محاضرات

في

الجغرافيا العملية

(المساحة والخرائط)

اعداد

د/ عبد اللطيف محمد احمد حسين

كلية الآداب – قسم الجغرافيا

العام الجامعي 2023–2024

بيانات الكتاب

الكلية: الآداب

الفرقة: الفرقة الأولى (البرنامج المميز)

التخصص: الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

تاريخ النشر: ٢٠٢١-٢٠٢٢

عدد الصفحات: ١٤٣

المؤلف: د عبد اللطيف محمد احمد حسين

الفهرس

مقدمة	**٨**
اقسام المساحة	**١٢**
أولاً : المساحة بالجنزير .	**١٧**
ثانياً : المساحة بالبوصلة .	**٤٠**
ثالثاً : المساحة باللوحة المستوية .	**٥٢**
رابعاً : المساحة بالميزان (الميزانية)	**٧١-١٤٢**
المراجع :	**١٤٣**

مُقَدِّمَة

علم المساحة :

يعرف علم المساحة بأنه الفن الذى تحدد به المواقع المختلفة على سطح الأرض بالنسبة لبعضها ، لبيان حدودها وما تشمله من معالم وتفاصيل ، ويتم التحديد بقياس الأبعاد والزوايا اللازمة وتوقيعها على الورق بمقياس رسم معين وإشارات اصطلاحية على شكل خريطة أو مسقط أفقى ، وينبغى أن تكون هذه القياسات الطولية أو الزوايا كلها فى المستوى الأفقى ، ويدخل فى نطاق علم المساحة بيان الصلة بين النقط فى المسقط الرأسى ، أى بيان ارتفاعاتها بالنسبة لبعضها أو بالنسبة لمستوى ثابت وهو ما يعبر عنه بالميزانية " **Levelling** " .

والمساحة يمكن تعريفها بصورة أكثر تبسيطاً عما سبق ، بأنها علم وفن ، يبحث فى الطرق المختلفة لتمثيل سطح الأرض وما عليه من مظاهر طبيعية أو بشرية وتوقيعها على خرائط بمقياس رسم معين يوافق الغرض الذى أنشئت الخريطة من أجله وعملية تمثيل أو توقيع المعالم الموجودة فى الطبيعية على الخريطة ، أى رسم المسقط الأفقى لها تسمى " عملية الرفع " .

وتعتبر الأعمال المساحية ، الأساس الأول لمعظم المشروعات الهندسية مثل بناء السدود والقناطر والخزانات والكبارى وإنشاء الطرق والسكك الحديدية وشق القنوات والترع والمصارف ، والمشروعات العمرانية الكبرى مثل إنشاء المدن والقرى والموانى . بل أن القياسات المساحية تدخل فى أدق الأعمال الهندسية وأصغرها مثل تسوية قاعدة آلة أو ضبط محاورها فالمساحة هى أساس عمل المهندس بصفة عامة والمهندس المدنى ومهندس المناجم ، بصفة خاصة ويندر أن يكون بمنئ عنها كل من يعمل فى المجال الهندسى .

وتعتبر المساحة من أولى العمليات التى تحتاج إليها الجيوش فى عملياتها العسكرية وتجهيز الخطط ، مما يجعل أفراده – مهما كانت طبيعة عملهم – على إلمام تام بفروع المساحة أو بعضها .

ويحتاج الجيولوجى والمهندس الزراعى الى خلفية جيدة بفروع المساحة وطرق إجرائها ، إذ تتقاسم مع كل منها الأعمال المساحية بنصيب المثل من أعمالها الأخرى التخصصية .

ولا يخفى علينا ما للمساحة من فائدة كبيرة للجغرافى فى دراستنا الميدانية ، خاصة إذا ما أراد دراسة منطقة معينة لا تتوفر فيها الخرائط المناسبة للقيام بدراسته

هذا الى جانب كثير من الفوائد التى نجنيها فى حياتنا العامة من الأعمال المساحية مثل تقسيم الأراضى وتحديد الملكيات والاستكشاف . فمن أهم أغراضها تجهيز الخرائط التفصيلية التى تبين حدود الملكيات الخاصة والعامة ، ونعتمد على هذه الخرائط فى عمليات البيع والشراء وتسجيل الملكيات . كما يهتم هذا العلم بتجهيز الخرائط التى تستخدم فى دراسة المشروعات المختلفة ، كما يهتم هذا العلم بتجهيز الخرائط التى تستخدم فى دراسة المشروعات المختلفة سواء كانت هندسية أو عمرانية أو حربية أو اقتصادية أو مشروعات التخطيط المختلفة ... بل أن تعيين اتجاه القبلة فى المساجد يتم عن طريق بعض الطرق المساحية .

ومن العوامل ذات الأهمية القصوى فى العمليات المساحية ، سواء الحسابية منها أو ما يجرى فى الحقل (الغيط) تنظيم العمل وتحقيقه . فإن النظام والترتيب له من الأهمية ما للعمل نفسه . كما أن الدقة والأمانة فى الرصد وتدوين النتائج تعتبر من العوامل الهامة التى بدونها لا ينقسم العمل لأن التلفيق فى النتائج له عواقب وخيمة ، قد تستنفذ مالاً وجهداً كبيراً لتصحيحها .

وهناك عوامل تتحكم فى اختيار الطرق المناسبة التى تجرى بها الأعمال المساحية ، وتعتمد على الغرض الذى تجرى من أجله المساحة ، ومن هذه العوامل ضمان الحصول على المعلومات اللازمة كلها ، فضلاً عن الدقة المناسبة فى العمل وتدوين النتائج ، بالإضافة الى الأخذ فى الاعتبار أقل التكاليف مع أقل مجهود ووقت ممكن .

ومعرفة طرق المساحة والإلمام بقوانينها ، غير كاف للقيام بالعمل على خير وجه ، بل هناك ما هو أهم من ذلك ، وهو فن معالجة المشاكل المختلفة ، وذلك يتأتى مع المران الصحيح والخبرة ، حتى يتسنى اختيار الطرق الملائمة والأجهزة المناسبة من حيث الدقة المطلوبة والزمن والتكاليف لإجراء العمليات المساحية المختلفة .

وخريطة المساحة التى تباع بثمن زهيد ، قد تكلفت كثيراً من الجهد والمال ، لأنها لم تنشأ لتكون مصدر إيراد أو دخل للهيئات المساحية فى الدولة ، بل لأغراض أسمى وأهم من ذلك ، فهى عون كبير لكثير من الأعمال والدراسات ، ويستعملها مهندس الرى فى إقامة مشروعاته من رى وصرف وإقامة الخزانات والسدود ، ويستعمل مهندس المواصلات فى إنشاء الطرق والسكك الحديدية وبناء الموانى الجوية والبحرية ، ويلجأ إليها مهندس التنظيم فى تخطيط المدن ، ويستعين بها الجيش فى أعماله ، وتتخذها المحاكم مستنداً أساسياً ، وعلى ضوئها يهتدى الجغرافى فى دراسته الطبيعية والبشرية والاقتصادية ، وتعتبر الخريطة ، كما سبق أن ذكرنا أساس كل المشروعات والأعمال المختلفة .

وعلم المساحة قديم النشأة ، إذ يرجع تاريخه الى حوالى عام ١٤٠٠ قبل الميلاد فى مصر أثناء عهد الملك " سيزوستريس " ، عندما أمر بتقسيم الأراضى قطع لفرض الضرائب عليها ، ولما طغى فيضان النيل على الأراضى وأغرق بعضها ، أمر الملك المساحين وكان يطلق عليهم " جاذبى الحبال " بإعادة تعيين هذه الحدود مرة أخرى .

ويعتبر " هيرون Heron " (عام ١٢٠ قبل الميلاد) الرائد الأول لهذا العلم ، عندما أدخل العلوم الرياضية فى فن المساحة ، أما المساحة الجيوديسية الدقيقة أو كما تسمى بالمساحة الراقية والتى تأخذ فى اعتبارها كروية الأرض ، فقد بدأت فى عصر أرسطوثنيس بالإسكندرية عام ٢٣٠ قبل الميلاد .. وفى القرن السابع عشرى الميلادى فى عصر نيوتن ، أصبح هذا العلم أكثر تكاملاً وتطورت أجهزة القياس وصبحت أكثر دقة .

وفى مصر ، كان " مسيوماسى " أو من قام بعمل خرائط للمساحات الصغيرة فى عهد محمد على ، حيث قام بمسح كل قرية على حدة بإسقاطها على مستوى أفقى وذلك بطريقة الترافرسات ، أما أو مساحة فنية تعتمد على أسس رياضية ، فقد أجرت فى عهد الخديوى " سعيد باشى " حيث أنشأ محمود باشا الفلكى مصلحة التأريع (مصلحة المساحة الآن) وقام بإنشاء شبكات المثلثات وتعيين الوبيرات التى تغطى القطر المصرى حالياً .

وفى القرن العشرين حدث تطوير شامل فى المساحة ، حيث ظهر علم المساحة الجوية (أو التصويرية) وفى الآونة الأخيرة ظهرت الأجهزة الإلكترونية للقياس بدقة فى الأعمال المساحية والجيوديسية ، فضلاً عن استخدام الأجهزة الدقيقة فى عمليات الرصد وتطوير وسائل الحساب الآلى والإلكترونى .

أقسام المساحة

ينقسم علم المساحة الى ثلاثة أقسام رئيسية ، يختلف كل منها عن الآخر ، سواء فى طبية طرق الرفع التى تستخدم فى كل قسم من هذه الأقسام أو فى القواعد والقوانين المساحية لذلك ، وإن كان كل قسم منها ينتهى بخريطة مساحية .

أولاً : المساحة الأرضية :

١ – المساحة الجيوديسية : Geodetic Surveying :

ويطلق عليها فى بعض الأحيان " المساحة الراقية High Surveying " لما تعتمد عليه من أجهزة فى منتهى الدقة وقوانين وحسابات معقدة ، ويختص هذا النوع من المساحة بتحديد مواقع وارتفاعات نقط معينة على سطح الأرض مع الأخذ فى الاعتبار أثناء القياس ، والشكل الحقيقى للكرة الأرضية ، وما فيها أو عليها من خواص طبيعية أو جوية مختلفة قد تؤثر على النتائج التى نحصل عليها بالقياس .

وتعتبر هذه النقط التى يتم تحديد مواقعها ، والتى يطلق عليها (نقط المثلثات) الأساس الأول للمساحة المستوية ، ففى أى إقليم لم تجر له مساحة من قبل ، تجرى له المساحة الجيوديسية . وهى عبارة عن تقسيم الإقليم الى شبكة من المثلثات ، ذات أضلاع طويلة ، يصل طولها الى ٨٠كم فى بعض الأحيان ، تسمى مثلثات الدرجة الأولى . وهذه المثلثات الكبيرة تقسم الى مثلثات أصغر منها تليها ، وهكذا حتى يصبح طول ضلع المثلث ما بين كيلومترين الى خمسة كيلومترات فتسمى فى هذه الحالة مثلثات الدرجة الخامسة ، ويطلق عليها فى بعض الأحيان " مثلثات الترافيرس " ويقوم مهندس المساحة برفع المعالم المختلفة فى هذا المثلث الصغير بالمساحة الطبوغرافية العادية .

وتجدر الإشارة الى أنه نظراً لطول أضلاع مثلثات الدرجة الأولى ، فإن أى خطأ فى قياس زوايا المثلث يؤدى الى أخطاء جسيمة فى أطوال أضلاعه ، لأن الطول لا يقاس مباشرة ، بل بحساب المثلثات عن طريق معرفة زوايا المثلث الكروى وتحويلها الى جزء من الثانية لرفع هذه المثلثات .

٢ – المساحة المستوية : *Plane Surveying* :

وتبحث فى طرق رفع المناطق الصغيرة وتوقيعها على خرائط ، وفيها تهمل كروية الأرض ، ولا ينتج عن هذه الاعتبار خطأ يذكر بسبب صغر مساحة المنطقة ، ويمكن تقسيم هذا النوع من المساحة الى فرعين :

(أ) المساحة الطبوغرافية **Topogaphical Surveying**

والغرض منها رسم خرائط للمناطق المتسعة نسبياً وبيان ما تحويه من معالم طبيعية مثل الأنهار والجبال والوديان والوديتن ، وغيرها من المعالم الصناعية أو البشرية كالمدن والقرى والسكك الحديدية ، وكذلك بيان ارتفاعات وانخفاضات سطح الأرض ، بحيث يمكن معرفة ارتفاع أو منسوب أى نقطة بمجرد النظر أو بعملية حسابية بسيطة عن طريق خطوط الكنتور أو خطوط الهاشور .

وهذه لخرائط ترسم غالباً رسم متوسطة تتراوح بين ١ : ٢٥,٠٠٠ ، ١ : ١٠٠,٠٠٠ ويستعمل هذا النوع من الخرائط فى الأغراض التالية :

- الدراسات الأولية للمشروعات الهندسية الكبرى
- دراسات التخطيط الاقليمى والاقتصادى .
- الدراسات الجيولوجية والجغرافية .

- **ذات أهمية كبرى فى الأعمال الحربية .**
- **الأساس لإنشاء خرائط بمقاييس رسم أكبر ، (الخريطة التفصيلية) .**

(ب) المساحة التفصيلية Cadastral Surveying :

تختص بعل خرائط بمقياس رسم كبير نسبياً ، لبيان المعالم الموجودة فى الخرائط الطبوغرافية وزيادة توضيحها بالتفصيل ، واظهار وبيان حدود المبانى والشوارع وحدود الملكيات الزراعية .. الخ ، وتسمى الخرائط التفصيلية فى الريف باسم " خرائط فك الزمام " ومقياس رسمها يتراوح بين ١ : ٢٥٠٠ ، ١ : ٥٠٠٠ ، أما المدن فتسمى " خريطة تفريد المدن " ويتراوح مقياس رسمها بين ١ : ٥٠٠ ، ١ : ١٠٠٠ ، ونظراً لكبر مقياس الرسم وكثرة التفاصيل التى يجب توافرها فى هذه النوع من الخرائط ، فإنها تكون على درجة كبيرة من الدقة ، وتعتبر الخرائط التفصيلية الأساس الذى يعتمد عليه فى تحديد الضرائب وربطها على الأملاك والأراضى وفى بيع وشراء وتسجيل العقارات وفى المنازعات القضائية وفى المشروعات الهندسية .

ثانياً المساحة الجوية : Photgrammetry

وهى فرع من فروع علم المساحة ، يستخدم فيه التصوير الجوى بواسطة الطائرات ، وتجمع الصور الجوية للمنطقة المرفوعة بطرق فنية خاصة للحصول على خريطة مصورة كاملة لها ، لذلك تسمى فى بعض الأحيان بالمساحة التصويرية " Arial Photogrammetry "

ويعتبر المسح الجوى ، الطريقة الوحيدة لعمل خرائط للأقاليم التى لا يمكن الوصول إليها ، كذلك تفضل هذه الطريقة فى عمل خرائط للمساحات الشاسعة خاصة الصحارى أو كانت طبيعية الأرض وعرة أو مغطاة بالغابات أو تنتشر فيها المستنقعات . إذ أن إجراء مساحة لها بطريق المساحة الأرضية العادية ، يحتاج الى سنوات ، فضلاً عن تكاليفها الباهظة .

وقد بدأ تقدم المساحة الجوية بطيئاً حتى قيام الحرب العالمية الأولى (عام ١٩١٤) ، فأخذت تسرع فى تقدمها بدرجة محسوسة . إذ برزت أهمية التصوير الجوى للأغراض العسكرية والمدنية على السواء ، وبعد الحرب العالمية الأولى ، اخترعت آلات للتصوير للحصول على أدق الصور الجوية وأوضحها وآلات لتجسيم الصور وتوقيعها على الخرائط تعتمد فى تشغيلها على حسابات معقدة .

وتستخدم المساحة الجوية الآن فى إنشاء الخرائط لمواقع المشاريع الهندسية الكبيرة ، كالخزانات والسدود ، وفى إنشاء الخراط الطبوغرافية ذات الفترات الكنتورية الصغيرة (قد تصل أحياناً الى ٢٠ سنتيمتراً فى حالة استواء الأرض) . كما أن لها أهمية كبرى فى العمليات الحربية ، إذ أنها تزود الجيوش بخرائط مساحية ، يمكن بها معرفة أماكن تجمعات العدو ومواقعه ومخازن الذخائر والطائرات الرابضة فى المطارات .. وكذلك معرفة طبيعة سطح الأرض فى المنطقة لتحديد الرماية وتحركات القوات ، كما تستخدم أيضاً فى معرفة نتائج الغارات الجوية .

كما أن استخدام المساحة الجوية ، أصبح هاماً فى الحياة المدنية ، فهى تستخدم لإنشاء الخرائط الجيولوجية وخرائط تصنيف التربة وخرائط حصر الغلات الزراعية ، وعلاوة على ما سبق فإن الصور الجوية تعطينا صوراً حقيقية لسطح الأرض تدلنا على جميع الظاهرات والمعلومات الطبيعية والبشرية ، مهما كانت صغيرة والتى قد يسهو على المساح الأرضى القيام بتسجيلها ورفعها مساحياً ، وبالرغم من أن العمل المكتبى

أكثر تعقيداً إلا أن المساحة الجوية أسرع من ناحية الوقت وأوفر فى الجهد لإنتاج الخرائط لمساحات كبيرة من سطح الأرض ، إذ ما قورنت بوسائل المساحة الأرضية .

ثالثاً المساحة البحرية : Marine Surveying

هذا النوع من المساحة ، يختص بإنتاج خرائط مساحية بحرية ، تهتم بطبيعة الحال بالمعلومات الموجودة فى المناطق المغطاة بالمياه مثل البحار والمحيطات والخلجان وغيرها .

وقد أنتجت الخرائط البحرية أساساً لاستخدامها فى الملاحة البحرية ، ولا زال إنتاجها حتى الآن يدور طبقاً للمطالب الخاصة بالملاحة ، لذلك نلاحظ أن معظم عمليات المسح البحرى تجرى فى المناطق التى تسلكها السفن لتأمين سلامتها ، والقليل من عمليات المسح البحرى الذى يجرى لغرض الأبحاث العلمية .

وتبين على الخرائط البحرية تضاريس الأعماق من ارتفاع وانخفاضات تحت سطح الماء ، ويؤخذ فى الاعتبار حركة المد والجزر ، كما يبين عليها بدقة شكل الشريط الساحلى ، وما عليه من ظواهر طبيعية وبشرية يمكن استخدامها كعلامات لإرشاد السفن .

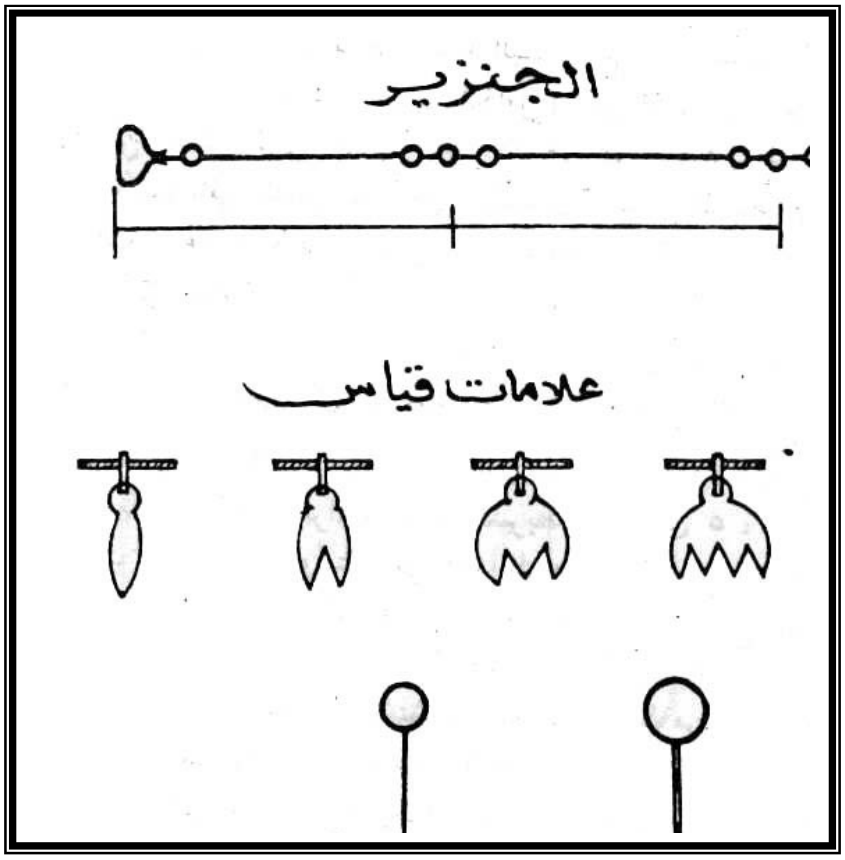
ويستخدم لإجراء عمليات المسح البحرى ، أجهزة خاصة لقياس المد والجزر وحسابه ، وكذا لقياس الأعماق ، وأجهزة أخرى لتحديد المواقع أثناء العمل بالنسبة لبعض الشواهد أو الظاهرات الموجودة على الساحل .

أولاً المساحة بالجنزير

تعتبر المساحة بالجنزير أول الطرق التى استخدمت فى رفع تفاصيل سطح الأرض وهى أبسطها وأقلها دقة ، كما أنها أسهل هذه الطرق وأرخصها وقد سميت بهذا الاسم لأن الجنزير هو أهم أدواتها :

الأدوات المستخدمة :

١- الجنزير : ويستخدم لقياس الأطوال ويتكون من عقل من الحديد أو الصلب (أشبه بالسلسلة) وتتصل كل عقلة بالأخرى بحلقات من نفس المعدن وينتهى طرفى الجنزير بمقبضين من النحاس (شكل ١) والجنزير المستخدم فى مصر يتكون من ١٠٠ عقلة طول كل منها ٢٠ سم ، أى أن طول الجنزير ٢٠ متر ويوضع فى نهاية كل مترين علامة من النحاس الأصفر ذات أسنان يدل كل سن منها على ٢ متر طول ، فالعلامة ذات السن الواحد تبعد عن المقبض بمترين والعلامة ذات السنين تبعد عنه بأربعة أمتار وذات الثلاث تبعد عنه بستة أمتار وهكذا حتى تصل الى منتصف الشريط نجد العلامة الخامسة تدل على ١٠ أمتار وهى دائرية الشكل وفى بعض الأحيان توضع علامات على كل متر يكتب على أحد وجهيها بعدها عن أحد المقبضين وعلى الوجه الآخر البعد عن المقبض الآخر .



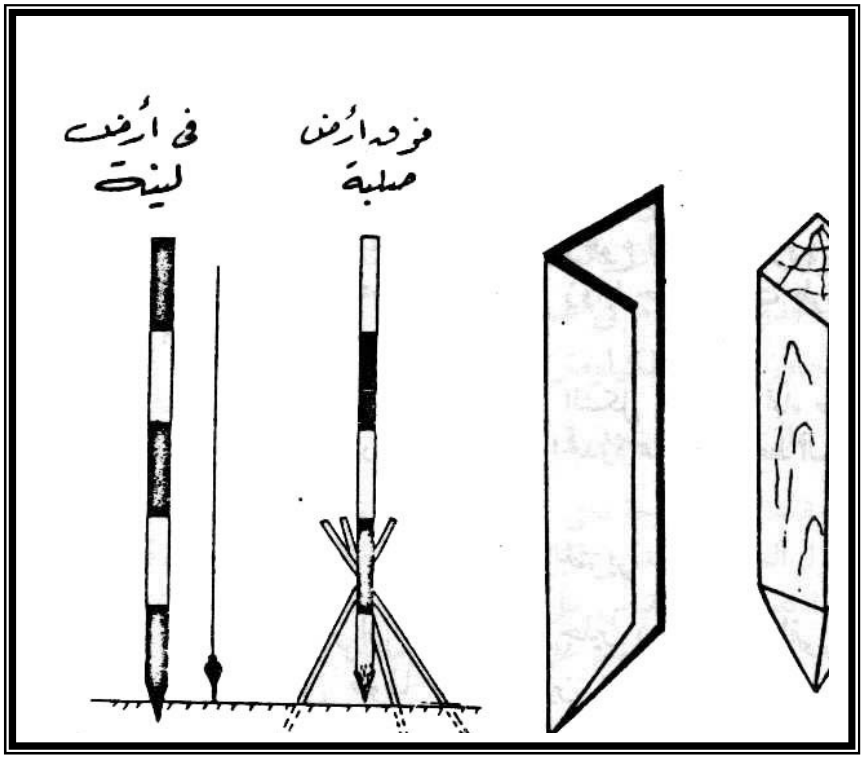
(شكل ١)

ولفرد الجنزير تمهداً للقياس يمسك القبضتان باليد اليسرى ويقذف الجنزير بشدة وبقوة باليد اليمنى مع بقاء المقبضين باليد اليسرى ثم يمسك شخص آخر باحد المقبضين ويسير الى الأمام حتى يتم فرد الجنزير بالكامل وينبغى التأكد من فرد جميع عقله ، وبعد الانتهاء من العمل يطوى الجنزير وذلك بالقبض على العقلتين المتوسطتين من الجنزير وتطوى عليها باقى العقل تبعاً حتى المقبضين ، ثم يربط بحزام من الجلد ، هذه الإجراءات – رغم بساطتها – تضمن سرعة فرد وطى الجنزير فى الحقل دون متاعب ولقراءة الجنزير نتعرف على أقرب علامة

نحاسية ولتكن العلامة ٣ (أى ما يعادل ٦متر) ويضاف الى ذلك عدد العقل الواقعة بعدها حتى نقطة القياس ولتكن ٤ عقل (مضروبة فى ٢٠ سم) أى أن طول هذا الخط موضع القياس هو ٦,٨٠ متر الشريط : وهو نوعان إما من التيل أو من الصلب ، أما الأول فيصنع من التيل المقوى بأسلاك معدنية رفيعة ويتراوح طول الشريط التيل بين ٥ ،٣٠ متر ويقسم الى سنتيمترات وديسمترات وأمتار على أحد الوجهين والى بوصات وأقدام على الوجه الآخر ، ويلف الشريط داخل علبة من الجلد فى وسطها زراع ليتم بع لف الشريط وينتهى الشريط من الطرف الخالص بحلقة نحاسية (مقبض الشريط) تمنع دخوله أما الشريط الصلب فيصنع من الصلب الرقيق المرن ويتراوح طوله بين ١٠ ، ٥٠ متر ويلف أيضاً داخل علبة أو على بكرة مفتوحة ، والشريط الصلب هو أفضل أدوات قياس الأطوال لعدم تأثره بالأحوال الجوية وسهولة استخدامه ، ومن الواضح أن استخدام الشريط الصلب أسهل وأدق وأسرع من الجنزير ولذا فقد شاع استخدامه بينما اختفى الجنزير ليحتفظ بأهميته التاريخية فحسب

٢- الشواخص : عبارة عن أعمدة خشبية أسطوانية الشكل أو مخروطية يتراوح قطرها بين ٣ ، ٥ سنتيمتر ، ويتراوح طولها بين ٢ ، ٥ متر ، وأحد طرفيها مدبب وقد يكسوه كعب حديدى مخروطى الشكل ليسهل غرس الشاخص فى الأرض ، وأحياناً تستخدم حوامل للشواخص ، والحامل عبارة عن ثلاث شعب من الخشب أو الحديد متصلة اتصالاً مفصلياً بطوق معدنى يوضع الشاخص داخل هذا الطوق وذلك عندما تكون الأرض صلبة ويتعذر غرس الشاخص بالطريقة العادية (شكل ٢) ويلون الشاخص بألوان ذاهية فى قطاعات متتابعة من اللون الأحمر والأسود والأبيض أو بلونين أثنين فقط فى تتابع حتى يسهل تمييزه فى الحقل ، وقد توضع أعلام ملونة أعلى الشاخص بهدف زيادة تسهيل

رؤيته من بعد ، ووظيفة هذه الشواحص هو تحديد نقطة معينة على طول خط السير أثناء القياس بالحقل :



٣- الشوك : وهى عبارة عن أسياخ من الحديد يتراوح قطر كل منها بين ٣ ، ٦

٤- ملليمتر وطوله بين ٢٠، ٣٠ سم أحد طرفيه مدبب والطرف الآخر على شكل حلقة دائرية ليسهل الإمساك بها وغرس الشوكة فى الأرض وتستخدم الشوك للتوجيه ولتحديد نهايات الجنزير أثناء القياس لمعرفة عدد الجنازير المقاسه فى الخط تحاشيا للسهو أو الخطأ وأحياناً يربط بها شريط من القماش زاهى اللون لتمييزها وسط الحقول .

٥- **الأوتاد : وتصنع من الخشب وطول كل وتد منها يتراوح بين ٢٠ ، ٣٠ سم وأحد طرفيها مدبب وتدق الأوتاد فى نقطة بداية خطوط القياس ورؤوس المضلعات ويترك جزء منها ظاهر على السطح حتى يمكن الرجوع إليه عند اللزوم ، وفى الأراضى الصلبة تستخدم أوتاد من الصلب عبارة عن زوايا حديدية ذات طرف مدبب حاد (شكل ٢)**

٦- **دفتر مساحة الخيط : وهو دفتر مستطيل الشكل يفتح فى اتجاه طولى ويستخدم لتدوين القياسات فى الحقل ورسم التفاصيل على طول خط السير تبعاً لمواقعها من خط الجنزير .**

كيفية قياس المسافة بين نقطتين بالجنزير :

يحتاج القياس بالجنزير أو الشريط الى رجلين (أمامى وخلفى) فإذا كانت المسافة المطلوب قياس طولها بين نقطتين تزيد على طول الشريط نتبع الخطوات التالية :

١- **يمسك شخص (الخلفى) بمقبض الشريط ويجعله ملامساً لنقطة البداية (النقطة الأولى) ويحتفظ بالمقبض مثبتاً فى مكانه بينما يسير الشخص الآخر (الأمامى) بالشريط فى اتجاه النقطة الثانية مع فر الشريط أثناء السير الى أن يصل الى آخر طوله ثن يوضع شوكة رأسياً وقبل أن يثبت هذه الشوكة يوجه الشخص الخلفى زميله الأمامى يميناً ويساراً حتى يرى الشوكة برى النقطتين الأولى والأخيرة (بداية الخط ونهايته) . كما يتأكد الشخص الأمامى من شد الشريط حتى يفرد تماماً قبل أن يغرس الشوكة فى مكانها .**

٢- **يسحب الشخص الأمامى الشريط ويسير فى اتجاه النقطة الثالثة ويتبعه الشخص الخلفى حتى يصل الأخير الى الشوكة ، ويتكرر العمل بنفس الطريقة**

وقبل أن يغادر الشخص الخلفى موقع الشوكة يكون قد حملها معه لتدل على عدد مرات طرح الشريط حتى يصل الى الجزء الأخير المتبقى الذى يقل عن طول الشريط ويقيسه كذلك .

٣- تحصى عدد الشوك التى نزعها الشخص الخلفى ويضرب هذا العدد فى طول الشريط ثم يضاف إليه الجزء (الكسر) الأخير من الشريط ، وعلى هذا يصبح المجموع هو طول الخط المراد قياسه بالأمتار .

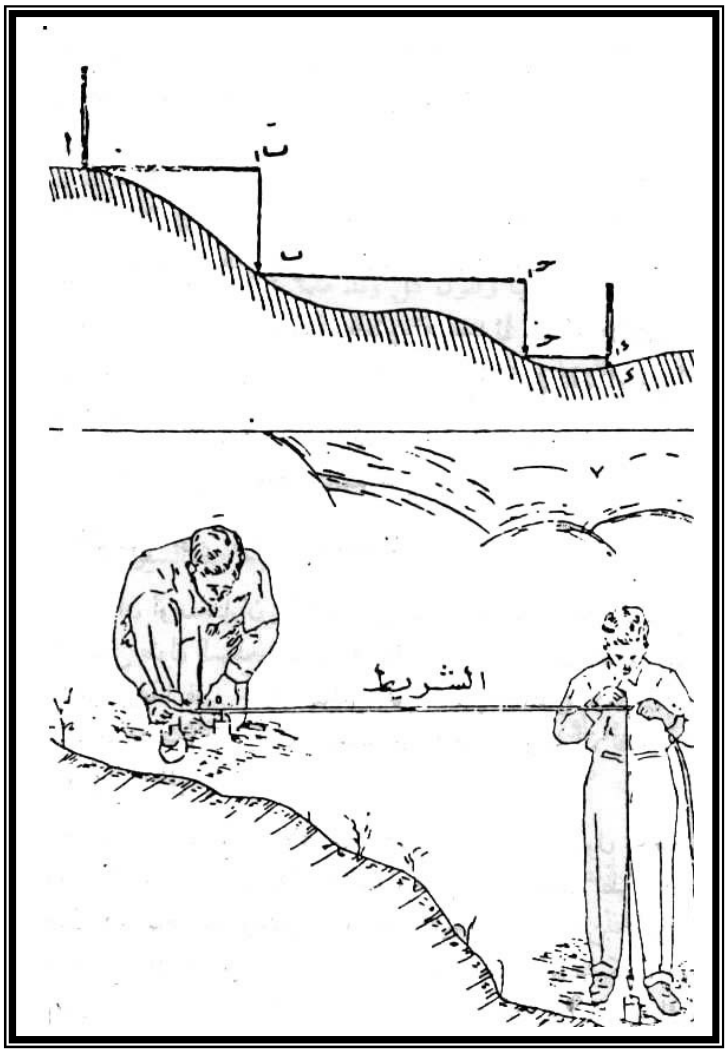
٤- يعاد القياس بنفس الطريقة مبتدئاً بنقطة الانتهاء ثم يؤخذ متوسط الطول فى المرتين ويرعى أن يكون الفرق بين القراءتين محدوداً وإلا يكون هناك احتمال حدوث خطأ ما فى عملية القياس ، ويمكننا قياس أى خط بهذه الطريقة لا يتجاوز طوله الكيلومتر عادة .

القياس على أرض منحدرة :

سبق أن أوضحنا أن المساحة تعنى برفع المسقط الأفقى لسطح الأرض ومعنى هذا أننا لا نقيس طول السطح المنحدر (المائل) وإنما يجب أن يكون القياس للمسقط الأفقى ويحسب مسقطه الأفقى الذى يرسم على الخريطة وأما أن يقاس المسقط الأفقى ذاته مباشرة فى الحقل .

وحساب المسقط الأفقى لأى خط يجب الحصول على طول الخط المنحدر ودرجة الميل (زاوية الانحدار) ويتم ذلك بعمليات حسابية (بتطبيق نظرية فيثاغورث) ولا دعاى للدخول فى تفاصيلها ونكتفى بطريقة القياس المباشر من الحقل ، فلو افترضنا أن الانحدار كان الى أسفل يمسك شخصان بالشريط (وهنا قد يكون طوله ٥ متر أو ٢٠ متر تبعاً لدرجة انحدار سطح الأرض) أحدهما من أوله والآخر يمسك الشريط من نهايته ويرفع الشريط حتى يصير أفقياً تماماً ويدلى من يده خيط شاغول

عند نهاية الشريط فيحدد ثقل الشاغول مسقط النقطة على الأرض حيث تغرس شوكة بعد أن يتم توجيهه فى الاتجاه الصحيح (شكل ٣) ويتكرر القياس مبتدئاً من هذه الشوكة وهكذا حتى آخر الخط ، ثم يحص عدد الشوك ويضرب فى طول الشريط المستعمل وتضاف الأجزاء والكسور فينتج الخط المراد قياسه ، ومعنى هذا أننا نجمع المساقط الأفقية لهذه المسافات المنحدرة (المائلة) . وهذه الطريقة رغم أنها أشق إلا أنها أدق وأقل عرضة للخطأ .



كيفية رفع قطعة أرض بالجنزير أو الشريط :

تعنى عملية رفع قطعة أرض تثبيت عدد النقط فى الطبيعيى وتوصيل بعضها ببعض لتكون مضلعاً يسمى هيكل المنطقة ، ثم يرفع هذا المضلع أو الهيكل من الطبيعية (الحقل) الى الورق (الخريطة) وتبين عليه حدود وتفاصيل المنطقة وذلك بقياس إحداثيات النقط وتدوين النتائج فى دفتر الغيط وفيها يمكن إجراء عمليات التحشيهة أى رسم التفاصيل فى المكتب ، وفيما يلى الخطوات المتبعة لرفع قطعة من الأرض :

١- إجراء معاينة للمنطقة وتعنى التجول فى المنطقة ومعاينتها لتكون فكرة دقيقة عن حالتها وحدودها وما بها من ظاهرات طبيعية أو بشرية بهدف اختيار أنسب الموقع للنقط التى سنوصل بعضها ببعض لتكون المضلع أو الهيكل الأساسى للقطعة ثم يعمل لها كروكى (رسم تقريبى) فى دفتر الغيط (شكل ٤) .

هذه العملية يطلق عليها اسم الاستكشاف .

