



# أشكال تضاريس الأرض

( الجزء العملي )



قسم الجيولوجيا  
السنة الرابعة جيولوجيا تطبيقية





منشورات جامعة دمشق  
كلية العلوم

# أشكال تضاريس الأرض ( الجزء العملي )

الدكتور

سعود المحمد

أستاذ مساعد في قسم الجيولوجيا

1430-1431 هـ

2009-2010 م



# المحتويات

|     |                                                                     |
|-----|---------------------------------------------------------------------|
| 9   | الفصل الأول : التصوير الجوي .                                       |
| 23  | الفصل الثاني : أنواع الصور الجوية.                                  |
| 93  | الفصل الثالث : تخطيط عمليات الطيران .                               |
| 103 | الفصل الرابع : أسس تفسير الصور الجوية .                             |
| 115 | الفصل الخامس : تفسير الصور وتحقيق الرؤيا<br>المجسمة الستريوسكوبية . |
| 131 | الفصل السادس : الجلسات العملية التطبيقية .                          |
| 151 | قائمة المراجع .                                                     |



## مقدمة :

يعد التصوير الجوي واحداً من أكثر أجهزة الاستشعار عن بعد شيوعاً وغنى بالمعلومات ويعود تاريخ التصوير الجوي إلى الصور التي التقطها نادار (Nadar) عام ١٨٥٨ من منطاده ولم يلق التصوير الجوي الحماسة المتوقعة له خلال العقود التي تلت ذلك لأن طريقة تطبيقه كانت مرهقة ولا تخلو من المشاكل فضلاً عن أن نتائجها لم تكن مؤكدة وقد توقع بعض العلماء والمخترعين مع ذلك أن يكون له شأن كبير في الحصول على رؤية جديدة لسطح الأرض كما أدرك الإستراتيجيون العسكريون إمكانات هذه الوسيلة في الحصول على المعلومات العسكرية عن بعد .

وخلال عقدي ما بين الحربين العالميتين استخدم التصوير الجوي في كثير من التطبيقات غير العسكرية فالخبرة التي حققها طيارو الحرب العالمية الأولى في الحصول على الصور الجوية أفنعت الكثير منهم بإمكان استخدام خبرتهم في عدد من التطبيقات المدنية مثل مسح مواقع استثمار الأخشاب والكشف عن الثروات المعدنية .

وقد نشط أثناء الحرب العالمية الثانية أمر تفسير الصور الفوتوغرافية الجوية العسكرية وتم التعرف على تقنيات كثيرة معقدة وأول ما استخدمت الأفلام الملونة بالأشعة تحت الحمراء أثناء الحرب كانت أفلام الكشف عن التمويه .

ومع تقلص التطبيقات العسكرية للصور الجوية بعد الحرب العالمية الثانية ازداد الاهتمام بها في الشؤون المدنية وتستخدم الآن في تفسير الصور الجوية في كثير من المجالات المدنية بدءاً من الزراعة حتى علم الحيوان .

وسنبحث في هذا الكتاب آلية التصوير الجوي وأنواع الصور الجوية وتخطيط عمليات الطيران بالإضافة إلى أسس تفسير الصور الجوية إضافة إلى تطبيقات تفسير الصور الجوية وكيفية التعرف على أشكال سطح الأرض وما

تخلفه العمليات الخارجية والداخلية من تغيير لأشكال سطح الأرض ولن نستطيع هنا ضمان تعليم القارئ أو الطالب تفسير الصور بدقة كبيرة لأن ذلك يتم من خلال الخبرة التي يكتسبها الإنسان من مشاهدته وتفسيره لمئات أو آلاف من صور الأزواج المجسمة ( Stereopairs ) وهي تختلف بحسب حقول التطبيق وما سنفعله هنا في هذا الكتاب هو عرض بعض الصور والأمثلة عن كيفية التعرف على بعض الظاهرات على سطح الأرض مثل كيفية التعرف على السهول الفيضية والمراوح الحلقية والطيات والتعرف على الصخور الرسوبية المائلة والأفقية وكثير من الظاهرات الأخرى على سطح الأرض كما قمنا بوصف لبعض الأجهزة المستخدمة في تفسير هذه الصور .

ويعد هذا الكتاب مقدمة ، رغم أنها ليست سطحية لموضوع التصوير الجوي وتطبيقاته في كثير من المجالات وذلك حسب الهدف من الدراسة والتطبيق .

يصلح هذا الكتاب لتدريس علم التصوير الجوي ودراسة أشكال الأرض وذلك من خلال الرؤية المجسمة لصوره ( Stereopairs ) وذلك لطلاب الجيولوجيا وهندسة المساحة والطبوغرافيا .

ويمكن أن يسد حاجة مهندسينا وعلمائنا المهتمين بعلم التصوير الجوي والمساحي .

المؤلف

# الفصل الأول

## التصوير الجوي

### Aerial Photographing

عناصر أجهزة التصوير الفوتوغرافي Elements of Photographic

: System

#### 1-1 تمهيد :

يعد التصوير الفوتوغرافي الجوي واحداً من أكثر أجهزة الاستشعار عن بعد شيوعاً وغنى واقتصادية . والمميزات الأساسية التي تتفوق بها الصور الفوتوغرافية الجوية على غيرها من وسائل الملاحظة الأرضية هي :

1- الموقع الأفضل : يعطي التصوير الفوتوغرافي الجوي منظراً عاماً لمساحات كبيرة ، ويمكن ذلك من رؤية معالم سطح الأرض في إطارها المكاني . فهو يسمح بالاختصار برؤية "صورة كبيرة" حيث توجد أشياء مهمة . ويصعب، بل يستحيل الحصول على هذا المنظر للبيئة من خلال ملاحظة تجري على الأرض . وبالتصوير الفوتوغرافي الجوي نشاهد أيضاً "الصورة كلها" وفيها ترتسم كل معالم سطح الأرض الملاحظة بآن واحد . وقد يستخلص أشخاص مختلفون معلومات مختلفة من صورة فوتوغرافية واحدة . إذ يهتم المتخصص بالمياه مثلاً بالكتل المائية السطحية ، والجيولوجي ببنية الطبقات الصخرية ، على حين يهتم المتخصص بالزراعة بالتربة وبنوع المحاصيل وهكذا ...

2- قابلية وقف الحدث : تختلف الصور الفوتوغرافية عن العين البشرية بأنها توقف الحدث في عالم متحرك . لذا تفيد الصور

الفوتوغرافية الجوية مثلاً في دراسة الظواهرات المتحركة ، كالفيضانات وتحركات الجماعات الحيوانية البرية ، وحركة المرور ، وبقع النفط وحرائق الغابات .

3- **ديمومة التسجيل** : الصور الفوتوغرافية الجوية هي من الناحية العلمية سجلات دائمة لأحداث وقعت . وبهذا الشكل يمكن دراسة هذه السجلات في أي زمان و مكان ، وفي المكتب ، حيث تتوفر شروط أفضل من الحقل . كما يمكن أن يدرس المرئية الواحدة عدد كبير من الباحثين ، كما يمكن مقارنة الصور الجوية بمعطيات مشابهة كان قد تم الحصول عليها في أوقات سابقة ، وبذلك يمكن ، بسهولة ، متابعة التغيرات التي تحدث مع تقدم الزمن .

4- **اتساع مجال الحساسية الطيفية** : يمكن لفلم التصوير أن "يرى" و يسجل مجالا من طول الموجة أوسع بنحو مرتين من المجال الذي ترى فيه العين البشرية ( 0.3 إلى 0.9 ميكرومتر مقابل 0.4 إلى 0.7 ميكرومتر ) ويمكن بالتصوير الفوتوغرافي كشف نشاط الأشعة غير المنظورة : الأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء القريبة ، فيتم تسجيلها على هيئة مرئية يمكن مشاهدتها ، وبذلك يمكن " رؤية " بعض الظواهرات التي لا تراها العين .

5- **زيادة قوة التمييز المكاني spatial resolution ودقة الأبعاد** : يُمكن الانتقاء الصحيح لآلة التصوير والفلم ومتغيرات الطيران ، من تسجيل تفاصيل مكانية على الصورة الفوتوغرافية أكثر مما تراه العين المجردة . وتصبح هذه التفاصيل متيسرة بمشاهدة الصور تحت مكبرة مناسبة . و بالعودة إلى معطيات مرجعية مناسبة يمكن أن نحصل أيضاً ، من الصور الفوتوغرافية الجوية ، على قياسات دقيقة للمواقع والمسافات

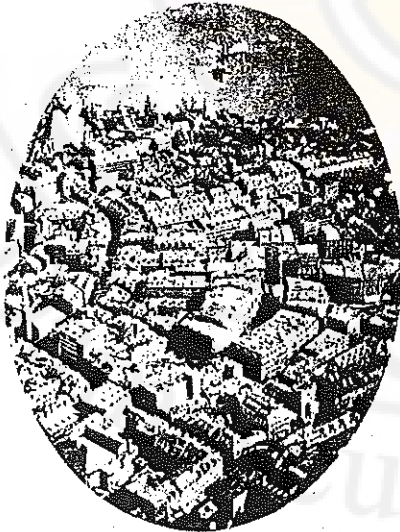


والاتجاهات والمساحات والارتفاعات و الحجوم والانحدارات . وفي الواقع يتم الآن وضع أكثر خرائط المساحة planimetric maps والخرائط الطبوغرافية باستخدام القياسات التي يتم الحصول عليها من الصور الجوية .

## 2-1 : تاريخ التصوير الفوتوغرافي الجوي:

كانت ولادة التصوير الفوتوغرافي عام 1838 عندما أعلن على الملأ " نيسفور نيبسن Nicephore Nipce " و " ويليام هنري فوكس تالبوت William Henry Fox Talb " و " لويس جاك ماند داغير Louis Jacques Mande Daguerre " طرائقهم الرائدة في التصوير الفوتوغرافي . وفي عام 1840 اقترح " آرغو Argo " مدير مرصد باريس ، استخدام التصوير الفوتوغرافي في المسح الطبوغرافي . وقد صوّرت أول صورة فوتوغرافية جوية عام 1858 من قبل المصور الفوتوغرافي الباريسي غاسبار فيليكس تورناشون Gaspard Felix Tournachon المعروف باسم نادار Nadar . فقد استخدم منطاداً صعد به إلى ارتفاع 80 م ليصور " بيفر Bievre " في فرنسا . ومنذئذ انتشر التصوير من المناطيد وأولى الصور

### الشكل (1-1)



منظر من بوسطن صوره جيمس والاس بلاك من منطاد في 13 تشرين الأول (أكتوبر) 1860 وكانت هذه أول صورة فوتوغرافية صورت في الولايات المتحدة . وقد صورت من منطاد البروفسور سام كينغ المسمى " ملكة الجو Queen of the air " على ارتفاع 365م تقريباً . وبين الشكل جزءاً من الحي التجاري من بوسطن وصواري بعض السفن في الميناء المجاور ( عن ج . روبرت كويك ، رايت باترسون AFB ) .

الفوتوغرافية الجوية الموجودة الآن " صَوَّرَها "جيمس والاس بلاك James Wallace Black "من منطاد فوق بوسطن عام 1860 الشكل (1-1)  
وقد خَلَدَ هذه الصورة " أوليفر ويندل هولمز Oliver Windell Holmes " عندما وصفها في عدد تموز (يوليو) 1863 من جريدة (Atlantic Monthly) بقوله (بوسطن كما يراها العقاب و الأوزة البرية لا كما يراها من الأرض مواطن وجيه يتأمل مداخنها وجدر أبنيتها ) .

وقد استعملت منذ نحو عام 1882 الطائرات الورقية أيضا في التصوير الجوي . فاستخدمت للحصول على معطيات تتعلق بالرصد الجوي . وكانت أول الصور التي تم الحصول عليها بالطائرات الورقية ، تلك التي التقطها الراصد الجوي الانكليزي " إ.د. آرشيولد E.D.Archibald " وفي عام 1890 نشر (أ.باتو A.Batut) من باريس . كتاباً يتضمن آخر المعلومات عن هذا الفن . وفي السنوات العشر الأولى من القرن العشرين لفتت صور الأمريكي (ج.ر. لورنس G.R.Lawrence) التي التقطها بالطائرات الورقية ، أنظار العالم ، فقد قام في 18 نيسان (أبريل) 1906 بتصوير سان فرانسيسكو بعد كارثة الزلزال الكبير وما تبعه من حريق (الشكل 1-2) فقد وضع آلة تصويره على ارتفاع نحو 600 م ليحصل على الصورة

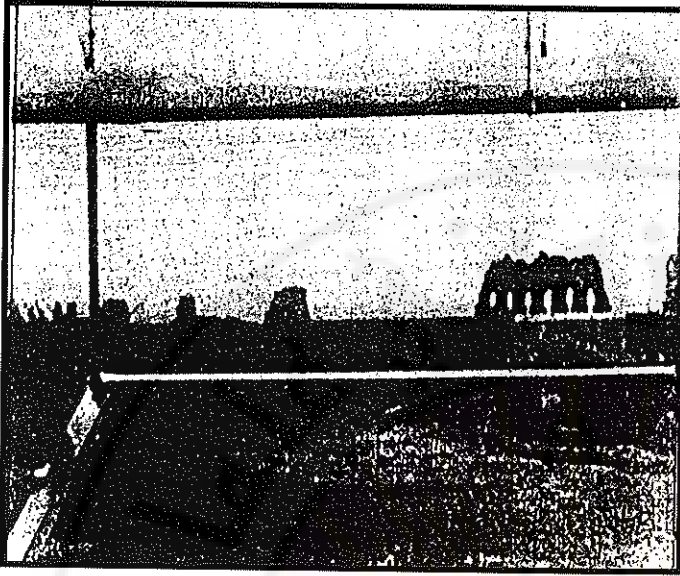


(الشكل 1-2 ) "

سان فرانسيسكو الخربة " صورها جورج ر. لورنس في 18 نيسان (أبريل) 1906 . آلة تصوير لورنس العملاقة علقت بواسطة مجموعة من 17 طائرة ورقية حلقت على ارتفاع 610 م فوق سفينة في خليج سان فرانسيسكو ( عن ج . روبرت كويك رايت باترسون AFB ) .

وكانت آلتها ضخمة جدا بحيث كانت أبعاد الصورة السالبة (السالبات)  $1.4 \times 204$  م وقيل إن وزنها كان أكثر من طائرة الأخوان رايت Wright مع طيارها !.

هذا ولم تستخدم الطائرة ، التي اخترعت عام 1903 ، منصة لآلة التصوير إلا عام 1909 ، وذلك عندما رافق مصور شركة (بيوسفير Biosphere) للصور المتحركة الطيار " ويلبور رايت Wilbur Wright " والنقط أول مرة صوراً متحركة ( فيلم ) من الجو ( الشكل 1-3 ) وقد تم التصوير فوق تشينيتو تشيللي Centocelli " في إيطاليا ، أثناء إحدى دورات التدريب على الطيران لضباط الأسطول الإيطالي بإشراف رايت Wright .



### الشكل (1-3)

تشيننو تشيللي بإيطاليا  
أول صورة فوتوغرافية  
جوية أخذت من طائرة ،  
في 24 نيسان (أبريل )  
1909 . أخذت الصورة  
من بين دعامتي جناح  
الطائرة و هي تمثل  
منظرا مائلاً لجدران  
تشيننو تشيللي (عن ج  
روبرت كويك رايت  
باترسون AFB ) .

وقد أصبح التصوير الجوي باستخدام الطائرة ، فيما بعد ، أسهل بكثير من  
التصوير بالمناطيد و الطائرات الورقية . وقد لفت التصوير بالطائرة انتباه  
العسكريين من أجل عمليات الاستطلاع خلال الحرب العالمية الأولى . لكن  
الحرب العالمية الثانية كانت أكبر الدوافع لتطوير وسائل تفسير الصورة  
الجوية ، إذ أن معظم التقانات المستعملة للحصول على الصور الفوتوغرافية  
الجوية وتفسيراتها ( والأنماط الأخرى من المرئيات التي ندرسها ) كانت نتيجة  
للتطور العسكري المبكر .

### 1-3- آلات التصوير الجوية Aerial Cameras:

يمكن الحصول على الصور الجوية العلمية بأي آلة تصوير وقد تم  
الحصول على عدد كبير من الصور الجوية الناجحة على متن طائرات خفيفة  
مجهزة بالآلات تصوير /35 مم/ محمولة باليد. وإن ما تتصف به هذه الآلات من  
بساطة في التركيب وانخفاض في ثمنها وسهولة في استعمالها ، هو ما جعل منها  
مستشعرات مثالية لدراسة مساحات صغيرة من الأرض (الحجم الحقيقي لمرئيات

آلات /35 مم/ هو (24×36 مم وعرض الفيلم هو 35) ، ولتغطية مساحة أكبر  
بالة التصوير (35 مم) صنعت منصات متنوعة لهذه الآلة ، للحصول على  
المرئيات من الطائرات الخفيفة . وسنذكر فيما بعد أن آلات التصوير /70 مم/  
استخدمت أيضا في بعض التطبيقات ( الحجم الحقيقي لمرئيات هذه الأجهزة  
هو/55×55 مم/) ومع ذلك فإن معظم عمليات الاستشعار عن بعد بالتصوير  
الجوي تستلزم آلات تصوير جوية دقيقة . وقد صممت مثل هذه الآلات خاصة  
لتصوير عدد كبير من الصور بتسلسل سريع وبدقة سريعة . وهناك أكثر من  
(100 نموذج) من آلات تصوير جوية هي قيد الاستعمال الآن ولكن يمكن  
تصنيفها في 6 أصناف أساسية:

#### 1-3-1 - آلات التصوير ذات اللقطة الأحادية العدسة

##### Single -lens frame cameras

#### 2-3-1 - آلات التصوير ذات اللقطة المتعددة العدسات

##### Muli-lens Frame cameras

#### 3-3-1 - آلات التصوير ذات الشريط الفيلمي Strip cameras

#### 4-3-1 - آلات التصوير البانورامية ( شاملة الرؤيا)

##### Panoramic cameras

#### 5-3-1 - آلات التصوير اللافوتوغرافي:

أ- صفيفات آلات تصوير للحالة الصلبة .

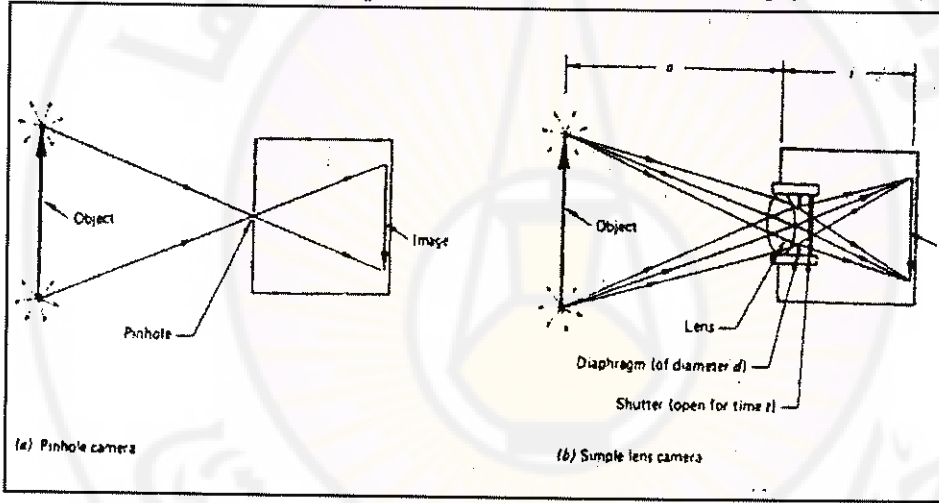
ب - آلات تصوير الفيديو .

ج- التسجيل بالفيديو .

تم شرح الأنواع الخمسة في نظري الاستشعار عن بعد وسنشرح فقط آلة  
التصوير البسيطة .

### 1-3-6 آلة التصوير البسيطة The Simple Camera :

كانت آلات التصوير الأولى لا تتعدى صندوقاً بسيطاً محكم الإغلاق ، له ثقب دقيق في إحدى جوانبه ، و توضع المادة الحساسة التي ستعرض للضوء على الجانب المقابل (الشكل 1-4-أ) ويضبط مقدار تعريض الفلم للضوء بتغيير زمن مرور الضوء عبر الثقب الدقيق . وكثيراً ما كان يستغرق التعريض ساعات بسبب الحساسية الضعيفة لمواد التصوير آنذاك ، وبسبب القابلية المحدودة للثقب على تجميع الضوء . وبمرور الزمن استعيض عن آلة التصوير ذات الثقب بآلة تصوير بسيطة مزودة بعدسة كما يبدو في الشكل (1-4-ب) .



**الشكل (1-4) مقارنة بين آلات تصوير ذات الثقب (أ) وذات العدسة (ب)**

وباستبدال الثقب بالعدسة أصبح بالإمكان توسيع الفتحة حيث تتجمع أشعة الضوء الصادرة عن الجسم لتكوين الخيال . وبالإضافة إلى العدسة جهزت الآلة بحظار diaphragm وبمغلاق shutter يمكن ضبطهما ، إذ يتحكم الحظار بقطر فتحة العدسة أثناء تعريض الفلم ، ويتحكم المغلاق بمدة التعريض .



إن تصميم وعمل آلات التصوير الحديثة القابلة للضبط يطابقان تصميم وعمل آلات التصوير الأولى ذات العدسات . وللحصول بهذه الآلات على صور فوتوغرافية واضحة ومعرضة للضوء تعريضاً صحيحاً ، يجب تبئيرها focused (التبئير : ضبط البؤرة) وضبط مدة التعريض المناسبة . وسنصف هاتين العمليتين كلاً على حدة .

**التبئير Focused** : هناك ثلاثة متغيرات parameters تؤثر في تبئير آلة التصوير : البعد البؤري ( المحرقي ) لعدسة آلة التصوير (f) ، وبعد الجسم عن العدسة (o) ، وبعد مستوى المرئية عن العدسة (i) ، فالبعد المحرقي للعدسة هو المسافة بين العدسة والنقطة التي تتجمع فيها الأشعة المتوازية الواردة إلى العدسة . ويبين الشكل (1-4-b) بعد الجسم (o) وبعد الخيال (i). وعندما يتم تبئير آلة التصوير بشكل صحيح تكون العلاقة بين البعد المحرقي وبعد الجسم وبعد الخيال هي :

$$(1-1) \frac{1}{f} = \frac{1}{o} + \frac{1}{i}$$

ولما كان (f) عدداً ثابتاً في كل عدسة فإن تغير بعد الجسم (o) بتغير المشهد يجب أن يتبعه تغير بعد الخيال (i) . ويتم ضبط بعد الخيال عادة بتغيير موقع عدسة آلة التصوير بالنسبة لمستوى الفلم . وعندما يتم تبئير آلة التصوير على جسم يقع على مسافة ما ، فإن آلة التصوير يمكن أن تصور هذا الجسم في مدى ينقص أو يزيد عن هذه المسافة ، وذلك بتبئير مناسب ويسمى هذا المدى "عمق الحقل depth of field"

يقع عادة بعد الجسم عن العدسة (o) في التصوير الفوتوغرافي الجوي في اللانهاية ، لذلك فإن النسبة  $1/o$  في المعادلة (1-1) تصبح صفراً ، و (i) يجب أن

تساوي (f) . وتصنع على هذا الأساس معظم آلات التصوير الجوي بحيث يقع سطح الفلم على بعد ثابت (f) عن عدساتها

### التعريض Exposure :

يحدد تعريض (1) أي نقطة على سطح فلم في أي آلة تصوير بتشيعية irradiance تلك النقطة مضروباً بزمان التعريض ويعبر عن ذلك بالمعادلة :

$$E = \frac{sd^2t}{4f^2} \quad (2-1)$$

حيث  $E$  = تعريض الفلم ،  $\text{Jmm}^{-2}$   
 $S$  = لمعان brightness المنظر ،  $\text{Jmm}^{-2}$  ،  $\text{sec}^{-1}$  ،  
 $d$  = قطر فتحة العدسة mm .  
 $t$  = زمن التعريض ، ثانية

$f$  = البعد البؤري (المحراقي) للعدسة ، mm.

ويتبين من المعادلة (2-1) أن تعريض الفلم إلى أي آلة تصوير لمنظر ما يمكن أن يتغير بتغيير سرعة مغلاق آلة التصوير  $dt$  ، وقطر فتحة العدسة  $d$  . أو تغيير واحد منهما . وهناك عدة إمكانيات لتركيبية (combination) (d) مع (t) وتؤدي إلى قيم تعريض متكافئة .

(1) إن زمن التعريض المقبول عالمياً هو  $H$  . ولتجنب الالتباس مع استعمال هذا الرمز لارتفاع الطيران نستعمل  $E$  لتمثيل زمن التعريض Exposure في مناقشتنا لأجهزة التصوير الفوتوغرافية ، والرمز  $E$  المقبول عالمياً استخدم في مكان آخر ليرمز إلى التشيعية irradiance .



## مثال (1-1):

لدينا آلة تصوير ذات عدسة بعدها المحرقي 40 مم ، يعرض لها فلم مدة 1/125 ثانية من خلال عدسة قطر فتحتها 5 مم ( الحالة 1 ) ، فما هو زمن التعريض الواجب استخدامه للحصول على النتيجة نفسها إذا زيدت فتحة العدسة إلى 10 مم (الحالة 2) ؟؟؟

### الحل:

للمحافظة على نتيجة واحدة في الحالتين 1 و 2 يجب أن تكون :

$$E_1 = \frac{s_1 (d_1)^2 t_1}{4(f_1)^2} = \frac{s_2 (d_2)^2 t_2}{4(f_2)^2} = E_2$$

وبحذف الثوابت نحصل على :

$$(d_1)^2 t_1 = (d_2)^2 t_2 \quad \text{أو} \quad t_2 = \frac{(d_1)^2 t_1}{(d_2)^2} = \frac{5^2}{10^2} \cdot \frac{1}{125} = \frac{1}{500} \text{ sec}$$

ويحدد قطر فتحة عدسة آلة التصوير بضبط الحظار وفق (عيار فتحة

aperture setting)

محدد أو رقم F\STOP الذي يحدد بالمعادلة :

$$F\STOP = f/d \quad (3-1)$$

وتشير المعادلة (3-1) إلى أنه عند ازدياد رقم F\STOP ينقص قطر

فتحة العدسة ، ومن ثم يقل تعريض الفلم . ولما كانت "مساحة" فتحة العدسة تتغير

بدلالة مربع القطر ، فإن تغير التعريض مع رقم F\STOP يتناسب مع الجذر

التربيعي لرقم F\STOP . وتحدد سرعات المغلاق عادة بمضاعفات العدد 2

(1/125 ، 1/250 ، 1/500 ، 1/1000 ثا ) ، لذا تتغير أرقام F\STOP

بدلالة الجذر التربيعي للعدد 2 (F/1.4, F/2, F/4, ...).

والتغيير المتبادل بين  $F\backslash STOP$  وسرعات المغلاق معروف تماماً من قبل المصورين الهواة . إذ يمكن الحصول على التعريض نفسه بتغيير متتال لرقم  $F\backslash STOP$  يرافقه تغيير متتال لسرعة المغلاق . فالتعريض الذي يتم الحصول عليه بسرعة 1/500 ثا ورقم  $F/1.4$  ، مثلاً ، يمكن الحصول عليه أيضاً بسرعة 1/250 ثا ورقم  $F/2$  علماً أن التعريض القصير الأمد يسمح بوقف الحدث stop action ويمنع الغش لدى تصوير الأجسام المتحركة ، وأن العدسات ذات الفتحات الكبيرة القطر (أرقام  $F\backslash STOP$  صغيرة) تسمح بوصول كميات أكثر من النور إلى الفيلم ، ويفيد هذا في حالات التصوير بالضوء الخافت . أما العدسات ذات الفتحات الصغيرة القطر (أرقام  $F\backslash STOP$  كبيرة) فتعطي عمقاً أكبر في الحقل . ويدعى الرقم  $F\backslash STOP$  الذي يطابق أكبر قطر لفتحة العدسة (سرعة العدسة lens speed) . وكلما ازداد قطر فتحة العدسة (برقم  $F\backslash STOP$  أصغر) ازدادت سرعة العدسة .

وباستخدام أرقام  $F\backslash STOP$  يمكن تبسيط المعادلة (2-2) بالشكل التالي :

$$(4-1) \quad E = \frac{st}{4 f^2}$$

حيث  $F = \text{مقدار } F\backslash STOP$

والمعادلة (4-1) تلخص وتبسط العلاقة بين تعريض الفيلم film exposure ولمعان المنظر scene brightness وزمن التعريض exposure time ورقم  $F\backslash STOP$  . ويمكن استخدام هذه العلاقة في المعادلة (2-1) لتحديد قيم مختلفة لأرقام  $F\backslash STOP$  وسرعات المغلاق للحصول على قيم تعريض متكافئة .

## مثال (2-1):

تم تعريض فلم في آلة تصوير ضبطت فتحة عدستها على  $F/8$  وبزمن تعريض قدره  $1/125$  ثا (الحالة 1) . فما هو زمن التعريض الواجب استخدامه للحصول على النتيجة نفسها إذا غيرت فتحة العدسة لتصبح  $F/4$  (الحالة 2) (لاحظ أن هذا المثال هو شكل آخر للمثال (1-1))

**الحل :**

للمحافظة على نتيجة واحدة في الحالتين 1 و 2 يجب أن يكون اللعان في الحالتين واحدا ، أي

$$E_1 = \frac{s_1 t_1}{4(F_1)^2} = \frac{s_2 t_2}{4(F_2)^2} = E_2$$

وبعد حذف الثوابت نحصل على :

$$\frac{t_1}{(F_1)^2} = \frac{t_2}{(F_2)^2}$$

وعلى

$$t_2 = \frac{t_1 (F_2)^2}{(F_1)^2} = \frac{1}{125} \cdot \frac{4^2}{8^2} = \frac{1}{500} \text{ sec}$$



## الفصل الثاني

### أنواع الصور الجوية Types of Aerial

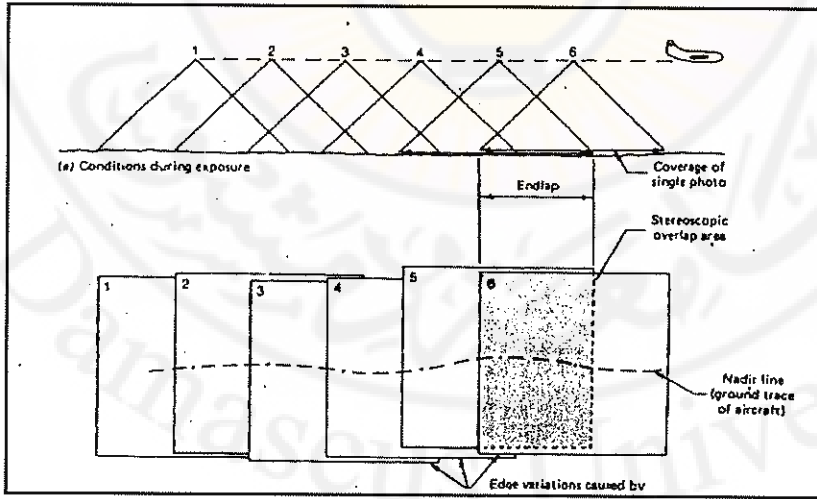
### .Photographs

تصنف الصور الجوية عامة في صنفين: صور شاقولية vertical وأخرى مائلة عن الشاقول oblique . فالصور الشاقولية تصور بتوجيه محور آلة التصوير توجيهاً شاقولياً بقدر الإمكان ، وتعد الصور الشاقولية التي تؤخذ بآلات التصوير ذات اللقطة الأحادية العدسة أكثر الصور شيوعاً في مجال تطبيقات الاستشعار عن بعد . ومع ذلك فإنه يندر الحصول على الصور الشاقولية "الحقيقة truly" بسبب عمليات الدوران الزاوي angular rotation ، أو الانحراف tilte الناجم عن الوضع الزاوي للطيران لحظة التصوير وهذا الانحراف الذي لا يمكن تحاشيه ، يميل بالمحور الضوئي لآلة التصوير ميلاً قليلاً عن الشاقول غير مقصود ، فتتجم عنه صور منحرفة .

إن كل الصور الفوتوغرافية ، هي عملياً صور منحرفة . وعندما تتحرف الصور عن الشاقول انحرافاً ضعيفاً ، من غير قصد . تسمى عادة "شاقولية" . ويتم التعامل مع هذه الصور ، من أجل معظم القياسات الأولية ، على أنها شاقولية . ولا ينتج عنها خطأ فاحش وحين تؤخذ الصور الجوية بآلة تصوير ذات محور منحرف عن الشاقول عن قصد نحصل على صور "مائلة oblique" و"الصور الشديدة الميل high oblique photographs" هي التي تضم عادة صورة الأفق ، خلافاً للصور القليلة الميل low oblique photograph فإنها لا تضم صورة الأفق .

## 1-2- التقاط الصور الجوية الشاقولية Taking Vertical Aerial Photographs : Photographs

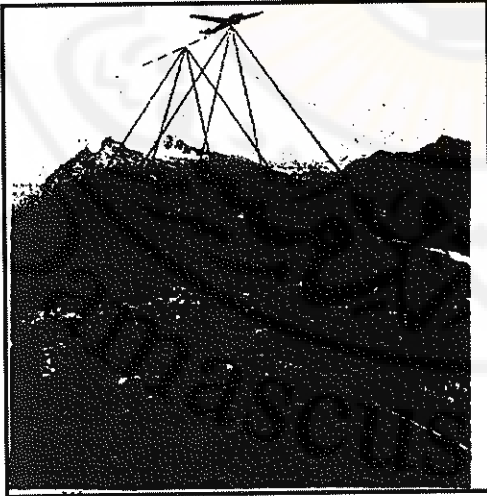
تؤخذ معظم الصور الفوتوغرافية الجوية بآلات التصوير ذات اللقطة الأحادية العدسة على طول خطوط الطيران flight lines أو شريط الطيران flight strips. ويسمى الخط على الأرض الذي تطير الطائرة فوقه أثناء التصوير الجوي "خط نظير السميت" Nadir Line، وهو الخط الذي يصل مراكز مرئيات الصور الشاقولية بعضها ببعض. ويبين الشكل (1-2) الصفة النموذجية لعملية التغطية الفوتوغرافية على طول خط الطيران. وتؤخذ عادة صور متتابعة تتراكب نهاياتها جزئياً end lap بعضها على بعض. وهذا التركيب الجزئي لا يضمن التغطية الكاملة وحدها للمنطقة المصورة على طول خط الطيران. بل لا بد من تراكب نسبته 50% - 60% على الأقل من أجل تغطية كاملة مجسمة stereoscopic للمنطقة المدروسة. وتتألف التغطية المجسمة من أزواج متجاورة من الصور الشاقولية المتراكبة، تسمى "الأزواج المجسمة" stereoscopic.



الشكل (1-2) التغطية الفوتوغرافية على طول خط الطيران.

وتتألف صورتنا الزوج المجسم من منظورين مختلفين لمساحة الأرض الموجودة في موقع التراكب . وعندما ينظر إلى هاتين المرئيتين من خلال المنظار المجسم stereoscopic ، تحتل كل عين النقطة المناسبة التي أخذت منها المرئية المطابقة للزوج المجسم أثناء الطيران . وتكون النتيجة رؤية "نموذج مجسم stereomodel " ثلاثي الأبعاد . وسنبين في الفقرات التالية أن معظم تطبيقات تفسير التصوير الجوي إنما تتضمن التغطية المجسمة و الرؤية المجسمة stereoviewing .

وتؤخذ صور متتابعة على طول خط الطيران في لحظات يضبطها مؤقت مغلق intervalometer آلة التصوير . والمنطقة المترابكة في الصور المتتابعة تسمى "منطقة التراكب المجسمة stereoscopic overlap area " . والحالة المثالية هي أن تحتوي الصور المتتابعة تراكباً يراوح بين 55-65% ليتحقق على الأقل 50% من تراكب نهايات الصور end lap لمختلف الأراضي ، على الرغم من الانحراف غير المقصود ، ويبين الشكل رقم (2-2) نسبة التغطية الأرضية للصور المتتابعة التي تؤلف أزواجاً مجسمة تشترك بمساحات مترابكة بمقدار 60% تقريباً .

