1.2 أهداف الوحدة

بعد دراستك عزيزي الطالب لهذه الوحدة وعمل الانشطة والتدريبات والاجابة على اسئلة التقويم الذاتي، نأمل ان تكون قادرا على:

1- توضيح المفاهيم والمصطلحات الكارتوغرافية المتعلقة بفكرة انشاء وصناعة الخرائط بأنواعها المختلفة.
2- التعرف على مساقط الخرائط من حيث انواعها وخصائصها كوسيلة لتحويل الشكل الشبه كروي (الارض او جزء منها) الى شكل مستو.
3- التعرف على الموقع الجغرافي للمعالم الارضية المختلفة من خلال خطوط الطول ودوائر العرض.
4- التمكن من التعامل مع مقاييس الرسم المختلفة للخرائط وحساب المسافات والمساحات الارضية من الخرائط.
5- التعرف على الادوات والوسائل التقليدية المستخدمة في رسم الخرائط.
6- القدرة على قراءة الخرائط من خلال الرموز النوعية والكمية المستخدمة في اعدادها.
7- التعرف على التقنيات الحديثة المستخدمة في انشاء الخرائط وتحليلها، وخاصة تقنية نظم المعلومات الجغرافية GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (GIS)، والمساحة الجوية ونظم التوقيع الكروي GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS) ، والاستشعار عن بعد REMOTE SENSING.

1.3 أقسام الوحدة

هذه الوحدة تساعدك عزيزي الدارس على التعرف على اهمية الخارطة بالنسبة للجغرافي، ووظائفها التطبيقية في كافة فروع الجغرافيا.

وتتألف هذه الوحدة من اربعة اقسام رئيسية:

القسم الأول: الخرائط، فيتكون من عدة اقسام فرعية وحظي بالجزء الأكبر من الوحدة، وهذه الأجزاء الفرعية هي:

– مساقط الخرائط، وفيه تتعرف على ماهية المساقط الجغرافية وأنواعها وخصائص كل منها واستخدامها في التطبيقات الجغرافية المختلفة.

– مقياس الرسم، ففيه يتم التعرف على مفهوم مقياس رسم الخارطة، وأنواع مقاييس الرسم، بالاضافة الى اختيار المقياس المناسب لتمثيل الموضوعات المختلفة، والوسائل المستخدمة في تغيير مقياس رسم الخارطة.

– تحديد الموقع الجغرافي للأماكن، فنتناول فيه خطوط الطول ودوائر العرض، واستخدامها في تحديد الموقع الجغرافي للأماكن المختلفة.

– الادوات التقليدية المستخدمة في رسم الخرائط، وفيه يتعرف الطالب على ادوات الرسم اليدوي للخرائط، مثل اقلام التحبير والمثلثات والمساطر والشبلونات وغيرها، كما يتم التعريف بالطرق الصحيحة لاستخدام تلك الأدوات.

– التمثيل المرئي للبيانات الاحصائية، وفيه يتم تناول اساليب تحويل الجداول الاحصائية الى أشكال بيانية متعددة الأنواع CHARTS، ورموز كارتوغرافية SYMBOLS، سواء كان ذلك على الخرائط أو في ملفات منفصلة، تسهيلا لقراءة وتحليل الظواهر المختلفة من الخرائط بشقيها النوعي والكمي.

أما القسم الثاني: المساحة الجوية، ففيه يتم تناول الصور الجوية من حيث انواعها، ودورها في اعداد الخرائط، وأجهزة التصوير الجوي، ومقياس الصور الجوية، والابصار المجسم باستخدام اجهزة الستيريوسكوب، وانتاج الخرائط التصويرية.

أما القسم الثالث: الاستشعار عن بعد، ففيهيتم توضيح ماهيته وتطور هذا العلم عبر الزمن، واستخداماته المتعددة، والنظم الاستشعارية الاكثر شيوعا واستخداما في العالم.

أما القسم الرابع والأخير: نظم المعلومات الجغرافية GIS، وسيتم توضيح ماهيتها، وأهميتها في اعداد الخرائط وتحليلها، وتخزين وادارة البيانات المرتبطة بتلك الخرائط.

1.4 القراءات المساعدة

عزيزي الدارس، حاول أن تنوع مصادر معلوماتك في الخرائط والعلوم المرتبطة بها، من خلال الاطلاع على القراءات التالية، والتي لها اتصال مباشر مع موضوع هذه الوحدة:

1- عودة، سميح: الخرائط (مدخل الى طرق استعمال الخرائط وأساليب انشائها الفنية)، عمان، 1996.
2- العبادي، خضر: الكارتوغرافي (مساقط الخرائط)، اربد، 1995.
3- صيام، يوسف: المساحة الجوية والاستشعار عن بعد، عمان، 1994.
4- السعدوني، فاضل (واخرون): ألاستشعار عن بعد في الهندسة المدنية، عمان، 1995.
5- سطيحة، محمد: الجغرافيا العملية وقراءة الخرائط، دار النهضة العربية، بيروت،(1974).

1.5 ما تحتاج اليه في دراسة الوحدة

أن تسعى للحصول على القراءات المساعدة، وتهيئة الجو الدراسي الملائم لكي تحقق الفائدة المرجوة من الوحدة، وأن يكون لديك طاولة رسم ذات سطح شفاف (زجاجي) مضاءة من الداخل بالكهرباء، ولمبة طاولة، وأدوات رسم الخرائط، ونماذج من الخرائط، كي تتمكن من حل الانشطة والتدريبات.

2. تطور علم الخرائط عبر التاريخ

يعتبر علم الخرائط وصناعتها من العلوم الديناميكية، حيث انه يتطور بشكل مستمر وبوتيرة سريعة، لارتباط هذا العلم مع العلوم الاخرى ارتباطا وثيقا. فكل ظاهرة او معلومة ذات طابع مكاني (Locational Data) يمكن التعبير عنها على الخرائط، بغض النظر عن الموضوع الذي تمثله تلك الظاهرة. والأمثلة عديدة ومتنوعة في هذا المجال: فاستعمالات الأراضي الريفية والحضرية يمكن توقيعها على الخرائط، بحيث تظهر لنا هذه الخرائط انواع الاستعمالات وتوزيعها الجغرافي. وموضوع استعمالات الاراضي لا يهم صانع الخارطة او الجغرافي فقط، وانما يهم تخصصات اخرى كثيرة، كالزراعة والبيئة والتخطيط والعمران وغيرها. من هنا ان أي تطور في هذه العلوم يوازيه او يتبعه تطور في علم الخرائط، سواء كان هذا التطور في طريقة تصميم الخارطة او استعمالها.

ان التطور الذي شهده ولا يزال يشهده علم الخرائط قد عالج جوانبه المتعددة وهي: المفاهيم الكارتوغرافية (مفاهيم اعداد الخرائط وصناعتها)، طرق وأساليب جمع البيانات الكارتوغرافية وادارتها، المعالجة الكارتوغرافية، طرق الرسم الكارتوغرافي، وأساليب قراءة وتحليل البيانات الكارتوغرافية. فاهتمام الكارتوغرافيين باعداد الخرائط للظواهر والمعالم الموجودة على سطح الارض كان قد ظهر منذ زمن طويل، الا ان الاسلوب الوصفي هو الذي كان سائدا في ذلك الوقت. ويمكن تصنيف التطورات المهمة التي شهدها علم الخرائط عبر الزمن كما يلي:

1- في العهد اليوناني (الاغريق) ظهر عدد من الكارتوغرافيين (صانعي الخرائط) الذين تمكنوا من رسم خارطة العالم حسب تصورهم مثل مارينوس وبطليموس، فهم اول من طرح فكرة استخدام خطوط الطول ودوائر العرض لتحديد مواقع الامكنة (عودة، سميح 1996).

2- في العهد الاسلامي، درس العلماء العرب والمسلمون امثال الادريسي والمسعودي افكار الاغريق المتعلقة بالخرائط وزادوا عليها وطوروها، وقاموا برسم خارطة العالم، وأعادوا حسابات ابعاد الارض وخطوط الطول ودوائر العرض، وحددوا مواقع الامكنة فلكيا بتنظيم جداول الازياج. والادريسي (1099-1166م) اسهم اسهاما اصيلا ومهما في علم الجغرافيا، وربط في كتاباته الجغرافيا مع متغيرات متعددة منها الاقتصاد والطبيعة والثقافة، وقام بصناعة كرة ارضية من الفضة للملك روجر الثاني في اسبانيا، ووصف العالم في كتابه (نزهة المشتاق في اختراق الافاق)، وله موسوعتان في الجغرافيا تحتويان على معلومات ليس فقط عن اسيا وافريقيا ولكن ايضا عن البلدان الغربية. ومن الجدير بالذكر ان

خارطة الادريسي (الشكل رقم 1) لا تزال حتى يومنا هذا في المتاحف والجامعات الغربية. وللادريسي شأن وتقدير كبير ليس فقط في العالم العربي والاسلامي ولكن في الغرب ايضا، حيث تم في التسعينات من القرن العشرين بناء **نظام معلومات جغرافي** GIS Software في جامعة كلارك في الولايات المتحدة الامريكية يحمل اسم الادريسي، وذلك تكريما له ولاسهاماته في تطور علم الخرائط.

شكل رقم 1: خارطة العالم كما تخيلها ورسمها الادريسي عام 1154م، والنسخة الأصلية موجودة في جامعة اكسفورد في بريطانيا.

3- مرحلة الكشوف الجغرافية في منتصف القرن الخامس عشر: حدث في هذه المرحلة تطور كبير على صناعة الخرائط، فالكشوف الجغرافية مكنت من معرفة اشكال الحدود الخارجية للقارات، وظهرت عدة خرائط للعالم مثل خارطة كانتينو عام 1502م في البرتغال، وخارطة باتيسي اجنيسي في البندقية عام 1536م، بالاضافة الى خارطة ديسلرز عام 1550 (عودة، سميح 1996).

اما النقلة النوعية في رسم خارطة العالم، فكانت على يد مركيتور الذي ابتكر فكرة الاسقاط Projection، مما مكنه من رسم خارطة العالم لاول مرة بشكل صحيح. أما في منتصف القرن السادس عشر فقد تم في فرنسا ابتكار النظام المتري للقياس، واستخدمت المساحة الميدانيةفي رفع الظواهر والمعالم على الخرائط، وكانت هذه مقدمة لظهور الخرائط الطبوغرافية في فرنسا في القرن الثامن عشر. بقيت الخرائط تأخذ الشكل الوصفي حتى القرن التاسع عشر، عندما ظهرت الخرائط الموضوعية.

4- في القرن العشرين تطور علم الخرائط تطورا كبيرا، وقد اسهمت في هذا التطور عدة عوامل اهمها: اختراع الطائرة واستخدامها في التصوير الجوي، ومن ثم اعداد الخرائط من الصور الجوية. كما ان غزو الفضاء بواسطة الاقمار الصناعية واستخدامها في التصوير الفضائي (الاشتشعار عن بعد) Remote Sensing، اسهم بشكل كبير في تطور علم الخرائط، فقد اصبح بالامكان التقاط صور فضائية لكل جزء من الكرة الارضية بشكل دوري وعلى فترات متقاربة. اما المساحة الارضية Terrestrial Survey، ونظم التوقيع الكروي Global Positioning Systems (GPS)، فقد شهدت تطورا كبيرا ايضا، فأصبح بالامكان تحديد الاحداثيات الارضية للأمكنة المختلفة باستخدام نظم التوقيع الكروي GPS المرتبطة بالاقمار الصناعية الدائرة في الفضاء. وفي القرن العشرين ايضا ظهرت المجلات العلمية العالمية المتخصصة بالكارتوغرافيا، وتعقد المؤتمرات العالمية المهتمة بتطوير صناعة الخرائط بشكل مستمر، وتقدم البحوث للاسهام في تطوير هذا العلم. وأهم تطور شهده علم الخرائط في القرن العشرين هو ظهور اتجاهات جديدة في الكارتوغرافي تقوم على اساس حوسبة المعلومات الجغرافية، لتسهيل تناولها وحفظها وتحليلها واعداد خرائط تتميز بالدقة والجودة العالية، ويعرف هذا الاتجاه بنظم المعلومات الجغرافية GIS.

سؤال التقييم الذاتي رقم 1

بعد دراستك لاسهامات الحضارات المختلفة في تطور علم الخرائط، هل يمكنك استنباط دور المسلمين في هذا المجال؟

التدريب 1

أكمل العبارات التالية:

1. الذي ابتكر فكرة الاسقاط في رسم الخرائط هو ----------.
2. نظام المعلومات الجغرافي IDRISI هو نسبة الى العالم ----------.
3. اول من طرح فكرة استخدام خطوط الطول ودوائر العرض هم ----------.
4. يستخدم نظام التوقيع الكروي في تحديد ---------- للاماكن المختلفة.

3.مساقط الخرائط Map Projections

ان أي دراسة في الجغرافيا تتطلب توفر نموذج للارض او المنطقة الجغرافية المراد دراستها، يكون هذا النموذج اما كرة Globe او خارطة Map، وكلا النموذجين ليس كاملا، فالفكرة من الصعب تناولها عمليا، كما ان الخارطة المستوية Flat Map لا تخلو من الاخطاء.

3.1 مفهوم المسقط

مسقط الخارطة الكارتوغرافي عبارة عن عملية يتم من خلالها تحويل المعالم والاشكال من السطح الكروي Spherical او الاهليجي Ellipsoid الى سطح مستو Flat Surface . وعلى الرغم من كثرة المساقط الجغرافية التي صممت، الا ان عددا قليلا منها يتم استخدامه.

عزيزي الدارس، الان دعنا نرى كيف يتم انشاء او تطوير سطح الاسقاط. يتم انشاء او تطوير سطح الاسقاط Projection Surface بشكل يمس الأجزاء المراد تحويلها الى سطح مستو في موقع اقليم او عدة اقاليم، وتعتبر الاجزاء المماسة لسطح الاسقاط والقريبة منها الاقل اخطاء، وكلما ابتعدنا عن مناطق التماس، كلما زادت الاخطاء في عملية تحويل السطح الكروي الى سطح مستو.

من هنا، يمكن القول ان أي من المساقط لا يستطيع تحويل المعالم الموجودة على الشكل الكروي الى الخارطة دون حدوث تشوهات Distortions في هذه المعالم. يمكن ان تكون تلك التشوهات كبيرة او صغيرة وهي موجودة دائما في

اقليم او موقع واحد على الاقل على الخرائط المستوية المشتقة من الشكل الكروي. ويمكن اعتبار التشوه على انه تمثيل غير صحيح للزوايا والاشكال والمسافات والمساحات. كما ان كل مسقط خرائط يرافقه نمط معين من التشوه، ويعتبر فهم هذه التشوهات ضروري لأي عملية كارتوغرافية، وذلك لاختيار المسقط الأفضل في التطبيقات المختلفة، فالمسقط الذي يصلح لتطبيق ما قد لا يصلح لتطبيق اخر.

3.2 انواع المساقط

هناك ثلاثة انواع اساسية للمساقط، صنفت على اساس شكل الورقة التي سيتم اسقاط المعالم الارضية عليها، وهذه الانواع هي:

1- المسقط المستوي Azimuthal or Planar Projection

2- المسقط الاسطواني Cylindrical Projection

3- المسقط المخروطي Conic Projection

1- المسقط المستوي: سمي بهذا الاسم لأن شكل لوحة الاسقاط يكون مستويا، بحيث تمس سطح الارض عند نقطة معينة تمثل مركز اللوحة. وتقوم فكرة هذا المسقط على تخيل كرة شفافة مرسوم عليها شبكة خطوط الطول ودوائر العرض، فاذا مست لوحة مستوية تلك الكرة الشفافة، وافترضنا ان مصدرا للضوء اخترق الكرة الشفافة من مكان ما، فان ظلال خطوط الطول ودوائر العرض ستسقط على اللوحة. فاذا كان مصدر الضوء عند مركز الكرة، فان المسقط في هذه الحالة يسمى بالمسقط المركزي، وفيه تظهر خطوط الطول او الزوال Meridians على شكل خطوط مستقيمة، اما دوائر العرض فتظهر على شكل دوائر متتالية لها مركز واحد ويمثل نقطة تماس اللوحة مع الكرة. اما اذا كان مصدر الضوء مقابلا لموقع نقطة التماس، فان المسقط الناتج يسمى بالمسقط الستيريوغرافي او المجسم. فمثلا لو كانت نقطة التماس تمثل القطب الشمالي، فان مصدر الضوء يكون في القطب الجنوبي (النقطة المقابلة لنقطة التماس)، اما اذا كان مصدر الضوء في موقع بعيد (لا نهائي) بحيث تكون الاشعة متوازية، فان المسقط يعرف في هذه الحالة بالمساقط الاورثوغرافية او الصحيحة.

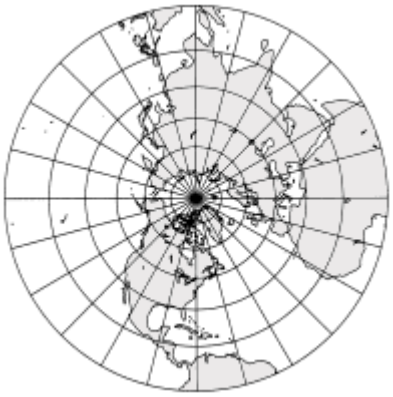
وهذه الانواع الثلاثة من المساقط (المركزية، الستيريوغرافية، والاورثوغرافية) تنقسم الى ثلاثة انواع حسب موقع نقطة تماس الخارطة مع الارض (الكرة)، فاذا كانت عند خط الاستواء، سميت بالاستوائية، واذا كانت عند القطب عرفت بالقطبية، اما اذا كانت بين القطب وخط الاستواء، فتعرف بالمنحرفة او المائلة، (الشكل رقم 2).

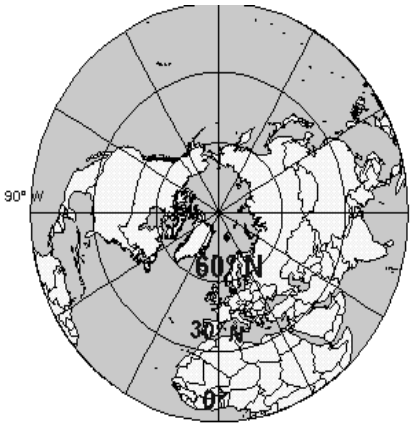
ان المسافة بين دوائر العرض ومقدار التشوه في المساحات والزوايا في المسقط المركزي تزداد بشكل مضطرد مع الابتعاد عن نقطة التماس (القطب، خط الاستواء، ما بينهما). بناء على ذلك، فان المنطقة الواقعة ضمن 60° فقط من نقطة التماس يمكن تمثيلها على الخارطة، لأن التشوهات بعد هذه المساحة تصبح كبيرة. ويعتبر المسقط المركزي من اقدم المساقط، وهو جيد لأغراض اعداد خرائط الملاحة Navigation Maps .

أما بالنسبة للمسقط الستيريوغرافي او المجسم، فان التباعد بين دوائر العرض يزداد بالابتعاد عن القطب، ولكن ليس بنفس درجة التباعد الحاصلة في المسقط المركزي. ولذلك فان التشوه في المساحات والزوايا في هذا المسقط اقل مما هي في المسقط المركزي، ويمكن فيه اظهار المناطق التي تبعد عن القطب حوالي 135° على الخرائط.

يمكن اعتبار هذا المسقط مسقطا تشابهيا Conformal ، ويشيع استخدامه في اعداد خرائط المناطق القطبية. ولهذا المسقط ايضا ميزة اخرى، وهي ان الدوائر على الكرة تظهر دوائر او خطوط دائرية circular arcs على الخارطة، وهذا يفيد في تمثيل المعالم او الظواهر الاشعاعية radial phenomena مثل الموجات الزلزالية.

وأخيرا، بالنسبة للمسقط الاورثوغرافي، فانه ينتج عنه اظهار نصف الكرة الأرضية فقط one hemisphere ، كما ان التباعد بين دوائر العرض تتناقص باتجاه خط الاستواء. وليس لهذا المسقط ميزات خاصة سوى التشابه بين المنطقة المرسومة والارض، ولذلك فهو مفيد في رؤية العلاقات المكانية.





الشكل رقم 2أ: مسقط مستوي استيريوغرافي ب: مسقط مستوي مركزي

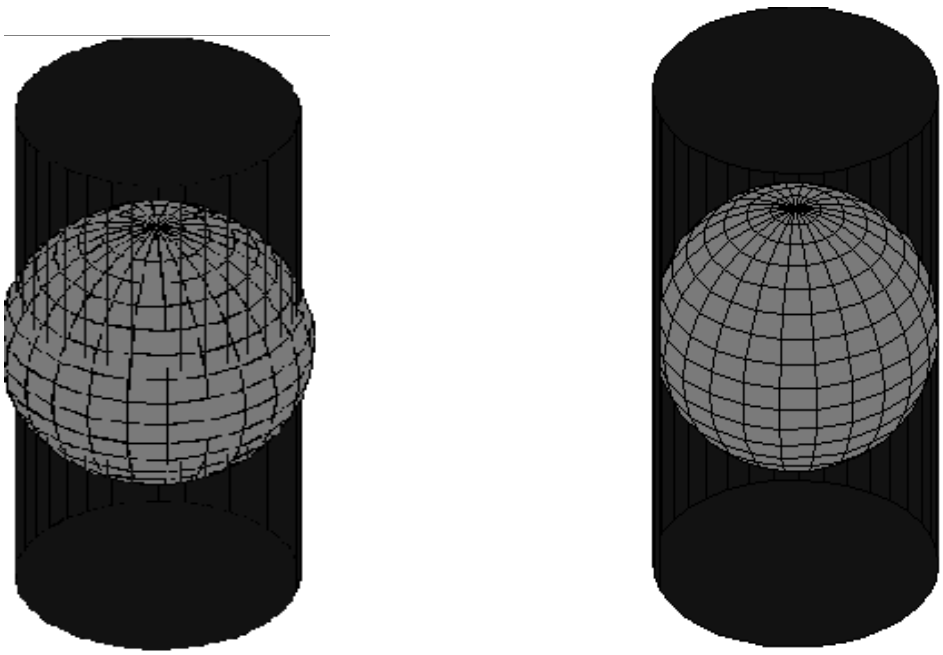
ج: مسقط مستوي اورثوغرافي

2- المسقط الأسطواني Cylindrical Projection : تقوم فكرة هذا المسقط على افتراض ان اسطوانة تمس الكرة على طول دائرة عرض الاستواء. وفي هذه الحالة، تظهر خطوط الطول ودوائر العرض Graticules على شكل شبكة مستطيلة rectangular grid. فخطوط الطول تمثل خطوطا مستقيمة، والتباعد بينها واحد، وعمودية على خط الاستواء. أما دوائر العرض فتظهر متوازية ومستقيمة ولها نفس طول خط الاستواء. في حالة التماس (الشكل رقم 3 أ) يكون خط الاستواء صحيحا ويخلو من التشوه، ولكن هذا التشوه يزداد بالابتعاد عن خط الاستواء. أما في حالة القطاع (secant case)، فان دوائر العرض المماسة للاسطوانة، شمال وجنوب خط الاستواء تكون صحيحة ويمكن قياسها، ويزداد التشوه بالابتعاد عنها (الشكل 3 ب).

هناك ايضا ثلاثة انواع شائعة من المساقط الاسطوانية: المسقط المركزي، وهو شبيه بالمسقط المركزي المستخدم في المسقط المستوي، حيث يمثل مصدر الضوء مركز الكرة ويلقي بظلال شبكة خطوط الطول والعرض على سطح الاسقاط، وهو في هذه الحالة اسطوانة تمس الكرة على طول خط الاستواء. تظهر منطقة التماس خالية من التشوه، ويزداد التباعد بين دوائر العرض بالابتعاد عن خط الاستواء باتجاه القطبين، ولا يمكن تمثيل القطبين لأنهما يقعان على مسافة بعيدة عن خط الاستواء. ليس لهذا المسقط مزايا مفيدة سوى انه يظهر النمط الأساسي لشبكة خطوط الطول والعرض على مساقط اسطوانية.

اما النوع الثاني من المساقط الأسطوانية فهو المسقط الستيريوغرافي. هذا المسقط قليل الاستخدام، الا ان بعض اشكاله تقل فيه تشوهات المسافات عن المسقط المركزي، وأيضا تقل فيه تشوهات الشكل عن المسقط الاورثوغرافي.

النوع الثالث هو المسقط الاورثوغرافي، وفيه يتناقص التباعد بين خطوط العرض بالابتعاد عن خط الاستواء، وهذا التضاغط للتباعدات الشمالية الجنوبية يعوض التمدد الشرقي الغربي، وينتج عنه مسقط متعادل، ولكن بسبب التشوه الكبير في الشكل عند القطبين، يفضل استخدام مساقط اخرى.



ب أ

شكل 3 أ: مسقط اسطواني للكرة الارضية يمثل حالة التماس للكرة على طول خط الاستواء tangent case، ب: مسقط اسطواني يمثل حالة القطاع secant case.

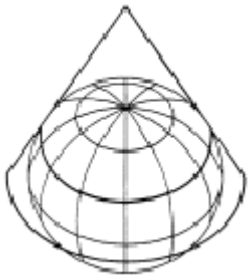
3- المسقط المخروطي Conic Map Projections: تقوم فكرة هذا المسقط على افتراض وضع المخروط بشكل مماس للكرة على طول خط عرض ما، أو مقطع من الكرة بحيث يقطع الكرة خطي عرض. يتم تمثيل خطوط الطول بخطوط مستقيمة منطلقة من قمة الهرم apex of the cone، أما خطوط العرض فيتم تمثيلها بأقواس دائرية لها مركز واحد. تخلو خطوط التماس من التشوهات، ويزداد التشوه كلما ابتعدنا عن هذه الخطوط (الشكل 4).

هناك عدة اشكال من المسقط المخروطي، أهمها (العبادي، خضر 1995):

أ) مسقط البرز المخروطي المتساوي المساحات Albers Equal Area Conic: ينتج عن هذا المسقط تشوه في المقياس والمسافة باستثناء الأجزاء الواقعة على خطوط عرض التماس. أما المساحات والاتجاهات فهي صحيحة في مناطق محدودة. يستخدم هذا المسقط في الولايات المتحدة وعدد كبير من الدول التي يكون امتدادها الشرقي الغربي أكبر من امتدادها الشمالي الجنوبي.

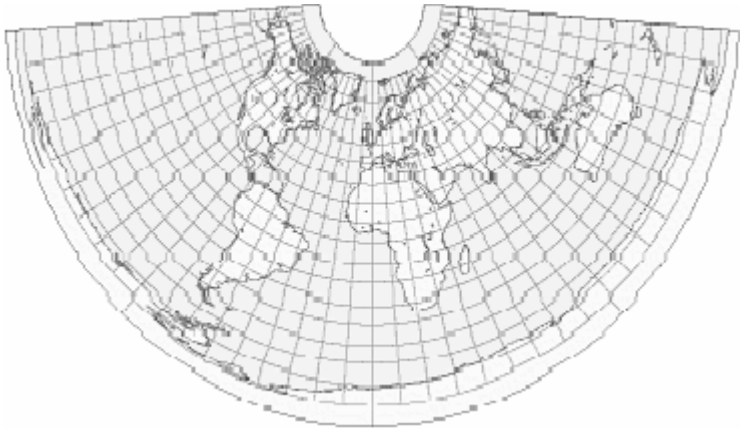
ب) مساقط المسافات المتساوية Equidistant Conic: في هذا المسقط يظهر التشوه في الاتجاه والمساحة والشكل في المناطق البعيدة عن دوائر عرض التماس. يستخدم هذا المسقط في المناطق القريبة من خط الاستواء الواقعة على جهة واحدة منه. من ألأمثلة الشائعة على هذا النوع من المساقط مساقط لامبرت Lambert Conformal Conic.

ت) أالمسقط المخروطي المتعدد: تقوم فكرة هذا المسقط على تخيل مصدر للضوء في مركز الكرة الارضية تسقط أشعته على خطوط الاحداثيات، التي تسقط بدورها على مخاريط تمس سطح الارض عند دوائر عرض مختلفة. أما كون هذا المسقط متعدد، فهذا يعني وجود عدد لا محدود من المخاريط المماسة لعدد غير محدود من دوائر العرض، وخط الزوال المركزي central meridian يظهر مستقيما، أما باقي خطوط الزوال (خطوط الطول) فتمثل منحنيات معقدة ليست ذات مركز واحد. ومقياس الرسم الخطي يكون صحيحا على طول كل دائرة عرض، وعلى امتداد خط الطول المركزي. يعتبر هذا المسقط مناسبا للخرائط كبيرة المقياس التي تمثل مساحات صغيرة.

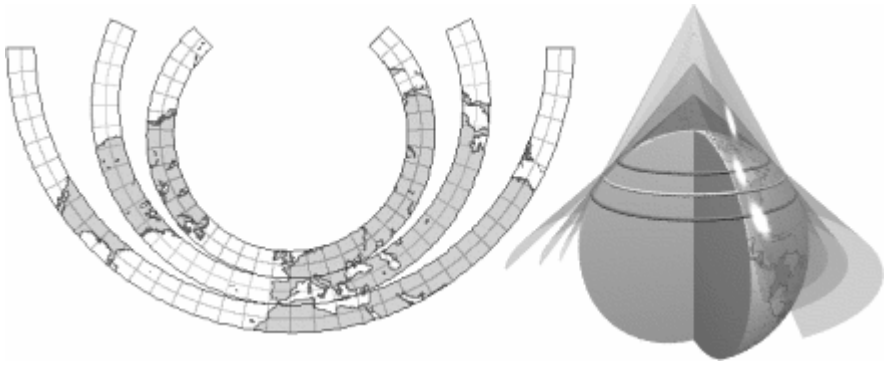


شكل 4: خارطة ملفوفة على مخروط توضح الفكرة التي يقوم عليها المسقط المخروطي.

شكل 5 أ) : خارطة حسب مسقط البرز المخروطي، خطوط عرض التماس هي 60°و 30° شمالي خط الاستواء، أما خط الزوال فهو خط 0.



ب: مسقط مخروطي متساوي المسافات، دوائر عرض التماس هي 60° شمالا و خط الاستواء، وخط الطول المركزي هو 0 . يظهر العالم كله في الشكل للشرح فقط، حيث ان هذا المسقط لا يستخدم للعالم مرة واحدة.



ت: مسقط مخروطي متعدد لثلاثة أجزاء، كل منها مبني على خط عرض مختلف عن الاخر، لذلك تم لفه على مخروط تماس مختلف (الجزء الأيمن من الشكل يوضح الفكرة، حيث أن ربع الكرة قد ازيل، بالضافة الى وضوح خط عرض التماس.

أسئلة التقويم الذاتي رقم 2

1. عرف مسقط الخارطة.
2. لخص الفروق الرئيسية بين أنواع المساقط الرئيسية.

التدريب 2

صنف رقم الموضوع الموجود في العمود الاول بين القوسين ( ) امام العبارة التي تناسبه في العمود الثاني	
المسقط	**مصدر الضوء الافتراضي**
المسقط المركزي	( ) مقابل لموقع نقطة التماس
المسقط الستيريوغرافي	( ) مركز الكرة
المسقط الاورثوغرافي	( ) لا نهاية

3. ألمقياس

3.1 مفهوم مقياس رسم الخارطة

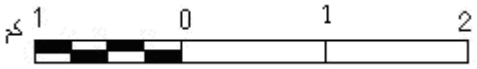
مقياس رسم الخارطة هو العلاقة بين وحدة مسافة على الخارطة وما يقابلها من مسافة على الأرض.

عزيزي الدارس، سوف نستخدم مفاهيم مقياس الرسم في هذا الجزء من الوحدة، نظرا لأهمية مقياس الرسم في أي موضوع جغرافي.

هناك عزيزي الدارس ثلاثة أنواع اساسية من مقاييس الرسم، نستطيع بواسطتها الربط بين الابعاد على الخارطة وما يقابلها على الأرض، وهذه الأنواع هي:

1. المقياس التعبيري Verbal Scale، وفيه يتم التعبير بالكلمات عن العلاقة بين المسافات على الخارطة والمسافات على الأرض. مثال: كل 1سم يمثل 10كم. وهذا يعني ان كل 1سم على الخارطة يمثل 10كم على الأرض. تظهر المقاييس التعبيرية عادة في الأطالس والخرائط العامة.
2. المقياس الخطي Bar Scale، وفيه تظهر المسافة المقابلة على الأرض مباشرة.

مثال:



3. ألمقياس الكسري أو النسبي Fraction or Ratio Scale، وفيه تظهر العلاقة بين أي وحدة مسافة على الخارطة (ملم، سم، بوصة...الخ) ونفس وحدة القياس على الأرض. والمقياس الكسري او النسبي يمكن ان يظهر على شكل كسر حقيقي، مثل 1\20000، ولكنه يظهر عادة على شكل نسبة، مثل 1:20000. في هذا المثال، كل وحدة مسافة على الخارطة تمثل 20000 وحدة من نفس النوع على الأرض. ومن ميزات هذا النوع من المقاييس، هو امكانية استخدامه بأي وحدة قياس وبأي نظام، سواء النظام المتري أو الانجليزي أو غيرها من انظمة القياس.

يستخدم الجغرافيون مفاهيم ومصطلحات متعارف عليها بينهم في وصف مقاييس الرسم المختلفة، كأن نقول ان مقياس رسم هذه الخارطة كبير أو صغير. ويجب الانتباه هنا عند وصف مقياس الخارطة، حيث انه كلما قل معامل المقياس، كلما كبر المقياس والعكس صحيح، فمثلا ان مقياس رسم 1\1000 أكبر من مقياس رسم 1\2000، ففي الحالة الأولى يتم تمثيل الظواهر الأرضية على الخارطة بأبعاد أكبر. فالظاهرة التي يكون بعدها على الأرض 1000 وحدة تظهر على

الخارطة ببعد وحدة، بينما في الحالة الثانية تمثل الظاهرة التي بعدها على الأرض 2000 وحدة بوحدة فقط على الخارطة. ويمكن ان تحتوي الخارطة على نوعين او اكثر من انواع المقاييس المذكورة، مثل خرائط مصلحة المساحة الامريكية USGS التي تحتوي على المقياس الخطي بالاضافة الى المقياس الكسري او النسبي.

