محاضرات

في

الخرائط الطبوغرافية

د. أحمد سعيد أحمد علي

مدرس الجغرافيا البشرية

ونظم المعلومات الجغرافية والخرائط

د. أحمد عبدالفتاح أبوحديد

مدرس الجغرافيا الطبيعية

ونظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من بعد

د. حمدان سعد نجار

مدرس الجغرافيا البشرية

ونظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من بعد

موضوعات المقرر

تتوزع موضوعات المقرر علي النحو التالي:

موضوعات المقرر	رقم الصفحة
الفصل الأول: الخريطة الطبوغرافية (المفهوم، الأهمية، المكونات)	4 -29
الفصل الثاني: التعميم الكارتوجرافي	30 -55
الفصل الثالث: مساقط الخرائط	56 -63
الفصل الرابع: النظام العالمي لترقيم الخرائط الطبوغرافية	64 -78
الفصل الخامس: توجيه الخريطة الطبوغرافية في الميدان	79 -91
الفصل السادس: تحليل الظاهرات الطبيعية والبشرية من الخريطة الطبوغرافية	92 -110
تدريبات	111 -124
المراجع	125

الفصل الأول

الخريطة الطبوغرافية

)المفهوم، الأهمية، المكونات(

الفصل الأول

الخريطة الطبوغرافية (المفهوم،الأهمية ، مكوناتها)

أولاً : مفهوم الخريطة :

قبل أن نتطرق إلي شرح عناصر الخريطة الطبوغرافية يجب التعرف علي مفهوم الخريطة وأهميتها للجغرافي وغيره من غير المتخصصين ، ثم التعرف علي أنواع الخرائط.

فقد ظهرت عدة تعريفات للخريطة يمكن أن نلخصها علي أن الخريطة هي عبارة عن شكل أو رسم دقيق أو صورة توضيحية مصغرة لمعالم الأرض تمثل سطح الأرض أو أي جزء منه باستخدام مقياس رسم معين ، ويعبر معظم الخرائط عن سطح الأرض كله أو بعضه. كما يمكن تعريفها علي إنها صورة الأرض الكروي رسمت على لوحة مستوية بمقياس رسم معين.ويرجع استعمال لفظ "خارطة" أو "خريطة" في اللغة العربية إلى زمن محمد علي باشا،حيث عربت كلمة كارت Carte الفرنسية الأصل إلى لفظ "خارطة" أو "خريطة".

ويعرف قاموس جامعة أكسفورد Oxford dictionary المعروف الخريطة علي أنها رسم مصغر لجزء من سطح الأرض أو البحر يظهر لظاهرات الطبيعية والبشرية كالمدن والطرق. وتُمثل المعلومات على الخرائط إما بخطوط وإما بألوان أو أشكال أو غير ذلك من الرموز. وتحل هذه الرموز محل بعض الظاهرات الطبيعية أو البشرية كالأنهار والمدن والطرق للتقليل من حجمها. فعلى سبيل المثال قد يمثل سنتيمتر واحد على الخريطة مسافة تعادل 500 متر أو 500 كم على الطبيعة.

وتختلف الخريطة عن الصورة الفوتوغرافية في أنها لا تحتوي على كل الظاهرات الموجودة على السطح الذي تمثله، ولكنها تضم ظاهرة واحدة أو أكثر حسب الغرض الذي رسمت من أجله. بالإضافة إلى ذلك فإن الخريطة يمكن أن توضح بعض الظاهرات غير المرئية مثل خطوط الطول ودوائر العرض، والحدود السياسية والإدارية وأسماء الأماكن وغيرذلك.

مفهوم الخريطة الطبوغرافية :

تعتبر كلمة طبوغرافيا يونانية الأصل Topography تتكون من مقطعين هما Topo وتعني الأرض أو المكان،و المقطع Graphy يعني الرسم و الوصف ، وبالتالي تعني كلمة طبوغرافيا الرسم التفصيلي للمكان، يمكن تحديد موقعها من حيث الارتفاع والانخفاض عن مستوى مقارنة معين ومن حيث البعد والاتجاه عن نقطة أصل معينة، أي المعالم التي

يمكن تحديد مو اقعها بالنسبة للأبعاد الثلاثة (س،ص،ع) أو (X, Y,Z) من نقطة مقارنة معلومة.

أما الخرائط الطبوغرافية Topographic Maps فهيخريطة كلية وجامعة ،حيث تبين الأبعاد الثلاثة للنقط التي تظهر عليها، أي توضح تضاريس سطح الأرض ، وتبين ارتفاعات النقط بالنسبة لبعضها البعض أو بالنسبة لمستوى مقارنة ثابت. علاوة على بيان الخريطة للمسقط الأفقي للمعالم الموجودة بالمنطقة سواء كانت المعالم أو الظاهرات طبيعية أو بشرية.

وهناك تعريف أخريري أن الخرائط الطبوغرافية هي الخرائط التي تبين بدقه المعالم الأساسية بالمنطقة المخرطة كالحدود، والمشاريع الزراعية والصناعية، والمجاري المائية، وطبيعة سطح الأرض من حيث الارتفاعات والانخفاضات والانحدار، وما شيده الإنسان.و تحتوى الخرائط الطبوغرافية على خطوط الكنتوروالثوابت الأرضية المعلومة الإحداثيات الثلاثة ونقط المناسيب التى تمثل تضاريس مساحة سطح معين من الأرض.

كما توضح هذه الخرائط أيضاً أسماء وشكل المعالم الطبيعية كالأنهاروالبحيرات والأودية والجبال والمعالم الصناعية التى من صنع الإنسان مثل الطرق والقنوات والمصارف و خطوط السكك الحديدية والمناطق السكنية والحدود ولهذه الخرائط مقاييس متعددة.

ويحتاج إعداد الخرائط الطبوغرافية إلى أعمال مساحية وهندسية دقيقة مثل التصويرالجوي، والمسح الميداني. ولكن يفضل عدم إطلاق لفظ الخرائط المساحية أو الخرائط الهندسية على هذا النوع من الخرائط حتى لا يحدث خلطًا بينها وبين المخططات والرسومات المساحية والهندسية التي ترسم عادة لتوضيح الأعمال المساحية والهندسية.

أهمية الخرائط الطبوغرافية:

تعتبرالخرائط الطبوغرافية ذات أهميه كبيرة في العديد من الدراسات التي تتعلق بشتى مجالات الحياة، لأنها تمثل جميع الظاهرات والأشكال الموجودة على سطح الأرض بدقة ، أي جميع المعالم الطبيعية والبشرية. ومن أهم فوائدها ما يلي:

- ☑ أن الخريطة الطبوغرافية من أهم الأدوات التي يستعملها الجغرافي، والجيولوجي، والمهندس، والمخطط، والزراعي، والعسكري وغيرهم، لأنها الأساس في استعمال الأراضي وتصنيفها، والتخطيط للمشاريع الهندسية والزراعية ودراستها، وفي تخطيط المدن، وتقييم المناطق العمرانية والزراعية، وفي حساب الانحدارعلى سطح الأرض، وإعداد تصاميم الطرق والسكك الحديدية ومد الأنابيب وبناء المطارات والموانى والسدود والمجاري، واختيار

مو اقع أبراج وخطوط الكهرباء، وفي دراسة تآكل التربة وفي مشاريع الري، وفي التنقيب عن المعادن، وفي الدفاع الوطني، وكأساس للخر ائط الأخرى.

- ☑ كما تعد الخريطة الطبوغر افية من أهم وسائل الدراسات الجيومورفولوجية والجيولوجية، لأنها تبين معلومات شاملة عن المنطقة المدروسة، كما تساعد خطوط الكنتور الموجودة بالخر ائط الطبوغر افية على تصنيف أشكال سطح الأرض ومعرفة الكثير من المظاهر الجيولوجية والجيومورفولوجية في المنطقة مثل الصدوع والطيات.
- ☑ توضح الخريطة الطبوغر افية أنسب الطرق والممرات التي يمكن سلكها تبعا لنوعية الآليات العسكرية المستعملة، كما يمكن باستعمال الخر ائط الطبوغر افية في التكهن بالطرق التي قد يسلكها العدو. كذلك فهي تبين مجال الرؤيا وتوضح الأماكن المناسبة لإقامة المعسكرات المؤقتة والدائمة.
- ☑ تبين التضاريس وأشكال سطح الأرض حيث يمكن دراسة الانحدار على السطح والمعالم والظواهر الأرضية، ويمكن اشتقاق خر ائط أخرى من الخريطة الطبوغر افية.
- ☑ يمكن للمهتمين بدراسة التربة والمياه إعداد الدراسات التمهيدية للمنطقة من الخر ائط الطبوغر افية، وذلك بدراسة ما على سطح الأرض من معالم طبيعية ودراسة خطوط الكنتور ومعرفة مو اقع السهول والمنحدرات، والأماكن المنخفضة التي يظهر بها الماء الباطني ؛ وذلك للخروج بأفكار مبدئية عن نوع التربة ومو اقع المياه.

ثانيًا : أنواع الخرائط :

دعت الحاجة إلى تعدد وتنوع الخر ائط الجغر افية ؛ نظراً لما تتميز به البيانات الجغر افية من تزاحم شديد بأي موقع على سطح الأرض ، حيث لا تستوعب الخريطة الواحدة تمثيل العديد من الظهر ات والتي تشتمل على كثير من المعلومات المعقدة،وإذا تم فعل ذلك لأصبحت الخريطة طلاسم معقدة من الخطوط والرموز والألوان. لذلك كان لابد من تقسيم وتصنيف الخر ائط إلى أنواع متعددة تفي بأغراض محددة.وفيما يلي أبرز أنواع الخر ائط الجغر افية، وهي كما يلي:

أولاً : تنقسم الخر ائط تبعا لمقياس الرسم إلى ما يلي:

1. خر ائط صغيرة المقياس (الخر ائط الأطالسية أو المليونية أو العالمية):

هي خر ائط تظهر مساحات واسعة من سطح الأرض ، وعادة ما تكون ذات مقياس رسم 1 : 300000 فأصغر ، أي يقل المقياس، كلما اتسعت رقعة المساحة التي تمثلها، وقد يصغر كما في خريطة العالم بالأطلس إلى 1: 1000000 أو أصغر من ذلك ، ومن

أمثلة هذه الخرائط خريطة العالم ، خريطة قارة ما ، وتتسم الخرائط هنا بالبساطة والعمومية ، أي أنها توضح الصورة العامة للظاهرات الجغرافية.

وهناك علاقة عكسية بين الحد الأيسر لمقياس الرسم ، وبين كبر أو صغر مقياس الخريطة ، فكلما كبر الحد الأيسر بمقياس الرسم ، كلما صغر مقياس رسم الخريطة واتسعت المساحة التي تمثلها ، والعكس صحيح.

2. خرائط متوسطة المقياس: يطلق عليها الخرائط الطبوغرافية ومقياس رسمها من 1: 25000 فأصغر، وهى بهذا تجمع بين دراسة الفكرة العامة والتفاصيل المحدودة ، وذلك باستخدام علامات ورموزلها مدلولها في مفتاح الخريطة.
3. خرائط كبيرة المقياس: هي خرائط ذات مقياس رسم 1 : 25000 فأكبر وهي بهذا المقياس تظهر مناطق محدودة المساحة ، وتسمح ببيان كافة التفاصيل بكل دقة ووضوح. ومن أمثلتها ما يلي:

☑ الخرائط التفصيلية أو الكادسترالية المدنية: هي الخرائط التي تحدد مواقع المدن والمنشآت والمباني والشوارع وخطوط المواصلات وأماكن المقابر.

☑ الخرائط الكادسترالية الزراعية: تسمي أيضا خرائط فك الزمام1 :2500 وتستخدم في تحديد الملكيات الزراعية وحدود الحقول والأحواض الزراعية.

ثانيًا: تنقسم الخرائط تبعًا <u>للغرض أو الموضوع الذي توضحه</u> :

تحديث الخرائط الطبوغرافية: Update

يتغيركل شئ على سطح الأرض باستمرار، لذا لا توجد خريطة طبوغرافية يمكن استعمالها لفترة طويلة، بل تحتاج جميع الخرائط إلى التحديث بصورة مستمرة وإلا فإن المعلومات التي بها تصبح غيرواقعية ،وبالتالي تقلل من قيمة الخريطة. وقد يصل عمر الخريطة في المناطق النائية إلى أكثرمن عام وإلى ما يزيد عن مائة عام في الأماكن غير المأهولة. ولكن عمرها أقل من هذا بكثيرفي المناطق التي بها تغيرات طبيعية مثل ضفاف الأنهار، و أيضا في المناطق التي بها تغيرات حضرية التي يغيرفيها الإنسان ملامح الطبيعة سواء بالحفرأو البناء أو مد الطرق.ففي مثل هذه الحالات تحتاج الخريطة الطبوغرافية إلى تحديث بعد سنوات قليلة من إعدادها.

وإذا كانت التغيرات في المنطقة التي تغطيها الخريطة بسيطة، ولا تحتاج إلى تعديل كبير فإن عملية التحديث تتم على نفس الخريطة بلون مميزغيرمستعمل في لوحات الخريطة، كاللون البنفسجي مثلاً. أما إذا كانت التعديلات جوهرية وجذرية فإنه قد يكون من الأفضل إعادة مسح المنطقة وإعداد خريطة طبوغرافية جديدة لها. ويتم التحديث باستعمال صور

جوية أو مرئيات فضائية حديثة للمنطقة. وفي حالة إعادة رسم الخريطة من جديد عند تحديثها، ونظرا لأن التغيرات تكون عادة من النوع ذي الطابع الأفقي، أي أنها تغييرات تحدث في البعدين الأفقيين مثل: الطرق والمباني والتغيرات الحضرية الأخرى، ولا تحدث بشكل كبير في البعد الثالث المتمثل في خطوط الكنتور، فإنه يمكن استغلال مرئيات فضائية ، وذلك لتحديث المعالم الأفقية، ثم استخراج معلومات البعد الثالث من خطوط الكنتور المتوفرة ووضعها على الخريطة.

ألوان الخريطة الطبوغرافية :

لما كان الفرق الرئيسي الذي يميز الخريطة الطبوغرافية عن سواها من الخرائط الأخرى هو بيانها للارتفاعات فسنبدأ بذكر بعض الطرق المستخدمة في تمثيل الارتفاعات على الخريطة الطبوغرافية،وهي طريقة الألوان من المعروف إن الألوان على الخريطة الطبوغرافية تساعد على فهم التفاصيل المرسومة عليها بكل سهولة ، وتجعل الشكل أو الصورة التي تمثلها أكثر وضوحًا ، فعند مقارنة خريطتين إحداهما تمثل الظاهرات باللون الأسود فقط والأخرى مثلت عليها نفس الظاهرات بلونين أو أكثر، فإننا سنجد أنه كلما زادت الألوان،كلما توفرت إمكانية التمثيل الدقيق والسهل للظاهرات الجغرافية.

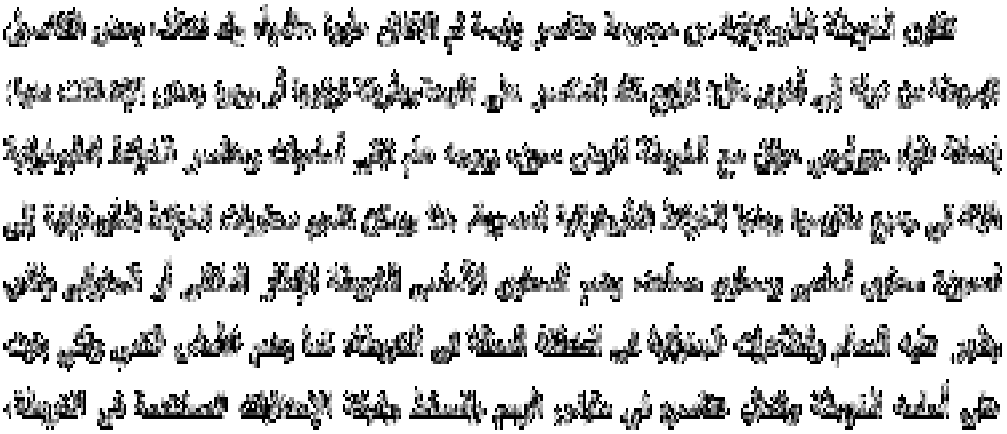
كما تستخدم الألوان في تمثيل الارتفاعات على الخرائط وتلتزم الخرائط الجغرافية خاصة الطبوغرافية بألوان محددة في تمثيل الظواهر الجغرافية بشكل متعارف على استخدامها دولياً في جميع الخرائط . فيمثل اللون البني الجبال ، والأصفر إلى البرتقالي الهضاب،واللون الأخضر السهول،واللون الأزرق للمسطحات المائية. وإن أهم الألوان المستعملة في الخرائط الطبوغرافية عادة والمتعارف عليها دوليًا هي:

- اللون الأسود: يدل علي المعالم البشرية الطرق ، المباني ، خطوط السكك الحديدية . كما يستخدم في كتابة عنوان ومسميات الخريطة.
- اللون الأخضر: يوضح المناطق الزراعية وتمثيل الغطاء النباتي
- اللون الأزرق : يدل علي المسطحات المائية.
- اللون الأحمر: يدل علي المعالم الحضارية مثل الطرق السريعة والتجمعات السكنية ورسم شبكة الإحداثيات.
- اللون الأزرق: يستخدم لتمثيل كل المسطحات المائية.
- اللون البني: يستخدم لتمثيل المظاهر التضاريسية المرتفعة كالجبال.

ويكون التدرج بكل لون من هذه الألوان ليدل على فرق الارتفاعات فكلما كان اللون غامق يدل على ارتفاع أكبر(إذا كان هذا فوق مستوى سطح البحر ، وبالعكس إذا كان تحت مستوى سطح البحر). وتوضح الألوان الآتية التي تستخدم في الأطالس الارتفاعات عن مستوى سطح البحروهي :

- اللون الأزرق الغامق (2000مترتحت سطح البحرفأكثر)
- اللون الأزرق المتوسط (200-2000مترتحت مستوى سطح البحر(.
- اللون الأزرق الفاتح (صفر- 200مترتحت مستوى سطح البحر (.
- اللون الأخضرالفاتح(من صفرإلى 200مترفوق مستوى سطح البحر (.
- اللون الأخضرالغامق (200-200مترفوق مستوى سطح البحر(.
- اللون الأصفرالفاتح (400 -600 مترفوق مستوى سطح البحر (.
- اللون الأصفرالغامق (600 -800 مترفوق مستوى سطح البحر (.
- اللون البني الفاتح (800 – 1000 مترفوق مستوى سطح البحر (.
- اللون البني المتوسط (1000 – 2000 مترفوق مستوى سطح البحر (.
- اللون البني الغامق (2000 – 3000 مترفوق مستوى سطح البحر (.
- اللون البنفسجي (3000- 6000 مترفوق مستوى سطح البحر(.
- اللون الأبيض (6000مترفوق مستوى سطح البحرفأكثر (.

عناصر الخريطة الطبوغرافية



وإن كانت الخريطة تكتب بلغة ،ففهم هذه اللغة يتطلب فهم أساسياتها، حيث أن الخريطة لها مصمم واحد ومئات القراء،لذلك إذا أراد المصمم رسم خريطة ذو تأثيرفعال مع مستخدميها، فلابد أن يراعي عوامل نجاحها وهي سهولة قراءتها من خلال فهم جيد لأساسيات الخريطة والتي تتمثل في الأتي:

1. **عنوان الخريطة أو اسم اللوحة :**

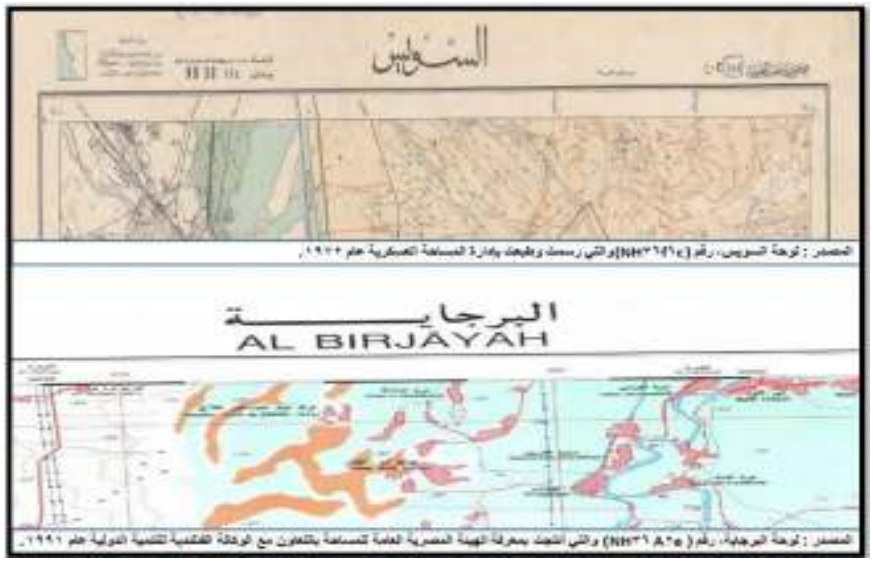
يبدأ قارئ الخريطة قبل كل شئ بملاحظة اسمها أو عنوانها ، حيث أن عنوان الخريطة يوضح محتواها وموضوعها بشكل واضح ، وعنوانها يتحدد باسمها الفعلي المكتوب في أعلاها

بالحروف ، ويعد عنوان الخريطة البوابة الرئيسية لفهم الخريطة ، فتحديد اسم للخريطة ليس بالأمر السهل ، إذ يتحتم علي الكارتوجرافي أن يختار عنوانًا واضحًا يعكس محتواها ، ويشترط في عنوان الخريطة أن يكون واضحًا ومختصرًا ؛ لعدم وجود مكان متسع علي الخريطة لكتابة عنوان طويل وتفصيلي، ولابد أن يكون اختصاراً غير مخل مع الوضوح والسهولة ، فلا يكون صعبًا ومركبًا وفي حاجة إلي تفسير أو توضيح.

كما يفضل اختيار حجم نمط جيد للخط لكتابة العنوان، بحيث يكون من البروز بدرجة تلفت النظر عند قراءة الخريطة ،ولكن بدرجة تتلاءم مع حجم الخريطة ، فلا يكون بارزاً فيشوه محتويات الخريطة ، ولا يكون حجمه صغيراً فتصعب قراءته أو لا يراه قارئ الخريطة ، فقد نري خرائط عنوانها في أعلاها ، وأخري في أسفلها ، أو الركن الأيمن أو الأيسر من الخريطة.ويجب أن يتكون عنوان الخريطة من اسم الظاهرة التي تتوزع في الخريطة ، مكان توزيع الظاهرة ، والسنة. فعلي سبيل المثال لو أمامنا خريطة لتوزيع قصب السكر في محافظة قنا ، فإن عنوانها يكون : توزيع قصب السكر في محافظة قنا عام 2019م .

ويكون عنوان الخريطة الطبوغرافية اسم معلم جغرافي مميزبها مثل جبل أو مدينة ، وغالبا يتم التسمية حسب أشهر معلم موجود بالخريطة وذلك مثل مثل اسم مدينة ، قرية ، وادي ، بئر، جبل ،ملمح جغرافي مميز.

يلاحظ وجود فروق في كتابة عنوان الخريطة الطبوغرافية من إنتاج إدارة المساحة العسكرية والخرائط الطبوغرافية المنتجة بالهيئة المصرية العامة للمساحة ، حيث نجد أن عنوان الخريطة الطبوغرافية يكتب في وسط الهامش العلوي باللغة العربية فقط



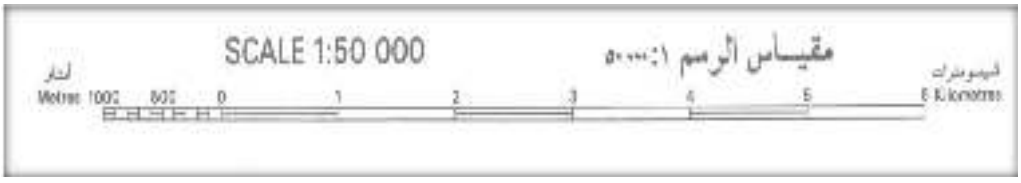
2. **اسم الدولة:** دائما ما نجد أعلي الخريطة الطبوغرافية اسم الدولة التي تتبعها الخريطة، ودائما ما يكون في الركن الشمالي الشرقي من الخريطة.

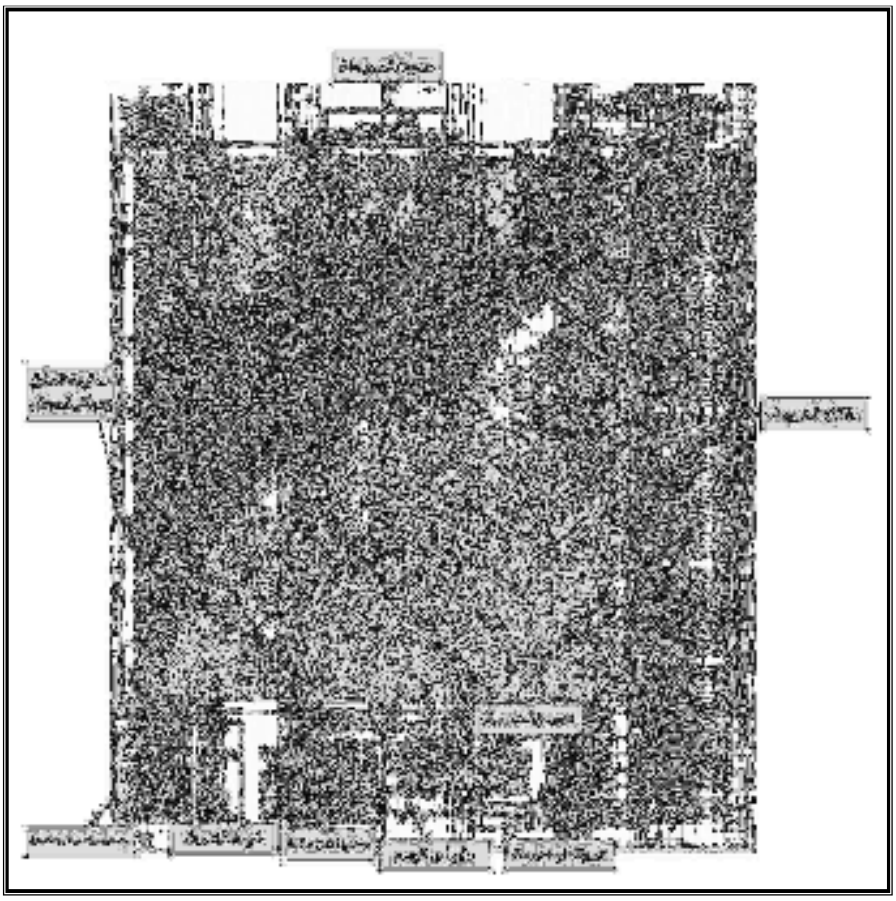
جمهورية مصر العربية
ARAB REPUBLIC OF EGYPT

3. **مقياس الرسم:**

[illegible]

ويقصد بمقياس الرسم: النسبة بين ما تمثله الخريطة وما يقابلها علي الطبيعة، أي العلاقة النسبية بين بعدين أحدهما علي الخريطة والثاني علي الطبيعة. ويستخدم مقياس الرسم في تحديد المسافات والمساحات على الخرائط ، وبدونه تصبح الخريطة عبارة عن صورة أو رسم كروكي لا يمكن استخراج أية مساحات أو أطوال منها ، وبالتالي تفقد الخريطة قيمتها وأهميتها.



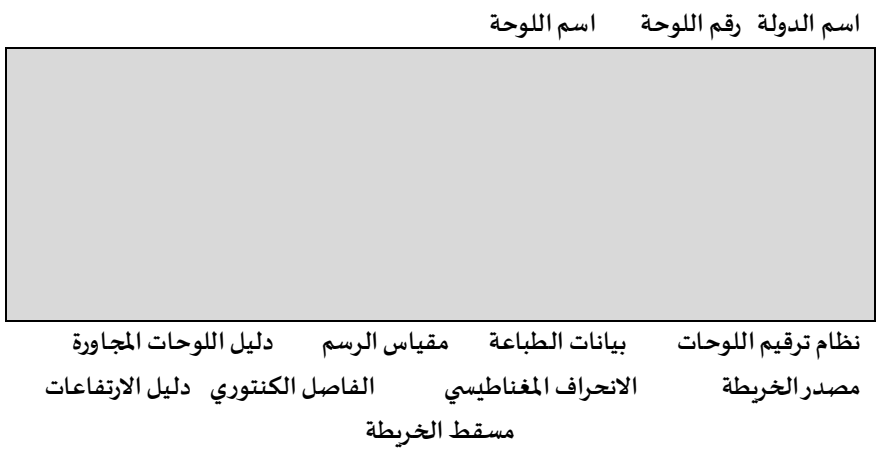


مكونات الخريطة الطبوغرافية

إنه من المتعذر رسم خريطة لأي مكان بنفس أبعاد ذلك المكان حتى ولو صغر حجمه ليصير في اتساع حديقة أو منزل أو قطعة أرض يراد إقامة عمارة عليها. إنه من الصعب استعمال خريطة بذلك الحجم. كيف ننشرها ونطويها ونحفظها دون عناء أو تلف؟ وكيف تكون الحالة لو رسمنا خريطة لمساحة أكبر من قطعة الأرض السابقة؟ ومن أين لنا بالورق؟ وكيف نرسمها؟ ...إن هذا مستحيل!!! ومن هنا جاءت فكرة مقياس الرسم وفرضت نفسها، وهذه الفكرة في حالتها المبسطة لا تزيد عن كونها رسم خريطة لأبعاد قطعة من الأرض على قرطاس بحيث تكون كل خطوة على الأرض مثلا ممثلة بعود ثقاب. وعلى سبيل المثال لو كانت تلك القطعة مربعة الشكل وطول كل من أضلاعها هو عشرون خطوة فإن المربع الذي يمثلها على الورق يكون لكل من أضلاعه عشرون عود كبريت متراصة على استقامة واحدة.

<u>مثال</u>: لو أردنا تمثيل الطريق الصحراوي الذي يربط مدينة قنا بمدينة نجع حمادي وطوله 60كم تقريبًا ، فأننا بحاجة إلي ورقة رسم طولها 60كم ؛ لتمثيل ورسم الطريق بين المدينتين ، وهذا الأمر مستحيل ، فكان مقياس الرسم هو الوسيلة لحل هذه المشكلة ، أي طريقة النسبة والتناسب ، واختيار وحدة علي الخريطة تتناسب مع طولها في الطبيعة ، فيمكن رسم خط

طوله 1 سنتيمتر علي الخريطة يمثله كيلومتر واحد علي الطبيعة ، أي 1: ١٠٠,٠٠٠ سم ، وبالتالي تحل المشكلة.



ومن هنا يمكن القول أن هناك علاقة قوية بين الخريطة والمنطقة التي تلك تمثلها تلك الخريطة ، ويمكن الوصول إلى تحديد لمفهوم تلك العلاقة عن طريق مقياس الرسم ، وترجع حاجتنا إلي استخدام مقياس الرسم إلى أنه لا يمكن رفع أي بعد من الطبيعة وبيانه على الخرائط بالأطوال الحقيقية نفسها إلا بواسطته ، ولذلك ترسم هذه الأبعاد بنسبة خاصة ، تمكننا من رسم المنطقة على الورق ، وتسمى هذه النسبة بمقياس الرسم.وطبقًا لمقياس الرسم تقاس المسافة المطلوبة على الخريطة بالمسطرة (بالسنتيمترات) ثم تضرب المسافة × مقياس الرسم. فإذا كانت المسافة علي الخريطة تساوي 5 سم , ومقياس رسم الخريطة 1 : 100,000 = 5 × 100,000 = 500,000 سم ، أي تساوي 5 كم علي الطبيعة.

أما عن <u>أنواع مقياس الرسم</u> فهي عدة أنواع أو أشكال تظهر عليها مقاييس الرسم في الخرائط الجغرافية ، وتنقسم مقاييس الرسم إلى أنواع تختلف في صورتها ، وإن كانت تتفق جميعها في غرض واحد ، وهي كما يلي:

- ☑ المقياس الكتابي أو المباشر: وهو أبسط أنواع مقاييس الرسم وأسهلها ، وفيه تذكر وحدة القياس على الخريطة و ما يقابل هذه الوحدة على طبيعة كتابة . فيذكر مثلاً على الخريطة (سنتيمتر لكل 3 كيلومترات).
- ☑ مقياس الكسر البياني أو النسبي: يكون هذا النوع من مقياس الرسم على هيئة كسر بياني بشرط أن يكون بسطه يساوي الواحد الصحيح ومقامة عدد المرات التي تقابل هذا الواحد الصحيح علي الطبيعة.

مثال: $\frac{1}{100.000}$ أو $\frac{1}{63360}$ أي أن وحدة القياس التي تظهر في بسط الكسر (علي الخريطة) تمثل عدداً من الوحدات التي تقابلها علي الطبيعة. أو يكتب في صورة نسبة مثل 1/100,000

☑ المقياس الخطى: وهو عبارة عن خطين متوازيين لا تزيد المسافة بينهما عن 2 ملليمتر، ويتم تقسيم الخطين إلي مستطيلات متساوية في الطول ، حيث يبدأ المقياس من الصفر حتي أكبر رقم يصل إليه المقياس ، مع ملاحظة ترك المستطيل الأول للأجزاء الدقيقة. ومن أهم مميزات المقياس الخطي أنه يبقى ثابتاً لأنه يتغير بنفس القدر الذي تتغير به الخريطة ، فلو كبر الخريطة بنسبة 100% فإن كل محتوياتها وعناصرها ستتغير ومعها مقياس الرسم الخطي، وهنا تكمن أهميته وقيمته ، حيث أننا لا نحتاج إلي إجراء أي عمليات حسابية ؛ لتفادي عيوب المقاييس السابقة. بالإضافة إلي سهولة وسرعة معرفة الأبعاد الحقيقية من الخريطة. وللمقياس الخطي عدة أنواع ، وهي كما يلي:

أ- المقياس الخطي البسيط

ب- المقياس الخطي المقارن: يستخدم هذا المقياس في المقارنة بين الكيلومترات وأجزائها من جانب ، والأميال وأجزائها من جانب آخر على نفس المقياس ، وبالتالي فهو يجعل للخريطة صبغة عالمية ، ويجعلها أكثر نفعًا وقيمة.

ج- المقياس الخطي الشبكي

د- المقياس الخطي الزمني: يشبه المقياس الخطي المقارن غير أن المقارنة هنا بين المسافة علي الخريطة من جهة ، والزمن المتوقع لقطع هذه المسافة من ناحية أخري علي الطبيعة، ويستخدمه الرحالة والمسافرون لتقدير زمن رحلتهم.

4. **نظام الإسقاط المستخدم:** هو المسقط التي رسمت علي أساسه الخريطة.

5. **مفتاح الخريطة:**

يعرف بدليل الخريطة ، ويوضح هذا الدليل كل الرموز المستخدمة في الخريطة ومدلول هذه الرموز. فهو عبارة عن دليل يضم كل المصطلحات والرموز التي تمثل جميع الظاهرات الموجودة على الخريطة مزودة بتسميات تحتوي على نص توضيحي لها، والرمز قد يكون خط أو تظليل أو شكل هندسي أو نقطة للدلالة على ما هو موجود على الطبيعة.

