

## مفردات المسح التصويري بعد التغيير :-

م	ع	ن	عدد الساعات	النظام السنوي	القسم العلمي
٤	٢	٢	الأسبوعية	٣٠ أسبوع	المساحة
اسم المادة : Photogrammetry			المرحلة الأولى	مفردات مادة المسح التصويري (١)	

## هدف المادة العام

تهدف المادة الى أن يكون الطالب قادراً على التعرف على مبادئ المسح التصويري وأنواع الصور الجوية والكاميرات والمساقط وإيجاد مقاييس الصور الجوية بأنواعها والإزاحات. وحساب الإحداثيات الأرضية والمناسيب وتفسير الصور الجوية والتعرف على مواصفات الصور الجوية الرقمية والتعامل معها لرسم المخططات والخرائط الموضوعية.

المفردات النظرية	
الأسبوع	تفاصيل المفردات
الأول	المقدمة: نبذة تاريخية عن تاريخ المسح الجوي والتحسس البعيد وعلاقة التحسس بتخصص المساحة الجوية، علوم المسح الجوي واستخدامات المسح الجوي.
الثاني	أنواع المساقط، أنواع الصور، الصور الأرضية، الصور الجوية، الصور الفضائية، الفرق بين الصورة الجوية والخرائط، بعض المصطلحات الهامة في الصور الجوية وخاصة المائلة، المعلومات الظاهرة على الصور الجوية.
الثالث	الصور الجوية الرأسية، العلاقات الهندسية للصور الجوية الرأسية، أنظمة الإحداثيات على الصور الجوية الرأسية.
الرابع	مقياس رسم الصورة الجوية الرأسية، فوق أرض مستوية وفوق أرض مختلفة المناسيب ومقياس الرسم المتوسط.
الخامس	طرق أخرى لحساب مقياس رسم الصور الجوية الرأسية، الإحداثيات الأرضية من الصور الجوية الرأسية، حساب المسافات الأفقية والحقيقية (المائلة) بين النقاط.
السادس	الإزاحة الناتجة عن التضاريس على الصورة الجوية الرأسية، حساب الارتفاعات بواسطة الإزاحة الناتجة عن التضاريس.
السابع	الرؤية المجسمة، أسس الرؤية، كيفية الرؤية بالعينين معاً وإدراك العمق المجسم، الرؤية المجسمة بواسطة الصور وشروط وطرق رؤية الأشكال المجسمة.
الثامن	طرق النظرة المجسمة من صورتين، أنواع الستريوسكوب، كيفية استخدام أجهزة الستريوسكوب ذو المرايا بطريقة خط القاعدة للصورتين.

التاسع	الابتعاد الستريوسكوبي، العلاقة بين الابتعاد وارتفاع النقاط، فرق الابتعاد، العلامة الطائفة.
العاشر	طرق قياس الابتعاد، قضيب الابتعاد (الستريوميتر)، وكيفية العمل به مع أمثلة محلولة.
الحادي عشر	إيجاد ابتعاد نقطتي الأساس لصورتين جويتين متعاقتين، معادلات الابتعاد، إيجاد العلاقة بين الابتعاد وارتفاع النقاط، حساب مربع الخطأ لقراءات الستريوميتر ... تعزيز الموضوع بأمثلة محلولة.
الثاني عشر	نفس مفردات الأسبوع الحادي عشر.
الثالث عشر	نفس مفردات الأسبوع الحادي عشر.
الرابع عشر	نفس مفردات الأسبوع الحادي عشر.
الخامس عشر	أنواع آلات التصوير الجوي، آلة التصوير ذات العدسة الواحدة، زاوية مجال الرؤيا وتصنيف آلات التصوير بالنسبة لزاوية مجال الرؤيا، أجزاء آلة التصوير الجوي.
السادس عشر	الصور الجوية المائلة، التوجيه الدوراني في نظام الميل والالتفاف والانحراف نظام الإحداثيات المساعدة للصور المائلة.
السابع عشر	مقياس رسم الصور المائلة، الإحداثيات الأرضية من الصور المائلة مع أمثلة محلولة.
الثامن عشر	التحليل الهندسي للصور الجوية المائلة، التوجيه الدوراني بنظام الأوميجا والفاي والكابا.
التاسع عشر	الإزاحة الناتجة عن الميل في الأراضي المنبسطة مع أمثلة محلولة.
العشرون	تكملة مواضيع الأسبوعين الماضيين مع الأمثلة.
الحادي والعشرون	تقويم الصور المائلة، التقويم والتكبير، الأساس الهندسي للتقويم التخطيطي. طريقة إقامة شبكة، أجهزة التقويم البسيطة، جهاز الابداسكوب، جهاز الإسقاط البصري للصورة المنفردة.
الثاني والعشرون	تفسير الصور الجوية
الثالث والعشرون	الصور الجوية الملتقطة من المتحسسات الرقمية المحمولة جواً. ١. مواصفاتها - مقارنتها مع الصور الملتقطة بالأفلام - استخدامها - طرق إنتاجها ومقارنة مع إنتاج الصور الاعتيادية - تأثير الإسقاط المركزي - التداخل الطولي مقارنة مع طريقة التصوير الاعتيادية. ٢. المنحني الطيفي للمعالم الموجودة على سطح الأرض.
الرابع والعشرون	نفس مفردات الأسبوع الثالث والعشرون.
الخامس والعشرون	نفس مفردات الأسبوع الثالث والعشرون.
السادس والعشرون	نفس مفردات الأسبوع الثالث والعشرون.
السابع والعشرون	استخدام نظام GIS لرسم الخرائط الموضوعية من الصور الجوية الرقمية باستخدام (النقط والخط والمضلع).
الثامن والعشرون	نفس مفردات الأسبوع السابع والعشرون.
التاسع والعشرون	نفس مفردات الأسبوع السابع والعشرون.
الثلاثون	مبدأ المعالجة الرقمية للبيانات الصورية.

**نبذة مختصره عن تاريخ المسح الجوي :-**

- ❖ منذ ٣٥٠ سنة قبل الميلاد اشار ارسطو الى عملية اسقاط الصور ضوئيا.
- ❖ نجح نيبس وداجير (Niepce and Daguerre) في انتاج الصور سنة ١٨٣٩.
- ❖ بعد ذلك بسنة واحده برهن ارجو (Arago) وهو جيولوجي باكاديمية العلوم الفرنسية - على امكانية استعمال الصور في المساحة الطوبوغرافية.
- ❖ في سنة ١٨٤٩ بدا الكولونيل ايميه لوسيدات (Aime Laussedat) اول تجارب حقيقية على استخدام الصور لاعداد خرائط طوبوغرافية، وحاول استخدام المنطاد لاختاد صور جوية.
- ❖ في سنة ١٨٥٩ قدم لوسيدات طريقته الناجحة في عمل الخرائط من الصور ونتيجة لهذا العمل الرائد في حقل المسح الجوي لقب هذا العالم بأبي المسح الجوي.
- ❖ في اثناء الحرب الاهلية الامريكية استخدمت الصور المأخوذة من المنطاد لاغراض التجسس والاستخبارات العسكرية.
- ❖ خلال القرن التاسع عشر تقدم صنع الات التصوير واجهزة رسم الخرائط من الصور بواسطة الكثير من العلماء ولكن مع ذلك كان لايزال هذا التقدم في مراحلها الاولى.
- ❖ ان اختراع الطائرة بواسطة الاخوين رايت (Wright Brothers) في سنة ١٩٠٢ كان فاتحة للتقدم الكبير للمسح الجوي الحديث، واستخدمت الطائرة الاول مرة في سنة ١٩١٣ للحصول على الصور المستخدمة لاغراض اعداد الخرائط.
- ❖ ان المسح الجوي تقدم بواسطة الطرق المستحدثة اثناء الحرب العالمية الثانية. فالحرب اجبرت العلماء على تحسين كل مايتعلق بالمسح الجوي من تقدم اجهزة التصوير الى اجهزة انتاج الخرائط من الصور الجوية. وهذا التقدم الهائل اثبت بعد ذلك امكانية استخدامه في الاغراض السلمية، الهندسية والجيولوجية والزراعية والتخطيط .... الخ.
- ❖ يعتبر المسح الجوي الان اساسا لعمل جميع انواع الخرائط سواء في الاحتياجات السلمية او الحربية.
- ❖ يستخدم الان التصوير بواسطة الاشعة غير المرئية كاستخدام الرادار والاشعة تحت الحمراء في تصوير الاهداف عن بعد لاغراض القياس وتفسير الصور وتسمى هذه الطريقة بالاستشعار عن بعد (Remote Sensing) .

استخدامات المسح الجوي :-

- (١) اعداد الخرائط الطبوغرافية من الصور الجوية.
- (٢) من الناحية العسكرية يستخدم المسح الجوي للاستخبارات العسكرية ومعرفة تحركات العدو وطبيعة الارض وغيرها من المهام العسكرية.
- (٣) اعداد الخرائط الجيولوجية والخرائط الجيومورفولوجية ودراسة المحيطات والمياه الجوفية واستكشاف الخامات.
- (٤) للاستخدامات الهندسية لاغراض التخطيط والتصميم وللطرق الرئيسية والسكك الحديدية والجسور وخطوط الانابيب والسدود ..... الخ .
- (٥) في المجال الزراعي كتحديد انواع الزراعات وحصر المحاصيل كما يستخدم في دراسة انواع التربة.
- (٦) يستخدم في ادارة حركة المرور وفي فحص حوادث السير .
- (٧) استكشاف الفضاء يعتبر حقل جديد من حقول استخدام المسح الجوي.

علوم المسح الجوي :-

تشمل المساحة الجوية العلوم الاتية:-

- (١) علم القياسات من الصور الجوية (Photogrammetry):- وهو الفن او العلم الخاص باعداد الخرائط من الصور الجوية بمعنى اخر هو استخدام الصور لاختذ قياسات ارضية ونتاج خرائط دقيقة باستخدام اجهزة متخصصة وحديثة لحل العلاقات الهندسية للصورة الجوية ونتاج خرائط دقيقة ذات مقياس رسم كبير .
- (٢) علم تفسير الصور الجوية (Photography – Interpretation):- هو العلم الذي يختص بتفسير الصور وتحديد العوارض المختلفة الموجودة عليها وتحديد انواع الصخور وانواع الغابات والمحاصيل والمصانع ووسائل النقل ... الخ، من الحالات التي تظهر بها هذه الاشياء على الصورة.
- (٣) علم التصوير الجوي (Aerial Photography):-

هو فن اخذ الصورة الجوية لتمثيل اكثر ما يمكن من العوارض باقل عدد من الصور الجوية الواضحة ومن اهم اختصاص هذا العلم هو تحديد مقياس رسم مناسب لاخذ الصورة بحيث يفي بالغرض الماخوذ من اجله الصورة وباقل كلفة.

#### ٤) علم الملاحة الجوية (Aerial Navigation):-

هو فن توجيه الطائرة في مسار سبق تحديده باستخدام الاجهزة الحديثة وكذلك يقوم بتوجيه الاجهزة الخاصة بالتصوير الجوي.

**انواع المساقط (Types of Projections) :-**

تعتبر دراسة انواع المساقط هامة جدا لدراسة خصائص الصورة الجوية من الناحية التحليلية ومن اهم انواع المساقط مايلي :-

**(a) المسقط المتوازي (Parallel Projection) :-**

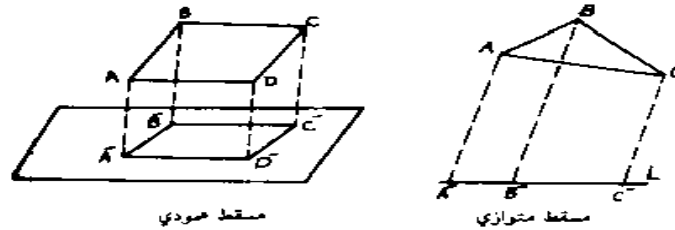
في المسقط المتوازي تكون الاشعة متوازية فيما بينها ولكنها ليست عمودية على السطح المسقط عليه.

**(b) المسقط العمودي (Orthogonal Projection) :-**

في المسقط العمودي تكون اشعة الإسقاط كلها عمودية على السطح المسقط عليه.

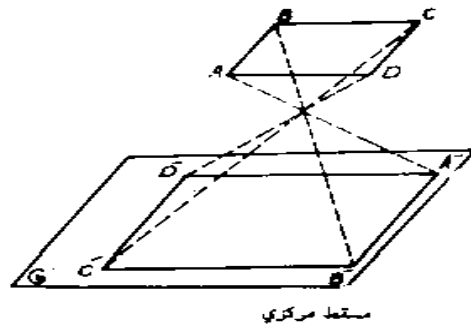
**(c) المسقط المركزي (Central Projection) :-**

في المسقط المركزي تمر جميع اشعة الإسقاط من خلال نقطة واحدة وتكون الاشعة كلها عبارة عن خطوط مستقيمة تمر بمركز الإسقاط.



مسقط عمودي

مسقط متوازي



مسقط مركزي

**انواع الصور (Types of Photographs):-**

تنقسم الصور المستعملة في علم المساحة التصويرية الى ثلاثة اقسام هي الصور الارضية والجوية والفضائية.

**أولاً: الصور الارضية (Terrestrial Photographs):-**

الصورة الارضية تؤخذ بواسطة الات تصوير مثبتة ارضيا حيث يكون عادة المكان والاتجاه الذي اخذت منه الصورة معروف ويستخدم لذلك الثيودوليت ذو الة التصوير (photo - theodolite). كما يوجد نوع اخر من الصور الارضية يؤخذ بواسطة الة تصوير ارضية تسمى الة تصوير باليستيك تثبت على محطات ارضية مختارة وتستخدم للحصول على صور لمدارات الاقمار الصناعية بالنسبة الى نجم يظهر في مؤخرة الصورة، وتحلل الصور لحساب منحنى المسار الخاص بالقمر الصناعي والحجم والشكل والجاذبية الارضية ، والوضع الدقيق لمحطة الة التصوير ، وتستخدم عادة لاقامة شبكة عالمية لنقاط الضبط كما انها تحدد بدقة الاماكن النسبية للقارات والجزر المحيطية البعيدة.

**ثانياً: الصور الجوية (Aerial Photographs):-**

تنقسم الصور الجوية الى:

**a. صور راسية (Vertical Photographs):-**

الصورة الرأسية تشمل جميع الصور التي يكون محور الة التصوير رأسيا او اقرب مايمكن الى الرأسى لحظة التقاط الصورة. وعادة تكون زاوية ميل الة التصوير اقل من او لا تتعدى ٤ درجة مئوية (grade).

**b. الصور المائلة (Oblique Photographs):-**

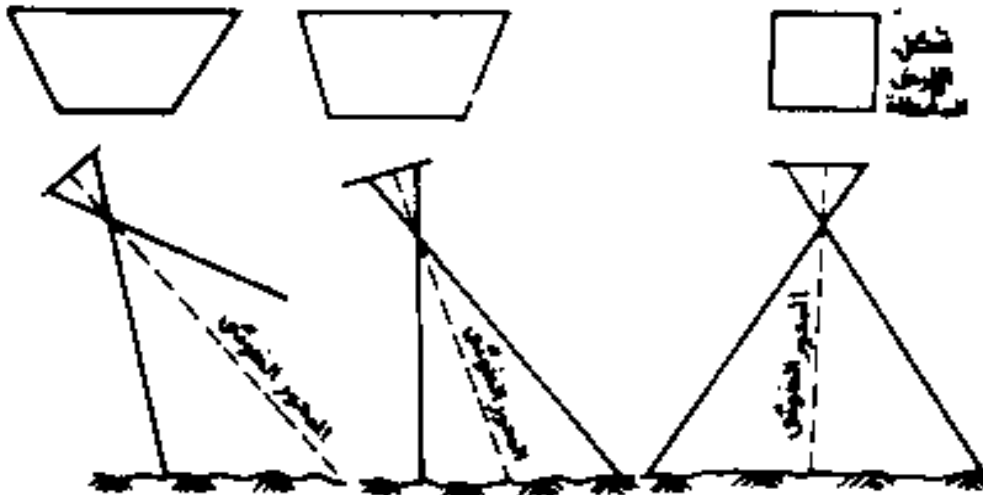
الصور المائلة هي الصور التي اخذت ومحور الة التصوير مائلا بتقصدا لاختذ صور تغطي مساحة اكبر من الصور الرأسية، ويوجد نوعان من الصور المائلة:-

i. الصور قليلة الميل (Low Oblique Photographs):-

وتشمل الصور المائلة التي لاتحتوي على خط الافق وقد التقطت عندما كان محور الة التصوير يعمل زاوية صغيرة مع خط الشاقول.

ii. الصور شديدة الميل (High Oblique Photographs):-

وهي الصور المائلة التي يظهر فيها خط الافق وقد التقطت عندما كان محور الة التصوير يصنع زاوية كبيرة مع خط الشاقول.



أ- الصورة الرأسية      ب - الصورة قليلة الميل      ج - الصورة شديدة الميل



فيما يلي جدولاً يبين مقارنة بين الصور الرأسية والصور شديدة الميل والصور قليلة الميل.

وجه المقارنة	الصور شديدة الميل	الصور قليلة الميل	الصور الرأسية
١-الخاصية المميزة	يظهر بالصورة خط الافق	الصورة مائلة ولا يظهر خط الافق	محور التصوير رأسي او يميل بزواوية لا تتعدى ٤ درجة مئوية
٢- مساحة الارض المغطاة	اكبر ما يمكن	اقل	الاقل
٣- شكل الارض المغطاة بالتصوير	شبه منحرف	شبه منحرف	مستطيل
٤- مقياس الرسم	يصغر مقياس الصورة كلما اتجهنا من مقدمة الصورة الى مؤخرتها	يصغر مقياس الصورة كلما اتجهنا من مقدمة الصورة الى مؤخرتها	متجانس وخاصة اذا كانت الارض مستوية
٥- الفرق ما بين الصورة والخرطة	الفرق اكبر ما يمكن	اقل	الاقل
٦- فوائدها	اقتصادية	اقتصادية	الاسهل لعمل خرائط منها

### ثالثاً: الصور الفضائية (Space Photographs): -

هي الصور المصورة من الفضاء نتيجة لرحلات استكشاف الفضاء من بين هذه الصور ما يطلق عليه صور فوق الارض (extraterrestrial) وهي صور مأخوذة على ارتفاع شاهق من الاقمار او السفن الفضائية.

الفرق ما بين الصور الجوية الرأسية والخارطة :-

ت	وجه المقارنة	الصورة الجوية الرأسية	الخارطة
١	نوع المسقط	تعتبر مسقط مركزي	مسقط عمودي
٢	مقياس الرسم	ليس لها مقياس رسم محدد بدقة	لها مقياس رسم ثابت
٣	الازاحة الناتجة عن التضاريس	توجد ازاحة ناتجة عن التضاريس	لا توجد
٤	الازاحة الناتجة عن الميل	توجد ازاحة ناتجة عن الميل	لا توجد
٥	الرموز والاشارات	لا تحتوي على رموز واشارات	تحتوي على رموز واشارات (صامتة ) (ناطقة)
٦	اتجاه الشمال وخطوط الطول والعرض	لا يوجد	يوجد
٧	عملية التلخيص والمبالغة في اظهار المعالم والعوارض	لا يوجد	يوجد

بعض المصطلحات الهامة في الصور الجوية:-➤ فورمات (Format)

هي المساحة الحساسة في المستوي البؤري لالة التصوير وعادة هي مربعة الشكل وهي تحدد مساحة الصورة السالبة وابعادها وتسمى ابعاد الصورة (size of format).

➤ مركز الإسقاط (Perspective center)

هو المركز الضوئي لعدسة الة التصوير ويرمز له بالمركز (O).

➤ المستوي السالب (مستوي الفيلم) (Negative Plane)

هو المستوي الذي يكون فيه اللوح او الفيلم السالب لحظة التقاط الصورة وهو على مسافة امام العدسة تساوي بعدها البؤري.

➤ المحور الاساسي او المحور البصري (Principal Axis or Optical Axis)

هو الخط المار بمركز العدسة وعمودي على المستوى السالب (مستوى الفيلم) ويمثل الرسم بالخط (pOP).

➤ النقطة الاساسية (Principal Point)

هي النقطة (p) حيث يلتقي المحور الاساسي مع المستوى السالب وتعين النقطة الاساسية كذلك بواسطة تقاطع الخطين الواصلين بين كل علامتين متقابلتين من علامات أطار الصورة (Fiducial Marks).

➤ خط النظر او خط الشاقول (Nadir or Plumb Line)

هو الخط الرأسى الذي يمر بمركز الاسقاط (O) ويمثل أ في الرسم الخط (nON).

➤ نقطة النظر او نقطة الشاقول (Nadir or Plumb point)

هي نقطة (n) حيث يلتقي خط النظر او خط الشاقول مع المستوى السالب في نقطة (n) وهي صورة لنقطة النظر الارضية (N).

➤ خط الميل القصوى او الخط الاساسي (Line of Maximum Tilt or Principal)

هو خط على المستوى السالب (مستوي الفلم) الذي له اكبر قيمة ميل ويمر بنقطة الاساس (p) ونقطة النظر (n).

➤ المستوي الاساسي (Principal Plane)

هو المستوى الرأسى الذي يحتوي على خط الشاقول والخط الاساسي والمحور الاساسي ويمكن تحديده بثلاث نقاط نقطة الاساس (p) ونقطة النظر (n) ومركز الاسقاط (O).

➤ المسافة الاساسية (Principal Distance)

هي المسافة العمودية من مركز الاسقاط (O) على المستوى السالب (مستوي الفيلم) ويمثل بالمسافة (Op) وعادة يرمز لهذه المسافة بالرمز (C).

