قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

محاضرات في

مقدمة

نظم المعلومات الجغرافية

إعداد

د/ زمزم مرعي أحمد درويش

استاذ مساعد الجغرافيا البشرية ونظم المعلومات الجغرافية

والاستشعار من بعد - بجامعة جنوب الوادي

قنـــــــــــا

٢٠٢١م.

فهرس المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
القسم الأول: الفصل الأول: نظم المعلومات الجغرافية " تعريفها ، مكوناتها ، تطبيقاتها"	٥-٣٥
١- تعريف نظم المعلومات الجغرافية	٥-١٠
٢- تاريخ نظم المعلومات الجغرافية	١٠-١٢
٣- نظم المعلومات الجغرافية وعلاقتها بالمجالات العلمية:	١٢-٢١
٤- تطبيقات واستخدامات نظم المعلومات الجغرافية	٢١-٣٥
القسم الثاني : البيانات الجغرافية في نظم المعلومات الجغرافية (أنواعها ومصادرها ، وطرق تمثيلها)	٣٦- ٩٧
١- أنواع البيانات في نظم المعلومات الجغرافية:	٣٧- ٤٦
٢- مصادر البيانات في نظم المعلومات الجغرافية (خرائط – صور جوية – مرئيات فضائية)	٤٦- ٧٥
٣- مقدمة حول قواعد البيانات وإستخدامتها(Databases).	٧٥- ٩٥
القسم الثالث: الارجاع الجغرافي " مساقط الخرائط"	٩٧ -١٢٧
١ - **شكل الارض والاحداث الجغرافي**	٩٩ -١٠٧
٢- مساقط الخرائط	١٠٧ -١٢٣
٣ - GPS	١٢٤ -١٢٦
المصادر والمراجع	١٢٧

القسم الأول: نظم المعلومات الجغرافية " تعريفها ، مكوناتها ، تطبيقاتها"

القسم الأول: نظم المعلومات الجغرافية " تعريفها ، مكوناتها ، تطبيقاتها"

يتسارع التطور العلمي والتقني بقفزات يتسع مداها كل مرة عن سابقتها، وكثيرا ما يطلق على المرحلة الراهنة من التطور اسم الثورة العلمية-التقنية. ولعل أهم العوامل التي دفعت بهذا الاتجاه هو تطور العلوم الأساسية وبخاصة الرياضيات والفيزياء التي أفرزت فروعا متقدمة مثل النمذجة الرياضية وعلوم الإلكترونيات، وقد أدى الربط بينها إلى ظهور المعالجة والنمذجة الآلية للمعطيات وظهور المعلوماتية، التي يمكن تعريفها بأنها الفرع العلمي الذي يهتم بطرق جمع المعلومات، ودراسة خصائصها، وأساليب معالجتها، وإعادة تنظيمها، وحفظها ونشرها، وتيسير سبل استخدامها في مختلف المجالات العلمية والعملية، وذلك كله بالاعتماد على تقنية الحاسب الآلي، وبرمجة العمل بواسطته.

ولعله من المفيد التمييز بين المعلوماتية (Informatique) وبين المعلومات (Information)، حيث أن المعلومات هي المعطيات المنسقة التي نملكها عن شيء معين أو ظاهرة ما، وهي بالتالي مادة عمل المعلوماتية. أما نظم المعلومات Système) (d'Information فهي مجموعة المعلومات المتعلقة بظاهرة واحدة أو مجموعة من الظواهر المرتبطة مع بعضها بتأثير متبادل تحمكه عوامل مكانية أو زمانية أو سواها. أما مفهوم نظم المعلومات الجغرافية (Système d'Information Géographique) فهي معلومات عن ظواهر وأشياء لها ارتباط بالمكان –أي يمكن تحديد موقعها من خلال الإحداثيات (Y,X).

٥- تعريف نظم المعلومات الجغرافية Geographic information system GIS):

هو نظام قائم على الحاسوب يعمل على جمع وصيانة وتخزين وتحليل وإخراج وتوزيع البيانات والمعلومات المكانية. وهذه أنظمة تعمل على جمع وادخال ومعالجة وتحليل وعرض وإخراج المعلومات المكانية والوصفية لأهداف محددة، وتساعد على التخطيط واتخاذ القرار فيما يتعلق بالزراعة وتخطيط المدن والتوسع في السكن، بالإضافة إلى قراءة البنية التحتية لأي مدينة عن طريق إنشاء ما يسمى بالطبقات، يمكننا هذا النظام من إدخال المعلومات الجغرافية (خرائط، صور جوية، مرئيات فضائية) والوصفية (أسماء، جداول)، معالجتها (تنقيحها من الخطأ)، تخزينها، استرجاعها، استفسارها، تحليلها تحليل مكاني وإحصائي، وعرضها على شاشة الحاسوب أو على ورق في شكل خرائط، تقارير، ورسومات بيانية.

- **من أهم تعريفات نظم المعلومات الجغرافية:**

في البداية سوف نقسم التعاريف التي تناولت مفهوم نظم المعلومات الجغرافية إلي أربع أقسام وذلك بناء علي وجهة نظر كل تعريف، وتلك الاقسام الأربعة هي:

أولا: تعاريف تري ان نظم المعلومات الجغرافية ما هي إلا عبارة عن أحد جوانب نظم المعلومات.
ثانيا: تعاريف تري ان نظم المعلومات الجغرافية هي نظم متعددة الوظائف.
ثالثا: تعاريف تري ان نظم المعلومات الجغرافية هي أحد نظم دعم القرار.
رابعا: تعاريف تري وجود تشعب في مفهوم نظم المعلومات الجغرافية.

لقد عرف تعريف نظم المعلومات الجغرافية تطورا مستمرا واكب توسع وانتشار استعمالاته واختلفت التعاريف حسب الخلفيات العلمية للقائمين عليه وحسب تنوع مجالات تطبيقاته مما أدى إلى تنوع واضح في صيغة التعريف حسب مختلف التخصصات.

- **ويمكن تقسيم هذه التعريفات الي:**

أولا: تعاريف تري ان نظم المعلومات الجغرافية ما هي إلا عبارة عن أحد جوانب نظم المعلومات.

- **تعريف دويكر:**

"نظم المعلومات الجرافية هي حالة خاصة من نظم المعلومات والتي تحتوي علي قواعد معلومات تعتمد علي دراسة التوزيع المكاني للظاهرات والنشاطات والأهداف التي يمكن تحديدها في المحيط المكاني كالنقط أو الخطوط أو المساحات، حيث يقوم نظام المعلومات الجغرافي بمعالجة المعلومات المرتبطة بتلك النقط أو الخطوط أو المساحات لجعل البيانات جاهزة للأسترجاع لأجراء تحليلها أو الإستفسار عن بيانات من خلالها."

- **تعريف باركر :**

"نظام المعلومات الجغرافي هو نظام تكنولوجي للمعلومات والذي يقوم بتخزين وتحليل وعرض كل المعلومات المكانية وغير المكانية."

- **تعريف أسميث وآخرون :**

"نظام المعلومات الجغرافي هو نظام قاعدة المعلومات والذي يحتوي علي معلومات مكانية مرتبة بالأضافة إلي أحتوائة علي مجموعة من العمليات التي تقوم بالأجابة علي إستفسارات حول ظاهرة مكانية من قاعدة المعلومات."

- **تعريف ديفن وفيلد:**

"نظم المعلومات الجغرافية هي نمط من الـ MIS أو نظم إدارة المعلومات والتي تتيح عرض خرائط لمعلومات عامة."

- **تعريف براسل :**

"تعني نظم المعلومات الجغرافية تلك بنوك المعلومات التي يتم بواسطتها جمع المادة الجغرافية وتخزينها الكترونيا ثم تحليلها ومعالجتها بواسطة برامج تطبيقية للحصول علي نتيجة نهائية سواء علي هيئة رسم بياني، جداول،ومجسمات أو تقارير علمية"

- **تعريف جوبتيل :**

"نظم المعلومات الجغرافية هي تلك بنوك المعلومات التي يتم بواسطتها جمع وتخزين وتحليل ومعالجة كمية ضخمة من المعلومات الأقليمية وما يتصل بها من تفاصيل كتابية أو عددية."

وبالتالي ومن خلال التعاريف السابقة نستطيع ان نري ان جميع وجهات نظر واضعي تلك التعريفات يرون ان نظم المعلومات الجغرافية عبارة عن " نظام يحتوي قاعدة بيانات يتم بها تخزين وتجميع وتحليل وعرض البيانات المكانية، والحصول منها علي بيانات بشكل خرائط او تقارير او رسوم بيانية. "

ثانيا: تعاريف تري ان نظم المعلومات الجغرافية هي نظم متعددة الوظائف.

- **تعريف باروغ :**

" نظم المعلومات الجغرافية هي مجموعة من حزم البرامج التي تمتاز بقدرتها علي إدخال وتخزين وأستعادة ومعالجة وعرض بيانات مكانية لجزء من سطح الأرض."

- **تعريف دواية :**

"نظم المعلومات الجغرافية هي نظم متكاملة تقوم بحصر وتخزين ومراجعة ومعالجة وتحليل وعرض البيانات التي تعتمد علي نظم الإحداثيات المكانية علي سطح الأرض."

- **تعريف أوزموي وسميث و سيخرمان :**

"نظم المعلومات الجغرافية هي مجموعة من الوظائف الآلية والتي تتيح إمكانية آلية متطورة في مجال تخزين واستعادة وتحليل وعرض بيانات مرتبطة بمواقعها الجغرافية."

ثالثا: تعاريف تري ان نظم المعلومات الجغرافية هي أحد نظم دعم القرار.

- **تعريف مولر**

"نظم المعلومات الجغرافية تفهم عادة بأنها عمليات تهتم بالخرائط كبيرة المقياس وتعتمد علي مصادر مالية كبيرة والتي تنتج بواسطة الحكومات و الأقسام الإدارية والبلديات، حيث أن الهدف الأساسي منها هو دعم السياسيين والأداريين لأتخاذ قرارات متوازنة فيما يتعلق بالموارد الطبيعية والبشرية."

- **تعريف كوين**

"نظم المعلومات الجغرافية هي نظم دعم القرار وذلك بواسطة دمج المعلومات المكانية لخدمة حل القضايا البيئية."

- **تعريف بارنت وشرش:**

"تهدف نظم المعلومات الجغرافية بتحويل المعلومات الخام او الأساسية علي اسس تحليلية ألي نظم حديثة تتوفر لديها أمكانية دعم عملية أتخاذ القرار."

رابعا: تعاريف تري وجود تشعب في مفهوم نظم المعلومات الجغرافية.

- **تعريف تسوليتس**

"يتشعب مفهوم نظم المعلومات الجغرافية في شقين : أحدهما البرامج Software وكيفية حصر المعلومات وتخزينها ومعالجتها للأستفادة منها لتحقيق هدف معين، والآخر قاعدة المعلومات Database التي تعتمد علي الأحداثيات الجيودوسية والتي تسهل التعامل معه."

- تعريف عزيز :

"نظم المعلومات الجغرافية هي نمط تطبيقي لتكنولوجيا الحاسب الآلي بشقية الآساسيين البرامج Softwareومكونات الحاسبHardware ، والتي أصبحت تسمح لنا بحصر وتخزين ومعالجة بيانات متعددة المصادر كمية كانت أو نوعية دون قيود، مع أمكانية الحصول علي نتائج نهائية علي هيئة خرائط، رسم بياني، مجسمات، صور، جداول، أو تقارير علمية."

-تعريف مؤسسة إيزري الامريكية :

" :نظم المعلومات الجغرافية هي مجمع متناسق يضم مكونات الحاسب الآلي والبرامج وقواعد البيانات بالأضافة إلي الأفراد، وفي مجموعة يقوم بحصر دقيق للمعلومات المكانية وتخزينها وتحديثها ومعالجتها وتحليلها وعرضها."

كما نري مما سبق ان جميع التعريفات إختلفت فيما بينها حسب رؤية كل مستخدم لها.

-**ففي الفئة الأولي** التي ترى ان نظم المعلومات الجغرافية هي عبارة عن نظم متعددة الوظائف نجد ان تعاريفهم انحصرت حول ان " نظم المعلومات الجغرافية ما هي إلا عبارة عن نظام متعدد الوظائف من خلال سماحيتة بأدخال البيانات وتخزينها ومعالجتها ومن ثم عرضها كل هذا مع الربط المكاني للبيانات والمعلومات."

-**وفي الفئة الثانية** التي ترى ان نظم المعلومات الجغرافية هي عبارة عن نظام لدعم القرار كانت تعريفاتهم تنحصر حول ان نظم المعلومات الجغرافية عبارة عن " نظام يقوم فية بأدخال بيانات أولية ومن ثم تقوم نظم المعلومات الجغرافية بتحليلها و معالجتها للحصول علي معلومات ذات قيمة تستخدم في دعم القرار."

-**أما في الفئة الأخيرة** التي ترى أن نظم المعلومات الجغرافية هي عبارة عن مفهوم متشعب، فقد وضح رأيهم بأن نظم المعلومات الجغرافية عبارة عن " نظام يقوم علي شقين رأيسيين الأول هو البرامج Software ويختص ببرامج نظم المعلومات الجغرافية المتخصصة أمثال(ARCGIS,IDRISI) ، والثاني هو الأجهزة Hardware التي تقوم بتشغيل النظام مثل (Digitizing,Scanner, Printers)، ويقوم ذلك النظام بشقية بحصر وتخزين ومعالجة وتحليل البيانات المكانية والحصول علي مخرجات نهائية مثل (الخرائط و التقارير و الاشكال البيانية وغيرها...).

٦- تاريخ نظم المعلومات الجغرافية :

في ١٨٥٤، قام جون سنو بتصوير انتشار وباء الكوليرا في لندن باستعمال نقاط لتمثيل مواقع بعض الحالات الانفرادية. قادت دراسته عن توزيع الكوليرا إلى مصدر الوباء. وفي ١٩٥٨ ظهرت نسخة مثيلة لخريطة جون سنو أظهرت التكتلات لحالات وباء كوليرا ١٨٥٤ في لندن.

شهدت أوائل القرن العشرين تطورات ملحوظة في تصوير الخرائط بفصلها إلى طبقات (بالإنجليزية: Layers). كما أدت الأبحاث النووية إلى تسريع تطوير عتاد الحاسب مما ساعد على إنشاء تطبيقات خرائط عامة باستخدام الحاسب عام ١٩٦٠م.

في عام ١٩٦٢ تم تطوير أول نظام جي آي إس (بالإنجليزية: GIS) فعلي في أوتاوا، أونتاريو، بكندا داعما مقاييس رسم أرضية، ١:٥٠,٠٠٠ وبالتالي أصبح نظام المعلومات الكندي CGIS أول نظام معلومات جغرافي عملي. أدى هذا إلى إنشاء جمعية نظم المعلومات الحضرية والإقليمية -URISA في الولايات المتحدة الأمريكية. وبعد ذلك ظهر نظام استخدام الأراضي وإدارة الموارد الطبيعية في ولاية نيويورك عام ١٩٦٧م ونظام ولاية مينيسوتا الأمريكية لإدارة الأراضي عام ١٩٦٩م. ظلت هذه المشاريع في تلك الأيام عالية التكلفة، بحيث لا يستطيع الإنفاق عليها غير الإدارات الكبيرة في الولايات المتحدة الأمريكية، كندا، أستراليا، وبريطانياوغيرها من الدول المتقدمة الأوروبية.

في منتصف السبعينات تم الاتفاق على تسمية هذه النظم "نظم المعلومات الجغرافية" أو (بالإنجليزية: Geographic Information System) نظراً لكثرة أسماء النظم والبرامج المستخدمة في هذا المجال. في أوائل الثمانينات ظهرت العديد من برامج GIS الناجحة وبمزايا إضافية جمعت الجيلين الأول والثاني متمثلة في اتساع القاعدة العريضة للمستخدمين لنظم المعلومات الجغرافية وتطوير مجال الاتصال المباشر بين رواد ومستخدمي نظم المعلومات الجغرافية عن طريق شبكات الاتصال العالمية والشبكات المتخصصة في إعطاء الجديد في هذا المجال مباشرة. كما صدرت العديد من المجلاّت والندوات والمؤتمرات العلمية والدورات المتخصصة في نظم المعلومات الجغرافية خلال هذه الفترة.

أما في التسعينات ومع انتشار أنظمة وطرفيات يونيكس والحواسيب الشخصية، وجد العشرات من الشركات المنتجة لهذه النظم بأسعار منخفضة جداً مقارنه بالأسعار في الستينات والسبعينات. ومع نهايات القرن العشرين أصبح من الممكن عرض بيانات GIS عبر الإنترنت بفضل الالتزام بمعايير وصيغ نقل جديدة تم الاتفاق عليها وانتشار العديد من البرامجيات مفتوحة المصدر.

نظم المعلومات الجغرافية يعتبر فرع من فروع العلوم الاخرى مع التطور حتى يومنا هذا و مازال يتطور و تزداد أهميته مع زيادة امكاناته وسهولة الحصول على المعلومات .

ظهر هذا النظام مع ظهور النظام الكندى في عام ١٩٦٤ الذي يعد اول نظام متكامل في مجال نظم المعلومات الجغرافية,حيث اجريت عملية ترقيم خرائط وربطها ببيانات وصفية على شكل قوائم معتمدة على نظام احداثى لربطها ببعض, و يحتوى هذا النظام على سبع طبقات خاصة بالزراعة والتربة و الثروة الحيوانية و استخدامات الأرض و بعد ذلك ساهم المعمارى الأمريكى "هوارد فيشر" في نهاية عام ١٩٦٤ في جامعة "هارفارد" من انتاج النسخة الاولى من برنامج (SYMAP) لإنتاج خرائط بواسطة الحاسب الالى و ساهمة معمل جامعة "هارفارد" في تدريب العديد من الطلاب المهتمين بنظم المعلومات الجغرافية.

والتسعينات من هذا القرن ازداد اهتمام الحكومات و المؤسسات بنظم المعلومات الجغرافية و الاستفادة من هذه التكنولوجية في مجال الدراسات الطبيعية و حماية البيئة البرية و البحرية و التي تعتمد على بيانات متعددة متشابكة و في عام ١٩٧٠ تم عقد أول مؤتمر دولى في نظم المعلومات الجغرافية بتنظيم من الاتحاد الدولى للجغرافيين و بدعم من اليونسكو , و بدأت العديد من الجامعات بتنظيم محاضرات و تقديم دروس و ابحاث علمية في نظم المعلومات الجغرافية مما ساعد على زيادة القاعدة الاساسية لنجاح انتشار نظم المعلومات اجغرافية . ثم بدء عدد من الشركات التجارية الخاصة بتطوير برامج خاصة بها لنظم المعلومات الجغرافية و الرسم بالحاسب الالى و معالجة الصورو أدى دخول الشركات الخاصة في تطوير البرامج و النظم إلى وجود نظم ضخمة و متعددة الوظائف واحنوائها على عدد كبير من العمليات التحليلية

وفى الثمانينات ادى التطور السريع الذي شهدتة اجهزة و مكونات الحاسب الالى و المتمثلة في سرعة معالجة البيانات و تعدد إمكانيات التخزين و التقدم في في أجهزة الادخال و الأخراج مع ظهور برامج متعددة الوظائف ادى كل ذالك بان تسمة هذه الفترة بأنها فترة بداية الثورة المعلوماتية بنظم المعلومات الجغرافية.

و في التسعينات زاد الاهتمام بتدريس نظم المعلومات الجغرافية في الجامعات و المعاهد العلمية و زادت قدرة الاجهزة و البرامج مع ظهور طرق تحديد المواقع بالاقمار الصناعية عن طريق نظام الموضع العالمي , كما ساعد وجود صور الاقمار الصناعية و توافرها باسعار مناسبة إلى توفير معلومات كثيرة و غزيرة عن سطح الأرض.

مع دخول القرن ٢١ تتطور المستشعرات الموجودة على الاقمار الصناعية مما ادى الى توفير معلومات تفصيلية و بدقة ممتازة و بسرعة عالية .

ولذلك يمكن تقسيم مراحل نظم المعلومات الجغرافية الي ما يلي:

- **المرحلة الأولى (نهاية السبعينيات)** من نظم المعلومات الجغرافية بجرد المعطيات وإبراز العلاقات كالجرد الغابوي والشبكات العمومية والمعلومات الكدسترالية، وقد استعملت نظم المعلومات الجغرافية في هذه المرحلة لإنجاز الجرد والاستشارة.
- **في المرحلة الثانية (الثمانينيات)** أصبحت نظم المعلومات الجغرافية قادرة على الإجابة على الأسئلة الأكثر تعقيدا والتي تتطلب الربط بين مجموعة من الطبقات المعلوماتية واستعمال التقنيات الإحصائية والتحليل المجاليَ.
- **في المرحلة الثالثة (التسعينيات)** من تطور نظم المعلومات الجغرافية ظهر توجه جديد نحو التدبير واتخاذ القرار) وتميزت هذه النظم بالتحليل المجالي و النمذجة.

٧- نظم المعلومات الجغرافية وعلاقتها بالمجالات العلمية:

عند الحديث عن المجالات العلمية المختلفة, يخطر في البال التساؤل: هل يمكن اعتبار نظم المعلومات الجغرافية علماً؟ أم هي مجرد تقنية من نوع خاص؟ وعند الأخذ بالرأي القائل أن نظم المعلومات الجغرافية هي مجرد تقنية تطبيقية للحاسب الآلي, فإننا ربما نكون بعيدين كثيراً عن الصواب, حيث هناك أكثر من شهادة علمية تمنح بالجامعات في مجال نظم المعلومات الجغرافية فإذا درسنا دليل الجامعات والمعاهد التي تدرس نظم المعلومات الجغرافية نجد أنه يحتوي على حوالي(٤٤٥)قسم في التخصصات المختلفة التي تدرس فيها نظم المعلومات الجغرافية.

وبينت الدراسات أن أكثر من نصف مجموع التخصصات التي لها علاقة علمية تطبيقية مع نظم المعلومات الجغرافية من نصيب (علم الجغرافيا) فالجغرافيون يعتبرون من أوائل الذين اهتموا بنواحي الاستفادة التطبيقية لكفاءة الحاسب في معالجة المعلومات, كما ساهموا بالفعل منذ البداية في تطوير استخدام الحاسب في نظم الرسم الآلي للخرائط ومن ثم نظم المعلومات الجغرافية.

الآن علينا أن نوضح العلاقة المتبادلة بين نظم المعلومات الجغرافية وبين المجالات العلمية الأخرى, حيث نقصد بالعلاقة المتبادلة هنا هو تأثير كل طرف على الآخر وإبراز ملامح هذا التأثير سواء كمصدر لتوفير المادة العلمية أو كوسيلة تطبيقية أو غير ذلك.

أولاً: علم الجغرافيا:

تلتقي نظم المعلومات الجغرافية مع علم الجغرافيا لتصل إلى ذروة وظائفها التحليلية للمساهمة في وضع الافتراضات أو التنبؤات المستقبلية التي يمكن أن تطرأ على الظاهرات الجغرافية.

وتبّين أن أكثر المجالات العلمية التي تطبق فيها نظم المعلومات الجغرافية تخضع لعلم الجغرافيا وهذا دليل على الصلة الوثيقة بينهما وتوفر المجالات المعلوماتية التي تحتاج إلى تطبيق نظم المعلومات الجغرافية فيها.

ثانياً: علم الكارتوجرافيا: Cartography

يعتبر علم الكارتوجرافيا (علم الخرائط) من أهم فروع علم الجغرافيا والذي يهتم بالخريطة, الكارتوجرافيا تلعب دوراً هاماً في إنجاح نظم المعلومات الجغرافية, حيث بيّنت مؤسسة ERIS الشهيرة في منشوراتها الخاصة برنامج ARIC/INFOأن نظم المعلومات الجغرافية تعتمد على ثلاثة محاور علمية هي: الجغرافيا و الكارتوجرافيا وعلوم الحاسب , وهذا ما يوضح أن الكارتوجرافيا عنصر علمي هام في هذا المجال المتطوّر. ويمكن سرد ما تقدمه الكارتوجرافيا لانجاز نظم المعلومات الجغرافية في النقاط الآلية:

من المعروف أن المعلومات المكانية تتحدد بواسطة النقط والخطوط والمساحات, ويخضع كل عنصر منها إلى أساليب فنيّة خاصة كالسمك, والحجم والشكل, واللون وطريقة الرسم, وقواعد التوقيع المكاني بما يتفق مع باقي محتويات الخريطة, وهذه الأساليب الفنّية هي من اهتمام الكارتوجرافيا والتي يجب الإلمام بها في مجال تنفيذ مشروع في نظم المعلومات الجغرافية.

٢. تقدم الكارتوجرافيا جانباً هاماً في مجال تصميم قواعد البيانات الجغرافية.
٣. يعتبر موضوع كيفية اختيار مقياس الرسم للخريطة من الموضوعات الأساسية التي تهتم بها الكارتوجرافيا.
٤. تعبر قضية الألوان من أهم متطلبات عرض البيانات في نظم المعلومات الجغرافية, فالكارتوجرافيا تتيح القواعد المناسبة لإختيار الألوان .

ثالثاً: الاستشعار عن بعد

الاستشعار عن بعد هو دراسة الظواهر من الجو أو الأقمار الاصطناعية، وهو يؤهّل العلماء لترجمة الظواهر بطريقة أفضل. وهذه الوسيلة مفيدة جداً في مسح مناطق شاسعة بكلفة صغيرة نسبياً. يستخدم الاستشعار عن بعد لذلك في دراسة المناطق القطبية والصحاري والغابات والمناطق الجبلية، فالخرائط ذات المقياس الصغير والدقة الجيدة يمكن إنتاجها بكلفة أقل انطلاقاً من صور الأقمار الاصطناعية. وقصارى القول أن الاستشعار عن بعد مناسب لدراسة المناطق الشاسعة ذات التضاريس الصعبة، وحيثما تكون كلفة أعمال المساحة التقليدية باهظة. تزودنا الأقمار الاصطناعية والاستشعار عن بعد بمعين لا ينضب من المعلومات، تتضمن دراسة شكل الأرض وتضاريسها وتوزّع اليابسة والبحار على سطحها، ودراسة النباتات والتربة والتركيب المعدني. وتوفر لذلك الكثير من الوقت والكلفة المطلوبة لإنجاز المسح الحقلي المطلوب.

كما تساعد المعلومات الملتقطة على فترات منتظمة العلماءَ على تمييز مدى التغيير في الشروط الأرضية خلال الفصول، مثل التغييرات في رطوبة التربة

الموسمية، وهذه معلومات مفيدة جداً في تخطيط المناطق التي تشهد تغييرات متكررة في الغطاء الأرضي لها، مثل الأراضي الزراعية والأغوار والمناطق التي تتأثر بالمد والجزر( ) .

لذا يعد الاستشعار عن بعد من المجالات العلمية التي تعتمد عليها نظم المعلومات الجغرافية, خاصة كمصدر هام للمعلومات الحديثة والدقيقة عن الكرة الأرضية.

رابعاً: المساحة التصويرية Photogrammetry

تعتبر المساحة التصويرية الجوية أهم عمليات المسح الأرضي للحصول على بيانات تفصيلية دقيقة والتي تساهم في الحصول على البيانات الأساسية اللازمة لإنتاج خرائط طبوغرافية. ومن المعروف أن نظم المعلومات الجغرافية تعتمد على تلك الخرائط (الطبوغرافية) كخرائط أساسية.

خامساً: المساحة:

تساهم المساحة الأرضية بنصيب كبير في مجال جمع البيانات الحقلية اللازمة لمشاريع نظم المعلومات الجغرافية.

سادساً: علم الإحصاء

يهتم علم الإحصاء بالمعلومات الكمية, تلتقي نظم المعلومات الجغرافية مع الإحصاء حيث تتوفر بتلك النظم وظائف خاصة لإجراء العمليات التحليلية على البيانات الإحصائية.

وتعتبر الإحصاء أحد الفروع العلمية الهامة التي تساهم في دعم نظم المعلومات الجغرافية بالمادة العلمية التي تعتمد على الملامح الكمية للظاهرات.

سابعاً: علوم الحاسب الآلي :

هناك أربع فروع في مجال علوم الحاسب والتي لها علاقة وثيقة بنظم المعلومات الجغرافية وهي:

أ) مجال التصميم بالحاسب الآلي(Computer Aided Design (CAD
ب) مجال الرسم الآليComputer Graphics
ت) نظم إدارة قواعد المعلومات(Database Management System (DBMS
ث) مجال الذكاء الصناعيArtificial Intelligence

٨- مكونات نظم المعلومات الجغرافية:

تتألف نظم المعلومات الجغرافية من عناصر أساسية هي المعلومات المكانية والوصفية وأجهزة الحاسب الآلي والبرامج التطبيقية والقوة البشرية (الأيدي العاملة) والمناهج التي تستخدم للتحليل المكاني. سيتم التركيز هنا على بعض هذه العناصر.

أ) البيانات المكانية والوصفية

يمكن الحصول على المعلومات المكانية بطرق عديدة. أحد هذه الطرق تدعى بالمعلومات الأولية والتي يمكن جمعها بواسطة المساحة الأرضية, والتصوير الجوى - AERIAL PHOTOGRAPHY, والاستشعار عن بعد, ونظام تحديد المواقع العالمي. يمكن أيضاً اللجوء

لمعلومات ثانوية يتم جمعها بواسطة الماسح الضوئي, أو لوحة الترقيم, أو المتتبع للخطوط الأتوماتيكي. تزود الخريطة بمعلومات إضافية تدعى بالمعلومات الوصفية لتعريف أسماء المناطق وإضفاء تفاصيل أكثر عن هذه الخرائط.

ب) الأجهزة الحاسوبية والبرامج التطبيقية:

تمثل الحواسيب العنصر الدماغي في نظام GIS حيث تقوم بتحليل ومعالجة البيانات التي تم تخزينها في قواعد بيانات ضخمة. تخزّن بيانات نظام المعلومات الجغرافية في أكثر من طبقة-layer واحدة للتغلب على المشاكل التقنية الناجمة عن معالجة كميات كبيرة من المعلومات دفعة واحدة.

توجد برامج تطبيقية عديدة مخصصة لنظم المعلومات الجغرافية منها مايعمل بنظام المعلومات الاتجاهية مثل ArcGIS أو GeoMedia واخرى تعمل على نظام الخلايا مثل ERDAS أو ILT Plus.

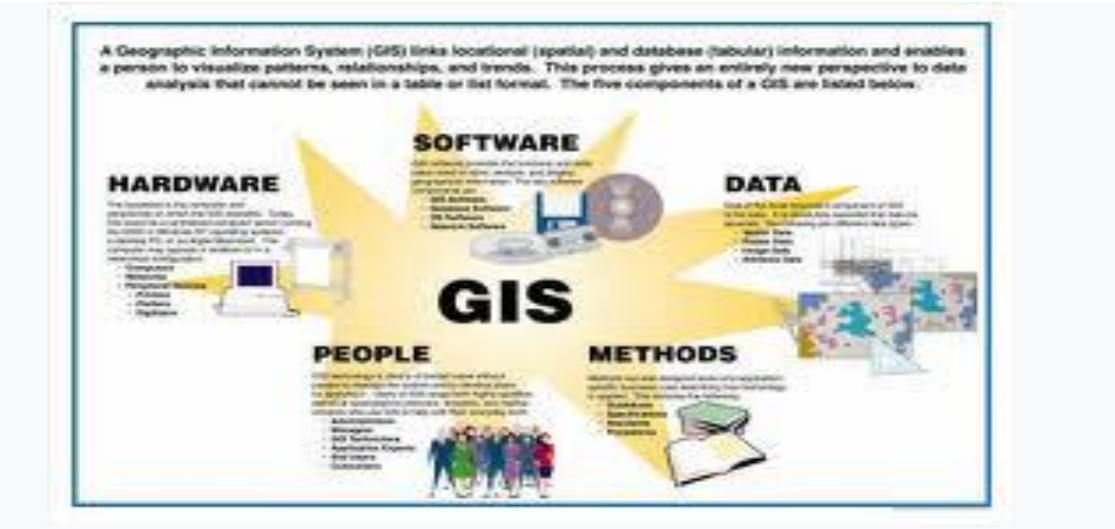
ج) برامجيات حرة:

توجد بعض البرامجيات مفتوحة المصدر والتي تحاكي بعض بيانات GIS. من هذه البرامج Quantum GIS وهو برنامج صغير يسمح للمستخدم بتهيئة وإنشاء الخرائط على الحاسوب الشخصي، كما يدعم العديد من صيغ البيانات المكانية مثل ESRI ShapeFile, geotiff. توجد أيضا برامجيات مفتوحة المصدر أخرى مثل: GRASS GIS، SAGA GIS،

يتكون اى نظام معلومات جغرافى من مركبات أساسية , و هذه المركبات يمكن أن نستنتجها من تعريف"بورو" الذي قال نظام المعلومات الجغرافى عبارةعن مجموعة منظمة و مرتبة من أجهزة الحاسب الالى و البرامج و المعلومات الجغرافية و الطاقم البشرى المدرب قامت لتقوم بتجميع ورصد وتخزين و استدعاءالبيانات و معالجة و تحاليل وعرضها

د) المركبات الأساسية:

١. المعلومات Information
٢. المتطلبات المادية Funds
٣. المتطلبات الفنية Hardware and Software
٤. المتطلبات البشرية People
٥. اساليب التشغيل Method



مركبات نظم معلومات الجغرافية

يتكون نظام المعلومات الجغرافى من أربعة مكونات أساسية هى:

-الآلاتHardware

-البرامجSoftware

-البياناتGraphical & attribute Data

- فوائد استخدام نظم المعلومات الجغرافية:

تختلف فوائد استخدام نظم المعلومات الجغرافية عن النظم الأخرى بإختلاف نوعية التطبيقات المستخدمة وطبيعة المعلومات الجغرافية المخزنة في قاعدة المعلومات حيث تنفذ نظم المعلومات الجغرافية التطبيقات غير الروتينية مثل إيجاد عدد الموظفين في الشركة والذين تبعد منازلهم مسافة لا تزيد عن ٥٠٠ متر من موقع معّين أو عدد الموظفين في الشركة الذين يسكنون في منطقة (أ) حيث يعمل النظام على توفير هذه المعلومات وغيرها باختيار المساحة والمسافة المطلوبة

أولاً: حفظ المعلومات آليا:

من أهم الفوائد عموماً حفظ المعلومات آلياً وتنسيقها وترتيبها وتبويبها بحيث يسهل الحصول على المعلومات المطلوبة بطريقة آلية سريعة وسهلة لا يستطيع نظام المعلومات الجغرافية تحليل المعلومات في خريطة، إذا لم تكن هذه البيانات في هيئة رقمية يستطيع الحاسوب قراءتها. لذلك تستخدم عدة طرق لتحويل الخرائط الورقية إلى خرائط رقمية. يُستخدم الترقيم (digitizing) لإنشاء نموذج حاسوبي للخريطة الورقية مؤلف من بيانات تنجز عملية الترقيم هذه بتتبّع معالم الخريطة بواسطة الفأرة أو القلم فوق سطح خاص لجمع إحداثياتها. كما يُستخدم المسح (scanning) أيضاً للحصول على بيانات من الخريطة الورقية.