وتعرف الرموز بأنها عبارة عن خطوط أو نقاط أو دوائر أو ألوان أو حروف هجائية أو رسوم مبسطة تستخدم لتمثيل الظاهرات الطبيعية أو البشرية على الخريطة. وعمومًا تنقسم الرموز المستخدمة في تمثيل الظاهرات الجغرافية إلي ما يلي:

(أ) الرموز غير الكمية أو النوعية: وتنقسم إلي:

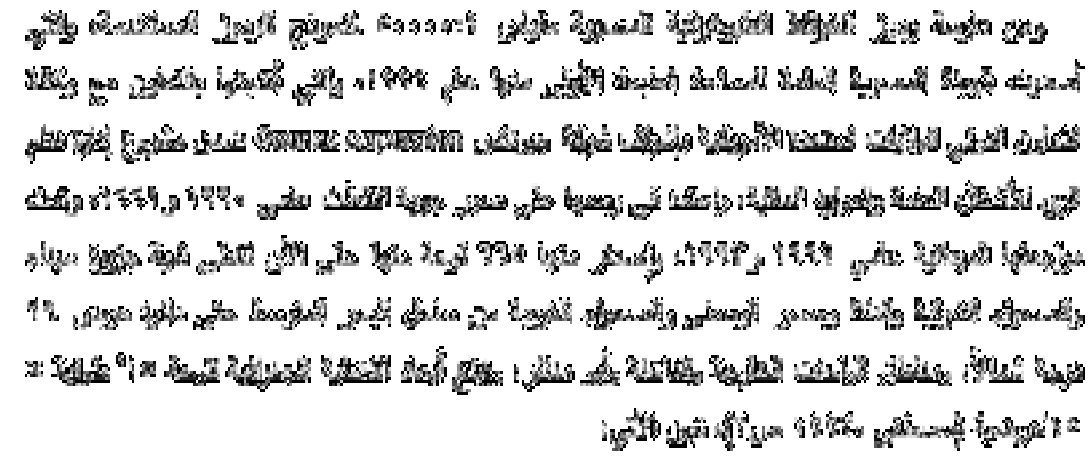
- ☑ رموز هندسية: وتمثلها مجموعة الأشكال الهندسية مثل النقطة أو الدائرة أو المربع .....الخ ، وذلك باستخدام الأشكال الهندسية المختلفة ، حيث يمكن استخدام المربع لتوزيع الحديد والمستطيل لتوزيع المنجنيز وهكذا
- ☑ رموز تصويرية: قد تكون الرموز على شكل رسوم مبسطة مثل صورة الطائرة لتوزيع المطارات في مصر أو سنبلة القمح للدلالة علي توزيعه.
- ☑ رموز الحروف والأرقام: وهي عبارة عن رموز في صورة حروف هجائية وكلمات مختصرة أو أرقام مكررة توضع فوق مناطق الظاهرة لتوضيح مناطق توزيعها، مثل Fe للتعبير عن توزيع الحديد
- ☑ رموز الخط: وتكون على شكل خطوط مستقيمة أو متعرجة، مثل الحدود السياسية بين الدول والطرق باختلاف أنواعها ، والأنهار.
- ☑ رموز المساحة: وتسمي أيضا برموز التظليل المساحي، وتكون على شكل تظليل أو تهشير، وتستخدم في بيان الاختلاف في قيم توزيع الظاهرات مثل توزيع التربة أو اللغات في العالم.

(ب) الرموز الكمية: وتنقسم إلي:

- ☑ رموز الموضع: وهي رموز تأخذ في اعتبارها حجم الظاهرة عند تصميم الخريطة ، أي أنها تعبر عن كم الظاهرة ، مثل خريطة توزيع السكان حيث تمثل النقطة 1000 نسمة مثلاً.
- ☑ رموز الخط: أي الخط هنا يعبر عن كم الظاهرة وليس الكيف ، أن حجم الخط له مدلول ، حيث يتناسب سمك الخط مع الظاهرة التي الكم الذي يمثله ، وعادة ما يستخدم هذا النمط مع تيارات هجرة السكان أو حجم حركة النقل علي الطرق
- ☑ رموز المساحة: تستخدم رموز المساحة النوعية في بيان الاختلاف في قيم توزيع الظاهرات ، أنما رموز المساحة الكمية تستخدم في توضيح التباين في حجم الظاهرة ، مثل كثافة السكان أو إنتاج قصب السكر في الصعيد. ويعد مفتاح الخريطة جزء أساسي في عملية نجاح الاتصال الخرائطي، فإذا كان تصميم المفتاح جيد ، ساعد المستخدم في التعامل مع محتوى الخريطة والتعرف على معانيها بسهولة. وتأتي أهمية مفتاح الخريطة في أنه يساعد علي قراءة المعلومات التي تعرضها الخريطة الطبوغرافية وفهم مدلولاتها ،

وتختلف الرموز من خريطة لأخرى وتتنوع حسب الظاهرات الطبيعية والبشرية التي تتوزع بها.

وتخضع هذه الرموز وأحجامها وألوانها لاختيار الكارتوجرافي علي أن يضع في اعتباره الرموز الدولية المتفق عليها ، فلا يضع رموزاً غريبة ، فإن وجدت بعض الرموز غير المتعارف عليها ، وجب عليه أن يقدم تفسيراً لمعاني تلك الرموز والمقصود منها ، أي يضع مصمم الخريطة في أحد زوايا الخريطة الرموز المستخدمة على الخريطة مع ضرورة تعريف معنى كل رمز بالكتابة أمامه; وبدون ذلك المفتاح لن يكون مستخدم الخريطة قادراً على التوصل لمعاني الرموز المستخدمة على الخريطة ،ولن تكون الخريطة قادرة على توصيل المعلومة ، وبالتالي ستصبح عديمة الفائدة.



[illegible]

- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]

[illegible]

طريق ذو إتجاهين .....

طريق رئيسي مرصوف .....

طريق ثانوي مرصوف .....

طريق ممهد أو مدكوك .....

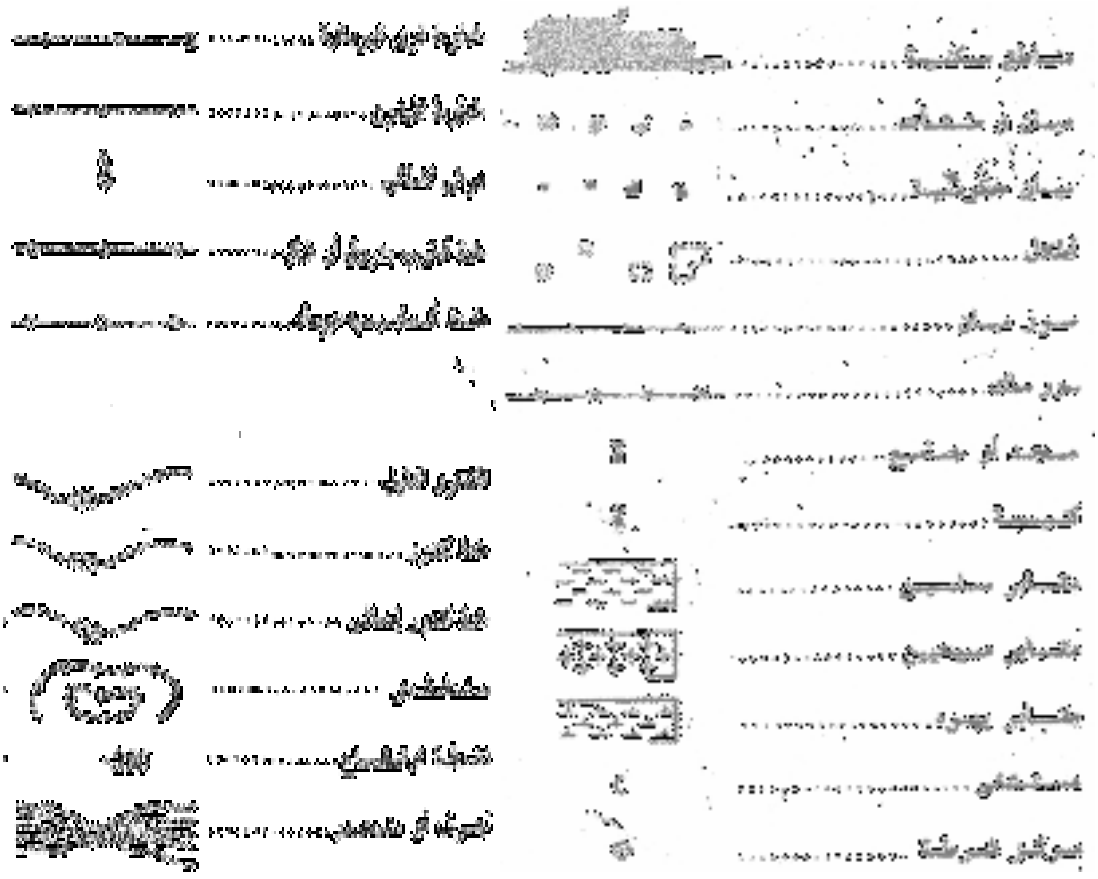
طريق زراعي أو ممر صحراوي .....

درب دواب أو مسلك .....

طريق تحت الإنشاء .....

نفق .....

كوبري أو جسر .....



نموذج لمفتاح الخريطة الطبوغرافية

6. **دليل اللوحات المجاورة:**

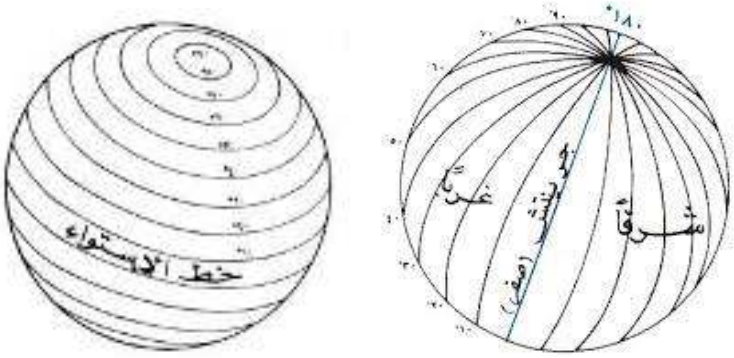
يفيد هذا الدليل قارئ الخريطة في معرفة أسماء اللوحات المجاورة، حيث يتكون الدليل من 9 مربعات،وتظهر الخريطة التالية خريطة قنا الطبوغرافية في المربع الأوسط كما بالشكل،ووادي شهدين إلي الشمال منها ولوحة نقادة جنوبها، ووادي القرية إلي الشمال الشرقي وهكذا.

حيث يمثل المربع الأوسط الخريطة الطبوغرافية والمربعات المجاورة توضح أسماء اللوحات المجاورة للخريطة، ويفيد دليل اللوحات المجاورة في تحديد علاقة الخريطة بالخرائط الثمانية المجاورة ،وتسهيل البحث عن المعالم الجغرافية الممتدة في أكثر من خريطة طبوغرافية . أما عن موقعة دليل اللوحات المجاورة علي الخريطة الطبوغرافية فنجده في الركن الجنوبي الغربي.

7. **خطوط الطول ودوائر العرض :**

تبين خطوط الطول ودو ائر العرض اتجاه الخريطة ، فخطوط الطول تعين علي الاتجاه الشمالي الجنوبي ، بينما تعين دو ائر العرض علي الاتجاه الشرقي الغربي.و خطوط الطول: هي عبارة عن أنصاف دو ائروهمية تتقاطع عند القطبين ، ويبلغ عددها 360 خط ، يقع 180 خط طول شرق خط جرينتش وهو خط الطول الرئيس صفر، و 180 خط طول غرب خط جرينتش ، وبذلك ينطبق خط الطول 180شرقًا علي خط الطول 180غربًا.

أما القسم الثاني فهو دو ائر العرض وهي عبارة عن دو ائروهمية متوازية يبلغ عددها 180 ، وتأتي أهمية الإحداثيات الجغرافية في أنها تساعدنا على تحديد الموقع والمناخ والتوقيت الزمني، حيث تعتمد دو ائر العرض على دائرة أساسية وهى خط الاستواء Equator (دائرة عرض صفر (وتم اختياره لأنه ينصف الكرة الأرضية إلى نصفين متساويين شمالي وجنوبي.

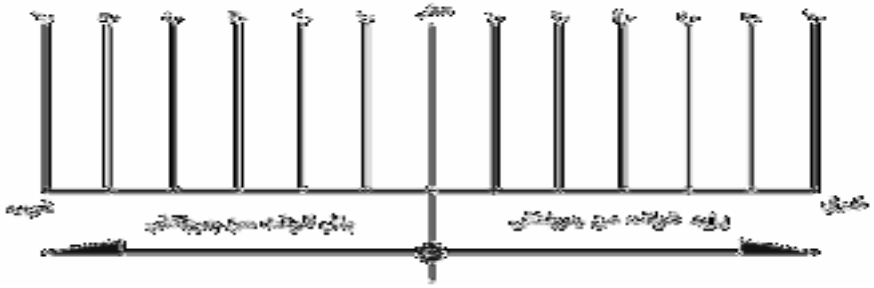


خطوط الطول ودوائر العرض

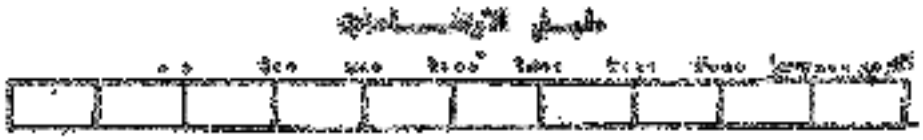
تعتمد خطوط الطول على خط جرينتش Greenwich كخط طول أساسي ، وتم اختياره ليمر عبر المرصد الفلكي في مدينة جرينتش قرب لندن. أما النصف الآخر من الدائرة فيعرف باسم خط التاريخ الدولي meridian ويمر عبر المحيط الهادي تعتمد عليه بقية الخطوط لكنها لا تحافظ على التوازي إذ تتلاقى عند الأقطاب كما أنها لا تحافظ على المسافة فهي تقل باتجاه القطبين.

<u>أهمية خطوط الطول ودوائر العرض:</u>

- تحديد الشمال الجغرافي.
- تحديد المواقع المختلفة علي سطح الأرض.
- معرفة المناخ على سطح الكرة الأرضية.
- معرفة التوقيت الزمني لأي منطقة علي سطح الأرض، حيث تدور الأرض حول محورها أمام الشمس من الغرب إلى الشرق وهي تدور حول نفسها دورة كاملة كل 24 ساعة ، وتكمل خطوط الطول 360 خطاً دورة أمام الشمس في مدة 24 ساعة أيضا ، وتقسم (360 ÷ 24) فكل 15 خطاً من خطوط الطول تلزمها ساعة واحدة.



8. **دليل الارتفاعات**: وهو عبارة عن مجموعة من المستطيلات المتجاورة ، يحمل كل مستطيل لون معين يعبر عن الارتفاع ، فعندما يكون اللون قاتمًا يزيد الارتفاع .



9. **إطار الخريطة:**

يضم إطار الخريطة كل محتوياتها،وهو الحد الذي تنتهي عنده تفاصيل الخريطة ، حيث توضع معظم الخرائط داخل إطارات مستطيلة الشكل تتكون في أبسط صورها من خط واحد رفيع ، وقد يميل الكارتوجرافي إلي استخدام خطين متوازيين بفاصل يتراوح من 4- 6 ملليمتر، ويكون الخط الخارجي للإطار سميكًا عن الأخر. كما يمكن التنويع بشكل الخط وسمكه ليعطى شكل أجمل للخريطة، وأحيانا يستخدم الإطار لوضع شبكة الإحداثيات.

10. **نظام ترقيم الخرائط الدولي:**

هو عبارة عن نظام تم الاتفاق عليه دوليًا ، ليسهل معرفة موقع الخريطة الطبوغرافية بين لوحات العالم المليونية. حيث تحمل الخرائط الطبوغرافية في كل دولة أرقامًا ترتبط بنظام الإحداثيات ، بحيث يمكن الاستدلال بسهولة عن أي خريطة مطلوبة ومعرفة موقعها من الدولة.

لـوحة رقم NG 36 J3a SHEET

11. **اتجاه الشمال :**يرسم اتجاه الشمال علي شكل سهم على الخريطة ؛ ليشير إلى اتجاه الشمال. وأحيانا قد يرسم سهمان: يشير الأول إلى الشمال الحقيقي والآخر إلى الشمال المغناطيسي ، وإن كان ذلك يقتصر على بعض الخرائط مثل الخرائط الطبوغرافية.

12. **مصدر الخريطة أو بيانات التصوير الجوي والمسح الميداني والطباعة :**

يضم الجهة أو الشخص أو الهيئة التي رسمت الخريطة ، والسنة التي صدرت فيها الخريطة ، ويجب الإشارة إلي أن بعض الخرائط بها عام للرصد الميداني للظاهرات المختلفة ، وأخر تاريخ صدورها وإنتاجها. وعادة ما نجد مصدر الخريطة مكتوبًا في الركن السفلي من الخريطة ، وأحيانًا بالركن العلوي الأيسر كما بالخرائط الطبوغرافية الصادرة عن إدارة المساحة العسكرية.

مصادر الخريطـــة

- رسمت من أصول مسح جوى مقياس ١:٢٥,٠٠٠
من صـــور جـــويـــــة صـــورت ســـــنة ٢٠٠٩
- روجـــــعت حقليـــا حتى ينـــــاير ســـنة ٢٠١٠

13. **المسميات :**

من المعروف أن الخرائط لا يمكن أن تخلو من الأسماء والمقصود بالمسميات هنا أسماء الظاهرات الطبيعية علي الخريطة مثل الجبال والأودية الجافة والأنهار والبحيرات ، وقد تكون الظاهرات بشرية مثل المراكز العمرانية والطرق ،ويفضل أن تكتب الأسماء مائلة باتجاه الظاهرة.

14. **مستوي المقارنة للمناسيب :**

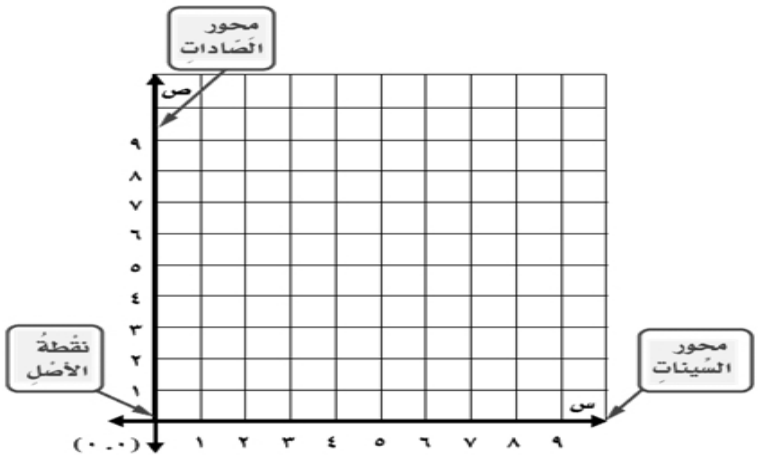
هو مستوي ثابت يعرف بمستوي المقارنة ، ويعتبر متوسط ارتفاع سطح البحر هو مستوي المقارنة لجميع دول العالم .وفي مصر يعتبر متوسط ارتفاع سطح البحر المتوسط في ميناء الإسكندرية مستوي المقارنة الذي تقاس منه جميع نقط المناسيب المصرية.

15. شبكة الإحداثيات المترية :

طبع هذا النظام على شكل مربعات باللون الأحمر فوق النظام الجغرافي، مما سهل تحديد المواقع وقياس المسافات،تتألف هذه الشبكة من مجموعة خطوط رأسية متتابعة وموازية لخط أوسط ، ومجموعة خطوط أفقية متتابعة ومتوازية وقاطعة للخطوط الراسية لزوايا قائمة لتصنع في النهاية شبكة من المربعات المتساوية في أبعادها, ويسمي المحور الأفقي بمحور السينات (س(أو المحور X والمحور الرأسي بمحور الصادات (ص) أو المحور y ،وترقم هذه الخطوط بالمتر ابتداء من نقطة تعرف بنقطة الأصل وتكتب قيم الخطوط عند نهاياتها خارج الإطار الداخلي للخريطة باللون الأحمر. بينما تظهر خطوط الطول ودوائر العرض باللون الأسود.

نظام الإحداثيات بالخرائط الطبوغرافية:

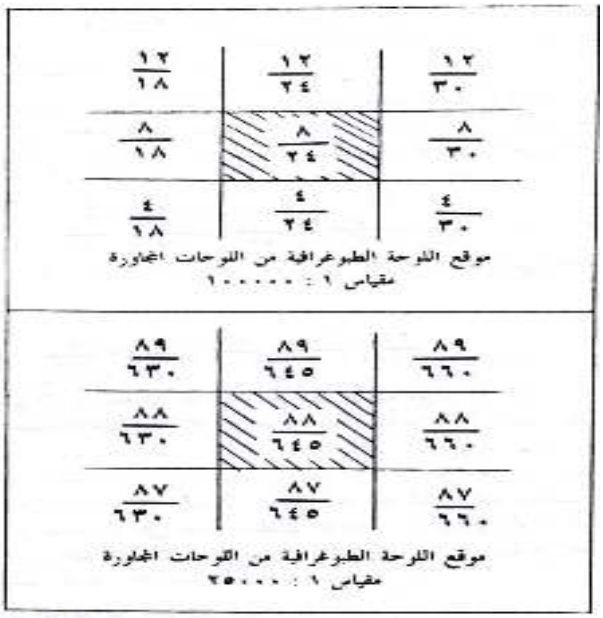
تتبع كثير من الدول النظام الإحداثي عند تحديد أو توقيع النقط والمواقع ، حيث تختار نقطة في الجنوب الغربي من الدولة ، يبدأ من عندها النظام الاحداثي ، وتسمي هذه النقطة بنقطة الأصل ، يبدأ منها خط إحداثي رأسي وأخر أفقي تنحصر أراضي الدولة بينهما. حيث تسمي شبكة الخطوط الرأسية بالشرقيات والخطوط الأفقية بالشماليات. ولكل دول نقطة أصل، فعلي سبيل المثل تقع نقطة الأصل في النظام المصري في جبل العوينات ،ونقطة عين العبد في السعودية. ونقطة الأصل في النظام الانجليزي في مقاطعة كورنوال Cornwall. ونقطة الأصل في النظام الفرنسي نقطة تقاطع خط باريس مع خط الاستواء.



نظام الإحداثيات بالخرائط الطبوغرافية المصرية مقياس1 :100,000 :

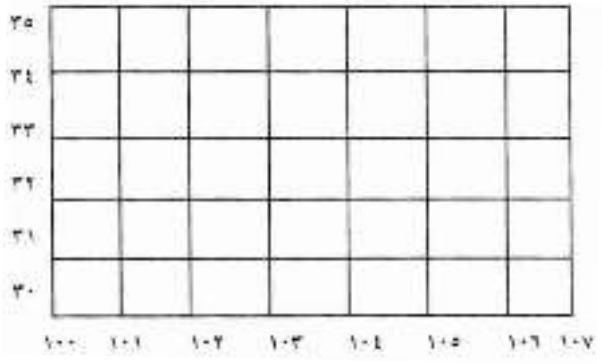
تمثل هذه الخرائط منطقة أبعادها 40×60كم،أي إنها تمتد من الجنوب إلي الشمال مسافة 40كم ومن الغرب إلي الشرق مسافة 60كم ،أي أن أبعاد هذه اللوحة 40×60سم. وتنسب كل لوحة طبوغرافية لنقطة الأصل بجبل العوينات ويبدأ ترتيب اللوحات منها شمالاً وشرقاً، ويذكر احداثي كل لوحة وهو بعد ركنها الجنوبي الغربي من نقطة الأصل في الاتجاهين الشمالي والشرقي،ويكتب هذا الاحداثي علي شكل كسر اعتيادي بسطه الاحداثي الشمالي ومقامه الاحداثي الشرقي $\frac{\text{شماليات}}{\text{شرقيات}}$ فعلي سبيل المثال إحداثيات اللوحة الأولي $\frac{0}{0}$ وذلك لأن ركنها الجنوبي الغربي ينطبق علي نقطة الأصل،وإحداثيات اللوحة الثانية $\frac{4}{0}$ وذلك لأن ركنها الجنوبي الغربي يبتعد شمالاً عن نقطة الأصل بمقدار 40كم (وهي امتداد اللوحة السابقة) أي $\frac{8}{0}$ ، $\frac{12}{0}$ وهكذا.

أما الاحداثي الشرقي فمازال منطبقاً علي امتداد نقطة الأصل. وهكذا تستمر إحداثيات اللوحة التالية شمالاً كل احداثي شمالي منها يزيد عن السابقة بمقدار 40كم أما الاحداثي الشرقي فيظل باستمرار يساوي صفر.



وإذا انتقلنا إلي اللوحة التالية لها شرقاً نجد أن رقم اللوحة هو $\frac{0}{6}$ وذلك لان الركن الجنوبي الغربي لهذه اللوحة ما زال منطبقًا علي الاحداثي الشمالي لنقطة الأصل ولذلك فهو صفر، أي $\frac{0}{12}$ ، $\frac{0}{18}$ ، $\frac{0}{24}$ ، $\frac{0}{30}$ وهكذا.

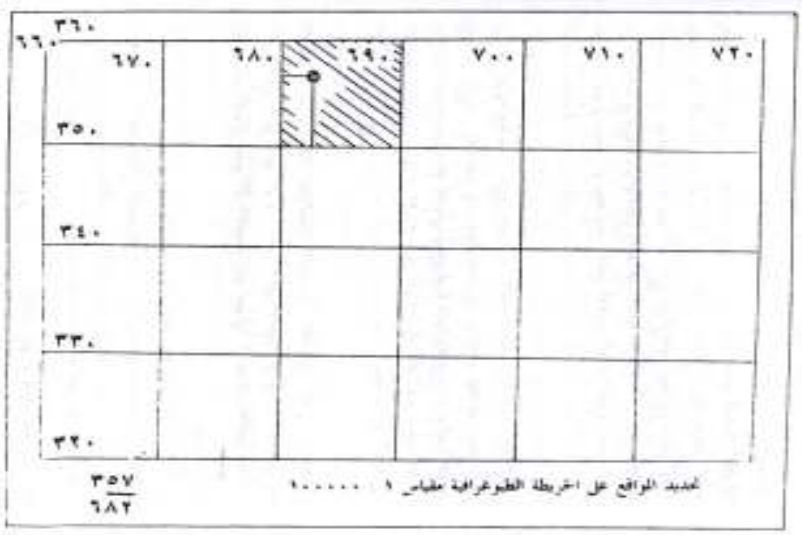
أما الاحداثي الشرقي للوحة فانه يبتعد عنها بمقدار 60كم، وبما أن الإحداثيات تذكر بعشرات الكيلومترات لذا فأنه يساوي 6كم.



تحديد المواقع علي الخرائط الطبوغرافية المصرية مقياس1 :100,000 :

✍ لتحديد إحداثيات أي نقطة علي الخريطة الطبوغرافية مثلاً $\frac{357}{682}$ يمكن بالرجوع إلي فهرس الأطلس الطبوغرافى ، ويعني هذا الاحداثي أن هذا الموقع يبتعد 375 كم شمالاً ، و682كم شرقًا عن نقطة الأصل. وتبعًا للتقسيم الاحداثي للخرائط الطبوغرافية مقياس 1: 100000 فإن هذا الموقع يقع بالمربع الذي إحداثيات ركنه الجنوبي الغربي $\frac{350}{680}$.

- يتم تحديد إحداثيات الخريطة الشمالي بحيث يكون الرقم 4 ومضاعفاتها ،وذلك بتحديد أقرب رقم من الاحداثي الشمالي ويقبل القسم علي 4 ، وأيضا تحديد إحداثيات الخريطة الشرقي بحيث يكون الرقم 6 ومضاعفاتها ،وذلك بتحديد أقرب رقم من الاحداثي الشرقي ويقبل القسم علي 6 ،ومن ثم يكون احداثي الخريطة الطبوغرافية المطلوبة $\frac{32}{66}$ بعشرات الكيلومترات.
- يتم تحديد المربع الداخلي علي الخريطة الذي يبعد ركنه الجنوبي الغربي عن نقطة أصل الخريطة 30كم شمالاً ،أي علي بعد يساوي 3 أقسام، و20كم شرقاً أي علي بعد يساوي طول قسمين من أقسام التقسيم الداخلي للخريطة الطبوغرافية.
- يتم تحديد الموقع المطلوب علي بعد مقداره 7كم شمالاً ، و2كم شرقاً من الركن الجنوبي الغربي للمربع.



□

الفصل الثاني

التعميم الكارتوجرافي

الفصل الثاني

التعميم الكارتوجرافي

تعد عملية التعميم الكارتوجرافى من الخطوات المهمة فى إنتاج الخرائط الطبوغرافية، سواء أكان هذا التعميم فى نفس الخريطة أثناء إنتاجها أم عند استخدام الخرائط الأكبر مقياساً في إنتاج الخرائط الأصغر مقياساً، كما هو الحال فى التطبيق الخاص بمنطقة الدراسة، حيث استخدمت الخرائط الطبوغرافية مقياس ١:٢٥٠٠٠، والتى سبق إنتاجها وتحديثها في إنشاء خريطة طبوغرافية واحدة تضم مركز المنيا بمقياس ١:٥٠٠٠٠، وقد تم اختيار هذا المقياس لأنه المقياس المناسب لمساحة مركز المنيا، وتم ذلك عن طريق استخدام عناصر التعميم المختلفة، وفيما يلي توضيح لعناصر التعميم وأهميته والعوامل المؤثرة فيه وأنواعه، وصولاً بعد ذلك للخريطة الطبوغرافية النهائية المنتجة مقياس ١:٥٠٠٠٠.

حيث يؤدي إلى ازدحام التفاصيل،ويجعل قراءة الخريطة أمراً صعبًا. لذلك يتم اللجوء إلى الاختصار، والحذف، والتبسيط، والمبالغة، والإزاحة من أجل تسهيل قراءة الخريطة، وكلما صغر المقياس زادت درجة التعميم لحل مشكل ازدحام المعلومات والتفاصيل في المنطقة المراد رسمها علي الخريطة، وهذه المشكلة تؤدي في معظم الأحيان إلى استحالة وضع كافة التفاصيل على الخريطة لكثرتها وصغر المساحة المتاحة على الخريطة. أي أنه يستحيل نقل جميع المعلومات في الطبيعة بصدق تام إلى الخريطة، فيتم التقليل من المعلومات وإلغاء البعض منها الذي ليس بدرجة كبيرة من الأهمية مقارنة بالبعض الآخر، والتركيز على إبراز المعلومات التي يعتبر إبرازها أمر اً ضروريًا. حيث يتطلب إبرازها بوضوح إزاحة بعض المعالم الأقل أهمية عن موقعها الجغرافي الأصلي ، إضافة إلي التعميم كما في حالة خطوط الشواطئ كثيرة التعرج ، كما أن عمليات الترميز بالخريطة تتطلب في بعض الأحيان المبالغة في حجم المعالم المهمة لإظهارها مثل الآبار في المناطق الصحراوية الجافة.

لذلك يقوم الكارتوجرافي بتغيير أشكال بعض المعالم وتبسيط أشكال معالم أخرى وإزاحة بعض المعالم من مو اقعها الحقيقية لتصبح الخريطة بعد إجراء هذه التعديلات مختلفة عن الحقيقة ولكن يجب أن تفي بالغرض الذي أعدت من أجله دون أن تتأثر بشكل جوهري بهذه التعديلات. فدقة الخريطة ومدى مطابقتها للو اقع يعتمد إلى حد كبير على درجة التعميم. وهناك بعض العناصر التي تساعد معرفتها ودراستها والاهتمام بها على الوصول إلى نتائج أفضل أثناء إجراءات أعمال التعميم ، ومنها: أصل المعلومات وكمية المعلومات وأهمية المعلومات ونوع المعلومات ودقة الخريطة وتوازن الخريطة.

ضوابط التعميم الخرائطي[1]:

التعميم الخرائطي Cartographic Generalization هو عبارة عن عملية معالجة للظاهرات الجغرافية التي تتواجد في منطقة يراد تمثيلها علي خريطة ، وبما أن الخريطة هي عبارة عن تمثيل للعالم الحقيقي علي لوحة رسم يظهر أصغر من حقيقته ، لذا فمن الصعب توقيع تفاصيل هذا الكم من الظاهرات والبيانات الجغرافية إلا بما يتناسب مع مقياس الرسم من ناحية ، وحجم اللوحة التي أنشئت عليها الخريطة من ناحية أخري. وبناءً عليه يقوم الخرائطيون بمعالجة الظاهرات التي تُكون محتوي ومضمون الخريطة بقدر ما يتيحه مقياس الرسم وحجم اللوحة. فالتعميم هو التبسيط واختصار المعلومات والظاهرات الجغرافية.

ويقصد بالتعميم العمليات اللازمة لتحسين شكل الإخراج للخريطة وجعلها واضحة ومقروءة مع المحافظة علي أن تكون البيانات حسب موضعها الناتج من المسح الجوي، بمعني عدم حذف المعالم الجغرافية في المناطق التي لا تسمح المساحة علي الخريطة الطبوغرافية بإظهارها بل إخفائها فقط وإعطائها كود يسمح بإظهارها علي الخرائط الأكبر في المقياس. فالتعميم عمل لابد من إجرائه عند اشتقاق خريطة ذات مقياس صغير من خريطة ذات مقياس أكبر، أو عند نقل معلومات من سطح الأرض أو جزء منه إلى الخريطة. فالتصغير بالوسائل التصويرية لا يصلح في هذه الحالات، فهو يؤدي إلى تصغير الكتابة والرموز والمصطلحات،

[1] للاستزادة:تصميم وتنفيذ الخرائط (2007): أحمد مصطفي ومحمد السوداني،دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.

المجموعة الأولي:

١- مقياس الرسم Scale

من المعروف أنه كلما صغر مقياس رسم الخريطة زادت درجة التعميم بها، لذا يلاحظ أن نتائج عمليات التعميم تكون واضحة وجلية فى الخرائط صغيرة المقياس. ولكن لا ينبغى أن يؤدى هذا إلى عدم الثقة فى الخرائط ذات مقياس الرسم الأصغر المشتقة من الخرائط المصدرية ذات مقياس الرسم الأكبر، ذلك لأن الغرض أو الهدف من الخرائط صغيرة المقياس مختلف تماماً عن الغرض الذى أنشئت من أجله الخرائط كبيرة المقياس. كما لا ينبغى استنتاج أن الخرائط كبيرة المقياس لم يتم بها عملية تعميم. فالخرائط من مقياس ١ : ١٠,٠٠٠ مثلاً – وهى خرائط كبيرة المقياس – مشتقة من خرائط ذات مقياس رسم أكبر. وإذا كانت قد إنشئت بالطرق المساحية فإن بها درجة تعميم ترتبط بخطأ التوقيع. فعند إنشاء تلك الخرائط بالطرق المساحية التقليدية فإن أقل سمك لسن قلم الرصاص المستخدم فى التوقيع من الناحية العملية هو ٠,٥ ملليمتر ، وهذا يعنى أن سمك الخط المرسوم على اللوحة يقابلة فى الطبيعة ٥ أمتار، ونقطة مرسومة على اللوحة تغطى مساحة قدرها ١٩,٦م٢ أى أن أى ظاهرة إتساعها أقل من ٥م– مثل مدق صحراوى أو قناة رى– إما أن لا يعتنى برفعها من الطبيعة أى يستبعدها الخرائطى المساح أو أن يوقعها بنسبة مبالغه هى النسبة بين اتساعها فى الطبيعة ومقدار الـ٥م. وكذلك أى معلم مساحته فى الطبيعة أقل من ٢٠م٢ يخضع لهذين البديلين، الاستبعاد أو المبالغة وهما من عمليات التعميم الخرائطى. لذا فإن المساح الأرضى يقوم بعملية تصنيف سريعة للظاهرات عند قيامه بالعمل ويقوم بعملية اختيار وعملية مبالغة بصورة تلقائية، والنتيجة أن الخريطة المصدرية كبيرة المقياس التى يعود بها من الحقل بها تعميم بدرجة ما.

وكذلك بالنسبة للخرائط الطبوغرافية متوسطة المقياس من مقاييس ١:٢٥٠٠٠، ١: ٥٠,٠٠٠، ١: ١٠٠,٠٠٠، ١: ٢٥٠,٠٠٠ فقد اشتق كل منها من خرائط ذات مقياس رسم أكبر منها وبها قدر من التعميم يتناسب مع مقياس رسمها ومع الغرض

منها حيث أنها خرائط مرجعية. وعند انشاء تلك الخرائط من الصور الجوية مباشرة بواسطة الأجهزة الاستريوسكوبية أى أجهزة الرؤية المجسمة، وهى أجهزة مختلفة فى دقتها ويستخدم معها جهاز قضيب البرالاكس. ويوجد على طرفى هذا القضيب شريحتان زجاجيتان، وبكل شريحه علامة نقطية تسمى العلامه العائمة، وعند النظر إلى أزواج الصور تحت جهاز الاستريوسكوب فإن الصورتان تندمجان معا فى صورة واحده مجسمة أى ثلاثية الأبعاد، وكذلك الشريحتان تندمجان معا فى صورة واحده بها نقطة واحدة هى العلامة العائمة. ويستعان بتلك العلامة العائمة فى رسم المعالم الجغرافية. ولكى يستطيع الخرائطى رسم تلك المعالم بدقة يجب أن يستشعر أن هذه العلامة تسمى سطح الأرض تماما أى لا تكون طافية فوق سطح الأرض أو مغروسه فى الأرض، وذلك عن طريق تحريكها فى المستوى الرأسى إلى أعلى أو إلى أسفل حتى تمس سطح الأرض تماما وذلك بالاستعانة بالمقياس المدرج على قضيب البرالاكس. وتختلف الأجهزة الفوتوجرامترية فى مقدار الحركة الرأسية اللازمة لكى يستشعر الخرائطى حركة العلامة العائمة حتى يجعلها تمس سطح الأرض لرسم المعالم. ولكل جهاز درجة حساسية معينة تتراوح بين ١٠و٢٠ متراً. وبالتالى فإن الظاهرات التى تقع فى حدود أقل من هذا المقدار سوف ترسم وبها قدر من التعميم سواء فى اختصار التفاصيل أو المبالغة فى الحجم أو تصغيره. لذا فإن الخرائطى الذى يعمل على تلك الأجهزة يقوم بتعريف الظاهرات الموجودة بالصورة أولاً حتى يتمكن من إجراء التعميم تبعاً لمقياس رسم الخريطة المطلوبة وتبعا للقدرة التمييزية resolution للصورة أى مقدار حساسية الجهاز.

