5) وسائل حمل أجهزة الاستشعار عن بعد (منصات الاستشعار عن بعد)

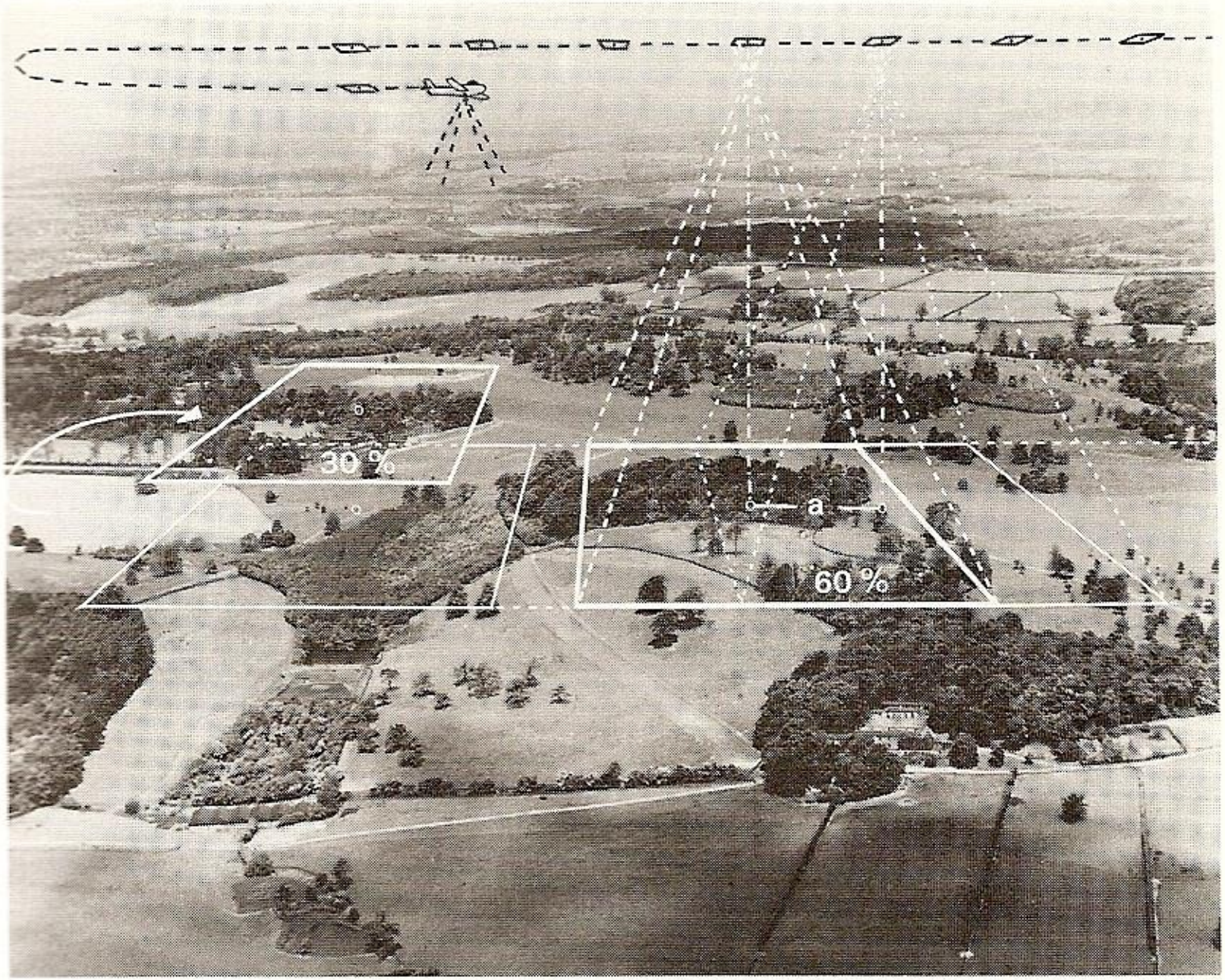
- يتم جمع بيانات data صور الاستشعار عن بُعد بواسطة أجهزة التصوير sensors التي تركب على منصات platforms قد تكون ثابتة أو متحركة وقد تكون بسيطة أو معقدة.
- المنصة platform هي الوسيلة التي تحمل جهاز الاستشعار عن بُعد وتتضمن المنصات الأرضية مثل الإنسان عندما يحمل جهاز الاستشعار عن بُعد بيده والمنصات الجوية مثل الطائرات والمنصات الفضائية مثل الأقمار الصناعية.
- **صور الاستشعار عن بُعد التي تستخدم لدراسة المعالم والظواهر والمناطق الجغرافية يتم تصويرها غالبا من الجو بواسطة الطائرات أو من الفضاء بواسطة الأقمار الصناعية.**

منصات الاستشعار عن بعد

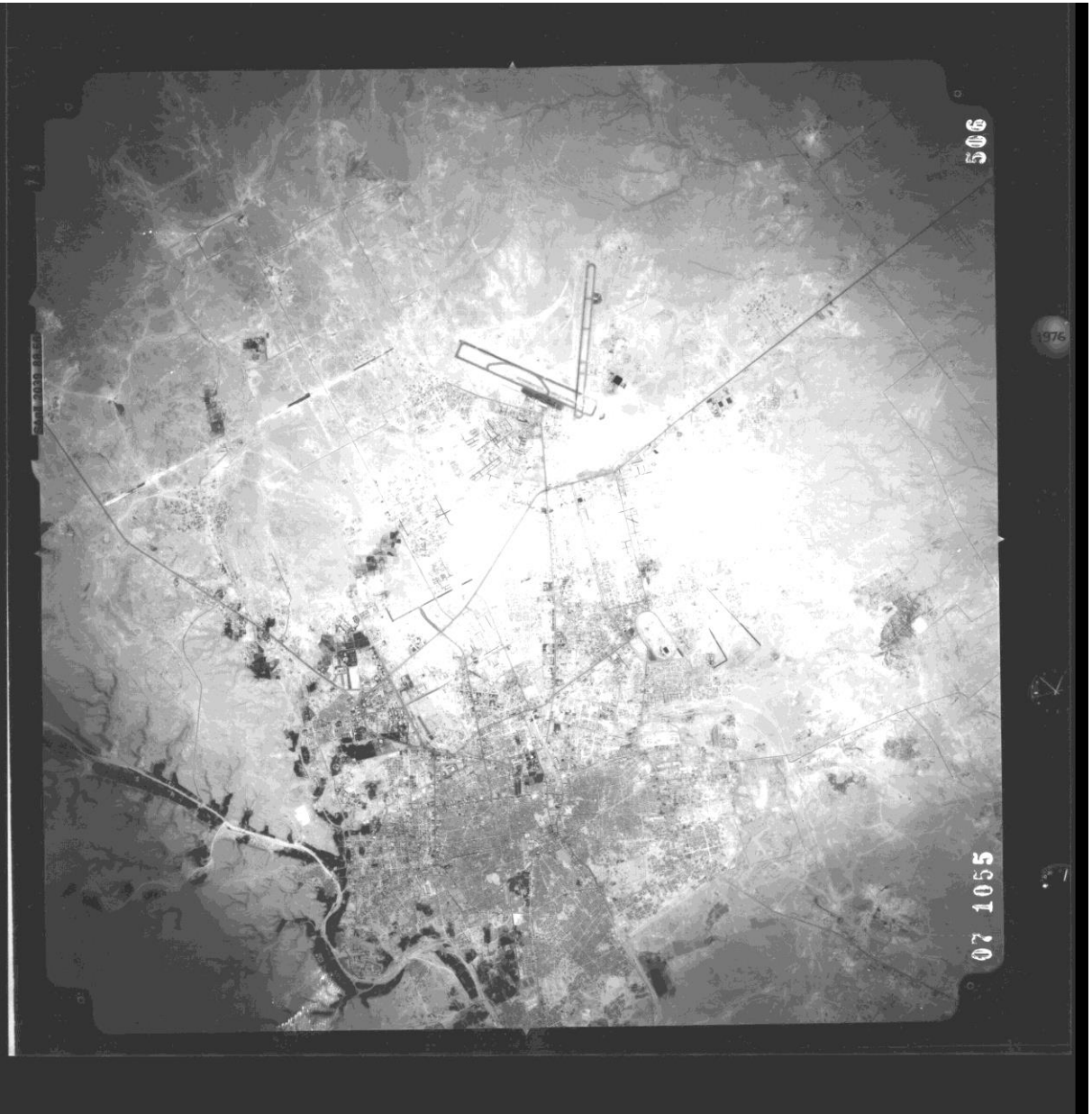
المصدر: Gibson, P.J., (2000).

