المحاضرة الثامنة

التجسيم

هو قدرة الدماغ البشري على قبول صورة عارض معين من كل عين بانفراد وفي آن واحد ، ليكون منهما معاً صور مجسَمة (بثلاثة أبعاد) لذلك العارض .

لذلك عندما ننظر الى صورتين جويتين لنفس المنطقة ، وفي آن واحد ، وبحيث ترى كل عين صورة (تم التقاطهما من موقعين مختلفين) ، فإن ذلك يؤدي الى قبول الدماغ للصورتين ، وبالتالي تكوين صورة مجسمة للمنطقة .

والمجسم Stereoscope هو الجهاز الذي يوفر متطلبات النظر الى الصورتين في آنٍ واحد ويركز كل عين على صورة . وعند توفر الخبرة الكافية للشخص ، فإنه يستطيع الحصول على الرؤية المجسمة بمجرد النظر ، في آنٍ واحد ، إلى صورتين جويتين متتاليتين وبتداخل أمامي نحو ٦٠ % وبدون حاجة الى مجسم .

آلة التجسيم

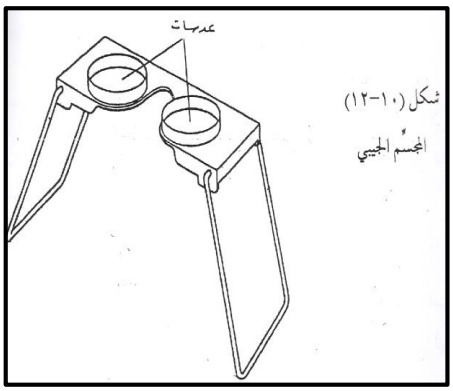
وهو جهاز يستخدم في تفسير الصور الجوية وهو يحتوي على عدسات بعدها البؤري مساوٍ للمسافة بين العدسات والصورة الجوية الموضوعة تحت الآلة ويمر الشعاع الساقط من خلال مرآة أو منشور مركب في الآلة أو الجهاز. والصور الجوية المزدوجة تمثل زوجاً من الصور الجوية المتعاقبة المأخوذة من زاويتين مختلفتين من خط واحد أو خطين بحيث تكون نسبة التداخل فيها لا يقل عن ٥٠ % .

وهناك نوعين من آلات التجسيم :

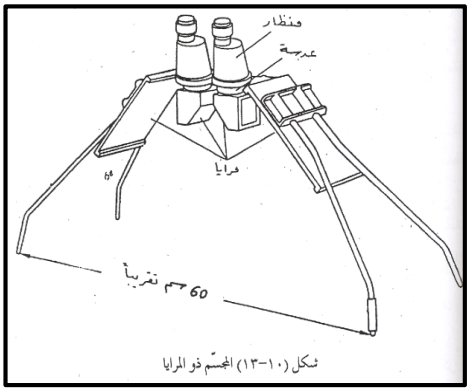
١. **المجسم الجيبي**

وهو أشهر الأنواع المستخدمة في مسح الترب والذي يحمل في الجيب وهو أكثر فعالية وعملية وأقل الأنواع كلفة .

٢. **المجسم ذو المرايا (الكبير)**



شكل (١٠-١٢)
المجسّم الجيبي



شكل (١٠-١٣) المجسّم ذو المرايا

وبالنسبة لتقارير مسح الترب يستخدم نوع شائع من التصاوير (الصور الجوية) ، يعرف بالموزائيك Mosaic وهي مجموعة من الصور العمودية أو المائلة المتداخلة والمتعاقبة من خط طيران واحد أو المتتالية والمتجاورة في مجموعة خطوط الطيران التي تقطع ثم تلصق أجزاؤها بحيث تتطابق المعالم الموجودة في إحدى الصور مع المعالم الموجودة في الأجزاء الأخرى . ومن أهم مميزات هذا النوع من الصور أنها تكون شاملة لجميع تفاصيل معالم المنطقة وبصورة واحدة . وهي على نوعين :