وقد أظهرت دراسة مقارنه قام بها Monmonier لخرائط مقياس ١ : ١٠٠,٠٠٠ انتجت من صوّر جويه قام بها خرائطيين مختلفين استخدموا نفس الأجهزة ونفس الصوّر، وجود اختلافات واضحة فى درجة التعميم. فالظاهرات الكبيرة والظاهرات ذات درجة الوضوح العالية قد ظهرت فى كل الخرائط عند كل الخرائطيين أما الظاهرات الصغيرة والتى اعتبرها البعض قليلة الأهمية فقد ظهرت فى بعض الخرائط، وكانت موضع استبعاد ولم تظهر فى الخرائط الأخرى. وتشير نتائج تلك الدراسة إلى أن بعض الظاهرات الصغيرة التى تحدد خصائص التوزيع المكانى للظاهرة قد رأى بعض الخرائطيين أنه يجب أن تبقى حتى وإن كان

المقياس لا يسمح بتوقيعها، والبعض الآخر لم يدرك مفهوم نمط التوزيع. وبصفة عامه فقد أشارت النتائج النهائية لتلك الدراسة إلى أنه يمكن ترتيب عمليات التعميم وعلاقتها بمقياس الرسم على النحو التالي: أهمية الظاهرة ثم خصائص التوزيع المكاني لإظهار نمط التوزيع ثم ظروف (خطأ) التوقيع.

وإذا كانت عملية زحزحة أو ترحيل displacement الظاهرات من مواقعها الحقيقية ضرورية عند تصميم الخريطة فإن تسلسل أولوياتها يكون على النحو التالي: الخطوط الهيدروجرافية ثم خطوط السكك الحديدية ثم الطرق الرئيسية ثم الطرق الفرعية ثم المباني ثم حدود المناطق البنائية. وقد يترتب على ترحيل ظاهرة ما ترحيل ظاهرات أخرى مرتبطة بها. فعلى سبيل المثال عند زحزحة جانبي الطريق الرئيس كي يظهر على الخريطة باتساع مناسب يوحي بأنه طريق رئيسي، فإن واجهات المباني المطلة عليه يجب زحزحتها هي الأخرى حتى تحتفظ بمواقعها النسبية الصحيحة بالنسبه له. وكذلك عند الإبقاء على المعالم الصغيرة كالمباني المنعزلة والمحلات السكنية المتباعدة والمبعثرة لتوضيح نمط التوزيع العمراني، فإنه يجب المبالغة في حجم تلك المعالم، لذا يجب ترحيل المعالم الخطية المرتبطة بها مثل الطرق أوخطوط المجاري المائية حتى تحتفظ بمواقعها النسبيه بالنسبه لها. فإذا كان المبنى أو المحلة السكنية تقع على الجانب الشرقي للطريق وتم المبالغة في حجمها، فيجب زحزحة الطريق إلى الغرب حتى تحتفظ بموقعها النسبي.

وعند إنشاء خريطة لمنطقة ما من الصور الجوية فإن الخرائطي يتعامل مع مساحة محدودة هي منطقة التداخل بين الصورتين التي يستشعرها مجسمة تحت جهاز الإستريوسكوب، لذا فإنه من الصعب عليه تحديد العلاقات بين العناصر الخاصة بالتعميم على مستوى المنطقة التي تغطيها مجموعة الصور ككل، وتبرز أمامه عدة بدائل أو خيارات هي:

- هل يتم تمثيل الظاهرات والمعالم وإجراء التعميم أثناء عملية التوقيع؟
- هل يتم تمثيل الظاهرات والمعالم واختيار الرموز وتحديد عمليات التعميم المطلوبة قبل التوقيع؟

- هل يتم التعميم بعد عملية التوقيع؟

وتلقي هذه البدائل الضوء على العلاقة الوطيدة بين مقياس الرسم ومفهوم التعميم الخرائطي، والذي يرى كثير من الخرائطيين (روبنسون - كيتس - كامبل) وجوب تحديد عمليات التعميم أولاً قبل التوقيع خاصة بالنسبة لعملية التزميز من أجل توحيد شكل الرمز أو العلامة بالنسبة للظاهرة، ومن أجل المحافظة على علاقات متوازنة بين الرموز على مستوى الخريطة حتى لا يظهر رمز أكبر من غيره مما يوحي بأن ظاهرته أكبر أو أكثر أهمية، وقد تكون في الحقيقة عكس ذلك. وفي كل الحالات فإن البيانات التي تأتي من العمليات المساحية الأرضية أو الفوتوجرامترية تكون خاضعة لقرار التعميم تبعا لمقياسها النسبي وتبعا لمقياس رسم الخريطة النهائية.

٢- **متطلبات التمثيل الخرائطي** Graphic requirements:

يعد الوضوح من أهم متطلبات التمثيل الخرائطي، وكما هو معلوم أنه كلما صغر مقياس رسم الخريطة تصغر المسافات والمساحات المتاحة لتوقيع الرموز الخرائطية المطلوبة، ولكن لا يعني ذلك وجوب تصغير حجم تلك الرموز بنفس النسبة وإلا أدى ذلك إلى عدم وضوحها. إذ يعتمد وضوح الخريطة على حجم الرمز وشكله وهيئته ولونه حيث يؤدي ذلك إلى التباين المطلوب بينها أي التفريق بينه وبين الرموز الأخرى كي يدركها مستخدم الخريطة. ومن ناحية أخرى فإن تركيز كمية من المعلومات في جزء ما أو مساحة ما على الخريطة تؤثر على مستوى وطبيعة الإدراك لدى مستخدمها خاصة إذا كان حجم التمثيل الرمزي يصل إلى الحد الفاصل بين إمكانية التمييز بين الرموز أو عدم الإمكانية، أي إلى الحد الذي يفشل عنده مستخدم الخريطة إدراك شكل الرمز وتمييزه من بين الرموز المجاورة. ويعتبر المبالغة في حجم الرمز الخرائطي متغيراً هاماً في تمييز الرموز عن بعضها البعض، وفي الحصول على الشكل الفني الجذاب المطلوب للخريطة، وفي التوصل أيضاً إلى درجة الوضوح المطلوبة لمستخدمها.

وتستخدم الألوان كأداة تمييز بين الظاهرات، ومن ثم فإنها تساعد في إدراك عين المستخدم للتباين المطلوب بين الرموز ومن ثم المحافظة على شرط الوضوح

فالعين تدرك الرموز الملونة بالأسود والأحمر والأزرق والأخضر وتكون عالية الوضوح مقابل الخلفيات فاتحة اللون ويمكن التمييز بينها حتى وإن كانت متقاربة إلى حد ما من بعضها البعض. أما إذا كان التباين والتمييز ومن ثم الوضوح يقوم على تدرجات لونية فإنه يجب أن تكون منطقة الرمز كبيره بما فيه الكفاية. كما يجب ألا تستخدم الالوان ذات السيطرة البصرية العالية مثل الأحمر بكثره، إذ يؤدى ذلك إلى النقص فى قيمته الادراكيه.

وتهتم الخريطة الطبوغرافية على سبيل المثال بالطرق وتصنيفها باعتبارها معلومات تهم عامة المستخدمين، لذا فإنها تبالغ فى رموز الطرق بنسبة أكبر من الخرائط الأخرى من نفس المقياس الرسم حتى وإن كانت خرائط خاصه بالطرق Roadmap. فقد قام كوينين Cuenin عام ١٩٧٢ بدراسة تفصيلية عن كيفية معالجة الرموز الخطية الدالة على الظاهرات الخطية على خرائط من مقاييس رسم مختلف وتحديد السمك المناسب لها بالمقارنة مع اتساعها الحقيقى فى الطبيعة، وعلاقة ذلك بالمبالغة فى سمك الخط للوصول إلى درجة وضوح مقبولة. وقد انتهى كوينن إلى أن نسبة المبالغة لا يجب أن تكون واحده بالنسبة لكل الظاهرات الخطية، إذ يجب أن تختلف مع الأهمية النسبية للظاهرة. على سبيل المثال فى خريطة بمقياس رسم ١ :٥٠,٠٠٠ يجب المبالغة فى سمك الطريق الرئيسى بنسبة أكبر من المبالغة فى سمك المجرى المائى، ذلك لأن الطريق يحتاج إلى رمز مركب لتمثيل خصائصه ودرجته ولإظهاره بأنه أكثر أهمية من المجرى المائى وبالتالى يسهل تمييزه. كما يحتاج الدرب الصحراوى إلى مبالغة أكبر، حيث أن الحد الأدنى لسمك الخط الذى يمكن تمييزه على الخريطة عند إخضاعه لمقياس الرسم ومقارنته باتساعه الحقيقى فى الطبيعة تكون النسبة بينهما كبيرة. فالحد الأدنى لسمك الخط الذى يمكن تمييزه على خريطة من نفس المقياس ١ :٥٠,٠٠٠ هو ٠,٥ ملليمتر فيكون اتساعه فى الطبيعة تبعا لمقياس الرسم ٢٥م، بينما الاتساع الحقيقى للدرب الصحراوى لا يتعدى أربعة أمتار. ولتوقيع الدرب بصورة صحيحة حسب مقياس الرسم يجب أن يكون سمك الخط ٠,٠٨ ملليمتر أى أن نسبة المبالغة يجب أن تكون ١ :٦,٢٥٠ وللمقارنة عند تمثيل طريق رئيسى ذى اتجاهين اتساعه ٨٠م على نفس الخريطة سوف يرسم على شكل خطين متوازيين سمك كل واحد منهما ٠,٣ ملليمتر وبينهما مسافة ٢

ملليمتر حتى يمكن رسم الجزيرة الفاصلة بين الاتجاهين، أى أن السمك الكلى للطريق يصبح ٢,٦ ملليمتر وهذا الاتساع يقابله فى الطبيعه ١٣٠ متراً، أى أنه تم المبالغة فى اتساع الطريق بنسبة ٨٠:١٣٠ أى بنسبة ١:١,٦٢٥ ، هى نسبة أصغر من النسبة ١ : ٦,٢٥ .

أما بالنسبة للعلاقة بين متطلبات التمثيل الخرائطى و مساحة الحيز المتاح لتوقيع الظاهرات والمعلومات والبيانات الخرائطية من ناحية وعملية التعميم من ناحية أخرى، فإن ذلك يقود إلى مفهوم العلاقة بين الخرائط المصدرية ذات مقياس الرسم الأكبر والخريطة المشتقة ذات مقياس الرسم الأصغر وما يرتبط به من العلاقة بين الحجم الحقيقى للظاهرة أو المعلم الجغرافى والأهمية النسبية المفترضة لها. فإذا كانت الخرائط المصدرية بمقياس رسم ١:٥٠٠٠ ويراد إنشاء خريطة بمقياس رسم ١: ٥٠,٠٠٠ فإن النسبة بين المقياسين هى ١:١٠ وهى نسبة صحيحة بالنسبة للامتدادات الطولية أو الظاهرات الخطية، أى أن كل خريطة مصدرية سوف تصغر بنسبة ١:١٠ ثم تجمع لتكوين الخريطة المشتقة. ولكن بالنسبة للحيز المساحى فإن النسبة هى ١:١٠٠ أى أن كل ١٠٠ وحدة مساحية على الخريطة المصدرية يجب أن تظهر فى حيز مقداره وحده مساحية واحدة. فالمربع الذى طول ضلعه ١٠ سم على الخريطة المصدرية بما يحويه من ظاهرات سوف يظهر على شكل مربع طول ضلعه ١ سم فقط على الخريطة المشتقة، ولكن مساحة المربع الأول ١٠٠سم٢ ومساحة المربع الثانى ١سم٢ والنسبة بينهما ١٠٠ : ١ . ويترتب على ذلك استحالة توقيع الظاهرات الموجوده فى المربع الأول وتوضيحها داخل المربع الثانى المصغر على الخريطة المشتقة، لذا فإن متطلبات التمثيل الخرائطى تحتم على الخرائطى ضرورة اختصار الظاهرات، أى اختيار الظاهرات التى ستبقى وتحديد الظاهرات التى سوف تستبعد. وأيضاً المبالغة فى حجم الظاهرات التى ستبقى حتى تكون بدرجة وضوح مقبوله على الخريطة المشتقة.

وبصفة عامة فإن متطلبات التمثيل الخرائطى من اختيار وحذف، أو مبالغة يتطلب حصر الظاهرات والمعالم المراد إظهارها ثم تحديد نسبة المبالغة المطلوبة لكل ظاهرة أو مجموعة ظواهر وذلك تبعا لأهميتها وتبعا للإمكانات المتاحة للتوقيع للوصول إلى درجة وضوح مقبولة. وهكذا فإن متطلبات التمثيل الخرائطى يحددها

الأهمية النسبية للظاهرة والهدف من الخريطة والسمات العامة أو الشكل العام للخريطة.

المجموعة الثانية:

١- خصائص الظاهرة Characteristics:

لكل ظاهرة جغرافية خصائص تصفها وتوضحها وتميزها عن غيرها من الظاهرات. وتشمل الخصائص الصفات الظاهرية المرئية والصفات الكامنه غير المرئيه (الصفات التي تتعلق بالتوزيع والانتشار، وبربط تلك الصفات بعضها ببعض تتضح خصائص أخرى للظاهرة الجغرافية. وفى الحقيقة يستخدم مفهوم خصائص الظاهرة بطرق مختلفة، فالبيانات والمعلومات الخاصة بالصفات الظاهرية هى الموقع Location والشكل الخطي Linear shape والشكل المساحى Areal Shape أو الامتداد على المستوى الأفقى الأرضى Ground plane ، وتلك الصفات أو الخصائص تظهرها الخريطة فى حدود مقياس رسمها. فكل ظاهرة نقطية أو موضعية على الخريطة لها موقع يمكن تحديده إما بالاحداثيات الجغرافية (درجة الطول ودرجة العرض) أو بالاحداثيات التربيعية الكيلومتريه (الشرقيات والشماليات). كما يمكن تحديد موضعها بالنسبة للظاهرات الأخرى المجاورة لها أو المحيطة بها. وكل ظاهرة خطية يمكن تحديد طولها واتجاهها وشكل امتدادها، فالطرق والسكك الحديديه تتميز باستقامتها وانحناءاتها الخفيفة الناعمة smooth curves. بينما خط الساحل وخطوط المجارى المائية فتتميز امتداداتها بتعرجاتها غير المنتظمة، وقد يتخذ الشكل المساحى امتداد منتظم وله حدود منتظمة مثل مناطق المحاصيل الزراعيه والحدائق والبساتين، وقد يأخذ الامتداد المساحى شكل متعرج الحدود مثل المحلات العمرانية ذات النمو العشوائي عند الأطراف. وخاصية الشكل الظاهرى بهذا المفهوم ما هو إلا خاصية واحده من خصائص الظاهرة.

وقد يتميز المظهر الجغرافى Landscape لمنطقة ما بخاصية تكرار ظاهرة معينة صغيرة الحجم مثل بعض المحلات العمرانية الصغيرة التي تعطى نمط انتشار أو توزيع مبعثر. وقد تتميز المحلة العمرانية بالخاصية الخطية عند نموها على امتداد طريق أو ضفة مجرى نهرى أو خط ساحل، أو تتميز بخاصية النواه المركزية التى

نمت حولها في امتداد مساحى متعرج الحدود نتيجة النمو العشوائى أو المخطط عند الأطراف. وهكذا فإن خاصية الظاهرة الجغرافية ليست فى شكلها فقط بل أيضاً فى نمط توزيعها وانتشارها.

وقد يحدد خصائص الظاهرة صفات أخرى كامنة بالإضافة إلى الشكل، مثل الخصائص التى تحدد الطريق الرئيسى ليس فقط استقامته واتساعه ووجود جزيرة وسطى به، وعدد مسارات الحركة عليه (الحارات)، ولكن طبيعة بناؤه مثل سمك الطبقة الخرسانية وسمك الطبقة الأسفلتية وطبيعتها التى تغطيه، وأيضاً كمية الحركة المنسابة عليه وطبيعته تلك الحركة التى تحددها عدد السيارات ونوعها، وكذلك كمية النقل عليه سواء نقل ركاب أو نقل بضائع وكذلك كثافة الحركة. وتحدد تلك الخصائص غير الشكليه وغير الظاهرية موقع الطريق فى التصنيف الهرمى للطرق، وقد يحدد خصائص الظاهرة الكم الجغرافى الخاص بها مثل عدد السكان بالنسبة للمحلات العمرانية أو كمية التصريف ونظامه بالنسبه للمجارى المائية، وهذه خصائص تحدد موقع المحلة السكنية أو المجرى المائى فى التصنيف الترتيبى لها.

وقد يحدد خصائص الظاهرة أهميتها النسبية، إذ يساعد ذلك فى تعريف الظاهرة وإدراك ما يميز الظاهرة التى تندرج تحت فئة تصنيفية واحده عن بعضها البعض ويكشف التباين فى المظهر الجغرافى. لذا يعتبر كل من التعريف والتمييز أدوات خرائطية يستعين بها الخرائطى فى عمله بشرط توافر خلفية جغرافية عميقة مناسبة. وفى الخرائط ذات مقياس الرسم الصغير جدا (الجغرافية) مثل خرائط العالم حيث تصل درجة التعميم إلى أقصى حد، فإن خاصية الأهمية النسبية تساعد فى التمييز بين الظاهرات المتشابهة.

ويساعد مفهوم خصائص الظاهرة فى اختيار أو تصميم الرمز الذى يستخدم فى تمثيل الظاهرة وفى نسبة المبالغة، وفى مقدار الإزاحة إذا كان ذلك ضروريا. كما يساعد المحافظة على خصائص الظاهرة الخرائطى فى تمييز وفصل الظاهرات التى من رتبة واحدة أو داخل فئة تصنيفية واحدة وإدراك الاختلاف بينها للقيام بعملية التعميم الخرائطى بكفاءة عالية.

وتعد عملية تحديد الخصائص التى تميز الظاهرات عملية صعبة تعتمد على الخلفية العلمية والخبرة الواسعة، خاصة إذا كانت المنطقة التى ستمثل على الخريطة تتميز بظاهرات عديده صغيرة الحجم مثل منطقة كثبان رملية أو شجيرات مبعثره فى مساحة من الحشائش أو منطقة برك وبحيرات صغيرة مبعثره أو منطقة نمط عمرانى مبعثر أو شريطى فإن تحديد الخصائص يعتمد على المعرفة الجغرافية الجيده . وكذلك تعتمد على القرارات الخاصة بالدوائر والهيئات الحكومية ذات العلاقة بالنسبة لبعض الظاهرات البشرية . أما بالنسبة للظاهرات الخطية فمن السهل المحافظة على الخصائص التى تميزها مثل الاحتفاظ بالتعرجات الرئيسية مثل الرؤوس الأكثر بروزاً والخلجان الأكثر تدخلاً فى خط الساحل شديد التعرج، أما ما عدا ذلك فيمكن حذفه أو إزالة التعرجات أثناء عملية التبسيط .

٢- الأهمية النسبية Imprtance:

يؤثر مفهوم الأهمية فى عمليات الحذف والدمج والترميز والمبالغة أى فى شكل وحجم الرمز المختار أو المصمم، وبالتالى فى الصوره البيانية النهائية للخريطة، لذا فإن هذه العمليات تتم بعد تحديد أهمية الظاهرات بالنسبة لبعضها البعض. ويتم تحديد الأهمية فى مستويين:

- المستوى الأول: الأهمية النسبية للظاهرة بالنسبة للظاهرات الأخرى من نفس الدرجة أو الرتبة داخل الفئة التصنيفية الواحدة .
- المستوى الثانى: الأهمية النسبية بين الدرجات أو الرتب داخل المجموعة التصنيفية الواحدة .

على سبيل المثال، فى فئة المبانى الصغيرة قد يوجد مبنى منعزل أو عدة مبانى قد ينظر إليها على أنها قليلة الأهمية أو ليس لها أهمية على الاطلاق فيتم استبعادها أو حذفها . ولكن قد يكون لها أهمية فى توضيح النمط العمرانى فيحتفظ بها على الخريطة، أى أن لهذه المبانى الصغيرة أهمية نسبية داخل فئة المبانى الصغيرة التصنيفية . وأيضاً فى مجموعة القرى التصنيفية هناك فئة القرى كبيرة الحجم وفئة القرى متوسطة الحجم وفئة القرى صغيرة الحجم، وقد يرى الخرائطى حذف واستبعاد قرى الفئة الصغيرة بهدف الحصول على درجة وضوح مقبوله للخريطة

خاصة إذا كانت هناك منطقة على الخريطة بها كثافة عالية من القرى، ولكن قد يكون لقرية صغيرة أهمية خاصة كأن تكون محطة أو علامة مميزة على طريق فى هذه المنطقة، أو يكون لها أهمية تاريخية لذا يجب الاحتفاظ بها. وهكذا يؤثر ضابط الأهمية النسبية فى عملية الحذف.

وربما تؤدى الأهمية النسبية إلى ضرورة المبالغة فى حجم الرمز أو الترحيل البسيط عن المكان الأصلى، أو دمج المساحات الخضراء فى مساحة واحدة بدلاً من حذفها. وهكذا فإذا كان الخرائطى يعمل على المحافظة على مستوى إدراك بصرى مناسب للمستخدم عند تصميمه للخريطة، إلا أنه يضع فى اعتباره ضرورة أن يتناسب ذلك مع أهمية ما تحتويه من معلومات، ومن ثم التأكيد على هذا المستوى عن طريق تكبير الرمز الخاص به والمبالغة فيه بدلاً من الحذف والاستبعاد.

وتتغير قواعد الأهمية النسبية مع مقياس رسم الخريطة، فالظاهرة التى لها أهمية نسبية فى خريطة كبيرة المقياس قد لا يكون لها نفس درجة الأهمية فى خريطة صغيرة المقياس أو متوسطة المقياس. فالخريطة التفصيلية التى تبين الكتله السكنية The built-up area تمثل بها كل الطرق حسب اتساعها بمقياس الرسم ومن ثم فإنها لا تحتاج- ظاهرة الطرق- إلى تصنيف. أما الخريطة الطبوغرافية متوسطة المقياس والتى تغطى مساحة أكبر فإنها تهتم بالطرق التى تربط المناطق بعضها ببعض، لذا فإنه يجب تصنيف الطرق إلى درجات أو رتب حسب الأهمية، وهذا يؤثر فى اختيار الرمز المناسب لكل فئة. أما فى الخريطة الجغرافية صغيرة المقياس ربما تظهر فئة تصنيفية واحدة فقط من الطرق هى الطرق الرئيسية، وحتى داخل هذه الفئة ربما يجب الاحتفاظ بالبعض ذى الأهمية النسبية الكبيرة وحذف البعض الآخر. وهكذا فإن كل من الأهمية النسبية ومقياس الرسم يرتبطان ببعضهما ارتباطاً وثيقاً.

- أثر العامل الشخصي في التعميم: (هل التعميم عملية ذاتية، شخصية، أم موضوعية؟)

توصف عادة عمليات التعميم بأنها تعتمد على الجانب الشخصى Subjective أى أنها عمليات تتم بناء على قرارات الخرائطى حيث أنها تخضع لخبرته وخلفيته

العلمية والمعرفية التى تؤثر فى تنفيذ عمليات الاختيار والتبسيط والحذف وغيرها. وتتعارض هذه النظرة غير الموضوعية (الشخصية) مع الأسس العلمية التى يجب أن تكون عليها الخريطة. والنظر إلى عمليات التعميم على أنها انحياز غير موضوعى- وبالتالى تعنى أنها عيب فى تعميم الخريطة يتعين معالجته - نظره غير واقعية، إذ أن التصميم والتعميم يقومان على نتائج تجارب اختبارية قامت على أسس علمية محددة. ومن ثم فإن القول بأن عمليات التعميم تعتمد على الجانب الشخصى للخرائطى مصمم الخريطة قول ينقصه عباره «مسترشداً بالأسس والقواعد التى تحكم عمليات التعميم». والقول المشهور الذى يقول «أنه لا يمكن لشخصين يقومان بعملية تعميم خريطة واحدة الوصول إلى نتيجة واحدة» قول ينقصه الكثير من الصحة والدقة.

وتعرف القواميس مصطلح شخصى Subjective على أنه بناء علمى أو موقف علمى يقوم على وجهة النظر الشخصية، ومصطلح موضوعى Objective يعنى أن البناء العلمى يقوم على العقل. ومعرفة وفهم العالم الخارجى المحيط بالانسان عن طريق غير طريق العقل قضية أربكت وحيرت كثير من فلاسفة العلوم لقرون طويلة. وهناك أسس ومبادئ تفرق بين مفهوم شخصى ومفهوم موضوعى، فالأول يعنى انحياز غير منطقى وغير كامل، ومن ثم يعنى خاطئ أو غير صحيح -errone ous، والثانى يعنى الحياد المنطقى ومن ثم يعنى الصحيح correct . وبالنسبة للخرائط فمن الواضح أن أسس التوقيع الخرائطى تقوم على قياسات دقيقة وصحيحة وعلى نظم احداثيات محدده وهى أمور موضوعية objective، بينما وصف الظاهرات وتحديد خصائصها لتصنيفها ما هو إلا وسيلة الهدف منها التعبير الإنسانى عن الأشياء، وهذا التعبير هو بالضرورة شخصى subjective . وكذلك فإن مقياس الرسم وطرق التمثيل الخرائطى ومتطلباته بهدف توضيح الظاهره - وهى عوامل تؤثر فى عملية التعميم - تعالج بموضوعية Objectively ويمكن التعبير عنها فى مصطلحات وكلمات محددة. بينما عوامل الخاصية characteristic والأهمية importance تقوم على التفسير، وهذا التفسير يقوم على الوصف وهى أيضاً تعبيرات شخصية، فلا يمكن تفسير شئ إلا بعد وصفه وتحليله (المنهج الوصفى

عمليات التعميم الخرائطي Cartographic Generalization Processes

١- التصنيف Classification

بعد اكتمال مرحلة التجميع والتقييم الأولية وقبل البدء فى تركيب ورسم محتويات الخريطة الأولية، يقوم المصمم بتصنيف ما تم جمعه من معلومات. ويقصد بالتصنيف الفرز وتقسيم الأشياء إلى أصناف أو مجموعات أو رتب وفقاً لمعايير وأسس لها علاقة بالأشياء المراد تصنيفها. والتصنيف بهذا المعنى عملية عقلية قياسية تهدف إلى تبسيط الفوارق المتشابكة والمتداخلة لكم كبير من المعلومات يصعب التعامل معها بحالتها التى هى عليها أى بصورتها الخام. والتصنيف فى علم الخرائط هو فرز المعلومات بعد اكتمال تجميعها من مصادرها المختلفة، من عمليات الرفع المساحى أو الخرائط المصدرية المتنوعة أو من الصور الجوية أو من الحقل أو عن أى مصادر أخرى من أجل تصميم الخريطة. ثم يقوم الخرائطى بعملية ذهنية قياسية يسعى عن طريقها إلى تجميع الظاهرات التى تشترك فى صفات عامة متشابهة فى مجموعة واحدة بهدف إحداث تدافق نسبى فى جملة صفاتها المميزة لإبراز خصائصها وتوزيعها الجغرافى. والتصنيف هو صورة من صور التبسيط، فبدلاً من حذف واستبعاد بعض الظاهرات أو البيانات فإن التصنيف يدمج تلك البيانات فى وحدات تصنيفيه بحيث لا يبرز بعضها على حساب الآخر، وحتى يمكن تجسيدها فى رمز واحد وتوقيعه على الخريطة. وفى الواقع فإننا نقوم بعملية التصنيف دون أن ندرى أننا نقوم بها عندما نفرز البيانات ونقوم بحساب متوسطاتها ومن ثم نصنفها إلى: فئة فوق المتوسط وفئة تحت المتوسط. وقد نقوم بتصنيف البيانات إلى عدد من الفئات ولكل فئة حدين الأدنى والأعلى وبذلك فإن لكل فئة طول قد يكون متساو أو غير متساو حسب أساس التصنيف.

وتصنف الظاهرات الجغرافية فى مجموعات محددة بناء على صفاتها وخصائصها المميزة، كما تصنف الأشكال المتنوعة داخل كل مجموعة إلى فئات نوعية متماثلة، ثم تصنف الظاهرات المندرجة تحت كل فئة نوعيه إلى رتب كى

تكون الصورة البصرية للخريطه أكثر وضوحاً وأكثر فهما وسهولة بالنسبة للمستخدم. فالنهر على سبيل المثال مفهوم عام ولكن الأنهار تختلف فى العمق وفى الاتساع وفى كمية التصريف وفى موسمية الجريان والطريق مفهوم عام ولكن الطرق تختلف فى عرضها وفى طريقة بنائها وفى نوعية الغطاء السطحى لها أى فى خصائصها، كما أنها تختلف فى مظهرها وفى وظيفتها وفى أهميتها. ومن هنا نلاحظ أنه يمكن استخدام خصائص الظاهرات فى تصنيفها تبعاً لأنواعها الأساسية أو تبعاً لتركيبها أو تبعاً لأبعادها أو مظهرها أو وظيفتها أو أهميتها أو غير ذلك.

والتصنيف وفقاً للإسم أى تبعاً لأسماء الظاهرات اعتماداً على اختلاف مظهرها يعرف التصنيف الإسمى Nominal مثل تصنيف الظاهرات الجغرافية لتصميم الخريطة الطبوغرافية إلى مجموعات إسمية كالتالى:

١- مجموعة الظاهرات الهيدروجرافية: والصفة المشتركة فى هذه المجموعة هى المياه.

٢- مجموعة الظاهرات النباتية: والصفة المشتركة هى الصفات الظاهرية للمملكة النباتية.

٣- مجموعة الظاهرات التضاريسية: والصفة المشتركة هى أشكال سطح الأرض والغطاء الترابى.

٤- مجموعة ظاهرات المناطق السكنية: والصفة المشتركة هى الاستقرار البشرى والإقامة الدائمة.

٥- مجموعة ظاهرات الطرق: والصفة المشتركة هى المسارات والشبكات التى تتحرك عليها وسائل النقل للإنسان وأنشطته المختلفة.

٦- مجموعة ظاهرات الخدمات: والصفة المشتركة هى النشاط البومى للإنسان واحتياجاته.

٧- مجموعات العلامات المساحية: والصفه المشتركة هى الأعمال الخاصة بالرفع والقياسات المساحية.

ويصنف كل مجموعة من المجموعات السابقه إلى فئات نوعية كالتالى:

- **المجموعة الهيدروجرافية إلي:** المسطحات البحرية – البحيرات – البرك – المستنقعات – السبخات – العيون والينابيع والآبار – المجارى المائية – الترع والمصارف والمنشآت المقامة عليها.

- **المجموعة النباتية إلي:** مناطق زراعية: محاصيل – مزارع نخيل – بساتين فاكهة، ومناطق الغابات – الأشجار المتباعده – المانجروف – الحشائش – الأعشاب....

- **المجموعة التضاريسيه:** الجبال – الهضاب – التلال – الحافات والجروف – الأودية – القيعان – المنخفضات –الكثبان الرمليه– ويلحق بهذه المجموعة كتصنيف حسب النوع الأراضى الرمليه، الحصوية – الصخرية....

- **المجموعة السكنية:** المدن الكبرى والعواصم – المدن الصغرى والبلدان – القرى الكبيرة – القرى الصغيرة – العزبة – الكفر– النجع – الميت – الهلت – العزبة – مخيمات البدو....

- **مجموعة الطرق:** الطرق القارية – الطرق الدولية – الطرق الرئيسية – الثانوية – الفرعية – الدروب – المدقات الصحراوية – السكك الحديديه المزدوجة والمفرده والضيقه والمنشآت المقامة عليها.

- **مجموعة الخدمات:** المستشفيات والمراكز الصحيه – المدارس والجامعات – المكاتب الحكومية – نقاط الشرطه والدفاع المدنى – المساجد – الكنائس والأديره والمعابد – محطات الوقود – المطاعم – المطارات...

- **مجموعة العلامات المساحية:** نقط المثلثات والروبيرات – نقط المناسيب – علامات الترافيرس – شبكة الاحداثيات الجغرافية – شبكة الإحداثيات التربيعية الكيلومترية....

ويصنف كل نوع داخل المجموعة إلى أصناف Classes مثل تصنيف الطرق الرئيسية إلى أصناف حسب اتساعها، وتصنيف المجارى المائية إلى دائمة وموسمية، وتصنيف نقط المثلثات الى نقط مثلثات الدرجة الأولى ونقط مثلثات الدرجة الثانية... وهكذا.. والتصنيف فى هذا المستوى تصنيف ترتيبى ordinal .

وهناك مستوى آخر التصنيف يأتى بعد التصنيف الترتيبى هو التصنيف الفئوى أو الفاصلى Interval ويقوم على العدد مثل تصنيف القرى الكبيرة أو الصغيرة إلى فئات حسب تعداد السكان أو تصنيف المستشفيات حسب عدد الأسرة أو عدد المترددين، أو تصنيف الجبال إلى فئات تبعا للمنسوب، أو تصنيف المجارى المائية حسب كمية التصريف أو تصنيف الترع حسب الاتساع (العرض).

وهكذا يتم التصنيف على أسس محددة وقرارات الجهات الحكومية المختصة بالإضافة إلى اجتهاد الخرائطى القائم على خلفيته العلمية وخبراته المتراكمة.

ويمكن تصنيف الظاهرات الجغرافية حسب الشكل الى المجموعات التالية:

١- مجموعة الظاهرات النقطية Non dimensianal or Dots وهى ظاهرات محدودة الامتداد والاتساع فى الطبيعة وتبدو فى هيئة نقطية يمكن تحديد موقعها بالإحداثيات الجغرافية أو التربيعية الكيلومترية.

٢- مجموعة الظاهرات الخطية One dimensional or linear : وهى ظاهرات لها اتساع محدود وامتداد مناسب يمكن تحديد طوله واتجاهه.

٣- مجموعة الظاهرات المساحية Tow dimensional or areal: وهى ظاهرات لها اتساع وامتداد فى المستوى الأفقى، ويمكن تحديد أبعاد هذا الاتساع فى الاتجاهين الطولى والعرضى.

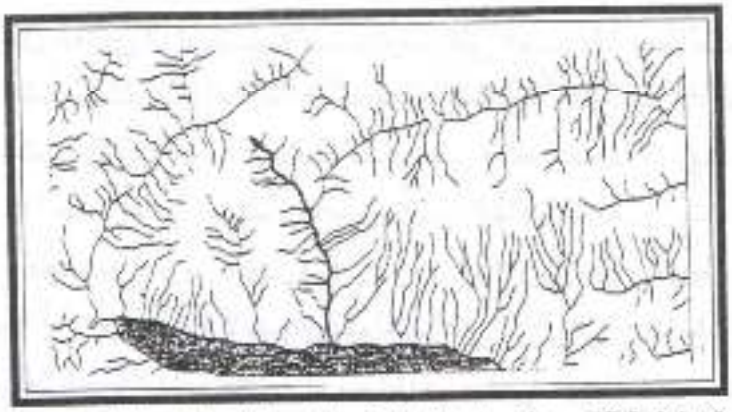
٤- مجموعة الظاهرات الحجمية Three dimensienal or volume: وهى ظاهرات لها اتساع وامتداد فى المستوى الأفقى وامتداد فى المستوى الرأسى أى لها ثلاثة أبعاد.