٢- يراعى أن يكون الهيكل الأساسى مكوناً من مثلثات ، فالمثلث هو الشكل الهندس الوحيد الذى يمكن رسمه بمعلومية أضلاعه فقط . (شكل ٥)

ولذا يراعى فى اختيار نقط هذا المضلع ما يلى :

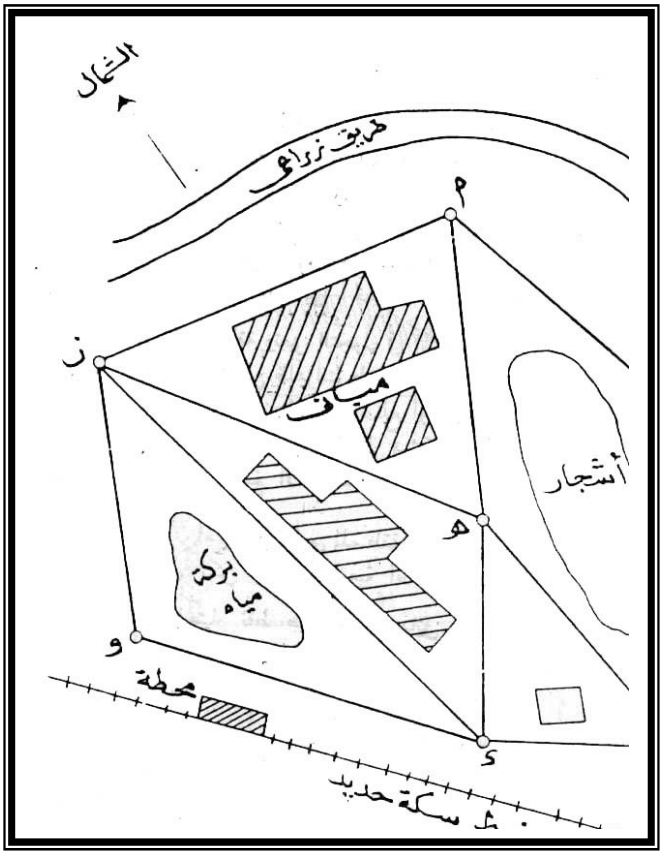
أ – أن تكون النقط بعيدة عن محاور الحركة والمرور حتى لا تتعرض للضياع أو تتحول الى حجر عثرة للغادين والرائحين .

ب- ألا تكون الخطوط الموصلة بين النقط فى مناطق يصعب اجتيازها أو العمل فيها بل ينبغى أ يكون فى أجزاء مكشوفة ومستوية السطح ولا يوجد ما يحجب الرؤية بين النقط المتجاورة .

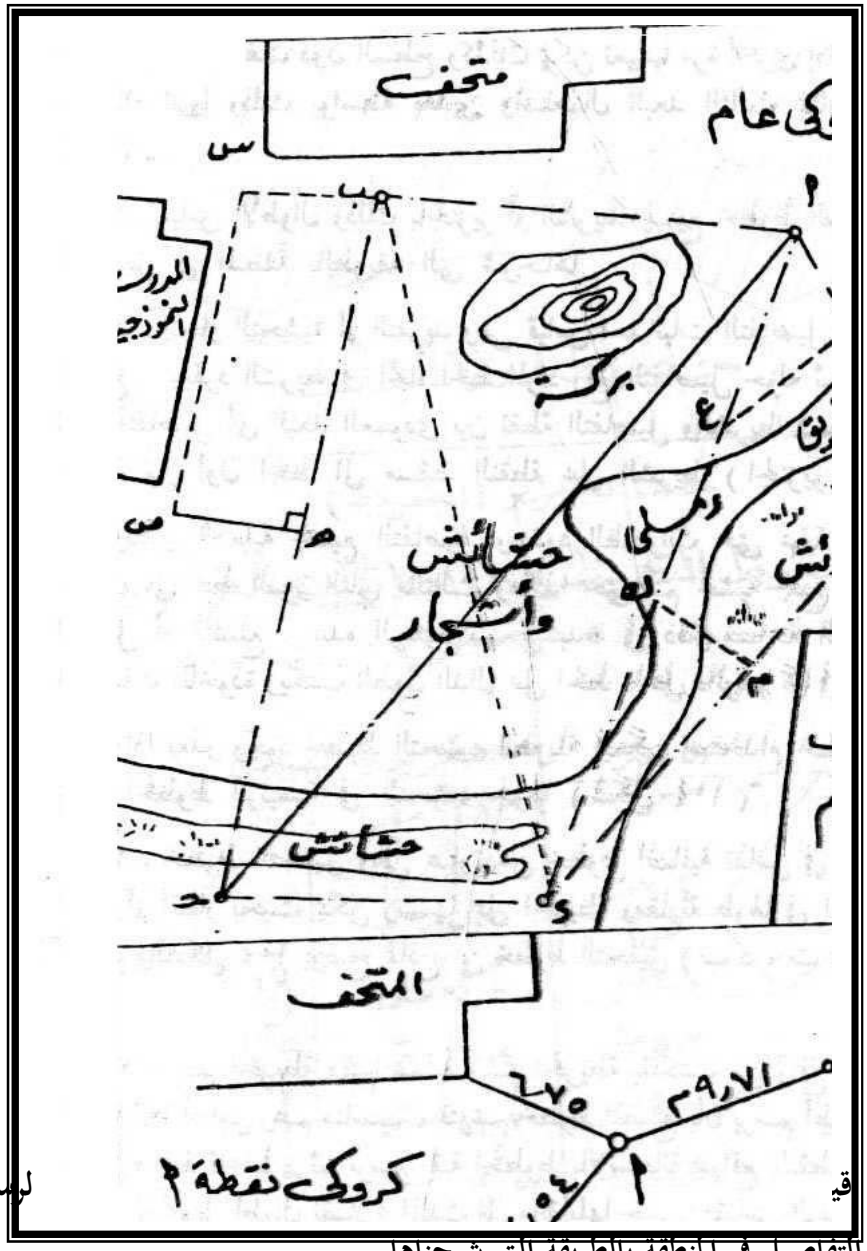
جـ- ألا تكون زوايا المثالثات منفرجة جداً أو حادة جداً ولعل أفضل الزوايا يتراوح بين ٣٠° ، ١٢٠° ، وأفضل المثلثات ما تتساوى أضلاعة أو ساقيه .

د – الإقلاع من خطوط التحشية الطويلة بأن تكون خطوط المضلع أقرب ما يمكن الى حدود وتفاصيل المنطقة ، ولا تزيد التحشية عن ٢٠ متر .

٣- عمل كروكيات للنقط وترقيمها أو ترتيبها أبجدياً ، ويرسم الكروكى لكل نقطة من النقط الأساسية بالاعتماد على عدد من النقط (لا يقل عن ثلاثة) الثابتة والقريبة من النقط كأعمدة الكهرباء أو أركان المبانى أو الأشجار الضخمة بحيث يسهل العثور عليها إذا طمرت أو اختفت دون السطح وكذلك يمكن تعيينها مرة أخرى إذا أزيلت أو صعب الاهتداء إليها وذلك بواسطة بعدين واستعمال البعد الثالث بمثابة تحقيق (شكل ٥)



(شكل ٤)



٤ – في لرسم التفاصيل فى المنطقة بالطريقة التى شرحناها .

٥- إنجاز التحشية أو التفريد وهى قياس إحداثيات التفاصيل بالنسبة للأضلاع المضلع ، ويفرد الشريط فى اتجاه الخط المراد رفع التفاصيل حوله ثم نأخذ إحداثيات نقط التفاصيل أى البعد العمودى بين نقطة التفاصيل والشريط (س) كذلك نعرف المسافة من أول الخط الى مسقط النقطة على الشريط (الجنزير) (ص) .

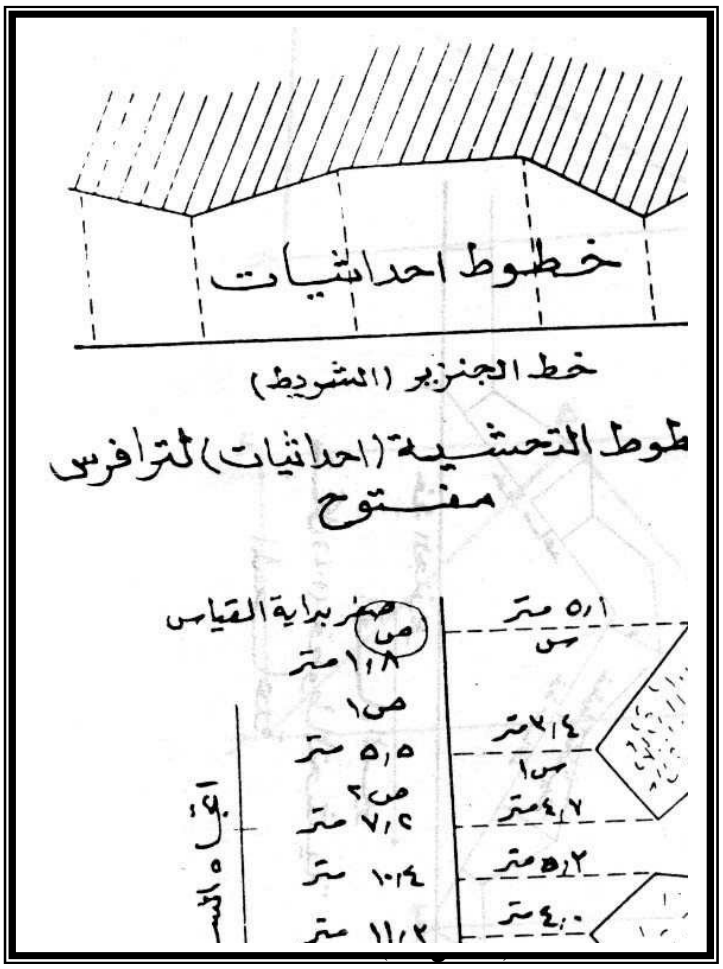
وتكرر العملية لجميع التفاصيل وحدود الظاهرات حتى نهاية خط السير ، ثم تتحول الى خط السير الثانى فالثالث وهكذا حتى تتم تحشية جميع الخطوط الرئيسية للهيكل أو المضلع ، هذه الرسوم تسجل بدقة فى دفتر مساحة الغيط وتدون عليه القياسات المأخوذة ويكتب الطول الدال على الخط داخل دائرة (كما فى الشكل ٦) .

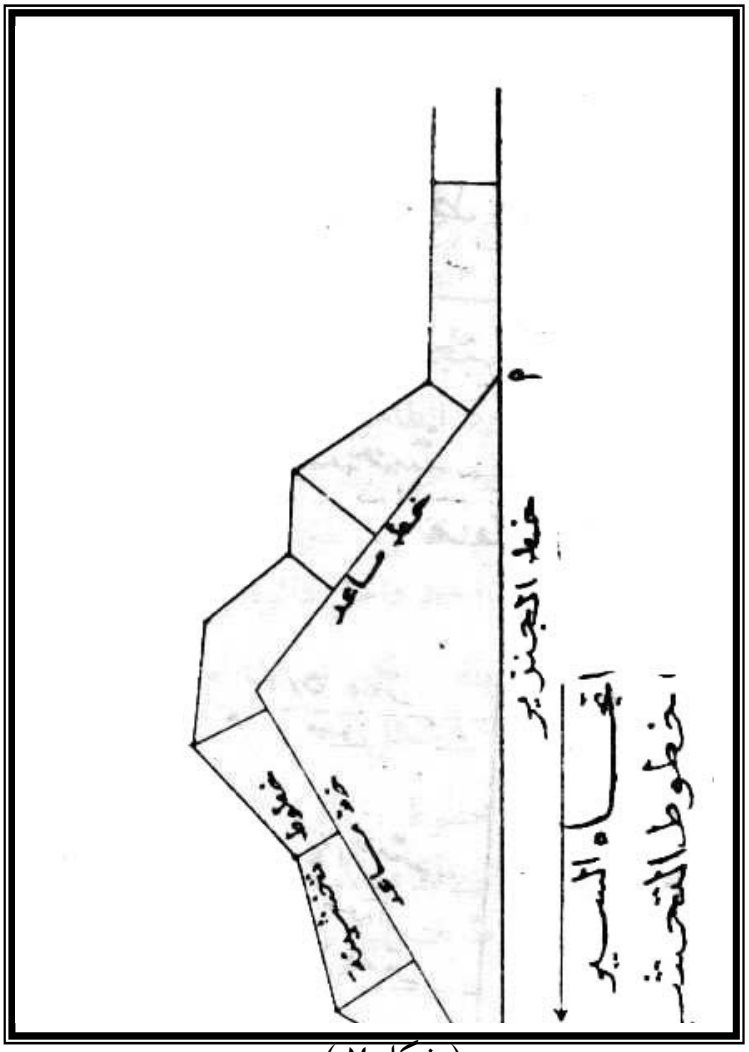
وإذا تعذر وجود خطوط التحشية الطولية فيمكن استخدام خطوط مساعدة تقوم بمقام الخطوط الرئيسية فى التحشية حولها (شكل ٧)

٦- خطوط التحقيق : وهى عبارة عن خطوط إضافية تقاس فى الحقل وقد تكون محاور أو أقطار بحيث يمكن رسمها على الخريطة ومقارنة طولها فى الطبيعة بطولها على الرسم والشكل (٨) يوضح نماذج من خطوط التحقيق (ب د ، ب هـ ، جـ هـ ، أ ، جـ) .

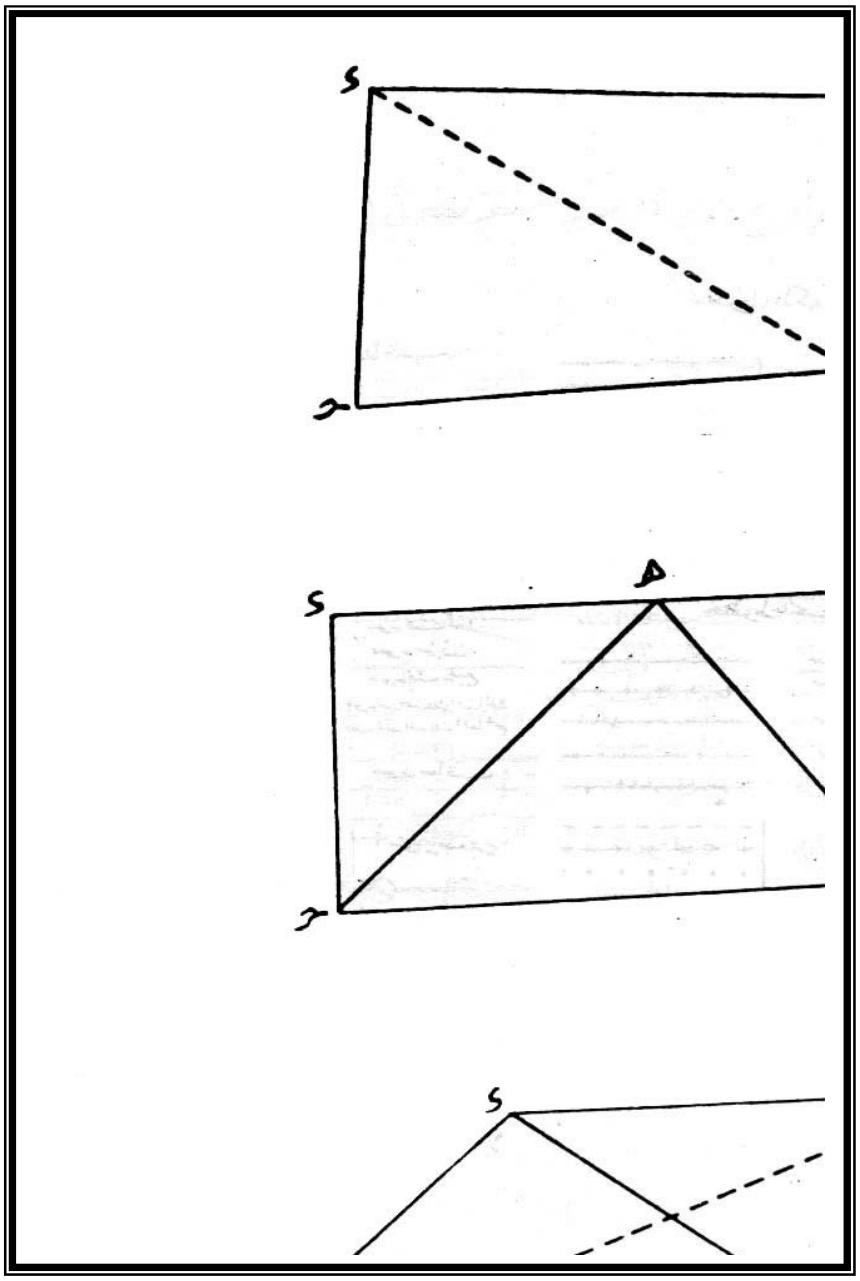
٧- رسم الخريطة وتتم عملية رسم الخريطة بالمكتب من واقع القياسات السابق ذكرها تبعاً لمقياس رسم مناسب ، فترسم خطوط المضلع بأن يرسم أطول خطوط المضلع واعتباره خط قاعدة ، ثم ترسم بقية الخطوط بالاستعانة بمواقع النقط ورسم مثلث بعد آخر بعد تحويل أطوال أضرع المثلث الى ما يقابلها حسب مقياس الرسم ، ثم نتأكد من صحة العمل برسم خطوط التحقيق ومقارنة أطوالها

فى الرسم مع أطوالها الحقيقية فى الطبيعة ، وذلك للتحقق من صحة العمل ، ثم تنقل التفاصيل من واقع دفتر الغيط (خطوط التحشية) وبعد الانتهاء من رسم الخريطة بالقلم الرصاص تحبر بالحبر الصينى الأسود وتوضح المعالم بها تبعاً للرموز والاصطلاحات المعروفة (أشكال ٩ – ١٢) ، كما تكتب بيانات الخريطة من اسم الخريطة ومقياس الرسم ورسم اتجاه الشمال وتستخدم الألوان أحياناً بهدف إخراج الخريطة فى ثوب فنى مناسب .





(شكل ٧)

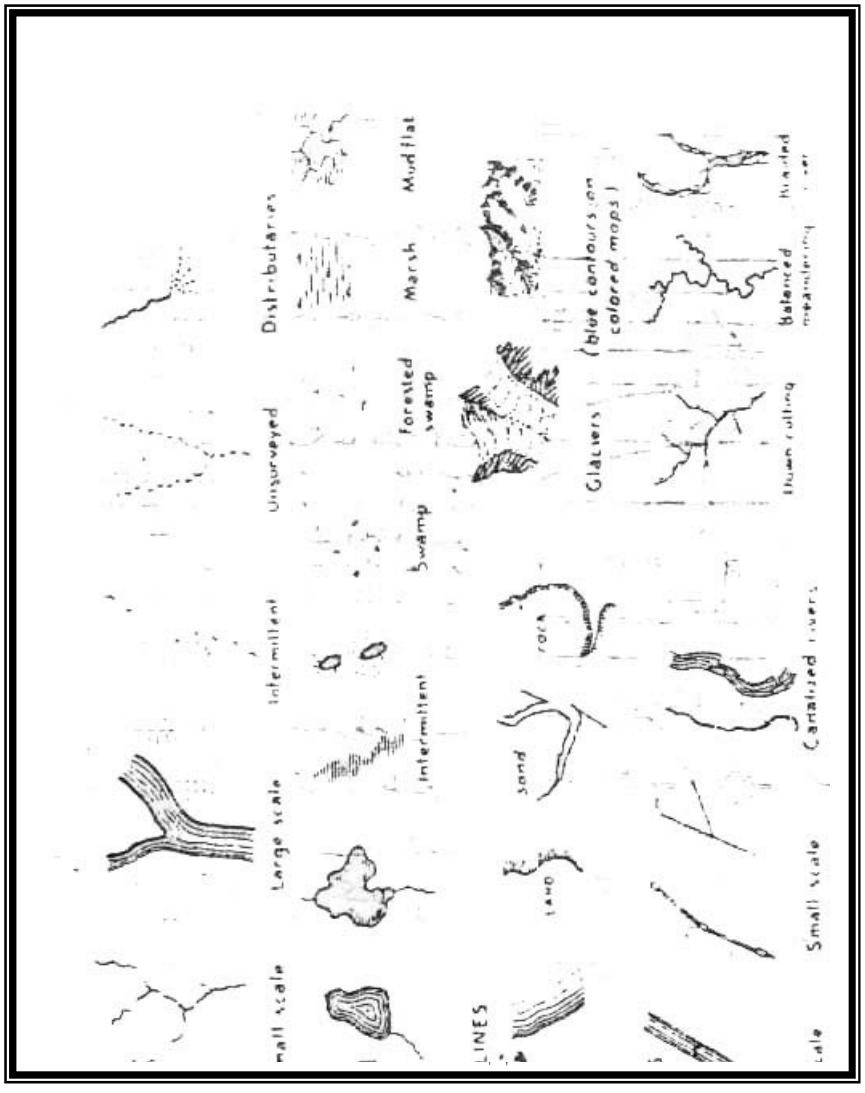

ى
ح
ى
ه
ح
ى

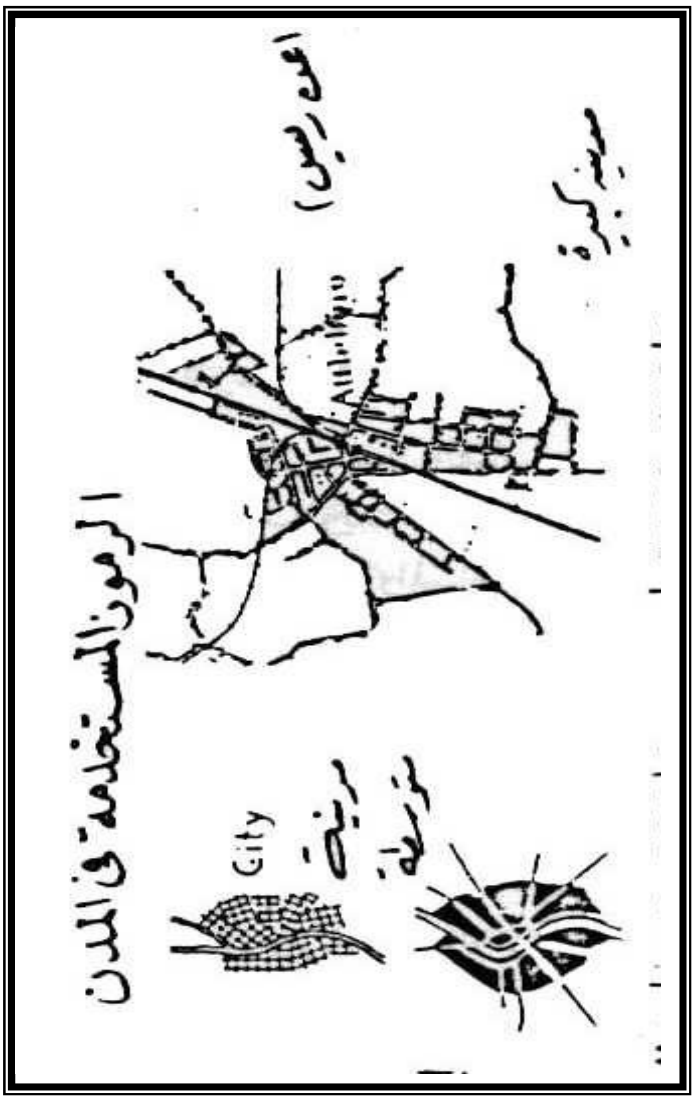
خطوط الكهرباء
خطوط تليفون
خطوط تلغراف
خطوط الضغط العالى
خطوط الحدود
حدود المحافظات
حدود المديريات
حدود المراكز
حدود القرى
حدود الأحواض
حدود عمومية
طرق زراعية
خطوط الدرجة الأولى
خطوط الدرجة الثانية
خطوط الدرجة الثالثة
خطوط الدرجة الرابعة
سوار
سور من الكتل
سور من الطوب
سور من الطوب الرملى
سور من السلك الشائك
سور من السلك الشائك
سور سياج
أشجار صغيرة
سور حديد
سور سلك من السلك الشائك

(شكل ٨)

نماذج من الرموز المستخدمة في الخرائط
عن بعض
مرسعلى

شكل ٩


Distributaries
Marsh
Mudflat
Unsurveyed
Forested swamp
Swamp
Glaciers
(blue contours on colored maps)
Intermittent
Intermittent
Large scale
Sand
Canalized rivers
Small scale
LINES



القياس على أرض بها موانع :

من الطبيعى أن تعترضنا بعض الموانع التى تحول دون انجاز العمل المطلوب فى المساحة ولذا ينبغى اتباع طرق معينة لتفادى مثل هذا الموانع ، والموانع عديدة منها ما يمنع من القياس كترعة مثلاً ومنها ما يمنع القياس والوجيه كمبنى مثلاً :

١- مانع يمنع من القياس ولا يمنع من التوجيه (كما فى شكل ١٣) نفترض أنه مطلوب قياس الخط ب جـ التى يعترضه جزء من البركة ففى أى نقطة مناسبة عليه ولتكن د نقيم عمود د ل ومن النقطة ل نقيم العمود ل م على الخط د ل . ومن النقطة م نسقط عمود ل هـ على الخط م ل ، فلو كان م هـ = د ل ، كان العمل صحيحاً وإلا يعاد العمل ثانية ، وبذلك يكون طول الخط ب جـ مسوياً للخط ب د + ل م + هـ جـ .

٢- قياس خط يعترضه عائق يمنع القياس والتوجه :

نفرض أنه مطلوب قياس الخط أ ب ويعترضه مبنى ، نختار نقطة مثل جـ خارج الخط (شكل ١٤) تقاس المسافة ب جـ ثم المسافة أ جـ ثم ننتخب نقطة على الخط أ جـ ولتكن نقطة د وتكون على بعد معين من نقطة جـ ولتكن ربع المسافة من جـ الى أ (أو الخمس أو العشر ... الخ) ونختار نقطة على الخط ب جـ ولتكن نقطة هـ بحيث تكون على نفس المسافة المقابلة للخط ب جـ (أى ربع المسافة من جـ الى ب) .

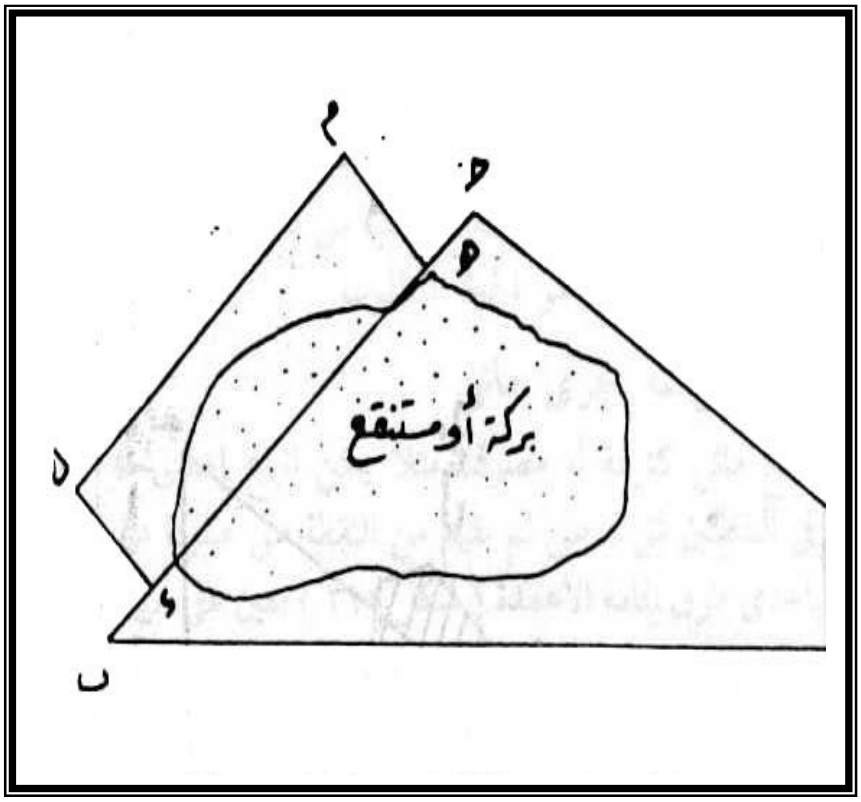
ومعنى هذا أن ـ = لـ بـ ثم نصل د هـ فيكون طول الخط أ ب يساوى أربع أمثال الخط هـ جـ ، وبعبارة أخرى يكون الخط د هـ يتناسب مع الخط أ ب بنفس النسبة التى اتبعت (الربع فى هذا المثال) ومن ثم يكون مساوياً لمقلوب النسبة .

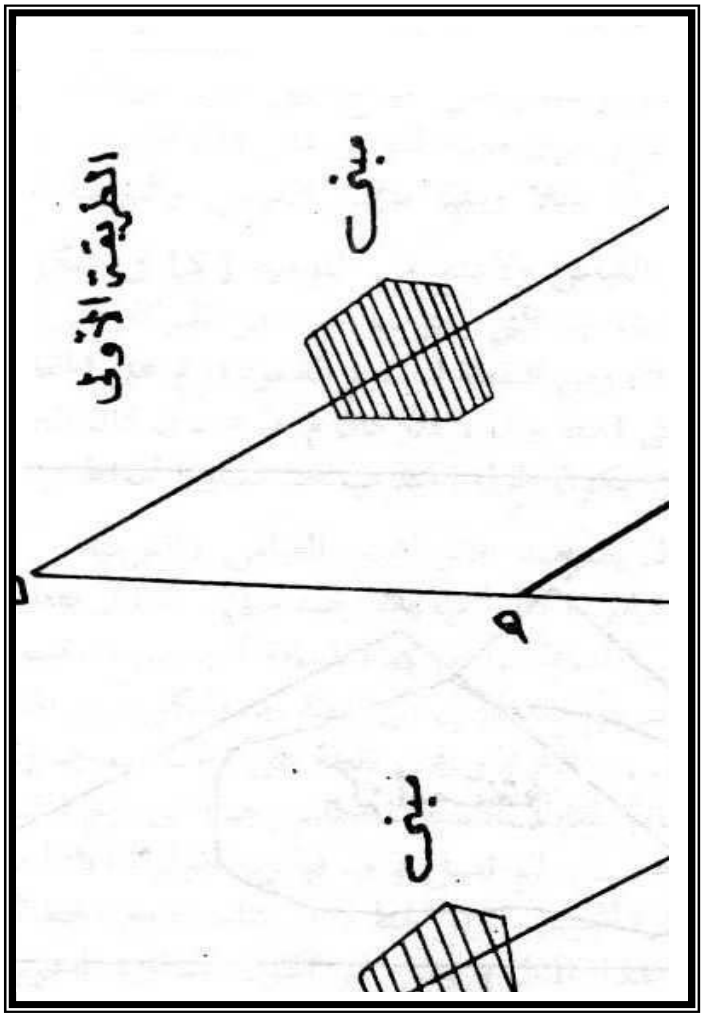
أ ب د جـ أ جـ هـ جـ ب جـ

والطريقة الثانية لقياس الخط أ ب يمكن تنتخب نقطة خارج الخط ولتكن جـ ثم نسقط من النقطة ب العمود ب د على الخط أ جـ (شكل ١٤) وذلك بالمعادلة الآتية :

$$أب^{٢} = ب جـ^{٢} + أ د^{٢}$$

أى أن الجذر التربيعى للمسافة أ ب يساوى مجموع الجذور التربيعية للمسافتين ب د ، أ د ، وبهذه العملية الحسابية البسيطة يمكن إيجاد طول الخط أ ب المراد قياسه .





(شكل ١٤)

١- إسقاط عمود على خط من نقطة خارجية عنه :

تثبت أول الشريط فى النقطة (ل) المراد إسقاط العمود فيها على الخط أ ب ، ثم نفرد الشريط بطول معين ونقوم بعمل قوس من دائرة مركزها النقطة (ل) بحيث تقطع الخط أ ب فى نقطتين هما (جـ) ، (د) . ننصف المسافة

بين (جـ) ، (د) فى نقطة (م) فيكون الخط ل م هو العمود المطلوب . (أنظر الشكل ١٥)

٢- إقامة عمود من نقطة على الخط ويكون ذلك بتكوين مثلث متساوى الساقين فنأخذ بعدين متساويين على جانبى (جـ) وليكون جـ د ، جـ هـ نركز فى كل من (د) ، (هـ) بحلقة الشريط وبطولين متساوين عليهما نجعل الخطين يتقاطعان فى النقطة (ص) فيكون (جـ ص) هو العمود المطلوب (انظر الشكل ١٦)

٣- عمل خط مواز لخط الجنزير من نقطة معلومة :

من (جـ) (شكل ١٧) نسقط العمود جـ د على خط السير بالطريقة السابقة ، نعين نقطة أخرى مثل (هـ) على الخط أ ب ، وعلى بعد مناسب من (د) ونقيم منها العمود هـ و ويساوى د جـ ، فيكون الخط جـ و هو الخط المطلوب .

٤- قياس خط يعترضه مجرى مائى :

لو اعترض القياس مانع مائى كترعة أو مصرب مثلاً يمكن اتباع إحدى طريقتين :

أ- نثبت شاخصين فى نقطة س ، ص ، ثم نقيم من النقطة ص عموداً على الخط س ص (خط السير) بإحدى طرق إقامة الأعمدة (شكل ١٨) نعين على هذا العمود أى طول مناسب مثل ص ع بالطبيعة ونعين فى الطبيعة نقطة و فى منصف المسافة ص ع ، أى أن ص و = و ع ، ثم نقيم من النقطة ع العمود ع هـ على الخط ص ع ، وتحدد النقطة هـ بأن تكون الشواخص الموضوعة فى س ، و ، هـ على استقامة واحدة ، وفى هذه الحالة يكون البعد ع هـ مساويا للبعد س ص المطلوب قياسه (المثلثان متطابقان

) ، لأن ص و = و ع ، الزاوية و ، هـ بالتقابل بالرأس ، والزاوية س ص و = و ع هـ ، لأن كل منها قائمة ، إذن ينطبق المثلثان أى أن س ص = ع هـ ، وهو المطلوب إيجاده .

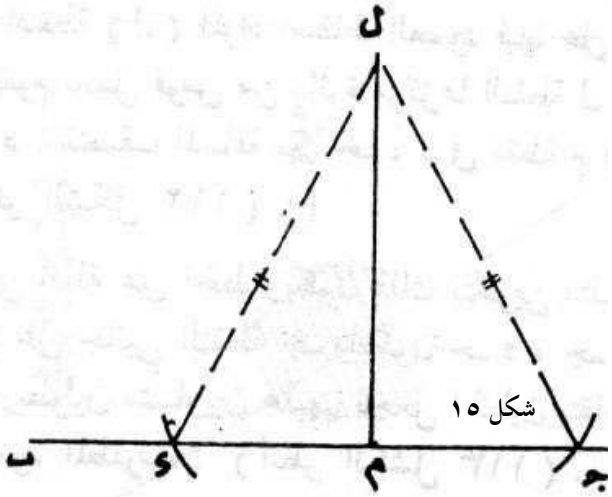
ب– نوضع شواخص فى النقطة ل ، ب ، جـ (نقطتى ب ، جـ على احدى ضفتى النهر ونقطة ل على الضفة الأخرى) وتكون الثلاثة على استقامة واحدة (شكل ١٨) ، ثم تقام الأعمدة ب د ، جـ هـ ، على الخط ب جـ ، بحيث تكون الشواخص فى ب ، د ، هـ ، على استقامة واحدة ثم يقاس ب د ، جـ هـ ، والمسافة ب جـ

ل ب ـ = ـ ب ء

لأن المثلث ل ب د والمثلث ل جـ هـ متشابهان

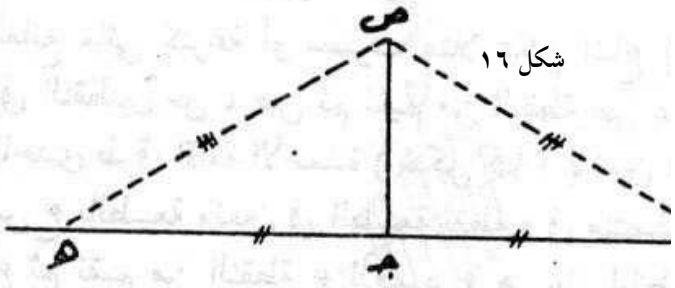
وبالتعويض فى هذه المعادلة يمكن الحصول على ل ب ،

ل ب ب جـ ب د جـ هـ



شكل ١٥

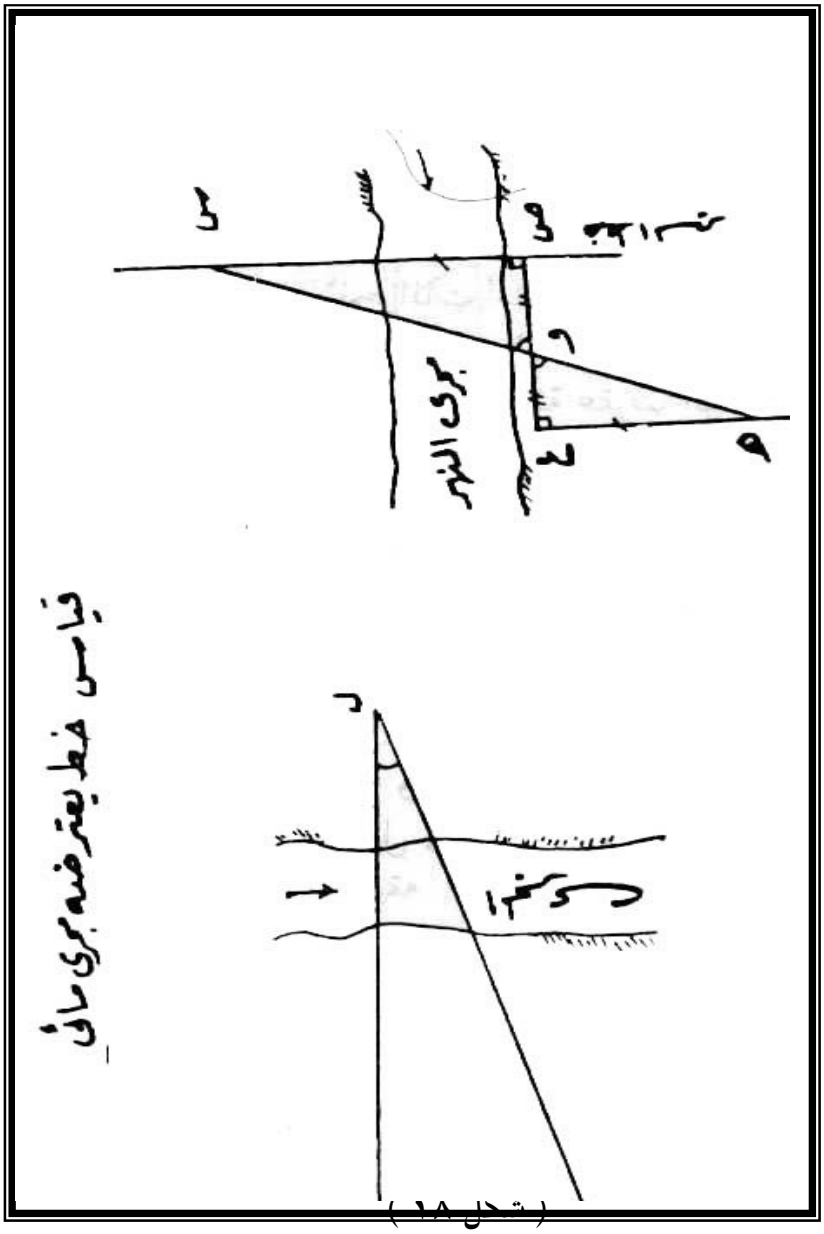
اسقاط عمود على خط من نقطة خارجه عنه



شكل ١٦

اقامة عمود من نقطة على الخط

شكل ١٧



(شكل ١٨)

ثانياً : المساحة بالبوصلة :

كثيراً ما يتعذر تقسيم المنطقة الى مثلثات لوجود مبانى أو مستنقعات أو نباتات أو غيرها ولذا لا يمكن رفعها بالجنزير وإنما تستخدم المساحة بالترافرس وتعنى المساحة بالترافرس هو تحديد المنطقة المراد رفعها بمضلعات وقياس أطوال أضلاعها وانحرافاتها ثم يرسم المضلع بمعلومية الأطوال والانحرافات أما عن قياس الأطوال فقد سبق

الإشارة إليها وبقى معرفة الانحرافات ، وانحراف أى خط هو الزاوية المحصورة بين هذا الخط وخط ثابت هو خط الشمال المغناطيسى فى اتجاه حركة عقرب الساعة تقاس الانحرافات بالبوصلة التى تعتبر من أهم أجهزة هذه المساحة والبوصلة بإيجاز شديد تعتمد فى تركيبها على أنه إذا وضعت إبرة مغناطيسية حرة الحركة فإنها دائماً تتجه نحو الشمال المغناطيسى .