الطائرات

- تستخدم الطائرات لحمل جميع أنواع أجهزة الاستشعار عن بعد (أجهزة التصوير الفوتوغرافي وأجهزة المسح الخطي وأجهزة الصف الخطي وأجهزة الرادار).
- ولكن مفهوم الصور الجوية مرتبط بالصور الجوية الفتوغرافية التقليدية لأنها الأقدم والأكثر شيوعا واستخداما للأغراض المدنية.
- وتسمى الصور التي تؤخذ بأجهزة المسح الخطي وأجهزة الصف الخطي من الجو بالصور الجوية الرقمية aerial images، أما إذا استخدم الرادار في التصوير فإن الصور تأخذ اسم جهاز التصوير.
- على العكس من التصوير الفضائي، التصوير الجوي ليس عملية مستمرة، كما أنه يخضع التصوير الجوي للحدود السياسة.
- ينفذ التصوير الجوي في فترة زمنية محددة وفق خطة طيران يتم اعدادها بهدف تصوير منطقة معينة قد تكون صغيرة أو كبيرة.

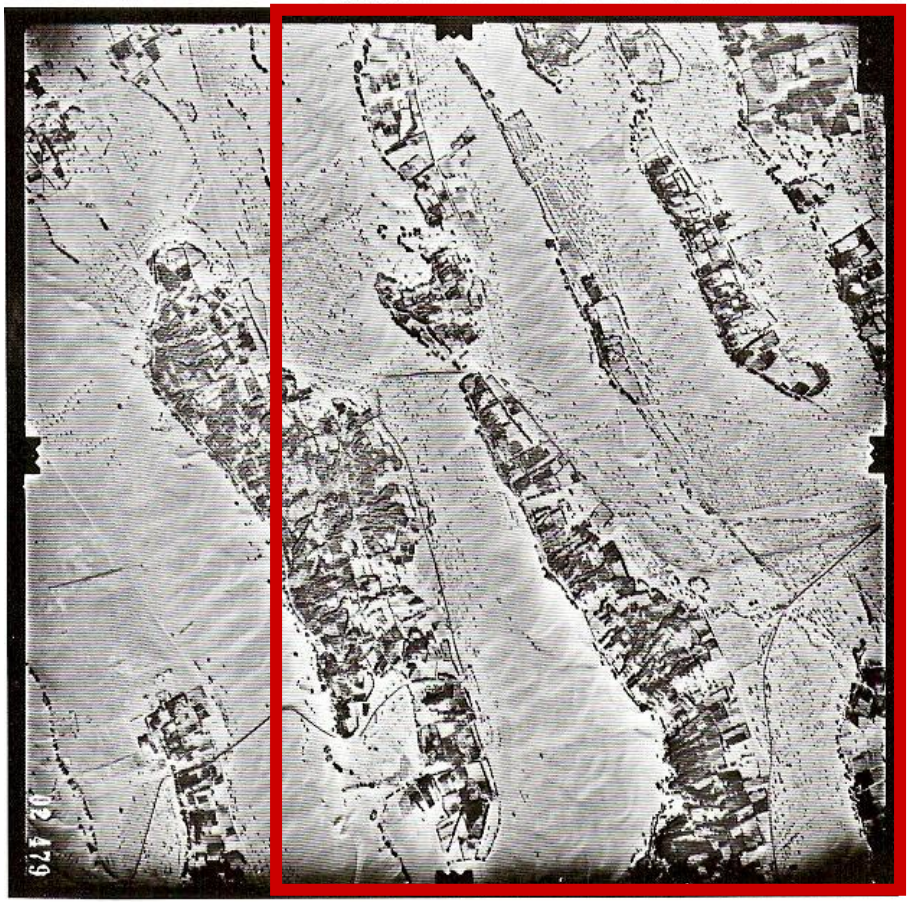

30 %
a
60 %

صورة رقم (1) صورة جوية فوتوغرافية أخذت عام 1976م لمدينة الرياض.
(أبعاد الصورة الأصلية 23سم×23سم)



- الصورة الجوية الفوتوغرافية تكون مطبوعة على ورق مصقول أو على فيلم بأبعاد ثابتة في الغالب تساوي 23سم×23سم.
- وتتضمن الصورة الجوية الفوتوغرافية معلومات عن الارتفاع والبعد البؤري وغيرها.

التداخل الأمامي بين صورتين جويتين (متتابعتين على خط طيران)