الحذف الانتقائي Selective Omission

الحذف فى اللغة يعنى الاستبعاد ويدل على الإنقاص، والإنتقاء يعنى التفضيل أى أن تفضيل قد تم بين شيئين أو أكثر وفقاً لمعايير يحكمها سبب الاختيار والتفضيل، أو التفضيل بين الأشياء التى تنتمى إلى مجموعة واحدة، أو تفضيل أشياء داخل مجموعة عن الأشياء المناظرة لها التى تنتمى إلى مجموعات أخرى. والحذف الاختيارى فى علم الخرائط يعنى أن بعض الظاهرات الجغرافية تتعرض لعملية إنقاص ومفاضلة أثناء مراحل إعداد الخريطة. فعند إعداد خريطة ذات مقياس رسم أصغر من مصادر خرائطية ذات مقياس رسم أكبر فإن العدد الكلى للظاهرات الجغرافية التى تنتمى إلى مجموعة واحده لا يمكن تمثيله على الخريطة المشتقه ذات مقياس الرسم الأصغر. على سبيل المثال عند انشاء خريطة للطرق نلاحظ أن كل الطرق الرئيسية موجودة على الخريطة وتم المحافظة على خصائصها عند التمثيل، بينما الطرق الفرعيه والثانوية والجانبية قد تم حذفها فى المناطق السكنية المكتظة، وقد يتم الابقاء على بعض منها فى بعض المناطق الأخرى. وهذا يعنى أنه يتم تمثيل مجموعة من الظاهرات ذات الصفة المشتركة والتى تندرج تحت نوع برمز معين، وقد يتواجد هذا الرمز على خريطة ولا يتواجد على خريطة أخرى. ولكنه لابد وأن يتواجد على الأقل فى عدة خرائط ضمن مسلسل الخرائط المنتجه ذات مقياس الرسم الواحد. ففى خريطة الطرق ذات مقياس الرسم الصغير مثلا سوف تظهر كل الطرق الرئيسية وتحذف الطرق الثانوية. وقد تحذف بعض الظاهرات الطبوغرافية الصغيرة قليلة الأهمية من خلفية الخريطة الموضوعية الخاصة. والصعوبة التى يواجهها مستخدم الخريطة وتسبب له حاله إرباك وتشويش تكمن فى أن بعض الظاهرات توجد على اللوحة الخرائطية بينما لا توجد فى بعض اللوحات الأخرى على الرغم من وجود الرمز الخاص بها فى مفتاح هذا البعض الآخر. أو أن رمزاً بالمفتاح خاص بظاهرة ما يتواجد على اللوحة ورمز آخر خاص بظاهرة أخرى موجود بالمفتاح ولكنه غير موجود عليها. وقد يكون المستخدم على دراية ومعرفة كاملة بمعالم المنطقة الممثلة على الخريطة ومتأكد من وجود هذه الظاهرة الأخرى، وقد يتساءل عندئذ لماذا وضع هذا الرمز بالمفتاح طالما أنه لم يستخدم. وعند استخدامه للوحة المجاورة لسبب ما يلاحظ أن

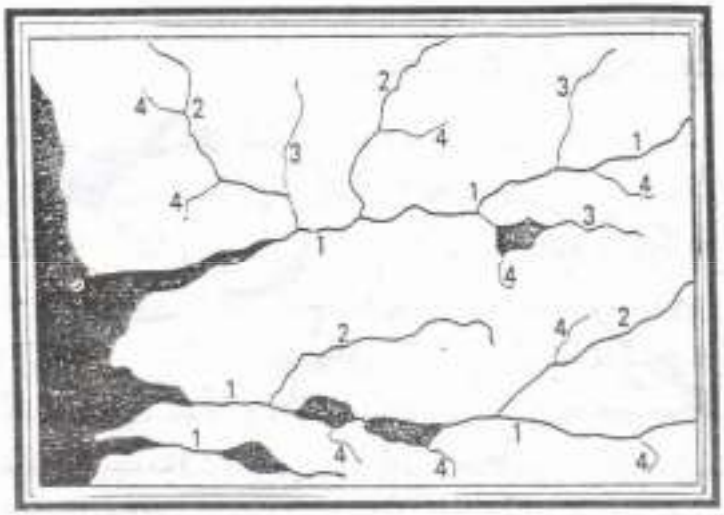
الظاهرة التى كان يبحث عنها فى اللوحة السابقة موجودة، وعندئذ يتساءل أيضاً لماذا اختفت هذه الظاهرة من لوحة وظهرت فى لوحة أخرى. وتؤدى تلك التساؤلات إلى ارتباك وتشويش عند المستخدم ويفقد الثقة فى الخريطة التى يتعامل معها. ويرجع السبب فى ذلك إلى عملية الحذف الانتقائى أو الاختيار Selection.

ومن الأمثلة الواضحة لهذه العملية، عند تمثيل شبكة التصريف الكثيفة فى منطقة تلالية أو جبلية غزيرة الأمطار، يؤدى تمثيل هذه الشبكة بكاملها على خريطة متوسطة المقياس إلى عدد كبير من الخطوط القصيرة ذات مردود معلوماتى قليل، كما تؤثر على درجة وضوح ظاهرات أخرى فى مجمل محتوى الخريطة، ومن ثم تحد من الفائدة المرجوة منها. لذا يتم حذف بعض خطوط هذه الشبكة ويحتفظ بالبعض الآخر لتوضيح الخصائص العامة لشبكة التصريف (شكل١١).



شكل (١١) شبكة تصريف مائي كثيفة في اقليم تلالي غزير المطر، في خريطة مقياس رسم ١:٥٠,٠٠٠، وعند انشاء خريطة مقياس رسم ١:٢٥٠,٠٠٠ يتم حذف الخطوط الرفيعة والابقاء علي خطوط التصريف السميكة.

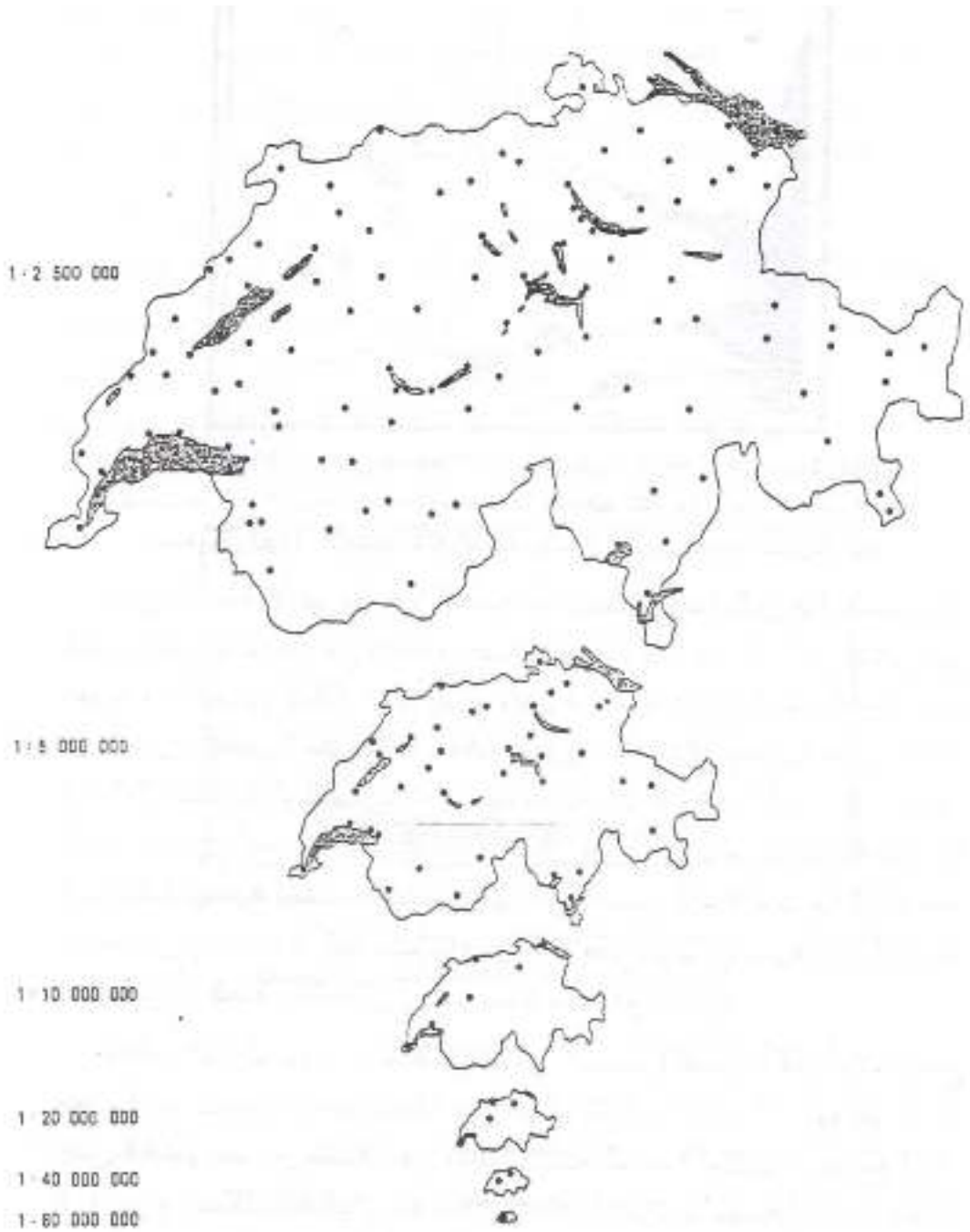
ومن الناحية العملية تتم عملية الحذف بتحديد (اختيار) خطوط التصريف الرئيسية أولا ثم الروافد الرئيسية ومن ثم يظهر شكل امتداد واتساع حوض التصريف بصورة صحيحة. وقد تضاف نسبة من المجارى الأصغر (الأقصر) تبعاً لنسبة تكرارها فى مناطق مختلفة لتحديد نمط التصريف (شكل ١٢).



شكل (١٢): الإبقاء على خطوط التصريف الرئيسية رقم (١) وخطوط الروافد الرئيسية رقم (٢) وتضاف نسبة محدودة من الروافد الثانوية رقم (٣) وبعض الروافد الصغيرة رقم (٤) لتحديد شكل امتداد واتساع الحوض ونمط التصريف فيه.

وفى المرحلة الأولى من عملية الحذف الانتقائى ربما يكون طول المجرى هو المعيار الذى يجب أخذه فى الاعتبار عند اختيار خطوط التصريف التى ستظهر على الخريطة، فالمجرى الأطول له الأولوية، ولكن فى المرحلة التالية يجب إضافة بعض من المجارى القصيرة حتى يتشكل نظام التصريف ثم إضافة بعض المجارى الأقصر لاستكمال الشكل العام للشبكة كضرورة موضعية. لذا فإن قرار الأهمية النسبية عند اختيار المجارى القصيرة ليس ببساطة الاختيار على أساس الطول. والمشكلة الرئيسية التى ترتبط بعملية الحذف الانتقائى تظهر فى المناطق كبيرة المساحة التى تتميز بخصائص وصفات محلية متباينه يجب المحافظة عليها وإظهارها على الخريطة وهذا يعنى أن الحذف الانتقائى يختلف باختلاف موقع الظاهرة.

وبنفس الطريقة يجب الاحتفاظ بالمبانى الصغيرة المنعزلة كعلامات توضح معالم أو خصائص توزيعية معينة على الرغم من أن المبانى التى لها نفس النمط ونفس الحجم يجب أن تحذف فى مناطق الكتلة السكنية المكتظة. ويوضح (شكل ١٣) تدرج الحذف الانتقائى للمحلات السكنية المرتبط بمقياس الرسم. وهناك محاولات لإخضاع عملية الحذف الانتقائى لبعض القواعد النظامية والنماذج (المعادلات) الرياضية المنطقية لتحديد كمية حذف المعلومات وعلاقتها بمقياس الرسم، وكذلك تحديد القواعد التى تستخدم لاتخاذ قرار الأهمية النسبية.

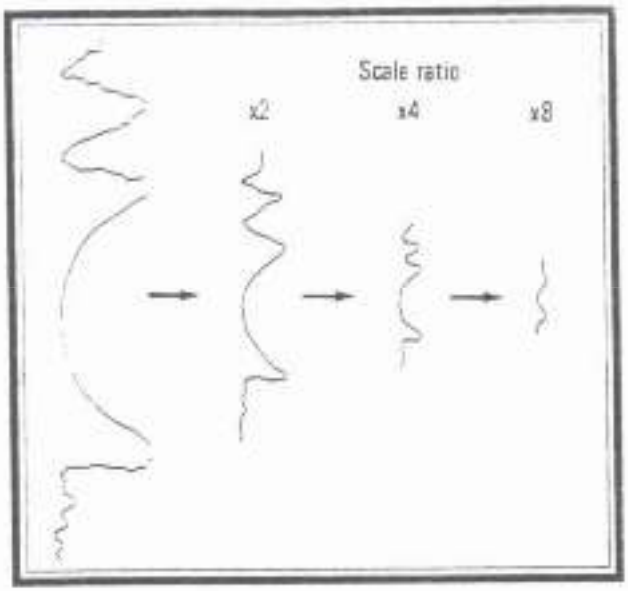


شكل (١٢) تدرج الحذف الانتقائي للمحلات السكنية مع صغر مقياس الرسم

التبسيط Simplification

التبسيط يعنى التعديل أما بلغة الخرائط فإنه يعنى تخفيف التعقيد وعدم الوضوح، وذلك بحذف التفاصيل الصغيرة والإبقاء على التفاصيل الأكبر والأكثر أهمية التى تجعل من السهل التعرف على الخصائص الرئيسية للظاهرة. كما تستخدم هذه العملية فى تبسيط الظاهرات الخطية وحدود الظاهرات المساحية، ولكنها تستخدم بصورة أكبر فى الظاهرات الخطيه، لذا فإن نتائج عملية التبسيط تكون أكثر وضوحاً فيها، كما أن التشويش الناتج عنها يكون واضحاً وملحوظاً فالخط المستقيم على الخريطة المصدرية عند تصغيره سيظل مستقيماً ومحتفظاً بطوله الحقيقى تبعا لمقياس رسم الخريطة المشتقة، بينما يعانى الخط المتعرج من نقص فى طوله الحقيقى عند تبسيط تعرجاته بإزالة بعض منها. ويدرك كل من مصمم الخريطة ومستخدمها أن الخطوط المتعرجة على الخريطة المشتقة لا تمثل أطوالها الحقيقية فى الطبيعة. وأن هذا الخطأ لا مفر منه فهو واحد من خصائص الخريطة. ولكن يجب عند إجراء عملية التبسيط المحافظة على الخصائص الخطية المرتبطة بالظاهرة. على سبيل المثال إذا كان هناك خط سكة حديد يمر بقرية ولا يتوقف عندها القطار فهى غير مهمة وتحذف. ولكن التعرج نحوها يبقى ليشير إلى شكل السكة وخصائصه.

والذى يتعين تجنبه هو أن تفهم عملية التبسيط على أنها مجرد إحلال الخطوط المستقيمة أو المنحنيات البسيطة محل الخطوط المتعرجة . لذا ينبغى عند إجراء عملية التبسيط التعرف على العناصر الثلاثة التى تميز الظاهرة الخطية: الأول الاتجاه العام للخط، والثانى التعرجات الرئيسية البارزة به، والثالث التعرجات الصغيرة التى بداخل التعرجات الكبيرة. ويحدد التعرجات الكبيرة التغير الحاد فى زاوية اتجاه جزء من الخط وأن يكون هذا الجزء بطول مناسب(شكل ١٤)



شكل (١٥)، اختصار التعرجات إلي خط يتكون من أجزاء مستقيمة تتصل بمنحنيات خفيفة في عملية التبسيط

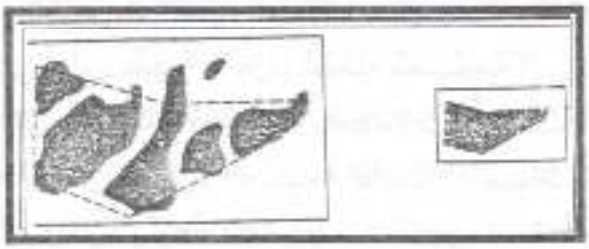
وفى حالة الظاهرات الخطية المعقدة مثل خط الساحل وخط الكنتور فإن التبسيط يتم على أساس طبيعة الأجزاء الخطية المستقيمة التى تفصل بين كل تعرج وآخر، وما إذا كان يجب المحافظة عليه والمبالغة فيه أو يجب حذفه. وقد يكون من المناسب زحزحة بعض الخطوط المستقيمة الفاصلة للاحتفاظ بالتعرجات الكبيرة أو ذات الأهمية النسبية لإظهارها . كما يتم حذف التعرجات الصغيرة عند الإضطرار إلى المبالغة فى سمك الخط كى يظهر واضحاً ، وذلك عندما يكون إتساع التعرجات أقل من السمك المطلوب للخط. وإذا كانت التعرجات الكبيرة تبين تغيرات حادة فى الاتجاه العام فإنه يجب الإبقاء عليها والا سيفقد الخط خصائصه، وكذلك يمكن دمج التعرجات الصغيرة المتجاورة فى تعرج واحد كبير. وقد يقوم الخرائطى بتعيين مجموعة النقط التى تحدد التغير فى اتجاه الخط والتى تحدد فى نفس الوقت أطوال أجزاءه المتتابعة، ثم يقوم بإختصار عدد النقط بنسبه مختارة إلى عدد أصغر، وهذه النسبة يحددها طبيعة التعرجات وخصائصها.

وبصفة عامة فإنه من الصعب وضع قاعدة عامة لعملية التبسيط، والخرائطى

وحدة هو الذى يضع ضوابطها بشرط أن يضع فى إعتباره الخصائص المكانية لكل جزء من الخط وعلاقته بالأجزاء الأخرى لبناء التركيب الكلى للخط.

الدمج Combination

الدمج هو توحيد شيئين أو عدة أشياء لتصبح وحدة واحدة قد تحمل أولا تحمل نفس الصفات والخصائص أما فى علم الخرائط فإن الدمج يعنى ضم الظواهر المتشابهة والتى من نوع واحد والمجاورة لبعضها فى مساحة واحدة. ففى الخرائط المصدرية كبيرة المقياس تظهر المناطق الزراعية صغيرة المساحة أو مناطق الأشجار أو النخيل ذات المساحات الصغيرة فى منطقة ما قريبة من بعضها البعض. وعند إنشاء الخريطة المشتقة ذات مقياس الرسم الصغير يمكن حذف المناطف الصغيرة المنعزلة، أما المناطق الصغيرة المتجاورة فتحذف الفراغات التى بينها وتضم إلى بعضها البعض أى تدمج فى مساحة واحدة ثم يتم تبسيط الحدود الخارجية لتلك المساحة المجمعة(شكل ١٦).



شكل(١٦): دمج المناطق الصغيرة المتجاورة بحذف الفراغات البينية

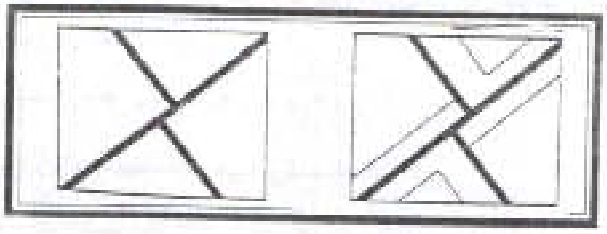
كما تتضح عملية الدمج بوضوح عند إجراء التعميم للمنطقة المبنية بالمحلة السكنية، إذ يتم دمج البلوكات السكنية وحذف الشوارع الثانوية والحارات والممرات التى بينها، كما يتم المبالغة فى اتساع الشوارع الرئيسية. وعند تصغير مقياس رسم الخريطة المشتقة أكثر فلا يتبقى إلا الشارع الرئيسى فقط وعلى كل جانب من جانبيه مساحة مبنية واحدة كما لو كانت المبانى قد التصقت ببعضها البعض وأصبحت وكأنها مبنى واحد(شكل١٧). ونستنتج من ذلك أن عمليتى الحذف والتبسيط يصاحبها دائماً عملية الدمج ولكن يراعى دائماً عدم المبالغة فى عملية الدمج حتى لا تفقد الظاهرات خصائصها.

الإزاحة Displacement

الإزاحة تعنى زحزحة الشئ وتحريكه من موقعه الأصلى لأسباب مختلفة. والإزاحة فى علم الخرائط هى تحريك بعض الظاهرات من مواقعها الحقيقية للحصول على درجة وضوح خرائطى مطلوبه. على سبيل المثال قد يتزاحم الطريق مع سكة الحديد مع المجرى المائى فى قاع وادى ضيق مما يجعل منطقة الوادى مزدحمة بالمعلومات والظاهرات وغير واضحة، وبسبب الضرورة والحاجة إلى أن تكون واضحة ومقروءة فإنه يمكن تحريك بعض تلك الظاهرات الخطية من مواقعها الحقيقية لمسافة تكفى لإظهارها. كما يمكن تحريك واجهات المبانى المطلة على الطريق الرئيسى فى المنطقة السكنية وزحزحتها إلى الخلف للمبالغة فى سمك الطريق وجعله يشغل حيزاً أكبر من الحيز الذى يتحه مقياس الرسم لتوضيح أهميته. وهكذا فإن الظاهرات الخطية المتقاربة التى تحتاج إلى التمثيل برموز مرئية واضحة بالنسبة لمقياس الرسم الصغير ، تحتاج إلى أزاحة لتحتل مساحة أكبر وحتى يمكن توقيع رموز ظاهرات خطية أو غير خطية أخرى بجانبها(شكل ٧

المبالغة Exaggeration

المبالغة تعنى الزيادة المفرطة فى الحجم والكم، وتعنى فى الخرائط الزيادة فى حجم ومساحة واتساع بعض الرموز أو الحيز الذى تشغله الظاهرات ذات الأهمية النسبية العالية بدرجة تكفى لإظهارها بوضوح. فالهدف من إجراء عملية المبالغة هو إبراز الأهمية(شكل١٨).



شكل ١٨: المبالغة والإزاحة للظاهرات الخطية

مما سبق يتضح أن عمليات الحذف الانتقائى (الاختيار) والتبسيط يصاحبهما الدمج والإزاحة والمبالغة أى أن عمليات التعميم تتم مع بعضها البعض دون فصل أو ترتيب.

الفصل الثالث

مساقط الخرائط

الفصل الثالث

مساقط الخرائط

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

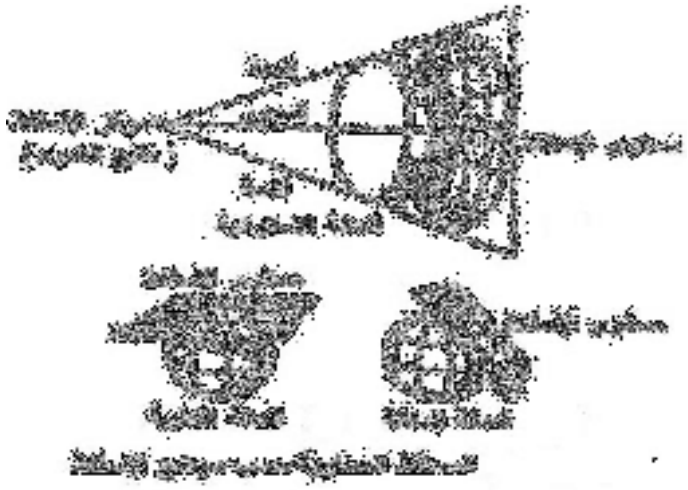
لذلك تواجه عملية إنشاء الخر ائط هذه المشكلة ، وهي كيفية تحويل سطح الأرض الكروي إلي سطح مستوي ، وقد توصل العلماء لحل هذه المشكلة عن طريق ما يعرف بالمساقط. لذلك فقد ابتكر العلماء على مر العصور الكثير من المساقط ، حتى أصبح لدينا اليوم العديد من مساقط الخر ائط. ومن الناحية العملية نلاحظ أن عدداً قليلاً هو المستخدم من هذه المساقط الكثيرة ، كما أنه ليس هناك أي مسقط منها يمكن أن يكون مرضيًا تمامًا ، أي ليس هناك مسقط يستطيع أن يتجنب تشويه العلاقات المكانية التي لا يمكن أن يظهرها بشكل صحيح إلا نموذج الكرة الأرضية. ومن هنا لا نجد خريطة مرسومة على سطح مستوي سطح الورقة تتحقق فيها جميع العناصر الخاصة بالمساحة والشكل والاتجاه والمسافة بصورتها الصحيحة.

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

- خاصية الشكل الصحيح. - خاصية تساوي المساحات.

خاصية الاتجاه الصحيح. - خاصية تساوي المسافات.

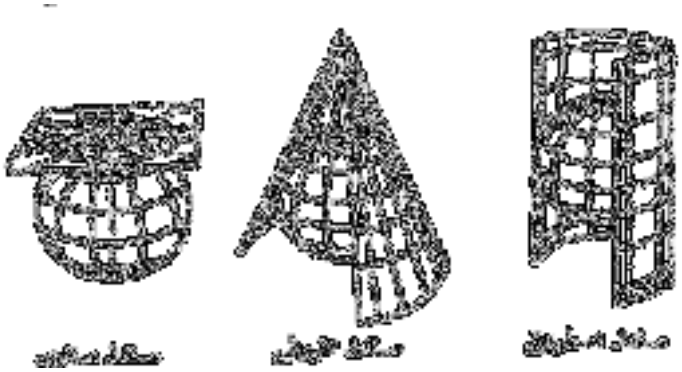
لذا يستحيل عند رسم الكره الأرضية على الخريطة الحفاظ على جميع هذه الخصائص صحيحة ، ولهذا السبب تعددت المساقط ،ويهدف كل مسقط أن يحافظ على واحدة من هذه الخصائص عند رسم الخر ائط مع أقل تشويه ممكن للخصائص الثلاثة الأخرى.



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

أولاً: المساقط الاسطوانية: Cylindrical projections

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



تقسيم المساقط حسب لوحة الإسقاط

ومن أهم المساقط الاسطوانية ما يلي:

مسقط مركيتور: Mercator Projection

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

خريطة العالم حسم مسقط مركيتور، ويلاحظ أن جرينلند على أعرض من أمريكا الجنوبية.

تحتوي الخريطة الناتجة عن ذلك على خط أو خطين لا يظهر عليهما أي تشوه عند منطقة تلامس الكرة مع الأسطوانة. حيث تبدو جميع الخطوط على خرائط الإسقاط الأسطواني متوازية فلا تتلاقى خطوط الطول عند القطبين فتظهر جزيرة جرينلند على سبيل المثال أكبر حجماً وأعرض من أمريكا الجنوبية، ولكنها في الحقيقة أضيق بكثير، أي أن حقيقة الأمر غير ذلك، حيث لا تمثل جزيرة جرينلند غير 12% فقط من مساحة أمريكا الجنوبية ؛ وهذا يوضح مدي التشويه الكبير جداً الذي يحدث للخريطة بالقرب من القطبين.

ومن أهم خصائص مسقط مركيتور ما يلي:

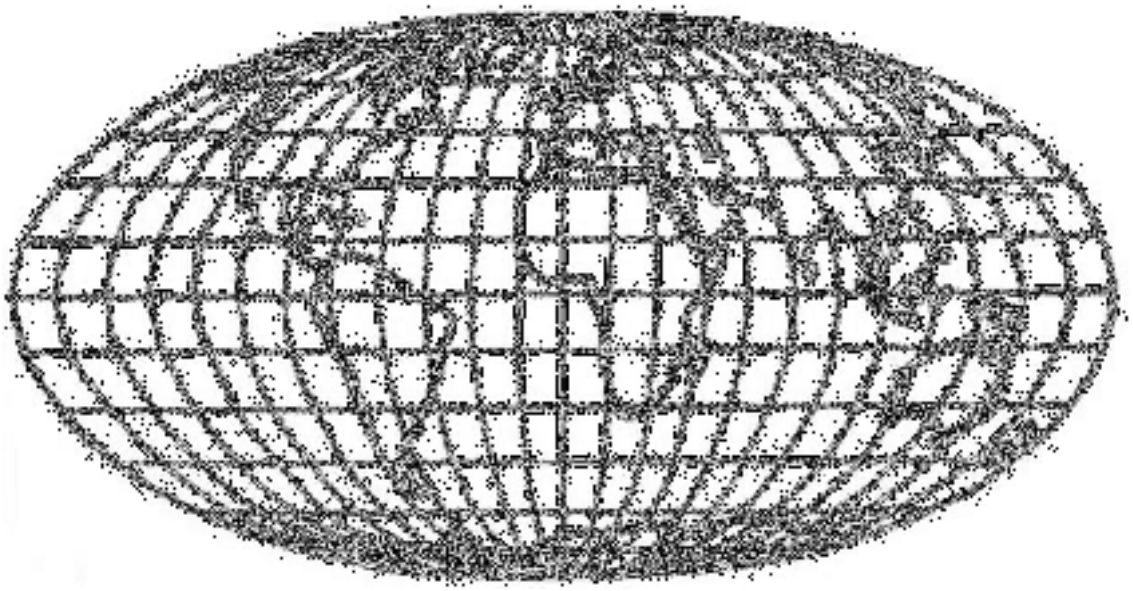
- تقاطع خطوط الطول مع دوائر العرض بزوايا قائمة ، مما يحقق الاتجاه الصحيح ، وهذه الميزة أعطت للمسقط أهمية كبيرة في الملاحة البحرية ورسم اتجاهات الرياح والأعاصير في الخرائط المناخية.
- يحقق أهم المزايا المطلوبة، من اتجاه، ومساحة، وشكل، ومسافة في منطقة خط الاستواء حيث تلامس الأسطوانة سطح نموذج الكرة الأرضية ، ويزداد التشويه كلما بعدنا عنها ، كما أن المسافة بين كل دائرة عرض وأخري تزداد كلما اتجهنا نحو القطبين.
- أن خطوط الطول متساوية في مسقط مركيتور علي جميع دوائر العرض ، بينما هي تختلف في الواقع ، حيث تقل المسافات بين خطوط الطول كلما ابتعدنا عن دائرة الاستواء و اقتربنا من القطبين الشمالي والجنوبي.

- أن المسافة في جميع الجهات واحدة ، وبالتالي فإنه لا يحقق المسافة الصحيحة ، لذلك لو تم قياس أي بعد بين مدينتين في العروض المتوسطة أو العروض العليا علي خريطة العالم المرسومة حسب هذا المسقط لوجدناه مختلفًا لما هو في الو اقع.
- تبدو الأشكال سليمة إلي حد ما بهذا المسقط ، خاصة حول دائرة الاستواء.
- يفضل أن يستخدم مسقط مركيتور على مستوى خريطة العالم للاستفادة منه في خطوط الملاحة البحرية والجوية وخر ائط المواصلات الأخرى لأنه يحقق الاتجاهات الصحيحة.
- ومن أبرز عيوب هذا المسقط المبالغة في مساحات المناطق التى تبتعد عن خط الاستواء بسبب تز ايد المسافات بين دو ائر العرض. وكان من نتيجة ذلك أن ظهرت جزيرة جرينلند أكبر مساحة من أمريكا الجنوبية في خر ائط هذا المسقط على الرغم أن ذلك غير صحيح.

مسقط مولفايدي Mollweidi Projection

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

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



خريطة العالم حسب مسقط مولفايدي.

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

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

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

- دائرة العرض الرئيسية وجميع دوائر العرض الأخرى عبارة عن أقواس دوائر متحدة المركز تتباعد عن بعضها بمسافات صحيحة المقياس.

مسقط لامبرت Lambert

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

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

ثالثًا: المساقط السمتية أو المستوية: Projections Azimuthal

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

1. المساقط السمتية الاستوائية: Equatorial Zenithal Projections

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

2. المساقط السمتية القطبية: Polar Projections

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

- مسقط الشكل الصحيح القطبي Orthorgraphic Projection

يكون مصدر الضوء الساقط على سطح نموذج الكرة الأرضية لا نهائيا، أي أنه ينبعث من مسافة لا يمكن إدراكها ، وهذا يعني أن الأشعة الضوئية المنبعثة من ذلك المصدر تكون متوازية، وبين هذا المسقط الأشكال الصحيحة للظاهرات الجغرافية المختلفة من قارات ومحيطات وغيرها.

-المسقط المجسم Stereographic Projection

تنبعث أشعة الضوء في هذه الحالة من مصدر ضوئي يقع على سطح الكرة المقابل

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

- المستوى المركزي القطبي Gnomonic Polar Projection

على الرغم من أن هذا المسقط يحدث بعض المبالغات في المساحات فإنه من أفضل المساقط لرسم مناطق صغيرة في الأقاليم القطبية وأهم خصائص هذا المسقط:

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

3. المساقط السمتية المائلة أو المنحرفة: Oblique Projections

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

الفصل الرابع

النظام العالمي لترقيم الخرائط الطبوغرافية

الفصل الرابع

النظام العالمي لترقيم الخرائط الطبوغرافية

ميلاد وتطور الخريطة الطبوغرافية :

كان إنتاج الخرائط من الأسرار العسكرية الخطيرة حتي منتصف القرن التاسع عشر ، فقد كانت بريطانيا علي سبيل المثال تودع خرائطها في خزائن حديدية ، كما اقتصرت عمليات الرفع والمسح الميداني علي العسكريين فقط ، باعتبار أن الخريطة هي أساس العمليات العسكرية. لذلك وحتي عام 1885م لم تزيد المناطق التي رُفعت علي 15 مليون كم مربع ،أي ما يعادل 10% تقريبًا من مساحة اليابس، ولم يكن حتي هذا التاريخ من دول لها خرائط سوي عشرين دولة فقط معظمها دول صغيرة المساحة مثل السويد والنرويج وبلجيكا ، وكان يقوم بإعداد خرائط هذه البلاد ورفعها وزارات الحرب.

كما أن إنتاج الخرائط لم يكن له معايير أو أسس متفق عليها ،بل اتخذت كل دولة أسلوب خاص لخرائطها ، مما جعل المقارنة والتكامل بين خرائط هذه الدور أمراً مستحيلاً ،وذلك للأسباب التالية:

- اختلاف وحدة المقاييس المستخدمة في الخرائط.
- اختلاف الرموز والعلامات المستخدمة ، فعلي سبيل المثال وجد أن هذه العلامات تزيد علي 1148 علامة في الخرائط الأوربية.
- التباين الشديد في نظم تمثيل سطح الأرض.

ونتيجة لهذه الفوضى الواضحة ظهرت الحاجة إلي خريطة موحدة مبنية علي أسس سليمة ومتعارف عليها دوليًا، وفي عام 1891م عقد المؤتمر الجغرافي الدولي بسويسرا وطرح الأستاذ ألبرخت بنك A. Penck بخطة إنشاء خريطة للعالم مقياس 1:مليون ، وقد لاق طلبه قبولاً بالمؤتمر واهتماماً من الحضور والمشاركين ، فقد كانت فكرة بنك تقسيم العالم إلي مجموعة من الخرائط بمقياس موحد وإسقاط موحد بحيث يمكن جمعها متجاورة لتشكل خريطة واحدة للعالم.

إلا أنه رغم الترحيب بالفكرة إلا أن البعض شكك من تنفيذها علي أرض الواقع لارتفاع تكلفتها ، الأمر الذي عمل علي إرجاء الفكرة إلي المؤتمر الجغرافي التالي الذي كان من المقرر عقده في لندن عام 1895م ، كما أحيل الموضوع إلي لجنة من عشرة دول للتشاور والاجتماع إلا أن اللجنة لم تجتمع لظروف ما ، بالإضافة إلي اختلاف وجهات النظر بين الدول

ومدي حماسها للمشروع ككل ، كما أثيرت مسألة خط الطول الأساسي الذي سوف تبني عليه الخريطة الدولية، وهنا ظهرت المشكلة بين الانجليز والفرنسيين تجاه هذه المسألة ، و انقلب الأمر من النظرة العلمية إلي النظرة والغيرة الوطنية المبنية علي الغيرة بين القوتين الأعظم في ذلك الوقت، فالجغر افيون الفرنسيون يرون أن خط باريس هو الخط الأساسي ، والإنجليز يرون أن خط جرينتش هو الخط المتفق عليه في المؤتمر الجغرافي الدولي في واشنطن عام 1884م.

كما أثيرت بنفس الحساسية مسألة وحدة القياس التي ستستخدم في هذه الخريطة الموحدة، وهل ستكون بالوحدات الفرنسية أم الانجليزية ، و اتفق الحضور في النهاية علي اقتراح خط محايد وليكن في المحيط مثلاً ، وفي عام 1904 عقد المؤتمر الجغرافي الثامن في واشنطن وللمرة الثالثة يحضر الأستاذ بنك ومعه مجموعة من اللوحات في محاولة لعرض نماذج لتأييد فكرته ومشروعه ، وهنا أثيرت مرة أخري مسألة خط الطول الرئيسي ، و اتفق علي أن يترك أمر هذا الخط لكل دولة، وهنا اختارت فرنسا خط باريس كخط أساس ، واختارت ألمانيا خط طول 4 شرقًا ، واعتبرت بريطانيا خط جرينتش هو خط الأساس، وفي نفس الوقت التزمت كل دولة بجعل أبعاد لوحاتها 4 درجات عرضية × 6 درجات طولية، مع تلوين المسطحات المائية باللون الأزرق والمرتفعات والجبال باللون البني.