➤ زاوية الميل (Angle of tilt  $\theta$ )

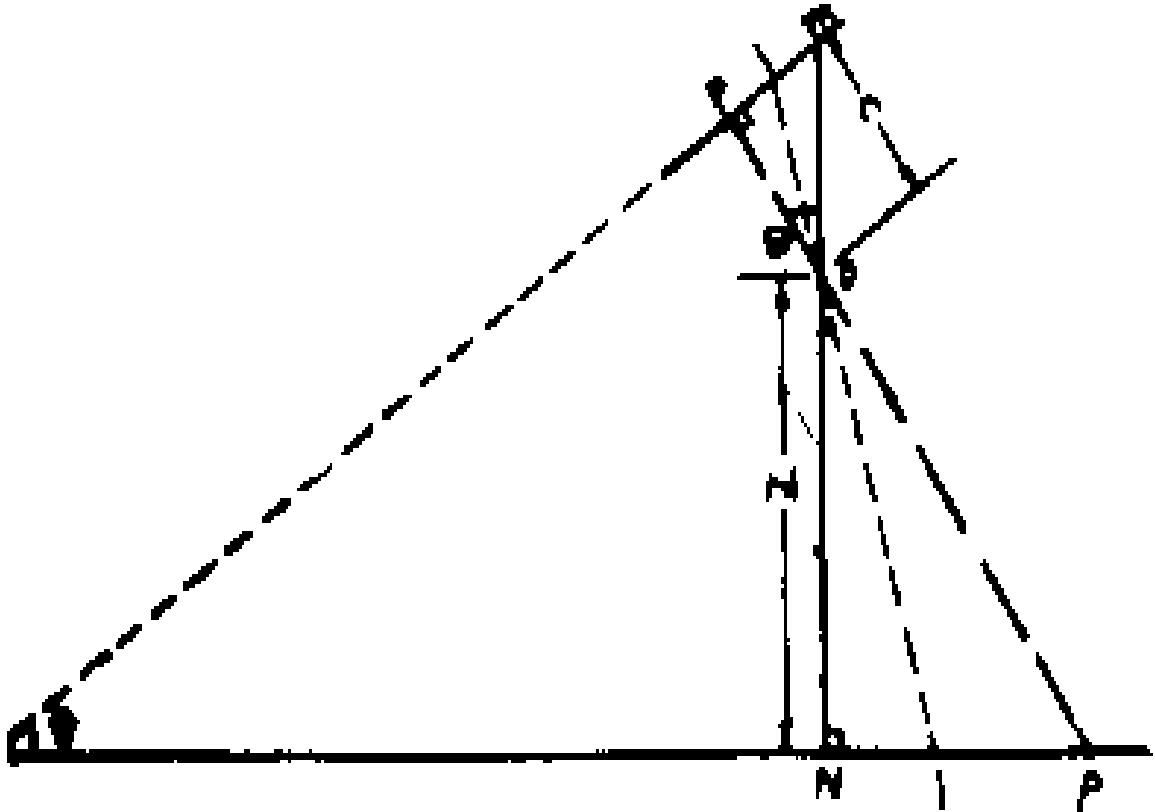
هي الزاوية ما بين خط الاساس على مستوى الفيلم والخط الاقفي. وكذلك هي الزاوية المحصورة بين المحور الضوئي لالة التصوير وخط الشاقول.

➤ نقطة المركز الوسطية (Isocenter)

نقطة تقاطع الخط المنصف للزاوية المحصورة بين خط الشاقول والمحور الضوئي لالة التصوير اي الزاوية ( $\theta$ ) مع مستوى الفلم ويرمز لهذه النقطة بالحرف (i).

### ➤ ارتفاع الطائرة (Flying Height)

هو ارتفاع مركز الاسقاط (O) مركز العدسة عن سطح المقارنة (Horizontal datum) ويرمز له بالمز (Z) واحيانا (H).



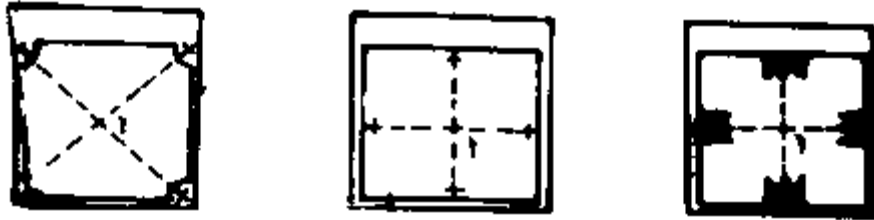
المعلومات الظاهرة على الصور الجوية (Indications on Aerial Photographs):-

تظهر على الصورة الجوية المستخدمة في المسح الجوي العلامات التالية:-

١. علامات اطار الصورة (Fiducial, Collimating or Calibration Marks):-

وتكون هذه العلامات في اركان او جوانب الصورة الجوية. ان تقاطع الخطين الواصلين بين كل علامتين

متقابلتين من علامات اطارات الصورة (Fiducial Marks) تعين النقطة الاساسية للصورة.



٢. رقم الصورة الجوية (Number of Photographs):-

يوجد رقم خط الطيران وكذلك رقم الصورة الجوية في هذا الخط ويستخدم هذا الرقم في تحديد موقع الصورة وتتابعها مع الصور الاخرى.

٣. المسافة الاساسية والبعد البؤري لمجموعة العدسات لالة التصوير:-

يظهر البعد البؤري لمجموعة العدسات لالة التصوير على الصورة وهو ضروري لتحديد ومعرفة مقياس رسم

الصورة حيث تستخدم المعادلة التالية لهذه الغرض.

$$\left( scale \frac{1}{m} = \frac{c}{z} \right)$$

حيث ان (C) هي المسافة الاساسية او البعد البؤري لمجموعة العدسات و (Z) هو ارتفاع الطائرة عن متوسط

منسوب الارض المصورة وكذلك فان البعد البؤري يستخدم في التوجيه الداخلي.

## ٤ . رقم آلة التصوير (Camera Number):-

رقم آلة التصوير يكون موجود على الصورة للرجوع اليه عند الحاجة الى تقرير حالة التصوير لمعرفة التشويه الذي من العدسات وكذلك معرفة تعبير آلة التصوير عند حساب التثليث الجوي لآخذها بنظر الاعتبار.

## ٥ . الساعة (watch):-

توجد صور للساعة وقت التقاط الصورة مبينا عليها الوقت بالساعة والدقيقة والثانية والغاية من معرفة وقت التقاط الصورة الجوية هو تحليل الظلال ، فان وقعت الظلال باتجاه الراصد نرى مجسما (Stereoscopic) اما اذا وقعت الظلال بعكس اتجاه الراصد فتظهر المعالم معكوسة (Pseudoscopic) اي ان الجبال تظهر كأنها وديان والعكس صحيح. كذلك من فوائد تسجيل الوقت على الصورة تحديد الفترة الزمنية بين كل لقطة والتي تليها وفي تحديد سرعة الطائرة وكذلك يساعد في كشف رقم الصورة اذا كان غير ظاهر عليها.

## ٦ . الالتيميتر (Altimeter):-

يستخدم الالتيميتر في تحديد ارتفاع الطائرة والذي يرمز له بالرمز (Z) واحيانا (H). في حالات كثيرة يستخدم الالتيميتر الراداري بدلا عن الالتيميتر العادي حيث يعطي مباشرة الارتفاع الحقيقي عن الارض.

## ٧ . فقاعة التسوية (Bubble):-

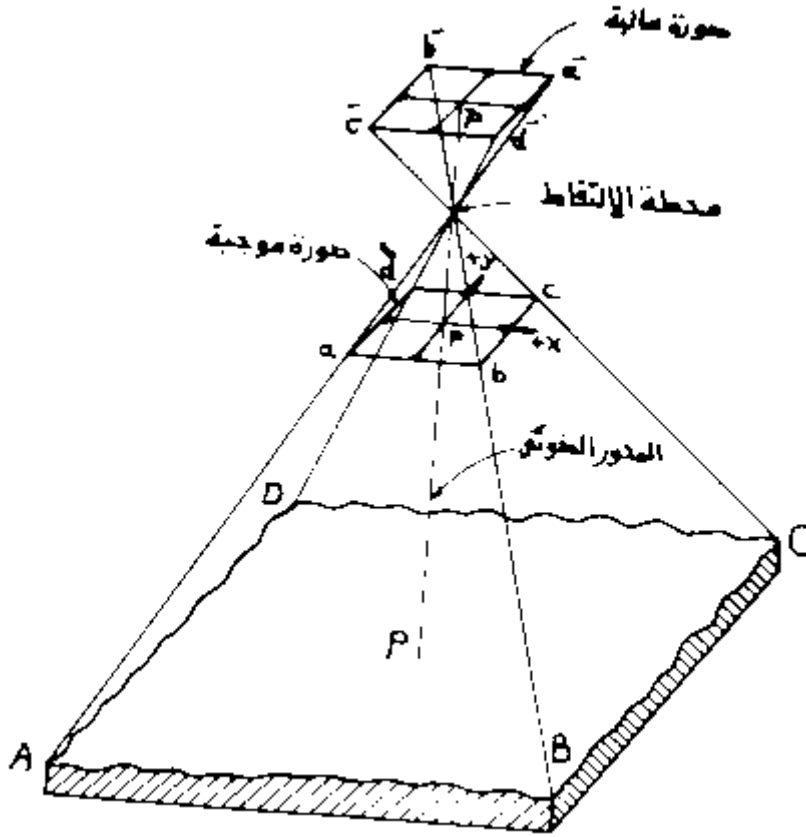
هذه الفقاعة ليست دقيقة وهي فقاعة دائرية بها خمس دوائر (متحدة المركز) وتقيس لاقرب نصف درجة وهي ضرورية لمعرفة ميل الطائرة اثناء التصوير الجوي بصورة تقريبية.

## ٨ . تاريخ التصوير:-

يسجل احيانا تاريخ التصوير على الصورة الاولى من خط الطيران.

العلاقات الهندسية للصورة الجوية الرأسية:-

- ❖ تظهر على الفيلم الخاص بالتصوير الجوي تسجيل كامل للعوارض الموجودة في المنطقة المصورة، ومن هذا الفيلم يمكن انتاج صوراً موجبة عند الطلب ويمكن تحديد الكثير من المعلومات بواسطة القياسات من الصور.
- ❖ تم اشتقاق المعادلات على اساس ان الصور رأسية تماماً بالرغم من الاحتياطات التي تتم لجعل المحور الضوئي لالة التصوير رأسياً تماماً فانه يحدث هناك القليل من الميل ويكون الميل غالباً اقل من (١) درجة مئوية ونادراً ما يزيد عن ٣ درجات مئوية.
- ❖ وبالإضافة الى فرض ان الصورة الرأسية تماماً فانه يوجد فروض اخرى هي ان النقطة الاصل لمحاور احداثيات الصورة هي نقطة الاساس للصورة، وان احداثيات الصورة قد صحت من الانكماش والتشويه الناتج من كل العدسة والانكسارات الضوئية وتحذب الارض.
- ❖ الشكل ادناه يبين العلاقات الهندسية للصورة الجوية الرأسية الملتقطة من محطة الالتقاط (O) ، وان الصورة السالبة والتي تكون معكوسة من ناحية درجة الدكانه والعلاقات الهندسية للعوارض تكون موجودة على بعد يساوي البعد البؤري لالة التصوير .
- ❖ يمكن الحصول على الصورة الموجبة بواسطة الطبع بالتلامس مع الصورة السالبة، وهذه الطريقة تعطينا درجة دكانه (tone) وعلاقات هندسية معكوسة عن الصورة السالبة ولذلك فدرجة الدكانه والعلاقات الهندسية للصورة الموجبة تكون مشابهة تماماً للعوارض الموجودة على الارض .

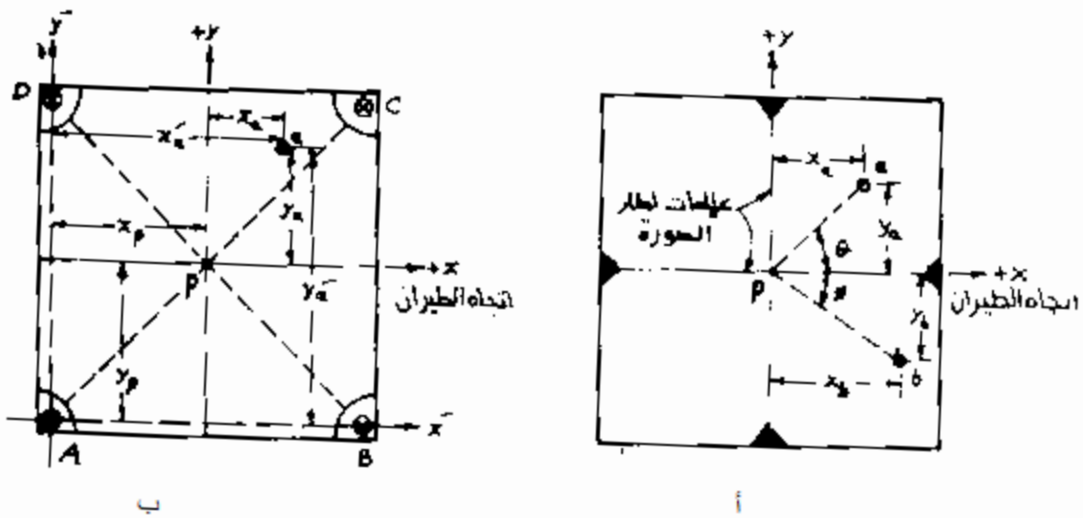


### نظام الاحداثيات على الصورة:-

عند استخدام الات تصوير تعطي علامات جانبية لاطار الصورة ، فانه عادة يكون نظام الاحداثيات على الصورة هو المحاور المتعامدة التي تنتج من توصيل كل نقطتين متقابلتين من نقاط اطار الصورة مع بعضهما بخطوط مستقيمة ، ويختار دائما خط اطار الصورة الذي يكون موازيا لاتجاه الطيران على انه الاحداثي السيني (x-axis) ويكون موجبا في اتجاه الطيران. ويكون الاحداثي الصادي الموجب (+y-axis) هو  $90^\circ$  على هذا الخط في اتجاه عكس عقارب الساعة من الاحداثي السيني الموجب وتكون نقطة الاصل لنظام الاحداثيات هي نقطة تقاطع خطوط اطار الصورة وغالبا تكون هذه النقطة قريبة جدا من خط الاساس.



ويحدد وضع النقطة على الصورة مثل (a) كما في الشكل ادناه بواسطة الاحداثيات المتعامدة (xa) ، (ya) حيث تكون (xa) هي المسافة العمودية من الاحداثي الصادي الى النقطة (a)، وتكون (ya) هي المسافة العمودية من الاحداثي السيني الى النقطة (a)، وبنفس الطريقة يحدد وضع النقطة (b) على الصورة بواسطة الاحداثيات العمودية ، (xb) .(yb)



اما اذا كانت الة التصوير مزودة بعلاقات اطار الصورة في الاركان كما هو الحال في الات تصوير ويلد فانه تؤخذ محاور دلالة مؤقتة لاحداثيات الصورة بنظام (y') ، (x') كما في الشكل (ب) حيث تكون نقطة الاصل عند (A) وفي هذا النظام يكون (x') الموجب في اتجاه خط الطيران وان تقاطع الخطوط القطرية الموصلة بين كل ركنين متقابلين من علامات اطار الصورة يحدد نقطة الاساس ويكون قريبا جدا منها ، والاحداثيات المقاسة بنظام (y') ، (x') تحول الى نظام (y) ، (x) والذي يكون فيه نقطة الاصل هي نقطة الاساس وباستخدام المعادلات التالية:-

$$xa = x'a - xp$$

$$y_a = y'_a - y_p$$

و يستخرج  $(x_p)$  ،  $(y_p)$  من المعادلتين التاليتين

$$x_p = \frac{x_B + x_C}{4}$$

$$y_p = \frac{y_D + y_C}{4}$$

الاحداثيات المتعامدة هي اساسية ومفيدة جدا للقياسات على الصورة حيث يمكن منها حساب المسافات والزوايا بين النقاط باستخدام العلاقات الهندسية التحليلية البسيطة فالمسافة على الصورة بين النقطتين (a) ، (b) يمكن حسابها من الاحداثيات المتعامدة كما يلي:-

$$distance\ ab = \sqrt{(x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2}$$

وكذلك يمكن حساب الزوايا  $(\theta)$  ،  $(\phi)$  في الشكل (أ) من احداثيات النقطتين (a) ، (b) كما يلي

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{y_a}{x_a} \right)$$

$$\phi = \tan^{-1} \left( \frac{y_b}{x_b} \right)$$

وتكون الزاوية  $(\angle apb)$  هو مجموع الزاويتين  $(\theta)$  ،  $(\phi)$ .

**مقياس رسم الصورة الجوية الرأسية (Scale of Vertical Aerial Photographs) :-**

مقياس الرسم للخارطة هو النسبة ما بين المسافة على الخارطة والمسافة المقابلة لها على الارض ، وينفس الطريقة فأن مقياس الرسم للصورة هو النسبة ما بين مسافة ما على الصورة والمسافة المقاسة التي تقابلها على الارض ويكون مقياس الرسم على الخارطة ثابت في جميع اجزائها لأن الخارطة هي مسقط عمودي بينما الصورة هي مسقط مركزي ومقياس الرسم بها يختلف باختلاف المنسوب للارض ويعبر عن مقياس الرسم أما بالوحدات المتكافئة او بالكسر الممثل بدون وحدات أو بالنسب بدون وحدات .

$$(١) \text{ الـوحدات المتكافئة مثل } 100 \text{ m} = 1 \text{ cm}$$

$$(٢) \text{ الكسر الممثل بدون وحدات مثل } 1/10000$$

$$(٣) \text{ النسب دون وحدات مثل } 1 : 10000$$

ومن الواضح انه كلما كبر الرقم الذي يعبر عن مقياس الرسم فإنه يعني مقياس رسم صغير وكلما صغر الرقم كلما كان مقياس الرسم اكبر .

**مقياس الرسم للصورة الجوية الرأسية فوق ارض مستوية :**

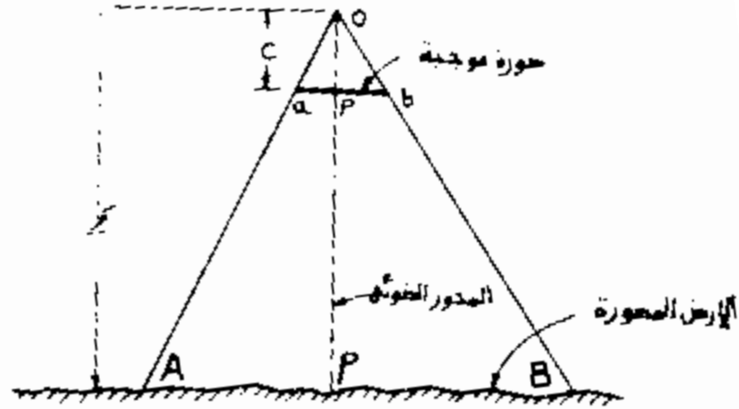
يوضح الشكل (٣-٣) مقطع جانبي بصوره فوق ارض مستويه وبما أن الدراسات والمقاييس كلها تؤخذ عادة من الصور الموجبه اكثر من السالبة لذلك حذفنا الصوره السالبه من الرسم وأن مقياس رسم الصوره الرأسية فوق ارض مستويه هو النسبة ما بين (ab) على الصوره والمسافه التي تقابلها على الارض (AB).

في الشكل (٣-٣) نلاحظ تشابه المثلثين (Oab) و (OAB) ومن تشابه نستنتج ما يلي :

$$Scale = \frac{ab}{AB} = \frac{Op}{OP} = \frac{C}{Z}$$

المعادلة (1) .....

$$Scale \frac{1}{M} = \frac{C}{Z}$$



الشكل (٣-٣)

حيث ان ( M ) هو عدد الوحدات على الارض التي تمثل وحدة واحدة على الصورة من المعادلة السابقة يتضح ان مقياس رسم الصورة الراسية يتناسب طرديا مع البعد البؤري لعدسة آلة التصوير (بعد الصورة ) وعكسيا مع ارتفاع الطائرة فوق الارض (بعد العارض).

مثال :- أحسب مقياس رسم الصورة الجوية الراسية التي أخذت فوق أرض مستوية بآلة تصوير بعدها البؤري 152.4 mm ومن ارتفاع طيران مقداره 4572 m فوق سطح الارض .

الحل :-

$$Scale \frac{1}{M} = \frac{C}{Z}$$

$$\frac{1}{M} = \frac{152.4}{4572} = \frac{1}{30000}$$

$$1:30000$$

مقياس الرسم في الصورة الجوية الراسية فوق ارض مختلفة المناسيب :-

اذا كانت الارض المصورة تختلف مناسيبها من منطقة الى أخرى فإن بعد العارض عن عدسة التصوير (أي مقام مقياس الرسم) سيختلف وبالتالي فإن مقياس رسم الصورة سيختلف ايضا حيث ان مقياس الرسم للصورة يكون اكبر بزيادة منسوب الارض اصغر بأنخفاض منسوبها .

فلنفرض ان صورة جوية راسية اخذت فوق منطقة مختلة المناسيب من محطة الالتقاط (٠) كما موضح في الشكل (3-4) وكانت صورة النقاط الارضية (B,A) على الصورة الموجبة هي (b,a) على التوالي، يكون مقياس رسم الصورة عند منسوب (h) وهو منسوب النقطتين (B,A) يساوي النسبة بين المسافة (ab) على الصورة والمسافة الارضية (AB) ويتشابه المثلثين (OAB) و (Oab) يمكن الحصول على مقياس رسم الصورة عند الخط كما في المعادلة التالية :-

$$\text{Scale at } AB = \frac{ab}{AB} = \frac{Oa}{OA}$$

المعادلة (2).....

