بسم الله الرحمن الرحيم

بين يدي الكتاب

الأخ الكريم الأستاذ أحمد ابو هنطش ، مؤلف هذا الكتاب مهندس نشيط دؤوب ، عمل أستاذاً للهندسة والمساحة في معهد « البوليتكنيك » ، ويعمل الآن في الكلية الجامعية المتوسطة ، وهو من الكفاءات القديرة في موضوعه .

ولقد رأى اهتمام وزارة التربية والتعليم بتنويع التعليم المهني في كليات المجتمع ، بحيث يتساوق ويتناسب مع احتياجات المجتمع ، في نهضته العلمية والصناعية الحاضرة ، ورأى المعاهد وكليات المجتمع الخاصة كذلك تُعنى بتنويع التعليم المهني فيها ، ومنه تعليم الهندسة والمساحة ، فعَمد الى وضع كتابه هذا ، في جزأين ، لفائدة الطلاب ، ولتقديم مرجع سهل باللغة العربية لمساعدتهم على فهم المادة ، في أيسر سبيل .

ولقد اهتمّ الزميل الاستاذ ابو هنطش بأن يجعل كتابه وفق المنهاج الذي وضعته وزارة التربية والتعليم لتدريس المساحة ، فكان بذلك أول من سعى الى تطبيق المنهاج ، والى تيسير مادته للطلاب الدارسين في كليات المجتمع والمعاهد الخاصة ...

ومعلوم أن منهاج المساحة ، في وزارة التربية والتعليم ، قد أقرّه مجلس التربية والتعليم ، بعد أن نظرت فيه لجنة فنية من ذوي الاختصاص ، وجعلته مناسباً لكليات المجتمع . وهكذا دخل ضمن برامج التعليم نوع جديد من التخصص ، وهو درس المساحة .

إنّ من دواعي اغتباطي الشديد أن أقدّم الى الدارسين هذا الكتاب القيّم في المساحة ، الذي قدّمه الأخ والزميل الأستاذ أبو هنطش ، وعالج فيه موضوع المساحة معالجة سهلة ، لا تعقيد فيها ، وتوخى فيه أن يكون باللغة العربية التي يفهمها الطلاب دون عناء ، مع بقاء المصطلحات الفنية باللغة الانجليزية .

وعسى أن لا يتأخر صدور الجزء الثاني من هذا الكتاب ، لتعمّ الفائدة التي أرادها المؤلف الفاضل .

وإني لأهنىء المؤلف « أبا محمود » بجهده الكبير النافع ، وأرجو لجهده ما يستحق من التقدير والنجاح .

والله الموفق

علي حسن عوده

مساحه ١. عام

المساحة

Surveying

تعريف : Definition

تعرف المساحة بأنها فن وعلم ، يبحث في الطرق المناسبة لتمثيل سطح الأرض على خرائط . ويشمل هذا التمثيل بيان جميع المحتويات الطبيعية كالجبال والأنهار والصحاري ، والصناعية كالمباني والطرق والسكك الحديدية الموجودة على سطح الأرض . حيث ترسم هذه المحتويات على الخرائط بمقاييس رسم معينة تلائم الغرض المرسومة من أجله كل خريطة ، كأن يكون لبيان حدود قطع الأراضي أو دراسة المشروعات الهندسية . أي تكون الخريطة صورة مصغرة للطبيعة التي تمثلها مظهرة مقدار الارتفاع والانخفاض في سطحها

أهمية المساحة : Importance of Surveying

ان أهمية المساحة تتلخص في النقاط التالية :—

١ — ان المساحة أساس هام جدا في دراسة معظم المشاريع الهندسية سواء كانت مشاريع صغيرة كالأبنية أو مشاريع كبيرة كالسدود .

٢ — انه يندر أن يستغني عنها كل من يعمل في المجال الهندسي .

٣ — ان كثيرا من أصحاب المهن غير الهندسية لهم اتصال مباشر أو غير مباشر بالأعمال المساحية ومن أمثال هؤلاء الجغرافيون والقوات المسلحة والاقتصاديون .

٤ — هناك الكثير من الفوائد التي تجنى في الحياة العامة من العمليات المساحية كتقسيم الأراضي وبيعها .

وحدات القياس Units of Measurement

أ) وحدات القياس الطولية Linear Units

ان وحدة الأطوال المستعملة في الاردن هي المتر وكذلك الحال بالنسبة لكثير من بلدان العالم . وفيما يلي بعض العلاقات بين المتر ووحدات القياس الطولية الاخرى .

١ متر = ١,٠٩٣٦ ياردة = ٣,٢٨٠٨ قدم = ٣٩,٣٧ بوصة (انش)

١ بوصة (انش) = ٢,٥٤ سنتيمترا .

١ قدم = ٣٠,٤٨ سنتيمترا .

١ ياردة = ٩١,٤٤ سنتيمترا .

١ ميل = ١٧٦٠ ياردة = ١٦٠٩,٣٥ مترا .

ب) وحدات المساحات Units of Area

وحدة المساحة هي المتر المربع . كما أن الدونم يساوي ١٠٠٠ متر مربع .

جـ) وحدات الحجوم Units of Volume

وحدة الحجوم هي المتر المكعب .

د) وحدات قياس الزوايا Angular Units

لقياس الزوايا يوجد تقسيمان مختلفان ، التقسيم الستيني ، وفيه تقسم الدائرة الى ٣٦٠° (ثلاثمائة وستون درجة) ، وتقسم الدرجة الى ٦٠ ' (ستون دقيقة) ، وتقسم الدقيقة الى ٦٠ " (ستون ثانية) ، والزاوية القائمة في هذا التقسيم = ٩٠°

والتقسيم الآخر المستعمل في قياس الزوايا هو التقسيم المئوي وفيه تقسم الدائرة الى ٤٠٠ درجة مئوية أي أن الزاوية القائمة = ١٠٠ درجة مئوية ، وتقسم الدرجة المئوية الى مائة دقيقة مئوية ، والدقيقة المئوية تقسم الى مائة ثانية مئوية .

ويرمز للدرجة المئوية بالرمز (g) ، والدقيقة المئوية بالرمز (c) ، والثانية المئوية بالرمز (cc) أي أن $^{g}١ = ^{c}١٠٠$ ، $^{c}١ = ^{cc}١٠٠$

أقسام المساحة (Types of Surveying)

يمكن تقسيم المساحة من وجهة النظر المساحية الى ما يلي :—

١ — المساحة الجيوديسية (Geodetic Surveying)

ويبحث هذا النوع من المساحة في رسم الخرائط وتمثيل سطح الأرض على أساس شكلها

الحقيقي ، أي تؤخذ كروية الأرض بنظر الاعتبار ، وذلك لأن المناطق المطلوب رسم خرائط لها في هذه الحالة تكون كبيرة وشاسعة مما يؤدي الى ظهور تأثير كروية الأرض عند اسقاط الخرائط على المستويات الأفقية (ويعرف المستوى الأفقي الذي يمر بنقطة ما بأنه المستوى العمودي على اتجاه الجاذبية الأرضية في هذه النقطة) . ولذلك تتبع طرق دقيقة وأجهزة خاصة في هذا النوع من المساحة ، ويكون مقياس الرسم عادة صغيرا جدا (١ : ١٠٠٠٠٠ أو أصغر) ، (ويعرف مقياس الرسم Scale بأنه النسبة بين طول خط في الخارطة الى طول الخط الأفقي المناظر له في الطبيعة) .

٢) المساحة المستوية Plane Surveying

ويبحث هذا النوع من المساحة في عمل خرائط على أساس أن سطح الأرض مستو في المنطقة المراد رفعها ، وفي هذا النوع من المساحة تهمل كروية الأرض ، ولا ينتج عن هذا الاهمال خطأ يذكر في المساحات التي تصل الى ٢٥٠ كيلو مترا مربعا تقريبا ، وتكون الخريطة في هذه الحالة هي المسقط الأفقي لهذا السطح ، ولذلك تستعمل في رفع المساحات الصغيرة أو المتوسطة والمساحة المستوية قسمان :—

أ) المساحة الطبوغرافية (Topographical Surveying)

وتهدف هذه المساحة الى :—

١ — رسم خرائط الألوية والمحافظات وبيان ما تحتويه من معالم طبيعية أو صناعية .

٢ — بيان ارتفاعات وانخفاضات سطح الأرض في صورة خطوط كنتور Contour Lines أو غيرها من طرق التمثيل ، بحيث يمكن معرفة ارتفاع نقطة ما بمجرد النظر الى الخريطة أو بعملية حسابية بسيطة ، وترسم هذه الخرائط عادة بمقياس رسم متوسط أي أكبر من ١ : ١٠٠٠٠٠ ويتراوح عادة بين ١ : ٢٥٠٠٠ ، ١ : ١٠٠٠٠٠ وتكون هذه الخرائط ذات فائدة كبيرة للمهندس في تخطيط الأعمال الهندسية .

٣ — يستعان بهذه المساحة في الدراسات الأولية لمشاريع المياه والطرق وغيرها .

٤ — يستعان بهذه المساحة أيضا في الدراسات الجيولوجية والعسكرية .

٥ — تعتبر هذه المساحة الأساس في عمل خرائط ذات مقياس رسم أكبر أو ما يسمى بالخرائط التفصيلية .

ب) المساحة التفصيلية (Cadastral Surveying)

الغرض من هذه المساحة رسم خرائط تفصيلية للمعالم الموجودة في الخرائط الطبوغرافية وبيان ما تحتويه من حدود الأراضي الزراعية والأبنية والشوارع وغيرها وعليه فاننا ننتخب لهذه المساحة مقياس رسم كبير يسمح باظهار التفاصيل ، وعادة يكون مقياس الرسم في المدن ١ : ٥٠٠ ، ١ : ١٠٠٠ ، وفي الريف ١ : ٢٥٠٠ ، ١ : ٥٠٠٠ ، ونظراً لكبر مقياس الرسم هذا فان دقة الخرائط تكون مرتفعة مما يتيح استعمالها في المنازعات القضائية وتقسيم الاراضي والتخطيط النهائي للمشاريع .

قيـاس الأطوال وطرقــه

(Linear Measurements and Methods)

يعتبر قياس الأطوال أساس كل الأعمال المساحية ويمكن قياس طول أي خط أو بمعنى أدق يمكن قياس المسقط الأفقي له بعدة طرق وبأدوات مختلفة تتفاوت من ناحية الدقة في النتائج . والطرق المتبعة هي :—

١ — بواسطة أدوات القياس الطولية .

٢ — بواسطة الأطوال والزوايا .

٣ — بواسطة طرق بصرية خاصة كما في التاكيومترية (Tacheometry) .

٤ — بواسطة أجهزة ألكترونية .

مساحـة الجنزيــر

(Chain Surveying)

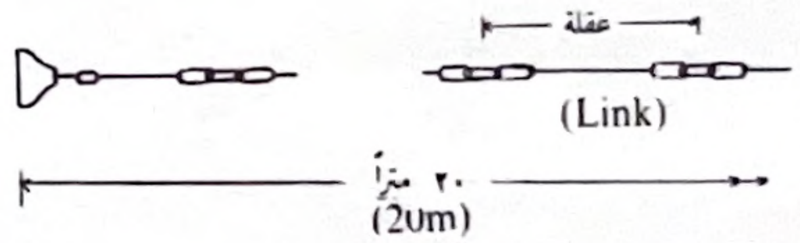
مساحة الجنزير هي أبسط الطرق المستعملة للحصول على خريطة مقبولة الدقة لمساحة صغيرة من الأرض ، والأدوات المستخدمة في هذه المساحة قليلة ورخيصة ولا تحتاج لمهارة عالية في صيانتها كما أن حسابات هذه المساحة بسيطة ولا تحتاج العملية المساحية الى خبرة عالية لاجرائها .

الأدوات المستعملة في مساحة الجنزير

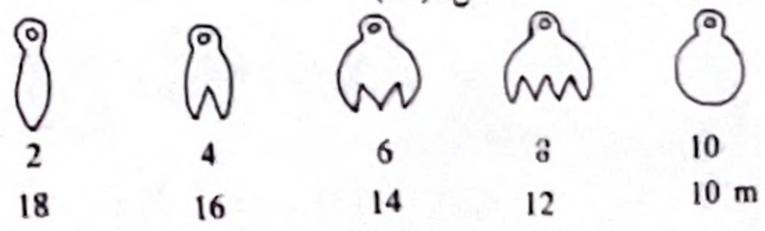
١ — الجنزيـر : (Chain) .

كان الجنزير فيما مضى أهم ما يستعمل في قياس الأطوال ، أما الآن فلا يستعمل الاّ في القياسات التي لا تتطلب دقة كبيرة او في القياسات التمهيدية . والجنزير رخيص الثمن وكثير التحمل .

ويتركب الجنزير من عقل (Links) من الحديد او الصلب تدهن باللون الأسود وتتصل كل عقله بالأخرى بحلقات من نفس المعدن ، وينتهي طرفا الجنزير بمقبضين من النحاس شكل (١) . والجنازير المستعملة في الأردن بطول ١٠ ، ٢٠ ، ٣٠ مترا ، وان كان طول ٢٠ مترا هو الأكثر انتشارا . والجنزير يتكون من ١٠٠ عقله ، كل منها ٢٠ سنتيمترا وذلك بما يتبعها من حلقات ، وطول الجنزير يعتبر من خارج القبضتين . وعند نهاية كل مترين ، أي ١٠ عقلات ، توجد علامة نحاسية ذات شكل يختلف تبعا لعدد الأمتار الذي تدل عليه العلامة ، فمثلا علامة ٢ متر ذات سن واحدة ، وعلامة ٤ متر ذات سنين ، وهكذا حتى علامة ١٠ متر وهي منتصف الجنزير فتدل عليها علامة مستديرة ، وليس علامة ذات خمسة أسنان شكل (٢) والعلامات متماثلة في طرفي الجنزير . أي أن علامة ٢ م مثلا تدل على مسافة ٢ م من جهة



شكل (١)



شكل (٢)

او ثمانية عشر متراً من الجهة الأخرى ، وفي بعض الجنازير تعلق علامة بلاستيكية في نهاية كل متر من طول الجنزير ، اما علامة منتصف الجنزير فتكون مستديرة ، وفي البعض الآخر من الجنازير تعلق علامة معدنية مثلثة الشكل يكون مكتوبا عليها بعدها من بداية الجنزير .

فرد الجنزيـر :—

تمسك القبضتين باليد اليسرى ، ثم يفرد الجنزير بقوة مع جعل القبضتين في اليد كما هما يمسك الشخص احد القبضتين ويتجه الى الأمام حتى يفرده تماما . وعند انتهاء العمل به يطوى من منتصفه على هيئة حزمة كل عقلتين مع بعض مثنى حتى نهاية الجنزير ثم يربط بالحزام الخاص به ، ويجب التحقق من طول الجنزير قبل استعماله لتعرض طوله للتغير نتيجة لعدة عوامل مثل اتساع الحلقات او انثناء بعض العقلات ، ويجري التحقق بمقارنته بشريط مضبوط من الصلب .

ميزات الجنزيـر :—

يستعمل في الأعمال التي لا تحتاج الى درجة كبيرة من الدقة وأهم مميزاته :

١ — تحمله للعمل العنيف ولذلك يستعمل في الأراضي الوعرة .

٢ — سرعة اصلاحه .

٣ — رخص ثمنه .

٤ — سهولة استعماله نتيجة وضوح التقسيم خصوصا العلامات الداله على الأمتار .

عيـوب الجنزيـر :

١ — تعرضه لتغير طوله نتيجة شده بقوة فيزداد طوله نتيجة ابعاج بعض الحلقات الموصله بين العقل او قصره بانثناء بعض العقلات . كذلك يتغير طول الجنزير نتيجة لاختلاف درجات الحرارة ، إلا أن هذا التغير يمكن حسابه .

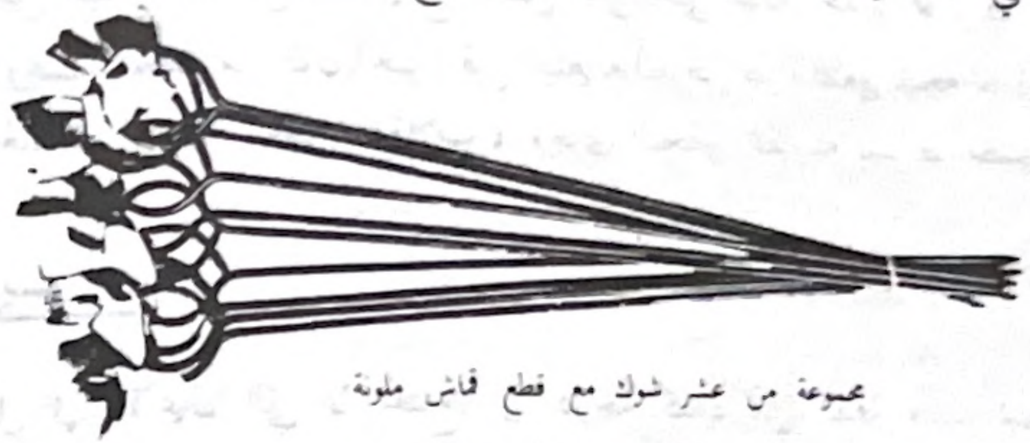
٢ — ثقله ويحتاج الى بعض الوقت لفرده .

٣ — صعوبة جعله أفقيا تماما في الأراضي الشديدة الانحدار بسبب ثقله .

٢ — الشوكـة : (Chaining pin) or (Arrow)

عبارة عن أسياخ مثبتة من الحديد أو الصلب (بطول ٢٠ — ٤٠ سم) تقريبا شكل (٣) مدببة من أحد طرفيها ليسهل غرسها في الأرض ، والطرف الثاني على هيئة حلقة مستديرة كمقبض .

ويمكن وضع قطعة قماش أو ورقة ملونة على المقبض لتميزها أحيانا ، وأحيانا تلون الشوك بألوان متبادلة لتميزها ، وفي الأراضي المنحدرة تستعمل أحيانا شوكة تسمى (الشوكة المثقلة) (Drop Arrow) ، شكل (٤) ، وهي شوكة عادية بنهايتها ثقل وتستعمل في القياس في الأراضي المنحدرة وذلك باسقاطها لتعيين موقع النقطة .



مجموعة من عشر شوك مع قطع قماش ملونة

Land chain arrow

شوكة ملونة بالتبادل واخرى عادية

شكل (٣)

Drop arrow

شوكة مثقلة

شكل (٤)

٣ — الأوتـاد : ((Pegs)) .

وهي نوعان الأول من الخشب بطول (٢٠ — ٣٠ سم) تقريبا مدبب من أحد طرفيه وقد

شكل (٥)

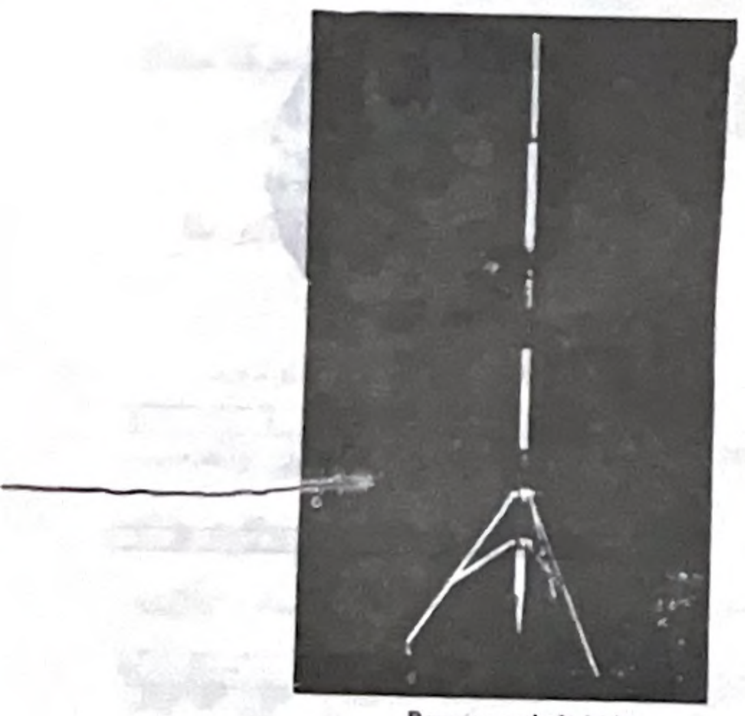
شكل (٦)

شكل (٧)

يكون مضلعا كما في شكل (٥) أو مستديرا قطره بين ٣ ، ٥ سنتيمترات شكل (٦) والنوع الثاني من الحديد وقد يكون على هيئة زوايا حديدية شكل (٧) أو مسامير ، وهذه تستعمل في الأراضي الصلبة كالاسفلت . والأوتاد تدق في نقط بدء القياس او في النقط المحددة لرؤوس المضلعات ويترك منها فوق سطح الأرض حوالي ٢ سم حتى يسهل الرجوع اليه أو اعادته الى مكانه اذا فقد .

