الفصل الثامن

تخطيط الطيران

(٨,١) مقدمة

يعتبر التخطيط الجيد لعمليات الطيران التي يتم فيها أخذ الصور الجوية التي تغطي منطقة الدراسة هو العامل الأساسي في نجاح إكمال مشروع المساحة الجوية المطلوب.

ويبدأ التخطيط لعمليات الطيران للتصوير بدراسة مواصفات المشروع المطلوب تنفيذه من ناحية طبيعة الأرض ومساحتها والميزانية المرصودة والهدف من التصوير هل هو لعمل خرائط ذات مقياس كبير أو صغير أو للتفسير فقط لتحديد الدقة المطلوبة وحتى يمكن اختيار الوقت المناسب للطيران والتصوير واختيار آلة التصوير التي تحقق الهدف المطلوب وارتفاع الطيران وسرعة الطائرة وغير ذلك مما هو ضروري للحصول على الصور الجوية المناسبة ، إضافة إلى اختيار نقاط التحكم أو الربط التي يتم استخدامها في عمليات الربط بين الصور الجوية والأرض مثل عملية التوجيه المطلق.

(٨,٢) التخطيط للطيران و التصوير

من هذه المقدمة نستخلص أن عملية التخطيط للطيران تقتضي الأعمال التالية :

١- اختيار الوقت المناسب للقيام بعملية الطيران والتصوير.

٢- اختيار آلة التصوير المناسبة وتحديد ارتفاع الطيران ومقياس الصور.

٣- تحديد مقدار التداخل بين الصور وعدد خطوط الطيران وعدد الصور المطلوبة لتغطية المنطقة.

٤- عمل خريطة يبين عليها اتجاه التصوير وخطوط الطيران ومواقع محطات التصوير

٥- اختيار نقاط التحكم الأرضي.

و سنقوم بتفصيل هذه الخطوات في الفقرات التالية.

(٨,٣) الوقت المناسب لعمليات التصوير

إن أفضل الأوقات للقيام بعملية الطيران للتصوير الجوي هي التي يكون فيها الجو صحواً والسماء صافية حتى يتم تجنب تأثير الرياح والغبار على عمليات الطيران والتصوير. وإذا كان الهدف من التصوير هو عمل الخرائط الطبوغرافية والتفصيلية يفضل القيام بالتصوير في فصل الصيف عندما تكون الأرض جرداء ، أما إذا كان الهدف من التصوير هو دراسة الغابات و أنواع النباتات فيفضل التصوير في فصل الخريف عندما تكون الأشجار في كامل هيئتها . و يفضل أيضاً التصوير في أوقات منتصف النهار عندما ترتفع الشمس ويقل تأثير الظل إلا أن يكون الغرض من التصوير تفسير الصور للتعرف على أنواع الأشجار مثلاً واستغلال طول الظل في التعرف على ارتفاعها.

(٨,٤) اختيار آلة التصوير و تحديد ارتفاع الطيران

تحدثنا في الفصل الثاني من هذا الكتاب أن هنالك أنواع مختلفة من آلات التصوير الجوية فهنالك الآلات ذات الدقة الهندسية العالية التي غالباً ما تستخدم في

جمع البيانات القياسية وعمل الخرائط التفصيلية و الطبوغرافية ، كما وأن هنالك آلات التصوير التي تستخدم في أغراض الاستكشاف والتفسير فقط ويهتم في مواصفاتها بقوة وضوح العدسة وليس بالمواصفات الهندسية للصورة المنتجة.

إن أول ما يجب تحديده بالنسبة لآلة التصوير المناسبة لتنفيذ المشروع هو نوع الآلة والعدسة المطلوبة والبعد البؤري لها. فمن الواضح أننا نختار آلة التصوير المتربة لتحقيق الدقة الهندسية المطلوبة . ويرتبط اختيار البعد البؤري للعدسة باختيار مقياس الصورة وارتفاع الطيران . إن عمليات تحديد المعالم الجيولوجية أو تمييز مساحات الأراضي المغطاة بالغابات عن الأراضي العادية يمكن أن يتم باستخدام صور ذات مقياس صغير أما الصور المطلوبة لعمل الخرائط التفصيلية ذات مقياس الرسم الكبير فلا بد من أن تكون صور ذات مقياس كبير.

ومن المعلوم أن مقياس الصورة يرتبط بالبعد البؤري للعدسة وارتفاع الطيران . ويعني ذلك أنه إذا اخترنا مقياس صغير للصورة و حددنا البعد البؤري لها بأن يكون صغيراً فإن ذلك يستوجب ارتفاع طيران عال والعكس صحيح فإذا اخترنا للصورة مقياساً صغيراً وبعداً بؤرياً طويلاً للعدسة فمن الممكن أن نخفض ارتفاع الطيران . وهنالك عناصر أخرى تؤثر في اختيار ارتفاع الطيران منها التكلفة و تضاريس الأرض. فكلما زاد ارتفاع الطيران زادت التكلفة وكلما كانت الأرض مرتفعة وجب زيادة ارتفاع الطيران وزيادة البعد البؤري للعدسة لتقليل نسبة التغير في مقياس الصورة.

مثال (٨,١)

احسب ارتفاع الطيران فوق متوسط سطح الأرض إذا تطلب التصوير اختيار صورة جوية ذات مقياس 1/10000 باستخدام عدسة بعدها البؤري 152.40 مم . وإذا

استخدمنا عدسة بعدها البؤري 305.20 ملم للحصول على نفس المقياس كم يكون ارتفاع الطيران المطلوب؟ وإذا كان سطح الأرض يتغير ارتفاعه ما بين 200 متر إلى 600 متر فوق سطح البحر كم تكون نسبة التغير في مقياس الصورة في كل من الحالتين؟

الحل

ارتفاع الطيران فوق سطح الأرض (H) =

البعد البؤري للعدسة (f) x مقلوب مقياس الصورة (s) =

$H = f / (1/s) = f * s = 152.40 * 10000 / 1000$

= 1524 متر

في حالة استخدام عدسة ذات بعد بؤري f = 305.20 مم يكون ارتفاع الطيران فوق سطح الأرض:

$H = 305.20 * 10000/1000$

= 3052 متر

متوسط ارتفاع سطح الأرض فوق سطح البحر = [200 + 600]/2 = 400 متر

الحالة الأولى:

ارتفاع الطيران فوق متوسط سطح البحر = 1524 + 400 = 1924 متر

أصغر مقياس للصورة = $100 * 10^{-3}/(1924 - 200)$ = 1/17240

أكبر مقياس الصورة = $100 * 10^{-3}/(1924 - 600)$ = 1/13240

نسبة التغير في المقياس = [(1/13240 – 1/17240) / (1/13240)] = 0.23 = 23%

الحالة الثانية:

ارتفاع الطيران فوق متوسط سطح البحر = 3052 + 400 = 3452 متر

أصغر مقياس للصورة = $305.2*10^{-3}/(3452 - 200)$ = 1/10655

أكبر مقياس للصورة = $305.2*10^{-3}/(3452 - 600)$ = 1/9345

نسبة التغير في المقياس = [(1/9345 - 1/10655) / (1/9345)] = 0.12 = 12%

وهنالك عامل آخر يؤثر على اختيار ارتفاع الطيران وهو نوع الجهاز المستخدم في عمل الخريطة الطبوغرافية والتباعد المتساوي المطلوب لرسم خطوط التسوية. فلكل جهاز مستخدم لعمل الخريطة الطبوغرافية معامل يعبر عن دقة الجهاز ويتناسب المعامل طردياً مع ارتفاع الطيران وعكسياً مع الفترة التباعد المتساوي لخطوط التسوية. ومن هذه العلاقة يمكن إيجاد أقصى ارتفاع للطيران على النحو التالي :

أقصى ارتفاع للطيران (H) = معامل الجهاز (k) * التباعد المتساوي (C).

مثال (٨,٢)

إذا كان معامل جهاز الرسم التجسيمي لإنتاج الخريطة الطبوغرافية هو 1200 والتباعد المتساوي المطلوب لعمل الخريطة هو 2 متر ، كم يكون ارتفاع الطيران المسموح به؟

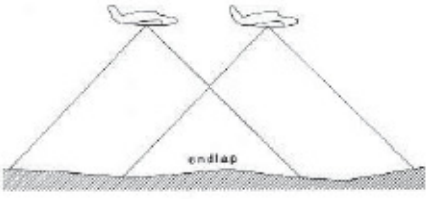
الحل

ارتفاع الطيران المسموح به = 1200 x 2= 2400 متر

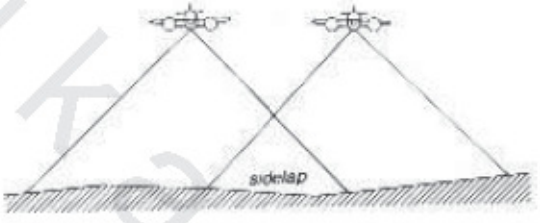
(٨,٥) التداخل بين الصور

إن التداخل بين الصور في تغطية الأرض المصورة يعتبر من العناصر الأساسية في التصوير الجوي . ذلك لأن التداخل بين الصور يعطي الإحساس بالبعد الثالث حيث يمكن مشاهدة المنطقة المتداخلة بشكل مجسم وقد تم تفصيل ذلك في الباب الرابع من الكتاب . والتداخل نوعان : تداخل أمامي و يكون في اتجاه الطيران (الشكل رقم ٨,١) و تداخل جانبي ويكون بين كل شريطتين متجاورتين (الشكل رقم ٨,٢). ويوضح الشكل رقم (٨,٣) التداخل الأمامي والتداخل الجانبي للصور في خطي طيران .

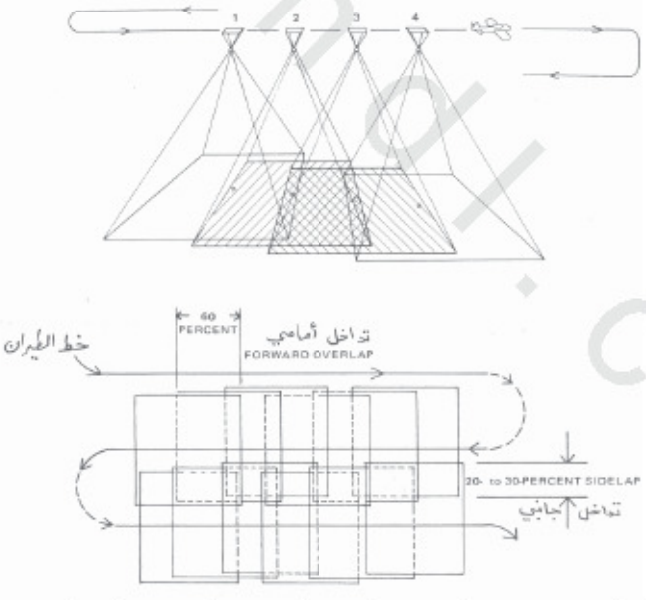
وللتداخل أهمية أخرى هي أنه يربط الصور بعضها ببعض فتظهر النقطة المصورة من سطح الأرض في أكثر من صورة مما يؤكد تغطية المنطقة المصورة تغطية كاملة.



الشكل رقم (٨,١). التداخل الأمامي (في اتجاه الطيران).



الشكل رقم (٨,٢). التداخل الجانبي (بعرض اتجاه الطيران).



الشكل رقم (٨,٣). التداخل الأمامي و التداخل الجانبي في خطي طيران [22].

(٨,٦) التداخل الأمامي و عدد الصور في خط الطيران

لكي يتم التأكد من ظهور المنطقة المتداخلة في صورتين متجاورتين لا بد من أن تكون نسبة التداخل 50% أو أكثر ، ولعمل الخرائط الطبوغرافية يتم التداخل الأمامي بنسبة 60% ويصل في بعض الأحيان إلى 70% .