3.2التحويل بين أنواع المقاييس

عزيزي الدارس، اذا كانت لديك خارطة فيها نوع واحد من المقاييس، يفترض أن تكون قادراعلى اشتقاق او عمل أي من النوعين الاخرين، وهذا يتطلب بعض الممارسة والخبرة. الخطوة المهمة في أي عملية تحويل تتضمن ادخال الوحدات في المشكلة نفسها، وبعد ذلك يمكن الغاء الوحدات عن طريق الضرب او القسمة، وبهذه الطريقة تتجنب الارباك بخصوص معامل التحويل الذي يجب استخدامه. واليك عزيزي الدارس طريقة تحويل المقاييس من نوع الى اخر:

1. **التحويل من المقياس التعبيري الى المقياس النسبي:** تتم عملية التحويل عن طريق كتابة المقياس التعبيري على شكل كسر، ثم تحويل رقمي البسط والمقام الى نفس وحدة القياس، بحيث يساوي رقم البسط 1.

مثال أ) حول المقياس التعبيري التالي الى مقياس نسبي:

1سم الى 18كم

الحل: كل 1كم على الارض يساوي 1000م، وكل 1م يساوي 100سم

اذن كل 1كم = 1000 × 100 = 100000سم

وبما ان المقياس التعبيري للخارطة هو 1سم الى 18كم،

اذن المقياس النسبي يصبح = 1\ 18 × 100000 = 1\ 1800000 او 1: 1800000

أي ان كل 1سم على الخارطة يمثل 1800000سم او 18كم على الارض

ب) حول المقياس التعبيري التالي الى مقياس نسبي: 1انش او بوصة الى 18 ميل

الحل: كل 1ميل على الارض يساوي 5280 قدم، وكل 1قدم يساوي 12 انش او بوصة.

اذن كل 1ميل = 5280 × 12 = 63360 بوصة

وبما ان المقياس التعبيري للخارطة هو 1 انش الى 18 ميل،

اذن المقياس النسبي يصبح = 1\ 18× 63360 = 1\ 1140480 او 1: 1140480 = 1\1140000. أي ان كل 1 انش او بوصة على الخارطة تمثل 1140480 انش او 18 ميل على الارض.

لاحظ ان الكسر الناتج قد تم جبره، لأن قيمة الكسور التفصيلية ليس لها تأثير على دقة المقياس.

ت) حول المقياس التعبيري: 15سم لكل 1كم الى مقياس نسبي

الحل: نجد اولا ما يمثله كل 1سم على الخارطة بما يقابله على الارض، فاذا كان 15سم على الخارطة تمثل 1كم على الارض، اذن 1سم = 1كم\15 = 0.067كم

وبما ان 1كم = 100000سم،

اذن 0.67كم = 0.067 × 100000 = 6700 سم

والمقياس النسبي يصبح= 1\6700 او 1: 6700

أي ان كل 1سم على الخارطة يمثل 6700 سم او 0.067 كم على الارض.

2. **التحويل من المقياس التعبيري والنسبي الى المقياس الخطي:** يظهر المقياس الخطي على شكل خط مقسم الى عدد من الأقسام، ويكتب على كل قسم ما يساويه في الطبيعة بصورة تراكمية. ويتميز المقياس الخطي بعدم تأثره بعمليات التصغير والتكبير للخارطة، حيث أن طول خط المقياس يصغر ويكبر مع عملية تصغير او تكبير الخارطة بنفس النسبة. ويراعى عند توقيع المقياس الخطي على الخارطة ما يلي:

أ) أن تكون ألأرقام المكتوبة على خط المقياس صحيحة، وتجنب الكسور. فمثلا لو كان المقياس التعبيري هو 1سم يقابل 0.75كم (المقياس النسبي 1: 75000)، وقسمنا خط المقياس الى اقسام طول كل منها 1سم، فان كل قسم سيمثل 0.75 كم، وهذه القيمة تمثل كسرا، لذلك لا نكتبها ولا نكتب القيمتان التاليتان 1.5و2.25 كم حتى نصل الى القيمة التراكمية 3كم، التي تراكمت بعد اربعة اقسام. بمعنى اخر، ان خط المقياس سوف يقسم كل 4 سم بحيث يساوي القسم الواحد 3كم، وتعرف هذه الطريقة بطريقة التكرار. هناك طريقة اخرى لتجنب استخدام الكسور في المقياس الخطي، خاصة اذا تعذر الحصول على الرقم الصحيح أو تم الحصول عليه بعد تخطي اقسام عديدة، وأصبح طول خط المقياس كبيرا لا تحتويه الخارطة او اصبح لا

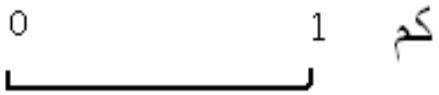
يتناسب مع طول الاطار الافقي للخارطة. تعرف هذه الطريق بطريقة النسبة الى رقم صحيح. فمثلا لو كان المقياس التعبيري هو 1 سم الى 0.24 كم (المقياس النسبي 1: 24000)، فانه لا نستطيع الحصول على رقم صحيح الا بعد تكرار 0.24 كم 25 مرة، وفي هذه الحالة لا يمكن رسم هذا الخط. هنا نلجأ الى اختيار أقرب رقم كيلومتري صحيح لما يمثله كل 1 سم على الارض، وهو في هذه الحالة 1 كم، ثم يتم احتساب الطول الملائم ليمثل القيمة 1 كم بالشكل التالي:

اذا كان 1 سم يقابل 0.24 كم

؟ 1 كم

$\frac{1\times1}{0.24} = 4.17$ سم، ثم يرسم خط المقياس ويقسم الى عدد مناسب من الاجزاء، طول كل

جزء 4.17 سم ويكتب على كل جزء 1 كم، كما في الشكل التالي:



ب) أن يتناسب طول خط المقياس مع امتداد الاطار الأفقي للخارطة. وقد بينت الدراسات أن أفضل طول لخط المقياس هو الذي تتراوح نسبته من طول الاطار الافقي للخارطة بين 25% الى 30% (27.5%)، حيث وجد ان هذه النسبة تحقق التوازن الفني للخارطة.

3. **التحويل من المقياس النسبي الى المقياس التعبيري:** ان معظم المقاييس التعبيرية تكون على شكل (1 سم يمثل ؟ كم، أو 1 انش يمثل ؟ ميل). هذه المقاييس سهلة نسبيا، لأنها تعني فقط تحويل المقام او القيمة الارضية الى وحدات اكبر.

مثال: حول المقياس النسبي 1: 25000 الى المقياس التعبيري بالكيلومترات.

الحل: كل 1 سم على الخارطة يقابله 25000 سم على الارض

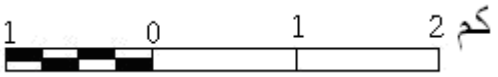
وبما ان كل 1 كم يساوي 100000 سم،

اذن 1سم = 25000\ 100000 = 1\ 4 كم

وبالتالي يصبح المقياس التعبيري هو: 1 سم يمثل 1\4 كم.

4. التحويل من المقياس الخطي الى المقياس النسبي: عند التحويل من المقياس الخطي الى المقياس النسبي يجب ان نأخذ قياس من خط المقياس الخطي لتحديد المسافة على الخارطة وما تقابله من مسافة على الأرض.

مثال: جد المقياس النسبي للمقياس الخطي التالي:



لايجاد المقياس النسبي من هذا المقياس الخطي، نقيس بواسطة المسطرة، فاذا كانت المسافة 3 كم على خط المقياس ساوت 6 سم، يمكن ايجاد المقياس النسبي من المقياس الخطي كما يلي:

الحل: اذا كان 6 سم على خط المقياس تقابل 3 كم على الارض،

فان 1سم على خط المقياس تقابل 0.5 كم على الارض،

وبما ان 0.5 كم تساوي 50000 سم، اذن المقياس النسبي للخارطة هو 1: 50000

التدريب 3

ضع دائرة حول رمز الاجابة الصحيحة:

1. المقياس التعبيري للمقياس النسبي 1: 100000 هو:

أ) 1سم الى 100م ب)1سم الى 10م ج) 1سم الى 1كم

2. المقياس النسبي للمقياس التعبيري 1سم الى 0.5كم هو:

أ) 1: 5000 ب) 1: 50000 ج) 1: 500000

3. المقياس النسبي للمقياس التعبيري 1 بوصة الى 1 ميل هو:

أ) 1: 160000 ب) 1: 5280 ج) 1: 63360

أسئلة التقويم الذاتي رقم 3

1. اذكر أنواع مقاييس الرسم.
2. حول المقياس النسبي 1: 40000 الى مقياس خطي.
3. بماذا يتميز المقياس الخطي على المقاييس الاخرى

3.3 تحديد المقياس من الخارطة أو الصورة

عزيزي الدارس، قد لا يظهر مقياس الرسم على بعض الخرائط أو الصور الجوية، ولاشتقاق المقياس نتبع اجراءات مشابهة للمثال السابق (تحويل المقياس الخطي الى مقياس نسبي). ولكن بدلا من القياس على طول خط المقياس، نقيس بواسطة المسطرة طول أحد الظواهر أو المعالم على الخارطة أو الصورة الجوية المعروف طولها على الأرض، مثل ملعب كرة القدم أو خط الاستواء (اذا كانت الخارطة للعالم). كما يمكن استخدام شبكة الاحداثيات اذا كانت ظاهرة على الخارطة لتحديد المقياس. أما اذا لم تتوفر أبعاد أحد الظواهر على الخارطة، نذهب الى الميدان ونقيس مسافة بين موقعين ظاهرين على الخارطة. ومن خلال العلاقة بين المسافة على الخارطة ونظيرها على الأرض، يمكن تحديد مقياس الرسم.

مثال: لديك خارطة للضفة الغربية تظهر عليها المدن برموز موضعية على شكل دوائر صغيرة، قسنا المسافة الافقية على الخارطة بين مدينتي القدس والخليل، فكانت 7.5 سم، والمسافة الافقية الحقيقية بين المدينتين هي 30 كم، احسب مقياس رسم الخارطة.

الحل: اذا كانت 7.5 سم على الخارطة تقابل 30 كم على الأرض،

فان 1سم على الخارطة تقابل 30\7.5 = 4 كم،

وبما أن كل 1كم يساوي 100000سم،

اذن 4 كم تسلوي 400000 سم،

والمقياس النسبي للخارطة = 1: 400000

هناك استثناء واحد بالنسبة للصور الجوية، وهو أن هذه الطريقة تفترض أن الموقعين يقعان على نفس الارتفاع، أو أن تضاريس المنطقة مستوية. أما اذا كانت الارض المصورة مضرسة، فان مقياس رسم الصورة المحسوب لا يكون دقيقا، حيث أن اختلاف ارتفاع النقاط المصورة يؤدي الى اختلاف في مقياس رسم الصورة. فالمناطق الاكثر ارتفاعا يكون مقياس

رسمها أكبر من مقياس المناطق الأقل ارتفاعا، لأنها تكون أقرب الى كاميرا التصوير الجوي المحمولة في الطائرة. وبهذا فان للتضرس الارضي تأثير على مدى تجانس مقياس الرسم للصورة الجوية (سيتم شرح ذلك بالتفصيل في الأقسام التالية من هذا الفصل).

هناك طريقة أخرى لحساب مقياس رسم خارطة أو صورة جوية غير معروف، وتقوم هذه الطريقة على المقارنة بخارطة أو صورة لنفس المنطقة ومعروفة المقياس.

مثال: لديك صورة جوية لمدينة نابلس، فيها المسافة بين جامعة النجاح الوطنية والمركز التعليمي لجامعة القدس المفتوحة تساوي 8 سم. ولديك ايضا خارطة تظهر فيها المنطقة المصورة من مدينة نابلس بالاضافة الى مناطق اخرى، مقياس رسمها 1\ 24000، كانت المسافة بين الجامعتين عليها 5.3 سم. احسب مقياس رسم الصورة الجوية.

الحل: مقياس رسم الصورة = المسافة على الصورة × مقياس الخارطة

المسافة على الخارطة

$$= \frac{8}{5.3} \times \frac{1}{24000}$$

$$= \frac{1}{16000} \text{ أو } 1: 16000$$

أسئلة التقويم الذاتي رقم 4

1. احسب مقياس رسم خريطة ظهر عليها موقعي المدينتين أ، ب، فاذا كانت المسافة بين المدينتين على الخارطة 8 سم، والمسافة الارضية بينهما 20كم.
2. احسب مقياس رسم صورة جوية ظهر عليها الموقعين ج، د كانت المسافة بينهما على الصورة 6 سم، اذا علمت ان المسافة بين الموقعين على خارطة مقياسها 1\ 50000 هي 2 سم.

3.4 تحديد المسافة والمساحة من الخارطة والمقياس

يمكن استخدام الخارطة لحساب المسافات والمساحات الحقيقية، ويعتبر حساب المسافات على الخارطة بسيطا اذا ما قورن بتحويل المقياس من نوع الى اخر. أما حساب المساحات، فيمكن أن يكون مضللا ويحتاج الى انتباه أكبر، لأن الأرقام يجب أن يجري تربيعها.

مثال 1: لديك خارطة مقياس رسمها 1\ 50000، قمت بقياس طول طريق عليها، فكان يساوي 2 سم، ما هو الطول الحقيقي للطريق؟

الحل: أسهل طريقة لحساب الطول الحقيقي للطريق هي طريقة النسبة والتناسب،

1 سم على الخارطة يقابل 50000 سم على الأرض،

2 سم على الخارطة يقابل ؟ سم على الأرض،

بالضرب التبادلي ينتج ما يلي:

$$\frac{2\times 50000}{1} = 100000$$ سم على الأرض،

وبما انه من غير المنطقي التعبير عن المسافة الأرضية بالسنتمتر، لذا فاننا نحولها الى أمتار أو كيلومترات. وبما أن 1 كم تساوي 100000 سم،

اذن الطول الحقيقي للطريق = 1 كم.

أما بالنسبة للتعبير عن المساحة، فيتم ذلك بوحدات مساحية، وهي عادة تمثل وحدات مسافة مربعة مثل سم²، م²، كم² ...الخ.، لذلك علينا استخدام معامل تحويل تربيعي عند ايجاد المساحة من قياسات الخارطة.

مثال 2: قطعة أرض مستطيلة الشكل ظهرت على خارطة مقياسها 1\ 24000، فاذا قسنا أبعاد قطعة الأرض على الخارطة فكانت 3 سم × 4 سم، ما هي المساحة الحقيقية لقطعة الأرض؟

خطوات الحل:

1. نجد مساحة قطعة الأرض على الخارطة = 3 سم × 4 سم = 12 سم²

2. نربع معامل مقياس الرسم لايجاد ما يمثله 1 سم² على الأرض،

= 24000 × 24000 = 576000000 سم²

3. نحول السنتيمترات المربعة على الأرض الى مترات مربعة، وذلك بالقسمة على 10000، لأن كل م² = 100 سم × 100 سم = 10000 سم²

$$\frac{576000000}{10000} = 57600 \text{ م}^2$$

4. نضرب مساحة قطعة الأرض على الخارطة بما يمثله كل 1 سم² من مساحة على الأرض = 12 سم² × 57600 م²

= 691200 م²

وبما أن الرقم الناتج كبير، لذلك يفضل تحويله الى وحدات أكبر وهي الكيلومترات المربعة، ويتم ذلك بقسمة الناتج على مليون، لأن كل كم² واحد يساوي مليون م² (1000م × 1000م = 1000000م²)،

$$\frac{691200}{1000000} = 0.6912 \text{ كم}^2 \text{ مساحة قطعة الأرض}$$

كما يمكن تحويل المساحة الناتجة الى دونمات، وذلك بالقسمة على 1000، لأن الدونم الواحد يساوي 1000م²،

$$\frac{691200}{1000} = 691.2 \text{ دونم}$$

هناك طريقة أخرى لحساب المساحة من الخرائط والصور الجوية، وتقوم تلك الطريقة على تحويل بعدي الشكل من سنتيمترات الى أمتار مستخدمين مقياس الرسم، ثم نضرب البعدين ببعضهما لايجاد المساحة. واليك حل المثال السابق بهذه الطريقة:

3 سم × 24000 = 72000 سم = 720 م على ألأرض

4سم × 24000 = 96000سم = 960م على الأرض

مساحة القطعة = 720 × 960 = 691200م²

= 0.6912كم²

= 691.2 دونم

ان ما تقدم من عمليات لحساب المساحات من الخرائط والصور الجوية ينطبق على الأشكال المنتظمة المحاطة بخطوط مستقيمة كالمربع والمستطيل، الا ان أشكال المساحات على الخرائط قد لا تكون منتظمة دائما، وتكون محاطة بخطوط منحنية. في هذه الحالة نلجأ الى طرق أخرى لحسابها: منها طرق تقليدية ومنها ميكانيكية، وأخرى الكترونية.

التدريب 4

ضع دائرة حول رمز الاجابة الصحيحة:

1. المسافة الارضية للمسافة 5سم على خارطة مقياسها 1: 10000 هي:
   أ) 1كم ب) 0.5 كم ج) 5 كم
2. المساحة الارضية للمساحة 10سم² على خارطة مقياسها 1: 50000 هي:
   أ) 50 كم² ب) 25 كم² ج) 2.5 كم²

من **<u>الطرق التقليدية</u>** التي نلجأ اليها لحساب مساحات الأشكال غير المنتظمة (شكل 6)، طريقة الشرائح: وتقوم هذه الطريقة على تقسيم الشكل الى شرائح، ثم حساب مساحة كل شريحة بضرب طولها بعرضها، ثم جمع مساحة الشرائح للخروج بالمساحة الكلية للشكل.

وهناك طريقة المربعات: وتقوم هذه الطريقة على تقسيم الشكل الى مربعات، ثم نعد المربعات الكاملة الداخلة بالشكل ونضيف اليها نصف عدد المربعات الناقصة، ثم نضرب مجموع عدد المربعات بمساحة المربع الواحد للخروج بالمساحة الكلية للشكل.

هناك طريقة ثالثة لحساب المساحة تعرف بطريقة عد النقاط، وتعتبر هذه الطريقة ألأفضل لأنها تتميز بالدقة والسرعة. وتقوم هذه الطريقة على استخدام ورقة رسم بياني شفافة توضع على الشكل، ثم توضع نقاط في مراكز المربعات الواقعة داخل حدود الشكل. ولحساب مساحة الشكل على المخطط أو الخارطة نطبق العلاقة التالية:

مساحة الشكل (سم²) = عدد النقاط الواقعة داخل الشكل+ نصف عدد النقاط الواقعة على حدود الشكل × مساحة المربع الواحد(سم²)

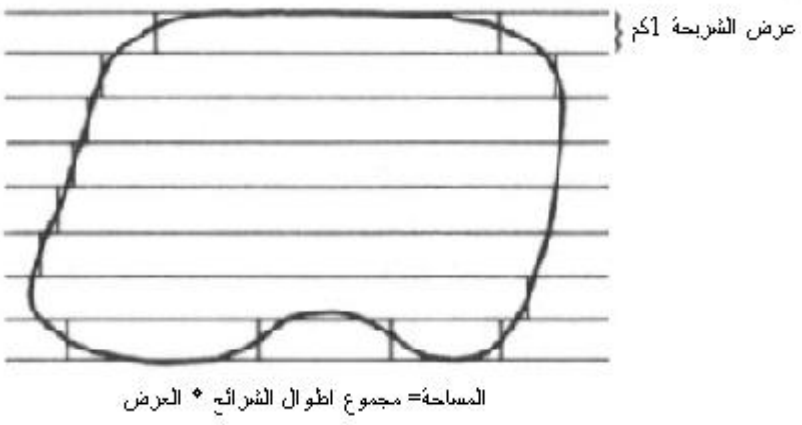
أما المساحة الحقيقية للشكل، فيتم حسابها بضرب مساحة الشكل على الخارطة بما يمثله سم² على الأرض، أي بتربيع مقياس الرسم. يمكن اعطاء رموز معينة للمتغيرات المستخدمة لحساب مساحة الشكل، فلو كانت (م) تمثل مساحة الشكل،

و ن تمثل عدد النقاط، و (م ر) تمثل مساحة المربع على الخارطة، و (س²) تمثل مربع مقياس الرسم، فان معادلة حساب المساحة تصبح كما يلي:

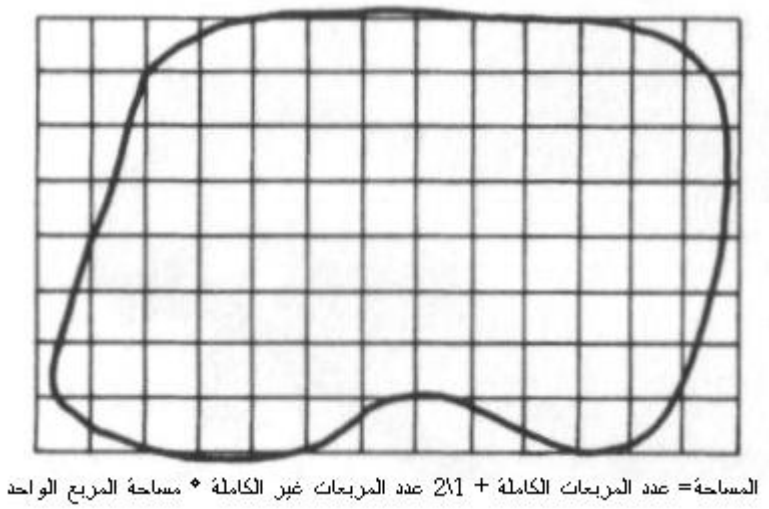
م = ن × م ر × س²

مثال: احسب المساحة الحقيقية لمخطط مدينة نابلس، ظهر على خارطة مقياس رسمها 1\ 50000، اذا علمت أن عدد النقاط الداخلة في حدود المخطط هو 112 نقطة، وكل نقطة ممثلة لمربع ضلعه 1سم.

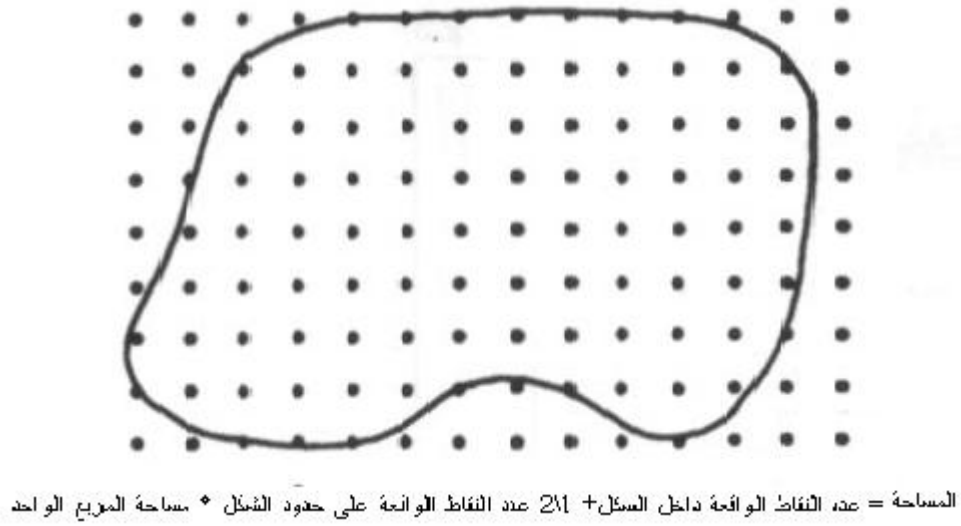
الحل: مساحة المخطط (م) = عدد النقاط (ن) × مساحة المربع (م ر) × مربع مقياس الرسم (س²) = 112 × 1 × (0.5 × 0.5) = 28 كم².



الشكل رقم6أ: طريقة الشرائح لحساب مساحات الاشكال غي المنتظمة



ب: طريقة المربعات لحساب مساحات الاشكال غير المنتظمة



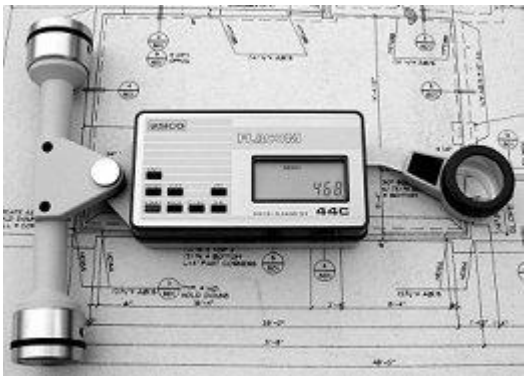
ج: طريقة عد النقاط لحساب مساحات الاشكال غير المنتظمة

أسئلة التقويم الذاتي رقم 5

1. احسب المسافة الحقيقية على الارض بين مدينتي جنين والخليل من خريطة مقياسها 1\500000، اذا علمت أن المسافة بينهما على الخريطة 22 سم.
2. احسب مساحة جمهورية مصر العربية بطريقة عد النقط من خارطة مقياسها 1\10000000 (عشرة ملايين)، اذا علمت ان عدد النقاط الداخلة في الخريطة هو 100 نقطة ومساحة المربع الممثل للنقطة 1 سم^2.

أما **<u>الطرق الميكانيكية أو الالية</u>** المستخدمة في حساب المساحات، فتقوم على استعمال أجهزة تعرف باسم ألبلانميتر Planimeter. تطورت هذه الاجهزة وأصبحت اسهل استخداما وأدق نتائجا، حيث أصبحت تحتوي على ذاكرة تستوعب عددا كبيرا من الأرقام، بالاضافة الى احتوائها على ثلاثة أنواع من وحدات القياس: الفرنسية والانجليزية واليابانية. كما يتم الحصول على المساحة مباشرة دون اللجوء الى استعمال المعادلات الرياضية، كما هو الحال بالنسبة للأجهزة القديمة. الشكل 7 يظهر احد أنواع اجهزة البلانميتر الدقيقة المستخدمة في حساب المساحات. أما طريقة استعمال هذه الأجهزه فهي سهلة للغاية، حيث يقوم المستخدم بتمرير مركز العدسة المكبرة المطبوع عليها اشارة + على الحدود الخارجية للشكل، فيعمل الجهاز على حساب المساحة وفقا لمقياس الخارطة الذي أدخله المستخدم الى الجهاز. تظهر مساحة الشكل على

شاشة صغيرة كما هو واضح في الشكل 7 أ. وهناك طرق أكثر حداثة وتتمثل بحساب المساحات من الخرائط بعد حوسبتها في برامج خاصة مثل برامج نظم المعلومات الجغرافية وبرامج الرسم الهندسي (اوتوكاد) وغيرها.



الشكل 7 أ: جهاز بلانميتر رقمي من نوع بلاكوم Placom يستخدم لحساب المساحات.

الشكل 7 ب: جهاز بلانميتر من النوع القديم، وهو أقل دقة ويحتاج الى استخدام ثوابت وعلاقات رياضية.

4.5 تغيير مقياس رسم الخارطة

قد تحتاج عزيزي الدارس الى تصغير أو تكبير احدى الخرائط من أجل تحقيق واحد أو أكثر من الأهداف التالية:

1- توضيح بيانات مكانية تبدو صغيرة وغير واضحة على الخارطة (تكبيرها).

2- توحيد مقياس رسم لوحتين من الخرائط لنفس المنطقة.

3- تسهيل اجراء مقارنة بين محتويات الخرائط.

4- نقل بيانات من خارطة الى أخرى.

5- مطابقة لوحتين من الخرائط (تكبير أو تصغير).

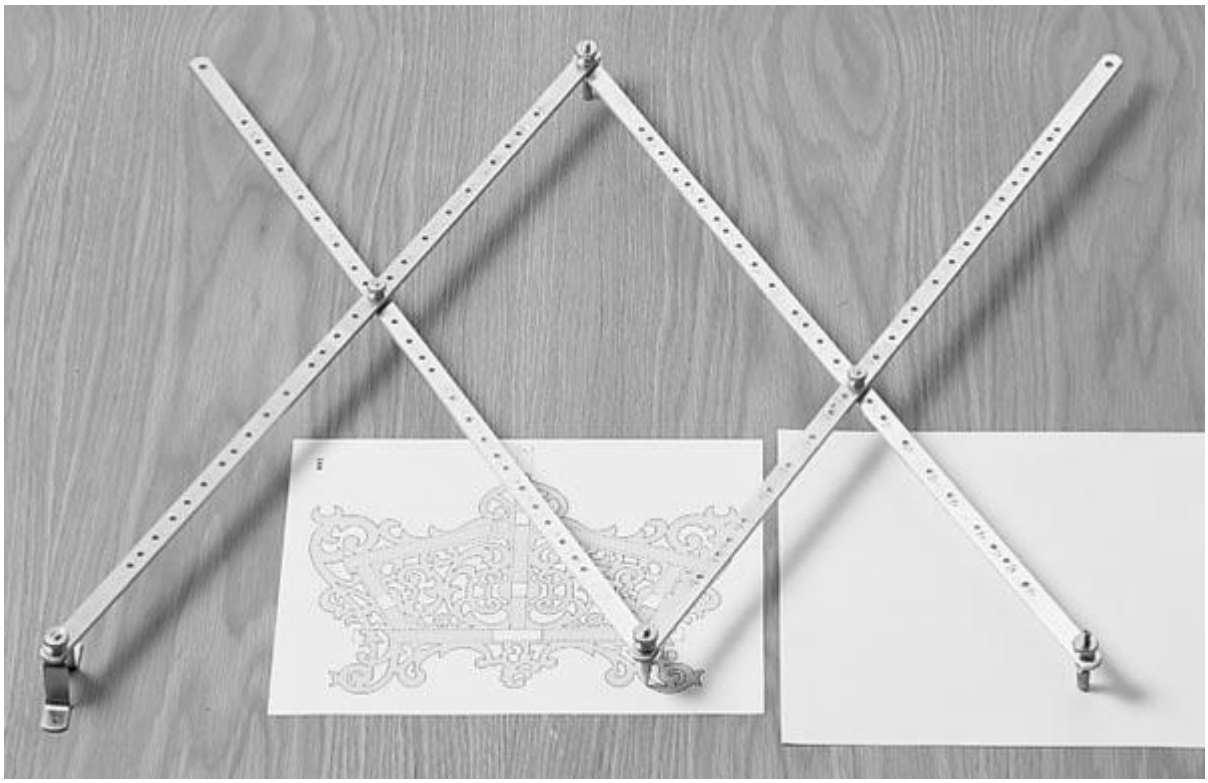
هناك عدة طرق لتكبير الخرائط أو تصغيرها، فمنها ما هو يدوي تقليدي، ومنها ما هو الي، ومنها ما هو محوسب (الكتروني).

لن نتناول عزيزي الدارس جميع الطرق بالتفصيل حتى لا يكون ذلك على حساب موضوعات اخرى هامة يجب تناولها في هذا الفصل.

من الطرق اليدوية الشائعة لتكبير أو تصغير الخرائط، طريقة المربعات: تقوم هذه الطريقة على أساس تقسيم الخريطة الأصلية الى مجموعة من المربعات المتساوية، ويفضل أن تكون أبعادها صغيرة حتى نتمكن من تتبع البيانات التفصيلية، ثم تقسم اللوحة الجديدة الى نفس عدد مربعات الخارطة الأصلية، ولكن بأبعاد مختلفة عن أبعاد مربعات اللوحة الأصلية (أكبر أو أصغر) بنسبة معينة حسب نسبة التصغير أو التكبير.

فمثلاً إذا أردنا تكبير خارطة مقياس رسمها 1\5000 إلى مقياس رسم 1\2500 فتكون النسبة بين أطوال أضلاع المربعات $\frac{2500}{5000}$ = 2:1 أي أن نسبة طول ضلع المربع على اللوحة الأصلية إلى طول ضلع المربع على اللوحة الجديدة ستكون 2:1، أما إذا أردنا تصغير الخريطة إلى مقياس 1\10000 فتكون نسبة طول ضلع المربع على اللوحة الأصلية إلى طول المربع على اللوحة الجديدة $\frac{10000}{5000}$ =1:2، وينصح بترقيم المربعات على الخريطتين في الاتجاهين الأفقي والرأسي لتسهيل تتبع البيانات ونقلها بين الخريطتين.

من الطرق البسيطة الأخرى المستخدمة في التكبير والتصغير، استخدام فرجار التناسب والأيدوجراف والبانتوغراف، وتقوم هذه الأجهزة الثلاث على فكرة نقل حركة بمقدار معين من الخريطة الأصلية إلى الخريطة الجديدة بنسبة معينة تكبيراً أو تصغيراً، بحيث يتم تتبع المعالم الموجودة على الخريطة الأصلية بواسطة سن مدبب متنقل الحركة إلى اللوحة الجديدة من خلال قلم رصاص مثبت في الجهة الأخرى من الجهاز. الشكل رقم 8 يوضح الفكرة، حيث تظهر فيه صورة يتم تكبيرها على لوحة أكبر، ويظهر الشكل نقل الحركة من الشكل الأصلي الى اللوحة الجديدة بنسبة تكبير أو تصغير معينة.



الشكل رقم 8: جهاز بانتوغراف يستخدم لتكبير وتصغير الخرائط.

أما الطريقة السهلة والشائعة اليوم هي طريقة التصوير الفوتوغرافي، حيث أن هذه الطريقة تعطي نتائج سريعة ودقيقة ورخيصة التكلفة، وهناك أنواع كثيرة من ماكنات التصوير تختلف في دقتها وجودتها منتشرة في الأسواق سهلت كثيراً عملية تكبير وتصغير الخرائط.

وبعد التطور الهائل الذي شهده علم الخرائط من خلال ظهور ما يعرف بنظم المعلومات الجغرافية GIS، أصبح بالإمكان إدخال الخرائط الورقية hardcopy بواسطة الماسح الضوئي Scanner إلى نظم المعلومات الجغرافية ومن ثم تكبيرها أو تصغيرها وفق المقياس الذي نريد بسهولة وبدقة عالية، ومن ثم طبعها بواسطة أجهزة الطباعة printer العادية والملونة وبأحجام مختلفة، كما أن هناك ماكنات الرسم الإلكترونية plotters التي يمكن بواسطتها إخراج الخرائط من نظام المعلومات الجغرافية بالأحجام التي نريدها.

