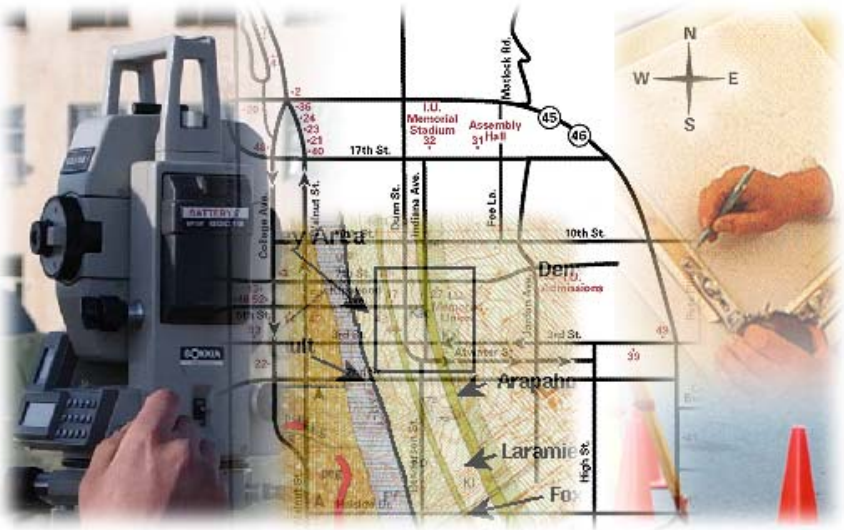
المملكـة العربيـة السـعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

قررت المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني تدريس هذه الحقيبة في " المعاهد الثانوية الفنية "

المساحة

المساحة التصويرية

الصف الثاني



نسخة أولية ١٤٢٥هـ

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " المساحة التصويرية " لمتدربي قسم" المساحة " للمعاهد الفنية للمراقبين الفنيين موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه. إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهيد

بسم الله والحمد لله والصلاة والسلام على أشرف المرسلين وخاتم النبيين سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين، ومن اهتدى بهداه إلى يوم الدين.

مما لا شك فيه أن المملكة العربية السعودية تعيش حالياً ازدهاراً في جميع مجالات الحياة ومن هذه المجالات مجال التعليم بصفة عامة والتعليم الفني والتدريب المهني بصفة خاصة. فقد اعتنت الدولة بالتعليم الفني والتدريب المهني ويظهر ذلك جليا مع إنشاء المراكز و المعاهد والكليات التقنية، وعمليات التطوير والتحديث المستمرة لها والتي تشرفنا في مشاركتنا فيها عن طريق إعداد هذه الحقيبة"المساحة التصويرية" والتي تحدث فيها عن موضوع من أهم مواضيع المساحة وإنتاج الخرائط، ولقد حرصنا أن تكون شاملة ومتسلسلة ومترابطة وحديثة بما يكفي لفهم أساسيات هذا العلم، كما حرصنا على أن يكون العرض بما يتوافق مع قدرات المتدربين في هذه المرحلة بقدر الإمكان وذلك بالاستعانة بالرسوم والصور، وكذلك التطبيق المباشر للقوانين للمسائل الحسابيه والإشارة فقط إلى فكرة استنتاج القانون.

وختاماً فإننا نرجو الله سبحانه وتعالى أن نكون قد وفقنا في إعداد هذه الحقيبة بالصورة المطلوبة وأن تحقق أهدافها المطلوبة.

المساحة التصويرية

الفصل الأول

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

المساحة التصويرية

مقدمة في المساحة التصويرية

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة:

التعرف على المقصود بالمساحة التصويرية والاستفادة منها في تخصص المساحة.

الأهداف:

عند إكمال دراسة هذه الوحدة يكون لدى المتدرب القدرة على:

- معرفة علم المساحة التصويرية.
- معرفة أقسام علم المساحة التصويرية.
- معرفة مراحل تطور المساحة التصويرية.
- معرفة استخدامات المساحة التصويرية.
- معرفة خطوات إنتاج الخريطة.

مستوى الأداء المطلوب:

بنهاية هذه الوحدة يجب أن يتحقق للمتدرب معرفة تامة بالمساحة التصويرية وأفرعها واستخداماتها و خطوات إنتاج الخريطة.

الوقت المتوقع للتدريب:

يخصص لهذه الوحدة أسبوعان بواقع أربع حصص دراسية لكل أسبوع.

الوسائل المساعدة:

نماذج من الصور الجوية بأنواعها و أبعادها المختلفة.

متطلبات الجدارة:

الإلمام بمفهوم وأهداف المساحة بشكل عام.

مقدمة في المساحة التصويرية

المساحة التصويرية أحد الفروع الرئيسة لتخصص المساحة و من خلالها يتم إنتاج الأعمال المساحية المختلفة لمنطقة ما مثل الخرائط التفصيلية و الخرائط الطبوغرافية و كذلك الحصول على معلومات ودراسات عن هذه المنطقة بواسطة الصور الملتقطة لها.

١ -١ تعريف المساحة التصويرية Photogrammetry

يمكن تعريف المساحة التصويرية بأنها علم وفن و تكنولوجيا الحصول على معلومات كمية ونوعية عن المعالم الصناعية والطبيعية لمنطقة ما بواسطة صور فوتوغرافية أو غير فوتوغرافية لهذه المنطقة.

تختلف المساحة التصويرية عن المساحة الأرضية في أن المساحة الأرضية تتعامل مع الطبيعة بشكل مباشر وفي المساحة التصويرية يتم الحصول على المعلومات والقياس من الصور بدون إحتكاك مباشر مع الطبيعة في أغلب مراحل العمل.

١ -٢ الفرق بين المساحة التصويرية والمساحة الأرضية

تتميز المساحة التصويرية عن المساحة الأرضية بالميزات التالية:

١) العمل المساحي الأرضي للمناطق الكبيرة مكلف جدا في الوقت والجهد والتكلفة مقارنةً مع المسح التصويري.

٢) لا يرتبط المسح التصويري بوقت محدد ومناخ محدد إلا أثناء التقاط الصور أما العمل واستنتاج المعلومات من هذه الصور فإنه لا يرتبط بوقت ومناخ محدد بعكس المسح الأرضي.

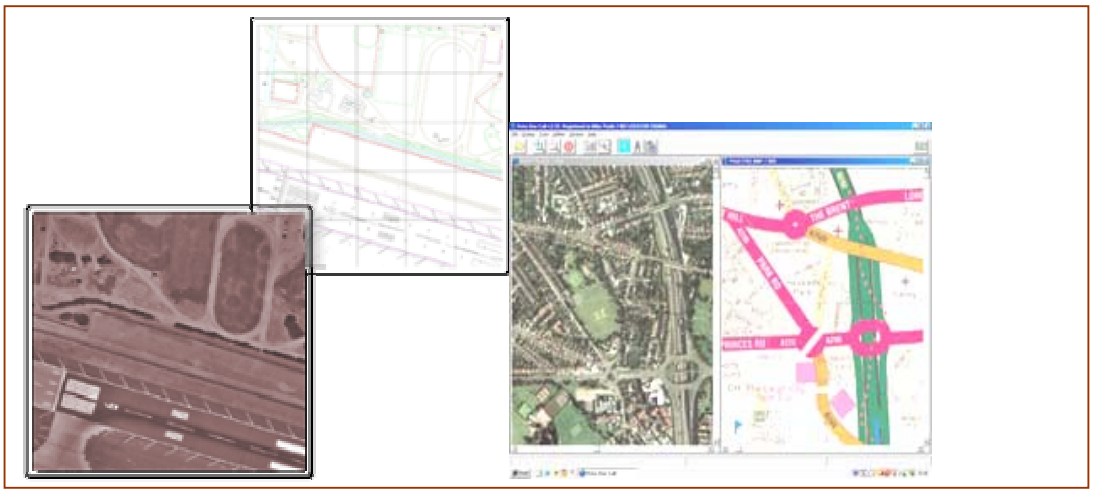
٣) صعوبة التعامل الأرضي مع بعض المناطق كالتضاريس الوعرة، بعكس المساحة التصويرية.

١ - ٣ مجالات المساحة التصويرية

يشمل موضوع المساحة التصويرية مجالين أساسيين هما:

١) المساحة التصويرية المترية Metric Photogrammetry

يُعنى هذا المجال بإعداد المخططات والخرائط المستوية والطبوغرافية وتعيين إحداثيات النقاط والمسافات والأبعاد والمساحات وغيرها من الأغراض المساحية وذلك من الصور، الشكل١ -١



الشكل:١ -١ إنتاج الخرائط من الصور

٢) المساحة التصويرية التفسيرية Interpretative Photogrammetry

يُعنى هذا المجال بقراءة الصورة والتعرف على ما فيها من المعالم الطبيعية والصناعية مثل أنواع التربة والمحاصيل أو الدراسات الإحصائية أو لأغراض الاستطلاع العسكري ودراسة التلوث والتخطيط للمشاريع وغير ذلك.

١ -٤ أقسام المساحة التصويرية

تُقسم المساحة التصويرية بناءً على موقع التقاط الصورة إلى ثلاثة أقسام، هي:

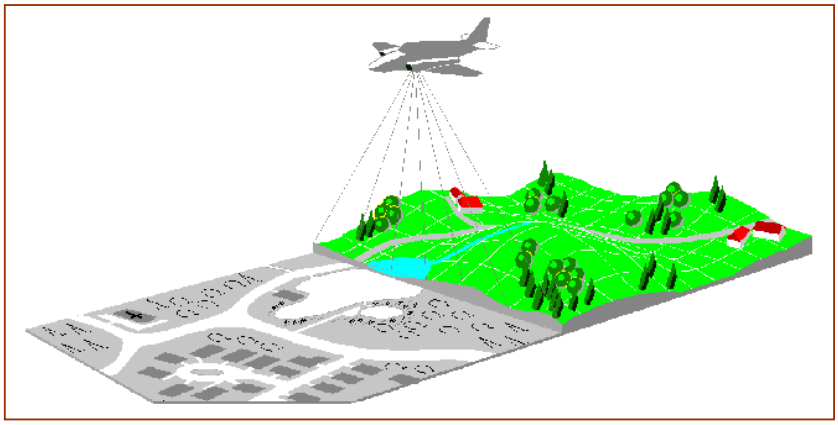
١) المساحة التصويرية الأرضية Terrestrial Photogrammetry

في هذا القسم تكون الصور مأخوذة بآلة تصوير توضع على حامل على سطح الأرض، الشكل١ -٢، ويغلب استخدام هذا النوع في إعداد مخططات وخرائط للأبنية والمنشآت الهندسية والأماكن الأثرية وغالبا ما تكون هذه الصور محدودة الاتساع.

الشكل: ١ -٢ آلة تصوير أرضية

٢) المساحة التصويرية الجوية Aerial Photogrammetry

في هذا القسم تستخدم الصور الملتقطة من الجو حيث تكون آلة التصوير مثبتة في طائرة، الشكل١ -٣، و يتم التصوير طبقا لخطة تعد مسبقا تسمى خطة الطيران ويتم فيها تحديد ارتفاع الطيران و أماكن أخذ الصور وغير ذلك. وتستخدم المساحة التصويرية الجوية لأغراض المساحة التصويرية المترية والمساحة التصويرية التفسيرية.(وهذا الفرع هو الذي سيتم دراسته في هذا المقرر إن شاء الله تعالى).



الشكل: ١ -٣ التصوير الجوي

٣) المساحة التصويرية الفضائية Space Photogrammetry

في هذا القسم تستخدم الصور المرسلة عن طريق الأقمار الاصطناعية أو المحطات الفضائية و هذه النوعية من الصور تستخدم في الأغراض التفسيرية مثال الأرصاد الجوية ودراسات الفضاء والخرائط المصورة محدودة الدقة، الشكل١ -٤.

الشكل: ١ -٤ التصوير الفضائي

١ -٥ مراحل تطور المساحة التصويرية

أهم المراحل التي مرت بها المساحة التصويرية هي:

١) اختراع التصوير الضوئي عام ١٨٣٩م.

٢) استعمال الصور الفردية لغايات إجراء القياس والمخططات وهي في الحقبة ١٨٤٠ -١٨٩٢م وقد كانت هذه الصور مأخوذة من محطات أرضية وجوية باستخدام البالونات أو الطائرات الورقية.

٣) إنتاج الأفلام الملفوفة.

٤) اكتشاف الرؤية المجسمة من الصور واختراع العلامة الطافية.

٥) اختراع الطائرة عام ١٩٠٣م واستخدمت لأول مرة في التقاط الصور لأغراض المساحة عام ١٩١٣م

٦) اتساع نطاق التسابق في هذا المجال أثناء الحرب العالمية الأولى والثانية للأغراض العسكرية والمدنية وكذلك تم خلالها اختراع ما يسمى بأجهزة الرسم التجسيمي الميكانيكية وتأسست خلال هذه الفترة الكثير من الشركات المساحية.

٧) اختراع الحاسبات خلال العقد ١٩٦٠م أدى إلى تقدم هائل في نوعية الأجهزة وطرق الإنتاج وقد ظهرت الكثير من المعدات والأجهزة الآلية السريعة والدقيقة واستمر هذا التطور إلى وقتنا الحالي بظهور الكاميرات والصور الرقمية والماسحات الضوئية وظهور جيل جديد من الأجهزة التي تتعامل مع الصور الجوية باستخدام الحاسب الآلي ومما ساعد كذلك في هذا التطور التنافس بين الدول العظمى في هذا المجال إلى جانب التنافس في غزو الفضاء ووضع الأقمار الصناعية والمحطات الفضائية لأغراض المراقبة والاستطلاع والدراسات المختلفة.

١ -٦ استخدامات المساحة التصويرية

هناك العديد من الحقول والمجالات التي تعتبر استخدام المساحة التصويرية فيها على جانب كبير من الأهمية وفيما يلي موجز لأهم هذه التطبيقات:

١) إعداد المخططات و الخرائط المستوية بدقة عالية و سرعة و تكلفة أقل.

٢) إعداد المخططات والخرائط الطبوغرافية بدقة عالية و سرعة و تكلفة أقل.

٣) استكشاف وتخطيط وتصميم شبكات المواصلات المختلفة والسدود و قنوات الري والاتصالات وغيرها من المشاريع المدنية.

٤) يمكن استخدام الصور الجوية أو الفضائية كبديل عن الخرائط في المناطق التي لا تتوفر لها أية معلومات مساحية أو خرائط.

٥) تُستخدم المساحة التصويرية في حقل الجيولوجيا (علم الأرض) للتنقيب عن المعادن والمياه الجوفية ودراسات التربة و سطح الأرض لمعرفة مدى ملاءمته للأغراض المختلفة من زراعة أو صناعة ومعرفة أنواع الصخور الموجودة على سطح الأرض و في باطنها.

٦) تُستخدم المساحة التصويرية في حقل الاستخبارات العسكرية و ذلك بإمداد الجيش بمعلومات عن مواقع و معدات و أعداد و تحركات العدو.

٧) تُستخدم المساحة التصويرية في المجالات الطبية مثل استخدام أشعة إكس وصناعة الأطراف الصناعية.

٨) تُستخدم المساحة التصويرية الجوية في أعمال الحصر، مثل الحصر السكاني و الحصر الزراعي.

٩) تُستخدم المساحة التصويرية في حل ومراقبة المشاكل المرورية.

١ -٧ طرق الاستفادة من الصور

يمكن الاستفادة من الصور بطريقتين:

أ) التعامل مع الصور المفردة

تتم الدراسة فيها من خلال صورة تعطي بُعدين فقط للمعلم موضع الدراسة، حيث يمكن الحصول منها على قياسات تقريبية ومعلومات نوعية مثل الإحصاءات والتخطيط للمشاريع المدنية وغيرها ويمكن تجميع مجموعة من الصور المتتالية لمنطقة وتوصيلها مع بعضها بحيث تعطي صورة كبيرة وهو ما يسمى بالموزيك.

ب) التعامل مع أزواج الصور

يقصد بها التعامل مع صورتين مصورتين بوضع محدد ، بحيث يكون جزء من الصورتين لنفس المنطقة وبمجرد توجيههما باستخدام طرق وأجهزة (سوف يتم التطرق لها في الوحدات القادمة إن شاء الله تعالى) يمكن الحصول منهما على منظر مجسم (ذي ثلاثة أبعاد) للمنطقة المشتركة بين الصورتين ومن ثم التعامل مع المنظر المجسم ذي الأبعاد الثلاثة في الحصول على المعلومات.

تدريب عملي١ -١

١ -٨ مراحل إنتاج الخرائط والمخططات من الصور الجوية.

عند حديثنا عن أقسام المساحة التصويرية قُلنا أن الصور الملتقطة من الجو هي التي تستخدم لإنتاج الخرائط والمخططات المساحية، وحتى نتمكن من إنتاج الخرائط والمخططات من الصور الجوية لابد أن نمر بالمراحل الرئيسة الموضحة بالشكل١ -٥.

الشكل: ١ -٥ المراحل الأساسية لإنتاج الخرائط من الصور الجوية

تدريب عملي ١ -١

الهدف:

- أن تتعرف من خلال الصور المختلفة على أقسام المساحة.
- أن تتعرف على مفهوم المساحة التصويرية المترية والتفسيرية من خلال أمثلة على الصور.
- زيارة ميدانية للاطلاع على بعض الأجهزة الموجودة بالمعهد واستخداماتها.
- مشاهدة ظاهرة الرؤية المجسمة.

الوسائل والأدوات:

- صور مختلفة فضائية وأرضية وجوية.
- لجهاز استريوسكوب.
- الأجهزة والمعامل الجوية الموجودة بالمعهد وبعض منتجاتها.

أسئلة على الوحدة الأولى

١) عرِّف علم المساحة التصويرية ؟

٢) اذكر أقسام علم المساحة التصويرية ؟

٣) ما هي مجالات استخدام المساحة التصويرية ؟

٤) اكتب نبذه مختصرة عن مراحل تطور علم المساحة التصويرية واذكر أهم العوامل التي ساهمت في سرعة تطوره ؟

٥) اذكر بعضا من استخدامات علم المساحة التصويرية في ميادين العمل المختلفة؟

٦) ما هو الفرق بين طرق المساحة الأرضية والمساحة الجوية ؟

٧) ما هي مراحل إنتاج الخريطة باستخدام علم المساحة التصويرية ؟

المساحة التصويرية

أساسيات في المساحة التصويرية الجوية

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة:

التعرف على الأساسيات الضرورية لفهم المساحة التصويرية وبعض تطبيقاتها.

الأهداف:

عند إكمال دراسة هذه الوحدة يكون لدى المتدرب القدرة على:

- معرفة أساسيات في علم التصوير
- معرفة آلات التصوير الجوي وأنواعها وأجزائها والمعلومات المسجلة على الصورة وأهميتها.
- معرفة أنواع الصور الجوية من حيث زاوية ميل محور آلة التصوير.
- معرفة نظام الإحداثيات على الصور الجوية و حساب الإحداثيات الأرضية بواسطته.
- معرفة الإزاحة الناشئة عن التضاريس وحساب تأثيرها وحساب ارتفاع المعالم بواسطتها.
- معرفة بعض المصطلحات المهمة في علم المساحة التصورية.
- معرفة مبادئ في علم تفسير الصور الجوية الفوتوغرافية.

مستوى الأداء المطلوب:

بنهاية هذه الوحدة يجب أن يتعرف المتدرب على الأهداف المطلوبة من هذه الوحدة معرفة تامة.

الوقت المتوقع للتدريب:

يخصص لهذه الوحدة ستة أسابيع دراسية بواقع أربع حصص أسبوعيا.

الوسائل المساعدة:

- صور جوية ملونة مغلفة بورق بلاستيك شفاف وأقلام كتابة (٠,٥) قابلة للمسح.
- طاولات لتثبيت الصور عليها.

متطلبات الجدارة:

- خصائص الضوء والبصريات الضوئية (فيزياء الصف الأول)
- العلاقات الرياضية للمثلثات.
- مفهوم الإحداثيات.

أساسيات في المساحة التصويرية الجوية

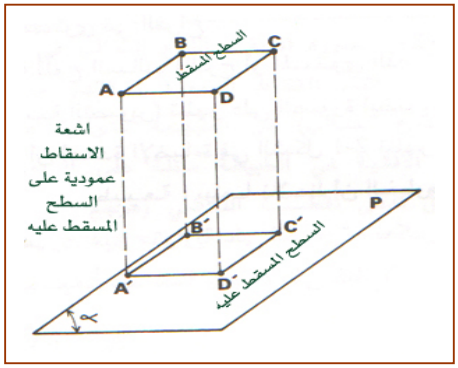
عندما تحدثنا في الوحدة الأولى عن أقسام المساحة التصويرية، قلنا أنها تنقسم اعتمادا على موقع آلة التصوير أثناء التقاط الصورة إلى أرضية وجوية وفضائية. وكان أنسب هذه الأقسام الثلاثة لصناعة الخرائط والحصول على المعلومات الكمية هو الصور الجوية، ولأن ما يعنينا في تخصص المساحة بالدرجة الأولى هو استخدام الصور في إنتاج الخرائط فسوف يتم في هذه الوحدة دراسة ما يلزم لفهم أساسيات التصوير الجوي وآلات التصوير الجوي والخصائص والعلاقات الهندسية للصورة الجوية وبعض المصطلحات الشائعة في المساحة الجوية وتفسير الصور الجوية الفونغرافية.

٢ -١ أنواع المساقط Type of Projections

يقصد بالمساقط الطرق الهندسية المستخدمة لتمثيل سطح معين بما يحتويه من معالم على سطح آخر، وتوجد طرق كثيرة تختلف حسب السطح المسقط والسطح المسقط عليه. وسوف نركز في هذه الحقيبة على طرق الإسقاط التي لها علاقة بتمثيل الصورة للمعالم الأرضية ومن ثم إنتاج الخرائط من هذه الصور.

٢ -١ -١ الإسقاط العمودي Orthognal Projection

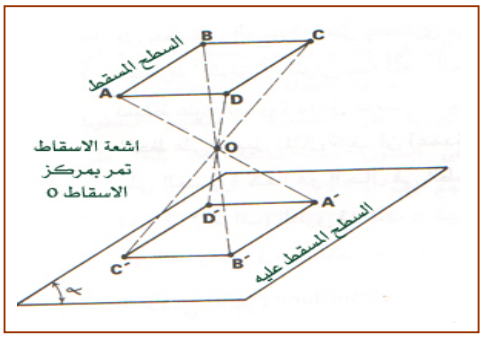
في هذا النوع من الإسقاط تُسقط نقاط السطح المُسقَط على السطح المُسقط عليه بشكل عمودي، شكل ٢ -١.



شكل: ٢ -١ المسقط العمودي

٢ -١ -٢ الإسقاط المركزي Perspetiv Projection

في هذا النوع من الإسقاط، شكل ٢ -٢، تُسقط النقاط على السطح المسقط عليه بحيث تمر جميع خطوط الإسقاط بنقطة تسمى مركز الإسقاط.



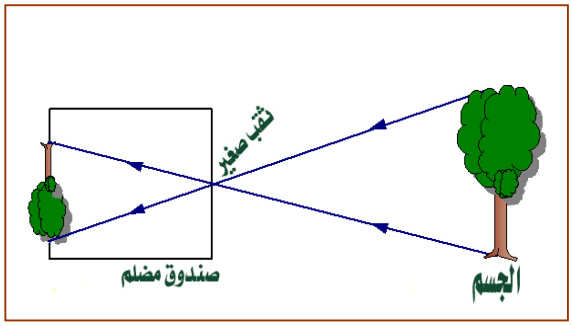
شكل: ٢ -٢ المسقط المركزي

٢ -٢ أساسيات في علم التصوير

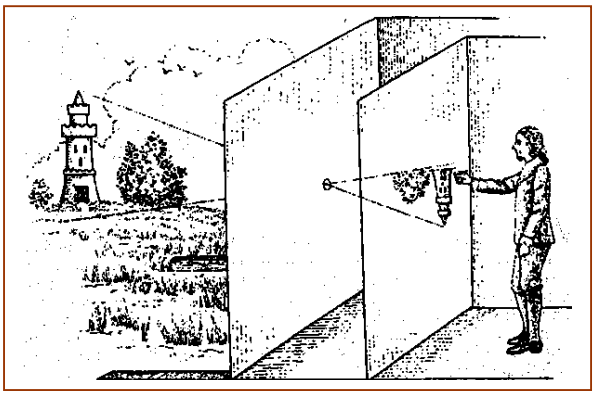
التصوير الضوئي (photography) مصطلح يعني الرسم باستخدام الضوء الصادر من الأجسام، وسوف نتعرف هنا على بعض الأساسيات الضرورية عن فكرة التصوير وعلى بعض المصطلحات التي نحتاجها لفهم مواضيع المساحة التصويرية.

٢ -٢ -١ آلة التصوير ذات الثقب Pinhole Camera

تعتبر آلة التصوير ذات الثقب، الشكل ٢ -٣، أول جهاز لإظهار صورة جسم ما وهي تتكون من صندوق به ثقب وفي مؤخرته فلم مصنوع من مادة حساسة للضوء ويتم التصوير عندما نسمح للأشعة الضوئية المنعكسة عن الجسم أمام الثقب بالدخول لفترة زمنية بسيطة لتصل إلى الفلم، وكان العرب أول من اكتشف هذه الظاهرة عندما ظهرت لهم صورة معكوسة لجسم خارج خيمة مظلم داخلها نتيجة للأشعة التي تمر من خلال ثقب صغير في هذه الخيمة. وقد ذكر العالم المسلم أبو الحسن الهيثم ذلك في مؤلفاته العلمية عام ١٠٣٨م، وقد تم استغلال هذه الظاهرة في الرسم اليدوي، الشكل ٢ -٤. و في عام ١٨٣٩م طور العالم الفرنسي لويس داجوري ألاحا معدنية من الفضة وقام بتعريضها لبخار اليود وعندما قام بوضع هذه الألواح في مؤخرة صندوق مظلم به ثقب صغير تمكن من الحصول على صورة للجسم الخارجي وكانت هذه بداية اختراع آلة التصوير.



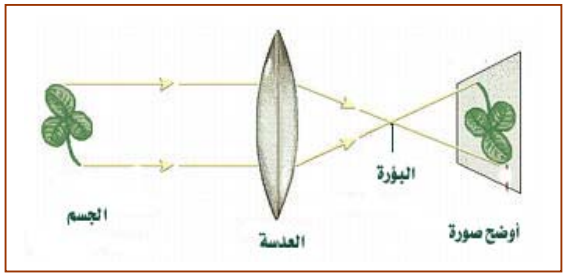
شكل: ٢ -٣ مبدأ عمل آلة التصوير ذات الثقب



شكل: ٢ -٤ الرسم بتتبع الصورة الناتجة من خلال الثقب

٢ -٢ -٢ آلة التصوير ذات العدسة Lens Camera

تعمل آلة التصوير ذات العدسة، الشكل٢ -٥، بنفس مبدأ عمل آلة التصوير ذات الثقب حيث تقوم العدسة بعمل الثقب الصغير في آلة التصوير ذات الثقب ومسافة الصورة عن مركز العدسة (V) تعتمد على مسافة الجسم عن مركز العدسة (U)، وعلى البعد البؤري لعدسة آلة للعدسة (F)، وتحسب من القانون التالي:

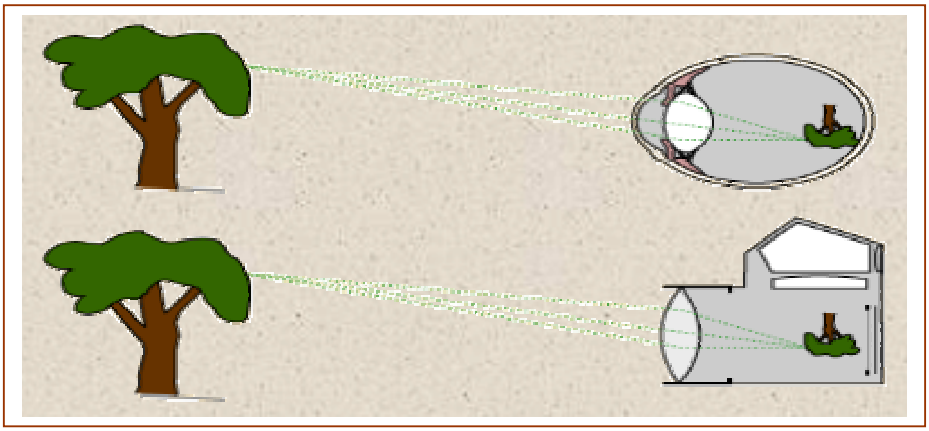


شكل: ٢ -٥ مبدأ عمل آلة التصوير ذات العدسة

$$\frac{1}{V} = \frac{1}{F} - \frac{1}{U} \qquad ٢ -١$$

V : بعد الصورة عن مركز العدسة
F : المسافة بين مركز العدسة وبؤرتها
U : بعد الجسم عن مركز العدسة

وتشبه آلة التصوير ذات العدسة العين في عملها، الشكل ٢ -٦، حيث تحتوي عين الإنسان على عدسة محدبة وعلى شبكية تقوم بمقام الفلم وتنتقل الصورة المتكونة عليها إلى مركز الإبصار بالدماغ عن طريق العصب البصري وهناك يتم الدمج بين الصورتين المتكونتين في العينين في صورة مجسمة واحدة.



شكل: ٢ -٦ مقارنة بين آلة التصوير والعين

٢ -٢ -٣ نوع الإسقاط المستخدم في آلة التصوير

الأشكال السابقة توضح أن الأشعة تنطلق من الجسم وتمر بالعدسة وتصل إلى الفلم لتعطي صورة مقلوبة وهذا ما ينطبق عليه تعريف الإسقاط المركزي، حيث يعتبر مركز العدسة هو مركز الإسقاط و مستوى الفلم السطح المسقط عليه.

٢ -٢ -٤ الصورة السالبة (الفلم) The Negative

يُصنع السطح المسقط عليه في آلة التصوير من مادة حساسة جدا للضوء وتختلف هذه المواد في المدى الذي تتأثر فيه من الطيف الكهرومغناطيسي فمنها يتأثر بالتدرج الرمادي ومنها ما يعطي صور ملونة ومنها ما يتأثر بالأشعة تحت الحمراء والألوان الكاذبة وغير ذلك، وسوف نترك الحديث عن أنواع الأفلام لمقرر الاستشعار عن بعد في" السنة الثالثة" إن شاء الله، ونكتفي في هذه الحقيبه بتوضيح نماذج لبعض أنواع الصور المطبوعة من هذه الأفلام، الشكل ٢ -٧.

صورة مطبوعة من فلم أبيض وأسود	صورة مطبوعة من فلم حساس للأشعة تحت الحمراء	صورة مطبوعة من فلم ملون

شكل: ٢ -٧ نماذج من صور مطبوعة من أفلام مختلفة من حيث تسجيلها للطيف الكهرومغناطيسي

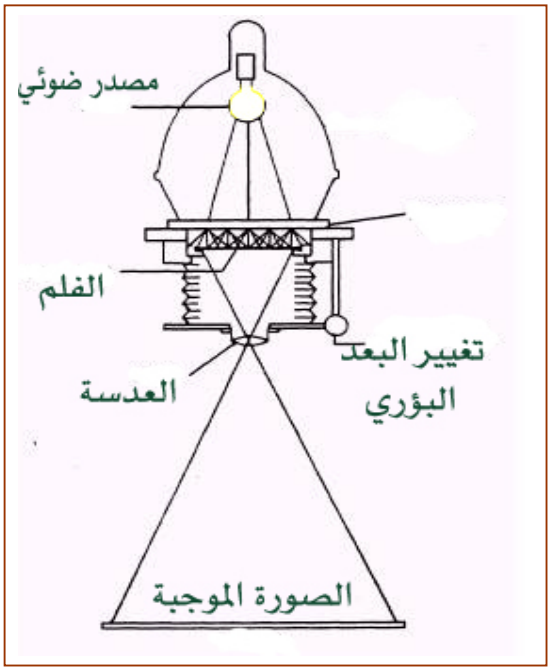
ويتم التصوير بأن يستقبل الفلم الأشعة الصادرة من الجسم والتي تختلف قوتها باختلاف اللون الصادر منه الضوء فالألوان الفاتحة تعطي إضاءة قوية تؤثر على الفلم بشكل كبير مما يجعله يظهر بلون داكن أكثر من الألوان الغامقة التي لا تصدر عنها إضاءة قوية مما يجعل تأثيرها أقل على الفلم فيظهر بلون أفتح مع ملاحظة أن هذا التأثير لا يكون واضحاً إلا بعد عمل عدة عمليات تسمى عملية تظهير الفلم، وتسمى الصورة السالبة بهذا الاسم لأنها تعكس وضع المعالم من حيث اللون والشكل الهندسي.

٢ -٢ -٥ الصورة الموجبة المعتمة The Positive

طباعة الصورة السالبة على ورق حساس للضوء نعطي ألواناً حسب نوع الفلم المستخدم، ونوجد طريقتين للحصول على الصورة الموجبة:

١) الطبع بالإسقاط

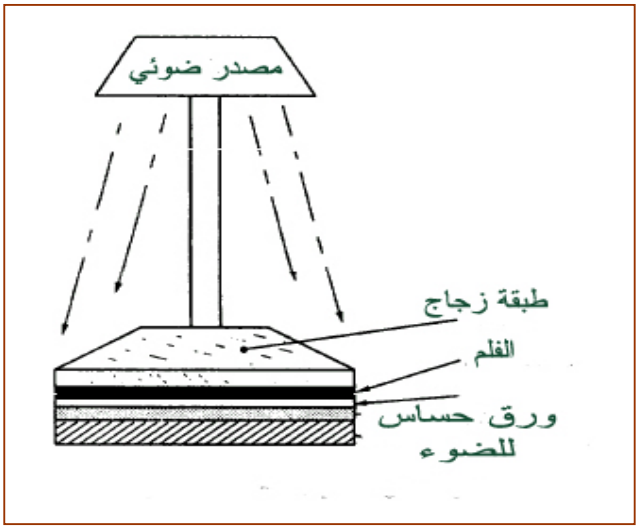
الشكل ٢ -٨، يوضح المبدأ الذي تعمل به هذه الطريقة، حيث توضع الصورة السالبة في قاعدة الجهاز ويمرر من تحتها ضوء ينفذ من الفلم بقوة تعتمد على درجة لون الفلم من مكان إلى آخر، وتوجد عدسة محدبة تقوم بوضع الصورة على السطح المسقط عليه حيث يوضع الورق الحساس فتتكون صورة معكوسة بالنسبة للفلم شكلا ولونا ومعدلة بالنسبة للمنظر الحقيقي، ويمكن في هذه الطريقة تغيير مقياس الصورة عن مقياس الفلم.



شكل: ٢ -٨ الطبع بالإسقاط

٢) الطبع بالتلامس

الشكل ٢ -٩، يوضح المبدأ الذي تعمل به هذه الطريقة حيث يوضع الفلم ويوضع تحته ورق حساس للضوء، وبوجود مصدر ضوئي فإن الفلم يسمح بمرور الضوء إلى الورق الحساس وبشدة تختلف باختلاف درجة لون الفلم فيتكون على الورق الحساس صورة عكسية بالنسبة للفلم من ناحية اللون والشكل ومعدلة بالنسبة للمنظر الحقيقي وبنفس مقياس الفلم.



شكل: ٢ -٩ الطبع بالتلامس

٢ -٢ -٦ الصورة الموجبة الشفافة The Diapositive

سميت الصورة الموجبة الشفافة بهذا الاسم لأنها تمرر الضوء فيمكن الاستفادة منها في أجهزة الرسم التجسيمي (Stereoplotter)، ويمكن الحصول عليها بأن توضع مكان الفلم مادة شفافة مثل الزجاج أو البلاستيك وتوضع عليها مادة حساسة للضوء أو نحصل عليها بنفس طرق الصور الموجبة المعتمة أي أن الفرق يكون في طباعة الفلم على سطح شفاف من الزجاج أو البلاستيك.

٢ -٢ -٧ الصورة الرقمية Digital Photograph

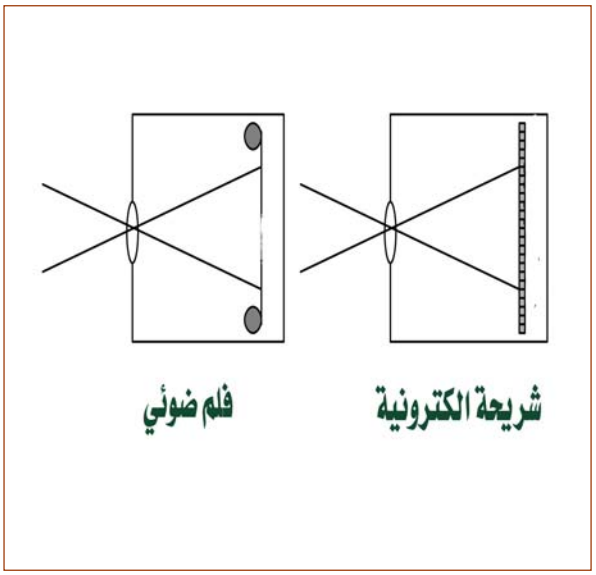
هذا النوع من الصور يكون على هيئة رقمية حيث تتكون الصورة من مربعات صغيرة تسمى (pixels)، وكل بكسل يسجل قيمة ضوئية على هيئة شفرة رقمية بلغة الحاسب، و تحفظ في أجهزة التخزين الإلكترونية، وتتم العمليات المختلفة عليها باستخدام برامج متخصصة، ويمكن عرضها باستخدام أجهزة عرض إلكترونية.

طرق الحصول على الصورة الرقمية

ويمكن الحصول على الصورة الرقمية بطريقتين:

١) آلة التصوير الرقمية Digital Camera

حيث يوضح الشكل ٢ -١٠، أن الفلم يستبدل في آلة التصوير الرقمية بشريحة إلكترونية مؤلفة من حساسات تحول الضوء الساقط عليها إلى جهد كهربائي تختلف شدته باختلاف شدة الضوء الساقط على الحساس، وبعد ذلك يتم تحويله إلى شفرة رقمية تختلف من لون إلى آخر، والجدير بالذكر أنه كلما زاد عدد الحساسات زاد وضوح الصورة.



شكل: ٢ -١٠ التصوير العادي والرقمي

٢) المسح الضوئي للصور التقليدية

يستخدم في هذه الطريقة أجهزة تعمل بنفس مبدأ الكاميرات الرقمية تقوم بمسح الصور التقليدية وتحويلها إلى صورة رقمية يمكن التعامل معها عن طريق الحاسب.

٢ -٣ الصورة الجوية

تعتبر الصورة الجوية، الشكل٢ -١١، تمثيلاً لجزء من الأرض بما يحتوي من معالم من خلال التقاط صورة لهذا الجزء باستخدام آلة تصوير محمولة جوا، حيث يمكن الحصول من الصورة على معلومات كمية ونوعية لهذا الجزء من الأرض، ودرجة الاستفادة من الصورة تعتمد على دقة تمثيل الصورة للمعالم على سطح الأرض، والذي يعتمد على أمور كثيرة من أهمها الوضع الذي تكون فيه آلة التصوير أثناء التقاط الصورة ودقة آلة التصوير والظروف الجوية.

(أ)

(ب)

الشكل: ٢ -١١ التصوير الجوي

٢ -٣ -١ آلات التصوير الجوي

تعتبر آلة التصوير الجهاز الرئيسي في عمليات المساحة التصويرية لأنها مصدر الصور التي تجرى عليها الدراسة. تشبه آلة التصوير الجوي آلة التصوير العادية في مبدأ عملها، ولابد أن نميز هنا بين آلة التصوير العادية وآلة التصوير الجوي من حيث الغرض من الاستخدام وظروف التصوير، الشكل ٢ -١٢، حيث يجب أن تحتوي آلة التصوير على عدسة دقيقة لها قوة تفريق كبيرة (Rsolving) والتقاط آلي للصور ومحافظة على الاتزان ومقاومة الارتجاج.

الشكل٢ -١٢: آلة التصوير الجوي

٢ -٣ -٢ تصنيف آلات التصوير الجوي من حيث الهدف

يمكن تصنيف آلات التصوير من حيث الهدف الذي صممت لأجله إلى نوعين:

١) آلة التصوير الجوية الاستطلاعية

يصمم هذا النوع من آلات التصوير ليعطي صورا ذات وضوح عالي وتغطية كبيرة لاستخدامها في مجال التفسير والتعرف على المعالم الطبيعية والأغراض العسكرية وغالبا ما تكون الخصائص الهندسية للصور الملتقطة بهذه الآلات منخفضة مما لا يسمح بالقياس منها.

٢) آلة التصوير الجوية المساحية

هي التي يتم تصميمها خصيصا لالتقاط صور جوية ذات درجة عالية من الدقة الهندسية تسمح بالقياس الدقيق منها.

٢ -٣ -٣ تصنيف آلات التصوير الجوي من حيث التصميم

يمكن تصنيف آلات التصوير من حيث تصميمها إلى أربعة أنواع:

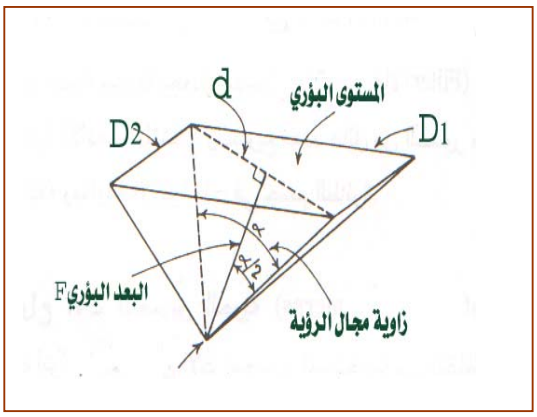
١) آلة التصوير ذات العدسة الواحدة Single-Lens Frame Camera
٢) آلة التصوير متعددة العدسات multilens Frame Camera
٣) آلة التصوير البانورامية Panoramic Camera
٤) آلة التصوير الشريطية Strip camera

١) آلة التصوير الجوي ذات العدسة الواحدة

هي أبسط أنواع آلات التصوير الجوية وأكثرها استخداما في عمليات المسح الجوي، حيث إنها تعطي صوراً ذات خصائص هندسية جيدة. وتتركب هذه الآلة بشكل عام من عدسة واحدة وثابتة ذات مستوى بؤري يوجد عليه فلم حساس بأبعاد غالبا ما تكون (٢٣سم× ٢٣سم). ويتم تصنيف هذا النوع من آلات التصوير تبعا لزاوية مجال الرؤية (α كما هو واضح في الشكل ٢ -١٣. ويمكن حساب زاوية مجال الرؤية من العلاقة التالية:

$$\alpha = 2\tan^{-1}\frac{\sqrt{D_1^2 + D_2^2}}{2F} \qquad ٢-٢$$

زاوية مجال الرؤية	:	α
أبعاد اللوح السالب	:	D_1, D_2
البعد البؤري للعدسة	:	F



الشكل٢ -١٣: زاوية مجال الرؤية

ملحوظة : زاوية مجال الرؤية تتناسب طرديا مع أبعاد اللوح السالب وعكسيا مع البعد البؤري

أنواع آلات التصوير ذات العدسة الواحدة

اعتمادا على مقدار زاوية مجال الرؤية يمكن تصنيف آلات التصوير الجوي ذات العدسة الواحدة إلى ثلاثة أنواع كما في الجدول ٢ -١.

النوع	زاوية مجال الرؤية α	البعد البؤري F	الاستخدام
آلة التصوير ذات مجال الرؤية العادية Normal Angle	٦٠ - ٧٠°	١٧٠ - ٣٠٥ ملم	في الأراضي ذات فروق الارتفاع الكبيرة أكثر من ١٠٪ من ارتفاع الطيران
آلة التصوير ذات مجال الرؤية الواسعة Wide Angle	٧٥- ١٠٠	١٥٢ - ١٠٠ ملم	في الأراضي ذات فروق الارتفاع المتوسطة بين ٣٪ و ١٥٪ من ارتفاع الطيران
آلة التصوير ذات مجال الرؤية الواسع جدا Super- Wide Angle	١٠٠- ١٣٥	١٠٠ - ٨٨,٥ ملم	في الأراضي ذات فروق الارتفاع البسيطة أقل من ٥٪ من ارتفاع الطيران

جدول: ٢ -١ أنواع آلة التصوير ذات العدسة الواحدة وخصائص واستخدام كل نوع

مثال ٢ -١

احسب زاوية مجال الرؤية لآلة تصوير بعدها البؤري ١٠٠ملم، وأبعاد الصورة ٢٣٠ملم×٢٣٠ملم.

الحل

$$\alpha = ٢ \tan^{-١} \frac{\sqrt{D_{١}^{٢} + D_{٢}^{٢}}}{٢F} =$$

$$٢ \tan^{-١} \frac{\sqrt{٢٣٠^{٢} + ٢٣٠^{٢}}}{٢ \times ١٠٠} = ٢ \tan^{-١} ١.٦٢٦٥ \approx ١١٦^{\circ}$$

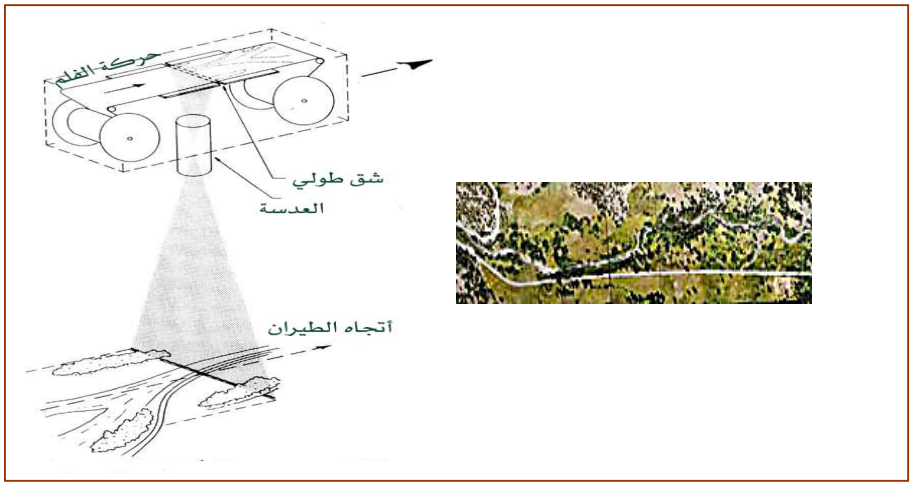
٢) آلة التصوير الجوي متعددة العدسات.

لهذا النوع من آلات التصوير عدستان أو أكثر، ويمكن بالتالي التقاط صورتين أو أكثر في آن واحد، وفيما يتعلق بالأجزاء الرئيسة لهذه الآلة فهي تماثل إلى حد كبير آلة التصوير ذات العدسة

الواحدة، وتجدر الإشارة هنا إلى أن ميزة التقاط عدة صور للأرض في آن واحد تتيح تزويد هذه العدسات بمصافٍ (Filters)مختلفة وبأفلام تتحسس لمجالات متباينة من الطيف الكهرومغناطيسي، مما يساعد في تفسير وتحليل أدق. ويغلب استخدام هذا النوع لأغراض الزراعة والبيئة والجيولوجيا.

٣) آلة التصوير الشريطية

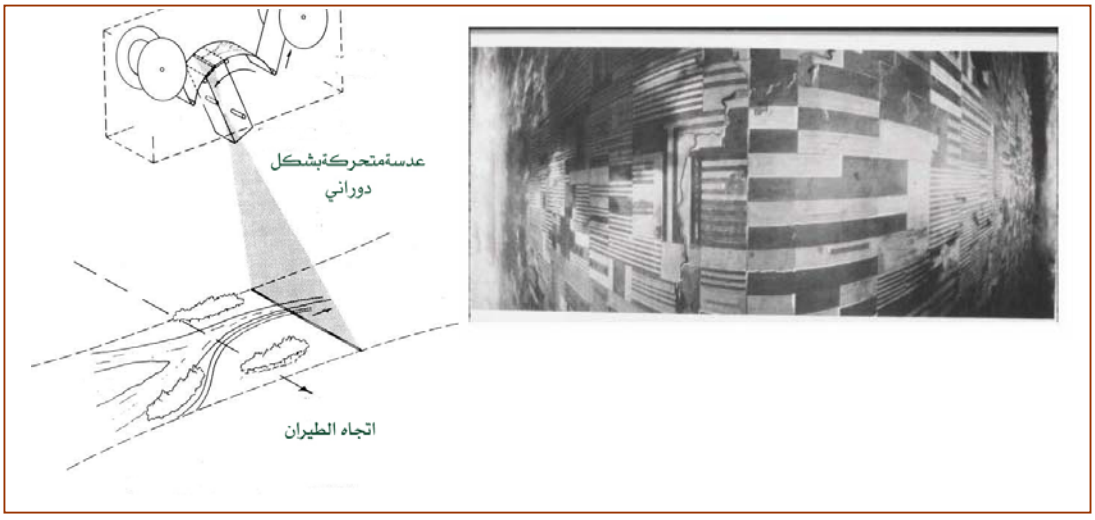
تلتقط آلة التصوير الشريطية، الشكل٢ -١٤، صورة متواصلة لشريط طولي من الأرض تحت مسار الطائرة. تتم هذه العملية بواسطة مرور الفلم فوق شق طولي ضيق عند المستوى البؤري بسرعة تساوي معدل سرعة حركة الطائرة، وقد تستخدم آلة التصوير الشريطية عدستين مرتبتين بحيث تكتسب الصور الناتجة صفات الصور التجسيمية، ويستفاد من هذا النوع بشكل خاص في المشاريع الطولية مثل الطرق وخطوط الأنابيب.



