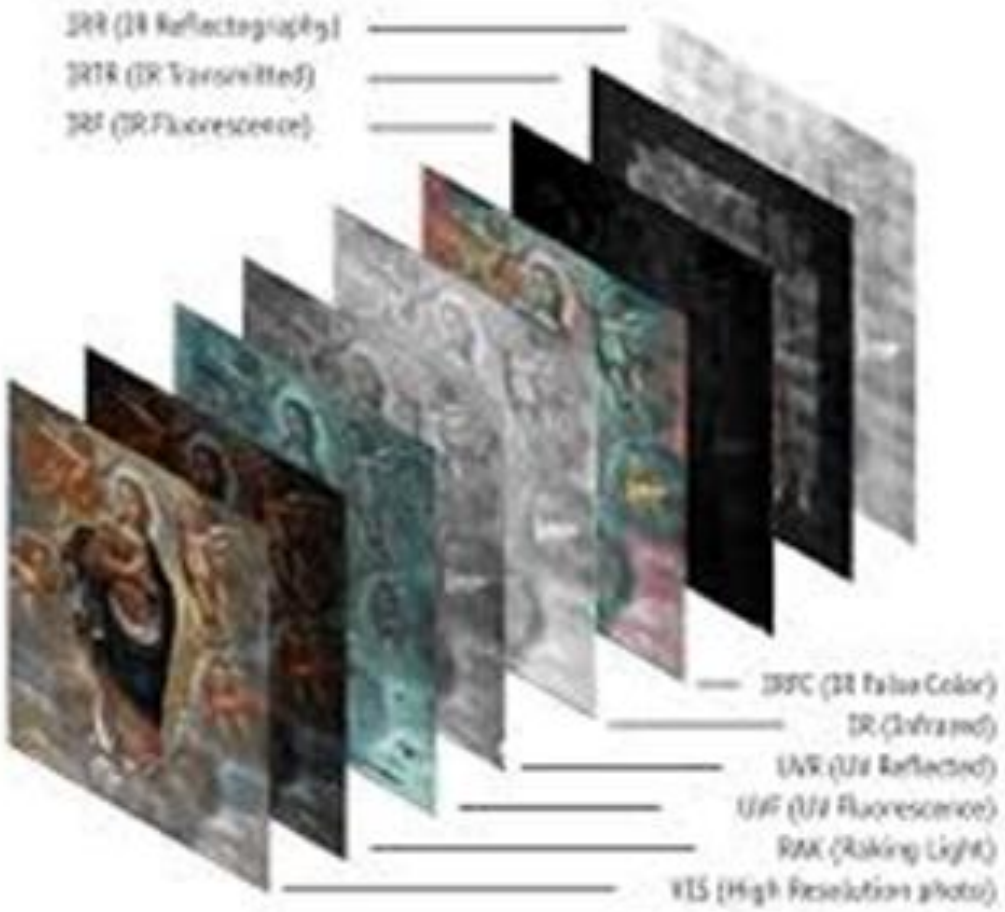
ويمكن فصل الأطوال الموجية بواسطة الفلاتر أو عن طريق استخدام الأدوات التي تُعتبر حساسة لأطوال موجية معينة، وتشمل الضوء الناتج عن ترددات خارج نطاق الضوء المرئي، مثل الأشعة تحت الحمراء. يُمكن أن يُتيح التصوير الطيفي استخراج معلومات إضافية لا يُمكن رؤيتها من خلال مستقبلات العين البشرية لـ لـالأحمر، والأخضر، والأزرق. وقد تم تطويرها خصيصًا للتصوير الفضائي.

الصور متعددة الأطياف هي الفئة الرئيسية للصور الملتقطة عن طريق الاستشعار عن بعد. وبتقسيم الطيف إلى نطاقات متعددة يصبح التصوير متعدد الأطياف نقيضًا للتصوير البانكروماتي الذي يُسجل فقط حدة الإشعاع الساقط على كل بكسل.

تحتوي الأقمار الاصطناعية عادةً على ثلاثة مقاييس إشعاعاً او أكثر (القمر الاصطناعي(لاندسات يحتوي على سبعة).

ويتطلب كل واحد منها صورةً رقميةً واحدة (في الاستشعار عن بعد، يُسمى □مشهد□) في مجموعة صغيرة من الأطياف المرئية، تتراوح بين ٠.٧ ميكرومتر و٠.٤ ميكرومتر، تُسمى أحمر–أخضر–أزرق، والتحول إلى موجات الأشعة تحت الحمراء من ٠.٧ ميكرومتر إلى ١٠ ميكرومترات أو أكثر، وتصنف كأشعة تحت حمراء قصيرة (NIR) وأشعة تحت حمراء متوسطة (MIR) وأشعة تحت حمراء بعيدة (الأشعة تحت الحمراء البعيدة أو الحرارية).

في حالة القمر لاندسات، تشكل المشاهد السبعة صورةً متعددة الأطياف بسبعة مجموعات. قد يطلق على التصوير الطيفي بمجموعات أكثر عددًا تعمل على زيادة دقة الطيف أو توسع التغطية الطيفية اسم فائقة الطيفية أو متسعة الطيفية.


IRR (IR Reflectography)
IRTR (IR Transmitted)
IRF (IR Fluorescence)
IRFC (IR False Color)
IR (Infrared)
UVR (UV Reflected)
UVF (UV Fluorescence)
RAK (Raking Light)
VIS (High Resolution photo)

التحسس النائي

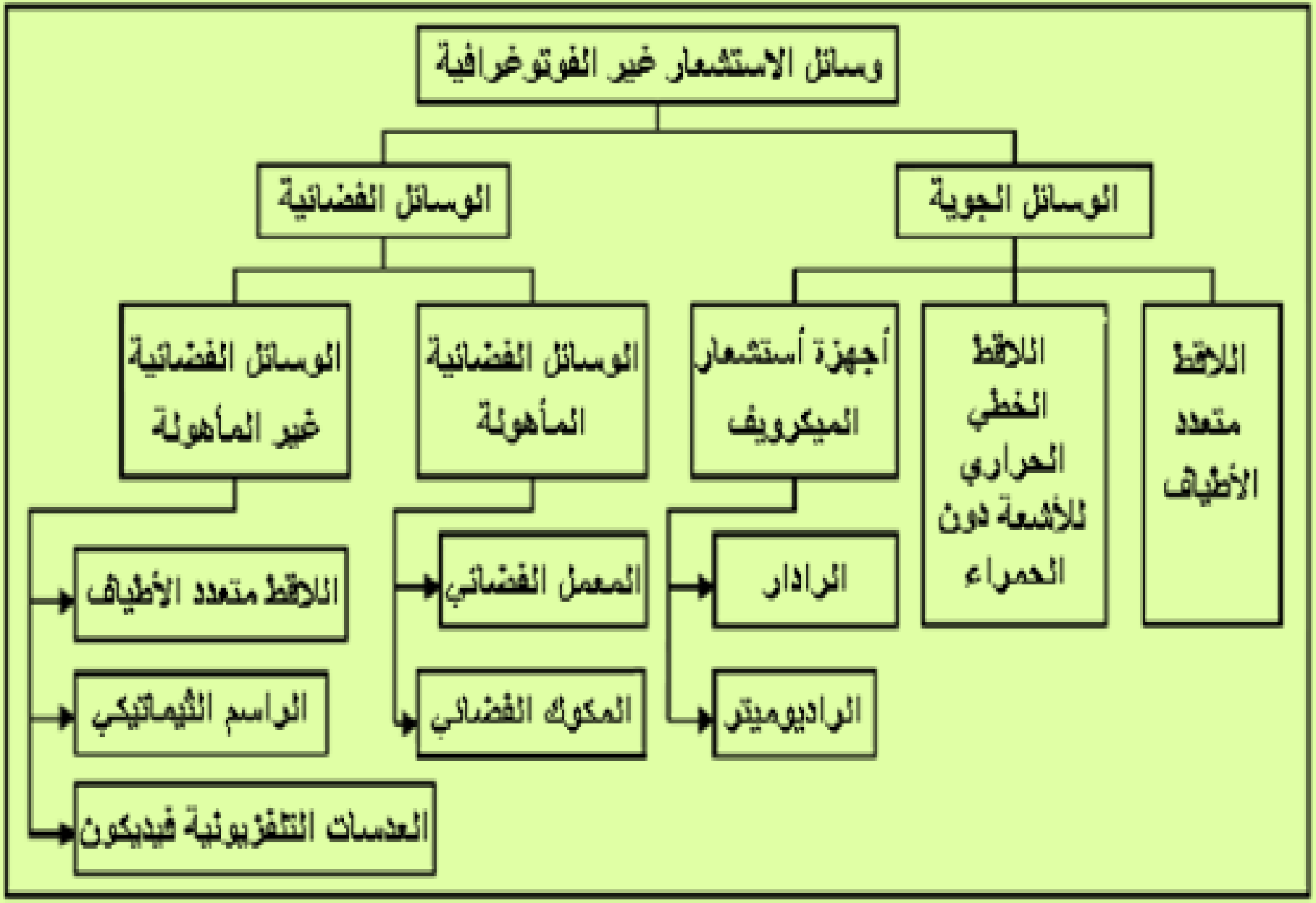
REMOTE SENSING

مصادر المعلومات غير الفوتوغرافية

د. محمدمحيبس المياحي

مصادر الاستشعار عن بعد غير الفوتغرافية

- ان استشعار جزء من الطيف الكهرومغناطيسي من قبل مصادر الاستشعار عن بعد الفوتغرافية ترك جزء كبير من الطيف يمكن استشعاره عن طريق مصادر الاستشعار عن بعد غير الفوتغرافية المتمثلة باجهزة استشعار تستشعر الانواع الاخرى من الطيف مثل الاشعة تحت الحمراء المتوسطه والحراري والامواج الرادارية والراديوية والتي يتم حملها عن طريق نوعين من الوسائل .
- ١. وسائل جوية.
- ٢. الوسائل الفضائية.