ثانياً: استخراج المعلومات آليا:

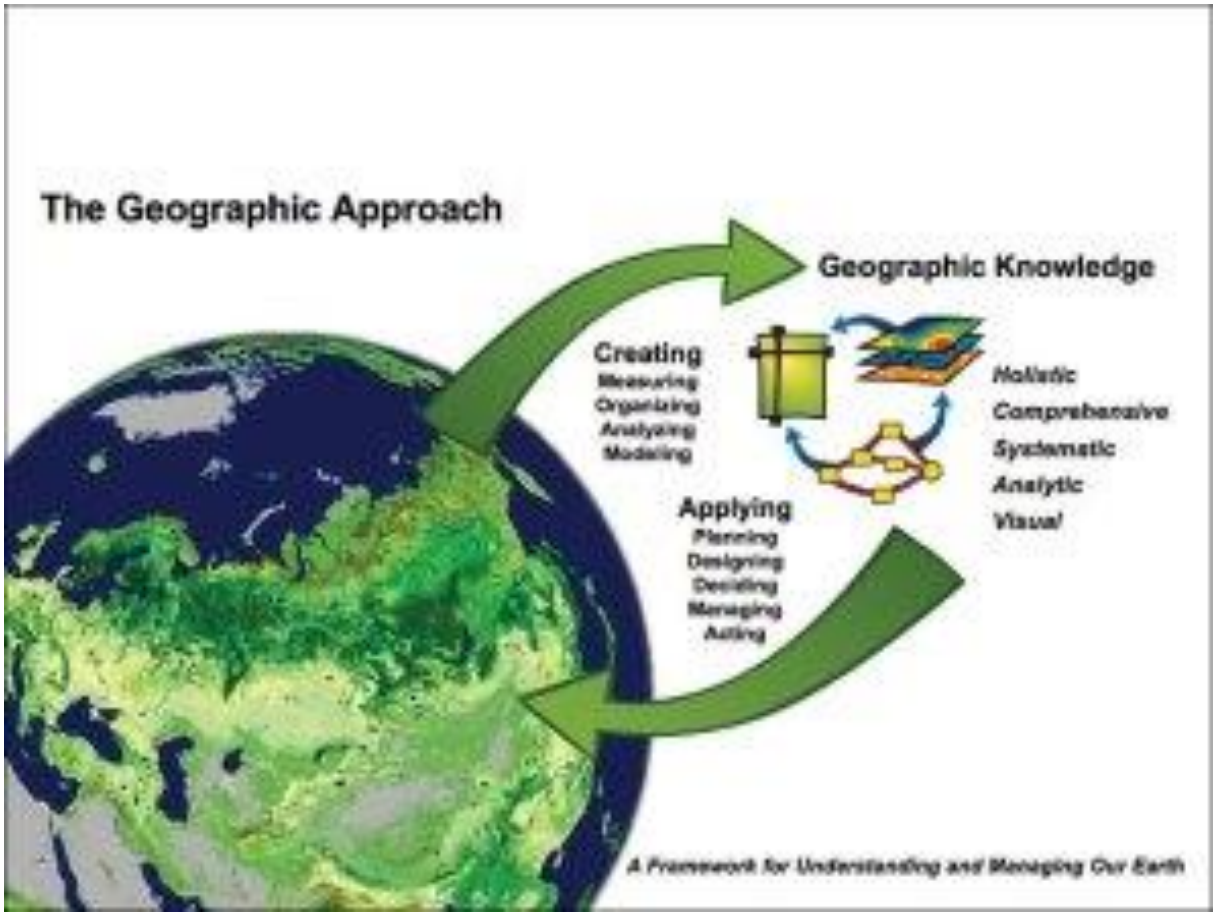
حفظ المعلومات رقمياً, أي باستخدام الحاسب الآلي خاصة إذا استخدمت التقنية الحديثة الذي يؤدي إلى تقليص المساحة وربما التكلفة والسرعة والدقة باسترجاع المعلومات

ثالثاً: سرعة معالجة المعلومات:

عند الحاجة إلى المعلومة أو الخارطة فإن الحصول على ذلك لا يستغرق سوى ثوانٍ ليقوم النظام بالبحث وعرض المعلومة أو الخارطة المطلوبة على الشاشة, وكذلك إمكانية إتاحة النظام المعلومات بأشكال متعددة سواء في حالة ورقية أو فيلمية أو تصويرية أو حتى رقمية لاستخدامها في نفس النظام في المستقبل أو في نظام آخر إذا توفرت إمكانية التحويل فيه. وتعتمد سرعة معالجة المعلومات على كفاءة الأجهزة والبرامج العالية.

رابعاً: إنجاز عمليات قياس ومطابقة الأطوال والمساحات:

من فوائد نظم المعلومات الجغرافية الحصول على الأطوال والمساحات للخطوط والأشكال الموضّحة على الخارطة آلياً وذلك بتحديد أول وآخر نقطة للخط أو تحديد الشكل أو الدائرة للحصول على المساحة وطول المحيط. ومن فوائد هذه النظم أيضاً مطابقة أو إسقاط الخرائط على بعضها البعض للحصول على معلومات وخرائط جديدة مشتقة من الخرائط الأساسية.



خامساً: ربط وتحليل المعلومات الجغرافية وغير الجغرافية:

من أهم فوائد نظم المعلومات الجغرافية ربط المعلومات البيانية بالمعلومات الجغرافية للتخطيط واتخاذ القرارات مثل تقديرات التوزيع السكاني في المدينة حيث يتطلب معرفة عدد السكان لكل مجموعة من قطع الأراضي للدراسة والتحليل واتخاذ القرارات اللازمة للتطوير والتنمية.

سادساً: سرعة التحليل والفحص للنماذج:

يمكن استخدام نظم المعلومات الجغرافية ليس فقط لدراسة وتحليل المعلومات المتوفرة في قاعدة المعلومات الجغرافية بل أيضاً في دراسة وتحليل المعلومات الناتجة من نماذج تخطيطية وعمرانية وبيئية واستنساخ معلومات جغرافية وبيانية.

سابعاً: تحليل المعلومات في أوقات مختلفة:

يرتبط التحليل الجغرافي بالوقت حيث تتطلب الدراسات التخطيطية والعمرانية والبيئية التعرّف على تغير هذه الخطط أو تأثيرها على فترات متعددة. وباستخدام نظم المعلومات الجغرافية يمكن التعرّف على المتغيرات التي حدثت مع مرور الوقت ويمكن توضيح ذلك للتعرّف على توسع المدن خلال الخمسين العام الماضية.. حيث يلاحظ سرعة واتجاه التوسع في هذه الفترة من الزمن.

ثامناً: عرض ورسم المعلومات:

يمكن عرض ورسم العناصر الجغرافية والبيانية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية بسرعة فائقة وباختيار أشكال وألوان مناسبة وتغييرها بسرعة حتى يتم الإختيار المناسب.

٩- مميزات نظم المعلومات الجغرافية

- تساعد في تخطيط المشاريع الجديدة و التوسعية.
- تساعد السرعة في الوصول إلى كمية كبيرة من المعلومات بفاعلية عالية .
- تساعد على اتخاذ أفضل قرار في اسرع وقت .
- تساعد في نشر المعلومات لعدد أكبر من المستفيدين.
- دمج المعلومات المكانية و المعلومات الوصفية في قاعدة معلومات واحدة .
- توثيق و تأكيد البيانات و المعلومات بمواصفات موحدة.
- التنسيق بين المعلومات و الجهات ذات العلاقة قبل اتخاذ القرار .
- القدرة التحليلة المكانية العالية.
- القدرة على الاجابة على الاستعلامات و الاستفسارات الخاصة بالمكان أو المعلومة الوصفية .
- القدرة على التمثيل المرئى للمعلومات المكانية.
- التمثل (المحكاة Simulation) للاقتراحات الجديدة و المشاريع التخطيطية و دراسة النتائج **قبل** التطبيق الفعلي علي ارض الواقع.

١- تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية

- تطبيقات حكومية:

- الخرائط الطبوغرافية .
- نماذج و انماط تمثيل الشبكات (طرق برية-طرق بحرية-طرق جوية).

- تقييم و مراقبة حماية البيئة.
- انظمة الملاحة العالمية.
- تقييم و مراقبة ثروات المناجم و التعدين.
- الخرائط الموضوعية.
- المصادر المائية(كتشافها-تخطيطها-أدارتها).
- المناورات العسكرية للرادارات و الطائرات.
- إنتاج و تحديث و نشر خرائط الأساس.
- انتاج الخرائط الضريبية. (توزيع جغرافى للدافعى الضرائب).

- **تطبيقات خدمية**:

- تطبيقات الكهرباء وشبكاتها.
- تطبيقات شبكات الغاز الوقود البتزولى.
- تطبيقات شبكات المياه
- تطبيقات الصرف الصحى.
- تطبيقات الهاتف و خدماتة.
- تطبيقات خاصة بالغابات.
- تطبيقاj المواصلات.

- **تطبيقات الصناعات الأهلية الخاصة**

- تطبيقات شركات البترول.
- تطبيقات التسويق.
- تطبيقات للمخططات العقارية.

- **نماذج تفصيلية لتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية :**

تعتبر أنظمة المعلومات الجغرافية من اقوي أنظمة دعم اتخاذ القرار حيث يسهل الحصول على المعلومات وعمل التحاليل والنماذج ودراسة كافة البدائل ومعرفة أثر أي قرار قبل تنفيذه , مما ساهم في انتشار تطبيقاتها في الكثير من المجالات , ومن ذلك:

١- الحكومة الالكترونية :

مما لا شك فيه أن أنظمة المعلومات الجغرافية من أهم وسائل نشر وتبادل المعلومات بين الجهات الحكومية المختلفة وتسهيل تقديم أي خدمات عبر شبكة الانترنت.
وتقدم الأنظمة الجغرافية الكثير من التقنيات المتقدمة لدعم توفير ونقل البيانات وتحليل النتائج وآلية الاستفادة منها بين مختلف الجهات .

٢- التخطيط الحضري:

تدعم أنظمة المعلومات الجغرافية تخطيط استخدامات الأراضي وتوزيع السكان وكذلك تحديد أفضل المواقع للخدمات الجديدة وتوزيع الخدمات القائمة.
ولذلك فقد حرصت الأنظمة الجغرافية على توفير الدعم لمشاريع التخطيط الحضري وفق المعايير العالمية في هذا المجال.

٣-الخدمات (كهرباء – اتصالات):

يستخدم المختصون نظم المعلومات الجغرافية لمتابعة أعمال الصيانة والشكاوي وعمل النماذج (المحاكاة) والتحاليل وتقارير الانجاز والمتابعة للاستفادة من القدرات المتقدمة المتوفرة في النظام لرفع مستوى الخدمات المقدمة للمستفيدين.

وقد أخذت الأنظمة الجغرافية ذلك بعين الاعتبار وأولته أهمية خاصة بالاعتماد على الخبرة الواسعة لدينا في هذا المجال وتقديم أنظمة وتطبيقات متطورة تفوق قدراتها الاحتياجات التقليدية .

١٠-المياه والصرف الصحي :

وذلك لتخطيط وإدارة تشغيل الشبكات وأعمال الصيانة وعمل النماذج الهيدروليكية على الشبكة وإظهار تأثير أي تغير يطرأ على الشبكات.

وتتقدم الأنظمة الجغرافية بحلول مختلفة وتطبيقات متطورة وحديثة لإدارة ومتابعة شبكات المياه والصرف الصحي وخدمات المشتركين وجداول التوزيع.

١١-الارتباط الحي و المباشر بقواعد البيانات

مع تطور الخدمات أصحب الحصول على المعلومة في الميدان من الضرورات الملحة ولها تأثير بالغ في حسن التصرف مع الأزمات وتقليص وقت التنفيذ واتخاذ القرار المناسب.

وتوفر الأنظمة الجغرافية تقنيات غير مسبوقة سواء من حيث الدقة أو سرعة التصفح والاستعراض لأي بيانات أو مواقع أو طلب تقارير وطباعتها سواء على الأجهزة الكفية المحمولة أو الانترنت وتفعيل الكثير من التطبيقات الهامة والحيوية للفرق الميدانية ولصناع القرار

٧- أنظمة تتبع المركبات :

تساهم أنظمة تتبع المركبات في المتابعة الدقيقة والتفصيلية لجميع المركبات والحصول على معلومات مختلفة عن ما تم خلال رحلة المركبة

ولدى الأنظمة الجغرافية أحدث التقنيات لتطبيق أنظمة تتبع المركبات ومعرفة موقعها في أي لحظة والسرعة التي سارت بها وإمكانية تحديد نطاق العمل لكل مركبة وغير ذلك بالإضافة لاستعراض كامل خط السير الذي سارت فيه المركبة سواء في نهاية اليوم أو خلال فترة محددة.

١٢-النقل والمواصلات :

تبرز أهمية أنظمة المعلومات الجغرافية في دراسة وتحليل بيانات الطرق وحالتها التشغيلية وتوزيع الطرق والكثير الكثير من الأفكار المفيدة والمساندة لقطاع النقل.

وتدعم الأنظمة الجغرافية ذلك كله بتطبيقات متنوعة كتحديد أفضل المسارات لأعمال النقل وتحليل ودراسة حالة الطريق , كما يمكن تصميم المتطلبات الخاصة كدراسة حوادث الطرق وتوزيعها الجغرافي وغير ذلك.

١٣-الرعاية الصحية:

يستفيد القطاع الصحي من أنظمة المعلومات الجغرافية من أوجه متعددة سواء صحية أو إدارية أو تخطيطية.

وتقدم الأنظمة الجغرافية منظومة متكاملة من الحلول والأنظمة والتطبيقات مثل تحديد التوزيع الأنسب للمراكز الصحية حسب الاحتياج والكثافة السكانية وتوزيع التخصصات الطبية وأنواع الأمراض ومعلومات تفصيلية حية عن كل مركز أو فرع في المناطق المختلفة بالإضافة لدعم وضع الخطط المستقبلية.

١٤- المرونة والتجاوب :

تفخر الأنظمة الجغرافية بمرونتها العالية لدراسة الاحتياجات وتصميم وتنفيذ الأنظمة المتنوعة لمختلف القطاعات كحماية البيئة والزراعة والأعمال التجارية والاستخدامات العسكرية وإدارة المخاطر وغير ذلك.

١٥- استخدام نظم المعلومات في دراسات استخدام الأرض:

يمكن ان تستخدم نظم المعلومات الجغرافية في معالجة مشاكل وقضايا استخدام الأرض، ومنها إعادة تخطيط المناطق السكنية ومعرفة ضوابط التطور بهذه المناطق وشبكات الطرق بها وتنظيم استخدام الارض بداخل هذه المناطق وحولها، ويمكن من خلال نظام المعلومات استرجاع هذه المعلومات وتعديل قيمتها وتجديدها بين حين وآخر، كما يمكن عمل لمقارنات المختلفة.

ولنعطي مثالاً تطبيقياً لتوضيح الفكرة ، فنفرض أن هناك منطقة مساحتها ١٠٠ كم٢ ويسكنها حوالي مليون نسمة ، وتعاني هذه المنطقة من سوء توزيع السكان، فهناك مناطق ذات تركيز عال للسكان وآخر على العكس تماماً، ونظراً لذلك فتشهد هذه المنطقة ضغطاً من السكان على شبكة المرافق والخدمات ، وبعد استخدام أساليب التخطيط المناسبة لهذه المنطقة أصبحت ذات قاعدة اقتصادية قوية ومتنوعة بعد تنمية مواردها الزراعية والمعدنية والتخطيط الصناعي بها، وبمرور الوقت أصبحت مناطق النمو الاقتصادي الكبيرة ؛ ولهذا أضحت منطقة جذب سكاني، وللسطيرة من جديد على معدلات النمو السكاني السريعة تبنى المخططون إنشاء نظام معلوماتي ليتعامل مع الحجم الهائل من المعلومات، وقد كان أهداف إنشاء هذه النظام واضحة على النحو التالي:

١- توفير قاعدة معلومات جغرافية فعالة.

٢- ضمان سرعة إنجاز ودقة أداء الخطط.

٣- المساهمة في بناء نظام رئيسي ومحوري تتمحور حوله مجموعة نظم معلوماتية اخرى.

وفي الواقع فإن نظم المعلومات الجغرافية يمكن أن تفيد في مجال استخدام الأرض من خلال توفير المعلومات التالية :

- معلومات تتعلق بالضوابط والقيود العمرانية من حيث إنها توضح المناطق الحدية الفاصلة، وكذلك المناطق المرغوبة للسكن مستقبلاً من خلال المعروض من الخدمات ويستفيد منه السكان.
- معلومات توضح نوعية استخدام الأرض وإعطاء التفاصيل الكافية عن طبيعة الاستخدام.
- معلومات تتعلق بالمباني وما ينبغي إزالته، وأيضاً ما ينبغي الحفاظ عليه والتوسع فيه.
- بيانات اقتصادية واجتماعية عن سكان المناطق المختلفة والمواءمة بين السياسات المختلفة وما يطرأ على استخدامات الأرض من تغير .
- رصد التغيرات البيئية المؤثرة في استخدام الأرض.

- **استخدام نظم المعلومات في مجال الخدمات :**

عند الحديث عن الخدمات سواء كانت إقليمية أو محلية ومتطلبات تلك الخدمات واستراتيجيتها فإن دور نظم المعلومات الجغرافية يصبح امراً ضرورياً.

وتفيد نظم المعلومات في مجال دراسة الخدمات من خلال التوصل إلى التحليلات الإحصائية والكرتوجرافية المناسبة التي تفيد في مجال التخطيط فلم يجمع الباحثون على شيء كما اجمعوا على عشوائية ونقص الخدمات في الريف والحضر وكذلك في المناطق الصحراوية، إن وضع الخريطة المناسبة لتوزيع الخدمات المختلفة من صحية وتعليمية وأمنية وترويحية ودينية في منطقة من المناطق أو محافظة من المحافظات لا يتم إلا في إطار قاعدة البيانات الأساسية التي تعد إحدى دعائم نظم المعلوم ، والأمر لا يتوقف على مجرد توفير هذه المعلومات بل المهم مواءمتها، وكيفية التعامل معها وتنظيمها وتصنيفها من خلال تحليلات إحصائية وأنماط كرتوجرافية عديدة يستفاد من إخراجها بواسطة الحاسب الآلي.

وفي الواقع تجارب عديدة ناجحة لدراسة وتخطيط الخدمات من خلال تطبيق نظم المعلومات مثل دراسة Peter J. Taylor، 1970. لنمط توزيع مكاتب البريد والتليفونات العامة في جزيرة أنجلس Anglesey فوجد أنه على الرغم من ان الجزيرة قد جرى تخطيطاً مسبقاً لتوزيع الخدمات فيها بصورة متعادلة بين السكان، فهناك اختلال في توزيع الخدمات.

وأيضا دراسة Mulvihill، عن دراسة توزيع الخدمات الصحية ومدى ملاءمة مواقعها للأحياء مدينة جواتيمالا بأقل تكلفة اقتصادية ممكنة.

وفي الواقع فإن موضوع الخدمات يعد من الموضوعات الجغرافية التي تستجيب لتطبيق نظم المعلومات الجغرافية وهذا لكونه موضوعاً جغرافياً تبرز فيه فكرة العلاقات المكانية spatial Relation وذلك لكون هذه الفكرة تركز على مفهوم الحركة في المكان ويسهل ولا شك تحليل وتبسيط هذه الفكرة عبر استخدام نظم المعلومات الجغرافية ويصعب دراستها دون ذلك.

ويرى أن استخدام نظم المعلومات في مجال الخدمات يتطلب مراعاة الامور التالية:

- إن عملية استنباط نظم المعلومات الجغرافية واستخدامها في مجال إعادة تخطيط الخدمات يجب أن تسير بخطى حثيثة متوازية مع التقدم في مستويات خبرة الكوادر البشرية الفنية في هذا المجال إذ من المهم ألا تبنى نظم معقدة للتعامل مع المعلومات الخاصة بالخدمات دون إعداد كاف للكوادر.
- من الأهمية بمكان إنشاء المؤسسات أو على الأقل المكاتب التي تقوم بقياس مدى الاستعداد الاستيعابي لتقنين نظم المعلومات وتطبيقاتها المختلفة.
- لابد أن تتاح فرصة للدارس والمتخصص والمدرب من خلال برامج دراسية مكثفة مدرسية وجامعية لضمان توفير الخريج الواعي في هذه المجالات.
- يجب أن تأخذ المؤسسات الخدمية التخطيطية على مستوى الدولة وبسرعة بتطبيق هذا الأسلوب وتلك التقنية بعد ان ثبتت فعاليتها في التعامل مع العديد من مشكلات الخدمات المختلفة.
- يجب أن تتبنى بعض أقسام الجغرافيا بالجامعات إجراء بعض العمليات التجريبية لنظم المعلومات في مجال الخدمات كمشاريع مبسطة أو دراسات استطلاعية في أطر محددة حتى إذا ما تأكدنا من نجاح هذه المشاريع فيمكن التصميم والتوسع في نفس المجال بعد ذلك.
- من الأهمية بمكان توجيه الاهتمام في جمع المعلومات والبيانات المكانية عن الخدمات وبطريقة تنسيقية فعالة تحقق في النهاية الدقة في طبيعة هذه المعلومات.

- من الضروري أن ينظر بدقة إل كم المعلومات المكانية المتوافر وغير المستغل الاستغلال الامثل والذي يصلح كمصدر خام تثرى قواعد المعلومات المطلوبة.

١٦- استخدام نظم المعلومات في مجال إدارة الموارد الطبيعية:

لقد كانت الحاجة إلى الحصول على مسح شامل للموارد الطبيعية على سطح الأرض في النصف الثاني من القرن العشرين ضرورية أكثر من أي وقت مضى، ففي الربع الاخير من هذا القرن كان أكثر من ثلثي سكان الأرض ينامون جياعاً هذا بالإضافة إلى نقص موارد الطاقة مما أدى إلى الارتفاع الكبير في أسعار السلع. وقد ذكر دياب (١) في دراسته أن امريكا الشمالية تعتبر من أولى قارات العالم التي استخدمت نظم المعلومات في إدارة الموارد الطبيعية وخاصة في صناعة الاخشاب، فمنذ سنة ١٩٨٢م استخدمت ٢٢ ولاية من الولايات المتحدة نظم المعلومات الجغرافية في إدارة مواردها الطبيعية ، ومن اولى هذه الولايات مينسوتا حيث تأسس نظام للمعلومات بهذه الولاية وتم تخزين بيانات عن السكن والسكان ومساحة الأرض الزراعية والغابات ، واستخدام هذا النظام للتنبؤ بوضع الولاية الاقتصادية حتى سنة ٢٠٠٠ ميلادية ، وأنشئت مجموعة من الخرائط بنظام الخلايا الشبكية حيث كانت مساحة الخلية ٤٠ فداناً تحتوي على بيانات عن كل المصادر الطبيعية بالولاية وعلى مدى السنوات الأخيرة استخدام هذا النظام في عدة مشاريع بالولاية مثل التقييم البيئي لأثر تعدين النيكل والنحاس بالإقليم، ودراسة للإسكان الموسمي والنشاطات الترفيهية، ودراسة إنشاء شبكة جديدة من الطرق وخطوط الطاقة الكهربائية ، وتحدد مواقع فن النفايات ، وقد أضيفت إلى قاعدة المعلومات معلومات أخرى جديدة عن التربة والجيولوجيا واستخدام الأرض والغطاء النباتي وموارد المياه.

وفي الواقع فإن نظم المعلومات أفادت في مناطق متقدمة من العالم في دراسة العديد من الموضوعات ، ولعل أهمها دراسة البيئات الريفية خاصة بعد أن أصبحت الزراعة غلة استراتيجية تلعب دوراً كبيراً في القوة الأساسية للدولة ، خاصة بعد أن ثبت أن الاراضي المستثمرة في الإنتاج الزراعي تشكل نسبة أكبر من أي استخدام آخر في معظم دول العالم خاصة إذا استثنينا المناطق ذات الظروف الطبيعية الخاصة كالصحاري والمناطق الجليدية والأدغال . . إن نظم المعلومات أصبحت ضرورة عند دراسة انواع الزراعة والمحاصيل ومعرفة مواقع التصحر والجفاف ومواقع المراعي المستصلحة والغابات والنباتات الطبيعية الأخرى.

وأيضاً تفيد نظم المعلومات في دراسة البيئة الحضرية ، ودراسة التنظيم المكاني للمراكز الحضرية ، ودراسة إقليم المدينة ، واستخدام الأرض به، ودراسة الخصائص السكنية والتغير العمراني ، ونظم حركة المواصلات داخل المدينة ، ودراسة المجتمعات الصناعية داخل المدن.

وأخيراً ، فإذا كانت نظم المعلومات ضرورة للدول المتقدمة لمتابعة مراقبة مواردها والتعرف على خصائص التوزيعات المكانية المختلفة فهي أكثر ضرورة لدول العالم النامي التي تعاني ولا شك من مشاكل فنية تتعلق بطرق حفظ وقيد وتدوين وتسجيل المعلومات الكثيرة والمتنوعة المتعلقة بامور التخطيط المكاني إذ ما زال النمط الأرشيفي التقليدي الرديء يعوق عمليات التخطيط ذاتها ويبطئ من إنجاز العديد من المهام ، إن عمليات تجميع المعلومات تحتاج إلى جهود كبيرة وآليات لا تتوافر عادة في الشبكات المعلوماتية المتواضعة بدول العالم الثالث ذات المناهج والأساليب اليدوية السقيمة والمضيعة للوقت والجهد ، ولعل الوسيلة الوحيدة لجعل هذه المعلومات ذات فائدة كبيرة هي محاولة ربطها الشبكي من خلال قواعد جغرافية تراعي فيها إمكانية التفاعل فيما بينها ، وهذا يعني تأكيد الاستخدام المكثف لنظام المعلمات الجغرافية.

- **إستخدامات نظم المعلومات الجغرافية في المجالات المختلفة:**

إن القدرة الفائقة لنظم المعلومات الجغرافية في عملية البحث في قواعد البيانات وإجراء الاستفسارات المختلفة ثم إظهار هذه النتائج في صورة مبسطة لمتخذ القرار قد أفادت في العديد من المجالات منها:

١ـ إدارة الأزمات:

تتوفر إمكانية تحليل شبكات الطرق والبنية الأساسية لتحديد أقصر المسارات بين نقطتين وكذلك انسب المسارات بين مجموعة من النقط كما يفيد في تسهيل عملية صيانة الشبكات الجديدة مما يوفر الوقت والجهد وعادة ما تكون الأزمات إحداثا مكانية مثل (الفيضانات والزلازل والحرائق والاعلصير وانتشار الاوبئة الاضطرابات العامة والمجاعات) ومن هنا فإن امتلاك الخرائط والمعلومات يعتبر امرأ هاما لإدارة الكارثة .

٢ـ الخدمات الطبية الطارئة :

تعتبر نظم العمراني: الجغرافية إحدى الأدوات الجيدة للإسعافات الطبية الطارئة حيث توفر بيانات عن أنواع الحوادث والبيانات السكانية الخاصة بهذه الحوادث ويمكن عرضها بسرعة وسهولة وتساعد أيضا على سرعة استجابة نظام الخدمات الطبية الطارئة من خلال تحديد اقرب وحدة إسعافات إلي مكان الاتصال المبلغ عن الحادث واقصر الطرق والطرق البديلة للوصول إليه بالإضافة إلي إمكانية القيام بتحليلات مختلفة للمعلومات المختزنة في قواعد البيانات بحيث يمكن معرفة سرعة ومدى انتشار عدوى لداء أو وباء قبل انتشاره الفعلي مما يساعد على التخطيط .

٣ـ التخطيط العمراني :

يفيد نظام المعلومات الجغرافي في تقييم أداء الخدمات المختلفة (تعليمية – صحية – أمنية - ..... الخ) البيئة:طقة عمرانية لتحديد المناطق المحرومة لإعادة توزيع الخدمات فيها كما يفيد في مقارنة ما هو مخطط بما هو واقع بالفعل لمنطقة معينة لتحديد الملكيات والمسئوليات القانونية ويساهم في بناء نماذج رياضية للمناطق العشوائية عن طريق تحديد اتجاهات النمو العمراني فيها للحد من انتشارها وكذلك تطوير المناطق القائمة .

٤ـ حماية البيئة :

تقوم نظم المعلومات اوالاجتماعية:يف ودراسة العديد من البيئات في اتجاهات عديدة خاصة بطبيعتها الفيزيائية والبيولوجية والكيميائية والمناخية ويقوم بتتبع التغيرات الحادثة في منطقة معينة وتقدير التأثيرات المختلفة على المناطق المجاورة عن طريق مقارنة مجموعة من الصور والخرائط في تواريخ مختلفة ز

٥ـ الدراسات الاقتصادية والاجتماعية :

تساهم نظم المعلومات الجغرافية في دراسة وتحليل الخصائص الاقتصادية والاجتماعية لمنطقة معينه بناء على معايير خاصة يحددها الخبراء وذلك لاستنتاج المؤشرات التنموية التي تساهم في اتخاذ قرارات مناسبة في كافة اتجاهات التطوير.

٦ـ إنتاج الخرائط لاستخدامات الأراضي والموارد الطبيعية:

باستخدام التقنيات الحديثة لنظم المعلومات الجغرافية يمكن إنتاج خرائط توضح مناطق تجمع الموارد الطبيعية لمنطقة معينه (مياه –بترول – خامات معدنية ... الخ) التي توضح الاستخدام الحالي للأرض واستنتاج خرائط الاستخدام المستقبلي.

٧- استنتاج شكل سطح الأرض :

من الأهمية بمكان إن يعطي نظام المعلومات الجغرافي تصورا دقيقا لشكل سطح الأرض الذي سيتم العمل علية ويتم ذلك عن طريق إدخال الخرائط الكنتورية للمنطقة وباستخدام تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية فيمكن من خلاله استنتاج كميات الحفر والردم في منطقة محددة أو تحديد إشكال مخرجات السيول واتجاهات الميول لأي منطقة.

٨- تحسين الإنتاجية :

واحدا من أهم فوائد تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية هو تحسين عملية إدارة الهيئة ومواردها المختلفة لان نظم المعلومات الجغرافية تمتلك القدرة على ربط مجموعات البيانات بعضها مع بعض مع المواقع الجغرافية مما سهل المشاركة في البيانات وتسهيل الاتصال بين الأقسام المختلفة فعند بناء قاعدة بيانات موحدة يمكن لأحد الأقسام الاستفادة من عمل الأخر لان جمع البيانات يتم مرة واحدة فقط يتم استخدامها عدة مرات مما حسن من الإنتاجية وبالتالي فقد زادت الكفاءة الكلية للهيئة

٩- اتخاذ القرارات المناسبة :

تنطبق صحة القول المأثور (البيانات الأفضل تقود لقرار أفضل) تماما على نظم المعلومات الجغرافية لأنه ليس وسيلة آلية لاتخاذ القرار ولكنة أداة للاستفسار والتحليل مما يساهم في وضع المعلومات واضحة وكاملة ودقيقة إمام متخذ القرار كما تساهم نظم المعلومات الجغرافية في اختيار انسب الأماكن بناء على معايير يختارها المستخدم مثل (البعد عن الطريق الرئيسي بمسافة محددة وسعر المتر ليزيد عن سعر معين وتحديد حالة المرافق والبعد عن مناطق التلوث) فيقوم نظام المعلومات الجغرافية بأجراء هذا الاستفسار على قواعد البيانات ويقوم باختيار مجموعة من المساحات التي تحقق هذه الاشتراطات ويترك لمتخذ القرار حرية الاختيار النهائي

١٠- بناء الخرائط :

إن الخرائط لها مكانة خاصة في نظم المعلومات الجغرافية لأن عملية بناء الخرائط باستخدام نظم المعلومات الجغرافية تعد أكثر مرونة من إي طريقة يدوية أو كارتوجرافية حيث تبدأ هذه العملية ببناء قواعد البيانات ثم التحويل الرقمي للخرائط الورقية المتوفرة ثم يتم تحديثها باستخدام صور الأقمار الصناعية في حالة وجودها ثم تبدأ عملية ربط البيانات بمواقعها الجغرافية وعندئذ يكون المنتج النهائي من الخرائط جاهزا للظهور وهنا يتم إيضاح المعلومات المختارة برموز محددة على الخريطة لتوضيح خصائص محددة مثل (إظهار مناطق الآثار أو مزرعة على الخريطة وذلك باستخدام رمز مفهوم وحدد وموزع على الخريطة .

Health Care
Government
Logistics
Agriculture
Education
Petroleum
Environment
Water Resource
Real Estate
Urban Planning
Remote Sensing

القسم الثاني : البيانات الجغرافية في نظم المعلومات الجغرافية (أنواعها ومصادرها ، وطرق تمثيلها)

القسم الثاني : البيانات الجغرافية في نظم المعلومات الجغرافية (أنواعها ومصادرها ، وطرق تمثيلها)

١- أنواع البيانات في نظم المعلومات الجغرافية:

البيانات والمعلومات (Information & Data) تتردد كلمة معلومات وبيانات في مجال الحاسب الآلي ونظم المعلومات الجغرافية والبعض يستخدم اللفظتين بنفس المعنى ولكن هناك فرق في اللفظتين وهما على النحو التالي:

أ) **البيانات** : هي المعاني والمفاهيم والحقائق الخام التي تخص ظاهرة معينة دون إجراء أي معالجة لها٠

ب) **المعلومات** : هي تفاصيل تلك المعاني والمفاهيم والحقائق التي تم التوصل إليها بعد معالجة البيانات٠

فمثلاً عند إنشاء قاعدة بيانات عن ظاهرة جغرافية معينة ولتكن (حوض وادي) فأن قاعدة البيانات للحوض تتطلب بيانات خام عن (خرائط عن الحوض ، مرئيات فضائية ، صور جوية ، بيانات تحديد المواقعGPS ، جداول ، ٠٠٠ إلخ) ثم نقوم بإدخال تلك البيانات في قاعدة البيانات من خلال برامج نظم المعلومات الجغرافية ونقوم بمعالجة وتحليل تلك البيانات للوصول إلى معلومات تتعلق بخصائص معينة للحوض وذلك حسب هدف الدراسة مثلاً (مساحة الحوض ، محيط الحوض أو منطقة تقسيم المياه ، عرض الحوض ، تصنيف المجاري والروافد ، ٠٠٠ إلخ) وذلك للوصول إلى معلومات تسمى (الخصائص المورفومترية لحوض وادي) ٠

أولاً: أنواع البيانات في نظم المعلومات الجغرافية :

يقصد بأنواع البيانات طبيعة تلك البيانات أو الشكل الهندسي لها (Geometry) والتي على أساسها يتم تحديد نمط المعالجة اللازمة لتلك البيانات ٠
وهناك نوعين أساسيين من البيانات في نظم المعلومات الجغرافية هما :

١- بالبيانات المكانية(Spatial Data)
أولاً : البيانات الخطية أو الاتجاهية (Vector Data)
تتمثل البيانات الخطية في ثلاثة أنواع من البيانات هما :

- **بيانات نقطية : (Point data)** وهي البيانات التي توقع على الخريطة على هيئة نقطة ولها إحداثيات(س،ص) واحدة فقط مثل موقع مدينة الرياض ٠

-**بيانات خطية : (Line data)** وهي البيانات التي توقع على الخريطة على شكل خط مثل طريق أو مجرى مائي ٠

-**بيانات مساحية : (Polygon data)** وهي البيانات التي توقع على الخريطة بشكل مساحات محاطة بخطوط مغلقة مثل مساحة المملكة العربية السعودية ٠

وتتمثل هذه الأنواع من البيانات في قواعد البيانات الجغرافية بإحداثيات السينية والصادية والعينية (X , Y , Z) أو (س ، ص ، ع) ، وتمثل النقطة بإحداثية واحدة فقط والتي تعتبر نقاط الإحداثيات أو نقاط تحكم الخريطة من أهم أنواعها وهي نقاط موقعة على الخريطة ليس لها طول ولا مساحة ، أما الخط فيمثل بمجموعة من النقاط لها طول معين وليس لها مساحة كظاهرات الجغرافية الخطية (طرق المواصلات ، الحدود السياسية ٠٠٠إلخ(وفيما يخص المساحة فتمثل بمجموعة من الخطوط يمثل الخط محيطها أو حدود تلك المساحة وهي بذلك يكون لها مسافة ومساحة (مساحات الدول ، الأقاليم ، وامتدادات الظواهر الجغرافية على سطح الأرض) وأما الأشكال المجسمة والتي تمثل بمجموعة من الخطوط والتي لها مسافة ومساحة وارتفاع (كالتمثيل البعد الثالث ٣ Dلأي ظاهرة جغرافية) ويتم تخزين أنواع البيانات المكانية الخطية في قواعد البيانات برمز تعريفي (ID) والذي يمكن من خلاله الوصول إلى قواعد البيانات وربطها مع بعضها البعض ٠

ومن هنا نستنتج من أن النقطة هي أساس تشكيل تلك الأنواع من البيانات في قواعد البيانات الجغرافية المكانية وهي تميز بسعة تخزينية قليلة٠

ثانياً : بيانات مساحية (Raster Data)

تتكون هذا النوع من البيانات على شكل وحدات مساحية يطلق عليها (Pixel) أي خلية مربعة الشكل والتي غالباً ما يكون طول ضلعها (٠,١مم) وتتمثل هذه البيانات في الصور الجوية) Aerial Photographs، والمرئيات الفضائية (Satellite Images) وهي تتميز بسعة تخزينية كبيرة٠

وتسمى البيانات الخطية والمساحية بالبيانات المكانية (Spatial Data) وتوضح البيانات المكانية العلاقة المكانية للظاهرة الجغرافية من حيث موقعها الجغرافي أي مكانها على سطح الأرض ضمن إحداثيات محددة وكذلك موضعها بالنسبة لما حولها من ظاهرات جغرافية أخرى ٠

- **البيانات الوصفية (Descriptive Data)**

يقصد بالبيانات الوصفية هي تلك المعلومات التي تصف البيانات المكانية على هيئة (أسماء ، تواريخ ، نسب مئوية جداول ، تقارير ، رسوم بيانية ، رموز) ٠

وتأتي تلك البيانات بأنواعها المكانية (Spatial Data) والوصفية Descriptive) : (Dataمن مصادر مختلفة أهمها :

أولاً : الخرائط بأنواعها الرقمية والورقيةMaps
ثانياً :بيانات الاستشعار عن بعد Remote Sensing Data وهي الصور الجوية والمرئيات الفضائية (Satellite Images) (Aerial Photographs)
ثالثاً : بيانات الدراسات الميدانية Field Studies وأنظمة التحديد المكاني GPS
رابعاً : الإحصاءات أو القوائم والجداول الإحصائيةStatistics
خامساً : الأبحاث والدراسات السابقة Literature
سادساً :- الإنترنت Internt

التمثيل الرقمي للبيانات الجغرافية

تعتمد نظم المعلومات الجغرافية على التعامل مع البيانات الجغرافية في صورة رقمية عن طريق الكومبيوتر، لذلك فإن على مستخدم نظم المعلومات الجغرافية أن يقوم في بداية عمله بسلسلة من عمليات التحويل الرقمي لبياناته من نسخته الورقية إلى نسخة رقمية يمكن التعامل معها من خلال الكومبيوتر.

