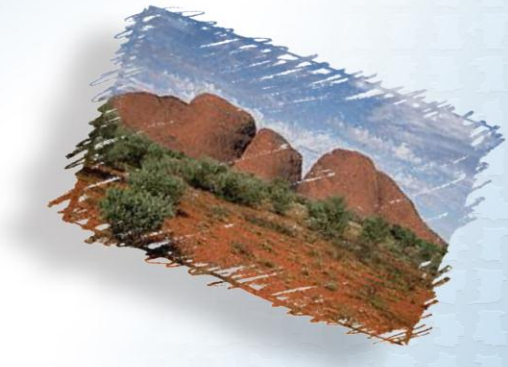


علوم هندسة المساحة – حقائق وتطبيقات

إعداد عن قسم هندسة المساحة
أ.د / عمرو حنفى أحمد علي

الفهرس

الفهرس ٢
مقدمة فى علوم المساحة ٥
تعريف المساحة Survey : ٥
لمـــاذا نريـــد القيـاسات ؟ ٥
اقسام المساحة:..... ٦
نشـــأة الخريطة وتطورهـا..... ٧
تطـورعلوم المســـاحة..... ١٥
نظم القياس ..... Error! Bookmark not defined.
المساحة الطبوغرافية ..... Error! Bookmark not defined.
مقدمة:..... **Error! Bookmark not defined.**
تعاريف أساسية فى الرفع الطبوغرافى..... **Error! Bookmark not defined.**
اعمال المضلعات..... Error! Bookmark not defined.
تقسيم المضلعات من حيث الشكل وامكانية التحقق من دقتها..... **Error! Bookmark not defined.**
١. المضلع المقفل:..... **Error! Bookmark not defined.**
٢. المضلع الموصل: ..... **Error! Bookmark not defined.**
٣. المضلع المفتوح: ..... **Error! Bookmark not defined.**
الأعمال المتعلقة بالمضلعات ..... **Error! Bookmark not defined.**
اعمال الميزانيات ..... Error! Bookmark not defined.
مقدمة:..... **Error! Bookmark not defined.**
اهمية أعمال التسوية:..... **Error! Bookmark not defined.**
الأدوات المستخدمة لأعمال التسوية: ..... **Error! Bookmark not defined.**
تعاريف أساسية:..... **Error! Bookmark not defined.**
تعيين مناسيب النقاط: ..... **Error! Bookmark not defined.**
حساب مناسيب النقاط باستخدام المحطة المتكاملة: . **Error! Bookmark not defined.**

ضبط وتصحيح مناسيب النقاط ..... **Error! Bookmark not defined.**
الرفع الطبوغرافى.....Error! Bookmark not defined
الأجهزة والأدوات المستخدمة فى الرفع الطبوغرافى... **Error! Bookmark not defined.**
النظرية العامة لهذة الأجهزة : ..... **Error! Bookmark not defined.**
تقسيم أجهزة القياس الإلكترونى من حيث المدى :..... **Error! Bookmark not defined.**
تقسيم أجهزة القياس الإلكترونى من حيث إمكانيات القياس : ..... **Error! Bookmark not defined.**
طرق تمثيل الأرتفاعات والأنخفاضات للخريطة الطبوغرافية: ..... **Error! Bookmark not defined.**
الخرائط الكنتورية .....Error! Bookmark not defined
مقدمة: ..... **Error! Bookmark not defined.**
خواص خطوط الكنتور: ..... **Error! Bookmark not defined.**
العوامل التى يتوقف عليها اختيار الفترة الكنتورية: ..... **Error! Bookmark not defined.**
طرق تعيين خطوط الكنتور على اللوحة: ..... **Error! Bookmark not defined.**
الطرق الحسابية لتعيين أماكن خطوط الكنتور على اللوحة: ..... **Error! Bookmark not defined.**
رسم خطوط الكنتور: ..... **Error! Bookmark not defined.**
ترقيم خطوط الكنتور: ..... **Error! Bookmark not defined.**
تطبيقات أعمال الميزانية (القطاعات الطولية والعرضية) .....Error! Bookmark not defined
القطاعات الطولية: ..... **Error! Bookmark not defined.**
مقدمة: ..... **Error! Bookmark not defined.**
خطوات تنفيذ القطاع الطولى فى الطبيعة:..... **Error! Bookmark not defined.**
رسم القطاع الطولى : ..... **Error! Bookmark not defined.**
القطاعات العرضية: ..... **Error! Bookmark not defined.**
مقدمة: ..... **Error! Bookmark not defined.**
كيفية تنفيذ القطاعات العرضية فى الطبيعة:..... **Error! Bookmark not defined.**
رسم القطاعات العرضية : ..... **Error! Bookmark not defined.**

حساب مناسيب خط الأنشاء: ..... **Error! Bookmark not defined.**
حساب مساحة القطاعات العرضية: ..... **Error! Bookmark not defined.**

مقدمة فى علوم المساحة

تعريف المساحة Survey :

يمكن تعريف المساحة بأنها علم وفن يبحث فى الطرق المناسبة لتمثيل سطح الأرض و ما تحتويه من معالم مختلفة ، حيث يكون هذا التمثيل فى هيئة خرائط تقليدية او رقمية.

لمـــاذا نريـــد القيـاسات ؟

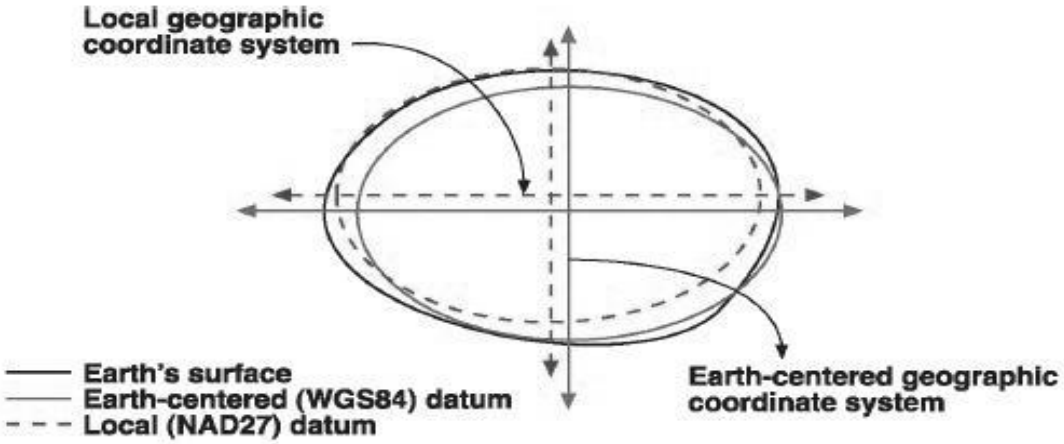
منذ بدايات الحياة، لاحظ الانسان تغير الاطـوال بين الليل و النهـار، كما أدرك بفطرته التغير في ارتفاع الشمس مع تغير الوقت.