ولحساب مقدار التداخل الأمامي لا بد من معرفة مقياس الصورة وأبعادها و ما تغطيه على الأرض إضافة إلى طول خط القاعدة وهو المسافة بين كل محطة التقاط صورة ومحطة التقاط الصورة المجاورة لها (الشكل رقم ٨,١). وبمعرفة طول خط القاعدة الجوية ومقدار التداخل الأمامي وطول خط الطيران ومقياس الصورة يمكن حساب عدد الصور في خط الطيران الواحد.

إذا افترضنا أن بعد الصورة في اتجاه خط الطيران هو d وأن مقياس الصورة هو 1/S فإن المسافة التي تغطيها الصورة الواحدة على الأرض (L) تكون :

$$L = d/(1/S) = d * S$$

وإذا افترضنا أن طول خط القاعدة = B فإن نسبة التداخل الأمامي (p) تعطى من العلاقة :

$$P = (L - B)/L \quad \text{.....(٨,١)}$$

وتكون النسبة المئوية للتداخل الأمامي :

$$p\% = p * 100 \quad \text{..... (٨,٢)}$$

مثال (٨,٣)

تم التقاط صور جوية متداخلة بواسطة آلة تصوير ذات بعد بؤري 152.40 مم وأبعاد صورة 23x23 سم من ارتفاع طيران 1800 متر فوق سطح الأرض وكان طول خط القاعدة 1000 متر . احسب النسبة المئوية للتداخل الأمامي. احسب عدد الصور المطلوبة إذا كان طول خط الطيران Q = 9050 متر.

الحل

مقياس الصورة =

$$1/11811 = 1/S = f/H = 152.40x10^{-3}/1800$$

المسافة التي تغطيها الصورة على الأرض في اتجاه الطيران :

$$L = 23x11811/100 = 2716.5 \text{ متر}$$

النسبة المئوية للتداخل الأمامي :

$$p\% = 100*(L-B)/L = 100*(2716.5-1000)/2716.5 = 63\%$$

عدد الصور المطلوب لتغطية خط الطيران (N) :

$$N = Q/B + 1 \quad \text{..... (٨,٣)}$$

$$N = (9050/1000) + 1$$

$$= 10.05$$

وبالتالي يكون عدد الصور المطلوب في اتجاه الطيران هو 11 صورة ، إذ إن الكسر من الصورة يجبر ليكون صورةً كاملةً. ويضاف إلى ذلك عدد معين من الصور لضمان التغطية الكاملة ، وفي الغالب يضاف صورتان لكل طرف من طرفي خط الطيران. ففي هذا المثال يكون عدد الصور لتغطية خط الطيران 4 + 11 = 15 صورة.

(٨,٧) التداخل الجانبي و عدد خطوط الطيران

من فوائد التداخل الجانبي التأكد من أن كل الشرائح تغطي المنطقة تغطية كاملة دون أن يكون هنالك فراغ بين شريحة وأخرى. وتكون نسبة التداخل الجانبي في حدود 15% إلى 30%. ومعرفة نسبة التداخل الجانبي والمسافة التي تغطيها الصورة على الأرض في الاتجاه المتعامد مع خط الطيران يمكن حساب عدد خطوط الطيران المطلوبة لتغطية المنطقة.

إذا افترضنا أن الصورة تغطي مسافة L على الأرض في الاتجاه العمودي لخط الطيران وأن نسبة التداخل الجانبي هي q% فإن مسافة التداخل بين خطي الطيران على سطح الأرض G تعطى من العلاقة :

$$G = (q/100) * L$$

وإذا كان عرض المنطقة المصورة = R ، يكون عدد خطوط الطيران (M) :

$$M = R / G + 1 \quad \text{.....} \quad (٨,٤)$$

مثال (٨,٤)

إذا كان التداخل الجانبي لخطي طيران هو 20% وعرض الصورة 23 سم ومقياسها هو 1/12000 وعرض المنطقة التي يراد تصويرها هو 4200 متر. كم يكون عدد خطوط الطيران المطلوبة لتغطية المنطقة؟

الحل

المسافة التي تغطيها الصورة بعرض خط الطيران L:

= 23x12000/100

= 2760 متر

مسافة التداخل بين الشريحتين G:

= (20/100) * 2760

= 552 متر

عدد خطوط الطيران M :

= (4200/552) + 1

= 8.4 = 9 خطوط طيران

وعدد خطوط الطيران أيضاً يجب أن يكون عدداً صحيحاً فنقرب النتيجة لأقرب عدد صحيح لتكون ٩ خطوط طيران.

ونضيف أيضاً عدداً معيناً لخطوط الطيران للتأكد من التغطية الكاملة، وفي الغالب يضاف خط طيران واحد لكل جانب فيصبح عدد خطوط الطيران المطلوب في هذا المثال 11 خط طيران.

(٨,٨)عدد الصور التي تغطي كامل المنطقة

إذا علم عدد الصور المطلوبة في كل خط طيران وكذلك علم عدد خطوط الطيران فيمكن حساب العدد الكلي للصور التي تغطي كامل المنطقة:

عدد الصور المطلوبة لتغطية الأرض = عدد خطوط الطيران x عدد الصور في خط الطيران وعليه يكون عدد الصور المطلوب لتغطية الأرض في المثالين السابقين هو:

11x15 = 165صورة .

ويكون طول الفيلم المستخدم أطول من 23x165/100 = 37.95 متر .

