مقياس الرسم Scale

الواقع ان الخرائط تكون اقل اتساع من المساحة الارضية التي تشملها وذلك لعدم امكانية وضع الابعاد من الطبيعة وبيانها على الخارطة بنفس ابعادها الحقيقية على الارض ولغرض الاستفادة من هذه الخرائط واستعمالها بشكل منطقي واقعي فان الامر يتطلب وجود نوع من التناسب الثابت بين العناصر والمعالم المتماثلة من حيث الشكل بين الخارطة والواقع وهذا التناسب هو ما يطلق عليه مقياس رسم الخارطة. اذاً مقياس الرسم هو نسبة المسافة الموجودة بين نقطتين عن الخارطة الى المسافة الافقية بين نفس النقطتين على الارض.

$$\text{مقياس الرسم} = \frac{\text{البعد على الخارطة}}{\text{البعد على الارض}}$$

يكبر مقياس الرسم كلما صغرت المساحة المطلوب رسمها على الخريطة وحجم التفاصيل المطلوب ابرازها بوضوح والعكس صحيح. ومقياس الرسم يكبر عندما يقل مقدار ما تمثله وحدة القياس الواحدة على الخارطة من مسافة على الارض فالمقياس $\frac{1}{100}$ اكبر من المقياس $\frac{1}{1000}$ وهذا اكبر من $\frac{1}{5000}$ وهكذا ويحدد مقدار مقياس الرسم عادة قبل البدء برسم الخارطة لذا فان مقاييس الرسم يمكن تقسيمها حسب حجومه الى:

صغرة جداً	اصغر من	1 :200,000
صغيرة		200,000 : 1 – 50,000 : 1
متوسطة		50,000 : 1 – 5,000 : 1
كبيرة		5,000 : 1 – 500 : 1
كبيرة جداً	اكبر من	500 : 1

ويجب ان يثبت مقياس الرسم على الخارطة. اما اذا لم يكن مثبتاً لسبب من الاسباب وهذا نادر الحدوث، فمن الممكن ايجاد المقياس عن طريق قياس المسافة على الخارطة بين نقطتين ذواتي موقعين معروفين على الارض ثم تحسب نسبة مقياس الرسم بينهما. وتنقسم مقاييس الرسم بصورة عامة الى الانواع الاتية:

1. المقاييس العددية Numerical Scale

يعبر عن هذا النوع من المقاييس بإحدى الصيغتين الآتيتين:

أ. مقياس الكسر الممثل او الكسر البياني Representative Fraction

هو اكثر مقاييس الرسم شيوعا في الاستعمال وهو عبارة عن نسبة بين طول وحدة على الخارطة الى طول عدد من نفس الوحدة على الارض. ويعبر عنه بشكل كسر اعتيادي ولا يتوقف المقياس على استعمال وحدة معينة من وحدات القياس فاذا كان لدينا مقياس الرسم $\frac{1}{100}$ (ويكتب بصيغ اخرى هي 1 : 100 او 1 / 100) فمهما يكون نوع الوحدة المستعملة او النظام الذي تنسب اليه فان اي بعد على الخارطة يقابل بعدا على الارض يبلغ 100 مره بقدر هذا البعد وبنفس وحدة القياس. ولتحويل اي مسافه من الارض الى الخارطة، يضرب طولها الطبيعي بمقياس الرسم. اما المساحات فتضرب بمربع مقياس الرسم والحجوم بمكعبه فلو كان لدينا على الطبيعة مسافه 250 مترا ومساحه 250 متر مربع وحجم 250 متر مكعب فان تحويلها الى خارطة بمقياس رسم مقداره $\frac{1}{1000}$ سيكون كالاتي:

مسافة 250 متر على الارض = 250 × $\frac{1}{1000}$ = 0.25 م = 25 سم على الخارطة

مساحة 250 متر مربع على الارض = 250 × $\frac{1}{1000}$ × $\frac{1}{1000}$ = 0.00025 م^2 = 2.5 سم^2 على الخارطة

حجم 250 متر مكعب على الارض = 250 × $\frac{1}{1000}$ × $\frac{1}{1000}$ × $\frac{1}{1000}$ = 0.00000025 م^2 = 0.25 سم^3 على الخارطة

اما عند التحول من الخارطه الى الطبيعه فتكون عمليه الضرب بمقلوب مقياس الرسم للمسافات ومربع مقلوبه للمساحات ومكعب مقلوبه للحجوم. ومن الجدير بالذكر ان هذا المقياس لا يرتبط استعماله باي من نظامي القياس المستعملين (الانكليزي والمتري).