الشكل: ٢ -١٤ آلة التصوير الشريطية ومثال على صورة منها

٤) آلة التصوير البانورامية

يسمح هذا النوع من آلات التصوير بتغطية للأرض المراد تصويرها تمتد من أقصى اليمين عند خط الأفق إلى أقصى اليسار عند خط الأفق وبشكل متعامد على خط الطيران، الشكل٢ -١٥.

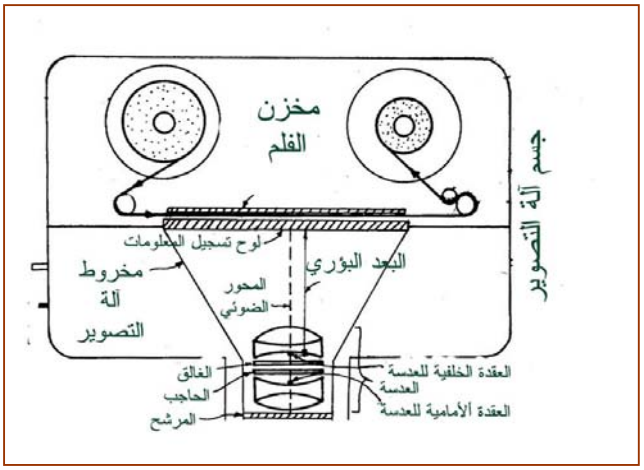


شكل: ٢ -١٥ آلة التصوير البانورامية ومثال على صورة منها

٢ -٣ -٤ الأجزاء الرئيسة في آلة التصوير الجوي

على الرغم من بعض الاختلافات في تركيب آلات التصوير وأشكالها، إلا أنها تتشابه جميعا من حيث إنها تتكون من العناصر الأساسية نفسها، الشكل ٢ -١٦، اللازمة لإنجاز عملية التصوير وهي:

١) مجموعة العدسات Lens Assembly
٢) مخروط آلة التصوير Camera Cone
٣) مخزن الفلم Film magazine
٤) جسم آلة التصوير Camera Body



شكل: ٢ -١٦ الأجزاء الرئيسة لآلة التصوير الجوي

١) مجموعة العدسة

تتشكل مجموعة العدسة من الأجزاء التالية:

أ) العدسة

تتكون عدسة آلة التصوير الجوي من مجموعة عدسات وذلك للتخلص من عيوب العدسة المحدبة المفردة، وتكون مصنوعة من الزجاج الجيد. والهدف الأساسي لها هو تجميع الأشعة المنعكسة من سطح الأرض على سطح الفلم الحساس لتكوين الصورة عليه، بحيث لا يكون هناك أي تشوهات بقدر الإمكان. وتتجمع الأشعة القادمة من الأرض في نقطة تسمى العقدة الأمامية، ويعاد تفريقها عند نقطة تسمى العقدة الخلفية.

تطبيق قانون العدسات العام في حالة الصورة الجوية

في التصوير الجوي تكون مسافة المعالم بعيدة جدا عن مركز التصوير ولذلك يمكن اعتباره في اللانهاية، وبتطبيقنا لذلك في العلاقة السابقة (٢ -١) فإن بُعد أوضح صورة عن العدسة يساوي البعد البؤري للعدسة وعلى هذا الأساس يوضع الفلم في المستوى البؤري للعدسة في التصوير الجوي.

$$\frac{1}{V} = \frac{1}{F} - \frac{1}{\infty} = \frac{1}{F} - 0 \quad \therefore \quad V = F$$

ب) الحاجب

تتلخص وظيفة الحاجب في التحكم في كمية الأشعة الضوئية التي تمر من خلال العدسة، ويتعرض لها الفلم لتكوين الصورة، وذلك بالتحكم في النافذة التي تحدد قطر العدسة.

ج) الغالق

وظيفة الغالق التحكم في الفترة الزمنية التي يسمح خلالها لحزمة الأشعة الضوئية بالمرور من خلال العدسة إلى الفلم، ويطلق على هذه الفترة الزمنية بسرعة الغالق وتتراوح مابين جزء من مئة جزء من الثانية وجزء من ألف جزء من الثانية

د) المرشح

ويصنع من زجاج غير مؤثر على مسار الضوء، وله ثلاث وظائف:

- المحافظة على العدسة وحمايتها من التأثيرات الخارجية.
- توزيع الأشعة الساقطة عل الفلم لكي تكون كثافة الضوء متساوية على جميع أجزاء الفلم لتفادي عدم وضوح الصورة عند الأطراف وخاصة الأركان.
- فرز الألوان حسب طول الموجة المقرر تمريره، فيمرر بعضها ويمتص الآخر.

٢) مخروط آلة التصوير

هو الجزء الذي يربط العدسة بالمستوى البؤري، ومهمته هي منع أي ضوء قادم من غير العدسة بالإضافة إلى المحافظة على العلاقة الهندسية بين العدسة والمستوى البؤري.

٣) جسم آلة التصوير

يشكل جزءاً مهما من آلة التصوير، حيث إنه يحوي الأجزاء التي تقوم بتشغيل آلة التصوير، مثل القوة الكهربائية، والأجزاء الإلكترونية، كما يحوي العناصر التي تمدنا بالمعلومات التي يتم طبعها على الفلم السالب، مثل رقم الصورة وخط الطيران والتاريخ وغير ذلك.

٤) مخزن الفلم

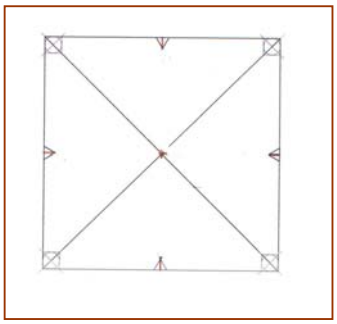
هو الجزء الذي يوجد به بكرة يسحب منها الفلم لتعريضه للأشعة الضوئية التي تمر من خلال العدسة أثناء التقاط الصورة، ويلف الفلم حول بكرة أخرى ليعاد تخزينه بعد التصوير. كما تحوي غرفة الفلم أيضا آلة ضبط الفلم لكي يكون مستويا أثناء التقاط الصورة.

٢ -٣ -٥ المعلومات التي تسجل على الصورة الجوية.

تسجل آلة التصوير على الصورة معلومات هامة تفيد أثناء استخدام الصورة، وتختلف طريقة التسجيل من آلة تصوير إلى أخرى ومن هذه المعلومات ما يلي:

١) علامات إطار الصورة

علامات إطار الصورة (Mark- Fiducical)، عبارة عن أربع علامات مميزة تقع عادة في أركان الصورة أوفي منتصف جوانب الصورة وأحيانا تحتوي الصورة على كلا النوعين، الشكل٢ -١٧، ويتحدد بواسطة هذه العلامات النقطة الأساسية للصورة (مركز الصورة).



الشكل: ٢ -١٧ علامات إطار الصورة

٢) رقم الصورة ورقم خط الطيران

يتم تسجيل رقم الصورة ورقم خط الطيران من عداد خاص. ويستخدمان في تحديد موقع الصورة وتتابعها مع الصور الأخرى.

٣) رقم ونوع آلة التصوير

رقم آلة التصوير يتم تسجيله على الصورة للرجوع إليه عند الحاجة إلى تقرير المعايرة الخاص بآلة التصوير.

٤) البعد البؤري وارتفاع الطيران

يتم تسجيل البعد البؤري وارتفاع الطيران للاستفادة منهما في كثير من الحسابات على الصورة.

٥) مقياس الميل

يستخدم مقياس الميل لمعرفة مقدار ميل محور آلة التصوير أثناء التقاط الصورة.

٦) التاريخ

يعتبر تاريخ التقاط الصورة مهم في دراسة ظاهرة معينة خلال فترة زمنية، على سبيل المثال لدراسة بعض أنواع المحاصيل التي تختلف خصائصها من وقت إلى آخر، وكذلك يمكن استخدامها للمقارنات الزمنية.

٧) الساعة

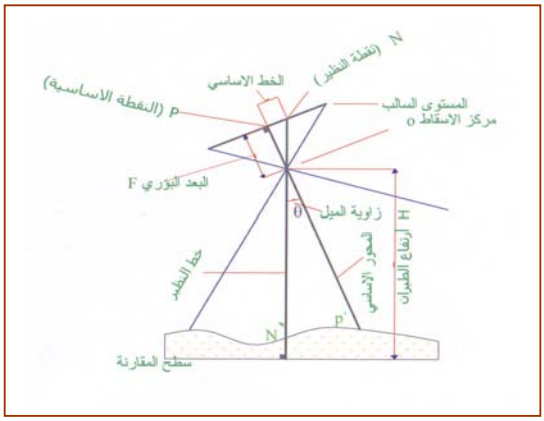
الغاية من معرفة وقت التصوير هو الاستفادة من المعلومات المتعلقة بالظلال، وكذلك يمكن استخدام الساعة لحساب سرعة الطائرة.

٢ -٤ الخصائص الهندسية للصور الجوية

للاستفادة من الصور الجوية والحصول منها على قياسات لابد من فهم العلاقة الهندسية التي تربط الصورة بالأرض المصورة، وتحويل هذه العلاقة إلى قوانين رياضية نستطيع بواسطتها تحويل القياسات والأبعاد على الصورة إلى ما يناظرها على الطبيعة.

٢ -٤ -١ مصطلحات وتعريفات أساسية لدراسة الصورة الجوية

الشكل ٢ -١٨، يوضح العلاقات والمصطلحات اللازمة لدراسة الصور الجوية وخصائصها الهندسية وهي:



الشكل: ٢ -١٨ العلاقات والمصطلحات اللازمة لدراسة الصورة الجوية

١) المستوى السالب

هو المستوى الذي يكون فيه اللوح السالب أو الفلم لحظة التقاط الصورة.

٢) مركز الإسقاط (O)

هو النقطة التي تمر فيها جميع الأشعة الصادرة من الأرض لتسقط على الفلم (المركز الضوئي لعدسة آلة التصوير)

٣) ارتفاع الطيران (H)

هو ارتفاع مركز الإسقاط عن مستوى المقارنة.

٤) البعد البؤري (F)

البعد البؤري لعدسة آلة التصوير هو المسافة العمودية بين المستوى السالب ومركز الإسقاط تقريبا، ويسمى أيضا المسافة الأساسية (C).

٥) النقطة الأساسية (P)

هي النقطة الناتجة من الإسقاط العمودي لمركز الإسقاط على اللوح السالب.

٦) نقطة النظير (N)

هي نقطة تقاطع الخط العمودي على سطح الأرض والمار بمركز الإسقاط مع المستوى السالب، وتنطبق هذه النقطة مع النقطة الأساسية عندما تكون الصورة رأسية تماما.

٧) الخط الأساسي

هو المسافة بين النقطة الأساسية ونقطة النظير على المستوى السالب.

٨) خط النظير

هو الخط العمودي على سطح المقارنة ويمر بمركز الإسقاط حتى يتقاطع مع المستوى السالب.

٩) المحور الأساسي

هو محور آلة التصوير، ويمثل الخط العمودي على المستوى السالب ويمر بمركز الإسقاط.

١٠) زاوية الميل θ

هي الزاوية المحصورة بين المحور الأساسي وخط النظير.

٢ -٤ -٢ أنواع الصور الجوية

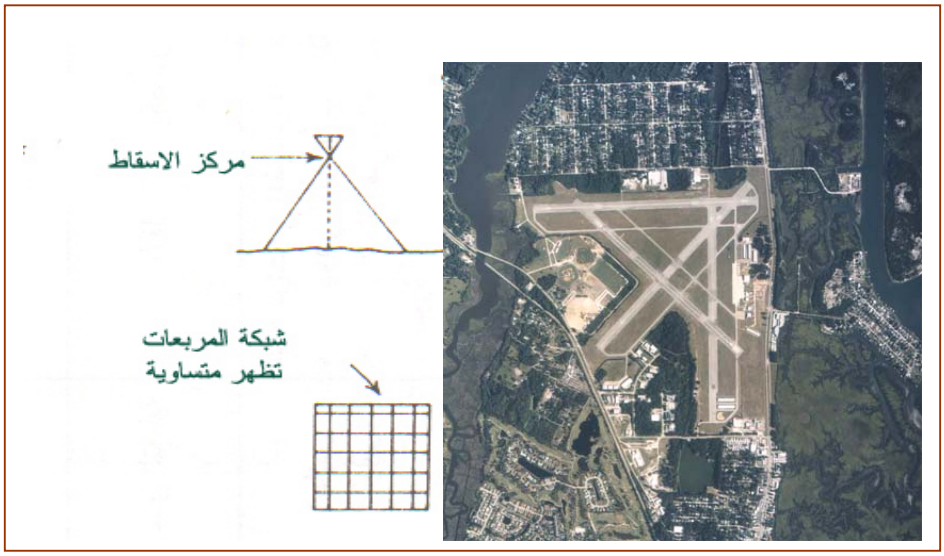
عند الحديث عن أنواع الصور الجوية فإنه يمكن التصنيف في أكثر من اتجاه، كنوع الفلم أو آلة التصوير وغير ذلك، ولأن ما يهمنا في مجال المساحة هو العلاقة الهندسية بين المعالم الظاهرة على الصورة ومواقعها على الطبيعة فسوف يتم تصنيف الصورة الجوية بناء على زاوية الميل لمحور آلة التصوير أثناء التقاط الصورة إلى ثلاثة أنواع:

١) رأسية ٢) قليلة الميل ٣) شديدة الميل

١) الصورة الرأسية (Vertical photograph)

وهي الصورة يتم التقاطها ومحور آلة التصوير في وضع رأسي مع الأرض، الشكل ٢ -١٩، وتتميز الصورة من هذا النوع بخصائص هندسية عالية متساوية، أي أنه لو تخيلنا أن هناك مربعات متساوية و على منسوب واحد موجودة على سطح الأرض فستظهر في الصورة متساوية أيضا. وعمليا لا يمكن الحصول على صور مطلقة الرأسية بسبب ظروف التصوير حيث يميل محور آلة التصوير بشكل غير مقصود بزاوية يجب أن لا تتعدى ثلاث درجات وعندها تسمى الصورة قريبة من الرأسية أو الصورة غير

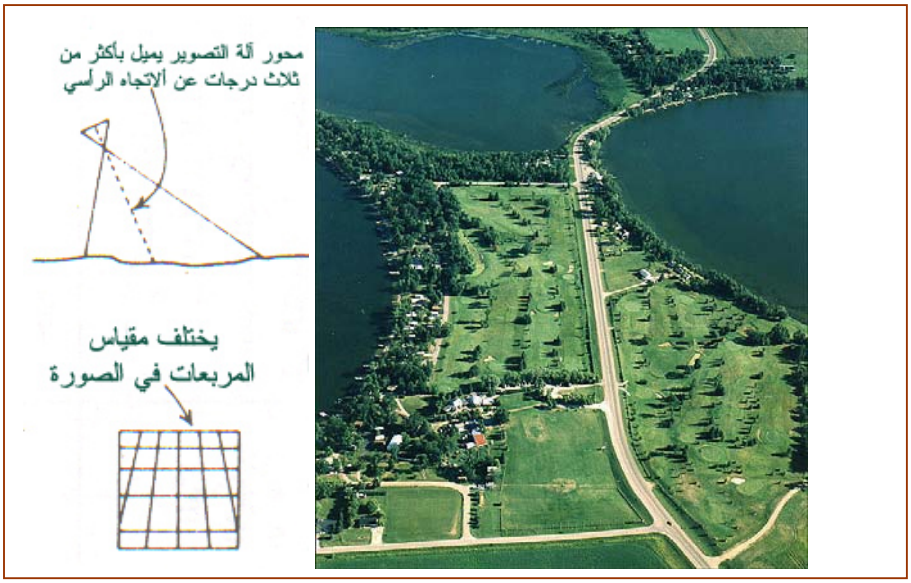
مقصودة الميل (Tilted Photograph) وهذا النوع من الصور يعتبر أفضل أنواع الصور للأغراض المساحية في ظل عدم إمكانية الحصول على صورة رأسية تماما. الجدير بالذكر أنه يمكن في الأعمال التي لا تحتاج دقة عالية معاملة الصورة القريبة من الرأسية رياضيا كصورة رأسية بدون أن يسبب ذلك أخطاء كبيرة أما الأعمال التي تحتاج دقة كبيرة فإنه يمكن الحصول على صورة مصححة من الميل تسمى الصورة المعدلة كما سيأتي لاحقا إن شاء الله تعالى، وكذلك يمكن التخلص من الخطأ الناتج عن الميل عند استخدام أجهزة الرسم التجسيمي بتوجيه الصور على نفس وضعها أثناء التصوير كما سيأتي في الفصل الدراسي الثاني من هذا المقرر إن شاء الله تعالى، ومن أهم عيوب هذا النوع من الصور قلة التغطية الأرضية، وعدم وضوح الارتفاعات إلا باستخدام الصور المجسمة.



الشكل: ٢ -١٩ الصورة الجوية الرأسية

٢) الصورة قليلة الميل

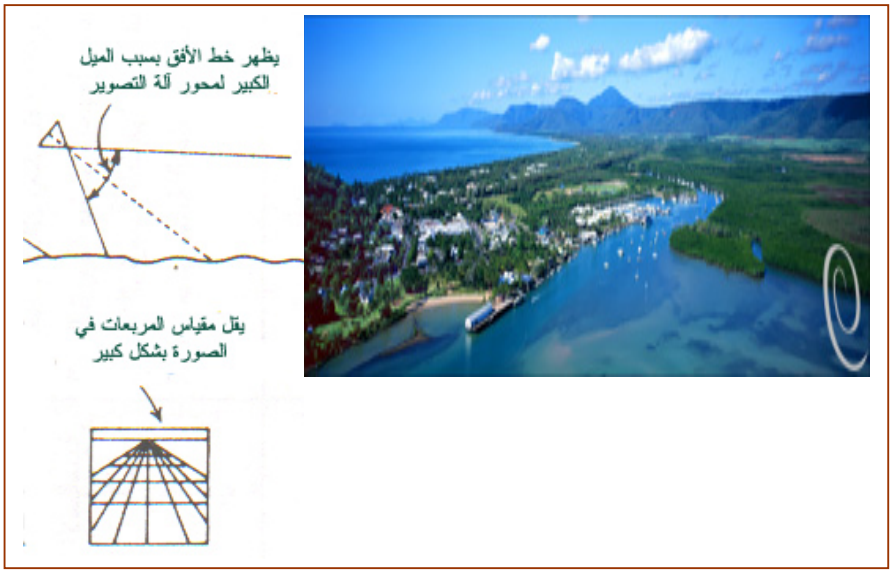
في هذا النوع يُتعمد إمالة محور آلة التصوير للحصول على تغطية أكبر، حيث تزيد زاوية الميل عن ثلاث درجات ولا تكون الإمالة شديدة بحيث يظهر خط الأفق في الصورة، وفي هذا النوع من الصور يختلف الشكل الهندسي للمعالم في الصورة عن الشكل الطبيعي على الأرض، الشكل ٢ -٢٠، لأن المقياس يصغر كلما اتجهنا من مقدمة الصورة إلى مؤخرتها، بحيث لو فرضنا أنه تم تصوير شبكة مربعات متساوية على أرض مستوية بصورة قليلة الميل فستظهر بالصورة باختلاف في مقياسها، أي أن مساحة المربع الواحد تتناقص في الصورة. يستخدم هذا النوع من الصور في الاستكشاف والاستطلاع والإحصاءات والخرائط التي لا تتطلب دقة هندسية، ويتميز هذا النوع من الصور بظهور ارتفاعات المعالم والتغطية الأرضية الكبيرة.



الشكل:٢ -٢٠ الصورة الجوية قليلة الميل

٣) الصورة شديدة الميل

وهي الصورة التي يميل فيها محور آلة التصوير بزاوية كبيرة بحيث يظهر فيها خط الأفق، الشكل ٢ -٢١، وتغطي هذه الصورة مساحة كبيرة من سطح الأرض ويختلف فيها المقياس بشكل كبير من مقدمة الصورة إلى مؤخرتها، بحيث أنه لو فرضنا أنه تم تصوير شبكة مربعات على أرض مستوية بصورة شديدة الميل فستظهر هذه المربعات بالصورة بنقص تدريجي في مساحة المربع الواحد حتى تلتقي عند خط الأفق، ويستخدم هذا النوع من الصور لأغراض الاستطلاع المدني والعسكري.



الشكل: ٢ -٢١ الصورة الجوية شديدة الميل

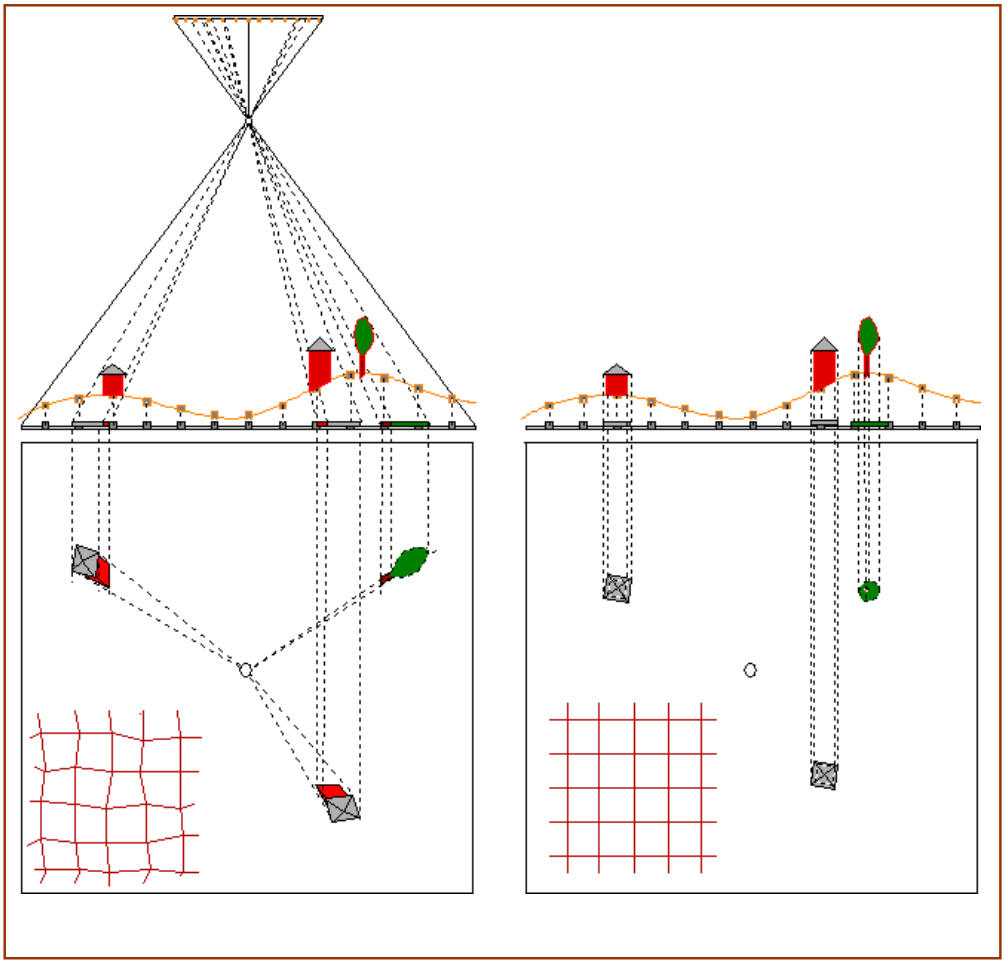
تدريب عملي (٢ -١)

٢ -٥ الصورة الجوية الرأسية

يتبين مما سبق أن أقرب أنواع الصور للتمثيل الهندسي الجيد للمعالم على سطح الأرض هي الصورة القريبة من الرأسية في ظل عدم إمكانية الحصول على صورة رأسية، وهي المستخدمة لإنتاج الخرائط التفصيلية والطبوغرافية، وسبق أن قلنا أنه يمكن تطبيق قوانين وعلاقات الصورة الرأسية على الصورة القريبة من الرأسية للأعمال التي لا تتطلب دقة عالية وهو ما سوف نفرضه في الحسابات القادمة للوحدة الثانية والثالثة إن شاء الله تعالى.

٢ -٥ -١ مقارنة بين الصورة الجوية الرأسية والخريطة

للاستفادة من الصور الجوية الرأسية والحصول على قياس ننتج منه الخرائط لابد من معرفة الفرق الهندسي، الشكل ٢ -٢٢، بين الصورة الجوية الرأسية والخريطة والملخصة في الجدول٢ -٢.



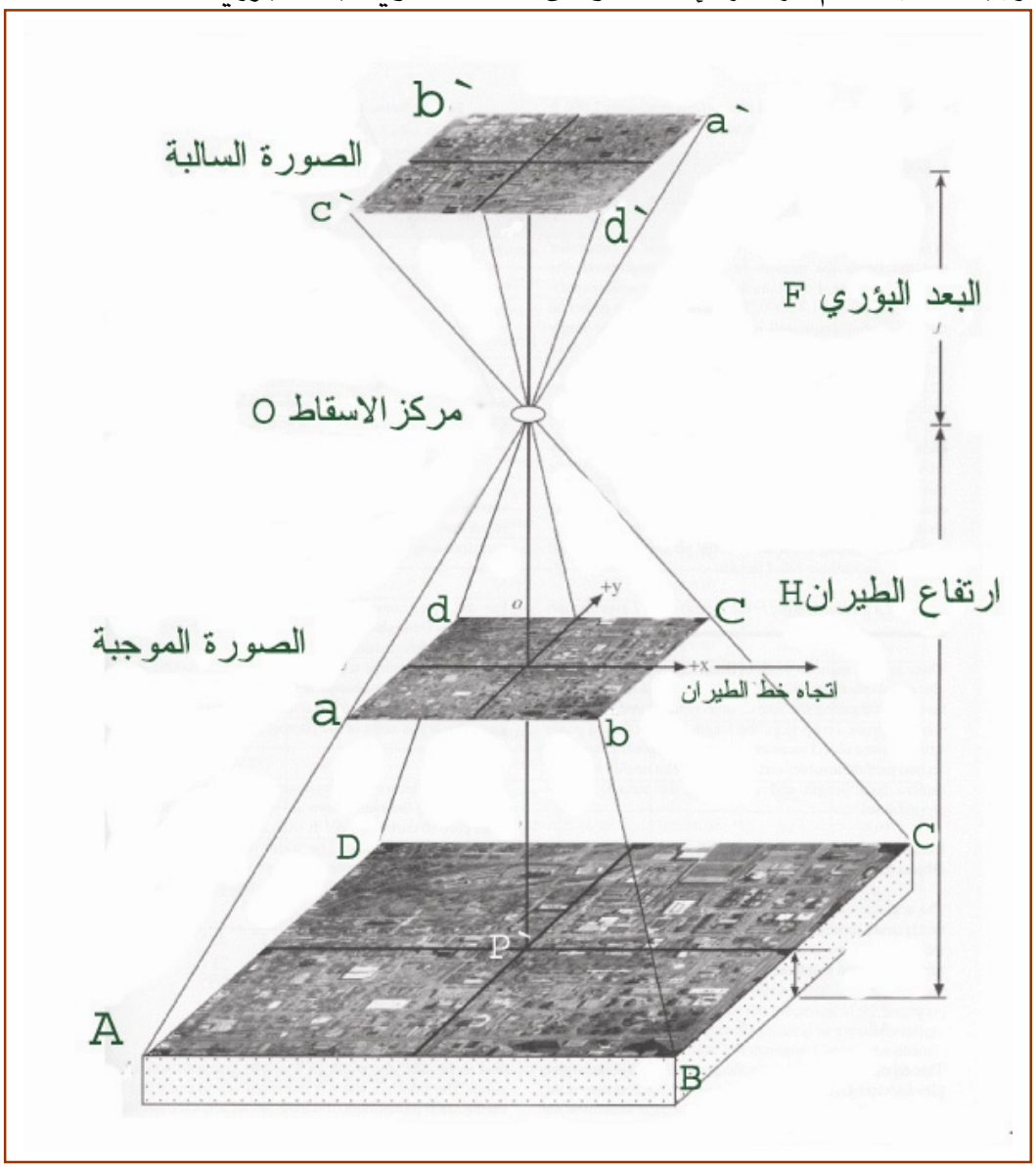
الشكل: ٢ -٢٢ الفرق بين الصورة الجوية الرأسية والخريطة في التمثيل الهندسي

وجه المقارنة	الخريطة	الصورة الرأسية
نوع الإسقاط المستخدم	يتم رسم نقاط الخريطة بقياس المواقع الأفقية لمسقط هذه النقاط على سطح مستوي (سطح المقارنة) أما ارتفاع النقاط عن سطح المقارنة فيتم توضيحية على هيئة خطوط كنتور ونقاط ارتفاع أي أن الخريطة تعتبر إسقاط عمودي.	تمثل الصورة النقاط بإسقاط مركزي.
تأثير اختلاف التضاريس على المقياس	يتبين من الشكل التوضيحي أن موقع النقطة لا يتأثر بارتفاعها عن مستوى المقارنة وبذلك يكون موقع النقطة في الخريطة هو نفس الموقع المفترض لمسقطها على مستوى المقارنة وبذلك يصبح مقياس الخريطة ثابت لجميع نقاطها سواء المرتفعة أو المنخفضة.	يتغير مقياس الصورة باختلاف مناسيب النقاط فكلما زاد المنسوب كلما زاد مقياس النقطة أي أنه يختلف موقع النقطة عن موقع مسقطها على سطح المقارنة وهو ما يسمى بالإزاحة الناشئة عن التضاريس ويظهر ذلك بالشكل الموضح. و على سبيل المثال قمة الشجرة ظهرت في غير موقع قاعدتها.
الرموز والمصطلحات	تحتوي الخريطة على أسماء بعض المعالم ورموزها واتجاه الشمال وشبكة الإحداثيات المستوية أو الجغرافية.	لا يوجد في الخريطة أي رموز بل هي تمثيل كامل للواقع.

جدول:٢ -٢ مقارنة بين الصورة والخريطة

٢ -٥ -٢ العلاقات الهندسية للصور الجوية الرأسية

الشكل ٢ -٢٣، يوضح العلاقات الهندسية بين الصورة الموجبة والسالبة والأرض المصورة. فالصورة السالبة والتي تكون معكوسة من حيث درجة اللون والعلاقات الهندسية للمعالم تكون موجودة على بعد يساوي البعد البؤري لآلة التصوير ويمكن الحصول على الصورة الموجبة بواسطة الطبع بالتلامس أو بالإسقاط بنفس المقياس بحيث تعطينا درجة لون وعلاقات هندسية معكوسة عن الصورة السالبة ومطابقة للمعالم الموجودة على الأرض ومن ناحية العلاقات الهندسية يكون المستوى الذي تكون عليه الصورة الموجبة الناتجة أمام مركز الإسقاط وعلى مسافة تساوي البعد البؤري.



شكل:٢ -٢٣ العلاقة بين الصورة الموجبة والسالبة والأرض المصورة

٢ -٥ -٣ مقياس الصورة الجوية الرأسية

يُعرَّف مقياس رسم الصورة على أنه النسبة العددية بين أي طول على الصورة وما يقابله على الأرض.

العوامل التي تؤثر على مقياس رسم الصورة الجوية الرأسية

سبق أن تحدثنا عن الفرق بين الصورة الجوية الرأسية والخريطة، وقلنا أن الصورة الرأسية يختلف مقياسها من نقطة إلى نقطة بسبب التضاريس، وفي الواقع أن هذا ليس هو السبب الوحيد لاختلاف المقياس بل هناك عدة عوامل وهي:

١) اختلاف التضاريس ٢) ميل الصورة ٣) أخطاء العدسة
٤) أخطاء الفلم ٥) تقوس الأرض

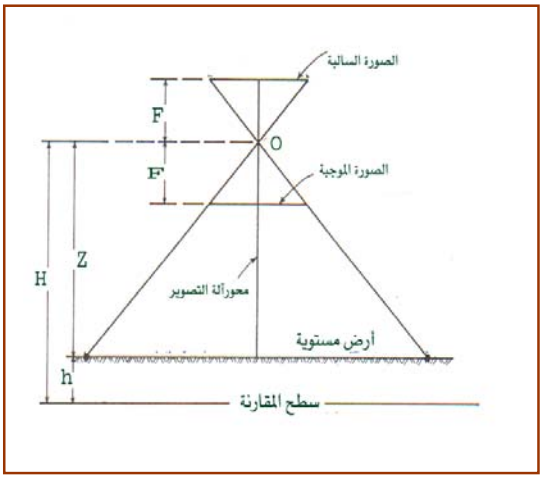
ولهذه الأخطاء قوانين رياضية يمكن بواسطتها حساب تأثيرها على مواقع النقاط حسابيا، ومهّد ذلك لاستخدام بعض الطرق والتقنيات لتصحيحها أثناء طباعة الصورة أو بعدها، وحاليا ومع دخول تقنية التصوير الرقمي والحاسب الآلي يمكن تصحيح هذه الأخطاء من خلال استخدام برامج متخصصة.

٢ -٥ -٤ مقياس رسم الصورة الجوية فوق أرض مستوية

بفرض أن الصورة رأسية تماما وأنه تم تصحيح أخطاء الفلم والعدسة والتقوس الأرضي أثناء طباعة الصورة فإنه يمكن استنتاج قانون حساب مقياس الصورة إذا كانت الأرض منبسطة، الشكل ٢ -٢٤، من تطبيق تعريف مقياس الرسم وقانون تشابه المثلثات.

$$S = \frac{F}{Z} = \frac{F}{H - h} \qquad ٢-٣$$

مقياس الصورة	:	S
البعد البؤري للعدسة	:	F
ارتفاع الطيران فوق مستوى المقارنة	:	H
منسوب سطح الأرض	:	h
ارتفاع الطيران فوق سطح الأرض	:	Z



الشكل:٢ -٢٤ مقياس الصورة فوق أرض مستوية

مثال ٢ -٢

صورة جوية رأسية أُخذت فوق أرض مستوية بآلة تصوير بعدها البؤري ١٥٢,٤ملم ،من ارتفاع طيران ١٨٢٥م فوق سطح ألأرض. احسب مقياس رسم الصورة.

الحل

$$S = \frac{F}{Z} = \frac{152.4}{1825 \times 1000} = \frac{152.4 \div 152.4}{1825000 \div 152.4} \approx \frac{1}{11975}$$

الضرب بـــ١٠٠٠ للتوحيد الوحدات وقسمة البسط على البسط والمقام على البسط لتحويل الناتج للصورة العامة للمقياس (كسر بسطه الرقم واحد)

مثال ٢ -٣

صورة جوية رأسية أُخِذت فوق أرض مستوية ترتفع فوق سطح المقارنة ٥٠٠م، بآلة تصوير بعدها البؤري ١٥٢,٤ملم، من ارتفاع طيران ٥٠٧٢م فوق سطح المقارنة. احسب مقياس رسم الصورة.

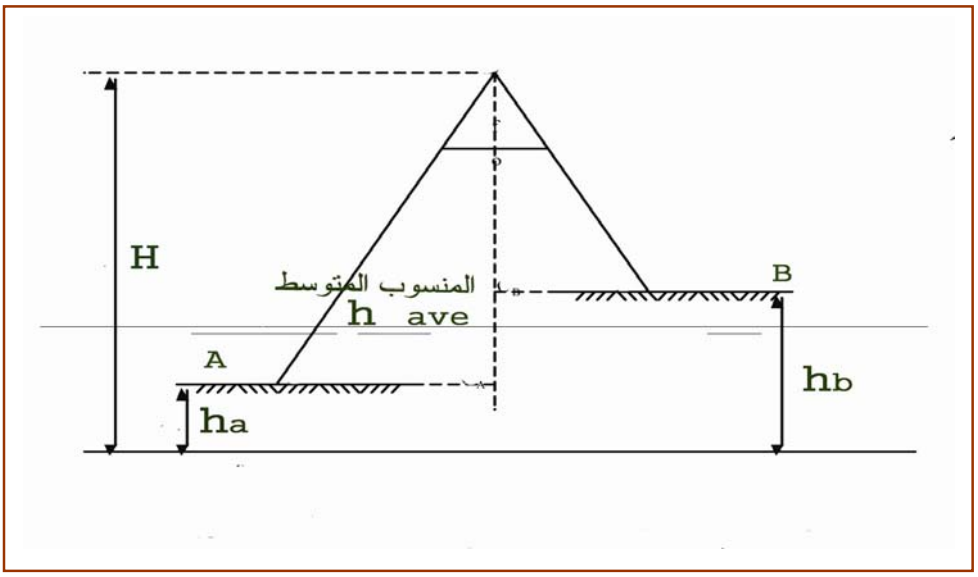
الحل

$$S = \frac{F}{Z} = \frac{F}{H-h} = \frac{152.4}{(5072-500)\times 1000} = \frac{152.4 \div 152.4}{4572000 \div 152.4} = \frac{1}{30000}$$

الضرب بـــ١٠٠٠ للتوحيد بين الوحدات وقسمة البسط على البسط والمقام على البسط لتحويل الناتج للصورة العامة للمقياس (كسر بسطه الرقم واحد)

٢ -٥ -٥ حساب مقياس رسم الصورة عند منسوب محدد وعند المنسوب المتوسط

كما سبق وتحدثنا أن مقياس الصورة سوف يختلف باختلاف قرب النقطة وبعدها عن آلة التصوير، الشكل ٢ -٢٥ ، وذلك بسبب أن الإسقاط مركزي، فالنقاط التي لها منسوب أعلى يكون لها مقياس أكبر من النقاط ذات المنسوب الأقل، ويمكن حساب مقياس الصورة عند منسوب محدد بتطبيق قانون مقياس الأرض المستوية ولكن مع حساب ارتفاع الطيران فوق النقطة نفسها أي طرح منسوب النقطة من ارتفاع الطيران فوق مستوى المقارنة، وبنفس الطريقة يمكن حساب المقياس المتوسط للصورة بتطبيق ذلك عند المنسوب المتوسط للمنطقة.



الشكل:٢ -٢٥ مقياس الرسم لأرض مختلفة التضاريس

- حساب مقياس الصورة عند منسوب معين (hi)

$$S_i = \frac{F}{H - h_i} \qquad ٢ -٤$$

S_i	:	مقياس الصورة عند نقطة i
F	:	البعد البؤري للعدسة
H	:	ارتفاع الطيران فوق مستوى المقارنة
h_i	:	منسوب النقطة i

- حساب مقياس الصورة المتوسط (عند المنسوب المتوسط h_{ave})

$$S_{ave} = \frac{F}{H - h_{ave}} \qquad ٢ - ٥$$

S_{ave}	:	مقياس الصورة المتوسط
F	:	البعد البؤري للعدسة
H	:	ارتفاع الطيران فوق مستوى المقارنة
h_{ave}	:	المنسوب المتوسط لسطح الأرض

مثال ٢ -٤

صورة جوية رأسية أُخذت فوق أرض مختلفة التضاريس، بآلة تصوير بعدها البؤري١٥٠ملم، من ارتفاع طيران٥٠٠٠م فوق سطح المقارنة. وكان أعلى منسوب هو نقطة A و ارتفاعها ٣٠٠٠م وأدنى منسوب هو نقطة B و ارتفاعها ٢٠٠٠م. احسب مقياس الصورة عند نقطتي A وB.

الحل

$$S_A = \frac{F}{H - h_A} = \frac{150}{(5000 - 3000)\times 1000} = \frac{150 \div 150}{2000000 \div 150}$$

$$\approx \frac{1}{13333}$$

$$S_B = \frac{F}{H - h_B} = \frac{150}{(5000 - 2000)\times 1000} = \frac{150 \div 150}{3000000 \div 150}$$

$$= \frac{1}{20000}$$

الضرب بـ١٠٠٠ للتوحيد بين الوحدات. وقسمة البسط على البسط والمقام على البسط لتحويل الناتج للصورة العامة للمقياس (كسر بسطه الرقم واحد)

مثال ٢ -٥

صورة جوية رأسية أُخذت فوق أرض مختلفة التضاريس، بآلة تصوير بعدها البؤري ١٥٠ملم، من ارتفاع طيران ٣٠٠٠م فوق سطح المقارنة. وكان أعلى منسوب هو نقطة A وارتفاعها ١٥٠٠م وأدنى منسوب هو نقطة B وارتفاعها ٦٠٠م. احسب مقياس الصورة المتوسط.

الحل

$$h_{ave} = \frac{h_A + h_B}{2} = \frac{1500 + 600}{2} = 1050 \quad m$$

$$S_{ave} = \frac{F}{H - h_{ave}} = \frac{150}{(3000 - 1050) \times 1000} = \frac{150 \div 150}{1950000 \div 150}$$

$$= \frac{1}{13000}$$

الضرب بـ١٠٠٠ للتوحيد بين الوحدات وقسمة البسط على البسط والمقام على البسط لتحويل الناتج للصورة العامة للمقياس (كسر بسطه الرقم واحد)

٢ -٥ -٦ طرق أخرى لحساب مقياس رسم الصورة الجوية الرأسية

يمكن حساب مقياس رسم الصورة تقريبا بدون معرفة البعد البؤري وارتفاع الطيران بالطرق التالية:

١) قياس المسافة الأرضية بين نقطتين تظهر مواقعها على الصورة ثم قياس المسافة المقابلة على الصورة

$$S = \frac{\text{المسافة على الصورة}}{\text{المسافة على الأرض}} = \frac{L_P}{L_G} \qquad ٢-٦$$

S : مقياس الصورة عند الخط المقاس

L_p : المسافة على الصورة بين النقطتين

L_G : المسافة الأرضية بين النقطتين

مثال ٢ -٦

قيست المسافة الأفقية بين نقطتين A, B على محور طريق فوجدت أنها ٤٠٠م وقيست المسافة المقابلة لها على صورة رأسية جوية فوجدت أنها ١٠٠ملم. احسب مقياس الصورة عند الخط AB.

الحل

$$S = \frac{\text{المسافة على الصورة}}{\text{المسافة على الأرض}} = \frac{L_p}{L_G} = \frac{100}{400 \times 1000} = \frac{1}{4000}$$

الضرب بـ١٠٠٠ للتوحيد بين الوحدات

٢) قياس المسافة بين نقطتين على الصورة وعلى خريطة بمقياس معروف لنفس المنطقة.

$$\text{مقياس} = \frac{L_p}{L_M} \times S_M \qquad S = \frac{\text{المسافة على الصورة}}{\text{المسافة على الخريطة}} \times \text{الخريطة} \qquad ٢-٧$$

مقياس الصورة عند الخط المقاس	:	S
المسافة بين النقطتين على الصورة	:	L_p
المسافة بين النقطتين على الخريطة	:	$L_م$
مقياس الخريطة	:	$S_م$

مثال ٢ -٧

قيس طول مدرج للطائرات في أحد المطارات على صورة جوية رأسية فوجد أنه ٦سم، بينما كان طوله ١٢سم عندما قيس على خريطة مساحية مقياس رسمها ١:١٠٠٠٠. احسب مقياس هذه الصورة عند منسوب المدرج.

الحل

$$\text{مقياس} = \frac{L_p}{L_M} \times S_M \qquad S = \frac{\text{المسافة على الصورة}}{\text{المسافة على الخريطة}} \times \text{الخريطة}$$

$$= \frac{6}{12} \times \frac{1}{10000} = \frac{1}{20000}$$

٣) قياس المسافة على الصورة بين نقطتين معلوماتي الإحداثيات الأرضية

يمكن حساب مقياس الصورة الجوية الرأسية عند منسوب خط معين على الصورة بمعرفة الإحداثيات الأرضية لنقطتيه، وذلك عن طريق حساب المسافة الأفقية الأرضية بين النقطتين بمعرفة الإحداثيات من العلاقة٢ -٨، ثم حساب المقياس كما في الطريقة الأولى باستخدام العلاقة٢ -٦.

$$L_G = \sqrt{(X_{iG} - X_{jG})^2 - (Y_{iG} - Y_{jG})^2} \qquad ٢-٨$$

المسافة الأفقية الأرضية بين النقطتين	:	L_G
إحداثيات النقطة i	:	(X_{iG}, Y_{iG})
إحداثيات النقطة j	:	(X_{jG}, Y_{jG})

مثال ٢ -٨

قيست المسافة بين نقطتين A, B على صورة جوية رأسية فكانت ١٨٢ملم، وكانت الإحداثيات الأرضية لنقطة A (٥٦٤٠م، ٢٧٠٠م)، والإحداثيات الأرضية لنقطة B (٥٤٢٠م، ٣٤٥٠م). احسب مقياس الصورة عند منسوب الخط AB.

الحل

$$L_G = \sqrt{(X_{AG} - X_{BG})^2 + (Y_{AG} - Y_{BG})^2}$$

$$= \sqrt{(5640 - 5420)^2 + (2700 - 3450)^2} = 781.6m$$

$$S = \frac{\text{المسافة على الصورة}}{\text{المسافة على الارض}} = \frac{L_p}{L_G} = \frac{182}{781.6 \times 1000} = \frac{182 \div 182}{781000 \div 182}$$

$$\approx \frac{1}{4294.5}$$

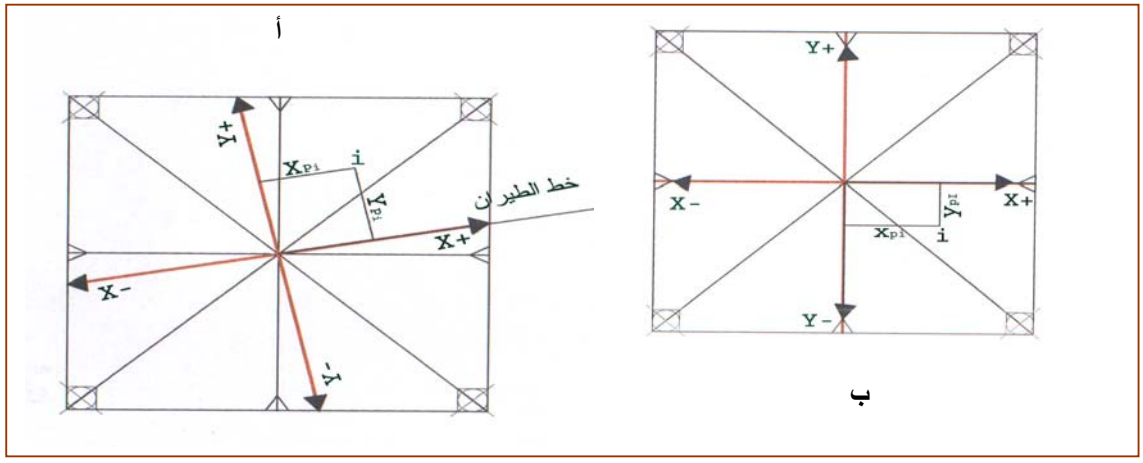
الضرب بـ١٠٠٠ للتوحيد بين الوحدات.وقسمة البسط على البسط والمقام على البسط لتحويل الناتج للصورة العامة للمقياس (كسر بسطه الرقم واحد)

٢ -٥ -٧ نظام الإحداثيات على الصورة الجوية الرأسية

هناك طريقتان مختلفتان لتحديد محاور إحداثيات متعامدة على الصورة الجوية ويعتمد اختيار أحداها عن الأخرى على نوعية العمل و الحسابات المطلوبة من الصورة.