وكذلك بتشابه المثلثين (OPA) ، (OPa) نستنتج الاتي :-

$$\frac{Oa}{OA} = \frac{C}{Z - h}$$

المعادلة (3).....

من معادلة (2) ، (3) نستنتج الاتي:-

$$\text{Scale at } AB = \frac{ab}{AB} = \frac{C}{Z - h}$$

المعادلة (4).....

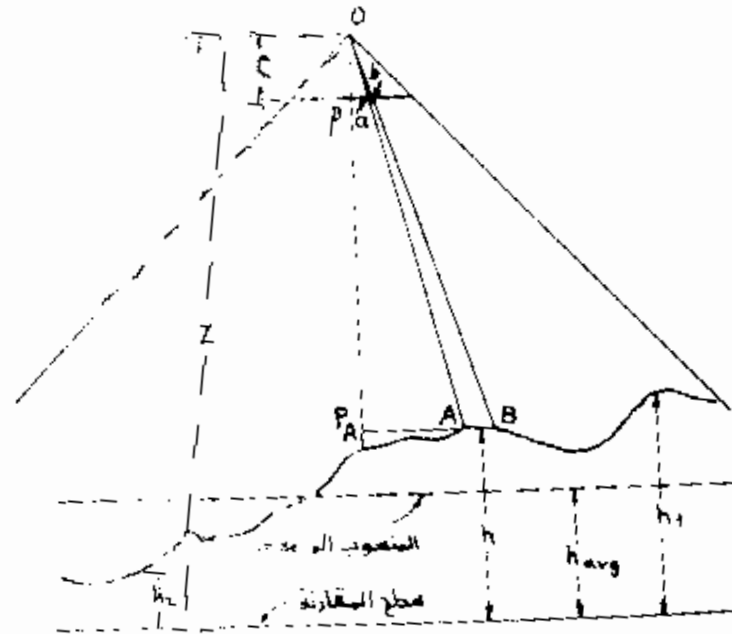
فإذا اعتبرنا الخط (AB) هو أي نقطة على الصورة ، فإن المعادلة (4) سوف تعبر عن مقياس الرسم لهذه النقطة على الصورة ، وبوجه عام فإنه يمكن تحديد مقياس الرسم لأي نقطة ارتفاعها عن سطح المقارنة بمقدار

(h) بالمعادلة التالية :-

$$Scale = \frac{C}{Z - h}$$

معادلة (5).....

وكلما كان بعد العارض أقل (أي تكون الارض أقرب الى آلة التصوير ) كان مقياس الرسم كبيرا والعكس صحيح ، ولذلك فإن الصور الجوية الراسية التي تؤخذ فوق أرض مختلفة المناسيب يكون لها عدد لا يحصى من مقاييس الرسم.



شكل (4.3) يبين مقياس الرسم لصور جوية رأسية لثلاث نقاط مختلفة الارتفاع

مقياس الرسم المتوسط ( Average Photo Scale ) :-

يفضل استعمال مقياس رسم متوسط لتحديد المتوسط العام لمقياس الرسم للصورة الجوية الراسية المأخوذة فوق ارض متغيرة المناسيب ويكون مقياس الرسم المتوسط هو مقياس الرسم عند المنسوب المتوسط للارض التي تغطيها الصورة وتمثل بالمعادلة التالية :

$$Avg. Scale = \frac{C}{Z - h_{avg}}$$

معادلة 6.....

وعند استعمال مقياس الرسم المتوسط يكون هذا المقياس صحيحا فقط عند النقاط التي تقع على نفس المنسوب المتوسط بينما هو تقريبي عند باقي المناطق للصورة.

مثال :-

إذا فرض أن اعلى نقطة في منطقة المصورة منسوبها 1000 m فوق سطح البحر ( h1 ) والمنسوب المتوسط هو 750 m فوق سطح البحر ( h avg.) وأخفض نقطة منسوبها هو 500 m فوق سطح البحر ( h2 ) أحسب أكبر مقياس رسم وأصغر مقياس رسم والمقياس المتوسط للصورة إذا علمت ان ارتفاع الطائرة عن سطح البحر هو 3000 m وان البعد البؤري لعدسة آلة التصوير هو 150 mm .

الحل :-

اولا :- أكبر مقياس رسم هو :-

$$S_{max} = \frac{150 \text{ mm}}{(3000 - 1000)m}$$

$$= \frac{150}{2000 * 1000} = \frac{1}{13333}$$

ثانيا :- اصغر مقياس رسم هو :-

$$S_{min} = \frac{150 \text{ mm}}{(3000 - 500)m}$$

$$= \frac{150}{2500 * 1000} = \frac{1}{16667}$$

ثالثا :- مقياس الرسم المتوسط .

$$S_{(avg.)} = \frac{150 \text{ mm}}{(3000 - 750)m}$$

$$= \frac{150}{2250 * 1000} = \frac{1}{15000}$$



طرق اخرى لتحديد مقياس الرسم للصورة الرأسية :-

(١) قياس المسافة الارضية في الحقل بين نقطتين تظهر موقعهما في الصورة ثم قياس المسافة المقابلة لهما على الصورة ويكون مقياس الرسم هو النسبة بين قياس المسافة على الصورة وقياس المسافة المقابلة لها على الارض .

(٢) اذا حصلنا على الخارطة تغطي نفس المسافة الارضية المصورة فإنه يمكن أن تقاس المسافة على الصورة وعلى الخارطة بين نقطتين يمكن تحديدها جيدا على كل من الصورة والخارطة ويحسب مقياس رسم الصورة من المعادلة الآتية :-

$$\text{مقياس الرسم} = \frac{\text{المسافة على الصورة}}{\text{المسافة على الخارطة}} \times \text{مقياس رسم الخارطة} \dots \text{معادلة (٧)}$$

مثال :-

طول طريق مدرج المطار لاحد المطارات على الصورة الجوية هو ١٥٧,٥ ملليمتر ، بينما كان وطول هذا الطريق على الخارطة ذات مقياس رسم (١/٢٠٠٠٠) هو ١٠١,٥ ملليمتر . فما هو مقياس رسم الصورة عند منسوب هذا الطريق .

الحل :-

مقياس رسم الصورة عند منسوب هذا الطريق هو

$$\frac{157.5}{101.5} \times \frac{1}{20000} = \frac{1}{12889}$$

(٣) قياس المسافة بين نقطتين على الصورة معلومتي الاحداثيات الارضية حيث يمكن حساب المسافة بين النقطتين على الارض من احداثياتهما ثم ايجاد مقياس رسم للصورة .

مثال :-

كانت المسافة بين النقطتين (b,a) على الصورة هي ١٨٥,٥ ملليمتر وكانت الاحداثيات الارضية

للنقطتين كمل يلي :-

$$XA = 195637.64 \text{ m}$$

$$XB = 195425.73 \text{ m}$$

$$YA = 122685.32 \text{ m}$$

$$YB = 13435.81 \text{ m}$$

احسب مقياس رسم الصورة عند الخط (AB)

الحل :-

$$\begin{aligned} \text{المسافة } AB &= \sqrt{(XA - XB)^2 + (YA - YB)^2} \\ &= \sqrt{(195637.62 - 195425.73)^2 + (12685.32 - 13435.81)^2} \\ &= \sqrt{(211.91)^2 + (750.49)^2} \\ &= \sqrt{44905.848 + 563235.24} \\ &= 779.834 \text{ m} \end{aligned}$$

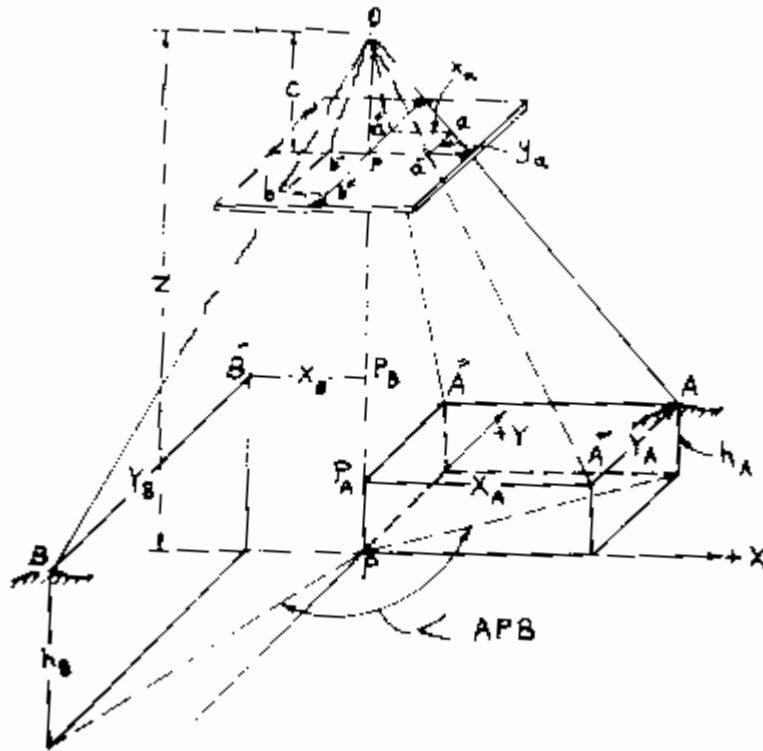
فتكون المسافة (AB) على الارض هي ٧٧٩,٨٣٤ مترا ويكون مقياس رسم الصورة هو :

$$Scale = \frac{185.5}{779.834 * 1000} = \frac{1}{4204}$$

### الاحداثيات الارضية من الصورة الجوية الراسية :-

#### -(Ground Coordinates From A Vertical Photograph)

يمكن تحديد احداثيات النقاط الارضية التي تظهر موقعها على الصور الجوية الراسية او القريبة من الراسية لشبكة احداثيات ارضية مختارة حيث يكون الاحداثي السيني والصادي الارضي المختارين  $(Y, X)$  هما في نفس المستوي الراسي للاحداثي  $(y, x)$  للصورة على التوالي وتكون نقطة الاصل  $(P)$  هي نقطة الاساس عند مستوى المقارنة ( datum principal point ) وموقع هذه النقطة عند مستوى المقارنة يكون راسيا تحت محطة النقاط الصورة.



شكل (5.3) يبين الاحداثيات الارضية من الصورة جوية راسية

يبين الشكل (٥-٣) صورة أخذت على ارتفاع طيران مقداره  $(Z)$  فوق سطح المقارنة (datum) وتظهر على الصورة النقاط  $(b, a)$  وهي صور للنقاط الارضية  $(A, B)$  وكانت الاحداثيات المقاسة على الصورة هي

وبذلك تكون الاحداثيات الارضية للنقاط (B,A) على هذا النظام هي (YB,XB,YA,XA) من المثلثين المتشابهين (OáP) و (OPAĀ) نستنتج المعادلة التالية :-

$$\frac{Pá}{PAĀ} = \frac{c}{z + h_A} = \frac{xa}{XA}$$

ومنها نستخرج المعادلة :

$$XA = xa \frac{z + h_A}{c} \quad \dots \text{معادلة (8)}$$

وكذلك من تشابه المثلثين ( OPAĀ , OáP ) نستنتج الاتي :-

$$\frac{Pá}{PAĀ} = \frac{c}{z + h_A} = \frac{ya}{YA}$$

ومنها نستخرج المعادلة :-

$$YA = ya \frac{z + h_A}{c} \quad \dots \text{معادلة (9)}$$

وبنفس الطريقة ستكون الاحداثيات الارضية للنقطة (B) كما يلي:-

$$XB = xb \frac{z + h_B}{c} \quad \dots \text{معادلة (10)}$$

$$YB = yb \frac{z + h_B}{c} \quad \dots \text{معادلة (11)}$$

وبدراسة المعادلات من رقم (8) الى رقم (11) فأننا نلاحظ انه يمكن ان نحصل على الاحداثيات الارضية (Y,X) بضرب الاحداثيات على الصورة (y,x) بمقلوب مقياس الرسم لهذه النقطة .

من الاحداثيات الارضية للنقطتين (B,A) يمكن حساب المسافة الافقية للخط (AB) باستخدام نظرية فيثاغورس كالاتي:-

$$AB = \sqrt{(XB - XA)^2 + (YB - YA)^2} \quad \dots \dots \text{معادلة (12)}$$

وكذلك يمكن حساب الزاوية الافقية (<APB) باستخدام المعادلة التالية :-

$$\angle APB = 90^\circ + \tan^{-1} \left( \frac{XB}{YB} \right) + \tan^{-1} \left( \frac{YA}{XA} \right) \quad \dots \dots \text{معادلة (13)}$$

يمكن ايجاد المسافة الحقيقية اي المائلة على الارض بين نقطتين (B,A) من المعادلة التالية :

المسافة الحقيقية المائلة (AB) هي

$$= \sqrt{(\text{المسافة الافقية } AB)^2 + (\text{فرق المنسوب } h_B - h_A)^2}$$

### مثال :-

صورة جوية رأسية أخذت بواسطة آلة تصوير بعدها البؤري ١٥٢,٤ مليمترًا من ارتفاع طيران مقداره ٢٤٥٠ متر فوق سطح المقارنة والنقطتين (b,a) هما صورتى النقطتين الارضيتين (B,A) على الصورة بعد تصحيحها فكانت

$$x_a = 43.25 \text{ mm}, \quad y_a = 56.12 \text{ mm}$$

$$x_b = 35.54 \quad y_b = 30.18 \text{ mm}$$

احسب طول السافة الافقية للخط (AB) وكذلك المسافة الحقيقية المائلة اذا علمت ان ارتفاع نقطة (A) ٤٢٠ مترًا وارتفاع نقطة (B) ٣٨٥ مترًا فوق سطح المقارنة .

### الحل :-

$$XA = \frac{-43.25 \times (2450 - 420)}{152.4} = -576.099 \text{ m}$$

$$YA = \frac{-56.12 \times (2450 - 420)}{152.4} = -747.530 \text{ m}$$

$$XB = \frac{35.54 \times (2450 - 385)}{152.4} = 481.562 \text{ m}$$

$$YB = \frac{30.16 \times (2450 - 385)}{152.4} = 408.935 \text{ m}$$

$$\text{المسافة الافقية} = \sqrt{(481.562 - (-576.099))^2 + (408.935 - (-747.530))^2}$$

$$= \sqrt{(1057.661)^2 + (1156.465)^2}$$

$$= \sqrt{1118646.791 + 1337411.296}$$

$$= 1567.1816 \text{ m}$$

$$AB \text{ (المائلة) المسافة الحقيقية} = \sqrt{1567.1816^2 + (385 - 420)^2}$$

$$= \sqrt{2456058.167 + 1225}$$

$$= 1567.5724 \text{ m}$$

الازاحة الناتجة عن التضاريس على الصورة الجوية الرأسية:-الازاحة الناتجة عن التضاريس :-

هو انتقال او ازاحة موضع النقاط على الصورة نتيجة لاختلاف مناسيب العوارض فوق او تحت سطح مقارنة مختارة، والازاحة الناتجة عن التضاريس تكون شعاعية للخارج للنقاط التي منسوبها اعلى من منسوب سطح المقارنة وتكون للداخل للنقاط التي منسوبها تحت منسوب سطح المقارنة.

الشكل (3-6) يوضح الازاحة الناتجة عن التضاريس وهو يمثل صورة جوية رأسية اخذت من ارتفاع طيران مقدارة (Zn) فوق سطح المقارنة والبعد البؤري لالة التصوير هي (C) ونقطة (p) هي نقطة الاساس على الصورة . وصورة النقطة (A) التي لها منسوب مقدارة (hA) عن مستوى سطح المقارنة تقع عند نقطة (a) على الصورة ونقطة (A) هي نقطة وهمية تقع رأسيا تحت نقطة (A) عند مستوى المقارنة ويكون موقع النقطة الوهمية المقابلة لها على الصورة هي (á) وتبين من الشكل ان كل من (OP , AA) هي خطوط رأسية. ولذلك فيكون المستوى (AAaOpP) هو مستوى رأسي ويكون المستوى (AAaOpP) وحيث ان هذه المستويات تقطع مستوى الصورة على الخطوط (pá,pa) على التوالي فيكون الخط (áa) وهو الازاحة الناتجة عن التضاريس بالنسبة للنقطة (A) الناتجة من ارتفاعها بمقدار (hA) يكون شعاعيا من نقطة الاساس ويمكن ان نستنتج المعادلة الخاصة بحساب الازاحة الناتجة عن التضاريس من المثلثات المتشابهة :

أ- من المثلثين المتشابهين (Oap) و (OPAA) في الشكل فان:-

$$\frac{r}{R} = \frac{C}{Zn - hA}$$

$$r(Zn - hA) = CR$$

ب- من المثلثين المتشابهين (Oáp) و (OÁP) في الشكل فان:-





حيث ان  $(\Delta r) =$  الازاحة الناتجة عن التضاريس

$(r) =$  المسافة الشعاعية المقاسة على الصورة من نقطة الاساس الى نقطة صورة العارض المزاحة.

$(h) =$  ارتفاع العارض عن مستوى المقارنة او فوق الارتفاع بين قمة العارض وقاعدته.

$(Zh) =$  ارتفاع الطائرة عن مستوى المقارنة.

وتزداد الازاحة الناتجة عن التضاريس بازياد المسافة الشعاعية على الصورة كما انها تزداد بازياد ارتفاع العارض عن سطح المقارنة ومن جهة اخرى تقل الازاحة الناتجة عن التضاريس بازياد ارتفاع الطائرة عن سطح المقارنة ، والازاحة الناتجة عن التضاريس تكون شعاعية من نقطة الاساس.

مثال:-

كان ارتفاع الطائرة (٣٠٠٠) متر فوق الارض المستوية ويوجد في الصورة برج له ازاحة ناتجة عن التضاريس مقداره (٠,٤) ملليمتر والمسافة بين نقطة الاساس الى قمة البرج على الصورة هي (80) ملليمتر احسب ارتفاع البرج.

الحل :-

$$\begin{aligned} hA &= \frac{\Delta r Zn}{r} \\ &= \frac{0.4 * 30\,000}{80} \\ &= 15\,m \end{aligned}$$

مثال2:-

صورة رأسية اخذت من ارتفاع طيران مقدارة (2125) متر فوق سطح البحر وارتفاع قاعدة المدخنة الرأسية هو (225) مترا فوق سطح البحر. فاذا كانت الازاحة الناتجة عن التضاريس للمدخنة (0.62) ملليمتر والمسافة بين قمة المدخنة على الصورة ونقطة الاساس هي (95.38) ملليمتر فما هو ارتفاع المدخنة.

الحل :-

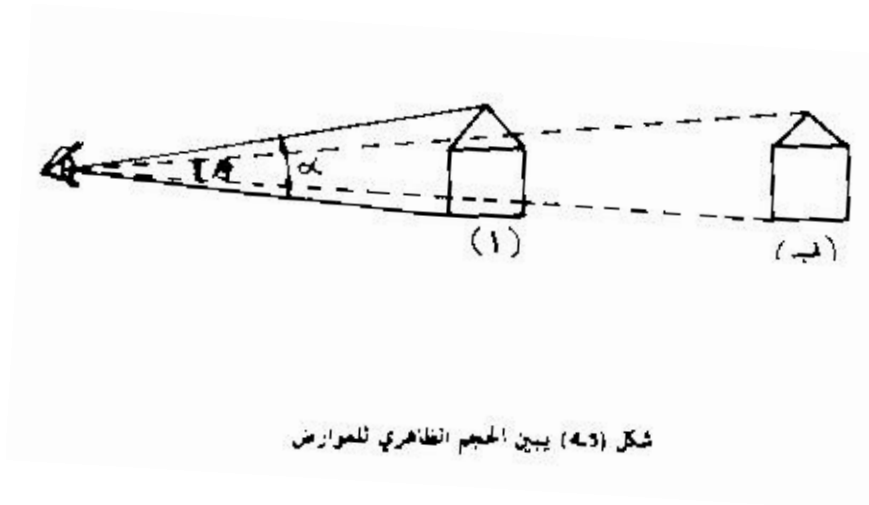
مستوى قاعدة المدخنة هو المستوى الاساس (مستوى المقارنة) ارتفاع الطائرة عن هذا المستوى =

$$= 2125 - 225 = 1900 \text{ m}$$

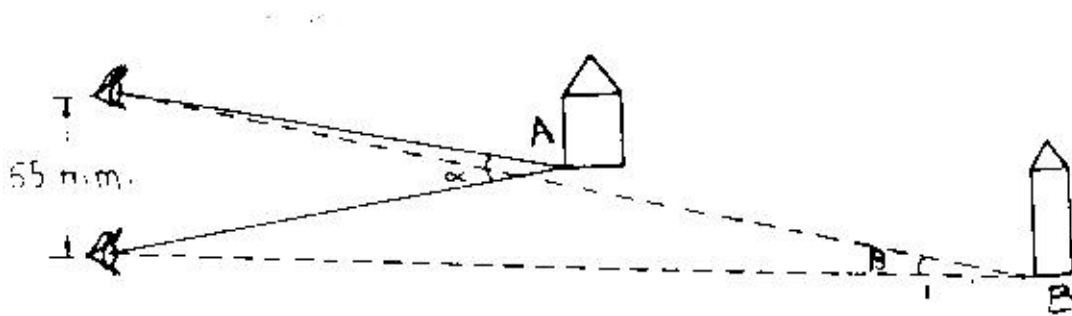
$$\left( \text{ارتفاع المدخنة} \right) hA = \frac{\Delta r Zn}{r}$$

$$= \frac{0.62 * 1900}{95.38}$$

$$= 12.351 \text{ m}$$

الرؤية المجسمةأسس الرؤية المجسمةكيفية الرؤية بالعينين معا وادراك العمق المجسم

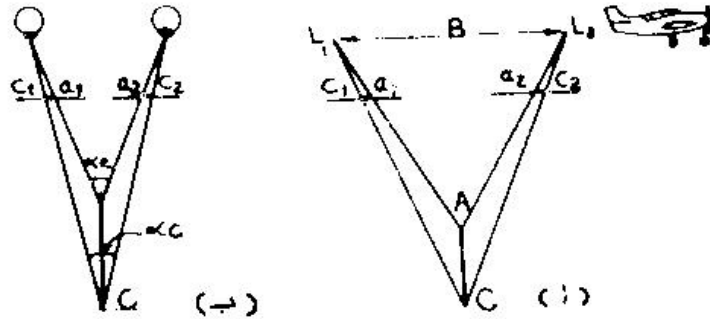
شكل (45) يبين الحجم الظاهري للمواضع



شكل (46) يبين الرؤية بالعينين معاً. وبين العلاقة بين زاوية تلاقي خطي النظر وبعده العريض عن العينين.

