الفصل السادس

تكبير وتصغير الخرائط

كثيرا ما يحتاج الجغرافى إلى تكبير وتصغير الخرائط لتلائم مساحة اللوحة التى يريد رسم الخريطة عليها. وقد أصبحت عملية تكبير الخرائط وتصغيرها عملية سهلة للغاية بفضل انتشار آلات التصوير وتقدمها، بحيث أصبحت قادرة على إجراء عمليات التصغير والتكبير للخرائط والأشكال والصور فى بضع لحظات وبدرجة لا تقل نسبتها عن ١٠٠% فالصور الناتجة هى طبق الأصل ولا يوجد أى تحريف أو تشويه فيها.

إلا أن تكبير الخرائط وتصغيرها تعد من المهارات التى يكتسبها الجغرافى ويسلم بها، فمن الممكن بهذه المهارة المكتسبة تنفيذ خرائط وأشكال جغرافية ذات أحجام كبيرة تعجز عن تنفيذها آلات التصوير، ونقصد بهذه الأشكال تلك التى تستخدم كوسائل إيضاح حائطية ذات أحجام كبيرة على أنواع من الورق المقوى الذى يصعب الطباعة أو التصوير عليه بماكينات التصوير العادية[١].

طرق تكبير وتصغير الخرائط:

توجد عدة طرق لتكبير الخرائط وتصغيرها، أو تغيير مقياس رسمها تتمثل فى الطرق التخطيطية والطرق الآلية وطرق التصوير.

وفيما يلى دراسة لهذه الطرق:

---

(١) مجدى السرسى: التدريبات العملية فى الخرائط والمساحة، كلية البنات، جامعة عين شمس القاهرة ١٩٩٨، ص ٤٦ – ٤٧.

أولاً الطرق التخطيطية Graphic Methods:

وتشمل عدة طرق ثانوية أخرى لها خصائصها المتعددة، وأهم هذه الطرق هى:

(١) طريقة المربعات Squares Method: وفى هذه الطريقة يتم تغطية الخريطة الأصلية بشبكة من المربعات، سواء برسم هذه الشبكة بواسطة قلم رصاص دقيق على اللوحة المراد الرسم عليها، أو بوضع ورقة من المربعات الشفافة على اللوحة وكلما كثرت أعداد المربعات كلما كانت النتيجة النهائية أكثر واقعية. وعلى ورق الرسم يتم رسم عدد مماثل من المربعات لكى تعطى المقياس الجديد سواء كان مصغراً أو مكبراً، وبطبيعة الحال فان التكبير والتصغير يكون لطول أضلاع المربعات وليس لمساحتها، فلكى نكبر خريطة ما إلى ثلاث مرات فإن ضلع المربع على اللوحة الجديدة يجب أن تزيد إلى ثلاثة أمثال ضلع المربع الأصلى، أما المساحة فأنها ستزيد تسع مرات. وخلاصة القول أن مقياس الرسم ينطبق على أطوال الأضلاع لأعلى المساحات. ويمكن الحصول على نسبة التكبير بمعلومية المقياس القديم والمقياس الجديد من خلال المعادلة التالية[١]:

$$\text{نسبة التكبير} = \frac{\text{المقياس الجديد}}{\text{المقياس القديم}}$$

وتجدر الإشارة إلى أنه عند تكبير أو تصغير الخريطة نقوم بنقل تفاصيل كل مربع فى الخريطة الأصلية إلى كل مربع مماثل له فى الموقع على الشبكة المراد تصغير أو تكبير الخريطة عليها. وأثناء التنفيذ يمكننا أن نلغى بعض التفاصيل التى قد يؤدى رسمها – وخاصة فى حالة التصغير – إلى ازدحام الخريطة وتشويها. كذلك يمكن إضافة تفاصيل أخرى بالاستعانة بخرائط أخرى وخاصة فى حالة التكبير.

