جامعة الموصل
كلية العلوم البيئية/قسم تقانات البيئة

مادة التحسس النائي
المرحلة الرابعة
المحاضرة الثانية عشر

برنامج الاقمار الصناعية الامريكي لاندسات
Landsat Satellite Program

ا.م.د. عبدالرحمن رمزي قبع

مركز التحسس النائي/جامعة الموصل

برنامج الاقمار الصناعية الامريكي لاندسات
Landsat Satellite Program

بدأ هذا البرنامج بأطلاق اول قمر صناعي من قبل وكالة ابحاث الفضاء الامريكية NASA عام ١٩٧٢ باسم
Earth Resource Technology Satellite (ERTS1)
ثم توالى اطلاق الاقمار الصناعية ضمن هذا البرنامج، يمكن تقسيم هذه الاقمار الى اربعة اجيال تضم ٨ اقمار صناعية والتي سيتم تغطيتها في هذه المحاضرة:

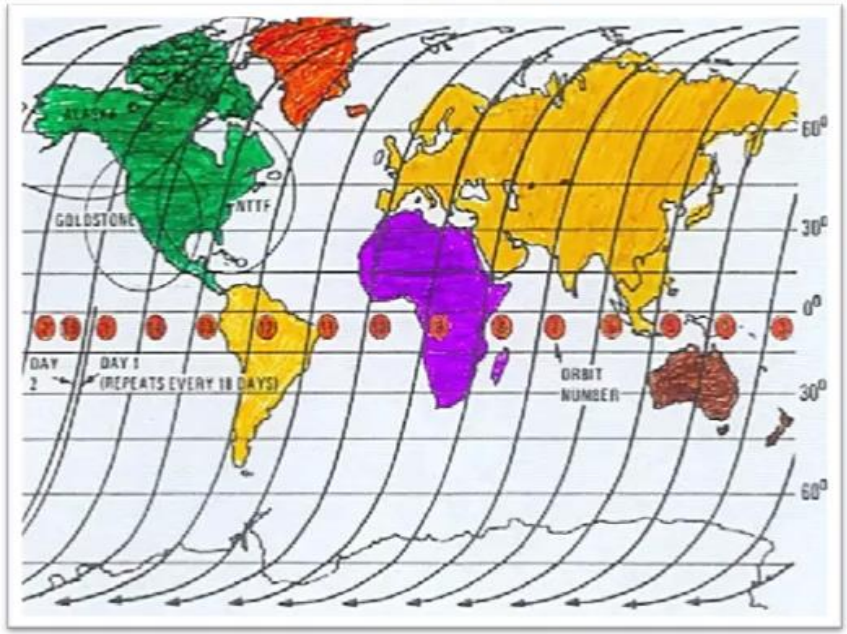
١- الجيل الاول: ويشمل على ثلاثة اقمار هي:

- Landsat1 وكان اسمه ERTS1 اطلق عام ١٩٧٢–١٩٧٥.
- Landsat2 اطلق عام ١٩٧٥ – ١٩٨٢.
- Landsat3 اطلق عام ١٩٧٨ – ١٩٨٣.

الخصائص الهندسية لأقمار لاندسات ١، ٢، ٣

يبلغ طول القمر مع الاذرع الشمسية ٤م وقطره ١,٥م ويزن ٨١٥ كغم، يدور القمر في مدارات دائرية متزامنة مع الشمس وعلى ارتفاع ٩٢٠كم تقريبا ويؤمن التقاط المرئيات لنفس المنطقة من سطح الارض بوقت محلي واحد حوالي الساعة (٩,٤٠) صباحا وهذا بدوره يؤمن ظروف اضاءة شمسية متشابهة لكل مرئية ومتكررة خلال فصول السنة وهذه مهمة ومرغوبة عند مقارنة التغيرات السنوية لغطاء الارض وتجميع المرئيات المتجاورة بعضها مع بعض . ان المدارات للقمر تأخذ مسارات قطبية ويستغرق المدار الواحد ١٠٣ دقيقة محققة بذلك ١٤ مدار في اليوم الواحد وبسرعة ٦,٤٦كم/ثانية. ويستغرق القمر ١٨ يوم ليغطي سطح الكرة الارضية.

