محمد الهيلوش

مبادئ الخرائط

بسم الله الرحمن الرحيم

محمد الهيلوش

مبادئ الخرائط

الحمد لله رب العالمين

كتاب : مبادئ الخرائط

المؤلف : الأستاذ الدكتور محمد الهيلوش

الطبعة الأولى 2014

جميع الحقوق محفوظة للمؤلف

رقم الإيداع القانوني : 2014MO4006

ردمك : 978-9954-34-666-2

مطبعة دار القلم بالرباط

الهاتف 0537299490

www.daraqalam.ma

مقدمة

تعتبر الخريطة مصدرا للمعلومات ووسيلة تعبير تأليفية وأداة ديداكتيكية معتبرة في الأنشطة التعليمية عامة والدراسات الجغرافية خاصة. لذلك يدرس طالب الجغرافيا في جامعاتنا الخرائط في كل فصول سلك الإجازة؛ ففي الفصلين الأول والثاني يتعلم قراءة وتحليل الخريطة الطبوغرافية وبعض الوثائق التي يعتمد عليها وضعها كالصور الجوية. وفي الفصل الثالث يباشر تكوينه في تقنيات التعبير البياني الخرائطي ويستكمل قراءة الخرائط بقراءة الخرائط الموضوعاتية، وخاصة الخرائط التحليلية. أما في الفصل الرابع فيبدأ محاولاته الأولى في وضع الخرائط، وذلك قبل أن يستكملها في الفصلين الخامس والسادس بالتحكم في تكنلوجيا وضع الخرائط والتطبيقات المتعلقة بنظم المعلومات الجغرافية.

خلال هذه المراحل، يحتاج الطالب - بالإضافة إلى المحاضرات والأعمال التطبيقية التي يتابعها بقاعات الدروس- إلى مراجع لتعميق وتثبيت ما تلقاه، خاصة وأن حجم المجموعات بشعب الجغرافيا ببعض الكليات لم يعد يسمح بتنزيل مضامين المقررات بالشكل المطلوب. لكن طالب الجغرافيا يعاني من ندرة المراجع، وخاصة باللغة العربية باعتبارها لغة التدريس

المعتمدة في هذا التخصص، مما يحد من فرص استكمال وتعميق ما يتلقاه خلال الدروس النظرية وحصص التطبيقات.

ولهذا، فقد ارتأيت أن أضع رهن إشارة الطالب مرجعا متكاملا ووجيزا حول المبادئ العامة لوضع وقراءة الخرائط وفقا لمضامين التكوين المقررة بالفصول الأربعة للجذع المشترك لمسلك الجغرافيا. ولقد توخيت تبسيط ما عالجته مركزا على الجانبين المنهجي والتطبيقي لأهميتهما في بناء المهارات واكتساب الكفايات المطلوبة.

ولقد قسمت هذا الكتاب إلى ستة فصول، خصصت أولها لبيان أهمية الخرائط وتاريخها وأنواعها، والثاني لشرح العمليات التمهيدية لوضع الخرائط. أما الفصل الثالث، فقد تطرقت فيه لتقنيات التعبير البياني الخرائطي، في حين خصصت الفصل الرابع لشرح كيفية وضع الخرائط الطبوغرافية والمراحل التي يقطعها، وذلك قبل أن أفرد الفصلين الخامس والسادس لتطبيقات وضع الخرائط الموضوعاتية وقراءة الخرائط.

والله ولي التوفيق

الفصل الأول:
الخرائط: أهميتها، تاريخها وأنواعها

تعتبر الخرائط أداة عمل ووسيلة تعبير الجغرافيا المفضلة، بل أصبحت أداة لكل العلوم ولكل الأعمال التطبيقية التي تهتم بالمجال الجغرافي بشكل عام. فالخريطة وسيلة أساسية سواء بالنسبة للاستكشاف، حيث تتيح إمكانية الاطلاع بشكل تركيبي على مختلف عناصر المجال الجغرافي مما يسمح بتدقيق دراسته ومعرفته، أو بالنسبة للتعبير عن نتائج الأبحاث المتعلقة بهذا المجال. فمن خلال الخريطة يمكن إبراز العلاقات المجالية للظواهر المختلفة الطبيعية والبشرية. كما يمكن للإنسان تأمل أو دراسة سطح الأرض أو جزء منه متخطيا حدود الرؤية المباشرة التي لا تمكن من القيام بذلك.

تستمد الخرائط أهميتها أيضا من دورها بالنسبة للدراسات والأعمال التطبيقية، خاصة فيما يتعلق باستخدام الأرض واستغلال المجال والموارد وبتوزيع السكان. فالدراسات الجغرافية والاقتصادية والاجتماعية والجيوسياسية والعسكرية لا يمكنها الاستغناء عن الخريطة سواء كأداة للدراسة أو كوثيقة لتخطيط المهام أو المشاريع المختلفة. فهي تخدم بنفع كبير العديد من الأنشطة البشرية، خاصة تلك التي تهتم بشكل كبير بالمجال الجغرافي كإعداد التراب وغيره.

وعلى الرغم من تزايد استخدام التكنولوجيا الحديثة في توفير ومعالجة وتوزيع المعلومات بدقة وسرعة كبيرتين، كما هو الحال بالنسبة لنظم المعلومات الجغرافية " SIG "وأنظمة الرصد بالأقمار الاصطناعية والصور الجوية التحليلية، فإن الخريطة لم تفقد مكانتها، بل تزايد استعمالها في بعض المجالات كوسائل الإعلام، لأنها متعددة الاستعمال وتسمح، بالإضافة إلى توطين الظواهر المرئية الموجودة على سطح الأرض، بإبراز العلاقات المجالية

للبنيات غير المرئية لهذه الظواهر. فالتمييز بين أنواع الخرائط والقدرة على قراءتها وتوظيفها والإلمام بتقنيات وضعها يسمح إذن باستخدامها في مختلف الميادين العلمية والعملية.

1- تعريف الخريطة

تتعدد التعاريف بخصوص "الخريطة" إلا أنها لا تختلف كثيرا من حيث المضمون، بحيث تتفق على كونها "عبارة عن تمثيل مبسط مسطح plane للمجال الأرضي أو لجزء منه، يعتمد فيها التعبير عن الظواهر المرئية أو المجردة على الرموز الاصطلاحية Signes conventionnels التي يتم شرح مدلولاتها في المفتاح. و بما أن الخريطة تشكل نموذجا مصغرا للمجال، فهي تعتمد سلما معينا لقياس العلاقة بين صورة الشيء وحجمه الحقيقي، وهذا السلم يسمى بـ"المقياس".

2- موجز تاريخ الخرائط

أ- الخرائط في العصور القديمة

تعود أقدم الخرائط المكتشفة عبر العالم إلى الحضارة البابلية ببلاد الرافدين، حيث عثر على لوحة طينية يرجع تاريخ وجودها إلى ما بين 2400 و 2500 قبل الميلاد (شكل رقم 1). ويرجح أن تكون هذه الحضارة أيضا قد خلفت أول خريطة للعالم يعود تاريخها إلى 700 سنة قبل الميلاد.

شكل رقم 1: خريطة بابلية مرسومة على لوحة طينية

وثبت أيضا العثور على خرائط فرعونية تعود إلى القرن الرابع عشر قبل الميلاد تصف بعض المناطق الموجودة بين نهر النيل والبحر الأحمر. وقبل القرن الرابع قبل الميلاد استعمل الصينيون الخرائط لوصف مناطقهم من حيث شبكاتها الهيدروغرافية ووحداتها الإدارية ومواردها الطبيعية.

لكن وضع الخرائط سيعرف تطورا نوعيا إبان ازدهار الحضارة اليونانية القديمة، خلال حقبة ما بعد القرن السابع قبل الميلاد، وذلك على إثر إدخال نظام الإحداثيات على الخرائط ومحاولة تقدير شكل الأرض وحساب محيطها. ويبقى أهم تطور عرفته الكرطوغرافيا خلال الحقبة ما قبل الوسيطة كاملة هو الذي حدث خلال القرن الثاني للميلاد بفضل أعمال كلاوديوس بطليموس، الملقب بالحكيم، الذي رسم في كتابه "الجغرافية" خريطة متقدمة للعالم القديم ووضع جداول لدرجات الطول والعرض لمواقع عدد من الاماكن المشهورة في عصره مع خرائط جغرافية لها، كما بين فيه التقنيات الخاصة برسم الخرائط . وقد بقي كتابه هذا مرجعا أساسيا في هذا المجال حتى عصر النهضة الاوربية، خاصة بعدما ترجمه وصححه بعض العلماء المسلمون أمثال الخوارزمي.

ب- في العصور الوسيطة: تميزت الكرطوغرافيا العربية الإسلامية

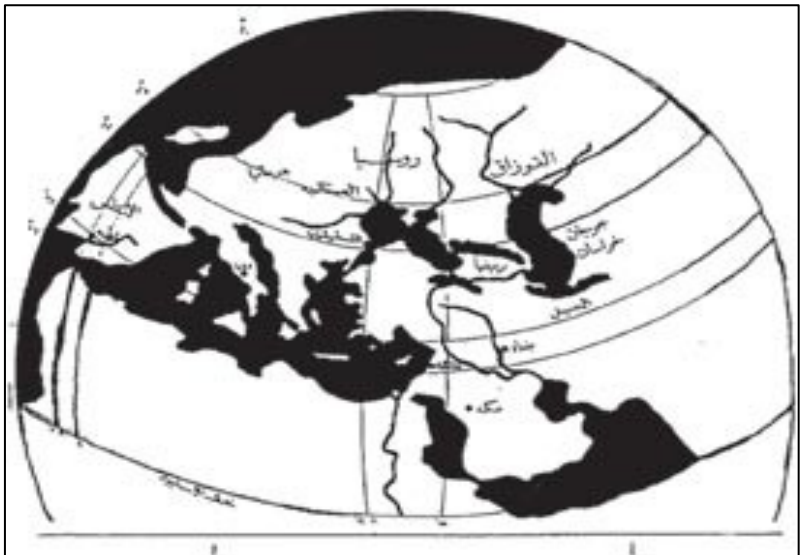
من جانبهم، أسهم العرب والمسلمون خلال العصور الوسيطة بشكل كبير في تدقيق رسم الخرائط. ويرتبط أقدم أثر للكرطوغرافيا لديهم باسم عالم الرياضيات والجغرافي عبد الله محمد بن موسى الخوارزمي الذي ولاه الخليفة المامون بن هارون الرشيد بيت الحكمة (وهو عبارة عن معهد علمي) وعهد إليه برسم خريطة للأرض ساهم في إنجازها أكثر من سبعين عالما[1]. "وقد أبدى الخوارزمي جرأة علمية كبيرة في تقسيمه لأقاليم الأرض وأظهر كثيرا من الأصالة والابتكار في خرائطه التي تختلف اختلافا تاما عن الخرائط التي كانت معروفة قبل ذلك الوقت (أي الخرائط اليونانية)"[2].

[1] انظر محمد الهيلوش (2013)، الأنماط والمصنفات الجغرافية في التراث الجغرافي العربي الإسلامي، دار القلم، الرباط.

[2] إكناسيو يوليانوفتش كراتشكوفسكي (1987) تاريخ الأدب الجغرافي العربي، ترجمة صلاح الدين عثمان هاشم، دار الغرب الإسلامي، بيروت.

وفي القرن العاشر الميلادي ألف أبو زيد أحمد بن سهل البلخي مصنفه "صورة الأقاليم" على شكل أطلس جغرافي مصحوبا بشروح وافية. وعلى نهجه سار كل من أبي القاسم إبراهيم محمد الكرخي المعروف بالأصطرخي وأبي عبد الله محمد بن أحمد المقدسي، وخاصة أبي القاسم محمد بن علي بن حوقل الذين اعتمدوا الخريطة كوسيلة أساسية للدراسة الجغرافية للأقاليم التي تحدثوا عنها في مؤلفاتهم التي تنتمي إلى النمط المعروف بجغرافيا "المسالك والممالك".

شكل رقم 2: مصور للخريطة المامونية



وفي القرن الموالي، ستزدهر الكرطوغرافيا العربية الاسلامية بشكل ملفت وسيبرز أكبر روادها عبر العالم خلال هذا العصر وهو المغربي أبو عبد الله محمد بن محمد بن عبد الله بن إدريس، المشهور بالشريف الإدريسي، الذي حاول وصف العالم في حدوده المعروفة آنذاك من خلال أطلس مؤلف من سبعين خريطة إقليمية بالإضافة إلى خريطة مستديرة للعالم. وقد جعلت دقة وصفه هذا بعض المستشرقين يعتبرون هذا الأطلس كأهم أثر للكرطوغرافيا خلفته العصور الوسطى بأجمعها[3].

[3] كراتشكوفسكي، نفس المصدر السابق، ص. 319.

شكل رقم 3 : خريطة العالم للشريف الإدريسي

بعد الإدريسي، وخلال القرن الخامس عشر الميلادي، ضمن سراج الدين عمر بن الوردي كتابه "خريدة العجائب وفريدة الغرائب" خريطة مستديرة للعالم مع وصف مفصل لها. وقد لقيت هذه الخريطة اهتماما كبيرا من قبل المستشرقين أمثال كونارد ميلير[4] الذي نشر سبعة عشر نموذجا منها.

وفي مجال الملاحة البحرية، خلفت الحضارة العربية الإسلامية خلال هذا القرن أيضا عددا من الخرائط والمرشدات البحرية عن البحر الأحمر والخليج الفارسي والمحيط الهندي وأرخبيل الملايو أفاد منها الأوروبيون كثيرا في اكتشافاتهم لطريق الهند.

وفي منتصف القرن السادس عشر، اشتهر اسم التونسي على بن أحمد بن محمد الشرقي الصفاقسي[5] الذي وضع أطلسا لسواحل البحر الأبيض المتوسط بالإضافة إلى خريطة للعالم وجدول يبين التقويم الفلاحي لكل شهر. كما برز اسم تونسي آخر وهو حاجي أحمد الذي

[4] مستشرق ألماني اهتم بالكرطوغرافيا العربية، استخرج من كتب التراث العربي جميع الخرائط القديمة وصورها عن الأصل ونشرها في مدينة شتوتجارت بألمانيا بعنوان: (الخرائط العربية Mappae Arabicae) في ستة مجلدات فيما بين عامي 1926 و 1931م مصحوبة بدراسة عن علم الخرائط العربية، وقد بلغ عددها مائتين وخمسة وسبعين خريطة باستثناء خرائط الإدريسي- وقد سماها أيضًا بأطلس الإسلام.

[5] ينتمي إلى أسرة تونسية عاش أفرادها بصفاقس والقيروان والقاهرة، واشتهرت برسم الخرائط منذ منتصف القرن العاشر الهجري (السادس عشر الميلادي) وحتى نهاية القرن الثاني عشر الهجري (الثامن عشر الميلادي).

درس بفاس ووضع خريطة للعالم المعروف آنذاك يشهد المستشرق كراتشكوفسكي على تميزها وتفردها من حيث غناها بالمصطلحات الجغرافية.

ج - في العصور الحديثة

منذ مطلع القرن السابع عشر أصبح تمثيل الأرض يتم وفق شكلها وأجزائها كما هي مشكلة في الواقع. فبعد تحسن أدوات ووسائل القياس، أصبح ممكنا قياس الزوايا وتيسر تحديد درجات خطوط الطول والعرض وقياس الارتفاع بدقة غير مسبوقة. ومنذ هذا التاريخ خضع وضع الخرائط لنظام الإسقاطات، وأصبح إسقاط مركاتور[6] الأسطواني الأكثر اعتمادا من طرف واضعي الخرائط آنذاك. كما أصبح استعمال الخرائط كبيرا، خاصة وأن هذه الحقبة قد شهدت تنافسا حادا بين البلدان الأوروبية الكبرى لغزو العالم، فشكلت الخريطة وسيلة هامة لرسم المسالك والحدود وإدارة الحروب.

وفي أواخر القرن الثامن عشر أصبح أسلوب كاسيني[7] في رسم خرائط فرنسا نموذجا يحتذى في الكرطوغرافيا حتى القرن العشرين الذي سيشهد ميلاد الكرطوغرافيا التي تعتمد على الصور الجوية والأقمار الاصطناعية وتعدد الإسقاطات وكذلك الكرطوغرافيا الآلية. هذا وإذا كانت أولى الخرائط الطبوغرافية قد ظهرت منذ بداية الحقبة الحديثة، فإن الخرائط الموضوعاتية لم تظهر إلا في أواسط القرن العشرين.

3- أنواع الخرائط

تعتبر الخريطة الوسيلة الأكثر نجاعة لتمثيل المجال الجغرافي وبذلك يتعدد استعمالها في كل الميادين والأنشطة التي لها علاقة بهذا المجال. وتبعا لذلك، تتعدد أنواع الخرائط ويمكن تصنيفها إلى مجموعات بناء على مضمونها أو مقياس رسمها أو حتى الإسقاط الذي وضعت وفقه.

---

[6] نسبة إلى Gerardus Mercator (1512- 1594) بلجيكي، عاش في هولاندا، جغرافي وعالم رياضيات.

[7] نسبة إلى César-François Cassini (1714 – 1784)، كارطوغرافي فرنسي.

أ- التصنيف حسب نوع الإسقاط

بناء على نوع الإسقاط، يمكن عموما التمييز بين نوعين كبيرين من الخرائط: خرائط الإسقاطات المطابقة وخرائط الإسقاطات المعادلة:

- **خرائط الإسقاطات المطابقة**: هي الخرائط التي يحافظ التمثيل بها على الزوايا أي على شكل المساحات الممثلة في حين يصيب التشويه أحجام الظواهر الممثلة بحيث تكبر كلما ابتعدنا عن مركز الإسقاط (انظر الشكل 8)؛
- **خرائط الإسقاطات المعادلة**: هي الخرائط التي يحافظ التمثيل بها على المساحات والأبعاد، بينما يصيب التشويه أشكال الظواهر.
- **وهناك نوع ثالث من الخرائط التي تنجم عن إسقاطات لا هي مطابقة ولا معادلة**، وفيها يصيب التشويه مساحات وأشكال الظواهر بينما يحافظ التمثيل، إلى حد ما، على المسافات على مستوى خطوط الطول.

ب- التصنيف حسب مقياس الوضع

لا يمكن تمثيل كل المظاهر التي يزخر بها سطح الأرض على الخريطة، لذلك يلجأ واضعو الخرائط إلى عملية التعميم التي يتم بموجبها تمثيل العناصر الأكثر أهمية من حيث الحجم أو تلك التي تخدم موضوع الخريطة والغرض المتوخى منها فقط. فلا يمكن إذن رسم خريطة بمقياس 1:1 وبالتالي فإن أي تمثيل كرطوغرافي ما هو في الحقيقة سوى اختزال للواقع[8]. لهذا، فإن حجم التعميم يختلف من خريطة إلى أخرى، وذلك بناء على مقياس الرسم الذي وضعت على أساسه. وعلى العموم، يمكن التمييز بين ثلاثة أنواع كبرى من الخرائط على أساس المقياس:

- **الخرائط ذات المقياس الصغير** : المساحة الممثلة على هذه الخرائط تكون كبيرة، وهي الخرائط المليونية، حيث يكون مقياسها 1:1000000 أو أصغر. ينحصر استعمال هذا النوع في الأطالس وتشمل خرائط الدول وخرائط القارات والأقاليم

[8] M. BEGUIN et D. PUMAIN (2009), la représentation des données géographiques : statistique et cartographie, ARMAND COLIN ,PARIS.

الكبرى. ومنها أيضا الخرائط العالمية ذات المقياس الأكثر صغرا، (أكثر من 1:100000000) والتي تخصص لتمثيل العالم بأكمله.

- **الخرائط ذات المقياس المتوسط**: هي الخرائط التي يتراوح مقياس وضعها بين 1:10000 و 1:1000000 . هذه الخرائط توظف لتمثيل المجالات الجغرافية الصغرى كالمدن والقرى، وهي غالبا خرائط طبوغرافية تبين تفاصيل سطح الأرض والمظاهر البشرية به، وتستعمل لأغراض متنوعة (عسكرية، إدارية، واستغلال المجال...). لكن المقياس الأمثل للخريطة الطبوغرافية يتراوح بين 1:10000 و 1:100000 إلا أن هناك العديد من البلدان من تصدر خرائط طبوغرافية بمقياس أصغر من 1:100000.
- **الخرائط ذات المقياس الكبير**: هي الخرائط التي ترسم بمقياس أكبر من 1:10000 فتكون بذلك المساحة التي تمثلها هذه الخرائط صغيرة مما يسمح بإظهار تفاصيل أدق مقارنة بالخرائط الطبوغرافية. يعرف هذا النوع بالخرائط الكدسترالية وتستعمل لأغراض متنوعة كالتعمير والإعداد الزراعي وغيرهما.

ج - التصنيف حسب المضمون

تختلف الخرائط أيضا من حيث مضمونها بحيث يمكن التمييز بين الخرائط العامة والخرائط الموضوعاتية:

- **الخرائط العامة**: هي في الغالب خرائط للتوطين تقوم بإسقاط العناصر الطبيعية والاصطناعية الملاحظة فوق سطح المجال الممثل على سطح الخريطة من دون معالجة. وتعتبر الخريطة الطبوغرافية أبرز أشكال الخرائط العامة؛
- **الخرائط الموضوعاتية**: تتناول الخرائط الموضوعاتية مواضيع محددة (خريطة جيولوجية، خريطة اقتصادية، خريطة مناخية، خريطة سياسية...). وكما تصف الخريطة الموضوعاتية المجال، من خلال توطين ووصف طبيعة الظواهر الملاحظة، فهي تبرز أيضا أهمية هذه الظواهر وتكشف بنياتها غير المرئية بشكل مباشر على

المشهد عبر معالجة المعلومات. وفي هذا النوع من الخرائط يمكن التمييز بين خرائط تحليلية وخرائط تأليفية:

الأولى، عبارة عن خرائط مبسطة موجهة لتمثيل ظاهرة واحدة لموضوع معين (مثلا خريطة توزيع الشغل الصناعي بالنسبة لموضوع الصناعة بمجال معين)؛

والثانية تنجم عن تنضيض (تراكب) عدة خرائط تحليلية لنفس الموضوع (مثلا خريطة تتناول موضوع الصناعة من خلال توزيع الشغل الصناعي وبنيات استقبال الأنشطة الصناعية وأنواع الصناعات المتواجدة بنفس المجال...).

الفصل الثاني:
العمليات التمهيدية لوضع الخرائط

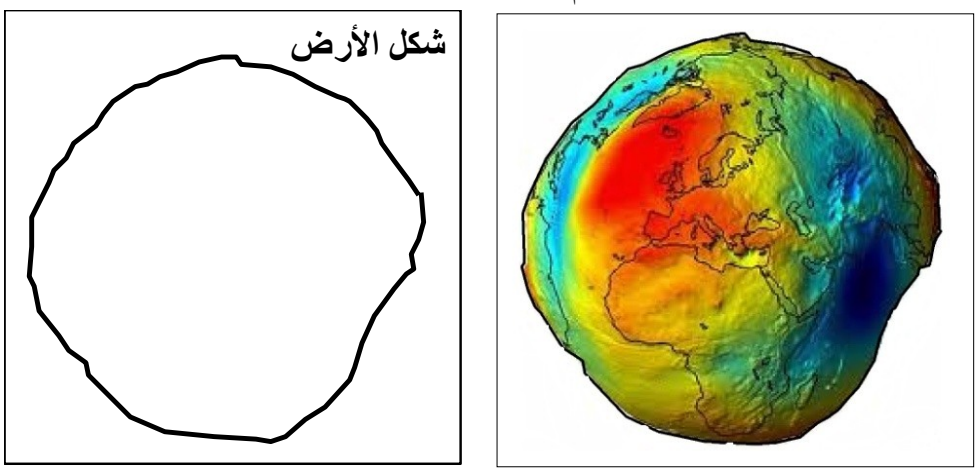
يقتضي وضع الخرائط نقل مظاهر المجال المراد تمثيله وأبعاده الهندسية والطبوغرافية بأعلى درجة من الصدق والدقة. لذلك، وقبل وضع الخرائط، لابد من تحديد شكل وأبعاد السطح المراد تمثيله وتخطي العوائق التقنية التي تعقد مهمة إسقاط مجال منحني (سطح الأرض) على سطح مستو (سطح الخريطة). هذه العمليات التحضيرية تتوزع بين نشاطين رئيسيين هما الجيوديسيا وتحديد المسقط المناسب.

1- الجيوديسيا

إن أول ما يتطلبه وضع الخرائط هو تحديد شكل وأبعاد السطح المراد تمثيله. هذه المهمة يتولاها علم الجيوديسيا حيث يقوم المختصون بإنجاز شبكة من النقط والمثلثات المرجعية لهذا السطح وتحديد إحداثياتها وارتفاعاتها، وذلك حتى يصبح بالإمكان إسقاط مظاهر السطح الكروي على سطح الخريطة المستوى بأكبر ما يمكن من الدقة وبأقل تشويه ممكن.

لكن هذه العملية تصطدم بكون شكل الأرض معقد الهندسة لعدم تمام استدارته، بحث هو مفلطح على مستوى القطبين ومنبعج على مستوى خط الإستواء، بالإضافة إلى كون السطح غير منتظم بوجود جبال مرتفعة وأودية عميقة مع تنوع شديد في التضاريس وتباين في الارتفاع، مما يجعل تحويل هذا السطح إلى نموذج رياضي يسمح بقياس الأبعاد مستحيلا .

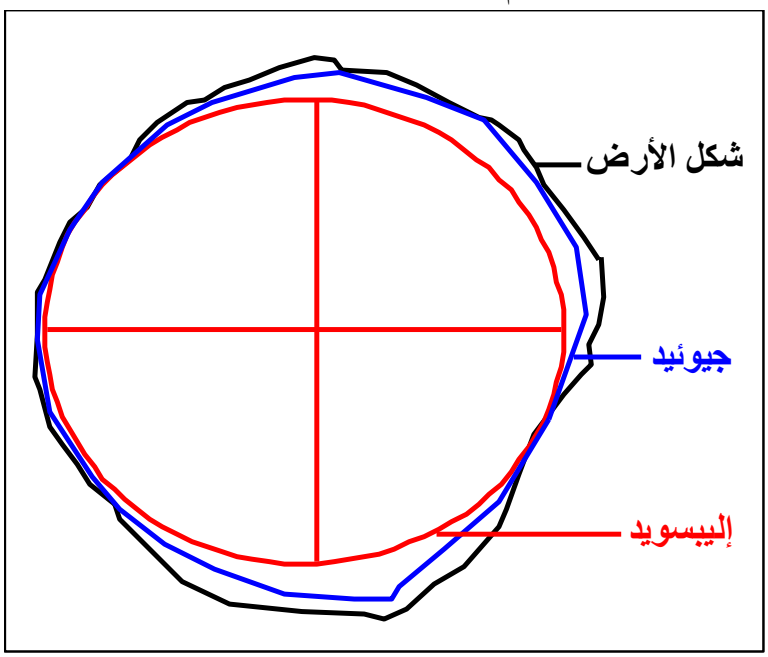
شكل رقم 4 : شكل الكرة الأرضية



ولتخطي هذه العقبة كان من الضروري إيجاد شكل مرجعي يمكن من تحديد مواقع كل نقط سطح الأرض وتسهيل رسم الخرائط. وفي خلال البحث عن ذلك، اهتدى العلماء إلى أن سطح المحيطات، الذي يمثل حوالي 70% من سطح الكرة الأرضية والمعروف بالجيوئيد، هو الأكثر انتظاما وهو الذي تخضع كل النقط المشكلة له لنفس القوة الجاذبية وبالتالي يشكل سطحا مستويا بالنسبة لحقل الجاذبية (مع عدم الأخذ بعين الاعتبار حركة المياه)، وهو ما يسمح بجعله مرجعا لتحديد شكل مرجعي للأرض.

لكن الجيوئيد، الذي يفترض أنه يمتد تحت اليابسة ويخضع لتفاوت تأثير الكتل الأرضية وكثافة المواد والمعادن المشكلة لقشرة الأرض، لا يشكل بدوره سطحا هندسيا منتظما بل يعاني من تشوهات محلية تعسر نمذجته رياضيا، مما فرض البحث عن الشكل الهندسي البسيط الأقرب إلى الجيوئيد والذي يمكن تحديد أبعاده بدقة فكان هو الإليبسويد الذي يعتبر النموذج الهندسي لشكل الأرض الذي يتم على أساسه تحديد أبعاد السطح المراد تمثيله على الخرائط.

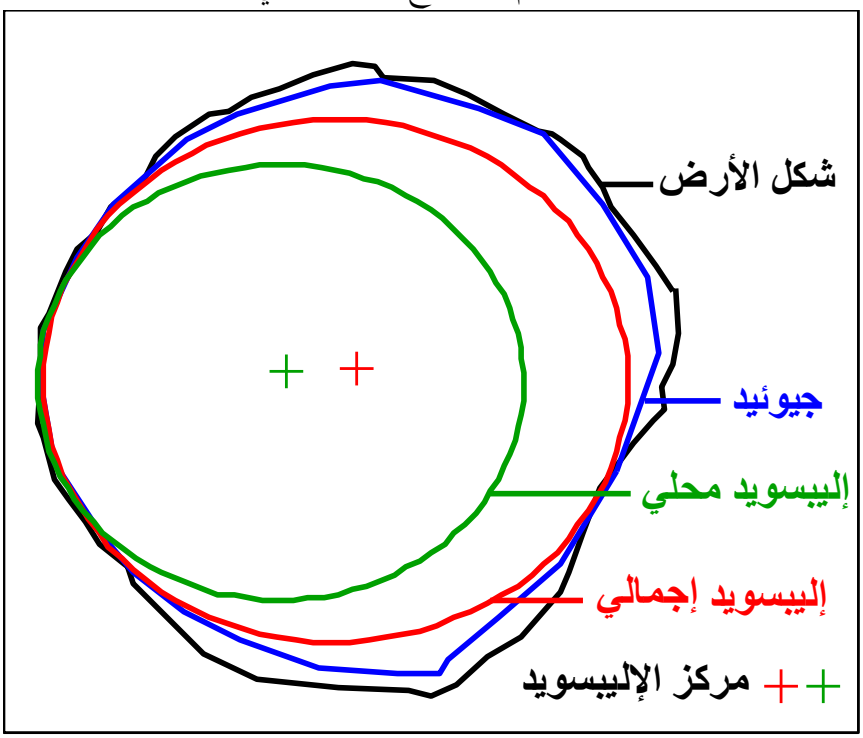
شكل رقم 5 : من الجيوئيد إلى الإليبسويد



ولم يتوقف العلماء عن البحث عن أنسب إليبسويد ممكن مما أدى إلى تعدد نماذجه، وخاصة إلى ظهور النماذج المحلية التي تناسب المواقع الجغرافية للبلدان المختلفة لأن الفرق بين الجيوئيد والإليبسويد يختلف من مكان إلى آخر حول العالم؛ فهناك نقط التماس بينهما وهناك نقط التباعد. فكل دولة تحاول تعديل الإليبسويد المرجع العالمي قليلا حتى تحصل على إليبسويد يتماس مع الجيوئيد المحلي فتحصل بذلك على مرجع جيوديزي محلي، مع الأخذ بعين الاعتبار الفروق مع المرجع العالمي، يسمح لها بتحديد المواقع على مجالها ورسم خرائطها بأكبر ما يمكن من الدقة. إلا أنه لتحديد مرجع جيوديزي لا يكفي تحديد الإليبسويد فقط بل يجب تحديد موقعه بالنسبة لمركز الكرة الأرضية، لذلك يتم على الصعيد العالمي استخدام مرجع WGS84 لتحديد المراجع الأخرى وبالتالي فإن تحديد مرجع جيوديزي معين (DATUM)[9] يتطلب الأخذ بعين الاعتبار أبعاد الإليبسويد وموقع هذا الإليبسويد بالنسبة لمرجع WGS 84.

[9] الفرق بين الإليبسويد والمجع المحلي DATUM هو كون الأول يمثل شكل الأرض بشكل تقريبي أما الثني فيحدد موقع الإليبسويد بالنسبة لمركز الكرة الأرضية وعلى أساسه يتم تحديد خطوط الطول والعرض.

شكل رقم 6 : نموذج إليبسويد محلي



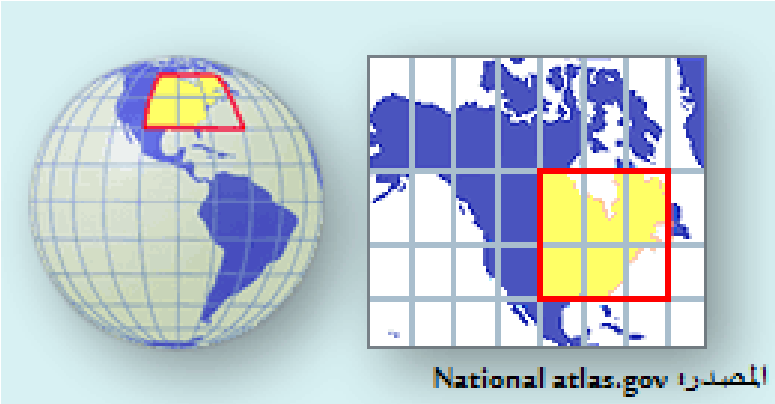
أما بالنسبة للمغرب، فإن الإليبسويد المستخدم هو إليبسويد Klark 1880، والمرجع المحلي (DATUM) هو مرجع مرشيش الذي توجد نقطته الرئيسية على ساحل الدار البيضاء. ويعود وضع أول بنية جيوديزية بالمغرب إلى المرحلة الاستعمارية عندما قامت فرنسا بإنجاز أول شبكة جيوديزية بكل من الجهة الشرقية وجهة الدار البيضاء. وبعد الاستقلال، انطلق توسيع هذه الشبكة وتكثيفها، ليبدأ العمل على تحديثها منذ الثمانينات من القرن الماضي مواكبة للتطور التكنولوجي (الأقمار الاصطناعية، نظام تحديد المواقع العالمي...). وفي الوقت الراهن تتكون الشبكة الجيوديزية الوطنية من حوالي 29180 نقطة من مختلف المستويات[10] تغطي كافة التراب الوطني. لكن إسقاط الخرائط بالمغرب حاليا يتم وفق مرجعين مختلفين.

[10] Noureddine el Fettah. Vers une redéfinition du référentiel géodésique Marocain. 2nd FIG Regional Conference Marrakech, Morocco, December 2-5, 2003

2- الإسقاط

بعد تحديد الشكل المرجعي للأرض وأبعاد السطح المراد تمثيله على الخريطة، تأتي عمليه الإسقاط التي يتم بموجبها نقل نقط هذا السطح المنحني إلى سطح الخريطة المستوي عن طريق مقابلة الإحداثيات الجغرافية لهذه النقط مع إحداثياتها على سطح الخريطة الذي يسمى بسطح الإسقاط.

شكل رقم 7 : مبدأ الإسقاط

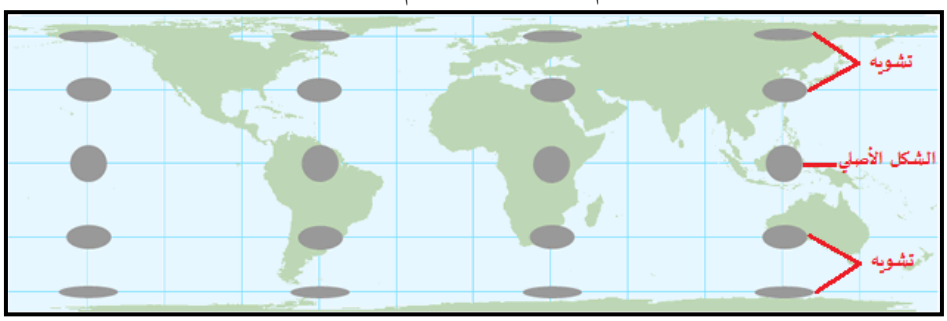


الإسقاط هو عملية رياضية لوغاريثمية تتوخى تحويل سطح ثلاثي الأبعاد إلى سطح ثنائي فقط. هذا التحويل ينجم عنه تشويه يطال بعض العناصر التالية:

- الشكل أو الزوايا (شكل السطح)؛
- المسافة (المسافات بين النقط)؛
- المساحة؛
- الاتجاه.

فالمساقط تختلف بحسب قدرتها على المحافظة على بعض العناصر السالفة، مع العلم أنه من المستحيل لأي إسقاط كيفما كان نوعه أن يحافظ على هذه العناصر مجتمعة، وبالتالي لابد وأن يمس التشويه بعضها تبعا لخصائص الإسقاط المستعمل.

شكل رقم 8 : التشويه الناجم عن الإسقاط



هذا ويلعب شكل ومساحة المنطقة المراد تمثيلها، بالإضافة إلى موقعها على الكرة الأرضية وقربها أو بعدها بالنسبة لخط الاستواء والقطبين، دورا حاسما في اختيار المسقط المناسب، وذلك بهدف التقليل من حدة التشويه إلى أقصى درجة ممكنة. وعلى العموم فإن المساقط إما أن تكون مطابقة أو تكون معادلة وإما أن تكون غير ذلك:

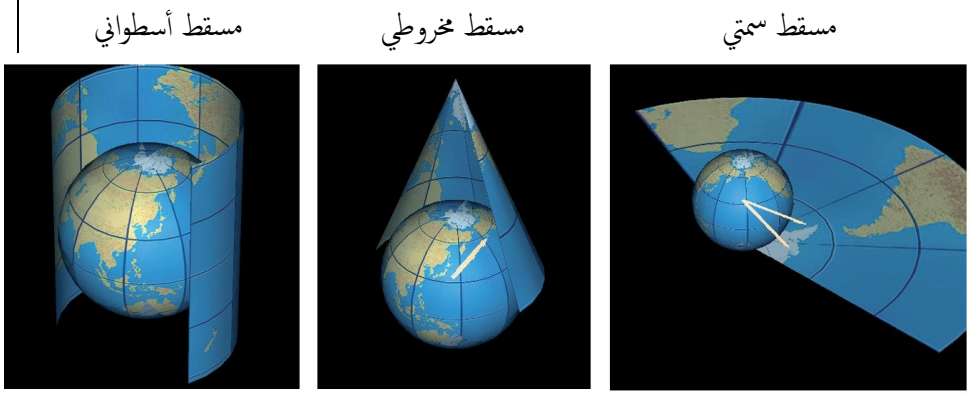
- **المساقط المطابقة**: هي المساقط التي تحافظ محليا على الزوايا أي على شكل المجال المراد تمثيله، وفي هذه الحالة تتقاطع خطوط الطول وخطوط العرض بشكل متعامد؛

- **المساقط المعادلة**: هي المساقط التي تحافظ محليا على المساحات فيصيب التشويه الأشكال، وفيها قد لا تكون خطوط الطول وخطوط العرض متقاطعة بشكل متعامد. إلا أنه في المساحات الصغيرة لا يظهر التشويه واضحا على الأشكال مما يصعب معه التمييز بين المسقط المطابق والمسقط المعادل؛

- **المساقط غير المطابقة وغير المعادلة**: هي مساقط يمكن أن تحافظ على المسافات بين النقط على مستوى أحد أو عدة خطوط على الخريطة. لكنها لا تستطيع أن تحافظ عليها تماما على كامل الخريطة.

إن عدد المساقط غير متناهي، لكن جلها يتم على أساس أشكال هندسية يمكن تسويتها من دون أن يحدث تمدد للمساحة. أما الأشكال الأكثر استخداما فهي المخروطات (المساقط المخروطية) والأسطوانات (المساقط الأسطوانية) والمسطحات (المساقط السمتية).

شكل رقم 9 : الأشكال الأساسية للمساقط



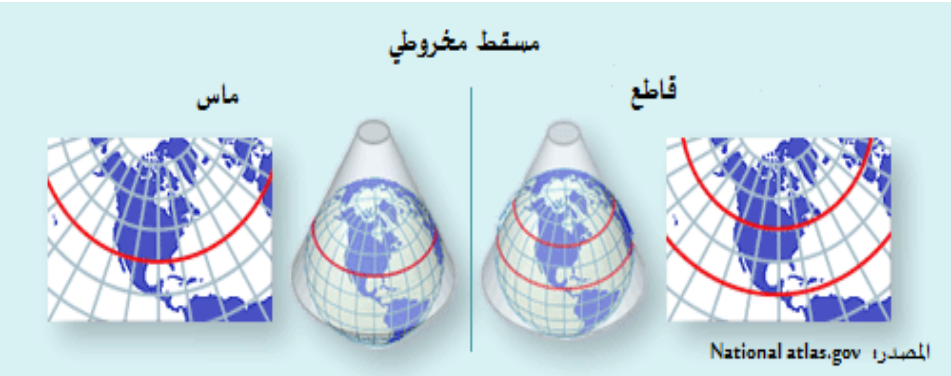
(عن: Encyclopédie Larousse Multimédia)

المرحلة الأولى في إسقاط سطح على آخر تتوخى خلق عدة نقط أو خطوط للتماس بينهما (المساقط المخروطية والأسطوانية تتماس مع الأرض على طول خط معين. أما المساقط السمتية فتتماس معها عند نقطة معينة). لكن المسقط يمكن أن يكون كذلك قاطعا sécant عندما يقطع سطح الإسقاط الأرض عوض أن يتماس معها فقط. وسواء كان المسقط ماسا أو قاطعا فإن نقط الاتصال بين سطح الإسقاط والأرض هي التي تشكل المواقع التي لا يطرأ عليها التشوه وبالتالي فإن هذا الأخير يزداد كلما ابتعدنا عن هذه النقط.

أ- المساقط المخروطية

يستعمل هذا النوع عادة في مناطق العروض المتوسطة ذات الاتجاه شرق غرب؛ ففي الاسقاط المخروطي البسيط (الإسقاط الماس) يتماس سطح الإسقاط (سطح الخريطة) مع سطح الأرض على طول خط عرض معين (خط العرض المرجعي) وفيه يتم إسقاط خطوط العرض على شكل حلقات (دوائر) مركزها رأس المخروط، في حين يتم إسقاط خطوط الطول على شكل خطوط مستقيمة تمر بنقطة مركز المخروط وتتباعد فيما بينها بزوايا ثابتة. في هذا النوع يكون التمثيل دقيقا على مستوى خط عرض التماس ثم يبدأ التشويه بالحدوث مع التزايد كلما اتجهنا نحو الشمال أو الجنوب. أما في الإسقاط المخروطي المعقد (الإسقاط القاطع) فإن سطح الإسقاط يتصل بسطح الأرض عند خطي عرض، وفي هذه الحالة يكون التشويه أقل.

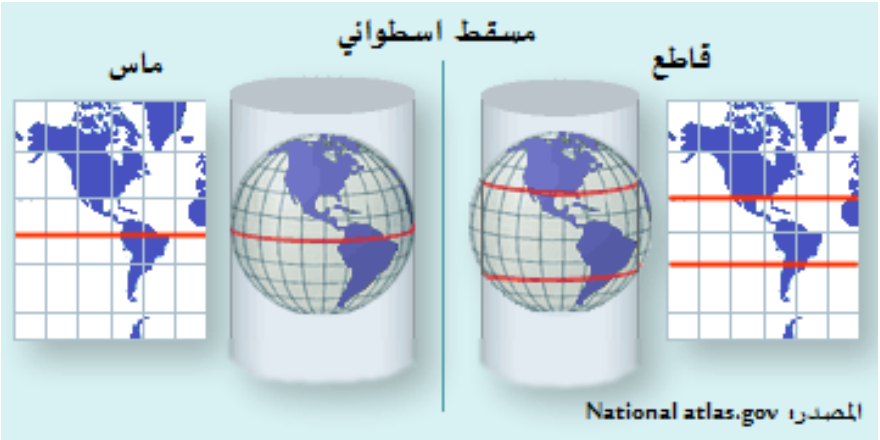
شكل رقم 10 : المساقط المخروطية



ب- المساقط الأسطوانية

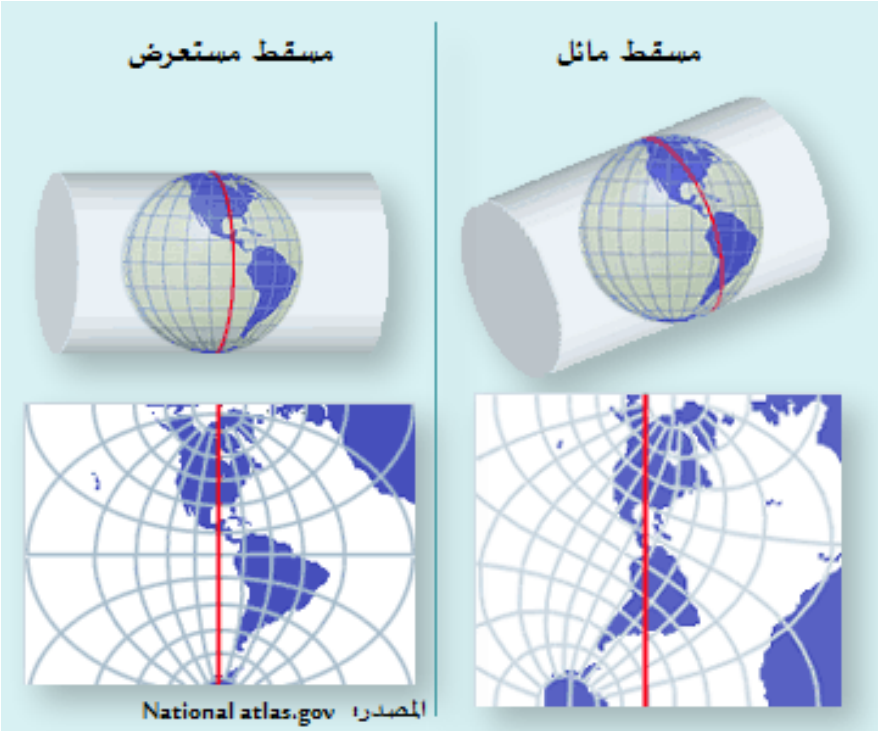
في المساقط الأسطوانية البسيطة غالبا ما يمثل خط الاستواء خط التماس بين سطح الأرض وسطح المسقط، وفيها تظهر خطوط الطول وخطوط العرض مستقيمة ومتعامدة. تكون خطوط الطول في هذه الحالة متوازية على مسافات متساوية، أما خطوط العرض المتوازية كذلك فتتباعد فيما بينها بالتدريج كلما تم الابتعاد عن خط الاستواء في اتجاه القطبين. وعلى غرار المساقط المخروطية، يكون مقياس الرسم دقيقا على مستوى دائرة التماس، إلا أنه يبدأ في التغير كلما تم الاتجاه شمالا أو جنوبا إلى أن يصل التشويه مداه الأقصى عند القطبين.

