تكون بلون مائل إلى الأبيض، وكلما ازداد انحدار سطح الأرض عن الأفق كلما ازداد اللون دكونة، حتى تبدو السطوح ذات الانحدار ٩٠° بلون أسود.

ب- الظلال المائلة Oblique Shades :

وتقوم فكرته على افتراض مركز يسقط منه الضوء بشكل مائل، ومن ثم فإن أحد الجوانب لأي مظهر تضاريسي سيكون معرضاً للضوء بمقدار أكبر من الجوانب الأخرى مما يؤدي إلى تدرج الدكونة.

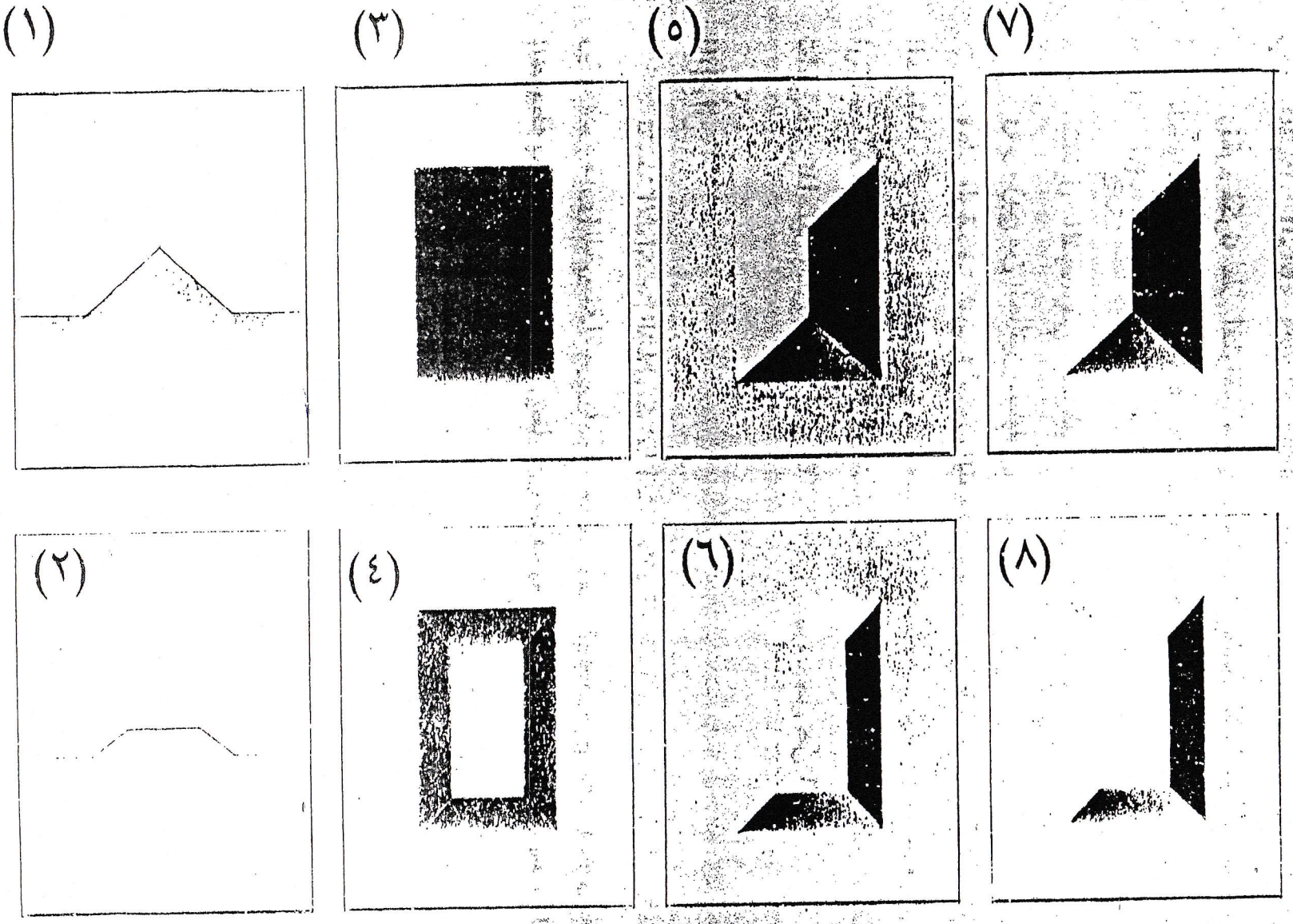
حـ- التظليل التجسيمي المركب Combind Shading:

وهو مزيج من الحالتين السابقتين :

وعلى الرغم من شيوع أسلوب التظليل التجسيمي خاصة في خرائط الأطالس الحديثة إلا أن أهم ما يؤخذ عليه، هو تطلبه مهارة عالية في الرسم والتخيل، إلى جانب ارتباط صلاحيته بعنصر واحد وهو التضاريس فضلاً عن أن طريقة التظليل التجسيمي تطغى على تفاصيل الخريطة الشكلان (٢٣، ٢٤)، (أيمهوف ص ص ١٦٦- ١٧٧).

