المحاضرة الرابعة

الأقمار الصناعية

4-7 : الاقمار الصناعية (Satelites):

تعد الاقمار الصناعية هي الوسيلة الاكثر استخداما في علم الاستشعار عن بعد هذه الايام وذلك يرجع لعدة اسباب من اهمها:-

- توفير معلومات لمعظم اجزاء الارض.
- عدم وجود قيود سياسية.
- الانخفاض النسبي لتكاليف الحصول على بيانات مقارنة بالوسائل الجوية.
- التكرار الزمني لاستشعار اي منطقة على سطح الارض.
- امكانية الحصول على المعلومات مباشرة اثناء التصوير.
- امكانية الحصول على المعلومات على شكل صور رقمية مباشرة.

ويمكن تصنيف الاقمار الصناعية من حيث الدقة التمييزية المكانية الى ثلاثة اقسام هي:

1- الاقمار ذات دقة مكانية عالية، واكثر استخدامها في التخطيط الحضري او عمليات التجسس او الاهداف العسكرية مثل Quick Bird بدقة بعدية تصل الى 61 سم.

2- اقمار ذات دقة مكانية متوسطة، واكثر استخدامتها في التطبيقات البيئية، الريفية والزراعية، والخطيط الاقليمي، مثل قمر Landsat-7 بدقة مكانية 30 متر.

3- اقمار ذات دقة مكانية منخفضة، واكثر استخدامها في رصد الاحوال الجوية وتطبيقات الطقس مثل قمر NOAA-17 بدقة مكانية 1 كيلومتر.

ولا يمكن حصر الكم الهائل من التطور الملحوظ والمتسارع في هذه التقنية، لذلك سوف نتطرق الى قمرين من كل قسم ثم نورد جدولا عاما فيه بعض الاقمار الحالية والمستقبلية.

4-7-1 : القمر الصناعي ايكونس (IKONOS) والقمر الصناعي كويك بيرد (Quick Bird):

يعد هذان القمران من الاقمار عالية الدقة ويمتازان بانهما اكثر الاقمار التجارية رواجا، والدقة المكانية العالية التي تصل الى 1 متر في IKONOS و 60 سم في QUICK BIRD وسعرهما مناسب، وكما ذكرنا فانه اكثر ما تستخدم منتجات هذين القمرين في التطبيقات الحضرية والعسكرية وفيما يلي جدول يوضح اهم خصائصهما (الجدول 4-3).

جدول (4-3) خصائص القمر الصناعي ايكونس (IKONOS) والقمر الصناعي كويك بيرد (Quick Bird):

QUICKBIRD	IKONOS	اسم القمر الصناعي
October 18 , 2001	1999September 24	تاريخ الانطلاق
Nadir: (عند مسار القمر) 61 cm panchromatic 2.44 m Multispectral 25° off- nadir (بزاوية 25 درجة عن مسار القمر) 72 m panchromatic 2.88 m Multispectral	Nadir: (عند مسار القمر) 0.82 m panchromatic 3.2 m Multispectral 26° off- nadir (بزاوية 26 درجة عن مسار القمر) m panchromatic 4.0 m Multispectral	الدقة التميزية المكانية Spatial resolution
Panchromatic: µm 0.900 – 0.45 Multispectral: Band 1:Blue 0.45 – 0.52 µm Band 2: Green 0.52 – 0.60 µm Band 3: Red 0.63 – 0.69 µm Band 4: near IR 0.76 – 0.90 µm	Panchromatic: µm 0.929 – 0.526 Multispectral: Band 1:Blue 0.445 – 0.516 µm Band 2: Green 0.506 – 0.595 µm Band 3: Red 0.632 – 0.698 µm Band 4: near IR 0.757 – 0.853 µm	الدقة التميزية الاشعاعية Radiometric resolution
16.5Km x 16.5 km at nadir	11.3 Kilometers at nadir	التغطية المكانية
23 – meter horizontal (CE90%)	12-m horizontal and 10-m vertical accuracy with no ground control 2- m horizontal and 3 -m vertical accuracy with ground control These are specified as 90% CE (circular error) for the horizontal And 90% LE (linear error) for the vertical	صحة الضبط Accuracy
Kilometers 450	681 Kilometers	الارتفاع عن سطح الارض Altitude
97.2 degree	98.1 degrees	زاوية الميل Inclination
10:30 a.m.	10:30 a.m.	وقت عبور خط الاستواء
1-3.5 days depending on latitude (30° off- nadir)	3 days at 1- meter resolution , 40° latitude	الدقة التميزية الزمنية Temporal Resolution
93.5 minutes	98 minutes	Orbit time
Sun- Synchronous	Sun- Synchronous	نوع المدار
bits per pixel = 2^{11} = 2048 level- 11	11- bits per pixel = 2^{11} = 2048 level	الدقة التميزية الاشعاعية