شكل رقم 11 : المساقط الاسطوانية



وفي أشكال المساقط الأسطوانية المعقدة، يمكن أن يكون خط التماس بين سطح الأرض وسطح الإسقاط خط عرض آخر غير خط الاستواء فيصبح الاسقاط في هذه الحالة مائلا. أما إذا كان خط التماس هو أحد خطوط الطول، فإن الإسقاط في هذه الحالة يكون مستعرضا.

شكل رقم 12 : المساقط المائلة والمساقط المستعرضة



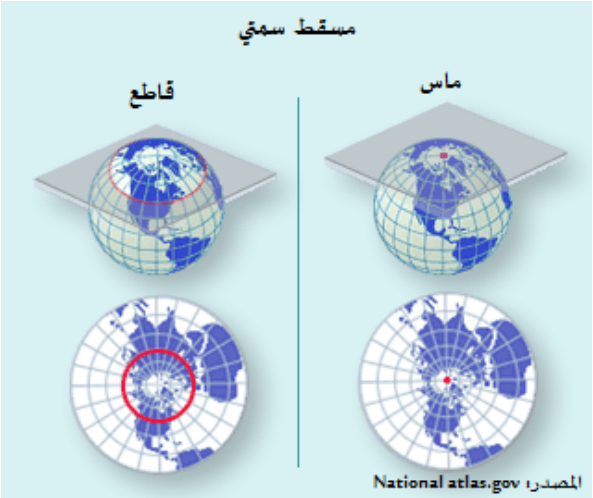
ويعتبر مسقط مركاتور المستعرض من أكثر المساقط الأسطوانية استخداما في وضع الخرائط. ففيه يتم تقسيم العالم إلى ستين منطقة شمالية وجنوبية تمتد كل واحدة منها على ست درجات طولية ولكل منها خط طول مركزي. فهذا المسقط هو مطابق يمثل بدقة الأشكال الصغيرة ولا تصيب الأشكال الكبيرة داخل كل منطقة سوى تشوهات طفيفة.

شكل رقم 13 : مسقط مركاتور

ج- المساقط المسطحة (المساقط السمتية)

هذا النوع يسقط المعطيات الكرطوغرافية على سطح مستو وفيه يكون سطح الإسقاط ماسا لسطح الأرض على مستوى نقطة معينة كما يمكن أن يكون قاطعا له كذلك. نقطة التماس هذه يمكن أن تكون أحد القطبين أو نقطة على مستوى خط الاستواء أو أية نقطة أخرى، فهي تشكل مركز الإسقاط وتحدد بخط طول مركزي وخط عرض مركزي. يكون مقياس الرسم في هذا النوع دقيقا عند نقطة التماس فقط ويظهر التشويه كلما تم الابتعاد عنها في كل الاتجاهات.

شكل رقم 14 : المساقط السمتية (المسطحة)



يستخدم هذا النوع من المساقط في الغالب لتمثيل المناطق الدائرية كالمناطق القطبية؛ فإذا كانت نقطة التماس هي أحد القطبين، فإن خطوط العرض تظهر على سطح الإسقاط على شكل دوائر حول نقطة التماس، أما خطوط الطول فتظهر على شكل مستقيمات مارة بهذه النقطة.

لوضع الخرائط في المغرب، يستعمل حاليا مسقطين: الأول هو المسقط المخروطي المطابق للامبير (مسقط قاطع)، وهو مسقط خاص بالمنطقة الشمالية بعدما كان من قبل معتمدا بالنسبة لكافة التراب الوطني ضمن أربعة مناطق بأبعاد خاصة. أما الثاني فهو مسقط مركاتور الأسطواني المستعرض الخاص بالمناطق الجنوبية.

الفصل الثالث:
السميوغرافيا (سميولوجيا الخرائط)

تعتبر الكرطوغرافيا لغة الجغرافي ووسيلته المفضلة للتعبير، فهي أساسية في البحث الجغرافي لأنها تمكن من تمثيل المجال الجغرافي وتحليل بنياته، وتسمح - في حالة وجود عدد كبير من المعطيات - بالتعبير بشكل تأليفي واستخراج المعلومات الإستراتيجية الضرورية لاتخاذ القرار. والسميوغرافيا (أو سميولوجيا[11] الخرائط)"علم" يهتم بقواعد استعمال الرموز في التمثيل الكرطوغرافي. فهي تهتم بدراسة مجموع الوسائل البيانية التي يعتمد عليها إنشاء الصورة الكرطوغرافية (الخريطة).

1- تعريف الكرطوغرافيا

الكرطوغرافيا وسيلة تعبير تستعمل مجموعة من القواعد البصرية والبيانية لتمثيل الأرض أو جزء منها بشكل هندسي وبياني عن طريق تصور وتهييئ وإخراج الخرائط. فهي تعتمد على مجموعة من العمليات العلمية والتقنية والفنية، لتقديم ما تعبر عنه بصدق ودقة وجمالية.

2- أساسيات الكرطوغرافيا

بالإضافة إلى العمليات التمهيدية لرسم الخرائط والمتمثلة في تحديد المرجع الجيوديزي المحلي واختيار المسقط المناسب، تحرص الكرطوغرافيا على التمثيل الأمين لمظاهر المجال المعني. لكن الفرق في المساحة والأبعاد بين هذا المجال وسطح الإسقاط يقتضي توضيح العلاقة بين الإطارين من حيث حجم التصغير الذي طرأ على الظواهر المنقولة من الأول والممثلة على الثاني (المقياس). كما أنه، وأمام استحالة تمثيل كل التفاصيل التي يزخر بها المجال على الخريطة، من اللازم انتقاء تلك التي تخدم هدف الخريطة والاستغناء عما يمكن

[11] السميولوجيا، بصفة عامة، "علم" يهتم بدراسة الرموز ومعانيها.

الاستغناء عنه (التعميم). وبما أن الخريطة تشكل صورة اصطلاحية للمجال الذي تمثله، فإن وسيلة الكرطوغرافيا في التعبير هي الرموز، وأسلوب صياغة هذا التعبير هو الرسم.

أ- المقياس

المقياس هو سلم يبين حجم التصغير الذي طرأ على الظواهر الممثلة، فهو يحدد العلاقة بين المسافات على الخريطة والمسافات الحقيقية التي تمثلها على الأرض. إلا أنه تنبغي الإشارة إلى أن المقياس لا يكون دقيقا إلى عند مستوى مركز الإسقاط أي عند نقطة أو خط التماس بين المسقط وسطح الإسقاط (أي الخريطة). كما أن هذه العلاقة لا تأخذ بعين الاعتبار التفاوت في الارتفاع بين النقط على سطح المجال، إذا عادة ما لا تعتبر إلا المسافات الأفقية. وهناك طريقتان للدلالة على مقياس الخريطة: إما بواسطة التعبير العددي (المقياس العددي Echelle numérique) أو بواسطة التعبير الخطي (المقياس الخطي Echelle graphique):

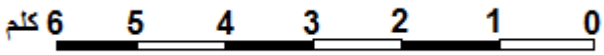
التعبير العددي: يكون بكسر المسافة فوق الخريطة على المسافة فوق الأرض مع ضرورة اعتماد نفس وحدة القياس بالنسبة لكل من البسط والمقام:

$$\frac{\text{المسافة على الخريطة}}{\text{المسافة على الأرض}}$$

فمثلا مقياس $\frac{1}{1\,000\,000}$ يعني أن سنتمترا واحدا على الخريطة يساوي 1.000.000 (مليون) سنتمتر على سطح حقيقي، ومعنى ذلك أنه وقع تصغير المسافات مليون مرة.

أما التعبير الخطي: فيتم برسم قطعة مرقمة تشير أعدادها إلى المسافات الحقيقية في الميدان والتي غالبا ما يعبر عنها بالكيلومترات. فهذا المقياس يمكن من قراءة المسافات الحقيقية مباشرة على الخريطة دون اللجوء إلى عمليات حسابية لتحويل المسافات من السنتمترات على الخريطة إلى الكيلومترات في الواقع. فمثلا مقياس $\frac{1}{100\,000}$ يعني: 1 سم على الخريطة يطابق 1000م (أي 1 كلم) في الميدان:

شكل رقم 15: مقياس خطي



وبالإضافة إلى كونه يساعد على معرفة الأبعاد الواقعية للمسافات الموجودة بين نقط معينة على الخريطة وقياس أحجام بعض الظواهر المساحية الممثلة عليها (تشكيلة نباتية، حقول...)، فإن حجم المقياس يتحكم إلى حد بعيد في أهمية العناصر التالية بالنسبة للخريطة:

- **حجم المجال**: يكون كبيرا إذا كان المقياس صغيرا، ويكون صغيرا إذا كان المقياس كبيرا . وهنا يجب التنبيه إلى أن حجم المقياس يظهر من خلال العدد المكون للمقام Le dénominateur؛ فإذا كان هذا العدد صغيرا فإن المقياس يعتبر كبيرا، وبالتالي فإن المجال الممثل يكون صغيرا. أما إذا كان العدد كبيرا فإن المقياس يعتبر صغيرا، والمجال الممثل يكون كبيرا؛

مثال: $\frac{1}{10\,000} < \frac{1}{50\,000} < \frac{1}{100\,000}$ ... إلخ.

- **التفاصيل**: تكون وافية من خلال المقياس الكبير وضئيلة من خلال المقياس الصغير؛

- **أسماء الأماكن**: تكون دقيقة من خلال المقياس الكبير وعامة من خلال المقياس الصغير؛

- **المعلومات**: تكون مفصلة من خلال المقياس الكبير ومعممة من خلال المقياس الصغير.

أما بالنسبة للمغرب، فإن الخرائط الطبوغرافية توضع وفق ثلاثة مقاييس[12]:

- خرائط بمقياس $\frac{1}{25\,000}$ تغطي كل المنطقة الساحلية الممتدة من السعيدية شمالا حتى تيزنيت في الجنوب الغربي، بالإضافة إلى المناطق ذات القيمة الاقتصادية العالية كمناطق فاس ومراكش وغيرها؛

- خرائط بمقياس $\frac{1}{50\,000}$ تغطي مناطق جبال الأطلس المتوسط والكبير والصغير؛

- خرائط بمقياس $\frac{1}{100\,000}$ تغطي كل المناطق الصحراوية والشرقية.

وتغطي المغرب حاليا حوالي 828 خريطة، منها 538 بمقياس1:25000 و111 خريطة بمقياس 1:50000، و179 خريطة بمقياس 1:100000. وهذا بالإضافة إلى 53 تصميم مدينة[13].

ب- التعميم

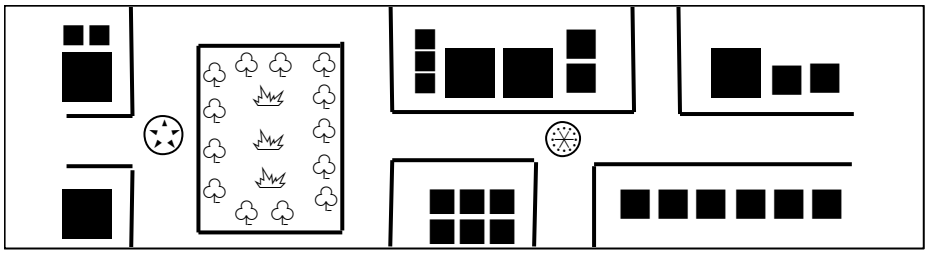
تعتبر تقنية التعميم ضرورية لتسهيل التمثيل الكرطوغرافي والغرض منها هو انتقاء التفاصيل المراد تمثيلها ضمن عدد هائل من التفاصيل التي يحفل بها المجال. هناك عدة عوامل تتحكم في التعميم، لكن مقياس الوضع يبقى الأكثر تأثيرا بحيث يتزايد حجم التعميم مع صغر المقياس وينقص مع كبره. فكلما تم تصغير المقياس إلا وتزايدت كثافة المعلومات على رقعة الخريطة وهو الأمر الذي يعقد القراءة ويشوش على مضمون الخريطة والهدف الذي وضعت من أجله. لذلك يتم إقصاء المعلومات الثانوية أو تلك التي لا تخدم الموضوع ويتم الاحتفاظ فقط بالمعلومات الأساسية حتى وإن اقتضى الحال تمثيلها دون احترام المقياس.

[12] حسب الوكالة الوطنية للمحافظة العقارية والمسح العقاري والخرائطية سنة 2011.

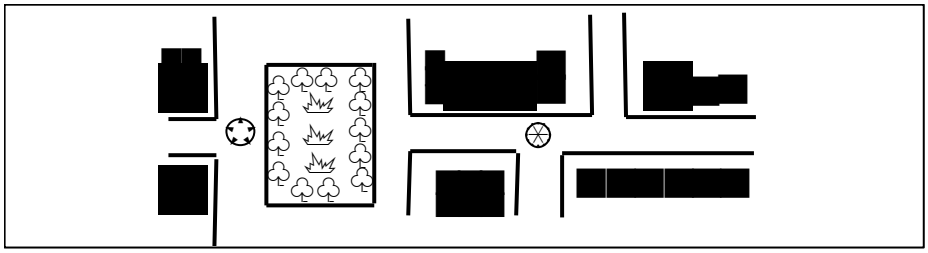
[13] نفس المصدر السابق

شكل رقم 16: مبدأ التعميم

قبل التعميم



بعد التعميم



ملحوظة: بعد التعميم اختفت الكثير من التفاصيل

هذا، ويختلف التعميم حسب نوع التوطين:

- **ففي التوطين النقطي** يتم التعميم بانتقاء الظواهر النقطية (كالبنايات مثلا) أو تحويلها إلى رموز اصطلاحية (كوضع مصور طائرة عوض مطار مثلا...)؛

- **وفي التوطين الخطي** يتم الاحتفاظ بكل العناصر (كالطرق والمجاري المائية...) مع الإبقاء على شكل رسمها الطبيعي (مستقيم، متعرج، مائل...)؛

- **أما في التوطين المساحي** فيجب الاحتفاظ بالأشكال الأساسية المميزة للظواهر المساحية (كالحقول والقطاعات الحضرية وغيرها...).

ج- التعبير بالرموز

لغة الكرطوغرافيا هي شكل من أشكال التعبير تشكل الرموز البيانية البسيطة (الخط والنقطة والبقعة) أبجديتها، والمتغيرات البصرية مفرداتها، وقوانين الإدراك البصري قواعدها[14]. هذه العناصر هي التي تؤلف المعنى وذلك عن طريق ترجمة المعلومات الجغرافية إلى رموز كرطوغرافية يحتاج فهما إلى شرح وتوضيح في المفتاح.

فاللغة الكرطوغرافية تشمل كل الوسائل البيانية التي تسمح بتمثيل الظواهر على الخريطة مع القدرة على إظهار الاختلاف، والسماح بالمقارنة، وإبراز التراتبية[15]. وهي لغة قابلة للإدراك من طرف الجميع. (انظر أدناه قواعد التمثيل البياني في الكرطوغرافيا).

د- الرسم

لرسم الخرائط يحتاج الكرطوغرافي إلى عدة أدوات. هذه الأخيرة تطورت مع مرور الزمن حتى أصبح الرسم يعتمد كليا على التكنولوجيا الحديثة. ففي الوقت الراهن تم تعويض الوسائل اليدوية بوسائل تفاعلية، بحيث أصبح إنجاز الخرائط يتم بمساندة الحاسوب بواسطة برمجيات معدة لهذه الغاية.

لقد مكنت الوسائل التفاعلية الكرطوغرافيا من إنجاز الخرائط بشكل كامل وذلك عن طريق معالجة وإنشاء الصور مع إمكانية تعديل الموجود منها. ولقد تطورت البرمجيات نفسها بشكل كبير حتى بات بالإمكان إنجاز خرائط ورسوم بيانية انطلاقا من قواعد للبيانات وعبر معالجة متعددة الأوجه تقوم أساسا على ربط ظواهر جغرافية معينة برموز محددة سلفا.

وتشكل نظم المعلومات الجغرافية SIG أكثر الوسائل تطورا وسرعة في إنجاز الخرائط انطلاقا من قواعد البيانات، بحيث تكون كل قائمة معطيات ممثلة بطبقة بيانية وتكون كل الطبقات قابلة للتركيب على بعضها. وهذه الوسيلة تمكن أساسا من إنشاء خرائط

---

[14] M. BEGUIN et D. PUMAIN (2009), La représentation des données géographique, 2° édition. Armand colin. Paris. p. 40.

[15] M. BEGUIN et D. PUMAIN (2009),op. cit.,p.40.

موضوعاتية مختلفة. ولقد ظهر مؤخرا جيل جديد من نظم المعلومات الجغرافية يعتمد على برمجيات أكثر قوة، وهي نظم المعلومات الجغرافية للتحليل المجالي التي تستطيع معالجة كم هائل من المعلومات مع تحليل للبنيات غير المرئية للعلاقات بين الطبقات المختلفة. ويوجد حاليا ما لا يقل عن 60 نوعا من البرمجيات الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية.

3 ـ السميوغرافيا

تعتبر الرموز أساس التعبير الكرطوغرافي، فبواسطتها يتم تمثيل الظواهر والمعلومات الجغرافية. تشكل الرموز بقعا، ولكي تكون هذه البقع مرئية يجب أن تكون قادرة على عكس ضوء مختلف عن ضوء عمق الخريطة فهي بذلك تساهم في تشكيل المتغيرات البصرية. ولكي تؤدي الخريطة وظيفتها على أكمل وجه، يجب أن تكون لغة الرموز هذه قادرة على عكس خصائص الظواهر الممثلة وقابلة للإدراك بسهولة من طرف الجميع. وعلى العموم تتكون اللغة الكرطوغرافية من العناصر التالية[16]:

- العناصر الأساسية للرموز؛
- الرموز الكارطوغرافية ؛
- التوطين البياني، أي طريقة رسم الرموز على الخريطة؛
- المتغيرات البصرية، وتتعلق بخصائص الرموز وما يميزها.

أ- العناصر الأساسية للرموز

العناصر الأساسية للرموز هي النقط والخطوط والبقع، وهي رموز بسيطة تسخر لتشكيل الرموز المركبة بفضل قابليتها للتغير وللتركيب. فهي، وعلى غرار الحروف الأبجدية، ليس لها أي معنى في حد ذاتها لكنها تستطيع أن تؤلفه إذا ما تم تركيبها لتشكيل رموز بيانية.

تشكل النقطة أصل كل الرموز، بسيطة كانت أم مركبة، فهي تمثل أدق جزء من المجال (من حيث الصغر) يمكن رؤيته بالعين المجردة وهي بدون مساحة. والخط يتكون من

[16] المرجع السابق ص. 41

مجموعة من النقط المتصلة أو المتقاربة جدا على طول محور معين. أما البقع فهي جزء من سطح معين تعكس لونا مغايرا للون هذا السطح، وهي مساحة مؤلفة من مجموعة من النقط المتصلة الممتدة في كل الاتجاهات انطلاقا من نقطة مركزية ولها حدودا واضحة تتخذ شكلا خطيا مغلقا. ورغم كون الخط والمساحة مركبين من مجموعة من النقط فهما، مع ذلك، بسيطين لأنهما يشكلان قاعدة بناء كافة الرموز الكرطوغرافية.

ب الرموز الكرطوغرافية

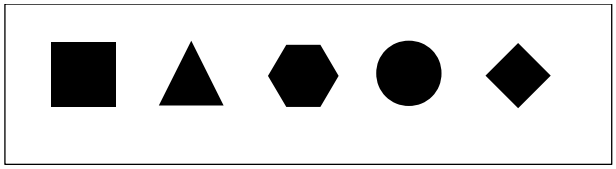
الرموز الكرطوغرافية هي رسوم توطن الظواهر على الخريطة. يمكن لهذه الرموز أن تكون مجردة أو تصويرية أو موحية، وهي، حسب طرق توطينها، ثلاثة أنواع نقطية، خطية ومساحية:

- **الرموز النقطية**

تمثل الرموز النقطية مظاهر ممركزة ومستقلة. فهي توطن المظاهر الدقيقة في المجال أي المعزولة (مدن، مواقع صناعية، مواقع للنقل كالمطارات والموانئ، مناجم...). وتتخذ الرموز النقطية أشكالا هندسية (دوائر، مثلثات، مربعات...)، وقد تكون تصويرية أيضا (سفينة، طائرة، حيوان...) يراعى في تمثيلها الدقة الكبيرة تفاديا للتشويه:

- **الرموز الهندسية**: هي رموز اصطلاحية، أي مجردة، وهي الأكثر استعمالا في التعبير البياني، بحيث يمكنها تمثيل أي نوع من أنواع المعطيات لكنها تفرض ضرورة اللجوء إلى المفتاح لفهم فحواها (فالمربع مثلا يمكن أن يمثل موقعا صناعيا أو محطة لوجيستية أو موقعا سياحيا أو غيرها...).

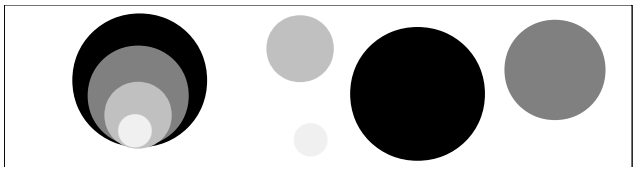
شكل رقم 17 : رموز هندسية



تعطى الأولوية في التمثيل الكرطوغرافي للرموز السهلة التشكيل والأكثر وضوحا من حيث التعبير. فبالنسبة للرموز الهندسية، تعتبر الدائرة الأسهل في الرسم والقراءة، وأفضل رمز

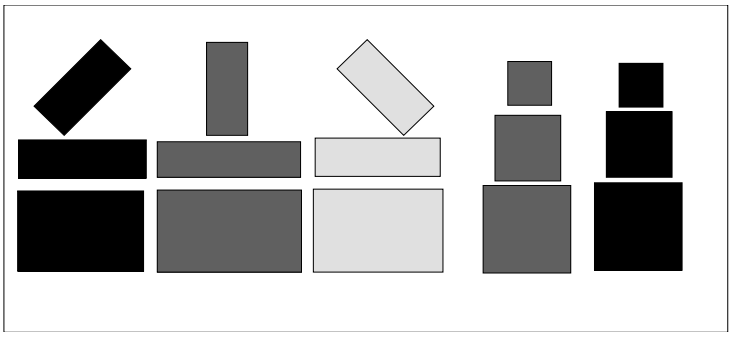
في التمثيل الكمي والنوعي وأكثرها قابلية للتشكيل في الكتابة (الرسم)؛ فتكبيرها أو تصغيرها ينجز بسهولة، كما أنها سهلة القراءة لأن العين تستطيع أن تحدد مراكزها بدون عناء وبدون أن تكون مرسومة إلى درجة أن التركيب بين الدوائر لا يقلق لأن المركز يبقى دائما واضحا مهما كان الجزء المشاهد صغيرا.

شكل رقم 18: ممكنات استغلال الدائرة



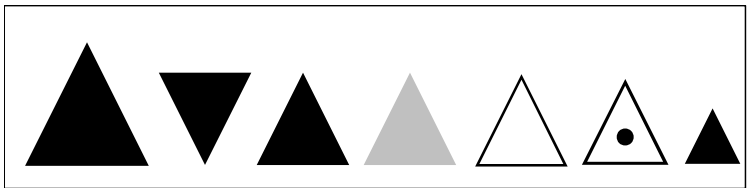
أما المربعات والمستطيلات فتتميز بكونها لها زوايا قائمة، وفي ذلك تكمن صعوبة رسمها يدويا، وخاصة إذا كانت الرموز صغيرة؛ فإذا كان المستطيل قابلا لعدة تغيرات شكلية ولجميع المتغيرات البصرية، بما فيها التوجيه، فإن المربع لا يقبل التوجيه لأنه متساوي الأضلاع ولا يمكن أن نحدد له قاعدة معينة، إضافة إلى كونه إذا وجه بـ 45 درجة ستزول عنه صفة المربع ويصبح شبيها بالمعين.

شكل رقم 19: ممكنات استغلال المربعات والمستطيلات



باقي الأشكال الهندسية رسمها أصعب نظرا لتعقد هندستها. فالمثلثات مثلا لها ثلاث زوايا قد تتساوى أو تختلف بعضا أو كلا. كما أن حساب المساحة في المثلثات صعب إلا أن القراءة تبقى سهلة. ويتعين الإشارة إلى كون المتغيرات الشكلية للمثلثات متعددة لكن ليس لها نفس القابلية للتراكم كما هو الشأن بالنسبة للدوائر. المثلثات قابلة لجميع المتغيرات

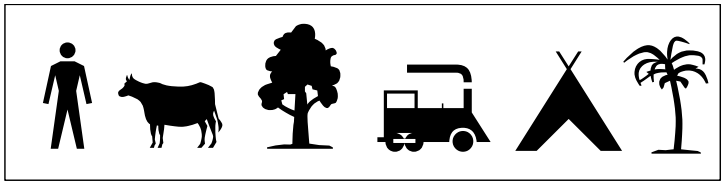
البصرية بما فيها التوجيه (شرط ألا تكون متساوية الأضلاع، حيث لا تعرف قاعدتها) في حين أن الدائرة لا توجه إلا إذا أضيف لها المحور أو قسمت إلى شطرين أو إذا استخدم نصفها فقط.



وعلى العموم، كلما كانت هندسة الرموز معقدة، كلما كان ضروريا الاحتياط في رسمها يدويا وتجنب استعمالها في بعض أغراض التمثيل الكرطوغرافي، كما هو الحال بالنسبة لتمثيل المعلومات الكمية التناسبية بمتغير الحجم والتي تتطلب دقة تكبير وتصغير الرموز للتعبير عن تفاوت الكميات وعلاقاتها التناسبية، ويستحسن أن يقتصر استخدامها على تمثيل المعطيات النوعية الإسمية الذي يعتمد بالأساس على متغير الشكل. وهذا ينطبق أيضا على الرموز النقطية التصويرية أو الموحية.

- **<u>الرموز التصويرية:</u>** هي الرموز التي تنتج عن الرغبة في تمثيل بعض المظاهر الموجودة على السطح عن طريق تصوير أشكالها التقريبية، وأحيانا يتم إسقاط صورها الحقيقية (كما هو الشأن بالنسبة لبعض الخرائط السياحية التي يلجأ واضعوها إلى تمثيل المآثر التاريخية مثلا عن طريق توطين صورها على الخريطة.

شكل رقم 20: رموز تصويرية



هذه الرموز هي سهلة الإدراك من طرف القارئ لكن لها عيوبا تتعلق بدقة التوطين، بحيث تحتل في الغالب مساحة أكبر مما يسمح به المقياس مما يشوه التمثيل الكرطوغرافي في حد ذاته ويحد من نجاعة استخدامها.

- **<u>الرموز الموحية:</u>** هي رموز تعتمد على نقل المعنى أكثر منه تصوير المظاهر كما هو الحال بالنسبة للرموز التصويرية، فهي توحي بالشيء ولا تصوره. وعلى غرار الرموز التصويرية، تتميز هذه الرموز بقابليتها الكبيرة للإدراك المباشر من طرف القارئ.

شكل رقم 21 : رموز موحية

لكن نجاعة هذا النوع من الرموز تبقى رهينة بقدرتها على عكس نفس المعنى بالنسبة لجميع المتلقين. كما أنها وعلى غرار الرموز التصويرية يستعصي توطينها أحيانا وفق مقياس الخريطة، بالإضافة إلى كون الإفراط في تصغيرها قد يؤدي إلى جعلها غير قابلة للقرءة[17].

- **الرموز الخطية**

هذه الرموز متنوعة جدا، تعبر عن مظاهر مختلفة ذات امتداد طولي. تمثل الرموز الخطية مظاهر واقعية مرئية في المجال كالطرق والمجاري المائية والسياجات وغيرها، وكذلك مظاهر غير مرئية كخطوط التيارات التي تعبر عن انتقال ظاهرة من مكان إلى آخر، والخطوط الوهمية التي تحدد أبعاد السطح وأشكاله (خطوط الإحداثيات وخطوط التسوية)، وكذلك الخطوط المشكلة لحدود الظواهر الكمية غير المرئية كالظواهر المناخية (الحرارة، الضغط الجوي...).

ترسم الخطوط متصلة أو متقطعة، بحيث تعبر الخطوط المتصلة في الغالب عن الظواهر المهمة التي لها استمرارية في الزمن والمجال. أما الخطوط المتقطعة فتمثل العناصر الثانوية بالنسبة لنفس الظاهرة (فمثلا بالنسبة للشبكة الهيدروغرافية تمثل المجاري المائية الدائمة بالخطوط المتصلة أما المجاري غير الدائمة فتمثل بالخطوط المتقطعة...) .

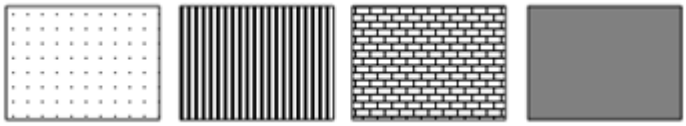
[17] Gérald WEGER (1999), Cartographie, vol.1, sémiologie graphique et conception cartographique. ENDSG. Marne-la-vallée.

شكل رقم 22 : رموز خطية

- **الرموز المساحية**

هي الرموز التي تهم تمثيل انتشار أو توزيع الظواهر فوق المجال. فهي توظف لإبراز المساحات التي تحتلها بعض العناصر المكونة لسطح المجال المراد تمثيله، كإبراز مجال انتشار غطاء غابوي مثلا. وفي هذه الحالة تكون المساحات قابلة للقياس ومتناسبة مع المساحات الحقيقية للعناصر الممثلة، فيتم التمثيل باعتماد الرموز المناسبة للمعطيات النوعية، حيث تتم تغطية مجال الانتشار بالألوان والهاشورات أو باعتماد الحبكات في حالة الرسم اليدوي (وهي أوراق شفافة دقيقة جدا قابلة للإلصاق تحتوي على تدرج في القيمة والتوجيه).

شكل رقم 23 : رموز مساحية

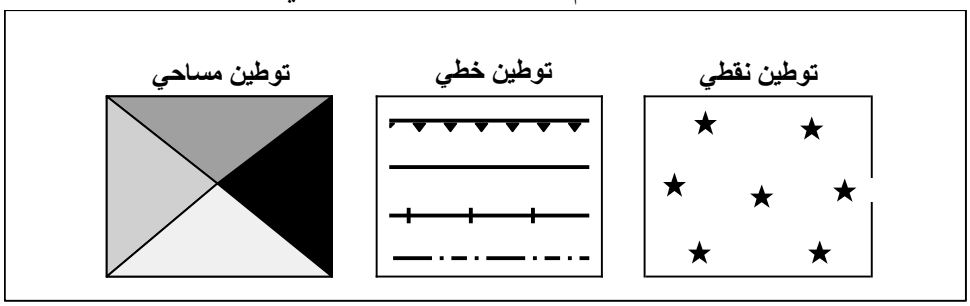


وتوظف الرموز المساحية أيضا لتمثيل توزيع ظاهرة معينة ضمن وحدات مجالية، جغرافية أو سياسية أو إدارية أو غيرها، كتمثيل توزيع سكان بلد حسب جهاته الإدارية. وفي هذه الحالة تكون المساحات متجانسة، لها حدودا واضحة، يتم ملؤها بالألوان أو الهاشورات أو برموز كمية أخرى (كالنقط الحسابية).

ج- التوطين البياني

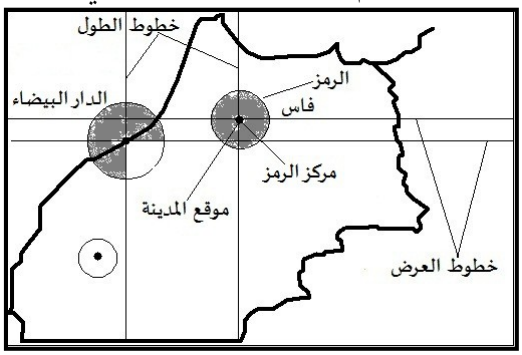
يهم التوطين البياني طريقة رسم الرموز على الخريطة. ويتضح من العنصر السابق أن طريقة التوطين هي ثلاثة أشكال: توطين نقطي وتوطين خطي وتوطين مساحي.

شكل رقم 24 : أشكال التوطين البياني



- **التوطين النقطي** يعبر عن التموقع الممركز والمستقل للظواهر. فهو يوطن المظاهر الدقيقة في المجال أي المعزولة جغرافيا حتى وإن كان لها انتشار معين. فكل الظواهر الموجودة على السطح لها في الواقع مساحة معينة إلا أن التوطين النقطي لا يأخذ بعين الاعتبار إلا مراكز هذه المساحات وهذه المراكز هي عبارة عن نقط يمكن تحديدها بتقاطع خطوط الطول والعرض. فمثلا المدينة لها مساحة معينة، لكن هذه المساحة لا تشكل بالنسبة لمقياس بلد على خريطة سوى نقطة، وبالتالي فأي رمز لتمثيل هذه المدينة، ومهما كبر حجمه، فإن موقعه على الخريطة يجب أن يطابق مركز هذا الرمز؛

شكل رقم 25 : مبدأ التوطين النقطي

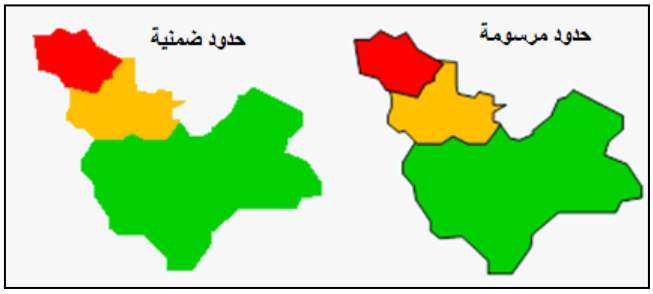


- **أما التوطين الخطي** فيعبر عن المظاهر ذات الامتداد الخطي المفتوح (طريق، مجرى مائي...) أو المغلق (حدود مساحة مثلا...). وبالرغم من كون الخط يعتبر مكانا بدون مساحة فإن بعض الرموز الخطية، وعلى غرار الرموز النقطية، يمكن أن تظهر لها مساحة على الخريطة أكبر مما يسمح به المقياس. وفي هذه الحالة فإن محور الخط هو الذي يحدد

الموقع، وبالتالي فإن التوطين الخطي لا يدل إلا على مكان الظاهرة من دون مساحتها، أما المساحة فهي مجرد تمثيل اصطلاحي والتعبير عنها لا يتم إلا بالتوطين المساحي.

- **التوطين المساحي** يحدد موقع الظواهر بقطعة من المجال. فهو يوطن هذه الظواهر ضمن حدود معينة، مما يفرض ضرورة احترام المقياس للحفاظ على العلاقة التناسبية بين المساحات في الواقع (أي على الأرض) وإسقطها على الخريطة، وعدم تجاوز الرموز للحدود المرسومة لها سلفا بارزة كانت(أي مرسومة بخط) أم ضمنية (بحث تكون حدود بقع الرموز مطابقة لحدود المساحات كما في الشكل التالي).

شكل رقم 26 : رسم الحدود



وبالرغم من أهمية الحدود في التوطين المساحي إلا أنه لا يجب رسمها إلا إذا كان ذلك ضروريا لتمييز المساحات، وذلك تفاديا لشحن الخريطة برموز لا فائدة لها وحتى لا يتم التشويش على مضمونها. لكن هذا يخضع بدوره لنوع الرموز المستخدمة والتي تخضع بدورها لقواعد دقيقة في الوضع تتحكم فيها متغيرات بصرية.

د- المتغيرات البصرية

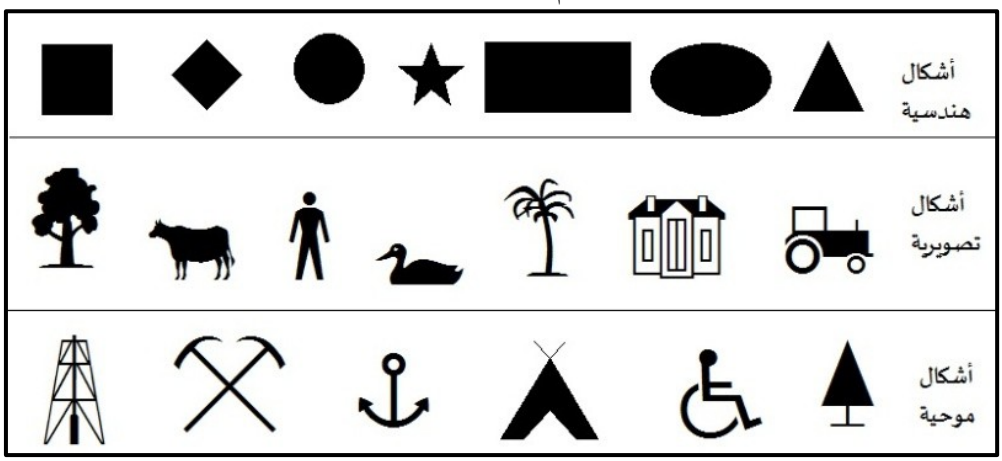
المتغيرات البصرية هي الوسائل البيانية التي تمكن من التمييز بين المعطيات الممثلة على الخريطة. عدد المتغيرات البصرية ستة[18] وهي: الشكل، التوجيه، اللون، الحجم، القيمة، والتركيب الحبيبي (الحدة). لكل متغير خصائص تتحكم في قابليته لتمثيل الظواهر المختلفة.

[18] Bertin Jacques, Sémiologie graphique, Paris, Mouton/Gauthier-Villars, 1967

- **أنواع المتغيرات البصرية:** المتغيرات البصرية ستة وهي:

- **متغير الشكل**: يحدد شكل الرموز الكرطوغرافية من خلال حدودها. عدد الأشكال غير متناهي إلا أنها تنتظم ضمن صنفين كبيرين: صنف هندسي (دائرة، مربع، مثلث. مستقيم..) وصنف تجسيمي أو تصويري أو موحي (طائرة، سفينة، حيوان، شجرة...).

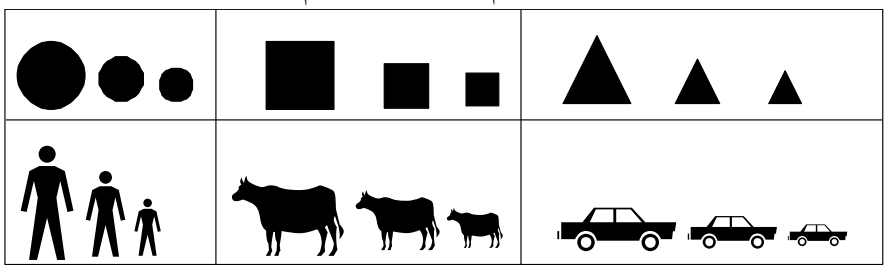
شكل رقم 27 : متغير الشكل



يستطيع متغير الشكل أن يميز بوضوح بين الظواهر المختلفة، وبذلك فإنه يعتبر الأصلح من بين المتغيرات البصرية لتمثيل المعطيات النوعية.

- **متغير الحجم**: يحدد حجم الرموز الكرطوغرافية بطولها وارتفاعها ومساحتها. هذا المتغير يستعمل أساسا في تمثيل المعطيات الكمية ويسمح بصريا بتقدير العلاقات التناسبية بين المتغيرات.

شكل رقم 28 : متغير الحجم

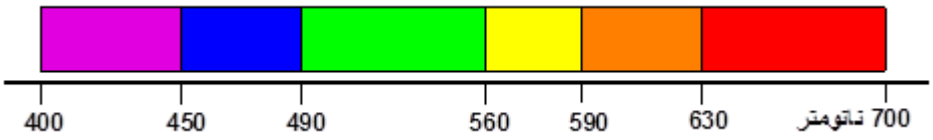


يمكن إخضاع كلا من الرموز الهندسية والتجسيمية لمتغير الحجم، إلا أن تكبيرها أو تصغيرها يتطلب الحفاظ على العلاقات التناسبية للكميات الممثلة من جهة وعلى شكل الرموز وخاصيتها التمييزية من جهة ثانية (لأن التصغير المبالغ فيه للرموز قد يفقدها أشكالها الأصلية).

- **متغير اللون**: تنتج ألوان الأجسام عن خصائصها الفيزيائة في محيطها من جهة والإدراك الحسي للعين والدماغ لها من جهة ثانية. ويعتبر لون الأجسام هو لون الضوء الصادر عن سطوحها إما عن طريق توهجها أو عن طريق عكسها له فقط. والضوء هو إشعاع كهرمغناطيسي يتميز بطول معين يختلف حسب شدة الإشعاع من المنبع ويتحكم في قابليته للرؤية.

لا يُرى من الألوان إلا تلك التي يتراوح طول موجات إشعاع ضوئها بين 380 و 740 نانومتر تقريبا مشكلة طيفا مرئيا من ستة ألوان أساسية هي الأحمر والبرتقالي والأصفر والأخضر والأزرق والبنفسجي.

شكل رقم 29: طيف الألوان المرئية

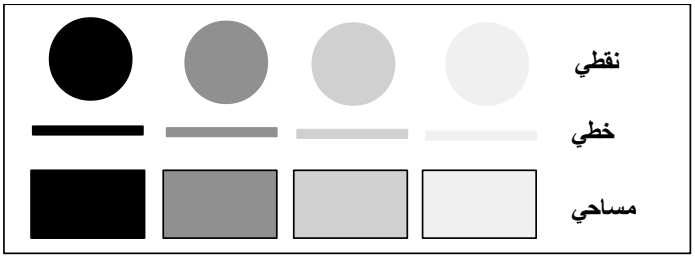


يستعمل متغير اللون بكثرة في التمثيل البياني نظرا لقدرته الكبيرة على تمييز الأشياء. فهو، وعلى غرار متغير الشكل، يستخدم أساسا لتمثيل المعطيات النوعية. وللون أيضا قوة الايحاء التي تستغل بكثرة في التمثيل (الأزرق يدل على الماء والأخضر يدل على النبات.....).

- **متغير القيمة**: يتحدد متغير القيمة من خلال العلاقة بين كمية الأبيض والأسود المتواجدة على مساحة معينة. الحصول على هذا المتغير يتم بتدريج لون معين من المستوى القاتم جدا إلى المستوى الفاتح جدا. هذا التدريج الذي ينطبق على جميع الألوان، قد تتعذر

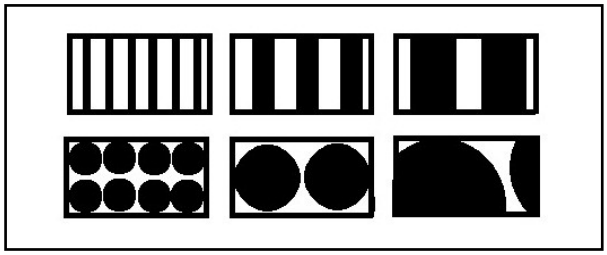
زيادته خلال الرسم لتغطية كل المعطيات المراد تمثيلها، حينئذ يمكن تدريج لون إضافي يتم اختياره، على أساس مبدأ القيمة، من بين الألوان الأدنى في تراتبية قوة الإشعاع (أي من حيث طول الدبدبات الضوئية المميزة له)، وذلك حتى يتسنى الحفاظ على العلاقة الترتيبية بين الظواهر الممثلة باعتبارها هدفا أساسيا لاعتماد هذا المتغير. أما الترتيب فيخضع بدوره لقاعدة صارمة تتمثل في ضرورة تمثيل المعطيات القوية بالمستوى القاتم والمعطيات الضعيفة بالمستوى الفاتح.