يجب مراعاة أن عملية التكبير والتصغير سوف تغير مقياس الرسم، لذلك لا يصلح هنا المقياس النسبي أو الكسري، ويجب أن يظهر على الخرائط المقياس الخطي لأنه يتبع أي عملية تكبير أو تصغير في الخريطة، كما يجب مراعاة أحجام الخطوط والأحرف وأخذها بعين الاعتبار في النسخة المكبرة أو المصغرة بحيث يكون حجمها مناسباً (

مقروءة بشكل جيد وغير مبالغ فيه)، أي الحفاظ على المزايا الفنية للخريطة جنباً إلى جنب مع المزايا العلمية والدقة. الشكل 9 يبين أحد أنواع الراسمات الالكترونية الرقمية المتطورة والشاملة (all in one)، من نوع HP DesignJet 815mfp، حيث يمكن بواسطتها اجراء عمليات النسخ copy والمسح scan والطباعة print للخرائط الملونة والعادية، واخراج الخرائط بأحجام مختلفة. ويعتبر هذا الجهاز ضروريا للمهتمين بقراءة وتحليل وانتاج الخرائط.

الشكل رقم 9: جهاز رسم الكتروني رقمي من نوع HP DesignJet 815mfp

سؤال التقييم الذاتي 6

متى نلجأ الى تكبير أو تصغير الخارطة؟

5. تحديد الموقع الجغرافي للظواهر المختلفة:

منذ القدم حاول الإنسان تحديد موقعه على الأرض والتعرف على الاتجاهات والمسافات، فقد اهتدى بالشمس أثناء النهار وبالنجوم أثناء الليل، كما استخدم شواهد طبيعية كالجبال والأودية لتوجيهه نحو الاتجاهات الصحيحة، واستخدام تعبيرات الأمام والخلف واليمين واليسار والشرق والغرب والشمال والجنوب، واستخدم الذراع في حساب المسافات. ثم تطورت أساليب تحديد المواقع والاتجاهات والمسافات، كان أهمها علم الفلك Astronomy والمساحة Surveying والاستشعار عن بعد Remote Sensing ونظم المعلومات الجغرافية GIS ونظم التوقيع الإلكتروني GPS.

5.1 الإحداثيات الجغرافية Geographic Coordinates

هي دوائر عرضية وخطوط طولية Latitudes and Longitudes تحدد موقع location أو موضع position أي نقطة على سطح الأرض بالنسبة إلى مرجع كروي reference spheroid.

إن نظام الإحداثيات الجغرافي يعبر عن أي موقع على الأرض بواسطة إحداثيين أو ثلاثة من نظام الإحداثيات الكروي Spherical Coordinate System والتي تتمشى مع محور الأرض. إنها تعرّف درجتين تقاسان من مركز الأرض (Kjellstorm 2003):

1- دوائر العرض: تقيس الدرجة بين أي نقطة وخط الاستواء.

2- خطوط الطول: تقيس الدرجة على طول خط الاستواء من نقطة عشوائية على الأرض، وغرينتش في لندن يمثل خط طول صفر المقبول في مختلف أنحاء العالم.

وبربط هاتين الدرجتين ، يتم تعيين موقع أي ظاهرة على الأرض. مثلاً، تقع مدينة القدس في فلسطين على دائرة عرض 47′ 31˚ شمال خط الاستواء و 14′ 35˚ شرق غرينتش. لذا، إن الاتجاه المرسوم من مركز الأرض إلى النقطة 47′ 31˚ شمال خط الاستواء و 14′ 35˚ شرق خط غرينتش سوف يمر من القدس.

إن خط الاستواء جزء مهم من هذا النظام الإحداثي، فهو يمثل نقطة الصفر zero point لدرجات العرض latitudes، كما يمثل منتصف المسافة بين القطب الشمالي والقطب الجنوبي. إن خط الاستواء هو المستوى الأساس لنظام الإحداثيات الجغرافي، وكل النظم الإحداثية الكروية تعتمد هذا المستوى الأساسي. وخط الاستواء هو أكبر دائرة على سطح الأرض 40076 كم، ولتحديد مواقع دوائر عرضية Parallels، نرسم مجموعة من الدوائر الموازية لخط الاستواء عند أي مسافة بين خط الاستواء والقطبين الشمالي والجنوبي. ويتناقص طول محيط الدوائر كلما اتجهنا ناحية القطبين بعيداً عن خط الاستواء، وتمثل نقطة القطب أصغر هذه الدوائر (الشكل رقم 10أ). هناك 180º تفصل بين القطبين، 90˚ منها شمال خط الاستواء و 90˚ أخرى جنوب خط الاستواء، لذلك ترقم دوائر العرض بين صفر (خط الاستواء) و 90˚ عند القطب الشمالي أو الجنوبي.

إن قيمة الدرجة العرضية ليست متساوية بين القطبين، وهذا ناتج عن تفلطح الأرض في منطقة القطبين وانبعاجها عند خط الاستواء، ويترتب على ذلك أن المسافة بين أي من القطبين (90˚) ودائرة عرض 89˚ هي أكبر قليلاً من المسافة بين خط الاستواء ودرجة عرض 1 شمالاً أو جنوباً.

بمعنى آخر، تزداد المسافة بين الدرجات العرضية كلما اتجهنا من خط الاستواء نحو القطبين، (انظر الجدول رقم 1) (عاشور، محمود 1998).

الجدول رقم (1): قيمة درجة عرض واحدة حسب النظام الجيوديسي العالمي

درجة العرض	المسافة (كم)	المسافة (ميل)
صفر	110.57	68.71
10	110.61	68.73
20	110.70	68.79
30	110.85	68.88
40	111.4	68.99
50	111.23	69.12
60	111.41	69.23
70	111.56	69.32
80	111.66	69.38
90	111.69	69.40

والدرجة العرضية تساوي 60 دقيقة (′) والدقيقة تساوي 60 ثانية (″) وقيمة الدقيقة والثانية تختلف باختلاف درجة العرض، فمثلاً على درجة صفر (خط الاستواء، تعادل الدقيقة 1842.8م والثانية تعادل 30.7م. أما عند القطبين فتعادل الدقيقة 1861.5م والثانية تعادل 31م. وفي المتوسط تقابل كل دقيقة 1852.2م والثانية تعادل 30.9م.

إن معرفتنا لخط عرض مكان ما لا يكفي لتحديد موقعه الجغرافي، فتحديد الموقع الجغرافي لأي مكان على سطح الأرض يحتاج إلى إحداثيين، الأول عرضي يبين لنا موقع المكان شمال أو جنوب خط الاستواء والثاني طولي يبين لنا الموقع شرق أو غرب خط غرينتش، وأن تقاطع الإحداثيين يمثل موقع الظاهرة. لهذا لا بد من تقسيم الكرة أيضاً بالاتجاه الشرقي الغربي إلى نطاقات أو درجات طولية تلف الكرة الأرضية وتلتقي في نقطتي القطبين، تعرف باسم خطوط الطول. ولتسهيل تحديد المواقع الجغرافي على سطح الأرض، تم في عام 1884 اتفاق دولي على توحيد خط الطول الرئيسي لجميع دول العالم، ألا وهو الخط المار بمرصد جرينتش الملكي البريطاني قرب لندن، ويمثل خط طول صفر الذي عرف باسم خط غرينتش.

هناك 360 خط طول تلف الكرة الأرضية على اعتبار أن الدائرة تمثل 360°، منها 180 خط طول غربي غرينتش ومثلها شرقي غرينتش. وقد عرفت عزيزي الدارس في الوحدة الثانية من هذا الكتاب كيف يمكن تحديد خط طول مكان معين من خلال معرفة فارق الزمن بينه وبين خط طول صفر (خط غرينتش).

إن المسافات المحصورة بين خطي طول على دائرة عرض ما (تمثله الدرجة الطولية) تقل كلما اتجهنا نحو القطبين، بحيث تصل هذه المسافة إلى صفر عند القطبين حيث تلتقي خطوط الطول. ولتحديد موقع ما على سطح الأرض نجد خط العرض وخط الطول المار بذلك الموقع، فمثلاً تقع مدينة بغداد عند تقاطع خط طول 22′ 44° شرقاً ودائرة عرض شمالاً. الجدول التالي يوضح المسافة التي تمثلها درجة طول واحدة على دوائر العرض حسب النظام الجيوديسي العالمي WGS84 الذي يأخذ اهليلجية الأرض بعين الاعتبار (عاشور، محمود 1998):

الجدول رقم (2): قيمة درجة طول واحدة حسب النظام الجيوديسي العالمي

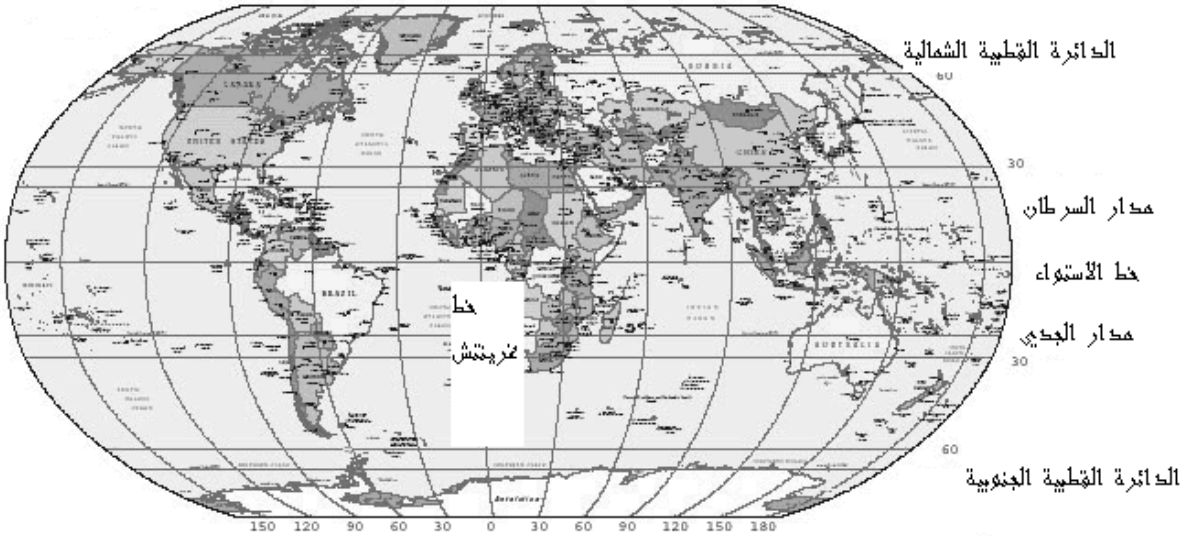
درجة الطول	المسافة (كم)	المسافة (ميل)
صفر	111.32	69.17
10	109.64	68.13
20	104.65	65.03
30	96.49	59.95
40	85.39	53.06
50	71.70	44.55
60	55.80	34.67
70	38.19	23.73
80	19.38	12.05
90	صفر	صفر

5.2 الإحداثيات المستوية (المتعامدة plane or rectangular coordinates)

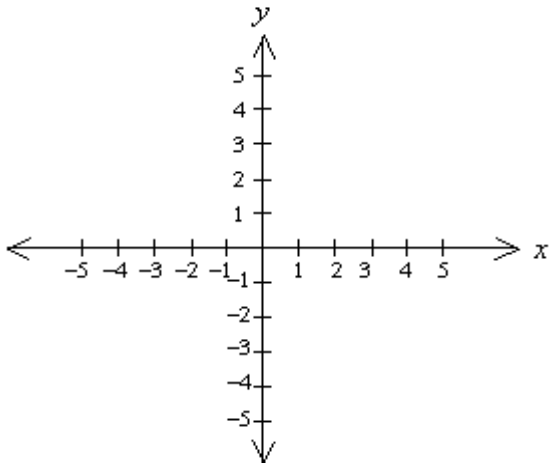
الإحداثيات المتعامدة The rectangular Coordinates تعرف أيضاً باسم الإحداثيات الكاريتزية Cartisean Coordinates نسبة إلى العالم Rene Descartes، الذي أشاع استخدامها في الهندسة التحليلية. تقوم الإحداثيات المتعامدة على شبكة grid، وكل نقطة في المستوى يتم التعرف عليها بإحداثيات رأسية x وعمودية y فريدة، كما هو الحال بالنسبة لأي نقطة على الأرض معرّفة بخط طول ودائرة عرض.

إن المواقع على الشبكة يتم قياسها نسبة إلى نقطة ثابتة تسمى الأصل origin وتقاس بناء على المسافة على طول المحورين x ، y، بحيث تكون المسافة موجبة positive على يمين محور x وسالبة باتجاه الأسفل. إن أي إزاحة عن نقطة الأصل يمكن تنفيذها بالتحرك مسافة معينة باتجاه x ومسافة أخرى باتجاه γ. فكل نقطة على المستوى يمكن تحديدها بزوج من الأرقام (x،y) تسمى إحداثيات Coordinates (شكل 10ب)

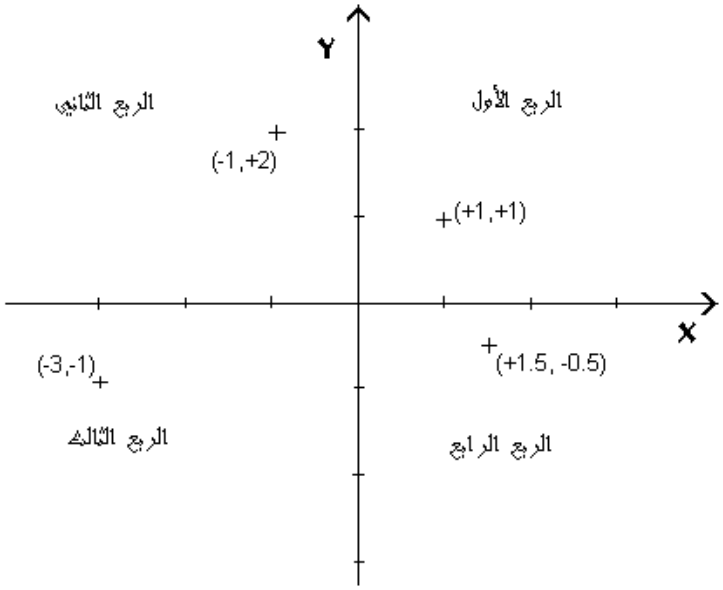
أحياناً تود عزيزي الدارس أن تعرف عن أي جزء من الشكل نتحدث، فالمحاور تعمل على تقسيم المستوى إلى أرباع quadrants وترقم من واحد إلى أربعة تبدأ من الربع الأيمن العلوي وتستمر حول الشكل مع اتجاه عقارب الساعة، لاحظ أيضاً أن كل ربع يمكن تحديده بالجمع بين الإشارات السالبة والموجبة لإحداثيات أي نقطة في ذلك الربع. (شكل 10ج)



الشكل رقم 10أ: الاحداثيات الجغرافية (خطوط الطول ودوائر العرض) تظهر على خارطة العالم



الشكل رقم 10ب: الشكل رقم 9ج: قياس الاحداثيات المستويةللنقاط بالنسبة للمحورين x و y ابتداء من نقطة الأصل التي تمثل تقاطع المحورين



الشكل رقم 10ج: قياس الاحداثيات المستويةللنقاط بالنسبة للمحورين x و y ابتداء من نقطة الأصل التي تمثل تقاطع المحورين، ويظهر فيه أيضا تقسيم الشكل الى أربعة أرباع.

اسئلة التقويم الذاتي 7

1. لماذا تزيد قيمة الدرجة العرضية كلما اتجهنا من خط الاستواء الى القطبين؟
2. قارن بين الاحداثيات الجغرافية والاحداثيات المستوية.
3. ما هي استخدامات الاحداثيات الجغرافية؟

التدريب 5

ضع اشارة √ على العبارة الصحيحة واشارة X على العبارة الخطأ:

1. الاحداثيات المستوية هي نفسها الاحداثيات الكارتيزية ( ).
2. تحدد الاحداثيات الجغرافية لاي موقع على الارض بالنسبة الى خط الاستواء وخط غرينتش ( ).
3. يبلغ عدد خطوط الطول 360 خطا، بينما يبلغ عدد دوائر العرض 180 خطا ( ).
4. قيمة الدرجة الطولية عند خط الاستواء اكبر من قيمتها عند القطبين ( ).
5. يمكن تحديد موقع ما على الارض باحداثي طولي او عرضي، وليس بالضرورة استخدام الاحاثيين معا ( ).

6. الأدوات التقليدية المستخدمة في رسم الخرائط:

إن رسم أي خريطة تتضمن عدداً من الأساليب والوسائل، وهذا يتطلب استخدام وسائل وأدوات متنوعة. ولمعالجة أي مشكلة تظهر أثناء الرسم، نحتاج إلى مجموعة كبيرة من الأدوات، ولكن ولحسن الحظ، بالنسبة للطالب أو الباحث الذي لا يحتاج إلى عمليات رسم كثيرة للخرائط، فإن مجموعة صغيرة من أدوات الرسم الأساسية تكفي لإنجاز ذلك. من ناحية أخرى يجب التأكيد على أن بعض أدوات الرسم الأساسية لا يمكن الاستغناء عنها.

عند زيارتك إلى المكاتب والمكتبات الهندسية، تلاحظ أن هناك أنواع عديدة من أدوات الرسم، مثل أقلام الرسم drawing pens بأشكالها المختلفة وذات سماكات خطوط متعددة، وكذلك الفرجارات بأحجامها وفتحاتها المتعددة والمنحنيات المرنة flexible Curves التي تستخدم في رسم الخطوط المنحنية والمنحنيات الفرنسية French Cannes كذلك التي تستخدم لنفس الغرض السابق وكذلك علب الحبر والألوان والشبلونات مختلفة الأشكال، مثل شبلونات الأحرف والدوائر والمثلثات والمربعات والمستطيلات والخطوط وغيرها. إن هذا التنوع الكبير جداً في الأدوات المستخدمة في الرسم، يستدعي التعرف على الأدوات الأكثر استخداماً وملائمة لعمليات الرسم الشائعة. إن أدوات الرسم في تطور مستمر، لذلك لا تنصح باقتناء أنواع كثيرة من الأدوات والاكتفاء باقتناء ما تحتاجه من أدوات، لأن ما يصلح اليوم لا يصلح غداً.

إن جميع الأدوات الجيدة تعمل بشكل جيد عندما تستخدم بالشكل الصحيح ويتم الاعتناء بها والمحافظة عليها. هناك إجراءين ضروريين للحفاظ على أدوات الرسم بحالة جيدة، الأول: تنظيف الأدوات من الحبر فور الانتهاء من الرسم

خشية جفاف الحبر في الأقلام، والثاني: استخدام الأدوات بالطريقة الملائمة والمبينة في التعليمات التي ترفقها الشركة الصانعة للأدوات.

يمكن تقسيم أدوات ومواد الرسم إلى ما يلي (Hodgkiss 1970):

1- لوحة أو طاولة الرسم The Drawing Board Table: (الشكل 11أ)

تعتبر طاولة الرسم أداة أساسية لتنفيذ أعمال الرسم الكارتوغرافي، وحتى تكون الطاولة صالحة للرسم، يجب أن يكون سطحها مستوياً تماماً وأملس وأبعادها مناسبة لتنفيذ رسومات بأحجام مختلفة، كما يجب أن تكون هناك إمكانية لتمييل لوحة الرسم بزوايا مختلفة لتسهيل وصول الرسام إلى الأجزاء البعيدة من لوحة الرسم.

2- طاولة النسخ Tracing Table

قد تحتاج عزيزي الدارس إلى نسخ خريطة أو جزء من خريطة بغرض تناول معلومات محددة من تلك الخريطة، مثل نسخ خطوط الكنتور من خارطة طبوغرافية. إن هذا يتطلب نوع خاص من الطاولات تسمى طاولات النسخ Tracing Table. تتكون طاولة النسخ من صندوق معدني أو خشبي سطحه العلوي مكون من الزجاج وبداخله مصدر إضاءة، يتم تثبيت الخريطة على سطح الصندوق الزجاجي المضاء من الداخل، ثم تثبيت ورقة شفافة فوق الخريطة، فتعمل الإضاءة الداخلية على إظهار محتويات الخريطة ليقوم الرسام بنسخها على الورقة الشفافة Tracing Paper.

3- ورق الرسم الشفاف Tracing Paper

يستخدم هذا النوع من الورق بشكل واسع لإعداد الخرائط التفسيرية، وخاصة خرائط الكتب والأبحاث العلمية، وتصنف أوراق الرسم الشفافة حسب وزنها (الوزن بالغرامات لكل متر مربع)، والأوزان الشائعة هي 60، 85\90، 105\110، 140\150 غرام. كلما زاد وزن الورق كلما زادت جودته ومقاومته للتمدد والتقلص والتأثر بالأحوال الجوية، كما تزيد قوته. لذلك ينصح باستخدام الأوراق ذات الوزن الثقيل من أجل إعداد الخرائط دقيقة، علماً بأنها أكثر تكلفة.

وللحفاظ على أوراق الرسم الشفافة، لا يجوز ثنيها لأن ذلك يحدث شقوقاً فيها، وإنما تحفظ مستوية أو تلف داخل أنبوب كرتوني أو بلاستيكي.

4- أفلام الرسم البلاستيكية Plastic Draughting

وهي عبارة لوحات بلاستيكية شفافة بأحجام مختلفة تتميز بمقاومتها للتغيرات في درجة الحرارة والرطوبة وتتميز بالقوة ومن الصعب تمزيقها، يستخدم حبر من نوع خاص للرسم على الأفلام، تستخدم في إعداد الخرائط التي تتطلب دقة عالية، تحفظ الأفلام البلاستيكية مستوية حتى لا تتعرض للتشوه والتلف.

5- ورق شفاف شبكي: يستخدم هذا النوع من الورق في عدة مجالات أهمها رسم المقاطع الطبوغرافية التي تبين شكل سطح الأرض من ارتفاعات وانخفاضات وانحدارات على طول خط ميل يصل بين نقطتين، كما يستخدم هذا النوع من الورق في رسم الخطوط المستقيمة بالاستعانة بخطوط الشبكة المرسومة على الورق، كذلك تساعد خطوط الشبكة في رسم خطوط الهاشور لتغطية المساحات. ويستخدم هذا النوع من الورق أيضاً في رسم الأشكال البيانية كالأعمدة والدوائر والخطوط وغيرها.

6- أقلام التحبير: هناك نوعين أساسيين من أقلام التحبير، الأول يستخدم لرسم الخطوط المستقيمة والمنحنيات المنتظمة، والثاني يستخدم في رسم الخطوط المنحنية غير المنتظمة.

تطورت أقلام التحبير عبر الزمن، فأقدم أنواعها هو ما يعرف بـ رولنغ بن Ruling pen حيث بدأ استخدامه قبل مئات السنين (الشكل 11ب)، وهذا النوع من الأقلام بسيط، ولكنه يحتاج إلى ممارسة ومهارة كبيرة، يتكون القلم من مقبض يحتوي على شفرتين، بحيث يتم التحكم بالمسافة بين الشفرتين بواسطة برغي وهذه المسافة هي التي تحدد مقدار الحبر المنساب بين الشفرتين والذي يصل إلى الورق ومن ثم تحدد سماكة الخط، فكلما كانت الشفرتين قريبتين من بعضهما، كلما كان الخط رفيعاً والعكس صحيح. بقيت هذه الأقلام تستخدم في الرسم الكارتوغرافي حتى أواخر الثمانينات من القرن العشرين. لا ينصح استخدام هذا النوع من الأقلام إلا من قبل خبراء ومتمرسين في مجال الرسم الكارتوغرافي.

النوع الثاني من الأقلام، والذي أحدث ثورة في الرسم الكارتوغرافي هو أقلام الرسم السائلة Fountain pen، وهناك عدة أنواع من هذه الأقلام مثل أقلام غرافوس Graphos، وبعضها أخذ اسم الشركات الصانعة لها مثل

ريبديوغراف Rapidiograph وروترنغ Rotring ومارس Mars وغيرها. ما يميز هذه الأقلام هو سهولة استعمالها ولا تحتاج إلى خبراء ومتمرسين في الرسم الكارتوغرافي، وتوجد هذه الأقلام بسماكات متعددة تبدأ من 0.1^{mm} حتى 1.2^{mm}.

7- المثلثات Triangles، هذه الأدوات مصنوعة إما من الخشب أو البلاستيك الشفاف وأبعادها تتراوح بين 15سم و 45سم، أما زواياها فهي إما 45° أو 60°، ولأي عملية رسم نحتاج إلى ثلاثة أحجام منها: صغيرة، متوسطة، وكبيرة (الشكل 11ج).

8- مسطرة T: سميت بهذا الاسم لأن شكلها يشبه حرف T باللغة الإنجليزية وهي مساطر مصنوعة إما من الخشب أو من البلاستيك السميك والقوي، تستخدم لرسم الخطوط الأفقية والعمودية الطويلة، كما يمكن استخدامها مع المثلثات في آن واحد لرسم الخطوط المائلة بزوايا مختلفة (الشكل 11ج).

9- المنحنيات Curves: من الصعب رسم خطوط منحنية ومنتظمة باستخدام أقلام التحبير دون الاستعانة بأدوات خاصة، والمنحنيات نوعين: الأول يعرف بالمنحنيات الفرنسية French Curves، وهي أدوات رسم بلاستيكية على شكل منحنيات (الشكل 11د) وبأقطار مختلفة حتى تناسب مختلف درجات انحناء الخطوط المختلفة. أما النوع الثاني فيعرف بالمنحنيات المرنة flexible Curves، وتتراوح أطوالها بين 30 سم و 1م، وتتكون من البلاستيك بداخلها أشرطة معدنية يمكن طيها وعمل منحنيات منها بالأقطار التي نريد. هذا النوع من المنحنيات أفضل من النوع الأول، لسهولة تشكيل الأداة حسب الخط المنحني الموجود لدينا.

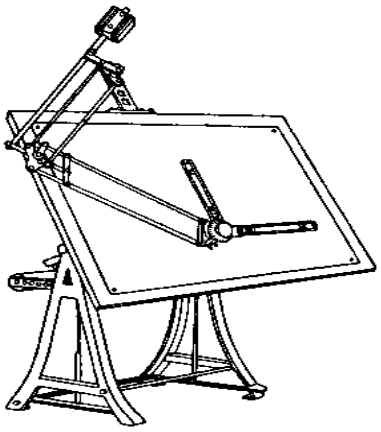
10- الفرجار Compass: هناك أشكال متعددة للفرجار وبأقطار مختلفة، بحيث يمكن تركيب قلم التحبير فيها ورسم الدوائر المختلفة الأحجام (الشكل 11هـ) كما يمكن استخدام الشبلونات التي تحتوي على دوائر بأقطار مختلفة.

11- الشبلونات: وهي عبارة عن أشكال مخرمة على مساطر وقطع بلاستيكية تأخذ شكل المثلث، المربع، المستطيل الحرف، الدائرة .... الخ، تستخدم في رسم الرموز الكاتوغرافية المختلفة(الشكل 11و).

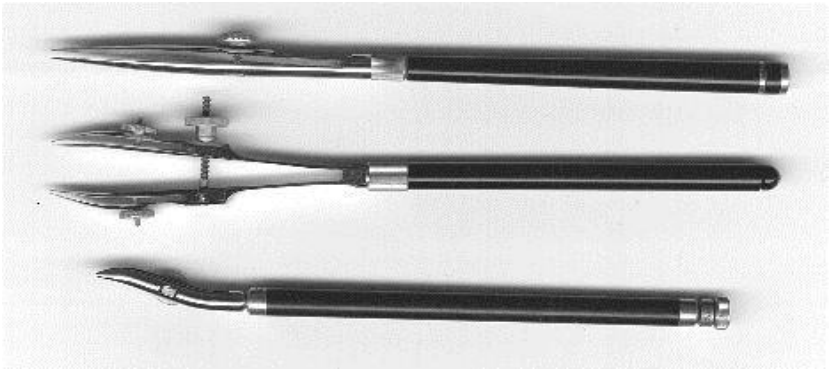
12- الأحرف الجافة Lettering: عبارة عن أنواع مختلفة من الأحرف والأشكال على أوراق شفافة خاصة. يتم تنزيلها في مواقعها بالضغط عليها بأداة خشبية خاصة أو بقلم رصاص، تستخدم هذه الأحرف لكتابة الأسماء على الخرائط بدلاً من استخدام شبلونة الأحرف أو الكتابة الحرة.

13- أوراق تغطية المساحات Self- adhesive sheets: هناك أنواع خاصة من الأوراق الرقيقة جداً بألوان مختلفة يتم قصها حسب شكل المنطقة المراد تغطيتها بها ومن ثم لصقها في المكان المحدد، هذه الطريقة في تغطية المساحات على الخرائط تحتاج إلى وقت كبير، كما أن هذا النوع من الأوراق عالي التكلفة.

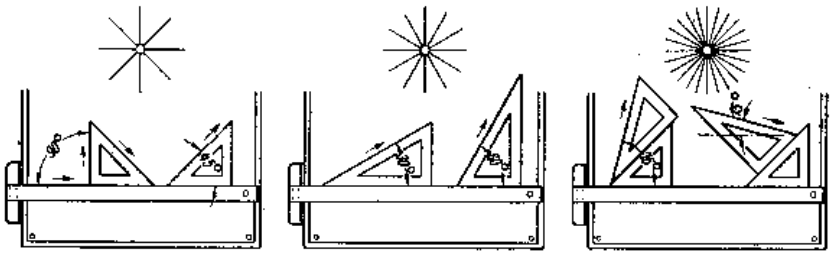
مع التطور الكبير الذي شهده علم الخرائط وصناعتها، لم تعد هذه الأدوات تستخدم إلا وقت الضرورة، وحل محلها التقنيات الحديثة المتمثلة في الخرائط المحوسبة ونظم المعلومات الجغرافية، فأصبح بالإمكان إنتاج خرائط عالية الجودة والدقة، دون استخدام الأقلام والمساطر والمثلثات والألواح والحبر وعلب الألوان والممحاة. ألا أن التكلفة الأولية لإنتاج الخرائط المحوسبة تعتبر عالية نسبياً، فهناك حاجة إلى أجهزة حاسوب، وماسح ضوئي وطابعة ... الخ، إنه على المدى البعيد ولإنتاج نسخ كثيرة من الخارطة الواحدة تعتبر التكلفة أقل من تكلفة الإنتاج اليدوي التقليدي للخرائط.



الشكل 11أ: طاولة رسم يمكن تمييلها بزوايا مختلفة

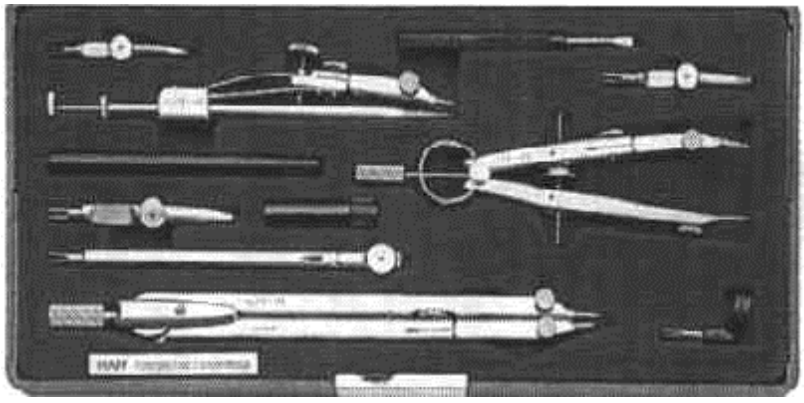


ب: أقلام تحبير من نوع ruling pen وهو يحتاج الى مهارة عالية لاستخدامه

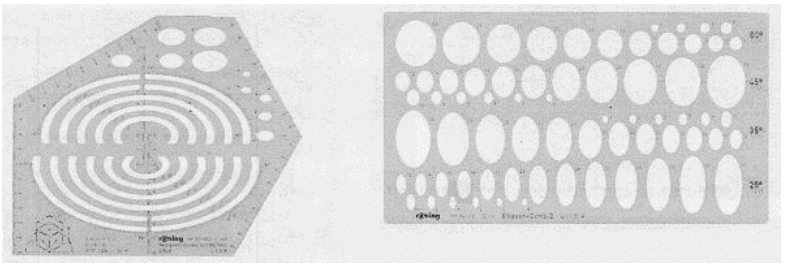


ج: المثلثات ومسطرة T

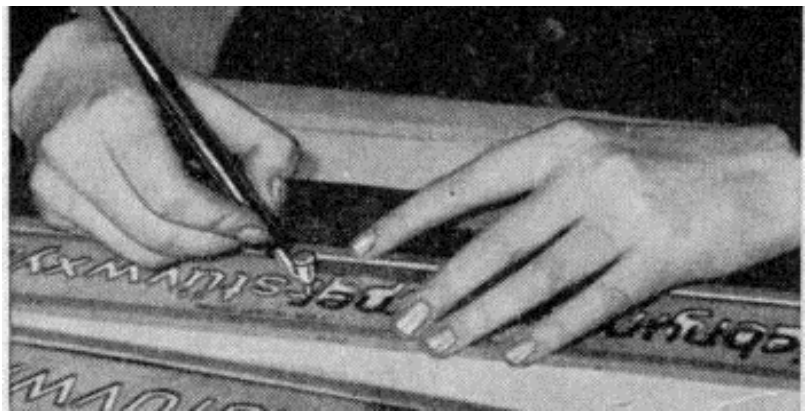
د: المنحنيات الفرنسية French Curves



هـ: أنواع مختلفة من الفرجارات



و: شبلونات بأشكال مختلفة



و: سبلونة الأحرف

7. التمثيل المرئي للبيانات الإحصائية Visual presentation of Statistical Data

يتم التمثيل الإحصائي للظاهرات المختلفة على الخرائط بإحدى طريقتين هما:

1- الطريقة النوعية 2- الطريقة الكمية، ويعتمد استخدام إحداهما على طبيعة الظاهرة وما تمثله على أرض الواقع. إن كل من هاتين الفئتين الرئيسيتين يمكن تقسيمها إلى ثلاث فئات أصغر هي: أ) الظواهر التي تمثل برموز نقطية أو موضعية. ب) ظواهر الرموز الخطية. ج) الرموز المساحية (فليجة، أحمد 2000).