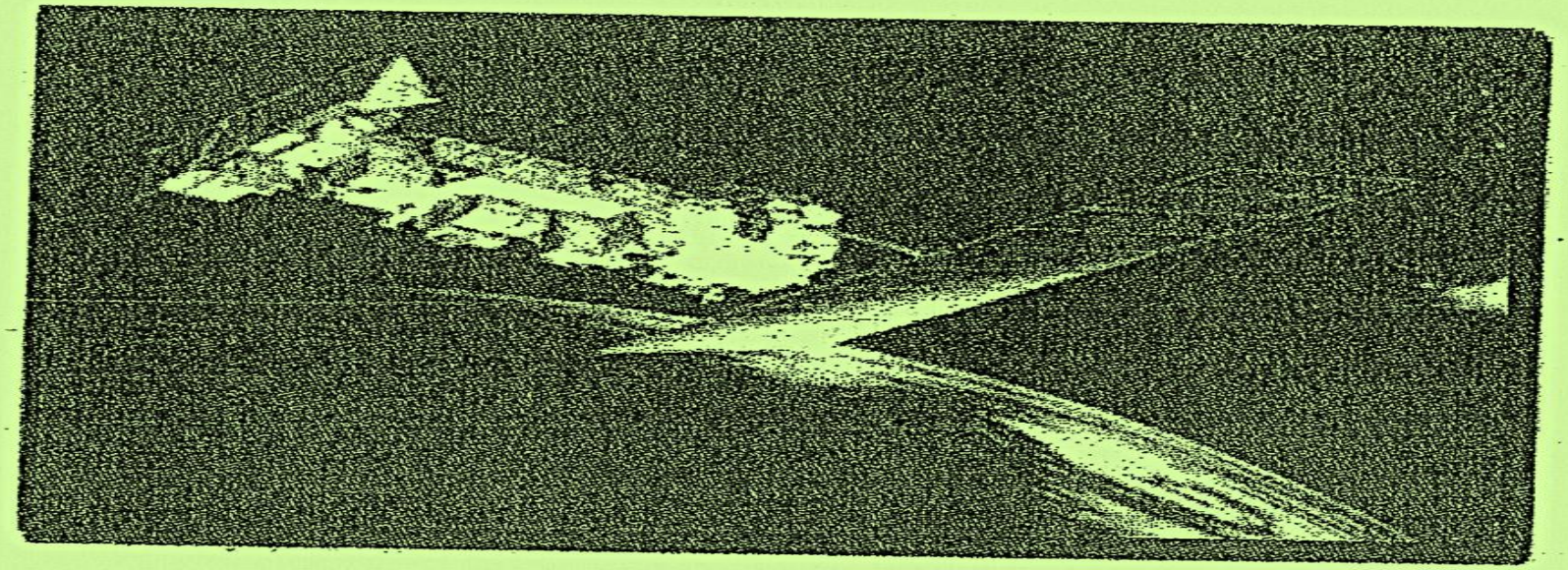
4-7-2: القمر الصناعي Landsat -7 والقمر الصناعي Spot -5:

ان سلسلة الاقمار الامريكية والفرنسية من اوائل الاقمار الصناعية في علم الاستشعار عن بعد، وكما ذكرنا سابقاً ان اكثر استخداماتها في التطبيقات الريفية والدراسات البيئية حيث الدقة المتوسطة المتاحة بين 30 متر الى 5 متر في القمر الفرنسي SPOT -5، والجدير بالذكر ان صورة القمر الصناعي لاندسات (Landsat) مناسبة للدراسات التي تتطلب صور تاريخ قديم للمقارنة، وذلك لتوفرها بكثرة ولجميع الكرة الارضية تقريباً.

