علم الخرائط

مقدمة

الخريطة هي تمثيل دقيق، وفق مقياس ما لسطح الأرض ، لذلك فهي تعتبر قيمة بمقدار مطابقتها مع الحقيقة - على الأرض - . ونظراً للتغيرات التي قد تحدث على وجه الأرض بفعل من الإنسان والطبيعة، فقد لزم أن تمثل هذه التغيرات على الخرائط حتى تبقى الثقة موجودة بالخريطة، وتبقى لها نفس القيمة .

تجرى عمليات تحديث الخرائط خلال فترات زمنية محددة، تختلف طولاً وقصراً من مكان لآخر ومن غرض للخريطة إلى غرض مغاير . وتعتمد عملية التحديث عادةً على نفس الطريقة التي اعتمدت في إنشاء الخريطة (أي بواسطة التصوير الجوي والتدقيق الميداني) . غير أن العديد من العوائق(التقنية والمادية) قد تحول دون تحقيق ذلك، مما وجه إلى فكرة الاستفادة من صور التوابع الفضائية (السواتل : *Satellites*).

كما تعتبر إعادة بناء خريطة طبوغرافية جديدة - بما تحتويه من معلومات موثقة لمظاهر ثابتة ومتغيرة - عملية باهظة التكاليف، قد تستغرق زمناً طويلاً بالمقارنة مع الحاجة الآنية إليها، وذلك نظراً لصعوبة تنفيذ عمليات التصوير الجوي المبرمج و تنفيذ كافة الأعمال " الفوتوغرافية " المرتبطة بإجراءات خرج الخريطة . لذا كان من المناسب أن تنطلق عملية التحديث ، مستفيدة من مصادر أخرى كمعطيات السواتل الفضائية، بحيث يمكن أن تتم عملية نقل كافة التفاصيل السطحية السوائية ، للمظاهر الاصطناعية الإنشائية - التي خضعت للتطور- إلى الخرائط الطبوغرافية، والتي يحتفظ فيها بالمظاهر الثابتة فقط، بغية المجانسة الجيومترية، وللوصول إلى تكافؤ بالمقياس ما بين تلك المعطيات والواقع الراهن للمظاهر، التي من أهمها :

المظاهر الطبوغرافية ومسيلات الأنهار والوديان بمختلف أنواعها .

الجيوديزياء

تعريف:

الجيوديزياء هي علم مقاييس الأرض، ولها هدفان، هدف علمي وهدف عملي.

آ – الهدف العلمي: وهو يساهم في إعطائنا فكرة عن شكل الأرض وأبعادها.

ب- الهدف العملي: وهو يفيد في تحديد الإحداثيات الجغرافية والتربيعية بدقة كبيرة لعدة نقاط تدعى بالنقاط الجيوديزية، تستخدم في إنشاء الخارطة.

وتبدو أهمية الشبكة الجيوديزية باستخدام إحداثيات نقاطها القائمة في مجالات شتى، وخاصة في المسح بمقاييس كبيرة لتنفيذ مشارع هامة في البلاد مثل إنشاء الطريق وبناء الجسور وتمديد أقنية المياه ومد الخطوط الحديدية...إلخ.

ولذلك يجب أن تكون الشبكة الجيوديزية محققة للشرطين التاليين:

1- التجانس:

أي أنه يجب أن يتبنى مجسم واحد لتنفيذ حسابات الشبكة ابتداءً من نقطة رئيسية واحدة، وهذا يعني أنه يجب أن يكون لكل نقطة من الشبكة جملة إحداثيات وحيدة مهما تغير تسلسل الوصول لهذه النقطة.

2- الدقة:

وتتبع هذه لدقة الأجهزة المستعمل في الرصد، وللعناية المتخذة في القياس، وإلى طول الرصدات الجيوديزية.

النقاط الجيوديزية ودرجاتها

ترتبط النقاط الجيوديزية مع بعضها البعض بطريقة التثليث، أي بخطوط نظر تشكل مثلثات تقاس زواياها، ويبدأ التثليث بإنشاء شبكة من الدرجة الأولى ويتراوح طول أضلاعها من 40-60 كم تقريباً،

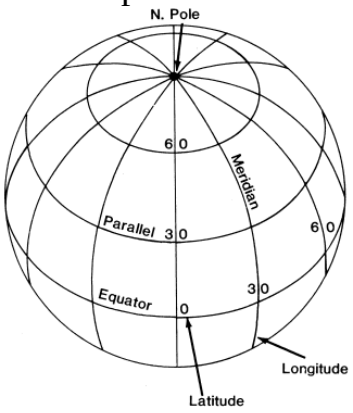
تنشأ ضمنها شبكة من الدرجة الثانية ويتراوح طول أضلاعها من 20-30 كم، وتنشأ ضمن هذه الشبكة شبكة أخرى تسمى بالدرجة الثالثة حتى يتم الحصول على شبكة جيوديزية ذات كثافة كافية.

الشبكة الجيوديزية من الدرجة الأولى :
تربط النقطة الرئيسية المثلثاتية مباشرة بأرصاد فلكية دقيقة، وكذلك اتجاه الشمال الجغرافي بالرصد على بعض النجوم المعروفة بإحداثياتها الفلكية، ثم يعين سمت اتجاه أساسي .
يمكن مشـــاهدة نقطة من الدرجة الأولى في خارطة بمقياس 50000/1 ، ويكون عدد النقاط فيها (2-3) .

توزيع النقاط الجيوديزية في الأرض حسب درجاتها :
نقاط الدرجة الأولى : في أعلى الجبال وتظهر بشكل هرم
نقاط الدرجة الثانية : في أعلى الهضاب المرتفعة
نقاط الدرجة الثالثة : فوق الهضاب
نقاط الدرجة الرابعة: أماكن الانحدار والسهول

تعيين مواقع الأمكنة على سطح الكرة الأرضية
لتعيين مواقع الأمكنة على سطح الأرض بالنسبة إلى بعضها البعض، يجب علينا أن نتخذ محورين للإحداثيات الجغرافية تعين بالنسبة إليهما مواقع جميع النقاط الموجودة على سطح الأرض، وقد اتفق العلماء على اعتبار خط الاستواء مبدأ لخطوط العرض، وعلى تقسيم النصف الشمالي للكرة الأرضية إلى 90 درجة عرض شمالية وتقسيم النصف الجنوبي إلى 90 درجة عرض جنوبية.
كما اتفق العلماء أيضاً على اعتبار نصف دائرة الطول المارة من مرصد غرينتش في انكلترا والتي تمر من القطبين، مبدأ لخطوط الطول، واعتبار الـ 180 نصف دائرة الواقعة غرب غرينتش خطوط طول غربية. ولتعيين موقع نقطة من سطح الأرض يجب أن تقاس درجة عرض هذه النقطة ودرجة طولها بالنسبة إلى خط الاستواء وإلى نصف دائرة الطول المارة بغرينتش.

Meridians and parallels on the sphere



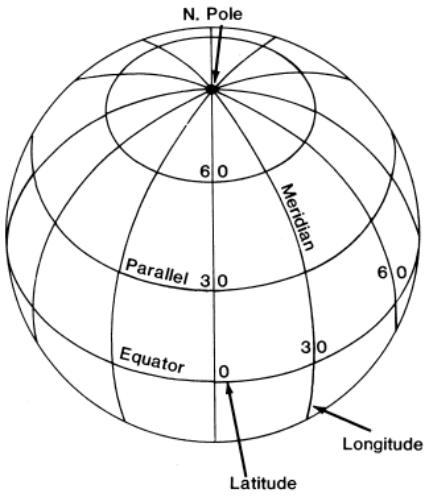
قياس درجة العرض لنقطة ما من سطح الأرض
إن العرض الجغرافي لنقطة ما على سطح الأرض هو مقدار ارتفاع نجم القطب على أفق تلك النقطة، أو ارتفاع الشمس فوق أفقها ساعة الظهيرة. وبمعنى آخر هو مقدار الزاوية التي يصنعها الخط الذاهب من تلك النقطة إلى نجم القطب مع أفق تلك النقطة، أي مع السطح المستوي المماس للكرة الأرضية في تلك النقطة.

ويمكن أيضاً قياس درجة العرض لنقطة ما وقت الظهر تماماً في يومي الاعتدالين، حيث تكون الشمس عمودية على محور الأرض، ولكن مثل هذا القياس صعب ٌ حيث أن المدة التي يمكن إجراء القياس فيها قصيرة، بينما في الطريقة الأولى يمكن إجراء القياس ليلاً ونهاراً في جميع ايام السنة.
يمكن تحديد الطول الجغرافي لنقطة ما على سطح الأرض بمقارنة الساعة في هذه النقطة مع السعة في خط الطول المبدئي. وهذا يجري بجداء عدد الساعات والدقائق والثواني الزمنية التي تنقضي بين مرور نجم في دائرة الطول المتخذة وبين مرور النجم ذاته في دائرة طول تلك النقطة بالعدد 15.

وأن الأرض تدور في ساعات زمنية واحدة من الغرب إلى الشرق مقدار 15 درجة من الدائرة، كما أنها تدور 15 دقيقة من الدائرة في دقيقة زمنية واحدة، و15 ثانية من القوس في ثانية زمنية واحدة.
ويحسب الوقت عادة بدقة، وذلك باصطحاب عدد كبير من الساعات الدقيقة مع الباحثين، حيث تضبط هذه الساعات مع الساعات الموجودة في نقطة المبدأ (غرينتش) ضبطاً محكماً، ويمكننا بسهولة بعدئذ أن نأخذ الفرق الزمني لمرور نجم من النجوم بين خط نقطة المبدأ والنقطة المراد معرفة درجة طولها.

أما الآن وبعد اختراع الإذاعات اللاسلكية فإنه يمكن مقارنة الساعة المحلية لمكان ما من سطح الأرض مع الساعة المحلية لنقطة المبدأ (غرينتش) في كل وقت وبسهولة تامة، وبالتالي حساب درجة طولها بدقة وبسهولة أيضاً.

شكل الأرض
قبل ميلاد المسيح بأربعمائة عام، يعتقد أن أحد الأشخاص اليونانيين أعطت حساباته بأن الارض كروية، ولكن لم تؤخذ هذه الفكرة بعين الاعتبار إلى أن ظهر ماجلان وقام برحلته التاريخية في عرض البحر وأثبت حين عودته إلى وطنه في أيلول عام 1522 بعد غياب ثلاث سنوات وهو يدور حول العالم كروية الأرض. وحتى بعد رحلة ماجلان هذه فإن كثيراً من الناس ظلوا يعتبرون أن الأرض مسطحة. وحتى منتصف القرن التاسع عشر لم تكن لدينا فكرة متبلورة عن مظهر الأرض.
لقد استطاع العلماء والرياضيون في العصر الحاضر إعطاءنا صورة دقيقة جداً عن حجم وشكل الأرض، والشكل الحقيقي للأرض هو عبارة عن شكل دائرة غير منتظم ولا يستطاع أن يعبر عنه بأي قانون رياضي بسيط.
وفي سبيل إنجاز عمل الخرائط، فقد اعتبر الكارتوغرافيين الأرض قطعاً ناقصاً. وإذا اعتبر المحور الكبير للقطع الناقص هذا مساوياً لدائرة خط الاستواء 7927 ميلاً، والمحور الصغير مقابلاً لمحور الكرة الأرضية 7900 ميل، وجعلنا هذا القطع يدور حول محوره الصغير فإننا نحصل على شكل الارض الذي يستخدمه الكارتوغرافيين.



المرتسمات
صناعة الخارطة أقدم من عملية الكتابة، وإن أقدم خارطة في حيز الوجود الآن كانت قد اكتشفت قرب بابل وهي تري قسماً من شمالي العراق كما كان عليه قبل 4500 عام.

كثيراً من الشعـوب البدائية – مثل الآيسلانديين والأسكيمو –لا يستطيعون الكتابة حتى الآن ، ولكنهم يجيدون صناعة الخرائط، وقد صنعوها منذ قرون مضت.
إن الإنسان بحكم طبيعته الأولى يسعى وراء الصيد، ولذلك فقد فكر ملياً في إنتاج الخرائط للمناطق التي يرتادها بحثاً عن غايته، وعندما فكر بارتياد البحار أنتج الخرائط المائية.

طرق ارتسام الخرائط
المرتسم هو عبارة عن مجموعة من الخطوط المرسومة على سطح مستو، تمثل خطوط الطول وخطوط العرض الجغرافية، وتفيد في صنع الخارطة. أي أنه الأساس الذي يقوم عليه المخطط الأول.

وإن اكتشاف الأرض كروية ولها سطح دائري جعل الأمر معقداً في طريق صنع الخرائط، إذ أنه لمن المستحيل أن يمثل سطح دائري على سطح مستو – وهذا هو بالضبط العمل المطلوب لصنع الخارطة – كما أنه من المستحيل أيضاً أن نجعل قشرة البرتقالة مستوية أو أن نبسط نصف كرة مطاطية أو بالوناً دون أن يتمزق أو يشد. إن هذا المط والتمزيق يظهر على الخارطة بشكل واضح ويدعى بالتشويه. وحيث أنه من الصعب جداً إلغاء هذا التشويه كلياً، لذلك يجب أن يراقب ويدقق وهذا هو العمل الذي يسمى بارتسام الخرائط.

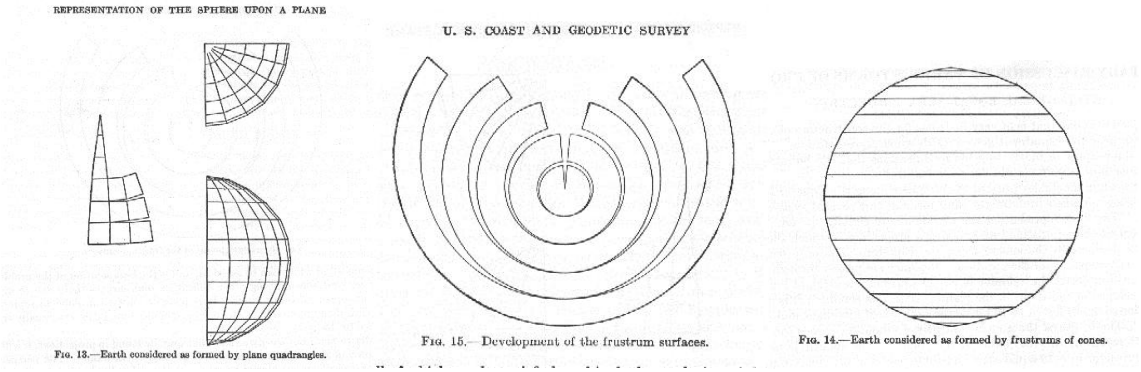


Fig. 13.—Earth considered as formed by plane quadrangles.
Fig. 15.—Development of the frustrum surfaces.
Fig. 14.—Earth considered as formed by frustrums of cones.