٤ — الشواخـص : (Ranging Rods) or (Ranging poles)

عبارة عن أعمدة خشبية أسطوانية غالبا كما في شكل (٨ أ) ، طولها يتراوح بين ٢ — ٥ متر وقطرها من ٣ الى ٥ سنتيمتر تقريبا ، وبأسفل كل منها كعب عبارة عن مخروط حديدي مدبب ليسهل غرسها وتثبيتها في الأرض وحفظها من التآكل . والشاخص يلون بألوان زاهية متبادلة عادة أبيض وأحمر أو أبيض وأحمر وأسود ، وطول كل جزء من الألوان نصف متر حتى يمكن استعماله أحيانا للقياس التقريبي . وتبادل الألوان يساعد على تمييزها ورؤيتها عن بعد ، وقد يوضع علم أصفر أو أحمر حتى تزداد سهولة رؤيته . وقد ابتكر نوع جديد من الشواخص خفيف الوزن مجوف من الداخل ومصنوع من المعدن ومعرج من الخارج ونصف قطره $\frac{1}{4}$ ١ بوصة ، ومن مميزاته أنه يمكن رؤيته على مسافة أكبر كثيرا من الشاخص العادي لوجود الفلورسنت الأصفر اللون في صناعة داخله المعدني . وتستعمل الشواخص لتعيين الاتجاهات ومعرفة أماكن الأوتاد عن بعد فيمكن الرصد عليها وقياس المسافات بينها وتعيين أي نقطة جديدة على استقامتها . وفي حالة القياس على أرض صلبة يصعب غرس الشواخص فيها ، فانه يستعان بحامل الشاخص ، وهو حامل ذو ثلاث شعب من الخشب أو الحديد وهذه الشعب متصلة من أعلى بأسطوانة أو مقبض وفي حالة الاسطوانة يوضع الشاخص داخلها ويحرك الحامل فوق المحطة او النقطة حتى



Ranging pole held by ranging pole support

شاخص مع الحامل شكل (٨ ب)

كعب معدني

شكل (٨ أ)

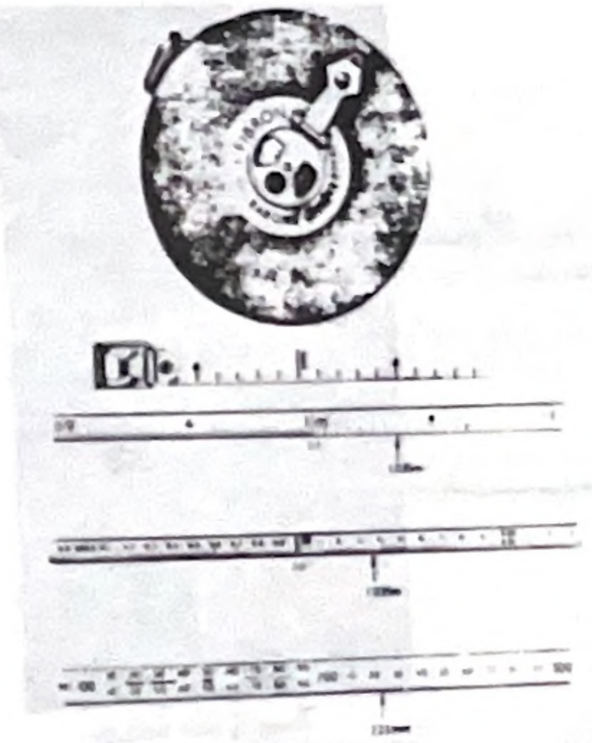
يقع كعب الشاخص على مركز الوتد الدال على النقطة ، ويمكن ضبط الشاخص في وضع رأسي بواسطة ميزان تسوية أو خيط شاقول وشكل (٨ ب) يبين الشاخص مع الحامل

٥ — الشرائـــط : ((Tapes)) .

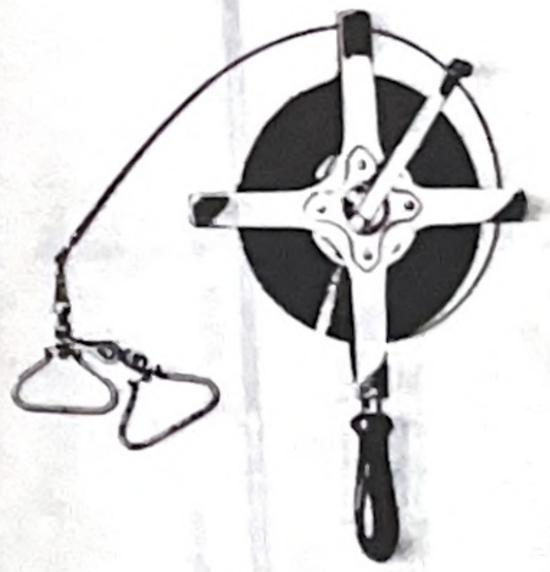
وهي أفضل ما يستعمل للقياس المباشر ، وهي أما أن تكون من الكتان (Linen Tapes) أو الصلب (Steel Tapes) ، وتوجد بطول ١٠ ، ٢٠ ، ٣٠ متر وبعض الشرائط الصلب والكتان تصل الى ١٠٠ متر وتوضع الشرائط داخل علبة من الجلد كما في شكل (٩) او حول بكرة كما في بعض الشرائط الصلب او الكتان شكل (١٠) . والأشرطة التيل تقسم على أحد الوجهين الى أمتار وديسمترات وسنتيمترات والأمتار مطبوعة باللون الأحمر . ويمكن العمل بها بأمان في الأماكن التي يخشى فيها من التيار الكهربائي . وعيب هذه الأشرطة الرئيسي أنها سهلة التمدد بالشد ولذلك تستعمل في القياسات التي لا تحتاج الى دقة عالية .

وفي الشريط الصلب غالبا جزء صغير فقط عند أوله مقسم الى ملليمترات ، وبعض الأنواع مقسم الى أمتار وفي المتر الأول مقسم الى ديسيمترات . وبطرف الشريط حلقة من النحاس لسحبه منها ومن عند طرفها الخارجي يبدأ صفر القياس .

ويجب استعمال الشريط الصلب في الأعمال الدقيقة كما في المساحة بالمدن . وايجاد المسطحات والمشاريع الدقيقة . وأحسن أنواع الشريط التيل نوع مقوى بأسلاك رفيعة من البرونز أو النحاس تساعد على حفظ طوله من التمدد أو الانكماش . ويجب معايرة الأشرطة من آن لآخر للتأكد من طولها وعمل التصحيح اللازم .



شكل (٩)



شكل (١٠)

ميـزات الشريـط :—

١ — يحتفظ بطوله بدرجة تفوق الجنزير .

٢ — أخف من الجنزير وزنا وأكثر دقة .

٣ — سهل القراءة لأنه يقرأ مباشرة ولا نحتاج الى عد عقل وتقدير كسور العقل كما في الجنزير .

عيـوب الشريـط :—

١ — يصعب استعماله في تيارات الهواء الشديدة لتعذر شده والاحتفاظ باستقامته .

٢ — الشريط الصلب سريع التعرض للكسر اذا أسيء استعماله ، ويحتاج الى عناية كبيرة عند استعماله ، ويحدث الخطر عاده من شد الشريط وهو ملتف او به عقده .

٣ — الشريط الصلب معرض للصدأ عند تعرضه للرطوبة ويجب مسحه بقطعة قماش مبللة قبل لفه ثم تجفيفه ودهنه بطبقة من الزيت او الفازلين عند حفظه .

٤ — اذا كسر يتعذر اصلاحه إلا باللحام ، وهذا يصعب اجراؤه في الحقل .

احتياطـات في الاستعمـال

١ — يجب امرار الشريط بين أصبعين عند لف الشريط التيل في علبته ، مع وضع خرقة منداة بين الأصبعين لازالة الأتربة .

٢ — يجب ابعاده عن الأرض المبللة وعن الماء حتى لا يتأثر طوله اذا ما أصابه بلل .

شريـط أنفـار : ((Invar)) .

هو أدق أنواع الأشرطة على الأطلاق . يصنع من سبيكة معدنية من النيكل والصلب (٣٥٪ نيكل ، ٦٥٪ صلب) وهذه السبيكة معامل تمددها ضعيف جدا ويتراوح بين ٣ ، ٤ × ١٠ ^{٧} لكل درجة فهرنهيت ، وهذا هو السبب في تسميته ، وهي اختصار لكلمة (Invariable) . وأشرطة الأنفار مرتفعة الثمن مما يجعل استعمالها مقصورا على الأعمال التي تحتاج الى دقة عالية .

القيـاس المباشـر للمسافـات

القياس المباشر للمسافات هو أكثر الطرق المستعملة لتعيين المسافات ، ويمكن بالقياس المباشر الحصول على دقة عالية .

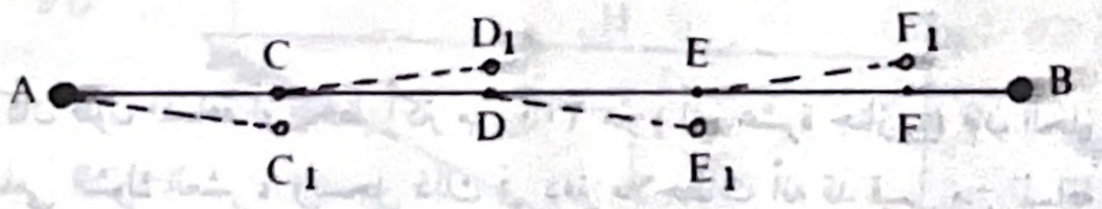
طريقة قياس المسافات على الأرض المستوية تقريبا :—
Measuring Distances on Level Ground

لقياس مسافة ما يحتاج العمل الى شخصين على الأقل ، ويطلق على الشخص الأقرب من المحطة البعيدة والتي يتجه العمل ناحيتها القياس الامامي (Head Chainman) أو القائد (Leader) ، ويطلق على زميله القياس الخلفي (Rear Chainman) أو التابع (Follower) .

ولقياس مسافة ما يجب مراعاة النقاط التالية :—

أ) أن يكون القياس على خط مستقيم .
ب) أن تشد أداة القياس (شريط او جنزير) بدرجة كافية .
جـ) تحديد نهاية كل شريط او جنزير بعلامة واضحة تصلح كبداية للقياس أو الطرحة التالية .
د) اتباع طريقة منظمة لعد الطرحات تضمن عدم حدوث خطأ في العدد .

وقد تكون المسافة المراد قياسها أقصر من طول جنزير ففي هذه الحالة تمد الجنزير أو الشريط بين الوتدين المحددين لطول الخط بحيث يكون مستقيما تماما والحد الخارجي لأحد طرفي الجنزير عند نقطة ابتداء الخط ، ثم نعين الطول مباشرة على الجنزير أو الشريط . اما اذا كانت المسافة (AB) المنوي قياسها أطول من جنزير أوشريط ، شكل (١٢) ، فاننا نتبع الخطوات التالية :—



شكل (١٢)

١ — نحدد كل من (A) ، (B) بوتد ثم يوضع شاخص فوق كل منهما . ويفرد الجنزير .

٢ — يمسك الخلفي أول الجنزير ويمسك الأمامي بنهايته وشاخص وعشر شوك .

٣ — يثبت الخلفي أول الجنزير أو الشريط في (A) ويجلس القرفصاء خلف (A) ليستطيع رؤية كعب الشاخص الموجود في (B) ، ثم يتحرك يمينا ويسارا حتى يختفي الشاخص الموجود في (B) خلف الشاخص الموجود في (A) .

٤ — يسحب الأمامي الجنزير او الشريط ويتخذ في هذه الحالة وضعا تقريبيا مثل (C_1) .

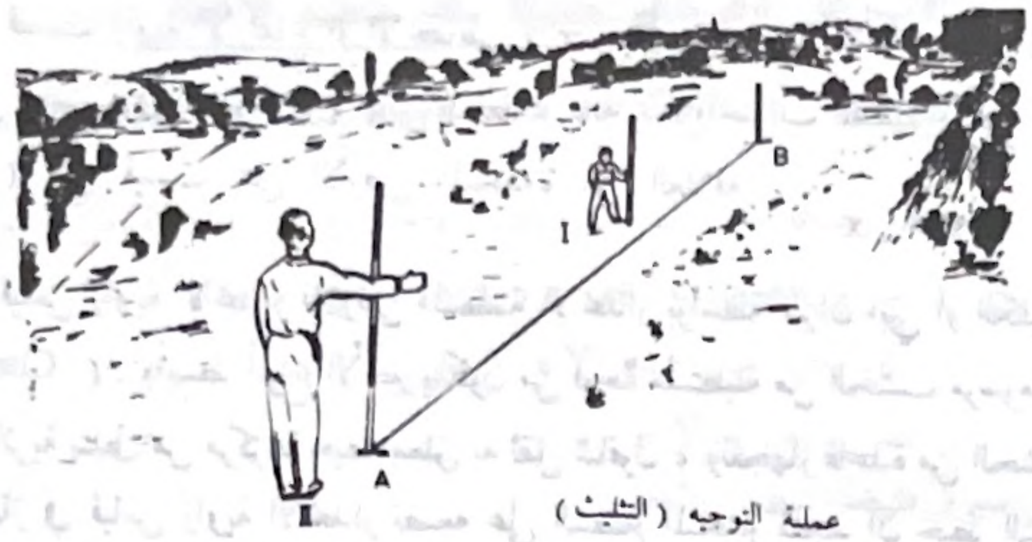
٥ — يطلب الخلفي من الأمامي أن يتحرك يسارا وذلك باشارات يتفق عليها حتى يختفي الشاخص الذي معه خلف (A) ، فيأخذ الجنزير الوضع (C) حيث تقع هذه النقطة على الخط (AB) ويغرز الأمامي بها احدى الشوك الموجوده معه ، وبذلك نكون قد قسنا طول جنزير أو شريط تحدد نقطه (C) نهايته .

٦ — يسحب الأمامي الجنزير متوجها باتجاه (B) ومعه نهاية الجنزير وتسع شوك والشاخص ، ويسير الخلفي خلفه ومعه شاخص وبداية الجنزير حتى يصل الى نقطة (C) حيث يضع شاخصه خلف الشوكة التي غرسها الأمامي ويضع حافة مقبض الجنزير الخارجية ملامسه لها ، ويكون الجنزير قد اتخذ الوضع (CD_1) مثلا .

٧ — يوجه الخلفي الأمامي على الخط (AB) كما سبق فتتحدد نقطة (D) أو نهاية القياس أو الطرحة الثانية حيث يضع الأمامي بها شوكة .

٨ — قبل أن يسحب الأمامي الجنزير يرفع الخلفي الشوكة التي وضعت في (C) ، ثم يسحب الجنزير حتى يصل الخلفي الى نقطة (D) ويقوم بتوجيه الأمامي وهكذا حتى نهاية الخط .

٩ — اذا كان طول المسافة أو الخط أكثر من ٢٠٠ متر (أي عشرة جنازير) فان الخلفي يسلم الأمامي الشوك العشر ، ويسجل ذلك في دفتر ملاحظات أنه قد قيس من المسافة ٢٠٠ متر ، ويحسب الطول الكلي للمسافة وذلك من عدد المرات التي سلم فيها الخلفي الشوك للأمامي .



عملية التوجيه (التثليث)

Layout of a straight line by hand signalling

١٠ — يقاس الجزء الأخير من الخط والذي يقل طوله عن طول جنزير أو شريط ويضاف الى المسافة المستخرجة من عدد الطرحات أو الأطوال الصحيحة للجنزير .

١١ — يكرر العمل عدة مرات حسب الدقة المطلوبة ، ويؤخذ المتوسط الحسابي للناتج .

القياس على أرض منتظمة الانحدار :—

Measuring Distance Over uniform Sloping Ground.

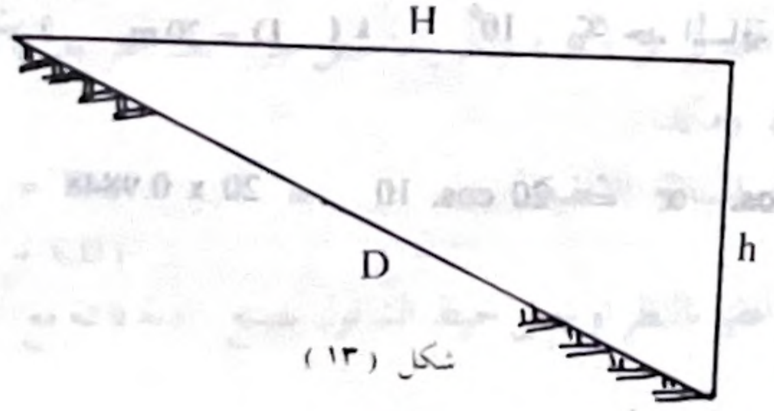
تعرف المسافة بين أي نقطتين في المساحة بأنها المسافة الأفقية بينهما أو المسافة بين مسقطيهما على مستوى أفقي ، فاذا قيست مسافة ما (D) على مستوى مائل ، شكل (١٣) وكان (h) هو فرق المنسوب بين نهايتي مسافة (حيث يعين فرق المنسوب بواسطة عملية الميزانية التي سيأتي شرحها فيما بعد) .

فالمسافة الأفقية (H) .

$$H = \sqrt{D^2 - h^2}$$

أي أنه يتعين ادخال تصحيح على المسافة المقاسة (D) للحصول على المسافة الأفقية (H) ويمكن حساب هذا التصحيح (C) تقريبا من المعادلة التالية :—

$$C = \frac{h^2}{2D}$$

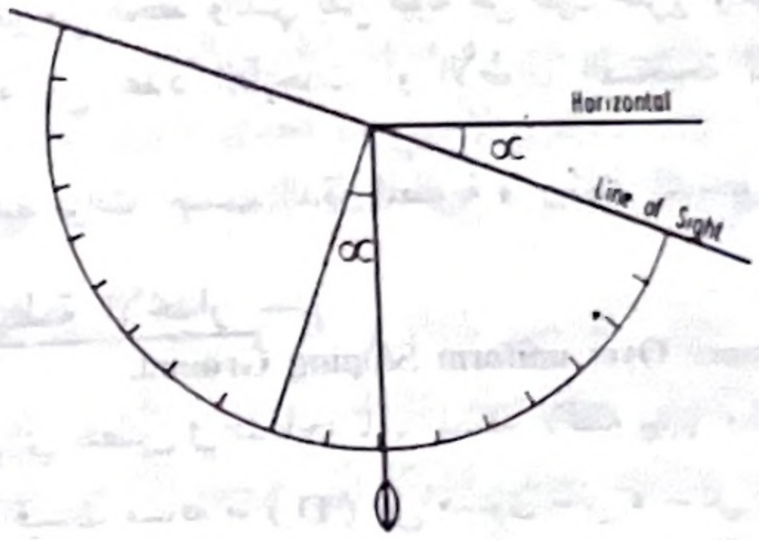


شكل (١٣)

أما اذا قيست زاوية الارتفاع او الانخفاض (α) التي تميل بها الأرض عن المستوى الافقي بدلا من قياس فرق المنسوب بين نهايتي الخط ، فانه يمكن حساب المسقط الأفقي (H) للمسافة (D) التي قيست على الأرض المنحدرة من العلاقة

$$H = D \cos. \alpha$$

ويمكن قياس زاوية الانحدار للأرض المنتظمة الانحدار بواسطة ميزان ابني او الكلينوميتر (Clinometer) . وأبسط أنواع الأخير يتكون من لوحة مستطيلة من الخشب مرسوم عليها منقلة نصف دائرية يتدلى من مركزها خيط معلق به ثقل شاقول ، وللجهاز قاعدة من الخشب . ولاستعمال الجهاز في قياس زاوية الانحدار نضعه على السطح المنحدر فنجد أن خيط الشاقول يأخذ وضعا رأسيا دائما وينطبق على قراءة على المنقلة هي زاوية الانحدار المطلوبة (α) شكل (١٤) .



شكل (١٤)

مثـــال :— قيس خط مائل فكان طوله يساوي (30 m) وكانت h = 6m جد المسافة الأفقية .

$$C = \frac{6 \times 6}{2 \times 30} = \frac{36}{60} = 0.6\,m$$

$$\therefore H = 30 - 0.6 = 29.4\,m$$

مثـــال :— اذا كانت (D = 20 m) ، α 10^0 جد المسافة الأفقية (H) .

$$H = D \cos. \alpha = 20 \cos. 10 = 20 \times 0.9848 = 19.7\,m$$

قياس المسافات على ارض غير مستوية وغير منتظمة الانحدار —

Measuring Distances Over Uneven and not uniform Sloping Ground. (Stepping).

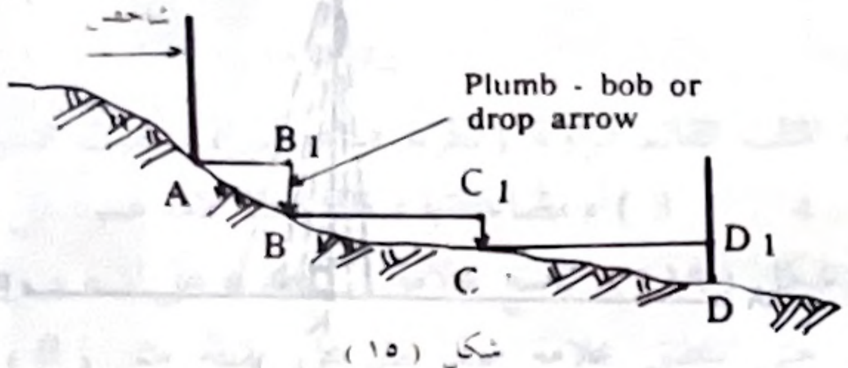
عند قياس مسافة على أرض غير منتظمة الانحدار يراعى عدم القياس بالشريط وهو محمل بطوله على الأرض بل وهو مشدود أفقيا ، ويتم القياس على خطوات أو أجزاء الطرحات ، حيث يتوقف طول كل جزء من هذه الأجزاء على :

أ) متوسط انحدار الأرض

ب) طبيعة سطح الأرض .

جـ) الأداة المستعملة في القياس هل هي شريط خفيف او جنزير ثقيل .

والأسهل في العمل أن نجري القياسات مع الانحدار من أعلى الى أسفل (Downhill) لان القياس عكس ذلك متعب فلايجاد المسافة الأفقية بين النقطتين (A . D) أي تعني آخر المسقط الأفقي للخط الواصل بين (A . D) كما في شكل (١٥) .



شكل (١٥)

١ — تثبت طرف الشريط أو احدى قبضتي الجنزير عند (A) ثم يفرد جزء منه حسب العوامل الوارده سابقا ، ويجعل أفقيا في وضع مثل (AB_1) .

٢ — تعين (B) مسقط (B_1) بواسطة شوكة مثقلة أو خيط شاقول فتحدد قيمة (AB_1) وتسجل .