إن موضوع عمليات التحويل الرقمي للبيانات الجغرافية هو موضوع الفصل القادم، لكن ما نهتم به في هذا الفصل هو كيف يمكن تمثيل البيانات الجغرافيا رقميا حتى يمكن التعامل معها بالكومبيوتر. بداية فإن هناك نموذجين أساسين لتمثيل البيانات الجغرافية رقمياً، هذين النموذجين هما النموذج الخطي المتجه Vector Model ونموذج الشبكة النقطية Raster Model. في هذا الفصل سيتم تناول كل نموذج على حدا بالتفصيل.

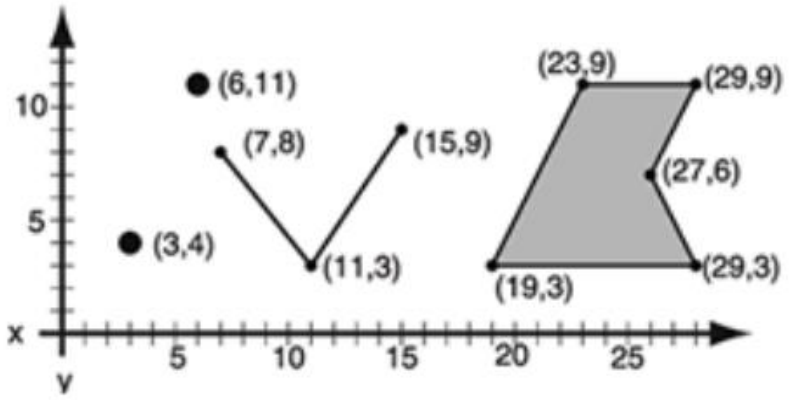
النموذج الخطي Vector Model

يعتبر النموذج الخطي من أكثر نماذج التمثيل الرقمي للبيانات الجغرافية شيوعا نظراً لبساطته وكفاءته وإمكانية توظيفه في مختلف مجالات نظم المعلومات الجغرافية. يعتمد هذا النموذج على أساس الهندسة التحليلية البسيطة حيث يستخدم فكرة شبكة الإحداثيات المتعامدة Cartesian Coordinates System كعنصر رئيسي في النموذج.

طبقا لهذا النموذج يتم تمثيل البيانات الجغرافية عن طريق تقسيمها إلى قسمين، قسم رسومي وقسم وصفي. في القسم الرسومي يمكن تمثيل أي ظاهرة طبيعية بواحدة من ثلاثة فئات من الرسوم هي:

- النقاط Points: حيث يتم تمثيلها بزوج من الإحداثيات (x,y) وتستخدم النقاط لتمثيل ظواهر سطح الأرض الممكن تجاهل أبعادها.
- الخطوط Lines / arcs: حيث يتم تمثيلها بسلسلة من أزواج الإحداثيات، وتستخدم لتمثيل ظواهر سطح الأرض التي يمكن إهمال سمكها مقارنة بطولها.
- المضلعات Areas / Polygons: حيث يتم تمثيلها بسلسلة مغلقة من أزواج الإحداثيات، وتستخدم لتمثيل ظواهر سطح الأرض التي لها أبعاد معتبرة.

ويبين الشكل التالي طرق التعبير عن أنواع الرسوم الثلاثة.



شكل23 . الأشكال الممكن تمثيلها في النموذج الخطي.

ويتم تمييز كل شكل بمعرف عبارة عن رقم محدد غير قابل للتكرار يمثل دليل فريد للشكل، الجدول التالي يبين كيف سوف يتم اختزان الرسوم الموضحة في الشكل عاليه عن طريق الأرقام.

تمثيل النقاط

لاحظ أنه في تمثيل المضلع استخدمت أول نقطة كآخر نقطة لتبين أن الشكل مضلع مغلق.

الشق الثاني للبيانات الجغرافية ممثلة في البيانات الوصفية يتم تفريغها في جدول ويستخدم رقم تعريف الشكل Feature ID للربط بين الشكل وبياناته الوصفية.

مميزات النموذج الخطي

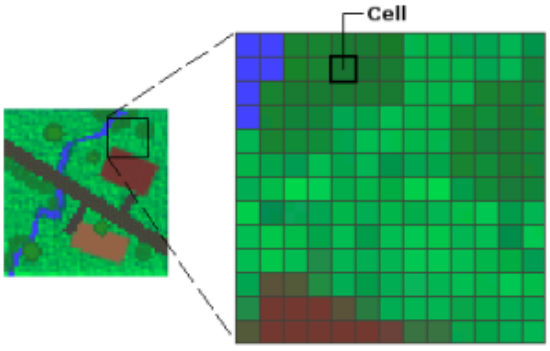
يتميز النموذج الخطي بأنه يمكن اختزانه على مساحة محدودة من الأسطوانة الصلبة، وهو ما يجعل سرعة تنفيذ العمليات عليه بواسطة معالج الكومبيوتر processor سريعة. ومن أهم مميزات النموذج الخطي أنه يقوم بتمثيل البيانات الوصفية عن طريق جدول ومن ثم يمكن لمستخدم نظام المعلومات الجغرافي إضافة أي عدد من الحقول لتمثيل الظواهر المختلفة وهو ما يطلق عليها تعددية الأبعاد المعلوماتية informatics multi dimensions.

عيوب النموذج الخطي

بالرغم من النموذج الخطي يمكن استخدامه في تمثيل البيانات المحددة جغرافياً - والتي يطلق عليها أسم البيانات المتقطعة مثل الطرق والأبنية – بصورة ممتازة، فأنه لا يمكن استخدامه لتمثيل البيانات الغير محددة جغرافيا – والتي يطلق عليها أسم البيانات المتصلة مثل تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الهواء – بكفاءة حيث يقدم مثل هذه البيانات بصورة مبتورة ومشوهة.

نموذج الشبكة النقطية Raster Model

في هذا النموذج يتم تقسيم الفراغ إلى شبكة من الأعمدة والصفوف، بحيث تقاطع كل عمود مع صف في مساحة مربعة يطلق عليها أسم عنصر الصورة أو البكسل Pixel. يشكل توزيع البكسلات توزيع الظواهر الطبيعية فوق سطح الأرض كما هو مبين في الشكل التالي، بينما يتم اختزان البيانات الوصفية على صورة قيمة رقمية مختزنة في البكسل نفسه يطلق عليها اسم قيمة البكسل Pixel Value.



شكل 24: تكوين الصورة النقطية.

يتم اختزان البيانات الجغرافية في نموذج الشبكة النقطية عن طريق سلسلة من سطور كل سطر يحتوي ثلاثة أرقام هي الإحداثي الأفقي والإحداثي الراسي وأخيراً قيمه البكسل، وتكون قيمة الإحداثي منسوبة غلى موقع البكسل في شبكة البكسلات باعتبار نقطة الأصل هو النقطة الأعلى يسار، وأن الاتجاهات الإيجابية إلى من اليسار غلى اليمين أفقيا ومن أعلى إلى أسفل راسياً. الشكل والجدول التاليين يبينان كيف يمكن أن يتم اختزان البيانات الجغرافية في نموذج الشبكة النقطية.

شكل 25: قيمة البكسل.

من الناحية التاريخية ظهر كلا من النموذج الخطي ونموذج الشبكة النقطية في وقت متزامن، إلا أنهما ظلا منفصلين حتى وقت قريب، بمعنى أن البرمجيات التي كانت تنتج لنظم المعلومات الجغرافية كانت تصمم إما للتعامل مع البيانات الخطية ويطلق عليها أسم نظم المعلومات الجغرافية الخطية Vector Based GIS أو تصمم للتعامل مع بيانات الصور النقطية ويطلق عليها أسم نظم المعلومات الجغرافية النقطية Raster Based GIS. ثم ظهرت تلك النظم القادرة على استخدام كلا نوعي البيانات وهي التي أطلق عليها أسم نظم المعلومات الهجينة Hybrid GIS.

التحويل الرقمي للبيانات الرسومية

نعني بالتحويل الرقمي للبيانات الرسومية تحويلها من صورتها الورقية إلى صوره رقمية إما في نمط إتجاهي vector او في نمط صورة نقطية raster. توجد عدة طرق شائعة للتحويل الرقمي للبيانات الرسومية.

طريقة الشبكة الشفافة

وفيها يستخدم الرسام شبكة مرسومة على ورقة شفاف وهي شبكة متعامدة مقسمة إلى مربعات منتظمة وفي العادة يكون طول حرف المربع واحد ملليمتر، وتكون هذه الشبكة مرقمة ويقوم المستخدم بتثبيت هذه الشبكة إلى الخريطة أو الصورة التي يريد أن يحولها رقمياً ثم يقوم برسم الظواهر التي تحتويها الخريطة عن طريق إدخال إحداثيتها، هذه الإحداثيات التي يحصل عليها عن طريق الشبكة الشفافة المثبتة فوق الخريطة.

مميزات طريقة الشبكة الشفافة

تتميز طريقة الشبكة الشفافة بأنها لا تحتاج إلى تجهيزات وعتاد غالي الثمن حيث يمكن للمستخدم إعداد شبكته الشفافة الخاصة باستخدام لوح من الورق الوليفان المقوى وقلم دوكو.

عيوب طريقة الشبكة الشفافة

يوجد عدد من العيوب في استخدام طريقة لوحة الترقيم Digitizing Tablet

- تعتبر طريقة الشبكة الشفافة من أكثر الطرق المستخدمة في التحويل الرقمي للبيانات إضاعة للوقت، حيث يقوم المستخدم بإدخال الظواهر بطريقة يدوية كاملة.
- تعتبر دقة البيانات المدخلة بطريقة الشبكة الشفافة الأقل بين البيانات المدخلة بواسطة الطرق الأخرى.

طريقة لوحة الترقيم Digitizing Tablet

لوحة الترقيم Digitizing Tablet هي لوحة تشبه لوحة الرسم الهندسي المعتادة إلا أنها مزودة بشبكة سلكية فوق سطحها مغطاة بطبقة من المطاط، هذه الشبكة موصلة بالكومبيوتر، كما أن هناك آله أشبه بفأرة الكومبيوتر المعتادة ويطلق عليها المرقم Digitizer، وهذه الآلة موصلة أيضا بالكومبيوتر. وتعمل لوحة الترقيم والمرقم بطريقة متزامنة حيث يقوم المستخدم بتثبيت الخريطة إلى سطحها ثم يقوم باستخدام المرقم بإعادة رسم الظواهر فوق الخريطة، وفي كل مرة يقوم المستخدم بالنقر فوق لوح الترقيم باستخدام المرقم، فإن المرقم يقوم ببعث موقع نقطة الترقيم بالنسبة إلى الشبكة المعدنية السلكية إلى الكومبيوتر كزوج من الإحداثيات.

شكل26 . لوحة الترقيم Digitizer Tablet.

مميزات لوحة الترقيم

يتميز لوحة الترقيم بإمكانية إدخال البيانات إلى نظم المعلومات الجغرافية مباشرة حيث أن معظم برمجيات نظم المعلومات الجغرافية مزودة بإمكانية إستقبال البيانات من لوحة الترقيم مباشرة.

عيوب لوحة الترقيم

للوحة الترقيم عدد من العيوب منها ما يلي:

- ارتفاع سعر لوحة الترقيم يعتبر من أهم العوائق أمام استخدامها بصورة واسعة في نظم المعلومات الجغرافية.
- عند استخدامها لمده طويلة من قبل نفس المستخدم فإنها تسبب مشكلات صحية للعمود الفقري والظهر.
- عند استخدامها لوقت طويل فإن حساسية المرقم والشبكة السلكية تنخفض.
- تعتبر هذه الطريقة طريقة نصف يدوية وللعامل البشري دور كبير في تحديد دقة البيانات المدخلة باستخدام المرقم.

طريقة المسح الضوئي Scanner والترقيم على الشاشة On-Screen Digitizing

آله المسح الضوئي هي إحدى عتاد الكومبيوتر الشائع الاستخدام، حيث تعمل بطريقة آله تصوير الوثائق ولكن بدلا من أن تنسخ الأوراق تقوم بتحويلها إلى صورة، يقوم المستخدم بجلب هذه

الصورة إلى برنامج نظام المعلومات الجغرافي ثم يقوم برسم أو بترقيم الظواهر المبينة على الصورة أو الخريطة باستخدام الفأرة العادية الملحقة بالكومبيوتر.

يوجد عدد كبير من نماذج آلات المسح الضوئي أشهرها هي ماسحات سطح المكتب Desktop Scanner لكن تلك المستخدمة في مسح الخرائط يطلق عليها أسم الماسحات العريضة Large Format Scanner.

شكل28 . ماسحة عريضة.

مميزات طريقة المسح الضوئي

تعتبر طريقة المسح الضوئي منخفضة التكاليف مقارنة بطريقة لوحة الترقيم حيث لا يلزم وجود الماسح الضوئي ضمن عتاد نظام المعلومات الجغرافي، بل يمكن وجوده منفصل عن النظام حيث يجرى مسح جميع الخرائط والصور المطلوب توظيفها في نظام المعلومات الجغرافي مرة واحدة ثم يتم ترقيمها فيما بعد.

عيوب طريقة المسح الضوئي

تشتمل عيوب طريقة المسح الضوئي على:

- الخطأ في هذه الطريقة تراكمي مصدره الخطأ الذي قد ينجم عن تشوه الصورة أثناء عملية المسح ثم يضاف إليه الخطأ الذي ينجم عن الرسام.
- تعتبر هذه الطريقة طريقة نصف يدوية وبالتالي يؤثر في جودة المنتج العامل البشري.

طريقة المسح الضوئي والتعقب Tracing

تعتبر هذه الطريقة من أحدث الطرق المستخدمة في التحويل الرقمي للبيانات حيث يتم استخدام الماسح الضوئي لمسح الخرائط ثم يتم تغذية الصور الممسوحة إلى ما يسمى ببرنامج تعقب Tracing

وهو برنامج يقوم بتحويل الصورة من نمط الصورة النقطية Raster إلى نمط الإتجاهي في عملية تعرف باسم التحويل الإتجاهي Vectorization.

مميزات طريقة المسح الضوئي والتعقب

لهذه الطريقة ميزات كثيرة منها:

- تقليل دور العامل البشري وبالتالي تقليل نسبة الخطأ.
- إمكانية تنفيذ التحويل الرقمي لكم كبير من البيانات في فترات قصيرة.

عيوب طريقة المسح الضوئي والتعقب

أيضا لهذه الطريقة العديد من العيوب منها:

- ارتفاع تكلفة العتاد.
- أفضل برامج التعقب لا يمكنه اشتقاق ما يزيد عن ٦٥ إلى ٧٠% من مجموع ظواهر الخريطة.
- لا يمكن استخدامه إلا مع الخرائط ولا يمكن استخدامه مع الصور الجوية أو الفضائية.

التحويل الرقمي للبيانات الجدولية

البيانات الجدولية الموجودة في صورة ورقية يجرى تحويلها بأسلوب وحيد هو الإدخال مباشرة إلى نظام المعلومات الجغرافي أو غير مباشرة عن طريق إدخال البيانات في أحد أنظمة إدارة قواعد البيانات أو الجداول الالكترونية ثم دمجها في نظام المعلومات الجغرافي.

يعيب أسلوب التحويل الرقمي للبيانات الجدولية ما يلي:

- يحتاج لوقت طويل لإدخال كم البيانات.
- يلعب العامل البشري دور كبير في تولد الأخطاء.

لكن يميزه ما يلي:

- إمكانية الاستعانة بالأيدي العاملة الغير خبيرة لإدخال البيانات من خلال نماذج يتم تصميمها باستخدام برامج الكومبيوتر.
- يمكن إضافة وسائل لتقليل الأخطاء في إدخال البيانات في الواجهات المستخدمة لإدخال البيانات.

ثانياً مصادر البيانات في نظم المعلومات الجغرافية (خرائط – صور جوية – مرئيات فضائية)

أهم ما يجب ان يشغل بال المتخصص في حقل نظم المعلومات الجغرافية هو مصادر البيانات، فمصادر البيانات تتحكم في نظم المعلومات الجغرافية من حيث أداءها وإمكانيتها وكفاءتها. وتشتمل مصادر البيانات على مصادر عدة لكن يمكن تقسيمها إلى مجموعتين رئيسيتين هما: البيانات الرسومية والبيانات غير الرسومية. البيانات الرسومية هي تلك البيانات التي يلزم لتوصيفها بدقة استخدام الرسوم وخير ما يمثل هذا النوع الخرائط، أما البيانات غير الرسومية فلا يلزم الرسم نهائياً في التعبير عنها وخير ما يمثل هذا النوع من البيانات بيانات التعداد العام. موضوع هذا الباب هو مصادر البيانات التي سوف يتعامل معها مستخدم نظم المعلومات الجغرافية.

مصادر البيانات الرسومية

البيانات الرسومية هي تلك البيانات التي لابد من استخدام الرسوم في وصفها. هناك العديد من البيانات التي تدخل تحت مسمى البيانات الرسومية وتشتمل على الخرائط بأنواعها والصور الجوية والفضائية والمخططات الهندسية وبيانات الرفع المساحي. عند التعامل مع البيانات الرسومية في نظم المعلومات الجغرافية يجب أن يراعي المستخدم عدة معايير.

معايير مصادر البيانات الرسومية

تستمل معايير مصادر البيانات الرسومية على ما يلي:

مقياس الرسم Scale

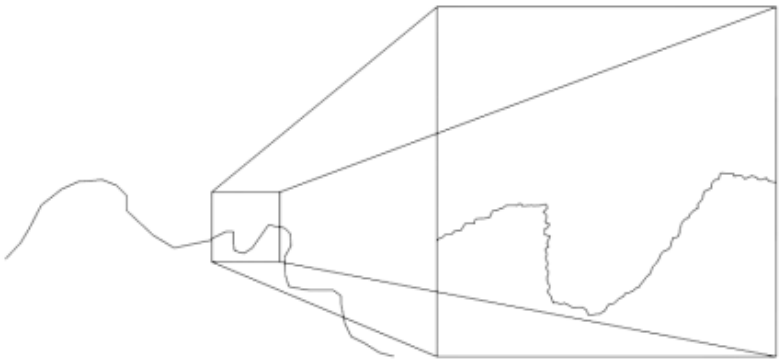
المقصود بمقياس الرسم هو العلاقة بين إبعاد الظاهر الجغرافية فوق سطح الأرض وأبعادها في البيانات الرسومية، وعادة ما يتم صياغتها في صورة نسبة عددية بين طول الوحدة في البيانات الرسومية وما يقابلها في الحقيقة، مثلاً ١:٥٠٠٠ والتي تعني أن طول الوحدة على البيانات الرسومية يقابلها خمسة آلاف وحدة في الواقع، أي لو أن هناك طريق على البيانات الرسومية طوله ٣ سم فإنه في الحقيقة يكون طوله ١٥٠٠٠ سم أي مائة وخمسين متر في الواقع. ونظراً لأن مقياس الرسم هو نسبة فإن الوحدة المستخدمة لا تؤثر على أبعاد الظواهر الجغرافية الحقيقية فنفس الطريق البالغ طوله ٣ سم على البيانات الرسومية سيكون طوله 1.2 بوصة عند استخدام وحدة البوصة وبالتالي يكون طوله الحقيقي ٦٠٠٠ بوصة أي ٥٠٠ قدم وهو ما يساوي ١٥٠ متر.

ويهتم مستخدم نظم المعلومات الجغرافية بمقياس رسم مصادر بياناته الرسومية لأنها تؤثر في مقياس الرسم الأمثل الذي يمكنه أن ينتج به بيانات نظام المعلومات الجغرافي خاصته، حيث لا ينصح بأن يكون مقياس الرسم المستخدم في نظام المعلومات الجغرافي أكبر من ذلك المستخدم في مصادر

البيانات الرسومية كأن يكون مقياس رسم مصادر البيانات الرسومية ١:٥٠٠٠ ويكون مقياس الرسم المستخدم في إنتاج بيانات نظام المعلومات الجغرافي ١:١٠٠٠ مثلاً.

التفاصيل Details

تفاصيل البيانات الرسومية هي معيار كيفي لهذه البيانات يقصد به عدد الظواهر أو دقة رسمها. فقد تكون الرسوم تبين الطرق مصنفة بأنواعها والاستخدامات المختلفة للأراضي وخطوط الكونتور، مثل هذه الرسم تكون أكثر تفاصيل من رسوم أخرى لنفس المنطقة لا تضم إلا شبكة الطرق فقط. كما قد تكون الرسوم نفيها غير دقيقة مثل ما هو مبين في شكل3 حيث الرسوم على الجانب الأيسر يمثل خط الساحل في أحد الأماكن ويلاحظ القارئ أن خط الساحل ناعم حيث لا تظهر فيه التعاريج المبين في المربع المكبر على الجانب الأيمن من الشكل. يقال عندئذ أن الشكل الأيسر أقل تفاصيل من الشكل الأيمن.



شكل3 . أثر تفاصيل الرسوم.

إن ما يهم مستخدم نظم المعلومات الجغرافية أن يختار بيانات رسومية أكثر تفاصيل حتى يمكنه أن يحصل على نظام معلومات جغرافي بتفاصيل دقيقة.

الدقة Accuracy

يقصد بدقة البيانات الرسومية مدى مطابقة هذه البيانات لواقع الظواهر الجغرافي من حيث مطابقتها للموقع والشكل. يمكن استخدام معيار كمي هو جذر متوسط مربع الخطأ Root Mean Square Error (RMS) لتحديد مدى مطابقة المواقع التي تمثلها البيانات الرسومية للواقع. ولحساب هذه القيمة يقوم المستخدم بتحديد عدد من النقاط بصورة عشوائية فوق البيانات الرسومية ثم يقوم بتفريغ إحداثيات موقعها كما هي مسقطة في البيانات الرسومية، ثم يكرر العملية بالنسبة لهذه النقاط على الواقع حيث

يمكنه استخدام أجهزة نظام التوقيع العالمي Global Positioning System (GPS) لتحديد إحداثيات هذه النقاط الواقعية. ثم يتم حساب جذر متوسط مربع الخطأ باستخدام المعادلة التالية:

$$RMS_y = \sqrt{\frac{\sum_n (y_d - y_r)^2}{n}} \quad ، \quad RMS_x = \sqrt{\frac{\sum_n (x_d - x_r)^2}{n}}$$

$$RMS = \sqrt{\frac{RMS_x^2 + RMS_y^2}{2}}$$

حيث n عدد النقاط، x_d, y_d إحداثيات النقطة كما هو مسقط في البيانات الرسومية، x_r, y_r إحداثيات النقطة كما تم تحديدها حقلياً. RMS_x، RMS_y جذر متوسط مربع الخطأ في الاتجاه الأفقي والاتجاه الرأسي، أي الإزاحة في الاتجاه الأفقي والاتجاه الرأسي. وتعتبر البيانات الرسومية دقيقة كلما قلت قيمة جذر متوسط مربع الخطأ.

مثال ايضاحي

خريطة رقمية مرسومة باستخدام برنامج AutoCad مطلوب التيقن من دقتها قبل توظيفها في نظام معلومات جغرافي، قام المستخدم بتحديد عدد ستة نقاط على الخريطة ومضاهاتها بنظائرها في الواقع باستخدام جهاز الـ GPS الجدول التالي يبين النقاط وأزواج الإحداثيات فوق الخريطة الرقمية وفي الحقل لكل نقطة من النقط الستة.

جدول 1: أزواج الإحداثيات للمثال التوضيحي

النقطة	X_r	Y_r	X_d	Y_d
١#	٢١٤١٤٤	٣٤٦٣٦٨٣	٢١٤١٤٢	٣٤٦٣٦٨٢
٢#	٢١٤٩٩٠	٣٤٦٢٥٥٠	٢١٤٩٩١	٣٤٦٢٥٤٩
٣#	٢١٣٣٧٠	٣٤٦١٨٧٦	٢١٣٣٦٩	٣٤٦١٨٧٤
٤#	٢١٢٣٦٦	٣٤٦١٣٣١	٢١٢٣٦٧	٣٤٦١٣٣٢
٥#	٢١٦٠٣٧	٣٤٦٤٥٧٢	٢١٦٠٣٩	٣٤٦٤٥٧٣
٦#	٢١٣١٥٥	٣٤٦٣٣٥٣	٢١٣١٥٤	٣٤٦٣٣٥٤

شكل4 . جهاز الـ GPS.

باستخدام البيانات المبينة في الجدول في التعويض في المعادلات السابقة يتبين أن متوسط مربع الخطأ في الاتجاه الأفقي (x) هو 1.4142 وفي الاتجاه الرأسي (Y) هو 1.2247، أما إجمالي متوسط مربع الخطأ 0.9354.

تنبيهات عامة

- لا ينبغي أن تقل عدد النقاط المستخدمة لتحديد دقة الموقع عن ثلاثة نقاط فإن قلت عن ذلك لا يمكن الاعتماد على نتائجها.
- تعتبر البيانات الرسومية مقبولة الدقة إذا كانت جذر متوسط مربعا الخطأ الكلي أقل من الواحد الصحيح.

أهم مصادر البيانات الرسومية

تتنوع مصادر البيانات الرسومية بالنسبة لمستخدم نظم المعلومات الجغرافية، وفيما يلي نتعرض لأهم مصادر البيانات الرسومية الممكن توظيفها في نظم المعلومات الجغرافية.

الخرائط

يمكن تعريف الخريطة كتمثيل بالرسم للظواهر الجغرافية لمنطقة ما على سطح لوح من الورق، وتعتبر الخرائط من أقدم أنواع البيانات الرسومية وجوداً، حيث ترجع نشأتها إلى الحضارات المصرية والعراقية القديمة، وقد مرت الخرائط بمراحل عدة من التطور حتى وصلت إلى الشكل الحالي، وتعتبر أهمية الخرائط لمستخدم نظم المعلومات الجغرافية كبيرة نظراً إلى تنوع البيانات التي تحتويها الخرائط ووجود أرشيف تاريخي كبير للخرائط في مختلف أرجاء العالم.

أنواع الخرائط

تنقسم الخرائط إلى فئتين أساسيتين هما:

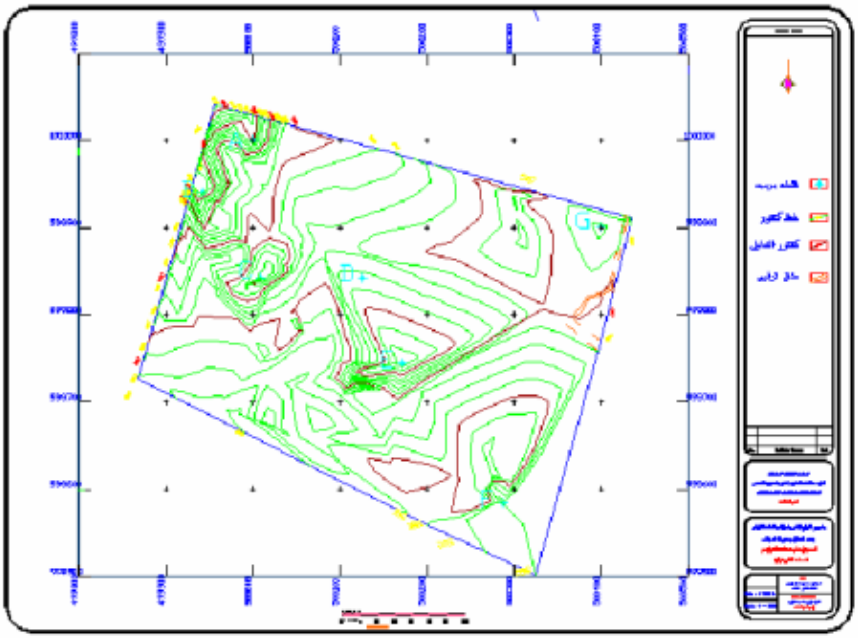
(١) الخرائط العامة General Proposes Maps

وهي خرائط تحتوي على بيانات مختلفة قد تكمل بعضها بعضاً مثل الطرق والسكك الحديدية واستخدامات الأراضي الأساسية، وفي هذا النوع من الخرائط لا تركز محتويات الخريطة على موضوع بعينة.

(٢) الخرائط الموضوعية Thematic Maps

وهي خرائط تركز بياناتها على غرض بعينه كأن تحتوي على بيانات خاصة بالتكوينات الجيولوجية والفوالق والصدوع والبؤر الزلزالية.

ويستخدم مستخدم نظم المعلومات الجغرافية الفئتين من الخرائط في أعماله، وغالباً ما تسخدم الخرائط العامة في بناء طبقات خرائط الأساس في نظام المعلومات الجغرافي بينما تستخدم الخرائط الموضوعية لبناء طبقات معينة.



شكل5 . خريطة موضوعية طبوغرافية.

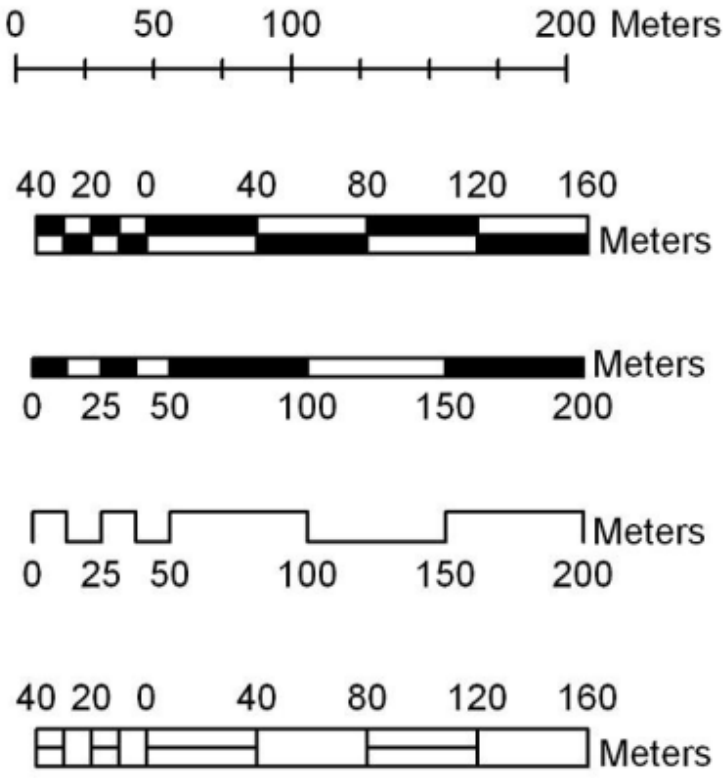
شكل6 . خريطة عامة.

عناصر الخريطة

تحتوي الخريطة على عدة عناصر يجب أن يستطيع مستخدم فهم هذه العناصر حتى يمكن توظيف الخرائط بصورة سليمة في نظم المعلومات الجغرافية التي يبنيها. وكذلك حتى يمكنه إنتاج خرائط سليمة من نظامه. فيما يلي عرض لهذه العناصر.

(١) مقياس الرسم

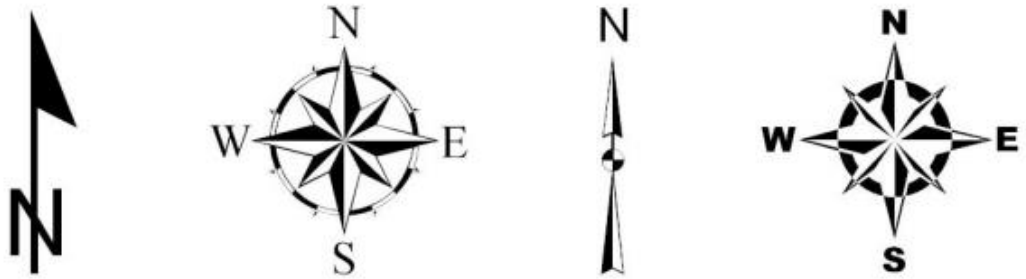
سبق وقمنا بتعريف مقياس الرسم في مكان آخر من هذا الفصل. يتم إضافة مقياس الرسم إلى الخريطة المطبوعة كأحد عناصرها الرئيسية التي لا يمكن الإستغناء عنها. ويبخذ مقياس الرسم على الخريطة المطبوعة أحد نمطين هما نمط مقياس الرسم المطلق ويكتب بالشكل الذي سبق عرضه أي 1:100000 بمعنى ان كل وحدة طول أو مساحة تساوي في الواقع مائة ألف وحدة، والنمط الثاني هي نمط مسطرة مقياس الرسم حيث يتم إضافة مقياس الرسم في صورة مسطرة مرسومة ومدرجة يقوم مستخدم الخريطة بالقياس عليها بالفرجار أو المسطرة ثم يقوم بقياس المسافات الحقيقية أو المساحات الحقيقية فوق الخريطة.



شكل7 . نماذج مختلفة لمسطرة مقياس الرسم.

(٢) سهم الشمال

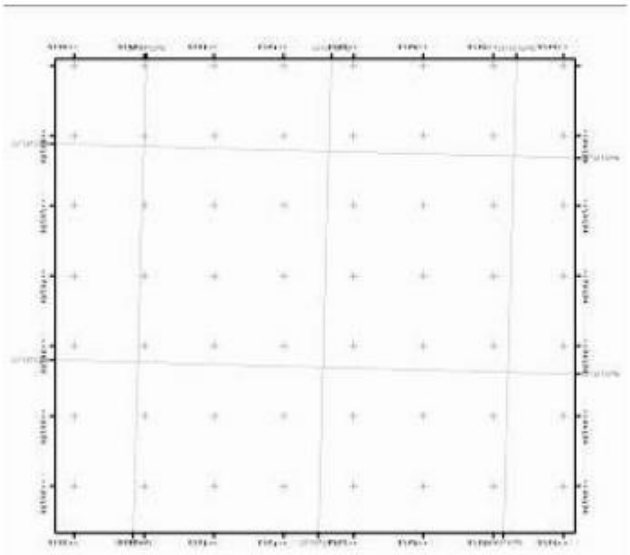
سهم الشمال هو أداة رسومية تضاف إلى الخريطة لتبيين الاتجاهات الأصلية لمستخدم الخريطة بحيث يمكن استخدامها في تصحيح توجيه الخريطة.



شكل8 . نماذج مختلفة لسهم الشمال.

(٣) شبكة الإحداثيات

تستخدم شبكات الإحداثيات لمساعدة مستخدم الخريطة على معرفة كل موقع على الخريطة بدلالة شبكة إحداثيات معينة، وعادة ما يوجد نوعين من الشبكات الممكن استخدامها الأولى هي شبكة الإحداثيات الجغرافية المقاسة بدرجات الطول ودوائر العرض ويطلق عليها أسم الشبكة الملاحية Graticule Grid والثانية مقاسة بوحدات طولية مثل المتر والقدم والكيلومتر ويطلق عليها أسم الشبكة المقياسية Measured Grid أو شبكة الإحداثيات المسقطة Projected Coordinates Grid. في الشكل التالي شبكتين إحداثيتين الأولى مرسومة بالخطوط وهي الشبكة الملاحية والأخرى على شكل تقاطعات بعلامة (+) وهي الشبكة المقياسية.



شكل9 . نموذج لشبكتين إحداثيتين.

(٤) مفتاح الخريطة

مفتاح الخريطة هو أداة تبين نماذج للرموز المستخدمة على الخريطة المطبوعة والغرض التي تستخدم لإظهاره، وعادة ما يوجد ثلاثة أنواع من الرموز على الخرائط هي رموز تتخذ شكل المضلع وأخرى تتخذ شكل الخط وثالثة تتخذ شكل النقط وتظهر كل هذه الرموز في مفتاح الخريطة.

شكل10 . نموذج لمفتاح الخريطة.

(٥) البيانات الأساسية Metadata

تشتمل البيانات الأساسية للخريطة على:

- عنوان الخريطة Map Title: وهو بيان نصي يبين موضع الخريطة مثل "خريطة ملاحية لخليج نعمة" أو "الخريطة الجيومورفولجية لإقليم بلوشستان".
- بيانات الطباعة Press Data: وتشتمل على تاريخ والجهة التي قامت بطباعة الخرائط، وتعتبر هذا البيان مهم لمستخدم نظم المعلومات الجغرافية على وجه الخصوص لتقدير الزمن الذي يفصل بينه وبين تاريخ طباعة الخريطة، وكذلك تعيين ما إذا كانت الجهة التي قامت بطباعة هذه الخريطة جهة ذات ثقة أو لا.
- بيانات إنتاج الخريطة Carto-production Data: وتشتمل على تاريخ عمليات إنتاج الخريطة من المسح الحقلي أو الصور الجوية والفضائية وكذلك مصادر الخريطة سواء كانت خرائط أخرى أو المسح الحقلي أو الصور الجوية والفضائية. وأيضاً الجهة المسئولة عن إتمام عمليات إنتاج الخرائط.
- بيانات المسقط وشبكة الإحداثيات: وتشتمل على المسقط الجغرافي ومجسم الأرض وكذلك شبكة الإحداثيات المستخدمة في رسم الخريطة.