بينما ظهـرت أهمية ظـواهر أخري علي المناطق السـاحلية كأنشطة المد و الجزر.

و مع تطور الحياة و توجة الانسان للحركة و الرحيل من مكان لآخر، أصبح لزاما عليه الاهتمام بالاتجاهات و المسـافات المقطوعة ممـا ألزمه بالنظر الي السماء "والي النجوم" لتكون مرشـدا له عند الحركة من مكان الي آخر.

مع كل هذه الظواهر، وغيرها، ظهرت أهمية القياسـات واحتياج الانسان لادوات تسـاعده علي تحديد الأطوال و الأبعاد والإتجاهات التي ساعدت فيما بعد، علي تحديد شكل الأرض.

ليس هذا فقط، فلقد ظهرت أيضا مبادئ العمليات الرياضية التي وضعت أسس علوم المسـاحة.



شكل (١) : شكل الأرض البيضاوي

وتتنوع القياســات تبعــا للغرض منهـا والادوات المسـتخدمة في تحديد هذه القياسات بالإضافة إلي شكل المنتج النهائي.

اقسام المساحة:

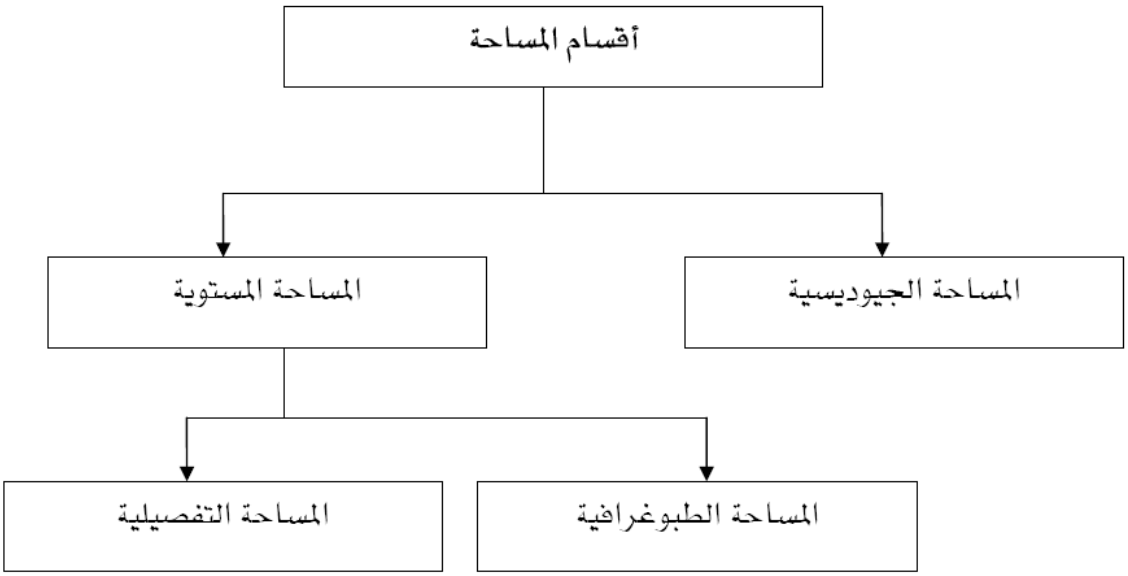
يمكن تقسيم المساحة إلى قسمين:

١. المساحة الجيوديسية (Geodetic Surveying): هذا النوع من المساحة يأخذ شكل الأرض الحقيقى فى الأعتبار وهو الأعلى دقة من حيث القياسات والأجهزة المستخدمة وبالتالى النتائج المتحصل عليها.

٢. المساحة المستوية (Plane Surveying) : هذا الفرع من المساحة يتعامل مع سطح الأرض على انه مستوي أى أنه يهمل كروية الأرض وذلك نظراً لمحدودية المساحات التى يتعامل معها والتى يمكن إهمال الخطأ فيها فمثلاً مثلث مساحته ١٩٦ كم^{٢} نسبة الخطأ فى مجموع زواياه هى ثانية واحدة وتنقسم المساحة المستوية إلى قسمين:

أ. المساحة الطبوغرافية (Topographic Survey): والغرض منها إنشاء خرائط تمثل انخفاضات وارتفاعات المنطقة المرفوعة على هيئة خطوط الكنتور.

ب. المساحة التفصيلية (Cadastral Surveying): والغرض منها إنشاء خرائط توضح تفاصيل حدود الملكيات العامة والخاصة سواء كانت زراعية أو مبانى أو غير ذلك.



ومن هنا يمكن تقسـيم فروع علوم المسـاحة الي تخصصات متعددة

فمهندس المسـاحة الذي يهتم بتحديد المواضع النسبية لما هو قائم فوق سطح الأرض " الإحداثيـات وفروق الإحداثيات" لمجموعة من الثوابت فوق سطح الكرة الأرضية يمكن أن نطلق عليه أسم "Positioner" ومثل هذا المهندس يستخدم مهاراته في تطبيقات المشـروعات المدنية.

بينما يطلق لقب المهندس الجيوديسي "Geodesy" علي من يهتم بتحديد شكل وأبعاد الكرة الأرضية. وهنا نجد مهندس المساحة يهتم بدراسة مجال الجاذبية الارضية، و أيضا تحديد موضع الثوابت الأرضيه ذات الأبعاد الثلاثة.