٣ — تنقل طرف الجنزير الى (B) ونكرر ما سبق جزءا بعد آخر حيث تعين (BC_1) ثم (CD_1) وهكذا .

فيكون طول المسافة الأفقية .

$$= AB_1 + BC_1 + CD_1$$

٤ — يجعل الجنزير أفقيا بالنظر أو بجعل خيط الشاقول يصنع زاوية قائمة مع الشريط او الجنزير

اقامة واسقاط الأعمدة

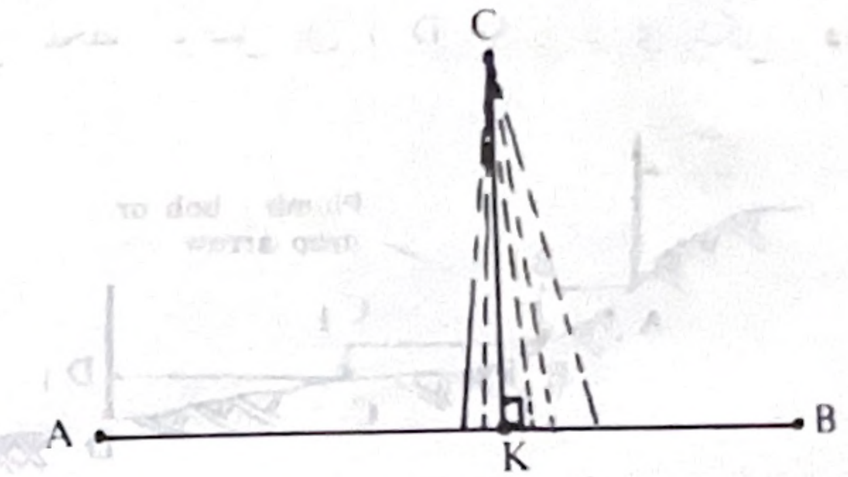
Setting out Right Angles

لقاء لاعمدة على خط الحتزير (Chain Line) أو تسقط اما بواسطة الشريط ، حتزير و بواسطة الأجهزة الخاصة بهذا الغرض .

ا) **اسقاط الأعمدة :—**

، صريقة أقصر بعد :

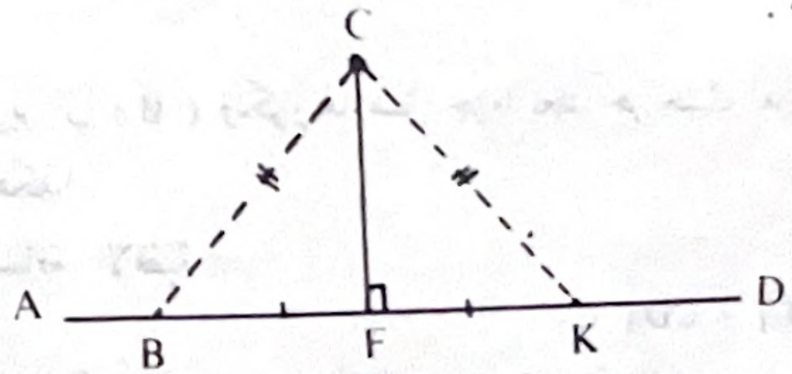
اذا كان المطلوب هو اسقاط عمود من نقطة (C) على خط الحتزير (AB) كما في شكل (١٦) ، نضع صفر الشريط على النقطة (C) ونحرك الشريط على الحتزير حتى نحصل على اقل قراءة بين النقطة وخط الحتزير ، فتكون أقل قراءة (CK) أو أقصر بعد بين النقطة (C) وخط الحتزير هي العمود المطلوب .



شكل (١٦)

٢ – طريقة المثلث المتساوي الساقين :

د كان المطلوب هو اسقاط عمود من نقطة (C) على خط الحتزير (AD) فاننا نضع صفر الشريط على نقطة (C) كمركز وبجزء من الشريط نقطع خط الحتزير (AD) في نقطتين متساويتين مثل (B,K) كما في شكل (١٧) ، ثم ننصف (BK) في (F) فيكون (CF) هو العمود المطلوب .

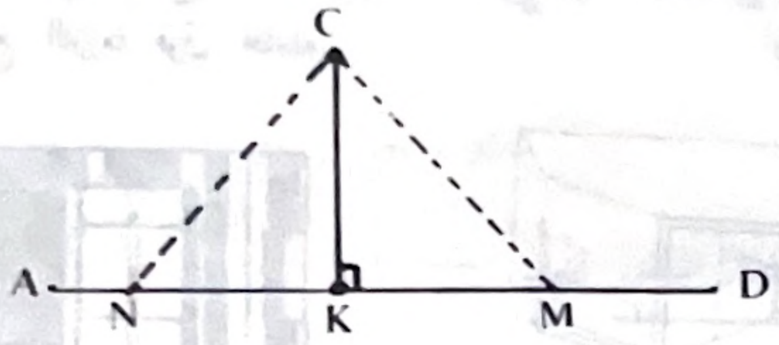


شكل (١٧)

ب) اقامة الأعمدة :—

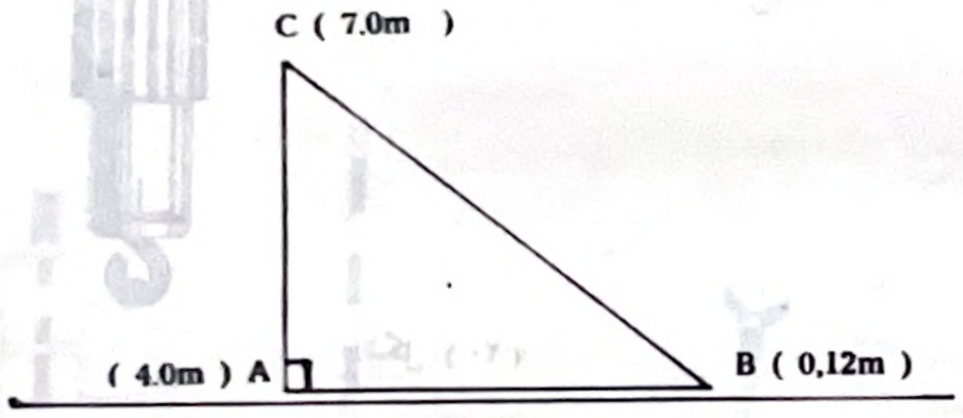
١ — طريقة المثلث المتساوي الساقين :

المطلوب اقامة عمود على خط الحتزير (AD) من نقطة (K) ، لذا نضع صفر الشريط في نقطة (K) وبجزء من الشريط نقطع الخط (AD) في النقطتين (N.M) فيكون NK = MK ، من كل من النقطتين (N.M) نركز صفر الشريط ونقطع قوسين يتلاقيان في (C) ، شكل (١٨) فيكون (CK) هو العمود المطلوب .



شكل (١٨)

٢ — طريقة المثلث القائم الزاوية (نظرية فيثاغورس) ، حيث النسبة بين أضلاع المثلث (5 : 4 : 3) أو مضاعفاتها ، فاذا أردنا اقامة عمود على خط الحتزير من نقطة (A) شكل (١٩) ، توضع علامة (4m) على (A) ونمد الشريط على اتجاه الحتزير حتى تنطبق علامة صفر متر على نقطة مثل (B) مثلا .



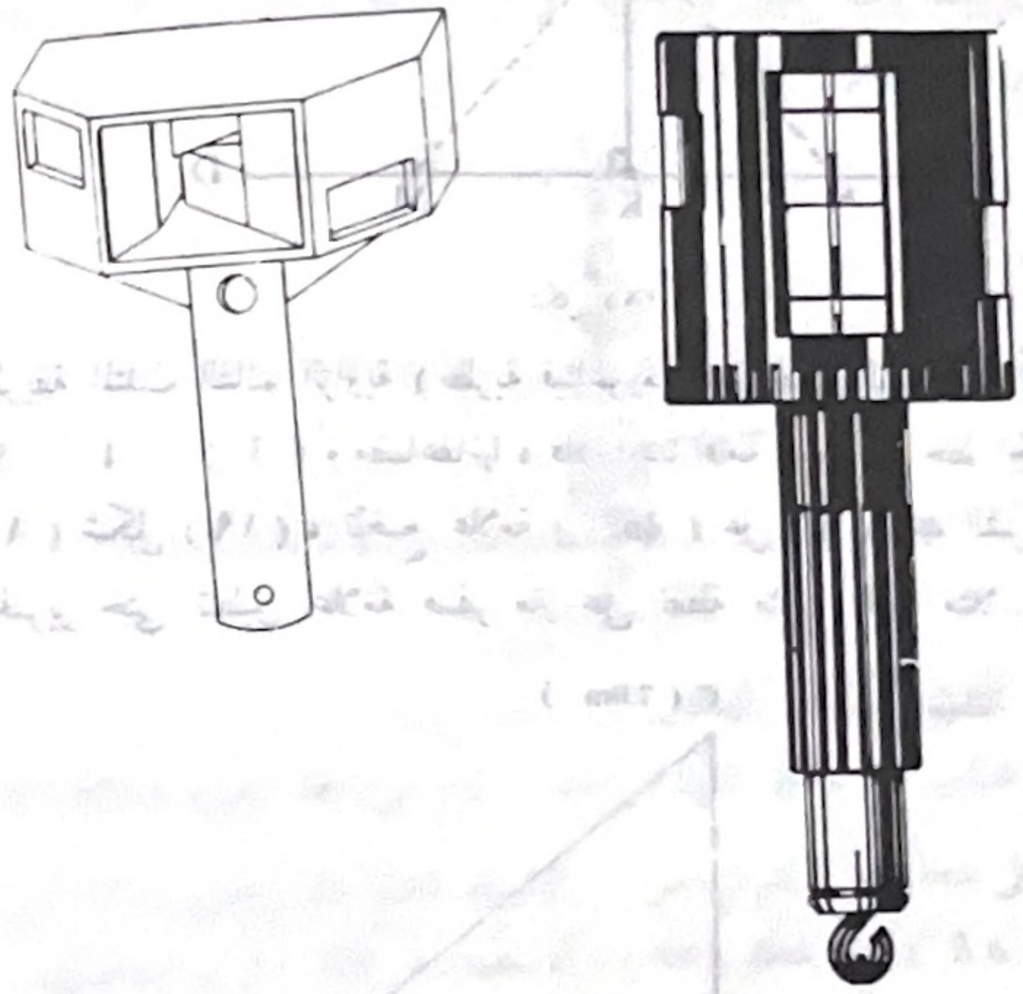
شكل (١٩)

نفك الشريط حتى علامة (12m) ونثبت هذه العلامة عند (صفر متر) وبواسطة شوكة نشد الشريط عند (7m) فتعين نقطة (C) ويكون (CA) هو العمود المطلوب .

البرزمـــا (المنشـــور المرئي)

The Prismatic Square

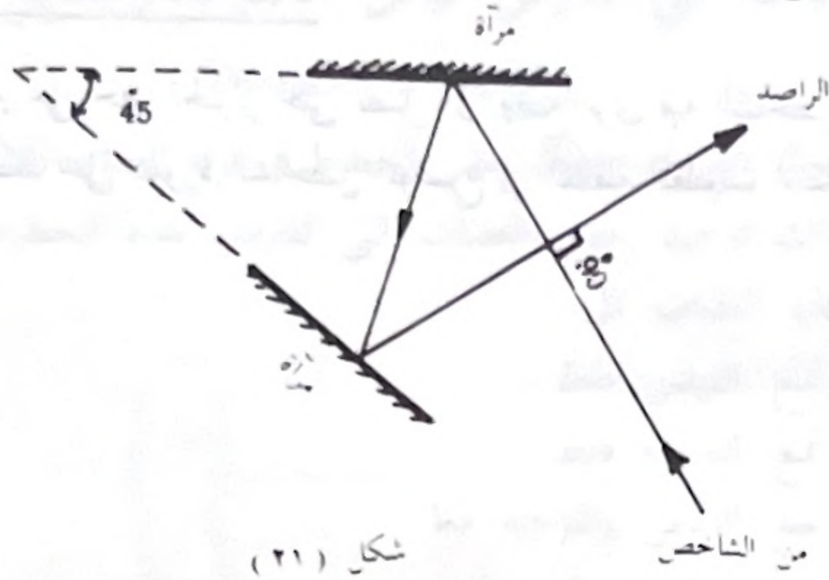
هو عبارة عن جهاز صغير الحجم خفيف الوزن ، لا يحتاج الى ضبط قبل العمل وهو أسرع وأفضل الأجهزة الصغيرة المستعملة في اقامة الأعمدة واسقاطها ، وله أشكال مختلفة لكنها تتفق جميعا في النظرية والغرض ، ويرى الشكل (٢٠) شكلين من أشكال البرزما ، ويتكون البرزما بشكل عام من منشورين علوي وسفلي وفتحة جانبية عند كل منهما وشباك او شباكين بين أوفوق وتحت المنشورين لكي يستطيع الراصد رؤية الهدف مباشرة ، ومقبض لتعليق خيط الشاقول من أسفله او لوضع البرزما فوق حامله .



شكل (٢٠)

ويعمل الجهاز على النظرية التي تقول : انه اذا سقط شعاع من هدف على مرآتين بينهما زاوية أو على منشور وانعكس داخله مرتين فان الزاوية بين الشعاعين الساقط والمنعكس تساوي ضعف الزاوية بين السطحين العاكسين ، الساقط عليه الشعاع الأول ، والمنعكس عنه الشعاع

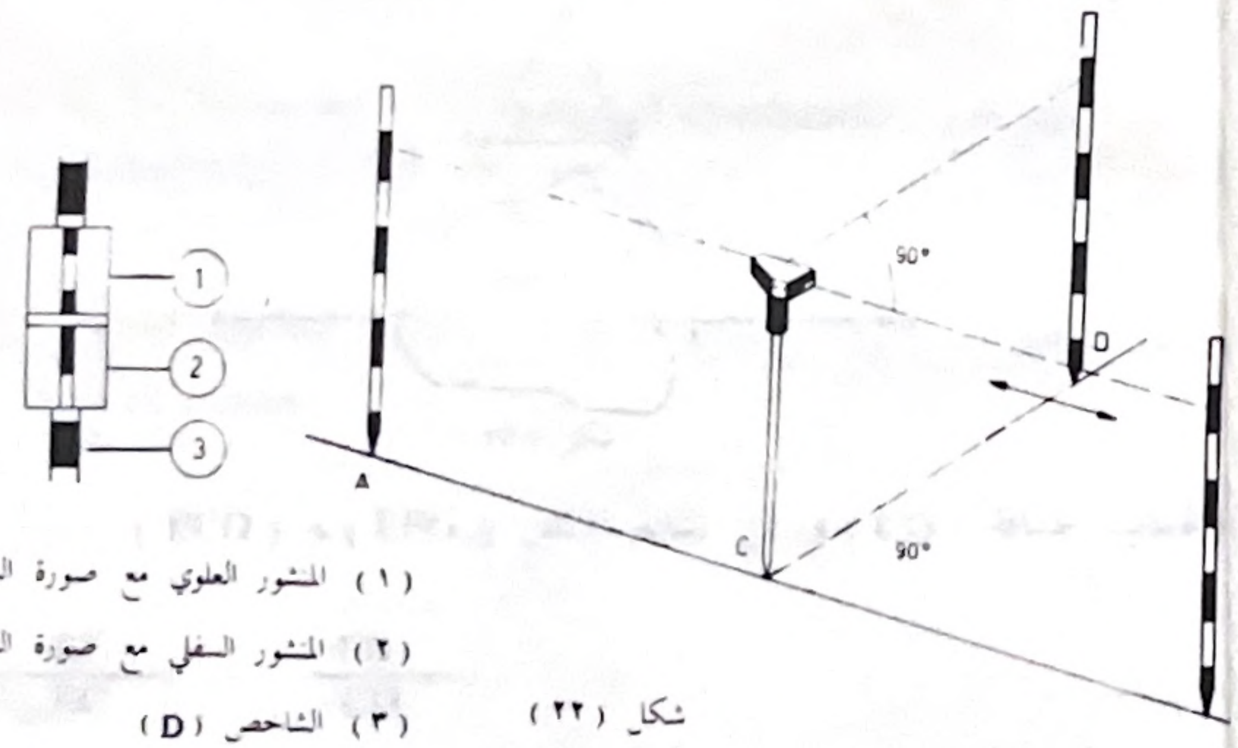
الأخير ، فاذا جعلنا الزاوية بين هذين السطحين (45°) فان الزاوية بين الشعاعين تساوي زاوية قائمة شكل (٢١) .



شكل (٢١)

اقامـة الأعمـدة بواسطـة المنشور المرئي :—

يقف الراصد بالجهاز فوق نقطة (C) المراد اقامة العمود منها على الخط (AB) ويستعمل خيط الشاقول أو حامل للجهاز عبارة عن قضيب معدني . نجعل الجهاز عمودي فوق (C)، فنرى صورتي الشاخصين A ، B فوق بعضهما البعض ، نجعل شخصا يتحرك أمامنا بشاخص (D) ونوجهه إلى اليمين أو اليسار حتى نشاهد الشاخص (D) من خلال شباك أو شباكي البرزما وذلك حسب نوع الجهاز وفوق وتحت البرزما على خط واحد مع صورتي الشاخصين A ، B شكل (٢٢) فيكون (DC) هو العمود المطلوب .



(١) المنشور العلوي مع صورة الشاخص (A)

(٢) المنشور السفلي مع صورة الشاخص (B)

(٣) الشاخص (D)

شكل (٢٢)

اسقاط الأعمدة بواسطة المنشور المرئي .

نتحرك بالمنشور على خط الحتريز حتى نصل الى وضع نرى فيه الشاخص الموضوع عند احد طرفي الخط منطبقا على صورة الشاخص الموضوع في النقطة المطلوب اسقاط العمود منها داخل المنشور .

العقبات التي تعترض قياس الأطوال والتغلب عليها

Obstacles in Chaining

كثيرا ما يحدث عند قياس أطوال بعض الخطوط في موقع العمل ، الا نتمكن من قياسها قياسا مباشرا وذلك لوجود بعض العقبات التي تعترض هذه الخطوط .

ويمكن تقسيم هذه العقبات الى :

١ — عقبات تمنع القياس فقط .

٢ — عقبات تمنع التوجيه فقط .

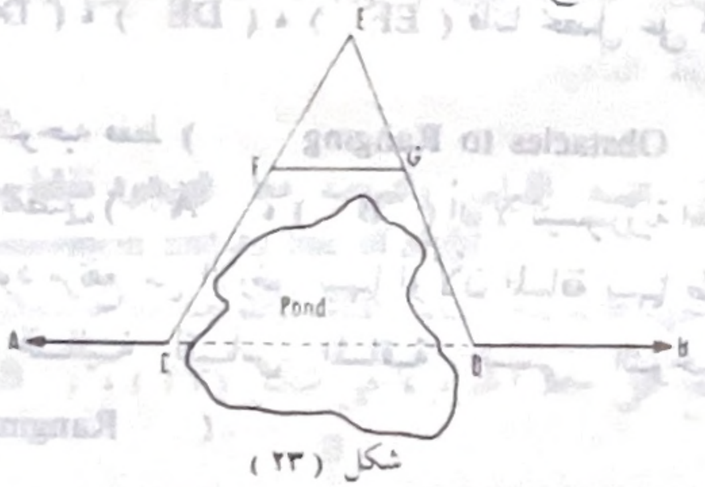
٣ — عقبات تمنع القياس والتوجيه معا .

وسنشرح بعض الطرق التي يمكن استعمالها للتغلب على هذه العقبات .

١ — العقبات التي تمنع القياس فقط : Obstacles to Measurement

أ) طريقة حرف (A) (Single (A)" Method)

اذا اعتبرنا الوضع الموضح في شكل (٢٣) حيث يقطع خط الحتريز (AB) بركه (Pond) ، فالمسافات من (A) الى (C) ومن (D) الى (B) يمكن قياسها بالطريقة العادية . يبقى قياس المسافة (CD) وعليه فاننا ننشيء المثلث (CDE) ، ثم نقيس كلا من الضلعين (EC) ، (ED) . ونأخذ عليهما مسافتين (EG) ، (EF) بحيث تساوي كل منها نفس النسبة من طول الضلع الواقعة عليه .



شكل (٢٣)

ولحساب المسافة (CD) ، فمن تشابه المثلثين (EFG) ، (ECD)

$$\frac{EF}{EC} = \frac{FG}{CD}$$

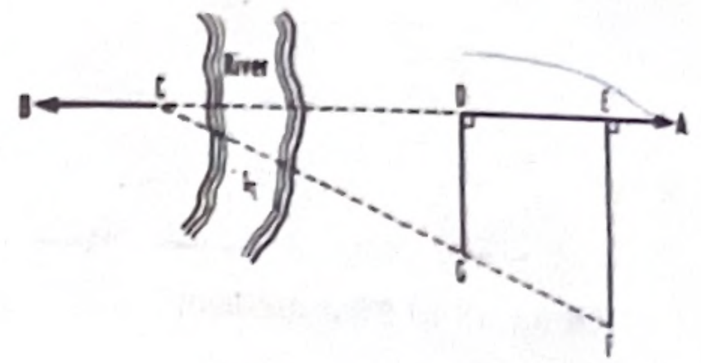
$$\therefore CD = \frac{FG \times EC}{EF}$$

ب) طريقـة الأعمـدة . **(Perpendicular Method)**

في شكل (٢٤) لمعرفة طول (CD) ، انشيء على خط الحتزير (AB) عموديين عند (D) ، (E) الى (G) ، (F) على التوالي بحيث تكون النقاط (F) ، (G) ، (C) على استقامة واحدة ويمكن التأكد من ذلك بواسطة عملية التوجيه بالشواخص ويقاس (EF) ، (DG) ، (DE) . من المثلثين المتشابهين CEF ، CDG

$$\frac{CD}{CE} = \frac{DG}{EF}$$

$$\frac{CD}{CD + DE} = \frac{DG}{EF}$$



$$CD = \frac{DG\ (CD + DE)}{EF}$$

or $(CD \times EF) = (DG \times CD) + (DG \times DE)$

$$\therefore CD\ (EF - DG) = (DG \times DE)$$

$$\therefore CD = \frac{(DG \times DE)}{(EF - DG)}$$

بتعويض قيم (DG) ، (DE) ، (EF) فاننا نحصل على قيمة (CD) .