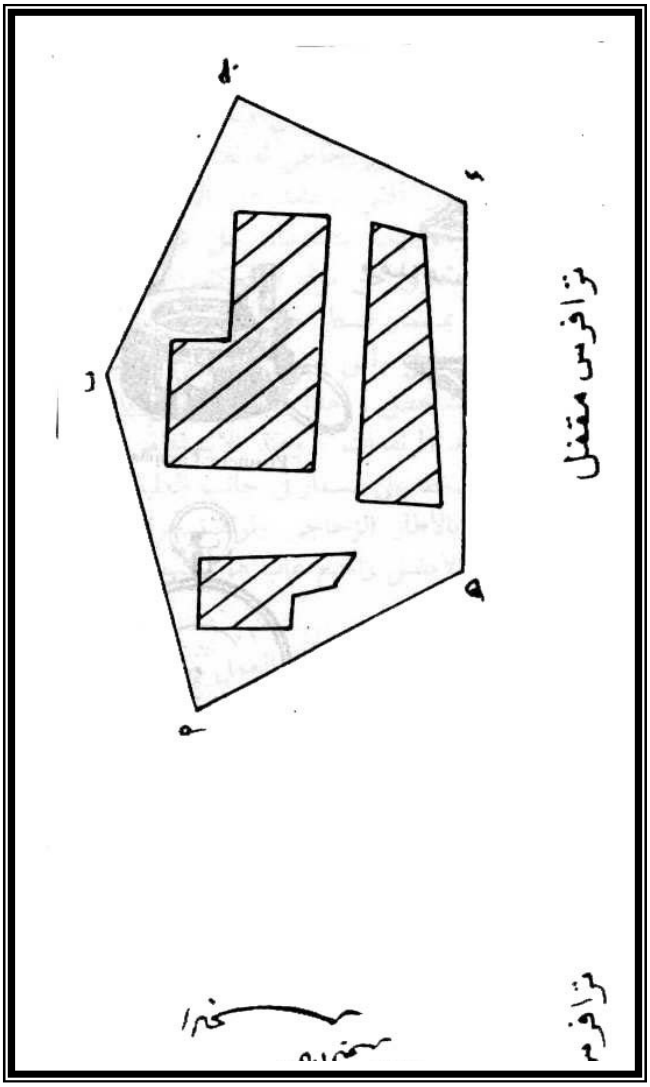
والترافس نوعان الأول ترافرس مقفل وهو ما كانت نقطة الابتداء فيه هى نقطة الانتهاء مثل المضلع أ ب جـ هـ (شكل ١٩) ويستعمل هذا النوع فى رفع المناطق التى تكثر بها البحيرات والبرك والغابات والمساكن التى يصعب قياس خطوط تخترقها ، وهذا النوع من السهل تحقيقه والتأكد من صحة العمل فيه .

أما النوع الثانى وهو ترافرس مفتوح وهما ما كانت نقطة الابتداء غير نقطة الانتهاء أى أنه لا يشكل مضلعاً مقفولاً ويستعمل فى رفع المناطق الطولية كالشاطئ والطرق والسكك الحديدية وهو نوع تحقيقه ، وبعد تعيين المضلع ترفع التفاصيل بأى طريقة .

والمساحة بالبوصلة تمتاز عن المساحة بالجنزير بالدقة فى النتائج والسرعة فى العمل وضمان تحقيقه وتوفير الخطوط التى تقاس للمساعدة فى الرسم أو فى التحقيق ويسهل استعمال هذه الطريقة فى رسم المستنقعات والأراضى غير المكشوف والمناطق التى تكثر فيها المبانى التى لا يسهل فيها قياس الأقطار ، ولكن المساحة بالبوصلة – على أى حال – لا تتبع إلا فى الأعمال التمهيدية أو حالة إجراء مساحات سريعة لا تتطلب قدراً كبيراً من الدقة .

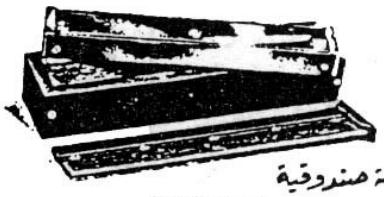
البوصلة :

توجد أنواع عديدة للبوصلات تبدأ من البوصلة الصغير التى يستخدمها الرحالة الى الأنواع المعقدة بالغة الدقة ولكن الشائع فى العمليات المساحية هى البوصلة المنشورة (شكل ٢٠) وتتركب من إبرة مغناطيسية مركب عليها إطار دائرى من الألومنيوم مقسم الى درجات وأجزائها والتدرج فى اتجاه حركة عقرب الساعة وصغر التقسيم أما الجنوب ، والإبرة تدور على حامل رأس مركب فى علبة نحاسية وتغطى بغطاء زجاجى لمنع تسرب الأتربة والرطوبة الى الداخل ويتصل بالإبرة ثقل لجعلها متزنة ، وتقرأ انحرافات الخطوط بمساعدة منشور زجاجى له ثلاثة أوجه : أحدها رأس به



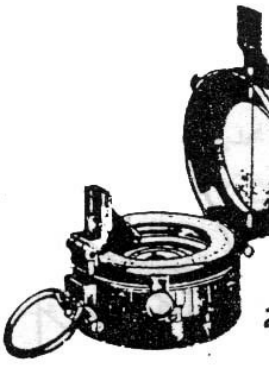
(شكل ٢٩)

نماذج من الأجهزة المساحية

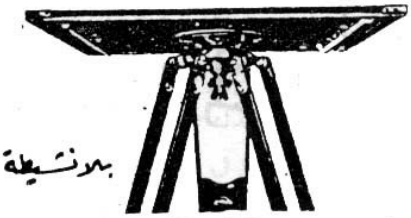


بوصلة صندوقية

Box Compass

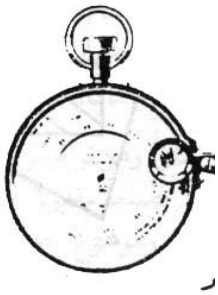


Prismatic Compass

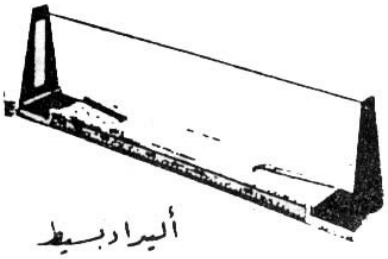


بلانشيطة

Plane Table

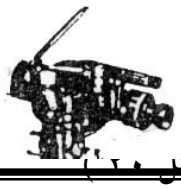


Aneroid Barometer



أليداد بسيط

Simple Alidade



(تكملة ٢٩)

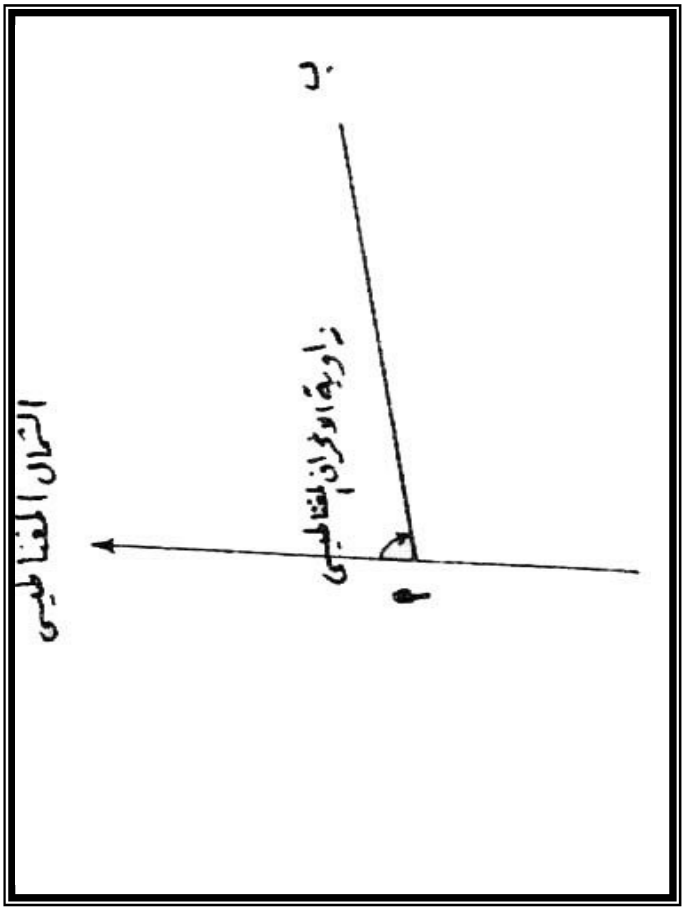
فتحة رأسية للرصد منها والوجه الثانى أفقى متعامد على الأول وبه فتحه لرؤية تقسيمات الإطار الدائرى ، وهذان الوجهان مصنوعان على شكل عدسة لتكبير القراءات ، أما الوجه الثالث المائل فيحتوى على مرآة لانعكاس القراءات منها على العين ، وهذا المنشور يرفع أو يخفض بمسمار ضبط حتى يمكن القراءة بوضوح وأمام المنشور فى الجهة المقابلة من البوصلة حامل رأس يسمى الدليل وبه فتحة طولية فى وسطها صغرة رأسية لتوجيهها على الشاخص ، هذا الدليل متصل بالعلبة بواسطة مفصلة ويحمل مرآه تتحرك عليه لرصد المرتفعات ، وعند الانتهاء من العمل يطوى الدليل على سطح العلبة الزجاجى ويضغط على مسمار فى جانب العلبة النحاسية لرفع الإبره عن حاملها ليجعلها ملصوقة بالإطار الزجاجى ولوقف حركتها ، وتستعمل البوصلة بوضعها أفقياً على اليد ولكن الأفضل والمتبع غالباً وهو تركيبها على حامل فهى ثلاث شعب .

الانحرافات :

تقاس الانحرافات لاتجاه الشمال والشمال نوعان الشمال المغناطيسى وتحدده البوصلة حيث أن الإبرة المغناطيسية بها تشير دائماً الى القطب المغناطيسى ، أما الشمال الجغرافى أو الحقيقى لأى نقطة فهو الخط الواصل بين هذه النقطة والقطب الشمال الجغرافى أو الحقيقى لأى نقطة فهو الخط الواصل بين هذه النقطة والقطب الجغرافى الشمالى وهو ثابت للنقطة الواحدة مهما تغير الزمن ولذلك يستخدم عادة فى المساحات الكبيرة والخرائط الصغيرة المقياس ، وعلى ذلك يوجد انحرافان انحراف المغناطيسى والانحراف لالحقيقى (الجغرافى) .

الانحراف المغناطيسى لأى اتجاه فيقاس بالزاوية المحصورة من اتجاه الشمال المغناطيسى وهذا الاتجاه مقيساً بالدرجات فى اتجاه حركة عقرب الساعة (شكل ٢١

) أما انحراف المكان ب عن المكان أ يعنى انحراف أو ميل المكان ب عن الشمال المغناطيسى للمكان أ بزاوية معينة (تقاس بالبوصلة) ، أما الانحراف الحقيقى لأى اتجاه هو الزاوية المحصورة بين اتجاه الشمال الجغرافى وهذا الاتجاه مقيساً بالدرجات فى اتجاه حركة عقرب الساعة ، ويمكن تحويل الانحرافات المغناطيسية الى انحرافات حقيقية إذا عرفت زاوية الاختلاف المغناطيسى وهو الفرق بين الاتجاهين المغناطيسى والجغرافى أما الأول فهو متغير والثانى ثابت .



(شكل ٢١)

وتوجد بيانات دورية توضح درجة الاختلاف المغناطيسى وهى اختلافات محدودة للغاية والاختلاف المغناطيسى أما شرقاً أو غرباً أو غرباً فتكون الزاوية شرقاً عندما تكون اتجاه الشمال المغناطيسى شرق خط الشمال الجغرافى وتكون غرباً عندما يكون خط الشمال المغناطيسى الى الغرب من خط الشمال الجغرافى (١١٨) .

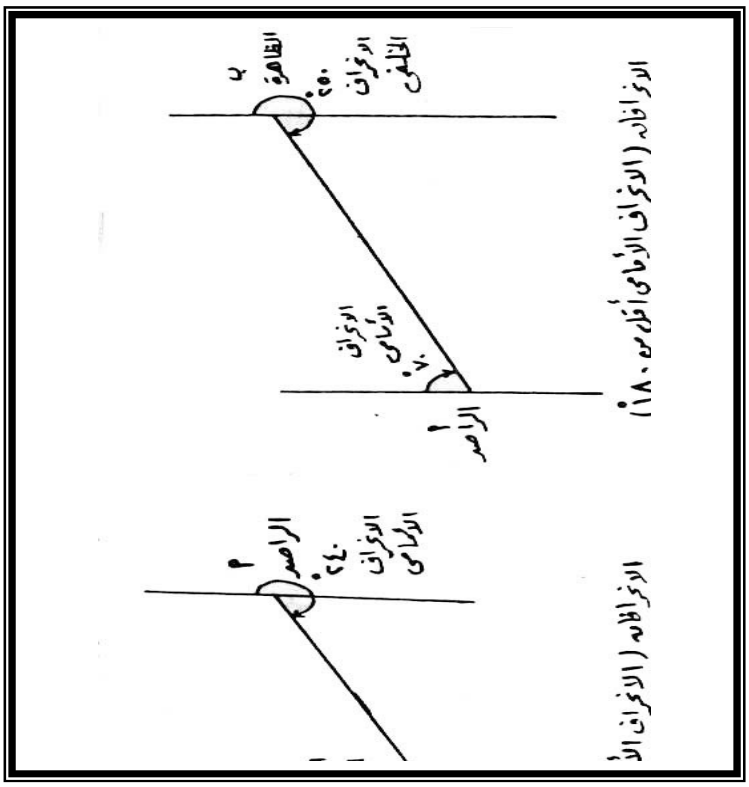
ونظراً لسهولة تعيين الشمال المغناطيسى عند أى نقطة على سطح الأرض فقد اعتبر أساساً للمقارنة والعمل المساحى ، وتتراوح زوايا الانحراف بين صفرْ و ْ٣٦٠ (صفرْ) وهو ما يعرف بالانحراف الدائرى .

العمل بالبوصلة :

تغطى المنطقة المراد عمل مساحة لها بمضلع مناسب ثم نبدأ بقياس انحرافات الأضلاع والأطوال ، ويجب أن يقاس انحراف كل خط بدقة بواسطة قياس انحرافه الأمامى وانحرافه الخلفى ، ثم يصحح الانحراف إذا لم يكن الفرق بينهما ْ١٨٠ ، ثم يرسم المضلع وتوقع عليه التفاصيل بعد ذلك ، أما الانحراف الأمامى فهو الانحراف الذى يقاس من بداية الخط أما الانحراف الخلفى فيقاس من نهايته وانحراف ظاهرة ما عن مكان الراصد يسمى انحرافاً أمامياً بينما انحراف الراصد عن مكان الظاهرة فيسمى انحرافاً خلفياً ، والفرق بينهما دائماً ْ١٨٠ ، وعلى هذا يمكن أيجاد أحد الانحرافيين بمعلومية الانحراف الآخر فإذا كان الانحراف الأمامى أقل من ْ١٨٠ ، أما إذا كان الانحراف الأمامى أكبر من ْ١٨٠ فيطرح منه ْ١٨٠ (انظر الشكل ٢٢)

والجدول التالى يوضح العلاقة بين الانحرافين :

الانحراف الأمامى	١٠٠	١٢٠	١٣٥	١٦٥	١٩٠	٢٤٠	٣٠٠	٣٤٥
يكون	١٨٠	١٨٠	١٨٠	١٨٠	١٨٠	١٨٠	١٨٠	١٨٠
الانحراف الخلفى	٢٨٠	٣٠٠	٣١٥	٣٤٠	١٠	٦٠	١٢٠	١٦٥



ولقياس انحرافات أضلاع مضلع مثل أ ب جـ د نتبع الخطوات التالية :

١- توضع البوصلة على حاملها وتثبته فوق نقطة أ نسامت النقطة بخيط الشاغول

.

٢- تضبط البوصلة أفقياً حتى تكون الإبرة حرة الحركة تماماً ونوجه خط النظر بالبوصلة على الشاخص فى نقطة ب بحيث تنطبق شعره الدليل على الشاخص فى ب .

٣- ننظر خلال فتحة المنشور ونقرأ القراءة على الحافة والمنطبقة على امتداد الشعرة الى أسفل فتكون هى الانحراف الأمامى للخط أ ب .

٤- ننتقل الى النقطة ونوجه الى أ وبعد ضبط جـ الأفقية تقرأ الانحراف الخلفى ب أ والانحراف الأمامى للخط ب جـ ثم ننتقل الى نقطة وهكذا الى أن نعود أخير للنقطة أ حيث بدأ القياس ، وتدرون جميع القياسات بدفتر مساحة الغيط مع رسم كروكى للمضلع بمقياس رسم مناسب تقريبى كما فى (الشكل ٢٣)

٥- يجب أن يكون الفرق بين الانحرافين الأمامى والخلفى لكل خط ١٨٠° فإذا اختلف وكان الخطأ بسيطاً نصحح الانحرافات بطريقة المتوسطات ويتم ذلك كما فى الجدول .

مضلع البوصلة
ب
١٤٥° ٤٤'
٤٤ متر
٦٥° ٠٠'
١٤٣° ١٥'
م
١١٠ متر
٤٤° ٢٩٦°
١٠٦ متر
٩٨ متر
٦٦° ٥٨'
ك

الخط	الطول بالمتر	الانحراف الأمامى	الانحراف الخلف	الفرق	الأمامى مصحح	الخلفى مصحح	الفرق
أ ب	٤٤	٦٢ْ ٠٥	٢٤٢ ٠٥	١٨٠ ٠٠	٦٢ ٥٠	٢٤٢ ٥٠	١٨٠
ب جـ	١١٠	١٤٥ ٤٤	٣٢٦ ٤٤	١٨١ ٠٠	١٤٦ ١٤	٣٢٦ ١٤	١٨٠
جـ د	٩٨	٢٤٦ ٣٤	٦٦ ٥٨	١٨٠ ٢٤	٢٤٦ ٤٦	٦٦ ٤٦	١٨٠
د أ	١٠٦	٣٢٣ ٤٥	١٤٢ ١٥	١٧٩ ٣٠	٣٢٣ ٣٠	١٤٣ ٣٠	١٨٠

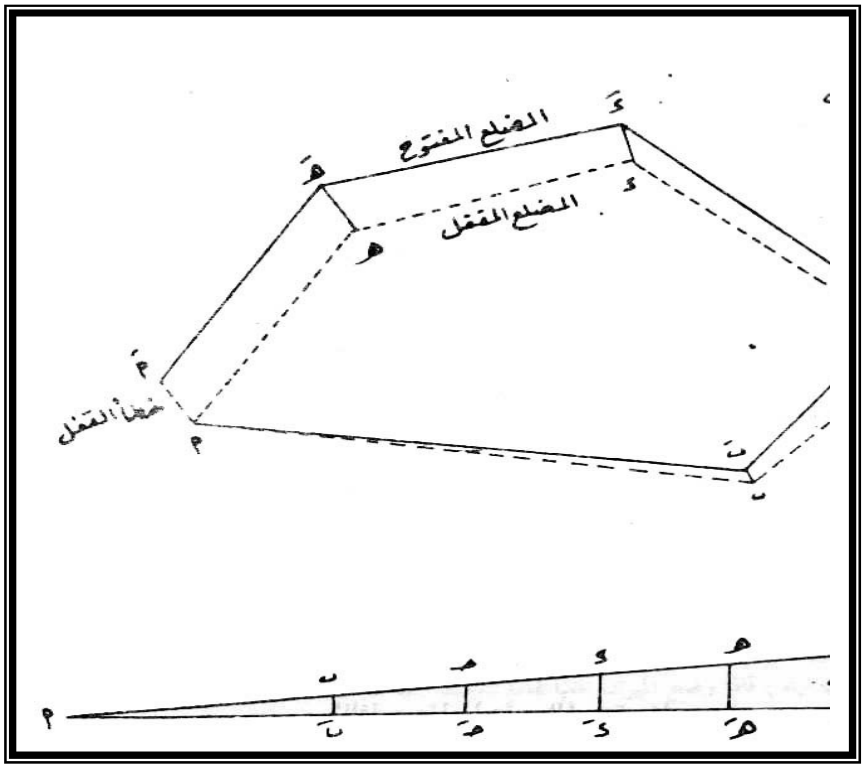
رسم المضلع :

بعد تصحيح الانحرافات يمكن رسم المضلع فى المكتب على اللوحة من واقع المعلومات فى دفتر الغيط كما يلى :

١- نبدأ الرسم من النقطة أ (شكل ٢٤) مع فرض اتجاه الشمال ثم نرسم الاتجاه أ ب حسب الانحراف المصحح وتوقع النقطة ب على هذا الاتجاه بالطول حسب مقياس الرسم المطلوب .

٢- نرسم خط الشمال ماراً بنقطة ب ونرسم الاتجاه ب جـ من واقع الانحراف المصحح ونوقع النقطة جـ بالطول المناسب تبعاً للمقياس .

٣- نتابع رسم خطوط المضلع الباقية تبعاً لانحرافاتها المصححة وبأطوالها بعد تحويلها حسب مقياس الخريطة ، حتى نصل الى آخر نقطة ولتكن أ وقد نجدها لا تنطبق على نقطة البداية أ ، وذلك بسبب بعض الأخطاء التى قد تحدث ولا يمكن تلافيها فى قياس الأطوال والانحرافات فضلاً عن عدم الدقة فى الرسم ، ويطلق على هذه المسافة أ أ اسم " خطأ القفل " ، ويسمح بنسبة معينة من مجموع أطوال المضلع وإذا تجاوز طول خطأ القفل هذه النسبة ينبغى أن يعاد العمل من أوله .



٤- تصحيح خطأ القفل : غالباً ما يحدث خطأ فى رسم الترافرس كما هو موضح فى الشكل والتصحيح هذا الخطأ طريقتان الأولى حسابية رياضية والثانية بيانية تخطيطية ، وفيما يلى شرح للكيفية التى يتم بها تصحيح خطأ القفل بالطريقة التخطيطية وهى أبسط الطريقتين وفيها الخطأ على خط من خطوط المضلع بالنسبة لطوله الى مجموع محيط المضلع كما يلى :

أ - نرسم خطاً مستقيماً مساويا لطول محيط أى

أ ب + ب جـ + جـ د + د هـ + هـ م (شكل ٢٤)

ب- نرسم من نقطة ا العمود أ أ مساوياً لطول خطأ القفل وبنفس مقياس الرسم ونوصل نقطتى أ ببعضهما ثم نقيم أعمدة فى مواقع النقط ب ، جـ ، د ، هـ .

جـ- من نقطة ب ، جـ ، د ، هـ ، مستقيمات موازية لخط القفل أ أ وفى نفس اتجاهه ، ثم الخط ب ب ثم الخط جـ جـ ، والخط د د ، والخط هـ هـ ، وبذلك يتم تعيين النقط ب ، جـ ، د ، هـ ، التى تمثل رؤس المضلع الحقيقة .

د - بتوصيل هذه النقط أ ب جـ هـ أ ، يتم الحصول على مضلع مقفل صحيح فى الرسم كما هو فى الطبيعة ، وبذلك يتم تصحيح خطأ القفل ، ويجب ملاحظة أن الخطأ فى قفل المضلع كان فى الاتجاه الشمالى الغربى ولتصحيحه يؤخذ طول الخطأ فى كل نقطة فى الاتجاه المضاد وهو الاتجاه الجنوبى الشرقى .

ثالثاً : المساحة باللوحة المستوية :

اللوحة المستوية أو البلانشيطة ، هى مجموعة من الأدوات المساحية التى يمكن بواسطتها رفع مواقع النقط وانحرافات الخطوط الواصلة بينها من الطبيعة وتعيينها على خريطة بمقياس رسم مناسب ، وتمتاز المساحة باللوحة المستوية بالسرعة حيث أن المعلومات المطلوبة والخطوط الواصلة بينها والتفصيلات المطلوب بيانها ، كل هذا يرفع من الطبيعة وتبين على الخريطة وجود خطأ أثناء الرصد أو الرسم ، وإذا اتضح وجود نقص فى بعض المعلومات فيمكن تداركه أثناء الرصد أو الرسم ، وإذا اتضح

وجود نقص فى بعض المعلومات فيمكن تداركه أثناء الوجود فى الحقل كما يمكن تحاشى أخذ أى بيانات زائدة عن الحاجة قد لا يتطلبها الرسم ، كل لك ينجم عنه إقصاء فى الوقت وفى أعمال الغيط ، ويفضل العمل بالبلانشيطة (اللوحة المستوية) العمل مساحات تفريدية أو تفصيلية ذات مقاييس رسم كبيرة لمناطق مستوية نسبياً ذات طقس معتدل حار من الأمطار .

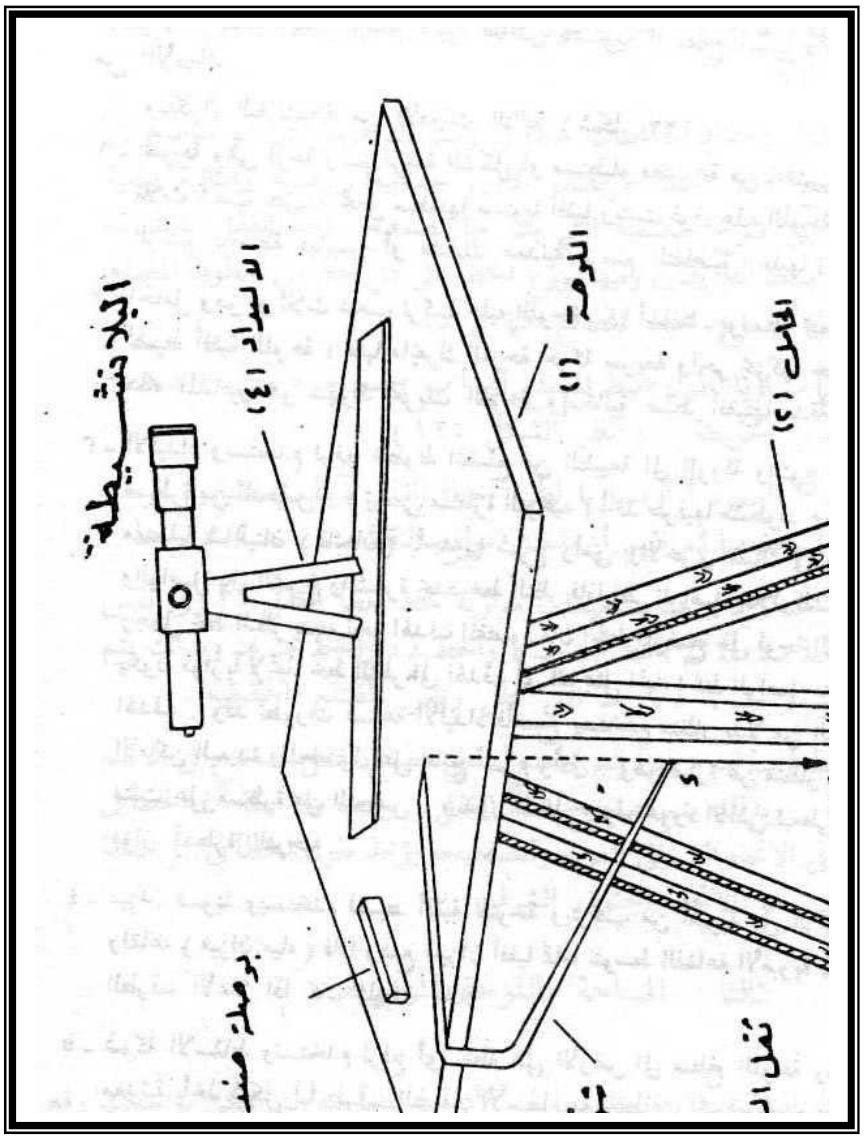
وتتكون البلانشيطة من الأدوات التالية (شكل ٢٥) :

١- اللوحة وهى لوحة رسم مربعة الشكل أو مستطيلة أو مستطيلة مصنوعة من الخشب وتثبت فوق حامل ذى ثلاث شعب بطريقة تجعل سطحها مستوياً أفقياً ويثبت فوق هذه اللوحة الخشبية لوحة من ورق الرسم بواسطة دبابيس أو مشابك معدنية لرسم التفاصيل عليها .

٢- الحامل وهو ذو ثلاث شعب تركب عليه اللوحة -كما أسلفنا - بواسطة مجموعة من المسامير المحواه لضبط أفقية اللوحة ، منها ما يحرك اللوحة حركة سريعة وآخر يحركها حركة بطيئة والغرض من هذه المسامير هو سهولة تحريك اللوحة وإمكانية ضبط افقيتها بدقة .

٣- الاليداد ويستخدم لرفع خطوط المضلع من الطبيعة الى الورقة والنوع البسيط منه يتكون من مسطرة من النحاس (تسمى مسطرة التوجيه) أحد طرفيها مشطوف ومركب فى طرفيها تركيب مفصلياً شائليتان (قائمان) بأحديهما شرخ رأسى والأخرى شباك فى وسطه شعرة ، والخط والواصل بين الشرخ والشعرة يحدد خط النظر فإذا نظر الراصد خلال الشرخ الى الشعرة وجعل خط النظر يتجه نحو الهدف المقصود فإن الخط الموضح على لوحة الرسم (حافة المسطرة)

يكون موازياً لاتجاه النظر الى الهدف أى أنه يمثل اتجاه الخط الواصل بين موضع اللوحة وبين الهدف .


البلاد شيطنة
الديباد (٤)
البوصلة (١)
الحامل (٢)

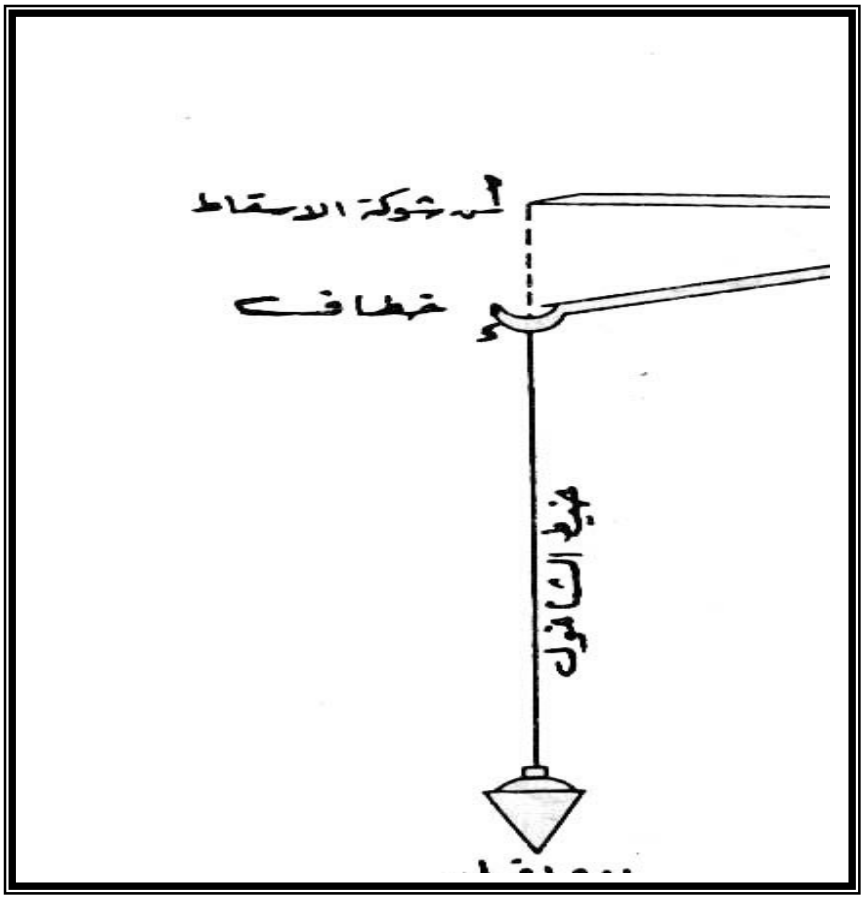
وقد تطورت صناعة الاليدا فأصبح يستخدم منظار بدلاً من الشائلين ليمكن رصد الأماكن البعيدة وللحصول على نتائج أسرع وأدق ، وهو عبارة عن منظار مركب على قائم رأسى مثبت على مسطرة من النحاس ، ويدور المنظار حول محوره الأفقى ليعطى خطأ للنظر فى مستو مواز لمسطرة التوجيه .

٤- ميزان تسوية ويستخدم لضبط أفقية اللوحة ويتركب من أمبوبة من الزجاج بها كحول سائل وفقاعه (ميزان مياه) فإذا وضع الميزان أفقياً تماماً تتوسط الفقاعة الأمبوبة ، وتتحرك الفقاعة الى الطرف الأعلى إذا كان الميزان مائلاً .

٥- شوكة الاسقاط وتستخدم لرفع أى نقطة على الأرض الى سطح اللوحة وهى عبارة عن شوكة معدنية يأخذ شكل U طرف الضلع الأسفل به خطاف يثبت به خيط شاغول فى طرفه ثقل يحدد موقع النقطة على الطبيعة ، أما الطرف الآخر من الشوكة فيحدد النقطة على الرسم فى البلانشيطة (شكل ٢٦)

٦- بوصلة عادية لتحديد اتجاه الشمال على اللوحة ، والنوع المستخدم غالباً فى الرفع بالبلانشيطة هو البوصلة الطولية أو الصندوقين وتتكون من صندوق مستطيل الشكل يغطى سطحه العلوى بالزجاج وبداخل الصندوق إبرة مغناطيسية ترتكز على محور رأسى مدبب ، ويوجد أمام الإبرة مقياس به تدرج ، والخط الواصل بين صفرى التدريج أمام الإبرة يوازى حافة الصندوق الخارجية وعند استعمال البوصلة تحركها فوق اللوحة يفق سنا الإبرة عند صفرى التقسيم فنرسم خطاً على حافة البوصلة يكون هذا الخط هو اتجاه الشمال المغناطيسى .