وأخيراً تنازلت كل من فرنسا وبريطانيا عن حساسيتهما ، وحسم الأمر علي اعتبار خط جرينتش هو خط الأساس لهذه الخريطة ، وإرضاءً لفرنسا في مقابل ذلك أُستخدم النظام الفرنسي (المتري(في القياس في هذه الخر ائط ،مع حرية استخدام النظام الانجليزي لمن يريد، وتوصل المؤتمرون إلي وضع الصورة النهائية الموحدة للعلامات والرموز والألوان وحجم حروف الكتابة ،كما اتفق علي اللغات الثلاثة للخر ائط وهي الانجليزية والفرنسية والألمانية كلغات لهذه الخر ائط مع تسمية الأماكن بلغة أهلها أو بطريقة نطقها، فمثلاً تكتب القاهرة أو Al Kahira،ولا مانع من كتابة Cairo بين قوسين، وطُبع كل ذلك في كتيب علمي عام 1914م. ومن هذه اللحظة توصل العالم إلي خريطة موحدة بلغة عالمية يستطيع كل إنسان قراءتها وفهمها بسهولة.

ترتيب الخرائط الطبوغرافية:

نظراً لاستحالة تغطية العالم أو الدولة الواحدة بلوحة طبو غر افية واحدة ،فقد كان لابد من وجود طريقة لتقسيم أراضي الدولة وتغطية كل قسم بلوحة مستقلة،و هناك نظامان أساسيان يستخدمان على مستوى العالم :

الأول: نظام الإحداثيات الجغرافية المعتمد على خطوط الطول ودوائر العرض.
الثاني: نظام الإحداثيات المبني على شبكة من الخطوط الهندسية المنتظمة المبني علي نقطة الأصل ،حيث يبدأ منها وترتبط بهاأو تنسب إليها جميع المواقع الأخرى.

ومن المعروف أن الخرائط الطبوغرافية تُعد لتغطية مساحات كبيرة، وبالتالي فهي تتكون من لوحات كثيرة يصل عددها إلى المئات، وكلما اتسعت المنطقة زاد عدد اللوحات التي تغطيها. فمحافظة قنا على سبيل المثال تحتاج إلى أكثر من لوحة لتغطيتها بخرائط ذات مقياس 1 : 50000، ولتسهيل حفظ هذه الخرائط والرجوع إليها، والتعامل مع أعدادها الكبيرة، يتم ترتيب اللوحات وإعطاء كل منها رقماً معيناً. ويعتبر ترتيب اللوحات الطبوغرافية وترقيمها عنصرًا مهمًا في استعمال الخريطة الطبوغرافية، بالإضافة إلى إعطاء اللوحة رقما مميزاً يمكن بواسطته الإشارة إليها وإخراجها من بين مجموعة اللوحات الأخرى فإن هذا الترتيب يُمكن من:

- معرفة أرقام اللوحات التي تغطي المنطقة بمقاييس أخرى.
- معرفة أرقام اللوحات المجاورة.
- معرفة موقع المنطقة التي تغطيها اللوحة.

وهناك عدة طرق لترتيب اللوحات الطبوغرافية وتعتمد هذه الطرق على مقياس الخريطة وتتفق جميعها في تقسيم سطح الأرض إلى مربعات صغيرة ، بحيث يمثل كل مربع أو مجموعة مربعات منها خريطة معينة بمقياس رسم معين، ويتغير عدد المربعات بتغير المقياس. فإذا كان المربع الواحد يمثل خريطة ما بمقياس رسم كبير ، فإن الخريطة ذات المقياس الأصغر تتكون من مجموعة من هذه المربعات. فعلى سبيل المثال إذا شملت خريطة بمقياس 1:25000 مربعًا واحداً فإن خريطة المقياس 1:50000 تحتاج إلى أربعة مربعات ،وتحتاج خريطة المقياس 1:100000 إلى 16 مربعًا لتغطية نفس الحجم من الخريطة.

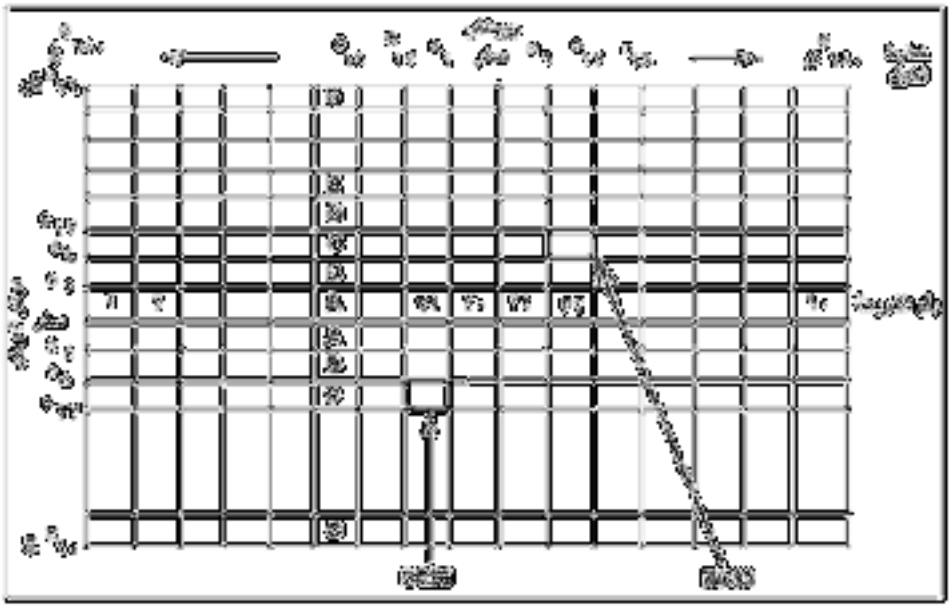
فقد تم عمل نظام عالمي موحد بين هيئات وأجهزة المساحة في كل دول العالم وتم الاتفاق علي توحيد نظام لترقيم الخرائط الطبوغرافية بحيث تتفق نظام الخرائط الطبوغرافية لأي دولة مع خرائط الدولة المجاورة لها وذلك حول العالم كله ،بحيث يتم تغطيه كل دول العالم بنظام موحد من الخرائط الطبوغرافية من حيث أربعة نقاط رئيسة هي:

- نظام الإسقاط وهو نظام إحداثيات مركيتور المستعرض الدولي Universal Transverse Mercator (UTM).

- نظام الاحدثيات(التقسيم العالمي المعروف لخطوط الطول ودوائر العرض حيث يتم ترميز المناطق وترقيمها كل 4 دوائر عرض وكل 6 خطوط طول(.
- مقياس الرسم (حيث يتم تحديد مقاييس الرسم المختلفة وتقسيمها من مقياس الرسم الأصغر للأكبر).
- دلالات واصطلاحات وحواشي الخريطة؛ بهدف تسهيل استخدام الخريطة في أي مكان في العالم ،وقد تم ترتيب الخرائط الطبوغرافية حسب نظام كودي له خصائص ثابتة.

دليل الترقيم الدولي للخرائط الطبوغرافية:

يعتبر أحد أهم عناصر ومكونات الخريطة الطبوغرافية وله كثير من المهام في استخدام الخريطة ،وموقعها وطرق تحليلها وتجميعها وربطها مع بعضها البعض وتعريفها إحداثياً. وهو عبارة عن نظام عالمي موحد تم الاتفاق عليه دولياً لترتيب وترقيم الخرائط الطبوغرافية ؛ بهدف تسهيل استخدامها وتعميم عناصرها علي مستوي العالم من حيث مدلول موقع الخريطة عالمياً ومنطقة تغطيتها لسطح الأرض إلي جانب تغطية العالم بخرائط طبوغرافية موحدة في نظام الإسقاط والإحداثيات والاتجاهات ومقاييس الرسم 1: 1,000,000 وتقسيمها الكارتوجرافي المتبع في الإخراج الفني للخريطة واصطلاحاتها ومدلولها وحواشي الخريطة وغير ذلك،وهو بذلك يقوم بتوحيد نظام إنتاج الخريطة الطبوغرافية بمعايير ثابتة علي مستوي العالم ؛ مما يعمم استخدمها بتلك المعايير المتفق عليها في أي مكان علي كوكب الأرض.



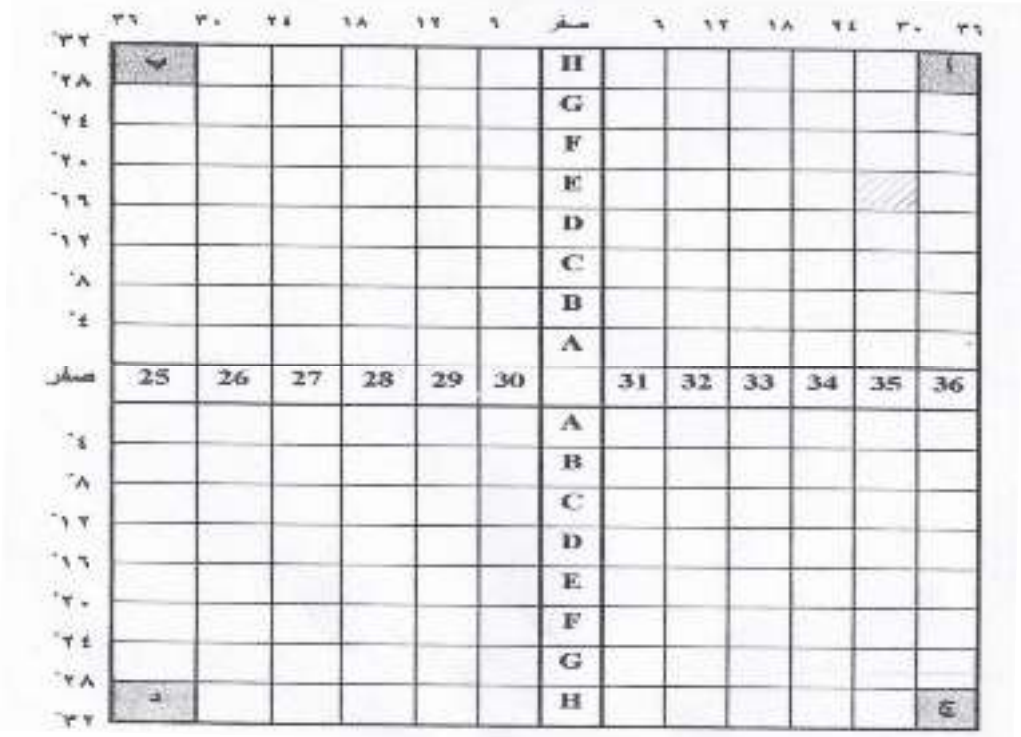
وقد تم الاتفاق علي أن يكتب دليل الترقيم الدولي في الهامش العلوي الأيمن للخريطة الطبوغرافية بالخط العادي وباللون الأسود ونمط سميك ، وأن يكون بالحروف والأرقام اللاتينية مع تباين الحرف الكبير capital والصغير small مع ترك مسافة بمقدار حرف بين كل مجموعة حروف أو أرقام أو فاصل (شرطة علامة الطرح أو السالب -) ، كما لا يوضع بين أقواس أو في برواز أو تحته خط ، وهو يكتب كمثال ذلك: NH 36-E1c وكل حرف أو رقم له مدلول علي موقع الخريطة، وذلك علي النحو التالي:

أولاً: تم الاتفاق علي تقسيم العالم إلي نصفين شمالي وجنوبي ، وهو أول رمز في الدليل حيث يبدأ أول حرف في كود الدليل بمفتاح الشمال أو الجنوب. فإذا كانت اللوحة تغطي منطقة جنوب خط الاستواء كان بداية كود الترقيم الدولي حرف S كبير ، وهي اختصار لكلمة الجنوب South مثال SH 36-E1c. أما إذا كانت الخريطة تغطي منطقة شمال خط الاستواء كان بداية كود الترقيم حرف N كبير، وهي اختصار لكلمة الشمال North. مثال NH 36-E1c.

ثانيًا: تم تقسيم العالم بعد ذلك حسب خطوط الطول ودوائر العرض في مجموعات،فكل أربعة دوائر عرض بداية من خط الاستواء شمالاً وجنوبًا (صفر - 84 شمالاً ، و صفر 80 جنوبًا(تأخذ حرف لاتيني كبير(يلي الحرف الذي يدل علي موقع الخريطة في أي نصف من الكرة الأرضية NH 36-E1c(، فهي تبدأ من خط الاستواء صفر ثم إلي الشمال أربع دوائر عرض (أي من خط الاستواء وإلي درجة عرض 4 شمالاً(تأخذ حرف (A) ثم الأربع دوائر العرض التي تليها (أي من 4 إلي 8 درجة شمالاً(تأخذ حرف (B) وهكذا في اتجاه القطب الشمالي كل أربع دوائر عرض بحرف لاتيني,C, D، وهكذا. وكذلك جنوب خط الاستواء تتبع نفس الترقيم كل أربع دوائر عرض في اتجاه القطب الجنوبي تأخذ حرف لاتيني كبيروهكذا.

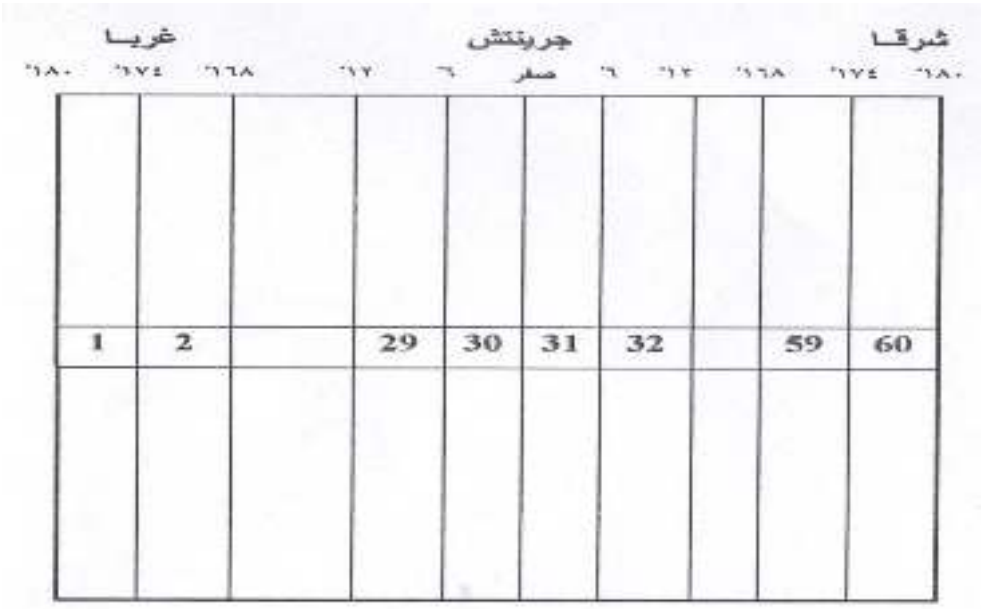
مثال NH 36-E1c , NG 36-E1c في نصف الكرة الشمالي.

مثال SB 36-E1c , SC 36-E1c في نصف الكرة الجنوبي.

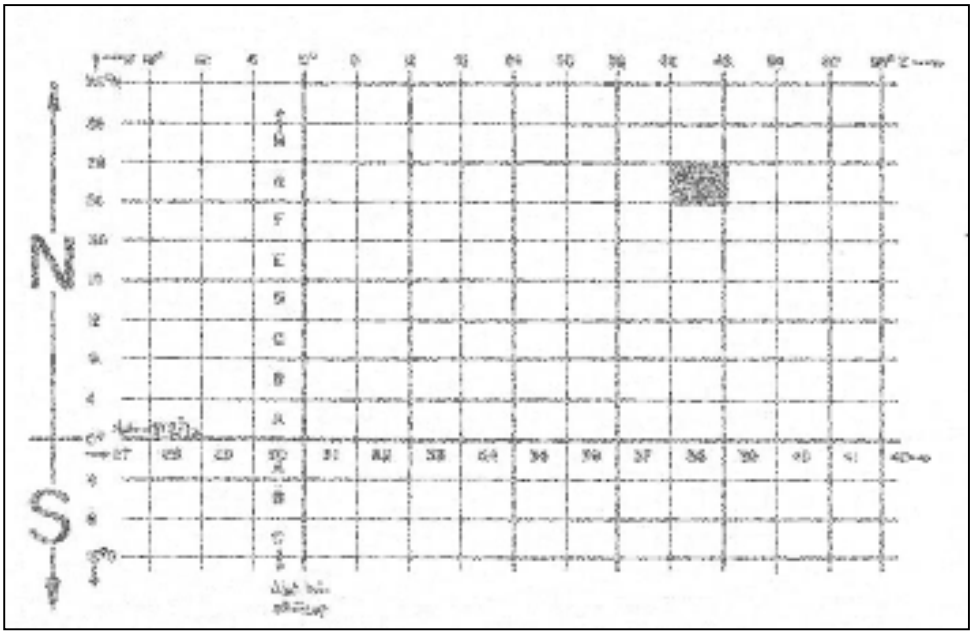


ثالثًا: تم تقسيم دائرة الاستواء وطولها 360 درجة إلي 60 قسمًا ، طول القسم الواحد 6 درجات طولية، يبدأ ترقيمها من 1 إلي 60 بدءاً من الغرب إلي الشرق ، فالقسم بين 180 ، 174 غربًا يأخذ الرقم 1 ، والقسم بين 174 و 168 غرباً يأخذ الرقم 2، ويلاحظ أن خط جرينتش يفصل بين القسم 30 إلي الغرب منه والذي يمتد بين 6 غربًا وصفر، والقسم 31 إلي الشرق منه والذي يمتد بين صفر و 6شرقًا. (ويكتب بعد كود دوائر العرض NH 36-E1c) فهي تبدأ من خط جرينتش ثم إلي الشرق ست خطوط طول (أي من خط طول صفروحتي خط طول 6 درجات شرقاً(تأخذ رقم 1 ، ثم يليها من خط طول 6 شرقاً والي خط طول 12 شرقاً تأخذ الرقم 2 وهكذا حتي تلف الكرة الأرضية بستين منطقة طولية.ويكون الكود كما بالجدول.

مثال: دليل الخريطة الطبوغرافية المصرية NH 36



الحرف الأول	الحرف الثاني	الرقم الثالث
الحرف N,S يدل علي موقع الخريطة بالنسبة لخط الاستواء	يدل علي موقع الخريطة بالنسبة لدوائر العرض	يدل علي موقع الخريطة بالنسبة لخطوط الطول
N	H	36



النظام العالمي لترقيم الخرائط الطبوغرافية

مقياس الرسم	الأبعاد		عدد الخرائط	مثال
	الطول	العرض		
1: 1000,000	6 درجات	4 درجات	4 خرائط 1: 500,00 16 خريطة 1: 250,000 64 خريطة 1: 100,000	NH 36
1 : 500,000	3 درجات	2 درجة	4 خرائط 1: 250,000	NH36NE
1 : 250,000	1 30 درجة	1 درجة	6 خرائط 1: 100,000	NH36-J
1 : 100,000	30 دقيقة	30 دقيقة	4 خرائط 1: 50,000	NH36-J1
1 : 50,000	15 دقيقة	15 دقيقة	4 خرائط 1: 25,000	NH36-J1a
1 : 25,000	7 30 دقيقة	7 30 دقيقة	-	NH36-J1a2

الخرائط الطبوغرافية المصرية:

ب. **نظام ترتيب اللوحات مقياس ١: ٥٠٠٠٠٠:** تغطي كل خريطة من هذا المقياس مساحة درجتان من دوائر العرض وثلاث درجات طولية، وبهذا تشكل أربعة لوحات من الخرائط الطبوغرافية المصرية مقياس ١: ٥٠٠٠٠٠ لوحة من الخريطة المليونية وترقم إحداثياتها بالحروف الأبجدية طبقاً لاتجاهاتها NW, NE, SW, SE، فعلي سبيل المثال ترقم لوحة أسيوط طبقاً للنظام العالمي في الخرائط ذات مقياس ١: ٥٠٠٠٠٠ بالإحداثي NG 36 NW ، ويعني ذلك أنها جزء من اللوحة NG 36 مقياس ١: ١٠٠٠٠٠٠ وتقع في الربع الشمالي الغربي منها.

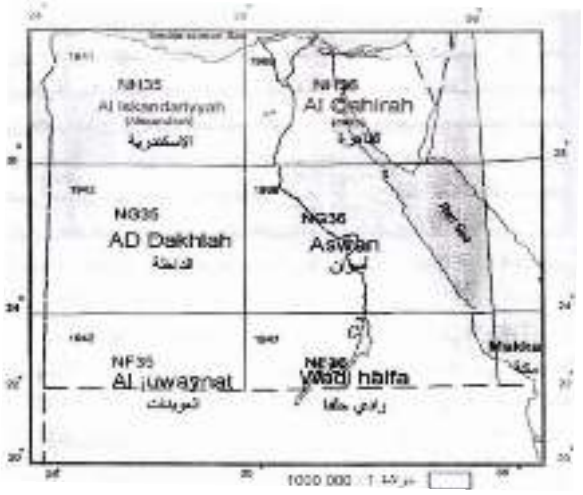
دليل

الخرائط الطبوغرافية المصرية مقياس1 :1,000,000 :

تغطي الخريطة الواحدة من هذه الخرائط مساحة تقدر بـ 4 **دوائر عرضية و**6 **درجات طولية، كما تصل أبعاد الخريطة في هذا المقياس إلي** 59**سم في اتجاه شرق - غرب ، و** 44,4**سم في اتجاه شمال - جنوب ، وذلك بخلاف الهوامش الجانبية أو الخارجية للخريطة. وتبعًا لمسقط مركيتور المستعرض الدولي المستخدم في هذه الخرائط بلغ عددها سبعة تغطي جمهورية مصر العربية،وهذه اللوحات أو الخرائط هي كما بالشكل (القاهرة ، الإسكندرية ، الداخلة ، أسوان ، وادي حلفا ، مكة ، العوينات(.و يتضح من الشكل أن الخريطة تغطي مساحة تقدر بـ** 4 **دوائر عرضية و**6 **درجات طولية ، أي أن مقياس رسمها** 1 : 1,000,000 **، والخرائط الأكبر كما يلي:**

- NH 36 - M = 250,000 = 1º x 1º 30´
- NH 36 - E1 = 100,000 = 30´x 30´
- NH 36 - E1c = 50,000 = 15´x 15´

-قسمت الخريطة ذات المقياس 1: 1,000,000 **(**NH36**(إلي** 4 **خرائط نصف مليونية أو مقياس** 1 : 500,000 **،ويكون اسمها** NH36-NE**، وهي تغطي الركن الشمالي الشرقي، أما الخريطة التي تغطي الركن الشمالي الغربي فاسمها** NH36-NW**،و الخريطة التي تغطي الركن الجنوبي الشرقي اسمها** NH36-SE**، والخريطة التي تغطي الركن الجنوبي الغربي اسمها** NH36-SW.



اللوحات مقياس

1 :مليون التي

تغطي الأراضي

المصرية

- قسمت الخريطة 1: 1,000,000 (NH36) إلي 16 خريطة من مقياس 250,000 ترقم بالحروف اللاتينية A-P علي النحو الذي يوضحه الشكل ، ويضاف الحرف إلي دليل الترقيم الدولي مثل NH 36 - M.

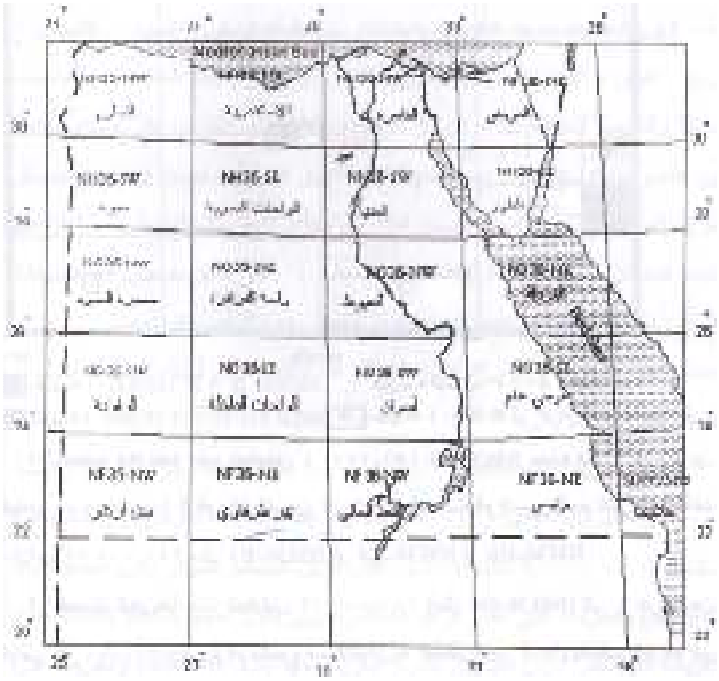
M				N	O	P
I				J	K	L
c	d	5	6	F	G	H
a	b					
1		2	3			
A				B	C	D

- قسمت الخريطة ذات المقياس 250,000 إلي 6 خرائط من مقياس 100,000 ترقم بالأرقام من 1-6 ويضاف الرقم إلي جوار الترقيم الدولي، بالإضافة إلي الترقيم السابق NH 36 - E1 أو NH 36 - E2

- قسمت الخريطة ذات المقياس 100,000 (NH 36 - E1) إلي أربعة خرائط من مقياس 50,000وهي ترقم بالحروف اللاتينية الصغيرة من a-d ويضاف الحرف إلي الترقيم الدولي بالإضافة إلي الترقيمين السابقين NH 36 - E1c.

دليل الخرائط الطبوغرافية المصرية مقياس1 :500,000 : تغطي الخريطة الواحدة من مساحة تقدر بـ 3 درجات طولية ودائرتان عرضية ،أي ربع الخريطة المليونية (1: 1,000,000) وبلغ عدد هذه الخرائط 21 خريطة تغطي جمهورية مصر العربية.

دليل الخرائط الطبوغرافية المصرية مقياس1 :250,000 :تغطي الخريطة الواحدة من مساحة أرضية تقدر بدرجة ونصف درجة طولية ودائرة عرضية واحدة ،



اللوحات مقياس 1 : 500000 التي تغطي الأراضي المصرية (نصف المليونية)

دليل الخرائط الطبوغرافية المصرية مقياس 1 : 100,000: تغطي الخريطة الواحدة من هذه الخرائط مساحة تقدر بنصف درجة طولية (30 دقيقة) ونصف دائرة عرضية (30 دقيقة × 30 دقيقة) ،أي ربع الخريطة المليونية ، وبلغ عدد هذه الخرائط 406 تغطي جمهورية مصر العربية. ويعطي لكل لوحة رقم من 1 - 4 بالإضافة إلي رقم لوحة 1: 250000 التي تضمها.

4	5	6
1	2	3

تقسيمات اللوحة ربع المليونية إلي لوحات بمقياس 1: 100,000

c	d
a	b

تقسيمات اللوحة بمقياس 1: 100,000 إلي لوحات 1: 50,000

3	4
1	2

تقسيمات اللوحة بمقياس 1: 50,000 إلي لوحات 1: 25,000

دليل الخرائط الطبوغرافية المصرية مقياس 1 :50,000: تغطي الخريطة الواحدة من هذه الخرائط مساحة تقدر(15 دقيقة طولية × 15 دقيقة عرضية) وتأخذ الحروف من (a وحتي d) ،أي 25كم في اتجاه الشرق - الغرب ، ونحو 27 في اتجاه الشمال - الجنوب، أي مساحة أرضية

تقدر بـ 675كم2 تقريبًا ، ويبلغ عدد هذه الخرائط 1531 خريطة تغطي جمهورية مصر العربية.

دليل الخرائط الطبوغرافية المصرية مقياس1 :25,000: تغطي الخريطة الواحدة من مساحة تقدر(7 دقائق و30 ثانية طولية ×7 دقائق و30 ثانية عرضية(أي أن الخريطة مقياس 1: 50,000 تضم أربع لوحات مقياس 1: 25000 ، وتأخذ أرقاماً من 1 - 4 بالإضافة إلي رقم لوحة 1: 50000 التي تضمها.

□

الفصل الخامس

توجيه الخريطة

الفصل الخامس

توجيه الخريطة

المقصود بتوجيه الخريطة:

يقصد بتوجيه الخريطة وضعها بحيث تنطبق الظاهرات الموجودة على الطبيعة في اتجاهاتها مع مثيلاتها على الخريطة. أو بمعنى آخر: اتجاه الشمال في الخريطة ينطبق على اتجاه الشمال في الطبيعة.

وقد عرف القدماء توجيه الخريطة منذ زمن طويل:

-البابليون:وضع بعض لرموز تشير إلى المشرق والمغرب على لوحاتهم.

- الإغريق:رسمت أجزاء من الشبكة الفلكية على خرائطهم.

- الصينيون:رسم في خرائطهم شبكة مربعات تساهم في توجيه الخريطة.

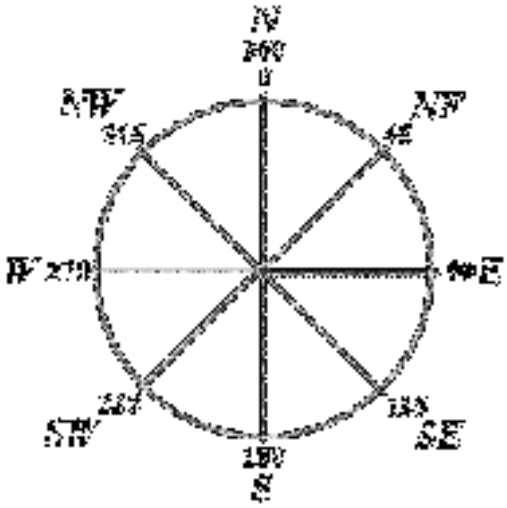
- الخرائط العربية في العصور الوسطى: فقد كانت موجهة بعكس ما يتفق عليه العالم إذا كان أعلى الخريطة يشير إلى الجنوب وأسفلهايشير إلى الشمال ولذلك تقلب الخرائط عند طباعتها حاليا حتى يسهل فهمها على القارئ لذا اعتاد أن توجه الخرائط بحيث يشير أعلى الخريطة إلى اتجاه الشمال.

فوائد توجيه الخريطة:

- ♣ قراءة الخريطة ومقرنتها بالظواهر الطبيعية أو الصناعية الموجودة على سطح الأرض والممثلة على الخريطة نفسها.
- ♣ تعيين موقع الراصد على الخريطة إذا كان هذا الموقع مجهولا.
- ♣ إضافة معلومات وتفصيلات جديدة كرسم طريق أنشئ حديثا ولم يوضح في الخريطة أو أي ظاهرة جغرافية أخرى.
- ♣ استعمالها دليلا يرشد السائح والرحالة إلى الاتجاه الصحيح لخط سيرهم والتعرف على مواقع الظاهرات الجغرافية التي يرغبون الوصول إليها.

مفهوم الجهة :

الجهة هي عبارة عن الخط الواصل من نقطة ما إلي أية نقطة أخري معلومة ، أو هي عبارة عن الخط المستقيم الذي يمكن التسديد نحوه أو الذي يمكن أن نشير إليه أو نسير نحوه. وتعتبر جهة الشمال أهم الجهات جميعا عند رسم وتصميم الخرائط.

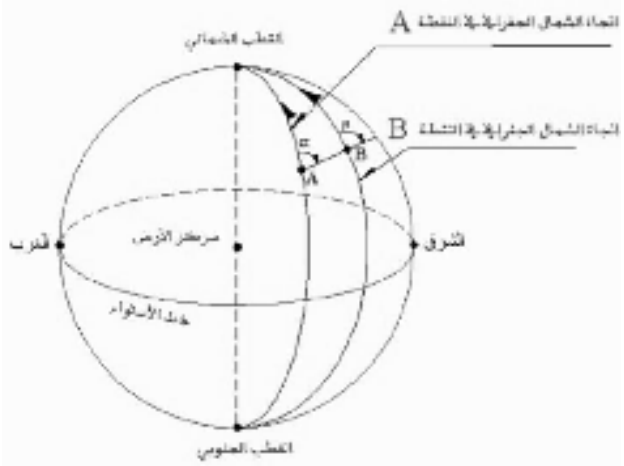


الجهات الأصلية والفرعية وتعيينها علي البوصلة

أنواع الشمال: **للشمال عدة أنواع هي كما يلي:**

(1) الشمال الجغرافي (الحقيقي) : Geographic Meridian

وهو الخط الواصل بين أي نقطة وكل من القطبين الشمالي والجنوبي للأرض. ويعتبر الشمال الحقيقي اتجاه ثابت غير متغير ويتم تحديده من خلال الأرصاد والقياسات الفلكية ، ويستخدم في إنشاء الخرائط. ومن المعروف أن مركز الشمال الحقيقي أو الجغرافي هو القطب الشمالي الذي تمثله دائرة العرض 90 درجة شمال خط الاستواء ، حيث تلتقي جميع خطوط الطول التي رسمها الجغرافيون علي نموذج الكرة الأرضية في نقطة واحدة. ويتم رسمه عادة علي شكل سهم يشير إلي الشمال.



(2) الشمال المغناطيسي : Magnetic Meridian

وهو الاتجاه الذي تحدده إبرة مغناطيسية حرة الحركة وكاملة الاتزان وليست تحت أي تأثير مغناطيسي محلي، فإذا تركت هذه الإبرة حرة الحركة فإنها ستتجه تلقائياً ناحية اتجاه الشمال المغناطيسي حيث يوجد مركز الشمال المغناطيسي الشمالي في منطقة الجزر الواقعة أقصي شمال كندا. ويعتبر الشمال المغناطيسي غير ثابت أي أنه يتغير عند نفس النقطة من عام لآخر ، كما يبعد عن القطب الشمالي الجغرافي مسافة 1600 كيلومتر إلي الغرب من القطب الشمالي الجغرافي.

(3) الشمال الاحداثي: تظهر خطوط الطول علي الخرائط علي هيئة أقواس تقترب إلي حد كبير من الخطوط المستقيمة، وذلك لأنها عبارة عن خطوط زوال ويظهر خط الزوال الأوسط علي شكل خط مستقيم ،بينما تظهر خطوط الزوال علي جانبيه علي شكل أقواس ،وعند الاستعاضة عن تلك الخطوط المنحنية بخطوط مستقيمة موازية لخط الزوال الأوسط ،فإن تلك الخطوط المتوازية تسمي بالشماليات الإحداثية.

زاوية الاختلاف أو الانحراف:

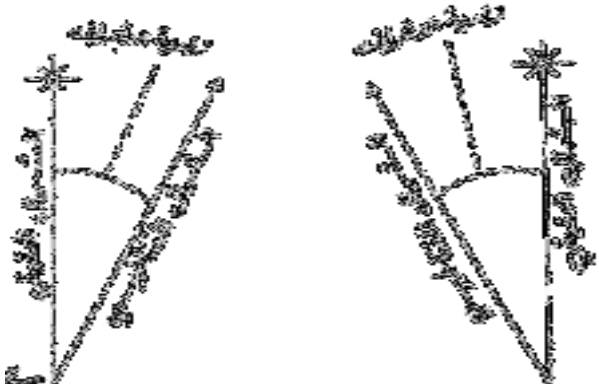
نتيجة لاختلاف الاتجاه بين خطي الشمال ينشأ بينهما عند نقطة معينة وفي زمن معين ما يطلق عليه اسم زاوية الاختلاف والتي تقاس بالدرجات ، وقد يكون الاختلاف المغناطيسي شرقا إذا كانت جهة الشمال المغناطيسي تقع إلي الشرق من خط الشمال الجغرافي ، وقد يكون غرباً إذا كانت خط الشمال المغناطيسي يقع إلي الغرب من خط الشمال الجغرافي

فإذا كان الشمال المغناطيسي شرق الشمال الجغرافي فتكون إشارة زاوية الاختلاف موجبة ، وإذا كان الشمال المغناطيسي غرب الشمال الجغرافي فتكون إشارة زاوية الاختلاف سالبة .

ويطلق مصطلح الانحراف (Azimuth) على الزاوية المقاسة بدءاً من اتجاه الشمال إلى الخط المطلوب، فإن كان الاتجاه المرجعي لبدء القياس هو الشمال المغناطيسي نحصل على الانحراف المغناطيسي ، وإن كان الاتجاه المرجعي لبدء القياس هو الشمال الجغرافي نحصل عندها على الانحراف الجغرافي . وعليه نستطيع حساب الانحراف الجغرافي من الانحراف المغناطيسي وفق ما يلي :

الانحراف الجغرافي = الانحراف المغناطيسي ± زاوية الاختلاف. حيث: نجمع إذا كانت زاوية الاختلاف شرقاً و نطرح إذا كانت زاوية الاختلاف غرباً.