7.1 الطرق النوعية qualitative presentation: هذه الطريقة تعبر عن موقع الظاهرة ونوعها، دون الإشارة إلى قيمتها أو حجمها باستخدام الرموز النوعية. الرمز المثالي هو ذلك الرمز الذي يستطيع قارئ الخريطة التعرف على مدلوله بسرعة دون الرجوع إلى مفتاح الخريطة. فمثلاً: الصليب الذي يشير إلى الكنيسة، والهلال الذي يشير إلى المسجد ورمز سكة الحديد على شكل خط تقطعه خطوط عمودية صغيرة، هذه أمثلة جيدة للرموز المثالية. وفي الحالات التي لا نستطيع معها تصحيح رموز حقيقية، يمكن استخدام أشكال هندسية كالدوائر والمربعات والمثلثات مع إجراء تعديلات طفيفة عليها كالإضافة والحذف، حيث يمكن تحضير قائمة واسعة جداً من الرموز الهندسية.

هناك شرط أساس في تصميم تلك الرموز، وهو أن كل رمز يمثل ظاهرة ما يجب أن يختلف ويتميز عن رموز الظواهر الأخرى، وهذا يتطلب عناية ودقة عند اختيار تلك الرموز،كما يجب أن يكون حجم الرموز معقولاً ومتناسباً مع حجم الخريطة، فلا يحبذ أن يكون حجمها كبيراً تغطي على الظواهر الأخرى في الخريطة. في الخرائط ذات المقياس الكبير كالخرائط الكادسترالية(مقياس رسمها أكبر من 1\20000) والمخططات، يمكن أن تكون أبعاد الرموز مبنية على مقياس الرسم. أما في حالة الخرائط صغيرة المقياس فمن النادر أن تكون الرموز المستخدمة مبنية على مقياس رسم الخريطة. فلو كان لدينا طريق رئيسي عرضه الحقيقي 30 م ظهر على خارطة طبوغرافية مقياس رسمها 1\100000، فإن عرض الطريق على الخريطة حسب مقياس الرسم يكون 0.3 ملم، وهذا العرض لا يمكن تمثيله على الخريطة على شكل خطين متوازيين، لذا نلجأ إلى تمثيل الطريق برمز يمثل خطين متوازيين وبمسافة مناسبة بين الخطين دون أخذ المقياس بعين الاعتبار.

هناك ثلاث وسائل رئيسية تستخدم في توقيع الرموز على الخرائط:

أ- الشبلونات وهي متوفرة في المكتبات بأحجام وأشكال مختلفة.

ب- الاوراق الشفافة Self-adhesives Sheets: يتم توقيعها على الخرائط عن طريق الضغط عليها بأداة خشبية أو قلم رصاص.

ج- نظم المعلومات الجغرافية: تشتمل نظم المعلومات الجغرافية على مجموعة كبيرة من الرموز الكارتوغرافية تأتي مع النظام (رموز محوسبة)، كما يمكن لمستخدم النظام لتصميم ما شاء من الرموز واستخدامها في إعداد الخرائط.

7.1.1 الرموز النوعية الموضعية Non-Quantitative Point Symbols

يمكن استخدام الرموز الموضعية لتمثيل الظواهر والمعالم التي لها موقع وليس لها امتداد حدودي Territorial extent (النقطة يمكن أن تشير إلى قرية والصليب إلى كنيسة والهلال إلى مسجد، والسيف إلى موقع معركة وهكذا). الرموز الموضوعية تستخدم في أنواع عديدة من الخرائط الموضوعية، ولكنها شائعة الاستعمال في الخرائط التي تمثل ظواهر اقتصادية، مثل توقيع المصانع بأنواعها المختلفة على الخرائط أو إظهار مواقع الموارد المعدنية. وهذه الرموز يمكن أن تكون إما هندسية (مربعات دوائر، مثلثات...الخ) أو تصويرية (صور إنسان، حيوانات، نباتات...الخ). وكلما كانت الرموز تستخدم على مستوى عالمي، كان ذلك أسهل وأفضل لقاريء الخرائط، وقد قام بعض الكارتوغرافيين بوضع رموز كارتوغرافيه لكثير من الظاهرات وتستخدم الآن على مستوى واسع. فمثلاً قام فرناند جولي وستيفن ري برومر بإعادة إنتاج حوالي 200 رمز لظواهر صناعية وسياحية في كتاب الكارتوغرافيا السنوي الدولي International Yearbook Of Cartography المجلد السادس، معظم هذه الرموز تصويرية وبعضها يستخدم على نطاق واسع مثل رموز الأشجار. من جهة أخرى، يجب استحداث رموز جديدة لظواهر جديدة.

في كثير من الحالات يعد استخدام الرموز الهندسية أبسط وأسهل من الرموز التصويرية مثل استخدام النقاط والدوائر لتمثيل مواقع المدن والقرى لأقطار مختلفة حسب أهمية الموقع. كما يمكن استنباط عدة أشكال وأحجام من الدوائر، فهناك الدوائر السوداء والدوائر المفرغة (البيضاء) والدوائر نصف السوداء والدوائر التي بداخلها خطوط أفقية أو عمودية وهكذا، وما ينطبق على الدوائر ينطبق على الرموز الهندسية الأخرى كالمربعات والمثلثات والأشكال السداسية (الشكل12).

7.1.2 الرموز النوعية الخطية Non-Quantitative Line Symbols

تستخدم هذه الرموز لإظهار طبيعة ونوع الظواهر الخطية، فالطرق والأنهار وحدود المناطق، دون الإشارة إلى أي قيمة كمية لها. هناك العديد من أشكال الرموز الخطية، فمثلا هناك ثلاثة أنواع من رموز الحدود هي : الخطوط المتقطعة، الخطوط المنقطة، الشّرطة مع النقطة، وتختلف سماكة هذه الخطوط حسب أهمية الظاهرة التي تمثلها. أما رموز الطرق فهي عبارة عن خطوط متقطعة حسب رتبة الطريق ونوعها، فيمكن أن يكون رمز الطريق عبارة عن خطين متوازيين بسماكة محددة وبتباعد محدد، ويمكن أن يكون الرمز على شكل خط واحد متصل أو متقطع. أن هيئة الخطوط وسماكتها يعتمد على أهمية الظاهرة ومقياس رسم الخريطة. كما يمكن استخدام الألوان للتمييز بين أنواع الطرق ورتبها(الشكل12).

أما سكة الحديد فرمزها بسيط، وهو عبارة عن خط تقطعه شرطات صغيرة ورمز سكة الحديد قريب من الشكل الحقيقي لها. وفيما يتعلق بالأنهار والأودية، فإن هيئة الخط تعتمد على طبيعة النهر والوادي، فالأنهار دائمة الجريان يستخدم في تمثيلها الخطوط المتصلة التي ترق عند المنابع وتزيد سماكتها بالاتجاه نحو المصب، أما الأودية الموسمية والجافة فإنها تمثل بخطوط متقطعة تزيد سماكتها بالاقتراب من المنابع. في المناطق الضيقة من النهر يرسم خط واحد، أما في المناطق العريضة من النهر فيرسم خطين يمثلان حدود المجرى بشكل حقيقي.

7.1.3 الرموز النوعية المساحية Non- quantitative Area Symbols

هذا النوع من الرموز يستخدم لتمثيل أي نوع من الظواهر الموجودة فوق مساحة معينة، دون محاولة إظهار قيمتها (الشكل 12). توجد هذه الظاهرات في عدد من الخرائط ذات مقاييس الرسم الصغيرة مثل الخرائط الجيولوجية، وخرائط استعمالات الأراضي، وخرائط التربة والنبات الطبيعي. يمكن تمثيل هذه الظاهرات بأنماط مختلفة من الخطوط البسيطة، أو الرموز التصويرية مثل أشكال الأشجار التي تمثل الغابات بأنواعها المختلفة. إن استخدام الحاسوب في إعداد هذه الخرائط يوفر الوقت والجهد ويعطي نتائج أفضل من استخدام أدوات الرسم التقليدية.

7.2 الطرق الكمية Quantitative Mapping

أن الخرائط التي تمثل ظواهر ذات صبغة كمية بالإضافة إلى نوع الظاهرة وموقعها هي الأكثر اهتماماً. كما رأينا في حالة الخرائط غير الكمية(النوعية)، فان هناك ثلاثة أنواع من الظواهر الكمية: الظواهر التي تنتشر في عدد من النقاط أو المواقع، و الظواهر المنتشرة على طول الخطوط، و الظواهر الموجودة داخل مساحة معينة.

يمكن التفكير بالبيانات المكانية على أن لها ثلاثة أبعاد: البعد الموضوعي Thematic dimension والبعد الزمني Temporal dimension . والبعد المكاني Spatial dimension. البعد الموضوعي يشير إلى طبيعة البيانات المرتبطة بالظواهر الجغرافية. هذه البيانات يمكن أن تمثل مواقع معينة Stocks مثل أنواع الترب في إقليم ما، أو المعادن، أو السكان وانتاج البترول في عدد من الآبار، كما يمكن أن يمثل هذا النوع من البيانات أحداث متحركة مثل حوادث السيارات في موقع ما من شبكة الطرق في فترة زمنية معينة. كما يمكن أن تمثل البيانات (attributes) حركة ظاهرة معينة، مثل هجرة الناس من مكان الى اخر، أو حركة البضائع بين المناطق المختلفة (الصادرات والواردات)، أو حركة التصريف المائي وحركة المسافرين بين المطارات.

يمكن قياس هذه البيانات attributes بإحدى المقاييس التالية (Campell, John 1998):

1- المقياس الاسمي Nominal Scale ، وهذا يمثل مجموعة من الفئات مثل استعمالات الأراضي، إلا أنه لا يوجد هناك ترتيب اصيل لأصناف استعمالات الأراضي، وكل ما يمكن قوله هو أن استعمالات الأرض مختلفة، ولا تستطيع في هذا المقياس القول أن هذا الاستخدام أهم من ذاك الاستخدام.

2- المقياس الترتيبي Ordinal Scale، هذا المقياس يرتب الظواهر حسب خصائص واعتبارات معينة. البيانات التي تم جمعها عبر الاستبيانات يتم عادة قياسها حسب المقياس الترتيبي. مثال على ذلك: قوة الموافقة أو عدم الموافقة على فكرة ما، حيث يمكن تقسيمها إلى خمسة درجات (موافق بقوة، موافق ، معارض بقوة، لا رأي لي).

3- مقياس الفئات Interval Scale : يقيس البيانات مستخدماً القيم بالضبط، مثال ذلك هو قياس الحرارة بالدرجات المئوية، حيث يستطيع تحليل البيانات بطريقة جبرية، ولكن لا نستطيع حسابها بطرق النسب مثلاً، إذا كانت الحرارة أمس 6°م والحرارة اليوم 12°م، لا نستطيع القول أن اليوم ادفأ من الأمس بمقدار مرتين، لأن الصفر المئوي لا يعني عدم وجود حرارة، وإنما يمثل حرارة تجمد الماء.

4- المقياس النسبي Ratio Scale، هذا المقياس يقيس أيضاً القيم بالضبط، ولكن للمقياس هنا نقطة الصفر المطلق، مثال ذلك مقدار المسافة بين نابلس ورام الله تعادل ضعف المسافة بين نابلس وطولكرم. في التطبيقات الكارتوغرافيه، من المفضل غالباً اعتبار المقاييس الترتيبية، والفئات، والنسب مقاييس كمية. أما المقاييس الأسمية فتعتبر مقاييس نوعية. أن المقياس المستخدم يؤثر على طريقة ترميز البيانات على الخريطة.

إن البعد الزمني Temporal dimension للبيانات المكانية يبين الفترة الزمنية التي تمثلها البيانات. مثال على ذلك عدد سكان مدينة ما في سنة ما ، حيث أن عدد السكان متغير ويعبر عن ظاهرة ديناميكية، فلا يجوز تمثيل عدد السكان على الخرائط دون الإشارة إلى سنة إجراء الإحصاء.

أما البعد المكاني Spatial dimension للبيانات فإنه يبين أنواع المعالم الجغرافية التي ترتبط بها تلك البيانات. فالبيانات يمكن أن ترتبط بنقطة (موضع) أو خط أو معلم مساحي. والبيانات الموضعية Point data يمكن أن تمثل معالم مفردة discrete objects مثل المدارس، المساجد، الكنائس، تقاطعات الطرق، ينابيع ماء، آبار بترول وهكذا. كما تستخدم النقاط أيضاً لتمثيل السطوح المستمرة Continuous Surface. ولكن بما أننا لا نستطيع أن نأخذ قياسات لكل نقاط السطح، فإننا نلجأ إلى نقاط عينات ممثلة للسطح، بحيث يتم استخدام نقاط العينات لحساب قيم أي مواقع أخرى. أما المعالم الخطية، فيمكن استخدامها لتمثل خصائصها وطبيعتها Stocks ومقدار الحركة عليها flow . فمثلاً نستطيع رسم الطرق برموز تمثل درجاتها (طريق معبد، طريق ترابي، طريق بمسارين، طريق زراعي..)، كما نستطيع رسم الطريق لإظهار حجم حركة السيارات عليه.

يمكن قياس البيانات المساحية area or polygon data للكثير من المعالم المساحية مثل الأراضي الزراعية والغابات، الحدود الإدارية للمحافظات والمسطحات المائية والأقاليم الطبيعية وغيرها، كما أن هناك الكثير من الظواهر تقاس على أساس مساحي مثل أنواع الترب، أنواع النبات الطبيعي، استعمالات الأراضي، والخصائص الديموغرافيه.

عند تحديد كيفية ترميز البيانات على الخريطة، نحتاج أن نأخذ بعين الاعتبار نوع البيانات وأسلوب القياس والتمثيل، كما يجب الأخذ بعين الاعتبار طبيعة بيانات السطح أو المكان المراد تمثيله. فالسطح المفرد discrete surface قيمه تساوي صفراً باستثناء مواقع البيانات الموضعية، والسطح المدرج Stepped لا يظهر اختلافات ضمن

الأقاليم المستخدمة لجميع البيانات، إلا أن قيم البيانات تتغير فجأة من إقليم إلى الاقليم الذي يليه. أما السطح المستمر Continuousفليس له حدود تغير فجائية وواضحة، على الرغم من إمكانية أن يكون التغير شديداً ويمثل انحدارات شديدة. إن طبيعة وهندسية السطح يشير إلى فكرة نوع التوزيع المكاني المراد تمثيله. بشكل عام، وعادة ما يتم تمثيل السطوح المتقطعة (المفردة) برموز موضعية Point Symbols، والسطوح المتدرجة بخرائط الكوروبلث (مساحية) أما السطوح المستمرة فيتم تمثيلها بخرائط الكوروبلث وهناك أساليب تمثيل أخرى مثل التمثيل بثلاثة أبعاد.

7.2.1 الخرائط الكمية المساحية: (خرائط الكوروبليث)

وهي نوع من أنواع الخرائط الموضوعية الكمية، وتعد من أبسط الطرق المستخدمة لتمثيل البيانات التابعة للوحدات المساحية، وأوضح مثال على خرائط الكوروبلث خرائط السكان التي تبين التوزيع المكاني للسكان، حسب التجمعات السكنية أو الوحدات الإدارية كالمحافظات والألوية والأقضية.

لإنتاج خريطة كوروبلث (خريطة توزيع مساحي كمي)، نقوم وببساطة بترتيب الظواهر أو المعالم الجغرافية إلى فئات بناء على القيم التي تمثلها ثم نظلل كل فئة بالظلال والألوان المناسبة. وتعتمد طبيعة الظلال على طريقة قياس الظاهرة المستخدمة: فإذا استخدمنا المقياس الأسميnominal Scale فعندها لا نستخدم الألوان المتدرجة، لأن الهدف من هذا المقياس هو القدرة على تمييز الظواهر بعضها عن بعض. أما إذا استخدمنا مقياساً ترتيبياً ordinal scale أو المقياس النسبي Ratio Scale فيجب علينا استخدام سلسلة من الألوان أو الأنماط المتدرجة. فمثلاً يجب أن نستخدم عدة درجات من لون واحد، فتمثل أقل قيمة بالدرجة الأفتح وتمثل أعلى قيمة بالدرجة الأغمق لنفس اللون. ان الأمر الهام في انتاج خرائط الكوروبلث هو الاختيار السليم والمناسب لنظام التصنيف (الشكل رقم 13)، ففي التصنيف الأسمي والترتيبي nominal and ordinal scale يكون لدينا عادة مجموعة من الأصناف. أما في حالة بيانات المقياس النسبي او الفئات، يجب علينا أولاً ترتيب المشاهدات او المعالم إلى أصناف Classes.

إن لمشروع أو نظام التصنيف المستخدم أثر كبير على الانطباع الذي تتركه الخريطة في ذهن قارئها. لذلك يجب تصنيف البيانات المراد تمثيلها على الخريطة بطريقة تبرز الاختلافات المكانية الموجودة في المنطقة المدروسة، وتقلل من إمكانية حدوث لبس أو سوء تفسير للخريطة. كما يجب الأخذ بعين الاعتبار ، ما إذا كان الهدف من خرائط

الكوروبلث هو مقارنة مجموعة من الخرائط أم عمل خريطة واحدة فقط. فإذا كان الهدف هو مقارنة مجموعة من الخرائط، فانه يتوجب اختبار الفئات أو الأصناف بطريقة منتظمة لضمان إمكانية المقارنة.

هناك عزيزي الدارس عدة أساليب تصنيف شائعة الاستعمال لإنتاج خرائط الكوروبلث، وعادة ما يتم فحص البيانات قبل تصنيفها من حيث مداها (الفرق بين أدنى قيمة وأعلى قيمة) وتوزيعها. وسنقوم الآن عزيزي الدارس بشرح أهم أساليب تصنيف البيانات المستخدمة في إعداد خرائط الكوروبلث، مع إعطاء مثال لكل منها.

1. التصنيف ذو الفئات المتساوية Equal Interval Classes

إن هذا الأسلوب في التصنيف يعد بسيطاً، ويقوم على أساس تقسيم مدى القيم إلى عدد من الفئات، فمثلاً، لو كان لدينا بيانات تتراوح قيمها بين 2 إلى 95، نستطيع تعميم هذه القيم لتصبح من صفر إلى 100، ومن ثم تقسيمها الى خمس فئات، أي بفاصل يساوي 20. والفئات في هذا المثال تصبح 0–20، 21–40، 41–60، 61–80، 81–100. إن استخدام أسلوب الفئات المتساوية يكون فعالاً عندما تكون قيم البيانات موزعة جيداً على مدى البيانات، أو عندما تكون البيانات موزعة طبيعياً بالنسبة للمعدل average. ولكن إذا كانت قيم البيانات غير موزعة طبيعياً وانحرافها عالي، فان اسلوب الفئات المتساوية يمكن أن يخفي الكثير من التباينات المكانية في القيم، ويصبح من الصعب مقارنة الخرائط التي تتميز بتوزيعات مكانية مختلفة. كما أن هناك إمكانية وجود فئات لا تحتوي مشاهدات او معالم جغرافية(فئات فارغة).

يمكن أيضاً استخدام فئات على أساس المتوسط والانحراف المعياري للقيم. المتوسط هو المعدل الرياضي للقيم، بينما الانحراف المعياري يمثل معدل الفرق بين المتوسط وكل قيمة المشاهدات. إذا أردنا استخدام عدد فردي للفئات (3فئات، 5 فئات...الخ) يمكن وضع الفئة الوسطى في المركز ونستخدم الانحراف المعياري أو مضاعفاته كمدى للفئة (class interval). أما إذا استخدمنا عدد زوجي من الفئات (فئتين، 4 فئات،...الخ)، فإن المتوسط هنا يمثل الحد الواقع بين الفئتين الواقعتين في الوسط. في هذه الحالة تبقى الفئات الناتجة متساوية ولكنها اكثر ملاءمة لعمليات المقارنة بين الخرائط، لأن المتوسط والانحراف المعياري يأخذ بعين الاعتبار الأشكال الكلية والعامة للتوزيعات التكرارية.

2. المتوسطات:

يمكن تقسيم الفئات لقيم المشاهدات على أساس المتوسط. فكرة هذا التصنيف تقوم على أساس تقسيم قيم المشاهدات إلى مجموعتين، الأولى تكون قيمها أقل من المتوسط والثانية قيمها أكبر من المتوسط. ونستطيع تكرير عملية التقسيم لكل مجموعة بنفس الطريقة، إلى أن نحصل على العدد المرغوب من الفئات . وبما أننا نقوم دائماً بتقسيم المجموعات إلى مجموعات أصغر منها، فإن هذا الأسلوب ينتج 2،4،6،8 فئات. من حسنات هذا الأسلوب هو ضمان وقوع مشاهدات في جميع الفئات، ولكن مقارنة الخرائط تصبح صعبة.

3. الفئات ذات عدد المشاهدات المتساوي Quantiles:

هذا الأسلوب في التصنيف شائع الاستعمال وفيه يتم ترتيب البيانات تصاعدياً، من الأدنى إلى الأعلى، ثم تقسم المشاهدات للحصول على عدد متساوي من المشاهدات لكل فئة (equal number of observations in each class) فإذا ما أردنا الحصول على 4 فئات من المشاهدات (quartiles) فإن الفئة الأولى سوف تتضمن 25% من القيم الدنيا، والفئة الثانية تحتوي على 25% من القيم الدنيا التالية (ESRI 1998).

إن هذا الأسلوب فعال في تمثيل الاختلافات المكانية ولكن يمكن ترتيب group مدى كبير من القيم في فئة واحدة، كما أن هذا الأسلوب فعال لإجراء عمليات المقارنة بين الخرائط لأنه يسمح بإجراء هذه المقارنات بناء على ترتيب الفئات. مثلاً نستطيع تحديد ما إذا وقعت منطقة ما على خريطة ما في الفئة الدنيا وفي موقعها في نفس الفئة او غيرها على خريطة أخرى.

4. التوزيعات المنحازة Skewed Distribution

عادة ما يكون توزيع قيم البيانات غير طبيعي، ويمكن أن تكون منحازة باتجاه معين، أو قد تظهر فجوات في التوزيع التكراري. هذه الأنواع من التوزيعات يمكن تصنيفها باستخدام فئات تعتمد على أرقام مدورة مناسبة convenient round numbers رياضية mathematic أو متوالية هندسية geometric series تستخدم الأرقام المدورة لضمان تغطية الفئات لمدى قيم البيانات دون وجود فئات فارغة. فمثلاً لو كان معظم القيم مركزة في النهاية الدنيا للتوزيع ولكن بعض القيم مبعثرة ومنتشرة على مدى واسع، نستطيع هنا تعديل مدى الفئات باستخدام مدى ضيق للفئات في حالة وجود

تكرارات كثيرة للمشاهدات، او استخدام مدى واسع للفئات في حالة وجود مشاهدات قليلة. باستخدام الأرقام المدورة المناسبة للفئات، يتحتم تحديد الفئات ليصبح 0–5، 5–10،10–20،20–50،50–100.

إن هذا الأسلوب يمكن أن يكون فعالاُ عندما تكون البيانات منحازة وغير موزعة طبيعياً، ولكنه يجعل من المقارنات بين الخرائط أمراً صعباً (Kjellstorm 2003).

هناك أسلوب أخر للتعامل مع التوزيعات المنحازة يقوم على بناء الفئات على أساس متوالية رياضية أو هندسية. للحصول على متوالية رياضية، نحدد مدى الفئة الأصغر، ثم تزيد المدى للفئات التالية بإضافة قيمة ثابتة. فمثلاً يمكن أن نستخدم مدى فئة يساوي 7 لأصغر فئة، ثم زيادة المدى بمقدار 7 لكل فئة من الفئات التالية، وتصبح الفئات الناتجة 0–7، 7–21، 21–42، 42–70، 70–105، إما إذا كان توزيع القيم منحاز بشكل كبير، يتحتم استخدام متوالية هندسية geometric series وبنفس الطريقة السابقة نختار مدى للفئة الدنيا، ثم نزيد المدى للفئات التالية بضرب المدى بثابت معين. فمثلاً، إذا بدأنا بمدى فئة يساوي 4 وضاعفنا المدى لكل فئة تالية، فإن الفئات الناتجة تكون 0–4، 4–12، 12–28، 28–60، 60–124.

5. التوقفات أو الانقطاعات الطبيعية Natural Breaks

إذا كان الهدف هو تمثيل متغير واحد على الخريطة، فإن اكثر الأساليب استخداماً لاختيار حدود الفئات هو النظر إلى التوقفات الطبيعية في التوزيع التكراري. يمكن عمل رسم بياني لقيم المشاهدات ومن ثم التعرف من خلال الشكل على نقاط قليلة على التوزيع الطبيعي كحدود للفئة. إن هذا يقلل إمكانية وجود مشاهدات ذات قيم متشابهة في فئات مختلفة، ويعتبر هذا الأسلوب فعال في تمثيل متغير واحد على الخريطة، ولكنه غير فعال في إجراء عمليات مقارنة بين الخرائط. في هذا الأسلوب لا يتساوى مدى الفئات كما لا يتساوى عدد المشاهدات في كل فئة (ESRI 1998).

عزيزي الدارس:

باختصار، لإنتاج خريطة كوروبلث، من المهم التدقيق والعناية في اختيار مشروع وأسلوب التصنيف. فيجب تحديد عدد الفئات وهذا يعتمد على عدد المشاهدات، فإذا كان عدد المشاهدات كبيراً، فإن عدد الفئات يكون أكبر. بشكل عام، تصمم الخرائط باستخدام 4–6 فئات، ونادراً ما يزيد عدد الفئات عن 10. ان استخدام عدد كبير جداً من الفئات يعقد

الخارطة، وتصبح عمليه تفسيرها صعبة، بينما العدد القليل من الفئات يمكن من رسم صورة عامة للخصائص الأساسية للظواهر الممثلة. إن أسلوب التصنيف يجب اختياره لتمثيل توزيع القيم بدقة، ولاظهار الاختلافات المكانية في منطقة الدراسة. ولكن إذا كان الهدف هو إجراء عمليات مقارنة بين الخرائط، فان من المهم أن تكون الفئات لتلك الخرائط مختارة بشكل منتظم (Systematic) وهذا يعني استخدام التصنيف الذي يقسم الفئات حسب عدد المشاهدات المتساوي Quartile أو التصنيف حسب المتوسطات والانحرافات المعيارية. ان الألوان أو الظلال يجب أن تعكس طريقة القياس للبيانات، فالتدرج فيها يلزم لتمثيل البيانات الكمية، أما البيانات النوعية فلا داعي لتدرجها.

7.2.2 خرائط الرموز الموضعية الكمية Point Symbol Maps

التوزيعات المكانية التي تمثل أشكالاً موضعية وليس لها امتداد خطي أو مساحي، تستخدم في تمثيلها الرموز الموضعية أو النقطية Point Symbol بينما تمثل النقاط معالم جغرافيه مفردة، فإن الرموز الموضعية يمكن أن تستخدم كذلك لتمثيل مساحات، فمثلاً يمكن استخدام الدوائر النسبية لتمثيل بيانات سكانية لمحافظات الضفة الغربية (proportional circles).

هناك أنواع عديدة من الرموز الموضعية، مثل الرموز التصويرية التي يشيع استخدامها في تمثيل التوزيعات السياحية، كذلك خرائط النقط dot maps التي لها أسلوب شائع في تمثيل توزيعات الكثافة، والتي لا تكون فيها تفاصيل الأنماط المكانية مهمة كثيرا، أما الرموز النسبية proportional symbols فتستخدم حجم الرمز لتمثيل القيم الكمية. كما يمكن استخدام أشكال القطاعات الدائرية pie charts والدوائر النسبية و الرسوم الخطية Bar graphs لتمثيل عدة متغيرات مترابطة على خريطة واحدة. فمثلاً يمكن استخدام الدوائر النسبية لتمثيل عدد السكان في المدن، كما يمكن تقسيم هذه الدوائر الى قطاعات لتمثيل الذكور والإناث لتلك المدن أو تمثيل السكان حسب الفئات العمرية أو النشاط الاقتصادي.

إن اختيار نوع الرموز لاستخدامها على الخرائط يعتمد على طريقة قياس البيانات (Scale of measurement) . فالبيانات الاسمية Nominal Data مثل أسماء المدن يمكن تمثيلها باستخدام عدة أشكال أو ألوان من الرموز، والبيانات الترتيبية Ordinal Data من أنواع الطرق، يمكن تمثيلها باستخدام رموز بأشكال وأحجام مختلفة، لاظهار الأهمية النسبية للمعالم المختلفة (الشكل 15). أما الرموز النسبية proportional symbol ، فيمكن استخدامها

لتمثيل بيانات المقياس النسبي أو الفئات، بحيث يتناسب حجم الرمز مع حجم البيانات الممثلة، لإظهار الأهمية النسبية لتلك البيانات.

1. خرائط النقط Dot Maps

تعتمد خرائط النقط على رموز متجانسة تماماً لتمثل توزيع مكاني معين مثل الكثافة السكانية أو الإنتاج الزراعي أو إعداد الحيوانات....الخ.

في هذا الأسلوب من تمثيل الحيوانات، كل نقطة تمثل قيمة ثابتة(جميع النقاط لها نفس القيمة) فمثلاً كل نقطة تمثل 500،20،1....الخ الذي يحدد عدد النقاط هو القيم وما تمثله النقطة الواحدة، حيث ان عدد النقاط يزداد بازدياد القيم. إن لخرائط النقط عدة مزايا: فكرتها بسيطة وسهلة الفهم، حيث أنه من السهل التمييز بين المناطق الكثيفة والمناطق المخلخلة على الخريطة، كما أن الخرائط يمكن ان تظهر تفاصيل مكانية ملحوظة (شكل 14). وعلى الرغم أن الخرائط لا تظهر القيم بالضبط، إلا أنها تظهر انطباعاً عاماً عن الكثافة النسبية. يمكن أيضاً تمثيل أكثر من متغير على نفس الخارطة بواسطة النقط، بحيث يعطى رمز كل متغير لون يختلف عن الأخر، مثل تمثيل إنتاجية عدة أنواع من المحاصيل الزراعية، أو تمثيل عدد السكان بواسطة النقط حسب أجناسهم أو ديانتهم أو لغاتهم. إن خرائط النقط تقتصر على إظهار الأنماط المكانية العامة وهي ليست فعالة الا إذا كان هناك اختلافات جوهرية في الكثافات.

إن أهم قضيتين تواجهان مصمم خريطة النقط هما: اختيار حجم النقطة وقيمة النقطة أو الكمية التي تمثلها كل نقطة. فإذا كان حجم النقطة صغير جداً ، تصبح قراءة الخريطة صعبة، وتعطي انطباعاً بأن التوزيع كثيف جداً. إن صغر حجم النقطة ينتج عنه عدد كبير جداً، من النقط ويعطي انطباع بأن الخريطة دقيقة جداً من حيث التوزيع المكاني للنقط، وهذا يمكن أن يكون مضللاً، لأن البيانات تمثل وحدات مساحية، وأن نمط التوزيع المكاني يعود لتفسير الكارتوغرافي، وإذا كانت قيمة النقطة كبيرة جداً، فإن عدد النقاط يكون قليلاً.

بصفة عامة، يتم اختيار حجم النقطة وقيمتها بحيث تتقارب النقاط كثيراً في المناطق الأكثر كثافة مع ظهور نقاط متفرقة في المناطق قليلة الكثافة (Robinson et al 1984). وبشكل عام، يمكن تحديد قيمة النقطة بشكل تجريبي، أما توقيع النقاط، فيستحسن الاستعانة بخرائط مرجعية للمساعدة في تحديد أماكن توقيع النقاط بحيث يتم تركيز النقاط في أماكن تركيز الظاهرة، وخلخلتها في الأماكن الأخرى.

2. خرائط الرموز النسبية Proportional Symbol Maps

تستخدم الرموز النسبية عادة كوسيلة لتمثيل البيانات التي تكون على شكل فئات أو البيانات التي يمكن قياسها بشكل نسبي Interval and ratio ولكن يمكن استخدامها أيضاً لتمثيل البيانات الترتيبية ordinal. فبالنسبة للبيانات الترتيبية، يمكن استخدام أحجام رموز ثابتة لكل صنف أو رتبة، أما بالنسبة لبيانات الفئات أو البيانات النسبية، فإن حجم أو مساحة الرمز لكل معلم أو ظاهرة يكون متناسباً مع الكمية التي يمثلها. وهذا يعطي البصر إحساساً طبيعياً بتدرج أهمية الظواهر حسب حجم الرمز.

هناك مشكلة يمكن أن تواجه مصمم خريطة الرموز النسبية، وهي مكان توقيع تلك الرموز، حيث من الممكن أن يكون عدد الرموز كبيراً والمساحة المخصصة لها صغيرة، مما يؤدي إلى تداخلها. فإذا كانت الرموز تمثل مساحات (كالمحافظات) وليس نقاط (كالمدن) يمكن إزاحة مواقع الرموز داخل المساحة الممثلة لها بحيث تقلل من التداخل بين الرموز قدر الإمكان. أما إذا كانت الرموز تمثل مواضع (كالمدن)، فمن المفضل وضع الرموز في مركز الموضع أو النقطة، ويتم حل مشكلة التداخل في هذه الحالة عن طريق وضع الرموز الصغيرة فوق الرموز الكبيرة للحيلولة دون اختفائها. ويمكن تحسين القدرة التمييزية البصرية بين الرموز عن طريق تظليل الرموز.

7.2.3 خرائط الرموز الكمية الخطية (خطوط التساوي Isolines)

تستخدم خطوط التساوي لتمثيل السطوح المستمرة والتي بالتالي تمثل بيانات غير متقطعة، مثل السطوح الطبوغرافيه والإحصائية. والمقصود بخط التساوي، هو الخط الذي يصل النقاط التي لها قيم متساوية. وأشهر شكل من أشكال خطوط التساوي خطوط الكنتور(خطوط الارتفاعات المتساوية)، وهناك أشكال أخرى من خطوط التساوي أهمها: خطوط الحرارة المتساوية وخطوط الضغط المتساوي،، وخطوط المطر المتساوية وخطوط أعماق البحار المتساوية.