ب. المقياس الكتابي (مقياس الكلمات) Direct Statement Scale

يرتبط استعمال هذا المقياس بواحد من نظامي القياس ولا يرتبط بالنظامين في آن واحد الا بعد اجراء عملية تحويل القياسات من النظام الانكليزي الى المتري او بالعكس. ويستعمل هذا المقياس عادة للخرائط الجغرافية والجيولوجية اذ يعبر عنه بإحدى طريقتين هما:

1. جزء على الخارطة يعادل جزءاً او اجزاء على الارض لها وحدة قياس مختلفة عن تلك الموجودة على الخارطة. كان يكون 1سنتمتر:10متر او 1 انج: ميل.

وهذا يمكن تحويله الى مقياس كسر ممثل عن طريق تحويل جزء او اجزاء البعد على الارض الى نفس وحدة البعد على الخارطة.

1 سم : 10 م = 1 : 10 × 100 = 1 : 1000

1 انج : ميل = 1 : 1 × 5280 × 12 = 1 : 63,360

2. اجزاء على الخارطة تعادل جزءاً واحداً على الارض لها وحدة قياس مختلفة عن تلك الموجودة على الخارطة كأن يكون 10 سنتمتر : كيلومتر او 6 انج : ميل وهذا يمكن تحويله الى مقياس كسر ممثل بتحويل جزء البعد على الارض الى نفس وحدة البعد على الخارطة واختصار الطرفين.

10 سم : كيلومتر = 10 : 1 ×1000× 100 = 10 : 100,000 = 1 : 10,000

6 انج : ميل = 6 : 1 × 5280 × 12 = 6 : 63,360 = 1 : 10,560

ومن الجدير بالملاحظة انه لا يجوز الجمع بين نظامي القياس في آن واحد عند التعبير عن النسبة بين ابعاد الخارطة وابعاد الارض.

2. المقاييس التخطيطية Graphical Scales

تثبت هذه المقاييس باعتماد اساساً على المقاييس العددية من اجل معرفة البعد الحقيقي لأي مسافة على الخارطة مباشرة. وتتميز بالمواصفات الآتية:

1. انها تقيس المسافات الحقيقية بدقة ولأقرب وحدة قياس مطلوبة كالسنتمتر مثلاً.
2. عدم تأثر هذه المقاييس بتأثيرات التمدد والانكماش الناجمين عن الاختلاف بدرجات الحرارة والرطوبة في اليوم الواحد او على مر الايام والسنين التي تؤثر على الابعاد المبينة على الخريطة.
3. تعطي نتائج مباشرة وبذلك تخلصنا من توحيد وحدات القياس وعمليات الاختصار الحسابية لإيجاد البعد الحقيقي المطلوب.

وتنقسم المقاييس التخطيطية الى الانواع الآتية:

أ. المقياس الخطي Profile Scale

وهو عبارة عن خط يرسم على الخارطة بشكل مسطرة مقسمة لغرض بيان مقدار وحدات المسافات الارضية. واحدى نهايتي هذا الخط تقسم الى اقسام اصغر لزيادة دقة القياس. ويجب ان يكون طول المقياس الكلي مناسباً لقياس ما نحتاجه من مسافات الخارطة. والمثال الاتي يوضح كيفية عمل المقياس الخطي.

مثال:

صمم مقياساً خطياً لخارطة مقياس رسمها 1 : 1000 ويقيس الى حد 5 متر.