وسائل الاستشعار غير الفوتوغرافية
الوسائل الجوية
الوسائل الفضائية
اللاقط متعدد الأطياف
اللاقط الخطي الحراري للأشعة دون الحمراء
أجهزة أستشعار الميكروويف
الوسائل الفضائية المأهولة
الوسائل الفضائية غير المأهولة
الرادار
الراديومتر
المعمل الفضائي
المكوك الفضائي
اللاقط متعدد الأطياف
الراسم الثيماتيكي
العدسات التلفزيونية فيديكون

الوسائل الجوية

1-الوسائل الجوية

يقصد بذلك وسائل الاستشعار عن بعد التي تحملها الطائرات العادية والتي تصل إلى ارتفاعات كبيرة فوق سطح الأرض، حيث تقوم بتسجيل مناظر لسطح الأرض باستخدام الأشعة الكهرومغناطيسية المنعكسة أو المنبعثة من السطح، وأهم هذه الوسائل هي:

أ-اللاقط متعدد الأطياف وهي تستشعر موجات أقصر من (14 ميكروميتر).

ب-اللاقط الخطي الحراري للأشعة دون الحمراء (يعمل بالأشعة دون الحمراء في الجدول أعلاه).

ج-أجهزة استشعار المايكروويف

1-الرادار:

حيث تستخدم أشعة الرادار للكشف عن عمق التربة لما لها من ميزة إمكانية الاختراق وتسجيل ما تحت السطح لأعماق تتراوح بين (2 – 30 متر) حيث تتميز هذه البيانات بالآتي:

أ-كلما زاد طول موجة الاشعة الرادارية كان الاختراق أكبر.

ب-كلما كانت نسبة الرطوبة أقل كان الاختراق أكبر.

ج-مع وجود الرطوبة كلما كان قوام التربة أخشن كان الاختراق أكبر.

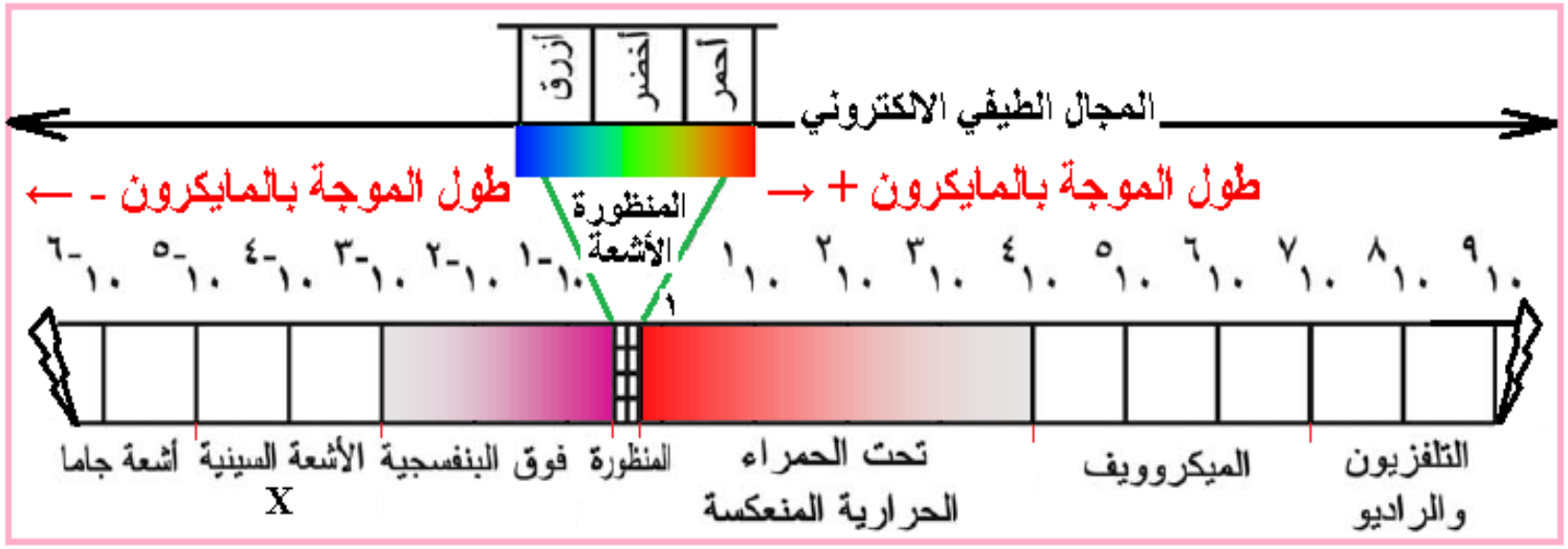
يجب اختيار طول الموجة الاشعاعية المناسبة والزمن الذي تكون فيه التربة جافة.

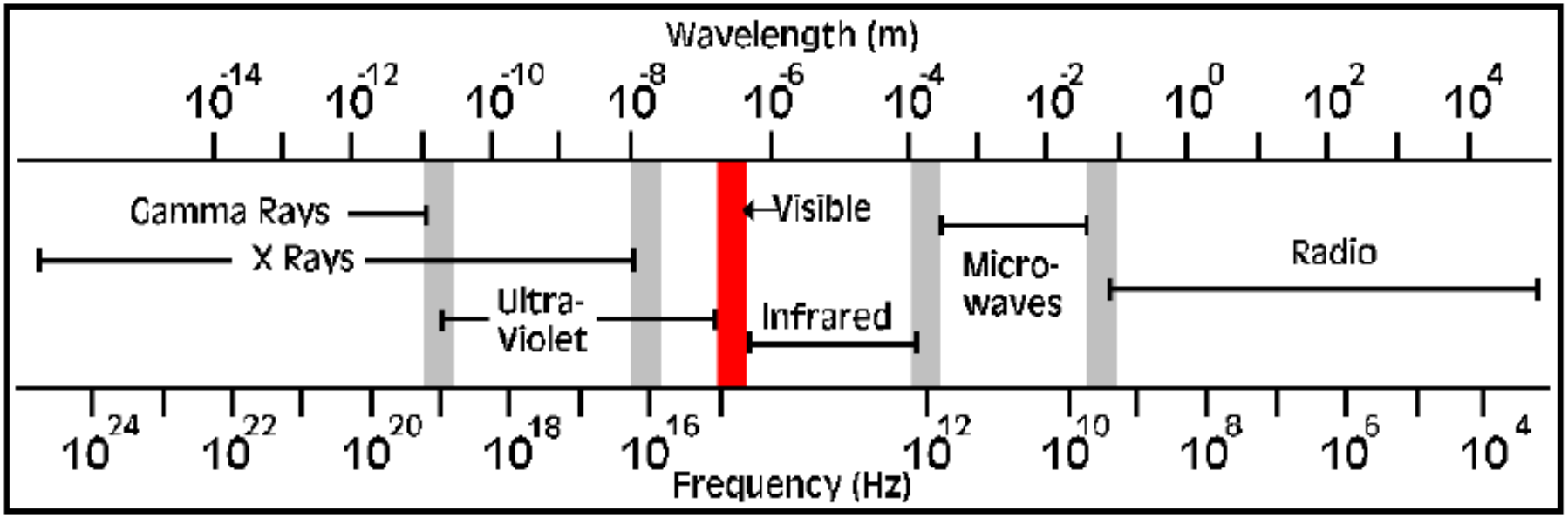
2-الراديوميتر.