عندما نسعى لتجهيز شبكة ارتسام لخارطة ما، يجب أن نتساءل عن المعالم التي نود أن نسقطها على هذه الشبكة ذات السطح المستوي. هل سنسقط تفاصيلاً طبوغرافية أم خرائط جغرافية.

إن معظم شبكات الارتسام لم تسقط بالحقيقة ولكنها حسبت بشكل بياني، ولذلك يجب علينا أن نضع تعابيراً رياضية لخطوط الارتسام وللتفاصيل التي نرغب بارتسامها. وبما أن التفاصيل الجغرافية غير منتظمة فليس بالإمكان إيجاد تعبير رياضي بسيط لتعيين مكانها أو لإمكانية تحميلها.

ولحل هذه المشكلة، نلجأ إلى تقسيم الارض إلى قطاعات منتظمة باستخدامنا مبدأ الإحداثيات الزاوية. وهو معروف لدينا بخطوط الطول وخطوط العرض، وأن سطح خطوط الطول وخطوط العرض هي عبارة عن أشكال هندسية ومنتظمة، وبما أن هذه الخطوط تتقاطع مع القشرة الأرضية بشكل هندسي ومنتظم، فباستطاعتنا أن نعبر عنها بطريقة رياضية، وأن ننشئ ارتسامنا هذا تحليلياً، كما أنه بالاستطاعة إنشاؤه تخطيطاً.

ولهذا نستطيع أن نعتبر ارتسام الخارطة كرسم منتظم بمقياس معين لخطوط تمثل خطوط الطول وخطوط العرض للكرة الارضية ولجزء منها على سطح مستوي.

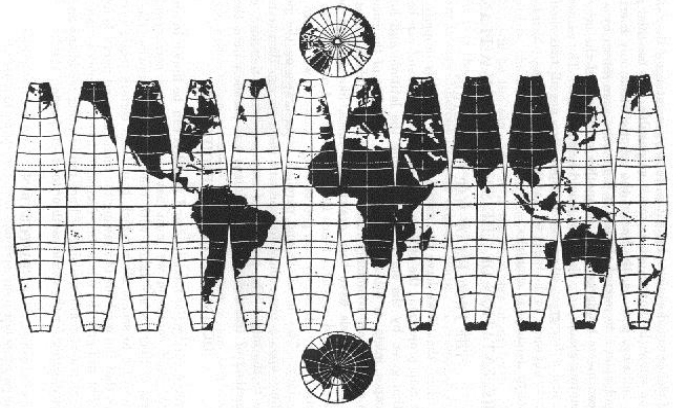


FIG. 8.—Covering for a terrestrial globe.

إن المساحات الصغيرة من اليابسة التي لا تتجاوز ثلاثمائة ميل مربع يمكن أن تمسح بدقة بالرغم من إهمالنا لبعض التشويه، لأن مساحة بهذا القدر تكاد تكون قريبة جداً من السطح المنبسط، وبالتالي نستطيع إنشاء المرتسم الذي سيمثل الشكل الحقيقي للرقعة المراد مسحها، كما أنه باستطاعة الرصاد إيجاد الاحداثيات الجغرافية لأية نقطة على الأرض بواسطة الرصد الفلكي. إن النقاط التي تدعى بالنقط الأساسية المعروفة بإحداثياتها (نقاط جيوديزية) تحمَل على شبكة الارتسام في مكانها تماماً، حيث أن التفاصيل الجغرافية والتفاصيل الأخرى سوف تمسح على اللوحة بطريقة المسح المباشر أو بطريقة المسح الآلي أو بأية طريقة مساحية بالنسبة لهذه النقاط.
ومع ذلك عندما نحاول أن نرسم خريطة للعالم يجب علينا أن نظهر التشويه الظاهري على الخارطة.
نستطيع الآن تقسيم تنسيق صنع الخرائط إلى الخطوات التالية:

1- تحضير خرائط دقيقة للمساحات الصغيرة.
2- إنشاء شبكة ارتسام للمساحات الأرضية الواسعة، أو لنصف الكرة الأرضية، أو لكل الكرة الأرضية.
3- تلاؤم الخارطة الدقيقة مع الفراغ المخصص لها على شبكة الارتسام، وهذا يعني أننا سنضطر إلى مط أو تمزيق أو فتل – أو بطريقة أخرى – تشويه شكل الخارطة الدقيقة بغية تلاؤمها مع الرقعة المخصصة لها على شبكة الارتسام.

ومن الخصائص المطلوبة والمرغوبة بالخارطة، الحصول على:

1- وجوب محافظة التفاصيل الموجودة على الخارطة على أشكالها الحقيقية.
2- مطابقة مساحات التفاصيل الموجودة على الخارطة لمثيلاتها على الأرض.
3- موافقة المسافات بين التفاصيل الموجودة على الخارطة لمثيلاتها على الأرض.
4- يجب أن تكون الاتجاهات المقاسة على الخارطة اتجاهات صحيحة.
5- يجب أن تعين مكان التفاصيل وترسم بطريقة سهلة.
6- إن المسافة الصغرى بين نقطتين على سطح الكرة الأرضية يجب أن تظهر على الخارطة كخطوط مستقيمة، وكأقصر مسافة بين نقطتين على سطح مستو.

لذلك نستطيع أن نستنتج مما سبق أنه لا يوجد هنالك مرتسماً خاصاً وفريداً يلائم جميع هذه الخصائص المطلوبة، ولهذا يجب على الكارتوغرافي أن يختار المرتسم الذي يلائم العمل المطلوب والذي سيحافظ على التفاصيل الهامة جداً لخارطة معينة على المساحات، أو على المسافات، أو على الاتجاهات والاشكال.

الوضع المساحي في سورية

- العثمانيون والفرنسيون
- المديرية العامة للمصالح العقارية ـ وزارة الزراعة
- المؤسسة العامة للمساحة
- مديرية الطبوغرافيا - وزارة الإدارة المحلية والبيئة
- الجهات العامة المسؤولة عن مشاريع الري ، الطرق ، الكهرباء ...
- نقابة المهندسين

الخرائط الطبوغرافية المتوفرة

إنجاز المؤسسة العامة للمساحة

1:25.000 – سرّية محظور تداولها

1:50.000 – محد ثة مرقمنةً مسموح تداولها بشروط

تحتاج لتأهيلها للاستثمار بـ GIS

+ مقاييس صغيرة

1:250.000 – 1:200.000 – 1:100.000

1:1.000.000 – 1:750.000 – 1:500.000

الخرائط الطبوغرافية المتوفرة ـ 2

خرائط طبوغرافية – إنجاز روسيا

1:50.000 جزئياً - 1:100.000 لكامل القطر رقمية

الصور الجوية والفضائية

- صور جوية مقاييس مختلفة إنتاج المؤسسة العامة للمساحة
- صور فضائية مسموح تداولها تجارياً - متعددة الأطياف

ـ الاستشعار عن بعد

ـ مكاتب سورية وعربية وأجنبية

QUIK BIRD – 60.96 cm

Spot – 2.5m-5-10-20

Ikonos – 1 m-2

Irs 5.8 m

Russi 2m

Aster 15m-30-90

Land sat 28 m

جمل الارتسام في الجمهورية العربية السورية :

تتوفر ثلاثة جمل مساحية تعتمد كلها الارتسام المطابق، تستخدم حالياً في إعداد المخططات والخرائط الطبوغرافية :

<u>1-جملة ميركاتور المعترضة السورية STM :</u> والعائدة للمؤسسة العامة للمساحة وهي ذات صفة سرّية ، اعتمدت في سورية ومصر عام 1958 من منطلق قومي كنواة لجملة عربية تغطي أراضي الوطن العربي

أساسها جملة ميركاتور المعترضة الدولية **<u>UTM</u>** وتعتمد إهليلج هايفورد الدولي 1924 المعدّل والسطح الإسطواني المعترض المماس ، بتعديل أبعاد نصفي قطري الأهليلج بثابت K=0.99960 وزوايا المغازل (المناطق) إلى ثلاثة درجات بدلاً من ستة مؤلفة من ثلاثة جمل تغطي الاراضي السورية بثلاثة قطاعات كلٍ منها ثلاثة درجات تمتد باتجاه جنوب شمال ، وهي نفس الجملة المعمول بها في جمهورية مصر العربية :

(VI – V – IV) لكلٍ منها جملة إحداثيات خاصة.

2- جملة لامبير السورية :

والعائدة للمؤسسة العامة للمساحة وتستخدم الخرائط الطبوغرافية الموضوعة بموجبها للمشاريع المدنية، تعتمد إهليلج كلارك 1880 المعدّل والسطح المخروطي المماس .

3-الجملة الستريوغرافية العقارية :

والعائدة للمديرية العامة للمصالح العقارية ، وهي الأساس المساحي لتوثيق الملكيات ، وتعتبر الجملة الوطنية للاستخدامات المدنية .

تعتمد هذه الجملة إهليلج كلارك 1880 ، سطح الإسقاط مستوي قاطع بدائرة نصف قطرها 275 كم ، يكون التشوه الناتج عن الإسقاط معدوماً على محيطها ، يحيط بها دائرتان يزيد وينقص نصف قطر كل منهما بـ : (+75 ، - 75 كم) تشكل منطقة التشوه الأصغري وهي منطقة مأهولة بالسكان وغنية زراعياً تمتد من سهول حلب شمالاً إلى سهول حوران جنوباً ، ومركز هذه الجملة قرب تدمر .

- و بهذه الجملة يمكن إهمال التصحيح الزاوي من أجل الأعمال المساحية المحلية و لا تؤخذ بالحسبان إلا في أعمال المثلثات حتى الدرجة الرابعة التي تزيد المسافات بين نقاطها عن خمسة كيلو مترات .
- جميع جمل الاسقاط السابقة تعنى بالسواء أي بتمثيل تفاصيل سطح الأرض وضمن الإحداثيات التربيعية للجملة X,Y ، أما تمثيل التضاريس فيرتبط بجملة المناسيب العامة والتي تنطلق من المرجع الرئيسي الذي يحدد منسوب الصفر بالنسبة لسطح الجيوئيد ، وبالتتابع يتم تعيين مناسيب مراجع التسوية الموزعة في الجمهورية العربية السورية وبالتالي مناسيب الأرض الطبيعية لكافة الإستخدامات الهندسية .

الأساس المساحي

- خرائط طبوغرافية
- مخططات مساحية
- شبكات مثلثات مختلفة تشترك بموقع نقاط الدرجات الأولى تعاني من الانسجام الهندسي بتكامل درجاتها وموثوقية الإحداثيات ودقتها

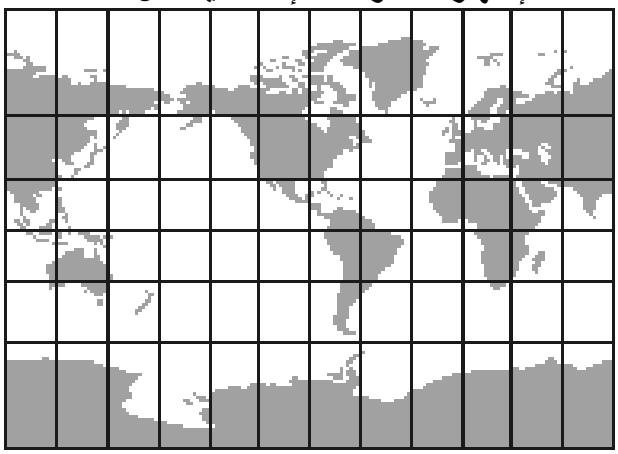
نظام الارتسام	ستيريوغرافي عقاري	لامبير	STM
الإهليلج	كلارك 1880	كلارك 1880المعدل **K0 = 0.99962560**	**هايفورد الدولي 1909** **K0 = 0.99960**
سطح الاسقاط	مستوٍ مائل قاطع	مخروطي قائم مماس	اسطواني معترض مماس
المركز المنظوري	محيطي	مركزي	مركزي
مركز الجملة	**°λ = 43.5Grad** **°φ = 38.5 Grad**	**°λ = 41.5Grad** **°φ = 38.5 Grad**	**°λ = 34° 30′ / 37° 30′ / 40° 30′** **°φ = 0°**
جملة الإحداثيات	X Y	300 Km. ← X 3oo Km. ↓ Y	200 Km. ← X Y

أنواع المرتسمات وخصائصها

1- المرتسمات المتكافئة ذات المساحات المتساوية

يضحى في مثل هذه المرتسمات بشكل التفصيل الجغرافي بغية المحافظة على مساحته، وذلك بمقارنة مساحته على الأرض بمساحته على الخارطة التي هي بمقياس معين. وتعطي المساحات الموجودة

على الخارطة نفس النسب لبعضها البعض، كما هي الحال في المساحات المماثلة على سطح الكرة الأرضية، فمثلاً إذا وضعنا قطعة نقدية (ليرة سورية) في أي مكان على هذا النوع من الخرائط، سوف يعطي تماماً نفس الحجم المساحي. وبإبقائنا على تساوي المساحات فإننا نميل إلى تشويه اشكال التفاصيل الجغرافية وخصوصاً عندما نبتعد كثيراً عن المركز الرئيسي لشبكة الارتسام، وهذا النوع من المرتسمات مفيد بصورة خاصة لإظهار المعلومات الإحصائية مثل كثافة السكان بالميل المربع.



2- المرتسمات المطابقة المحافظة على الزوايا

تستخدم هذه المرتسمات في صنع الخرائط العسكرية ذات المقاييس الكبيرة والمتوسطة والصغيرة، وتستخدم أيضاً لتجهيز الخرائط الجوية ذات المقياس المحدود والمقياس الصغير.

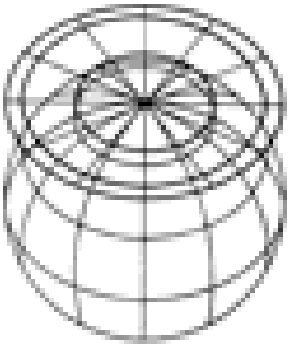
تحافظ تفاصيل الارض الصغيرة في المرتسمات المطابقة على شكلها الحقيقي، بينما يتشوه شكل التفاصيل الجغرافية الكبيرة مثل اشكال القارات. أما الاتجاهات المقاسة على الخرائط ذات التمثيل المتطابق والمقياس الكبير هي اتجاهات صحيحة، ولذلك يدعى هذا النوع من المرتسمات بالمرتسمات المتساوية الزوايا أو المرتسمات المطابقة لأنها تحتفظ بقيم الزوايا على حساب الأبعاد، وبالتالي على حساب السطوح.

