المسح التصويري الجوي / 1

مفردات المنهج
المقدمة: نبذة تاريخية عن تاريخ المسح الجوي والتحسس البعيد وعلاقة التحسس بتخصص المساحة الجوية ، استخدامات وعلوم المسح الجوي , أنواع المساقط وأنواع الصور.
الفرق بين الصورة الجوية والخارطة ، بعض المصطلحات الهامة في الصور الجوية ، المعلومات الظاهرة على الصور الجوية.
الصور الجوية الرأسية، العلاقات الهندسية للصور الجوية الرأسية، أنظمة الإحداثيات على الصور الجوية الرأسية.
مقياس رسم الصورة الجوية الرأسية، فوق أرض مستوية وفوق أرض مختلفة المناسيب ومقياس الرسم المتوسط.
طرق أخرى لحساب مقياس رسم الصور الجوية الرأسية، الإحداثيات الأرضية من الصور الجوية الرأسية، حساب المسافات الأفقية والحقيقية (المائلة) بين النقاط.
الإزاحة الناتجة عن التضاريس على الصورة الجوية الرأسية، حساب الارتفاعات بواسطة الإزاحة الناتجة عن التضاريس.
الرؤية المجسمة، أسس الرؤية، كيفية الرؤية بالعينين معاً وإدراك العمق المجسم، الرؤية المجسمة بواسطة الصور وشروط وطرق رؤية الأشكال المجسمة.
طرق النظرة المجسمة من صورتين، أنواع الستريوسكوب، كيفية استخدام أجهزة الستريوسكوب ذو المرايا بطريقة خط القاعدة للصورتين , الابتعاد الصادي .
الابتعاد الاستريوسكوبي ، العلاقة بين الابتعاد وارتفاع النقاط، فرق الابتعاد، العلامة الطائفة , طرق قياس الابتعاد ، قضيب الابتعاد (الستريوميتر)، وكيفية العمل به .
إيجاد ابتعاد نقطتي الأساس لصورتين جويتين متعاقبتين، معادلات الابتعاد، إيجاد العلاقة بين الابتعاد وارتفاع النقاط، حساب مربع الخطأ لقراءات الستريوميتر , تعزيز الموضوع بأمثلة محلولة.
أنواع آلات التصوير الجوي، ألة التصوير ذات العدسة الواحدة، زاوية مجال الرؤيا وتصنيف آلات التصوير بالنسبة لزاوية مجال الرؤيا، أجزاء ألة التصوير الجوي.
الصور الجوية المائلة، التوجيه الدوراني في نظام الميل والالتفاف والانحراف نظام الإحداثيات المساعدة للصور المائلة.
مقياس رسم الصور المائلة، الإحداثيات الأرضية من الصور المائلة مع أمثلة محلولة.
التحليل الهندسي للصور الجوية المائلة، التوجيه الدوراني بنظام الاوميجا والفاي والكابا.
أسس المسح الجوي المجسم باستخدام أجهزة التحشية التوجيه الداخلي – خطواته 1. اعداد الصورة الزجاجية الموجبة 2. التعويض عن التشويه الناتج عن عدسة الة التصوير 3. تمركز الصورة الزجاجية الموجبة في جهاز العرض. 4.وضع المسافة الأساسية الصحيحة في جهاز العرض . التوجيه النسبي – التوجيه المباشر

نبذة مختصره عن تاريخ المسح الجوي:-

- منذ 350 سنة قبل الميلاد اشار ارسطو الى عملية اسقاط الصور ضوئيا.
- نجح نيبس وداجير (Niepce and Daguerre) في انتاج الصور سنة 1839.
- بعد ذلك بسنة واحده برهن ارجو (Arago) وهو جيولوجي بأكاديمية العلوم الفرنسية – على امكانية استعمال الصور في المساحة الطوبوغرافية.
- في سنة 1849 بدا الكولونيل ايميه لوسيدات (Aime Laussedat)اول تجارب حقيقية على استخدام الصور لأعداد خرائط طوبوغرافية، وحاول استخدام المنطاد لأخذ صور جوية.
- في سنة 1859 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 لأغراض 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 مراحله الاولى.
- ان اختراع الطائرة بواسطة الاخوين رايت (Wright Brothers) في سنة 1902 كان فاتحة للتقدم الكبير للمسح الجوي الحديث، واستخدمت الطائرة الاول مرة في سنة 1913 للحصول على الصور المستخدمة لأغراض اعداد الخرائط.
- ان المسح الجوي تقدم بواسطة الطرق المستحدثة اثناء الحرب العالمية الثانية. فالحرب اجبرت العلماء على تحسين كل ما يتعلق 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 لأغراض القياس وتفسير الصور وتسمى هذه الطريقة بالاستشعار عن بعد(Remote Sensing)

استخدامات المسح الجوي:-

1) اعداد الخرائط الطوبوغرافية من الصور الجوية.
2) من الناحية العسكرية يستخدم المسح الجوي للاستخبارات العسكرية ومعرفة تحركات العدو وطبيعة الارض وغيرها من المهام العسكرية.
3) اعداد الخرائط الجيولوجية والخرائط الجيومورفولوجية ودراسة المحيطات والمياه الجوفية واستكشاف الخامات.
4) للاستخدامات الهندسية لأغراض التخطيط والتصميم وللطرق الرئيسية والسكك الحديدية والجسور وخطوط الانابيب والسدود .....الخ .
5) في المجال الزراعي كتحديد انواع الزراعات وحصر المحاصيل كما يستخدم في دراسة انواع التربة.
6) يستخدم في ادارة حركة المرور وفي فحص حوادث السير.
7) استكشاف الفضاء يعتبر حقل جديد من حقول استخدام المسح الجوي.

علوم المسح الجوي:-

تشمل المساحة الجوية العلوم الاتية:-

1) **علم القياسات من الصور الجوية (Photogrammetry):-**

وهو الفن او العلم الخاص باعداد الخرائط من الصور الجوية بمعنى اخر هو استخدام الصور لاخذ قياسات ارضية وانتاج خرائط دقيقة باستخدام اجهزة متخصصة وحديثة لحل العلاقات الهندسية للصورة الجوية وانتاج خرائط دقيقة ذات مقياس رسم كبير.

2) **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.

3) **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.

4) **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):-**

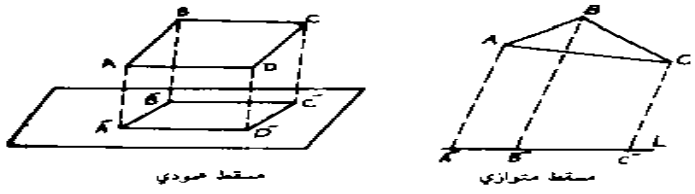
في المسقط المتوازي تكون الاشعة متوازية فيما بينها ولكنها ليست عمودية على السطح المسقط علية.

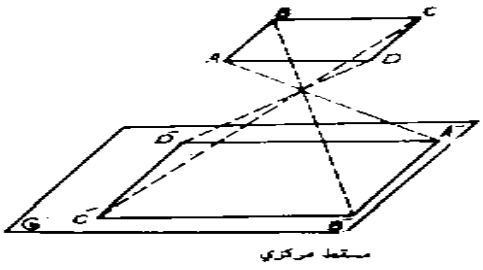
b) **المسقط العمودي (Orthogonal Projection):-**

في المسقط العمودي تكون اشعة الاسقاط كلها عمودية على السطح المسقط علية.

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

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





انواع الصور (Types of Photographs):-

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

أولا: الصور الارضية (Terrestrial Photographs):-

الصورة الارضية تؤخذ بواسطة الات تصوير مثبتة ارضيا حيث يكون عادة المكان والاتجاه الذي اخذت منه الصورة معروف ويستخدم لذلك الثيودولايت 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 منحني المسار الخاص بالقمر الصناعي والحجم والشكل والجاذبية الارضية ، والوضع الدقيق لمحطة الة التصوير ، وتستخدم عادة لإقامة شبكة عالمية لنقاط الضبط كما انها تحدد بدقة الاماكن النسبية للقارات والجزر المحيطية البعيدة.

ثانيا: الصور الجوية (Aerial Photographs):-

تقسم الصور الجوية الى:

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

الصورة الرأسية تشمل جميع الصور التي يكون محور الة التصوير رأسيا او اقرب ما يمكن الى الرأسي لحظة التقاط الصورة. وعادة تكون زاوية ميل الة التصوير اقل من او لا تتعدى 4 درجة مئوية .

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

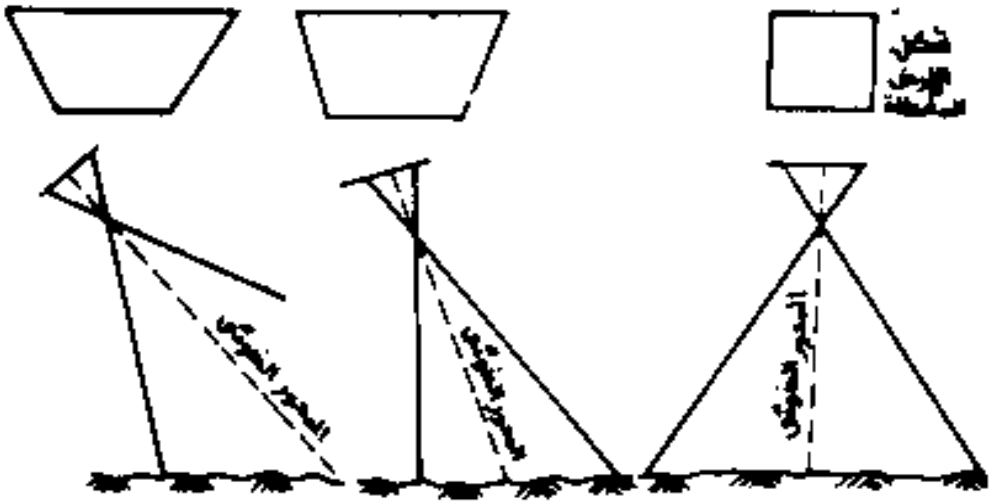
الصور المائلة هي الصور التي اخذت ومحور الة التصوير مائلا بتقصد لأخذ صور تغطي مساحة اكبر من الصور الرأسية، ويوجد نوعان من الصور المائلة:-

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

وتشمل الصور المائلة التي لا تحتوي 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 جـ - الصورة شديدة الميل

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

وجه المقارنة	الصورة شديدة الميل	الصورة قليلة الميل	الصورة الأسية
1-الخاصية المميزة	يظهر بالصورة خط الافق	الصورة مائلة ولا يظهر خط الافق	محور الة التصوير رأسي او يميل بزاوية لا تتعدى 4 درجة مئوية
2- مساحة الارض المغطاة	اكبر ما يمكن	اقل	الاقل
3- شكل الارض المغطاة بالتصوير	شبه منحرف	شبه منحرف	مستطيل
4- 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
5- الفرق مابين الصورة والخارطة	الفرق اكبر مايمكن	اقل	الاقل
6- فوائدها	اقتصادية	اقتصادية	الاسهل لعمل خرائط منها

ثالثا: 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
1	نوع المسقط	تعتبر مسقط مركزي	مسقط عمودي
2	مقياس الرسم	ليس لها مقياس رسم محدد بدقة	لها مقياس رسم ثابت
3	الازاحة الناتجة عن التضاريس	توجد ازاحة ناتجة عن التضاريس	لا توجد
4	الازاحة الناتجة عن الميل	توجد ازاحة ناتجة عن الميل	لا توجد
5	الرموز والاشارات	لا تحتوي على رموز واشارات (صامتة)	تحتوي على رموز واشـــارات (ناطقة)
6	اتجاة الشمال وخطوط الطول والعرض	لا يوجد	يوجد
7	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 الاسقاط (Perspective center)**

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

- **المستوي السالب (مستوي الفلم) (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 النظير او خط الشاقول (Nadir or Plumb Line)**

هو الخط الرأسي الذي يمر بمركز الاسقاط (O) ويمثلi في الرسم الخط (nON).

- **نقطة النظير او نقطة الشاقول (Nadir or Plumb point)**

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

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

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

- **المستوي الاساسي (Principal Plane)**

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

- **المسافة الاساسية (Principal Distance)**

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

- **زاوية الميل (Angle of tilt θ)**

هي الزاوية مابين خط الاساس على مستوي الفيلم والخط الافقي. وكذلك هي الزاوية المحصورة بين المحور الضوئي لالة التصوير وخط الشاقول.

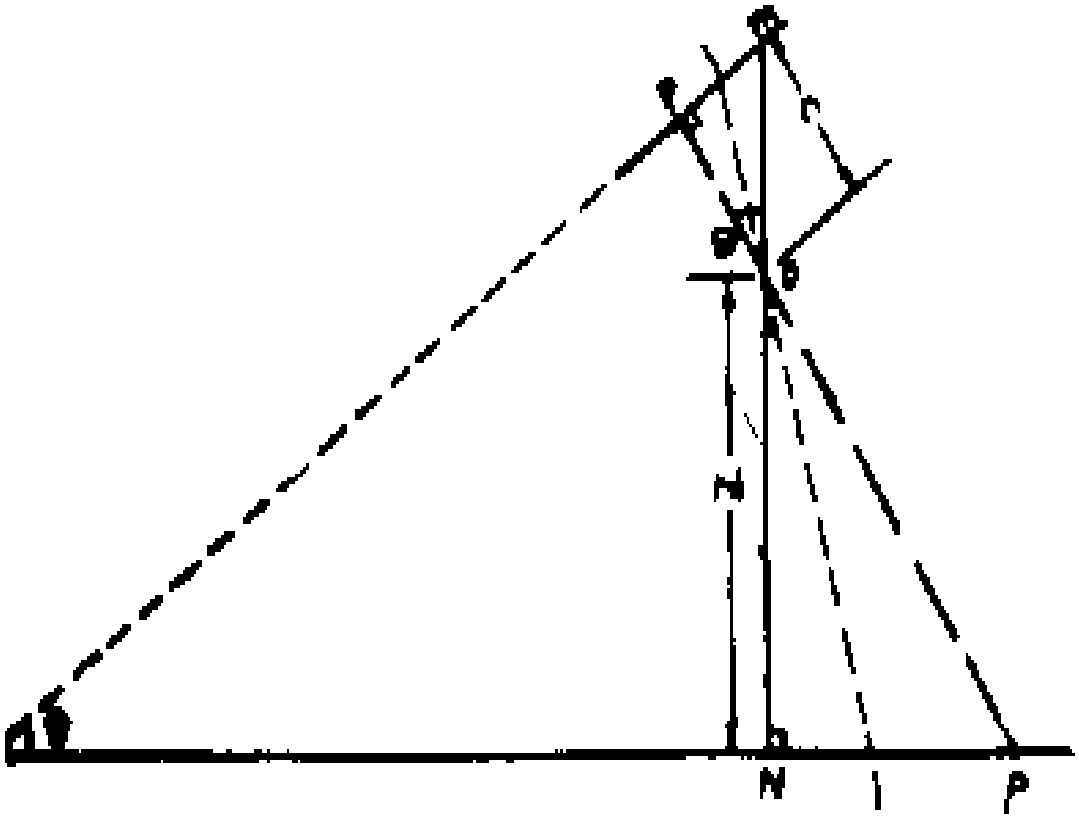
- **نقطة المركز الوسطية (Isocenter)**

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

10

➢ **ارتفاع الطائرة (Flying Height)**

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

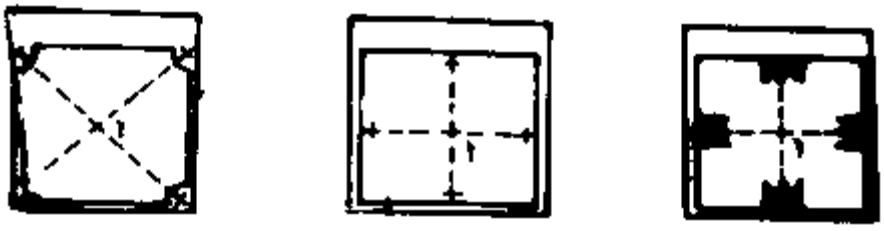


المعلومات الظاهرة على الصور الجوية (Indications on Aerial Photographs):-

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

1. **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.