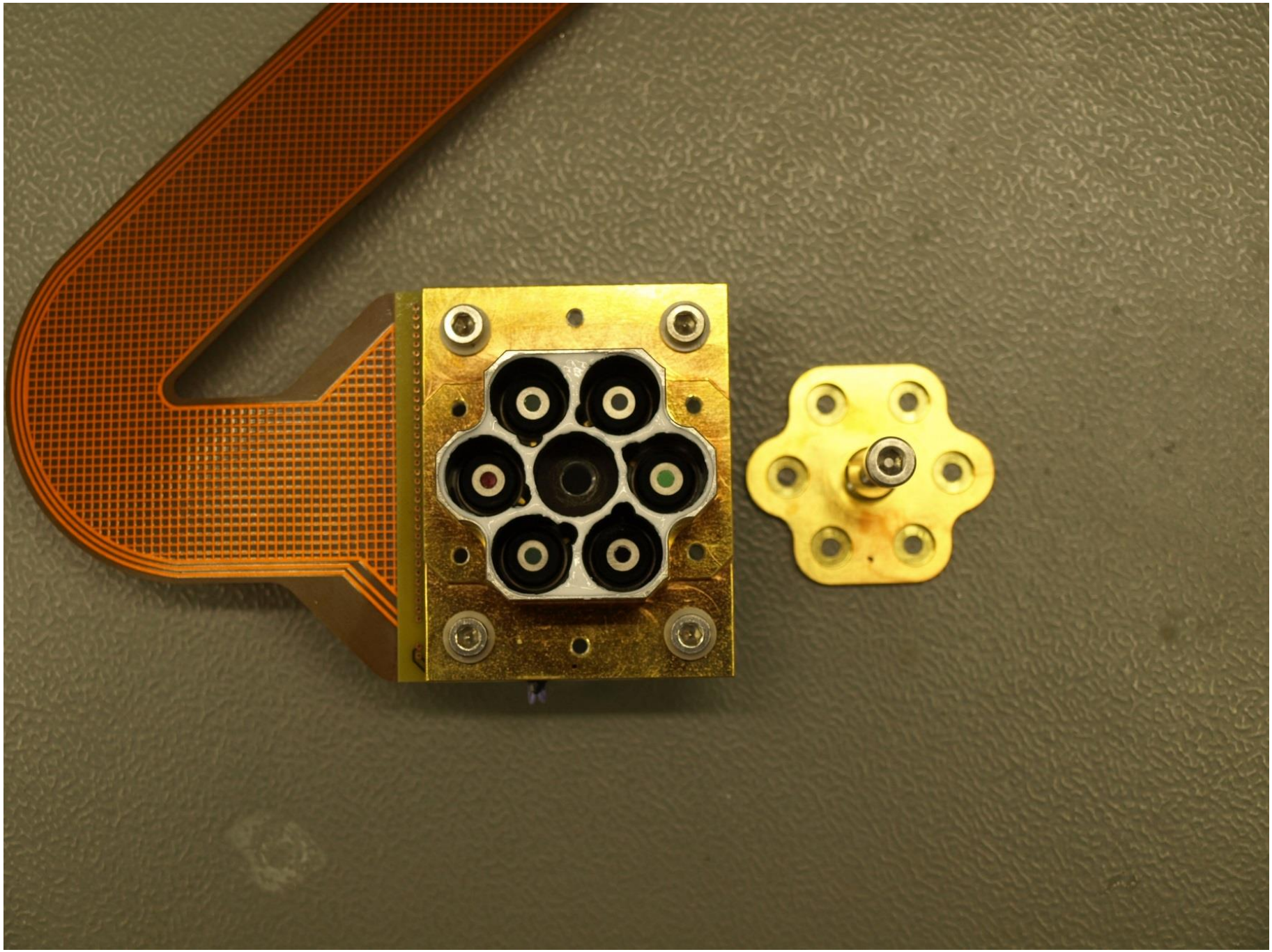
إن الرادار يسجل موجات أطول من (5 ملم) وكذلك الراديومتر واطوالهم الموجية هي كالتالي:

جدول النطاقات التي يستشعرها اللاقط متعدد الأطياف في المعمل الفضائي

رقم النطاق	طول الموجات (ميكروميتر)	النطاق الطيفي
1	0.41 – 0.45	أزرق
2	0.44 – 0.52	أخضر
3	0.49 – 0.56	أخضر
4	0.53 – 0.61	أحمر
5	0.59 – 0.67	أحمر – دون الحمراء الفوتوغرافية
6	0.64 – 0.76	دون الحمراء الفوتوغرافية
7	0.75 – 0.90	دون الحمراء الفوتوغرافية
8	0.90 – 1.08	دون الحمراء الفوتوغرافية
9	1.00 – 1.24	دون الحمراء الفوتوغرافية
10	1.10 – 1.35	دون الحمراء الفوتوغرافية
11	1.48 – 1.85	دون الحمراء الفوتوغرافية
12	2.00 – 2.43	دون الحمراء الفوتوغرافية
13	10.20 – 12.50	دون الحمراء الحرارية


أزرق
أخضر
أحمر
المجال الطيفي الالكتروني
طول الموجة بالمايكرون - ←
طول الموجة بالمايكرون + →
المنظورة
الأشعة
١٠^-٦ ١٠^-٥ ١٠^-٤ ١٠^-٣ ١٠^-٢ ١٠^-١ ١٠^١ ١٠^٢ ١٠^٣ ١٠^٤ ١٠^٥ ١٠^٦ ١٠^٧ ١٠^٨ ١٠^٩
١
أشعة جاما
الأشعة السينية
X
فوق البنفسجية
المنظورة
تحت الحمراء
الحرارية المنعكسة
الميكروويف
التلفزيون
والراديو


Wavelength (m)
10^-14 10^-12 10^-10 10^-8 10^-6 10^-4 10^-2 10^0 10^2 10^4
Gamma Rays
X Rays
Ultra-
Violet
Visible
Infrared
Micro-
waves
Radio
10^24 10^22 10^20 10^18 10^16 10^12 10^10 10^8 10^6 10^4
Frequency (Hz)



2-الوسائل الفضائية

لقد تطور استخدام الوسائل الفضائية في الاستشعار عن بعد لدراسة الموارد الأرضية حديثاً من مرحلة التطبيق العملي لحل كثير من المشكلات اليومية التي تواجه البشرية بشكل لم يكن متوقعاً أن يتم في هذه المدة الزمنية القصيرة، ويتركز استخدام الوسائل الفضائية في ثلاثة مجالات رئيسة هي:

أ-دراسة موارد سطح الأرض.

ب-دراسة ومراقبة الطقس والمناخ.

ج-الاستخدامات العسكرية.

الوسائل الفضائية التي تستشعرالموارد الارضية يمكن ان تكون مأهولة اوغير مأهولة :

١. الوسائل الفضائية المأهولة مثل :

أ. المعمل الفضائي

ب. المكوك الفضائي

وهي تشمل سفن الفضاء التي تحمل رجال الفضاء واجهزه الاستشعار والتصوير والتي تقوم بالتقاط الصور ومناظر سطح الارض.

الشكل (6) عملية أطلاق مركبة فضائية مأهولة

2-الوسائل الفضائية الغير المأهولة مثل:

أ-اللاقط متعدد الاطياف.

ب-الراسم الثيماتيكي.

ج-العدسات التلفزيونية الفيديوكون.

تحمل الوسائل الفضائية الغير المأهولة أربع مجموعات من أجهزة الاستشعار : المجموعة الأولى والثانية تتكونان من أجهزة استشعار تسجل الموجات المرئية والقريبة من المرئية، والمجموعة الثالثة تتكون من أجهزة استشعار تسجل الموجات الحرارية في الأشعة دون الحمراء والمجموعة الرابعة تتكون من أجهزة تسجل أشعة المايكرويف وهنا نشير إلى أن الوسائل الفضائية التي تستشعر أحوال الطقس والمناخ جميعها غير مأهولة ولها دورة قصيرة جداً قد تصل إلى أقل من يوم، ويتم وضع هذه الأقمار في مدارها بواسطة صواريخ خاصة بهذه المهمات، عند الكلام عن الأقمار الصناعية لا يمكننا حصر الكم الهائل من التطور الملحوظ والمتسارع بهذه التقنية لذلك سوف نتطرق إلى قمرين من هذه الأقمار الصناعية وهما:

أ-القمر الصناعي الأمريكي لاندسات.

ب-القمر الصناعي الفرنسي سبوت لاحظ الشكل التالي.

الشكل (7) الأقمار الصناعية الأمريكية (غير المأهولة)

إن انتاج أول قمر صناعي من سلسلة لاندسات يعتبر أول انطلاقة لعلم الاستشعار عن بعد فضائياً وقد كان اطلاقه في (23 يوليو 1972م) وأهم ميزات هذا القمر الصناعي هي:

1-توفير معلومات لمعظم أجزاء الأرض.

2-عدم وجود قيود سياسية أو حقوق طبع.

3-الانخفاض النسبي لتكاليف الحصول على بيانات.

4-تكرار الاستشعار لأي منطقة على سطح الأرض. 5-قلة التشويه في المناظر.

ولقد أطلقت وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) حتى الآن مجموعة من الأقمار الصناعية ضمن سلسلة لاندسات وأعطتها أرقاماً متسلسلة (لاندسات 1 ، لاندسات 2 ، ..... لاندسات 5 ... إلخ).