الألوان :

تتميز الألوان عن الظلال بكونها أكثر جاذبية ووقعاً على العين، مما يساعد على زيادة قدرة قارئ الخريطة التمييزية، كما تتميز الألوان أيضاً بعدم طغيانها على تفاصيل الخريطة بحيث تمكن راسم الخريطة من إضافة رموز موضعية وخطية وكتابة أسماء الظاهرات عليها بسهولة ووضوح. وعلى الرغم من هذه المميزات إلا أن استعمالها غير شائع بالقدر الذي تحظى به الظلال من الشيوع، ويرجع سبب ذلك إلى كبر تكاليف استعمالها. فلو كان المطلوب طباعة إحدى الخرائط الملونة وهي تحتوي على عشرة ألوان لاحتجنا إلى عشر لوحات رسم لنفس الخريطة، بحيث تتضمن كل لوحة لوناً واحداً من الألوان العشرة، كما تحتاج كل لوحة رسم إلى صفيحة طباعة خاصة بها، وفي كل مرة تحتاج اللوحة إلى ساعات تشغيل معينة. مما يؤدي إلى رفع تكاليف انتاجها إلى عشرات أضعاف كلفة انتاج الخريطة غير الملونة. وقد تبين من خلال مقارنة فروق تكاليف استنساخ صور الخرائط الملونة بنظائرها غير الملونة وذلك باستخدام أجهزة التصوير الفوتوستاتي، إن تكاليف الأولى تزيد على مائتي ضعف تكاليف الثانية وقد جعل هذا الوضع استعمال الألوان على الخرائط منحصراً في الأغراض التجارية أي في الخرائط التي توزع بكميات كبيرة وعلى نطاق عالمي.



شكل-٢٣- التظليل التجسيمي: (١، ٢) مقطعا المنطقتين المظللتين. (٣، ٤) تظليل المنحدرات. (٥-٦) تظليل مائل. (٧، ٨) التظليل المركب. "عن ايمهوف : ١٩٨٢"

شكل -٢٤- نموذج لما تبدو عليه تضاريس سطح الأرض من خلال التظليل التجسيمي الآلي.

" فنستودم"

وهناك مجموعتان من الألوان، تستخدمان في التعبير عن المساحات على الخرائط وهما :

١- الألوان ذات الدلالة النوعية :

وهي الألوان التي لا تعطي احساساً بالتدرج، فهي تعبر عن أنواع من الظاهرات ذات الانتشار المساحي المبني على أساس الاختلاف في النوع كما سبق الذكر. ويستعمل لهذه الخرائط ألوان الطيف الغالبة Hue Colors أي الألوان الواقعية أو الألوان المساحية Chroma Colors. وهي ألوان يعطي كل واحد منها وقعاً مستقلاً على العين، كأن يبدو لامعاً أو براقاً أو فاقعاً أو قاتماً، مثال ذلك : الأخضر، والأحمر، والأزرق، والأصفر. ويراعى عند توقيع هذه الألوان على الخرائط ما يلي :

أ- عدم تجاور نطاقين أو أكثر من الألوان بحيث لا يعطيان إحساساً بالتدرج فيراعى مثلاً عدم تجاور مجموعة الألوان التالية : الأحمر، والبرتقالي، والأصفر، والبني، أو مجموعة الألوان : الأزرق، والأبيض، والبنفسجي. فإن تجاورت هذه الألوان أعطت وقع التدرج وهو أمر لا ينشده راسم الخريطة إذا كان المطلوب تمثيل ظاهرات نوعية.

ب- مراعاة اختيار الألوان التي قد تعطي احساساً بلون الظاهرة، كالأزرق للبحار والمحيطات، والأخضر، والأصفر والبني للتضاريس، والأخضر للغابات، والأبيض للمناطق الجليدية والقلنسوات الثلجية.

حـ- مراعاة اختيار الألوان الفاتحة لتغطية المساحات الكبيرة والألوان القاتمة لتغطية المساحات الصغيرة (ريز ١٩٦٢ ص ١٣٢).