الصور الجوية

تعتبر المساحة التصويرية والصور الجوية بنوعيها الأساسين الفوتوغرافي والكهرومغناطيسي من المصادر الأساسية التي يلجأ لها مستخدم نظم المعلومات الجغرافية في نظامه. والمساحة التصويرية هي العلم والتقنية المتعلقان بالحصول على معلومات كمية وكيفية حول ظواهر سطح الأرض بواسطة الصور الفوتوغرافية والكهرومغناطيسية، وهذه الصور تستخدم في إنتاج الخرائط والمخططات المساحية لمختلف الاستخدامات.

الصور الجوية :

- **أنواع الصور الجوية.**

تصنف الصور الجوية بوجه عام تبعاً لوضع محور كاميرا التصوير فيما لو كانت رأسية أو مائلة على النحو التالى:

١: صور رأسية Vertical aerial photos.

يلتقط هذا النوع من الصور عندما يكون محور عدسة التصوير رأسى تماماً. غير أن هذه الحالة نادرة الوجود فى الصور الجوية إذ أن هناك عوامل عديدة تحد من قدرة الطائرة على إلتقاط صور رأسية تماماً. ولذلك فإن الصور الجوية الرأسية عادة ما تعانى من وجود ميول خفيفة تتراوح بين ١ إلى ٣ درجات على الأكثر ، مما يجعلها ملائمة لأعمال المساحة الأرضية وإنتاج الخرائط ، حيث تكون الصورة أقرب ما يكون إلى المستوى الأفقى. غير أن قراءة وتفسير الصور الرأسية يحتاج إلى تدريب إذ ان رؤية الظاهرات من أعلى والتعرف عليها ليست بالعملية المألوفة أو البسيطة للبعض.

٢: الصور خفيفة الميل Low tilted aerial photos.

تقوم الطائرة فى بعض الأحيان بالتقاط صورا جوية ومحور كاميرا التصوير مائلا بزاوية معينة بالنسبة للاتجاه الرأسى أثناء عملية التصوير. وتصنف الصور الجوية بوجه عام على أنها خفيفة الميل عندما يزيد الميل عن الوضع الرأسى لأكثر من ثلاثة درجات بشرط ألا يظهر خط الأفق (خط تقابل الأرض مع السماء) فى الصورة. ويحدث الميل عادة إما نتيجة لأسباب خارجة عن إرادة القائمين على عملية التصوير كتلك التى تتعلق بظروف الطيران أو ارتفاع السطح ، أو قد يكون الميل عن قصد بهدف الحصول على تغطية أكبر من سطح الأرض.

٣: الصور الجوية شديدة الميل High oblique aerial photos.

تعرف الصور الجوية على أنها شديدة الميل عندما يظهر فيها خط الأفق (شكل ٦-١١). وقد شاع استخدام هذا النوع من الصور الجوية أثناء الحرب العالمية الثانية على وجه التحديد بهدف التجسس والاستكشاف العسكرى لمساحة كبيرة من السطح دون الحاجة للطيران فوق معسكرات القوات المعادية. ويمتاز هذا النوع من الصور الجوية عن غيره فى إمكانية التعرف على ظاهرات الصورة بسهولة ويسر ، إذ تظهر عادة الظاهرات بمقطع (بروفيل) علوى – جانبى وهو مألوف للأشخاص العاديين ، ومن ثم فإن تفسير هذا النوع من الصور لا يتطلب جهدا كبيرا أو خبرات خاصة فى التعرف على ظاهرات السطح كما هو الحال فى الصور الرأسية. غير أن أهم عيوبها أنه لا يمكن القياس منها ، أضف على هذا أن بعض ظاهرات الصورة قد تخفى وراءها ظاهرات أخرى نتيجة للميل الشديد للطائرة.

- **محتويات الصورة الجوية.**

تزود كاميرات التصوير الجوى بموصل باعث للضوء light emitting diode يعمل على ظهور بعض البيانات المساعدة على فهم وتفسير الصور الجوية على الإطار الخارجى المحيط بالصورة الجوية كما يتضح من شكل ٦-١٢. وفيما يلى عرض موجز لهذه البيانات:

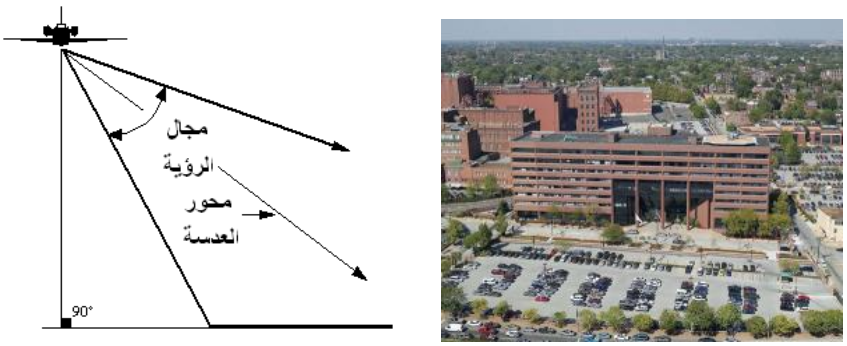
١. رقم خط الطيران داخل المشروع.

٢. رقم الصورة داخل خط الطيران.

٣. ميزان تسوية Bubble level لبيان مدى أفقية الطائرة وقت التصوير(شكل٦-١٣أ).

أ. صورة رأسية.

ب. صورة خفيفة الميل لا يظهر فيها خط الأفق.

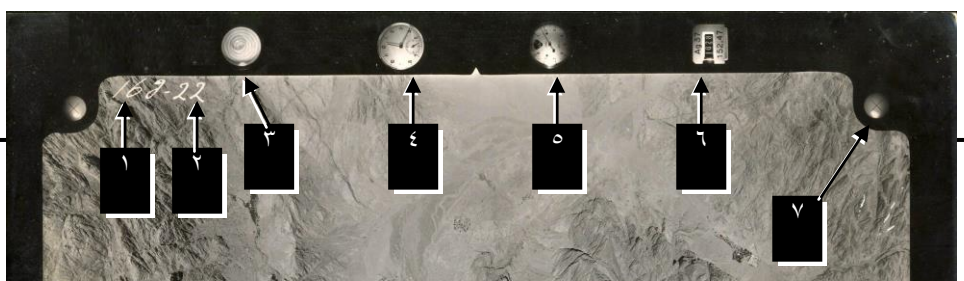


ج. صورة شديدة الميل يظهر فيها خط الأفق.

٤. ساعة لبيان زمن التصوير (شكل ٦-١٣ب).

٥. جهاز التيمتر Altimeter لبيان ارتفاع الطيران. ويظهر جهاز الالتيمتر فى شكل دائرة تشبه الساعة اليدوية ، غير أن هذه الدائرة مقسمة إلى عشرة أجزاء فقط ، حيث يمثل كل جزء منها مائة متر. ويوجد فى أعلاه مثلث يوضح ارتفاع الطائرة بالكيلومترات الصحيحة ، أما أجزائها فيمكن معرفتها بدلالة المؤشرات الموجودة داخل الجهاز كما يتضح من شكل ٦-١٣ج.

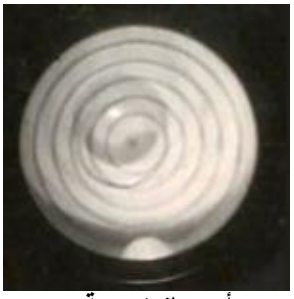
شكل ٦-١١:



شكل ٦-١٢: محتويات الصورة الجوية.

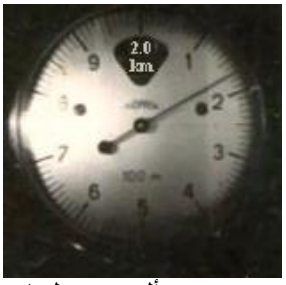
٦. عداد رقمى يحتوى يتضمن بيانات أخرى هامة هى من اليسار إلى اليمين كالتالى: نوع الكاميرا المستخدمة فى التصوير ، مسلسل الصورة داخل فيلم التصوير ، البعد البؤرى لكاميرا التصوير (شكل ٦-١٣د).

٧. علامات الإسناد fiducial Marks وتضم الصورة الجوية عادة ما يتراوح بين ٤ -٨ علامة من علامات الإسناد. وتظهر علامات الإسناد إما فى شكل دوائر بداخلها علامة x عند أركان الصورة الأربعة ، أو فى شكل فتحة مثلثة تنصف إطارات الصورة الأربعة. وتفيد علاما الإسناد فى تحديد مركز الصورة ، ففى الصور الرأسية يفترض أن تتعامد كل علامتين متقابلتين بزاوية قائمة ، على أن هذا التعامد يكون عند مركز الصورة مباشرة (شكل ٦-١٤). وفى حالة الصور الجوية الرأسية يتفق كل من مركز الصورة مع نقطة النظير Nadir point. ونقطة النظير هى النقطة التى يلتقى عندها محور العدسة مع سطح الأرض.



أ. جهاز تسوية.

ب. ساعة توضح زمن التصوير.

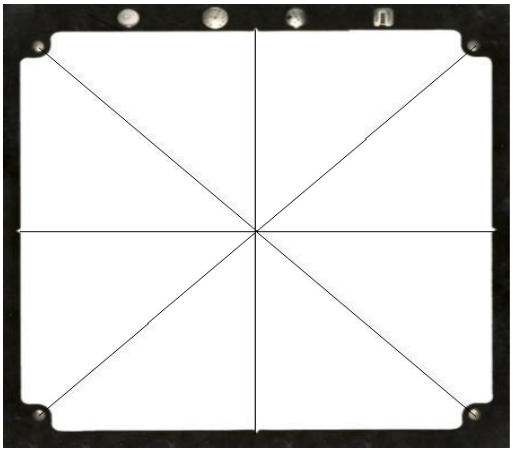


ج. ألتيمتر لبيان ارتفاع الطيران وقت التصوير.

د. عداد رقمى يوضح من اليسار إلى اليمين نوع الكاميرا Ag37 ، ورقم الصورة داخل الفيلم ١٠٢٨، والبعد البؤرى ١٥٢,٤٧ مم.

شكل ٦-١٣: تفاصيل بعض محتويات الصورة الجوية.

شكل ٦-١٤: تحديد مركز الصورة بدلالة علامات الإسناد.



توظيف الصور الجوية في نظام المعلومات الجغرافي

يمكن توظيف الصور الجوية بطرق مختلفة في نظام المعلومات الجغرافي، ومن أهم أساليب توظيف الصور الجوية في نظام المعلومات الجغرافي ما يلي:

(١) في المناطق التي لا تتوفر بها خرائط

حيث يتم جمع الصور في صورة مجمعة موحدة مقياس الرسم يطلق عليها خريطة تصويرية معدلة مستوية Planimetric Orthophotomap يمكن استخدامها عوضا عن الخرائط الحقيقية إلا أن الخرائط تتميز عنها بوجود المسميات لظواهر سطح الأرض.

(٢) كملحق للخرائط

يمكن الاستفادة من الصورة الجوية المعدلة المستوية للتفاصيل التي يصعب التعرف عليها باستخدام المخططات والخرائط، فباستثناء الشديدة الانحدار أو المغطاة بالغابات الكثيفة، يمكن بسهولة تمييز معالم سطح الأرض من طرق وأبنية وما إلى ذلك. لذلك فإن مستخدم نظم المعلومات الجغرافية يمكنه استخدام الصور الجوية لاستكمال المعلومات الناقصة على الخرائط.

الصور الفضائية

ينظر الكثير إلى الصور الفضائية باعتبارها امتداد للصور الجوية، إلا أن الصور الفضائية تتميز عن الصور الجوية بأنها تحتوي على الكثير من المعلومات الطيفية Spectral Information نتيجة لتصميمها. ويعتبر اشتقاق المعلومات الطيفية من الصور الفضائية موضوع علم تحليل الصور الرقمية للاستشعار من بعد.

أنواع الصور الفضائية

يمكن تقسيم الصور الفضائية إلى فئات تبعاً لبنيتها الطيفية أو لدقة تمييزها المساحي كما يلي:

(١) تقسيم الصور الفضائية تبعاً لبنيتها الطيفية

يمكن للصور الفضائية أن تجمع البيانات في منطقة أو أكثر من مناطق الطيف الكهرومغناطيسي، وعلى هذا تقسم الصور الفضائية إلى:

- الصورة أحادية اللون Panchromatic: وهي صور تحتوي على المعلومات الموجودة في منطقة واحدة من الطيف الكهرومغناطيسي.
- الصورة متعددة النطاقات Multispectral Imagery: وهي الصور التي تحتوي على المعلومات الموجودة في عدد من النطاقات يتراوح بين ثلاثة نطاقات إلى تسعة نطاقات.
- الصور عديدة النطاقات Hyperspectral Imagery: وهي الصور التي تحتوي على المعلومات الموجودة في عدد من النطاقات يتراوح بين عشرة إلى عدة مئات من النطاقات.
- الصور الرادارية والميكروويفية Radar & Microwave Imagery: وتمثل هذه الصور إحدى أنماط الصور أحادية اللون إلا أنها تختلف عنها من حيث أنها تقوم بتسجيل البيانات في منطقة الطيف الكهرومغناطيسي الراداري والميكرويفي.

(٢) تقسيم الصور الفضائية تبعاً للدقتها المساحية

تتحدد الدقة المساحية للصورة بأصغر مساحة يمكن أن تميزها الصورة عما هو محيط بها. وعليه يمكن أن تقسم صور الأقمار الصناعية إلى ثلاثة فئات هي:

- الصور ذات الدقة المساحية الكبيرة: وتكون الدقة المساحية لها أقل من المتر.
- الصور ذات الدقة المساحية المتوسطة: ولها دقة مساحية تتراوح بين ١ وحتى ١٠٠ متر.
- الصور ذات الدقة المساحية الصغيرة: ولها دقة مساحية أكبر من ١٠٠ متر.

معالجة الصور الفضائية

تتم معالجة الصور الفضائية بطريقتين إما بصريا وإما آلية:

- **أسس التفسير البصرى للصور الجوية.**

ذكرنا سلفاً أن عملية التفسير البصرى visual interpretation للصور الجوية -خاصة الرأسية منها- تعتمد بشكل رئيسى على خبرة المفسر ، كما تعد عملية شاقة جداً لغير ذوى الخبرة. والصورة الجوية - وكذلك الحال فى الصور الفضائية - تقدم صورة فعلية واقعية لسطح الأرض ، ويتوقف مدى دقة تفاصيل السطح فى الصورة على الدقة المكانية spatial resolution للصورة. وتمر عملية تفسير الصور فى واقع الأمر بعدة مستويات بداية من عملية التعرف الأولى على ظاهرات الصورة وحتى الحصول على معلومات تفصيلية عن ظاهرات السطح وربما ما تحت السطح أيضاً ، ويتم التوصل لمثل هذه المعلومات عادة بشكل غير مباشر من تحليل الصورة. لذلك فإن الخبرة فى مجال التفسير البصرى مطلوبة إلى جانب فهم طبيعة المكان محل الدراسة. ويتطلب فهم طبيعة المكان القيام بإجراء دراسة ميدانية للتأكد من صحة التفسير field truth ، أو قد يعتمد المفسر على التعرف على ظاهرات المكان من خلال الخرائط الطبوغرافية والتقارير الحقلية وغيرها من الدراسات السابقة ، بحيث يمكنه التعرف على ظاهرات الصورة بسهولة. وقد تكون ظاهرات الصورة من البساطة واليسر بحيث لا تستدعى القيام بهذا كله.

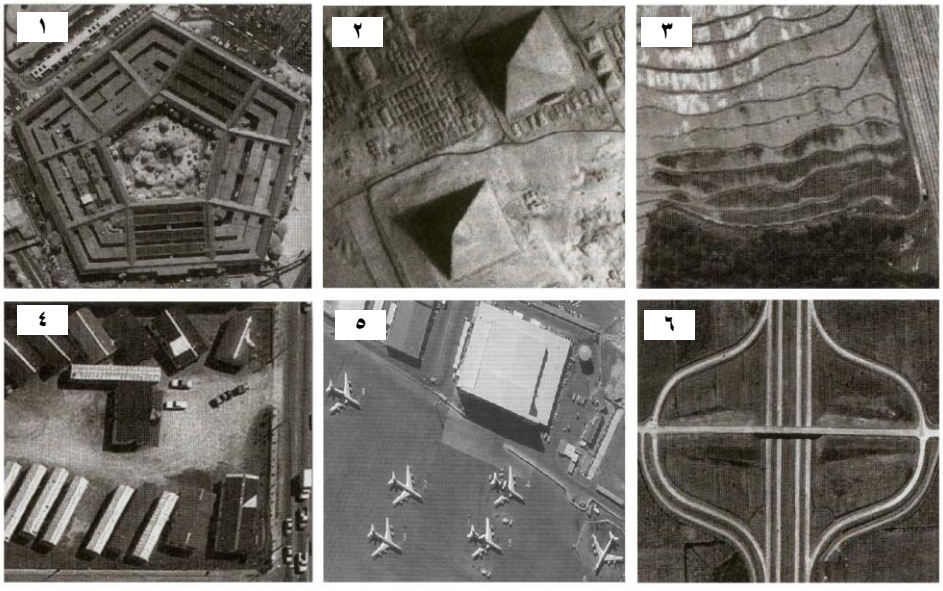
والواقع أن معظمنا لديه القدرة على قراءة الصور الفوتوغرافية بوجه عام مثل تلك المعروضة فى الجرائد والصحف اليومية ، غير أن قراءة الصور الجوية يختلف عن هذا من ثلاث نواح هى:

- إن رؤية ظاهرات السطح من أعلى تعد غير مألوفة لكثير من الناس.
- تتم معظم عمليات التصوير الجوى وكذلك الفضائى فى أطوال موجية متباينة تعتمد على التحليل الرقمى بشكل أكبر من اعتمادها على التحليل البصرى. كما أن التصوير فى مجالات الأشعة تحت الحمراء يتطلب خبرة خاصة عند قراءة وتفسير الصورة لا تتوفر لدى العامة ، إذ يبدو النبات فيها باللون الأحمر أو الوردى مثلاً بينما تبدو المياه بألوان متباينة نتيجة لما تحتويه من مواد عالقة وعضوية.
- يتم تصوير سطح الأرض بمقاييس رسم مختلفة ، ومن ثم تتباين أبعاد وأحجام ظاهرات السطح من صورة لأخرى.

ولا تمثل هذه العوامل الثلاثة السابقة أى مشكلة بالنسبة لذوى الخبرة من المفسرين ، بينما يحتاج المبتدئين لوقت كبير وتدريب شاق من أجل اكتساب مثل هذه الخبرات. وهناك فى الواقع مجموعة من الأسس الأولية التى يجب أخذها فى الإعتبار عند البدء فى تفسير الصور والتى يمكن إيجازها على النحو التالى:

١,١٣: الشكل Shape or morphology.

يقصد بالشكل تلك الهيئة configuration أو الشكل الخارجى outline الذى تبديه ظاهرات السطح أو كل وحدة أرضية على الصورة الجوية. فالشكل يعد من العوامل الهامة فى التعرف الأولى على ظاهرات السطح ، إذ أن كثيراً من ظاهرات السطح خاصة البشرية يمكن التعرف عليها بسهولة مثل مبنى وزارة الدفاع الأمريكية (البنتاجون) والأهرامات والطرق والجسور والسكك الحديدية والسيارات والمبانى والمطارات والحقول الزراعية ..إلخ (شكل ٦-٣٩). كما أنه يمكن تمييز بعض أشكال السطح الطبيعية بسهولة من الصورة اعتماداً على شكلها العام مثل الأنهار والبحيرات المقتطعة والجزر والكثبان الرملية الهلالية والطولية والبلوتونات الحلقية diaper plutonic or ring complex والقواطع والجدد البازلتية وخطوط السواحل والحافات الصخرية وغيرها.

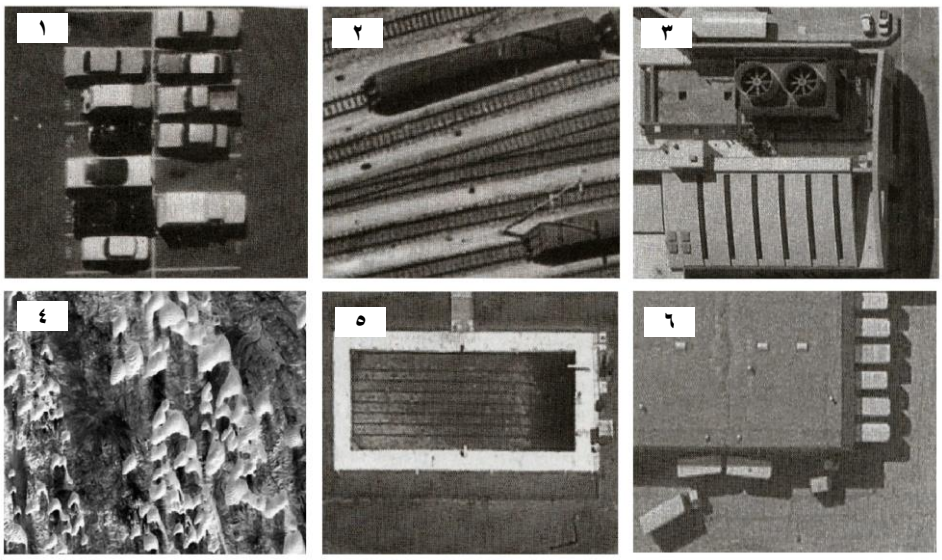


شكل ٦-٣٩: تمييز ظاهرات الصور الجوية بدلالة الشكل. ١. البنتاجون ، ٢. أهرام الجيزة ، ٣. زراعة الأرز فوق المنحدرات بولاية لويزيانا ، ٤. أماكن لانتظار السيارات ، ٥. جزء من مطار الرياض ، ٦. تقاطع طرق.

٢,١٣: الحجم Size.

يقصد بحجم الظاهرة أبعادها الجيومترية كالطول والعرض والارتفاع والمحيط والمساحة كما تظهر على الصورة الجوية. وتفيد دراسة الحجم فى معرفة خصائص الظاهرة المدروسة ، فتباين أبعاد المبانى مثلاً على الصورة قد يفيد فى تصنيفها تبعا لنوع الاستخدام كالسكن والصناعة والفنادق والمبانى الإدارية وغيرها. وقد يستخدم كذلك فى تقدير أعداد السكان داخل المدن وحساب درجة التزاحم من خلال دراسة أبعاد الوحدات السكنية. كما يمكن التعرف على أنواع الشوارع الرئيسية والفرعية بدلالة أبعادها كالطول والعرض. ويمكن أن تصنف الظاهرات نسبيا تبعا لأحجامها حيث تصنف على أنها صغيرة الحجم أو متوسطة أو كبيرة الحجم وذلك بهدف المقارنة بين الظاهرات المتشابهة. ويفضل عادة الاعتماد على مقياس رسم الصورة فى حساب أبعاد الظاهرات. أما عندما يتعذر معرفة مقياس رسم الصورة فإنه يمكن بدلالة ظاهرات معينة فى الصورة تقدير أبعاد ظاهرات أخرى مجهولة ، فمثلا يمكن بدلالة سيارة موجودة فى الصورة أن نقدر عرض الشارع أوأبعاد الظاهرات الأخرى المجاورة لها بناء على خلفيتنا السابقة بأبعاد السيارة (شكل ٦-٤٠).

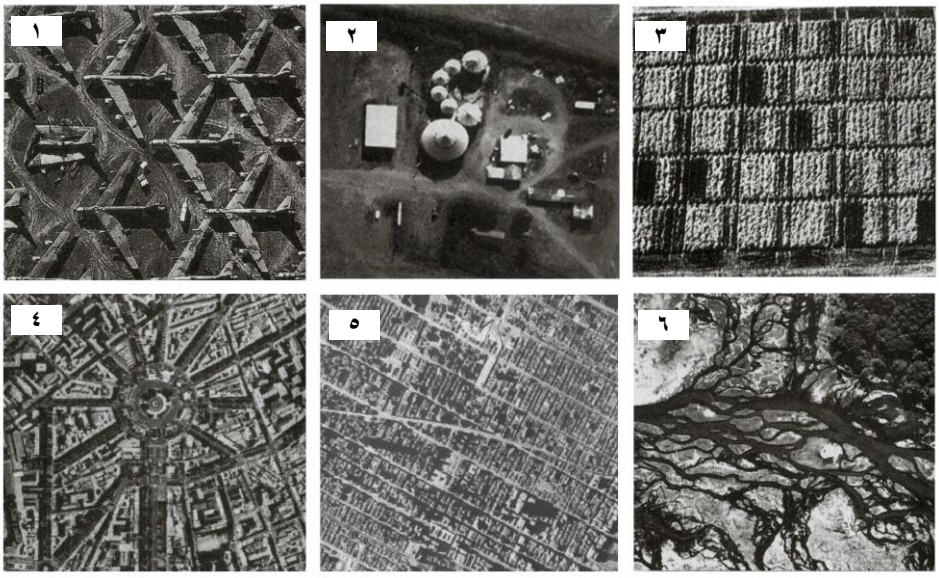
ولما كانت الصور الجوية تلتقط بمقاييس رسم مختلفة ، فإن دراسة حجم الظاهرة تتطلب بداية الأخذ فى الإعتبار تأثير مقياس الرسم على حجم الظاهرة. كما ينبغى أيضاً معرفة الموقع الذى تشغله الظاهرة من الصورة ، فالظاهرات الموجودة على أطراف الصورة عادة ما تتأثر بالتشوه الإشعاعى الناتج عن الإسقاط المركزى لكاميرا التصوير وكذلك بالإزاحة التضاريسية.



شكل قطار سكة حديد ، ٣. حساب حجم المبنى بدلاله حجم السيارتين المجاورتين او مروحيات جهاز التكيف فوق السطح ، ٤. كثبان رملية هلالية (برخان) متباينة الحجم ، ٥. حمام سباحة ، ٦. مركز لسيارات النقل.

٣,١٣: النمط Pattern.

يشير النمط إلى الترتيب المكانى spatial arrangement أو الطريقة التى تنتظم وتتكرر repetition بها ظاهرات السطح فى الصورة. فظاهرات الصورة إما أن تكون موزعة بانتظام أو بشكل عشوائى ، حيث يشير الانتظام عادة إلى وجود تدخل بشرى فى نمط توزيع الظاهرة. بينما يشير نمط التوزيع العشوائى إلى التوزيع الطبيعى أو التلقائى. فمثلاً انتظام نمط توزيع الأشجار يشير إلى كونها منطقة حدائق أو غابات أعيد تشجيرها ، بينما نمط التوزيع العشوائى للأشجار يشير إلى مناطق الغابات الطبيعية. ويمكن تصنيف نمط توزيع الظاهرات تبعاً للترتيب المكانى أو الشكل الهندسى الذى تبديه الظاهرة كالمثلثات مثل ترتيب الطائرات داخل المطارات ، والدوائر مثل بعض المبانى الإسطوانية ، والمربعات مثل حدود الأراضى الزراعية. وقد تتخذ أنماطاً أخرى مثل النمط الإشعاعى كما هو الحال فى شوارع مدينة باريس ، والمتوازى كما هو الحال فى شوارع مدينة نيويورك أو النمط الحلقى...إلخ (شكل ٦-٤١).



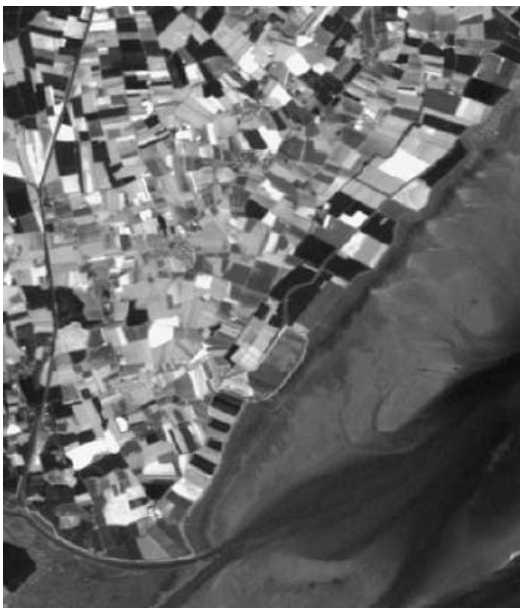
شكل ٦-٤١: بعض من أنماط ظاهرات السطح كما تظهر على الصور الجوية. ١. نمط منتظم مثلث الشكل ، ٢. نمط إسطوانى لبعض المنازل ، ٣. نمط مربع يوضح حدود الأراضى الزراعية ، ٤. نمط إشعاعى "وسط مدينة باريس" ، ٥. نمط متوازي "مدينة نيويورك" ، ٦. نمط عشوائى لبعض الأودية المضفرة.

٤,١٣: درجات اللون Tone or hue.

يقصد بدرجات اللون درجات البريق brightness الذى تبديه كل ظاهرة من ظاهرات السطح ، والذى يشير إلى تباين خصائص الوحدات الأرضية. وفى حالة الصور الجوية البانكروماتية فإنه ينبغى التمييز بين درجات اللون الرمادى المختلفة على الصورة. وعادة ما تزود الصور البانكروماتية التى تنتجها المساحة الجيولوجية الأمريكية بمقياس لدرجات اللون الرمادى يساعد على تمييز درجات الألون على الصورة ، بينما تخلو الصور الجوية المصرية من هذا المقياس مع الأسف. أما الصور الملونة فإن تدرج الألوان فيها يكون أكثر وضوحاً من الصور

البانكروماتية. وفى حالة صور الأشعة تحت الحمراء فإنه ينبغى أن يكون مفسر الصورة ملماً بدلالات الألوان المختلفة ، ولكى يتسنى له ذلك يجب أن يكون لديه معرفة مسبقة بمنطقة الدراسة أو القيام برحلات استكشافية للمكان ، خاصة وأن ظاهرات السطح تبدو بألوان كاذبة أو مضللة تختلف كلية عن ألوانها الطبيعية.

عموما يُستخدم تدرج الألوان فى تصنيف المحاصيل الزراعية تبعاً لأنواعها أو حسب مراحلها العمرية (شكل ٦-٤٢) ، كما يستخدم فى تصنيفات التربة وتحديد محتواها من الرطوبة والأملاح. كذلك يمكن الاعتماد على تدرج الألوان فى دراسة المياه الضحلة والأراضى الساحلية الواطئة وما يرتبط بها من ظاهرات كالسبخات واللاجونات المالحة...إلخ.

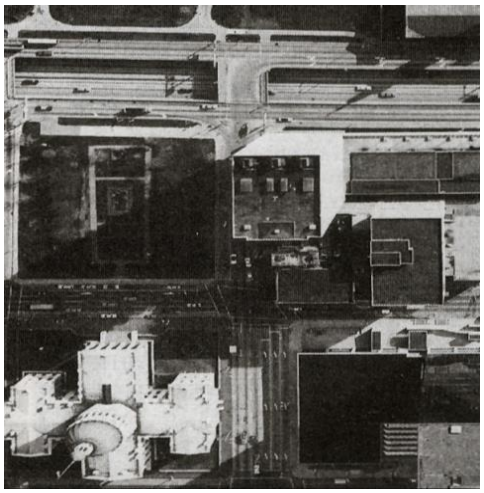


شكل ٦-٤١: تمييز المحاصيل الزراعية وأعماق المياه بدلالة درجات اللون.

والجدير بالذكر أن درجات الألوان قد تختلف بين صورة وأخرى حتى وإن كانتا يمثلان وحدة أرضية واحدة ، ويعد هذا بصفة رئيسية نتيجة طبيعية لاختلاف زاوية سقوط أشعة الشمس على الظاهرة وكذلك وقت التصوير. الأمر الذى قد يجعل بحيرة مثلاً تبدو بيضاء تماما فى صورة إذ تعكس كل ما تتلقاه من أشعة ، بينما تبدو نفس البحيرة سوداء تماماً على صورة أخرى. من ناحية أخرى تتأثر درجات اللون كذلك بظلال الظاهرات المرتفعة.

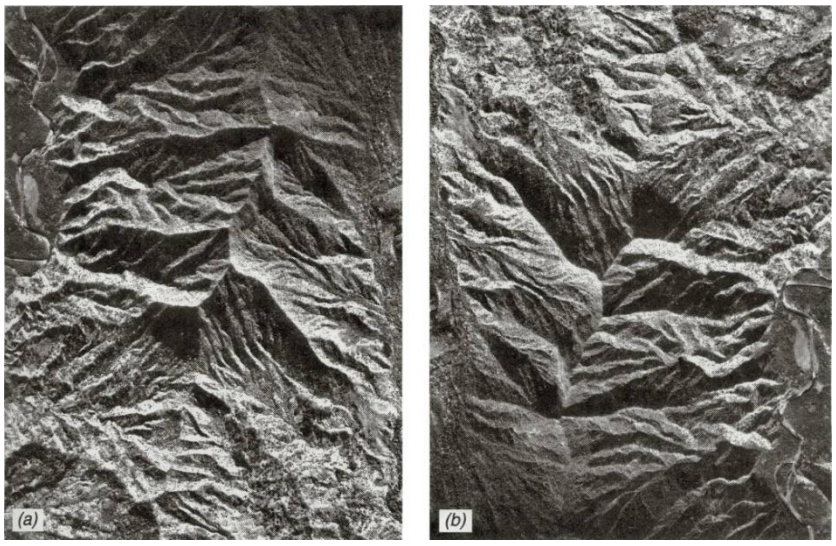
٥,١٣: الظلال Shadow.

للظلال تأثير سلبى وأخر إيجابى على الصورة الجوية. أما التأثير السلبى للظلال - وهو الغالب فى الصور الجوية - فيتمثل فى كون الظلال تحجب رؤية بعض الظاهرات جزئياً أو كلياً ، وقد تساعد عمليات تحسين ألوان الصورة بعض الشئ فى إظهار المناطق الواقعة تحت تأثير الظل لا سيما فى حالة الظلال الخفيفة. أما التأثير الإيجابى للظلال فيتمثل فى القدرة على تحديد المظهر العام لبعض الظاهرات مثل أهرامات الجيزة وفوهات البراكين وحفر الإذابة الكاريستية ومداخل الكهوف وحدود المبانى بدلالة الظل (٦-٤٣). كما تساعد الظلال فى حساب ارتفاع ظاهرات السطح كما أوضحنا من قبل.



شكل ٦-٤٣: دور الظلال فى تحديد الشكل العام لظاهرات السطح مثل الأنفاق والمبانى.

ويجب على مفسر الصورة أن يأخذ فى حسبانه الاتجاه الصحيح لرؤية الظل ، إذ أن رؤية الظل من اتجاه معاكس تؤدى إلى تفسير خاطئ لظاهرات السطح خاصة الطبيعية. ويوضح شكل (٦-٤٤) أثر اختلاف اتجاه الظل على تفسير تضاريس جزيرة كاواى أحد جزر هاواى ، ففى الصورة الأولى حيث الظل فى الاتجاه الصحيح بالنسبة للمشاهد تظهر تضاريس السطح الموجبة أو المرتفعة شديدة التقطيع. أما الصورة الثانية نجد أن الظل فى الاتجاه المعاكس ومن ثم تظهر طبوغرافية المكان على أنها تضاريس سالبة أو منخفضة.

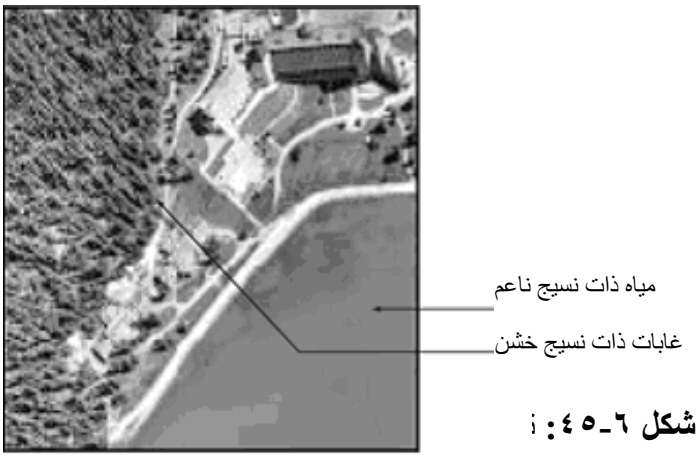


بوجه عام يفضل أن تتم عمليات التصوير الجوى فى وقت الظهيرة عندما تكون أشعة الشمس عمودية تماماً على سطح الأرض ، ويعمل هذا على تقليل الظلال فى الصورة إلى أدنى درجة ممكنة بحيث لا تطغى على باقى ظاهرات الصورة وتقلل من جودة الصورة.