١. **Controlled : وهي الموزائيك المضبوطة أي أن الأخطاء القياسية مصححة.**

٢. **Uncontrolled : وهي الموزائيك التي لا تصحح بها الأخطاء القياسية.**

صور الموزائيك الجوية المرفقة بتقارير مسح التربة المنجزة تكون عادةً بمقياس واحد الى عشرين ألف (أو ٣,١٧ انجاً للميل الواحد) . وبقطع مستطيلة أبعادها ١١,٥ × ١٥ انجاً. تحفظ بهيئة مطوية تكون أطلساً أبعاده ٩,٢٥ × $\frac{1}{2}$ ١١ انجاً. ضمن التقرير النهائي لمسح ترب المنطقة. كما ويزود تقرير مسح التربة المطبوع بخارطة مسح تربة وبوحدات تجمعية (ترافق) Association هناك مصطلح **الخارطة الأساسي Base Map وهي أي صورة جوية أو أي خارطة عادية تستعمل كمرجع لبقية الخرائط وتنظم الأعمال الموقعية وتوزيع العاملين في مجال المسح . وغالباً ما تكون هذه الخارطة في الدول المتقدمة عبارة عن صورة جوية موزائيك وقد يستعاض عنها في المناطق التي لا توجد بها هذه الصورة بأي خريطة طوبوغرافية أو كادسترائية وغيرها . تعرف الصور الجوية المطلوبة في حالات الدراسات الستريوسكوبية بطبعات الحقيقة Contact prints وهي عادةً تتراوح في مقياسها ما بين ٢−١ انجاً للميل الواحد وبطبعات أبعادها ٩ × ٩ وعلى ورق تصوير خاص يعرف الثقيل وهو لذلك على نوعين :**

١. الورق الخفيف

٢. الورق الثقيل

تفسير الصور الجوية

يقصد بتفسير وتحليل الصورة هو تشخيص وتحديد مكوناتها التي تمثل إنعكاساً للمكونات البيئية السائدة في منطقة التصوير وكيفية توزيعها جغرافياً مبيناً ذلك على هيئة خارطة.

الأسس أو العوامل المستخدمة لتفسير الصور الجوية

وهي الأمور التي يجب أن يتدرب عليها الشخص القائم بعملية تفسير الصور الجوية والتعرف عليها بدقة وهي التي تعد الدليل الأساسي في تشخيص المعالم التي تظهر في تلك الصور

وهذا يتطلب القيام بزيارات ميدانية لمقارنة نتائج التفسير مع الحقائق الأرضية . وهذه الأسس هي:-

١. **الشكل**

لكل جسم على الطبيعة مظهره العام الذي يميزه عن بقية المعالم الأخرى . لذلك يتوجب على المفسر أن يقارن بين ما هو ظاهر على الصورة وبين ما هو موجود في الطبيعة لغرض التعرف على تلك المظاهر بدقة مع مرور الزمن . ويتحدد الشكل وهذا أول شيء تراه العين على الصور الجوية طبعاً بالحدود الخارجية للجسم المشاهد في الصورة ، والتفكير فيما إذا كان الجسم هندسي أم لا ! وهل هو من صنع الإنسان ؟ أم أن عوامل البيئة هي التي أدت إلى تكوينه ؟ وهذا يعني الرجوع إلى عوامل المنطقة ومن أهمها عوامل تكوين التربة . وفي معظم الأحيان ، يساعد شكل الظاهرة على تمييز نوعها بسهولة . ولكن قد يكون ذلك قطعياً ، فالدائرة مثلاً قد لا تعني بئراً أو خزان ماء أو مدخنة.

٢. **الحجم**

تختلف حجوم الأجسام التي تظهر في الصور الجوية باختلاف مقياس الرسم للصور الجوية إضافة الى الاختلاف الطبيعي في الأجسام الخارجية .