شكل رقم 30 : متغير القيمة



- متغير الحدة (أو التركيب الحبيبي): تحدد حدة الرموز بتكبير أو تصغير العناصر المكونة للحبكات (خطوط، نقط...) والمسافات الفاصلة بينها، بحيث تبقى العلاقة بين الأبيض والأسود، وعلى العكس من متغير القيمة، قارة. يستعمل هذا المتغير في تمثيل المعطيات الكمية النسبية والمعطيات الترتيبية.

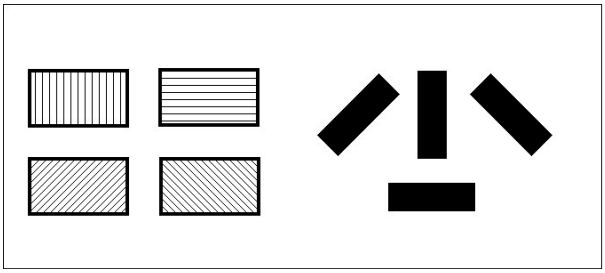
شكل رقم 31 : متغير الحدة



- **متغير التوجيه:** يحدد توجيه الرموز الكرطوغرافية بالزاوية التي ترسمها مع خط عمودي. وعلى العموم لا يمكن توجيه الرموز إلا في أربعة اتجاهات : أفقي، عمودي، مائل يمين،

مائل يسار، وذلك على الرغم من إمكانية تنويع درجة الميل. ويستعمل هذا المتغير، بشكل خاص، في تمثيل المعطيات النوعية.

شكل رقم 32 : متغير التوجيه



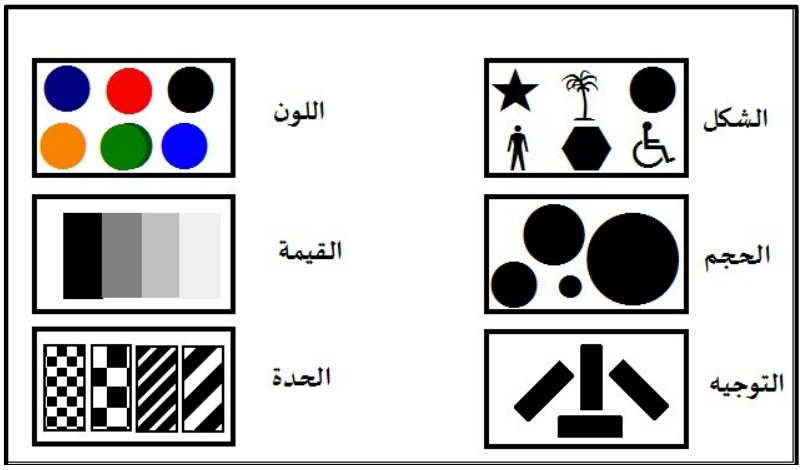
- **خصائص المتغيرات البصرية:** تتباين خصائص المتغيرات البصرية من حيث قدرتها على إبراز:
  - الفوارق بين المعطيات الممثلة: (خاصية تمييزية / انتقائية)؛
  - والتدرج الترتيبي لقيم الظواهر: (خاصية ترتيبية)؛
  - والكميات (خاصية كمية أو تناسبية)؛
  - والتشابه (خاصية تجميعية).

جدول رقم 1: خصائص المتغيرات البصرية

تمييزية (انتقائية)	ترتيبية	تجميعية	كمية
الشكل	القيمة	الشكل	الحجم
اللون	الحجم	القيمة	
الحجم	التركيب الحبيبي		
القيمة			
التركيب الحبيبي (الحدة)			
التوجيه			

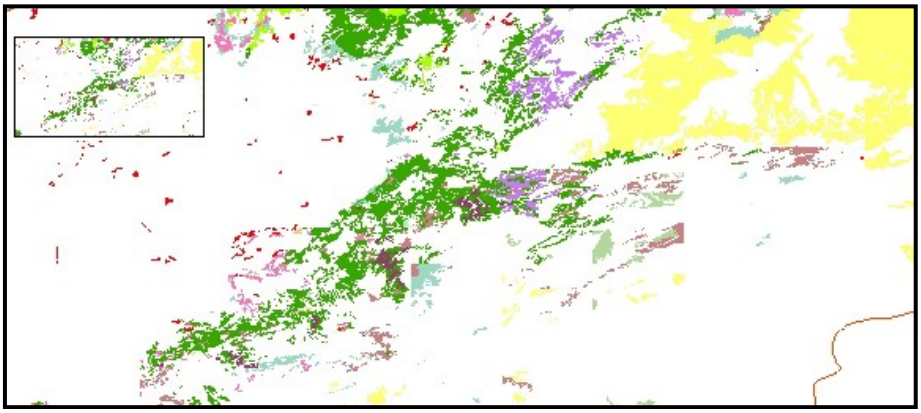
- **الخاصية التمييزية (الانتقائية):** تتعلق بقدرة المتغيرات على تمييز المعطيات أو الظواهر الممثلة ضمن مجموعة من الظواهر. هذه الخاصية تهم كل المتغيرات البصرية ولكن مع نجاعة كبيرة لمتغيري الشكل واللون.

شكل رقم 33 :تمثيل الخاصية التمييزية للمتغيرات البصرية



هذا ويتحكم مقياس الرسم إلى حد بعيد في القوة التمييزية للمتغيرات البصرية بحيث تضعف هذه القوة مع تصغير المقياس، وخاصة مع تعدد المعطيات الممثلة. فحتى متغير اللون الذي يتمتع بقوة تمييزية عالية جدا يمكنه فقدان هذه القوة مع التصغير المبالغ فيه للمقياس.

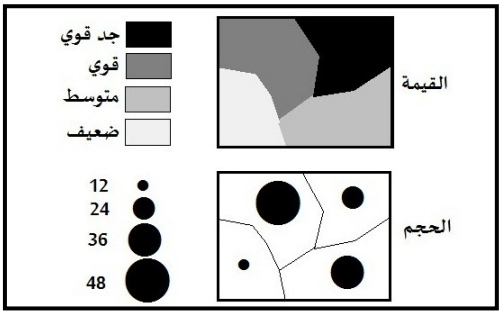
شكل رقم 34: تأثر الخاصية التمييزية لمتغير اللون بالمقياس



ففي الشكل أعلاه يلاحظ صعوبة تمييز كل الألوان الموجودة داخل المساحة المؤطرة في ركن الخريطة، لكنه وبعد تكبير المقياس فقد صار من الممكن تمييزها بكل وضوح إلى درجة يمكن معها تعدادها بسهولة.

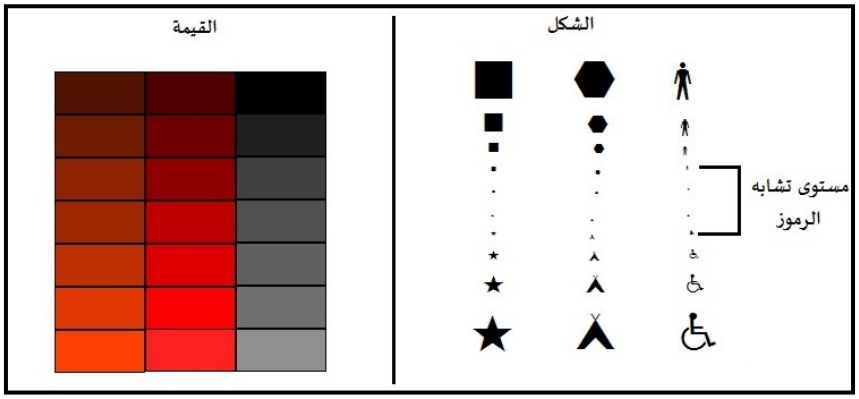
- **الخاصية الترتيبية:** تعني القدرة على تنظيم القراءة حسب الأهمية البصرية الممنوحة للظواهر أي تحديد تراتبية بدون غموض. هذه الخاصية تهم متغيرات القيمة والحجم والتركيب الحبيبي.

شكل رقم 35 : تمثيل الخاصية الترتيبية لمتغيري القيمة والحجم



- **الخاصية التجميعية:** هي خاصية تدفع إلى الاعتقاد بأن رموزا لعناصر من طبيعة مختلفة أنها غير مختلفة. وفي هذا الإطار، يمكن لمتغيري القيمة والشكل أن يكونا تجميعيين. فالتصغير الشديد للأشكال يؤدي إلى فقدانها لخصائصها المميزة. وإذا طال هذا التصغير مجموعة من الرموز المختلفة على الخريطة فقد يتسبب في حدوث لبس فيما يتعلق بالتمييز فيما بينها (شكل رقم 36).

شكل رقم 36 :تمثيل الخاصية التجميعية لمتغيري الشكل والقيمة

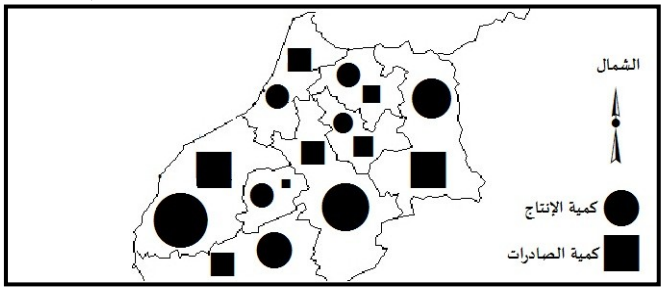


نفس الشيء بالنسبة لمتغير القيمة، فقد تدعو الضرورة أحيانا إلى تدريج لون إلى مستويات عديدة للتعبير عن تراتبية عدد كبير من المعطيات لنفس الظاهرة مما لا يسمح باختيار فقط المستويات المتمايزة بوضوح في هذا التدرج للتمثيل، فيستعصي على القراءة البصرية إدراك هذه التراتبية على الخريطة بسهولة.

ففي الشكل رقم 36، حيث تم تدريج الألوان الثلاثة،الأسود والأحمر والبرتقالي، بنفس مستويات الكثافة مع خفة التدرج، يلاحظ صعوبة التمييز بين مستويات التدرج المتقاربة حتى مع اتصال المساحات الملونة. أما إذا كانت المساحات مشتتة فوق الخريطة فستزداد هذه الصعوبة بشكل أكبر. وحتى أفقيا، يصعب أحيانا تقدير أهمية العناصر ضمن تراتبية معينة بمجرد النظر بالعين ودون تمحيص شديد، وذلك حينما يستعمل اللون بمبدأ القيمة في حالة الضرورة، حيث يلاحظ تشابه بين الألوان عند مستوياتها الداكنة والفاتحة جدا.

- **الخاصية الكمية:** أي القدرة على تحديد القيمة المطلقة لعناصر جغرافية (كمية الإنتاج السنوي، عدد السكان...) بنوع من الدقة. ويعتبر متغير الحجم المتغير الكمي الوحيد والذي غالبا ما يستخدم على شكل دوائر من أحجام مناسبة للكميات الممثلة.

شكل رقم 37 :تمثيل الخاصية الكمية لمتغير الحجم



هذا، ورغم أنه لكل متغير من هذه المتغيرات خصائص تتحكم في قابليته لتمثيل الظواهر المختلفة، فإنه من الممكن التأليف بين المتغيرات البصرية.

شكل رقم 38 : التأليف بين المتغيرات البصرية

الفصل الرابع:
وضع الخريطة الطبوغرافية

يختلف التمثيل الكرطوغرافي بحسب الغرض من الخريطة: فإما أن يكون موجها **لتوطين** عناصر السطح الطبيعية والاصطناعية وفق مقياس معين، كما هو الحال بالنسبة لوضع الخرائط الطبوغرافية، أو يكون هدفه **تمثيل توزيع** الظواهر النوعية والكمية وبنياتها غير المرئية على مركب مجالي كما هو الشأن بالنسبة للخرائط الموضوعاتية.

1- تعريف الخريطة الطبوغرافية

تعرف الخريطة الطبوغرافية عادة بأنها تمثيل للعناصر الطبيعية والاصطناعية الموجودة على مساحة أرضية وكذا لأشكال السطح بها. فهي تهدف إلى تمثيل كل التفاصيل الممكنة لهذا السطح، وتتميز عن التصميم الطبوغرافي باستعمالها الرموز الاصطلاحية للتعبير عن بعض التفاصيل المهمة كالسكن وطرق المواصلات وعدم إخضاعها للسلم الذي وضعت به الخريطة. وتعتبر الخريطة الطبوغرافية من أهم أنواع الخرائط وأكثرها استعمالا لما تقدمه من معلومات بخصوص المظاهر الخارجية للسطح.

2- مراحل وضع الخريطة الطبوغرافية

يستغرق وضع الخريطة الطبوغرافية وقتا طويلا، ويتطلب توفير وسائل بشرية ومادية مهمة. ولما كان إنجازها يستعصي على العمل الفردي، فقد استحدثت في كل البلدان مؤسسات مختصة للقيام بذلك[19]. ويقطع إخراج هذا النوع من الخرائط مراحل عديدة تنطلق من مرحلة تمهيدية، تبتدئ بتحديد المرجع الجيوديزي ثم اختيار المسقط المناسب، تليها مرحلة جمع المعلومات وتوفير الوثائق القاعدية التي تصف السطح المراد تمثيله بواسطة

[19] هذه المهمة موكولة بالمغرب إلى الوكالة الوطنية للمحافظة على الأملاك العقارية والخرائطية.

الصور الجوية والاستشعار عن بعد والبحث الميداني، وتختتم هذه المراحل بعمل مخبري لمعالجة المعلومات المختلفة وتمثيلها على سطح الإسقاط، ثم كساء وطبع الخريطة.

أ- تحديد المرجع الجيوديزي واختيار المسقط المناسب: (انظر أعلاه العمليات التمهيدية لوضع الخرائط).

ب- توفير المعلومات الجغرافية عن المجال المراد تمثيله: يعتمد وضع الخريطة الطبوغرافية على عدة مصادر يمكن تصنيفها كما يلي: المسح الطبوغرافي، الصور الجوية، الاستشعار عن بعد، الأبحاث الميدانية والوثائق.

- **المسح الطبوغرافي:** الغرض منه تحديد مواقع عناصر المجال ورسم تصاميم للميدان. كما يهدف إلى وضع الهيكل الأولي للارتفاعات المطلقة بهذا المجال والتي يتم قياسها انطلاقا من الصفر الذي يطابق مستوى سطح البحر المحلي. ولقياس الأبعاد بين النقط المختلفة وتحديد مواقعها يتم الاعتماد على الإحداثيات الجغرافية وهي خطوط للطول والعرض تشكل شبكة من الزوايا تقاس بالدرجات والدقائق والثواني. وعلى العموم، فإن المسح الطبوغرافي يمكن أساسا من تحديد العناصر غير المرئية على الصور الجوية وصور الأقمار الاصطناعية، ويتم لهذا الغرض توظيف آلات متطورة واعتماد نظام تحديد المواقع GPS .

- **الصور الجوية:** تشكل وسيلة أساسية لجمع المعلومات التي تخص المجال المراد تمثيله على الخريطة الطبوغرافية. فهي تمكن من توفير الوثائق القاعدية لبناء هذه الخريطة، بحيث تسمح بمعاينة تفاصيل السطح وتخطي عوائق الرؤية المباشرة خلال الأبحاث الميدانية. تعكس الصور الجوية مشهد المجال خلال تاريخ معين، فهي تصلح لوصف أشكال سطحه والعناصر التي تكونه كالشبكة الهيدروغرافية والغطاء النباتي والمنشآت بشرية والبنيات تحتية للنقل وغيرها.

شكل رقم 39 : صورة جوية عمودية لقطاع حضري

يخضع أخذ الصور الجوية لمقياس معين إلا أنه يختلف بحسب خصائص المجال المصور، حيث غالبا ما يكون مقياس صور القطاعات الحضرية أكبر من مقياس غيرها من القطاعات. تأخذ الصور الجوية بشكل عمودي بواسطة آلات تصوير خاصة مركبة على متن طائرات مجهزة لهذا الغرض. وللحصول على صور ثلاثية الأبعاد تحلق الطائرة فوق المجال من زاويتين يلتقط خلالها جزء من المجال المصور في صورة أولى ضمن الصورة الموالية وهكذا حتى تكتمل تغطية أجزاء المجال المعني. ولرؤية هذه الأبعاد، تستخدم أداة بصرية تعيد إنتاج الرؤية الطبيعية للعين تسمى المجسام Stéréoscope .

- **الاستشعار عن بعد:** هي عملية تنتج وثائق لها عدة نقط مشتركة مع الصور الجوية. والاستشعار عن بعد تقنية لها القدرة على تصوير مساحات شاسعة، وتمكن من الحصول على معلومات حول أهداف معينة على الأرض بواسطة الأقمار الاصطناعية التي ترصد الموجات الإليكترو مغناطيسية المنبعثة من السطح فترسلها إلى محطات الاستقبال الأرضية في شكل صور.

تكون صور الاستشعار عن بعد رقمية مما يجعلها ملائمة للمعالجة بواسطة الحاسوب، الشيء الذي يسهل تحديد الأشياء والظواهر المرئية على الصورة في أدق تفاصيلها كالأصناف المكونة لغطاء نباتي غابوي مثلا. ومن إيجابيات الاستشعار عن بعد كونه يمكن من مراقبة التغيرات التي تطرأ على السطح خلال فترات قصيرة قد لا تتعدى الشهر، وذلك عكس الصور الجوية التي قد تستغرق عدة سنوات.

شكل رقم 40 : صورة بواسطة الاستشعار عند بعد

- **الأبحاث الميدانية والوثائقية:** تهم جميع الأشكال الأخرى لجمع المعلومات، وهي إما ميدانية يقوم بها التقنيون فوق المجال المعني لاستكمال وتدقيق المعلومات المحصلة من التقنيات السابقة (كالقيام مثلا بتنميط البنايات الموجودة فوق المجال ضمن أنواع متجانسة: سكن، بنايات إدارية، بنايات صناعية، بنايات عسكرية ...)، أو وثائقية تنكب على تحصيل المعلومات من خلال وثائق متنوعة (خرائط وتصاميم سابقة، دراسات وإحصاءات ... إلخ).

ج- العمل الكرطوغرافي: يمثل العمل الكرطوغرافي أخر مرحلة في إنجاز الخريطة، ويقطع فيها إخراجها إلى الوجود مرحلتين أساسيتين:

- **الأولى:** تتعلق بالمعالجة الهندسية للصور الجوية (الأورتوفتوغرافيا)، وذلك بالعمل على جعلها مطابقة للدقة الهندسية للخريطة على أساس مرجعيتها الجيوديزية والمسقطية. تثمر هذه العملية وثيقة تقع بين الصورة الجوية والخريطة الطبوغرافية، تؤلف بين التفاصيل الغنية للأولى ودقة أبعاد الثانية، وفيها تدرج بعض العناصر غير المرئية كحدود المجال، والارتفاعات، وأسماء الأماكن والطرق والأنهار والكتل الجبلية ...

شكل رقم 41 : جزء من صورة جوية لقطاع حضري مصححة هندسيا

- **الثانية:** يملأ فيها هيكل الخريطة بباقي معطيات السطح الطبيعية (الشبكة الهيدروغرافية، الانحدارات، الغطاء النباتي...) والبشرية (طرق المواصلات، السكن...). خلال هذه العملية يتم استعمال تقنية تعميم وتبسيط المظاهر المراد تمثيلها، بحيث يتم انتقاء ما يجب تمثيله وما يمكن التخلي عنه. وأما ما لا يمكن الاستغناء عنه ويتعذر رسمه وفق المقياس فيمثل برموز اصطلاحية تفسر مدلولاتها في المفتاح.

واعتبارا لكون المظاهر الممثلة على الخريطة الطبوغرافية هي أساسا نوعية، فإن التمثيل الكرطوغرافي لهذه المظاهر يعتمد، بصفة خاصة، على متغيرين بصريين اثنين هما الشكل

واللون، منفردين تارة ومؤلفين تارة أخرى. فأما اللون فإن الغرض منه هو تمييز المجموعات الكبرى للمظاهر الموجودة على السطح (المظاهر المائية، الغطاء النباتي؛ التضاريس، المنشآت البشرية)، بحيث غالبا ما تستعمل أربعة ألوان أساسية للتمييز فيما بينها:

* **الأخضر:** يخصص لتمثيل الغطاء النباتي الدائم ذو البعد المساحي، أي التشكيلات النباتية الدائمة الممتدة مجاليا على رقعة متصلة. وأما الأشجار المنعزلة فتمثل برموز تصويرية بلون يمكن أن يكون غير الأخضر. هذا، ويفترض أن تكون المساحات غير الملونة بالأخضر على الخريطة هي الأجزاء من المجال المعني التي لا يكسوها غطاء نباتي ذي قيمة والتي لا تدخل ضمنها المساحات التي تستغل في الزراعة؛

* **الأزرق:** يستخدم عادة في تمثيل الشبكة الهيدروغرافية بالمعنى الواسع للمصطلح، أي كل المظاهر التي لها علاقة بالماء حتى وإن كانت اصطناعية كالقنوات وغيرها؛

* **البني (أو البرتقالي):** ترسم به الرموز التي تدل على التضاريس وأشكالها وتوجيهها، كمحنيات التسوية وخطوط الإفريزات والأجراف والأشكال الكثبانية.... إلا أنه ثمة رموز أخرى تدل على بعض عناصر التضاريس لكنها ترسم بلون أسود أو رمادي(كالرموز التي تدل على الأجراف والنتوءات الصخرية، والتظليل)؛

* **الأسود:** يوظف عادة لرسم الرموز التي تتعلق بمظاهر التفدين أي جل عناصر المنشآت البشرية من طرق للمواصلات وخطوط نقل الطاقة أو مصادرها وسكن وحدود وغيرها.... لكن رموز بعض العناصر الاصطناعية قد تظهر أيضا على الخريطة الطبوغرافية ممثلة بألوان أخرى وأحيانا بأكثر من لون واحد(نجد مثلا طريقا ممثلة بخطين متوازيين باللون الأسود والفراغ الموجود بينهما باللون البني أو البرتقالي).

وإذا كانت أهمية متغير اللون تتجسد في القدرة على تنميط الظواهر على الخريطة الطبوغرافية، فإنه يعجز، مع ذلك، عن إبراز التنوع الشديد الذي يميز العناصر المكونة لسطح المجال الذي تمثله والذي لا يمكن الإحاطة به إلا باعتماد متغير الشكل.

فالشكل هو المتغير البصري الأكثر قدرة على التمييز بين المعلومات النوعية الإسمية التي يحفل بها السطح (بناية، طريق، عرف، نهر، شجر...) وتمثيلها على الخريطة الطبوغرافية، وذلك بفضل إمكانية تشكيل عدد لا متناهي من الرموز الكرطوغرافية هندسية كانت (خطوط، مستطيلات، دوائر...) أم رمزية (طائرة، شجرة، هلال، صليب...).

أما المتغيرات البصرية الأخرى فنجاعتها أقوى بالنسبة للتعبير عن المعلومات الترتيبية والكمية التي تتخصص في تمثيلها الخرائط الموضوعاتية.

الفصل الخامس:
وضع الخرائط الموضوعاتية

سبق أن بينا أن التمثيل الكرطوغرافي يختلف بحسب الغرض من الخريطة: فإما أن يكون موجها **لتوطين** عناصر السطح الطبيعية والاصطناعية وفق مقياس معين، كما هو الحال بالنسبة لوضع الخرائط الطبوغرافية، أو يكون هدفه **تمثيل توزيع** الظواهر النوعية والكمية وبنياتها غير المرئية على مركب مجالي كما هو الشأن بالنسبة للخرائط الموضوعاتية.

1- تعريف الكرطوغرافيا الموضوعاتية

الكرطوغرافيا الموضوعاتية هي جزء من التمثيل البياني، فهي تمكن من إنجاز خرائط التحليل المجالي التي تترجم العلاقات المجالية لأحد أو لعدة ظواهر، لأحد أو لعدة مواضيع، آي لجميع أنواع المعطيات النوعية والكمية.

الكرطوغرافيا الموضوعاتية هي أداة لإنتاج الخرائط التحليلية التي تصف المجال وتقوم بتحليل بنياته، فهي توطن طبيعة وأهمية الظواهر وتستعرض البنيات غير المرئية بشكل مباشر على المشهد. وفي الخرائط الموضوعاتية يمكن التمييز بين خرائط تحليلية وخرائط تأليفية (أنظر أنواع الخرائط في الفصل الأول).

2- مراحل وضع الخريطة الموضوعاتية

لقد سبقت الإشارة إلى أن إنجاز الخريطة يعتبر ثمرة سيرورة طويلة من التفكير ونتاجا لتطبيق عدد من القواعد المتعلقة بالتعبير البياني التي تتوخى التعبير عن المعلومات المجالية بواسطة الصورة. وقبل أن تصل الخريطة إلى المستعمل النهائي فإن إنجازها يقطع عدة مراحل أساسية:

أ- اختيار ومعالجة المعلومات الجغرافية

أي الاشتغال على نوع المعلومات التي يراد تقديمها للقارئ أو لمستعمل الخريطة. فهدف هذه الأخيرة هو تقديم المعلومات الجغرافية بواسطة لغة بصرية، وذلك من أجل تدعيم أو تبرير أو فقط تجسيد نص مكتوب. فإشكالية الموضوع تجعل واضع الخريطة يختار المعطيات الكفيلة بترجمة المعلومات التي يريد التعبير عنها بكل إخلاص، فينتقي من بين كم خام من المعطيات تلك التي سيتم بها الإجابة على الإشكالية المطروحة. بعد ذلك، يتم إخضاع هذه المعطيات للمعالجة أي للقيام بمقارنات واستخراج المجموعات والبنيات وتحليل علاقاتها التفاضلية أو الترتيبية أو الكمية أو التناسبية، والمجالية.

وتقتضي معالجة المعطيات كذلك العمل على ضبط خصائصها الأساسية حتى يمكن ترجمتها بشكل صحيح إلى رموز معبرة. فقبل اختيار الرموز الكرطوغرافية، من المهم جدا فهم المعطيات المراد تمثيلها وتصنيفها وتوزيعها، وخاصة من حيث طبيعتها هل هي نوعية أم كمية.

- **المعطيات النوعية**: هي المعطيات المصنفة حسب النوع أو الصنف وهي لا تتضمن أية قيمة عددية (طريق، مجرى مائي...) ومنها:

- **المعطيات الاسمية (النوعية):** وهي المعطيات التي يتم تمييزها على أساس الأسماء، بحيث لا يكون للترتيب فيها أي معنى. فمثلا لدينا موضوعا يتعلق باستعمالات البنايات، فيمكن لهذه الأخيرة أن تكون سكنية أو تجارية أو صناعية أو إدارية أو غيرها...؛

- **المعطيات الترتيبية:** يكون أساس تمييزها هي الأسماء كذلك ولكن مع تصنيفها حسب ترتيب صارم يطابق تزايدا تدريجيا في القيمة. وكمثال، يمكن أن نذكر تصنيف الأراضي الزراعية ونقول مثلا: أراضي فقيرة، أراضي متوسطة، أراضي جيدة، أراضي جيدة جدا.

- **المعطيات الكمية:** فهي المعطيات التي تتضمن إشارات تتعلق باختلافات في القيمة (الكمية) ويمكن التعبير عنها بقيم عددية ومنها:

- المعطيات الكمية المطلقة كـ: (100 ، 250 ، 500 ، 750 ، 1000 طن/ نسمة / هكتار / وحدة / ...)
- المعطيات الكمية النسبية (20 % ، 80 % ...)
- أو فئوية وتدرج مع النسبية (من 0 إلى 35 ؛ من 35 إلى 70 ؛ أكثر من 70 سنة/ هكتار / وحدة / ...)

ب- تحديد نوع التوطين

أي الربط بين المظاهر الممثلة وخصائص توزيعها المجالي (توطين نقطي، توطين خطي، توطين مساحي) انظر عنصر التوطين البياني أعلاه؛

ج- اختيار الرموز المناسبة لنوع المعطيات

أي اختيار المتغيرات البصرية المناسبة والقادرة على التعبير عن مضمون المعطيات الممثلة بكل وضوح. وهنا يجب اعتماد القاعدتين الأساسيتين التاليتين:

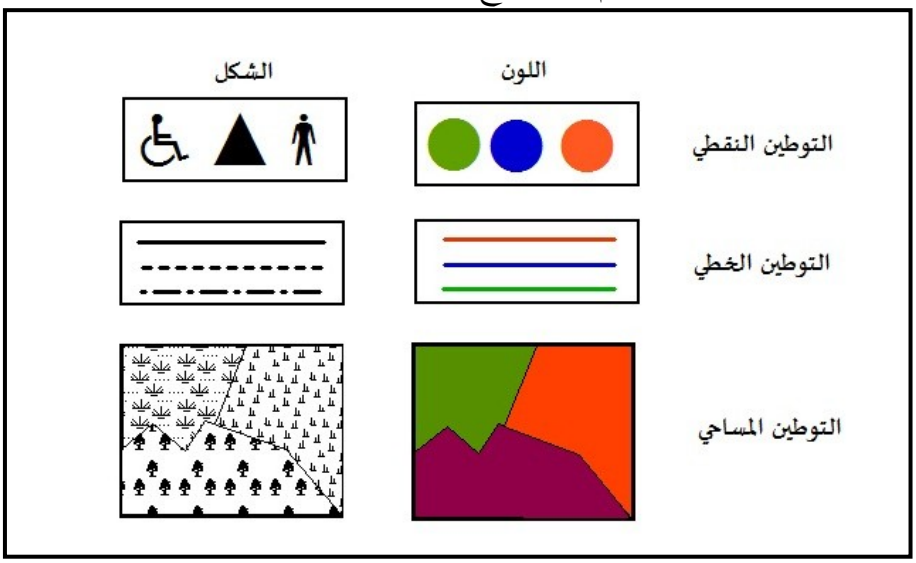
- نوع المعطيات ونوع التوطين يحددان نوع المتغيرات البصرية؛
- المتغير البصري الوحيد الممكن لتوطين المعطيات الكمية المطلقة هو متغير الحجم.

فلتمثيل المعطيات على الخريطة نستعمل المتغيرات البصرية المختلفة. لكن نجاعة التمثيل الكرطوغرافي تمر عبر المطابقة بين خصائص المعطيات الممثلة وخصائص المتغيرات البصرية:

- **<u>تمثيل المعطيات النوعية:</u>**

لتمثيل هذا النوع من المعطيات نستعمل عموما متغيري اللون والشكل، ويمكن التأليف بينهما. كما يمكن أيضا اللجوء إلى استعمال التوجيه عند الضرورة.

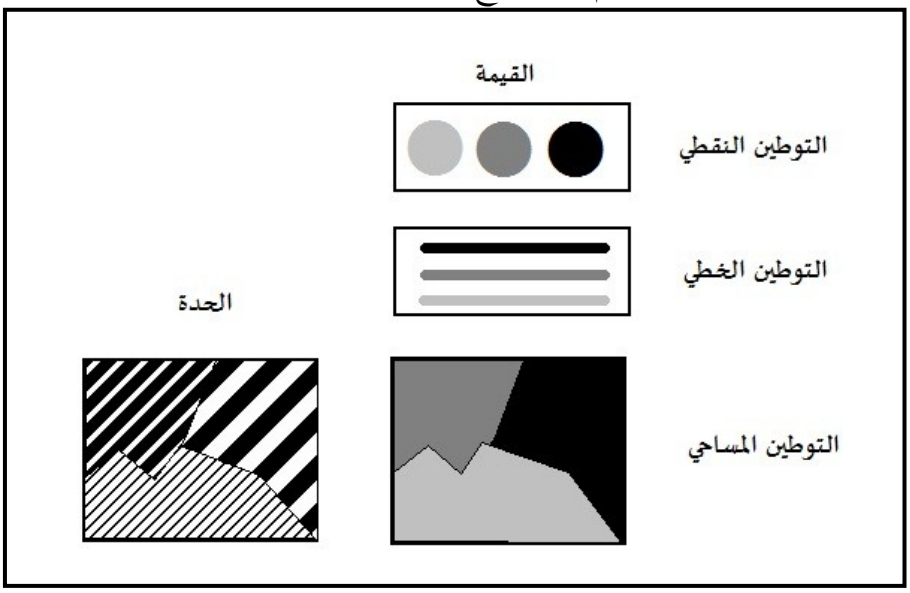
شكل رقم 42 : نماذج لتمثيل المعطيات النوعية



- **تمثيل المعطيات الترتيبية:**

لتمثيلها نستعمل أساسا متغير القيمة والتركيب الحبيبي (الحدة). ورغم أن الحجم هو الآخر يظهر الترتيب إلا أنه لا يصلح لتمثيل هذا النوع من المعطيات (شكل 43).

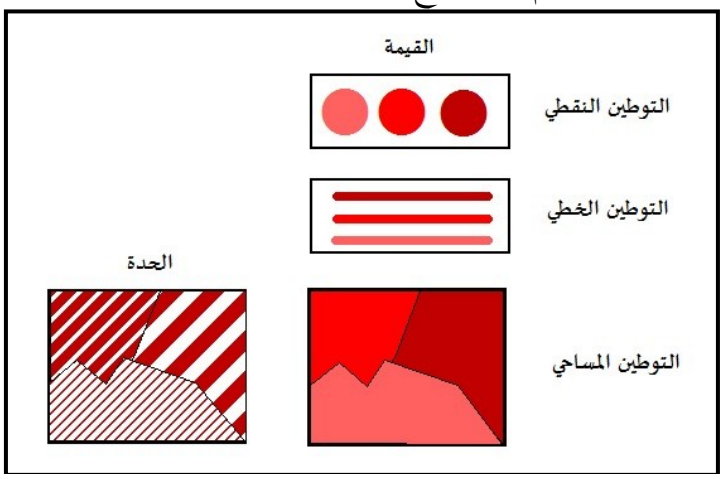
شكل رقم 43 : نماذج لتمثيل المعطيات الترتيبية



- **تمثيل المعطيات الكمية النسبية:**

لتمثيلها نستعمل أساسا متغير القيمة، وبدرجة أقل متغير الحدة (شكل 44).

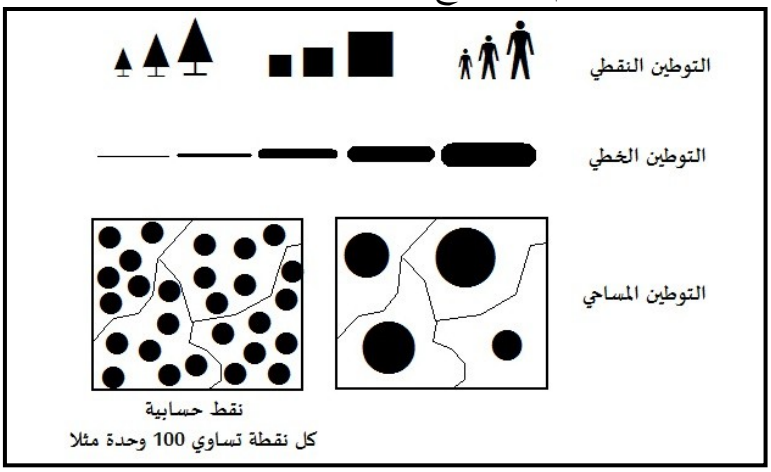
شكل رقم 44 : نماذج لتمثيل المعطيات الكمية النسبية



- **تمثيل المعطيات الكمية المطلقة:**

تمثل هذه المعطيات بصفة عامة، وكيفما كان نوع التوطين، باستعمال متغير الحجم فقط (شكل 45).

شكل رقم 45 : نماذج لتمثيل المعطيات الكمية المطلقة



جدول رقم 2: دليل استعمال المتغيرات البصرية

التوطين	طبيعة المعطيات			
	نوعية إسمية	نوعية ترتيبية	كمية نسبية	كمية مطلقة
نقطي	اللون الشكل التوجيه	القيمة	القيمة	الحجم (فقط)
خطي	اللون الشكل	القيمة	القيمة	الحجم (فقط)
مساحي	اللون الشكل التوجيه	القيمة التركيب الحبيبي	القيمة التركيب الحبيبي	الحجم نقط حسابية

د- تحديد وتحضير إطار التوطين: أي الإطار الجغرافي للتوطين أو ما يعرف بعمق الخريطة؛

شكل رقم 46 : نموذج لإطار التوطين

ه- رسم الخريطة: (انظر أدناه تطبيقات وضع الخرائط الموضوعاتية)

و- كساء الخريطة:

يشمل كساء الخريطة مجموع المعلومات النصية والبيانية الموجودة خارج المساحة المرسومة. بفضل هذا الكساء يتم إعطاء معنى لما تمثله الخريطة؛ فهو يصاحب القارئ في فهم المعلومات الجغرافية المقدمة. ورغم أن طريقة كساء الخرائط قد تختلف، فإن جزءا كبيرا من مضمون الكساء يبقى هو نفسه. ويجب على كل خريطة أن تتضمن على الأقل عنوانا ومفتاحا ومقياسا بالإضافة إلى بعض العناصر الأخرى التي تختلف أهميتها حسب هدف الخريطة ونوعيتها والجمهور الموجهة إليه:

- **العنوان:** هو المحدد الأول لموضوع الخريطة، يكون غالبا في الأعلى ويشكل مدخلا لقراءة الخريطة. يجب أن يكون العنوان وجيزا ومعبرا، ويجب أن يكتب بخط عريض ولكن بشكل يناسب حجم الخريطة؛

- **المفتاح:** يكون عموما في الأسفل ويستعمل لشرح مضمون الخريطة أي تفسير كل الرموز المستعملة لتمثيل مختلف المعطيات. ويمكن أن يحتوي المفتاح على جزئين:

- جزء وصفي: يحتوي على تعريف مظاهر المركب الجغرافي وكل الرموز الموطنة على الخريطة باستثناء متغير الحجم؛
- جزء قياسي: ويهم الرموز الممثلة بمتغير الحجم. الغرض منه هو بيان قياسات أحجام المظاهر الممثلة بهذا المتغير.

- **المقياس:** يهم فقط المركب الجغرافي في الخريطة الموضوعاتية لأن رسم الرموز الكرطوغرافية في هذا النوع من الخرائط لا يخضع لهذا المقياس. يرسم المقياس (المقياس هو خطي إذن) عادة بالقرب من الإطار أو في آخر المفتاح وهو يخضع للتغيير مع أي تكبير أو تصغير للخريطة.

- **المصدر:** هو ضروري بالنسبة للخرائط الإحصائية؛ فهو يبين مصدر وتاريخ المعلومات. يعبر عن المصدر في أسفل الخريطة بخط خفيف.

- **التوجيه:** اتجاه الشمال يطابق عادة اتجاه أعلى الخريطة، وفي حالة مغايرة يجب توضيح اتجاه الشمال ويرسم عادة بالقرب من المفتاح.

- **الإطار:** هو مهم، بالرغم من كونه غير ضروري في الخريطة التحليلية، لعزل الخريطة عن مكان النص وهو يساعد على التصفيف وزيادة جمالية الخريطة.

3- تطبيقات وضع الخريطة الموضوعاتية

ليست الخريطة، ولا يجب أن تكون، مجرد صورة فنية للمجال. بل يجب أن تقدم معلومات ذات أهمية عن هذا الأخير، وذلك بمعالجة المعطيات وتلخيصها في صور قابلة للإدراك بشكل آني، وهذا يستلزم استعمال لغة كرطوغرافية ملائمة لقواعد الإدراك البصري. لذلك، فإن نجاعة الخريطة تخضع لنجاعة هذه الصور، بحيث كلما كان إدراكها سريعا كلما كانت نجاعة الخريطة قوية. وفيما يلي نماذج لوضع الخرائط الموضوعاتية، وخاصة أشكالها البسيطة (أي الخرائط التحليلية)، لتطبيق تمثيل كافة أنواع المعطيات المشار إليها ووفق أوضاع التوطين المذكورة أيضا.

أ- نموذج خريطة للتوطين النقطي لمعطيات نوعية

جدول رقم 3 : سمات المنتوج السياحي لبعض المدن المغربية

المدينة	السمة الأساسية للمنتوج السياحي
وجدة	ثقافي
السعيدية	استجمامي - ترفيهي
الحسيمة	استجمامي - ترفيهي
شفشاون	جبلي- ثقافي
مرتيل	استجمامي - ترفيهي
طنجة	ثقافي – استجمامي - ترفيهي
العرائش	استجمامي - ترفيهي

الرباط	ثقافي
الدار البيضاء	الأعمال
مكناس	ثقافي
فاس	ثقافي
إفران	جبلي – بيئي
الراشيدية	صحراوي
وارززات	ثقافي – فني
مراكش	ثقافي
الصويرة	ثقافي – رياضي
أكادير	استجمامي- ترفهي
تيزنيت	ثقافي
الداخلة	استجمامي- رياضي

المصدر: دراسات مختلفة

قبل بدء التمثيل يتعين القيام بمعالجة بسيطة لهذه المعطيات. هذه المعالجة تتعلق بالقيام بتنميط للسمات الأساسية للمنتوج السياحي الذي يميز المدن المذكورة، وذلك بغية تحديد أنواع المنتوج السياحي الملاحظ بهذه المدن. وبعد عملية التنميط أمكننا تحديد الأنواع التالية:

- منتوج ثقافي؛
- منتوج استجمامي - ترفيهي؛
- منتوج ثقافي – استجمامي – ترفيهي؛
- منتوج جبلي – ثقافي؛
- منتوج مرتبط بالأعمال؛
- منتوج جبلي – بيئي؛
- منتوج صحراوي؛
- منتوج ثقافي – فني؛

- منتوج ثقافي – رياضي؛
- منتوج استجمامي – رياضي

بعد هذا التنميط، يجب اختيار الرموز المناسبة لتمثيل كل صنف، وذلك بالاعتماد على المتغيرات البصرية القادرة على عكس خصائص هذه الأصناف كمعطيات نوعية، مع الأخذ بعين الاعتبار طبيعة توطينها النقطي (التوطين هنا نقطي لأن المدينة داخل مجال أوسع كالإقليم أو الجهة أو التراب الوطني لا تشكل سوى نقطة كما بينا ذلك في العنصر المتعلق بالتوطين البياني أعلاه). ولقد سبقت الإشارة بهذا الخصوص إلى أن متغيري الشكل واللون، وبدرجة أقل متغير التوجيه، هي المتغيرات البصرية الأنسب لتمثيل هذا النوع من المعطيات.

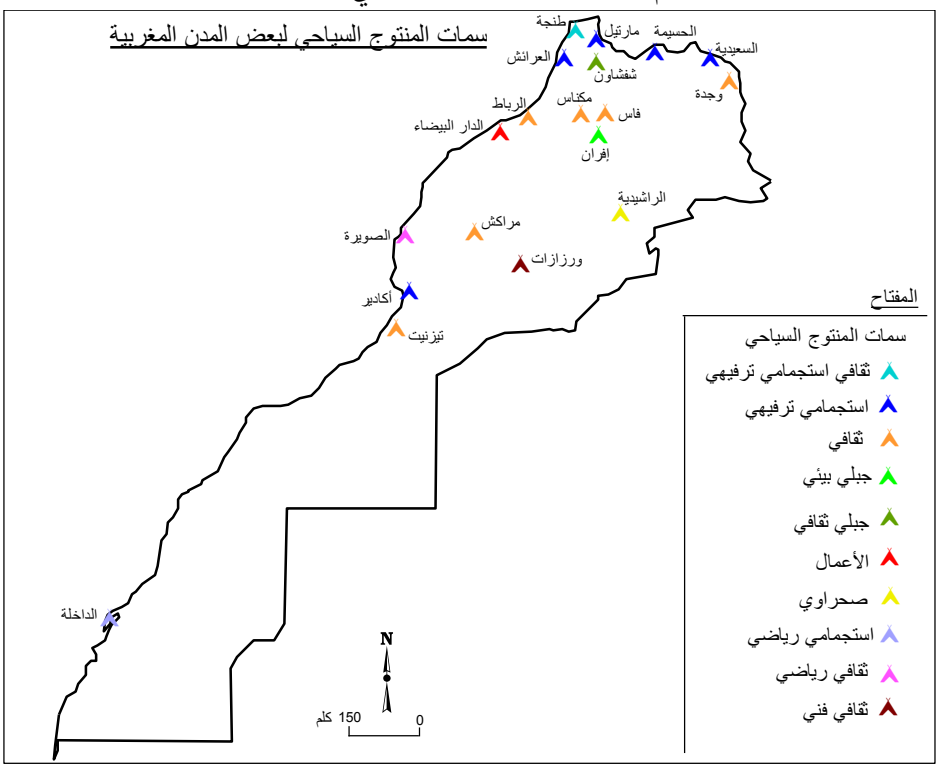
إننا إذن أمام ثلاث اختيارات، لكن يجب الحرص على إبراز شيئين أساسين من خلال هذه المتغيرات :

- يتعلق الأول بإبراز نوع الظاهرة وهي "المنتوج السياحي"؛
- ويتعلق الثاني بإبراز مكوناتها وهي "أصناف المنتوج السياحي".