شكل ٦-٤٤: أثر اختلاف اتجاه الظل على تفسير ظاهرات السطح فى جزيرة كاواى. الصورة اليسرى الظل فى الاتجاه الصحيح بالنسبة للمشاهد حيث تظهر التضاريس الموجبة ، بينما الظل فى الصورة اليمنى فى الإتجاه المعاكس ومن ثم تظهر التضاريس سالبة.

٦,١٣: النسيج أو القوام Texture.

يشير النسيج إلى مجموعة العلاقات التى تظهرها أفراد الظاهرة على الصورة الجوية ، ويعبر بصفة رئيسية عن مدى استمرارية أو تغير ألوان أفراد الظاهرة الواحدة. ويصنف نسيج ظاهرات الصورة على أنه نسيج ناعم smooth texture أو نسيج خشن rough texture ، مستوى even أو متقطع uneven ، بقعى speckled أو حبيبى granular ، خطى linear أو مشوش wooly ، وذلك بمجرد النظر إليه تبعاً لتغير درجات اللون أو خشونة السطح فى الصورة. فأشجار الغابات الكثيفة ذات التيجان المخروطية عادة ما تعكس نسيجاً خشناً عن نباتات الحقول الزراعية. كما تعكس المياه نسيجا ناعماً عن الغابات المجاورة ذات النسيج الخشن نسبياً (شكل ٦-٤٥). والمفسر الخبير لديه القدرة على تصنيف نسيج كل ظاهرة على حده بمجرد النظر إليه ، بينما يحتاج المبتدئين إلى تجهيز وإعداد مفاتيح للتفسير للرجوع إليها عند تفسير الظاهرات.



شكل ٦-٤٥: i

وعند توصيف نسيج ظاهرات السطح من الصور الجوية وحتى الفضائية فإنه ينبغى على المفسر أن ياخذ فى حسبانه ما يلى:

أن توصيف النسيج الطبوغرافى لظاهرات السطح يعد فى الواقع توصيف نسبى ، أى يتوقف على مستوى المقارنة بين ظاهرتين أو أكثر.

- كما أن توصيف النسيج يتوقف على مقياس رسم الصورة ، فبينما تبدو ظاهرة ما خشنة النسيج على صورة كبيرة المقياس ، قد تبدو نفس الظاهرة بنسيج ناعم على صورة أخرى ذات مقياس رسم صغير. وتعد هذه النقطة فى غاية الأهمية إذ تتطلب من مفسر الصور أن يكون على دراية كافية بظروف منطقة الدراسة وأن يكون لديه الحس الكافى بتأثير مقياس الرسم على درجة وضوح الظاهرات على الصورة.

٧: الموضع Site.

يمثل تعريف الموضع مشكلة رئيسية لغير المتخصصين فى علوم الأرض ، إذ يخلط الكثيرون بين كل من الموضع site والموقع location. ونعنى بالموضع ذلك الحيز الجغرافى الذى تشغله الظاهرة بكافة خصائصه الطبيعية كالانحدار والارتفاع والبشرية أيضاً. أما الموقع الجغرافى فيشير إلى موقع الظاهرة بالنسبة لما يجاورها من ظاهرات أخرى ، كأن نقول أن جامعة عين شمس يحدها من الشمال هيئة الأرصاد المصرية ومن الجنوب شارع امتداد رمسيس وميدان العباسية ومن الشرق شارع الخليفة المآمون ومن الغرب مترو مصر الجديدة.

إن تحديد ودراسة موضع الظاهرة من الأمور الهامة فى تفسير الصور الجوية بوجه عام. فخصائص الموضع تقودنا إلى استنتاج معلومات لا يمكن التوصل إليها مباشرة من الصورة ، غير أن مدى دقة هذه المعلومات إنما يتوقف على خبرة المفسر بدرجة كبيرة ودرجة إلمامه ومعرفته بخصائص منطقة الدراسة وطبيعة الظاهرة المدروسة. فمثلاً يمكن الاستدلال من وجود تجمعات نباتية فى منطقة صحراوية على ارتفاع منسوب الماء الجوفى وصلاحية التربة للزراعة. كما يمكن من خلال دراسة التراكيب الجيولوجية كالانكسارات والالتواءات والفواصل الغائرة وخطوط التصريف المائى التعرف على مناطق تجمع المياه وتحديد أنسب المواضع لحفر الأبار السطحية. ويتطلب الوصول لمثل هذه المعلومات إلمام المفسر بأساسيات بعض العلوم كالجيولوجيا والجيومورفولوجيا والهيدرولوجيا. ثم عليه بعد ذلك أن يدعم ما توصل إليه من معلومات بالدراسة الحقلية أو الميدانية field truth ولا سيما المعملية أيضاً إذا ما استدعت الضرورة.

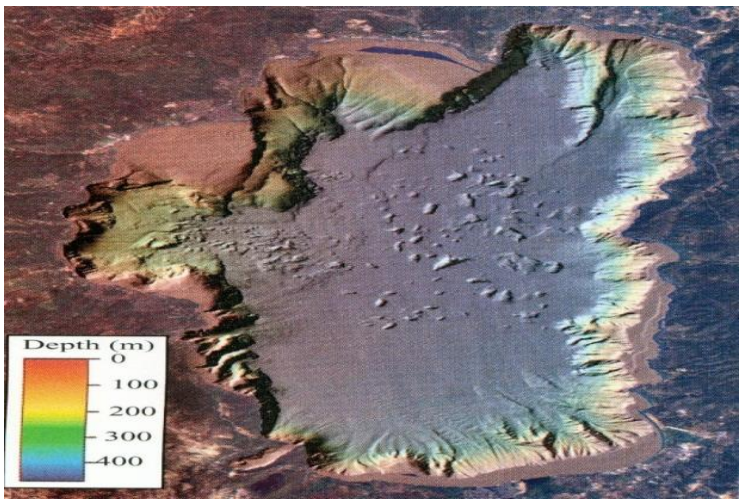
٨: التلازم Association.

يقصد بذلك ارتباط بعض الظاهرات بظاهرات أخرى مجاورة لها فى الحيز الجغرافى. بمعنى أنه عندما نجد ظاهرة ما فى الصورة فإنه لابد وأن نتوقع وجود ظاهرة أخرى ملازمة لها وعلى مقربة منها. فمثلاً ترتبط الأقاليم الصناعية بوجود شبكة ضخمة من السكك الحديدية لنقل المنتجات والمعدات الصناعية (٦-٤٦). كما تشغل المراكز التجارية الكبرى مبان ضخمة فى وسط المدينة ترتبط بتركز وسائل النقل والمواصلات ووجود مواقف (جراجات) كبرى لوقوف سيارات العملاء. وبالمثل ترتبط الحقول الزراعية بالتربات الخصبة جيدة الصرف وتكون واقعة على مقربة من مصادر مياه الرى مثل الترع والقنوات الرئيسية ، كما ترتبط أحواض استخراج الملح باللاجونات المالحة وسواحل البحار...إلخ. ويحتاج إدراك مثل هذه العلاقات إلى رؤية منطقية من مفسر الصورة ، فلا يعقل مثلاً أن يتم تصنيف المساحات الخضراء فى وسط المدينة على أنها حقول زراعية ، أو مواقف السيارات على أنها ورش لتصنيع وإصلاح السيارات.

٩,١٣: حساب الارتفاعات والأعماق Heights and depths.

يعد حساب وتقدير الارتفاعات من العناصر الهامة فى تفسير الصور الجوية. فعملية التفسير تتم أساسا من خلال الرؤية المجسمة لظاهرات السطح بواسطة أجهزة خاصة تعرف بالاستريوسكوب والتى سوف نعرض لها فيما بعد. وتقدير الارتفاع بين ظاهرات السطح يفيد فى قراءة وتفسير الصورة الجوية واستنتاج معلومات بشكل غير مباشر من الصورة مثل حساب ارتفاع المبانى السكنية وتقدير عدد الأدوار التى قد تحتويها وكذلك تقدير عدد السكان ودرجة التزاحم. كما تفيد دراسة الارتفاعات فى دراسة أشكال السطح وحساب الانحدار وتحديد المناطق المناسبة لإقامة منشأت بعينها وتحديد المسارات المناسبة لشق الترع والقنوات والطرق وغيرها. كما يفيد فى دراسة الأخطار الطبيعة فى تحديد الأراضى المعرضة للغمر بفعل مياه الفيضانات أو تلك المعرضة لحركة مواد المنحدرات. كما تستعمل صور السونار فى إنشاء خرائط الأعماق bathymetric maps للبحيرات والبحار والمحيطات والتى تفيد فى دراسة

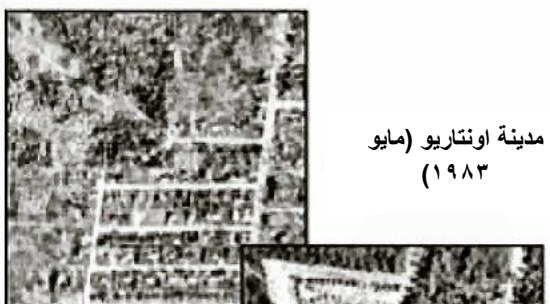
أشكال السطح الغارقة وقيعان البحار والمحيطات (شكل ٦-٤٧).



شكل ٦-٤٧: نموذج رقمى لأعماق بحيرة تاهوى مستخرج من صور الليدار.

١٠: الزمن Time.

تفيد دراسة الصور المتتابعة زمنياً فى متابعة التغيرات change detection التى تطرأ على مكان ما من سطح الأرض. وتفيد مثل هذه الصور فى متابعة النمو العمرانى وتوسع المدن على مراحل زمنية مختلفة (شكل ٦-٤٨) ، وكذلك تغيرات الغطاء النباتى ومتابعة الأخطار الطبيعية مثل تآكل الشواطئ والفيضانات وحركة المنحدرات وزحف الرمال وغيرها.



مدينة اونتاريو (مايو ١٩٨٣)

شكل ٦-٤٨: النمو العمرانى لمدينة اونتاريو خلال أعوام ١٩٨٢-١٩٨٤-١٩٩٦.

١٤: إعداد الصورة للتفسير.

بداية تحتاج عملية تجهيز الصورة وإعدادها للتفسير إلى جمع بيانات ومعلومات تتعلق بالأقليم أو المكان الذى سوف يتم دراسته من خلال الصور الجوية سواءا من الخرائط أو الميدان ، إلى جانب معرفة معلومات أخرى تتعلق بطبيعة وخصائص الظاهرات التى تتضمنها الصور. ويستدعى هذا وجود عدد من الأدوات المكتبية وغيرها من الأدوات الأخرى التى تساعد على قراءة الصور الجوية وتحليلها.

١,١٤: الأدوات المساعدة.

يمكن حصر أهم الأدوات المطلوبة لتفسير الصور الجوية على النحو التالى:

- شفافات بلاستيك transparent paper حيث تثبت على الصورة للرسم عليها وذلك لتجنب الرسم على الصورة مباشرة.
- أقلام حبر ملونة من النوع المقاوم للماء waterproof لاستخدامها فى الرسم. ويفضل عادة استعمال الأقلام ذات السنون الرفيعة ٠,٢ أو ٠,٣ مم.
- ممحاة.
- مسطرة بطول ٣٠ أو ٥٠ سم لاستخدامها فى القياس من الصور.
- لاصق لتثبيت الشفافات فوق الصور الجوية. ويفضل استعمال اللاصق من نوع magic tape بحيث لا يحجب الرؤية.
- لاصق أخر من نوع Cotch masking لتثبيت الصور حيث يسهل إزالته بعد الاستخدام دون إلحاق أى ضرر بالصورة الجوية.

- علبة ألوان رصاص لاستخدامها فى تلوين المساحات المختلفة التى يتم التعرف عليها من الصورة.
- منقلة مستديرة ٣٦٠ درجة ومثلث قائم الزاوية.
- سكينة حادة للقطع cuter blades لاستخدامها فى إعداد المجسمات الثنائية والثلاثية وكذلك عمل الموزايك.
- جهاز الرؤية المجسمة (استريوسكوب).
- منضدة رسم ويفضل الضوئية light table.
- وضع مفتاح للرموز والألوان المستخدمة فى تفسير الظاهرات ، ويفضل استعمال الرموز والاصطلاحات المتعارف عليها فى كل مجال.

٢,١٤: تجهيز الصورة.

يتطلب تفسير الصور الجوية بواسطة جهاز الاستريوسكوب تجهيز الصور بإعداد المجسمات الثنائية Stereopair أو الثلاثية Stereotriplt بالطريقة التى سبق وأشرنا إليها من قبل. غير أن كثيراً من مفسرى الصور الجوية لا يلجأون إلى تقطيع الصور من أجل إعداد هذه المجسمات ، كما أن إعدادها يحتاج إلى وقت وجهد إضافى. ومن ثم فهم يفضلون تفسير الصور مباشرة بعد تحديد المنطقة الفعالة effective area أو منطقة العمل فيها ، وهى المنطقة الوسطى من كل صورة التى لا يتكرر كل ما فيها من ظاهرات فى الصورتين المتجاورتين ، وبذلك يتجنب مفسر الصور تفسير الأجزاء المتكررة من الصورة. كما أن المنطقة الوسطى هى أكثر أجزاء الصورة ملائمة للتفسير نظرا لأنها قريبة من المركز مما يقلل من أثر الإزاحة التضاريسية وتشوهات مقياس الرسم ، ومن ثم يمكن الاعتماد عليها فى استخراج قياسات كمية لظاهرات السطح. ويتم تحديد المنطقة الفعالة من الصورة على النحو التالى:

- تحديد مركز الصورة موضع الاهتمام بدلالة علامات الإسناد (أنظر شكل ٦-١٤).
- نقل مركزى الصورة السابقة عليها والصورة التالية لها فى الترتيب داخل خط الطيران بدقة متناهية. ويفضل أن يتم ذلك أسفل جهاز الاستريوسكوب بعد تجهيزه للإستخدام ، بحيث يتم نقل كل مركز فى موقعه بالضبط وعلى نفس ارتفاعه.
- بعد إتمام نقل مراكز الصور يكون لدينا على الصورة ثلاثة مراكز هى: الأول من اليمين يشير إلى مركز الصورة السابقة لها فى الترتيب ، يليه فى الوسط مركز الصورة الوسطى نفسها ، ثم إلى اليسار مركز الصورة التالية لها فى الترتيب داخل خط الطيران.
- يتم توصيل المركز الأول والأخير على الصورة بخط مستقيم حتى وإن لم يمر بمركز الصورة الوسطى. ويتم ذلك عادة بقلم ألوان رصاص أو شمع بحيث يسهل إزالته بعد ذلك. وعادة لا تقع الثلاثة مراكز على خط واحد خاصة فى المناطق شديدة التضرس نتيجة للإزاحة التضاريسية. وجدير بالذكر أنه لو وصلنا بين كل مركز والمركز التالى له بخط مستقيم فإننا بذلك نكون قد حددنا خط الطيران.
- يتم تنصيف المسافة بين المركز الأول والمركز الأوسط ، وكذلك بين المركز الأوسط والمركز الأيسر.
- يتم إقامة عمودين عند نقاط التنصيف التى حددناها فى الخطوة السابقة. ، حيث تمثل المنطقة المحصورة بين العمودين المنطقة الفعالة من الصورة.

وهناك من المفسرين من يقوم كذلك بنقل مراكز الصور المتداخلة جانبياً مع الصورة موضع الاهتمام فى حالة توافر غطاء كامل من الصور الجوية. حيث يتم نقل مركز الصورة السابقة عليها فى خط الطيران وكذلك التالية لها فى خط الطيران ، بحيث يكونان أعلى وأسفل مركز الصورة نفسها. يتم التوصيل بينهما بخط مستقيم ، ثم تنصف المسافة بين المركز العلوى ومركز الصورة ، وكذلك بين المركز السفلى ومركز الصورة بنفس الطريقة السابقة ، حيث يتم إقامة عمودين عند نقاط التنصيف. ومن تقاطع الأعمدة الأربعة التى رسمناها نكون حددنا المنطقة الفعالة الوسطى فى الصورة (شكل ٦-٤٩).

أ. نقل المراكز المجاورة:

م١ مركز الصورة السابقة داخل خط الطيران.

م٢ مركز الصورة الوسطى موضع الاهتمام.

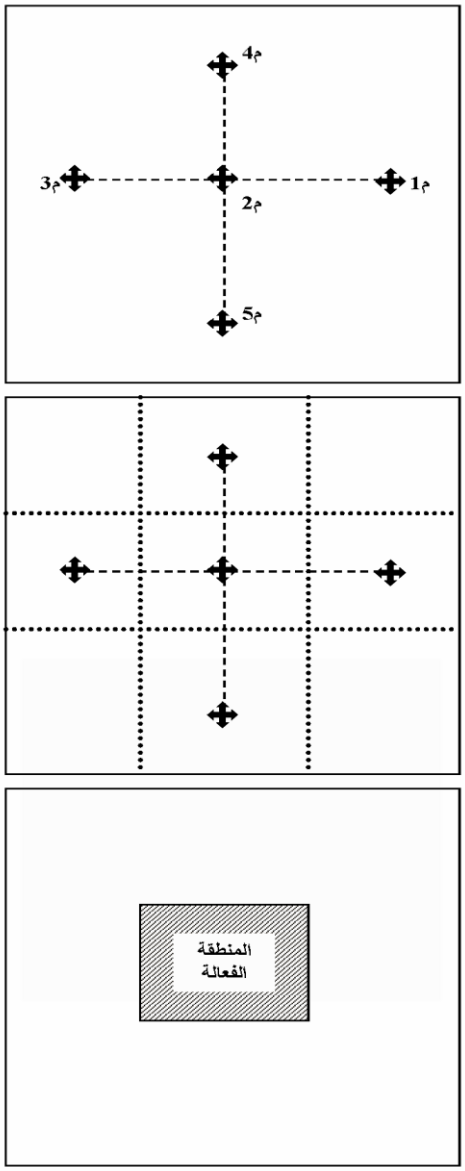
م٣ مركز الصورة التالية داخل خط الطيران.

م٤ مركز الصورة المجاورة داخل خط الطيران السابق.

م٥ مركز الصورة المجاورة داخل خط الطيران التالى.

ب. تنصيف المسافات بين المراكز المجاورة ومركز الصورة الوسطى وإقامة أعمدة عند نقاط التنصيف.

ج. تحديد المنطقة الفعالة أو المركزية.



شكل ٦-٤٩: طريقة تجهيز الصورة وتحديد المنطقة الفعالة.

(٢) المعالجة الآلية للصور الفضائية

تقوم المعالجة الآلية للصور الفضائية على إستخدام الكومبيوتر في تفسير هذه الصور عن طريق تطبيق سلسلة من الخوارزميات الرياضية عليها. أهم هذه المعالجات هو:

التحسين Enhancement

يقصد بالتحسين هو تحسين خصائص الصورة الطيفية والراديومترية والبصرية للصورة وتشتمل عمليات التحسين على طائفة كبيرة من الأدوات يبينها الشكل التالي.

التصنيف Classification

وهو من أهم انواع التحليل الرقمي للصور الرقمية حيث يقوم المستخدم بإشتقاق خرائط للغطاء الأرضي عن طريق عمليات التصنيف. وفي هذا النوع من العمليات يقوم المستخدم بتحديد الخصائص الإحصائية لعينات من الأنواع المختلفة للغطاء الأرضي. ثم يقوم بتعميم هذه الإحصائيات على كامل الصورة للحصول على صورة للغطاء الأرضي.

وبصورة عامة فإن التحليل الآلي للصور الفضائية هو موضوع لعلم مستقل هو الاستشعار من بعد، ويقوم مستخدم نظام المعلومات الجغرافي باستخدام منتجات الاستشعار من بعد مباشرة في نظامه.

شكل22 . أنواع التحسين الرقمي للصور.

مقدمة حول قواعد البيانات وإستخدامتها(Databases).

ما هى قواعد البيانات ؟

تعرف قواعد البيانات بأنها مجموعة من البيانات المهيكلة **structured** أى موضوعة وفقا لمنظومة معينة ،فالغرض الأساسى لأى قاعدة بيانات هو تنظيم معلومات كبيرة الحجم تيسيرا على المستخدم حال قيامه بعملية استعلام أو تعديل أو إضافة لهذه المعلومات.

ما هو نظام إدارة قواعد البيانات ؟ Data Base Management System (DBMS)

هو عبارة عن برنامج لإدارة قواعد البيانات وإنشائها والتعديل فيها ، أى هو أداة المستخدم فى فعل ما يشاء فى أى بيانات على حسب إمكانيات البرنامج ، فمثلا يُمكن هذا البرنامج المستخدم من إجراء الاستعلامات)ستعرفها ما معنى الاستعلام لاحقاً–)الخاصة بإرجاع البيانات وعرضها فى جداول ،أو التعديل عليها ....إلخ من العمليات.

ما هو الـ Relational DBMS؟

يستطيع الـ **DBMS**من التعامل مع البيانات فى صورة جداول)صفوف أو سجلات –أعمدة أو حقول) تشبه تلكم الجداول فى البرامج المحاسبية مثل **Excel**وهى صورة سهلة ومنطقية لتنظيم البيانات ، ومن هنا ظهرت قواعد البيانات العلائقية أو **RDBMS** التى هى مربط الفرس الآن فى التعامل مع البيانات فى معظم التطبيقات سواءاً أكانت تطبيقات سطح المكتب أو ويب أو حتى أجهزة كفية.

متى تختار بين قواعد البيانات والجداول الممتدة Spreadsheets؟

يأتى سؤال بديهى..بما أن قواعد البيانات تشبه فى عملها الجداول الممتدة **Spreadsheets**فلماذا إذا ظهرت ؟!! ....سؤال جيد ، والإجابة تكمن فى المرونة التى يوفرها لك أى نظام إدارة لقواعد البيانات من استرجاع سلس وسهل للبيانات ، إجراء العمليات على هذه البيانات مهما كانت مفرقة فى الجداول ،إجراء عمليات على الجداول دفعة واحدة دون تجزئتها)كل هذا سيظهر لك لاحقا لا تقلق من المصطلحات إن لم تكن تعرفها.)

لماذا نستخدم قواعد البيانات ؟

توفر لى قواعد البيانات الحلول للعديد من المشكلات التى تقابلنى فى الحياة مثال:

- **التوثيق للبيانات الكبيرة الحجم والمبعثرة** (كالإرشيف مثلا فى المؤسسات المختلفة) بدلا من الطرق التقليدية فى الحفظ كالورق والملفات.
- **السرعة** فى جلب المعلومة مهما كان حجم البيانات عندى ،أسرع بكثير حتى ولو كان النظام الورقى التقليدى عندى مرتب بأى شكل كان .
- **توفير الوقت والمجهود** المبذولان فى ترتيب وتنظيم البيانات بالطرق التقليدية والتى بدورها معرضة لأخطاء كثيرة وجسيمة.
- **الإعتمادية فى جلب المعلومة** ،فالبشر يخطئ نتيجة للضغوط اليومية فى العمل ،وبالتالى وقت الازمات تظهرلحاجة إلى معلومات وبأقصى سرعة ،بطبيعة الحال لن تجد اسرع من البيانات المميكنة فى صورة قواعد بيانات وفاءاً بطلبك فى زمن صارت فيه للثانية قيمة .

- **فوائد استخدام نظم إدارة قواعد البيانات العلائقية RDBMS؟**

تستطيع **RDBMS** Uمن تحقيق فوائد جمة عن Uطريق التحكم فى الآتى :

•**التكرارية Redundancy** :فهى تمنع أى تكرار سواءا مقصود او غير مقصود لبيانات موجودة مسبقا وبالتالى تتحكم فى توفير وعدم إهدار المساحة على القرص الصلب او أى وحدة تخزين اخرى.

• **تضارب البيانات Inconsistency** :من الفائدة السابقة نحقق ضمان عدم تضارب البيانات ودقتها فمثال ،لو أنك أدخلت اسم نفس الشخص الرباعى مرتين مثلا فهناك احتمال للخطأ فى أحدهما مع أنه نفس الشخص مما يوحى بوجود شخصين مختلفين ،فالتحكم فى تكرار البيانات وادخالها يلغى هذه المشكلة من الأساس.

•**تكامل البيانات Data Integrity**:فالنظام يحقق نوع من الانسجام بين البيانات يمكن من خلاله استخراج معلومة صحيحة (سيتم مناقشة قضية تكامل البيانات تلك لاحقا).

•**تدارك الخطأ** :فى حالات فشل اتمام أى عملية كتحويل الأموال مثلا أو الولوج إلى أنظمة سرية مثلا أو حتى العمليات المزدوجة كإجراء تعديل من قبل شخصين على نفس البيانات فى نفس الوقت هناك خط دفاعى لتدارك هذه المشكلات عن طريقRDBMS.

• **تأمين البيانات** :ليس كل شخص يتعامل مع البيانات مخول له القيام بعمليات كاملة على البيانات ،فهناك أشخاص لعرض البيانات فقط ،وآخرون لإجراء تعديل عليها ،وآخرون لديهم كافة الصلاحيات من حذف لهذه البيانات والتعديل.....إلخ من العمليات .

•**العمليات المنتظمة واستراجع الأخطاء** :فى بعض الحالات يكون هناك تسلسل لعمليات مختلفة على قواعد البيانات يستطيع **RDBMS** من هذا ،فضلا عن استرجاعه لهذه العمليات حال حدوث خطأ مفاجئ.

•**تنظيم التخزين** :يمكنك **RDBMS** من تنظيم للبيانات المخزنة على وحدات التخزين المختلفة بميكانيكية تسهل عمليات الاسترجاع والبحث عن طريق مايسمى بـ **Internal Schema**دون تدخل منك.

- **الفرق بين RDBMS لأنظمة سطح المكتب و الخوادم Servers**

تنقسم صناعة البرمجيات اليوم المتعلقة بقواعد البيانات تقريبا إلى قسمين رئيسيين:

- قواعد بيانات أنظمة سطح المكتب اوPCs .
- قواعد بيانات أنظمة الخوادمServers.

- **فيما يلى الفروق الجوهرية بين النوعين:**

قواعد بيانات أنظمة سطح المكتب اوPC

تتسم قواعد بيانات أنظمة سطح المكتب او PCsبقلة عدد المستخدمين او بالأحرى المنتفعين من قاعدة البيانات عن طريق أنظمة رخيصة نسبيا مثل الـ**-MS Access –Lotus-FoxPro)** **SQL Server Express**)وفى الغالب لا تتضمن هذه الانظمة العلميات المعقدة او الإمكانات الكبيرة نظراً لعدم الاحتياج إليها على أنظمة سطح المكتب فهى تلائم المؤسسات الصغيرة والمتوسطة الحجم بمنتهى الفاعلية ، لكنها تختلف عن أنظمة الخوادم فى الآتى:

•**أرخص كثيرا :** فبالقليل من المال تستطيع اقتناء رخصة لحزمة كاملة كالأوفيس متضمنة برنامج الأكسس وبالتالى أنت والمستخدم النهائى فى غنى عن المساءلة القانونية عن رخصة نظام قواعد البيانات الملحق ببرامجك وهذا الأمر هامجدا لمن عمل فى تصنيع برامج قواعد البيانات فى السوق.

•**سهولة الاستخدام :** فقط أنت تخطط لبرنامجك ثم ما عليك إلا أن تفتح برنامج ذو واجهة رسومية **GUI** سهلة كالأكسس مثلا وتبدأ فى التنفيذ ، دون الحاجة إلى إجراء استعلامات **SQL**أو أى طرق أخرى صعبة او معقدة.

- **قواعد بيانات أنظمة الخوادم Servers:**

على العكس من أنظمة قواعد البيانات الخاصة بسطح المكتب ، تتسم قواعد بيانات الـ Serversبالتعامل مع كم كبير ومعقد من البيانات دفعة واحدة ،ليس هذا فحسب بل ومن أكثر من مستخدم فى نفس الوقت دون أى خلل وهذا يرجع إلى طبيعة الخوادم وإماكانياتها الكبيرة مقارنة بالأجهزة المنزلية العادية وكمثال على قواعد بيانات الخوادم هناك العملاق **أوراكل** وكذا **MS SQL** ، وأنظمة شركة **Sybase IBM DB2**.

- **ويكمن الإختلاف الجوهرى بين هذه الانظمة وسابقتها فى الآتى:**

•**المرونة :** وحقيقة هى من أهم ميزاتها ،فقد تم تصميم هذه الأنظمة لتلائم وبمنتهى المرونة أنظمة التشغيل المختلفة **كالويندوز واللينكس واليونكس** ولتتلقى العديد من الاستعلامات فى ذات الوقت وتتعامل معها بمنتهى السهولة والسرعة أيضا.

•**الإعتمادية :** توفر قواعد بيانات أنظمة الخوادم Serversالقدرة على الاعتماد عليها بدرجة ٢٤ساعة طيلة ٧أيام متصلة طبقا لحاجة السوق إلى ذلك ..مثال هذا أنظمة البنوك والشركات العملاقة **كميكروسوفت** وكموقع كبير **كأمازون** مثلاً فهى عادة ما تلحق ببعض الميزات مثل الـ Mirroringوالـ Log Shipping .

•**سرعة الأداء :** لأنها تعمل على اجهزة الخوادم فهى تتسم بالسرعة العالية فى الاستجابة للأوامر والعمليات المختلفة ، فأجهزة الخادم دائما ما تلحق بحجم كبير من الذاكرة وسعات التخزين ، مما لاشك فيه يؤثر بالإيجاب على السرعة والدقة المطلوبة.

• **التمدد :** من الميزات المهمة جدا ميزة التمدد والاستعداد الدائم للطوارئ والزيادات فى أى وقت فى حجم البيانات وكثافتها ، نخيل مثلا لو أن بنك فى اليابان كان حجم تعاملاته اليومية ٢٠مليون عملية تم دمجه مع بنك آخر حجم تعاملاته ١٠مليون عملية ، إن لم تكن قواعد البيانات مهيأة تماما لمثل هذه الإجراءات الطارئه ...فالخسائر ستكون فادحة فى العملاء.

- **دورة حياة نظم قواعد البيانات DB Life Cycle**

كما فى عالم النبات والحيوان دورة حياة ، أيضا فى عالم البرمجيات دورة حياة للمشاريع ابتداءا من التصور وانتهاءا بمراحل كالتوزيع واصدار الترقيعات ....إلخ

كذا فى حالة نظم قواعد البيانات يبدأ التطوير بالفكرة ثم التنفيذ ،والذى بدوره ينقسم إلى عدة مراحل ، لايتم الانتقال إلى مرحلة إلا بعد تجاوز المرحلة السابقة لها **(Block by Block) .** قبل الشروع فى تصميم اى نظام ،لابد وأنك تعمل وفقا لنموذج قياسى معين ، Model والذى بدوره يحوى كل الخطوات اللازمة لبدأ تنفيذ فكرتك البرمجية وبالتالى فلن يواجه فريق التطوير

أى مشاكل تعترضه من تداخل فى الأفكار أو العشوائية فى التنفيذ وضمان جودة برمجية عالية.
- تنقسم دورة حياة نظم قواعد البيانات إلى عدة مراحل ،بدءاً من الـ global schemaوانتهاءا بالتنفيذ والصيانة maintenance :
•تحليل المتطلبات Requirement analysis:قبل الشروع فى التصميم لابد وان أعى المشكلة المراد حلها بقواعد البيانات جيدا ،يتطلب هذا عدة لقاءات مع المستخدمين أو الموظفين من خلالها يُعرف كيف يدار النظام ، ومن أين وإلى أين تتدفق البيانات بهذه الطريقة تضمن توافق تنفيذك لمشروعك مع متطلبات العميل)هذه المرحلة بحق هى عصب أى مشروع برمجى).
•التصميم المنطقى Logical design:ياتى بعد مرحلة جمع المتطلبات ،مرحلة تصميم كروكى لما ستكون عليه البيانات ،فابستخدام العلاقات والنماذج مثل ER diagrams نستطيع توضيح هذه العلاقات والترابطات بين البيانات.

•التصميم الحقيقى Physical design:متى تم الانتهاء من التصميم المنطقى ،تأتى هذه المرحلة الهامة وهى وضع الجداول وإختيار المفهرسات **Indexers** لإكمال البنية الهيكلية لقاعدة البيانات.
•مرحلة بناء قاعدة البيانات : هنا يبدأ المجهود السابق يثمر عن قاعدة البيانات الحقيقة التى ستستخدم فى مشروعك مستخدمين نظام إدارة قواعد البيانات العلائقية **RDBMS (فى الحقيقة سنستخدم مايعرف بـ DDLوهى إختصار لـData Definition Language ستعرف هذا لاحقا .**

•مرحلة التعديل على البيانات Data modification :باستخدام لغة التعديل على البيانات **Data Modification Language**او **DML**تستطيع إجراء الإستعلامات وإنشاء المفهرسات وتحديث قاعدة البيانات ووضع القيود مثل **التكامل المرجعى Referential . Integrity**

• مراقبة قاعدة البيانات Database Monitoring:وتعتبر هذه المرحلة هامة جدا بعد عمليات التنفيذ السابقة ،ضماناً لتلاقى التنفيذ مع المتطلبات المنشودة ،ففى حال وجود مشاكل أو ظهور خطأ ما فى التصميم عن طريق المراقبة تستطيع تلافى هذا الخطأ بالرجوع إلى الخطوات السابقة وإجراء التعديل اللازم .وهكذا دواليك تستمر دورة حياة قاعدة البيانات بالوصول إلى هذه المرحلة ثم العودة ثانية إلى المراحل السابقة إذا لزم الأمر.

- **وصف كيفية إعداد قواعد البيانات وكذلك نظم إدارة قواعد البيانات:**

(Ddatabase Management Systems DBMS) ومن المهم خلال قراءة لهذه المحاضرة الأخذ في الاعتبار أن غالبية المحاضرة تعالج قضية قواعد البيانات الخاصة بالبيانات الوصفية attribute data وليس البيانات الهندسية geometric data.

- يمكننا تعريف قواعد البيانات كمجموعة مركبة (مهيكلة) structured collection من البيانات التي يمكن الدخول عليها (accessible) بطريقة منتظمة uniform way مما

يجعلها عنصرا هاما في نظم المعلومات الجغرافية حيث يتم تنظيم البيانات باستخدام أنواع مختلفة من نظم إدارة قواعد البيانات DBMS .

- **هناك نوعين من نظم إدارة قواعد البيانات هما:**

١- **Hybrid systems** ويتم فيها تخزين البيانات الهندسية (الإحداثيات) في قاعدة بيانات منفصلة عن قاعدة البيانات الوصفية وهي النوع الأكثر شيوعا في تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية ويتم فيها ربط القاعدتين من خلال رقم منفرد (unique Id-number) يربط بين الأشكال الهندسية وبياناتها الوصفية وبعيدا عن هذا النوع من الربط الداخلي Internal linking فإنه من الممكن ربط هذا الرقم المنفرد مع قواعد بيانات خارجية من خلال الشبكات حيث قد يتم الربط في شبكة داخلية صغيرة Intranet أو شبكة المعلومات الدولية Internet.

٢- **Integrated systems** ويتم فيها تخزين البيانات الهندسية والوصفية في نفس قاعدة البيانات ويمكن الربط مع مصادر البيانات الخارجية من خلال وسيط نظم إدارة قواعد البيانات RDBMS interface.

<u>الاحتياج لقواعد البيانات في نظم المعلومات الجغرافية</u>

- عادة ما تحتوي قواعد بيانات نظم المعلومات الجغرافية على كميات ضخمة من البيانات (سواء إحداثيات أو وصفية) ومن المهم جدا هيكلة هذه البيانات (والتي إذا لم يتم هيكلتها بطريقة رشيدة فإن سرعة رد النظام على العمليات المختلفة ستكون طويلة جدا) حيث يتم ذلك من خلال نظم إدارة قواعد البيانات DBMS والتي تساعد أيضا في الرد على الاستفسارات queries من خلال اختيار انواع معينة من البيانات أو أجزاء معينة من قاعدة البيانات.

- من المهم قبل إنشاء قاعدة البيانات أن يكون لدينا conceptual model لكيفية تنظيم البيانات وكيفية هيكلتها وتسمى عملية إنشاء هذا النموذج بنمذجة قاعدة البيانات database modelling وتأخذ عملية نمذجة قاعدة البيانات في اعتبارها كل المشاركين وكذا تغطي النواحي الفنية والغير فنية ومنها:

١- التغير السريع للتكنولوجيا : حيث لابد أن تكون الطرق التقنية مستقرة (من ناحية المعدات HW والبرامج SW) مع مرور الزمن لكي لا يكون من الضروري أن يتغير هيكل قاعدة البيانات مع أي تغير سريع في الطرق التقنية الخاصة بالمعدات والأجهزة (الهيكل ثابت مع التكنولوجيا المتغيرة).

٢- قاعدة البيانات الجغرافية غالبا ما تكون طويلة العمر وبالتالي ينبغي التخطيط لها على هذا الأساس (أن تعيش فترة طويلة من الزمن).

٣- هيكل قاعدة البيانات database structure ينبغي أن أن يكون بسيطا قدر الإمكان ليسهل من خلاله تغييرات وإدخال واستخراج البيانات ومن هنا فليس من الضروري التفكير في حلول معقدة عند حل المشاكل البسيطة.