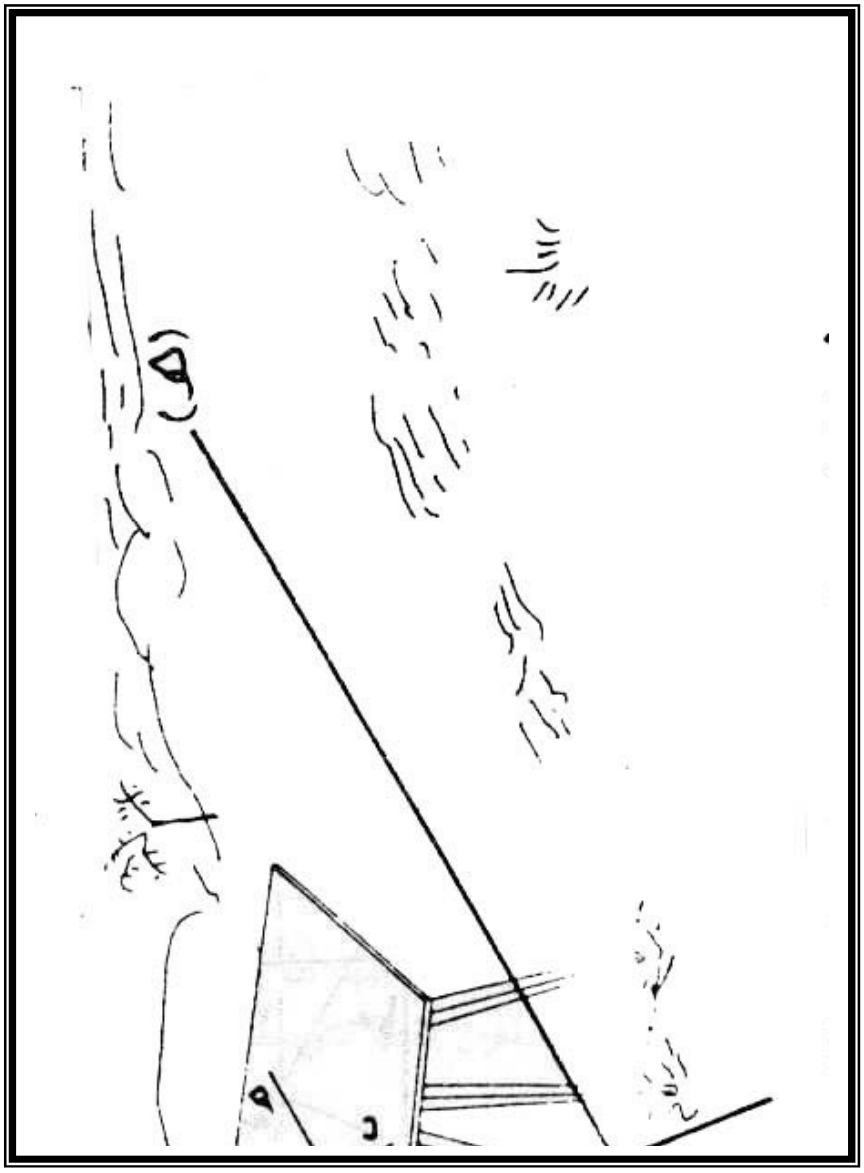
٧- يتطلب العمل بالبلانشيطة بعض الأدوات الأخرى الخاصة بالرسم مثل قلم الرصاص ومسطرة عادية .



طريقة الرفع بالبلانشيطة :

يجب التجول فى المنطقة المراد رفعها وإنتخاب عدد من النقط بحيث يمكن رؤية كل منها من أكبر عدد ممكن من النقط الأخرى ، ويعتمد العمل بالبلانشيطة على رفع المضلع بالاستعانة بهذه النقط الرئيسية ، وهناك أربع طرق للرفع بالبلانشيطة ، ولكن قبل الابتداء فى عملية الرفع توضع البلانشيطة فى إحدى النقط (نقطة الابتداء) وتثبت أرجل الحامل فى الأرض فوق النقط ثم نجعل اللوحة أفقية باستخدام ميزان التسوية بحيث تظل الفقاعة ثابتة فى منتصف الإمبوبة مهما تغير مكان الميزان

على اللوحة ، ثم نبدأ برفع النقط الى اللوحة بواسطة شوكة الإسقاط بالتسامت على النقطة الموجودة فى الطبيعة بحيث يصبح سن الثقل لخيط الشاغول فوق مركز الوتد (شكل ٢٧) ، ويراعى تعيين النقطة على الورق فى وضع مناسب من لوحة الرسم يسمح برفع بقية النقط ورسمها فى حيز ورقة الرسم ، ثم نعين اتجاه الشمال بواسطة البوصلة ، نتقل بعد ذلك الى النقطة التالية ونوجه الخريطة توجيها أساسياً بحيث تكون الخطوط فى الورقة موازية لنظائرها فى الطبيعة ، وهكذا حتى يتم رفع المضلع وما حوله من تفاصيل ، وهناك أربع طرق للرفع بالبلانشيطة تختلف تبعاً لظروف المنطقة وطبيعتها ولكنه تؤدى الغرض المطلوب وهو رفع مضلع المنطقة من الطبيعة الى الخريطة وفق مقياس رسم معين .



أولاً : طريقة الترافرس (الدوارن) :

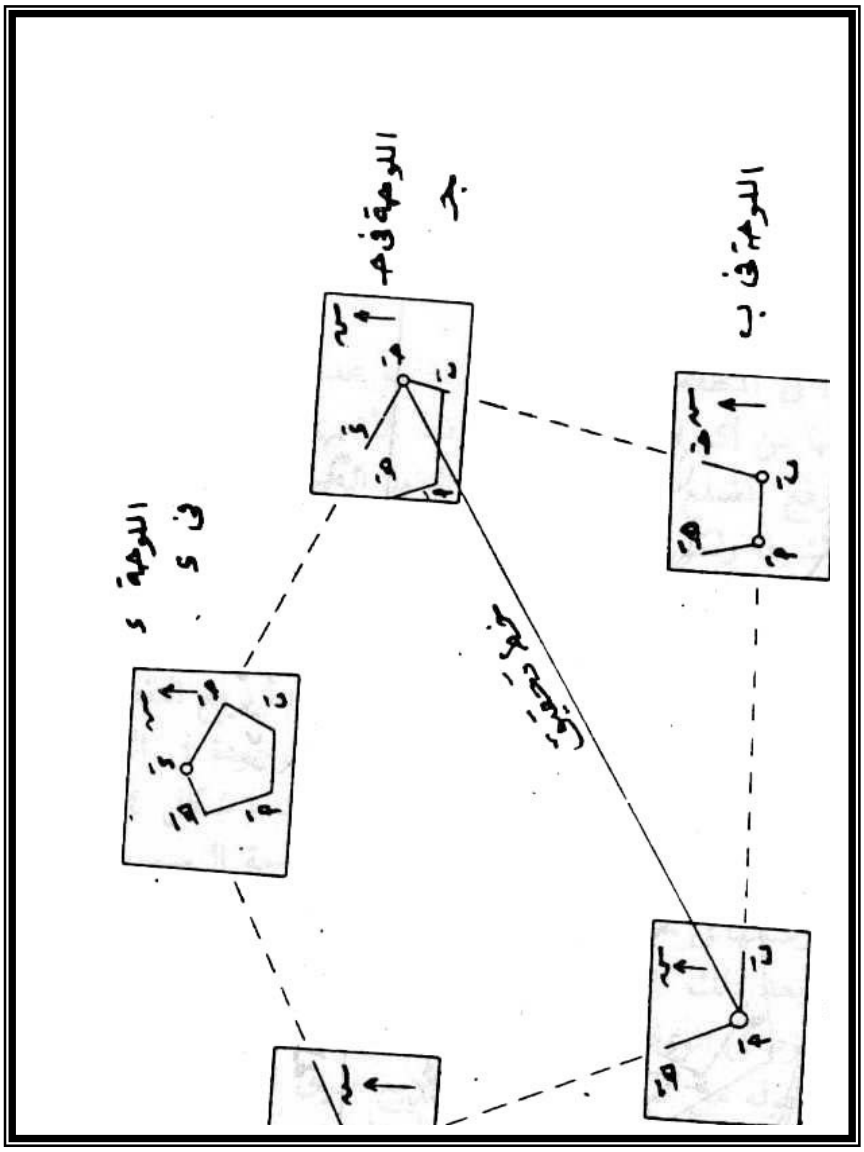
١- يتم انتخاب نقط المضلع أ ، ب ، جـ ، هـ ، ونقيس أطوال المضلع .

٢- نضع البلانشيطة فى نقطة أ ونضبط أفقية اللوحة ونعين نقطة أ على الورقة بواسطة شوكة الاسقاط ، ويجب أن تكون فى وضع مناسب من الخريطة (٢٨شكل) .

٣- تربط اللوحة جيداً ونجعل حافة مسطرة الاميدادا تمس نقطة أ الموجودة على اللوحة (الورقة) ونرسم خطاً (أو شعاعاً) الى نقطة ب وآخر الى نقطة هـ ، وعلى هذين الشاعين نحدد نقطتى ب ء هـ مقياس الرسم .

٤- ننقل البلانشيطة الى النقطة التالية ب ، ونجعل اللوحة أفقية ونوجه اللوحة توجيهاً أساسياً ، ونسامت نقطة ب على النقطة ب بواسطة شوكة الاسقاط .

٥- نجعل حافة المسطرة على ب ونرصد نقطة أ ، ويجب أن نتأكد من أن الخط ب أ يوازى نظيره فى الطبيعة وعلى امتداده ، ثم من ب نرصد نقطة جـ ونرسم الشعاع ب جـ .



٦- تنتقل البلانشيطة الى النقطة جـ ويتم نفس العمل ثم ننتقل الى النقطة الثالثة ويتكرر العمل حتى يقفل المطلع .

فى هذه الطريقة يجب إجراء عملية التوجيه والتسامت بدقة كبيرة ولتحقيق العمل يمكن قياس الخط جـ أ على اللوحة ومقارنته بنظيره جـ أ فى الطبيعة ، وفى الوضع الأخير للبلانشيطة (النقطة الأخيرة) ولتكن نقطة هـ يجب أن يمر الشعاع د هـ بالنقطة هـ على الورق السابق تعيينها فى وضع اللوحة فى نقطة أ ، وألا يحدث خطأ قفل يصحح بالطريق السابق ذكرها .

وتتبع هذه الطريقة إذا تيسر العمل بالبلانشيطة فى كل نقطة من نقط المضلع وإذا أمكن قياس جميع أطوال المضلع ، على أن ترى كل نقط من نقط المضلع من نقطة المضلع السابقة والتالية لها فى المضلع .

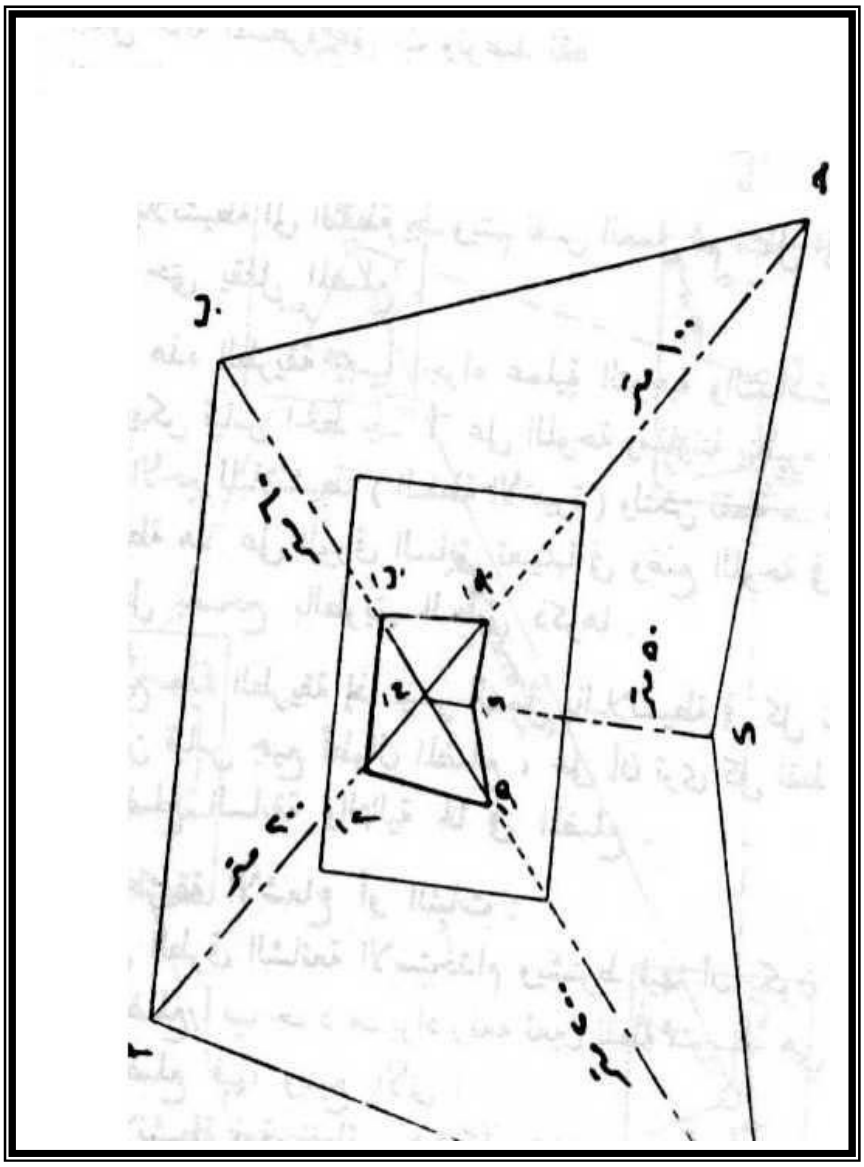
ثانياً : طريقة الإشعاع أو الثبات :

وهى من الطرق الشائعة الاستخدام ويشترط فيها أن تكون المنطقة مكشوفة فلو افترضنا أن المضلع أ ب جـ د هـ ، يراد رفعه نعين نقطة متوسطة هى نقطة م بحيث ترى جميع نقط المضلع فيها ويتبع الآتى :

١- نضع البلانشيطة فوق م (شكل ٢٩) ، ثم تضبط أفقية اللوحة وبواسطة شوكة الاسقاط وخيط الشاغول نعين النقطة م تتسامت نقطة م على الطبيعة فى وضع مناسب من اللوحة ، مع تثبيت اللوحة تماماً حتى لا تدور أثناء العمل ويجب أن يراعى عدم تحريك اللوحة أو دورانها بعد بدء العمل حتى نهايته .

٢- نصل بين هذه النقط فنحصل على المضلع المماثل للمضلع الأصلى فى الطبيعة وللتحقق من صحة العمل يقاس أحد أضلاع المضلع فى الطبيعة ويقارن بما هو موجود فى الرسم .

ويشترط لاتباع هذه الطريقة أن تكون المنطقة مكشوفة بحيث يمكن رؤية جميع النقط من نقطة تتوسط المنطقة كما يمكن قياس المسافات بين هذه النقطة المتوسطة ونقط رءوس المضلع المراد رسمه .



(شكل ٢٩)

ثالثاً : طريقة التقاطع الأمامى :

١- ننتخب خط قاعدة داخل المضلع المراد رفعه وليكن خط س ص ، فى وضع مناسب من المنطقة بحيث يمكن رصد النقط المختلفة للمضلع من كل من س ، ص .

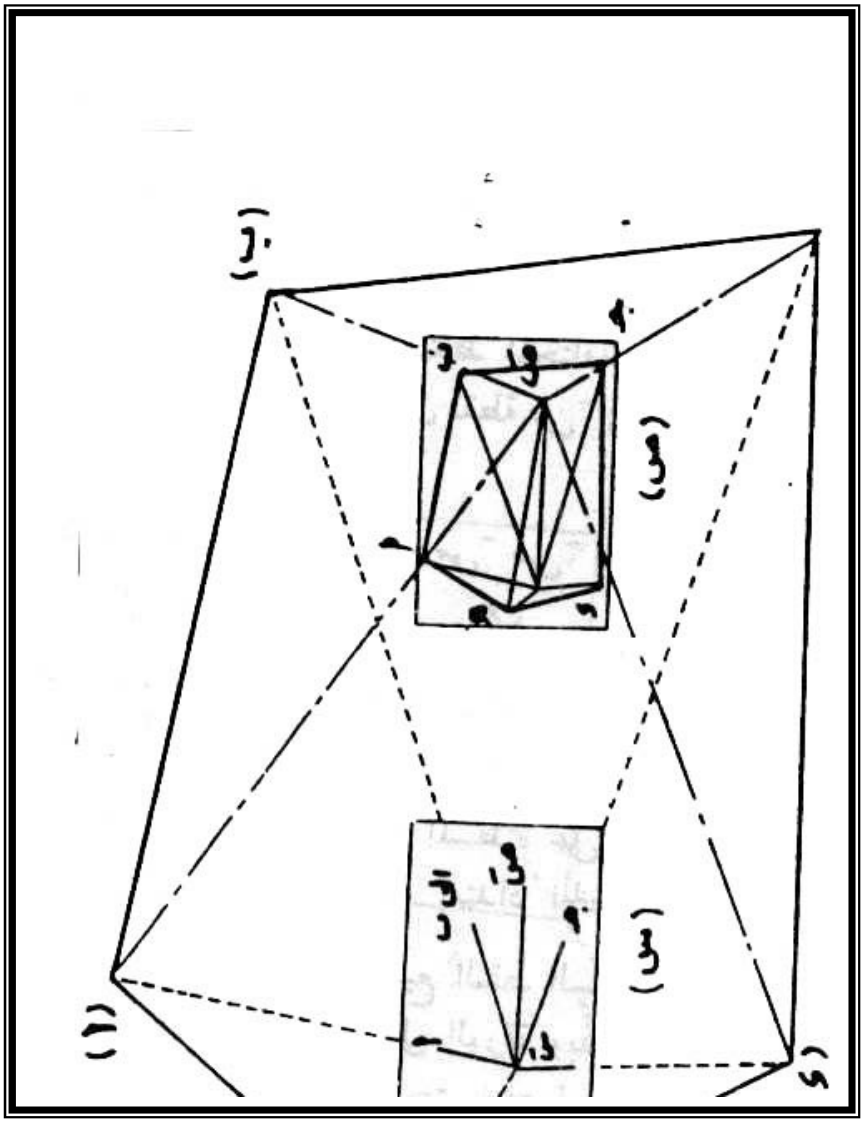
٢- نضع اللوحة فوق س ونعين نقطة سَ فى وضع مناسب من الورقة مساحته للنقطة س .

٣- نرصد النقطة ونعين ص على الخط سَ صَ بتحديد طوله وتحويله حسب مقياس الرسم (شكل ٣٠) .

٤- نرصد جميع نقط المضلع من النقطة ي فى هذا الوضع ونرسم الأشعة المختلفة بين س وكل من أ ، ب ، جـ ، د ، هـ .

٥- ننتقل الى نقطة ص ونجعل حافة المسطرة على ص س ونرصد نقطة س بحيث نصبح الخط ص س مواز وعلى امتداد الخط ص س على الطبيعة .

٦- ترسم أشعة من النقطة ص الى جميع النقط السابق رصدها من نقطة س فيتقاطع شعاعاً كل نقطة من س ، ص على الورقة وبذلك يتحدد موقع هذه النقطة على اللوحة ، وكذلك بقية المطلع حتى نحصل على جميع نقط المضلع ، وللتحقق تقاس بعض أطوال المضلع فى الورقة وتقارن بأطوالها فى الطبيعة .



رابعاً : طريقة التقاطع العكسى :

لرفع المضلع أ ب جـ د نتبع الخطوات التالية :

١- نضع اللوحة فى نقطة أَ وبعد ضبط أفقية اللوحة نعين نقطة أَ فى وضع مناسب من الورقة ، ثم نرسم من أ شعاعاً الى نقطة ب وآخر الى نقطة د .

٢- تقاس المسافة أ ب ونحدد نقطة ب على اللوحة حسب مقياس الرسم بينما يترك الشعاع الآخر أَ دَ دون تعيين مكان النقطة د (شكل ٣١) .

٣- ننتقل باللوحة الى نقطة د ، ونجعل اللوحة أفقية ثم نسامت أى نقطة على الشعاع أَ دَ .

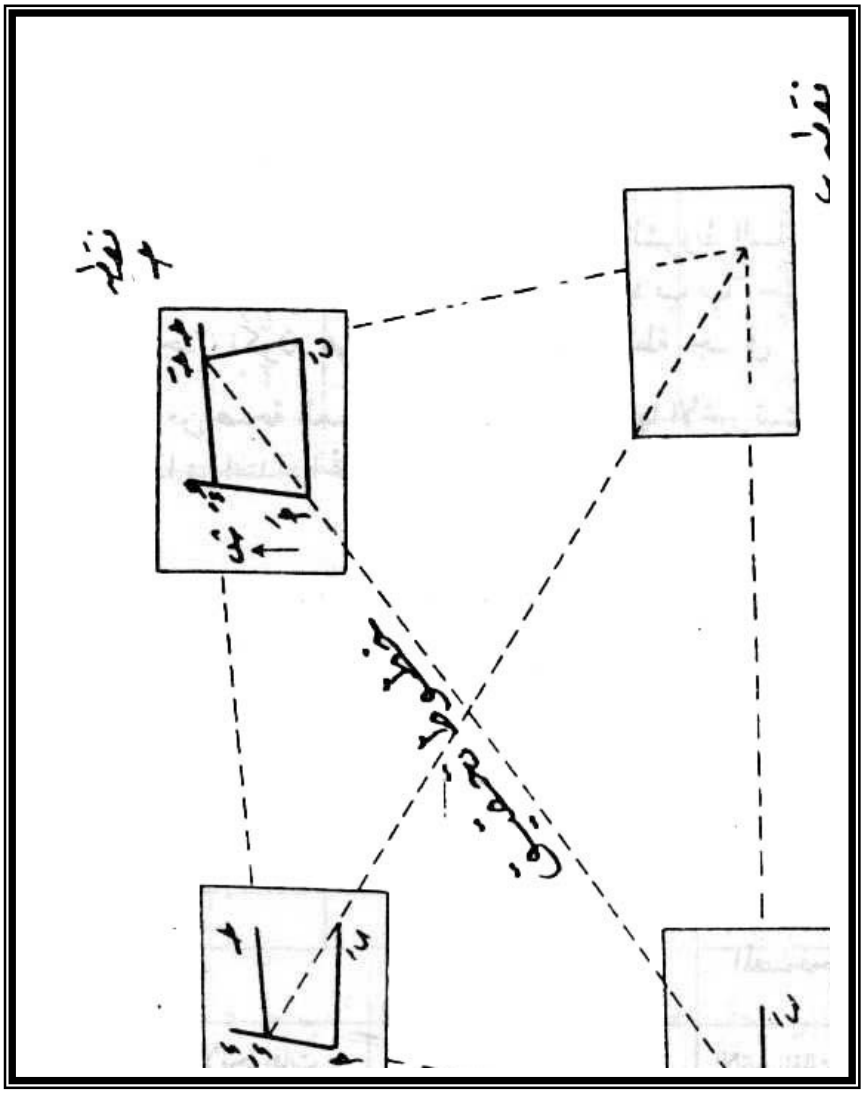
نسامت نقطة د بحيث يكون بعد هذه النقطة عن أ مساوياً بالتقريب للمسافة أ د فى الطبيعة وبحيث يكون أيضاً الشعاع د أَ بالورقة منطبقاً على نظيره فى الطبيعة عندئذ نربط اللوحة ونثبت دبوساً فى نقطة ب ثم ننظر بالليدا مع ملامسة مسطرته للدبوس دائماً الى نقطة ب فى الطبيعة وارسم خطاً على امتداد ب بَ حتى يقابل الشعاع أ دَ فى نقطة د فتكون هى النقطة المناظرة للنقطة د فى الطبيعة .

٤- ثبت دبوس فى نقطة دَ وبنفس الطريقة نرسم الخط دَ جـ .

٥- ننتقل البلانشيطة الى نقطة جـ وأضبطها مراعياً الشروط السابقة الذكر عند وضعها فى نقطة د ، ومن ب فى بَ الطبيعة وارسم امتداد ب بَ حتى يقابل شعاع دَ جـ فى نقطة جـَ وتكون هى النقطة المناظرة للنقطة جـ فى الطبيعة .

وللتحقيق من صحة العمل والبلانشيطة فى وضعها الأخير ثبت دبوساً فى أَ وارصد نقطة أ فى الطبيعة فإذا مر امتداد الخط أ أَ بالنقطة جـ كان هذا دليلاً على صحة العمل وإلا يعاد العمل ثانية .

هـذه الطريقـة تصـلح لرفـع الخـرائط الطبوغرافيـة ولا تسـتعمل إلا فى رفـع المضلعات فهى لا تستعمل فى رفع التفاصيل ولكنها تحتاج الى تحقيق صحة العمل كثيراً .



(شكل ٣١)

تمارين :

١- الجدول التالى يوضح قياسات أطوال وانحرافات المضلع أ ب جـ د هـ ، وكذلك الانحرافات المصححة ، والمطلوب رسم هذا المضلع بمقياس رسم مناسب .

القياسات	من الجقل		التصحيح ف		المصحح المكتب		
	الطول بالمتر	الانحراف امامى	المرصود خلفى	الفرق	الانحراف المصحح أمامى	الانحراف المصحح خلفى	الفرق
ا ب	١١٤	٤٢ ١١	٢٢٥ ١٦	١٨٣ ٠٥	٤٤ ١٦	٢٢٤ ١٦	١٨٠
ب جـ	١٢٥	١٠٥ ٣٠	٢٨٤ ٣٠	١٧٩ ٠٠	١٠٤ ٣٠	١٨٤ ٣٠	١٨٠
جـ د	١٠٤	١٩١ ٠٤	١١ ٠٤	١٨٠ ٠٠	١٩١ ٠٤	١١ ٠٤	١٨٠
د هـ	١٢٦	٢٦٨ ٠٠	٨٦ ١٥	١٨١ ٤٥	٢٦٨ ٠٠	٨٨ ٠٠	١٨٠
هـ أ	٨٨	٣١٦ ١٢	١٣٥ ٥٢	١٨٠ ٢٠	٣١٧ ٥٧	١٣٧ ٥٧	١٨٠

٢- الجدول التالى عبارة عن قياسات مضلع مقفل أ ب جـ د هـ ، والمطلوب تصحيح الانحرافات لهذا المضلع بطريقة المتوسطات .

الخط	الطول بالمتر	الانحراف الأمامى	الانحراف الخلفى
أ ب	٥١	١٠١ ٤١	٢٨٠ ٣٥
ب جـ	٦٥	٢٨ ٤٨	٢٠٨ ٤٨
جـ د	٩٠	١٥١ ٥٢	٣٣٢ ٠٢
د هـ	٩٠	٢٤٥ ١٠	٦٤ ١٥
هـ أ	٨٢	٢٣٨ ٢١	١٥٠ ٠٢

٣- أخذت الانحرافات الأمامية والخلفية لمضلع مقفل والمطلوب تصحيحها بطريقة المتوسطات .

الخط	الانحراف الأمامى	الانحراف الخلفى
أ ب	١٣٧ ٢٧	٣١٧ ٤٥
ب جـ	٢٠٥ ٥٢	٢٥ ١٨
جـ د	٢٧٩ ٣٠	١٠٠ ٠٠
د هـ	٣٤٤ ٠٠	١٦٤ ١٨
هـ أ	٨٣ ١٠	٢٦٣ ١٠

٤- أخذت القياسات الموضحة بالجدول التالى لمضلع مقفل أ ب جـ د هـ ، والمطلوب تصحيح الانحرافات لهذا المضلع ورسم المضلع بمقياس رسم مناسب .

الخط	الطول بالمتر	الانحراف الأمامى	الانحراف الخلفى
أ ب	١١٠	١٨٥ ٣٢	٥ ١٨
ب جـ	٨٨	٢٨٤ ٠٠	١٠٤ ٠٠
جـ د	٨٦	٣٠٦ ٠٠	١٢٦ ٤٤
د هـ	٩٢	٤١ ٠٠	٢٢٠ ٣٠
هـ أ	١٠٥	١٠٦ ٤٨	٢٨٧ ٢٤

رابعاً : المساحة بالميزان (الميزانية)

الأسس والتعريفات والأجهزة المستخدمة :

تعرف الميزانية بأنها ذلك الفرع من فروع المساحة الذى يبحث أساساً فى إيجاد البعد الرأسى بين النقط المختلفة على سطح الأرض ، ومقارنة ارتفاعات هذه النقط وانخفاضاتها عن مستوى ثابت يسمى " مستوى المقارنة " . وتعتبر الميزانية من العمليات المساحية اللازمة لكل المشروعات الهندسية ، فضلاً عن إيجاد ارتفاعات النقط فأننا نحتاج إليها فى أغراض كثيرة مثل المنشآت الهندسية وتشكيل القطاعات وحساب كميات الحفر والردم وتسوية وحصر الأراضى .

وهناك بعض الأسس والتعريفات التى يجب الإلمام بها قبل أن نبدأ فى الدراسة التفصيلية لعمليات الميزانية .

١ – مستوى المقارنة Datum :

تنقسم العمليات المساحية بصفة عامة الى قياسات فى مستوى أفقى لتحديد مواضع معينة لإيجاد مساقط أفقية لها ، وقياسات فى مستوى رأسى لتحديد ارتفاعات وانخفاضات هذه المواضع عن مستوى معين ، والمستوى الذى نحتاج إليه لتحديد القياسات الرأسية هو سطح مقارنة ثابت تنسب إليه هذه القياسات . وسطح البحر هو سطح ساكن ويتصف بأنه عمودى على الجابية الأرضية فى جميع نقطه ولهذا فقد اتخذ هذا السطح أساساً لمقارنة الارتفاعات والانخفاضات لجميع المواضع على سطح الأرض ، ويسمى هذا السطح " بالجيوئيد Geoid " . وحيث أن سطح البحر يتوقف على الأرض التى تختلف بدورها من مكان لآخر فأن سطح الجيوئيد غير منتظم ويكافئ فى مجموعة سطح قطع ناقص دورانى يزيد نصف قطره الأكبر عن نصف قطره

الأصفر بحوالى ٢٠ كم تقريباً . وقد تعددت قيم كل من نصف قطرى القطع الناقص حسب ما استنتجه بعض علماء المساحة والطبيعة خلال القرن التاسع عشر والقرن العشرين ولك على النحو التالى :

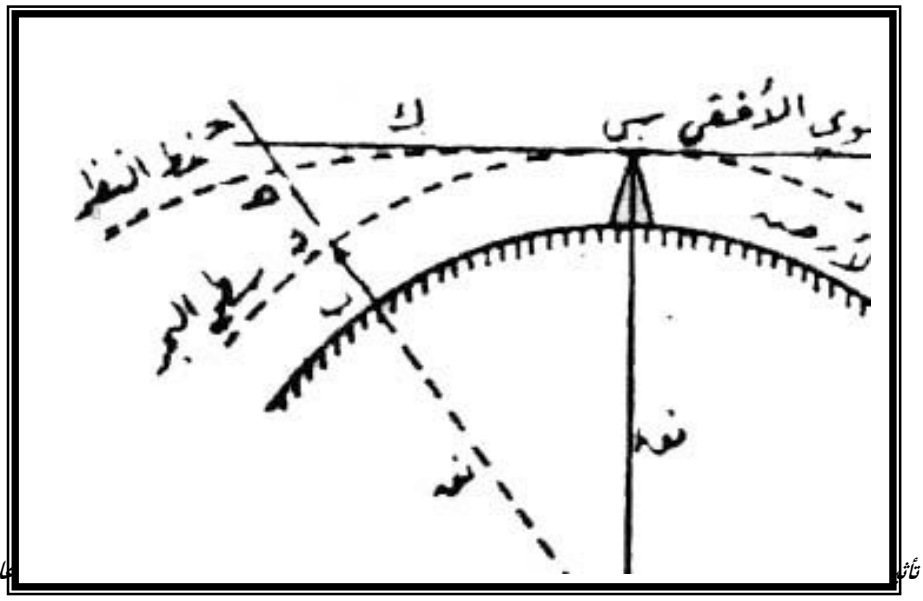
القطع الناقص	تقدير بسل ١٨٣١	تقدير هايفورد ١٩٢٤	تقدير كراسوفكسى ١٩٤٤
نصف القطر الأصغر (متر)	٦٣٥٦٠٧٩,٠٠	٣٦٥٦٩١٢,٠٠	٦٣٥٦٨٦٣,٠٢
نصف القطر الأكبر (متر)	٦٣٧٧٣٩٧,٠٠	٦٣٧٨٣٨٨,٠٠	٦٣٧٨٢٤٥,٠٠

وتعتب قيمة قطرى الأرض حسب تقدير هايفورد هى القيمة المستعملة دولياً فى القياسات الهندسية حيث أنها حددت على أساس البحر .

ومما سبق يمكن القول بأنه يوجد سطحان (مستويان) لهما علاقة وطيدة بأعمال الميزانيات الهندسية (شكل ٣٢) ، السطح الأول يعرف بالسطح (المستوى) المتساوى ، وهو السطح الذى يكون الاتجاه العمودى على جميع النقط التى يمر بها هو اتجاه الجاذبية الأرضية ، وذلك يعنى حسب قانون الجاذبية الأرضية بأن جميع الأجسام تنجذب نحو المركز ، ولذا افترضنا أنه سطح متساوى الجاذبية ، وحيث أن الجاذبية الأرضية تزيد فى قيمتها فى المناطق القطبية على سطح الأرض وتقل فى قيمتها كلما اتجهنا نحو خط الاستواء فأن السطح المتساوى يتقوس مع كروية الأرض وهو بذلك لابد أن يتخذ الشكل المنحنى وينطبق بذلك (مع اختلافات متفاوتة) مع سطح دوران قطع ناقص حول محوره الأصغر ، أما السطح الآخر فيعرف بالسطح (المستوى) الأفقى ، وهو عبارة عن سطح مستو (كالخط المستقيم) يمر بنقطة (أى بموضع) تكون عمودية على الجاذبية الأرضية ، وهو بذلك يصبح مماساً لمنحنى السطح المتساوى (أو سطح القطع الناقص الدورانى) . ويستخدم كل

من السطحين فى عمليات الميزانية على أساس أنهما متطابقين وذلك للمسافات القصيرة (أقل من ١٠٠ متر) ، بينما على المسافات الكبيرة لا ينطبق كل منهما على الآخر مما يستلزم إجراء بعض التصحيحات الضرورية لتلاشى الفروق بينهما .

وتتخذ كل دول من دول العالم مستوى للمقارنة خاصة تنسب إليه مناسب التضاريس الموجودة بأرضها ، وفى جمهورية مصر العربية يعتبر متوسط منسوب سطح الماء فى البحر المتوسط (أو متوسط سطح البحر الأفقى) داخل ميناء الإسكندرية هو مستوى المقارنة فى أعمال الميزانيات الهندسة ، ويعتبر عنه بالرمز " MSL " وقد تم تعيينه عام ١٨٩٨ بعد أرصاد استغرقت ثمان سنوات .



تأثير على

السطح المستوى الموازى لمنسوب سطح البحر (مستوى المقارنة)

٢ – منسوب النقطة :

ويمكن تعريف منسوب أى نقطة على سطح الأرض بأنه عبارة عن ارتفاع هذه النقطة (أو البعد الرأسى لها) فى اتجاه الجاذبية عن مستوى المقارنة (مستوى سطح البحر) . ويكون منسوب النقطة موجباً إذا كانت النقطة فوق مستوى المقارنة وسالباً

إذا كانت تحت مستوى المقارنة . فمثلاً إذا قلنا أن منسوب نقطة هو + ١٠,٠٠ متر وأخرى منسوبها – ١,٥٠ متر فأن هذا يعنى أن النقطة الأولى ترتفع فوق مستوى المقارنة عشرة أمتار بينما تنخفض الثانية عن هذا المستوى بمتر ونصف .