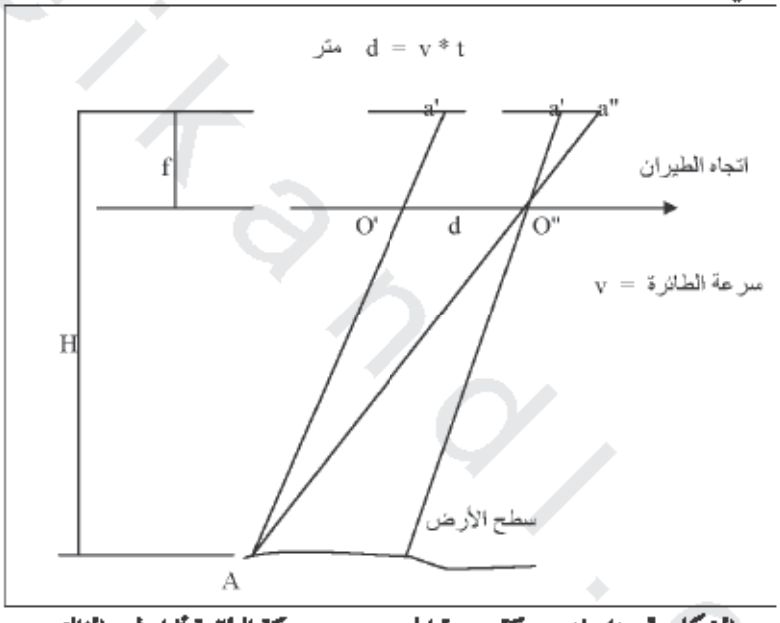
وإذا كانت اللفة من الفيلم تحوي فيلماً بطول 3 متر يكون عدد اللفات المطلوبة هو 37.95/3 = 12.65 و يعتمد عدد 13 لفة.

(٨,٩) اختيار سرعة الغالق و سرعة الطائرة

إن الفترة الزمنية التي يسمح بها لفتح الغالق حتى تمر الأشعة من خلال العدسة إلى الفيلم تسمى سرعة الغالق shutter speed أو فترة التقاط الصورة exposure time وبما أن آلة التصوير تتحرك تبعاً لحركة الطائرة فإن الصورة الملتقطة تتعرض للتشويه. وحتى يتم التقاط صورة واضحة لا تشويه فيها لا بد من زيادة سرعة الغالق ويعني ذلك تقليل فترة التقاط الصورة بقدر الإمكان ، وكذلك يمكن تقليل التشويه على الصورة بتقليل سرعة الطائرة ؛ ذلك لأن مقدار التشويه يتناسب طردياً مع زيادة فترة التقاط الصورة ومع زيادة سرعة الطائرة.

إن العلاقة الهندسية بين مقدار التشويه في الصورة وسرعة الغالق وسرعة الطائرة يمكن استنتاجها من الشكل رقم (٨,٤) حيث يظهر عملية التقاط صورة جوية رأسية

من ارتفاع H متر فوق سطح الأرض باستخدام آلة تصوير جوية بعدها البؤري f مم و تظهر صورة الجسم A على الصورة في النقطة a_1 عند بداية التصوير أي لحظة فتح الغالق ، وخلال فترة انفتاح الغالق تظل الأشعة ساقطة من نقطة A خلال العدسة إلى الفيلم لتكون صورة النقطة A هي الخط a_1a_2 . إذا كانت سرعة الطائرة v متر/الثانية والفترة الزمنية التي ظل خلالها الغالق في حالة انفتاح (سرعة الغالق) هي t ثانية فإن المسافة التي تقطعها الطائرة (d) خلال هذه الفترة الزمنية تكون :



الشكل رقم (٨,٤). حركة صورة الجسم بسبب حركة الطائرة أثناء فتح الغالق.

ومن تطابق المثلثين O'O"A و a'a"O" في الشكل رقم (٨,٤) :

$$a'a'' / f = O'O'' / H \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٨,٥)$$

حيث إن :

O'O" = المسافة التي تقطعها الطائرة أثناء فتح الغالق لالتقاط الصورة = d = v * t

"a's = الإزاحة على الصورة في اتجاه الطيران والناتجة من حركة الطائرة خلال فترة انفتاح الغالق ، هذه الإزاحة = x على الصورة. إذن يمكن كتابة المعادلة (٨,٥) كالتالي:

$$x = v^{*}t^{*}f / H \quad \text{.....} \quad (٨,٦)$$

مثال (٨,٥)

إذا كانت سرعة الطائرة 180 كم في الساعة و البعد البؤري لعدسة آلة التصوير 152.40 مم وارتفاع الطيران 800 متر والمطلوب ألا تزيد الإزاحة على الصورة عن 0.09 مم فكم تكون سرعة الغالق المستخدم ؟

الحل

سرعة الطائرة (م/ث) = 180*1000/3600 = 50 م/ث

بالتعويض في المعادلة (٨,٦):

$$0.05 = (50) * t * 152.40 / 1000$$

$$t = 0.09 / [(50) * 800 / 152.40] = 1/2916$$

وحينئذ نختار أقرب سرعة غالق بعد تقريب هذا الرقم إلى أقرب كسر مئوي ، t = 1/3000 ثانية.

(٨,١٠) اختيار نقاط الضبط الأرضي

سبق أن ذكرنا في عمليات التوجيه المطلق في الفصل السابع أنه لا بد من تحديد نقاط على الأرض تكون معلومة الإحداثيات على الأرض تظهر على النموذج المجسم الذي يراد أن ترسم منه الخريطة حتى يتم ربط النموذج المجسم مع سطح الأرض. إن هذه النقاط يطلق عليها نقاط الربط أو نقاط التحكم الأرضي.

وبناءً على الإحداثيات المعلومة لهذه النقاط يتم تصنيفها إلى الأنواع التالية:

أ) نقاط الربط الأفقي : وهي النقاط التي يتم فيها تعيين الإحداثيات الأفقية (x, y) بالنسبة لنقطة أصل معينة.

ب) نقاط الربط الرأسي: وهي النقاط التي يتم فيها تعيين مناسيبها بالنسبة لمستوى مقارنة أفقي مثل سطح البحر.

ج) نقاط الربط الكاملة : وهي التي يتم فيها تعيين الإحداثيات الأفقية و المناسيب معاً . وبذلك فهي تؤدي عمليتي الربط الأفقي و الربط الرأسي معاً. وكما في ذكرنا أيضاً في الفصل السابع أنه لإكمال التوجيه المطلق للنموذج المجسم ومن ثم عمل خريطة طبوغرافيا نحتاج على الأقل إلى نقطتين للربط الأفقي وثلاث نقاط للربط الرأسي أو ثلاث نقاط ربط كاملة .

وتعيين الإحداثيات الأفقية لنقاط الربط يتم بإحدى الطرق التالية :

- المسح الأرضي ، ويتم بطرق رصد المضلعات أو التثليث أو باستخدامهما معاً .
- تكثيف نقاط الربط باستخدام المسح الجوي أو التثليث من الصور الجوية.
- استخدام جهاز نظام التوقيع العالمي.

