الفصل الأول

المقدمة

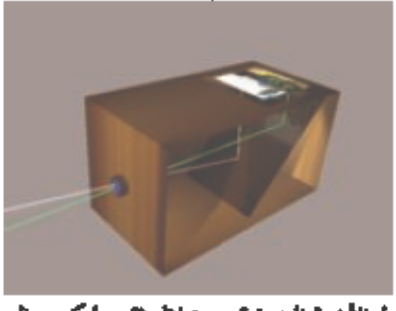
(١,١) مقدمة

يمكن تعريف المساحة التصويرية (photogrammetry) بأنها علم أو فن استنباط البيانات الكمية و الوصفية من الصور . ويتضمن هذا التعريف علم القياس الدقيق على الصور ذات الخصائص الهندسية المتميزة و استنباط المعلومات الكمية مثل: إحداثيات النقاط على سطح الأرض ، والمسافات بينها ، والزوايا ، والمساحات السطحية ، وبيانات الخرائط الطبوغرافية والمخططات التفصيلية ، والتمثيل الرقمي لسطح الأرض . ويسمى علم المساحة التصويرية القياسية metric photogrammetry ويتضمن التعريف المذكور أيضاً فن تفسير الصور للتعرف على الأشكال و الظواهر الأرضية التي يمكن وصفها و تفسير طبيعتها وتطورها ويسمى هذا القسم علم المساحة التصويرية التفسيرية interpretive photogrammetry أو photo-interpretation [1] .

ويتضمن التعريف أيضاً القياس على الصور الأرضية والصور الجوية والصور الفضائية أياً كانت محطة التقاط الصورة. ويتضمن التعريف أيضاً الصور المثبتة كيمائياً على فيلم أو ورق أو الصور الرقمية المحفوظة في أحد وسائل حفظ البيانات الرقمية.

(١,٢) التطور التاريخي للمساحة التصويرية

إن المرتكز الرئيس لعلم المساحة التصويرية هو النظريات الضوئية التي يرجع تاريخها إلى العهد الإغريقي . وقد ظلت نظرية أرسطو – التي تتلخص في أن رؤية الأجسام تتم نتيجة صدور الضوء من العين وسقوطه على الجسم – قائمة حتى نفاها عالم الرياضيات والفلك والفيزياء المسلم الحسن بن الهيثم المولود في البصرة بالعراق في العام ٩٦٥ م و الذي انتقل إلى بغداد ثم إلى مصر بدعوة من الخليفة الفاطمي "الحكيم" و أخيراً إلى أسبانيا مواصلاً أبحاثه و نشر نتائجها . وقد كان لابن الهيثم باع طويل في وضع النظريات الأساسية في علوم الضوء و البصريات –التي تعتبر الأساس لعلم المساحة التصويرية ولعلوم تطبيقية أخرى– حتى كان اللقب الذي اشتهر به هو "أبو البصريات" و ذلك لما قام بنشره من نظريات وتجارب في مجال العدسات والمرآة وانعكاس الضوء وانكساره وتشتته. ومن أشهر ما ألف كتابه في الضوء والبصريات والذي سماه "كتاب المناظير" [2]. وقد وضع ابن الهيثم النظرية التي تتلخص في أن العين البشرية تتحسس الأجسام نتيجة انعكاس الأشعة الضوئية منها و دخولها إلى العين. ويتم تفسير تلك الانعكاسات من قبل الدماغ . ويرجع لابن الهيثم الفضل في أنه أول من بحث الخواص الفيزيائية للعدسات كما شرح تركيب العين وأجزاءها وسماها بأسماء تطلق عليها حتى الآن كالشبكية والقرنية والسائل الزجاجي وقد وضع نظرية آلة التصوير بعد ملاحظته لصورة الجسم التي تكونها الأشعة الساقطة من الجسم من خلال ثقب على جدار الخيمة [1], [2] ، أو على صندوق كما في الشكل رقم (١,١) [2].



الشكل رقم (١,١). سقوط الأشعة الضوئية من خلال الثقب لتكوين الصورة على الجدار [2].

