الفصل الأول

المقدمـــة

Introduction

تعتبر الصور الجوية والفضائية من مصادر البيانات المهمة للكثير من التطبيقات الهندسية وعلوم الأرض المختلفة ولكل ما له صلة بالبحث عن مصادر الثروة التي تحتضنها الكرة الأرضية. وقد استخدم مصطلح الاستشعار عن بعد منذ الستينيات من القرن الماضي. ويعرف الاستشعار عن بعد بأنه تقنية مراقبة ودراسة والتعرف على الظاهرات الأرضية أو القريبة من الأرض من دون الاحتكاك بها وذلك من خلال دراسة وتحليل الأشعة أو الطاقة الكهرومغناطيسية التي تنعكس أو تبث من تلك الأهداف والتي تحمل خواص الهدف الذي تحت الدراسة [1]-[5] .

ويتم تسجيل هذه الطاقة الكهرومغناطيسية بواسطة أجهزة استشعار تعمل عادة من منصات محمولة في الجو أو الفضاء.

ولهذه التقنية أساليب متعددة. فمن ناحية مصدر الأشعة التي تنعكس من الهدف على الأرض هنالك أشعة طبيعية وهي أشعة الشمس، وفي هذه الحالة تسمى عملية الاستشعار "الاستشعار السلبي" وتمثل آلة التصوير (الكاميرا) الجوية هذا النوع. أما إذا كان مصدر الأشعة هو مصدر اصطناعي نقوم بتوليده بأنفسنا ونصوبه على الهدف تسمى العملية استشعار نشط، وكمثال لذلك نظام الرادار. ومع أن

عمليات الاستشعار النشطة لها مميزاتها مثل قابليتها للاستخدام تحت كل الظروف الجوية وإمكانية عملها بالليل والنهار، إلا أنها أكثر تعقيدا في التطبيق. ولذلك فإن استخدام الأشعة الطبيعية (أشعة الشمس) أو الطاقة الطبيعية هي الأكثر استخداما في عمليات الاستشعار من بعد. وعليه سيكون التركيز في هذا الكتاب على عمليات الاستشعار السالبة التي تعتمد على تحسس أشعة الشمس التي تنعكس من الأهداف التي على سطح الأرض.

وهنالك نوعان أساسيان من الأجهزة التي تستشعر الأشعة الكهرومغناطيسية وتسجلها لننتج منها صوراً لسطح الأرض وما عليه من أهداف. أول هذه الأجهزة آلات التصوير الضوئي (الفوتوغرافي) (photographic cameras) التي يتم فيها تسجيل الأشعة المنعكسة من الهدف على فيلم بعد مرورها بعدسة آلة التصوير وبعد تفاعلات كيمائية تظهر صورة الهدف على الفيلم، وهنالك أجهزة الاستشعار الإلكترونية(electronic sensors) والتي تنتج إشارات كهربائية بعد وصول الأشعة إليها ثم تحول هذه الإشارات إلى أعداد رقمية تتناسب مع كمية الأشعة الواصلة إليها ويكون الناتج صوراً رقمية (digital images) يمكن أيضا تحويلها إلى صور مرئية سواء أكان ذلك على شاشة أم على فيلم. وتنقسم هذه أيضا إلى: نظم استشعار نشطة (active) وهي التي ترسل الأشعة إلى الهدف وتستقبل الأشعة المنعكسة لتقوم بتحويلها إلى صورة رقمية أو مرئية مثل نظام الرادار ؛ ونظم استشعار سالبة (passive) وهي التي لا ترسل أشعة أو طاقة بل تستقبل الأشعة الصادرة أو المنعكسة من سطح الأرض ثم تحولها إلى صور رقمية ثم مرئية مثل نظام التصوير متعدد الطيف. والصور الناتجة من النظام الأخير هي التي سيتم التركيز عليها في هذا الكتاب ليكون موافقا

لمقرر معالجة الصور الرقمية الذي يقدم لطلبة هندسة المساحة بكلية الهندسة بجامعة الملك سعود.

لقد بدأ تصميم نظم التصوير الرقمي وإعداد برامج استخدامها في استكشاف مصادر الثروة الأرضية منذ عقد الستينيات من القرن الماضي. وتتميز الصور الرقمية على الصور الفوتوغرافية التي يتم التقاطها بواسطة آلات التصوير الضوئية الفوتوغرافية من عدة أوجه [5],[6] .

أولى هذه المميزات هو أن مدى التدرج الرمادي الذي يمكن أن تعرض فيه الصور الرقمية أكبر بكثير من المدى الذي يمكن أن تعرض فيه الصور المرئية، ففي حين أن الصورة المرئية يتفاوت المدى الرمادي الذي يمكن أن تعرض فيه فيما بين 15 – 30 درجة فقط، نجد أن الصورة الرقمية يمكن عرضها في مدى رمادي يصل إلى 2040 درجة. ثم إن الصورة الرقمية تحتوي على معلومات في شكل أرقام ولذلك فإنه يمكن تحليلها بواسطة النماذج والتقنيات الرياضية على عكس الصور المرئية. إن هذه الخاصية تجعل من الصورة الرقمية قابلة للنسخ عدة مرات من دون أن يؤثر ذلك على قوة وضوحها، وذلك بعكس الصور المرئية التي يقلل تكرارها بالنسخ من قوة وضوحها. والبيانات الرقمية يسهل إرسالها بالبريد الإلكتروني؛ مما يمكن الباحثين الذين يريدون العمل على البيانات نفسها من الوصول إليها في سهولة ويسر. إضافة إلى ذلك فإن التطور الهائل في صناعة الحاسبات الآلية وتقنيتها قد ساعد كثيرا في التعامل الرياضي مع بيانات الصور الرقمية الهائلة الكم مما سهل إمكانية تطبيق تقنيات تؤدي إلى تخزين بيانات الصور الرقمية وتحسينها وتحليلها وعرضها وتصنيفها أو تفسيرها يدوياً وآلياً؛ والحصول على أكبر قدر من المعلومات منها . إن هذه التقنيات سريعة التطور وتشكل جزءًا مهماً من نظم الاستشعار عن بعد والمساحة التصويرية