لتحقيق هذا الهدف، سنختار متغير الشكل لإبراز نوع الظاهرة ومتغير اللون لإبراز مكوناتها. وبما أن الظاهرة هي وحيدة، أي المنتوج السياحي، فإننا سنختار شكلا واحدا لتمثيلها، ويجب أن يكون هذا الشكل الأقرب إلى عكس طبيعتها (السياحة).

أما فيما يتعلق بتمييز الأصناف، فيمكن استثمار الخاصية الإيحائية للألوان لتحقيق هذه الغاية (فالأزرق مثلا يمكن أن يشير إلى المنتوج المرتبط بالبحر، والأخضر إلى المنتوج المرتبط بالجبل والبيئة وهكذا...). وبعد تهيئ المفتاح على هذه الأسس، يمكن الانطلاق في رسم الخريطة وكسائها فنحصل في نهاية المطاف على الصورة التالية:

شكل رقم 47 : خريطة للتوطين النقطي لمعطيات نوعية



ب- نموذج خريطة للتوطين الخطي لمعطيات نوعية

جدول رقم 4 : مكونات منظومة الاتصال التي تربط فاس ببعض العواصم الجهوية والإقليمية

المحور	مكونات منظومة الاتصال
فاس – طنجة	طريق وطنية خط للسكك الحديدية
فاس – الدار البيضاء	طريق وطنية طريق سيار خط للسكك الحديدية
فاس – مراكش	طريق وطنية
فاس – وجدة	طريق وطنية طريق سيار

	خط للسكك الحديدية
فاس – الحسيمة	طريق وطنية
فاس – الراشيدية	طريق وطنية

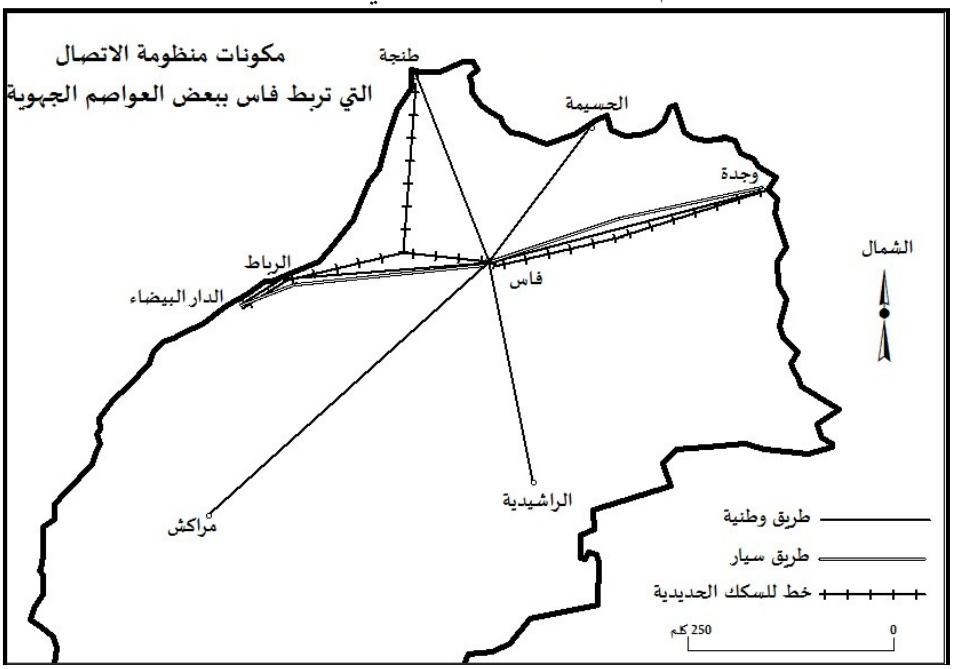
بداية، وبما أن المعطيات التي بين أيدينا هي معطيات نوعية، فيتعين تنميط مكونات منظومة الاتصال التي تربط فاس ببعض العواصم الجهوية. وبعد هذه المعالجة البسيطة، أمكننا تحديد ثلاثة مكونات أساسية لهذه المنظومة وهي:

- الطرق الوطنية؛
- الطرق السيارة؛
- وخطوط السكك الحديدية

واعتبارا لطبيعة الظاهرة التي هي عبارة عن بنية تحتية للنقل والتي تتخذ مكوناتها شكل خطوط في الواقع، فمن اللازم اعتماد توطين خطي لعكس هذه الخاصية. وبالعودة إلى دليل استعمال المتغيرات البصرية، فإن المتغيرات البصرية الأنسب لتمثيل المعطيات النوعية وفق هذا التوطين هما متغيري الشكل واللون، بحيث يخصص لكل مكون من مكونات المنظومة شكلا أو لونا معينا. لكن متغير الشكل يبقى الأكثر قدرة على عكس خصائص كل مكون، وذلك اعتمادا على الخاصية الموحية لبعض الأشكال التي يمكن استثمارها في هذه الحالة لزيادة نجاعة التعبير.

وعلى هذا الأساس يمكن اختيار خطوط بأشكال مناسبة لترجمة خصائص كل مكون، فيمكن أن نختار خطا بسيطا لتمثيل الطريق الوطنية، وخطا مزدوجا لتمثيل الطريق السيار، ثم خطا مركبا من قطع لتمثيل خط السكة الحديدية وذلك على النحو التالي:

شكل رقم 48 : خريطة للتوطين الخطي لمعطيات نوعية



ج- نموذج خريطة للتوطين المساحي لمعطيات نوعية

جدول رقم 5 : الأحزاب السياسية المسيرة للجهات بالمغرب

الجهة	الحزب المسير لها
الرباط سلا زمور زعير	الحركة الشعبية
الدار البيضاء الكبرى	التجمع الوطني للأحرار
سوس ماسة	التجمع الوطني للأحرار
تازة الحسيمة تاونات	الأصالة والمعاصرة
تادلة أزيلال	الأصالة والمعاصرة
فاس بولمان	حزب الاستقلال
كلميم السمارة	الاتحاد الاشتراكي للقوات الشعبية
الغرب الشراردة بني حسن	الأصالة والمعاصرة
العيون بوجدور	حزب الاستقلال
مراكش تانسيفت الحوز	الأصالة والمعاصرة

وادي الذهب الكويرة	الاتحاد الاشتراكي للقوات الشعبية
الجهة الشرقية	الأصالة والمعاصرة
دكالة عبدة	الأصالة والمعاصرة
الشاوية ورديغة	الحركة الشعبية
طنجة تطوان	التجمع الوطني للأحرار
مكناس تافيلالت	الاتحاد الاشتراكي للقوات الشعبية

المصدر: المديرية العامة للجماعات المحلية سنة 2013

يتضمن هذا الجدول معطيات نوعية إسمية لأن أساس تمييزها هي الأسماء فقط. وهذا النوع من المعطيات يمكن تمثيله بالاعتماد فقط على الخاصية التمييزية للمتغيرات البصرية. وفي هذا الإطار، وبما أن التوطين مساحي، فيمكن الاختيار بين ثلاث متغيرات، اللون والشكل والتوجيه. لكنه، وبالرجوع إلى خصائص المتغيرات البصرية، يمكن استعمال المتغير الأكثر نجاعة من حيث القدرة التمييزية ألا وهو متغير اللون.

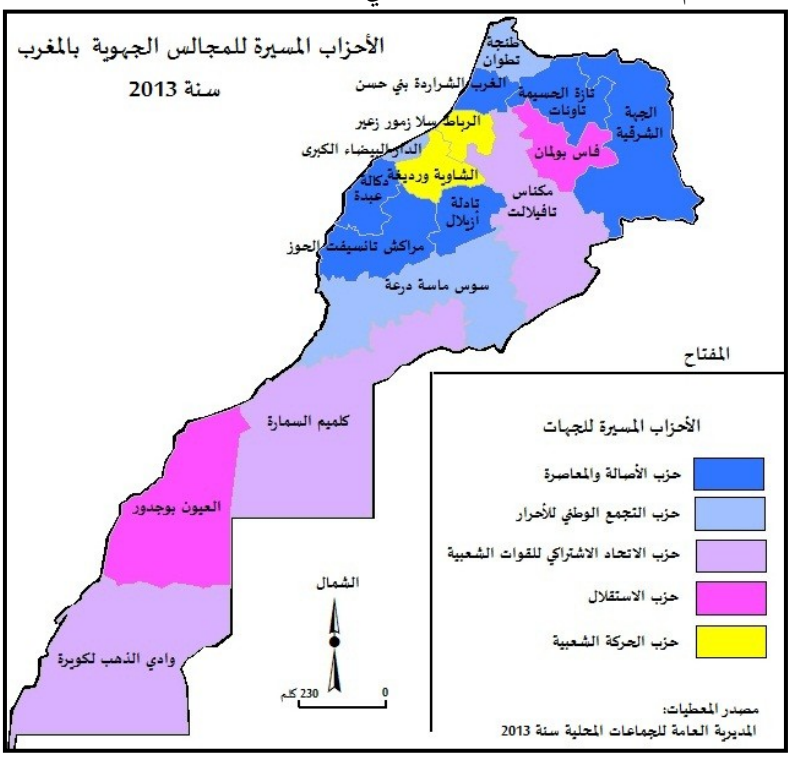
ولتحديد عدد الألوان التي يمكن استخدامها، يجب بداية حصر مكونات الظاهرة الممثلة، أي عدد الأحزاب السياسية التي تسير الجهات بالمغرب من دون الاهتمام بأية مؤشرات أخرى كعدد المجالس المسيرة من طرف كل حزب مثلا أو غيرها. بعد عملية المعالجة هذه تم تحديد عدد الأحزاب في خمسة وهي:

- حزب الاستقلال؛
- الأصالة والمعاصرة؛
- الاتحاد الاشتراكي للقوات الشعبية؛
- الحركة الشعبية؛
- والتجمع الوطني للأحرار؛

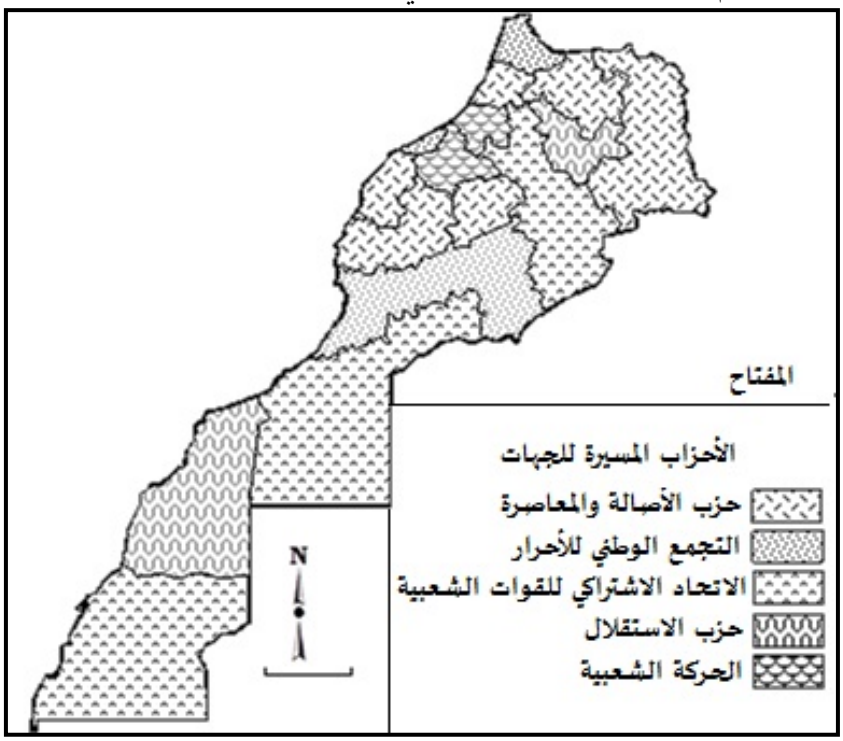
يمكن إذن اختيار خمسة ألوان مختلفة، لكنه من المعلوم أن لهذه الأحزاب ألوانا تميزها، فيستحسن استغلالها في التمثيل لزيادة قوة ونجاعة التعبير، فنحصل في النهاية على خريطة تحليلية معبرة وسهلة القراءة (شكل 49).

ويلاحظ أنه بمجرد النظر إلى الخريطة يستطيع القارئ تمييز العناصر الممثلة والقيام بمقارنات، وهذا يعود إلى القدرة الكبيرة لمتغير اللون على التمييز فيما يخص تمثيل مثل هذه المعطيات. ولإبراز هذه القدرة بشكل أوضح يمكن وضع نفس الخريطة اعتمادا على متغير الشكل الذي يصلح هو الآخر لتمثيل هذا النوع من المعطيات، حيث يلاحظ أن القراءة أصبحت أصعب مما يفرض بذل جهد أكبر لتمييز الاشكال (شكل 50).

شكل رقم 49 : خريطة للتوطين المساحي لمعطيات نوعية إسمية بمتغير اللون



شكل رقم 50 : خريطة للتوطين المساحي لمعطيات نوعية إسمية بمتغير الشكل



د- نموذج خريطة للتوطين النقطي لمعطيات نوعية ترتيبية

جدول رقم 6 : توزيع المدن المغربية التي يفوق عدد سكانها 100 ألف نسمة سنة 2004 حسب وظائفها الإدارية

المدينة	عدد السكان	الوظيفة الإدارية
الدار البيضاء	2.933.684	عاصمة جهوية
الرباط – سلا - تمارة	1.622.860	عاصمة وطنية
فاس	946.815	عاصمة جهوية
مراكش	823.154	عاصمة جهوية
أكادير	678.596	عاصمة جهوية
طنجة	669.685	عاصمة جهوية
مكناس	536.232	عاصمة جهوية

وجدة	400.738	عاصمة جهوية
القنيطرة	359.142	عاصمة جهوية
تطوان	320.539	عاصمة إقليمية
آسفي	284.750	عاصمة جهوية
المحمدية	188.619	عاصمة إقليمية
العيون	183.691	عاصمة جهوية
خريبكة	166.397	عاصمة إقليمية
بني ملال	163.286	عاصمة جهوي
الجديدة	144.440	عاصمة إقليمية
تازة	139.686	عاصمة إقليمية
الناظور	126.207	عاصمة إقليمية
سطات	116.207	عاصمة جهوية
القصر الكبير	107.380	عاصمة إقليمية
العرائش	107.371	عاصمة إقليمية
الخميسات	105.088	عاصمة إقليمية
تزنيت	100.103	عاصمة إقليمية

يتضمن الجدول أعلاه نوعين من المعطيات: الأولى كمية مطلقة وتتعلق بعدد السكان لكل مدينة، أما الثانية فهي نوعية ترتيبية وتتعلق بالوظائف الإدارية لهذه المدن، وهي التي تهمنا بالنسبة لهذا النموذج من التطبيقات. فهذه المعطيات ترتيبية لأنه يلاحظ أن هناك تراتبية واضحة في الوظائف الإدارية للمدن المذكورة. هذه التراتبية تعكس تدرجا في القيمة، مما يفرض استخدام المتغيرات البصرية التي تستطيع ترجمة هذه الخاصية بكل وضوح.

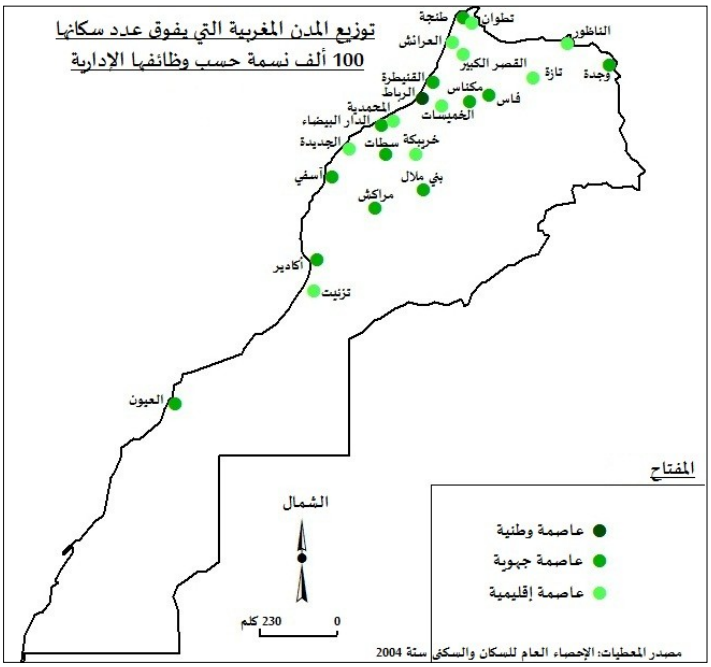
تعتبر متغيرات القيمة والحدة (التركيب الحبيبي) والحجم المتغيرات البصرية الوحيدة التي تتمتع بالقدرة على ترجمة التراتبيات، لكنه، وبما أن المطلوب في هذه الحالة هو إبراز التراتبية الإدارية للمدن من دون أبعادها الكمية (أي أعداد السكان)، فإن متغير الحجم لن يكون صالحا لذلك ووجب إقصاؤه. أما متغير الحدة، فسنستبعده هو الآخر وذلك لكونه غير

ملائم بالنسبة للتوطين النقطي. لم يعد أمامنا غير متغير القيمة الذي يناسب جميع أشكال التوطين البياني لمثل هذه المعطيات، وسنستخدمه لوضع هذه الخريطة ولكن ليس قبل معالجة المعلومات التي تهمنا. تقتضي هذه المعالجة تحديد التراتبية الإدارية للمدن لحصر مستوياتها، وذلك لتحديد مستويات التدريج الذي يمكن إجراؤه على لون معين. أما مستويات هذه الترابية فهي ثلاثة:

- العاصمة الوطنية؛
- العواصم الجهوية؛
- والعواصم الإقليمية.

لذلك سنقوم بتدريج أحد الألوان إلى ثلاثة مستويات لنحصل على تراتبية في القيمة تطابق المستويات أعلاه. وهنا يجب التأكيد على أمر هام وهو أنه من اللازم تخصيص المستوى الداكن من اللون للمستوى الأعلى في التراتبية ثم يتم فتح اللون أكثر فأكثر كلما اتجهنا نحو أسفل التراتبية كما يظهر في الشكل التالي:

شكل رقم 51 : خريطة للتمثيل النقطي لمعطيات نوعية ترتيبية



ه- نموذج خريطة للتوطين الخطي لمعطيات ترتيبية

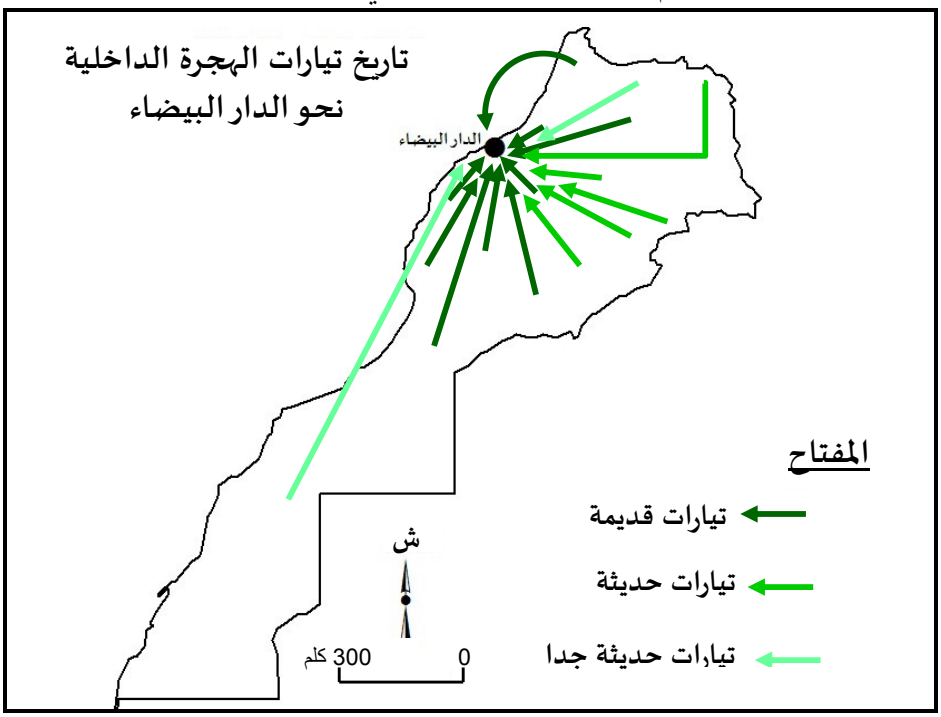
جدول رقم 7: تاريخ تيارات الهجرة الداخلية نحو الدار البيضاء

حوض الهجرة	تاريخ التيارات
الشمال الغربي	قديمة
الريف	حديثة جدا
الغرب، زمور، زعير	قديمة
الشاوية، دكالة، عبدة	قديمة
الشرق والوسط والجنوب الشرقي	حديثة
سوس، ماسة، درعة	قديمة
السايس ومقدمة الريف	قديمة
الأقاليم الجنوبية	حديثة جدا

المصدر: دراسات مختلفة

تعكس المعطيات أعلاه، وعلى غرار المعطيات السابقة، تدرجا بينا في القيمة، وبالتالي وجود تراتبية واضحة لتيارات الهجرة الداخلية نحو مدينة الدار البيضاء. لذلك فإن تمثيل هذه المعطيات سيخضع لنفس المبادئ التي تحكمت في وضع الخريطة السابقة مع تغيير شكل التوطين فقط. والتيارات الملاحظة ثلاثة أنواع (قديمة، حديثة، وحديثة جدا)، وهذا يفرض استعمال متغير القيمة بتدريج أحد الألوان إلى ثلاثة مستويات للتعبير عن هذه التراتبية:

شكل رقم 52 : خريطة للتوطين الخطي لمعطيات ترتيبية



و- نموذج خريطة لتوطين مساحي لمعطيات ترتيبية

جدول رقم 8: النطاقات المناخية بالمغرب حسب كمية التساقطات

النطاق	الامتداد الجغرافي	كمية التساقطات السنوية بالملمتر
النطاق الشديد الرطوبة	من الريف الأوسط إلى طنجة طولا ومن وزان إلى باب برد عبر شفشاون عرضا	أكثر من 800
النطاق الرطب	من هوامش النطاق الشديد الرطوبة شمالا حتى جنوب مراكش على طول سلسة جبال الأطلس المتوسط والكبير	ما بين 600 و 800
	على طول الهامش الشرقي للنطاق الرطب من الحسيمة إلى ميدلت عبر تازة، وعلى طول	

النطاق الشبه رطب	السفوح الغربية لسلسة جبال الأطس، وعلى امتداد السهول والهضاب الغربية من اللوكوس ومقدمة الريف شمالا حتى مشارف الشاوية جنوبا	ما بين 400 و 600
النطاق الشبه جاف	جنوب وشرق النطاق الرطب وشبه الرطب حتى الخط الممتد من شرق بوعرفة إلى شمال طانطان عبر الرشيدية وزاكورة وطاطا	ما بين 200 و 400
النطاق الجاف	كل المناطق الموجودة جنوب وجنوب شرق النطاق الشبه جاف	أقل من 200

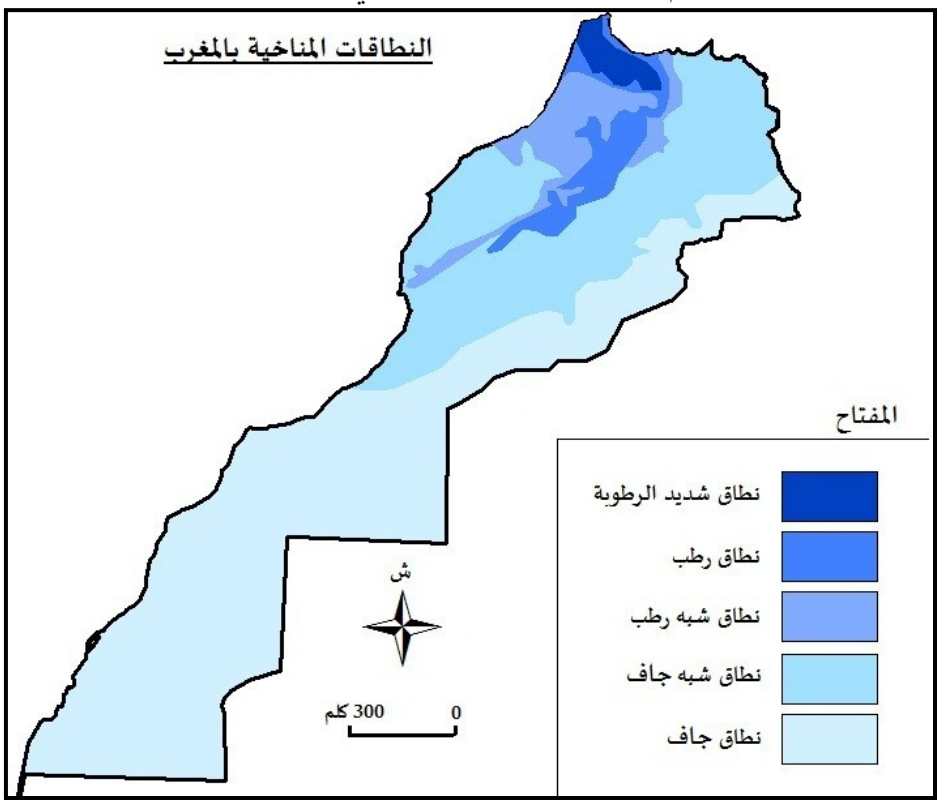
المصدر: المديرية الوطنية للأرصاد الجوية

يظهر الجدول وجود خمسة نطاقات مناخية بالمغرب، وذلك بناء على متوسط كمية التساقطات المطرية التي تهطل بها خلال كل سنة. فهذا الجدول يتضمن نوعين من المعطيات في آن واحد: الأولى نوعية ترتيبية وتتعلق بالنطاقات المناخية، يمكن تمييزها بالأسماء مع تدرج القيمة، والثانية كمية نسبية (فئوية) وتتعلق بكمية التساقطات التي تسجل بكل نطاق.

ولقد أشرنا إلى أن هذا النوع من المعطيات (النوعية الترتيبية والكمية النسبية) يتم تمثيلها، عندما يتعلق الأمر بتوطين مساحي، بمتغيرين أساسيين هما القيمة والحدة. لكن نجاعة التعبير تفرض ضرورة استخدام أكثرهما وضوحا وسهولة ألا وهو متغير القيمة.

وبما أن النطاقات المناخية المحددة في الجدول هي خمسة، فيجب تدريج أحد الألوان إلى خمسة مستويات. وفيما يتعلق باختيار اللون الذي يمكن تدريجه، ولتقوية نجاعة التعبير، يمكن استثمار الخاصية الموحية للون الأزرق الذي يرمز إلى الماء واعتماده لمل إطار التوطين المهيأ سلفا.

شكل رقم 53 : خريطة للتوطين المساحي لمعطيات ترتيبية



ز- نموذج خريطة لتوطين مساحي لمعطيات كمية نسبية

يخضع تمثيل المعطيات الكمية النسبية لنفس مبادئ تمثيل المعطيات النوعية الترتيبية كيفما كان نوع التوطين. لذلك سنكتفي بتمثيل نموذج واحد وفق التوطين المساحي وذلك بغرض توضيح كيفية معالجة بعض المشاكل التي يمكن أن تواجه تمثيل مثل هذا المعطيات.

جدول رقم 9 : نسب التمدن بجهات المغرب سنة 2007

الجهة	نسبة التمدن
العيون بوجدور	93.7
الدار البيضاء الكبرى	91.9
الرباط سلا زمور زعير	82.5
فاس بولمان	72.8

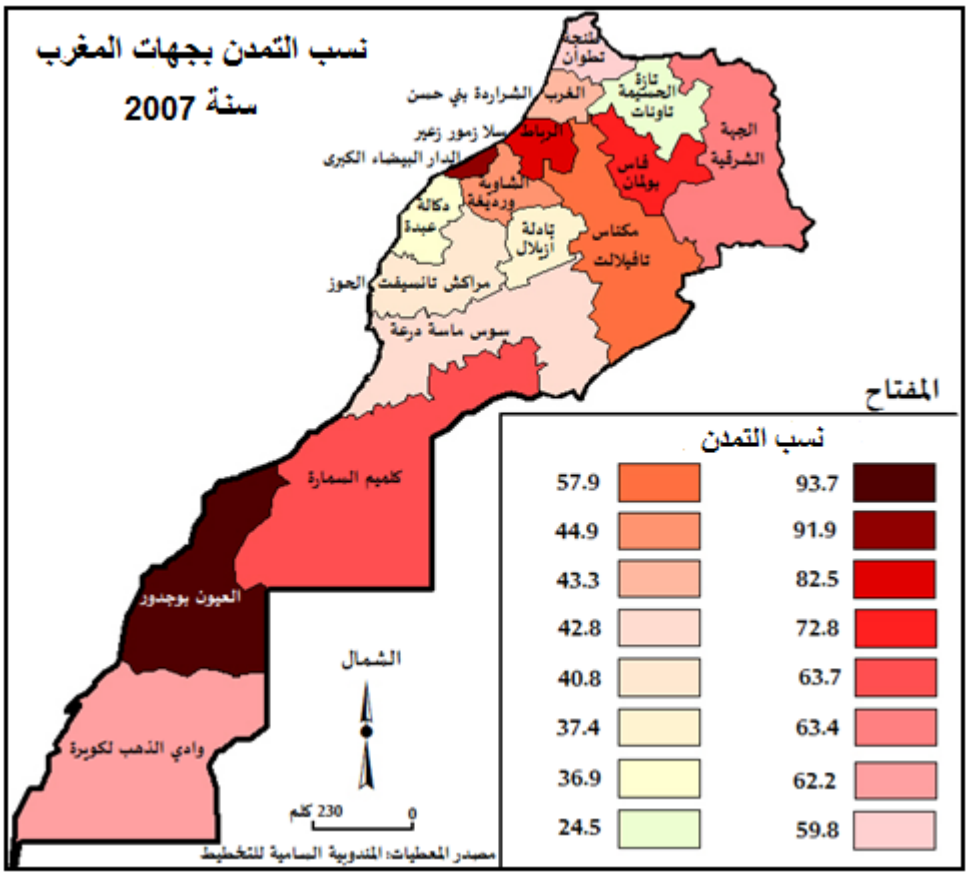
كلميم السمارة	63.7
الجهة الشرقية	63.4
وادي الذهب الكويرة	62.2
طنجة تطوان	59.8
مكناس تافيلالت	57.9
الشاوية ورديغة	44.9
الغرب الشاردة بني حسن	43.4
سوس ماسة درعة	42.8
مراكش تانسيفت الحوز	40.8
تادلة أزيلال	37.4
دكالة عبدة	36.9
تازة الحسيمة تاونات	24.5

المصدر: المندوبية السامية للتخطيط 2007

المعطيات الملاحظة في الجدول هي معطيات كمية نسبية، أما التوطين فهو مساحي وبالتالي فإن المتغيرات البصرية المناسبة للتمثيل هي القيمة والحدة. هذه المعطيات تهم 16 جهة مما يفرض تدريج لون إلى 16 مستوى وهذا أمر صعب إن لم نقل مستحيل بالنسبة للرسم اليدوي. نفس الشيء بالنسبة لمتغير الحدة، حيث يصعب بناء حدة من 16 طبقة.

في مثل هذه الحالة تطرح صعوبة تدريج الألوان للحصول على مبدأ القيمة مع الحفاظ على وضوح التعبير وسهولة القراءة لأن قابلية أي لون للتدريج تبقى محدودة. لذلك، فإن تمثيل عدد كبير من المعطيات يفرض على واضع الخريطة البحث عن حلول تقنية لهذه المحدودية حرصا على نجاعة التعبير.

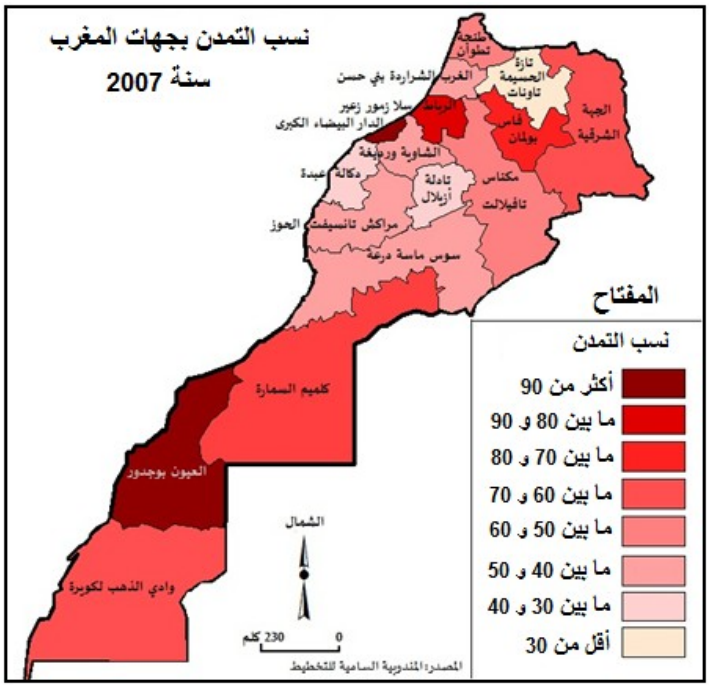
شكل رقم 54 : خريطة للتوطين المساحي لمعطيات كمية نسبية



ففي هذه الخريطة تم العمل على تمثيل المعطيات الستة عشر كما وردت في الجدول، أي دون أية معالجة، بمتغير القيمة، وهذا فرض ضرورة إيجاد 16 طبقة متراتبة من الألوان المتمايزة. لتحقيق هذا المطلب تم اللجوء إلى تدريج أكثر من لون ولكن على أساس مبدأ القيمة، حيث تم البدء باللون الأحمر الذي يوجد في أعلى تراتبية الطيف ثم اللون البرتقالي فالأصفر ثم الأخضر. لكن إدراك هذه التراتبية مباشرة على الخريطة ليس بالأمر الهين لأن بعض الطبقات قد توحي بأهمية أكبر من قيمتها الحقيقية، كالطبقة التاسعة (انظر المفتاح) التي تظهر أكثر أهمية من الطبقتين السابعة والثامنة إذا لم يتم الرجوع إلى المفتاح، وهو ما يعقد القراءة ويصعب إدراك مضمون الخريطة، وخاصة من قبل غير المتخصصين الذين يجهلون قواعد التعبير البياني.

ولتجاوز هذه الصعوبة، وتفاديا لأي لبس محتمل، يمكن اللجوء إلى تقليص عدد مستويات التراتبية عن طريق القيام بمعالجة بسيطة للمعطيات، وذلك بتجميع التكرارات النسبية ضمن فئات معبرة ومنطقية تعكس التشتت. فمثلا يمكن تركيب المعطيات الستة عشر أعلاه ضمن ثماني فئات على عتبات متساوية، وبالتالي يتم الاكتفاء بتدريج لون واحد إلى ثمانية طبقات متمايزة مما سيمكن من إنجاز خريطة واضحة وسهلة القراءة.

شكل رقم 55 : خريطة للتوطين المساحي لمعطيات كمية نسبية



ح- نموذج خريطة للتوطين النقطي لمعطيات كمية مطلقة

جدول رقم 10: العواصم الجهوية بالمغرب حسب عدد السكان سنة 2004

العواصم الجهوية	عدد السكان
الرباط	627.933
الدار البيضاء	2.941.005
فاس	946.815

مكناس	469.169
طنجة	669.685
وجدة	400.738
مراكش	823.154
أكادير	346.106
بني ملال	163.296
الحسيمة	55.357
القنيطرة	359.142
آسفي	284.750
سطات	116.570
كلميم	95.949
العيون	193.928
الداخلة	58.104

المصدر: الإحصاء العام للسكان والسكنى سنة 2004

يحتوي هذا الجدول على معطيات كمية مطلقة. ولتمثيل هذا النوع من المعطيات يجب تحويل الكميات (أعداد السكان) إلى رموز مناسبة لها من حيث الحجم. وهنا يجب الحرص على إبراز العلاقات التناسبية بين الكميات المختلفة أي بين أحجام الرموز. لذلك يجب اختيار الرموز التي يسهل تعديل حجمها، كالدائرة التي تعتبر الأفضل والأسهل على الإطلاق لتلبية هذا الغرض، خاصة بالنسبة للرسم اليدوي. وتقتضي طريقة التمثيل تحويل الكميات Q إلى دوائر ذات مساحات مناسبة S .

ومن المعلوم أن مساحة الدائرة هي : $S = \pi R^2$ مما يعني أن شعاع الدائرة يساوي: $R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$ ؛

وبما أن π ثابتة فيمكن حذفها عندما يتعلق الأمر بالبحث عن شعاع دوائر لكميات تناسبية، بحيث يصبح شعاع الدائرة هو: $R = \sqrt{S}$.

وبما أن S هي مساحة الدائرة المناسبة للكمية Q، فالشعاع المناسب لتمثيل هذه الكمية هو $R = \sqrt{Q}$ إذن:

فشعاع الكمية1 سيكون هو : $R_1 = \sqrt{Q_1}$

وشعاع الكمية2 هو: $R_2 = \sqrt{Q_2}$

وشعاع الكمية 3 هو: $R_3 = \sqrt{Q_3}$ إلخ...

هذه المعادلة ($R = \sqrt{Q}$) يمكن اعتمادها في كل عمليات المعالجة التي تتوخى إبراز العلاقات التناسبية لكميات مختلفة كيفما كان شكل الرموز المختارة ونوع التوطين. فمثلا يمكن تعويض الشعاع R بالنسبة للدوائر بالضلع C بالنسبة للمربعات ($C = \sqrt{Q}$) و بالسمك E بالنسبة للخطوط ($E = \sqrt{Q}$) .

وعلى أساس هذه المبادئ نقوم بمعالجة كل المعطيات، بحيث سنعمل على حساب شعاع كل دائرة (أي كل كمية) على حدة قبل الانطلاق في عملية الرسم:

العواصم الجهوية	عدد السكان	الشعاع	الشعاع المناسب للتمثيل بعد التعديل
الرباط	627.933	792.42	7.92
الدار البيضاء	2.941.005	1714.93	17.14
فاس	946.815	973.04	9.73
مكناس	469.169	684.95	6.84
طنجة	669.685	818.34	8.18
وجدة	400.738	633.03	6.33
مراكش	823.154	907.27	9.07
أكادير	346.106	588.30	5.88
بني ملال	163.296	404.09	4.04
الحسيمة	55.357	235.28	2.35

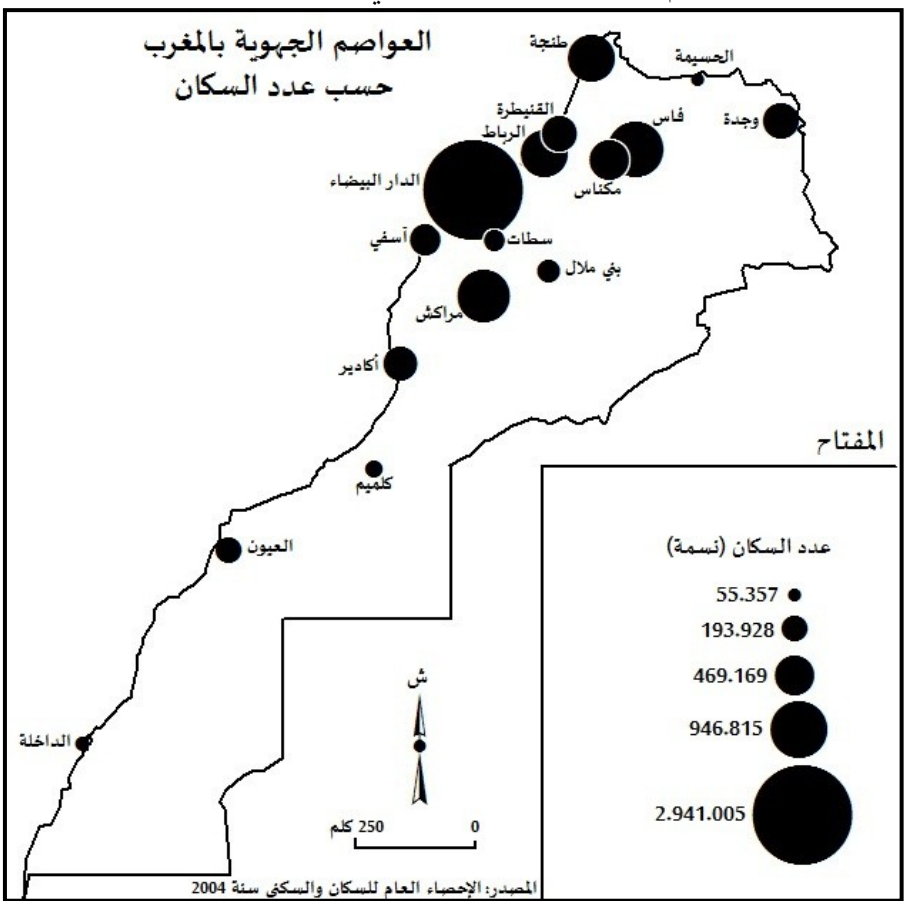
القنيطرة	359.142	599.28	5.99
آسفي	284.750	533.61	5.33
سطات	116.570	341.42	3.41
كلميم	95.949	309.75	3.09
العيون	193.928	440.37	4.40
الداخلة	58.104	241.04	2.41

اعتبارا لخصائص الرسم اليدوي، يمكن اتخاذ المليمتر كوحدة للقياس بالنسبة للشعاع، إلا أن النتائج المحصلة تظهر استحالة تطبيقها على خريطة محدودة المساحة. فأصغر شعاع سيكون طوله 23.5 سنتمتر وهو ما لا يمكنه أن يلائم أية خريطة كيفما كان حجمها، فلابد إذن من إيجاد طريقة لتصغير الشعاع دون المس بالعلاقة التناسبية للكميات.

الحل يكمن في قسمة الخارج على عدد ثابت لا يغير العلاقة التناسبية ويسمح بتمثيل كافة الكميات بشكل سهل وواضح. هذا العدد يمكن أن يكون 10 أو 100 أو 1000 أو غيرها، وذلك بحسب ما تفرضه الضرورة. وفي حالة معطياتنا، يمكن تعديل الخارج بقسمته على مائة فنحصل على الشعاع المناسب للتمثيل (انظر العمود الرابع من الجدول السابق).

لكنه في بعض الأحيان تكون الفروق شاسعة جدا بين أكبر وأصغر كمية فيستحيل تمثيلها كلها، حينئذ يمكن اللجوء إلى تجميع الكميات ضمن فئات منطقية قابلة للتمثيل (كأن نقول المدن التي يقل عدد سكانها عن مائة ألف ن، والمدن التي يتراوح عدد سكانها ما بين 100 ألف و 200 ألف ن، والمدن التي يتراوح عدد سكانها بين 200 ألف و 300 ألف ن، و.....إلخ) ونقوم بتمثيلها على أساس شعاع أو ضلع أو سمك أكبر كمية داخل الفئة وإليه يشار في المفتاح.

شكل رقم 56 : خريطة للتوطين النقطي لمعطيات كمية مطلقة



تستعصي أحيانا الإشارة إلى كل القياسات في المفتاح نظرا لكثرة الكميات فنضطر إلى انتقاء بعضها، كما في مفتاح الخريطة أعلاه، لكن هذا الانتقاء لا يجب أن يكون اعتباطيا بل معبرا يسهل المقارنة ويعكس بوفاء مضمون الخريطة. لذلك يجب على الأقل إبراز قياسات أكبر وأوسط وأصغر حجم بالإضافة إلى قياسات الأحجام الأكثر حضورا في الخريطة.