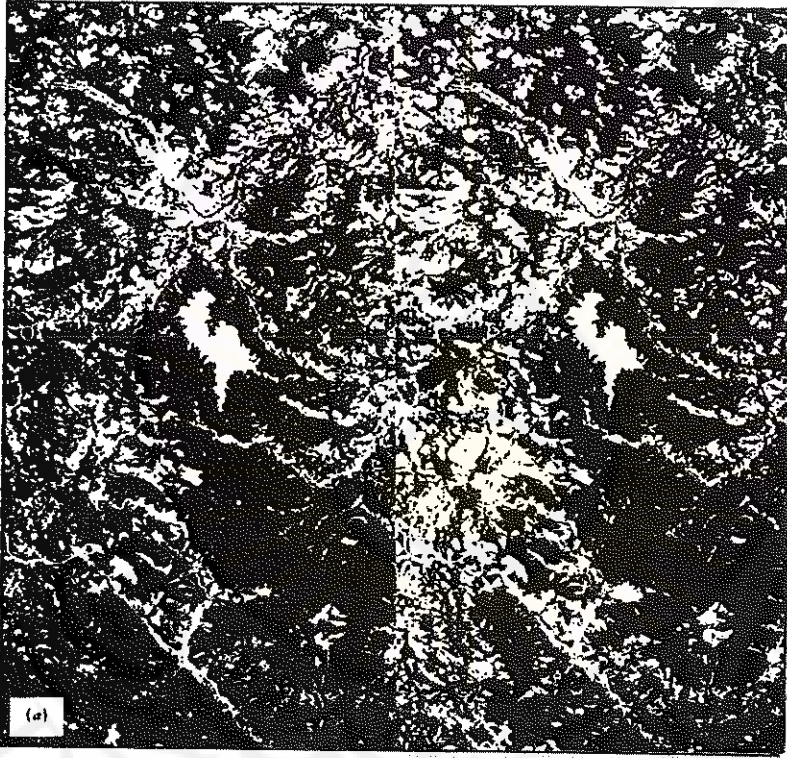


**الشكل رقم (2-2)**

التقاط الصور المتتابعة يؤدي إلى  
زوج مجسم (عن مؤسسة Wild  
( Heerbrugg .



ويبين الشكل (2-3) مرئيتين ذات مقاس كبير (L.F.C) large format لجبل واشنطن والمنطقة المجاورة له ، نيو هانشير . يبين هذا الزوج المجسم تأثير اختلاف نسبة تراكب الصورة ، وبالتالي نسبة ارتفاع الصورة إلى القاعدة أخذت هذه الصور من ارتفاع 364 م ونسبة القاعدة إلى الارتفاع في الزوج المجسم في (a) هي 0.30 بينما نسبة القاعدة إلى الارتفاع في الزوج المجسم في (b) هي 1.2 حيث تظهر التضاريس أكثر بروزاً (a).

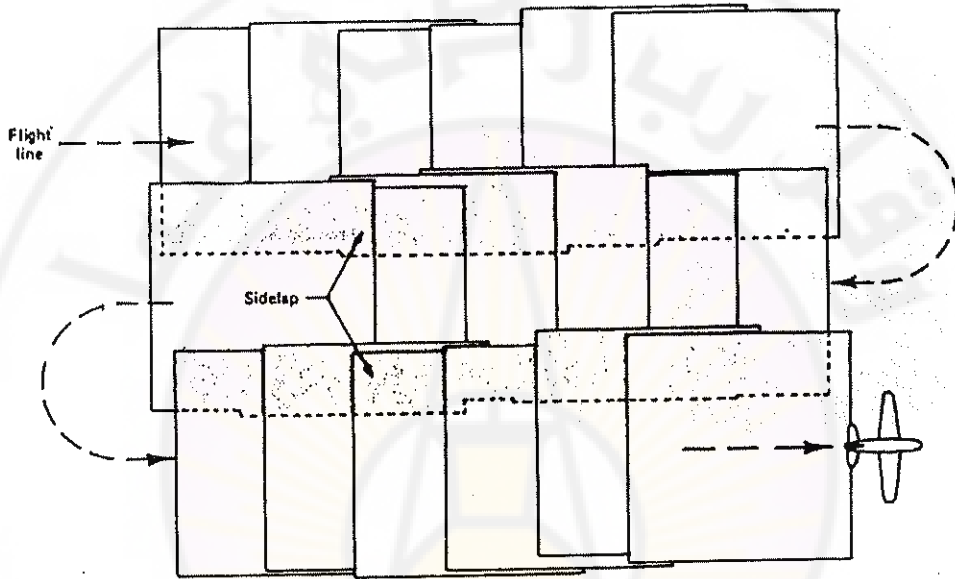


**الشكل (2-3)**

صورتان لزوج مجسم ذي مقياس كبير لجبل واشنطن والمنطقة المجاورة له نيوهامبشاير. 4 نيسان ( أبريل) 1985 800:000:1 (مكبرة عن مقياس المرئية الأصلية 1.5 مرة ) (a) نسبة القاعدة - الارتفاع 0.30 ، (b) نسبة القاعدة - الارتفاع 1.2 (عن ناسا و ITEK Optical Systems).



إن معظم المناطق المدروسة هي من الاتساع بحيث تسمح بإجراء عدة جولات للطيران فوق المنطقة لاستيعاب مجسم كامل لها، ويوضح الشكل (4-2) كيف يمكن تصوير خطوط متجاورة تتراكب جانبياً sidelap بنحو 30%، وتشكل عدة خطوط طيران تسمى "كتلة

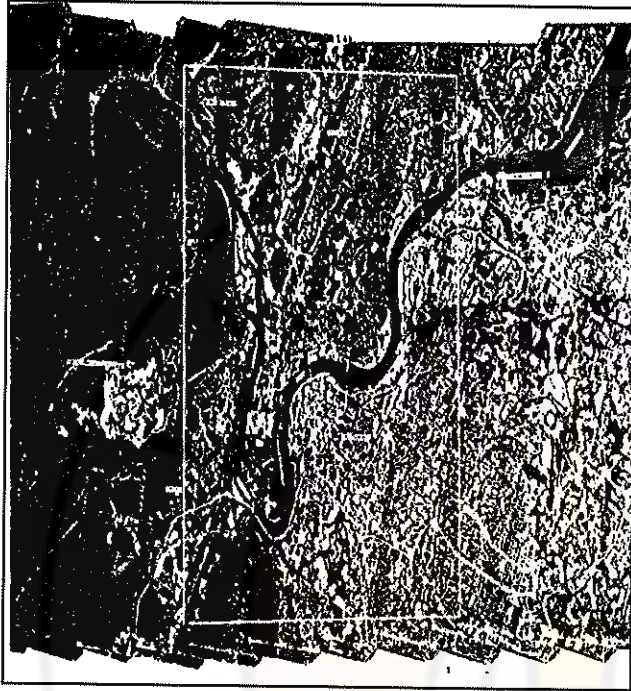


**الشكل رقم (4-2):** تجاوز خطوط الطيران للمنطقة المدروسة .

الصور "block of photographs" وكثيراً ما تستعمل عمليات المسح الحديثة من ارتفاعات عالية معطيات من جهاز ملاحه دقيق ذاتي محمول على الطائرة لضبط اتجاه خط الطيران والمسافة الفاصلة بين خطوط الطيران والفترات الزمنية الفاصلة بين أزمنة تعريض الصور .

وتتطلب كل جولة تصوير عملياً ، لحصول على مئات من الصور . وغالباً ما يتم الحصول على " دليل فسيفسائي index mosaic" للمهمة وذلك بتجميع الصور الكثيرة للحصول على صورة مستمرة واحدة ، تعد مرجعاً

بصرياً و مريحاً للمنطقة التي تغطيها كل مرئية . ويمثل الشكل (5-2) مثل هذا الدليل الفسيفسائي .



### الشكل رقم (5-2)

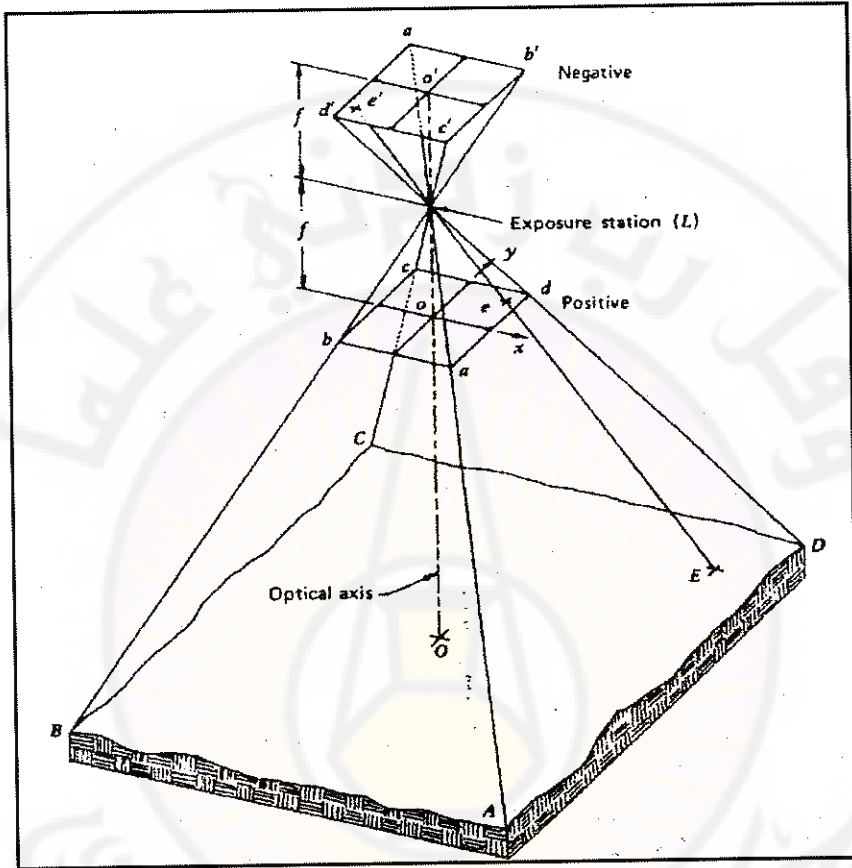
دليل فسيفسائي للطيران  
يبين أربعة خطوط طيران  
لصورة فوتوغرافية جوية  
فوق شاتانوغا  
(Chattanooga) تينيسي  
تشير المنطقة ضمن  
المستطيل إلى منطقة التغطية  
في تربية من خارطة  
بمقياس 24000/1 (عن  
إدارة وادي تينيسي فرع  
خدمات وضع الخرائط) .

## 1-2-1- العناصر الهندسية للصورة الشاقولية :

### Geometric Elements of a Vertical Photograph

إن الكثير من العمليات الأساسية في التصوير المساحي تتضمن استخدام الصور الشاقولية . وقد ذكرنا سابقاً أن الصور الشاقولية هي التي تلتقطها آلات تصوير توجه محاورها شاقولياً قدر الإمكان . ولكي تكون الصورة شاقولية تماماً لابد لمحور آلة التصوير أن يتطابق تماماً مع اتجاه الثقالة الأرضية . وعملياً تميل كل الصور قليلاً بسبب الميل الزاوية للطائرة ، هذه الميل التي لا يمكن تلافيها لحظة التقاط الصور . ومع ذلك فإن الميل غير المقصودة تقل عادة عن درجة واحدة ، ويندر أن تزيد على ثلاث درجات . ومثل هذه الميل تهمل عادة

في كثير من عمليات التصوير المساحي وتعد الصور الناجمة شاقولية تماماً دون أخطاء مهمة .



الشكل رقم (2-6) العناصر الهندسية الأساسية لصورة شاقولية .

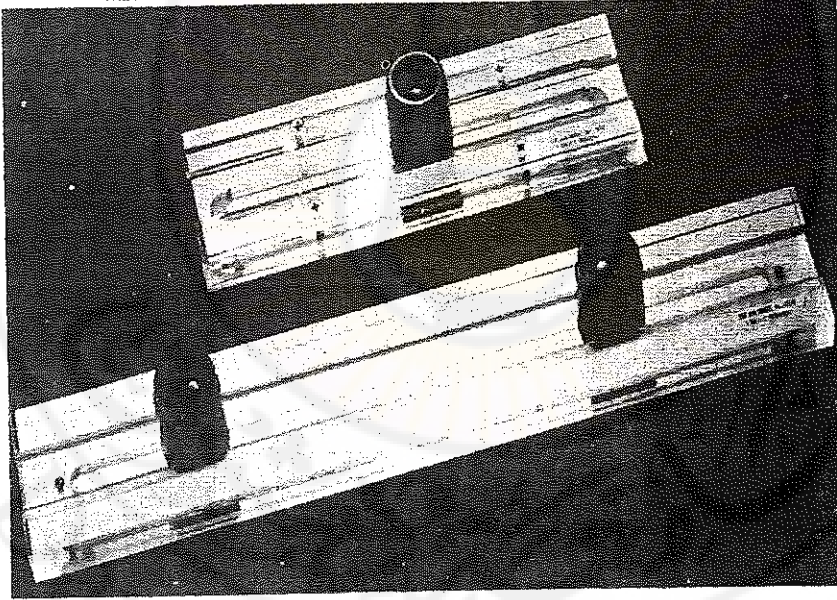
ويمكن استنتاج العناصر الهندسية للصور الجوية الشاقولية من الشكل (2-6). ويتم تصوير الأشعة الضوئية الصادرة عن الأجسام الأرضية في مستوى الصورة السالبة للفيلم بعد تقاطعها في عدسة آلة التصوير في موقع التقاط الصورة ،  $L$  . ويكون موقع الصورة السالبة خلف العدسة على مسافة تساوي البعد المحزقي ( البؤري ) للعدسة ،  $F$  . فإذا افترضنا أن مساحة ورقة التصوير الموجبة (أو الصورة الموجبة للفيلم) تساوي مساحة ورقة التصوير السالبة ، فإن

أوضاع المرئيات الموجبة يمكن رسمها تخطيطياً أمام العدسة في مستوى يبعد عنها بمسافة  $F$  . ويعد هذا الأمر طبيعياً لأن معظم الصور الموجبة المستخدمة من أجل القياس هي مطبوعة بالتماس ، وينجم عن ذلك العلاقات الهندسية الظاهرة في الشكل .

تسند مواقع إحداثيات  $X$  و  $Y$  لنقاط المرئية بالنسبة إلى محاور مؤلفة من خطوط مستقيمة تصل بين نقاط إسناد Fiducial Points متقابلة مسجلة على الصورة الموجبة الشكل (2-6) . وقد حدد المحور  $X$  لا على التعيين ليكون محور الإسناد Fiducial axis الذي يتطابق أكثر ما يمكن مع خط الطيران ، ورسم على الصورة الموجبة فيصنع زاوية 90 درجة مع المحور  $X$  المرسوم على الصورة الموجبة بعكس اتجاه عقارب الساعة . وبسبب الدقة التي وضعت فيها علامات الإسناد والعدسة في آلة تصوير مترية metric يمكن أن نفترض أن نقطة الصفر للإحداثيات على الصورة  $O$ ، تتوافق تماماً مع "النقطة الرئيسية Principal point" ، وهي نقطة تقاطع المحور الضوئي للعدسة مع مستوي الفلم . والنقطة التي يتقاطع فيها امتداد المحور البصري لآلة التصوير مع الأرض تسمى "النقطة الرئيسية الأرضية Ground principal point" وهكذا تبدو مرئيات النقاط الأرضية  $A, B, C, D$  و  $E$  معكوسة على الصورة السالبة في النقاط  $a', b', c', d'$  و  $e'$  وتبدو بنفس الترتيب على الصورة الموجبة في النقاط  $a, b, c, d$  و  $e$  . ( وسنشير في هذا الفصل إلى النقاط على المرئية بحروف صغيرة وإلى النقاط على الأرض بحروف كبيرة ) .

إن إحداثيات  $x, y$  لنقطة ما على الصورة هي المسافات العمودية على محاور الإحداثيات  $x, y$  . وللنقاط إلى يمين المحور  $y$  إحداثيات  $x$  موجبة ، وللنقاط إلى اليسار إحداثيات  $x$  سالبة . وكذلك فإن للنقاط فوق المحور  $x$  إحداثيات  $y$  موجبة ، وللنقاط تحته إحداثيات  $y$  سالبة .

ويمكن قياس الإحداثيات على الصورة باستخدام أدوات قياس كثيرة ، تختلف في دقتها وثمنها ، فمن أجل مسائل التصوير المساحي الأولي ، التي تقبل فيها قياسات قليلة الدقة ، يمكن استخدام المسطرة المثليّة ( مقياس المهندس المثلي ) أو المسطرة العادية ( المقياس المتر ) . وعند استخدام هذه المساطر يمكن تحسين دقة القياس بحساب متوسط النتائج لعدة قياسات متكررة . وتصبح القياسات أكثر دقة أيضاً باستخدام عدسة مكبرة . وقد صنعت " مساطر (مقاييس) زجاجية glass scales " الشكل ( 7-2 ) تنزلق عليها عدسة مكبرة متحركة . وتعد هذه المساطر أكثر دقة من المساطر التقليدية بسبب ثبات أبعادها . ويمكن إجراء قياسات على الصور أيضاً باستخدام مرقم إحداثيات Coordinate digitizer . ويعرض هذا الجهاز باستمرار أوضاع x y لنقطة مرجعية خاصة أينما وضعت على الصورة .

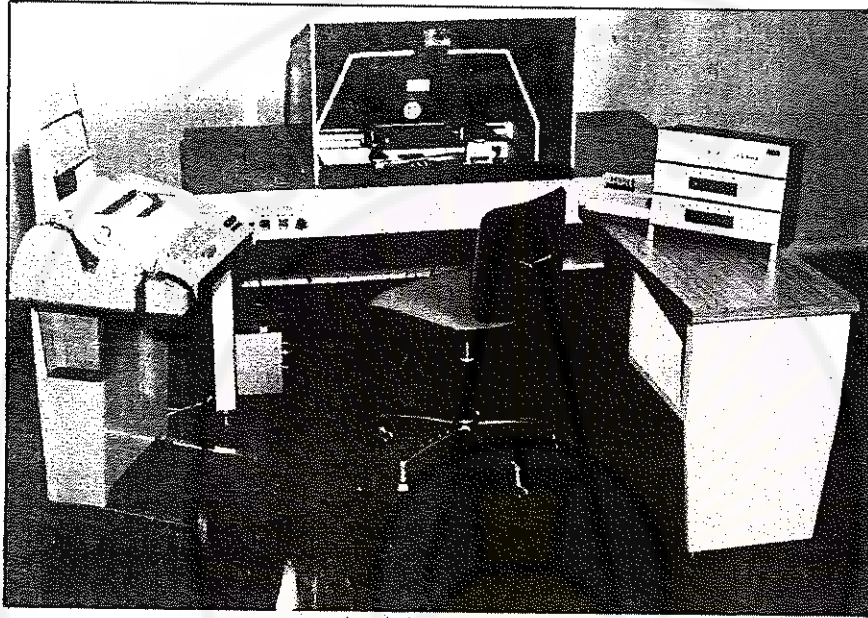


الشكل ( 7-2 )

مساطر (مقاييس) زجاجية لقياس المسافات على الصور . تؤخذ القراءات على خط المقياس المحفور على الزجاج بواسطة عدسات مكبرة يمكن زلقها على طول المساطر ( المقاييس ) ( عن Teledyn – Gurley Co. )



ونحصل على أعلى درجات الدقة في قياس إحداثيات الصور بآلة دقيقة تسمى " مقياس المقارنة Comparator ". ويظهر في الشكل (8-2) " مقياس مقارنة أحادي Monocomparator "



**الشكل (8-2)**

مقياس مقارنة أحادي من نمط Kern MK2 (عن Kern and Co.)

يستخدم لإجراء قياسات على صورة واحدة في كل مرة . وهناك "مقاييس مقارنة مجسمة stereocomparator تستخدم لإجراء القياسات على الصور المجسمة . وتستخدم مقاييس المقارنة بالدرجة الأولى للحصول على قياسات دقيقة (من رتبة 1 إلى 5 كم) للإحداثيات على الصور لاستخدامها في تحليل الصور المساحية . وبغض النظر عن الجهاز المستخدم في قياس الإحداثيات على الصور ، فإن هناك أخطاء ترتكب يختلف مصدرها ومقدارها . وتنشأ هذه الأخطاء لأسباب كثيرة منها تشوهات عدسة آلة التصوير ، والانكسارات الجوية ، وانحناء الأرض ، وعدم تقاطع محاور الإسناد fiducial axes في النقطة

الرئيسية ، وتقلص أو تمدد مادة التصوير التي يجري القياس عليها . وتتضمن عمليات تحليل الصور المساحية المعقدة تصحيح كافة الأخطاء ، ففي عمليات القياس البسيطة التي تتم على أوراق التصوير يتم عادة تصحيح الأخطاء الناجمة عن تقلص أو تمدد الورق فقط . ومن المؤكد أن الأخطاء الناجمة عن الميل الخفيف عند التصوير تفوق كثيراً أثار التشوهات الأخرى .

ويمكن تحديد تقلص ورق التصوير أو تمدده بمقارنة المسافات المقاسة بين علامات الإسناد المتقابلة على المطبوعة ، بما يقابلها من القيم التي تم الحصول عليها أثناء معايرة آلة التصوير . ثم تستخدم النسبة بين هذه المسافات كمعامل تصحيح correction factor يطبق على كل من إحداثيات الصورة x و y المستخدمة في أي تحليل يجري فيما بعد .

## مثال (1-2):

إذا كانت مسافات إسناد المعايرة لقيم x و y لإحدى آلات التصوير 233.48 مم و 233.78 مم وكانت المسافات الموافقة لإحداثيات x و y المقاسة على مطبوعة الصورة لآلة التصوير المستخدمة هي 232.37 مم و 232.36 مم ، وكانت الإحداثيات x و y غير المصححة المقاسة لإحدى النقاط على الصورة 101.63 مم و 94.32 مم فما هي إحداثيات الصورة المصححة لتلك النقطة .

الحل :

معامل التصحيح لإحداثيات x =

$$1.0048 = \frac{\text{المسافة} \leftarrow \text{المعايرة}}{\text{المسافة} \leftarrow \text{المقاسة}} = \frac{233.48}{232.37}$$

معامل التصحيح لإحداثيات

$$1.0061 = \frac{\text{المسافة} \leftarrow \text{المعايرة}}{\text{المسافة} \leftarrow \text{المقاسة}} = \frac{233.78}{232.36} = y$$

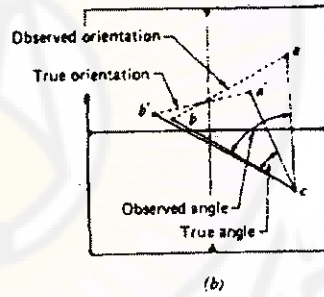
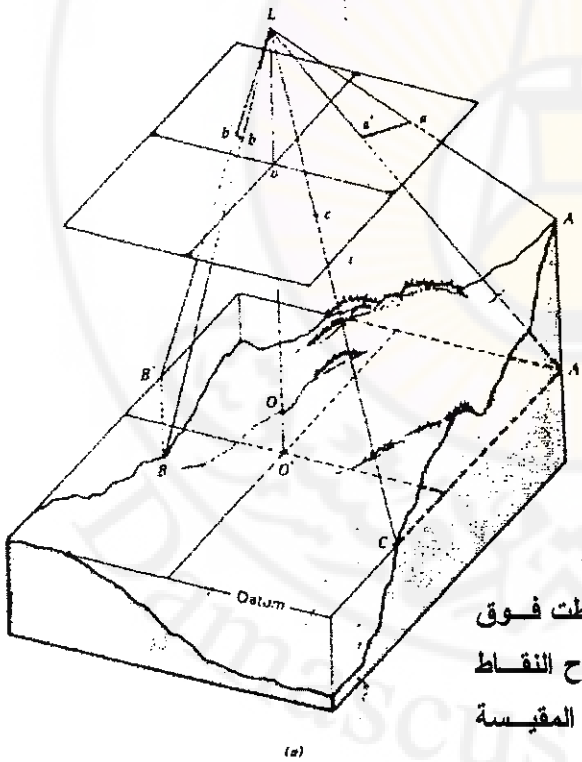
$$\text{الإحداثي } x \text{ المصحح} = 101.36 \times 1.0048 = 102.12 \text{ مم}$$

$$\text{الإحداثي } y \text{ المصحح} = 94.32 \times 1.0061 = 94.90 \text{ مم}$$

2-1-2 : تحديد الأطوال الأفقية و الاتجاهات والزوايا على الأرض من خلال

**Determining Horizontal Ground from Photo coordinates Lengths ,Direction and , Angles**

أوضحنا في الشكل (2-6) العناصر الهندسية للصورة الشاقولية الملتقطة فوق أراض منبسطة . وفي مثل هذه الحالة ، تمثل الصورة بالضبط هندسة الأراضي التي جرى تصويرها . وتتميز هذه الصورة ، كما في الخارطة بمقياس ثابت . ولذا يمكن تحويل المسافات المقاسة على الصورة إلى أطوالها على الأرض بمجرد تقسيمها على مقياس الصورة ويمكن قياس الزوايا مباشرة من على الصورة بنفس الطريقة .



### الشكل (2-9)

الانزياح التضاريسي على صورة التقطت فوق منطقة مختلفة الارتفاعات. (a) انزياح النقاط الأرضية. (b) تشوه الزوايا الأفقية المقاسة على الصورة الفوتوغرافية .



وبين الشكل (2-9) العناصر الهندسية لصورة التقطت فوق أرض مختلفة التضاريس ، وقد حدد مستوى الإسناد datum plane في هذا الشكل على أساس متوسط ارتفاعات الأرض (وليس على أساس مستوى سطح البحر ) . فإذا أردنا وضع كافة النقاط الأرضية على هذا الارتفاع المشترك ، وجب علينا وضع النقطتين الأرضيتين A و B في النقطتين A' و B' ، وسيكون موقعهما في الصورة في النقطتين b' , a' . ولكن بسبب اختلاف التضاريس سيزاح موقع النقطة A على الصورة قطرياً نحو الخارج إلى ( النقطة a ) كما سينزاح موقع النقطة B قطرياً نحو الداخل إلى ( النقطة b ) . وتمثل هذه التغيرات التي تطرأ على وضع المرئية الانزياح التضاريسي للنقطتين A و B ويوضح الشكل (2-9-b) أثر ذلك في العناصر الهندسية للصورة . ولما كانت النقطتان A' و B' تقعان على نفس الارتفاع على الأرض فإن خط المرئية b' a' يمثل بدقة الطول الأفقي AB على الأرض واتجاهه حسب المقياس . ويؤدي الانزياح التضاريسي إلى تغيير كبير في طول الخط ab الناجم واتجاهه .

بسبب الانزياحات التضاريسية تتشوه الزوايا أيضاً . فالزاوية الأفقية ACB على الأرض تمثلها بدقة في الشكل (2-9-b) الزاوية b' c' a في الصورة . ولكن ستظهر الزاوية acb المشوهة على الصورة بسبب هذه الانزياحات . ويلاحظ أن الزوايا حول الصفر لإحداثيات الصورة (مثل الزاوية aob) لن تتشوه بسبب الاتجاه القطري للانزياحات التضاريسية . وعندما تقع النقاط على ارتفاعات مختلفة ، يمكن حساب الأطوال والزوايا بصورة غير مباشرة بالطريقة التالية :

أولاً : تحول إحداثيات النقاط على الصورة إلى جملة إحداثيات أرضية تنتمي إلى مستوي إسناد . ويتم ذلك بضرب إحداثيات كل نقطة على الصورة بمقلوب مقياس المرئية (في تلك النقطة) . (ويلاحظ أن هذا يتطلب معرفة ارتفاع الأرض في كل نقطة) . وعندما تحدد مواقع النقاط في جملة الإحداثيات الأرضية

يزول تأثير التضاريس . لذا يمكن حساب الأطوال والاتجاهات والزوايا من الإحداثيات الأرضية بالطرق الحسابية .

ويبين الشكل (10-2) العناصر الهندسية التي ترافق تحديد الإحداثيات الأرضية من خلال قياس الإحداثيات على الصورة . فالنقطة التي تم التقاط الصورة منها تقع على ارتفاع طيران  $H$  فوق مستوي الإسناد ، وتقع النقطتان الأرضيتان  $A$  و  $B$  على ارتفاع  $h_A$  و  $h_B$  فوق مستوي الإسناد . وتتحدد الإحداثيات الأرضية العشوائية  $X$  و  $Y$  مباشرة تحت المحاور  $x$  و  $y$  في الصورة على مستوي إسناد الارتفاع ، كما يبدو في الشكل . ويمكن حساب الإحداثيات الأرضية  $(X_A, Y_A)$  و  $(X_B, Y_B)$  اعتماداً على قياس الإحداثيات على الصورة  $(x_a, y_a)$  و  $(x_b, y_b)$  :

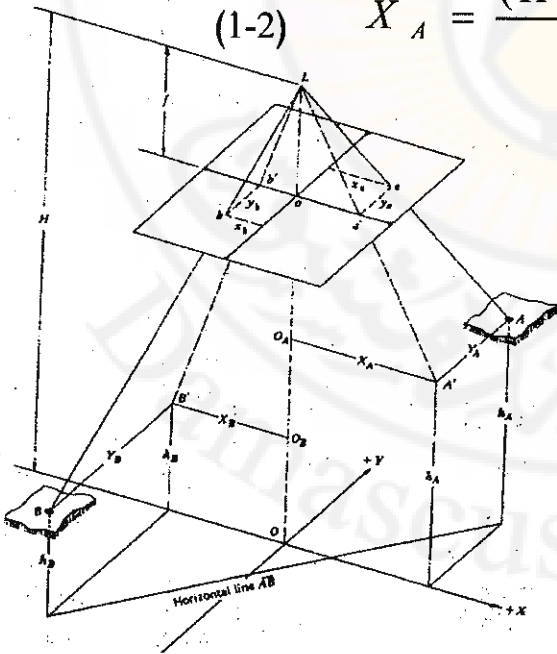
كما سنشرح فيما يلي : من المثلثين المتشابهين  $LO_A A'$  و  $LO_a a'$  نكتب :

$$\frac{x_a}{X_A} = \frac{f}{H - h_A}$$

$$(1-2) \quad X_A = \frac{(H - h_A)}{f} x_a \quad \text{ومنها نحصل على}$$

### الشكل (10-2)

تحديد الإحداثيات  
الأرضية من الإحداثيات  
التي تقاس على الصورة



$$\frac{y_a}{Y_A} = \frac{f}{H - h_a} \quad \text{ومن المثلثين المتشابهين LA'A و La'a نكتب}$$

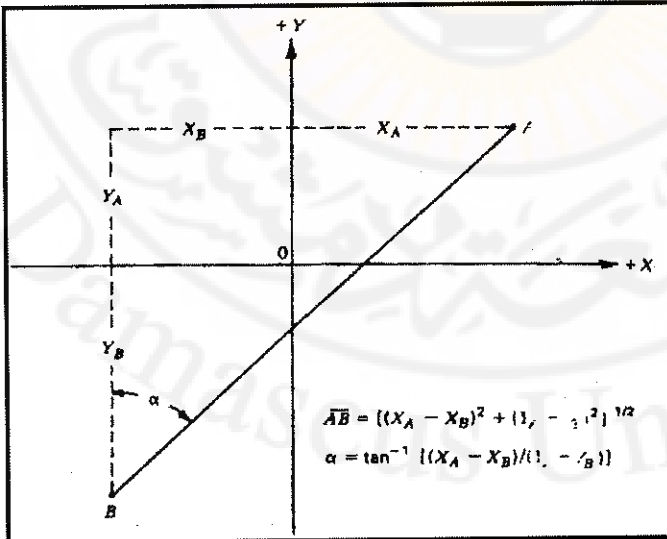
$$(2-2) \quad Y_A = \frac{(H - h_A)}{f} y_a \quad \text{ومنها نحصل على}$$

ويلاحظ أن النسبة  $H-h_A/f$  تمثل مقلوب المقياس في النقطة A . وهكذا يتم التحويل إلى الإحداثيات الأرضية ببساطة ، كما ذكرنا سابقاً ، بالضرب بمقلوب مقياس الصورة في النقطة المدروسة وكذلك يمكن أن يعبر عن إحداثيات النقطة B على الأرض كما يلي :

$$(3-2) \quad X_B = \frac{(H - h_B)}{f} x_b$$

$$(4-2) \quad Y_B = \frac{(H - h_B)}{f} y_b$$

فإذا أعطيت إحداثيات النقطتين A و B على الأرض أمكن تحديد الطول الأفقي للخط AB بحساب رياضي ، وذلك باستخدام نظرية فيثاغورث .



### الشكل (11-2)

تحديد طول الخط و  
اتجاهه من الإحداثيات  
على الأرض

كما هو واضح الشكل (11-2) يمثل الخط AB الوتر في المثلث القائم الذي يساوي ضلعا  $(X_A - X_B)$  و  $(Y_A - Y_B)$  وحسب نظرية فيثاغورث نكتب :

$$AB = [(X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2]^{1/2} \quad (5-2)$$

### مثال (2-2):

استنادا إلى الشكل (10-2) نفترض أن الصورة الشاقولية المدروسة التقطت من ارتفاع 964 م فوق مستوي الإسناد بآلة التصوير ذات بعد محراقي 152.4 مم . فإذا كانت إحداثيات النقطتين الأرضيتين A و B على الصورة  $x_b = +35.51 \text{ mm}$  ،  $y_b = +43.17 \text{ mm}$  ،  $x_a = +46.82 \text{ m}$  ،  $y_a = +53.64 \text{ mm}$  وارتفاعا النقطتين A و B هي 213 م و 152 م فوق مستوي الإسناد ، فما هو الطول الأفقي للخط AB على الأرض .

### الحل :

باستخدام المعادلات من (1-2) إلى (4-2) نحصل على :

$$X_A = \frac{(H - h_A)}{f} x_a = \frac{(964 - 213)}{152.4} 46.82 = 230.72$$

$$Y_A = \frac{(H - h_A)}{f} y_a = \frac{(964 - 213)}{152.4} 53.64 = 264.33$$

$$X_B = \frac{(H - h_B)}{f} x_b = -\frac{(964 - 152)}{152.4} 35.51 = -18.20 \text{ m}$$

$$Y_B = \frac{(H - h_B)}{f} y_b = -\frac{(964 - 152)}{152.4} 43.17 = -23 \text{ m}$$

ويمكن معرفة اتجاه الخط AB على الأرض بالنسبة لجملة محاور الإحداثيات الأرضية، من الإحداثيات الأرضية . فإذا اعتبرنا أن اتجاه الخط AB هو الزاوية التي يصنعها مع المحور Y+ باتجاه عقارب الساعة ، فإن اتجاه AB يُمثل

بالزاوية  $\alpha$  في الشكل (11-2) ويمكن إيجاد هذه الزاوية بحساب المتثلثات من الإحداثيات الأرضية كما يلي :

$$(6-2) \quad \text{Direction B to A} = \alpha = \tan^{-1} \left( \frac{X_A - X_B}{Y_A - Y_B} \right)$$

**مثال (3-2) :**

في المثال السابق حدد اتجاه الخط من النقطة B إلى A بالنسبة للمحور +Y على الأرض .

**الحل:**

باستخدام الإحداثيات المسحوبة في المثال (2-2) نحصل على :

$$A = \tan^{-1} \left( \frac{230.7 + 189.2}{264.3 + 230.0} \right) = 40^\circ 2' V$$

### 3-1-2- الانزياح التضاريسي للمعالم الشاقولية Relief Displacement

**: Vertical Features**

أوضحنا في الشكل (6-2) تأثير الانزياح التضاريسي في الصورة التي تلتقط فوق الأراضي المتنوعة . فالزيادة في ارتفاع معلم ما تسبب ، من حيث الأساس ، انزياح موقعه على الصورة قطرياً ، نحو الخارج ، عن النقطة الرئيسية . لذلك عندما يصور معلم شاقولي ، يؤدي الانزياح التضاريسي إلى ابتعاد قمة المعلم عن مركز الصورة أكثر من قاعدته . وينجم عن ذلك ظهور المعالم الشاقولية مائلة مبتعدة عن مركز الصورة .