أما التعيين المناسب فيتم باستخدام عمليات التسوية أو باستخدام جهاز المحطة الشاملة أو بتكثيف نقاط الربط الأفقي والرأسي بعمليات التثليث الجوي.

ويشترط في نقاط الربط الأرضي أن تكون محددة في الطبيعة بوضوح وأن تكون واضحة على الصورة وسهلة التعيين وأن تكون موزعة بقدر الإمكان أي متباعدة من بعض وليست متراكمة في جزء واحد من منطقة النموذج. وفي الغالب يتم اختيار أركان المباني المميزة والصرف الصحي. وبعدم ذلك يمكن عمل نقاط ربط صناعية ، وهي عبارة عن علامات ذات أشكال هندسية منتظمة يتم تثبيتها على الأرض وإيجاد إحداثياتها الأرضية قبل عملية التصوير. ومن الأشكال الهندسية المستخدمة في عمل هذه العلامات الشكل (x) أو الشكل (+) أو الشكل (Y).

(٨,١١) تمارين

١- ناقش مسألة اختيار الوقت المناسب للتصوير.

٢- صورة جوية لها مقياس 1/5000 تم التقاطها بآلة تصوير ذات بعد بؤري 152.40 مم . إذا أردنا أن نغير البعد البؤري ليصير 305.20 مم كم يكون ارتفاع الطيران الذي يعطي نفس المقياس؟

٣- إذا كان معامل الدقة لجهاز الرسم التجسيمي 750 و الفترة الكنتورية 5 متر فما هو ارتفاع الطيران المسموح به لالتقاط الصور الجوية ؟

٤- اذكر فوائد التداخل الأمامي و التداخل الجانبي للصور الجوية.

٥- تم التقاط صور جوية متداخلة بآلة تصوير بعدها البؤري 152.40 مم و أبعاد سالب الصورة 23x23 سم من ارتفاع طيران 2000 متر فوق سطح الأرض. إذا كان طول خط قاعدة الطيران 900 متر فاحسب النسبة المئوية للتداخل الأمامي بين الصور.

٦- مستخدماً البيانات في السؤال السابق احسب عدد الصور المطلوبة لتغطية خط طيران يغطي منطقة بطول 12 كم.

٧- إذا كان المطلوب التقاط صور جوية لها مقياس 1/30000 و تداخل أمامي بنسبة 60% فاحسب طول خط قاعدة الطيران علماً بأن أبعاد إطار الصورة 23x23 سم.

٨- التقطت صور جوية بمقياس 1/20000 ، فإذا كان أبعاد الفيلم للصورة 23x23 سم والتداخل الجانبي للصور 30% احسب المسافة بين كل خط طيران والذي يليه.

٩- أحسب الفترة الزمنية المطلوبة لالتقاط صورة جوية و أخرى متداخلة معها بنسبة تداخل أمامي 65% إذا كان مقياس الصورة وأبعاد إطار الصورة هما 1/20000 و 23x23 سم لكل من الصورتين.

١٠- أحسب سرعة الغالق المناسبة لالتقاط صورة جوية بمقياس 1/40000 وسرعة طيران 160 كم في الساعة بحيث لا تزيد الإزاحة على الصورة من 0.05 مم.

المراجع

[1] Wolf P.R. and B.A. Dewitt, 2002. *Elements of Photogrammetry with applications in GIS* . McGraw Hill, New York, USA.

[2] Smith, J. D.,1992. "*The Remarkable Ibn al-Haytham. The Mathematical Gazette*, Vol.76, No.475, pp. 189-198.

[3] Omar, S. B. 1977. *Ibn al-Haytham and Greek Optics: a comparative study in scientific methodology* Ph.D. Dissertation, University of Chicago, USA.

[4] Tschanz, D.W. 2003. *Alhazen: Master of Optics* www.en.wikipedia.org

[5] Skyfast Airwork, 2000. "*Aerial Photography*". Web page: www.skyfast.com.au/contents/vertical.html

[6] Fred Bird, 2006. www.fredbirdphotography.com/aerial.html Fred Bird, Ellington, CT, USA.

[7] USGS, 1997. "*Aerial Photography and Satellite Images*". Net page: www.erg.usgs.gov/isb/pubs

[8] Hyslop, M. "*Scale and Geometry of Aerial Photos*". Michigan Tec. University, USA, Web page: www.forest.mtu.edu/classes/for3540

[9] Leica, "*RC-30 Aerial Camera*", www.leica-geosystems.com

[10] Dimac System, "*Digital Modular Aerial Camera*".. www.dimac-camera.com

[11] Vexcel, 2004. "*Ultra CamD Technical Specifications*". www.vexcel.com

[12] الحسن ، عصمت محمد ، ٢٠٠٠ . *مبادئ المساحة التصويرية الجوية* . مطبعة جامعة الخرطوم ، السودان .

[13] Carl Zeiss, 1985. "*PK1 Precision Comparator*". Carl Zeiss Oberkochen, West Germany.

[14] Sokkia, 2006. "*Surveying Instruments*", Web page: www.gpsforestry.com/mirror_stereo.hotml

[15] Estes, J.E. and J. Hemphill, 2003. "Introduction to Photo Interpretation". Vol.1, Module 7. *International Center for Remote Sensing Education*, USA.

[16] Wild Heerbrugg. 1987. "*Training and Instruction in Photogrammetry*", Wild Heerbrugg, Switzerland.

[17] علي ، عبد الله الصادق ، ٢٠٠٦ . *مقدمة في المساحة التصويرية التحليلية و الرقمية* . إدارة النشر العلمي و المطابع ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية .

[18] Danko Arlington Incorporation, 1978. "*Kelsh K 600 Digitizing System*". Danko Arlington Inc., Baltimore, Maryland, USA.

[19] Moffitt, F.H. and E.M. Mikhail, 1980. "*Photogrammetry*". Harper and Row Publication, N.Y., USA.

