الفصل الخامس

قياس الأبعاد على الخريطة

تعترض عملية قياس الأبعاد على الطبيعة العديد من المشكلات، وأول هذه المشكلات هى كروية الأرض، حيث نجد أنه من الصعوبة بمكان تمثيل هذه الكروية على الورق المسطح العادى، بدرجة تكون مطابقة لما هو عليه فى الطبيعة، مهما كان نوع مسقط الخريطة المستخدم فى الرسم. وثانى المشكلات التى تعترض عملية القياس هى مشكلة تضرس الأرض أى وجود تفاوت بين الارتفاع والانخفاض، فالجبال والتلال والأودية لا يمكن أن نقوم بتمثيلها على الخريطة المسطحة أن نعرج لها على سطح الخريطة المستوى، حتى تبدو بشكلها الدقيق المجسم، بل تظهر على شكل خطوط كنتور ورسوم صغيرة.

الأدوات المستخدمة فى عمليات القياس:

وهناك مجموعة من الأدوات المستخدمة فى أجراء عمليات القياس وأهم هذه الطرق هى:

١ – **المسطرة العادية:** وتعتبر من أبسط الطرق المعروفة لقياس المسافات المستقيمة، فبعد قياس المسافة بين مكانيين على الخريطة بواسطة المسطرة، نقوم بوضع المسطرة على المقياس الخطى للخريطة ونقرأ فورا ما يعادل ذلك على الطبيعة بالكيلومتر أو بالميل وذلك بالاستعانة بمقياس الرسم.

٢ – **الفرجار أو المقسم: Divider:** وقد سبق أن تعرضنا له وعبارة عن فرجار ذو سنين معدنيين، ويستخدم فى قياس المسافات المتعرجة، فإذا كان الخط بين مدينتين على الخريطة متعرجاً بدرجات بسيطة، أو إذا كان فيه انحناء على شكل

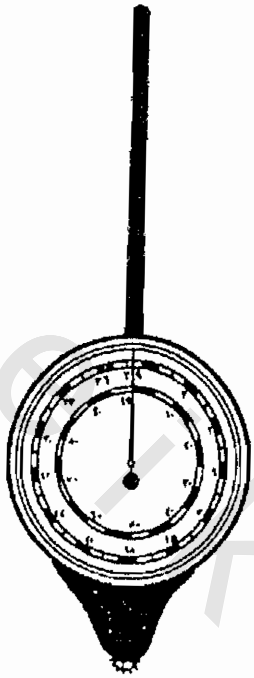
قوس، فإن استخدام الفرجار يصبح ضرورى. ويتم ذلك عن طريق فتح ذلك الفرجار لمسافة محددة مثل $\frac{١}{٢}$ سم مثلا، ثم يتم تحريك الفرجار فوق الخط المطلوب قياسه (دون رفعه عن هذا الخط) وفى النهاية نحسب عدد النقلات التى تمت، ومن ثم نعرف طول الخط من خلال معرفة عدد النقلات ولتكن ثمانية مثلاً، فيصبح طول الخط يساوى ٤ سم $\frac{(١ \times ٨)}{٢}$ = ٤ سم ويمكن بعد ذلك معرفة الطول على الطبيعة باستخدام مقياس الرسم.

٣ – **الخيط:** إذا كان الخط بين مكانيين على الخريطة متعرجا للغاية، فيمكن استخدام خيط رفيع، وذلك عن طريق تتبع كل تعرج من التعرجات الموجودة بين هذين المكانين، وبعد الانتهاء من قياس تلك التعرجات أو الإنحناءات، نعمل على شد الخيط جيداً وقياسه على المسطرة العادية بالسنتيمترات، ثم تطبيق هذا الطول على المقياس الخطى لمعرفة ما يعادله بالكيلومترات على الطبيعة.

٤ – **عجلة القياس Opisometer:** وتعتبر أكثر وسائل الأبعاد على الخريطة من حيث الدقة والسرعة، وبخاصة إذا كانت الخطوط متعرجة أو شديدة الانحناء كأودية الأنهار أو الطرق الجبلية الملتوية. وتتركب العجلة شكل (٤١) من قرص دائرى تم تغليفه بلوح زجاجي كى يحافظ على سطح القرص والمؤشر المعدنى من التلف.

وقد تم رسم دائرتين أو اكثر على ذلك القرص، كل دائرة منها رسمت حسب قياس رسم معين، بعضها يقيس بالكيلومترات وبعضها يقيس بالأميال فى الدائرة الصغرى الداخلية مقسمة إلى ٩٩ قسما، منها يشير إلى كيلومتر واحد. فى حين تم تقسيم الدائرة الكبرى الخارجية إلى ٣٩ قسما كل قسم منها يشير إلى ميل واحد ويوجد فى مركز هاتين الدائرتين مؤشر يشبه عقرب الساعة، تم ربطه بعجلة صغيرة مسننة فى أسفل القرص.

فإذا أردنا قياس أى خط متعرج على الخريطة، لابد من ضبط هذا العقرب أو المؤشر على صفر القياس فى الدائرتين، ثم نضع العجلة الصغيرة المسننة على بداية الخط ونبدأ بتحريكها باتجاه دوران عقرب الساعة على الخط المراد قياسه.