مثال (١): خريطة مقياس رسمها ١ : ٢٠٠,٠٠٠ والمطلوب تكبيرها إلى خريطة مقياسها ١ : ٥٠,٠٠٠

الحل: نسبة التكبير $= \frac{\text{المقياس الجديد}}{\text{المقياس القديم}}$

$$= \frac{١}{٥٠,٠٠٠}$$

---

(١) Singh; R. L. Elements Of Practical Geography, New Delhi 1979, P.27

نقلا عن حمدى أحمد الديب: المساحة والخرائط، كلية الآداب بسوهاج، جامعة جنوب الوادى، د. ت.

$$= \frac{١}{٢٠٠,٠٠٠}$$

$$\text{نسبة التكبير} = \frac{١}{٥٠,٠٠٠} \times ٢٠٠,٠٠٠$$

$$= \frac{٢٠٠,٠٠٠}{٥٠,٠٠٠} =$$

$$\text{نسبة التكبير} = ٤$$

وفى هذه الحالة نرسم على الخريطة الأصلية مربعات بأطوال ١ سم أما على الخريطة المكبرة فيكون ضلع المربع ٤ سم

مثال: (٢) خريطة مقياس رسمها ١ : ٢٥٠,٠٠٠ والمطلوب تصغيرها إلى خريطة مقياس رسمها ١ : ٥٠٠,٠٠٠

الحل: $$\text{نسبة التصغير} = \frac{\text{المقياس الجديد}}{\text{المقياس القديم}}$$

$$\text{نسبة التصغير} = \frac{١}{٥٠٠,٠٠٠}$$

$$\frac{١}{٢٥٠,٠٠٠} = \frac{٢٥٠,٠٠٠}{٥٠,٠٠٠} = \frac{١}{٢}$$

وفى هذه الحالة نرسم على الخريطة الأصلية مربعات طول أضلاعها ١ سم أما الخريطة المصغرة فيكون طول ضلع المربع الجديد نصف سم وتوضح الخريطة التالية قارة أمريكا الجنوبية والى رسمت بمقياس رسم ١ : ٨٠,٠٠٠,٠٠٠ وقد تم تكبيرها إلى الضعف.

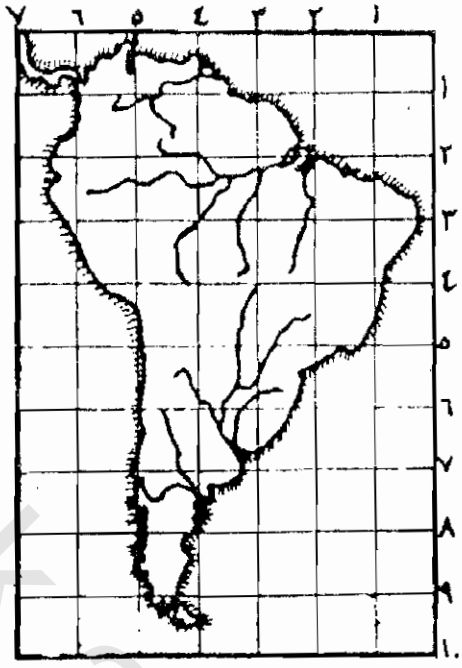
مثال (٣) احسب مقياس الرسم الجديد لخريطة تم تكبيرها أربعة مرات وأحسب أيضاً المقياس الجديد فى حالة تصغيرها للنصف علما بأن مقياس رسم الخريطة الأصلى يبلغ ١ : ١٠,٠٠٠ أنظر الشكلين (٤٨)، (٤٩).