الشكل (١) مسارات مائلة Orbits



ويبين الشكل المسارات الارضية لمدارات القمر من الشمال الى الجنوب ويلاحظ ان المسافة بين مدار واخر خلال اليوم الواحد ٢٨٧٥كم اي ان المدار الثاني من نفس اليوم يندفع الى الغرب عند خط الاستواء بمسافة ٢٨٧٥كم وفي اليوم الثاني تكون المدارات متوازية مع مدارات اليوم الاول. مساحة المشهد الواحد (١٧٠ × ١٨٥) كم اي ما يعادل ٣١.٤٥٠ كم مربع والتغطية الجانبية بين مشاهد الاقمار الصناعية من المدارات المجاورة بنسبة ١٤٪ .

المتحسسات المحمولة على متن اقمار لاندسات ١ ، ٢ ، ٣

هناك نوعين من المتحسسات المحمولة على متن الاقمار الصناعية لاندسات ١و٢و٣هما:

اولا- نظام الة التصوير التلفزيونية Return Beam Videocon System(RBV)

ثانيا - المشاط الالكتروني المتعدد الاطياف Multi Spectral Scanner System(MSS)

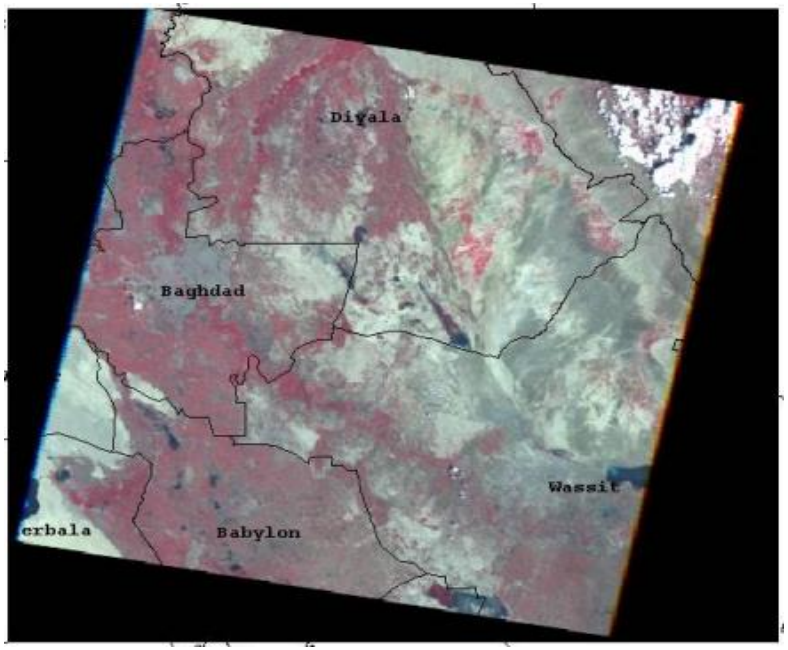
اولا- نظام الة التصوير التلفزيونية (RBV): يتكون هذا النظام من ثلاث الات تصوير تلفزيونية (٣ قنوات ١و٢و٣) لتغطي مساحة من الارض ابعادها ١٨٥×١٨٥ كم وقوة التمييزالمكانية الارضية لها (٧٩) متر وكل الة تتحسس لطول موجي معين فالمجال الاول او القناة الاولى تتحسس للطول الموجي الاخضر(0.57 – 0.47) ميكروميتر والقناة الثانية تتحسس للطول الموجي الاحمر(0.68 – 0.58) ميكروميتر والقناة الثالثة تتحسس للطول الموجي تحت الحمراء القريبة (0.83 – 0.69) ميكروميتر .