٢ — العقبات التي تمنع التوجيه فقط (Obstacles to Ranging) قد يحدث عند قياس مسافة ما بين نقطتين (A ، B) أن لا تتيسر رؤية احدى النقطتين من الأخرى بسبب وجود مرتفع من الأرض بينهما أو لأن المسافة بينهما طويلة جدا ويمكن اتباع الطريقة التالية لقياس المسافة وتسمى التوجيه بالتجربة (Ranging by trial) .

أ) نستعين في هذه الطريقة بشاخصين مساعدين أو أكثر ، نضعها في نقطتين مناسبتين (C) ، (D) تكونان قريبتين ما أمكن من الخط (AB) ، وبحيث يمكن رؤية النقطتين (B) ، (D) من (C) والنقطتين (C) ، (A) من (D) شكل (٢٥) .

شكل (٢٥)

ب) من النقطة (D) نوجه الشاخص المساعد (C) حتى يصبح على الخط (DA) فيأخذ الوضع (C_1) .

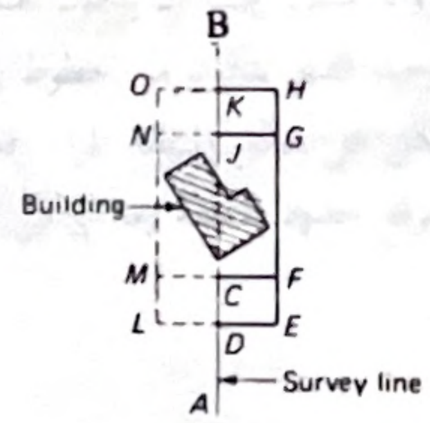
جـ) من النقطة (C_1) نوجه الشاخص (D) على الخط (C_1B) فيأخذ الوضع (D_1) .

د) بتكرار الخطوتين السابقتين بالتناوب نصل الى وضع يكون فيه الشاخصين (C, D) على استقامة (A) ، وكذلك النقاط (B) ، (D) ، (C) على استقامة واحدة . أي أن (A, C, D, B) على استقامة واحدة .

ويكون طول الخط $AB = AC + CD + DB$ ، حيث يمكن قياس كلا من هذه الأجزاء بالطريقة العادية .

٣ — العقبـات التي تمنـع القياس والتوجيه معا (وجود نقاط معلومة على الخط)
Obstacles to measurement and to line of sight

من الممكن مواجهة حالة تمنع القياس المباشر والتوجيه معا كأن يكون هذا المانع أو العقبة غابة او غابة كثيفة تقع على خط الحتزير ، ففي شكل (٢٦) ، (AB) هو خط الحتزير



شكل (٢٦)

والعقبة الواقعة عليه هي البناية المبينة في الشكل . ففي هذه الحالة :

أ) يستمر التوجيه والقياس بالطريقة العادية من (A) وحتى نقطة (C) بالقرب من البناية .

ب) تقاس مسافة مناسبة مثل (CD) على خط الحتزير من (C) .

جـ) من النقطتين (C) ، (D) نقيم العمودين المتساويين (CF) ، (DE) على (AC) .

د) تعين نقطة (H) بالتوجيه على استقامة (EF) وعليه فان الخط (EFH) يكون موازيا لخط الحتزير (AC) .

هـ) تقاس مسافة مناسبة مثل (GH) من (H) .

و) من النقطتين (H) ، (G) نقيم العمودين (HK) ، (GJ) على الخط EFGH) بحيث يكون كل منهما مساويا للعمود (CF) ، وعليه تكون (K) ، (J) على خط الحتزير الرئيسي (AB) ، ويمكن قياس المسافة من (K) الى (B) بالطريقة العادية .

ز) يكون طول الخط (AB)

$$AB = AC_1 + FG + JB$$

ويمكن اجراء نفس العملية من الطرف الثاني زيادة في الدقة .

« رفع منطقة باستعمال القياسات الطولية »

قبل رفع أية منطقة يجب على المساح أن يقوم بعملية استكشاف Reconnaissance يقصد بها المرور في المنطقة المراد رفعها للملاحظة شكل حدودها والتفاصيل الموجودة بها ثم يرسم الكروكي (Sketch) في دفتر خاص يسمى دفتر الحقل (Field book) وتقسم كل صفحة فيها من وسطها بخطين احمرين البعد بينهما ٢ سم ، ويرسم الكروكي عادة بدون مقياس رسم (Scale) ولكن يراعى أن تتناسب الأطوال المرسومة في الكروكي مع المسافات المقابلة لها في الطبيعة ، والكروكي يرسم كذلك بدون الاستعانة بأدوات هندسية ، الا انه يجب الاستعانة بمسطرة صغيرة لرسم الخطوط المستقيمة توفيرا للوقت وزيادة في وضوح الكروكي . ويجب كتابة الملاحظات والمعلومات اللازمة على الكروكي بخط واضح ، وكذلك وضع سهم الشمال عليه .

دفتر الحقل (دفتر الحتزير)

(Field book)

بعد ذلك يتعين انشاء هيكل هندسي (Skelton) يتكون من خطوط مستقيمة تمثل حدود المنطقة والتفاصيل الموجودة بها ، ومما أن عملية الرفع في المساحة بالحتزير تعتمد على القياسات الطولية ولا تقاس فيها الزوايا لذلك يجب أن يتكون الهيكل من مجموعة من مثلثات متصلة لأن المثلث هو الشكل الوحيد الذي يتكون من خطوط مستقيمة ويمكن رفعه بمعلومية أضلاعه فقط . ويتوقف شكل الهيكل على شكل المنطقة المراد رفعها والتفاصيل الموجوده بها والهيكل المناسب هو الذي يسمح برفع حدود المنطقة وما بها من تفاصيل بدقة وسرعه ومجهود .

خطوط الجنزير (Chain Lines) or (Survey Lines)

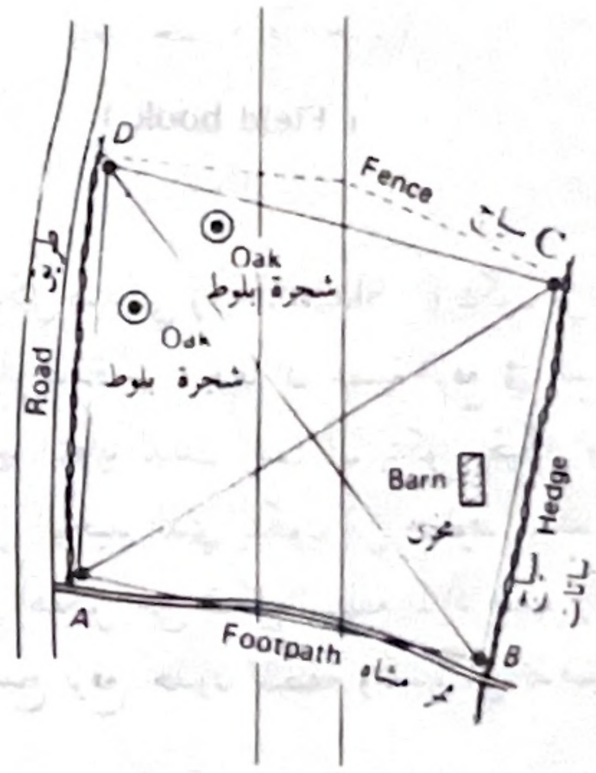
هناك عدة مبادىء أساسية يجب أن تلاحظ عند انتخاب خطوط الجنزير.

١ — يتكون الهيكل من مجموعة من خطوط الجنازير التى تشكل مجموعة من المثلثات المتصلة ويجب أن تكون هذه المثلثات مناسبة (Well Conditioned) ، والمقصود بالمثلث المناسب أنه المثلث الذي تقع زواياه بين ٤٠° – ١١٠° ويفضل أن تكون بين ٦٠° – ٩٠°.

٢ — يراعى أن تكون خطوط الجنزير قريبه ما أمكن من حدود المنطقة أو التفاصيل المراد رفعها وذلك لكي تكون أطوال الأعمدة (Normal offsets) بين حدود المنطقة وخطوط الجنازير قصيرة.

٣ — يجب أن نتمكن من رؤية محطتين على الأقل من كل محطة (Station) ، وتعرف المحطة بأنها كل رأس من رؤوس الهيكل.

٤ — يراعى أن يكون عدد خطوط الجنازير (أضلاع الهيكل) أقل ما يمكن وأن تكون هناك خطوط تحقيق كافيه لضمان دقة رفع الهيكل ، ويجب أن تتقاطع هذه الخطوط لتشكل زوايا ٤٥° – ٩٠° ، وكلما كانت أقرب الى ٩٠° كان أفضل كما في الخطين (AC) ، (BD) في شكل (٢٧).



شكل (٢٧)

٥ — يجب تجنب اعتراض عوائق لخطوط الجنزير.

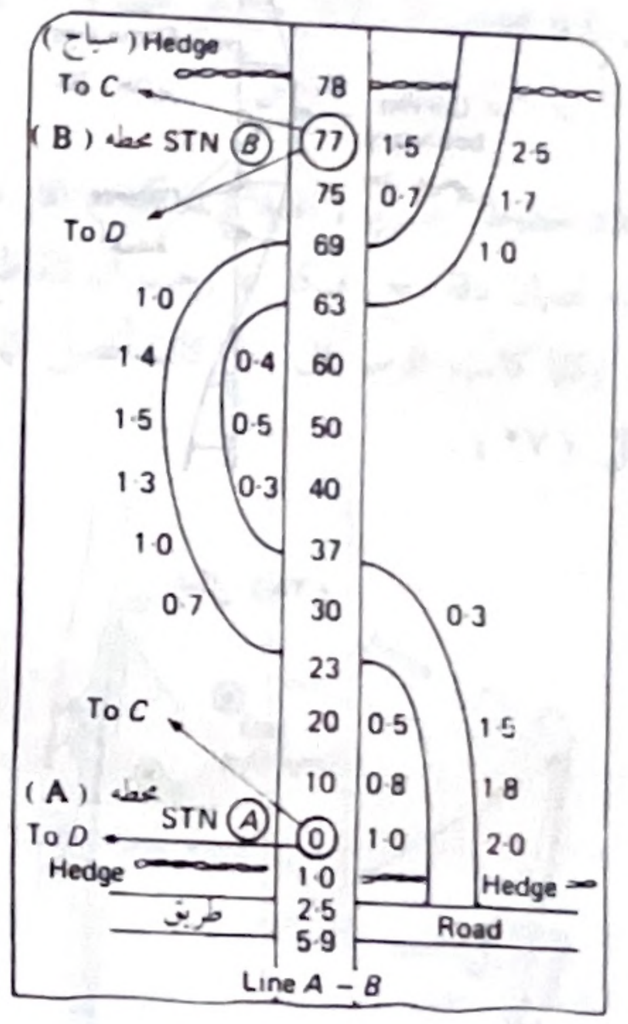
٦ — يجب اختيار المحطات (Stations) أو رؤوس الهيكل في أماكن يسهل الوصول اليها ويصعب ازالتها بالحركة والمرور.

٧ — يفضل أن تكون خطوط الجنازير داخل المنطقة المراد رفعها وفي شكل (٢٨) استثناء لهذه القاعدة ، حيث يمر خط الجنزير خارج الحد المنحني ، ومثل هذا الترتيب يجعل الأعمدة قصيرة.

شكل (٢٨)

الأعمـــدة :

الأعمدة هي المسافات التي تنشأ على خط الحتزير الى التفاصيل المختلفة كالحدود ، أو الأشجار أو الأبنية .... الخ ، بحيث يكون بين كل من هذه المسافات وخط الحتزير زاوية قائمة ، ويجب أن تكون خطوط الحنازير أقرب ما يمكن الى حدود المنطقة المراد رفعها كما ذكرنا سابقا وذلك حتى تكون الأعمدة قصيرة ، ويسجل في دفتر الحتزير طول العمود ومقابله بين الخطين الأحمرين يسجل بعد نقطة التقائه على خط الحتزير شكل (٢٩) ، وينقل تقاطع الحد مع الخطين الأحمرين نقلا عموديا لأنهما في الواقع خط واحد ، ومن المعروف أنه من الصعب غالبا تعيين مكان الحدود بالضبط وبدقة كما هو الحال في حالة وجود سياج (hedge) كثيف أو ممر وعر حيث يكتفى بالقياس الى أقرب (50 mm) ما أمكن .



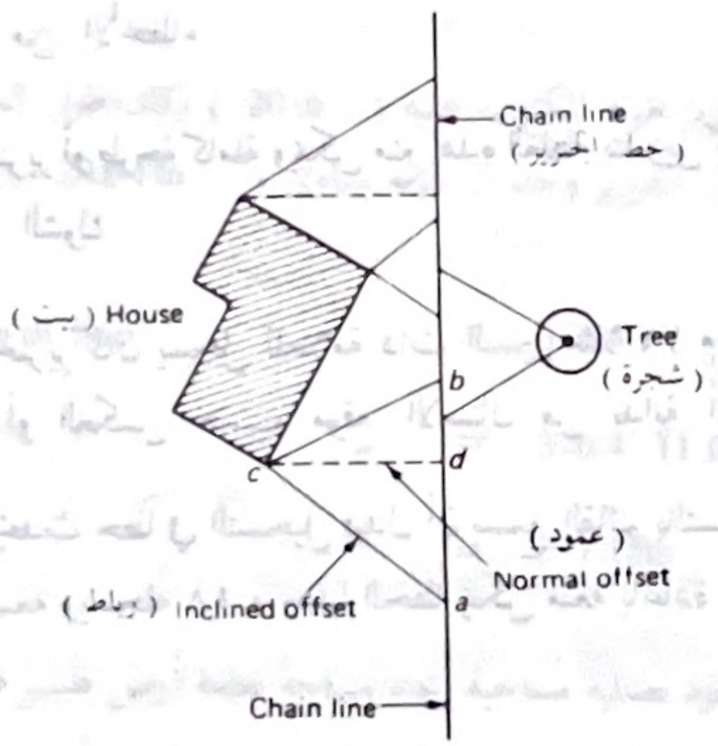
صفحة من دفتر الحتزير

شكل (٢٩)

واذا كانت الأعمدة قصيرة فانها تقاس بسرعة وبواسطة شخص واحد ، باستعمال شاخص يوضع على الأرض عموديا على خط الحتزير في المكان المطلوب ، حيث توضع نهاية الشاخص عند الحد ويؤخذ طول العمود وذلك من واقع الألوان المتبادلة على الشاخص والتي يكون طول كل لون فيه (250 - 500 mm) ، ويستطيع الشخص المتمرس ايجاد طول العمود لأقرب (50 mm) أي ما يعتبر في كثير من الحالات دقة كافية .

أما في حالة الأعمدة الطويلة فيستعمل شريط أو جنزير من قبل الأمامي والخلفي ، اللذان يسيران على طول الخط ، وتعين الزاوية القائمة للعمود بطريقة أقصر بعد ، ولكن اذا كانت طبيعة العمل تتطلب دقة عالية ، فاننا نستعمل المنشور المرئي (الزرما) (Optical Square) .

ويمكن تعيين التفاصيل بخطوط مائلة « رباطات » (Inclined offsets) أو (ties) وهذه الطريقة أكثر ملائمة ودقة ، حيث يستعمل رباطان يشكلان مع قطعة من خط الحتزير مثلث ذو زوايا حادة . في شكل (٣٠) الرباط (ac) ، والرباط (bc) يقاسان ويسجلان في دفتر الحتزير ، وعند نقل المعلومات على الخارطة أو ورقة الرسم فان المسافتين (ac) ، (bc) ترسمان بالفرجار حيث ان المركزين هما (a ، b) وتعين نقطة تقاطع القوسين نقطة (c) ويمكن عمل عمود (cd) للتحقيق (Check line) وان زوايا أخرى من البيت المبين في الشكل ترفع بنفس الطريقة .



شكل (٣٠)

أخطاء المساحة بالجنزير

(Errors in Chaining)

في كل العمليات المساحية ، وفي أية عملية قياس فانه يحتمل وقوع الأخطاء . وعليه فمن
ب سبب هذه الأخطاء او تصحيحها . وأنواع الأخطاء الممكن حصولها يمكن تصنيفها الى
ما يلي :—

١ — الغلطـات (Mistakes)

٢ — الأخطاء المتظمة (Systematic or cumulative errors)

٣ — الأخطاء العارضة (Accidental or compensating errors)

وسوف نتناول كلا من هذه الأخطاء على حده .

١ — الغلطـات (Mistakes) .

ويرجع سببها الى عدم خبرة او اهمال القياس أو المساح ، وهي أخطاء عشوائية الحدوث والقيمة ، ويمكن تجنبها بالانتباه والتحقق من القياسات المختلفة .
ومن أمثلة هذا النوع من الأخطاء .

أ) عدم تسجيل طول جنزير أو طرحة كاملة ويمكن منع هذه الغلطة بتدوين كل طرحة وبأن ينتبه الأمامي في عد الشوك .

ب) الخطأ في قراءة الجنزير كأن يسجل للعلامة ذات السنين مثلا ١٦ م في حين أن القراءة الصحيحة ٤ م أو العكس حسب موقع الأسنان من بداية أو نهاية الجنزير .

حـ) في بعض الأحيان يحدث خطأ في التسجيل فبدل أن يسمع القائم بالتسجيل من زميله الرقم ١٣ يمكن أن يسمعه ويسجله ١٨ ، وهذا الخطأ يمكن منعه باعادة الرقم من قبل القائم بالتسجيل وزميله .

٢ — الأخطاء المتظمة . (Systematic or cumulative errors)

تكون مصادر هذه الأخطاء معروفة ، وعليه فان آثارها يمكن التخلص منها ، فالقياس

الجيد لا يعطي عملية مساحية دقيقة اذا كان طول الجنزير أو الشريط الحقيقي لا يطابق طوله الأسمي أو المكتوب عليه ، وهناك عدة أنواع من الأخطاء المتظمة منها :—

أ) **خطأ الطول** : من الضروري فحص طول الجنزير في بداية كل يوم عمل اذا ما أردنا أن تكون عملية القياس صحيحة أو اذا ما أحتجنا الى التصحيح اللازم ، والمسافة المقاسة تصحح حسب القانون التالي :—

$$\frac{\text{طول الخط الحقيقي}}{\text{طول الخط المقاس}} = \frac{\text{طول الجنزير الحقيقي}}{\text{طول الجنزير الاسمي}}$$

$$\frac{\text{True length of line}}{\text{Measured length of line}} = \frac{\text{length of chain used}}{\text{length of standard}}$$

$$\text{طول الخط الحقيقي} = \text{طول الخط المقاس} \times \frac{\text{طول الجنزير الحقيقي}}{\text{طول الجنزير الاسمي}}$$

$$\text{True length of line} = \text{Measured length of line} \times \frac{\text{length of chain used}}{\text{length of standard}}$$

مثـال :—

قيس خط بجنزير طوله المكتوب عليه (20 m) وكان طول الخط (376.4m) وعند التحقق من طول الجنزير وجد أن طوله يساوي (20.04 m) . ما الطول الحقيقي للخط .

$$\text{True length of line} = 376.4 \times \frac{20.04}{20}$$

$$= 376.4 \ (1.002)$$

$$= 377.15\text{m}$$

واذا كان المقصود بعملية مساحية ايجاد مساحة قطعة أرض فليس من الضروري تصحيح كل قياس على حده ، ولكن تستخرج المساحة من القياسات المأخوذة وذلك بتطبيق المعادلة التالية :—

المساحة الصحيحة (الحقيقية) = المساحة المقاسة × $\left(\frac{\text{طول الجنزير الحقيقي}}{\text{طول الجنزير الاسمي}}\right)^2$

$$\text{Correct (True) area} = \text{measured area} \times \left(\frac{\text{Length of chain used}}{\text{Length of standard}}\right)^2$$

مثـال :—

قيست أبعاد قطعة أرض بجنزير طوله الاسمي (20m) وعند مقارنته بشريط من الصلب وجد أن طوله أطول من طوله الاسمي بـ (0.3 link) ، فاذا كانت المساحة المقاسة تساوي ($4036.0m^2$) فما هي المساحة الحقيقية ؟

$$\text{True area} = 4036 \times \left(\frac{20 + \frac{0.3 \times 20}{100}}{20}\right)^2$$

$$= 4036 \times \left(\frac{20.06}{20}\right)^2$$

$$= 4060.25 \quad m^2$$

ب) الخطأ الناشيء عن اختلاف درجة الحرارة أثناء القياس عن درجة حرارة الشريط أثناء معايرته . ويمكن حساب تصحيح هذا الخطأ كما يلي :—

حيث C = التصحيح اللازم اضافته للمسافة المقاسة أو طرحه منها .

$$C = L \propto (Tl - To)$$

L = طول الخط المقاس .

$\propto$ = معامل التمدد الطولي للشريط ويساوي 12×10^{-6} لكل درجة مئوية للشريط الصلب .

T_l = درجة حرارة الجو أثناء عملية القياس .

T_o = درجة حرارة الشريط عند معايرته .

مثـال :— قيس طول خط بشريط من الصلب معاير عند درجة حرارة ($20^{\circ}c$) فكان يساوي (100m) ، فاذا كانت درجة حرارة الجو أثناء عملية القياس = (30°) ، جد طول الخط الحقيقي .

$$C = L \propto (Tl - To)$$

$$C = 100 \times 12 \times 10^{-6} (30 - 20)$$

$$= 100 \times 12 \times 10^{-6} \times 10$$

$$= 12 \times 10^{-2} = 0.012m$$

∴ طول الخط الحقيقي

$$\therefore L = 100 + 0.012 = 100.012m$$

جـ) عدم دقـة التوجيـه . (Impertect Alignment) .