وغالباً توضع زاوية الاختلاف على الخريطة لتحديد قيمتها و اتجاهها عند إنشاء الخريطة ، ويلاحظ من الشكل التالي كيف أن زاوية الاختلاف المغناطيسي قد تقع إلي الشرق مرة أو إلي الغرب مرة أخري.



من المنطقي أن تتخذ الخطوط المستقيمة على سطح الأرض اتجاهًا لا ينطبق غالبا على اتجاه الشمال أيا كان نوعه .وبذلك تنشأ زاوية بين اتجاه الشمال وبين اتجاه الخط المعنى وهذه الزاوية تحدد بدقة مسار أو اتجاه الخط

توجد طريقتان لقياس هذه الزاوية:

-الانحراف الدائري:

هو الزاوية لتي يصنعها أي خط مع الشمال بشرط أن تقاس هذه الزاوية بدءاً من الشمال وفي اتجاه عقارب الساعة.

-الانحراف المختصر:

فهو مشتق من الانحراف الدائري يتم حسابه بالطريقة الآتية:

-تقسم الزاوية الدائرية الكاملة (360) إلى أربعة أقسام متساوية مدى كل منها 90 درجة.

- الربع الأول هو الشمال الشرقي (صفر-90)
- الربع الثاني هو الجنوب الشرقي (90-180)
- الربع الثالث هو الجنوب الغربي (180- 270)
- الربع الرابع هو الشمال الغربي (270-360).

لتحويل انحراف دائري إلى مختصر يتم تحديد الربع الذي يقع فيه الانحراف الدائري ثم يحسب بالشكل التالي:

- الربع الأول : الانحراف المختصر = الانحراف الدائري
- الربع الثاني : الانحراف المختصر = 180 – الانحراف الدائري
- الربع الثالث : الانحراف المختصر = الانحراف المختصر – 180
- الربع الرابع : الانحراف المختصر = 360 – الانحراف الدائري

يلاحظ أن جميع الانحرافات المختصرة تنحصر قيمتها بين صفر -90 وللتفريق بينها لابد من ذكر اسم الربع الذي تقع فيه إما على شكل حروف مختصرة أو على هيئة إشارات.

طرق تعيين الشمال المغناطيسي: تتعدد طرق تحديد اتجاه الشمال المغناطيسي وهي البوصلة:

وهي عبارة عن علبة معدنية غالبا ما تكون أسطوانية الشكل يوجد في أسفلها من الداخل قرص مقسم إلى درجات وأحيانًا تحدد عليه الجهات الأصلية أو الفرعية ومجموع الدرجات 360. وفي وسط القرص يوجد حامل من المعدن مدبب الرأس ترتكز عليه إبرة مغناطيسية بحيث تتحرك بحرية تامة. ولذلك فإننا إذا أردنا معرفة الشمال الجغرافي بواسطة البوصلة فلا بد من استخدام جداول خاصة تصدرها كثير من الدول توضح الانحراف المغناطيسي Magnetic Declination لأماكن متعددة داخل حدودها. وبإضافة أو طرح مقدار الانحراف المغناطيسي لأي مكان من قراءة البوصلة لذلك المكان حسب ما يذكر الجدول يمكننا معرفة الشمال الحقيقي للمكان المذكور. وعند رسم الخرائط المختلفة يعمد رساموها أو المشرفون على رسمها إلى وضع الشبكة الوهمية المكونة لبعض خطوط الطول ودوائر العرض للمنطقة التي تمثلها الخريطة.

<u>مثال</u>: تم قياس الانحراف المغناطيسي لخط في عام 1994 ووجد أنه يبلغ 30′ 54° ، ووجد أن زاوية الاختلاف في عام 1990 تبلغ 30′ 17° شرقاً ، وتتغير سنوياً بمعدل 3′ للغرب ، فما هو الانحراف الحقيقي لهذا الخط ؟

الحل

بما أن زاوية الاختلاف للشرق فتجمع قيمتها أي أن :

الانحراف الحقيقي = الانحراف المغناطيسي + زاوية الاختلاف . وبما أن التغير السنوي للغرب فتطرح قيمة التغير من الزاوية أي أن : زاوية الاختلاف = زاوية الاختلاف – التغير السنوي مضروباً بعدد السنين . وبالتالي يصبح :

الانحراف الحقيقي = 30′ 54° + (30′ 17° - (3′ × 4 سنوات)) = 30′ 54° + (30′ 17° - 12′)

الانحراف الحقيقي = 30′ 54° + 18′ 17° = 48′ 71° .

في حالة عدم معرفة الراصد في الطبيعة لأياً من اتجاهي الشمال المغناطيسي أو الجغرافي ، فإنه يقوم بافتراض اتجاه شمال لا على التعيين ويعتبره كاتجاه مرجعي مفروض لهذا العمل لكي يبدأ منه أعمال القياس المساحي ، ولاحقاً قد يتمكن من معرفة العلاقة بين هذا الشمال المفروض والشمال الحقيقي فيقوم بتصحيح قياساته لينسبها إلى اتجاه الشمال الحقيقي .

كيفية معرفة وتحديد الجهات الأصلية :

من المعروف أن الجهات الأصلية أربعًا هي: الشمال والجنوب والشرق والغرب، والجهات الفرعية يمكن أن تكون أربعًا أو مضاعفات هذا العدد. لقد عرف الإنسان الجهات الأصلية منذ زمن بعيد بواسطة الشمس والنجوم، وعندما زادت حاجته لتحديد الظاهرات بدقة لجأ إلى استعمال الجهات الفرعية وبدأ في استخدامها في تحديد واحدة أو أكثر من الظاهرات التي تحيط به حسب حاجته وتطور تحديد الاتجاهات فيما بعد باستخدام الموجات. ولا يزال الإنسان حتى اليوم يستخدم الشمس والنجوم لتحديد الجهات على سطح الأرض، كما أنه ابتكر وسائل أخرى للتعرف على الجهات, ومن أهم هذه الوسائل ما يلي:

)1(بواسطة الشمس:

تدور الكرة الأرضية حول نفسها دورة كاملة كل يوم، وكذلك تدور دورة واحدة حول الشمس في كل عام. ونظرا لأن الأرض تدور حول نفسها من الغرب إلى الشرق فإن الإنسان منذ الأزل لاحظ أن الشمس تشرق من جهة معلومة وتغرب في الجهة المقابلة. وسمي العرب جهة الشروق شرقا بينما سموا الجهة التى تغرب فيها الشمس بالغرب. ورغم أن الشمس تشرق من جهة وتغيب في أخرى إلا أن مكان إشراقها غير ثابت ويختلف من يوم لآخر كما هي الحال كذلك بالنسبة لمكان الغروب. إن السبب في ذلك راجع إلى ميلان محور الأرض القطبي بمقدار ٢٣,٥ عن أي خط عمودي على سطح الدوران. ولو فرض أن محور الأرض كان عموديا لبقي مكان شروق الشمس واحدا وكذلك مكان غروبها على مدار السنة.

وعلى كل حال فإن أماكن شروق الشمس كل يوم تقع جهة الشرق وأماكن غروبها تقع جهة الغرب، بالإضافة إلى ذلك فإن أماكن الشروق مهما تعددت إلا أنها يمكن أن تحدد مواقعها على قوس ينطبق على الأفق وينحصر بين مدار السرطان شمالا ومدار الجدي جنوبا، وكذلك الحال بالنسبة لأماكن الغروب من بداية فصل الصيف حينما تكون أشعة الشمس عمودية على مدار السرطان وذلك في 21 يونيه حتى بداية فصل الشتاء عندما تكون أشعة الشمس عمودية على مدار الجدي جنوبا.

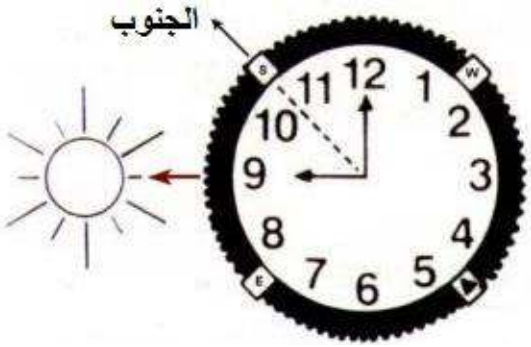
ومن البديهي أنه إذا عرفنا جهة واحدة فإنه يسهل علينا معرفة الجهات الأصلية والفرعية الأخرى. فمثلا عندما نعرف جهة الشرق بواسطة شروق الشمس فإنه بإدارة وجهنا لتلك الجهة يكون الغرب خلفنا والشمال على يسارنا والجنوب على يميننا. بالطبع يصعب

تحديد جهة الشروق أو الغروب في وقت الضحى وفي منتصف النهار أثناء فترة ما بعد الظهر ولكن من الممكن إذا ما عرفنا في أي وقت من أيام السنة.

(2) بواسطة الساعة:

من السهل تعيين الشمال في أي وقت من أوقات النهار بواسطة الساعة على أن تكون الشمس ساطعة، فمن المعروف أن الأرض تدور حول نفسها كل 24 ساعة، حيث يمكن معرفة اتجاه الشمال بواسطة هذه الطريقة بشرط أن تكون الساعة المستخدمة ذات عقارب،أن يكون الوقت تمام الساعة. وتتلخص خطوات معرفة الجهات بواسطة الشمس والساعة:

- نجعل الساعة في وضع أفقي دون مستوى النظر.
- ندير الساعة حتى يشير عقرب الساعات في اتجاه الشمس.
- ننصف الزاوية المحصورة بين عقرب الساعات والرقم 12 فيكون المنصف مشيراً إلى جهة الجنوب وامتداده العكسي مشيراً إلى جهة الشمال ، هذا في نصف الكرة الشمالي.



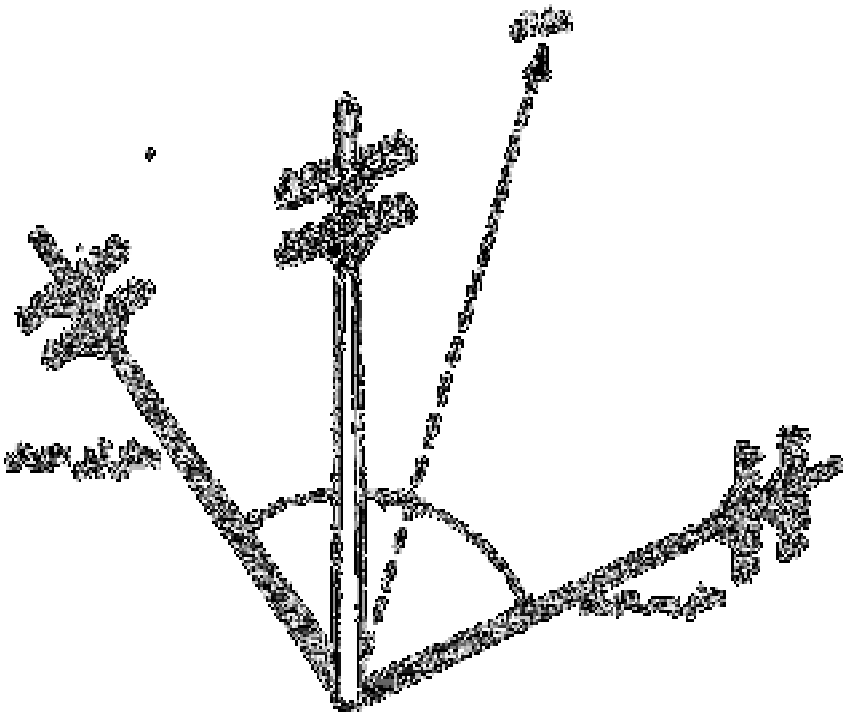
معرفة الشمال الجغرافي بواسطة الساعة

(3) طريقة الظل:

إذا تعذر وجود بوصلة أو ساعة لمعرفة الجهات الأصلية، فإن تلك المعرفة لا تتطلب منك أكثر من الشمس وعصا مستقيمة ، مع ملاحظة ظلها عند سقوط الشمس عليها ، نظراً لأن الشمس لا تقع في أعلي نقطة من السماء فحسب ، بل تقع أيضا في الجنوب في وقت الظهيرة ، لذا يكون ظل العصا في اتجاه الشمال. فإذا توفرت هذه الأشياء الثلاثة فما عليك إلا أن تقوم بعمل الآتي :

- ثبت العصا في مكان مكشوف قبل الظهر. ثم اعقد طرف الخيط على هيئة عروة يكون محيطها أكبر بقليل من محيط العصا.
- دع الخيط ينطبق على ظل العصا وعلم مكانه، ثم ارسم بإصبعك مثلا قوس دائرة نصف قطرها هو ظل العصا، وذلك بتحريك الخيط أفقيًا حول العصا.
- انتظر حتى يميل ظل العصا ليلامس طرفه القوس المرسوم على الأرض، ويحدث ذلك عادة بعد الظهر.

✍ حدد مكان الظل، ثم نصف الزاوية المحصورة بين موقع ظلي الضحى وبعد الظهيرة. وبذلك يكون المنصف هذا مشيراً نحو الشمال في نصف الكرة الأرضية الشمالي.



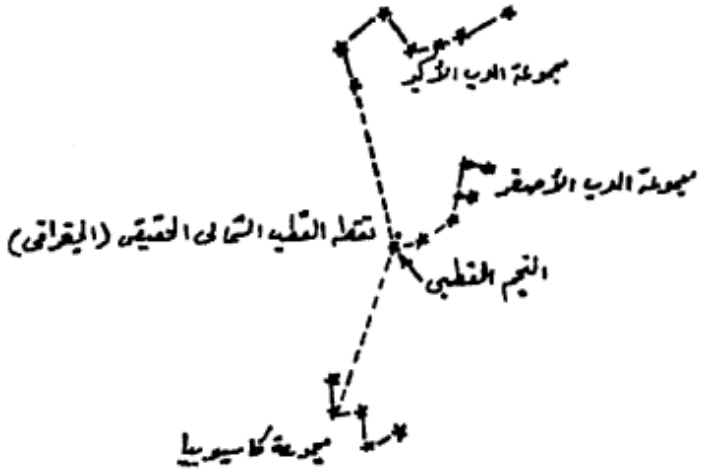
معرفة الشمال الجغرافي بواسطة العصا

(4) بواسطة النجم القطبي:

يمكن معرفة الجهات الأصلية ليلاً بواسطة البوصلة، فإن لم توجد فعليك أن تتجه ببصرك إلى النجوم في السماء وبالتحديد للنجم القطبي الذي يسكن دائماً الشمال، ويمكننا الاستدلال على النجم القطبي بواسطة مجموعات أخرى من النجوم وهي:

أولاً: مجموعة الدب الأكبر:

تتكون هذه المجموعة من سبعة نجوم على شكل مغرفة وهي واضحة جداً بسبب شدة لمعانها في السماء ولهذا سماها رجال البادية (بالسبّع) وهي الدليل الذي يدل الباحث عن النجم القطبي الذي يكون ثابتاً دائماً في الشمال. فإذا حاولت أن تتصور خطاً يبدأ امتداداً من النجمين (الدليلين) في أسفل المغرفة بمقدار خمسة أمثال المسافة بين هذين النجمين(الدليلين) فإنك ستجد نجماً لامعاً هو النجم القطبي والذي يؤلف بدوره مؤخرة ذيل الدب الأصغر.



موقع النجم القطبي بالنسبة للنجومالأ خرى

ثانياً : مجموعة الدب الأصغر:

تتكون هذه المجموعة من سبعة نجوم على هيئة مغرفة أيضاً، ويكون النجم القطبي هو آخر نجم في ذيل هذه المغرفة.

شكل كوكبة الدب الأصغر كما تصورها القدماء

ثالثاً: مجموعة ذات الكرسي وتسمى كاسيوبيا Cassiopeia **:**

ترى بالعين المجردة كمثلثين متلاصقين على شكل الرقم أربعة أو الحرف الإفرنجي W**، وهي خمسة نجوم واضحة. فإذا تخيلنا مد خط وهمي من النجم الذي ينصف المثلث الأوسع ، فإننا سنقابل على امتداده النجم القطبي دليل الشمال. ويمكن أن تُري مجموعة ذات الكرسي في صورة امرأة قاعدة على كرسي له قائمة كقائمة المنبر، وعليه مسند قد أدلت** رجليها.

مجموعة ذات الكرسي أو كاسيوبيا

(5) نظام تحديد المواقع العالمي G.P.S

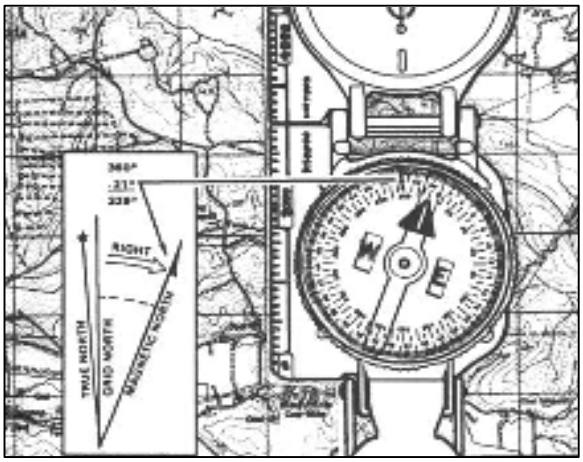
وهو عبارة عن نظام ملاحي مكون من شبكة أقمار صناعية يصل عددها إلى 24 قمراً مثبتة في مدارات محددة من الفضاء الخارجي من قبل وزارة الدفاع الأمريكية . كان الهدف الأساسي من هذه الشبكة من الأقمار الصناعية هدفاً عسكرياً بحتاً ، ولكن في عام 1980م سمحت الحكومة الأمريكية بأن يكون هذا النظام متاحاً للاستخدامات المدنية. ونظام GPS يعمل تحت جميع أنواع الظروف الجوية ، وفي كل مكان في العالم وعلى مدار 24 ساعة في اليوم. ويستخدم لاستقبال الإشارات والمعلومات من الأقمار الصناعية وتحليلها؛لمعرفة الإحداثيات لأي نقطة على الأرض ، كذلك خطوط الطول ودوائر العرض والارتفاعات.

توجيه الخريطة في الميدان:

تتم عملية توجيه الخريطة بعدة طرق هي:

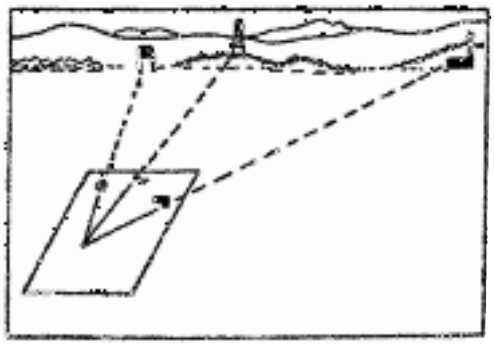
في حالة معرفة اتجاه الشمال الجغرافي: ونظرًا لأن خطوط الطول تتجه من الشمال إلى الجنوب الجغرافي، كما أن دوائر العرض تكون عمودية عليها وتأخذ اتجاه شرقي-غربي، فإن قارئ الخريطة يمكنه تحديد الجهات بسهولة على الخريطة. وأما في حالة عدم وجود هذه الشبكة الوهمية على الخريطة فإن الخريطة يجب أن تحتوي على سهم الشمال North Arrow الذي بواسطته يمكننا تحديد الاتجاهات المختلفة عليها ، ويمكن الاستعانة بالبوصلة إذا عرفت زاوية الانحراف المغناطيسي، حيث نضع البوصلة فوق الخريطة ، ثم

ندير الخريطة ببطء بدون إدارة البوصلة معها حتى ينطبق سهم اتجاه الشمال المغناطيسي مع اتجاه إبرة البوصلة بعد استقرارها ، وبذلك نكون قد وجهنا الخريطة في الاتجاه الصحيح. وإذا كان الشمال الحقيقي هو الموضح على الخريطة فيمكن تحديد الشمال المغناطيسي بمعرفة زاوية الانحراف الذي نجده مذكوراً على الخريطة. ومن ثم يمكن تحديد اتجاه الشمال وتوجيه الخريطة.



توجيه الخريطة بالبوصلة

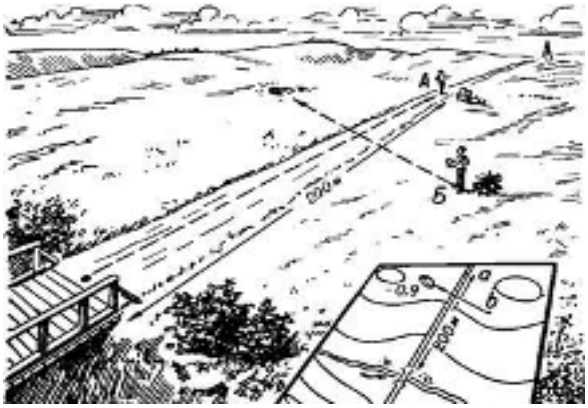
1) في حالة معرفة مكان الراصد علي الخريطة وإمكان رؤية ظاهرة علي الطبيعة ومبينة علي الخريطة: يمكن في هذه الحالة وضع الخريطة بشكل أفقي بحيث تتساوي النقطة التي تمثل مكان الراصد بها موقعه في الطبيعة ، ثم نرسم خطًا يبين هذه النقطة وأي ظاهرة مبينة علي الخريطة ، ويمكن رؤيتها في الطبيعة من هذا الموقع، ثم نوجه النظر صوب الظاهرة ، وعندئذ تكون قد وجهت الخريطة.



توجيه الخريطة بالظاهرات الجغرافية

2) في حالة عدم معرفة مكان الراصد علي الخريطة: نضع الخريطة علي لوحة مستوية ثم نختار مكانين مبيين علي الخريطة ويقعان علي جانب الراصد أو علي جانب واحد منه ، ويمكن رؤيتها من موقعه ثم يوصل المكانين علي الخريطة بخط مستقيم ، ثم ينظر نحو أحد المكانين أو كليهما، وبذلك تكون الخريطة قد وجهت.

)3(**في حالة عدم معرفة اتجاه الشمال في الطبيعة: يمكن توجيه الخريطة بوضعها أفقياً علي بعض الظاهرات المستقيمة مثل الطرق والقنوات الصناعية وخطوط السكك الحديدية ، بحيث يكون اتجاه الظاهرة في الطبيعة منطبقًا علي اتجاهها في الخريطة.**



توجيه الخريطة بالظاهرات الجغرافية المستقيمة

□

الفصل السادس

تحليل الظاهرات الطبيعية والبشرية من الخريطة الطبوغرافية

الفصل السادس

تحليل الظاهرات الطبيعية والبشرية من الخريطة الطبوغرافية

أولاً : تحليل الظاهرات الطبيعية من الخريطة الطبوغرافية :

تعتبر خريطة التضاريس من أهم الخرائط التي يستخدمها الجغرافي في دراسته لسطح الأرض ، وكما هو معروف أن خريطة التضاريس ما هي إلا جزء من الخريطة الطبوغرافية الشاملة. و قبل أن نتطرق لكيفية تحليل الظاهرات الطبيعية من الخريطة الطبوغرافية يحسن بنا توضيح بعض المفاهيم ، حتي يسهل علينا فهم وقراءة الظاهرات الطبيعية علي الخريطة الطبوغرافية ، وهذه المفاهيم كما يلي:

مفهوم الخريطة الكنتورية : هي الخريطة التي توضح مناسيب سطح الأرض باختلاف مظاهره فهي عبارة عن خطوط وهمية بنية اللون، توجد فى الخرائط الطبوغرافية لإظهار التضاريس وتمر بكل النقاط التى لها نفس الارتفاع أو الانخفاض عن مستوى سطح البحر وتكون مرفقة برقم ارتفاعها.

وتعتبر الخريطة الكنتورية من أهم الخرائط التي يستخدمها الجغرافي وذلك لكونها تعد دليلاً و افياً وشارحاً لمظاهر سطح الأرض ، وهي جزء من الخريطة الطبوغرافية التي توضح المظاهر التضاريسية والمظاهر الحضارية ، ولذلك فهي تحتل مركز الصدارة كإحدى أهم الأدوات التي تعتمد عليها وبشكل مباشر في الدراسات الميدانية لتوضيح الظاهرات الجيومورفولوجية المختلفة.

خطوط الارتفاعات المتساوية أو خطوط الكنتور:

هو الخط الذي تتساوى على طوله قيمة الظاهرة المعينة على الخريطة . ويربط بين النقط المتساوية الارتفاع على سطح الأرض ، ويعد أفضل الطرق وأدقها في تمثيل تضاريس سطح الأرض ، مما أدى إلى كثرة استخدامه مقارنة مع الطرق الأخرى في الخرائط التفصيلية ذات المقياس الكبير والتي يستفاد منها للأغراض المدنية والعسكرية على حد سواء.

مفهوم الفاصل الكنتوري : interval Contour

هو عبارة عن الفرق في الارتفاع بين خط كنتور وآخر وعادة ما يكتب الفاصل الرأسي في هامش الخريطة الطبوغرافية، ويعتمد الفاصل الرأسي أو الكنتوري على مجموعة من العوامل أهمها مقياس رسم الخريطة وكمية التضاريس ودقة العملية الحسابية ، فكلما كبر مقياس رسم الخريطة أمكن رسم عدد أكبر من خطوط الكنتور، وبالتالي يكون الفاصل

الرأسي صغيراً ، ويصبح رسم التضاريس في الخريطة الكنتورية أكثر دقة وتفصيلاً ، وفي الخرائط الطبوغرافية الكبيرة المقياس ، ينبغي أن يكون الفاصل الرأسي منتظماً بقدر الإمكان.

خواص خطوط الكنتور: تمتاز دقة وصحة المعلومات عليها لاعتمادها على آلات وطرق مساحة أرضية أو جوية ، وتتسم بالآتي:

1. تتراجع خطوط الكنتور نحو منابع المجارى المائية ، ويكون التراجع علي شكل حرف V ويكون رأس الحرف جهة خط الكنتور الأعلى.
2. لا يتقابل خطا كنتور مختلفا المنسوب ليكونا خطًا واحداً وكذلك لا يمكن أن يتفرع الخط الكنتور إلى خطين.
3. يدل تقارب هذه الخطوط على شدة انحدار سطح الأرض ، وتباعدها على قلة الانحدار، وإذا تساوت المسافة بين خطوط الارتفاعات المتساوية دل على انتظام انحدار سطح الأرض.
4. لا تنطبق خطوط الكنتور (خطوط الارتفاعات المتساوية (مع بعضها إلا في حالة واحدة هي وجود جرف.
5. تتقارب خطوط الكنتور وتضيق المسافة الأفقية بينها للدلالة علي شدة الانحدار، بينما يدل تباعدها وكبر المسافة الأفقية بينها علي الانحدارات البسيطة.
6. لا تنقطع خطوط الكنتور و إنما تقفل على نفسها ولكن ليس من الضروري أن يتم الإقفال في نفس الخريطة. أي لا يمكن أن ينتهي أى خط كنتور فى مكان ما ولكنه يجب أن يكون مقفلا وليس ضروريا أن يقفل خط الكنتور داخل حدود الخريطة.
7. خطوط الكنتور متتابعة ومتتالية في قيمتها فتتزايد هذه القيمة فى حالة الارتفاع وتتناقص فى حالة الانخفاض طبقا لشكل السطح الأرض ولا يمكن أن يوجد خط كنتور شاذ فى منسوبه عن الخطوط التى توجد قبله أو بعده.

أنواع خطوط الكنتور :

تظهر خطوط الكنتور على الخرائط بأشكال مختلفة ، وهي وإن كانت في مضمونها تعني شيئاً واحداً إلا أن اختلاف الأشكال يدل على اختلاف الأنواع. وليس الهدف من رسم خطوط الكنتور فى خرائط التضاريس هو أبراز الملامح التضاريسية الرئيسية فى المنطقة فحسب ولكنها تساعدنا كذلك على اكتشاف طبيعة العلاقات التى ترتبط بين الظاهرات الطبيعية و البشرية المختلفة فى المنطقة التى تغطيها الخريطة ، ومن ثم فإن خطوط الكنتور تهدف إلى إبراز مظاهر طبيعية معينة دون بقية الملامح التضاريسية فى المنطقة تمهيداً لإخضاع تلك الظاهرات للتحليل والدراسة.

1- خطوط الكنتور المتميزة: Significant Contour

تظهر هذه الخطوط على الخرائط بسمك أكبر من باقي خطوط الخريطة ، وقد يظهر على الخريطة أكثر من خط كنتور مميز، وتعبر هذه الخطوط عن تضاريس سطح الأرض ، ومن ثم فإنها ترسم جميعاً بسمك واحد وبفاصل رأسي موحد علي الخريطة الواحدة . ولكن تستدعى بعض أغراض الدراسة إبراز بعض هذه الخطوط أو إحداها عند دراسة منطقة ما، و قد نجد أن هناك ارتباطاً بين ظاهرة معينة فى منطقة ما وخط الكنتور بالخريطة ، كأن نجد علاقة بين امتداد الأراضي الزراعية وخط كنتور معين أو بين نوع معين من المحاصيل الزراعية وهذا الخط ، وفي هذه الحالة نقوم برسم هذا الخط بطريقة تبرز أهميته فى دراسة بعض الظاهرات الجغرافية.

2- خطوط الكنتور الرئيسة: Index Contour

تظهر هذه الخطوط بسمك أكبر من باقي خطوط الكنتور الأخرى بالخريطة، و أيضا تكتب قيم هذه الخطوط بسمك أكبر، وتشبه الخطوط الكنتورية الرئيسة خط الكنتور المتميز من حيث طريقة رسمه ، فهي ترسم بسمك أكبر من السمك الذي ترسم به بقية الخطوط الكنتورية فى الخريطة ولكن الفارق الرئيسي بينهما هو أن النوع السابق لا يزيد عن خط واحد بارز فى الخريطة كلها ويحدد ظاهرة طبيعية أو بشرية تهتم الخريطة بإبرازها خدمة لأغراض دراسية معينة. أما خطوط الكنتور الرئيسة فإنها ترسم بفاصل رأسي أكبر من الفاصل الكنتور العادي للخريطة ؛ لتفادي تزاحم خطوط الكنتور خاصة إذا كانت المنطقة شديدة التضرس والتعقد و من هنا يتضح لنا أن الهدف من استخدام هذه الخطوط هو توضيح تضاريس الأرض بشكل بارز والتخفيف من تزاحم الخريطة الكنتورية، وبالتالي سهولة قراءتها .

3- خطوط الكنتور العادية: Intermediate Contour

تسمي أيضا بخطوط الكنتور المتوسطة و هى عبارة عن خطوط كنتور لها فاصل رأسي موحد في الخريطة ، فإذا أبرزنا خطا واحدا من هذه الخطوط الكنتورية كان هذا الخط خط كنتور متميز، وإذا قمنا بإبراز مجموعة من هذه الخطوط بفاصل رأسي مخالف للفاصل الرأسي المحدد للخريطة كانت هذه الخطوط هي خطوط الكنتور الرئيسة ، و إذا لم نقم بتوضيح أى خطوط كنتورية بالخريطة وتركناها كما هى كانت الخطوط الكنتورية فى هذه الحالة هي الخطوط الكنتورية العادية أو المتوسطة.

4-خطوط الكنتور الإضافية:

في بعض الأحيان قد تكون النقاط المرصودة من الطبيعة غيركافية لرسم الخريطة الكنتورية وإظهار كل تفاصيل المنطقة ، مما يضطر مصمم الخريطة إلي إضافة خطوط كنتور أخري بهدف إظهار بعض التفاصيل التي أهملت الخطوط الكنتورية العادية توضيحها بحكم كبر الفاصل الكنتورى للخريطة.تظهر علي الخريطة بشكل متقطع تمييزاً لها عن خطوط الكنتور الأخرى. وتفيد هذه الخطوط في معرفة درجة الانحدار في منطقة صغيرة يراد معرفة تفاصيل كثيرة عنها ،وقد يرسم هذا النوع من الخطوط في بعض أجزاء الخريطة دون غيرها من الأجزاء الأخرى.ويبلغ الفاصل الرأسي للخطوط الإضافية نصف الفاصل الرأسي العادي للخريطة ، فإذا كان الفاصل الرأسي للخريطة يبلغ عشون متراً ، فإن الخطوط الإضافية ترسم الفاصل رأسي قدره عشرة أمتار.

5-خطوط الكنتور المبسطة أو المعممة: Generalized Contour

من المعلوم أن سطح الأرض تعرض لعدة عمليات جيوموفولوجية ، أدت إلي تغير شكله و إكسابه مظهراً مختلفاً عما كان عليه قديمًا ، لذا فقد ظهرت بعض التعاريج والانثناءات علي سطح الأرض ، أي أنه لولا هذه العمليات لكان سطح الأرض أكثر انتظاماً فى شكله و انحداره ، ومن ثم لكانت الخطوط الكنتورية أكثر استقامة و أقل تعقيداً.

وإذا أردنا الرجوع بالخريطة الكنتورية لمنطقة ما إلى عصور جيولوجية أقدم يتحقق تبسيط المنطقة عن طريق التقليل من التعاريج والانثناءات الموجودة بهذه الخطوط أي بملء الفجوات التى أوجدتها عوامل التعرية المختلفة بسطح الأرض.وسبيلنا إلى ذلك هو خطوط الكنتور المبسطة التى ترجع إلى سطح الأرض إلى حالته التى كان عليها قبل وجود هذه الفجوات.

أنواع الانحدارات وأشكالها :

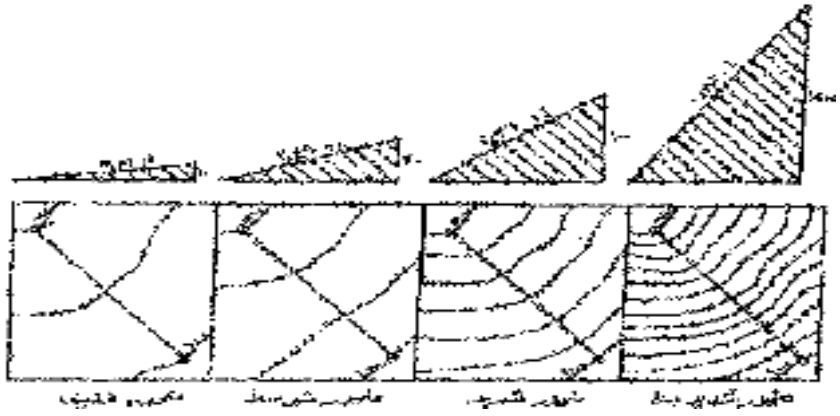
تساعدنا خطوط الكنتور على تحديد أنواع الانحدارات فى سطح الأرض تبعاً لشكل هذا الانحدار وشدته . ويستدل على نوع الانحدار فى الخريطة الكنتورية من دراسة العلاقة بين الفاصل الرأسي والمسافة الأفقية. كما تعد أشكال الانحدارات من العناصر الطبيعية الرئيسية للبيئة الجغر افية فهي توجه العمران البشري ، بل وتحدد امتداده وتؤثر في اتساعه ، ومعظم الدراسات الجغر افية في مجال العمران ترى أن دراسات الانحدار تعد أحد الدراسات المهمة التي ينبغي الإلمام بها قبل البدء في البناء والسكن ، حيث تزيد تكاليف البناء والتشييد مع الانحدارات الشديدة لتسويه مثل هذه السطوح .