ومن مميزات القمر الفرنسي المرآة المتحركة التي يمكن ان تميل الى الشرق او الغرب وبشكل تدريجي بزاوية من صفر – 27 درجة، وبذلك تسمح بمسح منطقة بعرض 950 كم ومركزها مسار القمر الصناعي، وهذه المرآة تسمح باستشعار اي مكان على خط الاستواء 7 مرات خلال 26 يوم التي يغطي فيها القمر الصناعي سطح الارض على خط عرض 45 درجة تستشعر المنطقة 11 مرة خلال نفس الفترة، وبفضل هذه الميزة يمكن تكوين الرؤية المجسمة باستخدام منظرين لنفس المنطقة على ان تكون مسجلة في مدارين مختلفين وان تكون زوايا الاستشعار مختلفة، وفي (الجدول 4– 4) يمكن تلخيص اهم مواصفات هذين القمرين.

4-7-3: القمر الصناعي NOAA:

وهذا القمر يستخدم في رصد الاحوال الجوية ومراقبة الفيضانات، ورسم مخططات درجة حرارة المياه ومخططات غطاء الثلوج ومخططات الزراعة والتطبيقات الجيولوجية، ودراسة انواع الترب ولذلك نلاحظ ان الدقة التمييزية المكانية كبيرة وهي تقريباً 1 كيلو متر، ويغطي مساحات كبيرة في المنظر الواحد كما في الشكل (4– 9).



الشكل (4-9) القمر الصناعي NOAA

4-7-4: الاقمار الصناعية المستقبلية:

لاهمية هذا العلم نجد ان الدول تسعى لتطوير وامتلاك هذه الاقمار التي كما ذكرنا سابقاً، وفي الجدول (4-4) نذكر بعض الاقمار الحالية والمستقبلية ومواصفاتها بشكل مختصر.

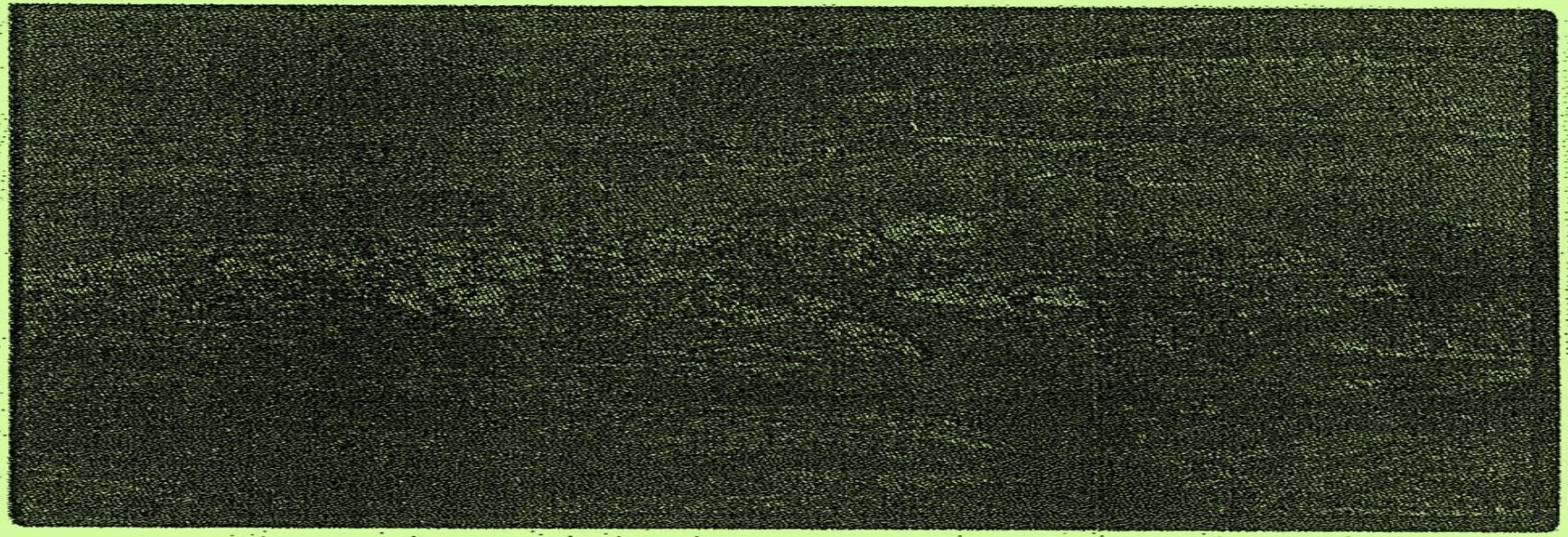
جدول (4-4) يوضح بعض الاقمار الحالية المستقبلية:

LAUNCHDATE تاريخ اطلاق الموقع	Satellite Nane اسم القمر	Country الدولة	الدقة التمييزية المكانية Spatial resolution		التغطية المكانية Swath
1/3/1984	Landsat	US	30	185	
22/1/1990	Spot-2	France	10	20	120
29/9/1997	Irs 1d	India	6	23	70.142
24/3/1998	Spot -4	France	10	20	120
15/4/1999	Landsat 7	US	15	30	185
24/9/1999	Ikonos -2	US	1	4	11
20/12/199	Kompsat-1	Korea	6.6	17	
5/12/2000	Eros A1	Israel	1.8	14	
28/6/2000	Tsinghua-1 (sstl)	China	39	600	
7/12/2000	Eo-1	US	10	30	37
12/3/2000	MTI	US	5.20	12	
18/10/2001	QuickBird-2	US	0.6	2.5	16
22/10/2001	Proba	ESA	8	18.36	14
4/5/2002	SPOT-5	France	2.5	10	120
26/6/2003	OrbView3	US	1	4	8
27/9/2003	DMC BilSat(sstl)	Turkey	12	26	52
27/9/2003		Nigeria	32	600	
27/9/2003		UK	32	600	
17/10/2003		India	6	6.23	24.140
21/10/2003		China/Brazil	20	20	113
1/12/2004		Thailand	36	600	
20/4/2004		Taiwan	2	8	24
30/6/2004		Russia	1	3	28
15/11/2004		Korea	1	4	15
15/12/2004		Russia	8	20	94.160
15/12/2004		Russia	27	24	48
1/3/2005		China	4	32	600
1/3/2005		Uk	2.5	5	10.15
1/5/2005		Vietnam	32	600	
1/6/2005		Japan	2.5	10	35.70
1/3/2006		Israel	0.7	7	

152006/1/		China/Brazil	20	20	113
152006/1/		India	6	6.23	24.140
152006/1/		Singapore	10	50	
12007/6/		Germany	6.5	78	
16//2007		Germany	6.5	78	
12008/3/		Israel	0.7	2.5	16
12008/5/		China/Brazil	5	20	60.120
12008/7/		France	0.7	2.8	20
302008/6/		Us	10	30	177
12009/7/		France	0.7	2.8	20
12010/6/		China/Brazil	5	20	60.120

4-8: انواع الصور الجوية، والموزاييك:

1- انواع الصور الجوية: تصنف الصور الجوية (4- 10) بشكل أساسي حسب درجة ميل المحور الاساسي عن الوضع العمودي، وهنا يمكن تمييز نوعين رئيسيين من الصور الجوية:



الشكل(4-10) صورة جوية ملونة

أ – الصورالجوية العمودية (Vertical Aerial Photographs):

يتميز هذا النوع من الصور بأن يكون الميل عن الوضع العمودي قليلا جدا ولا يزيد عن 4 درجات، وتتميز هذه الصور بتماثل وتجانس المقياس على جميع أجزاء الصورة، كما يكون الاختلاف قليل جدا مع الخارطة الطوبوغرافية مما يسهل عملية نقل المعلومات من الصورة الى الخارطة.

ب – الصور الجوية المائلة (Oblique Aerial Photographs):–

وهي الصور التي يميل فيها المحور الاساسي عن المحور العمودي باكثر من 4 درجات، ولايكون المقياس متجانس على جميع اجزاء الصورة، اذ يتناقص المقياس اعتبارا من الامام الى الخلف، وتختلف عن الخارطة من حيث المقياس والدقة المعلومات. ويمكن تصنيفها الى صور ذات انحراف شديد عن الوضع العمودي والتي تتميز بظهور خط الافق على الصورة، اما الصور ذات الانحراف القليل عن الوضع العمودي فلا يظهر خط الافق على الصورة.

وتتميز الصور المائلة باستخدامها في تصوير المناطق العسكرية دون الحاجة للمرور فوقها مباشرة او بالقرب منها، بالاضافة الى انه يمكن تمييز التفاصيل بسهولة اكثر منها في حالة الصور العمودية كالتلال والابنية العالية والاشجار وغيرها، ويعود السبب في ذلك الى ان طريقة اسقاط التفاصيل تظهرالظلال واشكال السطح الطبيعية والاصطناعية. ومن مساوئ الصور المائلة انه لايمكن استخدامها في قياس المساحات والمسافات نظرا لانعدام تماثل وتجانس المقياس في جميع أجزاء الصورة، كما يصعب وضع خرائط طوبوغرافية من الصور المائلة لاختفاء نسبة كبيرة من التفاصيل بسبب اختلاف المقياس على أجزاء الصورة.