وبغض النظر عن نوع السطح المستمر المراد تمثيله، يمكن التفكير في الخطوط المتساوية بأنها تتكون وتتشكل من تقاطعات السطح مع سلسلة من المستويات الأفقية المتباعدة عن بعضها بشكل متساوي. عملياً يتم إنشاء خطوط التساوي عن طريق إجراء عملية نسبة وتناسب بين نقاط معروفة القيمة، فمثلاً لرسم خطوط المطر المتساوية على الخريطة، تعتمد على كمية التساقط المطري على محطات الرصد المطري المنتشرة في المنطقة، فلو كان لدينا المحطتين أ، ب في منطقة ما، وكان معدل التساقط المطري عليهما هو 670ملم و 720 ملم على الترتيب، وأردنا أن يكون الفاصل

بين خط المطر والذي يليه هو 100 ملم فإن خط 700 ملم سوف يمر بين المحطتين، ويكون أقرب إلى المحطة ب من المحطة أ، لأن الفارق بين الخط 700 ملم وقيمة المحطة أ هو 30ملم، أما الفارق بينه وبين المحطة ب فهو 20 ملم.

يمكن تسجيل الملاحظات التالية على خطوط التساوي:

- خطوط التساوي تشكل خطوطاً مغلقة closed loops، إلا أن عملية إغلاق الخط قد تكون خارج حدود الخريطة.
- لا يمكن أن تتقاطع خطوط التساوي (المكان الوحيد الذي يمكن أن يقطع فيه خط التساوي نفسه هو نقطة السرج saddle point في نفس نقطة ارتفاع خط التساوي، وهذه حالة نادرة.
- يتم رسم خطوط التساوي عادة بفاصل interval متساوي، الأمر الذي يساعد في تفسير الانحدارات على خطوط التساوي، حيث أن تقارب الخطوط يشير إلى انحدارات شديدة، وتباعدها يشير إلى انحدارات لطيفة.

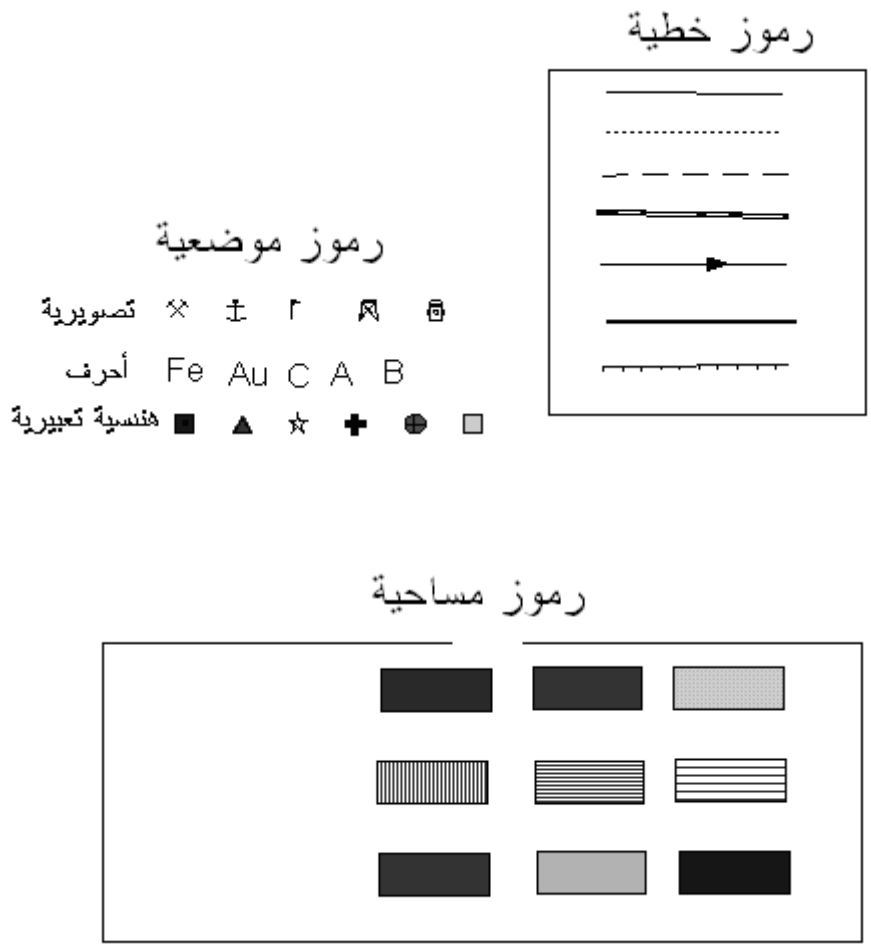
أسئلة التقويم الذاتي 8

1. اعط مثالين لكل نوع من الرموز النوعية والرموز الكمية.
2. قارن بين التصنيف الذي يعتمد على الفئات المتساوية والتصنيف الذي يعتمد على الانقطاعات الطبيعية للبيانات.
3. ما الفرق بين المقياس الإسمي والمقياس الترتيبي، مع الأمثلة؟
4. بين اسلوب التمثيل الكارتوغرافي المناسب لتمثيل الموضوعات التالية على خرائط: الكثافة السكانية في فلسطين، المدن والقرى والخرب في الضفة الغربية، القوى العاملة في القطاعات الاقتصادية المختلفة في الوطن العربي، المتوسطات الحرارية في الوطن العربي.

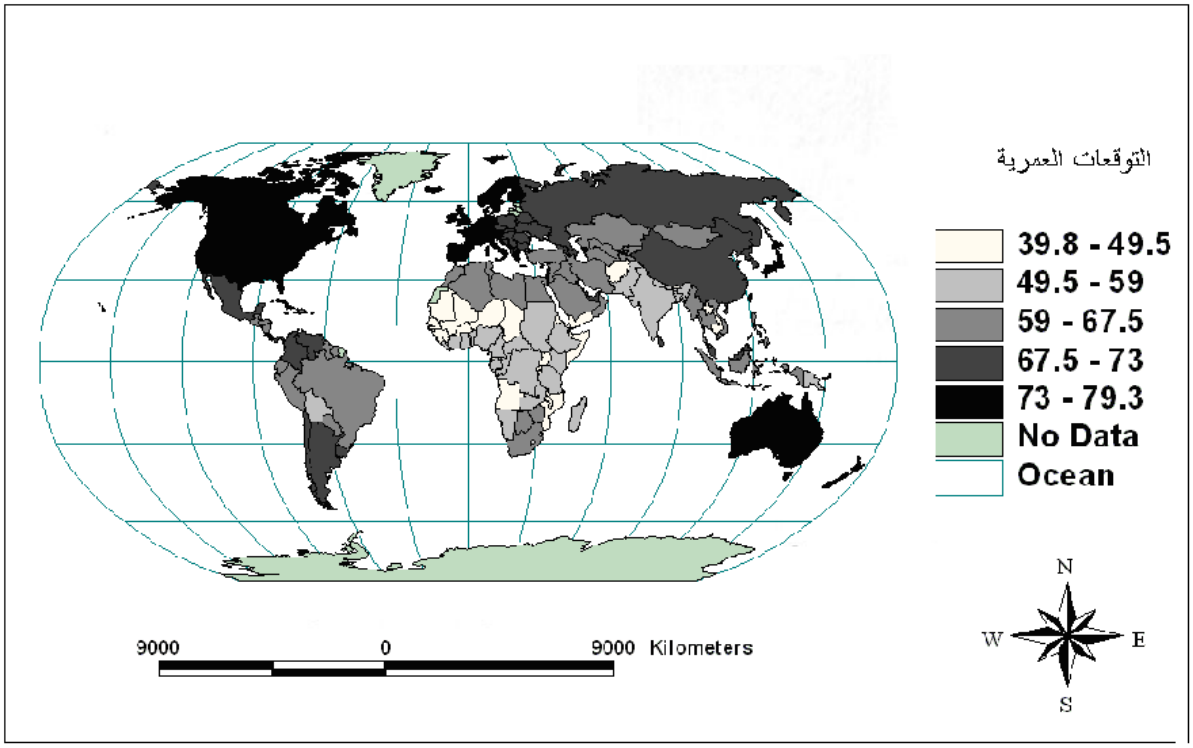
التدريب 6

ضع اشارة √ على العبارة الصحيحة واشارة X على العبارة الخطأ:

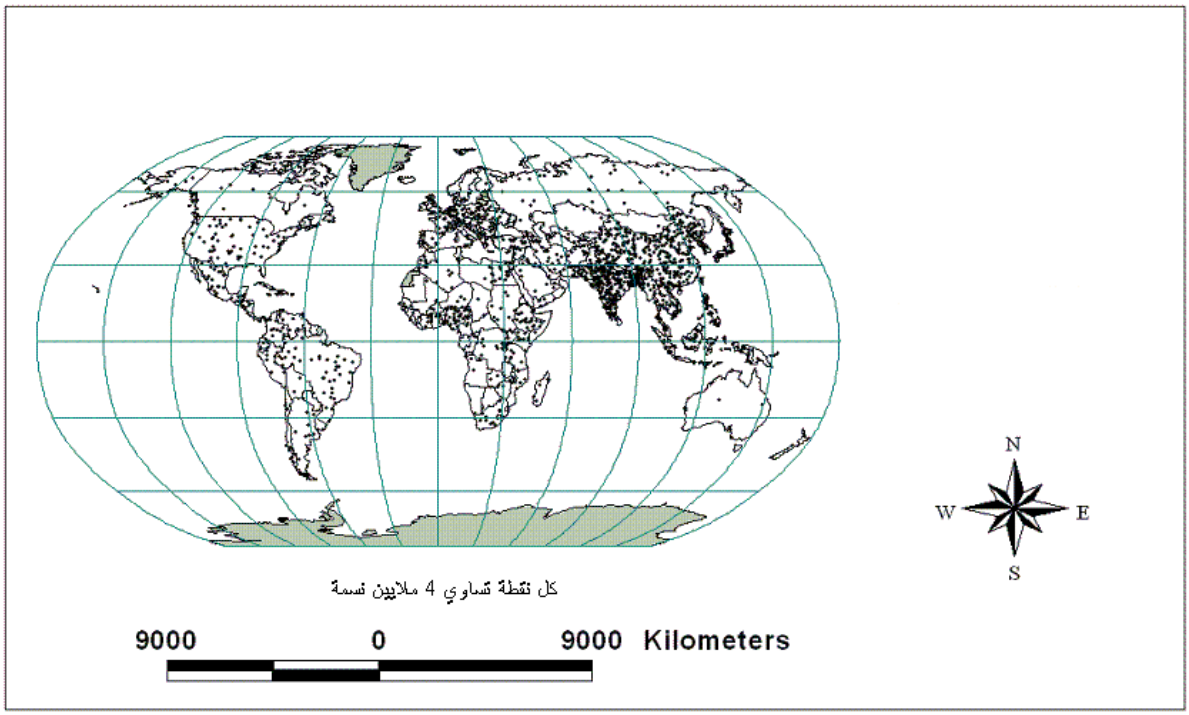
1. لتمثيل الطرق بمختلف انواعها على خريطة طبوغرافية، نستخدم المقياس الإسمي ( ).
2. خطوط التساوي تشكل خطوطا مغلقة، الا ان اغلاقها قد يكون خارج حدود الخارطة ( ).
3. تستخدم الرموز النسبية لاظهار الاختلافات في الكميات التي تمثلها الظاهرات عن طريق حجم الرمز ( ).
4. يستخدم اللون المتدرج لتمثيل البيانات النوعية وليس الكمية ( ).
5. لا يحبذ ان يزيد عدد الفئات الممثلة للبيانات الكمية على الخرائط عن 10 فئات ( ).



الشكل رقم 12: نماذج من الرموز الكارتوغرافية (النقطة، الخط، المساحة)



شكل 13: التوقعات العمرية في دول العلم بواسطة الرموز الكمية المساحية، حيث تظهر الدول ذات التوقعات العمرية العالية باللون الداكن، بينما تظهر الدول ذات التوقعات العمرية المنخفضة بدرجة لون فاتحة.



شكل 14: الكثافة السكانية في العالم بواسطة الرموز الكمية النقطية، حيث تظهر المناطق ذات الكثافة العالية في جنوب شرق اسيا وغرب اوروبا، بينما تظهر كندا واستراليا ومناطق اخرى منخفضة الكثافة.

شكل 15: طرق المواصلات في مدينة اطلنطا في الولايات المتحدة بواسطة الرموز الخطية الترتيبية، حيث تظهر الطرق السريعة بخط سميك، بينما تظهر الطرق الداخلية بخط رفيع.

8. المساحة الجوية PHOTOGRAMMETRY

عزيزي الدارس، إن هذا القسم من الفصل يهدف إلى التعريف بعلم المساحة الجوية باعتبارها مهمة جدا في صناعة الخرائط، وهو غير مخصص للمتخصصين بهذا العلم فحسب، وإنما للمهتمين به أيضاً كالجغرافيين والمهندسين والمساحين. لذلك لن نتطرق فيه إلى التفصيلات والعمليات الحسابية المعقدة.

ما هي المساحة الجوية؟

المساحة الجوية هي تقنية وعلم تستخدم لإجراء قياسات للظواهر والمعالم الظاهرة على الصورة الجوية المأخوذة أو الملتقطة بواسطة الطائرة لمنطقة جغرافية معينة. هذه المعالم يمكن أن تكون ببعدين أو ثلاثة أبعاد (2D or 3D). إن نتائج القياسات التي يتم إجراؤها على المعالم في الصور الجوية يمكن أن تكون على شكل:

- إحداثيات للمعالم أو النقاط.
- خرائط طبوغرافية وموضوعية.

- صور جوية معدّلة أو مصححة هندسياً rectified photographs (orthophoto)

يمكن تقسيم المساحة التصويرية الى قسمين رئيسيين هما: المساحة الجوية Aerial Photogrammetry، وفيها يتم التقاط الصور للأرض من الجو بواسطة الطائرة، البالون، القمر الصناعي، وفيها تكون المساحة المصورة كبيرة. النوع الثاني هو التصويرية الأرضية Terrestrial Photogrammetry، وفيها يتم التصوير من موقع معين على الأرض، بحيث يتم توجيه الكاميرا إلى المنطقة المراد تصويرها، وفيها تكون المساحة المصورة صغيرة نسبيا (صيام 1994).

إن تطبيقات المساحة التصويرية انتشرت انتشاراً واسعاً في الحرب العالمية الأولى والثانية وكان الاستخدام الأكبر لها في الأغراض العسكرية، أما بعد الحرب العالمية الثانية، فقد اتسع مجال استخدامها ليشمل الأغراض المدنية والسلمية، وذلك لرصد ما خلفته الحرب من دمار، ومن أجل انشاء خرائط موضوعية للموارد الأرضية والتخطيط للمستقبل. تستخدم المساحة التصويرية في تفسير المعالم من حيث مواقعها وأنواعها وخصائصها الكمية. فالمساحة التصويرية الجوية تستخدم أساساً لإنتاج الخرائط الطبوغرافية والموضوعية ونماذج الارتفاع الرقمي Digital Terrain Models. والمقصود بنموذج الارتفاع الرقمي هو نموذج مجسم يظهر سطح الأرض بثلاثة أبعاد (الإحداثيات المستوية X,Y بالإضافة إلى الارتفاع Z). أما المساحة التصويرية الأرضية والصور الجوية الملتقطة عن ارتفاعات قليلة، فتستخدم بشكل أكبر من قبل المهندسين المدنيين والمعماريين، لأن هذه الصور تسمح بالتعرف على الخصائص التفصيلية للمباني من حيث حالتها والاضرار التي تعاني منها والتشوهات التي يمكن ان تصيبها، كما أن علماء الأثار يستخدمونها للتعرف على الخصائص التفصيلية للمواقع والمعالم الاثرية، اما دوائر البوليس فتستخدمها لرصد حوادث الطرق والجرائم.

8.1 أنواع الصور الجوية Types of Aerial Photographs

يمكن تقسيم الصور الجوية حسب اتجاه الكاميرا بالنسبة الى سطح الارض اثناء التصوير الى نوعين اساسيين: الصور الجوية العمودية Vertical، والصور الجوية المائلة Oblique (فرحان 1987) .

1- الصور الجوية العمودية : هي الصور التي يتم التقاطها، بحيث توجه الكاميرا بشكل عمودي على سطح الارض قدر الامكان (الشكل رقم 16أ، ب) . والميل المسموح به في الصور العمودية هو عادة 3˚، أي يجب ان لا يزيد ميل محور الكاميرا عن الوضع العمودي بمقدار 3˚. ومن أهم خصائص الصور العمودية:

أ- يكون محور عدسة كاميرا التصوير الجوي عمودياً على سطح الارض.

ب- مقدار التغطية الارضية للصورة صغير نسبياً.

ج- شكل المنطقة المصورة على الصورة الواحدة قريب من المربع او المستطيل.

د- بما ان التصوير يكون من الاعلى، فإن شكل المعالم الارضية يكون غير شائع، فمثلاً تظهر على الصورة اسطح المنازل وتيجان الاشجار.... وهكذا.

هـ- المسافة والاتجاهات تكون قريبة من دقة الخريطة اذا كانت المنطقة المصورة مستوية وقليلة التضرس.

2- الصورة الجوية قليلة الميل Low Oblique : وهي الصور المأخوذة بكاميرا يكون محور عدستها مائلاً عن الوضع العمودي بحوالي 30° (الشكل 17أ، ب)، ويستخدم هذا النوع من الصور في الاعمال العسكرية والاستطلاعات الاستخبارية لتدعم المعلومات الموجودة في الخريطة . وتتميز الصور قليلة الميل بالخصائص التالية:

أ- تغطي مساحة قليلة نسبياً، ولكن اكبر من الصور العمودية .

ب- يكون شكل المنطقة المصورة شبه منحرف، على الرغم من ان الصورة تكون على شكل مربع او مستطيل.

ج- يكون منظر المعالم اكثر شيوعاً، اذا ما قورن بالمنظر العلوي للمعالم الموجود في الصور العمودية.

د- لا يكون مقياس الرسم متجانساً على كافة اجزاء الصورة، وبالتالي لا نستطيع قياس مسافات دقيقة على الصورة . كما ان الخطوط المتوازية على الارض لا تظهر كذلك على الصورة، وبالتالي لا يمكن قياس الاتجاه عليها.

هـ- تظهر التضاريس على الصورة، ولكنها تكون مشوهة.

و- لا يظهر خط الافق على الصور قليلة الميل.

3- الصور عالية الميل High Oblique : وهي الصور المأخوذه بكاميرا يكون فيها محور العدسة مائلاً عن الوضع العمودي بحوالي 60°(الشكل 18أ، ب)، استخداماتها العسكرية محدودة، ولا يتم اللجوء اليها الا وقت الضرورة، وتفضل الصور العمودية والصور قليلة الميل على هذا النوع من الصور. وتتميز الصور عالية الميل بالخصائص التالية:

أ- تغطي مساحة واسعة من الارض (لا يمكن استخدام كل المساحة المصورة) .

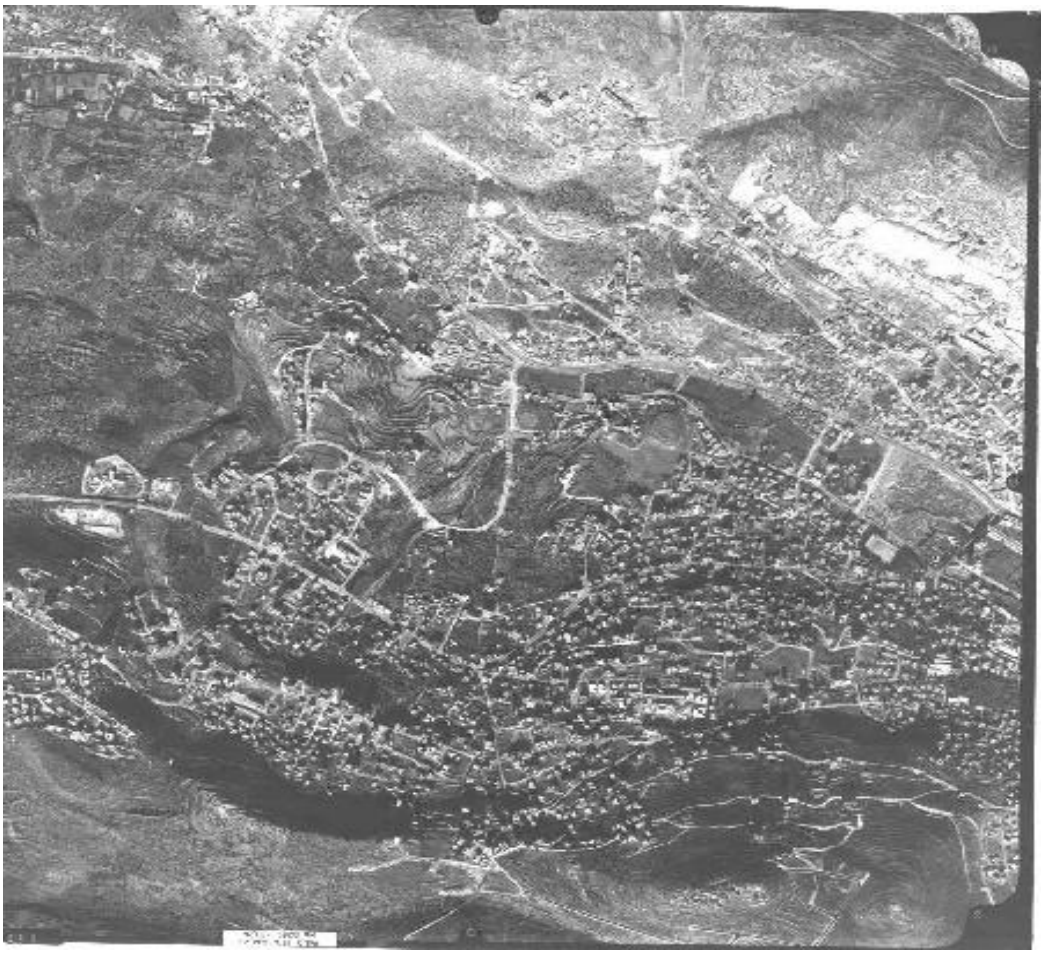
ب- المنظر العام للظواهر يتراوح بين الشكل المتعارف عليه والشكل الغريب غير المتعارف عليه، وهذا يعتمد على ارتفاع الطائرة أثناء التصوير .

ج- الارض المصورة تكون على شكل شبه المنحرف، على الرغم من أن الصورة تكون مربعة او مستطيلة.

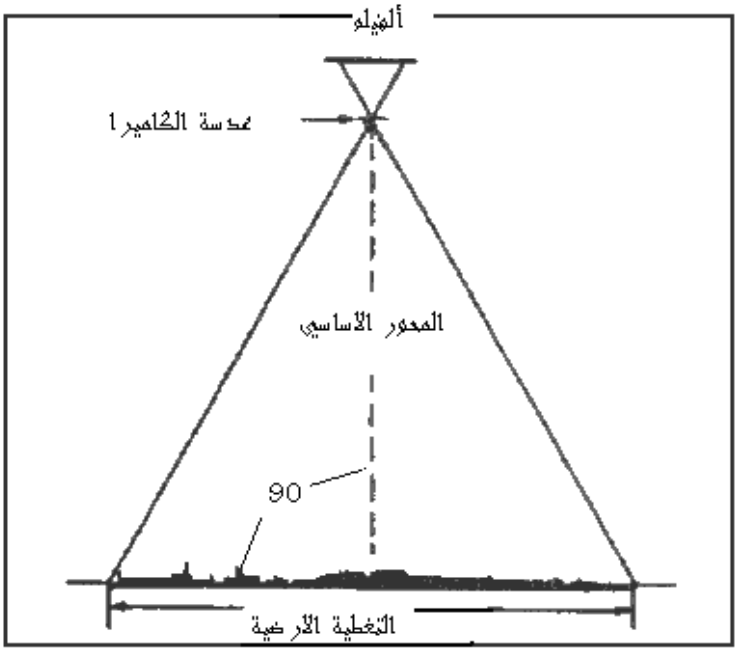
د- لا يمكن قياس مسافات او اتجاهات على هذا النوع من الصور لنفس سبب الصور قليلة الميل.

هـ- تظهر التضاريس ولكن مشوهة.

و- يظهر خط الافق على هذا النوع من الصور.

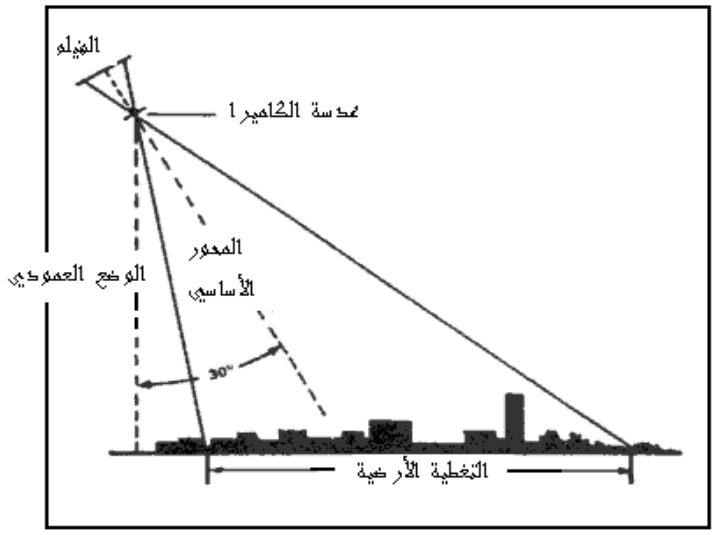


الشكل رقم 16أ: صورة جوية عمودية للجزء الغربي من مدينة نابلس التقطت في كانون اول عام 1995



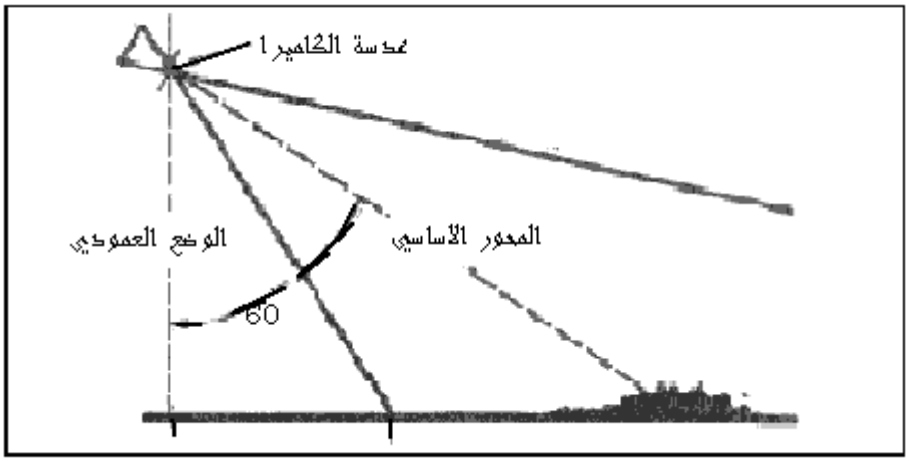
الشكل 16ب: الخصائص الهندسية للتصوير العمودي، حيث يظهر المحور الاساسي للكاميرا (محور العدسة) عموديا على المستوى الأفقي للأرض المصورة.

الشكل 17أ: صورة جوية قليلة الميل لجزء من مدينة امريكية، تظهر فيها واجهات المباني بشكل جزئي.



الشكل 17ب: الخصائص الهندسية للصور الجوية قليلة الميل، يظهر فيها المحور الأساسي (محور العدسة) مائلا عن الوضع العمودي

الشكل 18أ: صورة جوية عالية الميل، يظهر فيها خط الأفق



الشكل 18ب: الخصائص الهندسية للصور عالية الميل، يظهر فيها المحور الأساسي مائلا جدا عن الوضع العمودي

بين مزايا وعيوب كل من الصور الجوية العمودية والمائلة.

التدريب 7

ضع اشارة √ على العبارة الصحيحة واشارة X على العبارة الخطأ:

1. الصورة الجوية العمودية لا يزيد ميل محورها الاساسي عن 10º ( ).
2. التغطية الارضية للصورة العمودية اكبر من التغطية الارضية للصورة المائلة ( ).
3. مقياس الرسم في الصور المائلة غير متجانس، بينما يكون اكثر تجانسا في الصور العمودية ( ).
4. لا يمكن عمل خرائط دقيقة من الصور عالية الميل ( ).
5. كلما زاد ارتفاع الطائرة كبر مقياس رسم الصورة ( ).

8.2 أنواع الأفلام Types of film

الأفلام المستخدمة في التصوير الجوي ثلاثة أنواع رئيسية هي : الأفلام العادية (الأبيض والاسود Panchromatic)، والأفلام تحت الحمراء Infrared، والأفلام الملونة Color. كما ان هناك نوع آخر من الأفلام تختص بالكشف عن النباتات الطبيعية يسمى Camouflage detection film

أ–الافلام العادية (ابيض واسود (B&W) : تقوم هذه الافلام بتسجيل الضوء المنعكس عن المواد والمعالم الارضية بدرجات لونية تتراوح بين الابيض والاسود.

ب–الافلام تحت الحمراء: وهي افلام من نوع ابيض وأسود، حساسة للموجات الضوئية من نوع تحت الحمراء، يمكن استخدامها نهاراً، كما يمكن استخدامها ليلاً اذا توفر مصدر للاشعاع على الموجة تحت الحمراء الحرارية. الافلام تحت الحمراء مهمة في التمييز بين مختلف انواع النباتات.

ج–الافلام الملونة: وهي الافلام الحساسة لثلاثة موجات كهرومغناطيسية او اكثر، سواء كانت هذه الموجات مرئية(الموجات الزرقاء، الخضراء، الحمراء) او غير مرئية (فوق بنفسجية، تحت الحمراء، الميكروويف)، بحيث يتم مزج ثلاث موجات مرة واحدة لتنتج صورة ملونة.

وهناك افلام اخرى خاصة (Camouflage Detection) تستخدم لاستكشاف النباتات الطبيعية حيث تظهر عليها باللون الاحمر، اما المواد والمعالم الاخرى الاصطناعية فتظهر باللون الأزرق او الأرجواني Blue or Purple .

8.3 مقياس الصور الجوية Scale of Aerial Photos

عزيزي الدارس، هناك خطوة هامة وضرورية يجب القيام بها قبل استخدام أي صورة جوية، هذه الخطوة هي معرفة مقياس رسمها. فعلى الخريطة يظهر المقياس باشكال عدة منها الشكل النسبي او الخطي او التعبيري، كما ذكر سابقاً في هذه الوحدة . وعلى الصورة الجوية ايضا يتم التعبير عن مقياس الرسم بشكل نسبي = **المسافة على الصورةا المسافة على الارض**

بالنسبة لقياس رسم الصورة الجوية العمودية، نادراً ما يكون متجانساً تماماً على كافة اجزاء الصورة، نظراً لاختلاف تضرس الارض المصورة من نقطة الى اخرى، حيث ان التضرس يؤثر تأثيراً اساسياً على مقياس رسم الصورة. فالمناطق العالية

يكون مقياس رسمها اكبر من مقياس المناطق المنخفضة لانها تكون اقرب الى كاميرا التصوير المحمولة في الطائرة . لذلك فإن المقياس الذي يظهر على الصورة الجوية هو مقياس متوسط للمنطقة المصورة.

هناك طريقتان لحساب مقياس رسم الصورة الجوية العمودية: طريقة المقارنة، وطريقة العلاقة بين البعد البؤري لكاميرا التصوير وارتفاع الطائرة.

أ- طريقة المقارنة: يتم فيها تحديد مقياس رسم الصورة الجوية العمودية عن طريق المسافة المقاسة بين نقطتين على الصورة الجوية مع المسافة المقاسة على الارض بين نفس النقطتين.

مقياس رسم الصورة = المسافة على الصورة\ المسافة على الارض

يتم تحديد المسافة الارضية عن طريق القياس الحقيقي على الارض او عن طريق استخدام المقياس على خريطة لنفس المنطقة. ويجب ان تكون النقطتان المختارتان على الصورة واضحتان على الارض او الخريطة، كما يجب ان يمر الخط الذي يصل بين النقطتين من مركز الصورة او قريباً منه.

ب-طريقة العلاقة بين البعد البؤري Focal Length وارتفاع الطائرة Flight Height .عندما يظهر البعد البؤري وارتفاع الطائرة فوق مستوى سطح البحر على هوامش الصورة، فإن مقياس رسم الصورة يتم حسابه وفق الصيغة التالية (الشكل 19أ):

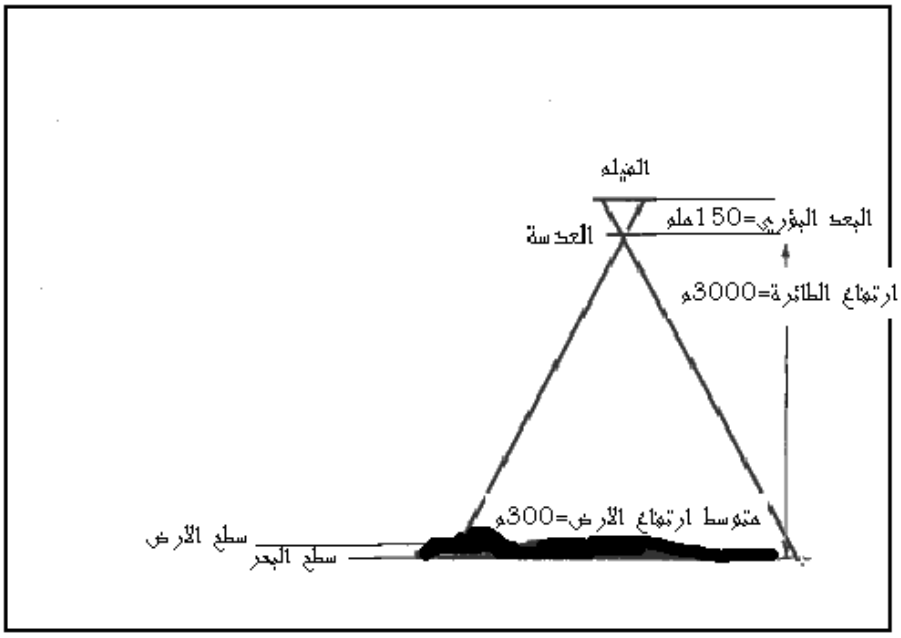
مقياس رسم الصورة الجوية = ألبعد البؤري\ ارتفاع الطائرة – متوسط ارتفاع الأرض المصورة

مثال : احسب مقياس رسم صورة جوية عمودية اذا علمت ان البعد البؤري لكاميرا التصوير الجوي هو 150ملم، وارتفاع الطائرة فوق مستوى سطح البحر هو 3000م، ومتوسط ارتفاع الارض المصورة 300م.