ويمكن تقسيم الانحدارات حسب درجة الانحدار إلى مايلي:

أ. **انحدار شديد: وتقترب فيه خطوط الكنتور تكون صغيرة بالقياس إلى الفاصل الرأسي أي أن الفترة الكنتورية تكون صغيرة للغاية والفاصل الكنتور المستخدم في بعض أنواع الخرائط يكون كبير.**

ب. **انحدار متوسط: ويسمى أحياناً بالانحدار المعتدل وهو مرحلة وسطى بين النوعين السابقين إذ تتسم العلاقة بين المسافة الأفقية والفاصل الرأسي بالاعتدال.**

ج. **انحدار خفيف: وتبتعد فيه خطوط الكنتور عن بعضها أي أن المسافة الأفقية بين خطوط الكنتور تكون كبيرة بالقياس إلى الفاصل الرأسي ويظهر هذا النوع من الانحدار لتمثيل معظم الأراضي السهلية خاصة دالات الأنهار والمراوح الفيضية في نهاية الأودية الجافة.**



كما يمكن تقسيم الانحدارات حسب شكل الانحدار إلي ما يلي:

أ. **انحدار منتظم uniform slope: وهو الانحدار الذي يسير على وتيرة واحدة سواء كان شديداً أم خفيفاً.**

ب. **انحدار مقعر concave slope: وهو الانحدار الذي يبدأ بانحدار شديد عند القمة ثم تخف حدة الانحدار في أسفل التل ويمكن معرفة ذلك من تباعد خطوط الكنتور بالقرب من قاعدة التل وتقاربها عند القمة.**

ج. **انحدار محدب convex slope: وهو ذلك الانحدار الذي يبدأ بانحدار بطئ عند قمة التل وتزيد شدته عند السفح ويمكن معرفة ذلك من تقارب خطوط الكنتور المنخفضة وتباعد الكنتورات المرتفعة.**

تقسيم الانحدارات حسب درجة الانحدار

زاوية الانحدار	معدل الانحدار	طبيعة الانحدار
أقل من 2^{o}	1 / 60	معتدل
من ا إلى 3^{o}	1 / 60 إلى 1 / 20	متوسط
من 3 إلى 6^{o}	1 / 20 إلى 1 / 10	معوق للحركة
من 6 إلى 12^{o}	1 / 10 إلى 1 / 5	انحدار شديد
من 12 إلى 20^{o}	1 / 5 إلى 1 / 3	انحدار شديد جدا
من 20 إلى 30^{o}	1 / 3 إلى 1 / 2	انحدار شديد جدا
أكثر من 30^{o}	أكثر من 1 / 2	انحدار مفاجئ

طرق قياس الانحدارات: إذا كان الفاصل الرأسي بين خطوط الكنتور ثابتاً فإن العلاقة بين المسافة الأفقية ودرجة الانحدار تصبح علاقة عكسية ، أي أن المسافة الأفقية تزيد كلما نقصت درجة الانحدار أي أنه كلما زادت درجة الانحدار قلت المسافة الأفقية ، وهذا ما يتضح من خلال المعادلات التالية:

- درجة الانحدار = الفاصل الرأسي × 60 ÷ المسافة الأفقية
- المسافة الأفقية = الفاصل الرأسي × 60 ÷ درجة الانحدار
- الفاصل الرأسي = درجة الانحدار × المسافة الأفقية ÷ 60

ويمكن من خلال الخريطة الكنتورية يمكن التعرف على درجة معدل الانحدار ودرجته كما يلي:

(1) معدل الانحدار: يعرف بأنه النسبة بين الفاصل الكنتوري أو الفاصل الرأسي والمسافة الأفقية على الخريطة ، مع ملاحظة توحيد وحدات القياس في طرفي كسر هذه النسبة ، ويمكن التعرف على الفاصل الرأسي من قراءة أي خريطة كنتورية ، فهو عبارة عن الفرق في الارتفاع بين قيمة كل خط كنتور وآخر، أما معرفة المسافة الأفقية فيمكن قياسها بواسطة المسطرة العادية ، ونلاحظ أن المسافة الأفقية في الخريطة في مقياس رسم هذه الخريطة. ويمكن الحصول على معدل الانحدار بالمعادلة التالية:

معدل الانحدار = الفاصل الرأسي ÷ المسافة الأفقية

حيث أن الفاصل الرأسي هو عبارة عن الفرق بين قيمة ارتفاع النقطة الأولى والنقطة الثانية المراد معرفة معدل الانحدار بينهما. أما المسافة الأفقية فيمكن قياسها بواسطة المسطرة بين نقطتين مضروبة في مقياس رسم الخريطة. كما يلاحظ أن ناتج هذه المعادلة لابد أن يكون في

شكل كسر بياني ،حيث نقوم بقسمة بسط الكسر علي نفسه ،وذلك لكي يكون البسط عبارة عن واحد صحيح، ويكون الناتج المتغير في مقام الكسر فقط.

مثال 1: على خريطة كنتورية ما كانت النقطة أ على منسوب 200 متر، والنقطة ب على منسوب 300 متروقيست المسافة الأفقية بين النقطتين وكانت 5,6 سم ومقياس رسم الخريطة 1/25000، فأوجد قيمة معدل الانحدار بين النقطتين؟

معدل الانحدار=الفاصل الرأسي ÷ المسافة الأفقية

المسافة الأفقية = $5,6 \times 250 = 1400$ متر

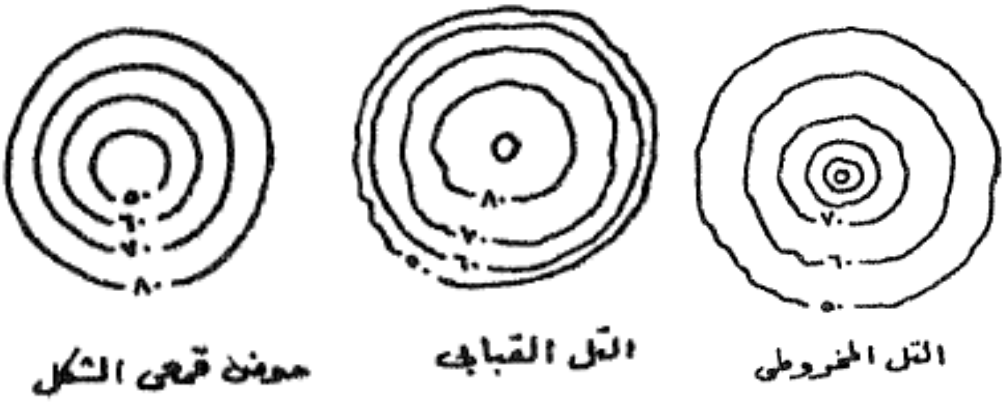
معدل الانحدار= $\frac{300-200}{1400} = \frac{100}{1400} = \frac{1}{14}$ وهذا معناه أنه كلما سرت أفقيا 14 متراً انحدرت خلال هذه المسافة متراً واحداً.

(2) درجة الانحدار: تسمي هذه الطريقة بحساب زاوية الانحدار، وتعني زاوية الانحدار مقدار الزاوية المحصورة بين المستوي الأفقي وخط انحدار سطح الأرض الحقيقي علي الطبيعة، ويهتم الجغرافيون بزاوية الانحدار لأنها تصف المنحدرات من حيث ضعفها أو شدتها. حيث يمكن حساب زاوية الانحدار دون الرجوع إلى جدول الظلال ، وذلك بضرب ناتج معدل الانحدار في 60 (وهو عدد ثابت لا يتغير) . فمن المثال السابق نجد أن :

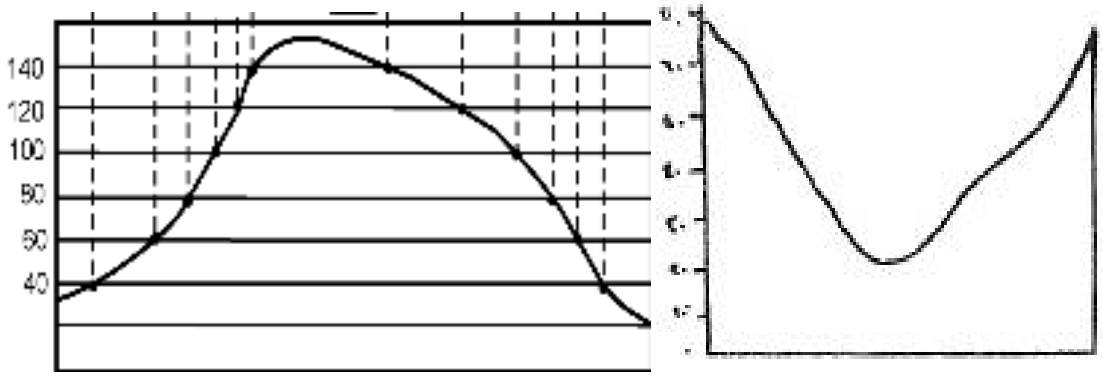
ظل الزاوية $\frac{1}{14} \times 60 = 4,2$ درجات تقريبًا.

الأشكال التضاريسية بالخريطة الطبوغرافية :

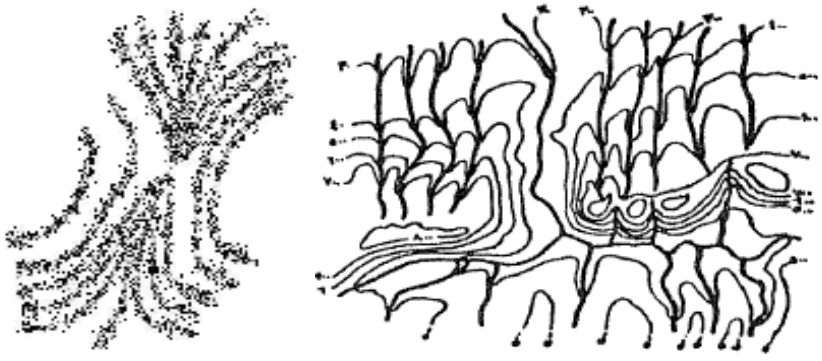
- التل القبابي: Domic Hill هو عبارة عن تل جوانبه محدبة الانحدار، بمعنى أن سطح الأرض ينحدر في كل اتجاه من نقطة تمثل قمة التل على شكل انحدار محدب، ويبدأ من أسفل بانحدار شديد ثم ينتهي من أعلى بانحدار خفيف ، ويمكن معرفة شكله من الخريطة من تقارب خطوط الكنتور المنخفضة وتباعد خطوط الكنتور المرتفعة.
- التل المخروطي: Comic Hill هو عبارة عن تل مرتفع تتخذ جوانبه شكل انحدار مقعر، ويتميز هذا التل بأنه حاد القمة ويكون انحداره قرب القمة شديداً ويأخذ في التدرج قرب السفح ، فيظهر الانحدار مقعراً على طول الاتجاهات من القمة إلى القاعدة.



- **الانخفاض الحوضي:** Deprssion **يمكن تمييز الحوض في الخريطة الطبوغرافية من الشكل الدائري الذي تتخذه خطوط الكنتور، فيشبه شكل خطوط الكنتور في الانخفاض الحوضي شكل خطوط الكنتور في التل القبابي ، ولكن الفارق هو أن انحدار خطوط الكنتور في الحوض يعلو كلما خرجنا إلى الأطراف الخارجية للخطوط الكنتورية.**



قطاع تضاريسي للانخفاض الحوضي والتل



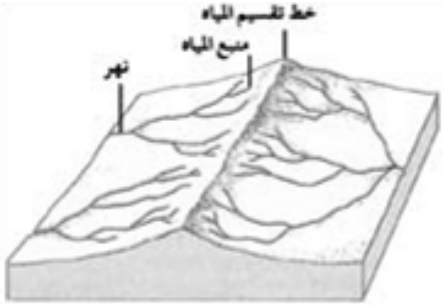
الممر الجبلي **الكويستا**

- **الهضبة:** Plateau **تُمثل الهضاب بحلقات كنتورية تحصر مناطق في مستوى متقارب لمساحة متسعة ثم يزيد الانحدار أي تضيق المسافات المحصورة بين خطوط الكنتور على**

جوانب هذه المساحة المتسعة ذات المنسوب المتقارب وهكذا يظهر سطح الهضبة وكأنه خال من خطوط الكنتور. والهضبة تشبه الجبل من إنها منطقة مرتفعة ولكنها تختلف عنه من حيث إن قمتها مستوية.

- **الممر الجبلي**: M. Pass هو عبارة عن انخفاض ذو امتداد طولي واضح ويتميز بشدة انحدار جوانبه ، ويختلف عن الرقبة بأنه يصل بين أعالي الأودية مع احتفاظه بارتفاع منسوبه عن قيعان هذه الأعالي.
- **الجرف** Cliff : يتميز الجرف بارتفاعه الرأسي، ولهذا نرى عدداً من خطوط الكنتور التي تمثل الجرف تتلاقى في خط واحد ، ونمط خطوط الكنتور التي تمثل الجرف يشبه تماماً نمط الخطوط التي تمثل الشلال Waterfall.
- **الوادي**: Valley هو المنطقة المنخفضة ذات الامتداد الطولي التي تظهر قاطعة للهضاب والمرتفعات ومتشعبة فيها ، وتبدو خطوط الكنتور منحنية داخل بعضها بحيث ينحني الكنتور الأدنى داخل الكنتور الأعلى.

الجرف



خط تقسيم المياه

- **ظهور الخنازير**: Hog Backs هي عبارة حافات صخرية شديدة الانحدار، والفرق بين الكويستا وحافات أظهر الخنازير، وأوضح أن أهم ما يميز الكويستا هو انحدار منحدر الميل التدريجي البسيط وامتداده الطولي الكبير مقارنة بانحدار واجهة الميل الشديدة الانحدار وامتدادها القصير، حيث يبلغ امتداد منحدر الميل عدة أميال ، فإن ارتفاع الحافة لا يزيد عن بضعة مئات من الأقدام ، أما أظهر الخنازير فأهم ما يميزها هو أن انحدار منحدر الميل شديد جداً وقصير وقد يماثل تماماً انحدار الحافة.

ظهور الخنادير

- **خط تقسيم المياه**: water divide, watershed**هو عبارة عن الخط الوهمي الذي يفصل بين الرؤوس المائية للأنهار التي تنساب في اتجاهات مختلفة ، وقد يتفق هذا الخط مع خط أعلى القمم التضاريسية في منطقة تقسيم المياه.**
- **البروز**: Spur **وتسمي أيضا بالنتوء ، وهو عبارة عن امتداد واضح من جانب من الجبل أو الهضبة أو التل ، وتنحني فيه خطوط الكنتور ذات المنسوب الأعلى في اتجاه المنسوب الأدنى .**
- **جبل ذو قمتين: هو عبارة عن جبل له قمتان ، تفصل كل منها عن الأخرى رقبة وهي انخفاض بين قمتي الجبل ، وتكون الرقبة دائماً في مستوى أوطأ من القمم التي تحيط بها.**
- **السهل الفيضي:** Floodplain **هو شريط من الأراضي التي تحيط بالنهر والتي يغمر بالمياه خلال فيضان النهر،و تتكون السهول الفيضية نتيجة عمليات الإرساب الضخمة التي تحدث أثناء الفيضانات النهرية. فعندما يفيض أحد الأنهار، وتخرج مياهه من مجراها تغمر المناطق المنخفضة التي تقع على جانبيه، مما يؤدي إلى إرساب ما تحمله من مواد منقولة كالحصى والرمال والغرين ولهذا فإن السهول الفيضية تتكون بمرور الزمن نتيجة تراكم الرواسب.**
- **المصاطب أو المدرجات النهرية:** River Terraces **هي عبارة عن سهول فيضية قديمة هجرها النهر بعد أن عمق مجراه وبنى لنفسه سهلا فيضيا جديدا ، وتظهر علي شكل سلسلة من المدرجات النهرية الممتدة في موازة القناة المائية على كلا الجانبين وعادة ما تتكون من رواسب طمية. كما يمكننا تتبع خطوط الكنتور التي تحد القناة المائية للنهر داخل واديه وتحديد المدرجات النهرية ومعرفة أبعادها المختلفة ، حيث تتباعد الخطوط الكنتورية بشكل واضح فوق سطح المدرج أو المصطبة النهرية ، بينما تقترب من بعضها البعض عند واجهتها وعادة ما تمتد خطوط الكنتور بشكل متصل في حالة المدرجات الحديثة التي عادة ما تظهر قرب السهل الفيضي الحالي للنهر وهي بطبيعة الحال اقل منسوبا من المدرجات الأقدم.**
- **المنعطفات** Meanders **عندما يصل النهر أقصى مداه نحت قاع مجرى النهر بحيث لا يقوى بعد ذلك على النحت فيتحول نشاطه إلى النحت الجانبي . فحيثما ينحرف مجرى النهر سرعان ما يرتطم تيار النهر بالجانب المقعر من المنحنى ويقتحمه بقوة ، بحيث يتآكل ساحل النهر حول جانبه المحدب من المنحنى حيث يترسب الفتات الصخري والرواسب العالقة من جراء عملية النحت وهكذا باستمرار هذه العملية مع الزمن ، يتزحزح بالتدريج مجرى النهر عن**

موضعه الأصلي ، ويزداد مقدار انحناء النهر.وبتكرار هذه العملية في أماكن مختلفة من النهر ، تسمى المنعطفات أو التعرجات النهرية بـ " الميأندرز ".

إنشاء القطاعات التضاريسية:

يعني تعبير مورفـومتري Morphometry : قيـاس الشـكل . ويرمـي هـذا التحليـل للكشـف عـن خصـائص مختـارة لشـكل الأرض ، تمثلهـا الخريطـة بكل دقـة ووضـوح . وهـذه الطـرق المورفومتريـة تسـتخدم مختلـف الطـرق الكارتوجر افيـة ، والتخطيطيـة ، والمعلومـات الإحصائية عن سطح الأرض، والتي توفرها الخر ائط الطبوغر افية ، أو التي قـد تم قياسها في العمل الميداني.و يعتبر رسم القطاعات من الخر ائط الكنتورية ذو فائدة عظيمة ، إذ يساعد في رؤية الارتفاع ، وفي وصف وتوضيح الأشكال الأرضية.

القطاع التضاريسي:

هو عبارة عن صورة جانبية لمنطقة معينة على طول الخط محدد يسمى خط القطاع ، وهو في أغلب الأحوال عبارة عن شكل نظري تصوري يتم أنشاؤه من الخريطة الكنتورية ولا يمكن رؤيته على الطبيعة بشكل منظور إلا في حالة القطاعات الرأسية في مناطق المحاجر والمناجم والحافات الرأسية . وللقطاعات التضاريسية لها أهمية بالغة في الدراسات الجيومورفولوجية فهي تعطى فكرة أكثر وضوحا مما تعطى الخريطة الكنتورية عن شكل سطح الأرض على طول خط القطاع وكذلك شكل المنحدرات ودرجاتها.

أ(**القطاع الطولي للمجرى النهري**:

1(نرسم خطاً أفقياً لرسم القطاع ليكون هذا الخط هو خط قاعدة القطاع.

2(نرسم في نهاية هذا الخط من أحد طرفيه خطاً رأسيًا بنوع من المبالغة يتعامد على خط القطاع نحدد عليه الارتفاعات كما توضحها الخريطة الكنتورية.

3(يتم توقيع عدد من النقاط علي الخريطة الكنتورية بطول الوادي الرئيسي من المنبع إلي المصب.

4(يستخدم المقسم في إنشاء القطاع وقياس المجري المائي بين كل خطي كنتور متتاليين، وذلك بفتحه مناسبة تبعاً لكل من مقياس الرسم والفاصل الكنتوري للخريطة ،ولتكن 2 ملليمتر ونضع المقسم عند بداية النهر ونقلله فوق خط النهر من مبدئه إلى التقائه بأول خط الكنتور وليكن 1000متر، ثم نحصى عدد هذه النقلات ولتكن عشر دورات أي 2 سم. فنسجل رقم خط الكنتور في الجدول وأمامه عدد الدورات أو النقلات.

عدد الدورات	الناتج	خط الكنتور	ملاحظات
10	10×2مللم=2سم	1000	...

5(نواصل العمل ،وللحصول على طول المجرى المائي بين خطين كنتور متتاليين نقوم بضرب قيمة فتحة المقسم × عدد النقلات.

6(نقوم بتوقيع المسافة المقاسة بواسطة المقسم أمام كل ارتفاع حسب التقسيم الموضح على المحور الرأسي بالقطاع ونستمر في هذه العملية حتى نهاية المجرى المائي.

7(نصل بين النقط المحددة على خط القطاع بخط يرسم باليد فنحصل في النهاية على القطاع الطولي للنهر.

ب(**القطاعات التضاريسية المتداخلة** :

من المعروف أن القطاع التضاريسي البسيط يوضح شكل التضاريس بين نقطتين علي الخريطة الكنتورية ، وبنفس الموضوع يمكن رسم أكثر من قطاع تضاريسي علي شكل خطوط أو محاور موازية لبعضها البعض ، ولها نفس الأطوال تقريبًا ، ويتم رسم جميع هذه القطاعات علي ورقة واحدة بشكل متداخل، ولكل قطاع لون مختلف يميزه عن غيره من القطاعات. ولرسم القطاعات المتداخلة نتبع الخطوات التالية:

1(نقسم الخريطة إلي أقسام متساوية بواسطة خطوط مستقيمة موازية لبعضها لبعض وقاطعة للخطوط الكنتور.

2(نوحد خط القاعدة ، ثم نقوم برسم كل القطاعات ، فنحصل في النهاية علي مجموعة من القطاعات المتداخلة للخريطة. ويلاحظ في هذه الطريقة أن الأجزاء المرتفعة من القطاع الأول لا تخفي الأجزاء المنخفضة من القطاعات التي تليه ، لذلك فأن مثل هذه القطاعات تعطينا صورة لكل أجزاء سطح الأرض التي تمربها خطوط القطاعات.

وتفيد هذه القطاعات في التعرف علي الانحدار وتحليل الأشكال الجيومورفولوجية المختلفة علي طول القطاع، كما تفيد في تحديد إمكانية الرؤية الأفقية وفي عملية المقارنة بين قطاعين فعلي سبيل المثال يمكن تقدير معدلات النحت والإرساب بأحد الأودية عن طريق رسم قطاعين في نقطة واحدة ، ولكن في فترات مختلفة.

ج(**القطاعات البانورامية :**

رغم أهمية القطاعات المتداخلة إلا أنها تعطينا مجموعة من القطاعات المعقدة ليس من السهل تفسيرها ،لذا يمكن الاستفادة منها عن طريق رسم قطاعات تعطينا تصور بالمنظر العام لسطح الأرض،ويتم ذلك كما يلي:

1(نرسم القطاع الأول وليكن أب علي أساس أنه أول خط يواجه الناظر من هذا الاتجاه، ثم نرسم القطاع التضاريسي الثاني ج د بشرط إلا تظهر منه سوي المناطق التي يزيد ارتفاعها

عن خط القطاع الأول أب ، ويتم رسم الأجزاء المنخفضة من القطاع الثاني بشكل متقطع ، ومن ثم فهولن يظهر في الشكل النهائي للقطاع البانورامي.

2(نرسم القطاع الثالث وليكن هـ و، بشرط إلا تظهر منه سوي المناطق التي يزيد ارتفاعها عن خط القطاعين السابقين.

3(بنفس الطريقة نرسم جميع القطاعات مع حذف المناطق التي تنخفض عن الأجزاء السابقة ،مع رسمها بشكل متقطع. ويفيد هذا النوع من القطاعات في التعرف علي الهيئة العامة للمنحدرات وأشكال سطح الأرض في المنطقة ، كما أم مثل هذه القطاعات قد تكون مفيدة قبل الخروج إلي الميدان في سبيل اختيار مواضع الوقفات المختلفة التي يتمكن الباحث عندها أو من خلالها من رؤية شبه كاملة لمنطقة دراسته.

أساليب تحليل العلاقة بين المساحات والمناسيب علي الخريطة الطبوغرافية :

أ(**المنحني الهبسومتري أو الهبسوجرافي** : تستخدم هذه الطريقة للإشارة لنسبة مساحة من سطح الأرض في المنطقة التي تمثلها الخريطة الكنتورية وبين ارتفاعات سطح الأرض في نفس المنطقة . ولرسم المنحني نفترض أن هناك خريطة كنتورية لجزيرة تتوسطها منطقة مرتفعة يبلغ منسوبها 1000 متربفاصل كنتوري 100 متر،ولرسم المنحني نتبع ما يلي:

1(نحسب المساحة المحصورة بين كل خطي كنتور متتاليين بإحدى الطرق المعروفة لقياس المساحات غير المنتظمة ، وننسبه إلي المساحة الإجمالية للمنطقة وتحول المساحات بواسطة مقياس الرسم إلي ما يقابلها من مساحة علي الطبيعة الكم المربع ، فلوكانت مساحة المنطقة 3000كم^2 وكانت مساحة المنطقة المحصورة بين مستوي سطح البحروبين خط كنتور 100 مترهي 1500كم^2 ، إذن نسبة هذه المساحة إلي المساحة الإجمالية يكون 1500 × 100 ÷ 3000 = 50% وهكذا.

2(تحسب النسبة المئوية لمساحة كل نطاق إلي المساحة الإجمالية للجزيرة التي يحددها خط كنتور صفر، فإذا كانت المساحة المحصورة بخط كنتور صفر 2500كم^2 فإن:

النطاق الكنتوري	مساحة النطاق كم2	النسبة	
صفر - 100	625	$\frac{100\times625}{2500}$	%25
100 - 200	475	$\frac{100\times475}{2500}$	%19
200 - 300	375	$\frac{100\times375}{2500}$	%15
300 - 400	300	$\frac{100\times300}{2500}$	%12
400 - 500	225	$\frac{100\times225}{2500}$	%9
500 - 600	150	$\frac{100\times150}{2500}$	%6
600 - 700	١١٢,٥	$\frac{100\times١١٢,٥}{2500}$	%٤,٥
700 - 800	٨٧,٥	$\frac{100\times٨٧,٥}{2500}$	%٣,٥
800 - 900	75	$\frac{100\times75}{2500}$	%3
900 - 1000	50	$\frac{100\times50}{2500}$	%2
أعلي من 1000 متر	25	$\frac{100\times25}{2500}$	%1
المساحة الكلية		2500كم2	%100

3(نرسم محورين أحدهما أفقي لتمثيل المساحات وهي 2500كم2 وذلك بطول مناسب وليكن 25سم أي أن كل 1سم يمثل 100كم2 والمحور الأخر لتمثيل الارتفاعات من صفر إلي أكثر من 100متر.

4(نرسم كل مساحة مقابل فاصلها الكنتوري المقابل لها ، ونضع علامة لموقعها كالنقطة مثلا. ثم نصل كل نقطة مع الأخرى بمنحنى منتظم .

التحليل المورفومتري للأودية من الخرائط الطبوغرافـية : تعد الخريطة الطبوغرافية من أهم وسائل الدراسة الجيومورفولوجية ، كما تحتل مركز الصدارة في الأدوات التي يستخدمها الجيو مورفولوجى في دراسته الميدانية.

ثانيًا :تحليل الظاهرات البشرية من الخريطة الطبوغرافية :

تقدم الخريطة الطبوغرافية مختلف أنواع استخدام الأرض من قبل الإنسان، غير أنها تقتصر على إظهار الأشكال التضاريسية والتجمعات البشرية (المدن ، القرى ،الطرق، قنوات الري والصرف ، مناطق التعدين(وبشكل عام يقتضي التحليل البشري للخريطة الطبوغرافية التطرق إلى مجالات متنوعة وهي المجالات السكنية بمختلف أنواعها الحضرية والريفية. كذلك دراسة أنماط الطرق سواء كانت طرق درجة أولي أو مدقات أو سكك حديدية وغيره. وفيما يلي أهم الظاهرات الجغرافية البشرية التي تظهرها الخريطة الطبوغرافية ، كما يلي:

(1(المحلات العمرانية:نعني بالمجال السكني هنا الرقعة التي تكون فيها المنازل والمرافق التي يسكنها الإنسان، ويرتبط ظهوره بالمجال بممارسة الإنسان للأنشطة المتنوعة كالزراعة والصناعة و الرعي والنشاط والمعدني أو بوجود مرافق متنوعة سياحية وعسكرية ودينية وغيرها.

- العمران الريفي: من أهم أنواع السكن المتجمع حسب الشكل:

-السكن الخطيأو الطولي: ويتميزباصطفافه على طول طريقأو ترعةأو نهر.

-السكن ذو الشكل النجمي: ويتكون عند تقاطع طرق المواصلات مثلاً.

-السكن الهندسي: ويكون منتظمًا تنظيمًا هندسيًا باصطفافه على طول ممرات متقاطعة . وغالبا ما يكون ناتجا عن تدخلات استصلاحية تقوم بها الدولة والقطاع الخاص. ويعتمد تفسيرنمط الاستيطان الريفي علي الآتي :

- العمران الحضري: تقدم بعض الخرائط الطبوغرافية مجالات حضرية متنوعة ومراكز تختلف من حيث الأهمية من خريطة لأخرى وبشكل عام فإن المعلومات التي تقدمها هذه الوثيقة بخصوص المجال الحضري معلومات هامة ومحدودة جدا لا تسمح بالقيام بتحليل دقيق وشامل لهذا المجال وذلك راجع إلى المقاييس التي أنجزت فيها الخريطة الطبوغرافية والتي لا تسمح بتمثيل معطيات دقيقة للمدينة. ونظرا كذلك لما تتصف به رموز ممثلة للمجال الحضري من تبسيط وتعميم.

تفسير التوزيع الجغرافي لمناطق العمران :

- ✍ **الموضع:** Site هو المساحة الحقيقية للأرض ، والتي تقف عليها منطقة الاستيطان . وقد يكون هذا الموضع مستويا يسمح بسهولة تشييد المساكن ، أو قد يكون مرتفعا فوق السهول الفيضية للأنهار. ويعتبر شكل الموضع هاما لأنه يوفر أدلة عن الكيفية التي تطورت بها منطقة الاستيطان . وقد يكون الشكل نواتيا ، أو حول منطقة متوسطة ظاهرة مثل : السوق ، أو المسجد ، أو القلعة . وقد يكون خطيا كما أشرنا سابقا . وعند تفسير منطقة الاستيطان يجب وضع اعتبار كبير للارتفاع النسبي للمنطقة وما حولها وللانحدار وللتصريف السطحي ولطبيعة هوامش منطقة الاستيطان وصلتها بالظواهر الطبيعية.
- ✍ **الموقع :** Situation يعني الموقع لمنطقة الاستيطان علاقتها بما يحيط بها من أرض وظواهر مائية ، أي بمعني آخر وضعها الجيومورفولوجي،وعند تفسير موضع منطقة الاستيطان الريفي لا بد من وضع الاعتبار الكبير إلى الوضع الطبيعي في إطاره العام ، وشبكة طرق النقل والمواصلات ، والوضع الإداري .
- ✍ **الشكل الظاهري :** Morphology يتضمن الشكل الظاهري لمنطقة الاستقرار الريفي شكل المباني ، وشبكة المواصلات الداخلية ، والحدائق ، والميادين العامة ، وتمييز المباني التاريخية . ولا بد من ملاحظة مناطق الاستيطان الريفي باختلاف البيئات الطبيعية ، ومستويات الدخل ، والتقدم التكنولوجي .
- ✍ **الوظيفة:** يمكن معرفة الوظيفة الرئيسة لمنطقة الاستيطان الريفي مباشرة من الخرائط بدراسة موضعها وأسمها ، وكثيرا ما تبني أسماء ومواضع القرى الكبيرة التي تقع في الأقاليم الزراعية علي. وتقدم مثل هذه القرى كثيرا من الوظائف لمحيطها الجغرافي الذي يضم : القرى التوابع التي تعتمد عليها في التسويق ، وخدمات الأمن ، والمواصلات والاتصالات ، وربما بعض الخدمات الإدارية الأخرى .

تحليل شبكات النقل والمواصلات : إن شبكات النقل والمواصلات علي الخرائط الطبوغرافية ذات المقياس المتوسط 1 : 50000 يمكن أن تعكس مرحلة التنمية الاقتصادية التي تمر بها المنطقة . وبما أن هذا الموضوع مهم جدا لحياة السكان فيجب أن ينال عناية خاصة في تفسير الخرائط .

تحليل استخدام الأرض :

الاستخدام الزراعي : يعتبر الاستخدام الزراعي من أنواع استغلال الأرض غير المستديم ، وذلك حسب فصول السنة ، أو لأسباب وعوامل تسويقية ، أو إدارية . لذلك كثيرا ما تفتقد بعض

الخرائط لتفصيل نوع استخدام الأرض الزراعي التفصيلي ، وكما أن البيانات التفصيلية وإن أثبتت علي الخرائط قد تتحول بطول الزمن إلى معلومات تاريخية فقط . فخرائط استخدام الأرض البريطانية بمقياس 1 : 63360 والتي صممت قبل الحرب العالمية الثانية بتفصيل لأنماط الاستخدام ، لا تصلح حاليا إلا للدراسة التاريخية فقط ، لذا استبدلت بسلسلة خرائط جديدة من مقياس 1 : 25000 بتصنيف عام لأنماط الاستخدام الزراعي .

استخدام الأرض التعديني والصناعي :إن الرموز الدالة علي النشاط التعديني موجودة في كل الخرائط الطبوغرافية، وهي توضح مناطق النشاط بجلاء خاصة التعديني والصناعات الاستخراجية ، فالمحاجر ومواقع التعدين المفتوح تبين برموز خاصة ، كما أن كثيراً ما يشار إلى المناجم بكتابة الكلمة منجم علي المواقع أو رمز تعديني، وهي كلها في الغالب بعيدة عن المناطق السكنية ، ويرتبط بها الكثير من المواقع لبعض الصناعات الصغيرة . ويمكن التمييز بين نوع التعدين المفتوح والعميق من خلال المساحة الكبيرة التي يغطيها نشاط التعدين المفتوح ، وكذلك من خلال شبكة الطرق.

استخدام الأرض لأغراض السياحة والترفيه :تكون هذه المناطق غالبا بالقرب من المدن ومناطق التجمعات السكانية الكبيرة أو علي السواحل ، وتظهر في شكل حدائق عامة وملاعب ومناطق خضراء ، وقد لا تعطي لونا معينا علي الخرائط أو رمزا يدل عليها ، ولكنها تتضح في المساحات الواسعة والهندسية الشكل.

المناطق غير المستخدمة أو غير الصالحة الاستخدام :تبقي بعد التعرف علي مظاهر النشاط البشري من الخريطة عن بقية المناطق ، وهي إما أنها صالحة للاستخدام ولكنها غير مستعملة حاليا ، أو أنها أراضي جرداء غير قابلة للاستخدام مثل: المناطق المرتفعة، أو السيئة الصرف ، ومناطق الكثبان الرملية ، أو الأراضي الملحية غير الصالحة للزراعة . ويضاف إلى ذلك مناطق التحجير والتعدين المهجورة ، وكذلك المناطق المخصصة لتجميع القمامة والنفايات.

التحليل الكمي للظاهرات البشرية بالخريطة الطبوغرافية : يهدف تحليل التوزيع في الخريطة الطبوغرافية الإجابة علي بعض الأسئلة مثل:

- إلي حد تتركز الظاهرة في المكان؟
- ما كثافة توزيع الظاهرة في مساحة ما؟
- هل تتوزع الظاهرة بانتظام أم بشكل عشوائي؟
- ما هو التوزيع الأمثل للظاهرة وما علاقته بالتوزيع الفعلي؟

ويبدأ التحليل عادة بوصف الظاهرة قيد الدرس ، ولما كان الكثير من الموضوعات التي يدرسها الجغرافيون تمثل على الخريطة بنقطة (أو نقاط) ، لذا فان وصف هذه التوزيعات ضروري جدا . وكما هو الحال مع القيم الرقمية للمتغيرات التي يتم وصف توزيعها بمقاييس النزعة المركزية من معدل ووسيط و انحراف معياري فان لهذه المقاييس تطبيقات تصف التوزيع المكاني حيث يتم تحديد موقع المعدل و موقع الوسيط ويحسب انحراف مواقع النقاط عن موقع مركزها.

التدريبات العملية لمقرر الخرائط الطبوغرافية

)1(عرف الخريطة الطبوغرافية ؟

)2(تناول بالشرح عناصر الخريطة الطبوغرافية؟

)3(تكلم عن أنواع الخرائط تبعًا لمقياس الرسم؟

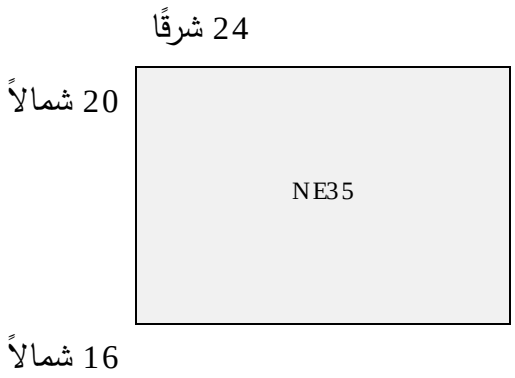
)4(تكلم عن التعميم في الخرائط الطبوغرافية؟

)5(ما المقصود بتحديثالخر ائط الطبوغرافية؟

)6(أوجد خطوط الطول والعرض التي تحدد خريطة مليونية رقم SG20؟

)7(أوجد خطوط الطول والعرض التي تحدد خريطة مليونية رقم NE35؟

- ✍ بداية يعني الرقم N إنها تقع شمال خط الاستواء.
- ✍ الحرف E هو الحرف الأبجدي الخامس ، وبما أن كل شريحة تساوي 4 دوائر عرضية ، أي 4دوائر عرض × 5 =20 ، وبالتالي فالحد الأعلي أو الشمالي للخريطة هو خط عرض 20 درجة شمالاً ، ومن ثم فالحد الجنوبي هو 20 -4 = 16 درجة شمالاً.
- ✍ الرقم 35 يمثل الشريحة الخامسة شرق خط جرينتش ، وبما أن كل شريحة تساوي 6 خطوط طول ، أي 5 خطوط طول ×6 = 30 درجة شرقاً، وبالتالي فالحد الشرقي للخريطة هو خط طول 30 درجة شرقاً ، ومن ثم فالحد الغربي هو 30 -6 = 24 درجة شرقاً.