٤- يجب عزل المستخدمين users عن التغييرات التي تتم في نظام قاعدة البيانات وبالتالي فإن التغيرات التي تحدث في التكنولوجيا (ظهور برامج ومعدات جديدة) لا تؤثر في عمليتي التعامل مع البيانات (تعديل / إدخال / استخراج...) أو الاتصال بين قاعدة البيانات وواجهة المستخدم.

نموذج علاقات الكيانات ونظم إدارة قواعد البيانات Entity relationship (ER) model and DBMS

- تعتمد نمذجة قواعد البيانات على عدة مفاهيم وأكثر هذه المفاهيم استخداما هو نموذج علاقات الكيانات Entity relationship (ER) model وهو يعبر عن العلاقات بين الأشياء المطلوب عمل قاعدة بيانات لها أو بمعنى أخر يعبر عن هيكل قاعدة البيانات ،وهو يتكون من ثلاثة عناصر تمثل رموز للأجزاء المختلفة التي تكون قاعدة البيانات:

١- نوع الكيان Entity type ويتحدد من خلاله نوع الشيئ object الذي نتعامل معه.
٢- نو البيان الوصفي Attribute type وهو يصف أنواع الكيانات
٣- نوع العلاقة relationship type وهو يحدد العلاقة بين الكيانات وبياناتها الوصفية.

- بالرغم من أن عملية نمذجة علاقات الكيانات قد تبدو جزءا سهلا من عملية نمذجة قواعد البيانات database modelling إلا أنها مجال هام جدا في عملية إنشاء قاعدة البيانات ويوضح الشكل رقم ٨ مثالا صغيرا لنموذج علاقات الكيانات في قاعدة بيانات خاصة بإدارة شبكة الطرق حيث يظهر فيه عدد قليل من الكيانات التي يتم ربطها ببعضها من خلال بيانات وصفية معينة specific attributes ونلاحظ بالمثال أن كيان الطريق مرتبط ببيان وصفي رقم الطريق road number ومرتبط بكيان آخر هو رابط الطريق road link ويلاحظ أن درجة تعقيد النموذج تعتمد على مدى تعقيد قاعدة البيانات ، ومن خلال هذا النوع من نمذجة قواعد البيانات يمكن توضيح مدى القوة والضعف في طرق إنشاء قاعدة البيانات كما يمكن تحليلها من خلال الرسم.

- بعد الانتهاء من إعداد ال conceptual model يتم تنفيذ هيكل قاعدة البيانات داخل نظام إدارة قواعد البيانات (البرنامج نفسه SW) وأثناء عمل ذلك لابد من أخذ الآتي في الاعتبار:

١- مرونة عملية الإنشاء construction بدرجة كافية حتى يتم أخذ العمليات المختلفة في نظام إدارة قواعد البيانات في الاعتبار.
٢- هيكلة البيانات بما يسهل عملية استخراج (اشتقاق) البيانات.
٣- يجب أن تراعي في عملية إنشاء قاعدة البيانات تقليل مخاطر الأخطاء داخل النظام فلابد ألا تعطى السماحية للمستخدم أن يدخل نوع خطأ من البيانات في جزء خطأ من النظام كمثلا إدخال بيان نصي في مكان يقبل فقط البيانات الرقمية.
٤- يجب تسهيل الدخول على قاعدة البيانات والتعامل معها من خلال إمكانيات البحث الموجودة في نظام إدارة قواعد البيانات وهذا قد يشتمل على إنشاء واجهات interfaces للمستخدمين الذين ليس لديهم مهارات في إدارة قواعد البيانات مما يصعب عليهم إستخراج واشتقاق البيانات.

- من المهم جدا وجود تعريف لفظي موحد standardized semantic للتأكد من إمكانية التواصل بين المستخدمين وكذا التأكد من ان الجميع يتحدث عن نفس الشيء فمعنى الطريق لسلئق الحافلة أنه مكان يمكنه فيه قيادة الحافلة أما الطفل فقد يفكر في الطريق كمكان للعب كرة القدم بينما يفكر أشخاص آخرون في الطريق بشكل آخر ومن المهم جدا وجود مصطلح فني موحد (بإجماع الكل على تعريف محدد) لكل كيان في قاعدة البيانات التي نعمل عليها لتوفير إمكانية التواصل بين مستخدمي هذه القاعدة.

أنواع مختلفة من النماذج

- هناك أنواع مختلفة من هياكل قواعد البيانات database structures الشائع استخدامها وهي:

١- قواعد البيانات المتدرجة (هرميا)hierarchical databases
٢- قواعد البيانات الشبكية network databases
٣- قواعد البيانات المتصلة relational databases

أولا: قواعد البيانات المتدرجة hierarchical databases:

هيكل هذا النوع من قواعد البيانات يخلق شجرة بروابط بسيطة تمام تربط بين المستويات المختلفة ويسمح الهيكل بربط كيان واحد فقط من الأسفل بكيان واحد فقط من الأعلى ويوضح الشكل مثالا لهذا النوع من خلال قاعدة بيانات متدرجة لمكتبة بها مختلف الموضوعات والمؤلفين والكتب ومن الواضح أنه يمكننا فقط ربط كتاب واحد بمؤلف واحد ومؤلف واحد بموضوع واحد مما يجعل قاعدة البيانات غير كفء حيث يمكن أن يتم تأليف الكتاب من خلال أكثر من مؤلف كما يمكن أن يؤلف المؤلف عدة كتب في موضوعات مختلفة مما يجعل هذا النوع من قواعد البيانات غير شائع الاستخدام.

ثانيا: قواعد البيانات الشبكية network databases:

هيكل هذا النوع أكثر تعقيدا من سابقه حيث يمكن فيه ربط الكيانات المختلفة ببعضها بطريقة أكثر مرونة فالكتاب في قاعدة بيانات المكتبة يمكن ربطه بالعديد من المؤلفين ويمكن ربط المؤلفين بالعديد من الموضوعات وهكذا.

ثالثا: قواعد البيانات المتصلة relational databases:

هيكل هذا النوع أكثر مرونة من النوعين السابقين حيث يتم فيه تخزين الكيانات في جداول و يتم توصيف وربط (link/relate) الكيان (الجدول) بكيانات (جداول) أخرى في جداول أخرى ويوضح الشكل قاعدة بيانات المكتبة والتي يتم فيها تخزين كيان الموضوع subject كجدول به العديد من الموضوعات ثم يتم ربط هذه الموضوعات بجدول كيان المؤلف author والذي به قائمة من المؤلفين وهكذا

نموذج قاعدة البيانات المتصلة relational database model:

- هيكل قاعدة البيانات المتصلة هو أكثر الهياكل المستخدمة شيوعا في برامج نظم المعلومات الجغرافية .
- يتم تنظيم هياكل قواعد البيانات المتصلة في جداول التي يتم تنظيمها بدورها في أعمدة تحوي معلومات مختلفة وأساسيات قواعد البيانات المتصلة هي أنه إذا احتوى عمود في جدول على نفس بيانات عمود آخر في جدول آخر فإنه يمكن ربط هذين الجدولين معا والوصل بين المعلومات المخزنة بهما وهذا يسمى (حسب هياكل قواعد البيانات) العلاقة relation ويوضح الشكل ثلاثة جداول كل منها يحتوي على عمودين حيث يخزن الجدول الأول أسماء الأشخاص والمدن التي يعيشون فيها أما الثاني فيحتوي عمودا به أسماء المدن وآخر به أسماء الدول التي تقع هذه المدن داخلها وهذا التكرار للأعمدة التي تحتوي أسماء المدن يجعل من الممكن ربط الجداول المختلفة ببعضها أما الجدول الثالث فبه عمود يحتوي أسماء الدول وآخر به أسماء عواصم هذه الدول وهذا يجعل من الممكن ربط الجدول رقم ٢ بالجدول رقم ٣ لأن كل منهما به عمود يحتوي أسماء الدول المختلفة كما أنه يجعل ربط الجدولين ١ و ٣ ممكنا لارتباط كل منهما بالجدول رقم ٢ ، ويلاحظ أن استخدام المعلومات المتكررة في خلق علاقات بين الكيانات المختلفة في قواعد البيانات المتصلة هو نفس الشيء الحادث عند استخدام عمود Id-numbers في ربط البيانات الهندسية geometric data بالبيانات الوصفية attribute data.
- يتم التعامل مع قواعد البيانات المتصلة من خلال نظم إدارة قواعد البيانات المتصلة
- Relational Database Management Systems والتي يطلق عليها اختصارا RDBMS حيث يتم تنظيم البيانات في قاعدة البيانات في أعمدة وصفوف حيث لابد من تحديد عدد الأعمدة وكذا الصفوف ويمكن تسمية الأعمدة بأسماء fields, items, or tables مما قد يحدث ارتباك في المصطلحات أحيانا أما الصفوف فيمكن تسميتها objects, post, records, or tuples.
- من المهم جدا عند خلق قاعدة بيانات جديدة تحديد هيكل بيانات الأعمدة fields المختلفة فمثلا لابد من تحديد نوع البيان المخزن وأى نوع من المعلومات ينبغي أن نسمح للمستخدم بإدخاله في العمود فمثلا إذا تم تعريف البيان كبيان نصي فإنه ينبغي أن نسمح للمستخدم بإدخال ASCII-text وتستخدم البيانات كبيانات نصية فقط بينما عند تعريفه كبيان رقمي يمكن للمستخدم تخزين أرقام وكذا استخدام العمود في الحسابات المختلفة ويلاحظ أن التعريف المحدد والحازم لكل عمود يقلل من الأخطاء الممكن حدوثها بسبب فصل أنواع البيانات data types المختلفة ومنع خلطها ببعضها (هذا فرق هام جدا بين نظم إدارة قواعد البيانات وبرامج spreadsheet مثل MS Excel التي يمكن فيها خلط أنواع البيانات المختلفة في نفس العمود) ، ومن الضروري أيضا تحديد حجم العمود بتحديد عدد الأحرف (أو الأرقام) characters المسموح بتخزينها فيه فمثلا قد يسمح بتخزين ٥٠ حرفا في الأعمدة النصية text columns بينما في الأعمدة الرقمية فيمكن تخزين ٣٠ وحدة رقمية digit مع ١٠ وحدات عشرية decimal ، كما يلزم أيضا تحديد نوع التخزين للقيم المختلفة (في الأعمدة الرقمية) كمثلا أن يتم تخزينها على هيئة binary, integer, or real.

- يتم هيكلة البيانات في جداول يتم ربطها معا وهذا الربط يخلق علاقات بين البيانات الوصفية المختلفة وحتى إذا لم يتم ربط جدولين معا بطريقة مباشرة فمن الممكن أن يكون بينهما علاقة من خلال سلسلة من الجداول المرتبطة ببعضها مما يجعل من السهل دمج معلومات من الجدولين ولو نظرنا للارتباط بطريقة أعمق لوجدنا أن كل الأشياء وكذا الآدميين يرتبطون بطريقة أو بأخرى معا كما يوضح الشكل بأعلى.

- عند بناء الجداول في قواعد البيانات المتصلة يتم أخذ بعض المحددات في الاعتبار فمن المهم أن نخزن قيمة واحدة في كل خلية من خلايا الجدول حيث أنه ليس من الممكن مثلا تخزين عمر وعدد الناس في نفس الخلية كما لا يمكن مثلا تخزين العمر والإسم لنفس الشخص في نفس الخلية فكل خلية لابد أن تحوي قيمة منفردة unique تعبر عن صفة معينة للكيان entity المعبر عنه بالجدول.

- لابد أيضا من تلافي الاعتماد الوظيفي functional dependence ومعنى هذا أن نتلافى أن تكون قيم عمود معين بالجدول تعتمد على قيم عمود آخر سواء كان في نفس الجدول أو في جدول آخر (يتم تحويل القيم في العمود الأصلي من خلال خوارزم algorithm معين وتخزينها في عمود آخر يسمى calculated ield وهذا يرفع المساحة المستخدمة من الذاكرة وبالتالي فهو طريقة غير كفء حيث يمكن حساب هذه القيم بشكل مؤقت بدلا من تحميلها في الذاكرة وتخزينها فيها بشكل دائم).

- لابد أيضا من تلافي التكرار redundancy بقدر الإمكان عند إنشاء قاعدة البيانات وهذا التكرار يعني تخزين نفس المعلومات عدة مرات مما يجعل قاعدة البيانات أضخم وبالتالي أبطأ في استخراج البيانات منها وفي التعامل معها بشكل عام وعادة يتم تلافي هذا التكرار بتقسيم الجداول الضخمة لعدد من الجداول الصغيرة التي يتم ربطها من خلال الأعمدة المتكررة common columns (التي تحدثنا عنها في مثال الدول والعواصم) ويتضح هذا من خلال المثال الموجود بالشكل العلوي.

- استخدام الفهارس (مثلما يحدث في دليل التليفونات) سيزيد سرعة البحث في قاعدة البيانات حيث يمكن فهرسة البيانات (على سبيل المثال) أبجديا وهذه الفهرسة ستقلل وقت استخراج واشتقاق البيانات كما يمكن استخدام الفهارس نفسها في الربط بين الجداول المختلفة ومن هنا فإن الفهارس تجعل التعامل مع قاعدة البيانات كفؤا بشكل أكبر لأنها تمنع التكرار duplication وتزيد من سرعة البحث وتحفظ سلامة المرجعية referential integrity لإمكانية استخدامها في الربط بين الجداول.

- <u>العلاقات : Relational db</u>

وسميت بذلك لأنها تقوم علي وجود علاقات بين الجداول وبعضها البعض ، وفيما مضي كانت db عبارة عن مجموعة جداول فقط ولهذا كانت تحتوي علي تكرارات كثيرة ولهذا فإنه كان يجب الربط بين جدولين أو أكثر للحد من التكرارات والتي تسبب العديد من المشاكل منها:

١- تكرار إدخال البيانات.

٢- تأخذ مساحة كبيرة علي HD

والهدف الأساسي من Db هو تخزين البيانات والعامل الرئيسي في إي db هو الجداول" Tables" والتي تتكون من مجموعة من الحقول "Fields " ولابد من تحديد أنواع البيانات التي تدخل في الجداول "..... , integer , date and time "

- **أهمية العلاقات :**

١- عدم تكرار البيانات وبالتالي نوفر مساحة ونقلل نسبة الخطأ.

٢- سرعة البحث وسهولة الوصول للبيانات.

٣- حماية البيانات.

وتنقسم عمليات الربط والضم link and joins:

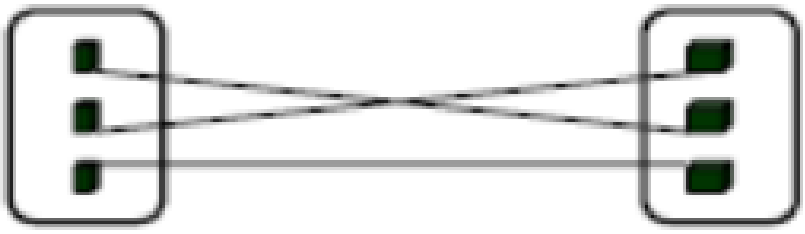
إيجاد العلاقات بين البيانات:

تعتبر الجداول الشكل المبدئ لقواعد البيانات العلائقية ،فى الواقع يتم تخزين البيانات وعلاقاتها معا فى قاعدة البيانات فى جداول.
تتكون الجداول من صفوف وأعمدة ، كل عمود يُعبر عن معلومة جزئية .
فى قواعد البيانات لابد وأن ترتبط الحقول أو أى جزئية من البيانات مع بعضها البعض بعلاقة ما .

- تتعدد طرق ربط البيانات ومن أهما ثلاثة طرق للعلاقات:
  ١- واحد لواحد one to one.
  ٢- واحد لمتعدد one to many.
  ٣- متعدد لمتعدد many to many.

أولا: واحد لواحد one to one:

يربط هذا النوع من العلاقات بين الجداول عن طريق قيمة منفردة تظهر مرة واحدة في كل جدول والمثال يوضح وجود عمود اسمه "order" في كل جدول ويلاحظ أن رقم الأمر order number قيمة منفردة تظهر في الجدول مرة واحدة كما يلاحظ أن العلاقة تربط صف واحد في أحد الجدولين بصف واحد في الجدول الآخر.



نموذج لعمل علاقة one to one

Code	Name	Add	Tel	Birthed
1	Ahmed			
2	Ali			
3	Hassan			
4				

Code	Brother	Sister	Child
1	1	3	2
2	3	2	-
3	2	2	1
4			

ثانيا: واحد لمتعدد one to many:

يحدث هذا النوع من العلاقات عندما يمكن ربط صف واحد في أحد الجداول بعدة صفوف في جدول آخر وهذه الطريقة هي طريقة نموذجية لتلافي التكرار redundancy في قاعدة البيانات ويوضح المثال جدولين الأول بع عمود بأسماء الدول وعمود بأرقامها أما الجدول الثاني فبه عمود بأرقام الدول وآخر بالمدن المختلفة الموجودة في هذه الدول وحيث أن الدولة بها عدة مدن فإن رقمها يمكن تطبيقه على عدة مدن داخلها (عدة صفوف من الجدول تلائم دولة واحدة) من خلال جدول أسماء المدن ، من هنا وبالنظر لقاعدة بيانات أكثر تعقيدا فإن الجدولين سيحتويا على معلومات أكثر يجب تخزينها بالطريقة الموضحة حيث سيحوي الجدول الأول معلومات (أعمدة) مثل عدد السكان والمساحة والعواصم الخاصة بالدول الموجودة به أما الجدول الآخر فإنه معلومات عن عدد السكان والمساحة ووصلات السكك الحديد الخاصة بالمدن الموجودة به.

مما سبق فإن تقسيم الجدول باستخدام علاقة واحد لمتعدد one to many أفضل من تخزين كل شيء في نفس الجدول لأننا نكون قد تلافينا التكرار redundancy.

نموذج لعمل علاقة one to many

Code	Name	Add	Tel	Birthed
1	Ahmed			
2	Ali			
3	Hassan			
4				

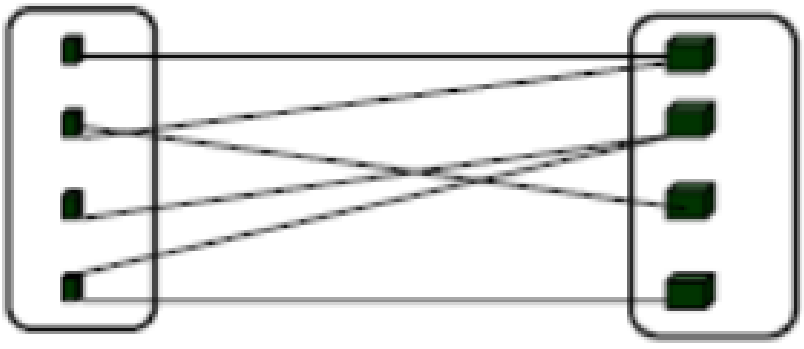
Code	Date	Gift	Price
1	1/1/2013		
2	8/4/2015		
3	5/6/2015		
4			

ملحوظة : هنا يجب أن نعطي لكل فرد رقم " التكويد PK" وذلك لأنه لا يمكن الربط بين الجداول باستخدام أي من هذه البيانات لأنها قد تتشابه والعلاقة بين هذين الجدولين " One to Many " وقد تكون معظم العلاقات في DB هي" One to Many " .

ثالثا: متعدد لمتعدد many to many:

هذا النوع من العلاقات لايوجد به أى قيم منفردة في أى من أعمدة الجداول ويوضح المثال جدولين بهما معلومات عن حالة الطقس تم اقتباسها من محطة أرصاد ويحوي كل جدول رقم المحطة وسنة الرصد وشهر الرصد ثم معدلات تساقط الأمطار في أحد الجدولين ودرجات الحرارة في الآخر وفي هين الجدولين لا يوجد مؤشرات منفردة unique identifier وللربط بين القيم المنفردة (على سبيل المثال لنفس الشهر) لابد من استخدام عدة أعمدة (رقم المحطة وسنة الرصد وشهر الرصد).

فى الغالب عند تنفيذ هذه العلاقة يكون هناك جدول ثالث للربط بين الجدولين لأن هذا النوع من العلاقات معقد نوعا ما.



خصائص العلاقة many to many

- لا تستخدم كثيراً
- وتظهر بمجرد النظر الي الجدول

- ولا يوجد لها اي متطلبات

- غالبا ما توجد لدينا مشكلة البيانات المفقودة missing data مما يسبب مشكلة عند التعامل مع البيانات الوصفية وعلاج ذلك هو ضم الجداول أو ربطها لمعرفة القيم المفقودة وعندما نريد ضم جدولين أو ربطهما فإن ذلك يمكن أن يتم من خلال إحدى طريقتين:

١- الضم الداخلي inner join.

٢- الضم الخارجي outer join.

أولا: الضم الداخلي inner join:

عند ضم جدولين معا باستخدام هذا الأسلوب فإنه يمكن فقط ربط link الصفوف التي يمكن ربطها من خلال علاقة واحد لواحد وبالتالي فهو يأخذ فقط الصفوف التي بها قيم في كلا الجدولين ويتم حذف كل الصفوف الباقية من قاعدة البيانات الناتجة وهذه الطريقة تستخدم لحذف البيانات التي ليس لها صلة بموضوع الدراسة عند دمج قواعد البيانات ويلاحظ في المثال أننا نفقد بيانات من الجدول الأول (١و ٢) وبيانات من الجدول الثاني (٦و ٧) لكن تصبح بعد ذلك قاعدة البيانات ذات هيكل مدروس.

ثانيا: الضم الخارجي outer join:

عند ضم جدولين معا باستخدام هذا الأسلوب فإنه يتم الاحتفاظ بكل الصفوف من أحد الجدولين ثم إضافة الصفوف المتوافقة معها corresponding rows من الجدول الآخروفي المثال تم أخذ كل الصفوف من الجدول الأول A ثم دمجها مع الصفوف المتوافقة من الجدول الآخر B وبالتالي فإن الصفوف الموجودة في الجدول الأول وليس لها صفوف متوافقة في الجدول الثاني سيظهر فيها بيانات مفقودة في الجزء الذي مصدره الجدول الثاني B (في هذه الحالة نفقد فقط القيم ٦و ٧ من الجدول الثاني) ويلاحظ أنه طبقا للغرض من قاعدة البيانات يمكننا أن نحدد نوع الضم الذي نستخدمه (داخلي/ خارجي) وإذا كان للجدولين نفس الصفوف (نفس المؤشرات بما يعني أن العمود .No به نفس القيم في الجدولين) فإن مشكلة البيانات المفقودة لن تحدث.

ولإمكانية الربط لابد من توافر مفتاح Primary Key

فهم المفاتيح Keys

عرفنا أن تمثيل العلاقات يتم بين البيانات فى الجداول وفقا لطبيعة العلاقة ، ولإيجاد هذه العلاقات لابد من وجود صفوف أو حقول مثلا للربط بين هذه الجداول ، وأمثل علاقة بين هذه الجداول هى المفاتيح ، **Keys**هذه المفاتيح ماهى إلا أعمدة متشابهة بين الجداول وذلك لتمييز الصفوف بعضها عن بعض . أى **RDBMS**يتعامل مع نوعين رئيسيين من المفاتيح

Primary Key (P.K) , Foreign Key (F. K)

١- **المفتاح الرئيسي P.K:**

هو عمود او أكثر ، يتصف بأنه غير حاوى لبيانات متكررة أى بيانات فريدة **Unique**مميزا به كل صف فى الجدول .تنبه إلى الآتى عندما تختار مفتاحا رئيسيا : **P.K**

- كل سجل فى الجدول لابد Uألا يحتوى على قيمة خالية **NULL** .

- كل قيمة مدخلة إلى العمود الحاوى للمفتاح لابد أن تكون قيمة فريدة كما أسلفنا.
- ضمان الحفاظ على القيمة الموضوعة فى الجدول من عدم التغيير مستقبلا أثناء اجراء العمليات على قاعدة البيانات.
- يوجد فى الجدول مفتاح رئيسى واحد فقط.

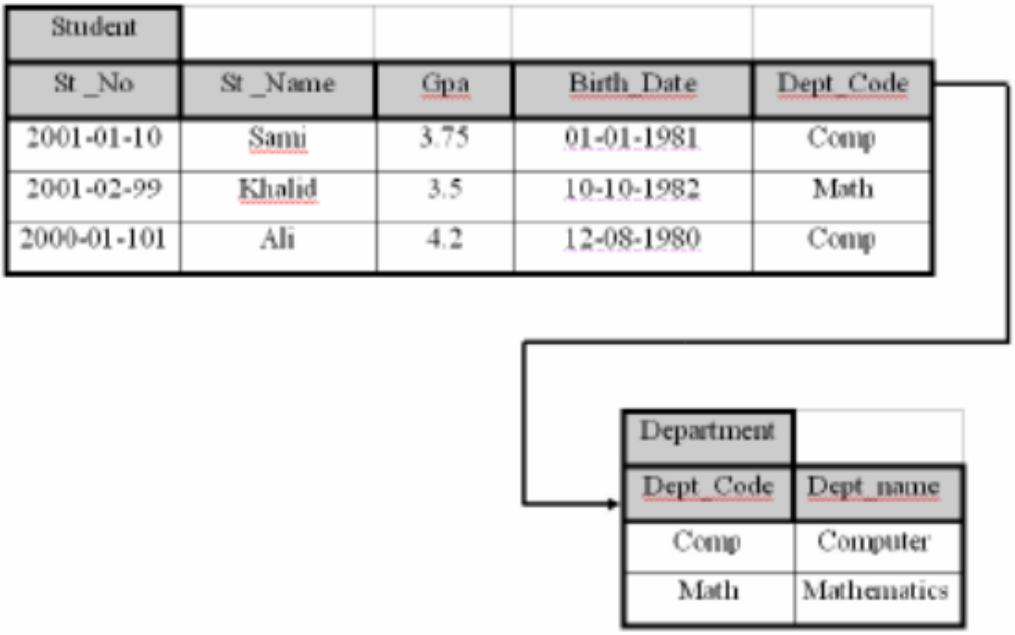
إلى جانب ضمان المفتاح الرئيسى **P.K** لفرادة البيانات الموجودة فى كل سجل ، فهو أيضا يسهل عملية البحث داخل الجدول وذلك لأنك بمجرد انشاءك للمفتاح الرئيسى يتولد اتوماتيكيا فهرس للجدول يسهل عليك عملية البحث وبالطبع هذا كله يعود إلى ال **RDBMS .**

ـ ليس هذا فحسب بل من الممكن أخذ أكثر من **Entity** وإعتبارها مفتاح رئيسى وذلك تحقيقا لمبدأ الفرادة **Uniqueness**

ويسمى هذا،كما أنه يمكن ترشيح اى مفتاح ليصبح مفتاحا رئيسيا)وفقا للصفات السابقة الذكر(ويسمى هذا **المفتاح المرشح Candidate Key** .

٢ـ **المفتاح الخارجى Foreign Key :**

المفتاج الخارجى **F.K** عبارة عن صفة مرجعية للمفاتيح الرئيسية ..أو قيمة غير مكررة (**Unique**)فى جدول آخر وهى هامة جدا فى تحقيق خاصية التكامل المرجعى والتنقل بين عناصر الجداول المترابطة ..انظر الشكل للتقريب ..ولاتنس ان الأمر مجرد تنشيط للذهن ومراجعة لما تعرفه سابقا.



Student

St _No	St _Name	Gpa	Birth_Date	Dept_Code
2001-01-10	Sami	3.75	01-01-1981	Comp
2001-02-99	Khalid	3.5	10-10-1982	Math
2000-01-101	Ali	4.2	12-08-1980	Comp

Department

Dept_Code	Dept_name
Comp	Computer
Math	Mathematics

لاحظ أن الـ **Dept Code** فى الجدول الأصغر مفتاح رئيسى ..وفى الجدول الأكبر مفتاح خارجى **F.K.**

- ومن شروط وجود P K

١ـ أنه لا يوجد فارغ.

٢ـ أن لا يوجد تكرار.

ونلاحظ أنه من الناحية النظرية يجب أن يكون في كل جدول P K ، حتي يتم عمل علاقة مع جداول آخري . ولكن أنه ليس شرط أن يوجد Pk إن لم يتطلب الجدول مع عدم تطلب ربطة بجداول آخري.

-فهم تمامية البيانات Data Integrity

وتعنى ضمان صحة قيم بيانات قاعدة البيانات وكذا ارتباطها معا .وهى تنقسم إلى قسمين **Entity Integrityو Integrity Referentia .**

أولا: Entity Integrity

ذكرنا فى الشرط الأول من شروط اختيار المفتاح الرئيسى ألا تكون القيمة خالية **Null** وهذا لضمان وجود قيمة على طول المفتاح الرئيسى فى كافة الصفوف ، هذا الضمان هو مايعرف بـ ، **Entity Integrity** حيث يقوم الـ **DBMS** بمنع إجراء استعلامات(**Insert-Update**) إلى المفتاح الرئيسى متضمنة قيمة مكررة أو غير فريدة.

•ثانياً: Referential Integrity

عندما يتم انشاء الجداول وإيجاد العلاقات بينها فى قاعدة البيانات ،يتم اختيار المفاتيح الخارجية **F.K**والتى عن طريقها يتم إدارة العلاقات بين الجداول تحقيقا لمبدء التكامل المرجعى ، **R.I**فهو يضمن أن كل قيمة فى المفتاح الخارجى **F.K** تقابلها قيمة فى جدول آخر للمفتاح الرئيسى . **P.K**

- فهم مبادئ الـ Normalization

الـ Normalization باختصار شديد هى منع تكرار البيانات أو الزج ببيانات ليس لها داع فى أثناء قيامك بالتصميم المنطقى لقاعدة البيانات ،وبهذه الطريقة توفر على نفسك عناء التحديث المستقبلى لقاعدة البيانات ، فضلا عن سرعة الاداء بعد التنفيذ الفعلى لقاعدة البيانات .بالطبع عملية كتلك تمر بعدة مراحل إلى ان تصل الى النموذج المعيارى **3NF Third Normal form**

- مساوئ الـ Normalization

بطبيق مبادئ الـ **Normalization**يصبح عندنا مجموعة كبيرة من الجداول وكذا العمليات الوصلية**Joins**) (لإسترجاع البيانات، وبما أن البيانات موزعة على الجداول فيما بينها ،فإن مثل هذه العلميات تكون معقدة وبالتالى ترهق عملية المعالجة وتستنزف وقتها ،فمن الممكن وقتها نتخلى عن بعض مبادئ **الـ Normalization** فى سبيل التخفيف عن المعالجة بعض الشئ ،تذكر أن الغرض من هذه العلميات ماهو إلا الوصول إلى التصميم الأمثل لقاعدة البيانات تجنبا لمشاكل الأداء والتحديث.

ا

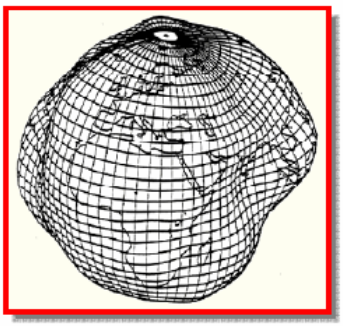
لقسم الثالث: الارجاع الجغرافي
" مساقط الخرائط "

يعتمد التحليل المكاني في بيئة نظم المعلومات الجغرافية علي الخصائص المكانية لمواقع الظاهرات قيد التحليل. تتمثل الخصائص المكانية لأي طبقة shapefile في تحديد نوع الإحداثيات المستخدمة في التوقيع المكاني ونوع المسقط المستخدم وكذلك نموذج الأرض (المرجع) المستخدم في رسم الطبقة. لذلك فمن المهم جدا لمتخصص نظم المعلومات الجغرافية أن يلم بأساسيات نظم الإحداثيات و مساقط الخرائط حتى يجري تحليلا مكانيا دقيقا. فعلي سبيل المثال فأن قيمة معامل صلة الجوار (الفصل الثالث) تعتمد علي قيمة مساحة منطقة الدراسة، فإذا كانت إحداثيات هذه الطبقة من النوع الجغرافي (خط الطول و دائرة العرض) فأن المساحة سيتم حسابها بالدرجات المربعة. علي الجانب الآخر إن كانت الطبقة لها إحداثيات مترية فأن مساحة منطقة الدراسة ستكون بالمتر المربع. ومن الواضح أن كلا قيمتي المساحة ستختلفان اختلافا كبيرا، وفي كل حالة سيتم حساب قيمة لمعامل صلة الجوار مختلفة بالتأكيد عن القيمة الأخرى.

٤-١ شكل الأرض

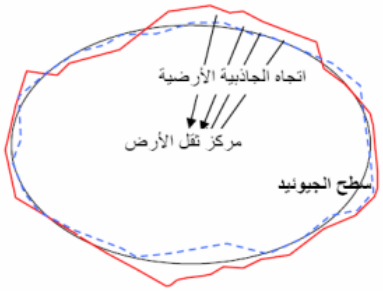
في بدايات المعرفة البشرية ظن الإنسان أن الأرض هي قرص صلب يطفو فوق سطح الماء ، إلي أن تطور التفكير العلمي للبشر قليلا وجاء العالم اليوناني فيثاغورث Pythagoras في القرن السادس قبل الميلاد وافترض أن الأرض كروية الشكل. وكانت أولي محاولات العلماء لتقدير حجم أو محيط هذه الكرة هي تجربة العالم الإغريقي أراتوستين التي سبق الإشارة إليها في الفصل الأول. وفي القرنين الخامس عشر و السادس عشر أيد كلا من الرحالة كولومبوس Columbus و ماجلان Magellan فكرة كروية الأرض من خلال رحلاتهما الشهيرة بالدوران حول الأرض. في عام ١٦٨٧ طور العالم الشهير نيوتن Newtown عدة مبادئ نظرية علمية وكان أهمها: أن الشكل المتوازن لكتلة مائعة متجانسة خاضعة لقوانين الجذب و تدور حول محورها ليس هو شكل الكرة كاملة الاستدارة لكنه شكل مفلطح قليلا باتجاه القطبين. وفي عام ١٧٣٥ قامت أكاديمية العلوم الفرنسية بتنظيم بعثتين لإجراء القياسات اللازمة للتأكد من هذه الفرضية وأثبتت النتائج فعلا أن الأرض مفلطحة وليست كروية الشكل تماما.

إننا نعيش علي سطح كوكب الأرض وعندما نريد أن نحدد أي موقع علي الأرض فنحن بحاجة إلي أن نقوم بتعريف هذا السطح – شكله و حجمه – لكي يمكننا من معرفة في أي مكان نحن نقع بالضبط. إن شكل السطح الطبيعي للأرض كما خلقه الله تعالي بما يضمه من قارات و محيطات و جبال و أودية و بحار ليس شكلا سهلا وليس منتظما لكي يمكن التعبير عنه بسهولة (شكل ٤-١).



شكل (٤-١) الأرض غير منتظمة الشكل

بحث العلماء عن شكل افتراضي آخر للأرض يكون أقل تعقيدا واهتدوا إلي فكرة أنه طالما أن مساحة الماء في المحيطات و البحار تشكل حوالي ٧٠% من مساحة الأرض فأن شكل الأرض يكاد يكون هو الشكل المتوسط لسطح الماء (إذا أهملنا حركة سطح الماء بسبب التيارات البحرية و المد و الجزر) Mean Sea Level والمعروف اختصارا بأحرف MSL، وإذا قمنا بمد هذا السطح تحت اليابسة لنحصل علي شكل متكامل فأن هذا الشكل سيكون أقرب ما يكون للشكل الحقيقي للأرض. وتم إطلاق اسم الجيويد أو الجيوئيد Geoid علي هذا الشكل الافتراضي [يجب ملاحظة أن هناك فرق في حدود متر واحد فقط بين كلا من MSL و الجيويد إلا أنه في معظم التطبيقات الهندسية تتغاضي عن هذا الفرق و نعتبر أن كلا الشكلين أو المصطلحين يشيرا لنفس الجسم]. ولكن طبقا لمبدأ نيوتن السابق فأن شكل هذا الجيويد لن يكون منتظما لان سطح الجيويد يتعامد مع اتجاه قوة الجاذبية الأرضية وأيضا يخضع لقوة الطرد المركزية الناتجة عن دوران الأرض حول محورها ، وكلا القوتين تختلفان من مكان لآخر علي سطح الأرض بسبب عدم توزيع الكثافة بشكل منتظم (يختلف سمك القشرة الأرضية من ٦ إلي ٦- كيلومتر) . وبذلك نخلص إلي أن الجيويد (شكل ٤-٢) هو الشكل الحقيقي للأرض إلا أنه شكل معقد أيضا و يصعب تمثيله بمعادلات رياضية تمكننا من رسم الخرائط و تحديد المواقع عليه.