2. **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.

3. **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 لهذا الغرض.

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

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.

4. **رقم الة التصوير(Camera Number):-**

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

5. **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 (Pseudoscopiq) 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.

6. **الالتيميتر (Altimeter):-**

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

7. **فقاعة التسوية (Bubble):-**

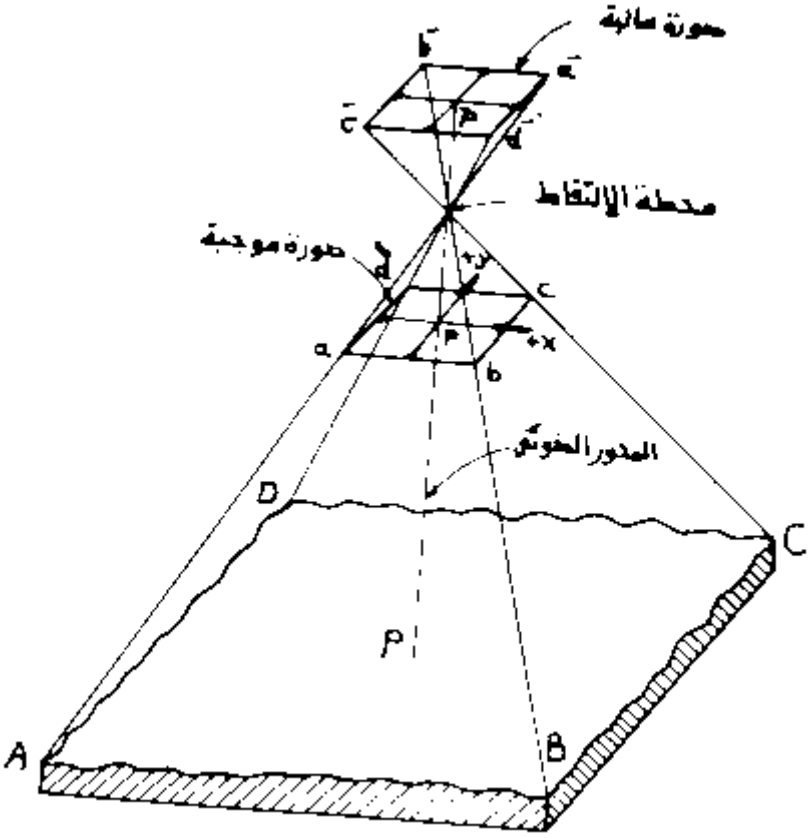
هذه الفقاعة ليست دقيقة وهي فقاعة دائرية بها خمس دوائر (متحدة المركز) وتقيس لاقرب نصف درجة وهي ضرورية لمعرفة ميل الطائرة اثناء التصوير الجوي بصورة تقريبية.

8. **تاريخ التصوير:-**

يسجل احيانا تاريخ التصوير على الصورة الاولى من خط الطيران.

العلاقات الهندسية للصورة الجوية الرأسية:-

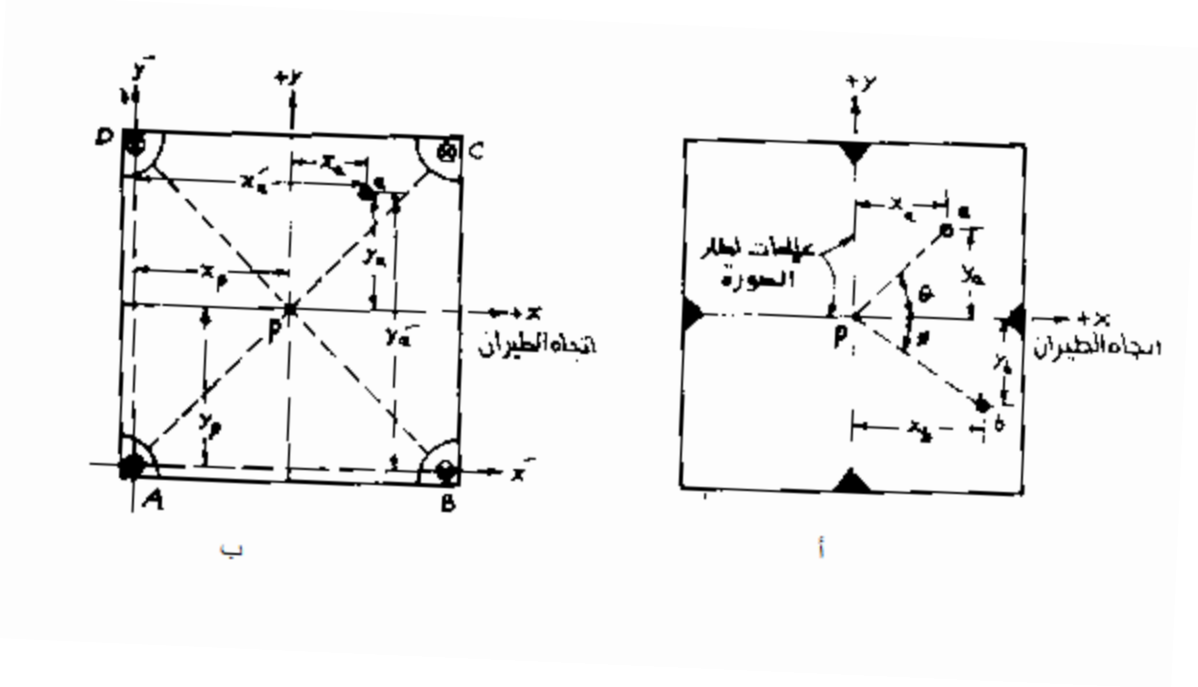
- تظهر على الفيلم الخاص بالتصوير الجوي تسجيل كامل للعوارض الموجودة في المنطقة المصورة، ومن هذا الفيلم يمكن انتاج صورا موجبة عند الطلب ويمكن تحديد الكثير من المعلومات بواسطة القياسات من الصور.
- تم اشتقاق المعادلات على اساس ان الصور رأسية تماما بالرغم من الاحتياطيات التي تتم لجعل المحور الضوئي لالة التصوير رأسيا تماما فانة يحدث هناك القليل من الميل ويكون الميل غالبا اقل من (1) درجة مئوية ونادرا ما يزيد عن 3 درجات مئوية.
- وبالإضافة الى فرض ان الصورة الرأسية تماما فانه يوجد فروض اخرى هي ان النقطة الاصل لمحاور احداثيات الصورة هي نقطة الاساس للصورة، وان احداثيات الصورة قد صححت من الانكماش والتشويه الناتج من كل العدسة والانكسارات الضوئية وتحدب 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 تماما 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° على هذا الخط في اتجاه عكس عقارب الساعة من الاحدثي 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).



ب أ

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 $(\acute{y})$ ، $(\acute{x})$ كما في الشكل (ب) حيث تكون نقطة الاصل عند (A) وفي هذا النظام يكون $(\acute{x})$ الموجب في اتجاه خط الطيران وان تقاطع الخطوط القطرية الموصله بين كل ركنين متقابلين من علامات اطار الصورة يحدد نقطة الاساس ويكون قريبا جدا منها ، والاحداثيات المقاسة بنظام $(\acute{y})$ ، $(\acute{x})$ تحول الى نظام (y) ، (x) والذي يكون فيه نقطة الاصل هي نقطة الاساس وباستخدام المعادلات التالية:-

$$xa = x\acute{a} - xp$$

$$ya = y\acute{a} - yp$$

و يستخرج (xp) ، (yp) من المعادلتين التاليتين

$$xp = \frac{\acute{x}B + \acute{x}C}{4}$$

$$yp = \frac{\acute{y}D + \acute{y}C}{4}$$

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:-

$$distance\ ab = \sqrt{(xa - xb)^2 + (ya - yb)^2}$$

وكذلك يمكن حساب الزوايا (θ) ، (ϕ) في الشكل (أ) من احداثيات النقطتين (a) ،(b) كما يلي

$$\theta = tan^{-1}\left(\frac{ya}{xa}\right)$$

$$\phi = tan^{-1}\left(\frac{yb}{xb}\right)$$

وتكون الزاوية (< apb) هو مجموع الزاويتين (θ) ، (ϕ).

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

مقياس الرسم للخارطة هو النسبة ما بين المسافة على الخارطة والمسافة المقابلة لها على الارض ، وبنفس 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 للأرض ويعبر عن مقياس الرسم أما بالوحدات المتكافئة او بالكسر الممثل بدون وحدات أو بالنسب بدون وحدات .

1) الوحدات المتكافئة مثل 100 m =1 cm

2) الكسر الممثل بدون وحدات مثل 1/10000

3) النسب دون وحدات مثل 10000 : 1

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

مقياس الرسم للصوره الجويه الرأسيه فوق ارض مستويه :

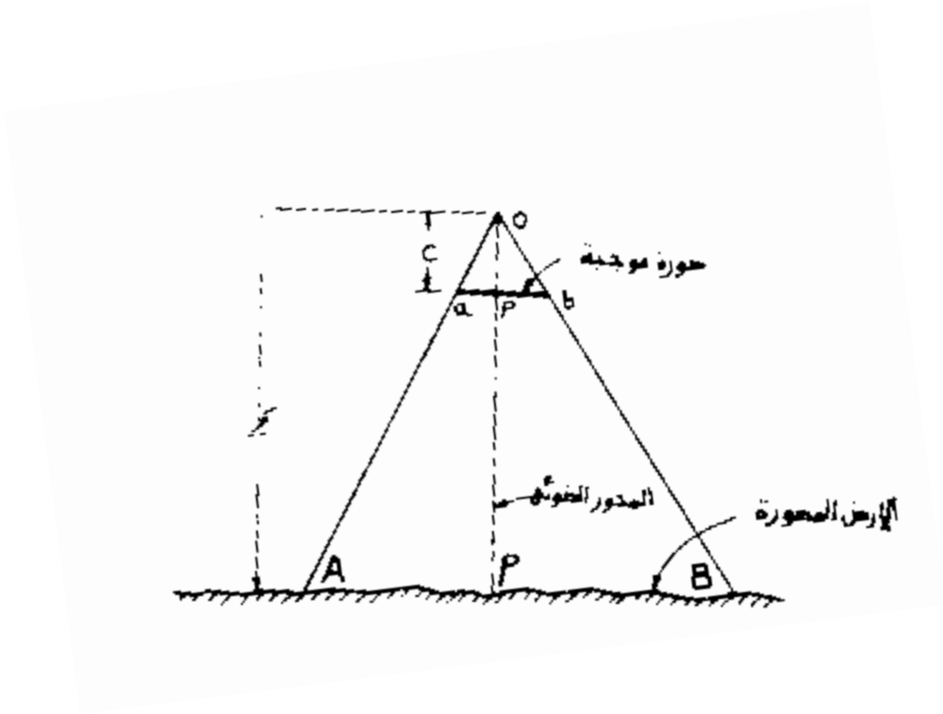
يوضح الشكل(3-3) مقطع جانبي بصوره فوق ارض مستويه وبما أن الدراسات والمقاييس كلها تؤخذ عاده من الصور الموجبة اكثر من السالبة لذلك حذفت الصورة السالبة من الرسم وأن مقياس رسم الصورة الراسية فوق ارض مستويه هو النسبة ما بين (ab)على الصورة والمسافة التي تقابلها على الارض(AB).

في الشكل (3-3) نلاحظ تشابه المثلثين (Oab) و (OAB) ومن تشابه نستنتج ما يلي :

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

المعادلة (1) .....

$$Scale\ \frac{1}{M} = \frac{c}{\acute{Z}}$$



الشكل(3-3)

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 مستويه بآلة تصوير بعدها البؤري 152.4 mm ومن ارتفاع طيران مقداره 4572 m فوق سطح الارض .

الحل:-

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

$$Scale\ \frac{1}{M} = \frac{152.4}{4572} = \frac{1}{30\ 000}$$

1:30000

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

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

فلنفرض ان صورة جوية راسية اخذت فوق منطقة مختلة المناسيب من محطة الالتقاط (0) 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) وبتشابه المثلثين (OAB) و (Oab) يمكن الحصول على مقياس رسم الصورة عند الخط كما في المعادلة التالية :-

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

المعادلة (2).....

وكذلك بتشابه المثلثين (OPA) , (OPa) نستنتج الا تي :-

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

المعادلة (3).....

من معادلة (2) , (3) نستنتج الاتي:-

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

المعادلة (4).....

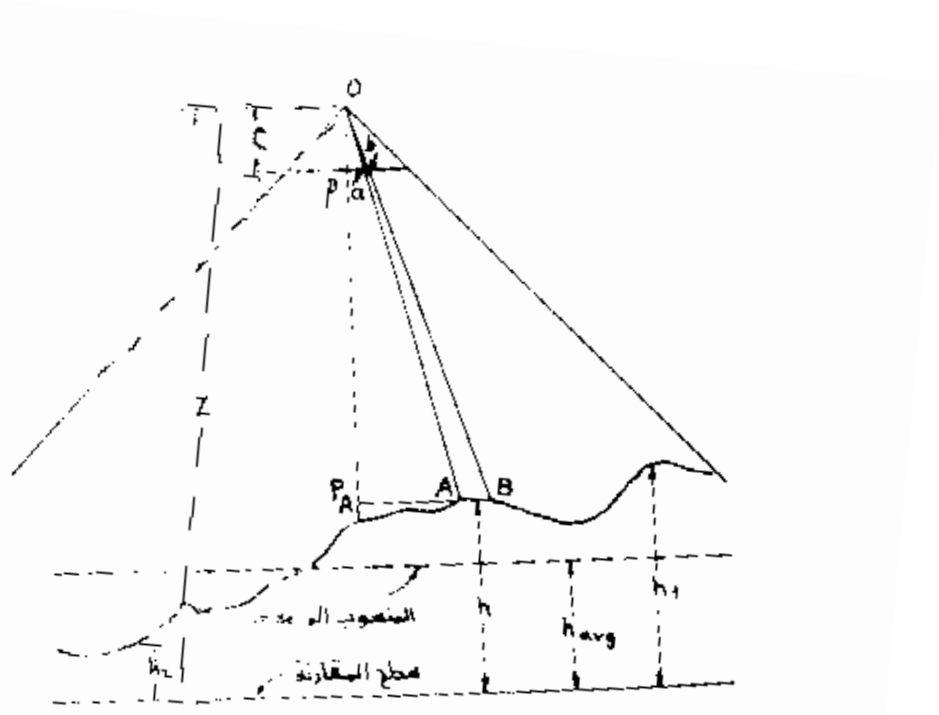
فأذا اعتبرنا الخط (AB) هو أي نقطة على الصورة , فأن المعادلة (4) سوف تعبر عن مقياس الرسم لهذه النقطة على الصورة , وبوجه عام فأنه يمكن تحديد مقياس الرسم لأي نقطة ارتفاعها عن سطح المقارنة بمقدار

(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 فأن الصور الجوية الراسية التي تؤخذ فوق أرض مختلفة المناسيب يكون لها عدد لايحصى من مقاييس الرسم.



شكل (4-3) يبين مقياس الرسم لصورة جوية رأسية

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 للأرض 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 :-

أذا 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 أذا 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 :-

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

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

ثانيا :- اصغر مقياس رسم هو:-

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

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

ثالثا :- مقياس الرسم المتوسط .

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

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

طرق اخرى لتحديد مقياس الرسم للصورة الرأسية :-

1) 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 .

2) أذا حصلنا على الخارطة تغطي نفس المسافة الارضية المصورة فأنه يمكن أن تقاس المسافة على الصورة وعلى الخارطة بين نقطتين يمكن تحديدها جيدا على كل من الصورة والخارطة ويحسب مقياس رسم الصورة من المعادلة الاتية :-

مقياس الرسم =(المسافة على الصورة /المسافة على الخارطة) X مقياس رسم الخارطة .... معادلة (7)

مثال :-

طول طريق مدرج المطار لاحد المطارات على الصورة الجوية هو 157.5 ملليمترا , بينما كان طول هذا الطريق على الخارطة ذات مقياس رسم (1/20000) هو 101.5 ملليمترا . فماهو مقياس رسم الصورة عند منسوب هذاالطريق .