الرؤية المجسمة بواسطة الصور

شروط الرؤية المجسمة بواسطة الصور



شكل (6.5) - يبين التقاط صورتين جويتين متداخلتين للمخسنة (CA) من عملي الالتقاط (L1, L2) وخط القاعدة (B).

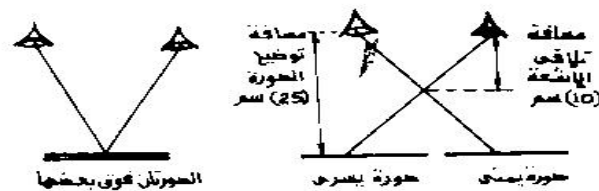
طرق رؤية الاشكال المجسمة

طرق النظرة المجسمة من صورتين

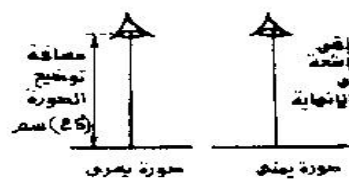
١. طريقة تقاطع محاور العينين

٢. طريقة تلاقي محاور العينين

٣. طريقة توازي محاور العينين

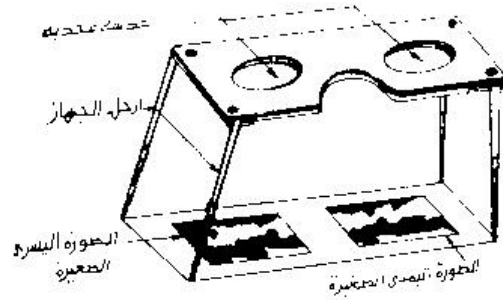


شكل (7.5) أ) طريقة تقاطع محاور العينين  
شكل (7.5) ب) طريقة تلاقي محاور العينين

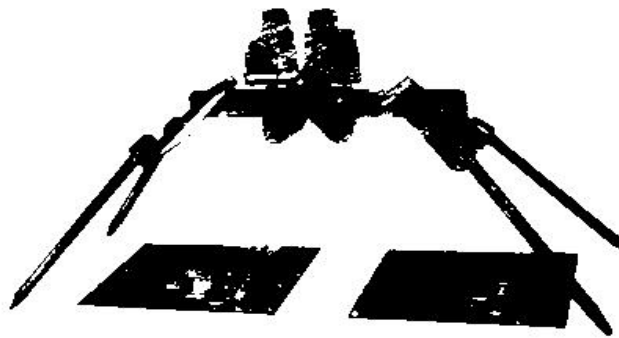


شكل (7.5) ج) طريقة توازي محاور العينين

انواع الاستريوسكوب



شكل (8.5) الاستريوسكوب الجيبى

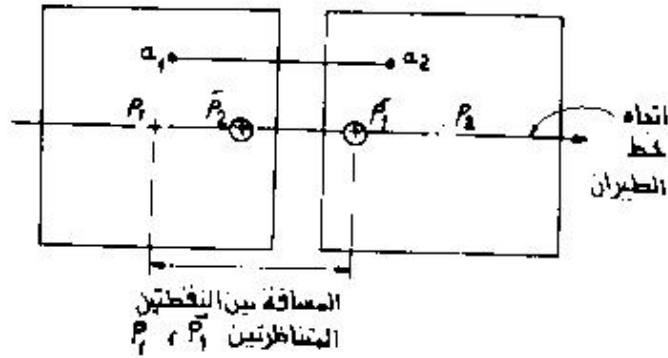


شكل (9.5) الاستريوسكوب ذو المنارة

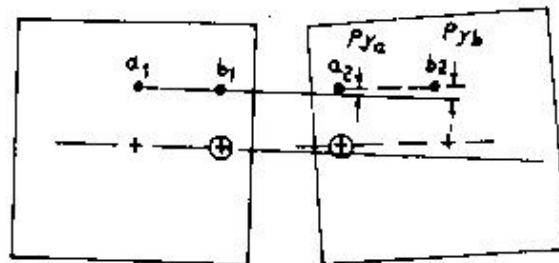


شكل (10.5) مسار الاشعة للاستريوسكوب ذو العدسة

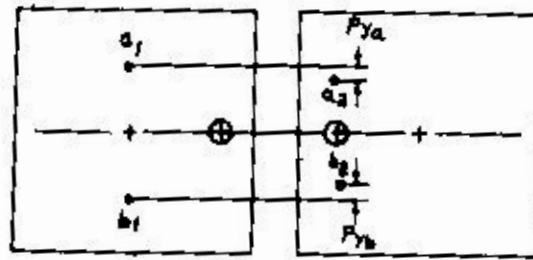
كيفية استخدام أجهزة الاستريوسكوب



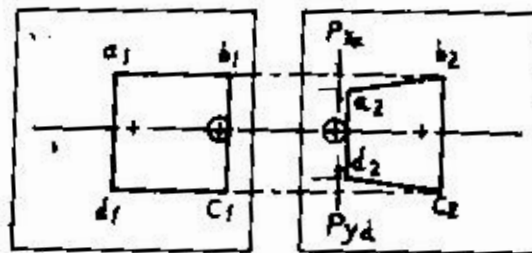
(13.5) زوجان من الصور المتعاقبة المتداخلة قد وجها توجيهاً صحيحاً باستخدام توجيه خط الطيران.



(14.5) يبين حدوث الابتعاد المادي بسبب عدم التوجيه الصحيح للصور



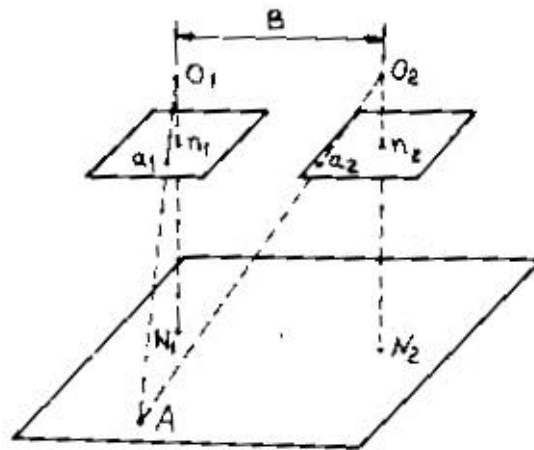
(15.5) يبين حدوث الابتعاد الصادي بسبب اختلاف ارتفاع الطيران للصورتين .



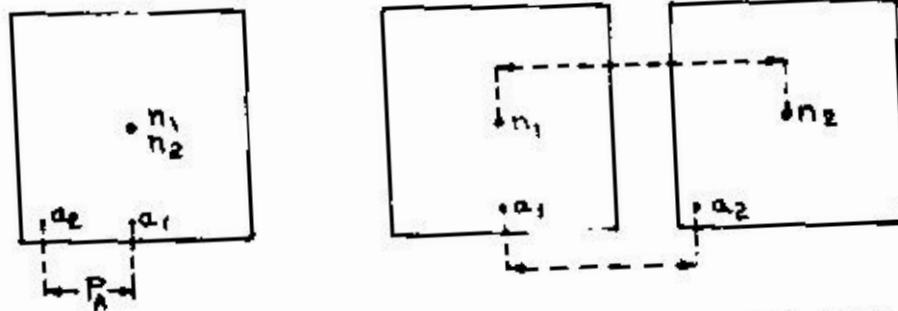
(16.5) يبين حدوث الابتعاد الصادي بسبب ميل الصورة .

الابتعاد الاستريوسكوبي وعلامة القياس

الابتعاد الاستريوسكوبي



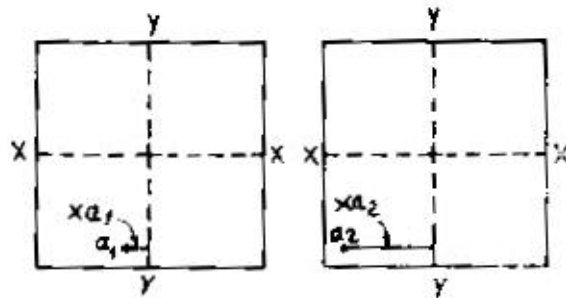
شكل (1.6) الاختلاف في مواقع (A) على الصورتين المتماقتين



شكل (2.6) وضعت الصورتان الواحدة فوق الاخرى

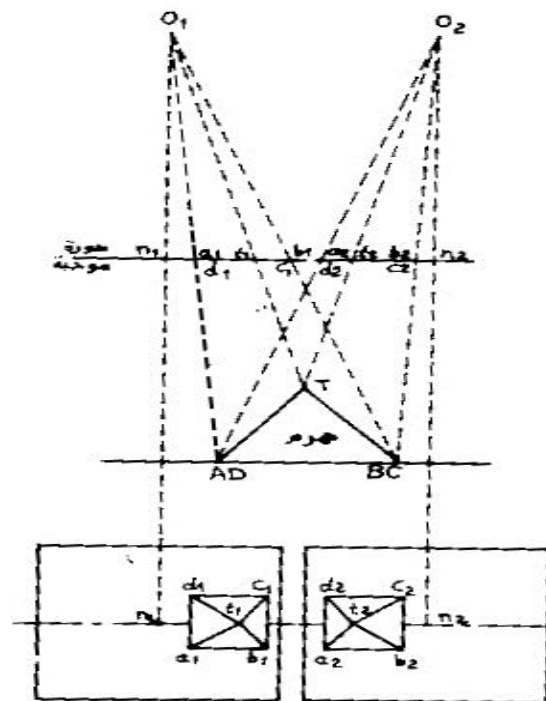
شكل (3.6) تحت الاستريوسكوب وفي الوضع الجسم معه توجيه خط الطيران للصورتين تفصل الصورتان



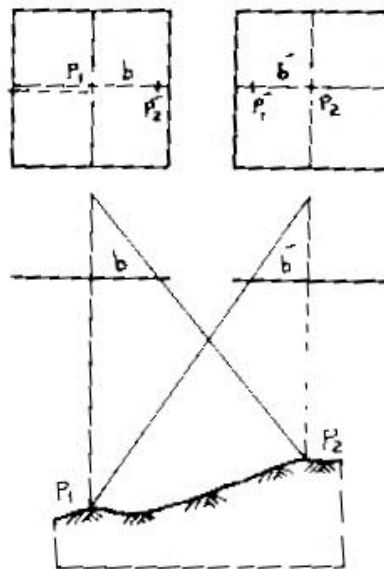


شكل (٤٥) قياس لا ابتعاد الميكي للمتقطين لمناظرتين على صورتين

العلاقة بين الابتعاد الاستريوسكوبي وارتفاع النقاط عن سطح المقارنة



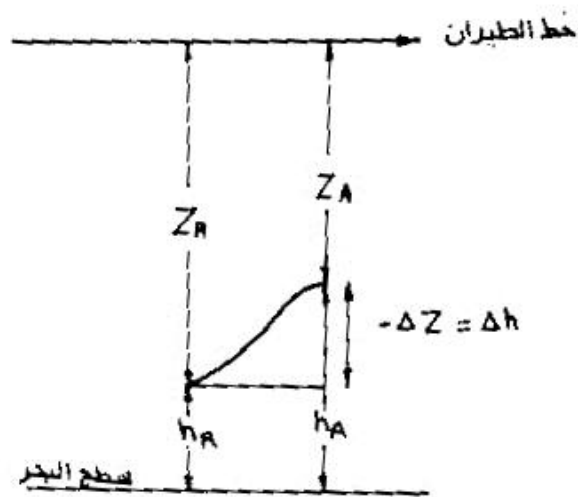
شكل (٤٦)

فرق الارتفاعالعلامة الطائفةقياس الارتفاعخطوات العمل بجهاز الستيروميترأيجاد أبتعاد نقطة الأساس

شكل (B.6) يبين أبتعاد نقاط الأساس

أيجاد متوسط مربع الخطأ لقراءات الستيروميتر

## معادلات الابتعاد ( العلاقة بين الابتعاد وارتفاع النقاط )



شكل (10.61) يبين العلاقة بين فرق ارتفاع الطائرة وفرق المنسوب بين النقطتين (R.A)

أمثلة محلولة

## آلة التصوير الجوي

### أنواع آلات التصوير الجوي

١. آلة التصوير ذات العدسة الواحدة

٢. آلات التصوير متعددة العدسات

٣. آلة تصوير الشرائح

٤. آلات التصوير البانورامية

آلة التصوير ذات العدسة الواحدة

### أجزاء آلة التصوير الجوي

١. العدسة

٢. المخروط

٣. جسم آلة التصوير

٤. مخزن الفيلم

٥. الغالق لآلة التصوير

٦. حامل أو موصل آلة التصوير بالطائرة

٧. الحاجب

٨. المرشح

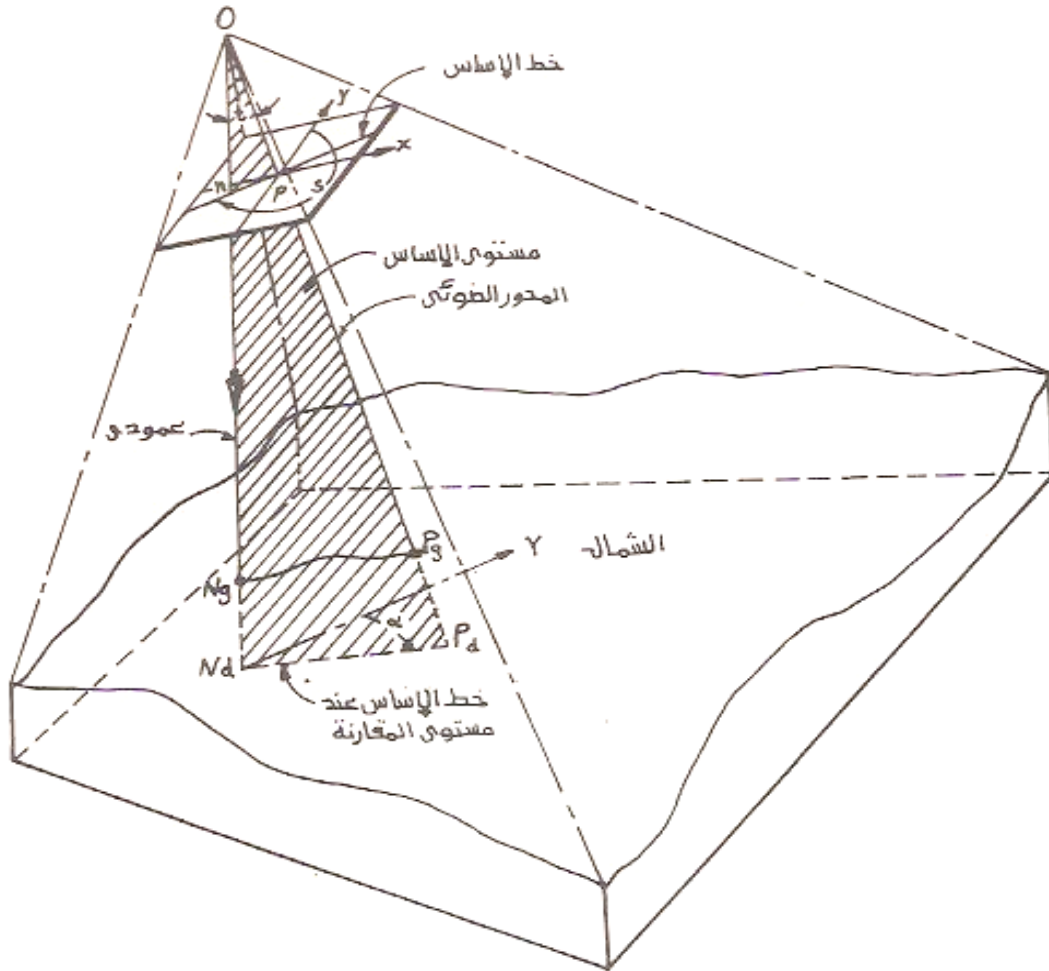
**الصورة المائلة (Tilted Photographs):-**

على الرغم من وجود الموازين والاجهزة التي تعمل على ثبات الطائرة فان من المستحيل الحفاظ على ان يظل المحور الضوئي لالة التصوير في الوضع الرأسي تماما بسبب ميل الطائرة الذي لايمكن تجنبه. تلتقط الصورة والمحور الضوئي لالة التصوير بميل على الوضع الرأسي وتسمى الصورة الناتجة صورا مائلة بغير تقصد، فاذا كان المقصود هو التصوير الرأسي فان درجة الميل للمحور الضوئي عادة تقل عن ( $1^\circ$ ) عن الوضع الرأسي ونادرا ماتزيد عن ( $4^\circ$ ). توجد ستة عناصر للتوجيه الخارجي للصورة المائلة وذلك لتحديد الوضع في الفراغ والتوجيه الدوراني للصورة لمائلة، والوضع في الفراغ للصورة للمائلة يحدد بواسطة الاحداثيات المثلثية بالنسبة لمركز عدسة التصوير وهي (O) فيكون ، (TO)، (ZO) (XO) وهي الثلاثة ابعاد لنقطة الالتقاط (O) بالنظام الاحداثي الارضي. (ZO) هو ارتفاع الطائرة عن مستوى المقارنة. والتوجيه الدوراني للصورة المائلة هو مقدار واتجاه الميل للصورة وتكفي ثلاث زوايا لتحديد التوجيه الدوراني ويستخدم نظامين مختلفين للتوجيه الدوراني ، فالنظام الاول هو ايجاد زوايا الميل (Tilt) والالتفاف (Swing) والانحراف (Azimuth) اما النظام الثاني فهو ايجاد الزوايا ( $\omega$ ) اوميغا ( $\varphi$ ) فاي ، ( $\gamma$ ) كابا. والنظام الاخير يمتاز عن النظام الاول بانه اسهل حسابيا ولذلك فهو يستخدم اكثر ، ولكن النظام الاول اسهل في الفهم والتصوير.

**أ- التوجيه الدوراني في نظام الميل والالتفاف والانحراف****-( Angular Orientation In Tilted ,Swing And Azimuth ):-**

في الشكل (7-1) رسمت الصور الموجبة المائلة بحيث يظهر عليها زوايا الميل والالتفاف والانحراف وفي الشكل السابق ذكره النقطة (O) هي محطة التقاط الصورة ( Exposure Station ) ، ( $\rho$ ) هو وضع نقطة الاساس (Principal point) على الصورة الموجبة (On) هو خط رأسي على الارض (Nadir Line) ، ونقطة ( $n$ ) هي نقطة النظير (Nadir point)

(point) على الصورة وهي تحدد المكان الذي فيه يقطع الخط الرأسي مستوى الصورة، وامتداد الخط (On) يقع سطح الارض في نقطة (Ng) ويسمى نقطة النظير الارضية (the ground nadir point) كما يقطع مستوى المقارنة عند نقطة (Nd) والتي تسمى نقطة النظير عند مستوى المقارنة (the datum nadir point) والخط (Op) هو المحور الضوئي لالة التصوير (Camera optical axis) وامتداده يقطع الارض عند النقطة (Pg) وهي نقطة الاساس الارضية (the ground principal point) ويقطع مستوى المقارنة عند (Pd) وهي نقطة الاساس عند مستوى المقارنة (datum principal point). ان احدى زوايا التوجيه الدوراني هي زاوية الميل (tilt) وهي عبارة عن الزاوية (t) او ( $nOp <$ ) وهي الزاوية بين المحور الضوئي لالة التصوير (Op) والخط الرأسي (On) وزاوية الميل تعطي مقدار ميل الصورة . وان وضع الخط الاساسي على الصورة بالنسبة لمحور اطار الصورة (Finducial axis) يعطي الزاوية (S) وتسمى زاوية الالتفاف (Swing angle) وتعرف زاوية الالتفاف بانها الزاوية المقاسة مع عقارب الساعة على مستوى الصورة من المحور الصادي الموجب الى الاسفل حتى نقطة النظير (n) الواقعة على خط الاساس وزاوية الالتفاف تعطي اتجاه ميل الصورة . وثالث قيمة للتوجيه الدوراني هو الانحراف او ( $\alpha$ ) ويعطي التوجيه خط الاساس بالنسبة للمحاور الارضية (Azimuth) والانحراف هو قياس الزاوية بين المحور الصادي الارضي (وهو غالبا اتجاه الشمال) وخط الاساس عند مستوى المقارنة اي الخط (Nd-Pd) مع عقارب الساعة واتجاه الانحراف يقاس عادة عند مستوى المقارنة او عند مستوى يوازي مستوى المقارنة ، والثلاث زوايا السابقة هي الميل والالتفاف والانحراف يحددون تماما التوجيه الدوراني للصورة المائلة في الفراغ فاذا كانت زاوية الميل صفر فمعني ذلك ان الصورة رأسية ، ولذلك فتعتبر الصورة الرأسية هي حالة خاصة للصورة المائلة عامة.