### الشكل (12-2)

صورتان شاقوليتان لموقع منشآت واتزبار " Watts Bar " للطاقة النووية قرب كينغستون  
Kingston تينيسي . 31 كانون ثاني (يناير) 1977 في الصورة (a) يظهر برج تبريد  
قرب النقطة الرئيسية ،





لذلك يبدى انزياحاً تضاريسياً خفيفاً . أما الصورة (b) فيظهر الانزياح التضاريسي  
 الواضح للبرجين . ( عن Mapping Services Branch ,Tennessee Valley  
 .(authority



وتبدو في الشكل (13-2) العناصر الهندسية للانزياح التضاريسي ، حيث تظهر صورة شاقولية لأحد الأبراج . لقد التقطت الصورة من ارتفاع طيران H فوق مستوى الإسناد . فإذا أخذنا الانزياح التضاريسي للمعلم الشاقولي بالحسبان ، أمكننا أن نفترض أن مستوي الإسناد يقع في قاعدة المعلم . فإذا فعلنا ذلك فإن ارتفاع الطيران H يجب أن يسند إلى هذا المستوي نفسه ، وليس إلى مستوي سطح البحر . ولذا فإن طول ارتفاع البرج في الشكل (حيث تقع قاعدته في مستوي الإسناد) هو  $h$  . ويلاحظ أن قمة البرج A قد صوّرت في الصورة في النقطة a ، على حين صورت قاعدة البرج A' في الصورة في النقطة a' . أي إن صورة قمة البرج انزاحت قطريا مسافة d عن تلك القاعدة ، وهي تمثل الانزياح التضاريسي للبرج . والمسافة المكافئة التي أسقطت على مستوي الإسناد هي D . فالبعد بين قمة البرج والنقطة الرئيسة للصورة هي r ، والمسافة المقابلة التي أسقطت على مستوي الإسناد هي R .

ويمكن أن نحصل على قيمة d بدلالة الأبعاد الواردة في الشكل (13-2) فمن المثلثين المتشابهين AA'A'' و LOA'' نكتب :

$$\frac{D}{h} = \frac{R}{H}$$

وبسبب التشابه نستطيع أن نكتب:

$$\frac{d}{h} = \frac{r}{H}$$

وبتغيير المعادلة السابقة نحصل على:

$$(7-2) \quad d = \frac{rh}{H}$$

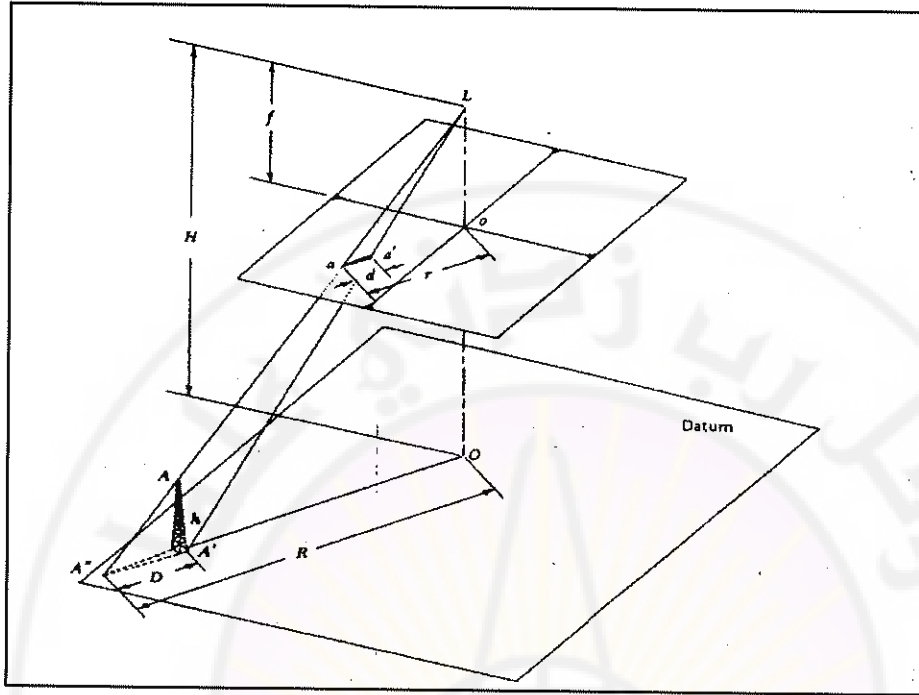
حيث  $d =$  الانزياح التضاريسي.

و:  $r$  = المسافة القطرية على الصورة من النقطة الرئيسية إلى النقطة المزاحة على الصورة .

و:  $h$  = طول ارتفاع الجسم فوق مستوي الإسناد .

و:  $H$  = ارتفاع الطيران فوق مستوي الإسناد نفسه الذي اختير كمستوي إسناد لـ  $(h)$  .

ويبدو المنظر التصويري pictorial effect للانزياح التضاريسي في صورتين الجوئيتين الواردتين في الشكل (2-12) فيظهر في هاتين الصورتين موقع منشآت "واتر بار Watts Bar" النووية القريبة من نهر تينسي . كما تظهر أعلى يمين الشكل (2-12) محطة بخارية تعمل على الفحم مع فناء لخزن الفحم بشكل المروحة ، وتبدو المحطة النووية في المركز ويلاحظ خاصة أن برج التبريد الكبيرين المجاورين للمنشأة ، يظهران في الصورة (a) بمنظر علوي تقريباً لأن موقعهما يكون قريباً جداً من النقطة الرئيسية لهذه الصورة ، ومع ذلك يبدي البرجان بعض الانزياح التضاريسي فيلوح لنا البرج الأعلى مائلاً قليلاً نحو اليمين والأعلى والبرج الأسفل نحو اليمين والأسفل . أما في الصورة (b) فيبدو البرجان أكثر بعداً عن النقطة الرئيسية . لذا يظهر الانزياح التضاريسي فيهما أكثر وضوحاً حيث نشاهد الأجسام "بمنظر جانبي" أكثر انزياحاً لأن صور قممها كانت أكثر انزياحاً من صور قواعدها . وتبين هاتان الصورتان الاتجاه القطري للانزياح التضاريسي وازدياد الانزياح التضاريسي بازدياد المسافة القطرية عن النقطة الرئيسية للصورة .



**الشكل (3-2) العناصر الرئيسة للانزياح التضاريسي .**

وبدل تحليل المعادلة (7-2) بالحساب الرياضي على اتجاه الانزياح التضاريسي الذي يرى على هذه الصورة ، أي أن الانزياح التضاريسي لأي نقطة يزداد كلما ازداد بعدها عن النقطة الرئيسة (ويمكن رؤية ذلك في الشكل (12-2) ويزداد أيضاً كلما ازداد ارتفاع النقطة. وينقص الانزياح التضاريسي أيضاً كلما ازداد ارتفاع الطيران ، لذلك ينجم عن التصوير من الارتفاعات العالية ، في الشروط المتماثلة ، انزياح تضاريسي أقل مما ينجم عن التصوير من الارتفاعات المنخفضة . كذلك ينعلم الانزياح التضاريسي في النقطة الرئيسة (لأن  $r=0$ ) .

وتشير المعادلة (7-2) أيضاً إلى أن الانزياح التضاريسي يزداد مع طول ارتفاع المعلم  $h$  ، إذ تسمح هذه العلاقة بقياس طول ارتفاعات الأجسام التي

تظهر في الصور الجوية بصورة غير مباشرة . فمن المعادلة (7-2) يمكن أن نكتب :

$$h = \frac{dH}{r} \quad (8-2)$$

وكي نستخدم المعادلة (8-2) يجب أن نُميز بوضوح في الصورة قمة الجسم المراد قياس طول ارتفاعه وقاعدته ، ويجب أن نعرف ارتفاع الطيران H . فإذا تم ذلك أمكن قياس d و r على الصورة واستخدام ذلك في حساب طول ارتفاع الجسم h . (وعندما نستخدم المعادلة (8-2) لا بد أن نتذكر أن نُسند H إلى ارتفاع قاعدة المعلم . وليس إلى مستوى سطح البحر ) .

**مثال (4-2):**

نفرض أن الانزياح التضاريسي للبرج في النقطة A على الصورة الواردة في الشكل (13-2) هو 2.01 مم ، وإن المسافة القطرية من مركز الصورة حتى قمة البرج هي 56.43 مم . فما هو طول ارتفاع البرج إذا علمت أن ارتفاع الطيران هو 1220 م فوق قاعدة البرج .

**الحل:**

من المعادلة (8-2) نكتب :

$$h = \frac{dH}{r} = \frac{2.01 \text{ mm}(1220 \text{ m})}{56.43 \text{ mm}} = 43.4 \text{ m}$$

وإذا كان قياس الانزياح التضاريسي من الصور الجوية عملية سهلة لقياس طول ارتفاعات الأجسام ، فلا بد أن نُذكر القارئ بالمتطلبات التالية : تصوير فوتوغرافي شاقولي دقيق ، ومعرفة مضبوطة لارتفاع الطيران ، ورؤية صافية خالية من الغيوم للأجسام ، وتحديد محكم للنقطة الرئيسة، وتقنية قياس دقتها تناسب درجة الانزياح التضاريسي المدروس . فإذا ما تحققت هذه المتطلبات

بشكل معقول أمكن الحصول على أطوال ارتفاعات موثوق بها باستخدام صورة مطبوعة واحدة وأدوات قياس غير معقدة نسبياً . وإضافة إلى حساب طول ارتفاعات الأجسام فإن تحديد كمية مقدار الانزياح التضاريسي يمكن أن يستعمل في تصحيح مواقع أخيلة النقاط الأرضية الظاهرة في أي صورة . ويجب أن نتذكر أن النقاط الأرضية في المناطق المختلفة التضاريس تظهر انزياحات تضاريسية كما تظهرها الأجسام الشاقولية تماماً ، وهذا واضح في الشكل (2-9) إذ أن موقعي خيال النقطتين الأرضيتين A و B (وهما a,b) قد انزاحا قطرياً عن موقعيهما اللذين كان يجب أن يحتلها a',b' إذا كانت النقطتان على ارتفاع مستوي الإسناد . وباستخدام العلاقة (2-7) نستطيع حساب قيمة هذه الانزياحات (d) بدلالة ارتفاع النقاط h وارتفاع الطيران H بالنسبة لمستوي إسناد عشوائي للارتفاع ) . وبتمديد lay off مسافات انزياح النقاط المسحوبة قطرياً r على الصورة سنتحدد أمكنة نقاط مواقع الأخيلة في المستوي الذي عليه مستوي الإسناد . وبإزالة هذا التصحيح تشوهات التضاريس عند هذه النقاط ، ويفضي إلى مواقع أخيلة مصححة من الناحية المساحية بمقياس مستوي الإسناد datum scale . وهذا المقياس يمكن تحديده من ارتفاع الطيران فوق مستوي الإسناد بالعلاقة  $S=H$  . ويمكن بعد ذلك تحديد الأطوال على الأرض ، والاتجاهات ، والزوايا ، والمساحات مباشرة من مواقع الأخيلة المصححة المذكورة . وهذه الطريقة تمثل طريقة أخرى من تقنيات القياس التي شرحت في الفقرة (2-1-2) .

### مثال (2-5) :

استناداً إلى الصورة الشاقولية المبينة في الشكل (2-9) نفترض أن المسافة القطرية ( $r_a$ ) بالنسبة للنقطة A هي 63.84 مم ، والمسافة القطرية ( $r_b$ ) بالنسبة للنقطة B هي 62.65 مم . فإذا كان ارتفاع الطيران H هو 1220 م فوق

مستوي الإسناد ، وارتفاع النقطة A هو 152م فوق مستوى الإسناد وارتفاع النقطة B هي 168م تحت مستوى الإسناد . فما المسافة القطرية والاتجاه الذي يجب تمديده من النقطتين a و b لرسم a' و b'.

**الحل:**

من المعادلة (2-7) نكتب:

$$d_a = \frac{r_a h_a}{H} = \frac{63.84 \text{ mm} * 152 \text{ m}}{1220 \text{ m}} = 7.95 \text{ mm (plot in ward)}$$

(الاتجاه نحو الداخل)

$$d_b = \frac{62.65 \text{ mm} * (-168 \text{ m})}{1220 \text{ m}} = -8.63 \text{ mm (Plot out ward)}$$

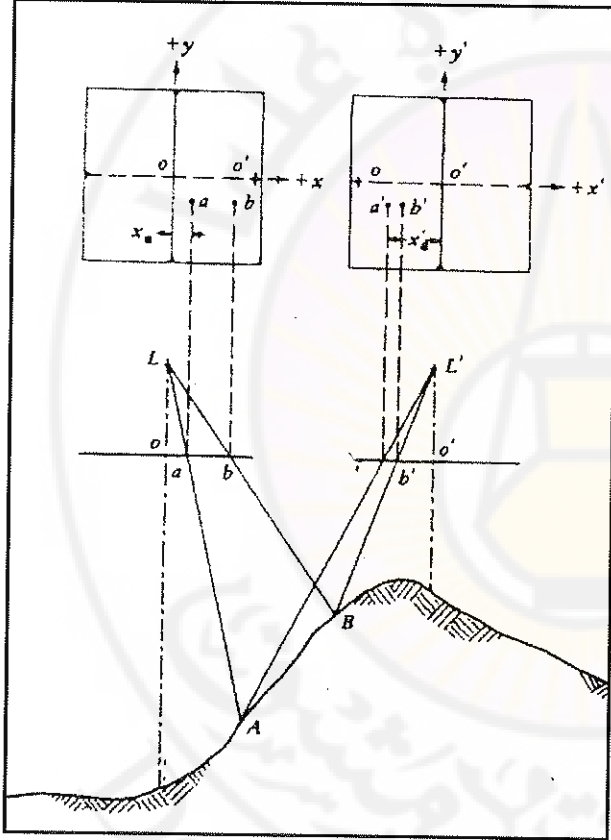
(الاتجاه نحو الخارج)

## 2-2 تغير منظر المرئية Image Parallax

رأينا في الفقرة السابقة أنه يمكن تحديد موقع جسم ما بجملة إحداثيات أرضية من خلال قياسات نجريها على صورة فوتوغرافية واحدة ، فقط إذا عرفنا ارتفاع ذلك الجسم . ويمكن التغلب على هذه المشكلة بإجراء قياسات على الأزواج المجسمة باستخدام مبدأ تغير المنظر parallax . ويشير هذا التعبير إلى التغير الظاهري في المواقع النسبية للأجسام الثابتة ، نتيجة تغير موقع الرؤية . وتلاحظ هذه الظاهرة عندما ننظر إلى الأجسام من خلال نافذة جانبية في سيارة متحركة . فإذا اعتبرنا النافذة المتحركة إطارا للمقارنة ظهرت الأجسام البعيدة ، كالجبال ، وكأنها تتحرك ببطء ، ضمن إطار النافذة ، وعلى عكس ذلك تبدو الأجسام القريبة من النافذة ، مثل الأجسام على جانبي الطريق ، وكأنها تتحرك بسرعة أكبر بكثير .



وبنفس الطريقة التي تتحرك فيها الأشجار القريبة بالنسبة للجبال البعيدة ، تبدو المعالم الأرضية القريبة من الطائرة ( أي المعالم الأكثر ارتفاعاً ) متحركة بالنسبة للمعالم الأرضية الأقل ارتفاعاً عندما يتغير الموقع الذي تؤخذ منه الصور المتتالية . وتؤلف هذه الإنزياحات النسبية أساساً للرؤية الثلاثية الأبعاد في التصوير المترابك فضلاً عن أنه يمكن قياسها واستخدامها في حساب ارتفاعات النقاط الأرضية .

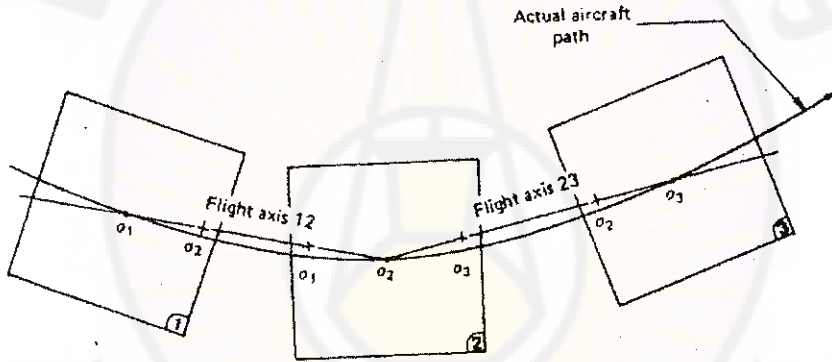


**الشكل (14-2)**

الانزياح الناتج عن تغير  
المنظر على الصور الشاقولية  
المترابكة .

ويبين الشكل (14-2) طبيعة تغير المنظر على الصور الشاقولية المترابكة الملتقطة فوق أرض مختلفة الارتفاعات . ويلاحظ أن الوضع النسبي للنقطتين A و B يتغير مع تغير موقع الرؤيا (و في هذه الحالة موقع النقاط الصورة) . كما

يلاحظ أن انزياحات تغير المنظر تحدث فقط موازية لخط الطيران ". فمن الناحية النظرية يجب أن يتوافق اتجاه الطيران بدقة مع محور الإسناد  $x$  "fiducial axis" أما في الواقع فلا بد من حدوث تغيرات لا مفر منها في اتجاه الطائرة ، حيث ينحرف عادة محور الطيران قليلاً عن محور الإسناد . ويمكن إيجاد المحور الصحيح لخط الطيران عندما نبدأ ، على الصورة ، بتحديد مواقع النقاط التي تفوق مراكز الصور في الصور السابقة واللاحقة . وتسمى هذه النقاط " النقاط المتقابلة الرئيسية conjugate principal points " والخط الذي يصل بين النقاط الرئيسية والنقاط المتقابلة الرئيسية يحدد محور الطيران . فكل الصور في الشكل (15-2) ما عدا الصور الموجودة

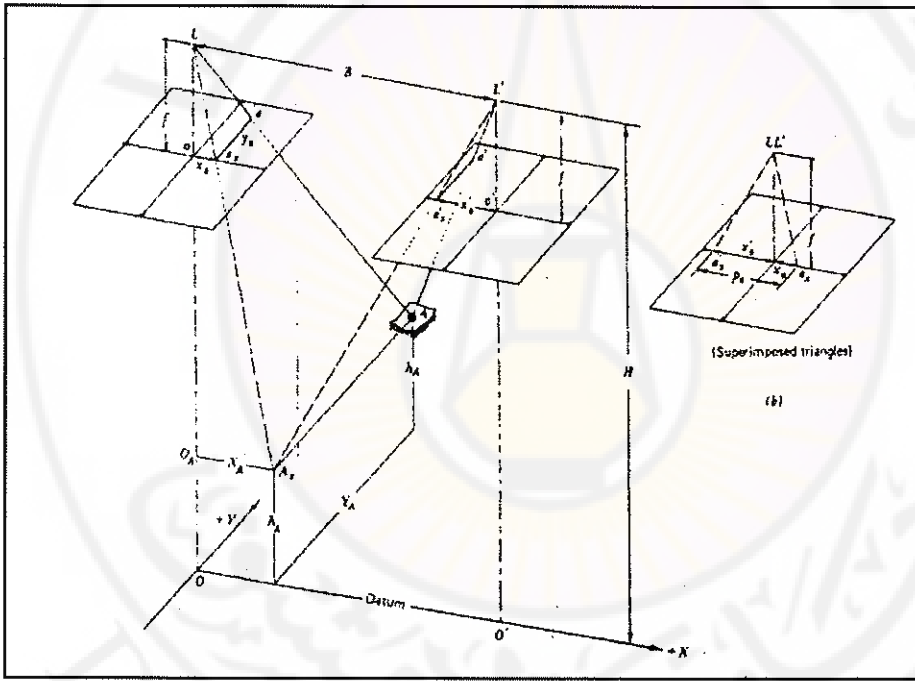


**الشكل (15-2) محاور خط الطيران لأزواج مجسمة متتالية على طول شريط الطيران .**  
في نهاية شريط الطيران ، يكون لها مجموعتان من محاور الطيران . ويحدث ذلك لأن مسار الطائرة بين اللقطات يكون عادة منحنيًا . فمحور الطيران للزوج المجسم المؤلف من الصورتين 1 و 2 في الشكل (15-2) هو محور الطيران 12 ، ومحور الطيران للزوج المجسم المؤلف من الصورتين 2 و 3 هو 23 . ويحدد خط الطيران لأي زوج مجسم إحداثيات المحور  $x$  للصورة التي ستستخدم في قياس تغير المنظر (البارالاكس) . والخطوط التي ترسم عمودية على خط الطيران والمارة في النقطة الرئيسية لكل صورة تكون محاور  $y$  للصور التي

ستستخدم في قياس تغير المنظر . ويعبر عن تغير المنظر لأي نقطة ، مثل النقطة A في الشكل (14-2) من خلال جملة إحداثيات خط الطيران كما يلي:

$$P_a = x_a - x_{a'} \quad (9-2)$$

حيث  $P_a$  = تغير منظر النقطة A ،  $x_a$  = الاحداثي x المقيس لنقطة المرئية a على الصورة اليسرى للزوج المجسم ، و  $x_{a'}$  = الاحداثي x المقيس لنقطة المرئية  $a'$  على الصورة اليمنى . ويكون المحور x لكل صورة موجباً على يمين كل نقطة رئيسة في الصورة . ويجعل هذا قيمة  $x_{a'}$  في الشكل (14-2) سالبة .



الشكل (16-2)

علاقات تغير المنظر على صور شاقولية متراكبة . (a) صور متجاورة تشكل زوجاً مجسماً .  
(b) تراكب الصورة اليمنى على اليسرى .

ويبين الشكل (16-2) صوراً شاقولية متراكبة للنقطة الأرضية A . وباستخدام قياسات تغير المنظر يمكننا تحديد الارتفاع عند النقطة A وموقع إحداثياتها الأرضية . واستناداً إلى الشكل (a,16-2) تدعى الأفقية بين محطتي أخذ الصور L و L' ، " مسار التصوير الجوي air base " ، ويرمز له بالحرف B . وينجم المثلث في ( الشكل b,16-2 ) من تراكب المثلثين في L و L' بغية تحديد طبيعة تغير المنظر  $p_a$  بالرسم كما تم حسابه جبرياً من المعادلة (9-2) وبملاحظة المثلثين المتشابهين  $La_x'a_x$  ( الشكل b,16-2 ) و  $LA_xL'$  ( الشكل a,16-2 ) نكتب :

$$\frac{p_a}{f} = \frac{B}{H - h_A}$$

ومنها نكتب :

$$(10-2) \quad H - h_A = \frac{Bf}{p_a}$$

$$(11-2) \quad h_A = H - \frac{Bf}{p_a} \quad \text{أو:}$$

وبملاحظة المثلثين المتشابهين  $Lo_A A_x$  ,  $Lo_a x$  نكتب :

$$\frac{X_A}{H - h_A} = \frac{x_a}{f}$$

ومنها نكتب :

$$X_A = \frac{x_a(H - h_a)}{f}$$

وبإدخال المعادلة (10-2) في مكانها في المعادلة السابقة نحصل على :

$$(12-2) \quad X_A = B \frac{x_a}{p_a}$$

وباشتقاق مماثل باستخدام إحداثيات  $y$  نحصل على :

$$Y_A = B \frac{y_a}{p_a} \quad (13-2)$$

تعرف المعادلات من (11-2) إلى (13-2) " بمعادلات تغير المنظر parallax equations " وتمثل  $X$  و  $Y$  في هذه المعادلات إحداثيات أي نقطة على الأرض بالنسبة لجملة إحداثيات عشوائية يقع أصلها ( صفرها 0 ) شاقولياً تحت محطة أخذ الصورة اليسرى. وتكون قيمة  $X$  إيجابية باتجاه الطيران ، وتمثل  $p$  تغير المنظر النقطة المدروسة ، و  $x$  و  $y$  إحداثيات النقطة على الصورة اليسرى . والمتطلبات الرئيسة التي وضعت لدى اشتقاق هذه المعادلات هي أن تكون الصورة شاقولية تماماً و أن تكون النقطت من الارتفاع نفسه . فإذا ما تحققت هذه المتطلبات أمكن إجراء مسح كامل للمنطقة الموجودة في منطقة التراكب في الزوج المجسم .

### مثال (2-6) :

المطلوب حساب طول الخط  $AB$  وارتفاع نهايته  $A$  و  $B$  ، من زوج مجسم يحتوي على صورتيهما  $a$  و  $b$  ، علماً أن البعد المحرقى ( $f$ ) لعدسة آلة التصوير المستخدمة هو 152.4 مم . وارتفاع الطيران 1220 م (المتوسط للصورتين) ومسار التصوير الجوي كان 600 م ، وإحداثيات النقطتين  $A$  و  $B$  المقبسة على الصورة في جملة إحداثيات " خط الطيران " هي  $x_a = 54.61$  مم ،  $y_a = 50.80$  مم ،  $y_b = 25.40$  مم ،  $x'_a = 59.45$  مم ،  $x'_b = 27.39$  مم فما هو طول الخط  $AB$  وارتفاعي  $A$  و  $B$ .

الحل :

من المعادلة (9-2) نكتب :

$$P_a = x_a - x_a' = 54.61 - (-59.45) = 114.06 \text{ mm}$$

$$P_b = x_b - x_b' = 98.67 - (-27.39) = 126.06 \text{ mm}$$

ومن المعادلتين (12-2) و (13-2) نكتب :

$$X_A = B \frac{x_a}{p_a} = \frac{600 * 54.61}{114.06} = 287.27m$$

$$X_B = B \frac{x_b}{p_b} = \frac{600 * 98.67}{126.06} = 469.63m$$

$$Y_A = B \frac{y_a}{p_a} = \frac{600 * 50.80}{114.06} = 267.23m$$

$$Y_B = B \frac{y_b}{p_b} = \frac{600 * (-25.40)}{126.06} = -120.89m$$

وبتطبيق نظرية فيثاغورث نكتب :

$$AB = [(469.63 - 287.27)^2 + (-120.89 - 267.23)^2]^{1/2} = 428.8 \text{ m}$$

ومن المعادلة (11-2) نحصل على ارتفاع النقطتين A و B كما يلي :

$$h_A = H - \frac{Bf}{p_a} = 1200 - \frac{600 * 152.4}{114.06} = 398m$$

$$h_B = H - \frac{Bf}{p_b} = 1200 - \frac{600 * 152.4}{126.06} = 475m$$



وفي كثير من الحالات لا يهتم المفسر بحساب الارتفاعات وطول ارتفاع الأشجار والأبنية ، ومقدار الانحدارات وغيرها بصورة تقريبية . فإذا كان كل من النقاط الرئيسة الأرضية لزوج مجسم ما على الارتفاع نفسه تقريباً ، وكانت قواعد الأجسام المراد تحليلها على الارتفاع نفسه أيضاً ، فإنه يمكن تطبيق معادلة تقريبية لحساب التغيرات في الارتفاع . وهذه المعادلة هي :

$$\Delta h = \frac{\Delta p h'}{b + \Delta p} = 26m \quad (14-2)$$

إذ يمثل  $\Delta h$  الفرق في الارتفاع بين نقطتين يساوي فرق تغير منظرهما  $\Delta p$  و  $H$  هي ارتفاع الطيران ( فوق سطح الأرض ) و  $b$  تمثل متوسط مسار التصوير الجوي للصورة ويتم الحصول على متوسط مسار التصوير الجوي بقياس المسافة بين النقطة الرئيسة ونقطة الاقتران الرئيسة على الصورتين اليمنى واليسرى وحساب متوسط القياسين .

### مثال ( 2-7 ) :

صور برج من ارتفاع 1200م فوق سطح الأرض وظهر في هذه الصورة اختلاف في تغير المنظر بين قمته وقاعدته قدره 1.69 مم فكم يبلغ طول ارتفاع هذا البرج إذا كان متوسط مسار التصوير للصورة 76.14 مم ؟

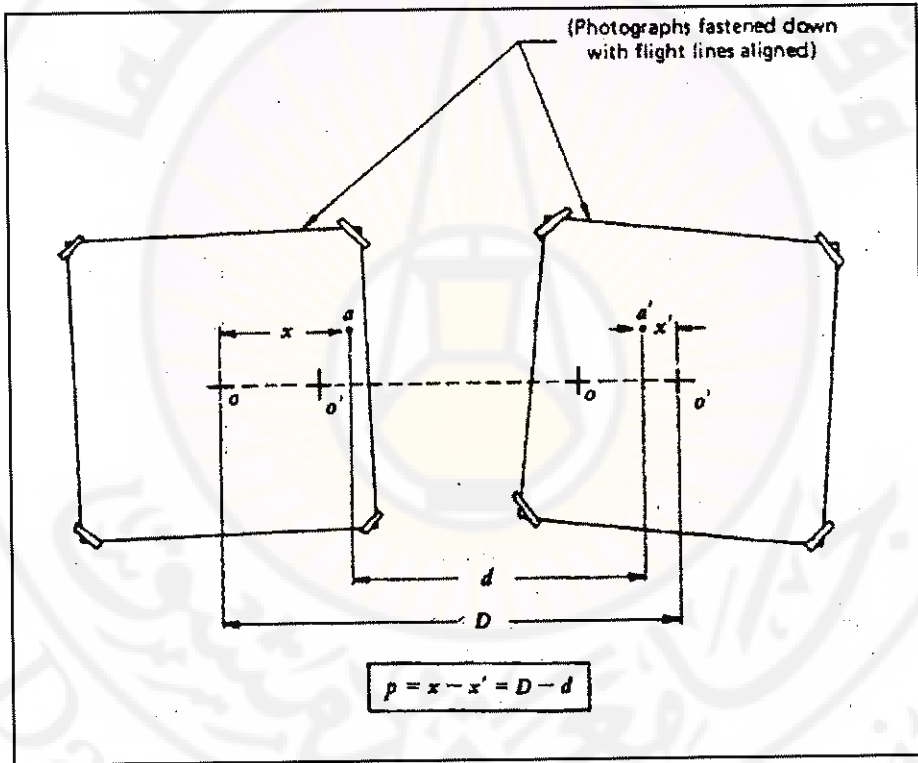
### الحل :

من المعادلة ( 2-14 ) نكتب

$$\Delta h = \frac{1.69 \times 1200}{76.14 + 1.69} = 26m$$

### 3-2 قياس تغير المنظر :Parallax Measurment

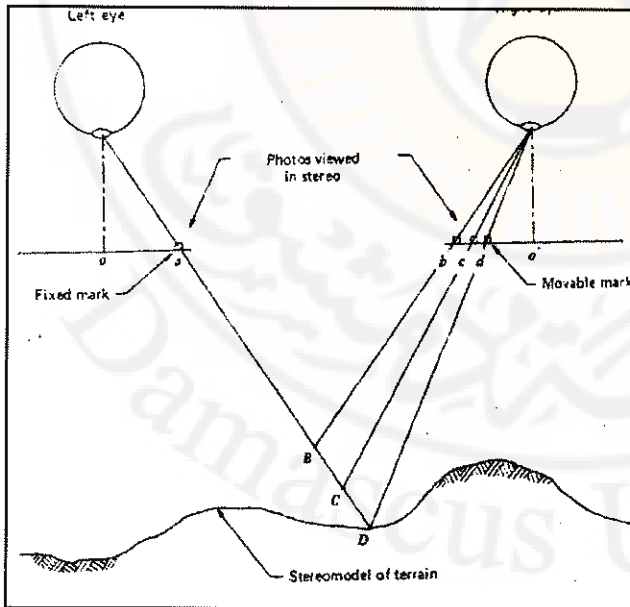
لم نذكر حتى الآن إلا القليل عن كيفية قياس تغير المنظر . فقد افترضنا في المثال (5-2) أن  $x$  و  $x'$  للنقطتين المدروستين قد تم قياسهما مباشرة على الصورتين اليسرى واليمنى ، بالترتيب . ثم تم حساب تغير المنظر من الاختلافات الجبرية لقيمتي  $x$  و  $x'$  بموجب المعادلة (9-2) . ولكن تصبح هذه الطريقة مشوشة عندما تكون النقاط المدروسة كثيرة لأن كل نقطة تتطلب قياسين اثنين .



الشكل (17-2) تراصف زوج مجسم من أجل قياس تغير المنظر.

يبين الشكل (17-2) المبدأ الذي يعتمد عليه قياس تغير المنظر ، وهو يتطلب قياساً واحداً لكل نقطة مدروسة . فإذا ثبتت صورتان اللتان تكونان الزوج المجسم على قاعدة وقد تراصف خط طيرانهما ، فإن المسافة (D) نتيجة هذا الترتيب setup تبقى ثابتة ، ويمكن اشتقاق تغير منظر نقطة ما من قياس المسافة d أي  $p=D-d$  . ويمكن قياس المسافة d بمسطرة بسيطة . "فرض أن النقطتين a و a' يمكن تعرفهما " أما في المواقع التي تتساوى فيها الشدة اللونية فلا يمكن تمييز المعالم بعضها عن بعض ، وهذا يجعل قياس d صعباً جداً .

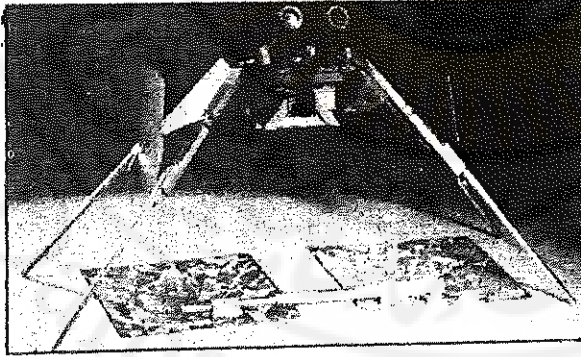
وقد صممت عدة أجهزة لزيادة سرعة قياس تغير المنظر ودقته بتطبيق المبدأ المبين في الشكل (17-2) وتسمح هذه الأجهزة أيضاً بقياس تغير المنظر بسهولة في المناطق ذات الشدة اللونية المتجانسة . وكل هذه الأجهزة تستخدم الرؤية المجسمة ومبدأ " العلامة العائمة floating mark " الذي يشرحه الشكل (18-2) . فعند النظر من خلال المنظار المجسم يستعمل محلل المرئية جهازاً يصنع علامات متماثلة على كل صورة ، وهذه العلامات تكون عادة



الشكل (18-2) مبدأ  
العلامة العائمة ( لاحظ أن  
نصف العلامة اليمنى فقط  
تتحرك لتغير الارتفاع  
الظاهري للعلامة في النموذج  
المجسم ) .

على شكل نقط أو إشارات + مطبوعة على ورق شفاف .وتوضع هذه العلامات التي تسمى " أنصاف علامات half marks " ، على مواقع متماثلة على الصورة اليسرى واليمنى . وينظر المحلل إلى العلامة اليسرى بعينه اليسرى فقط ، وينظر إلى العلامة اليمنى بعينه اليمنى فقط . ويمكن تعديل المواقع النسبية لنصفي العلامتين على طول اتجاه الطيران حتى تتدمجا معاً بصرياً ، مؤلفتين علامة واحدة تبدو " عائمة " في مستو معين في النموذج المجسم . ويختلف الارتفاع الظاهري للعلامة العائمة حسب المسافة بين نصفي العلامتين . ويشرح الشكل (2-18) كيف يمكن للنقاط المندمجة أن تقوم وأن توضع فعلاً على الأرض في نقاط محددة من النموذج المجسم . وتقضي مواقع أنصاف العلامات (b,a) ، (c,a) ، (d,a) إلى مواقع العلامات العائمة في النموذج عند B و C و D .

وأكثر الأجهزة شيوعاً التي تستخدم مبدأ العلامة العائمة لقياس تغير المنظر هو " قضيب تغير المنظر parallax bar " ويبدو في الشكل (2-19) هذا القضيب وقد تم توجيهه تحت منظر مجسم ذي مرايا .



**الشكل (2-19)**

قضيب تغير المنظر وقد تم توجيهه تحت منظر مجسم ذي مرايا (عن Wild Heerbrugg Inc .)