وبما أن خطوط الطول وخطوط العرض تتقاطع مع بعضها بزوايا قائمة على سطح الأرض، وبغية المحافظة على الخواص التي سبق ذكرها، فمن الواجب أن تكون خطوط الطول وخطوط العرض في خارطة مسقطة على مرتسم متطابق، متقاطعة مع بعضها البعض بزوايا قائمة.

3- المرتسمات السمتية

إن شبكة الارتباط السمتية هي تلك التي تكون فيها اتجاهات كل الخطوط والمستقيمات المنبعثة من مركز الخارطة متوافقة مع نفس اتجاهات الخطوط المطابقة الموجودة على الأرض.

Polar ***Oblique***



3- المرتسمات السمتية

شبكة مولويد *Mollweide* الاصطلاحية المحافظة على المساحات

بهذا المرتسم ترى أن كل العالم ممثلاً على قطع ناقص، خط الاستواء فيه أو محوره الكبير يساوي ضعف الخط الواصل بين القطبين أو محوره الصغير. وإن كل خطوط العرض في هذا المرتسم عبارة

عن خطوط مستقيمة ومتوازية لخط الاستواء، بينما تكون كل خطوط الطول ما عدا خط الطول الرئيسي للمرتسم ممثلة مخطوط مقوسة، ويكون التشويه الطارئ على الزوايا في أطراف هذا المرتسم اقل مما هو عليه في المرتسمات المماثلة، لذلك يعتبر هذا المرتسم أصلح أنواع المرتسمات لتمثيل سطح الكرة الأرضية بأجمعه.

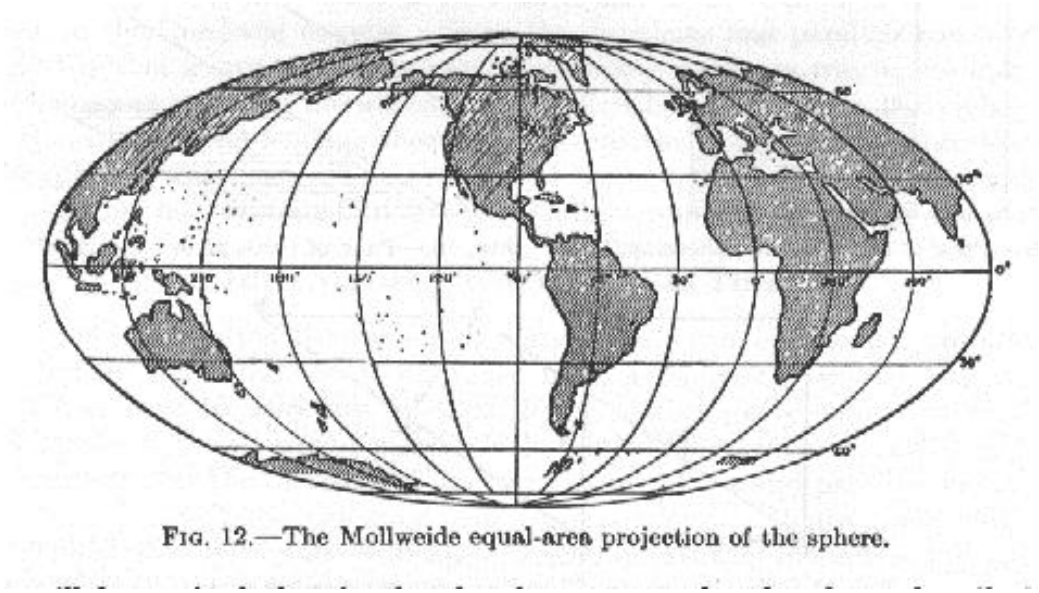


FIG. 12.—The Mollweide equal-area projection of the sphere.

4- المرتسمات الأسطوانية

إن نظرية هذه المرتسمات هي عبارة عن إسقاط السطح الإهليلجي المتجعد للأرض بداخل أسطوانة سطحها الداخلي ناعم ومنتظم، وبشق هذه الأسطوانة على إحدى مولداتها، وبفردها بشكل تبقى معه منبسطة تماماً نحصل على شبكة الارتسام. وهذه بالطبع عبارة عن طريقة وصفية لشرح القوانين الرياضية المعقدة جداً التي تستعمل بالحقيقة في حساب وبناء مثل هذه المرتسمات.

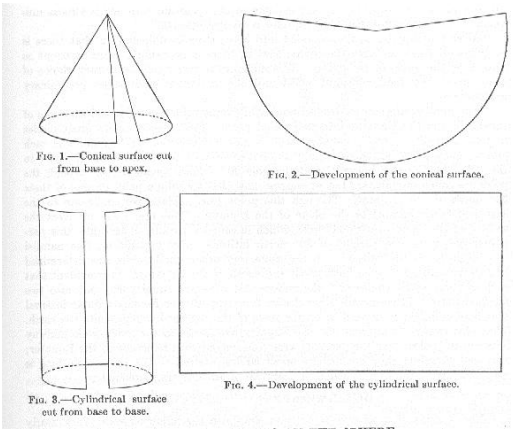


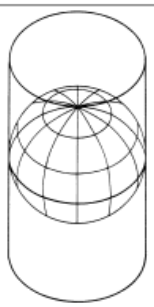
FIG. 1.—Conical surface cut from base to apex.

FIG. 2.—Development of the conical surface.

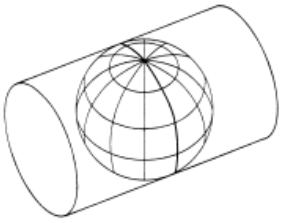
FIG. 3.—Cylindrical surface cut from base to base.

FIG. 4.—Development of the cylindrical surface.

Regular Cylindrical
When projecting to the cylinder, if the cylinder touches the Earth along the Equator, it is a "Regular Cylindrical"



Transverse Cylindrical
If the cylinder touches the Earth along opposing longitude lines, it is a "Transverse Cylindrical"



5- مرتسم مركاتور

وهذا المرتسم هو من أقدم وأشهر المرتسمات الاسطوانية، وقد استعمل بصورة خاصة في تجهيز الخرائط البحرية. وفي هذه الحالة توضع الأسطوانة بتماس مع خط استواء الكرة الأرضية بشرط أن يكون محور الاسطوانة موافق للمحور القطبي للأرض. ثم تسقط خطوط الطول وخطوط العرض على الاسطوانة وتشق بعدئذ حسب إحدى مولداتها. وعندما تفرد الاسطوانة تظهر كل خطوط الطول وخطوط العرض بشكل خطوط متعامدة على بعضها البعض، ويكون المرتسم موافق ومتكافئ على طول خط تماس دائرة الاستواء.

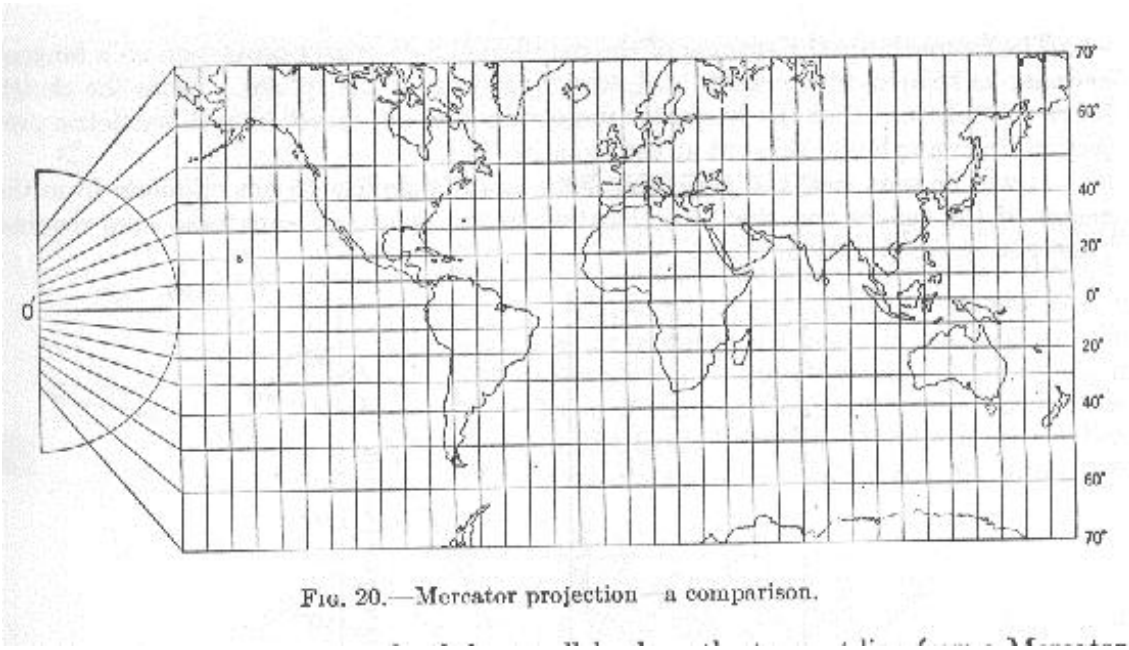


Fig. 20.—Mercator projection a comparison.

ومهما يكن، فإن التشويه يزداد بصورة مضطردة كلما اقتربنا من المناطق القطبية. وإن القطب الذي هو عبارة عن نقطة نظرية يمثل بخط طول مثل خط الاستواء، وهذا بالطبع ليس منطقياً، ولهذا لا تستعمل الخرائط المسقطة على هذا النوع من المرتسمات فوق خط العرض 70˚ إلى نادرا. وإن المظهر الهام جداً في هذا النوع من الخرائط هو أن الخط المستقيم الواصل بين نقطتين على الخارطة سوف يعطينا السمت الحقيقي بين هاتين النقطتين، وهذا يعود في الغالب إلى ما يسمى بخط *Rhumb Line* وهو الخط القاطع لدوائر نصف النهار تحت زاوية ثابتة، أي أن خطاً مستقيماً على الخارطة هو عبارة عن خط ذو سمت ثابت.

وتكون الخارطة في هذا المرتسم دقيقة جداً في المجالات القريبة من شمال وجنوب خط الاستواء، ولهذا فإن أكثر الدول التي تحوي على مناطق قريبة من خط الاستواء تتبنى مجسم مركاتور كمرتسم ثابت لصنع الخرائط.

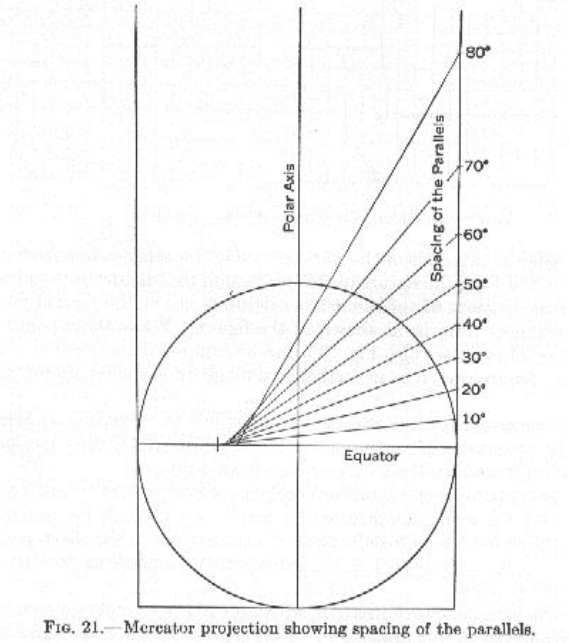
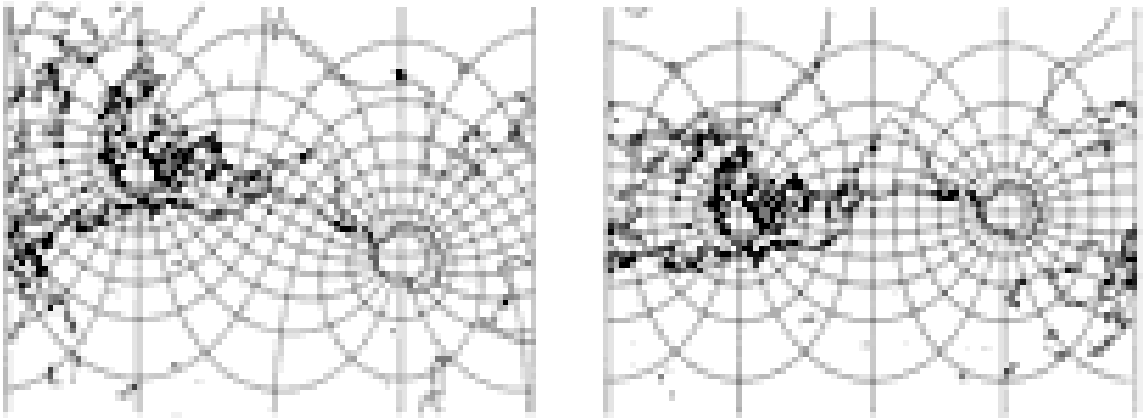


Fig. 21.—Mercator projection showing spacing of the parallels.

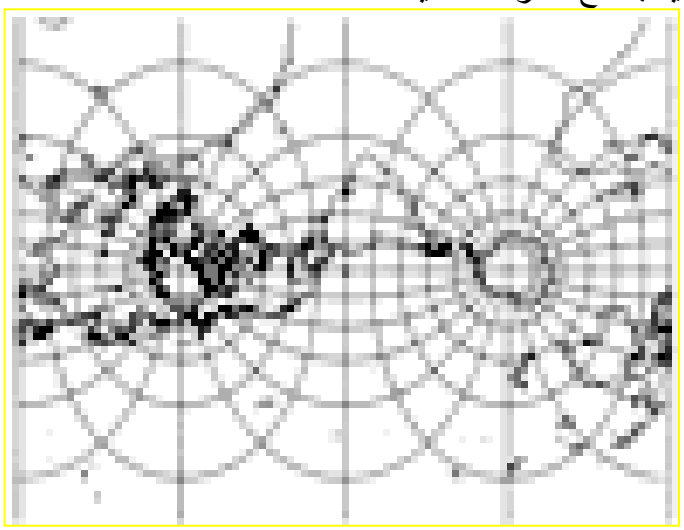
6- مرتسم مركاتور المعترض U.T.M.