شكل (٤-٢) الجيويد: الشكل الحقيقي للأرض

لتعقد الجيويد وصعوبة تمثيله بمعادلات رياضية أتجه العلماء إلي البحث عن أقرب الأشكال الهندسية المعروفة ووجدوا أن القطع الناقص أو الاليبس Ellipse هو الأقرب ، فإذا دار هذا الاليبس حول محوره فسينتج لنا مجسم القطع الناقص أو الاليبسويد أو الشكل البيضاوي Ellipsoid or Ellipsoid of Revolution ويعرف أيضا باسم الاسفرويد Spheroid (لكن اسم الاليبسويد هو الأكثر انتشارا وهو الذي سنستخدمه في هذا الكتاب). ربما يتبادر إلي الأذهان الآن سؤال: ما هو الفرق بين الاليبس و الدائرة أو بمعني آخر ما هو الفرق بين الاليبسويد و الكرة؟ بالنظر لشكل (٤-٣) نجد أن الاليبسويد مفلطح قليلا عند كلا القطبين بعكس

الكرة التي تكون كاملة الاستدارة تماما ، أيضا الكرة لها قطر و احد له نفس القيمة في جميع الاتجاهات بينما نجد الاليبسويد له محورين مختلفين. للتعبير عن الاليبسويد يلزمنا معرفة عنصرين (لاحظ أن الكرة يعبر عنها بعنصر واحد فقط هو نصف قطرها):

- نصف المحور الأكبر (المحور في مستوي خط الاستواء) ويرمز له بالرمز a

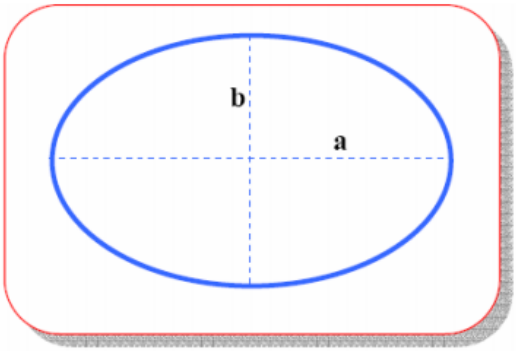
- نصف المحور الأصغر (المحور بين كلا القطبين) ويرمز له بالرمز b

ويقوم البعض بالتعبير عن الاليبسويد بطريقة أخري من خلال العنصرين:

- نصف المحور الأكبر (المحور في مستوي خط الاستواء) ويرمز له بالرمز a

- معامل التفلطح flattening ويرمز له بالرمز f ويتم حسابه من المعادلة:

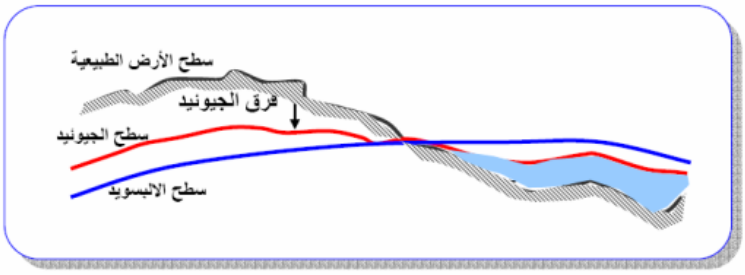
$$f = (a - b) / a \quad \text{or} \quad f = 1 - (b / a) \qquad (4\text{-}1)$$



شكل (٤-٣) الاليبسويد

ويتميز شكل الاليبسويد بعدة خصائص مثل (شكل ٤-٤):

أ- سهولة إجراء الحسابات علي سطحه (حيث أنه شكل هندسي معروف).
ب- لا يختلف سطح الاليبسويد الرياضي عن سطح الجيويد الفيزيقي كثيرا (أكبر فرق بين كلاهما لا يتعدي ١٠٠ متر فقط. لاحظ أن الفرق بين الجيويد و الكرة يصل إلي ٢١ كيلومتر تقريبا).



شكل (٤-٤) العلاقة بين الجيويد و الاليبسويد

المراجع الجيوديسية Datums

لكي يمكن تحديد المواقع علي سطح الأرض يلزمنا اختيار شكل رياضي يعبر عن شكل و حجم الأرض ذاتها وهو ما نطلق عليه اسم الشكل المرجعي Reference Surface. أحد هذه الأشكال المرجعية من الممكن أن يكون الكرة والتي كانت مستخدمة لفترة طويلة لتحديد المواقع التي لا تتطلب دقة كبيرة ولرسم الخرائط التي لا يزيد مقياسها عن ١ : مليون. أيضا للمساحات الصغيرة جدا (أقل من ٥٠ كيلومتر مربع) من الممكن اعتبار المستوي Plane شكلا مرجعيا وخاصة في تطبيقات المساحة المستوية Plane Surveying. أما لتحديد المواقع بدقة عالية أو لرسم الخرائط الدقيقة فأن الاليبسويد هو الشكل المرجعي المستخدم.

طوال القرنين الأخيرين تعددت محاولات علماء الجيوديسيا لتحديد أنسب اليبسويد يعبر عن شكل الأرض بأقرب صورة ممكنه. وكلما تجمعت قياسات جيوديسية جديدة لدي أحد العلماء أو الجهات الدولية تم حساب قيم جديدة لعناصر تعريف الاليبسويد (سواء a , b أو a , f) مما أدي لوجود العديد من نماذج الاليبسويد ، ويعرض الجدول التالي بعضا من هذه النماذج.

كانت كل دولة عند بدء إقامة الهيكل الجيوديسي أو المساحي لها بغرض البدء في إنتاج الخرائط غالبا ما تختار أحدث اليبسويد – في ذلك الوقت – لتتخذه السطح المرجعي لنظام خرائطها. فإذا ظهر بعد عدة سنوات اليبسويد آخر لم يكن ممكنا – لأسباب تقنية و مادية – أن تقوم هذه الدولة بتغيير السطح المرجعي لها و إعادة إنتاج و طباعة كل خرائطها من جديد. لكن ما هو المرجع؟ من المعروف أن أي اليبسويد يكون أقرب ما يمكن لتمثيل سطح الأرض علي المستوي العالمي، أي أن الفروق بينه وبين الجيويد تختلف من مكان لمكان علي سطح الأرض لكنها أقل ما يمكن علي المستوي العالمي. لكن كل دولة عندما تعتمد اليبسويد معين تريد أن يكون الفرق بينه و بين الجيويد أقل ما يمكن في حدودها ولا تهتم إن كانت هذه الفروق كبيرة في مناطق أخري من العالم. لذلك كانت كل دولة تلجأ لتعديل وضع الاليبسويد المرجعي قليلا Re-Position لكي يحقق هذا الهدف. وفي هذه الحالة – أي بعد إجراء هذا التعديل البسيط – فلم يعد هذا الاليبسويد كما كان في الأصل لكنه صار في وضع مختلف ، وهنا نطلق عليه اسم مرجع أو مرجع جيوديسي أو مرجع وطني أو بيان A geodetic Datum, a local datum, or simply a datum. أي أن المرجع الوطني لأي دولة ما هو إلا اليبسويد عالمي قد تم تعديل وضعه بصورة أو بآخري ليناسب هذه الدولة ويكون أقرب تمثيلا لشكل الجيويد (الشكل الحقيقي للأرض) عند هذه الدولة. كما يجب الإشارة إلي أنه كلما قلت الفروق بين المرجع الوطني لدولة ما و الجيويد كلما زادت دقة الخرائط المرسومة اعتمادا علي هذا المرجع.

ولتوضيح هذه النقطة الهامة أكثر سنأخذ مثال لجمهورية مصر العربية. عند بدء أعمال الجيوديسيا و إنشاء الخرائط في مصر في بداية القرن العشرين كان أحدث اليبسويد متاح في ذلك الوقت هو اليبسويد هلمرت ١٩٠٦. تم اتخاذ القرار باختيار هذا الاليبسويد ليكون سطحا مرجعيا لمصر. وبعد ذلك تم إجراء عدد من التعديلات علي وضع هذا الاليبسويد ليتكون ما يعرف باسم المرجع الوطني المصري ١٩٠٧ Old Egyptian Datum أو اختصارا OED1970. أحد هذه التعديلات كان الفرض بأن الارتفاع عن سطح الاليبسويد = الارتفاع عن متوسط سطح البحر عند النقطة الأساسية المسماة F1 أو نقطة الزهراء بجبل المقطم. هذا الفرض يعني أننا افترضنا أن سطح اليبسويد هلمرت ١٩٠٦ ينطبق مع سطح الجيويد عند هذه النقطة (هذا غير حقيقي لكنه فرض أساسي لتسهيل بدء الحسابات الجيوديسية لشبكات الثوابت الأرضية المساحية). وبمعني آخر أننا قمنا برفع سطح اليبسويد هلمرت ١٩٠٦ عدة أمتار

لينطبق مع سطح الجيويد عند هذه النقطة المحددة ، وبالتالي لم يعد هلمرت ١٩٠٦ هو ذلك الاليبسويد العالمي الذي تم تحديد شكله و حجمه ووضعه ليكون أقرب ما يمكن لتمثيل شكل الأرض علي المستوي العالمي ، إنما صار له وضع جديد يناسب المنطقة الجغرافية لجمهورية مصر العربية فقط. هنا لا نقول أنه اليبسويد أنما نطلق عليه اسم المرجع المصري.

بعض نماذج الاليبسويد المستخدمة عالميا

اسم الاليبسويد	نصف المحور الأكبر a بالمتر	نصف المحور الأصغر b بالمتر	الدولة التي تستخدمه
Helmert 1906	٦٣٧٨٢٠٠	٦٢٥٦٨١٨	مصر
Clarcke 1866	٦٣٧٨٢٧٤	٦٣٥٦٦٥١	أمريكا الشمالية
Bassel 1841	٦٣٧٧٣٩٧	٦٣٥٦٠٧٩	وسط أوروبا
Airy 1830	٦٣٧٧٥٦٣	٦٣٥٦٢٥٧	بريطانيا
WGS72	٦٣٧٨١٣٥	٦٣٥٦٧٥٠	عالمي
WGS84	٦٣٧٨١٣٧	٦٣٥٦٧٥٢	عالمي

كما يجب الإشارة في هذا السياق إلي وجود مراجع وطنية عديدة لدول مختلفة كلها تعتمد علي نفس الاليبسويد العالمي ، لكن كل مرجع منهم يعدل وضع هذا الاليبسويد بصورة مختلفة. كمثال فان المراجع الوطنية لكلا من السودان و تونس و المغرب و الجزائر و الإمارات و عمان تعتمد جميعها علي اليبسويد Clarke 1880 لكن كل مرجع له وضع مختلف (أنظر عناصر التحويل بين المراجع لاحقا).

المراجع التي تحدثنا عنها حتى الآن هي ما يمكن أن نطلق عليها اسم المراجع الأفقية Horizontal Datum وهي الخاصة بتحديد المواقع في المستوي الأفقي. أما عند التعامل مع الإحداثيات في المستوي الرأسي (أي الارتفاعات) فأننا نحتاج إلي نوع آخر من المراجع هي المراجع الرأسية Vertical Datum. ويعد الجيويد هو المرجع الرأسي المعتمد في العديد من دول العالم ، أي لتحديد هذا المرجع نحتاج لتحديد النقطة التي يكون عندها متوسط سطح البحر يساوي صفر. وكمثال في مصر فقد تم إنشاء محطة قياس المد و الجزر Tide Gauge في ميناء الإسكندرية وتم تسجيل قياساتها لمدة ٨ سنوات من عام ١٨٩٨ إلي عام ١٩٠٦ وأخذ متوسطها بحيث أن هذه القراءة (علي المسطرة المدرجة داخل المحطة) اعتبرت هي المنسوب المساوي للصفر أي هي النقطة التي تحدد موقع الجيويد. و انطلاقا من هذه النقطة المرجعية تم استخدام أسلوب الميزانية Leveling لإنشاء مجموعة من النقاط – تسمي الروبيرات أو Bench Marks: BM- المعلومة المنسوب و التي تغطي معظم أرجاء مصر. لذلك نقول أن المرجع الوطني الرأسي المصري Vertical Egyptian Datum هو قيمة متوسط سطح البحر MSL عند الإسكندرية في عام ١٩٠٦.

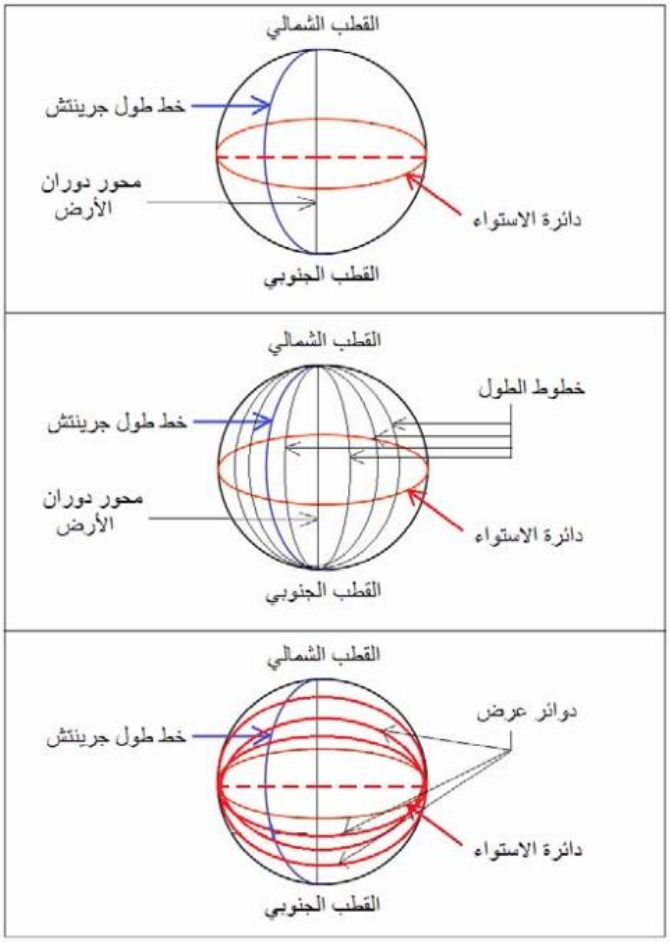
٢-٤ نظم الإحداثيات الجغرافية

الإحداثيات Coordinates هي القيم التي بواسطتها نعبر عن موقع معين علي سطح الأرض أو علي الخريطة. وتتعدد أنظمة الإحداثيات تبعا لاختلاف السطح المرجعي الذي يتم تمثيل المواقع عليه. فعند اختيار المستوي كسطح مرجعي (مثل الخريطة) فأن الإحداثيات تكون إحداثيات مستوية أو مسقطة أو ثنائية الأبعاد Two-Dimensional (or 2D) Coordinates. ويرجع اسم ثنائية الأبعاد إلي أن كل نقطة – علي الخريطة مثلا – يلزمها قيمتين لتحديد موقعها وليكن مثلا (س ، ص). بينما عند اعتماد الكرة أو الاليبسويد كسطح مرجعي فأننا نتعامل مع نوع الإحداثيات الفراغية أو الإحداثيات ثلاثية الأبعاد Three-Dimensional (or 3D) Coordinates حيث يجب إضافة ارتفاع النقطة عن سطح المرجع كبعد ثالث لتحديد موقعها الدقيق ، أي نحتاج لمعرفة القيم الثلاثة (س ، ص ، ع) لكل موقع. وفي حالة الكرة تسمي الإحداثيات باسم الإحداثيات الكروية Spherical Coordinates بينما في حالة الاليبسويد تسمي بالإحداثيات الجيوديسية Geodetic Coordinates أو الإحداثيات الجغرافية Geographic Coordinates أو الإحداثيات الاليبسويدية Ellipsoidal Coordinates. كما توجد إحداثيات أحادية البعد One-Dimensional (or 1D) Coordinates وهي غالبا التي تعبر فقط عن ارتفاع النقطة من سطح الشكل المرجعي المستخدم. وفي التطبيقات الجيوديسية و الجيوفيزيقية عالية الدقة توجد إحداثيات رباعية الأبعاد Four-Dimensional (or 4D) Coordinates حيث يتم تحديد موقع النقطة في زمن محدد بحيث تكون إحداثياتها هي (س ، ص ، ع ، ن) حيث البعد الرابع "ن" يعبر عن زمن قياس هذه الإحداثيات لهذا الموقع. وسنستعرض بعض أنظمة الإحداثيات بالتفصيل في الأجزاء التالية.

منذ قرون مضت أبتكر العلماء طريقة لتمثيل موقع أي نقطة علي سطح الأرض (باعتبار أن الأرض كرة) وذلك عن طريق:

- تم اتخاذ الخط الأساسي الأفقي هو تلك الدائرة العظمي (أي التي تمر بمركز الأرض) والتي تقع في منتصف المسافة بين القطبين وسميت **بدائرة الاستواء**.
- أتخذ الخط الأساسي الرأسي ليكون هو نصف الدائرة التي تصل بين القطبين الشمالي و الجنوبي وتمر ببلدة جرينتش بانجلترا.
- قسمت دائرة الاستواء إلي ٣٦٠ قسما متساويا و رسم علي سطح الأرض ٣٦٠ نصف دائرة (وهمية أو اصطلاحية) تصل بين القطبين وتمر بأحدي نقاط التقسيم علي دائرة الاستواء ، وكل نصف دائرة تسمي خط طول Longitude. ويتضح من ذلك أن الزاوية عند مركز الأرض بين نقطتي تقسيم متجاورتين تساوي ١ درجة (يرمز للدرجة بالرمز °١) لان ٣٦٠ درجة تقابل ٣٦٠ قسما. وتم ترقيم خط طول جرينتش بالرقم صفر وخط الطول المجاور له من جهة الشرق °١ شرق ، ثم °٢ شرق ، .... إلي °١٨٠ شرق وبنفس الطريقة للخطوط الواقعة غرب جرينتش من °١ غرب ، إلي °١٨٠ غرب. وتكون زاوية خط الطول هي الزاوية الواقعة في مستوي دائرة الاستواء والمحصورة بين ضلعين يمر أحدهما بخط طول جرينتش بينما يمر الآخر بخط طول النقطة ذاتها.
- تم تقسيم خط الطول الأساسي (جرينتش) إلي ١٨٠ قسما متساويا ورسم علي الأرض دوائر صغري وهمية (الدائرة الصغرى هي التي لا تمر بمركز الأرض) توازي دائرة الاستواء وتمر كل دائرة منها بأحدي نقاط تقسيم خط طول جرينتش. وبذلك تكون

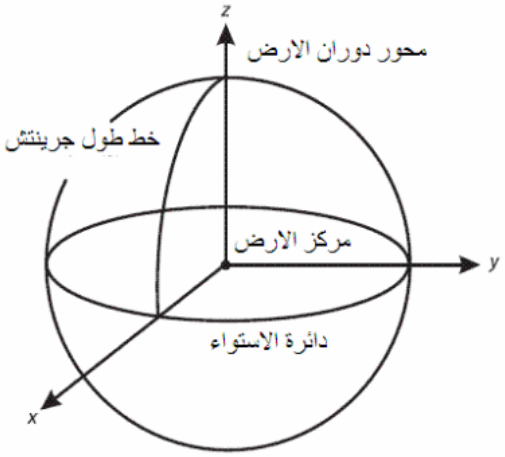
الزاوية عند مركز الأرض بين نقطتين متجاورتين من نقاط التقسيم تساوي ١° لان ١٨٠ درجة تقابل ١٨٠ قسما ، وأطلق علي هذه الدوائر اسم دوائر العرض ومنهم ٩٠ دائرة شمال دائرة الاستواء و ٩٠ دائرة جنوبه. وبنفس الأسلوب تم ترقيم دائرة الاستواء بالرقم صفر ودائرة العرض المجاور لها من جهة الشمال ١° شمال ، ثم ٢° شمال ، .... إلي ٩٠° شمال وبنفس الطريقة للدوائر الواقعة جنوب دائرة الاستواء من ١° جنوب ، إلي ٩٠° جنوب. زاوية العرض Latitude هي الزاوية الواقعة في مستوي دائرة من دوائر الطول و رأسها عند مركز الدائرة و ضلعها الأساسي يمر في مستوي الاستواء و الضلع الآخر يمر في دائرة من دوائر العرض.



شكل (٤-٥) تحديد المواقع علي الكرة

٤-٢-١ الإحداثيات الجغرافية أو الجيوديسية

نظام الإحداثيات الجيوديسية هو أحد نظم الإحداثيات الذي مركزه هو مركز الأرض ومحاوره مثبته مع الأرض أثناء دورانها ولذلك يطلق عليه نظام مركزي أرضي ثابت Earth-Centered Earth-Fixed أو اختصارا ECEF. مركز النظام يقع في مركز جاذبية الأرض، وينطبق محوره الرأسي z مع محور دوران الأرض ، يتجه محوره الأفقي الأول x ناحية خط طول جرينتش بينما محوره الأفقي الثاني y يكون عموديا علي محور x (شكل ٤-٦).



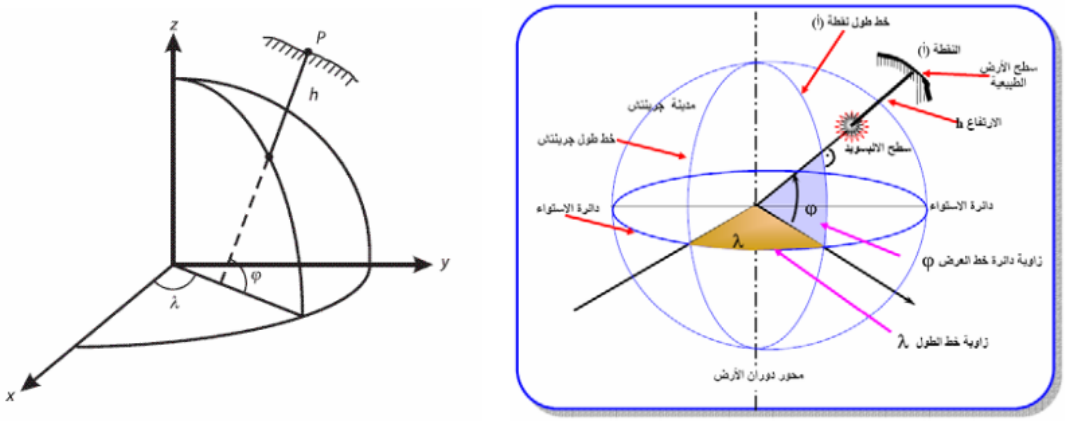
شكل (٤-٦) نظام الإحداثيات الجغرافية أو الجيوديسية

يتم تمثيل موقع أي نقطة في هذا النظام بثلاثة قيم أو ثلاثة إحداثيات ، أي أن هذا النظام ثلاثي الأبعاد 3D (شكل ٤-٧):

- خط الطول Longitude ويرمز له بالرمز اللاتيني λ (ينطق لامدا) ، وهو الزاوية المقاسة في مستوي دائرة الاستواء بين خط طول جرينتش (وهو خط الطول الذي أصطلح دوليا أن يكون رقم صفر) و خط طول النقطة المطلوبة.

- دائرة العرض Latitude ويرمز له بالرمز اللاتيني ϕ (ينطق فاي) ، وهي الزاوية في المستوي الرأسي والتي يصنعها الاتجاه العمودي المار بالنقطة المطلوبة مع مستوي دائرة الاستواء (يلاحظ في الشكل أن الاتجاه العمودي علي سطح الاليبسويد لا يمر بمركز الاليبسويد عكس حالة الكرة حيث يمر العمودي علي سطح الكرة بمركزها).

- الارتفاع عن سطح الاليبسويد ويرمز له بالرمز h ويسمي الارتفاع الجيوديسي أو الارتفاع الاليبسويدي Geodetic or Ellipsoidal Height

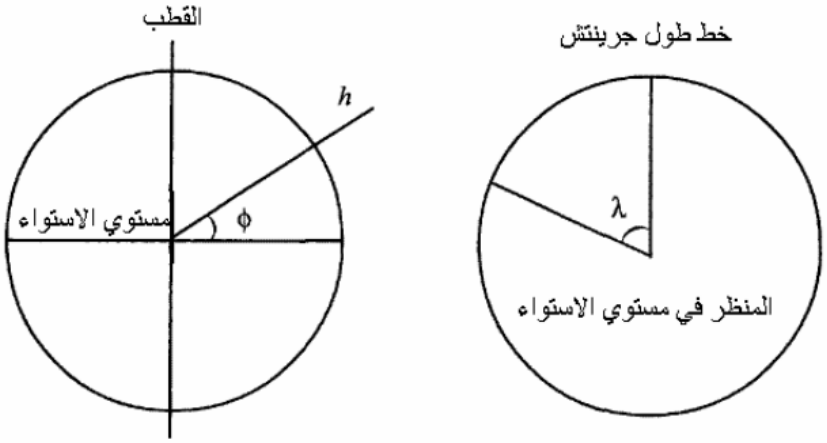


شكل (٤-٧) الإحداثيات الجغرافية أو الجيوديسية

وتوجد عدة نظم للوحدات المستخدمة في التعبير عن خطوط الطول و دوائر العرض أشهرها نظام الوحدات الستيني ، وفيه يتم تقسم الدائرة الكاملة إلي ٣٦٠ درجة (رمز الدرجة هو °) ثم تقسم الدرجة إلي ٦٠ جزء كلا منهم يسمي الدقيقة (رمز الدقيقة هو ') ثم لاحقا تقسم الدقيقة الواحدة إلي ٦٠ جزء يسمي الواحد منهم بالثانية (رمز الثانية هو "). كمثال: خط الطول 30° 45' 52.3" يعني أن موقع هذه النقطة عند ٣٠ درجة و ٤٥ دقيقة و ٥٢.٣ ثانية. تكون خطوط الطول أما شرق خط طول جرينتش (يرمز لها بإضافة حرف ق أو E) أو غرب جرينتش (يرمز لها بإضافة حرف غ أو W). أما بالنسبة لدوائر العرض فتكون أما شمال دائرة الاستواء (يرمز لها بإضافة حرف ش أو N) أو جنوب خط الاستواء (يرمز لها بإضافة حرف ج أو S).

٤-٢-٢ الإحداثيات الكروية

يشبه نظام الإحداثيات الكروية Spherical Coordinates نظام الإحداثيات الجيوديسية أو الجغرافية ألا في اختلاف واحد فقط ألا وهو أن السطح المرجعي هنا هو الكرة و ليس الاليبسويد (شكل ٤-٨). يلاحظ في الشكل (خاصة لقياس دائرة العرض ϕ) أن الاتجاه العمودي علي سطح الكرة يمر بمركزها عكس حالة الاليبسويد حيث لا يمر العمودي علي سطح الاليبسويد بمركزه.



شكل (٤-٨) الإحداثيات الكروية

٤-٢-٣ الإحداثيات الجيوديسية الكارتيزية أو الفراغية أو الديكارتية

هو نظام إحداثيات مشابه تماما في تعريفه لنظام الإحداثيات الجيوديسية ألا أنه يتميز أن إحداثياته الثلاثة تكون طولية (أي بالمتر أو الكيلومتر) و ليس منحنية (بالدرجات) مما يجعله أسهل في التعامل وخاصة في الحسابات ، وقد أبتكره العالم الفرنسي ديكارت في القرن السابع عشر. نقطة الأصل لنظام الإحداثيات الجيوديسية الكارتيزية Cartesian Geodetic Coordinates هي مركز الأرض ومحوره الأول X ينشأ من تقاطع مستوي خط الطول المار بجرينتش مع مستوي دائرة الاستواء ومحوره الثاني Y هو العمودي علي محور X بينما المحور الثالث (الرأسي) Z هو محور دوران الأرض و الذي يمر بمركز الأرض وكلا القطبين. ويعبر عن موقع كل نقطة بثلاثة إحداثيات: X, Y, Z (شكل ٤-٩).

٢ـمساقط الخرائط

ترسم الخريطة علي سطح مستوي ، أي أنها تمثل بعدين فقط هما الطول والعرضX.Y في الشكل الهندسي، ولكن في الواقع أن سطح الأرض كروي وليس مستوي ، وبالتالي له ثلاثة أبعاد هما الطول والعرض والارتفاع X.Y.Z. وبناء علي ذلك تصبح الخريطة هي صورة مصغرة لسطح مقوس ومرسومة علي سطح مستوي له بعدين فقط ، ومن ثم فهي بذلك ليست صحيحة ، أي أنها لا تمثل سطح الأرض تمثيلاً صحيحًا.

لذلك تواجه عملية إنشاء الخرائط هذه المشكلة ، وهي كيفية تحويل سطح الأرض الكروي إلي سطح مستوي ، وقد توصل العلماء لحل هذه المشكلة عن طريق ما يعرف بالمساقط. لذلك فقد ابتكر العلماء على مر العصور الكثير من المساقط ، حتى أصبح لدينا اليوم العديد من مساقط الخرائط. ومن الناحية العملية نلاحظ أن عدداً قليلاً هو المستخدم من هذه المساقط الكثيرة ، كما أنه ليس هناك أي مسقط منها يمكن أن يكون مرضيًا تمامًا ، أي ليس هناك مسقط يستطيع أن يتجنب تشويه العلاقات المكانية التي لا يمكن أن يظهرها بشكل صحيح إلا نموذج الكرة الأرضية.

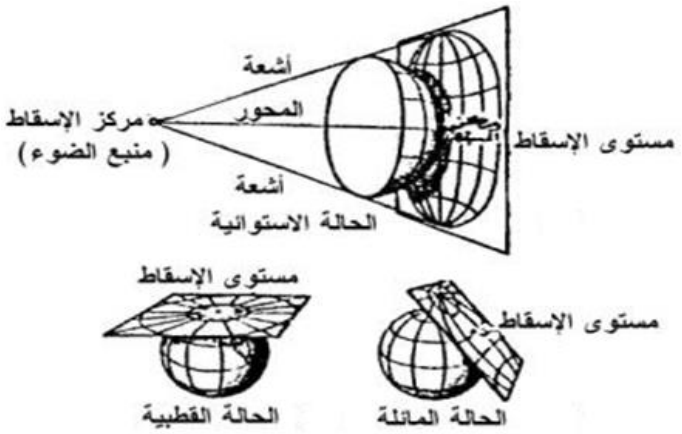
ومن هنا لا نجد خريطة مرسومة على سطح مستوي سطح الورقة تتحقق فيها جميع العناصر الخاصة بالمساحة والشكل والاتجاه والمسافة بصورتها الصحيحة.

أولاً: مفهوم مسقط الخريطة Map Projection

يقصد مسقط الخريطة الطريقة التي يتم بواسطتها تمثيل السطح الكروي للأرض علي سطح مستو ،والتمثيل الدقيق للكره الأرضية على الخريطة يجب أن يحافظ على أربعة خصائص رئيسة هي:

خاصية الشكل الصحيح.
خاصية الاتجاه الصحيح.
خاصية تساوي المساحات.
خاصية تساوي المسافات.

لذا يستحيل عند رسم الكره الأرضية على الخريطة الحفاظ على جميع هذه الخصائص صحيحة ، ولهذا السبب تعددت المساقط ، ويهدف كل مسقط أن يحافظ على واحدة من هذه الخصائص عند رسم الخرائط مع أقل تشويه ممكن للخصائص الثلاثة الأخرى.

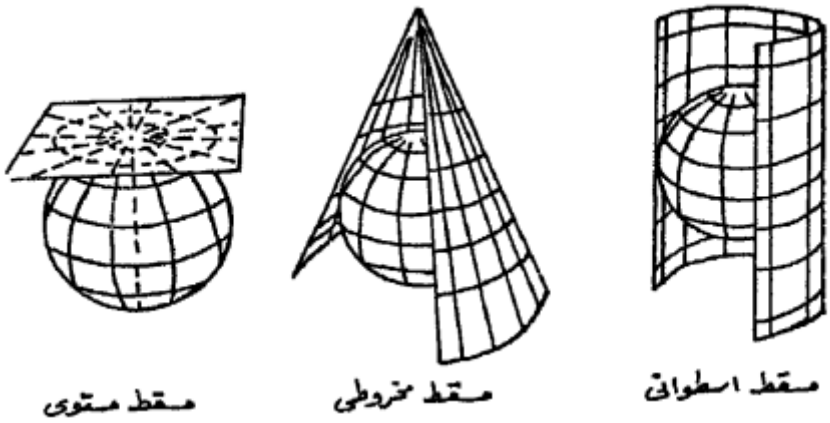


المساقط المستوية حسب موضع الإسقاط

ثانيًا:تصنيف المساقط: تتعدد أسس تقسيم المساقط، ومن أهم هذه التصنيفات ما يلي:

أولاً: المساقط الاسطوانية: Cylindrical projections

حيث تأخذ لوحه الإسقاط الشكل الاسطواني الذي يحيط بالكرة الأرضية ويمسها في خط واحد أو أكثر ، وهو إسقاط الكرة على اسطوانة، ولذلك فإن تنفيذه يتم بوساطة معادلات رياضية، ويمكن مشاهدة هذا الإسقاط عندما نتصور ورقة أسطوانية الشكل، ملفوفة حول كرة مضاءة،حيث تنعكس خطوط الكرة على الأسطوانة بشكل مستقيم بدون انحناء ، وفي الحقيقة أن خطوط الطول علي نموذج الكرة الأرضية ليست متوازية ، بل تلتقي عند نقطة القطب الشمالي ونقطة القطب الجنوبي.



تقسيم المساقط حسب لوحة الإسقاط

ومن أهم المساقط الاسطوانية ما يلي:

٢- مسقط مركيتور: Mercator Projection

يعد مسقط مركيتور أشهر المساقط الأسطوانية، وهو مسقط توافقي يفيد الملاحين كثيراً، لكون خطوطه تصل بين النقاط على الخريطة بخطوط مستقيمة، فيتّبِعها الملاحون دون تغيير اتجاه البوصلة.

وتحتوي الخريطة الناتجة عن ذلك على خط أو خطين لا يظهر عليهما أي تشوه عند منطقة تلامس الكرة مع الأسطوانة. حيث تبدو جميع الخطوط على خرائط الإسقاط الأسطواني متوازية فلا تتلاقى خطوط الطول عند القطبين فتظهر جزيرة جرينلند على سبيل المثال أكبر حجماً وأعرض من أمريكا الجنوبية، ولكنها في الحقيقة أضيق بكثير، أي أن حقيقة الأمر غير ذلك، حيث لا تمثل جزيرة جرينلند غير ١٢% فقط من مساحة أمريكا الجنوبية ؛ وهذا يوضح مدي التشويه الكبير جداً الذي يحدث للخريطة بالقرب من القطبين.

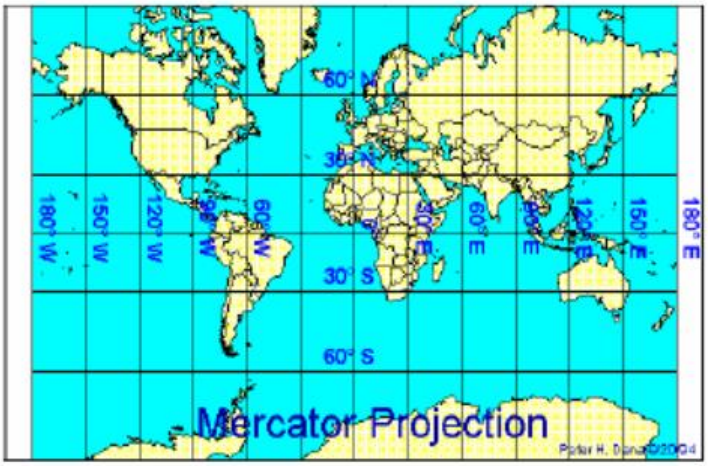
ومن أهم خصائص مسقط مركيتور ما يلي:

- تقاطع خطوط الطول مع دوائر العرض بزوايا قائمة ، مما يحقق الاتجاه الصحيح ، وهذه الميزة أعطت للمسقط أهمية كبيرة في الملاحة البحرية ورسم اتجاهات الرياح والأعاصير في الخرائط المناخية.
- يحقق أهم المزايا المطلوبة، من اتجاه، ومساحة، وشكل، ومسافة في منطقة خط الاستواء حيث تلامس الأسطوانة سطح نموذج الكرة الأرضية ، ويزداد التشويه كلما بعدنا عنها ، كما أن المسافة بين كل دائرة عرض وأخري تزداد كلما اتجهنا نحو القطبين.

- أن خطوط الطول متساوية في مسقط مركيتور علي جميع دوائر العرض ، بينما هي تختلف في الواقع ، حيث تقل المسافات بين خطوط الطول كلما ابتعدنا عن دائرة الاستواء واقتربنا من القطبين الشمالي والجنوبي.
- أن المسافة في جميع الجهات واحدة ، وبالتالي فإنه لا يحقق المسافة الصحيحة ، لذلك لو تم قياس أي بعد بين مدينتين في العروض المتوسطة أو العروض العليا علي خريطة العالم المرسومة حسب هذا المسقط لوجدناه مختلفًا لما هو في الواقع.
- تبدو الأشكال سليمة إلي حد ما بهذا المسقط ، خاصة حول دائرة الاستواء.
- يفضل أن يستخدم مسقط مركيتور على مستوى خريطة العالم للاستفادة منه في خطوط الملاحة البحرية والجوية وخرائط المواصلات الأخرى لأنه يحقق الاتجاهات الصحيحة.