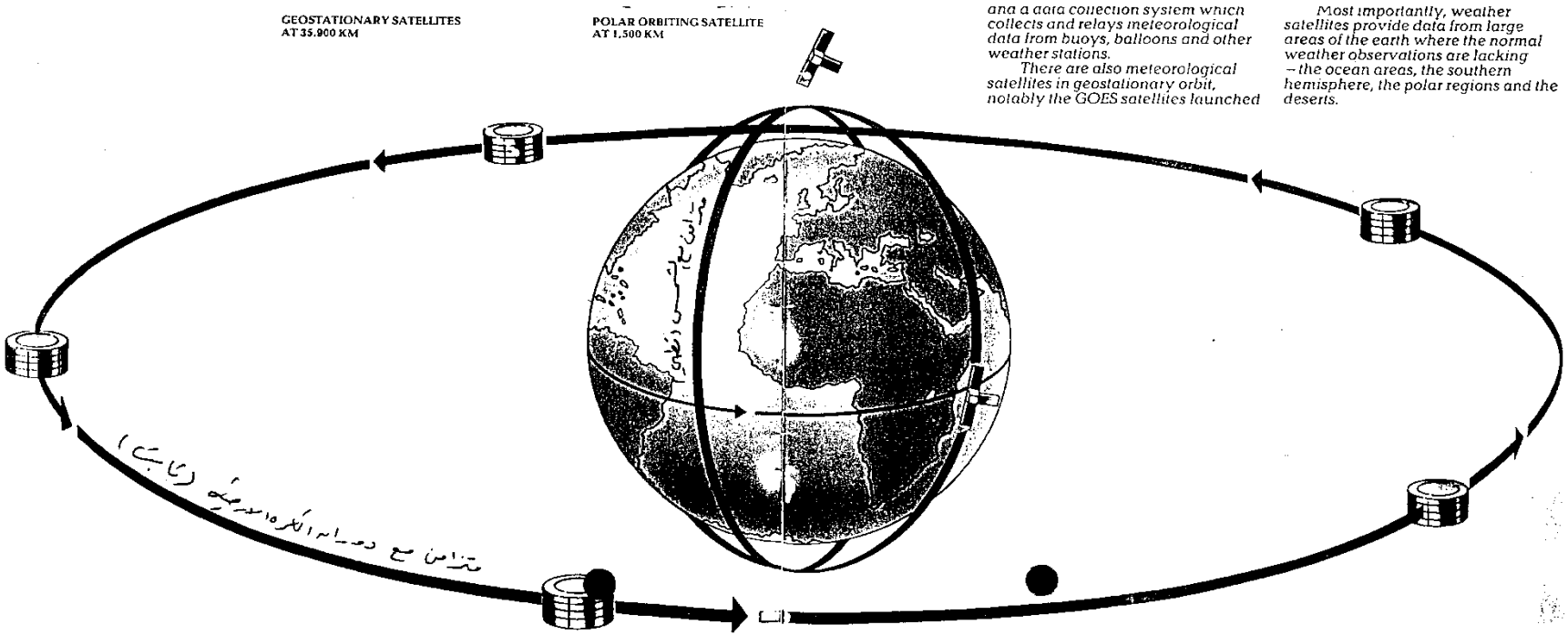


- تتم عملية التصوير الجوي الفوتوغرافي على طول خط التصوير بطريقة تسمح بحدوث تداخل overlap أمامي بين الصور الجوية المتلاحقة بنسبة قدرها 60%، الأمر الذي يسمح بالرؤية المجسمة في منطقة التداخل.

الأقمار الصناعية الأتوماتيكية

- يعرف القمر الصناعي بأنه تابع يطلق في الفضاء ليدور حول الأرض في مدار محدد وعلى ارتفاع معين.
- والأقمار الصناعية الأتوماتيكية Satellite لها أعمار افتراضية (عدد من السنين) وتحمل أجهزة معينة وتطلق في مدارات على ارتفاعات محددة لتدور باستمرار حول الأرض حتى تصبح غير قادرة على العمل الذي أطلقت من أجله.
- ويمكن تقسيم الأقمار الصناعية الأتوماتيكية للأغراض المدنية التي تحمل أجهزة استشعار عن بعد الى نوعين حسب الغرض من اطلاقها:
- 1) الأقمار الصناعية لمراقبة الطقس،
- 2) والأقمار الصناعية لتصوير الموارد الأرضية.

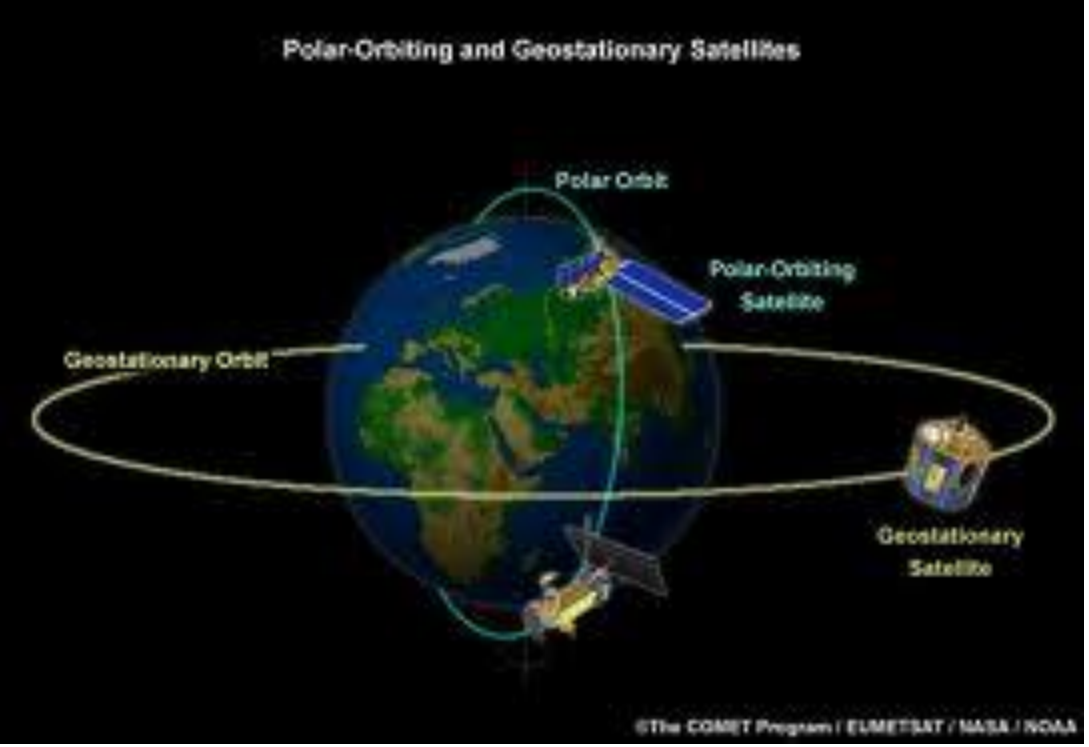
- الأقمار الصناعية الأتوماتيكية لجمع المعلومات عن الموارد الأرضية وبعض الأقمار الصناعية الاتوماتيكية لمراقبة الطقس صممت لتكون متزامنة مع الشمس Sun-Synslronous حيث تطلق في مدارات قطبية Polar على ارتفاع 1000كم لتدور حول الأرض من الشمال إلى الجنوب.
- أما بعض الأقمار الصناعية لمراقبة الطقس فصممت لتدور من الغرب إلى الشرق ليتزامن دورانها مع دوران الكرة الأرضية Geosynchronous (Geostationary) حيث تطلق في مدارات على ارتفاع 36000كم، وهذا يعني أنها ظاهريا تبقى ثابتة فوق مكان معين من سطح الكرة الأرضية.