وننطلق إلي السماء لنجد إمكانية إيجاد مجموعة من القياسات عن طريق التصوير الجوي والتي من خلالها يمكن تحديد الأبعاد علي سطح الكرة الأرضية.

وهذا الفرع يسـمي بعلم المساحة التصويرية "Photogrammetry"

وأخيرا علم و فن تمثيل القياسات المأخوذة بأية طريقة علمية بشكل تخطيطي "Graphical" لإنتـاج الخرائط التي تمثل المعالم الطبيعية و الصناعية الموجودة علي سطح الكرة الأرضيـة وهو ما يسمي بعلـم صنـاعة الخرائط أو علــم الكارتوجرافي "Cartography".

وتعتبـر الخريطة المنتج الاسـاسي لعلوم المســاحة. لذا نجد لزاما علينـا التعرف علي بعض جوانب انتــاج الخريطة.

نشــأة الخريطة وتطورهـا

يمكن تعريف الخريطة علي أنها صورة اصطلاحية أو رمزية لسطح الأرض كما ترى عموديًا من الجو فالخريطة تصور ظاهرات سطح الأرض الطبيعية كالجبال والهضاب والسهول والوديان والأنهار والبحار والبحيرات وأنواع التربات والمناخ (حرارة – أمطار ... الخ) وتوزيع صور الحياة النباتية والحيوانية كما تصور ظاهرات سطح الأرض البشرية مثل توزيع السكان وكثافاتهم وهجراتهم وتوزيع المحاصيل الزراعية والثروات المعدنية وطرق المواصلات والنقل ومنطاق الاستقرار البشرى وغير ذلك .

والخريطة أفضل من الصورة الجوية المأخوذة من الطائرات فإذا كانت الصورة الجوية عبارة عن سجل فوتوغرافى لما علي سطح الأرض من معالم متعددة فالخريطة عبارة عن صورة أيضًا ولكنها صورة رمزية فبينما تتميز الصورة الجوية بالتعقيد إذ لا تترك صغيرة ولا كبيرة إلا شملتها نجد

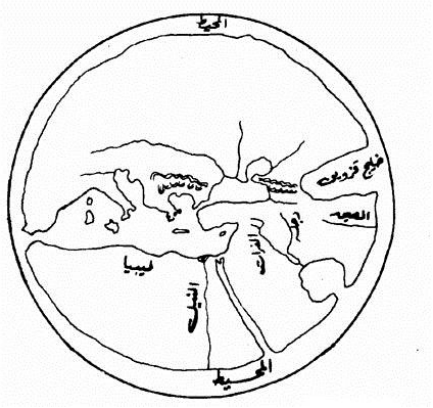
الخريطة تتحاشى التفاصيل والمعلومات غير المرغوب فيها فهى تسجل وتصور ظواهرمعينة منتقاة ومن ثم تتميز بالوضوح التام فهذه خريطة لتوزيع المحاصيل الزراعية وأخرى لتوزيع المدن وثالثة لتوضح الحدود السياسية بين الدول وأربعة توزع نطاقات النبات الطبيعى وهكذا ، كما أن الصورة الجوية لا تستطيع توضيح ظواهرمعينة على سبيل المثال لا الحصر أنواع الصخور ، نوع التربة، درجات الحرارة ، وكمية الأمطار ، هجرات السكان ..... وغيرها من معالم يستحيل تصويرها فوتوغرافيًا بينما توضح الخرائط هذه المعالم وغيرها وفق طرق تمثيل معينة واستخدام رموز متفق عليها . وهنا يلزم التعرف على أمرين الأمر الأول وهو فهم الرموز المستخدمة وفهم دلالاتها والأمر الثانى وهو تحديد العلاقة بين الخريطة وسطح الأرض أو ما يسمى بمقياس رسم الخريطة وهو يوضح النسبة بين الأطوال على الخريطة ونظائرها على الطبيعة .

ولقد نشأت الخرائط مع ظهور الحضارات القديمة وتطورت عبر تاريخ طويل بداية من المحاولات البدائية الأولى والخرائط البابلية والمصرية والصينية القديمتين ومرورًا بالخرائط الإغريقية فالخرائط الرومانية وخرائط العصور الوسطى ثم عرض لجهود العرب والمسلمين فى مجال انتاج الخرائط وما تلى من خرائط عصر النهضة وصولا إلى المدارس الحديثة فى إنتاج الخرائط .

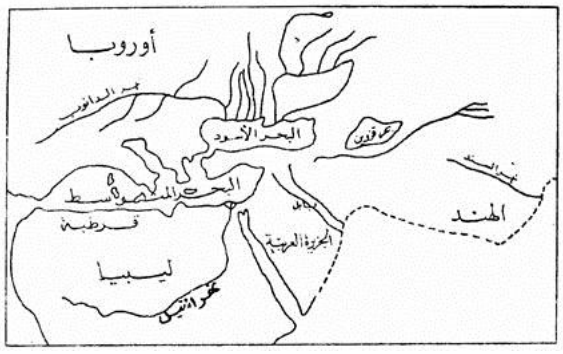
يبدو أن الخرائط استعداد فطرى بدأ مع الإنسان مع اتساع الرقعة التى يعيش عليها وحاجته إلى التجول والإنتقال إلى جهات بعيدة عن موطنه الأصلى ليوضح المسالك والطرق التى سلكها ومعالم البيئة التى يخترقها ومن أمثلة المحاولات الأولية لعمل خرائط بدائية تلك التى قام بها الاسكيمو وسكان جزر لولينيريا وعلى الأخص جزر مارشال.