)8(أوجد رقم الخريطة المليونية التي تقع فيها مدينة إحداثياتها الجغرافية 20 30 درجة شرقًا ، 15 درجة شمالاً؟

- ✍ الخريطة تقع شمال خط الاستواء N.

)9(حدد خطوط الطول ودوائر العرض التي تحدد خريطة مليونية رقمها NE36؟

)10(أوجد رقم الخريطة المليونية التي تقع فيها مدينة إحداثياتها الجغرافية 50 40 درجة غربًا ، 15 30 درجة جنوبًا؟

)11(أوجد رقم الخريطة مقياس 1: 25000 التي يقع فيها برج الجغرافية 10 30 36 درجة شرقًا ، 12 15 26 درجة شمالاً؟

)12(ارسم مخططًا يوضح خطوط الطول ودوائر العرض التي تحدد خريطة رقمها NH36B3b2 ، ثم حدد مقياس رسم الخريطة.

)13(يوضح الجدول التالي رتب المجاري المائية وأعدادها في أحد أحواض التصريف المائي.

الرتبة	أعداد المجاري المائية
1	381
2	74
3	16
4	3
5	1
المجموع	475

والمطلوب مايلي:

)أ(حساب معامل شكل الحوض ، إذا علمت أن مساحته 123 كم2.

)ب(حساب معدل النسيج الطبوغرافى للحوض ، إذا علمت أن طول محيط الحوض 58 كم ، ومجموع أعداد المجاري المائية هو 171 مجري.

)ج(حساب معدل تضرس الحوض.

☑ النوع الأول: إيجاد خطوط الطول ودوائر العرض من خلال رقم الخريطة

)1(أوجد خطوط الطول والعرض التى تحدد الخرائط المليونية التالية:

NA 3	SA 3	NH 39	SH 39
NB 4	SB 4	NI 40	SI 40

☑ النوع الثاني : إيجاد رقم الخريطة (اللوحة) من خلال خطوط الطول ودوائر العرض

)2(أوجد رقم الخريطة المليونية التى تقع فيها المدن التالية:

مدينة	الإحداثيات	
	خط الطول	دائرة العرض
أ	ق30°54’50”	ش29°56’15”
ب	ق31°37’32”	ش22°20’13”
ج	ق29°55’09”	ش31°11’53”
د	ق34°16’52”	ش26°06’14”
هـ	ق33°48’12”	ش31°07’55”

☑ النوع الثالث: رسم مخطط يوضح خطوط الطول ودوائر العرض لمدينة وفقا للنظام العالمي UTM وذلك بدءاً بالخريطة المليونية وحتى مقياس رسم 1: 25000.

NG 38 C3d2	NE 35 D4a2	NA 31 B2a1
NH 39 D2a2	NR 36 B1c2	NB 32 C1c2
NI 40 A4c1	NF 37 A4a1	ND 34 A1d4

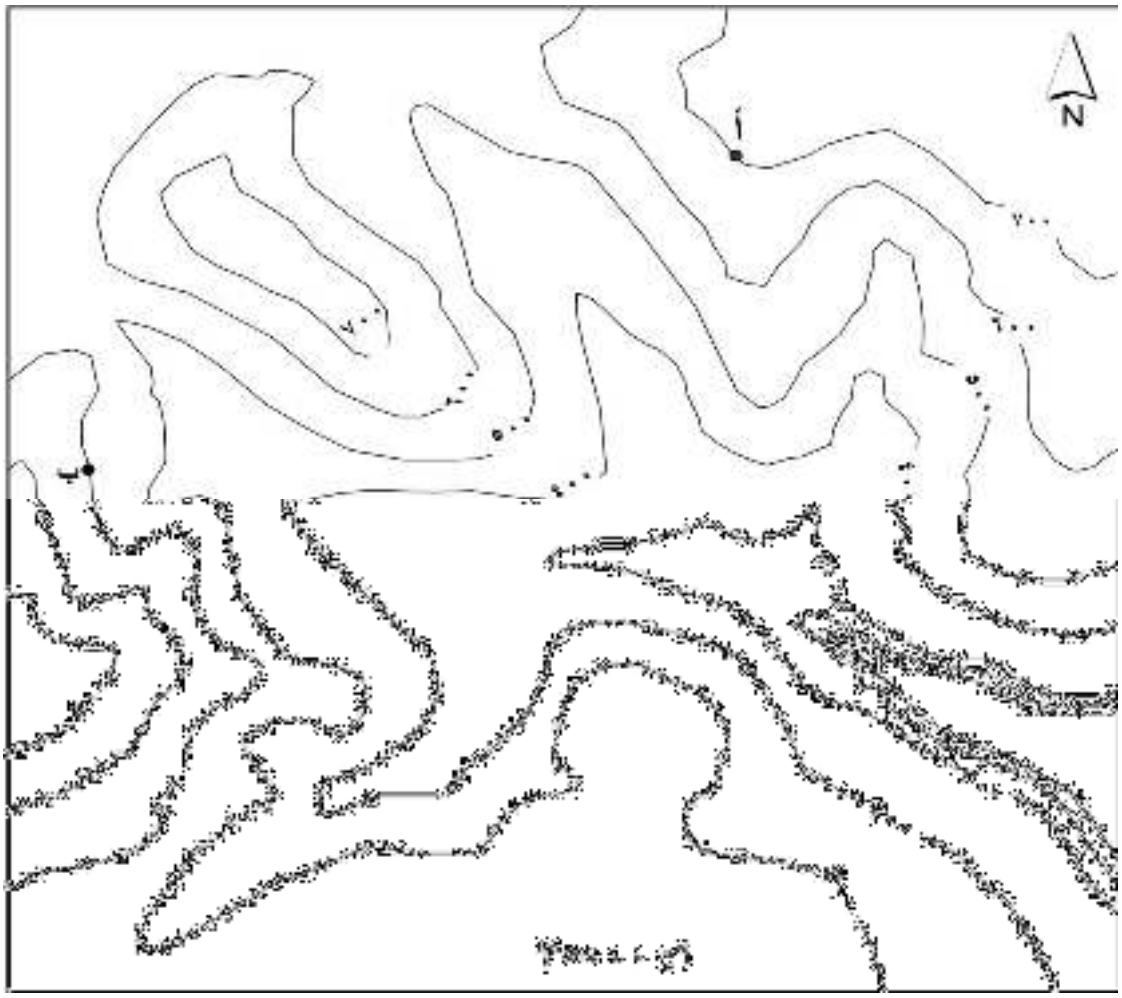
☑ يبين الجدول التالي المساحات بين خطوط الكنتور بالكم المربع ، والمطلوب إنشاء منحني هبسومتري للمنطقة؟

المنسوب	المساحة بالكم2	المنسوب	المساحة بالكم2
أعلي من 900 متر	0.06	600- 500	8,85
900- 800	0.39	500- 400	6,94
800- 700	2.06	400- 300	7,62
700- 600	5.17	أقل من 300 متر	3

☑ ادرس الخريطة التالية ، اجب عن الأتي :

- ارسم قطاعًا تضاريسياً بين النقطتين أ ب ؟
- احسب معدل الانحدار ودرجته بين النقطتين أ ب؟
- هل يمكن رؤية النقطة (ج) من النقطة (ب) ؟

- اكتب وصفاً تضاريسيًا وافيًا للخريطة؟
- ظلل المناطق التي يزيد منسوبها عن 700 متر؟
- قم بتبسيط خطوط الكنتور كتوضيح لما كانت عليه المنطقة قديمًا؟



تطبيقات على ترقيم الخرائط المليونية :

مثال : حدد خطوط الطول والعرض التى تحدد خريطة مليونية رقمها NE 36 .

الحل :

١- N تعنى شمال خط الاستواء .

٢- E تعنى الحرف الخامس من الأبجدية الإنجليزية .

∵ كل شريحة = ٤ خطوط عرضا .

∴ ٤ × ٥ = ٢٠ .

∴ فالحد الشمالى للخريطة هو خط عرض ٢٠ درجة شمالا .

∴ الحد الجنوبى لنفس الخريطة = ٢٠ - ٤ = ١٦ درجة شمالا .

٣- 36 هى الشريحة السادسة شرق خط طول جرنيتش .

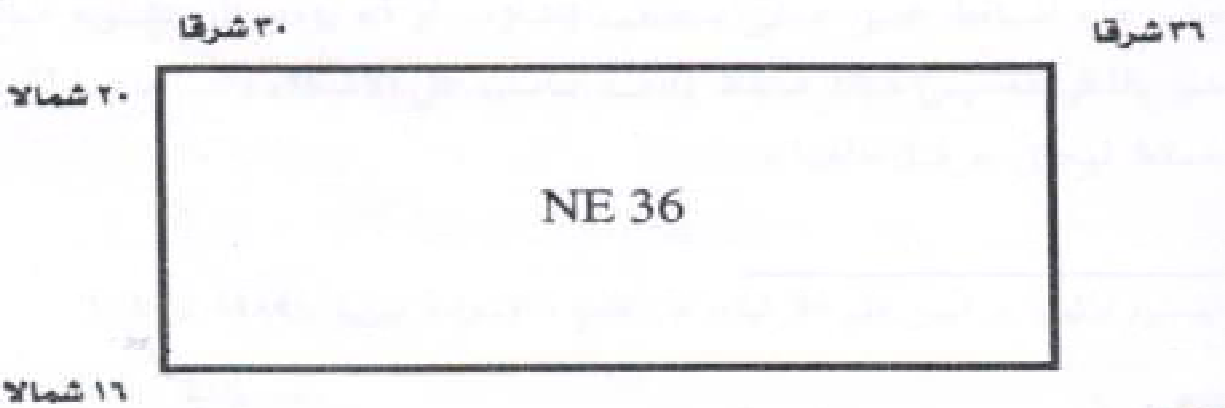
∵ كل شريحة = ٦ درجات .

∴ ٦ ×٦ = ٣٦ درجة شرقا .

∴ الحد الشرقى للخريطة هو خط طول ٣٦ درجة شرقا .

∴ الحد الغربى للخريطة هو خط طول ٣٠ درجة شرقا .

والشكل التالى يوضح ذلك .



مثال ٢ :- أوجد خطوط الطول والعرض التي تحدد خريطة رقمها **NF25**

الحل :

١-N شمال خط الإستواء

٢-F الحرف السادس ٦× ٤ =٢٤

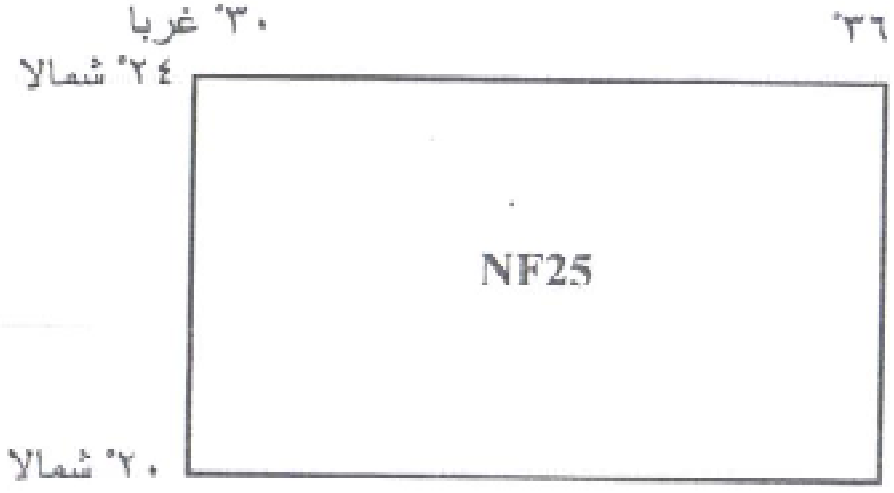
الحد الشمالي خط عرض ٢٤ درجة شمالا

الحد الجنوبي = ٢٤ - ٤ = ٢٠ درجة شمالا

٣- 25 هو الشريحة السادسة غرب جرينتش ٦×٦ = ٣٦

الحد الغربي للخريطة خط طول ٣٦ درجة غربا

والحدالشرقي للخريطة = ٣٦ - ٦ = ٣٠ درجة غربا



(شكل ٥ / ٣)

استنتاج رقم الخريطة بمعلومية خطوط الطول والعرض

مثال ١_: أوجد رقم الخريطة المليونية التي تقع فيها مدينة إحداثياتها الجغرافية ٢٠َ ٣٠ْ شرقا ٠٠َ ١٥ْ شمالا

الحل :

١- الخريطة تقع شمال خط الإستواء **N**

٢- شريحة خط العرض

= خط عرض المكان÷٤ = ١٥÷٤=٤ ,٢٥ تقرب إلى رقم صحيح =٥

الشريحة الخامسة حرفها الأبجدي **E**

٣-شريحة خط الطول

= خط طول المكان ÷ ٦

= ٢٠َ ٣٠ْ ÷ ٦ =٥ ,٠٥ تقرب إلي رقم صحيح = ٦

الشريحة السادسة شرق جرينتش **36**

رقم الخريطة المليونية **NE36**

مثال ٢: أوجد رقم الخريطة المليونية لمنطقة إحداثياتها الجغرافية

٥٠َ ٤٠ْ غربا و ١٥ ٣٠ْ جنوبا

الحل : ١- الخريطة تقع جنوب خط الإستواء **S**

٢- شريحة خط العرض= ١٥َ ٣٠ْ ÷٤ = ٧،٥٦= ٨

الحرف الأبجدي الثامن **H**

٣- شريحة خط الطول= ٥٠َ ٤٠ْ ÷٦ =٦،٨ = ٧

الشريحة السابعة غرب جرينتش **24**

رقم الخريطة المليونية **SH24**

☑ تقع مدينة " ص " علي دائرة عرض 10َ 26ْ ْ شمالاً، وعلي خط طول 43َ 32ْ ْ شرقًا.المطلوب حسب نظام UTM تحديد أرقام اللوحات التي تقع عليها المدينة حسب المقاييس المتعارف عليها في هذا النظام ، مع رسم كروكي لكل مقياس؟

☑ تقع مدينة " س " علي دائرة عرض 27َ 25ْ ْ شمالاً، وعلي خط طول 55َ 28ْ ْ شرقًا.المطلوب حسب نظام UTM تحديد أرقام اللوحات التي تقع عليها المدينة حسب المقاييس المتعارف عليها في هذا النظام ، مع رسم كروكي لكل مقياس؟

☑ يوضح الجدول التالي رتب المجاري المائية وأعدادها بأحد أحواض التصريف، والمطلوب حساب معدل التشعب المرجح ، وحساب معدل النسيج الطبوغرافى للحوض إذا علمت أن طول محيط الحوض 60 كم.

الرتبة	العدد	الرتبة	العدد
الأولي	326	الرابعة	3
الثانية	94	الخامسة	1
الثالثة	21	المجموع	445

☑على خريطة كنتورية ما كانت النقطة (أ) على منسوب 300 متر، والنقطة (ب) على منسوب 200 متر، وقيست المسافة الأفقية بين النقطتين وجدت 4,2 سم ومقياس رسم الخريطة 1: 50000. فأوجد قيمة معدل الانحدار ودرجته بين النقطتين؟

☑تقع مدينة " س" علي دائرة عرض 58 29 شمالاً، وعلي خط طول 33 32 شرقًا.المطلوب حسب نظام UTM تحديد أرقام اللوحات التي تقع عليها المدينة حسب المقاييس المتعارف عليها في هذا النظام ، مع رسم كروكي لكل مقياس؟

بداية يجب تحديد مكان المدينة علي الخريطة المليونية.

أولاً: الإحداثيات الشمالية:

- 29÷ 4 =7 وكسور أي أن المدينة تقع في بداية الصف الثامن ، ورمز ه الابجدي هو الحرف H .

- يقابل هذا الحرف شمال خط الاستواء 8 × 4 = 32

- أي الحد الأعلي أو الشمالي للخريطة هو خط عرض 32درجة شمالاً ، ومن ثم فالحد الجنوبي هو 32 -4 = 28درجة شمالاً.

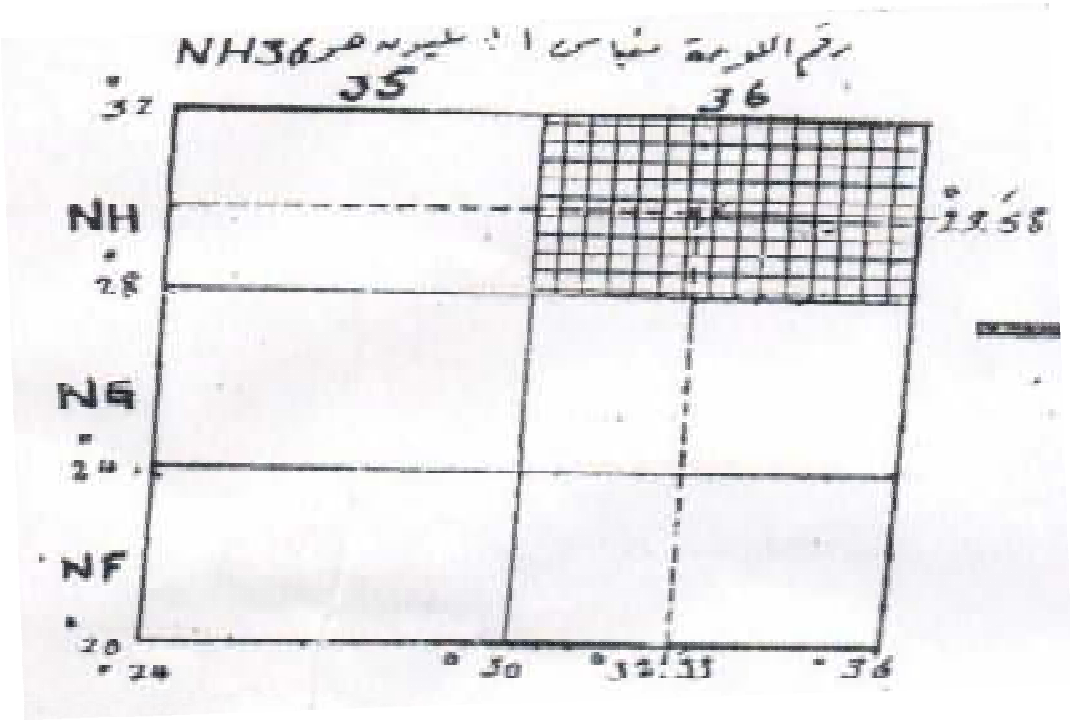
ثانيًا: الإحداثيات الشرقية:

- 32 ÷ 6 = 5 وكسور أي أن المدينة تقع في بداية العمود السادس،

- يقابل هذا العمود شرق خط جرينتش 6 × 6 = 36

- بالتالي فالحد الشرقي للخريطة هو خط طول 36 درجة شرقاً ، ومن ثم فالحد الغربي هو 30 -6 = 30 درجة شرقاً.

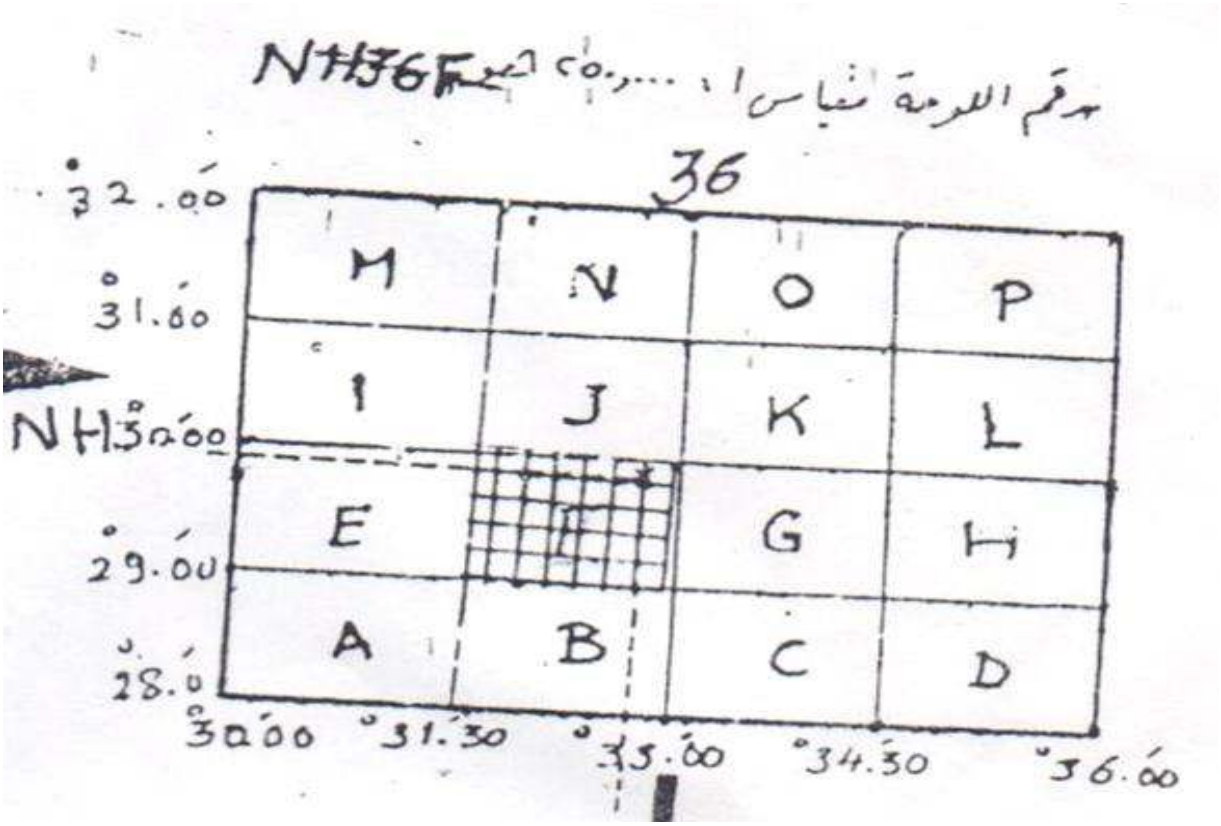
- أي أن اللوحة المليونية التي تقع فيها المدينة رقم NH36



❑ **تحديد مكان المدينة علي الخريطة مقياس** 1: 250,000

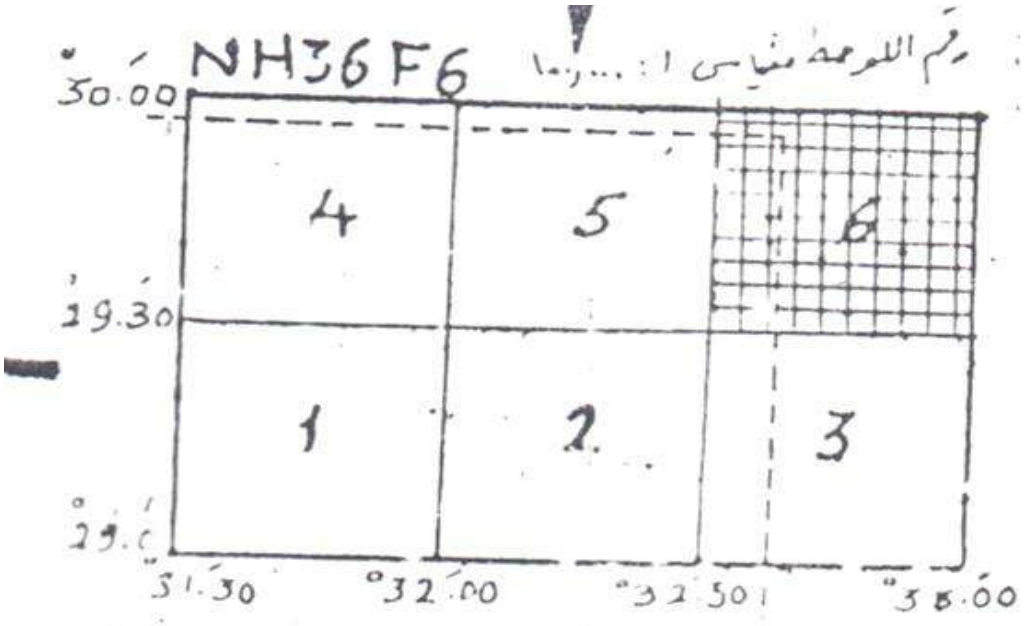
- تقسم اللوحة المليونية الي 16 خريطة مقياس 1: 250000
- وذلك باعتبار أن طول اللوحة 30 1 درجة طولية ودرجة عرضية واحدة.
- لذلك وحسب ترتيب اللوحات فإن المدينة سوف تقع في اللوحة F

أي أن اللوحة التي تقع فيها المدينة رقم NH36 F



❑ **<u>تحديد مكان المدينة علي الخريطة مقياس</u>** <u>1: 100,000</u>

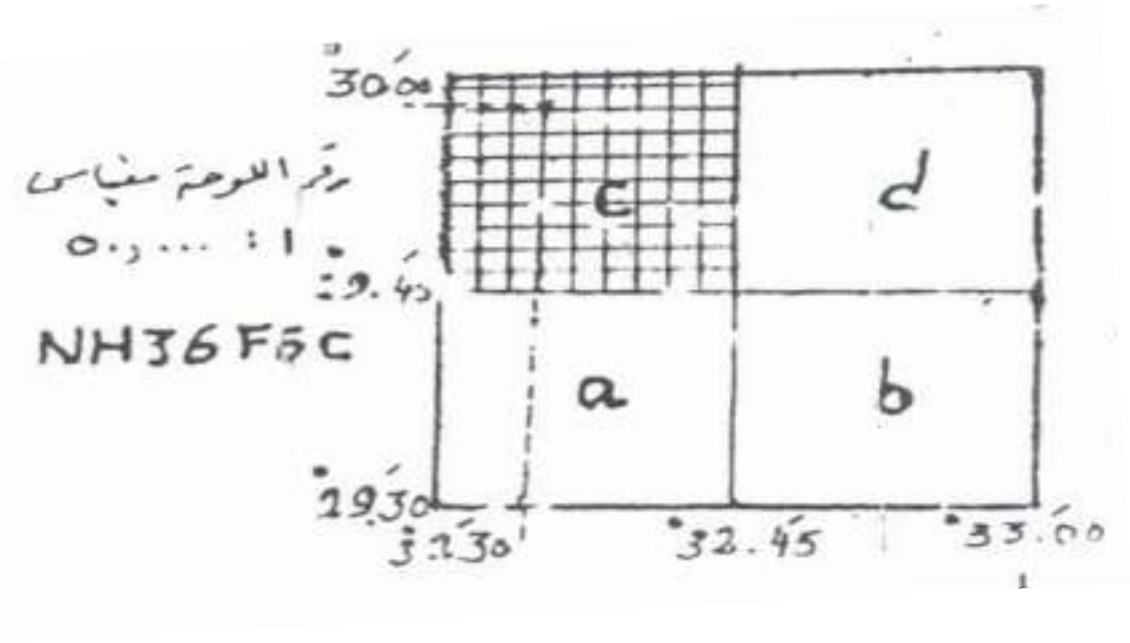
- تقسم اللوحة مقياس 1: 250000الي 6خريطة مقياس 1: 100,000باعتبار أن طول اللوحة 30 دقيقة طولية × 30 دقيقة عرضية.
- لذلك وحسب ترتيب اللوحات فإن المدينة سوف تقع في اللوحة رقم 6
- أي أن اللوحة التي تقع فيها المدينة رقم NH36 F6



❑ **تحديد مكان المدينة علي الخريطة مقياس** 1: 50,000

- تقسم اللوحة مقياس 1: 100000الي 4 خرائط مقياس 1: 50,000 باعتبار أن طول اللوحة 15دقيقة طولية ×15دقيقة عرضية.
- لذلك وحسب ترتيب اللوحات فإن المدينة سوف تقع في اللوحة رقم C

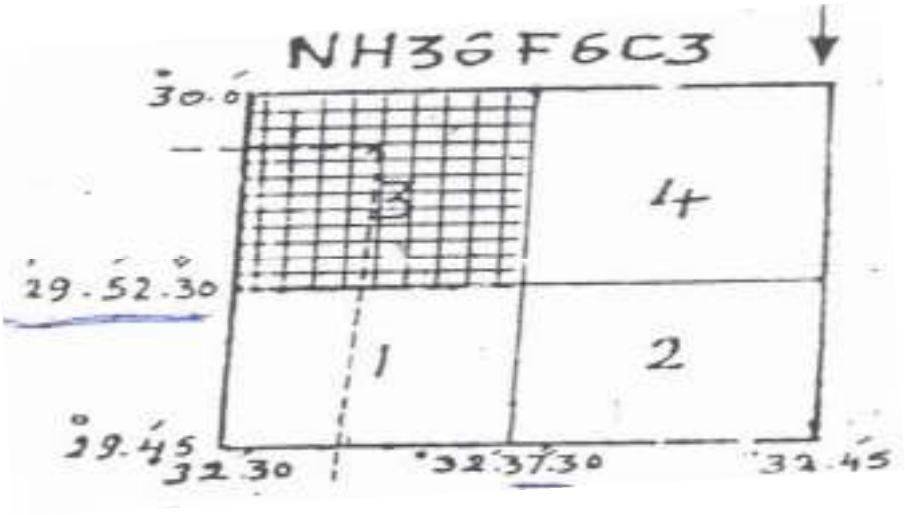
أي أن اللوحة التي تقع فيها المدينة رقم NH36 F6c

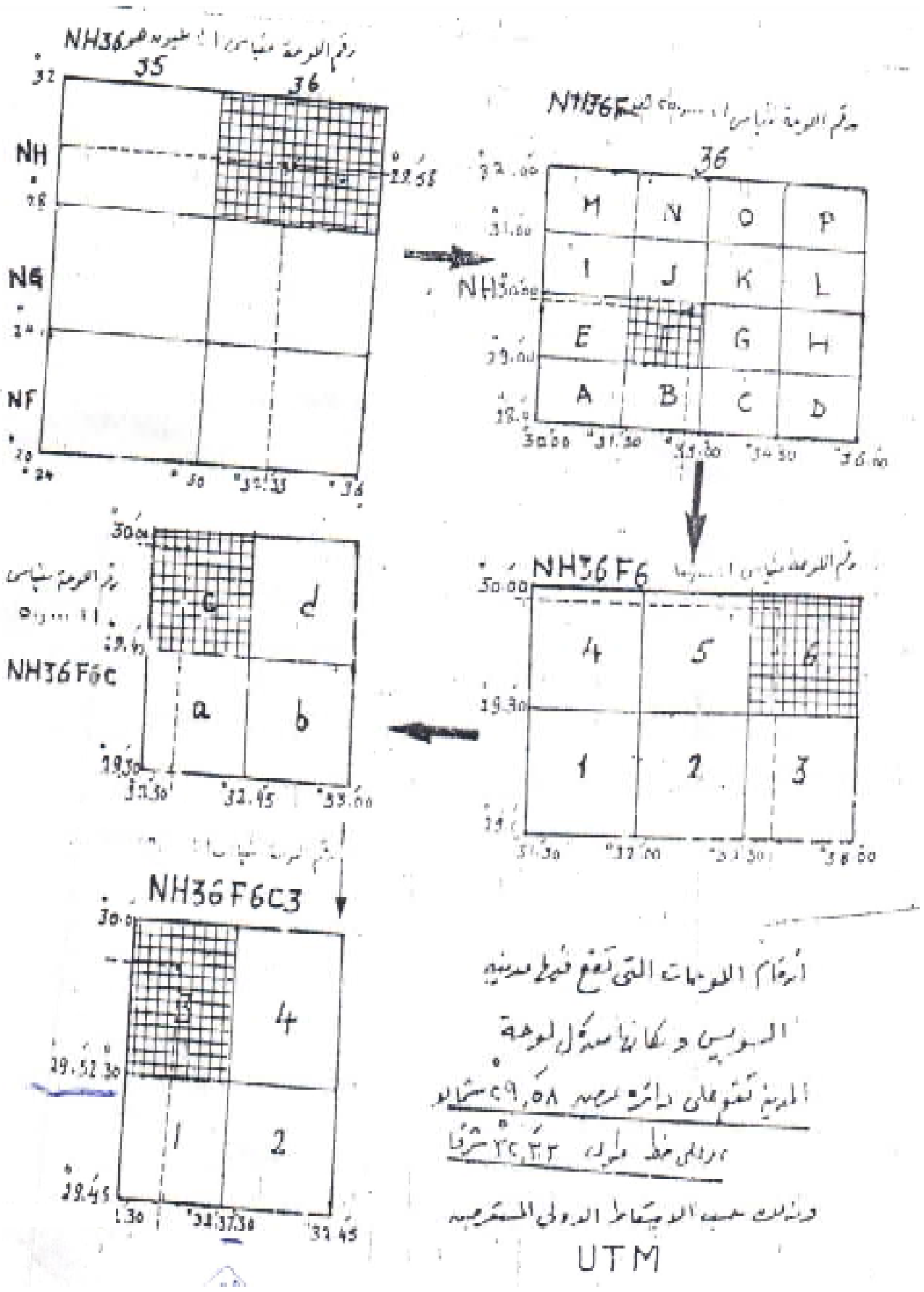


❑ تحديد مكان المدينة علي الخريطة مقياس 1: 25,000

- تقسم اللوحة مقياس 1: 50000 الي 4 خرائط مقياس 1: 25,000 باعتبار أن طول اللوحة 30 7 طولية ×30 7عرضية.

- لذلك وحسب ترتيب اللوحات فإن المدينة سوف تقع في اللوحة رقم 3أي أن اللوحة التي تقع فيها المدينة رقم NH36 F6c3





أرقام اللوحات التي تقع فيها مدينة
السويس وكانها صغيرة لوحة
المدينة تقع على دائرة عرض ٢٩,٥٨ شمالا
وعلى خط طول ٣٢,٣٣ شرقا

وذلك حسب التقسيم الدولي المستعرض
UTM

﴿ المراجع التي اعتمد عليها الكتاب ﴾

1. إبراهيم زيادي (2008(: مدخل إلي علم الخرائط، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية.
2. أحمد الشريعي(2003):الخرائط العملية:نماذج وتطبيقات،دار الفكر العربي ،القاهرة.
3. ـــــــــــــ (2006):الخرائط الطبوغرافية:أسس وتطبيقات ،دار الفكر العربي ، القاهرة.
4. أحمد مصطفي(2000(:الخرائط الكنتورية تفسيرها وقطاعاتها،دار المعرفة الجامعية،الإسكندرية.
5. أحمد مصطفي ، ومحمد السوداني(2007): تصميم وتنفيذ الخرائط، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية.
6. جودة حسنين جودة(1979(:معالم سطح الأرض،الهيئة المصرية العامة للكتاب ،الإسكندرية.
7. جودت أحمد سعادة (1992(:تدريس مهارات الخرائط ونماذج الكرة الأرضية، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة.
8. خالد محمد العنقري(1986(: الاستشعار عن بعد وتطبيقاته في الدراسات المكانية ، دار المريخ للنشر والتوزيع ، السعودية .
9. عادل صباح الدين راضي (1988): مقاييس الرسم وتطبيقاتها العملية ، الدار العربية للكتب ، طرابلس.
10. عبد الإله أبو عياش (1984(: الإحصاء والكمبيوتر في معالجة البيانات مع تطبيقات جغرافية ، وكالة المطبوعات ، الكويت .
11. عبد العزيز طريح شرف (1977(الجغرافيا الطبيعية: أشكال سطح الأرض، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية.
12. فاطمة إبراهيم حميدة (1998(: مهارات الخريطة ،مكتبة النهضة المصرية ،القاهرة.
13. محمد سطيحة (1975) : الجغرافيا العملية والخرائط ، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت .
14. محمد صبحي عبد الحكيم وماهر الليثي (1969): علم الخرائط ،مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة.
15. محمد صفوت الحسيني (2013): إسقاط الخرائط، مكتبة دار المعرفة، القاهرة.
16. محمد محمود محمدين وطه عثمان الفراء، المدخل إلى علم الجغرافيا والبيئة ، دار المريخ ، الطبعة الرابعة،