2 – الموزاييك (Mosaic):–

الموزاييك عبارة عن مجموعة من الصور الجوية المتتابعة والمأخوذة في شريط طيران واحد أو عدة أشرطة طيران متجاورة، وغالبا يتم صنع الموزاييك من الصور الجوية

العمودية، وتلصق ببعضها البعض بحيث تبدو المعالم الطبيعية والحضرية بصورة متكاملة. ويمتاز الموزاييك بانه يظهر مساحة كبيرة من سطح الارض بصورة واحدة، ومن عيوب الموزاييك انه لايظهر بيانات تتعلق بالمناسيب والفروق في ارتفاعات سطح الارض وغيرها. ويستخدم الموزاييك لانتاج الخرائط البلانمترية والخرائط الطوبوغرافية في الدراسات الاستطلاعية في المسح الجغرافي والجيولوجي والمسوحات الزراعية وتخطيط المشاريع الهندسية وبخاصة مشاريع الطرق الكبرى، وفي مجالات التخطيط الاقليمي وتخطيط المدن واستعمالات الاراضي وغيرها.

4-9: تفسير وتحليل بيانات الاستشعار عن بعد:

وهي عملية فحص وتحويل البيانات الخام التي تتضمنها الصور الجوية والفضائية الى معلومات يمكن الاستفادة منها وتشمل عملية التفسير على تحسس ثم تشخيص ثم تصنيف الخصائص بناءا على الغرض الذي جمعت من اجله واخيرا الحكم على محتوياتها. ويقسم تفسير بيانات الاستشعار عن بعد بحسب نوعها الى قسمين هما:

4-9-1: تفسير الصور الجوية:

يقصد بالتصوير الجوي (Aerial Photography) بأنه عملية التصوير من على المنصات ضمن المجال الجوي، والصورة الجوية ماهي الا نماذج وصفية للواقع على الطبيعة. يعتمد التفسير الناجح للصور الجوية على الخلفية والمعرفة للمفسر عن المنطقة المراد تفسير صورها الجوية ويسمى بالمستوى القياسي الأساسي، ودرجة امكانية اتساعه كما يتطلب ايضا قوة ملاحظة وخيال من المفسر. وتشتمل عملية تفسير الصور الجوية على ماياتي:-

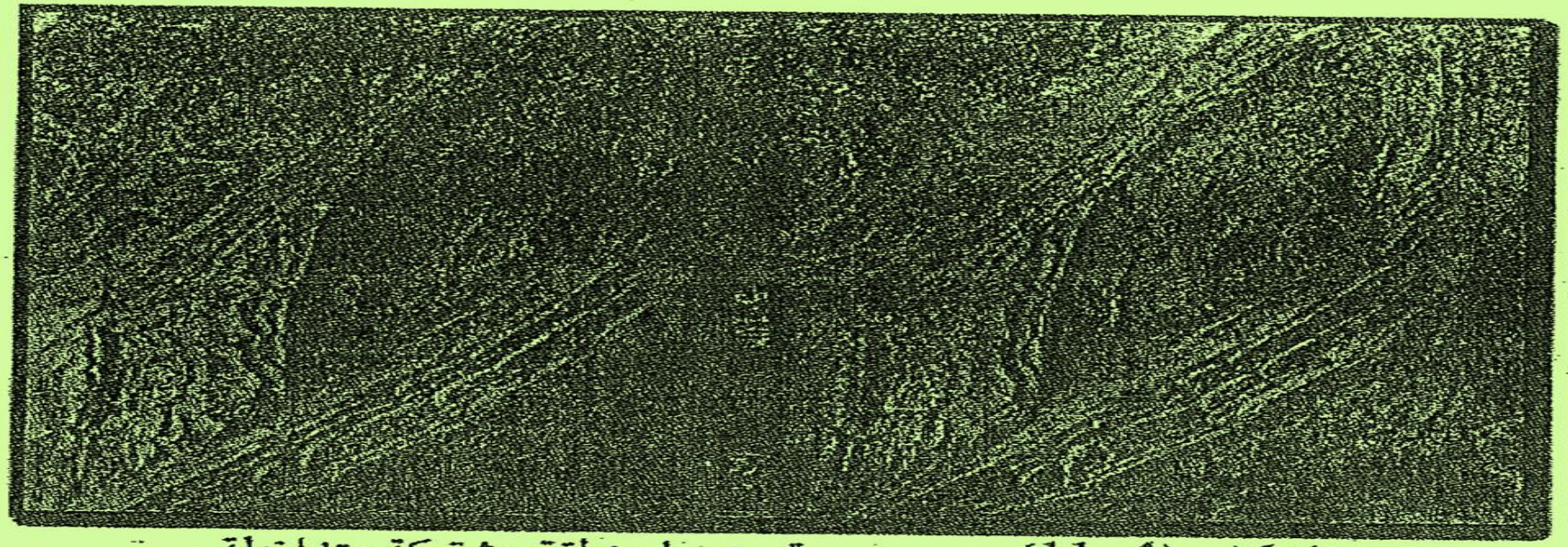
أ - اسس تفسير الصور الجوية:

يتم التعرف الى الظواهر (او الاجسام او الاشياء) والعناصر عند تفسير الصور الجوية بالاستعانة بمعلومات تمثل النمط الفوتوغرافي للصور الملونة او من نوع الابيض والاسود والتي تطبع من الافلام الحساسة لجميع الالوان المرئية في الطيف الكهرومغناطيسي. وتتضمن هذه الخصائص ما يأتي:

1 — درجة اللون	Tone	2 — النسيج	Texture
3 — النمط	Pattern	4 — الشكل	Shape
5 — الظلال	Shadow	6 — الحجم	Size
7 — الموضع	Site		

وهذه الأسس هي عبارة عن القواعد الأساسية المتبعة لاستنباط المعلومات من الصور الجوية عن المنطقة المراد دراستها، وكلما كان المفسر أكثر خبرة ومهارة كلما استطاع توظيف أسس التفسير بشكل أفضل في وصف المنطقة. وغالبا مايتم استخدام هذه الخصائص مجتمعة مع بعضها البعض للتعرف على الظواهر الارضية التي يتم فحصها وتقدير أهميتها، ومنها على سبيل المثال لا الحصر النباتات، أنظمة الصرف المائي، أشكال سطح الارض، نظام استخدامات الارض، الطرق وغيرها.

ان عملية تفسير الصور الجوية استنباطية اكثر منها استقرائية، بمعنى ان التفسير يبدأ من الظواهر المرئية المعروفة وينتهي بالظواهر غير المرئية او غير المعروفة. ويساعد جهاز تجسيم الصور الجوية (الستيريوسكوب) في سهولة تفسير وتحليل الظواهر والتضاريس للمناطق التي تظهر في الصور الجوية بأبعادها الثلاثة وامكانية الرؤية الستريوسكوبية المجسمة لصورتين متتالتين للظاهرة نفسها، بينهما منطقة مشتركة (تداخل) مقداره 60 ٪ على نفس خط الطيران، يلاحظ الشكل (4 – 11)، بحيث تظهر المرتفعات والمنخفضات لتضاريس الأرض كما لو كنا ننظر اليها من الطائرة. وهناك ثلاثة انواع شائعة من اجهزة الستيريوسكوب:- الستيريوسكوب العدسي، الستيريوسكوب ذو المرايا، ستيريوسكوب زووم.



الشكل (4-11) صور جوية بينهما منطقة مشتركة متداخلة
لاستخدامها في الابصار المجسم باستخدام جهاز الستيريوسكوب

ب — مراحل تفسير الصور الجوية:-

يشتمل اسلوب التفسير العام للصور الجوية على أربع مراحل:-

1- مرحلة التعرف الاولي او العام: ويطلق عليها أحيانا مرحلة الفحص الابتدائي، ويتم في هذه المرحلة الحصول على تصور عام عن الموقع والمنطقة المحيطة به لكي يتمكن المفسر من معرفة المنطقة ويمكن في هذه المرحلة تمييز الظواهر المألوفة.

2- مرحلة تمييز المحتوى: وتسمى أحيانا مرحلة الفحص التفصيلي، ويتم فيها تمييز الأهداف والمعالم الارضية في الصور الجوية باستخدام أسس التفسير.

3- التفسير والتحليل: تعد هذه المرحلة استكمالا للمرحلة السابقة، ويتم في هذه المرحلة تصنيف المعالم الارضية المراد تفسيرها.

4- التنسيق: يتم في هذه المرحلة استنتاج المعلومات المستنبطة من الصور الجوية واجراء عملية التمثيل القياسي لما تم رؤيته في الصور وتم تفسيره وتحليله على الخارطة، وانتاج الخرائط والمخططات من الصور الجوية.