ويتألف قضيب تغير المنظر من نصفي علامتين موجودتين على قضيب ، ويمكن تعديل المسافة بين العلامتين وقياسها بدقة بلولب مقياس مكروي يظهر على النهاية اليمنى للقضيب . وقد تثبت هنا نصف العلامة اليسرى بوضع ما وتحرك نصف العلامة اليمنى بتدوير المقياس المكروي . ويدور المقياس المكروي لوضع العلامة العائمة على ارتفاعات ظاهرية مختلفة ضمن النموذج الجسم .

وتحول قراءات المقياس المكروي لقضيب تغير المنظر إلى قيم تغير المنظر (p) باستخدام المعادلة :

$$P = r + c \quad (15-2)$$

حيث  $r$  = قراءة قضيب تغير المنظر .

$c$  = ثابت يتعلق بـ  $r$  و  $p$  .

ويسمى الثابت  $c$  " ثابت قضيب تغير المنظر parallax bar constant " وتعتمد قيمته على المسافة بين الصور المجسمة (D) في ( الشكل (2-17) ، لذلك تختلف هذه القيمة حسب ترتيب كل صورة مجسمة . ويمكن أن تكون الإشارة الجبرية لقيمة  $c$  موجبة أو سالبة حسب تصميم قضيب تغير المنظر . وتحدد القيمة الرقمية للثابت بقياس تغير المنظر مباشرة في نقطة ما ، باستخدام مسطرة ثم مقارنة تغير المنظر المقيس ،  $p$  ، بقراءة القضيب  $r$  ، في تلك النقطة . ثم تحسب قيمة  $c$  من المعادلة :

$$C = p - r \quad (16-2)$$

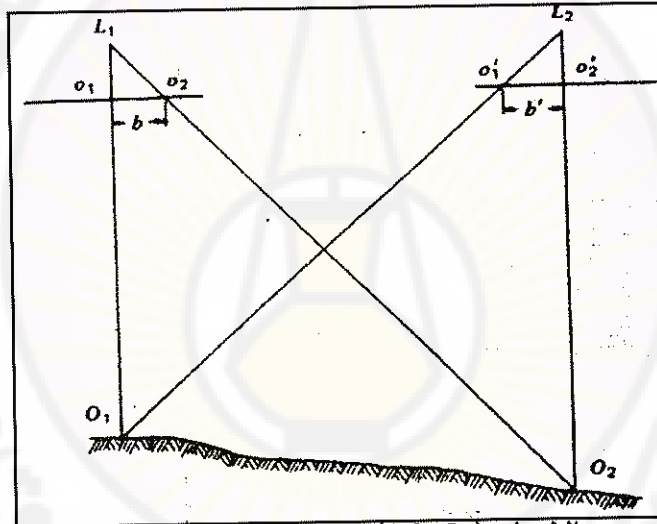
وما إن تحدد قيمة  $c$  حتى تستخدم في المعادلة (2-15) لتحويل قراءات القضيب لأي نقطة من النقاط في النموذج الجسم إلى قيم تغير المنظر . عندها يمكن استخدام هذه القيم في معادلات تغير المنظر .

ولتخفيف أخطاء القياس وآثار الميل وارتفاعات الطيران غير متساوية وانكماش ورق التصوير أقل ما يمكن ، تحدد عادة قيمتان لـ  $c$ ، ويؤخذ متوسطهما ، وهذا يتضمن قياس تغير المنظر لنقطتين مرجعيتين . ويغلب أن تستخدم النقطتان الرئيسيتان لهذا الغرض . ونرى في الشكل (20-2) أن تغير المنظر للنقطة الرئيسة الأرضية للصورة اليسرى  $O_1$  هو :

$$P_{O1} = x_{O1} - (-x'_{O1}) = o - (-b') = b'$$

و تغير المنظر للنقطة  $O_2$  هو :

$$P_{O2} = x_{O2} - x'_{O2} = b - o = b$$



**الشكل ( 20-2 )** تغير المنظر للنقاط الرئيسة.

وإذا شئنا الاختصار قلنا ، إن تغير المنظر للنقطة الرئيسة الأرضية اليسرى هو مسار التصوير الجوي  $air\ base$  مقيساً على الصورة اليمنى . و تغير المنظر للنقطة الرئيسة الأرضية اليمنى هو مسار التصوير الجوي  $b$  مقيساً على الصورة اليسرى . وتستخدم قراءات قضيب تغير المنظر لهاتين النقطتين لإيجاد متوسط ثابت الترتيب (setup).

## مثال (2-8):

النقط زوج مجسم بآلة تصوير بعدها المحرقي 152 مم من ارتفاع طيران 1200 م فوق سطح البحر وكان مسار التصوير الجوي عند النقاط الصورة 400 م . وتم قياس مسار التصوير الجوي على الصورة اليسرى فكان 94.38 مم وعلى الصورة اليمنى 94.02 مم . وأثناء التوجيه الصحيح للصورة ، أخذت قراءات قضيب تغير المنظر للنقطتين الرئيسيتين  $O_1, O_2$  للصورتين اليمنى و اليسرى ، وكانت النتائج 10.27 مم و 10.75 مم . كما أخذت قراءات قضيب تغير منظر نقطتين غير معروفتين هما A و B ، وكانت القراءتان 9.86 مم و 14.16 مم . وقيست إحداثيات النقطتين A و B على الصورة في جملة محور الطيران للصورة اليسرى ، فكانت النتائج  $x_a = 49.48$  مم ،  $y_a = 46.65$  مم ،  $x_b = 82.29$  مم ،

$y_b = -42.63$  مم حدد ارتفاع النقطتين A و B والطول الأفقي للخط AB .

## الحل :

من المعادلة (2-16) نكتب :

$$C_1 = b' - r_{o1} = 94.02 - 10.27 = 83.75 \text{ mm}$$

$$C_2 = b - r_{o2} = 94.38 - 10.75 = 83.63 \text{ mm}$$

وبتطبيق المعادلة (2-15) نحصل على :

$$P_a = r_a + C = 9.86 + 83.69 = 93.55 \text{ mm}$$

$$P_b = r_b + C = 14.16 + 83.69 = 97.85 \text{ mm}$$

$$h_q = H - \frac{Bf}{P_a} = 1200 - \frac{400(152)}{93.55} = 550 \text{ m}$$



$$h_b = H - \frac{Bf}{p_b} = 1200 - \frac{400(152)}{97.85} = 579m$$

وبتطبيق المعادلتين (12-2)، (13-2) نحصل على :

$$X_A = B\left(\frac{x_a}{p_a}\right) = 400\left(\frac{49.48}{93.55}\right) = 212m$$

$$X_B = B\left(\frac{x_b}{p_b}\right) = 400\left(\frac{82.29}{97.85}\right) = 336m$$

$$Y_A = B\left(\frac{y_a}{p_a}\right) = 400\left(\frac{46.65}{93.55}\right) = 199m$$

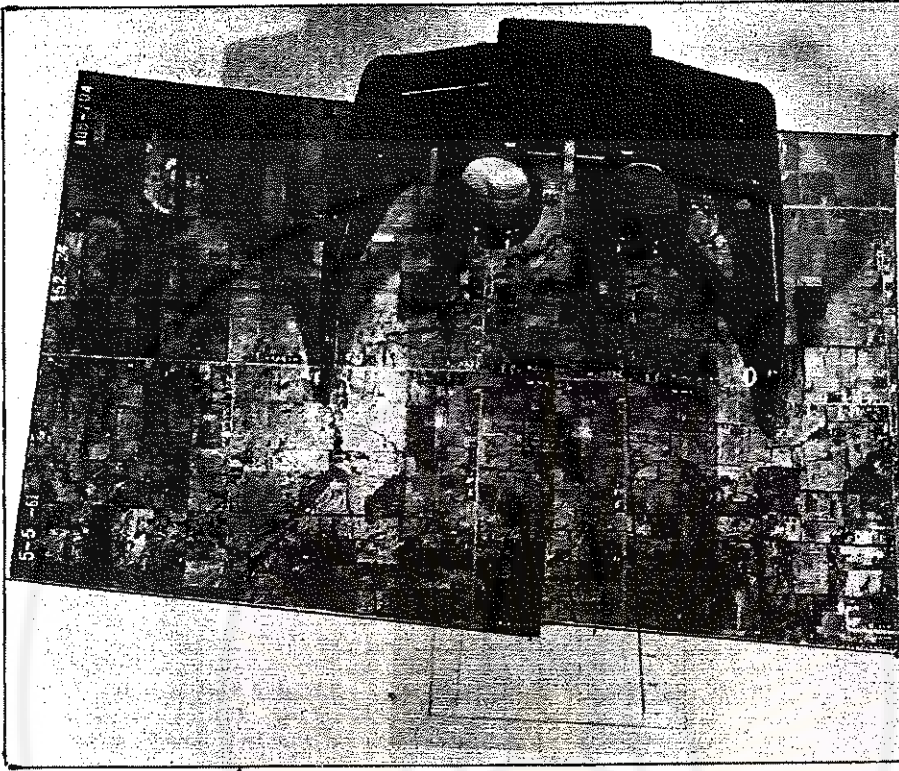
$$Y_B = B\left(\frac{y_b}{p_b}\right) = 400\left(\frac{-42.63}{97.85}\right) = -174m$$

والطول الأفقي للخط AB هو :

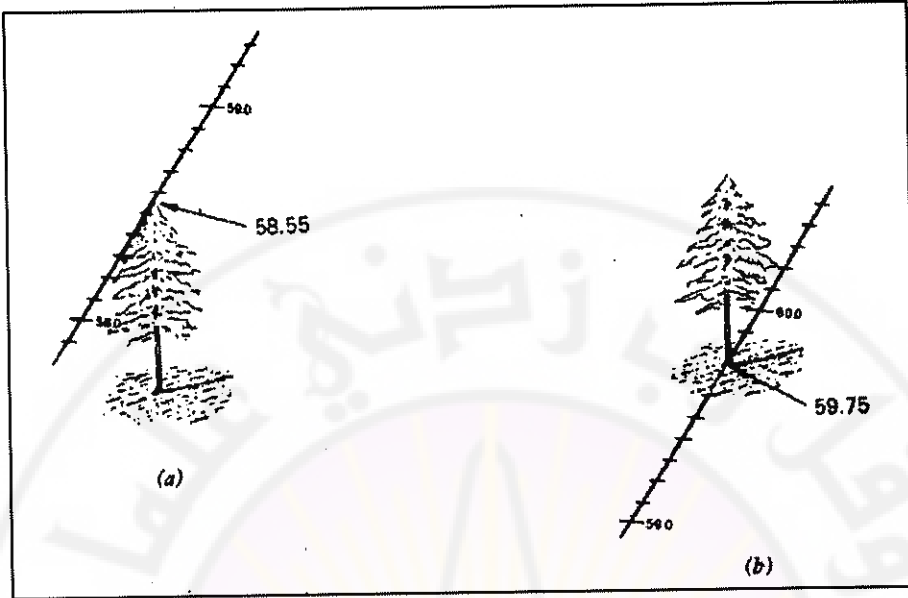
$$AB = [(X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2]^{1/2}$$

$$AB = [(212 - 336)^2 + (199 - 174)^2]^{1/2} = 393 m$$

وهناك أداة بسيطة جداً لقياس تغير المنظر تسمى "مقياس تغير المنظر Parallax Wedge" ويتألف هذا المقياس من صفيحة شفافة من البلاستيك طبع عليها خطان (أو صفان من النقاط) متقاربان (أو خطان مدرجان) . وإلى جانب أحد الخطين المتقاربين مسطرة مدرجة تبين المسافات الأفقية بين الخطين عند كل نقطة . لهذا يمكن اعتبار هذه التدريجات بمنزلة سلسلة من قراءات قضيبي تغير المنظر.



**الشكل (21-2) مقياس تغير المنظر وقد تم توجيهه تحت منظر مجسم ذي عدسات .**  
 ويبين الشكل (21-2) مقياس تغير المنظر وقد تم ترتيبه للاستخدام .  
 ووضع المقياس بحيث يقع أحد الخطين المتقاربين فوق الصورة اليسرى في الزوج المجسم والخط الآخر فوق الصورة اليمنى . وعندما ينظر في المنظار المجسم يندمج الخطان معاً فوق جزء من طولهما ، ويولفان خطاً واحداً يظهر عائماً في النموذج المجسم . ويبدو الخط العائم منحرفاً عبر الصورة المجسمة بسبب تقارب الخطوط على المقياس .



**الشكل (22-2) مقياس تغير المنظر وقد تم توجيهه للحصول على قراءة ذروة شجرة (a) وقاعدتها (b)**

ويفسر الشكل (22-2) كيف يمكن استخدام مقياس تغير المنظر لتحديد ارتفاع شجرة ما . وقد ضبط وضع المقياس في ( الشكل 22-2, a) ليبدو الخط المنحدر وقد تقاطع مع قمة الشجرة . وهكذا تؤخذ قراءات من التدريجات (المقاييس) في تلك النقطة (58.55م) ، ثم يضبط وضع المقياس بحيث يتقاطع الخط مع قاعدة الشجرة ، وتؤخذ القراءة (59.75م) و يستخدم الفرق بين القراءتين (1.20م) لتحديد ارتفاع الشجرة .

### **مثال (9-2):**

يبلغ ارتفاع الطيران لزوج من الصور المتراكبة 1600 م فوق الأرض ، ويبلغ مسار التصوير الجوي air base للصورة 75.60م . فما هو طول ارتفاع الشجرة المبينة في الشكل ( 22-2 ) .

## الحل:

بملاحظة المعادلة (14-2) نكتب:

$$\Delta h = \frac{\Delta p H'}{b + \Delta p}$$

$$\Delta h = \frac{1.20 * 1600}{75.60 + 1.20} = 25m$$

ويمكن استخدام مقياس تغير المنظر أيضا لتغيير المنظر الحقيقي. ويمكن الحصول، كما في قضيب تغيير المنظر، على ثابت لكل ترتيب (set up) وذلك بتحريك المقياس تحت المنظار المجسم حتى يتقاطع الخط المندمج لصورة النقطة التي يتم قياسها تغير منظرها بالمسطرة المدرجة. ثم يحدد ثابت مقياس تغير المنظر كما تم سابقاً (المعادلة 2-16) ويتم الحصول على تغير المنظر في أي نقطة وذلك عن طريق ثقب الصورة بالخط العائم وقراءة المقياس وتطبيق ثابت المقياس .

يعد مقياس تغير المنظر أداة المنظر أداة بسيطة جداً ، ورخصة الثمن، وسريعة (مع الممارسة) لقياس تغير المنظر. وبالرغم من أننا سنبحث فيما بعد وسائل أخرى أعقد وأدق وأعلى ثمناً لقياس تغير المنظر المجسم، إلا أنه ينبغي ألا يجهل القارئ مبدأ الأدوات الأقل تعقيداً وفائدتها، عند ذلك فقط يمكن الاختيار بين دقة القياس وتكاليفه.

## 4-2 التحقق الأرضي في التصوير الجوي Ground Control For Aerial

### :Photography

إن معظم عمليات تحليل الاستشعار عن بعد تتضمن، كما ذكرنا سابقاً، شكلاً من أشكال المعطيات المرجعية الأرضية. وهذا ما تتطلبه أيضاً عمليات التصوير المساحي. والواقع أنه في معظم عمليات التصوير المساحي لا بد من

وجود شكل من المعطيات المرجعية الأرضية، أو ما يسمى (التحقق الأرضي ground control) ونعني بذلك وجود نقاط طبيعية على الأرض تُعرف مواقعها عليها بدلالة جملة إحداثيات أفقية أو مستوى إسناد شاقولي vertical datum ، أو بدلالتهما جميعاً وعندما يتم تعرف نقاط التحقق الأرضي بصورة متبادلة على الأرض وعلى صورة يمكن استخدامها في إقامة لموقع ، ويمكن استخدامها في إقامة الموقع المكاني الصحيح والتوجيه لصورة الأرض عند لحظة النقاط الصورة .

ويمكن أن تكون نقاط التحقق الأرضي نقاط تحقق أفقية horizontal control points أو نقاط تحقق شاقولية vertical control points أو كليهما معاً. وتعرف مواقع التحقق الأفقية مساحياً من خلال بعض أنظمة إحداثيات  $yx$  (مثل نظام الإحداثيات الأفقية) في (الولاية state plane) coordinate system . أما نقاط التحقق الشاقولية فتعرف ارتفاعاتها بالنسبة لمستوي إسناد datum plane (مثل مستوى سطح البحر) ويمكن لنقطة واحدة عُرِفَ موقعها المساحي وارتفاعها أن تقوم مقام نقطتي التحقق الأفقية الشاقولية كليهما.

وقد ترسّخ التحقق الأرضي تدريجاً من خلال تقنيات مسح الأراضي الممثلة بتقسيم الأراضي إلى مثلثات (triangulation) والمسح الخطي (traversing) والتسوية (leveling) .

ويساعد حالياً في ترسيخ التحقق الأرضي استخدام طرائق المسح الذاتية الضبط inertial surveying procedures و أجهزة الوسائل العالمية لتحديد المواقع . هذا وليس من الضروري أن يفهم القارئ تفاصيل هذه التقنيات وتقنيات أخرى أكثر تعقيداً مما يستخدم في إقامة التحقق الأرضي . وكل ما ينبغي له أن يعرفه حقاً أن " التحقق الأرضي الدقيق ضروري جداً من أجل كل عمليات

التصوير المساحي " ، لأن قياسات التصوير المساحي يمكن الاعتماد عليها فقط إذا كان التحقق الأرضي متوفراً . ولا يمكن للقياسات التي تجرى على الصورة أن تطبق extrapolate بدقة على الأرض إلا إذا عرفنا موقع الصورة و اتجاهها بالنسبة للأرض لحظة التقاط الصورة فالتحقق الأرضي لا بد منه لتحديد هذه العوامل .

لقد ذكرنا سابقاً أنه لا بد من أن تكون نقاط التحقق الأرضية قابلة للتمييز بوضوح على الأرض وعلى الصورة المستخدمة على السواء . والغالب أن يتم انتقاء نقاط التحقق وتحديد مواقعها بعد عملية التصوير ، وبذلك نتحقق أن النقاط يمكن تمييزها على الصورة . ويغلب أن تستخدم المعالم الحضارية ، مثل تقاطعات الطرق ، نقاط تحقق في هذه الحالات ، وإذا تم مسح الأرض قبل التقاط الصور أمكن رسم نقاط التحقق سلفاً بعلامات صناعية ليسهل تمييزها على الصور . وتعد إشارات (+) التي تتباين عن أرضية غطاء الأرض علامات مثالية كنقاط التحقق ، وينتقى حجمها عادة حسب مقياس الصور التي سيتم التقاطها به ، وقد تختلف طبيعة المادة التي تؤلفها . وفي كثير من الحالات يمكن صنع هذه العلامات برسم إشارات (+) بيضاء على الطرق . كما يمكن رسم العلامات على ألواح متباينة من الكرتون المضغوط (مازونييت) أو الخشب المضغوط أو القماش الثخين .

5-2 استخدام التحقق الأرضي في تحديد ارتفاع الطيران ومسار التصوير الجوي للصور الفوتوغرافية الجوية :

### Use of Ground Control in Determining the Flying Height and the Air Base of Aerial Photography

- تحديد ارتفاع الطيران : ذكرنا في هذا الفصل أن معرفة ارتفاع الطيران الذي التقطت منه الصورة ، H ، يعد أساساً في كثير من حسابات التصوير المساحي . ويمكن الحصول على هذا الارتفاع بطرائق كثيرة ، وذلك حسب المعلومات المتوفرة والدقة المطلوبة . وقد ذكرنا سابقاً أن بعض آلات التصوير تقوم بتسجيل قراءة لمقياس الارتفاع altimeter على كل صورة ، ومنها نستطيع الحصول على قيمة تقريبية لارتفاع الطيران H . وبطريقة أخرى ، إذا ظهر على صورة ما خط مستو عرف طوله وارتفاعه على الأرض ، فإن طوله على الصورة مع البعد المحرقي لعدسة آلة التصوير يمكن استعمالها في حساب ارتفاع الطيران H .

#### مثال (2-10):

سياج متوسط طوله 200م يشاهد على صورة شاقولية التقطتها آلة تصوير ذات عدسة بعدها المحرقي 152مم ، وكما تشير الخارطة الطبوغرافية يبلغ ارتفاع السياج 1120م عن سطح البحر . فما هو ارتفاع الطيران فوق سطح البحر إذا كان طول السياج على الصورة 20 مم .

#### الحل:

إن المعادلة الأساسية لمقياس الصور s هي :

$$s = \frac{f}{H - h}$$

وللحصول على H نكتب :



$$H = \frac{f}{s} + h = \frac{152mm}{20.00mm / 200m} + 1120m = 2640m$$

وإذا توفر تحقق أرضي على صورة ما ، أمكن استخدامه للحصول على قياس أدق لارتفاع الطيران H . فإذا وجدت مثلاً على صورة شاقولية ما صورتان لنقطتي تحقق أرضيتين A و B أفقية وشاقولية ، أمكن تحديد قيمة ارتفاع الطيران بقياس إحداثيات نقطتي التحقق على الصورة وتحديد طول الخط الأفقي الأرضي بين A و B . ويحدد هذا الطول من خلال نظرية فيثاغورث كما يلي :

$$(AB)^2 = (X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2$$

وباستبدال المعادلات من (1-2) وحتى (4-2) في المعادلة السابقة نحصل على :

$$(AB)^2 = \left[ \frac{(H-h_A)}{f} x_a - \frac{(H-h_B)}{f} x_b \right]^2 + \left[ \frac{(H-h_A)}{f} y_a - \frac{(H-h_B)}{f} y_b \right]^2$$

حيث تكون قيم AB على الأرض، وقيم الارتفاعين  $h_A$  و  $h_B$  ، والبعد المحرق  $f$  معروفة، والإحداثيات  $(x_a, y_a)$  و  $(x_b, y_b)$  يمكن قياسها على الصورة. فإذا عوضنا القيم السابقة في العلاقة (17-2) فإننا نصل إلى معادلة من الدرجة الثانية على الشكل  $aH^2 + bH + c = 0$  تمثل فيها  $a$  و  $b$  و  $c$  أعداداً حصلنا عليها نتيجة الإصلاح . وحل معادلة الدرجة الثانية يعطى بالعلاقة :

$$H = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

وبالرغم من أن العلاقة السابقة تعطينا حلاً مباشراً لحساب ارتفاع الطيران H فإن تكوين المعادلة من الدرجة الثانية وحلها أمران مرهقان، لذلك تعد طريقة التجربة والخطأ في إيجاد H طريقة أسهل وأسرع. وبهذه الطريقة نحدد قيمة تقريبية أولية لارتفاع الطيران بالرمز  $H_1$  . وذلك من قراءة مقياس الارتفاع، أو

من حساب يشبه ما أجريناه في المثال (10-2) . ثم تحل المعادلة (17-2) للحصول على قيمة تقريبية للخط  $AB_1$  ، وبالاستناد إلى  $H_1$  . ثم تقارن قيمة  $AB$  بالقيمة الحقيقية  $AB$  ، وإذا لم تتطابق القيمتان تقدر قيمة أدق لارتفاع الطيران  $H$  ويرمز لها بالرمز  $H_2$  من العلاقة:

$$(18-2) \quad H_2 = \frac{AB}{AB_1}(H_1 - h_{AB}) + h_{AB}$$

حيث تمثل  $h_{AB}$  متوسط ارتفاع نقطتي نهايتي الخط  $AB$  . والقيمة الجديدة لارتفاع الطيران  $H$  التي يتم الحصول عليها من المعادلة (18-2) ، وهي  $H_2$  . تستخدم بعد ذلك للحصول على قيمة أخرى للخط  $Ab$  ، وهي  $Ab_2$  وقيمة  $Ab$  المحسوبة تقارن بقيمة  $Ab_2$  الحقيقية . وتكرر العملية حتى تتطابق القيم المحسوبة مع القيم الحقيقية . وتتطابق عادة النتائج بعد مرتين من التكرار .

## مثال (11-2):

نقطتا تحقق  $A$  و  $B$  تبدوان على صورة شاقولية التقطت بآلة تصوير ذات عدسة بعدها المحرقي 152.4 مم ، المسافة الأفقية بين  $A$  و  $B$  على الأرض 650 م ، وارتفاعها 213 م و 152 م فوق سطح البحر . أما إحداثيات النقاط على الصورة فهي :  $x_a = +46.82$  مم ،  $y_a = +53.64$  مم ،  $x_b = -35.51$  مم . فما هو ارتفاع طيران الصورة بطريقة التجربة والخطأ .

## الحل :

(a) إيجاد المسافة الخطية  $ab$  على الصورة :

$$Ab = [(x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2]^{1/2}$$

$$Ab = [(46.82 + 35.51)^2 + (53.64 + 43.17)^2]^{1/2} = 127.08 \text{ mm}$$

(b) إيجاد قيمة تقريبية ،  $H_1$  ، من المعادلة الأساسية :

$$H_1 = \frac{f}{s} + h_{AB} = \frac{152.4}{127.08/650} + 182.5 = 962m$$

(c) إيجاد AB من المعادلة (17-2):

$$(AB_1)^2 = \left[ \frac{(962-213)}{1524} 46.82 + \frac{(962-152)}{1524} 35.51 \right]^2 \\ + \left[ \frac{(962-213)}{1524} 53.64 + \frac{(962-152)}{1524} 43.17 \right]^2 \\ (AB_1)^2 = (23011 + 18873)^2 + (26362 + 22945)^2$$

$$AB_1 = 646.9m$$

(d) إيجاد قيمة تقريبية ثانية  $H_2$  من المعادلة (18-2):

$$H_2 = \frac{650}{646.9} (962 + 182.5) + 182.5 = 965.7m$$

(e) إيجاد  $AB_2$  من المعادلة (17-2):

$$(AB_2)^2 = \left[ \frac{(965.7-213)}{152.4} 46.82 + \frac{(965-152)}{152.4} 35.51 \right]^2 \\ + \left[ \frac{(965.7-213)}{152.4} 53.64 + \frac{(965.7-152)}{152.4} 43.17 \right]^2 \\ (AB_2)^2 = (231.24 + 189.60)^2 + (264.93 + 230.49)^2$$

$AB_2 = 650.04mm$  ( بالمقارنة بالقيمة الحقيقية لطول المسافة AB وهي 650

م ) لذا فإن ارتفاع الطيران  $H = 965.7$  فوق سطح البحر .

- تحديد مسار التصوير الجوي Air Base : يمكننا كما هو الحال في تحديد ارتفاع طيران صورة ما ، أن نوجد بطرائق كثيرة ، مسار التصوير الجوي بين الصور المتتالية من التحقق الأرضي . فإذا كان ارتفاع الطيران H معروفاً وكانت نقطة تحقق شاقولية واحدة متوفرة في منطقة تراكب الصور المتتالية ، أمكننا حساب مسار التصوير الجوي من المعادلة (10-2) .

### مثال (12-2) :

تم تصور زوج مجسم من ارتفاع طيران 1620 م فوق سطح البحر بآلة تصوير ذات عدسة بعدها المحرقي 152.4 مم . وهناك نقطة تحقق شاقولية A ترتفع 252 م فوق سطح البحر . وقيمة تغير منظرها 85.48 مم . فما هو مسار التصوير الجوي لزوج الصور المجسم ؟

### الحل :

بإعادة ترتيب المعادلة (10-2) نحصل على :

$$B = (H - h_A) \frac{p_a}{f} = (1620 - 252) \frac{85.48}{152.4} = 7673m$$

وإذا ظهرت في منطقة التراكب لزوج الصور المجسم نقطتا تحقق أمكن حساب مسار التصوير الجوي إذا علمت المسافة الأفقية بين النقطتين بدلالة الإحداثيات المتعامدة rectangular coordinates . وتستخدم هنا أيضاً نظرية فيثاغورث ، ونحصل على إحداثيات نقاط التحقق من معادلات تغير المنظر . ولذا يعبر عن طول الخط بين النقطتين A و B بالمعادلة التالية :

$$AB = [(X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2]^{1/2}$$

وبتطبيق المعادلتين (12-2) ، (13-2) على إحداثيات A و B المذكورة

نحصل على :

$$AB = \left[ \left( \frac{Bx_a}{p_a} - \frac{Bx_b}{p_b} \right)^2 + \left( \frac{By_a}{p_a} - \frac{By_b}{p_b} \right)^2 \right]^{1/2}$$

ومنها نحصل على قيمة مسار التصوير الجوي B :

$$B = \left[ \frac{(AB)^2}{\left( \frac{x_a}{p_a} - \frac{x_b}{p_b} \right)^2 + \left( \frac{y_a}{p_a} - \frac{y_b}{p_b} \right)^2} \right]^{1/2}$$

مثال ( 2-13 ) :

تظهر نقطتا تحقق A و B في منطقة التراكب لزوج مجسم . طول الخط الأفقي بينهما على الأرض يساوي 2617 م ، وقيمة تغير المنظر المقيسة للنقطة a هي 85.14 مم ، والنقطة b هي 89.27 مم ، وإحداثيات "خط الطيران" للنقطتين على الصورة اليسرى هي  $x_a = 27.14$  مم ،  $y_a = 62.39$  مم ،  $x_b = 7.42$  مم ،  $y_b = 70.10$  مم . فما هو مسار التصوير الجوي للزوج المجسم .

الحل :

$$B = \left[ \frac{(2617)^2}{\left( \frac{27.14}{85.14} - \frac{7.42}{89.27} \right)^2 + \left( \frac{62.39}{85.14} - \frac{70.10}{89.27} \right)^2} \right]^{1/2} = 1718m$$

## 6-2 مقياس الصور الجوية Scale of Aerial Photographs:

تعتمد كمية التفاصيل التي تبديها الصورة الجوية ، إضافة إلى أشياء أخرى ، على مقياس الصورة . و مقياس الصورة ، يشابه مقياس الخارطة ، فهو النسبة بين المسافة على الصورة والمسافة الحقيقية على الأرض مقدرة بمقياس واحدة الطول . ويمكن أن نعبر عن هذا المقياس بشكل معادلة ( $1 \text{ مم} = 25 \text{ م}$ ) أو بشكل كسر ( $1/25000$ ) أو بشكل نسبة ( $1:25.000$ ) . وغالباً ما يلتبس التعبيران " المقياس الكبير (Large scale) و " المقياس الصغير (small scale) على من لم يعتد العمل في مجالات المقياس . أي الصورتين أكبر ، الصورة ذات المقياس  $10.000:1$  التي تغطي جزء من مدينة ما ، أم الصور ذات المقياس  $50.000:1$  التي تغطي المدينة بكاملها ؟.

والجواب المتسرع هو أن الصورة التي تغطي مساحة أكبر ( أي المدينة كاملة ) هي الصورة ذات المقياس الأكبر . والواقع أن هذا غير صحيح . فالصورة الأكبر هي الصورة ذات المقياس  $10.000:1$  التي تبين المعالم الأرضية أكبر حجماً وأكثر تفصيلاً . أما صورة المدينة الكاملة ذات المقياس  $50.000:1$  فتبين المعالم الأرضية أصغر حجماً وأقل تفصيلاً . لذا وبالرغم من أن الصورة ذات المقياس  $50.000:1$  تغطي مساحة أرضية أكبر ، إلا أنها تمثل صورة المقياس الأصغر . وأسهل طريقة للمقارنة بين المقاييس هو أن نتذكر أن الأجسام تكون على صورة ذات المقياس الأصغر أصغر منها على الصورة ذات المقياس الأكبر . ويمكن أيضاً مقارنة المقاييس بعضها ببعض بمقارنة قيم الكسور العشرية الممثلة للمقاييس ( أي أن  $1/50.000$  هو أصغر من  $1/10.000$  ).

وأبسط الطرائق لتحديد مقياس صورة ما هي قياس المسافة بين نقطتين على الصورة مع ما يقابلها على الأرض . وهذا يتطلب إمكان تعرف النقطتين

على كل من الصورة والخارطة . ويحسب المقياس s ، بدلالة المسافة على الصورة d ، والمسافة على الأرض D ،

$$(20-2) \quad s = \text{photo scale} = \frac{\text{photo distance}}{\text{ground distance}} = \frac{d}{D}$$

### مثال (2-14):

لنفرض أن طريقين يتقاطعان على صورة فوتوغرافية في موقعين يمكن تمييزهما على خارطة طبوغرافية بمقياس 1:25.00 فإذا كان البعد بين التقاطعين على الخارطة 47.2 مم ، وعلى الصورة 94.3 مم ، (a) فما هو مقياس الصورة ؟ (b) ما هو طول خط السور ، بذلك المقياس ، الذي يبلغ طوله على الصورة 42.9 مم ؟

### الحل :

(a) تحدد المسافة الحقيقية الأرضية بين التقاطعين من مقياس الخارطة كما يلي :

$$0.0472 \text{ m} * \frac{25.000}{1} = 1150 \text{ m}$$

وباستخدام النسبة مباشرة يكون مقياس الصورة :

$$s = \frac{0.0943 \text{ m}}{1150 \text{ m}} = \frac{1}{12513} \text{ or } 1:12500$$

(b) طول السور الحقيقي ( الأرضي ) الذي يبلغ طوله على الصورة 92.9 مم ، هو :

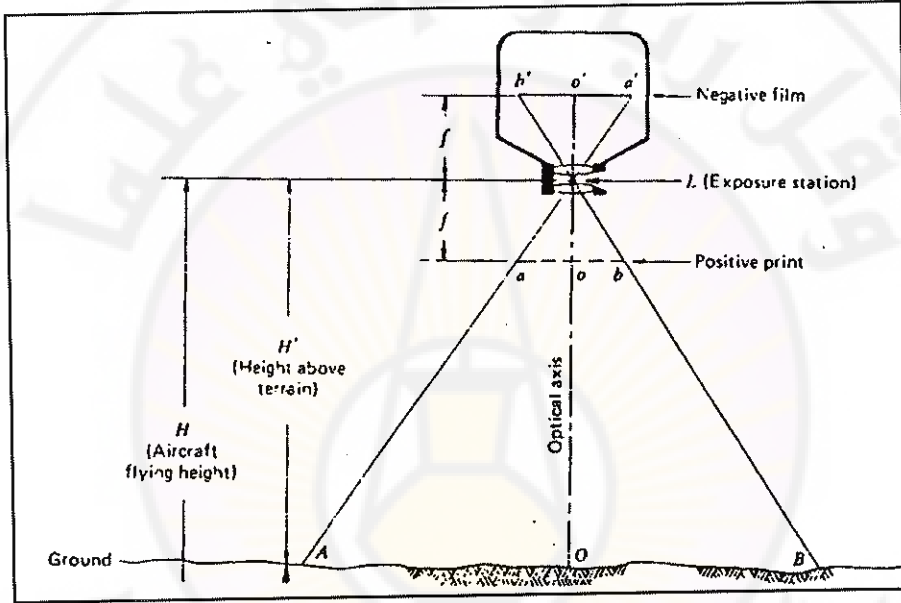
$$D = \frac{d}{s} = 0.0429 \text{ m} \div \frac{1}{12,500} = 536.25 \text{ m or } 536 \text{ m}$$

هذا وإن مقياس الصورة الفوتوغرافية الشاقولية المأخوذة فوق أرض منبسطة ، يتعلق بالبعد المحرق f لآلة التصوير المستخدمة ، كما يتعلق



بالارتفاع  $H$  الذي أخذت منه المرئية فوق الأرض . وبصورة عامة  $= f/HI$   
 البعد المحرقي / الارتفاع الذي أخذت منه الصورة  $s =$  (21-2)

ويوضح الشكل 23-2 كيف يمكننا التوصل إلى المعادلة (21-2) فالشكل يمثل منظرًا جانبيًا لصورة شاقولية أخذت فوق أرض منبسطة . ويلاحظ أن مركز عدسة آلة التصوير لحظة تعريض الفيلم ، موجود في محطة التعريض



**الشكل (23-2) مقياس صورة فوتوغرافية شاقولية أخذت فوق أرض منبسطة .**

$L$ , exposure station, التي توجد على طائرة تطير على ارتفاع  $H$  flying height فوق مستوى معين (مستوى الإسناد) Datum يكون غالباً هو مستوى سطح البحر . فإذا عرفنا ارتفاع الطيران ( $H$ ) وارتفاع الأرض ( $h$ ) (عن مستوى سطح البحر) ، استطعنا تحديد ( $H'$ ) بعملية طرح بسيطة ( $H' = H - h$ ) . فإذا مثلنا الأرض بالنقاط  $A, O, B$  تكون صورتها على الفيلم السالب هي ( $a', o', b'$ ) ، وصورتها على ورق التصوير الموجب هي ( $a, o, b$ ) . ويلاحظ أننا مثلنا السالبة والموجبة على مسافة  $f$  من عدسة آلة التصوير . وهذا

يعني أن قد الصورة الموجبة يساوي قد الصورة السالبة ، وهذا صحيح في حالة الحصول على الصور الموجبة إذا تم الطبع بالتماس . يمكن أخيراً أن نحصل على مقياس الصورة من خلال المثلثين LAO و Lao اللذين يمثلان المسافات على الأرض وعلى الصورة ، أي :

$$(22-2) \quad s = \frac{ao}{AO} = \frac{f}{H'}$$

والمعادلة (22-2) مطابقة تماماً لمعادلة مقياس الصورة الواردة في

المعادلة (21-2) وهناك طريقة أخرى للتعبير عن هاتين المعادلتين ، وهي :

$$(23-2) \quad s = \frac{f}{H - h}$$

وهي أكثر المعادلات استخداماً في مجالات القياس .