١) محاور إحداثيات متعامدة تبعا لخط الطيران

يمثل خط الطيران في هذا النظام المحور السيني كما في الشكل ٢ -٢٦ (أ)، ويمثل المحور الصادي الخط العمودي عليه عند النقطة الأساسية والتي تنتج من توصيل علامات إطار الصورة، ويستخدم هذا النظام في القياس اليدوي للحصول على معلومات من صورتين متداخلتين كما سيأتي في الوحدة الثالثة إن شاء الله تعالى.



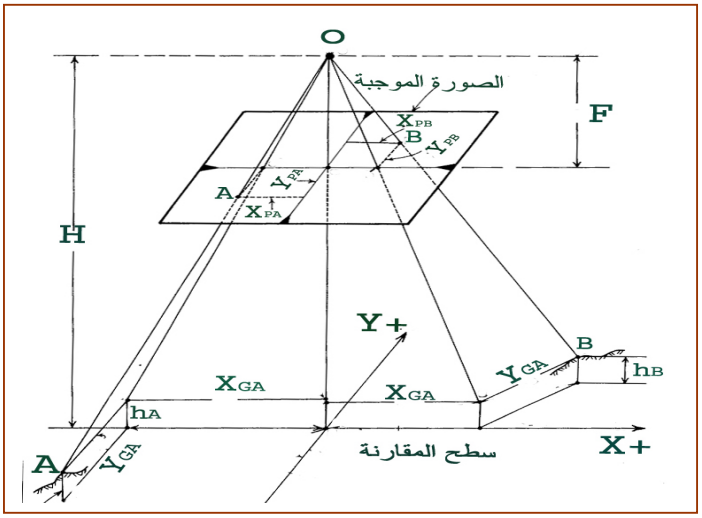
الشكل:٢ -٢٦ أنظمة إحداثيات الصورة الجوية

٢) محاور إحداثيات متعامدة تبعا لإطار الصورة

عند استخدام آلات تصوير تعطي علامات جانبية لإطار الصورة، فإنه عادة ما يكون نظام الإحداثيات على الصورة هو المحاور المتعامدة التي تنتج من توصيل كل نقطتين متقابلتين من نقاط إطار الصورة مع بعضها، الشكل ٢ -٢٦ (ب)، ونختار دائما الخط الذي يكون اتجاهه قريب من اتجاه خط الطيران على أنه المحور السيني X، ويكون موجباً في اتجاه خط الطيران، ويكون الإحداثي الصادي الموجب هو ٩٠° على هذا الخط في اتجاه عكس عقارب الساعة، وتكون نقطة الأصل لنظام الإحداثيات هي نقطة تقاطع خطوط إطار الصورة وغالبا ما تكون هذه النقطة قريبة جدا من النقطة الأساسية. ويتم تحديد وضع نقطة مثل i على الصورة كما في الشكلين السابقين بقياس المسافتين X_{Pi} و Y_{Pi}. وللقياس بدقة يمكن استخدام أجهزة دقيقة مثل جهاز الكمبوراتور أو باستخدام برامج الحاسب الآلي.

٢ -٥ -٨ حساب إحداثيات نقاط أرضية بمعرفة إحداثياتها على صورة جوية رأسية

نستعرض فيما يلي كيفية حساب الإحداثيات الأرضية(X_{Gi}, Y_{Gi}) لنقاط معينة من سطح الأرض ظاهرة على صورة جوية رأسية بمعرفة إحداثياتها على الصورة ، الشكل٢ -٢٧ ، علما أن الإحداثيات الأرضية المحسوبة منسوبة إلى نظام شبكة إحداثيات اختياري نقطة الأصل له تمثل المسقط الرأسي لنقطة أصل نظام إحداثيات الصورة على الأرض ومحوري الإحداثي السيني في الأرض والصورة يقعان في مستوى رأسي واحد ومحوري الإحداثي الصادي على الأرض والصورة يقعان في مستوى رأسي واحد ، و من استخدام قانون تشابه المثلثات يمكن التوصل إلى العلاقة والتي بواسطتها نستطيع حساب الإحداثيات الأرضية(X_{Gi}, Y_{Gi}) لأي نقطة بمعرفة إحداثياتها على الصورة (X_{Pi} , Y_{Pi}).



الشكل:٢ -٢٧ العلاقة بين الإحداثيات الأرضية والإحداثيات على صورة رأسية

$$X_{Gi} = X_{Pi} \times \frac{H - h_i}{F} \quad Y_{Gi} = Y_{Pi} \times \frac{H - h_i}{F}$$ ٢ -٩

الإحداثيات الأرضية لنقطة i	:	(X_{Gi}, Y_{Gi})
الإحداثيات على الصورة لنقطة i	:	(X_{Pi}, Y_{Pi})
ارتفاع الطيران فوق سطح المقارنة	:	H
البعد البؤري لآلة التصوير	:	F
منسوب النقطة i	:	hi

مثال ٢ -٩

صورة جوية رأسية أخذت بارتفاع١٣٨٠م فوق سطح المقارنة بآلة تصوير بعدها البؤري ١٥٢,٤ملم، وقيست إحداثيات النقطة A على الصورة فكانت (-٥٢,٣٥ ملم، -٤٨,٢٧ ملم)، وكذلك النقطة B فكانت (٤٠,٦٤ملم، ٤٣,٨٨ ملم). احسب الإحداثيات الأرضية للنقطتين إذا علمت أن منسوب النقطة A هو ٢٠٠م و منسوب النقطة B هو ١٥٠م فوق سطح المقارنة.

الحل

$$X_{GA} = X_{PA} \times \frac{H - h_A}{F} = -52.35 \times \frac{1380 - 200}{152.4} = -405.3m$$

$$Y_{GA} = Y_{PA} \times \frac{H - h_A}{F} = -48.27 \times \frac{1380 - 200}{152.4} = -373.7m$$

.....

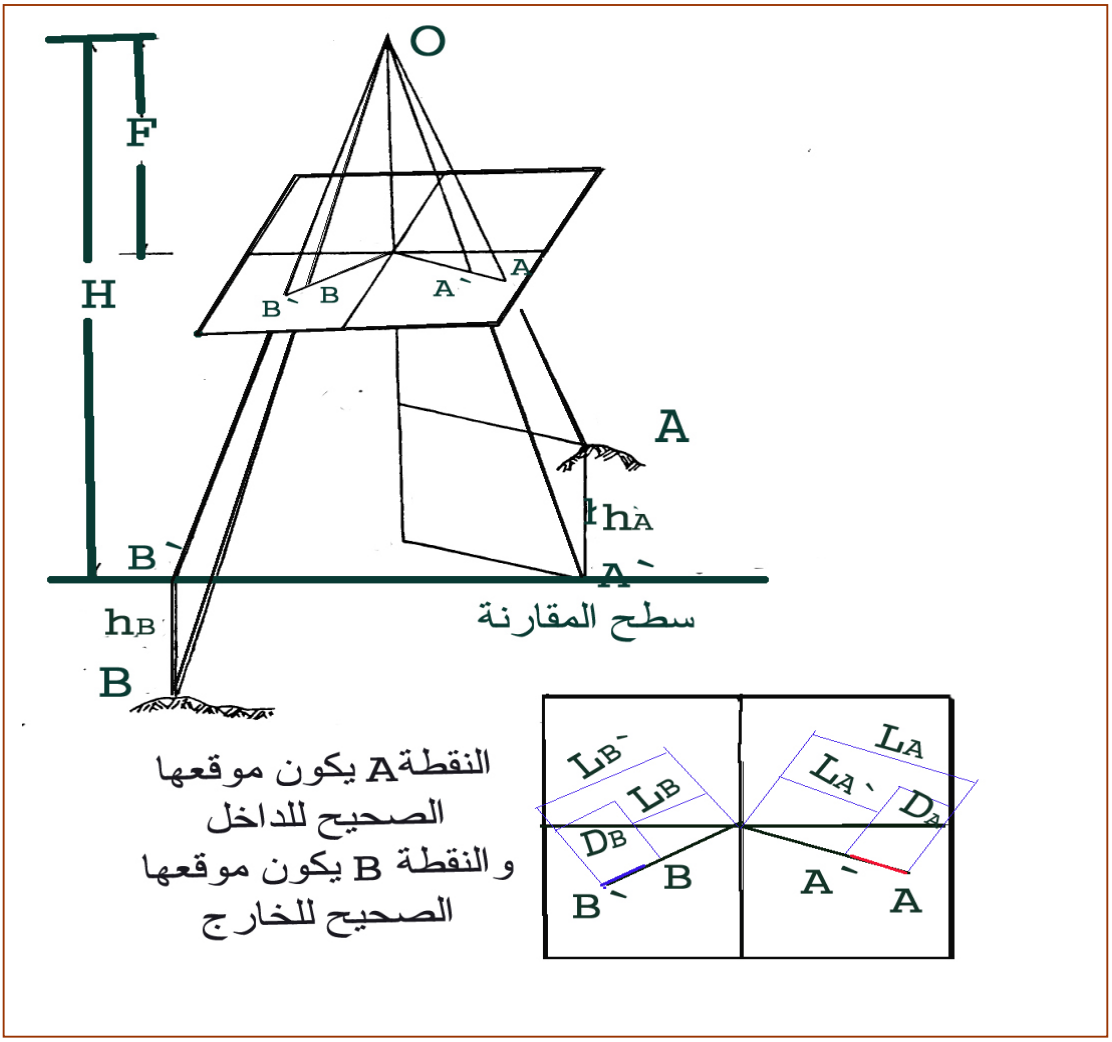
$$X_{GB} = X_{PB} \times \frac{H - h_B}{F} = 40.64 \times \frac{1380 - 150}{152.4} = 328m$$

$$Y_{GB} = Y_{PB} \times \frac{H - h_B}{F} = 43.88 \times \frac{1380 - 150}{152.4} = 354.2m$$

تدريب عملي (٢ -٢)

٢ -٥ -٩ الإزاحة الناشئة عن التضاريس Relief Displacement

عندما تحدثنا عن الفرق بين الصورة والخريطة قُلنا إن المعالم على الصورة يختلف موقعها في الصورة عن موقع مسقطها على سطح المقارنة وهو ما نسميه بالإزاحة الناشئة عن التضاريس، الشكل ٢ -٢٨. والإزاحة الناشئة عن التضاريس تكون بشكل شعاعي من مركز الصورة، ويكون الموقع الصحيح للنقطة والذي يمثل صورة مسقطها على سطح المقارنة للداخل في حالة كون النقطة مرتفعة عن سطح المقارنة وللخارج في حالة كون النقطة منخفضة عن سطح المقارنة ويمكن باستخدام قوانين تشابه المثلثات الوصول للعلاقة ٢ -١١، لحساب الإزاحة الناشئة عن التضاريس.



الشكل:٢ -٢٨ الإزاحة الناتجة عن التضاريس

٢ -١٠

$$D_i = \frac{L_i \times h_i}{H}$$

$L_i` = L_i - D_i$ الموقع الصحيح للنقطة عن النقطة الأساسية في حالة كون الهدف مرتفعاً عن سطح المقارنة

$L_i` = L_i + D_i$ الموقع الصحيح للنقطة عن النقطة الأساسية في حالة كون الهدف منخفضاً عن سطح المقارنة

الإزاحة الحاصلة لموقع النقطة i	:	Di
المسافة بين النقطة الأساسية والنقطة i	:	Li
المسافة بين النقطة الأساسية وصورة مسقط النقطة على سطح المقارنة i`	:	`Li
ارتفاع الطيران فوق مستوى المقارنة	:	H
منسوب النقطة i	:	hi

مثال ٢ -١٠

في صورة جوية أُخذت من ارتفاع ٣٠٠٠م فوق سطح المقارنة ظهرت صورتا الهدفين A و Bعلى بعد ٨,٨ ملم و٧,٥ملم على التوالي من النقطة الأساسية للصورة فإذا كان الهدف A مرتفع ٣٠م فوق سطح المقارنة، والهدف B منخفض ٢٤م تحت سطح المقارنة.فما هو مقدار إزاحة كلا الهدفين مع تحديد الموقع الصحيح لكل نقطة عن النقطة الأساسية.

الحل

النقطةA

$$D_A = \frac{L_A \times h_A}{H} = \frac{8.8 \times 30}{3000} = 0.088 \ mm$$

$$L_A` = L_A - D_A = 8.8 - 0.088 = 8.712mm$$

... ...

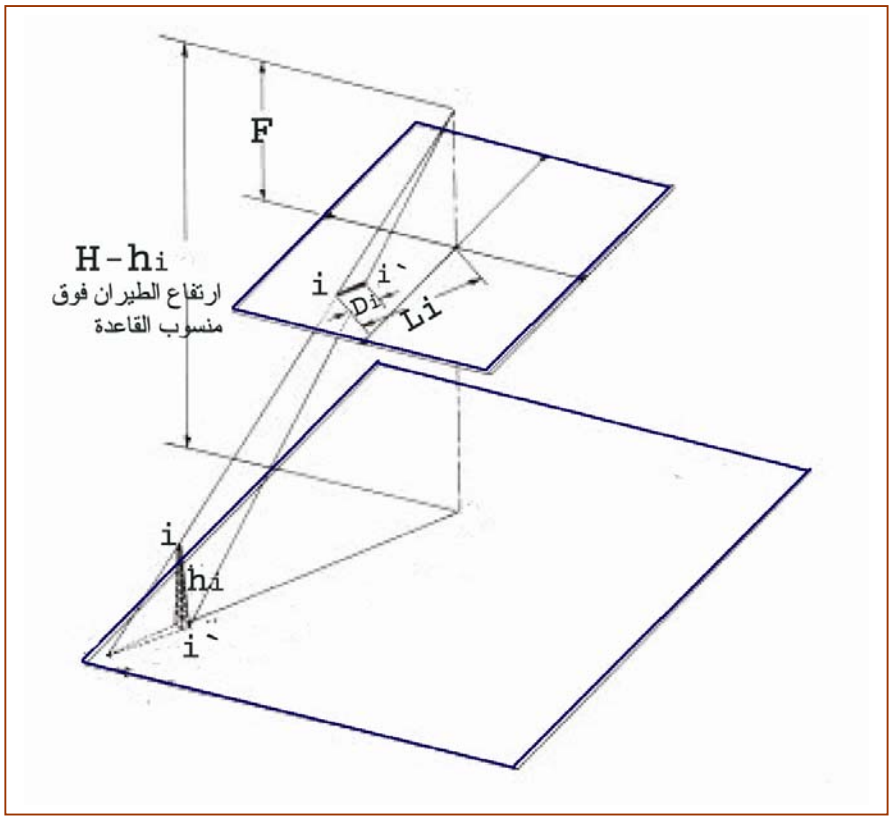
النقطةB

$$D_B = \frac{L_B \times h_B}{H} = \frac{7.5 \times 24}{3000} = 0.06 \ mm$$

$$L_B` = L_B + D_B = 7.5 + 0.06 = 7.56mm$$

استخدام قوانين الإزاحة في حساب ارتفاع المعالم

يمكن استخدام قوانين حساب الإزاحة في حساب ارتفاع المعالم التي تظهر قاعدتها وقمتها في الصورة، الشكل ٢ -٢٩، على اعتبار أن القمة هي النقطة، والقاعدة هي صورتها وأن ارتفاع الطيران فوق منسوب القاعدة وبذلك يمكن تحويل العلاقة ٢ -١٠ لهذا الغرض إلى العلاقة ٢ -١١.



الشكل٢ -٢٩: حساب ارتفاع المعالم عن طريق قياس إزاحتها

$$h_i = \frac{D_i \times (H - h_i`)}{L_i}$$ ٢ -١١

Di : المسافة بين قاعدة المعلم وقمته على الصورة

Li : المسافة بين النقطة الأساسية والنقطةi والتي تمثل قمة المعلم

`hi : منسوب النقطة i` والتي تمثل قاعدة المعلم

H : ارتفاع الطيران فوق مستوى المقارنة

hi : منسوب النقطة i والذي يمثل ارتفاع المعلم

مثال ٢ -١١

أُخذت صورة جوية لبرج من ارتفاع طيران مقداره ٥٠٠م فوق مستوى المقارنة فإذا كان منسوب قاعدة البرج هو ٢٦٠م، وقيست المسافة بين قاعدة البرج وقمته على الصورة فكانت ٥٤ملم، فإذا كانت المسافة بين النقطة الأساسية وقمة البرج على الصورة هي ١٢٢ملم.احسب ارتفاع البرج.

الحل

$$h_i = \frac{D_i \times (H - h_i`)}{L_i} = \frac{54 \times (500 - 260)}{122} = 106.2m$$

تدريب عملي (٣ -٢)

٢ -٥ -١٠ بعض المصطلحات المهمة في المساحة التصويرية الجوية

١) تعديل الصور Rectification of tilted photographs

يقصد بالصورة المعدلة الحصول من الصورة المائلة على صورة رأسية مكافئة لها مأخوذة من نفس محطة التصوير ويعني ذلك التخلص من الخطأ في مواقع المعالم على الصورة الناتج من ميل محور آلة التصوير

٢) الصورة المصححة Orthophotography

يقصد بالصورة المصححة، الشكل٢ -٣٠، هي الصورة الخالية من الأخطاء بمواقع المعالم على الصورة نتيجة ميل الصورة واختلاف التضاريس مع بقاء الإزاحة الناشئة عن بروز المعالم الصناعية كجدران الأبنية وأعمدة الكهرباء وبهذا فإن الصورة المصححة تجمع إلى حد بعيد بين الصورة من حيث كمية المعلومات والخرائط من حيث تجانس المقياس

الشكل ٢ -٣٠: الصورة المصححة

٣) الموزيك Mosaics

الموزيك هو تجميع صورتين أو أكثر لتكوين صورة واحدة متكاملة لمنطقة مغطاة بأكثر من صورة، الشكل ٢ -٣١.

الشكل٢ -٣١: الموزيك

٤) الخريطة المصورة Photomap

الخريطة المصورة هي الصورة التي يضاف عليها أسماء المعالم وشبكة الإحداثيات واتجاه الشمال وغير ذلك من الإضافات التي تؤدي إلى أكبر استفادة ممكنة من الصورة.

٢ -٦ تفسير الصور الجوية

سبق أن تحدثنا في بداية هذه الحقيبة أن المجال الثاني من مجالي المساحة التصويرية هو تفسير وقراءة وتحليل الصور من أجل الحصول على معلومات تتعلق بطبيعة هذه المعالم وليس بأبعادها كما في المساحة التصويرية المترية مثل تحديد نوع التربة ونوع الأشجار واستعمالات المباني، ويستخدم في هذا المجال أنواع كثيرة من الصور الجوية والفضائية والتي تنقسم إلى قسمين:

١) صور فوتوغرافية

وهي الصور التي تكون ضمن النطاق المرئي للعين البشرية من الطيف الكهرومغناطيسي وقد تكون بتدرج رمادي أو ملونة، وفي هذه الحقيبة سوف نتحدث باختصار عن العوامل المساعدة في تفسير وقراءة هذا النوع من الصور.

٢) صور غير فوتوغرافية

وهي الصور التي يتم تسجيلها خارج نطاق الضوء المرئي للعين البشرية من الطيف الكهرومغناطيسي مثل الصور تحت الحمراء والصور الحرارية والرادارية وسوف نترك الحديث عن هذا النوع لحقيبة الاستشعار عن بعد حيث يدخل في تفسير وتحليل هذا النوع من الصور استخدام الحاسب الآلي.

٢ -٦ -١ تعريف المساحة التصويرية التفسيرية

هي العلم المتعلق بمعاينة الصورة والتعرف على محتوياتها من معالم طبيعية وصناعية وتحليل البيانات الموجودة عليها ونقلها إلى معلومات مفيدة ويشمل هذا استنتاج معلومات غير مرئية في الصورة بتحليل البيانات المرئية فيها ويختلف مقدار النجاح في تفسير الصور حسب درجة تدريب وخبرة ومهارة وصبر المفسر وطبيعة المنطقة ونوع ومقياس الصورة.

٢ -٦ -٢ مجالات المساحة التصويرية التفسيرية

للمساحة التصويرية التفسيرية استخدامات كثيرة فهي تعتبر مكملة للمساحة التصويرية المترية في إنتاج الخرائط المساحية من الصور الجوية حيث يجب التعرف على المعالم داخل الصورة وهذا يدخل ضمن مجال المساحة التصويرية التفسيرية بالإضافة إلى الدراسات المتخصصة بمجالات أخرى وسوف نذكر أهمها بدون إسهاب يتطلب معرفة عميقة بهذه التخصصات.

١) الزراعة والمراعي والغابات

يمكن الحصول من الصور على معلومات كثيرة من أهمها أنواع المزروعات والأشجار والحشائش والآفات التي تصيبها وأعمارها وتقدير كمية المحاصيل.

٢) طبوغرافية المنطقة

يتم التعرف على تضاريس المنطقة وأشكال وأنواع الهضاب والسهول والجبال والوديان والمصارف المائية.

٣) الجيولوجيا

ومثال ذلك التعرف على أنواع الصخور والتربة والتنقيب عن المعادن والنفط والآثار والأحافير ومواد الإنشاء.

٤) الأغراض العسكرية

مثال ذلك الحصول على معلومات عن قوات العدو ومنشآته العسكرية وتسليحه وأعداده وهذه العملية تحتاج إلى الدقة والربط بين المعلومات لأن هذه المنشآت قد لا تكون واضحة على السطح، حيث يمكن أن يستدل من اتساع الطرق وأعدادها في موقع عسكري على كمية ونوع المركبات والمعدات العسكرية وعلى مفسر الصورة أن يستنتج عدد الطائرات وحمولتها من عدد ممرات المطارات وأطوالها، وهكذا فإنه يمكن الاستدلال عل الأشياء المموهة بظواهر مرئية في الصورة بشرط أن يكون المفسر على علم بمعلومات عسكرية وهندسية كافية تؤهله لذلك.

٥) الدراسات الهندسية

تستخدم الصورة الجوية في اختيار موقع المشاريع المختلفة مثل المدارس والمستشفيات ومسارات الطرق ودراسة مناطق العمران ومراقبة السير وهندسة المرور.

٦) دراسة التلوث

يمكن استخدام صور على فترات زمنية مختلفة لمراقبة وسرعة زحف الرمال والتلوث النفطي في المياه كذلك يمكن دراسة تلوث المياه بالمواد العضوية والطحلبية ويمكن استخدام الصور غير الفوتوغرافية في مراقبة تلوث الهواء والأرصاد الجوية.

٢ -٦ -٣ الخواص الأساسية للصور الفوتوغرافية

تعتبر الصورة تسجيلا صادقا لما على سطح الأرض من معالم طبيعية وصناعية لحظة التقاطها، وللتعرف على هذه المعالم هناك سبع خواص أساسية وهي كالآتي:

١) الشكل Shape

هذه الخاصية تعتمد على الشكل العام للمَعلَم والشكل هو أهم خاصية للتعرف على المعالم فعلى سبيل المثال يمكن في الصورة التمييز بسهولة بين خط سكة حديدية وطريق بري رئيسي من خلال الشكل، فالأول يسير دائما في خطوط طويلة مستقيمة ومنحنياته بسيطة وعلى العكس فإن الطريق البري الرئيسي قد يكون به منحنيات شديدة.

٢) الحجم Size

للحجم أهمية كبيرة في التعرف على المعالم على الصورة فعلى سبيل المثال لو ظهرت في الصورة حيوانات في المراعي يمكن من الحجم وبمعرفة مقياس الصورة التمييز بين الأغنام والإبل.

٣) النمط Patteren

النمط يعتمد على كيفية ترتيب المعالم حيث إن تكرار شكل عام أو علاقات معينة تعتبر خاصية من خواص معالم كثيرة سواء كانت طبيعية أو صناعية فمثلا ترتيب المباني الخاصة بالورش وقاعات الدرس لمعهد فني أو كلية هندسية يكون له منظر عام وترتيب خاص يسهل تمييزه على الصورة.

٤) الظلال Shadows

رغم أن الظلال يؤدي في بعض الأحيان إلى عدم وضوح المعالم التي تقع في منطقة الظل إلا أن لها فوائد كثيرة في حساب الارتفاع للمعالم وتوضيح تشكيلات سطح الأرض في المنطقة المصورة.

٥) درجة اللون Tone

يقصد بدرجة اللون الاختلاف في الألوان بالنسبة للصور الملونة أو في التدرج الرمادي بالنسبة للصور غير الملونة، فعلى سبيل المثال الإضاءة الفاتحة عند دراسة التربة تعني أن المنطقة تحوي تربة جيدة الصرف مثل الرمل، والإضاءة الغامقة تعني أن المنطقة تحوي تربة رطبها وذلك لأن الماء يمتص الأشعة ولا يعكس منها إلا القليل.

٦) النسيج Texture

غالبا ما تكون الأهداف الصغيرة المتجمعة كالسيارات والأشجار والقطعان والمزروعات غير مميزة عن بعضها تماما في الصور الفوتوغرافية الجوية ومع هذا تظهر بينها فراغات بينية مختلفة في درجة اللون عنها مما يعطيها منظرا يشبه إلى حد كبير منظرها في الواقع.

٧) الموقع Site

للموقع أهمية كبيرة في التعرف على الظواهر، فالأهداف الطبيعية تتواجد دائما في مواضعها المناسبة التي قدرها الله لها على سطح الأرض فعلى سبيل المثال الأعشاب والغابات لا تنمو إلا في تربة صالحة ومناخ مناسب، أما الأهداف الصناعية فربما تختلف عن المواقع المناسبة بسبب عدم الدقة في اختيار المكان المناسب أو التعمد بقصد التضليل كما في الإنشاءات العسكرية.

٨) الاستعمالات الأرضية Land Uses

من العوامل الهامة التي تساعد في تفسير المعالم هي ملاحظة استعمال الإنسان لها فوجود أحد السدود في منطقه ما يدل على أن التربة غير منفذه للمياه بمعدل كبير كما أن الأرض المزروعة بمحصول معين تدل على أن التربة من النوع المناسب لهذا المحصول.

تدريب عملي (٢ -٤)

تدريب عملي ٢ -١

الهدف:

- أن تتعرف على آلة التصوير العادية وفكرة التصوير.
- أن تتعرف على آلة التصوير الجوية من خلال وسائل الإيضاح المتوفرة للتعرف على شكلها و أجزائها و وضعها في الطائرة أثناء التصوير.
- أن تتعرف على المعلومات المسجلة على الصورة الجوية.
- أن تتعرف على عدة نوعيات مختلفة من الصور الجوية مثل:
  - صورة جوية مصورة باستخدام فلم أبيض و أسود.
  - صورة جوية مصورة باستخدام فلم ملون.
  - صورة جوية مصورة باستخدام فلم حساس للأشعة تحت الحمراء.
  - صورة جوية مطبوعة على ورق حساس.
  - صورة جوية مطبوعة على بلاستيك شفاف.
  - صورة جوية مصورة باستخدام آلة تصوير رقمية.
- مشاهدة أنواع الصور الجوية المختلفة من حيث كونها:
  - صورة جوية رأسية.
  - صورة جوية مائلة.
  - صورة جوية شديدة الميل.

الوسائل:

- وسائل إيضاح تبين أجزاء آلة التصوير.
- أنواع مختلفة من الصور من حيث الشكل والفلم والرأسية.

تدريب عملي ٢ -٢

الهدف:

- أن تتعرف على أنظمة الإحداثيات على الصورة الجوية.
- أن ترسم محاور نظام الإحداثيات تبعاً لإطار الصورة.
- أن تقيس إحداثيات عدة نقاط من على الصورة الجوية التي يحددها المدرب.
- أن تحسب الإحداثيات الأرضية بالنسبة لنقطة النظير على الأرض و ذلك للنقاط التي تم قياس إحداثياتها على الصور الجوية بفرض أن الأرض مستوية.

الوسائل:

- صورة جوية مغلفة بورق بلاستيك شفاف.
- أقلام قابلة للمسح.
- مسطرة.

تدريب عملي ٢ -٣

الهدف:

- أن تتعرف على الإزاحة الناشئة عن التضاريس من خلال الصور.
- أن تقيس الإزاحة الناشئة عن التضاريس لعدة أهداف من على الصور الجوية التي تحدد له من قبل المهندس.
- أن تحدد المواقع الصحيحة للنقاط بحذف تأثير الإزاحة الناشئة عن التضاريس بناء على المعطيات من قبل المهندس.
- أن تحسب قيمة فرق الارتفاع لعدة أهداف تم قياس أو حساب الإزاحة الناشئة عن التضاريس لها.

الوسائل:

- صورة جوية مغلفة بورق بلاستيك شفاف.
- أقلام قابلة للمسح.
- مسطرة.

تدريب عملي ٢ -٤

الهدف:

- أن تتعرف على الصفات الأساسية للمعالم الطبيعية و الصناعية من الشكل العام و الخصائص العامة الظاهرة، وكيفية التعرف عليها و التفرقة بينها.
- أن تتدرب على كيفية تحديد أهم الخواص الأساسية للمعالم التي ظهرت على الصورة الجوية مثل:
  الشكل - الحجم - النمط - الظل - درجة اللون - الموقع - النسيج
- أن تستخدم الخواص الأساسية في التعرف على الأهداف الموجودة على الصورة الجوية.
- أن تفرق بين الأهداف المتشابهة مثل الأشجار و المباني مستخدما الخواص الأساسية لهذه الأهداف.

الوسائل:

- صورة جوية مغلفة بورق بلاستيك شفاف.
- أقلام قابلة للمسح.

أسئلة على الوحدة الثانية

١) ما هو المقصود بالإسقاط ؟ و اذكر طرق الإسقاط ذات العلاقة بالصورة ؟

٢) بين بالرسم مع كتابة البيانات عليه الفرق بين الإسقاط العمودي و الإسقاط المركزي ؟

٣) اذكر ما المقصود بكل مما يأتي:

أ) الصورة السالبة ب) الصورة الموجبة

ج) الصورة الشفافة د) الصورة الرقمية

٤) ما هي الطرق المستخدمة للحصول على الصورة الموجبة و كذلك الصورة الرقمية ؟

٥) اذكر أنواع آلة التصوير من حيث النقاط التالية:

أ) الهدف الذي تستخدم من أجله

ب) تصميم آلة التصوير

٦) اذكر أنواع آلة التصوير ذات العدسة الواحدة بناء على مقدار زاوية مجال الرؤية ؟ مع توضيح خصائص و استخدامات كل نوع ؟

٧) اذكر الأجزاء الرئيسية لآلة التصوير؟

٨) ما هي البيانات و المعلومات التي يتم تسجيلها على هامش الصورة الجوية ؟ مع توضح استخدام كل بيان ؟

٩) ما المقصود بكل مما يلي:

أ) المستوى السالب ب) زاوية الميل

ج) مركز الإسقاط د)النقطة الأساسية

هـ) البعد البؤري و) ارتفاع الطيران

ز) الصورة الشفافة ح) الصورة الموجبة

١٠) ما هي الاستفادة في مجال المساحة الجوية من العناصر التالية:

أ) علامات إطار الصورة ب) الحاجب

ج) مخزن الفلم د) مقياس الميل

هـ) المرشح و) تاريخ التصوير

ز) رقم و نوع آلة التصوير ح) الغالق

١١)اذكر أنواع الصور الجوية بناء على زاوية ميل محور آلة التصوير أثناء التقاط الصورة ؟

١٢) اذكر أهم الفروق بين الصورة الرأسية و الصورة المائلة و الصورة شديدة الميل ؟

١٣) ما هي طرق تحديد محاور الإحداثيات على الصورة الجوية ؟ مع بيان ذلك بالرسم ؟

١٤) ما المقصود بالإزاحة الناشئة عن التضاريس ؟ و فيما تستخدم ؟

١٥) ما المقصود بالمصطلحات التالية:

أ) تعديل الصورة ب) الصورة المصححة

ج) الموزيك د) الخريطة المصورة

١٦) ما هي مجالات استخدام المساحة التصويرية التفسيرية ؟

١٧) ما هي الخواص الأساسية للأهداف التي تظهر على الصور الجوية ؟ و كيف يمكن الاستفادة منها في قراءة و تفسير الصور الجوية ؟

١٨) أي العبارات التالية صحيح و أيها خطأ مع تصحيح العبارات غير الصحيحة ؟

أ) الإسقاط يعني تمثيل سطح معين بما فيه من معالم على سطح آخر.

ب) عملية التصوير تتم بالإسقاط العمودي.

ج) تعتبر الصورة الجوية تمثيل حقيقي لسطح الأرض بما يحتويه من معالم.

د) مهما اختلفت آلات التصوير في شكلها و تركيبها إلا أنها تتشابه في الأجزاء الرئيسية فيها.

هـ) الغالق هو الجزء المختص بالتحكم في زمن فتح العدسة لدخول الضوء للفلم.

و) ليس من الضروري تسجيل تاريخ التصوير على هامش الصورة.

ز) الصورة الجوية الرأسية هي أكثر الصور الجوية تشويها للأهداف التي يتم تصويرها.

ح) الصورة الجوية المائلة هي التي يكون محور آلة التصوير أثناء تصويرها مائلا بزاوية تتراوح بين صفر و ثلاث درجات فقط.

ط) لا يمكن أن نستفيد من الإزاحة الناشئة عن اختلاف التضاريس.

تمارين حسابية على الوحدة الثانية

١) احسب زاوية مجال الرؤية لآلة تصوير بعدها البؤري ٣٠٠ملم، وأبعاد الصورة ٢٣٠ملم×٢٣٠ملم.

٢) صورة جوية رأسية أُخِذت فوق أرض مستوية بآلة تصوير بعدها البؤري ١٥٠ملم، من ارتفاع طيران ٢٠٢٥م فوق سطح الأرض. احسب مقياس رسم الصورة.

٣) صورة جوية رأسية أُخِذت فوق أرض مستوية ترتفع فوق سطح المقارنة بـ٢٠٠م، بآلة تصوير بعدها البؤري ٣٠٠ملم، من ارتفاع طيران ١٣٧٢م فوق سطح المقارنة. احسب مقياس رسم الصورة.

٤) صورة جوية رأسية أُخِذت فوق أرض مختلفة التضاريس، بآلة تصوير بعدها البؤري٢٠٠ملم، من ارتفاع طيران ٢٠٠٠م فوق سطح المقارنة. وكان أعلى منسوب هو نقطة A و ارتفاعها ٧٠٠م وأدنى منسوب هو نقطة B و ارتفاعها ٥٠٠م. احسب مقياس الصورة عند نقطتي A و B.

٥) صورة جوية رأسية أُخِذت فوق أرض مختلفة التضاريس، بآلة تصوير بعدها البؤري ١٥٢ملم، من ارتفاع طيران ١٥٠٠م فوق سطح المقارنة. وكان أعلى منسوب هو نقطة A و ارتفاعها ٣٠٠م وأدنى منسوب هو نقطة B و ارتفاعها ٢٠٠م. احسب مقياس الصورة المتوسط.

٦) صورة جوية رأسية أخذت بارتفاع١٥٠٠م فوق سطح المقارنة بآلة تصوير بعدها البؤري ١٥٠ملم، وقيست إحداثيات النقطة A على الصورة فكانت (-٦٢,٤٥ملم، ٧٨,٢٧ ملم)، و قيست كذلك إحداثيات النقطة B فكانت (١٥,٦٤ ملم، -٨٧,٨٨ ملم). احسب الإحداثيات الأرضية للنقطتين إذا علمت أن منسوب النقطة A هو ٣٠٠م و منسوب النقطة B هو ١٧٠م فوق سطح المقارنة.

٧) في صورة جوية أُخِذت من ارتفاع ٣٠٠٠م فوق سطح المقارنة ظهرت صورتا الهدفين A وB على بعد ٥٥,٨ ملم و ٧٥,٥ ملم على التوالي من النقطة الأساسية للصورة فإذا كان الهدف A مرتفع ٤٠م فوق سطح المقارنة، والهدف B منخفض ١٤م تحت سطح المقارنة.فما هو مقدار إزاحة كلا الهدفين مع تحديد الموقع الصحيح لكل نقطة عن النقطة الأساسية.

٨) أُخِذت صورة جوية لبرج من ارتفاع طيران مقداره ٧٠٠م فوق مستوى المقارنة فإذا كان منسوب قاعدة البرج هو ٧٠م، وقيست المسافة بين قاعدة البرج وقمته على الصورة فكانت٤ملم، فإذا كانت المسافة بين النقطة الأساسية وقمة البرج على الصورة هي ١٣٢ملم، احسب ارتفاع البرج.

المساحة التصويرية

الإبصار المجسم والاستريوسكوب

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة:

التدريب على الرؤية المجسمة والقياس منها.

الأهداف:

عند إكمال دراسة هذه الوحدة يكون لدى المتدرب القدرة على:

١. معرفة مفهوم الرؤية المجسمة الرؤية المجسمة وطرقها.
٢. معرفة أجهزة الرؤية المجسمة (الاستريوسكوب) و أنواعها و ملحقاتها.
٣. القدرة على استخدام أجهزة الرؤية المجسمة في تكوين النموذج المجسم.
٤. القدرة على أخذ القياسات من النموذج المجسم.
٥. معرفة تطبيقات الرؤية المجسمة.
٦. أن يحسب الطالب نتائج التطبيقات على الرؤية المجسمة.

مستوى الأداء المطلوب:

بنهاية هذه الوحدة يجب أن يجيد الطالب مدى الإحساس بالرؤية المجسمة ومعرفة الأجهزة الخاصة بها وأخذ القياسات منها إجادة تامة.

الوقت المتوقع للتدريب:

يخصص لهذه الوحدة ستة أسابيع بواقع أربع حصص اسبوعيا.

الوسائل المساعدة:

١. صور الجوية بأنواعها و أبعادها المختلفة مع تغليف الصور ذات المقاس ٢٣٠×٢٣٠ بورق بلاستيك شفاف للكتابة عليها.
٢. طاولات لتثبيت الصور للعمل عليها
٣. أقلام قابلة للمسح للكتابة على الصور
٤. أجهزة الرؤية المجسمة (الاستريوسكوب) بأنواعها و ملحقاتها.

متطلبات الجدارة:

١. التدريب على مهارة معرفة أرقام الصور الجوية في الوحدة التدريبية الثانية.
٢. معرفة أنظمة الإحداثيات على الصورة الجوية.

الرؤية المجسمة

الإبصار المجسم هو مقدرة الإنسان على رؤية الأشياء بأبعادها الثلاث، البعد الأفقي، العمق المتعامد مع البعد الأفقي، والارتفاع. وتؤدي هذه الخاصية إلى تقدير قرب أو بعد الأشياء عن الناظر وعن بعضها البعض.

٣ -١ الرؤية المجسمة لدى الإنسان

قد نتساءل لماذا خلقنا الله بعينين اثنتين ؟ وهذا لحكمة أرادها الله سبحانه وتعالى، فبجانب التشابه والتطابق الظاهري مما يضفي السمة الجمالية فهناك أيضا القاعدة العلمية التي لا يمكن بدونها المقدرة على الإبصار والرؤية المجسمة بدون تلك العينين كما هو واضح بالنسبة للسمع، فالإنسان لا يستطيع أن يسمع الأصوات مجسمة بحيث لا يقدر على تحديد أبعادها ومصادرها المختلفة بدون أن يسمع بأذنيه الاثنتين. وسوف نفهم ذلك بشكل أكثر عن طريق الإجابة على الأسئلة التالية:

هل يستطيع الإنسان الرؤية المجسمة بعين واحدة؟

يستطيع الإنسان بعين واحدة رؤية البعيدين الأفقي والارتفاع أم البعد الثالث فلا يستطيع الإنسان تقديره إلا بعينين اثنتين وللتأكد من ذلك يمكن القيام بالتجربة التالية:

- حاول إعادة غطاء القلم إليه باستخدام عين واحدة وبسرعة، ثم كرر ذلك باستخدام كلا العينين، ستلاحظ أنه في المرة الأولى لا تتم العملية بسهولة بل يحتاج ذلك للتركيز بعكس المرة الثانية عند استخدام كلا العينين فان العملية تتم بسهولة، وهذا يدل على أنه بعين واحدة لا يتم تقدير البعد الثالث الذي يحدد بعد القلم وغطاءه عن العين بحيث نجعلهم على مسافة متساوية من العين.

كيف يستطيع الإنسان بعين واحدة تقدير قرب الأشياء وبعدها عنه وعن بعضها البعض؟

يمكن للإنسان تقدير قرب الأشياء وبعدها عن بعضها البعض وعنه بعين واحدة من خلال العوامل التالية:

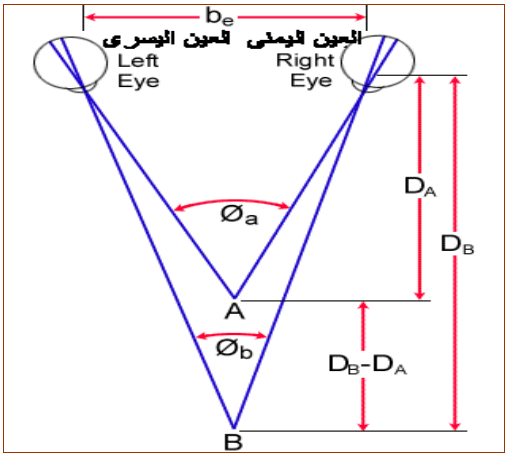
١) الموقع النسبي للأشياء بالنسبة للموقع العام.
٢) الحجم النسبي للأشياء.
٣) زاوية سقوط الضوء على الأجسام.
٤) الظلال.

كيف يمكن الإحساس بالرؤية المجسمة باستخدام العينين؟

عندما ينظر الإنسان بعينيه الاثنتين لأي جسم فإنه نظرا لاختلاف موضع العينين في الفراغ، فإن هذا الجسم تسقط له صورة على شبكية العين اليسرى و صورة أخرى مختلفة قليلا تسقط على شبكية العين اليمنى و عند وصول هاتان الصورتان إلى المخ يتم دمجهم بصورة مجسمة واحدة، و يميز أبعاده الثلاثة ويحصل على شكله الحقيقي في الفراغ.

كيف يمكن لمركز الإبصار في المخ تقدير بعد الأشياء وقربها عن عيني الناظر وعن بعضها البعض؟

الشكل٣ -١، يوضح المبدأ الذي يستطيع المخ من خلاله تقدير البعد الثالث والذي بواسطته يستطيع الإنسان أدراك قرب الأشياء وبعدها عنه وعن بعضها البعض. فعندما تنظر العينان إلى أي هدف فإن خطي النظر يصنعان زاوية تسمى الزاوية البارالكتيكية، ويقيس المخ الزاوية عن طريق تقديره لحركة العين عندما تدور بزاوية معينة لترى الهدف، وتختلف قيمة هذه الزاوية على حسب بعد الهدف وقربه فتكون الزاوية للهدف الهدف A الأقرب أكبر من الزاوية عند الهدفB، وهذا الفرق في الزاوية يحوله المخ إلى فرق في المسافة يستطيع من خلاله تحديد قرب الأجسام وبعدها عنه وعن بعضها البعض. وتعرف المسافة بين عيني الإنسان بالقاعدة العينية(be) و تتراوح قيمتها بين ٦٣ ملم و٧٠ ملم.



شكل ٣ -١: مبدأ الرؤية المجسمة

ما هو المدى الذي يستطيع الإنسان فيه تقدير البعد الثالث بالاعتماد على الزاوية البارالكتيكية؟

لكي يستطيع المخ تقدير الزاوية البارالكتيكية يجب أن لا تزيد عن قيمتها عن (١٦)درجة تقريبا ولا تقل عن (٢٠) ثانية، وبناءاً على هذا المدى يمكن حساب أقل مسافة وأبعد مسافة يمكن للإنسان تقدير العمق باستخدام العينين خلالها، ويختلف هذا المدى باختلاف القاعدة العينية للشخص ولكنه يتراوح في المتوسط بين ٢٥سم و٧٠٠سم، و الإنسان خارج نطاق هذا المدى لا يدرك قرب الأشياء وبعدها عنه وعن بعضها البعض إلا من خلال الأحجام النسبية والمواقع النسبية وزاوية سقوط الضوء والظلال.

٣ -٢ الرؤية المجسمة من الصور الجوية

يمكن تطبيق المبدأ السابق للرؤية المجسمة لدى الإنسان بأن تستبدل الصورة التي تلتقطها كل عين بصورة ملتقطة من آلتي تصوير من موقعين متشابهتين هندسيا مع موضع العينين، وبذلك تكون الصورتين مختلفتين قليلا. وعند رؤية الصورة اليمنى بالعين اليمنى فقط والصورة الشمال بالعين الشمال فقط يتكون نموذج ضوئي مجسم للمنطقة المتداخلة بين الصورتين.

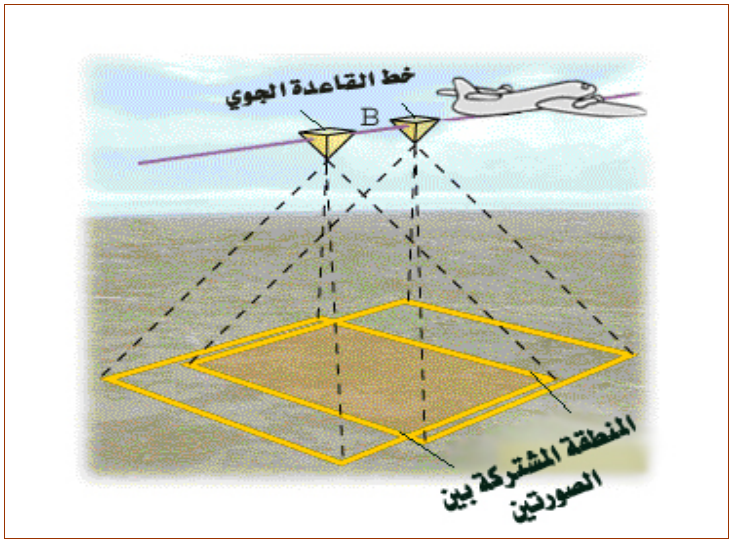
٣ -٢ -١ شروط الحصول على الرؤية المجسمة من الصور الجوية

لكي نستطيع أن نرى منطقة مشتركة بين صورتين جويتين، الشكل٣ -٢، بشكل مجسم واضح ومريح للعين، يجب أن تنطبق على الصورتين الشروط التالية:

١) أن يكون للصورتين نفس المستوى الرأسي تقريبا

٢) أن تكون الصورتين لهما نفس المقياس تقريبا

٣) أن تكون النسبة بين خط القاعدة الجوي (المسافة بين محطتي التقاط الصورتين) إلى ارتفاع الطيران ضمن المجال (٠,٠٢ -٢).



شكل ٣ -٢ :اسلوب التقاط الصور الجوية

تدريب عملي (٣ -١) ص (٨٧)

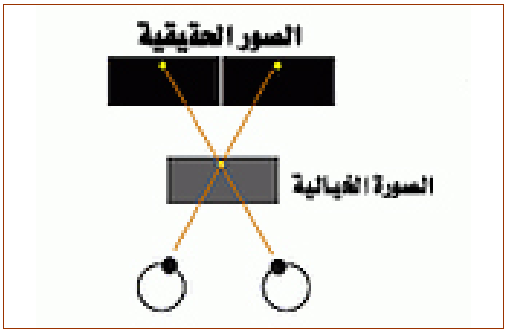
٣ -٢ -٢ طرق الإبصار المجسم من الصور الجوية

لكي تستطيع كل عين رؤية الصورة الخاصة بها يمكن إتباع الطرق الرئيسة التالية:

١) تقاطع محاور العين ٢) تقابل محاور العين ٣) توازي محاور العين

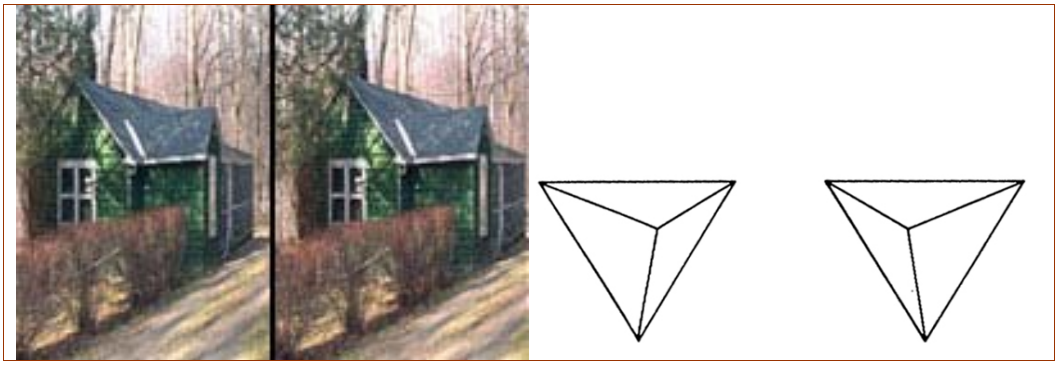
١) طريقة تقاطع محاور العين

تحدث هذه الطريقة، الشكل٣ -٣، عندما ننظر للصورة اليمنى بالعين اليسرى والصورة اليسرى بالعين اليمنى فيتكون من تقاطع الأشعة منظر مجسم على مسافة أقرب من مسافة الصورتين، وهذه الطريقة صعبة وغير عملية. يمكن تطبيق هذه الطريقة باستخدام الشكل٣ -٤.