الحل:

ان المقياس الخطي يتكون من مجموعة مستقيمات متصل بعضها مع بعض وممثلة للأبعاد المقاسة من الخارطة وارقام مدونة عند نهايات هذه المستقيمات دالة على ما يعادل هذه المستقيمات من ابعاد على الارض. وعليه، فان اول ما يجب التفكير به هو تثبيت عدد من العلاقات بين ابعاد الخارطة والارض تكون اساساً لتصميم المقياس ورسمه بالصيغ المبينة في ادناه:

5 امتار على الارض تعادل 5 مليمترات على الخارطة بمقياس 1 : 1000.

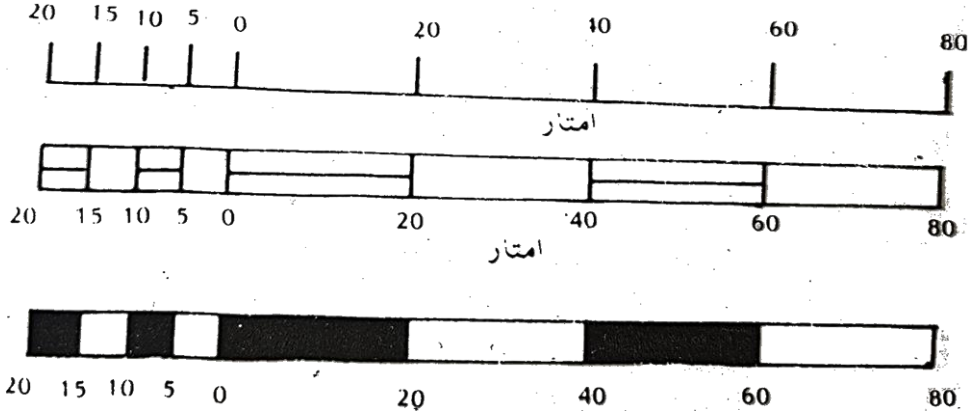
(نضاعف الطرفين (2–10 مرة عادة) وليكن 4 مرات فيصبح لدينا):

20 متراً على الارض تعادل 20 مليمتراً على الخارطة.

(نضاعف الطرفين مرة اخرى بمقدار يساوي او يختلف عن عدد المضاعفات في الخطوة السابقة. وهذا يعتمد على الطول الكلي المرغوب للمقياس ولنفرض اننا اخترنا 5 مرات فيصبح لدينا):

100 متر على الارض تعادل 100 مليمتر (10 سم) على الخارطة.

من الارقام المحسوبة في اعلاه نرسم خطاً مستقيماً افقياً طوله 10 سم ونقسمه الى اجزاء متساوية طول كل منها 2 سم. ثم نقسم الجزء الاول منها (من جهة اليسار او اليمين) الى اقسام طول كل منها 5 مليمترات. عندئذ سيكون لدينا الجزء الكبير الواحد يعادل 20 متراً والجزء الصغير الواحد يعادل 5 امتار على الارض كما في الشكل (3).



شكل (3): مقياس رسم خطي (1: 1000).

اما ايجاد اطوال المسافات من المقياس الخطي فيكون بفتح المقسم (الفرجال ذي الرأسين المدببين) فتحة تعادل المسافة المطلوب قياسها ثم نضع رأس المقسم على خط صفر المقياس ونلاحظ موقع الرأس الثاني للمقسم فاذا وقع على خط احدى التقسيمات الرئيسة فتكون المسافة هي الرقم المؤشر على ذلك الخط. اما اذا لم ينطبق الرأس الثاني على خط من خطوط التقسيمات الرئيسية، اي يكون بين خطين فعندئذ ننقل رأس المقسم الثاني الى الخط الاصغر رقماً، ونلاحظ موقع انطباق الراس الاول للمقسم على احد خطوط التقسيمات الثانوية حيث نأخذ قيمته ونضيفها الى قيمة الخط الرئيس الذي يؤشر عليه الرأس الثاني لنحصل على المسافة الكلية المقاسة. فمثلاً لو انطبق الرأس الثاني للمقسم على الرقم 60 والرأس الاول على الرقم 15، فان المسافة الكلية ستكون 60 + 15 = 75 متراً.