شكل (1-7) يبين رسم هندسي بصورة مائلة يظهر عليها زاوية الميل (t) وزاوية الالتفاف (S) وزاوية الانحراف (α) -

### نظام الاحداثيات المساعدة للصورة المائلة :- (Auxiliary Tilted Photo coordinate System)

في هذا النظام كما هو مبين في الشكل (2-7) (أ) تكون نقطة الاصل هي نقطة النظير (n) والاحداثي الصادي (y) ينطبق على خط الاساس (وهو موجب القيمة في المسافة np) والاحداثي السيني (x) الموجب يعمل زاوية (90) مع الاحداثي (y) الموجب وعند حل مسائل الصورة المائلة بنظام الميل والالتفاف والانحراف فان الاحداثيات تقاس اولاً على نظام احداثيات محاور اطار الصورة (Fiducial axes) ثم تحول بعد ذلك الى الاحداثيات المساعدة حسابياً ،

ولاي نقطة على صورة مائلة فان التحويل من الاحداثيات  $(y,x)$  على نظام محاور اطار الصورة الى  $(y',x')$  على النظام المائل نحتاج الى دوران حول نقطة الاساس بمقدار الزاوية  $(\theta)$  ثم تحويل نقطة الاصل من  $(p)$  الى  $(n)$  .

الزاوية الدورانية  $(\theta)$  يمكن استخراجها من المعادلة :-

$$\theta = S - 180$$

معادلة (1).....

حيث ان  $(S)$  هي زاوية الالتفاف ،  $(\theta)$  هي الزاوية الدورانية

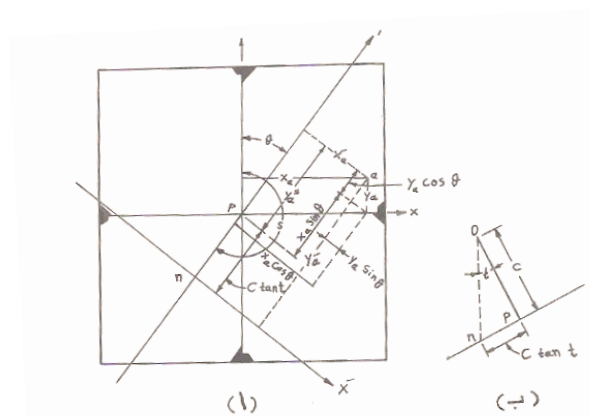
احداثيات صورة النقطة  $(a)$  بعد الدوران والتحويل ستكون  $(y'a',x'a')$  كما مبين في الشكل (2-7) (أ) وهذه تحسب من معادلتى الدوران الاتية :-

$$x'a = xa \cos\theta - ya \sin\theta$$

معادلة (2).....

$$y'a = xa \sin\theta + ya \cos\theta + c \tan t$$

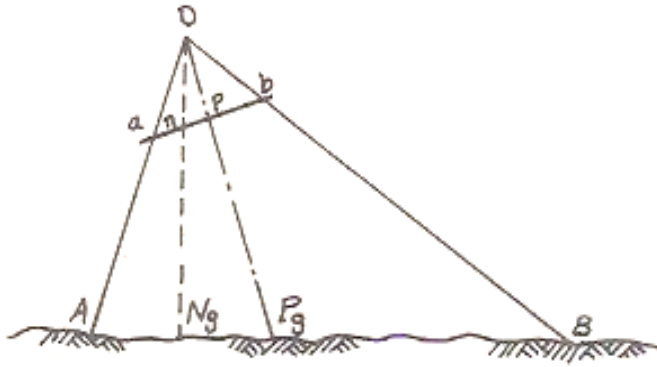
معادلة (3).....



شكل (2.7) ب يبين المستوى الاساسي للصورة المائلة شكل (2.7) أ يبين نظام الاحداثيات المساعدة  $(y',x')$  للصورة المائلة

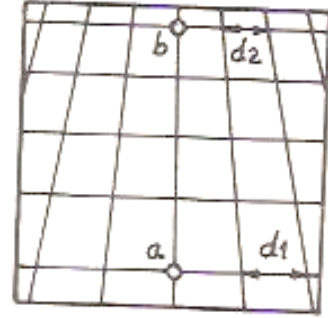


## مقياس رسم الصورة المائلة :- (Scale of a Tilt Photograph)



شكل (3-7) يبين المستوى الأماسي للصورة

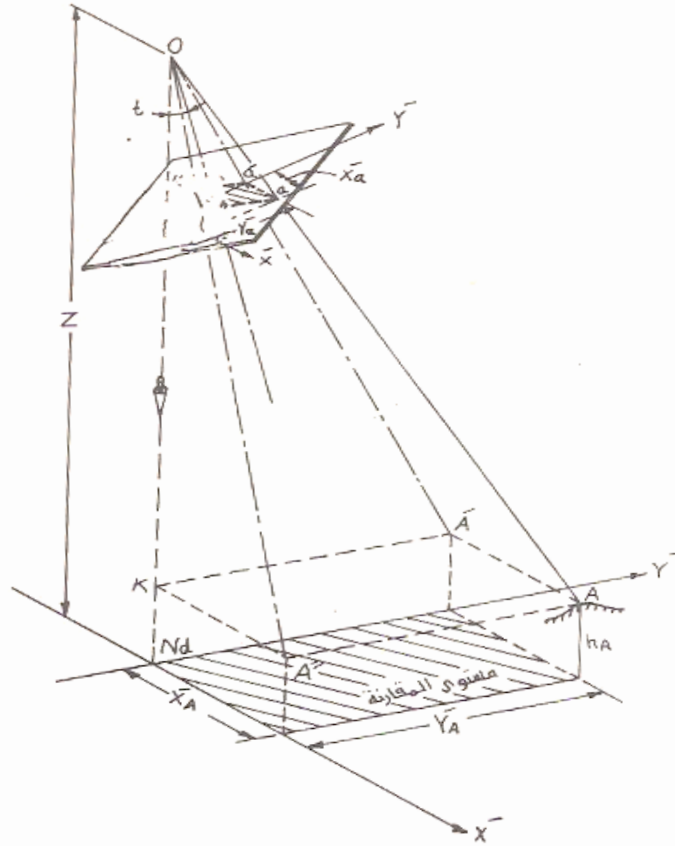
مائلة اخذت فوق ارض منبسطة .



شكل (4-7) يبين صورة مشبكة

ارضية مربعة على صورة جوية مائلة

عند دراسة مقياس رسم الصورة الرأسية وجدنا ان اختلاف مقياس الرسم ينتج من اختلاف مسافة العارض (Z) اي مقدار المسافة من آلة التصوير الى الارض ، وكلما قلت مسافة العارض كبر المقياس والعكس صحيح وفي الصورة المائلة ان الاختلاف في التضاريس يسبب ايضا تغيرا في مقياس الرسم ولكن يتاثر المقياس كذلك في الاماكن المختلفة من الصورة حسب مقدار واتجاه زاوية الميل ، فالشكل (3-7) يبين المستوى الاساس لصورة مائلة اخذت فوق شبكة مربعة على ارض منبسطة والشكل (4-7) يبين كيف تظهر الشبكة المربعة على الصورة المائلة الناتجة ونتيجة للميل فان مسافة العارض (OA) في الشكل (3-7) هي اقل من مسافة العارض (OB) ولذلك فان خطوط الشبكة بالقرب من (A) تظهر اكبر (اي تكون بمقياس رسم اكبر) عن خطوط الشبكة بالقرب من (B) . وهذا مبين في الشكل (4-7) حيث ان المسافة ( $d_1$ ) على الصورة تظهر اطول من المسافة ( $d_2$ ) على نفس الصورة بالرغم من ان المسافتين متساويتين على الارض.



شكل (5-7) يبين مقياس رسم الصورة المائلة ونظام الاحداثيات الارضية من الصورة المائلة

ان مقياس الرسم عند اي نقطة على الصورة المائلة يمكن حسابه بمعرفة زاوية الميل والالتفاف للصورة ومنسوب النقطة على الارض والشكل (5-7) يبين صورة مائلة اخذت من ارتفاع طيران مقداره (Z) فوق سطح المقارنة والمسافة (Op) هي البعد البؤري لالة التصوير وصورة نقطة العارض (A) تظهر على الصورة المائلة عند (a) واحداثياتها على الصورة على نظام الاحداثيات المائلة المساعدة هي  $(y'a+x'a)$  ومنسوب نقطة العارض (A) هو  $(h_A)$  فوق سطح المقارنة، من المثلثين المتشابهين  $(OKA'$  ,  $Ok'a$ ) نحصل على :-

$$S_a = \frac{Ok}{OK} = \frac{k'a}{k'A}$$

ولكن

$$Ok = On - Kn = \frac{C}{\cos t} - \acute{y}a \sin t$$

وكذلك

$$OK = Z - hA$$

بالتعويض عن (OK,Ok) ينتج ان

$$Sa = \frac{\frac{C}{\cos t} - \acute{y}a \sin t}{Z - hA}$$

او

$$Sa = \frac{C \sec t - \acute{y}a \sin t}{Z - hA}$$

معادلة (4).....

في المعادلة السابقة (S) هو مقياس رسم الصورة المائلة عند اي نقطة منسوبها (h) فوق سطح المقارنة وارتفاع الطائرة فوق سطح المقارنة لهذه الصورة هو (Z) والبعد البؤري لعدسة آلة التصوير هو (C) ، (ya) وهو الاحداثي الصادي للنقطة على نظام الاحداثي المساعد وتحسب بواسطة المعادلة (3) وهي :-

$$\acute{y}a = x \sin \theta + y \cos \theta + Ctant$$

مثال (1) :-

اخذت صورة مائلة بواسطة آلة تصوير بعدها البؤري (152.4) ملليمتر من ارتفاع طيران مقداره (2500) مترا فوق سطح المقارنة، زاوية الميل كانت (2° 30') وزاوية الالتفاف (218°)، ونقطة (A) منسوبها (437) مترا فوق سطح المقارنة، واحداثيات هذه النقطة على الصورة بالنسبة لمحاور اطار الصورة هي :-

$$x_a = -72.39 \text{ mm} \quad , \quad y_a = 87.12 \text{ mm}$$

فما هو مقياس رسم الصورة عند نقطة (a) ؟

الحل :-

$$\theta = 218 - 180 = 38^\circ$$

$$y_a = -72.39(\sin 38^\circ) + 87.12(\cos 38^\circ) + 152.4(\tan 2.5^\circ)$$

$$= -72.39(0.61566) + 87.12(0.78801) + 152.4(0.04366)$$

$$= 30.74 \text{ mm}$$

$$S_a = \frac{152.4(\sec 2.5^\circ) - 30.74(\sin 2.5^\circ)}{(2500 - 437) * 1000}$$

$$S_a = \frac{152.4(1.00095) - 30.74(0.04362)}{2063000} = \frac{1}{13644}$$

الاحداثيات الارضية من الصورة المائلة :- (Ground Coordinates From a Tilted Photograph)

اذا علم مقدار زاوية الميل وزاوية الالتفاف لصورة معينة فانه يمكن حساب الاحداثيات الارضية لاي نقاط تظهر على الصورة بشرط ان يكون منسوب هذه النقاط معلوما، وتحسب الاحداثيات الارضية على نظام الاحداثيات القائمة

( $\acute{Y}, \acute{X}$ ) والموضحة في الشكل (5-7) في هذا النظام تكون نقطة الاصل هي نقطة النظير على مستوى المقارنة (Nd) والمحاور ( $\acute{Y}, \acute{X}$ ) يقعان على نفس المستوي الرأسي لمحاور الصورة المساعدة ( $\acute{y}, \acute{x}$ ) على التوالي ويكون موجبا في نفس الاتجاهات.

في المستوي الافقي ( $a\acute{a} k\acute{k}$ ) المسافة ( $\acute{a}k$ ) تساوي ( $\acute{y}a cost$ ) ومن المثلثين المتشابهين ( $OK\acute{A}$ ) ( $Ok\acute{k}$ ) يمكن استخراج النسب التالية:-

$$\frac{k\acute{A}}{k\acute{k}} = \frac{OK}{Ok} \quad \dots\dots\dots (a)$$

وحيث ان

$$k\acute{A} = \acute{X}A$$

$$OK = Z - hA$$

$$k\acute{k} = \acute{x}a$$

$$Ok = c \text{sect} - \acute{y}a \text{sint}$$

بالتعويض في المعادلة (a) بالقيم السابقة التي تساويها تحصل على المعادلة التالية لتحديد ( $\acute{X}A$ ) الاحداثي السيني الارضي لاي نقطة على صورة مائلة وكما يلي :-

$$\acute{X}A = \left( \frac{Z - hA}{c \text{sect} - \acute{y}a \text{sint}} \right) \acute{x}a$$

معادلة (5).....

وبنفس الطريقة من المثلثين المتشابهين ( $Ok\acute{a}$ ) ( $OK\acute{A}$ ) يمكن استخراج النسب التالية:-

$$\frac{kÁ}{ká} = \frac{OK}{Ok} \dots\dots\dots (b)$$

وحيث ان

$$KÁ = \acute{Y}A$$

$$OK = Z - hA$$

$$ká = \acute{y}a \cos t$$

$$Ok = c \sec t - \acute{y} a \sin t$$

بالتعويض في المعادلة (b) بالقيم السابقة التي تساويها تحصل على المعادلة التالية لتحديد ( $\acute{Y}A$ ) الاحداثي الصادي الارضي لاي نقطة على صورة مائلة وكما يلي :-

$$\acute{Y}A = \left( \frac{Z - hA}{c \sec t - \acute{y} a \sin t} \right) \acute{y} a \cos t$$

معادلة (6).....

وفي المعادلتين السابقتين (5) (6) فان ( $\acute{Y}A, \acute{X}A$ ) هما الاحداثيات الارضية لاي نقطة مثل (A) تظهر على الصورة المائلة ومن الاحداثيات الارضية ( $\acute{Y}A, \acute{X}A$ ) يمكن حساب طول الخطوط والزوايا والمساحات.

**مثال (2):-** على الصورة المائلة في المثال السابق ظهرت نقطة (b) وهي صورة العارض (B) على الارض الذي منسوبه (484) مترا فوق سطح المقارنة وكانت الاحداثيات لنقطة (b) على الصورة المائلة بالنسبة لمحاور اطار الصورة هي :-

$$xb = 78.49 \text{ mm}$$

$$yb = 45.21 \text{ mm}$$

احسب الاحداثيات الارضية لنقطتي (A) ، (B) الارضيتين وطول المسافة (AB) الافقية وكذلك طول المسافة (AB) الحقيقية او المائلة؟

الحل:-

(أ) تحسب الاحداثيات المساعدة للصورة المائلة للنقطتين (b,a) بواسطة المعادلات التالية:-

$$(1) \quad \theta = S - 180^\circ = 218 - 180 = 38^\circ$$

$$(2) \quad xa = xa \cos \theta - ya \sin \theta$$

$$(3) \quad ya = xa \sin \theta + ya \cos \theta + c \tan \theta$$

$$\begin{aligned} xa &= -72.39(\cos 38^\circ) - 87.12(\sin 38^\circ) \\ &= -72.39(0.7880) - 87.12(0.61566) \\ &= -110.68 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} xb &= 72.39(\cos 38^\circ) + 87.12(\sin 38^\circ) \\ &= 72.39(0.7880) + 87.12(0.61566) \\ &= 89.68 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ya &= -72.39(\sin 38^\circ) + 87.12(\cos 38^\circ) + 152.4(\tan 2.5^\circ) \\ &= -72.39(0.61566) + 87.12(0.78801) + 152.4(0.04366) \\ &= 30.74 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$yb = 72.39(\sin 38^\circ) - 45.21(\cos 38^\circ) + 152.4(\tan 2.5^\circ)$$

$$= 72.39(0.61566) - 45.21(0.78801) + 152.4(0.04366)$$

$$= 19.35 \text{ mm}$$

(ب) تحسب الاحداثيات الارضية لنقطتي (B,A) من المعادلتين (5)، (6) كالتالي

$$\hat{X}A = \left( \frac{2500 - 437}{152.4(\sec 2.5^\circ) - 30.74(\sin 2.5^\circ)} \right) (-110.68)$$

$$= \left( \frac{2063}{152.4(1.00095) - 30.74(0.04362)} \right) (-110.68)$$

$$= \left( \frac{2063}{152.54478 - 1.34088} \right) (-110.68)$$

$$= -1510.0989 \text{ m}$$

$$\hat{Y}A = \left( \frac{2500 - 437}{152.4(\sec 2.5^\circ) - 30.74(\sin 2.5^\circ)} \right) 30.74(\cos 2.5^\circ)$$

$$= \left( \frac{2063}{152.4(1.00095) - 30.74(0.04362)} \right) 30.74(0.99905)$$

$$= 419.0129 \text{ m}$$

$$\hat{X}B = \left( \frac{2500 - 484}{152.4(\sec 2.5^\circ) - 19.35(\sin 2.5^\circ)} \right) 89.68$$

$$= \left( \frac{2016}{152.4(1.00095) - 19.35(0.04362)} \right) 89.68$$

$$= 1191.7865 \text{ m}$$

$$\hat{Y}B = \left( \frac{2500 - 484}{152.4(\sec 2.5^\circ) - 19.35(\sin 2.5^\circ)} \right) 19.35(\cos 2.5^\circ)$$



$$= \left( \frac{2016}{152.4(1.00095) - 19.35(0.04362)} \right) 19.35(0.99905)$$

$$= 256.9036 \text{ m}$$

ومن هذه الاحداثيات يمكن حساب طول الخط (AB) الافقي حسب نظرية فيثاغورس كما يلي:-

$$\text{المسافة الافقية } AB_{hor} = \sqrt{(\hat{X}A - \hat{X}B)^2 + (\hat{Y}A - \hat{Y}B)^2}$$

$$\text{المسافة الافقية } AB_{hor} = \sqrt{(-1510.0989 - 1191.7865)^2 + (419.0129 - 256.9036)^2}$$

$$AB_{hor} = \sqrt{(-2701.8854)^2 + (162.1093)^2}$$

$$AB_{hor} = 2706.744 \text{ m}$$

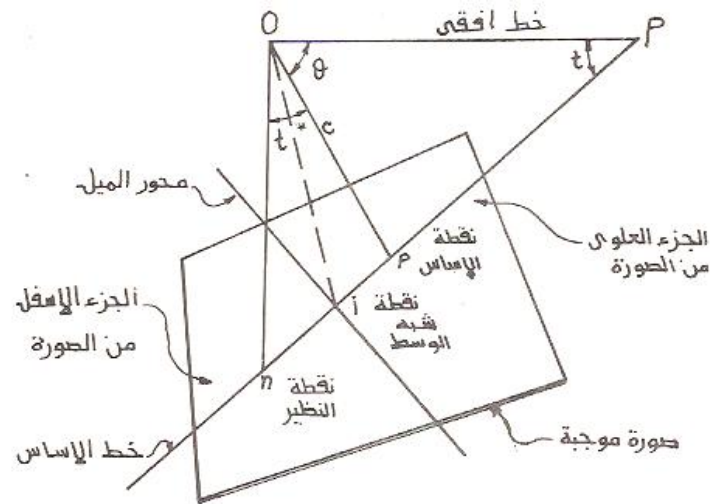
$$\text{المسافة المائلة } AB_{Real} = \sqrt{\left( \text{المسافة الافقية} \right)^2 + \left( \text{فرق منسوب النقطتين} \right)^2}$$

$$AB_{Real} = \sqrt{(2706.744)^2 + (437 - 484)^2}$$

$$AB_{Real} = \sqrt{(2706.744)^2 + (-47)^2}$$

$$AB_{Real} = \sqrt{7326464.1 + 2209}$$

$$AB_{Real} = 2707.152 \text{ m}$$

التحليل الهندسي للصورة الجوية المائلة :-

الشكل (6.7) يبين تحليل هندسي للصورة الجوية المائلة

الشكل التخطيطي اعلاه يبين صورة جوية موجبة ونقطة (O) تمثل مركز الإسقاط والخط (Op) يمثل المحور الضوئي وهو عمودي على مستوى الصورة عند نقطة الأساس (p) . وطول الخط (Op) يسمى المسافة الأساسية (Principal distance) للصورة وهو يساوي البعد البؤري المصحح لعدسة آلة التصوير .

الزاوية (t) هي زاوية الميل للصورة الجوية ويمكن تعريفها بانها زاوية (ORp) وهي الزاوية ما بين مستوى الصورة المائلة والمستوي الافقي او الزاوية (nop) وهي الزاوية ما بين المحور الضوئي (Op) لآلة التصوير والخط الشاقولي (On) ، وتوجد نقطة النظر (n) دائما على الجزء الاسفل من الصورة الموجبة بالنسبة لنقطة الأساس وخط الأساس (Principal line) وهو الخط الذي يقع على مستوى الصورة المائلة وله اكبر قيمة ميل ويمر بنقطة الأساس ونقطة النظر والمستوي الأساس (Principal Plane) هو المستوي الرأسي الذي يحتوي على المحور الضوئي وخط النظر

ويقطع الصورة عند خط الاساس ويمكن تحديده بثلاث نقاط هي نقطة الاساس (p) ونقطة النظر (n) ومركز الاسقاط (O) ويمكن تحديده بثلاث خطوط هي المحور الضوئي (Op) وخط النظر (Op) وخط الاساس (pn).

والخط المنصف لزاوية الميل (t) اي الزاوية ( $\angle pOn$ ) عند مركز الاسقاط يقابل مستوي الصورة عند نقطة (i) وتسمى هذه النقطة بنقطة شبه الوسط (isocenter) وهي تقع على خط الاساس.

محور الميل ويسمى (Isocenter parallel or Axis of tilt) هو خط على مستوى الصورة عمودي على خط الاساس عند نقطة شبه الوسط (i) ومحور الميل هو خط افقي خالي من الميل على الصورة لانه خط تقاطع الصورة المائلة مع الصورة الرأسية المكافئة وحيث ان محور الميل هو خط مشترك على كل من الصورة المائلة مع الصورة الرأسية المكافئة فيكون مقياس الرسم على محور الميل ونقطة شبه الوسط للصورة المائلة هو نفس مقياس رسم الصورة الرأسية ويعتبر محور الميل هو خط تقسيم بين الجزء العلوي والجزء السفلي للصورة.