يعتبر البابليون أقدم الجماعات التى أنشأت الخرائط الدقيقة (خلال الفترة ٢٥٠٠ – ٢١٠٠ ق.م.) ومنها الخرائط التفصيلية (الكداسترالية) التى عملت لتوضيح حيازات الأرض الزراعية بهدف تقدير الضرائب وقد تميز البابليون منذ القدم بالعناية بالفلك والعلوم الرياضية وإليهم يرجع الفضل فى تقسيم الدائرة إلى ٣٦٠ بأقسامها وكذلك تقسم اليوم إلى ٢٤ ساعة وهو التقسيم الذى لا زال مستخدمًا حتى اليوم (وتعتبر لوحة جارصور – الموجودة حاليًا بمتحف الدراسات السامية بجامعة هارفارد الأمريكية – أقدم خريطة فى العالم ويقدر عمرها بحوالى ٤٥٠٠ سنة كما وجدت أنواع طينية أخرى توضح بطريقة بدائية مدن وأقسام بابل وهذه الخرائط التفصيلية للمدن التى توضح خطة المدنية هى أقدم خرائط هذا النوع وترجع إلى القرن السابق قبل الميلاد وهى بابلية أيضًا).

ولقد إشتهر المصريون القدماء بالعلم والهندسة منذ أقدم العصور ولهذا فقد اعتمدت خرائطهم على عمليات مساحية دقيقة وكان الهدف من إعداد هذه الخرائط هو تحديد مساحات الأرض المزروعة لتقدير الضرائب عليها واستخدم ورق البردى فى رسم هذه الخرائط . وفى متحف تورينو بإيطاليا توجد خريطتان من الورق البردى إحداهما ترجع إلى عام ١٣٢٠ قبل الميلاد وهى أقدم الخرائط المصرية المعروفة حتى الآن وتوضح أحد مناجم الذهب فى بلاد النوبة المصرية خلال حكم الملك سيتى الأول (١٣٥٠ – ١٢٠٥ ق.م) وفيها تظهر الطرق والوديان والجبال والمبانى والخريطة الثانية توضح الطريق الذى سلكه الملك سيتى الأول عند عودته إلى مصر منتصرًا من حملته العسكرية إلى الشام وذلك فيما بين الفرما (شرق بورسعيد) وهليوبوليس كما ظهرت القناة التى تربط النيل ببحيرة التمساح وتوجد خرائط أخرى فيها خريطة ترجع إلى أيام رمسيس الثانى (بين ١٣٣٠ – ١٣٠٠ ق.م) وتمثل عدة لوحات لأجزاء مملكته بين مواقع الأعمدة التى نحدد المقاطعات والأقسام وحداد الأراضى الزراعية كما سجلت عليها الأبعاد فيما بينها . وعلى الرغم من تواضع جهود المصريين فى ميدان الخرائط وربما نتيجة لاستخدام ورق البردى دائمًا فى رسم خرائطهم وهو بالطبع أقل تحملا من الطين بكثير إلا أن لهم الفضل فى وضع أسسا المساحة التفصيلية (الكدسترالية) وذلك عن طريق تقسيم الأرض غير المنتظمة الشكل إلى شبكة من المثلثات وهو أسلوب ما زال يستخدم حتى الوقت الحاضر.



شكل (٢) :خريطة هيكاتيوس للعالم



شكل (٣) :خريطة هيرودوت (عن عبد الحكيم والليثى)

ولقد ظهرت فى الصين منذ القدم محاولات عديدة لعمل الخرائط وتتميز هذه المحاولات بشخصيتها المستقلة فقد كان البعد بين الشرقين الأقصى والادنى عاملا حافظ على استقلال الشرق الأقصى بينما تفاعلت واندمجت الخبرات والأقطار بين دول الشرق الأدنى .

أما أشهر خرائط الصين فهى تلك المجموعة المحلية التى قام برسمها الرائد الأول للخرائط الصينية بى هسيو (٢٤٤ – ٢٧٤ م) وتتألف من ثمانية عشر لوحة تشمل شتى ارجاء امبراطورية الصين فى ذلك الوقت وعلى الرغم من ضياع أصول هذه الخرائط إلا أن التقارير التى كتبت عنها تشير إلى أن بى هسيو وضع أسس علم الخرائط فى الصين.

شكل (٤) : خريطة تمثل جنوب شرق آسيا

كما كان لليونانيين القدماء الفضل فى إرساء أسس علم الخرائط الحديث بما وصلوا إليه من تقدم فى الفلك والعلوم والرياضة وما التزموا به من دقة وأمانة فإليهم يرجع الفضل فى تصوير العالم على شكل كرة لها قطبين وخط استواء كما قسموها بخطوط طول وعرض وقدروا أبعادها وعندما بدأت فكرة كروية الأرض وإليهم يرجع الفضل فى ابتكار طرق تمثيل هذا الجسم الكروى على اللوحة المستوية (مساقط الخرائط).

شكل (5) : خريطة بطليموس

ولقد قسموا العالم إلى أقاليم أطلق عليها اسم "الكورجرافيا" ومع تقدم هذا النوع من العلوم أطلق عليه "الجيوجرافيا" وهو ما نعرفه اليوم باسم الجغرافيا وكان يقصد بها توقيع معالم سطح الأرض على خرائط وفقًا لقواعد علمية معينة وهو ما نسميه الآن بالكارتوجرافيا أى علم الخرائط وتوالت إضافات علماء الإغريق إلى الجغرافيا والكرتوجرافيا حتى بلغت أوجها على يد بطليموس فى القرن الثانى الميلادى .

وتختلف نظرة الرومان للخرائط عن نظرة الإغريق فلم يهتموا بالأفكار الإغريقية الخاصة بتقدير أبعاد الأرض أو نظام خطوط الطول والعرض والأرصاد الخاصة بها كما أنهم لم يهتموا بمشاكل تمثيلها على الخرائط فكان الغرض الأساسى من الخريطة عندهم هو خدمة أغراضهم الحربية والإدارية.

ولعل اللوحة المعروفة باسم لوحة بوتنجر (نسبة إلى ألمانى كان يمتلكها فى القرن ١٦) وهى ليست خريطة بالمعنى المعروف وإنما هى نوع من الرسوم البيانية على شكل خطوط مستقيمة وأطوال هذه الطرق والأماكن الواقعة عليها وهى غنية بالمعلومات وزاخرة بأسماء الأماكن إذ تحوى أكثر من خمسة آلاف اسم وهذه اللوحة توضح الطرق الرومانية فى أوائل القرن الرابع الميلادى والأصل انها تبين أراضى جنوب الامبراطورية الرومانية فى نقطة واحدة طولها ٢١ قدم وعرضها قدم واحد .