ب. المقياس الشبكي Diagonal Scale

يعتمد هذا المقياس على نظرية تناسب المثلثات ويستخدم في اعداد واستعمال الخرائط الطبوغرافية والتفصيلية حيث يمكن بواسطته الحصول على دقة اكبر من الدقة التي يوفرها المقياس الخطي في معرفة الابعاد على الخرائط او قياسها منها. فمن هذا المقياس يمكن معرفة اطوال المسافات القصيرة جداً، التي لا يمكن التعبير عنها على الخارطة بوسائل القياس الاعتيادية. فمثلاً لو اردنا تصميم مقياس خطي لخارطة مقياسها 1 : 5000 بحيث يقرأ الى حد 2 متر لوجدنا ان هذين المترين على الارض يعادلان بعداً على الخارطة مقداره 0.4 ملليمتراً وهذا المقدار يتعذر قياسه او تعيينه بدقة على ورق الخارطة بالوسائل الاعتيادية المتاحة. وحتى لو امكن ذلك فان الاجزاء الناتجة لا يمكن تمييز بعضها عن بعض بسهولة. من اجل هذا نلجأ الى المقياس الشبكي الذي يمكن بواسطته التعبير عن هذه الاجزاء الصغيرة وكسورها بسهولة. فالمقياس الشبكي عبارة عن مقياس خطي مضاف اليه ورنية للمسافات الدقيقة.

مثال:

صمم مقياساً شبكياً 1 : 2000 بحيث يقرأ الى حد متر واحد.

الحل:

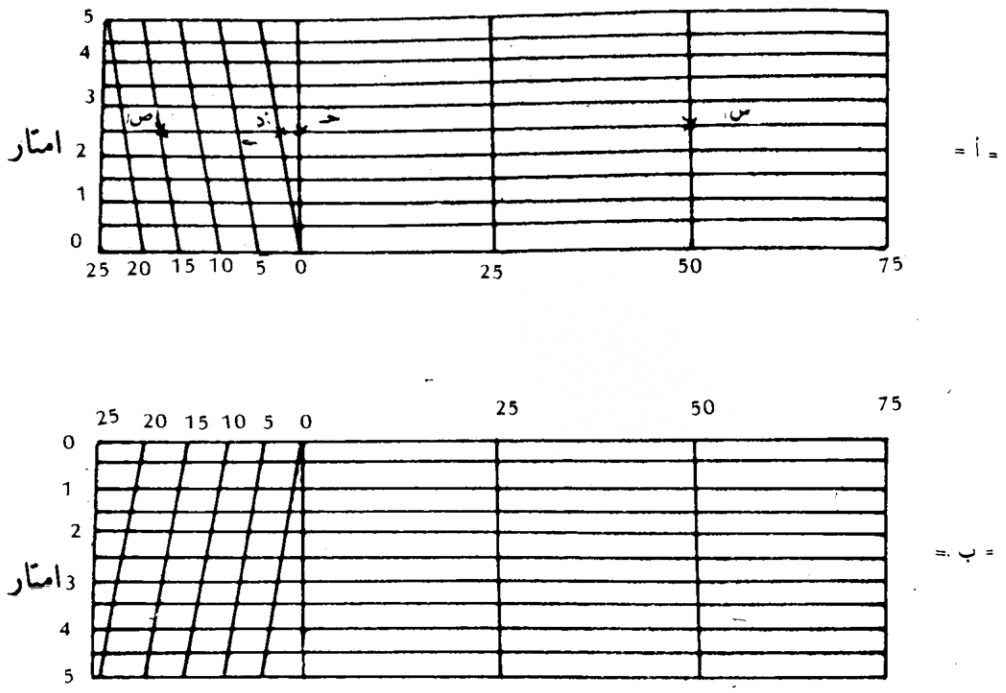
نأخذ الحد الادنى من المسافة التي نريد ان نقرأها المقياس ونجد مقدار ما تمثله هذه المسافة على الخارطة ثم نضاعف المقدارين عدداً من المرات بحيث تكون النتيجة عبارة عن مسافة يمكن رسمها على الخارطة بدقة بوسائل الرسم الاعتيادية. وبذلك نحصل على اطوال