شكل (٤١) عجلة القياس

وبعد الوصول إلى نهاية الخط أو عند المكان أو المدينة المطلوبة نرفع العجلة ونقرأ الرقم الذى وصل إليه المؤشر سواء على المقياس الكيلو مترى إذا كانت الخريطة تستخدم المقياس الفرنسي أو المقياس الميلى إذا كانت الخريطة تستخدم المقياس الإنجليزى. ونظراً لأن كل قسم على المقياس الفرنسي يساوى كيلومتر واحد، فان العجلة لو سارت مسافة ستة سنتيمترات يعنى أن المسافة الحقيقية على الطبيعة تعادل ٦ كيلومتر، فى حين لو كان المقياس على النظام الميلى الإنجليزى وسجلت العجلة ست بوصات لكانت تعادل ستة أميال على الطبيعة.

مثال (١): على خريطة بمقياس ١ : ٤٠٠,٠٠٠، قيس مجرى نهر منها بعجلة القياس فأشار العقرب إلى الرقم ٢٠ أحسب طول هذا المجرى .

الحل: القراءة على العجلة ٢٠ كم

وبما أن كل ١ سم على الخريطة يقابله ٤٠٠,٠٠٠ سم على الطبيعة

أى أن كل ١ سم على الخريطة يقابله ٤ كم على الطبيعة

إذن طول النهر = ٢٠ × ٤ = ٨٠ كم.

مثال (٢): على خريطة بمقياس ٢ بوصة للميل قيس طريق يربط بين مدنيين بها فأشار العقرب إلى الرقم ٤٣. أحسب طول الطريق.

الحل: القراءة على العجلة ٤٣ ميل.

وبما أن كل ٢ بوصة على الخريطة يقابلها $\frac{١}{٢}$ ميل

أى أن كل ١ بوصة على الخريطة يقابلها $\frac{١}{٢}$ ميل

أذن طول الطريق = $\frac{٤٣}{٢}$ × ١ = ٢١,٥ ميل

قياس المساحات على الخريطة :

تعد قياس المساحات على الخرائط ذات أهمية قصوى لكل مستخدمى الخرائط سواء الجغرافيين أو العسكريين أو المهندسين أو المعلمين أو الطلاب، وخاصة إذا كانت مساحة المنطقة أو الإقليم غير معروفة من قبل، وكان شكل الخريطة غير منتظم، ومع أن مساحات الدول معروفة ومكتوبة فى الأطالس أو الكتب الإحصائية السنوية الدولية، إلا أن إلمام الطالب بطريقة حساب المساحات على الخريطة يعتبر من الأمور الضرورية، حتى يتمكن من استخراج المساحات الإدارية التى تضمها الدول سواء كانت محافظات أو ولايات أو مقاطعات أو بعض مناطقها الزراعية أو بعض بحيراتها أو مناطقها الجبلية أو السهلية.

وتنقسم طرق قياس المساحات إلى مجموعتين هما الطرق التخطيطية، والطرق الآلية وفيما يلى توضيح لهذه الطرق:

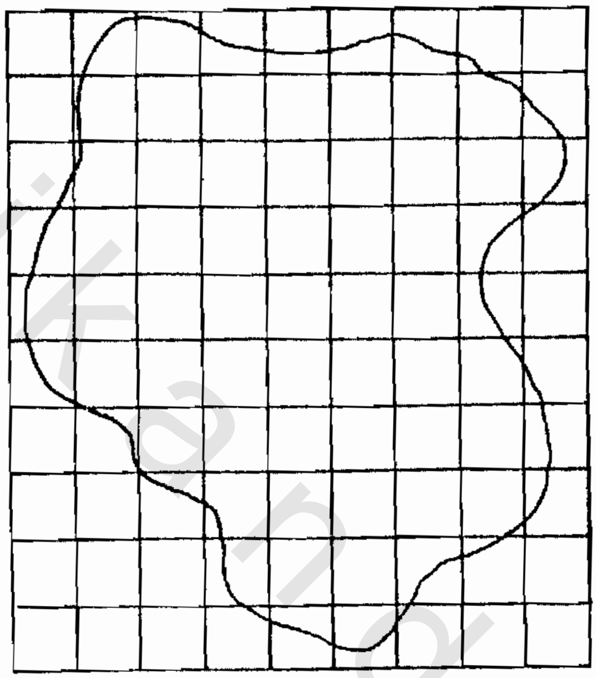
أولاً الطرق التخطيطية:

وهى الطرق التى يتم بواسطتها استخدم الخطوط والرسوم البيانية والأشكال الهندسية المختلفة. وتشمل هذه الطرق الآتية:

١- **طرق المربعات:** وتتم هذه الطريقة بتقسيم الخريطة المطلوب قياس مساحتها إلى مربعات طول ضلع كل مربع ١ سم، ثم نحسب مجموع عدد المربعات داخل الخريطة. وتتم عملية حساب المربعات الكاملة أولاً، ثم تقدير عدد المربعات الناقصة أو تقريبها ثم الرجوع إلى مقياس رسم الخريطة المطلوب قياس مساحتها، ونقوم بحساب تلك المساحة حيث يتم حساب مساحة المربع الواحد فى الطبيعة وضرب عدد المربعات التى يتكون منها الشكل فى مساحة المربع الواحد فنحصل على إجمالى مساحة الشكل، ولما كانت بعض المربعات لا تكتمل داخل الشكل فإنه يمكن اعتبارها مربعات ناقصة، وهنا يمكن اعتبار كل اثنين منها تمثل مربعاً واحد.