ط- نموذج خريطة للتوطين الخطي لمعطيات كمية مطلقة

جدول رقم 11: وفود السياح على المغرب سنة 2011

الأسواق السياحية	عدد الوافدين
أوروبا الغربية وروسيا	4.134.064
الولايات المتحدة وكندا	193.634
الشرق الأوسط وآسيا	215.580
المغرب العربي وإفريقيا	308.869
أمريكا اللاتينية والمكسيك	81.291

المصدر: وزارة السياحة

تمثيل هذه المعطيات يقتضي بداية تحديد نوع التوطين المناسب حتى نتمكن من اختيار الرموز المناسبة. فمضمون الجدول يدل على عدد السياح الذين وفدوا على المغرب سنة 2011 من جهة، والمناطق التي وفدوا منها من جهة ثانية. فالتمثيل يجب أن يبرز إذن ثلاثة عناصر حتى يمكن عكس مضمون الجدول على الخريطة بكل إخلاص و هذه العناصر هي:

- الأسواق السياحية أي المناطق التي وفد منها السياح؛
- الكميات أي عدد السياح الذين وفدوا من كل سوق؛
- ثم التيارات أي حركة التنقل بين نقطتي الانطلاق (السوق) والوصول (المغرب).

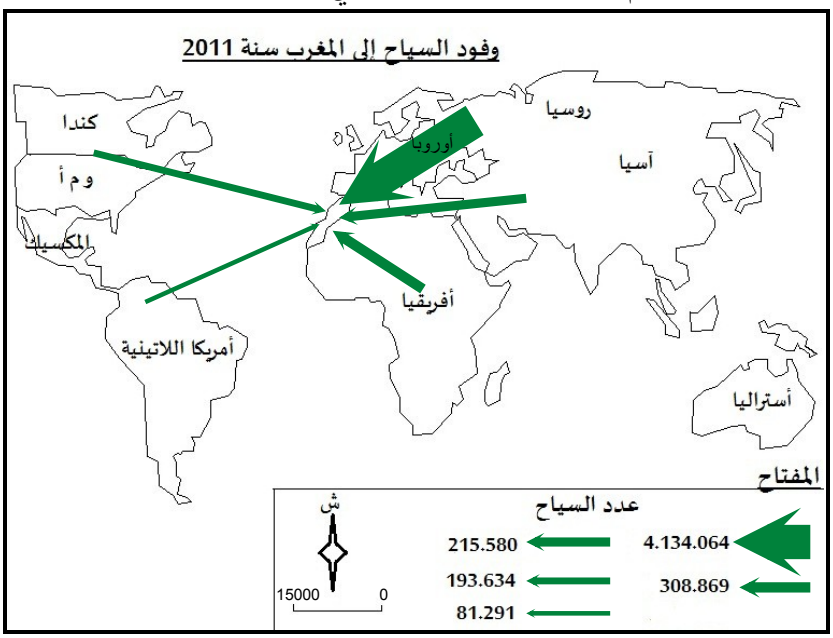
لإظهار الأسواق على الخريطة يجب أن نحدد حدودها كما وردت في الجدول ونعين لها رموزا خاصة لتمييزها. وهنا نذكر بكون متغير اللون هو الأنسب لتمييز الأنواع وبالتالي يمكن أن نلون مساحات الأسواق بألوان مختلفة ونشير إلى أسمائها في المفتاح. ويمكن أيضا أن نستعيض عن الألوان بكتابات الأسماء فقط مباشرة على الخريطة على اعتبار أن الكتابة هي وسيلة من وسائل الترميز الكرطوغرافي وأن الأماكنية لها دور رئيس في تحديد المواقع على الخريطة.

أما إظهار الحركة أي التيارات، فيمكن أن يتم بواسطة خطوط عبارة عن أسهم تظهر الإتجاه، وهنا يجب أن نحتاط؛ فبما أن الانطلاق يتم من مساحة السوق فمن اللازم عدم تحديد نقطة معينة للانطلاق، بحيث لا يجب أن يظهر على بداية السهم الذي يمثل التيار أية نقطة أو ما يشابهها.

وأما الكميات فيجب أن يعكسها سمك الأسهم، وهذا السمك نحصل عليه عن طريق المعالجة الكمية التناسبية المبينة أعلاه.

الأسواق السياحية	عدد الوافدين	سمك الخطوط	السمك المناسب للتمثيل بعد التعديل
أوروبا الغربية وروسيا	4.134.064	2033,23	20,33
الولايات المتحدة وكندا	193.634	440,03	4,4
الشرق الأوسط وآسيا	215.580	464,30	4,64
المغرب العربي وإفريقيا	308.869	555,75	5,55
أمريكا اللاتينية والمكسيك	81.291	285,11	2,85

شكل رقم 57 : خريطة للتوطين الخطي لمعطيات كمية مطلقة



ي- نموذج خريطة للتوطين المساحي لمعطيات كمية مطلقة

جدول رقم 12: توزيع عدد الوحدات الصناعية بالمغرب حسب الجهات

الجهة	عدد الوحدات الصناعية
العيون بوجدور	1.152
الدار البيضاء الكبرى	26.904
الرباط سلا زمور زعير	13.237
فاس بولمان	13.191
كلميم السمارة	1.555
الجهة الشرقية	9.112
وادي الذهب الكويرة	341
طنجة تطوان	12.185
مكناس تافيلالت	11.096
الشاوية ورديغة	6.244
الغرب الشاردة بني حسن	6.785
سوس ماسة درعة	15.969
مراكش تانسيفت الحوز	17.326
تادلة أزيلال	6.123
دكالة عبدة	7.354
تازة الحسيمة تاونات	5.241

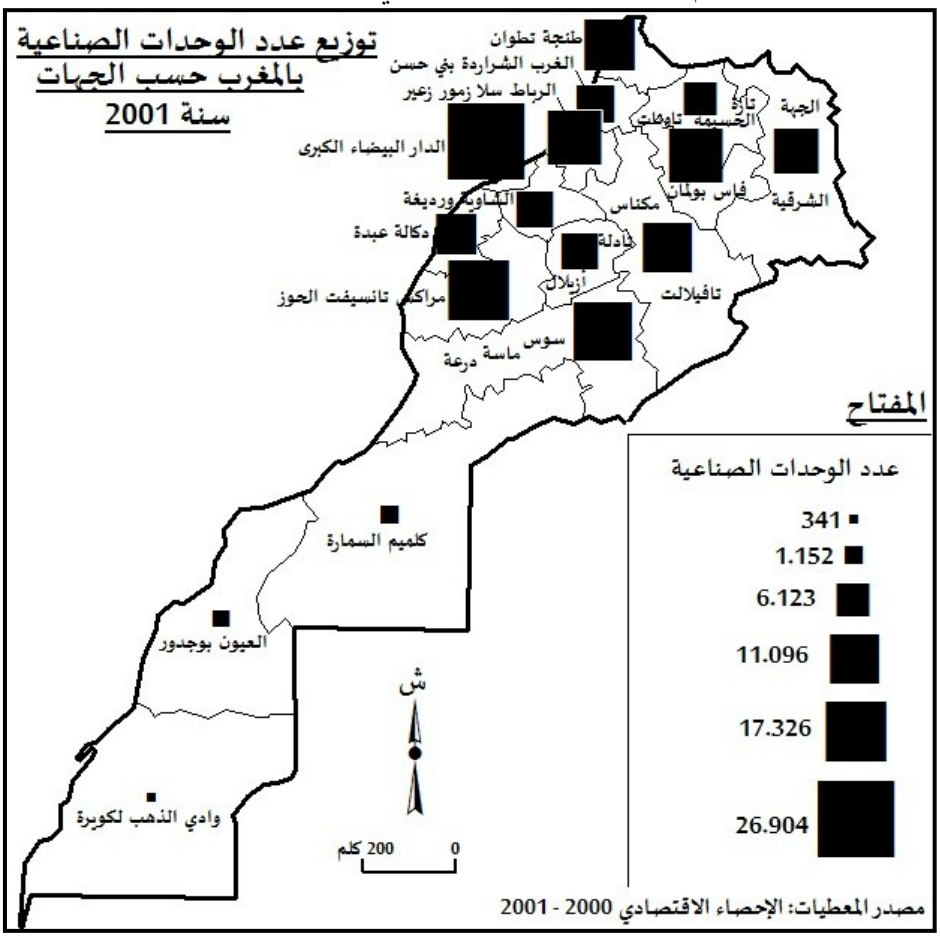
المصدر: الإحصاء الاقتصادي 2001 - 2002

تمثيل هذه المعطيات على أساس التوطين المساحي لا يختلف في المعالجة مع التوطين النقطي. الاختلاف الأساسي يتمثل في توطين الرموز الذي يجب في هذه الحالة أن يتم في مركز المساحات داخل حدود الجهات. لكن هذا مرهون بمقياس الخريطة الذي قد لا يسمح بذلك في حال كان المقياس صغيرا. ورغم ذلك، يجب الحرص على إبراز البعد المساحي للرموز ، خاصة وأن الرموز الكمية لمتغير الحجم في التوطين المساحي لا تختلف عن مثيلتها في التوطين النقطي، مما قد يؤثر على القراءة ويجعل احتمال الخلط بينهما واردا.

ولمساعدة القارئ على التمييز يمكن وصف ذلك في المفتاح عن طريق وضع الرمز الكمي داخل إطار وتعريفه.

الجهة	عدد الوحدات الصناعية	ضلع المربع	الضلع المناسب للتمثيل بعد التعديل
العيون بوجدور	1.152	33 ,94	3,4
الدار البيضاء الكبرى	26.904	164,02	16,4
الرباط سلا زمور زعير	13.237	115,05	11,5
فاس بولمان	13.191	114,85	11,4
كلميم السمارة	1.555	39,43	3,9
الجهة الشرقية	9.112	95,45	9,5
وادي الذهب الكويرة	341	18,46	1,8
طنجة تطوان	12.185	110,38	11
مكناس تافيلالت	11.096	105,33	10,5
الشاوية ورديغة	6.244	79,01	7,9
الغرب الشاردة بني حسن	6.785	82,37	8,2
سوس ماسة درعة	15.969	126,36	12,6
مراكش تانسيفت الحوز	17.326	131,62	13 ,1
تادلة أزيلال	6.123	78,24	7,8
دكالة عبدة	7.354	85,75	8,6
تازة الحسيمة تاونات	5.241	72,39	7,2

شكل رقم 58 : خريطة للتوطين المساحي لمعطيات كمية مطلقة



ك- نموذج خريطة موضوعاتية تأليفية

جدول رقم 13: البنيات التحتيةالصناعية بجهات المغرب
ونسبة مساهمة الجهات في قيمة الإنتاج الصناعي الوطني سنة 2011

الجهة	البنيات التحتية الصناعية المتوافرة بالجهة	نسبة مساهمة الجهة في قيمة الإنتاج الصناعي الوطني (%)
طنجة تطوان	1 – 3 – 7	6.9
تازة الحسيمة تاونات	1 – 4	0.3
الجهة الشرقية	1 – 3 – 4 – 5 – 7	2.5

فاس بولمان	1 – 3 – 4 – 6	2.5
مكناس تافيلالت	1 – 4	3.1
الغرب الشراردة بني حسن	1 – 3 – 7	1.8
الرباط سلا زمور زعير	1 – 3 – 4 – 5	3.6
الدار البيضاء الكبرى	1 – 2 – 3 – 5	47
الشاوية ورديغة	1 – 3 – 4	8.2
دكالة عبدة	1 – 5	15.4
تادلة أزيلال	1 – 4	0.6
مراكش تانسيفت الحوز	1 – 4 – 5	2.6
سوس ماسة	1	4.4
كلميم السمارة	1	0.2
العيون بوجدور	1 – 7	1.0
وادي الذهب لكويرة	1 – 7	0.1

المصدر: وزارة التجارة والصناعة

حيث أن: 1- منطقة صناعية 2- قطب صناعي بمحطة جوية 3- قاعدة صناعية مندمجة 4- منطقة للأنشطة الاقتصادية 5- مجمع صناعي 6- منطقة للصناعة التقليدية 7- منطقة حرة.

يحتوي هذا الجدول على نوعين من المعطيات: الأولى نوعية إسمية وهي التي تتعلق بالبنيات التحتية الصناعية المتوافرة بالجهات، والثانية كمية نسبية وتهم مساهمة الجهات في قيمة الإنتاج الصناعي الوطني. وبما أن نوع التوطين هنا مساحي، لأنه يهم الجهات، فإن المتغيرات البصرية المناسبة للتمثيل، حسب القاعدة، هي اللون والشكل بالنسبة للمعطيات النوعية الإسمية والقيمة بالنسبة للمعطيات الكمية النسبية.

إن استعمال متغير اللون بالنسبة للمعطيات الأولى يتطلب اختيار شكل واحد للدلالة على البنية التحتية الصناعية واستخدامه بستة ألوان مختلفة للدلالة على أنواع هذه البنيات

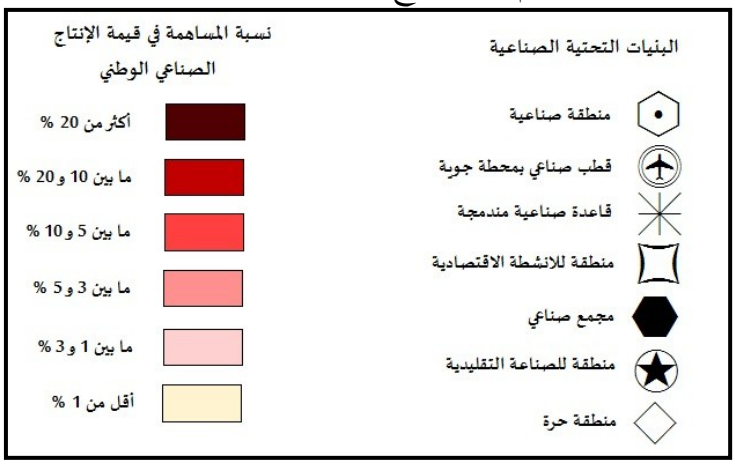
كما هي محددة في جدول المعطيات. إلا أن استعمال متغير الشكل سيكون هو الأنسب في هذه الحالة، بحيث يتم تمثيل كل نوع من البنيات بشكل معين.

هذا الاختيار سيجنب تركيب الألوان على الخريطة لأن تمثيل المعطيات الثانية، المساهمة في قيمة الإنتاج الصناعي الوطني، سيتم بمتغير القيمة أي بتدريج أحد الألوان إلى عدة مستويات متراتبة، مما قد يؤثر سلبا على نجاعة التعبير لأن تركيب الألوان على بعضها ولو بمساحات ضيقة يؤثر إلى حد ما على الخاصية التمييزية للألوان وبالتالي على درجة وضوح التعبير، وفي النهاية على القراءة وعلى نجاعة الخريطة بصفة عامة.

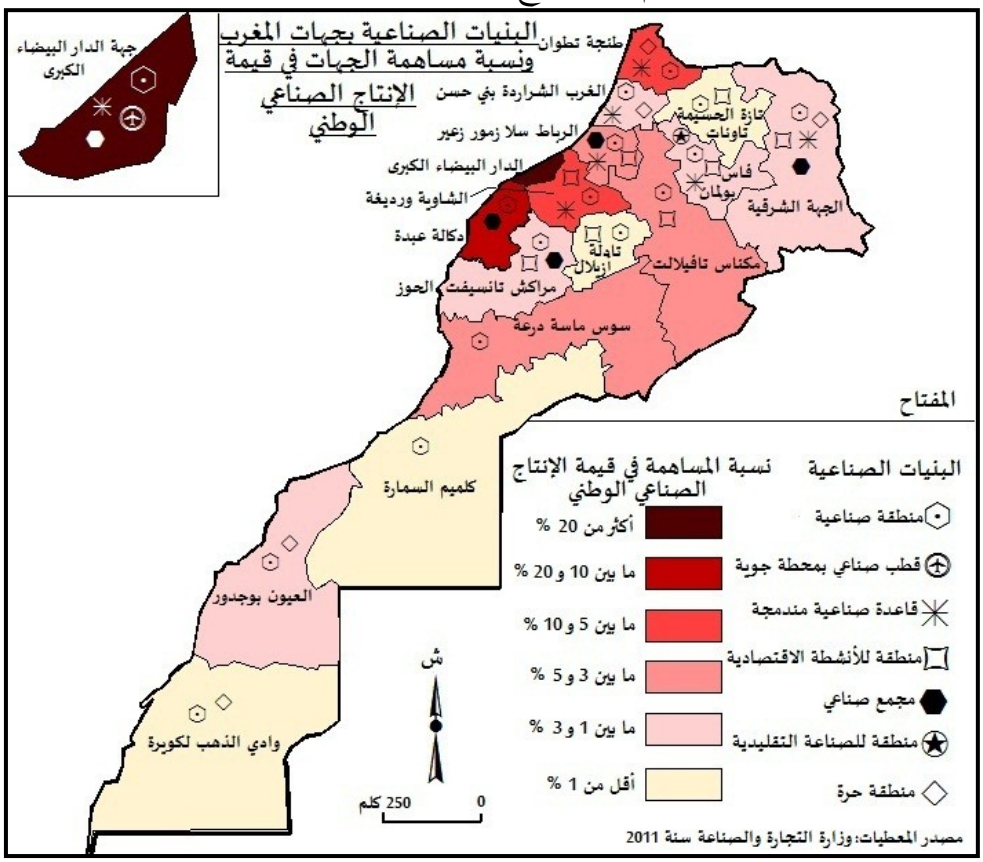
بالنسبة للمعطيات الكمية النسبية، يلاحظ التباعد الشديد في القيمة بين أكبر وأوسط وأصغر القيم مع التقارب الكبير بين القيم الدنيا. هذه الوضعية تعقد مهمة إيجاد تدريج مناسب للقيمة يعكس هذا التباين على الخريطة، مما يفرض ضرورة ابتداع حل يمكن من التعبير بإخلاص عن مضمون المعطيات.

الحل المتاح في هذه الحالة يكمن في معالجة المعطيات، وذلك بإعادة توزيعها ضمن فئات منطقية تعكس خصائصها العامة الواردة في الجدول. وهذا التوزيع يقتضي تجميع التكرارات النسبية المتقاربة في فئات تعكس شكل تشتت القيم. وبعد عملية المعالجة تم تحديد ست فئات تم على اساسها وضع المفتاح التالي ورسم الخريطة (شكل 60):

شكل رقم 59 : مفتاح خريطة موضوعاتية تأليفية



شكل رقم 60 : نموذج لخريطة موضوعاتية تأليفية



الفصل السادس:
قراءة الخرائط

القراءة عملية تقوم على فك الرموز لكشف المعنى وإدراكه. فهي نشاط يتوخى استجلاء المعنى وكشف المعلومات المخزنة بواسطة رموز متنوعة (حروف، أشكال...) على حاملات مختلفة (كلمات، نصوص، صور، خرائط...). فالقراءة هي إذن عملية إعادة تأليف المعنى المحمول على وسائط معينة.

القراءة عملية غير محايدة تقتضي تدخل القارئ بمعارفه المسبقة ومكتسباته السابقة . كما أنها تأويل بمعنى أنها تبحث عن الدلالات الرمزية. للقراءة إذن هدف، هذا الهدف يفرض طريقة معينة للقراءة وهذه الطريقة تتألف من منهجية ومن أدوات للمعالجة. وتختلف طرق القراءة بدورها بحسب الشيء المقروء وطبيعة الرموز التي يتشكل منها، أي اللغة المعبر بها.

فقراءة الخريطة تفرض ضرورة معرفة اللغة الكرطوغرافية، أي لغة التعبير البياني. ولغة الخريطة هي أساسا الرموز، لذلك فإن قراءتها تتطلب الرجوع إلى المفتاح حيث يتم تفكيك شفرة هذه الرموز. لكن فهم مضمون الخريطة يستلزم أكثر من فك شفرة رموزها الذي يعتمد أساسا على الوصف، حيث تكون الضرورة ملحة لاعتماد التفسير أيضا. قراءة الخريطة إذن هي أساسا عملية تحليل مركبة من الوصف والتفسير.

1- مرتكزات قراءة الخرائط

أ- الوصف

الوصف هو عملية تحديد مظاهر الخريطة ومعالمها على اعتبار أن هذه الأخيرة هي تمثيل للأشياء ولأماكنها. فالوصف يقود عملية استكشاف الخريطة ومن خلالها للواقع. يعيد

الوصف بناء مشهد الخريطة، فهو يهتم بطبيعة المظاهر وأحجامها وأشكالها وتوزيعها المجالي. لكن الوصف أيضا هو عملية للتنميط والترتيب اعتمادا على مكتسبات سابقة. يؤدي الوصف إلى توجيه النظر نحو مظاهر معينة، فهو أبعد من أن يكون شافيا أو موضوعيا وبالتالي لا يمكن اعتباره عملية لنسخ الواقع بقدر ما هو نتاج لوجهة نظر خاصة تمهد لشرح الواقع أي لتفسيره.

ب- التفسير

يطرح التفسير سؤال لماذا؟ فهو يتوخى كشف الأسباب والعوامل والسياق والسيرورات والعلاقات التي تحكمت في تشكيل المشهد الممثل على الخريطة. فالتفسير يهدف إلى جعل مشهد الخريطة مفهوما بالبحث في مسببات وجوده، وعوامل تشكيل بنيته وصفاته، والعلاقات الممكنة بين مكونات نسقه. كما يمكن للتفسير أن يكون أكثر طموحا بالعمل على استخراج القوانين والقواعد التي تحكمت في تنظيمه وتوجيه ديناميته وتطوره.

2- منهجية القراءة

تشمل منهجة قراءة الخرائط كيفية تنظيم القراءة والوسائل التي يمكن اعتمادها لهذا الغرض. لكن منهجية القراءة قد تختلف بدورها حسب نوع الخريطة وهدف القراءة.

أ- اعتماد شبكة للقراءة

لتحقيق أهداف القراءة بكثير من النجاعة يجب أن تعتمد هذه العملية على شبكة تنظمها وتوجهها وفق تدرج منطقي. هذه الشبكة يمكن تطبيق خطواتها على جميع أنواع الخرائط فيما يجب تكييف أهداف كل خطوة مع نوعية كل خريطة ومضمونها. وعلى العموم يمكن أن تنتظم عملية القراءة وفق الخطوات الأربع التالية:

- استكشاف الخريطة:

هي أول مرحلة والمدخل إلى القراءة. يتم الاستكشاف بمعرفة موضوع الخريطة ومجالها، هذه المعرفة تتأتى جزئيا أو كليا من خلال العنوان ويمكن استكمالها من خلال بعض عناصر الكساء الأخرى كالمعلومات التي يوفرها الإطار، والتوجيه وغيرهما.

في الخرائط الطبوغرافية لا يصرح في العنوان إلا بمجال الخريطة لأن هذه الأخيرة ليست موضوعاتية. لكن الإشارة إلى اسم المجال إنما يكون لغرض التمييز وليس التحديد. فغالبا ما لا تكون حدود المجال الممثل على الخريطة متطابقة تماما مع الحدود الجغرافية أو الإثنية أو الإدارية للمجال المسمى بالعنوان. وبالتالي فإن وظيفته الأساسية هي أساسا تمييز الخريطة الطبوغرافية ضمن مجموعة من الخرائط الأخرى. فمثلا نجد تسميات لخرائط طبوغرافية مغربية بمقياس 50000/1 من قبيل فاس شرق، مراكش المدينة، مراكش كيليز، تندرارة غرب... وهي تسميات تكون مأخوذة في الغالب من اسم أهم تكتل عمراني موجود بالمجال المعني من دون قصد أية حدود مما ذكرنا.

أما في الخرائط الموضوعاتية فيعبر في العنوان صراحة عن موضوع الخريطة والمجال المعني به، وفيها تكون حدود المجال واضحة ومتطابقة مع المقياس الترابي المعتمد في التمثيل؛

- إدراك الأبعاد:

لقد تمت الإشارة أعلاه إلى أنه يستحيل تمثيل كل المظاهر الموجودة على السطح وبأشكالها وأحجامها الحقيقية، فيتم اللجوء إلى تقنية التعميم وتصغير الأحجام وفق مقياس مناسب يبرز بوضوح ما تم الاحتفاظ به. ولهذا فإن إلقاء نظرة على المقياس يجعل القارئ يتمثل العلاقة بين المظاهر الممثلة وأهميتها الحقيقية في الواقع. لكن هذا ينطبق فقط على الخرائط الطبوغرافية وليس الموضوعاتية لأن هذه الأخيرة لا يخضع فيها رسم الرموز لمقياس المركب الجغرافي (عمق الخريطة).

فما يجب إدراكه بالنسبة للخرائط الموضوعاتية هو المقياس الجغرافي الذي تم على أساسه التمثيل الكرطوغرافي (المدن، الجماعات، الأقاليم، الجهات، الدول ...). هذا الإدراك يعتبر مدخلا لا محيد عنه لفهم مضمون الخريطة، لذلك نجد عناوين الخرائط الموضوعاتية تشير إليه بوضوح فتقول مثلا " توزيع السكان حسب الجهات "؛ "توزيع الناتج الداخلي الخام حسب الدول "، ...

- فهم المفتاح:

يشكل المفتاح العلبة التي يتم في إطارها فك شفرة الرموز الكرطوغرافية التي تؤثث الخريطة. ففيها يتم شرح الرموز وإبراز قياسات الكمية منها، مما يجعل من الاطلاع على محتويات المفتاح عملية حاسمة في إدراك مضمون الخريطة. هذه العملية تستمر طلية نشاط القراءة، وخاصة بالنسبة لمرحلة تحليل الخريطة؛

- تحليل الخريطة:

يهدف التحليل إلى فهم مشهد الخريطة وذلك من خلال العمل على تفكيك بنيته وإعادة تركيبها لمعرفة كيفية تشكلها وفهمها. ويرتكز تحليل الخريطة على عمليتي الوصف والتفسير(انظر مرتكزات قراءة الخريطة أعلاه) وذلك بهدف كشف الأسباب والعوامل والسيرورات والقوانين والسياق و التفاعلات التي تفسر المشهد بالنسبة للخرائط الطبوغرافية، والانتشار والتوزيعات والعلاقات المجالية للظواهر المدروسة بالنسبة للخرائط الموضوعاتية. وبقدر ما يعتمد التحليل على معرفة القارئ ومكتسباته السابقة، بقدر ما يحتاج إلى الاستعانة بتقنيات التحليل التي تعتمد على التعبير البياني.

ب- التعبير البياني

يُعتَمد التعبير البياني بكثرة في التحليل المجالي. وإذا كانت الخرائط نفسها تعتبر شكلا من أشكال هذا التعبير، فإن تحليلها يعتمد بدوره على أشكال أخرى منه. ويوظف التعبير البياني أساسا في التحليل الموضوعاتي الذي يتوخى الإجابة على إشكاليات محددة. وعلى العموم، يعتمد تحليل الخرائط على ثلاث وسائل تعبيرية بيانية أساسية وهي الرسوم التوضيحية Les croquis، والمقاطع Les profils ، والخطاطات Les schémas.

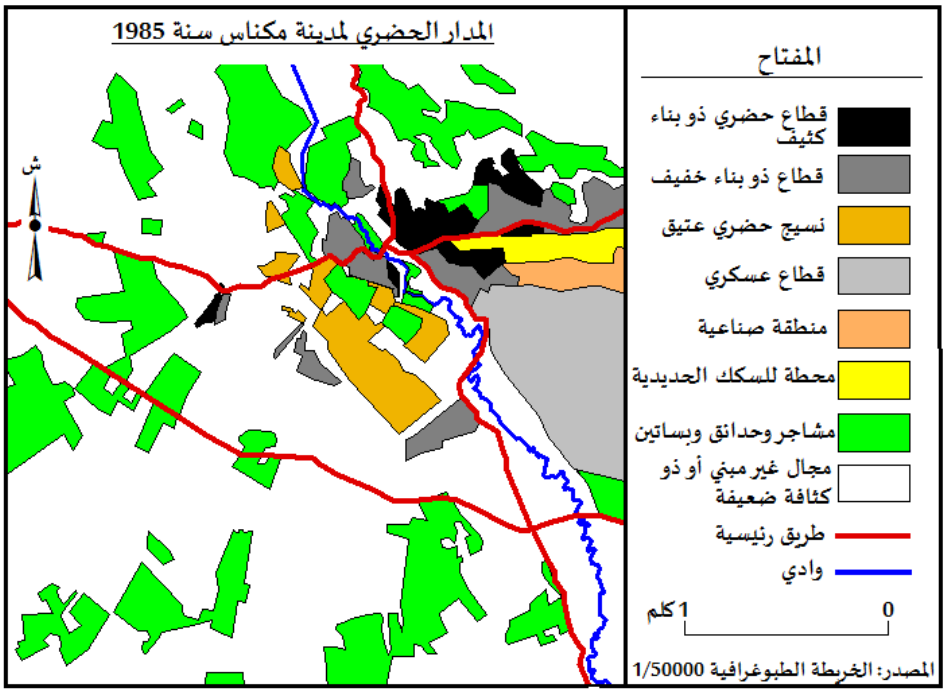
- الرسوم التوضيحية:

هي خرائط مبسطة تتوخى الإجابة على إشكاليات معينة. تهدف هذه الرسوم إلى إبراز العناصر الكبرى للتنظيمات المجالية المتعلقة بهذه الإشكاليات عن طريق تحديد مظاهرها الكبرى وإبراز علاقاتها المجالية. ترتبط نجاعة الرسم التوضيحي بقدرته على تمكين القارئ من

الإدراك السريع للمظاهر الأساسية للمجال المعني مع إدراك تراتبيات المظاهر ومواقعها وعلاقاتها، وبذلك فهو أداة للمقارنة والتركيب.

يستعمل الرسم التوضيحي بصفة خاصة في تحليل الخرائط الطبوغرافية وفق مقاربة موضوعاتية، لذلك يجب أن يحترم وضعه مقياس هذه الخرائط مع التوطين الدقيق للعناصر، كما يجب أن يكون واضحا وصادقا وقابلا للقراءة باحترامه لقواعد التعبير البياني في رسم الخرائط المبينة أعلاه، واستيفائه لعناصر الكساء الأساسية من عنوان ومفتاح ومقياس وتوجيه ومصدر(شكل رقم 61).

شكل رقم 61 : نموذج لرسم توضيحي لجزء من خريطة طبوغرافية

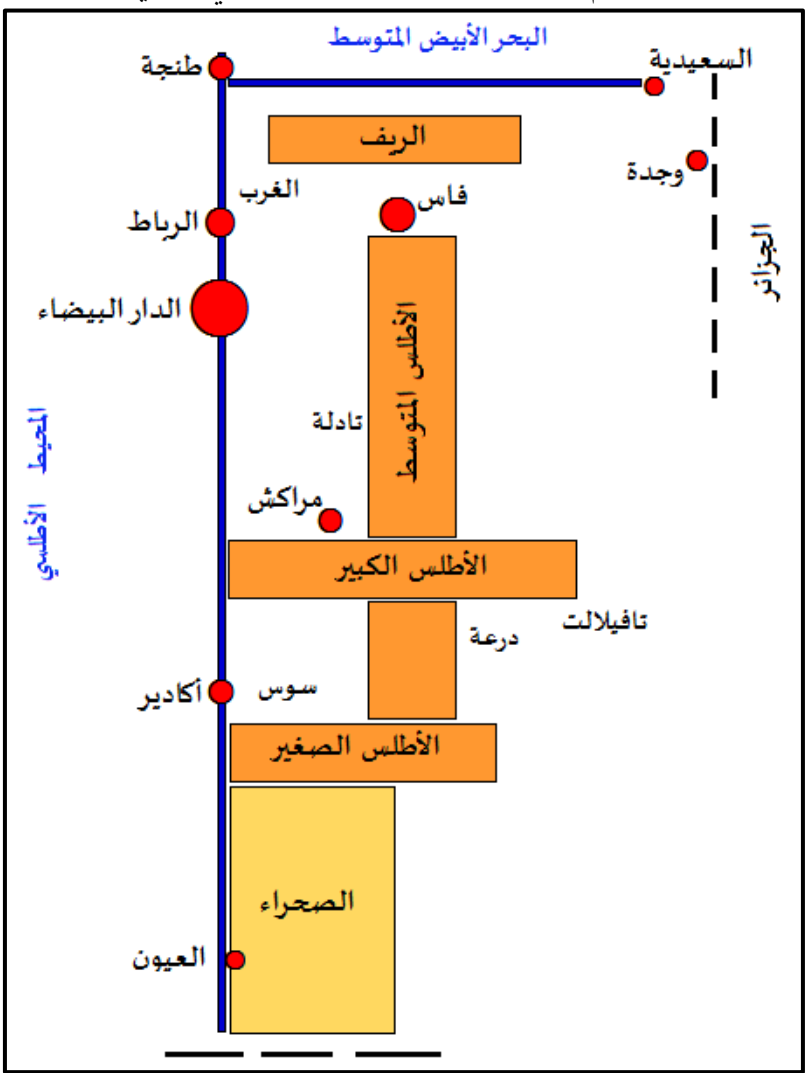


- **الخطاطات**

الخطاطة هي رسم تفسيري مبسط لا يحترم المقياس، فهي أبسط من الرسم التوضيحي لكن وضعها يتطلب مجهودا فكريا لصياغة التصور الذي تنبني عليه. يرتكز وضع الخطاطة على بنية المجال ولا يلتزم بمحدداته (هندسته وشكل حدوده وأبعاده المساحية الدقيقة)،

ففيها يكون التعميم كبيرا حيث يتم انتقاء المعلومات ولا يحتفظ إلا بأكثرها خدمة للموضوع المدروس، فهي بمثابة اختزال للمجال (شكل62).

شكل رقم 62 : خطاطة لمنظومة التراب الوطني المغربي

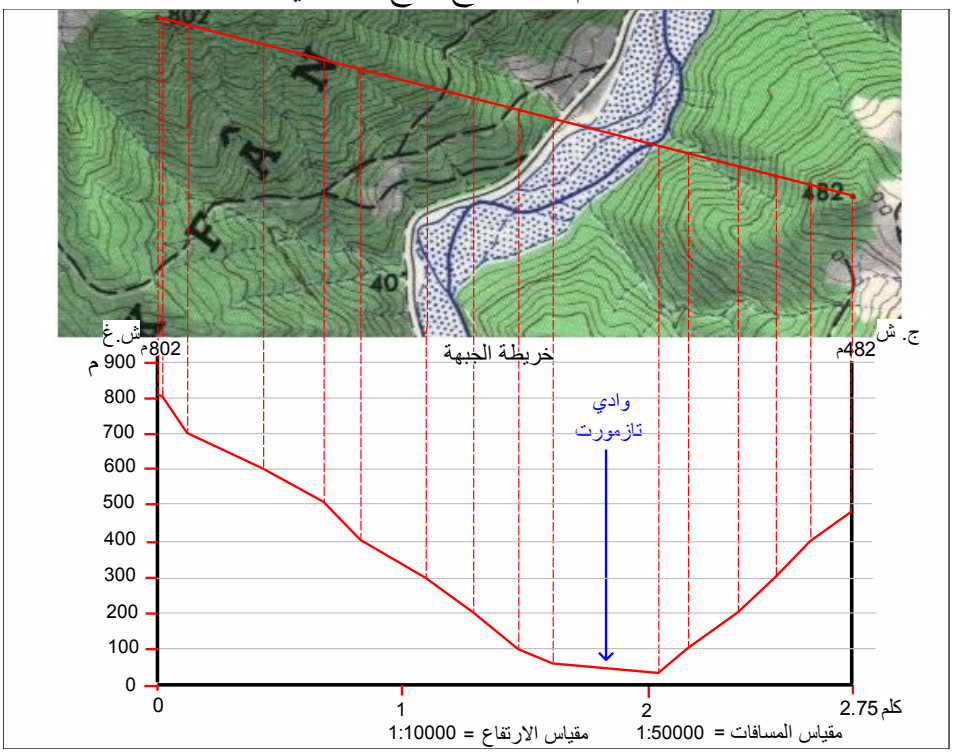


- **المقاطع**

المقاطع عبارة عن رسوم بيانية تهدف إلى إبراز معالم السطح الممثل على الخريطة الطبوغرافية ومكوناته. فهدفها الأساسي هو إبراز البعد الثالث للمجال الممثل والذي لا يظهر على سطح الخريطة الثنائي الأبعاد.

لوضع المقاطع يتم استغلال التقنيات التي تمثل بها التضاريس على الخريطة الطبوغرافية، وخاصة منحنيات التسوية ونقط الارتفاع بالنسبة للمقطع الطبوغرافي، بالإضافة إلى الرموز التي تظهر التطبق والصخارة والبنائية على الخريطة الجيولوجية بالنسبة المقطع الجيولوجي. وعلى غرار الرسم التوضيحي، يخضع وضع وتقديم المقاطع لضوابط صارمة.

شكل رقم 63 : نموذج لمقطع طبوغرافي



فلرسم المقطع الطبوغرافي وتقديمه يجب تتبع الخطوات التالية:

- اختيار ورسم خط المقطع على الخريطة الطبوغرافية. هذا الاختيار لا يجب أن يكون اعتباطيا، بل يجب أن يمكن من خدمة التحليل الطبوغرافي المراد القيام به عن طريق تجسيم شكل السطح الذي يمر به. لذلك يجب أن يقطع هذا الخط التضاريس عرضيا، ويجب حصره بين نقطتين معلومتي الارتفاع ولهما وظيفة معينة في التحليل؛

- نقل مسافة الخط على محور أفقي فوق الورق الملميتري ثم يرسم محور عمودي انطلاقا من أقصى يسار المحور الأفقي لتمثيل الارتفاع، ويمكن رسم مقابل لهذا المحور العمودي في أقصى اليمين لزيادة جمالية المقطع ؛

- اختيار مقياس لتمثيل المسافة وآخر لتمثيل الارتفاع بين النقطتين. يستحسن أن يكون الأول مطابقا لمقياس الخريطة إذا لم تكن هناك ضرورة لتصغيره أو تكبيره. أما الثاني فيجب أن يراعي بشكل جيد الفارق في الارتفاع بين النقطتين وبين أدنى وأعلى ارتفاع يمر بهما خط المقطع حتى يكون بالإمكان إسقاط الارتفاعات من دون تجاوز أو الابتعاد كثيرا عن المحور الأفقي وتفادي تشويه معالم السطح الحقيقية؛

- إسقاط الارتفاعات على الورق الملميتري انطلاقا من منحنيات التسوية ونقط الارتفاع التي يمر بها خط المقطع وتمثيلها بنقط. وهنا يمكن الاكتفاء بإقساط ارتفاعات المنحنيات الرئيسية إذا كانت منحنيات التسوية شديدة التقارب، وإسقاط ارتفاعات كل المنحنيات إذا كانت متباعدة بشكل واضح؛

- رسم خط المنحنى عن طريق الجمع بين جميع النقط بما فيها النقطتين اللتين تحدان خط المقطع، والإشارة إلى ارتفاعها واتجاهها فوق المحوريين العموديين؛

- كتابة اسم الخريطة المأخوذ منها المقطع في أعلى الشكل؛

- الإشارة بأسهم عمودية إلى أهم المظاهر الطبيعية أو البشرية التي يقطعها المقطع (وادي، جبل، مدينة، قرية ...) مع كتابة أسمائها؛

- الإشارة بالتعبير العددي إلى مقياسي المسافة الأفقية والارتفاع في أسفل المقطع؛

3- تطبيقات في قراءة الخرائط

3-1- قراءة الخريطة الطبوغرافية

تبدأ قراءة الخريطة الطبوغرافية بالتعرف على المجال الذي تمثله وموقعه وحدوده الجغرافية. ويمكن تعميق هذه المعرفة بالإطلاع على التقسيمات الإدارية التي تتوزعه والضوابط التقنية التي خضع لها تمثيله. هذه المعلومات تتيحها بعض عناصر الكساء، وخاصة العنوان والإطار وبعض البيانات الملحقة بالمفتاح[20].

أ- استكشاف الخريطة

يفرض استكشاف الخريطة التعرف على مجالها وتحديد موقعه الجغرافي ومعرفة اتجاهاته وتقسيماته الإدارية وضوابط تمثيله. وتعتبر هذه العملية أساسية في عملية القراءة ككل ومرحلة تمهيدية قبل الانكباب على مضمون الخريطة:

- **التعرف على مجال الخريطة:**

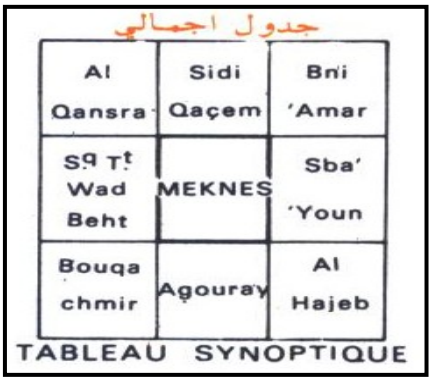
يتم التعرف على المجال من خلال العنوان الذي تحمله الخريطة، وهو غالبا ما يؤخذ من اسم أهم تكتل عمراني موجود بهذا المجال أو من تسمية إدارية لجزء منه أو من أهم مظهر طبيعي به (كتلة جبلية، غابة...).

مراكش كليز MARRAKECH GUELIZ	مكنـــــــاس MEKNES	معمورة MA'MORA	جبل بوڭادر JEBEL BOU GADER

لكن اسم المجال الذي يشير إليه عنوان الخريطة الطبوغرافية لا يحيل على حدود إدارية (حدود التقطيع الترابي المعمول به إداريا) أو جغرافية (حدود مجال طبيعي) أو اثنية (حدود قبلية)، وإنما يحيل على قطاع من الخريطة الطبوغرافية العامة للبلاد. لذلك يشار على مقربة من العنوان إلى البيانات المتعلقة بهذا القطاع والتي تبين ترتيبه ضمن باقي قطاعات الخريطة العامة.

[20] هي بيانات ملحقة بالمفتاح لأن هذا الأخير يكون مخصصا لشرح الرموز الكرطوغرافية للخريطة، بينما هذه البيانات هي عبارة عن معلومات تقنية وليست رموزا كرطوغرافية.

هذا، ويتم تأكيد هذا الترتيب في جدول إجمالي ملحق يبرز موقع الخريطة ضمن مقتطف من تسع قصاصات من الخريطة العامة يهدف، على الخصوص، إلى تحديد الخرائط الطبوغرافية التي تتصل بهذه الخريطة من جميع الاتجاهات. أما حدود المجال فتحدد فقط بالإحداثيات الجغرافية أي خطوط الطول والعرض.



- **تحديد موقع المجال:**

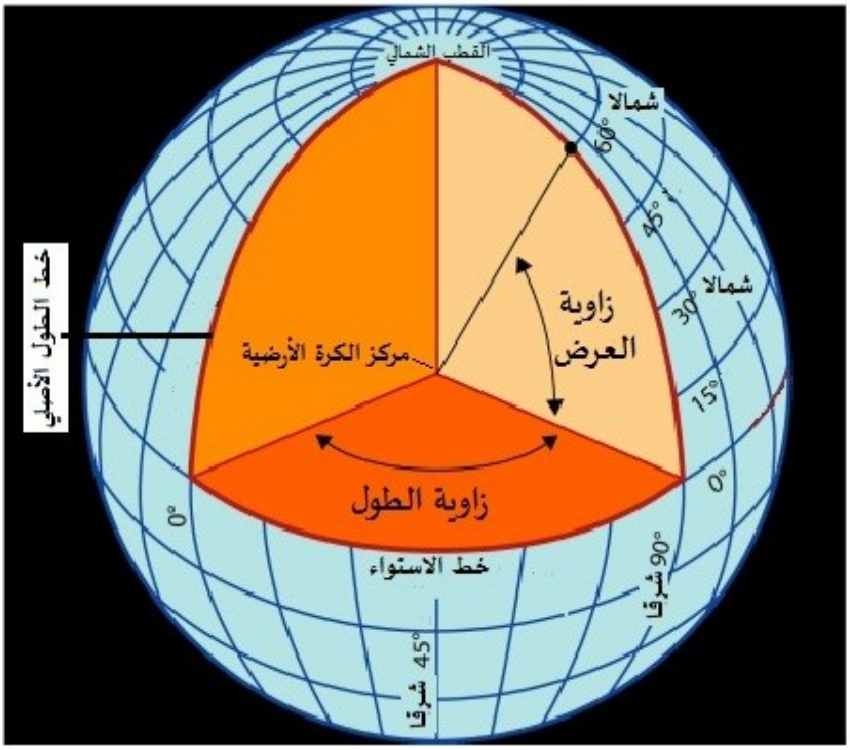
لتحديد الموقع الجغرافي للمجال الممثل على الخريطة يتم استخدام نظام الإحداثيات. هذه الأخيرة تستمد من النظام الجيوديزي المرجعي الذي تم على أساسه التمثيل (انظر أعلاه العمليات التمهيدية لوضع الخرائط). والإحداثيات نوعان إحداهما جغرافية والثانية كرطوغرافية:

الإحداثيات الجغرافية: هي شبكة من خطوط الطول والعرض تتقاطع على شكل شبيه لشكل الكرة الأرضية (إليبسويد مفلطح) مشكلة زوايا تقاس قيمها انطلاقا من مركز كتلة الأرض الذي يمر به خط محور الأرض (هو خط وهمي يمر بمركز الكرة الأرضية ويخترق قطبيها الشمالي والجنوبي، وهو الخط الذي تدور حوله الكرة الارضية من الغرب إلى الشرق) (شكل رقم 64).