الرقمية، ويطلق عليها: معالجة الصور الرقمية وهي التقنيات التي سنتناول دراستها في هذا الكتاب .

ويمكن تقسيم عمليات معالجة الصور الرقمية إلى أربع عمليات أساسية تتم كلها بواسطة الحاسوب وهي:

أ) ترميم الصورة الرقمية (image restoration): وهي العملية التي يتم فيها معالجة الأخطاء في البيانات المدخلة وإعادة الصورة الرقمية إلى الهيئة التي يفترض أن تكون عليها إذا لم يصحب عملية التصوير مصادر للتشوه أو الأخطاء. وتسمى الأخطاء التي تصحح في هذه المرحلة الأخطاء الهندسية والأخطاء الإشعاعية والتشويش في المعطيات أو البيانات المدخلة . وهذه العملية أيضا يطلق عليها المعالجة الأولية؛ ذلك لأنها تسبق عمليات معالجة الصورة الرقمية التي يتم فيها تحسين الصورة واستنباط المعلومات منها.

ب) تحسين الصورة الرقمية (image enhancement): وهي عملية معالجة تجرى على بيانات الصورة الرقمية يتم فيها تحسين البيانات واستبدالها ببيانات جديدة تصبح فيها الصورة أكثر وضوحا مما يسهل عملية تفسير محتويات الصورة والتعرف على الأهداف التي تغطيها بدقة أكبر. وتتضمن هذه العملية تقنيات تهدف إلى زيادة الفوارق البصرية بين المعالم في الصورة . ومن هذه التقنيات التحسين الإشعاعي للصورة بتقنيات تمديد التباين وتحسين الصورة المكاني باستخدام تقنيات الترشيح والتحسين الطيفي للصورة باستخدام تقنيات تحويل بيانات الصورة الرقمية .

جـ) تصنيف الصورة الرقمية (image classification): أو استخلاص المعلومات من الصورة الرقمية: وهي العملية التي يتم فيها تحليل بيانات الصورة الرقمية آليا وذلك بوضع قواعد ونظم كمية تعتمد على قيم الإشعاعات الطيفية

المتعددة تصمم للحاسب الآلي لاتخاذ القرار؛ للتعرف على الأهداف التي تغطيها الصورة الرقمية بعد تصنيفها إلى مجموعات تمثل أهدافا ذات قيم إشعاعية متماثلة.

د) دمج مجموعة البيانات (data merging): وهي عملية يتم فيها وضع برمجيات لإجراء التكامل بين مجموعات متعددة من البيانات لنفس الموقع، مثل التقاط صور رقمية لنفس المنطقة في تواريخ مختلفة للتعرف على التغيرات التي تحدث بمرور الزمن، كما يمكن دمج بيانات الصور الرقمية مع بيانات أخرى مثل النماذج الرقمية لسطح الأرض وبيانات الغطاء الأرضي لاستغلالها في نظم المعلومات الجغرافية .

إن هذا التقسيم لمعالجة بيانات الصور الرقمية لا يعني أن هذه الأقسام غير مترابطة مع بعضها، وذلك لأن عملية ترميم الصورة الرقمية لإزالة التشويش فيها تعتبر من عمليات التحسين (تؤدي دورًا مطابقاً لعملية تحسين الصورة)، كما أن عمليات التحسين تؤدي إلى تسهيل عملية التصنيف ورفع دقتها.

وفي هذا الكتاب سنقوم بعرض أساسيات معالجة الصور الرقمية. وقبل أن نبدأ في ذلك سنقدم تصوراً لخصائص الصورة الرقمية بتقديم نبذة عن أجهزة التصوير الرقمي في الفصل الأول، ومن ثم نشرح تكوين الصورة الرقمية وذلك في الفصل الثاني. وفي الفصل الثالث نتحدث عن الخلفية النظرية التي يتم تصميم تقنيات معالجة الصورة الرقمية بناءً عليها ويشمل ذلك كيفية حفظ بيانات الصورة الرقمية. وفي الفصل الرابع نشرح عملية ترميم الصورة الرقمية، وفي الفصول الخامس والسادس والسابع نشرح معالجات الصور الرقمية التي تشمل التحسين الإشعاعي والتحسين المكاني والتحسين الطيفي للصور الرقمية على التوالي. وفي الفصل الثامن يتم تقديم مدخل إلى تقنيات تصنيف الصور الرقمية لاستنتاج المعلومات منها.