شكل ٣ -٣: مبدأ الرؤية المجسمة

بطريقة تقاطع محاور العين

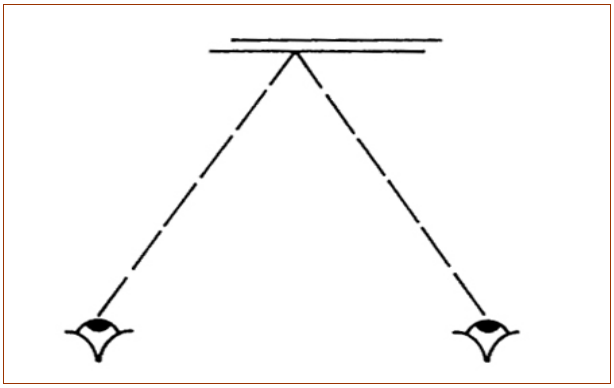


انظر بالعين اليمنى إلي الصورة اليسرى وبالعين اليسرى إلى الصورة اليمنى، سوف يتكون منظر ضوئي ذو ثلاث أبعاد بين الصورتين وأقرب من الصورتين للعين

شكل ٣ -٤: نموذج للرؤية المجسمة بطريقة تقاطع محاور العين

٢) طريقة تلاقي محاور العين

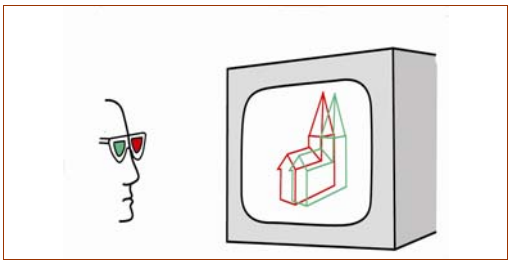
في هذه الطريقة، الشكل ٥ -٣، تطبع الصورتين أو تسقط أو تعرض على شاشة الحاسب في نفس الموضع، ولعمل هذه الطريقة بحيث ترى كل عين الصورة الخاصة بها فقط فان هناك عدة طرق يعتمد أكثرها على خصائص الضوء والألوان، ومن أبرز الطرق المستخدمة في المساحة التصويرية الطرق التالية:



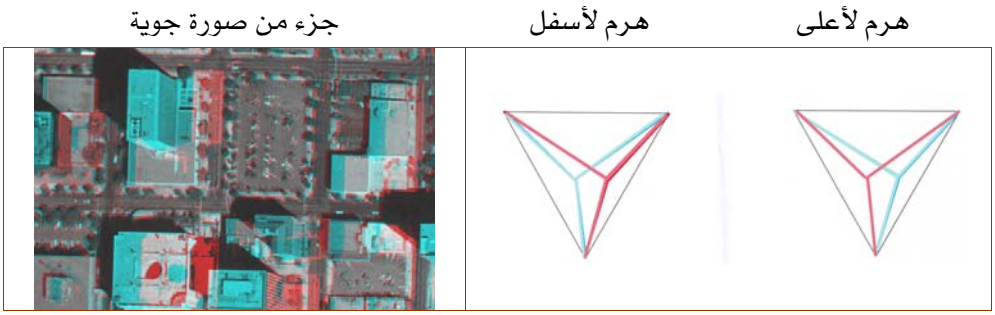
شكل ٣ -٥: مبدأ طريقة تقابل خطي النظر

أ) الألوان المتكاملة (الانجليف)

في هذه الطريقة تطبع أو تسقط أو تعرض الصورتين بلونين متكاملين، الشكل٣ -٦، واللونين المتكاملين هما اللذان يعطيان في مجموعهم اللون الأسود المتعادل مثل الأحمر والأزرق أو الأخضر والأحمر فلو طبعت الصورة اليمنى بلون أحمر والصورة اليسرى باللون الأزرق في موضع واحد يمكن مشاهدة صورة مجسمة من الصورتين باستخدام نظارة زرقاء للعين المقابلة للصورة اليمنى و حمراء للعين المقابلة للصورة اليسرى، حيث أن كل نظارة تمتص اللون المماثل لها فلا يرى من خلالها واللون الآخر يرى بلون أسود متعادل وبذلك يتحقق شرط أن كل عين لا ترى إلا الصورة الخاصة بها وبذلك تتكون صورة خيالية مجسمة، الشكل٣ -٧.



شكل ٣ -٦: طريقة الألوان المتكاملة

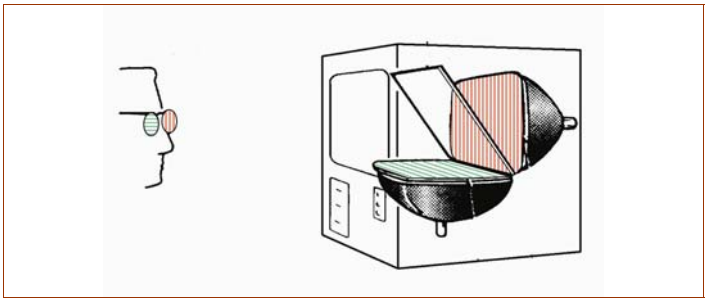


يمكن مشاهدة صورة مجسمة من هذه النماذج باستخدام نظارة حمراء للعين اليسرى وزرقاء للعين اليمنى أو استخدام ورق شفاف(ستنسل) ملون بنفس مبدأ النظارة

شكل ٣ -٧: أمثلة على صور مطبوعة بمبدأ الألوان المتكاملة

ب) استقطاب الضوء

في هذه الطريقة تعرض الصورتين في موضع واحد باستقطابين مختلفين أحدهم عمودي والآخر أفقي وباستخدام نظارة باستقطاب معاكس للصور يمكن رؤية الصورة مجسمة، الشكل٣ -٨.



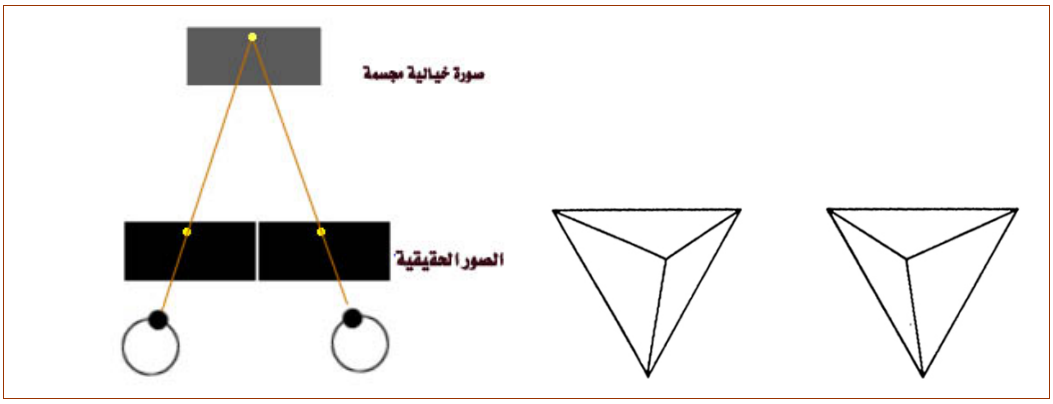
شكل ٣ -٨: الرؤية المجسمة بمبدأ استقطاب الضوء

ج) الرؤية التبادلية

في هذه الطريقة يتم عرض الصورتين بتبادل زمني سريع جداً وباستخدام نظارة تتم الرؤية بها بطريقة تبادلية سريعة بحيث تتوافق زمنيا النظارة اليمنى مع الصورة اليمنى، والنظارة اليسرى مع الصورة اليسرى.

٣) طريقة توازي محاور العين

في هذه الطريقة، الشكل٣ -٩، توضع الصورتين على مسافة الإبصار الواضح (٢٥سم)، وبالنظر إليهم على أساس أنهم جسم في اللانهاية يتوازى محوري العين فترى كل عين الصورة الخاصة بها فتتكون صورة مجسمة موقعها أبعد من الصورتين عن عين المشاهد.



شكل ٣ -٩: الرؤية المجسمة بطريقة محاور العين

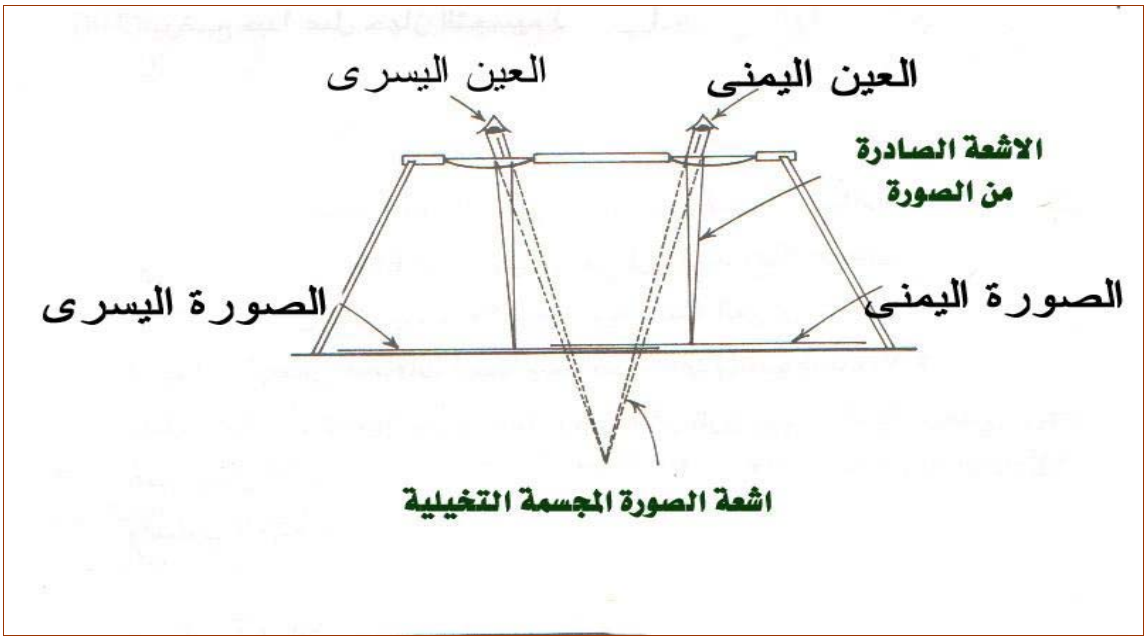
تدريب عملي (٣ -٢)

٣ -٣ أجهزة الإبصار المجسم

للاستفادة العملية من الصور الجوية والحصول على الرؤية المجسمة اُخترعت تقنيات كثيرة وأجهزة تعمل اعتمادا على إحدى هاتين الطريقتين، إما تلاقي محوري النظر باستخدام الألوان المتكاملة، والضوء المستقطب، والرؤية التبادلية وكان ذلك من خلال أجهزة الإسقاط الضوئي وشاشات العرض الإلكترونية، أو اعتمادا على طريقة توازي محوري النظر عن طريق استخدام البصريات الضوئية مثل المرايا والعدسات والمواشير لتنقل الصورة إلى العين الخاصة بها دون أن تتأثر بها العين الأخرى وتسمى هذه الأجهزة بالاستريوسكوب، وهي موضوع الدراسة في هذه الوحدة إن شاء الله.

٣ -٣ -١ الإستريوسكوب

فكرة عمل الإستريوسكوب تعتمد على نقل كل صورة إلى العين الخاصة بها عن طريق استخدام عدسات محدبة توضع الصورة في بؤرتها وبذلك تكون الأشعة الصادرة من الصورة متوازية فترى كل عين الصورة الخاصة بها، الشكل٣ -١٠.



شكل ٣ -١٠: فكرة عمل الإستريوسكوب

٣ -٣ -٢ أنواع أجهز الإستريوسكوب

يتم تصنيف أجهزة الإستريوسكوب بناءً على مقاس الصور التي يمكن استخدامها معه إلى:

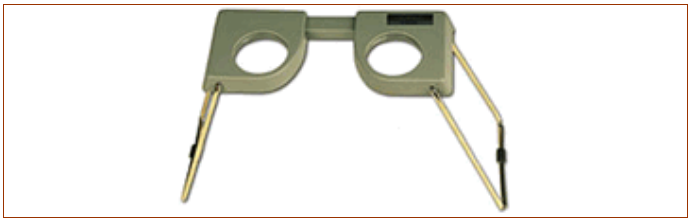
١) إستريوسكوب جيبي (للصور الصغيرة) ٢) إستريوسكوب للصور الكبيرة

١) جهاز الإستريوسكوب الجيبى

وهو صغير الحجم لدرجة أنه يمكن أن يطوى ويوضع بالجيب ويوجد منه تصميمان:

أ) إستريوسكوب جيبي ذو عدسات

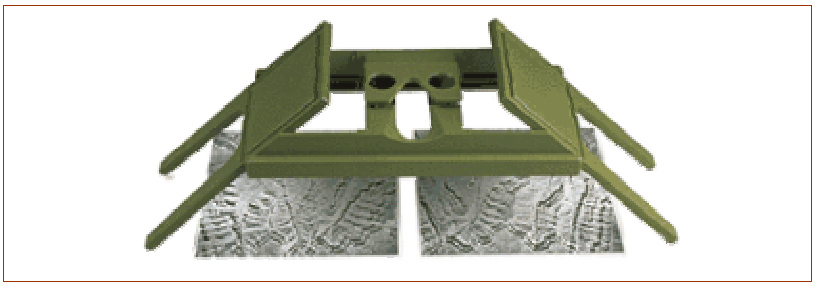
وهو تطبيق مباشر لفكرة الإستريوسكوب، الشكل٣ -١١، حيث يتكون من عدستين صغيرتين محدبتين مثبتتين في إطار معدني على مسافة تساوي متوسط قاعدة الإبصار عند الإنسان.



شكل ٣ -١١: الإستريوسكوب الجيبي ذو العدسات

ب) إستريوسكوب جيبي ذو عدسات ومرايا

يعمل بنفس مبدأ الإستريوسكوب ذي العدسات إلا أن الصورة تنتقل عن طريق مجموعة من المرايا، الشكل٣ -١٢، والهدف من ذلك زيادة مقاس الصور التي يمكن العمل بها باستخدامه.



شكل ٣ -١٢: الإستريوسكوب الجيبي ذو العدسات والمرايا

عيوب الإستريو سكوب الجيبي

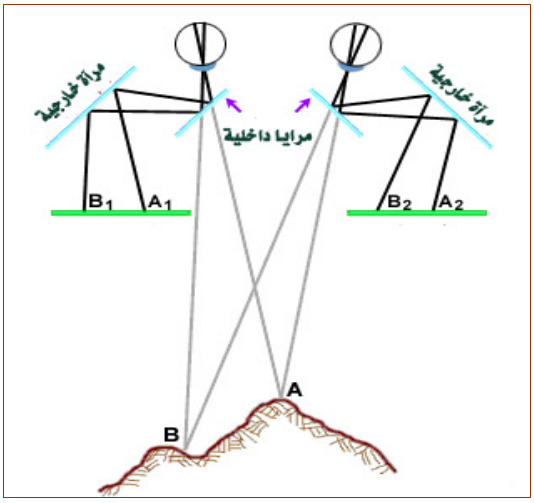
- لا يصلح للصور الجوية الكبيرة الشائعة لأن المسافة بين النقاط المتناظرة في هذا الجهاز أقل من المسافة بين النقاط المتناظرة على الصورة. (مسافة الاندماج الإستريوسكوبي)
- قوة التكبير لعدساته محدودة لا تتجاوز٢,٥ مرة.

٢) استريو سكوب للصور الكبيرة

في هذا النوع يمكن العمل مع الصور الكبيرة عن طريق استخدام مجموعة من المرايا أو المواشير لتحويل المسافة بين النقاط المتناظرة للصور الكبيرة إلى ما يناسب القاعدة العينية للمشاهد، الشكل٣ -١٣، وتم أيضا إضافة عدسات مكبرة. ويوجد من هذا النوع عدة أشكال أهمها:

أ) الاستريوسكوب ذو المرايا

ب) الاستريوسكوب الزووم



شكل ٣ -١٣: استخدام المرايا لتحويل المسافة بين النقاط المتناظرة على الصور لتناسب القاعدة العينية

أ) الإستريوسكوب ذو المرايا Mirror Stereoscope

وصف عام للجهاز

في هذا الجهاز تم استخدام سطوح عاكسة من المرايا أو المواشير لزيادة المسافة بين الصورتين عند تثبيتهما تحت الجهاز مما يسمح لنا بزيادة مجال الرؤية فنرى مساحة أكبر من منطقة التداخل بين الصورتين والتي سنراها مجسمة باستخدام هذا الجهاز و أيضا مكبرة بنسبة ٣,٥ مرة.

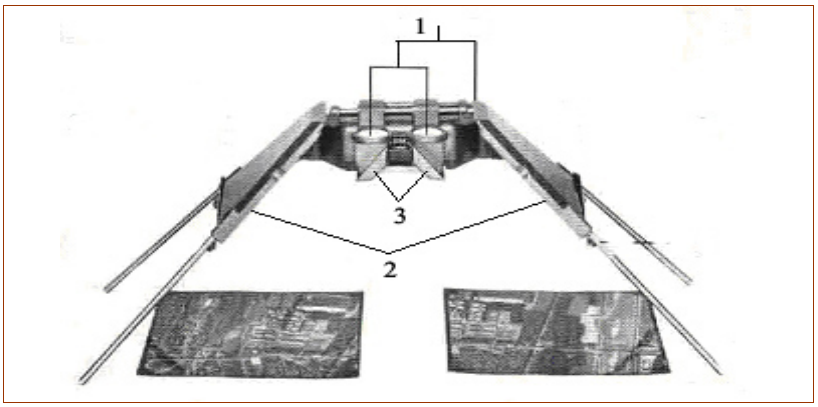
الأجزاء الرئيسية في الاستريوسكوب ذي المرايا

يتكون الاستريوسكوب ذو المرايا، الشكل٣ -١٤، من الأجزاء الرئيسة التالية:

١) عدستان محدبتان مكبرتان بينهما مسافة يمكن تغييرها لتلائم القاعدة العينية لمستخدم الجهاز.

٢) مرآتان خارجيتان كبيرتان مثبتتان في هيكل الجهاز.

٣) مرآتان صغيرتان داخليتان وأحيانا يستبدلان بموشورين.



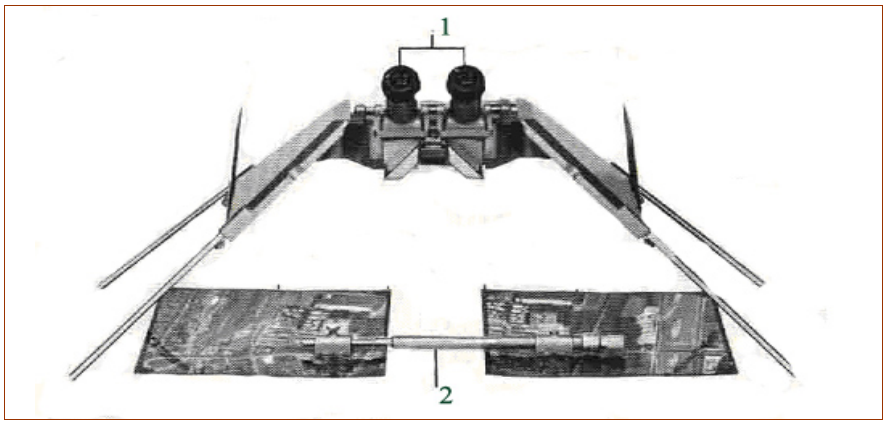
شكل ٣ -١٤: الأجزاء الرئيسة في الاستريوسكوب ذي المرايا

الملحقات الإضافية في الاستريوسكوب ذي المرايا

تضاف للاستريوسكوب بعض الملحقات لزيادة كفاءته وأيضا لزيادة مدى استخدامه، الشكل ٣ -١٥، وهي:

١) منظار ذو عدستين للتكبير بنسبة تصل إلى ٨ مرات.

٢) الإستريومتر و هو ما يعرف بذراع البارالكس و يستخدم في أخذ القياسات من على الصور، وسوف يتم شرحه لاحقا إن شاء الله تعالى.



شكل ٣ -١٥: الاستريوسكوب ذوالمرايا مع ملحقاته

تدريب عملي (٣ -٣)

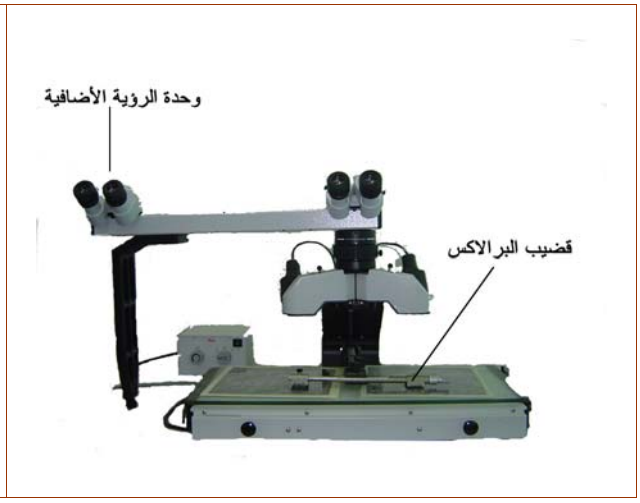
ب) الاستريوسكوب الزووم

يعتبر الاستريوسكوب الزووم، الشكل٣ -١٦، مرحلة أكثر تقدما من الاستريوسكوب ذي المرايا أو ذي المواشير، ويختلف هذا الجهاز عن الاستريوسكوب ذي المرايا بشكل واضح في أن فحص الصور في الاستريوسكوب ذي المرايا يتم بتحريك الاستريو سكوب كاملا، أما في الاستريوسكوب الزووم فإن الجهاز مزود بمنضدة توضع عليها الصور و تتحرك في الاتجاهين x وy، كما يوجد حامل لذراع البارلاكس

شكل ٣ -١٦: الاستريوسكوب الزووم

يمكن باستخدام هذا الجهاز التكبير إلى ١٥,٥ مرة، وكذلك يمكن تركيب وحدة رؤية إضافية وتوجد في هذا الجهاز إمكانية رسم خرائط تقريبية بطريقة التتبع، الشكل٣ -١٧، وفي الوقت الحالي

توجد أنواع من هذه الأجهزة مزودة بحاسب آلي، الشكل٣ -١٨، يمكن من خلاله رسم الخرائط التقريبية.



شكل ٣ -١٧: الاستريوسكوب الزووم بالملحقات

شكل ٣ -١٨: الاستريوسكوب الزووم الحديث

تدريب عملي (٣ -٤) ص (٩٠)

٣ -٤ الرؤية المجسمة باستخدام الاستريوسكوب

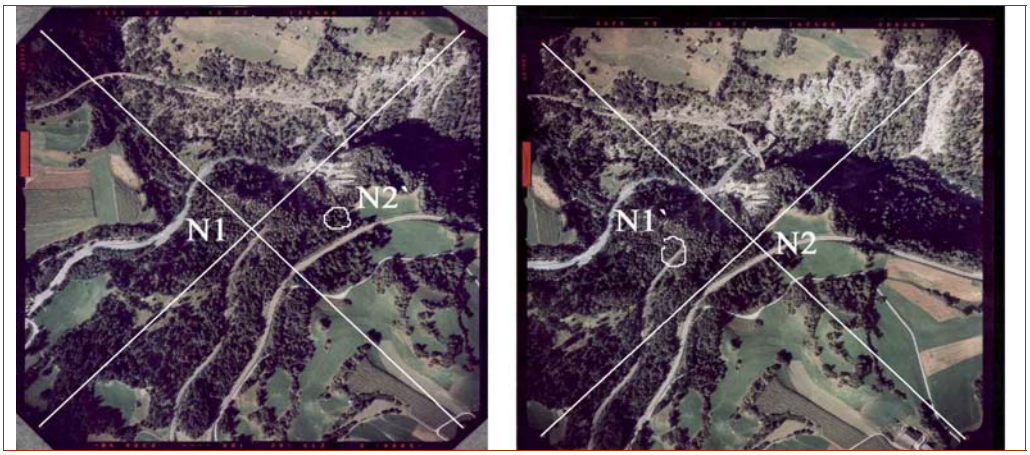
للحصول على منظر مجسم يمكن الحصول منه على قياسات دقيقة يجب أن تنطبق على الصورتين الشروط الواردة في الموضوع(٣ -٢ -١) بالإضافة إلى تصحيح الصور من خطأ الميل والعدسة والفلم والتقوس الأرضي، و يمكن الحصول على قياسات أقل دقة تفي ببعض الأغراض من صور قريبة من الرأسية(Tillted Photograph) لم يتم تصحيحها بشكل كامل.

٣ -٤ -١ خطوات توجيه الصور للحصول على الرؤية المجسمة باستخدام الاستريوسكوب.

١) من أرقام الصورتين نحدد الصورة اليسرى والصورة اليمنى باعتبار الصورة ذات الرقم الأقل هي الصورة اليسرى.

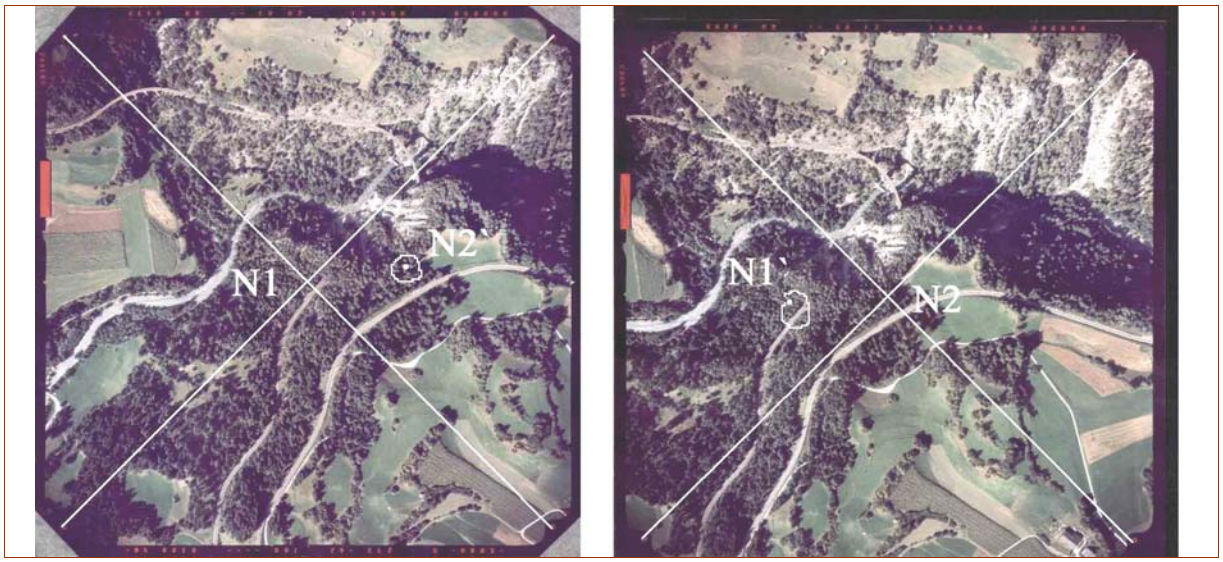
٢) تحديد اتجاه الصورتين من الشكل العام للمنطقة بحيث تكون منطقة التداخل في الجهة المتقابلة بين الصورتين وكذلك يمكن تحديد الوضع الصحيح للصور من خلال ملاحظة المنطقة الموجود فيها مركز الصورة اليسرى في الصورة اليمنى والعكس، ووضع الصور بحيث تكون المراكز وصورها على استقامة واحدة كما سنلاحظ في الخطوات القادمة.

٣) تحديد مركزي الصورتين(N2,N١) من خلال التوصيل بين علامات إطار الصورة الجانبية أو الزاوية، ثم تحديد المكان التقريبي لمركز كل صورة على الصورة الأخرى (N,`N2`١) بدائرة صغيرة، مع ملاحظة أن الوضع يكون عندما تكون الدائرتان والتقاطُعان على خط واحد، الشكل٣ -١٩.



شكل ٣ -١٩: تحديد المراكز والمكان التقريبي للمراكز واتجاه الصور

٥) وضع الصورتين تحت جهاز الاستريوسكوب والنظر من خلال جهاز الاستريوسكوب بتثبيت الصورة اليسرى وتحريك الصورة اليمنى بحيث نرى مركز الصورة اليسرى في الدائرة الموجودة في الصورة اليمنى ونستمر بالتحريك بحيث لا يخرج المركز من الدائرة حتى نرى أوضح منظر مجسم للمنطقة المجاورة وعندها نحدد المكان الدقيق للتقاطع داخل الدائرة، ونكرر العمل مع التقاطع في الصورة اليمنى والدائرة في الصورة اليسرى، الشكل٣ -٢٠.



شكل ٣ -٢٠: تحديد المكان الدقيق لصور المراكز

٦) قياس متوسط خط القاعدة الجوي بمقياس الصورة (B_m)

نحتاج في بعض الحسابات قيمة خط القاعدة الجوي بين الصورتين بمقياس الصورة حيث إنه يعادل متوسط المسافة بين مركز الصورة اليسرى وصورة مركز الصورة اليمنى على الصورة اليسرى(N1N٢`) والمسافة بين مركز الصورة اليمنى وصورة مركز الصورة اليسرى على الصورة اليمنى(N2 N١`).

$$B_M = \frac{N1N2` + N2N1`}{2} \qquad ٣-١$$

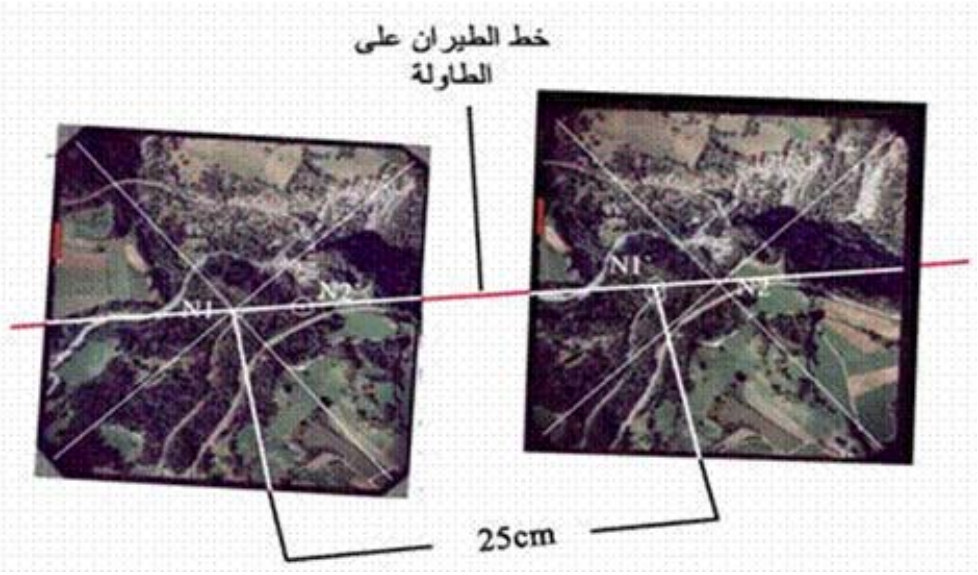
B_M : متوسط طول خط القاعدة الجوي على الصورتين

`N1N2 : المسافة بين مركز الصورة اليسرى وصورة مركز الصورة اليمنى على الصورة اليسرى

`N2N1 : المسافة بين مركز الصورة اليمنى وصورة مركز الصورة اليسرى على الصورة اليمنى

٧) رسم خط الطيران لكل صورة على حدة بحيث يمر بمركز الصورة وصورة مركز الصورة الأخرى والمتمثل بالنقطة التي تم تحديدها داخل الدائرة.

٨) تثبيت الصورة اليسرى بحيث ينطبق خط الطيران فيها على خط مستقيم يُرسم على طاولة العمل. ووضع الجهاز بحيث يكون محور الجهاز متوازي مع الخط المرسوم على الطاولة ويمكن التحقق من ذلك عند الرؤية بجهاز الاستريوسكوب بأن لا نرى إلا خطاً واحداً فقط، ثم تحريك الصورة اليمنى مع بقاء خط الطيران المرسوم عليها منطبقاً مع خط الطيران المرسوم على الطاولة ونستمر حتى نرى أوضح منظر مجسم وعندها يتم تثبيت الصورتين والعمل عليها، الشكل٣ -٢١.



شكل ٣ -٢١: تثبيت الصورتين تحت الجهاز

ملحوظة: تعتمد القيمة المتوسطة للمسافة بين النقاط المتناظرة على الصورتين والتي تندمج فيها الصورتان عند النظر من خلال الاستريوسكوب في صورة واحدة على مسافة الاندماج الاستريوسكوبي للجهاز والتي هي غالبا ٢٥ سم تقريبا في جهاز الاستريوسكوب ذي المرايا

تدريب عملي (٣ -٥)

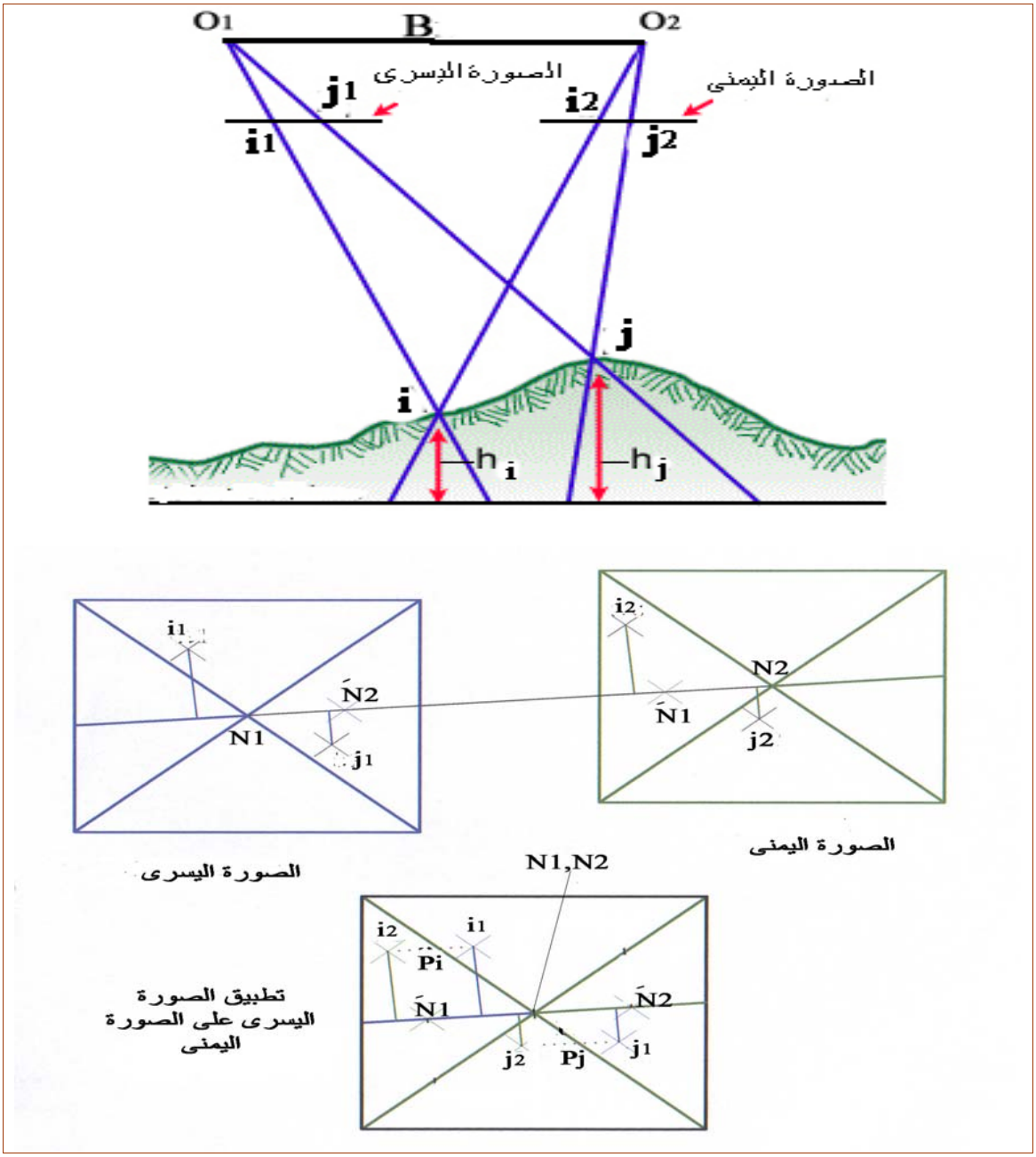
٣ -٤ -٢ الرؤية المجسمة المعكوسة

تحدث الرؤية المجسمة المعكوسة عندما يتم توجيه الصور بشكل عكسي بحيث تُوضع الصورة اليمنى مقابل العين اليسرى والصورة اليسرى مقابل العين اليمنى، والمنظر المجسم الناتج يكون بشكل معكوس فتظهر الانخفاضات ارتفاعات والارتفاعات انخفاضات.

تدريب عملي (٣ -٦)

٣ -٥ الابتعاد الإستريوسكوبي (الابتعاد المطلق) Sterescopic Parallax

إذا اُلتِقطَت صورتان لمنطقة ما من محطتين مختلفتين للطائرة وبشكل متتالٍ، الشكل٣ -٢٢، حيث المسافة بين محطتي التقاط الصورتين O_1 و O_2 تسمى خط القاعدة الجوي B. لاحظ أن النقطة i على الطبيعة قد ظهرت على الصورة اليسرى في الموقع i_1 وعلى الصورة اليمنى في الموقع i_2، والنقطة j على الطبيعة قد ظهرت على الصورة اليسرى في الموقع j_1 وعلى الصورة اليمنى في الموقع j_2، ونتيجة لاختلاف موقع آلة التصوير فإنه عند تطبيق الصورتين على بعضهما بحيث تنطبق نقطة النظير في الصورة اليمنى مع النقطة نقطة النظير في الصورة اليسرى وخط الطيران في الصورة اليمنى مع خط الطيران في الصورة اليسرى، الشكل ٣ -٢٢، فأن النقطة i_1 لن تنطبق على النقطة i_2 والمسافة بينهم تسمى الابتعاد الإستريوسكوبي لنقطةi ويرمز لها بالرمزP_i وهي التي تمكننا من الرؤية بشكل مجسم ويجب أن يكون الخط الواصل بين النقطتين موازياً لخط الطيران أي أن i_1 و i_2 تبعدان نفس المسافة العمودية عن خط الطيران وإذا لم يتحقق ذلك فإن الفرق بينهما يسمى الابتعاد الصادي ولا يمكن حصول الرؤية المجسمة بوجوده، ونفس الشيء يحدث بالنسبة j_1 و j_2، و تسمى المسافة بين النقطتين بالابتعاد الإستريوسكوبي لنقطة jويرمز لها بالرمز Pjالابتعاد الإستريوسكوبي بين النقطتين باختلاف المنسوب حيث إن الابتعاد الإستريوسكوبي يتناسب طرديا مع المنسوب، والابتعاد الإستريوسكوبي هو القياس الذي نستطيع عمله على الرؤية المجسمة باستخدام الاستريوسكوب ومن خلاله نستطيع حساب المناسيب والإحداثيات الأفقية للنقاط.



شكل ٣ -٢٢: مفهوم الابتعاد الاستريوسكوبي

٣ -٥ -١ فرق الابتعاد الاستريوسكوبي

الفرق بين قيمتي الابتعاد الاستريوسكوبي لأي نقطتين يسمى فرق الابتعاد الاستريوسكوبي ويدل على وجود فرق في المنسوب بين النقطتين. ويمكن حساب فرق الابتعاد الاستريوسكوبي من العلاقة التالية:

$$\Delta P_{ij} = P_i - P_j \qquad ٣-٢$$

ΔP_{ij} : فرق الابتعاد الاستريوسكوبي بين نقطتي i و j

P_i : الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة i

P_j : الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة j

ملاحظة: الابتعاد الاستريوسكوبي يتناسب طرديا مع منسوب النقطة

مثال ٣ -١

قِيسَ الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة A فكان ٥٩,٢٣ ملم، وقِيسَ الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة B فكان ٥٤,٢٤ ملم، والمطلوب:

تحديد النقطة ذات المنسوب الأعلى، وحساب قيمة فرق الابتعاد الاستريوسكوبي بين النقطتين.

الحل

منسوب النقطة A أكبر من منسوب النقطة B لأن الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطةA أكبر من الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة B.

$$\Delta P_{AB} = P_A - P_B = 59.23 - 54.24 = 4.99 \text{ mm}$$

طرق الحصول على قيمة الابتعاد الاستريوسكوبي

يوجد عدة طرق يمكن بواسطتها الحصول على قيمة الابتعاد الاستريوسكوبي وهي:

١) حساب الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة بمعرفة إحداثياتها على الصورة.

في هذه الطريقة يتم قياس الإحداثي السيني لنفس الهدف على الصورتين بدقة عالية بشرط أن يكون نظام الإحداثيات على الصورة تبعا لخط الطيران ثم التعويض في العلاقة التالية:

$$Pi = X_{P\ i1} - X_{P\ i2} \qquad ٣-٣$$

Pi : الإبتعاد الاستريوسكوبي لنقطة i

$X_{P\ i1}$: الإحداثي السيني لنقطة i على الصورة اليسرى

$X_{P\ i2}$: الإحداثي السيني لنقطة i على الصورة اليمنى

مثال ٣ -٢

عند قياس الإحداثي السيني للهدف A على الصورة الشمال وجد أنه يساوي -٧,٢ ملم، وعند قياسه على الصورة اليمنى وجد أنه يساوي -٧٩,٦ ملم. احسب قيمة الابتعاد الاستريوسكوبي للهدف A.

الحل:

$$P_A = X_{P\ A1} - X_{P\ A2} = (\ -7.2\ ) - (\ -79.6\ ) = 72.4\ \ mm$$

تدريب عملي (٣ -٧) ص (٩٣)

٢) حساب قيمة الابتعاد الاستريوسكوبي لهدف بمعرفة منسوبه.

يمكن حساب قيمة الابتعاد الاستريوسكوبي إذا كانت الصور رأسية تماما و ارتفاع الطيران ثابت لأي هدف إذا عُلم منسوبه باستخدام العلاقة التالية:

$$P_{\ i} = \frac{F \times B}{H - h_{\ i}} \qquad ٤-٣$$

P_i : الإبتعاد المطلق لنقطة i

F : البعد البؤري

B : خط القاعدة الجوي

H : ارتفاع الطيران فوق سطح المقارنة

h_i : منسوب النقطة i

مثال ٣ -٣

أحسب قيمة الابتعاد المطلق للهدف A إذا علمت أن ارتفاع الطيران عن سطح المقارنة كان١٧٠٠m، وكان خط القاعدة الجوي٧٥٠ م، و قيمة البعد البؤري لآلة التصوير ١٥٠ملم، و منسوب الهدف A ٢٢٠ م فوق سطح المقارنة.

الحل:

$$P_A = \frac{F \times B}{H - h_A} = \frac{150 \times 750}{1700 - 220} = 76.01 \quad mm$$

٣) حساب الابتعاد المطلق لنقطة بمعرفة الابتعاد الاستريوسكوبي للنقطة وفرق الابتعاد بين النقطتين.

يمكن حساب الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة بمعرفة الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة أخرى وفرق الابتعاد بين النقطتين من العلاقة التالية:

$$P_i = P_j + \Delta P_{ij} \qquad ٣-٥$$

ΔP_{ij} : فرق الابتعاد الاستريوسكوبي بين النقطتين i و j

P_i : الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة i

P_j : الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة j

مثال٣ -٤

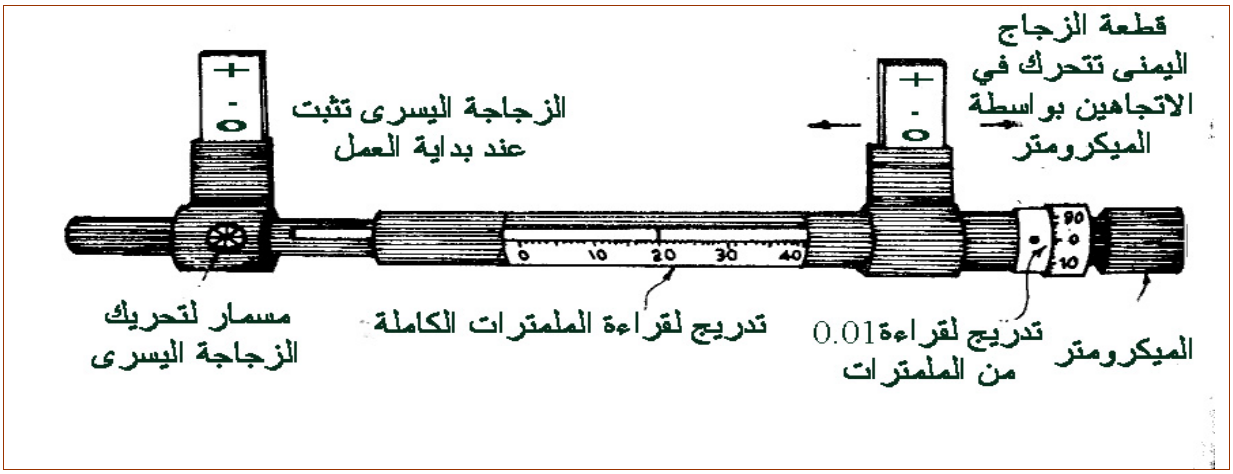
احسب قيمة الابتعاد الاستريوسكوبي للهدف B إذا علمت أن الابتعاد الاستريوسكوبي للهدف A كان ٧٢,٣٥ ملم، و فرق الابتعاد بين النقطة B والنقطة A كان -٣,٥٥ ملم.

الحل

$$P_B = P_A + \Delta P_{BA} = 72.35 + (-3.55) = 68.8 \quad mm$$

٤) باستخدام ذراع البارلاكس (الإستريومتر)

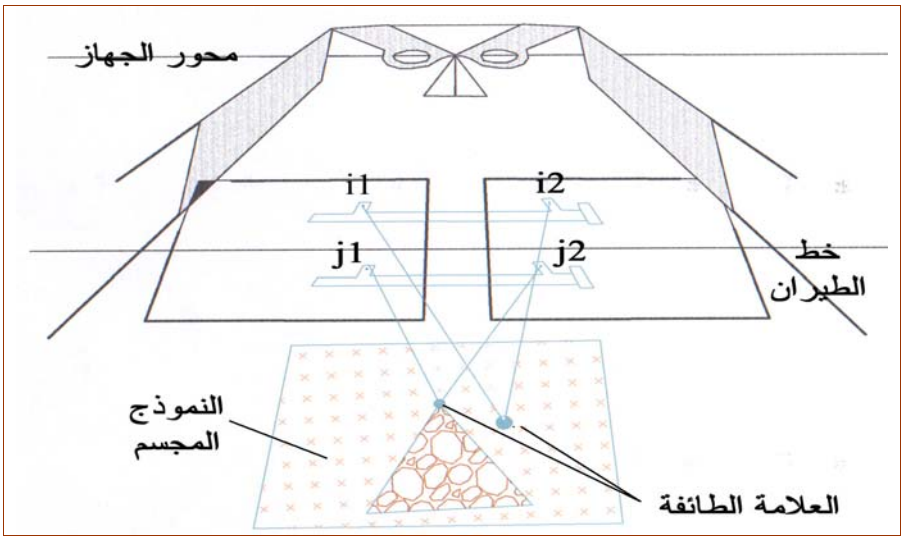
ذراع البارلاكس، الشكل٣ -٢٣، عبارة عن أداة نستطيع من خلالها الحصول على فرق الابتعاد بين نقطتين، ونستطيع حساب قيمة الابتعاد الاستريوسكوبي لإحد النقطتين بمعرفة الابتعاد الاستريوسكوبي للنقطة الأخرى. بهذه الطريقة وبوجود نقطة معلومة الابتعاد الاستريوسكوبي يمكن حساب الابتعاد الاستريوسكوبي لأي نقطة على الصورة، أي أن العملية تماثل بشكل كبير فكرة الميزانية الأرضية.



