مقدمة الطبعة الثانية

تعتبر المخططات والخرائط وثائق أساسية في إدارة معظم المشاريع الهندسية، كما تلعب دوراً هاماً في جميع مراحل المشروع، انطلاقاً من الدراسات الأولية ثم التصميم والتنفيذ والتوثيق والاستثمار والصيانة والإدارة.

تأتي أهمية هذا الكتاب من ضرورة توفر خرائط دقيقة، مبنية على أساس اختيار أمثل لنظام الإسقاط. فمن المعلوم أن أي خريطة تتألف من عنصرين رئيسين هما: طبقة الهيكل الرياضي (Base map layer) وطبقة غرضية (Thematic layer). تؤمن طبقة الهيكل الرياضي المعلومات المكانية لعناصر الطبقة الغرضية، وهو ما يعني تحديداً نظام الإسقاط. وهناك عدة معايير لاختيار الإسقاط في أي خريطة. من هذه المعايير ما يرتبط بالمواصفات الهندسية للمنطقة المصورة كالموقع الجغرافي والأبعاد والشكل واتجاه الامتداد، ومن المعايير أيضاً ما يسمى بالمعايير الكارتوغرافية التي تتعلق بموضوع الخريطة والهدف منها. فبعض مواضيع الخرائط يتطلب شرط المحافظة على المساحات أو الزوايا، وقد ازدادت أهمية هذا المعيار بعد انتشار نظم المعلومات الجغرافية وهي النظم التي تعتبر وسيلة فعالة لبيان نتائج التحليل المكاني. أما هدف الخريطة فقد يكون في بعض الحالات هو الحاكم في اختيار الإسقاط بصرف النظر عن محتوى الخريطة كما في حالة خرائط الملاحة البحرية.

من ناحية أخرى، أدى ظهور الأنظمة الكارتوغرافية المؤتمتة (Automated Cartography Systems) ونظم المعلومات الجغرافية GIS، بالإضافة إلى تطور تقنيات وطرق جمع البيانات المكانية رقمياً، كالأجهزة المساحية الرقمية وتقنيات التصوير الجوي والاستشعار عن بعد ونظام تحديد المواقع العالمي GPS، كل ذلك أدى إلى تعدد مصادر البيانات المكانية وبالتالي مرجعيات نظم الإحداثيات مما يتطلب عملية توحيد المساقط.

يعتبر هذا الكتاب مرجعاً للمهتمين بالخرائط ونظم المعلومات الجغرافية، وقد ظهرت الطبعة الأولى منه في عام ٢٠٠٩م (١٤٣٠هـ)، وقد لاقت قبولاً بفضل الله ونفدت جميع نسخها، وهذا ما شجعني على الموافقة على إعادة نشره مرة أخرى، والآن نعيد طباعة هذا الكتاب دون أي تعديل باعتباره يتضمن المفاهيم والنظريات الأساسية لطرق إسقاط الخرائط.

نسأل الله التوفيق والسداد وأن يجعلنا ممن ينفع الناس بعلمه.

المؤلف

مقدمة الطبعة الأولى

إن الأساس الرياضي للمخططات والخرائط والصور الفضائية هو نظام الإسقاط. والتعامل مع المخططات أو الخرائط أو تحليل الصور يتطلب معرفة تامة بنظام الإسقاط. هذه المعرفة تكاد تكون معدومة عند ذوي الاختصاصات ذات العلاقة باستخدام المخططات والخرائط والصور بسبب ندرة المراجع في هذا المجال وخاصة باللغة العربية.

لقد روعي سابقاً، حين اتباع طريقة ما من طرق الإسقاط على المستوي، سهولة المعادلات التي تسمح بحساب التشوهات الخطية، وسائر العناصر التي يحتاج المهندس الجيوديزي إلى استخلاصها من الخرائط. إلا أن هذه السهولة كانت دوماً على حساب تشوهات كبيرة نسبياً تلحق بالأطوال وخاصةً عند الابتعاد عن مركز الإسقاط.

إن توخي البساطة في المعادلات التي تعرّف الإسقاط، على حساب التشوهات الخطية الكبيرة، أصبح أمراً غير مبرر في عصر انتشار الحواسيب، ومع إمكانية إيجاد الحلول باستخدام طرق الرياضيات العددية.

إن الكثير من المؤلفات المختصة بنظم الإسقاط تتناول فقط نظم الإسقاط التقليدية التي تعتمد في حسابها على طرق رياضية وجداول تتناسب مع عصر ما قبل الحاسوب. وتأتي أهمية هذا الكتاب من ضرورة وجود مرجع باللغة العربية، يوضح مفهوم نظم الإسقاط بكافة أشكالها، دون النظر لصعوبة الحسابات مع وجود

الحاسوب. وأصبح ذلك ضرورة ملحة بعد ظهور أنظمة المعلومات الجغرافية التي تتعامل مع خرائط رقمية وتنفذ تحليلات دقيقة بالخارطة.