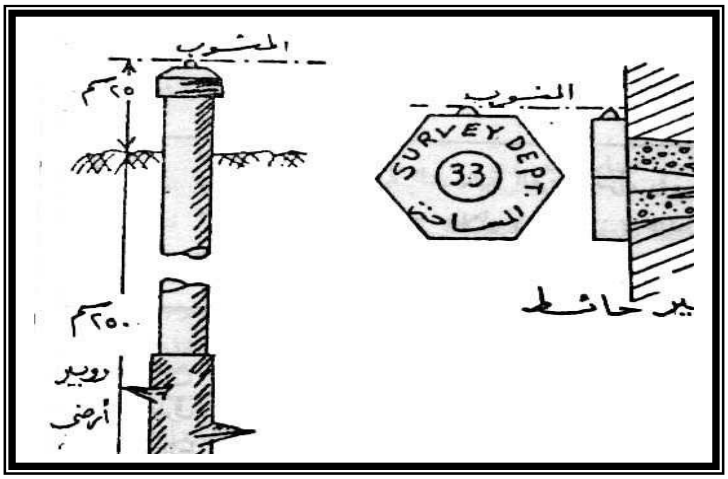
٣– الروبيرات (علامات المناسيب) :

تعرف الروبيرات بأنها نقطة ثابتة معلمة بأنها نقطة ثابتة معلومة المنسوب . يمكن أن تنسب إليها مناسيب النقط الأخيرة فى الحالات التى يتعذر معها الرجوع الى مستوى المقارنة الرئيسى (منسوب سطح البحر) ، فإذا ما عرفنا الفرق بين منسوب نقطة ما ومنسوب نقطة الروبير فإنه يمكن استنتاج المنسوب غير المعلوم لهذه النقطة . وتعمل كل دولة على وضع عدد كبير منها على مسافات تختلف حسب أهمية هذه النقطة ، غالباً ما تتراوح بين كيلومتر أو أقل من ثلاثة كيلومترات داخل أراضيها وعند عمل ميزانية فى منطقة ما يمكن البحث عن أقرب روبير وربط الميزانية به لسهولة حساب مناسيب النقط المختلفة على أساس أن الروبير يعتبر نقطة مقارنة محلية فى منطقة العمل . ويوجد فى معظم الدول ومن بينها مصر نوعان رئيسيان من الروبيرات ، توضع كل نقطة روبير منها علامة تميزها ، النوع الأول ينحصر فى الروبيرات المؤقتة وهى عبارة عن نقط ليست ذات طبيعة ثابتة ، توضع بالقرب من موضع العملية المساحة وذلك حتى يمكن الرجوع المستمر إليها عند مقارنة المناسيب فى حالة تعذر الوصول الى علامة المنسوب الثابتة . أما النوع الثانى من الروبيرات فيشمل الروبيرات الثابتة وهى علامات مناسيب تقوم مصالح المساحة بعمل ميزانيات لتثبيتها فى الطبيعة وحساب مناسيبها بدقة ووضع مصالح المساحة بعمل ميزانيات لتثبيتها فى الطبيعة وحساب مناسيبها بدقة ووضع فى كل منها علامة حتى يمكن الرجوع إليها عند اللزوم . وفى جمهورية مصر العربية قامت مصلحة المساحة بطبع كتيبات توضح مناسيب

ومواقع وأوصاف الروبيرات مع رسم خرائط لها تبين مواضعها بالأرقام ، والجدول التالى يبين المعلومات المساحية عن الروبيرات فى الكتيب الخاص بها .

رقم الروبير	الوصف	المنسوب بالبحر
٢٢٨	روبير مثبت بالزاوية الشمالية الغربية لمنزل رقم ٢ بشارع محمد فؤاد جلال (بولبتين) عند تقابله بشارع أحمد قمحه – كامب شيزار .	١٥,٥٦٤

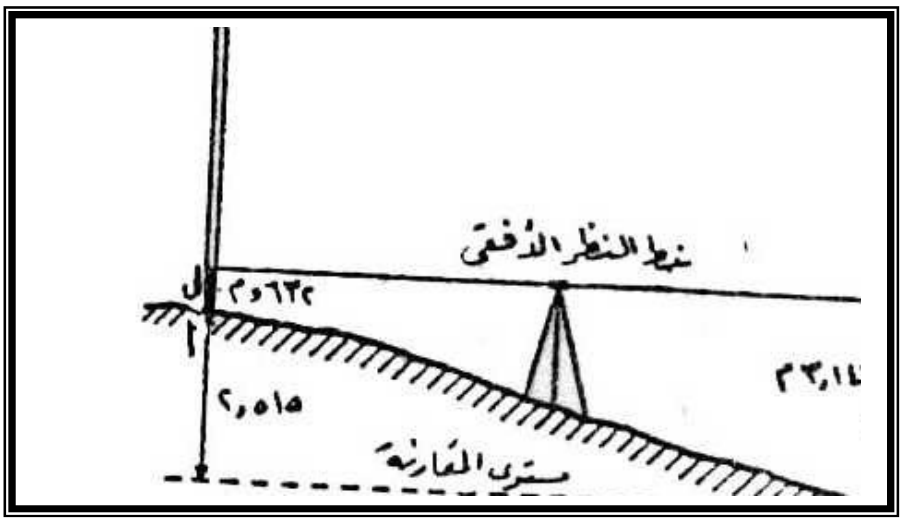
وتوجد جميع الروبيرات فى المدن وعلى الترع والمصارف والجسور والسكك الحديدية والطرق . وتوضع الروبيرات على حوائط المبانى وفى هذه الحافة تعرف باسم روبير الحائط الذى يكون إما روبير درجة أولى عمل بواسطة ميزانية دقيقة ، وهو عبارة عن رأس مسدسة من الحديد تثبي فى الحائط ، وفى اعلاها بروز مستدير أو كرة صغيرة من النحاس منسوب قمتها هو منسوب الروبير بدقة لمليمتر ، وإما أن يكون روبير درجة ثانية ، وهو وإن كان أقل دقة من الأول إلا أن جميع خطوطه تبتدئ من روبير درجة أولى وتنتهى الى رأسه الخارجية مستديرة الشكل أعلى نقطة فيه هى منسوب الروبير بدقة السنتيمتر . كما تثبت الروبيرات فى الأرض ، وتعرف عندئذ " بروبير الأرض " ، وهو عبارة عن اسطوانة من الحديد قطرها حوالى ٦ سنتيمتر وطولها ٢,٧٥ متر تثبت فى الأرض بواسطة بريمة توجد فى الجزء الأسفل من الماسورة بحيث لا يظهر منها فوق الأرض إلا جزء طوله ٢٥ سنتيمتر (شكل ٣٣) . ويغطى الجزء البارز بغطاء فى وسطه بروز تدل قمته على منسوب الروبير . ويستخدم الروبير الأرضى بالشكل الموضح لروبيرات الدرجة الأولى والثانية على السواء التى تثبت عادة بجوار السكك الحديدية أو على الطرق والترع والمصارف الزراعية .



٤- الفرق بين منسوب نقطتين (نظرية الميزانية) :

لمعرفة منسوب نقطتين أ ، ب (شكل ٣٤) نعين المستوى الأفقى الوهمى لهاتين النقطتين بواسطة جهاز يسمى الميزان ، وهذا المستوى الذى سيكون مطابقاً لخط النظر فى منظار الجهاز فى حالة ضبطه وثباته فى الوضع الأفقى ، يعتبر مماساً لمستوى المقارنة (مستوى سطح البحر) وعمودياً على الجاذبية الأرضية ، وأن الفرق بينهما يكون طفيفاً إذا كانت المسافة بين نقطتين قصيرة (أقل من ١٠٠ متراً) . ثم نقيس البعد الرأسى بين كل من نقطة أ ، ب على الترتيب ، وهذا المستوى الأفقى بواسطة مقياس مدرج يعرف بالقمة ، ونفرض ونقطة ب . ففى (الشكل ٣٤) نلاحظ أن العد الرأسى بين المستوى الأفقى للجهاز ونقطة أ هو ٠,٦٣٢ متراً ، وبين نفس المستوى نقطة ب هو ٣,١٤٧ متراً ، وعلى ذلك يكون الفرق فى المنسوب بين النقطتين هو :

٣,١٤٧ - ٠,٦٢٣ = ٢,٥١٥ متراً .

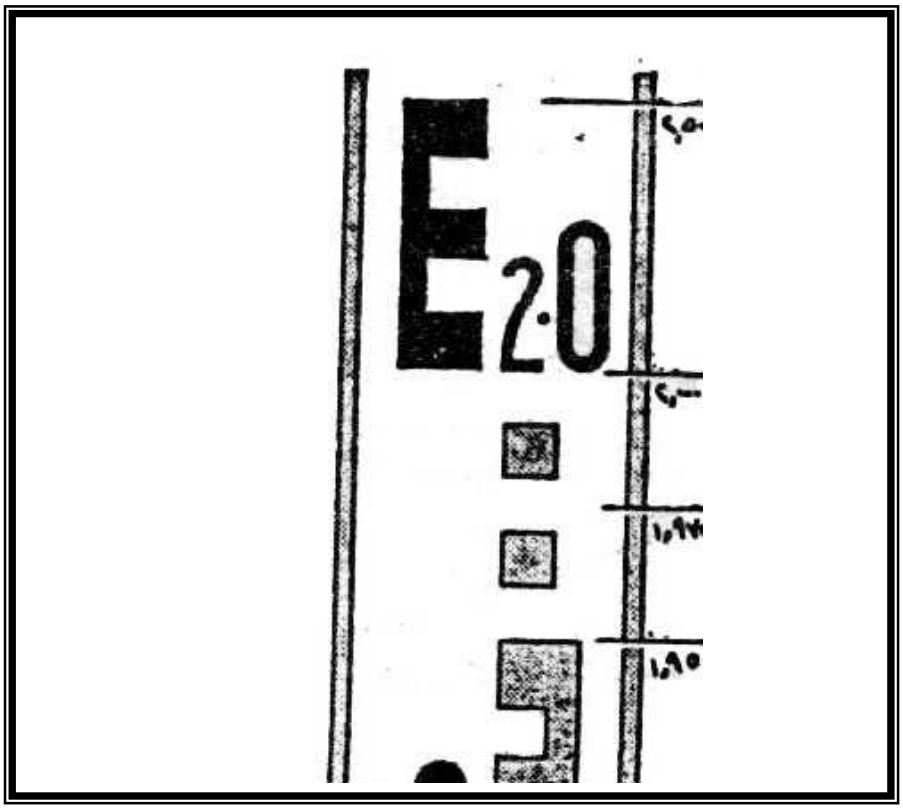


الأجهزة المستخدمة فى الميزانية :

يستخدم فى عمل الميزانيات الهندسية جهازين أساسيين هما : القامة والميزان .

القامة :

القامة عبارة عن مقياس من الخشب (المطلى بطبقة سميكة من الطلاء لحفظه من العوامل الجوية . وتتراوح أطوال القامة بين ٣ ، ٤ أمتار (أو ٥ أمتار) وهى مقسمة الى سنتيمترات ، وديسيمترات وأمتار ، وتلون فيها السنتيمترات بلونين مختلفين للتمييز بينهما ، بينما يوجد خط رفيع أو علامة عند كل ديسمتر حيث يكتب رقم الديسمتر باللون الأسود ، أما الأمتار فتوضع بطرق مختلفة منها : وضع عدد من النقط باللون الأحمر يساوى عدد الأمتار وذلك أعلى أو أسفل رقم الديسمتر ، أو أن يكتب رقم الأمتار باللون الأحمر بجوار رقم الديسمتر (شكل ٣٥ – أ) .



(شكل ٣٥ أ) كتابة أرقام الأمتار والديسيمترات على القائمة

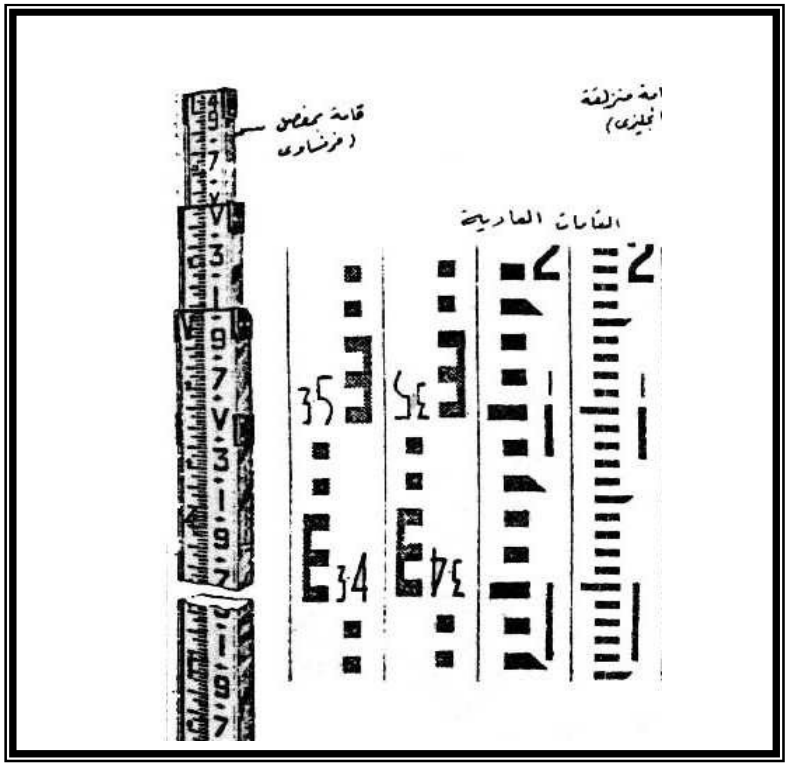
وتوجد عند صفر القامة قاعدة من الحديد لحمايتة خشب القامة من التآكل نتيجة احتكاكها بالأرض وقت أجراء الميزانية ، وهناك أنواع كثيرة من القامات (شكل رقم ٣٥ – ب) ، منها :

١– القامة العادية : وهى عبارة عن قطعة واحدة من الخشب بطول لا يزيد عن ثلاثة أمتار حتى لا تتقوس ، فضلاً عن صعوبة حملها بهذا الطول .

٢– القامة المطلوبة ، وتتكون من قطعتين طول كل منها متر ونصف أو مترين ويتصلان ببعضهما بمفصلة .

٣- القادمة المتداخلة أو التلسكوبية وتعرف أيضاً بالقامة الإنجليزية وتتكون من ثلاثة أجزاء متداخلة اثنان منها مجوفة والثالثة وهى العليا غير مجوفة (مصمتة) . وتنزلق الأجزاء الثلاثة بعضها البعض . وهى بطول يصل الى ٤,٢٦٧ متر تقريباً (١٤ قدم) . وهناك تدريجان لها ، إما تدرج مترى أو تدريج بالقدوم وأجزائه . وفى التدريج المئوى تقسم القامة الى أقسام صغيرة طول كل منها خمسة سنتيمترات تتخذ كل منها شكل حرف (فى العادى أو المقلوب) بينما يعتمد التقسيم الآخر على تقسيم القامة الى أقدام وأجزائها العشرية والمئوية . وتكتب أرقام التدريجين سواء بالأمتار وأجزائها أو الأقدام وأجزائها بصورة معتدلة فتبدوا مقلوبة عند رصدها . وللتشابه فى شكل الرقمين ٦ ، ٩ ولمنع الالتباس فى قراءة الرقمين فأن الرقم ٦ قد استبدل بالحرف V والرقم ٩ استبدل بالحرف N . وحيث أن هذه القامة يتركز كل جزء منها على الجزء الأسفل منها بواسطة لسان زنبركى فأنه يجب أن تفرد القامة جيداً والتأكد من أن اللسان قد امتد فى مجراه وذلك حتى لا تتداخل أجزاء القامة بعض الشئ مما بسبب خطأ بالزيادة فى القراءة على القامة .

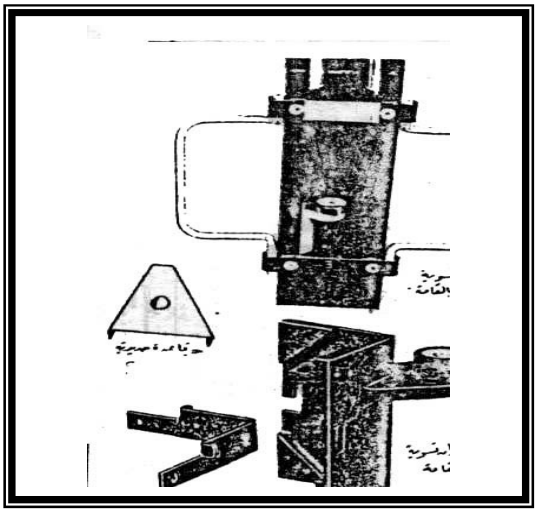
٤- القامة الخاصة بالميزانيات الهندسية الدقيقة وهى عبارة عن لوح معدنى بطول ٣ أمتار عليه تدريجى مزدوج مقسم الى ديسمترات ومليمترات (كل ٥ ملليمتر).



ويحتاج استخدام القامة بعض الأدوات الأخرى (شكل ٣٦) التى يطلق عليها ملحقات القامة وتشتمل :

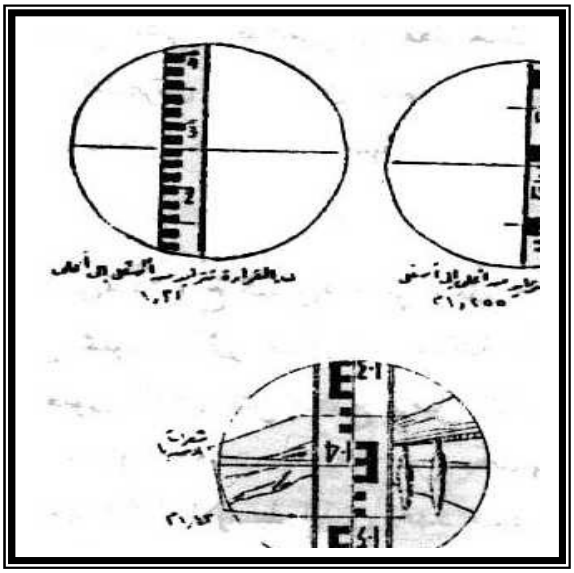
١- القاعدة الحديدية : وهى إما مثلثة أو مستديرة الشكل ، وبكل رأس من رؤسها قائم مدبب عمودى على مستوى القاعدة . وتوضع هذه القاعدة أسفل القامة عند إجراء الميزانية فرى الأرض الطينية الرخوة وذلك حتى لا تغوص القامة فى الأرض ، وتختلف بذلك القراءات المأخوذة عليها .

٢- ميان تسوية دائرى : وهو يثبت عادة فى ظهر أو جانب القامة حتى يمكن جعل القامة رأسية أثناء العمل .



(شكل ٣٦) ملحقات القائمة

وعند أجراء الميزانيات توضع القامة بحيث تكون مقلوبة أى صفر التدريج دائماً وأبداً على النقطة المطلوبة إيجاد منسوبها ، وبما أن الصورة تظهر مقلوبة فى الميزان فأننا صورة القامة فى وضع معدول ويكون التدريج متزايداً من أعلى الى أسفل بالنسبة للراصد داخل المنظار ولذا يجب أخذ القراءة على القامة بحيث يكون فى الذهن أن القراءة تتزايد الى أسفل وفى بعض الأجهزة الحديثة تظهر صورة القامة معتدلة مباشرة داخل المنظار وبذلك يكون تزايد القراءة من أسفل الى أعلى داخل المنظار (شكل ٣٧) ويتم تعيين القراءة على القامة فى اتجاه تزايد التدريج داخل المنظار بواسطة الشعرة الأفقية على القامة فى الوضع الأول ١,٥٣ وفى الوضع الثانى ١,٢٥٥ .



(شكل ٣٧) صورة القراءة على القامة داخل المنظار

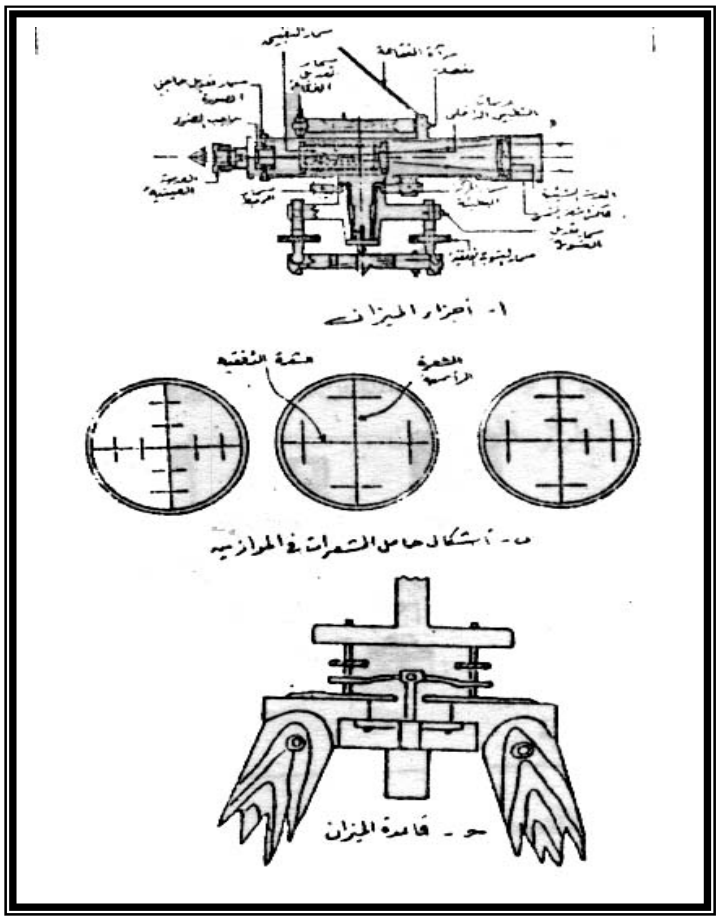
الميزان :

الميزان هو الجهاز الأساسى الثانى المستعمل فى قياس البعد الرأسى عن طريق الحصول على مستوى أفقى وهمى – يوازى مستوى سطح البحر – يقطع القامة ويحدد قراءة يمكن بها استنتاج مناسيب وفروق الأبعاد الرأسية المطلوبة لمختلف النقط على سطح الأرض . ويستعمل فى أجراء الميزان عدة أنواع من الموازين تتفق جميعها فى أنها تتركب من ثلاثة أجزاء رئيسية هى : المنظار ، ميزان التسوية الأساسى ، القاعدة السفلية ، ويتركب المنظار فى أبسط صورة من أسطوانة مدنية على صرفيها عدستين مجمعتين (شكل ٣٨ – أ) ، أحدهما بعدها البؤرى صغير وتسمى العدسة العينية والغرض منها تكبير الصورة ، والأخرى بعدها البؤرة كبير وتسمى العدسة الشيئية والغرض منها الحصول على صورة مقلوبة مصغرة . والخط الواصل بين مركز العدستين العينية والشيئية يسمى بالمحور البصرى للمنظار . ويقع فى بؤرة العدسة العينية مباشرة حامل الشعرات وهو عبارة عن حلقة مركبة بها شعرات متعامدة ، وفى بعض الأجهزة يتكون من لوح زجاجى محفور عليه خطوط متعامدة . والغرض منه تحديد محور المنظار

لتقع عليه صورة المرئيات . ولحامل الشعرات أشكال مختلفة (شكل ٣٨ – ب) منها ما هو عبارة عن شعرتين إحداهما أفقية وتسمى بالشعرة الأفقية والأخرى متعامدة عليها وتسمى الشعرة الرأسية ، والخط الواصل بين تقاطع هاتين الشعرتين والمركز البصرى للعدسة الشعرة الرأسية ، والخط الواصل بين تقاطع هاتين الشعرتين والمركز البصرى للعدسة الشيئية يسمى المحور الهندسى (خط النظر) للمنظار . وفى بعض الأحيان يضاف الى الشعرتين الرئيسيتين شعرتين أفقيتين قصيرتين أعلى وأسفل الشعرة الأفقية وعلى مسافتين متساويتين منها ويستخدمان فى القياس غير المباشرة للمسافات .

ويتركب ميزان التسوية " روح التسوية " من وعاء زجاجى أسطوانى أو مستدير أو مستطيل الشكل مملوء بالأثير فيما عدا فقاعة صغيرة من بخار الأثير على السطح الزجاجى العلوى الذى يمثل سطح برميلى الشكل . ويوجد على السطح الزجاجى خطوط رفيعة (علامات) تبعد عن بعضها بمقدار ٢ ملليمتر وفى منتصف السطح يوجد الخط الأوسط الذى يحدد منتصف الأنبوبة أو أعلى نقطة على السطح . والزاوية اللازمة لتحريك الفقيعة مسافة خط واحد تسمى دقة روح التسوية وتعطى دائماً بالثوانى . ويكون مستوى الميزان أفقياً تماماً عندما تكون الفقيعة فى المنتصف وهو شرط أساسى لضبط محاور الجهاز أثناء العمل ، أى أنه يجب أن يكون الجهاز عمودى على سطح الجوئيد أو موازى له .

والجزء الثالث الذى يتركب منه الميزان هو القاعدة (شكل ٣٨ – جـ) المثبت فيها المحور الرأسى للجهاز والتى ترتكز على رأس الحامل الثلاثى للجهاز بواسطة ثلاثة مسامير متحركة يمكن بواسطتها ميل القاعدة لضبط أفقية الجهاز بواسطة ميزان التسوية الذى قد يكون مثبتاً فى القاعدة نفسها أو فى أى مكان آخر . أما حامل الجهاز فيتكون من ثلاثة أرجل من الخشب كل رجل منها مكونة من



ا- أجزاء الميزان

ب - أشكال خاصة للشعرات في الموازنيه

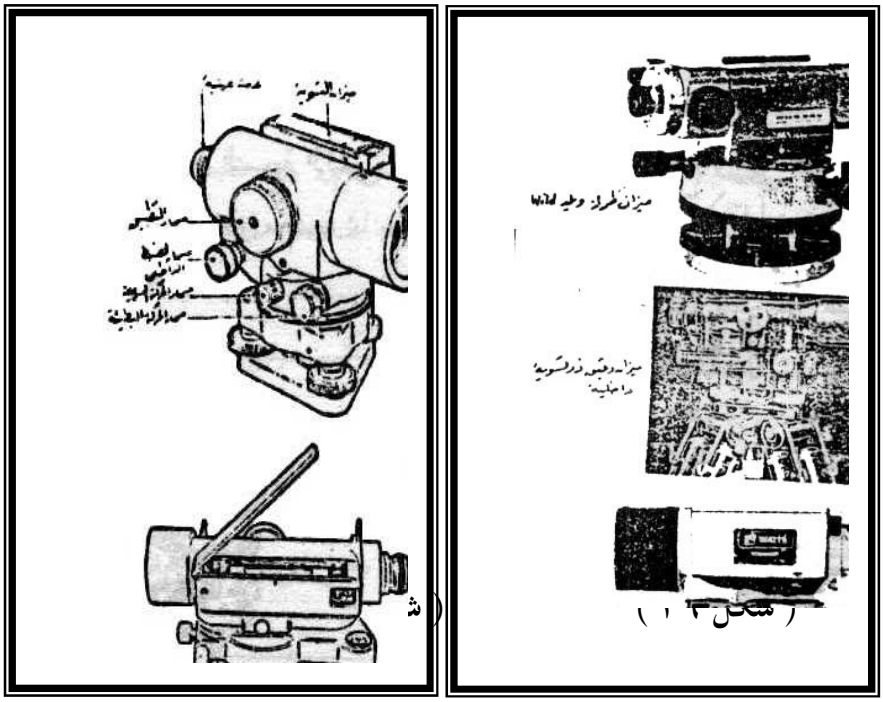
جـ - قاعدة الميزان

قطعتين منزلقتين لتساعد فى ضبط الأفقية ، وتنتهى كل منها بجلبة حديد مدببة ليسهل تثبيتها فى الأرض .

(شكل ٣٨ أ ، ب ، جـ)

ويوجد أنواع كثيرة من الموازين (شكل ٣٩ ، ٤٠) قد تختلف بينها فى طرق ضبطها ، ويمكن تقسيمها الى ثلاثة أنواع رئيسية هى :

١- موازين طراز كوك القديم : وهى الموازين ذات المناظر القابلة للعكس ، وقد قل استعمال هذا النوع كثيراً فى الأعمال الهندسية .



(شكل ٤٠)

أشكال الموازين الشائعة الاستعمال أشكال الموازين الشائعة الاستعمال

٢- موازين طراز دمبى (شكل ٤١) وهى الموازين ذات المناظر غير القابلة للعكس ، ويمتاز هذا النوع بصغر حجمه وسهولة ضبطه ، وتنقسم موازين هذا الطراز الى نوعيين :

(أ) موازين ذات تسوية خارجية

(ب) موازين ذات تسوية داخلية .

٣- وسوف نكتفى بشرح الموازين طراز دمبى وذلك لكثرة استخدامها فى الميزانيات الهندسية

(شكل ٤١) ميزان من طراز دمبى

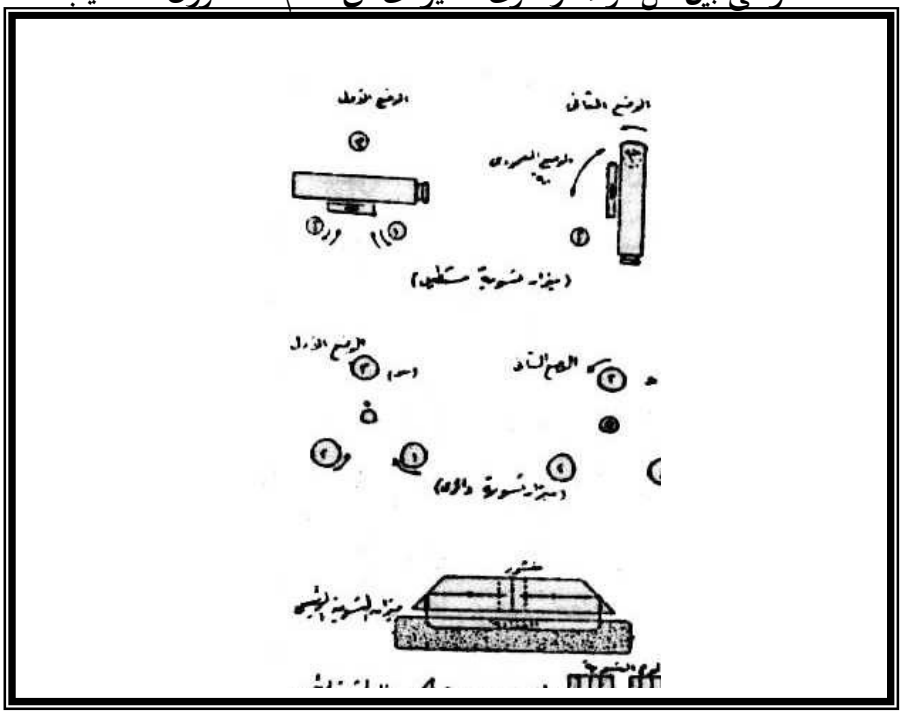
أولاً : الموازين ذات التسوية الخارجية :

فى هذا النوع من الموازين يثبت بالمنظار ميزان تسوية خارجى بواسطة مفصلة . ويمكن رفع أو خفض الميزان أثناء ضبط ميزان التسوية . والقاعدة السفلى مثبت بها ثلاث مسامير للتسوية متصلة بواسطة المحور الرأسى للجهاز وأحياناً توجد مرآة صغيرة فوق ميزان التسوية

الرئيسى لعكس صورة الفقيعة حتى يسهل للراصد ضبط الأفقية دون أن يغير موضعه مما يعمل على ثبات الجهاز ودقة الرصد .

ثانياً : الموازين ذات التسوية الداخلية :

يختلف هذا النوع السابق فى دقة الضبط وذلك عن طريق أن ميزان التسوية يوجد داخل منظار صغير مركب بجوار العدسة العينية أو داخل المنظار الرئيسى بدون أن يتحرك الراصد أو يتغير موضعه . ويوضح (شكل ٤٢) ظهور الفقيعة قبل وبعد ضبط أفقية الجهاز ومنه يظهر أن جزئى الفقيعة يظهران على هيئة نصف دائرة متكامل . ويتم ضبط أفقية الجهاز بواسطة ميزان التسوية الداخلى وذلك عن طريق استخدام مسمار خاص مثبت أسفل العدسة العينية يعرف باسم الميكروميتر . ويستعمل هذا الميكروميتر قبل كل قراءة أى عقب التوجيه نحو القامة ، وهذا عكس موازين التسوية الخارجية التى يكون الضبط فيها بواسطة مسامير التسوية مما يسبب تغير مستوى خط النظر أو المستوى الأفقى الوهمى بين كل قراءة وأخرى مما يؤدى الى عدم دقة فروق المناسيب .



(شكل ٤٢) الضبط المؤقت للميزان (ضبط الأفقية)

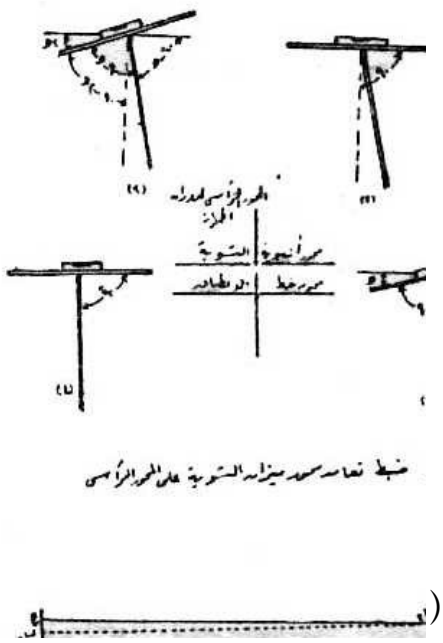
وتحتاج الموازين من طراز دمبى من وقت لآخر الى بعض أنواع الضبط لتصحيح ما بها من أخطاء . وتنقسم عملية الموازين الى نوعين هما : الضبط الدائم ، والضبط المؤقت .

ويعرف الضبط الدائم للجهاز أحياناً بمعايرة الجهاز أو ما يجب أجراؤه عند استلام الجهاز من المصنع لأول مرة . أو إذا استعمل الجهاز لفترات زمنية طويلة دون صيانة . ولكى يكون الجهاز فى حالة ضبط دائماً يجب أن تتوافر به شروط تعامد وتوازى بين محاوره المختلفة وهى (شكل ٤٣) محور خط الانطباق أو انطباق خط النظر (الخط الوهمى الذى يصل بين نقطة تقاطع حامل الشعرات ومركز العدسة الشيئية) مع المحور البصرى (الخط الوهمى الذى يصل بين مركزى العدسة العينية والعدسة الشيئية) ، محور ميزان التسوية ، والمحور الرأسى لدوران الجهاز . وتستوفى الشروط الدئمة للموازين من طراز دمبى التى يشيع استخدامها فى عمل الميزانيات الهندية على النحو التالى :

١ – تعامد محور ميزان التسوية على المحور الرأسى لدوران المنظار :
والغرض من هذا الشرط هو أن يكون ميزان التسوية فى مستوى أفقى تماماً عندما يدر المنظار حول المحور الرأسى فى جميع الاتجاهات ، ويتم هذا الضبط بتثبيت الميزان على الحامل الذى تثبت أرجله بالأرض ، ثم نضبط أفقية الجهاز بواسطة ميزان التسوية ويجعل محور المنظار موازياً لأى مسمارين من مسامير

التسوية . ثم يدار المنظار ١٨٠ درجة حول محور الرأسى فإذا كان المحوران متعامدان ظلت الفقيعة فى منتصف مجراها . أما إذا انحرفت الفقيعة عن وضع الأفقية فأن ذلك يدل على وجود خطأ فى تعامد المحورين ويسمى هذا بالخطأ الظاهرى وهو ضعف الخطأ الحقيقى (شكل ٤٣) .

٢-



ويصحح نصف الخطأ السابق بواسطة ميزان التسوية الذى يرفع أو يخفض بواسطة المفصلة المثبتة بجانبه حتى تعود الفقيعة الى منتصف مجراها الذى انحرفت عنه ، ويصحح النصف الآخر من الخطأ بواسطة مسامير ضبط الأفقية حتى الفقيعة فى منتصف مجراها (شكل ٤٢) .

٢- تعامد خط النظر مع المحور الرأسى لدوران المنظار : ويقصد بذلك انطباق خط النظر على المحور البصرى للمنظار الذى ينشأ عنه خط انطباق يكون عمودى على المحور الرأسى لدوران الجهاز ، وعلى ذلك يكون الغرض من هذا الضبط هو وقوع نقطة تقاطع الشعرات على المحور البصرى للمنظار ويتم هذا الشرط بالطريقة الآتية (طريقة الوتدين) :

يوضع الميزان فى منتصف المسافة بين نقطتين ثابتتين على أرض مستوية بوضع على كل منها قامة رأسية تماماً . وبعد ضبط أفقية الجهاز تأخذ قراءة القامتين كما فى (شكل ٤٣) ولتكن أ١ ، ب١ والفرق الحقيقى بين منسوب النقطتين أ ، ب هو الفرق بين القراءتين أ١ ، ب١ سواء كان الميزان به خطأ أو صحيحاً وحيث أن الخطأ متساوى على القامتين لأن الميزان فى منتصف المسافة بينهما ففى هذا الوضع يكون :

الفرق الحقيقى = (أ١ – ب١) إذا كانت (أ) أعلى فى المنسوب من (ب)

(ح)

= (أ٢ – ب٢) إذا كانت النقطة (أ) أقل فى المنسوب من (ب)

ولكن إذا انتقلنا بالجهاز بحيث يكون قريب جداً من إحدى النقطتين الى حد يمكن القراءة ويعد ضط افقية الجهاز تؤخذ القراءة على القامتين القريبة والبعيدة ويحسب فرق المنسوب بين القرائتين (أ٢ ، ب٢) ويقارن بافرق الأول فإذا تساوى فى الوضعين دل ذلك على أن خط النظر أفقياً تماماً

وينطبق على المحور الرأسى للجهاز ، وبالتالى يكون الفرق الحقيقى فى المنسوب (ح = أ١ أ٢ ، ب١ ع) . وبناء على ذلك يمكن استنتاج أن :

ب١ ب٢ = أ١ أ٢ – ح

أما إذا لم يتساوى فرق المنسوب فى الحالتين دل ذلك على عدم انطباق نقطة تقاطع حامل الشعرات على المحور الأفقى للجهاز ويكون التقاطع أعلى المحور أو أسفله وفى هذه الحالة يخض أو يرفع حامل الشعرات على الترتيب بحيث نحصل على الفرق الحقيقى (ح) بين منسوب النقطتين .