شكل ٣ -٢٣: جهاز الاستريومتر(ذراع البارلاكس)

فكرة عمل الجهاز

يعمل هذا الجهاز بمبدأ العلامة الطائفة، الشكل٣ -٢٤، حيث إنه يتألف من قضيب مثبت على طرفيه زجاجتين مرسوم عليها ثلاث علامات، وصمم هذا القضيب بحيث إن الزجاجة اليمنى تتحرك في الاتجاهين عن طريق ميكرومتر يقيس مقدار هذه الحركة بدقة(٠,٠١ملم) ، مع ملاحظة أنه كلما قلت المسافة بين الزجاجتين تزيد قراءة التدريج ، وعند وضع هذا الجهاز تحت جهاز الاستريوسكوب بحيث نختار إحدى العلامات الثلاث لكلا الزجاجتين ويكون الخط الواصل بين هاتين العلامتين موازياً لمحور جهاز الاستريوسكوب فإن هاتين العلامتين تندمجان في علامة واحدة تسمى العلامة الطائفة و تتحرك رأسياً لأعلى كلما قلت المسافة بين الزجاجتين ولأسفل عندما تزيد المسافة بين الزجاجتين.



شكل ٣ -٢٤: مبدأ العلامة الطائفة

استخدام هذه الفكرة في قياس فرق الابتعاد الاستريوسكوبي بين نقطتين

في الشكل٣ -٢٤، عندما نضبط هذه العلامة المندمجة على نقطة معينة ولتكن (i) في الوضع المجسم بحيث نراها واقعة على النقطة التخيلية في الوضع المجسم، فهذا يعني أن علامة الزجاجة اليسرى واقعة على صورة هذه النقطة في الصورة اليسرى وعلامة الزجاجة اليمنى واقعة على صورة هذه النقطة في الصورة اليمنى، وعندها يتم تسجيل قراءة الإستريومتر لهذه النقطة (M_i)، ولتسجيل القراءة لنقطة أخرى ولتكن (j) يجب أن تكون علامة الزجاجة اليسرى على صورة هذه النقطة في الصورة اليسرى وعلامة الزجاجة اليمنى منطبقة على صورة هذه النقطة في الصورة اليمنى وبذلك تكون العلامة الطائفة منطبقة مع النقطة التخيلية في الوضع المجسم أي على نفس ارتفاعها ويتم تسجيل قراءة الإستريومتر لهذه النقطة(M_j)، مع ملاحظة أنه إذا كان منسوب النقطتين مختلف فإنه يجب تغيير المسافة بين الزجاجتين بتحريك الميكرومتر حتى تنطبق النقطة العائمة عند النقطة الثانية مما يؤدي إلى تغير قراءة الإستريومتر، ومقدار التغير في قراءة الإستريومتر يساوي الفرق في الابتعاد الاستريوسكوبي بين النقطتين ويحسب من العلاقة التالية:

$$\Delta P_{ij} = M_i - M_j \qquad (٣-٦)$$

ويمكن حساب الابتعاد الاستريوسكوبي للنقطة i كما سبق في العلاقة٣ -٤ بمعرفة الابتعاد الاستريوسكوبي للنقطة j

$$P_i = P_j + \Delta P_{ij}$$

ΔP_{ij} : فرق الابتعاد الاستريوسكوبي بين نقطتي i و j

M_i : قراءة الاستريومتر لنقطة i

M_j : قراءة الاستريومتر لنقطة j

ملحوظة: الابتعاد الاستريوسكوبي يتناسب طرديا مع قراءة الاستريومتر

مثال٣ -٥

احسب قيمة الابتعاد الاستريوسكوبي للهدف A إذا علمت أن الابتعاد الاستريوسكوبي للهدف B كان ٧٢,١ ملم، وسُجلت قراءة الإستريومتر عند الهدف A فكانت ٨,٧٥ ملم وقراءة الإستريومتر عند الهدف B كانت ١٢,٣ ملم.

الحل

$$\Delta P_{AB} = M_A - M_B = 8.75 - 12.3 = -3.55\ mm$$

$$P_A = P_B + \Delta P_{AB} = 72.1 + (-3.55) = 68.55\ mm$$

تدريب عملي (٨ -٣)

٦ -٣تطبيقات على الابتعاد الاستريوسكوبي

يمكن بواسطة الابتعاد الاستريوسكوبي الحصول على المعلومات التالية:

١) حساب الإحداثيات الأفقية الأرضية (x ، y) بالنسبة لنقطة النظير.

بالتطبيق في المعادلات التالية يمكن الحصول على الإحداثي السيني و الإحداثي الصادي لأي هدف في منطقة التداخل علما أن الإحداثيات المحسوبة تكون منسوبة لنظام إحداثيات أرضي نقطة الأصل له تمثل نقطة النظير الأرضية للصورة اليسرى ومحاوره تكون في نفس المستوى الرأسي لمحاور الصورة اليسرى لحظة التقاط الصورة.

$$X_{Gi} = X_{Pi} \times \frac{B}{P_i} \qquad Y_{Gi} = Y_{Pi} \times \frac{B}{P_i} \qquad ٣-٧$$

الإحداثيات الأرضية لنقطة i	:	(X_{Gi}, Y_{Gi})
الإحداثيات على الصورة اليسرى لنقطة i	:	(X_{Pi}, Y_{Pi})
خط القاعدة الجوي	:	B
الابتعاد الاستريوسكوبي للنقطة i	:	Pi

مثال ٦ -٣

احسب إحداثيات النقطة A على الأرض بالنسبة لنقطة النظير الأرضية للصورة اليسرى إذا كانت الإحداثيات لهذه النقطة على الصورة اليسرى هي (٧٢,٤ملم، ٣٨,١ملم)، وكان الابتعاد الاستريوسكوبي للنقطةA هو٤٨,٥ملم و قاعدة التصوير الجوى كانت٦٠٠ملم.

الحل

$$X_{G_A} = X_{P_A} \times \frac{B}{P_A} = 72.4 \times \frac{600}{48.5} \approx 895.67\text{m}$$

$$Y_{G_A} = Y_{P_A} \times \frac{B}{P_A} = 38.1 \times \frac{600}{48.5} \approx 471.34\text{m}$$

تدريب عملي (٩ -٣)

٢) حساب المناسيب للأهداف بالنسبة لسطح المقارنة.

يمكن حساب ارتفاع أي هدف عن سطح المقارنة باستخدام الابتعاد الاستريوسكوبي من العلاقة التالية:

$$h_i = H - \frac{B \times F}{P_i} \qquad ٣-٨$$

منسوب النقطة i	:	hi
ارتفاع الطيران فوق مستوى المقارنة	:	H
خط القاعدة الجوي	:	B
الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة i	:	Pi
البعد البؤري	:	F

مثال ٣ -٧

أُخذت صورتان جويتان رأسيتان من ارتفاع طيران ١٢٣٣م عن سطح المقارنة بآلة تصوير بعدها البؤري ١٥٢,٤ملم وكان طول قاعدة التصوير الجوي ٣٩٠م. احسب منسوب النقطة A علما أن الابتعاد الاستريوسكوبي لهذه النقطة هو ٩١,٦٧ملم

الحل

$$h_A = H - \frac{B \times F}{P_A}$$

$$= 1233 - \frac{390 \times 152.4}{91.67} \approx 584.63 \quad m$$

تمرين عملي (١٠ -٣)

٣) حساب فرق الارتفاع بين هدفين بدلالة فرق الابتعاد الاستريوسكوبي.

حيث إن فرق الابتعاد ينتج من اختلاف مناسيب الأهداف والمعالم على سطح الأرض فيمكن الاستفادة من قياسات فرق الابتعاد في حساب ارتفاع الأهداف والمعالم مثل إيجاد ارتفاع برج.

$$\Delta h = \frac{Z \times \Delta P}{B_m} \qquad ٣-٩$$

Δh	:	فرق الارتفاع بين النقطتين
Z	:	ارتفاع خط الطيران فوق سطح الأرض
B_m	:	متوسط خط القاعدة الجوي بمقياس الصورة
ΔP	:	فرق الابتعاد بين القمة والقاعدة
F	:	البعد البؤري

مثال ٣ -٨

قِيسَ فرق الابتعاد بين قمة برج وقاعدته فكان ٢ملم وكان متوسط طول خط القاعدة الجوي بمقياس الصورة ١٠٠ملم وكان ارتفاع خط الطيران فوق المنسوب المتوسط ٣٦٠٠م، احسب ارتفاع البرج.

الحل

$$\Delta h = \frac{Z \times \Delta P}{B_m} = \frac{3600 \times 2}{100} = 72m$$

تمرين عملي (٣ -١١)

٤) حساب منسوب نقطة مجهولة بمعرفة منسوب نقطة أخرى وفرق الابتعاد بينهما.

في هذه الحالة سوف تستخدم نفس العلاقة مع إضافة رموز النقاط لضمان عدم عكس الحسابات الجبرية عند حساب المناسيب.

$$\Delta h_{ij} = \frac{Z \times \Delta P_{ij}}{B_m} \qquad h_i = h_j + \Delta h_{ij}$$

٣ -١٠

Δh_{ij}	:	فرق المنسوب بين النقطتين
Z	:	ارتفاع خط الطيران فوق سطح الأرض
B_m	:	متوسط خط القاعدة الجوى بمقياس الصورة
ΔP_{ij}	:	فرق الابتعاد بين النقطة i والنقطة j
F	:	البعد البؤرى
h_i	:	منسوب النقطة i
h_j	:	منسوب النقطة j

مثال ٣ -٩

قِيسَ فرق الابتعاد بين النقطة A والنقطة B فكان ٠,٥ ملم وكان متوسط طول خط القاعدة الجوي بمقياس الصورة ٤٠ ملم وكان ارتفاع خط الطيران فوق المنسوب المتوسط ٥٠٠٠ م. احسب منسوب النقطة A إذا علمت أن منسوب النقطة B هو ٢٨٠ م.

الحل

$$\Delta h_{AB} = \frac{Z \times \Delta P_{AB}}{B_m} = \frac{5000 \times 0.5}{40} = 62.5 \quad m$$

$$h_A = h_B + \Delta h_{AB} = 280 + 62.5 = 342.5 \quad m$$

تمرين عملي (٣ -١٢)

تدريب عملي ٣ -١

الهدف:

- أن تتدرب على تحديد منطقة التداخل بين الصورتين الجويتين المستخدمتين.
- أن تتحقق من توفر الشروط اللازمة للحصول على الرؤية المجسمة من صورتين جويتين.

الوسائل:

- صور جوية مغلفة بورق بلاستيك شفاف.
- أقلام قابلة للمسح.

تدريب عملي ٣ -٢

الهدف:

- أن تتدرب على الرؤية المجسمة بالطرق التالية:

  طريقة تقاطع محاور العينين.

  طريقة تقابل محاور العينين.

  طريقة توازى محاور العينين.

الوسائل:

- استخدام النماذج الموجودة في هذه الحقيبة أو أي صور أخرى

تدريب عملي ٣ -٣

الهدف:

- أن تتعرف على جهاز الاستريوسكوب الجيبي و الاستريوسكوب ذي المرايا من الجوانب التالية:
  - أجزاء الجهاز.
  - مواصفات الجهاز
  - فتح الجهاز و وضعه على الطاولة فوق الصور و النظر فيه.
  - طي و إعادة الجهاز إلى حافظته.
  - تحديد متوسط مسافة الاندماج الاستريوسكوبي.
- أن تقارن بين جهاز الاستريوسكوب الجيبي و جهاز الاستريوسكوب ذي المرايا من حيث مقاس الصور التي يمكن العمل بها معهم.

ملحوظة: يمكن قياس مسافة الاندماج الاستريوسكوبي عن طريق النظر إلى ورقة بيضاء خلال الجهاز ثم رسم نقطة تحت العين اليمنى ثم رسم نقطة تحت العين اليسرى بحيث تكون منطبقة مع النقطة السابقة خلال النظر بالاستريوسكوب ثم قياس المسافة بينهم.

الوسائل:

- صور جوية مغلفة بورق بلاستيك شفاف.
- أقلام قابلة للمسح
- أجهزة استريوسكوب جيبي و ذات مرايا للصور الصغيرة والكبيرة.

تدريب عملي ٣ -٤

الهدف:

- أن تتعرف على جهاز الاستريوسكوب الزووم من حيث:
  - الأجزاء الرئيسية للجهاز ووظائفها.
  - الأجزاء الإضافية للجهاز.
  - مواصفات الجهاز.
- أن تفرق بين جهاز الاستريوسكوب ذي المرايا و جهاز الاستريوسكوب الزووم من حيث تقنية العمل والإمكانيات.

الوسائل:

- صور جوية مغلفة بورق بلاستيك شفاف.
- جهاز استريوسكوب ذو مرايا.
- جهاز استريوسكوب زووم.

تدريب عملي ٣ -٥

الهدف:

- أن تتحقق من توفر الشروط الواجبة في صورتين جويتين للعمل بهما في أجهزة الرؤية المجسمة.
- أن تنفذ جميع الخطوات اللازمة لإعداد زوج من الصور الجوية للحصول منهما على الرؤية المجسمة باستخدام أجهزة الاستريوسكوب بأنواعها.
- أن تكرر تنفيذ جميع الخطوات اللازمة لإعداد زوج من الصور الجوية للحصول منهما على الرؤية المجسمة لإتقان تنفيذ هذه الخطوات بالشكل الصحيح و السريع.

الوسائل:

- صور جوية مغلفة بورق بلاستيك شفاف وأقلام قابلة للمسح.
- جهاز استريوسكوب ذو مرايا.
- جهاز استريوسكوب زووم.

تدريب عملي ٣ -٦

الهدف:

- أن تتدرب على الشعور بالرؤية المجسمة باستخدام الصورتين السابق إعدادهما بداخل أجهزة الاستريوسكوب بأنواعها المختلفة.
- أن تضع الصورتين الجويتين تحت أجهزة الاستريوسكوب بالوضع العكسي للحصول على الرؤية المجسمة المعكوسة.
- أن تقارن بين وضع الرؤية المجسمة الصحيحة و الرؤية المجسمة المعكوسة.

الوسائل:

- صور جوية مغلفة بورق بلاستيك شفاف وأقلام قابلة للمسح.
- جهاز استريوسكوب ذو مرايا.
- جهاز استريوسكوب زووم.

تدريب عملي ٣ -٧

الهدف:

- حساب الابتعاد الاستريوسكوبي لهدف عن طريق قياس الإحداثيات على الصورتين.
- حساب فرق الابتعاد بين عدة أهداف، وحساب الابتعاد الاستريوسكوبي بعد ذلك.

الوسائل:

- صور جوية مغلفة بورق بلاستيك شفاف وأقلام قابلة للمسح.
- مسطرة.

تدريب عملي ٣ -٨

الهدف:

- أن تتعرف على الاستريومتر "قضيب البارلاكس"
  - أجزاء الجهاز.
  - فتح الجهاز ووضعه على الطاولة.
  - أخذ عدة قراءات من التدريجات الخاصة بالجهاز.
- أن تضع ذراع البارلاكس على الصورتين الجويتين و رصد عدة أهداف تحدد له من قبل المدرب.
- أن تحسب فرق الابتعاد بين عدة أهداف، ثم حساب الابتعاد الاستريوسكوبي بعد ذلك.

الوسائل:

- صور جوية مغلفة بورق بلاستيك شفاف وأقلام قابلة للمسح.
- جهاز استريوسكوب زووم.
- جهاز الإستريومتر (ذراع البارلاكس)

تدريب عملي ٣ -٩

الهدف:

- أن تستخدم قيمة الابتعاد الاستريوسكوبي المرصود للأهداف من النموذج المجسم السابق تكوينه و أخذت الأرصاد منه في حساب الإحداثيات الأرضية للأهداف بالنسبة لنقطة النظير اليسرى على الأرض و باستخدام القوانين المناسبة لهذا التطبيق.

الوسائل:

- صور جوية مغلفة بورق بلاستيك شفاف وأقلام قابلة للمسح.
- جهاز استريوسكوب زووم.
- جهاز الإستريومتر (ذراع البارلاكس).

تدريب عملي ٣ -١٠

الهدف:

- أن تستخدم قيمة الابتعاد الاستريوسكوبي المرصود للأهداف في حساب منسوب هدف تم رصد الابتعاد الخاص به من النموذج المجسم السابق تكوينه و أخذت الأرصاد منه و بالنسبة لسطح المقارنة، واستخدام القوانين المناسبة لهذا التطبيق.

الوسائل:

- صور جوية مغلفة بورق بلاستيك شفاف وأقلام قابلة للمسح.
- جهاز استريوسكوب زووم.
- جهاز الإستريومتر (ذراع البارلاكس).

تدريب عملي ٣ -١١

الهدف:

- أن تستخدم قيمة الابتعاد الاستريوسكوبي المرصود للأهداف في حساب فرق الارتفاع بين هدفين و ذلك بدلالة فرق الابتعاد الاستريوسكوبي الذي يتم قياسه من النموذج المجسم تكوينه واستخدام القوانين المناسبة لهذا التطبيق.

الوسائل:

- صور جوية مغلفة بورق بلاستيك شفاف وأقلام قابلة للمسح.
- جهاز استريوسكوب زووم.
- جهاز الإستريومتر (ذراع البارلاكس).

تدريب عملي ٣ -١٢

الهدف:

- أن تستخدم قيمة الابتعاد الاستريوسكوبي المرصود للأهداف في حساب فرق الارتفاع بين هدفين و ذلك بدلالة فرق الابتعاد الاستريوسكوبي الذي يتم قياسه من النموذج المجسم تكوينه ثم حساب منسوب نقطة مجهولة بمعرفة منسوب النقطة الأخرى، واستخدام القوانين المناسبة لهذا التطبيق.

الوسائل:

- صورجوية مغلفة بورق بلاستيك شفاف وأقلام قابلة للمسح.
- جهاز استريوسكوب زووم.
- جهاز الإستريومتر (ذراع البرالاكس).

أسئلة على الوحدة الثالثة

١) ما هو المقصود بالإبصار المجسم ؟

٢) هل يستطيع الإنسان الإبصار المجسم بعين واحدة ؟

٣) كيف يستطيع الإنسان تقدير قرب الأشياء وبعدها عنه بعين واحدة ؟

٤) ما هي شروط الحصول على الرؤية المجسمة من الصور الجوية ؟

٥) عدد طرق الإبصار المجسم؟

٦) ما هي فكرة عمل الاستريوسكوب ؟

٧) ما هي أنواع الاستريوسكوب بناء على مقاس الصور التي يمكن العمل بها معه ؟

٨) عدد أنواع الاستريوسكوب الجيبي ؟

٩) ما هي عيوب الاستريوسكوب الجيبي؟

١٠) عدد أنواع الاستريوسكوب للصور الكبيرة؟

١١) ما هو الاختلاف بين الاستريوسكوب ذي المرايا و الاستريوسكوب الزووم ؟

١٢) كيف تحدث الرؤية المجسمة المعكوسة ؟

١٣) ما هو سبب وجود الابتعاد الاستريوسكوبي؟

تمارين حسابية على الوحدة الثالثة

١) قِيسَ الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة A فكان٧٩,٧٣ ملم، وقِيسَ الابتعاد الاستريوسكوبي لنقطة B فكان٦٦,٥٤ ملم، والمطلوب:

تحديد النقطة ذات المنسوب الأعلى، وحساب قيمة فرق الابتعاد الاستريوسكوبي بين النقطتين.

٢) عند قياس الإحداثي السيني للهدف A على الصورة اليسرى وجد أنه يساوي -٩,٣ ملم، وأيضا عند قياسه على الصورة اليمنى وجد أنه يساوي -٧١,٦ ملم، فاحسب قيمة الابتعاد الاستريوسكوبي للهدف A.

٣) احسب قيمة الابتعاد المطلق للهدف A إذا علمت أن ارتفاع الطيران عن سطح المقارنة كان٢٢٥٠م، وكان خط القاعدة الجوي٩٣٠م، و قيمة البعد البؤري لآلة التصوير ١٥٠ملم، و منسوب الهدف A فوق سطح المقارنة٥٠٠م.

٤) احسب قيمة الابتعاد الاستريوسكوبي للهدف B إذا علمت أن الابتعاد الاستريوسكوبي للهدف A كان ٦٢,٤٥ ملم، و فرق الابتعاد بين النقطة B والنقطة A كان ٥,٥٥ ملم.

٥) احسب قيمة الابتعاد الاستريوسكوبي للهدف A إذا علمت أن الابتعاد الاستريوسكوبي للهدف B كان ٧٧,١ ملم، وسُجلت قراءة الإستريومتر عند الهدف A فكانت ٢٧,٥ ملم وقراءة الإستريومتر عند الهدف B كانت ١٩,٣ ملم.

المساحة التصويرية

الفصل الثاني

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

المساحة التصويرية

تخطيط رحلات التصوير الجوي

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة:

معرفة وحساب العناصر اللازمة لتصميم رحلات التصوير الجوى للحصول على الصور الجوية المناسبة.

الأهداف:

عند إكمال دراسة هذه الوحدة يكون لدى المتدرب القدرة على:

معرفة الأسلوب المستخدم في عميلة التصوير الجوي.

معرفة خطوات تنفيذ رحلة التصوير الجوي.

معرفة عناصر خطة الطيران والعوامل المؤثرة فيها.

تصميم ورسم خطة الطيران.

معرفة المقصود بالمساحة التجسيمية الصافية.

مستوى الأداء المطلوب:

بنهاية هذه الوحدة يجب أن يكون المتدرب قد تعرف على رحلة التصوير كلها بجميع عناصرها و كذلك كيفية حساب عناصرها إجادة تامة بنسبة.

الوقت المتوقع للتدريب:

يخصص لهذه الوحدة أربعة أسابيع دراسية بواقع أربع حصص أسبوعيا.

الوسائل المساعدة:

- الصور الجوية بأنواعها و أبعادها المختلفة للتعرف على المسافة التي تغطيها كل صورة.
- أدوات الرسم و صحائف ورقية لرسم خريطة الطيران.

متطلبات الجدارة:

إتقان المعلومات التالية مما سبق دراسته من هذا المقرر:

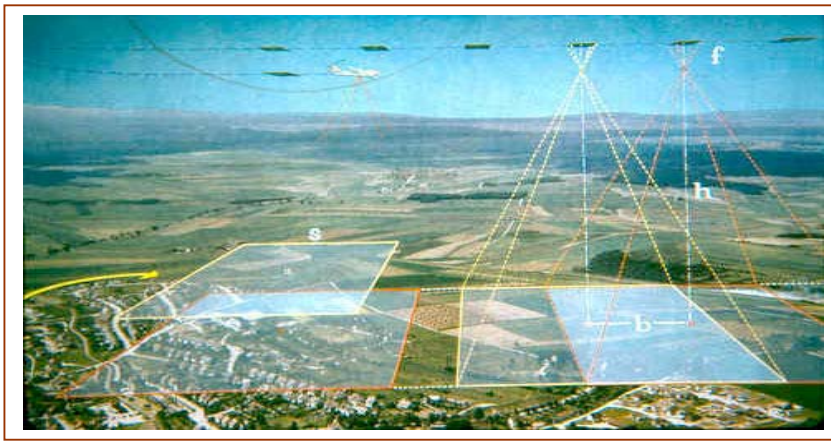
- الخصائص الهندسية للصور الجوية ومقياس الصورة.
- شروط الحصول على الرؤية المجسمة من الصور الجوية.

تخطيط رحلات التصوير الجوي

يعتبر التخطيط لرحلات التصوير الجوي من العمليات الأساسية والضرورية للحصول في النهاية على صور جوية تفي بالغرض المطلوب وبأقل تكلفة ممكنة، فالتخطيط لأنتاج صور تستخدم لإنتاج الخرائط المساحية الدقيقة يختلف عن التخطيط لتصوير صور تستخدم لإغراض التفسير أو عمل الخرائط المصورة، وسوف نتحدث في هذه الوحدة العناصر الأساسية التي تتبع للحصول على صور تستخدم لإنتاج الخرائط التفصيلية والطبوغرافية.

٤ -١ الأسلوب المستخدم في التصوير الجوي

لإعداد الخرائط التفصيلية والطبوغرافية لمنطقة ما باستخدام الصور الجوية على أساس تطبيق نظرية الرؤية المجسمة، يجب أن يتم تصوير المنطقة بحيث يكون لكل جزء من المنطقة صورتان يمكن الحصول منهما على النموذج المجسم لهذا الجزء، ولتغطية المنطقة بشكل كامل يتم التصوير على شكل شرائح متداخلة (STRIPS)، الشكل٤ - ١، حيث إن الشريحة هي المساحة من الأرض التي تقوم طائرة تسير بخط طيران محدد و بسرعة محددة وبارتفاع محدد وباستخدام آلة تصوير محددة بالتقاط صور بفارق زمني محسوب بحيث تغطي كل الصورة من الصورة التي تليها نسبة لا تقل عن ٥٥٪ وهو ما يسمى بالتداخل الأمامي (End Overlap)، ثم تكرر العملية لشريحة أخرى بحيث تتداخل مع الشريحة التي سبقتها بنسبة لا تقل عن ١٠٪ وهو ما يسمى بالتداخل الجانبي(Side Overlap) و يتم تغطية كامل المنطقة بهذا الأسلوب مع أخذ الاحتياطيات لضمان عدم حدوث فجوات في التصوير.



الشكل: ٤ -١ الأسلوب المتبع في عملية التصوير الجوي

٤ -٢ الخطوات المتبعة في تخطيط رحلات التصوير الجوي

لكي تتم عملية التصوير بنجاح بحيث نحصل على صور بالمواصفات المطلوبة وبأقل تكلفة ممكنة يجب اتباع الخطوات التالية:

١) جمع المعلومات عن المنطقة المطلوب تصويرها.
٢) تحديد مقياس الصورة.
٣) اختيار آلة التصوير.
٤) تحديد ارتفاع الطيران فوق سطح المقارنة.
٥) تحديد اتجاه خطوط الطيران.
٦) تحديد قيمة التداخل الطولي والجانبي.
٧) تحديد عدد الشرائح (خطوط الطيران).
٨) تحديد عدد الصور في الشريحة الواحدة.
٩) تحديد الزمن بين التقاط الصور.
١٠) رسم خريطة الطيران.
١١) تحديد الوقت المناسب لعملية التصوير.
١٢) وضع العلامات الاصطناعية قبل عملية التصوير.

وفيما يلي شرحاً موجزا لكلٍ منها.

١) جمع المعلومات عن المنطقة المطلوب تصويرها.

قبل عملية التصوير لابد من دراسة المنطقة المراد تصويرها من حيث حدودها ومساحتها وفروق الارتفاع فيها وتوزيع نقاط التحكم الأرضية الأفقية والرأسية فيها، ويتم ذلك باستخدام خرائط قديمة للمنطقة أومن صور جوية أو فضائية سابقة أو بزيارة حقلية للمنطقة إذا لم يتوفر لها أياً مما سبق

٢) تحديد المقياس المتوسط للصورة.

يعتمد تحديد المقياس المتوسط للصورة على المقياس المطلوب للخريطة المطلوب إنتاجها من هذه الصور والفترة الكنتورية للخريطة المطلوبة وجهاز الرسم التجسيمي (Stereoplotter) المستخدم في رسم الخريطة، ونذكر هنا أن مقياس الصورة يكون أصغر من مقياس الخريطة المطلوبة بحدود(٣ -٥)مرات.

٣) اختيار آلة التصوير

كما سبق وتحدثنا في الفصل الأول أنه يوجد ثلاثة أنواع من آلات التصوير الجوي اعتمادا على حقل الرؤية ويكون الاختيار بما يتناسب مع فروق التضاريس في المنطقة فكلما كان حقل رؤية آلة التصوير أوسع كلما زادت التغطية وبالتالي يقل عدد الصور وباتجاه معاكس تقل الدقة للمناطق ذات الفروق الكبيرة في التضاريس.

٤) تحديد ارتفاع الطيران فوق سطح المقارنة.

يعتمد ارتفاع الطيران على المقياس المتوسط المطلوب للصورة والبعد البؤري للكاميرا المستخدمة ويحسب من العلاقة ٤ -١.

$$H = \frac{F}{S_{ave}} + h_{ave} \qquad (٤-١)$$

H	:	ارتفاع الطيران فوق مستوى المقارنة
S_{ave}	:	مقياس الصورة المتوسط
F	:	البعد البؤري للعدسة
h_{ave}	:	المنسوب المتوسط لسطح الأرض

بمعرفة المقياس المتوسط والمنسوب المتوسط والبعد البؤري لآلة التصوير المستخدمة يمكن حساب ارتفاع الطيران فوق المستوى المرجعي وباستخدام جهاز الإلتميتر الذي يستند على مبدأ حساب الارتفاع من الضغط الجوي أو باستخدام نظام الـGPS يمكن التحكم بارتفاع الطائرة حتى الوصول إلى الارتفاع المطلوب.

مثال ٤ -١

احسب ارتفاع الطيران المناسب فوق سطح المقارنة للحصول على صورة جوية مقياسها المتوسط ١:٣٠٠٠ علما أن آلة التصوير المستخدمة بعدها البؤري ١٥٠ملم والمنسوب المتوسط في المنطقة٣٢٠م

الحل

$$H = \frac{F}{S_{ave}} + h_{ave} = \frac{150 \div 1000}{\frac{1}{3000}} + 320$$

$$= \frac{0.150 \times 3000}{1} + 320 = 770 \quad m$$

التوحيد بين الوحدات بتحويل وحدة البعد البؤري إلى من ملم إلى م بالقسمة على ١٠٠٠

٥) تحديد اتجاه خط الطيران

في هذه الخطوة يتم تحديد اتجاه الطيران.على سبيل المثال أن يكون وفق خطوط متوازية في الاتجاه شمال جنوب أو شرق غرب ويعتمد على عوامل كثيرة منها:

أ) اتجاه الريح بالنسبة لحركة الطائرة

فيؤخذ الاتجاه الأكثر استقراراً لحركة الطائرة.

ب) اتجاه تضاريس الأرض

حيث يراعى أن يكون اتجاه الطيران موازياً لاتجاه تضاريس الأرض.

في حالة استقرار الأحوال الجوية وعدم وجود تضاريس مختلفة بشكل كبير في المنطقة يتم اختيار خط الطيران باتجاه الضلع الأطول للمنطقة مما يقلل من عدد خطوط الطيران وعدد لفات الطائرة، وهو ما سوف نفرضه في حل التمارين القادمة.

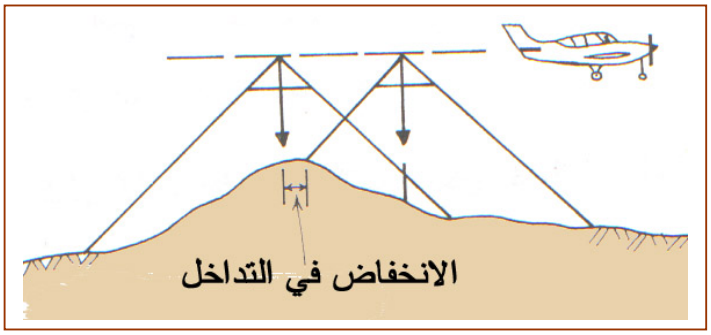
٦) تحديد قيمة التداخل الطولي والجانبي

لقد سبق أن أشرنا إلى أهمية وجود التداخل الطولي لغايات الرؤية المجسمة لكل جزء من المنطقة ونظريا يكفي لذلك أن تكون الصور للشريحة الواحدة متداخلة بنسبة ٥٠٪ وأن تكون الشرائح متلاصقة تماما إلا أنه عمليا وكون التصوير يتم من طائرة معرضة للانخفاض عن ارتفاعها والانحراف عن مسارها بسبب العوامل الجوية وغيرها وكذلك بسبب اختلاف تضاريس الأرض لابد من زيادة هذه النسبة لضمان عدم وجود ثغرات (أي مناطق غير مغطاة بصورتين) بحيث يكون التداخل الطولي بين ٧٠٪ -٥٥٪ والتداخل الجانبي بين ٣٠٪ -١٠٪ وقد يزيد إلى ٦٠٪.

ملحوظة: التكلفة وعدد الصور يزيد بزيادة نسبة التداخل لذلك فإن التخطيط الجيد هو الذي يتم فيه اختيار أقل نسبة تداخل مع ضمان وجود صورتين لكل جزء من المنطقة

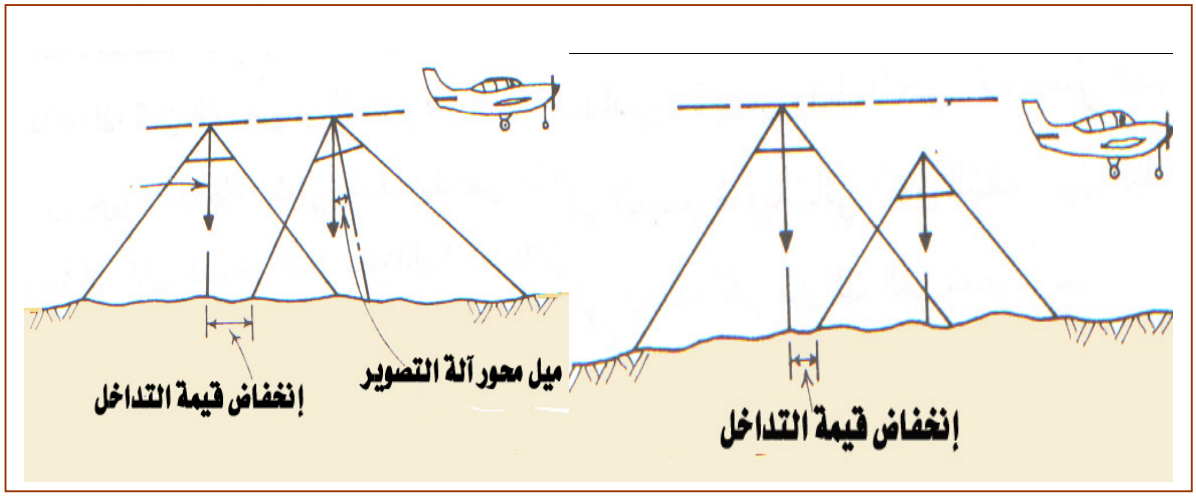
العوامل التي تؤثر على قيمة التداخل الطولي والجانبي

أ) تضاريس المنطقة، حيث إنه كلما زادت الفروق في تضاريس المنطقة كلما قلت نسبة التداخل وبذلك تزيد الحاجة إلى زيادة نسبة التداخل، الشكل٤ -٢.



الشكل: ٤ -٢ تأثير التضاريس على قيمة التداخل الأمامي

ب) استقرار الطائرة أفقيا (انحراف عن مسارها)، ورأسيا (بالانخفاض أو الميلان)، الشكل٤ -٣، حيث إنه كلما قل استقرار الطائرة كلما زادت الحاجة إلى زيادة نسبة التداخل الطولي والجانبي.



الشكل: ٤ -٣ تأثير اختلاف ارتفاع الطيران والميل على قيمة التداخل.

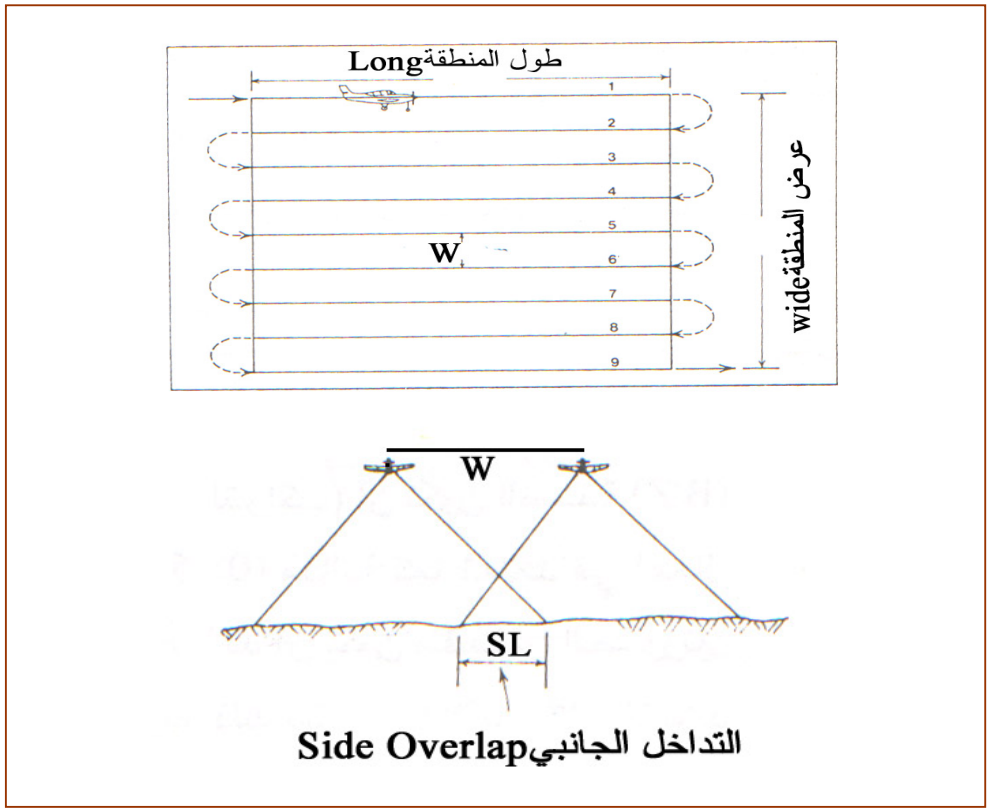
٧) حساب عدد خطوط الطيران No. Flight lines

الشكل ٤ -٤، يوضح أن عدد خطوط الطيران يعتمد على المتغيرات التالية:

أ) المسافة على الطبيعة التي سوف يتم تغطيتها بشكل خطوط طيران متجاورة، غالباً عرض المنطقة(Wide).

ب) الأبعاد على الطبيعة التي تغطيها الصورة، والتي يحددها المقياس المتوسط للصورة المطلوبة.

ج) المسافة بين خطي الطيران(W) والتي تعتمد على قيمة التداخل الجانبي(SL).



الشكل:٤ -٤ المتغيرات التي تحدد عدد خطوط الطيران

خطوات حساب عدد خطوط الطيران (N_L)

المعطيات

أبعاد الصورة (d×d) أبعاد المنطقة (Long×Wide)

المقياس المتوسط للصورة نسبة التداخل الجانبي(SL)

خطوات الحل

حساب الأبعاد التي تغطيها الصورة الواحدة على الأرض (D×D) بنفس وحدة أبعاد المنطقة

$$D = \frac{d}{S_{ave}} \qquad ٤-٢$$

D : البعد الذى تغطيه الصورة على الأرض

S_{ave} : مقياس الصورة المتوسط

d : أبعاد الصورة

حساب المسافة بين خطي الطيران (W)

$$W = \frac{D \times (100 - SL)}{100} \qquad ٤-٣$$

W	:	المسافة بين خطى الطيران
D	:	البعد الذي تغطيه الصورة على الأرض
SL	:	نسبة التداخل الجانبي

حساب عدد خطوط الطيران N_L

لحساب عدد خطوط الطيران نقسم عرض المنطقة على المسافة بين خطي الطيران ونظيف لها خط طيران إضافي للاحتياط ونقرّب الناتج إلى أقرب عدد صحيح.

$$N_L = \frac{wide}{W} + 1 \qquad ٤-٤$$

N_L	:	عدد خطوط الطيران
Wide	:	عرض المنطقة
W	:	المسافة بين خطي الطيران

مثال ٤-٢

احسب عدد خطوط الطيران اللازمة لتغطية منطقة أبعادها ٥كم×٦كم بصور متوسط مقياسها ١:٢٠٠٠ علما أن أبعاد الصورة ٢٣سم×٢٣سم ونسبة التداخل الجانبي ٢٠٪

الحل

حساب البعد الذي تغطيه الصورة على الأرض مع ملاحظة أن يكون الناتج بوحدة الـKm

$$D = \frac{d}{S_{ave}} = \frac{23}{\frac{1}{2000}} = \frac{23 \times 2000}{1} = 46000\ cm = 46000 \div 100000 = 0.46\ km$$

حساب المسافة بين خطي الطيران W

$$W = \frac{D \times (100 - SL)}{100} = \frac{0.46 \times (100 - 20)}{100} = 0.368\ km$$

حساب عدد خطوط الطيران N_L

$$N_L = \frac{wide}{W} + 1 = \frac{5}{0.368} + 1 = 14.58 = 15$$

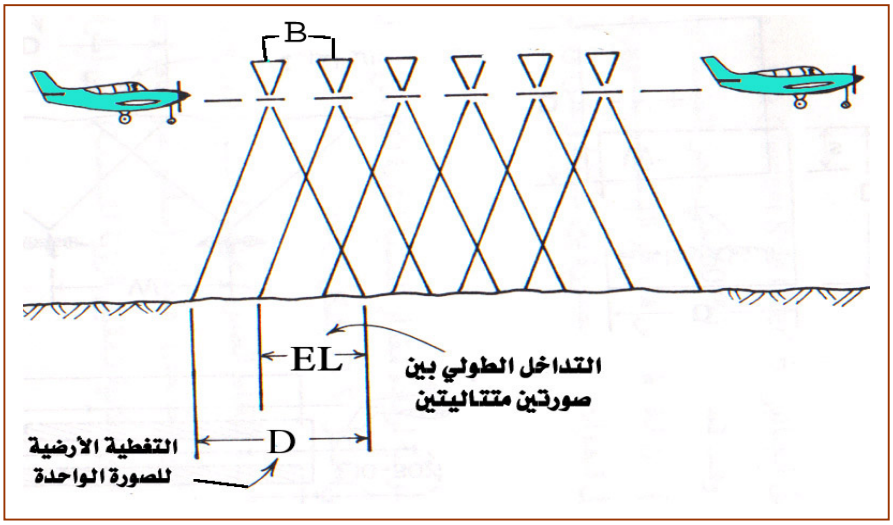
٨) حساب عدد محطات التصوير لكل خط طيران No. Photos Per Strip

الشكل ٤ -٥ ، يوضح أن عدد خطوط الطيران يعتمد على المتغيرات التالية:

أ) المسافة على الطبيعة التي سوف يغطيها خط الطيران الواحد ، غالباً طول المنطقة(Long).

ب) الأبعاد على الطبيعة التي تغطيها الصورة، والتي يحددها المقياس المتوسط للصورة المطلوبة.

ج) المسافة بين خطي محطتي التصوير (خط القاعدة الجوي B)، والتي يحددها قيمة التداخل الأمامي(EL).



الشكل: ٤ - ٥المتغيرات التي يعتمد عليها عدد محطات التصوير

خطوات حساب عدد محطات التصوير (N_P)

المعطيات

أبعاد الصورة (d×d) أبعاد المنطقة (Long×Wide)

المقياس المتوسط للصورة نسبة التداخل الجانبي(EL)

خطوات الحل

حساب الأبعاد التي تغطيها الصورة الواحدة على الأرض (D×D) بنفس وحدة أبعاد المنطقة.

$$D = \frac{d}{S_{ave}}$$ ٤ -٢

D : البعد الذى تغطيه الصورة على الأرض

S_{ave} : مقياس الصورة المتوسط

d : أبعاد الصورة

حساب المسافة بين خطي الطيران (B) (خط القاعدة الجوي)

$$B = \frac{D \times (100 - EL)}{100} \qquad ٤-٥$$

B : خط القاعدة الجوي
D : البعد الذي تغطيه الصورة على الأرض
EL : نسبة التداخل الأمامي

حساب عدد خطوط الطيران N_P

لحساب عدد خطوط الطيران نقسم طول المنطقة على المسافة بين محطتي تصوير الطيران ونظيف لها أربع صور بحيث تكون صورتان في بداية الخط وصورتان في نهايته للاحتياط ونقرّب الناتج إلى أقرب عدد صحيح.

$$N_P = \frac{Long}{B} + 2 + 2 \qquad ٤-٦$$

N_P : عدد خطوط الطيران
Long : عرض المنطقة
B : المسافة بين خطي الطيران

مثال ٤ -٣

احسب عدد محطات التصوير لخط الطيران لتغطية منطقة أبعادها ٥كم×٦كم بصور متوسط مقياسها ١:٢٠٠٠ علما أن أبعاد الصورة ٢٣سم×٢٣سم ونسبة التداخل الأمامي ٦٠٪

الحل

حساب البعد الذي تغطيه الصورة على الأرض مع ملاحظة أن يكون الناتج بوحدة الـKm

$$D = \frac{d}{S_{ave}} = \frac{23}{\frac{1}{2000}} = \frac{23 \times 2000}{1} = 46000\ cm = 46000 \div 100000 = 0.46\ km$$

حساب المسافة بين خطي الطيران (B)

$$B = \frac{D \times (100 - EL)}{100} = \frac{0.46 \times (100 - 60)}{100} = 0.184\ km$$

حساب عدد محطات التصوير (N_P)

$$N_P = \frac{Long}{B} + 2 + 2 = \frac{6}{0.184} + 2 + 2 = 36.6 = 37$$

٩) تحديد الزمن بين التقاط الصور

يعتمد الزمن بين الصورتين على سرعة الطائرة وخط القاعدة الجوي (المسافة بين الصورتين المتتاليتين)، ويحسب بوحدة الثانية بواسطة العلاقة٤ -٧، على أن تكون السرعة بوحدة الكم/ساعة وخط القاعدة الجوي بوحدة الكم.

$$T = \frac{B}{V} \times 3600 \qquad ٤-٧$$

T	:	الزمن بين التقاط صورتين متتاليتين
B	:	خط القاعدة الجوي
V	:	سرعة الطائرة

مثال ٤ -٣

احسب الزمن بين التقاط صورتين متتاليتين إذا كان خط القاعدة الجوي ٠,١٨٤ كم وسرعة الطائرة١٥٠ كم/ ساعة

الحل

$$T = \frac{B}{V} \times 3600 = \frac{0.184}{150} \times 3600 = 4.416 \quad s$$

١٠) رسم خريطة الطيران

يتم رسمها بمقياس يناسب مساحة المنطقة ومساحة الصحيفة وذلك حسب الخطوات التالية:

أ) اختيار مقياس الرسم المناسب لمساحة المنطقة وصحيفة الرسم.

ب) رسم حدود المنطقة المراد تصويرها على الصحيفة بمقياس الرسم الذي تم تحديده.

ج)حساب العرض الكلي الذي سوف تغطيه الصور على الأرض في الاتجاه العمودي على خطوط الطيران وذلك من العلاقة ٤ -٨.

$$Wide_{Net} = (N_L - 1) \times D \times \frac{(100 - SL)}{100} + D \qquad ٤-٨$$

$Wide_{Net}$	:	العرض الكلى الذي تغطيه الصور
NL	:	عدد خطوط الطيران
D	:	المسافة التي تغطيها الصورة على الأرض
SL	:	التداخل الجانبي

د) حساب الطول الكلي الذي سوف تغطيه الصور على الأرض في خط الطيران الواحد، وذلك من العلاقة٤ -٩.

$$Long_{Net} = (N_p - 1) \times D \times \frac{(100 - EL)}{100} + D \qquad ٤ - ٩$$

$Long_{Net}$	:	الطول الكلى الذى تغطيه الصور
N_p	:	عدد الصور في خط الطيران
D	:	المسافة التي تغطيها الصورة على الأرض
EL	:	التداخل الأمامي

هـ) رسم العرض الكلي الذي تغطيه الصور مؤقتاً بموازاة عرض المنطقة، وبحيث تكون الزيادة متماثلة لطرفي المنطقة المراد تصويرها.

و) رسم الطول الكلي الذي تغطيه الصور مؤقتاً بموازاة طول المنطقة، وبحيث تكون الزيادة متماثلة لطرفي المنطقة المراد تصويرها.

ز) رسم خطوط الطيران بأن يكون الخط الأول والأخير على مسافة (٢/D) من طرفي الخط ورسم بقية خطوط الطيران بحيث تكون المسافة فيما بينها (W).

ح) تحديد مواقع محطات التصوير بحيث تكون أول محطة وآخِر محطة على مسافة (٢/D) من طرفي الخط ورسم بقية محطات التصوير بحيث تكون المسافة فيما بينها (B).