٣. **الظل**

تلتقط الصور الجوية عادةً في وضح النهار ، وعندما تكون الشمس مشرقة لذلك يمكن ملاحظة الظل على أية صورة جوية . إن ظلال الأجسام على الصور الجوية يعد من العوامل المساعدة للتعرف على نوع الأجسام واحجامها أو اطوالها عند مقارنتها بعضها

مع البعض الآخر . فالكثير من الظاهرات يمكن تمييزها عن طريق ظلها ، خاصةً إذا كانت الشمس واطئة لحظة التقاط الصورة . فالأشجار مثلاً ، يمكن تمييز نوعها من ظلها . وتمييز سطوح المباني عن طريق ملاحظة الظل الذي يوضح نوعية البناية .

٤. **الدكونة**

يعبر عنها بدرجة لمعان الأجسام وتعتمد على كمية الضوء المنعكس عنها وهذا الجزء مهم في مسوحات الترب . لأن أي تغير في اللمعان ما بين الأبيض والرمادي والأسود من الممكن جداً (وقد يكون كقاعدة عامة) له صلة بنوع التربة أو على الأقل له صلة بتمايز الترب المتجاورة عن بعضها . أو هي درجة الإضاءة ، أو بمفهوم آخر بمقدار العتمة . والصور الجوية عبارة عن تغير ظلال مستمر Continuous Tone . إن الاختلاف في درجة اللمعان يعتمد على خصائص ومكونات الأجسام وبعبارة أخرى على نسيجها Texture (التكرار المنتظم لتغير درجة الإضاءة) ولونها. فمثلاً الترب الداكنة تكون ذات محتوى عالٍ من المادة العضوية أو الرطوبة أو رديئة البزل أو مروية أو عليها بقايا نباتات أو طوبوغرافية منخفضة . بينما تمتاز الترب الرملية بألوان فاتحة ، الأشجار لونها رصاصي مرقط.... الأرض المزروعة سوداء، الرمال بيضاء... المياه أسود أو أبيض.

٥. **النسجة**

ويقصد بها درجة التداخل بين خصائص الصور من حيث اللون والدكونة والظل . فمثلاً الأراضي المزروعة بمحاصيل الحبوب المختلفة تبدو متجانسة النسجة وتتشابه أراضي الحشائش من حيث المظهر لكن هناك صفات اخرى بها يمكن التمييز بين تلك الحالات

. والسطح الصقيل يعكس كمية أكبر من الضوء الساقط عليه ، لذلك الطريق المعبد تعبيداً صقيلاً ، يبدو على الصورة الجوية أكثر إضاءة من حقل الحشائش الخضراء .

٦. **الموقع**

يقصد به موقع جسم معين بالنسبة إلى بقية الاجسام التي تظهر في الصور المأخوذة لمنطقة معينة وبواسطة هذه الخاصية يمكن التعرف على المعالم الطبيعية بدلالة المعالم مجتمعة

٧. **النمط**

: إن الأنماط التي تتخذها بعض المعالم والمظاهر الطبيعية أو الصناعية يمكن استخدامها دلائل في تفسير الصور الجوية . أي التفتيش عن دور الإنسان في إيجاد أو وجود هذه الأجسام والمفتاح في هذا الموضوع هو الشكل هندسي والتكرار ، كل شيء منتظم التوزيع في الطبيعة له صلة بالإنسان.

واعتماداً على ما ذكر آنفاً من الدلائل والخصائص يمكن تفسير الصور الجوية وتشخيص طبيعة المعالم التي تظهر فيها التي تعكس الواقع الطبيعي وما يرافقها من الفعاليات التي يقوم بها الإنسان على الأرض كاستخدامه الأرض للأغراض المختلفة .