مخرجات بيانات لاندسات

يمكن الحصول على بيانات لاندسات في نوعين من المخرجات وهي:

1-مخرجات رقمية (Digital) ونحصل عليها على شكل أشرطة حاسب تعرف باسم (CCT) وهي مختصر (Computer Compatible Tables) وتحتاج هذه الأشرطة إلى أجهزة خاصة لمعالجتها للحصول على مناظر يمكن استخراج نسخ فوتوغرافية عنها.

2-مخرجات فوتوغرافية ويمكن الحصول عليها بهيئة أفلام أو ورق بمقاييس مختلفة.

القمر الصناعي الفرنسي (Spot) سبوت

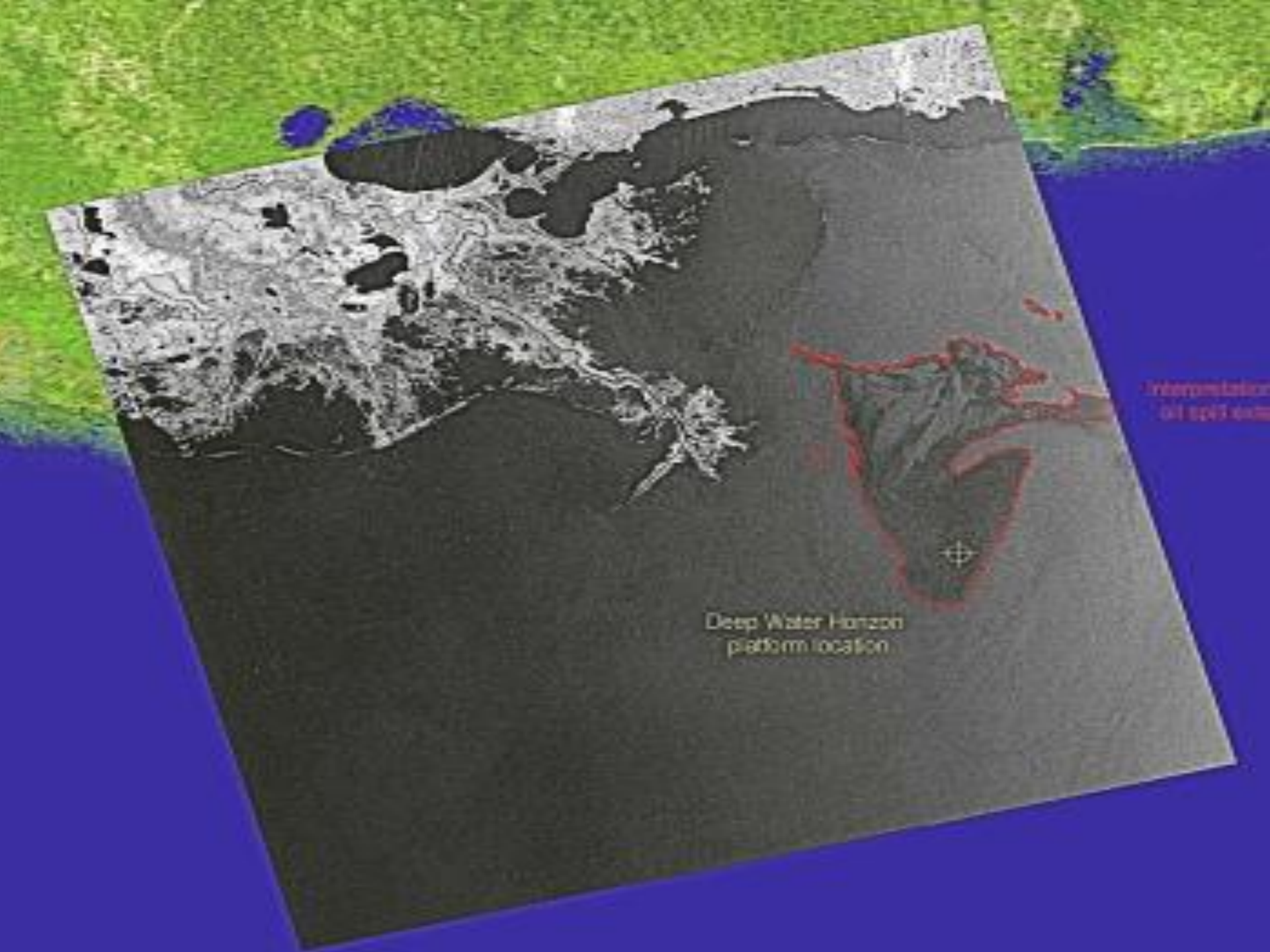
وهو مشروع فرنسي ساهمت فيه أيضاً السويد وبلجيكا ويدار بواسطة (سنس) (CNES) وهي أوائل الكلمات التالية (Centre National d'Etude Spatial) وهي تتبع وكالة الفضاء الأوربية وإن اختصار اسمه أتى من (Stellites Pour Observation de Terre = SPOT) يدور القمر بارتفاع (822 كم) فوق سطح الأرض بزاوية مع الشمس (98°) والقمر يلتقط صور متداخلة تستخدم في دراسة البعد الثالث، يكمل القمر دورته (مداره) في (101 دقيقة) ويعيد دورته كل (26يوم) وتشتمل السلسلة كل من الأقمار (1 و2 و3 و4 و5 Spot) وقد أرسل سبوت 1 في فبراير 1986 م ويعتبر أول قمر صناعي من سلسلة سبوت ويحمل نوعين من الأجهزة هي:

1-أجهزة تسجيل على أشرطة ممغنطة (Magnetic – Tape Recorders).

2-أجهزة التحليل العالي المرئي (HRV = High Resolution Visible) التي تعمل بنظامين هما:

أ-أجهزة بانكروماتية

تغطي مساحة طيفية ما بين (9.73 – 0.51 مايكرومتر) ويبلغ التحليل المكاني فيها (10 م).