**مثال (15-2) :**

آلة تصوير مجهزة بعدسة بعدها المحرقي 152م ، استخدمت للحصول على صور شاقولية من ارتفاع قدره 2780م فوق سطح البحر . فإذا كانت الأرض منبسطة ، ترتفع 500 م عن سطح البحر ، فما هو مقياس الصورة ؟

**الحل:**

$$Scale = \frac{f}{H - h} = \frac{0.152m}{2780m - 500m} = \frac{1}{15.000} \text{ or } 1:15.000$$

وأهم ما تعبر عنه المعادلة (23-2) هو أن مقياس الصورة يتعلق

بارتفاع الأرض عن سطح البحر (h) . ويكون للصورة المذكورة في الشكل

(23-2) مقياس ثابت ، نظراً لأن الأرض المصورة منبسطة ، ومع ذلك ، فإن "

الصور التي تؤخذ لأرض متغيرة الارتفاعات لها سلسلة مستمرة من المقاييس تصبحها اختلافات في ارتفاعات الأرض " . وكذلك فإن الصور المائلة oblique أو المنحرفة tilted لها مقاييس غير متجانسة .

## مثال (16-2) :

صورة شاقولية أخذت من ارتفاع طيران قدره 5000 م فوق سطح البحر باستخدام آلة تصوير ذات عدسة بعدها المحرقي 152 مم . حدد مقياس الصورة في النقطتين B و A اللتين تقعان على ارتفاعي 1200 م و 1960 م .

## الحل :

باستخدام المعادلة (23-2)

$$s_A = \frac{f}{H - h_A} = \frac{0.152m}{5000m - 1200m} = \frac{1}{25,000} \text{ or } 1 : 25,000$$

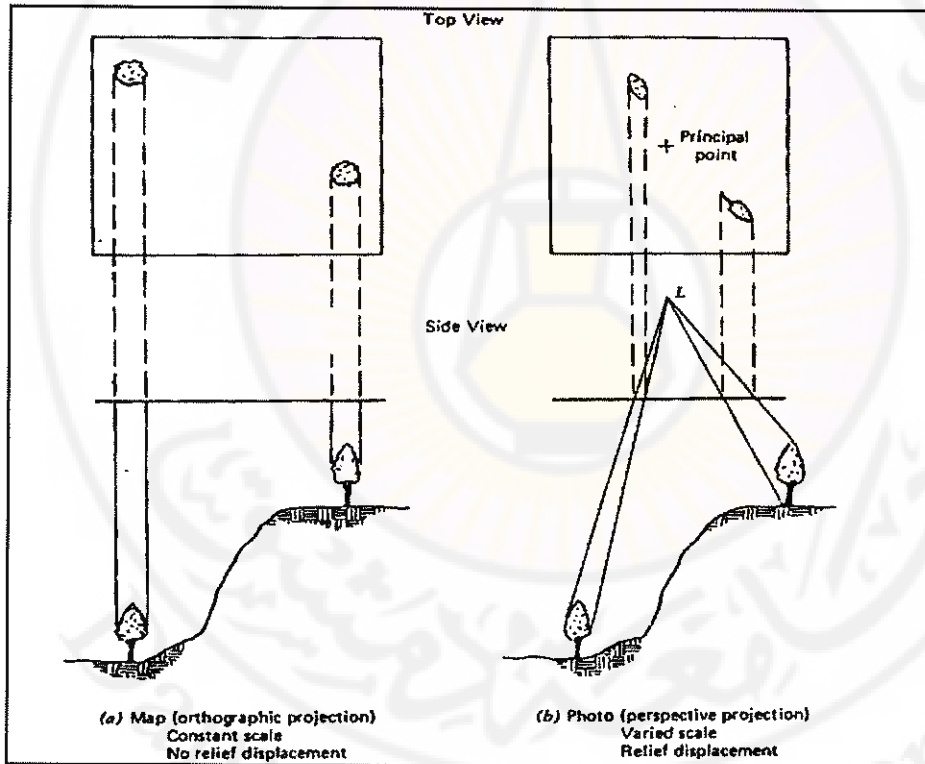
$$s_B = \frac{f}{H - h_B} = \frac{0.152m}{5000m - 1960m} = \frac{1}{20,000} \text{ or } 1 : 20,000$$

و غالباً ما يحسب متوسط المقياس Average Scale للصورة كلها ، باستخدام متوسط ارتفاع الأرض التي يجري تصويرها . ويكون هذا المقياس ، من ثم ، صحيحاً لمسافات الأجسام الموجودة في هذا الارتفاع المتوسط ، وتقريباً لما هو موجود في الارتفاعات الأخرى ، ويعبر عن متوسط المقياس بما يلي :

$$s_{avg} = \frac{f}{H - h_{avg}} \quad (24-2)$$

إذ تعبر  $h_{avg}$  : عن متوسط ارتفاع الأرض المبين في الصورة.

ويؤدي تغير مقياس الصورة إلى تشوه هندسي geometric distortion . فكافة النقاط على " الخارطة " قد ترسم في مواقعها الأفقية ( المساحية ) الحقيقية ، بعضها بالنسبة للبعض الآخر . أما النقاط على " الصورة " المأخوذة لمواقع أرضية ذات ارتفاعات مختلفة فتكون منزاحة عن مواقعها الحقيقية على الخارطة . وينجم هذا الاختلاف عن أن الخارطة هي حصيلة إسقاط شاقولي لسطح الأرض بمقياس معين ، تكون فيه خطوط الإسقاط متوازية فيما بينها orthographic projection . ويوضح الشكل (24-2) الفرق بين هذين الإسقاطين ، فالخارطة تتجم من إسقاط شاقولي للأشعة من نقاط أرضية على



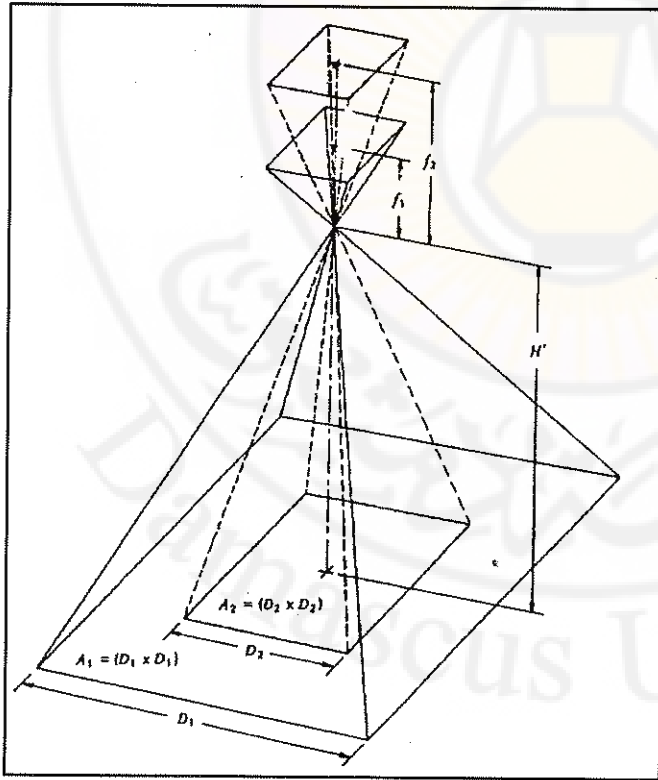
**الشكل (24-2) مقارنة بين الترتيب الهندسي للأشكال الأرضية عند إسقاطها على الخارطة (a) وعند إسقاطها على الصورة فوتوغرافية جوية (b) لاحظ اختلاف الشجرتين في الحجم والشكل والموقع .**

لوحة الخارطة ( في مقياس معين ) . على حين تتولد الصورة الفوتوغرافية من إسقاط أشعة تتجمع في نقطة واحدة ضمن عدسة آلة التصوير . وهكذا بسبب طبيعة هذا الإسقاط الأخير ، فإن أي تغير في ارتفاع الأرض يفضي إلى تغير المقياس و إلى انزياح مواقع postions المرئية . إننا نشاهد على الخارطة منظرأً علوياً للأجسام في مواقعها النسبية بترتيبها الأفقي الحقيقي . أما على الصور الفوتوغرافية فإن الأجسام الواقعة على ارتفاعات أعلى تكون ، عند التقاط الصورة ، أقرب إلى آلة التصوير ، لذا فإنها تبدو أكبر من الأجسام الموافقة لها الواقعة على ارتفاعات أدنى . إضافة إلى ذلك تبدو ذرا الأجسام دوماً مزاحة عن قواعدها الشكل (2-24) ويسمى هذا التشويه " انزياح التضاريس relief displacement " ، وينجم عنه " استلقاء leaning " كل جسم موجود فوق الأرض وابتعاده عن النقطة الرئيسة للصورة بالاتجاه القطري و يتناسب انزياح التضاريس طرداً مع ارتفاع الجسم المصور ، كما يتناسب عكساً مع ارتفاع الطيران فوق الأرض ( $H'$ ) ، وطرداً مع بعد الجسم قطعياً عن النقطة الرئيسة . لذا تشاهد حالات انزياح التضاريس العظمى عندما تظهر الأجسام الطويلة في أطراف الصورة الفوتوغرافية المأخوذة من ارتفاع أدنى ( $H'$ ) ، فوق سطح الأرض .

ولا بد للقارئ ، بعد هذا ، أن يكون قد أدرك أن الترتيب الهندسي للصور الفوتوغرافية الجوية يحول دون استخدامها مباشرة بدلاً عن الخرائط . ومع ذلك يمكن الحصول على خرائط وقياسات أرضية يمكن الوثوق بها باستخدام صور شاقولية إذا ما تم تحليل دقيق لقياساتها ، مع أخذ تغيرات المقياس و انزياح التضاريس بالحسبان ، وسنناقش كيف تستخدم الصور الجوية ، منفردة وعلى شكل أزواج مجسمة ، للحصول على خرائط وقياسات أرضية يمكن الوثوق بها .

## 7-2 تغطية الأرض بالصور الجوية : Photographs

تتعلق تغطية الأرض بالصور بعوامل كثيرة منها مقياس آلة التصوير camera format size بالإضافة إلى عوامل أخرى . فالمرئية التي تؤخذ بآلة التصوير من مقياس  $230 \times 230$  مم ( على فلم 240 مم ) تغطي مساحة من الأرض أكبر بنحو 17.5 مرة مما تغطيه مرئية بالمقياس نفسه إذا صورت بآلة التصوير ذات مقياس  $36 \times 24$  مم ( على فلم 35 مم ) . وكما عليه في مقياس الصورة فإن ما يمكن للتصوير أن يغطيه من المساحة الأرضية ، مهما كان مقياس آلة التصوير ، إنما يرتبط بالبعد المحرقى وارتفاع الطيران فوق الأرض  $(H')$  . ويبين الشكل (25-2) المبدأ القائل بأن عرض المساحة الأرضية التي تغطيها صورة ما ، عندما يكون ارتفاع الطيران ثابتاً ، يتناسب عكساً مع البعد المحرقى . ولذا فإن الصور التي تؤخذ بعدسات



**الشكل (25-2)**

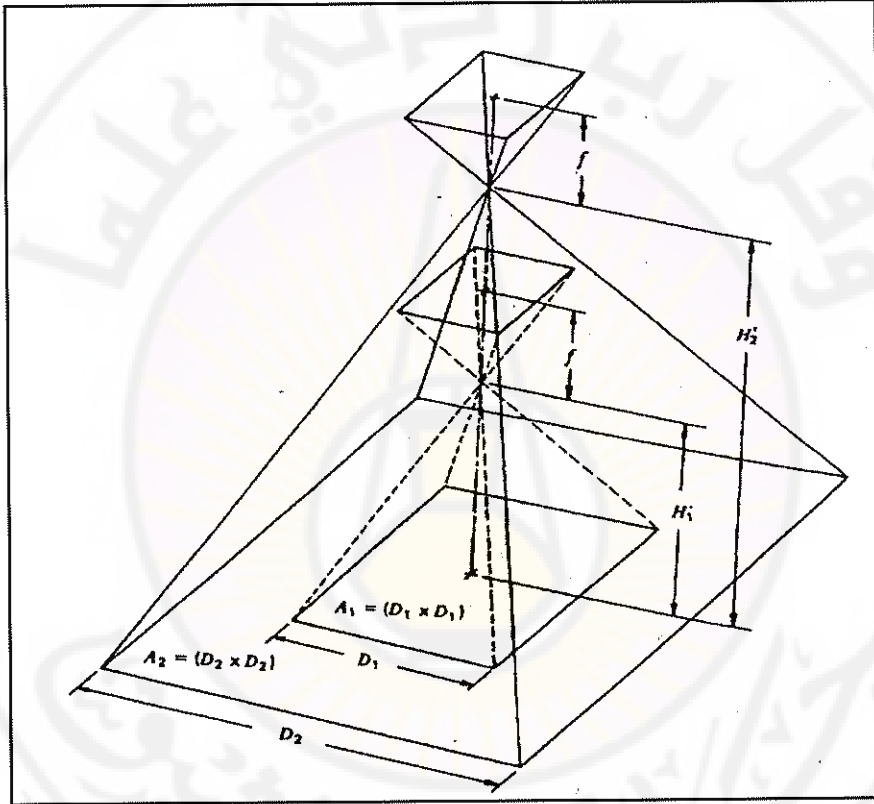
تأثير البعد المحرقى  
على مساحة التغطية  
الأرضية

ذات بعد محراقي أفصر تغطي مساحات أكبر ( ومقاييس أصغر ) مما تغطيه الصور التي تؤخذ بعدسات ذات بعد محراقي أطول . ففي الشكل (25-2) إذا كانت :

$$f_1 = 1/2 f_2$$

$$D_1 = 2 D_2 ,$$

$$A_1 = 4 A_2 \text{ تكون}$$



الشكل ( 26-2 )

وإن عرض المساحة الأرضية التي تغطيها صورة ما أخذت بعدسة ذات بعد محراقي ما ، يتناسب طردياً مع ارتفاع الطيران فوق الأرض . وهذا ما يبينه الشكل (26-2) حيث  $f$  ثابت ، إلا أن ، :

$$H'_2 = 2 H'_1$$



وفي هذه الحالة يكون :

$$A_2 = 4 A_1 \quad , \quad D_2 = 2 D_1$$

ونذكر هنا أيضاً أن مقياس المرئية يتناسب عكساً مع ارتفاع الطيران .



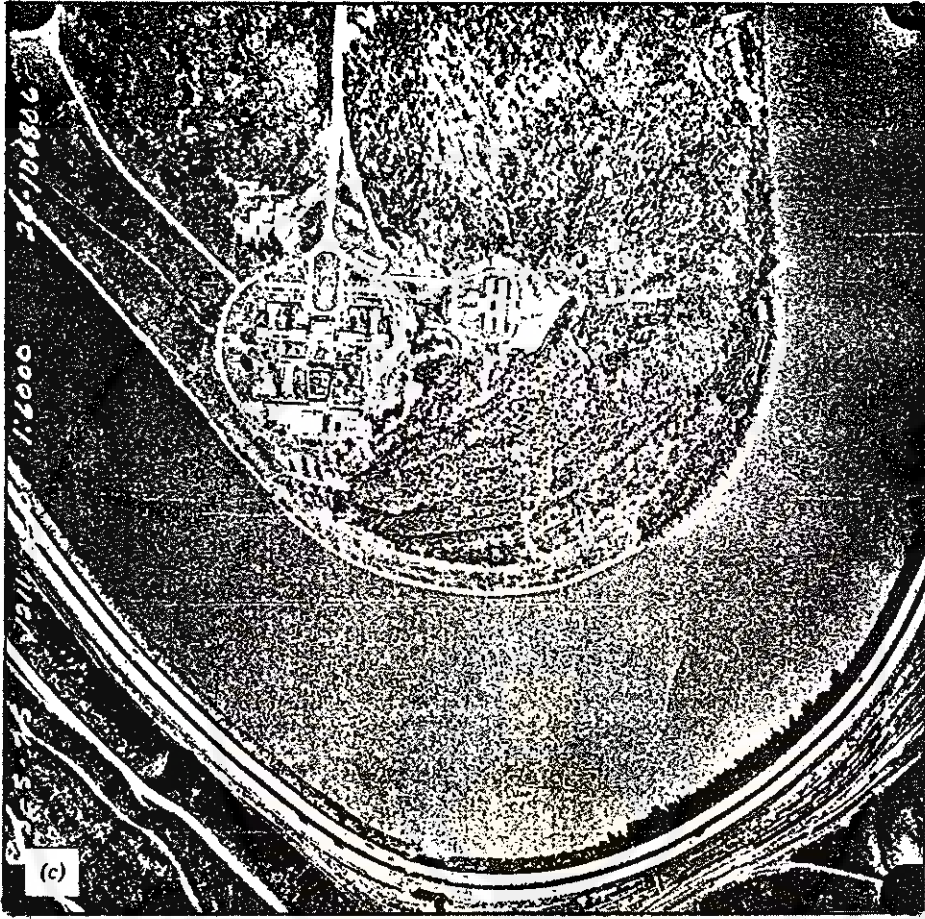
الشكل (2-27, a)

صورة جوية شاقولية بمقياس 1:240,000 تبين تشاتانوغا في تينيسي ، 21 أيار (مايو) 1971 . هذا الشكل مصغر مرتين عن الصورة الفوتوغرافية الأصلية ، التي التقطت بعدسة بعدها المحرقي  $f = 152.4$  مم من ارتفاع طيران 18300 م . ( صورة من ناسا NASA ، عن قسم خدمات وضع الخرائط ، سلطة وادي تينيسي ) .



### الشكل (b,27-2)

صورة فوتوغرافية جوية شاقولية بمقياس 1:40000 تغطي المساحة المربعة في الشكل (a,27-2) 25 شباط (فبراير) 1976 . هذا الشكل مصغر مرتين عن الصورة الفوتوغرافية الأصلية ، التي التقطت بعدسة بعدها المحرقي  $f = 152.4$  مم من ارتفاع طيران 3050 م .  
(عن قسم خدمات وضع الخرائط ، سلطة وادي تينيسي ) .



### الشكل (c,27-2)

صورة فوتوغرافية جوية شاقولية بمقياس 12000:1 تغطي المساحة المربعة في الشكل (b, 5 آذار (مارس) 1975 . هذا الشكل مصغر مرتين عن الصورة الفوتوغرافية الأصلية ، التي التقطت بعدسة بعدها المحرقي  $f = 152.4$  مم من ارتفاع طيران 915 م .  
(عن قسم خدمات وضع الخرائط ، سلطة وادي تينيسي )

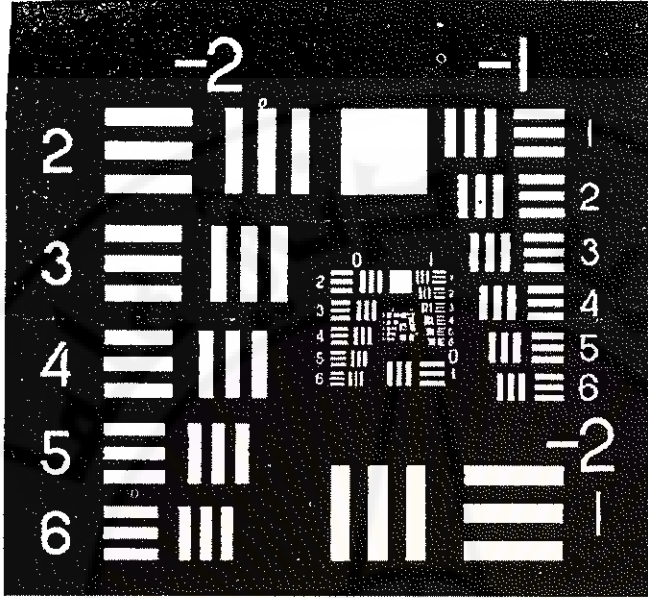


ويشرح الشكل (c,b,a,27-2) تأثير ارتفاع الطيران على ما تغطيه الصورة من المساحة الأرضية وعلى مقياس المرئية . فقد أخذت هذه المرئيات فوق شاتانوغا Chattanooga في تينيسي من ثلاثة ارتفاعات مختلفة بآلات تصوير ذات نوع واحد ومجهزة بعدسات ذات بعد محرقى واحد . فالشكل (a,27-2) هي مرئية صغيرة المقياس صورت من ارتفاع عالي تظهر فيها كامل مساحة شاتانوغا ، على حين يمثل الشكل (b,27-2) مرئية كبيرة المقياس صورت من ارتفاع أدنى ، تبدو فيها منطقة المربع المرسوم في الشكل (a,27-2) ، أما الشكل (c,27-2) فيمثل مرئية لمنطقة المربع المرسوم في الشكل (b,27-2) مقياسها أكبر من السابق قد صورت من ارتفاع أدنى أيضاً . ولا بد من المقارنة بين ما تغطيه المرئية من مساحة أرضية وتفاصيل الأجسام التي تشاهد على كل صورة من الصور الفوتوغرافية . إذ كلما كبر مقياس الصورة العامة ، زادت قابليتها في تسجيل التفاصيل . إلا أن الصور الفوتوغرافية ، كما سنشرح في الفقرة التالية ، يمكن أن يكون لها مقاييس متساوية دون أن يكون لها تمييز مكاني واحد .

## 8-2 التمييز في الصور الفوتوغرافية الجوية Photographic Resolution:

يعبر التمييز المكاني special resolution عن النوعية البصرية لمرئية تم الحصول عليها بآلة تصوير معينة . ويتحكم بالتمييز عدد من العوامل ، مثل قدرة الفلم التمييزية ، والظروف الجوية أثناء تعريض الفلم ، وعدسة آلة التصوير وحركة المرئية غير المعادلة أو المعوضة uncompensated أثناء التعريض ، وظروف معالجة الفلم ، والقدرة البصرية للمعالج وغير ذلك . ومن هذه العوامل ما هو قابل للقياس . فمثلاً يمكن قياس تمييز الفلم بتصوير " لوحة اختبار نموذجي standard chart " يظهر مثال عنها في الشكل (28-2) ،

ويتألف من مجموعات من ثلاثة خطوط متوازية تفصلها مسافات لها عرض

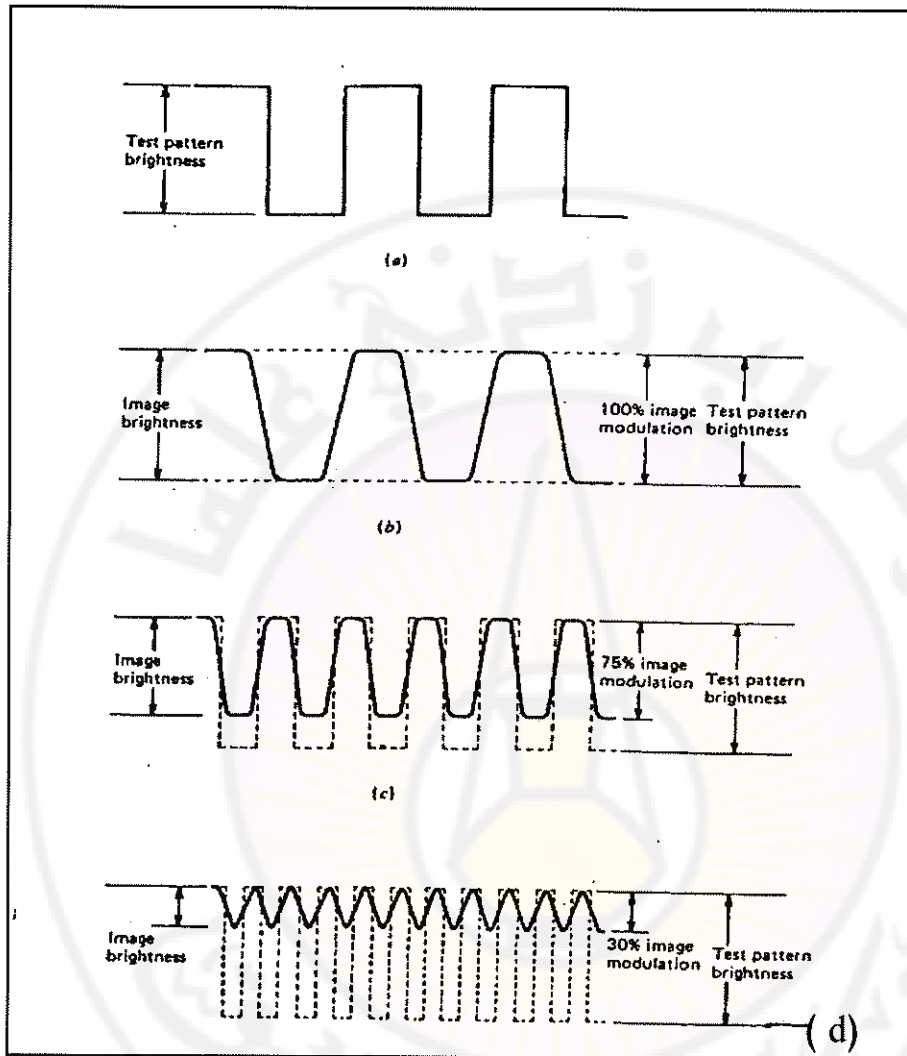


الشكل ( 2-28 ) لوحة اختبار قوة التمييز ( عن شركة Teledyne - Gurlery )

الخطوط نفسها. وتتناقص بالترتيب أحجام المجموعات المتعاقبة في اللوحة. وقوة تمييز الفلم هي المسافة بين منتصفات الخطوط المتبادلة مقدرة بالميليمتر ويمكن تمييزها في اللوحة الاختبارية تحت المجهر. لذا يعبر عن قوة التمييز لفلم ما بوحدات هي عدد الخطوط في الميليمتر الواحد. وقد حددت هذه القوة بنسبة تباين (contrast ratio) الخطوط عن أرضيتها. وهذا يتم لأن قوة التمييز تتأثر تأثيراً كبيراً بالتباين contrast. ففي نسبة التباين يكون للفلم البانكروماتي تمييز يساوي 50 خطأ في الميليمتر، على حين يكون للفلم نفسه في نسبة تباين 1:1000 تمييز يساوي 100 خط في الميليمتر .

والطريقة الأخرى لتحديد تمييز الفلم، التي تمحو أثر العامل الشخصي في تقدير الدرجة التي تكون فيها الخطوط قابلة للتمييز، هي بناء تحويل

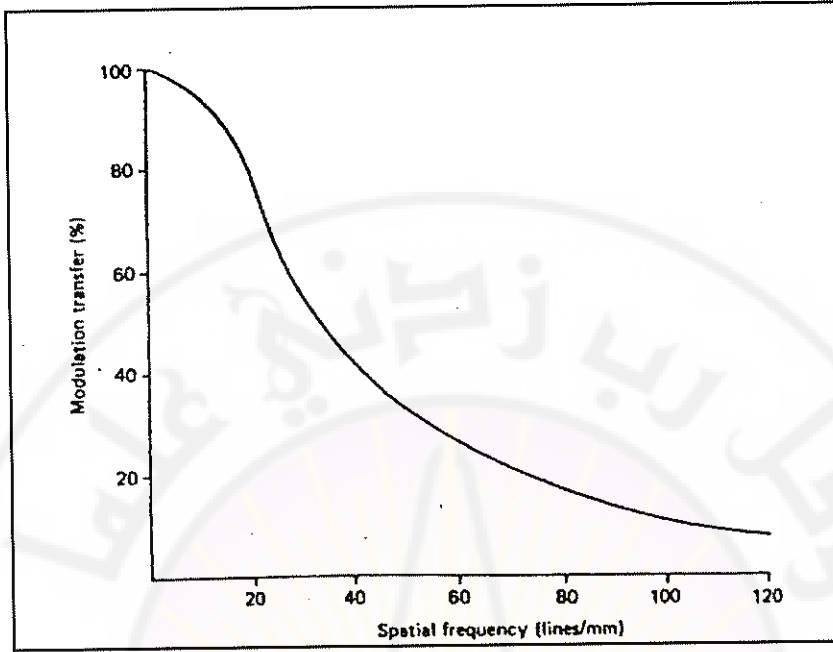
التعديل transfer function modulation للفلم. ويستعمل في هذه الطريقة مكثاف صغري microdensitometer يقوم بمسح مرئيات لسلسلة من طرز اختبار test pattern لموجة سريعة مشابهة للموجة المرسومة في الشكل (a,29-2). والفلم النموذجي لا يمكن أن يسجل بدقة تغيرات اللمعان (التعديل modulation) لطراز الاختبار وحسب ، بل يسجل أيضاً النهايات الواضحة في الطراز. ففي الأفلام الحالية تعتمد دقة عملية تسجيل الفلم على التردد المكاني للطراز. فمن أجل الطرز الاختبارية ذات العدد الصغير من الخطوط في المليمتر الواحد فإن قيم اللمعان القصوى والدنيا كما تقاس من مرئية الفلم (الشكل b,29-2) قد تتوافق تماماً مع قيم طرز الاختبار . ويقال عن تحول تعديل الفلم عن التردد المكاني لهذا الطراز الاختباري أنه 100 بالمئة ، ومع ذلك يلاحظ أن نهايات الطراز الاختباري هي مستديرة على مرئية الفلم وعندما ينقص عرض الخط والمسافة بين الخطوط في الطراز الاختباري ستؤدي إلى نقصان في التعديل modulation وزيادة في استدارة النهايات . وهذا ما يظهر في الشكلين (c,29-2) و (d,29-2) (حيث يظهر على التوالي 75 و 30 بالمئة من تحويل التعديل). وعند قياس كثافات الفلم في كثير من أمثال هذه الطرز ذات التردد المكاني الذي يزداد تدريجياً ، يمكن رسم المنحني الكامل لعامل تحويل التعديل (الشكل 2-30) ويعبر هذا المنحني مرة ثانية عن الدقة التي يمكن بها تسجيل مرئيات لمعالم ذات حجوم مختلفة أو ذات ترددات مكانية على فلم ما.



الشكل (a,29-2)

(a) طراز اختبار موجة مربعة. (b) تحويل تعديل مرئية لطراز اختبار في (a). (c, d) . (a) طراز اختبار موجة مربعة. (b) تحويل تعديل مرئية لطراز اختبار لها تردد مكاني أعلى. (لاحظ في (b) حدوث تعديل قدره 100% ، غير أن المرئية تبدي نقصاناً في حدة النهايات إذا ما قورنت مع طراز الاختبار) . أما في (c) فإن حدة النهايات قد نقصت أكثر بالإضافة إلى أن تحويل التعديل قد نقص إلى 75% من قيمته في طراز الاختبار . ولاحظ في (d) أن حدة النهايات قد نقصت أكثر فأكثر وأن تحويل التعديل قد نقص إلى 30%.





الشكل (2-30) منحنى عامل تحويل التعديل (MTF) modulation transfer .

ويتعلق تمييز أي فلم أو تحويل التعديل modulation transfer بصورة أساسية بمقدار توزع حبيبات هاليدات الفضة في المستحلب . فكلما ارتفعت حبيبية الفلم granularity انخفضت بصورة عامة قوته في التمييز . ومع ذلك فإن الأفلام ذات الحبيبية المرتفعة هي أكثر تحسناً للضوء ، عامة ، وأسرع faster ، من الأفلام ذات الحبيبية المنخفضة . لذلك هناك دوماً موازنة tradeoff بين " السرعة " والتمييز .

ويمكن قياس التمييز لأي تركيبة من الفلم و آلة التصوير ، بالتصوير الجوي لهدف أرضي كبير يتمثل بصفيقة من القضبان . والمرئية الناجمة تجمع بين ترددي قيمة المرئية بنتيجة التأثيرات الجوية أثناء الطيران وتحرك المرئية خلال زمن التعريض ( أضف إلى ذلك ما ينجم عن اهتزاز آلة التصوير ) .

والفائدة الحاصلة من ذلك هي أننا نستطيع البدء في تقدير التمييز المكاني " في حالة الحركة dynamic " لكامل جهاز التصوير عوضاً عن تقدير التمييز في حالة " السكون static " لأي من عناصره .

ويمكن استخدام نتائج هذا الاختبار للتمييز الحركي في المقارنة بين أجهزة التصوير المختلفة، إلا أن الأعداد الحاصلة يصعب تفسيرها عملياً. فإن ما يهمنا من قياس تمييز جهاز ما يتعدى تحديد قدرة الجهاز على تسجيل مرئيات واضحة لأجسام صغيرة متجاوزة ذات أشكال محددة على لوحة الاختبار . ذلك أن اهتمامنا لا يقتصر على تحري detect الجسم، ولكن يتجاوز ذلك إلى تعرفه recognition وتحديد نوعه identification . لذا فإن مصطلح "التمييز المكاني" لا يمثل دقة التعريف definition . فالهدف، في مجال التحري، هو تمييز الأجسام المنفصلة بعضها عن بعض بوضوح، وفي مجال التعرف فهو محاولة تحديد نوع الأجسام أهي مثلاً أشجار أو صف من أكوام المحاصيل ، أما في مجال التعيين، أي تعيين النوع، فالهدف هو تحديد نوعي للأجسام، أي تمييز أشجار البلوط مثلاً عن نباتات الذرة.

ويمكن إدماج تأثيرات المقياس scale والتمييز resolution ، وذلك لنُعبر عن جودة المرئية بدلالة مسافة التمييز الأرضية (GRD) ground resolution distance . وهذه المسافة تُعمّم التمييز الحركي لجهاز التصوير على فلم ما لمسافة أرضية . ويمكن أن يعبر عن ذلك بـ :

مقلوب قياس الصورة

$$\text{GRD (m)} = \frac{1000 \text{ مم}}{\text{قوة تمييز الجهاز ( عدد الخطوط في الميليمتر )} \times 25}$$

حيث 1000 تمثل عامل تحويل واحدة المسافة للحصول على قيمة GRD بالأمطار . فإذا أخذت صورة فتوغرافية ذات مقياس 1:50000، مثلاً ، بجهاز تصوير تمييزه الحركي 40 خطأً في الميليمتر، كانت مسافة تمييزه الأرضية

$$GRD = \frac{50.000}{(40)1000} = 1.25m$$

وهذه النتيجة نفترض أننا نتعامل مع فلم أصلي بالمقياس الذي صُوِّر فيه . لكن الحصول على مكبرات منه سيفقد المرئية بعض التفاصيل، في عمليات تكبيرها وطبعها.

والخلاصة، تمثل مسافة قوة التمييز الأرضية طريقة سهلة لمقارنة الإمكانات المتوقعة للمرئيات المختلفة لتسجيل تفاصيل مكانية. ومع ذلك لا بد من استخدام هذه الطريقة وطرائق أخرى لقياس قوة التمييز المكاني، بحذر، لأن كثيراً من المتغيرات غير المتوقعة قد تتدخل أو لا تتدخل في تحري الصور الفتوغرافية الجوية أو تعرفها أو تحديد نوعها.