مثال: الشكل التالى يوضح قطعة من الأرض، والمطلوب حساب مساحتها علماً بأن مقياس الرسم هو ١ : ٣٠٠,٠٠٠.

الحل: نقوم برسم شبكة من المربعات على ورق شفاف ونضعها أسفل الخريطة للعمل على تقسيمها إلى مربعات طول ضلعى كل مربع (١ × ١ سم). أو نقوم برسم شبكة من خطوط المربعات على الخريطة نفسها. ثم نحسب مجموع عدد المربعات الكاملة والناقصة.



شكل (٤٢) حساب مساحة شكل بواسطة طريقة المربعات

وفى هذا المثال: أبعاد كل مربع ١ سم × ١ سم.

وبما أن كل ١ سم على الخريطة يقابله ٣٠٠,٠٠٠ سم على الطبيعة.

فأن ١ سم على الخريطة يقابله ٣ كم على الطبيعة.

أى أن مساحة كل مربع = طول الضلع × نفسه.

= ٣ × ٣ = ٩ كم٢

وبحصر عدد المربعات نجد أن: عدد المربعات الكاملة ٤٠ مربعا.

عدد المربعات الناقصة ١٩ مربعا.

إجمالي عدد المربعات التى يتكون منها الشكل = عدد المربعات الكاملة +

$$\frac{\text{عدد المربعات الناقصة}}{٢} \qquad \frac{٤٠ + ٣١}{٢} = ٧١ = ٥٥,٥ \text{ مربعا}$$

$$= ٤٠ + \frac{٣١}{٢} = ٥٥,٥ \text{ مربعًا}$$

ولما كانت مساحة المربع الواحد = ٩ كم^{٢}

أذن المساحة الكلية للشكل = ٥٥,٥ × ٩ = ٤٩٩,٥ كم^{٢}

(٣) طريقة الأشكال الهندسية:

تتم هذه الطريقة بعد تقسيم الخريطة المطلوب معرفة مساحتها إلى أشكال هندسية متعددة، كالمستطيل والمربع والمثلث والدائرة والمعين وشبه المنحرف والشكل الخماسى والسداسى. وبعد ذلك يتم حساب مساحة كل شكل من خلال القوانين الرياضية وهى:

مساحة المربع = طول الضلع × نفسه

مساحة المستطيل = الطول × العرض

مساحة المثلث = $\frac{١}{٢}$ القاعدة × الارتفاع

أو $= \frac{\text{القاعدة × الإرتفاع}}{٢}$

مساحة شبه المنحرف =

نصف مجموع القاعدتين المتوازيتين × الارتفاع العمودى بينهما.

مساحة المعين = $\frac{\text{القطر الأول × القطر الثانى}}{٢}$

أو نصف حاصل ضرب القطرين.

مساحة الدائرة = ط نق^{٢}

$= \frac{٢٢}{٧}$ (نسبة ثابتة) × (نصف القطر)^{٢}

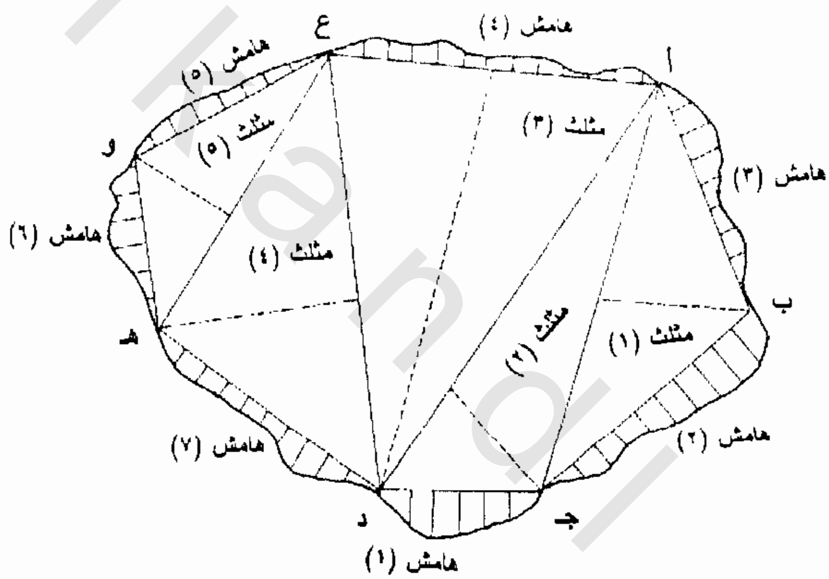
مساحة الشكل الخماسى = ١,٧٢ × (طول ضلع الشكل)^{٢}

مساحة الشكل السداسى = ٢,٦ × (طول ضلع الشكل)^{٢}

مساحة الشكل الثمانى = ٤,٨٣ × (طول ضلع الشكل)^{٢}

وتجدر الإشارة إلى أنه قد تبقى بعض أجزاء من الشكل يصعب رسمها فى شكل هندسى لعدم حدودها، وهنا يتم تحشية هذه الأجزاء والتى تمثل مناطق هامشية، ويــتم ذلك عن طريق خطوط تحشية ترسم متعامدة على خط القاعدة الذى يكون دائما خطــا مستقيما ويطلق على هذا الطريقة اسم طريقة المضلع.