* **خطوط الطول:** هي عبارة عن أنصاف دوائر تجمع بين قطبي الكرة الأرضية، تحدد درجاتها بالزاوية التي تفصلها عن خط الطول الأصلي (خط كرينتش) الذي تبلغ قيمته 0 درجة عند نقطة تقاطعه مع خط الاستواء. وتحسب خطوط الطول حتى زاوية 180 درجة شرق أو غرب خط كرينتش الذي يمر بمنطقتنا بالقرب من مدينة عنابة الجزائرية.

* **خطوط العرض:** هي عبارة عن دوائر موازية لخط الاستواء الذي يشطر الكرة الأرضية إلى جزئين متساويين، شمالي وجنوبي، والذي تبلغ قيمته هو الآخر 0 درجة. وتحسب هذه الخطوط حتى زاوية 90 درجة شمال أو جنوب خط الاستواء، وتحدد قيمة كل خط منها بالزاوية التي تفصله عن هذا الأخير.

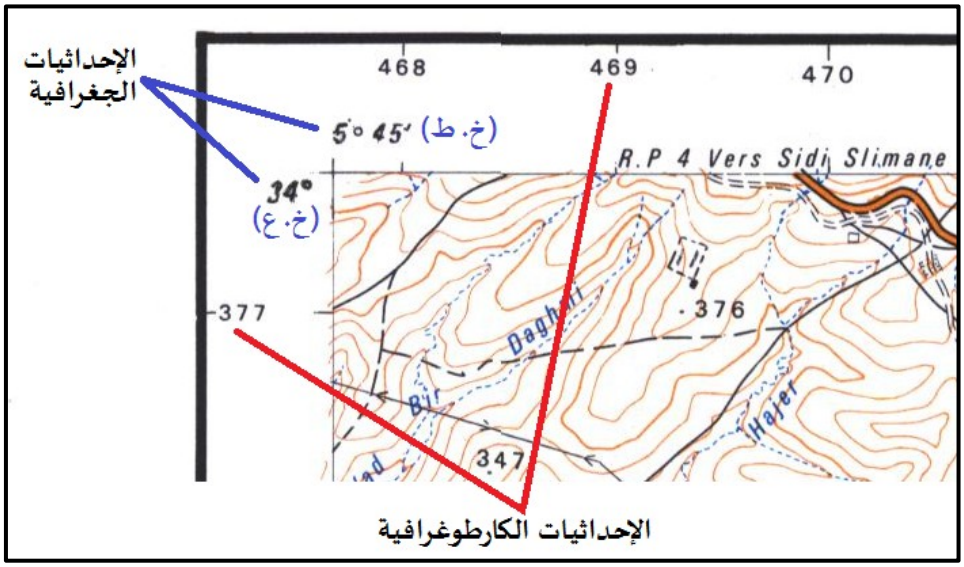
شكل رقم 64 : الإحداثيات الجغرافية على الكرة الارضية



فالإحداثيات الجغرافية هي إذن زوايا يعبر عنها إما بالدرجات الستينية (حيث أن درجة واحدة 1° تعادل ستين دقيقة 60’ أو ثلاثة آلاف وستمائة ثانية 3600’’)، أو بمقامات عشرية (gr) grades décimaux حيث يعادل كل مقام 0,9 درجة (1gr = 0,9°).

تظهر هذه الإحداثيات على الخرائط الطبوغرافية المغربية بخطوط مستقيمة يشار إلى قيمها على الإطار الداخلي (شكل 65)، وهي من الشرق إلى الغرب خطوطا للطول تعكس قيمها زوايا بعدها عن خط كرينتش، ومن الجنوب إلى الشمال خطوطا للعرض تظهر قيمها زوايا بعدها عن خط الاستواء.

شكل رقم 65 : ترميز الإحداثيات على الخريطة الطبوغرافية المغربية

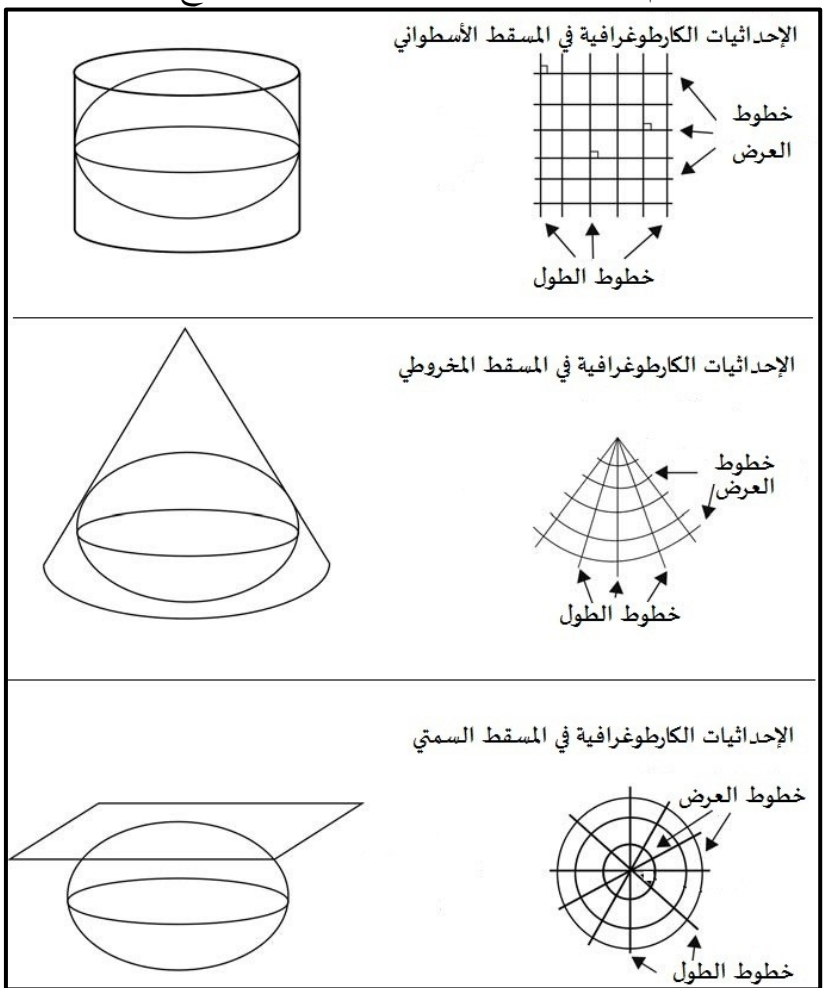


<u>الإحداثيات الكرطوغرافية</u>: تحيل هذه الإحداثيات على نوع المسقط الذي تم على أساسه وضع الخريطة، حيث تكون خطوط الطول والعرض الكرطوغرافية مطابقة تماما لشبكة خطوط الطول والعرض المهيكلة لنوع المسقط المعتمد في التمثيل (شكل 66).

لا ترسم خطوط الإحداثيات الكرطوغرافية على الخريطة الطبوغرافية المغربية وإنما تتم الإشارة فقط إلى مواقعها على الإطار الداخلي للخريطة وإلى قيمها بالكلمتر على الإطار الخارجي (انظر الشكل 65). لذلك فإن الغرض الأساسي من هذه الإحداثيات هو

الحصول على قياسات مترية (أو كيلوميترية) تمكن من تقدير سهل وسريع للمسافات على الخريطة.

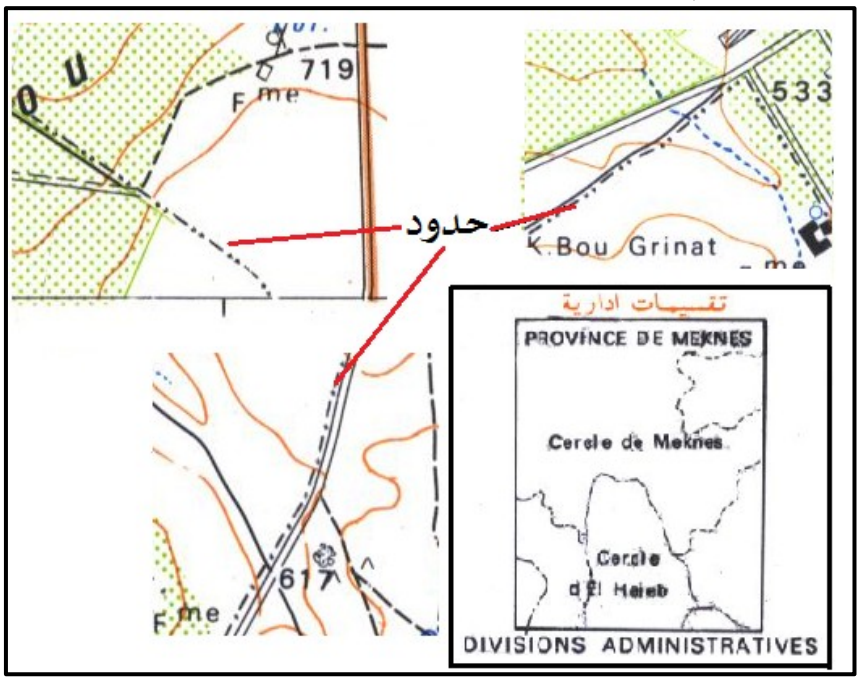
شكل رقم 66 : الإحداثيات الكارطوغرافية حسب أنواع المساقط



- **معرفة التقسيمات الإدارية:**

بالرغم من كون حدود مجال الخريطة الطبوغرافية لا تطابق تقسيما إداريا معينا، فإن الخريطة لابد وأن تظهر التقسيمات الإدارية التي تقطع هذا المجال. لذلك وإلى جانب ترسيم هذه الحدود على الخريطة، يتم إلحاق قصاصة للتقسيمات الإدارية التي تتضمنها الخريطة بالمفتاح تخلد التقطيع الترابي السائد زمن وضع هذه الخريطة (شكل 67).

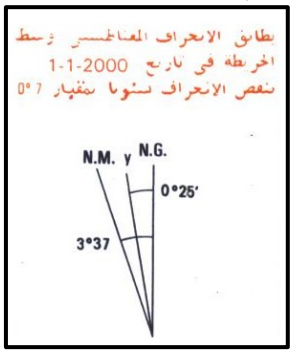
شكل رقم 67 : ترميز الحدود الإدارية على الخريطة الطبوغرافية المغربية



- **معرفة الاتجاهات على الخريطة:**

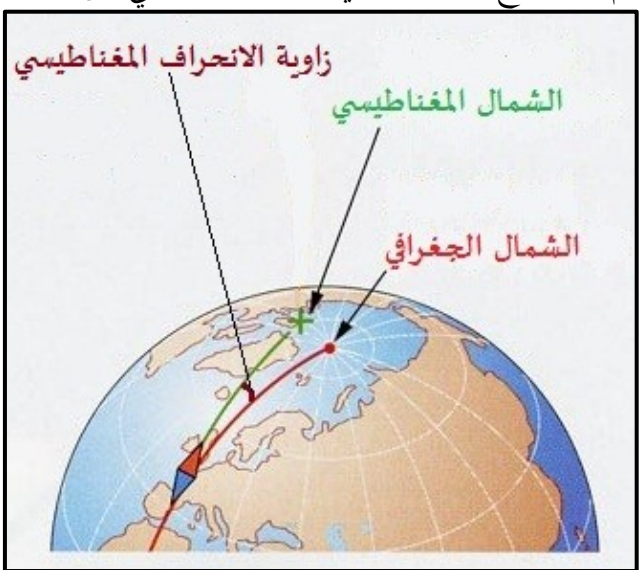
يفرض الاستعمال السليم للخريطة معرفة الاتجاهات عليها. لذلك يعمد واضعو الخرائط إلى تحديد اتجاه الشمال عليها للمساعدة على معرفة باقي الاتجاهات . لكن الرمز الذي يشير إلى اتجاه الشمال يتكون في الغالب من ثلاثة عناصر، أحدها يشير إلى الشمال الجغرافي، والثاني إلى الشمال المغناطيسي، أما الثالث فيشير إلى الشمال الكارطوغرافي.

شكل رقم 68 : ترميز اتجاهات الشمال



* **الشمال الجغرافي**: يطابق اتجاهه شمال خطوط الطول الجغرافية، وهو يشير إلى مكان التقاء هذه الاخيرة عند خط محور الأرض بالقطب الشمالي للكرة الارضية. يرمز إلى هذا النوع على الخرائط بـ .N.G أو بنجمة.

شكل رقم 69 : موقع الشمال الجغرافي والشمال المغناطيسي على الكرة الأرضية

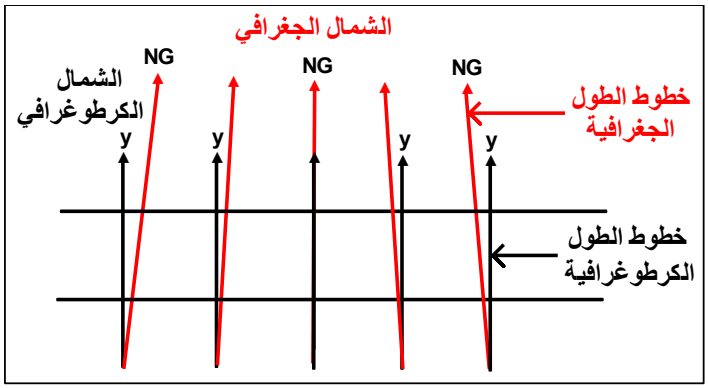


* **الشمال المغناطيسي**: يرمز إليه بـ .N.M أو بسهم. فهو يوافق الشمال الذي تشير إليه البوصلة المغناطيسية، موقعه منحرف في الوقت الراهن عن موقع الشمال الجغرافي بأكثر من 500 كلم، حيث حددت بعثة فرنسية كندية (في إطار مشروع Poly-Arctique) سنة 2007 هذا الموقع في النقطة ذات الإحداثيات 83,95 درجة شمالا و 121,02 درجة غربا بمحاداة سبيريا الكندية.

ينتج عن اختلاف موقعي الشمال الجغرافي والشمال المغناطيسي زاوية ميلان تسمى بـ "الانحراف المغناطيسي" (انظر الشكل السابق). هذه الزاوية تتغير بفعل الانحراف الدائم للقطب المغناطيسي، الذي تقدر سرعته في الوقت الراهن بحوالي 55 كلم في السنة وذلك نتيجة تغير الحقل المغناطيسي على الكرة الأرضية بفعل حركة نواتها الخارجية السائلة. لذلك يتم على الخرائط تدوين درجة انحرافه وتاريخ قياسها (الشكل رقم 68).

* **الشمال الكرطوغرافي** : هو اتجاه يرمز إليه بحرف y ، وهو يوافق شمال خطوط الطول الكرطوغرافية. يختلف هذا الاتجاه هو الآخر عن اتجاه الشمال الجغرافي، وتنتج عن ذلك زاوية انحراف تسمى بـ "زاوية الانحراف الطولي". ويعود هذا الاختلاف إلى موقع المجال الممثل على الخريطة بالنسبة للشمال الجغرافي ونوع المسقط الذي تم على أساسه التمثيل.

شكل رقم 70 : الشمال الكرطوغرافي والشمال الجغرافي



ب- إدراك الأبعاد الحقيقية للمجال الممثل

- المرجع الجيوديزي ونوع المسقط:

لقد تحدثنا في العنصر المتعلق بالعمليات التمهيدية لوضع الخرائط عن مجموعة من الاختيارات التقنية التي يتم اللجوء إليها لتمثل سطح واقعي ثلاثي الأبعاد على سطح مستو ثنائي الأبعاد. هذه الاختيارات يجب التعريف بها لتمكين قارئ الخريطة، وخاصة مستعملها، من إدراك الأبعاد الحقيقية للمجال الممثل. لذلك يتم الإشارة خارج إطار الخريطة إلى المرجع الجيوديزي والمسقط المعتمدان في التمثيل.

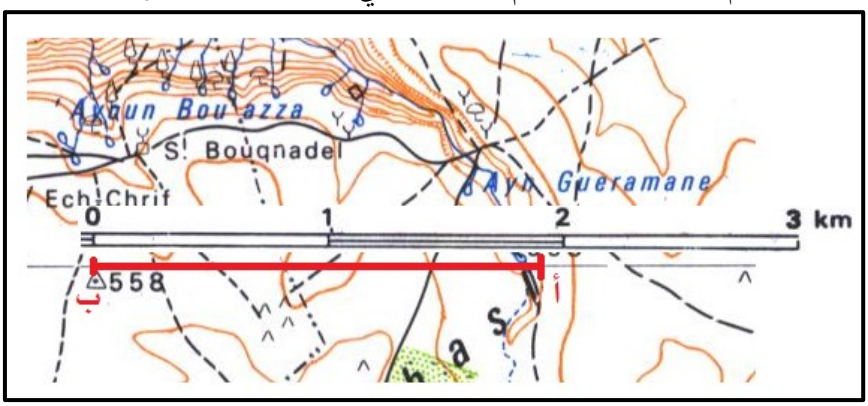
- **المقياس**

تحرص الكرطوغرافيا على التمثيل الأمين لمظاهر المجال المعني. لكن الفرق في المساحة والأبعاد بين هذا المجال (الواقع) وسطح الإسقاط (الخريطة) يقتضي توضيح العلاقة بين الإطارين من حيث حجم التصغير الذي طرأ على المظاهر المنقولة من الأول والممثلة على الثاني.

هذه العلاقة يعكسها، كما رأينا، المقياس الذي يبين حجم التصغير الذي طرأ على الظواهر الممثلة، فهو يحدد العلاقة بين المسافات على الخريطة والمسافات الحقيقية التي تمثلها على الأرض. إلا أنه ينبغي التنبيه إلى أن المقياس لا يكون دقيقا إلى عند مستوى مركز الإسقاط أي عند نقطة أو خط التماس بين المسقط وسطح الإسقاط (أي الخريطة). كما أن هذه العلاقة لا تأخذ بعين الاعتبار التفاوت في الارتفاع بين النقط على سطح المجال، إذ عادة ما لا تعتبر إلا المسافات الأفقية. وهناك طريقتان للدلالة على مقياس الخريطة الطبوغرافية؛ الأولى تتم بالتعبير العددي (المقياس العددي) والثانية بالتعبير الخطي (المقياس الخطي).

- **التعبير العددي**: يكون بكسر المسافة فوق الخريطة على المسافة فوق الأرض مع ضرورة اعتماد نفس وحدة القياس بالنسبة لكل من البسط والمقام: فمقياس $\frac{1}{50\,000}$ مثلا يعني أن سنتمترا واحدا على الخريطة يساوي 50.000 سنتمتر على سطح حقيقي، ومعنى ذلك أنه وقع تصغير المسافات 50 ألف مرة.
- **أما التعبير الخطي**: فيتم برسم قطعة مرقمة تشير أعدادها إلى المسافات الحقيقية في الميدان والتي غالبا ما يعبر عنها بالكيلومترات. فهذا المقياس يمكن من قراءة المسافات الحقيقية مباشرة على الخريطة دون اللجوء إلى عمليات حسابية لتحويل المسافات من السنتمترات على الخريطة إلى الكيلومترات في الواقع.

شكل رقم 71 : كيفية استخدام المقياس الخطي لقياس المسافات على الخريطة



فمثلا لقياس المسافة الفاصلة بين النقطتين أ و ب بالشكل أعلاه يكفي إسقاط المقياس الخطي للخريطة على هذه المسافة لمعرفة قيمتها مباشرة وبسهولة، حيث يلاحظ أن هذه المسافة تبلغ 1,9 كلم تقريبا.

ويجدر التذكير بأنه، وبالإضافة إلى كون المقياس يساعد على معرفة الأبعاد الواقعية للمسافات الموجودة بين نقط معينة على الخريطة وعلى قياس أحجام بعض الظواهر المساحية الممثلة عليها (التشكيلات النباتية، الحقول...)، فإن حجمه يتحكم إلى حد بعيد في أهمية العناصر التالية بالنسبة للخريطة:

- **حجم المجال:** يكون كبيرا إذا كان المقياس صغيرا، ويكون صغيرا إذا كان المقياس كبيرا . وهنا يجب التنبيه إلى أن حجم المقياس يظهر من خلال العدد المكون للمقام؛ فإذا كان هذا العدد صغيرا فإن المقياس يعتبر كبيرا، وبالتالي فإن المجال الممثل يكون صغيرا. أما إذا كان العدد كبيرا فإن المقياس يعتبر صغيرا والمجال الممثل يكون كبيرا؛

مثال: $\frac{1}{10\,000} < \frac{1}{50\,000} < \frac{1}{100\,000}$ ... إلخ.

- التفاصيل: تكون وافية من خلال المقياس الكبير وضئيلة من خلال المقياس الصغير؛
- أسماء الأماكن: تكون دقيقة من خلال المقياس الكبير وعامة من خلال المقياس الصغير؛
- المعلومات: تكون مفصلة من خلال المقياس الكبير ومعممة من خلال المقياس الصغير.

ج- مضمون الخريطة الطبوغرافية من خلال المفتاح

تهدف الخريطة الطبوغرافية إلى تمثيل جل المظاهر الطبيعية والبشرية التي يزخر بها سطح المجال المعني مع العمل على المحافظة على شكل توطينها وعكس أحجامها وأشكالها وخصائصها الأساسية. لكن الخريطة الطبوغرافية تطمح أيضا إلى عكس البعد الثالث لبعض هذه المظاهر باعتماد تقنيات لإظهار ارتفاعها أيضا. وإلقاء نظرة على خريطة طبوغرافية يثير الانتباه إلى تداخل وتقاطع الرموز الممثلة لهذه المظاهر، مما يفرض ضرورة الاهتداء بالمفتاح الذي من المفترض أن يكون منظما يسهل القراءة وشافيا مستوفيا شرح كل الرموز الملاحظة على الخريطة. وعلى العموم يمكن تصنيف العناصر التي تظهر على الخريطة إلى أربع مجموعات كبرى:

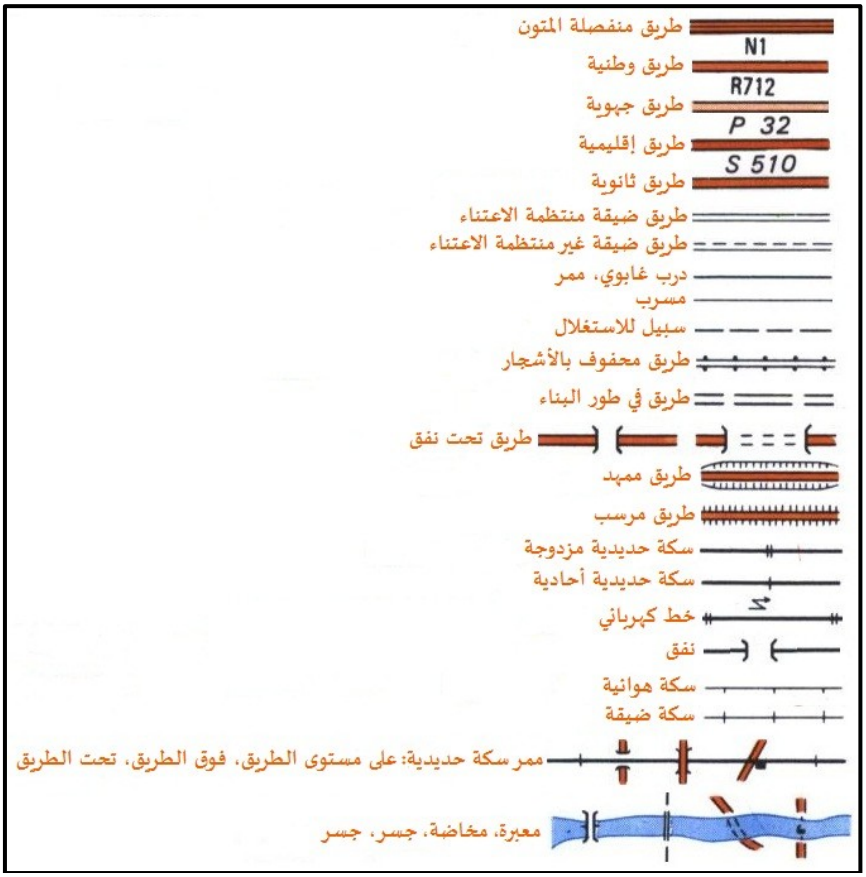
- **التفدين:** يضم مجموع العناصر التي تمثل عموما تفاصيل المنشآت البشرية من طرق للمواصلات، وبنايات...، وحدود وطبيعة الزراعات والغطاء النباتي، والحدود الإدارية وما شابهه...؛
- **الهيدروغرافيا:** وتهم مجموع المظاهر المتعلقة بالماء والجريان، وتمثل عموما باللون الأزرق؛
- **انتظام التضاريس:** يهم مجموع العناصر التي تصف أشكال التضاريس؛

- **الأماكنية:** كل ما يتعلق بأسماء الأماكن على الخريطة (في الخرائط كل الكتابات تخضع لاحتياطات وقواعد جد صارمة: فمثلا طريقة كتابة أسماء الجماعات تختلف عن طريقة كتابة أسماء الكتل الجبلية...).

ـ مظاهر التفدين:

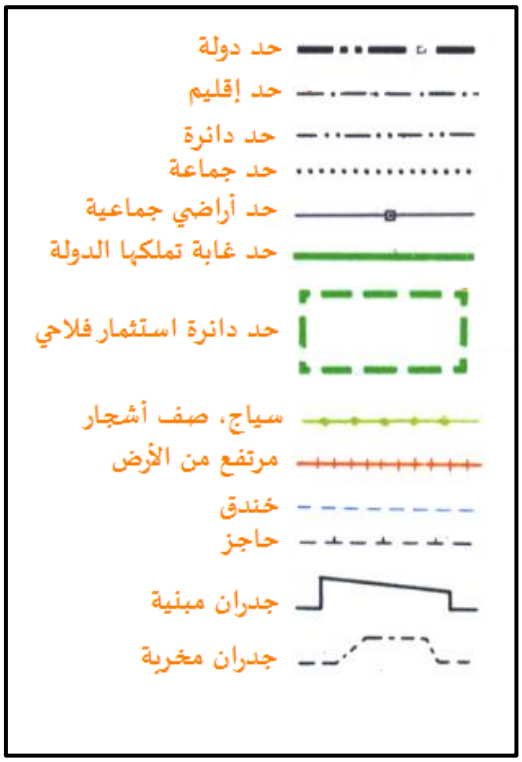
يمكن تنميط مظاهر التفدين على الخرائط الطبوغرافية المغربية في حوالي ثلاثة عشر (13) مجموعة كبيرة ممثل جلها برموز اصطلاحية ولكن بألوان مختلفة. هذه المجموعات يمكن ترتيبها كما يلي:

- الطرق والسكك الحديدية والأنفاق والتجهيزات المصاحبة لها كالجسور والمعابر؛

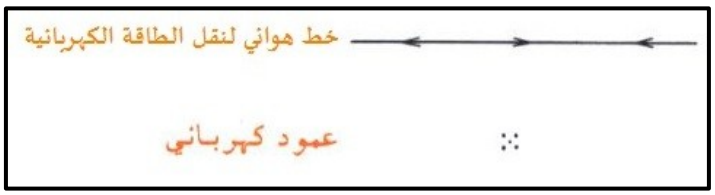


- بنيات النقل اللوجيستية كمحطات السكك الحديدية والمطارات؛

- الحدود والسياجات والخنادق والحواجز والأسوار؛



- خطوط نقل الطاقة؛

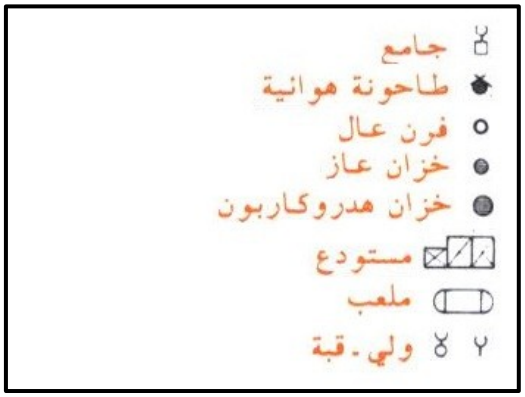


- المناجم والمقالع وما شابه؛

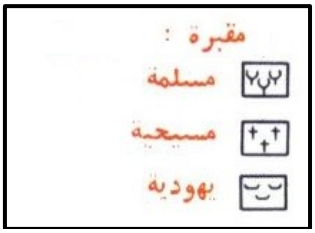
- المرافق الإدارية والأسواق؛

- القصبات والحصون والأطلال والآثار؛

- البنايات الدينية والصناعية والمستودعات وما شابه؛



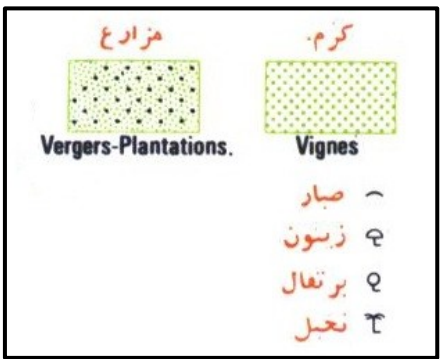
- المقابر ؛



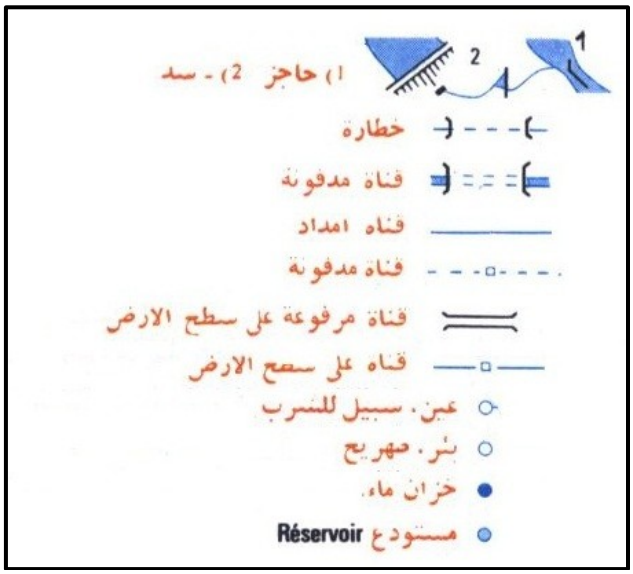
- البنيات السياحية كالمخيمات والمآوي والمواقع السياحية؛

- العمران ويهم أساسا مختلف الأنسجة الحضرية؛

- المزارع والمغارس؛



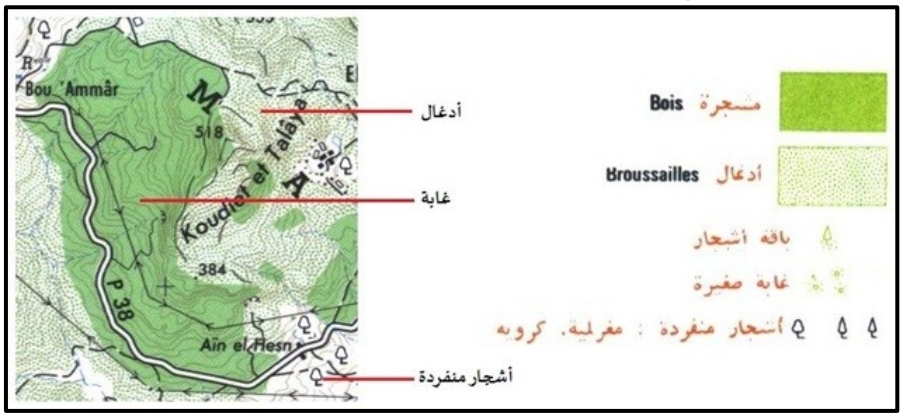
- التجهيزات المائية والهيدرو زراعية كالسدود والحواجز والخزانات والصهاريج والآبار والقنوات والخطارات والسواقي.



- الغطاء النباتي الطبيعي:

يمثل الغطاء النباتي الطبيعي على الخريطة الطبوغرافية برموز اصطلاحية أو تصويرية. فالتشكيلات الغابوية الكثيفة تمثل بمساحات ملونة بالأخضر. أما التشكيلات الأقل أهمية والمكونة أساسا من الأدغال فتمثل بمساحات منقطة بالأخضر. أما الأشجار المتفرقة في مجموعات صغيرة أو منفردة فتمثل عادة برموز تصويرية.

شكل رقم 72 : ترميز الغطاء النباتي بالخريطة الطبوغرافية المغربية

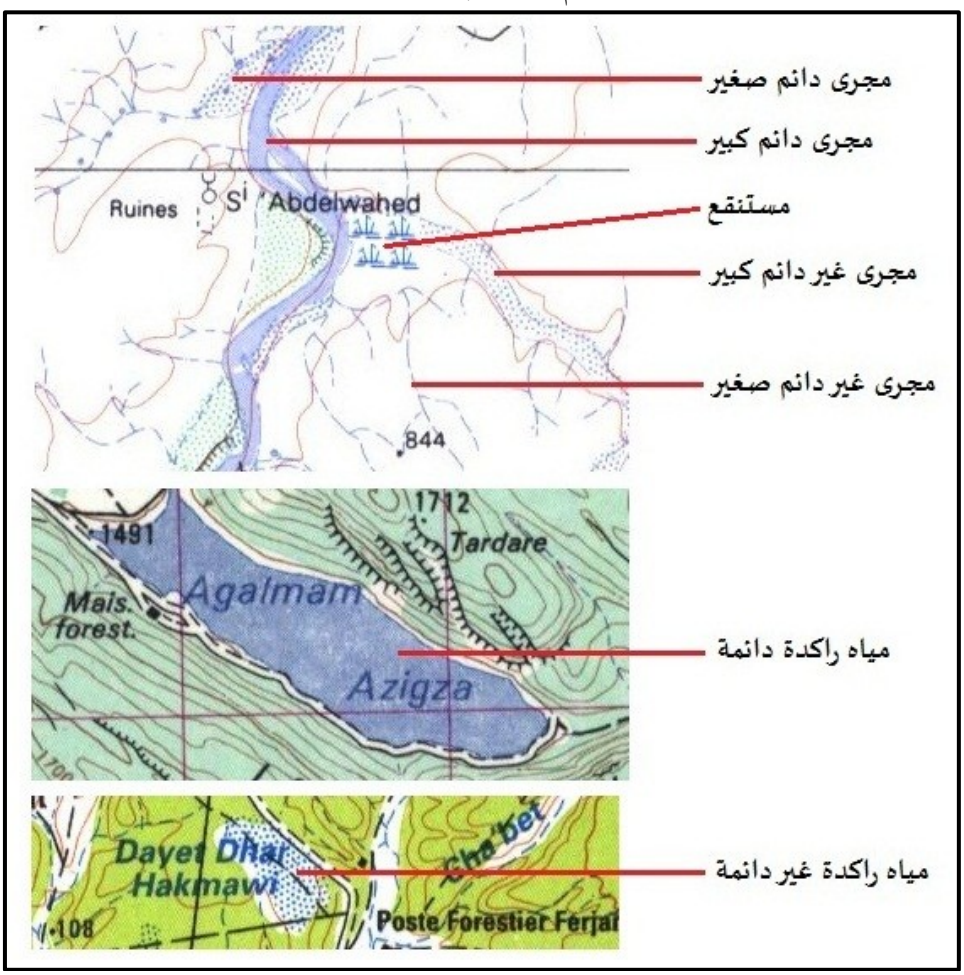


- المظاهر المائية:

يستعمل اللون الأزرق عادة لتمثيل كل المظاهر المتعلقة بالمياه سواء كانت جارية أو راكدة: فالمياه الراكدة تمثل بمساحات متناسبة مع مساحاتها الحقيقية، تكون ملونة بالأزرق إذا كانت دائمة ومنقطة به إذا كانت غير دائمة.

أما المياه الجارية فتمثل بخطوط زرقاء متصلة بالنسبة للدائمة ومتقطعة بالنسبة لغير الدائمة. هذا وتمثل المجاري الكبرى الدائمة بخطوط سميكة تظهر عرضها وفق مقياس الخريطة. أما غير الدائمة فتمثل بمجال أزرق منقط محدود بخطين متقطعين.

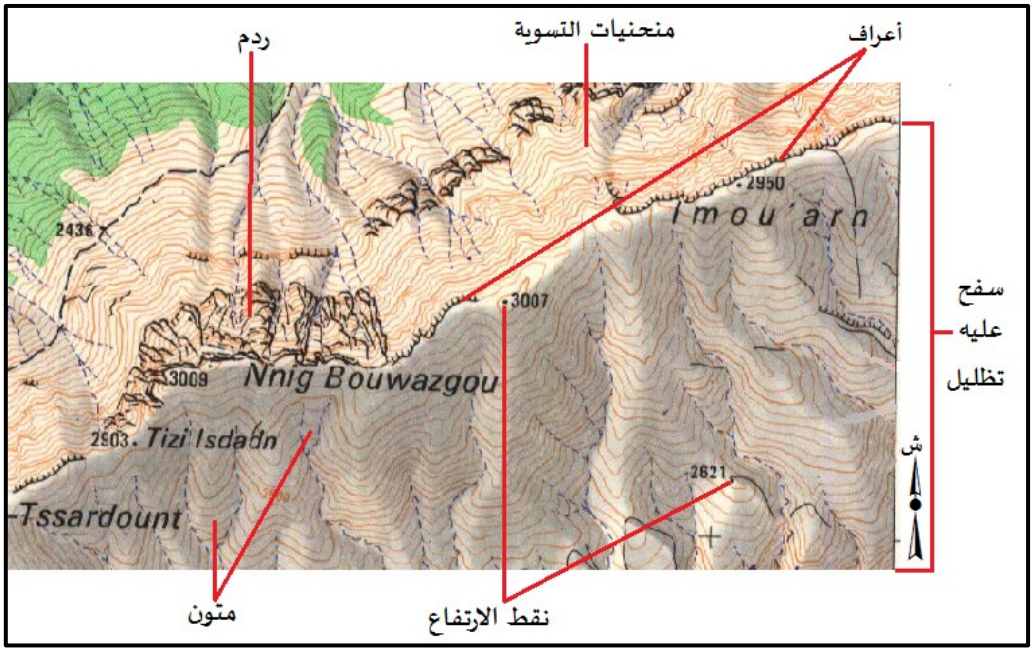
شكل رقم 73: ترميز المظاهر المائية



ـ التضاريس:

لنقل معطيات السطح التضاريسية على الخريطة يعتمد واضعو الخرائط الطبوغرافية على عدة تقنيات لتمثيل الأشكال التضاريسية بأبعادها الثلاثة، الطول والعرض والارتفاع. وتعتمد هذه التقنيات ثلاث وسائل أساسية هي نقط الارتفاع وخطوط التسوية والتظليل(شكل 74):

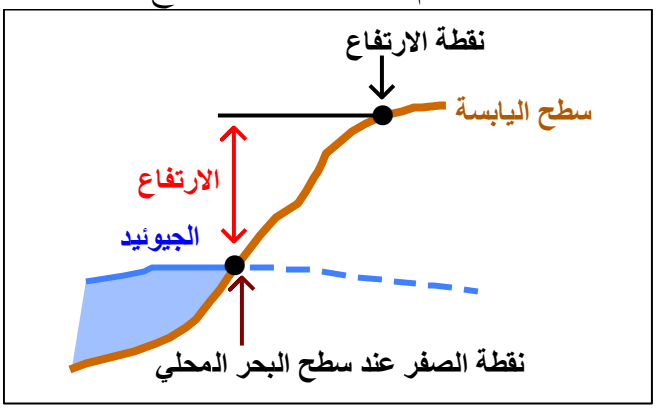
شكل رقم 74: ترميز التضاريس



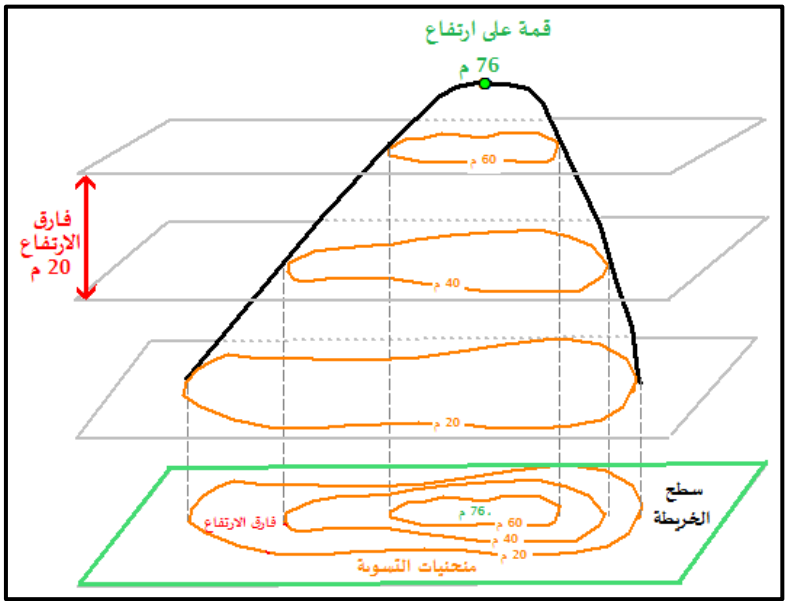
- **نقط الارتفاع**: هي نقط ترسم باللون الأسود تحمل أعدادا تشير إلى ارتفاع موضعها عن سطح البحر عند النقطة الرئيسية للمرجع الجيوديزي المحلي (شكل 75). فهي تساعد، بفضل انتشارها الواسع على الخريطة، على تكوين فكرة عن مستوى علو سطح المجال الممثل وتساعد على قراءة منحنيات التسوية التي تعتبر الأنجع فيما يخص عكس مورفولوجية هذا السطح.
- **منحنيات التسوية**: هي عبارة عن خطوط منحنية مغلقة يمثل كل خط منها مجموعة من النقط من نفس الارتفاع. فهي إسقاط لخطوط تجمع نقط تقاطع سطح

أفقي وهمي على علو معين مع تضرس ما على سطح الخريطة كما يوضحه الشكل 76.

شكل رقم 75 : مبدأ قياس الارتفاع



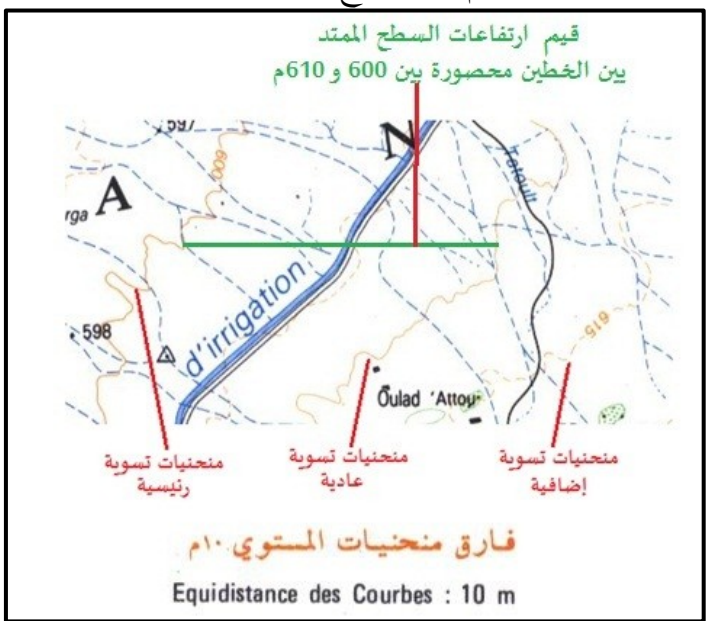
شكل رقم 76 : مبدأ إسقاط منحنيات التسوية



يعكس تباعد منحنيات التسوية أو تقاربها إلى حد بعيد أشكال التضاريس المكونة للسطح؛ فهي تتزايد تقاربا كلما كان الانحدار شديدا وتتزايد تباعدا كلما كان خفيفا. تدل منحنيات التسوية كذلك على الارتفاع الموجود خارج المنحنيات وذلك من خلال الفارق

في الارتفاع الذي يشار إليه في المفتاح، حيث تكون قيم الارتفاعات المسجلة على السطح الموجود بين منحيين محصورة بين قيمتي هذين المنحيين (الشكل 77).