الاجزاء المتوسطة. وهذه تضاعف مرة اخرى عددا من المرات لا يشترط ان يكون مساوياً لعدد المضاعفة في المرحلة الاولى فنحصل على طول الاجزاء الكبيرة نضاعف الاجزاء الكبيرة عددا مناسباً من المرات لنحصل على الحجم الكلي للمقياس الذي يعتمد على توقعنا لأطول المسافات المطلوب قياسها من الخريطة. وهذا يكون بالأرقام على الوجه الاتي:

البعد على الارض		البعد على الخارطة
1	متر	0.5 مليمتر
10×	10 متر	5 مليمتر
5×	50 متر	25 مليمتر (2.5 سم)
4×	200 متر	100 مليمتر (10 سم)

نرسم خطأ اساساً مستقيماً طوله 10 سم ونقسمه الى اجزاء كبيرة طول كل منها 2.5 سم. ثم نأخذ احد هذه الاجزاء الكبيرة (الطرف الايسر او الطرف الايمن) ونقسمه الى اجزاء متوسطة طول كل منها 5 مليمترات ومن نهاية الجزء المتوسط الاخير نرسم خطأ عمودياً نحو الاعلى ناخذ عليه 10 اجزاء صغيرة طول كل منها يفترض ان يكون 0.5 مليمتراً. ولكن هذه المسافة الصغيرة لا يمكن تثبيتها على الخارطة بدقة بوسائل تثبيت القياسات الاعتيادية او بالمسطرة الاعتيادية ولذلك تؤخذ اي مسافة اخرى بديلة عن مسافة الـ0.5 مليمتر مثل 2، 3، 5 مليمتر او غيرها. وهذا التغير في المقدار لا يؤثر على القيمة الاصلية للمسافة استناداً الى البديهية التي مفادها ((اذا ضرب البسط والمقام بعدد ثابت فان القيمة الناتجة تبقى ثابتة)) فمثلاً $\frac{1}{2}$، $\frac{3}{6}$، $\frac{5}{10}$، $\frac{200}{400}$ هي كسور مختلفة عددياً ومتساوية من حيث القيمة.

بعد انتخاب هذه المسافة البديلة واخذ (10) اجزاء صغيرة نرسم من نقاط تقسيمها خطوطاً موازية للخط الاساس. ثم نرسم من نقاط تقسيم الاجزاء الكبيرة خطوطاً موازية لخط الاجزاء الصغيرة. عندئذ تقسم المسافة الافقية المحصورة بين نهاية خط صفر الخط الاساس ونهاية الخط العمودي للأجزاء الصغيرة الى عدد مماثل من الاقسام الموجودة عند اسفلها. ثم نصل كل نقطة من نقاط الاجزاء المتوسطة على الخط العلوي بالنقطة التي تقع على يمين او يسار النقطة المناظرة لها على الخط الاساس فينتج المقياس الشبكي المطلوب كما في الشكل (4).



شكل (4): المقياس الشبكي.

ان الشكل (4 – أ) يبين ان التقسيمات على الخط الموازي الواقع فوق الخط الاساس مباشرة وفي الجزء الاول من جهة اليمين من المقياس الشبكي قد انحرفت الى اليسار بمقدار $\frac{1}{10}$ من اصغر قسم على الخط الاساس الذي يبلغ طوله 5 امتار. اي انها انحرفت بمقدار $\frac{1}{10}$ من 5 امتار اي (0.5) متر والتقسيمات على الخط الموازي الثاني انحرفت بمقدار $\frac{2}{10}$ اي (1) متر. وهكذا الى الخط الموازي الاخير الذي يصبح انحرافه بمقدار $\frac{10}{10}$ اي (5) امتار وهذا يعني اننا انتقلنا من نقطة الصفر الى نقطة الـ(5) امتار الافقية بصورة رأسية مائلة تدريجية. اما الشكل (4 – ب) فهو نفس الخط الاساس ولكن اتجاه تدريجات المقياس الشبكي معاكس لما هو موجود في الشكل (4 – أ) والسبب في ذلك يعود الى اتجاه ميلان الخطوط المكونة للمقياس الشبكي.