مثال (١): أحسب مساحة الشكل الأتى والذى يمثل قطعة من الأرض.



شكل (٤٣) حساب مساحة شكل بطريقة الأشكال الهندسية وخطوط التحشية

الحل:

نقوم بتقسيم قطعة الأرض إلى عدة مثلثات بلغت ٥ مثلثات وتبقت خمس منــاطق هامشية رسمت عليها خطوط التحشية لتوضيح اتجاهاتها وكيف تكون متعامدة على خط القاعدة، ثم بعد ذلك يتم مساحة الأشكال الهندسية وهى فى الــشكل الــسابق عبارة عن خمس مثلثات، وكذلك يتم قياس مساحة الأشكال الهامشية الخامسة، ثــم يتم جمع مساحة كل هذه الأشكال معاً فنحصل على أجمالى مساحة الشكل.

مساحة المثلث (١) (أ ب ج) = $\frac{٢,٥ \times ٤,٥}{٢}$ $\frac{١١,٢٥}{٢}$ = ٥,٦ سم^{٢}

مساحة المثلث (٢) (أ ج د) = $\frac{٢ \times ٢}{٢}$ = ٢ سم^{٢}.

مساحة المثلث (٣) (أ د ع) = $\frac{٦,٧ \times ٥}{٢}$ $\frac{٣٣,٥}{٢}$ = ١٦,٨ سم^{٢}.

مساحة المثلث (٤) (د هـ ع) = $\frac{٣ \times ٤}{٢}$ = ٦ سم^{٢}.

مساحة المثلث (٥) (هـ و ع) = $\frac{٢ \times ٢,٥}{٢}$ = ٢,٥ سم^{٢}.

ثم يتم قياس مساحة المناطق الهامشية بعد رسم خطوط التحشية السابق الإشارة إليها بشرط أن تكون هذه الخطوط عمودية على خط القاعدة ومرسومة على مسافات متساوية (يفضل ألا تتجاوز ٢ مليمتر) ونستخدم القانون التالى[١]:

مساحة المنطقة الهامشية = $\frac{\text{مجموع أطوال خطوط التحشية} \times \text{طول خط القاعدة}}{\text{عدد خطوط التحشية}}$

مساحة المنطقة الهامشية رقم (١):

وبعد قياس أطوال التحشية فى هذه المنطقة فكانت ٤، – ٥، – ٧، سم وبجمعها وقسمها على عددها = ١,٦ ÷ ٣ = ٥٣، سم.

ويضرب الناتج فى طول الضلع المقابل لخطوط التحشية وهو ٢,٥ سم.

للحصول على مساحة الجزء = ٥٣، × ٢,٥ = ١,٣ سم.

وبالمثل يمكن الحصول على مساحة الأجزاء المهشرة.

مساحة المنطقة الهامشية رقم (٢):

بعد قياس الأطوال التحشية فى هذه المنطقة فكانت: ٧، –٧، –٦، –٥، –٤، سم

(١) حسن سيد حسن، مرجع سبق ذكره، ص ٤٦.

وبجمعها وقسمها على عددها = ٢,٩ ÷ ٥ = ٥٨، سم

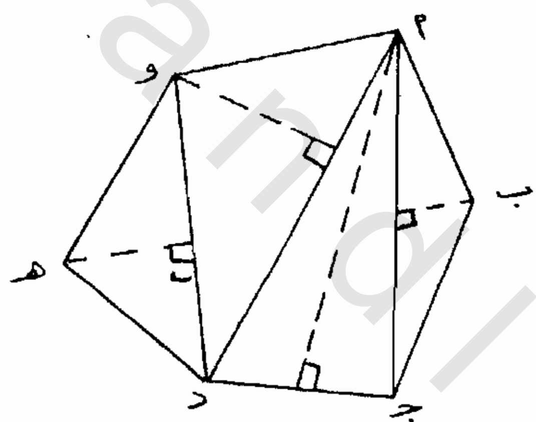
ونضرب الناتج فى طول الضلع المقابل لخطوط التحشية وهو ٤,٥

للحصول على مساحة الجزء = ٥٨، × ٤,٥ = ٢,٦١ سم

تمرين: يقوم الطالب بحساب باقى مساحات المناطق الهامشية المهشرة بنفس الطريقة السابق الإشارة إليها ثم يقوم بجمع مساحة هذه المناطق جميعها وليكون الناتج مساحة مناطق التحشية أو الهامشية المشهرة.

ثم يقوم بجمع مساحة المثلثات التى سبق حسابها وبعد ذلك يقوم بحساب مساحة الشكل (المثلثات + الأجزاء المهشرة) واخيرا يقوم بحساب مساحة الشكل حسب مقياس الرسم المذكور.