وقد تم نقل و ترجمة مؤلفات ابن الهيثم إلى اللغة اللاتينية في فترة ما يعرف بالعصور الوسطى ثم إلى اللغات الأوروبية المعاصرة. وقد شكلت أبحاثه أساساً للكثير من الأبحاث والنظريات الحديثة ، من بينها رسالة الدكتور صالح بشارة عمر لدرجة الدكتوراه في جامعة شيكاغو بأمريكا في العام ١٩٧٧ م ، بعنوان "مقارنة في المنهج العلمي لكل من ابن الهيثم وعلماء الإغريق في مجال البصريات" [3]. ويعرف ابن الهيثم في العالم الغربي باسم "الحزين Alhazen " محرفين حرف السين إلى حرف الزاي. وقد وجد هذا العالم المسلم التقدير بسبب إنجازاته العلمية ففي العراق زينت صورته العملة الورقية فئة العشرة آلاف دينار والتي صدرت في العام ٢٠٠٣ م . وفي إيران أطلق اسمه على أكبر مجمع لأبحاث الليزر التابع لأبحاث الطاقة الذرية في طهران.

وقد تعاقب العلماء بعد ذلك في تطوير النظريات الضوئية وتطبيقاتها حتى لاحظ النرويجي شولتز Schultze في عام ١٧٥٩ م أن ذرات الفضة تصبح سوداء عند تعريضها لأشعة الشمس. وفي نفس العام وضع العالم الفرنسي لامبيرت Lambert القواعد الأساسية لعلم المساحة التصويرية المبنية على الإسقاط المنظوري وإمكانية استخدامها في عمل الخرائط [1] . وفي العام ١٨٠٢ م تمكن الإنجليزي ويدج وود Wedge Wood من طبع صورة على لوحة معدنية عليها محلول من أملاح الفضة. ثم قام الفرنسي لويس داجوري Louis Daguerre بتصوير جزء من مدينة باريس من مكان مرتفع و ذلك في العام ١٨٣٩ م . وفي العام ١٨٥٨ م تمكن الفرنسي فليكس نادار Flex Nadar من التقاط أول صور جوية لمدينة باريس بواسطة آلة تصوير معلقة في أسفل بالون من ارتفاع ٨٠ متر. وفي الفترة ما بين ١٨٦٤ م و ١٨٦٨ م قام المهندس الفرنسي لوسيدات Laussedat الذي عمل ضابطاً في الجيش الفرنسي بتصميم أول آلة تصوير مساحية و استخدمها في التقاط العديد من الصور في أنحاء مختلفة من فرنسا.

وهو أول من قام بعمل خرائط طبوغرافية من الصور الجوية و لذلك أطلق عليه رائد المساحة التصويرية [1] . وفي العام ١٨٨٩ م تم نشر أول دليل للمساحة التصويرية في ألمانيا . وقد ساعد اكتشاف الطائرة في العام ١٩٠٢ م من قبل الأخوين الأمريكيين رايت Wright في تطوير علم المساحة التصويرية وبالأخص في مجال التصوير الجوي. وقد كانت أوروبا مركزاً لهذا التطور ، حيث أنشئت في النمسا مؤسسات حكومية تعمل في إنتاج الخرائط من اللوحة المستوية التصويرية ، كما أسس عالم الجيوديسيا والرياضيات النمساوي دوليزال Dolezal الجمعية العالمية للمساحة التصويرية في العام ١٩٠٩م . وقد شهد العالم أول مؤتمر علمي لهذه الجمعية في مدينة فينا في العام ١٩١٣ . وفي الفترة نفسها طور العالم النمساوي ثيودور شيمفلق Scheimpflug بعض النظريات التي قامت عليها أجهزة تعديل الصور المائلة . و قام العالم الألماني كارل بولفريدج Carl Pulfrich باستخدام أزواج الصور المتداخلة لتكوين النموذج ثلاثي الأبعاد و عمل الخرائط الطبوغرافية منه.