Deep Water Horizon
platform location

محاضرة ١٠
الدقة التمييزية Resolution
التغطية المكانية

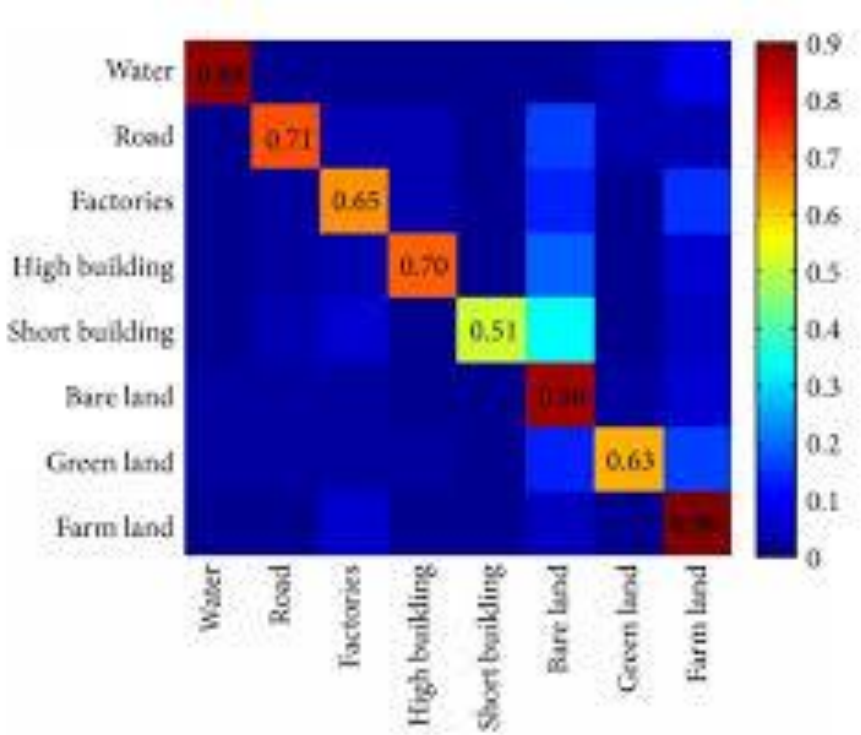
قسم المساحة

المرحلة الاولى

د. محمد المياحي

الدقة التمييزية

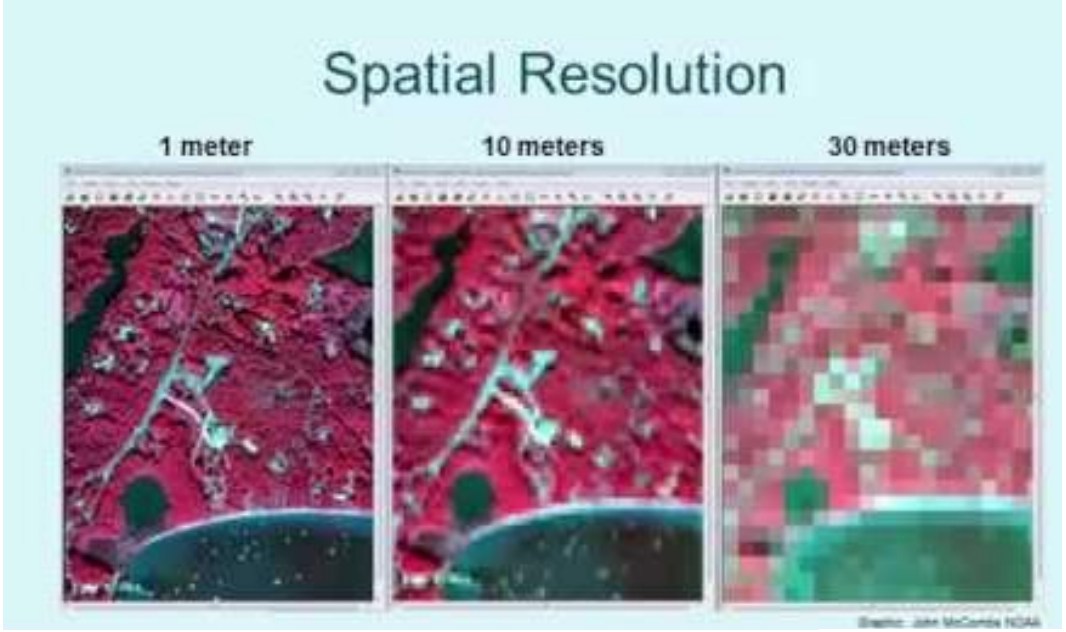
تتكون المرئية الفضائية من شبكة من الاعمدة والصفوف والتي تكون مساحات مربعة صغيرة تسمى (الخلية – البكسل) ، ان لكل خلية رقم يمثل كمية الاشعاع الشمسي المنعكس من مساحة سطح الارض التي تمثلها هذه الخلية ، ويعطي البرنامج (Arc GIS) رقماً تعريفياً لكل بكسل تمثل مادة لسطح الارض . وهناك العديد من الخصائص التي تميز مرئية فضائية عن اخرى

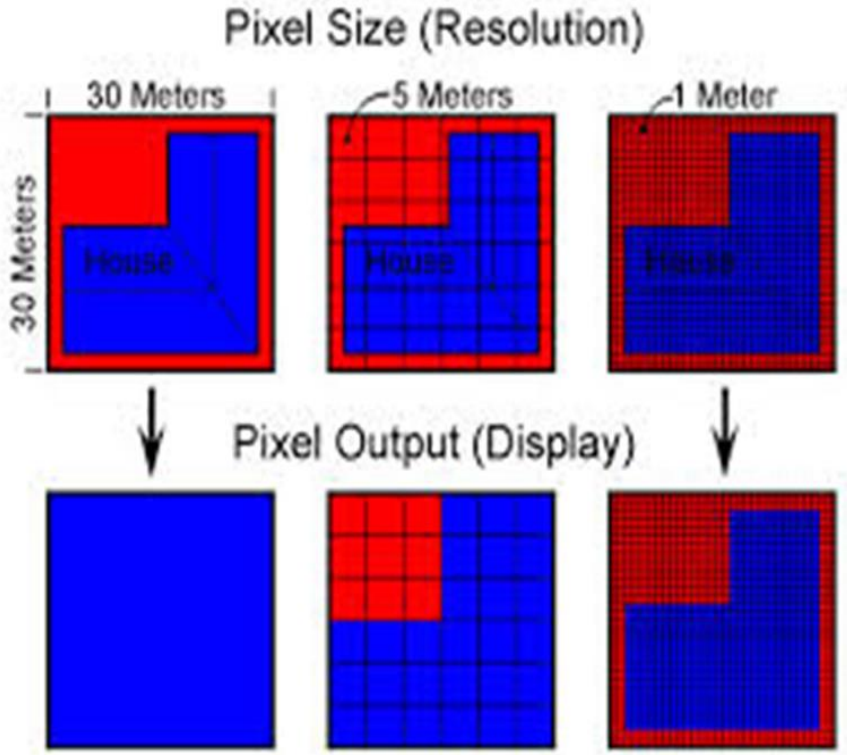


الدقة التمييزية المكانية SPATIAL RESOLUTION

ان الدقة التمييزية تشير إلى (درجة الوضوح المكاني او الدقة المساحية او حجم الخلية) كما تعرف بكونها اصغر مساحة من الارض يمكن للمستشعر ان يميزها عما حولها ، فعندما نقول ان القمر الصناعي ذات دقة تمييزية (1 X 1 m) معنى ذلك ان القمر الصناعي يستطيع تمييز الظواهر الارضية بدقة مكانية ١متر ، اما فيما داخل (١ متر) لا يستطيع القمر الصناعي تمييزه ، وهناك العديد من المرئيات ذات الدقة المكانية المختلفة وعلى النحو التالي ،

- مرئيات فضائية ذات حجم خلية منخفض (أكبر من ١٠٠ X ١٠٠ متر) وتستخدم في تطبيقات التخطيط الاقليمي والخرائط ذات المقاييس الرسم الصغيرة .
- مرئيات فضائية ذات حجم خلية متوسط (٥ X ٥ متر ، ١٠٠ X ١٠٠ متر) وتستخدم في تطبيقات مختلفة
- مرئيات فضائية ذات حجم خلية عالي الدقة (أقل من ٥ X ٥ متر) وتستخدم في المدن والخرائط ذات مقاييس الرسم الكبيرة .


Spatial Resolution
1 meter
10 meters
30 meters


Pixel Size (Resolution)
30 Meters
5 Meters
1 Meter
30 Meters
House
House
House
Pixel Output (Display)

Spectral Resolution دقة التمييز الطيفية

يشير هذا المفهوم (مدى المنطقة من الطيف الكهرومغناطيسي التي يستطيع جهاز المستشعر ان يتعامل معها وتقسيمها إلى نطاقات) فعلى سبيل المثال ان الدقة التمييزية الطيفية للمرئيات الفضائية (البانكروماتية – غير الملونة) تقع في المدى (٠,٤ – ٠,٧ مايكرومتر) اذ يقوم المستشعر بتسجيل الضوء المنعكس من الارض في هذا المدى ويسجله في نطاق واحد ، لهذا تقسم المستشعرات حسب التالي:

- مستشعرات احادية النطاق : تسجل نطاق واحد (مرئيات غير ملونة)
- مستشعرات متعددة الانطقة : تستشعر الطاقة المنعكسة وتقوم بتسجيلها في نطاقات متعددة (اقل من ١٠ نطاقات) مثل النطاق الازرق ، الاحمر ، الاخضر ، وتحت الحمراء ...الخ ، مثل المستشعرات المحمولة على اقمار سبوت ٥ و وقمر الصناعي لاندسات ٧ .

- مستشعرات عديدة النطاقات : تسجل الطاقة (عشرة إلى مئات) ومن امثلتها القمر الصناعي (IOS) موديز والتي يصل عدد نطاقاتها (٣٦) نطاقاً . والجدير ذكره انه كلما زادت النطاقات او الدقة الطيفية لمرئية فضائية كلما كانت (البصمة الطيفية)* لمواد سطح الارض أكثر سهولة في التمييز والتفريق بينها في تطبيقات تفسير وتحليل المرئيات الفضائية ، اما المرئيات ذات الطيف الواحد تستخدم في انتاج الخرائط .

* البصمة الطيفية : كل مادة من سطح الأرض لها ميزة في التعامل مع الطاقة الساقطة عليها ، لهذا فهو النمط الذي يميز مواد سطح الأرض بعضها عن بعض .

الشكل يوضح مفهوم الدقة التميزية الطيفية للمرئيات الفضائية

القدرة التمييزية الاشعاعية
RADIOMETRIC RESOLUTION

هي مقياس لحساسية المستشعر لكشف الاختلافات التي تحدث في قوة الاشارة الكهرومغناطيسية اثناء تسجيلها للاشعة المنعكسة من سطح الارض ، وتقاس الدقة الاشعاعية بعدد البيتات المستخدمة لتسجيل بيانات كل خلية ، (البت) هي وحدة قياس البيانات الرقمية وهو الاس الرقم ٢.

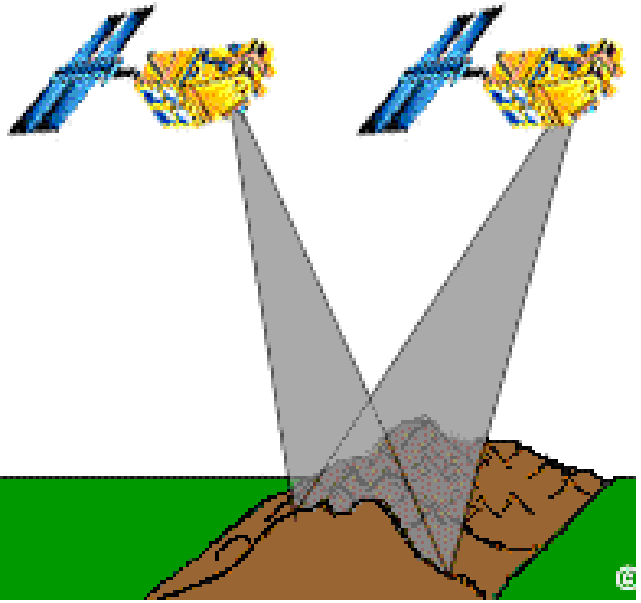
فعلى سبيل المثال اذا قلنا ان قمراً صناعياً ذات دقة (١ بيت) معنى ذلك ان القمر الصناعي يسجل البيانات ($٢^{١}$) بمعنى ان الخلية قسمت الى٢ تدريج من تدرجات اللون الرمادي وهكذا تدريجيا وصولاً إلى ($٢^{٨}$)= ٢٥٥ قيم رقمية عددية مختلفة لبيانات الخلية . بمعنى كلما زادت عدد البتات زادت دقة الخلية ، اذ سجلت للقمر (نوا) ($٢^{١٠}$) والقمر الصناعي اي او اس موديز ($٢^{١٢}$) ، ينظر شكل (١٧) .