مثال (٢) أحسب مساحة المنطقة الموضحة فى الشكل الذى أمامك والمحددة بخطوط مستقيمة علما بأن مقياس رسمها ١ : ٢٠٠,٠٠٠



الحل: الخطوة الأولى: نقسم المنطقة إلى مجموعة مثلثات ونعين أرتفاعاتها ونقيس أطوال الأضلاع والأرتفاعات

الخطوة الثانية : نحسب مساحة كل مثلث بإحدى الطرق التالية:

(١) مساحة المثلث $= \frac{\text{القاعدة} \times \text{الإرتفاع}}{٢}$

أو $\frac{١}{٢}$ القاعدة × الارتفاع

(٢) مساحة المثلث المتساوى الأضلاع = ٤٣٣، ج^{٢}

حيث ج = طول ضلع المثلث

(٣) إذا كان المعلوم أطوال أضلاعه الثلاثة

مساحة المثلث = $\sqrt{\text{ح (ح − أ) (ح − ب) (ح − ج)}}$

حيث أ، ب، ج = أطوال أضلاع المثلث

ح = نصف محيط المثلث = $\frac{\text{أ + ب + ج}}{٢}$

وبتطبيق الطريقة الأولى نحصل على النتيجة التالية:

مساحة المثلث أ ب ج = $\frac{\text{٦,٥} \times \text{١,٥}}{٢}$ = ٤,٩ سم^{٢}

مساحة المثلث أ ج د = $\frac{\text{٣,٥} \times \text{١,٥}}{٢}$ = ١١,٤ سم^{٢}

مساحة المثلث أ د و = $\frac{٧ \times ٣}{٢}$ = ١٠,٥ سم^{٢}

مساحة المثلث د و هـ = $\frac{٥ \times \text{٢,٥}}{٢}$ = ٦,٣ سم^{٢}

جملة مساحة الشكل على الخريطة = ٤,٩ + ١١,٤+٦,٣ = ٣٣,١ سم^{٢}

نحسب مساحة الشكل على الطبيعة

وبما أن كل ١ سم على الخريطة يقابل ٢ كم على الطبيعة

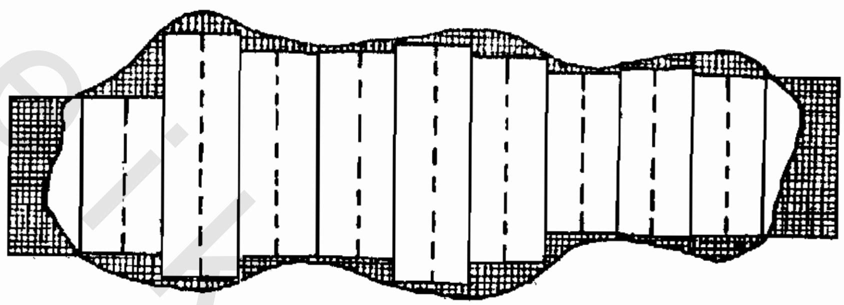
أذن مساحة الشكل على الطبيعة = ٣٣,١ × ٢ = ٦٦,٢ كم^{٢}

(٣) طريقة الشرائح : Strip Method

ويطلق عليها أحيانا طريقة المستطيلات. وهى من أسرع الطرق التخطيطية وأيسرها استعمالا، ولكنها قد تكون أقلها دقة. وتتلخص هذه الطريقة فى رسم عدة

خطوط متوازية على الخريطة المطلوب حساب مساحتها بحيث تكون المساحة التـــى تفصل هذه الخطوط ثابتة وواحدة كأن تكون سنتيمترا واحدا أو أثنين مـــثلا. فتتحـــول الخريطة بالتالى إلى مجموعة من المستطيلات التى يمكن حساب مـــساحتها وربطهـــا بمقياس رسم لاستخراج المساحة الكلية التقديرية لها.

مثال: احسب مساحة الشكل الذى أمامك علماً بأن مقياس الرسم ١ : ٢٥٠,٠٠٠.



شكل (٤٤) حساب مساحة شكل بطريقة الشرائح

الحل: بعد تقسيم الشكل إلى مجموعة من المستطيلات، نعطى كـــل مـــستطيل رقمـــا محدداً.

ونوجد مساحة الشكل بهذه الطريقة بعد حساب الآتى:

مساحة المستطيل = الطول × العرض

مساحة المستطيل الأول = ٢,٥ ×١ = ٢,٥ سم٢

مساحة المستطيل الثانى = ٢,٥ × ١ = ٢,٥ سم٢

مساحة المستطيل الثالث = ٢,٧ × ١ = ٢,٧ سم٢

مساحة المستطيل الرابع = ٣ × ١ = ٣ سم٢

مساحة المستطيل الخامس = ٣,٧ × ١ = ٣,٧ سم٢

مساحة المستطيل السادس = ٣,٧ × ١ = ٣,٧ سم٢

مساحة المستطيل السابع = ٣,٥ × ١ = ٣,٥ سم٢

مساحة المستطيل الثامن = ٣× ١ = ٣ سم٢

مساحة المستطيل التاسع = ٣,٥ × ١ = ٣,٥ سم^{٢}

مساحة المستطيل العاشر = ٤ × ١ = ٤ سم^{٢}

مساحة المستطيل الحادى عشر ٣ × ١ = ٣ سم^{٢}

وبجمع مساحات هذه المستطيلات تكون مساحة الشكل نحو ٣٥,١ سم^{٢}، وبعد ذلك يمكن الحصول على مساحة الشكل على الطبيعة.