الزاوية ( $\theta$ ) والزاوية (t) المبينتان في الشكل (6-7) هما زاويتان مكملتان ( $\theta + t = 90^\circ$ ) وفيما يلي بعض العلاقات من حساب المثلثات المستنتجة من هذا الشكل :-

$$pn = c \tan t = c \cot \theta$$

$$pi = c \tan \frac{t}{2}$$

$$pR = c \cot t = c \tan \theta$$

$$On = C \sec t = C \csc \theta$$

وحيث ان المثلث (ORi) متساوي الساقين فيكون

$$OR = iR$$

$$OR = IR = C \operatorname{cosec} t = C \sec \theta$$

$$R_n = R_p + p_n = C (\tan t + \tan \theta)$$

$$= C (\tan \theta + \cot \theta)$$

$$= C \sec t \cdot \cos t$$

$$= C \sec \theta \cdot \cos \theta$$

$$= C \sec t \cdot \sec \theta$$

$$= C \sec t \cdot \cos \theta$$

$$p_n = c \sin t$$

$$p_i = \frac{P_n}{2}$$

ب- التوجيه الدوراني بنظام الاوميغا ( $\omega$ ) والفاي ( $\varphi$ ) والكابا ( $\gamma$ ) او مركبات الميل :-

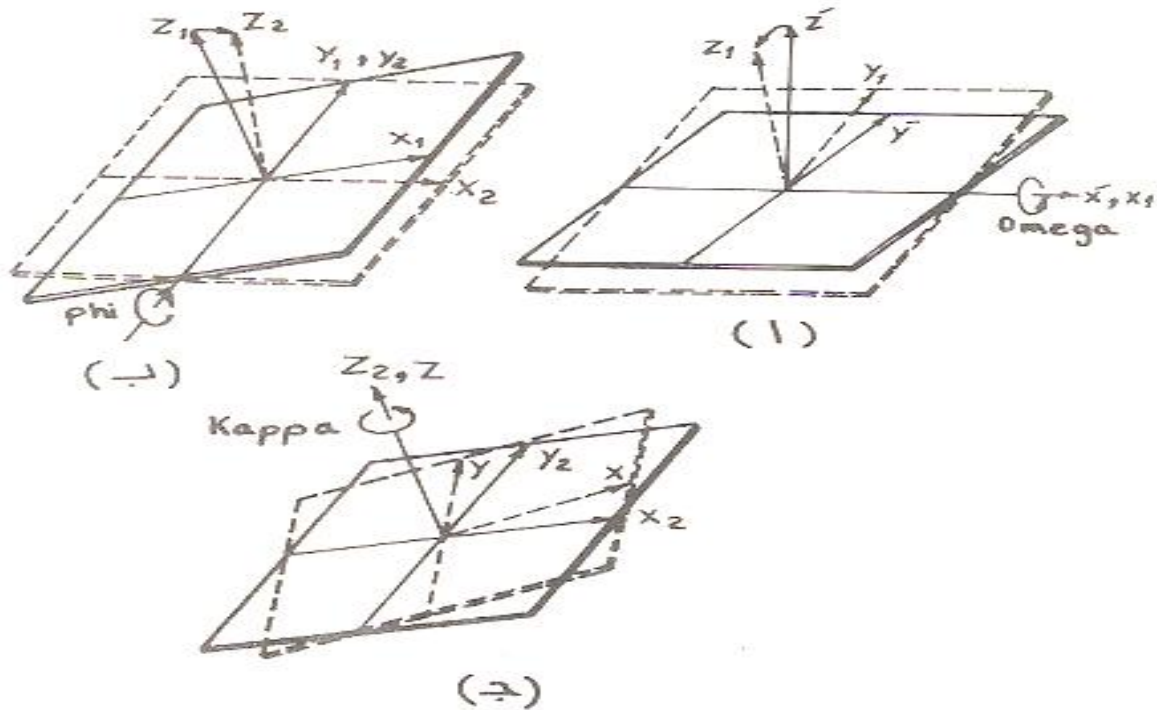
(Components of tilt)

المحور السيني هو اتجاه خط الطيران العام والاتجاه الموجب للمحور السيني يكون دائما على اليمين والمحور الصادي يكون دائما عموديا على المحور السيني ومحصلة الميل يمكن اعتبارها مكونة من مركبتين هما الميل السيني ( $t_x$ ) والميل الصادي ( $t_y$ ).

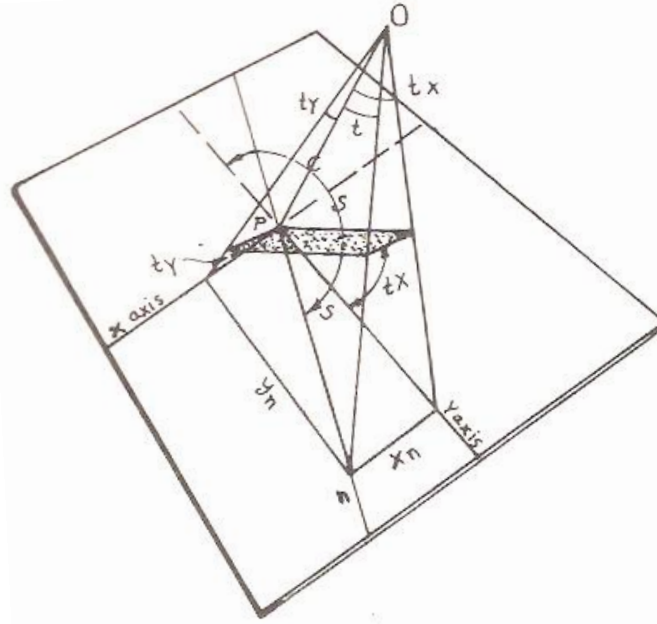
الميل السيني ( $t_x$ ) :- هو المركبة الناتجة من دوران الصورة حول المحور السيني وهي الزاوية التي يعملها المحور الصادي مع المستوي الافقي وهي تنتج من ميل الجناح الى الاعلى او الاسفل اثناء توجيه الطائرة وهذه المركبة تسمى (الاوميغا) ويرمز لها بالرمز ( $\omega$ ).

**الميل الصادي (ty) :-** هي المركبة التي تنتج من دوران الصورة حول المحور الصادي وهي الزاوية التي يعملها المحور السيني مع المستوي الافقي وهي تنتج من ميل مقدمة الطائرة الى الاعلى او الاسفل اثناء توجيه الطيران وهذه المركبة تسمى (فاي) ويرمز لها بالرمز  $(\varphi)$ .

**الالتفاف (S) او الكابا ( $\gamma$ ) :-** هي الزاوية المقاسة على مستوى الصورة من المحور الصادي الموجب باتجاه عقارب الساعة حتى نقطة النظر (n) الواقعة على خط الاساس. او هي مقدار الزاوية التي دارت فيها الصورة حول المحور الشاقولي (Z). ويمثل الشكل (7-8) (أ)، (ب)، (ج) دوران الصورة حول المحاور الثلاثة



الشكل (8-7) (أ) ، (ب) ، (ج) دوران الصورة حول المحاور الثلاثة



شكل (7-7) يبين مركبات زاوية الميل للصورة المائلة

من الشكل (7-7) يمكن استنتاج المعدلات التالية :

$$pn = \sqrt{xn^2 + yn^2}$$

$$\tan t = \frac{pn}{c} \quad \tan S = \frac{xn}{yn}$$

$$\sin S = \frac{xn}{pn} \quad \cos S = \frac{yn}{pn}$$

$$\sin t = \sqrt{\sin^2 tx + \sin^2 ty}$$

$$\sin tx = \sin t \cdot \cos S = \frac{yn}{c} \cos t$$

$$\sin ty = \sin t \cdot \sin S = \frac{xn}{c} \cos t$$

$$\cos t = \cos \varphi \cdot \cos \omega$$

فاذا كانت محصلة الميل اقل من خمس درجات وهي عادة لاغلب الصور القريبة من الرأسية فانه تستخدم المعادلات التقريبية الآتية حيث ينتج خطأ اقل من دقيقة واحدة الزوايا (ty,tx,t) تحسب بالدقائق للتسهيل.

$$\tan S = \frac{ty}{tx}$$

$$t = \sqrt{tx^2 + ty^2}$$

$$tx = t \cos S$$

$$ty = t \sin S$$

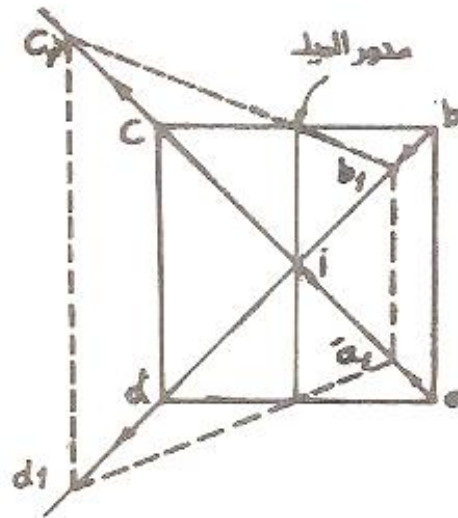
الازاحة الناتجة عن الميل في الارض المنبسطة :-**-(Image Displacement Due to Tilt in Flat Terrain)**

تتقاطع الصور المائلة والصور الرأسية المكافئة التي اخذت بنفس الة التصوير ومن نفس ارتفاع الطيران مع بعضهما على خط يكون له نفس مقياس الرسم على كل من الصورتين وهذا الخط يسمى بمحور الميل ( Axis of tilt or Isometric Parallel ) ، ولكن اي اي نقطة اخرى على الصورة المائلة بعيدا عن هذا الخط ستزاح عن مكانها اما الى الخارج او الى الداخل حسب وضعها على الصورة الرأسية المكافئة.

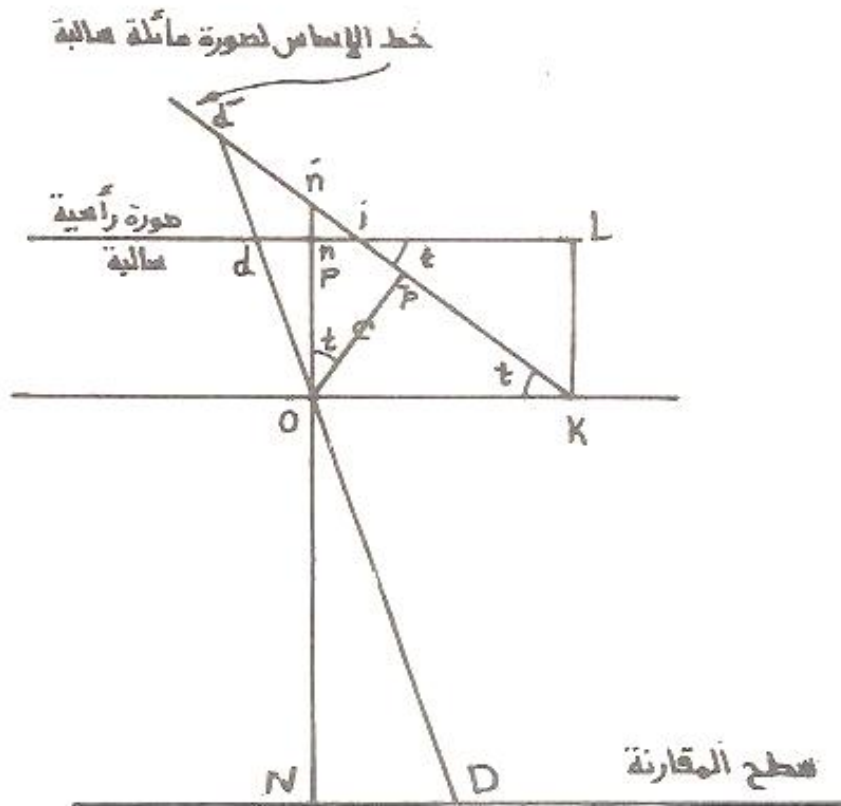
والشكل (7-9) يبين الازاحة الناتجة عن الميل لارض منبسطة افقية فالمربع (ABCD) على الارض صور مرتان احدهما بصورة الرأسية تماما حيث ظهر المربع على الصورة كما في الشكل (abcd) والصورة الثانية اخذت مائلة بزاوية (t) حيث ظهر المربع على هيئة شبه منحرف ( $a_1b_1c_1d_1$ ) كما في الشكل (7-8) وقد وضعت الصورتان فوق بعضهما بحيث انطبق محور الصورة المائلة على الخط المماثل له على الصورة الرأسية، فاننا نلاحظ ان الخطوط ( $aa_1, bb_1, cc_1, dd_1$ ) تتقابل امتداداتها في نقطة واحدة هي (i) وهي نقطة شبه الوسط التي تقع على محور الميل ولذلك فاننا نلاحظ ان الازاحة الناتجة عن الميل هي شعاعية من نقطة شبه الوسط (i).

والشكل (7-10) يبين الازاحة الناتجة عن الميل في الارض المنبسطة وفيه نقطة (o) هي مركز الاسقاط الذي اخذت منه صورتان سالبتان احدهما رأسية والاخرى مائلة وتلتقي الصورتان عند محور الميل والذي تقع عليه نقطة شبه الوسط (i) الي تظهر في الشكل عند موضع التقاء الصورتان السالبتان و (D) هو عارض عند مستوى المقارنة تظهر صورته عند نقطة (d) على الصورة السالبة الرأسية وعند نقطة (d') عند الصورة السالبة المائلة والفرق بين المسافة (id, id') هو الازاحة الناتجة عن الميل.





شكل (9.7) يبين أن الازاحة الناتجة عن الميل تكون شعاعية من نقطة شبه الوسط (i)



شكل (10.7) يبين الازاحة الناتجة عن الميل في الاراضي المنبسطة

فاذا امكن تحديد اتجاه وقيمة الميل فانه يمكن تصحيح الازاحة الناتجة عن الميل من الشكل (7-10) والنقاط الموجودة بالشكل تمثل الاتي:-

$N$ :- هي نقطة النظير الارضية وهي التي تظهر في الصورة الرأسية عند  $(n)$  وتطبق مع نقطة الاساس  $(\rho)$ .

$\acute{n}$  :- هي نقطة النظير للصورة السالبة المائلة.

$D$  :- هو عارض على مستوى المقارنة.

$O$  :- هو مركز الاسقاط.

$C$  :- هو المسافة الاساسية لالة التصوير.

$t$  :- هي زاوية الميل.

$p$ :- هي نقطة الاساس للصورة السالبة الرأسية وهي منطبقة على نقطة  $(n)$  في الصورة الرأسية.

$\acute{p}$  :- هي نقطة الاساس للصورة السالبة المائلة.

$d$  :- هي صورة العارض  $(D)$  على الصورة الرأسية السالبة.

$\acute{d}$  :- هي صورة العارض  $(D)$  على خط الاساس للصورة السالبة المائلة.

$i$  :- هي نقطة شبه الوسط وهي نقطة مشتركة بين كل من الصورتين السالبة الرأسية والمائلة وهي تستخدم كنقطة اصل للقياسات التي تجري على المستويين لكلا الصورتين السالبتين.

$K$  :- هي تقاطع المستوي الافقي يمر من خلال نقطة  $(O)$  ومستوي الصورة السالبة المائلة.

الخط  $(K\acute{p}in\acute{d})$  هو الخط الذي يمثل خط الاساس للصورة المائلة .

dt :- هو الفارق في المسافة بين ( $i\acute{d}$ ) على خط الاساس للصورة السالبة المائلة والمسافة ( $id$ ) على الصورة السالبة الرأسية.

$$dt = i\acute{d} - id \quad (\text{الازاحة الناتجة عن الميل})$$

وفيما يلي اشتقاق معادلة الازاحة الناتجة عن الميل:

$$dt = i\acute{d} - id$$

$$\frac{dt}{i\acute{d}} = \frac{i\acute{d} - id}{i\acute{d}} = 1 - \frac{id}{i\acute{d}}$$

من المثلث ( $K\acute{O}P$ ) في الشكل (7-9)

$$KO = c \operatorname{cosec} t$$

$$Ki = c \operatorname{cosec} t$$

$$KO = Ki = c \operatorname{cosec} t$$

من المثلثين ( $i\acute{d}d$ ) ، ( $K\acute{d}O$ )

$$\frac{ko}{id} = \frac{k\acute{d}}{i\acute{d}}$$

or

$$\frac{ko}{k\acute{d}} = \frac{id}{i\acute{d}}$$

فيكون

$$\frac{k\acute{d} - ko}{k\acute{d}} = \frac{i\acute{d} - id}{i\acute{d}}$$

$$\frac{dt}{i\acute{d}} = 1 - \frac{ko}{k\acute{d}} = 1 - \frac{ko}{ki - i\acute{d}}$$

$$= 1 - \frac{c \operatorname{cosec} t}{c \operatorname{cosec} t + i\acute{d}}$$

$$= 1 - \frac{\frac{c \operatorname{cosec} t}{c \operatorname{cosec} t}}{\frac{c \operatorname{cosec} t}{c \operatorname{cosec} t} + \frac{i\acute{d}}{c \operatorname{cosec} t}}$$

$$= 1 - \frac{1}{1 + \frac{i\acute{d}}{c} \sin t}$$

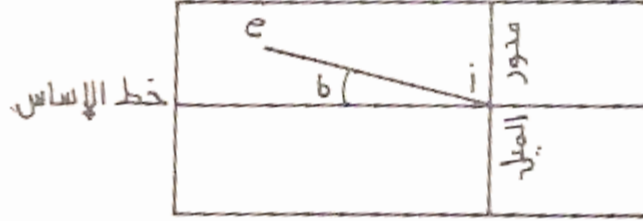
$$dt = i\acute{d} \left( 1 - \frac{1}{1 + \frac{i\acute{d}}{c} \sin t} \right)$$

وغالبا ماتكون الزاوية (t) صغيرة ويمكن استخدام المعادلة التالية في هذه الحالة

$$dt = (i\acute{d})^2 \cdot \frac{t}{c}$$

المعادلة السابقة تعطي قيمة الازاحة الناتجة عن الميل لصورة لنقطة ( $\acute{d}$ ) والتي تقع خط الاساس ، وهو الخط الذي له اكبر قيمة ازاحة ناتجة عن الميل اما اذا وقعت النقطة بعيدا عن خط الاساس فان الازاحة الناتجة عن الميل ستكون اصغر ويمكن استخراج قيمة الازاحة الناتجة عن الميل لاي نقطة على الصورة المائلة من المعادلة التالية :

$$dt = \frac{(ie)^2 \sin t \cos b}{c - (ie) \sin t \cos b}$$



شكل (17.7) يبين محور الميل وخط الأساس على الصورة الجوية المائلة ومقدار الزاوية (b) التي يعملها الشعاع (ie) مع خط الأساس عند نقطة شبه الوسط (i)

حيث ان :

الزاوية (b) : هي الزاوية التي يعملها الشعاع (ie) مع خط الأساس عند نقطة (i).

(ie) : هي المسافة الشعاعية من النقطة (e) على الصورة المائلة حتى نقطة (شبه الوسط) (i).

مثال (1) :-

صورة جوية مائلة بمقدار  $(3^{\circ}00')$  التقطت بالة تصوير بعدها البؤري (152) ملليمتر وكانت المسافة الشعاعية من نقطة شبه الوسط الى صورة نقطة بالمنطقة فوق محور الميل (105) ملليمتر والزاوية بين خط الاساس والخط الشعاعي من نقطة شبه الوسط الى نقطة العارض كانت  $(40^{\circ})$  فاحسب قيمة الازاحة الناتجة عن الميل لصورة هذه النقطة.

الحل :-

$$dt = \frac{(ie)^2 \sin t \cos b}{c - (ie) \sin t \cos b}$$

$$= \frac{(105)^2 (\sin 3^{\circ}) (\cos 40^{\circ})}{(152) - (105) (\sin 3^{\circ}) (\cos 40^{\circ})}$$

$$= \frac{(105)^2 (0.0523)(0.7660)}{152 - (105) (0.0523)(0.7660)}$$

$$= 3.0 \text{ mm}$$

مثال (2) :-

احداثيات نقطة النظير كانت كالتالي :-

$$xn = 3.5 \text{ cm}$$

$$yn = 2.0 \text{ cm}$$

وكانت هذه الصورة المائلة قد اخذت بالة بعدها البؤري (210) ملليمتر اوجد الازاحة الناتجة عن الميل لنقطة تبعد بمقدار (5.8) سنتيمتر من نقطة شبه الوسط اذا كانت هذه النقطة تقع على خط الاساس.