٢- الألوان ذات الدلالة الكمية :

عندما يكون أساس التمييز بين المساحات على الخرائط مبنياً على التباين الكمي فلا بد من استعمال الألوان المتدرجة، لتعطي الاحساس بالقيمة أو الكمية. وتعتمد عملية اختيار الألوان على عدد الوحدات المساحية التي تتباين عليها القيم، فإذا كان عددها يقل عن خمس وحدات، أمكن استخدام لون واحد، إذ يكفي تدريج لون واحد لبلوغ مرحلة الاحساس الكمي. أما إذا كانت الوحدات المساحية ذات الكميات المتباينة كبيرة العدد، فيراعي اختيار لونين أو ثلاثة ألوان بدرجاتها المختلفة، كمجموعة الأزرق والبنفسجي والأخضر الداكن، أو مجموعة الأحمر والبرتقالي والبني (ايمهوف ص ص ٣٠٠-٣٠٦.

وروبنسون وزملاؤه ص ص ٣٠٩-٣١١).

وتجدر الإشارة إلى ضرورة مراعاة تدريج الألوان كما هي على الطبيعة إذا أمكن ذلك، كاللون الأزرق لتدرج الأعماق وتباين كميات المطر، والأحمر لبيان درجات الحرارة وقيم الكثافة عامة، والبني والأصفر والبرتقالي للتضاريس الموجبة، والأخضر والرمادي للتضاريس السالبة (ولكونسن ومنكهاوس ص ٥٤ أيضاً ريز ص ١٣٢).

ولعل أكثر الظاهرات الطبيعية التي خطيت بدراسات سيكلوجية وإدراكية، بحيث تكون ألوان خرائطها منسجمة مع الواقع، هي الخرائط التي تبين مناسيب سطح الأرض والتي تستخدم فيها عملية التلوين الطبقي Layer Tinting ، الذي شاع منذ نهاية القرن التاسع عشر. إذ تم ترتيب الألوان فيه من المناطق المنخفضة إلى المناطق المرتفعة على النحو التالي : أخضر ضارب إلى اللون الرمادي، الأخضر، الأخضر المصفر فالأصفر فالبني الفاتح، فالبني الضارب إلى الحمرة ثم البني الغامق. وتنسجم هذه المتوالية اللونية مع طبيعة البلاد الأوروبية نظراً لأن المناطق المنخفضة تبدو مخضرة والمناطق المرتفعة جرداء (مشوقة ١٩٩٤ ص١٦) . وقد بينت إحدى الدراسات أن بعض عناصر هذه المتوالية اللونية غير صالحة للتطبيق على الخرائط العربية إذ ربطت عينة دراستها اللون الأصفر بالقحولة أو الصحراء، والأخضر بالنبات، في الوقت الذي سعى فيه رسامو الخرائط إلى بيان شيء غير ذلك وهو مناسيب سطح الأرض (مشوقة ١٩٩٤ ص ص ٩-٢٩).

طرق تغطية المساحات بالألوان على الخرائط :

تختلف طرق تغطية المساحات بالألوان على الخرائط باختلاف عدد النسخ المطلوب استنساخها من الخريطة، وفي الوقت الذي لا يواجه فيه منتج الخريطة مشكلة تذكر في عملية نسخ الخرائط المغطاة بالظلال فإن مشكلة حقيقية تظهر عن استعمال الألوان. وبناء على ذلك فإن طرق تغطية المساحات بالألوان على الخرائط تنقسم إلى مجموعتين من الطرق وهما :

أ- طرق التلوين التي تعتمد على انتاج أعداد كبيرة من الخرائط، وهي طرق متصلة بعملية الطباعة لا مجال لذكرها، لأن دور الكارتوجرافي فيها محصور بانتخاب الألوان فقط.

ب- طرق التلوين التي تعتمد على انتاج عدد محدود من الخرائط، كخرائط الحائط وخرائط المعارض، وخرائط أطروحات الماجستير والدكتوراة والتقارير العلمية الأولية وغيرها، وفي هذه الخرائط يتم تلوين الخرائط كنسخ مستقلة، مع العلم بأن بعض آلات استنساخ الصور الحديثة أي التصوير "الفوتوستاتي" قد أخذت تبرز الألوان على النسخ المصورة مما يقلل من مقدار المجهود المبذول في تلوين الخرائط وإن كانت كلفتها تزيد بمقدار مائتي مرة عن التصوير العادي. وتنقسم طرق التلوين إلى ثلاثة أقسام هي :

- التلوين الجاف :

ويعتمد على استعمال الأقلام الجافة، وهي طريقة قليلة الشيوع لعدم انتظام اللون الواحد على المساحة، وعدم القدرة على ضبط تدرج اللون.