إن هذا المرتسم حالياً هو المرتسم الثابت لكل الخرائط الواقعة بين خطي عرض 0-80 درجة. وهنا نرى أن الاسطوانة قد أديرت بمقدار 90 درجة عن وضعها في مرتسم مركاتور الذي مر ذكره. وقد وضعت بشكل يكون معه محورها عمودياً على المحور القطبي للأرض. وتكون الاسطوانة في هذا

الوضع ماسة لدائرة معينة من دوائر نصف النهار، وتسمى بدائرة نصف النهار الرئيسية. وتمثل هذه الدائرة مع خط الاستواء في هذا النوع من الارتسام بخطين مستقيمين متعامدين، بينما نرى أن كل خطوط الطول وخطوط العرض الأخرى ممثلة بخطوط مقوسة.

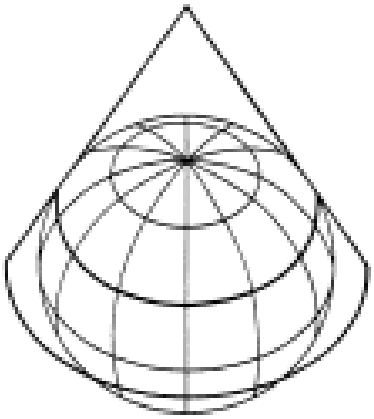


وهذا المرتسم عبارة عن مرتسم مطابق، ولكن تشويه الشكل الناتج عن أي تغيير في المقياس يكون ظاهراً، ويزداد هذا التشويه عندما تبتعد التفاصيل كثيراً عن دائرة نصف النهار الرئيسية. ويلائم هذا المرتسم المساحات الممتدة شمالاً وجنوباً والمحدودة في الاتجاه الشرقي الغربي. وفي سبيل التخفيف من التشويه المتزايد في الاتجاه الشرقي الغربي، فإنه بمقدورنا أن نتبنى سلسلة من المرتسمات يكون التباعد بينها ستة درجات فقط، وهذا يقتضي استعمال هذا النوع من المرتسمات لرقعة من الأرض عرضها ثلاثة درجات فقط حول جانبي دائرة نصف النهار الرئيسية، وإن دقة الارتسام بهذه المنطقة المحدودة بستة درجات تكون كافية بصنع الخرائط الدقيقة.



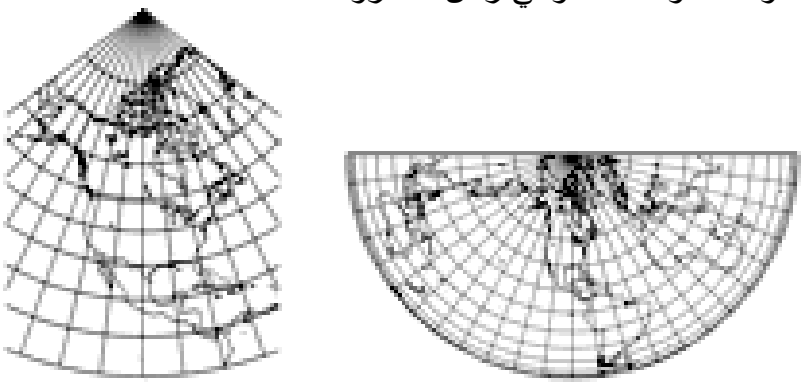
7- شبكات الارتسام المخروطية

في أنظمة الارتسام المخروطية يوضع مخروط أو سلسلة من المخاريط *Polyconic* فوق الأرض ، ويكون في أكثر الأحيان محور المخروط موافقاً للمحور القطبي. إن نفس النظرية من الممكن تطبيقها على المخروط المعترض، حيث يكون محور المخروط في هذه الحالة عمودياً على أي نقطة على الأرض، وتسقط بعدئذ خطوط طول وخطوط عرض الكرة الأرضية عليه. ويشق المخروط حسب إحدى مولداته ويفرد ليصبح شبكة الارتسام، وتحسب هنا عادة حسابات المرتسم بطريقة تحليلية.



8- المخروط الملامس

إن هذا المخروط هو الشكل المبسط للارتسام المخروطي، حيث يوضع مخروط بشكل ملامس لخط من خطوط العرض بشرط أن يكون محوره موافقاً للمحور القطبي للكرة الأرضية،و يدعى خط العرض هذا باسم خط العرض الأساسي. وإن هذا الارتسام هو عبارة عن ارتسام مطابق وهو يصلح بصورة جيدة لرقع الأرض الضيقة بالاتجاه الشمالي الجنوبي اعتباراً من خط العرض الأساسي، حيث يكون المقياس صحيحاً. ومهما يكن، فإن التشويه يزداد بسرعة للتفاصيل التي تبتعد عن خط التماس. وإن كل خطوط العرض في هذا المرتسم هي عبارة عن دوائر مشتركة بمركز واحد، بينما تتجه دوائر نصف النهار (خطوط الطول) نحو نقطة واحدة ألا وهي رأس المخروط.



9- المخروط القاطع

إن مرتسم لامبير المخروطي المطابق هو مثال جيد على المرتسم المخروطي القاطع، وهذا المرتسم متبنى من قبل بعض الدول كأساس لتجهيز الخرائط الجوية للمناطق التي تقع في المنطقة المتوسطة ما بين خط الاستواء والقطب، وبما أن المخروط يقطع الأرض بخطي عرض أساسين، فإن مساحة الارتسام المستفاد منها تزداد. وخلافاً لذلك، فإن مميزات هذا المرتسم شبيهة بالمرتسم الملامس.

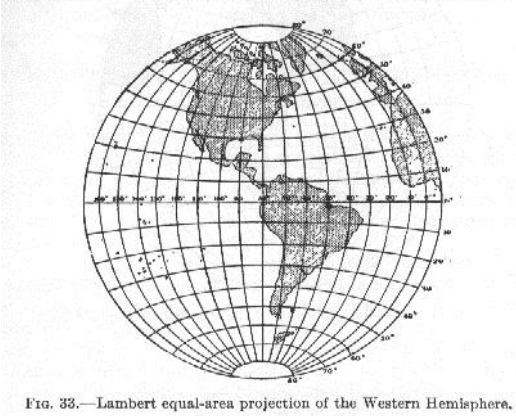
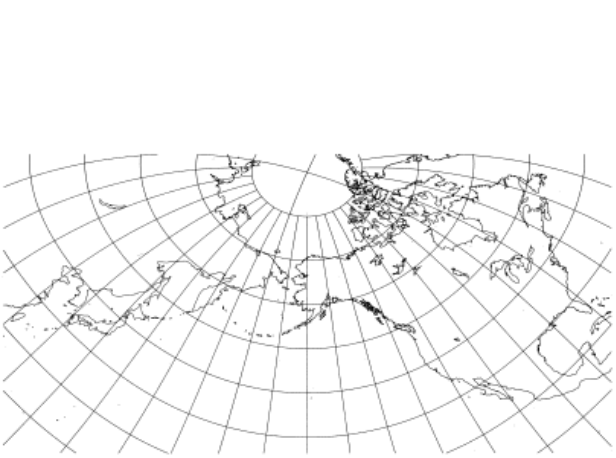


FIG. 33.—Lambert equal-area projection of the Western Hemisphere.

10- كثير المخاريط Polyconic

وهذا النوع هو عبارة عن سلسلة من المخاريط توضع على الكرة الأرضية بشكل تكون معه رؤوس المخاريط هذه واقعة على امتداد الخط القطبي للكرة الأرضية، وبما أن ارتفاعات هذه الرؤوس ليست متوافقة، فإن المخاريط سوف تكون ماسة لخطوط عرض مختلفة، وإن دائرة نصف النهار المركزية (خط الطول المركزي) وكل خطوط العرض ترسم وترجع إلى المقياس مع إظهار التقوس الحقيقي، بينما بقية الخطوط الأخرى تمط بتزايد خطي بحيث تكون متزايدة مع مربع المسافة عن دائرة نصف النهار المركزية.



وتكون الخارطة في هذا النوع من الارتسام ليست مطابقة ومحافظة على الزوايا بالمعنى الصحيح. وهذا النوع من الإسقاط كان يستعمل في بعض الدول لرقع من الأرض عرضها تسعة درجات. وإن دقة هذه الخرائط في اتجاهات معينة ذات مجالات طويلة غير كافية، ولهذا فإن بعض الدول التي كانت متبنية هذا النوع من الارتسام قد تبنت مرتسماً من نوع آخر لهذا السبب الرئيسي.

Polyconic
projection Polyconic The
shows meridians curved, not straight

Bonne
A pseudoconic projection, popular in atlases for maps of continents until the mid-20th century. Equal-area.

Werner
Used in the 16th and 17th centuries. Mathematically similar to the Bonne. Equal-area.

11- شبكة ارتسام لابورد *Laborde*

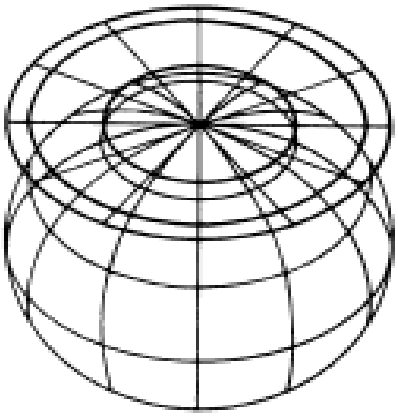
صمم هذا النوع من الارتسام لاستعماله في مساحة محدودة ضمن زاوية معينة لدوائر نصف النهار، وهذا يعني أنها ممتدة في الاتجاه الشمالي الغربي-الجنوبي الشرقي (NW-SE) أو الاتجاه الشمالي الشرقي-الجنوبي الغربي (NE-SW) أكثر من أن تكون ممتدة على طول المحور الشمالي الجنوبي أو المحور الشرقي الغربي.

فالبريطانيون يستعملون هذا النوع من الارتسام لخارطة مدغشقر، بينما تستعمله بعض الدول الأخرى بشكل محدود جداً. وإن شبكة ارتسام لابورد هي عبارة عن ارتسام مطابق ولها خطان – بدون خطأ قياسي – مائلان بالنسبة لدائرة نصف النهار أكثر مما يكونان موازيين لها. وإن هذا المرتسم يملأ الفراغ الحاصل بين مرتسم مركاتور ومرتسم لامبير.

12- شبكات الارتسام السمتية

تنشأ شبكات الارتسام السمتية بإسقاط جزء من الأرض على سطح مستو. وتنشأ كثيراً من هذه الارتسامات بطريقة تخطيطية وبعملية بسيطة، وبصورة خاصة إذا ما اعتبر السطح ماساً لأحد القطبين. إن كل التفاصيل المتساوية البعد عن مركز الإسقاط تكون متساوية في التشويه، ومن إحدى محاذير هذا النوع من الإسقاطات عدم استطاعتنا لتمثيل الكرة الأرضية بكاملها، بل نستطيع تمثيل نصف كرة أرضية فقط.

Polar Azimuthal **Oblique Azimuthal**



13- الارتسام الكنومونيكي *Gnomonic Projection*

إن ارتسام هذا النوع من الخرائط مبني على أن يمس سطح مستو لأي نقطة من نقاط الأرض، وذلك بأخذ مركز الكرة الأرضية كنقطة إشعاع لخطوط المرتسم، حيث ترسم هذه الخطوط وكأنها منبعثة من مركز الكرة الأرضية. وتعتبر هذه الخرائط هامة للملاحين، حيث أنهم يستعملونها جنباً إلى جنب مع خرائط مركاتور، وذلك لأن كل الدوائر العظمى ممثلة وكأنها خطوطاً مستقيمة على الشبكة الكنومونيكية. ونحن نذكر أن الخطوط المستقيمة في شبكة مركاتور لها سمت صحيح، وهذا يعني أنه يود لها اتجاه ثابت، ولكن هذا الاتجاه الثابت سوف لا يرشد إلى أقصر طريق كما هو ممثل على المرتسم الكنومونيكي بخط مستقيم.

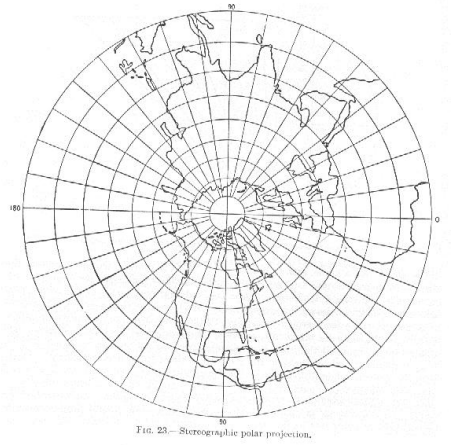
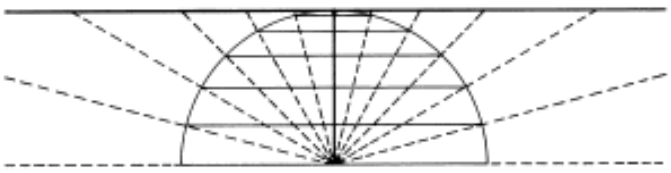
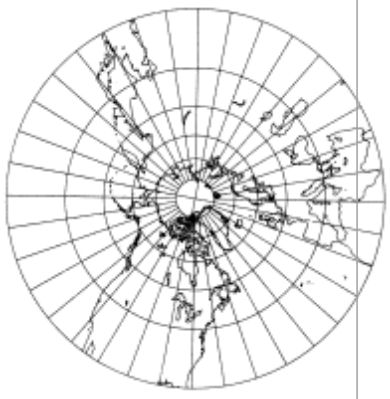
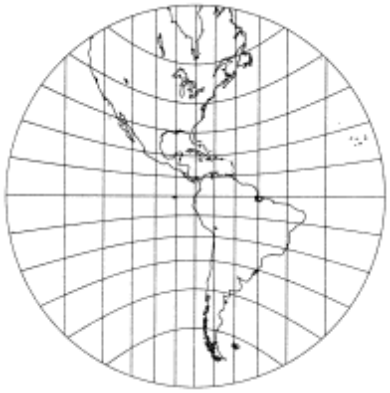


Fig. 23.—Stereographic polar projection.



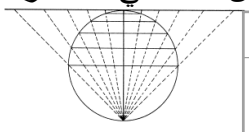
ولذلك نقوم عادة بعمل تسوية بين المرتسمين للسير إلى مسارات طويلة، فيحمل أولاً الطريق المتبع على دائرة عظمى، أي طريق الخط المستقيم على المرتسم الكنومونيكي، ونختار المسافات القصيرة الواضحة وتعلم عليه ثم تنقل إلى مرتسم مركاتور حيث ترتبط هذه النقاط مع الخطوط المستقيمة *Rhumb Line* لتعيين الاتجاهات لكل مسار متتابع من الطريق.