ومن المعالم الطبيعية أو الظواهر الطوبوغرافية التي يمكن تشخيصها بدقة باستخدام الصور الجوية هي

١. **الترب**

تظهر الترب في حالات متباينة اعتماداً على خصائصها الأساسية فمثلاً قد تظهر الترب بألوان داكنة وهذا يشير إلى كونها إما رديئة البزل ، أو ذات محتويات عالية من الرطوبة أو المادة العضوية . على حين تظهر الترب الجرداء والرملية بألوان فاتحة .

٢. **الأراضي الزراعية**

بصورة عامة تبدو الأراضي المستخدمة للزراعة على هيئة أشكال هندسية منتظمة متباينة في درجة الدكونة اعتماداً على عوامل عديدة منها طبيعة الحرارة وأنواع المحاصيل المستخدمة في الزراعة .

٣. **أراضي البساتين**

تتميز الأراضي المزروعة بأشجار البساتين بوجود المسافات المنتظمة بين الأشجار . ويمكن التفريق بين البساتين القديمة والحديثة اعتماداً على الاختلاف في طبيعة النسجة .

٤. **أراضي الغابات والأشجار**

من الصفات المميزة لأراضي الغابات هي درجة التغاير في الدكونة . حيث تمتاز الأراضي المزروعة بالأشجار الإبرية بألوان أفتح من الأشجار العريضة الأوراق ، والأشجار المتساقطة الأوراق أفتح لوناً من كليهما . كما يمكن الاستفادة من صفة الظل للتمييز بين أنواع الأشجار وكذلك أطوالها .

٥. **أراضي الأدغال**

تمتاز بظاهرة التباين في الألوان ووجود ظاهرة التبقع في الألوان السائدة في المنطقة .

٦. **البرك والبحيرات المائية**

تظهر أماكن تجمع المياه بألوان داكنة ، ويعتمد اختلاف درجة الدكونة على عمق الماء في منطقة تجمع المياه حيث تزداد الدكونة مع زيادة عمق الماء وتكون حواف المنطقة فاتحة اللون .

٧. **قنوات المياه والمبازل**

تظهر بأشكال هندسية منتظمة وذات ألوان مختلفة تتراوح بين اللون الفاتح عندما تكون القنوات خالية من المياه إلى داكنة اللون عندما تكون مملوءة بالمياه .

٨. **المراكز السكانية**

تتميز بأشكالها الهندسية المتنوعة اعتماداً على طبيعة كل نوع من المباني سواءً المستخدمة للسكن أو مصانع أو غيرها . ويمكن تحديدها اعتماداً على الشكل الخارجي لها وحجم المبنى .

٩. **طرق النقل والمسالك**

تشمل على خطوط السكك الحديدية والطرق البرية التي تبدو وكإنها أشرطة طويلة وغالباً ما تكون هندسية الشكل وذات ألوان مختلفة الدكونة اعتماداً على الغاية من انشائها . إن درجة إضاءة الطريق تعتمد على نوعية سطحه ، حيث يظهر السطح الأكثر صقلاً أكثر إضاءة . أما لون السطح فإنه بشكل عام أقل أثراً على درجة الإضاءة . وفي مسالك العربات ، تدل آثار الاطارات أو السرفات على نوع العربة . وإن طريقة الاستدارة تدل

على نوع العربة كذلك ، سواء كانت مسرفة أو مزودة باطارات فالأولى تستدير بزاوية قائمة تقريباً ، أما الثانية تستدير بشكل قوس أو منحنٍ .

المراحل الأساسية في تفسير الصور الجوية

هناك سلسلة من العمليات المتداخلة التي تتم على شكل خطوات تبدأ بالعمليات البسيطة وترتقي إلى العمليات المعقدة باستخدام براهين ودلائل تشتق من خصائص النمط الفوتوغرافي لأزواج الصور تحت الرؤية المجسمة والتي يمكن بواسطتها تمييز معالم سطح الأرض بسهولة عن غيرها من الطرق التقليدية المستخدمة في السطح الحقلي . وقد أمكن تحديد خمسة مراحل مختلفة في تفسير الصور الجوية وهي كما يلي :-

أولاً : مرحلة التعرف العام

ترتبط هذه المرحلة بمدى وضوح وامكانية رؤية معالم سطح الأرض المراد تفسيرها في الصورة المفردة وتتوقف هذه المرحلة على :

أ – طبيعة المظاهر الجيومورفولوجية .