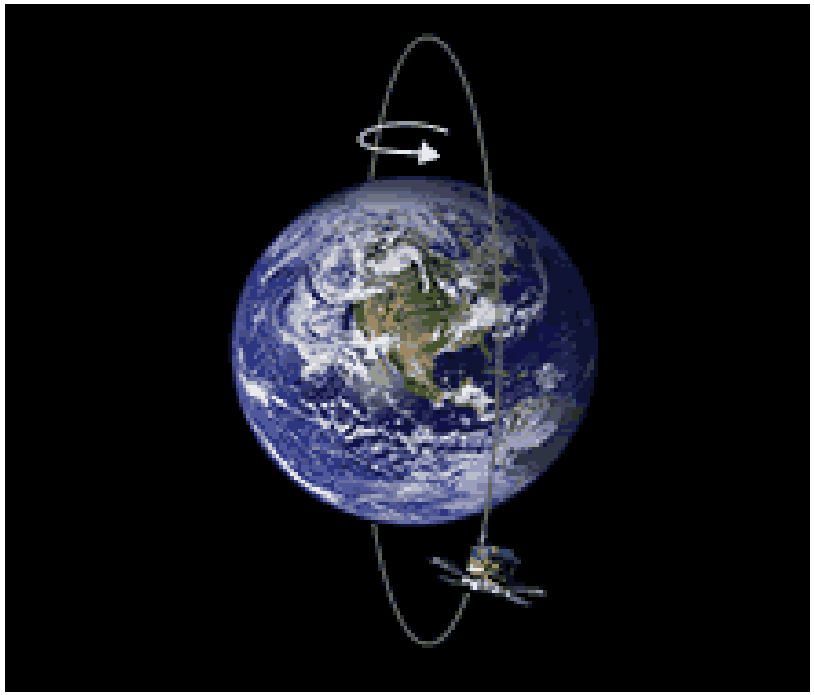


and a data collection system which collects and relays meteorological data from buoys, balloons and other weather stations.

There are also meteorological satellites in geostationary orbit, notably the GOES satellites launched

Most importantly, weather satellites provide data from large areas of the earth where the normal weather observations are lacking – the ocean areas, the southern hemisphere, the polar regions and the deserts.

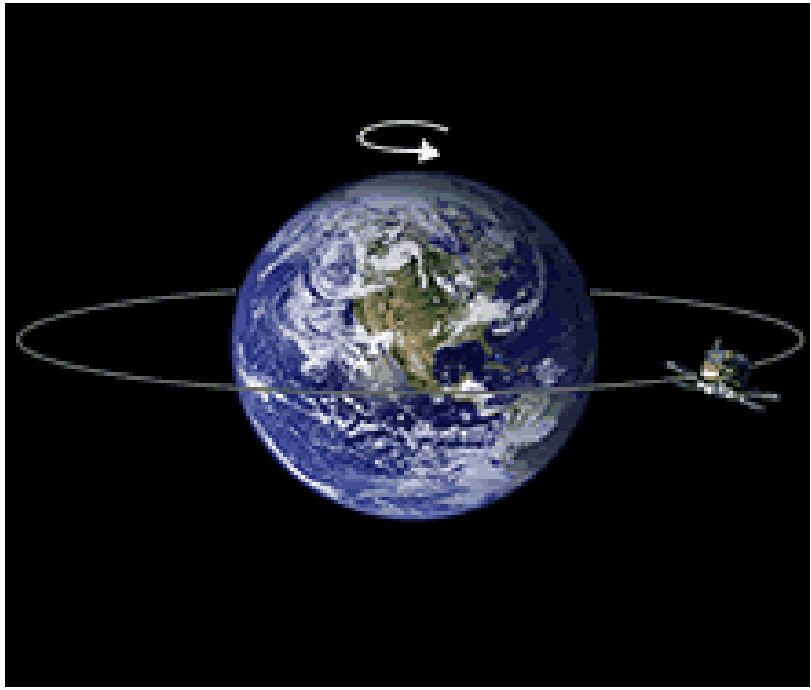




http://www.youtube.com/watch?feature=player_detailpage&v=9QiYNA9GpXM

http://www.youtube.com/watch?v=vnFnh1qUwY8&feature=player_detailpage

http://www.youtube.com/watch?v=jZbr4ssg7tY&feature=player_detailpage



برامج الأقمار الصناعية الأتوماتيكية لجمع المعلومات عن الموارد الأرضية

- يوجد العديد من البرامج العالمية المخصصة لجمع المعلومات إما عن الطقس أو عن الموارد الأرضية بواسطة الأقمار الصناعية في العديد من الدول في مقدمتها الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا وفرنسا وكندا واليابان والهند وغيرها.
- كل برنامج يتضمن سلسلة من الأقمار الصناعية الأوتوماتيكية تستخدم لجمع معلومات مرئية إما عن الطقس أو عن الموارد الأرضية بشكل شامل ودوري ومستمر.
- ومن أشهر برامج جمع المعلومات عن الموارد الأرضية برنامج لاندسات Landsat الأمريكي وبرنامج سبوت Spot الفرنسي وبرنامج رادار سات Radarsat الكندي وبرنامج جيو-أي GeoEye الأمريكي وبرنامج IRS الهندي وغيرها.

http://www.n2yo.com/satellites/?c=6

- وتجب الإشارة إلى أن لكل قمر صناعي نظام مرجعي Image Referencing System خاص به يستخدم لتحديد المواقع الجغرافية لصور أجهزة الاستشعار عن بُعد التي يحملها.
- وهذا النظام يسمى أحيانا بالنظام المرجعي العالمي Worldwide Referencing System (WRS) ويسمى أحيانا بالنظام المرجعي الشبكي Grid Reference System (GRS).
- ويتكون هذا النظام من شبكة تتمثل في الممرات الأرضية paths التي تغطي كامل الأرض ومراكز الصور فيها nominal scene center التي تعطي عددا من الصفوف rows.
- فعلى سبيل المثال أرقام الممرات في النظام المرجعي العالمي للاندسات تبدأ من وسط المحيط الأطلسي وتزداد باتجاه الغرب. أما الصفوف فيه تبدأ من الشمال وتزداد باتجاه الجنوب.