لبيان كيفية قراءة المسافات من المقياس الشبكي، نفرض ان المطلوب هو معرفة المسافة (س ص) المؤشرة على المقياس في الشكل (4 – أ). هذه المسافة يمكن تقسمها الى الاجزاء الاتية:

الجزء س ح = 50 متراً وهي قيمة الخط العمودي الذي تقع عليه نقطة س.

الجزء د ص = 15 متراً وهي قيمة الخط المائل الذي تقع عليه نقطة ص.

الجزء ح د = 2.5 متر وهي قيمة الخط الافقي الذي تقع عليه النقطتان س، ص،

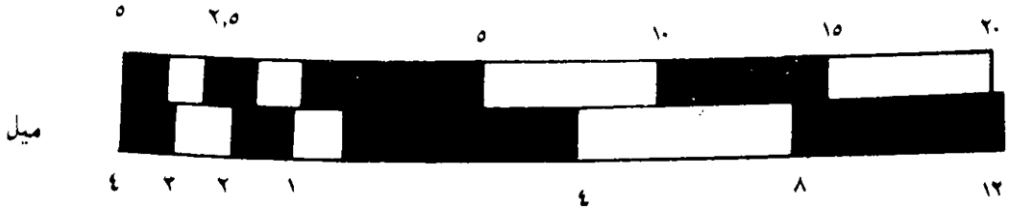
∴ طول س ص = قراءة الخط العمودي + قراءة الخط المائل + قراءة الخط الافقي

= 50 + 15 + 2.5 = 67.5 متر

ولتوضيح كيفية قياس المسافات من الخرائط باستعمال المقياس الشبكي نفرض ان المسافة س ص المذكورة في اعلاه قد اخذت من الخارطة عن طريق المقسم (الفرجال ذي الرأسين المدببين). بفتح المقسم بقدر المسافة س ص على الخارجة ثم نضع رأس المقسم الايسر على صفر الخط الاساس ونلاحظ موقع الرأس الايمن فنجد انه يقع بين الرقمين 50 متراً و75 متراً. ننقل رأس المقسم الى نقطة الرقم الاصغر وهي نقطة الى 50 متراً في الوقت الذي يكون في الراس الايسر فوق تقسيمات الاجزاء المتوسطة على خط الاساس فاذا انطبق على احدهم فتكون القراءة وايجاد المسافة كما سبق في موضوع المقياس الخطي بالضبط. اما اذا لم يحدث انطباق الرأس الايسر فنحرك المقسم الى الاعلى بحيث يبقى الخط الواصل بين رأسيه موازياً لوضعه الاول ويكون الرأس الايمن منطبقاً دائماً على امتداد الخط العمودي الذي قيمته (50) متراً. وهكذا نستمر في تحريك المقسم حتى ينطبق الرأس الايسر للمقسم على نقطة من نقاط التقاطع بين الخطوط الافقية والمائلة، وعندئذ نقرأ مقدار المسافة المؤشرة، على امتداد الخط الافقي، بواسطة رأسي المقسم فنجد انها تساوي 67.5 متراً كما سبق توضيح ذلك.

ت. المقياس المقارن Comparative Scale

هو عبارة عن مقياس خطي تكون تقسيماته من الاعلى بالنظام المتري ومن الاسفل بالنظام الانكليزي او العكس وذلك لغرض تسهيل استعمال الخرائط بكلا النظامين، ومعرفة مقدار المسافة المقاسة باحد النظامين بما يعادلها في النظام الآخر كما في الشكل (5).



شكل (5): مقياس الرسم المقارن.

ث. المقياس الزمني Time Scale

هو نوع من المقياس المقارن يستعمل في المجالات العسكرية ويهدف الى معرفة الزمن اللازم لقطع مسافة ثابتة بين نقطتين بسرعة معينة. والمقارنة تكون بين طول وحدات المسافة وهي ثابتة لارتباطها بمقياس رسم الخارطة وبين وحدات الزمن المتغيرة حسب السرعة ومثال ذلك المقاييس الزمنية المصممة لسير المشاة او الدروع وغيرها.