ب – مقياس الصور الجوية .

ج – مقياس الخارطة المنتجة ، والتي تعتمد على تمثيل محتوى المعلومات المراد توضيحها ، والمعرفة العلمية للمفسر وطبيعة المشروع .

ومن هنا نرى أن أول خطوة في عملية تفسير الصور الجوية هي بأن تؤخذ فكرة عامة عن ملامح الصورة ومكوناتها والتعرف عليها بقدر الإمكان خصوصاً للمظاهر سهلة التمييز مثل نمط التضرس وعلاقة الأشكال الأرضية معها ومحاولة الربط بينها في الصورة .

ثانياً : مرحلة تمييز المحتوى

في هذه المرحلة تعميق للخطوة الأولى ومكمله لها حيث يتم في هذه المرحلة التعرف إلى معالم سطح الأرض وتمييزها بصورة مباشرة عن طريق الرؤية المجسمة ومحاولة معرفة تفاصيل أكثر وتحديد العلاقات المتداخلة والحدود المحتمله بين تلك المظاهر ويمكن تمييز ثلاثة أنواع من خطوط الحدود بين الوحدات الجيومورفولوجية اعتماداً على درجة دقتها وهي :

أ – حدود موثوق بها .

ب – حدود متوسطة الثقة .

ج – حدود مؤقته وغير نهائية .

ثالثاً : مرحلة الاستقراء

تعتبر هذه المرحلة من المراحل الصعبه والمعقده نظراً لاعتماد المفسر في أغلب الاحوال على الاستفادة من مبدأ الدليل المقارب عند تفسير وتحليل الصور . وهنا لابد من تدعيم الاستنتاج بالدراسات الحقلية والمختبرية حتى يمكن الاعتماد عليها وهنا تكون الدراسة الميدانية أساسية قبل مرحلة تفسير الصور حتى تكون الاستنتاجات سليمة وموثوق بها .

رابعاً : مرحلة التصنيف

في هذه الخطوة يتم تقسيم وتصنيف منطقة الدراسة بناءاً على مدى التشابه والاختلاف فيما بين المظاهر الارضية وترتيبها حسب النظام التي تنتمي اليه بهدف تنسيق وتنظيم الوحدات الجيومورفولوجية وحسب المنشأ التكويني Genetic Classification ولهذا يعتبر البعض مرحلة التصنيف هي المرحلة النهائية في تفسير الصور الجوية .

خامساً : مرحلة المطابقة القياسيه

يتم في هذه المرحلة وضع الخطوط النهائية أو التمثيل القياسي لما تم تمييزه في الصورة ويعتبر الترميز جزء مهم من عملية التصنيف والمطابقة القياسية ويتم ذلك بستعمال قلم تحبير حجم (0.3) ملم لتحديد نمط الرموز على الخارطة النهائية . وبعد إكمال ترسيم كافة الوحدات الجيومورفولوجية يتم وضع أسماء القرى والمدن الرئيسية والفرعية وذلك بالاستعانة بالخرائط الطوبوغرافية والمعلومات الحقلية .

بعض القياسات الأساسية التي يمكن الحصول عليها من الصورة الجوية :

تتفاوت الطرائق المستخدمة للحصول على بعض القياسات من الصور الجوية كالمسافات ، المساحات، والارتفاعات في دقتها إعتماداً على الادوات والأجهزة المستخدمة وعلى نوع الصورة المستخدمة من حيث نسبة احتوائها على التشوهات الوارد ذكرها في فقرات سابقة كالميل والإزاحة الهندسية..الخ. وفيما ياتي وصف لأكثر الطرائق استخداماً وأسهلها تطبيقاً. علماً أن هناك طرائق تستخدم أجهزة معقدة وتعتمد في عملها على الحاسوب وتعطي نتائج أكثر دقةً.