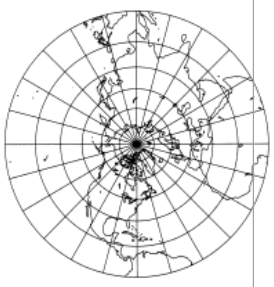
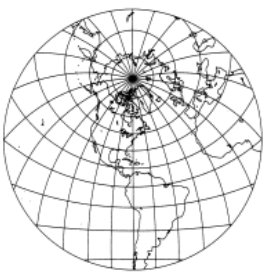
إن الارتسام الكنومونيكي ليس ارتساماً مطابقاً ولا هو ارتساما متكافئاً ومحافظاً على المساحات، لأن التبدل بالمقياس يبدو سريعاً جداً على هذا النوع من الخرائط، كما أنه بالنتيجة يوجد تشويه متزايد إذا ما امتدت الخارطة بعيداً جداًعن نقطة التماس.

Polar Gnomonic	Equatorial Gnomonic	Oblique Gnomonic
		

14- الارتسام القطبي الستيريوغرافي *Stereographic Polar Projection*

إن هذا المرتسم قد اختير ليكون مرتسماً أساسياً لكل الخرائط العادية والخرائط الملاحية الجوية المصنوعة لأجزاء الكرة الأرضية التي هي فوق خط العرض 80 درجة، وبهذا تسقط تفاصيل الكرة الأرضية على سطح مماس لأحد القطبين، بينما يكون القطب المقابل عبارة عن مركز أشعة الارتسام. إن خطوط العرض كلها عبارة عن دوائر متحدة مع المركز مع خطوط الطول التي ترسم كما لو كانت وافدة إلى مركز الإسقاط. وهذا المرتسم مطابق وله مقياس صحيح على خط العرض الأساسي المختار



Polar	Equatorial	Oblique
		

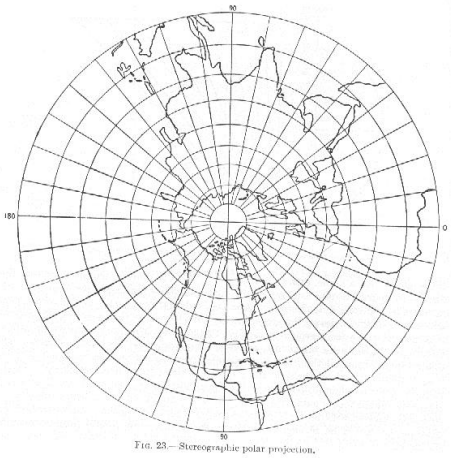


Fig. 23.—Stereographic polar projection.

15- الارتسام العمودي *Orthographic Projection*

وهذا النوع من المرتسمات يعتبر ارتساما بصرياً *Perspective* مع سطح ماس لأي نقطة على سطح الأرض. وإن مركز انبعاث أشعة الارتسام يفرض في اللانهاية. وسوف يعطينا هذا النوع من الإسقاط الصورة نفسها كما لو نكون ناظرين إلى الأرض من على كوكب سيار بعيد جداً. ونجد هنا أن معظم التشويه يتركز في طرف الخارطة، ويمكن تمثيل أحد نصفي الكرة الأرضية بآن واحد بواسطة هذا المرتسم. وهذا المرتسم ليس مطابقاً كما أنه ليس محافظاً على المساحة والاشكال.

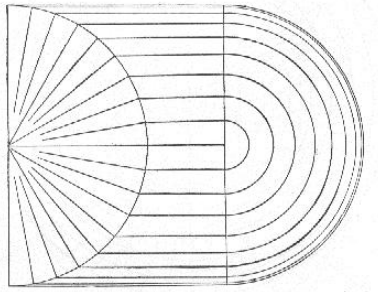


Fig. 28.—Determination of radii for orthographic polar projection.

Fig. 34.—Orthographic projection of the Western Hemisphere.

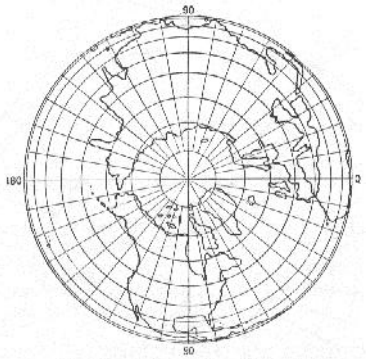


Fig. 29.—Orthographic polar projection.

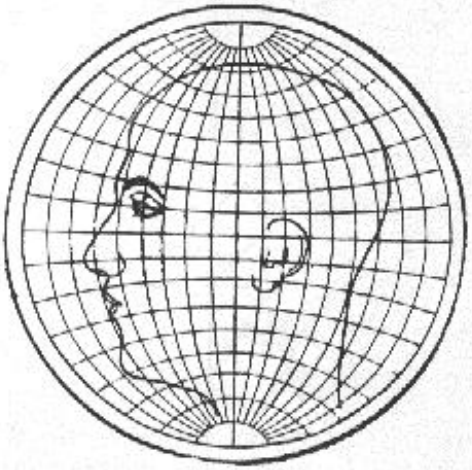


FIG. 43.—Man's head drawn on globular projection.

FIG. 44. Man's head plotted on orthographic projection.

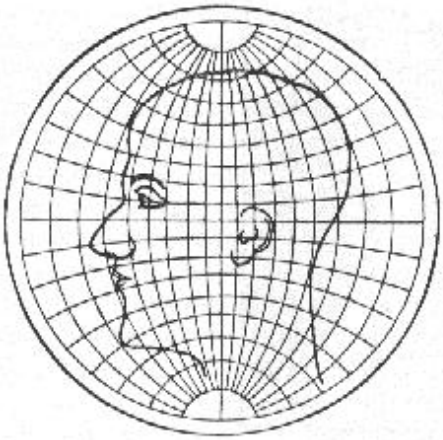


FIG. 45.—Man's head plotted on stereographic projection.

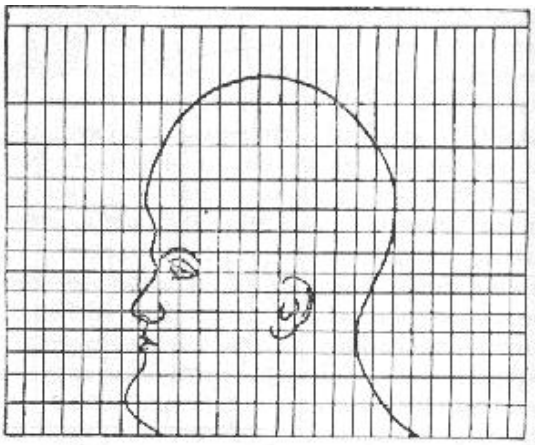
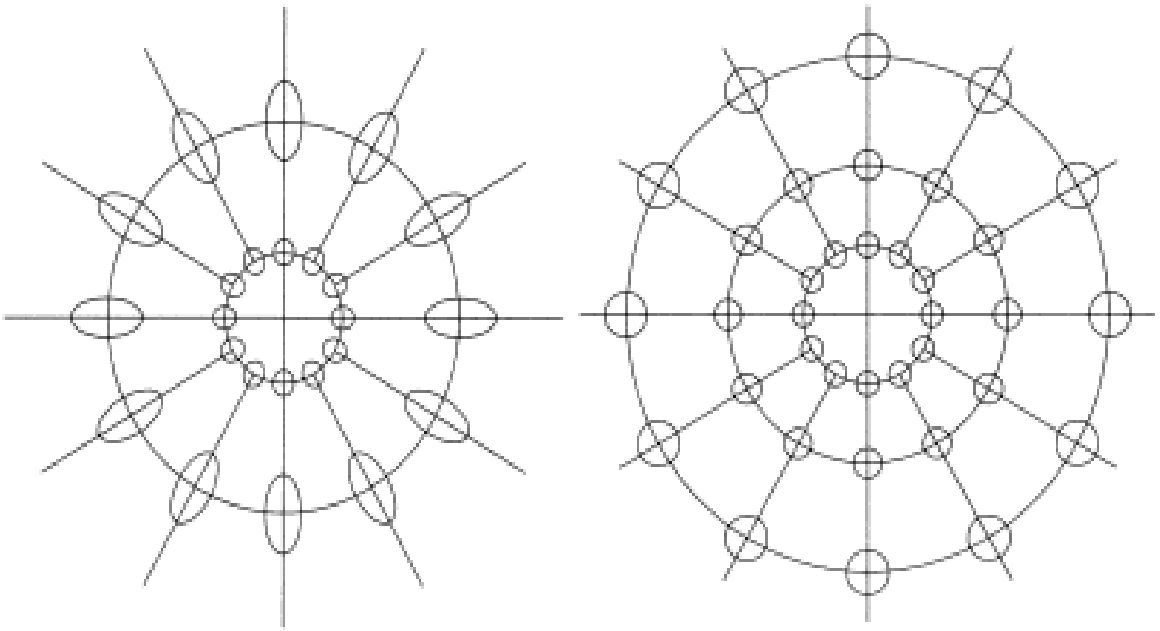


FIG. 46.—Man's head plotted on Mercator projection.

Gnomonic ***Stereographic***



* عدد خطوط العرض (++) + أقل تشوه	* تشوه قياسي واضح (++) + تشوه زاوي

TABLEAU DE CORRESPONDANCE ENTRE LES DISTANCES SUR LA CARTE ET SUR LE TERRAIN

Echelle	1/5000	1/10 000	1/20 000	1/25000	1/50 000	1/80 000
1 cm sur la carte représente sur le terrain	50 m	100 m	200 m	250 m	500 m	800 m

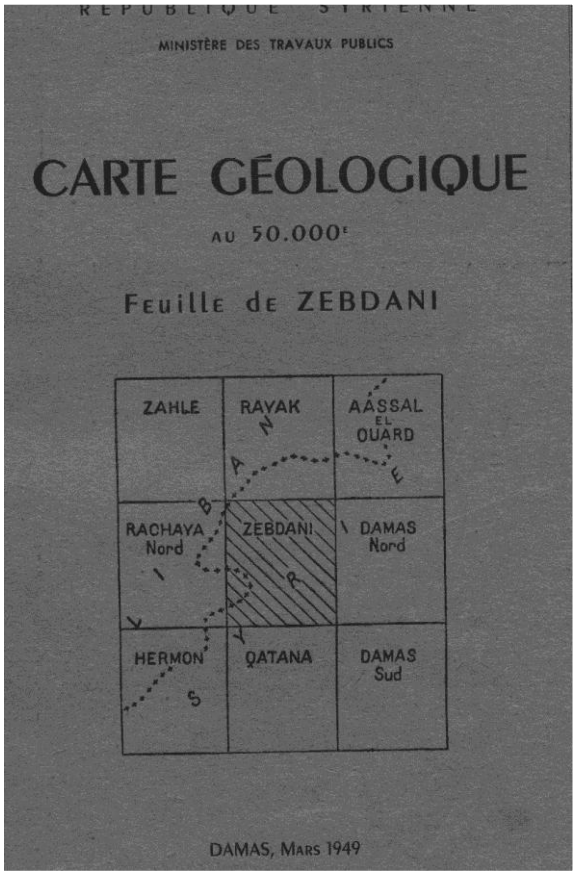
Echelle	1/100 000	1/200 000	1/250 000	1/500 000	1/1 000 000
1 cm sur la carte représente sur le terrain	1 km	2 km	2,5 km	5 km	10 km

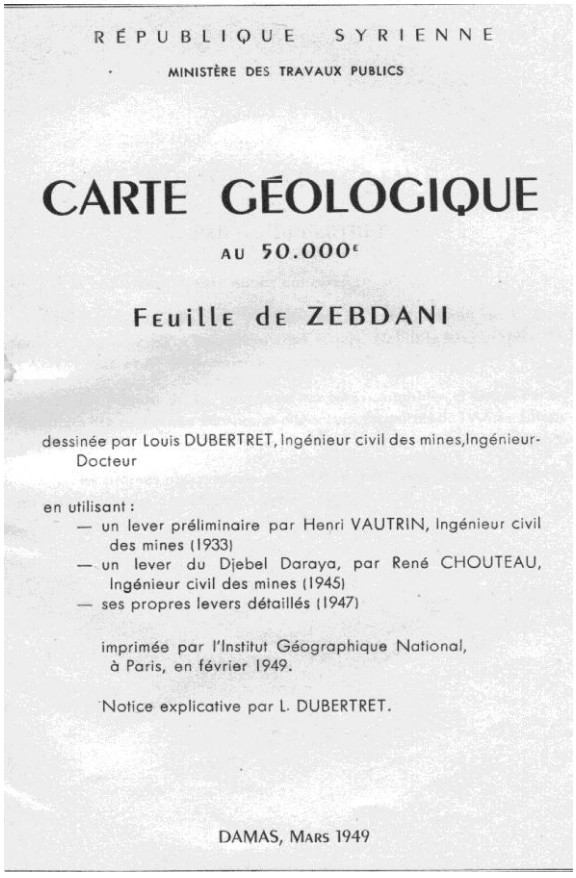
Utilisation de l'échelle graphique d'une carte

Les cartes donnent, en général, une échelle graphique. Par exemple, sur celles de l'IGN, on la trouve sous la carte proprement dite, au milieu de la feuille (Fig. 45).

Les calculs deviennent ainsi inutiles. Il suffit de lire sur l'échelle la distance sur le terrain correspondant à une longueur relevée sur la carte. On mesure la distance sur la carte soit à l'aide d'un compas à pointes sèches, soit avec un double décimètre. Si la distance à mesurer ne suit pas une droite, mais une ligne brisée ou une courbe, on utilisera une bande de papier ou un fil.

Evaluer, par exemple, la distance sur le terrain correspondant à une longueur de 5,4 cm sur une carte au 1/50 000.





أنظمة المعلومات الجغرافية *Geographic Information System(G.I.S)*

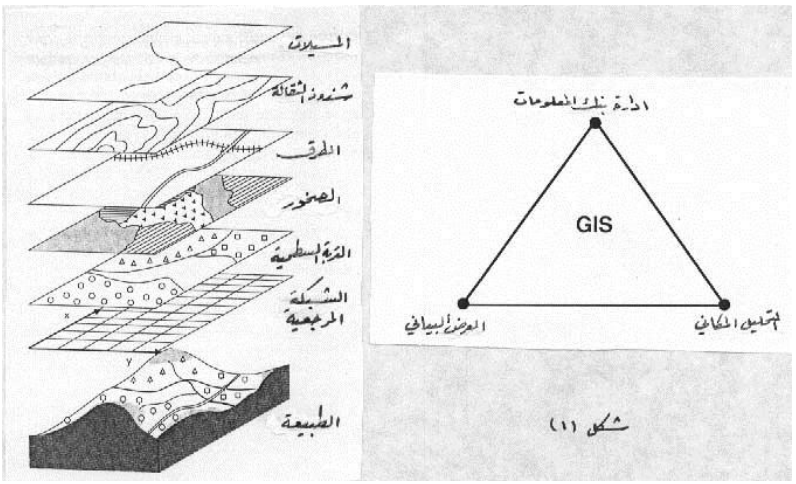
الخرائط الرقمية *Digital Maps*

مقدمة :

نظام المعلومات الجغرافية ، هو مجموعة الوسائل والتقانات التي تسمح بالتعامل مع المعطيات الجغرافية والأرضية بشكل عام بغاية عرض المعلومات ، تصحيحها ، معالجتها واستعادتها بسهولة وسرعة وفق شروط محددة من قبل المستثمر .