الحل: كل ١ سم على الخريطة يقابله ١٠,٠٠٠سم على الطبيعة

كل ١ سم على الخريطة يقابله ١٠٠ مترا على الطبيعة

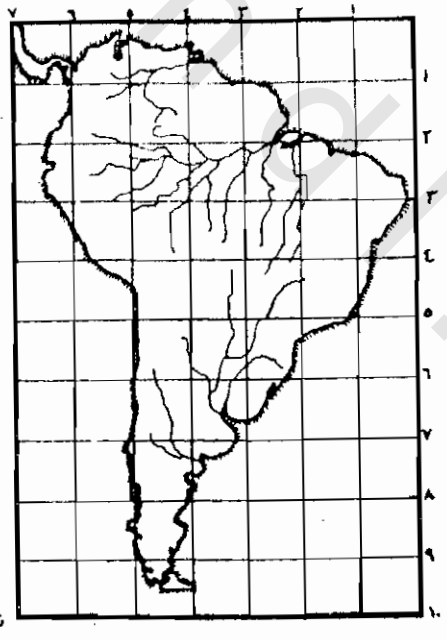
إذن فى حالة التكبير يصبح كل ٤ سم = ١٠٠ مترا على الطبيعة

obeikan.com



نقلا عن: جودت سعادة

شكل (٤٨) استخدام طريقة المربعات على الخريطة الأصلية قبل عملية تكبيرها



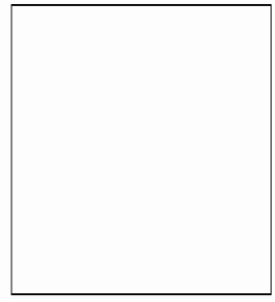
نقلا عن: جودت سعادة

شكل (٤٩) استخدام طريقة المربعات لتكبير الخريطة السابقة

إذن مقياس الرسم الجديد ١ = ٢٥٠٠ (بقسمة الطرفين على ٤ وتحويل المتر إلى سنتيمتر)

أما فى حالة التصغير يصبح كل $\frac{١}{٢}$ سم = ١٠٠ مترا (١٠,٠٠٠ سم)

إذن المقياس الجديد ١ : ٢٠,٠٠٠ (بضرب الطرفين فى ٢)



كل ١ سم طول = ١٠٠ مترا

لأن مقياس الرسم

١ : ١٠,٠٠٠

فى حالة التكبير

كل ٤ سم طول = ١٠٠ مترا

إذن المقياس ١ : ٢٥٠٠

فى حالة التصغير

كل نصف سم = ١٠٠ متر

إذن المقياس

١ : ٢٠,٠٠٠

(٢) طريقة المثلثات المتشابهة Similar Triangles Method: يلجأ الكارتوجرافيون والجغرافيون والمهندسون وغيرهم إلى استخدام هذه الطريقة لتصغير أو تكبير الأشكال الطولية المعرجة مثل مجارى الأنهار أو الطرق أو السكك الحديدية أو السواحل أو غيرها، أى أنها لا تستخدم إلا بالنسبة للمناطق الضيقة التى يصعب استخدام طريقة المربعات فيها.