مثال :

وضع ميزان من طراز دمبى فرق الوتد أ فكان الارتفاع من قمة الوتد وحتى مركز المحور الرأسى للجهاز هو ١,٥١٦ م . وضعت قامة فوق وتد آخر على مسافة معينة من الجهاز وأخذ قراءة عليها فكانت ٠,٦٩٦م ثم نقل الجهاز ووضع على نقطة ب فكان ارتفاع الجهاز ١,٤٦٦ م ووضعت قامة فوق أ وأخذت قراءة كانت ٢,١٦٢ فأوجد :

أولاً : الفرق فى المنسوب بين أ ، ب .

ثانياً : هل خط النظر فى حالة ضبط وإذا كان به خطأ فهل يمكن تصحيحه بدون تحريكه من موضعه على النقطة ب .

ولحل هذا المثال نتبع الآتى :

أولاً : (١) الفرق الظاهرى فى المنسوب عند أ يساوى

أ = ١,٥١٦ – ٠,٦٩٦ = ٠,٨٢٠ م

(لاحظ أن نقطة ب أعلى فى المنسوب من نقطة أ)

(٢) الفرق الظاهرى فى المنسوب عند ب يساوى

ب = ٢,١٦٢ – ١,٤٦٦ = ٠,٦٩٦

(٣) الفرق الحقيقى فى المنسوب يساوى

= ـــــ = ٠,٧٥٨ ± ٠.٦٩٦

ثانياً : خط النظر (المستوى الأفقى للجهاز[٢]) ليس فى حالة ضبط ، ويمكن تصحيحه كما يلى :

(١) فى حالة وضع الجهاز على نقط ب وعلى فرض أن الارتفاع (١,٤٦٦م) صحيح فإن القراءة على القامة عند أ يجب أن تكون كما يلى

س (القراءة على القامة) – ١,٤٦٦ = ٠,٧٥٨

إذاً س = ٠,٧٥٨ + ١,٤٤٦ = ٢,٢٢٤ م

وعلى ذلك فيجب ضبط حامل الشعرات بحيث أن يقرأ على القامة = ٢,٢٢٤ م عند أ .

هذا من ناحية الضبط الدائم للموازين من طراز دمبى ، أم بالنسبة لعملية الضبط المؤقت لهذه الأجهزة فأنها العملية التى يجب أجراؤها كما أعد الجهاز للعمل وقبل أخذ القراءات على القامة مباشرة . وتشمل عملية الضبط المؤقت : ضبط الأفقية والتطبيق .

ويتم ضبط الأفقية للميزان (أى جعل المنظار عمودياً تماماً على الاتجاه الرأسى) عن طريق تحريك أرجل حامل الجهاز أو يخفض أو برفع أحد أرجل الحامل مع ملاحظة ميزان التسوية الكروى المتصل

بالجهاز ، كما يتم ضبط الأفقية بواسطة مسامير التسوية الثلاثة ، وأفضل وسيلة هى جعل ميزان التسوية الطولى موازياً لمسمارين من مسامير التسوية وتحريك هذين المسمارين فى نفس الوقت للخارج أو للداخل معاً حتى تصبح الفقيعة فى منتصف مجراها ، ثم ندير المنظار ٩٠ درجة حتى يصبح عمودياً على الوضع الأول ونحرك المسمار الثالث فقط حتى تصبح الفقيعة فى منتصف مجراها مهما أدرنا المنظار بعد ذلك (شكل ٤٢) . ولضبط خط النظر أفقياً يلزم التأكيد قبل كل قراءة من صورة ميزان التسوية المزدوجة داخل العدسة العينية وضبطها بواسطة مسمار خاص الى أن ينطبق النصفان فى ميزان التسوية الداخلى . وإذا كان الميزان من نوع الموازين ذات التسوية المستديرة فقط يمكن ضبط أفقيتها بواسطة مسامير التسوية الثلاثة وذلك بتحريك مسمارين منها فى نفس الوقت للخارج أو للداخل معاً وذلك لتحريك الفقيعة فى اتجاه الخط الواصل بينهما (شكل ٤٢) ، ثم تحريك المسمار الثالث بمفرده حتى تتحرك الفقيعة فى الاتجاه العمودى على الأول وهكذا حتى تدخل الفقيعة فى وسط الدائرة فتكون أفقية الميزان فى حالة ضبط تام وتجدر الإشارة هنا الى القول بأنه يجب عدم استخدام مسامير التسوية إلا فة أول ضبط الجهاز إذ أن تحريكها بعد الضبط الأول يغير من المستوى الوهمى الأفقى للميزان .

أنواع الميزانية وطرق اجرائها :

أولاً : الميزانية الطولية

تعرف الميزانية الطولية بميزانية المشروعات ، وتجرى فى الاتجاه الطولى للمشروع لتعيين مناسيب نقطة المختلفة مثل إنشاء الطرق والترع والمصارف أو من أنابيب المياه والمجارى . ويعرف الشكل الذى بين مناسيب نقط المشروع " بالقطاع المحورى الطولى " . ويعرف الشكل الذى بين مناسيب نقط المشروع " بالقطاع المحورى الطولى " . وقد تجرى الميزانية الطولية لتعيين منسوب نقطة معينة بصرف النظر عن مناسيب النقط المتوسطة وتسمى الميزانية حينئذبسلسلة ميزانية ويكون الغرض الأساسى منها فى هذه الحالة منها فى هذه الحالة هو تعيين مناسيب نقط ثابتة وليس لعمل قطاع طولى .

طريقة إجراء الميزانية الطولية :

يشترط فى عمل الميزانية الطويلة وضع جهاز الميزان فى منتصف المسافة تقريباً بين النقط المطلوب ايجاد منسوبها وذلك لتجنب بعض الأخطاء ، كما يجب معرفة نقطة قريبة من منطقة العمل يكون منسوبها معلوم (روبير مثلاً) ، حتى يمكن بدأ الميزانية منها . فمثلاً إذا كان منسوب نقطة (أ) معلوم والمطلوب إيجاد منسوب كل من النقطة ١ حتى ٧ (شكل ٤٤) فأننا نضع الميزان فى مكان مناسب مثل (جـ) بحيث يمكن رؤية أكبر عدد ممكن من النقط من هذا المكان ثم نضبط أفقية الجهاز ونأخذ قراءة (خ) على القامة فوق نقطة (أ) المعلوم منسوبها . نوجه الميزان الى الفطة التالية (١) ونأخذ قراءة (م) على القامة فوقها فيكون فرق القراءتين (ع) = خ – م١ ، ثم تنقل القامة الى نقطة (٢) ونأخذ عليها قراءة (م٢) وفرق القراءتين (ع) = خ – م٢ ثم الى النقطة (٣) وهى آخر نقطة يمكن رؤيتها من هذا

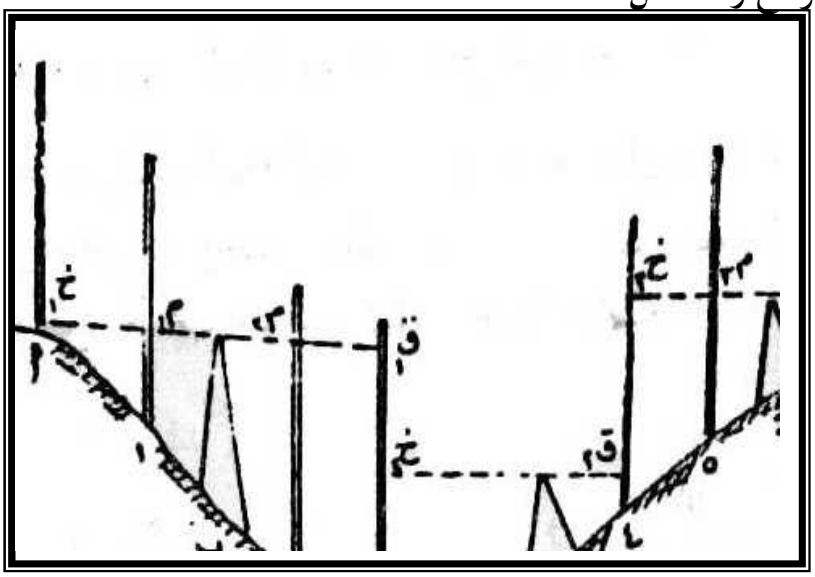
الوضع للميزان ونأخذ عليها قراءة (ق١) التى يكون فرق القراءتين (ع) لها = خ١ – ق١ . تترك القامة فوق النقطة (٣) وينتقل الميزان الى وضع جديد (د) بحيث يمكن منه رؤية القامة فوق النقطة (٣) وينقل الميزان الى وضع جديد (د) بحيث يمكن منه رؤية القامة فوق النقطة (٣) وبعد ضبط أفقية الجهاز نوجه الميزان الى نقطة (٣) ونأخذ قراءة (خ٢) على القامة ثم تنقل القامة الى نقطة (٤) ونأخذ قراءة عليها (ق٢) التى يكون فرق القراءتين (ع٤) = خ٢ – ق٢ ، ونظراً لعدم التمكن من رؤية أى نقطة أخرى تترك القمة فى النقطة (٤) وينتقل الجهاز الى وضع ثالث (و) وبعد ضبط أفقيته تؤخذ قراءة (خ٣) على القامة فى نقطة (٤) ، ثم تنقل القامة الى نقطة (٥) وتؤخذ عليها القراءة (م٣) فيكون فرق القراءتين (ع٥) = ح٣ – م٣ ، وعلى النقطة (٦) تؤخذ القراءة (م٤) فيكون فرق القراءتين (ع٦) = خ٣ – م٤ ، أما النقطة (٧) ونظراً لأنها آخر نقطة فأنه تؤخذ عليها القراءة (ق٣) فيكون فرق القراءتين (ع٧) = خ٣ – ق٣ . ويكون فرق المنسوب بين النقطة (٧) مساوياً لمجموع القراءات خ١ ، خ٢ ، خ٣ مطروحاً منه مجموع القراءات ق١ ، ق٢ ، ق٣ ، أى :

(٧) – أ = (خ١ + خ٢ + خ٣) – (ق١ + ق٢ + ق٣)

وتعرف القراءة التى رمزنا لها بالحرف (خ) بالمؤخرة وهى أول قراءة تؤخذ من أى وضع أو نقل الجهاز بعد ضبطه مباشرة . بينما تعرف القراءة التى رمزنا لها بالحرف (ق) بالمقدمة من أى وضع للجهاز . وفى بعض الأوضاع قد لا يكون هناك متوسطات كما فى الوضع (د) وتعرف النقطة التى تؤخذ عليها مقدمة من وضع للجهاز ومؤخرة من وضع آخر بنقطة الدوران (النقطة ٣ والنقطة ٤ ، فى (الشكل ٤٤) ويجب أن يكون موقع نقطة الدوران فوق أرض صلبة حتى لا تهبط القامة – لو

كان الموقع فى أرض رخوية أو مترية – فى المدة التى يستغرقها نقل الجهاز من موضع الى آخر وضبط أفقيته مما ينتج عنه تغير فى قراءات القامة .

وتدون قراءات القامة فى دفتر الغيط الذى يحتوى على جداول خاصة بالميزانية تتكون من مجموعة الحقول تبدأ بحقل المؤخرات ثم المتوسطات فالمقدمات . ويجب أن نشير هنا الى أن تسجيل القراءات فى جدول الميزانية تتم بتخصيص سطر لكل نقطة مؤخرة أو متوسطة فيما عدا قراءات نقطة الدوران التى يجب أن توضع على سطر واحد أيضاً يتضمن قراءة كل من المقدمة من الواضع السابق والمؤخرة من الوضع الجديد للجهاز . كما يحتوى جدول الميزانية على حقل للمسافات التى تنسب الى أول نقطة فى المشروع وآخر تكتب فيه الملاحظات الهامة . وتجرى عملية احتساب المناسيب والتحقيق الحسابى للميزانية بطريقتين أساسيتين هما : طريق سطح الميزان وطريقة الارتفاع والانخفاض .



(شكل ٤٤)

١– طريقة سطح الميزان Meight of Collimation Method

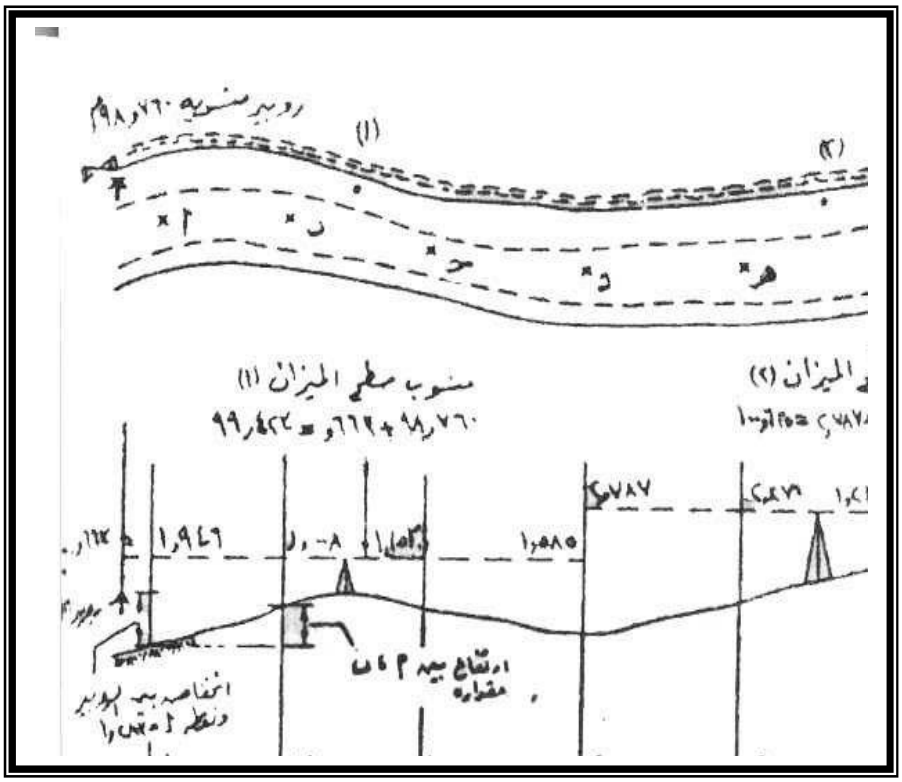
تعتمد هذه الطريقة أساساً على تعين منسوب السطح الأفقى الوهمى للجهاز الناتج من دوران خط الانطباق الأفقى حول المحور الرأسى ، ويعرف بمنسوب سطح الميزان الذى يمكن إيجاده بجمع قراءة المؤخرة على منسوب النقطة التى تمثلها المؤخرة أو القراءة الأولى من أى ةضع للميزان . ويمكن تعيين مناسيب النقط المختلفة التى أخذت القراءات عليها من هذا السطح وذلك بطرح قراءة القامة فوق النقطة من منسوب سطح الميزان . والمثال الآتى يوضح هذه الطريقة فى إيجاد مناسيب النقط المختلفة .

مثال (١) :

الكروكى المعطى فى (شكل ٤٥) يبين قراءات القامة من عدة أوضاع مختلفة للميزان فى ميزانية طولية والمطلوب حساب المناسيب للنقط المختلفة علماً بأن الميزانية تبدأ بروبير B.M منسوبة ٩٨,٧٦٠ متراً وتنتهى بروبير .B.M منسوبة ٩٩,٩٧٩ متراً وقد ربطنا على هذا الروبرين للتحقيق .

ولحساب مناسيب النقط بطريقة سطح الميزان يجرى الآتى :

تدون قراءات القامة كما ذكرنا فى الجدول التالى بحيث تسجل كل قراءة فى الحقل الخاص بها ويخصص حقل لحساب مناسيب سطح الميزان فى الأوضاع المختلفة وحقل لحساب مناسيب النقط المختلفة بالإضافة الى الحقول التى سبق ذكرها .



كروكى لميزانية طولية (طريقة سطح الميزان)

	مؤخرة	متوسطة	مقدمة	منسوب سطح الميزان	مناسيب	مسافات (متراً)	ملاحظات
	٠,٦٦٣			٩٩,٤٢٣	٩٨,٧٦٠		روبير
أ		١,٩٤٦			٩٧,٤٧٧	صفر	
ب		١,٠٠٨			٩٨,٤١٥	٢٠	
جـ		١,١٥٣			٩٨,٢٧٠	٤٠	
د	٢,٧٨٧		١,٥٨٥	١٠٠,٦٢٥	٩٧,٨٣٨	٦٠	نقطة دوران
		٢,٢٧٠			٩٨,٣٥٥	٨٠	
		١,٢١٨			٩٩,٤٠٧	١٠٠	
			٠,٦٤٦		٩٩,٩٧٩	١٢٠	
٣,٤٥٠			٢,٢٣١		٩٩,٩٧٩		
٢,٢٣١					٩٨,٧٦٠		
-					-		
١,٢١٩					١,٢١٩		

تسجيل أول قراءة ٠,٦٦٣ فى حقل المؤخرات فى السطر الخاص بالنقطة الأولى وهى كما فى (الشكل ٤٥) أن هذه القراءة أخذت فوق نقطة روبير ، بينما نقطة (أ) اعتبرت متوسطة من الوضع الأول للميزان وهى ١,٩٤٦ وسجلت فى حقل المتوسطات وكذلك الحال بالنسبة لكل من نقطة (ب) و (جـ) . والقراءة الأخيرة على نقطة (د) وهى ١,٥٨٥ فهى مقدمة فسجلت فى حقل المقدمات . ويلاحظ أن أول قراءة من الوضع لتكون مواجهة للميزان فى وضعه الجديد أى أن نقطة (د) تعتبر نقطة وتكون القراءة ٢,٧٨٧ مؤخرة الوضع الجديد وتسجيل فى حقل المؤخرات على نفس السطر الدال على نقطة (د) . نكرر العمل لباقى القراءات حتى نهاية الميزان والتى ستكون فوق النقطة فتسجل فى حقل المقدمات . يستنتج منسوب

سطح الميزان فى الوضع الأول من إضافة قراءة القامة عند النقطة الروبير على منسوبه من هذا المنسوب تطرح جميع القراءات المأخوذة من الأول وبذلك نحصل على مناسيب نقطة أ ، ب ، جـ ، د (المتوسطات والمقدمة) . يتبع نفس الطريقة فى الوضع الأول بالنسبة للوضع الثانى لنحصل على منسوب سطح الميزان وذلك بإضافة مؤخرة هذا الوضع فى نقطة (د) الى منسوب (د) . ومن منسوب سطح الميزان الجديد نحصل على مناسيب النقطة هـ ، و ، ز .

ومن هذا المثال يمكن حساب :

منسوب سطح الميزان = منسوب النقطة المعلومة + المؤخرة

منسوب أى نقطة = منسوب سطح الميزان – مقدمة أو متوسطة

ويحقق العمل الحسابى لهذه الطريقة بتطبيق العلاقات الآتية :

١- عدد المقدمات = عدد المؤخرات

٢- مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات =

منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة

٣,٤٥٠ – ٢,٢٣١ = ٩٩,٩٧٩ – ٩٨,٧٦٠

١,٢١٩ = ١,٢١٩

٣- مجموع المناسيب (ما عدا منسوب أول نقطة) =

مجموع (منسوب سطح الميزان × عدد المتوسطات والمقدمة

التى استخدم منسوب سطح

الميزان فى أيجاد مناسيبها)

– مجموع (المقدمات + المتوسطات)

(٧,٥٩٥+٢,٢٣١) – (٣+١٠٠,٦٢٥+ ٤×٩٩,٤٢٣)=٦٨٩,٧٤١

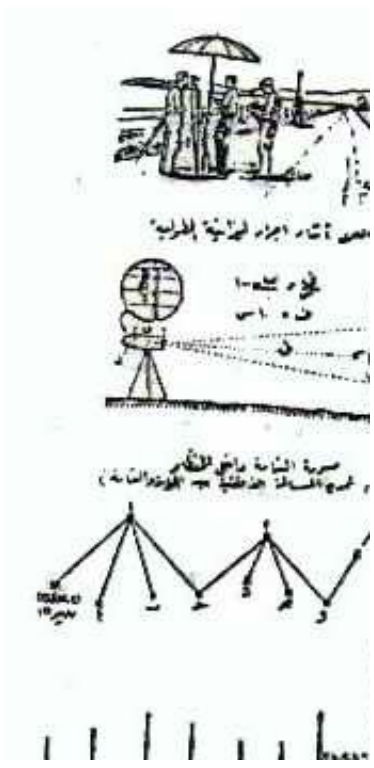
= ٣٩٧,٦٩٢ + ٣٨,٨٧٥ –٩,٨٢٦

= ٦٩٩,٥٦٧ – ٩,٨٢٦

٦٨٩,٧٤١ = ٦٨٩,٧٤١

مثال (٢) :

الكروكى المعطى فى (شكل ٤٦) يبين قراءة القتمة فى ميزانية ، فإذا كان منسوب النقطة الأولى هو ٣١,٥١٧ متراً والمطلوب حساب المناسيب للنقط الأخرى حتى النقطة الأخيرة (O.B.M.I) والتى منسوبها ٣٤,٩٨٥٥متراً . وقد ربط على المنسوب الأخير للتحقيق .



(شكل ٤٦)

كروكى ميزانية طولية (طريقة سطح الميزان)

يتم تدوين القراءات وتنفيذ خطوات العمل ، كما فى المثال الأول ، فى جدول يبين حساب المناسيب بطريقة سطح الميزان كما يلى :

	مؤخرة	متوسطة	مقدمة	منسوب سطح الميزان	مناسيب	مسافات (متراً)	ملاحظات
	٢,٣٩٠			٣٣,٩٠٧	٣١,٥١٧		رويير
أ		١,٩٨٥			٣١,٩٢٢	صفر	
ب		١,٣١٨			٣٢,٥٨٩	٥٠	
جـ	٠,٩٨٨		١,٦١٢	٣٣,٢٨٣	٣٢,٢٩٥	١٠٠	نقطة دوران
د		١,٥٠٢			٣١,٧٨١	١٥٠	
هـ		١,٤١٥			٣١,٨٦٨	٢٠٠	
و	٢,٤٢٠		٠,٣١٦	٣٥,٣٨٧	٣٢,٩٦٧	٢٥٠	نقطة دوران
			٠,٥٣٢		٣٤,٨٥٥	٣٠٠	رويير

فى هذا المثال وضع الميزان بعد الضبط وأخذت أول قراءة وهى عبارة عن مؤخرة ٣,٣٩٠ ونحصل على منسوب سطح الميزان للوضع الأول بإضافة المؤخرة على منسوب النقطة الأولى (شكل ٤٦) فيكون :

منسوب سطح الميزان = ٣١,٥١٧ + ٢,٣٩٠ = ٣٣,٩٠٧

فندون ذلك فى حقل منسوب سطح الميزان . وإيجاد منسوب النقطة (أ) فنجد عليها قراءة لمتوسط مقدارها ١,٩٨٥ وهذه النقطة يجب أن تطرح من منسوب سطح الميزان لنحصل على منسوب النقطة التى تكون :

وبالمثل يتم تعيين منسوب نقطة (ب) والنقطة (جـ) وهى عبارة عن مقدمة من منسوب سطح الميزان . ونظراً لأننا سننتقل بعد نقطة (جـ) مباشرة الى وضع جديد فإن النقطة (جـ) تعتبر نقطة دوران . وبعد الانتقال بالميزان من الوضع الأول الى الوضع الثانى بين النقطتين (د) ، (هـ) وبالتالى يتم تعيين منسوب سطح الميزان الجديد وذلك بإضافة قراءة المؤخرة عند نقطة الدوران الى منسوب نقطة (جـ) . وهكذا نستنتج مناسيب النقط (د) ، (هـ) ، (و) ، والنقطة الأخيرة بنفس الطريقة .

وبتطبيق خطوات التحقيق الحسابى السابقة على هذا المثال نجد :

١- عدد المؤخرات = عدد المقدمات

٣ = ٣

٢- مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات =

منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة

٥,٧٩٨ – ٢,٤٦٠ = ٣٤,٨٥٥ – ٣,٥١٧

٣,٣٣٨ = ٣,٣٣٨

٣- مجموع مناسيب النقط (ما عدا منسوب أول نقطة) =

مجموع (منسوب × عدد المرات التى استخدام فيها لحساب المناسيب لكل وضع)

– مجموع (المقدمات + المتوسطات)

(١×٣٥,٣٨٧+٣×٣٣,٢٨٣×٣٣,٩٠٧)=٢٢٨,٢٧٧

(٦,٢٢٠ + ٢,٢٦٠) –

(٨,٦٨)–(٣٥,٣٦٧+٩٩,٨٤٩+ ١٠١,٧٢١)= ٢٢٨,٢٧٧

٨,٦٨٠ – ٢٣٦,٩٥٧ = ٢٢٨,٢٧٧

٢٢٨,٢٧٧ = ٢٢٨,٢٧٧

طريقة الارتفاع والانخفاض **Rise and Fall Method** :

عرفنا فى الطريقة السابقة أن منسوب سطح الميزان يتغير تبعاً لتغيير وضع الجهاز كما أن منسوب أى نقطة أخذت عليها قراءة تمثل مقدمة يمكن تحقيقه حسابياً ، بينما لا يمكن التحقق من حساب نقط المتوسطات حيث أنها لا تؤثر على منسوب سطح الميزان . ولكن إذا لزم الأمر وكان لنقط المتوسطات أهمية تلزم التحقيق – كأن تكون إحدى نقط المتوسطات روبير مثلاً – فأننا نستخدم طريقة أخرى لإيجاد مناسيب النقط وهى طريقة الإرتفاع والانخفاض حيث أنه تسمع من مناسيب المتوسطات الى جانب التحقيق من جميع نقط الميزانية . ويمكن توضيح خطوات العمل لحساب مناسيب النقط بهذه الطريقة باستخدام بيانات المثالين السابقة وذلك بعد تغيير حقل المنسوب بحلقين إحداهما للارتفاع والآخر للانخفاض كما هو الحال فى الجدول التالى :

مثال ١ :

	مؤخرة	متوسطة	مقدمة	ارتفاع (+)	انخفاض (−)	المناسيب	مسافات	ملاحظات
أ	٠,٦٦٣	١,٩٤٦				٩٨,٧٦٠		روبير
ب		١,٠٠٨		٠,٩٣٨	١,٢٨٣	٩٧,٤٧٧	صفر	
جـ		١,١٥٣				٩٨,٤١٥	٢٠	
د	٢,٧٨٧		١,٥٨٥		٠,١٤٥	٩٨,٢٧٠	٢٠	
هـ		٢,٢٨٠		٠,٥١٧	٠,٤٣٢	٩٧,٨٣٨	٦٠	نقطة دوران
و		١,٢١٨		١,٠٥٢		٩٨,٣٥٥	٨٠	
ز			٠,٦٤٦	٠,٥٧٢		٩٩,٤٠٧	١٠٠	
						٦٩,٩٧٩	١٢٠	روبير

وقد تم تدوين القراءات والمناسيب بالجداول السابق على أساس أننا بدأنا من الروبير ذو المنسوب ٩٨,٧٦٠ متراً والميزان بين النقط ب والنقط جـ وبعد الضبط علينا القراءات على كل من أ ، ب ، جـ وهى على الترتيب ١,٩٤٦ ، ١,٠٠٨ ، ١,١٥٣ . ويتضح من القراءات الثلاثة أن القراءة الثانية تدل على ارتفاع النقطة ب عن النقطة أ بمقدار ١,٩٤٦ − ١,٠٠٨ = ٠,٩٣٨ ، وأن القراءة الثالثة تدل على انخفاض النقطة جـ عن النقطة ب بمقدار : ١,٠٠٨−١,١٥٣=−٠,١٤٥ ، فيدون فرق الارتفاع فى حقل الارتفاع ويدون الانخفاض فى حقل الانخفاض ، ويكون منسوب كل من النقطتين ب ، ج على الترتيب هو : منسوب نقطة : أ + ٠,٩٣٨ ، منسوب نقطة ب − ٠,٢٤٥ ، وبنفس الطريقة يتم تعيين المناسيب الأخرى بعد نقل الميزان الى الوضع الجديد بين النقطتين هـ ، و وبعد الضبط نجد أن القراءتين عند كل من النقطتين د ، هـ : ٢,٧٨٧ ، ٢,٢٧٠ أى أن النقطة هـ ترتفع عن النقطة د بمقدار ٢,٧٨٧ − ٢,٢٧٠ = ٠,٥١٧ ، ويكون منسوب نقطة هـ = منسوب نقطة د +

٠,٥١٧ ، ونتبع نفس الخطوات السابقة لتعيين بقية النقط ، ويلاحظ فى هذه الطريقة أن أى خطأ يحدث فى حساب منسوب أى نقطة سواء كانت متوسطة أو مقدمة يتبعه فى جميع النقط التالية لها .

ويتم الحصول على فرق الارتفاع بين أى نقطتين عن طريق مقارنة قراءة القامة الموضوعة على النقطتين من موضع واحد للجهاز . ويكون تحقيق العمل حسابياً على النحو التالى :

مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات

= مجموع الارتفاعات – مجموع الانخفاضات

منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة = ٣,٤٥٠ – ٠,٢٣١

= ٣,٠٧٩ – ١,٨٦٠ = ٩٩,٩٧٩ = ٩٨,٧٦٠

١,٢١٩ = ١,٢١٩ = ١,٢١٩

أما المثال (٢) فإن تدوين القراءات يتم بنفس الطريقة التى أتبعناها فى المثال (١) بطريقة الارتفاع والانخفاض أو كما تسمى أحياناً طريقة فرق الارتفاع كما هى الحال فى الجدول التالى :

	مؤخرة	متوسطة	مقدمة	ارتفاع (+)	انخفاض (–)	المناسيب	ملاحظات
أ	٠,٢٩٠					٣١,٥١٧	روبير
ب		١,٩٨٥		٠,٤٠٥		٣١,٩٢٢	
جـ	٠,٩٨٨	١,٣١٨	١,٦١٢	٠,٦٦٧	٠,٢٩٤	٣٢,٥٨٩	نقطة دوران
د			٠,٠٨٧		٠,٥١٤	٣٢,٢٩٥	
هـ		١,٥٠٢	٠,٣١٨	١,٠٩٩		٣١,٧٨١	
و	٢,٤٢٠	١,٤١٥				٣١,٨٦٨	
ز			٠,٥٣٢	١,٨٨٨		٣٢,٩٦٧	نقطة دوران
						٣٤,٨٥٥	روبير

وقد تم أيضاً تدوين المناسيب عن طريق ايجاد ارتفاع أو انخفاض أى نقطة بالنسبة للنقطة التى قبلها فى الوضع الواحد للميزان ووضع الرقم الدال على ذلك فى الخانة الخاصة بها .

فمثلاً القراءة على النقطة أ هى ١,٩٨٥ والنقطة الأولى ٢,٣٩٠ فتكون النقطة أ مرتفعة عن الأولى بمقدار ٠,٤٠٥ لأن القراءة الأصغر تكون علة النقطة المرتفعة ، فيوضع مقدار الارتفاع فى حقل الارتفاع أمام النقطة أ . والنقطة ب ترتفع أيضاً عن النقطة أ بمقدار ٠,٦٦٧ وهكذا نقارن كل نقطة بسابقتها . وتجدر الاشارة هنا أننا لا نقارن قراءة المقدمة بقراءة المؤخرة ، وذلك لأن كل من القراءتين تأخذان على نقطة واحدة ، كما لا يجب أن نقارن ، وذلك من متوسطات وضع معين للجهاز بمؤخرة وضع جديد للجهاز كأن نقارن مثلاً قراءة نقطة ب وهى متوسطة ١,٣١٨ بقراءة المؤخرة فوق نقطة جـ وهى ٠,٩٨٨ وبعد تعيين جميع الارتفاعات والانخفاضات وإيجاد مناسيب النقط بإجراء التحقيق الحسابى للعمل وهو لهذا المثال كالآتى :

مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات =

مجموع الارتفاعات – مجموع الانخفاضات =

منسوب آخر نقطة – منسوب أو نقطة

٥,٧٩٩ – ٢,٤٦٠ = ٤,١٤٦ – ٠,٨٠٨ = ٢٣,٨٥٥ – ٣١,٥١٧

٣,٣٣٨ = ٣,٣٣٨ = ٣,٣٣٨

وإذا قارنا بين طريقة منسوب الميزان وطريقة الارتفاع والانخفاض ، فأننا نجد أن طريقة الأولى تعتبر أسهل فى العمل والحساب كما أنها توفر الوقت عن الثانية ، كذلك فإنه إذا حدث خطأ فى وضع من أوضاع الميز فإن هذا الخطأ ينحصر فى هذا الوضع فقط ولا ينتقل الى عمليات الحساب للأوضاع الأخرى ، كما أنه لا يمكن اكتشاف أى خطأ يحدث فى حساب نقط المتوسطات فى طريقة منسوب سطح الميزان بينما يكتشف أى خطأ بالنسبة للمتوسطات بسهولة فى طريقة الارتفاع والانخفاض . ولهذا السبب تستخدم طريقة الارتفاع والانخفاض فى معظم الروبيرات . على أنه يمكن استخدام كل من الطريقتين بنفس الأهمية فى حساب مناسيب النقط إذا كانت النقطة المعلوم منسوبها – التى منها يمكن استنتاج مناسيب النقط الأخرى – ليست هى النقطة الأولى كأن يكون المعلوم هو منسوب آخر نقطة أوأى منسوب لنقطة أخرى غير الأولى أو الأخيرة . ويحدث ذلك لأى سبب لا يمكن معه اجراء الميزانية من أقرب روبير لنقطة بداية العمل كما قد يكون ذلك لضيق الوقت . وفى كل الأحوال يمكن حساب مناسيب النقط بعد تدوين القراءات فى الحقول الخاصة بها سواء بطريقة منسوب سطح الميزان أو طريقة الارتفاع والانخفاض واستكمال المناسيب المجهولة تبعاً لكل حالة . فإذا كان المعلون منسوب آخر نقطة فأننا يمكن أن نستخدم معادلة تحقيق العمل الحسابى لأى طريقة توجد بها فروق منسوب آخر نقطة ومنسوب أول

نقطة ومنها نستنتج منسوب أول نقطة ونضعها فى خانة المناسيب أمام النقطة الأولى ، ونستمر بعد ذلك فى حساب المناسيب حتى نصل فى النهاية الى منسوب آخر نقطة ويجب أن يكون هو نفس المنسوب المعلوم لدينا تماماً (إلا إذا كان هناك خطأ فى العمل) .

مثال (٣) :

نفرض أنه فى المثال (٢) كان منسوب آخر نقطة هو ٣٤,٨٥٥ متراً ، وكان الفرق بين مجموع المؤخرات ومجموع المقدمات هو ٣,٣٣٨ متراً .

≤ ٢,٣٣٨ = منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة

= ٣٤,٨٥٥ – منسوب أول نقطة

" منسوب أول نقطة = ٣٤,٨٥٥ – ٢,٣٣٨

= ٣١,٥١٧ متراً

أما فى حالة إذا كان المعلوم منسوب نقطة غير النقطة الأولى أو الأخيرة ، كأن تكون النقطة المعلومة أمام نقطة متوسطة أو نقطة دوران ، فإذا كانت النقطة المعلوم منسوبها متوسطة فأننا فى هذه الحالة نجمع قراءة المتوسطة على المنسوب المعلوم لها فينتج منسوب سطح الميزان للوضع الذى أخذت منه قراءة المتوسط ويكتب منسوب سطح الميزان أمام مؤخرة هذا الوضع ، ونستمر فى العمل . فمثلاً إذا كان المعلوم منسوب نقطة المتوسطة هـ فى المثال (١) هو ٨٩,٣٥٥ فإن منسوب سطح الميزان لهذا الوضع = ٨٩,٣٥٥ + ٢,٢٧٠ (قراءة المتوسطة) أى ١٠٠,٦٢٥ ومنه نحصل على بقية المناسيب حتى آخر نقطة التى سيعرف منسوبها ، وبالتالى يمكن تطبيق معادلة تحقيق العمل الحسابى السابق تطبيقها . أما إذا كانت النقطة المعلوم منسوبها نقطة دوران فأننا نجمع منسوب النقطة على المؤخرة التى أمامها فينتج

منسوب آخر نقطة التى فيها نحسب منسوب أول نقطة كما سبق ونكمل منها مناسيب النقطة المجهولة . وكتحقيق للعمل الحسابى يجب أن نحصل على نفس المنسوب المعلوم للنقطة .