تم الحصول على ١٦٩٠صورة خلال الاشهر الاولى من عام ١٩٧٢ ثم حدث خلل فني وتوقفت عن العمل بشكل نهائي، وكذلك حصل مع لاندسات٢ في لاندسات ٣ صممت الة RBV بحيث استخدمت الكاميرا حزمة طيفية عريضة واحدة من (0.75 – 0.50) مكم وتم تحسين القدرة التمييزية المكانية الارضية وجعلها ٣٠ متر .

المتحسسات المحمولة على متن اقمار لاندسات ١ ، ٢ ، ٣

ثانيا- المشاط الالكتروني المتعدد الاطياف **Multi Spectral Scanner System(MSS)**

يغطي هذا الماسح MSS في الاقمار الثلاثة من لاندسات ١، ٢، ٣ رقعة من الارض عرضها ١٨٥كم في اربعة قنوات اومجالات موجية، مجالان في الطيف المرئي بطول (0.6 – 0.5) مكم (وهو المجال الاخضر) و (0.7 – 0.6) مكم (وهو المجال الاحمر) ، ومجالان في طيف تحت الحمراء القريب بطول (0.8 – 0.7) مكم و (1.1– 0.8) مكم وقد **اعطي لهذه المجالات الارقام (4 ، 5 ، 6 ، 7)** وبقدرة تمييزية ارضية مقدارها **(٧٩م)** وقد اضيف الى الماسح المتعدد الاطياف (MSS) على متن لاندسات ٣ مجال حراري هو (المجال 8) يعمل في منطقة الطيف التي تتراوح بين (10.4 – 12.6) مكم وبقدرة تمييز ارضية مقدارها (٢٤٠م) ولكن هذه القناة تعطلت بعد الاطلاق بوقت قصير. **(وقد استخدمت نفس المجالات الاربعة أيضا في اجهزة MSS المحمولة على لاندسات ٤ ، ٥ ولكن سميت هذه المجالات 1 ، 2 ، 3 ، 4)**.



ويتكون المشهد لكل قناة من ٢٣٤٠ خط (صف) وكل خط يحتوي على ٣٢٤٠ وحدة صورية Pixel اي ان المشهد الواحد لكل قناة يحتوي على ٧,٥٨١,٦٠٠ وحدة صورية وبهذا يكون هناك ٣٠,٣٢٦,٤٠٠ وحدة صورية في المشهد الواحد الملتقط بأربعة قنوات .

تستغرق عملية التقاط المشهد الواحد ٢٥ ثانية ويكون المشهد على شكل متوازي اضلاع وذلك لان الكرة الارضية في حالة حركة حول محورها خلال فترة التقاط المشهد.

الية خزن وتسجيل البيانات للقمر الصناعي لاندسات ١، ٢، ٣

يتم تسجيل الاشعة المنعكسة من الارض في المتحسسات على شكل اشارات كهربائية وتختلف تلك الاشارات اعتمادا على كثافة الاشعة المنعكسة وبعدها تحول تلك الاشارات الى ارقام بواسطة جهاز قلب التمثيل الى ارقام A–to– D convertor ويتم بث معطيات او بيانات RBV و MSS الى **احدى محطات الاستقبال الارضية** وفي زمن قصير اذا كانت هذه المحطة واقعة ضمن المدى، او تسجل في **شريطين مثبتين في داخل القمر**، وقد انشئت محطات ارضية للاستلام في جميع انحاء العالم حيث يمكن استلام هذه البيانات المسجلة عندما يمر القمر ضمن هذا المدى.