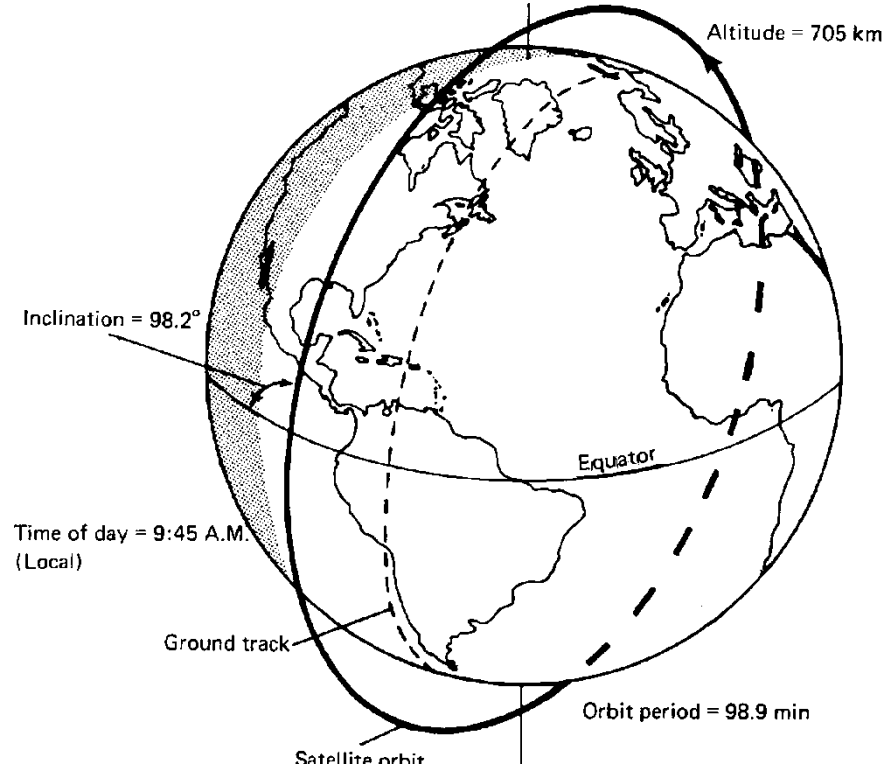
- ويختلف النظام المرجعي للأقمار الصناعية في الجيل الأول WRS I (لاندسات-١ إلى لاندسات-٣) عنه في الجيل الثاني WRS II (لاندسات-٤ إلى لاندسات-٧). فعلى سبيل المثال، مدينة الرياض تغطيها صورة الماسح الموضوعي TM المحمول على لاندسات-٤ ولاندسات-٥ التي يكون صفها رقم ٠٤٣ وممرها رقم ١٦٥كما في الخريطة التالية. ويمكن الحصول على خريطة النظام المرجعي للجيل الأول والجيل الثاني في لاندسات من الرابط التالي: http://35.8.163.122/ortho

برنامج لاندسات Landsat الأمريكي

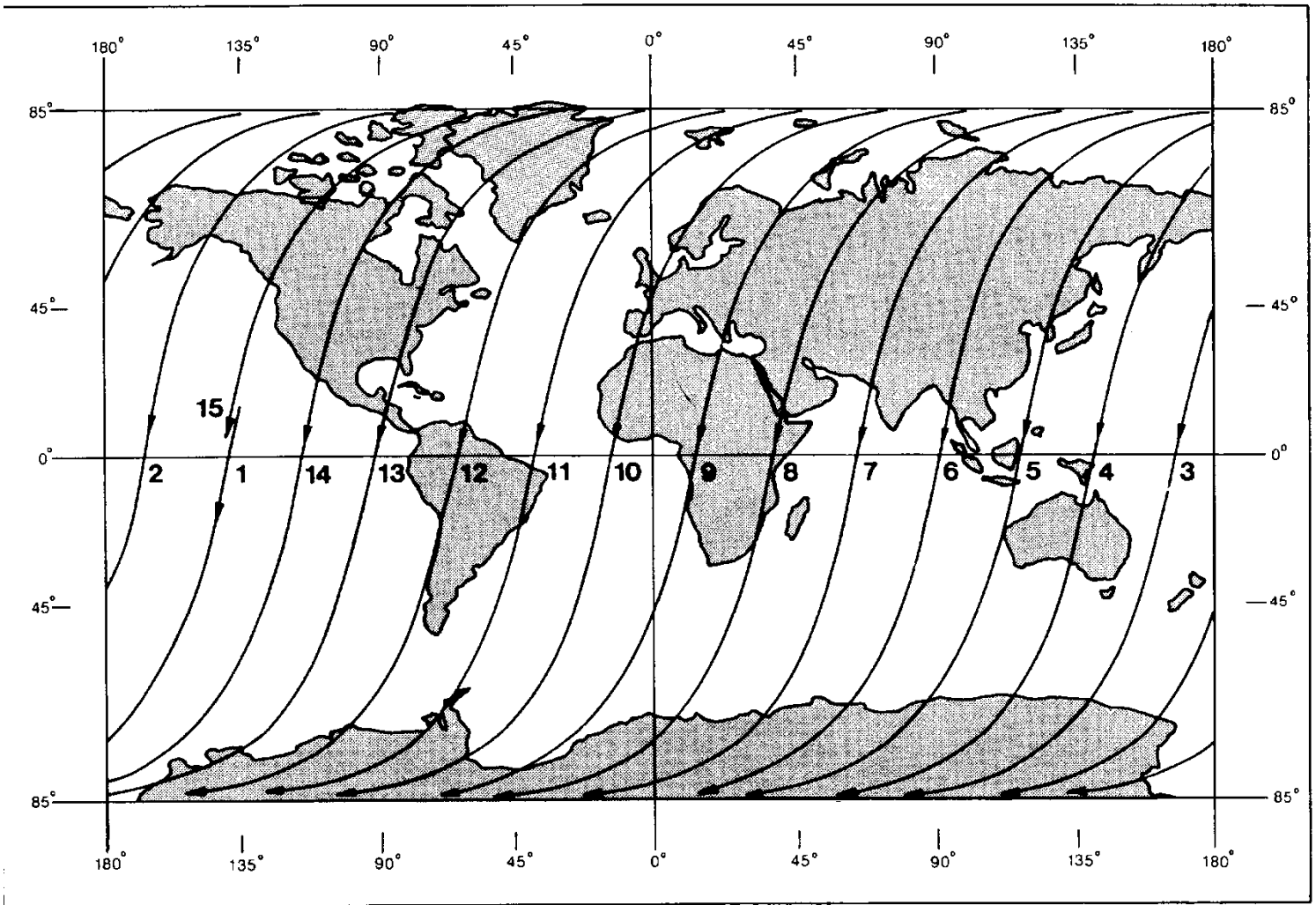
- كل برنامج من برامج جمع المعلومات عن الموارد الأرضية يتضمن سلسلة من الأقمار الصناعية تحمل أجهزة استشعار عن بعد بخصائص معينة وتكرر التصوير بانتظام.
- يعد برنامج لاندسات أول وأشهر برامج جمع المعلومات عن الموارد الأرضية بالأقمار الصناعية.
- في هذا المقرر سيتم الحديث عن برنامج لاندسات فقط وذلك لتكرار تصويره بانتظام كامل الكرة الأرضية لفترة زمنية تزيد على 40 سنة ولتوفر صوره مجانا على الانترنت.
- بدأ برنامج لاندسات في عام 1972م ولا يزال مستمرا في توفير صور لأي منطقة في العالم بشكل دوري، وذلك كل 18 في الجيل الأول من الأقمار الصناعية في البرنامج وكل 16 يوم في الجيل الثاني منها.
- يتكون برنامج لاندسات من سلسلة من الأقمار الصناعية أطلق منها 8 أقمار صناعية هي: لاندسات-1 ولاندسات-2 ولاندسات-3 (الجيل الأول) ولاندسات-4 ولاندسات-5 ولاندسات-6 ولاندسات-7 ولاندسات-8 (الجيل الثاني)، أطلقت بنجاح ما عدا لاندسات-6 الذي فشل إطلاقه عام 1993م.