شكل (١٧) مفهوم الدقة التمييزية الاشعاعية للمرئيات الفضائية

القدرة التمييزية الزمنية

القمر الصناعي يصور منطقة معنية من سطح الارض ومن ثم يدور حول الارض بعد مدة محددة ليصور نفس المنطقة (مرتين متتاليتين) ، وتختلف الدقة التمييزية باختلاف ارتفاع القمر الصناعي عن سطح الارض وسرعة دورانه ، وغالباً ما تتراوح الفترة الزمنية اقل من شهر .

تعبر عن الفترة الزمنية التي يمكن خلالها للمستشعر أن يعيد رصده للأجسام أي أمكانية الحصول على البيانات في وقت محدد وبطريقة دورية ومتكررة.



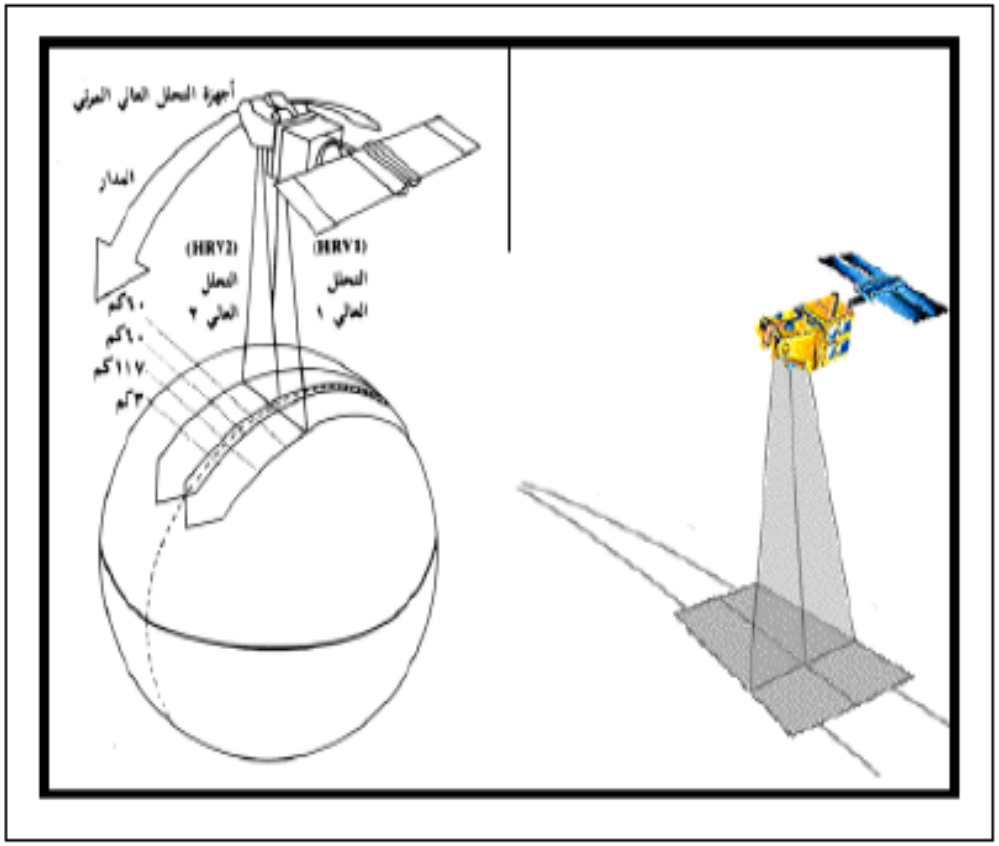
May 1989
July 1993

التغطية المكانية

- **التغطية المكانية**

هي المساحة التي يصورها القمر الصناعي (مساحة المشهد الارضي) وكلما زادت مساحة المشهد الارضي كلما انخفضت الدقة المكانية اذ تستخدم في التطبيقات العديدة مثل التخطيط الاقليمي ، والعكس صحيح اذا قل حجم المشهد الارضي زادت الدقة المكانية وقد استخدمت هذه المرئيات في المدن وانتاج خرائط تفصيلية .

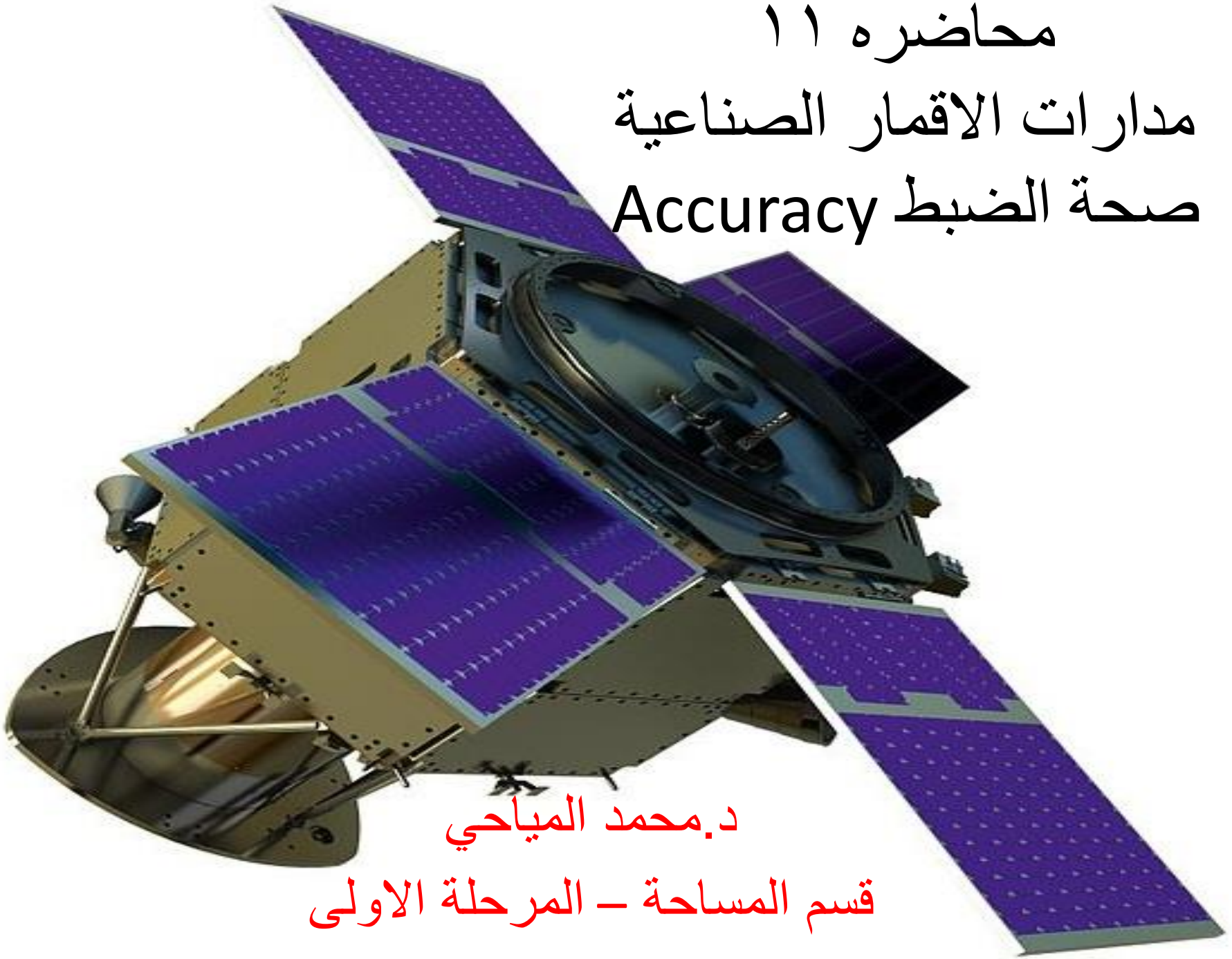
مساحة التغطية التي يغطيها المنظر الواحد في القمر الصناعي (Ikonos) = (13×13) كم في المنظر الواحد، وهذه الميزة تؤثر بشكل كبير في حساب التكلفة المادية كما في الشكل التالي:



محاضره ١١

مدارات الاقمار الصناعية

صحة الضبط Accuracy



د.محمد الميأحي

قسم المساحة – المرحلة الاولى

مدارات الاقمار الصناعية

تدور الأقمار الصناعية حول الكرة الأرضية في مدارات ثابتة ومحسوبة بدقة وتكون هذه المدارات متزامنة مع الشمس لتتمكن من التصوير المرئي باستخدام أشعة الشمس المنعكسة من الأجسام (حسب نوع القمر) ويمكن تحديد هذه المدارات بأربع معلومات وهي:

أ- ميل المدار عن خط الاستواء بزاوية تسمى زاوية الميل (Inclination).

