

17. وسائل مصادر المعلومات:

1.17. الوسائل الجوية: وهي أجهزة التحسس النائي التي تحملها الطائرات العادية والتي لاتصل الى ارتفاعات كبيرة فوق سطح الارض. ومن أهم هذه الوسائل هو (أجهزة الرادار والراديو ميتر) التي تعد إحدى أجهزة التحسس الميكرووية.

جهاز التحسس الرادار (Radar):

يعد الرادار أهم أجهزة التحسس النائي يستعمل لجمع المعلومات عن الظواهر الأرضية في مختلف الأوقات (الليل والنهار)، يعد جهاز تحسس نائي نشط. أشعة الرادار قادرة على اختراق الغيوم وفي بعض الأحيان تخترق سطح الأرض بعمق يصل لعدة أمتار. يصدر الرادار نبضات من الأشعة الكهرومغناطيسية في موجات الميكرووية باتجاه الأرض، ثم يسجل الزمن الذي تستغرقه للوصول الى الهدف (Target) وكمية الطاقة العائدة اليه. تتأثر كمية الأشعة العائدة الى جهاز الرادار من السطح بعدة عوامل بعضها مرتبط بخصائص سطح الأرض وفي مقدمتها:

✓ الخصائص الكهربائية للسطح (Electrical properties of the surface).

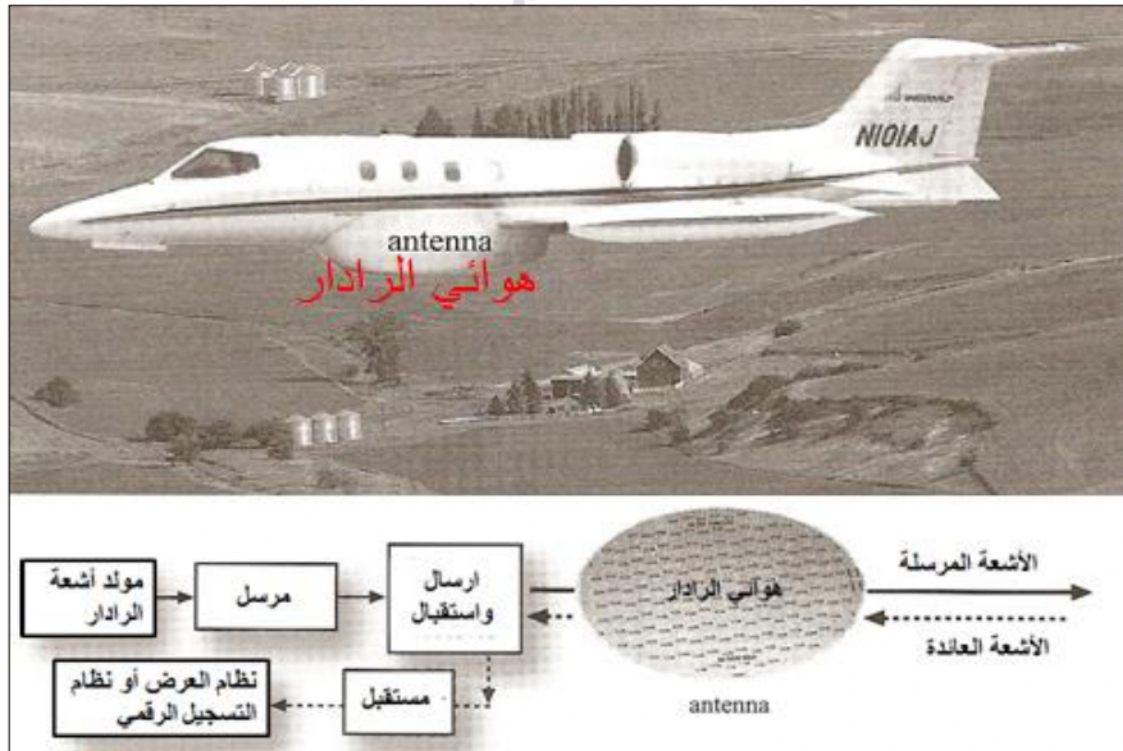
✓ خشونة سطح الأرض (Surface Roughness).

✓ طبوغرافية السطح.

في حين أن بعض العوامل مرتبط بخصائص جهاز الرادار مثل:

✓ طول الموجة المسعلة في التصوير.