الجيل الأول من الأقمار الصناعية في برنامج لاند سات

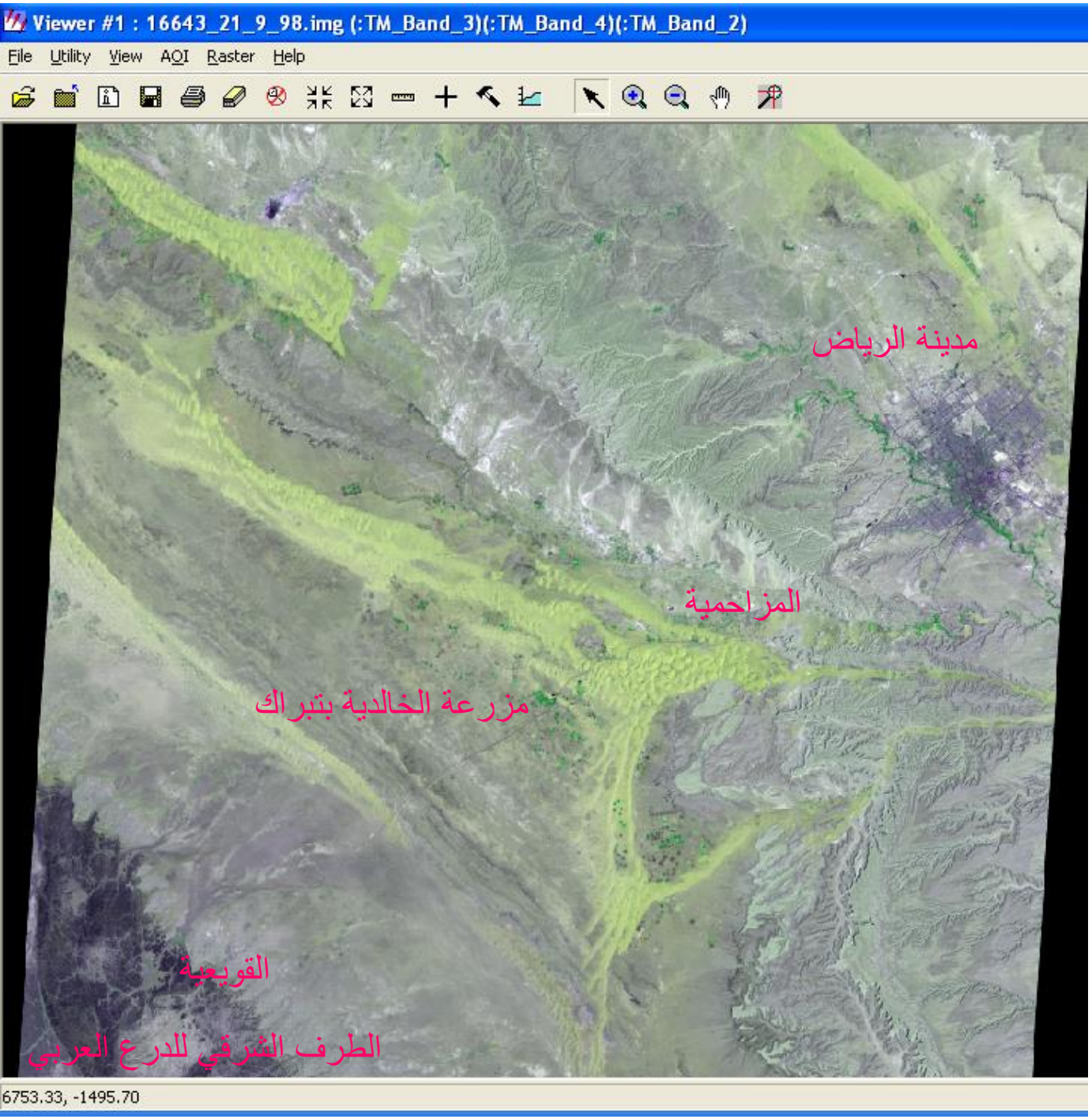
- أطلق لاندسات-1 في يوليو 1972م والذي استمر في العمل حتى يناير 1978م. (5.5 سنة)
- واطلق لاندسات-2 في يناير 1975م والذي عمل حتى يوليو 1983م. (8.5 سنة)
- وفي مارس 1978م أطلق لاندسات-3 الذي توقف في سبتمبر 1983م. (5 سنوات)
- أطلقت أقمار الجيل الأول في مدارات متزامنة مع الشمس (قطبية) على ارتفاع حوالى 920 كم (900كم).
- تكون حركة الأقمار من الشمال إلى الجنوب وبدرجة ميل قدرها 99.2 درجة.



وقد صممت هذه الأقمار لتدور حول الأرض كل 103.3 دقيقة تقريبا، ولتعبر خط الاستواء الساعة 9:42 صباحا بالتوقيت المحلي.
وبهذه السرعة يدور القمر الصناعي حوالى 14 دورة في اليوم.



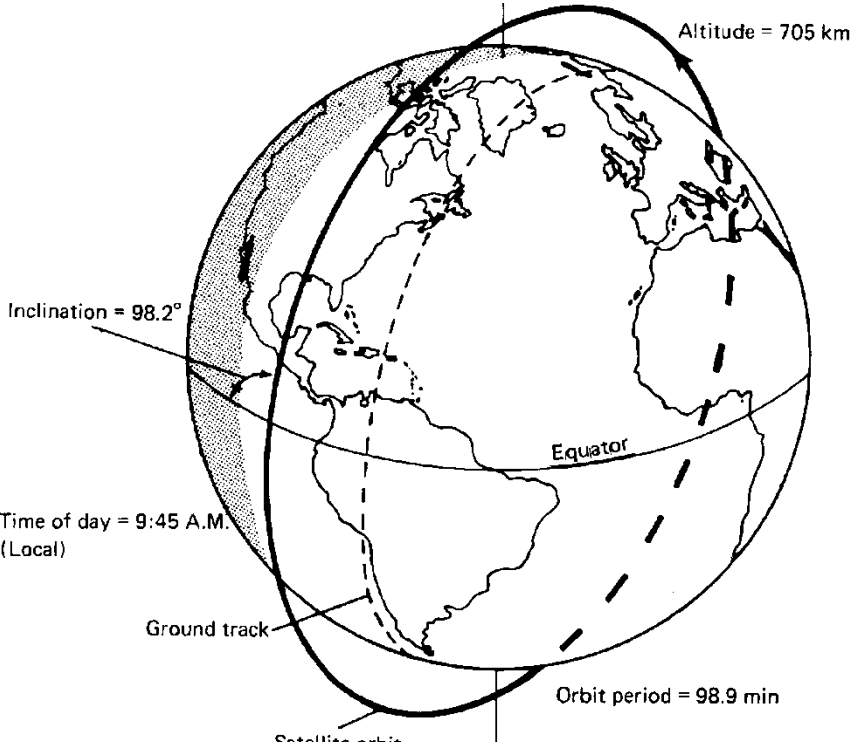
- بهذه الطريقة يتم تصوير 14 Ground track ممر أرضي في اليوم الواحد.
- ويكون عرض الممر الأرضي الذي تغطيه صور أجهزة الاستشعار عن بعد المحمولة على هذه الأقمار حوالى 185كم.
- وعليه تغطي الصورة الواحدة منطقة جغرافية شبه مربعة طول ضلعها 185كم تقريبا.
- وحيث أن محيط الكرة الأرضية حوالى 40075كم عند خط الاستواء والكرة الأرضية تدور من الغرب إلى الشرق فإن الممرات الأرضية التي يغطيها القمر الصناعي في اليوم الواحد يبعد بعضها عن بعضها الآخر حوالى 2875 كيلومتر عند خط الاستواء، وذلك تمشيا مع دوران الكرة الأرضية.
- ووفقا لمحيط الكرة الأرضية ولسرعة القمر الصناعي فان الممر الأرضي الأول في اليوم التالي يتحرك الى الغرب من الممر الأرضي الأول في اليوم السابق له بحوالى 159 كم عند خط الاستواء.
- وبهذه الطريقة تتم تغطية كامل الكرة الأرضية كلها (ماعدا القطبين) بدوران القمر الصناعي حول الأرض 251 مرة أي كل 18 يوما.
- بعد ذلك تتكرر العملية من جديد، حيث يصبح الممر الأرضي الأول في اليوم التاسع عشر متطابقا تقريبا مع الممر الأرضي الأول في اليوم الأول وهكذا.