مثال ٤ -٤

ارسم خريطة الطيران لتصوير منطقة أبعادها ٢كم×٢,١كم ، علماً أنه تم حساب عدد خطوط الطيران فكان ٥ وعدد الصور لكل خط ١٢ وأن التداخل الجانبي٢٠٪ والتداخل الأمامي٦٠٪ و مسافة تغطية الصورة على الأرض ٠,٦٩كم والمسافة بين خطي الطيران٠,٥٥٢كم وخط القاعدة الجوي ٠,٢٧٦كم (ارسم الخريطة بمقياس ١:٣٥٠٠٠)

الحل

المعطيات

Long ٢,١ = Wide ٢,١ = N_L ٢ = km ٥=km N_P ٠,٥٥٢ = W ١٢ = km

SL = ٢٠٪ EL = ٦٠٪ D ٠,٦٩ = B km ٠,٢٧٦ = km

حساب العرض الكلي والطول الكلي الذي سوف تغطيه الصور على الأرض في الاتجاهين

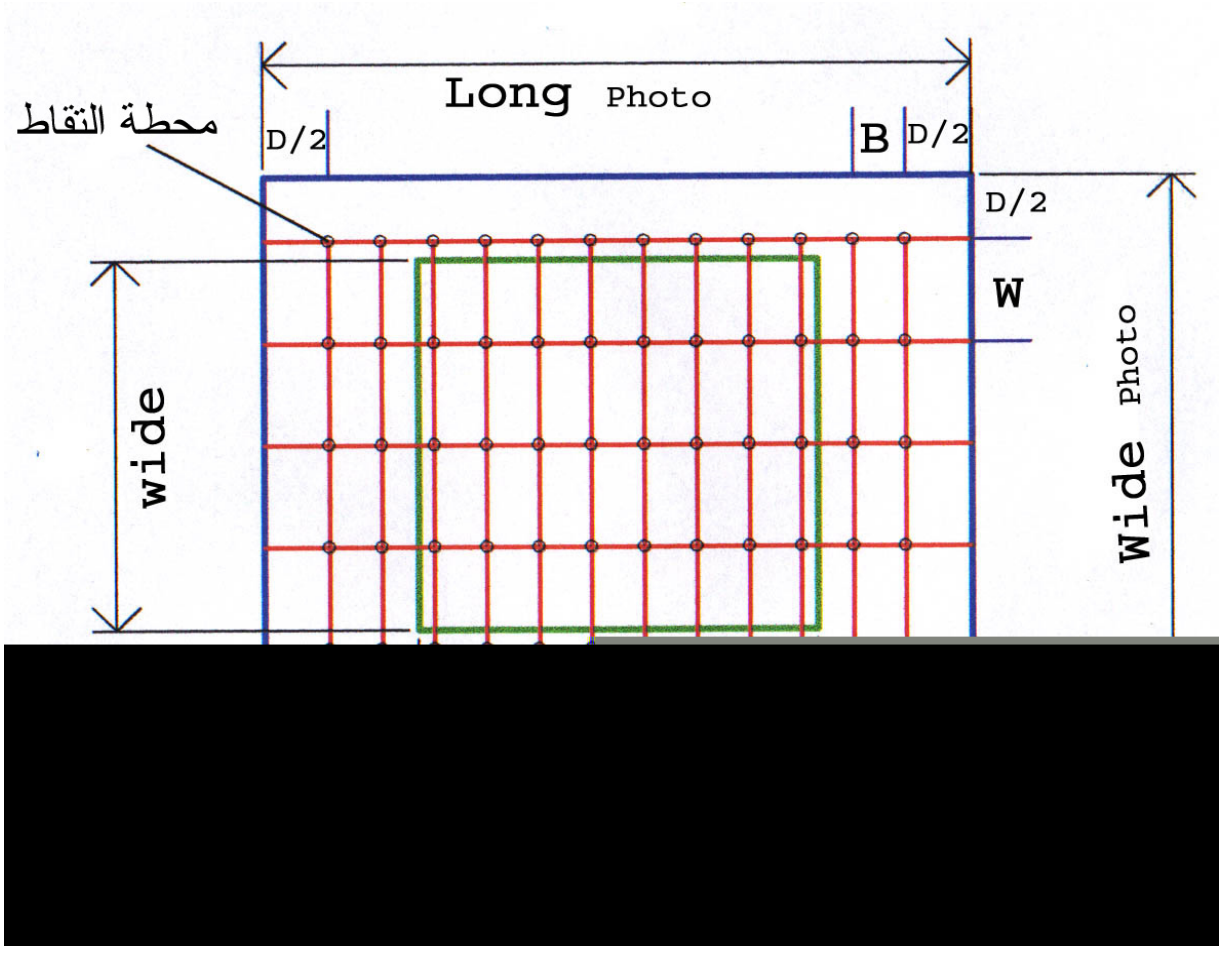
$$Wide_{Net} = (N_L - 1) \times D \times \frac{(100 - SL)}{100} + D$$

$$= (5 - 1) \times 0.69 \times \frac{(100 - 20)}{100} + 0.69 = 2.898\ km$$

$$Long_{Net} = (N_p - 1) \times D \times \frac{(100 - EL)}{100} + D$$

$$= (12 - 1) \times 0.69 \times \frac{(100 - 60)}{100} + 0.69 = 3.726\ km$$

تحويل المسافات المستخدمة في رسم الخريطة إلى المقياس المطلوب وبوحدة الـcm



١١) تحديد الوقت المناسب لعملية التصوير.

يجب عند التخطيط لعملية الطيران الأخذ بالاعتبار أن المعالم تتغير من حيث الإضاءة والظلال خلال فترات اليوم وتتغير الأحوال المناخية خلال السنة سوءا ما يتعلق بظروف الطيران كالأمطار والعواصف أو ما يتعلق بالمعالم نفسها كسقوط الجليد وسقوط أوراق الأشجار وغيرها.

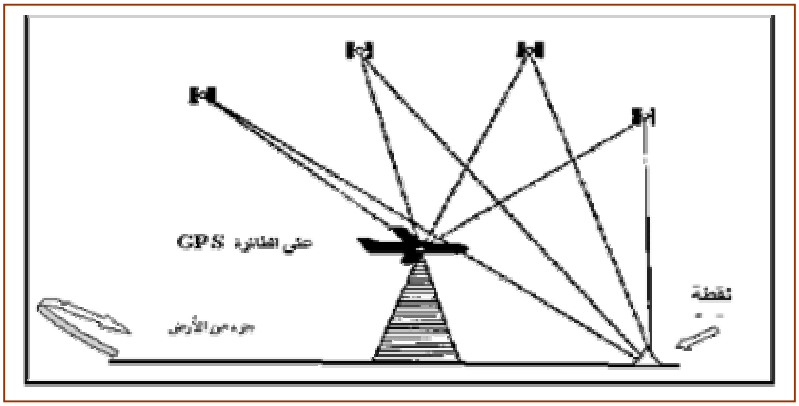
١٢) وضع العلامات الاصطناعية قبل عملية التصوير.

في الأراضي التي لا تحتوي على معالم طبيعية يمكن تحديدها على الصورة والطبيعة بدقة واعتبارها نقاط تحكم، لا بد أن توضع علامات اصطناعية، الشكل٤ -٦، قبل عملية التصوير لكي تظهر في الصورة وبعد ذلك يتم قياس إحداثياتها الأرضية. غالباً نحتاج لهذا النوع من العلامات في الصحاري والمسطحات الخضراء.

الشكل: ٤ -٦ نماذج لأنواع العلامات الاصطناعية

٤ -٣ الطرق التي تساعد الطيار على تنفيذ خطة الطيران.

من خرائط سابقة أو صور قديمة تضاف إلى المخطط بعض المعالم التي يمر بها خط الطيران ومنطقة التفاف الطائرة لتساعد الطيار في المحافظة في السير وفق ما هو مخطط له، أو الاستعانة بنظام الـ GPS، الشكل ٤ - ٧.



الشكل: ٤ -٧ استخدام الـGPS في عملية التصوير

٤ -٤ تمرين شامل على التخطيط لعملية الطيران.

مثال ٤ -٥

يراد تصوير منطقة أبعادها ٢ كم×٣ كم بصور متوسط مقياسها ١:٤٠٠٠ ، علما أن البعد البؤري ١٥٢ ملم، وأبعاد الصورة ٢٣ سم×٢٣ سم ونسبة التداخل الجانبي١٥٪ ، ونسبة التداخل الأمامي ٦٥٪ ، ومتوسط ارتفاعات المنطقة٣٩٠ م، وسرعة الطائرة ١٥٥ كم

المطلوب:

أ) ارتفاع الطيران
ب) المسافة بين خطي الطيران
ج) خط القاعدة الجوي
د) عدد خطوط الطيران
هـ) عدد محطات التصوير لكل خط طيران
و) الفترة الزمنية بين التقاط الصور
ز) رسم خريطة الطيران بمقياس ١:٥٠٠٠٠

الحل

المعطيات

Long = Wide٣ km = F٢ km h_{ave}١٥٢=km mm=m٣٩٠

SL=١٥٪ EL=٦٥٪ d=cm٢٣

أ) ارتفاع الطيران H

$$H = \frac{F}{S_{ave}} + h_{ave} = \frac{152 \div 1000}{\frac{1}{4000}} + 390 = \frac{0.152 \times 4000}{1} + 390 = 998 \quad m$$

ب) المسافة بين خطي الطيران W

$$D = \frac{d}{S_{ave}} = \frac{23}{\frac{1}{4000}} = \frac{23 \times 4000}{1} = 92000 \quad cm = 92000 \div 100000 = 0.92 \quad km$$

$$W = \frac{D \times (100 - SL)}{100} = \frac{0.92 \times (100 - 15)}{100} = 0.782 \quad km$$

ج) خط القاعدة الجوي **B**

$$B = \frac{D \times (100 - EL)}{100} = \frac{0.92 \times (100 - 65)}{100} = 0.322 \quad km$$

د) عدد خطوط الطيران N_L

$$N_L = \frac{wide}{W} + 1 = \frac{2}{0.782} + 1 = 3.55 = 4$$

هـ) عدد الصور لكل خط طيران N_P

$$N_P = \frac{Long}{B} + 2 + 2 = \frac{3}{0.322} + 2 + 2 = 13.3 = 14$$

و) الفترة الزمنية بين التقاط الصور **T**

$$T = \frac{B}{V} \times 3600 = \frac{0.322}{155} \times 3600 = 7.478 \quad s$$

ز) رسم خريطة الطيران

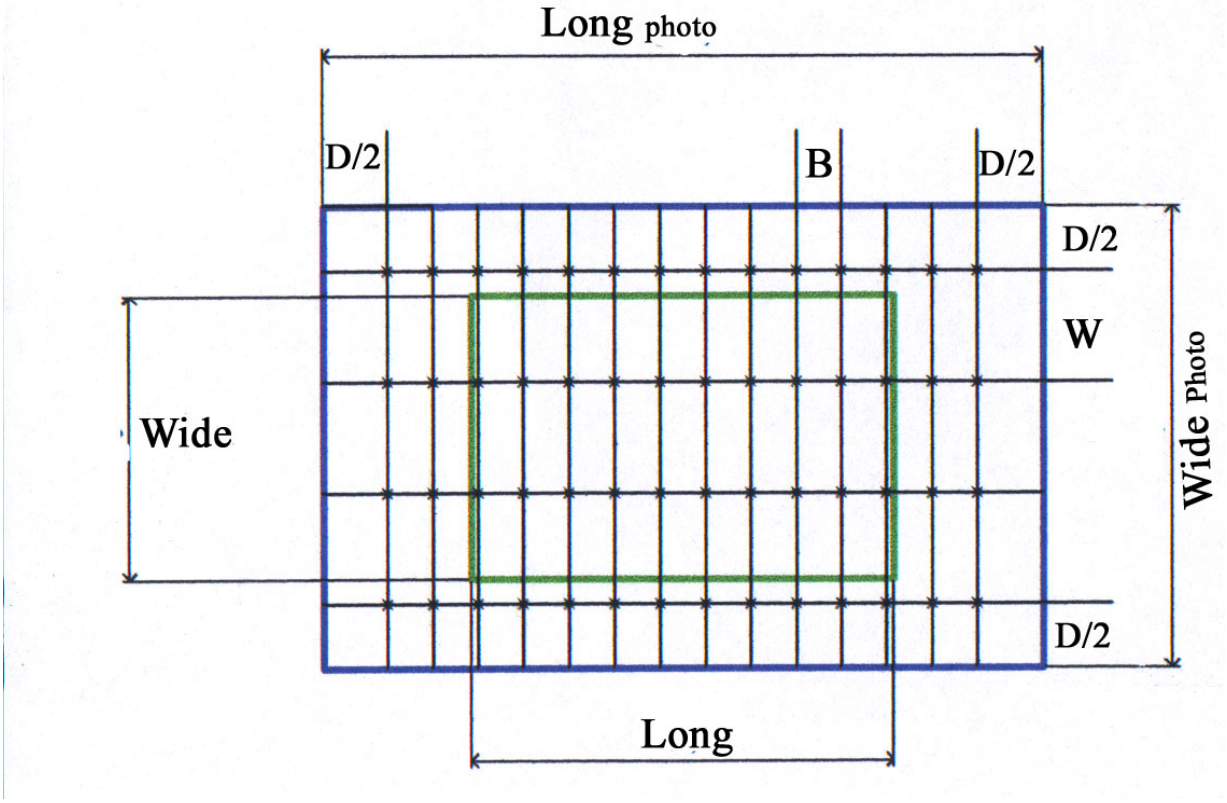
$$Wide_{Net} = (N_L - 1) \times D \times \frac{(100 - SL)}{100} + D$$

$$= (4 - 1) \times 0.92 \times \frac{(100 - 15)}{100} + 0.92 = 3.266 \quad km$$

$$Long_{Net} = (N_p - 1) \times D \times \frac{(100 - EL)}{100} + D$$

$$= (14 - 1) \times 0.92 \times \frac{(100 - 65)}{100} + 0.92 = 5.106 \quad km$$

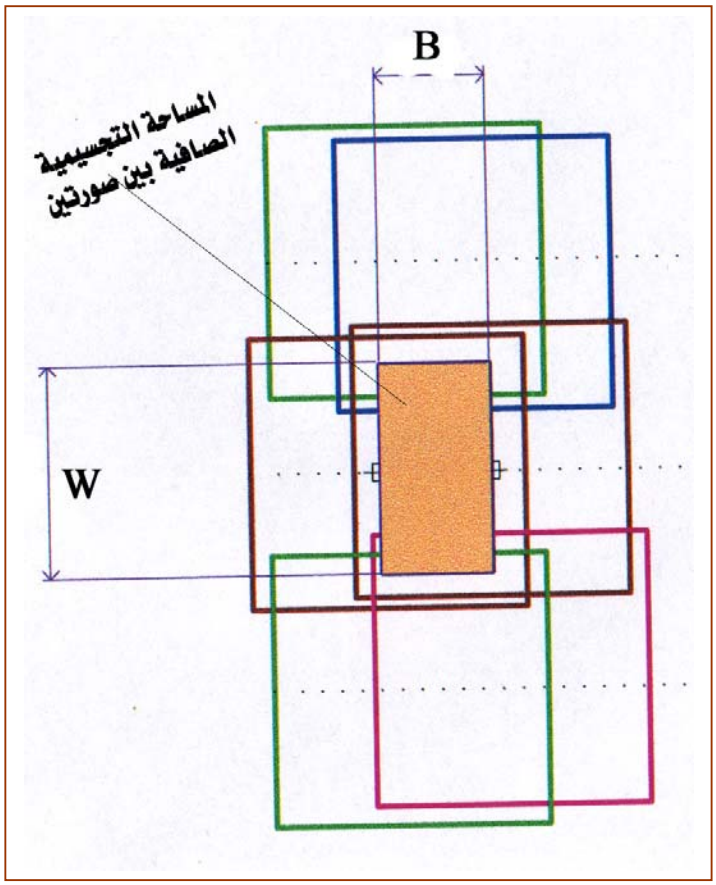
تحويل المسافات المستخدمة في رسم الخريطة إلى المقياس المطلوب وبوحدة الـcm ورسم الخريطة



تمرين عملي (٤ -١)

٤ -٥ المساحة التجسيمية الصافية Neat Model

يتضح من الفقرات السابقة أنه لتغطية منطقة ما بصور متداخلة نحتاج لعدد كبير من الصور في الاتجاهين الرأسي والأفقي، ولكي يتم العمل على هذه الصور بشكل متكامل ومتناسق فإنه يتم اختيار منطقة بين الصورتين تسمى المساحة التجسيمية الصافية وهي على شكل مستطيل عرضه يساوي المسافة بين مركزي الصورتين(B) وطوله يساوي المسافة بين خطي الطيران(W)، الشكل٤ -٨.



الشكل: ٤ -٨ المساحة التجسيمية الصافية

تمرين عملي (٤ -١)

الهدف:

أن ترسم خريطة الطيران وتحسب عناصرها.

الوسائل:

أدوات وصحيفة رسم.

التمرين:

يراد تصوير منطقة أبعادها ٧ كم×٨ كم بصور متوسط مقياسها ١:٦٠٠٠ ، علما أن البعد البؤري ١٥٢ملم، وأبعاد الصورة ٢٣سم×٢٣ سم ونسبة التداخل الجانبي٣٠٪ ، ونسبة التداخل الأمامي ٦٥٪ ، ومتوسط ارتفاعات المنطقة٥٠٠م، وسرعة الطائرة ١٥٥كم

المطلوب:

أ) ارتفاع الطيران

ب) المسافة بين خطي الطيران

ج) خط القاعدة الجوي

د) عدد خطوط الطيران

هـ) عدد الصور لكل خط طيران

و) الفترة الزمنية بين التقاط الصور

ز) ارسم الخريطة بمقياس١:٥٠٠٠

أسئلة على الوحدة الرابعة

١) ما هو الأسلوب المستخدم في التصوير الجوي ؟

٢) ما هي الخطوات المتبعة في تخطيط رحلات التصوير الجوي ؟

٣) ما هي وسائل جمع المعلومات عن المنطقة قبل عملية التصوير ؟

٤) ما هي العوامل التي تحدد مقياس الصورة ؟

٥) ما هي العوامل التي تحدد اختيار نوع آلة التصوير ؟

٦) ما هي العوامل التي تؤثر على قيمة التداخل الطولي والجانبي ؟

٧) متى نحتاج لوضع علامات اصطناعية ؟

٨) كيف يمكن للطيار تنفيذ خطة الطيران ؟

تمارين حسابية على الوحدة الرابعة

١) احسب ارتفاع الطيران المناسب فوق سطح المقارنة للحصول على صورة جوية مقياسها المتوسط ١:١٢٠٠ علما أن آلة التصوير المستخدمة بعدها البؤري ٣٠٠ ملم والمنسوب المتوسط في المنطقة ٤١٥ م

٢) احسب عدد خطوط الطيران اللازمة لتغطية منطقة أبعادها ٣,٥ كم×٤ كم بصور متوسط مقياسها ١:١٨٠٠ علما أن أبعاد الصورة ٢٣ سم×٢٣ سم ونسبة التداخل الجانبي ٢٥ ٪

٣) احسب عدد محطات التصوير لخط الطيران لتغطية منطقة أبعادها ٣,٥ كم×٤ كم بصور متوسط مقياسها ١:١٨٠٠ علما أن أبعاد الصورة ٢٣ سم×٢٣ سم ونسبة التداخل الأمامي ٦٥ ٪

٤) احسب الزمن بين التقاط صورتين متتاليتين إذا كان خط القاعدة الجوي ٠,٣٠ كم وسرعة الطائرة ١٣٥ كم/ساعة.

المساحة التصويرية

أجهزة الرسم التجسيمية

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة:

إتقان العمل على أجهزة الرسم التجسيمي و العمل عليها لإنتاج النموذج المجسم الحقيقي ثم إنتاج الخرائط من النموذج المتكون.

الأهداف:

عند إكمال دراسة هذه الوحدة يكون لدى المتدرب القدرة على:

- معرفة أجزاء وأنواع أجهزة الرسم التجسيمي.
- معرفة نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوي وكيفية استخدامها في ضبط أعمال المساحة الجوية.
- معرفة استخدام أجهزة الرسم التجسيمي و مراحل تكوين و ضبط النموذج المجسم.
- استخدام أجهزة الرسم التجسيمي في إنتاج الخرائط المساحية.
- معرفة خطوات صيانة أجهزة المساحة التصويرية سواء الصيانة اليومية أو الصيانة الدورية.

مستوى الأداء المطلوب:

بنهاية هذه الوحدة يجب أن يجيد المتدرب تنفيذ خطوات تكوين النموذج المجسم ورسم الخرائط التفصيلية و الخرائط الطبوغرافية و أخذ القياسات من النموذج المجسم المتكون بالجهاز المتوفر في معمل المساحة الجوية بالمعهد إجادة تامة.

الوقت المتوقع للتدريب:

يخصص لهذه الوحدة عشرة أسابيع دراسية بواقع أربع حصص أسبوعيا.

الوسائل المساعدة:

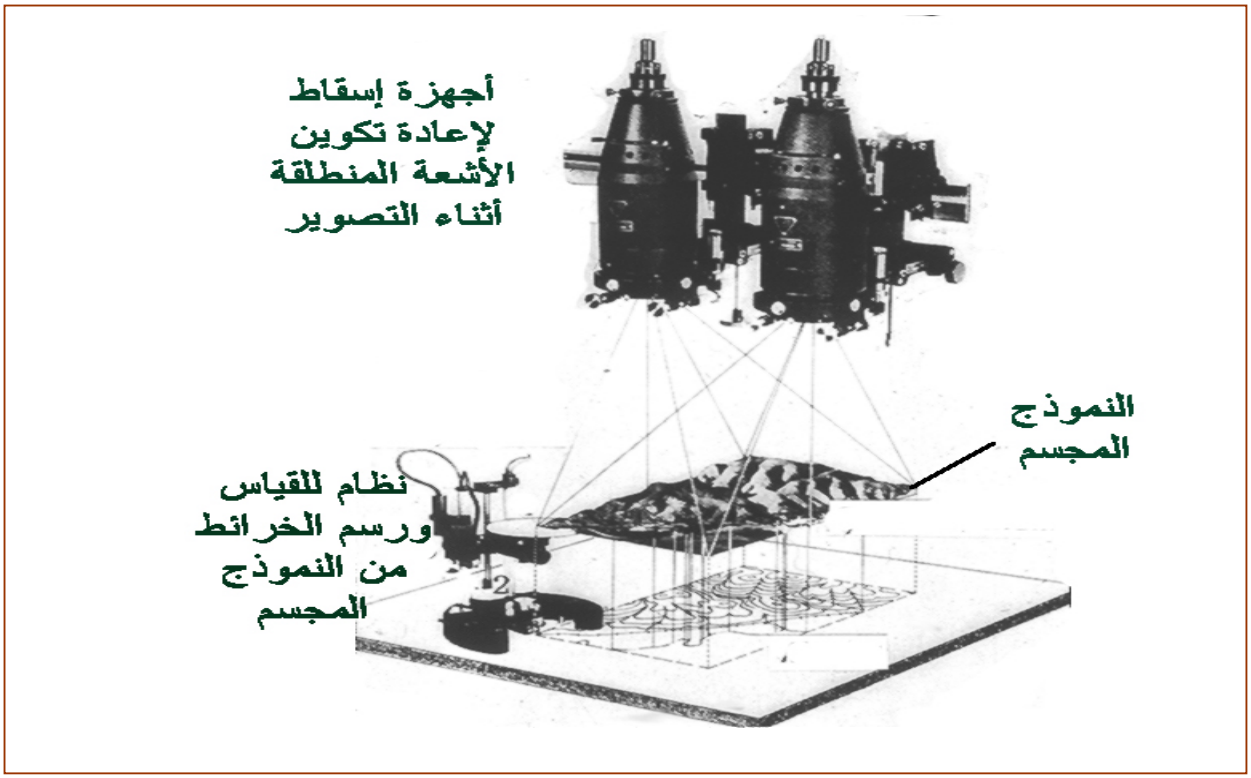
- جهاز رسم تجسيمي ميكانيكي و تجهيز المعمل بما يتناسب مع هذه الأجهزة من إضاءة وغيرها.
- الصور الجوية البلاستيكية الشفافة و الورقية وأقلام شمع للكتابة عليها.
- طاولات لتثبيت الصور عليها.
- صحائف ورقية لرسم الخرائط عليها.

متطلبات الجدارة:

إتقان مواضيع الرؤية المجسمة وتوجيه الصور وقراءة الصور من الوحدة الثانية والثالثة.

أجهزة الرسم التجسيمي Stereoplotters

عندما تحدثنا في الوحدة الثالثة عن أجهزة الإبصار المجسم كنا نعتبر أن الصور المستخدمة رأسية تماما ولذلك فإن المنظر المجسم الناتج لا يمكن الحصول منه على قياسات دقيقة بالإضافة إلى أن هذه الأجهزة لا تحتوي على نظام دقيق للتتبع لرسم المعالم من المنظر المجسم، ولذلك فإن الاستفادة تكون في الحصول على الإحداثيات والارتفاع للنقاط بواسطة قياسات الابتعاد الاستريوسكوبي والإحداثيات مما يجعل إنتاج الخرائط بهذه الطريقة مهمة صعبة وعالية التكلفة وتحتاج لوقت كبير، وهنا كانت أهمية أجهزة الرسم التجسيمية في حل هذه المشكلة في إمكانيتها تكوين نموذج مجسم بإعادة تمثيل المنطقة عن طريق إعادة تشكيل الأشعة التي كونت الصورتين بنفس الوضع أثناء التقاط الصورتين، الشكل٥ -١، كذلك تحتوي هذه الأجهزة على وسائل للقياس ورسم الخرائط، وقد مرت هذه الأجهزة بمراحل عديدة من حيث التقنيات بدأت من أجهزة ضوئية وميكانيكية ووصلت الآن مرحلة رقمية يتعامل معها عن طريق الحاسب الآلي.

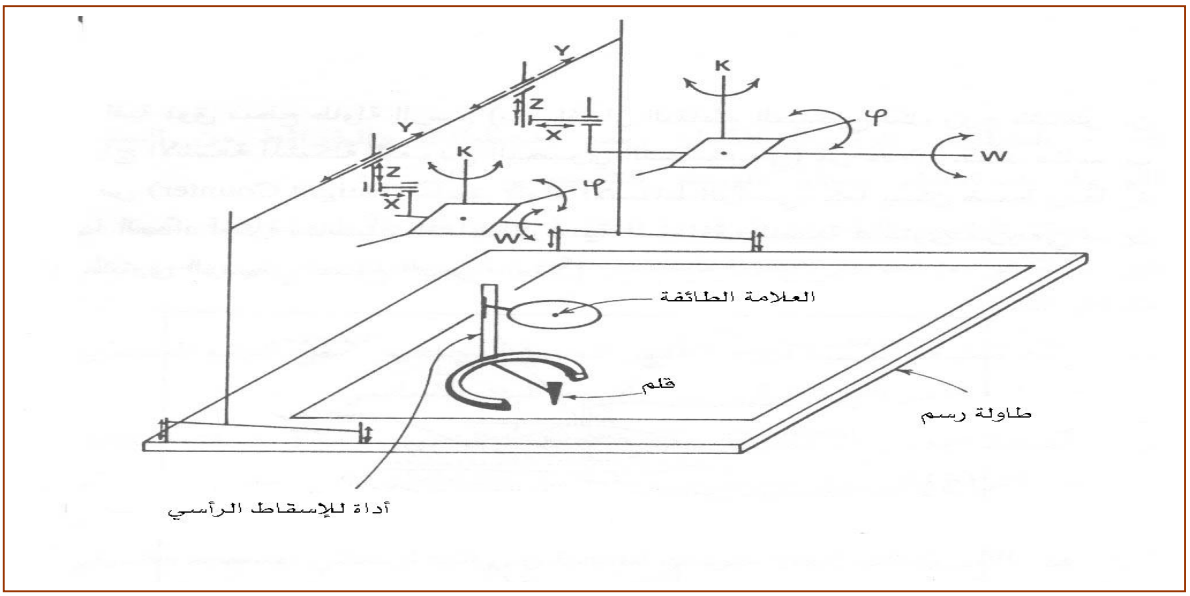


الشكل: ٥ -١ فكرة عمل أجهزة الرسم التجسيمية (نموذج للأجهزة الضوئية)

٥ - ١ معلومات أساسية عن أجهزة الرسم التجسيمي

٥ -١ -١ المكونات الأساسية لأجهزة الرسم التجسيمي

للحصول على منظر مجسم حقيقي والقياس منه نحتاج لجهاز،الشكل٥ -٢، يؤدي الوظائف التالية:



الشكل: ٥ -٢ المكونات الأساسية لأي جهاز رسم تجسيمي

١) نظام لتوجيه الصورتين على نفس الوضع الذي كانت عليه أثناء التصوير.

في أي جهاز رسم تجسيمي لا بد من وجود نظام ميكانيكي أو إلكتروني أو شبه إلكتروني يعمل على التحريك والتوجية للصورتين بحيث يتطابق الوضع النسبي فيما بينهما مع الوضع النسبي لعدسة التصوير لحظة التقاط الصورتين ويكون ذلك بتحقيق ست حركات لكل صورة. هذه الحركات الست عبارة عن ثلاث حركات دورانية(ω , φ , κ) وثلاث حركات إنتقالية (bx , by , bz).

٢) نظام للرؤية

يمكن من خلال هذا النظام الرؤية المجسمة من الصورتين بعد مرحلة التوجيه، وتستخدم أجهزة الرسم التجسيمي إحدى الطرق التي سبق الحديث عنها في الوحدة الثالثة (٢ -٣ -٣).

٣) نظام للإسقاط الرأسي(العلامة الطائفة).

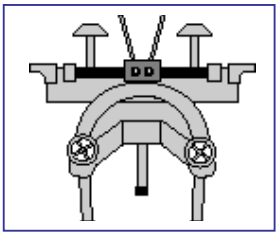
يعتمد هذا النظام على نوع نظام الرؤية فيمكن أن يكون ميكانيكياً أو إلكترونياً.

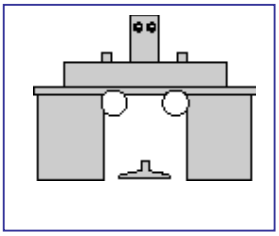
٤) نظام للقياس والرسم بالتتبع.

يمكن بواسطة هذا النظام الحصول على القياسات وكذلك عملية التتبع والرسم من النموذج المجسم، وقد يكون هذا النظام ميكانيكياً كما في الأجهزة القديمة أو الكترونياً في الأجهزة الحديثة حتى بلغ الأمر حالياً إمكانية إنتاج بعض أنواع القياسات آلياً وخصوصا ما يتعلق بنماذج التضاريس وخطوط الكنتور.

٥ -١ -٢ مراحل التطور التي مرت بها أجهزة الرسم التجسيمي.

مرت أجهزة الرسم التجسيمي بثلاث مراحل رئيسة، تعتمد جميعها على فكرة أساسية واحدة وهي كما سبق، الحصول على نموذج مجسم من صورتين متداخلتين عن طريق إعادة تشكيل المنظر من تقاطع الأشعة المكونة للصورتين ثم الحصول على القياس والرسم للمعالم من هذا النموذج، وتختلف هذه المراحل في تقنيات تنفيذ هذه الفكرة وذلك بزيادة الدقة وتقليل الاعتماد على المشغل وإمكانية التعامل مع أنواع متعددة من الصور في كل مرحلة عن سابقتها.





١ أجهزة الرسم التجسيمي التماثلية
Analogue Stereoplotters

↓

٢ أجهزة الرسم التجسيمي التحليلية
Analytical Stereoplotters

↓

٣ أجهزة الرسم التجسيمي الرقمية
Digital Stereoplotters

٥ -١ -٣ أجهزة الرسم التجسيمي التماثلية

يتم تقسيم هذا النوع من الأجهزة إلى ثلاثة أنواع رئيسية طبقا لنوع نظام الإسقاط كما يلي:

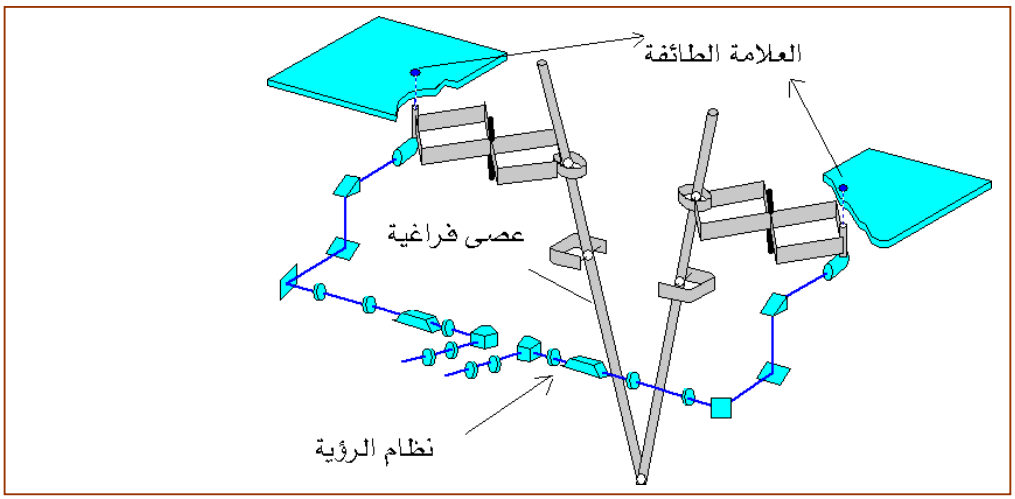
١) أجهزة الرسم التجسيمي ذات نظام الإسقاط الضوئي المباشر

هذا النوع من أجهزة الرسم التجسيمي ذات الإسقاط الضوئي المباشر، الشكل٥ -٣، يكون نموذجا مجسما حقيقيا ذا ثلاثة أبعاد و ذلك بواسطة إسقاط الصور الشفافة من خلال عدسات الإسقاط و في هذا النوع يتكون النموذج المجسم من تقاطع الأشعة الضوئية للأشكال المتطابقة في الصورة الزجاجية اليمنى و الصورة الزجاجية اليسرى و مستخدم الجهاز يمكنه أن يرى النموذج المجسم مباشرة و أخذ القياس عليه و ذلك باستقبال الأشعة على قرص أبيض يوجد في مركزه علامة القياس، و مثال هذا النوع من الأجهزة جهاز الكيلش وجهاز الملتيبلكس ويمكن للمشغل الرؤية المجسمة في هذا الجهاز باستخدام أياً من طرق الأبصار المجسم بتلاقي محاور العين كطريقة الألوان المتكاملة أو الإضاءة المستقطبة أو الرؤية التبادلية.

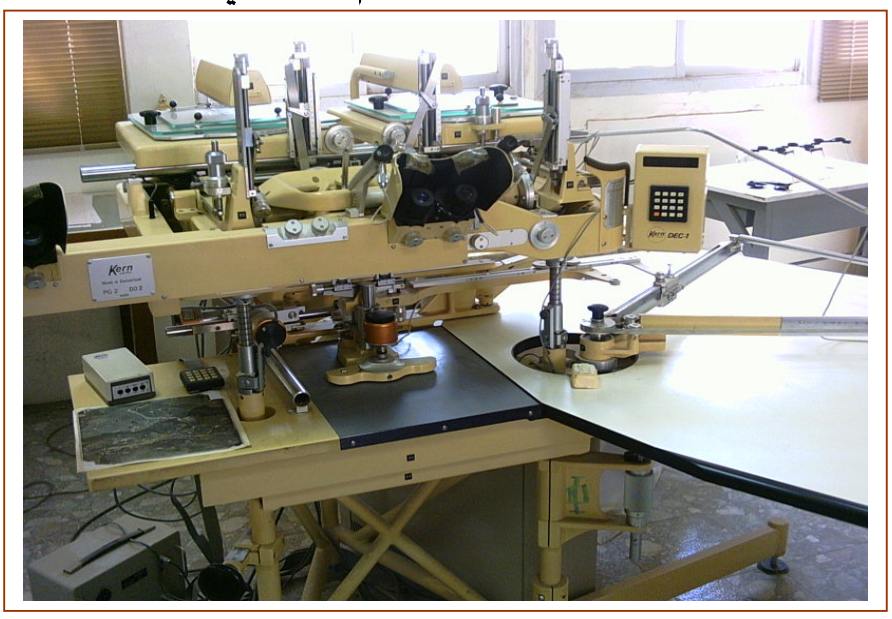
الشكل: ٥ -٣ جهاز رسم تجسيمي بنظام إسقاط ضوئي مباشر (الكلش)

٢) أجهزة الرسم التجسيمي ذات نظام الإسقاط الميكانيكى

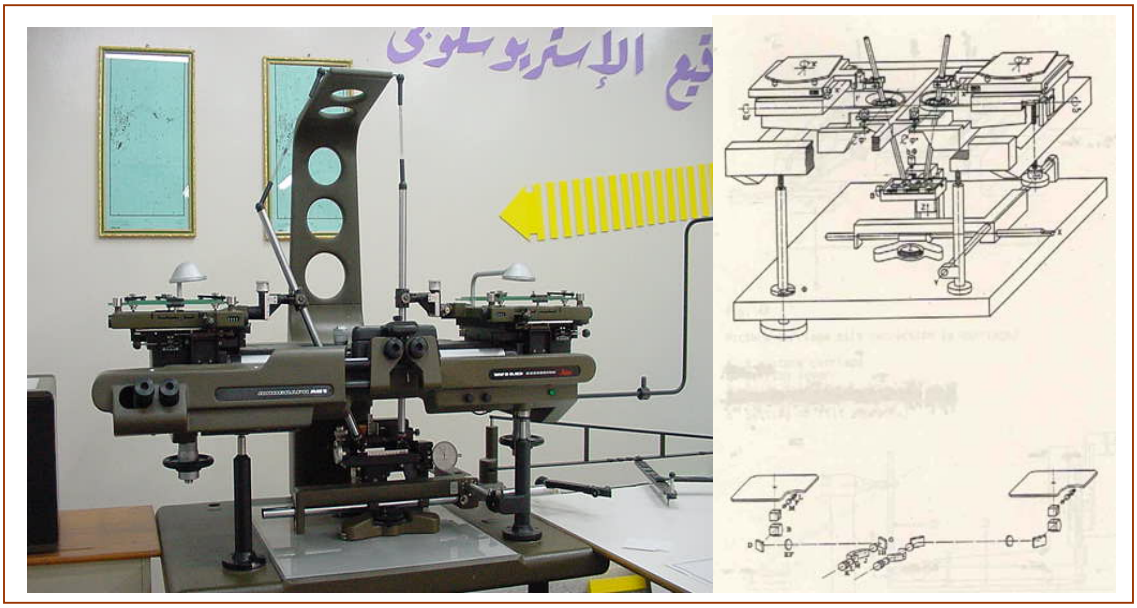
في هذا النوع من الأجهزة يتم تمثيل الأشعة الضوئية بواسطة قضبان معدنية تسمى بالعصي الفراغية، الشكل٥ -٤، ويمكن رؤية المنظر المجسم بطريقة توازي محاور المنظر باستخدام مجموعة من المرايا والعدسات والمواشير، وسوف يتم التعامل عمليا في هذا المقرر مع هذا النوع من الأجهزة. الأشكال ٥ -٥، ٥ -٦، تبين بعض النماذج لهذه الأجهزة.



الشكل: ٥ -٤ مبدأ عمل أجهزة الرسم التجسيمي الميكانيكية

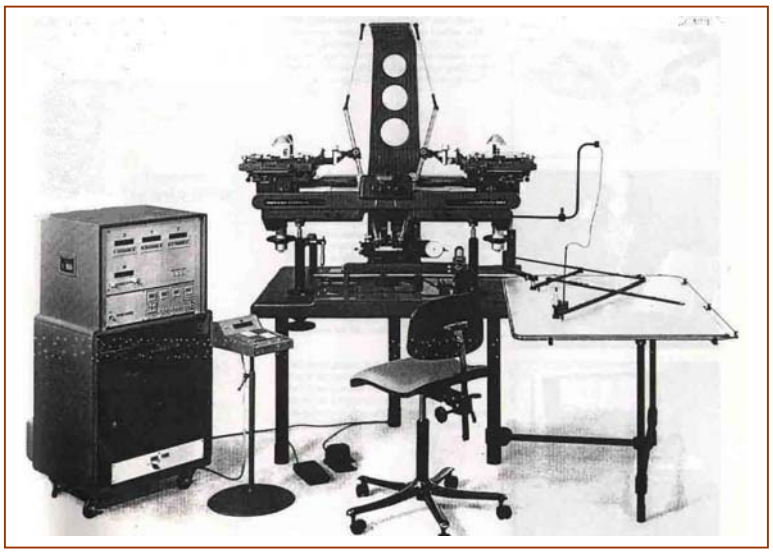


الشكل: ٥ -٥ صورة جهاز رسم تجسيمي ميكانيكي (Kern PG21)



الشكل: ٥ -٦ صورة جهاز Wild AG1 و رسم تخطيطي للتوضيح

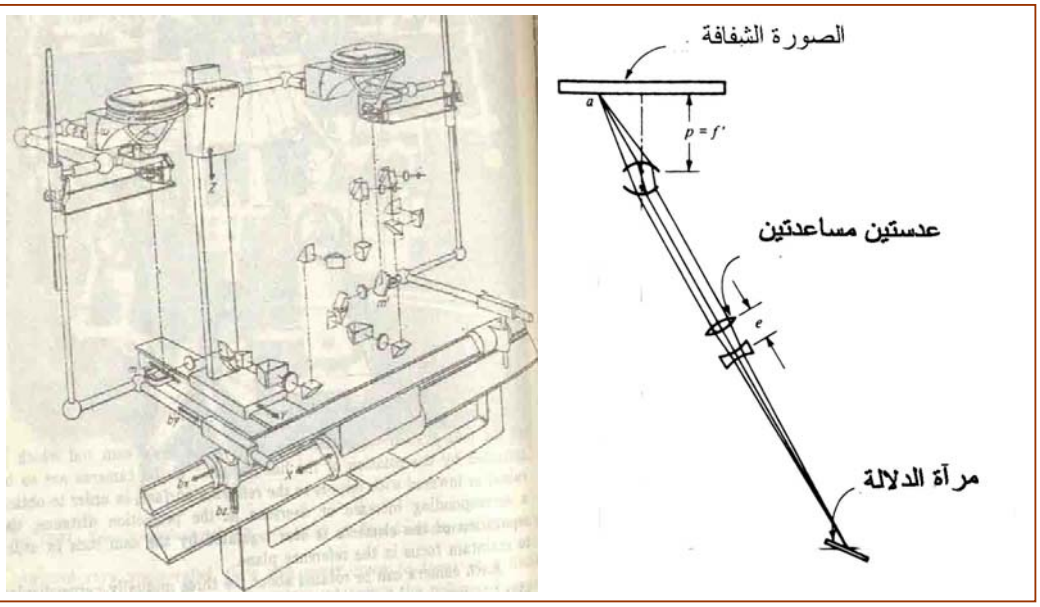
ويمكن تطوير أجهزة الرسم التجسيمي الميكانيكية بإضافة عدادات تقيس الحركة بالاتجاه السيني والصادي بالإضافة إلى عداد الارتفاع وبواسطة وحدة تحكم يمكن التعامل مع قراءات العدادات عن طريق الحاسب الآلي و استخدامها للحسابات أو للرسم، الشكل٥ -٧.



الشكل: ٥ -٧ صورة لجهاز Wild AG1 مضاف إليه وحدة حساب الإحداثيات

٣) أجهزة الرسم التجسيمي ذات نظام الإسقاط الضوئي الميكانيكي

فكرة هذا النوع من الأجهزة تتلخص في نقل الأشعة من الصورة ضوئياً باستخدام عدسة إسقاط وعدسات مساعدة لتوضيح الصورة إلى مرآة تسمى مرآة الدلالة حيث تكون هذه الأجزاء مثبتة بوصلات ميكانيكية، ويتصل بمرآة الدلالة مجموعة متتالية من البصريات حتى تصل الأشعة لعدسات عينية يمكن من خلالها الرؤية، الشكل ٥ -٨.

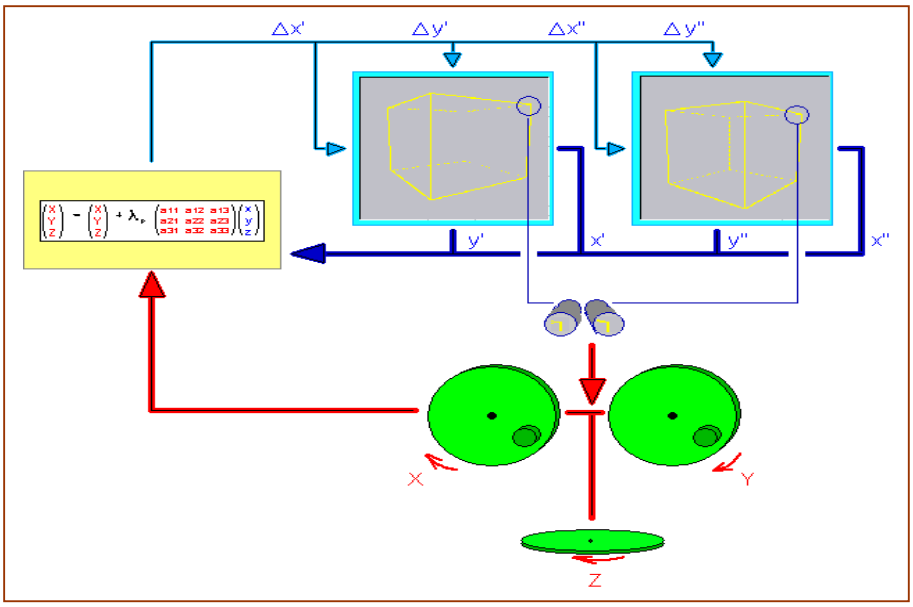


الشكل: ٥ -٨ فكرة عمل أجهزة الرسم التجسيمي ذات الإسقاط الضوئي الميكانيكي

تدريب عمل ٥ -١

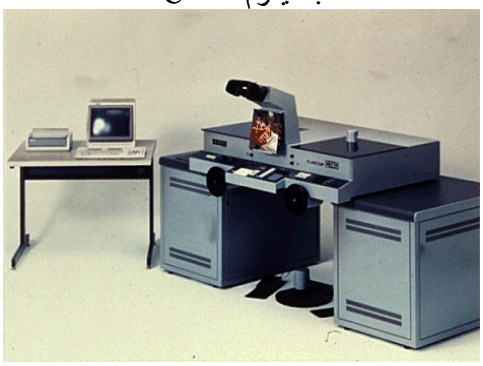
٥ -١ -٤ أجهزة الرسم التجسيمي التحليلية

الأجهزة التحليلية تعتمد في نظام تشغيلها على الحاسب الآلي حيث يتم توظيف برامج متخصصة لقياس الإحداثيات من الصورة ثم حساب عناصر التوجيه رياضيا ثم القيام بعملية التوجيه ذاتيا وتكوين النموذج المجسم، وكذلك التحكم بالحاسب الآلي في عمليات القياس من النموذج و رسم الخرائط المساحية سواء كانت تفصيلية أو كانت طبوغرافية و الشكل ٥ -٩، يبين رسم تخطيطي لأجزاء جهاز رسم تجسيمي تحليلي، و من أمثلة الأجهزة التحليلية جهاز زايس C100 وجهاز وايلد BC3 وجهاز كيرن DSR11 و جهاز بلانيكوم C ١٤٠ و جهاز quasco1، الشكل ٥ -١٠.