الحل :-

مقياس رسم الصورة عند منسوب هذا الطريق هو

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

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

24

مثال :-

اذا كانت المسافة بين النقطتين (b,a) على الصورة هي (185.5 mm) وكانت الاحداثيات الارضية للنقطتين كمل يلي :-

$XA = 195637.64$ m

$XB = 195425.73$ m

$YA = 12685.32$ m

$YB = 13435.81$ m

احسب مقياس رسم الصورة عند الخط (AB)

الحل :-

المسافة $AB = \sqrt{(XA - XB)^2 + (YA - YB)^2}$

$= \sqrt{(195637.62 - 195425.73)^2 + (12685.32 - 13435.81)^2}$

$= \sqrt{(211.91)^2 + (750.49)^2}$

$= \sqrt{44905.848 + 563235.24}$

$= 779.834\ m$

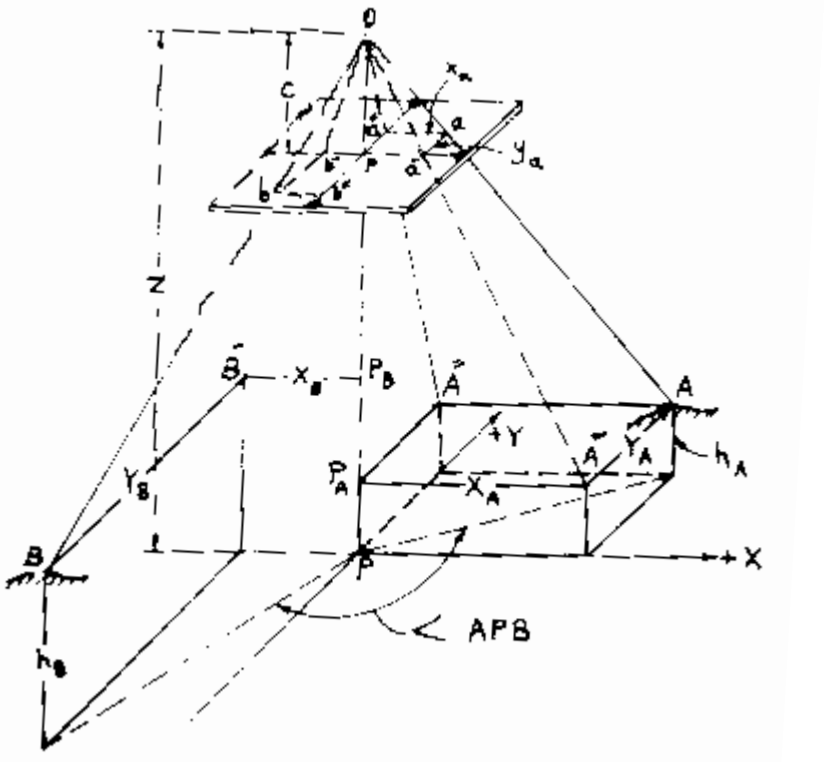
فتكون المسافة (AB) على الارض هي 779.834 مترا ويكون مقياس رسم الصورة هو :

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

الاحداثيات الارضية من الصورة الجوية الراسية :-

:-(Ground Coordinates From A Vertical Photograph)

يمكن تحديد احداثيات النقاط الارضية التي تظهر مواقعها على الصورة 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 التقاط الصورة.



شكل (3-5) يبين الاحداثيات الارضية من الصورة جوية راسية

يبين الشكل (3-5) 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 (yb,xb,ya,xa) وبذلك

تكون الاحداثيات الارضية للنقاط (B,A) على هذا النظام هي (YB,XB,YA,XA) من المثلثين المتشابهين (Opá) و ($OP_A\bar{A}$) نستنتج المعادلة التالية :-

$$\frac{\text{pá}}{\text{PA}\acute{\text{A}}} = \frac{\text{c}}{z - h_A} = \frac{xa}{XA}$$

ومنها نستخرج المعادلة :

$$XA = xa\frac{z - h_A}{c} \qquad \text{معادلة (8)} \ldots.$$

وكذلك من تشابه المثلثين ($O\acute{a}p$, $OPA\acute{A}$) نستنتج الاتي :-

$$\frac{\text{P}\acute{a}}{\text{PA}\acute{A}} = \frac{\text{c}}{z - h_A} = \frac{ya}{YA}$$

ومنها نستخرج المعادلة :-

$$\text{YA} = \text{ya}\frac{z - h_A}{\text{c}} \qquad \text{معادلة (9)} \ldots.$$

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

$$XB = xb\frac{z - h_B}{c} \qquad \text{معادلة (10)} \ldots.$$

$$\text{YB} = \text{yb}\frac{z - h_B}{\text{c}} \qquad \text{معادلة (11)} \ldots.$$

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 للخطة (AB) باستخدام نظرية فيثاغورس كالاتي:-

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

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

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

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

المسافة الحقيقة المائلة (AB) هي

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

مثال :-

صورة جوية رأسية أخذت بواسطة آلة تصوير بعدها البؤري(152.4 mm) من ارتفاع طيران مقداره (2450 m) فوق سطح المقارنة والنقطتين (b,a) هما صورتي النقطتين الارضيتين (B,A) على الصورة بعد تصحيحها فكانت

xa= - 43.25 mm , ya= -56.12 mm

xb=35.54 mm , yb= 30.18 mm

احسب طول المسافة الافقية للخط (AB) وكذلك المسلفة الحقيقة المائلة اذا علمت ان ارتفاع نقطة (A) 420 متراً وارتفاع نقطة (B) 385 متراً فوق سطح المقارنة .

الحل:-

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

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

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

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

28

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

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

$= \sqrt{1118646.791 + 1337411.296}$

$= 1567.1816 \quad m$

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

المسافة الحقيقة(المائلة) $AB = \sqrt{2456058.167 + 1225}$

المسافة الحقيقة(المائلة) $AB = 1567.5724 \quad m$

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 مقداره (Z_n) فوق سطح المقارنة والبعد البؤري لالة التصوير هي (C) ونقطة (p) هي نقطة الاساس على الصورة . وصورة النقطة (A) التي لها منسوب مقدارة (h_A) عن مستوى سطح المقارنة تقع عند نقطة (a) على الصورة ونقطة ($\acute{A}$) هي نقطة وهمية تقع رأسيا تحت نقطة (A) عند مستوى المقارنة ويكون موقع النقطة الوهمية المقابلة لها على الصورة هي ($\acute{a}$) وتبين من الشكل ان كل من (OP , $A\acute{A}$) هي خطوط رأسية. ولذلك فيكون المستوى (AaOpP$\acute{A}$) هو مستوى رأسي ويكون المستوى ($\acute{A}\acute{a}OpP$) هو ايضا مستوى رأسي ويكون مطابقا للمستوى (AaOpP$\acute{A}$) وحيث ان هذه المستويات تقطع مستوى الصورة على الخطوط (p$\acute{a}$,pa) على التوالي فيكون الخط (a$\acute{a}$) هو الازاحة الناتجة عن التضاريس بالنسبة للنقطة (A) الناتجة من ارتفاعها بمقدار (h_A) يكون شعاعيا من نقطة الاساس ويمكن ان نستنتج المعادلة الخاصة بحساب الازاحة الناتجة عن التضاريس من المثلثات المتشابهة :

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

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

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

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

$$\frac{\acute{r}}{R} = \frac{C}{Zn}$$

$$\acute{r}(Zn) = CR$$

جـ- من المعادلتين السابقتين نستنتج ان :-

$$r(Zn - hA) = \acute{r}(Zn) \quad \ldots\ldots(15) \text{ معادلة}$$

د- باعادة ترتيب المعادلة السابقة واستبدال الرمز (Δr) بدلا من $(r - \acute{r})$ ينتج الاتي:-

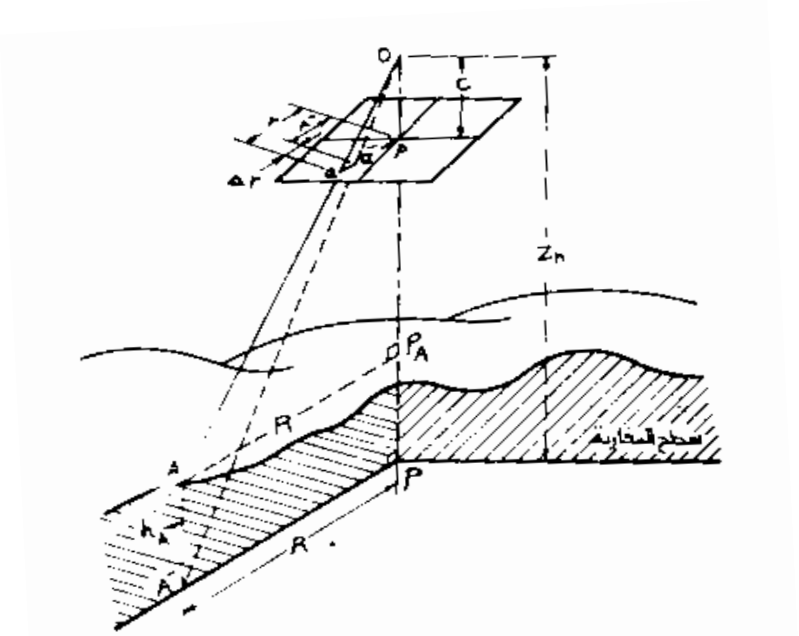
$$rZn - rhA = \acute{r}(Zn)$$

$$rhA = (r - \acute{r})Zn$$

$$rhA = \Delta rZn$$

$$\Delta r = \frac{rhA}{Zn} \quad \ldots\ldots(16) \text{ معادلة}$$

$$hA = \frac{\Delta r\, Zn}{r} \quad \ldots\ldots(17) \text{ معادلة}$$



الشكل (3-6) يبين الازاحه الناتجة عن تضاريس على الصورة خوية رأسية

حيث ان (Δr) = 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 بازدياد المسافة الشعاعية على الصورة كما انها تزداد بازدياد ارتفاع العارض عن سطح المقارنة ومن جهة اخرى تقل الازاحة الناتجة عن التضاريس بازدياد ارتفاع الطائرة عن سطح المقارنة ، والازاحة الناتجة عن التضاريس تكون شعاعية من نقطة الاساس.

مثال1:-

كان ارتفاع الطائرة (3000 m) فوق الارض المستوية ويوجد في الصورة برج له ازاحة ناتجة عن التضاريس مقداره (0.4 mm) والمسافة بين نقطة الاساس الى قمة البرج على الصورة هي (80 mm) , احسب ارتفاع البرج.

الحل :-

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

مثال2:-

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

الحل :-

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

$$= 2125 - 225 = 1900\ m$$

$$\left(\text{ارتفاع المدخنة}\right)\ hA = \frac{\Delta r\ Zn}{r}$$
$$= \frac{0.62 * 1900}{95.38}$$
$$hA = 12.351\ m$$

الرؤية المجسمة

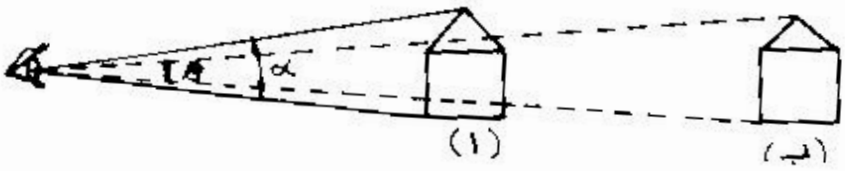
أسس الرؤية المجسمة

أن أسس وميكانيكية الشعور بالنظرة المجسمة هي بسيطة نسبيا ويجب على كل شخص يعمل في مجال المسح الجوي أن يدرسها ويلم بها فبعض هذه الاسس يمكن الاشارة اليها بواسطة الاشكال الهندسية والمعادلات الرياضية البسيطة ولكن ايضا توجد مظاهر أخرى تعتبر فسيولوجية كعمل عين الانسان والادراك العقلي للنظرة المجسمة , وان عملية الرؤية تبدو طبيعية وأننا نادرا ما نفكر في كيفية حصولها وفي عملية الرؤية سواء بالعين الواحدة أو بالعينين معا توجد ثلاثة عناصر مهمة تعمل معا هي العين الكروية والعصب البصري ومركز الابصار في المخ . أن العين الكروية هي كروية الشكل وتحتوي على جهاز ضوئي وميكانيكية عصبية وهي حساسة للاشعة الضوئية والمنظر المتكون من الاشعة الضوئية ينتقل الى المخ من خلال العصب البصري حيث يتم الشعور والاحساس بالرؤية للعوارض الموجودة في مجال الرؤية للشخص وكذلك المقدرة للتمييز بين الفرق في الحجم والشكل والمسافة بالاضافة الى مقدار اللمعة ولون هذه الاشياء .

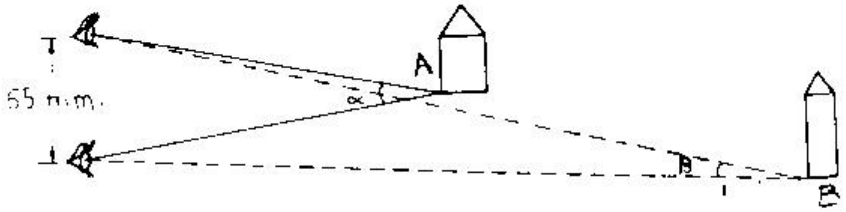
كيفية الرؤية بالعينين معا وادراك العمق المجسم

أن عين الانسان المتحركة لها المقدرة لتعطي مجال رؤيا أفقي حوالي (45°) للداخل و(135°) للخارج وكذلك مجال رؤيا رأسي حوالي (50°) للاعلى و(70°) للاسفل وبالرغم من أن الانسان يمكنه الرؤية بعين واحدة ويكون لهذه العين الواحدة مجال رؤيا واسع في كل من الاتجاهات الافقية والرأسية فأنها تكون محدودة جدا في قدرتها على توصيل الادراك الصحيح للعمق . أن الانسان العادي له عينان بدلا من عين واحدة ولذلك فقدرته على الرؤية قد زادت وتأكدت فعندما تعمل العينان بطريقة طبيعية فأن كل منهما تعمل بطريقة مشابهة لالة التصوير وقت التقاط الصورة وتمر الاشعة الضوئية من خلال العدسة التي تسبب في التقاط الحزم الضوئية عند البؤرة بنفس طريقة عمل الة التصوير حيث تتكون الصورة على الشبكية ثم تنتقل الى المخ بواسطة العصب البصري حيث تدرك الشعور بالرؤية. الحجم الظاهري لاي عارض على الزاوية المقابلة بواسطة العارض عند العين فمثلا المنزل (أ) في الشكل (4-5) يقابل زاوية (α) ولذلك يظهر أكبر من المنزل (ب) الذي يقابل زاوية أصغر (β) والعين العادية يمكنها أن تميز العوارض التي تقابل زاوية صغيرة جدا . أن المسافة التي تفصل بين عيني الانسان تدعى قاعدة الابصار (Eye Base) وهي في المتوسط (65 mm) ولذلك فأنه يتكون منظرين مختلفين قليلا لاي عارض بواسطة كلا العينين . وأن أتجاه خط النظر لكل عين يضبط تلقائيا على منظر معين وحينما ننظر الى عارض معين فكلما كان قريبا لاعيننا تكبر الزاوية التي يجب أن تديرها كل عين في أتجاه الاخرى وهذه العملية تسمى تلاقي خطي

النظر. مجموع الزوايا التي يجب على العينين أن تديرهما لترى عارض معين مثل نقطة (A) في الشكل (5-5) تساوي الزاوية بين خطي النظر من كل عين الى هذا العارض . وهذه الزاوية تسمى زاوية تلاقي خط النظر ولان هذه الزاوية تقل كلما زاد بعد العارض ولذلك فزاوية تلاقي خطي النظر تمكن أعيننا من أن تنقل الادراك بالمسافة الى المخ وبالتالي تنشئ الشعور بالمنظر ذو الثلاثة أبعاد .