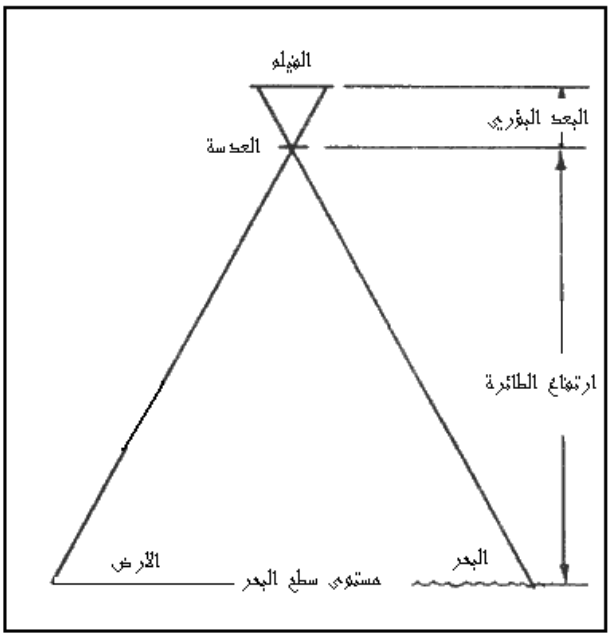
الحل: مقياس رسم الصورة = $\frac{0.15}{3000-300} = 1/18000$

ولكن عندما يكون مستوى سطح الارض المصورة على نفس مستوى سطح البحر (الشكل 18ب)، فإن الصيغة تصبح كما يلي:

مقياس رسم الصورة = البعد البؤري\ ارتفاع الطائرة عن سطح البحر



الشكل رقم 19أ: صورة جوية لمنطقة مضرسة، وتأثير التضرس على مقياس الرسم



الشكل رقم 19ب: صورة جوية لمنطقة تقع على نفس مستوى سطح البحر

أسئلة التقويم الذاتي 10

1. بماذا تستخدم الافلام تحت الحمراء؟
2. احسب مقياس رسم صورة جوية اذا علمت أن البعد البؤري لكاميرا التصوير 152ملم، وارتفاع الطائرة فوق مستوى سطح البحر 3500م ومتوسط ارتفاع الارض المصورة 200م.

8.4 تفسير الصور الجوية Identification of Photo Features

عزيزي الدارس، ان التعرف على ماهية المعالم التي تحتويها الصورة الجوية، تعتبر خطوة اساسية وهامة عند استخدام الصورة الجوية في أي مجال من المجالات.

إن التفسير الاولي للصورة الجوية ليس صعباً اذا تذكرت الحقائق التالية اثناء عملية التفسير: تذكر ان منظر الصورة ناتج عن التصوير من أعلى المنطقة المصورة، ونتيجة لذلك فإن المعالم لا تظهر كما تعودت عليها في الحقيقة. فالمعالم التي صغرت بشكل كبير تبدو مشوهة. كما ان التصوير الجوي الشائع هو التصوير العادي (ابيض وأسود) لانه اقل تكلفة، والالوان الظاهرة على الصورة تكون على شكل ظلال بدرجات مختلفة، فالمعلم الغامق في الطبيعة يظهر غامقاً على الصورة . هناك خمسة أسس يتم استخدامها مجتمعة عند اجراء أي تحليل او تفسير على الصورة الجوية هي (Lillisand :& Kiefer 1999)

1- الحجم Size: ان حجم المعالم غير المعروفة على الصورة الجوية يتم تحديدها من خلال مقياس رسم الصورة او عن طريقة مقارنة حجم المعلم أو الظاهرة مع حجم المعالم الاخرى، وهذا العامل يساعد في التعرف على ماهية الظواهر على الصورة. فمثلاً، يكن استخدام الحجم في التمييز بين المباني التجارية والسكنية، حيث تظهر المباني التجارية كبيرة الحجم بينما تظهر المساكن صغيرة الحجم، كذلك الحال بالنسبة للمباني الحكومية والمؤسسات العامة، حيث تظهر بأحجام كبيرة نسبياً.

2- الشكل Shape: هناك الكثير من المعالم لها اشكال مميزة بحيث يتم تمييزها بسهولة، فالمعالم الاصطناعية (من صنع الانسان) تظهر عادة على شكل خطوط مستقيمة او منحنية، بينما تكون الاشكال الطبيعية غير منتظمة. فمثلاً تظهر الطرق السريعة والسكك الحديدية والجسور والقنوات والمباني منتظمة الشكل، اما المعالم الطبيعية كالجداول والانهار فتظهر غير منتظمة.

3- الظلال Shadows: تساعد الظلال كثيراً في التعرف على ماهية الظواهر في الصورة الجوية، لانها تظهر المنظر الجانبي المعتاد رؤيته للمعالم. من الامثلة الجيدة على ذلك المداخن والابراج والمآذن، حيث ان النظر الى هذه المعالم على الصور العمودية من أعلى تظهر كنقطة او دائرة، بينما يظهر الظل مقطع المعلم ويساعد في التعرف عليه، كما ان الطول النسبي للظلال يعطي مؤشراً جيداً حول ارتفاع المعلم.

4- درجة اللون او النسيج Tone or Texture ان اكثر افلام التصوير الجوي استخداماً هي الافلام العادية (الابيض والاسود)، وهذه الافلام حساسة لجميع الوان الطيف، وتعمل على تسجيلها كدرجات لون تتراوح بين الابيض والاسود (Tones) . وتعتمد درجة اللون على نسيج المعلم او الظاهرة ، فمثلاً يظهر الشارع المعبد بنسيج ناعم Smooth ودرجة اللون في كافة اجزائه تكون واحدة تقريباً. بينما تظهر قطعة ارض محروثة حديثاً بنسج خشن rough، وبالتالي تختلف درجة اللون فيه من نقطة الى أخرى grainy tone . ومن المهم ان نتذكر ان ما يبدو ناعماً على صورة جوية ما، قد يبدو خشناً على صورة اخرى، وهذا يعتمد على ماهية الضوء المنعكس عن الظاهرة الذي سجل على الفيلم الحساس. فمثلاً يظهر المسطح المائي فاتح اللون اذا انعكس ضوء الشمس عنه مباشراً باتجاه الكاميرا، ولكن يظهر داكن اللون اذا كان اتجاه انعكاس الضوء بعيداً عن الكاميرا. اما نعومة او خشونة سطح الماء، فهذا يعتمد على سطح الماء نفسه، ان هذا المتغير (درجة اللون و نسيج السطح)، مع المتغيرات الاخرى يساعد كثيراً في تفسير الصور الجوية.

5- المعالم او الظواهر المحيطة (الموضع) Surrounding Objects- Site ان المعالم المحيطة والقريبة من المعلم او الظاهرة المراد تفسيرها تساعد كثيراً في عملية التفسير. فالمباني الكبيرة الواقعة في وسط المدينة عادة ما تكون مباني تجارية، والمدارس يمكن التعرف عليها من خلال الملاعب الموجودة فيها وكراج السيارات يمكن التعرف عليه من خلال عدد السيارات المتجمعة في المواقع، والمتنزه تعرف موقعه من خلال الاشجار وبرك الماء وساحات اللعب... وهكذا.

8.5 ألرؤية المجسمة في الصور الجوية Stereovision

ألرؤية المجسمة تعني القدرة على رؤية المعالم او الظواهر في الصور الجوية بأبعادها الثلاثة (الطول، العرض، العمق) في نفس الوقت . وهذا يتطلب صورتين لنفس الظاهرة او المنطقة، ملتقطتين من موقعين مختلفين، حيث يتم في هذه الحالة النظر للظاهرة او المعلم مرتين في نفس الوقت، مرة بالعين اليسرى ومرة اخرى بالعين اليمنى بحيث يؤدي ذلك الى دمج الصورتين في منظر واحد ينتقل الى الدماغ الذي يميز البعد الثالث (العمق).

عند اخذ الصور الجوية، نادراً ما يتم التقاط صور مفردة، وعادة ما تقوم الطائرة بالتقاط سلسلة من الصور، بحيث تتداخل الصورة الثانية مع الاولى والثالثة مع الثانية وهكذا، حتى لا تترك فراغات غير مصورة في المنطقة وتسمى بمنطقة التداخل الامامية Overlap ومقدار التداخل، يجب ان يزيد على 50%، وعادة ما يكون حوالي 60%، أي ان 60% من الصورة الاولى تظهر على الصورة الثانية، بمعنى آخر ان الصورة الثانية تتقدم بمقدار 40% (الشكل 20أ). وتسمى الصورتان المتتابعتان والمتداخلتان الزوج السيتريوسكوبي واذا لم يكن خطا واحدا من التصوير الجوي كافياً لتغطيه المنطقة المطلوب تصويرها، تلف الطائرة وتصور خطاً آخر بحيث يكون موازياً لخط الطيران الاول، وبحيث تكون هناك منطقة تداخل بين خطوط الطيران المتتابعة، حتى لا تترك مناطق بدون تصوير. وتسمى منطقة التداخل بين خطوط الطيران بمنطقة التداخل الجانبي Sideslip وتتراوح نسبتها بين 15–20 %، (الشكل20ب).

لرؤية المعالم في ازواج الصور الجوية بأبعادة الثلاثة، تستخدم اجهزة خاصة تسمى اجهزة السيتريوسكوب، وهناك عدة انواع من السيتريوسكوب، اهمها:

1– سيبريوسكوب الجيب Pocket Stereoscope (شكل 21أ)، ويعرف بإسم السيتريوسكوب ذو العدسات، ويتكون من عدستين مكبرتين محمولتان في اطار معدني، وهو جهاز بسيط التركيب ويمكن حمله في الجيب، لذلك يستخدم كثيراً في الدراسات والعمليات الميدانية.

2–السيتريوسكوب ذو المرايا Mirror Stereoscope (شكل 21ب) وهو اكبر واثقل من سيتريوسكوب الجيب، كما انه عرضة للكسر بشكل اكبر، ويتكون من اربعة مرايا مثبته في اطار معدني، وهناك احجام مختلفة من هذا النوع من السيتريوسكوب، ومنه الثابت والمعلق. ولتحقيق المجسمة من ازواج الصور الجوية باستخدام السيتريوسكوب نتتبع الخطوات التالية :

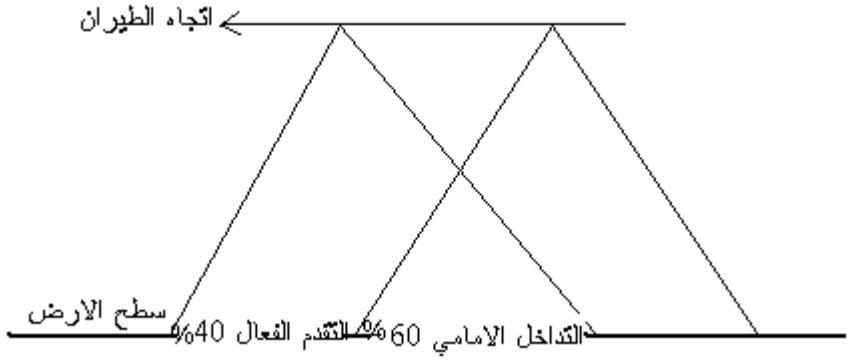
1– ضع الصورتين المتداخلتين (الزوج السيتريوسكوبي) على سطح مستو بحيث تقع تفاصيل الصورة الثانية فوق نفس التفاصيل الظاهرة على الصورة الاولى (الشكل 21ج) .

2– ضع السيتريوسكوب فوق الصورتين، بحيث تكون العدسة اليسرى فوق الصورة اليسرى والعدسة اليمنى فوق الصورة اليمنى.

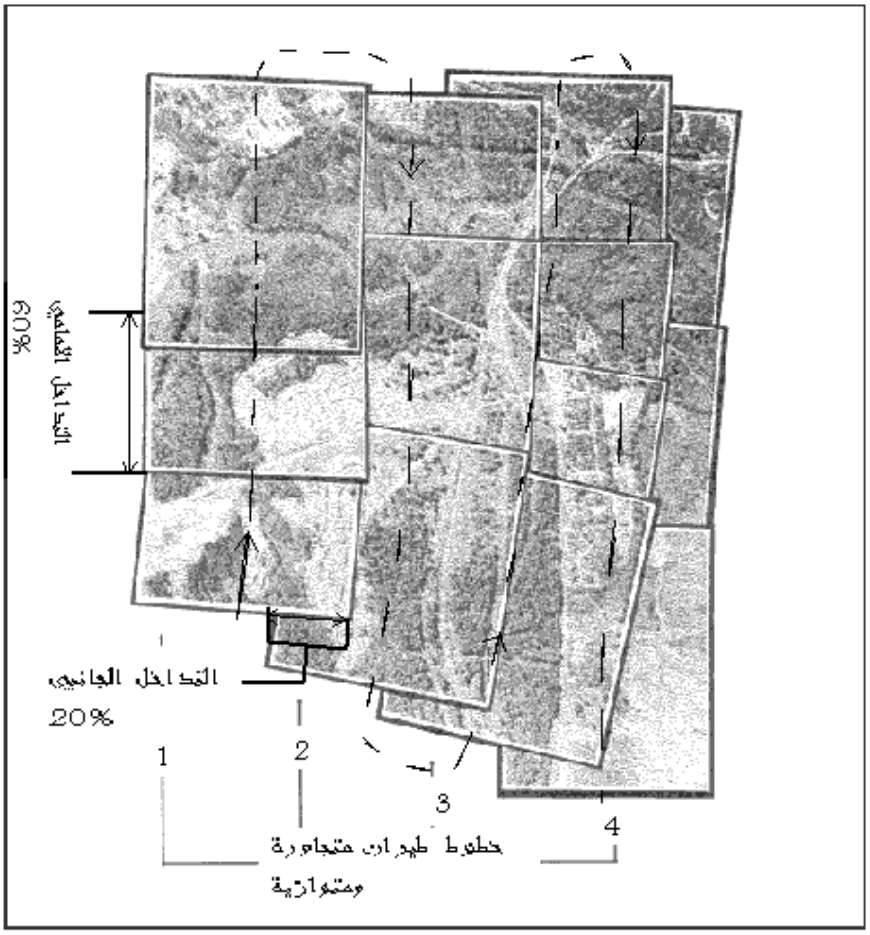
3- باعد بين الصورتين على طول خط الطيران (خط الطيران هو الخط الواصل بين مركز الصورة الاولى ومركز الصورة الثانية)، حتى تصبح العدسة اليسرى فوق المعالم المراد تفسيرها في الصورة اليسرى مباشرة، والعدسة اليمنى فوق نفس المعالم على الصورة اليمنى مباشرة.

4- بهذا الوضع للصور والسيتريوسكوب، تظهر منطقة التداخل بثلاثة ابعاد. قد تحتاج الى تحريك بسيط للصور او السيتريوسكوب للحصول على الوضع الصحيح للعينين، فتظهر التلال مرتفعة والقيعان منخفضة وكأنك تنظر اليها من الطائرة.

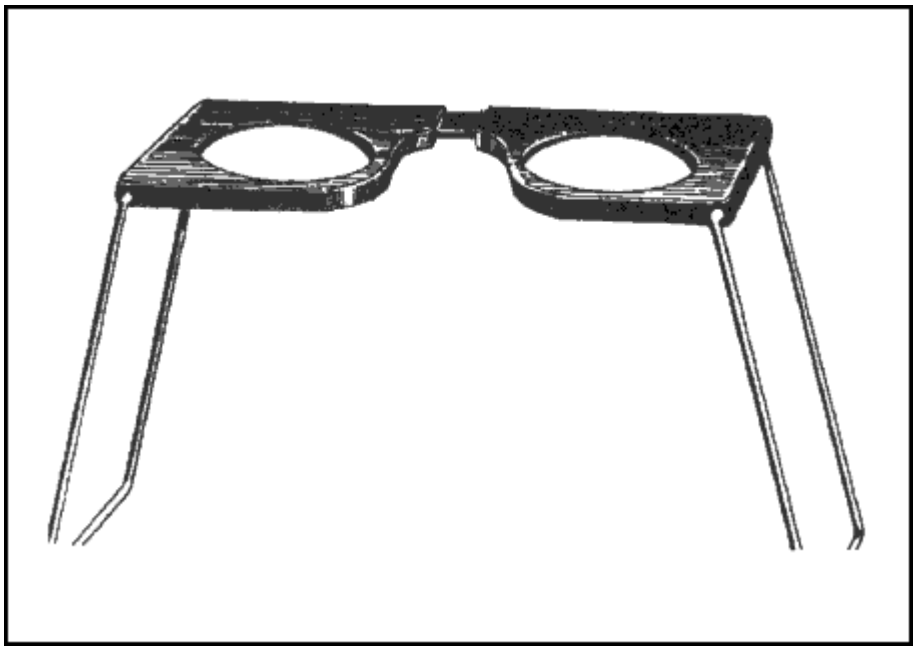
5- تصبح عملية تفسير المعالم على الصور الجوية بأبعادها الثلاثة اسهل وأدق، وتستخدم في عملية التفسير نفس العوامل الخمسة التي ذكرت سابقاً (الحجم، الشكل، الظلال،درجة اللون، الظواهر المحيطة او الوضع). ولكن الان وبعد اضافة عامل جديد الا وهو التضاريس تصبح الرؤيا طبيعية وأكثر قابلية للتحليل.



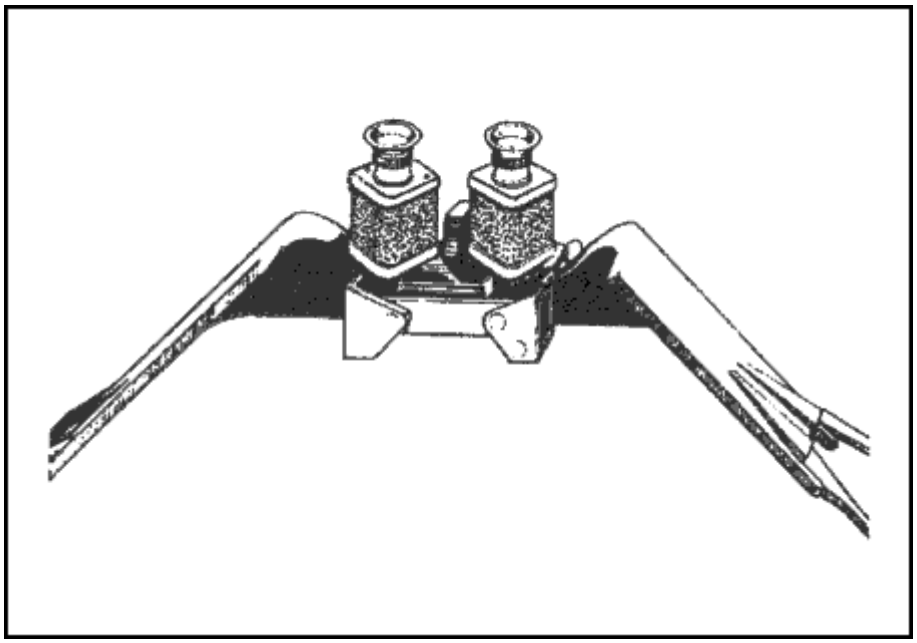
الشكل رقم 20أ: صورتين جويتين يظهر فيهما التداخل الأمامي (60%)، والتقدم الفعال (40%).



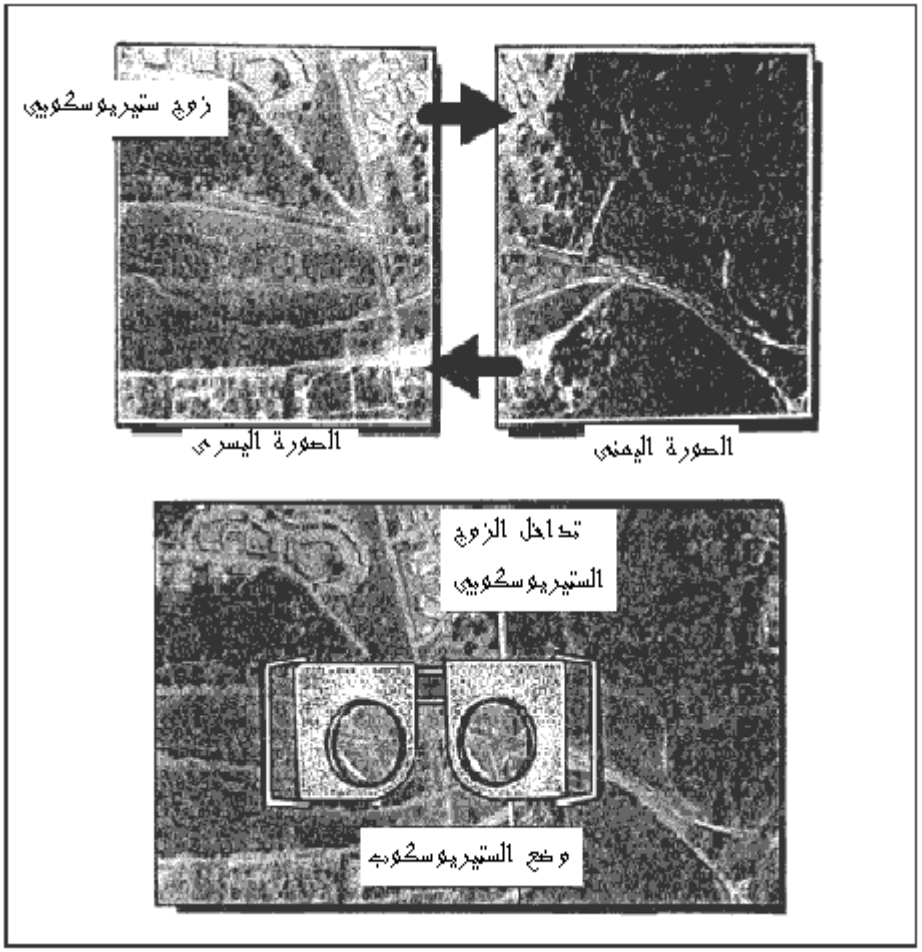
الشكل 20ب: اربع خطوط طيران متجاورة، يظهر فيها التداخل الامامي بين الصور والجانبي بين خطوط الطيران



الشكل رقم 21أ: ستيريوسكوب الجيب أو ذو العدسات



الشكل 21ب: ستيريوسكوب ذو المرايا



الشكل رقم 21ج: خطوات تحقيق المجسمة في الصور المتجاورة والمتداخلة

أسئلة التقويم الذاتي 11

1. ما هي شروط تحقيق الرؤية المجسمة من الصور الجوية؟
2. ما فائدة الظلال في تفسير معالم الصورة الجوية

التدريب 8

ضع دائرة حول رمز الاجابة الصحيحة:

1. لتحقيق الرؤية المجسمة في الصور الجوية يجب ان لا تقل نسبة التداخل الامامي بين الصور المتجاورة عن: أ) 60% ب) 50% ج) 20

2. تتراوح نسبة التداخل الجانبي في اشرطة التصوير الجوي بين:

أ) 50-60% ب) 10-30 ج) 0-5%

3. الصور الجوية الملونة يستخدم في التقاطها:

أ) حزمة ضوئية واحدة ب) حزمتان ضوئيتان ج) ثلاث حزم ضوئية

4. الموجة تحت الحمراء:

أ) اطول من الموجات المرئية ب) اقصر من الموجة فوق البنفسجية ج) مساوية لجميع الموجات

8.6 أجهزة التصوير الجوية Aerial Cameras

عزيزي الدارس، تعتبر كاميرا التصوير الجوية ذات أهمية بالغة في تحديد خصائص الصور الجوية من حيث جودتها، وقد حدث تطور كبير لدى أجهزة التصوير الجوية وخاصة فيما يتعلق بقوة التمييز المكانية Spatial Resolution والتخلص من التشوهات التي كانت تعاني منها العدسات Lens Distortion .

ونظراً للظروف الخاصة التي تكون فيها آلة التصوير في الطائرة (الحركة السريعة للطائرة والظروف الجوية)، لابد ان تتمتع هذه الكاميرا بخصائص هندسية عالية الجودة مثل الالتقاط السريع والمتتالي للصور، ومقاومة الاهتزازات التي يمكن ان تتعرض لها الطائرة اثناء التصوير، كما يجب ان تكون الافلام المستخدمة حساسة جداً للضوء، لأن الفترة الزمنية التي يبقى فيها الفيلم معرضاً للضوء تكون قصيرة جداً، هذا بالاضافة الى ضرورة وجود مصفاة Filter عالية الجودة . هناك اربعة انواع رئيسية من كاميرات التصوير الجوية شائعة الاستعمال هي (صيام 1994):-

1- الكاميرا ذات العدسة الواحدة Single lens Camera، يتميز هذا النوع من الكاميرات ببعد بؤري ثابت، وتشوهات هندسية قليلة جداً ولذلك تكون عالية الثمن، وابعاد الصورة فيها 23×23سم.

أما بالنسبة لمجال زاوية الرؤية ، فيمكن تصنيفه الى ثلاثة انواع: المجال العادي Normal Angle وتتراوح فيه زاوية الرؤيا بين 60˚-75˚، المجال الواسع Wide Angle، وتتراوح بين 75˚-100˚، واخيراً المجال الواسع جداً Super Wide angle وتتراوح بين 100˚-125˚، وتستخدم الصور الملتقطة بهذا النوع من الكاميرات في اعداد الخرائط الطبوغرافية والمستوية نظراً لخصائصها الفنية الممتازة.

2- الكاميرا متعددة العدسات Stereometric Camera ،هذا النوع من الات التصوير يحتوي على عدستين او اكثر، ويفصل بين العدسيتن مسافة (قاعدة) تتراوح بين 40-120سم، ويسمح هذا النوع من الكاميرات بالتصوير السيتريوسكوبي، حيث يمكن اخذ صورتين من موقعين مختلفين للمنطقة، مما يمكن من رؤية البعد الثالث، كما يمكن استخدام افلام حساسة لمجالات متباينة من الطاقة الكهرومغناطيسية في الصورتين كأن تؤخذ الصورة الاولى باستخدام الموجات المرئية والصورة الثانية بالموجات تحت الحمراء،مما يساعد في تفسير الصورة الجوية.

3- كاميرا التصوير البانورامية Panoramic Camera، في هذا النوع من الكاميرات يتم تصوير المنطقة من اقصى يسارها الى اقصى يمينها وبشكل متعامد على اتجاه خط الطيران.

4- كاميرا التصوير الشريطية Strip Camera، يتميز هذا النوع من الكاميرات بالتصوير المستمر دون انقطاع من بداية الشريط الارضي حتى نهايته ويمكن استخدام عدسة او عدستين لتحقيق الرؤيا المجسمة ويستخدم هذا النوع من التصوير لتصوير الظواهر الخطية الشريطية والطرق والسكك الحديدية والاودية والانهار وخطوط الانابيب.

سؤال التقويم الذاتي 12

1. بماذا تتميز الكاميرا المتعددة العدسات عن الكاميرا ذات العدسة الواحدة؟

8.7 الخرائط التصويرية:

تستخدم الخرائط التصويرية كبديل عن الخرائط في المناطق غير المغطاه بالخرائط. في هذا النوع من الخرائط يتم ربط عدة صور جوية متجاورة ومتداخلة لتكوين صورة جوية كبيرة الحجم تسمى موزاييك، ولتحقيق مزيد من التجانس والدقة فيها يتم تعديل الصور قبل ربطها والتقليل من التشوهات التي تعاني منها، ويتميز هذا النوع من الخرائط التصورية باحتوائها على كم هائل من المعلومات تفوق كثيراً المعلومات الموجودة في الخرائط، كما أنها تعبر تعبيراً حقيقياً شاملاً عن المنطقة المصورة، ولزيادة المعلومات التي يمكن استنباطها منها، يمكن إسقاط الخطوط الكنتورية عليها (خطوط الارتفاعات المتساوية) . وبذلك تحتوي الخريطة التصويرية على كل من المعالم الحضارية كالمباني والطرق والسكك الحديدية، والمعالم الطبيعية كالأودية والأنهار والغابات والنباتات الطبيعية والتضاريس الممثلة بواسطة الخطوط الكنتورية .

9. الاستشعار عن بعد Remote Sensing

ما هو الاستشعار عن بعد؟

يمكن تعريف الاستشعار عن بعد بانه علم وتقنية تستخدم لجمع المعلومات حول الظواهر والمعالم والمواد الموجودة على سطح الأرض وجو الأرض وتحت سطح الأرض، بواسطة أجهزة خاصة مستشعرات (Sensors) محمولة في الأقمار الصناعية Satellites الدائرة في الفضاء او الطائرات دون الاتصال المباشر بتلك المعالم او المواد وعلى الرغم من حداثة هذه التقنية، الا أنها تطورت بشكل كبير وأصبحت أكثر دقة وأوسع انتشارا.

9.1 تطور الاستشعار عن بعد واستخداماته

عزيزي الدارس، إن علم الاستشعار عن بعد قد ظهر بصورة واضحة مع بداية القرن العشرين، ففي عام 1902 تم اختراع الطائرة على يد الأخوين رايت، مما أسهم بشكل حاسم في دفع عملية التصوير الجوي والمساحة التصويرية خطوات هامة الى الأمام،. أما أول صورة أخذت لأغراض المساحة الطبوغرافية فكان عام 1913، وفي بداية 1914 نشبت الحرب العالمية الأولى، واستخدمت الطائرات في رصد مواقع العدو، فالألمان كانوا يلتقطون حوالي 4 آلاف صورة في اليوم الواحد في الفترة الأخيرة للحرب . والجيش الأمريكي أنتج أكثر من مليون صورة جوية في الأربعة أشهر الأخيرة للحرب (وكالة الفضاء الامريكية). وفي الحرب العالمية الثانية 1939 – 1945، استخدمت الطائرات بكثافة في الحرب وأصبحت أكثر

تطوراً وكفاءة، والصور التي تلتقطها أكثر دقة، واستمرت دول الحرب بإجراء تجاربها بعد الحرب العالمية الثانية إلى أن تمكنت إطلاق القمر الصناعي وغزو الفضاء في أواخر الخمسينات. وقد تولدت لدى دول الحلفاء فكرة الأطلاق من خلال تحليل ستيريوسكوبي لصور جوية أخذت لمواقع المانية، حيث أظهرت الصورة الستيريوسكوبية وجود صاروخ محمول على قاعدة اطلاق في أحد المواقع .

في عام 1962، كانت هناك تقارير غير مؤكدة ان السوفييت نصبوا صواريخ نووية متوسطة المدى في كوبا، وقد أكدت بيانات الاستشعار عن بعد الملتقطة بواسطة القمر الصناعي تلك التقارير. وقد أدت المواجهة بين رئيس الوزراء السوفييتي خروتشوف والرئيس الأمريكي، جون كيندي سنة 1962 إلى سباق تسلح كبير في الفضاء بين الدولتين، وتسابقت الدولتان في تحسين قدراتها في موضوع الاستشعار عن بعد والتقاط الصور الفضائية . وقبل بدء الرحلة إلى القمر، تم التقاط مجموعة من الصورة الفضائية لدراستها وتحديد المكان الذي ستهبط فيه المركبة الفضائية الأمريكية Apollo . ومن الجدير بالذكر أن العالم المصري البروفيسور فاروق الباز قد ساهم بشكل فعال في تحديد مكان هبوط المركبة. في عام 1968 عادت أبولو 8 من الفضاء ومعها صورة للأرض مأخوذة من الفضاء . كما ان الصور الملتقطة بواسطة Apollo 9 استخدمت لتطوير تقنيات لمعالجة الصورة التي سيتم التقاطها بواسطة لاندسات LANDSAT، حيث كانت الولايات المتحدة تعد منذ أواخر الستينات لإطلاق مجموعة من الأقمار الصناعية لرصد الأرض ومواردها واستخدام صورها للأغراض المدنية والسلمية .

في تموز 1972، أطلقت وكالة ناسا (وكالة الفضاء الأمريكية NASA) أول قمر صناعي لرصد موارد الأرض، وأخذ اسم ERTS1 وهي اختصار ل Earth Resources Technology Satellite، وقد ساعد استخدام أجهزة استشعارية متعددة الأطياف Multispectral من تحسين القدرة على فهم المحاصيل الزراعية، والمعادن والترب والتطوير الحضري، والكثير من المعالم والظواهر الأرضية. بعد ذلك قامت الوكالة بتغيير اسم القمر الصناعي ERTS1 والأقمار التي أطلقت لاحقاً ليصبح LANDSAT . فاصبح هناك LANDSAT1، حيث أضيفت لها إمكانيات أخرى لتزودنا بمعلومات وبيانات أكثر عن الأرض. ان برنامج LANDSAT يعتبر ناجحاً ولا يزال يتطور حتى الآن (Lillisand & Kiefer 1999).