الخطأ في التوجيه تأثيره صغير ويسبب زيادة في طول المسافة كما في الشكل التالي ويمكن ايجاده من المعادلة التالية .

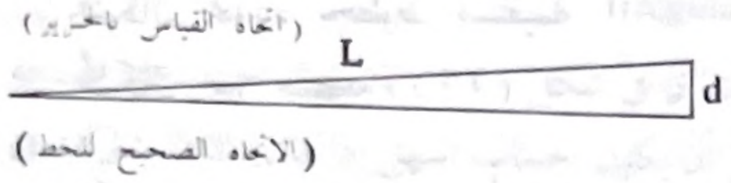
$$e = \frac{d^2}{2L}$$

حيث

e = الخطأ في طول الخط

d = مقدار الازاحة الجانبية

L = المسافة المقاسة



مثـال :— اذا قمت بالقياس بشريط طوله (L = 20m) انحرف في نهايته بمقدار (8cm) عن الخط المقاس ، جد الخطأ في طول الطرحة

$$e = \frac{8 \times 8}{2 \times 2000}$$

$$= \frac{64}{4000}$$

$$= 0.016\,cm$$

٣ — الأخطاء العارضة . (Accidental or compensating errors)

ان الأخطاء العارضة يصعب على الراصد أن يتجنبها ، ولا يمكن حساب قيمتها ، واحتمال أن تكون موجبه هو نفس احتمال أن تكون سالبه . ونلاحظ هذه الأخطاء من وجود تفاوت بين نتائج قياس نفس المسافة تحت نفس الظروف عدة مرات ، ومن الأمثلة على هذه الأخطاء :—

أ) لخطأ في عملية التسامت (التناظر) أثناء قياس مسافة على أرض غير منتظمة الانحدار .

ب) الخطأ في وضع الشوك كأن توضع الشوكة داخل مقبض الجنزير بدلا من وضعها ملامسة لحافة المقبض الخارجية أو أن توضع الشوكه بوضع غير رأسي .

جـ) التقريب في تقدير كسور التدريج كما هو الحال في تقدير ما يساويه جزء من العقله .

د) تغير قوة شد الشريط فأحيانا يكون الشد أكبر من الشد المستعمل عند معايرة الشريط وأحيانا يكون أقل .

ايجـاد المساحـات

Determination of areas

هناك عدة طرق لاخراج المساحات وهذه الطرق يمكن تقسيمها الى مجموعتين :

١ — اشكال محددة بخطوط مستقيمة .

٢ — أشكال غير منتظمة .

ويمكن ايجاد المساحات من الأرصاد في الطبيعة او من المخططات والخرائط ، وايجاد المساحات من أرصاد الطبيعة أدق لأنه لا يوجد بها أي أثر لأخطاء قد تقع أثناء رسم الخرائط . والمساحات التي نتعامل بها هي المسقط الأفقي وليست المساحات المائلة .

١ — المساحات المحددة بخطوط مستقيمة (Areas bounded by straight lines)

أ) مساحة المثلث (The area of a triangle) (Regular figure)

عندما تكون قطعة الأرض مثلثة الشكل أو يمكن تقسيمها الى سلسلة من المثلثات كما في شكل (٣١) فان القوانين التالية تستعمل .

المساحة = $\frac{1}{2}$ القاعدة × الارتفاع

المساحة = نصف حاصل ضرب أي ضلعين في المثلث مضروبا في جيب الزاوية المحصورة بينهما .

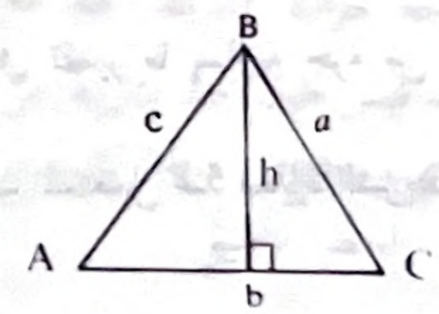
$$\text{Area} = \frac{1}{2} \times \text{base} \times \text{height}$$

$$= \frac{1}{2} bh$$

$$\text{or Area} \quad \frac{1}{2} ab \sin C$$

$$= \frac{1}{2} bc \sin A$$

$$= \frac{1}{2} ac \sin B$$



شكل (٣١)

or

$$\text{Area} \quad \sqrt{S(S-a)(S-b)(S-c)}$$

Where $S \quad \frac{a+b+c}{2}$

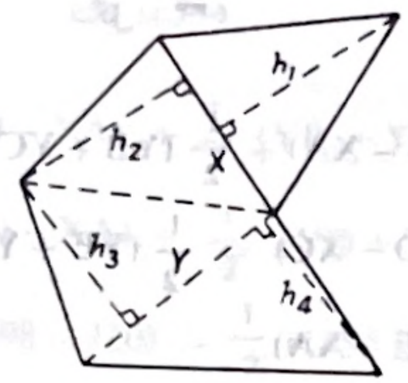
حيث (S) تساوي نصف المحيط .

ب) مساحة الشكل المحدد بخطوط مستقيمة .

(Irregular Straight - Sided figure) .

يمكن تقسيم هذه الأشكال الى مثلثات كما في شكل (٣٢) ، حيث نحصل على المساحة الكلية من جمع مساحات المثلثات ، ويمكن أن يكون الحساب أسهل اذا كان مثلثان يشتركان في نفس القاعدة فاذا اعتبرنا (X) ، (Y) في الشكل

$$\text{Area} = \frac{1}{2}\left((h1 + h2)\,X + (h3 + h4)Y\right)$$



شكل (٣٢)

ج) المساحة من الاحداثيات (Areas by co-ordinates)

من السهل حساب مساحة مضلع مقفل عندما تكون احداثيات رؤوسه معروفة ، فاذا اعتبرنا المضلع (ABCDE) في شكل (٣٣) ، أن المساحة الكلية للمضلع = (مساحة شبه المنحرف PABQ + مساحة شبه المنحرف QBCR - مساحة شبه المنحرف RCDT - مساحة شبه المنحرف SEDT - مساحة شبه المنحرف PAES)

ايجـاد المساحـات

Determination of areas

هناك عدة طرق لاخراج المساحات وهذه الطرق يمكن تقسيمها الى مجموعتين :

١ ــ اشكال محددة بخطوط مستقيمة .

٢ ــ أشكال غير منتظمة .

ويمكن ايجاد المساحات من الأرصاد في الطبيعة او من المخططات والخرائط ، وايجاد المساحات من أرصاد الطبيعة أدق لأنه لا يوجد بها أي أثر لأخطاء قد تقع أثناء رسم الخرائط . والمساحات التي نتعامل بها هي المسقط الأفقي وليست المساحات المائلة .

١ ــ المساحات المحددة بخطوط مستقيمة (Areas bounded by straight lines)

أ) مساحة المثلث (The area of a triangle) (Regular figure)

عندما تكون قطعة الأرض مثلثة الشكل أو يمكن تقسيمها الى سلسلة من المثلثات كما في شكل (٣١) فان القوانين التالية تستعمل .

المساحة = $\frac{1}{2}$ القاعدة × الارتفاع

المساحة = نصف حاصل ضرب أي ضلعين في المثلث مضروبا في جيب الزاوية المحصورة بينهما .

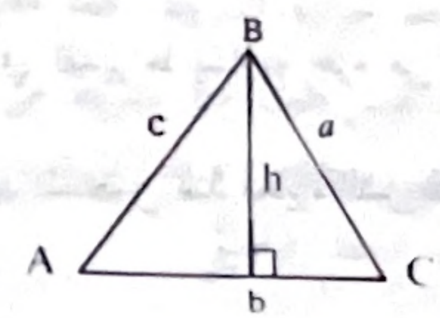
$$\text{Area} = \frac{1}{2} \times \text{base} \times \text{height}$$

$$= \frac{1}{2}\, bh$$

$$\text{or Area} \quad \frac{1}{2}\, ab \sin C$$

$$= \frac{1}{2}\, bc \sin A$$

$$= \frac{1}{2}\, ac \sin B$$



شكل (٣١)

or

$$\text{Area} \quad \sqrt{S(s-a)(s-b)(s-c)}$$

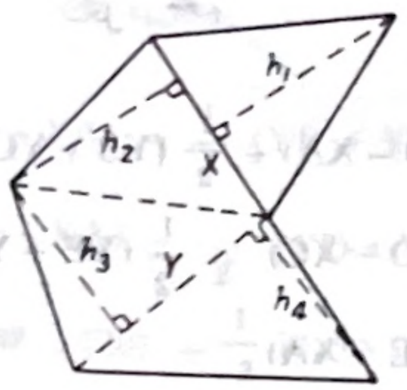
Where $S \quad \frac{a+b+c}{2}$ حيث (S) تساوي نصف المحيط .

ب) مساحة الشكل المحدد بخطوط مستقيمة .

(Irregular Straight - Sided figure) .

يمكن تقسيم هذه الأشكال الى مثلثات كما في شكل (٣٢) ، حيث نحصل على المساحة الكلية من جمع مساحات المثلثات ، ويمكن أن يكون الحساب أسهل اذا كان مثلثان يشتركان في نفس القاعدة فاذا اعتبرنا (X) ، (Y) في الشكل

$$\text{Area} = \frac{1}{2}\left((h1 + h2)\, X + (h3 + h4)\, Y \right)$$

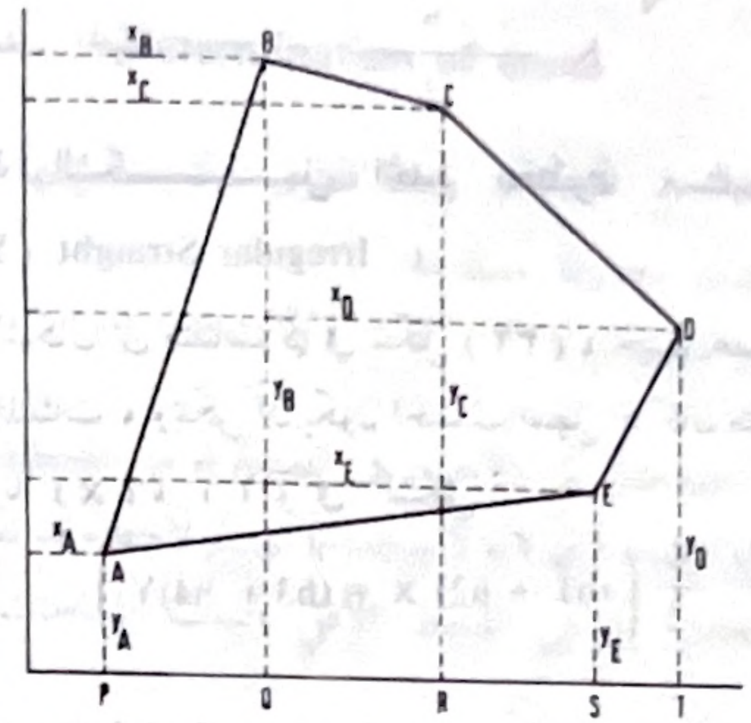


شكل (٣٢)

جـ) المساحة من الاحداثيات (Areas by co-ordinates)

من السهل حساب مساحة مضلع منتظم عندما تكون احداثيات رؤوسه معروفة ، فاذا اعتبرنا المضلع (ABCDE) في شكل (٣٣) ، ان المساحة الكلية للمضلع = (مساحة شبه المنحرف PABQ + مساحة شبه المنحرف QBCR + مساحة شبه المنحرف RCDT + مساحة شبه المنحرف SEDT + مساحة شبه المنحرف PAES)

وتمثل مساحة شبه المنحرف نصف مجموع قاعدتيه مضروبا في ارتفاعه .



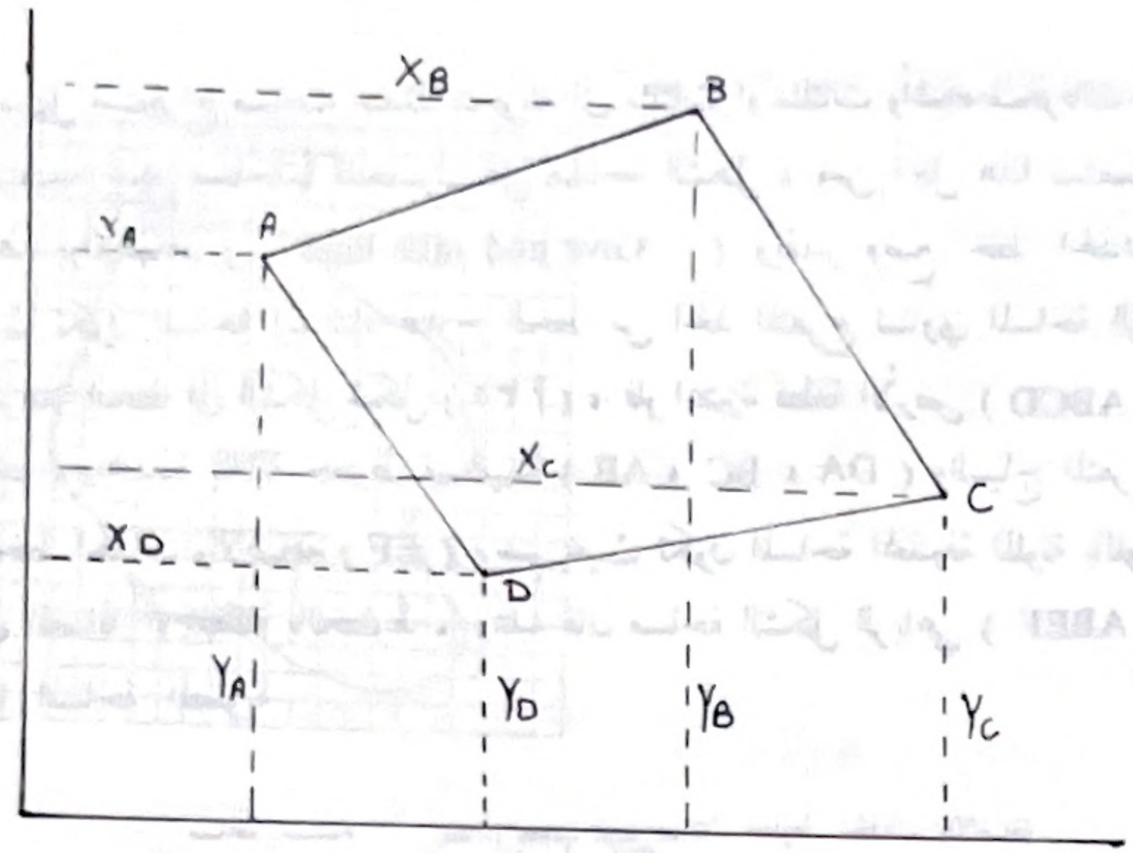
شكل (٣٣)

$$\text{Area} = \frac{1}{2}(YA + YB)(XB - XA) + \frac{1}{2}(YB + YC)(XC - XB)$$
$$+ \frac{1}{2}(YC + YD)(XD - XC) - \frac{1}{2}(YE + YD)(XD - XE)$$
$$- \frac{1}{2}(YA + YE)(XE - XA)$$

حيث (X) هو الاحداثي السيني (Easting) ، (Y) هـو الاحداثـي الصادي (Northing) .

مثـال : احسب المساحة المحصورة بالشكل الرباعي (ABCD) شكل (٣٤) علما بان احداثيات رؤوسه (A ، B ، C ، D) كانت كما يلي :

Station	Easting (m)	Northing (m)
A	420	1296
B	898	1452
C	1026	1064
D	688	646



شكل (٣٤)

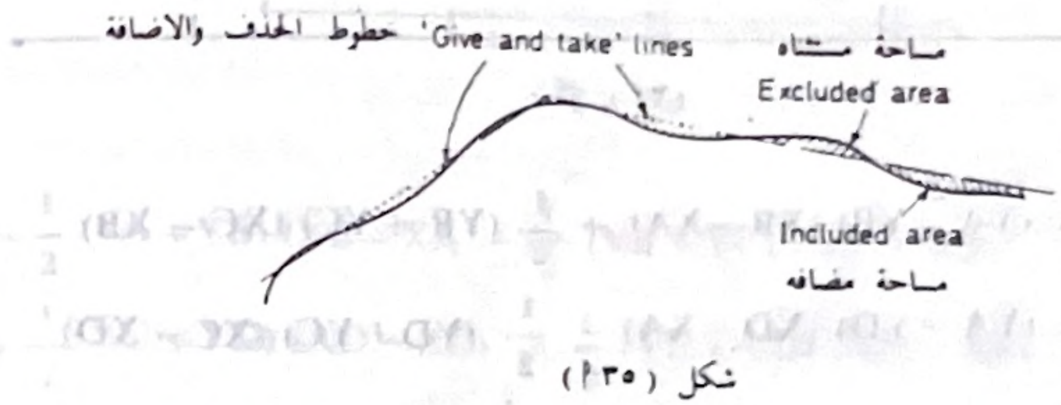
$$\text{Area} = \frac{1}{2}(YA + YB)(XB - XA) + \frac{1}{2}(YB + YC)(XC - XB)$$
$$- \frac{1}{2}(YA + YD)(XD - XA) - \frac{1}{2}(YD + YC)(XC - XD)$$
$$= \frac{1}{2}(1296 + 1452)(898 - 420) + \frac{1}{2}(1452 + 1064)(1026 - 898)$$
$$- \frac{1}{2}(1296 + 646)(688 - 420) - \frac{1}{2}(646 + 1064)(1026 - 688)$$
$$= \frac{1}{2}[(2748)(478) + (2516)(128) - (1942)(268) - (1710)(338)]$$
$$= \frac{1}{2}[1313544 + 322048 - 520456 - 577980]$$
$$= \frac{1}{2}[537156]$$
$$= 268578\ m^2$$

٢ — الأشكال غير المنتظمة أو المحددة بخطوط منحنية (Irregular areas)

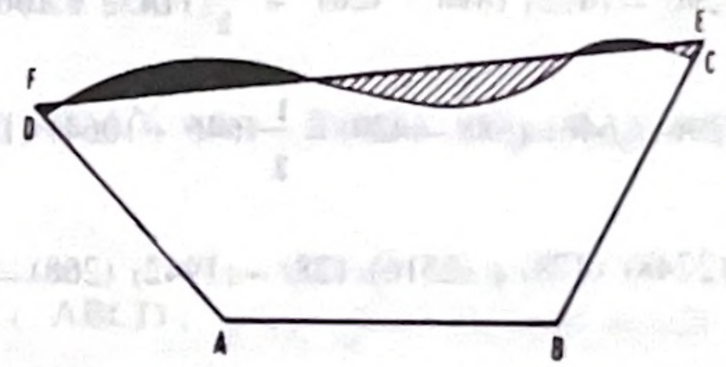
أ) طريقة الحذف والاضافة (Give and take) .

هذه الطريقة تقريبية وترداد دقتها كلما كانت تعاريج الحدود أقل والمقصود بها تحويل الشكل الى مضلع يكافئه في المساحة .

حيث يسهل استخراج مساحته عندئذ بتحويله الى مثلثات او مثلثات وأشباه منحرفات أو أية أشكال منتظمة تجمع مساحاتها للحصول على مساحة الشكل ، ومن أجل هذا نستعمل خطوط الحذف والاضافة (Give and take lines) ويقدر وضع خط الحذف والاضافة بحيث تكون المساحة المستثناه خارج الخط من الحد المتعرج تساوي المساحة التي يضيفها وجود هذا الخط الى الشكل شكل (٣٥ أ) ، فلو اعتبرنا قطعة الأرض (ABCD) شكل (٣٥ ب) والمحددة بثلاثة خطوط مستقيمة (AB ، BC ، DA) والسياج المتعرج (CD) ، فخط الحذف والاضافة (EF) يرسم بحيث تكون المساحة المحذوفة الملونة باللون الغامق تساوي المضافة أو المظللة بالخطوط ، وعليه فان مساحة الشكل الرباعي (ABEF) تساوي تقريبا المساحة المطلوبة .



شكل (٣٥ أ)

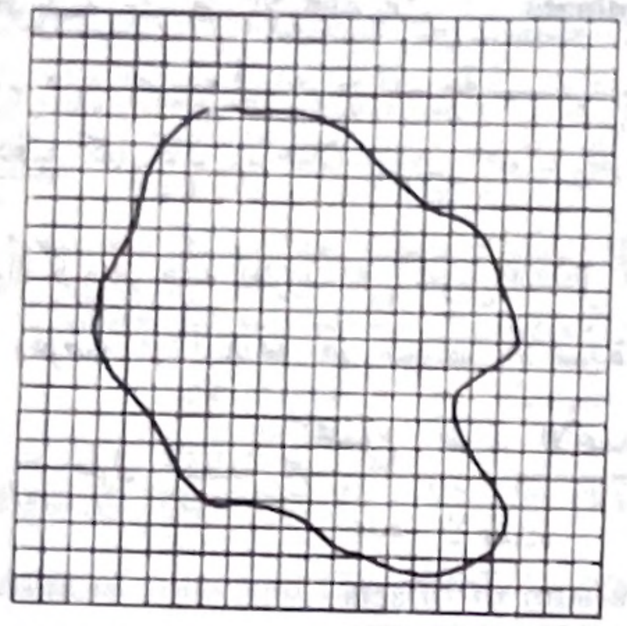


شكل (٣٥ ب)

ب) طريقة المربعات (Counting Squares)

طريقة المربعات طريقة بسيطة لكنها فعالة في اخراج مساحات الأراضي غير منتظمة الحدود ، حيث تقسم ورقة رسم شفافه الى عدد من المربعات الصغيرة المتساوية . وتوضع هذه الورقة فوق المساحة المطلوب ايجادها ، وتحسب عدد المربعات التي تحتويها المساحة ، فاذا قطع الحد احد المربعات يحسب مربع كامل اذا كان اكثر من نصف المربع يقع ضمن الحد ، ويحذف اذا كان أقل من نصفه يقع ضمن الحد ، والأخطاء التي تحصل نتيجة لهذا الحساب ، تكون ذات طبيعة متعادلة Compensating nature والخطأ النهائي يكون صغيرا جدا ويمثل شكل

(٣٦) مثلا لما أسلفنا .