قياس المسافات

يمكن اجراء قياس للمسافات المستقيمة بصورة مباشرة على الصور الجوية باستخدام أي من أدوات القياس المعروفة، التي تختلف في دقتها وثمنها ومدى توفرها ومنها المقياس المتري العادي(المسطرة). ويجب اجراء القياس للظاهرة نفسها مرات عدة واخذ المتوسط لغرض تحسين دقة القياس.

قياس المساحات

هناك ثلاث طرائق بسيطة وذات مستوى دقة مقبول في بعض الدراسات. ويفضل اجراء قياس المساحات من الخرائط المعدة من الصور الجوية. إذ تكون الخريطة خالية من التشويه ولاسيما إزاحة الميل واختلاف المقياس. وتتضمن الطرائق الثلاث ما يأتي:

١. **طريقة البلانميتر**

يستخدم جهاز البلانميتر الرقمي في قياس المساحة وذلك بإمرار قلم أو مؤشر الجهاز على حدود المنطقة المراد قياس مساحتها باتجاه عقارب الساعة . ويمكن الحصول على نتائج دقيقة إذا استخدم الجهاز بكفاءة.

٢. **طريقة شبكة النقط**

وكما في الشكل إذ تمثل شبكة النقط قطعة شفافة فيها مربعات متساوية وفي كل مربع مجموعة من النقاط وكل نقطة تمثل مساحة قدرها ١ / عدد النقط في المربع، من مساحة المربع ويطلق على هذه القيمة اسم المعامل Factor وتحسب المساحة بتطبيق المعادلة الآتية:

$$A = X * F$$

إذ أن A = المساحة (سم^2)، X = عدد النقاط ضمن المساحة ، F = المعامل .

وبالاستعانة بالشكل يمكن توضيح هذه الطريقة بالمثال الآتي:

لو فرضنا إن عدد النقاط لكل سم^2 هو ٤ فيكون :

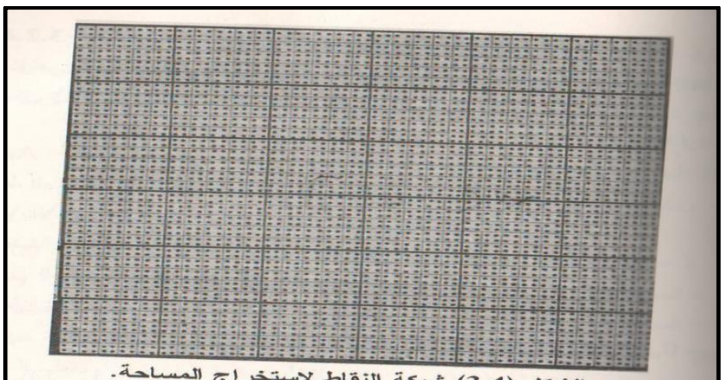
$$F = \frac{1}{4} = 0.25$$

وان عدد النقط في المنطقة المراد حساب مساحتها هو (٨٠) نقطة فتكون مساحة المنطقة على الصورة :