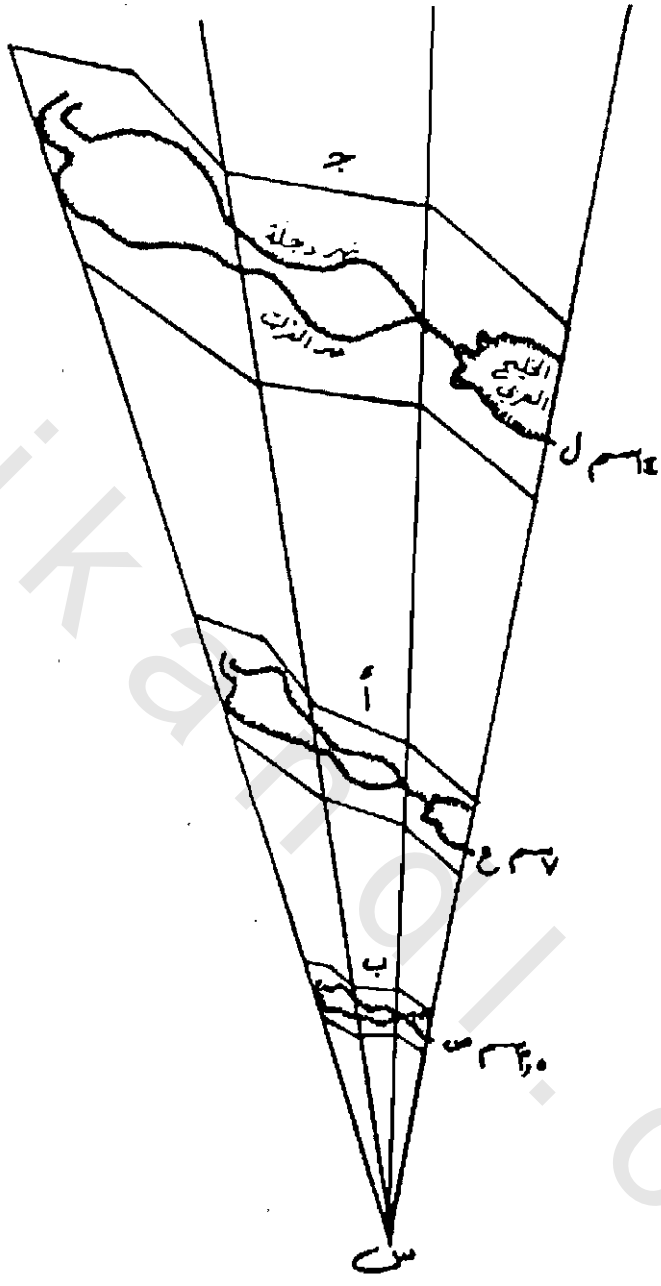
مثال: المطلوب تصغير مجرى نهرى دجلة والفرات بنسبة النصف أو تكبيرها إلى الضعف باستخدام هذه الطريقة. أنظر الشكل (٥٠)

الحل: نتبع الخطوات الآتية لتصغير أو تكبير الشكل[١]:

رسم خطين أو أكثر من الخطوط المستقيمة التى تحصر بينهما مجرى نهرى دجلة والفرات وذلك فى مستوى تعرجات هذين النهرين.

(١) جودت أحمد سعادة، مرجع سبق ذكره، ص ص ٢٢٦ – ٢٢٧.

obeikandl.com



نقلاً عن: جودت سعادة

شكل (٥٠) تصغير الخريطة وتكبيرها باستخدام طريقة المثلثات المتشابهة

obeikandl.com

- اختيار نقطة بعيدة نوعا ما عن الرسم توخيا للدقة ولتكن النقطة (س)
- ربط النقطة (س) بنهايات الخطوط المستقيمة المحددة لمجرى نهرى دجلة والفرات.
- قياس المسافة بين النقطة (س) وبداية الرسم من جهة اليمين، حيث الخليج العربى فكان مقدارها ٧ سم عند النقطة (ع)
- إذا ما أردنا تصغير الشكل (أ) إلى النصف، فأننا نقيس نصف المسافة من النقطة (س) إلى النقطة (ع) وتبلغ ٣,٥ سم فتكون النقطة (ص)، ثم نبدأ بعمل خطوط مستقيمة موازية للخطوط المحيطة بمجرى النهرين فى الشكل (أ)، ثم نستخدم العين لنقل شكل المجرى، فيظهر لنا الشكل المصغر الجديد (ب)
- أما إذا أردنا تكبير مجرى النهر إلى الضعف مثلاً، فإننا نقيس مسافة من المركز (س) تكون ضعف المسافة بين ذلك المركز والشكل (أ) والتى كانت فى الأصل تساوى ٧ سم، أى مسافة ١٤ سم، ونضع النقطة (ل) ثم نبدأ بعمل خطوط مستقيمة موازية للخطوط الموجودة فى الشكل (أ)، ونستخدم العين أيضا لنقل شكل المجرى، حتى يظهر لنا مجرى النهرين بشكل مكبر إلى الضعف تماماً، فيظهر الشكل الجديد (ج)