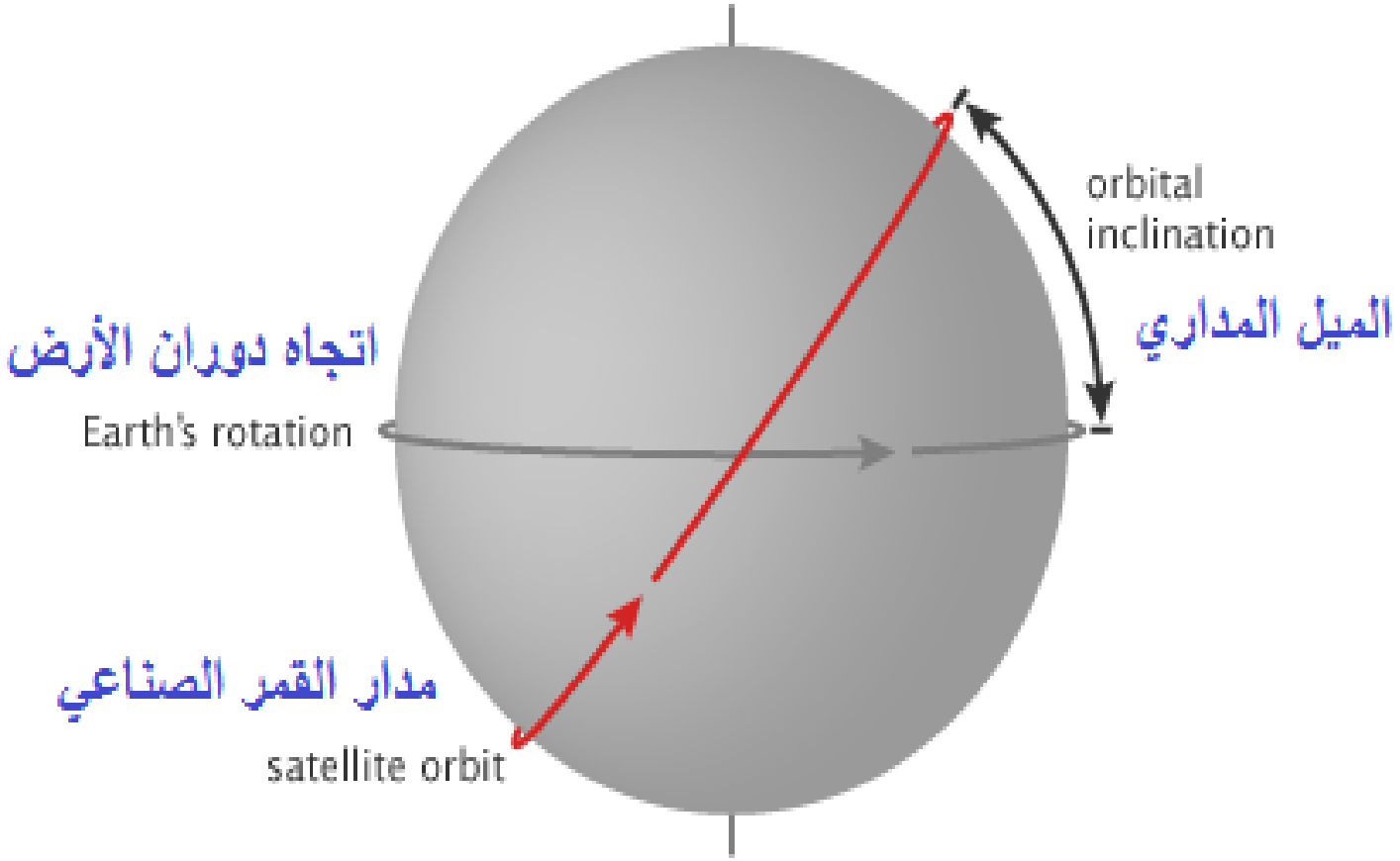
ب- ارتفاع المدار عن سطح الأرض ويسمى (Altitude).

ج- المدة الزمنية لإكمال الدورة الكاملة على الأرض وتسمى (Period) أو (Orbit Time).

د- وقت عبور خط الاستواء (Equatorial Crossing Time).

زاوية الميل Inclination

الميل (الميلان) Inclination هو زاوية المدار بالنسبة إلى خط الاستواء للأرض Equator. القمر الصناعي الذي يدور مباشرة فوق خط الاستواء ليس له ميل (زاوية الميل تساوي صفر). إذا كان القمر الصناعي يدور من القطب الشمالي (الشمالي الجغرافي ، وليس المغناطيسي) إلى القطب الجنوبي ، فإن ميله يساوي ٩٠ درجة.


orbital
inclination
الميل المداري
اتجاه دوران الأرض
Earth's rotation
مدار القمر الصناعي
satellite orbit

انواع مدارات الاقمار الصناعية

١. المدار الأرضي المنخفض . LEO Low Earth Orbit

٢. المدار الأرضي المتوسط . MEO Medium Earth Orbits

٣. المدار المتزامن مع الأرض GEO Geosynchronous Orbit

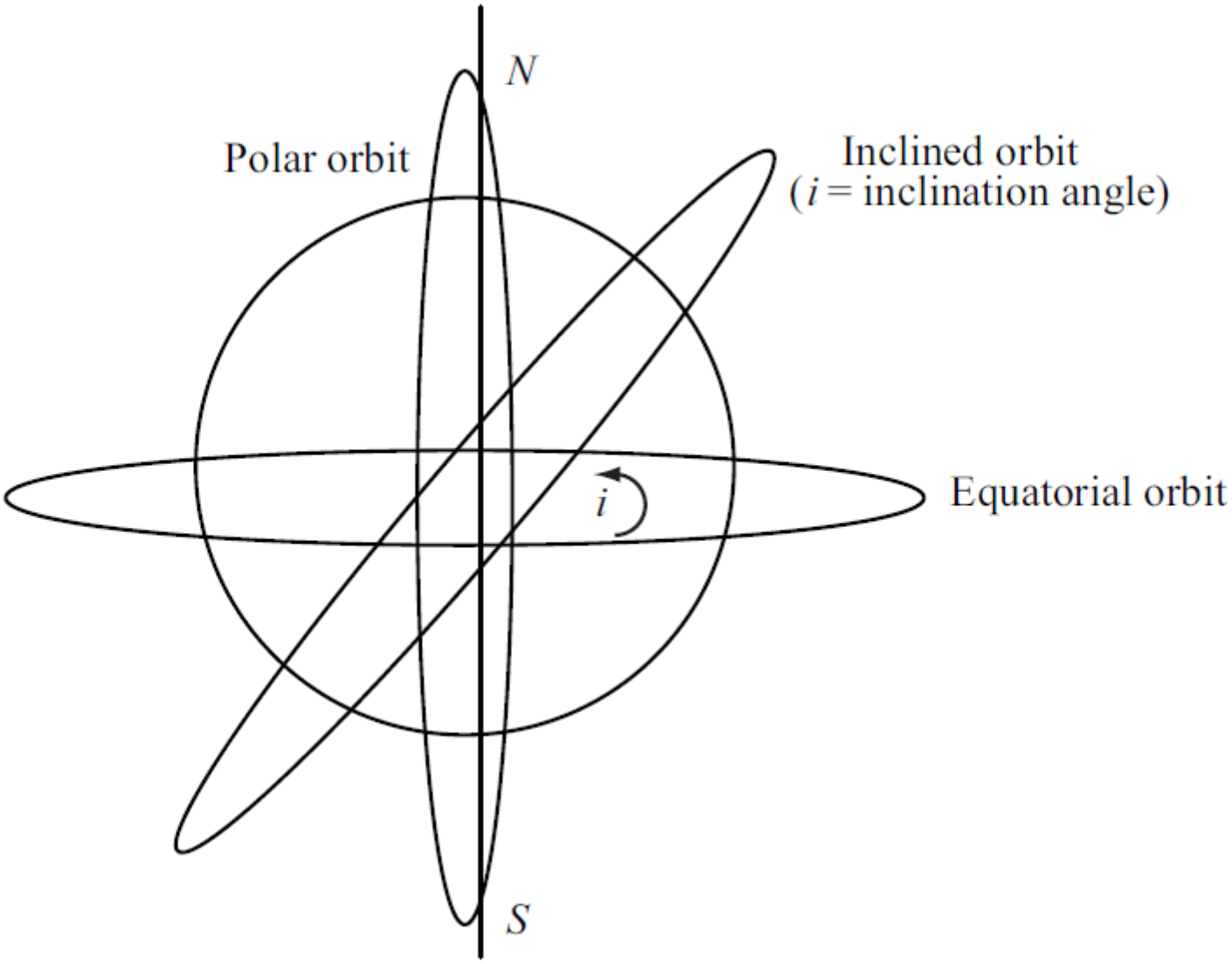
او المدار الجغرافي الثابت . Geostationary