شكل (5-4) يبين الحجم الظاهري للعوارض

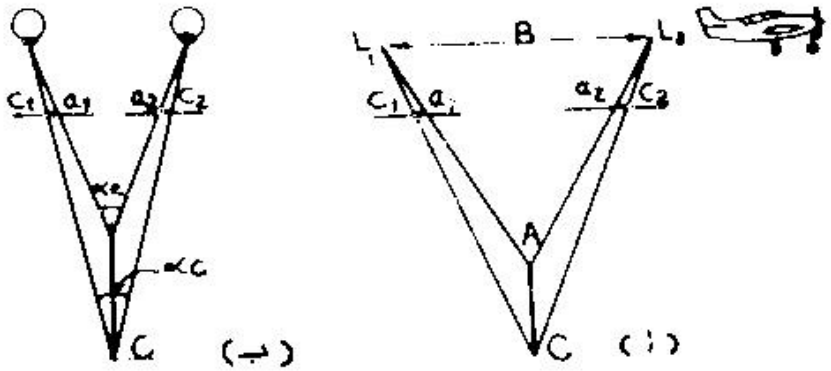


شكل (5-5) يبين الرؤية بالعينين معاً . ويبين العلاقة بين زاوية تلاقي خطي النظر وبعد العارض عن العينين .

الرؤية المجسمة بواسطة الصور:-

يمكن الاحساس بالبعد الثالث أو الاحساس بالتجسيم بأستخدام الصورة الجوية . فلنفرض أن صورتين جويتين التقطتا من المحطتين (L1,L2) بحيث تظهر المدخنة قي الصورتين (الشكل 5-6) وكان ارتفاع الطائرة عن الارض هو (Z) والمسافة بين النقطتين هي (B) خط القاعدة الجوية ونقطتي (A,C) هما قمة وقاعدة المدخنة وتظهران في الصورة اليسرى كنقطتي (c1,a1) وفي الصورة اليمنى (c2,a2) فأذا وضعنا الصورتين على منضدة ونظرنا اليهما بحيث العين اليسرى لا ترى الا الصورة اليسرى والعين اليمنى لا ترى الا الصورة اليمنى فأنه يحدث

الشعور بالابعاد الثلاثية أو النظرة المجسمة , وتبدو لنا المدخنة وكأنها تحت المنضدة وأن المخ يميز أرتفاع المدخنة بين النقطتين (A,C) بواسطة تلاقي خطي النظر (αa , αc) . وبالنظر الى جميع أجزاء المساحة المتداخلة للصورتين بنفس الطريقة السابقة فأن المخ يستقبل الشعور بالابعاد الثلاثية للارض المصورة وهذا يتم بواسطة زاوية تلاقي خطي النظر المتغير لعدد لا نهائي من المناظر التي تمثل الارض وأن المنظر المجسم ذو الابعاد الثلاثة يسمى النموذج المجسم .



شكل (4-5) يبين التقاط صورتين جويتين متداخلتين للمدخنة (CA) من خطي الالتقاط (L_1 L_2) وخط القاعدة (B) .

شروط الرؤية المجسمة بواسطة الصور :-

يمكننا الحصول على الشعور بالابعاد الثلاثية تحت شروط معينة هي :

1. يجب أن يكون هناك تداخل طولي بين الصورتين من 55% الى 90% وعادة ما يكون 60% .
2. محاور الة التصوير الجوي يجب أن تكون في مستوى واحد تقريبا أثناء اللقطات المتتالية .
3. مقياس الرسم للصورتين الجويتين يجب أن يكون متساوي تقريبا .
4. النسبة ما بين خط القاعدة وارتفاع الطائرة (B/Z) يجب أن تكون بين 0.25 , 2 .

طرق رؤية الاشكال المجسمة :-

عند دراسة طرق رؤية الاشكال المجسمة فأننا يجب أن نأخذ في أعتبارنا شيئين هما :

1. دقة توضيح الصورة أو تكييف العين والذي يتم بضبط البعد البؤري لعدسة العين حتى تكون الصورة واضحة وهذة المسافة تكون من 15 cm الى ما لا نهاية والتوضيح العادي هو 25 cm .
2. مسافة تلاقي خطي النظر للعينين وهو نوجيه المحور الضوئي للعينين الى نقطة معينة . هذه النقطة تختلف في بعدها من 15 cm الى ما لا نهاية .

طرق النظرة المجسمة من صورتين هي :

1.طريقة تقاطع محاور العينين:

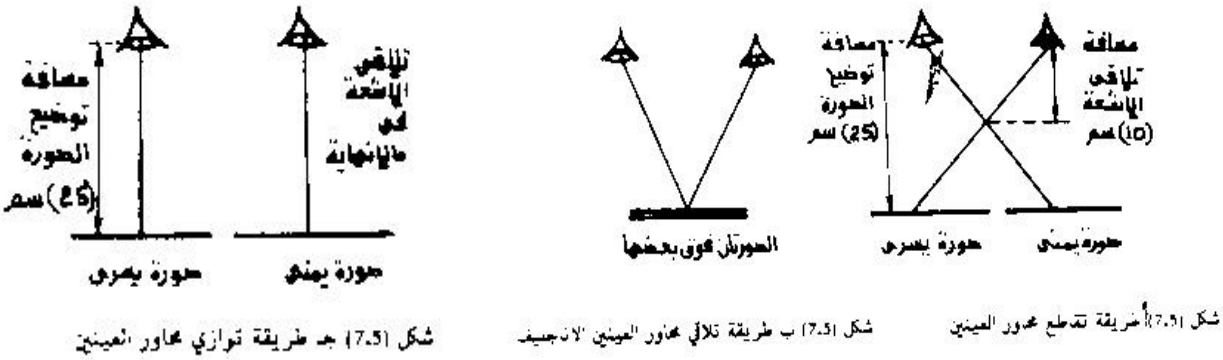
وهي تحدث عندما ننظر بالعين اليمنى الى الصورة اليسرى وبالعين اليسرى الى الصورة اليمنى وفيها يكون تلاقي الاشعة وتوضيح الصورة على مسافتين مختلفتين وهذه الطريقة صعبة وتحتاج الى تمرين كثير ونادرا ما تستخدم (الشكل (5 – 7) أ) .

2.طريقة تلاقي محاور العينين:

وهذه هي الحالة العادية للنظر حيث أن مسافة كل من توضيح الصورة وتلاقي الاشعة على مسافة واحدة مقدارها عادة 25 cm وهي الطريقة الاسهل (شكل (5 – 7) ب) وفي هذه الطريقة تستعمل صورتان للابصار المجسم مطبوعتان فوق بعضهما بلونين متكاملين بحيث تكون أحدهما مزاحة قليلا الى اليسار أو الى اليمين عن الصورة الاخرى فالصورة التي ترى بالعين اليمنى مثلا تطبع باللون الازرق المخضر والصورة التي ترى بالعين اليسرى تطبع باللون الاحمر ثم توضع أمام العينين نظارة يكون لها مرشح زجاجي أزرق مخضر أمام العين اليسرى واخر أحمر أمام العين اليمنى وبذلك نرى صورة الازرق مخضر بواسطة العين اليسرى فقط ولذلك فكل عين ترى من خلال النظارة الصورة المطلوبة باللون المكمل سوداء والتأثير الناتج سيكون نموذجا مجسما غير ملون (بالاسود والابيض) وتسمى الصورة الفاتحة بالاناجليف .

3.طريقة توازي محاور العينين:

في هذه الطريقة تتلاقى الاشعة في ما لا نهاية ويكون توضيح الصورة على مسافة (25 cm) – الشكل (5 – 7 ج) حيث تنظر العين اليمنى الى الصورة اليمنى فقط والعين اليسرى الى الصورة اليسرى فقط ثم يحدث الاندماج المجسم وهذه الطريقة صعبة بعض الشئ وتحتاج الى تمرين ولكنها تكون أسهل أذا وضعت عدسات موجبة (أستريوسكوب) ما بين العين والصورة .

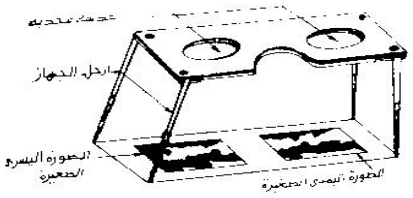


شكل (7.5) أ طريقة تقاطع محاور العينين — شكل (7.5) ب طريقة تلاقي محاور العينين الاناجليف — شكل (7.5) جـ طريقة توازي محاور العينين

انواع الاستريوسكوب :

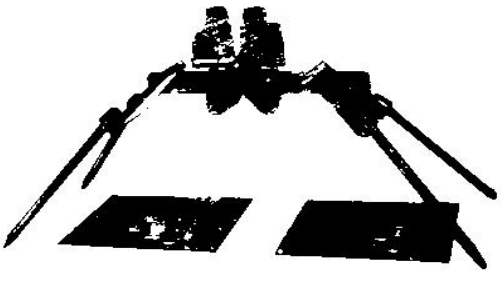
أن أبسط الاجهزة الضوئية للرؤية المجسمة هي الاستريوسكوب وأجهزة الاستريوسكوب قد تكون من النوع الذي يستخدم المراة أو الموشور أو العدسة أو مزيج من هذه الانواع .

أ) الاستريوسكوب الجيبي : وهو أقل الانواع كلفة وأكثرها شيوعا في الاستعمال وهو يتكون من عدستين بسيطتين محدبتين مركبتين في أطار خاص والمسافة بين العدستين تساوي مسافة قاعدة الابصار (65 mm) وفي بعض الانواع يمكن تغيير مسافة قاعدة الابصار للشخص المستخدم للجهاز وتكون بحدود (60 mm – 70 mm) ويمكن طي الارجل أو نزعها وبذلك يمكن حفظ الجهاز ويسهل حمله وبذلك يمكن أستخدامه بسهولة في الحقل وقوة تكبير العدستين (2 – 5) مرة .



شكل (9-5) الاستريوسكوب الجيبي

ب) الاستريوسكوب ذو المرايا : فكرة صناعة الجهازهي بدلا من أن تسير الاشعة من الصورة الى العدسة مباشرة فقد أضيفت مرايا ومواشير تعكس الاشعة عدة مرات قبل أن تصل الى العدسة مما يعطي مجالا لزيادة المسافة بين الصورتين فيسمح بأن تكون الصورتان الكبيرتان ذات الابعاد cm (23 x 23) مفصولتان عن بعضهما تماما عند النظر بالاستريوسكوب ذو المرايا وتصل المسافة بين النقطتين المتناظرتين على الصورتين حوالي (24 cm) وبذلك نرى المنطقة المتداخلة بأكملها مجسمة في وقت واحد كما أن الجهاز مزود بعدسات ومنظار بعدستين مكبرتين قد تصل قوة تكبيرهما(4.5 x) وأحيانا الى(8 x) ومن استخدامات الجهاز هو قياس الارتفاعات للنقاط



شكل (9-5) الاستريوسكوب ذو المرايا

شكل (10-5) مسار الاشعة للاستريوسكوب ذو العدسة

ستخدام أجهزة الاستريوسكوب

الرؤية المجسمة الصحيحة تستلزم أن يكون خط قاعدة الابصار والخط الواصل بين مراكز عدستي الاستريوسكوب أي خط القاعدة للجهاز وأتجاه خط الطيران المحدد على الصورة الجوية متوازية ولتوجيه الصور تحت جهاز الاستريوسكوب ذو المرايا نتبع الخطوات التالية :

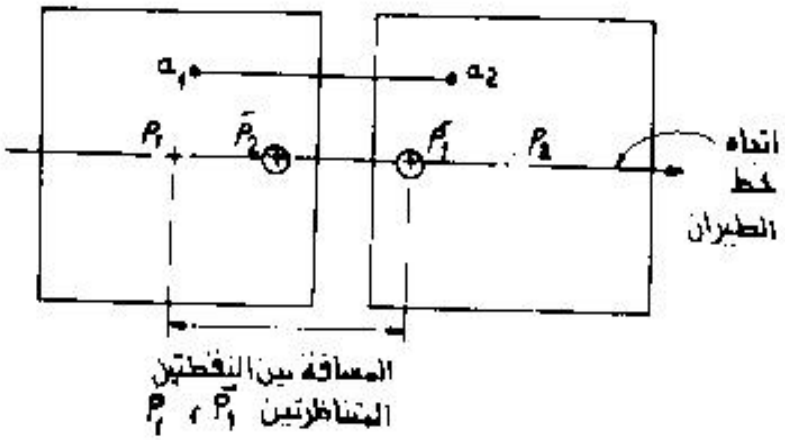
أ) رسم خط القاعدة للصورتين :

1. حدد نقطة الاساس (P_1 , P_2) للصورتين اليسرى واليمنى على التوالي وذلك بتحديد نقطة تقاطع كل خطين واصلين بين علامتين متقابلتين من علامات أطار الصورة .
2. أشر بدائرة خفيفة قطرها حوالي 1 سم محددا المكان التقريبي لنقطة الاساس للصورة اليسرى على الصورة اليمنى والمكان التقريبي لنقطة الاساس للصورة اليمنى على الصورة اليسرى وذلك بملاحظة العوارض حول كل نقطة ومقارنتها بالصورة الاخرى .
3. ضع الصورتين بحيث تكون المنطقة المشتركة للصورتين فوق بعضهما وبحيث تكون الصورة اليسرى لليسار والصورة اليمنى لليمين ومراعيا أن تظهر الظلال في أتجاه الراصد أو ناحية اليمين لتفادي النظرة المعكوسة .
4. ضع جهاز الاستريوسكوب ذو المرايا فوق الصورتين ومستخدما المنظار ذو العدسة المكبرة وأجعل نقطة الاساس للصورة اليسرى في وسط مجال الرؤيا للعين اليسرى وحرك الصورة اليمنى حتى تظهر الدائرة المرسومة فوق هذه النقطة وبواسطة النظر بالعينين من خلال الاستريوسكوب حرك الصورة اليمنى قليلا الى الشمال أو اليمين حتى تحصل على أوضح منظر مجسم . حدد المكان المضبوط لنقطة الاساس للصورة اليسرى على الصورة اليمنى وهي (P^{-}_1)
5. أتبع نفس الطريقة السابقة في الخطوة (4) لتحديد المكان المضبوط لنقطة الاساس للصورة اليمنى على الصورة اليسرى وهي (P^{-}_2) .
6. أرسم خطا على الصورة اليسرى يصل بين نقطة الاساس للصورة ونقطة الاساس المنقولة للصورة المجاورة أي بين (P_1 , P^{-}_2) وكذلك خطا اخر على الصورة اليمنى يصل بين نقطة الاساس للصورة (P_2) وبين نقطة الاساس المنقولة للصورة اليسرى أي (P^{-}_1) وهذا الخط يسمى خط القاعدة على الصورة (photo base line) .