ثانياً الطرق الآلية:

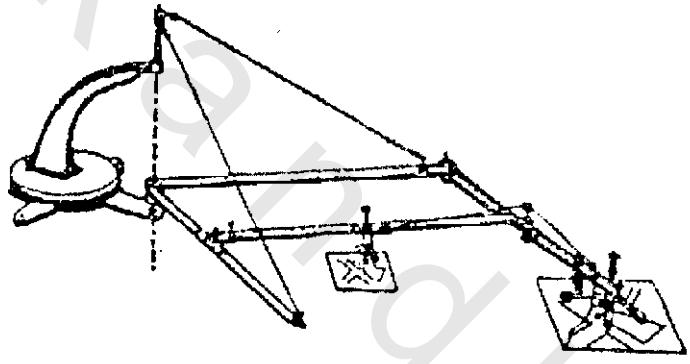
تتمثل الطرق الآلية لتكبير الخرائط وتصغيرها فى استخدام الآتى:

١ - جهاز البانتوجراف Pantograph:

ظل البانتوجراف حتى وقت قريب أكثر أنواع الأدوات الآلية استخداما فى تكبير وتصغير الخرائط، ولكن التطور فى صنع آلات تصوير المستندات وتكبيرها وتصغيرها قد جعل أهميته تتراجع كثيراً خاصة وأن استخدام البانتوجراف يكتنفه البطىء وعدم الدقة التى ترتبط بقدرة الكارتوجرافى على السير على الخط المراد تكبيره أو تصغيره بدقة مما يدع الفرصة للخطأ.

ويتركب هذا الجهاز شكل (٥١) فى أبسط صوره وأشكاله من أربعة سيقان خشبية أو معدنية متساوية الطول، تثبت ببعضها البعض مفصليا، وهى سهلة

الحركة عند الأطراف ويتكون منها شكل متوازى أضلاع، ويثبت فى أحد أطرافه ثقلاً ثابتاً وفى الركن الآخر المقابل للثقل يثبت قلم، رصاص وفى منتصف الشكل يثبت ذراع عليه عدد من الثقوب أولها فى منتصف الذراع، ويثبت فيه قلم حديدى بحيث إذا وضعنا خريطة ومررنا القلم الحديدى على خطوطها فان القلم الرصاص يرسم نفس الخريطة فى الجانب الآخر مكبرة للضعف، وإذا تم عكس وضع القلم بالسن الحديدى فسوف تكون الخريطة مصغرة للنصف، وتبعاً لنسبة التكبير والتصغير يتم تغيير وضع الذراع الأوسط ولكن المهم عند تحريك هذا الذراع وضبطه أن تكون نقطة الثقل الثابت والقلم الحديدى والقلم الرصاص كلها على خط مستقيم واحد، لذا تقوم فكرة البانتوجراف على الأشكال المتوازية الأضلاع.



شكل (٥١) جهاز البانتوجراف

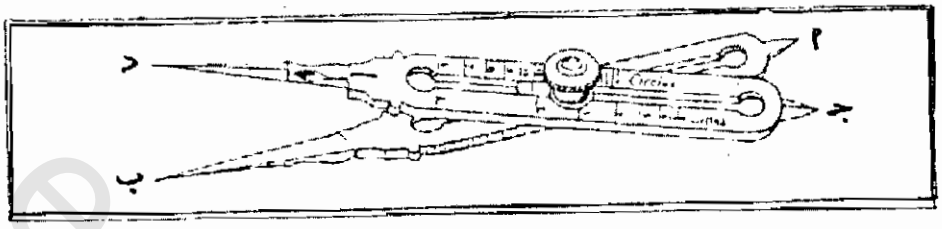
٢ – فرجار التناسب Proportional Compass

ويمكن استخدامه فى تبسيط نسخ التفاصيل بطريق المربعات والمثلثات المتماثلة، وهو مكون من قضيبين ينتهيان من كلا الطرفين بسن مدبب كالمقسم وهذان القضيبان بشكل قطرى فى بعضهما البعض ومثبتان بواسطة مسمار محورى ينزلق فى مجرى. شكل (٥٢)