مثال تطبيقى :

البيانات تمثل جدول ميزانية أجريت فى ظروف اتسمت بالمطر الغزير مما منع من إكمال أخذ قراءات القامة على جميع النقط ، والمطلوب إكمال القراءات الناقصة وتحقيق العمل الحسابى بطريقة الارتفاع والانخفاض ثم وضح مميزات تدوين البيانات فى هذه الطريقة :

مؤخر	متوسطة	مقدم	منسوب سطح الميزان	مناسيب	ملاحظات
؟			٢٧٩,٠٨	٢٧٧,٦٥	روبير
	٢,٠١			؟	
	؟			٢٧٨,٠٧	
٣,٣٧		٠,٤٠	؟	٢٧٨,٦٨	
	٢,٢٩٨			؟	
	١,٤١			٢٨٠,٠٦٤	
		؟		٢٨١,٣٨	روبير

الحل :

يمكن استخدام بيانات كل سطر فى السابق لإيجاد مناسيب النقطة المجهولة عن طريق تطبيق معادلة تحقيق العمل الحسابى للميزانية . فمن السطر الأول نجد أن :

منسوب سطح الميزان = منسوب النقطة + قراءة المؤخرة

" قراءة المؤخرة = منسوب سطح الميزان – منسوب النقطة

= ٢٧٩,٠٨ – ٢٧٧,٦٥ = ١,٤٣

ومن السطر الثانى نستنتج أن :

منسوب النقطة = منسوب الميزان – قراءة المتوسطة

= ٢٧٩,٠٨ – ٢,٠١ = ٢٧٧,٠٧

وبهذه الطريقة يمكن إكمال تدوين كل المناسيب (بطريقة سطح الميزان) كما فى الجدول التالى :

مؤخر	متوسطة	مقدم	منسوب سطح الميزان	مناسيب	ملاحظات
١,٤٣			٢٧٩,٠٨	٢٧٧,٦٥	روبير
	٢,٠١			٢٧٧,٠٧	
	١,٠١			٢٧٨,٠٧	
٣,٣٧			٢٨٢,٠٥	٢٧٨,٦٨	
	٢,٢٩٨			٢٧٩,٠٧	
	١,٤١			٢٨٠,٠٦٤	
		٠,٦٨		٢٨١,٣٨	روبير

ولتحقيق العمل نجد أن :

مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات =

منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة

٤,٨٠ – ١,٠٨ = ٢٨١,٣٧ – ٢٧٧,٦٥

٣,٧٢ = ٣,٧٢

ثم بعد ذلك تدون البيانات السابقة ونجرى العمل الحسابى بطريقة الارتفاع والانخفاض والتى يتضمنها الجدول التالى :

مؤخر	متوسطة	مقدم	منسوب سطح الميزان	مناسيب	ملاحظات
٢٤٣				٢٧٧,٦٥	روبير
	٢,٠١			٢٧٧,٠٧	
	١,٣٠١		١,٠٠	٢٧٨,٠٧	
٣,٣٧		٠,٤٠	٠,٦١٠	٢٧٨,٦٨	
	٠,٩٨		٠,٣٩٠	٢٧٩,٠٧	
	١,٤١		١,٥٧٠	٢٨٠,٠٦٤	
		٠,٦٨	٠,٧٣٠	٢٨١,٣٨	روبير

ويمكن تحقيق العمل هو :

مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات

= مجموع الارتفاعات – مجموع الانخفاضات

= منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة

٤,٨٠ – ١,٠٨ = ٤,٣٠ – ٠,٥٨ = ٢٨١,٣٧ – ٢٧٧,٦٥

٣٧٢ = ٣,٧٢ = ٣,٧٢

وهى نفس النتيجة التى حصلنا عليها ، إذن العمل صحيح .

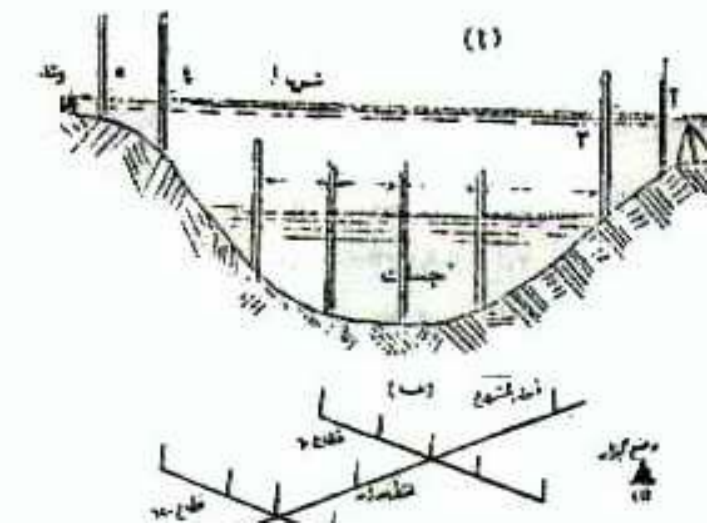
ثانياً : الميزانية العرضية :

تعرف الميزانية العرضية بأنها الميزانية التى يكون محورها عمودياً على محور الميزانية الطولية . وأخم أغراض هذا النوع من الميزانية تنحصر فى أنها توضح شكل الأرض على جانبى محور الميزانية الطولية ، كما أنه يمكن عن طريق اجراء الميزانية العرضية إيجاد مكعبات الحفر والردم التى تنتج من تطهير الترع والمصارف أو تعديل قطاعات الجسور وترميمها . ويتم إجراء الميزانية العرضية عن طريق أخذ محاور عرضية على مسافات متساوية (تؤخذ عادة على مسافات ٥٠ متراً) إذا كان سطح الأرض منتظم الانحدار ، ويعرف كل قطاع بحسب بُعده عن نقطة بداية المشروع . ويبدأ عمل الميزانية العرضية بتحديد المحور الطولى للمشروع ثم تسلسل الميزانية من أقرب روبير أو نقطة معلوم منسوبها لتعين مناسيب النقط يمين ويسار المحور .

ويختلف جدول تدوين بيانات الميزانية العرضية عن الميزانية الطولية فى أن حقل المسافات يقسم الى ثلاثة أقسام : الأول منها تختص بمسافات النقط عبى يمين المحور ، ويختص الثانى بأبعاد القطاعات من نقطة أول المشروع ، بينما الثالث يختص بمسافات النقط على يسار المحور . ويجب أن يوضع الميزان فى مكان يسهل رؤية النقط . تحيط بهذا الموضوع على المحور الطولى والعرضى ، ثم بداية المحو الطولى وتدون القراءة على القامة فى الحقل الخاص بها (مؤخرة) ولا تكتب لها مسافة لأن المسافات تبدأ من أول نقطة على المشروع (أى يكتب أمامها فى حقل المحور صفر) ثم تنقل على موقع التقاء المحور العرضى بالمحور الطولى وتؤخذ قراءة عليها وتدون فى حقل المتوسطات مع كتابة مسافاتها فى حقل اليمين أمام قراءة كل نقطة بها يقابلها من هذه المسافات . ثم ننتقل الى يسار المحور ونكمل العمل بنفس الطريقة ، ويتم العمل فى جميع المحاور

العرضية الأخرى التى يمكن التمييز بينها بحسب بُعدها عن نقطة أول المشروع والتى تدون فى حقل المسافات على المحور .

وفى بعض الأحيان يتعذر علينا تعيين محور للمشروع كما فى حالة تطهير الترع والمصارف ، فتبدأ فى عمل ميزانية عرضية مباشرة فى الاتجاه العمودى على طول الترعة أو المصارف (شكل ٤٧ – أ) ، وعن طريق وضع القامة فوق النقط التى يلاحظ فيها تغير سطح الأرض حتى نصل الى النقطة التى يلتقى فيها سطح الماء بالميل الجانبى للترعة أو المصرف . وبعد تحديد منسوب النقطة الأخيرة والذى يمثل منسوب سطح الماء . ويمكن معرفة مناسيب نقط القاع بعمل جسات بالمجرى أى إيجاد منسوب انخفاض كل نقطة بالقاع عن سطح الماء بواسطة القامة (يستعمل قارب يقف فيه حامل القامة مع الاستعانة بحبل مشدود بين الشاطئين وذلك فى الترع ذات الأعماق الكبيرة) ثم طرح هذا الانخفاض من منسوب سطح الماء ونحدد فى كل مره مسافة الجاسة حتى يمكن توقيعها .



(شكل ٤٧ أ ، ب)

أمثلة تطبيقية :

مثال (١) :

الجدل الآتى و (الشكل ٤٧ – ب) يبين ميزانية عرضية لمشروع إنشاء طريق بعرض ١٠ متر وميله الجانبى ١ : ١ ومنسوبه ٦,٥٠ متر .

مؤخرة	متوسطة	مقدمة	مسافات		منسوب سطح		مناسيب	ملاحظات
			يمين	المحور	يسار	الميزان		
١,٦٠						٨,١٠	٦,٥٠	روبير
				صفر			٦٠,٦	
	١,٣٥			٦٠,٠			٦,٧٥	
	١,٤٥		٣,٢٠	٦,٠٠			٦,٦٥	
	١,٤٧		٦,٠٠	٦,٠٠			٦,٢٣	
	١,٤٠			٦٠,٠	٣,٠٠		٦,٧٠	
	١,٤٢			٦٠,٠	٦٠,٠		٦,٦٨	
١,١٠		١,٨٠				٧,٤٠	٦,٣٠	نقطة دوران
	١,٤٢		٢,٣٠	١٢٠	٥,٩٨			
	١,٤٠		٦,٠٠	١٢٠			٦,٠٠	
	١,٤٦			١٢,٠	٤,٢٠		٥,٩٤	
		١,٤٩		١٢٠	٦,٠٠		٥,٩١	

مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات

= منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة

٢,٧٠ – ٣,٢٩ = ٥,٩١ – ٦,٥٠

– ٠,٥٩ = – ٠,٥٩

مثال (١) :

أجريت ميزانية عرضية على إحدى الترع بقصد تطهيرها والجدول التالى بين طريقة تدوين الميزانية :

مؤخر	متوسطة	مقدمة	منسوب سطح الميزان	مناسب	مسافات	ملاحظات
١,٨٤			٩,٩٦	٨,١٢		روبير
	١,٨٦			٨,١٠	صفر	ارض الزراعة يمين
	١,٧٠			٨,٢٦	١,٥٠	
	١,١٨			٨,٧٨	٤,٠٠	أول الجسر اليمين
	١,١٢			٨,٨٤	٧,٠٠	
	١,٧٧			٨,١٩	٩,٣٠	المسطح الايمن
	٢,١٤			٧,٨٢	١١,٠٠	
	٢,٤٥			٧,٥١	١٣,٤٠	اول سطح الماء
	(٠,٧٩)			٦,٧٢	١٥,٢٠	جسة
	(١,٨١)			٥,٧٠	١٦,٩٠	جسة
	(١,٧٢)			٥,٧٩	١٧,٥٠	جسة
	(٠,٨٦)			٦,٦٥	١٨,٥٠	جسة
	٢,٤١			٧,٥٥	١٩,٦٠	نهاية سطح الماء
	١,٧٠			٨,٢٦	٢٠,٥٠	السطح الايسر
	٢,٢١			٨,٧٥	٢٣,٠٠	الجسر الايسر
	١,٤٦			٨,٥٠	٢٤,٠٠	الجسر الايسر
		١,٧٦		٨,٢٠	٢٦,٠٠	ارض الزراعة اليسرى

وللتحقيق :

مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات

= منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة

١,٨٤ – ١,٧٦ = ٨,٢٠ – ٨,١٢

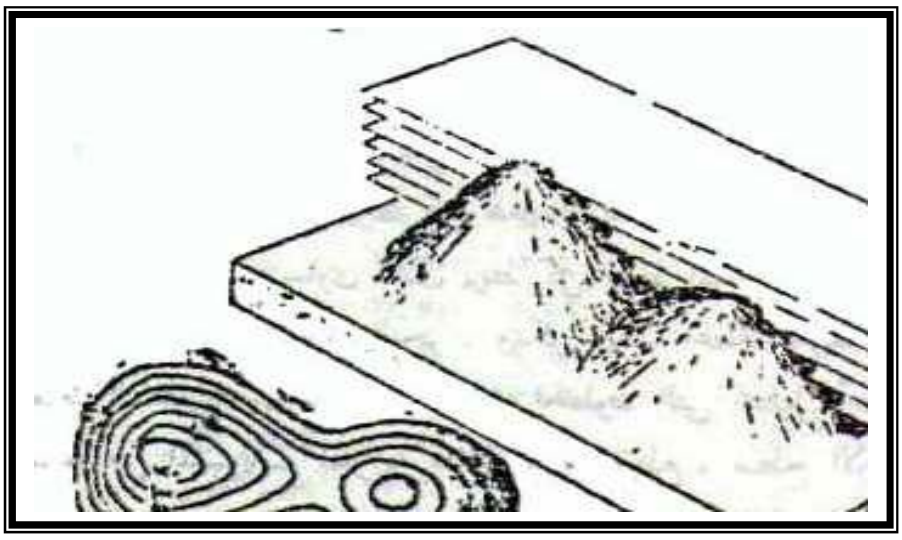
٠,٠٨ = ٠,٠٨

ثالثاً : الميزانية الشبكة :

تجرى الميزانية عندما يراد معرفة مناسيب النقط الموجودة على سطح الأرض فى منطقة محددة ، فعند تنفيذ المشروعات الهندسية مثلاً يلزم معرفة مناسيب النقط المختلفة للمشروع ومواقع هذه النقط بالنسبة لبعضها بنفس الدقة التى تبين بها الأبعاد الأفقية . وتعتبر الميزانية الشبكية أذن أفضل أنواع الميزانية وأكثرها استعمالاً لبيان الارتفاعات والانخفاضات ، ومن هنا صارت ذات أهمية كبرى فى رسم خرائط تصميم المشروعات الهندسية والخرائط الطبوغرافية ، ولتسهيل بيان طبيعة الأرض ومعرفة طبوغرافيتها توصل النقط المتساوية المناسيب بخط يطلق عليه خط الكنتور " Contour Line " .

ويعرف خط الكنتور بأنه عبارة خط وهمى منحنى يرسم على الخريطة فقط ويمر بجميع النقط التى بها نفس المنسوب – أو مروض أن يكون لها نفس المنسوب – وبالتالى فهو يربط كل هذه النقط ، وخط الكنتور هو مجرد الاسم الشائع عالمياً لخط التساوى الذى يربط كل النقط المتساوية الارتفاع فوق مستوى المقارنة أو منسوب سطح البحر . ويمكن أيضاً إعطاء تعريفاً آخر أكثر دقة لخطوط الكنتور بأنها عبارة عن تلك الخطوط التى نحصل أيضاً عليها بتمرير مجموعة من المستويات المتوازنة خلال ، أو تقطع ، سطح الأرض ذى الأبعاد الثلاثة منسوبها هو منسوب المستويات القاطعة ، ثم إسقاط هذه الخطوط عمودياً على مستوى سطح منسوب معين ، ولتوضيح فكرة ومعنى خط الكنتور فأننا إذا أردنا أن نحدد مثلاً سطح الأرض الذى يرتفع عن مستوى المقارنة بمقدار ٢٠متراً ، نتصور أن لدينا مستوى " Plane " موازياً لمستوى المقارنة ونجعله يقطع سطح الأرض عند كل النقط التى ترتفع فوق

مستوى المقارنة بمقدار ٢٠ متراً – أى عند كل النقط التى قيمتها ٢٠ ، وبالطبع سوف يكون خط تقاطع هذين السطحين (سطح المستوى ٢٠ ، وسطح الأرض) خطاً مقفلاً فى النهاية . ويوضح (الشكل ٤٨) الذى يبين رسم مجسم الجزيرة مثالاً آخر لفهم معنى خط الكنتور ، ولنتصور أننا قطعنا سطح هذه الجزيرة بمجموعة من المستويات الأفقية والموازية لمستوى سطح البحر بحيث تتباعد عنه بمسافات رأسية منتظمة ، مثلاً كل ٢٠ متر من سطح البحر ، وإذا نظرنا من أعلى الجزيرة وتصورنا إسقاط هذه المستويات على الخريطة ، فسوف يظهر أمامنا الشكل الكنتورى لهذه الجزيرة كما فى الشكل ، والارتفاع فى هذه الحالة يسمى ارتفاعً مطلقاً تمييزاً عن الارتفاع النسبى وهو ما يستخدم لتوضيح الفرق بين مستويات أخرى معلومة الارتفاع مثل ارتفاع قيمة تل فوق مستوى قاعدته . وتعتمد الاستفادة من الخرائط التى تمثل شكل سطح الأرض بخطوط الكنتور الخرائط الكنتورية على المسافة بين هذه الخطوط ، ويجب أن نفرق هنا بين نوعين من المسافات الكنتورية هما : المسافة الرأسية (الفاصل الكنتورى أو الفاصل الرأسى) والمسافة الأفقية .



رسم تخيلى لمستويات أفقية (خطوط الكنتور) تقطع سطح جزيرة على مسافات منتظمة ، ثم الشكل الكنتورى للجزيرة

الفاصل الكنتورى :

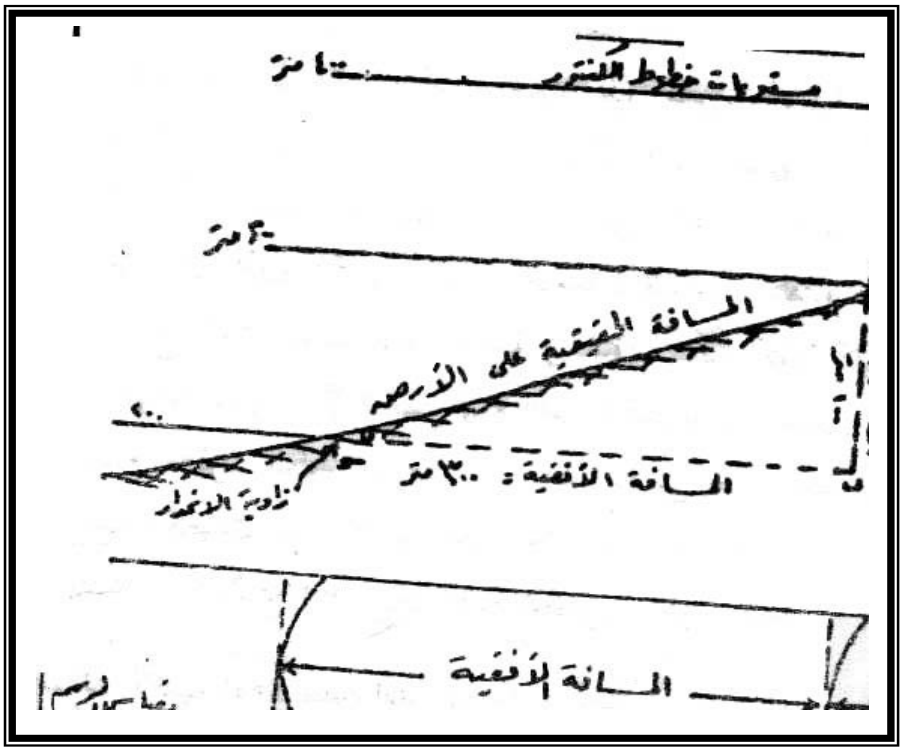
" الفاصل الكنتورى أو الرأسى " أو الفترة الكنتورية " **Contour Interval** " هو عبارة عن الفرق فى الارتفاع الرأسى " البعد الرأسى " بين كل خطى كنتور متتالين . ويعتمد اختيار الفاصل الكنتورى على مجموعة من العوامل أهمها مقياس رسم الخريطة وطبيعة المنطقة والغرض من رسم الخريطة . فكلما كبر مقياس رسم الخريطة ، أمكن رسم عدد أكبر من خطوط الكنتور وبالتالى يكون الفاصل الرأسى صغيراً ويبح رسم التضاريس أكثر دقة وتفصيلاً وكلما صغر مقياس رسم الخريطة أمكن رسم عدد أقل من خطوط الكنتور وبالتالى تكون الفترة الكنتورية كبيرة مما يؤثر على تمثيل التضاريس – على أنه يجب اختيار فترة كنتورية مناسبة بحيث لا تختلط خطوط الكنتور بعضها . وإذا كانت المنطقة ذات تضاريس شديدة أى ذات ارتفاعات أو انخفاضات كثيرة كبرت الفترة الكنتورية والعكس فى المناطق المنبسطة فإن الفترة الكنتورية تكون صغيرة ، وتتناسب الفترة الكنتورية عموماً عكسياً مع الوقت المحدد لعمل الميزانية وتكالفها فتكبر كلما كان الوقت المحدد لعمل الميزانية قصيراً . كما تتحدد قيمة الفترة الكنتورية من الغرض الذى من أجله تستخدم خطوط الكنتور ، فإذا كان هذا الغرض هو تسوية أرض زراعية أو حساب مكعبات منها كانت الفترة الكنتورية صغيرة ، أما فى حالات خرائط الاستطلاع أو الاستكشاف فإن الفترة الكنتورية تكون كبيرة .

المسافة الأفقية Horizontal Equivalent :

فهى عبارة عن المسافة بين أى خطين من خطوط الكنتور فى المستوى الأفقى أى على سطح الخريطة . ويجب أن نلاحظ أن الأرض الحقيقية بين أى خطين من خطوط الكنتور منحدرة (بتأثير الكروية) ومن ثم فإن المسافة على الأرض أكبر قليلاً من المسافة الأفقية على الخريطة . ويمكن إهمال الخطأ النسبى بين المسافة الأفقية على الخريطة والمسافة الحقيقية على الأرض ، إلا فى حالة السفوح الشديدة الانحدار . ويوضح (الشكل ٤٩) العلاقة بين كل من الفاصل الرأسى والمسافة الأفقية بين خطوط الكنتور .

الطرق المساحية لعمل خريطة كنتورية :

يتطلب تحديد خطوط الكنتور تعيين مناسيب من عدد كاف من النقط فى المسقط الرأسى وقياس واقعها فى المسقط الأفقى وتبعاً لذلك فإن تنفيذ مشروع عمل خريطة كنتور يتطلب استخدام عدة طرق مختلفة لإيجاد مناسيب النقط ، ثم توقيع هذه المناسيب على الخريطة وأخيراً رسم خطوط الكنتور . وفيما يلى عرض مختصر لكل من هذه العمليات (الرفع والتوقيع والرسم) .



(شكل ٤٩)

المسافة الأفقية والفاصل الرأسى فى الخريطة الكنتورية

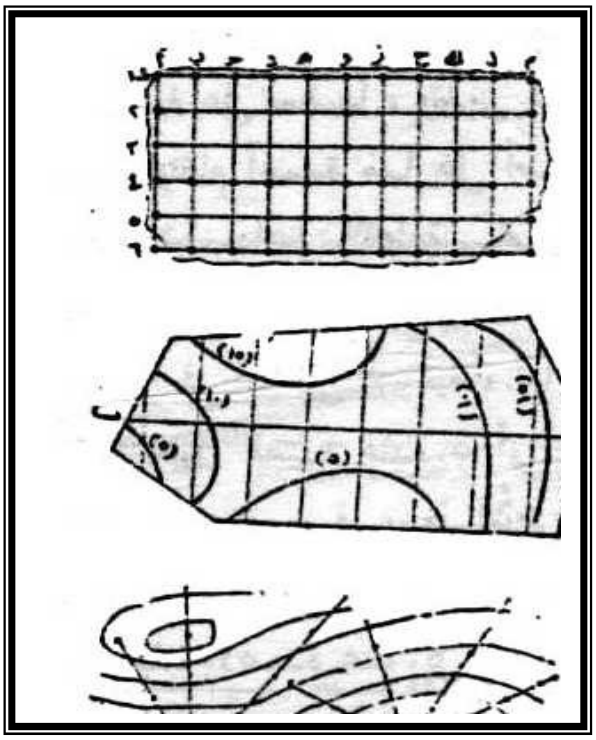
١ – *طرق إيجاد مناسيب النقط (طرق الرفع والتوقيع) :*

يمكن تنفيذ عمل الغيط لإيجاد مناسيب النقط بطرق مختلفة تبعاً لنوع الأجهزة المستعملة وطبيعة الأرض والدقة المطلوبة . وأهم هذه الطرق ما يلى :

(أ) *طريقة الميزانية الشبكية* : تعتبر هذه الطريقة من أحسن الطرق وأهمها والتى تصلح فى المناطق المكشوفة المستوية تقريباً والتى لا تختلف فيها مناسيب الأرض كثيراً . وكذلك تصلح فى الأراضى المحددة المساحة مثل الأراضى الزراعية . ويستعمل جهاز الميزان مع بعض الأدوات اللازمة للتخطيط مثل المثلث المساح والشواخص والشوك ، وهناك عدة طرق لعمل الميزانية الشبكية وأهمها طريقة المربعات وطريقة المحور .

أما طريقة المربعات ففيها تقسيم الأرض الى مربعات متساوية (شكل ٥٠) أو مستطيلات ، ولذلك تحصر القطعة داخل محيط مضلع أضلاعه عمودية على بعضها ، وتغرس شواخص بالمحيط على أبعاد متساوية من بعضها وتقام أعمدة منها على أضلاع المحيط فتكون شبكة المربعات أو المستطيلات داخل القطعة ، ثم يبدأ بعمل ميزانية لتعيين منسوب كل نقطة ويدون بجوار مسقطها الأفقى . ويختار طول الضلع عادة ٤٠ أو ٥٠ متراً فى الأرض الزراعية ، أما فى أراضى البناء والمناطق

المراد ردمها فيختار طول الضلع عادة ٥ أو ١٠ متراً أو ٢٠ متراً ، أما طريقة المحور فيثبت محور تقسيم فى وسط الأرض ويميز بأوتاد أو شواخص ثم تقام أعمدة على المحور كل ٤٠ أو ٥٠ متراً إذا كان انحدار الأرض منتظماً ، أو تقام هذه الأعمدة عند كل نقطة يختلف فيها انحدار سطح الأرض ، ثم تشكل قطاعات عرضية عمودية على المحور ابتداء من المحور ثم تنقل القامة يساراً ثم يميناً الى كل نقطة يلاحظ فيها اختلاف انحدار الأرض (شكل ٥٠) .

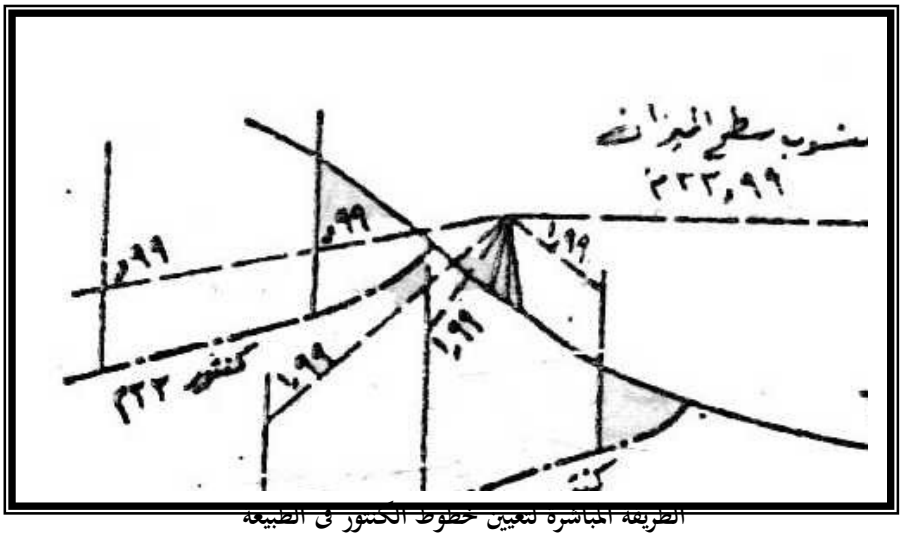


(ب) *طريقة الإشعاع* : وتستعمل هذه الطريقة فى النماطق المرتفعة المحددة (تلال أو هضاب) . ويستخدم فيها جهاز الميزان المزود ببوصلة أو جهاز البلانشيطة . وفيها تجرى ميزانية فى المنطقة على طول قطاعات إشعاعية

من أعلى نقطة تقريباً (شكل ٥٠) . ويتوقف تباعد أو تقارب القطاعات على طبيعة الأرض وتؤخذ مناسيب الأرض فى كل اتجاه عند النقطة التى يتغير فيها انحدار الأرض وتقاس الزوايا بين القطاعات بالنسبة لاتجاه ثابت نختاره . وقد تستعمل البلانشيطة مع قياس المسافات الإفقية تاكيومتريا (أى آليا بدون شريط) . وإّا استدعى الأمر نقل الجهاز أكثر من مرة فيستحسن ربط النقط التى ينقل إليها الجهاز بمضلع حتى يمكن توقيع هذه النقط أولاً ثم توقع خطوط القطاعات المتفرعة من كل نقطة رئيسية حسب انحرافاتها أو زواياها .

(ج) *الطريقة المباشرة* : وهى طريقة عامة تستعمل لجميع أنواع الأراضى ولكنها تفضل فى الأراضى التلية والجبلية ويتم العمل فيها باستخدام البلانشيطة أو الميزان ، فيشكل مضلع ويرفع ويصحح سواء بالبلانشيطة أو أى جهاز آخر . ويوضع الجهاز المستخدم فوق احدى نقط المضطلع مثل (شكل ٥١) ونوجه أساسياً على نقطتين على الأقل ويحسب منسوب سطح الميزان بالمرصد على نقطة معلومة وتكون القراءة على النقطة B.M. فيكون منسوب خط نظر الأليداد = ٣٢,٦٦ + ١,٣٣ = ٣٣,٩٩ متراً . وتتحرك القامة بعدئذ على النقط المختلفة حتى بقرأ الراصد عليها ٠,٩٩ فيكون منسوب النقط الموضوع فوقها القامة ٣٣,٠ وإذا أردنا تعيين خط كنتور ٣٢,٠ فنتبع نفس الطريقة مع أخذ النقط التى عليها القراءة ١,٩٩ وهكذا لباقى خطوط الكنتور . أما إذا أردنا تعيين خط الكنتور ٢٩ من نفس الوضع فالقراءة اللازمة يجب أن تكون ٤,٩٩ متر وهذا أكبر من طول القامة وكذلك إذا أردنا تعيين خط كنتور ٣٥ فلا يمكننا ذلك لأن خط النظر يكون فى مستوى أدنى من

سطح الأرض نفسها وفى هاتين الحالتين يجب الانتقال بالجهاز الى نقط أخرى .



الطريقة المباشرة لتعيين خطوط الكنتور فى الطبيعة

(د) *طريقة النقط المتفرقة* : وهذه الطريقة تستعمل فى جميع أنواع الأراض وخاصة فى المناطق الممتدة التى تختلف فيها مناسيب الأرض كثيراً . ويستخدم فيها جهاز البلانشيطة . ويبدأ العمل فيها برفع مضلع للمنطقة يمكن رؤية جميع نقط المضلع وتوجه الى النقط التى يتغير فيها منسوب سطح الأرض ونوقعها بقياس المسافات بالشريط أو تاكيومتريا ثم تعيين منسوب كل نقطة بتغيير منسوب سطح الجهاز وطرح القراءة على القامة من منسوب سطح الميزان . وبعد أن يتم ذلك يرفع الجهاز لينقل الى نقطة أخرى من نقط المضلع وبنفس الطريقة التى اتبعناها فى النقطة الأولى نجرى تعيين وتوقع المناسيب والمسافات حتى تنتهى جميع النقط وبذلك نحصل على مجموعة من النقط المتفرقة المعلومة المناسيب .

٢ – *طرق رسم خطوط الكنتور على الخريطة :*

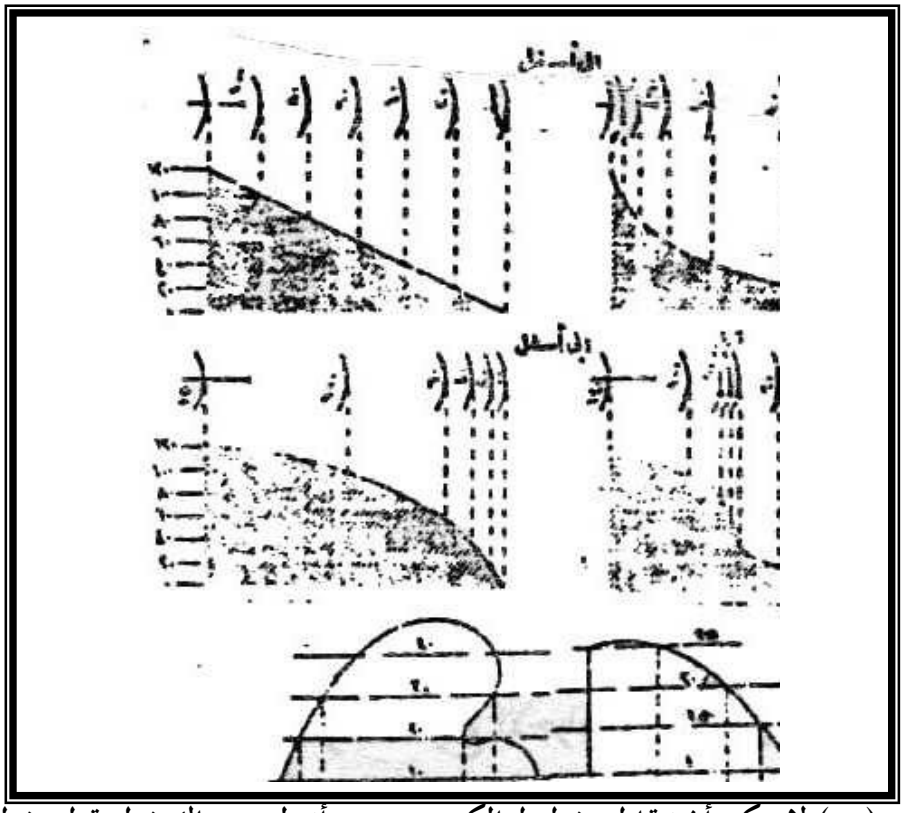
تقوم كل الطرق بتعيين خطوط الكنتور على أساس اعتبار أن سطح الأرض يكون منتظماً بين كل نقطتين متجاورتين أى أن القطاع العرضى بين كل نقطتين متجاورتين يكون عبارة عن خط مستقيم منتظم الانحدار . وقبل أن نبدأ فى عرض طرق تعيين خطوط الكنتور يجب أن نلم بأهم خصائص هذه الخطوط وذلك حتى نتفادى الأخطاء والتى يمكن أن نقع فيها أثناء عملية رسمها ، هذا بالإضافة الى أن معرفة هذه الخصائص تعيينا على معرفة طبيعة الأرض المبين خطوط كنتورها ، وأهم خصائص خطوط الكنتور هى :

(أ) لا يمكن لأى خط كنتور إلا أن يكون متبوعاً بالخط التالى له إما فوقه أو تحته مباشرة ، بمعنى أنه إذا كان الفاصل الرأسى ١٠ متر ، فيجب أن يأتى خط كنتور ٣٠ بعد خط ٢٠ متر وخط ٤٠ يلى خط ٣٠ وهكذا .. فخاصية الإستمرار للانحدار ولسطح الأرض توضح أنه لا يمكن أن يكون هناك تخطياً أو حذفاً لخط كنتور .

(ب) كل خطوط الكنتور هى خطوط مقفلة فى نهاية الأمر ، فهى لا ينتهى إطلاقاً ولو أنهما قد لا تبدو كذلك عندما تصل الى جرف قائم فإنها تتطابق ولكنها لا تنتهى . وقد يكون للكنتور الواحد أكثر من خط ولكن كل خط يجب أن يقفل إما على نفسه أو على حدود الورقة .

(جـ) تتبع خطوط الكنتور بعضها البعض حتى تصل إما الى قمة مرتفع أو تل ذروته غير مبنية إلا إذا كانت هناك نقطة منسوب معلومة " Spot height " ، وإما الى قاعدة منخفض يوضح غالباً مجرى مائى أو بحيرة . وتتقارب خطوط الكنتور فى الانحدارات الشديدة وتتباعد كلما قل الانحدار ، ويكون السطح محديا إذا كانت الخطوط متقاربة فى الأجزاء السفلى عن العليا والعكس فى السطح المقعر ، كما أنها تأخذ شكل

الخطوط المتوازية فى الانحدار المنتظم (شكل ٥٢) ، وكلما كانت خطوط الكنتور كثيرة التعاريج والانحناءات كلما دل ذلك على وعرة الأرض وعدم انتظامها .



(د) لا يمكن أن تتقاطع خطوط الكنتور ، بمعنى أنه ليس هناك خط يقطع خطاً آخر وهناك استثناء نظرى وحيد هو حالة الجرف الخارج أو فى حالة الكهوف . ولا يمكن أيضاً أن يتلاقى خطا كنتور متحداً المنسوب إلا فى حالات نادرة كما لا يمكن أن يتفرع خط كنتور الى فرعين إطلاقا .

(هـ) الخط ذو الميل الأعظم أو أشد الخطوط انحدار فى أى منطقة هو اتجاه أقصى مسافة بين خطوط الكنتور وهذا الخط عمودى على كل خطوط الكنتور .

(و) تنوع الأشكال التى تكون عليها خطوط الكنتور تنوعاً غير مقيد ، ولكن يمكن تصنيفها فى مجموعة من الأشكال المحددة العدد أكثرها شيوعاً هى أشكال الدوائر والحلقات غير المنتظمة وأشكال حرف V أو حرف U وكذلك الخطوط الممتدة بشكل خطوط مستقيمة تقريباً .