شكل رقم 77 : أنواع منحنيات التسوية



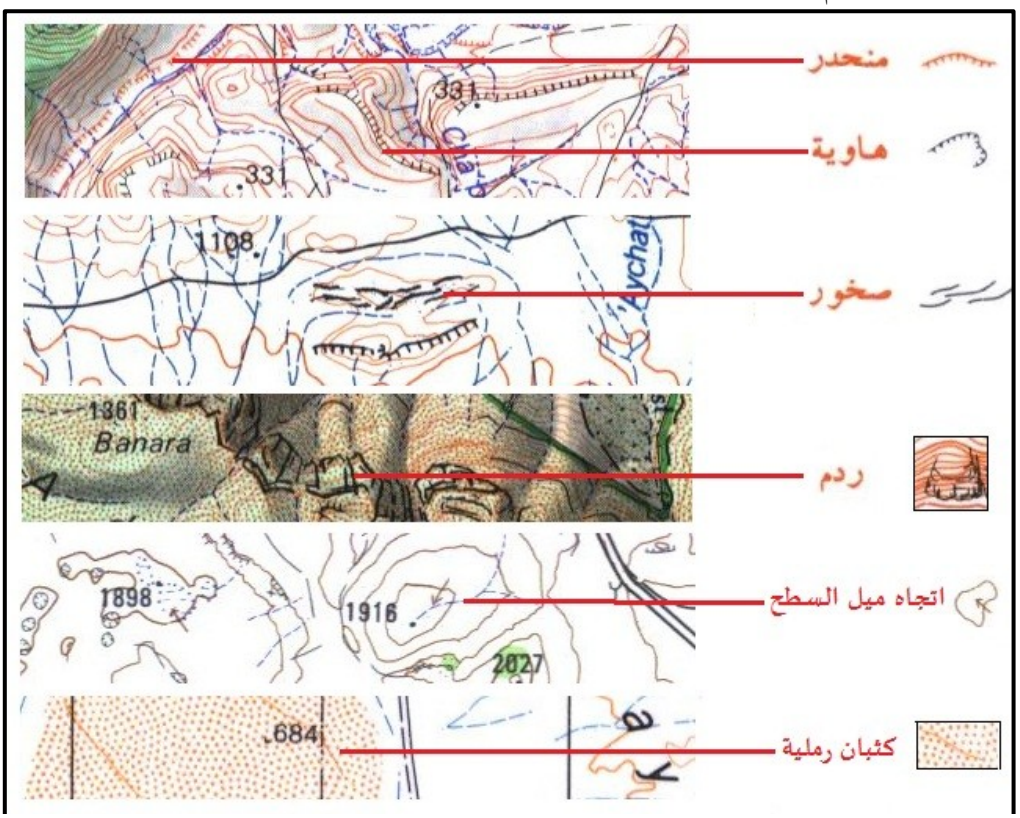
ولتسهيل قراءة واستعمال خطوط التسوية على الخريطة الطبوغرافية، يتم رسم خط تسوية سميك يحمل قيمة ارتفاع النقط به من بين كل خمسة خطوط يسمى بـ "خط التسوية الرئيسي". وفي المناطق المنبسطة، حيث تكون خطوط التسوية متباعدة، تضاف خطوطا متقطعة بين خطوط التسوية العادية تسمى بـ "خطوط التسوية الإضافية" وترسم عند نصف فارق الارتفاع بين هذه الخطوط (الخطوط العادية).

- **التظليل:** "هو وسيلة تستعمل لتوضيح التضاريس وتسهيل قراءتها فوق الخريطة وذلك عن طريق تمييز السفوح المتقابلة. فالتظليل يستعمل أساسا لإظهار توجيه المنحدرات، فهذه الوسيلة تفترض أن هناك شعاعا مضيئا ينطلق من الشمال الغربي فينير المنحدرات المواجهة له بينما تبقى المنحدرات الموجودة في الواجهة الأخرى مظلمة. ولإظهار ذلك يتم رسم التظليل عليها عن طريق تلوينها بالرمادي

أو الأسود، حيث يزداد التظليل حدة مع شدة احتجاب المنحدر عن الضوء المشع: فالمنحدرات البسيطة يتم تلوينها بالرمادي أما السفوح الوعرة فتكون مظلمة وذات لون قاتم"[21].

بالإضافة إلى هذه التقنيات، تستعمل الخرائط الطبوغرافية رموزا أخرى لتمثيل بعض الأشكال التضاريسية كالمنحدرات والحافات والكثبان الرملية والنتوءات الصخرية وبعض التكوينات السطحية.

شكل رقم 78 : الرموز الممثلة لبعض الأشكال التضاريسية والتكوينات السطحية



[21] محمد بريان، حسن بنحليمة، عبد الله العوينة (1982)، قراءة وتحليل الخريطة الطبوغرافية، منشورات اللجنة الوطنية المغربية للجغرافية، مطبعة فضالة، المحمدية ص. 37.

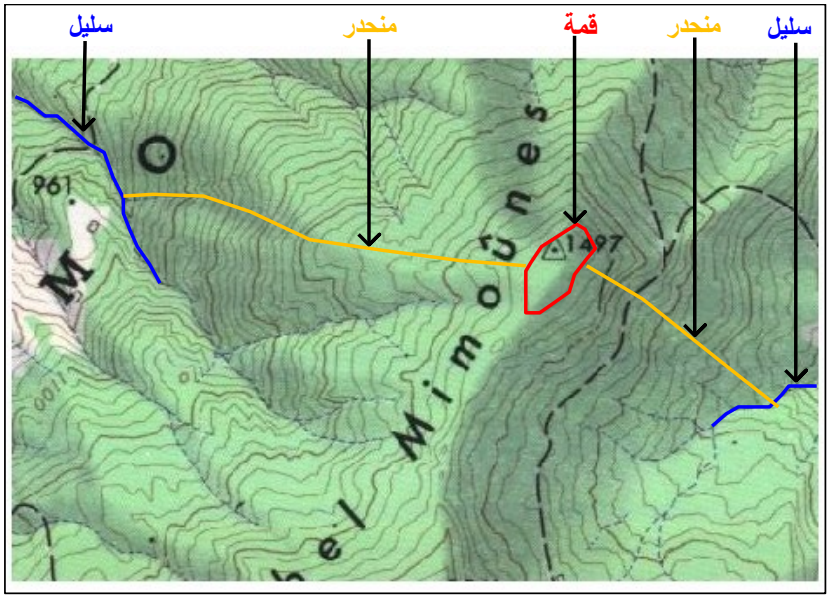
د- التحليل الطبوغرافي:

للتحليل الطبوغرافي أهمية كبيرة في فهم مضمون الخريطة الطبوغرافية وفي تقوية القدرة على استعمالها سواء في الميدان أو في الدراسات الوثائقية المتعلقة بالمجال.

تتميز التضاريس التي يمكن ملاحظتها في الميدان بتنوعها الشديد وتباين تعقد أشكالها. وللتمييز بين هذه الأشكال يجب اكتساب القدرة على استغلال منحنيات التسوية في قراءة المجال الممثل والاستعانة بتقنيات التعبير البياني التي تمكن من تجسيم بعض مظاهر السطح به.

يتميز سطح الأرض بصفة عامة بعدم تمام انبساطه حتى في المناطق التي قد تظهر للعين أنها منبسطة. لذلك فإن السطح هو في الأساس منحدر، والانحدار يظهر محليا بميلان السطح في اتجاه معين انطلاقا من قمة ونحو أخفض مكان على المستوى المحلي الذي قد يكون عبارة عن نقطة أو خط من النقط يسمى سليلا. جل الأشكال والوحدات التضاريسية تتكون من هذه العناصر الثلاث (القمم، المنحدارات، السلان)، وهي تظهر على الخريطة الطبوغرافية من خلال شكل امتداد منحنيات التسوية وشكل انتظامها.

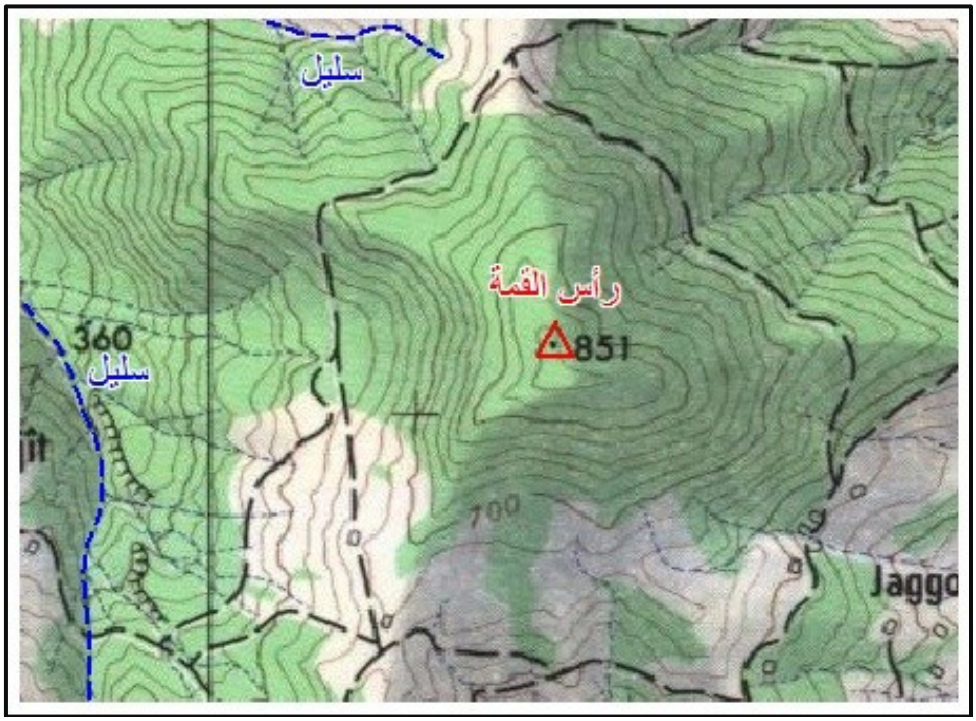
شكل رقم 79 : عناصر التضاريس



- **القمم**: هي المكان الأعلى في التضاريس المحلية، وعنده تلتقي المنحدارات في الأعلى. تتخذ القمم أشكالا مختلفة؛ فقد تكون عبارة عن نقطة، حادة أو محدبة، أو عبارة عن عرف (قمة على شكل خط) أو عبارة عن مستوى (أي سطح منبسط ممتد بشكل واضح يشرف على منحدرات).

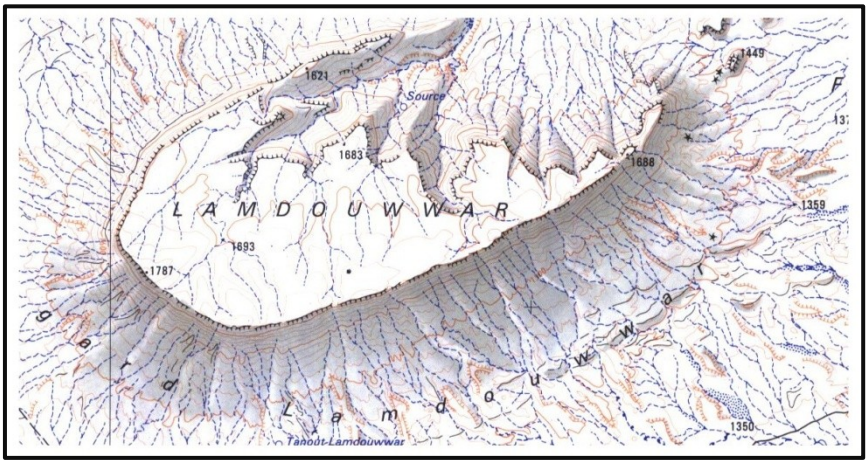
وسواء كانت القمة نقطة أو عرفا أو مستوى، فيمكن تمييزها على الخرائط من خلال شكل منحنيات التسوية التي تظهر ضيقة ومغلقة حول رأس القمة وتتسع في اتجاه قاعدتها مع تدرج وتباين واضحين في الارتفاع بينهما.

شكل رقم 80 : قمة على شكل نقطة



شكل رقم 81 : قمة على شكل خط

شكل رقم 82 : قمة على شكل مستوى



- **المنحدرات**: المنحدر هو الجزء المائل من السطح الذي يفصل بين القمة والسليل. والانحدار هو الزاوية التي يرسمها سطح مائل مع سطح أفقي مفترض، وهو قابل للقياس بطرق مختلفة.

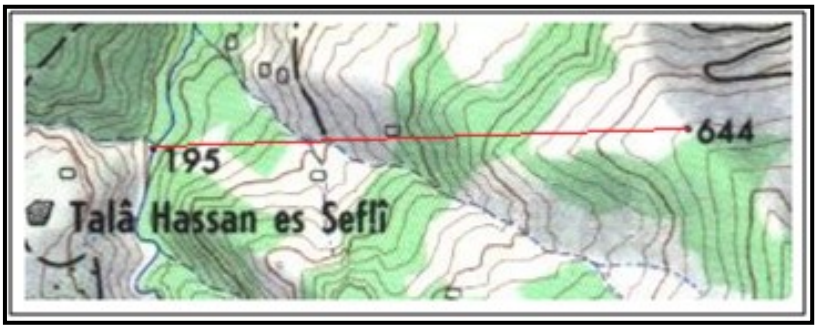
يتأثر ميل المنحدر بالفرق في الارتفاع بين القمة والسليل وطول المسافة الفاصلة بينهما. فالانحدار يكون شديدا كلما كان الفارق في الارتفاع بين القمة والسليل كبيرا وكلما كانت المسافة الأفقية الفاصلة بينهما قصيرة، ويكون ضعيفا كلما كان الفارق في الارتفاع ضعيفا والمسافة الأفقية طويلة.

لقياس ميل المنحدر يجب بداية قياس المسافة الفاصلة بين نقطتي القمة والسليل (أ ، ب) ثم قياس الفرق في الارتفاع بينهما (ارتفاع أ ـــ ارتفاع ب). بعد ذلك يجب قسمة الفارق في الارتفاع على المسافة الأفقية مع اعتماد المتر وحدة للقياس في البسط والمقام، بحيث يجب تحويل وحدات المسافة الأفقية من الكلمترات إلى المتر.

$$\frac{\text{الفارق في الارتفاع}}{\text{المسافة الافقية}}$$

أما التعبير عن الميل فيتم بالدرجات أو بالنسبة المئوية. ففي المثال التالي نلاحظ على خريطة الجبهة بمقياس 50000: 1 منحدرا يربط بين قمة على ارتفاع 644 متر وسليل على ارتفاع 195 متر ممتدا على مسافة بطول 1,6كلم.

شكل رقم 83 : قياس ميل المنحدر



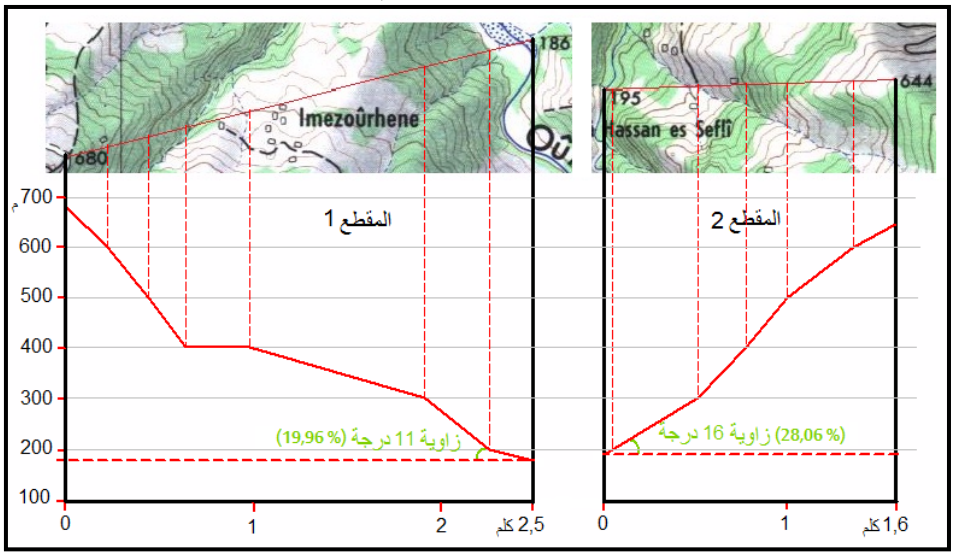
فميل هذا المنحدر بالنسبة المئوية في هذه الحالة هو :

$$\frac{644م - 195م}{1600م} \times 100 = 28,06\ \%$$

ومعنى هذه النتيجة أن الفارق في الارتفاع يساوي 28.06% من المسافة الأفقية، وهو ما يعادل زاوية ميل قيمتها حوالي 16 درجة (انظر الملحق رقم 1 المتعلق بقياس الانحدارات بالدرجات والنسب المائوية).

يكون ميل المنحدر شديدا عندما تكون هذه النسبة مرتفعة ويكون خفيفا عندما تكون متدنية، وهو ما يمكن ملاحظته من خلال المقارنة بين ميل المنحدرين التاليين:

شكل رقم 84 :المقارنة بين ميلي منحدرين



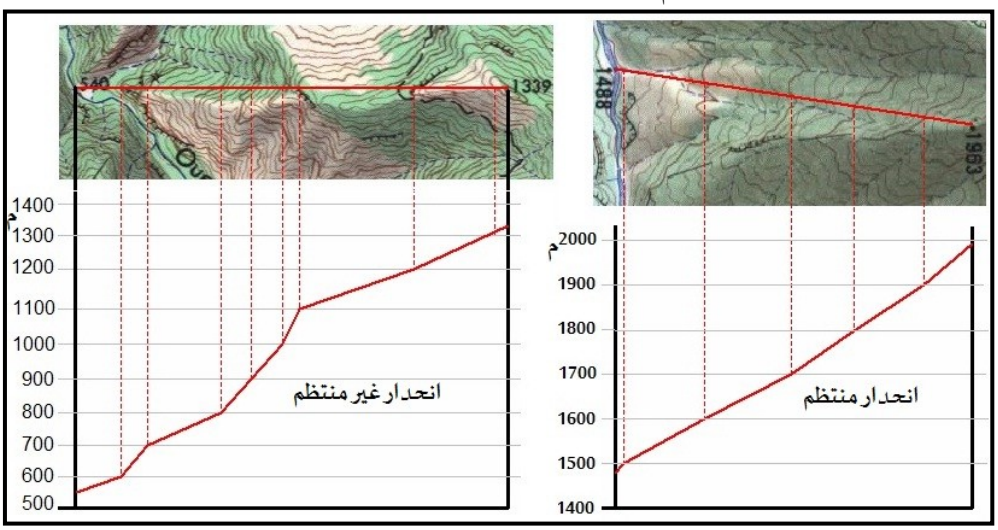
ففي المقطع 1 يلاحظ أن المسافة الفاصلة بين القمة والسليل تبلغ 2.5 كلم بحيث تزيد عن مثيلتها بالمقطع 2 بـــــ 36 % ، في حين أن الفارق في الارتفاع لا يزيد سوى بـــــ 9%. لذلك يلاحظ أن الانحدار هو أقوى بالمقطع الثاني عنه بالمقطع الأول، حيث تبلغ قيمتها على التوالي 28.06 % ، بزاوية ميل تقارب 16 درجة، مقابل 19.96 % فقط وبزاوية 11 درجة تقريبا.

هذا، ويتم تمييز المنحدرات على الخريطة الطبوغرافية من خلال شكل توالي منحنيات التسوية وتدرج الارتفاع بين القمة والسليل المجاور لها، وتبعا لذلك فهي تختلف في حدة ميلها وشكلها وانتظامها.

تظهر قوة ميل المنحدرات من خلال تقارب أو تباعد منحنيات التسوية؛ فتقاربها الشديد يدل على شدة ميل المنحدر، أما تباعدها فيدل على ضعفه. ففي المقطع 1 من الشكل السابق (شكل رقم 84) يلاحظ تباين حدة الميل على طول المنحدر، حيث تظهر منحنيات التسوية متقاربة جدا بالقرب من القمة ويبدو معها الانحدار شديدا حتى ارتفاع 400م. بعد ذلك، تقلصت حدة الانحدار بشكل واضح على مسافة مهمة، حيث تبدو المنحنيات متباعدة حتى منحنى تسوية 300م، ثم لتتقوى هذه الحدة من جديد حتى قعر الوادي حيث بدأت تتقلص في اتجاه نقطة السليل.

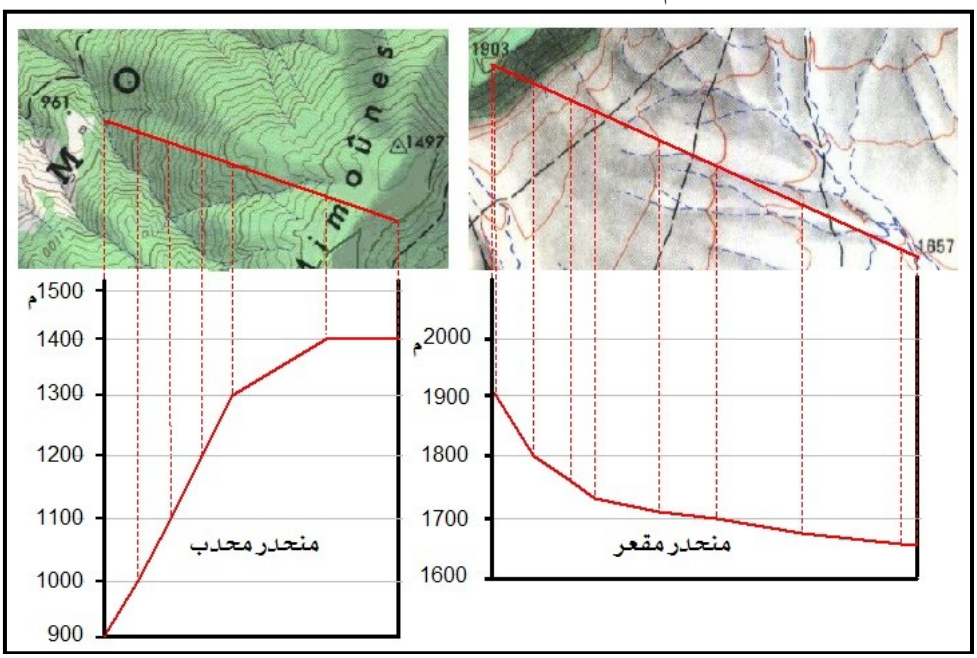
يدل شكل المنحدر بهذا المقطع أيضا على أن الانحدار لا يكون دائما منتظما كما يبدو نسبيا بالمقطع 2، خاصة حينما تكون المنحدرات طويلة، حيث تتعاقب القطاعات الشديدة الميل والقطاعات الخفيفة على طول المنحدر.

شكل رقم 85 : الانحدارات المنتظمة وغير المنتظمة



ولهذا فالمنحدرات يمكن أن تتخذ أشكالا مختلفة، فمنها ما هو محدب، حيث تتباعد منحنيات التسوية عند القمة وتتقارب في اتجاه السليل، ومنها ما هو مقعر حيث تتقارب المنحنيات عند القمة وتتباعد في اتجاه السليل.

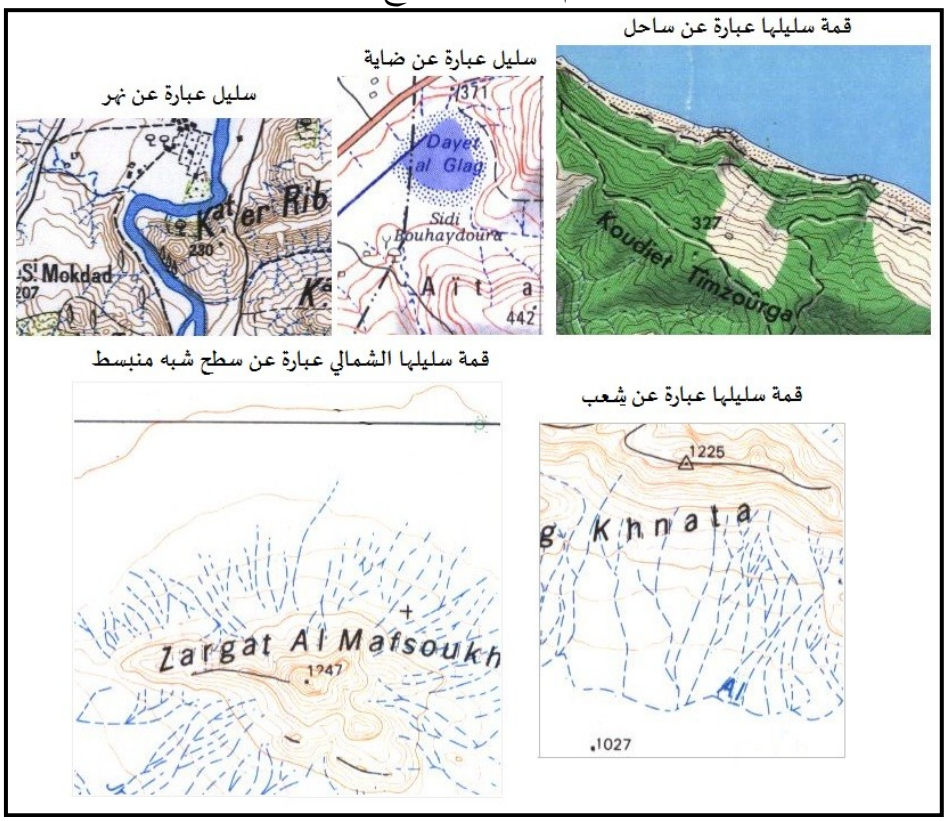
شكل رقم 86 : المنحدرات المقعرة والمنحدرات المحدبة



- **السلان**: السليل هو نقطة أو خط يجمع النقط الأكثر انخفاضا في وادي محلي. غالبا ما تنشأ السلان عن التعرية المائية مشكلة بذلك مجاري أو بالوعات (في حالة كون السليل نقطة) لتجميع وتصريف حصيلة التساقطات التي تستقبلها المنحدرات. لكن السلان يمكن أن تكون أيضا سطوحا منبسطة عند أقدام المنحدرات التي يتلاشى عندها الانحدار بشكل محسوس.

تتنوع أشكال السلان وتختلف أحجامها أيضا، فقد تكون مجرد شعاب تتلقف المسيلات البسيطة المنحدرة رأسيا من القمم، ويمكن أن تكون عبارة عن قعور لأودية عظيمة الاتساع، بل قد تكون عبارة عن بحيرات أو سواحل بالنسبة للتضاريس الساحلية.

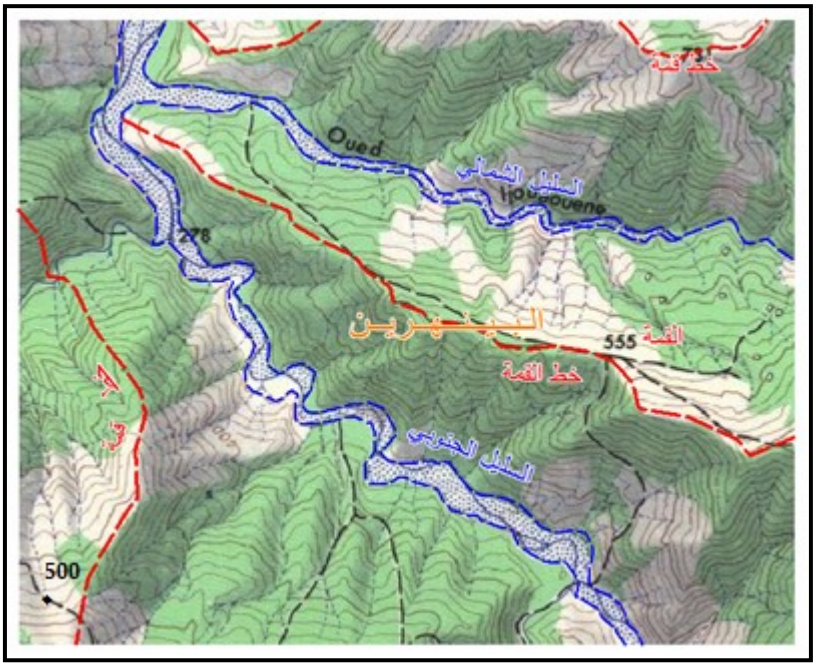
شكل رقم 87 : بعض أنواع السلان

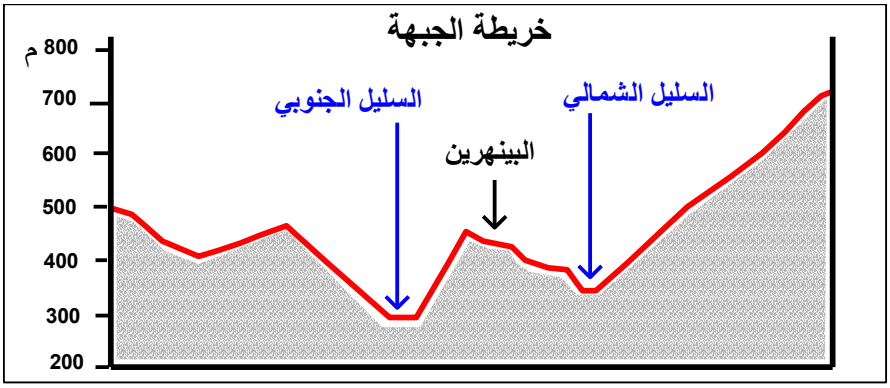


وعلى العموم، غالبا ما تشكل السلان العناصر الرئيسية للشبكة الهيدروغرافية التي تحد المنحدرات محليا، وهي تدخل في تشكيل عناصر تضاريسية أكثر تعقيدا كالبينهرين والوادي والحوض المائي والوحدات التضاريسية وغيرها.

- **البينهرين**: هو المجال الموجود بين سليلين، وهو يتكون من قمة أو خط قمم ومنحدرين يفصلانها عن سليلين، ويتخذ أشكالا مختلفة.

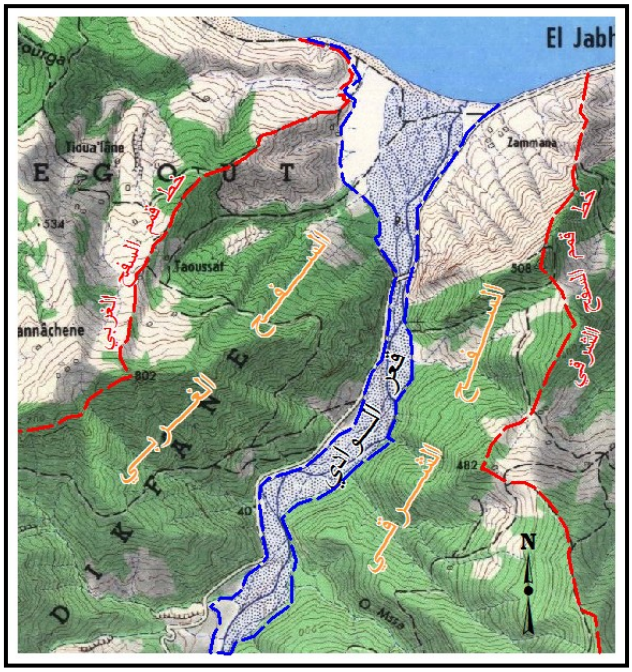
شكل رقم 88 : البينهرين



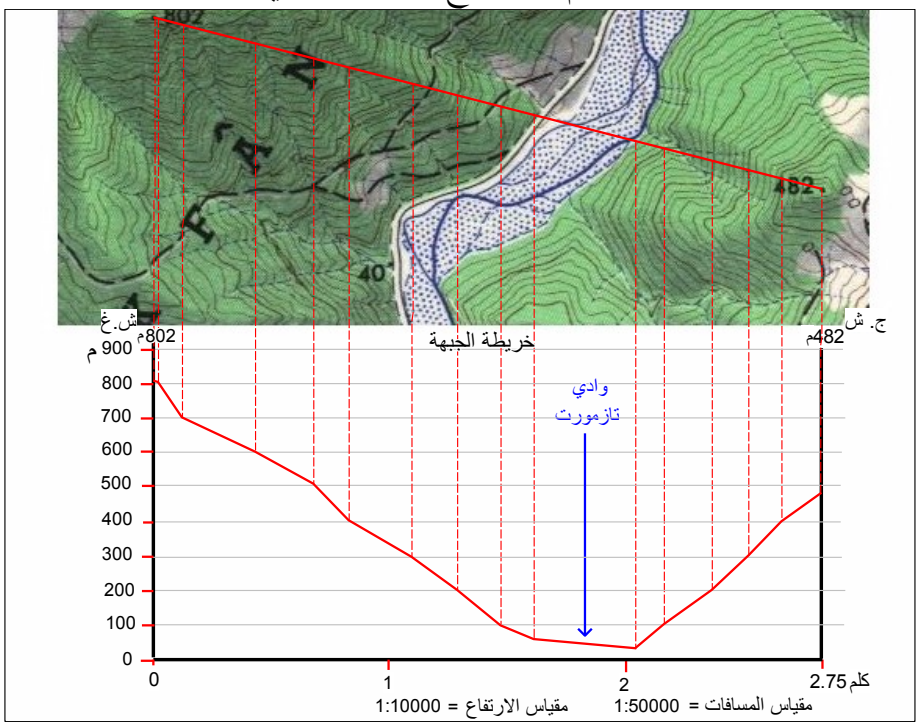


- **الوادي**: هو منخفض طولي ممتد بين خطي قمم تفصلهما عن قعره منحدرات. يتكون الوادي إذن من قعر، وهو الجزء الأكثر انخفاضا به قد يشكل سليلا أو يحتضن عدة سلان تجري بها المياه بشكل دائم أو موسمي، ومن سفحين، أي منحدرين، متقابلين يحدهما من الأعلى خطي قمم. وغالبا ما يتشكل الوادي بفعل التعرية المائية الناجمة عن التساقطات التي تستقبلها السفوح، وهو قد يشكل جزءا فقط من منظومة أكبر تسمى بالحوض المائي.

شكل رقم 89 : الوادي



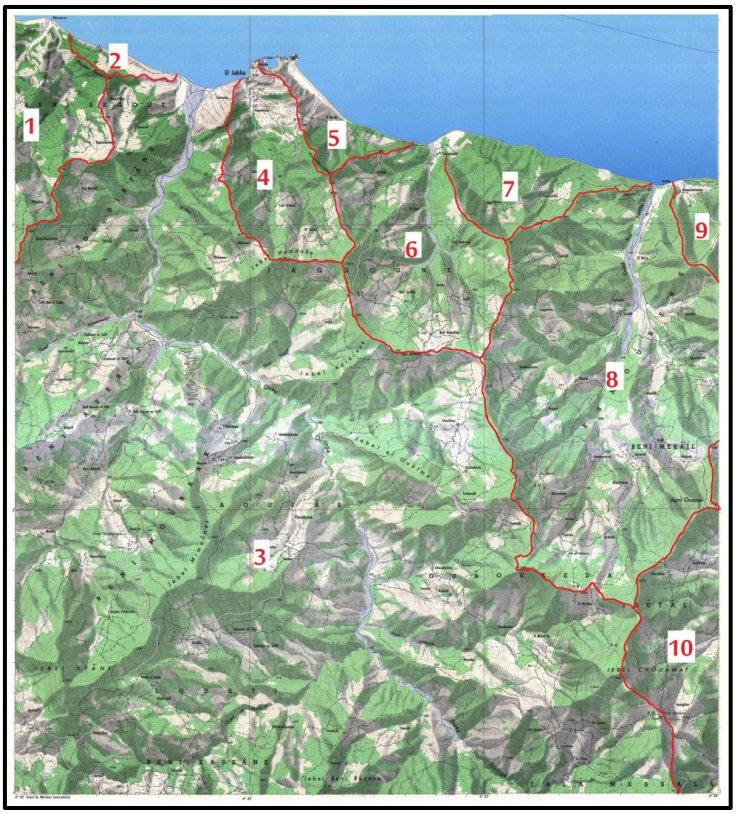
شكل رقم 90 : مقطع مستعرض لوادي



- **الحوض المائي (حوض التصريف)**: هو مجال يتحدد من خلال اتجاه جريان المياه بحيث يشمل مجموع الأودية التي تصرف مياهها في اتجاه مجرى رئيسي أو بحيرة أو بحر أو غيرها. يتكون حوض التصريف من وادي رئيسي تحفه أودية ثانوية في العالية وعلى مستوى السفوح، ويركز مجراه الرئيسي كل الجريان الذي يحدث على مستوى الحوض.

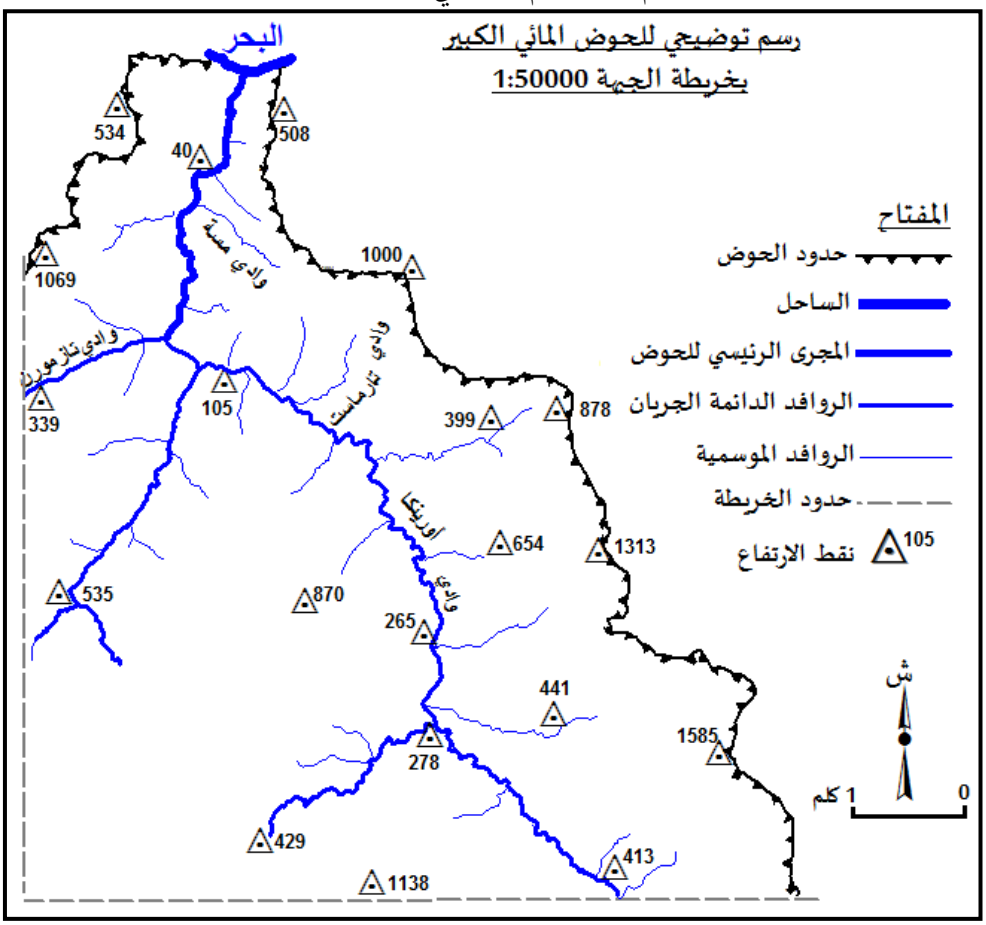
في الخريطة التالية (خريطة الجبهة 1:50000) أمكن تحديد 10 أحواض تصريف؛ ثلاثة منها (2 و5 و7) تصرف مياهها مباشرة إلى البحر ، وأربعة أخرى (3 و4 و6 و8) تتوفر على مجاري رئيسية تستقبل الموارد المائية لهذه الأحواض قبل أن تصل إلى البحر، والمتبقية (1 و9 و10) غير مكتملة على الخريطة لا يمكن معرفة عناصرها بدقة والتحقق من وجهة الجريان بها. ولمعرفة بعض عناصر حوض التصريف سنقوم بوضع رسم توضيحي لأكبر حوض بهذه الخريطة أي الحوض رقم 3.

شكل رقم 91 : أحواض التصريف بخريطة الجبهة



يلاحظ من خلال هذا الرسم التوضيحي لهذه الخريطة (الشكل رقم 92) تعدد الأودية المشكلة للحوض والتي تخترقها مجاري مائية تتدفق حمولتها في اتجاه البحر عبر المجرى الرئيسي الموجود في السافلة، يساعدها في ذلك تدرج ملموس في الارتفاع بين العالية والسافلة من جهة وبين القمم والسلان من جهة ثانية. هذا ويعكس التباين الكبير للارتفاعات على مستوى الحوض التضرس الشديد للسطح مما يدل على انتمائه لوحدة تضاريسية جبلية.

شكل رقم 92 : رسم توضيحي لحوض التصريف



- **الوحدات التضاريسية الكبرى:** يتعين على قارئ الخريطة التمكن أيضا من تمييز الوحدات التضاريسة الثلاث المشكلة لسطح الأرض وهي السهل والهضبة والجبل.

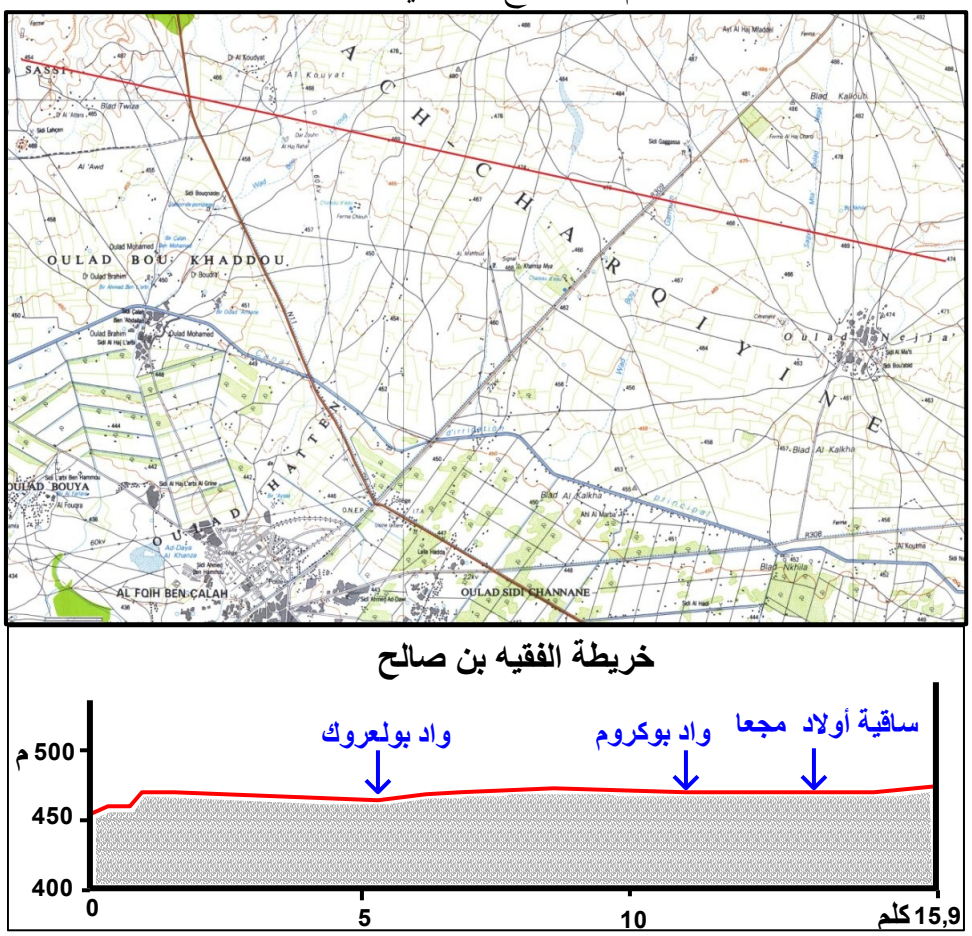
والسبيل إلى ذلك يكمن في الاستغلال الجيد للتقنيات التي تمثل التضاريس (أي نقط الارتفاع ومنحنيات التسوية والتظليل) وتمييز العناصر البسيطة التي تتألف منها (أي القمم والمنحدرات والسلان). إن القراءة التركيبية الدقيقة لهذه العناصر هي التي تمكن من كشف التوليفات التضاريسية والمورفولوجية المميزة للسطح الممثل على الخريطة وتمييز أشكالها المختلفة. وهنا أيضا لا بد من الاستعانة بالتعبير البياني الذي يمكن من تجسيم هذه الأشكال لإدراك أبعادها المختلفة.

* **السهول**: السهل مجال يتميز بانبساط السطح مع وجود انحدارات غير محسوسة. تسمح هذه الانحدارات بجريان المياه على هذا السطح لكن من دون أن تتعمق المجاري بشكل واضح. تظهر السهول على الخرائط الطبوغرافية من خلال التقارب الشديد للارتفاعات المطلقة على امتداد مساحة معتبرة من الخريطة وفي جميع الاتجاهات، وهذا مع تباعد واضح لمنحنيات التسوية وضعف كثافتها بشكل عام.