لقد كانت العادة في استعراض المعلومات الجغرافية والأرضية هي باستخدام خرائط طبوغرافية وغرضية بشكل عام، يوضع على هذه الخرائط رموز واصطلاحات وخطوط أو ألوان بغية دراسة ظاهرة أو حقيقة فيزيائية موجودة فعلاً على الأرض . واعتبرت الخريطة الوسيلة الأمثل لعرض وتخزين المعلومات الهامة ، غير أنها بمفهومها التقليدي محدودة في عرض المعلومات ويرجع ذلك إلى استحالة تمثيل الأرض الفيزيائية كما هي في الخريطة ، فمثلاً لا يمكن تشكيل خارطة طبوغرافية تحوي كثيراً من المعلومات المترابطة دون التفريط بجودة أو دقة أو قدرة الخارطة على الفهم .

غير أنه باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، يمكن أن ينظر إلى المعلومات الموجودة في الخرائط الغرضية (مثلاً الجيولوجية) بشكل آخر بحيث تصبح أكثر سهولة وفعالية (الشكل 1) ومهما تكن المعلومات والبيانات الجيولوجية فإنه يمكن اعتبارها مكونة من مجموعة منفصلة من المركبات الأساسية تسمى بالشرائح (*Layers*)، بحيث تمثل كل شريحة نوعاً محدداً من المعلومات مستقلة عن غيرها في الشريحة الواحدة (الشكل2) وجزء من المعلومات والبيانات الجيولوجية يكون على شكل جداول وصفية أو مخططات ورسومات مربوطة مع مرجع جغرافي (شبكة تربيعية ، خطوط طول ، خطوط عرض ....الخ)

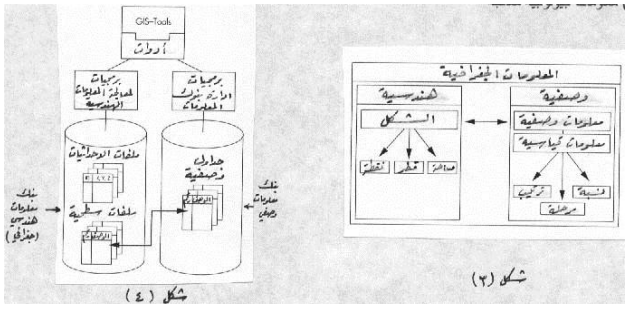


بنك المعلومات الجغرافية :

كما هو مبين في الشكل(3) فإنه يمكن تحديد شقين أساسيين في بنك المعلومات الجغرافية :

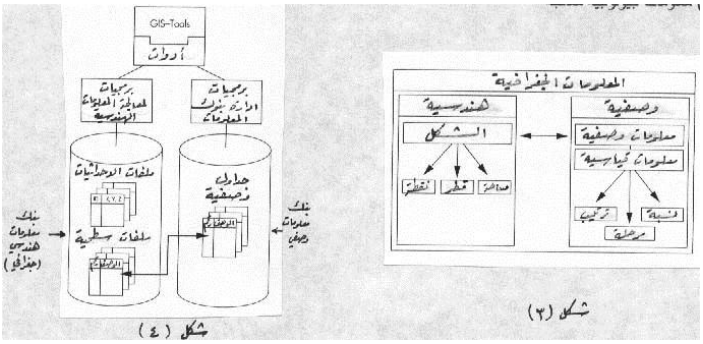
1- معلومات الموقع وفيها تحدد المرجعية الجغرافية لكل معلومة ويعبر عنها بنقطة أو بمجموعة نقاط أو خطوط ومساحات، كل منها له مرجعية فيزيائية على الطبيعة .

2- معلومات وصفية تشرح ماهية المعلومة المخزنة ويعبر عنها بشكل نوعي أو كمي سواء بشكل نسب أو مراحل أو ترتيب .



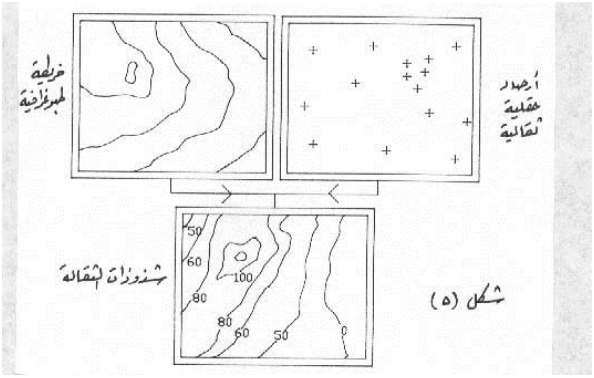
ومن الوظائف الرئيسية لأي نظام *G.I.S.* هو الربط بين الشق الأول والشق الثاني بطريقة ما (الشكل 4) ، فإذا حصرنا اهتمامنا ببنك المعلومات الجغرافية (خرائط جيولوجية) فإنها تتكون من خرائط أو جداول أو بيانات حقلية وقد تكون صوراً جوية أو فضائية ، وهنا لابد من التفريق بين أنواع المعطيات في بنك المعلومات الجيولوجي :

* معلومات جيولوجية خام
* معلومات جيولوجية معالجة



وتعتبر المعلومات الجيولوجية الخام هي المصدر الأول والأصل لكافة المعلومات الأخرى حيث يمكن بالاستنتاج والمعالجة الحصول على معلومات إضافية لأغراض مختلفة :

لنفرض أننا حصلنا على معلومات من فرق جيولوجية في مسح لشذوذات الثقالة مثلاً فإن المعلومات الحاصلة من مقاييس الثقالة هي معلومات خام ، كذلك المعلومات الحاصلة من خرائط التسوية (الطبوغرافية) . فإذا أردنا دراسة شذوذات حقل الجاذبية فإن مجموعة من العمليات الحسابية مثل تصحيح *Bouguer* أو تصحيح الهواء الحر *Free air* وتوزيع الكتل يمكن إجراؤها والحصول على الشذوذ المحلي للثقالة أو ميول الشاقول(شكل 5) .



بعد الحصول على خريطة الشذوذ فإنه يمكن اعتبارها معلومات جديدة (غير خام) تمثل في شريحة جديدة يمكن الاستفادة منها لمعالجات أخرى من أجل الكشف عن الثروات الطبيعية وتطبيقات أخرى .

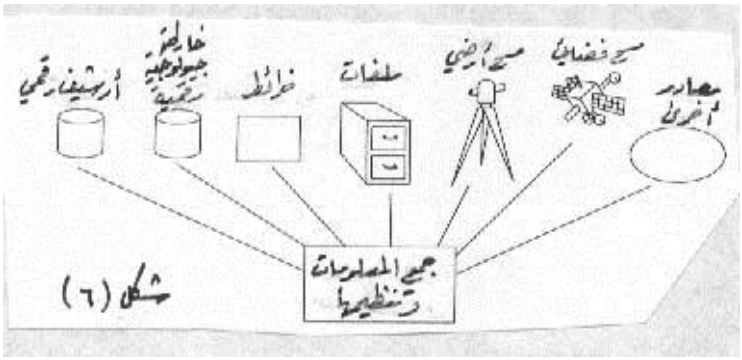
الخريطة الجيولوجية الرقمية :

إن المصدر الرئيسي للمعلومات متنوع ويأتي من اتجاهات مختلفة(شكل 6)

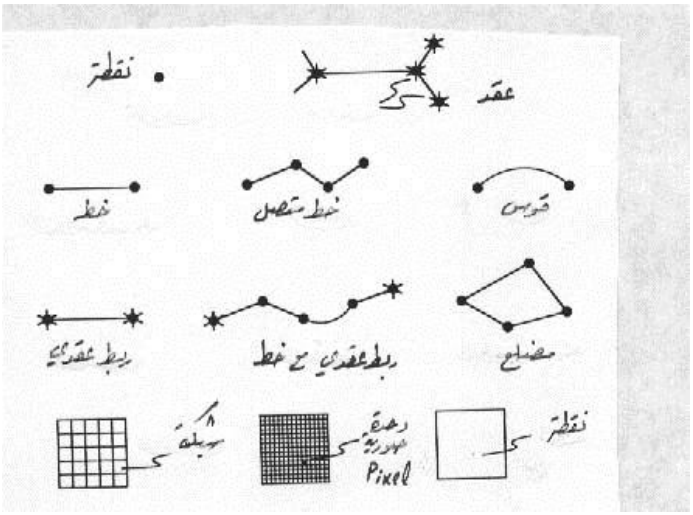
1- الخرائط الجيولوجية بأنواعها
2- الخرائط الجيوفيزيائية
3- الصور الجوية
4- الصور الفضائية
5- الجداول والمخططات والبيانات الحقلية
6- الأرشيف الالكتروني

ولكل مصدر من المصادر السابقة طريقة مثلى للتعامل معه، غير أن الخرائط والصور هي لاشك من أهمها . وبما أن الظواهر الفيزيائية الموجودة حقلياً على الأرض هي ظواهر مستمرة ، فإنه من

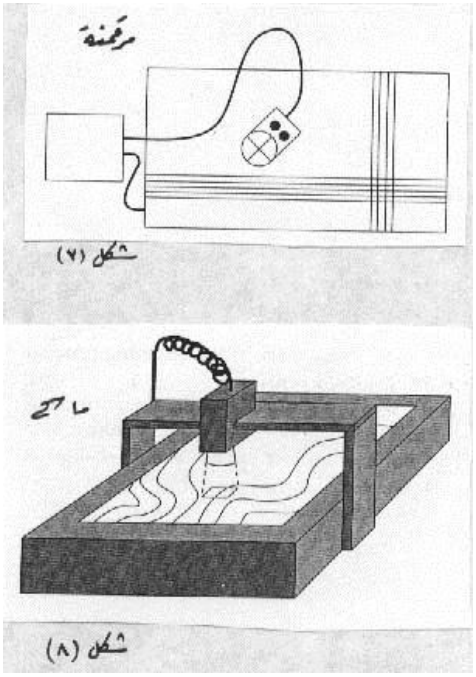
المستحيل الحصول عليها وتجميعها دفعة واحدة ولا بد من أخذ عينات انتقائية نظراً لأن تجميع المعلومات باهظ التكاليف والانتشار الجغرافي كبير .



إن الوسيلة الوحيدة لعملية نقل و تحويل ما تحويه خارطة ورقية من معلومات إلى وسط إلكتروني للتخزين ، هي استخدام المرقمنات الآلية *Digitizer* أو باستخدام مواسح *Scanner* . ويعتبر العنصر الأساسي هو النقطة أو الخطوط (شكل 9) أما من أجل الصور الجوية أو الفضائية فإنها تنقل إلى وسط التخزين الالكتروني عن طريق مواسح وفق شروط دقة محددة .



شكل (9)



مراحل العمل بالخارطة الرقمية

أ) مرحلة الادخال :

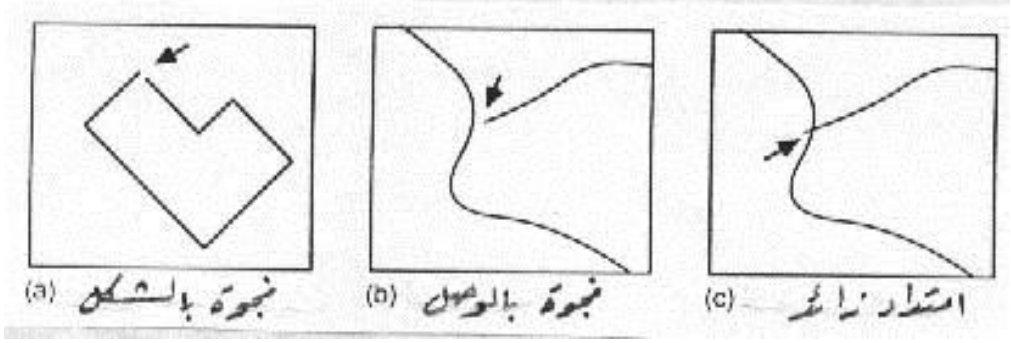
تستخدم في هذه المرحلة التجهيزات اللازمة لتحويل الرسومات والأشكال على الخريطة الورقية أو الصور ، من شكلها التقليدي إلى وسط التخزين الالكتروني. يقود هذا العمل حاسب مربوط مع التجهيزات مثل مرقمنة أو ماسح . ويتم تعريف طبيعة كل نقطة بإعطائها رمزاً مميزاً (*code*) وتسجل في ملفات الحاسب على شكل تسجيلة تتألف من عدة حقول :

الرقم	x	y	z	الرمز	

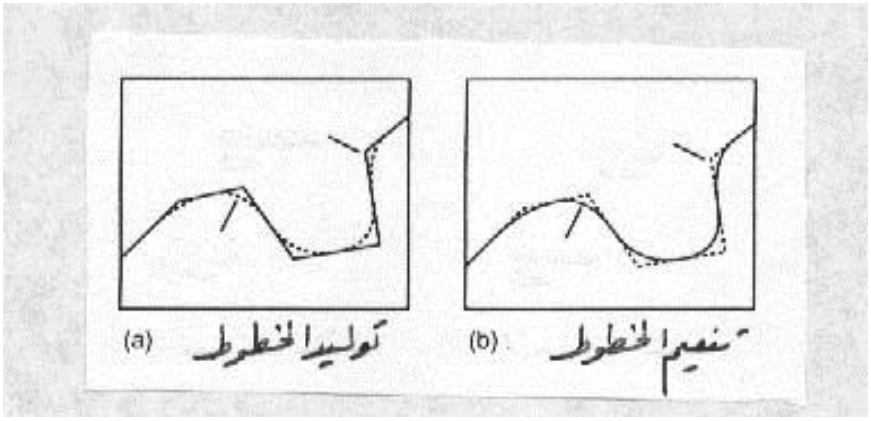
إن تقسيمات الحقول يمكن تغييرها حسب رقمنة المبرمج أو برمجيات *G.I.S.* الجاهزة.