[20] Zeiss, 1980. "*E-3 Planicart Stereoplotter*", Zeiss Oberkohen, West Germany.

[21] Kent, D. Brown, 2004. "*Photogrammetric Methods at the Utah Geological Survey*" . Workshop Proceedings, USGS, USA.

[22] Avery, T. Eugene and G. L. Berlin, 1985. "*Interpretation of Aerial Photographs*". Burgess Publishing Co., Minneapolis, Minnesota, USA.

obeikandl.com

ثبت المصطلحات

أولاً: عربي – إنجليزي

الابتعاد التجسيمي	Stereoscopic Parralax
الابتعاد المطلق	Absolute Parallax
الإبصار المجسم	Stereoscopic Viewing
اتجاه الطيران	Flight Direction
أجهزة الإسقاط الضوئي المباشر	Direct Optical Projection Instruments
الأجهزة المساعدة لآلة التصوير	Camera Accessories
الإحداثيات	Coordinates
أداة الإسقاط	Projector
إزاحة	Displacement
الإزاحة التضاريسية	Relief Displacement
الإسقاط الضوئي المباشر	Direct Optical Projection
الإسقاط الضوئي الميكانيكي	Optical Mechanical Projection
الإسقاط المتعامد	Orthogonal Projection

obeikandl.com

Perspective Projection	الإسقاط المنظوري
Mechanical Projection	الإسقاط الميكانيكي
Negative Frame	الإطار السالب
Camera Obscura	آلة التصوير الخفية
Aerial Camera	آلة تصوير جوية

ف

Flight Planning	تخطيط الطيران
Lateral Lap	التداخل العرضي
Model Leveling	تسوية النموذج
Radial Distortion	التشوه الإشعاعي
Lens Distortion	تشوه العدسة
Exposure	التعريض
Orientation	التوجيه
Analogue Orientation	التوجيه التمثيلي
Analogue Absolute Orientation	التوجيه التمثيلي المطلق
Analogue Relative Orientation	التوجيه التمثيلي النسبي
Interior Orientation	التوجيه الداخلي
Absolute Orientation	التوجيه المطلق
Relative Orientation	التوجيه النسبي
Numerical Relative Orientation	التوجيه النسبي الحسابي
Dependant Relative Orientation	التوجيه النسبي المستقل

obeikandl.com

Independent Relative Orientation	التوجيه النسبي غير المستقل
ه	
Camera Body	جسم آلة التصوير
Lens Stereoscope	جهاز الإبصار المجسم
Stereoscope	جهاز الإبصار المجسم
Mirror Stereoscope	جهاز الإبصار ذو المرآة
Optical Mechanical Projection Inst.	جهاز الإسقاط الضوئي الميكانيكي
Mechanical Projection Instrument	جهاز الإسقاط الميكانيكي
Analogue Instrument	الجهاز التمثيلي
Digital Plotter	جهاز الرسم الرقمي
Digital Encoder	جهاز النقل الرقمي
Camera Mount	جهاز تثبيت آلة التصوير
Comparator	جهاز قياس الإحداثيات
Densitometer	جهاز قياس الكثافة الضوئية
و	
Diaphragm	الحاجب
Image Movement	حركة الصورة
خ	
Topographic Map	الخريطة الطبوغرافية
Flight Map	خريطة الطيران
Flight Line	خط الطيران

obeikandl.com

خط قاعدة الصورة	Photo Base Line
خطوط الكنتور (المنسوب المتساوي)	Contour Lines
ف	
الذراع الفضائي	Space Rod
ر	
الربط (التحكم) الرأسي	Vertical Control
ز	
زاوية الابتعاد	Parallactic Angle
زاوية مجال الرؤيا	Angular Field of View
س	
سرعة الطائرة	Craft Speed
سرعة الغالق	Shutter Speed
سرعة الفيلم	Film Speed
ص	
الصور المتداخلة	Overlapping Photographs
الصورة المائلة	Tilted Photograph
صورة جوية	Aerial Photograph
ض	
ضبط المقياس	Scaling
ط	
طاولة الرسم	Drawing Table

obeikandl.com

Plotting Table	طاولة الرسم
Automatic Plotting Table	طاولة الرسم الأتوماتيكي
Tracing Table	طاولة الرسم المتحركة
Measuring Table	طاولة القياس
	م
Focal Length	العد البؤري
Height Counter	عداد الارتفاعات
Projection Lens	عدسة الإسقاط
Distortion Free Lens	عدسة خالية من الانحراف
Fiducial Mark	علامة الإسناد
Floating Mark	العلامة العائمة (الطافية)
Measuring Mark	علامة القياس
Percepted Depth	العمق المدرك
Interior Orientation Elements	عناصر التوجيه الداخلي
Relative Orientation Elements	عناصر التوجيه النسبي
	غ
Shutter	الغالق
	ف
Exposure Time	فترة التقاط الصورة (تعريض الفيلم)
Contour Interval	الفترة بين خطوط الكنتور
Negative Film	الفيلم السالب

obeikandl.com

الفيلم الموجب	Diapositive
ق	
قاعدة الإبصار	Eye Base
القاعدة الجوية	Air Base
قاعدة الفيلم	Film Base
قضيب قياس الابتعاد	Parallax Bar
قياس الارتفاعات	Height Measurement
القياس التجسيمي	Stereoscopic Measurement
ك	
كروية سطح الأرض	Earth Curvature
ل	
اللوحة المستقطبة	Polarized Platen
م	
مادة الفيلم الحساسة	Emulsion
المبالغة الرأسية	Vertical Exaggeration
محطة التقاط الصورة	Exposure Station
مخروط آلة التصوير	Camera Cone
مرئيات الأقمار الصناعية	Satellite Images
مرشح (مصفى)	Filter
مرشح الألوان	Anaglyphic Filter
المركز المنظوري	Perspective Center

obeikandl.com

Photogrammetry	المساحة التصويرية الجوية
Aerial Surveying	المساحة الجوية
Focal Plane	المستوى البؤري
Viewing Plane	مستوى المشاهدة
Collimator	المسدد
Overcorrection Factor	معامل الزيادة التصحيحية
Camera Calibration	معايرة آلة التصوير
Overlapping Area	المنطقة المتداخلة