قد تتخلل السهول بعض المرتفعات أو المنخفضات لكن ذلك لا يغير من طبيعة الوحدة التضاريسية إذا كانت هذه المظاهر معزولة ولا تؤثر على المستوى العام للارتفاعات الملاحظة على امتداد السطح. وفي هذه الحالة يمكن للقارئ رسم مقطع طبوغرافي قاطع لهذه المظاهر يتأكد من خلاله من مدى تجانس الوحدة واستمراريتها. هذا التجانس يظهر بشكل واضح من خلال مقطع لسهل بني عمير الشرقيين من خريطة الفقيه بن صالح (شكل رقم 93).

يظهر هذا المقطع الذي يمتد على مسافة تناهز 16 كلم أن هناك اتجاه عام لانبساط السطح، حيث تتراوح الارتفاعات به وبشكل عام حول مستوى 460م. وبالرغم من كون هذا السطح تخترقه ثلاثة مجاري مائية إلا أنه لا يظهر لها تخديد واضح على مستوى خط المقطع، وهو عكس ما يلاحظ بالهضاب.

شكل رقم 93 : مقطع طبوغرافي لمنطقة سهلية



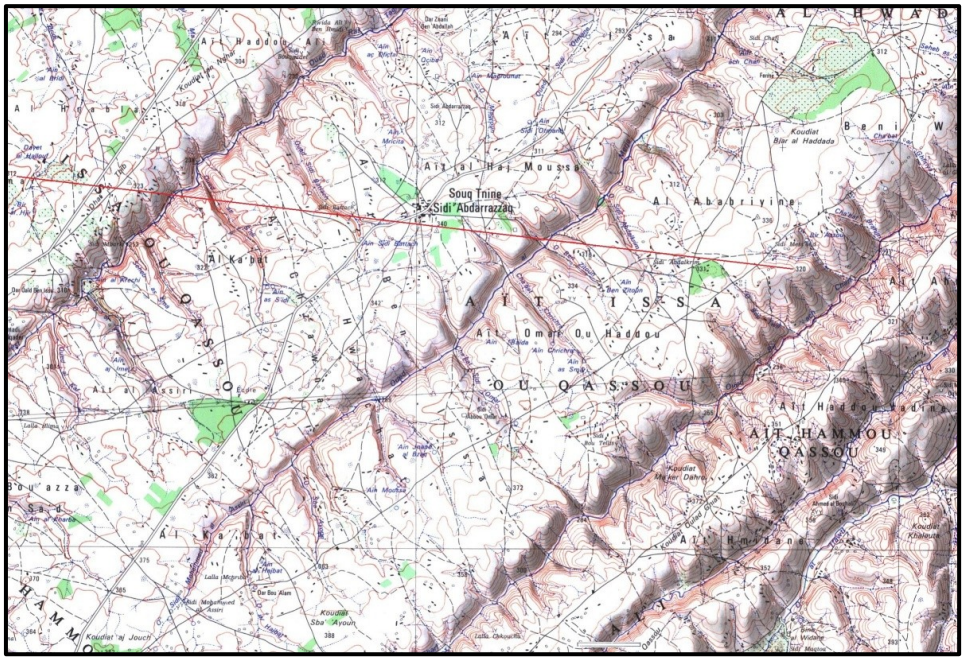
* **الهضاب**: الهضبة مجال شبه مبسط، وأحيانا منبسط، لكنه غاليا ما يكون شديد التقطع بسبب تعمق الأودية، وتكون به الانحدارات أقوى مما هي عليه بالسهول مما يساعد على تشكل أودية واضحة وشبكة هيدروغرافية مهمة. تنتهي الهضاب بتغير الأشكال التضاريسية، بحيث غالبا ما تتشكل حدودها من منحدرات قوية أو من حافات شديدة.

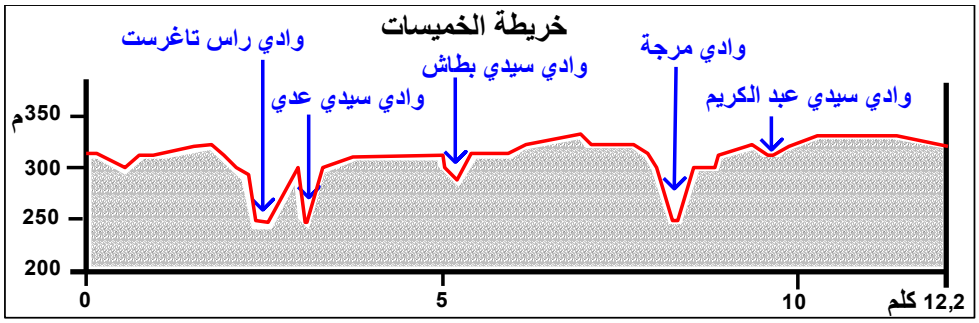
تظهر الهضاب على الخرائط الطبوغرافية من خلال تقارب الارتفاعات المطلقة على مستوى السطوح وتدنيها المفاجئ والواضح على مستوى الأودية التي تخترقها، بحيث تكون الفروق في الارتفاع بينة بين قعور الأودية والسطوح المشرفة عليها. وبناء عليه،

يلاحظ تباعد واضح لمنحنيات التسوية على مستوى السطوح وتقاربها الشديد على مستوى الأودية، وأحيانا يظهر تظليل على طول سفوح الأودية المحجوبة إلى حد ما عن الإشعاع كما يلاحظ في الشكل رقم 94.

ففي الجزء التالي من خريطة الخميسات يلاحظ، رغم صغر المقياس، التخديد الواضح للسطح، حيث تخترق العديد من الأودية سطح الهضبة، الذي يتراوح ارتفاعه حول مستوى عام يبلغ 325م فوق سطح البحر. تتعمق هذه الأودية إلى أكثر من 70م في الجزء فقط الذي يمتد عليه خط المقطع، وهو الجزء الذي تظهر به الأودية الأقل عمقا بالمنطقة ككل. فعلى طول هذا الخط الذي لا تتعدى مسافته 12.2 كلم تتوالى الأودية كل 2 إلى 3 كلمترات، وهي ذات سفوح شديدة الميل يصل عمقها أحيانا إلى أكثر من 75 متر عن سطح الهضبة. لكن عمق المنخفضات بالهضاب يبقى مع ذلك بسيطا إذا ما قورن بذلك المسجل على مستوى الوحدات التضاريسية الجبلية.

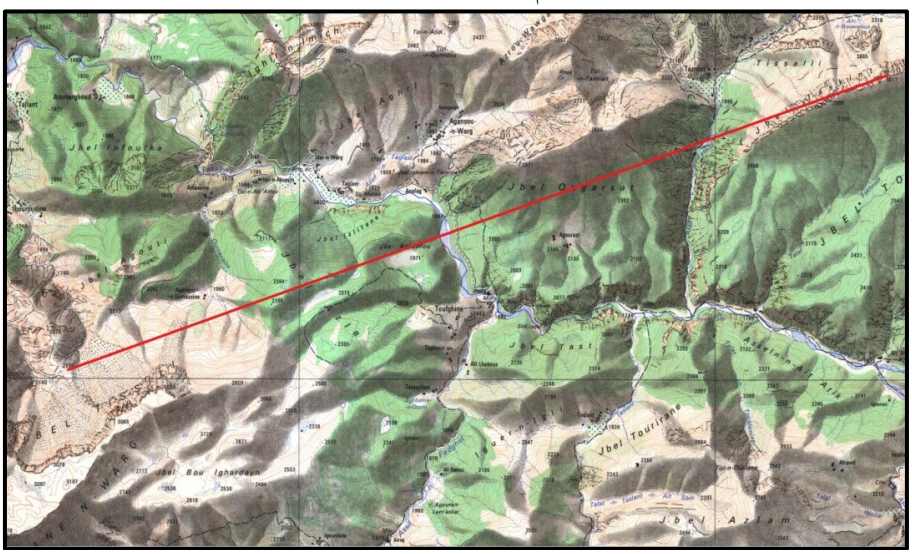
شكل رقم 94 : هضبة سيدي عبد الرزاق (خريطة الخميسات)





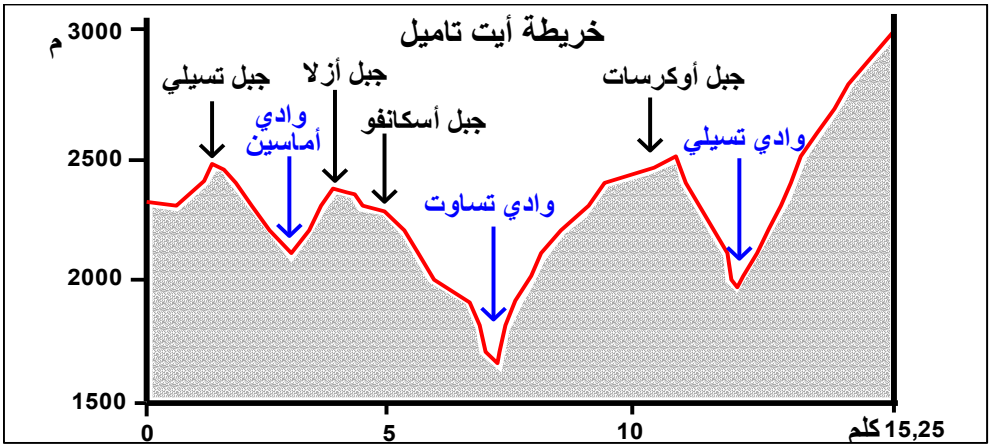
* **الجبال**: هي وحدات مجالية شديدة التضرس، تتميز بالتباين الشديد في الارتفاع محليا بين قمم شاهقة ومنخفضات عميقة وبمنحدرات قوية. تتنوع التضاريس الجبلية بشكل كبير وتظهر على الخريطة الطبوغرافية من خلال حضور كثيف لمنحنيات التسوية وتقاربها الشديد في أغلب الحالات مع فروق كبيرة في الارتفاعات المسجلة داخل مساحة ضيقة.

شكل رقم 95 : التضاريس الجبلية



يلاحظ من خلال مقطع الجزء أعلاه من خريطة أيت تاميل (الشكل الموالي) التذبذب الشديد في الارتفاع على طول خط المقطع الممتد على مسافة 15,2 كلم، حيث يصل الفرق في الارتفاع بين أعلى قمة وأدنى سليل إلى أكثر من 1300 متر. كما يلاحظ التقطع

الشديد للتضاريس، حيث تبرز خمس قمم متباينة الارتفاع تفصل بينها ثلاثة منخفضات كبرى أهمها وادي تساوت الأكثر عمقا والذي يحتضن قعره أهم مجرى مائي بالكتلة ككل.



لم يكن غرضنا من هذا التحليل حصر المظاهر التضاريسية للسطح الشديدة التنوع، بقدر ما كنا نبتغي تطبيق تقنيات للقراءة تمكن من استكشاف بعض أهم هذه المظاهر على الخريطة الطبوغرافية وتمييزها عن بعضها. هذه المقاربة البيداغوجية التي تحكمت في عرضنا أعلاه سنعتمدها أيضا في قراءة الخريطة الموضوعاتية.

3-2- قراءة الخريطة الموضوعاتية

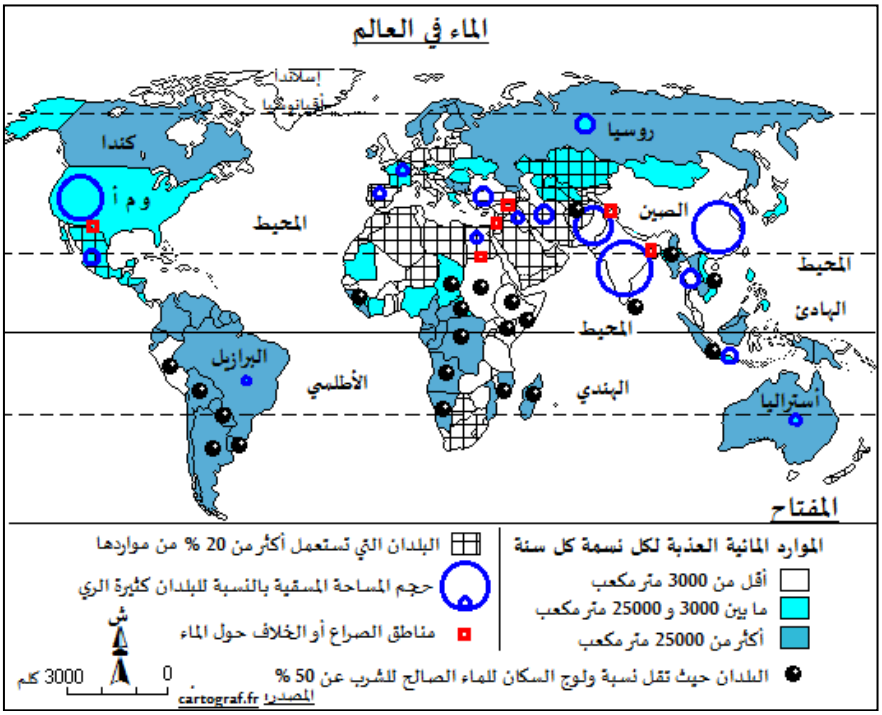
الخريطة الموضوعاتية هي خريطة للتحليل المجالي وليست خريطة للتوطين فقط كما هو الحال بالنسبة للخريطة الطبوغرافية. فقراءة هذا النوع من الخرائط بقدر ما يخضع للمنهج العام لقراءة الخرائط الذي استعرضنا خطواته أعلاه، فهو يتطلب تكييف هذه الخطوات مع خصوصيته.

وعلى العموم، تتم قراءة الخرائط الموضوعاتية بإدراك موضوعها والمجال الذي تمثله والمقياس الترابي الذي تم على أساسه التمثيل، وبفهم نوع المعطيات الممثلة وطبيعة توطينها والمتغيرات البصرية المعتمدة في ذلك. إدراك هذه العناصر يمهد للمرحلة الثانية من القراءة والتي تتعلق بتحليل الخريطة. هذا التحليل يبتدئ بوصف توزيعات المظاهر والمقارنة فيما بينها، يعقبه

تفسير لذلك، وقد يختتم باستنباط قوانين أو مبادئ عامة تفسر البنيات والعلاقات والديناميات. ولهذا فإن قراءة الخريطة الموضوعاتية تتم عبر ثلاث مراحل أساسية:

- **المرحلة الأولى**: يتم فيها استكشاف موضوع الخريطة ومجالها، ويتم ذلك من خلال العنوان الذي لابد وأن يشير إلى هذين العنصرين؛
- **المرحلة الثانية**: تتعلق بفهم المفتاح، وفيها تكون القراءة تقنية محضة، حيث يكون من اللازم معرفة نوع المعطيات الممثلة، ونوع المتغيرات البصرية المعبر بها عنها، وطبيعة التوطين الذي خضع له رسمها، والمقياس الترابي الذي تم على أساسه هذا التوطين.
- **المرحلة الثالثة**: هي مرحلة للتحليل، وفيها تكون القراءة موضوعاتية تسائل المضمون، أي الأفكار التي تحملها الخريطة والرسائل التي تنقلها إلى القارئ. ومن خلال الخريطة التالية سنحاول تطبيق هذه الخطوات بشكل مبسط حتى يتمكن الطالب من الاستئناس بها عند الحاجة.

شكل رقم 96 : خريطة موضوعاتية



أ- استكشاف الخريطة

يشير العنوان إلى أن موضوع الخريطة أعلاه هو الماء ومجالها هو العالم. هذه الخريطة هي خريطة موضوعاتية تأليفية (راجع أعلاه تعريف الخريطة الموضوعاتية) لأنها تعالج هذا الموضوع من عدة جوانب وليس من جانب واحد كما هو الحال بالنسبة للخرائط الموضوعاتية التحليلية؛ فهي تتطرق بشكل خاص إلى:

- حجم الموارد المائية العذبة المتاحة لكل فرد عبر العالم؛
- مستوى استغلال هذه الموارد من طرف البلدان المختلفة؛
- حجم الري بالبلدان الأكثر استغلالا للموارد المائية في السقي؛
- مستوى ولوج السكان إلى الماء الصالح للشرب بالبلدان المختلفة؛
- والصراع أو الخلاف حول الماء عبر العالم.

تمييز هذه المواضيع تم من خلال أنواع الرموز الكرطوغرافية التي تظهر على الخريطة والتي تم شرحها في المفتاح.

ب- فهم المفتاح

يشرح مفتاح الخريطة كل الرموز الملاحظة عليها وهي رموز من نوعين كمية ونوعية. تميز الرموز النوعية المواضيع الخمسة التي تتطرق إليها الخريطة فيما تعكس الرموز الكمية توزيع أربعة أحجام أساسية وهي:

أولا، حجم الموارد المائية المتاحة لكل فرد بمختلف البلدان، وهو ممثل بمتغر القيمة لأن معطياته كمية نسبية (فئات).

ثانيا، حجم استغلال الموارد المائية ممثلا على غير القاعدة بمتغير الشكل رغم أن المعطيات كمية نسبية، ولعل المبرر يكمن في كون واضع الخريطة أراد إبراز فئة فقط من البلدان وهي تلك التي تستغل أكثر من 20% من مواردها المائية، وتفادي صعوبة إدراج متغير القيمة مرتين بتوطين مساحي على خريطة واحدة؛

ثالثا،حجم المساحة المسقية بالبلدان الأكثر استعمالا للري، ممثلا بمتغير الحجم لأنه يعبر عن كميات مطلقة، لكن المفتاح لا يوضح هذه الأحجام حيث يمكن على الخريطة القيام بمقارنات بين المساحات المسقية من دون معرفة أبعادها الحقيقية، وهذا نقص كان من الممكن تداركه؛

ثم أخيرا، نسبة الولوج إلى الماء الصالح للشرب، ممثلة هي الأخرى، على غير القاعدة، بمتغير الشكل رغم أن المعطيات كمية نسبية، وذلك لصعوبة استغلال متغير القيمة عدة مرات على نفس الخريطة بالتوطين المساحي.

أما فيما يخص نوع التوطين البياني، وبما أن المقياس الترابي المعتمد في التمثيل هو البلد (الدول)، فهو توطين مساحي بالنسبة لكل المواضيع باستثناء موضوع الصراع أو الخلاف حول الماء الذي تم تمثيله بتوطين نقطي (لأنه لا مساحة ولا حدود واضحة لمجال هذا الصراع).

ج- التحليل

يقتضي تحليل الخريطة الانطلاق من وصف مشهد الخريطة مع القيام بمقارنات فيما يخص العلاقات المجالية للظواهر ثم تفسير ذلك. وهنا نكون أمام اختيارين؛ إما القيام بعملية الوصف والمقارنة في مرحلة أولى ثم الانتقال بعد ذلك إلى عملية التفسير. وإما تركيب عمليتي الوصف والتفسير في آن واحد. لكننا ولدواع بيداغوجية سنعتمد الأسلوب الأول.

- **الوصف:** في الوصف يمكن تتبع ترتيب المواضيع المعتمد في المفتاح وهو ترتيب منطقي يبتدئ بإعطاء نظرة عامة عن حجم الموارد المائية المتاحة لمختلف بلدان العالم وينتهي بتسليط الضوء على بعض المشاكل الناجمة عن ندرة المياه.

يلاحظ أن الموارد المائية المتاحة للسكان متفاوتة بشكل كبير بين بلدان العالم. ففي الوقت الذي تتجاوز فيه كمية الموارد المائية المتاحة لكل نسمة 25000 متر مكعب في كل من روسيا والدول الاسكندينافية وأستراليا وكندا ودول المنطقة الاستوائية والمدارية الرطبة بإفريقيا وبدول أمريكا اللاتينية، باستثناء البيرو، وبلدان الأرخبيل الممتد بين خليج البنغال

وأستراليا، تنخفض إلى أقل من 3000 متر مكعب بكل من دول شمال إفريقيا والصحراء الكبرى والواجهة الشرقية للقارة الأفريقية من السودان حتى جنوب أفريقيا، وكذلك بدول الشرق الأوسط والخليج العربي، وأفغانستان وباكستان والهند والصين بآسيا، وأغلب دول أوروبا، والبيرو بأمريكا اللاتينية. أما البلدان المتبقية القليلة (الولايات المتحدة الأمريكية، المكسيك والبلدان المطلة على بحر الكرايبب وموريتانيا والتشاد ونيجيريا وغينيا الاستوائية وفرنسا وسويسرا وأكرانيا ورومانيا واليونان ودول القوقاز ومنغوليا واليابان والفيتنام وبعض جزر المحيط الهادي) فتتراوح فيها هذه الكمية بين 3000 و 25000 متر مكعب.

يلاحظ أيضا أن أغلب البلدان التي تعاني من ضعف الموارد المائية ترتفع فيها نسبة استغلال هذه الموارد إلى أكثر من 20%. وهي بلدان أوروبا وشمال إفريقيا والشرق الأوسط والخليج العربي والقوقاز وجنوب إفريقيا.

لكنه رغم ضعف مواردها، فإنه يلاحظ أن أكبر المساحات المسقية عبر العالم تتواجد في هذه البلدان، وخاصة بالهند والصين وباكستان. وتعتبر الولايات المتحدة الأمريكية البلد الوحيد الذي تفوق موارده المائية 3000 متر مكعب لكل نسمة ويتوفر على ثالث أكبر مساحة مسقية عبر العالم. ومما يسترعي الانتباه أيضا هو كون البلدان التي تتوفر على موارد مهمة تبقى فيها المساحات المسقية متوسطة، كروسيا وأستراليا والبرازيل، أو محدودة، ككندا وباقي دول أمريكا اللاتينية وبلدان المنطقة المدارية الرطبة بإفريقيا.

أكثر من ذلك، وفي مفارقة واضحة، فإن أغلب البلدان التي تقل فيها نسبة ولوج السكان إلى الماء الصالح للشرب عن 50% تعتبر من بين البلدان الأكثر غنى من حيث الموارد المائية، حيث يلاحظ أن 12 من بين 21 دولة تصنف ضمن هذه الفئة من البلدان، وجلها ينتمي إلى أفريقيا وأمريكا اللاتينية وجنوب شرق آسيا.

وفي الأخير، يلاحظ أن العالم يعرف وجود ست مناطق توتر على الأقل حول الموارد المائية، وجلها يوجد بالأقاليم المحدودة الموارد بشمال إفريقيا والشرق الأوسط وآسيا،

بالإضافة إلى النزاع القائم بين الولايات المتحدة والمكسيك في إقليم يعتبر متوسط الموارد، فما تفسير كل هذا.

- **التفسير**: يجب أن يتمحور التفسير حول الملاحظات الخمس التي أفرزها الوصف. وفي هذا المستوى تتأثر القراءة بشكل كبير بذاتية القارئ ومكتسباته ومعرفته وخبرته. لذلك يمكن أن يختلف التفسير من قارئ لآخر، ولا يمكن الحكم على جودة التفسير إلا من خلال مدى توفقه في تبرير البنيات والعلاقات المجالية الملاحظة على الخريطة والتمكين من فهمها.

لقد اخترنا في البداية عزل التفسير عن الوصف لدواع بيداغوجية، وهو ما فرض ضرورة استحضار والتذكير بالملاحظات الأساسية للوصف أثناء عملية التفسير والقيام بعمليات تركيب منطقية وناظمة بين الوصف والتفسير حتى يمكن بناء تحليل منطقي يربط بين العوامل وآثارها أو بين الأسباب والنتائج.

تتباين الموارد المائية المتاحة للسكان بالبلدان المختلفة بشكل واضح، حتى وإن كان التمييز بين ثلاث فئات من البلدان تخفي إلى حد كبير حدة هذا التباين[22]، وهذا راجع بالأساس إلى العوامل المناخية من جهة والديمغرافية من جهة ثانية.

فالعوامل المناخية تعتبر حاسمة في تفسير توزيع الموارد المائية عبر الكرة الأرضية، حيث يمكن المطابقة بين توزيع أهمية الموارد المائية والمناخات السائدة عبر العالم. فرغم حدة التعميم الظاهر على الخريطة يمكن الجزم على أن البلدان التي تتمتع بوفرة متوسطة أو كبيرة في الموارد المائية (أكثر من 3000 متر مربع لكل نسمة في السنة) تتواجد في النطاقات المعتدلة بأمريكا الشمالية وأوروبا وشمال آسيا، وبالنطاقات الإستوائية والمدارية الرطبة بأمريكا اللاتينية والوسطى وبإفريقيا وجنوب شرق أسيا وأرخبيل المحيط الهادي.

[22] أظهرت بعض الدراسات الدولية أن 5 % فقط من بلدان العالم (9 بلدان) تتقاسم 60 % من الاحتياطي العالمي من الماء.

أما البلدان التي تعاني من ضعف مواردها المائية، أي أقل من 3000 متر مكعب لكل نسمة في السنة والذي هو دون المتوسط العالمي الذي يقدر بـ 5700 متر مكعب[23]، فهي تتواجد أساسا في النطاقات القاحلة وشبه قاحلة بإفريقيا والشرق الأوسط وآسيا، حيث نجد من بينها بعض البلدان التي تعتمد بصفة كبيرة على موارد مائية من مصدر خارجي كمصر بـ 99% والعراق بـ 65%.

أما العوامل الديمغرافية فتتمثل في حجم السكان بالبلد الواحد الذي يؤثر في حصة الفرد من الموارد المائية المتوافرة لهذا البلد، فكبر حجم السكان يفسر تدني حصة الفرد من هذه الموارد ببعض البلدان التي تتواجد في نطاقات رطبة كأوروبا، أو استوائية أو مدارية رطبة كالهند . كما أن ضعف عدد السكان يفسر ارتفاع هذه الحصة ببعض البلدان التي تنتمي إلى نطاقات قاحلة أو شبه قاحلة كموريتانيا وأستراليا. هذه الأخيرة مثلا التي تمتد على مساحة شاسعة ويسود بها مناخ قاحل وشبه قاحل، باستثناء الهوامش الشمالية والشرقية حيث يسود مناخ استوائي والهوامش الجنوبية والجنوبية الغربية حيث يسود مناخ متوسطي، ترتفع بها حصة الفرد من الماء إلى أكثر من 25000 متر مكعب في السنة لأن عدد سكانها الذي لا يتجاوز 23 مليون نسمة يبقى قليلا إذا ما قورن بمساحة البلد التي تسمح باستقبال كميات من التساقطات تعبر مهمة إذا ما قورنت بحجم السكان.

وتفسر قلة الموارد المائية الضغط الذي تتعرض له الموارد المتاحة، حيث يلاحظ أن البلدان التي تعاني من ضعف مواردها المائية ترتفع بها نسبة استغلال هذه الموارد إلى أكثر من 20% . مؤشر الاستغلال هذا يرتفع إلى مستويات عالية جدا في البلدان التي تعرف وضعية مائية حرجة كالمملكة العربية السعودية وليبيا اللذان يصل المؤشر بهما إلى 100%.

ويزداد ضغط الاستغلال مع التزايد الكبير لعدد سكان الأرض، حيث ترتفع الحاجيات الغذائية بشكل قوي، مما يفرض على الدول توسيع مساحاتها الزراعية باستمرار وبالتالي زيادة الضغط على الموارد المائية، خاصة وأن الزراعة تعتبر أكبر مستهلك للمياه على

[23] حسب وثيقة للبنك العالمي "الماء في العالم" لسنة 2000.

الإطلاق[24]. وهذا ما يفسر كبر حجم المساحات المسقية الملاحظة ببعض البلدان ذات الموارد المائية المحدودة أو المتوسطة كالصين والهند والولايات المتحدة الأمريكية وهي الدول الثلاثة الأولى عالميا من حيث عدد السكان.

هذا ويكون ضغط الفلاحة أقوى على الموارد المائية الموجهة للري حينما تكون أساليب هذا الأخير تقليدية تعرض جزءا معتبرا منها للضياع. هذه الأساليب تنتشر بكثرة في البلدان المتخلفة ذات البنيات الاقتصادية التقليدية. هذه العوامل الاقتصادية تفسر أيضا محدودية ولوج السكان إلى الماء الصالح للشرب ببعض البلدان، وخاصة تلك التي تتوفر على موارد مائية هائلة بأفريقيا وأمريكا اللاتينية وجنوب شرق أسيا. وإذا كانت محدودية الموارد تعتبر أيضا عاملا مفسرا لهذه الوضعية، فثمة عوامل أخرى غير اقتصادية أو بيئية تساهم في الحد من تطوير بنيات الولوج إلى الماء الصالح للشرب وهي الصراعات والحروب، وهذا ما تعكسه الخريطة بوضوح حيث يلاحظ أن نسبة هذا الولوج تضعف بمناطق التوتر كالسودان والصومال وأفغانستان.

وإذا كانت الصراعات والحروب المذكورة لها أسباب سياسية أساسا، فإن العالم مرشح لمزيد من الصراعات بسبب ندرة المياه. وتظهر الخريطة أن بؤر الخلاف حول الماء التي يعرفها العالم في الوقت الراهن تتواجد بالمناطق محدودة الموارد، وخاصة بين البلدان التي لها مصادر مياه مشتركة كمصر والسودان وبلدان عالية النيل، وتركيا والعراق...

خلاصة

لقد حاول واضع الخريطة معالجة موضوع الماء من جوانب متعددة، مما جعل الخريطة تتخذ شكلا تأليفيا. وقد استطاعت الخريطة فعلا إعطاء نظرة عامة عن وضعية الماء بالعالم وإثارة الانتباه إلى المشاكل التي ترتبط بهذا العنصر الحيوي. لكن هذا لا يمنع من الإشارة إلى كون الخريطة يطغى عليها تعميم مبالغ فيه، خاصة فيما يتعلق بتصنيف البلدان حسب مواردها المائية والذي أدى إلى إخفاء تفاصيل مهمة لها مكانة معتبرة في دراسة موضوع الماء

[24] في المغرب مثلا تستهلك الفلاحة بمفردها أكثر من 80 % من الموارد المائية المستغلة.

مثل البلدان التي تعيش وضعية مائية حرجة وهي تلك التي تعادل أو تقل مواردها المائية عن المتوسط العالمي المحدد في 1700 متر مكعب في السنة لكل نسمة. نفس الشيء بالنسبة لموضوعي استغلال هذه الموارد والولوج إلى الماء الصالح للشرب. وهذا بالإضافة إلى بعض النقائص التقنية كتمثيل معطيات كمية بمتغير الشكل على غير القاعدة وغياب الشق القياسي من المفتاح بالنسبة لبعض الرموز الكمية.

الملاحق

ملحق رقم 1 : الانحدارات بالدرجات والنسب المائوية

الانحدار بالدرجة	الانحدار بالنسبة المائوية	الانحدار بالدرجة	الانحدار بالنسبة المائوية
0	0	46	103,6
1	1,75	47	107,2
2	3,49	48	111,1
3	5,24	49	115,0
4	6,99	50	119,2
5	8,75	51	123,5
6	10,51	52	128,0
7	12,28	53	132,7
8	14.05	54	137,6
9	15,84	55	142,8
10	17,63	56	148,3
11	19,44	57	154,0
12	21,26	58	160,0
13	23,09	59	166,4
14	24,93	60	173,2
15	26,79	61	180,4
16	28,67	62	188,1
17	30,57	63	196,3
18	32,49	64	205,0
19	34,43	65	214,5
20	36,40	66	224,6

235,6	67	38,39	21
247,5	68	40,40	22
260,5	69	42,45	23
274,7	70	44,52	24
290,4	71	46,63	25
307,8	72	48,8	26
327,1	73	50,95	27
348,7	74	53,17	28
373,2	75	55,43	29
401,1	76	57,74	30
433,1	77	60,09	31
470,5	78	62,49	32
514,5	79	64,94	33
567,1	80	67,45	34
631,4	81	70,02	35
711,5	82	72,65	36
814,4	83	75,36	37
951,4	84	78,13	38
1143	85	80,98	39
1430	86	83,91	40
1908	87	86,93	41
2894	88	90,04	42
2729	89	93,25	43
-	90	96,57	44
		100,0	45

الببليوغرافيا

مراجع بالعربية:

محمد بريان، حسن بنحليمة، عبد الله العوينة (1989)، قراءة وتحليل الخريطة الطبوغرافية، الطبعة الثانية، منشورات اللجنة الوطنية المغربية للجغرافية، الرباط.

محمود محمد عاشور (1998)، أسس علم الخرائط، دار العلم دبي.

محمد الناصر عمران (2001)، مبادئ في تأليف الخرائط، مركز النشر الجامعي، تونس.

عبد القادر اسباعي (1993)، قراءة وتحليل الخرائط الجيولوجية – تطبيقات جيومرفولوجية، مطبعة النجاح الجديدة الدار البيضاء.

فتحي عبد العزيز أبو راضي (1998)، الجغرافيا العلمية ومبادئ الخرائط، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت.

مراجع بالفرنسية

BEGUIN M. et PUMAIN D. (1994) La représentation des données géographiques. Statistique et cartographie, A. Colin, coll. " cursus ", Paris.

BERTIN J. (1973) Sémiologie graphique. Les diagrammes, les réseaux et les cartes, Paris, Mouton-Gauthier-Villars-Bordas, Paris.

BERTIN J. (1977) La graphique et le traitement graphique de l'information, Flammarion, Paris.

BLIN E. et BORD J-P. (1999) Initiation géo-graphique ou comment visualiser son information, SEDES, Paris.

BRUNET R. (1987) La carte, mode d'emploi, Fayard, Paris.

CAUVIN C. ESCOBAR F. et SERRADJ A. (2007) Cartographie thématique vol.1 et 2, Chippenham, Lavoisier.

CUENIN R. (1972) Cartographie générale, Tom1 : notion générale et principes d'élaboration, Eyrolles Paris.

CUENIN R. (1973) Cartographie générale, Tom2 : méthodes et techniques de production Eyrolles Paris.

DENEGRE J. (2005) Sémiologie et concéption cartographique,Hermès-Lavoisier. Paris

PIGEON P. et ROBIN M. (1993) Cartes commentées et croquis, Ed. Nathan,Coll. Université, Paris.

POIDEVIN D. (1999) La carte moyen d'action: guide pratique pour la conception et la réalisation des cartes Ellipses.

ROULEAU B. (2002) Méthodes de la cartographie, CNRS, Paris.

TRICART J. , ROCHEFORT M. et RIMBERT S. (1991) Initiation aux travaux pratiques de géographie : commentaires de cartes, Société d'édition d'enseignement supérieur, Paris.

الفهارس

فهرس الأشكال

1	خريطة بابيلية مرسومة على لوحة طينية	7
2	مصور للخريطة المامونية	9
3	خريطة العالم للإدريسي	10
4	شكل الكرة الأرضية	16
5	من الجيوئيد إلى الإليبسويد	17
6	نموذج إليبسويد محلي	18
7	مبدأ الإسقاط	19
8	التشويه الناجم عن الإسقاط	20
9	الأشكال الأساسية للمساقط	21
10	المساقط المخروطية	22
11	المساقط الاسطوانية	22
12	المساقط المائلة والمساقط المستعرضة	23
13	مسقط مركاتور	24
14	المساقط السمتية	24
15	المقياس الخطي	28
16	مبدأ التعميم	30
17	رموز هندسية	33
18	ممكنات استغلال الدائرة	34
19	ممكنات استغلال المربعات والمستطيلات	34
20	رموز تصويرية	35
21	رموز موحية	36

22	رموز خطية	37
23	رموز مساحية	37
24	أشكال التوطين البياني	38
25	مبدأ التوطين النقطي	38
26	رسم الحدود	39
27	متغير الشكل	40
28	متغير الحجم	40
29	طيف الألوان المرئية	41
30	متغير القيمة	42
31	متغير الحدة	42
32	متغير التوجيه	43
33	تمثيل الخاصية التمييزية للمتغيرات البصرية	44
34	تأثر الخاصية التمييزية لمتغير اللون بالمقياس	44
35	تمثيل الخاصية الترتيبية لمتغيري القيمة والحجم	45
36	تمثيل الخاصية التجميعية لمتغيري الشكل والقيمة	45
37	تمثيل الخاصية الكمية لمتغير الحجم	46
38	التأليف بين المتغيرات البصرية	46
39	صورة جوية عمودية لقطاع حضري	49
40	صورة بواسطة الاستشعار عن بعد	50
41	جزء من صورة جوية لقطاع حضري مصححة هندسيا	51
42	نماذج لتمثيل المعطيات النوعية	57
43	نماذج لتمثيل المعطيات الترتيبية	57
44	نماذج لتمثيل المعطيات الكمية النسبة	58
45	نماذج لتمثيل المعطيات الكمية المطلقة	58
46	نموذج للإطار الجغرافي للتوطين	59

47	خريطة للتوطين النقطي لمعطيات نوعية	64
48	خريطة للتوطين الخطي لمعطيات نوعية	66
49	خريطة للتوطين المساحي لمعطيات نوعية إسمية بمتغير اللون	68
50	خريطة للتوطين المساحي لمعطيات نوعية اسمية بمتغير الشكل	69
51	خريطة للتوطين النقطي لمعطيات نوعية ترتيبية	71
52	خريطة للتوطين الخطي لمعطيات ترتيبية	73
53	خريطة للتوطين المساحي لمعطيات ترتيبية	75
54	خريطة للتوطين المساحي لمعطيات كمية نسبية	77
55	خريطة للتوطين المساحي لمعطيات كمية نسبية	78
56	خريطة للتوطين النقطي لمعطيات كمية مطلقة	82
57	خريطة للتوطين الخطي لمعطيات كمية مطلقة	84
58	خريطة للتوطين المساحي لمعطيات كمية مطلقة	87
59	مفتاح خريطة موضوعاتية تأليفية	89
60	نموذج لخريطة موضوعاتية تأليفية	90
61	نموذج لرسم توضيحي لجزء من خريطة طبوغرافية	95
62	خطاطة لمنظومة التراب الوطني	96
63	نموذج لمقطع طبوغرافي	97
64	الإحداثيات الجغرافية على الكرة الارضية	101
65	ترميز الإحداثيات على الخريطة الطبوغرافية	102
66	الإحداثيات الكرطوغرافية حسب أنواع المساقط	103
67	ترميز الحدود الإدارية	104
68	ترميز اتجاهات الشمال	104
69	موقعي الشمال الجغرافي والشمال المغناطيسي على الكرة الأرضية	105
70	اتجاهي الشمال الجغرافي والشمال المغناطيسي	106
71	كيفية استخدام المقياس الخطي لقياس المسافات على الخريطة	108

72	ترميز الغطاء النباتي	114
73	ترميز المظاهر المائية	115
74	ترميز التضاريس	116
75	مبدأ قياس الارتفاع	117
76	مبدأ إسقاط منحنيات التسوية	117
77	أنواع منحنيات التسوية	118
78	الرموز الممثلة لبعض الأشكال التضاريسية والتكوينات السطحية	119
79	عناصر التضاريس	120
80	قمة على شكل نقطة	121
81	قمة على شكل خط	122
82	قمة على شكل مستوى	122
83	قياس ميل المنحدر	123
84	المقارنة بين ميلي منحدرين	124
85	الانحدارات المنتظمة والانحدارات غير المنتظمة	125
86	المنحدرات المقعرة والمنحدرات المحدبة	126
87	بعض أنواع السلان	127
88	البينهرين	128
89	الوادي	129
90	مقطع مستعرض لوادي	129
91	الأحواض المائية بخريطة الجبهة	130
92	رسم توضيحي لحوض مائي	131
93	مقطع طبوغرافي لمنطقة سهلية	133
94	هضبة سيدي عبد الرزاق بخريطة الخميسات	134
95	التضاريس الجبلية	135
96	خريطة موضوعاتية	137

فهرس الجداول

1	خصائص المتغيرات البصرية	43
2	دليل استعمال المتغيرات البصرية	59
3	سمات المنتوج السياحي لبعض المدن المغربية	61
4	مكونات منظومة الاتصال التي تربط فاس ببعض العواصم الجهوية والإقليمية .	64
5	الأحزاب السياسية المسيرة للجهات بالمغرب	66
6	توزيع المدن المغربية التي يفوق عدد سكانها 100 ألف نسمة حسب وظائفها الإدارية	69
7	تاريخ تيارات الهجرة الداخلية نحو الدار البيضاء	72
8	النطاقات المناخية بالمغرب حسب كمية التساقطات	73
9	نسب التحضر بجهات المغرب سنة 2007	75
10	العواصم الجهوية بالمغرب حسب عدد السكان	78
11	وفود السياح على المعرب سنة 2011	83
12	توزيع عدد الوحدات الصناعية بالمعرب حسب الجهات	85
13	البنيات التحتية الصناعية بجهات المغرب ومساهمة الجهات في قيمة الإنتاج الصناعي الوطني سنة 2011	87

فهرس المحتويات

مقدمة

الفصل الأول: الخرائط: أهميتها، تاريخها، وأنواعها **6**

1- تعريف الخريطة 7

2- موجز تاريخ الخرائط 7

أ- الخرائط في العصور القديمة 7

ب- في العصور الوسيطة: تميز الكرطوغرافيا العربية الإسلامية 8

ج- في العصور الحديثة 11

3- أنواع الخرائط 11

أ- الخرائط حسب نوع الإسقاطات 12

ب- الخرائط حسب مقياس الوضع 12

ج- الخرائط حسب المضمون 13

الفصل الثاني: العمليات التمهيدية لوضع الخرائط **15**

1- الجيوديسيا 15

2- الإسقاط 19

أ- المساقط المخروطية 21

ب- المساقط الأسطوانية 22

ج- المساقط المسطحة (السمتية) 24

الفصل الثالث: السميوغرافيا (سميولوجيا الخرائط) **26**

1- تعريف الكرطوغرافيا 26

2- أساسيات الكرطوغرافيا 26

أ- المقياس 27

ب- التعميم 29

ج- التعبير بالرموز 31
د- الرسم 31
3- السميوغرافيا (سميولوجيا الخرائط) 32
أ- العناصر الاساسية للرموز 32
ب- الرموز الكرطوغرافية 33
ج- التوطين البياني 37
د- المتغيرات البصرية 39
الفصل الرابع: وضع الخريطة الطبوغرافية 47
1- تعريف الخريطة الطبوغرافية 47
2- مراحل وضع الخريطة الطبوغرافية 47
أ- تحديد المرجع الجيوديزي واختيار الإسقاط المناسب 48
ب- توفير المعلومات الجغرافية عن المجال المراد تمثيله 48
ج- العمل الكرطوغرافي 51
الفصل الخامس: وضع الخريطة الموضوعاتية 54
1- تعريف الكرطوغرافيا الموضوعاتية 54
2- مراحل وضع الخريطة الموضوعاتية 54
أ- اختيار ومعالجة المعلومات الجغرافية 55
ب- تحديد نوع التوطين 56
ج- اختيار الرموز المناسبة لنوع المعطيات 56
- تمثيل المعطيات النوعية 56
- تمثيل المعطيات الترتيبية 57
- تمثيل المعطيات الكمية النسبية 58
- تمثيل المعطيات الكمية المطلقة 58
د- تحضير الإطار الجغرافي للتوطين 59
هـ- رسم الخريطة 60

و- كساء الخريطة 60
3- تطبيقات وضع الخريطة الموضوعاتية 61
أ- نموذج خريطة للتوطين النقطي لمعطيات نوعية 61
ب- نموذج خريطة للتوطين الخطي لمعطيات نوعية 64
ج- نموذج خريطة للتوطين المساحي لمعطيات نوعية 66
د- نموذج خريطة للتوطين النقطي لمعطيات نوعية ترتيبية 69
هـ- نموذج خريطة للتوطين الخطي لمعطيات نوعية ترتيبية 72
و- نموذج خريطة للتوطين المساحيي لمعطيات نوعية ترتيبية 73
ز- نموذج خريطة للتوطين المساحي لمعطيات كمية نسبية 75
ح- نموذج خريطة للتوطين النقطي لمعطيات كمية مطلقة 78
ط- نموذج خريطة للتوطين الخطي لمعطيات كمية مطلقة 83
ي- نموذج خريطة للتوطين المساحي لمعطيات كمية مطلقة 85
ك- نموذج خريطة موضوعاتية تأليفية 87
الفصل السادس: قراءة الخرائط 91
1- مرتكزات قراءة الخرائط 91
أ- الوصف 91
ب- التفسير 92
2- منهجية قراءة الخرائط 92
أ- اعتماد شبكة للقراءة 92
ب- التعبير البياني 94
3- تطبيقات في قراءة الخرائط 99
3-1- قراءة الخريطة الطبوغرافية 99
أ- استكشاف الخريطة 99
ب- إدراك الأبعاد الحقيقية للمجال الممثل 106
ج- مضمون الخريطة الطبوغرافية من خلال المفتاح 109

د- التحليل الطبوغرافي 120
3-2- قراءة الخريطة الموضوعاتية 136
أ- استكشاف الخريطة 138
ب- فهم المفتاح 138
ج- التحليل 139
- الملاحق 145
- الببليوغرافيا 147
- الفهارس 149