وأهم طرق خطوط الكنتور (تسمى أحياناً طرق ادراج أو حشو خطوط الكنتور Interpolation) بعد توقيع النقط بابعادها على الخريطة بمقياس الرسم المطلوب وحساب مناسيبها من أقرب روبير ما يلى :

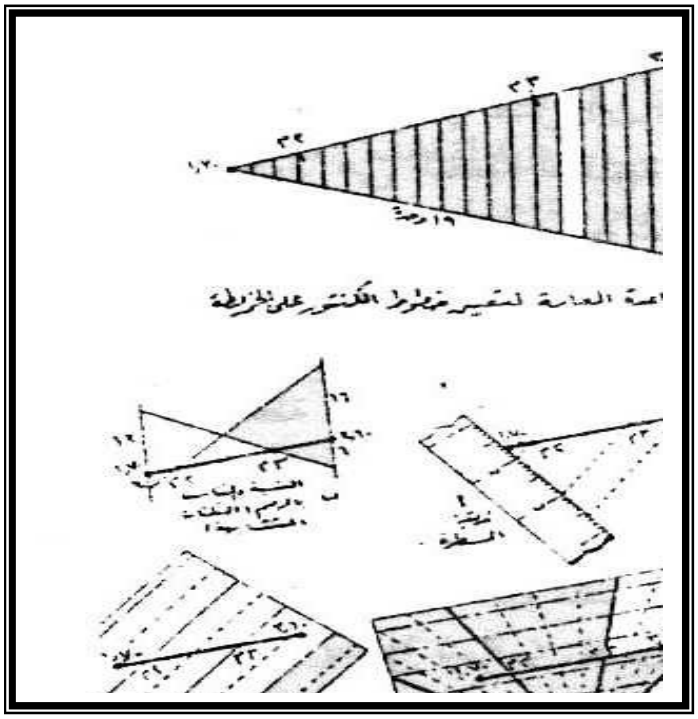
الطريقة الحسابية :

لإيجاد نقطتين منسوبها (١,٠٠) ، (٣,٠٠) مثلاً بين نقطتين أ ، ب (١,٧٠) ، (٣,٦٠) على الترتيب والمسافة الأفقية بينهما ١٩ متراً ، وبما أن فرق المنسوب بين أ ، ب هو : ٣,٦٠ – ١,٧٠=١,٩٠ وعلى افتراض انتظام انحدار الأرض بين النقطتين تقسيم المسافة بين هاتين النقطتين بنسبة الفرق بين هاتين النقطتين بنسبة الفرق بين منسوب كل منهما وبين نقطتى المنسوب المطلوبتين أى بنسبة ٣ : ١٦ ، ٦ : ١٣ ، ويكون مجموع الأجزاء هو ١٩ فترتفع النقطة ذات المنسوب (٢,٠٠) عن النقطة أ (١,٧٠) بمقدار :

- ٣/١٩ = ٠,٣ متر

على أساس كل مسافة مقدارها (١/١٩) من المسافة الأفقية يرتفع فيها المنسوب ٠,١٠ متر ، وتنخفض النقطة ذات المنسوب (٣,٠٠) عن النقطة ب (٣,٦٠) بمقدار ٠,١٠ × ٦ = ٠,٦ متر ، فلو قسمنا المسافة الأفقية بين الثلاثة أقسام الأولى تشير الى ارتفاع مقداره ٠,٣ متر عن النقطة أ (١,٧٠) أى أن ١,٧٠

+ ٠,٣ = ٢,٠٠ وهى احدى النقط المطلوبة كما أن العشرة الأقسام بعد الثلاثة الأولى تغطى ارتفاع مقداره ١ متر أى من ٢,٠٠ الى ٣,٠٠ متر ، والستة أقسام الباقية ستنتهى بالمنسوب المعروف لنقطة ب وهى (٣,٦) وهكذا يمكن إيجاد جميع النقط ذات المنسوب ٢,٠٠ وتوصيلها بخط منحنى ينتج خط الكنتور (٢,٠٠) وكذلك بالنسبة للنقط ذات المنسوب (٣,٠٠) .



طريقة الرسم :

يمكن تعيين كل من النقطة ذات المنسوب (٢,٠٠) والنقطة ذات المنسوب (٣,٠٠) بين النقطتين أ ، ب منسوبهما (١,٧٠) ، (٣,٦٠) كما فى المثال ، السابق بواسطة الرسم ، وذلك بأن نقيم عموداً على نقطة أو على أساس أن موقع نقطة المنسوب (٢,٠٠) يكون بنسبة ٣ : ١٦ على خط المسافة بين أ ، ب نأخذ عليه

بُعداً يساوى ثلاث وحدات طولية معينة وكذلك نقيم عموداً فوق ب (٣,٦٠) فى اتجاه مضاد ونأخذ عليه ١٦ وحدة من نفس الوحدات السابقة ثم نصل بين نهايتى العمودين بخط يقطع المسافة بين أ ، ب فى نقطة هى نقطة المنسوب (٢,٠٠) المطلوبة وبالمثل يمكن تحديد نقطة المنسوب (٣,٠٠) بنسبة ١٣ : ٦ بأن نقيم عمود فوق أ ونأخذ علية بُعداً مساوياً ١٣ وحدة معينة وكذلك نقيم عموداً آخر فوق ب فى الاتجاه المضاد ونأخذ عليه بُعداً يساوى طول ٦ وحدات من نفس الوحدات المستخدمة ثم نصل نهايتى العمودين بخط يقطع المسافة بين أ ، ب فى نقطة تكون هى النقطة المطلوبة وتعرف هذه الطريقة أحياناً بطريقة المثلثات المتشابهة لتعيين خطوط الكنتور (شكل ٥٣) .

طريقة المسطرة والمثلث :

يمكن تعيين كل من النقطة (٢,٠٠) النقطتين أ ، ب منسوبهما (١,٧٠) ، (٣,٦٠) على الترتيب بأن نضع المسطرة على الخطين أ ، ب بحيث نقطة ١,٧ على المقياس تقع على نقطة منسوب ١,٧ وحافة المثلث القائمة تقع على نقطة (٣,٦٠) على المقياس ثم نلف المسطرة والمثلث على هذا الوضع حتى تقع نقطة منسوب (٣,٦٠) على حرف المثلث ، نثبت المسطرة فى هذا الوضع ثم نحرك المثلث على المسطرة حتى تقع حافته القائمة على نقطة (٣,٠٠) على المقياس فنرسم خطاً على الحافة ليقطع الخط بين أ ، ب فى منسوب (٣,٠٠) ثم نحرك المثلث على حافة المسطرة حتى تقع حافته على نقطة (٢,٠٠) على المقياس ونرسم خطاً على حافة المسطرة يقطع المسافة بين أ ، ب فى منسوب (٢,٠٠) كما فى (الشكل ٥٣) .

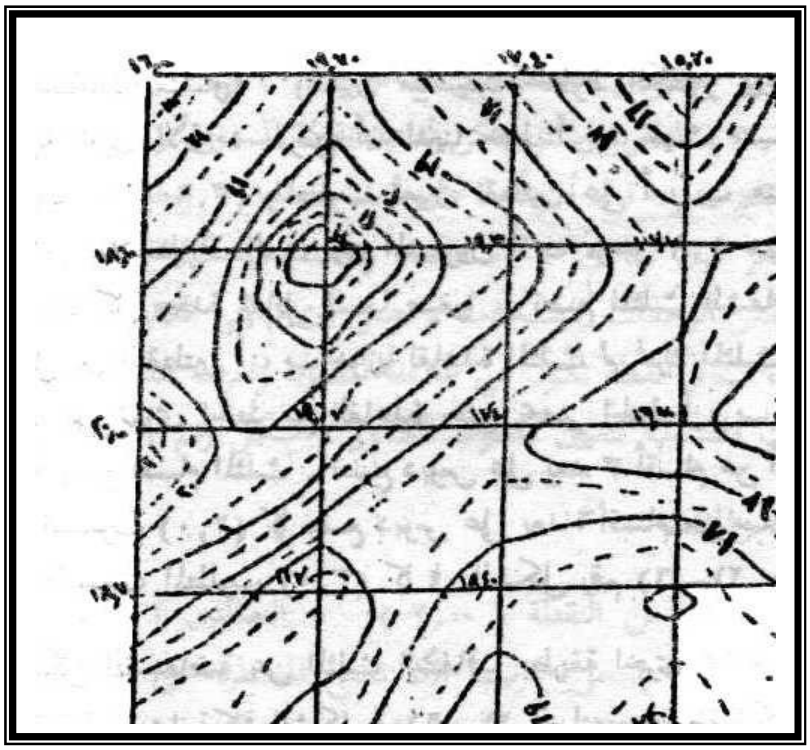
الطريقة الميكانيكية (طريقة المثلث الشفاف) :

وهى طريقة شائعة الاستعمال وذلك لسرعة العمل بها ، وتتلخص هذه فى أننا نرسم مثلث قائم الزاوية مثلاً ونقسم قاعدته الى أقسام كبيرة متساوية أربعة أو خمس أقسام مثلاً وذلك على ورقة من الشفاف ، ثم نقسم كل قسم بدوره الى خمسة أقسام صغيرة (أو عدد آخر من الأقسام) ويحسن أن تكون مضاعفات (الرقم ٢ أو ١٠) ثم نصل نقطة التقسيم برأس المثلث المقابلة مع تمييز الأقسام الكبيرة بخطوط سميكة والأقسام الفرعية بخطوط متقطعة ، وأخيراً نرسم موازيات لقاعدة المثلث . ويجب لأن تكون على مسافات متساوية . ولتعين مناسيب خطوط الكنتور بين نقط المنسوب المحسوبة نجرى الآتى : نفرض أن لدينا خط أ ب حيث منسوب أ (١,٧٠٩ ومنسوب ب (٣,٦٠) والمطلوب تعيين نقطتين على أ ، ب منسوبهما (٢,٠) ، (٣,٠) . نلاحظ أن الفرق بين المنسوبين أ ب ، هو ١,٩٠ متر أى ١٩ وحدة ونعتبر أن كل وحدة تقابل قسماً صغيراً ، نضع المثلث الشفاف ونجعل الخط الواصل بين النقطتين أ ، ب موازيا لقاعدة المثلث ثم نحرك المثلث الشفاف بحيث نحافظ على توازى الخط مع القاعدة حتى يحصر الخط أ ، ب ١٩ قسماً (أو نقطة المنسوب (٢,٠) كما نضع دبوس على بعد ٦ أقسام من ب (٣,٦٠) فتتعين نقطة المنسوب المطلوب (٣,٠) كما فى (الشكل ٥٣) .

ويمكن الاستعاضة عن المثلث الشفاف بطريقة أخرى مماثلة وذلك بأن نرسم شبكة خطوط متوازية كما فى (الشكل ٥٣) لتعيين نقطة الكنتور المختلفة مثل نقطة منسوب (٢,٠) ، (٣,٠) فى المثال السابق فتجعل نقطة الصفر تقع على أ مثلاً ذات المنسوب (١,٧) وندير الورقة الشفاف حتى تمس نقطة ب ذات المنسوب (٣,٦) بالخط الذى يعين القسم ١٩ فتكون نقطة كنتور (٢,٠) على القسم الثالث وكنتور (٣,٠) على القسم الثالث عشر من نقطة الصفر .

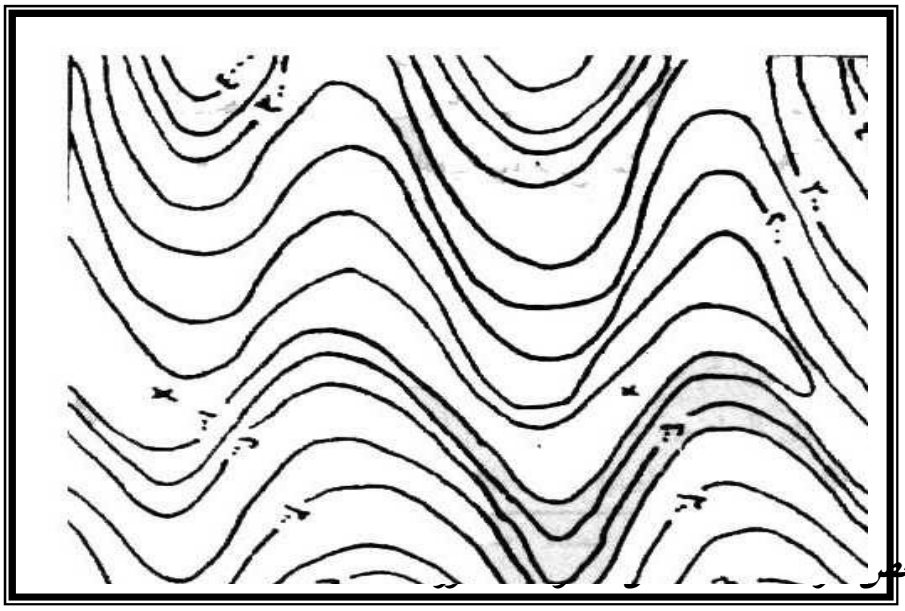
الطريقة التقريبية أو التقديرية :

وفيما تقدر مواقع نقط خطوط الكنتور بالنظر ، وتكفى هذه الطريقة فى الخرائط ذات المقاييس الصغيرة ولكنها تعتمد اعتماداً كبيراً على خبرة الرسم ومعلوماته النظرية والحلقية عن المنطقة التى يراد رسم خريطة كنتورية لها . و (الشكل ٥٤) يوضح مثالاً لميزانية شبكية لمنطقة رسمت لها خطوط الكنتور لها بفاصل رأسى مقداره ٥٠ سنتيمترا .



تحبير خطوط الكنتور :

بعد تعيين نقط خطوط الكنتور ترسم الخطوط بالقلم الرصاص أولاً ثم تحبر بالحبر الصينى الأسود أو البنى وتحبر الخطوط بحيث يكون كل خانس خط بسمك أكبر نوعاً من الخطوط الأخرى . ويكتب على كل خط كنتور منسوبة بطريقة منتظمة إما فوق الخط أو فى جزء يترك خالياً (شكل ٥٥) وتكتب الأرقام بحيث تكون فى الوضع الصحيح أى مقروءة بالنسبة للشخص الذى يقف فى اخفض مستوى موجود على الخريطة ويقرأ فقيم الخطوط التى تتابع فى الارتفاع أمامه . ونرى أن هناك أرقام قد تكون مقلوبة بالنسبة لنا ولكنها فى الوضع الصحيح والمروء من أسفل الى أعلى ولنتخيل أنفسنا واقفين فى أقل مستوى بالنسبة لهذه الخطوط وسنرى أنها ليست أرقاماً مقلوبة . وهذه الطريقة فى الكتابة يغفلها بعض الراسامين وفائدتها أنها تساعدنا على خلق صورة ذهنية على الفور عما إذا كان سطح الأرض يتدرج الى أعلى أم ينخفض الى أسفل .



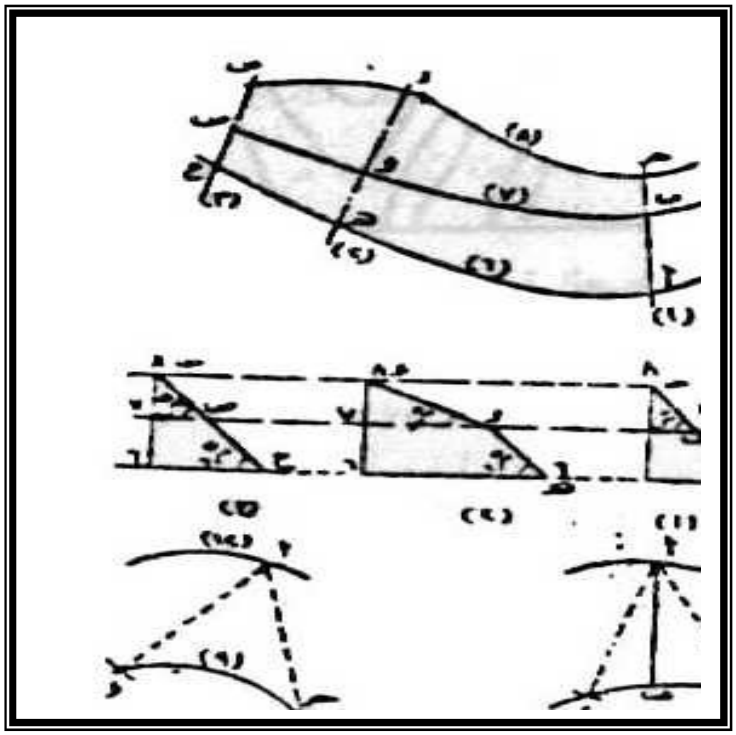
بعض

تعطينا الخريطة الكنتورية (شكل ٥٤) من أول وهلة فكرة كاملة ومعلومات دقيقة عن تضاريس وانحدار الأرض ، وما لذلك من أهمية عند إقامة وإنشاء المشروعات الهندسية . فهى مثلاً تعطينا مواقع المرتفعات والمنخفضات واتجاه سير المياه التى على ضوئها يمكن اختبار أحسن المواضع من الناحية الهندسية والاقتصادية للمشروعات المختلفة مثل الطرق برية كانت أو حديدية ومواضع الخزانات وأنابيب المياه والصرف الصحى ، وفيما يلى عرض موجز لبعض فوائد واستعمالات خطوط الكنتور :

١ – تعيين مقدار انحدار سطح الأرض :

يمكن الاستعانة بالمسافات الكنتورية للحصول على ما يعرف بمعدل الانحدار " **Gradient** " وهو عبارة عن النسبة بين الفاصل الرأسى والمسافة الأفقية . فمعدل الانحدار مثلاً فى الشكل (٥٦) هو ١ : ٣ أى أن هناك ارتفاعاً رأسياً بنسبة متر لكل ثلاثة أمتار مقاسه أفقياً ونحصل على معدل الانحدار نتيجة معرفة قيمتى :

— الفاصل الكنتورى
المسافة الأفقية



مع ملاحظة توحيد وحدات القياس لكل من طرفى الكسر واختزال قيمة الفاصل الكنتورى الى واحد صحيح . كما يمكن التعبير عن انحدار سطح الأرض بقياس زاوية الانحدار ، وهى الزاوية المحصورة بين المستوى الأفى وخط انحدار سطح الأرض الحقيقى . وهناك طريقتان لقياس هذه الزاوية ، فإما أن نضرب كسر معدل الانحدار × ٦٠ وسوف يكون الناتج مقدار زاوية الانحدار بالدرجة التقريبية وهى طريقة صحيحة لسطح يصل انحداره حتى حوالى ٧ْ ، فمثلاً إذا كان معدل الانحدار ١/٢٠ فإن زاوية الانحدار هى نصف × ٦٠ = ٣ تقريباً . أما الطريقة الثانية لقياس زاوية الانحدار بالدرجات فيمكن حسابها بدقة إذا حولنا كسر معدل الانحدار الى كسر عشرى ثم استخرجنا ما يقابل هذا الكسر من درجات من جدول الظلال بالجداول الرياضية . فكما نعلم أن ظل الزاوية التى نريد معرفتها هى زاوية الانحدار =

المقابل / المجاور ، والمقابل لهذه الزاوية هو الفاصل الكنتورى ، أما المجاور بالنسبة لها فهو المسافة الأفقية ، فمثلاً معدل الانحدار ١/٢٠ يحول الى كسر عشرى ليصبح ٠,٠٥ وهذه تساوى فى جدول الظلال ٣ درجات تقريباً .

ويمكن تطبيق ذلك عملياً إذا كان المطلوب تعيين القطاع المار بالنقطة أ ويصنع أكبر انحدار (ميل) بين خطى كنتورين معلومين (شكل ٥٦) ، هذا القطاع هو أقصر بُعد بين نقطة أو خط الكنتور والذى يليه . ويحدد ذلك بأن نركز فى نقطة أ ، وبنصف قطر مناسب ترسم قوساً يقطع خط الكنتور فى جـ ، د ثم نعين نقطة منتصف المسافة جـ ، د ولتكن هى نقطة ب نصل نقطة أ بالنقطة ب فيكون أ ب هو القطاع المطلوب (هو اتجاه الميل الأعظم) وتعرف زاوية هذا القطاع بزاوية الانحدار وهى أكبر زاوية مارة بنقطة أ .

كما يمكن استنتاج العلاقات الآتية من معادلات إيجاد زاوية الانحدار :

$$\text{الانحدار} = \frac{\text{الفاصل الرأسى} \times ٦٠}{\text{المسافة الأفقية}}$$

من العلاقة بين المقابل والمجاور فى المثلث القائم الزاوية وجد أن ظل الزاوية :

$$\text{أ} = ٠,١٧٥ \quad \text{، أو ـ أى ١ـ تقريباً} \quad \frac{١}{٥٧.٣} \quad \frac{}{٦٠}$$

$$\text{المسافة الأفقية} = \frac{}{\text{الفاصل الرأسى} \times ٦٠} = \frac{}{\text{الفاصل الرأسى}}$$

$$\text{الفاصل الرأسى} = \frac{\text{الزاوية الانحدار}}{\text{المسافة الأفقية} \times \text{زاوية الانحدار}} \quad \text{معدل الانحدار}$$

أو = المسافة الأفقية = معدل الانحدار الزاوية الانحدار

وهذه العلاقات يمكن استخراجها عند انشاء الخرائط الكنتورية وتعيين خطوط الكنتور عليها .

مثال :

تل منسوب أعلى نقطة فيه ٣٠٠ متراً ومنسوبة حضيضة ١٠٠ متراً فإذا وقفنا فوق قمة التل وأخذنا عدة اتجاهات على سفوح التل كانت انحرافاتها على الترتيب ٧ْ ، ٤٨ْ ، ١٧٤ْ ، ٢٤٤ْ ، ٣١٢ْ ، وكانت درجة انحدار هذه الاتجاهات مع الأفق (انحدار منتظم) هى على الترتيب أيضاً ١٢ْ ، ٩ْ ، ١٠ْ ، ٧ْ ، ٢٥ْ ، ارسم خطوط الكنتور لهذا التل بفترة كنتورية قدرها ٢٠ متراً وذلك بمقياس رسم ١ : ١٠٠٠٠ ؟

الحل :

بتطبيق معادلة المسافة الأفقية = ـــ نجد الفاصل الرأسى × ٦٠

درجة الانحدار

المسافة الأفقية على الاتجاه (٧ْ) = ـ = ١٠٠ م تر × ٦٠

١٢

المسافة الأفقية على الاتجاه (٤٨ْ) = ـ = ١٣٣,٢٠ م × ٦٠

٩

المسافة الأفقية على الاتجاه (١٧٤ْ) = ـ = ١٣٣,٢٠ م × ٦٠

٩

المسافة الأفقية على الاتجاه (٢٤٤ْ) = ـ = ٢٠٠,٠٠ م × ٦٠

١٠

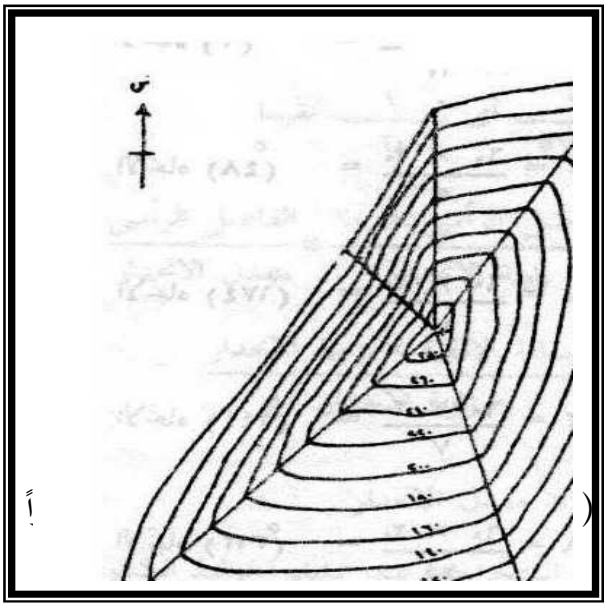
المسافة الأفقية على الاتجاه (٣١٢ْ) = ـ = ١٧١,٤٢ م × ٦٠

٧

المسافة الأفقية على الاتجاه (٣١٢ْ) = ـ = ٤٨ م × ٦٠

٢٥

وبمقياس (١ : ١٠٠٠٠) أى ١ سنتيمتر لكل ١٠٠ متر تنقل المسافات الأفقية لتصبح ١ ، ١,٣ ، ١,٢ ، ١,٧ ، ٠,٤٨ سنتيمتر على الترتيب ، وبما أن الفرق بين منسوبى القمة والحصيص هو ٢٠٠متر والمطلوب رسم خطوط كنتور كل ٢٠ متراً فإن عدد الخطوط الخطوط المطلوب يكون ١٠ خطوط يرسم كل اتجاه من الاتجاهات السابقة بطول عبارة عن حاصل ضرب عدد خطوط الكنتور × المسافة الأفقية بين هذه الخطوط ، ثم نقسم طول كل اتجاه الى أقسام فرعية عددها عشرة وطول كل منها يساوى مقدار المسافة الأفقية التى استنتجناها على كل منها (شكل ٥٧) وذلك على النحو التالى :



طول الاتجاه (٧°) = ١٠ × ١,٠ = ١٠ سنتيمتر

طول الاتجاه (٤٨°) = ١٠ × ١,٣ = ١٣ سنتيمتر

طول الاتجاه (١٧٤°) = ١٠ × ١,٢ = ١٢ سنتيمتر

طول الاتجاه (ْ٢٤٤) = ١٠ × ١,٧ = ١٧ سنتيمتر

طول الاتجاه (ْ٣١٢) = ١٠ × ٠,٤٨ = ٤,٨ سنتيمتر

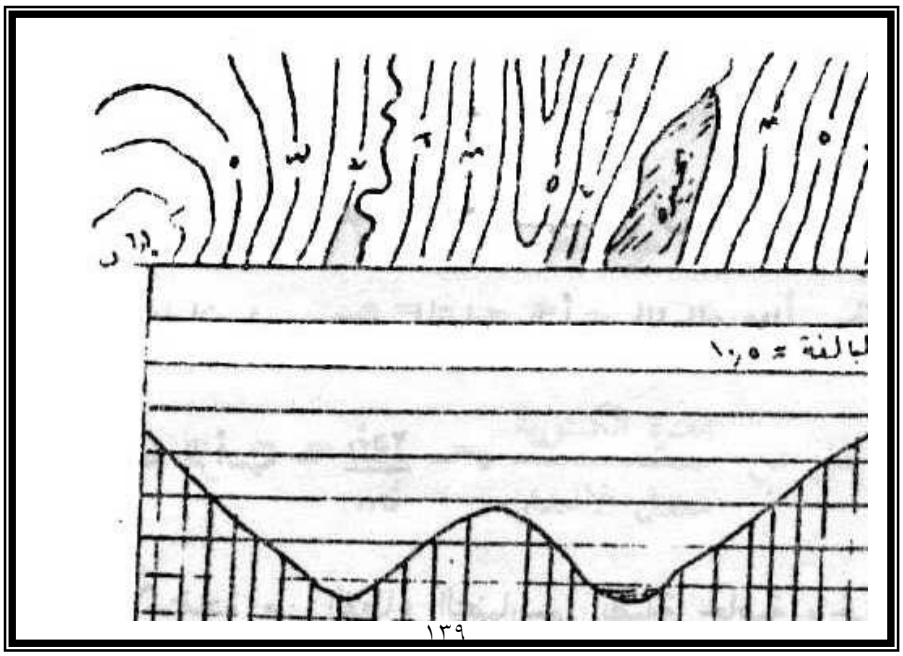
٢- رسم القطاعات الجانبية التضاريسية *Profiles*

تعتبر القطاعات الجانبية البسيطة من أسهل الأشكال التى يمكن أن نستنتجها من الخريطة الكنتورية ، إذ يمكن توضيح شكل سطح الأرض بانشاء قطاع رأسى على طول خط معين نرسمه على الخريطة بين أى نقطتين أو ظاهرتين مثل نقطتى منسوب ٨,٤ ، ٦,٢ على الخريطة الكنتورية فى (شكل ٥٨) فيمكن برسم أى قطاع أن نتعرف على الأجزاء المهمة للانحدار فى المنطقة والتى لا تظهر مباشرة من الخريطة الكنتورية فقط . وأبسط الطرق لعكل أى قطاع تضاريسى نبدأ بتحديد خط القطاع على الخريطة الكنتورية ، ثم نأتى بورقة مربعات مستقيمة الحافة ونضع هذه الحافة على طول خط القطاع ونوقع عليها النقط التى يقطع فيها خط القطاع خطوط الكنتور ، ثم نرقم هذه النقط بارتفاعاتها الصحيحة وفى اسفل ورقة المربعات نرسم خط قاعدة بنفس بنفس طول خط القطاع ، ونقيم عليه خطين عمودين من نهايتى خط القطاع نختار بعد ذلك مقياساً رأسياً مناسباً للرتفاع فى القطاع ثم نضع حافة الورقة التى وقعنا نقط خطوط تقاطع خطوط الكنتور مع خط القطاع على القاعدة التى رسمناها ونقيم من نقط التقاطع أعمدة أطولها تتناسب مع مناسيب خطوط الكنتور التى قطعها خط القطاع ، ونوصل نهايات هذه الأعمدة بخط منحنى أو سلس لكى يعطينا فى النهاية شكل القطاع ويجب أن يكتب عنوان القطاع ونوضح كل من المقياس الأفقى (أى مقياس رسم الخريطة) والمقياس الرأسى ومقدار المبالغة الرأسية إن وجدت وتعتمد المبالغة الرأسية فى رسم القطاعات التضاريسية على مقياس رسم

الخريطة وعلى نمط أو نوع التضاريس المراد توضيحها ، فكلما كبر مقياس رسم الخريطة كلما قل احتياجنا للمبالغة الرأسية وفى المناطق المنخفضة التضاريس ينبغى أن نرسم قطاعاتها بقدر كبير من المبالغة فمثلاً إذا أردنا رسم قطاع من خريطة بمقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠ نلاحظ أن المبالغة الرأسية المناسبة لهذا القياس هى ٤ تقريباً إذا كان القطاع فى منطقة شديدة التضرس أو ١٠ تقريباً إذا كان القطاع فى منطقة منخفضة التضاريس ولكى نحسب مقدار المبالغة الرأسية نجد أن :

١ سم على الخريطة يقابله ٢٥٠٠٠ سنتيمتر (أى ٢٥٠٠ متر) فى الطبيعية ، وإذا افترضنا أن ١ سم على المقياس الرأسى للقطاع يمثل ٥٠٠ متر

فإن المبالغة الرأسية = ـ = ٥ ٢٥٠٠
٥٠٠



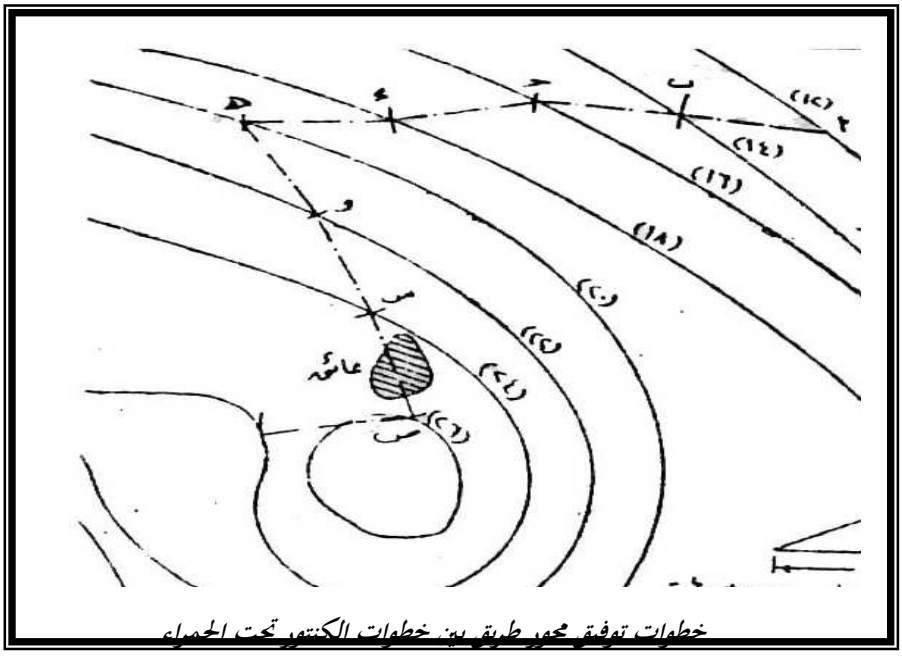
ويمكن الاستفادة من القطاع التضاريسى بصفة خاصة والخريطة الكنتورية بصفة عامة فى تحديد إمكانية الرؤية المتبادلة بين نقطتين " **Intervisbility** " على سطح الأرض وكذلك فى الكشف عن الأرض غير المرئية وهى الأرض التى يمكن رؤيتها من نقطة معينة بسبب وجود أى عائق يحول دون هذه الرؤية . وهناك عدة طرق لتحديد الرؤية من الخريطة الكنتورية ، ولعل ابسطها هى طريقة رسم القطاع التضاريس السابق ذكرها وتحديد خط النظر عليه أو طريقة فحص خطوط الكنتور لمعرفة شكل الانحدار ، فالرؤية المتبادلة بين نقطتين تقعان على انحدار مقعر بينما هى غير ذلك على انحدار محدب .

٣- تحديد محور طريق أو ترعة :

يساعد على اختبار أحسن محور طريق أو ترعة فى المناطق التلية المرسومة على الخريطة الكنتورية ذلك الخط أو المنحنى المار بسطح الأرض والمخطط بانحدار أو ميل ثابت مع الأفق والذى يعرف بكنتور الانحدار (الميل) الثابت ، فمثلاً إذا أردنا تحديد محور طريق أو (ترعة) ذو ميل ثابت فإن خطوط الكنتور تساعدنا على اختيار محور المشروع فى اتجاه كنتور انحدار الثابت وبذلك نتحاشى الردم أو الحفز لأن المحور سيكون على اتجاه سطح الأرض ويتم ويتم اختيار هذا الاتجاه (المحور التمهيدى) خصوصاً فى الأراضى المضرسة أو الصخرية التى تحتاج فيها عمليات الحفر والردم مبالغ طائلة فمثلاً إذا كان لدينا خريطة كنتورية (شكل ٥٩) ويراد تخطيط محور طريق يبدأ من أوله معدل انحدار (ميل) لا يزد عن ١ : ٢٥ (٠,٠٤) وحيث أننا نريد الاحتفاظ بمعدل الانحدار المطلوب كما نريد أن نقوم بحفر أو ردم فيكون محور الطريق فى صعودة وهبوطة على سطح الأرض تماماً وطول المسافة الأفقية بين كل كنتورين متتاليين

أ ب = ب جـ = جـ د = ف

طول ف لا يقل عن – $\frac{\text{الفترة الكنتورية}}{\text{معدل الانحدار}} = \frac{٥}{٠,٠٠٤} = ١٢٥٠$ متراً



خطوات توفيق محور طريق بين خطوات الكنتور تحت الحمراء

ولو قل طول (ف) ٥٠ متراً لزاد معدل الانحدار عن ٠,٠٤ بعد ذلك نركز فى نقطة أ على الخريطة وبفتحه فرجار تساوى ٥٠ متراً بمقياس رسم الخريطة قطع كنتور ١٤ فى نقطة ب ثم نركز فى ب ونكرر ما سبق بالنسبة لكنتور ١٦ فتتعين نقطة جـ وهكذا حتى نصل الى نقطة ح (نهاية محور المشروع) نصل هذه النقط ببعض فتحدد محور المشروع المطلوب . ويلاحظ أنه يمكن عمل عدة اتجاهات وذلك لأن فتحة الفرجار بالمسافة المحددة يمكن أن يقطع الكنتور التالى فى نقطتين مما يؤدى الى وجود أكثر من محور ولكن كل من هذه المحاور يؤدى الشروط المطلوب والمفاضلة فى النهاية تكون للاتجاه الملائم للمشروع من الناحية الفنية الهندسية والاقتصادية ، وإذا وجدت

بعض الارتفاعات أو الانخفاضات الصغيرة بين أى خطين متتاليين من خطوط الكنتور فهذه إما أن تزال أو تردم أو يبنى كوبرى فوقها إذ لا يجب أن يغير اتجاه المحور بسببها الى اتجاه آخر .

المراجع:

١. صقر، زين العابدين بن علي (١٤٢٠). مبادئ علم الخرائط، دار الفكر للطباعة والنشر، عمان، الأردن.

٢- مصطفى، أحمد (١٩٨٦). الجغرافيا العملية والخرائط، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.

٣- محمود محمد عاشور ، أسس علم الخرائط ، الطبعة الأولى ، دار القلم للنشر والتوزيع بدبى ، الإمارات العربية المتحدة ، ١٩٩٨ .

٤- يسرى الجوهرى ، الجغرافية المعلية ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، الإسكندرية ، ١٩٧٩ .

٥- فتحى عبد العزيز أبو راضى ، الجغرافية العملية ومبادئ الخرائط ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، ١٩٩١ .

٦- نصر السيد نصر ، السيد السيد الحسينى ، علم الخرائط والمساحة ، القاهرة ، ٢٠٠٠ .

٧- أحمد النحاس ، محاضرات فى مبادئ الخرائط ، سوهاج ، بدون تاريخ .

٨- فايز العسيوى ، " خرائط التوزيعات البشرية : أسس وتطبيقات " ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، ١٩٩٤م .

٨- فتحي عبد العزيز أبوراضي، (١٩٨٩):التوزيعات المكانية ، دراسة في طرق الوصف الإحصائي وأساليب التحليل العددي ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية.

٩- ٢-احمد البدوي الشريعي(٢٠٠٢): الخرائط العملية نماذج و تطبيقات -، دار الفكر العربي .

١٠- ٣-احمد البدوي الشريعي(٢٠٠٢): الخرائط الجغرافية - تصميم وقراءة وتفسير -، دار الفكر العربي .

١١- ٤-محمد فريد فتحي(١٩٩٥):المساحة للجغرافيين -المساحة المستوية والتصويرية، دار المعرفة الجامعية.

١٢- ٥-محمد صبحي عبد الحكيم ، وماهر الليثي،(٢٠٠٥):علم الخرائط، مكتبة الأنجلو المصرية .

١٣- ٦-محمد سطيحة (١٩٧٢):الجغرافية العملية وقراءة الخرائط ، دار النهضة بيروت