✓ زاوية الانخفاض والاستقطاب (Polarization).



الشكل (22) المنصة الجوية (الطائرة) الحاملة لجهاز الرادار مع آلية عمل الرادار.

2.17. الوسائل الفضائية: تعد الصور الفضائية الملتقطة من أجهزة التحسس النائي لمنصة الاقمار الصناعية أهم وأكثر وسيلة مستعملة بالوقت الحاضر. يتركز استعمال أجهزة التحسس النائي الاقمار الصناعية في ثلاثة مجالات مهمة من حيث الدقة المكانية، وهي كالآتي:

- (1) **أجهزة التحسس النائي ذات دقة مكانية عالية:** أكثر استعمالاتها في التخطيط الحضري وعمليات التجسس أو الأهداف العسكرية مثل أجهزة القمر (Quick Bird) بدقة تمييز مكانية (61 cm).
- (2) **أجهزة التحسس النائي ذات دقة مكانية متوسطة:** أكثر استعمالاتها في التطبيقات البيئية، الريفية والزراعية، والتخطيط الأقليمي، مثل القمر Landsat-7 وبدقة تمييز مكانية $(30 \times 30) m^2$.
- (3) **أجهزة التحسس النائي ذات دقة مكانية منخفضة:** أكثر استعمالاتها في رصد الأحوال الجوية ودراسة الطقس، مثل قمر (NOAA-17) بدقة تمييز مكانية (1 km).

الوسائل الفضائية المأهولة مثل:

- المعمل الفضائي
- المكوك الفضائي

وهي تشمل سفن الفضاء التي تحمل رجال الفضاء وأجهزة فوتوغرافية وتقوم بالتقاط صور ومناظر لسطح الأرض وتتميز بكونها ذات مهام محددة وقصيرة جداً ويتم تفسير صور ومناظر الوسائل الفضائية المأهولة باستعمال وسائل التفسير الفوتوغرافية كما الشكل الآتي. أول رائد فضاء مسلم صعد إلى الفضاء عبر الوسائل المأهولة هو الأمير سلطان بن سلمان بن عبدالعزيز آل سعود.



شكل (23) عملية اطلاق مركبة فضائية مأهولة

الوسائل الفضائية الغير المأهولة مثل:

- اللاقط متعدد الاطراف.

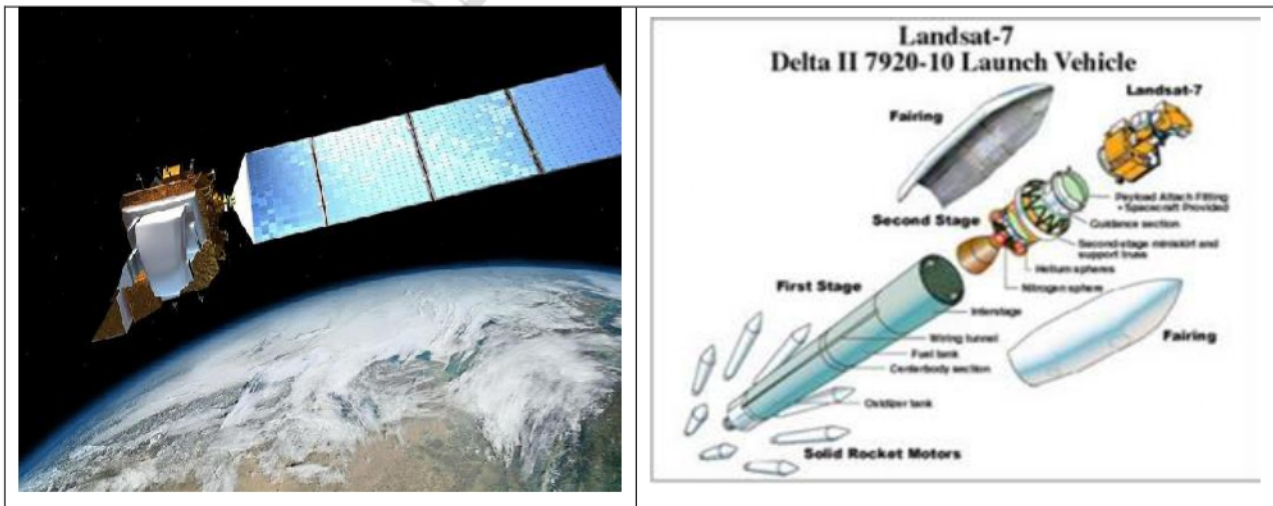
تحمل الوسائل الفضائية الغير مأهولة أربعة مجاميع من أجهزة التحسس النائي وهي:

1. المجموعة الاولى والثانية: تسجل صور فضائية ضمن الحزم من الطيف المرئي وتحت الحمراء القريبة والمتوسطة المنعكسة (NIR, MIR).
2. المجموعة الثالثة: تسجل صور فضائية ضمن الحزم من الطيف الحراري للأشعة تحت الحمراء البعيدة (FIR).
3. المجموعة الرابعة: تسجل صور فضائية ضمن الحزم الميكرووية.

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. وأهم ميزات هذا القمر الصناعي هي:

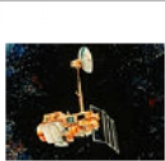
1. توفير معلومات لمعظم أجزاء الأرض.
2. عدم وجود قيود سياسية أو حقوق طبع .
3. الانخفاض النسبي لتكاليف الحصول على بيانات .
4. تكرار التحسس لأي منطقة على سطح الأرض.
5. قلة التشويه في المشاهد الملتقطة.

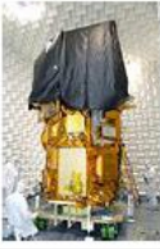
ولقد أطلقت وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) حتى الآن مجموعة من الأقمار الصناعية ضمن سلسلة لاندسات (Landsat) وأعطتها أرقاماً متسلسلة لاندسات 1 ، لاندسات 2 ، لاندسات 9 .



شكل (24) مركبة فضائية غير مأهولة (القمر لاندسات الأمريكي)

جدول (2) اصدارات القمر الصناعي الأمريكي لاندسات (Landsat)

Instrument	Picture	Launched	Terminated	Duration	Notes
Landsat 1		23 July 1972	6 January 1978	5 years, 6 months and 14 days	Originally named Earth Resources Technology Satellite 1. Landsat 1 carried two vital instruments: a camera built by the Radio Corporation of America (RCA) known as the Return Beam Vidicon (RBV); and the Multi spectral Scanner (MSS) built by the Hughes Aircraft Company.
Landsat 2		22 January 1975	25 February 1982	7 years, 1 month and 3 days	Nearly identical copy of Landsat 1. Payload consisting of a Return Beam Vidicon (RBV) and a Multi spectral Scanner (MSS). The specifications of these instruments were identical to Landsat 1.
Landsat 3		5 March 1978	31 March 1983	5 years and 26 days	Nearly identical copy of Landsat 1 and Landsat 2. Payload consisting of a Return Beam Vidicon (RBV) as well as a Multi spectral Scanner (MSS). Included with the MSS was a short-lived thermal band. MSS data was considered more scientifically applicable than the RBV which was rarely used for engineering evaluation purposes.
Landsat 4		16 July 1982	14 December 1993	11 years, 4 months and 28 days	Landsat 4 carried an updated Multi Spectral Scanner (MSS) used on previous Landsat missions, as well as a Thematic Mapper.
Landsat 5		1 March 1984	5 June 2013 [12]	29 years, 3 months and 4 days	Nearly identical copy of Landsat 4. Longest Earth-observing satellite mission in history. Designed and built at the same time as Landsat 4, this satellite carried the same payload consisting of a Multi Spectral Scanner (MSS) as well as a Thematic Mapper.
Landsat 6		5 October 1993	5 October 1993	0 days	Failed to reach orbit. Landsat 6 was an upgraded version of its predecessors. Carrying the same Multi spectral Scanner (MSS) but also carrying an Enhanced Thematic Mapper, which added a 15m resolution panchromatic band.