ب) ضع الصورتان الجويتان تحت جهاز الاستريوسكوب ذو المرايا في الوضع الصحيح للحصول على الرؤية المجسمة بطريقة التوجيه بأستخدام خط الطيران كالاتي :

1. أرسم خط القاعدة على ورقة مقوى وثبت الورقة المقوى على المنضدة بحيث يكون الخط المرسوم موازيا لحافة المنضدة وبعيدا بعدا كافيا من حواف المنضدة حتى يمكن وضع الاستريوسكوب ذو المرايا فوق هذا الخط في وضع مريح ويمكن رؤية الصورتين ثم أجعل خط القاعدة للجهاز مطابقا لخط القاعدة على الورق المقوى وذلك بأن ترى خط القاعدة على الورق المقوى خطا واحدا من خلال عدستي جهاز الاستريوسكوب .
2. أكمل الخط المستقيم بين (P_1 , P^{-}_2) على الصورة اليسرى حتى حافة الصورة من الناحيتين وكذلك أكمل الخط المستقيم بين (P_1 , P_2) على الصورة اليمنى حتى حافة الصورة ايضا من الناحيتين وهذان الخطان يمثلان خط الطيران على كل صورة .
3. تثبيت الصورة اليسرى بشريط لاصق تحت المرايا اليسرى للجهاز بحيث ينطبق خط الطيران على الصورة اليسرى مع خط القاعدة المرسوم على الورق المقوى .
4. حرك الصورة اليمنى تحت المرايا اليمنى بحيث ينطبق خط الطيران للصورة اليمنى مع خط القاعدة المرسوم على الورق المقوى وأنظر بالعينين من خلال الجهاز حتى يظهر المنظر مجسما أوضح ما يمكن وعندها تثبت الصورة اليمنى بشريط لاصق في هذا الوضع . وقي هذا الوضع تكون قاعدة الابصار للشخص المستخدم للجهاز وخط القاعدة للجهاز الواصل بين مركزي العدستين وخط الطيران على الصورتين – الثلاثة خطوط – متطابقة ومتوازية ويمكن رؤية المنطقة المتداخلة في الصورتين بصورة مجسمة وصحيحة .

الطريقة السابقة وهي طريقة التوجيه بأستخدام خط الطيران تكون ضرورية أذا كان المطلوب هو عمل قياسات دقيقة من الصور مثل قياس الابتعاد بواسطة الستريوميتر أو غيرها وكذلك لاراحة العين عند الرؤية المجسمة .



(13-5) زوجان من الصور المتعاقبة المتداخلة قد وجهت توجيهاً صحيحاً باستخدام توجيه خط العيون .

الابتعاد الصادي :-

هو الابتعاد الذي يحدث في المحور الصادي نتيجة عدم توازي الخط الواصل بين النقاط المتماثلة على الصورتين مع خط الطيران مما يسبب تعب للعين فيما أذا كان قليلا وقد يمنع الرؤية المجسمة أذا كان كبيرا مما ينطلب التوجيه الصحيح لأزواج الصور الجوية تحت جهاز الاستريوسكوب ذو المرايا .

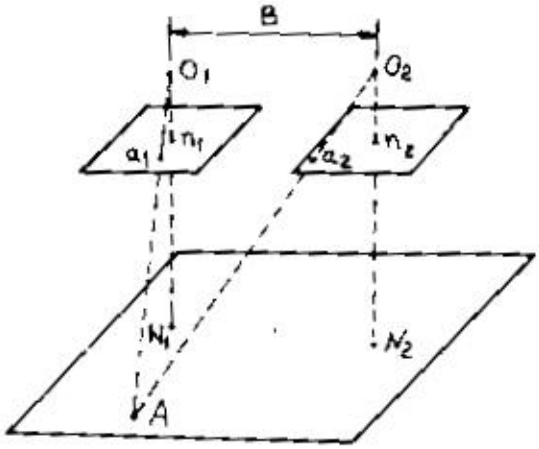
الابتعاد الاستريوسكوبي وعلامة القياس

(STEREOSCOPIC PARALLAX AND FLOATING POINT)

الابتعاد الاستريوسكوبي:

هو الاختلاف في موقع صور نقطة العارض على صورتين متعاقبتين نتيجة لاختلاف موضع الة التصوير .

في الشكل (6–1) صورتان موجبتان خاليتان من الميل أخذتا من مركزي أسقاط (O_2,O_1) للصورتين اليسرى واليمنى على التوالي والنقطتين (n_2,n_1) هما نقطتي النظير للصورتين اليسرى واليمنى على التوالي والعارض (A) له صورة (a_1) على الصورة اليسرى و(a_2) على الصورة اليمنى .



شكل (1.6) الاختلاف في موقع (A) على الصورتين المتعاقبتين

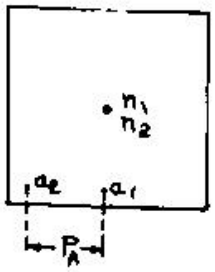
في الشكل (6–2) وضعت الصورتان الواحدة فوق الاخرى بحيث كانت نقطتا النظير (n2,n1) متطابقتين وبذلك تكون المسافة (a_2–a_1) هي الابتعاد الاستريوسكوبي للنقطة (A) وتسمى (P_A) . في الشكل (6–3)وضعت الصورتان تحت الاستريوسكوب وفي الوضع المجسم ويكون الابتعاد الاستريوسكوبي للنقطة(A) كما يأتي :

$$P_A = (a_1a_2) - (n_1n_2)$$

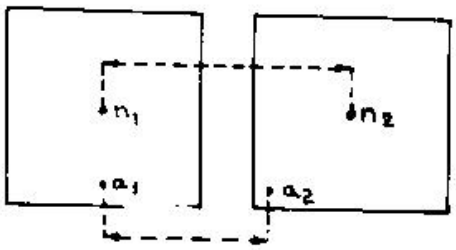
الابتعاد الاستريوسكوبي يكون في أتجاه خط الطيران (في أتجاه المحور السيني) وينعدم في الاتجاه العمودي على خط الطيران (في أتجاه المحور الصادي) ما لم يحدث لاسباب أخرى .

حدوث الابتعاد الاستريوسكوبي في المحور السيني فقط يعتبر خاصية من أهم خواص الابصار المجسم ويحسب من المعادلة التالية :

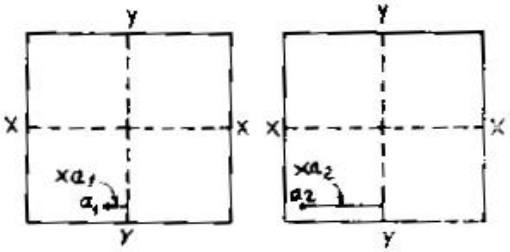
$P_A = x_{a1}$ (على الصورة اليسرى) $- x_{a2}$(على الصورة اليمنى)



شكل (2.5) وضعت الصورتان الواحدة فوق الاخرى



شكل (3.6) تحت الاستريوسكوب وفي الوضع المجسم بعد توجيه خط الطيران للصورتين تنفصل الصورتان



شكل (4.6) القياس الابتعاد السيني للنقطتين المتناظرتين على الصورتين

مثال :-

أذا كان الاحداثي السيني للنقطة (a_1) على الصورة اليسرى هو (−4.5 mm) والاحداثي السيني للنقطة (a_2) على الصورة اليمنى هو (−88.30mm) فما هو الابتعاد الاستريوسكوبي للنقطة (A) ؟

الحل :

$P_A = x_{a1}$ (على الصورة اليسرى) $- x_{a2}$(على الصورة اليمنى)

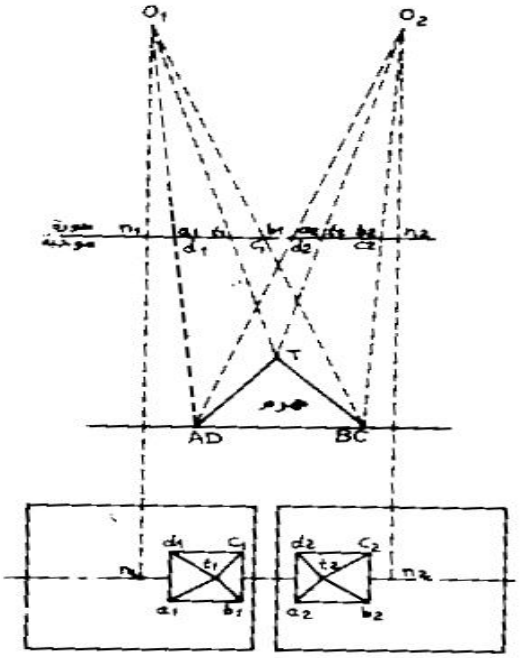
$$P_A = x_{a1} - x_{a2} = -4.5 - (-88.3) = +83.8 \text{ mm}$$

العلاقة بين الابتعاد الاستريوسكوبي وارتفاع النقاط عن سطح المقارنة:

في الشكل أدناه أخذت صورتان للهرم الذي قاعدته (ABCD) وقمته (T) . وضعت الصورتان فوق بعضهما بحيث أنطبقت نقطتا النظير (n_2 , n_1) فأن الابتعاد للنقاط سيكون :

$$P_A = (a_1a_2) \quad , \quad P_B = (b_1b_2) \quad , \quad P_C = (c_1c_2) \quad , \quad P_D = (d_1d_2) \quad , \quad P_T = (t_1t_2)$$

بمقارنة الابتعادات نلاحظ ($P_A = P_B = P_C = P_D \neq P_T$) وهذا لان النقاط (A,B,C,D) توجد كلها على نفس المستوى (مستوى المقارنة) وليس لها أزاحة ناتجة عن التضاريس ولكن نقطة (T) ليست في مستوى المقارنة وهي مرتفعة عنه والنقاط (t_2 , t_1) ليست في مركز الهرم بسبب وجود الازاحة الناتجة عن التضاريس ولذلك يكون (P_T) مختلف عن باقي نقاط القاعدة . أي هناك علاقة بين الابتعاد الاستريوسكوبي وأرتفاع النقاط عن مستوى المقارنة .



شكل (٣٤)

فرق الابتعاد :-

نضع الصورتين تحت الاستريوسكوب وفي الوضع المجسم بعد توجيه خط الطيران للصورتين نحصل على الابتعاد الاستريوسكوبي بحساب الفرق بين المسافة بين النقطتين المتناظرتين والمسافة بين نقطتي النظير لكل من الصورتين فمثلا : $P_T = t_1t_2 - n_1n_2$, $P_A = a_1a_2 - n_1n_2$

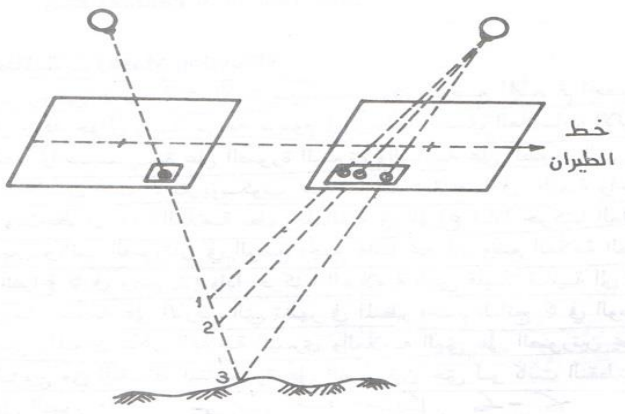
ويكون فرق الابتعاد الاستريوسكوبي بين النقطتين هو :

$$\Delta P_{AT} = P_A - P_T = (a_1a_2 - n_1n_2) - (t_1t_2 - n_1n_2) = a_1a_2 - t_1t_2$$

وبذلك يكون فرق الابتعاد الاستريوسكوبي مساويا في القيمة لفرق المسافة بين زوجين من النقاط المتناضرة تقاس تحت الاستريوسكوب وفي الوضع المجسم بعد توجيه خط الطيران للصورتين .

العلامة الطائفة :-

أذا وضع زوجي الصور تحت الاستريوسكوب وفي الوضع المجسم ثم أحضر ورقتان شفافتان كل ورقة حوالي بوصة مربعة مرسوم في وسطها أحدى العلامات التالية (+ , o , .) ووضعنا واحدة على الصورة اليسرى والثانية على الصورة اليمنى بحيث أذا نظرنا الى العلامتين تحت الاستريوسكوب نجدهما قد أمتزجتا في علامة واحدة كما في الوضع (1) ونلاحظ أن هذه العلامة تظهر طائفة في الفراغ فأذا حركنا العلامة اليمنى قليلا الى اليمين وكانت الصورتان في الوضع المجسم فأننا نجد أن وضع العلامة الطائفة قد أنخفض في الفضاء كما في الوضع (2) وأذا حركنا العلامة اليمنى قليلا ثانية الى اليمين حتى تنطبق العلامة الطائفة على الارض التي تظهر في الوضع المجسم كما في الوضع (3) . تستخدم العلامة الطائفة في نقل نقطة الاساس من صورة الى أخرى أستريوسكوبيا وبنفس الطريقة تستخدم لنقل النقاط الاخرى من صورة الى التي تليها .



شكل (6-6) يبين فكرة العلامة الطائفة

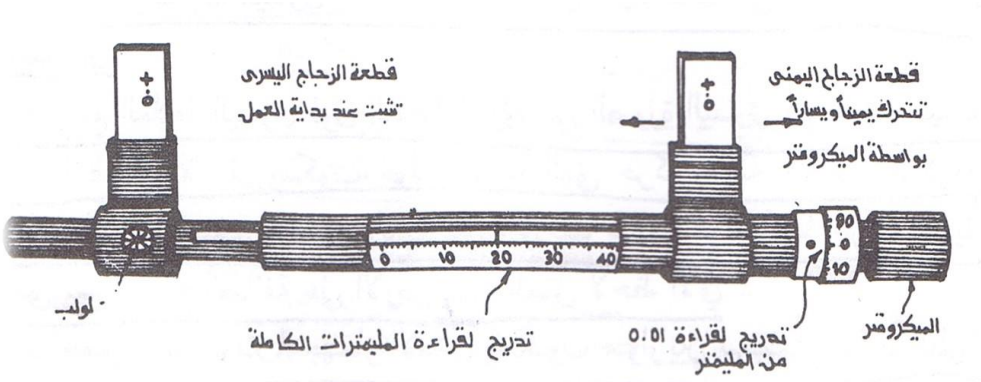
قياس الابتعاد :-

أن قياس الابتعاد لنقطة يعين بطرق مختلفة فبعد تحديد خط الطيران على كل صورة بنقل نقاط الاساس من كل صورة الى الاخرى , فأنه يمكن أقامة خط عمودي على خط الطيران يمر بنقطة الاساس للصورة وهذا يحدد الاحداثي الصادي ويكون خط الطيران الاحداثي السيني ولذلك يمكن قياس الاحداثي السيني(x_{a1}) للنقطة على الصورة اليسرى وكذلك قياس الاحداثي السيني(x_{a2}) للنقطة المناضرة على الصورة اليمنى ويكون الابتعاد هو :

$$P_A = x_{a1} - x_{a2}$$

وتوجد طريقة أخرى لقياس فرق الابتعاد بين النقاط بأستخدام جهاز الستريوميتر أو قضيب الابتعاد وهو جهاز لقياس فرق الابتعاد بين النقاط ولاستخدام هذا الجهاز ميزتان :

1. أخذ قراءات الابتعاد بالنظرة المجسمة بدلا من أستخدام العين الواحدة فتعطي قراءات أدق .
2. تحريك العلامة اليمنى يمينا أو يسارا بواسطة الميكرومتر يمكن تسجيله لاقرب (0.01 mm) حيث يعطي نتائج لفرق الابتعاد تكون دقتها في حدود ($\pm$ 0.01 mm) .



شكل (7.6) الستريومتر او القضيب البرالكس

خطوات العمل بجهاز الستريوميتر :-

1. تثبت الصورتان في الوضع المجسم وتركب الزجاجتين في موضعهما على جهاز الستريوميتر.
2. حرك الزجاجة اليمنى بواسطة الميكروميتر حتى تكون قراءة الجهاز في منتصف التدريج تقريبا .
3. ضع الجهاز تحت الاستريوسكوب وفوق الصورتين ثم ضع الزجاجة اليمنى بحيث تكون أحدى العلامات (+ و o و .) فوق النقطة المراد قياس الابتعاد لها تقريبا على الصورة اليمنى أي في منتصف مجال الرؤيا

حول هذه النقطة بواسطة اللولب الخاص بالزجاجة اليسرى . حرك الزجاجة اليسرى بحيث تقع العلامة (+ و o و .) المتناضرة فوق النقطة المتناضرة على الصورة اليسرى تماما وذلك بدون تحريك الزجاجة اليمنى وأقفل اللولب تماما (أصبح الجهاز موضوع في الوضع الصحيح ويجب عدم الاقتراب من اللولب الخاص بالزجاجة اليسرى لعد ذلك أثناء كل القياسات التي تؤخذ على هاتين الصورتين) .