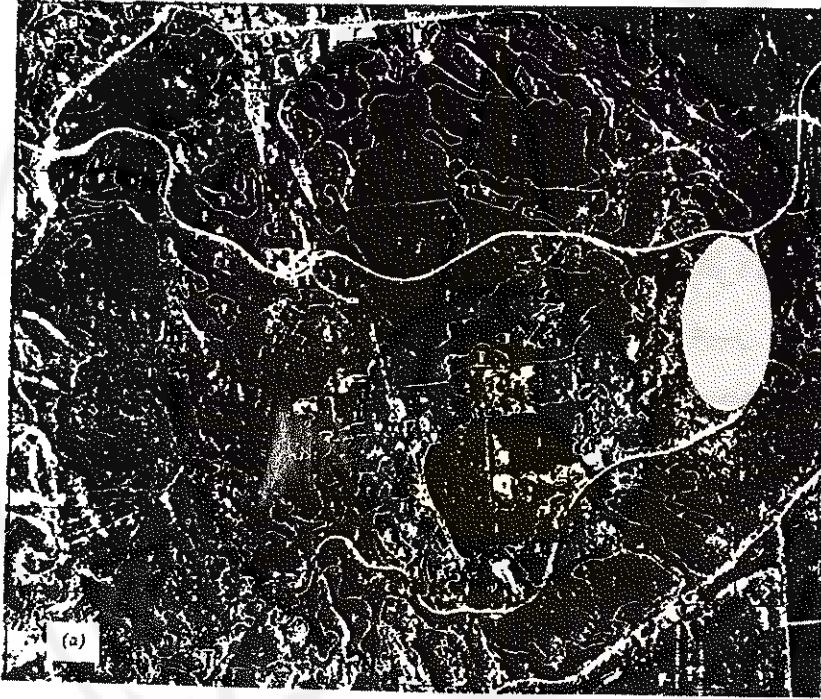


## الفصل الثالث

### تخطيط عمليات الطيران Flight Planning

لا تتحقق، غالباً، أهداف مشروع استشعار ما عن بعد بالصور إلا بالحصول على صور جديدة للمنطقة المدروسة. ويعود ذلك لأسباب كثيرة: إذ إن الصور المتوفرة لمنطقة ما يمكن أن تكون، مثلاً، قديمة بحيث لا تصلح لإجراء بعض التطبيقات مثل وضع خرائط استخدام الأراضي. إضافة إلى أن الصور المتوفرة يمكن أن تكون قد التقطت في فصول غير مناسبة. فالصور التي تلتقط لوضع الخرائط الطبوغرافية مثلاً، تُصوّر عادة في فصل الخريف أو الربيع للتخفيف ما أمكن من الغطاء النباتي، وقد لا يكون هذا التصوير ملائماً للتطبيقات التي تتضمن تحليل الغطاء النباتي، بل قد لا تكون الصور المتوافرة بالمقياس الذي يناسب الدراسة المطلوبة، أو قد تكون صُوّرت على أفلام غير ملائمة. والغالب أن يرى المحلل الذي يرغب بتغطية ملونة تحت حمراء لمنطقة ما أنه لا تتوافر له إلا صور بانكروماتية غير ملونة. وقد تتطلب التطبيقات العالية التخصص تركيبيات من الأفلام والمرشحات أو ترتيبات تصوير غير عادية، فيؤدي ذلك إلى أن تكون الصور المتوفرة غير ملائمة.

وعندما يحتاج الأمر إلى صور جديدة، يجد مفسر الصور نفسه بحاجة لأن يضع خطة لعملية الطيران. وعليه أن يعرف أولاً أن أحد أهم المتغيرات في المهمة الجوية، وهو الطقس، إنما يقع خارج نطاق سيطرة حتى أحسن المخططين. وفي بعض المناطق لا تتعدى الأيام



### الشكل (1-3)

صورة مقومة مجسمة تبين جزءاً من منتزه جاتينو Gatineau في كندا. وتسمح الصورة المقومة (a) وقرينتها المجسم (b) برؤية الأراضي بأبعادها الثلاثة . تتمتع القياسات التي أجريت على الصورة المقومة، أو المخططات التي رسمت منها بالدقة، التي تتمتع بها الخرائط. لقد طبعت معلومات عن الغابات مع هذا المنظر على شبكة UTM لا حظ أن شبكة UTM مربعة على الصورة المقومة إلا أنها تشوهت لدى إدخال تغيير المنظر على القرين المُجسّم. 38000:1 (عن معهد إدارة الغابات، مصلحة الغابات الكندية).

المناسبة للتصوير الجوي بضعة أيام. ولاستغلال الطقس المناسب تقوم مؤسسات التصوير الجوي التجارية بعدة عمليات في اليوم الواحد، وغالباً ما يكون ذلك في مواقع متباعدة عن بعضها البعض . ويُخَطَّطُ للطيران عادة أن يكون بين الساعة العاشرة صباحاً والثانية بعد الظهر للحصول على أحسن إضاءة وأقل ظل. ويستغرق التخطيط لمهمة جوية وتنفيذها، عامة، الكثير من الوقت والمال . وهذه العملية هي فن بقدر ما هي علم من كافة نواحيها.

وسنناقش فيما يلي الأسس الهندسية لتخطيط عملية الطيران. فالمتغيرات المطلوبة لذلك هي (1) البعد البؤري لآلة التصوير المستخدمة، و(2) مقياس لقطة format size آلة التصوير، و(3) مقياس الصورة المطلوب، و(4) مساحة المنطقة المراد تصويرها، و(5) متوسط ارتفاع المنطقة المراد تصويرها، و(6) تراكب الصور المطلوب، و(7) التراكب الجانبي المطلوب، و(8) السرعة الأرضية للطائرة المستخدمة.

وبناء على هذه المتغيرات يُعَدُّ المخططُ حسابات وخارطة للطيران ترشد طاقم الطائرة إلى : (1) ارتفاع الطيران فوق مستوى الإسناد datum، الذي ستلتقط منه الصور، و(2) تحديد موقع خطوط الطيران واتجاهها وعددها ، التي ستُنَفَّذُ فوق المنطقة المراد تصويرها، (3) الفترات الزمنية التي ستفصل بين اللقطات المتتالية، و(4) عدد اللقطات في كل خط طيران، و(5) عدد اللقطات الكلي اللازمة أثناء المهمة.

وتُرسَمُ خطط الطيران عادة على خارطة لتساعد طاقم الطائرة إلا أنه لا يمكن استخدام صور قديمة أو صور مرشدة فسيفسائية index mosaic أو حتى مرئيات سائل satellite image لهذا الغرض. وسنشرح في المثال التالي المتطلبات الحسابية لإعداد لخطة طيران .



### مثال (3 - 1) :

يراد دراسة منطقة بعرض 10 كم باتجاه شرق - غرب ، وبطول 16 كم باتجاه شمال-جنوب (انظر الشكل 3 - 2) ، وقد استخدمت آلة تصوير البعد البؤري لعدهتها 152.4 مم، ومقاس لقطتها format 230 مم . مقياس الصور المطلوب 1:25.000 ، وتراكب النهايات والتراكب الجانبي المطلوبين هما بالترتيب 60% و 30% . ويجب ضبط بدايات خطوط الطيران ونهاياتها على طول حدود المنطقة المدروسة . والخارطة الوحيدة المتوفرة للمنطقة هي بقياس (1:62.500) ، وهي تشير إلى أن متوسط ارتفاع الأراضي (300) م فوق مستوى الإسناد . والمطلوب إجراء الحسابات اللازمة لوضع خطة الطيران ورسم خارطة الطيران .



الشكل ( 2-3 ) : منطقة دراسة مساحتها  $16 \times 10$  كم مطلوب تغطيتها بالصور.

### الحل:

- (a) استخدم خطوط طيران شمال- جنوب لتقليل عدد الخطوط ما أمكن .  
(b) أوجد ارتفاع الطيران فوق الأراضي ( $H=f \setminus s$ ) واجمع متوسط ارتفاع الموقع للحصول على ارتفاع الطيران فوق مستوى سطح البحر:

$$H = \frac{f}{s} + h_{avR} = \frac{0.1524 \text{ m}}{1/25000} + 300 \text{ m} = 4110 \text{ m}$$

- (c) حدّد ما تغطيه الصورة الواحدة من الأرض بالاعتماد على مقاس لقطة الفلم ومقياس الصورة:

$$\text{coverage per photo} = \frac{0.23 \text{ m}}{1/25.000} = 5750 \text{ m} \quad \text{on a side}$$

- (d) حدّد الفاصل الأرضي بين الصور على خط، إذا تقدمت الصورة على الأخرى بنسبة 40% (أي تراكب طرفي بنسبة 60%).

$$0.40 \times 5750 \text{ m} = 2300 \text{ m} \quad \text{Between photo centers}$$

- (e) بفرض أن سرعة الطائرة هي 160 كم/ساعة ، فإن الفاصل الزمني بين اللقطات

$$\frac{2300 \text{ m/photo}}{160 \text{ km/hr}} \times \frac{3600 \text{ sec/hr}}{1000 \text{ m/km}} = 51.75 \quad (\text{use } 51 \text{ sec})$$

(لذا يستخدم 51 ثانية ) .

- (f) تُجبر كسور الأعداد فتجعل أعداداً صحيحة لأن موقت المغلاق لا يضبط عادة إلا على الثواني الكاملة وليس على أجزاء من الثانية (ويختلف ذلك حسب النموذج). وتدوير العدد للأدنى يتسنى لنا تغطية بمقدار 60% على الأقل. أعد حساب المسافة بين مراكز الصور باستخدام عكس المعادلة السابقة:

$$51 \text{ sec/photo} \times 160 \text{ km/hr} \times \frac{1000 \text{ m/km}}{3600 \text{ sec/hr}} = 2267 \text{ m}$$

(g) احسب عدد الصور لكل خط بطول 16 كم بتقسيم هذا الطول على مقدار تقدم الصورة . أضف صورة في كل نهاية ثم دور العدد للأعلى لتحقيق التغطية :

$$\frac{16,000m \setminus line}{2267m \setminus photo} + 1 + 1 = 9.1 \text{ photos} \setminus line \text{ (use 10)}$$

لذا يستخدم العدد 10 .

(h) إذا أردنا أن تتراكب الصور جانبياً في كل خط طيران بنسبة 30% من التغطية ، وجب أن تتفصل الخطوط بنسبة 70% من التغطية :

$$0.70 \times 5750m \text{ coverage} = 4025m \text{ between flight lines}$$

(i) أوجد عدد خطوط الطيران اللازمة لتغطية منطقة الطيران بعرض 10 كم . بتقسيم هذا العرض على المسافة بين خطوط الطيران ( ملاحظة : إن هذا التقسيم يعطي عدد المسافات بين خطوط الطيران ، أضف 1 لتحصل على عدد الخطوط ):

$$\frac{10,000m \text{ width}}{4025m \setminus 4 \text{ line}} + 1 = 3.48 \text{ (use 4)}$$

( لذا يستخدم 4 ) .

والمسافة المصححة بين الخطوط لاستخدام 4 خطوط ستكون .

$$\frac{10,000m}{4 - 1 \text{ spaces}} = 3333m \setminus space$$

(j) أوجد المسافة بين خطوط الطيران على الخارطة ( بمقياس 1:62,500 ):

$$3333m \times \frac{1}{62,500} = 53.3mm$$

(k) أوجد العدد الكلي للصور المطلوبة :

$$10 \text{ photos} \setminus line \times 4 \text{ lines} = 40 \text{ photos}$$

**ملاحظة:** تم تحديد موقع أول خط طيران وآخر خط طيران في هذا المثال

لتطابق حدود منطقة الدراسة. وهذا ما يحقق التغطية الكاملة



ولابد أيضا قبل القيام بالمهمة من اتفاق على المواصفات التفصيلية للمواد والأجهزة والطريقة التي ستستخدم بها. وهذه المواصفات تحدد عادة متطلبات المهمة والتجاوزات المسموح بها، وشكل ونوع النتائج أو الحصائل ، وحقوق تملك أصول المرئيات . ويجب أن تتضمن مواصفات المهمة ، ومتطلبات التحقق الأرضي، وخصائص معايرة آلة التصوير، ونوع الفلم والمرشحة، وشروط التصوير، وتجاوزات المقياس المسموح بها والتراكب الجانبي والطرقي، وميلان الطائرة وانحرافها، ونوعية الصور وتصنيف النواتج ومواعيد تسليمها.





## الفصل الرابع

### تفسير الصور الجوية Air photo Interpretation

1-4 أسس تفسير الصور الجوية :

#### Fundamentals of Air photo Interpretation :

تمثل الصور الجوية سجلاً مفصلاً لمعالم الأرض لحظة تصويرها . ويقوم مفسر الصور بفحصها بشكل منظم ، وغالباً ما يفحص أيضاً بعض السجلات المساعدة كالخرائط وتقارير الملاحظات الحقلية . واستناداً إلى هذه الدراسة ، يتم تفسير الطبيعة الفيزيائية للأجسام والظواهر التي تبدو في الصور . ويتم تفسير الصور حسب عدد من المستويات التي تختلف درجة تعقيدها ، من مجرد تعرف بسيط للأجسام الموجودة على سطح الأرض إلى تعرف ما ينشأ من علاقات معقدة متبادلة بين معالم سطح الأرض وما تحت سطحها . ويختلف النجاح في تفسير الصورة حسب تدريب المفسر وخبرته ، وحسب طبيعة الأجسام والظواهر المراد تفسيرها ، وحسب نوع الصور المستخدمة . وأحسن المفسرين ، عامة ، هم الذين يتمتعون بقدرة جيدة على الملاحظة والصبر .

وتشمل الدراسة المنظمة للصور الفوتوغرافية الجوية الكثير من الخصائص الأساسية للمعالم الظاهرة في الصورة . وهذه الخصائص الدقيقة والمفيدة لأي عمل نوعي ، مع الأسلوب الذي ننظر إليها من خلاله ، تعتمد على حقل التطبيق . ومع هذا فإن معظم التطبيقات تأخذ بالحسبان الخصائص الأساسية التالية أو متغيراتها وهي : الشكل shape والحجم size والطرز pattern والظلال shadows والشدة اللونية tone والنسيج texture والموقع site وأخيراً التشارك association.

1- **الشكل shape** : يدل على الشكل العام لكل جسم أو هيئته أو حدوده

الخارجية . وفي حالة الصور الفوتوغرافية المجسمة يحدد ارتفاع الجسم أيضاً شكله . ويتميز شكل بعض الأجسام تميزاً يمكن به تعرفه في مرئياته من خلال هذا المعيار فقط . والمثال النموذجي لذلك هو مبنى ( البنتاغون ) قرب واشنطن العاصمة في الولايات المتحدة الأمريكية . ومن الواضح ألا يكون لجميع الأشكال هذه الميزة التشخيصية ، إذ إن لكل شكل مدلوله بالنسبة لمفسر الصور .

2- **أما الحجم size** : فلا بد من أخذه بالحسبان في نطاق مقياس الصور . فقد يفسر الكوخ الصغير وكأنه مخزن علف كبير إذا لم يؤخذ الحجم بالحسبان . ويجب أن تؤخذ بالحسبان أيضاً الحجم النسبية للأجسام على الصور الفوتوغرافية ذات المقياس الواحد .

3- **أما الطراز pattern** : فيشير إلى الترتيب المكاني للأجسام . فتكرار بعض الأشكال العامة أو علاقتها بعضها مع بعض هو من مزايا كثير من الأجسام ، سواء أكانت طبيعية أو صناعية ، وهو يمنح الأجسام طرازاً يساعد مفسر الصور على تعرفها . إن فسحة أمام بناء مثلاً ، لها مواقف السيارات بمخطط وطراز خاصين ، يساعد كثيراً في تحديد هويتها . وقد التبست مثل هذه الفسحات على كثير من المفسرين المبتدئين الذين لم يأخذوا بحسبانهم الشكل والحجم والطراز . وقل الشيء نفسه في الترتيب المكاني المنظم للأشجار في بستان ، فهو يتميز بوضوح عن ترتيب الأشجار في الغابة .

4- **والشدة اللونية tone ( أو تدرج اللون hue )** : تشير إلى اللعان أو اللون النسبي للأجسام الموجودة في الصورة الفوتوغرافية .

5- أما النسجة ( النسيج ) texture : فهي تكرار الشدة اللونية على المرئية الفوتوغرافية . وهي تتجم عن تجمع واحداث المعالم التي يمكن أن تكون صغيرة لدرجة يصعب تمييز كل منها على الصورة الفوتوغرافية ، مثل أوراق الشجر وظلال الأوراق . وهي تمثل مجموع أشكال هذه الواحدات وأحجامها وطرزها وظلالها وشداتها اللونية . فهي تحدد " نعومة " أو " خشونة " المعالم المنظورة للصورة كلها . وتصبح نسجة أي جسم أو مساحة أنعم تدريجياً كلما صغر مقياس الصورة ، حتى تختفي في النهاية . ويستطيع المفسر ، غالباً ، أن يميز بين المعالم ذات الانعكاسية المتشابهة بالاعتماد على اختلاف نسجاتها . ومثال على ذلك هو النسجة الناعمة للعشب الأخضر مقابل النسجة لذرا الأشجار الخضراء على صور جوية متوسط المقياس .

6- وللظلال شأن كبير في تفسير الصور ، من ناحيتين : الأولى أن شكل الظل أو حدوده الخارجية يمنح الأجسام ملامحها الجانبية profile (وهذا يساعد في التفسير) ، والثانية أن الأجسام الموجودة في الظل تعكس القليل من الضوء ، لذا يصعب تمييزها على الصور الفوتوغرافية ( وهذا ما يعوق التفسير). فظلال الأنواع المختلفة للأشجار مثلاً ، أو ظلال المعالم الحضارية ( مثل الجسور وصوامع الحبوب والأبراج ..... إلخ ) يمكن أن تساعد حتماً في تعرفها على الصور الجوية . وكذلك فإن الظلال الناجمة من مجرد تغير بسيط في ارتفاعات الأرضية ، وخاصة في حالة الصور الملتقطة عندما تكون زاوية ميل الشمس صغيرة ، يمكن أن تساعد أيضاً في ملاحظة التغيرات الطبوغرافية الطبيعية التي قد تكون مميزة لأشكال التضاريس الأرضية من الناحية الجيولوجية .

7- ويقصد بموقع الجسم **site** : موقعه الطبوغرافي أو الجغرافي ، الذي يمكن أن يساعد كثيراً في تحديد هوية أنماط الغطاء النباتي ، إذ يتوقع ، مثلاً ، وجود بعض أنواع الأشجار في مواقع مرتفعة قد جرى صرف الماء منها تماماً **well drained** ، على حين يتوقع لأنواع أخرى من الأشجار أن توجد في مواقع منخفضة كان صرف الماء منها ضعيفاً . وتتفرد أنواع أخرى من الأشجار بمناطق جغرافية محددة ( مثل وجود أشجار السيكويا **red wood** في كاليفورنيا وهي غير موجودة في انديانا ) .

8- أما التشارك **association** : فيقصد به تلازم بعض المعالم بعضها لبعض . فمثلاً يصعب تعرف الدولاب الحديدي ( المستعمل في حدائق الألعاب ) إذا وجد في حقل قرب مخزن زراعي على حين يسهل تعرفه في حديقة الألعاب .

ومما يساعد في تفسير الصور دراستها بالمنظار المجسم :

ويمكن تسهيل عملية تفسير الصور باستخدام " دليل الصور **photo interpretation key** " وهو يقدم مساعدات تدريبية قيمة للمفسرين المبتدئين ، على حين يزود المفسرين ذوي الخبرة بمرجع مفيد أو بمعلومات جديدة ، فيكون عوناً للمفسر على تقويم المعلومات التي تقدمها الصور الفوتوغرافية الجوية بطريقة منظمة . وهكذا يكون دليلاً للمواصفات الصحيحة للمعالم أو الظروف الموجودة على المرئيات الفوتوغرافية . ويتألف الدليل النموذجي من جزأين أساسيين . أولهما مجموعة مخططات مجسمة **stereo grams** مشروحة أو مفسرة تبين المعالم أو الظروف التي يراد تحديدها ، وثانيهما وصف أو تخطيط يشرح بأسلوب مرتب خصائص تعرف الصورة لتلك المعالم أو ظروفها . وثمة نوعان من دليل تفسير الصور الجوية ، يختلفان حسب طريقة عرض المعالم

التشخيصية . فهناك دليل انتقائي selective key يتضمن عدة أمثلة فوتوغرافية ، ترافقها نصوص يختار منها المفسر أكثرها مشابهة للمعلم أو الحالة التي يجدها في الصورة التي هي قيد الدراسة .

وهناك دليل إقصاء (حذف) elimination مرتب بحيث يتقدم التفسير تدريجياً من العموميات إلى الخصوصيات ، ويؤدي ذلك إلى إقصاء كافة المعالم أو الظروف باستثناء المعلم المراد تحديده . وغالباً ما يأخذ دليل الإقصاء هذا شكل دليل ثنائي الاختيار dichotomous key يجد المفسر فيه نفسه أمام سلسلة من الخيارات بين أمرين اثنين ، فيحذف تدريجياً جميع الأجوبة ماعدا جواباً واحداً محتملاً .

#### 2-4 - الأجهزة الأساسية المستخدمة في تفسير الصور الجوية :

##### Basic- A. photo Interpretation Equipment

تهدف الأجهزة المستخدمة في تفسير الصور إلى واحد من ثلاثة أهداف أساسية : رؤية الصور ، وإجراء القياسات ، ونقل المعلومات إلى خرائط أساس base maps أو إلى قواعد المعطيات الرقمية digital data bases . وسنصف هنا الأجهزة التي تستخدم لتحقيق كل من الأهداف المذكورة .

ولابد ، لتفسير الصور الجوية ، من استخدام المنظار المُجسّم stereoscope فنحصل به على منظر الأرض بالأبعاد الثلاثة . وهذا ممكن نظراً لأن الرؤية عند البشر هي بعينين ، أي تتم الرؤية عند البشر بعينين منفصلتين نرى بهما ما حولنا بمنظورين يختلفان بعضهما عن بعض اختلافاً طفيفاً . فحيثما توجد أجسام يبعد بعضها عن بعض في منظر ما ، تشاهد كل عين منظرًا مختلفاً لهذه الأجسام ويتم تراكب منطري العينين المختلفتين في الدماغ ، فيؤدي بنا ذلك إلى إدراك العمق . لذا ترى العينان المنفصلتان المنظرين بأبعاد ثلاثة .

وعند تراكب الصور الجوية فإنها تزودنا بمنظرين مأخوذين من موقعين مختلفين . وعند رؤية الصورة اليسرى من الزوج بالعين اليسرى ورؤية الصورة اليمنى منه بالعين اليمنى ، فإننا نحصل على منظر ثلاثي الأبعاد لسطح الأرض . ويسهل المنظار المجسم عملية الرؤية المجسمة . ويضم الكتاب النظري والعملي نحو خمسين زوجاً مجسماً ( صور مجسمة ) Stereo pair أو مخططاً مجسماً Stereo gram ، يمكن رؤيتها بأبعاد ثلاثة إذا استخدمت مناظير مجسمة ذات عدسات ، مثل تلك المبينة في الشكل (4-2) ويبلغ متوسط المسافة الفاصلة بين نقاط بعينها على صورتَي أي زوج مجسم في هذا الكتاب نحو 58مم . وتتغير المسافة الفاصلة الدقيقة قليلاً بسبب اختلاف ارتفاع النقاط . وقد تم تجميع الصور الجوية الشاقولية الأصلية بتراكب نهايات end lap قدره 60% تقريباً وجرى ترتيبها هنا بتراكب قدره 100% .

ويمكن استخدام الشكل (4-1) لاختبار الرؤية المجسمة . فعندما ننظر إلى هذا المخطط من خلال منظار مجسم تبدو الحلقات والأجسام الأخرى على مسافات مختلفة من الملاحظ . ويمكن تقدير قدرتك على الرؤية المجسمة بتعبئة الجدول (1) ( الأجوبة في نهاية الجدول ) . والأشخاص الذين يعانون ضعفاً شديداً في الرؤية في إحدى العينين قد لا يستطيعون الرؤية المجسمة ، وهذا يعني عدم رؤيتهم الأبعاد الثلاثة في الكتاب . على حين استطاع العديد ممن يرون بعين واحدة أن يصبحوا مفسرين ممتازين للصور الجوية .

TABLE 1 Continued

**PART III**

Draw profiles to indicate the relations of the letters in the words(( prüfungstafel ))

And “ stereoskopisches sehen” .

PRUFUNGSTAFEL STEREOSKOPISCHES SEHEN  
( Answer to Stereovision Test)

**PART I**

| Ring 1        | Ring 6                 |     |
|---------------|------------------------|-----|
| Square        | (2) Lower left circle  | (4) |
| Marginal      | (1) Lower right circle | (5) |
| Triangle      | (3) upper right circle | (1) |
| Point         | (4) upper left circle  | (3) |
| Marginal ring | (2)                    |     |

| Ring 7               | Ring 3                  |     |
|----------------------|-------------------------|-----|
| Blake flag with ball | (5) square              | (4) |
| Marginal ring        | (1) square              | (2) |
| Black circle         | (4) marginal ring       | (3) |
| Arrow                | (2) cross               | (1) |
| Tower with cross     | (7) lower left circle   | (5) |
| Double cross         | (2) upper center circle |     |
| Black triangle       | (3)                     |     |
| Black rectangle      | (6)                     |     |

**PART II**

(7) (6) (5) (1) (4) (2) (3) (8)  
Highest lowest

**PART III**

PRUFUNGSTAFEL STEREOSKOPISCHE  
S SEHEN

Rings 2 and 3 are at the same elevation.

TABLE 1 stereovision Test for Use with Figure (1-4)



## PART I

Within the rings marked 1 through 8 are designs that appear to be at different elevations . Using "1" to designate the highest elevation , write down the depth order of the designs . It is possible that two or more designs may be at the same elevation . In this case , use the same number for all designs at the same elevation.

### PART I

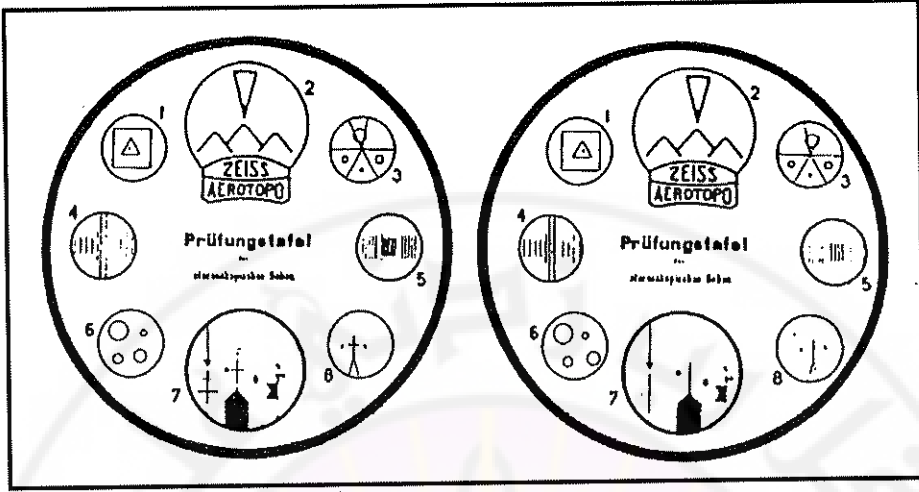
| Ring 1               | Ring 6                  |     |
|----------------------|-------------------------|-----|
| Square               | (2) lower left circle   | ( ) |
| Marginal ring        | (1) lower right circle  | ( ) |
| triangle             | (3) upper right circle  | ( ) |
| point                | (4) upper left circle   | ( ) |
|                      | Marginal ring           | ( ) |
| Ring 7               | Ring 3                  |     |
| Blake flag with ball | ( ) square              | ( ) |
| Marginal ring        | ( ) marginal ring       | ( ) |
| black circle         | ( ) cross               | ( ) |
| arrow                | ( ) lower left circle   | ( ) |
| Tower with cross     | ( ) upper center circle | ( ) |
| Double cross         | ( )                     | ( ) |
| Black triangle       | ( )                     | ( ) |
| Black rectangle      | ( )                     | ( ) |

### PART II

Indicate the relative elevations of the Ring 1 through 8 .

( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )  
highest lowest

Table continued on next page



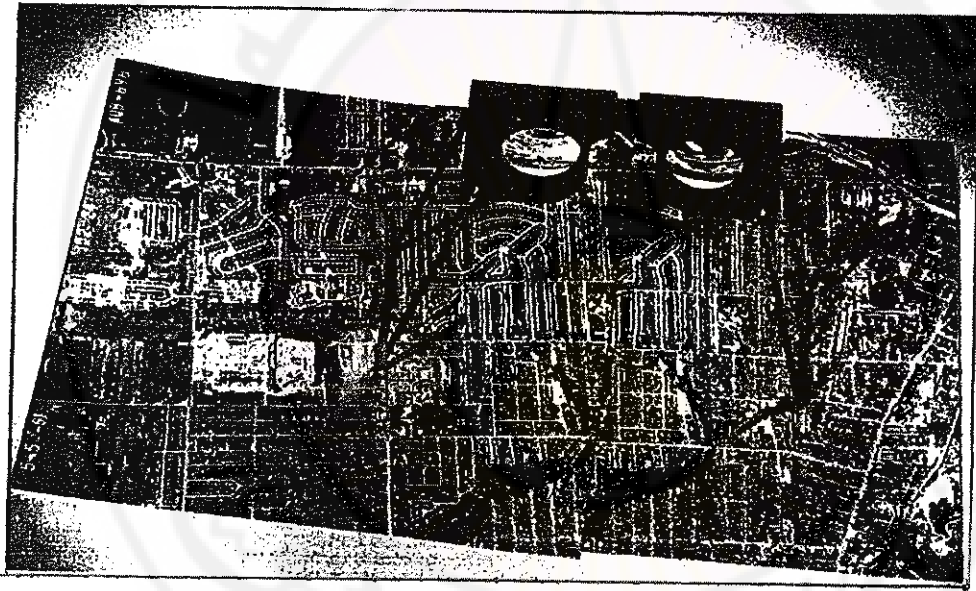
### الشكل ( 1-4 ) اختبار الرؤية المجسمة ( من مؤسسة كارل زايس ).

ويمكن البعض أن يرى المخططات المجسمة في هذا الكتاب دون منظار مجسم ، ويتم ذلك إذا نظر إلى الكتاب عن بعد نحو 20سم من العينين ، وأتاح لكل عين أن تتخذ وضع الرؤية المستقيمة straight – ahead viewing ( كما لو أنها تنظر إلى الأجسام في اللانهاية ) وتبقى عدستها ، في الوقت نفسه ، مركزة على المخطط المجسم . وعندما تندمج المرئيتان في مرئية واحدة يظهر المخطط المجسم بثلاثة أبعاد . وسيجد معظم الناس أن الرؤية المجسمة دون المنظار الخاص بذلك ، أمراً متعباً شاقاً ويجهد العين ، إلا أنه من المفيد استخدامها عندما لا تتوفر المناظير المجسمة .

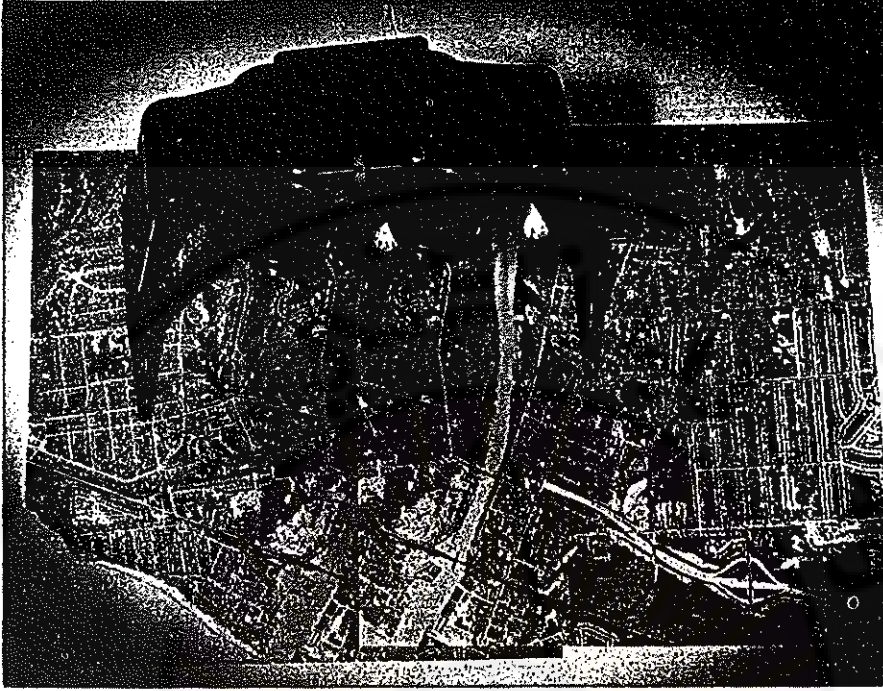
وتتوفر عدة أنواع من المناظير المجسمة ، تستخدم عدسات أو مجموعة عدسات ومرايا ومواسير .

فالمناظير المجسمة ذات العدسات lens stereoscopes ، كالتي ترى في الشكلين (2-4) (3-4) يمكن حملها ، وهي رخيصة الثمن بالقياس إلى سواها . ومعظمها صغير الحجم ، مجهز بحوامل قابلة للطي . ويمكن تغيير البعد بين العدسات من نحو 54 مم حتى 75مم لتلائم المسافة بين عيني من يستخدم

المنظار . ويكون تكبير العدسات عادة في مثل هذه المناظير مرتين (شكل 2-4) ولكن يمكن تعديل ذلك . أما المنظار في الشكل (3-4) فيستخدم للتكبير مرتين أو أربع مرات بتغيير العدسات العينية . وأهم عيوب المناظير الصغيرة ذات العدسات أن الصورتين الفوتوغرافيتين يجب أن تكونا متقاربتين جداً لكي توضعاً بشكل صحيح تحت العدسات . لذلك لا يستطيع المفسر أن يرى كامل المساحة المجسمة التي تبديها الصورة الجوية ذات المقاس 240 مم دون أن يرفع حافة إحدى الصورتين .



الشكل (2-4) منظر مجسم بسيط ذو عدستين .



**الشكل (3-4) منظار ذو عدستين يكبر مرتين . نموذج ابرامز CB-1.**

أما المنظار المجسم ذو المرايا mirror stereoscope فيستخدم مجموعة من المواشير والمرايا لتفصل خطي نظر كل من عيني الناظر . والمنظار المبين في الشكل (2-4) تبعد مرآياه الجناحية بعضها عن بعض بعداً يفوق البعد بين العدستين العينيتين كثيراً ، بحيث يمكن وضع صورتين جويتين بمقاس 240 مم إحداها بجانب الأخرى . ومثل هذه المناظير المجسمة لا تكبر عادة كثيراً ، أو أنها لا تكبر البتة في حالة التنظير العادي ، ولكن يمكن وضع مكبرات ذات عينيّتين على عدستيهما العينين بحيث يمكن الحصول على تكبيرات تراوح بين مرتين وأربع مرات . غير أن حقل الرؤية ينقص في هذه الحالة . ويستطيع المفسر الذي يستخدم المنظار ذا المرايا دون تكبير أو بتكبير ضعيف ، أن يشاهد كل المنظر أو معظم الأجزاء الموجودة في الأزواج المجسمة ذات المقاس 240 مم دون أن يحرك الصور أو المنظار . وكذلك يمكن استخدام أدوات القياس بسهولة تحت المنظار المجسم .



## الفصل الخامس

### تفسير الصور الجوية وتحقيق الرؤيا المجسمة (الستريوسكوبية)

#### 5-1 تعريف أشكال سطح الأرض (الجيومورفولوجيا):

وهو علم يهتم بدراسة مظاهر سطح الأرض الناتجة من تأثير عوامل الحت والتعرية المختلفة . وتتم هذه الدراسات من دراسة الصور الجوية المأخوذة إما من الطائرات أو الأقمار الصناعية.

يشمل التصوير الجوي قراءة الصور الجوية المأخوذة لسطح الأرض حيث يتوضع في الصور ما يلي:

1- الوضع الجيومورفولوجي.