Landsat 7		15 April 1999	Still active	22 years, 6 months and 6 days	Operating with scan line corrector disabled since May 2003. ^[13] The main component on Landsat 7 was the Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+). Still consisting of the 15m-resolution panchromatic band, but also includes a full aperture calibration. This allows for 5% absolute radiometric calibration. ^[14]
Landsat 8		11 February 2013	Still active	8 years, 8 months and 10 days	Originally named Landsat Data Continuity Mission from launch until 30 May 2013, when NASA operations were turned over to United States Geological Survey (USGS). ^[15] Landsat 8 has two sensors with its payload, the Operational Land Imager (OLI) and the Thermal InfraRed Sensor (TIRS). ^[16]
Landsat 9		27 September 2021	Still active	24 days	Landsat 9 is a rebuild of its predecessor Landsat 8. ^{[17][18]}

جدول (3) خصائص إصدارات القمر الصناعي لاندسات (Landsat)

Landsat 1–5 Multispectral Scanner (MSS)			
Landsat 1–3 MSS	Landsat 4–5 MSS	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
Band 4 – Green	Band 1 – Green	0.5 – 0.6	60*
Band 5 – Red	Band 2 – Red	0.6 – 0.7	60*
Band 6 – Near Infrared (NIR)	Band 3 – NIR	0.7 – 0.8	60*
Band 7 – NIR	Band 4 – NIR	0.8 – 1.1	60*

Landsat 4–5 Thematic Mapper (TM)		
Bands	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
Band 1 – Blue	0.45 – 0.52	30
Band 2 – Green	0.52 – 0.60	30
Band 3 – Red	0.63 – 0.69	30
Band 4 – NIR	0.76 – 0.90	30
Band 5 – Shortwave Infrared (SWIR) 1	1.55 – 1.75	30
Band 6 – Thermal	10.40 – 12.50	120* (30)
Band 7 – SWIR 2	2.08 – 2.35	30

Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)

Bands	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
Band 1 – Blue	0.45 – 0.52	30
Band 2 – Green	0.52 – 0.60	30
Band 3 – Red	0.63 – 0.69	30
Band 4 – NIR	0.77 – 0.90	30
Band 5 – SWIR 1	1.55 – 1.75	30
Band 6 – Thermal	10.40 – 12.50	60* (30)
Band 7 – SWIR 2	2.09 – 2.35	30
Band 8 – Panchromatic	0.52 – 0.90	15

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

Bands	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
Band 1 - Ultra Blue (coastal/aerosol)	0.435 - 0.451	30
Band 2 - Blue	0.452 - 0.512	30
Band 3 - Green	0.533 - 0.590	30
Band 4 – Red	0.636 – 0.673	30
Band 5 – NIR	0.851 – 0.879	30
Band 6 – SWIR 1	1.566 – 1.651	30
Band 7 – SWIR 2	2.107 – 2.294	30
Band 8 – Panchromatic	0.503 – 0.676	15
Band 9 – Cirrus	1.363 – 1.384	30
Band 10 – Thermal 1	10.60 – 11.19	100* (30)
Band 11 – Thermal 2	11.50 – 12.51	100* (30)

جدول (4) المقارنة بين الاقمار الصناعية لاندسات (5 & 7)

عدد الحزم (النطاقات) الطيفية	دقة التمييز الزمنية	دقة التمييز المكانية	جهاز التحسس النائي	القمر الصناعي
7_bands	Every 16 day	$(30 \times 30) \text{ m}^2$ for (Visible, NIR & MIR) bands, & $(120 \times 120) \text{ m}^2$ for FIR band	TM	Landsat_5
8_bands	Every 16 day	$(30 \times 30) \text{ m}^2$ for (Visible, NIR & MIR) bands, $(120 \times 120) \text{ m}^2$ for FIR band, & $(15 \times 15) \text{ m}^2$ for Panchromatic band	ETM+	Landsat_7