وتوجد كذلك مجموعة ناقصة من المستطيلات بجانب المستطيلات السابقة أو فوقها أو أسفلها يمكن تقدير مساحتها بحوالى ٤ سم.

ثم نقوم بجمع مساحة المستطيلات الكاملة والمستطيلات الناقصة، فيظهر لنا مجموع مساحة الخريطة بالسنتيمترات المربعة كالآتى:-

مساحة الشكل = مجموع المستطيلات الكاملة + مجموع المستطيلات الناقصة على الخريطة.

= ٣٥,١ + ٤ = ٣٩,١ سم^{٢}

وبما أن مقياس رسم الخريطة ١ : ٢٥٠,٠٠٠

إذن فإن السنتيمتر على الخريطة يعادل ٢٥٠,٠٠٠ سنتيمتر على الطبيعة

وبما أن الكيلو متر الواحد يساوى ١٠٠,٠٠٠

إذن السنتيمتر الواحد على الخريطة يساوى $\frac{٢٥٠,٠٠٠}{١٠٠,٠٠٠}$ = ٢,٥ كم

بينما نجد أن السنتيمتر الواحد على الطبيعة = ٢,٥ × ٢,٥ = ٦,٢٥ كم

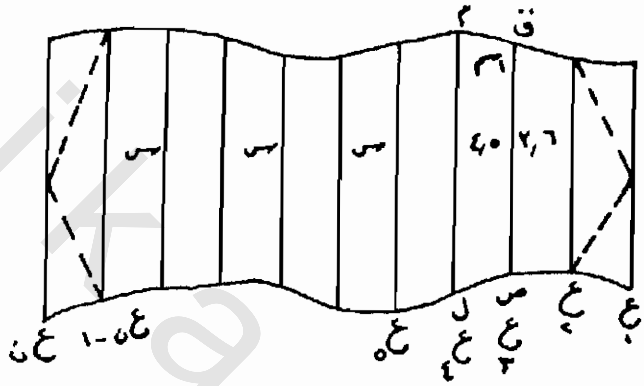
(٤) طريقة شبه المنحرف:

تعتمد هذه الطريقة على تقسيم الشكل المراد قياس مساحته إلى عدة خطوط عرضية ذات مسافات متساوية فيما بينها، ثم إيجاد مساحة كل منطقة محصورة بين كل خطين على اعتبار أنها تأخذ شكل شبه منحرف، أو بمعنى آخر أن كل جزء من خط الحدود المنحنى والمحصور بين كل خطين رأسيين متجاورين عبارة عن خط مستقيم.

والمعروف أن مساحة شبه المنحرف = (مجموع القاعدتين المتــوازيتين ÷ ٢ × الارتفاع) والقاعدتان المتوازيتان فى مثالنا هذا تتمثلان فى الخطوط المتوازية الــسابق رسمها.

مثال: أحسب مساحة الشكل الذى أمامك علما بأن مقياس رسم الشكل ١ : ٢٥٠,٠٠٠.

الحل: الطريقة الأولى: نحسب مساحة كل شبه منحرف على حدة ثم نجمع المــساحات للحصول على مساحة الشكل المطلوب.



شكل (٤٥) حساب مساحة شكل بواسطة طريقة شبه المنحرف

ففى المثال الذى أمامنا لحساب مساحة شبه المنحرف ق ص ل م والــذى فيــه طول القاعدتين ٣,٦ سم، ٤,٥ سم والارتفاع ١ سم.

نجد أن مساحته = $\frac{٣,٦ + ٣,٤}{٢} \times ١ = \frac{٧ \times ١}{٢} = ٣,٥$ سم.

وعلى أساس أن كل١ سم على الخريطة يقابل٢٥٠,٠٠٠ سم على الطبيعة

كل ١ سم على الخريطة يقابل ٢٥٠ متر على الطبيعة

إذن مساحة السنتيمتر المربع = ٢٥٠ × ٢٥٠ = ٦٢٥٠٠ $م^٢$

إذن مساحة شبه المنحرف على الطبيعة = ٦٢٥٠٠ × ٣,٥ = ٢١٨٧٥٠ $م^٢$

وهكذا وبنفس الطريقة تحسب مساحة كل أشباه المنحرفات الأخرى، ثم تجمــع هذه المساحات لتعطى مساحة الشكل بأكمله.

الطريقة الثانية:

على فرض أن الخطوط المتوازية التى سبق رسمها هى علـــى الترتيـــب ع^{1}، ع^{2}، ع^{3}، ع^{4}، ..... ع ن$^{-1}$، ع ن.

فان إجمالي مساحة الشكل = $\frac{\text{س (ع١ + ع٢ + ع٣ + ... + ع ن-١)}}{\text{٢}}$

حيث س عبارة عن العرض المشترك بين كل الخطوط، ويراعى انه إذا كان الشكل مدبب الطرفين كما هو موضح بالخطوط المتقطعة بالشكل السابق، فإن كـــلا مـــن ع١، ع ن يصبح صفرا. وعلى ذلك يصبح القانون كالتالى:(١)

مساحة الشكل = س (ع٢ + ع٣ + ... + ع ن +١)

ثانياً الطرق الآلية: Mechanical Methods

وهى أكثر دقة فى استخراج مساحة المناطق أو الخرائط المختلفة، وتتمثـــل أهـــم الأجهزة المستخدمة فيها فى الآتى:

١ – مسطرة التفدين Computing Scale

تتركب مسطرة التفدين شكل (٤٦) من مسطرة عادية من الخشب يبلغ طولها ٦٠ سم.