صورة كاملة للماسح TMالموضوعي تغطي منطقة جغرافية شبة مربعة طول ضلعها 185كم. وهي مصورة بتاريخ 21/9/1998م وتظهر فيها مدينة الرياض وجزء من الدرع العربي بمحافظة القويعية.

الجيل الثاني من الأقمار الصناعية في برنامج لاندسات

- أطلق لاندسات-4 يوليو 1982م والذي استمر في العمل حتى يونيه 2001م. (19 سنة)
- وأطلق لاندسات-5 في مارس 1984م. وفي نوفمبر 2005م ظهرت مشكلة تتعلق بأجهزة الطاقة حيث توقف عن العمل مؤقتا في اكتوبر 2007م إلى أن أعيد للعمل في نهاية شهر فبراير 2008م ولكن عمليات التصوير ليست شاملة ومستمرة على مدار السنة.
- وفي اكتوبر 1993م أطلق لاندسات-6 وقد فشل اطلاقه.
- وقد أطلق لاندسات-7 في ابريل 1999م.
- وفي فبراير 2013م أطلق لاندسات-8.



- أطلقت أقمار الجيل الثاني في مدارات متزامنة مع الشمس (قطبية) على ارتفاع حوالي 705 كم .
- وتكون حركة الأقمار من الشمال إلى الجنوب وبدرجة ميل قدرها 98.2 درجة.

- صممت أقمار هذا الجيل لتدور حول الأرض كل 98.9 دقيقة تقريبا، ولتعبر خط الاستواء الساعة 9:45 صباحا بالتوقيت المحلي (± 15 دقيقة).
- بهذه السرعة يدور القمر الصناعي حوالى 14 + 9/16 دورة في اليوم.
- ويكون عرض الممر الأرضي الذي تغطيه صور أجهزة الاستشعار عن بعد المحمولة على هذه الأقمار حوالى 185كم.
- وعليه تغطي الصورة الواحدة منطقة جغرافية شبه مربعة طول ضلعها 185كم تقريبا.
- وحيث أن محيط الكرة الأرضية حوالى 40075كم عند خط الاستواء والكرة الأرضية تدور من الغرب إلى الشرق فإن الممرات الأرضية التي يغطيها القمر الصناعي في اليوم الواحد يبعد بعضها عن بعضها الآخر حوالى 2752 كيلومتر عند خط الاستواء، وذلك تمشيا مع دوران الكرة الأرضية.
- وانخفاض مدارات الأقمار الصناعية في الجيل الثاني أدى الى زيادة سرعتها وبالتالي نقصت المسافة بين المسارات الأرضية في اليوم الواحد.
- وعليه فإن تغطية كامل الكرة الأرضية كلها (ماعدا القطبين) تتم بدوران القمر الصناعي حول الأرض 233 مرة أي كل 16 يوما او 22 مرة في السنة.
- ثم تتكرر العملية من جديد، حيث يصبح الممر الأرضي الأول في اليوم السابع عشر متطابقا تقريبا مع الممر الأرضي الأول في اليوم الأول وهكذا.

أجهزة الاستشعار عن بعد في برنامج لاندسات الأمريكي

- لاندسات -1 ولاندسات -2 ولاندسات-3 (الجيل الأول من الأقمار الصناعية في برنامج لاندسات) حملت نوعين من أجهزة الاستشعار عن بعد هما:

1) آلات تصوير تلفزيونية RBV. 2) الماسح متعدد الأطياف MSS.

- استخدام الصور التي جمعت بأجهزة التصوير التلفزيوني في التطبيقات الجغرافية محدود جدا؛ وذلك بسبب المشاكل التي تعرضت لها آلات التصوير التلفزيونية المحمولة على الأقمار الصناعية في برنامج لاندسات وبالتالي قلة الصور التي جمعت بهذه الأجهزة علاوة على رداءة نوعيتها.
- لاندسات -4 ولاندسات -5 حملا نوعين من أجهزة الاستشعار عن بعد هما:

1) الماسح متعدد الأطياف MSS. 2) الماسح الموضوعي TM.

- لاندسات -7 حمل جهاز واحد هو الماسح الموضوعي المحسن بإضافة ETM+.
- لاندسات -8 حمل جهازين هما «مصور الأرض التشغيلي» Operational Land Imager (OLI) وجهاز الأشعة تحت الحمراء الحرارية Thermal Infrared Sensor (TIRS)

الماسح متعدد الأطياف MSS

- **يعمل الماسح متعدد الأطياف بنظام المسح الخطي line-scanning.**
- **تغطي صورة الماسح متعدد الأطياف منطقة جغرافية شبه مربعة طول ضلعها 185كم.**
- **الوضوح المكاني في صور الماسح متعدد الأطياف قدره 79م.**
- **يصور الماسح متعدد الأطياف في 4 نطاقات، أي أن الصورة الواحدة تتكون فعليا من أربع صور هي:**

1) نطاق1 يصور في موجات الأشعة الخضراء (0.5-0.6 ميكرومتر).

2) نطاق2 يصور في موجات الأشعة الحمراء (0.6-0.7 ميكرومتر).

3) نطاق3 يصور في موجات الأشعة تحت الحمراء القريبة (0.7-0.8 ميكرومتر).

4) صورة نطاق4 يصور في موجات الأشعة تحت الحمراء القريبة (0.8-1.0 ميكرومتر).