الاقمار الصناعية (التوابع) المستعملة في التحسس النائي

- 1- سلسلة لاندسات (Land sat) الأمريكية بثلاثة اجيال (1,2,3) (4,5) (6,7).
- 2- سلسلة سبوت الفرنسية (Spot) لمراقبة الأرض وهي ملكية مشتركة بين فرنسا والسويد وبلجيكا وقد بدأ سبوت 1 و2 و3 العمل عام 1986 م و1990 م و1993 م على التوالي وتستخدم هذه الأقمار بمراقبة استخدامات الأرض والزراعة والغابات والجيولوجيا وإنتاج الخرائط والتخطيط الإقليمي وهي مزودة بأجهزة استشعار عالية الدقة (HRV) (High Resolution Value) لها قدرة أخذ صور مجسمة بتغطية (80 كم لكل صورة).
- 3- التابع إيكينوس (Ikonos) الأمريكي الذي أطلق عام 1999 م يلتقط صور للأرض بقوة تمييزية لا تقل عن (1 * 1 متر) والذي أحدث طفرة بأعمال المساحة والخرائط.
- 4- سلسلة التابع جيرس الياباني (Jers - 1) يستخدم للرصد وحصر الأراضي ويحمل أجهزة استشعار متعددة الأطياف وجهاز راداري نشط وتتميز صورته بوضوح أكثر من سبوت ولاندسات.
- 5- سلسلة التوابع ايرس الهندي (Irs - 1) مزود بأجهزة استشعار متعددة الأطياف لتزويد الحكومة الهندية بمعلومات عن الزراعة ، الجيولوجيا ، المياه لعمليات المسح وإدارة الموارد الطبيعية وينتج صور متعددة الأطياف بالأطوال الموجية المرئية والقريبة من الأشعة تحت الحمراء إلا أن الحزمة البانوكروماتية والتحت الحمراء المتوسطة والصور المجسمة غير متوفرة.
- 6- سلسلة التوابع أيسا الأوروبية (ESA (ERS - 1 التي تعطي صور لجميع حالات الطقس والمياه الساحلية والحقول الثلجية ولمراقبة بيئة الأرض وحالة البحر يفتقر إلى حزمة درجة وضوح عالية التباين بانكروماتية كما لا يستطيع تحقيق تغطية متعددة الأطياف .
- 7- سلسلة التوابع للقمر نواه الأمريكية (وهي خاصة بالأنواء الجوية) (NOAA).
- 8- التابع رادارسات الكندي (Radar sat) يمتاز بوضوح عالي للمناطق القطبية والزراعة والغابات وإدارة موارد المياه والمحيطات والغطاء الأرضي وعلم شكل الأرض والبيئة والبحوث الأساسية للخواص الطيفية وللصخور والتربة والحياة النباتية ومفهوم هندسة (MOMS) ذي الكاميرا الثلاثية الخطوط يعتبر الأساس لتصميم الأقمار الصناعية وإنتاج الخرائط.
- 9- القمر الاصطناعي (Almaz 1) وهو قمر روسي يستخدم للأغراض المدنية وله رادار بدرجة وضوح عالية ويستخدم لرصد الأرض ودراسة حالة الطقس ليلاً ونهاراً ويمتاز بقدرة عالية على الرؤيا المجسمة الأمر الذي يجعله متفوقاً على معظم الأنظمة الأخرى.
- 10- القمر الاصطناعي الياباني (MOMS 1 , 2) يحمل أجهزة استشعار سلبية مصممة لالتقاط الصور بالمناطق المرئية والقريبة من تحت الحمراء وأمواج المايكرويف ويستخدم لمراقبة المحيطات ورصد المحاصيل والغابات والبيئة وليست كل صورته صالحة لإنتاج الخرائط لافتقارها للحزمة البانوكروماتية وليست له القدرة على التجسيم كالقمرين سبوت ولاندسات.

18. تركيب الألوان (Color composition):

1. تركيب الألوان الحقيقي (True color composition).

- ❖ يتم دمج ثلاثة صور (3 bands) لنفس المنطقة ضمن طيف الأشعة المرئية (visible region).
 - ❖ يتم إعطاء كل صورة اللون الحقيقي لها.
- لذلك سميت تركيب الألوان الحقيقي.

اللون الأحمر (R) ← الصورة للأشعة الحمراء
 اللون الأخضر (G) ← الصورة للأشعة الخضراء
 اللون الأزرق (B) ← الصورة للأشعة الزرقاء