في عام 1985 تمكن العلماء من ملاحظة تآكل طبقة الأوزون فوق القارة القطبية الجنوبية، وقد أكدت الصور الفضائية الملتقطة بواسطة المركبة الفضائية Nimbus 7 هذا التآكل (الشكل 22أ) . وهذه المركبة تحمل معها نظاماً استشعارياً يعرف باسم Toms (Total Ozone Mapping Spectrometer) مهمته قياس التآكل في طبقة الأوزون ودراستها، ولا يزال هذا النظام الاستشعاري يستخدم حتى الآن، حيث يعمل على إعداد خرائط لطبقة الأوزون . وكان لهذه المعلومات التي تزودنا بها المركبات الفضائية أهمية كبرى في اتخاذ قرار دولي بدعم بروتكول مونتريال الداعي الى تقليل استخدام مادة الكلوروفلوروكربون إلى النصف بحلول عام 1999، ومن الجدير بالذكر أن هذه المادة الكيماوية تعتبر المسبب الأساسي لتآكل طبقة الأوزون، ومن ثم السماح بمرور الأشعة الضارة (الأشعة فوق البنفسجية) ووصولها إلى الأرض .

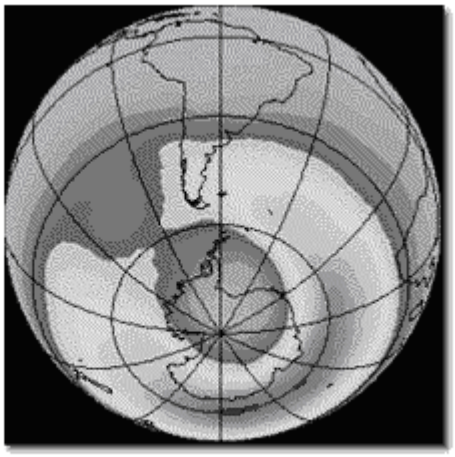
في نيسان 1986 انفجرت أحد المفاعلات النووية في تشرنوبل في اكرانيا، مطلقاً كميات هائلة من المواد المشعة في الجو، واستطاعت الصور الفضائية الروسية والأمريكية والأوروبية من رصد هذه الاشعاعات فوق الموقع، وحتى بعد اطفاء الحريق، استطاعت الأجهزة الاستشعارية تحت الحمراء من استشعار الحرارة . وبذلك، فإن استخدام الاستشعار عن بعد في رصد الاوضاع الطارئه، أصبح جزءاً مهما في إدارة حالات الطوارئ. والاستشعار عن بعد يستخدم بكثافة في استنباط التغيرات على سطح الأرض عبر الزمن، الصورتان (الشكل 22ب) الملتقطان بواسطة لاندسات عام 1975 (الصورة اليسرى) وعام 1986 (الصورة اليمنى) يبين المساحات التي تم اجتثاث اشجارها في الغابة وتحويلها إلى أراضي زراعية، وهنا في فلسطين، يمكن استخدام الصور الفضائية في مراقبة الاستيطان الإسرائيلي والإجراءات الإسرائيلية على الأرض لتغيير الواقع الجغرافي، مثل إقامة الجدار العازل، وتردي الأوضاع البيئية في منطقة البحر الميت، نتيجة قيام اسرائيل بتحويل مياه نهر الأردن .

ومن أهم استخدامات الاستشعار عن بعد، مراقبة حقول النفط الذي يعتبر من أهم مصادر للطاقة، ففي عام 1991 (حرب الخليج) استطاعت الأقمار الصناعية من رصد الحرائق التي شبت في حوالي 700 بئر في الكويت، ومن ثم العمل على اطفائها (الشكل 22ج)

أما في البحار، فالاستشعار عن بعد يستخدم في رصد الأمواج العاتية والأعاصير ومواقع تجمع الثروة السمكية والطحالب، فقبالة السواحل الشرقية والجنوبية الشرقية للولايات المتحدة يتشكل إعصار اندرو المدمر، والذي يسبب أهم كارثة طبيعية كبيرة للولايات المتحدة . ففي عام 1992 اقترب الإعصار من سواحل فلوريدا المكتظة بالسكان، وقام القمر الصناعي برصد موقعه وتحركه وتقدمه نحو الساحل، ومن ثم تحذير سكان تلك المناطق قبل وصول الإعصار، مما قلل كثيراً من الخسائرفي الأرواح على الرغم من الخسائر المادية الجسمية التي احدثها(الشكل 22د). استخدام اخر للاستشعار عن بعد، هو رصد الفيضانات، كما حصل عام 1993 في الولايات المتحدة حيث تمكن لاندسات من رصد فيضان نهر المسيسبي (الشكل 22هـ) كما هو ظاهر في الصورة اليمنى، ومن ثم تقييم الأضرار التي سببها واصلاحها .

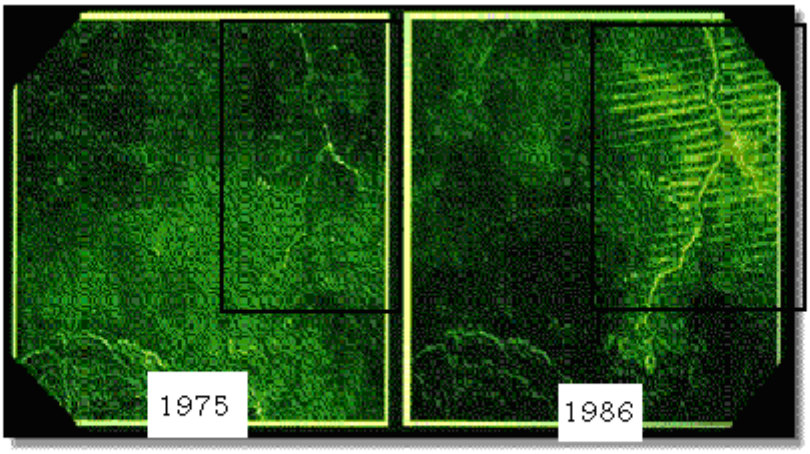
نلاحظ مما سبق ان الاستشعار عن بعد ليس علماً أو تقنية جديدة، ولكنها تطورت بشكل كبير منذ اختراع الطائرة عام 1902 حتى وقتنا الحالي، حيث تستخدم المركبات الفضائية والمحطات الفضائية الدولية، فأصبحت عملية جمع المعلومات المرئية والمخفية للأغراض المدينة والعسكرية بواسطة تقنية الاستشعار عن بعد اكثر فعالية .

يقسم العلماء الاستشعار عن بعد وفق اسلوب تحليل بياناته إلى قسمين رئيسيين هما : الاستشعار عن بعد التصويري Pictorial Remote Sensing: ويقوم هذا النوع من الاستشعار على استخدام الوسائل والأجهزة غير الرقمية في تحليل الصور الجوية والفضائية، وتعتمد عملية التحليل على أسس التحليل المرئي للظواهر المختلفة من تلك الصور، مثل حجم الظاهرة ودرجة لونها، وموقعها وموضعها، وشكلها، وغير ذلك من أسس التحليل المرئي. اما القسم الثاني من الاستشعار عن بعد فيعرف بالاستشعار عن بعد الكهرومغناطيسي (موجات كهربائية + موجات مغناطيسية): ويقوم هذا النوع من الاستشعار على تفسير الاشارات الرقمية الناتجة عن تفاعل اجزاء من الطاقة الكهرومغناطيسية مع المواد والظواهر التي تم تصويرها بواسطة الأجهزة الاستشعارية المحمولة في الأقمار الصناعية والطائرات، حيث أن تلك الأجهزة تسجل الطاقة المنعكسة او المنبعثة (المشعة) عن المواد المختلفة والظواهر الواقعة في مجال الرؤيا لتلك الأجهزة على شكل أرقام . وسيتم التركيز هنا على هذا النوع من الاستشعار عن بعد Electromagnetic Remote Sensing .



الشكل 22أ: صورة فضائية تظهر تآكل طبقة الاوزون فوق القطب الجنوبي

المصدر: وكالة افضاء الامريكية NASA

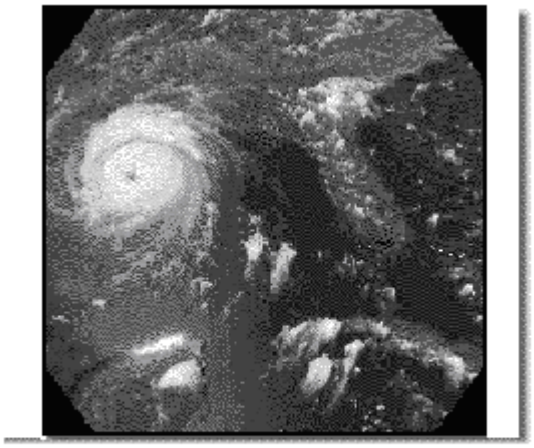


الشكل 22ب: صورتان للقمر الصناعي لاندسات التقطتا عامي 1975 و1986 يظهرفيهما التغير في استعمالات الاراضي (الصور لا تظهر التفاصيل لأن الميز المكاني للاندسات متعدد الاطياف ليست عالية

المصدر: وكالة افضاء الامريكية NASA

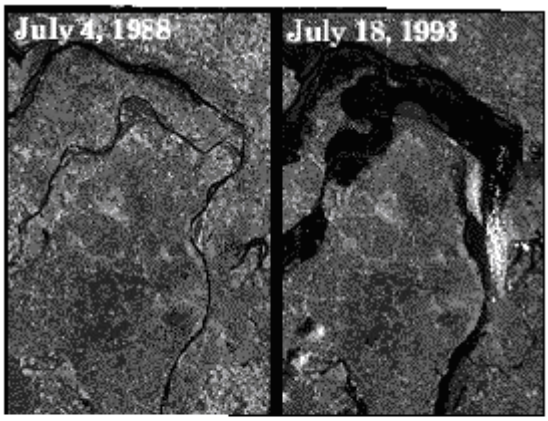
الشكل 22ج: صورة فضائية تظهر فيها آبار النفط المشتعلة في الكويت عام 1991

المصدر: وكالة افضاء الامريكية NASA



الشكل 22د: صورة فضائية لإعصار أندرو وهو يقترب
من السواحل الشرقية للولايات المتحدة عام 1992

المصدر: وكالة افضاء الامريكية NASA



الشكل 22ه: صورتان من لاندسات لنهر المسسبي لعامي 1988 و 1998
يظهر في الصورة الثانية فيض مياه النهر على الاراضي المجاورة

المصدر: وكالة افضاء الامريكية NASA

أسئلة التقويم الذاتي 13

1. عرف الاستشعار عن بعد؟
2. من خلال دراستك لتطور الاستشعار عن بعد واستخداماته، كيف تقيم أهمية هذا العلم وتقنياته؟

9.2 الطاقة الكهرومغناطيسية Electromagnetic Energy

إن وحدة التكوين الاساسية للظواهر الكهرومغناطيسية هي الفوتون (Photon)، وهو اصغر كمية من الطاقة الكهرومغناطيسية لطول أي موجه كهرومغناطيسية، والفوتون يتحرك بسرعة الضوء، أي بسرعة 300 ألف كم اث. أو 186 ألف ميل \ ث. تنتشر بطريقة مشابهة لانتشار الموجات البحرية . ان طاقة الفوتون هي التي تحدد مقدار تردد الموجة الصوتية وطولها، فكلما زادت طاقة الفوتون كلما زاد تردد الموجة والعكس صحيح .

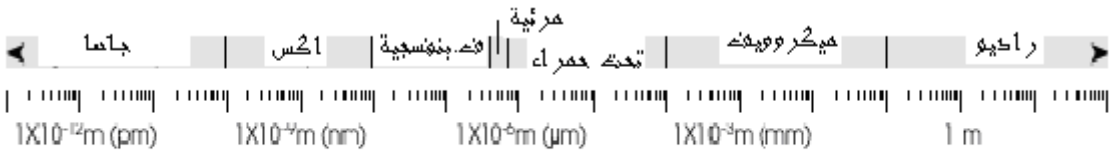
تتألف أطياف الطاقة الكهرومغناطيسية (Electromagnetic Spectrum) من مجالات وفقاً لأطوال موجاتها، واعطي كل مجال اسماً خاصاً (الشكل 23أ) . فاقصر تلك الموجات وأكثرها تردداً هي اشعة جاما ثم أشعة أكس، يليهما الأشعة فوق البنفسجية UV التي يتراوح طولها ما بين 1 نانوميتر nm (النانوميتر يساوي جزء من المليون الملمتر) و 0.36 ميكروميتر (µm) (الميكروميتر يساوي جزء بالألف من الملمتر) . وتقاس أطوال الموجات الكهرومغناطيسية المتوسطة بهاتين الوحدتين (الميكرومتير µm والنانوميتر nm) . اما الموجات المرئية Visible light (V) فيتراوح طولها بين

400–700 nm، والموجات تحت الحمراء Infrared (IR) يتراوح طولها بين 0.7 – 100µm. وتعتبر الموجات التي يقل طولها عن 3 µm موجات انعكاسية، أي أنها تنعكس عن المواد حين اصطدامها بها، أما الموجات التي يزيد طولها عن 3 µm فتعتبر موجات انبعاثية، أي أن المواد تشعها على شكل

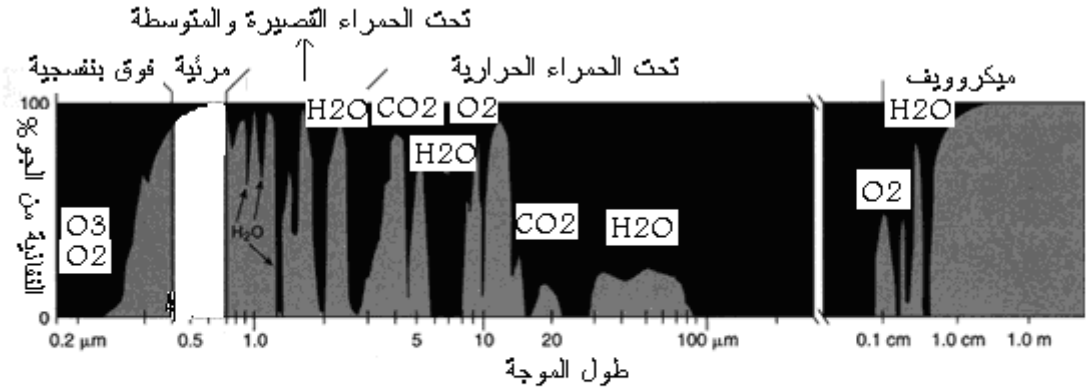
حرارة . أما فئات الموجات الطويلة فتقاس بوحدة الملم، السنتميتر، والمتر، فموجات الميكروويف (mw) يتراوح طولها بين 1 ملم و 1 م، ويشمل هذا المدى من الموجات تلك التي هي من صنع الانسان والتي تستخدم في أنظمة الرادار، وموجات الرادار من صنع الانسان يتم توجيهها من الطائرة او القمر الصناعي باتجاه الهدف لتنعكس عنها وتعود إلى النظام الاستشعاري المحمول بالطائرة أو القمر الصناعي حاملة معها خصائص المادة التي انعكست عنها .

ان تردد الموجات الطويلة يكون قليلاً وبالتالي فإن الطاقة التي تحملها تلك الموجات والموجودة في الفوتونات المكونة للموجة تكون قليلة نسبياً، وتعرف الموجات التي يزيد طولها عن 1 م بموجات الراديو، وهي موجات ذات تردد منخفض .

ان المصدر الرئيسي للطاقة هي الشمس، حيث يصدر عنها موجات كهرومغناطيسية بأطوال مختلفة، يصل جزء من هذه الطاقة وبنسب مختلفة الى الارض، وتعرف بالنوافذ الجوية Atmospheric Windows ويتعرض الجزء الاخر للامتصاص Absorption والتبعثر Scattering عند اصطدامها بالمواد الموجودة في الجو، سواء كانت تلك المواد سائلة مثل بخار الماء، أو صلبة مثل الغبار، أو غازية مثل ثاني أكسيد الكربون(الشكل 23ب). والنوافذ الجوية هي التي يتم الاستفادة منها بشكل اساسي في الاستشعار عن بعد، حيث تعمل معظم النظم الاستشعارية على تلك النوافذ أو جزء منها.



الشكل 23أ: حقول الموجات الكهرومغناطيسية



الشكل 2 3ب: الموجات التي تنفذ من طبقات الجو وتصل الى الارض، وتظهر في الشكل باللون الرمادي والابيض، والموجات التي يتم امتصاصها بواسطة بخار الماء والغازات وتظهر باللون الاسود

سؤال التقويم الذاتي 14

رتب الحزم الضوئية حسب أطوالها من الاقصر الى الاطول

9.3 النظم الاستشعارية الرئيسية :

عزيزي الدارس، تسابقت الدول في اعداد وتنفيذ برامج مختلفة لرصد ومراقبة الأرض بما عليها من معالم طبيعية وبيئية وبشرية واقتصادية، باستخدام النظم الاستشعارية المحمولة بالأقمار الصناعية . وقد بدأ عمل تلك النظم لأغراض عسكرية بسبب الحرب التي شهدها النصف الأول من القرن العشرين، ثم اخذت تلك الدول وخاصة الولايات المتحدة و الاتحاد السوفيتي، اوروبا، والصين، واليابان والهند تستخدم تقنية الاستشعار عن بعد للأغراض السلمية والمدنية بهدف رصد موارد الأرض والتخطيط للمستقبل، وفيما يلي أهم النظم الاستشعارية الشائعة الاستخدام للأغراض السلمية:

1. برنامج لاندسات LANDSAT Satellite Program

بدأت وكالة الفضاء الأمريكية NASA عام 1967 بدراسة إمكانية إعداد سلسلة من الأقمار الصناعية المتخصصة برصد موارد الأرض عرفت باسم ERTS، وتمخض المشروع عن التخطيط لستة أقمار صناعية عرفت قبل اطلاقها ب F, E , D , C , B , ERTS-A ثم أعيدت تسميتها بعد الإطلاق الأول عام 1972 ليصبح ERTS- 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6، وقبل إطلاق القمر الثاني عام 1975، قامت NASA رسمياً بإعادة تسمية برنامج ERTS ليصبح برنامج LANDSAT .

حتى عام 1999 اطلقت الولايات المتحدة الأمريكية ستة أقمار صناعية من نوع لاندسات أخذت اسماء LANDSAT 7, LANDSAT 1-5 ، أما لاندسات 6 فقد فشل في الإطلاق . الجدول التالي يوضح خصائص سلسلة أقمار برنامج LANDSAT، بما فيها من نظم استشعارية (TM , MSS , RBV , ETM-PLUS ETM) .

الجدول رقم (3): خصائص سلسلة أقمار لاندسات LANDSAT

القمر الصناعي	تاريخ الاطلاق	RBV	MSS	TM	المدار
LANDSAT1	1972\07\25	3-1	7-4	لا يوجد	18يوم\900كم
LANDSAT2	1975\01\22	3-1	7-4	لا يوجد	18يوم\900كم
LANDSAT3	1978\03\03	A-D	8-4	لا يوجد	18يوم\900كم
LANDSAT4	1982\07\16	لا يوجد	4-1	7-1	16يوم\705كم
LANDSAT5	1984\03\01	لا يوجد	4-1	7-1	16يوم\705كم
LANDSAT6	1993\10\05	لا يوجد	لا يوجد	PETM+7-1	16يوم\705كم
LANDSAT7	1999\04\15	لا يوجد	لا يوجد	PETM+7-1	16يوم\705كم

المصدر: Lillisand and Kiefer 1999

نلاحظ من الجدول السابق أن لاندسات 1،2 يحملان نظامين استشعاريين هما :-

1- نظام RBV (Return Beam Vidicon) الذي يعمل على 3 موجات كهرومغناطيسية .

2- نظام MSS (Multispectral Scanner) الذي يعمل على 4 موجات كهرومغناطيسية . إن نظام RBV يتكون من ثلاث كاميرات يتم توجيهها لتصوير مساحة من الأرض أبعادها 185×185 كم، وبدقة 80 م (أي أن أبعاد الخلية Pixel للصورة الفضائية هو 80×80م) . ومن الجدير بالذكر أن الصورة الفضائية أو الصورة الجوية تتألف من شبكة من الخلايا (صفوف وأعمدة)، (شكل 24) تعرف ب Pixel وأن ابعاد الخلية في الصورة يعبر عن دقة الصورة الفضائية، فعندما تكون ابعاد الخلية كبيرة تكون الدقة منخفضة Low Resolution ، اما إذا كانت ابعاد الخليلة صغيرة High

Resolution تكون الدقة عالية، والسبب في ذلك هو: كلما صغر حجم الخلية كلما زاد عدد الخلايا المكونة للصورة الفضائية وبالتالي زاد عدد العناصر التي يمكن تمييزها واستنباطها من الصورة، وهذا ما يعرف بالميز المكاني Spatial Resonation، ويمكن تعريف الميز المكاني بأنه اصغر وحدة مكانية (خلية Pixel) يمكن تمييزها في الصورة الفضائية . أما الحساسية الضوئية للكاميرات فهي : 0.475 إلىμm 0.575 (الموجة الخضراء)، 0.580 إلىμm 0.680 (الموجة الحمراء)، و 0.690 إلىμm 0.830 (الموجة تحت الحمراء القصيرة N IR: وسميت هذه الموجات ب 1، 2، 3 .

أما في لاندسات 3 فقد ادخل تغيرين اساسيين في تصميم RBV، بحيث أصبح النظام الاستشعاري يعمل على موجة واحدة بدلاً من ثلاث موجات، كما أن الميز المكاني أصبح أفضل، فبدلاً من 80 م في لاندسات 1، 2، أصبح 30 م، الا ان المساحة المصورة أصبحت أقل .

بالنسبة لنظام MSS في لاندسات 1-3، فإنه يعمل على أربعة موجات كهرومغناطيسية والمساحة الأرضية التي يغطيها 185 × 185 كم، أما الموجات الكهرومغناطيسية المستخدمة في النظام فهي : موجتان مرئيتان (الموجة الخضراء μ m 0.6 – 0.5)، والموجة الحمراء (0.7 – 0.6) وموجتان تحت الحمراء IR (0.8 – 0.7، 1.1 – 0.8)، وسميث هذه الموجات الأربعة والموجة 4، 5، 6، 7، وقامت محاولة لتحسين لاندسات 3 باضافة موجة تحت الحمراء الحرارية (12.6 – 10.4) وسميت بالموجة رقم 8 الا أنها فشلت في العمل .

ومن الخصائص الأخرى للاندسات 1-3، انها وضعت في مدار حول الأرض على ارتفاع 900 كم، وتكرر تصوير المنطقة الواحدة كل 18 يوم . فلو ان لاندسات 3 صور فلسطين بتاريخ 5\1، فإنه يعود لتصويرها مرة أخرى بتاريخ 5\19، وهذا يعني أن أي تغيرات حصلت في الفترة الفاصلة بين التصويرين يمكن رصدها.

أما بالنسبة إلى لاندسات 4،5، فقد تم اطلاقهما في الثمانينات من القرن العشرين، ووضعا في مدارات حول الأرض على ارتفاع 705 كم، أي اخفض من مدار لاندسات 1، 2، 3. ان تخفيض المدار لهذين النظامين يمكن من معالجة أي

اخطاء او مشاكل قد تصيبهما بصورة أفضل، كما يحسن من الدقة او الميز المكاني للأجهزة الاستشعارية، بالاضافة إلى أن الفترة اللازمة لتكرار تصوير المنطقة الواحدة قد انخفضت من 18 يوم في لاندسات 1-3 إلى 16 يوم في لاندسات 4،5، وهذا يعني أن عدد الصور الملتقطة للمنطقة الواحدة يكون أكبر. ولاندسات 4،5 يحملان نظامين استشعاريين هما : MSS الذي سبق ذكره مع تغيير في أسماء الموجات، فبدلاً من 4،5،6،7 أصبحت الموجات 1، 2، 3، 4 . أما النظام الثاني فيعرف باسم Thematic Mapper (TM) أي راسم الخرائط، وهذا النظام يعمل على 7 موجات كهرومغناطيسية، ثلاثة منها مرئية وأربعة تقع ضمن الموجات تحت الحمراء القصيرة والمتوسطة والحرارية (الموجة 1 زرقاء، الموجة 2 خضراء، الموجة 3 حمراء، الموجة 4 تحت الحمراء القصيرة، الموجة 5 تحت الحمراء المتوسطة، الموجة 6 تحت الحمراء الحرارية، وأخيراً الموجة 7 تحت الحمراء المتوسطة)، (أنظر الجدول 4). الميز المكاني لستة من هذه الموجات يساوي 30 م ، أما الموجة تحت الحمراء الحرارية فميزها المكاني يساوي 120 م.

كما ذكرنا سابقاً، اطلقت امريكا لاندسات 6 سنة 1993، الا أنه فشل، وقد صمم النظام الاستشعاري للاندسات 6 ليوضع في نفس مدار لاندسات 4، 5 . أما الاضافات والتحسينات التي اجريت عليه فتتمثل في اضافة حزمة ضوئية جديدة عرفت باسم ETM وهي موجة عريضة (أبيض وأسود) يتراوح طولها بين 0.52 – 0.9 ميكروميتر وبميز مكاني أفضل يساوي 15م.

وأخيراً فقد أطلق لاندسات 7 في عام 1999 ليحمل نفس مواصفات لاندسات 6 الذي فشل، بالاضافة إلى تحسين الميز المكاني للموجة تحت الحمراء الحرارية ليصبح 60 م بدلا من 120م، (أنظر الجدول 4).

ألجدول رقم (4): ألأجهزة الإستشعارية المستخدمة في لاندسات 1-7

نوع الجهاز	نوع لاندسات	ألحساسية الكهرومغناطيسية (µm)	ألميز المكاني (م)
RBV	1,2	0.475-0.575	80
		0.580-0.680	80
	3	0.690-0.830	80
		0.505-0.750	30
MSS	1-5	0.5-0.6	79/82
		0.6-0.7	79/82
		0.7-0.8	79/82
		0.8-1.1	79/82
	3	10.4-12.6	240
TM	4,5	0.45-0.52	30
		0.52-0.60	30
		0.63-0.69	30
		0.76-0.90	30
		1.55-1.75	30
		10.4-12.5	120
		2.08-2.35	30
ETM	6	الموجات المذكورة في TM بالإضافة الى الموجة 0.50-0.90	30(120م للموجة تحت الحمراء الحرارية) 15
ETM+	7	الموجات المذكورة في TM بالإضافة الى الموجة 0.50-0.90	30(60م للموجة تحت الحمراء الحرارية) 15

ألمصدر: Thomas M. Lillesand & Ralph W. Kiefer, 2000

ملاحظات على الجدول: أ) الميز المكاني للاندسات 1-3 هو 79م، اما لاندسات 4 و5 فالميز المكاني لهما هو 82م.

ب) فشل لاندسات6 في عام 1993 اثناء الاطلاق، لذا اطلق لاندسات7 في عام 1999.

2. برنامج سبوت SPOT : في عام 1978 قررت الحكومة الفرنسية تطوير برنامج ونظام لمراقبة الأرض يعرف ب Systeine Pour L'Observation de la Terre (SPOT)، ثم انضمت كل من السويد وبلجيكا إلى المشروع، وقد صمم المشروع منذ البداية أن يكون تجارياً وعملياً، وأقيمت له محطات أرضية لاستقبال البيانات التي يلتقطها في 20 بلداً، موزعة في كل قارات العالم . وقد أطلق اول قمر صناعي لبرنامج SPOT بتاريخ 1986\2\21. وقد شكل هذا القمر الصناعي مرحلة جديدة في الاستشعار عن بعد لما يتمتع به من مزايا أهمها: وجود أجهزة بصرية يمكن توجيهها بزوايا مختلفة Pointable Optics، مما يمكن من التصوير المائل بعيداً عن الوضع العمودي، مع وجود مناطق تغطية مشتركة بين مسارات التصوير ورؤية الصور بشكل مجسم. توقف SPOT 1 جزئياً عن العمل في نهاية عام 1990، لذلك أطلق SPOT 2 بتاريخ 1990\1\21 و SPOT 3 بتاريخ 1993\9\25 و SPOT 4 بتاريخ 1998\3\23 . وللحديث عن الاجهزة الاستشعارية المحمولة في هذه الاقمار، فاننا سنتناول SPOT 1 , 2 , 3 في بند واحد لأن لها نفس الأجهزة الاستشعارية:

1 . سبوت 1، 2، 3:- لقد تم وضع هذه الاقمار الصناعية الثلاث SPOT 1 , 2 , 3 في مدار حول الأرض يرتفع 832 كم، وتقوم هذه النظم بتكرار التصوير للمنطقة الواحدة كل 26 يوم، وهذا يعني أن أي نقطة على الأرض يعاد تصويرها كل 26 يوم، ومساحة التغطية الأرضية للصورة الواحدة 60×60 كم، أما النظام الاستشعاري لها فيتكون من نظامي تصوير بالاضافة إلى أشرطة مغناطيسية مساعدة، ويعرف هذان النظامان باسم High Resonation Visible (HRV) أي النظام المرئي ذو الدقة العالية، ويعمل هذان النظامان (HRV) باحدى اسلوبين :

أ) التصوير العادي (الأبيض والأسود pancromatic)، الميز المكاني أو الدقة له تساوي 10 م، كما انه يستخدم موجة كهرومغناطيسية واحدة يتراوح طولها بين 0.51 – 0.73 ميكروميتر .

ب) التصوير الملون متعدد الاطياف (multispectral)، وفيه يستخدم ثلاث موجات كهرومغناطيسية: الموجة الخضراء 0.50-0.59 ميكرون، الموجة الحمراء 0.61 – 0.68، والموجة تحت الحمراء القصيرة 0.79 – 0.89 ميكروميتر، والميز المكاني له هو 20 م .

2 . سبوت SPOT 4 : تم اطلاق سبوت 4 في 1998\3\23، وأهم تطور ادخل على سبوت 4 هو اضافة نظامين استشعاريين هما : High Resolution Visible IR (HRVIR) و Vegetation (البنات) . يتكون HRVIR من

جهازين استشعاريين، وهو قادر على تغطية مساحة 120كم بشكل عمودي بدلاً من 60 كم في سبوت 1، 2، 3 . كذلك أضيفت إليه حزمة ضوئية بميز مكاني 20 م تقع ضمن الموجة تحت الحمراء المتوسطة ويتراوح طولها بين 1.58 ميكرومتر و 1.75 ميكروميتر . وهذه الحزمة الضوئية تحسن من القدرة على مراقبة النبات وتصنيف المعادن وتصنيف الترب حسب نسبة الرطوبة فيها .

كما أن هذا النظام قادر على دمج صور بميز مكاني 20 م مع صور بميز مكاني 10 م وهو في الفضاء. إن عملية دمج صور فضائية بموجات مختلفة وبميز مكاني مختلف ينتج عنه صور فضائية محسنة تحمل حسنات الصورتين، حيث ينتج صورة ذات ميز مكاني 10 م وبثلاث حزم ضوئية . آما الجهاز الاستشعاري Vegetation الذي أضيف إلى سبوت 4، فقد صمم اساساً لمراقبة ودراسة النبات . كما يستخدم في الدراسات المائية، حيث أن مقدار التغطية الأرضية لهذا الجهاز الاستشعاري كبير جداً تصل إلى 2250 كم ×2250 كم أما حجم الخلية أو الميز المكاني فهو حوالي 1 كم، ويتم تكرار تصوير المنطقة الواحدة يومياً، أي تؤخذ صورة فضائية لكل نقطة على سطح الأرض يومياً . إن الصورة المأخوذة بواسطة النظام الاستشعاري Vegetation المحمول في سبوت 4 تستخدم عادة في الدراسات على مستوى الاقاليم والقارات والعالم، نظراً لتغطيتها الأرضية الكبيرة جداً .

الجدول رقم (5): الموجات الضوئية المستخدمة سبوت 4، HRVIR وجهاز Vegetation الاستشعاري

الحزمة الضوئية (ميكروميتر)	اسم الحزمة الضوئية	HRVIR	VEGETATION
0.47–0.43	الزرقاء	-----	نعم
0.59–0.50	الخضراء	نعم	-----
0.68–0.61	الحمراء	نعم	نعم
0.89–0.79	تحت الحمراء القصيرة	نعم	نعم
1.75–1.58	تحت الحمراء المتوسطة	نعم	نعم

المصدر : Lillesand and Kiefer 1999

يمكن دمج الصورة المأخوذة بالنظامين السابقين وتحسين خصائص الصورة الناتجة من حيث الميز المكاني، وفترة تكرار التصوير، والتغطية الأرضية الكبيرة، أي أن الصورة الناتجة تكون بميز مكاني 20 م، وتكرار تصوير المنطقة الواحدة يومياً، وتغطية أرضية كبيرة جداً (2250كم × 2250 كم) .

3 . سبوت SPOT 5 : يهدف سبوت 5 إلى استبدال نظام HRVIR في سبتوت 4 بجهازين استشعاريين أفضل الأول هو HRG (High Resolution Geometric) و HRS (High Resolution Stereoscopic)، أي الجهاز ذو الميز المكاني العالي والستريوسكوبي. وهذان الجهازان يصوران بدقة وميز مكاني عالي (5 م بدلاً من 10 م للتصوير الأبيض والأسود و 10 م بدلاً من 20 م للتصوير متعدد الاطياف)، مع الابقاء على الحزمة الضوئية تحت الحمراء المتوسطة كما هي. ما يميز هذا النظام هو قدرته على التقاط صور فضائية متداخلة، مما يساعد اعداد نموذج الارتفاع الرقمي DEM وبميز مكاني 10 م .

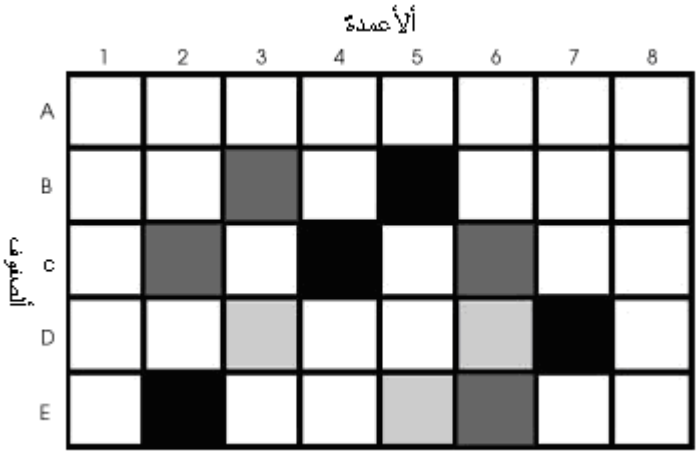
4. برامج أخرى :

عزيزي الدارس، لا نستطيع في هذه العجالة أن نتطرق إلى جميع النظم الاستشعارية في العالم بالتفصيل نظراً لكثرتها وكثرة مجالات التطبيقات عليها، ولكن يمكن أن نذكر أهمها دون الخوض في التفاصيل .