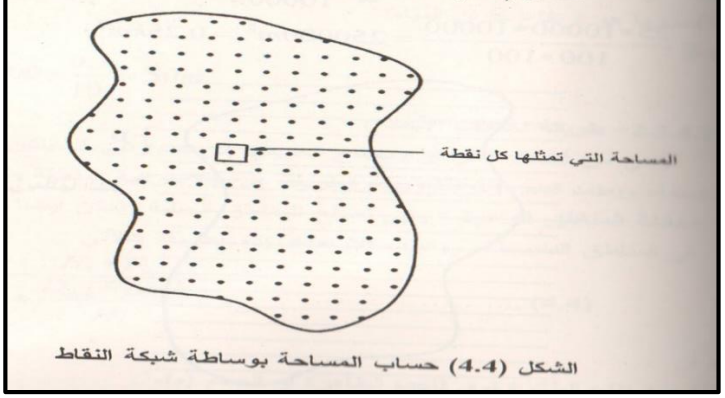
$$A_p = 80 \times 0.25 = 20 \text{ cm}^2$$

ولو فرضنا أن مقياس الصورة الجوية ١ / ١٠٠٠٠ فتكون مساحة المنطقة على الارض :

$$A_g = \frac{20\ cm2 \times 10000 \times 10000}{100 \times 100} = 200000 \text{ m}^2 = 0.2 \text{ Km}^2$$



الشكل (3.4) شبكة النقاط لاستخراج المساحة.



الشكل (4.4) حساب المساحة بوساطة شبكة النقاط

٣. طريقة الخطوط

وهي تشبه طريقة شبكة النقط ، الا أنها تستخدم الخطوط بدلاً من النقط وكما في الشكل ، وتستخدم المعادلة الآتية:

$$A_p = D \times L$$

إذ أن A_p = المساحة على الصورة (سم^2)، D = المسافة بين خط وآخر ، L = طول الخطوط المارة في المنطقة المراد تحديد مساحتها. طوبالاستعانة بالشكل يمكن توضيح المثال الآتي:

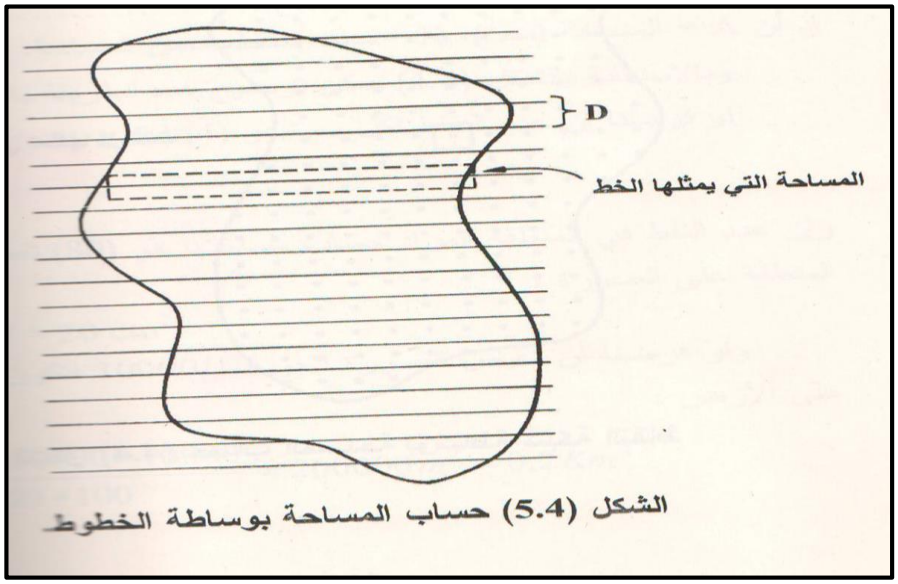
لو افترضنا أن المسافة الفاصلة بين الخطوط = ٠,٥ سم. وأن طول الخطوط المارة في المنطقة : ٥٠ سم.

فإن :

$$A_p = 0.5 \times 50 = 25 \text{ cm}^2$$

ولو فرضنا أن مقياس الصورة ١ / ١٠٠٠٠ فإن :

$$A_g = \frac{25 \times 10000 \times 10000}{100 \times 100} = 250000 \text{ m}^2 = 0.25 \text{ Km}^2$$



الشكل (5.4) حساب المساحة بوساطة الخطوط