شكل (٦) : خرائط تمثيل العالم – الحقبة الاوروبية

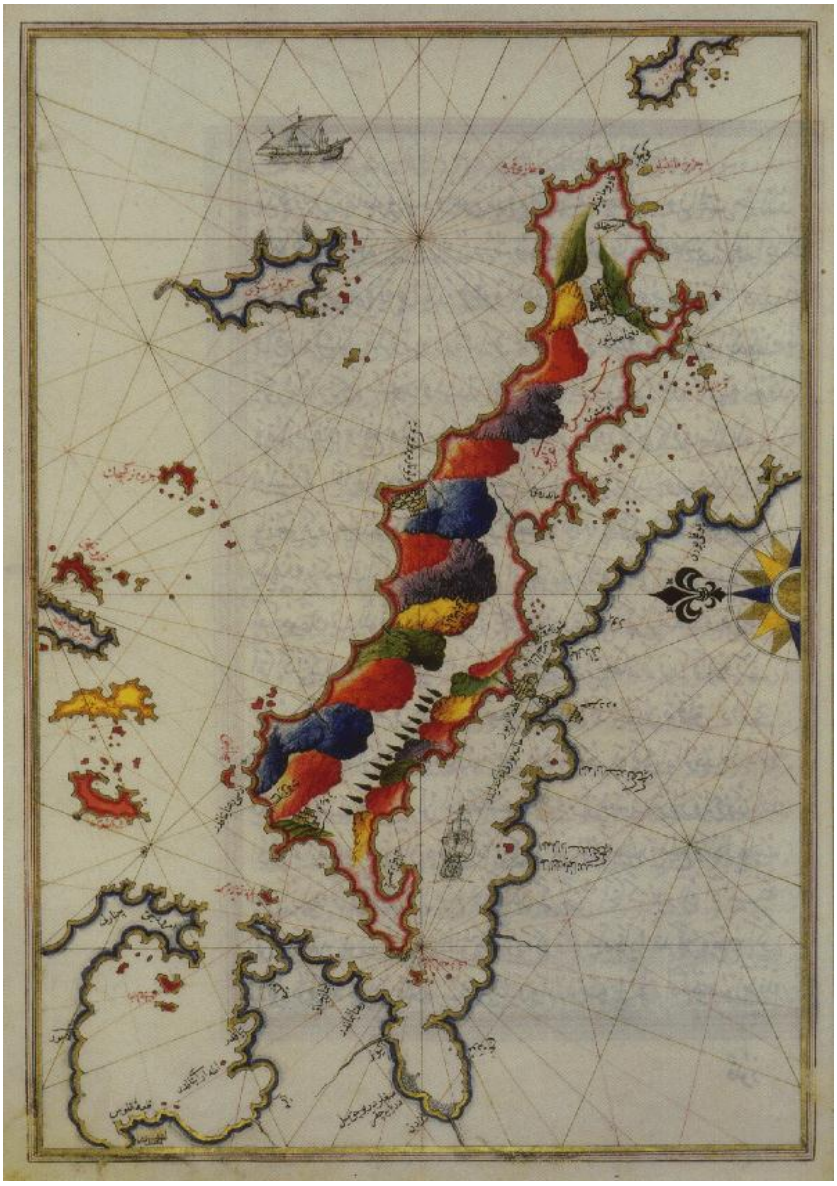
و فى الوقت الذى تأخرت فيه صناعة الخرائط والمعلومات الجغرافية عامة فى أوروبا قامت فى الشرق العربى نهضة كبيرة فى العلوم الجغرافية فبدأت بنقل الكثير من الأفكار والآراء والمعلومات اليونانية القديمة فترجمت الكتب اليونانية فى جميع النواحى سوء فى الطب أو الفلك أو الجغرافيا خاصة كتب بطليموس (المجسطى والجغرافية).

وانتشرت الرحلات للكشف عن المناطق المجهولة وتعددت الكتابات العربية عن المسالك والممالك وصور الأرض ومواقع الكواكب والنجوم وبذلك حمل العرب تراث الإغريق القديم وزادوا عليه بالتحقيق و الإضافة كما ترجمت بعض الكتابات الهندية أمثال كتاب الهند الذى أمر الخليفة المنصور بترجمته وانصهر كل ذلك فى بوتقة عربية جعلت من بغداد وقرطبة ودمشق مراكز علمية كبرى بين القرنين السابع والثانى عشر الميلادى.

ومن ثم يمكن القول أن العرب كانوا حلقة الوصل بين الحضارة الإغريقية وعصر النهضة الأوروبية ، ولذلك لم تكن النهضة فى العلوم الرياضية والفلكية التى قامت فى روما وأكسفورد وباريس فى القرن الثالث عشر الا امتدادًا للجهود العربية الإسلامية .

شكل (٧) : خريطــة لمسـعودي

شكل (٨) : خريطــة الإدريسـي



شكل (٩) : مدن جنوب آسيا – خرائط النهضة العربية

تطـورعلوم المســاحة

كمـا تعلمنا خلال التعرف علي تـاريخ البشـرية، نجـد أنه علي أرض مصــر بدأت خطـوات علم المســاحة.

وأول المحـاولات التي تمثل اللبنــه الاسـاسية لهذا العلـم بدأت تقريبــا في سـنة ١٤٠٠ قبل الميلاد عنـدمـا قام الملك **سيزوستريس** بإعطـاء أوامره بتقسيم الأرض الي قطع بقصد تحديد الضرائب عليهـا.

وبعـد فيضـان النيــل، والذي أغرق هذه الأراضي نشـأت مشـكلة إعـادة تعـيـين حـدود قطـعة أرض كل مواطـن.

Early Step Pyramid Later Sloped Pyramid

لـذا قـام الملك بإصـدار تعليمـاته للقـائمين بأعمـال المسـاحة "وكـانوا يلقبـون بـ شـــادي الحبـل Rope Stretchers " كي يقـوموا بإعـادة تعيين علامات تقسـيم الأراضي من جديـد لتحـديد لإعطـاء كل صـاحب حق حقــه.