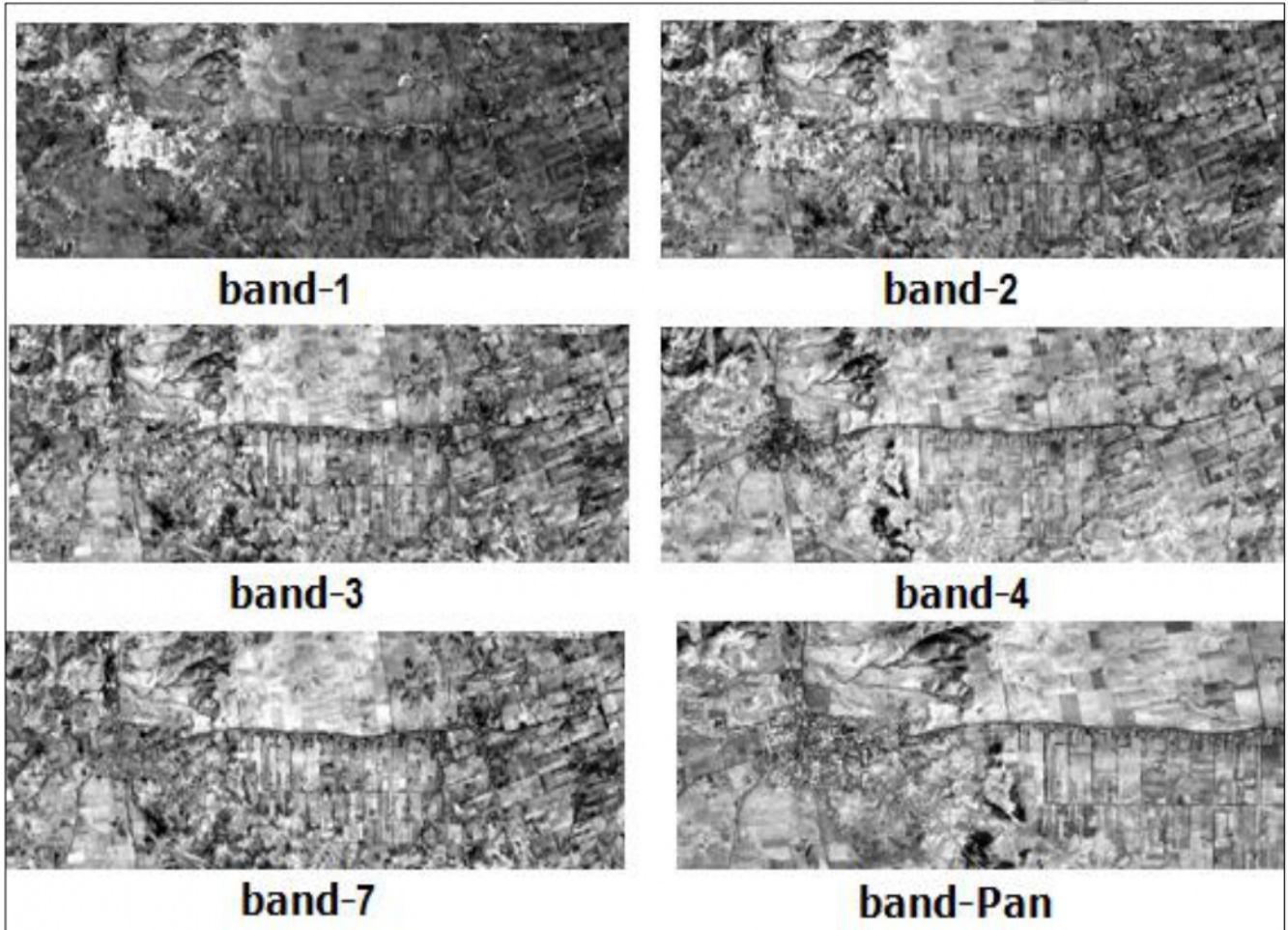
- o يظهر كل شي بلونه الحقيقي كما تراه من طائرة تحلق.
- o تظهر المناطق المائية كالبحر باللون الأسود القاتم (لأن المناطق المائية تمتص الطاقة الكهرومغناطيسية في كافة الألوان).
- o المناطق المائية التي يحدث فيها ترسيب (المواني) تظهر بلون أخضر بني قاتم.
- o المناطق العشبية تظهر بلون بني محمر.
- o مناطق الغابات تظهر بلون قاتم.

2. تركيب الألوان الغير حقيقي (False color composition):