ويتم تثبيته عند نسبة التكبير أو التصغير المطلوبة وفقا لخط المقياس على جانب القضيب ويوجد فى كلتا الساقين على جانبى الفتحة الطولية تقاسيم خط واحد

obeikandl.com

موازى لهذه التقاسيم ومكتوب على كل مسطرة إحدى مدرجة على شكل مسطرة محفورة فى وجه كلتا القطعتين المعدنيتينهذه الكلمات (Lines, Circles, Solids, Plans) ومعناها على التوالى خطوط، دوائر، أقسام مسطحات.



شكل (٥٢) فرجار التناسب

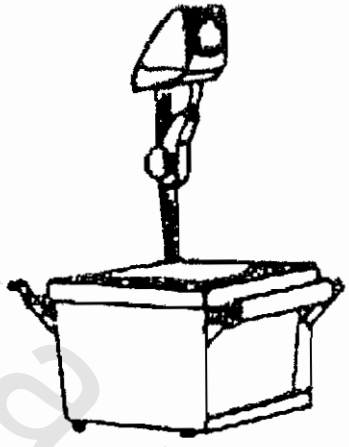
وذلك للدلالة على استعمال كل منها فالمسطرة المكتوب عليها Lines لا تستعمل إلا فى حالة نقل الخطوط المستقيمة من خريطة إلى أخرى مكبرة أو مصغرة بالنسبة التى تبينها خطوط المسطرة بين الفتحتين أ ج، ب د. وقد قسمت مسطرة الخطوط المستقيمة مثلاً على أساس أننا لو ثبتنا القطعة المعدنية فى أى وضع على طول الفتحة الطولية وربطنا المسمار المحورى وفتحنا الفرجار أى فتحة كانت النسبة بين الفتحة أ ج والفتحة ب ج كنسبة الواحد الصحيح إلى رقم تقاسيم المسطرة المنطبق على الخط المحفور فى القطعة المعدنية.

ولاستخدام فرجار التناسب فى تصغير خريطة ما لأية نسبة ولتكن نصف مثلاً، نحرك القطعتين معا فى الفتحة الطولية حتى نطبق الخط الذى بأحدهما على الخط رقم ٢ على مسطرة الخطوط ونربط المسمار المحورى جيدا، ثم نفتح الفرجار ونأخذ الأبعاد من الخريطة بالسنين الكبريين، ونوقعهما على الخريطة بالسنين الصغيرين، أما فى حالة التكبير فتأخذ الأبعاد من الخريطة بالسنين الصغيرين وينسحب نفس العمل على استعمال المساطر الثلاث الأخرى.

٣ - جهاز العرض العلوى (الأوفر هيد بروجيكتور) Over Head Projector:

يمكن استخدام هذا الجهاز شكل (٥٣) لتكبير الخرائط فقط، وبمقياس رسم غير محدد فى البداية. وما علينا إذا ما أردنا تكبير الخريطة إلا أن نعمل على نقل الخريطة المرسومة على قطعة صغيرة من الورق، إلى شفافية عادية ،ثم وضعها

على الجهاز وتشغيله، فيقوم الجهاز بعكس الخريطة وهى مكبرة على الحائط بعدها نقوم بوضع لوحة كرتونية بيضاء على الحائط وضبط الصورة المكبرة عليها ثم البدء بعملية الرسم. وعند الانتهاء من تلك العملية، نحاول إيجاد مقياس الرسم لتلك الخريطة مجهولة المقياس والتى سبق أن تعرضنا لها.