ن

Pantograph	ناقل الرسم
Projection System	نظام الإسقاط
Plotting System	نظام الرسم
Measuring System	نظام القياس
Anaglyphic Spectacles System	نظام النظارات الملونة
Stereo Image Alternator	نظام تبادل الصور المتداخلة
Theory of Stereoviewing	نظرية الإبصار المجسم
Principal Point	نقطة الأساس
Nadir Point	نقطة النظير
Digital Terrain Model	النموذج الرقمي لسطح الأرض
Stereoscopic Model	النموذج المجسم

obeikandl.com

ثانياً: إنجليزي– عربي

A

Absolute Orientation	التوجيه المطلق
Absolute Parallax	الابتعاد المطلق
Aerial Camera	آلة تصوير جوية
Aerial Photograph	صورة جوية
Aerial Surveying	المساحة الجوية
Air Base	القاعدة الجوية
Anaglyphic Filter	مرشح الألوان
Anaglyphic Spectacles System	نظام النظارات الملونة
Analogue Instrument	الجهاز التمثيلي
Analogue Orientation	التوجيه التمثيلي
Analogue Absolute Orientation	التوجيه التمثيلي المطلق
Analogue Relative Orientation	التوجيه التمثيلي النسبي
Angular Field of View	زاوية مجال الرؤيا
Automatic Plotting Table	طاولة الرسم الأتوماتيكي

C

Camera Accessories	الأجهزة المساعدة لآلة التصوير
Camera Calibration	معايرة آلة التصوير
Camera Body	جسم آلة التصوير
Camera Cone	مخروط آلة التصوير

obeikandl.com

Camera Mount	جهاز تثبيت آلة التصوير
Camera Obscura	آلة التصوير الخفية
Collimator	المسدد
Comparator	جهاز قياس الإحداثيات
Contour Lines	خطوط الكنتور (المنسوب المتساوي)
Contour Interval	الفترة بين خطوط الكنتور
Coordinates	الإحداثيات
Craft Speed	سرعة الطائرة

D

Densitometer	جهاز قياس الكثافة الضوئية
Dependant Relative Orientation	التوجيه النسبي المستقل
Diaphragm	الحاجب
Dispositive	الفيلم الموجب
Digital Encoder	جهاز النقل الرقمي
Digital Plotter	جهاز الرسم الرقمي
Digital Terrain Model	النموذج الرقمي لسطح الأرض
Displacement	إزاحة
Distortion Free Lens	عدسة خالية من الانحراف
Direct Optical Projection	الإسقاط الضوئي المباشر
Direct Optical Projection Instruments	أجهزة الإسقاط الضوئي المباشر
Drawing Table	طاولة الرسم

obeikandl.com

E

Earth Curvature	كروية سطح الأرض
Emulsion	مادة الفيلم الحساسة
Exposure	التعريض
Exposure Station	محطة التقاط الصورة
Exposure Time	فترة التقاط الصورة (تعريض الفيلم)
Eye Base	قاعدة الإبصار

F

Fiducial Mark	علامة الإسناد
Film Base	قاعدة الفيلم
Film Speed	سرعة الفيلم
Filter	مرشح (مصفى)
Flight Direction	اتجاه الطيران
Flight Line	خط الطيران
Flight Map	خريطة الطيران
Flight Planning	تخطيط الطيران
Floating Mark	العلامة العائمة (الطافية)
Focal Length	البعد البؤري
Focal Plane	المستوى البؤري

obeikandl.com

H

Height Counter	عداد الارتفاعات
Height Measurement	قياس الارتفاعات

I

Image Movement	حركة الصورة
Independent Relative Orientation	التوجيه النسبي غير المستقل
Interior Orientation	التوجيه الداخلي
Interior Orientation Elements	عناصر التوجيه الداخلي

L

Lateral Lap	التداخل العرضي
Lens Distortion	تشوه العدسة
Lens Stereoscope	جهاز الإبصار المجسم

M

Measuring Mark	علامة القياس
Measuring System	نظام القياس
Measuring Table	طاولة القياس
Mechanical Projection	الإسقاط الميكانيكي
Mechanical Projection Instrument	جهاز الإسقاط الميكانيكي
Mirror Stereoscope	جهاز الإبصار ذو المرآة
Model Leveling	تسوية النموذج

obeikandl.com

N

Nadir Point	نقطة النظير
Negative Film	الفيلم السالب
Negative Frame	الإطار السالب
Numerical Relative Orientation	التوجيه النسبي الحسابي

O

Optical Mechanical Projection	الإسقاط الضوئي الميكانيكي
Optical Mechanical Projection Inst.	جهاز الإسقاط الضوئي الميكانيكي
Orientation	التوجيه
Orthogonal Projection	الإسقاط المتعامد
Overcorrection Factor	معامل الزيادة التصحيحية
Overlapping Area	المنطقة المتداخلة
Overlapping Photographs	الصور المتداخلة

P

Pantograph	ناقل الرسم
Parallactic Angle	زاوية الابتعاد
Parallax Bar	قضيب قياس الابتعاد
Percepted Depth	العمق المدرك
Perspective Center	المركز المنظوري
Perspective Projection	الإسقاط المنظوري
Photo Base Line	خط قاعدة الصورة

obeikandl.com

Photogrammetry	المساحة التصويرية الجوية
Plotting System	نظام الرسم
Plotting Table	طاولة الرسم
Polarized Platen	اللوحة المستقطبة
Principal Point	نقطة الأساس
Projection Lens	عدسة الإسقاط
Projection System	نظام الإسقاط
Projector	أداة الإسقاط

R

Radial Distortion	التشوه الإشعاعي
Relative Orientation	التوجيه النسبي
Relative Orientation Elements	عناصر التوجيه النسبي
Relief Displacement	الإزاحة التضاريسية