2- التتابع الطبقي .

3- المجاري المائية وأنظمة التصريف.

4- العمر الستراتيغرافي .

5- الظواهر التكتونية الرئيسية .

والغاية من هذه المعلومات في النهاية وضع خارطة مستوية ومن ثم خارطة جيولوجية .

#### 5 - 2 - الغاية من تفسير الصور الجوية :

ويتم تفسير الصور من ناحيتين من ناحية جيومورفولوجية ومن ناحية جيولوجية ويتضمن ما يلي :

1- قراءة الصور الجوية .

2 - تجميع المعلومات من الخريطة مع استخدام معلومات أخرى ( كخارطة طبوغرافية ) .

3 - رسم الحدود الفاصلة بين الطبقات ورسم المظاهر الجيومورفولوجية  
كتحديد الانحدارات والميول الطبقيّة ووضع الفوالق.

4 - وضع خارطة مستوية أولية من هذه المعلومات.

5 - التدقيق الحقلّي وتحويل الحدود الفاصلة إلى حدود ستراتيجرافية مع  
وضع الأعمار الجيولوجية .

6 - تصحيح الخارطة الأولية ووضع خارطة جيولوجية حديثة.

7 - وضع تقرير نهائي عن المنطقة المدروسة.

### 5 - 3 - آلية التصوير الجوي (باختصار) :

قديمًا كان التصوير يتم بالمقابلة من جبل إلى آخر . ومع تطور أجهزة  
التصوير والطيران أصبح التصوير يتم شاقولياً ، حيث تقوم الطائرة بالتصوير  
لمنطقة ما على أن يكون ارتفاعها ثابتاً وأفقياً ، وأثناء التصوير يجب أن يتم  
تغطية مشتركة لمنطقتين متتاليتين حتى تتحقق الرؤيا المجسمة كما ويجب أن  
تكون التغطية حوالي 60% في الخط الواحد وتسمى تغطية هامشية أو الملاحقة  
ويجب أن تكون التغطية بين الخط الأول والثاني حوالي 20-30% وتسمى  
تغطية جانبية.

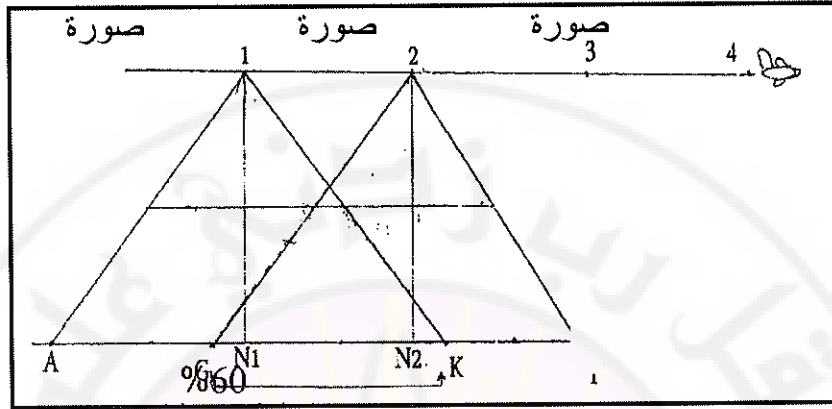
### ملاحظة:

يجب أن يكون التناوب اللوني في الصور الجوية واضحاً جداً ( أي يجب  
أن يكون الخط الأبيض ناصعاً جداً واللون الأسود قاتماً ) ويتعلق ذلك بجودة  
التصوير وجودة الكاميرات المستخدمة ، وكذلك بجودة فتحة العدسة . كما أن  
أفضل وقت للتصوير خلال العام هو بداية الربيع ونهاية الخريف.

- للحصول على تغطية جانبية 30% توجد طائرة في المحطة O1 تطير باتجاه  
عكس القارئ ( ذهاباً ) فتغطي الصورة المنطقة KA والمحطة الهوائية O2



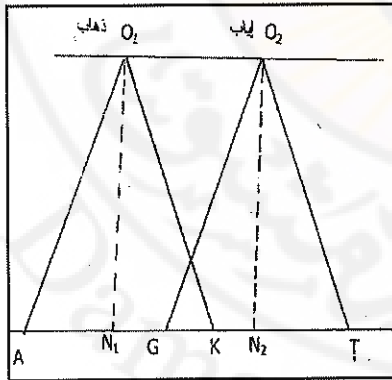
تطير باتجاه القارئ ( إياباً ) وتغطي الصورة المنطقة GT والمنطقة المشتركة هي GK .



**الشكل ( 1-5 )** شكل يمثل طريقة التصوير الجوي ونسبة

التغطية 60% وهي تغطية هامشية على نفس خط الطيران .

الشكل ( 2-5 ) يبين كيفية الحصول على صورة بتغطية جانبية من محطة التصوير O1 فنرى المنطقة AK ومن محطة O2 المنطقة المصورة GT فالمنطقة المغطاة هي GK وهي تعادل 30% الشكل ( 2-5 ) ونقاط الارتسام N1-N2 موجودة خارج المنطقة المغطاة .



ويوضح الشكل (1-5) طريقة

التصوير الجوي ونسبة التغطية بين الصور على نفس خط الطيران ويجب أن تكون نسبتها 60% وتسمى هامشية وهنا تقع نقاط الارتسام N1-N2 داخل المنطقة المغطاة ( GK ) .

الشكل ( 2-5 ) يوضح طريقة التصوير الجوي على خطي طيران ( ذهاب وإياب ) ونسبة التغطية الجانبية 30%

## 5 - 4 - أنواع الصور الجوية حسب درجة الميل:

تصنف الصور الجوية حسب درجة ميلان المحور الأساسي عن الوضع العمودي وهنا يمكن أن نميز أربعة أنواع من الصور الجوية :

أ- الصور العمودية: هي الصور التي تكون درجة ميلان محورها الأساسي عن المحور العمودي أقل من 15° ، وتتميز هذه بتجانس المقياس على جميع أجزاء الصورة ، كما يمكن نقل المعلومات من الصورة إلى الخريطة بسهولة.

ب- الصور قليلة الميل: وتتميز بأن المحور الأساسي يميل عن المحور العمودي. وتكون درجة الميلان بين 30° إلى 15° وتتميز هذه الصور باستخدامها في تصوير المناطق العسكرية، بالإضافة إلى إمكان تمييز التفاصيل بسهولة أكثر من الصور العمودية كالتلال أو الأبنية العالية والأشجار وغيرها، وذلك بسبب كون طريقة الإسقاط للتفاصيل مظهرة للظلال وأشكال السطح الطبيعية والاصطناعية . ولكن من مساوئ هذه الصورة أنه لا يمكن استخدامها في قياس المسافات وذلك لاختلاف المقياس على أجزاء الصورة، بالإضافة إلى أن بعض مظاهر السطح الصغيرة لا تظهر على الصورة وذلك لأن ظل المظاهر العالية يقع أمامها أحياناً. كما أن استخدام هذا النوع من الصور في وضع الخرائط أمر صعب وذلك لاختفاء التفاصيل وخاصة في مؤخرة الصورة.

ت- الصور متوسطة الميل: هي الصور التي تكون درجة ميلان محورها الأساسي عن المحور العمودي بين 30° و 60° . وهذه الصور يمكن الحصول عليها بواسطة كاميرات عادية ويدوياً لذا فهي اقتصادية وتحتوي على تشوه كبير كلما ابتعدنا عن مقدمة الصورة، وبالتالي يكون المقياس

مختلفاً بشكل كبير على أجزاء الصورة مما يجعل إمكان القياس عليها صعبة ومعقدة ولا يمكن الاعتماد عليها في وضع الخرائط.

ث- الصور شديدة الميل: وتكون درجة ميلان المحور الأساسي للكاميرا عن المحور العمودي فيها من 90 إلى 60 وهي صور تتميز بالتشوه الكبير جداً ولا يمكن إجراء عملية القياس عليها.

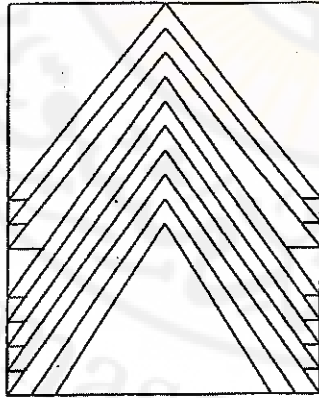
### ج- صور كبيرة الميل:

1 - يرى الأفق في الصورة.

2 - تتميز بتغطية كبيرة وتكون المنطقة المصورة بشكل شبه منحرف (الشكل 3-5)

3 - يتناقص مقياس الصورة من مقدمتها إلى مؤخرتها.

وهي تلك الصور التي تؤخذ عندما يكون المحور الضوئي للكاميرا مائلاً بالنسبة للشافول وعندما يكون الميل كبيراً بحيث تسمح بتصوير الأفق. ويوضح الشكل التالي ما سبق مؤخرة الصورة



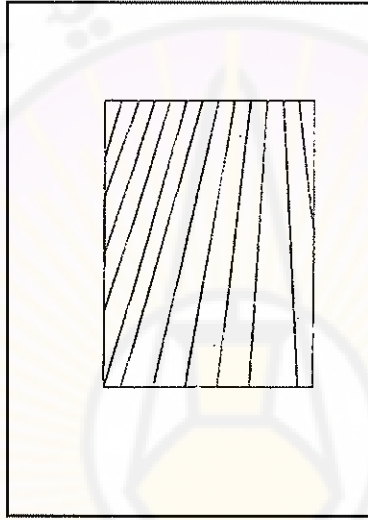
— مقدمة الصورة —

( الشكل 3-5 )

## صور متوسطة الميل :

- 1 - لا يرى الأفق في الصورة .
- 2 - تغطيتها أقل من السابقة .
- 3 - المساحة المصورة شبه منحرف .
- 4 - ينقص مقياس الصورة من مقدمتها إلى مؤخرتها .

والشكل ( 4-5 ) يوضح ما ذكر :



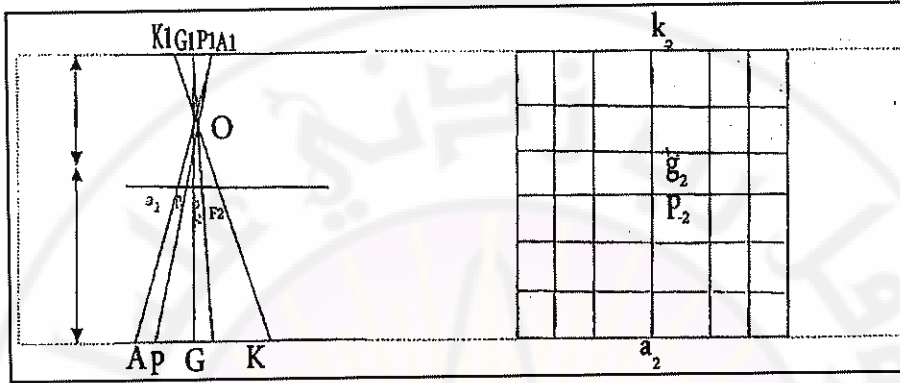
( الشكل 4-5 )

## - الصور العمودية :

- 1- ميل المحور الضوئي عن الشاقول صغير وأقل من 4° .
- 2- التغطية فيها أقل من الصور السابقة .
- 3 - مقياس الصورة واحد للنقاط ذات الارتفاع الواحد ( في حالة أرض منبسطة ) .
- 4 - لا يظهر الأفق فيها .

5 - المستقيمات المتوازية تبدو متوازية في الصورة عندما تكون موازية لمستوى الفلم .

6 - المنطقة المصورة مربعة .



( الشكل 5-5 ) .

### 5-5 مقياس الصور الجوية :

يتغير المقياس تبعاً للتضاريس والميل لذلك لا نستطيع أن نقول أن المقياس ثابت وإنما تقريبي:

#### 1 - حالة أرض مستوية وصور عمودية :

المقياس = مسافة معينة من الصورة / ما يقابلها من الطبيعة :  $\text{Scale} = ab /$

$$AB = oa / OA = ob / OB = on / ON = C / Z$$

#### 2 - حالة أرض مستوية وصور مائلة :

من المثلثين المتشابهين  $ion - ION$  نجد

$$\text{scale} = in / IN = on / ON = C / Z$$

فقط حول النقطة (i) يكون scale : أمام خط التساوي المقياس  $\langle \frac{C}{Z} \rangle$  خلف خط التساوي المقياس  $\langle \frac{C}{Z} \rangle$  .

حيث C: البعد المحرقى - Z : ارتفاع الطيران .

## 5-6 أنواع الصور الجوية والإشارات الموجودة عليها :

- صور مفردة حيث نشاهد فيها بعدين فقط .
- صور موزاييك : حيث نشاهد فيها بعدين فقط .
- صور مزدوجة : حيث نشاهد فيها ثلاثة أبعاد .
- الصور المفردة تشبه الخرائط الطبوغرافية .
- الإشارات و الرموز الموجودة على حواف الصورة أو زواياها ونحدد :

- 1 - مركز الصورة .
- 2 - ماهية المسافة الأساسية ( البعد المحرقى ) التي قامت بها الكاميرا .
- 3 - يكتب على الصورة إما المقياس التقريبي وارتفاع الطيران عن مستوى مقارنة معين
- 4 - ساعة زمنية تعين وقت أخذ الصورة .
- 5 - فقاعة تسوية .
- 6 - رقم الشريط التي توجد فيه هذه المعلومات وتكون الأرقام باللاتينية أما أرقام الصور فهي أرقام عادية .
- 7 - يكتب على الصورة أحياناً اسم الصورة وتاريخ أخذها باليوم والسنة .
- 5-7 - الرؤية المجسمة ( الستيريو سوبية ) والشروط الواجب توافرها في الصورة الجوية :

لا يمكن تقدير البعد في الرؤية المجسمة أكثر من 50 م ولا يرى البعد الثالث بخيال واحد ويمكن تمييز نوعين من الرؤية المجسمة :

- 1 - الرؤية المجسمة الطبيعية : حيث تقوم العين بعملية مطابقة لكن ترى البعد الثالث بخيال واحد للأجسام القريبة من الأجسام البعيدة فبقدر ما تسمح به العين في عملية مطابقة .

## 2 - الرؤية المجسمة الاصطناعية : وتتم باستخدام أجهزة إضافية ، ولكي

تتحقق الرؤية المجسمة الاصطناعية يلزم ما يلي :

- 1 - طريقة المحاور المتلاقية .
- 2 - طريقة المحاور المتوازية .
- 3 - طريقة الفصل بالتلوين .
- 4 - طريقة الفصل بالاستقطاب .
- 5 - طريقة المحاور المتوازية : وتتحقق بالاستعانة بجهاز الستريوسكوب ومسافته الأساسية  $cm\ 6.5 =$

الشروط التي يجب أن تتوفر في الصور لتحقيق الرؤية المجسمة :

- 1- أن تكون الصور ذات مقياس واحد تقريباً ، ويسمح بوجود فرق في المقياس 15 % في حالة الدراسة المتقطعة أما في حالة الدراسة المستمرة يجب ألا يوجد فرق بالمقياس أكثر من 5 % .
- 2 - أن يكون هناك منطقة مشتركة بين الصورتين مهما كانت هذه المنطقة ، وهي وحدها التي نراها مجسمة .
- 3 - أن تكون المحاور الضوئية للكاميرا واقعة في مستوى واحد .
- 4 - أن تكون النسبة  $B/z$  ، حيث  $B$  خطوة الطيران و  $z$  ارتفاع الطيران لا تتجاوزان حداً معيناً

$B$  : خطوة الطيران هي المسافة بين النقطة التي أخذت فيها الصورة الأولى والنقطة التي أخذت فيها الصورة الثانية .

فإذا كانت  $b \setminus z = 2\%$  يكون الإحساس بالبعد الثالث ضعيفاً أي كأن نرى صورة ببعدين فقط .

ووجد فعلياً أن أفضل مسافة بين  $b \setminus z$  هي من ( 2-2.5 % ) .



## 8-5 ملاحظات عامة حول الصور :

يتم الرسم على ورق شفاف وفي حالة الكتابة على الصورة أو وضع أي ملاحظات نستخدم فقط أقلام zebra.

- 1 - لا نضغط القلم بشدة على الصورة لأن ذلك يتلف الطبقة الحساسة .
- 2 - ننظف سطح الصورة بقطنة مبللة بكحول أبيض وكذلك ننظف الحبر الصيني .
- 3 - يجب المحافظة على الأجهزة المستخدمة لرؤية الصور المجسمة نظيفة وهي أجهزة عبارة عن عدسات ومرايا ولا تلمس هذه الأجهزة باليد مطلقاً ويجب تنظيفها بالكحول دائماً .

## 9-5- المصطلحات المستخدمة في الصور :

- يجب أن تعمل دائماً على صورتين متتاليتين من شريط واحد .
- النقطة الرئيسية للصورة تسمى  $h1$  ويستخدم الرمز ( / ) لكل شيء في الصورة الأولى أما الصورة اليسارية نرسم لها  $h2$  ونستخدم ( // ) لكل شيء فيها .

- تسمى  $h1-h2-h3$  النقاط الرئيسية في الصورة .

- أما النقاط  $h'1-h'2-h'3$  تسمى النقاط المنقولة أو المراكز المنقولة .

## 10-5 - آلية الرؤية المجسمة الاصطناعية :

1 - الطريقة الأولى : إعادة عملية التصوير بشكل معاكس : صورتان في

مستويين مختلفين و العينان تقومان مقام  $o1o2$  .

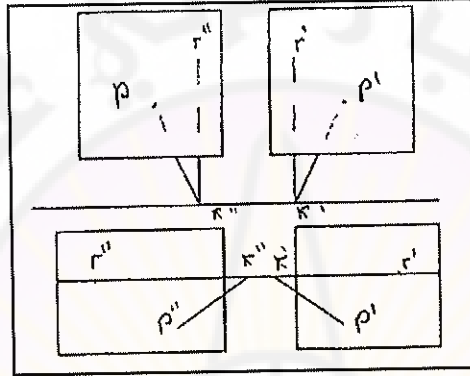
2 - الطريقة الثانية : وضع الصورتان على مستوي الطاولة وفي مستوي

واحد وفي هذه الحالة يجب أن تكون  $kr'$ ,  $kr''$  على استقامة واحدة حتى

تتحقق الرؤية المجسمة ويجب أن تكون خطوط التصوير القطبية موازية

لمحور التصوير القطبي وفي هذه الحالة نرى النقطة  $r$  مجسمة ولا نرى  $P$  فقط مجسمة .

الصور المأخوذة من شريطين متتاليين يجب تدوير كل واحدة بمقدار  $45^\circ$  درجة حتى يصبح الخط الواصل بين مركزي الصورتين " خط الطيران و يوازي العينين عندها تتحقق الرؤية المجسمة " .



الشكل ( 5-7 )

11-5 - الرؤيا بالمحاور المتوازية ومساوئ ومحاسن الستريوسكوب الجيبي ذو المرايا :

- مبدأ الستريوسكوب البسيط : استخدام عدسة أو عدستين حيث يشكل للصورة خيال يقع في اللانهاية يقوم هذا الخيال كجسم وهي بالنسبة للعين واقع في اللانهاية .

- محاسن الستريوسكوب : جهاز بسيط خفيف الوزن سهل الاستخدام رخيص الثمن نسبياً وتكبيره جيد .

- مساوئ الستريوسكوب : مسافته الأساسية صغيرة حوالي 6.5 سم ، أي لا يمكن وضع الصور متجاورة لتحقيق الرؤية المجسمة .

- ارتفاعه الصغير يؤدي إلى حجب الإضاءة عند استعماله .

- ارتفاعه الصغير يؤدي إلى صعوبة الرسم من تحت الستريوسكوب .
- ساحة الرؤية صغيرة . وبالتالي تحجز اليد و القلم كمية كبيرة من ساحة الرؤية خلال الرسم أو التفسير .
- لا يمكن أن نرى المنطقة المجسمة دفعة واحدة لأن تكبيره صغير ومحدود . هذه السيئات أدت إلى إيجاد أنواع من الستريوسكوب هو الستريوسكوب ذو المرايا .

- الستريوسكوب ذو المرايا : الغاية من هذا الجهاز هو تكبير المسافة الأساسية ويتألف من أرجل وقوائم ويوجد له عدستين عينيةتين .

### مميزاته :

- مسافته الأساسية أكبر من الستريوسكوب العادي أو البسيط وتختلف المسافة حسب المعمل المنتج للستريوسكوب
- ارتفاع الستريوسكوب عالٍ بشكل لا يحجب الإضاءة عند النظر فيه كما يسهل ارتفاعه العالي الرسم من خلاله .
- وبما أنه موجود في علبة فيمكن وضع إضافات معه ، مثل عدسات مجهر بترتيب خاص لتغيير البعد بين العينين حسب المسافة الأساسية للشخص الذي يدرس الصور . كما أن أجهزته البصرية مصونة بشكل جيد . إذ توجد أغلفة واقية على العدسات . كما أنه سهل التركيب .

## - بعض التوجيهات والرؤية المجسمة الستريوسكوبية :

الأدوات المطلوبة في الجلسات العملية : دفتر سلك ، ثلاثة أقلام zebra أزرق لشبكة التصريف المائي والأحمر للعلامات التكتونية والأخضر للحدود الفاصلة جغرافياً ولتولوجياً.

جلاتين - لاصق سكوتش - ورق كالك - كحول أزرق - قطن .

## - المطلوب في العملي :

تحقيق الرؤية المجسمة في الستريوسكوب الجيبي ، ولتحقيق الرؤية المجسمة يجب أن تكون خطوط التصوير القطبي موازية لمحور التصوير القطبي وموازية لمحور العين للطالب .

المسافة الأساسية هي المسافة الفاصلة بين محوري العين وهي المسافة الفاصلة ، بين مركزي الصورة وخيال هذا المركز في الصورة الثانية أو نفسها للستريوسكوب .

## - اختبار العين :

### تمرين : لتعيين الأقرب والأبعد إلينا :

1 - أولاً : الدائرة ثم الرقم 1 ثم المربع رابعاً المثلث خامساً النقطة وهكذا راجع الشكل ( 4-1 ) في الفصل الرابع .

2 - الدائرة الصغيرة الأقرب إلينا ثم أقطار متقاطعة - + - 3 - الدائرة الكبيرة - خط يميني يساري

4 - أولاً : الأقرب إلينا الرقم 4 ثم الدائرة الوسطى - الدائرة السفلى اليمينية.

## 12-5 - تهيئة الصور الجوية للرؤيا المجسمة ( الستيريوسكوبية ) :

أولاً: تهيئة الستيريوغرام :

الستيريوغرام : هو زوج من الصور الستيريوسكوبية مهيأة للرؤية المجسمة بالستيريوسكوب الجيبي . هاتان صورتان متتاليتان ( بتغطية هامشية 60% ) من نفس خط الطيران .

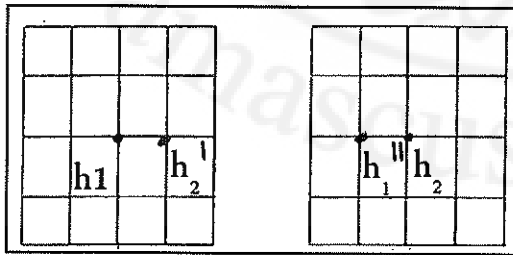
1- نقوم بتعيين مراكز الصور الجوية فنحصل على  $h_1 - h_2$  .

2 - نقوم بتعيين المراكز المنقولة : حيث نضع الصور بوضعية مجسمة خلال الستيريوسكوب ثم تحقق الرؤية المجسمة فنرى خيال الصورتين . خيال الصورة الأولى  $h_1$  موجود في الصورة الثانية  $a_1$  ونرى خيال الصورة الثانية  $h_2$  في الصورة الأولى  $h_1$  هو مركز الصورة واحد المنقول إلى 2 و  $h_2$  مركز الصورة 2 المنقول للصورة 1 .

3 - يوصل المركز والمركز المنقول في كل صورة :  $h_1h_2$  وهما خطا الطيران .

4 - نجعل خطوط الطيران على استقامة واحدة ، والبعد بين مركز الصورة والمركز المنقول على الصورة 2 يساوي المسافة الأساسية للستيريوسكوب الجيبي (6.5) سم وبالتالي : تحقق الرؤية المجسمة .

5 - نحدد المنطقة المشتركة بالصورتين ، ونقص على طول خط التماس ونلصق الصورتين على ورق مقوى على شرط أن تبقى خطوط الطيران على استقامة واحدة . وبهذا نحصل على الستيريوغرام المطلوب .

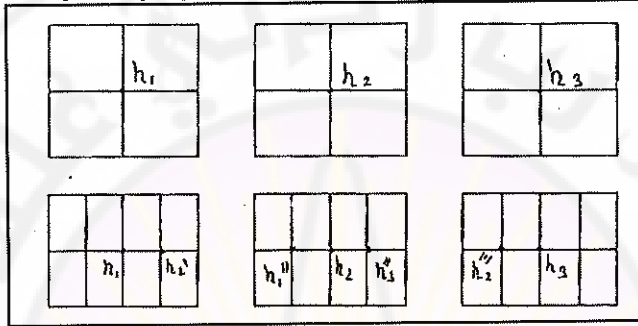


الشكل ( 5-8 )

## ثانياً : تهيئة الستيريوتريبول:

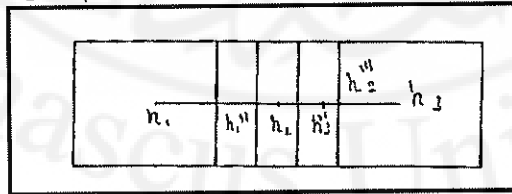
وهو عبارة عن ثلاث صور متتالية من شريط واحد ذي تغطية 60% مهيأ للرؤية المجسمة في الستويوسكوب . ونجد أن له نفس مبدأ الستيريوغرام ، غير أننا نحتاج لثلاث صور متتالية من شريط واحد عوضاً عن اثنتين ( الشكل ( 9-5 ) :

1 - نعين مراكز الصور . 2- نعين المراكز المنقولة .



الشكل ( 9-5 )

- 3- تعيين خطوط الطيران (h1h2) خط الطيران للصورة (1) (h1h2h3) خط الطيران للصورة 2 (h1h2) خط الطيران للصورة 3 .
- 4 - نضع خطوط الطيران للصورتين (1,2) على استقامة واحدة ونحقق الرؤية المجسمة .
- 5 - نضع الستيريوغرام السابق مع الصورة 3 وخطوط الطيران على استقامة واحدة ونحقق الرؤية المجسمة .
- 6- نقص الأجزاء المغطاء وتلصق الصور على ورق مقوى مع العناية بجعل خطوط الطيران دوماً على استقامة واحدة واللصق يتم على خط التماس .



الشكل ( 10-5 )





## الفصل السادس

### الجلسات العملية وتفسير الصور الجوية

- 1- الجلسة العملية الأولى :  
كيفية التعرف على الصخور النارية في الصور الجوية والفضائية .
- 2- الجلسة العملية الثانية:  
كيفية التعرف على مرواح الطمي والسهول الفيضية في الصور الجوية .
- 3- الجلسة العملية الثالثة :  
طريقة حساب دليل التعرج للأنهار والأودية .
- 4- الجلسة العملية الرابعة:  
كيفية التعرف على الكثبان الرملية ورواسب اللوس في الصور الجوية وبعض الصور الفضائية المجسمة .
- 5- الجلسة العملية الخامسة:  
كيفية التعرف على الحجر الكلسي الأفقي التطبق.
- 6 - الجلسة العملية السادسة:  
كيفية التعرف على الصخور الرسوبية المائلة في الصور الجوية والفضائية .
- 7- الجلسة العملية السابعة:  
كيفية التعرف على طبقات الغضار الصفحي الأفقية في الصور الجوية .
- 8- الجلسة العملية الثامنة:  
كيفية التعرف على الأعراف الشاطئية في الصور الجوية والفضائية .
- 9- الجلسة العملية التاسعة:  
كيفية التعرف على الدلتات في الصور الجوية والفضائية .

## الجلسة العملية الأولى :

التعرف على الصخور النارية في الصور الجوية والفضائية .

التعرف على صبات اللابات بالصور الجوية الشكل ( 1-6 ) :

سلسلة من الصبات اللسانية الشكل، قد تتراكب وتتطبق ، وترافقها في الغالب مخاريط خبثية cinder cones و مخاريط الزجاج البركاني spatter cones تكون اللابات للزجة ( الأنديسيت والريوليت ) صبات ثخينة ذات حواف واضحة شديدة الانحدار في حين تكون اللابات المائعة ( البازلتية ) صبات رقيقة قلما تزيد ثخانتها على 15 م .

- **الصرف والانجراف :** تكون اللابات ذات درجة جيدة من الصرف الداخلي وقلما يوجد طراز صرف جيد التكون .

- **الشدة اللونية للصورة والغطاء النباتي :** تكون اللابة غير المتأثرة بالتجوية وغير المزروعة ذات شدة لونية قائمة في حالة البازلت ومتوسطة في الأنديزيت . وفاتحة في الريوليت ، وتكون الصبات الحديثة غير المزروعة ، عامة ذات شدة لونية أكثر قتامة من الصبات المزروعة المتأثرة بالتجوية .

- **استخدام الأراضي :** يندر أن تزرع الصبات الحديثة أو تطور .

الشكل ( 1-6 ) صبة

من لابة لزجة في منطقة

ذات مناخ جاف . مقاطعة

سيسكيو Siskiyou

كاليفورنية، آب ( أغسطس )

1955 . 1:33.000 صورة

مجسمة (صور من USDA-

ASCS).



## التعرف على الصخور الغرانيتية بالصور الجوية الشكل (6-2) :

- **الطبوغرافيا :** تلال ضخمة مستديرة غير متطبقة مقببة الشكل تختلف ارتفاعات ذراها ، وذات منحدرات شديدة . وهي تحتوي في الغالب على فواصل كثيرة بأشكال غير منتظمة أو قليلة الانحناء . وقد تكون الفواصل منخفضة طبوغرافية تتجمع فيها التربة والنباتات ، وتجري فيها المياه .

- **الصرف والانجراف :** طراز الصرف متشجر خشن النسجة ، وتميل المجاري المائية للانعطاف حول قواعد التلال القبابية الشكل . وتتكون قنوات الصرف الثانوية على طول خطوط الوصل . الأخاديد قليلة، فيما عدا المناطق ذات التربة المتبقية ، الأعمق .

- **الشدة اللونية للصورة :** شدة لونية فاتحة بسبب اللون الفاتح للصخر . أما المنخفضات التي تتكون على طول خطوط الفواصل فتظهر بشدة لونية قاتمة .

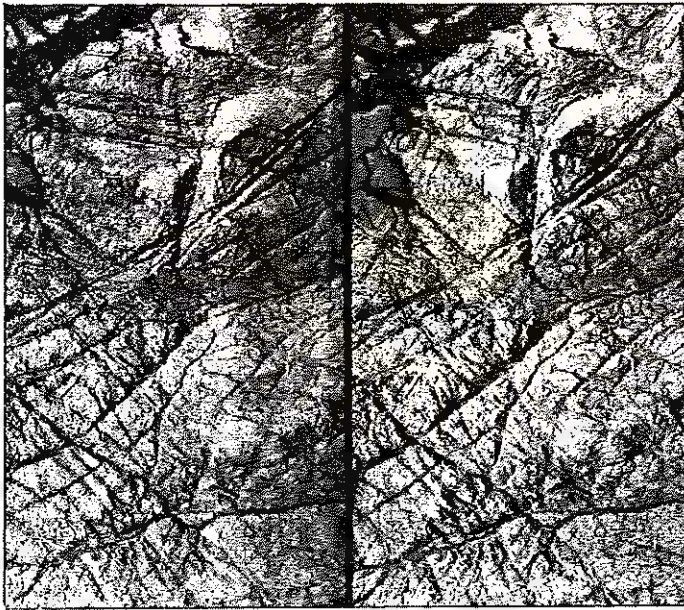
- **الغطاء النباتي واستخدام الأراضي :** نباتات متناثرة في المناطق ذات المناخ الجاف . أما المناطق ذات المناخ الرطب فيغلب فيها وجود غابات مع بعض التكتشفات الصخرية الجرداء . وقد يتركز الغطاء النباتي في المنخفضات المتكونة على طول بعض الفواصل .

- **أمور أخرى :** قد يلتبس على المفسر مظهر الصخور الغرانيتية أحياناً فتبدو له أنها طبقات أفقية من الحجر الرملي ويمكن تلخيص الفروق الأساسية بين الصخور الغرانيتية والحجر الرملي عند تعرفها في الصور الجوية فيما يلي (1)

- **التطبيق :** تكون الصخور الغرانيتية غير متطبقة والحجر الرملي متطبقة (2)

الطبوغرافية : تختلف ارتفاعات ذرا تكشفات الصخور الغرانيتية ، على حين تشكل الصخور الغطائية النجود من الحجر الرملي جروفاً قليلة الانحدار ، في حين تكون للحجر الرملي جروف شاقولية ، تكون التضاريس الدقيقة micro feature للصخور الغرانيتية مستديرة ، في حين تكون في الحجر الرملي كتلية . (3)

- **طراز الفواصل :** هو في الصخور الغرانيتية غير منتظم ترافقه منخفضات خطية واضحة ، على حين يكون طراز الفواصل في الحجر الرملي مؤلفاً من اتجاهين أو ثلاثة اتجاهات رئيسية .

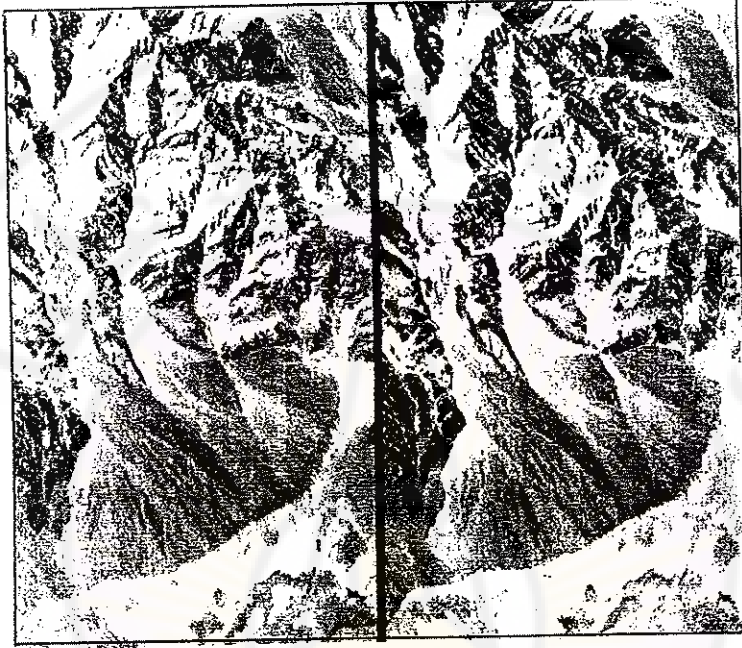


الشكل ( 2-6 ) صخور غرانيتية في منطقة ذات مناخ جاف . و ايومينغ . تموز

( يوليو ) 1947 . 1:37,000 صورة مجسمة ( صور من USGA ) .

## الجلسة العملية الثانية:

كيفية التعرف على مراوح الطمي والسهول الفيضية على الصور الجوية والفضائية .



الشكل ( 3-6 ) مراوح طمية في منطقة ذات مناخ رطب ، مقاطعة إنيو Inyo كاليفورنيا ديث فاليا . تشرين الأول ( أكتوبر ) 75.000:1.1952 صورة مجسمة ( صور من USGA ) .

- تعرف المراوح الطمية بالصور الجوية الشكل ( 3-6 ) :
- الطبوغرافية : مروحية الشكل ، يراوح انحدارها بين 2-15% عند الابتعاد عن القمة .
- الصرف والانجراف : صرف داخلي ممتاز . نظام صرف سطحي محدد مع أخاديد قليلة . قنوات فروع المجاري المائية أصلية البنية constructional وكثيرة .



- **الشدة اللونية للصورة :** فاتحة ، عامة ، قد تبدو قنوات فروع المجاري المائية بشدة لونية أكثر قتامة .