الماسح الموضوعي TM

- يعمل الماسح الموضوعي بنظام المسح الخطي line-scanning.
- تغطي صورة الماسح الموضوعي منطقة جغرافية شبه مربعة طول ضلعها 185كم.
- الوضوح المكاني في صور الماسح الموضوعي قدره 30م ما عدا صورة نطاق6 الوضوح المكاني فيها قدره 120م.
- يصور الماسح الموضوعي في 7 نطاقات، أي أن الصورة الواحدة تتكون فعليا من سبع صور هي:

1. نطاق1 يصور في موجات الأشعة الزرقاء/الخضراء (0.45-0.52 ميكرومتر).
2. نطاق2 يصور في موجات الأشعة الخضراء (0.52-0.60 ميكرومتر).
3. نطاق3 يصور في موجات الأشعة الحمراء (0.63-0.69 ميكرومتر).
4. نطاق4 يصور في موجات الأشعة تحت الحمراء القريبة (0.76-0.90 ميكرومتر).
5. نطاق5 يصور في موجات الأشعة تحت الحمراء القريبة/المتوسطة (1.55-1.75 ميكرومتر).
6. نطاق6 يصور في موجات الأشعة تحت الحمراء الحرارية (10.40-12.50 ميكرومتر).
7. نطاق7 يصور في موجات الأشعة تحت الحمراء المتوسطة (2.08-2.35 ميكرومتر).

الماسح الموضوعي المحسن بإضافة ETM+

- يعمل الماسح الموضوعي المحسن بإضافة بنظام المسح الخطي.
- تغطي صورة الماسح الموضوعي المحسن بإضافة منطقة جغرافية شبه مربعة طول ضلعها 185كم.
- الوضوح المكاني في صور الماسح الموضوعي المحسن بإضافة قدره 30م ما عدا صورة نطاق6 فإن الوضوح المكاني فيها قدره 60م وصورة نطاق8 الوضوح المكاني فيها قدرة 15م.
- يصور الماسح الموضوعي المحسن بإضافة في 8 نطاقات، أي أن الصورة الواحدة تتكون فعليا من ثمان صور هي:

1) صورة نطاق1 2) صورة نطاق2 3) صورة نطاق4

4) صورة نطاق3 5) صورة نطاق5 6) صورة نطاق6

7) صورة نطاق7 8) صورة نطاق8

- النطاقات من نطاق1 إلى نطاق 7 مماثلة لنطاقات الماسح الموضوعي TM.
- نطاق8 (البانكروماتيكي) عبارة عن نطاق واسع نسبيا يصور جزئيا في موجات الأشعة المرئية وجزئيا في موجات الأشعة تحت الحمراء القريبة (0.52-0.90 ميكرومتر).

«مصور الأرض التشغيلي» (OLI)

- تغطي صورة «مصور الأرض التشغيلي» منطقة جغرافية شبه مربعة طول ضلعها 185كم.
- الوضوح المكاني في صور «مصور الأرض التشغيلي» قدره 30م ما عدا صورة نطاق8 فإن الوضوح المكاني فيها قدره 15م.
- يصور «مصور الأرض التشغيلي» في 9 نطاقات، أي أن الصورة الواحدة تتكون فعليا من تسع صور هي:

1) نطاق1 يصور في موجات الأشعة الزرقاء (0.43-0.45 ميكرومتر).
2) نطاق2 يصور في موجات الأشعة الزرقاء/الخضراء (0.45-0.51 ميكرومتر).
3) نطاق3 يصور في موجات الأشعة الخضراء (0.53-0.59 ميكرومتر).
4) نطاق4 يصور في موجات الأشعة الحمراء (0.64-0.67 ميكرومتر).
5) نطاق5 يصور في موجات الأشعة تحت الحمراء القريبة (0.85-0.88 ميكرومتر).
6) نطاق6 يصور في موجات الأشعة تحت الحمراء المتوسطة (1.57-1.65 ميكرومتر).
7) نطاق7 يصور في موجات الأشعة تحت الحمراء المتوسطة (2.11-2.29 ميكرومتر).
8) نطاق8 يصور في موجات الأشعة المرئية (0.50-0.68 ميكرومتر).
9) نطاق9 يصور في موجات الأشعة تحت الحمراء المتوسطة (1.36-1.38 ميكرومتر).

جهاز الأشعة تحت الحمراء الحرارية (TIRS)

- تغطي صورة جهاز الأشعة تحت الحمراء الحرارية منطقة جغرافية شبه مربعة طول ضلعها 185كم. وتخزن بيانات هذا الجهاز مع بيانات «مصور الأرض التشغيلي» ممثلة في نطاق10 ونطاق11.

- يصور جهاز الأشعة تحت الحمراء الحرارية في نطاقين بوضوح مكاني قدرة 100م (وقد اعيد حساب بيانات هذين النطاقين ليكون الوضوح المكاني فيها 30م (resampled to 30).

- نطاق10 يصور في الموجات الممتدة من (10.60-11.19 ميكرومتر).

- بينما يصور نطاق11 في الموجات الممتدة من (11.50-12.51 ميكرومتر).

جدول رقم ( ) خصائص بعض أجهزة الاستشعار عن بعد في برنامج لاندسات الأمريكي

اسم جهاز الاستشعار عن بعد	خصائص أجهزة الاستشعار عن بعد				
	نطاق التصوير	نوع الأشعة (اللون الرمزي للأشعة)	طول الموجة ميكرومتر	الوضوح المكاني (م)	عرض الممر الأرضي الذي تغطيه الصورة
الماسح متعدد الأطياف MSS المحمول على لاندسات_1 ولاندسات_2 ولاندسات_3 ولاندسات_4 ولاندسات_5	1	خضراء	0.50- 0.60	79	185كم
	2	حمراء	0.60- 0.70	79	185كم
	3	تحت حمراء قريبة	0.70- 0.80	79	185كم
	4	تحت حمراء قريبة	0.80- 1.00	79	185كم
الماسح الموضوعي TM المحمول على لاندسات_4 ولاندسات_5	1	زرقاء/خضراء	0.45- 0.52	30	185كم
	2	خضراء	0.52- 0.60	30	185كم
	3	حمراء	0.63- 0.69	30	185كم
	4	تحت حمراء قريبة	0.76- 0.90	30	185كم
	5	تحت حمراء متوسطة	1.55- 1.75	30	185كم
	6	تحت حمراء حرارية	10.40- 12.50	120	185كم
	7	تحت حمراء متوسطة	2.08- 2.35	30	185كم
الماسح الموضوعي المحسن بإضافة ETM+ المحمول على لاندسات_7	1	زرقاء/خضراء	0.45- 0.515	30	185كم
	2	خضراء	0.525- 0.605	30	185كم
	3	حمراء	0.630- 0.690	30	185كم
	4	تحت حمراء قريبة	0.750- 0.900	30	185كم
	5	تحت حمراء متوسطة	1.550- 1.750	30	185كم
	6	تحت حمراء حرارية	10.40- 12.50	60	185كم
	7	تحت حمراء متوسطة	2.09- 2.35	30	185كم
	البانكروماتيكي panchromatic	مرئية/تحت حمراء	0.520- 0.900	15	185كم