4. بعد وضع العلامة اليسرى فوق النقطة الاولى على الصورة اليسرى بأستخدام العينين معا للنظر في الاستيريوسكوب , حرك العلامة اليمنى حركة بطيئة بواسطة الميكروميتر حتى تظهر العلامتين ممتزجتين وكأنهما علامة واحدة طائفة ثم حركها حركة خفيفة حتى تقع النقطة الطائفة على الارض .
5. أقرأ قراءة الستريوميتر (m_A) وسجلها في الجدول الخاص بذلك.
6. حرك جهاز الستريوميتر وضعه على نقطتين أخريتين متناضرتين وبدون تحريك الزجاجة اليسرى فقط وحرك الزجاجة اليمنى بواسطة الميكروميتر الى أن تهبط العلامة الطائفة ثم أقرأ قراءة جهاز الستريوميتر للنقطة الثانية (m_B) وسجلها في السجل .
7. الفرق بين القرائتين الاولى والثانية يساوي الفرق في الابتعاد بين النقطتين .

$$\Delta P_{BA} = P_B - P_A = m_B - m_A$$

مثال :-

أذا كان الابتعاد الاستريوسكوبي عند النقطة (A) هو (72.35 mm) وقراءة الستريوميتر عند النقطة (A) هي (12.30 mm) وقراءة الستريوميتر عند النقطة (B) هي (8.75 mm) . أوجد الأبتعاد الاستريوسكوبي لنقطة (B) .

الحل :

$$\Delta P_{BA} = P_B - P_A = m_B - m_A$$

$$P_B - 72.35 = 8.75 - 12.30$$

$$P_B = 68.80 \text{ mm}$$

أيجاد أبتعاد نقطة الأساس :-

الابتعاد لنقطة الاساس للصورة اليسرى (P_1) هو الاحداثي السيني لنقطة (P_1) ناقصا الاحداثي السيني لنقطة (P^-_1)

$$P_{P1} = 0 - (-b^-) = b^-$$

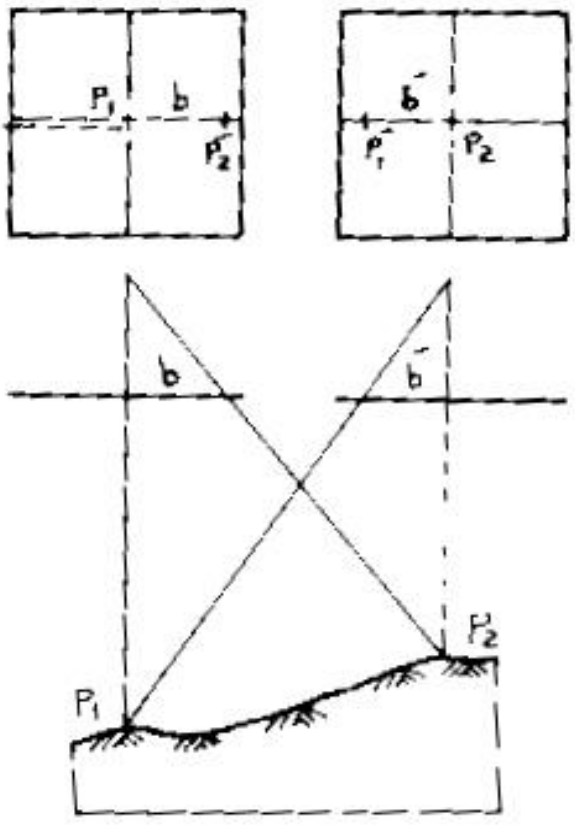
الابتعاد لنقطة الاساس للصورة اليمنى(P_2) هو الاحداثي السيني لنقطة (P^-_2) ناقصا الاحداثي السيني لنقطة (P_2)

$$P_{P2} = b - 0 = b$$

$P_{P2} > P_{P1}$ من الشكل

$b > b^-$

أذن كلما زاد ارتفاع النقطة زادت قيمة الابتعاد الأستريوسكوبي والعكس صحيح .



شكل (8-6) يبين لابتعاد لنقاط لاساس

47

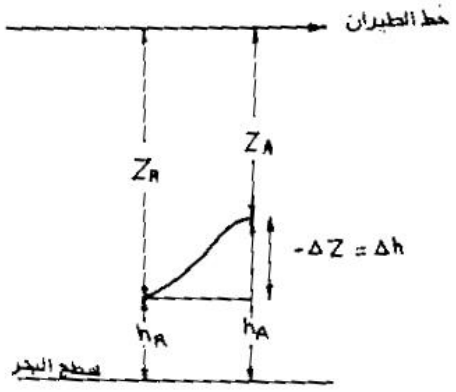
معادلات الابتعاد (العلاقة بين الابتعاد وارتفاع النقاط) :-

$$Z_A = \frac{B.C}{PA}$$

Or $$P_A = \frac{B.C}{ZA} \quad \ldots\ldots (1)$$

$$\Delta P_{AR} = P_A - P_R$$

$$h_A = h_R + \frac{ZR \cdot \Delta PAR}{PR + \Delta PAR} \quad \ldots\ldots (6)$$



شكل (10-8) يبين العلاقة بين فرق ارتفاع الطائرة وفرق المنسوب بين النقطتين (R.A)

حيث أن :

Z_A : أرتفاع الطائرة فوق النقطة (A)

B : خط القاعدة الجوية (المسافة على الارض بين صورتين جويتين متتاليتين)

C : البعد البؤري لعدسة الة التصوير

P_A , P_R : الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطتي (A , R)

ΔP_{AR}: فرق الابتعاد بين النقطتين (A , R)

h_A , h_R : مناسيب نقطتي (A , R)

مثال 1 :

أحسب الابتعاد الاستريوسكوبي للنقاط (A , B , C , D) اذا علمت ان الاحداثيات المقاسة على الصورة كالاتي :

النقطة	الاحداثي السيني على الصورة اليسرى	الاحداثي السيني على الصورة اليمنى
A	54.61 mm	– 32.51 mm
B	70.25 mm	– 19.41 mm
C	96.52 mm	6.86 mm
D	102.87 mm	11.02 mm

ثم حدد ايهم اعلى منسوب وايهم اقل منسوب ولماذا ؟

الحل :

$P_A = x_{a1}$ (على الصورة اليسرى) $- x_{a2}$ (على الصورة اليمنى)

$P_A = 54.61 - (-32.51) = 87.12$ mm

$P_B = 70.25 - (-19.41) = 89.66$ mm

$P_C = 96.52 - 6.86 = 89.66$ mm

$P_D = 102.87 - 11.02 = 91.85$ mm

النقطة (D) هي اعلاهم منسوبا لان ابتعادها اكبر والنقطة (A) هي اقلهم منسوبا لان ابتعادها اقل

مثال 2 :

في المثال السابق (مثال 1) , أحسب ارتفاعات (مناسيب) النقاط (A , B , C , D) اذا كان البعد البؤري لعدسة الة التصوير هو(152.4 mm) وكان ارتفاع الطائرة هو (3672 m) عن سطح المقارنة وكان خط القاعدة الجوية (1926 m) .

الحل :

$$Z_A = \frac{B.C}{PA} = \frac{1926m \ x \ 152.4\,mm}{87.12mm} = 3369 \text{ m}$$

$h_A = 3672 - 3369 = 303$ m

$$Z_B = \frac{B.C}{PB} = \frac{1926m \ x \ 152.4\,mm}{89.66mm} = 3273.7 \text{ m}$$

$h_B = 3672 - 3273.7 = 398.3$ m $= h_C$

$$Z_D = \frac{B.C}{PD} = \frac{1926m \ x \ 152.4\,mm}{91.85mm} = 3195.67 \text{ m}$$

$h_D = 3672 - 3195.67 = 476.33$ m

مثال 3/ زوج من الصور الرأسية يحتويان على صورة كل من النقطتين الارضيتين (C, A) ارتفاع نقطة (C) هو 48 متراً عن سطح المقارنة والبعد البؤري لعدسة آلة التصوير هي (152.4) ملليتراً وارتفاع الطيران هو 2652 متراً ومعدل ارتفاع الارض هو 44 متراً فوق سطح المقارنة وخطا القاعدة على الصورتين هما 85.2 ملليتر، 87.2 ملليتر على التوالي وقراءات الابتعاد بواسطة جهاز الستريومتر هي 12.52 ملليتر لنقطة (A) ، 13.33 ملليتر لنقطة (C) اوجد ارتفاع نقطة (A) عن سطح المقارنة .

الحل /

المعلومات المعطاة في المثال هي

$c = 152.4$ mm , $Z = 2652$ m a. c. l., $h_{avg} = 44$ m a. s. l.

وهو متوسط خط القاعدة على الصورة $b = \frac{85.2 + 87.2}{2} = 86.2$ mm

وقراءات الابتعاد بواسطة الستريومتر كالاتي :

$m_C = 13.33$ mm $\qquad m_A = 12.52$ mm

منسوب نقطة C هو $h_C = 48$ m

والمطلوب هو منسوب نقطة (A) أي h_A

من المعادلة (1) في معادلات الابتعاد

5

$$P_C = \frac{B \cdot C}{Z_C}$$

خط القاعدة الجوية (B) ليس من المعلومات المعطاة ولكن يمكن حسابه بضرب متوسط القاعدة على الصورة في مقلوب مقياس الرسم .

أي أن

$$B = \frac{b_{avg.}\,(Z - h_{avg.})}{C}$$

$$= \frac{86.2\,(2652 - 44)}{152.4} = 1475.129 \text{ m}$$

$$P_C = \frac{B \cdot C}{Z_C} = \frac{1475.129\,(152.4)}{(2652 - 48)} = 86.33 \text{ mm}$$

$$\Delta P_{AC} = 12.52 - 13.33 = -0.81 \text{ mm} .$$

بتطبيق معادلة (6) من معادلات الابتعاد هي

$$h_A = h_R + \frac{Z_R}{P_R + \Delta P_{AR}} \times \Delta P_{AR}$$

هنا في هذا المثال تعتبر نقطة (C) هي نقطة الدلالة (R) لانها معلومة الارتفاع

$$h_A = 48 + \frac{(2652 - 48) \times (-0.81)}{86.33 + (-0.81)}$$

$$= 48 - \frac{(2652 - 48)(0.81)}{86.33 - 0.81}$$

$$= 48 - 24.664 = 23.336 \text{ m}$$

مثال 4/ زوج من الصور المتداخلة اخذتا من ارتفاع طيران مقداره (1830) متراً عن سطح البحر بواسطة آلة تصوير بعدها البؤري 152.4 ملليتراً وكان خط القاعدة الجوية مقداره 1122 متراً واخذت قراءات الابتعاد لنقطتي الاساس (P_1 ، P_2) فكانت 12.57 ملليتراً ، 13.04 ملليتراً على التوالي.قيس خط القاعدة على الصورة اليسرى (b) فكان (93.73) ملليتراً وعلى الصورة اليمنى فكان 93.30 ملليتراً وقراءات الستريومتر كانت 13.96 ملليتراً، 15.27 ملليتراً للنقطتين (B , A) على التوالي اوجد ارتفاع نقطتي (B، A)

يمكن حل هذه المسألة بالطريقة التالية :-

الثابت (K_1) بالنسبة للابتعاد لنقطة اساس الصورة اليسرى =
خط القاعدة على الصورة اليمنى (b´) - قراءة الابتعاد ولنقطة الاساس للصورة اليسرى (mP_1)

$$K_1 = b' - mP_1 = 93.30 - 12.57 = 80.73 \text{ mm}$$

الثابت (K_2) بالنسبة للابتعاد لنقطة اساس الصورة اليمنى =
خط القاعدة على الصورة اليسرى (b) - قراءة الابتعاد و لنقطة الاساس للصورة اليمنى (mP_2)

$$K_2 = b - mP_2 = 93.73 - 13.04 = 80.69 \text{ mm}$$

$$K_{avg.} = \frac{80.73 + 80.69}{2} = 80.71 \text{ mm}$$

$$P_A = K_{avg.} + ma = 80.71 + 13.96 = 94.67 \text{ mm}$$

$$P_B = K_{avg.} + mb = 80.71 + 15.27 = 95.98 \text{ mm}$$

$$Z_A = \frac{B \cdot C}{P_A} = \frac{1122 \times 152.5}{94.67} = 1806.20 \text{ m}$$

$$h_A = Z - Z_A = 1830 - 1806.20 = 23.80 \text{ m}$$

$$Z_B = \frac{B \cdot C}{P_B} = \frac{1122 \times 152.4}{95.98} = 1781.55 \text{ mm}$$

$$h_B = Z - Z_B = 1830 - 1781.55 = 48.45 \text{ m}$$

مثال 5 /
في المثال السابق اذا كان هناك نقطة مقارنة هي (D) أرتفاعها عن سطح البحر هو (41.37) متراً،قراءة الستريومتر لهذه النقطة كان 14.89 ملمتراً اوجد ارتفاع نقطتي (A, B) باستخدام طريقة فرق الابتعاد .

الحل /
من المعلومات السابقة في المثال السابق وبطريقة فرق الابتعاد

$$P_D = K_{avg.} + mD = 80.71 + 1489 = 95.60 \text{ m}$$

$$\Delta P_{AD} = 94.67 - 95.60 = -0.93 \text{ mm}$$

$$h_A = h_D + \frac{Z_D}{P_D + \Delta P_{AD}} \times \Delta P_{AD}$$

$$= 41.37 + \frac{(1830 - 41.37)\ (-0.93)}{95.60 + (-0.93)}$$

$$= 41.37 - \frac{1788.63\ (0.93)}{94.67}$$

$$= 41.37 - 17.57 = 23.80 \text{ m}$$

$$\Delta P_{BD} = 95.98 - 95.60 = 0.38 \text{ mm}$$

$$h_B = h_D + \frac{Z_D}{P_D + \Delta P_{BD}} \times \Delta P_{BD}$$

$$= 41.37 + \frac{(1830 - 41.37)\ (0.38)}{95.60 + 0.38}$$

$$= 41.37 + \frac{1788.63\ (0.38)}{95.98}$$

$$= 41.37 + 7.08 = 48.45 \text{ m}$$

الة التصوير الجوي

أنواع الات التصوير الجوي :

1. الة التصوير ذات العدسة الواحدة :

هذا النوع من الات التصوير هي الاكثر استعمالا في الوقت الحاضر لاغراض المسح الجوي حيث تستخدم غالبا للحصول على صور لرسم الخرائط منها لانها تزودنا بصور ذات خصائص هندسية عالية في الدقة.

2. الات التصوير متعددة العدسات :

لها نفس الخواص الاساسية لالات التصوير ذات العدسة الواحدة عدا انها تحتوي على عدستين أو اكثر وتلتقط صورتان أو اكثر في نفس الوقت وتستخدم للحصول على مساحة اكبر للارض المصورة .

3. الة تصوير الشرائح :

تلتقط صورا متواصلة لشريحة الارض تحت مسار الطائرة وهذه تتم بواسطة مرور الفيلم فوق فتحة مستطيلة ضيقة عند المستوى البؤري لالة التصوير بسرعة تساوي تماما سرعة مرور الارض المصورة من خلال المستوى البؤري ويفيد في الدراسات الطولية كالطرق الرئيسية السريعة وخطوط السكك الحديدية وخطوط الانابيب .... الخ .

4. الات التصوير البانورامية :

تصور شريحة من الارض من الافق للافق وهذه الشريحة تكون في اتجاه عمودي على اتجاه خط الطيران وتستخدم هذه الصور في الاستطلاع والاستكشاف وليس في رسم الخرائط.