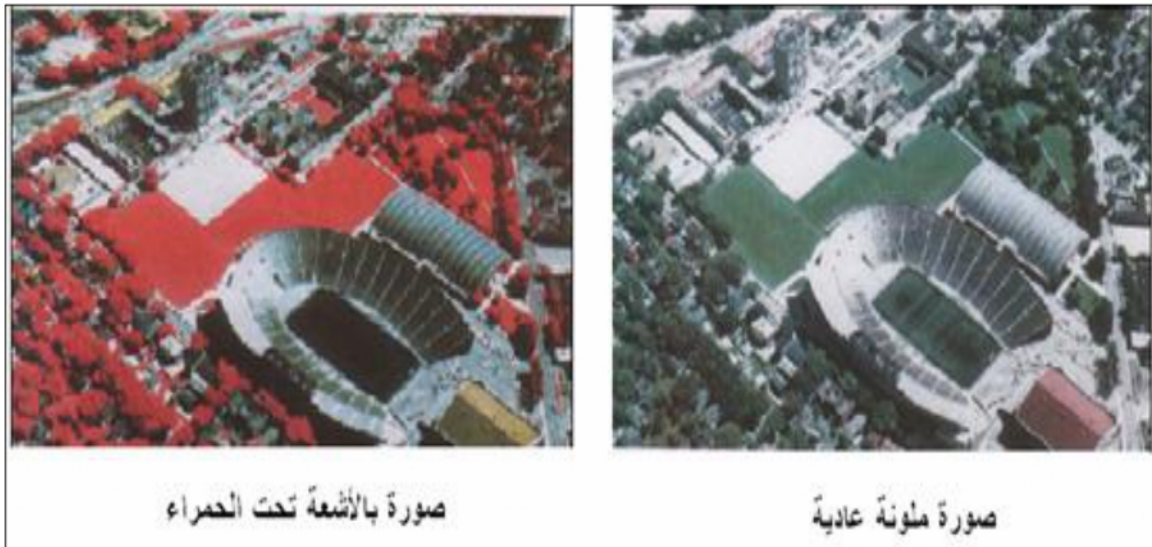
- ❖ يتم دمج ثلاثة صور (3 bands) لنفس المنطقة.
- ❖ أحد هذه الصور مأخوذة في منطقة الأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR) أو (MIR) و الآخرين في منطقة الأشعة الحمراء (Red) و الخضراء (Green).

اللون الأحمر (R) ← الصورة للأشعة تحت الحمراء
 اللون الأخضر (G) ← الصورة للأشعة الحمراء
 اللون الأزرق (B) ← الصورة للأشعة الخضراء

- 0 عند دمج هذه الصور تعطى صور ملونة مكونة من ثلاثة صور فوق بعض.
- 0 المناطق الزراعية او الغابات تظهر كألوان مشتقة من اللون الأحمر.
- 0 المناطق العمرانية تظهر كمشتقات من اللون الأزرق.
- 0 المناطق المائية تظهر باللون الأسود.
- 0 يمكن تحديد المناطق العمرانية على أساس إنها المناطق المحددة بالشوارع الرئيسية.
- 0 المناطق العشبية و الحشائش تظهر باللون الأحمر البرتقالي.
- 0 تظهر مناطق الغابات باللون الأحمر القاتم.



شكل (25) بعض الحزم الرقمية لجهاز التحسس النائي (ETM+) للقمر الصناعي (Landsat 7).



شكل (26) أنواع الصور طبقا لاجهزة التحسس النائي المستعملة.

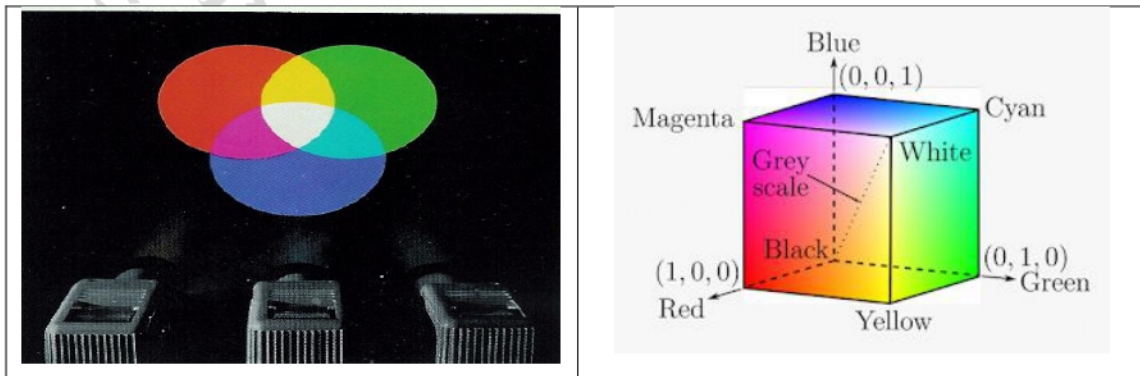
عملية جمع الألوان تتم بترابك أطيف الألوان الرئيسية الثلاثة في نظام الألوان RGB والتركيب اللوني:

في مجال نظام التحسس النائي تستطيع اجهزة التحسس النائي أن تستشعر أجزاء من الطيف الذي لا يمكن للعين المجردة أن تدركه مثل الأشعة تحت الحمراء. و حتى نستطيع أن ندرك ما تمثله هذه الحزم الطيفية لابد من إسقاطها على ألوان العرض الرئيسية RGB حتى تتكون لنا بذلك صورة ملونة.