١. المدارات الأرضية العالية . HEO High Earth Orbits

٢. المدارات القطبية . Polar Orbits

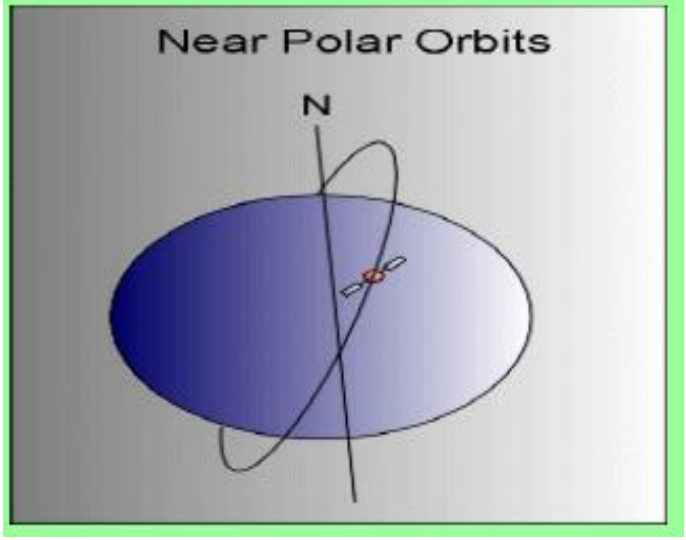
٣. المدارات التزامنية مع الشمس . Sun Synchronous Orbits

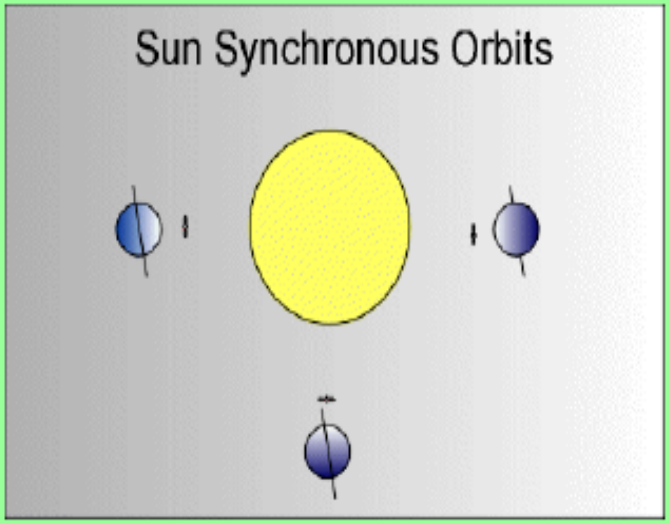
٤. المدرات المائلة . Inclined Orbits


N
Polar orbit
Inclined orbit
(i = inclination angle)
i
Equatorial orbit
S

المدارات القطبية polar orbits

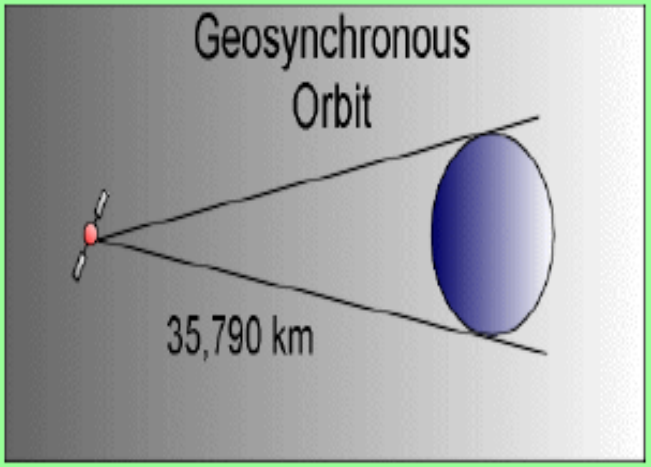
المدارات القطبية: قد تكون أصح تسمية لها(المدارات قرب القطبية). لدى هذه المدارات ميل يقارب 90° (أي الزاوية بين مستوى خط الاستواء ومستوى مدار القمر الصناعي) وهذا ما يسمح للقمر الصناعي برؤية أجزاء الأرض المستديرة تحته(انظر الصورة). يستغرق القمر الصناعي حوالي ٩٠ دقيقة لإتمام دورة فيها. مثل هذه الأقمار تستخدم في أغراض قياس كثافة الأوزون في طبقة الستراتوسفير أو قياس درجة الحرارة في الغلاف الجوي.





المدارات التزامنية مع الشمس: تسمح هذه المدارات للقمر الصناعي بأن يمر فوق جزء من الكرة الأرضية خلال يوم. ولما كان هنالك ٣٦٥ يوما في السنة و 360° في الدورة الكاملة فهذا يعني أنه يجب على القمر الصناعي أن يزيح مداره بمقدار يقارب الدرجة كل يوم. مدارات هذه الأقمار تقع على ارتفاع٧٠٠-٨٠٠ كم عن سطح الأرض. وهذه الأقمار تستغل الحقيقة التي تنص أن الأرض ليست كروية تماما(فهي مفلطحة في الوسط،وهذا الانتفاخ عند خط الاستواء يعطيها قوة جاذبية إضافية هناك، تستغلها هذه الأقمار). وهذا يتسبب في تقدم أو تراجع مدار القمر.تستخدم هذه المدارات من أجل الأقمار التي تتطلب كمية ثابتة من ضوء الشمس كتلك المستخدمة في التقاط الصور للأرض.أما تلك المستخدمة في قياس الإشعاعات الطويلة فتعمل بشكل أفضل في الظلام الدامس.

لاحظ في الصورة (الشمس هي تلك الدائرة الصفراء، وهناك ٣ وضعيات للأرض، تلاحظ أن القمر الصناعي يبقى معرضا للشمس أي بين الشمس و الأرض).
القمر الصناعي هنا يدور دورة حول الأرض كلما دارت الأخيرة دورة حول الشمس. وهذا ما شُرح في النص أعلاه.



المدارات التزامنية مع الأرض: أو المدارات الثابتة جغرافيا أو مع الأرض (تبقى ثابتة بالنسبة للناظر من الأرض) .الأقمار في هذه المدارات تدور حول الأرض بنفس معدل دوران الأرض حول نفسها. تستغرق الأرض في الحقيقة ٢٣ ساعة و ٥٦ دقيقة و ٤,٠٩ ثانية لتقوم بدورة. لذلك اعتمادا على قوانين كيبلر في حركة الكواكب يجب أن يكون القمر الصناعي على بعد (٣٥,٧٩٠) كم فوق سطح الأرض ليحقق الثبات بالنسبة لها. الأقمار في هذا المدار تتوضع فوق خط الاستواء، لأنه عند دائرة العرض هذه، تكون قوة الجاذبية ثابتة من كل الاتجاهات،في حين عند العروض الأخرى فإن تفلطح الأرض عند مركزها سيؤدي إلى سحب القمر الصناعي.

المدارات الثابتة أرضيا (التي نتحدث عنها) تسمح للقمر الصناعي بمراقبة نصف كامل من الكرة الأرضية تقريبا، لذا تستخدم أمثال هذه الأقمار في دراسة الظواهر واسعة الامتداد مثل الأعاصير.تُستخدم هذه المدارات أيضا لأقمار الاتصالات.بُعد هذه الأقمار الشديد عن الأرض يخلق بعض المشاكل، كذلك تواجه هذه الأقمار مشاكل في مراقبة المناطق القطبية (انظر إلى الصورة أعلاه).

المدارات المائلة: تقع هذه المدارات بين المدارات التزامنية مع الأرض والمدارات القطبية أي بين ميل ˚0 (المدار الاستوائي) وميل ˚90 (المدارات القطبية). تقرر هذه المدارات من قبل المنطقة الأكثر أهمية لتغطيها، فمثلا: لدراسة المنطقة المدارية، يفضل وضع القمر في مدار ذو ميل منخفض..
ترتفع هذه المدارات بضع كيلومترات عن سطح الأرض،لذا عادة تستغرق ساعات قليلة لإتمام دورتها.
وأقمار هذه المدارات ليست متزامنة مع الشمس، وستعطي صورا لمنطقة ما في أوقات مختلفة.

صحة الضبط Accuracy:

- هي درجة الاقتراب من القيمة الحقيقية لمكان المعلم على سطح الأرض فمثلا المرئية الفضائية للقمر الاصطناعي الامريكي Land Sat 7 صحة الضبط فيها ٢٥٠م بدون استخدام التصحيح الهندسي وهذا يعني ان اي معلم موجود يقع في دائرة نصف قطرها ٢٥٠م من الموقع الفعلي لنفس المعلم.