الة التصوير ذات العدسة الواحدة :-

هي الاكثر استخداما اليوم لاغراض المسح الجوي وهي تستخدم اساسا للحصول على صور لانتاج الخرائط لانها تعطي صور ذات خصائص هندسية عالية . زاوية مجال الرؤية لالة التصوير(α) : هي الزاوية المحصورة عند العقدة الخلفية للعدسة وطرفي اللوح السالب ةيمكن حسابها من المعادلة التالية :

$$\alpha = 2 \tan^{-1} \sqrt{(e)^2 + (\ e\ )^2}\ / 2c$$

تصنف الة التصوير وفقا لزاوية مجال الرؤية الى :

1. الة تصوير ذات مجال رؤية ضيقة ..... $\alpha = 30^{\circ}$
2. الة تصوير ذات مجال رؤية عادية ..... $\alpha = 60^{\circ}$
3. الة تصوير ذات مجال رؤية عريضة..... $\alpha = 90^{\circ}$
4. الة تصوير ذات مجال رؤية عريضة جدا..... $\alpha = 120^{\circ}$

مثال :-

أخذت صورة بالة تصوير بعدها البؤري (152.4 mm) وابعاد اللوح السالب المربعة هي (23 x 23)cm

أوجد زاوية مجال الرؤية لالة التصوير وصنف الة التصوير وفقا لزاوية مجال الرؤية .

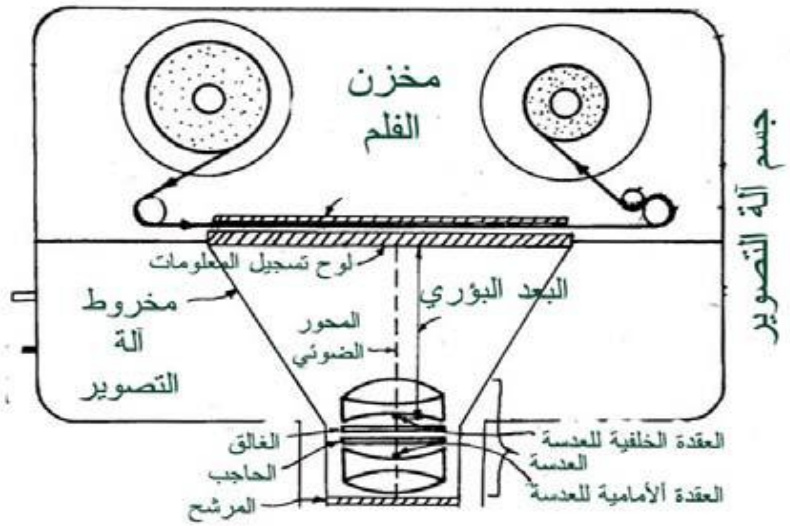
الحل :

$$\alpha = 2 \tan^{-1} \sqrt{(e)^2 + (\ e\ )^2}\ / 2c$$

$$\alpha = 2 \tan^{-1} \sqrt{(230)^2 + (\ 230\ )^2}\ / (\ 2 \times 152.4\ ) = 93^{\circ}\ 43^{-}\ 17.18" = 93.72$$

وهي الة تصوير ذات مجال رؤية عريض

أجزاء الة التصوير الجوي:



1.العدسة

2.المخروط : الجزء الذي يربط العدسة بالمستوى البؤري مهمته منع أي ضوء للدخول من غير العدسة بالاضافة الى المحافظة على مسافة البعد البؤري .

3.جسم الة التصوير : يحوي الاجزاء التي تقوم بتشغيل الة التصوير

4.مخزن الفيلم : وتوجد فيه بكرات الفيلم . اهم العمليات هي التأكد من أن الفيلم مستو تماما لحظة التقاط الصورة وتوجد طرق عديدة لتسوية الفيلم وهي أ) الشد المباشر ب) وضع اللوح الزجاجية ج) نظام الضغط بالهواء د) نظام التفريغ الهوائي .

5.الغالق لالة التصوير : التحكم في الفترة الزمنية التي يسمح خلالها لحزمة الضوء بالمرور من خلال العدسة الى الفيلم وتتراوح (1/1000 – 1/100) من الثانية .

6.حامل أو موصل الة التصوير بالطائرة : ويختص بتثبيت الة التصوير بالطائرة ميكانيكيا ويمكن تغيير أتجاه الة التصوير بالنسبة للطائرة ويحتوي على ماص للصدمات لعزل الة التصوير عن أهتزازات الطائرة .

7.الحاجب : التحكم في كمية الاشعة الضوئية التي تمر خلال العدسة .

8.المرشح : وظيفته هي : أ) المحافظة على العدسة وحمايتها من التأثيرات الخارجية .

ب) توزيع الاشعة الساقطة على الفيلم .

ج) فرز الالوان حسب طول الموجة المقرر تمريره فيمرر بعضها ويمتص الاخر .

الصورة الجوية 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°) عن الوضع الرأسي ونادرا ماتزيد عن (4°).

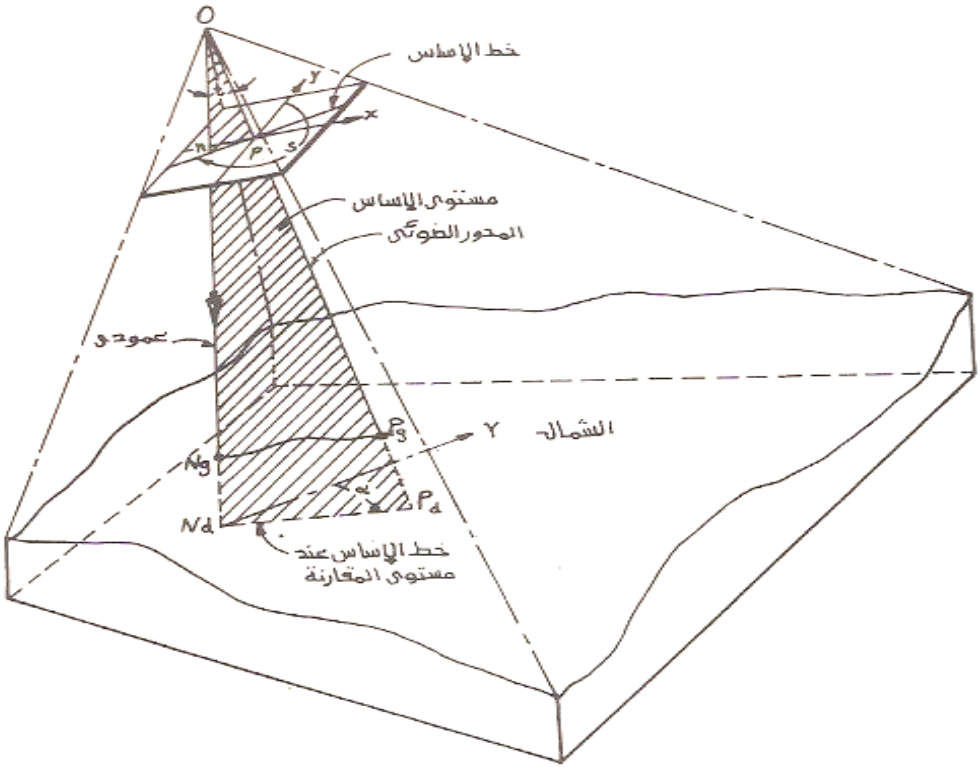
توجد ستة عناصر للتوجيه الخارجي للصورة المائلة وذلك لتحديد الوضع في الفراغ والتوجيه الدوراني للصورة لمائلة، وهي الاحداثيات المثلثية لمركز عدسة التصوير ونقطة الالتقاء الارضي , والوضع في الفراغ للصورة للمائلة يحدد بواسطة الاحداثيات المثلثية بالنسبة لمركز عدسة التصوير وهي (o) فيكون : (T_o)، (Z_o) (X_o) وهي الثلاثة ابعاد لنقطة الالتقاط (O) بالنظام الاحداثي الارضي. (Z_o) 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 ا لاول هو ايجاد زوايا الميل (Tilt) والالتفاف (Swing) والانحراف (Azimuth) اما النظام الثاني فهو ايجاد الزوايا (ω) اوميجا (φ) فاي ، (γ) كابا. والنظام الاخير يمتاز عن النظام الاول بانه اسهل حسابيا ولذلك فهو يستخدم اكثر ، ولكن النظام الاول اسهل في الفهم والتصور.

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 ذكرت النقطة (O) هي محطة التقاط الصورة (Exposure Station) ، (ρ) هو وضع نقطة الاساس(Principal point) على الصورة الموجبة (On) هو خط رأسي على الارض (Nadir Line) ، ونقطة (n) هي نقطة النظير (Nadir 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 (the 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 (α) ويعطي التوجيه خط الاساس بالنسبة للمحاور الارضية (Azimuth) *وزاوية الانحراف* 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 (7-1) يبين رسم هندسي لصورة مائلة يظهر عليها زاوية الميل (t) وزاوية الالتفاف (S) وزاوية الانحراف (∝) .

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 ($\acute{y}$) ينطبق على خط الاساس (وهو موجب القيمة في المسافة (np) والاحداثي السيني ($\acute{x}$) الموجب يعمل زاوية (90) مع الاحداثي ($\acute{y}$) الموجب وعند حل مسائل الصورة المائلة بنظام الميل والالتفاف والانحراف فان الاحداثيات تقاس اولا على نظام احداثيات محاور اطار الصورة (Fiducial axes) ثم تحول بعد ذلك الى الاحداثيات المساعدة حسابيا ، ولاي نقطة على صورة مائلة فان التحويل من الا حداثيات (y,x) على نظام محاور اطار الصورة الى ($y\acute{,}\acute{x}$) على النظام المائل نحتاج الى دوران حول نقطة الاساس بمقدار الزاوية (θ) ثم تحويل نقطة الاصل من (p) الى (n) .

الزاوية الدورانية (θ) يمكن استخراجها من المعادلة :-

معادلة رقم (1) .....

$$\theta = S - 180$$

حيث ان (S) هي زاوية الالتفتف ، (θ) هي الزاوية الدورانية

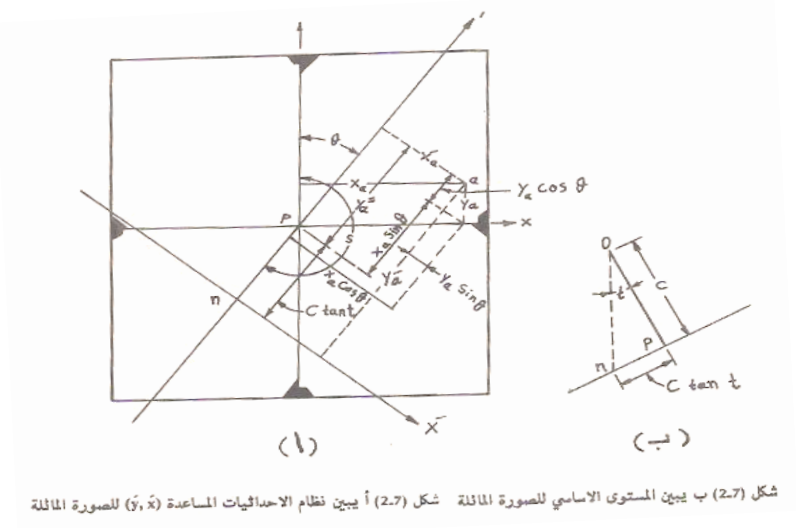
احداثيات صورة النقطة (a) بعد الدوران والتحويل ستكون ($ya\acute{,}\acute{x}a$) كما مبين في الشكل (2-7) (أ) وهذه تحسب من معادلتي الدوران الاتية :

معادلة رقم (2) .....

$$\acute{x}a = xa\cos\theta - ya\sin\theta$$

معادلة رقم (3) .....

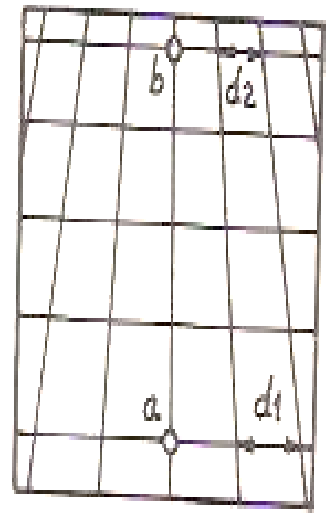
$$\acute{y}a = xa\sin\theta + ya\cos\theta + c\tan t$$



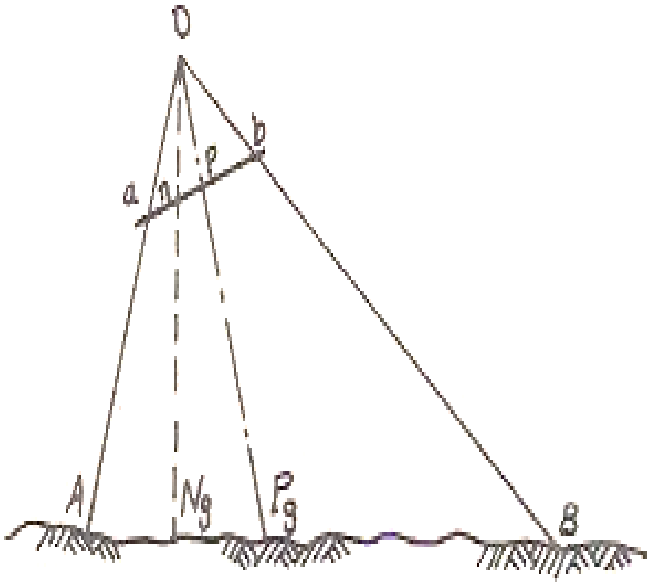
شكل (2-7) ب يبين المستوى الاساسي للصورة المائلة شكل (2-7) أ يبين نظام الاحداثيات المساعدة ($\acute{y}$, $\acute{x}$) للصورة المائلة

59

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

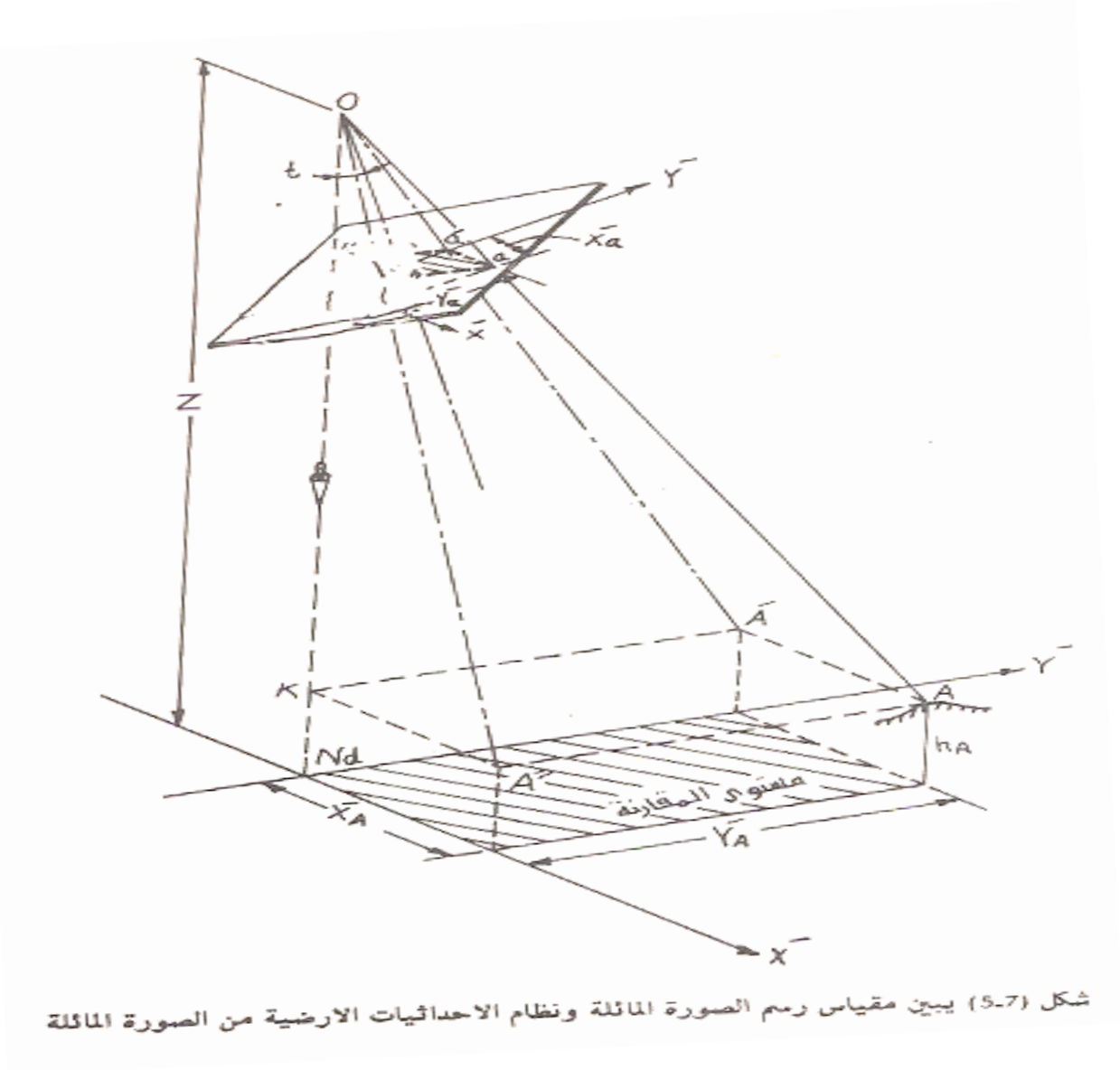


شكل (4.7) يبين صورة مشبكة ارضية مربعة على صورة جوية مائلة



شكل (3.7) يبين المستوى الأساسي للصورة مائلة اخذت فوق ارض منبسطة .