وخلال الحرب العالمية الأولى استخدم الألمان آلة التصوير الأوتوماتيكية ذات الفيلم الحساس ثم تلا ذلك تطور ملحوظ في آلات رسم الخرائط من الصور الجوية. وقد شهدت فترة الحرب العالمية الثانية وما بعدها العديد من التطورات في تقنيات آلات التصوير الجوية وأجهزة رسم الخرائط من الصور الجوية . وفي خلال عقد الستينيات من القرن الماضي أصبحت أجهزة الرسم التجسيمي هي الوسيلة الأكثر استخداماً لرسم الخرائط الطبوغرافية في كافة أنحاء العالم و في أوروبا و أمريكا على وجه الخصوص. وفي عقد السبعينيات طورت آلات الرسم التحليلية analytical plotters التي كان أول من بدأ العمل في تصميمها الأمريكي حيلافا Helava في العام ١٩٥٧ م . ولم تدم فترة استخدام آلات الرسم التحليلية طويلاً حتى ظهرت تقنية المساحة التصويرية

الرقمية digital photogrammetry في عقد الثمانينيات وما بعده مواكبةً للتطور السريع في تقنيات الحاسوب و تطوير آلات التصوير الرقمية و التي مازالت تخطو خطوات سريعة أدت إلى تسهيل إنتاج الخرائط الطبوغرافية و النماذج الرقمية لسطح الأرض وإلى استخدام هذه التقنية في العديد من المجالات التي سيأتي ذكرها في الفقرة التالية.

(١,٣) استخدامات المساحة التصويرية

هنالك العديد من مجالات استخدام المساحة التصويرية ، نذكر منها على سبيل المثال :

١- دراسة طبوغرافية سطح الأرض وإعداد الخرائط المساحية التي تحتوي على المعالم الطبيعية والأخرى المدنية خاصة للمناطق ذات المساحات الشاسعة والتي يصعب الوصول إليها بسبب وعورة طبيعة الأرض لما قد يكون من مكوناتها الغابات والجبال والمستنقعات.

٢- إعداد الخرائط لمواقع المنشآت الهندسية المختلفة مثل الخزانات والسدود والموانئ البحرية .

٣- تزويد الهيئات العسكرية بالخرائط المساحية والصور التي تمكن القيادة من التعرف على مواقع العدو وأماكن تخزين آلياته و ذخائره وطائراته المتحفزة إضافة إلى نتائج الغارات الجوية ليتم دراستها والتعرف على ما تبقى للعدو من آليات.

٤- إعداد الخرائط الجيولوجية ودراسة طبقات الأرض الجيولوجية لاستخدامها في عمليات التنقيب عن المعادن وغيرها من الخيرات المستودعة في باطن الأرض و ظاهرها.

٥- دراسة مواقع وكميات الثروات الطبيعية المختلفة من غابات وثروة حيوانية وزراعية.

٦- دراسة المناطق الحضرية وحصر السكان والاستفادة من نتائج ذلك في عمليات التخطيط.

٧- دراسات شبكة الطرق والنقل وحركة المرور وما يترتب على ذلك من تنظيم للسير وتيسيره.

٨- إنتاج الخرائط التفصيلية الدقيقة والتي تستخدم في عمليات تسجيل العقار وحدوده والفصل في النزاعات بين أصحاب الملكيات.

(١,٤) أنواع المساحة التصويرية

يمكن تصنيف علم المساحة التصويرية إلى ثلاثة أصناف بناءاً على نوعية *الصور المستخدمة* في الدراسة من حيث موقع محطة التقاط الصور . وهذه الأصناف هي:

١- المساحة التصويرية الأرضية Terrestrial Photogrammetry

وهي التي تستخدم فيها صور يتم التقاطها بواسطة آلات تصوير أرضية مثبتة على محطة ثابتة على سطح الأرض . و في مثل هذا النوع يمكن تحديد محطة التقاط الصورة بدقة عالية. وقد كان هذا النوع شائع الاستخدام في عمل الخرائط الطبوغرافية قبل اكتشاف الطائرة لكنه الآن أكثر استخداماً في عمليات القياس في المختبرات لاستخدامها في صناعة العربات والطائرات وبجسمات لجسم الإنسان والمباني وتستخدم أيضاً في رصد حوادث المرور ومتابعة تصدعات المنشآت الهندسية المختلفة ولقرب محطة التصوير من الجسم المصور أطلق عليها المساحة التصويرية قريبة المدى close range photogrammetry.