شكل (١٠) : خطوط الطول ودوائر العرض

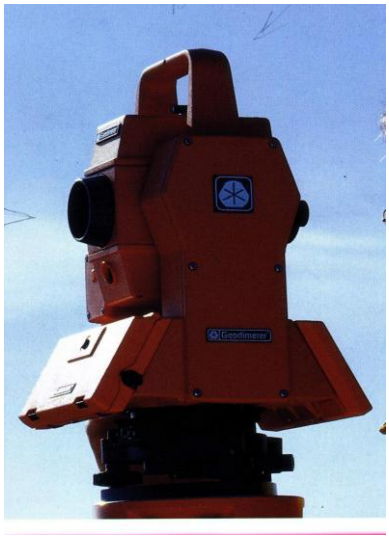
وفي سنة ١٢٠ قبل الميلاد بدأت أول المحاولات الجاده لاسس هذا العلم علي ايدي **هيرون** "Heron" اليوناني والذي يعتبر رائد المساحة الاول.

أما المساحة الجيوديسية الدقيقه فقد بدأت في عصر **أرسطوئينس** بالإسكندرية وتطورت في القرن السابع عشر من خلال **بطليموس** والذي قام بتقسيم الدائرة الي ٣٦٠ درجة.
ولقد تم تحديد أهم انماط القياسات المساحية وهي القياسات الطولية و القياسات الزاوية.

فبالنسبة للقياسات الطولية فلقد أمكن تحديد المسافة بين نقطتين بأجهزة بدائية بسيطة مثل الجنزير أو الشريط.

شكل (١١) : أداة قياس طولية "الجنزير"

وتطورت الأجهزة بعد هذا من خلال ما يسمي بأجهزة قياس المسافات بإستخدام الموجات الكهرومغناطيسية و المعروفة بأسم "Electromagnetic Distance Measurements"



شكل (١٢) : أجهزة قياس المسافات الكترونيا"EDM"

اما القياسات الزاوية فبدأت بتطويع الظاهرة الطبيعية و التي يمكن تحديدها بأننا إذا تركنا إبرة مغناطيسية حرة الحركة في مستوي أفقي فإن الإبرة المغناطيسية تتجة دائما الي إتجاة الشمال

ومن هنا ظهرت فكرة تحديد إتجاهات الأضلاع بإستخدام جهاز يعتمد علي هذه الخاصية و هو مايعرف بالبوصلة المغناطيسية.

شكل (١٣) : البوصلة كجهازلتحديد انحراف ضلع بالنسبة للشمال المغناطيسي

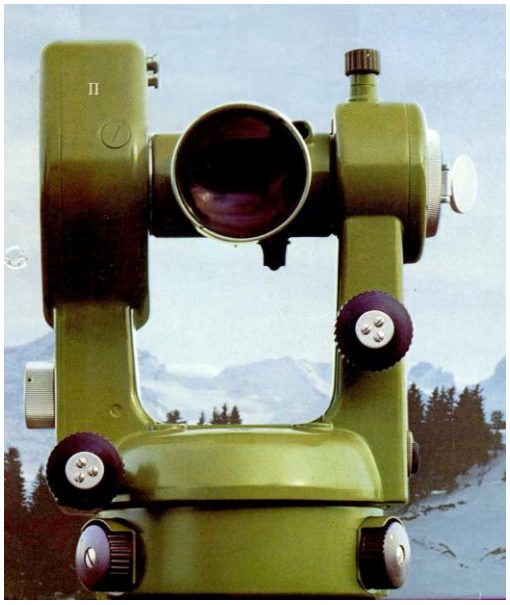
ولقد تم إستخدام فكرة البوصلة المغناطيسية علي مر العصور في التطبيقات المتنوعة. ومازالت كثير من التطبيقات الملاحية "السفن والطائرات" تستخدم هذه هذا التطبيق بجانب الأجهزة الحديثة.

شكل (١٤) : أول جهـاز قياس إتجاهات أفقيـة "Transit"

ثم ظهـرت أجهزة تحديد الاتجـاهات الأفقية و الزوايا الرأسية والتي تسـمي بأجهزة الثيودوليت "Theodolite" .

ويعتمد هذا النوع من الأجهزة علي وجود عناصر لتحديد الأهداف المراد قياس الزوايا بينها "التليسكوب البصري".

ووجود أدوات تساعد في تحديد المستوي الأفقي المراد القياس عليه
وأخيرا، تدريج دقيق تساهم في تحديد الزوايا الأفقية بدقة " يتنوع مستوي التدريجات تبعا لنوع الجهاز والذي يمكن تقسيمه و تحديد قراءات عليه بدقة ثانية واحـدة".



شكل (١٥) : أجهزة الثيودوليت الحديثة

ولقد تطورت أجيال هذه الاجهزه طوال الفترة السابقة من حيث الدقة وسهولة تشغيلها.
فلقد ظهر اخيرا الجيل الرقمي من هذه الأجهزة المساحية و هو ما يسمي بالثيودوليت الرقمي "Digital Theodolite" والذي ساهم في تيسـيير تجميع البيانات المطلوبة، كما ساعد علي إستحداث تطبيقات متنوعة ومختلفة.

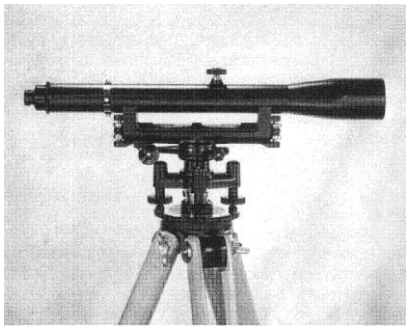
وأخيرا ظهر التكامل بين أجهزة القياسات الطولية والقياسات الزاوية، وهي ما يطلق عليها محطات الرصد المتكـاملة والتي يمكن من خلالها تحديد الأبعاد الثلاثة لأي نقطة .