الجيل الثاني من اقمار لاندسات

- **الجيل الثاني من اقمار لاندسات : وتشمل الاقمار التالية:**

Landsat 4- اطلق عام ١٩٨٢ وتم الاستغناء عنه عام ٢٠٠١

Landsat 5 - اطلق عام ١٩٨٤ وتم توقف اجهزته عن العمل ٢٠١٣

الخصائص الهندسية لأقمار لاندسات ٤، ٥

اطلق القمران في مدارات قرب قطبية ودائرية ومتزامنة مع الشمس وقد خفض الارتفاع من ٩٢٠كم الى ٧٠٥كم. يجتاز القمر خط الاستواء من الجزء الشمالي من المدار الى جزئه الجنوبي في الساعة ٩,٤٥ صباحا حسب التوقيت المحلي للشمس، وتستغرق كل دورة للقمر حول الارض ٩٩ دقيقة وعدد المدارات في اليوم الواحد ١٤,٥ مدار . يغطي القمر محيط الارض كل ١٦ يوم وقد تم تنظيم مداري القمرين بحيث يفصل بينهما زمن قدره ٨ ايام اي يمكن اجراء تغطية متعاقبة كل ثمانية ايام بالتبادل بين القمرين.

ويحتوي الهوائي البارز للقمر على منظومة تحديد الموقع الجغرافي GPS لتزويد بيانات دقيقة للغاية عن المواقع الارضية.

المتحسسات المحمولة على متن لاندسات ٤، ٥

١- الماسح المتعدد الاطياف (MSS) Multispectral Scanner Imagery
٢- نظام ماسح الخرائط الغرضي (TM) Thematic Mapper

١-الماسح المتعدد الاطياف (MSS)

ان الماسح المتعدد الاطياف MSS ذي الاربع قنوات وبمواصفات مكانية وطيفية مشابهة للماسح المتعدد المحمول على متن اقمار الجيل الاول لاندسات ١و٢و٣ وقد استخدمت المجالات الاربعة (١ – ٤) نفسها لتتوافق مباشرة مع المجالات (٤ – ٧) في سلسلة الجيل الاول .

٢- نظام ماسح الخرائط الغرضي (TM)

يتكون هذا النظام من ٧ قنوات تعمل ضمن الطيف المرئي وتحت الحمراء القريبة والمتوسطة والحرارية ، تم تطوير قوة التمييز المكانية في هذا النظام فأصبحت (٣٠)م للقنوات من (١ – ٥) والقناة (٧) ، بينما اصبحت قوة التمييز المكانية للقناة الحرارية السادسة (١٢٠)م . كما تم تطوير قوة التمييز الطيفية Radiometric Resolution والحصول على معلومات بإستخدام عدد اكبر من قنوات الطيف الكهرومغناطيسي .

الية الخزن والتسجيل للبيانات في لاندسات ٤، ٥

ان الاشعة المنعكسة تستلم على شكل اشارات وتقلب اشارات التمثيل الى ارقام على متن القمر ضمن مدى كمي تسجل بتدرجات الون الرمادي وتبلغ التدرجات (الاعداد الرقمية) ٦٤ عددا رقميا يمثل (٦بتات) في MSS.

بينما يقوم TM بقلب اشارات التمثيل الى ارقام على متن القمر ضمن مدى كمي يتألف من ٢٥٦ عددا رقميا (٨ بتات) وهذه الزيادة قدرها اربعة اضعاف مدى المقياس الرمادي بالنسبة الى الاعداد الرقمية في MSS.

يتم ترحيل البيانات المسجلة في القمر الى المحطات الارضية مباشرة او عن طريق اقمار الاتصالات الموجودة مثل القمر الصناعي TADRIS الذي يغطي تقريبا نصف الكرة الغربي .

خلاصة المتحسسات التي استخدمت في رحلات لاندسات ١ حتى لاندسات ٥

المستشعر	المهمة	الطول الموجي ميكروميتر	الدقة التمييزية/ متر
RBV	1, 2	B1 0.475 – 0.575	79
		B2 0.580 – 0.680	79
		B3 0.690 – 0.830	79
	3	B1 0.505 – 0.750	30
MSS	1 - 5	B4 0.5 – 0.6	79
		B5 0.6 – 0.7	79
		B6 0.7 – 0.8	79
		B7 0.8 – 1.1	79
	3	B8 10.4 – 12.6	240
TM	4,5	B1 0.45 – 0.52	30
		B2 0.52 – 0.60	30
		B3 0.63 - 0.69	30
		B4 0.76 – 0.90	30
		B5 1.55 – 1.75	30
		B6 10.4 – 12.6	120
		B7 2.08 – 2.35	30