٢- المساحة التصويرية الجوية Aerial Photogrammetry

وتستخدم فيها صور جوية يتم التقاطها بواسطة آلة تصوير جوية محمولة داخل طائرة على ارتفاع عدة مئات من الأمتار فوق سطح الأرض. ويطلق على هذا الصنف أيضاً المساحة الجوية aerial surveying . وأهم استخدامات هذا النوع من المسح التصويري هو إنتاج الخرائط الطبوغرافية والنماذج الرقمية لسطح الأرض digital elevation models (DEM) و عمل التثليث الجوي aerial triangulation .

٣- المساحة التصويرية الفضائية Space Photogrammetry

يتم التقاط الصور المستخدمة في هذا الصنف بواسطة آلات تصوير محمولة داخل مركبات فضائية أو أقمار صناعية تدور حول الكرة الأرضية من على ارتفاع عدة مئات من الكيلومترات (ولذلك يطلق عليها أيضاً المساحة التصويرية للأقمار الصناعية satellite photogrammetry) . وتستخدم في عمل الخرائط ذات المقياس الصغير وفي الدراسات الخاصة بموارد الأرض الطبيعية.

كذلك يمكن *تصنيف علم المساحة التصويرية بناءاً على نوعية الصور المستخدمة* إذ إن هنالك نوعان من هذه الصور: ١- صور منتجة من آلات التصوير الضوئية التي يتم فيها تسجيل الصورة على فيلم حساس بعد معالجة كيمائية و تصنف الدراسة على هذه الأفلام بالمساحة التصويرية التقليدية ، و ٢- صور رقمية يتم إنتاجها بعمليات مسح رقمي يجرى على الأفلام لتحويلها إلى صورة رقمية أو على صور رقمية يتم إنتاجها مباشرة بواسطة آلات تصوير رقمية. ويطلق على الدراسة التي تتم على الصور الرقمية المساحة التصويرية الرقمية digital photogrammetry.

كما يمكن تصنيف الصور الجوية من حيث *وضع آلة التصوير أثناء التقاط الصورة* إلى: صور جوية *رأسية* Vertical aerial photographs وذلك عندما يكون

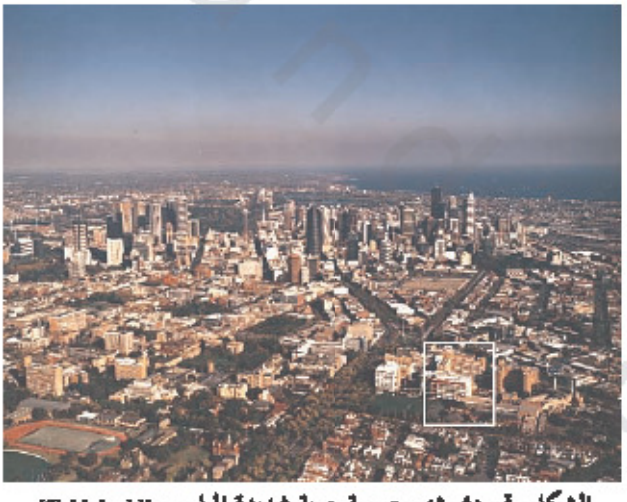
المحور البصري لآلة التصوير في المستوى الرأسي (متطابقاً مع خط الجاذبية الأرضية أو ينحرف منه بزاوية لا تزيد عن ثلاث درجات و تسمى حينها near vertical aerial photograph) كما في الشكل رقم (١,٢).

الشكل رقم (١,٢). صورة جوية رأسية vertical aerial photograph [5].

وصور جوية *مائلة* oblique aerial photographs بحيث يكون المحور البصري لآلة التصوير مائلاً عن خط الجاذبية الأرضية بزاوية تزيد على الثلاث درجات.