شكل (١٦) : محطة الرصد المتكاملة "Total Station"

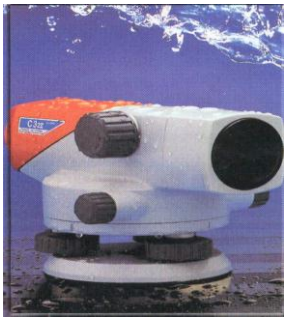
وتتميز هذه النوعية من الأجهزة بتوافر مجموعة من حزم البرامج المرتبطة بها والتي تساهم في تيسيير الأداء في المشروعات الهندسية من خلال تنفيذ الحسابات المطلوبة وضبط الأرصاد وإعدادها لإنتاج الخرائط.

و لتحديد البعد الثالث والذي يمثل تضاريس وإرتفاعات الأرض من خلال فكرة تحديد مستوي أفقي بغرض المقارنة بين الأرتفاعات المختلفة والتي يتم مقارنتها بالنسبة الي هذا المستوي.

وهذا العمل يتم من خلال جهاز الميزان الهندسي وبعملية مساحية تسمي الميزانية الهندسية.



شكل (١٧) :الميزان الهندسي



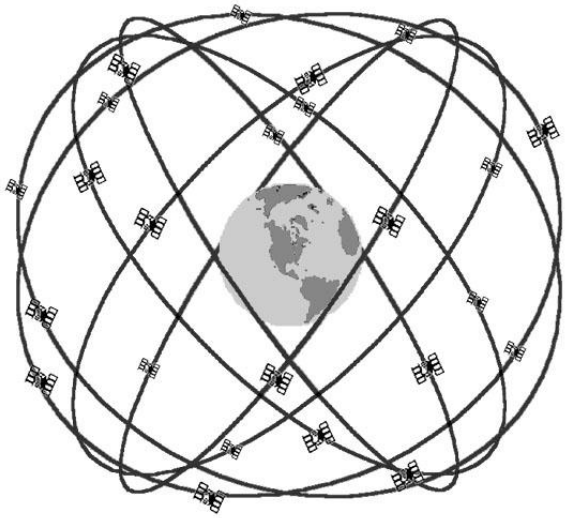
شكل (١٨) :الميزان الهندسي الحديث

وتمثل أعمال الميزانية القاسم المشترك في كثيرمن المشاريع الهندسية.

ومع التغير المطرد في احتياجات الانسان لتجميع البيانات باشكالها المختلفة، ظهرت تقنيات حديثة ساهمت في تحديث علوم المساحة فظهرت تقنيات تتعامل مع الأقمار الصناعية وأهمها:-

النظام العالمي لتحديد الموضع بإستخدام الآقمار الصناعية والمعروف بإسم الـ "Global Positioning System"

وهو عبارة عن مجموعة من الأقمار الصناعية التي تم اطلاقها لتتحرك في مدارات محددة من إجل تحديد موضع أي نقطة فوق سطح الأرض.



شكل (١٩) : أقمارنظام الـ GPS في مداراتها حول الكرة الأرضية

ويعتبر نظام الـ GPS أحد أحدث الوسائل التي يتم إستخدامها في أعمال المساحة وذلك في كثير من التطبيقات.

شكل (٢٠) : تطبيقات نظام الـ GPS في مختلف المجالات

ومن إستخدامات الـ GPS في الأعمال المساحية، العمل علي تحديد تحركات القشرة الأرضية، معرفة موضع أي جسم متحرك يمكنه إستقبال الإشارات المرسلة من اقمار الـ GPS، رصد وإيجاد و حساب إحداثيات نقط التحكم الثابتة.

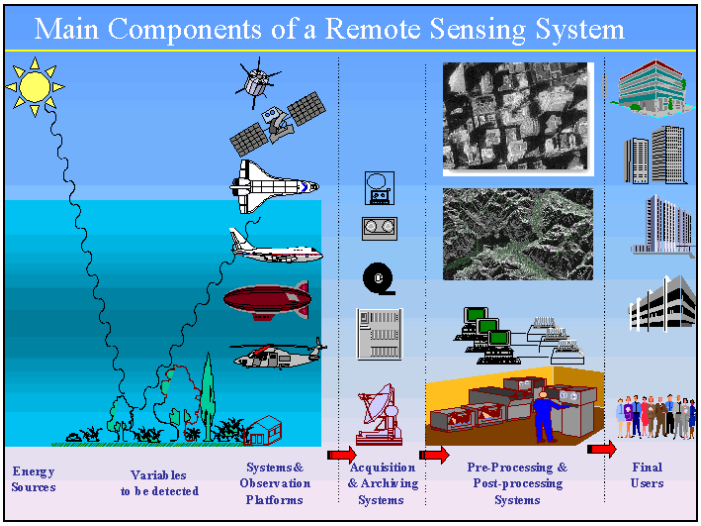
هناك أيضا تقنيات الاستشعار عن بعد "Remote Sensing".

أو التحسس النائي وهو علم يبحث عن وسائل الحصول على معلومات وإجراء القياسات على الجسم دون لمسه أو الوصول إليه.

ويعتبرعلم الاستشعار عن بعد هو أحد اهم علوم القرن الحادى و العشرين. وهو علم ليس بالجديد ولكن بعد التطور الهائل الذى حدث فى تكنولوجيا الاقمار الصناعيه اصبح علما يكاد ان لم يكن علما شاملا لمختلف تطبيقات و علوم الارض .

شكل (٢١) : إمكانيات التصوير الجوي "Aerial Photograph"

وأبسط أنواع الاستشعارعن بعد هو التصويرالجوي وآلة التصوير (Camera) و هي الجهاز المستخدم لالتقاط الصور الجوية للحصول على المعلومات المطلوبة منها كي نتمكن من إجراء القياسات لجميع المعالم المصورة.