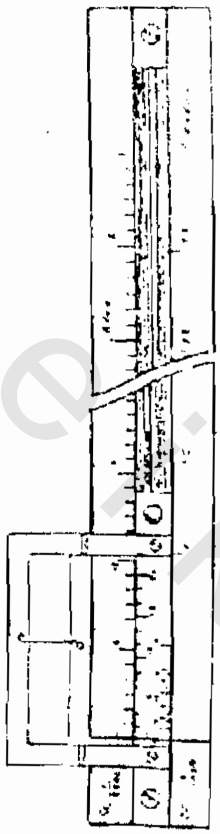
ويوجد فى وسطها وفى اتجاه طولى مجرى تنزلق منه قطعة معدنية مثبتبها إطار معدنى بارز عن حافة المسطرة ومركب فى وسطه سلك رفيع اتجاهه عمودى علـــى طول المسطرة ويعرف بالشعرة.

وقد أطلق عليها أسم مسطرة التفدين لأنها مقسمة ومدرجة بحيث تقيس مباشـــرة الفدان وكسوره.

ونظرا لان جميع خرائط المساحة المتداولة فى مصر مرسومة بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠، ١ : ١٠٠٠ فقد تم تقسيم هذه المسطرة وتدريجها اعتمادًا على هذين المقياسين بحيث خصص لكل حرف من المسطرة مقياس منهما وقد بنى تقسيم مسطرة التعـــدين

(١) محمد صبحى عبد الحكيم، ماهر الليثى، مرجع سبق ذكره، ص ٦٥.

على أساس أن مساحة المستطيلات المتساوية العرض والمتغيرة الطول تتناسب طرديا مع أطوالها. وقد اعتبر فى تقسيمها أن عرض هذه المستطيلات الثابت هو ٢٠ متر بالنسبة للخرائط مقياس ١ : ٢٥٠٠، وثمانية أمتار بالنسبة للخرائط مقياس ١ : ١٠٠٠ – ولذلك فقد حسبت الوحدات المبينة على كلا من طرفى المسطرة على أساس العرض الثابت فى الرسم للمستطيل الذى مساحته فدان واحد بالنسبة لكل مقياس على حدة. ويظهر ذلك على النحو التالى:



شكل (٤٦) مسطرة التفدين

تقسيمات الحرف الخاص بالمسطرة بمقياس ١ : ٢٥٠٠

مساحة الفدان = ٤٢٠٠,٨٣ متر مربع.

العرض الثابت المعتبر فى الطبيعة ٢٠ مترا يقابل على الخريطة مقياس ١: ٢٥٠٠ طولا قدر $\frac{٢٠ \times ١٠٠٠}{٢}$ = ٨ ملليمترات

طول المستطيل الذى مساحته فدان وعرضه ٢٠ مترا على الطبيعة:

= $\frac{٤٢٠٠,٣٨}{٢٠}$ = ٢١٠,٠٤ مترا .

طول المستطيل نفسه على الخريطة مقياس ١ : ٢٥٠٠

= $\frac{٢١٠,٠٤١ \times ١٠٠٠}{٢٥٠٠}$ = ٨٤,٠١٦٤ ملليمتر

تقسيمات الحرف الخاص بمقياس ١ : ١٠٠٠ :

المسطرة مقسمة بالنسبة لعرض ثابت فى الطبيعة قدرة ثمانية أمتار تمثل على الخريطة مقياس ١ : ١٠٠٠ بطول قدره $\frac{٨ \times ١٠٠٠}{١٠٠٠}$ = ٨ ملليمترات

وعلى ذلك يكون الطول المحدد على المسطرة للدلالة على مساحة فدان واحد:

= $\frac{٤٢٠٠,٨٣}{٨} \times \frac{١٠٠٠}{١٠٠٠}$ = ٥٢٥,١٠٤ ملليمتر

والمسطرة مقسمة على كلا طرفيها إلى أفدنه وقراريط فقط، أما الأسهم وهى أجزاء القراريط – فيستعان فى تعيينها بورنية لكل مقياس، فتوجد ورنيه على أحد حرفى القطعة المعدنية التى تنزلق على طول المسطرة وأخرى على الحرف الآخر. ولإيجاد مساحة شكل باستخدام مسطرة التفدين يقسم الشكل إلى أشرطة متساوية عرض كل منها ثمانية ملليمترات[1] وتستعمل طريقة الحذف والإضافة للتعرف على أطوال المستطيلات، ومعروف انه كلما الطول زادت المساحة.