شكل (٣٦)

مثـــال :ـــ اذا كان عدد المربعات التي تغطي قطعة أرض مرسومه بمقياس رسم 1/2500 تساوي 2120 مربع ، وكان طول ضلع المربع 0.5 cm جد مساحة قطعة الأرض .

مساحة القطعة = عدد المربعات × مساحة المربع في الرسم × (ما تساويه الوحدة على الخارطة على الطبيعة حسب مقاس الرسم)^2

$$\text{Total area} = 2120 \times 0.5 \times 0.5 \times 2500 \times 2500$$

$$= 3312500000\ \text{cm}^2$$

$$= \frac{3312500000}{10000} = 331250\ \text{m}^2$$

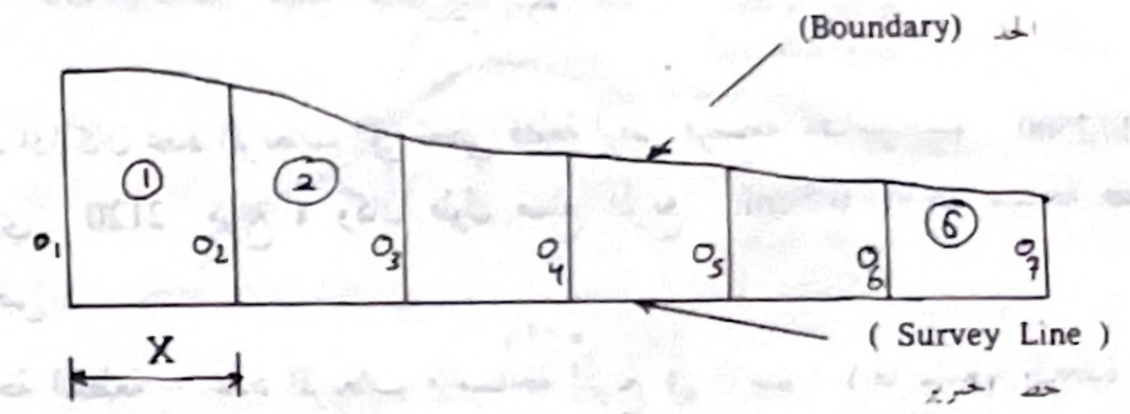
ج) طريقـة متوسط الارتفاعـات Mean ordinate

ان هذه الطريقة في اخراج المساحة ليست دقيقة لكنها تعطى فكرة سريعة عن المساحة ، وتقل دقتها كلما كان الاختلاف بين أطوال الأعمدة (Ordinates) كبيرا .

والفكرة في هذه الطريقة هي تحويل الشكل المعطى بالأعمدة الى مستطيل طوله يساوي القطعة وعرضه أو ارتفاعه هو متوسط الأعمدة شكل (٣٧)

$$\text{المساحة} = \text{طول القطعة} \times \frac{\text{مجموع أطوال الأعمدة}}{\text{عدد الأعمدة}}$$

$$\text{Area} = \frac{\text{Length x sum of offsets}}{\text{No. of offsets}}$$



شكل (٣٧)

فاذا افترضنا أن المسافة بين كل عمودين **(X)** متساوية فان مساحة القطعة في الشكل أعلاه

$$\text{Area} = 6\,\mathbf{X}\left(\frac{o1 + 02 + \cdots + 07}{7}\right)$$

مثـال : اذا كان طول القسم في الشكل (٣٧) يساوي 20m وان أطوال الأعمدة كانت كما يلي :—

offset	01	02	03	04	05	06	07
Length(m)	17	16.9	15.8	14.7	12.5	8.3	5.8

جد مساحة شريحة الأرض بواسطة طريقة متوسط الارتفاعات :—

$$\text{Area} = 6x20\left(\frac{17 + 16.9 + 15.8 + 14.7 + 12.5 + 8.3 + 5.8}{7}\right)$$

$$= 120 \times 13$$

$$= 1560\ m^2$$

د) طريقـة اشباه المنحرفات Trapezoidal Rule

ان هذه الطريقة تعتبر دقيقة اكثر كلما كانت حدود الأرض مستقيمة وتزداد دقتها كلما كثر عدد الأقسام أو عدد المسافات بين الأعمدة ويمكن قياس الأعمدة اما من الطبيعة مباشره او من الخارطه ففي شكل (٣٧) السابق اذا فرضنا أن الحد بين رأسي العمودين O_1 ، O_2 مستقيم وكذلك بين 03,02 ... الخ فان 02,01 تكونان قاعدتين متوازيتين في شبه المنحرف الأول ، وكذلك فان 03,02 تكون قاعدتين متوازيتين في شبه المنحرف الثاني وهكذا .... وبما أن مساحة شبه المنحرف = $\frac{1}{2}$ مجموع القاعدتين × الارتفاع ، فإن :

$$\text{Area of trapezoid (1)} = \frac{01 + 02}{2}\ (X)$$

$$\text{Area of trapezoid (2)} = \frac{02 + 03}{2}\ (X)$$

$$\text{Area of trapezoid (6)} = \frac{06 + 07}{2}\ (X)$$

بجمع المساحات ، ينتج ان

$$\text{Area} = \frac{X}{2}\left((01) + 2(02) + 2(03) + \cdots + 0n)\right)$$

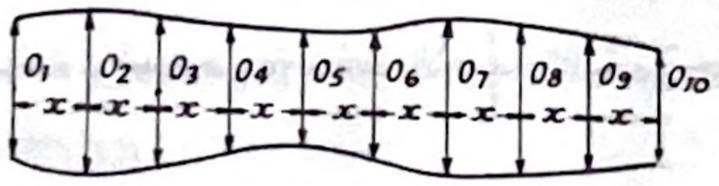
حيث عدد الأعمدة = n

اي ان المساحة = $\frac{\text{طول القسم}}{2}$ (العمود الأول + العمود الأخير + ضعف مجموع الأعمدة الباقية)

شريطة أن تكون الأقسام متساوية، ما اذا لم تكن أطوال الأقسام متساوية فتخرج مساحة كل شبه منحرف على حده وتجمع المساحات .

مثـال :— احسب مساحة شريحة الأرض المبينة في الشكل (٣٨) اذا كان طول القسم **10m**، وان أطوال الأعمدة كانت كما يلي :

offset	O_1	O_2	O_3	O_4	O_5	O_6	O_7	O_8	O_9	O_{10}
Length(m)	16.76	19.81	19.42	18.59	16.76	17.68	18.68	17.3	16.76	15.68



شكل (٣٨)

$$\text{Area} = \frac{10}{2}[(16.76 + 15.68) + 2\ (19.81 + 19.42 + 18.59 + 16.76 + 17.68 + 18.68 + 17.37 + 16.76)]$$

$$= 5((32.44) + 2(145.07))$$

$$= 5\ (322.58)$$

$$= 1612.9\,m^2$$

هـ) طريقة سمبسون **Simpson's Rule**

تستعمل هذه الطريقة لاخراج مساحات الشرائح التي تكون حدودها منحنى وفي هذه الحاله تعتبر أدق الطرق

والمساحة حسب هذه الطريقة =

$$\frac{\text{طول القسم}}{٣}$$ (العمود الأول + العمود الأخير + أربعة أمثال مجموع الأعمدة الزوجية + ضعف مجموع الأعمدة الفردية الباقية)

$$\text{Area} = \frac{\times}{3}\Big(\text{First ordinate} + \text{last ordinate} + 4\ (\text{sum of even ordinates}) + 2(\text{sum of all remaining odd ordinates})\Big)$$

حيث × = طول القسم

ويطبق هذا القانون عند توفر الشروط التالية :—

١ — يجب أن تكون الأقسام متساوية .

٢ — يجب أن يكون عدد الأقسام زوجيا .

اما اذا لم يتحقق الشرط الثاني فاننا نحذف قسم عند أحد طرفي الشريحه ونحسب مساحته على أساس انه شبه منحرف او مثلث او حسب الحاله فيصبح عدد الأقسام زوجيا ويطبق القانون لايجاد المساحة ثم نضيف مساحة الجزء الواقع في بداية أو نهاية الشريحه .

كما ويلاحظ انه في حالة عدم وجود عمود في بداية القطعة او في نهايتها او في كل منهما فان العمود الأول او العمود الأخير او كلاهما يساوي صفرا

مثـال :— لاخراج مساحة شريحه ارض ، اخذت الأعمدة التالية من خط الجذير الى أحد الأسيجة

(المسافة) Chainage(m)	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
(طول العمود) offsetm(m)	0	5.49	9.14	8.53	10.67	12.5	9.75	4.57	1.83	o

جد المساحة بطريقة سمبسون ؟

الحـل :— من الملاحظ أن عدد الأعمدة عشرة أي أن عدد الأقسام فرديا ، لذلك نحسب المساحة المحصورة بين العمودين الأول والتاسع بطريقة سمبسون ، ثم نضيف المساحة المتبقية .

$$\text{Area} = \frac{20}{3}\Big((0 + 1.83 + 4(5.49 + 8.53 + 12.5 + 4.57) + 2(9.14 + 10.67 + 9.75)\Big) + \left(\frac{1}{2} \times 1.83 \times 20\right)$$

$$= \frac{20}{3}\Big((1.83 + 124.36 + 59.12)\Big) + 18.3$$

$$= \frac{20}{3}\ (185.31) + 18.3$$

$$= 1235.40 + 18.30$$

$$= 1253.7\,m^2$$

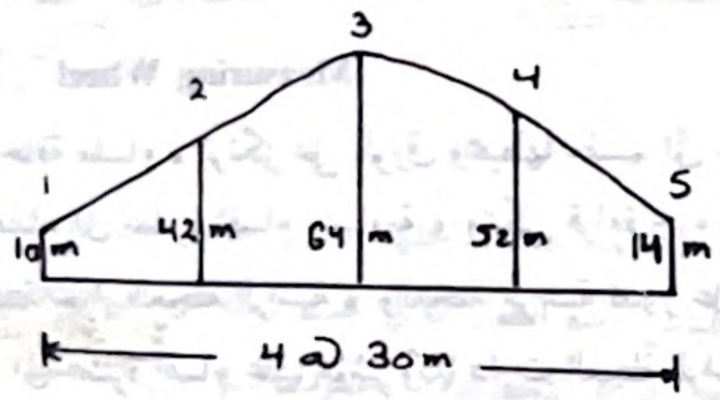
و) طريقـة ودل **(Weddle's Rule)**

وتستعمل هذه الطريقة عندما يكون عدد الأعمدة كثيرا

المساحة = $\frac{٣ \times \text{طول القسم}}{١٠}$ (مجموع الأعمدة الفردية + خمسة أمثال الأعمدة الزوجية + مجموع كل ثالث عمود مع استبعاد العمود الأول والعمود الأخير) .

$$\text{Area} = \frac{3x}{10}\Big((\text{sum of odd ordinates} + 5(\text{sum of even ordinates}) + (\text{sum of every third ordinate excluding the first and last ordinates})\Big)$$

مثـال :— شكل (٣٩) يبين الأعمدة المأخوذة من خط الجذير الى حدود قطعة الارض ، جد مساحة القطعة اذا كانت المسافة بين كل عمودين 30m



$$\text{Area} = \frac{3x30}{10}\Big((10 + 64 + 14) + 5\ (42 + 52) + 52\Big)$$

$$= 9\ (88 + 470 + 52)$$

$$= 9 \times 610$$

$$= 5490\ m^2$$

ومن الطرق المستعملة في حساب مساحات الاراضي من الخرائط ، خصوصا الأراضي ذات الحدود غير المنتظمة او المتعرجة جهاز صغير هو البلانيمتر .

البلانيمتر Planimeter

يعتبر هذا الجهاز ذو دقة كافية في حساب المساحات من الخرائط واستعماله في ايجاد المساحات هي احدى الطرق الميكانيكية المستعملة في ايجادها . ويتركب الجهاز بشكل أساسي من :—

أ) ذراع التخطيط : The tracing arm

وهو عبارة عن قضيب معدني مدرّج ، في احد طرفيه ابره عمودية عليه تمررها على حدود خارطة القطعة المطلوب ايجاد مساحتها بواسطة مقبض موجود فوق الابرة ، وبجوار الابرة مسمار املس يرتكز على الخارطة ويمكن بواسطته رفع سن الابرة أثناء تمريرها على حدود القطعة خشية تمزيق الخارطة .

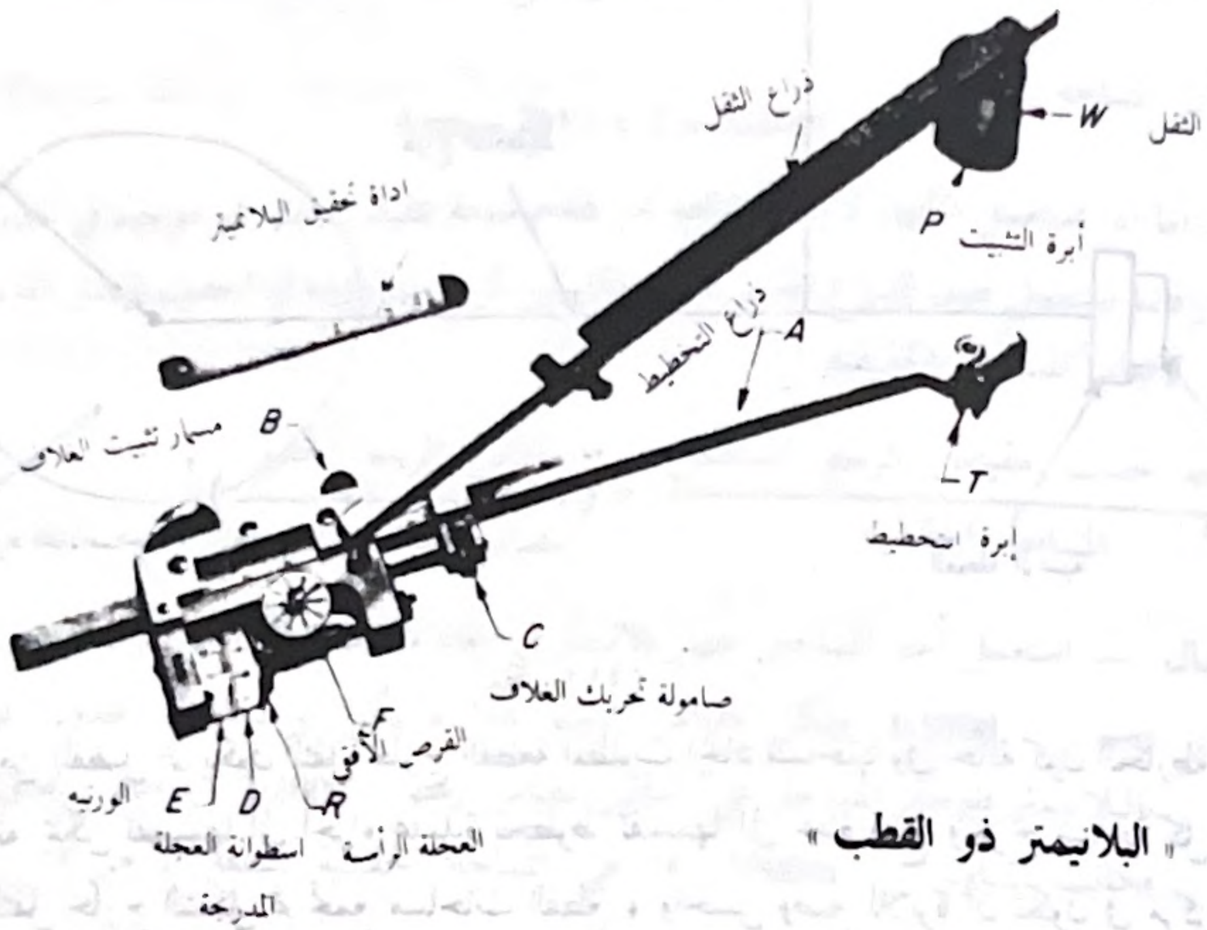
ب) ذراع الثقل : The Pole arm

وهو متصل عند طرفه بثقل Pole block ويثبت هذا الثقل بواسطة ابره في أسفله حيث لا يتحرك من مكانه عند تحريك ذراع التخطيط . وينتهي ذراع الثقل من طرفه الآخر بمخروط يدخل في ثقب صغير في غلاف يتزلق على ذراع التخطيط .

جـ) العجلة الراسية : Measuring Wheel

وهي عجلة ذات حافة ملساء ، ترتكز على الورق ومحيطها مقسم الى عشرة أقسام رئيسية ويقسم كلا من هذه الأقسام الى عشرة أقسام متساوية ، ويمكن قراءة جزء من عشرة من أحد الأقسام بواسطة ورنية مثبتة بجوار العجلة الراسية ، والعجلة الراسية تدور على محور أفقي متصل بقرص أفقي مقسم بدوره الى عشرة أقسام عليها مؤشر وكلما دارت العجلة الراسية دورة كاملة دار المؤشر قسما واحدا على القرص الأفقي ، ويوجد بالغلاف المتزلق على ذراع التخطيط ورنية تقرأ $\frac{1}{10}$ من أصغر أقسام هذا الذراع ، ويتحرك الغلاف على الذراع حركة بطيئة واخرى سريعة بواسطة مسامير خاصة وذلك من أجل وضع ثابت البلانيمتر على الذراع والذي يكون محددا بجدول مرفق مع الجهاز .

وقيمة القسم الواحد على القرص الأفقي يساوي ١٠٠٠ (ألف) وحدة بلانيمترية . وكما ذكرنا فانه عندما تدور العجلة الراسية دورة كاملة يتحرك مؤشر القرص الأفقي قسما واحدا ، أي ان قيمة كل قسم رئيسي على العجلة الراسية تساوي ١٠٠ وحدة بلانيمترية ، وقيمة القسم الفرعي تساوي ١٠ وحدات بلانيمترية أما الورنية الموجودة بجانب العجلة الراسية فهي تقرأ الى أقرب وحدة بلانيمتريه واحدة . وشكل (٤٠) يبين نوع شائع من أنواع البلانيمتر (وهو ذو القطب Polar Plan) حيث توجد عدة أنواع من هذا الجهاز كنوع امسلر مثلا .

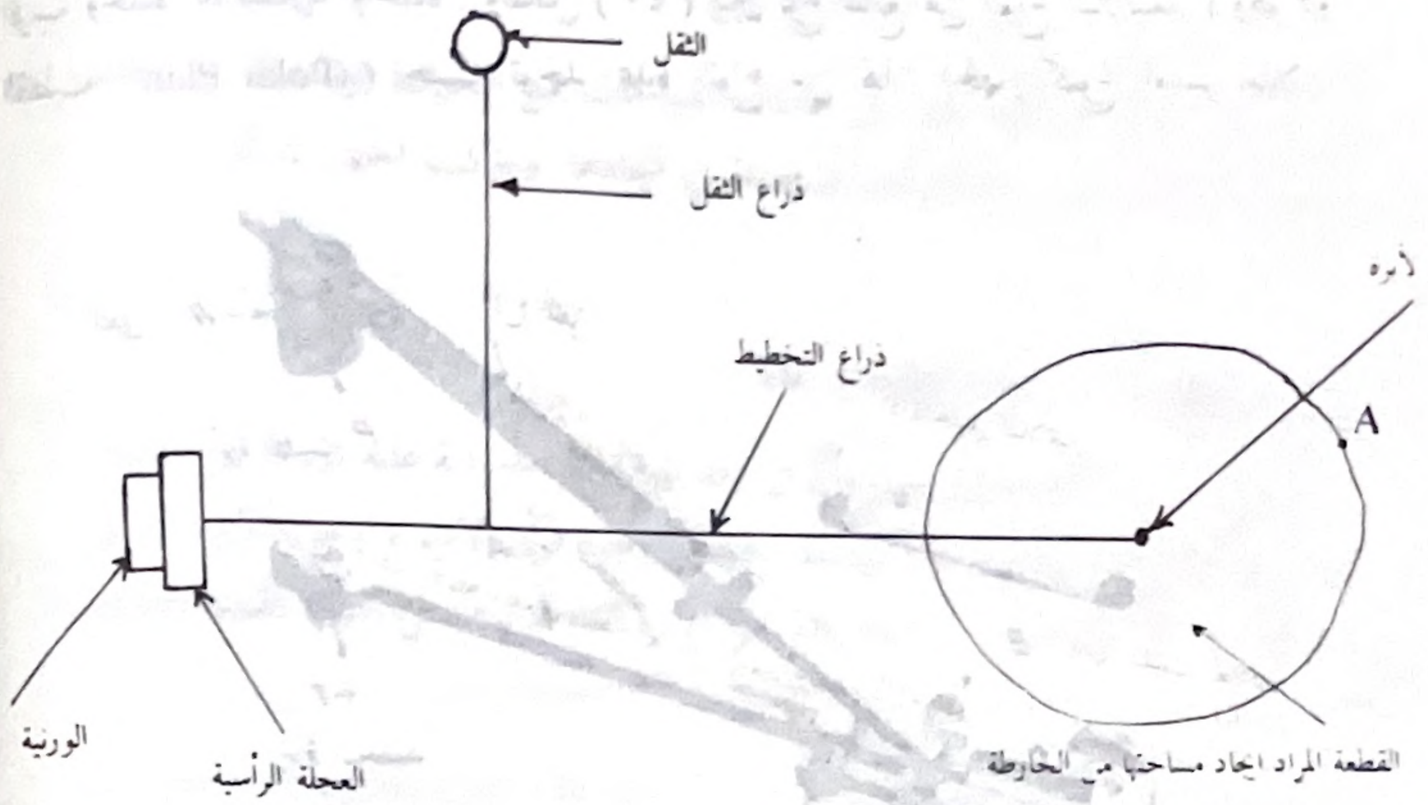


« البلانيمتر ذو القطب »

استعمال البلانيمتر :

يوجد لكل جهاز بلانيمتر علبة بداخلها جدول يحوي عدة أعمدة تبين مقاييس الرسم المستعملة ومقابل كل مقياس رسم الطول الذي يجب تثبيته على ذراع التخطيط بواسطة الورنية المتصلة بالجزء المتزلق على ذراع التخطيط ، وعمود ثالث يبين المساحة الحقيقية المقابلة لكل وحدة بلانيمترية على الورقة وخانة اخرى تبين المساحة الحقيقية المقابلة لمقياس الرسم المستعمل .