إن استعمال التركيب اللوني الزائف يبرز بعض الظواهر بألوان أكثر وضوحا، بهدف التركيز على ظواهر معينة أثناء عملية التفسير. و في هذا الباب تقوم برامج التحسس النائي بتحويل التدرج الرمادي إلى التمثيل اللوني سواء كانت الألوان طبيعية أو زائفة.

هناك عدد من نماذج الألوان المستعملة في برامج التحسس النائي مثل نموذج الألوان:

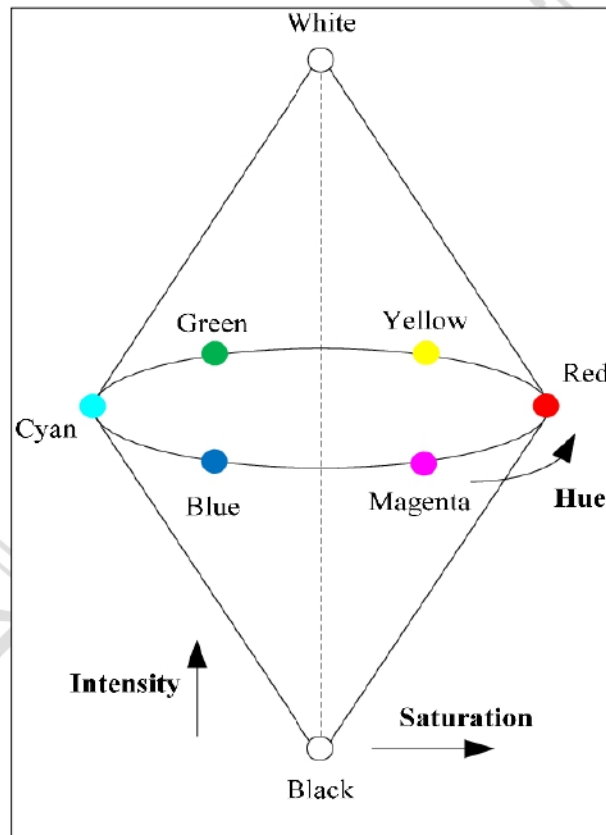
- نموذج الألوان (RGB) الذي يمثل (اللون الاحمر, اللون الاخضر, اللون الازرق) (Red, Green, Blue).
- نموذج الالوان (HSI) الذي يمثل (اللون, التشبع, شدة الاضاءة) (Hue, Saturation, Intensity).



شكل (27) الفضاء اللوني (RGB)

فبالنسبة لنموذج الألوان RGB فإنه يتكون من الألوان الثلاثة الأساسية الأحمر و الأخضر و الأزرق. كل الألوان الأخرى تنتج بمزج هذه الألوان الثلاثة مع بعضها البعض بنسب متفاوتة. و في حالة تساوي القيم الثلاثة ستصبح في مستوى تدرج الرمادي. و يمكن تمثيل هذا النموذج اللوني بشكل مكعب يمثل اللون الأسود نقطة الأصل لنظام إحداثياته $(0,0,0)$ و اللون الأبيض يتكون من مجموع قيم الألوان الرئيسية $(255,255,255)$.

لكن هذا النموذج ليس الأمثل في كل التطبيقات، و لهذا يتم في بعض الحالات معالجة الصور الرقمية الاستعانة بنموذج HSI الذي يعتمد على تدرج اللون والتشبع وشدة الإشعاع في تحليل مختلف الظواهر الجغرافية. وتتوفر عدد من برامج معالجة الصور الرقمية او الفضائية على معادلة خاصة بتحويل الصور من نظام الألوان RGB إلى نظام HSI. يمكن تمثيل هذا النموذج اللوني بشكل مخروط.



شكل (28) الفضاء اللوني (HSI)