الحل :-

$$pn = \sqrt{xn^2 + yn^2}$$

$$= \sqrt{(3.5)^2 + (2.0)^2}$$

$$= 4.03$$

$$\tan t = \frac{pn}{c} = \frac{4.03}{21.0} = 0.1919$$

$$t = 10^\circ 52'$$

$$dt = id \left( 1 - \frac{1}{1 + \frac{id}{c} \sin t} \right)$$

$$= 5.8 \left( 1 - \frac{1}{1 + \frac{5.8}{21.0} \sin 10^\circ 52'} \right)$$

$$= 5.8 \left( 1 - \frac{1}{1 + \frac{5.8}{21.0} (0.188524)} \right)$$

$$= 0.287 \text{ cm}$$

مثال (٣) :-

اوجد موقع نقطة النظير (n) وموقع نقطة شبه الوسط (i) على صورة جوية مائلة اخذت بواسطة آلة تصوير ذات مجال رؤيا عريض وكان مقياس الرسم للصورة 1:20000 وارتفاع الطائرة 3600 متر اذا علمت ان الزاوية (φ)

$$3^\circ 13' = (tx) \omega \text{ والزاوية } 4^\circ 28' = (ty)$$

الحل :-

$$\frac{C}{Z} = \frac{1}{M}$$

$$\frac{C}{3600 * 1000} = \frac{1}{20\,000}$$

$$C = \frac{3600\,000}{20\,000} = 180\,mm$$

$$\sin t = \sqrt{(\sin^2 \varphi) + (\sin^2 w)}$$

$$\sin t = \sqrt{(\sin 4^\circ 28')^2 + (\sin 3^\circ 13')^2}$$

$$\sin t = \sqrt{(0.077879)^2 + (0.056112)^2}$$

$$\sin t = 0.0959878$$

$$t = 5.508 = 5^\circ 30' 28.8''$$

$$pn = c \tan t$$

$$= 180 * \tan 5.508 = 17.4\,mm$$

$$pi = c \tan \frac{t}{2}$$

$$pi = 180 * \tan \frac{5.508}{2} = 8.66\,mm$$



تقويم الصورة المائلة والموزائيك الجوي والتقويم التفاضلي :-**-(Rectification Of Tilted Photographs ,Aerial Mosaics And Orthophotos)**

التقويم هو تحويل الصورة المائلة التي التقطت من مكان معين في الفراغ الى الصورة الرأسية المكافئة كأنها اخذت من نفس المكان والصورة الرأسية المكافئة يمكن بعد ذلك تكبيرها او تصغيرها حسب التكبير المطلوب. وهذا التكبير يغير المسافة الاساسية للصورة. فاذا كان التكبير يرمز بالرمز (m) ، والبعد البؤري لعدسة التصوير بالرمز (f) والمسافة الاساسية للصورة المصححة بالرمز (p) فان المسافة الاساسية يمكن استخراجها من المعادلة

$$p = mf \quad \dots \dots \dots (1)$$

قوة التكبير اذا كانت اقل من الواحد الصحيح تدل على تصغير حقيقي للصورة واذا كان التكبير هو الواحد الصحيح فيكون صورة مسافتها الاساسية تساوي البعد البؤري لعدسة الة التصوير وفي عملية التقويم فانه تجرى غالبا عمليتي التحويل والتكبير في وقت واحد.

الاساس الهندسي للتقويم :-

في الشكل (1-10) يمثل مستوى (I) صورة جوية حيث ان النقاط (d,c,b,a) هي اربعة نقاط على مستوى الصورة الموجبة ويمثل (D,C,B,A) النقاط المناظرة لهم على مستوى الارض ، ويتقابل مستوى الصورة الموجبة (مستوى I) مع مستوى الارض (مستوى II) عند الخط (Q1 Q3). الخط (O a A) و (O b B) كل منهما يمثل خطا به الثلاث نقاط على استقامة واحدة لذلك فالنقاط (B,A,b,a,O) تمثل مستوى واحد و (Q1) هي النقطة التي يقطع فيها هذا المستوى الخط (Q1 Q3) ولذلك تكون النقاط (Q1,b,a) خطا مستقيما واحدا حيث انها تقع على الخط الذي يقطع فيه هذا المستوى مستوى (I) وبالتالي فان (Q1,B,A) تكون ايضا على خط مستقيم واحد.

بنفس الطريقة يمكن ان نبين ان الخطين (CA,ca) يلتقيان عند النقطة (Q2) الواقعة على الخط (Q3,Q1) وكذلك ان الخطين (DA,da) يلتقيان عند نقطة ثالثة هي (Q3) الواقعة على نفس الخط (Q3,Q1). لو اردنا مستوى الصورة حول الخط (Q3,Q1) كمحور كما هو مبين في شكل (10-2) فاذا كانت (e) هي نقطة خامسة وان الخط (ea) يقطع المستوى (Q3-Q1) في (Q4) فتكون نقطة (E) هي نقطة المناظرة لنقطة (e) واقعة على الخط (Q4) (A). اعمل رسم مشابه فوق الشكل السابق بحيث تكون (B,b) هي اقطاب للتوصيل بدلا من (A,a) سيقطع (ba) الخط (Q3,Q1) ايضا في (Q1) وكذلك (be,bd,bc) ستقطع الخط (Q3 Q1) في (R4,R3,R2) على التوالي ، وحيث ان النقطة (E) تقع على الخط (BR4) فان نقطة (E) ستكون الان قد تحددت تماما بتقاطع الخطين (BR4,AQ4).

يمكن عمل شكل مشابه اذا استبدلنا مستوى الارض بمستوى الخارطة. من الواضح انه من الصعب ونادرا مايمكن حدوث تقاطع لمستويات الخارطة والصورة في شكل يشمل عليهما ، ومن اجل ان نستخدم هذا النوع من الاشكال الهندسية لعمل التوقيع من الصور فاننا يجب ان نستفيد من الخواص اللاتوافقية (An harmonic Properties) لحزم الاشعة ففي الشكلين (10-1) (10-2) فان الاشعة (ae,ad,ac,ab) تقطع الخط (Q3 Q1) في (Q4,Q3,Q2,Q1) على التوالي ، اذن فالنسبة الاتية :-

$$\frac{Q1 Q2}{Q2 Q3} : \frac{Q1 Q4}{Q4 Q3}$$

تدعى نسبة اللاتوافق لـ (Q3 Q1) (An harmonic Ratic) اذا كان (kn) هو اي خط يقطع هذه الاشعة في

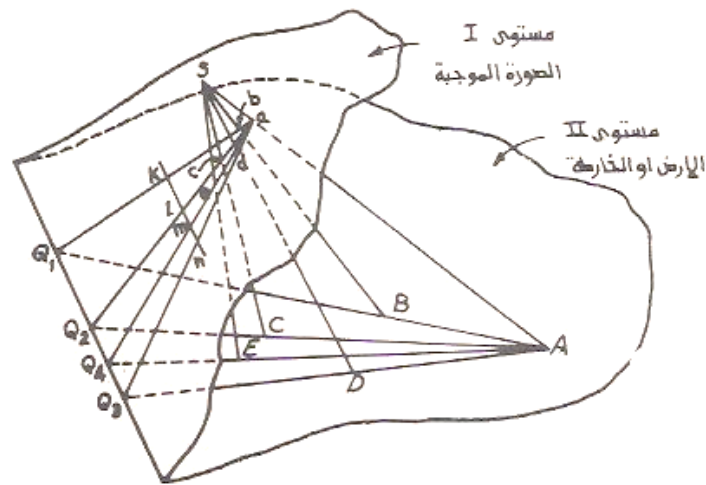
النقاط (n,m,l,k) اذن سيكون نسبة اللاتوافق لهذا الخط كالتالي

$$\frac{kI}{In} = \frac{km}{mn}$$

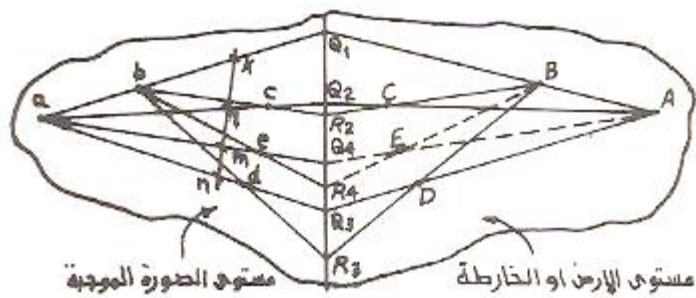
بالتطبيق المتتابع لقانون الجيب فستكون هذه النسبة ثابتة اي ان :

$$\frac{kI}{In} = \frac{Q1 Q2}{Q2 Q3}$$

$$\frac{km}{mn} = \frac{Q1 Q4}{Q4 Q3}$$



شكل (1.10) العلاقة بين مستوى الصورة ومستوى الارض او الخارطة

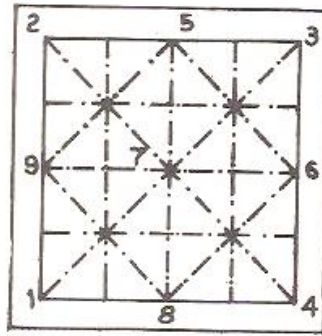


شكل (2.10) دوران مستوى (I) مستوى الصورة حول الخط (Q3 Q1) .

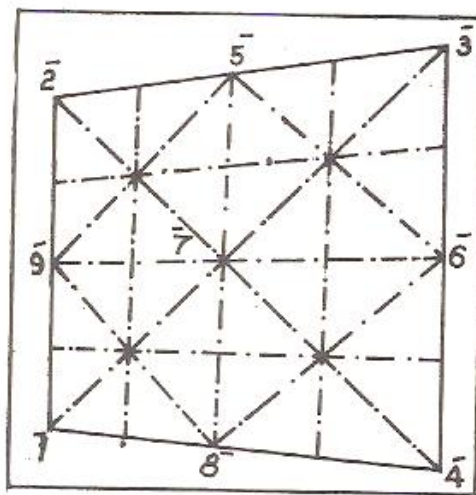
التقويم التخطيطي (Graphical Rectification) :-❖ طريقة اقامة شبكة :-

شكل (10-4) يبين صورة جوية والجزء من الخارطة المكافئ لهذه الصورة حيث توجد النقاط (1,2,3,4) على

الصورة الجوية وهي تعتبر نقاط ضبط يقابلها على الخارطة النقاط (1̄, 2̄, 3̄, 4̄)



(أ) الصورة الجوية



(ب) الخارطة

شكل (4-10) يبين كيفية اقامة الشبكة على كل من الصورة الجوية والخارطة

خطوات العمل :-

١) توصل نقاط الضبط (1,2,3,4) على الصورة بحيث تعطي المضلع الرباعي المبين في الشكل (10-4)

(أ) وتوصل نقاط الضبط (1, 2, 3, 4) على الخارطة بحيث تعطي المضلع الرباعي المعين في الشكل

(10-4) (ب).

٢) يوصل القطران (1-3) و(2-4) على الصورة فيتقاطعان عند النقطة (7) ويوصل القطران

(1, 2, 3, 4) على الخارطة فيتقاطعان عند النقطة (7).

٣) نختار نقطتان معينتان على الصورة وهذه عادة ما تكون النقطتان المنصفتان لجانبيين متجاورين من

المضلع الرباعي مثل النقاط (5-6) كما في الشكل (10-4) (أ).

٤) نتقل هاتين النقطتين على الخارطة بواسطة طريقة شرائح الورق اخذين مثلا نقطتي (1) على الصورة و

(1) على الخارطة كاقطاب وتحديد مواقع النقطتين (5) ، (6) على الخارطة.

٥) تعتمد كثافة الشبكة بعد ذلك على الحقيقة ان الخطوط المستقيمة تسقط كذلك خطوطا مستقيمة فعلى

الصورة وعلى الخارطة يمكننا توصيل كل من النقاط (5,6)، (5, 6) بالنقطة (7) والنقطة (7) على التوالي

ثم مد هذه الخطوط لتقطع الجانب المقابل للشكل الرباعي عند النقاط (8,9) على الصورة و (8 - 9)

على الخارطة.

٦) توصل النقاط (5-6-8-9) على التوالي ببعضها على الصورة و (5, 6, 8, 9) على التوالي على الخارطة

ثم يمكن توصيل نقاط تقاطع هذه الخطوط مع الخطوط الموجودة في الشكل المضلع على كل من الصورة

والخارطة كما هو مبين في الشكل (10-4) (أ) و(ب) فينتج بذلك تقسيم شبكي متطابق لكل من الصورة

والخارطة. والتفاصيل الموجودة على الصورة داخل كل مثلث يمكن نقلها بعد ذلك على الخارطة داخل

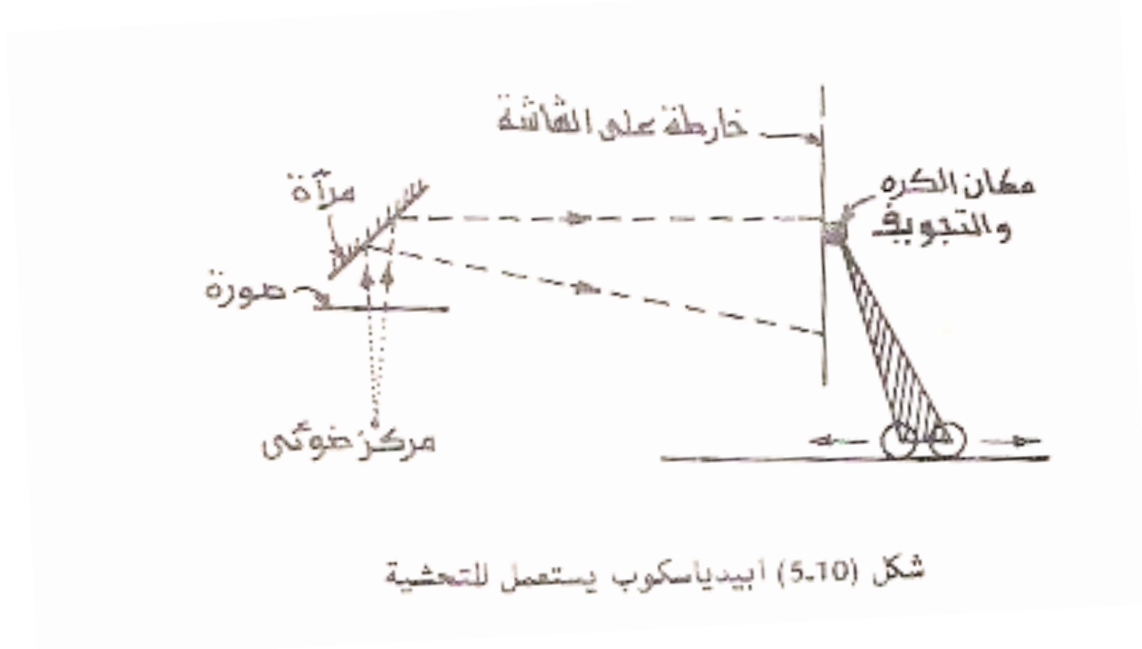
المنثالث المقابل له. والدقة في هذه الطريقة تعتمد على كثافة الشبكة فكلما كانت اكنثف كانت الدقة الكبر

وعموما فبينما ان هذه الطريقة اسهل من طريقة شرائح الورق ولكن من الواضح انها اقل دقة منها.

### أجهزة التقويم البسيطة :-

يوجد نوعان لاجهزة التحشية البسيطة احدها الذي يسقط الصورة والاخر الذي يعكس الصورة ولربما يكون ابسطها

هو الذي يسقط شكل الصورة على الخارطة المراد مراجعتها والابيدياسكوب يمكن ان يستخدم لهذا الغرض.



### جهاز الابيدياسكوب (Epidiascope) :-

عند استعمال هذا الجهاز توضع الخارطة المراد مراجعتها مثبتة على الشاشة بينما توضع الصورة على طاولة

الاسقاط للجهاز. وتستعمل مرآة كما في الشكل (5-10) ومصدره ضوئي بحيث يسقط المنظر الصادر من الصورة

على المرآة وينعكس ويسقط على الخارطة. وتضبط اربع نقاط ضبط تظهر على كل من الصورة والخارطة بحيث يقع

منظر هذه النقاط الساقطة من الصورة فوق الاربعة النقاط المطابقة لها على الخارطة، وفي هذا الوضع يمكن رسم

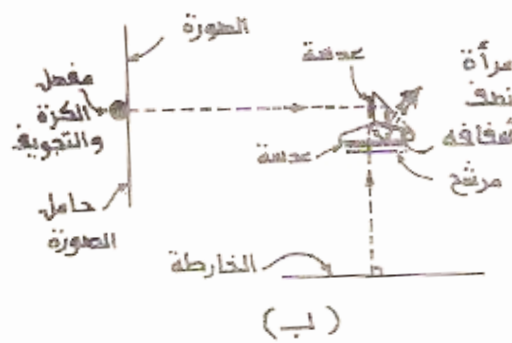
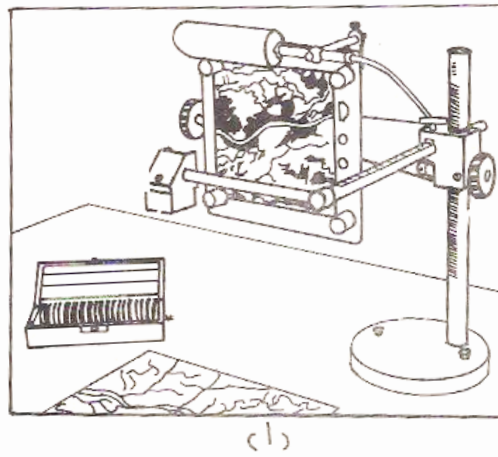
ومراجعة التفاصيل المسقطة من الصورة على الخارطة داخل حدود الاربعة النقاط ثم يتغير الوضع لاربعة نقاط غيرها ، ويكرر العمل حتى يتم نقل التفاصيل المطلوبة كلها. يتم ضبط المقياس بتغيير المسافة بين الشاشة والجهاز ثم توضع الصورة ويمكن جعل الشكل المسقط من الصورة مطابق للجزء المناسب من الخارطة وذلك بتغيير وضع الصورة على المنضدة وكذلك تميل الشاشة بواسطة الكرة والتجويف والتفاصيل الجديدة والغير موجودة على الخارطة يمكن رسمها والخاطة موجودة على الشاشة في الوضع السابق شرحه. هذه الطريقة ولو انها بسيطة الا انها تجهد العين كثيرا وينصح ان لا يزيد العمل المتصل على هذا الجهاز اكثر من نصف ساعة.

### جهاز الاسقاط البصري للصورة المنفردة (Sketch master):-

ان جهاز الاسقاط البصري للصورة المنفردة هو جهاز تستخدم فيه عين واحدة للملاحظة حيث يرى الشخص منظر الخارطة الموضوع على المنضدة تحت الموشور المزدوج في وقت واحد مع منظر الصورة الجوية المثبتة على حامل الصورة وواقعة عليها وتمدنا الصورة الجوية بالتفاصيل المطلوبة لمراجعة الخارطة فعندما يرى الشخص الصورة والخارطة واقعين مباشرة فوق بعضهما فيمكنه رسم التفاصيل المطلوبة على الخارطة بواسطة القلم وان الجهاز مزود بعدة اوضاع وممارسات للتحكم والتي تمدنا بوسائل تقويم الصورة واستبعاد اي تشويه ينتج عن ميل الصورة وكذلك ان يوافق بين مقياس رسم الصورة الجوية ومقياس رسم الخارطة في حدود معينة وتكون عادة قوة التكبير في حدود من 0.4 الى 2.7 مرة.

ان اهم جزء من الجهاز هو الموشور المزدوج والذي له سطح نصف فضي حينما ينظر اليه بميل فانه يسمح بان نرى الصورة والخارطة في وقت واحد من خلاله، من اجل هذا تثبت الصورة على حامل الصورة المتحرك والقابل للتوجيه والذي هو حامل الموشور يمكن وضعها على ارتفاعات مختلفة فوق الخارطة الموضوع على المنضدة بواسطة ميل الصورة وتغير نسبة المسافة بين الموشور والصورة من جهة والموشور والخارطة من جهة اخرى فانه

يمكن وضع منظر الصورة والخارطة فوق بعضهما حق تتوافق التفاصيل المماثلة او استخدم نقاط ضبط ار ضية موقعة وموزعة على الخارطة وموجودة في نفس الوقت على الصورة ثم وضع هذه النقاط من الصورة ومن الخارطة فوق بعضهما بنفس الطريقة السابقة، وحينئذ يثبت الوضع ثم ترسم مباشرة التفاصيل المطلوبة على الخارطة وتستعمل هذه الطريقة لتقويم الصور ذات الميل القليل.



شكل (6-10) يبين أساس عمل جهاز الإسقاط البصري من الصورة المفردة (Sketchmaster)



**تفسير الصورة الجوية :- (Photographic Interpretation)**

تفسير الصورة الجوية هو فن دراسة الصور من حيث تحديد العوارض ومعرفة دلالتها وهو مستخدم بنجاح للعوارض المختلفة التي تشمل الزراعة والاثار وهندسة البيئة ودراسة النباتات والغابات والجغرافيا والجيولوجيا والاعراض العسكرية ودراسة الثروة الطبيعية والمحيطات والتربة والاسكان والتخطيط الاقليمي ...الخ. وتعتبر الصورة الجوية وثيقة تفصيلية للارض لحظة التقاط الصورة وعلى مفسر الصور الجوية بالاضافة الى دراسته للصور عالية ان يدرس مصادر اخرى كالخرائط والتقارير الحقلية وهذه الدراسة تساعده في تفسير العوارض التي تظهر على الصور.

هناك سبعة خواص اساسية لتفسير الصورة الجوية وهي كالآتي:-

١. **الشكل (Shape) :-** هذه الخاصية تعتمد على الشكل العام للعارض والشكل هو اهم خاصية للتعرف على العارض من خلال الصورة الفوتوغرافية ويمكن التمييز بسهولة بين خط سكك حديدية وطريق برى رئيسي (highway) من شكل كل منهما فالاول يسير دائما في خطوط طويلة مستقيمة ومنحنياته بسيطة وعلى العكس فان الطريق البري الرئيسي قد يكن به منحنيات شديدة.
٢. **الحجم (Size):-** حجم العوارض على الصور يختلف تبعا لمقياس رسم الصورة ويحدث الخطأ في تفسير العوارض اذالم يقدر حجم العوارض بصورة صحيحة تبعا لمقياس رسم الصورة.
٣. **النمط (Pattern):-** النمط يعتمد على كيفية ترتيب العوارض وان تكرر شكل عام او علاقات معينة تعتبر خاصية من خواص عوارض كثيرة سواء كانت طبيعية او صناعية وتعتبي للعوارض خطأ يساعد مفسر الصور لمعرفة وتحديد هذه العوارض فمثلا ترتيب المباني الخاصة بالورش وقاعات الدرس لمعهد فني او كلية هندسة يكون له منظر عام وترتيب خاص يسهل تمييزه على الصورة الجوية.