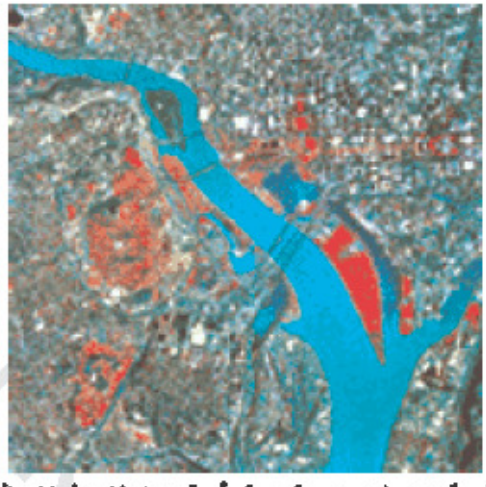
وتقسم الصور الجوية المائلة إلى : صور جوية *خفيفة الميل* low oblique الشكل رقم (١.٣) لا يظهر فيها خط الأفق وتصل زاوية الميل إلى 30° ، وصور جوية *حادة (شديدة) الميل* high oblique بحيث يظهر خط الأفق في داخل الصورة بسبب شدة الميل الذي يصل إلى 60° كما في الشكل رقم (١,٤).

الشكل رقم (١,٣). صورة جوية خفيفة الميل low oblique [6].



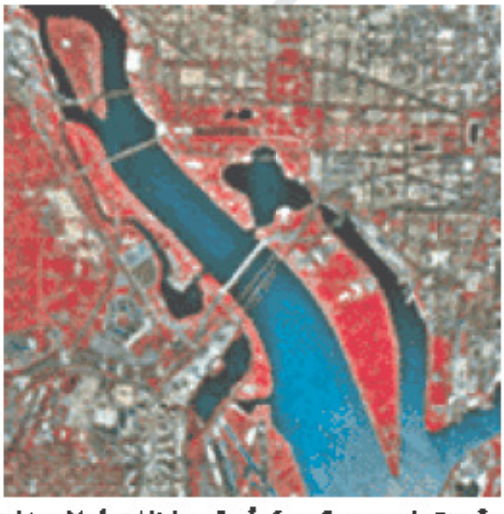
الشكل رقم (١,٤). صورة جوية شديدة الميل high oblique [5].

ويمكن أيضاً تصنيف الصور الجوية من حيث *ارتفاع الطيران* لالتقاط الصور فإذا كان ارتفاع الطيران عال يطلق عليها الصور الجوية عالية الطيران high altitude photography وتظهر الصورة بمقياس صغير كما في الشكل رقم (١,٥).



الشكل رقم (١,٥). صورة جوية رأسية من ارتفاع طيران عال [7].

وإذا كان ارتفاع الطيران منخفض فيطلق عليها الصور الجوية منخفضة الطيران و تظهر الصورة بمقياس أكبر و تكون أكثر وضوحاً كما في الشكل رقم (١,٦).



الشكل رقم (١,٦). صورة جوية رأسية من ارتفاع طيران منخفض [7].

وتختص الدراسة في هذا الكتاب بعلم المساحة التصويرية الجوية ذات الطابع التقليدي و ليس الرقمي و الذي تتم الدراسة فيه على الصور الجوية الرأسية أو ذات الميل الصغير غير المتعمد ، حيث إن فهم هذا النوع من المساحة التصويرية يشكل الأساس لكل من المساحة التصويرية التحليلية و الرقمية إضافة إلى أنه لا يمكن الاستغناء عنه في الكثير من عمليات القياس المساحي في وجود الأجهزة التقليدية للمساحة التصويرية و الصور الجوية المطبوعة على الأفلام .

وسنبدأ بتقديم نبذة عن آلة التصوير الجوية : أنواعها وتركيبها وأجزاؤها المختلفة وسيكون ذلك موضوع الفصل الثاني من هذا الكتاب.

(١,٥) تمارين

١- أذكر ثلاثاً من استخدامات المساحة التصويرية.

٢- وضح الفرق بين المساحة التصويرية القياسية و التفسيرية.

٣- عدد أنواع المساحة التصويرية من حيث موضع محطة التقاط الصورة.

٤- اشرح كيف تفرق بين الصورة الجوية الرأسية و الصورة الجوية شديدة الميل.

٥- أي الصورتين تكون عالية الوضوح الصورة الجوية عالية الطيران أم الصورة الجوية منخفضة الطيران؟

obeikandl.com