مثلا اذا كنا نريد ايجاد مساحة قطعة الأرض المبينة في شكل (٤١) والمرسومة بمقياس 1:500 يكون طول الذراع او مكان تثبيت الورنية الموجودة في الجزء المتزلق على ذراع التخطيط 216.7 حيث يحرك الجزء المتزلق حركة سريعة وبطيئة بواسطة المسامير الخاصة بذلك ثم تغلق هذه المسامير.



شكل (٤١)

ومن المفضل ان يكون الثقل خارج القطعة المطلوب ايجاد مساحتها وفي حالة كون الخارطة كبيرة فانه يمكن تقسيمها الى أجزاء عديدة بخطوط تقسمها الى عدة قطع وتخرج مساحة كل قطعة والثقل خارج الشكل ثم تجمع مساحات القطع ، واحسن وضع للابرة ان تكون في مركز ثقل المساحة تقريبا وان يكون ذراع التخطيط عموديا على ذراع الثقل كما هو الحال في شكل (٤١) ويجب أن تكون الزاوية بين الذراعين في حدود $150^\circ - 30^\circ$ أثناء مرور الابرة على حدود القطعة ويمكن التحقق من ذلك بتمرير الابرة بحركة سريعة على حدود القطعة بعد تثبيت الثقل بعرر ابرته في الخارطة .

تضع الابرة على نقطة (A) ونصفر العجلة الراسية والقرص الأفقي وذلك بادارة العجلة الراسية حتى يصبح مؤشر القرص الأفقي على الصفر ، وكذلك صفر العجلة الراسية على صفر الورنية . وتحرك الابرة بمسك المقبض الموجود فوقها وتمريرها على حدود القطعة باتجاه عقارب الساعة وذلك لأن ترقيم العجلة يتزايد مع الدوران في هذا الاتجاه ويتناقص عكسه . حتى نصل الى نقطة البداية (A) مرة اخرى .

ولنفرض أننا وصلنا الى الوضع التالي :—

تجاوز مؤشر القرص الأفقي رقم	2	فتكون الآلاف =	2000
وتجاوز صفر الورنية على عجلة القياس الرقم	6	فتكون المئات =	600
وتجاوز صفر الورنية على العجلة الراسية الرقم	1	فتكون العشرات =	10
وخط انطباق الورنية على العجلة الراسية	3	فتكون الآحاد =	3

أي أن مجموع الوحدات البلانيمترية $= 2000 + 600 + 10 + 3 = 2613$

واذا نظرنا في جدول البلانيمتر تكون المساحة على الطبيعة المقابلة لكل وحدة بلانيمترية $2m^2$

أي أن المساحة :

$$\text{Area} = 2613 \times 2 = 5226m^2$$

أما اذا استعمل الجهاز لايجاد مساحة خريطة مرسومة بمقياس رسم غير موجود في جدول الجهاز فاننا نستعمل طول الذراع المقابل لأحد مقاييس الرسم الموجودة في الجدول ونطبق القانون التالي لايجاد المساحة الحقيقية :—

$$\frac{\text{المساحة حسب مقياس الرسم المستعمل}}{\text{المساحة الحقيقية}} = \left(\frac{\text{مقياس الرسم الحقيقي}}{\text{مقياس الرسم المستعمل}}\right)^2$$

مثـــال :— استعمل أحد المساحين جهاز بلانيمتر في ايجاد مساحة قطعة أرض مرسومة بمقياس رسم 1:5000 ولكن مقياس الرسم هذا لم يكن موجودا في الجدول المرفق بالبلانيمتر فاوجد المساحة على أساس مقياس رسم 1:1000 الموجود بالجدول ، فكانت تساوي $2000m^2$ فما هي المساحة الحقيقية لقطعة الأرض ؟

اذا فرضنا ان المساحة الحقيقية = x

$$\frac{2000}{x} = \left(\frac{\frac{1}{5000}}{\frac{1}{1000}}\right)^2$$

$$\frac{2000}{x} = \left(\frac{1000}{5000}\right)^2$$

$$x = 50000\,m^2$$

الانحرافـــات Bearings

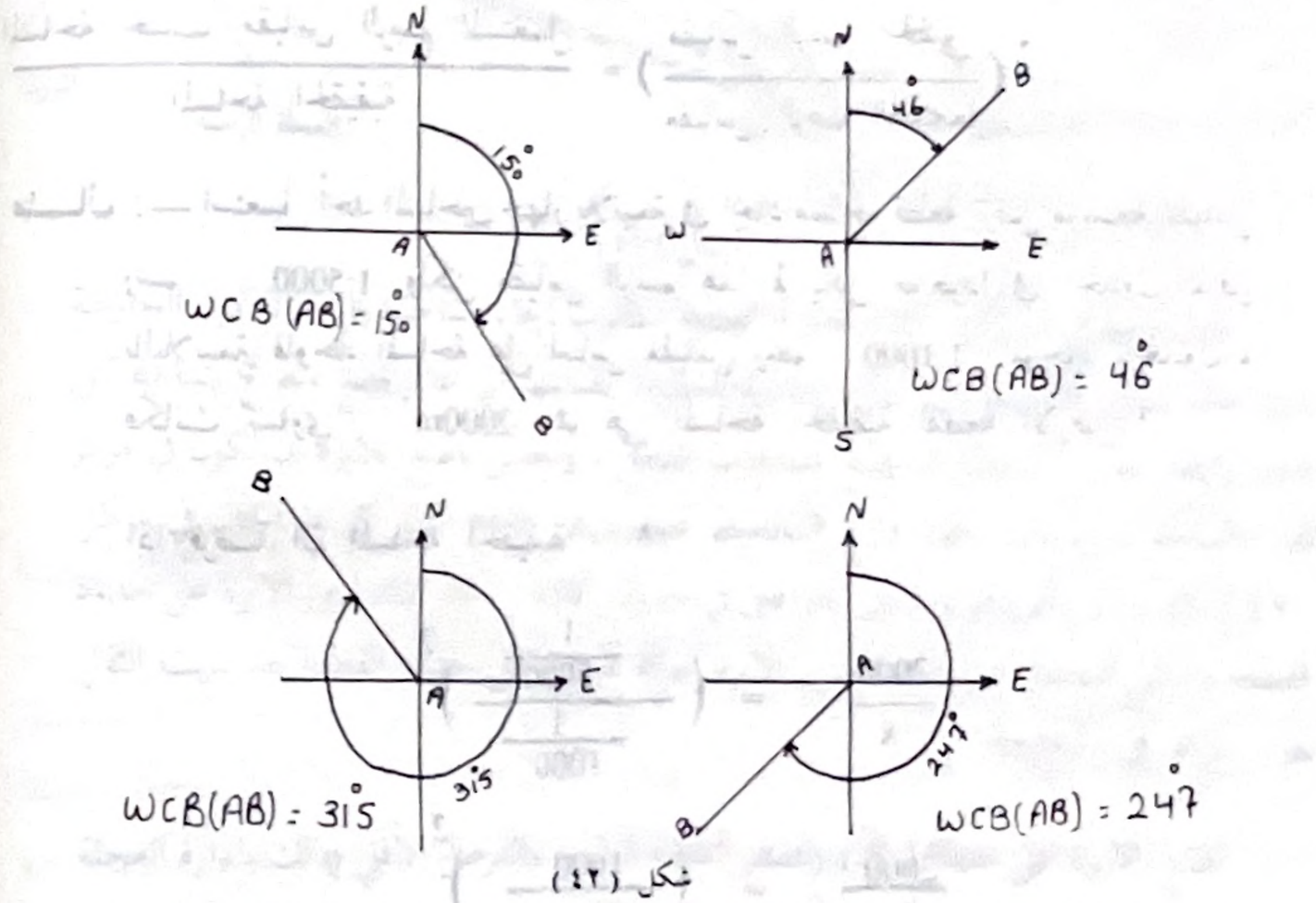
الشمال المغناطيسي : Magnetic Meridian

يعرف الشمال المغناطيسي عند نقطة ما بأنه الاتجاه المبين بابرة مغناطيسية حرة الحركة ، كاملة الاتزان ، وليست تحت أي تأثير مغناطيسي محلي .

ويمكن تعريف الانحراف (Bearing) لخط ما (AB) مثلا بطريقتين :

أ) الانحراف الدائري (Circular Bearing)

الانحراف الدائري للخط (AB) هو الزاوية المقاسة من الشمال المغناطيسي الى هذا الخط باتجاه عقارب الساعة . والانحراف الدائري لأي خط تنحصر قيمته بين صفر إلى ٣٦٠° ، وشكل (٤٢) يبين الانحراف الدائري للخط (AB) في أرباع الدائرة الأربعة .

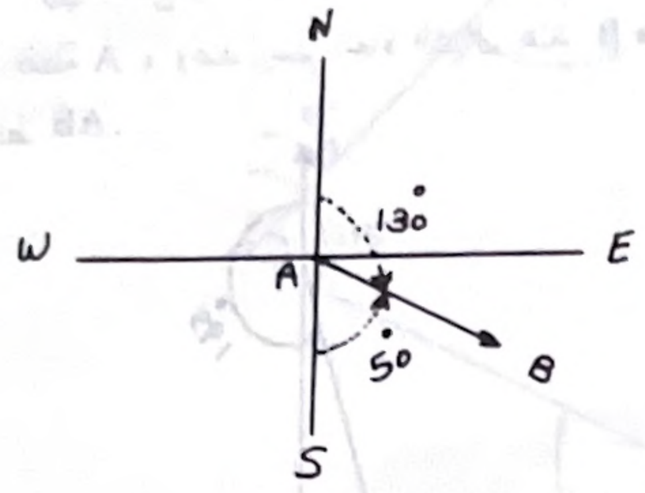


شكل (٤٢)

ويجب الانتباه الى تسمية الخط المراد ايجاد انحرافه فاذا قلنا انحراف الخط (A B) فمعنى ذلك انحراف الخط من A الى B اي أن اتجاه الشمال يرسم عند النقطة الاولى من تسمية الخط ويرمز للانحراف الدائري بالرمز (WCB) اي Whole Circle Bearing

ب) الانحراف المختصر : Reduced Bearing

ويطلق عليه أيضا الانحراف ربع الدائري ، ويعرف الانحراف المختصر للخط AB بأنه الزاوية بين الشمال أو الجنوب المغناطيسي وبين الخط AB أيهما أقرب الى الخط . فاذا كان انحراف الخط الدائري هو 130° كما هو مبين في الشكل (٤٣) ، فان انحراف AB المختصر هو : S 50° E



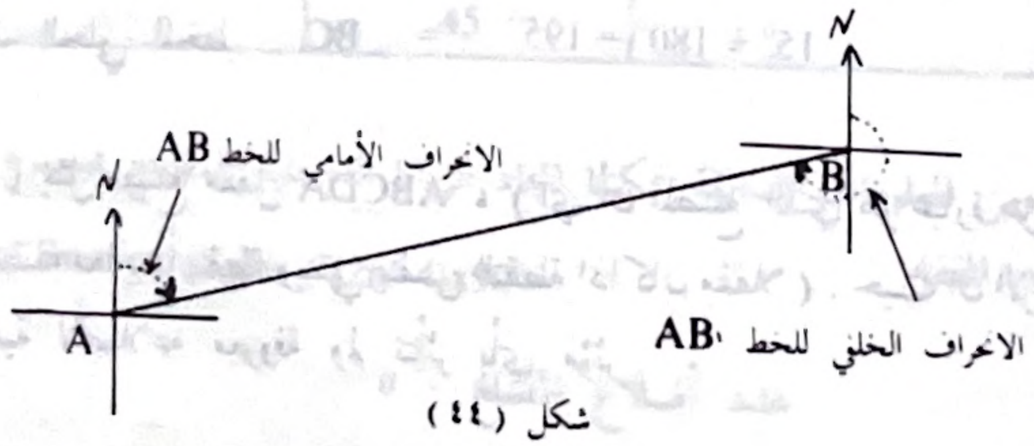
شكل (٤٣)

وذلك لأن الخط AB أقرب الى الجنوب فيوضع الاتجاه أولا (S) ثم بعده الزاوية ، ثم اتجاه الشرق (E) أو الغرب (W) اي الاتجاه الأقرب الى الخط .

ولابد من التنويه هنا أن الغاية من ايجاد الانحراف المختصر هي ايجاد زاوية لها نفس النسب المثلثية من حيث القيمة والاشارة للانحراف الدائري .

الانحراف الأمامي والانحراف الخلفي :

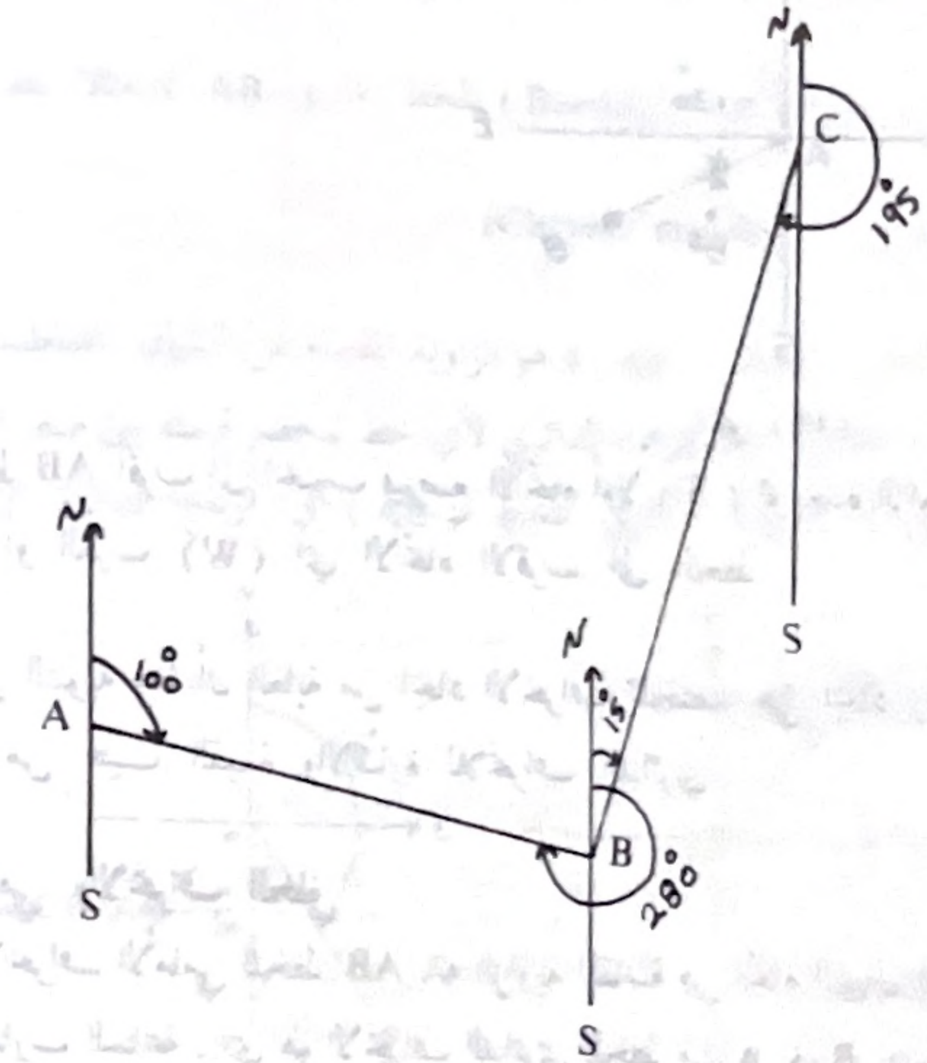
يعرف الانحراف الأمامي للخط AB بانه الزاوية المقاسة من اتجاه الشمال المغناطيسي الى الخط باتجاه عقارب الساعة . اي هو الانحراف الدائري للخط من A الى B حيث يرسم اتجاه الشمال عند A ، اما الانحراف الخلفي للخط AB فهو الزاوية المقاسة من الشمال المغناطيسي الى الخط AB باتجاه عقارب الساعة ، حيث يرسم اتجاه الشمال عند B ، كما في شكل (٤٤)



شكل (٤٤)

ويجب أن يكون الفرق بين الانحرافين الأمامي والخلفي لأي خط 180° في حالة عدم تأثر قياس الزاوية بأي مؤثر خارجي .

وفي شكل (٤٥) فان WCB للخط AB يسمى انحراف أمامي عند رسم اتجاه الشمال عند نقطة A ، وعند رسم اتجاه الشمال عند B فان WCB للخط BA يسمى انحراف خلفي للخط AB.



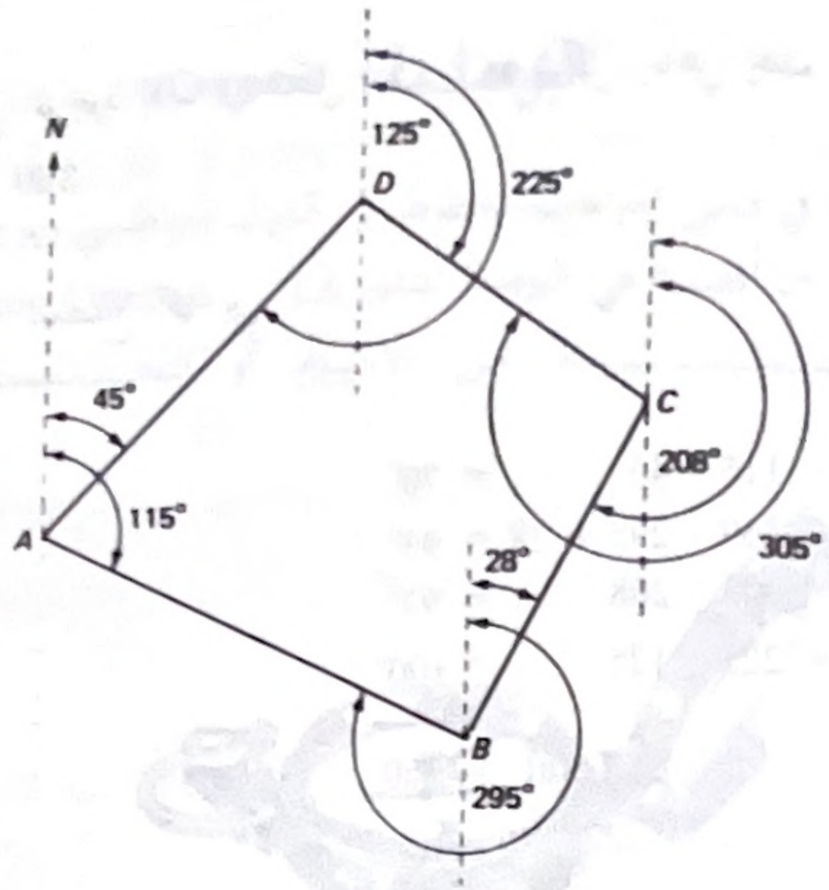
الانحراف الأمامي للخط AB = 100°

الانحراف الخلفي للخط AB = 100° + 180° = 280°

الانحراف الأمامي للخط BC = 15°

الانحراف الخلفي للخط BC = 15° + 180° = 195°

وشكل (٤٦) يمثل مضلع مقفل ABCDA ، (أي أن المضلع الذي هو عبارة عن سلسلة من الخطوط المتصلة معا يبدأ بنقطة وينتهي بنفس النقطة اذا كان مقفلا) . حيث ان الانحرافات الأمامية والخلفية لأضلاعه معروفة ولم تتأثر بأي مؤثر .



شكل (٤٦)

Line	Forward Bearing (deg.)	Backward Bearing (deg.)	Difference between Backward and Forward bearing (deg.)
AB	115	—	180
BA	—	295	
BC	28	—	180
CB	—	208	
CD	305	—	180
DC	—	125	
DA	225	—	180
AD	—	45	

ومن المعلومات السابقة يمكننا ايجاد الزوايا الداخلية للمضلع فمجموع الزوايا الداخلية للمضلع المقفل

$$\text{Sum of interior angles} = (2n-4)\times 90^\circ$$

حيث n = عدد أضلاع المضلع

وبما أن المضلع الموجود لدينا في شكل (٤٦) هو شكل رباعي يجب أن يكون مجموع زواياه الداخلية = 360°

وجد الزوايا الداخلية للمضلع كما يلي :—

Angle (A) = 115 - 45 = 70°
Angle (B) = 360 - 295 + 28 = 93°
Angle (C) = 305 - 208 = 97°
Angle (D) = 225 - 125 = 100°

Total = 360°

∴ العمل صحيح

البوصلـــة (Compass)

وتستعمل البوصلة في قياس انحرافات الخطوط عن الشمال المغناطيسي ويوجد منها الكثير من الأنواع المختلفة الا ان أفضلها هي البوصلة المنشورية (Prismatic Compass) وتتكون من علبـــــــــــة من الألمنيوم أو النحـــــــــاس

Prismatic compass

(البوصلة المنشورية)

شكل (٤٧)

قطرها حوالي ١٥ سم وللعلبة غطاء من الزجاج لمنع الأتربة والرطوبة من التسرب الى داخل البوصلة ، وبداخل العلبة ابرة مغناطيسية تدور حول حامل رأسي به سن مدبب ، وبطرفه قطعة من العقيق وهو مثبت في مركز العلبة ومركب فوق الابرة اطار خفيف ومستدير من الألمنيوم مدرج من صفر إلى ٣٦٠° في اتجاه عقارب الساعة ويلاحظ ان صفر التدريج واقع فوق الجنوب ، ويوجد منشور ذو ثلاثة أوجه مثبت في حافة العلبة ، والوجه الأفقي للمنشور محدب لتكبير أقسام التدريج ، ويمكن رفع المنشور الى أعلى وخفضه بواسطة مسمار لتوضيح قراءة التدريج وفقا لعين الراصد . كما توجد أمام الوجه الرأسي للمنشور فتحة ضيقة تسمح بأمكان التوجيه منها الى اطار به شعرة رأسية في الطرف المقابل للمنشور بحيث يمر خط النظر بمركز البوصلة ، ويضاف الى الاطار أحيانا مرآه تتحرك لتساعد على التوجيه نحو النقاط المنخفض او المرتفعة ويوجد ثقل للتوازن على أحد طرفي الابرة وذلك للمحافظة على الاتزان الأفقي للابرة في مكان استعمالها ، ويوجد عدا ذلك مسمار خاص لرفع الابرة عن محورها حتى لا تتلف عند عدم الاستعمال وكذلك عند الانتقال من مكان الى آخر ، كما ويوجد زجاج ملون بجوار المنشور لأضعاف الضوء عند الرصد على الشمس او هدف لامع .