- التلوين المائي :

وتتلخص خطوات هذه الطريقة بتجهيز الخريطة المطلوب تلوينها بعد أن يتم تحبيرها، ثم تبلل الخريطة بالماء النظيف برفق وتلصق جميع أطرافها على لوحة صلبة، وتترك لتجف تلقائياً أو بامرار الهواء الساخن عليها، ويتم صنع محلول من اللون المائي، وتطلى الوحدات المساحية به على أساس تعدد مرات التغطية، وحسب القيم التي تمثلها المساحات، فلو كانت هناك خمسة نطاقات مساحية تتباين عليها الكميات، فإن أقل هذه النطاقات قيمة يطلى باللون مرة واحدة، أما النطاق الذي يليه فيطلى مرتين تفصلهما فترة تجفيف اللون الأول، وهكذا حتي يكون نصيب أكبر هذه النطاقات في القيمة خمس مرات مع مراعاة تجفيف اللوحة بين كل مرة وأخرى.

- التلوين الزيتي :

يراعى عند تلوين المساحات بألوان زيتية تركيب مجموعة الألوان المتفاوتة في الدكونة بكمية كافية، وتغطي المساحات باللون المطوب مرة واحدة. وتجدر الإشارة إلى أن الكتابة على الخريطة وكذلك توقيع بعض الرموز الموضعية والخطية، تأتي كخطوة لاحقة لعملية التلوين، أي أن التلوين ينبغي أن يسبقها.

ثالثاً - الرموز الخطية :

تعد الرموز الخطية أكثر الرموز شيوعاً على الخرائط إذ لا تخلو خريطة واحدة

مهما كان نوعها أو غرضها من الخطوط، بل أن أولى مراحل رسم الخريطة تبدأ بالرمز الخطي. وعلى الرغم من كثرة أنواع الخطوط إلا أنها تنقسم إلى قسمين هما :

أ - الخطوط ذات الدلالة النوعية :

تمثل ظاهرات سطح الأرض الخطية مثل السواحل والمجاري المائية والحدود والطرق والأنابيب وخطوط الضغط العالي وغيرها، بخطوط متنوعة شكل (٢٥)، وتأتي هذه الخطوط في مرتبتين هما :

- خطوط المدلول النوعي المبني على الإسم Nominal : وهي خطوط ذات سمك واحد، ويظهر اختلافها عن بعضها من خلال الإسم أو شكل الخط نفسه.
- خطوط المدلول النوعي الترتيبي Onidinal : وهي خطوط متفاوتة في السمك مع الاختلاف في الشكل أيضاً، وترسم لبيان أهمية بعض الظاهرات الخطية دون الإشارة إلى الكمية أو القيمة، مثال ذلك : شبكة التصريف المائي داخل حوض تصريف التي ترسم بخطوط متفاوته السمك حسب مرتبة الروافد، أو الطرق التي يتم التمييز فيما بينها على أساس السمك، وينطبق هذا القول أيضاً على الحدود المتنوعة مثل حدود : الدول، والمحافظات، والأقضية، والقرى وغيرها.

٢- الخطوط ذات الدلالة الكمية :

وهي خطوط ترسم على الخرائط لتعبر عن كميات أو قيم، وتنقسم إلى قسمين :

أ- **الخطوط الانسيابية** : Flow Lines .

وهي خطوط تعبر عن الكميات أو القيم المتحركة على الخطوط، مثال ذلك حركة المسافرين والبضائع والمركبات على الطرق، أو التصدير والاستيراد بين ميناء ومجموعة موانيء بحرية كانت أم جوية، أو هجرة السكان من الريف إلى المدن وغيرها. وتستعمل لهذه الظاهرات الخطوط المتفاوتة السمك بنسب حسابية مع القيم التي تمثلها.