- ومن أبرز عيوب هذا المسقط المبالغة في مساحات المناطق التى تبتعد عن خط الاستواء بسبب تزايد المسافات بين دوائر العرض. وكان من نتيجة ذلك أن ظهرت جزيرة جرينلند أكبر مساحة من أمريكا الجنوبية في خرائط هذا المسقط على الرغم أن ذلك غير صحيح.

مسقط أسطواني يحقق شرط أن خطوط الطول و دوائر العرض تتقاطع في زوايا قائمة تماما. يكون المقياس scale صحيحا عند دائرة الاستواء أو عند دائرتي عرض قياسيتين Standard Parallels علي مسافات متساوية من الاستواء. غالبا يستخدم هذا المسقط في الخرائط البحرية (شكل ٤-١٤).



شكل (٤-١٦) مسقط ميريكاتور

مسقط ميريكاتور المستعرض Transverse Mercator Projection:

ينتج هذا المسقط من إسقاط الأرض علي اسطوانة تمسها عند خط طول مركزي Central Meridian. وغالبا يستخدم هذا المسقط للمناطق التي تمتد في اتجاه شمال-جنوب أكبر من امتدادها في اتجاه شرق-غرب. يزداد التشوه (في المقياس و المسافة و المساحة) كلما ابتعدنا عن خط الطول المركزي ، ولذلك نلجأ إلي فكرة الشرائح عند استخدام هذا المسقط حيث يكون عرض الشريحة الواحدة – في اتجاه الشرق – ثلاثة أو أربعة درجات من خطوط الطول بحيث

لا يكون مقدار التشوه كبيرا عند أطراف الشريحة التي يقع خط طولها المركزي في منتصفها.
مسقط ميريكاتور المستعرض مستخدم في خرائط الكثير من دول العالم مثل مصر و بريطانيا.

مسقط ميريكاتور المستعرض العالمي Universal Transverse Mercator Projection:

يعد أشهر أنواع مساقط الخرائط علي المستوي العالمي و يرمز له اختصارا بأحرف UTM.
كما زادت أهميته في السنوات الأخيرة بسبب أنه أحد المساقط المستخدمة في أجهزة تقنية النظام العالمي لتحديد المواقع GPS.

- يعتمد مسقط UTM علي إيجاد طريقة لرسم خرائط العالم كله وذلك عن طريق تقسيم الأرض إلي ٦٠ شريحة zones كلا منها يغطي **٦ درجات** من خطوط الطول بحيث يكون لكل شريحة مسقط UTM له خط طول مركزي Central Meridian يقع في مركز هذه الشريحة.

- تمتد شرائح مسقط UTM من دائرة العرض ٨٠ جنوبا إلي دائرة العرض ٨٤ شمالا.

- ترقم الشرائح من رقم ١ إلي رقم ٦٠ بدءا من خط الطول ١٨٠° غرب ، بحيث تمتد الشريحة الأولي من ١٨٠° غرب إلي ١٧٤° غرب ويكون خط طولها المركزي central meridian عند ١٧٧° غرب.

- تقسم كل شريحة طولية إلي مربعات كل **٨ درجات** من دوائر العرض.

- يكون هناك حرف خاص – كاسم - لكل مربع من هذه المربعات ، وتبدأ الحروف من حرف **C** جنوبا إلي حرف X شمالا مع **استبعاد** حرفي I و O (لقرب الشبه بينهما وبين الأرقام الانجليزية!).

C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	2	3	4	5	6	-	7	8	9	10	11	-	12	13	14	15	16

- يكون معامل المقياس scale factor مساويا ٠.٩٩٩٦ عند خط الطول المركزي ، بحيث مع ازدياد التشوه كلما بعدنا عن خط الطول المركزي فأن أقصي قيمة لمعامل القياس عند أطراف الشريحة ستكون ١.٠٠٠٩٧ عند خط الاستواء أو ١.٠٠٠٢٩ عند دائرة عرض ٤٥° ش.

بمقارنة نظام UTM مع نظام الخرائط المليونية نجد أن:

- الشرائح الطولية واحدة في كلا النظامين سواء من حيث عرض الشريحة (٦ درجات من خطوط الطول) أو من حيث عدد الشرائح (٦٠ في كلاهما) أو من أسلوب ترقيم الشرائح.
- يختلف النظامين في الشرائح العرضية في نقطتين:

- عرض الشريحة: في نظام UTM يبلغ عرض الشريحة ٨ درجات من دوائر العرض بينما عرض الشريحة المليونية ٤ درجات فقط. أي أن كل شريحة UTM تحتوي شريحتين من الشرائح المليونية.
- ترقيم الشرائح: يبدأ الترقيم في الشرائح المليونية من عند دائرة الاستواء بالحرف A بينما بداية الترقيم في شرائح UTM من عند دائرة عرض ٨٠ جنوبا بالحرف C.
- في الشرائح المليونية يتم استخدام كافة الأحرف الانجليزية بالترتيب، بينما في شرائح UTM يتم استبعاد حرف O وحرف I.

لتحديد رقم شريحة UTM لأي موقع جغرافي:

$$\text{ترتيب الحرف} = \left(\frac{\text{دائرة العرض} + ٨٠}{٨} \right) + ١ \qquad (٤-٨)$$

المعادلة السابقة لحالة أن الموقع الجغرافي يقع شمال دائرة الاستواء، أما إن كان الموقع يقع جنوب خط الاستواء فيتم استخدام معادلة أخري هي:

ترتيب الحرف = (دائرة العرض - ٨٠) ÷ ٨

ولحساب رقم الشريحة:

$$\text{رقم الشريحة} = \left(\frac{\text{خط الطول}}{٦} \right) + ٣١ \qquad (٤-٩)$$

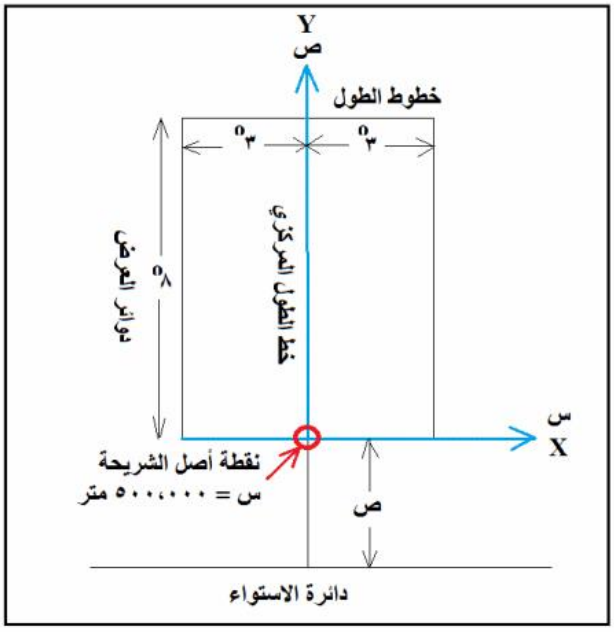
المعادلة السابقة لحالة أن الموقع الجغرافي يقع شرق جرينتش، أما إن كان الموقع يقع غرب جرينتش فيتم استخدام معادلة أخري هي:

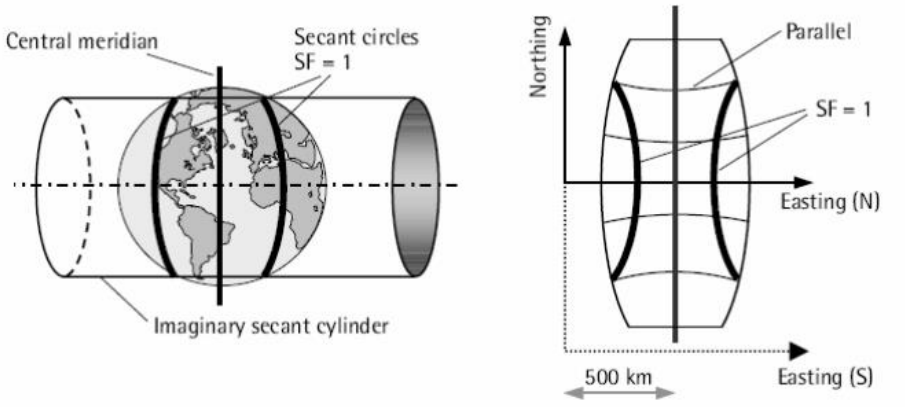
رقم الشريحة = (خط الطول ÷ ٦) - ٣٠

علي أن يتم في كلتا المعادلتين ٤-٨ و ٤-٩ أخذ الرقم الصحيح للناتج فقط ودون تقريب (بخلاف طريقة حساب الخرائط المليونية).

يتكون نظام الإحداثيات المسقطة في UTM من:

- نقطة الأصل (صفر ، صفر) للشريحة تقع في تقاطع خط الطول المركزي للشريحة مع دائرة الاستواء.
- الاحداثي السيني X في اتجاه الشرق.
- الاحداثي الصادي Y في اتجاه الشمال.
- تعطي قيمة إحداثيات شرقية زائفة False Easting لنقطة الأصل بقيمة ٥٠٠،٠٠٠ متر (لذلك فأن الاحداثي السيني لا يزيد عن ٦ خانات).
- لا تعطي أي قيمة إحداثيات شمالية زائفة False Easting لنقطة الأصل، أي أن قيمة الصفر في اتجاه الشمال تكون بالفعل عند دائرة الاستواء (وبذلك فأن الاحداثي الصادي قد يصل إلي ٧ خانات).





شكل (٤-١٧) شرائح مسقط ميريكاتور المستعرض العالمي

لا يمكن ضم شريحتين من شرائح UTM في خريطة واحدة (أو في ملف رقمي واحد) والسبب في ذلك أن نقطة أصل كل شريحة تأخذ الاحداثي السيني المفروض وهو ٥٠٠،٠٠٠ متر، مما سيجعل الإحداثيات الشرقية X للمعالم (المختلفة) على كلا الخريطتين تتكرر فى كلا الشريحتين.

تتكون معادلات التحويل من الإحداثيات الجغرافية (خط الطول و دائرة العرض) إلي الإحداثيات المترية بنظام UTM من عدة معادلات ليست بسيطة ولا يمكن حسابها بآلة حاسبة بل تحتاج لبرنامج كمبيوتر لإتمامها. الشكل التالي يقدم هذه المعادلات بصورة شاملة دون الدخول في تفاصيلها الكاملة.

تجدر الإشارة لوجود بعض المواقع علي شبكة الانترنت التي تقدم خدمات آنية on-line لإجراء هذه الحسابات و تحويل الإحداثيات، ومنهم علي سبيل المثال:

http://www.rcn.montana.edu/resources/tools/coordinates.aspx

http://gis.dep.wv.gov/convert/llutm_conus.php

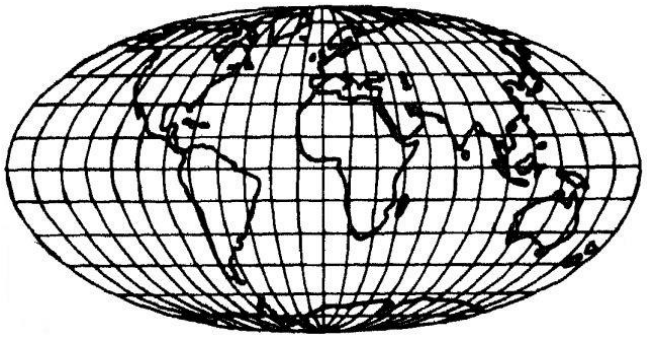
http://www.geod.nrcan.gc.ca/tools-outils/tools_info_e.php?apps=gsrug

http://home.hiwaay.net/~taylorc/toolbox/geography/geoutm.html

٣- مسقط مولفايدي Mollweidi Projection

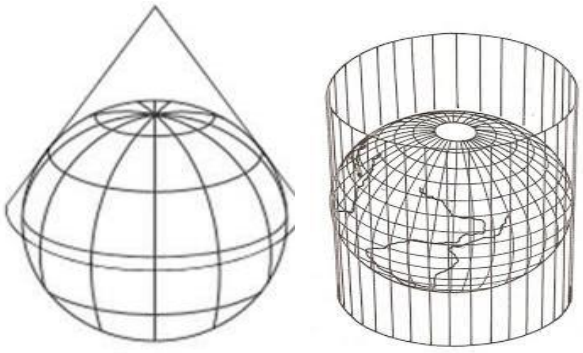
لقد ظهر هذا المسقط في محاولة للتخفيف من عملية تشويه المناطق في العروض العليا التي تبدو في مسقط مركيتور، والعمل على تحقيق شرط المساحات المتساوية. ويعتبر هذا المسقط من أنواع المساقط الأسطوانية التي يتم عن طريقها ملامسة اللوحة المستوية لنموذج الكرة الأرضية عند دائرة الاستواء، تمامًا كما تمَّ في مسقط مركيتور، إلا أن الأمر يختلف عنه في حدوث نوع من التعديل في قمة الأسطوانة. فبدلاً من تركها مفتوحة كالأسطوانة تمامًا كما في مسقط مركيتور، نجد أنه يتم نوع من التقارب بين سطحها وسطح نموذج الكرة الأرضية عند الأطراف أو عند القطبين، وذلك عن طريق جمع الأسطوانة أو العمل على لمها.

ويمتاز هذا المسقط بمجموعة من الخصائص يتمثل أهمها في أن المسافات بين كل دائرة عرض وأخرى متساوية ومطابقة للحقيقة، وأن دوائر العرض فيه تكون على شكل خطوط مستقيمة وموازية لبعضها. كما تمثل خطوط الطول ما عدا الخط الرئيسي منها، أقواسًا يزداد طولها كلما تم الابتعاد عن مركز الخريطة شرقًا أو غربًا، ويرسم فيه القطر القطبي بنصف طول القطر الاستوائي. كما يمتاز مسقط مولفايدي بتحقيقه الشكل الصحيح لمعظم أجزاء الكرة الأرضية ، باستثناء الأطراف الشرقية أو الغربية.



خريطة العالم حسب مسقط مولفايدي.

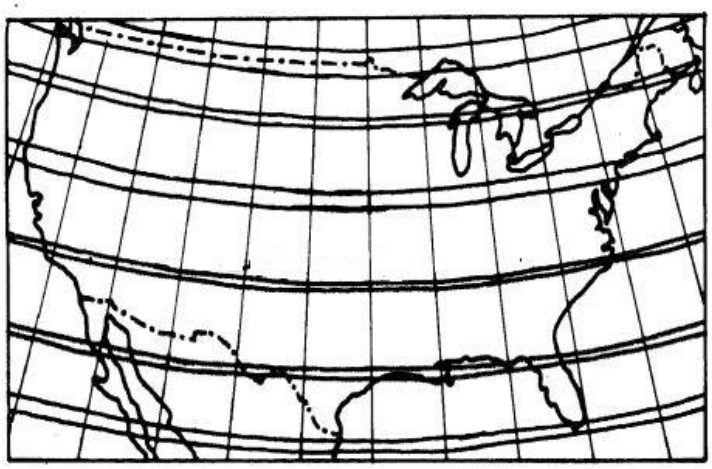
ثانيًا: المساقط المخروطية: conical projection حيث تتخذ لوحه الإسقاط الشكل المخروطي الذي يمس الكرة الأرضية عند دائرة صغرى أو أكثر، هو إسقاط الكرة على مخروط،ويمكن مشاهدة الإسقاط المخروطي حين نتصور ورقة على شكل مخروط مفتوح من قاعدته مستقر فوق كرة مضاءة.فتظهر خطوط الكرة على المخروط ممتدة بدون التواء، وتبدو خطوط الطول على المخروط وكأنها تشعّ بخطوط مستقيمة من النقطة التي تقع فوق أحد القطبين مباشرة. بينما تظهر خطوط العرض على شكل أقواس.



شكل يوضح فكرة المسقط المخروطي والاسطواني.

يحيط المخروط في هذه المساقط بنموذج الكرة الأرضية بحيث يكون ملامسًا لإحدى دوائر العرض ويقع رأس المخروط على خط يمر خلال نموذج الكرة الأرضية عند القطبين, ويزداد التشويه في هذه المساقط كلما ابتعدت المسافة عن نقطة التماس , وتوجد مجموعة من المساقط المخروطية أهمها على الإطلاق مسقط ألبرس المخروطي Albers projection الذي يستعمل بالدرجة الأولى في الرسم الخرائط الإقليمية للبلاد المستطيلة الشكل مثل روسيا الاتحادية والولايات المتحدة الأمريكية ومسقط بون Bonne الذي يستخدم لرسم الخرائط الطبوغرافية وخرائط التوزيعات الكبيرة. ومن أهم خصائص مسقط بون:

- واسع الانتشار في الأطالس العالمية وخاصة عند تمثيل مناطق في العروض الوسطى.
- يحقق خاصية تساوي المساحات.
- تتقاطع جميع دوائر العرض مع خطوط الطول الأوسط بزوايا قائمة مناظرة للطبيعية.
- خط الطول الأوسط عبارة عن خط مستقيم صحيح المقياس أما بقية الخطوط فهي على شكل منحنيات أطول من حقيقتها ويزداد طولها تدريجيًا بالبعد عن خط طول الأوسط.
- دائرة العرض الرئيسية وجميع دوائر العرض الأخرى عبارة عن أقواس دوائر متحدة المركز تتباعد عن بعضها بمسافات صحيحة المقياس.



خريطة الولايات المتحدة الأمريكية حسب مسقط ألبرس Albers .

- **مسقط لامبرت Lambert**

هو من المساقط المخروطية المتساوية المساحات وقد صممه عالم الرياضة لامبرت، وتتلخص فكرته فيما يلي:

- وجود مصدر في مركز الكرة الذي تسقط أشعته على شبكة خطوط الطول والعرض لتسقط ظلالها على مخروط بسيط .
- يتقاطع هذا المخروط مع سطح الكرة عند خطي عرض على جانب واحد من خط الإستواء، أي شماله أو جنوبه ونتيجة لذلك تظهر خطوط الطول على هيئة خطوط مستقيمة، تتقارب في إتجاه القطب. لتلتقي في نقطة واحدة خارج حدود الخريطة.
- أما دوائر العرض فهي دوائر مركزية متوازية يقع مركزها عند نقطة إلتقاء خطوط الطول.
- تتقاطع خطوط الطول ودوائر العرض في زوايا قوائم ليتحقق شرط الشكل المنتظم.

ثالثًا: المساقط السمتية أو المستوية: Azimuthal Projections

تتمثل هذه الأنواع من المساقط التي تركز علي رسم نصف الكرة الأرضية أو جزء منها ، وتكون فيها اللوحة مستوية وتمس الكرة الأرضية إما عند القطبين أو عند دائرة الاستواء أو أي نقطة أخري بينها. وتشمل المساقط السمتية أو المستوية علي ثلاثة أنواع فرعية ، هي:

أولاً:المساقط السمتية الاستوائية: Equatorial Zenithal Projections

وفي هذا النوع تكون فيها لوحة الرسم مماسة لسطح الكرة في نقطة عند الدائرة الاستوائية.

١. المساقط السمتية القطبية: Polar Projections

وهي المساقط التي تكون فيها لوحة الرسم مماسة لأحد القطبين. وتنقسم المساقط القطبية إلى ثلاثة أنواع تبعا لمكان مصدر الضوء، وهذه الأنواع هي:

- **مسقط الشكل الصحيح القطبي Orthorgraphic Projection**

ويكون مصدر الضوء الساقط على سطح نموذج الكرة الأرضية لا نهائيا، أي أنه ينبعث

من مسافة لا يمكن إدراكها ، وهذا يعني أن الأشعة الضوئية المنبعثة من ذلك المصدر تكون متوازية، وبين هذا المسقط الأشكال الصحيحة للظاهرات الجغرافية المختلفة من قارات ومحيطات وغيرها.

-المسقط المجسم Stereographic Projection

وتنبعث أشعة الضوء في هذه الحالة من مصدر ضوئي يقع على سطح الكرة المقابل لنقطة تماس اللوحة مع الكرة، وعلى سبيل المثال: لو فرضنا أننا نستخدم هذا المسقط لتمثيل نصف الكرة الشمالي، فإن مصدر الضوء يكون في القطب الجنوبي في نموذج الكرة الأرضية التي نستخدمها، وتكون المبالغة في المسافات على الأطراف الخارجية للخريطة كبيرة ، وتبدو في هذا المسقط العروض الاستوائية متقاربة جدا، وكأنها ذات أبعاد ثلاثة هي: طول وعرض وارتفاع.

- المستوى المركزي القطبي Gnomonic Polar Projection

على الرغم من أن هذا المسقط يحدث بعض المبالغات في المساحات فإنه من أفضل المساقط لرسم مناطق صغيرة في الأقاليم القطبية يحسن أن تنحصر في حدود ثلاثين درجة عرضية من مركز الخريطة وأهم خصائص هذا المسقط:

- ينفرد دون غيره من المساقط الأخرى بأن أي خط مستقيم يرسم عليه يكون جزءًا من دائرة عظمى.
- يظهر درجات العرض كدوائر تحيط بمركز الخريطة.
- يبرز خطوط الطول على هيئة خطوط مستقيمة تبدأ من مركز الخريطة.
- يوضح تزايدا في المسافات بين خطوط الطول، وكذلك المسافات الفاصلة بين دوائر العرض كلما ابتعدنا عن مركز الخريطة.
- يؤدي إلى حدوث مبالغات في المساحة وتشويهات في أشكال القارات كلما بعدنا عن مركز الخريطة.
- لا يبرز المناطق الاستوائية؛ نظراً لأن مصدر الضوء يكون في مركز الكرة.

٢. **المساقط السمتية المائلة أو المنحرفة:** Oblique Projections

هي التي تكون فيها لوحة الرسم مماسة لسطح الكرة في نقطة تقع على دائرة من دوائر العرض بين الدائرة الاستوائية و أحد القطبين.

٢) التصنيف حسب موضع تماس لوحه الإسقاط:

- المسقط القطبي حيث تمس لوحه الإسقاط احد القطبين.
- المسقط الاستوائي وهنا تمس لوحه الإسقاط خط الاستواء.
- المسقط المنحرف حيث تمس لوحه الإسقاط أي مكان على الكرة الأرضية بين خط الاستواء واحد القطبين.

٣) التصنيف حسب طريقه الإسقاط:

- المساقط المنظورة: هي التي تعتمد تمامًا على فكره الإسقاط كما هي.
- المساقط المعدلة: هي المساقط التي اعتمدت على فكرة الإسقاط المنظور لكن مع بعض التعديلات.
- المساقط الهندسية: وهي تلك التي تعتمد على المعادلات الرياضية من دون إسقاط منظور.

٤) التصنيف حسب الخصائص الهندسية:

- مساقط اتجاهيه هي التي تحافظ على خاصية الاتجاه الصحيح.
- المساقط التشابهية هي التي تحافظ على خاصية الشكل الصحيح.
- مساقط تساوي المسافات هي التي تكون فيها المسافات صحيحة.
- مساقط تساوي المساحات هي التي تحقق المساحات الصحيحة.

استخدام جهاز G.P.S

فهو من الاجهزة التي ظهرت حديثا ويعتبر من اهم تتطورت علم المساحة ,بدخل هذا الجهاز حصل تطور في المساحة من الدقة والوقت المستخدم في اعمال المساحة , وهناك انواع كثير من هذا الجهاز منها علي سبيل المثالLEICA , TRIMBLE , TOPCON , SOKKIA :

فكرة عمل اجهزة الجي بي اس :

تعتمد الجي بي اس في عملها علي ثلاثة مبادي رئيسية هي :

مبدا التقاطع العكسيResection

مبدا قياس المسافة بين القمر وجهاز الاستقبال

مبدا التصحيح النسبي للارصاد لزيادة الاحداثيات الناتجة

- **مبدا التقاطع العكسي : Resection** في حالة معرفة احداثيات ثلاثة نقاط او اكثر فمن الممكن حساب احداثيات أي نقطة مجهولة وذلك بالوقوف عليها وقياس المسافات الي تلك النقاط فالنقاط المعلومة هنا هي الاقمار الصناعية والنقطة المجهولة هي مطلوب ايجاد احداثياتها
- **مبدا قياس المسافة بين القمر وجهاز الاستقبال :** لقياس المسافة بين القمر وجهاز الاستقبال يجب قياس الزمن الذي تستغرقه الموجه الكهرومغناطسية من القمر الصناعية الي المستقبل في الارض وبمعرفة سرعة الموجة الكهرومغناطسية والزمن يمكننا حساب المسافة المسافة = السرعة * الزمن
- **مبدا التصحيح النسبي للاصاد لزياد دقة الاحداثيات الناتجة :** يستعمل في المساحة طريقة خاصة لمعالجة الارصاد للحصول علي دقة عالية جدا تسمي هذه الطريقة التصحيح النسبي للارصاد . وتعتمد هذه الطريقة علي عمل جهازين في نفس الوقت ويوضع الاول في نقطة ثابتة معلومة الاحداثيات ويوضع الثاني في نقطة اخره مجهولة الاحداثيات . بحيث يستقبل الجهازين الاشارة القمر في نفس الوقت . ويتم حساب احداثيات النقطة المجهولة منسوبة للاحداثيات النقطة المعلومة يسمي هذا النظام بالنظام النسبي او النظام التفاضلي
- **الاجزاء الرئيسية لجهاز : GPS** برغم من وجود انواع كثيرة من الاجهزة الا ان الاجزاء الرئيسية لجهاز واحدة وان اختلفت اسم الشركة المصنعة له واهم هذه الاجزاء هي :
  - **الهوائي(Antenna)**
  - **المستقبل(Receiver)**
  - **لوحة المفاتيح (Keyboard)**
  - **البرنامج الحسابي(Program)**

طرق الرصد

- **الرصد الثابت :(Static)** في هذه الطريقة يتم وضع هوائي الاستقبال فوق النقاط المراد رصدها دون تحريك الجهاز لفترة زمنية معينة – عدة ساعات – وتختلف باختلاف المسافة بين وحدة الرصد المرجعية والنقاط المراد رصدها
- **الطريقة الثبات والحركة** : وفيها يحتل الراصد النقطة المجهولة وتشغيل الجهاز في فترة زمنية تتراوح بين ٨- ٢٠ دقيقة ويختلف باختلاف المسافة من الجهاز المرجعي
- **الرصد المتحرك باللاسلكي: RTK** في هذا الرصد الجهازين المستقبل والمرجع يكونان مذودان بجهاز استقبال لتصحيح ومعالجة البيانات وقتيا
- **الاحتياطات الواجب مرعاتها عند استخدام جهاز (GPS) في اعمال المساحة**

١- لابد من وجود جهازين علي الاقل , يوضع الجهاز الاول (Reference) علي نقطة معلومة الاحداثيات ويوضع الجهاز (Rover) في المطلوب ايجاد احداثياتها .
٢- يجب التاكد من عدم وجود عوائق تعوق اشارة القمر الي النقطة , وفي حالة وجود عوائق يجب الانتظار فترة زمنية اطول.
٣- يجب ان يشترك الجهازين في الرصد علي ٤ اقمار علي الاقل , وان لايحصل انقطاع لاشارة الاقمار اثناء الانقطاع.
٤- لابد من ضبط الجهازين علي نفس الفاصل الزمني.
٥- يجب التاكد من التوزيع الهندسي للاقمار بنسبة للنقاط الرصد.
٦- يجب ان تكون النقطة (المرجع) معلومة بدقة عالية وتكون محسوبة بالنظام العالمي (WGS84) وكل النقاط المحسوبة تكون منسوبة لهذا النظام.

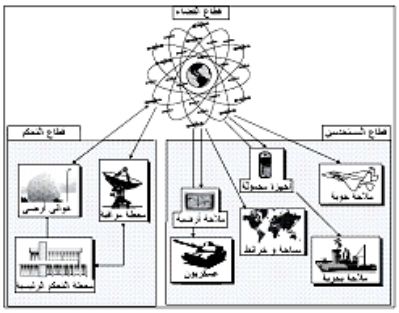
٥-٩ قياس الإحداثيات بتقنية الجي بي أس

في عام ١٩٦٩م (١٣٨٨ هـ) قامت وزارة الدفاع الأمريكية بإنشاء برنامج تحت اسم البرنامج العسكري للملاحة بالأقمار الصناعية DNSS ويهدف لإطلاق نظام ملاحي جديد. وبالفعل تم اقتراح تقنية جديدة تحت اسم "النظام العالمي الملاحي لتحديد المواقع بقياس المسافة و الزمن باستخدام الأقمار الصناعية NAVigation Satellite Timing And Ranging Global Positioning System" أو اختصارا باسم NAVSRAT GPS ، إلا أنه عرف علي نطاق واسع – بعد ذلك – باسم النظام العالمي لتحديد المواقع أو اختصارا "جي بي أس GPS". وتشتمل تقنية الجي بي أس علي العديد من المميزات التي ساعدت علي انتشارها بصورة لم يسبق لها مثيل ومنها:

- متاح طوال ٢٤ ساعة يوميا ليلا و نهارا وعلي مدار العام كله.
- يغطي جميع أنحاء الأرض.
- لا يتأثر بأية ظروف مناخية مثل درجات الحرارة و المطر و الرعد و البرق.
- الدقة العالية في تحديد المواقع لدرجة تصل إلي ملليمترات في بعض التطبيقات و طرق الرصد الجيوديسية أو دقة أمتار قليلة للتطبيقات الملاحية.
- الوفرة الاقتصادية بحيث أن تكلفة استخدام الجي بي أس تقل بنسبة أكبر من ٢٥% بالمقارنة بأي نظام ملاحي أرضي أو فضائي آخر.
- لا يحتاج لخبرة تقنية متخصصة لتشغيل أجهزة الاستقبال (وخاصة المحمولة يدويا) لدرجة أن بعض مستقبلات الجي بي أس أصبحت تدمج في أجهزة الاتصال التليفوني.

يتكون نظام الجي بي أس من ثلاثة أجزاء أو أقسام (شكل ٥-١٧) هي:

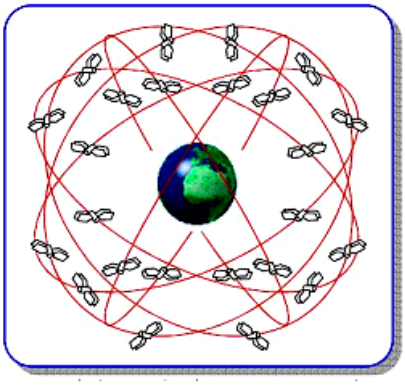
- قسم الفضاء ويحتوي الأقمار الصناعية Space Segment.
- قسم التحكم و السيطرة Control Segment.
- قسم المستقبلات الأرضية أو المستخدمون User Segment.



شكل (٥-١٧) أقسام الجي بي أس

قسم الفضاء أو الأقمار الصناعية:

يتكون قسم الفضاء - اسميا - من ٢٤ قمرا صناعيا (٢١ قمر عامل + ٣ أقمار احتياطية spare موجدة في الفضاء) موزعة في ٦ مدارات بحيث يكون هناك ٤ أقمار صناعية في كل مدار مما يسمح بالتغطية الدائمة (أي وجود علي الأقل ٤ أقمار صناعية) لكل موقع علي سطح الأرض في أي لحظة طوال اليوم (شكل ٥-١٨). وقد يصل عدد الأقمار الصناعية في وقت معين إلي ما هو أكثر من ٢٤ قمرا طبقا لخطة إطلاق الأقمار الصناعية. وتدور الأقمار الصناعية في مدارات شبه دائرية علي ارتفاع حوالي ٢٠٢٠٠ كيلومتر من سطح الأرض ليكمل كل قمر صناعي دورة كاملة حول الأرض في مدة ١١ ساعة و ٥٦ دقيقة بالتوقيت الزمني الأرضي العالمي GMT. ويتراوح وزن القمر الصناعي بين ٤٠٠ و ٨٥٠ كيلوجرام ويبلغ عمره الافتراضي (للأجيال الحديثة من الأقمار الصناعية) حوالي سبعة سنوات و نصف، ويستمد طاقته من خلال صفيحتين لالتقاط الطاقة الشمسية بالإضافة لوجود ثلاثة بطاريات احتياطية من النيكل تزوده بالطاقة عندما يمر بمنطقة ظل الأرض. ويقوم كل قمر صناعي بتوليد موجتين علي ترددين مختلفين Frequency يسموا L1 و L2 بالإضافة لشفرتين Codes و رسالة ملاحية Navigation Message يتم بثهم علي هذين الترددين. كما يحتوي كل قمر علي عدد من الساعة الذرية Atomic Watch سواء من نوع السيزيوم cesium أو الرابيديوم rubidium.



شكل (٥-١٨) قطاع الفضاء في تقنية الجي بي أس

قسم التحكم و المراقبة:

يتكون قسم التحكم و المراقبة من محطة التحكم الرئيسية في ولاية كلورادو الأمريكية وأربعة محطات مراقبة في عدة مواقع حول العالم. تستقبل محطات المراقبة كل إشارات الأقمار الصناعية وتحسب منها المسافات لكل الأقمار المرصودة وترسل هذه المعطيات بالإضافة

لقياسات الأحوال الجوية إلي محطة التحكم الرئيسية والتي تستخدم هذه البيانات في حساب المواقع اللاحقة للأقمار وسلوك (تصحيحات) ساعاتها وبالتالي تكون الرسالة الملاحية لكل قمر صناعي. تقوم محطة التحكم الرئيسية بعمل التصحيحات اللازمة لمدارات الأقمار الصناعية وكذلك تصحيح ساعات الأقمار ، ثم تقوم بإرسال هذه المعلومات للأقمار الصناعية (مرة كل ٢٤ ساعة) والتي تقوم بتعديل مساراتها و أزمانها وبعد ذلك ترسل هذه البيانات المصححة كإشارات إلي أجهزة الاستقبال الأرضية.

قسم المستقبلات الأرضية:

يضم هذا القطاع أجهزة استقبال الجي بي أس (مستخدمو النظام) التي تستقبل إشارات الأقمار الصناعية وتقوم بحساب موقع – إحداثيات – المكان الموجود به المستقبل سواء علي الأرض أو في الجو أو في البحر ، بالإضافة لسرعة واتجاه حركة المستقبل إن كان متحركا أثناء فترة الرصد (شكل ٥-١٩). بصفة عامة يتكون جهاز الاستقبال من: هوائي مع مضخم إشارة ، وحدة تردد راديوي أو لاقط الإشارات، مولد ترددات ، وحدة تأمين الطاقة الكهربائية ، وحدة التحكم للمستخدم ، بالإضافة إلي وحدة ذاكرة لتخزين القياسات. تتعدد أنواع أجهزة الاستقبال بصورة كبيرة جدا طبقا لعدد من العوامل، وتشمل:

أ- طبقا لطبيعة الاستخدام: توجد أجهزة استقبال عسكرية (تستطيع التعامل مع الشفرة العسكرية التي تبثها الأقمار الصناعية وتفك شفرتها للحصول علي دقة عالية جدا في حساب المواقع) وأجهزة استقبال مدنية.

ب- طبقا لنوعية البيانات المستقبلة: توجد مستقبلات تسمي بأجهزة الشفرة Code ومشهورة أيضا باسم الأجهزة الملاحية Navigation Receivers أو الأجهزة المحمولة يدويا Hand-Held Receivers ، وتوجد أجهزة تسمي بأجهزة قياس الطور Phase ومعروفة أيضا باسم الأجهزة الهندسية أو الجيوديسية Geodetic Receivers ، وظهرت حديثا الفئة الثالثة من الأجهزة والتي أطلق عليها أجهزة تجميع البيانات لنظم المعلومات الجغرافية GIS-Specific Receivers (شكل ٥-٢٠).

ج- طبقا لعدد الترددات: توجد أجهزة تستقبل تردد واحد من الترددين الذين تبثهما الأقمار الصناعية وتسمي أجهزة أحادية التردد Single-Frequency Receivers أو أجهزة التردد الأول L1-Receivers ، وأجهزة ثنائية التردد Dual-Frequency Receivers التي تستطيع استقبال كلا ترددي الجي بي أس L1 and L2 (وهي أغلي قليلا من الأجهزة أحادية التردد).

المصادر والمراجع

١- محمد الخزامي عزيز، ١٩٩٨م، نظم المعلومات الجغرافية - أساسيات وتطبيقات للجغرافيين، منشأة المعارف، الأسكندرية.

٢- محمود دياب راضي : مقدمة في نظم المعلومات الجغرافية دار الثقافة للنشر ، القاهرة ، ١٩٩٣م.

٣- وسام الدين محمد، أساسيات نظم المعلومات الجغرافية ، د.م، ٢٠٠٨م.

٤- معوض بدوي معوض، مبادئ الاستشعار عن بعد، القاهرة ، الطبعة الأولي، ٢٠٠٨م.

٥- جمعة محمد داود، أسس التحليل المكاني في إطار نظم المعلومات الجغرافية،٢٠١٢م.

٦- محمود أحمد حسن الارديني،(GPS) أساسياته وتطبيقاته،٢٠١٧م.

٧- جمعة محمد داود، أسس المساحة الجيوديسية والجي بي اس ،٢٠١٢م.