شكل (٢٢) : مكونات نظم الاستشعار عن بعد

شكل (٢٣) : صورة منتجة بإستخدام تقنية الاستشعار عن بعد"Satellite Image"

وتكتمـل منظومة التقدم في علوم المسـاحة بدخولهـا في إطـار المعلوماتية و عصر نظم المعلومات – حيث تمثل التقنيات المساحية سـالفة الذكر حجر الاسـاس في تكنولوجيا ما يعرف بأسم نظم المعلومات الجغرافية

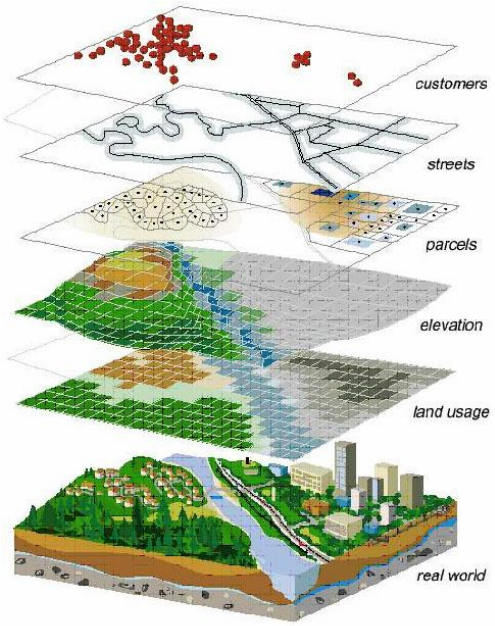
"Geographical Information System – GIS".

والتي أضحت أحد أهم أدوات دعم صناعة القرار في مختلف المجالات المؤثره في حياة الإنسان.

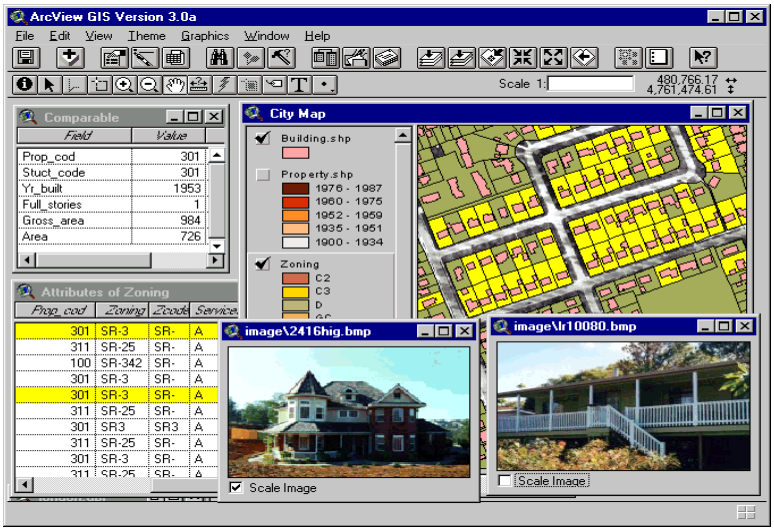
ويمكن تعريفها بأنهـا "نظم متكاملة تقوم بحصر وتخزين ومراجعة ومعالجة وتحليل وعرض البيانات التي تعتمد على نظم الإحداثيات المكانية على سطح الأرض».

من خلال تقنية الـ GIS يمكن التعامل مع العالم كطبقات منفصله تحمل كل طبقة بيانات منظمه وترتبط بظاهرة واحدة من الظواهر المحيطه.

وتعتمد مثل هذه النظم علي ربط البيانات المكانية "موضع أي هدف، منشـأ، ظـاهرة فوق سطح الأرض" مع البيانات التي تقوم بوصف هذا الهدف أو الظـاهرة مما يساعد في الحصول علي معلومة مفيدة حول الموضوع المطلوب دراسـته ويسـاهم في اكتساب المعرفة اللازمة لإتخاذ القرار المناسب حول هذا الموضوع.



شكل (٢٤) : التعامل مع العالم كطبقات منفصله من خلال تقنية الـ GIS



شكل (٢٥) : احد تطبيقات نظم الـ GIS و الذي يساهم بأشكال مختلفة في تمثيل البيانات المرتبطة بمكـان مـا

ولعل التطبيقات الغير محدودة المرتبطة بنظم المعلومات الجغرافية قد اثرت علوم المساحة، وقامت بتغيير جزء أساسي من المفاهيم الخاصة بهذه العلوم حيث إنتقل دور مهندسي المساحة من تجميع للبيانات إلي تحليلها ومعالجتها "From Surveying to Geomatics" .

ومثلما نستفيد من تطبيقات المساحة في الأغراض المدنية، تستخدم هذه العلوم في التطبيقات العسكرية.

فبدون الخرائط التفصيلية أو الكنتورية، والتي تمثل تفاصيل و تضاريس أي مسرح للعمليات الحربية، لايمكن للقادة العسكريين أن يتخذوا القرارات المثلي في هذه المواقف.

ولعل استخدام أجهزة الـ GPS في حرب الخليج الاولي خير مثال يوضح أهمية استخدام التقنيات المساحية في عالم الحرب حيث ساهمت بشكل فعال في تحديد أماكن الألغام داخل الخليج العربي، كذلك كان يتم توجيه الصواريخ لأهدافها المحددة بمساعدة هذه التقنية المتطورة.

شكل (٢٦) : استخدامات الـ GPS العسكرية في توجية الصواريخ لأهداف محددة

كذلك تحديد اماكن الكهوف و المغارات داخل أفغانستان قبل العمليات العسكرية الاخيرة والتي شنتها عليهم قوات الاحتلال الامريكية قد تم بمساعدة تقنيات الاستشعار عن بعد "من خلال الإستعانة بصور القمر الصناعي الامريكي IKONOS" .

شكل (٢٧) : استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في الحرب ضد أفغانستان

من هنـــا، وبعد هذه المقدمـــة المختصـــرة عن مبـادئ و تطبيقـات علوم المســاحة نســتطيع أن نؤكـد علي أهمية مثل هذه العلوم في كافة مجالات العلوم الهندسية والمشاريع المدنية حيث تتداخل مع كافة التطبيقات الهندسية كإنشاء الطرق والسكك الحديدية، وفي تحديد ملكيات الدولة والأفراد، وأخيرا في دعم متخذي القرار من خلال ربط العلاقات المكانية بمثيلتها الوصفية حول موضوع أو مشكلة محددة.