- **الغطاء النباتي واستخدام الأراضي :** عدم وجود الغطاء النباتي على طول قنوات فروع المجاري المائية النشطة ، قد تصبح النباتات في قاعدة المروحة أكثر كثافة بسبب نز المياه الجوفية . ويغلب أن تزرع المناطق الرطبة ، الغطاء النباتي قد يتباين عن التضاريس المجاورة .

- **التعرف على السهول الفيضية بالصور الجوية الشكل ( 4-6 ) :**

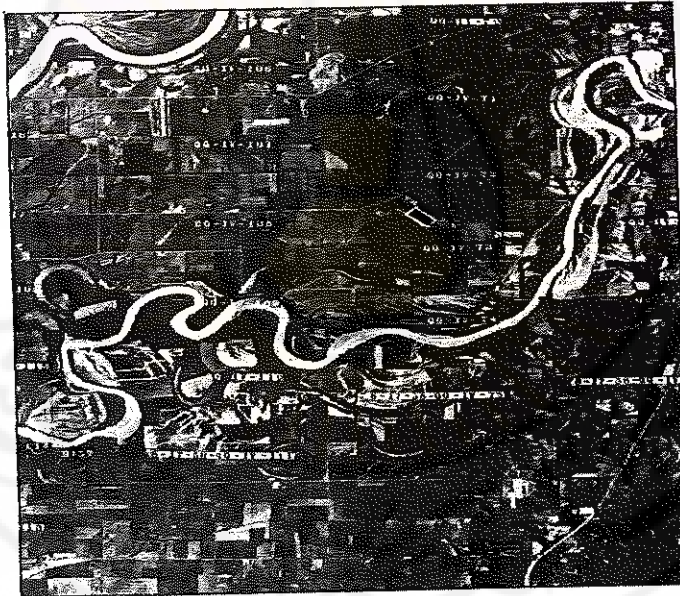
- **الطبوغرافية :** تكون عادة منبسطة مع تدرج خفيف في الانحدار يساير المجرى المائي . الضفاف الطبيعية قليلة الارتفاع . رواسب المياه البطيئة في أخفض المواقع

- **الصرف والانجراف :** المجرى المائي الرئيسي يجري في سهله الفيضي . قد توجد على السهول الفيضية العريضة مجار مائية ثانوية قرب الأطراف الخارجية للسهل الفيضي ( مجاري يازو Yazoo ) تجري لمسافة كبيرة قبل أن ترفد المجرى المائي الرئيس . ينذر أن يوجد نمط صرف متكامل مرتبط بالمجرى المائي الرئيسي بسبب مستويات المياه الجوفية المرتفعة ومستويات الأراضي ، وبسبب الفيضان الدوري على السهل الفيضي .

- **الشدة اللونية للصورة :** طراز معقد من الشدات اللونية ، يترجم تنوع التربة ومحتواها من الرطوبة . رواسب الضفاف المحدبة ذات شدة لونية فاتحة يمكن أن تتناوب مع شدات لونية أكثر قتامة في المنخفضات الموجودة بين الضفاف المحدبة . الضفاف الطبيعية ذات شدة لونية أفتح من رواسب المياه البطيئة المحيطة بها . رواسب المياه

البطيئة ذات شدة لونية أكثر قتامة والغالب أن توجد منشآت صرف  
اصطناعية واضحة . المنعطقات الهلالية المهجورة ذات شدة لونية  
رمادية متجانسة إذا امتلأت بالماء الراكد أو ذات شدة لونية قائمة إذا  
امتلأت بتربة عضوية .

- الغطاء النباتي واستخدام الأراضي : يغلب أن تستخدم للزراعة ، خصوصاً  
رواسب المياه البطيئة التي تم تجفيفها . والنباتات في الرواسب  
العضوية للبحيرات الهلالية هي نباتات مستنقعية و نباتات سبخية .  
ورواسب الضفاف المحدبة التي يغمرها الفيضان كل سنة قد تكون  
جرداء و أما التي تغمر من وقت لآخر فيمكن زراعتها .



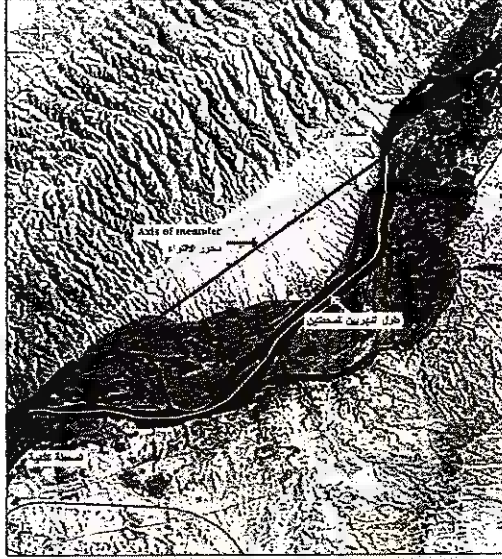
الشكل ( 4-6 ) سهل فيضي في منطقة ذات مناخ رطب ، مقاطعتي كنوكس  
Xnox وجيبسون Gibson إنديانة . آب(أغسطس) 1958 ( صورة فسيفسائية من  
(USDA-ASCS).



### 3- الجلسة العملية الثالثة :

طريقة حساب دليل التعرج للأتهار والأودية .

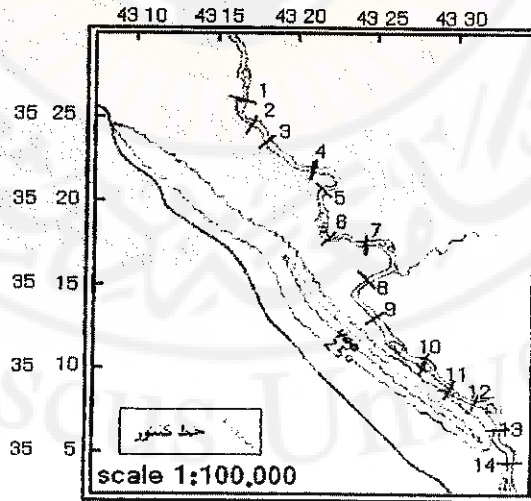
يمكن حساب دليل التعرج من القانون التالي :



الشكل ( 5-6 ) يوضح طريقة حساب دليل التعرج للنهر .

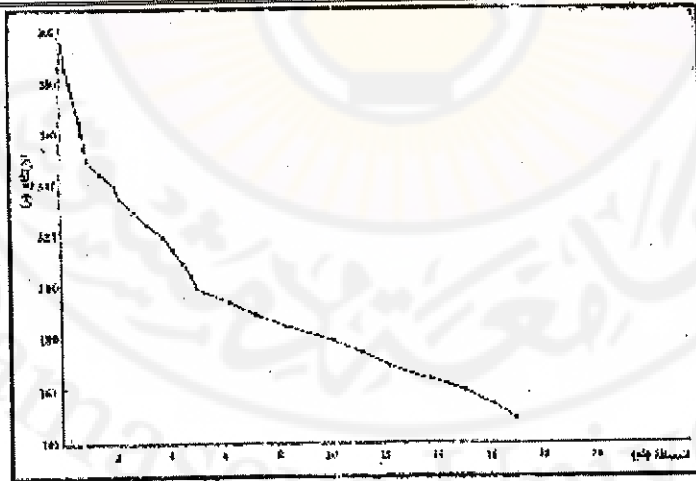
$$\text{دليل التعرج} = \frac{\text{طول النهر مع كافة تعرجاته}}{\text{طول محور الالتواء للنهر}}$$

الشكل ( 6-6 ) موقع  
المحطات المحددة على  
نهر دجلة ( منطقة جبل  
مكحول )



جدول رقم (1) قراءات وقيم دليل التدرج لنهر دجلة في  
منطقة جبل مكحول .

| المحطة<br>Station | طول محور الكوع<br>Length of axis<br>of meander | طول القناة<br>Length of<br>Channel | دالة التدرج<br>Index of<br>Sinuosity |
|-------------------|------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| 1.                | 2.8                                            | 3.5                                | 1.25                                 |
| 2.                | 2.0                                            | 2.3                                | 1.15                                 |
| 3.                | 6.8                                            | 7.2                                | 1.05                                 |
| 4.                | 2.2                                            | 4.2                                | 1.90                                 |
| 5.                | 6.0                                            | 6.5                                | 1.08                                 |
| 6.                | 3.0                                            | 3.2                                | 1.06                                 |
| 7.                | 3.5                                            | 7.0                                | 2.0                                  |
| 8.                | 4.2                                            | 5.5                                | 1.30                                 |
| 9.                | 7.3                                            | 8.0                                | 1.09                                 |
| 10.               | 4.0                                            | 4.5                                | 1.12                                 |
| 11.               | 3.0                                            | 3.5                                | 1.16                                 |
| 12.               | 3.2                                            | 4.0                                | 1.25                                 |
| 13.               | 4.0                                            | 5.0                                | 1.25                                 |
| 14.               | 4.5                                            | 6.0                                | 1.30                                 |



الشكل ( 6-7 ) منحنى المقطع الطولي لوادي الجمل ( في العراق ) .

جدول (2) قراءات وقيم الانحدار للمقطع الطولي لوادي الجمل .

| الارتفاع (م) | المسافة بين المواقع (كم) | المسافة التراكمية (كم) | الانحدار |
|--------------|--------------------------|------------------------|----------|
| 245          | 0.3                      | 0.3                    | 1.25     |
| 240          | 0.4                      | 0.7                    | 1.25     |
| 235          | 0.4                      | 1.1                    | 1.25     |
| 230          | 0.4                      | 1.5                    | 1.66     |
| 225          | 0.3                      | 1.8                    | 1.66     |
| 220          | 0.3                      | 2.1                    | 1.66     |
| 215          | 0.3                      | 2.4                    | 1.66     |
| 210          | 0.3                      | 2.70                   | 3.33     |
| 205          | 0.15                     | 2.85                   | 3.33     |
| 200          | 0.15                     | 3.00                   | 3.33     |
| 195          | 1.3                      | 4.3                    | 0.28     |
| 190          | 1.2                      | 5.5                    | 0.42     |
| 185          | 1.0                      | 6.5                    | 0.5      |
| 180          | 0.8                      | 7.3                    | 0.62     |
| 175          | 0.7                      | 8.0                    | 0.71     |
| 170          | 0.9                      | 8.9                    | 0.5      |

#### 4- الجلسة العملية الرابعة:

كيفية التعرف على الكثبان الرملية ورواسب اللوس على الصور.

التعرف على الكثبان الرملية بالصور الجوية :

- الطبوغرافيا : وصفت سابقاً في كتاب نظري أشكال الأرض .

- طراز الصرف : داخلي ممتاز .

- الانجراف : انجراف ريحي دائم عندما لا تثبت الكثبان بالنباتات وعندما

تكون سرعة الرياح شديدة تكفي لجرف حبيبات الرمل ونقلها . وقد يحدث

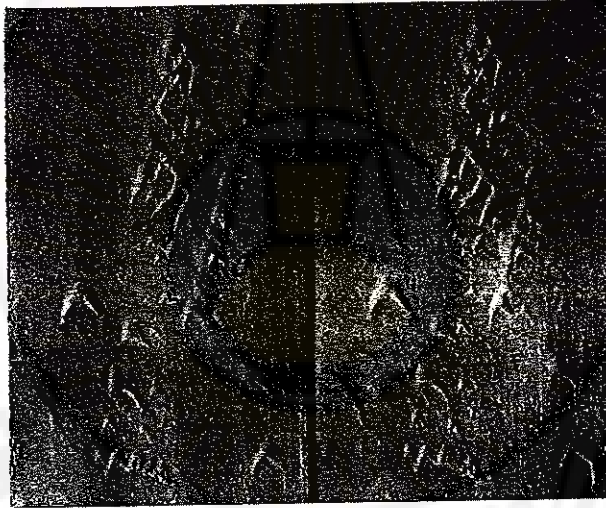
بعض الانجراف بالمياه على المنحدرات الشديدة الانحدار .

- الشدة اللونية للصور : تكون صور الرمال دون غطاء نباتي فاتحة جداً

على الفلم البنكروماتي . ويظهر في الغالب تباين واضح بين الكثبان الرملية

وبين ما يحيط بها من المواد ، وينجم هذا عن ترافق رطوبة التربة ونوع الغطاء النباتي وكثافته.

- **الغطاء النباتي واستخدام الأراضي :** لا يكون للكتبان الرملية المهاجرة ( المتقلبة ) أساساً غطاءً نباتياً ، وغالباً ما يغطي الكتبان المستقرة غطاء من الأعشاب أو الشجيرات والمحاصيل الزراعية تكون نادرة ، ويمكن أن توجد بسائين وكروم ، وقد تستخدم الكتبان المستقرة في المناطق الرطبة للرعي .
- **أمور أخرى :** قد يخطئ المفسر أحياناً فيلتبس عليه الكتبان الرملية المستقرة في المناطق الجليدية الرطبة فيحسب إنها اسكرات .



الشكل ( 6-8 )

كتبان رملية هلالية (برخانية ) في منطقة ذات مناخ جاف . مقاطعة امبريال Imperial  
كاليفورنيا ، تشرين ثاني (نوفمبر ) 1959. 1:20,000. صورة مجسمة (صور من  
(USDA-ASCS).

## التعرف على رواسب اللوس بالصور الجوية:

### - الطبوغرافيا: سطح رواسب اللوس الثخينة غير المتقطعة ضعيف التموج،

وهو مؤلف من أعراف متوازية تقريباً يبعد بعضها عن بعض نحو 500 إلى 1000 م. وهي متراففة بصورة عرضانية مع اتجاه الريح ، تكوّن رواسب اللوس الرقيقة غطاءً للصخور وللمواد غير المتصلبة الموجودة تحتها ، لذلك فإن سطح الأرض الناشئ يتبع تضاريس هذه المواد. ومع ذلك فإن رواسب اللوس تنجرف بحيث تجعل الأراضي ملساء، إذ تبقى رواسب رقيقة على الأعراف ورواسب أثخن في الأودية. وتتقطع رواسب اللوس غالباً بالمجري المائية والحت الأخدودي gully erosion .

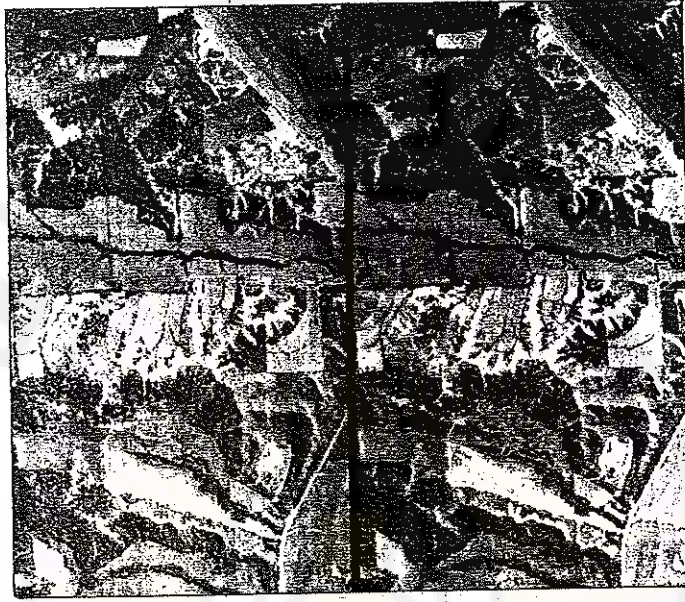
### - الصرف والانجراف : في مناطق رواسب اللوس المتقطعة بالأخاديد توجد

زخارف منقوشة (أشكال متنوعة ) معقدة كونتها المجاري المائية والأخاديد الكثيرة. وطرز الصرف العام هو طراز شجري ، عُدل إلى ما يعرف بطرز الصرف الريشي pinnate الأخاديد تأخذ شكل U وذات قيعان مسطحة عريضة وجوانب شديدة الانحدار، تشاهد عليها في الغالب مصاطب صغيرة نتيجة انزلاق التربة تدعى "مصاطب الانزلاق cat steps" .

### - الشدة اللونية للصورة: تميز الشدة اللونية بلون فاتح بسبب صرف التربة

الداخلي الجيد. وتتباين، في الغالب الشدة اللونية لقصور الأخاديد، وجدرانها، والمناطق المرتفعة، بسبب الأنماط المختلفة للنباتات (مثل الأشجار مقابل الأعشاب) .

- الغطاء واستخدام الأراضي: تكون رواسب اللوس مزروعة في الحالات النموذجية، باستثناء المنحدرات الشديدة الانحدار أو في المناطق القليلة المطر.



الشكل (6-9)

رواسب اللوس في منطقة ذات مناخ رطب. مقاطعة بوتاوواتامي pattawattamie

## 5- الجلسة العملية الخامسة: كيفية التعرف على الحجر الكلسي الأفقي التطبق

- التعرف على طبقات الحجر الكلسي الأفقية بالصور الجوية المقصود هنا هو الحجر الكلسي القابل للانحلال في المناطق ذات المناخ الرطب.
- الطبوغرافيا: يكون السطح قليل التموج، يظهر عليه الكثير من الجُوب (الجوبات) المستديرة تقريباً التي يتراوح عمقها عادة بين 3 إلى 5 م وقطرها بين 5 و 50 متراً.



- طراز الصرف: طراز صرف جاذب، ويكون لكل جوبة مجاريها المائية التي تصب فيها، والمجاري السطحية فيها قليلة جداً، والمجاري المائية المسطحة الواردة من التضاريس أو الأنواع الأخرى من الصخور المجاورة يمكن أن تختفي تحت الأرض عبر الجوبات عندما تصل هذه المجاري المائية إلى مناطق الحجر الكلسي.

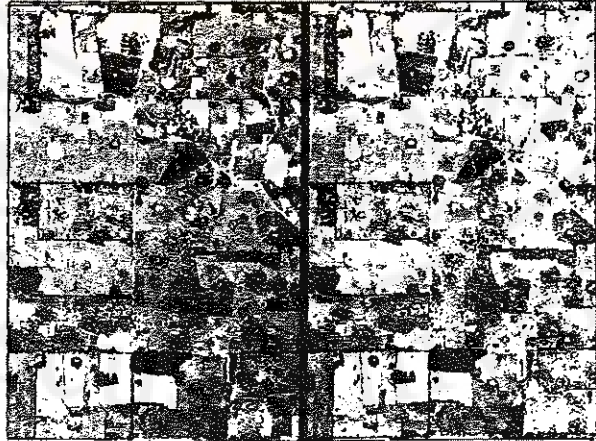
- الانجراف: تتكون ضمن التربة المتبقية الدقيقة النسجة أخاديد ذات مقاطع عرضية ضعيفة الاستدارة.

- الشدة اللونية : تكون الشدة اللونية مبرقشة بسبب العدد الكبير من الجوبات - الغطاء النباتي واستخدام الأراضي: يكون السطح مغطى بالمزروعات، ماعدا قيعان الجوبات التي تكون في الغالب رطبة أو تحتوي على مياه راكدة مدة طويلة من السنة.

- أمور أخرى: يلتبس على المفسر الحجر الكلسي الذي يحتوي على عدد كبير من الجُوب ( الجوبات ) فيحسب أنه منقود. إن تحديد الحجر الكلسي الدولوميتي أكثر صعوبة من تحديد الحجر الكلسي القابل للانحلال. فهو عادة جيد الصرف وجُوباته ضعيفة التمييز.

#### الشكل (6-10)

حجر كلسي قابل للانحلال أفقي  
التطبيق في مناخ رطب، مقاطعة  
هاريسون، إنديانا، أيار (مايو)  
1960. 1:20.000. صورة  
مجسمة (صور من-USDA  
(ASCS).



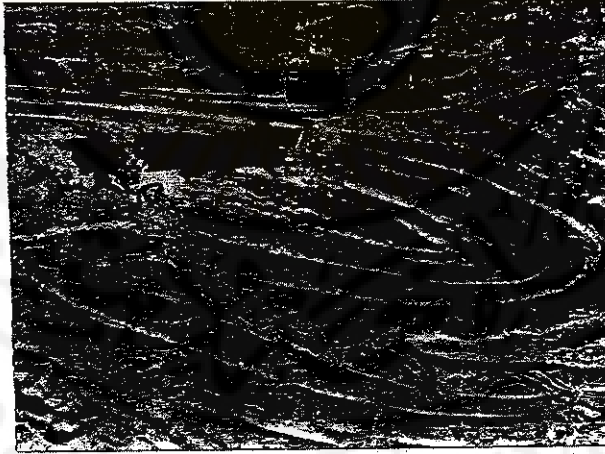


## 6- الجلسة العملية السادسة:

كيفية التعرف على الصخور الرسوبية المائلة في الصور الجوية والفضائية .

- التعرف على طبقات الصخور الرسوبية المائلة بالصور الجوية

- الطبوغرافيا: سلسلة من الضهرات المستقيمة أو المنحنية.
- طراز الصرف: طراز صرف متعرش، ومجري المياه الرئيسية تمتد على طول قيعان الأودية ، وتسيل مجري المياه الثانوية حسب انحدارات الميل أو الجروف وترتفع المجري الرئيسية بزوايا قائمة ويختلف الانجراف حسب نوع التربة المتبقية.
- الشدة اللونية للصورة : تختلف حسب نوع الصخر.
- الغطاء النباتي واستخدام الأراضي: يختلف حسب نوع الصخر، عند وجود الصخور الرسوبية على شكل طبقات مائلة في المناطق ذات المناخ الرطب تكون عادة ضهرات الحجر الرملي مغطاة بالغابات وتكون أودية الغضار الصفحي مغطاة بالمزروعات.



الشكل ( 6-11 ) مرئية رادارية تظهر فيها الصخور الرسوبية المطوية في منطقة ذات مناخ رطب. جبال أوشيتا Ouchita ، مقاطعة لوفلور، أو كلاهوما. 1:170.000 (مرئية من NASA) .

## 7- الجلسة العملية السابعة:

- التعرف على طبقات الغضار الصفحي الأفقية بالصور الجوية.

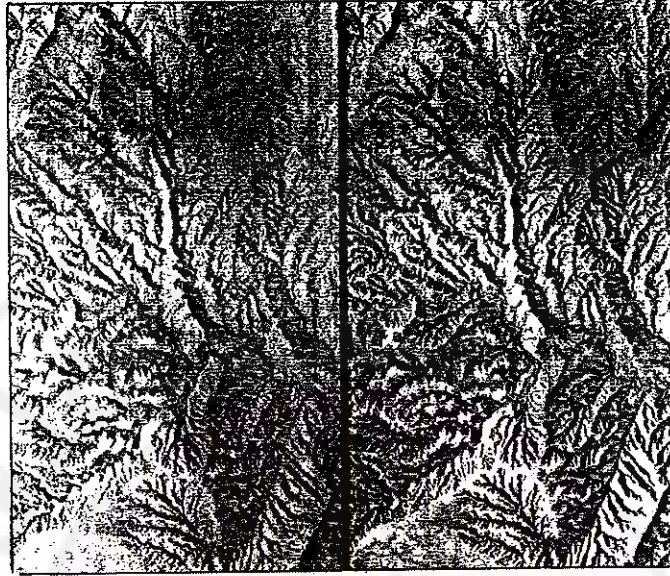
- الطبوغرافيا : في المناخ الجاف تكون الأراضي متخددة dissected بنعومة. ومجري المياه الأخدودية ذات جوانب شديدة الانحدار ناجمة عن جريان سطحي سريع ينشأ من هطل مطري غزير قصير الأمد . وفي المناخ الرطب تكون التلال مستديرة منتظمة أو معتدلة أو ضعيفة الانحدار .

- طراز الصرف: طراز متشجر مجاريه المائية قليلة التعرج ، ذو نسجة دقيقة في مناطق المناخ الرطب.

- الانجراف: تكون الأخاديد في التربة المتبقية، مقاطع دائرية قليلة الاستدارة.

- الشدة اللونية للصورة: تختلف كثيراً ولكنها تكون بصورة عامة قائمة إذا قورنت بالشدة اللونية للحجر الرملي والحجر الكلسي. وقد تشير اختلافات الشدة اللونية إلى سطوح التطبق.

- الغطاء النباتي واستخدام الأراضي: تكون المناطق الجافة جرداء عادة إلا من النباتات الصحراوية . تغطي المناطق الرطبة مزروعات وغابات كثيفة. أمور أخرى : يلتبس على المفسر بالغضار الصفحي أحياناً فيرى أنه لوس loess .



الشكل ( 6-12 )

طبقات أفقية من الغضار الصفحي في منطقة ذات مناخ جاف. يوتا. تشرين الثاني (نوفمبر) 1952. 26.7000:1. صورة مجسمة ( صور من USGS).

#### 8- الجلسة العملية الثامنة :

#### كيفية التعرف على الأعراف الشاطئية .

#### - التعرف على الأعراف الشاطئية بالصورة الجوية:

- الطبوغرافيا: يمكن أن يراوح ارتفاع العرف الواحد بين 10 و 5 م وعرضه بين 200 و 1000 م ويبلغ طوله عدة كيلومترات . أما في مجموعة الأعراف الصغيرة التي تخلفها المياه المنحسرة فيراوح ارتفاع العرف الواحد منها بين المتر والمترين ويكون عرضه أقل من 100م أما طوله فمتغير . والمقطع العرضي للأعراف الشاطئية غير متناظر، إذ يكون جانبها المواجه للبحر، أملس شديد الانحدار، على حين يكون الجانب الآخر غير منتظم ضعيف الانحدار.

- **الصرف والانجراف:** صرف داخلي جيد بسبب نسجة التربة الخشنة. الأخاديد قليلة. وفي حالة الأعراف الكبيرة المنفردة قد تكون المنطقة المجاورة الواقعة خلف العرف الشاطئ مستنقعية، لأن العرف الشاطئ يقوم بدور سد صغير يمنع الصرف، وقد تخترقه أحياناً مجار مائية وقد تتساب المياه عبر قاعدة العرف، ويمكن أن تترك منطقة مستنقعية أمام العرف مباشرة. وفي حالة وجود سلسلة من الأعراف يغلب أن تكون المناطق بين الأعراف كثيرة المستنقعات ويكون مستوى المياه الجوفية على السطح أو قرب السطح.

- **الشدة اللونية للصورة والغطاء النباتي واستخدام الأراضي:** يغلب أن تتباين كلها عن الترب ذات الدرجة الأقل صرفاً الموجودة في كلا جانبي العرف الشائطي .



الشكل ( 6-13 ) عرف شائطي في منطقة ذات مناخ رطب، مقاطعة نياغارا، نيويورك، آب

(أغسطس) عام 1958 . 1 : 20000

## 9- الجلسة العملية التاسعة :

كيفية التعرف على الدلتات على الصور الجوية والفضائية

- التعرف على الدلتات بالصور الجوية .

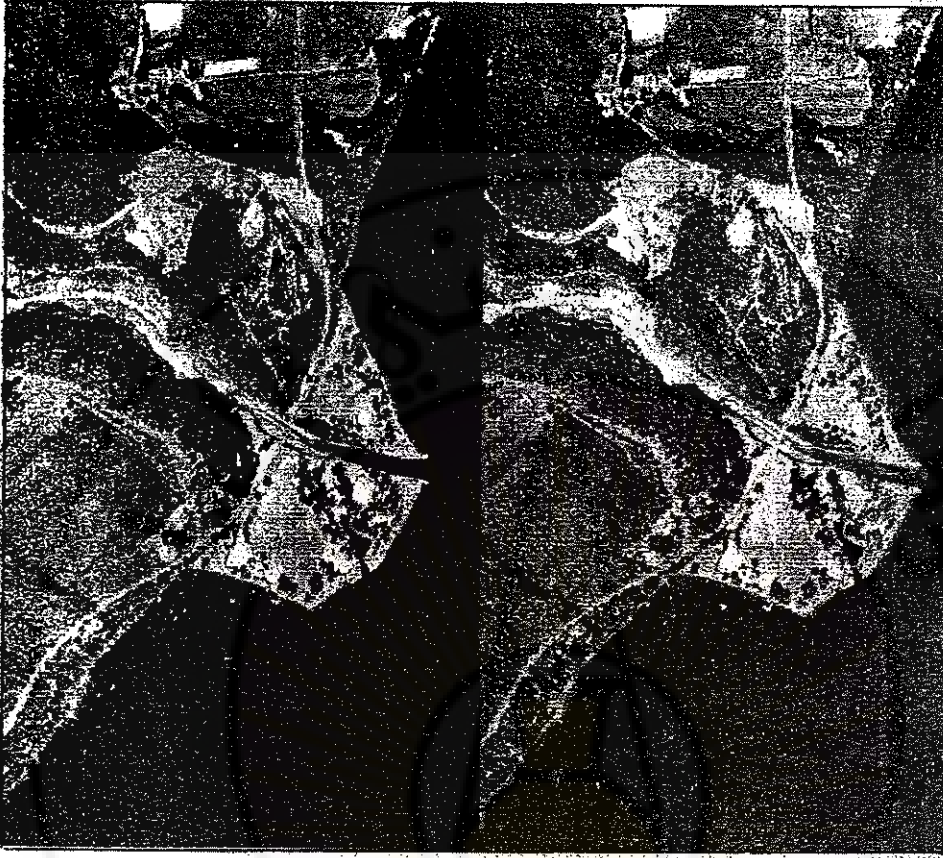
- الطبوغرافية: سطح منبسط تقريباً محاط بمساحات ناهضة وكتل مائية. شكلها العام قوسي أو متفرع.

- الانجراف ونمط الصرف: توجد فروع للمجاري المائية . ويكون للدلتات القوسية قناة رئيسية واحدة أو أكثر مرتبة بشكل مروحي شعاعي. كما توجد قنوات فرعية سابقة (مجدولة بشكل نموذجي). ويكون للدلتات المتفرعة قناة رئيسية واحدة يتفرع منها عدة فروع كبيرة تمتد باتجاهات عشوائية. قد توجد في الدلتات المتفرعة عدة برك ومناطق مستنقعية منخفضة ويندر أن توجد أخاديد.

- الشدة اللونية للصورة: متغيرة بحسب التربة ومحتواها من الرطوبة . وتميل الدلتات القوسية لأن تكون ذات شدة لونية فاتحة، ولها منظر مشدود يكشف عن وجود قنوات فرعية سابقة. والدلتات المتفرعة تشبه سهول الأنهار الفيضية، من حيث وجود الضفاف والحوجز الطبيعية ، ورواسب المياه البطيئة وغيرها.

- الغطاء النباتي واستخدام الأراضي: متغير بحسب المناخ وعمق مستوى المياه الجوفية . تستخدم بعض الدلتات استخداماً واسعاً للزراعة وتبقى بعضها بشكل مستنقعات مهجورة .





الشكل ( 14-6 )

دلّتا قوسية في منطقة ذات مناخ رطب. مقاطعة تومبكينز Tompkins، نيويورك، تموز  
(يوليو) 1964. 20.000:1. صورة مجسمة (صور من USDA-ASCS).

## المراجع References

- 1- Ackermann, F. and Schaade , 1993, Application of GPS for Aerial control .
- 2- American society for photogrammetry and Remote sensing proceedings:10 W Wiliam .I. pecora Memorial Remote sensing Symposium , Fort Collins . colo . 1958
- 3- Antentucci, Jhon C. Et. Al. Eds/1991/Gis – a Guide to the Technologe, New York van No strand Reinhold .
- 4- Avery , T. E , and G . L . Berlin , Interpretation of Aerial photographs , 4<sup>th</sup>ed . Burgess Minneapolis 1985.
- 5- Belward , alan S . and Carlos .R. valenzu Eds \ 1991\ Rs and Gis for resource . London .
- 6- Bernhardsen , Tor \ 1992\ , Nerwegian Mapping Authority .
- 7- Bernhardsen . Tor (1992) ;GeoGraphic Information systems Norwegian Mapping Authority .
- 8- Beek . k . J and Van Gilo , H .A (1990 – 1992) Global and environmental monitoring : The Challenge ot educators photogrammetry Remote Sensing .
- 9- Douggin M . and Robinove , C.J (1990) .Assumptions inpliait in remote sensing data acquisition and analysis INT .J . of Rem . sens .(10) : 166(1648).
- 10- Earth resource mapping (1995) ER- mapper survey TW 208 R uk .
- 11- Edwards , K. & Davis , P.A (1994) the fuse of intensity – huesaturation transformation fose producing colour – shaded Relief maps .
- 12- Ferrante . J.E.T. (1995) : situation of Remote Sensing in Brazil and its application to irrigation , drainage and Sainity \ Problem , FAO water Reports , 4: 165-172.
- 13- GIS World (1990) : GIS Technology , 90 – Results. Of The (1990) GIS world Gis survey .
- 14- Granzow .Ed." Automatic feature Recognition and Extraction and Extraction from Remote sensing Imagery " U.S – 2004.



- 15- Gregory " Digital processing : principles and Applications " John wieley and sons – 1994.
- 16- Grigorescu, C. ptkov " Distance sets for shape Filters and shape Recognition " IEEE. Vol . 12- 2003 .
- 17- Gonzalez .R. woods and S. E ddins " Digital image processing using mat lap " prentice Hall ,2004 .
- 18- Granzow .Ed." Automatic feature Recognition and Extraction and Extraction from Remote sensing Imagery " U.S – 2004.
- 19- Gonzalez .R. woods " digital image processing " Edison and wesily – pup . Co 2002.
- 20- Gonin . GB cosmic photography and rol about study natural resources B.K (1991) . integration of land sat and Rol about study natural Resource B Kn . Remote sensing vsegen 1982 .
- 21- Hewela , F. M. and El- Khattib m H. M .(1990) Geomorphology and Classification of Solis of wai El Rayan using aerial phoyo Graphy and Remote Sensing techniques. Egypt , J . Soil Sci , 30 (1-2): 29 – 49.
- 22- Hiroaki Shimizu , and T.poggio Direction of pedestrian from images pp. 020-2003.
- 23- Howard Burdick " Digital imaging : Theory and Application " Jhon wiley and sons – 1997 .
- 24- Huang S.L and chen , B.K (1991) .inte gration of lansat and terrain information for land slide study mechigan.
- 25- Jensen , J.R (1997) inter oductory digital image processing : A remot sensing prospective . prentice Hall USA .
- 26- Jensen . R Remote sensing of the Environment : An Earth Resource perspective " prentice Hall . 2003.
- 27- John R .Ren sen " introductory digital image processing . A remote sensing prospective . prentice Hall 1996 .

- 28- James .R. parker" Algrithms for Images processing and computer vision " John wieley and sons – 1996.
- 29- Laser – Scan Company (1994) Integration of remote sensing and GIS , data , personal Communication Sciense park , Cambridge CB4 4f, United Kingdom .
- 30- Mackay , M.E. & Mouginis – Mark .J. P .(1997) the effects of varying acquisition parameters on the interpretation of SIR – C radar data , remote sensing of environment 59-321-336.
- 31- Matlier , P.M. Tso , B& Kocli ,M (1998) an envaluation of landsat TM spectral data and SAR – derved textural information for lithogical discrimination the Red sea Hill Saudi international Joural of Remote sensing 19-587-604.
- 32- M – Steven – De Jong Defense and security image and singnal Acquisition and processing – SPIE – 2004 .
- 33- M – Leventon , N. Howe and – B . Freeman Bayesian reconstruction of 3Dhuman motion from single Camera video .P.P . 820 -826 – 1999.
- 34- Nezry , K . (1992) Rectification of Digital Imagery , photogrammetrice Engineering of Remote Sensing ,58 (3).
- 35- Oliver C.J . Information from SAR image . pp :1493 – 1514-1994.
- 36-Rol remot sensing corp (1998) the new development in remote sensing radar technology and multsource applications "SYMP: 18-11-1983 merdien Heliopolies hotel .

### اللجنة العلمية :

أ.د عادل عبد السلام      قسم الجغرافيا / جامعة دمشق  
أ.د فاتنة الشعال      قسم الجغرافيا / جامعة دمشق .  
أ.د محمد أنور محفوظ      قسم الجيولوجيا / جامعة دمشق

### المدقق اللغوي :

الدكتور مزيد نعيم      قسم اللغة العربية / جامعة دمشق

حقوق الطبع والترجمة والنشر محفوظة لمديرية الكتب والمطبوعات