إن فروع الجيوديزيا عديدة، كما هو معلوم، وقد تطورت تطوراً كبيراً في الفترة الأخيرة. ومعظم ما كتب عن الجيوديزيا كان يتناول مواضيع المساحة المستوية. وهناك عدد محدود من المؤلفات عن السطوح المرجعية، أي الكرة أو الإهليلج. وكما أسلفنا القول بأن المؤلفات عن نظم إسقاط الخرائط تعتبر نادرة وخاصة باللغة العربية، علماً بأن هذا الفرع من الجيوديزيا أيضاً شهد تطوراً كبيراً، وقد نشر العديد من البحوث وأعدت بعض رسائل الماجستير والدكتوراه في هذا المجال مما أضاف الجديد لهذا العلم.

في هذا الكتاب سنستعرض النظرية العامة للإسقاط، ثم نعرض نظم الإسقاط المعروفة وتحليلها وبيان مجال استخدامها، بعد ذلك نستعرض نظم الإسقاط الحديثة التي ظهرت مؤخراً بنتيجة الأبحاث في هذا المجال.

المؤلف

لمحة تاريخية

إن بداية ظهور نظم الإسقاط كانت قبل أكثر من ألفي عام، عندما بدء بتمثيل القبة السماوية على مستوٍ، من قبل بعض العلماء مثل (أبولوني) و (إراتوستين) وغيرهم. ثم استخدمت نظم الإسقاط لتمثيل سطح الأرض بعد بعض الاكتشافات، التي شكلت نقاط تحول في علم الجيوديزيا، مثل فرضية فيثاغورث عن كروية الأرض في القرن السادس ق. م، وإثبات فرضية كروية الأرض لـ (أرسطاطاليس) في القرن الرابع ق. م، وتحديد نصف قطر الأرض بقياس قوس الدرجة من قبل (إراتوستين) في القرن الثالث ق. م، وصنع نموذج كروي للأرض من قبل (كراتيس) في القرن الثاني ق. م وغير ذلك. في ذلك الوقت قام (إراتوستين) بإصدار أول خارطة باستخدام نظام الإسقاط الأسطواني المربع اعتماداً على أبعاد الأرض التي عرفت آنذاك. وقد لعب (بطلميوس) دوراً هاماً في مجالات الفلك والجغرافيا ومنها نظم الإسقاط، حيث أوجد نظام الإسقاط المخروطي.

في القرن السادس عشر حدث تطور هام في علم نظم الإسقاط واستخداماتها، عندما ساهم الكارتوغرافيان الهولنديان (أرتول) و (ميركاتور) بإصدار الأطالس الجغرافية. ففي عام (١٥٦٩) استخدم (ميركاتور) لأول مرة نظام الإسقاط الأسطواني

المطابق والذي مازال مستخدماً حتى الآن لخرائط الملاحة البحرية. فيعتبر القرن السادس عشر بداية ظهور نظم إسقاط جديدة.

ولكن الجدير بالذكر أن عصر الحضارة الإسلامية شهد أيضاً تطوراً كبيراً في هذا المجال. فمثلاً من أعمال البيروني، كتابه: "تسطيح الصور وتبطيح الكور" الذي تحدث فيه عن المبدأ العام لنظم الإسقاط المنظورية. كما قدم طريقة جديدة في التمثيل المستوي لسطح الأرض، وذلك بمفهوم ميكانيكي، وقدَم بعد ذلك (باستيل) في القرن السادس عشر نفس طريقة الإسقاط بأسلوب تحليلي، وبقي نظام الإسقاط منسوباً لـ (باستيل) حتى يومنا هذا. واقترح البيروني أيضاً طريقة لتمثيل الكرة الأرضية بغية إظهار دائرة البروج. وقد قدم العلاقات اللازمة لحساب نظام الإسقاط هذا. إلاَ أن هذا النظام نسب لـ (نيكولوزي) بعد البيروني بحوالي ٦٠٠ عام، وبقي معروفاً باسم (نيكولوزي) حتى الآن.

في القرن التاسع عشر، وبسبب الحاجة لخرائط طبوغرافية من أجل استخدامها في المجالات الحربية، تطور علم نظم الإسقاط. ففي عام (١٨٢٥م) وضع (غوص) نظرية نظام الإسقاط المطابق لسطح على آخر. مرحلة جديدة من تطور علم نظم الإسقاط، شهدت ظهور نظرية (تشيبتشيف، ١٨٥٣) لنظام الإسقاط المطابق المثالي، وبرهن عليها تحليلياً فيما بعد (غرافي، ١٩٢٢). ثم عرف نظام إسقاط (غوص-كريوغر) الذي مازال مستخدماً حتى الآن، وعرف نموذجاً معدلاً عنه سمي بنظام إسقاط ميركاتور المعترض العالمي (U T M).

أما القرن العشرون فقد شهد تطوراً هاماً في علم نظم الإسقاط، وخاصة بالأعوام الأخيرة، بعد مساهمة الحاسوب في حل مسائل حساب نظم الإسقاط المعقدة، والبحث عن نظام إسقاطات جديدة.