جدول يوضح المجالات الطيفية وتطبيقات راسم الخرائط الغرضي TM

المجال	الطول الموجي	الموقع الطيفي	التطبيقات الرئيسية
1	0.45 – 0.52	ازرق	صمم لاختراق الكتل المائية وهذا يجعله مفيد في رسم الخرائط البحرية فضلا عن اهميته في تصنيف تربة الغطاء النباتي وتصنيف الغابات
2	0.52 – 0.60	اخضر	صمم لقياس ذروة انعكاسية اللون الاخضر للغطاء النباتي وتقدير نشاطه ويفيد في التعرف على المعالم الحضرية واستعمالات الاراضي.
3	0.63 – 0.69	احمر	صمم للاستشعار في منطقة امتصاص اليخضور لذا فأنه يساعد على التمييز بين الانواع النباتية ويفيد ايظا في التعرف على المعالم الحضرية ةاستعمالات الاراضي.
4	0.76 – 0.90	تحت الحمراء القريبة	يفيد في تحديد الغطاء الارضي واستعمالات الارض ونشاطه وتحديد الكتل المائية وتمييز رطوبة التربة.
5	1.55 – 1.75	تحت الحمراء المتوسطة	يشير الى المحتوى الرطوبي للتربة ويفيد في التمييز بين الثلج والغيوم .
6	10.4 – 12.6	تحت الحمراء الحرارية	يفيد في تحليل اصابات الغطاء النباتي وتمييز رطوبة التربة وفي تطبيق رسم الخرائط الحرارية.
7	2.08 – 2.35	تحت الحمراء البعيدة	يفيد في تمييز المعادن وانواع الصخور وهو حساس ايضا لرطوبة التربة وتحديد استعمالات الارض.

٣- الجيل الثالث من سلسلة اقمار لاندسات ٦، ٧

ويشمل الاقمار التالية:

Landsat 6 اطلق عام ١٩٩٣ وتوقف عن العمل بسبب خلل فني بعد الاطلاق مباشرة.

Landsat 7 اطلق عام ١٩٩٩ ولا يزال في الخدمة.

الخصائص الهندسية للقمر لاندسات ٧ :

يدور القمر الصناعي في مدار قطبي متزامن مع الشمس على ارتفاع **٧٠٥ كم** فوق سطح الارض ويكمل المدار الواحد حول الارض في **٨٩,٩ دقيقة** ويقوم بتغطية كامل محيط الارض كل **١٦ يوم** ويعبر خط الاستواء الساعة **العاشرة صباحا** .

المتحسسات المحمولة على متن لاندسات ٧ :

يحمل القمر لاندسات ٧ متحسس واحد هو: **راسم الخرائط الغرضي المحسن**

Enhanced Thematic Mapper ETM+

يتكون من ثمانية قنوات اونطاقات ذات دقة مكانية تبلغ **٣٠م** للنطاقات من ١ – ٥ والنطاق٧. و **٦٠م** للنطاق ٦ وذات دقة مكانية تبلغ **١٥م** للنطاق ٨ ، ويبلغ حجم المشهد التقريبي ١٧٠كم × ١٨٥ كم .

جدول يوضح مواصفات راسم الخرائط الغرضي ETM +

رقم القناة	الطول الموجي	القدرة التمييزية
1	0.45 – 0.51 أزرق	30م
2	0.52 – 0.60 أخضر	30م
3	0.63 – 0.69 أحمر	30م
4	0.76 – 0.90 تحت الحمراء القريبة	30م
5	1.55 – 1.75 تحت الحمراء المتوسطة	30م
6	10.4 – 12.5تحت الحمراء الحرارية	60م
7	2.05 – 2.35 تحت الحمراء المتوسطة	30م
8	0.5 – 0.9 بانكروماتيك	15م

الية الخزن والتسجيل لمرئيات لاندسات ٧

يتم نقل المعطيات لهذا المتحسس الى المحطات الارضية عن طريق ثلاثة احتمالات هي :

١- مباشرة عبر نظام شبكة الاتصالات TADRIS كما في لاندسات ٤، ٥ .