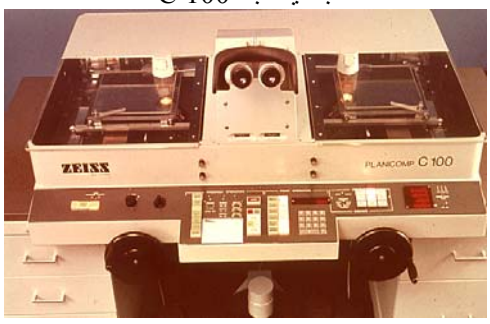


الشكل: ٥ -٩ رسم تخطيطي لأجزاء جهاز رسم تجسيمي تحليلي

بلانيكوم C ١٤٠



بلانيكمب C 100



quasco1

BC-2

الشكل: ٥ -١٠ أمثلة على بعض أجهزة الرسم التجسيمي التحليلية

٥ -١ -٥ أجهزة الرسم التجسيمي الرقمية

هي أحدث وأفضل الأنواع من حيث الدقة ومرونة التعامل مع الصور، الشكل ٥ -١١، فهي تعتبر تطويرا للأجهزة التحليلية فتم الاستغناء عن العنصر البشرى في تشغيل كثير من المهام والعمليات و ذلك باستخدام برامج خاصة للتعرف على الأهداف الموجودة في الصورتين المستخدمتين ذات الهيئة الرقمية و تكوين النموذج المجسم و أخذ القياسات، حيث يتم عرض النموذج المجسم على شاشة الحاسب الآلي بإحدى طرق الأبصار المجسم، وباستخدام ماوس ثلاثية الأبعاد يمكن رسم المعالم والقياسات بالارتباط مع برنامج رسم مساعد، ويمكن لهذه الأجهزة إنتاج الصورة المصححة وكذلك رسم خطوط الكنتور وعمل نماذج التضاريس الأرضية آلياً، وسوف يتم التعامل مع هذا النوع من الأجهزة في مقرر المساحة الجوية الرقمية في السنة الثالثة إن شاء الله تعالى.

الشكل: ٥ -١١ جهاز رسم تجسيمي رقمي

٥ -١ -٦ مميزات أجهزة الرسم التجسيمية التحليلية والرقمية

١) الأجهزة التحليلية تكون النموذج المجسم باستخدام المعادلات وليس باستخدام تقاطع الأشعة البصرية مباشرة أو تقاطع الأذرع المعدنية الممثلة للأشعة و بذلك فإن النموذج المجسم يكون خالياً من الأخطاء الناشئة من استخدام الأجزاء الميكانيكية لتمثيل الأشعة أو الناتجة من استخدام العدسات لإسقاط الأشعة.

٢) الأجهزة التحليلية تستخدم برامجاً تطبيقية متخصصة حديثة لتصحيح الأخطاء الناتجة عن تشوه الفلم أو الانكسار الجوي أو كروية الأرض و أيضا التشوه الناتج عن استخدام العدسات في عملية التصوير مما يعطى نتائجاً عالية الدقة إذا ما قورنت بالنوعيات السابقة من الأجهزة.

٣) الأجهزة التحليلية تستخدم تطبيقات نظرية الأخطاء للاستفادة من الأرصاد الزائدة المتوفرة و ذلك للحصول على مستويات عالية في دقة العمل النهائية.

٥) تتميز الأجهزة الرقمية عن التحليلية والميكانيكية بمرونة نقل الأجهزة من مكان إلى آخر لعدم وجود أجزاء ميكانيكية.

٥ -٢ نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوي Ground Control Point

لن يتم الاعتماد على العمل المساحي أو قبوله إلا إذا كان هذا العمل صحيحا مطابقا للحقيقة ويكون العمل المساحي مطابقا للحقيقة بعد ضبط الأرصاد و تصحيحها تبعا للقوانين و القواعد الخاصة بكل موضوع.

بالنسبة لأعمال المساحة التصويرية الجوية نحتاج إلى حلقة وصل لربط النموذج المجسم بالواقع حتى نتمكن من ضبط النموذج المجسم و تصحيحه ليكون مطابقا للحقيقة و بهذا يمكن الاعتماد على النتائج الخارجة منه. و حلقة الوصل هذه هي ما يسمى نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوي.

٥ -٢ -١ تعريف نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوي

هي النقاط الموجودة على سطح الأرض ومعلوم لها الإحداثيات الأفقية (x, y) أو الرأسية (z) أو هما معا و يمكن التعرف عليها على الصور الجوية وفي النموذج المجسم.

٥ -٢ -٢ أهمية نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوي

نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوي مهمة جدا لأنها تستخدم في ضبط و توجيه الصور و النموذج المجسم ليصبح مطابقا للحقيقة و من ثم تنطبق كل الأهداف و المعالم الموجودة في النموذج المجسم على مثيلاتها الموجودة على الأرض و بهذا نضمن تطابق المعلومات و البيانات و الخرائط الناتجة من النموذج المجسم مع الحقيقة و صحتها.

٥ -٢ -٣ أنواع نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوي

بناء على الإحداثيات المعلومة لنقطة الضبط الأرضي للمسح الجوي تم تصنيفها إلى الأنواع التالية:

١) نقاط ضبط أفقية (مستوية)

هي النقاط التي يكون معلوم لها الإحداثيات الأفقية (x, y) وذلك بالنسبة لنقطة الأصل فقط.

٢) نقاط ضبط رأسية

هي النقاط التي يكون معلوم لها المنسوب (z) فقط وذلك بالنسبة لمستوى سطح المقارنة و غالبا يكون سطح البحر.

٣) نقاط ضبط أرضي للمسح الجوى كاملة

هي النقاط التي يكون معلوم لها الإحداثيات الأفقية و الرأسية (x ,y z،) معا في نفس الوقت و هي في هذه الحالة تستخدم كبديل للنوعين السابقين، بمعنى أنها تكون مزدوجة.

٥ -٢ - ٤ طرق الحصول على نقاط الضبط الأرضي.

يمكن الحصول على نقاط للضبط الأرضي بالوسائل التالية:

١) من شبكات المثلثات والمضلعات بطرق المسح الأرضي.

٢) الرصد باستخدام جهاز الـــGPS.

٣) القياس من خرائط سابقة.

٤) تكثيف النقاط عن طريق التثليث الجوي.

٥ -٢ -٥ شروط اختيار نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوي

إن نقطة الضبط الأرضي للمسح الجوي التي سوف تستخدم في ضبط النموذج المجسم يجب أن تتوفر فيها عدة شروط حتى نضمن باستخدامها الحصول على النموذج المجسم الصحيح الحقيقي الذي يكون متطابقا مع الواقع تماما و حتى يمكننا الاعتماد على جميع النتائج المستخرجة من هذا النموذج و هذه الشروط هي:

١) أن تكون موزعة توزيعاً مناسباً على النموذج المجسم (في الأماكن المعيارية).

٢) أن يكون من السهل التعرف على النقطة في الصور و تكون مميزة و محددة حتى لا يحدث خطأ عند استخدامها.

ويفضل أن تكون النقطة في موقع يتكرر في عدة صور لإمكانية استخدامها أكثر من مرة.

٥ -٢ -٦ أمثلة على نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوي.

لكل نوع من أنواع نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوي يتوفر العديد من الأمثلة منها على سبيل المثال:

أ) أمثلة على نقاط الضبط الأرضي الأفقية.

إن أي هدف في الطبيعة يصلح ليكون نقطة مثلثات يمكن أن يكون مثال على نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوي الأفقية مثل:

١) نقطة تقاطع الطرق أو الممرات.

٢) أركان المباني المميزة.

٣) قمة الصخور المنفردة والمميزة.

٤) أغطية الصرف الصحي.

مع مراعاة عدم اختيار الأمثلة المكررة لتجنب حدوث الأخطاء.

ب) أمثلة على نقاط الضبط الأرضي الرأسية.

إن أي هدف في الطبيعة يكون ثابت المنسوب يصلح ليكون نقطة ضبط رأسي (ارتفاع) للمسح الجوي ومن أمثلة ذلك:

١) منطقة تقاطع الطرق أو الممرات.

٢) أسطح المباني المميزة ثابتة المنسوب.

٣) بقع الحشائش الخضراء.

مع مراعاة عدم اختيار المسطحات الكبيرة أو مناطق المنحدرات لتجنب حدوث الأخطاء في المناسيب.

تدريب عملي ٥ -٢

٥ -٣ نقاط الضبط الأرضي الاصطناعية

كما تحدثنا في الوحدة الرابعة يوجد العديد من المناطق التي لا تتوفر فيها نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوي مثل المناطق التي لم يتم إنشاء شبكات مساحية فيها مسبقا و مناطق المستنقعات و مناطق الغابات و المناطق الصحراوية و المناطق الجبلية ، و لهذا يجب الاستعاضة عن نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوي بإيجاد البديل لها و هو نقاط الضبط الأرضي الاصطناعية.

٥ -٣ -١ تعريف نقاط الضبط الأرضي الاصطناعية.

هي عبارة عن علامات بأشكال هندسية منتظمة يتم تثبيتها على الأرض قبل القيام بالتصوير و هذه العلامات يتم أيضا حساب إحداثياتها بالطرق المساحية الأرضية المعتادة. والعلامات الاصطناعية يمكن أن تصنع من الخشب أو الخرسانة أو الجير وذلك حسب التكلفة المتاحة للمشروع و مع مراعاة أن يكون لهذه العلامات لون مميز عن المنطقة التي تثبت فيها ليسهل التعرف عليها في الصور الجوية فيما بعد.

٥ -٣ -٢ الأشكال الهندسية للعلامات الاصطناعية.

يوجد العديد من الأشكال الهندسية للعلامات الاصطناعية ولكن من أشهر هذه الأشكال الهندسية ما يلي:

١) علامات اصطناعية على شكل علامة الجمع (+).

٢) علامات اصطناعية على شكل حرف (Y).

٣) علامات اصطناعية على شكل حرف (T).

و كل علامة تتكون من جزء مركزي للعلامة و حوله عدد من الأدلة ليسهل على المستخدم التعرف عليها في الصور الجوية أو في النموذج المجسم. كما أن أبعاد هذه الأجزاء يجب أن تحسب بناء على مقياس الرسم الخاص بالصور و الأبعاد المراد أن تظهر بها العلامة الاصطناعية على الصور.

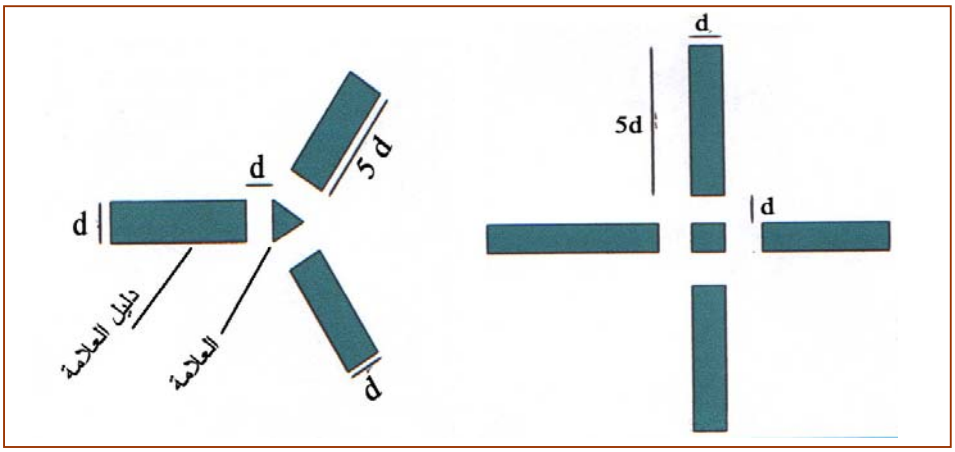
٥ -٣ -٣ تصميم العلامات الاصطناعية

إن العلامة الاصطناعية، الشكل ٥ -١٢، مهما كان شكلها فهي تتكون من جزئين أساسيين:

أ) الجزء المركزي للعلامة و هو إما مربع أو مثلث متساوي الأضلاع و طول ضلعه (d).

ب) دليل العلامة و هو يكون على شكل مستطيل طوله يساوى (d٥) و عرضه يساوى (d).

علما بأن المسافة التي تفصل بين الجزء المركزي للعلامة و دليل العلامة تساوي أيضا قيمة (d). و بناء على الأبعاد المطلوب ظهور العلامة الاصطناعية بها على الصور الجوية و كذلك مقياس الرسم الخاص بالصور الجوية يمكن تصميم أبعاد العلامة الاصطناعية على الأرض (D) بحيث تفي بالشكل المطلوب.



الشكل: ٥ -١٢ تصميم العلامات الاصطناعية

و يمكن حساب قيمة طول الجزء المركزي على الأرض (D) من القانون التالي:

$$D = d \times \frac{1}{S_p \times 1000} \qquad ١-٥$$

D : طول ضلع الجزء المركزى للعلامة على الأرض بالمتر

d : طول ضلع الجزء المركزي للعلامة على الصورة بالمليمتر

S_p : مقياس الصورة

مثال ٢ -٢

المطلوب تصميم الأبعاد للعلامة الاصطناعية على الأرض في أحد المشاريع للمسح الجوي إذا كان مقياس رسم الصور الجوية ١:١٢٠٠٠ على أن يظهر الجزء المركزي للعلامة على الصور بطول يساوي ٠,٠٤ملم.

الحل

$$D = d \times \frac{1}{S_p \times 1000} = 0.04 \times \frac{1}{\frac{1}{12000} \times 1000}$$

$$= 0.04 \times \frac{12000}{1000} = 0.48 \quad m$$

طول دليل العلامة $= 5 \times D = 0.48 \times 5 = 2.4$ m

٥ -٣ -٤ مزايا العلامات الاصطناعية

بناء على أن العلامات الاصطناعية قد تم اختيارها وتصميمها من حيث الشكل و الأبعاد و اللون مع ما يناسب طبيعة المنطقة التي سيتم تصويرها و مواصفات الصور الجوية الخاصة بالمشروع سنجد أن العلامات الاصطناعية تمتاز بما يلي:

١) تقلل من احتمالية الخطأ عند التعرف عليها و ذلك نظرا لتمييز شكلها الهندسي المعروف.

٢) تقلل من وقت العمل على الجهاز نظرا للتعرف عليها بسرعة و بسهولة.

٥ -٣ -٥ عيوب العلامات الاصطناعية

نظرا لعدم توفر نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوي و الاضطرار إلى تثبيت العلامات الاصطناعية كبديل لها قبل التصوير فإن هذه العلامات الاصطناعية سيكون لها عدة عيوب هي:

١) تزيد من التكلفة الإجمالية للمشروع نتيجة لمتطلبات تثبيتها من فريق عمل و مواد خام.

٢) تزيد من وقت تنفيذ المشروع بسبب تأخير التصوير الجوي حتى حساب عددها و تصميمها ثم تثبيتها.

٣) احتمالية عدم ظهورها في أنسب الأماكن تماما لضبط النموذج المجسم (في الأماكن المعيارية).

٤) احتمالية فقدها أو تحريكها في الفترة ما بين تثبيتها و حتى التصوير مما يتسبب في حدوث خطأ أثناء الاعتماد عليها في ضبط النموذج المجسم.

تدريب عملي ٥ -٣

٥ -٤ احتياجات النموذج المجسم من نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوي

لكي يتم ضبط النموذج المجسم فإننا نحتاج إلى عدد معين من نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوى من كل نوع حسب خطوة الضبط التي يتم تنفيذها و هذا العدد يجب أن يكون موزعا في النموذج المجسم في أماكن معينة لنصل إلى أعلى دقة ممكنة في ضبط النموذج المجسم، الشكل٥ -١٣.

وضبط النموذج المجسم يتم في خطوتين و لكل خطوة المتطلبات الخاصة بها كالتالي:

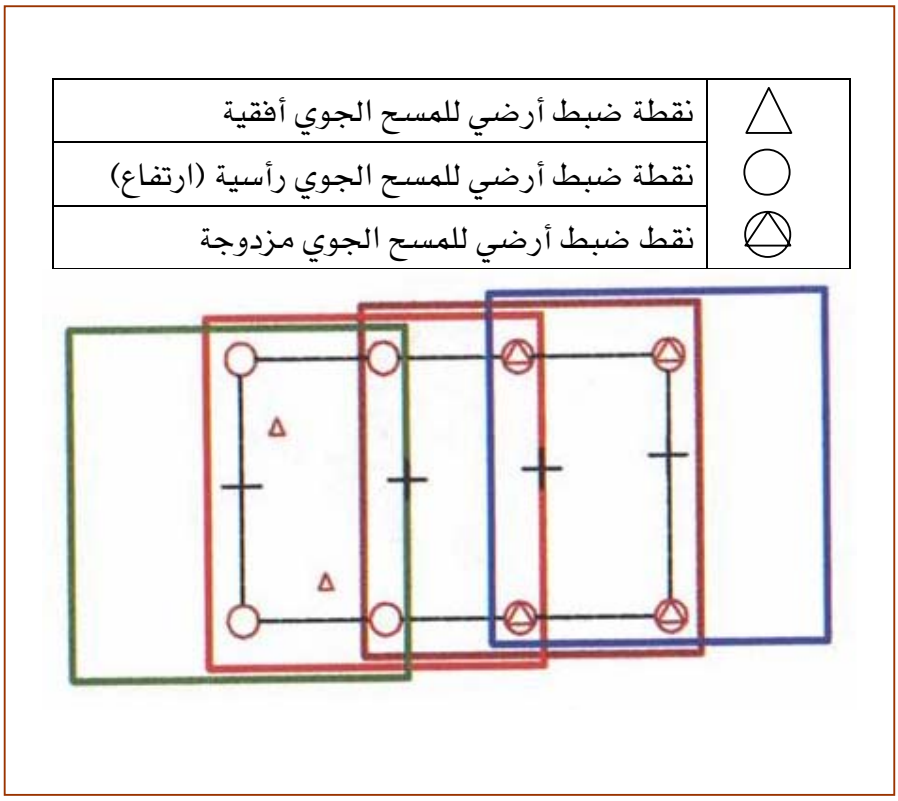
الخطوة الأولى: ضبط مقياس رسم النموذج المجسم "ضبط أفقية النموذج المجسم"

وفى هذه الخطوة يتم ضبط إحداثيات (y، x) للنموذج المجسم لتكون مطابقة لإحداثيات (y، x) على الأرض أي ضبط الطول و العرض و لتنفيذ هذه الخطوة نحتاج إلى نقطتين من نقاط الضبط الأرضي الأفقية و تضاف نقطة ثالثة للتحقيق على أن تكون هذه النقاط أبعد ما يمكن عن بعضها في النموذج المجسم قدر الإمكان.

الخطوة الثانية: ضبط مناسيب النموذج المجسم "تسوية النموذج المجسم"

في هذه الخطوة يتم ضبط الإحداثي (Z) للنموذج المجسم ليكون مطابقا للإحداثي (Z) على الأرض أي ضبط الارتفاعات و الانخفاضات، ولتنفيذ هذه الخطوة نحتاج إلى ثلاثة نقاط من نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوي الارتفاع و تضاف نقطة رابعة للتحقيق على أن تكون هذه النقاط موزعة في أركان النموذج المجسم قدر الإمكان.

وكلما توفر لدينا عدد أكبر من نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوى بأنواعها المختلفة تمكنا من زيادة دقة ضبط النموذج المجسم.



الشكل: ٥ -١٣ توزيع نقاط الضبط الأرضي المطلوبة لضبط النموذج

٥ -٥ ضبط الصور الجوية و تكوين النموذج المجسم

لكي نتمكن من الحصول على النموذج المجسم الحقيقي الصحيح يجب علينا تنفيذ عدة مراحل معينة و كل مرحلة تتكون من عدة خطوات و كل هذه الأعمال تسمى عملية التوجيه.

٥ -٥ -١ تعريف عملية التوجيه

هي جميع الخطوات التي يجب تنفيذها على الصور ثم الجهاز ثم على النموذج المجسم لنحصل على النموذج المجسم الصحيح المطابق للحقيقة حتى يمكننا أن نعتمد على النتائج المستخرجة منه سواء كانت عددية أو خطية.

٥ -٥ -٢ مراحل تنفيذ عملية التوجيه

يتم تنفيذ عملية التوجيه في ثلاث مراحل و لكل مرحلة من هذه المراحل الخطوات التي يتم تنفيذها بها و كذلك فإن لكل مرحلة الأجزاء و المفاتيح من الجهاز التي تستخدم أثناء تنفيذها و هذه المراحل الثلاثة بالترتيب هي:

١) مرحلة التوجيه الداخلي

وهى الخطوات التي يتم تنفيذها على الصور بشكل فردي لوضعها في المكان المخصص لها بالجهاز بالطريقة الصحيحة.

٢) مرحلة التوجيه النسبي

وهى الخطوات التي يتم تنفيذها على الصورتين لتكوين النموذج المجسم بداخل الجهاز.

٣) مرحلة التوجيه المطلق

وهى الخطوات التي يتم تنفيذها على النموذج المجسم المتكون بداخل الجهاز حتى يكون هذا النموذج المجسم حقيقيا صحيح الأبعاد مطابقا للطبيعة.

٥ -٦ مرحلة التوجيه الداخلي

٥ -٦ -١ تعريف مرحلة التوجيه الداخلي

هي المرحلة الأولى من مراحل عملية التوجيه و هي عبارة عن الخطوات الواجب تنفيذها حتى نتمكن من تثبيت الصورتين في الجهاز في المكان الخاص بهما بنفس الوضع و الكيفية لهما أثناء لحظة التصوير. وهذا يعني استعادة العلاقات الهندسية مثل وضع الأشعة الساقطة على الفلم و المحور الضوئي لعدسة كاميرا التصوير.

٥ -٦ -٢ خطوات تنفيذ مرحلة التوجيه الداخلي:

لكي تتم مرحلة التوجيه الداخلي يجب تنفيذ الخطوات التالية:

أ) تجهيز الصور الموجبة

المقصود بهذه الخطوة هي الحصول على الصور الجوية المعالجة والمصححة من التشويه أثناء الطباعة و التي سيتم العمل بها في الجهاز و التحقق من توفر الشروط اللازمة للعمل بها من ترقيم للصورتين و أيضا نسبة التداخل ثم قياس متوسط طول خط القاعدة الجوي من على الصورتين الجويتين المطبوعتين على الورق ثم حساب المتوسط لها لأنها مطلوبة فيما بعد.

ب) تثبيت الصورتين في وحدتي العرض بالجهاز

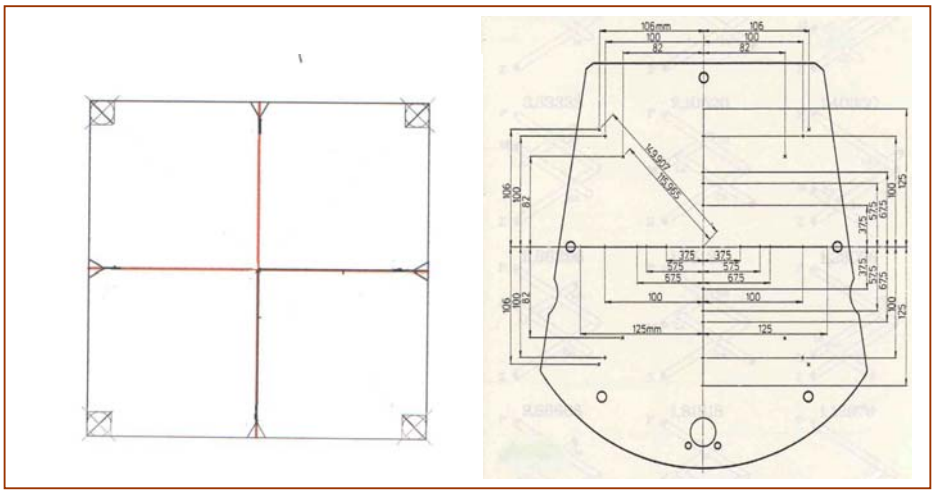
يوجد لكل صورة المكان الخاص بها في الجهاز و يجب تثبيتها بالطريقة الصحيحة بحيث تقع نقطة الأساس للصورة المستخدمة على المحور الضوئي لوحدة العرض و هذا يتحقق عندما تنطبق العلامات الموجودة على الصورة الجوية "العلامات الضلعية و العلامات الركنية" على العلامات المناظرة لها على اللوح الزجاجي الخاص بوحدة العرض التي سيتم تثبيت الصور عليها. و الشكل ٥ -١٤، يوضح الصورة الجوية و عليها علامات الضبط الضلعية و الركنية وكذلك يوضح نموذجاً لأحد الألواح الزجاجية و عليه العلامات المناظرة للعلامات الضلعية و العلامات الركنية. علما بأنه عند تنفيذ هذه الخطوة يجب مراعاة الآتي:

- وضع الصورتين الجويتين بالشكل الصحيح المناسب للجهاز المستخدم من حيث كون التداخل للداخل أو للخارج.

- وضع الطبقة الحساسة للصور لأعلى إذا كانت الصورة أعدت بطريقة التلامس المباشر. و إذا كانت الصور أعدت بطريقة الإسقاط فتوضع بحيث تكون الطبقة الحساسة لأسفل. ويمكن أن نعرف طريقة إعداد الصورة من المعلومات المرفقة مع الصورة الجوية من الشركة الموردة للصور.

- استخدام اللوحة المضيئة الملحقة مع الجهاز والمعدة خصيصا لهذا الغرض وضبط جميع علامات الصورة على جميع علامات اللوح الزجاجي بدقة عالية باستخدام العدسات المرفقة باللوحة المضيئة لتجنب الأخطاء فيما بعد.

- ربط مشابك اللوح الزجاجي جيدا ثم التأكد من صحة ضبط العلامات مرة أخرى قبل إعادة اللوح الزجاجي لمكانه بالجهاز.



الشكل: ٥ -١٤ العلامات الموجودة على الصورة و مكان وضع الصورة على اللوح الزجاجي

تدريب عملي ٥ -٤

ج) ضبط القراءة على تدريج المسافة الأساسية

في هذه الخطوة نجعل قيمة القراءة على مفتاح المسافة الأساسية (البعد البؤري) لوحدة العرض بالجهاز تتساوى مع المسافة الأساسية المصححة للصورة المثبتة عليها. علما بأن المسافة الأساسية المصححة ترفق غالبا ضمن البيانات الخاصة المسجلة على هامش الصورة إما بالكتابة على هامش الصورة أو ضمن البيانات المسجلة المرفقة مع الصورة.

تدريب عملي ٥ -٥

٥ -٧ مرحلة التوجيه النسبي

في مرحلة التوجيه الداخلي كنا نتعامل مع الصور الجوية بشكل فردي و مستقل أما في مرحلة التوجيه النسبي فسيكون تعاملنا مع كل صورة بالنسبة للصورة الأخرى.

٥ -٧ -١ تعريف مرحلة التوجيه النسبي

هي المرحلة الثانية من مراحل عملية التوجيه و هي عبارة عن الخطوات الواجب تنفيذها لإعادة الوضع النسبي الصحيح بين الصورتين الجويتين في الجهاز كما كان في الطبيعة لحظة التصوير ولتحقيق هذا الوضع الصحيح يجب تحريك الصور في الجهاز.

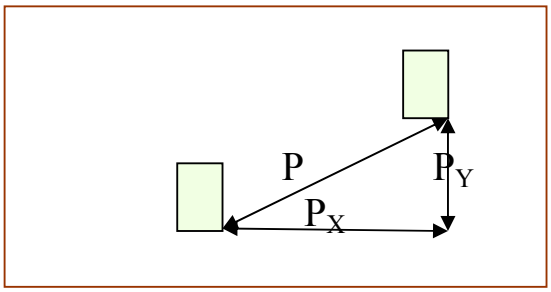
و عند تحقق الوضع النسبي الصحيح بين الصورتين الجويتين في الجهاز سوف نحصل على الرؤية المجسمة لمنطقة التداخل بين الصورتين المستخدمتين.

و إذا لم تتكون الرؤية المجسمة فهذا يعني أن الوضع النسبي بين الصورتين مازال غير صحيح أي أنه غير مطابق للحظة التصوير وذلك يعني أيضا أن خطوات التوجيه النسبي لم تكتمل بعد و أن هناك ما يمنع تكونها و هو ما يسمى بالانفصام (البارلاكس).

بمعنى أنه للحصول على الرؤية المجسمة يجب التغلب على "إزالة" الانفصام كاملا من الجهاز وهذا يتم عند إزالة الانفصام عند خمس نقاط معينة في منقطة التداخل بين الصورتين" هي ما يسمى بالنقاط المعيارية في النموذج".

٥ -٧ - ٢ الانفصام (البارلاكس)

هو عبارة عن عدم الاندماج الاستريوسكوبي في الشكل أو المنظر الذي نراه من العدستين معا ويتمثل في وجود صورتين للمعلَم الذي نراه و يرمز له بالرمز " p " و بوجوده لا يمكن الحصول على الرؤية المجسمة، الشكل٥ - ١٥.



الشكل: ٥ - ١٥ الانفصام ومركباته

مركبات الانفصام(البارلاكس)

للانفصام مركبتان كما في الشكل ٥ - ١٥:

أ) انفصام في الاتجاه السيني ويرمز له بالرمز "P_X" وهو في اتجاه خط الطيران و هذا النوع يتم إزالته بسهولة و ذلك بتحريك عجلة الارتفاع لأعلى أو لأسفل.

ب) انفصام في الاتجاه الصادي ويرمز له بالرمز "P_Y" وهو في اتجاه عمودي على خط الطيران و هذا النوع يتم إزالته بصعوبة و ذلك بعد تنفيذ مرحلة التوجيه النسبي كاملة.

٥ -٧ -٣ الحركات المتاحة لوحدة العرض في أجهزة الرسم التجسيمي

حتى نتمكن من تصحيح الوضع النسبي للصورتين في الجهاز فنحن نحتاج إلى إمكانية تحريك كل من الصورتين. و وحدة العرض بالجهاز توفر لنا هذا من خلال إمكانيتها أن تتحرك في شكل مجموعتين من الحركة هما:

أولا: مجموعة الحركات الانتقالية

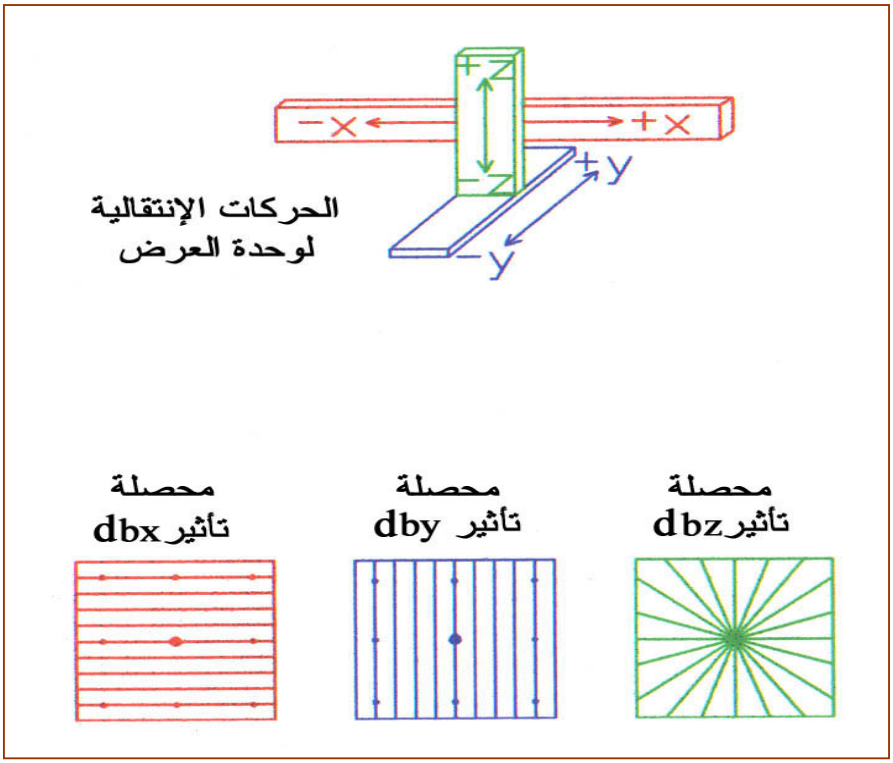
هي عبارة عن انتقال وحدة العرض من موضعها إلى موضع جديد و يوجد منها ثلاث حركات هي:

١) حركة انتقالية في اتجاه محور السينات و تسمى b_x .

٢) حركة انتقالية في اتجاه محور الصادات و تسمى b_y .

٣) حركة انتقالية في اتجاه محور الارتفاع و تسمى b_z .

و يسمى الجزء الصغير من هذه الحركة db_x ، db_y ، db_z على الترتيب. الشكل ٥ -١٦، يوضح الحركات الانتقالية المتاحة لوحدة العرض بالجهاز، و محصلة التأثير للحركة على أجزاء الصورة بالجهاز.



الشكل: ٥ -١٦ الحركات الانتقالية لوحدة العرض وتأثيرها على الصورة

ثانيا: مجموعة الحركات الدورانية

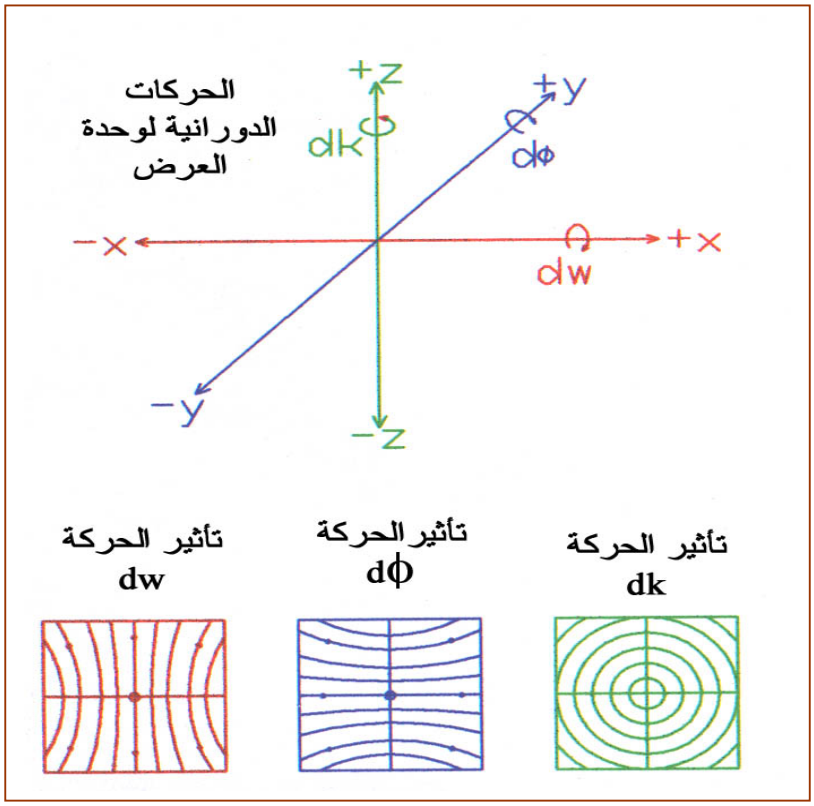
هي عبارة عن دوران وحدة العرض في موضعها حول أحد محاور الفراغ و لذلك يوجد منها ثلاث حركات هي:

١) حركة دورانية حول إتجاه محور السينات و تسمى أوميجا و رمزها ω .

٢) حركة دورانية حول إتجاه محور الصادات و تسمى فاي و رمزها ϕ.

٣) حركة دورانية حول إتجاه محور الارتفاع و تسمى كابا و رمزها K.

و يسمى الجزء الصغير من هذه الحركة dω ، dϕ ، dK على الترتيب. شكل ٥ -١٧، يوضح الحركات الدورانية المتاحة لوحدة العرض بالجهاز، و محصلة التأثير للحركة على أجزاء الصورة بالجهاز.



الشكل: ٥ -١٧ الحركات الدورانية لوحدة العرض وتأثيرها على الصورة

٥ -٧ -٤ النقاط المعيارية الستة

لقد تم توزيع عدة نقاط على النموذج المجسم بشكل هندسي ثابت و متعارف عليه دوليا بحيث إذا تم إزالة الانفصام عند هذه النقاط يكون قد تم إزالته من النموذج كله وعدد هذه النقاط ستة و تسمى النقاط المعيارية الستة.

توزيع النقاط الست المعيارية على النموذج المجسم

الشكل٥ -١٨ يوضح مواقع النقاط المعيارية من المساحة التجسيمية الصافية" **Neat Model** "حيث إن:

النقطة رقم (١) هي نقطة الأساس للصورة اليسرى وهى تقع في منتصف المساحة التجسيمية الصافية جهة اليسار.

النقطة رقم (٢) هي نقطة الأساس للصورة اليمنى وهى تقع في منتصف المساحة التجسيمية الصافية جهة اليمين.

والمسافة بين النقطتين (١) و (٢) تساوي متوسط طول خط القاعدة الجوي للصورتين.

النقطة رقم (٣) تقع بعيدا عن المستخدم و تكون جهة اليسار من المساحة التجسيمية الصافية.

النقطة رقم (٤) تقع بعيدا عن المستخدم و تكون جهة اليمين من المساحة التجسيمية الصافية.

والمسافة بين النقطتين (٣) و (٤) تساوي تقريباً متوسط طول خط القاعدة الجوي للصورتين.

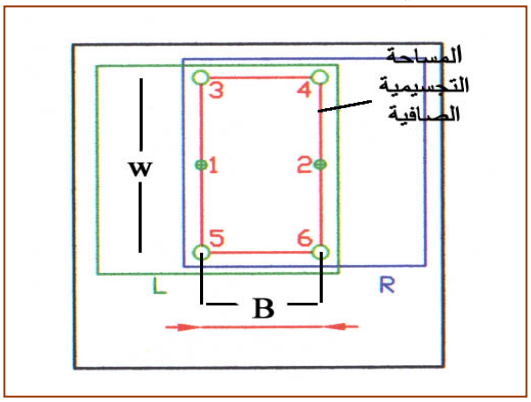
والمسافة بين النقطتين (١) و (٣) تساوي تقريباً نصف المسافة بين خطي الطيران(w/2).

والمسافة بين النقطتين (٢) و (٤) تساوي تقريبا نصف المسافة بين خطي الطيران(w/2).

النقطة رقم (٥) تقع قريبا من المستخدم و تكون جهة اليسار من المساحة التجسيمية الصافية.

والنقطة رقم (٦) تقع قريبا من المستخدم و تكون جهة اليمين من المساحة التجسيمية الصافية.

والمسافة بين النقطتين (٥) و (٦) تساوي متوسط طول خط القاعدة الجوي للصورتين.



الشكل: ٥ -١٨ النقاط المعيارية موزعة على المساحة التجسيمية الصافية Neat Model

٥ -٧ -٥ عناصر التوجيه النسبي

كما اتضح مما سبق أنه حتى نتمكن من الحصول على الرؤية المجسمة من الصورتين المثبتتين في الجهاز بعد الانتهاء من تنفيذ مرحلة التوجيه الداخلي كاملة فإننا نحتاج إلى تحريك وحدتي العرض لإزالة الاختلاف بين وضعي الصورتين في الجهاز ليصبح مماثلاً لوضع الصورتين لحظة التصوير و هذا يتم باستخدام الحركات المتاحة لوحدة العرض بالجهاز المستخدم.

هنا سنجد أمامنا ست حركات خاصة بالصورة الأولى (ثلاث حركات انتقالية و ثلاث حركات دورانية) وست حركات خاصة بالصورة الثانية أيضا. هذا يعنى أن الحركات المتاحة لتنفيذ مرحلة التوجيه النسبي عددها اثنا عشر حركة.

و بناء على التأثير الذي تتركه الحركة على أجزاء الصورة الخاصة بها و اختيار أنسب الحركات لإزالة الاختلاف عند النقاط المعيارية و التجارب التي أجريت بهذا الخصوص وجد أنه يمكن تنفيذ مرحلة التوجيه النسبي باستخدام خمس حركات فقط من الاثني عشر حركة المتاحة. علما بأن العناصر الخمسة التي سيتم اختيارها ستقوم بكل المتطلبات لتصحيح الوضع بين الصورتين. و اختيار الحركات الخمس التي سيتم تنفيذ مرحلة التوجيه النسبي بها يتوقف على الطريقة المستخدمة لذلك. و المبادئ المستخدمة في اختيار هذه العناصر.

مبادئ اختيار العناصر المستخدمة لتنفيذ مرحلة التوجيه النسبي

يراعى عند اختيار العناصر التي سوف تستخدم في تنفيذ مرحلة التوجيه النسبي (إزالة الانفصام الصادي من النموذج المجسم في الجهاز) الآتي:

(١) اختيار العنصر الذي له أكبر تأثير على الانفصام الصادي عند النقطة المختارة.

(٢) اختيار العنصر الذي لا يكون سبباً في إيجاد انفصام صادي جديد أو في زيادة الانفصام الصادي عند النقاط التي سبق إزالته عندها.

٥ -٧ -٦ طرق تنفيذ مرحلة التوجيه النسبي

يوجد العديد من الطرق التي يمكن تنفيذ بها مرحلة التوجيه النسبي "إزالة الانفصام الصادي". علما بأن في جميع الطرق التي سيتم شرحها يكون التغلب على الانفصام السيني بتحريك عجلة الارتفاع بالجهاز. (هذا ما سيحوله الجهاز إلى فروق بين النقاط في المناسيب).

الطريقة الأولى: بإستخدام عناصر انتقالية و دورانية معا

في هذه الطريقة يتم استخدام العناصر الانتقالية و الدورانية لوحدة عرض واحدة فقط و تكون العناصر الخمسة المستخدمة هي : (أوميجا ω و فاي ϕ و كبا κ , b_z , b_y ،) لوحدة العرض المستخدمة، وهنا يوجد حالتان إما استخدام عناصر وحدة العرض اليسرى فقط أو استخدام عناصر وحدة العرض اليمنى فقط و هذه العناصر يتم توزيعها على النقاط المعيارية كالآتي:

في حالة استخدام عناصر وحدة العرض اليسرى فقط تكون خطوات تنفيذ مرحلة التوجيه النسبي بالترتيب كالآتي:

إزالة الانفصام الصادي عند النقطة المعيارية رقم (١). باستخدام b_{y1}

إزالة الانفصام الصادي عند النقطة المعيارية رقم (٢) باستخدام K_1

إزالة الانفصام الصادي عند النقطة المعيارية رقم (٣) باستخدام b_{z1}

إزالة الانفصام الصادي عند النقطة المعيارية رقم (٤) باستخدام ϕ_1

إزالة الانفصام الصادي عند النقطة المعيارية رقم (٥) باستخدام ω_1 ثم يضاف نصف قيمته باستخدام ω_1 أي إحداث انفصام صادي في الجهة المعاكسة وبنصف القيمة وتسمى هذه الخطوة فوق التصحيح.

يتم تكرار الخطوات السابقة عدة مرات حتى ينعدم الانفصام الصادي عند النقطة رقم (٥).

يتم التحقق من تمام إزالة الانفصام الصادي من النموذج إذا لم يوجد انفصام صادي عند النقطة رقم (٦)، فذلك يعني أنه قد تم إزالة الانفصام الصادي كاملا من كل النموذج و هذا يعني أيضا تمام تنفيذ مرحلة التوجيه النسبي والحصول على الرؤية المجسمة.

و في حالة استخدام عناصر وحدة العرض اليمنى فقط تكون خطوات تنفيذ مرحلة التوجيه النسبي بالترتيب كالآتي :

إزالة الانفصام الصادي عند النقطة المعيارية رقم (٢). باستخدام b_{y2}

إزالة الانفصام الصادي عند النقطة المعيارية رقم (١) باستخدام K_2

إزالة الانفصام الصادي عند النقطة المعيارية رقم (٤) باستخدام b_{z2}

إزالة الانفصام الصادي عند النقطة المعيارية رقم (٣) باستخدام ϕ_2

إزالة الانفصام الصادي عند النقطة المعيارية رقم (٦) باستخدام ω_2 ثم يضاف نصف قيمته باستخدام ω_2 ،أي إحداث انفصام صادي في الجهة المعاكسة وبنصف القيمة وتسمى هذه الخطوة فوق التصحيح.

يتم تكرار الخطوات السابقة عدة مرات حتى ينعدم الانفصام الصادي عند النقطة رقم (٦).

يتم التحقق من تمام إزالة الانفصام الصادي من النموذج إذا لم يوجد انفصام صادي عند النقطة رقم (٥)، فذلك يعني أنه قد تم إزالة الانفصام الصادي كاملا من كل النموذج و هذا يعني أيضا تمام تنفيذ مرحلة التوجيه النسبي والحصول على الرؤية المجسمة.

الطريقة الثانية: باستخدام عناصر دورانية فقط

في هذه الطريقة يتم استخدام العناصر الدورانية فقط لوحدتي العرض معا و تكون العناصر المستخدمة هي (أوميجا٢ ω_2 ، فاي٢ ϕ_2 ، كبا٢ K_2 ، فاي١ ϕ_1 ، كبا١ K_1) وهذه العناصر يتم توزيعها على النقاط المعيارية كالآتي :

إزالة الانفصام الصادي عند النقطة المعيارية رقم (١). باستخدام K_2

إزالة الانفصام الصادي عند النقطة المعيارية رقم (٢) باستخدام K_1

إزالة الانفصام الصادي عند النقطة المعيارية رقم (٣) باستخدام ϕ_2

إزالة الانفصام الصادي عند النقطة المعيارية رقم (٤) باستخدام ϕ_1

إزالة الانفصام الصادي عند النقطة المعيارية رقم (٥) باستخدام ω_2 ثم يضاف نصف قيمته باستخدام ω_1 أو ω_2 ،أي إحداث انفصام صادي في الجهة المعاكسة وبنصف القيمة وتسمى هذه الخطوة فوق التصحيح.

يتم تكرار الخطوات السابقة عدة مرات حتى ينعدم الانفصام الصادي عند النقطة رقم (٥).

يتم التحقق من تمام إزالة الانفصام الصادي من النموذج إذا لم يوجد انفصام صادي عند النقطة رقم (٦)، فذلك يعني أنه قد تم إزالة الانفصام الصادي كاملا من كل النموذج و هذا يعني أيضا تمام تنفيذ مرحلة التوجيه النسبي والحصول على الرؤية المجسمة.

تدريب عملي ٥ -٦

٥ -٧ -٧ خطوات إعداد جهاز الرسم التجسيمي لتنفيذ مرحلة التوجيه النسبي

قبل البدء في تنفيذ خطوات مرحلة التوجيه النسبي يجب أن ننفذ الخطوات التالية حتى نتمكن من تنفيذ مرحلة التوجيه النسبي كاملة و هذه الخطوات هي:

١) تثبيت مفاتيح العناصر المستخدمة في تنفيذ مرحلة التوجيه النسبي على الأوضاع المبدئية لها.

هذا يعنى أن نجعل مؤشرات التدريجات الخاصة بمفاتيح العناصر المستخدمة في مرحلة التوجيه النسبي في منتصف التدريج الخاص بهذا العنصر حتى تتوفر لدينا فرصة تحريك المفتاح الخاص بالعنصر في إتجاه الزيادة أو النقص.

مثال: الأوضاع المبدئية (الصفرية) لمفاتيح العناصر المستخدمة في مرحلة التوجيه النسبي في الأجهزة هي كالآتي :

الوضع المبدئي(الصفري) لمفتاح	K_1	هو	٠٠٠,٠٠
الوضع المبدئي(الصفري) لمفتاح	K_2	هو	٠٠٠,٠٠
الوضع المبدئي(الصفري) لمفتاح	ω_1	هو	١٠٠,٠٠
الوضع المبدئي(الصفري) لمفتاح	ω_2	هو	١٠٠,٠٠
الوضع المبدئي(الصفري) لمفتاح	ϕ_1	هو	١٠٠,٠٠
الوضع المبدئي(الصفري) لمفتاح	ϕ_2	هو	١٠٠,٠٠

٢) تثبيت مفتاح قاعدة التصوير الجوي الخاص بالجهاز على القيمة المناسبة للمشروع

إن قيمة متوسط طول خط القاعدة الجوي التي يجب تثبيتها على المفتاح " B X" الخاص بها في الجهاز المستخدم يمكن الحصول عليها بإحدى طريقتين هما :

الطريقة الأولى وهى الحسابية. وهى باستخدام متوسط قاعدة التصوير الجوي على صورتين و مقياس رسم الصورة و مقياس رسم النموذج الحقيقي.

الطريقة الثانية و هي يمكن الحصول عليها من الجداول المرفقة مع الجهاز.

علما بأن القيمة التي سنحصل عليها بأي من الطريقتين ستكون تقريبية.

٣) اختيار العداد المناسب الخاص لقراءات المناسيب

طبقا لقيمة فرق المنسوب بين أعلى نقطة و أسفل نقطة في منطقة النموذج المجسم و كذلك الدقة المطلوبة لقراءة المناسيب (بالمتر أو بالديسيمتر) يتم اختيار العداد المناسب و المرفق ضمن ملحقات الجهاز.

٤) ضبط قاعدة الإبصار بالجهاز

وذلك حتى تتساوي مع قاعدة الإبصار عند مستخدم الجهاز و أيضا توضيح الرؤية حسب قوة الإبصار عند مستخدم الجهاز.