ب) مرحلة المعالجة :

يقصد بالمعالجة هنا ، إعادة ترتيب بناء الملفات الرقمية بشكل محدد وكذلك إجراء عمليات التنقيح والتأكد من صحة مرحلة الادخال ، كذلك تعديل شكل التسجيلة لتوافق تطبيق محدد (الشكل10) . تعرض نتيجة كافة هذه العمليات وترسم على شاشة الحاسب ويمكن إخراجها على وسائط متعددة .

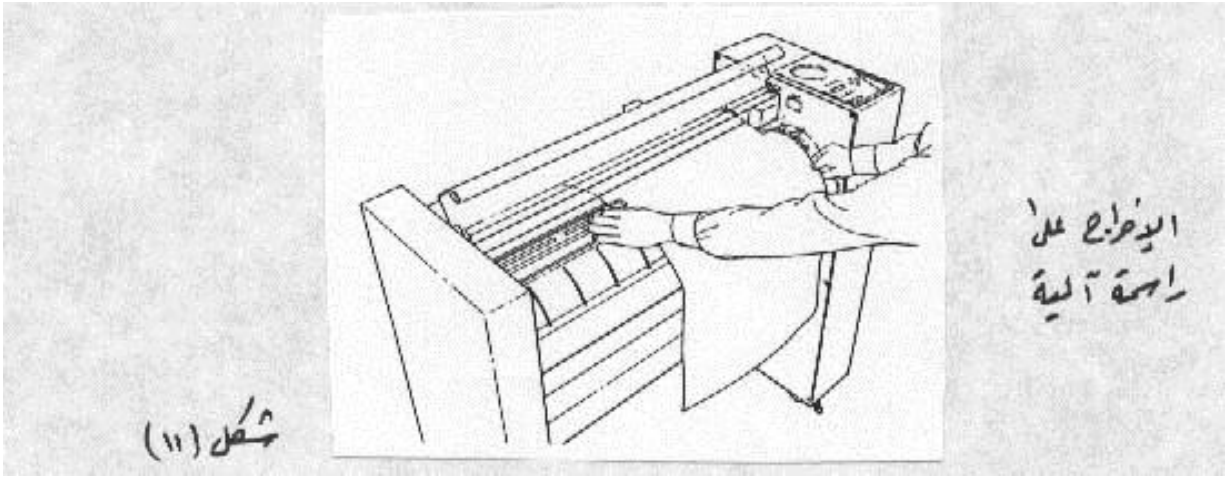


الشكل 10



ج) مرحلة الاخراج :

وهي المرحلة الأخيرة ، وتتمثل بإظهار نتائج التخزين والمعالجة النهائية ، ويتم عادة القيام برسم النتائج على راسمة آلية بالمقياس المناسب (شكل 11) . كما يتم اختيار الألوان والشرائح المختلفة بحيث نحصل على وثيقة مرسومة على ورق أو فلم . وتعتبر هذه المرحلة الحكم النهائي على محتويات الملفات والخرائط المدخلة من حيث دقة التوضع ومن حيث نوعية المعلومة ، ويتم ذلك بالمقارنة مع الأصل .



أشكال وأنواع المعطيات الرقمية

يجب الانتباه إلى طبيعة ونوع المعلومات الرقمية الموجودة بالحاسب والالمام بطرائق تحصيلها .
للمعطيات الرقمية شكلين رئيسيين :

1) الشكل الشعاعي : *VECTOR*

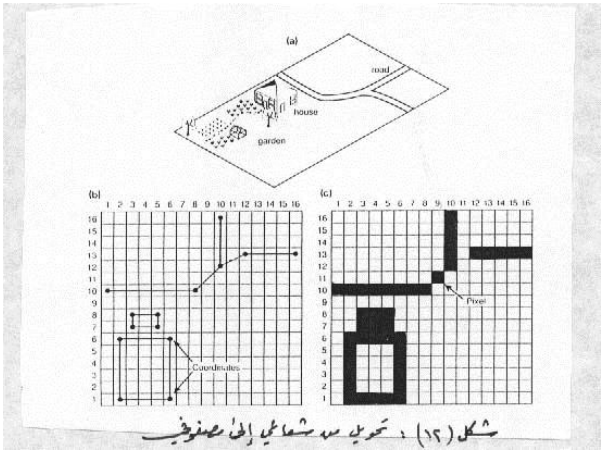
يتم التعامل هنا مع النقاط المدخلة في الخارطة الرقمية وكأنها أشعة تصل بين بعضها وبتسلسل مدروس ، فإذا وصلنا بين نقطتين نحصل على خط يسمى " الشعاع " . وهذه الطريقة ملائمة جداً عندما نستخدم المرقمنات الآلية .

2) الشكل المصفوفي : *RASTER*

يتم التعامل هنا مع النقاط المدخلة وكأنها شبكة كثيفة من النقاط تشكل مصفوفة بأبعاد محددة يكون العنصر الأصغري فيها الـ PIXEL كما هو متعارف عليه في معالجة الصور ، إذ أن الصورة الجوية أو الفضائية هي مجموعة من النقاط الكثيفة المتراصة على بعضها ، وتختلف بدرجة الرمادية . وعندما تجمع مع بعضها نحصل على المعلومات الظاهرة للعين .

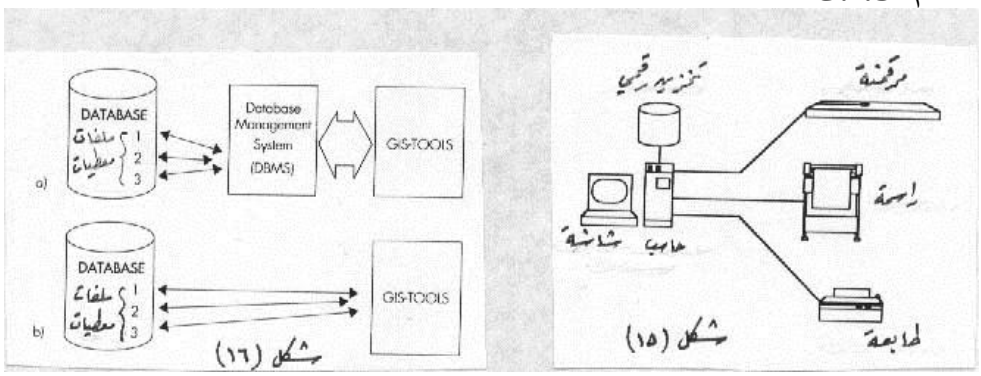
يتميز الشكل الشعاعي بأنه يحتاج إلى تخزين أقل في الوسط الالكتروني وأفضل من الشكل المصفوفي، غير أن الأخير يتميز عن الأول بأنه يسهل العمليات الحسابية والمنطقية أكثر بكثير ، وناتجه يشبه بشكل كبير للظاهرة الفيزيائية الأصلية .

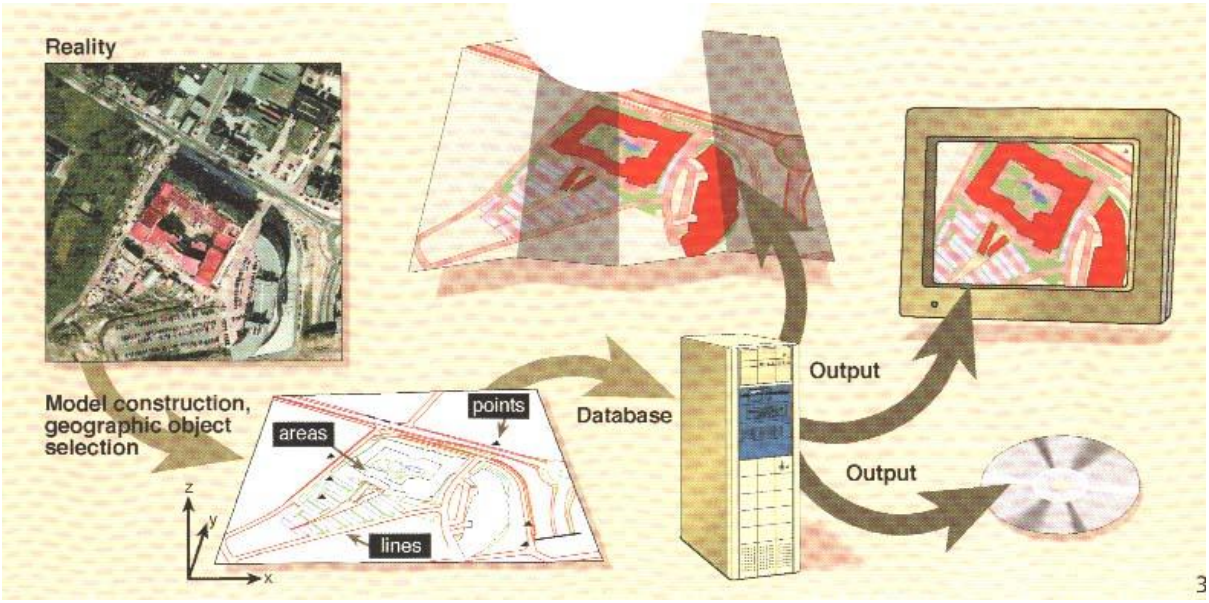
نحتاج في كثير من الأحيان إلى تحويل المعطيات الأصلية الرقمية من شكل إلى آخـــر
(الشكل 12) وتسمى هذه العملية :
" بالإرجاع " : *Raster 2 Vector* أو *Vector 2 Raster*
وغرض ذلك هو إضافة مرونة جديدة على التعامل مع كافة أنواع المعلومات الرقمية وفقاً لتطبيقات محددة .