1- اقمار صناعية ذات دقة مكانية او ميز مكاني متوسط : هناك عدة نظم استشعارية تعمل بدقة مكانية متوسطة أهمها النظام الاستشعاري الهندي IRS (Indian Remote Sensing)، والنظام الاستشعاري الروسي RESURS-01 ويتكون من مجموعة من الأقمار الصناعية التي اطلقت في الثمانينات والتسعينات، والنظام الاستشعاري الياباني ADEOS و JERS (Advanced Earth Observing Satellite) والنظام الاستشعاري الأوروبي ERS .

2- أقمار صناعية ذات دقة مكانية أو ميز مكاني عالي : تم اطلاق العديد من النظم، كما أن بعضها قيد التحضير والاعداد، وتتميز الصور الناتجة عن تلك النظم بدقة عالية، ومن أهم هذه النظم : SPIN 2 ،وهذا نظام استشعاري روسي كان في السابق عسكري ثم تحول إلى تجاري، وتبلغ الدقة المكانية لهذا النظام 1.5 م . وهناك النظام الاستشعاري الأمريكي Ikonos و Quick Bird الذي يصور بدقة مكانية 1م للصور الأبيض والأسود و 4 م للصور الملونة .

3- الاقمار الصناعية المتيورولوجية : صممت هذه النظم الاستشعارية لمراقبة الأحوال الجوية والمناخية وللتنبؤ بأحوال الطقس. الكثير من الدول أطلقت مثل هذه الاقمار، ولكن أهمها تلك الاقمار التي أطلقتها الولايات المتحدة، منها ما يعرف باسم NOAA وهي اختصار ل National Oceanic and Atmospheric Administration أي (الادارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي)، ومنها أيضاً يعرف باسم GOES وهو اختصار ل (Geostationary Operational Environmental Satellite) أي (مجموعة الاقمار الصناعية الثابتة في مكانها بالنسبة لخط الاستواء). وهناك نظام استشعاري امريكي ثالث مختص برصد الطقس والمناخ يعرف ب DMSP وهي اختصار ل (Defense Meteorological Satellite Program)، أي برنامج الأقمار الصناعية الميترولوجية الدفاعية . وتحمل هذه الأقمار الصناعية أجهزة استشعارية تعمل على موجات كهرومغناطيسية متعددة، منها الموجات المرئية وتحت الحمراء القصيرة و المتوسطة و الحرارية، وتزود العالم بصور فضائية أكثر من مرة يومياً لكل موقع على الكرة الأرضية .



شكل 24: تركيب الصورة الفضائية من خلايا (صفوف وأعمدة)

سؤال التقويم الذاتي 15

قارن بين النظام الاستشعاري LANDSAT، والنظام الاستشعاري SPOT، من حيث عدد الحزم الضوئية المستخدمة، الميز المكاني، التغطية الارضية

التدريب 9

ضع اشارة √ على العبارة الصحيحة واشارة X على العبارة الخطأ:

1. الميز المكاني للصور الفضائية الملتقطة بواسطة لاندسات 2 هو 80م ( ).
2. الميز المكاني للنظام الاستشعاري TM هو 50م ( ).
3. عدد الحزم الضوئية المستخدمة في النظام الاستشعاري MSS هو 4 ( ).
4. عدد الحزم الضوئية المستخدمة في SPOT-MSS هو 3 ( ).
5. الميز المكاني ل SPOT1-MSS هو 10م ( ).

10. نظم المعلومات الجغرافية Geographic Information Systems (GIS)

10.1 مفهوم نظم المعلومات الجغرافية

عزيزي الدارس: لا بد أنك قد سمعت بالتطورات التقنية التي شهدها علم الجغرافية في شتى فروعه، ولا بد أن مصطلح نظم المعلومات الجغرافية قد تردد أمامك أكثر من مرة، ليس فقط من الجغرافيين ولكن أيضا من المهندسين والمخططين وغيرهم. يا ترى ماهي نظم المعلومات الجغرافية؟ ومتى ظهرت؟ وما هي أهميتها؟

هناك العديد من التعريفات لنظم المعلومات الجغرافية، وهذا التعدد في التعريفات يرجع الى اختلاف الخلفيات العلمية للمهتمين بها، واختلاف المجالات التطبيقية لهذه النظم (عزيز 1997). فالمهتم بالجغرافيا يركز في تعريفه لها على التوزيعات المكانية للظواهر المختلفة على سطح الارض، والمختص بالحاسوب يركز على اجهزة الحاسوب والبرامج المستخدمة فيه (hardware & software)، وهكذا. لا نستطيع في هذا الجزء المختصر من الفصل أن نتناول وجهات نظر المختصين في هذا المجال، ولكن ومن خلال تدريسنا لهذا العلم والتقنية وتطبيقها في المشاريع المختلفة والاضطلاع على وجهات النظر الاخرى يمكن الخروج بتعريف شامل له يأخذ بعين الاعتبار اختلاف الخلفيات العلمية للمهتمين به واختلاف مجالات تطبيقاته.

نستطيع القول أن نظم المعلومات الجغرافية هي علم وتقنية يستخدم فيها الحاسوب لتخزين البيانات المكانية (Spatial Data) وغير المكانية (Attribute Data) وادارتها ومعالجتها وتحليلها وعرض نتائج التحليل على شكل خرائط وصور وأشكال بيانية وتقارير وجداول، وتقديمها الى المهتمين والمخططين وصانعي القرار.

هناك فهم خاطئ للمهام التي تقوم بها هذه النظم، حيث ينظر الكثيرون الى هذه النظم على أنها نظم مخصصة فقط لانتاج الخرائط وادارة البيانات. صحيح أن نظم المعلومات الجغرافية تقوم بهذه المهام، ولكن أيضا تقوم بمهام اخرى تميزها

عن البرامج الاخرى. هذه المهام هي: تحليل البيانات المكانية والجدولية (spatial and attribute analysis)، الاستفسار المكاني (spatial query) عن البيانات، بالاضافة الى استيراد بيانات مكانية وغير مكانية من برامج ومواقع اخرى و رسم الخرائط.

أما بالنسبة لمستخدمي نظم المعلومات الجغرافية، فيمكن وضعهم في فئتين رئيسيتين، هما (Strachan et al 1993):

أ- ألأكاديميون، وتشمل هذه الفئة الجغرافيون، والمهندسون، والجيولوجيون، والاقتصاديون، والكارتوغرافيون، والمخططون وغيرهم.

ب- المؤسسات العامة والخاصة والشركات، وتشمل الجيش، والصحة، والبيئة، والحكم المحلي، والمياه، والطاقة، والاتصالات، وغيرهم.

10.2 أنواع نظم المعلومات الجغرافية

يمكن تصنيف نظم المعلومات الجغرافية حسب طبيعة البيانات التي تتناولها الى نوعين:

1.نظم المعلومات الجغرافية الخطية أو المتجهة (نظم الفكتور) Vector GIS

2. نظم المعلومات المساحية (نظم الراستر) Raster GIS

بالنسبة للبيانات الخطية، فانه يتم تمثيلها على شكل نقاط وخطوط ومضلعات (الخرائط)، وتحدد من خلال الاحداثيات السينية والصادية (x,y coordinates)، أما البيانات المساحية (الصور الجوية والفضائية والخرائط الممسوحة ضوئيا scanned images) فيتم تمثيلها على شكل خلايا grid بمساحات مختلفة تعرف باسم بكسل (space filling, pixel lattice). واليك عزيزي الدارس أهم الفوارق بين البيانات الخطية والبيانات المساحية (الشكل 25):

أ-دقة البيانات الخطية أعلى من المساحية، حيث أن دقة البيانات المساحية تتوقف على مساحة الخلية، التي تعتبر أصغر عنصر يمكن قراءته والتعرف عليه في هذا النوع من البيانات.

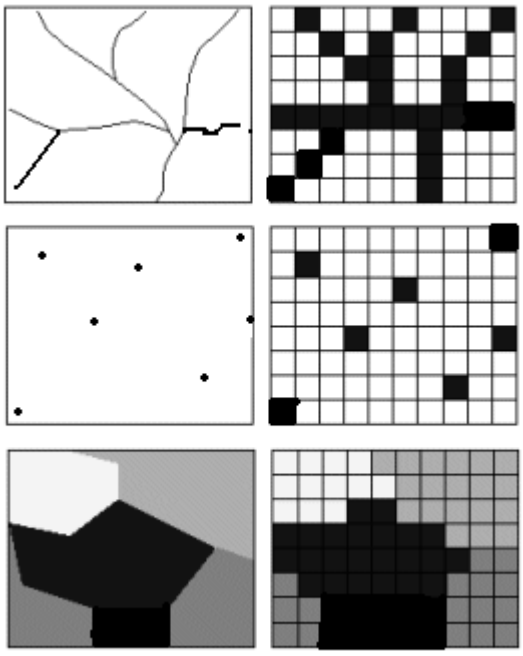
ب- دقة تحديد مواقع الظاهرات أعلى في البيانات الخطية من المساحية، لأن البيانات الخطية يتم تحديد مواقعها عن طريق الاحداثيات، أما البيانات المساحية فتحدد مواقعها بالخلايا، والدقة مرتبطة بما تمثله الخلية من مساحة على الأرض.

ج- البيانات المساحية تحتل حيزا أكبر من الخطية في الحاسوب.

د- تركيب البيانات المساحية بسيط، بينما تركيب الخطية معقد.

هـ- أفضل ممثل للبيانات الخطية هو الخرائط، أما المساحية فتمثلها الصور الجوية والفضائية والخرائط والوثائق الممسوحة ضوئيا scanned images.

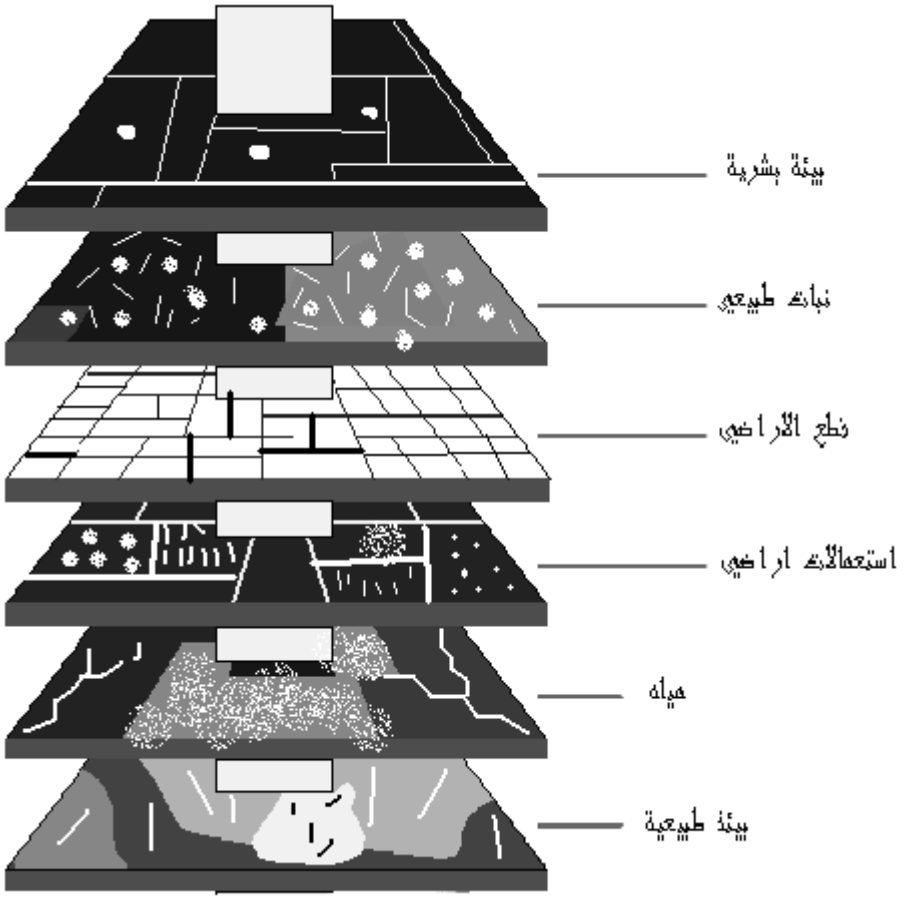
عادة ما يتم تناول بيانات الراستر من خلال برامج الاستشعار عن بعد، في حين يتم تناول بيانات الفكتور من خلال برامج نظم المعلومات الجغرافية، الا أنه تم تطوير برامج تتناول النوعين معا.من الامثلة على برامج الفكتور المشهورة برنامج نظم المعلومات الجغرافية ARC\INFO، ARCVIEW، ARCGIS، وغيرها. ومن ألأمثلة على برامج الراستر ERDAS، IDRISI، PCI، وغيرها.



ب أ

الشكل رقم 25: الفرق بين بيانات الفكتور (أ) وبيانات الراستر (ب) في تمثيل الخطوط والنقاط والمضلعات.

أما فيما يتعلق بطريقة ادارة البيانات في نظم المعلومات الجغرافية فتتم عن طريق تقسيمها الى طبقات LAYERS مبنية على الموضوع THEME، وتعتمد موضوعات الطبقات على مجالات التطبيقات (الشكل 26). ويمكن تنظيم الطبقات بناء على نوع البيانات (بيانات نقطية كالابار، بيانات خطية كالطرق، وبيانات مساحية او مضلعات كقسائم الاراضي) كما هو الحال في برنامج ARCVIEW، اذ لا يجوز وضع بيانات نقطية مثلا مع بيانات خطية في نفس الطبقة، وهكذا. ولكن يمكن ان نضع الطرق مثلا مع الاودية في نفس الطبقة، لأنهما من نفس النوع من البانات، وهكذا

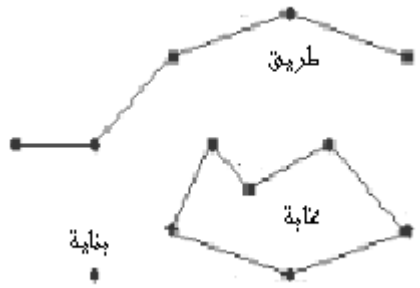


الشكل رقم 26: ادارة البيانات في نظم المعلومات الجغرافية

10.3 ادخال البيانات DATA INPUT

عزيزي الدارس، قبل الشروع بادخال البيانات الى نظام المعلومات الجغرافي، لا بد من القيام بأمرين اثنين هما: الامر الأول هو التعرف على احتياجات المشروع او البحث الذي تقوم بتنفيذه من بيانات، والامر الثاني هو وضع قائمة بالبيانات المتوفرة واللازمة لتنفيذ المشروع. عادة ما تكون البيانات المكانية اما على شكل خرائط محوسبة، يتم ادخالها الى نظام المعلومات الجغرافي بشكل مباشر، وهذا النوع من البيانات يوفر الوقت والجهد، واما أن تكون على شكل خرائط ورقية

hardcopy، وفي هذه الحالة نحتاج الى حوسبتها وادخالها الى النظام، وهذا يتطلب جهدا كبيرا. ان تحويل البيانات من الشكل الورقي الى المحوسب يتطلب ترقيم Digitize كل عنصر من العناصر المطلوبة في الخريطة (الشكل 27). وقد بينت الدراسات ان حوالى 70% من الجهد المبذول في أعمال نظم المعلومات الجغرافية يكرس في جمع البيانات وادخالها الى النظام، وأن 30% فقط من الجهد يكرس في العمليات التحليلية واخراج النتائج. ولكن اذا لم تتوفر البيانات المطلوبة بشكل محوسب او ورقي، نحتاج للتوجه الى الميدان لجمع البيانات. كذلك الحال بالنسبة للبيانات غير المكانية (الجدولية)، فاذا ما توفرت على شكل ملفات حاسوب، يمكن استيرادها وادخالها الى النظام، والا فسوف نضطر الى بناء قاعدة البيانات اللازمة.



الشكل رقم 27: ترقيم معالم الخارطة النقطية(البناية) والخطية (الطريق) والمساحية (الغابة)، حيث يعلم الرسام بالفأرة على كل نقطة تغير في اتجاه الخطوط، كما هو مبين في الشكل.

10.4 تحليل البيانات ANALYSING DATA

نقرأ دائما في ادبيات نظم المعلومات الجغرافية أن التحليل هو قلب هذه النظم (Analysis is the Heart of GIS). ان هذه العبارة تعبر بدقة عن المميزات الموجودة في نظم المعلومات الجغرافية والغائبة الى حد كبير في البرامج الاخرى التي تتقاطع مع ال GIS. في هذا الجزء من الفصل سوف نعرفك عزيزي الدارس بأهم الامكانيات التحليلية الموجودة في النظام. ولكن قبل التعرض لتلك الامكانيات، نود الاشارة الى اهمية العمليات التحليلية في أي دراسة من الدراسات، حيث انها تساعد في (Strachan et al 1993):

أ- التعرف على اتجاهات البيانات

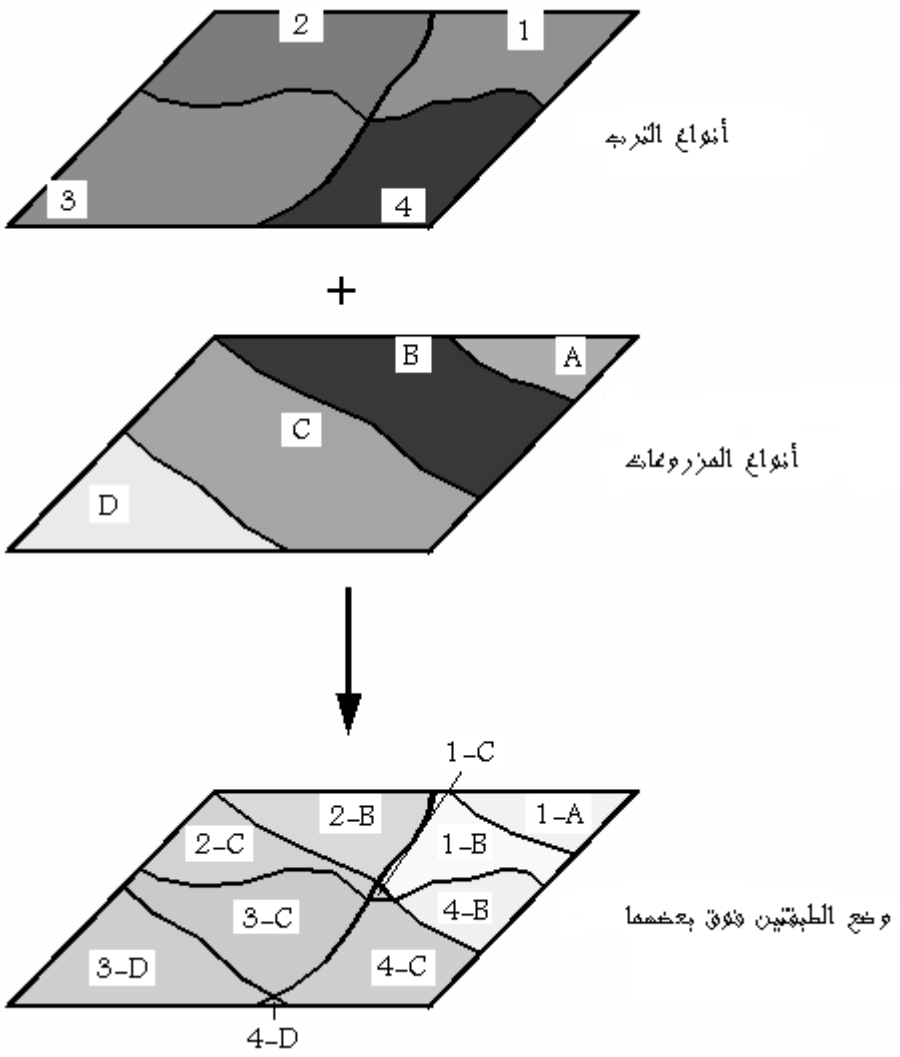
ب- خلق علاقات جديدة بين البيانات

ج- التعرف على العلاقات المعقدة بين مختلف قوائم البيانات

د- الوصول الى قرارات أفضل

هناك العديد من العمليات التحليلية التي يمكن الاستفادة منها في نظم المعلومات الجغرافية، حيث أن استخدام تلك العمليات يوفر الجهد والوقت، ويعطي نتائج دقيقة وفعالة اذا ما قورن بأساليب التحليل التقليدية. ولم يعد الجغرافي فقط يستفيد من عمليات التحليل المكاني في ال GIS، بل أصبح كل من يتعامل مع البيانات المكانية يستفيد منها. واليك عزيزي الطالب أهم هذه العمليات التحليلية:

1.عمليات المطابقة الطبولوجية: المقصود بالمطابقة الطبولوجية هو وضع طبقات معلوماتية نقطية أو خطية أو مساحية على طبقات معلوماتية مساحية، ثم ايجاد علاقات مكانية بين تلك الطبقات. وهناك شرط اساسي لاجراء المطابقة الطبولوجية، وهو أن يكون النظام الاحداثي لجميع الطبقات موحدا. الشكل التالي (شكل 28) يوضح عملية المطابقة الطبولوجية بين مساحة (انواع الترب) ومساحة (انواع المحاصيل الزراعية).



الشكل 28: مطابقة طبولوجية بين انواع الترب وأنواع المحاصيل المزروعة، ويظهر الشكل العلاقة بينهما، مما يفيد في معرفة مدى ملاءمة الترب لأنواع المحاصيل، ومن ثم التخطيط لاستعمالات الاراضي بصورة أفضل.

2. تحديد النطاق المحيط بالبيانات المكانية BUFFER ZONE

تعتبر هذه العملية التحليلية من العمليات الاساسية في نظم المعلومات الجغرافية، وتستخدم لعزل المنطقة المحيطة بمعلم نقطي أو خطي أو مساحي لمسافة معينة. فالنقطة ممكن ان تكون بئر ماء، والخط ممكن ان يكون طريقا، والمساحة يمكن أن تكون محمية طبيعية. ان استخدام هذه الامكانية التحليلية قد يكون بغرض منع البناء على مسافة معينة من الطريق، أو قد يكون لتحديد عدد السكان القاطنين في حدود 200 متر من خط كهرباء الضغط العالي، وهكذا.

3. استخدام لغة الاستفسار STANDARD QUERY LANGUAGE (SQL)

تعتبر لغة الاستفسار في نظم المعلومات الجغرافية وسيلة ناجعة للحصول على بيانات مكانية وجدولية محددة بسرعة كبيرة، مع امكانية وضع شروط تختص بالبيانات المراد الحصول عليها. فمثلا يمكن تحديد المدن كبيرة السكان في الولايات المتحدة عن طريق لغة الاستفسار الموجودة في النظام، أو التعرف على القرى التي تبعد عن مدينة نابلس مسافة 15كم فأكثر، وهكذا. يمكن تصنيف العمليات الاستفسارية في نظم المعلومات الجغرافية وفقا لطبيعتها وعملها الى ما يلي (عزيز 1997):

أ- عمليات استفسار توضح العلاقات بين البيانات مثل استخدام العلامة<، >، ≤، ≥

ب-عمليات رياضية

ج- عمليات بوليانية مثل not, and, or

ان ما تطرقنا اليه عزيزي الدارس من عمليات تحليلية لا يعدو عن كونه تعريف ببعض بتلك العمليات دون الخوض في تفاصيلها، اذ ان التعرض للتفصيلات يحتاج الى كتاب منفصل يعالج هذا الموضوع الهام ولكن يمكنك الرجوع الى الكتب المشار اليها في قائمة المراجع المذكورة في نهاية الفصل.

أسئلة التقويم الذاتي 16

1. عرف نظم المعلومات الجغرافية.
2. قارن بين بيانات الفكتور (البيانات الاتجاهية او الخطية) وبيانات الراستر (البيانات المساحية).
3. وضح المقصود بالمطابقة الطبولوجية، مع اعطاء مثال.
4. وضح كيف تدار البيانات في نظم المعلومات الجغرافية.
5. بماذا يتميز ال GIS عن البرامج الاخرى؟

11. ألخلاصة

تناولت هذه الوحدة موضوع الخرائط باعتباره موضوعا هاما بالنسبة للجغرافي وكل من يعنى بالتوزيع المكاني للظواهر المختلفة، وتفسير وتحليل ذلك التوزيع. وقد اشتملت الوحدة على عدة موضوعات تتعلق بشكل مباشر بالخرائط وعلوم الارض. وقد غطت الوحدة موضوع الخرائط من حيث:

- التطور التاريخي لعلم الخرائط: تناول هذا القسم مساهمة الحضارات المختلفة وعلى رأسها الحضارة الاغريقية و الاسلامية والغربية في تطور علم الخرائط.
- مساقط الخرائط: تناول هذا القسم مفهوم المسقط الجغرافي، وأنواع المساقط والفروق بين هذه المساقط.
- مقياس رسم الخارطة: في هذا القسم من الوحدة تم التركيز على كيفية التعامل مع مقياس رسم الخريطة واستخدامه في حساب المسافات والمساحات الحقيقية على الارض.
- الاحداثيات الجغرافية: وفيه تم تناول أنواع الاحداثيات واستخدامها في تحديد مواقع الظواهر المختلفة على الارض.
- ادوات الرسم الكارتوغرافي: تم التعرف في هذا القسم على ادوات الرسم اليدوي للخرائط، باعتبارها ضرورية لكل مهتم في الكارتوغرافيا على الرغم من انتشار الرسم بواسطة الحاسوب.
- التمثيل المرئي للبيانات: وفيه تم التعرض لأنواع البيانات وطرق تمثيلها على الخرائط، كوسيلة توضيحية للتوزيع المكاني للظواهر المختلفة سواء كانت نوعية أو كمية.
- المساحة الجوية: وفيه تم تناول أهمية الصور الجوية في اعداد الخرائط، وأنواع الصور الجوية ومقياس رسمها.
- الاستشعار عن بعد: في هذا القسم تم التعرف على أهمية الاستشعار عن بعد في رصد الظواهر المختلفة والتغيرات التي تطرأ عليها عبر الزمن، والنظم الاستشعارية الشائعة في العالم.
- نظم المعلومات الجغرافية: وفيه تم التعرف على ماهية نظم المعلومات الجغرافية وأنواعها وأهميتها كوسيلة لانتاج الخرائط المحوسبة وتحليلها وادارة البيانات الجغرافية.

لقد اخذ بعين الاعتبار الاختصار في تناول هذه الموضوعات، حيث لا يمكن تناولها بالتفصيل في فصل واحد او كتاب واحد. ولكن يمكنك عزيزي الدارس العودة الى الكتب المدرجة في المراجع والاستزادة.

12. اجابات التدريبات

التدريب 1

1. ميركتور
2. العالم المسلم الادريسي
3. اليونانيون
4. الاحداثيات الجغرافية

التدريب 2

صنف رقم الموضوع الموجود في العمود الاول بين القوسين ( ) امام العبارة التي تناسبه في العمود الثاني	
المسقط	**مصدر الضوء الافتراضي**
1- المسقط المركزي	(2) مقابل لموقع نقطة التماس
2- المسقط الستيريوغرافي	(1) مركز الكرة
3- المسقط الاورثوغرافي	(3) لا نهاية

التدريب 3

1. ج
2. ب
3. ج

التدريب 4

1. ب
2. ج

التدريب 5

1. √

2. √
3. X
4. √
5. X

التدريب 6

1. X
2. √
3. √
4. X
5. √

التدريب7

1. X
2. X
3. √
4. √
5. X

التدريب 8

1. ب
2. ب
3. ج
4. أ

التدريب 9

1. √
2. X
3. √
4. √
5. X

13. مسرد المصطلحات

الكارتوغرافيا Cartography

علم وتقنية اعداد الخرائط بمختلف أنواعها ومقاييسها، وما يتصل بها من أشكال ورسومات وبيانات.

مسقط الخارطة Map Projection

هو محاولة لوضع سطح الارض او جزء منه على سطح مستو، وينتج عن هذه العملية حدوث تشوهات في الشكل والمسافة والاتجاه والمقياس والمساحة.

الخرائط الموضوعية Thematic Maps

يقصد بها الخرائط التي تمثل موضوعا معينا، مثل خرائط التربة التي يظر عليها انواع الترب وتوزعها المكاني، وخرائط استعمالات الاراضي التي تبين التوزيع الجغرافي لمختلف الاستعمالات، كالاستعمال الزراعي والصناعي والتجاري وغيرها.

نظم التوقيع الكروي Global Positioning Systems (GPS)

هو نظام محمول في الاقمار الصناعية الدائرة في الفضاء، يستخدمه المدنيون والعسكريون في تحديد احداثيات المواقع المختلفة على الارض. ويعمل هذا النظام عن طريق ارسال اشارات من القمر الصناعي الى اجهزة استقبال ارضية، تحدد من خلالها احداثيات المكان.

ألمقياس Scale

هو العلاقة بين مسافات مقاسة على الخارطة وما يقابلها من مسافات حقيقية على الارض.

البلانميتر Planimeter

هو جهاز ميكانيكي او الكتروني يستخدم في حساب المساحات من الخرائط والمخططات.

خرائط الكوروبلث Choropleth Maps

يقصد بها الخرائط الموضوعية التي تمثل ظاهرات مساحية، ويستفاد منها في التعرف على العلاقات المكانية للبيانات الكمية، مثل التوزيع السكاني في الاقاليم الادارية، والانتاج الزراعي للمحافظات، وغيرها.

المساحة الجوية Photogrammetry

هي علم وتقنية تستخدم للحصول على بيانات كمية عن المعالم والظواهر الموجودة في الصور الجوية.

البعد البؤري للكاميرا Camera Focal Length

هو المسافة بين عدسة االكاميرا والفيلم.

الموزاييك Mosaic

مجموعة من الصور الجوية المتجاورة، لها مقياس رسم واحد، ويوجد بين الصورة والتي تجاورها منطقة مشتركة، يتم جمعها لتشكل صورة واحدة كبيرة يطلق عليها موزاييك.

ألنوافذ الجوية Atmospheric Windows

هي أطوال الموجات الكهرومغناطيسية التي تصدر عن الشمس (ومصادر الطاقة الاخرى) وتنفذ من طبقات الجو المختلفة لتصل الى الارض، دون أن يحدث لها تبعثر أو امتصاص كبيرين من قبل مكونات الغلاف الجوي. وهذه النوافذ هي التي تستخدم في الاستشعار عن بعد.

الميز المكاني للصورة: Image Spatial Resolution

هو أصغر عنصر يمكن تمييزه في الصورة، ويشار اليه بحجم الخلية، على اعتبار انه من غير الممكن تمييز أي معلم من الصورة اذا كان حجمه اصغر من حجم الخلية. ومن الجدير بالذكر ان الصورة تتكون من عدد من الخلايا.

بيانات فكتور Vector Data

تم تعريب هذا المصطلح في كثير من الكتب الى (البيانات المتجهة او الخطية)، الا ان الترجمة الحرفية عادة لا تعطي المعنى الدقيق للمصطلح. يمكن القول ان بيانات فكتور هي النموذج الذي يتم من خلاله تمثيل الظواهر والمعالم المكانية على شكل نقاط أو خطوط أو مضلعات، وافضل تمثيل لها هو الخارطة.

بيانات راستر Raster Data

ايضا تم تعريب هذا المصطلح الى (البيانات المساحية). يمكن هنا ايضا الاجتهاد واعطاء تعريف لهذا النوع من البيانات على انها نموذج يتم من خلاله تمثيل الظواهر والمعالم المكانية على شكل خلايا او شبكة من المربعات، وأفضل تمثيل لها هو الصورة.

ألطبولوجيا Topology

في نظم المعلومات الجغرافية تعرف الطبولوجيا على انها العلاقات المكانية للمعالم المتجاورة.

ألنطاق المحيط Buffer Zone

هو مساحة تحيط بالظاهرة أو المعلم سواء كانت الظاهرة نقطية كبئر الماء، أو خطية كالطريق، أو مساحية كالمحمية الطبيعية.

14. ألمراجع العربية:

1. عودة، سميح (1996) الخرائط (مدخل الى طرق استعمالات الخرائط وأساليب انشائها الفنية)، ألطبعة الثانية، عمان–ألاردن.
2. صيام، يوسف (1994) المساحة الجوية والاستشعار عن بعد، عمان–ألاردن.
3. فليجة، أحمد (2000) الجغرافية العملية والخرائط، اسكندرية–العراق.
4. العبادي، خضر (1995) ألكارتوغرافي–مساقط الخرائط، اربد–ألاردن.
5. عاشور، محمود (1998) اسس علم الخرائط، دبي–ألامارات العربية المتحدة.
6. فرحان، يحيى (1987) ألاستشعار عن بعد وتطبيقاته، الجزء الأول: الصور الجوية، عمان–ألاردن.
7. سطيحة، محمد (1974) ألجغرافيا العملية وقراءة الخرائط، دار النهضة العربية، بيروت.
8. عزيز، محمد (1997) نظم المعلومات الجغرافية–أساسيات وتطبيقات–، الرياض.

ألمراجع الاجنبية:

1. A.G. Hodgkiss (1970) Maps for Books and Thesis, David and Charles, UK.
2. Campell, John (1998) Maps Use and Analysis, Chapter 11, P 170-189.
3. Kjellstorm, B. (2003) Be Expert With Map and Compass, Davison, Robert, USA.
4. WWW. NASA.com.
5. Environmental Science Research Institute (ESRI) (1998), ArcviewGIS, Version 3.3, USA.
6. Robinson, A. H., Sale, R. D., Morrison, J. L., Muehrcke, P. C. (1984) Elements Of Cartography, fifth edition, John Wiley & Sons, Canada.
7. Lillisand, T. M. & Kiefer, R. W. (1999) Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley & Sons, New York.
8. Strachan, A. J., Unwin, D. J., Kitmitto, K., Hickin, B. W. (1993) Getting Started with PC ARC\INFO, University of Leicester, UK.