تدريب عملي ٥ -٧

٥ -٨ مرحلة التوجيه المطلق

بعد الانتهاء من تنفيذ كلٍ من مرحلة التوجيه الداخلي و مرحلة التوجيه النسبي نحصل على النموذج المجسم لمنطقة التداخل بين الصورتين الجويتين المستخدمتين في الجهاز. أي أننا سنتمكن من رؤية الأهداف في الجهاز بأبعادها الثلاثة (الطول و العرض و الارتفاع)، ولكن هذه الأبعاد الثلاثة لن تكون متطابقة تماما مع مثيلاتها في الطبيعة على الأرض. وسوف نحصل على التطابق التام بين ما هو موجود بالجهاز وما هو في الطبيعة بعد تنفيذ مرحلة التوجيه المطلق بشكل كامل.

٥ -٨ -١ تعريف مرحلة التوجيه المطلق

هي المرحلة الثالثة و الأخيرة من مراحل عملية التوجيه و هي عبارة عن الخطوات اللازم تنفيذها حتى تنطبق أبعاد النموذج المجسم الثلاثة (الطول و العرض و الارتفاع) في الجهاز على الأبعاد الثلاثة المناظرة لها على الأرض و بذلك يمكن الاعتماد على البيانات المستنتجة من النموذج أنها صحيحة مطابقة للحقيقة.

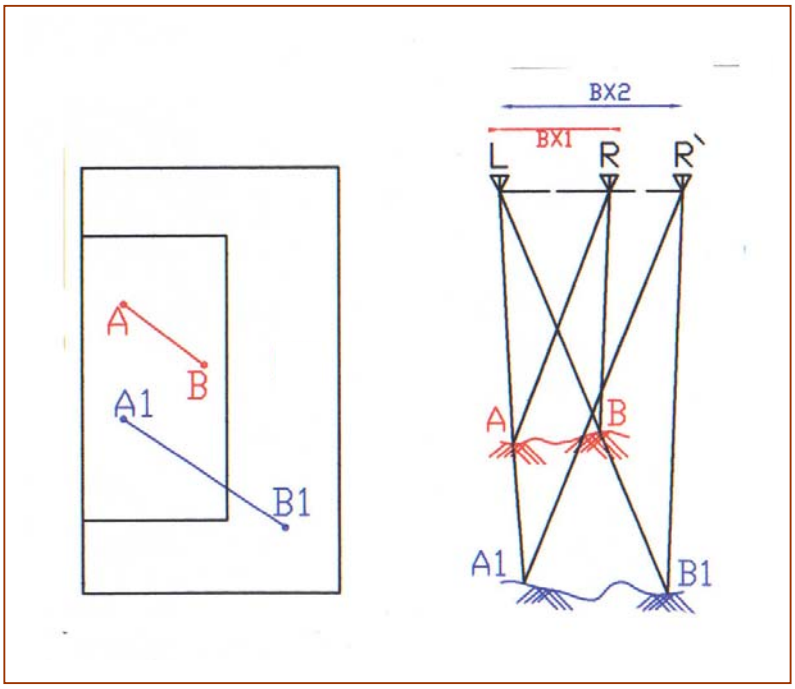
٥ -٨ -٢ خطوات تنفيذ مرحلة التوجيه المطلق

يتم تنفيذ مرحلة التوجيه المطلق في خطوتين اثنتين علما بأن كل خطوة يتم تنفيذها في عدة خطوات و لكل خطوة متطلبات و حسابات و مفاتيح خاصة بها في الجهاز وذلك حسب نوع الجهاز المستخدم. و هاتين الخطوتين بالترتيب و بشكل مبسط هما:

الخطوة الأولى: ضبط مقياس رسم النموذج المجسم

كما تم توضيحه سابقا في موضوع نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوى فإننا نحتاج لتنفيذ هذه الخطوة إلى ثلاث نقاط ضبط أرضى أفقية (أثنتين للضبط و الثالثة للتحقيق) و أن تكون أبعد ما يمكن عن بعضها البعض وفي هذه الخطوة يتم ضبط الطول و العرض للنموذج المجسم و هذا يعني ضبط مقياس الرسم للنموذج المجسم و بعد الانتهاء من تنفيذ هذه الخطوة ستكون كل القياسات الطولية (الطول أو العرض) للأهداف و الخرائط التفصيلية الناتجة من الجهاز صحيحة مطابقة للحقيقة من حيث الأطوال أو الاتجاهات. ويخصص لهذه الخطوة عدة مفاتيح بالجهاز منها "BX" وأخرى حسب نوع الجهاز المستخدم.

و الشكل ٥ -١٩، يوضح شكل النموذج المجسم و به اختلاف في مقياس الرسم عن المقياس الصحيح. حيث إن BX1 تشير إلى قيمة BX قبل التصحيح أما BX2 فهي تشير إلى قيمة BX المصححة التي تحقق قيمة مقياس الرسم الصحيح الحقيقي الذي يوفر لنا الأبعاد الصحيحة المتطابقة مع الواقع.



الشكل: ٥ -١٩ ضبط مقياس النموذج المجسم ليماثل الطبيعة

ولكي يتم ضبط مقياس رسم النموذج المجسم يجب تنفيذ الخطوات التالية:

١) حساب متوسط طول خط القاعدة الجوي بين الصورتين المستخدمتين ثم حساب قيمةBX التقريبية أو استنتاج قيمتها من الجداول المرفقة مع الجهاز وأيا من هاتين الطريقتين تكون حسب الجهاز المستخدم و ذلك حسب نوع الجهاز و المعادلات الخاصة به وأيضا الجداول المرفقة معه ثم تثبيت هذه القيمة التقريبية على مفتاح BX الخاص بها الموجود بالجهاز.

٢) اختيار قيمة مقياس رسم الخريطة و ذلك باختيار القيمة المناسبة لذلك من الكاتالوج الخاص بالبانتوجراف الملحق بالجهاز و تثبيت أذرع البانتوجراف على الوضع الذي يحقق تلك القيمة و بنفس الشكل الموضح في الكاتالوج.

٣) يتم اختيار نقطتين أفقيتين (من نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوي الأفقية التي ستستخدم) ثم تحديد مكانهما على اللوحة التي سيتم الرسم عليها باستخدام مقياس رسم الخريطة المطلوب الرسم به.

٤) توضع علامة القياس بالجهاز على إحدى النقطتين و نثبت اللوحة على البانتوجراف بحيث تكون النقطة المحددة على اللوحة تحت قلم الراسم بالضبط (يعني عند رؤية النقطة بالجهاز يكون نظيرها على اللوحة تحت قلم الراسم بالضبط) و لتكن هذه النقطة (A) مثلا.

٥) نتحرك بعجلة الارتفاع حتى نقف عند نقطة الضبط الأخرى و لتكن هذه النقطة (B) مثلا.

٦) نحرك اللوحة المثبتة على الراسم بحيث تظل النقطة الأولى ثابتة في نفس مكانها (تدوير اللوحة) و حتى تكون النقطة الثانية أقرب ما يمكن من مكانها بالجهاز أي أن الخط الواصل بين النقطتين الحقيقيتين ينطبق على نظيره في الجهاز ثم توقيع مكان النقطة الثانية.

٧) إذا كان المكان الخاص بالنقطة الثانية الموقعة من الجهاز للداخل أي أن الخط المرسوم بالجهاز أقل من الخط الموقع من قبل على اللوحة فهذا يعني أن مقياس رسم النموذج المجسم أصغر من المفروض و يجب تكبير قيمته (و العكس بالعكس)، و يتم ذلك بزيادة قيمة طول خط قاعدة النموذج بالجهاز وهذا بتحريك المفتاح الخاص بعنصر BX بالزيادة ثم نقارن بين الطول الجديد للخط بالنموذج و الطول الموقع سابقا على اللوحة، علما بأنه إذا تم تغيير قيمة BX فسوف يتغير موضع النقطة الأولى (A) ولهذا فيجب علينا أن نبدأ في تنفيذ الخطوات من جديد باستخدام القيمة الجديدة لقاعدة التصوير التقريبية بالجهاز.

٨) تُكرر الخطوات من الرابعة و حتى السابعة عدة مرات (طريقة المحاولة و الخطأ) حتى تنطبق النقطتان على نظيرتيهما بالنموذج المجسم بالجهاز تماما و في نفس الوقت فيكون الوضع الصحيح النهائي هو الخط A1B1 كما هو موضح بالشكل ٥ -١٩، (أي بتطبيق طريقة المحاولة و الخطأ حتى الوصول للوضع الصحيح المطلوب).

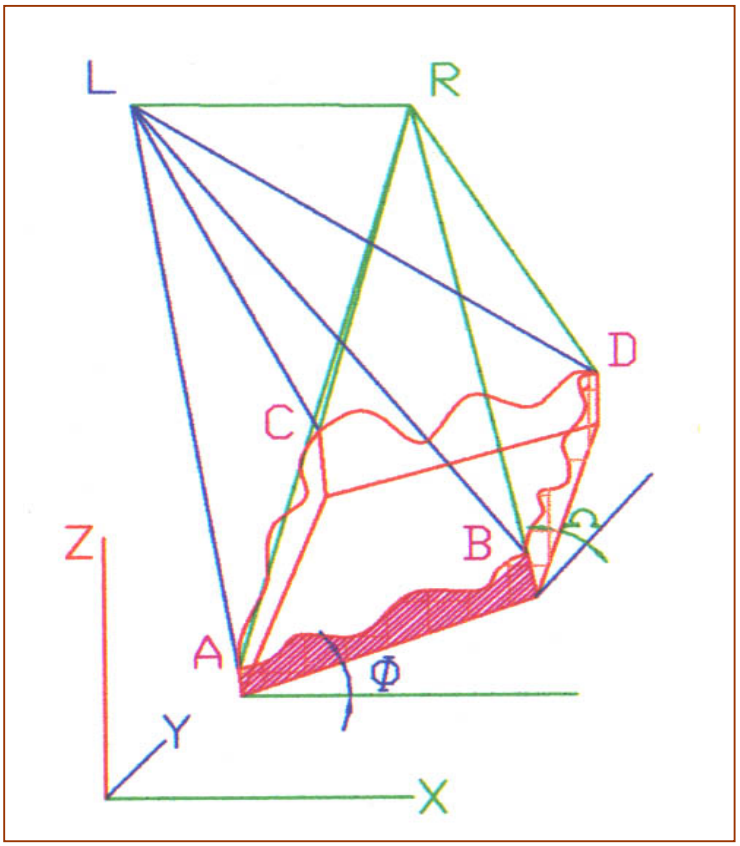
٩) يجب استخدام نقطة الضبط الأرضي للمسح الجوي الأفقية الثالثة للتحقيق من صحة ضبط مقياس النموذج المجسم و التي يفضل أن تكون أبعد ما يمكن من النقطتين المستخدمتين سابقا و ذلك بالتحقق من أن موضعها على الخريطة يناظر موقعها في الجهاز بالضبط دون الحاجة إلى تغيير في قيمة BX و لن يكون المقياس مضبوط تماما في النموذج كله إلا إذا تم توقيع النقاط الثلاثة بشكل صحيح و في نفس الوقت و إلا يتم تكرار الخطوات السابقة مرة أخرى.

علما بأنه يمكن استخدام بعض القواعد الحسابية في تنفيذ هذه الخطوة ألا أن الاعتماد في الأجهزة الميكانيكية يكون على الخطوات العملية و هنا نجد أن الخبرة العملية و المهارة الفنية تلعب دورا مؤثرا في صحة و سرعة تنفيذ الخطوة.

تدريب عملي ٥ -٨

الخطوة الثانية: ضبط مناسيب النموذج المجسم

بعد ضبط مقياس رسم النموذج ينبغي تسوية النموذج حتى يطابق الطبيعة من حيث المناسيب ويكون ذلك بإزالة الميل الطولي والميل العرضي، الشكل ٥ -٢٠ ، وكما تم توضيحه سابقا أيضا في موضوع نقاط الضبط الأرضي فإننا نحتاج لتنفيذ هذه الخطوة إلى أربع نقاط ضبط أرضي رأسية (ثلاثة للضبط و الرابعة للتحقيق) و يفضل أن تكون موزعة في الأركان قدر الإمكان وفى هذه الخطوة يتم ضبط المناسيب (الارتفاع و الانخفاض) للنموذج المجسم وذلك بإزالة الميل العرضي (في إتجاه الصادات) للنموذج كله باستخدام مفتاح (كومن إوميجا Ω) "عنصر أوميجا المشترك للصورتين معا " أو البديل له وذلك حسب نوع وحداثة الجهاز المستخدم) وإزالة أيضا الميل الطولي(في إتجاه السينات) للنموذج كله باستخدام مفتاح (كومن فاي Φ)"عنصر فاي المشترك للصورتين معا " أو البديل له وذلك حسب نوع وحداثة الجهاز المستخدم) بعد ذلك يجب التحقق من صحة تمام تنفيذ هذه الخطوة وذلك باستخدام النقطة الرابعة.



الشكل: ٥ -٢٠ الميل العرضي والطولي في النموذج المجسم

ولكي يتم ضبط مناسيب النموذج المجسم يجب تنفيذ الخطوات التالية:

١) اختيار عداد قياس المناسيب الذي يتناسب مع أكبر قيمة فرق في المناسيب بين نقاط النموذج المجسم و تحديد مقدار دقة العداد و وحدة القياس التي ستستخدم و نوعها (المتر أم القدم) ثم تثبيته في المكان المخصص له.

٢) يتم إزالة الميل العرضي بالنموذج المجسم و ذلك باستخدام مفتاح كومن إوميجا Ω وعدة مفاتيح أخرى و ذلك حسب الجهاز المستخدم و هذا يتم بتنفيذ الخطوات التالية:

- توضع علامة القياس بالجهاز على إحدى نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوى الرأسية المختارة لهذا الغرض و لتكن (A) مثلا.
- نحرك المسمار الخاص بقراءة عداد الارتفاع حتى نجعل قراءة عداد الارتفاع يقرأ نفس قيمة منسوب النقطة (A) الصحيح الحقيقي.
- نتحرك بعلامة القياس في الجهاز حتى نقف عند نقطة ضبط أخرى بالنموذج و لتكن (C) مثلا وذلك بشرط أن تكون في الاتجاه العرضي (الصادات).
- نأخذ قراءة المنسوب للنقطة (C) من على تدريج عداد قراءة المناسيب بالجهاز فإذا كانت القيمة المأخوذة من العداد تتساوى مع قيمة منسوب النقطة المعلوم لدينا سابقا فذلك يعني أنه لا يوجد ميل عرضي بالنموذج المجسم.
- إذا كانت قيمة منسوب النقطة (C) المرصودة من الجهاز لا تتساوى مع القيمة المعلومة لدينا مسبقا فذلك يعني وجود ميل عرضي و هو يتم إزالته باستخدام مفتاح كومن إوميجا Ω حيث يتم إزالة نصف قيمة الخطأ به أما النصف الآخر من الخطأ فيتم تصحيحه باستخدام مفتاح الحركة الرأسية بالعداد (أو يتم تصحيح الخطأ حسب الطريقة المناسبة للجهاز و ذلك طبقا لما يتناسب مع إمكانيات الجهاز).
- يتم تكرار كل هذه الخطوات السابقة حتى تحصل على قيمة منسوب النقطة (C) على تدريج العداد دون الحاجة إلى تغيير القراءة وبذلك يكون قد تم إزالة الميل العرضي كاملا من النموذج المجسم بالجهاز.

٣) يتم إزالة الميل الطولي بالنموذج المجسم و ذلك باستخدام مفتاح كومن فاي Φ"عنصر فاي المشترك للصورتين معا" وعدة مفاتيح أخرى و ذلك حسب الجهاز المستخدم و هذا يتم بتنفيذ الخطوات التالية :

- نضع علامة القياس (النقطة العائمة) على النقطة (A) مرة أخرى بالنموذج المجسم بالجهاز ثم نضبط تدريج عداد الارتفاع مرة أخرى ليقرأ منسوب النقطة (A) الحقيقي المعلوم مسبقا.
- نتحرك بالجهاز إلى نقطة أخرى بالنموذج بشرط أن تكون في الاتجاه الطولي للنموذج (إتجاه السينات) و لتكن (B) مثلا.
- نأخذ قراءة المنسوب للنقطة (B) من على تدريج عداد قراءة المناسيب بالجهاز فإذا كانت القيمة المأخوذة من العداد تتساوى مع قيمة منسوب النقطة المعلوم لدينا سابقا فذلك يعني أنه لا يوجد ميل طولي بالنموذج المجسم.
- إذا كانت قيمة منسوب النقطة (B) المرصودة من الجهاز لا تتساوى مع القيمة المعلومة لدينا مسبقا فذلك يعني وجود ميل طولي و يتم إزالته باستخدام مفتاح كومن فاي Φحيث يتم إزالة نصف قيمة الخطأ به أما النصف الآخر من الخطأ فيتم تصحيحه باستخدام مفتاح الحركة الرأسية بالعداد (أو يتم تصحيح الخطأ حسب الطريقة المناسبة للجهاز و ذلك طبقا لما يتناسب مع إمكانيات الجهاز).
- يتم تكرار كل هذه الخطوات السابقة حتى تحصل على قيمة منسوب النقطة (B) على تدريج العداد دون الحاجة إلى تغيير القراءة وبذلك يكون قد تم إزالة الميل الطولي كاملا من النموذج المجسم بالجهاز.

٤) التحقيق و تصحيح النموذج كله و ذلك باستخدام نقطة ضبط أرضي للمسح الجوى ارتفاع رابعة و لتكن مثلا (D) و ذلك برصد قيمة منسوبها من على عداد الارتفاع بالجهاز ثم مقارنة القيمة المرصودة من العداد و القيمة المتوفرة لدينا فإذا تساوت القيمتان فيدل ذلك على أن النموذج خالي تماما و كلياً من الميل الطولي و الميل العرضي أيضا و بمعنى أنه قد تمت تسوية النموذج. أما إذا اختلفت القيمة المرصودة و القيمة المعلومة بفرق صغير في حدود المسموح به فيتم تصحيحها بالتوزيع على النقاط الأربع المستخدمة في عملية الضبط بالتساوي بمعنى أنه يتم تصحيح الخطأ الموجود مناصفة بين مفتاحي كومن إوميجا Ω و مفتاح كومن فاي Φ (أو يتم تصحيح الخطأ حسب الطريقة المناسبة للجهاز و ذلك طبقا لما يتناسب مع إمكانيات الجهاز). أما إذا كانت قيمة الخطأ كبيرة و غير مسموحا بها فيجب إعادة عملية ضبط تسوية النموذج من جديد مرة أخرى . حتى نحصل على قيمة منسوب النقطة (D) المرصود يساوي قيمة المنسوب المعلوم تماما.

و بعد الانتهاء من تنفيذ هذه الخطوة و التحقق منها ستكون كل القياسات الخاصة بالمناسيب أو الخرائط الكنتورية الناتجة من الجهاز صحيحة مطابقة للحقيقة.

تدريب عملي ٥ -٩

٥ -٩ تطبيقات مساحية على استخدامات المساحة الجوية في الأعمال المساحية

إن الانتهاء من تنفيذ عملية التوجيه بمراحلها الثلاثة يعني أنه يمكننا الآن الاعتماد على القياسات و المعلومات المستنتجة من النموذج المجسم وأنها ستكون مطابقة للحقيقة و فيما يلي سوف نتعرض بشيء من الاختصار لبعض الأعمال المساحية و التي يمكن أن يتم تنفيذها باستخدام جهاز الرسم التجسيمي إن شاء الله تعالى.

٥ -٩ -١ رصد منسوب أي نقطة في النموذج المجسم

يمكن الحصول على قيمة منسوب أي نقطة في النموذج المجسم و ذلك بإجراء الخطوات التالية:

١) الوقوف بالنقطة العائمة (علامة القياس المستخدمة بالجهاز) على النقطة المطلوب معرفة منسوبها تماما.

٢) إزالة الانفصام السيني الموجود عند هذه النقطة باستخدام عجلة الارتفاع .

٣) قراءة التدريج الخاص بعداد الارتفاع بالجهاز مع مراعاة قيمة وحدة التدريج المستخدمة هل هي بالمتر أم بالديسيمتر وذلك حسب الخطوات المتبعة عند تركيب عداد الارتفاع بما يتناسب مع أقصى فرق ارتفاع موجود بالنموذج المجسم .

تدريب عملي ٥ -١٠

٥ -٩ -٢ رسم الخريطة التفصيلية لمنطقة النموذج المجسم

عندما يكون مطلوب رسم الخريطة التفصيلية لجزء من النموذج المجسم الموجود بالجهاز فإنه يجب علينا اتباع الآتي:

١) استخدام الصور الجوية(الورقية) و أيضا أجهزة الإستريوسكوب وكذلك إذا توفرت لدينا الخرائط القديمة للمنطقة لأخذ فكرة مسبقة عن طبيعة المنطقة و محتوياتها قبل البدء في الرسم.

٢) بعد تنفيذ عملية التوجيه كاملة بكل خطواتها يجب على مستخدم الجهاز المحافظة دائما على وضع علامة القياس ملامسة لحدود الهدف الذي يتم رسمه.

٣) يفضل البدء برسم الأهداف و الحدود الكبيرة أو الممتدة مثل الطرق الرئيسية و المناطق الزراعية و حدود الكتل السكنية أو الصناعية.

٤) ثم رسم الأهداف المتكررة حتى لا يتم ترك جزء من الخريطة بدون رسم.

٥) دائما يتم مراجعة ما يتم رسمه من الخريطة مع ما هو موجود على الصور المتوفرة أو الخرائط القديمة إذا أمكن حتى يتم تصحيح الرسم أولاً بأول.

٦) استخدام الممحاة عند رسم جزء خطأ و إعادة رسمه مرة أخرى فورا حتى لا يترك فينسى.

٧) بعد الانتهاء من رسم كل المعالم التفصيلية يتم مراجعة الخريطة ككل للتأكد من عدم نسيان أي هدف بدون رسم و أيضا للتأكد من عدم وجود أخطاء بالخريطة المرسومة.

٨) بعد ذلك يتم مراجعة الخريطة حقليا(أي بمقارنتها بالطبيعة و التحقق من صحة رسمها و التأكد من صحة المناسيب أيضا)إن أمكن ذلك ثم تحديد مسميات الأهداف المرسومة على الخريطة من مباني حكومية و مساجد و مساكن و غيرها و رموزها.

٩) ثم يتم بعد ذلك تحبير الخريطة و استكمال العناصر الفنية لها و هنا يمكننا أن نستخدم الأدوات الهندسية الخاصة بالرسم لتساعدنا على سرعة الرسم وحسن إخراج الخريطة مع مراعاة المواصفات المناسبة للخريطة التي يتم رسمها.

تدريب عملي ٥ - ١١

٥ -٩ -٣ رسم الخريطة الطبوغرافية لمنطقة النموذج المجسم

عندما يكون مطلوب رسم الخريطة الطبوغرافية لجزء من النموذج المجسم الموجود بالجهاز فإنه يجب علينا اتباع الآتي:

١) استخدام الصور الجوية(الورقية) و أيضا أجهزة الاستريوسكوب وكذلك إذا توفرت لدينا الخرائط القديمة للمنطقة لأخذ فكرة مسبقة عن طبيعة المنطقة و محتوياتها قبل البدء في الرسم.

٢) يتم الاستعانة بنقاط الضبط الأرضي للمسح الجوى للارتفاع المتوفرة بالمنطقة حيث يتم إسقاطها (تحديد مكانها على الخريطة) حتى نبدأ بالمنسوب الصحيح.

٣) المحافظة دائما على وضع علامة القياس ملامسة لسطح الأرض حتى نضمن ثبات المنسوب الذي يتحرك فيه الجهاز.

٤) يفضل البدء برسم خطوط الكنتور المتباعدة أولا ثم رسم خطوط الكنتور بشكل متتالي.

ثم نرسم خطوط الكنتور للمناطق المسطحة قليلة التضاريس.

٥) دائما يتم مراجعة ما يتم رسمه من الخريطة مع ما هو موجود على الصور المتوفرة أو الخرائط القديمة إذا أمكن حتى يتم تصحيح الرسم أولاً بأول.

٦) استخدام المحاة عند رسم جزء خطأ و إعادة رسمه مرة أخرى فورا حتى لا يترك فينسى.

٧) بعد الانتهاء من رسم كل خطوط الكنتور في الخريطة يتم مراجعة الخريطة ككل للتأكد من عدم نسيان جزء بدون رسم و أيضا للتأكد من عدم وجود أخطاء بخطوط الكنتور المرسومة.

٨) بعد ذلك يتم مراجعة الخريطة حقليا إذا أمكن ذلك (أي بمقارنتها بالطبيعة و التحقق من صحة رسمها و التأكد من صحة المناسيب أيضا).

٩) تحبير الخريطة و استكمال العناصر الفنية لها و هنا يمكننا أن نستخدم أيضا الأدوات الهندسية الخاصة بالرسم لتساعدنا على سرعة الرسم وحسن إخراج الخريطة مع مراعاة المواصفات المناسبة للخريطة التي يتم رسمها.

تدريب عملي ٥ -١٢

٥ -١٠ صيانة أجهزة المساحة الجوية

عند العمل بأحد أجهزة المساحة الجوية فإنه يجب علينا العناية الفائقة بهذه الأجهزة حتى تستمر الأجهزة على نفس المستوى من الكفاءة التي توفر لنا دائما الحصول على النتائج الدقيقة وأيضا السريعة و تلك الصيانة تتم بشكل دوري وأيضا بشكل يومي.

٥ -١٠ -١ الصيانة اليومية

هناك عدة خطوات يجب تنفيذها عند كل جلسة عمل على جهاز المساحة الجوية وهى:

١) تشغيل مفتاح توصيل التيار الكهربائي بالجهاز قبل الضغط على مفتاح تشغيل الجهاز نفسه.

٢) إزالة الغبار والأتربة من على الألواح الزجاجية بالجهاز وأيضا من على العدسات الخاصة بالرؤية حتى توفر لنا الرؤية الواضحة.

٣) إزالة الغبار والأتربة من على جميع أجزاء الجهاز لضمان سهولة التحرك بعجلة التتبع وكذلك سهولة استخدام المفاتيح المتوفرة بالجهاز.

٤) عند الانتهاء من استخدام إحدى الأدوات الملحقة بالجهاز يجب إعادتها إلى المكان الخاص بها مرة أخرى للحفاظ عليها.

٥) إزالة الأتربة من على أذرع وكذلك لوحة البانتوجراف.

٦) إطفاء لمبات اللوحة المضيئة الملحقة بالجهاز عند الانتهاء من تثبيت الصور على الألواح الزجاجية.
٧) إطفاء الجهاز عند الانتهاء من جلسة العمل اليومي باستخدام المفتاح الخاص بذلك في الجهاز ثم فصل التيار الكهربائي نهائيا عن الجهاز.
٨) تغطية الجهاز عند الانتهاء من العمل اليومي، .وأيضا تغطية لوحة الرسم وأذرع البانتوجراف.

٥ -١٠ -٢ الصيانة الدورية

والخطوات التي يتم تنفيذها بشكل دوري للحفاظ على الجهاز تتمثل في تنفيذ التالي:

١) أن يتم فحص الجهاز و معايرته بشكل سنوي و ضبطه و ذلك من قبل الفني المتخصص في معايرة و صيانة هذه النوعية من الأجهزة.
٢) يجب تغيير اللمبات الخاصة بمصابيح الإضاءة بالجهاز و أيضا اللمبات الخاصة بالعلامات العائمة و أيضا لمبات اللوحة المضيئة عند الحاجة لذلك لنحصل على أفضل إضاءة و أوضح رؤية.
٣) تنظيف العدسات بالسائل الخاص بذلك بشكل دوري.
٤) يجب تغيير الياي (السستة) الخاصة بالأذرع الفراغية الموجودة بالجهاز بشكل دوري أو عند الحاجة لذلك.
٥) تغيير اللوحة البلاستيكية التي توضع على لوحة التحرك بالجهاز بشكل دوري لضمان سهولة حركة عجلة التتبع أثناء العمل على الجهاز.

تدريب عملي ٥ -١٣

تدريب عملي ٥ -١

الهدف:

أن تتعرف على أجهزة الرسم التجسيمي لإنتاج الخرائط المساحية من حيث:

- الإمكانيات
- المواصفات
- الأجزاء
- التصنيفات

و يتم تطبيق هذه النقاط على جهاز المساحة التصويرية لإنتاج الخرائط المساحية المتوفر في معمل المساحة الجوية بالمعهد.

الوسائل:

أجهزة الرسم التجسيمي المتوفرة بالمعهد أو باستخدام الوسائل والصور.

تدريب عملي ٥ -٢

الهدف:

أن تختار نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوي في الصور الجوية من حيث النقاط التالية:

- الأنواع.
- الأمثلة.
- شروط الاختيار.

الوسائل:

صورة جوية.

عدسات مكبرة (الملحقة مع الجهاز).

تدريب عملي ٥ -٣

الهدف:

أن تتعرف على العلامات الاصطناعية و ذلك من خلال مجموعة الصور الجوية المتوفرة بالمعمل وتستنتج عيوبها ومميزاتها.

الوسائل:

صور جوية تظهر فيها علامات اصطناعية.

عدسات مكبرة (الملحقة مع الجهاز).

طاولات لتثبيت الصور.

تدريب عملي ٥ -٤

الهدف:

أن تتدرب على تنفيذ جميع الخطوات اللازمة لإعداد زوج من الصور الجوية للعمل بهما في أجهزة الرسم التجسيمي لإنتاج الخرائط وهي:

- التحقق من توفر الشروط اللازمة للحصول من صورتين جويتين على الرؤية المجسمة.
- تنفيذ الخطوات اللازمة للحصول على قيمة متوسط قاعدة التصوير الجوى على الصورتين.
- ضبط الصورة على اللوح الزجاجي الخاص بها باستخدام اللوحة المضيئة والعدسات الملحقة باللوحة.
- تثبيت قيمة البعد البؤري المصحح الخاص بالصورة على مفتاح البعد البؤري الخاص بنفس الصورة على الجهاز.

الوسائل:

جهاز الرسم التجسيمي المتوفر في المعهد.

طاولات لتثبيت الصور.

صور جوية ورقية وبلاستيكية.

أقلام شمع للكتابة على الصور.

مسطرة.

تدريب عملي ٥ -٥

الهدف:

أن تقوم بعمل خطوات مرحلة التوجيه الداخلي عدة مرات بشكل فردي حتى تصل إلى مستوى الكفاءة المطلوبة من حيث الدقة و السرعة في تنفيذ الخطوات

الوسائل:

جهاز الرسم التجسيمي المتوفر في المعهد.

الصور الجوية البلاستيكية.

تدريب عملي ٥ -٦

الهدف:

أن تتعرف على مفاتيح العناصر المستخدمة في مرحلة التوجيه النسبي.

أن تتعرف على مدى تأثير الحركات المتاحة لوحدة العرض بالجهاز على الصور.

أن تثبت مفاتيح عناصر التوجيه النسبي بالجهاز على الأوضاع الصفرية الخاصة بها.

أن تتعرف على أماكن النقاط المعيارية الستة و كذلك العنصر المستخدم عند كل نقطة.

أن تزيل الانفصام الموجود في الجهاز عند النقطة المعيارية رقم (١) و أيضا النقطة المعيارية رقم (٢) باستخدام مفاتيح العناصر الخاصة بذلك طبقا لقاعدة التوجيه النسبي المستخدمة وحسب نوع الجهاز المتوفر بالمعهد.

الوسائل:

جهاز الرسم التجسيمي المتوفر في المعهد.

الصور الجوية البلاستيكية.

تدريب عملي ٥ -٧

الهدف:

أن تستطيع إزالة الانفصام عند النقاط المعيارية رقم (٣) و رقم (٤) و رقم (٥).

أن تستطيع التحقق من تمام إزالة الانفصام من النموذج كله.

أن تتدرب على تنفيذ خطوات مرحلة التوجيه النسبي عدة مرات لزيادة الكفاءة والدقة في العمل.

الوسائل:

جهاز الرسم التجسيمي المتوفر في المعهد.

تدريب عملي ٥ -٨

الهدف:

أن تتدرب على تنفيذ خطوات مرحلة التوجيه المطلق بالشكل الآتي:

- ضبط مقياس رسم النموذج المجسم
- ضبط مناسيب النموذج المجسم

الوسائل:

جهاز الرسم التجسيمي المتوفر في المعهد.

تدريب عملي ٥ -٩

الهدف:

أن تقوم بعمل خطوات مرحلة التوجيه المطلق عدة مرات بشكل فردي حتى تصل إلى مستوى الكفاءة المطلوبة من حيث الدقة و السرعة في تنفيذ الخطوات

الوسائل:

جهاز الرسم التجسيمي المتوفر في المعهد.

تدريب عملي ٥ -١٠

الهدف:

أن ترصد قيمة منسوب عدة نقاط في النموذج المجسم من على عداد الارتفاع الخاص بذلك و تستنتج القيمة الحقيقية للمناسيب.

الوسائل:

جهاز الرسم التجسيمي المتوفر في المعهد.

تدريب عملي ٥ -١١

الهدف:

أن ترسم الخريطة التفصيلية الخاصة بالجزء الذي يحدد لك من قبل المدرب.

أن تراجع وتصحح الجزء الذي تم من الخريطة مع المتوفر من الصور الورقية والخرائط القديمة وتستكمل العناصر الفنية.

الوسائل:

جهاز الرسم التجسيمي المتوفر في المعهد.

صحائف للرسم

أدوات للرسم والتحبير.

تدريب عملي ٥ -١٢

الهدف:

أن ترسم الخريطة الطبوغرافية الخاصة بالجزء الذي يحدد لك من قبل المدرب.

أن تراجع وتصحح الجزء الذي تم من الخريطة مع المتوفر من الصور الورقية والخرائط القديمة وتستكمل العناصر الفنية.

الوسائل:

جهاز الرسم التجسيمي المتوفر في المعهد.

صحائف للرسم

أدوات للرسم والتحبير.

تدريب عملي ٥ -١٣

الهدف:

أن تتدرب على خطوات الصيانة اليومية و منها:

- فصل التيار الكهربائي في نهاية التدريب العملي اليومي
- إزالة الغبار والأتربة من على الألواح الزجاجية بالجهاز وأيضا من على العدسات الخاصة بالرؤية
- إزالة الغبار والأتربة من على جميع أجزاء الجهاز
- إزالة الأتربة من على أذرع وكذلك لوحة البانتوجراف.
- إطفاء الجهاز عند الانتهاء من جلسة العمل اليومي و فصل التيار الكهربائي نهائيا عن الجهاز.
- تغطية الجهاز عند الانتهاء من العمل اليومي، وأيضا تغطية البانتوجراف.

أن تتدرب على خطوات الصيانة الدورية وكيفية تنفيذها والتي منها:

- تغيير اللمبات الخاصة بمصابيح الإضاءة بالجهاز و اللمبات الخاصة بالعلامات العائمة و أيضا لمبات اللوحة المضيئة.
- تنظيف العدسات بالسائل الخاص بذلك.
- تغيير الياي (السستة) الخاصة بالأذرع الفراغية الموجودة بالجهاز.
- تغيير اللوحة البلاستيكية التي توضع على لوحة التحرك بالجهاز.

الوسائل:

جهاز الرسم التجسيمي المتوفر في المعهد وملحقاته.

أسئلة على الوحدة الخامسة

١) ما هي الأسباب التي دعت لاختراع أجهزة الرسم التجسيمي ؟ و ما هي نظرية تصميمها ؟

٢) اذكر المكونات الأساسية لأي جهاز رسم تجسيمي ؟

٣) ما هي المراحل التي مرت بها أجهزة الرسم التجسيمي ؟

٤) عرف نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوى ؟ و اذكر أهميتها بالنسبة لأعمال المساحة الجوية ؟

٥) اذكر أنواع نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوى؟

٦) ما هي شروط اختيار نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوى على الصورة الجوية ؟

٧) اذكر أمثلة على:

أ) نقاط الضبط الأرضي الأفقية للمسح الجوي.

ب) نقاط الضبط الأرضي الرأسية للمسح الجوي.

٨) ما المقصود بنقاط الضبط الأرضي للمسح الجوى الاصطناعية ؟

٩) وضح بالرسم مع كتابة البيانات على الرسم أهم الأشكال الهندسية للعلامات الاصطناعية ؟

١٠) اذكر بعضا من مزايا و عيوب نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوى الاصطناعية ؟

١١) ما هو العدد و النوع المطلوب من نقاط الضبط الأرضي للمسح الجوى لضبط النموذج المجسم ؟ مع توضيح أفضل الأماكن لهذه النقاط على النموذج ؟ مستعينا بالرسم ؟

١٢) ما المقصود بعملية التوجيه ؟ و ما هي مراحل تنفيذها ؟

١٣) عرف مرحلة التوجيه الداخلي ؟ و اذكر خطوات تنفيذها ؟

١٤) عرف مرحلة التوجيه النسبي؟

١٥) ما المقصود بالانفصام و ما هي أنواعه ؟ وكيف يتم إزالته موضحا إجابتك بالرسم ؟

١٦) اذكر الحركات المتاحة لآلة العرض في أجهزة الرسم التجسيمي ؟ مع بيان الرمز المتعارف عليه لكل حركة ؟

١٧) وضح بالرسم أماكن النقاط المعيارية الستة في النموذج المجسم ؟

١٨) اذكر طرق تنفيذ مرحلة التوجيه النسبي ؟ مع ذكر العناصر المستخدمة في كل طريقة ؟

١٩) ما هي المبادئ التي على أساسها يتم اختيار عناصر طريقة تنفيذ مرحلة التوجيه النسبي ؟

٢٠) ما هي الخطوات الواجب عملها على جهاز الرسم التجسيمي لإعداده لتنفيذ مرحلة التوجيه النسبي ؟

٢١) ما المقصود بالأوضاع الصفرية ؟ اذكرها بالنسبة لمفاتيح العناصر المستخدمة في مرحلة التوجيه النسبي ؟

٢٢) اذكر الطرق المستخدمة للحصول على قيمةBx لتثبيتها على المفتاح الخاص بها في الجهاز ؟

٢٣) عرف مرحلة التوجيه المطلق ؟ و ما هي خطوات تنفيذها ؟

٢٤) اذكر باختصار خطوات ضبط مقياس النموذج المجسم بالجهاز ؟

٢٥) ما هي خطوات تسوية النموذج ؟

٢٦) اذكر بعض التطبيقات الخاصة بالمساحة الجوية في أعمال المساحة ؟

٢٧) اذكر بعضا من خطوات الصيانة اليومية الخاصة بأجهزة الرسم التجسيمي ؟

٢٨) اذكر بعضا من خطوات الصيانة الدورية الخاصة بأجهزة الرسم التجسيمي ؟

تمارين حسابية على الوحدة الخامسة

١) المطلوب تصميم الأبعاد للعلامة الاصطناعية على الأرض في أحد المشاريع للمسح الجوى إذا كان مقياس رسم الصور الجوية ١:١٥٠٠٠ على أن يظهر الجزء المركزي للعلامة بطول يساوى ٠,٠٦ملم على الصور.

٢) المطلوب تصميم الأبعاد للعلامة الاصطناعية على الأرض في أحد المشاريع للمسح الجوى إذا كان مقياس رسم الصور الجوية ١:١٠٠٠٠ على أن يظهر الجزء المركزي للعلامة بطول يساوى ٠,٠٥ ملم على الصور.

المراجع

- شكري، علي(١٩٧٨م). المساحة التصويرية. منشأة المعارف، الاسكندرية
- صيام، يوسف (١٩٩٤م). المساحة الجوية والاستشعار عن بعد. ،عمان
- سلوم، لبيب ناصف (١٩٨٥). المسح الجوي. دارالتقني للطباعة والنشر، بغداد
- الربيش، محمد..عبدالسلام، حاتم (٢٠٠٠م). المساحة التصويرية للصف الثالث. المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، الرياض
- حسني، محمود.رشاد الدين، محمد(١٩٨٥).المساحة التاكيومترية والفوتوجرامترية.دار الراتب الجامعية، بيروت
- مجموعة من المواقع الأجنبية على شبكة الانترنت.

محتويات الأشكال

التسلسل	الشكل	الصفحة
	الوحدة الأولى	
١ -١	إنتاج الخرائط من الصور	٣
١ -٢	آلة تصوير أرضية	٣
١ -٣	التصوير الجوي	٤
١ -٤	التصوير الفضائي	٤
١ -٥	المراحل الأساسية لإنتاج الخرائط	٧
	الوحدة الثانية	
٢ -١	المسقط العمودي	١١
٢ -٢	المسقط المركزي	١٢
٢ -٣	مبدأ عمل آلة التصوير ذات الثقب	١٢
٢ -٤	الرسم بتتبع الصورة الناتجة من خلال الثقب	١٣
٢ -٥	مبدأ عمل آلة التصوير ذات العدسة	١٣
٢ -٦	مقارنة بين آلة التصوير و العين	١٤
٢ -٧	نماذج صور مطبوعة من أفلام مختلفة من حيث تسجيلها للطيف الكهرومغناطيسي	١٤
٢ -٨	الطبع بالإسقاط	١٥
٢ -٩	الطبع بالتلامس	١٦
٢ -١٠	التصوير العادي و الرقمي	١٧
٢ -١١	التصوير الجوي	١٨
٢ -١٢	آلة التصوير الجوي	١٩
٢ -١٣	زاوية مجال الرؤية	٢٠
٢ -١٤	آلة التصوير الشريطية و مثال على صورة منها	٢٢
٢ -١٥	آلة التصوير البانورامية و مثال على صورة منها	٢٢
٢ -١٦	الأجزاء الرئيسية للآلة التصوير الجوي	٢٣
٢ -١٧	علامات إطار الصورة	٢٥
٢ -١٨	العلاقات و المصطلحات اللازمة لدراسة الصورة الجوية	٢٦

التسلسل	الشكل	الصفحة
٢ -١٩	الصورة الجوية الرأسية	٢٨
٢ -٢٠	الصورة الجوية قليلة الميل	٢٩
٢ -٢١	الصورة الجوية شديدة الميل	٢٩
٢ -٢٢	الفرق بين الصورة الجوية الرأسية و الخريطة في التمثيل الهندسي	٣٠
٢ -٢٣	العلاقة بين الصورة الموجبة و السالبة و الأرض المصورة	٣٢
٢ -٢٤	مقياس رسم الصورة	٣٤
٢ -٢٥	مقياس الرسم لأرض مختلفة التضاريس	٣٥
٢ -٢٦	أنظمة إحداثيات الصورة الجوية	٣٩
٢ -٢٧	العلاقة بين الإحداثيات الأرضية و الإحداثيات على صورة رأسية	٤٠
٢ -٢٨	الإزاحة الناتجة عن التضاريس	٤٢
٢ -٢٩	حساب ارتفاع المعالم عن طريق قياس إزاحتها	٤٤
٢ -٣٠	الصورة المصححة	٤٥
٢ -٣١	الموزيك	٤٦
	الوحدة الثالثة	
٣ -١	مبدأ الرؤية المجسمة	٥٩
٣ -٢	أسلوب التقاط الصور الجوية	٦٠
٣ -٣	مبدأ الرؤية المجسمة بطريقة تقاطع محاور العين	٦١
٣ -٤	نموذج تجريبي للرؤية المجسمة بطريقة تقاطع محاور العين	٦١
٣ -٥	مبدأ طريقة تقابل خطي النظر	٦٢
٣ -٦	طريقة الألوان المتكاملة	٦٢
٣ -٧	أمثلة على صور مطبوعة بمبدأ الألوان المتكاملة	٦٣
٣ -٨	الرؤية المجسمة بمبدأ استقطاب الضوء	٦٣
٣ -٩	الرؤية المجسمة بطريقة محاور العين	٦٤
٣ -١٠	فكرة عمل الاستريوسكوب	٦٥
٣ -١١	الاستريوسكوب الجيبي ذو العدسات	٦٥
٣ -١٢	الاستريوسكوب الجيبي ذو العدسات و المرايا	٦٦

التسلسل	الشكل	الصفحة
٣ -١٣	استخدام المرايا لتحويل المسافة بين النقاط المتناظرة على الصور لتناسب القاعدة العينة	٦٦
٣ -١٤	الأجزاء الرئيسية في الاستريوسكوب ذي المرايا	٦٧
٣ -١٥	الاستريوسكوب ذو المرايا مع ملحقاته	٦٨
٣ -١٦	الاستريوسكوب الزووم	٦٨
٣ -١٧	الاستريوسكوب الزووم بالملحقات	٦٩
٣ -١٨	الاستريوسكوب الزووم الحديث	٦٩
٣ -١٩	تحديد المراكز و المكان التقريبي للمراكز و إتجاه الصور	٧٠
٣ -٢٠	تحديد المكان الدقيق لصور المراكز	٧٠
٣ -٢١	تثبيت الصورتين تحت الجهاز	٧١
٣ -٢٢	مفهوم الابتعاد الاستريوسكوبي	٧٣
٣ -٢٣	جهاز الاستريوسكوب	٧٧
٣ -٢٤	مبدأ العلامة الطائفة	٧٧
	الوحدة الرابعة	
٤ -١	الأسلوب المتبع في عملية التصوير الجوي	٩٨
٤ -٢	تأثير التضاريس على قيمة التداخل الأمامي	١٠٢
٤ -٣	تأثير اختلاف ارتفاع الطيران و الميل على قيمة التداخل	١٠٢
٤ -٤	المتغيرات التي تحدد عدد خطوط الطيران	١٠٣
٤ -٥	المتغيرات التي يعتمد عليها عدد محطات التصوير	١٠٥
٤ -٦	نماذج لأنواع العلامات الإصطناعية	١١٠
٤ -٧	استخدام الـGPS في عملية التصوير	١١١
٤ -٨	المساحة التجسيمية الصافية	١١٥
	الوحدة الخامسة	
٥ -١	فكرة عمل أجهزة الرسم التجسيمية " نموذج للأجهزة الضوئية "	١٢٠
٥ -٢	المكونات الأساسية لأي جهاز رسم تجسيمي	١٢١
٥ -٣	جهاز رسم تجسيمي بنظام إسقاط ضوئي مباشر " الكيلش "	١٢٣

التسلسل	الشكل	الصفحة
٥ -٤	مبدأ عمل أجهزة الرسم التجسيمي الميكانيكية	١٢٤
٥ -٥	صورة جهاز رسم تجسيمي ميكانيكي kern PG21	١٢٤
٥ -٦	صورة جهاز وايلد AG1 و رسم تخطيطي للتوضيح	١٢٥
٥ -٧	صورة جهاز وايلد AG1 و مضاف إليه وحدة حساب الإحداثيات	١٢٥
٥ -٨	فكرة عمل أجهزة الرسم التجسيمي ذات الإسقاط الضوئي الميكانيكي	١٢٦
٥ -٩	رسم تخطيطي لأجزاء جهاز رسم تجسيمي تحليلي	١٢٧
٥ -١٠	أمثلة على بعض أجهزة الرسم التجسيمي التحليلية	١٢٧
٥ -١١	جهاز رسم تجسيمي رقمي	١٢٨
٥ -١٢	تصميم العلامات الاصطناعية	١٣٣
٥ -١٣	توزيع نقاط الضبط الأرضي المطلوبة لضبط النموذج	١٣٥
٥ -١٤	العلامات الموجودة على الصورة و مكان وضع الصورة على اللوح الزجاجي	١٣٨
٥ -١٥	الانفصام و مركباته	١٣٩
٥ -١٦	الحركات الإنتقالية لوحدة العرض و تأثيرها على الصورة	١٤٠
٥ -١٧	الحركات الدورانية لوحدة العرض و تأثيرها على الصورة	١٤١
٥ -١٨	النقاط المعيارية موزعة على المساحة التجسيمية الصافية Neat Model	١٤٢
٥ -١٩	ضبط مقياس النموذج المجسم ليماثل الطبيعة	١٤٨
٥ -٢٠	الميل العرضي و الطولي في النموذج المجسم	١٥٠

المحتويات

الفصل الدراسي الأول

الصفحة

الوحدة الأولى:
مقدمة في المساحة التصويرية ١
الوحدة الثانية:
أساسيات في المساحة التصويرية الجوية ١٠
الوحدة الثالثة:
الإبصار المجسم و الاستريوسكوب ٥٧

الفصل الدراسي الثاني

الوحدة الرابعة:
تخطيط رحلات التصوير الجوى ٩٧
الوحدة الخامسة:
أجهزة الرسم التجسيمية ١١٩

المراجع ١٧٣
فهرس الأشكال ١٧٤