عند دراسة مقياس رسم الصورة الرأسية وجدنا ان اختلاف مقياس الرسم ينتج من اختلاف مسافة العارض (Z) اي مقدار المسافة من الة التصوير الى الارض ، وكلما قلت مسافة العرض 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 (7-5) 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 (7–5) 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 الاحداثياتها المائلة المساعدة هي ($+\acute{x}a\acute{y}a$) ومنسوب نقطة العارض (A) هو (hA) فوق سطح المقارنة، من المثلثين المتشابهين ($Ok\acute{a}$, $OK\acute{A}$) نحصل على :-

$$Sa = \frac{Ok}{OK} = \frac{k\acute{a}}{k\acute{A}}$$

ولكن

$$Ok = On - Kn = \frac{C}{cost} - \acute{y}asint$$

وكذلك

$$OK = Z - hA$$

بالتعويض عن (OK,Ok) ينتج ان

$$Sa = \frac{\frac{C}{cost} - \acute{y}a\ sint}{Z - hA}$$

او

$$Sa = \frac{C\ sect - \acute{y}a\ sint}{Z - hA}$$

معادلة رقم (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 الة التصوير هو (c) , ($\acute{y}a$) وهو الاحداثي الصادي للنقطة على نظام الاحداثي المساعد وتحسب بواسطة المعادلة (3) وهي :-

$$\acute{y}a = xasin\,\theta + yacos\theta + Ctant$$

مثال (1):

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

$$xa = -72.39\ mm \qquad , \qquad ya = 87.12\ mm$$

فماهو مقياس رسم الصورة عند نقطة (a) ؟

الحل:-

$$\theta = 218 - 180 = 38°$$

$$\bar{y}a = -72.39(sin\ 38°) + 87.12(\cos 38°) + 152.4(\tan 2.5°)$$
$$= -72.39(0.61566) + 87.12(0.78801) + 152.4(0.04366)$$
$$= 30.74\ mm$$

$$Sa = \frac{152.4(\sec 2.5°) - 30.74(\ sin 2.5°)}{(2500 - 437) * 1000}$$

$$Sa = \frac{152.4(1.00095) - 30.74(\ 0.04362)}{2063000} = \frac{1}{13\ 644}$$

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:-

$$\frac{k\acute{A}}{k\acute{k}} = \frac{OK}{Ok} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (a)$$

وحيث ان

$$k\acute{A} = \acute{X}A$$
$$OK = Z - hA$$
$$k\acute{k} = \acute{x}a$$
$$Ok = c\ sect - \acute{y}asint$$

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 :-

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

معادلة رقم (5) .....

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

$$\frac{kA}{k\acute{a}} = \frac{OK}{Ok} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (b)$$

وحيث ان

$$K\acute{A} = \acute{Y}A$$
$$OK = Z - hA$$
$$k\acute{a} = \acute{y}a\cos t$$
$$Ok = c\sec t - \acute{y}\,a\sin t$$

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 :-

معادلة رقم (6) .....

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

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 :-

$$xb = 78.49\ mm \qquad , \qquad yb = 45.21\ mm$$

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) $\theta = S - 180° = 218 - 180 = 38°$

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

(3) $\acute{y}a = xa\ sin\ \theta + ya\ cos\ \theta + c\ tant$

$$\acute{x}a = -72.39(\cos 38°) - 87.12(sin38°)$$
$$= -72.39(0.7880) - 87.12(0.61566)$$
$$= -110.68\ mm$$

$$\acute{x}b = 72.39(\cos 38°) + 87.12(sin38°)$$
$$= 72.39(0.7880) + 87.12(0.61566)$$
$$= 89.68\ mm$$

$$\acute{y}a = -72.39(\sin 38°) + 87.12(cos\ 38°) + 152.4(\tan 2.5°)$$
$$= -72.39(0.61566) + 87.12(0.78801) + 152.4(0.04366)$$
$$= 30.74\ mm$$

$$\acute{y}b = 72.39(\sin 38°) - 45.21(cos\ 38°) + 152.4(\tan 2.5°)$$
$$= 72.39(0.61566) - 45.21(0.78801) + 152.4(0.04366)$$
$$= 19.35\ mm$$

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

$$\acute{X}A = \left(\frac{2500 - 437}{152.4(\sec 2.5°) - 30.74(\ sin2.5°)}\right)(-110.68)$$

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

$$= \left(\frac{2063}{152.54478 - 1.34088}\right)(-110.68) = -1510.0989\ m$$

$$\acute{Y}A = \left(\frac{2500 - 437}{152.4(\sec 2.5°) - 30.74(\ sin2.5°)}\right)30.74(\ Cos\ 2.5°)$$

$$= \left(\frac{2063}{152.4(1.00095) - 30.74(\ 0.04362)}\right)30.74(0.99905) = 419.0129\ m$$

$$\acute{X}B = \left(\frac{2500 - 484}{152.4(\sec 2.5°) - 19.35(\ sin2.5°)}\right)89.68$$

$$= \left(\frac{2016}{152.4(1.00095) - 19.35(\ 0.04362)}\right)89.68 = 1191.7865\ m$$

$$\acute{Y}B = \left(\frac{2500 - 484}{152.4(\sec 2.5°) - 19.35(\ sin2.5°)}\right)19.35(\ Cos\ 2.5°)$$

$$= \left(\frac{2016}{152.4(1.00095) - 19.35(\ 0.04362)}\right)19.35(0.99905) = 256.9036\ m$$

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

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

المسافة الافقية $AB_{\ hor}$

$$= \sqrt{(-1510.0989 - 1191.7865)^2 + (419.0129 - 256.9036)^2}$$

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

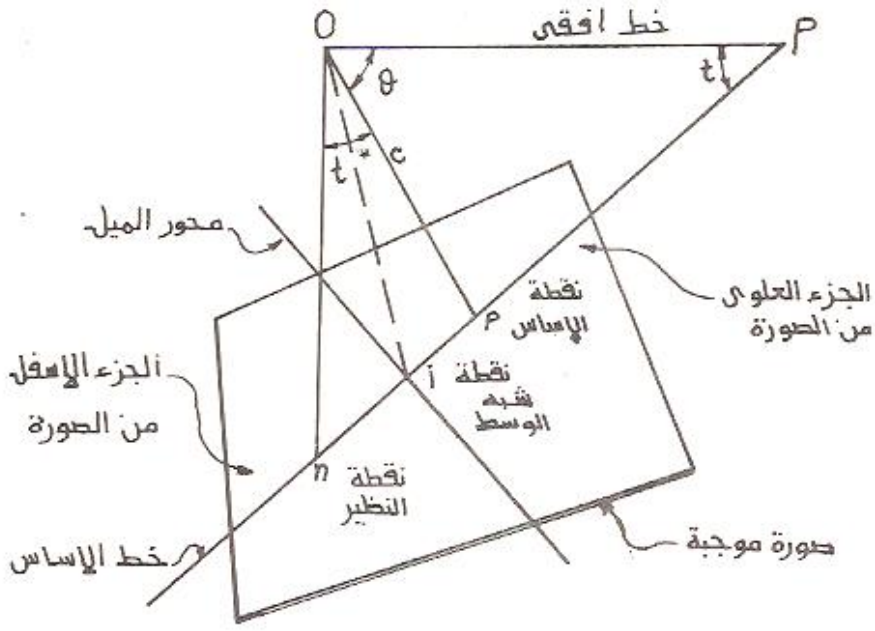
$$AB_{\ hor} = 2706.744\ m$$

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

$$AB_{\ Real} = \sqrt{(2706.744)^2 + (437 - 484)^2} = \sqrt{(2706.744)^2 + (-47)^2}$$

$$AB_{\ Real} = \sqrt{7326464.1 + 2209} AB_{\ Real} = 2707.152\ m$$

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 الاسقاط والخط (Op) يمثل المحور الضوئي وهو عمودي على مستوى الصورة عند نقطة الاساس (p) . وطول الخط (Op) يسمى المسافة الاساسية (Principal distance) للصورة وهو يساوي البعد البؤري المصحح لعدسة الة التصوير.

الزاوية (t) هي زاوية الميل للصورة الجوية ويمكن تعريفها بانها زاوية (ORp) وهي الزاوية مابين مستوي الصورة المائلة والمستوي الافقي او الزاوية (nOp) وهي الزاوية مابين المحور الضوئي (Op) لالة التصوير والخط الشاقولي (On) ، وتوجد نقطة النظير (n) دائما على الجزء الاسفل من الصورة الموجبة بالنسبة لنقطة الاساس وخط الاساس (Principal line) وهو الخط الذي يقع على مستوى الصورة المائلة وله اكبر قيمة ميل ويمر بنقطة الاساس ونقطة النظير والمستوي الاساس (Principal Plane) هو المستوي الرأسي الذي يحتوي على المحور الضوئي وخط النظير ويقطع الصورة عند خط الاساس ويمكن تحديده بثلاث نقاط هي نقطة الاساس (p) ونقطة النظير(n) ومركز الاسقاط (O) ويمكن تحديده بثلاث خطوط هي المحور الضوئي (Op) وخط النظير (Op) وخط الاساس (pn). والخط المنصف لزاوية الميل (t) اي الزاوية (< 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 (θ) والزاوية (t) المبينتان في الشكل (6-7) هما زاويتان مكملتان $(\theta + t = 90°)$ وفيما يلي بعض العلاقات من حساب المثلثات المستنتجة من هذا الشكل :

$$pn = c \tan t = c\ cot\ \theta$$
$$pi = c \tan \frac{t}{2}$$
$$pR = c \cot\ t = c\ tan\ \theta$$
$$On = C \sec t = C cosec\ \theta$$

وحيث ان المثلث (ORi) متساوي الساقين فيكون

$$OR = iR$$
$$OR = IR = C \operatorname{cosec}\ t = C \sec \theta$$
$$Rn = Rp + pn = C\ (\tan t + \tan \theta)$$
$$= C\ (\tan \theta + \cot \theta)$$
$$= C\ \ sect \cdot \cos t$$
$$= C\ \ \sec \theta \cdot \cos \theta$$
$$= C\ \ \sec t \cdot \sec \theta$$
$$= C\ \ ces\, t \cdot \cos \theta$$

$$pn = c\ \sin t$$

$$pi = \frac{Pn}{2}$$

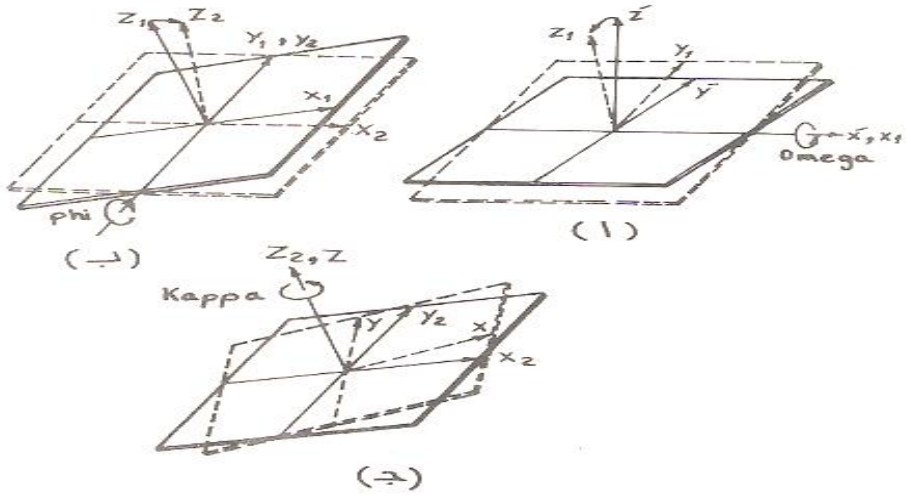
ب- التوجيه الدوراني بنظام الاوميجا (ω) والفاي (φ) والكابا (γ) او مركبات الميل :

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 (tx) والميل الصادي (ty).

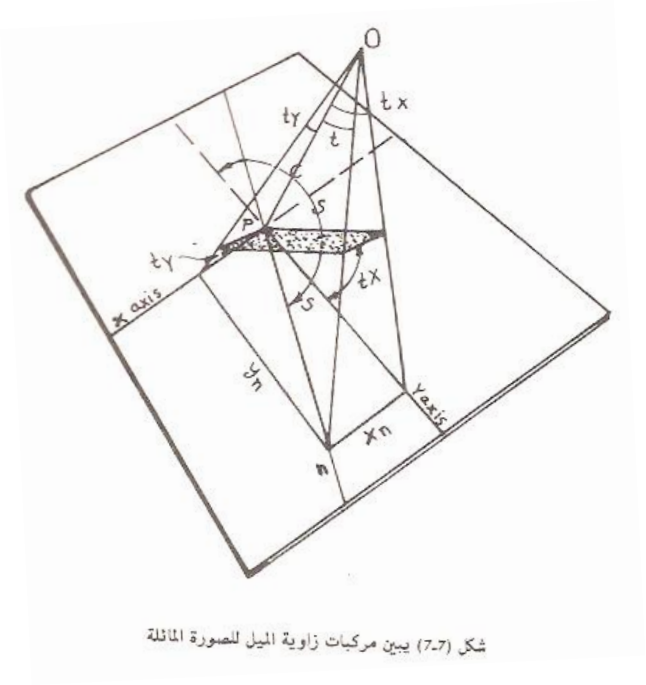
الميل السيني (tx):- هو المركبة الناتجة من دوران الصورة حول المحور السيني وهي الزاوية التي يعملها المحور الصادي مع المستوي الافقي وهي تنتج من ميل الجناح الى الاعلى او الاسفل اثناء توجيه الطائرة وهذه المركبة تسمى (الاوميجا) ويرمز لها بالرمز (ω).

الميل الصادي (ty):- هو 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 (φ).

الالتفاف (S) او الكابا(γ):- هي الزاوية المقاسة على مستوى الصورة من المحور الصادي الموجب باتجاه عقارب الساعة حتى نقطة النظير(n) الواقعة على خط الاساس. اوهي مقدار الزاوية التي دارت فيها الصورة حول المحور الشاقولي (Z). ويمثل الشكل (7-8) (أ), (ب), (جـ) دوران الصورة حول المحاور الثلاث



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



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

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

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

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

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

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

$$sintx = sint \,.\cos S = \frac{yn}{c} cost$$

$$sinty = sint \,.\sin S = \frac{xn}{c} cost$$

$$cost = cos\varphi \,.\, cos\omega$$

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

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

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

$$tx = tcosS$$

$$ty = tsinS$$