٤. **الظل (Shadows) :-** الظل مهم لمفسري الصور من ناحيتين متعاكستين الاولى هو ان الظل يساعد في تفسير الصور لان شكل الظل وحدوده يوفر مقطعا لمنظرالعارض اما الثاني فهو ان الظل يعوق تفسير الصور لان العوارض داخل منطقة الظل لاتعكس الا القليل من الضوء ويكون من الصعب تمييز العوارض في منطقة الظل.

٥. **درجة الدكائة (tone):-** وهي تدل على مقدار الدكائة او العتامة لمظهر العوارض على الصورة وهي تعتمد على انعكاس الضوء من العوارض فمثلا الماء الذي يمتص تقريبا كل الضوء الساقط عليه تكون صورته سوداء بينما الطريق السريع المصنوع من الخرسانة ذات الاسمنت البورتلاندي تعكس نسبة كبيرة من الضوء وبالتالي تكون صورته فاتحة وتعتبر درجة الدكائة من اهم خواص الصورة الفوتوغرافية وبدون اختلاف درجة الدكائة لايمكننا تمييز الاشكال او النمط او النسيج للعوارض.

٦. **النسيج (Texture) :-** هو التكرار المنظم للتغير في درجة الدكائة في الصورة ويحدث النسيج من تجميع احد الظواهر المعينة والذي يكون صغيرا جدا بحيث لايمكن تمييزه بمفرده على الصورة وهو ناتج من شكل وحداته واحجامها ونمطها وظلها ودرجة دكائتها عند تصغير مقياس رسم الصورة فان النسيج الخاص يعارض معين يصبح ادق وقد يختفي تماما وبتكبير مقياس رسم الصورة يمكن تمييز نسيج العارض فمثلا يمكن تمييز اوراق بعض انواع الاشجار الكبيرة عن بعض انواع اوراق الاشجار الصغيرة وذلك لكبر النسيج في الحالة الاولى .

٧. **الموقع (Site):-** وهو موقع العوارض بالنسبة لظواهر اخرى تساعد في التعرف عليه.

### تفسير الصور الجوية لاستخدامها في الاغراض المختلفة :-

تساعد الصورة الجوية في عمل الدراسات والخرائط للاغراض المختلفة وفيما يلي شرح موجز للاستخدامات المختلفة للصور الجوية:-

١. تفسير الصور الجوية لاستخدامها في دراسة الغابات:-

تساعد الصور الجوية في عمل الخرائط الخاصة بانواع الاشجار وتحديد العمر والكثافة وحجم الاشجار والخواص الاساسية مثل الشكل والحجم والنمط والظل ودرجة الدكانة والنسيج وتختلف بالنسبة للانواع مختلفة من الاشجار حيث تستخدم بواسطة مفسر الصور للمساعدة في تحديد انواع الاشجار وكل نوع من انواع الاشجار له الحجم المميز وشكل التاج الخاص به. فبعض الانواع لها تاج دائري والبعض الاخر لها تاج مخروطي ويوجد انواع اخرى لها تاج نجمي وترتيب التيجان على الاشجار يعطي نمطا خاصا يميز الكثير من انواع الاشجار وظل الاشجار يعطي مقطعا لصورة الشجرة ومن الممكن ان يساعد في معرفة نوع وفصيلة الشجرة . وان الموقع يلعب ايضا دورا هاما في تحديد نوع الشجر فمثلا بعض الانواع توجد فقط في الاراضي المرتفعة او في المنحدرات والبعض الاخر يوجد فقط في الاراضي المنخفضة والمستنقعات. ويعتمد كذلك على عوامل اخرى مثل التوقيت السنوي لاخذ الصور وزمن التقاط الصور بالنسبة لليوم ومقياس رسم الصور ونوع الفيلم والمرشح المستخدم وان طريقة تحديد انواع الاشجار من الصور الجوية ليست عملية بسيطة او سهلة وان من نتائج اعمال تفسير الصور الجوية في بعض البلاد اثبتت انه من الصعب تحديد بعض انواع الاشجار حتى تبلغ عمرها عشرون سنة ، بالاضافة الى ذلك فانه توجد بعض العوامل التي تجعل تحديد انواع الاشجار اكثر تعقيدا مثل وقت التصوير بالنسبة للنهار وهذا يحدد اتجاه وشدة الاضاءة وكذلك مثل تاريخ التصوير ومنه يتحدد في اي فصل من فصول السنة قد تم التصوير ونوع التربة ومحتوى الرطوبة في التربة وتضاريس المنطقة وبالرغم من هذه العوامل المختلفة فانه يمكن لمفسر الصور الماهر ذو الخبرة ان ينجح غالبا في تحديد انواع وفضائل الاشجار ، وكذلك للسيطرة على الحرائق في الغابات.

٢. تفسير الصور الجوية لتحليل سطح الارض :-

العناصر الاساسية في تفسير الصور الجوية لتحليل سطح الارض :-

ان دراسة الخواص المختلفة لسطح الارض مهمة جدا للباحث في شؤون التربة والجيولوجيا والهندسة المدنية والجغرافية والتخطيط الاقليمي وكل الذين يبحثون في طبيعة التربة والصخور ومن اجل التعرف على الحالات التي تتواجد عليها سطح الاراضي فانه يجب على مفسر الصور ان يقوم باجراء الدراسات المجسمة للعناصر الخمس الاساسية التالية وهي :-

(١) شكل التضاريس

(٢) التصريف النهري

(٣) التعرية

(٤) درجة الدكانة

(٥) الغطاء النباتي واستخدامات الارض ، وفيما يلي دراسة موجزة عن هذه العناصر :-

(١) شكل التضاريس :- يعتبر شكل وحجم التضاريس الارضية هو اهم عنصر من عناصر تحليل سطح

الارض وغالبا مايكون هنالك تغير طبوغرافي واضح عند الحدود ما بين شكلين طبوغرافيين مختلفين.

(٢) التصريف النهري :- ان نمط التصريف النهري ونسيجة الظاهر على الصورة الجوية يدل على شكل

الارض وانواع طبقات الصخر المكونة لها وقد يعطي دلالة على مميزات التربة كما ان الروافد اثناء

عملية نحت مجاريها خلال المناطق المرتفعة التي تفصل بين الانهار الرئيسية تختار دائما مناطق

الضعف فيها فقد تمتد على طول الفوالق او الفواصل الموجودة بالصخر او الطبقات الضعيفة مثل

الطين او الصلصال وعلى هذا نجد ان المجرى الرئيسي لا بد ان يتبع طبيعة الصخر والتراكيب الجيولوجية التي به، ويمكن تميز عدة انواع من انماط التصريف النهري اهمهما مايلي:-

أ- التصريف النهري الشجري (Dendritic Drainage)

ب- التصريف النهري المتعامد (Trellis Drainage)

ت- التصريف النهري الشائك (Barbed Drainage)

ث- التصريف النهري المستطيل (Rectangular Drainage)

ج- التصريف النهري المركزي (Centripetal Drainage)

ح- التصريف النهري الحلقي (Ring Drainage)

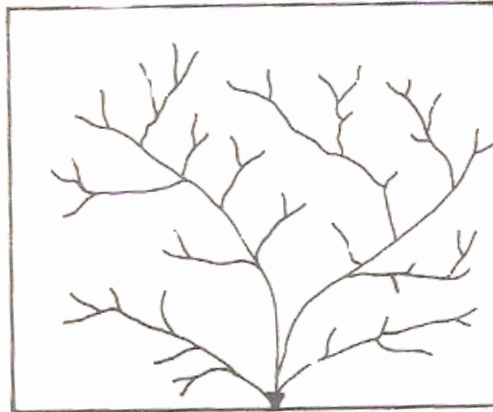
### كثافة التصريف النهري (Drainage Texture)

كثافة التصريف النهري هو الطول الاجمالي للمجالي المائية في حوض تصريف نهر معين مقسوم على مساحة هذا الحوض. وخطوط التصريف النهري هو عدد المجاري المائية التي توجد في حوض نهري معين مقسوم على مساحة هذا الحوض. وعلى هذا الاساس يمكن ان تفرق بين الاحواض المائية على اساس كثافة وعدد تصريفها المائي فهناك احواض ذات قوام ناعم (fine) واخرى ذات قوام متوسط (medium) او خشن (coarse) كما ان كثافة الانهار وعددها يختلف في الاحواض النهرية والمجاري المائية التي تنتشر على سطح الارض وذلك لاختلاف تائها بعوامل عديدة مثل المناخ والتركيب الجيولوجي والصخري والتضاريس فالمناخ يؤثر تائير مباشر في كمية مياه الامطار التي تسقط فكلما كانت غزيرة تعددت وتكاثفت خطوط التصريف المائي وبتاثير غير مباشر وذلك بوجود الغطاء النباتي اذ كلما ازداد الغطاء النباتي كلما قلت كثافة المجاري المائية وقل عددها. اما عامل التراكيب الجيولوجية فيؤثر عن طريق نوع الصخر ودرجة نفاذه للماء فخطوط التصريف النهرية تتقارب وتتعدد في المناطق التي تتحت مجراها خلال تكوينات صخرية غير منفذة للمياه وقد

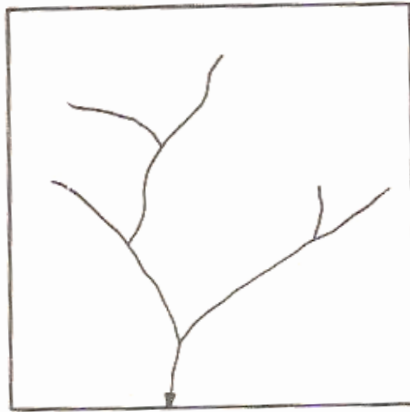
تختفي المجاري المائية او تقل في الجهات التي تشق طريقها خلال تكوينات منفذة للمياه كالرمل والحصى. ونوع الصخر يؤثر على كثافة التصريف النهري فانواع الصخور اللينة التي تتآكل بسرعة بعوامل التعرية مثل الطفل ينتج عنها قوام ناعم للتصريف النهري بينما الصخور الكتلية القوية مثل الجرافيت ينتج عنها قوام خشن للتصريف النهري انظر شكل (8-13) و (9-13) والتضاريس تؤثر على نسيج التصريف النهري فاذا كانت الارض غير مستوية السطح مختلفة الارتفاعات تتعدد فيها المجاري المائية بينما تقل فيها كثافة التصريف النهري في المناطق المستوية او قليلة التموج.

### ٣) التعرية (Erosion):-

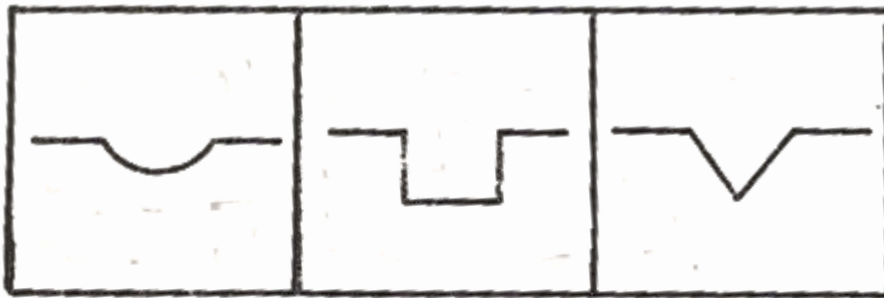
التعرية تعتبر من اهم العناصر لدراسة التربة الناتجة من تكسر الصخور وينتج عن هذا العامل شكل خاص للارض ناتج من شكل المجاري الصغيرة جدا التي تظهر على الصورة وهذه المجاري الصغيرة قد تكون صغيرة العمق ضحلة او عميقة ومن خلال فحص ودراسة القطاع العرضي والقطاع الطولي والمستوى الافقي لهذه المجاري الصغيرة يمكن معرفة ما اذا كانت غالبيتها من الرمل والحصى او الطمي او الطين والشكل (10-13) يبين مقطع عرضي مثالي في ثلاثة مجاري صغيرة فاذا كان المقطع العرضي يأخذ شكل حرف (V) فهذا ينتج من تربة رملية وحصى واذا كان المقطع العرضي يأخذ شكل حرف (U) فهذا ينتج من تربة سيلت (طمي) اما المجاري الطولية وذات المقطع المستدير قليلا فانه ينتج من تربة طينية سيليتية.



شكل (8.13) يبين نسيج خشن للتصريف النهري الشجري



شكل (9.13) يبين نسيج ناعم للتصريف النهري الشجري



مجري صغير لتربة طينية      مجري صغير لتربة سيلتية      مجري صغير لتربة رمالية  
 أو طينية سيلتية      (طمي)      وحصى

... ١٩٧٠ ع.ع. مثالي في ثلاثة مجاري صغيرة

## ٤) درجة الدكائة للصورة (Photo tone):-

درجة الدكائة للصورة تعتمد على عوامل كثيرة منها الطبيعة مثل طبوغرافيا الارض ومحتوى الرطوبة للتربة وعوامل مناخية وكونية مثل الضباب الجوي وزاوية اشعة الشمس وظل السحاب وكذلك عوامل خاصة بالتصوير مثل نوع الفيلم والمرشح المستخدم وكمية الضوء وسرعته اثناء لقطه الصورة وتحميض الصور، ولذلك ليس هناك درجة دكائة مطلق في الصورة ولكن يمكن تفسير الصورة الجوية لغرض الدراسات المختلفة بدراسة درجة الدكائة النسبية في الصورة لانها تعطي الاشكال والانماط الموجودة في الصورة والتي يكون لها دلالة كبيرة في تفسير الصورة للاغراض المختلفة.

## ٥) الغطاء النباتي (Vegetation):-

الغطاء النباتي يغطي الكثير من سطح ارض المصورة فلا يظهر سطح الارض على الصورة بل الغطاء النباتي فقط، وبدراسة هذا الغطاء النباتي يمكن معرفة طبيعة سطح الارض تحته والاختلاف في النباتات الطبيعية او المزروعة غالبا ما يدل على اختلاف في حالة الارض مثلا وجود البساتين وحدائق الفاكهة تقع غالبا في تربة لها تصريف جيد وهكذا.

## ب- بعض الاشكال الطابوغرافية الرئيسية:-

شكل التضاريس يعتبر اهم عنصر من عناصر تحليل الارض فهو مهم جدا لكثير من الذين يعملون على تفسير الصور الجوية للاعمال المختلفة كالاعمال الجيولوجية والزراعية والمدنية والتخطيط الاقليمي.

## ١- شكل الانحدار (slopes):- وهو ميل سطح الارض . وقد يكون الانحدار شديد او قليل الانحدار ويمكن تميز

ذلك بواسطة الدراسة المجسمة وقد يكون سطح الميل متصلا او غير متصل وان الانحدار الذي ينشأ من وجود

طبقات متغايرة الصلابة وتميل بزواوية منخفضة يتميز بوجود الكويستات التي تنشأ من النحت والتعرية للطبقات

قليلة الصلابة اكثر من الطبقات الشديدة الصلابة حيث ان الكويستا يكون لها انحدار شديد في اتجاه عكس الميل



ويسمى وجه الكويستا اما الاتجاه الاخر وهو اتجاه ميل الطبقات فيكون الانحدار قليلا ويسمى منحدر ظهر الكويستا.

٢- الجروف (scarps):- توجد الجروف حيث تكون الجوانب رأسية او شديدة الانحدار وتوجد انواع متعددة من

الجروف منها الجروف البحرية والنهرية والتي توجد على شواطئ البحار والانهار وكذلك من انواع الجروف الاخرى الجروف الفالقية والتي تكونت نتيجة لوجود الفوالق وهي تختلف في طولها وارتفاعها بمقدار طول الخط الفالق ومقدار الازاحة الناتجة عنه ويمكن ملاحظة هذه الجروف وطول خط الفالق بسهولة على الصور الجوية وخاصة في الوضع المجسم.

٣- رواسب خط الشاطئ النباتية:- وتتكون اساسا هذه الرواسب بفعل الامواج والتيارات الشاطئية وهذه الرواسب

تتكون من الرمل او من الحصى والجلاميد وتسمى بشواطئ الترسيب وعلى طول السحل تنكسر الامواج على مسافة قليلة خارج الشاطئ حيث يبني حاجز خارج الشاطئ وبينه وبين الشاطئ الاساسي يوجد شريط من الماء الهادي يسمى لاجون ويمكن ملاحظة ذلك على الصور الجوية من اختلاف درجة دكامة الماء ويوجد عند رؤوس الخلجانة قابلية تجميع فتات تاكل الارض المجاورة وترسيبها مكونة شواطئ ترسيب راس الخليج.

٤- المصاطب والمدرجات (Benches and Terraces):- وهي اسطح منبسطة نسبيا وهي افقية او مائلة قليلا

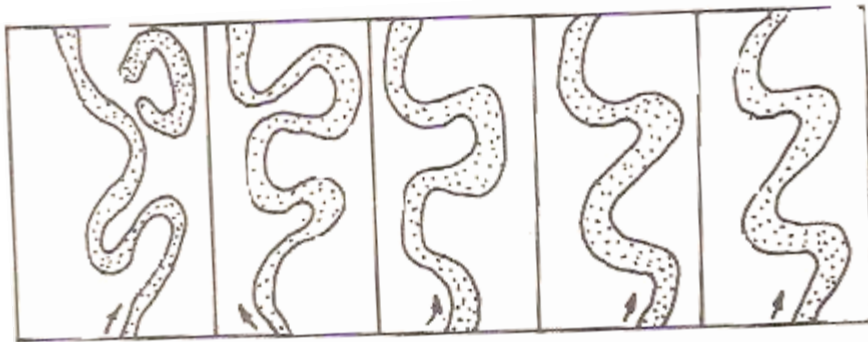
وقد تكون ضيقة وطويلة ومحددة من جانب بانحدار شديد الى اعلى ومن الجانب المقابل بانحدار شديد الى اسفل وعند تكوينها تشبه الدرج في شكلها ويزداد الاتساع فانها قد تتدرج الى سهول وقد توجد مصاطب فالقية وهي مصاطب متعرجة على جوانب التلال والجبال وقد توجد شرفات تكونت بالموج حيث يتكون الجزء العلوي لشاطئ الترسيب من الحصى الخشن موازيا لخط الشاطئ ويكون منسوب فوق متوسط منسوب الماء قليل.

٥- السهول (Plains):- وهي الاشكال الوبوغرافية المسطحة نسبيا او ذات ميل قليل وتبنى الانهار والمجاري المائية

عدة انواع من السهول، فقد تبني سهول الفيضان البنائية حيث ينقص حجم النهر بالتبخر او تنخفض قدرته

وذلك لنقص سرعته فتصبح حمولته اكثر من طاقة النهر فيضطر الى ترسيب جزء منها ويكون سهول الفيضان النباتية وهي اراضي منبسطة غرينية تغطي غالبا بالمياه في اوقات الفيضان.

٦- الوديان والاحواض (Valleys and Basins):- تعتبر الوديان من المظاهر الطبوغرافية المهمة فالحوض هو المنخفض الطبوغرافي ذو الحواف من جميع الجوانب وقد تكون الاحواض عميقة او ضحلة، اما الوديان فهي منخفضات طبوغرافية مفتوحة وقد يكون حاليا بها مجرى مائي او لا يكون. ويوجد الكثير من انواع الوديان والاحواض اهمها الوديان والاحواض الصدعية الفالقية. وفي المناطق البركانية تتكون منخفضات دائرية او بيضاوية تسمى بالوحدات البركانية نتجت عن انخفاض صدعي عريض للارض المحيطة بفوهة قديمة وتتكون الاحواض البركانية اي فوهات البراكين بالانفجارات البركانية على هيئة منخفضات شبيهة بالفتحات على قمم رؤوس البراكين وتتكون الاحواض والوديان النباتية عندما يكون الترسيب بالمياه او الجليد او بالرياح غير منتظم



شكل (11-13) يبين تكون المنعطفات النهرية ثم تلاشيها وتكوين البحيرات الهلالية

٧- التلال والجبال والحيود والاشكال الطبوغرافية المرتفعة:- وتشمل الاشكال الطبوغرافية المرتفعة مثل التلال والجبال والحيود والاشكال التضاريس التي ترتفع الى اعلى وهي تحاط من جميع الجوانب بارض منخفضة وتوجد عدة انواع منها الجبال الفالقية وهي التي تنتج من الفوالق وغالبا ما يكون احد منحدراتها قليل الانحدار والآخر شديد الانحدار وكذلك منها الجبال البركانية وهي عادة تكون مخروطية الشكل ومتمائلة الى حد كبير في انحدارها وقد تظهر فوهة البركان في الصورة عند قممها اذا كان البركان حديثا جدا وقد تنهدم عوامل التعرية فوهة البركان

وتنقص ارتفاع القمة. اما التلال والجبال والحيود البنائية فهي التي تكونت من مواد ناتجة عن النحات ومن التلال الكثبان الرملية في الصحاري وعلى طول شاطئ البحار والبحيرات وتختلف الكثبان الرملية في اشكالها واحجامها حيث تعتمد على قوة الرياح واتجاه الرياح وكمية الرمال المتوفرة فبعضها هلالى او برخاني والبعض الاخر كثبان طولية او عرضية والكثبان الرملية عادة تكون في مجموعات ويختلف ارتفاعها من عدة امتار قليلة والى تسعون مترا او يزيد، والمنحدر الذي يكون في اتجاه الرياح يكون قليل الانحدار اما المنحدر الاخر فانه يكون اشد انحدارا وبزاوية من ٢٥ درجة الى ٣٥ درجة