٢- الخزن على متن القمر الصناعي لبثه في وقت لاحق .

٣- بسبب وجود نظام استقبال GPS والمحمول على متن القمر لاندسات ٧ فقد استطاع التعامل مع هذه المنظومة مباشرة **لاجراء التصحيحات** الجيومترية للمعطيات قبل ارسالها الى محطات الاستقبال الارضية .

الجيل الرابع: القمر الصناعي الامريكي لاندسات ٨

Landsat 8 : Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor(TIRS):

تم اطلاق هذا القمر في ١١/ شباط/ ٢٠١٣. وقد وضع عمر خمس سنوات كعمر افتراضي ادنى متوقع للاستخدام و ١٠ سنوات كعمر أقصى .الفترة اللازمة لمسح الارض كاملا من قبل القمر هي **١٦ يوما** ويعبر خط الاستواء عند **منتصف النهار** وقد صمم ليجمع ٤٠٠ صورة (مشهد) في اليوم الواحد بزيادة ١٥٠ مشهد عن سابقه.

في هذا القمر سيسمح وبحدود بالتصوير بزوايا مختلفة وحسب الطلب لمناطق مختارة من الأرض مما يمكن من استخدام تلك الصور فيما بعد في عمل منظور مجسّم (3D) لتلك المنطقة المختارة.

المتحسس الجديد سيسجل الأشعة المنعكسة من سطح الأرض ضمن **١١ قناة اونطاق** في حين كان عدد النطاقات ٨ في لاندسات ٧. سيكون هناك نطاق رقم (١) الأزرق العميق وهو نطاق جديد بطول موجي (٠,٤٣ – ٠,٤٥) مكم ويفيد في دراسة المياه الضحلة في السواحل اضافة الى النطاق (٩) بطول موجي (١,٣٦ – ١,٣٨) الخاص بدراسة طبقة الأيروسول في الغلاف الجوي. اما النطاقات الحرارية (١٠، ١١) فهي مفيدة في مسح درجات حرارة السطح بصورة اكثر دقة. تبلغ مساحة المشهد الواحد للقمر ١٧٠كم من الشمال الى الجنوب وبمقدار ١٨٥كم من الشرق الى الغرب (١٧٠*١٨٥)

الخصائص العامة للنطاقات او القنوات بالقمر الصناعي لاندسات 8

رقم النطاق او القناة	الطول الموجي ميكروميتر	الدقة المكانية	المجالات المفيدة لها
1 الازرق العميق	0.43 – 0.45	30م	الدراسات الساحلية
2 أزرق	0.45 – 0.51	30م	تمييز التربة من الغطاء النباتي
3 أخضر	0.53 – 0.59	30م	مفيد في تقييم قوة النبات
4 أحمر	0.64 – 0.67	30م	تمييز منحدرات الغطاء النباتي
5 تحت الحمراء القريبة	0.85 – 0.88	30م	تحديد الكتلة الحية والشواطئ
6 تحت الحمراء المتوسطة 1	1.57 – 1.67	30م	تحديد رطوبة التربة ومعرفة الغيوم
7 تحت الحمراء المتوسطة 2	2.11 – 2.29	30م	تحسس مستوى الرطوبة في التربة
8 بانكروماتيك	0.50 – 0.68	15م	لتعريف صورة اكثر وضوحا
9 الغلاف الجوي طبقة الايروسول	1.36 – 1.38	30م	دراسة طبقة الايروسول في الغلاف الجوي
10 تحت الحمراء الحرارية TIRS1	10.60 – 11.19	100م	رسم خرائط الحرارة والرطوبة
11 تحت الحمراء الحرارية TIRS2	11.50 – 12.51	100م	رسم خرائط الحرارة والرطوبة