(٣) البلانيميتر Planimeter:

يتكون هذا الجهاز من ذراعيين معدنيين، يدعى إحداهما بذراع القياس، الذى ينتهى فى أحد طرفيه بإبرة تسمى بالراسم والتى تم تحريكها فوق إطار الخريطة التى نرغب فى قياس مساحتها. أما الذراع الثانى فيدعى بذراع الثقل، لأنه ينتهى فى أحد طرفيه بثقل دائرى ومسنن من أسفله حتى يثبت على الورقة عند الاستعمال فى حين ينتهى طرفة الثانى بمخروط صغير يتحرك بحرية تامة.

ويوجد على ذراع القياس قرص أفقى مقسم إلى عشرة أقسام رئيسية متساوية، ترتبط بحركة عجلة تسمى بعجلة القياس، التى تنزلف على ورنيه مقوسة لقراءة الأجهزة العشرية من أقسام عجلة القياس البالغ عددها مائة قسم وعند استعمال جهاز البلانيميتر، شكل (٤٧)، يتم اتباع الخطوات الآتية:

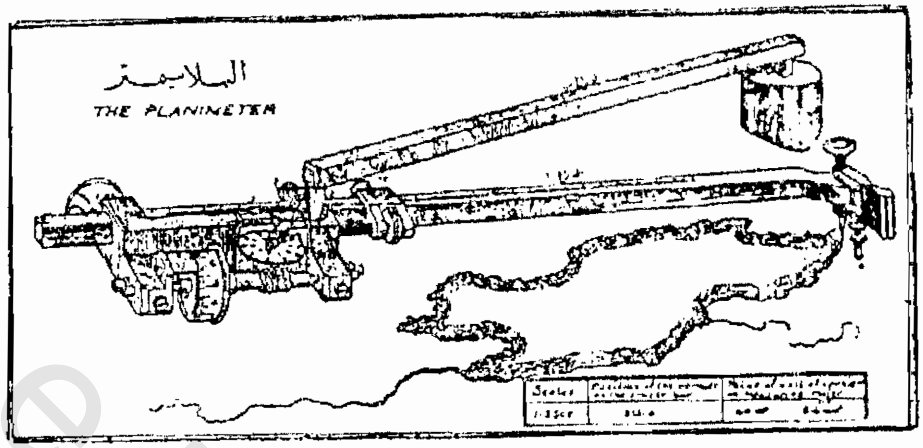
١ – وضع الثقل فى مكان بعيد نوعا ما عن حدود الخريطة أو الشكل المراد حساب مساحته، بحيث يجعل استعمال ذراع القياس حرا.

٢ – وضع ذراع القياس وذراع الثقل على شكل زاوية قائمة عند البدء بعملية قياس المساحة.

٣ – تحديد طول ذراع القياس فى ضوء مقياس رسم الخريطة، وذلك عن طريق الاستعانة بالجدول المرفق بعلبة البلانيميتر فى العادة.

٤ – جعل الصفر هو الظاهر على القرص الأفقى وعجلة القياس والورنية فى آن واحد، وذلك قبل البدء بتحريك الإبرة على حدود الخريطة المراد قياس مساحتها.

(١) المرجع: السابق، ص ١٠٥ – ١٠٦.



شكل (٤٧) البلانيميتر

٥ - نحدد على الخريطة المراد قياس مساحتها، النقطة التى ستنطلق منها حركة إبرة ذراع القياس، ثم نبدأ بتحريك الإبرة فوق الخط الخارجى للخريطة، بحيث تكون الحركة مع اتجاه عقارب الساعة وبموجب هذه الحركة فان عجلة القياس سوف تتحرك، ويتحرك معها القرص الأفقى.

٦ - عند الوصول إلى نقطة البداية من الطرف الآخر وتنتهى من عملية القياس، نقوم بقراءة الأرقام التى سجلها القرص الأفقى وعجلة القياس والورنية.

٧ - ثم بعد ذلك نرجع إلى الجدول المرفق مع الجهاز للتعرف على المعامل الذى يضرب فى هذا الرقم تبعا لمقياس رسم الخريطة، للحصول على المساحة الحقيقية للشكل المقاس.

مثال : إذا كانت قراءة البلانيميتر هى ٢٣٥٢ (من القرص الأفقى وعجلة القياس والورنية) ومقياس رسم الخريطة ١ : ٢٥٠٠، وإذا كانت وحدة تقسيم الورنية من جدول البلانيمتر ٤٠ مترا فإن مساحة الشكل الذى قيس هى : ٢٣٥٢ × ٤٠ = ٩٤٠٨٠ مترا مربعا

	سهم	قيراط	فدان
أو	ـــ	٤	٢٢

أما إذا كان مقياس الخريطة المطلوب قياس مساحتها غير مدرج فى جدول البلانيمتر أو على ذراعه ففى هذه الحالة نوجد مساحة الشكل بفرض انه مرسوم بأحد

مقاييس الرسم المبينة مع البلانيمتر ثم نحسب مساحته الحقيقية ونطبق القانون التالى[1]:

$$\textbf{المساحة الحقيقية} = \frac{\text{المساحة الناتجة من البلانيميتر} \times (\text{مقياس الرسم المفروض})^{2}}{(\text{مقياس الرسم الحقيقى})^{2}}$$

(١) بطرس عوض الله: المساحة المستوية والجيودسية، مكتبة الأنجلو المصرية القاهرة ١٩٥٢، ص ٣٠٠.

- نقلا عن مجدى السرسى، مرجع سبق ذكره، ص ٤٦.