شكل (١٢) : تحويل من شعاعي إلى مصفوفي

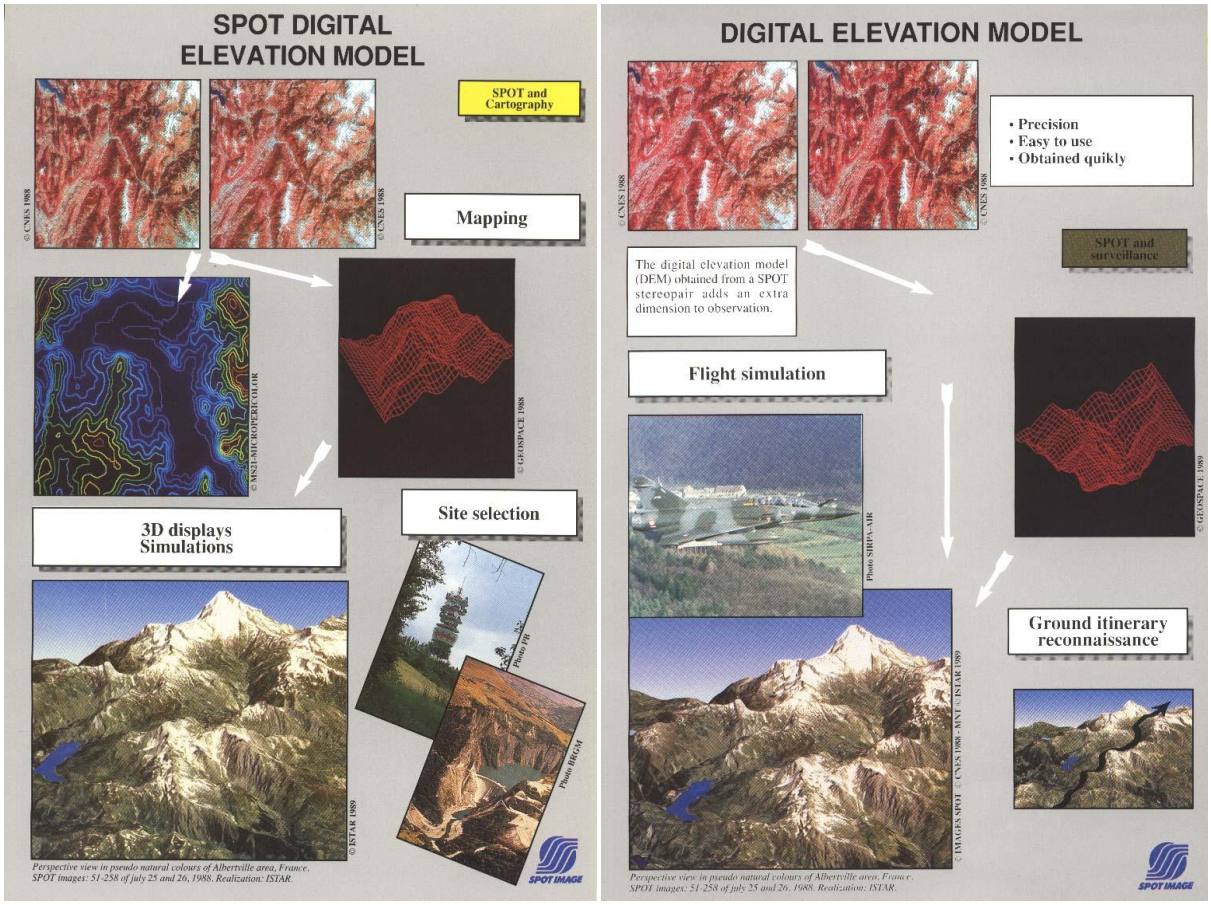
متطلبات استخدام *G.I.S*





التطبيقات المختلفة لأنظمة المعلومات الجغرافية *G.I.S.*

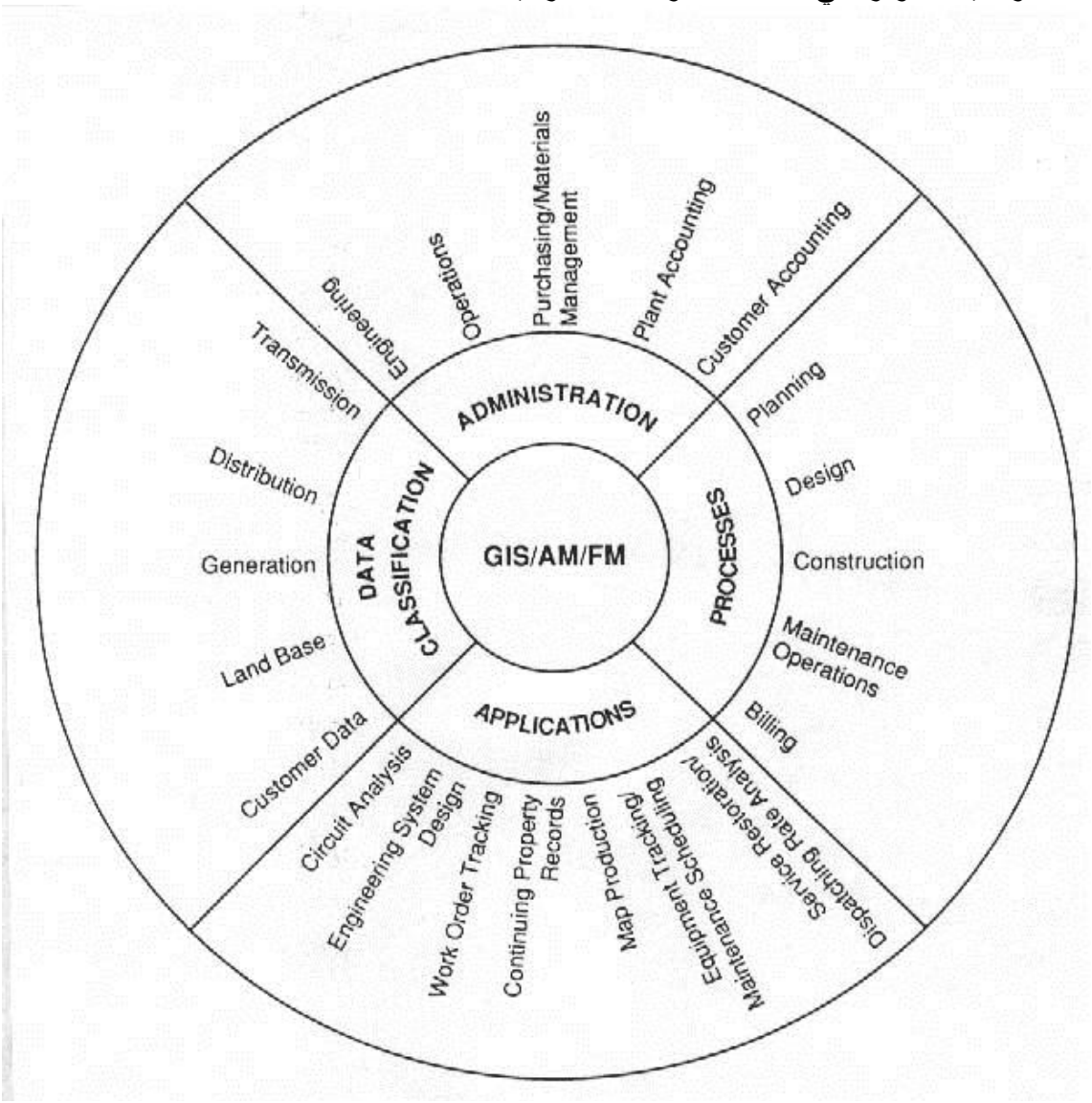
1- عرض المعلومات وإظهارها :
دليل الخرائط
تكامل قواعد المعطيات
خرائط صورية



2) خرائط الأراضي : الطبوغرافية ، الميول ، الارتفاعات ، التضاريس والظلال ، المقاطع .
3) أنظمة الملاحة : أنظمة مراقبة الحركة الجوية ، المعطيات الملاحية أثناء الطيران ، المعطيات الكارتوغرافية البحرية ، المعطيات الخاصة ببنية شبكات الطيران .
4) نماذج الشبكات : شبكة الخطوط الحديدية ، شبكة النقل الجوي ، شبكة الطرق العامة ، المسالك الجبلية ...
5) البيئة والمراقبة البيئية : الآثار البيئية ، مراقبة وتطوير الري ، خرائط نطاقات التلوث المائي والهوائي ، حفظ التربة ، خرائط الفيضانات ..
6) الثروات المعدنية : الخرائط الجيولوجية ، تقييم الثروات المعدنية المكتشفة ، المناجم والمقالع .....
7) معطيات الخرائط الغرضية : اقتصادية ، اجتماعية ، سكانية ، تقسيمات إدارية ، نيابية ، إدارة محلية ، قطاعات خدمية ، العاصمة ، الضواحي ، خطوط الطيران الداخلية والدولية ...
8) تخطيط وإدارة الثروات الأرضية والمائية : تصميم المواقع ، تصميم الطرق ، إدارة واستعمالات الأراضي ، إدارة الغابات ، مسح الأراضي ، تقييم المناطق المأهولة ، زحف التصحر ، خرائط الأراضي الغدقة .....
9) التدريب والمحاكاة : التدريب الراداري ، مقلدات الطيران ، المحاكاة ثلاثية الأبعاد ، رسم المسار .....
10) تطوير خرائط الأساس : تحليل ، رسم ، تعديل ، مراجعة ، شرائح الملاحة الجوية ، المعلومات البحرية ، خرائط المساحة العقارية ، مسح المحيطات ....
11) إدارة الكوارث والأزمات : الزلازل ، الفيضانات ، العواصف الرملية ، انزلاقات التربة ، حوادث المرور ، الاختناقات المرورية ، الحرائق وحرائق الغابات .....

إن إنتاج الخرائط الرقمية وتسهيل عملية الاحصاء هي من أهم الاستخدامات المشتركة لأنظمة المعلومات الجغرافية .

وبالتالي فإن مفتاح عملية التخطيط والعمليات والإدارة تتمثل في المعلومات المتكاملة ، والامكانات الخصوصية المتوفرة في أنظمة المعلومات الجغرافية .



الخرائط المؤتمتة (AM) وإمكانات إدارة المعطيات(FM) وأنظمة المعلومات الجغرافية (G.I.S.) :
تسهل عملية التكامل والوظائف العملياتية والادارية

النظام الجيوديزي المرجعي

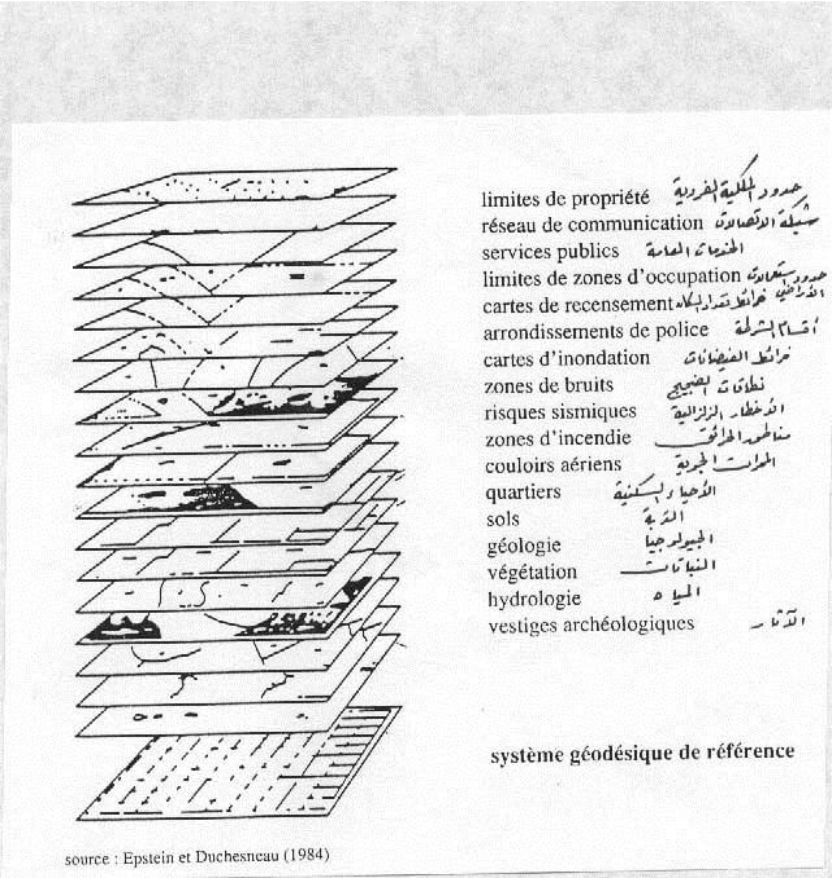
هو عبارة عن مجموعة نقاط معرفة ودائمة تغطي منطقة واسعة ، ترتبط ببعضها بدقة محددة بواسطة علاقات رياضية مشتركة أو بواسطة لغة مشتركة تنشأ فيما بينها . يعتبر النظام الجيوديزي المرجعي متاحاً بشكل عام لكل التطبيقات وهذا ما يعطيه تثميناً عالياً في الأداء والاستثمار . يمكن تمثيل النظام بشكلين :

1- نظام " محلي " وهو معد لمواقع محددة (مشروع) وذلك لتحقيق هدفين إثنين :
* التزود بقياسات دقيقة ضمن الموقع المحدد.
* إنشاء حسابات محلية بين القياسات المنفذة في الموقع أو للمشروع

2- نظـام " شـامل " ويتضـمن مـا يتمتـع بـه النظـام المحلـي إضـافة إلـى إمكانيـة تـأمين الحسـابات بـين المعلومات المجمعة بشكل مستقل لمشاريع مختلفة . فهو يتمتع بصفة النظام المرجعي لأكثر من مشروع واحد .

يستخدم النظامان لدعم نظم معلومات محلي لتطوير وتحسين المناطق ، وأمكن من خلاله تحقيق الكثير من المشاريع منها :

* مخططات استعمال وإدارة الأراضي
* دراسة جريان المياه
*إنشاء البنية التحتية العامة



نظام المعلومات الجغرافي وأنظمة المعلومات الأخرى

هناك علاقة هامة ووثيقة بين *G.I.S.* والتصميم بمساعدة الحاسب *C.A.D.* ، الكارتوغرافيا الرقمية ، إدارة قواعد المعطيات والاستشعار عن بعد ، وذلك لفهم نظام المعلومات الجغرافي بحد ذاته . وقد يكون أحياناً موضع جدل القول بأن *G.I.S.* هو مجموعة أدنى أو أعلى من هذه الأنظمة ككل .

1- أنظمة *C.A.D.* : طورت هذه الأنظمة للتصميم والرسم لمواضيع جديدة وإبداعية ، وتتمتع بقاعدة بيانية للرسم ورموز لتمثيل المظاهر من خلال المعالجة الحوارية بين المستثمر والنظام . فقاعدة المعطيات هنا تستخدم فقط علاقة رياضية بسيطة في دراسة هندسة النقاط فيما بينها ، ومواقعها ومعالجتها رياضياً ، بالاستناد إلى قاعدة معطيات صغيرة نسبياً .

إن أنظمة الرسم والتصميم بمساعدة الحاسب *C.A.D.* لا تترك للمستثمر عادة حرية الاختيار الآلي للنماذج والرموز وفق متطلباته وتتمتع بإمكانية تحليل محدودة .

2- أنظمة الخرائط الرقمية :

وتتركز هذه الأنظمة على استعادة المعطيات ، التصنيف والترميز الآلي . وتستخدم هذه الأنظمة بنية معطيات مبسطة تفتقر إلى المعطيات الطوبولوجية (هندسة النقاط اللاكمية) .

ويمكن أن ترتبط هذه الأنظمة بقواعد المعطيات ولكن عمليات استعادة المعلومات تتم فيها فقط بشكل بسيط . وتتمتع هذه الأنظمة عادة بعدة إمكانات لتصميم ووضع الخرائط وإخراجها بنوعية عالية من الجودة بشكل شعاعي (*Vector format*)

3- إدارة قواعد المعطيات (*DBMS*) :

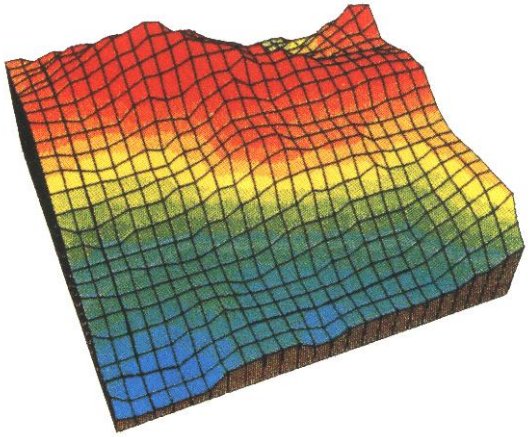
وهي الأكثر تطوراً من حيث البرمجيات (*Software*) المثلى لتخزين واستعادة المعطيات الخصوصية المميزة(*attribute data*) .

إلا أن إمكانية استعادة وعرض المعلومات البيانية تعترضه هنا بعض الحدود ، فهي مصممة أصلاً لاستعادة المعطيات خلال فترات قصيرة ولتحديث بعض المعطيات القليلة مع مرور الزمن ، وتفتقر إلى الأشياء الأخرى كالوظائف التحليلية .

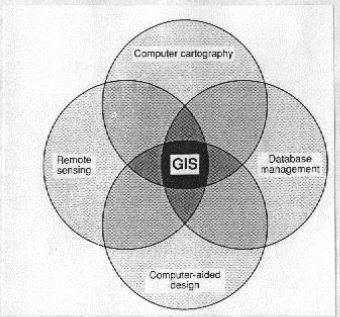
4- أنظمة الاستشعار عن بعد :

صممت لجمع وتخزين ومعالجة وإظهار المعطيات بشكل صورة (الشكل المصفوفي *raster data*) الواردة من المواسح المحمولة على متن المنصات الجوية أو الفضائية ، وكذلك يمكنها معالجة أية معطيات بشكل صورة . إلا أن أغلب أنظمة الاستشعار عن بعد تكون محدودة بإمكانية معالجة المعطيات الشعاعية (*vector data*) ولذلك فهي ليست مناسبة لعمليات مثل التحليل الشبكي وإخراج الصور ذات الجودة العالية المعتمدة على إحداثيات جيومترية والتي يتم الحصول عليها بشكل أفضل بكثير فيما لو استخدمت المعطيات الشعاعية . وتتمتع أيضاً بإمكانية محدودة جداً للتعامل مع المعطيات الخصوصية (*attribute data*) وهي ضعيفة الاتصال أيضاً بأنظمة قواعد المعطيات . إلا أنها تتمتع بإمكانات متطورة جداً لمعالجة وتصنيف المعطيات التي غالباً ما تكون محدودة من حيث إمكانات التحليل الحيزي (*Spatial analysis*) .

هذه الأنظمة التي ورد ذكرها سابقاً ، سبقت أنظمة المعلومات الجغرافية وهذه الأخيرة بزغت منها وتتمتع بصفات ومظاهر مشتركة فيما بينها .



لذلك يمكن القول بأن أنظمة المعلومات الجغرافية يمكن اعتبارها بشكل أفضل كأنظمة وليدة *Subset Systems* من الأنظمة العديدة ذات العلاقة معها (الشكل 19) . إن التأكيد على التحليل المكاني في أنظمة *G.I.S.* يلغي الأسئلة والتكهنات حول الفرق بين أنظمة المعلومات الجغرافية وأنظمة التحليل الاحصائية .



شكل (١٩) : العلاقة بين نظام المعلومات الجغرافي .G.I.S ونظام CAD والخرائط الرقمية وادارة قواعد المعطيات والاستشعار عن بعد .