S

Satellite Images	مرئيات الأقمار الصناعية
Scaling	ضبط المقياس
Shutter	الغالق
Shutter Speed	سرعة الغالق
Space Rod	الذراع الفضائي
Stereo Image Alternator	نظام تبادل الصور المتداخلة
Stereoscopic Measurement	القياس التجسيمي

obeikandl.com

Stereoscopic Model	النموذج المجسم
Stereoscopic Parralax	الابتعاد التجسيمي
Stereoscopic Viewing	الإبصار المجسم
Stereoscope	جهاز الإبصار المجسم
T	
Theory of Stereoviewing	نظرية الإبصار المجسم
Tilted Photograph	الصورة المائلة
Topographic Map	الخريطة الطبوغرافية
Tracing Table	طاولة الرسم المتحركة
V	
Vertical Control	الربط (التحكم) الرأسي
Vertical Exaggeration	المبالغة الرأسية
Viewing Plane	مستوى المشاهدة

obeikandl.com

كشاف الموضوعات

1

أبعاد إطار الفيلم ٢٤

أجهزة إسقاط ضوئي ٧٥ ، ٧٦ ، ٨١

أجهزة إسقاط ميكانيكي ٧٥ ، ٨٢ ، ٨٣

أجهزة الرسم التجسيمي ٧٣ ، ٧٥ ، ١٣٥ ، ١٣٦

أجهزة الرسم التحليلي ٧٥ ، ٨٤

أجهزة الرسم الرقمي ٧٥

ارتفاع الجسم ٤٣

ارتفاع الطيران ١٨ ، ٤٥ ، ٥٧ ، ٧٠ ، ١٣٩ ، ١٤٠ ، ١٤١ ، ١٤٢ ، ١٥٢

ارتفاع النقطة ٧٠ ، ١١٠ ، ١٣٠

الابتعاد التجسيمي ٦٠ ، ٦١ ، ٦٢ ، ٦٣ ، ٦٤ ، ٦٥ ، ٧٠ ، ٧١

الإبصار المجسم ٤٧

الإسقاط المنظوري ٤١

الإسقاط المتعامد ٤١

الإزاحة ٩٢ ، ٩٣ ، ٩٤ ، ٩٥ ، ٩٦ ، ٩٧ ، ٩٨ ، ٩٩ ، ١٠٠ ، ١٠١ ، ١٠٢ ، ١٠٣ ، ١٠٤ ، ١١١ ، ١١٣ ، ١١٧ ، ١١٨ ، ١٢٠ ، ١٢١

الإزاحة التضاريسية ٤١ ، ٤٢ ، ٤٣ ، ٤٤ ، ٤٥

البعد البؤري ١٧ ، ٢٢ ، ٢٥ ، ٢٦ ، ٣٠ ، ٣٢ ، ٣٧ ، ٤٦ ، ٩٥ ، ١٠٧ ، ١٢٦

obeikandl.com

التثليث الجوي ١٥١
التوجيه الداخلي ٨٨ ، ١١٤ ، ١٢٠
التوجيه المطلق ٨٦ ، ١٢٣ ، ١٢٤ ، ١٢٩ ، ١٣٠ ، ١٣٦
التوجيه النسبي ٧٤ ، ٧٦ ، ٨٦ ، ٨٩ ، ٩٢ ، ٩٦ ، ١٠١ ، ١٠٢ ، ١٠٦ ، ١١١ ، ١١٢ ، ١١٥ ، ١١٧
الخرائط التفصيلية ٦
الخرائط الطبوغرافية ٤ ، ١٤٠
الخرائط المساحية ٥
المحور البصري ٨
المساحة التصويرية الأرضية ٦
المساحة التصويرية الجوية ٧ ، ١١
المساحة التصويرية الفضائية ٧
المساحة التصويرية التحليلية ١١
المساحة التصويرية الرقمية ٧

د

تخطيط الطيران ١٣٩
تسوية النموذج ١٢٨

ه

جهاز الإبصار المجسم ٥١ ، ٥٢ ، ٥٣ ، ٥٤ ، ٥٥ ، ٦٧
جهاز الإسقاط الضوئي ٨٠
جهاز قياس الإحداثيات ٣٩

ز

زاوية الابتعاد ٤٩ ، ٧١
زاوية الميل ٣٠
زيادة التصحيح ١١٩

ط

طاولة الرسم الأتوماتيكي ١٣٤ ، ١٣٥
طبوغرافية سطح الأرض ٥

ع

عدد الصور ١٤٥ ، ١٤٨
عدد خطوط الطيران ١٤٠ ، ١٤٦ ، ١٤٧ ، ١٤٨
عناصر التوجيه النسبي ٩٠ ، ٩١ ، ٩٢

ق

قاعدة الجهاز ١٢٥ ، ١٢٦ ، ١٢٧
قاعدة الصورة ١٢٥
القاعدة الجوية ٥٩ ، ٦٣ ، ٦٥
قضيب قياس فرق الابتعاد ٦٧

قياس فرق الابتعاد ٦٧ ، ٦٨ ، ٦٩

م

المبالغة الرأسية ٥٦
مركز التساوي ٣٠
المركز الضوئي لآلة التصوير ٣٣
معامل الجهاز ١٤٣
مقياس الصورة ٣١ ، ٣٣ ، ٣٤ ، ٣٥ ، ٣٧ ، ١٢٦ ، ١٤١ ، ١٤٦

ن

نظام إحداثيات الصورة ٣٨
نظام إحداثيات النموذج ١١٣
نظام الإسقاط ٧٦
نظام التوجيه النسبي ٧٧
نظام تبادل الصور ٧٨
نظام القياس والرسم ٧٩
نظام اللوحة المستقطبة ٧٩
نظام المشاهدة ٧٧
نظام النظارات الملونة ٧٧
نظرية الرسم التجسيمي ٧٤
نقاط التحكم ١٤٠
نقطة الأساس ٣٠ ، ٦٠
نقطة النظير ٣٠
النموذج الرقمي ١٢٣ ، ١٣٣ ، ١٣٧
النموذج المجسم ٤٧ ، ٤٨ ، ٧٧ ، ٨٤ ، ٨٧ ، ٩٢ ، ١٢٤ ، ١٣١ ، ١٣٦

و

وحدة الإسقاط ١٠٧ ، ١٠٨ ، ١٠٩

obeikandl.com