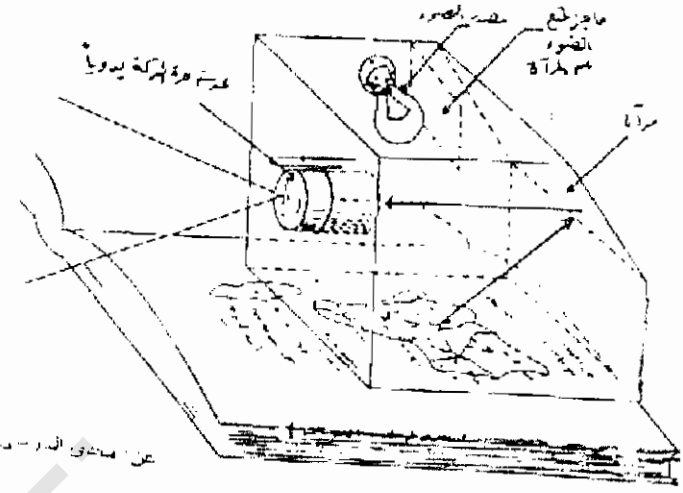


شكل (٥٣) جهاز العرض العلوى (الأوفرهيد بروجيكتور)

٤- الفانوس السحرى:

وهو جهاز يستخدم لعرض الخرائط على شاشة بيضاء خاصة أو على الحائط ويستلزم إظلام القاعة عند استخدامه، ويمكن استعماله فى تكبير الخرائط فقط. وذلك بوضع الخريطة فى مكانها الخاص بالجهاز واستقبالها على الحائط بعد تثبيت لوحة الرسم ويرسم بها إطار الخريطة طبقاً لنسبة التكبير المطلوبة. ثم يقرب الجهاز أو يبعد عن الحائط حتى تملأ صورة الخريطة إطارها المرسوم ويبدأ بعد ذلك فى رسم المعالم الواقعة على ورق الرسم بالقلم الرصاص، ثم تملأ فيما بعد استكمال توقيع مادة الخريطة ويوضح الشكل رقم (٥٤) الفانوس السحرى.

obeikandl.com



شكل (٥٤) الفانوس السحرى

ثالثاً طرق التصوير:

يمكن استعمال الكاميرات فى تكبير أو تصغير الخرائط والأشكال بسهولة ويسر. ويبدأ التمهيد لعملية التصوير عن طريق تثبيت الخريطة على لوحة خشبية سوداء اللون أمام عدسة التصوير، ثم تحديد المساحة بموجب قوانين انعكاسات الضوء، أو حسب الجدول المرفق بآلة التصوير والمحدد فيه نسبة التصغير والتكبير من ناحية، ومسافات بعد الصورة الأصلية من العدسة من ناحية أخرى.

ويتم تحريك آلة التصوير على سكة نحو الأمام ونحو الخلف من أجل الحصول على المقياس المطلوب. فكلما اقتربنا من الآلة، حصلنا على صورة أكبر، والعكس صحيح إذا ما ابتعدنا عن الآلة، حيث تظهر الصورة المصغرة. هذا ويصعب استخدام آلة التصوير لتصغير أية خريطة تزيد أبعادها عن ٦٠ × ٦٠ سم بصورة عامة، أما فى حالة تكبير الخريطة بواسطة هذه الآلة، فأننا نستخدم ما يطلق عليه بالمكبر Enlarge الذى يستعمل لتكبير الصور السلبية Negative للخرائط التى تم تصويرها من قبل بآلة التصوير، على أن لا تزيد أبعاد الخريطة المكبرة عن ٤٠ × ٥٠ سم.

وقد يلجأ المتخصصون فى رسم الخرائط أو عمل الأطالس فى المراكز الجغرافية المعروفة، إلى رسم الخريطة بمقياس رسم دقيق يعادل أربعة أو خمسة أضعاف مقياس الرسم المطلوب، ثم يتم بعد ذلك تصغيرها بآلة التصوير، فتظهر أكثر دقة ونظافة وانتظاما.