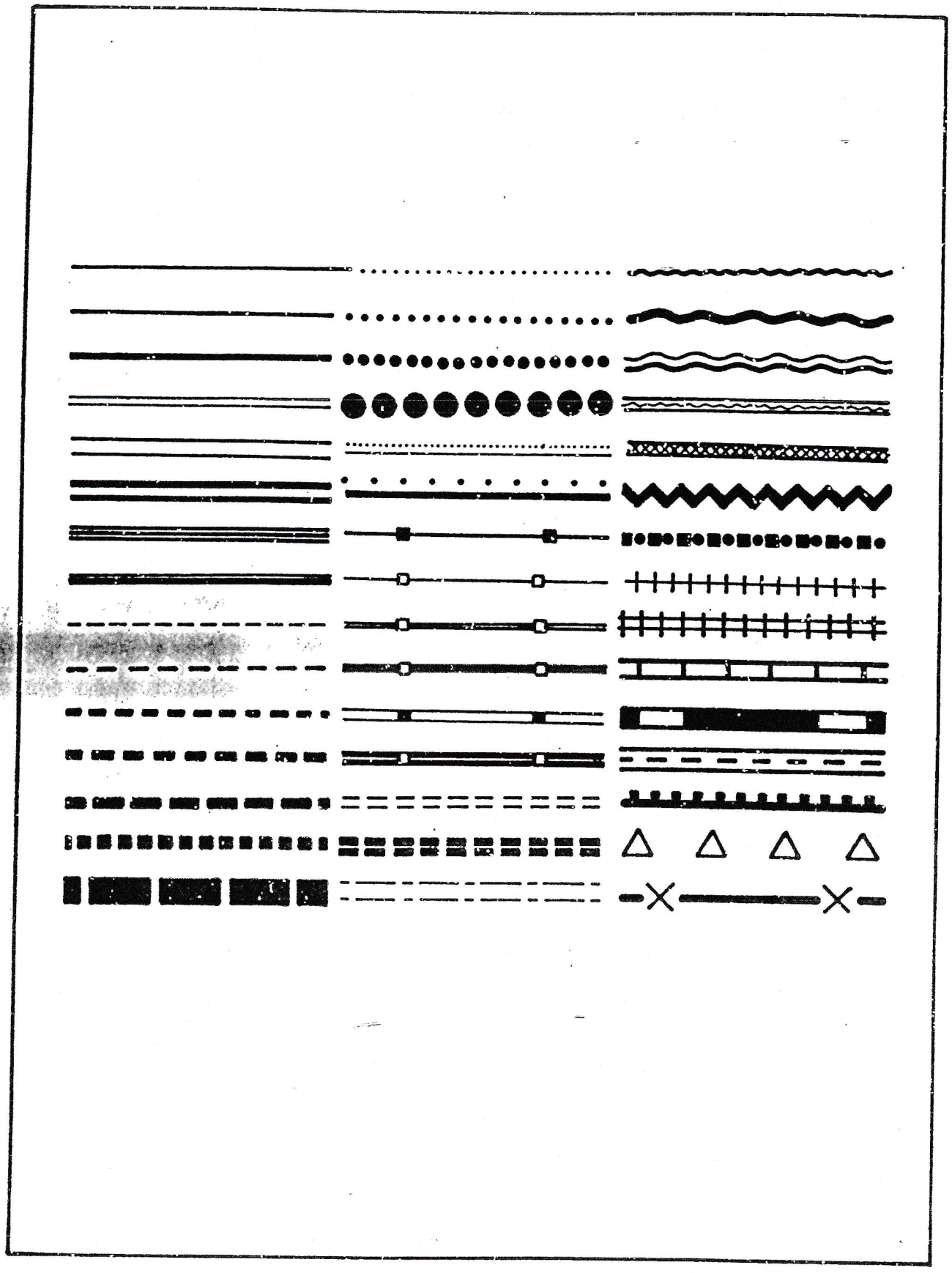
ب- **خطوط التساوي** Iso Lines :

وهي من أشهر الرموز الخطية، بل تعد أفضل الطرق لعرض الكميات على

الخرائط، وتعبر هذه الخطوط عن قيم متساوية على نفس الخط، مهما كان تنوع هذه الكميات. وفي نفس الوقت تعطي خطوط التساوي دلالة مساحية، لأن الخطوط تحصر فيما بينها مساحات معروفة القيمة، (الفصل العاشر).

شروط توقيع الخطوط على الخرائط :

- يراعى أن تكون الخطوط واضحة وأن تستخدم المساطر في رسمها كلما أمكن ذلك.
- ينبغي أن تكون الخطوط الرفيعة متصلة، أما الخطوط المتقطعة فيراعى أن تكون سميكة.
- عدم العودة بالتحبير على نفس الخط أكثر من مرة.
- تناسب سمك كل خط من الخطوط الأساسية مع مسطح الخريطة.



شكل-٢٥- نماذج من الخطوط التي يمكن استعمالها على الخرائط.

"لورانس، ١٩٧١"