والبوصلة المنشورية بشكل عام خفيفة الوزن ، بسيطة التركيب والعمل بها سهل وسريع ، ويمكن قياس انحراف اي خط بها بوضعها على أي نقطة على الخط شريطة عدم وجود أية جاذبية محلية Local attraction عند احد طرفيه .

الجاذبية المحلية : Local attraction

تعرف الجاذبية المحلية بأنها التغير في اتجاه الابرة المغناطيسية نتيجة لوجود المنشآت الحديدية والمواسير وقضبان السكك الحديدية والأسوار الشائكة وكذلك الأدوات المعدنية التي يحملها الراصد ، كما ان خامات الحديد في باطن الأرض تغير كذلك من اتجاه الابرة ، فلا تعين الشمال المغناطيسي .

ويجب الاحتياط ضد الجاذبية المحلية وذلك برصد الانحراف الأمامي والخلفي لكل خط ، حيث يجب ان يكون الفرق بينهما 180^{o} ، وبذلك يمكن اكتشاف الجاذبية المحلية وتصحيحها اذا اختلف الفرق عن 180^{o}

مثال :— مضلع مقفل ABCDA ، الانحراف الأمامي والخلفي لكل من أضلاعه مبين في الجدول التالي ، تحقق من وجود الجاذبية المحلية أو عدمه ، وصحح الانحرافات اذا لزم الأمر :

Line	Forward bearing (deg)	Backward bearing (deg)
AB	165	—
BA	—	345
BC	63	—
CB	—	241
CD	299	—
DC	—	121
DA	**235**	—
AD	—	55

الحل : (Solution)

Line	Forward bearing (deg)	Backward bearing (deg)	Difference between Backward and Forward bearing (deg)
AB	165	—	180
BA	—	345	
BC	63	—	178
CB	—	241	
CD	299	—	178
DC	—	121	
DA	**235**	—	180
AD	—	55	

١ — الفرق بين الانحراف الأمامي (AB) والانحراف الخلفي (BA) يساوي 180^{o} وعليه فانه لا توجد جاذبية محلية عند A أو B

٢ — الفرق بين الانحراف الأمامي (DA) والانحراف الخلفي (AD) يساوي 180^{o} وعليه فانه لا توجد جاذبية عليه عند D ايضا .

٣ — الفرق بين الانحراف الامامي (BC) والانحراف الخلفي (CB) يساوي 178^{o} وعليه فانه توجد جاذبية محلية عند (C) .

٤ — الفرق بين الانحراف الأمامي (CD) والانحراف الخلفي (DC) يساوي 178^{o} وهذا يؤكد وجود جاذبية محلية عند (C) تحرف الابرة المغناطيسية بمقدار 2^{o} .

الانحرافات المصححة (corrected bearings)

Line	Forward bearing (deg.)	Backward bearing (deg.)	Difference between backward and Forward bearing (deg.)
AB	165	—	
BA	—	345	180
BC	63	—	
CB	—	241 + 2 =243	180
CD	299 + 2= 301	—	
DC	—	121	180
DA	235	—	
AD		55	180

وللتحقق من العمل فان مجموع الزوايا الداخلية للشكل الرباعي تساوي 360°

فاذا اخرجنا الزوايا الداخلية للمضلع الموجود لدينا A B C D

Angle A = 165 - 55 = 110°
Angle B = 360 - 345 + 63 = 78°
Angle C = 301 - 243 = 58°
Angle D = 235 - 121 = 114°
Total = 360°

checks

الأسئلـــة

ملاحظـة :— اعتبر طول الجنزير الاسمي (20m) وطول العقلة (0.2m) حيثما لزم ذلك .

١ — اذكر خمسا من الأدوات المستخدمة في مساحة الجنزير وبين غرض استخدام كل منها .

٢ — قيست مسافتان مائلتان فكانت قيمة كل منهما (47m) فاذا كان فرق المنسوب بين نهايتي المسافه الاولى (h = 7m) ، وفرق المنسوب بين نهايتي المسافه الثانية (h = 0.5m) ، جد المسافه الأفقية في كل حالة .

٣ — قيست مسافه مائله فكانت تساوي (112.48m) فاذا كانت زاوية الميل (8°) جد المسافة الأفقية (H) .

٤ — اشرح طريقتين لاقامة عمود على خط الجنزير وطريقتين لاسقاط عمود على خط الجنزير .

٥ — وضح كيف يمكنك قياس المسافة بين نقطتين يفصلك عنهما نهر ولا تستطيع الوصول اليهما ولكنك تستطيع رؤية كل منهما من الضفه الاخرى للنهر .

٦ — ما المقصود بعملية الاستكشاف Reconnaissance والتي تجري لمنطقة ما قبل رفعها .

٧ — عرف :

الكروكي ، مقياس الرسم (Scale) ، دفتر الحقل (دفتر الجنزير) .

علل ما يلي :

أ) يراعى أن تكون خطوط الجنزير قريبة ما أمكن من حدود المنطقة أو التفاصيل المراد رفعها .

ب) ينقل تقاطع الحد المرفوع على دفتر الجنزير نقلا عموديا على الخطين الأحمرين .

جـ) يمكن استعمال الشاخص في قياس الأعمدة القصيرة .

٩ — ما الفرق بين الأخطاء المتظمة Systematic errors والأخطاء العارضة Accidental errors .

أعط مثالا لكل منهما .

١٠ — قيست مسافة بجتزير طوله الأسمي (20m) فكانت تساوي (462.2m) وعند مقارنة الجتزير بشريط من الصلب وجد ان طوله يساوي (20.08m) جد الطول الحقيقي للمسافة .

١١ — قيست مسافة مائلة بنسبة (1:6) اي (١ عمودي) إلى (٦ أفقي) ، فكانت تساوي (207.28m) وبعد ان تم القياس ، قورن الجتزير بشريط مضبوط من الصلب فوجد انه ينقص (0.6 link) ، ما الطول الذي تعين به المسافة على خارطة مرسومة بمقياس رسم (1:1000) .

١٢ — شريط طوله الأصلي (20m) ولدى مقارنته بشريط مضبوط من الصلب وجد ان طوله الحقيقي يساوي (20.10m) ، يراد استعمال هذا الشريط في تخطيط حقل مستطيل ابعاده 76x90m ما هي الأبعاد التي تقاس بالشريط حتى تحصل على الأبعاد الحقيقية على الطبيعة .

١٣ — قطعة أرض مستطيلة طولها ضعف عرضها ، وجدت مساحتها تساوي ($948m^2$) اكتشف فيما بعد أن الجتزير الذي قيس به طولها وعرضها كان ينقص عقله فما طول وعرض الارض الحقيقي بالأمتار .

١٤ — جد مساحة القطعة المبينة أطوال اعمدتها أدناه بطريقة متوسط الارتفاعات ، وطريقة أشباه المنحرفات ، وطريقة سمبسون ، وطريقة ودل .

Offset No.	1	2	3	4	5	6
Length of Offset (m)	12	16.5	17.4	18.9	20.3	19.6

Distance between every two offsets = 30m

١٥ — عند ايجاد مساحة قطعة أرض مرسومه على خارطة بمقياس رسم (1:500) بواسطة البلانيمتر كان لدينا ما يلي :
تجاوز مؤشر القرص الأفقي الرقم (5)
تجاوز صفر الورنية على العجلة الرأسية الرقم (2)

لم يتجاوز صفر الورنية على العجلة الرأسية اي قسم من الأقسام الفرعية .
خط الانطباق كان عند الرقم (٤)
جد مساحة القطعة اذا كانت كل وحده بلانيمترية تعادل ($10m^2$) على الطبيعة .

١٦ — أ) حول الانحرافات الدائريه التاليه الى انحرفات مختصره
220° 12 ، 126° 8 ، 12° ، 347°
ب) حول الانحرافات المختصرة التالية الى انحرافات دائرية
S16° E ، N1° E ، N59° 20W ، S36° W

١٧ — في مضلع مقفل ABCDA اخذت الانحرافات المبينة أدناه والمطلوب تصحيح الانحرافات ، ثم استنتاج الانحرافات المختصرة لأضلاع المضلع وكذلك زوايا المضلع الداخلية

Line	F. Bearing		B. Bearing	
	o	′	o	′
AB	101	41	280	35
BC	28	48	208	48
CD	151	52	332	02
DE	245	10	64	25
EA	328	21	150	02

مساحه ٢، عام

الميزانيـــة Levelling

الميزانية هي العملية المساحية التي نستطيع بواسطتها ايجاد فرق الارتفاع بين نقطتين أو أكثر على سطح الأرض ، وكذلك معرفة ارتفاعات النقاط وانخفاضاتها عن مستوى ثابت ، يسمى مستوى المقارنة (Datum) وهو عادة متوسط منسوب سطح البحر (Mean sea level) ويختصر (M. S. L) وهناك عدد من الاصطلاحات المتنوعة والتي تستعمل في الميزانية ويجدر بنا التعرف عليها في هذه المرحلة وهي :

منسوب نقطة (R. L.) Reduced Level

هو الفارق العمودي أو البعد الراسي بين النقطه ومستوى المقارنه ، ويعطي منسوب النقطة اشارة موجبه (+) اذا كانت النقطة تقع فوق مستوى المقارنه ، واشاره (−) اذا كانت تقع تحت مستوى المقارنة ، وصفرا اذا كانت تقع على مستوى المقارنة .

الخط الرأسي : Vertical Line

هو الخط الذي يقع في اتجاه خيط الشاقول عند تعليقه حرا ، اي انه يقع في اتجاه الجاذبية الأرضية .

المستوى الأفقي : Horizontal Plane

المستوى الأفقي الذي يمر في نقطة ما : هو المستوى العمودي على اتجاه الجاذبية الأرضية في هذه النقطه

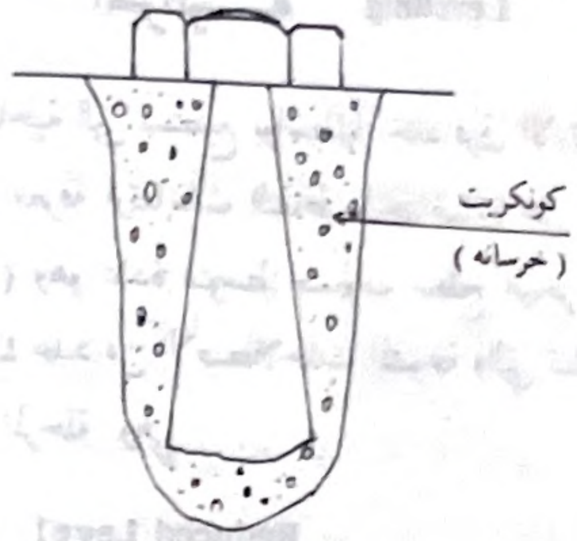
الخط الأفقي : Horizontal Line

هو اي خط يقع في مستوى أفقي

نقطة المنسوب Bench Mark (B.M.)

نقاط المنسوب هي نقاط على الأرض تقوم بوضعها دوائر المساحه حيث تحدد مناسيبها بدقة متناهية ، وتكون هذه النقاط مرجعا لتحديد مناسيب الأعمال المساحيه التي تقع فيها هذه النقاط ، وذلك دون الرجوع لمستوى المقارنه او متوسط منسوب سطح البحر ، وتكون نقطة المنسوب في أحد أشكالها مؤلفه من رأس حديد متصل بمواسير حديد مثبته بالأسمنت في المباني والجسور .

ويظهر منها ما يكفي لوضع القامه عليها شكل (٤٨).



شكل (٤٨)

طرق قياس فرق الارتفاع بين نقطتين :

١ — القياس المباشر للفرق في الارتفاع بواسطة جهاز الميزان Level وهي الطريقة الأكثر دقة وشيوعا في أعمال الميزانية ، وهذا ما يعرف بالميزانية الهندسية .

٢ — القياس غير المباشر وذلك عن طريق معرفة زاوية الميل بين النقطتين والمسافة الأفقية بينهما ، وهذا ما يعرف بالميزانية المثلثية .

٣ — قياس الفرق في الضغط الجوي بين النقطتين لمعرفة فرق الارتفاع بينهما ولا تستعمل هذه الطريقة الا في الأعمال الاستكشافية حيث يكون الفرق في الارتفاع بين النقطتين كبيرا جدا . وهذا ما يعرف بالميزانية البارومترية .

وهناك أجهزة مصممه بحيث تعطي ارتفاع النقطه فوق سطح البحر مباشره بدلا من الاعتماد على الضغط الجوي .

الأجهزة والمعدات المستعملة في الميزانية الهندسية العادية :

١ — الميزان Level

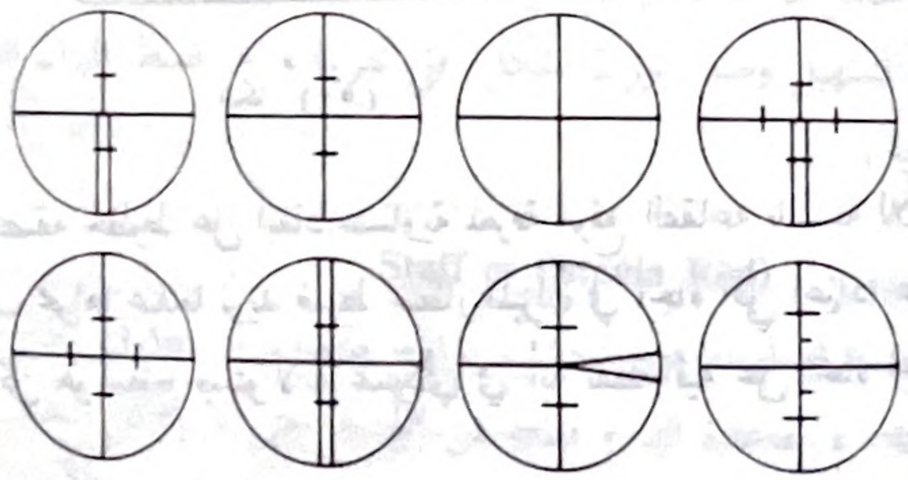
هو جهاز يمكن بواسطته تعيين مستوى أفقي وهمي يوازي مستوى المقارنة وذلك لقياس المسافه الرأسية بين كل نقطة وهذا المستوى الأفقي ، فاذا كان منسوب اي نقطة من هذه النقط

بما بالنسبة لمستوى المقارنة أمكن حساب بقية النقط الأخرى . ويتألف الميزان من الأجزاء الرئيسية التالية :—

أ) المنظار المساحي المقرب Telescope

ويتحرك هذا المنظار حول محور رأسي حركة سريعة باليد او حركه بطيئة بواسطة برغي خاص Tangent screw بحيث يتمكن الراصد من رصد النقاط المختلفة في أي اتجاه ، والهدف من المنظار مساعدة عين الراصد على رؤية هدف بعيد عن العين بوضوح وكذلك تحديد خطر نظر معلوم . ويتكون المنظار من اسطوانتين تتحرك احدهما داخل الاخرى بين 3-5 cm وتحتوي الاسطوانتان عدسه شيئية objective وهي عدسة مركبة تتكون من عدسة محدبة وعدسة مقعرة متلاصقتين ، والغرض من العدسة الشيئية هو الحصول على صورة حقيقية مصغرة للأهداف البعيدة . وعدسة عينية Eyepiece والغرض منها تكبير الصورة المصغرة التي تكونها العدسة الشيئية وعلى مسافة صغيره من العدسة العينية يوجد حامل الشعرات Diaphragm ، والشعرات الأساسية احداهما أفقية والأخرى رأسية وقد توجد شعرتان أفقيتان أقصر من الأفقية الأساسية احداها تقع فوقها والاخرى تحتها على مسافات متساوية ونستفيد منها في قياس المسافات .

والشعرات اما أن تكون من خيوط العنكبوت او تكون محفورة على الزجاج الرقيق المصنفر او تكون من أسلاك من البلاتين . ويبين شكل (٤٩) بعض أنواع حامل الشعرات



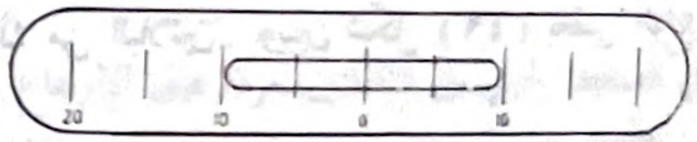
شكل (٤٩)

وعند استعمال الميزان توضع اسطوانه (Ray Shade) حول العدسه الشيئية لحمايتها من أشعة الشمس وعند انتهاء العمل تغطي العدسه الشيئية بغطاء خاص بها لحمايتها .

والمنظار اما ان يكون ذو تطبيق خارجي External Focussing او ذو تطبيق داخلي Internal Focussing والفرق بينهما انه في حين نجد ان العدسة الشيئية تتحرك في منظار التطبيق الخارجي الا انها تكون ثابتة في منظار التطبيق الداخلي، ويحدث التطبيق بواسطة عدسة اضافية مركبه في أنبوبة تتحرك بمسمار التطبيق Focussing screw (Focussing Knob) والذي يوجد في جانب المنظار ويستعمل لتطبيق الصوره على حامل الشعرات ومعظم المناظير الحديثة هي ذات تطبيق داخلي حيث لا يسمح هذا النوع بدخول الأتربة الى الجهاز، كما ان طوله أقصر من منظار التطبيق الخارجي لذا فهو يمتاز عنه بقوة التكبير، كما يمتاز هذا المنظار بوضوح الصوره.

ب) ميزان التسوية : Spirit Level

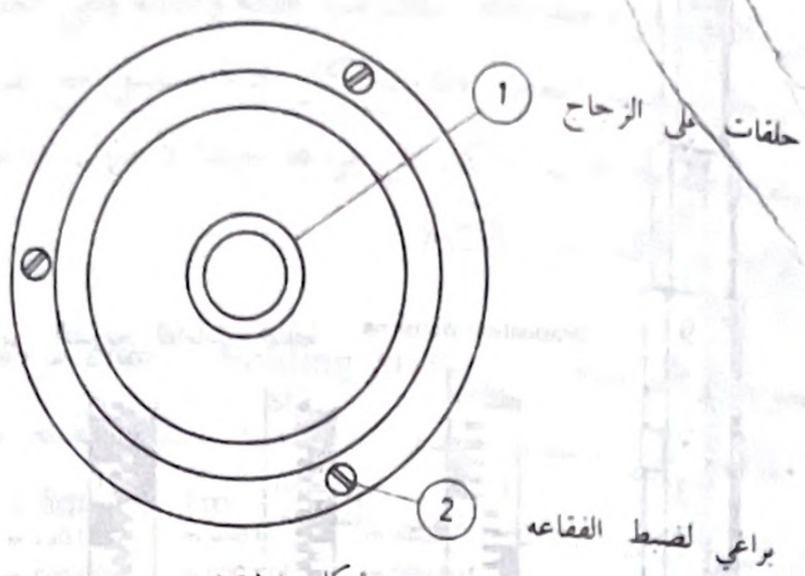
هو وعاء زجاجي مقفل يملأ أغلبه بالكحول، والجزء الباقي، وهو الفقاعه (Bubble) يملأ بالهواء وبخار الكحول، ولكن الموازين الحديثه يستعمل فيها الأثير او هايدروكربون مثل (Pentane) وذلك لأن هذه السوائل سريعة الحركة لقلة لزوجتها وتماسكها، وتتجمد عند درجة حرارة منخفضة جدا وميزان التسويه قد يكون مستطيل الشكل شكل (٥٠)، حيث يبين الشكل المسقط الأفقي لميزان التسويه.



شكل (٥٠)

تحفر على جانبي منتصفه خطوط على أبعاد متساوية لمعرفة موقع الفقاعه بالنسبة للأنبوب وضبطها في منتصف محراها عندما نريد ضبط منظار الميزان في اتجاه أفقي اعتمادا على أن سطح السائل الساكن هو سطح مستو لأنه عمودي في أية نقطة فيه على اتجاه الجاذبية الأرضية.

كما ان هناك ميزان التسوية المستدير شكل (٥١) حيث يبين الشكل المسقط الأفقي لميزان التسوية.



شكل (٥١)

ويستعمل هذا النوع في ضبط الأفقية بالتقريب حيث توضع الفقاعة في منتصف دائرة محفورة على سطح ميزان التسوية عند عمل الأفقية ومما يسهل رؤية فقاعة ميزان التسوية وجود مرآة متحركة فوقها Bubble viewing mirror

جـ) مسامير التسوية Leveling screws (Footscrews)

هي ثلاثة مسامير يرتكز عليها المنظار، ويمكن تحريك هذه المسامير بشكل يمكن من جعله أفقيا حين تكون فقاعة الهواء في ميزان التسوية في وسطه.

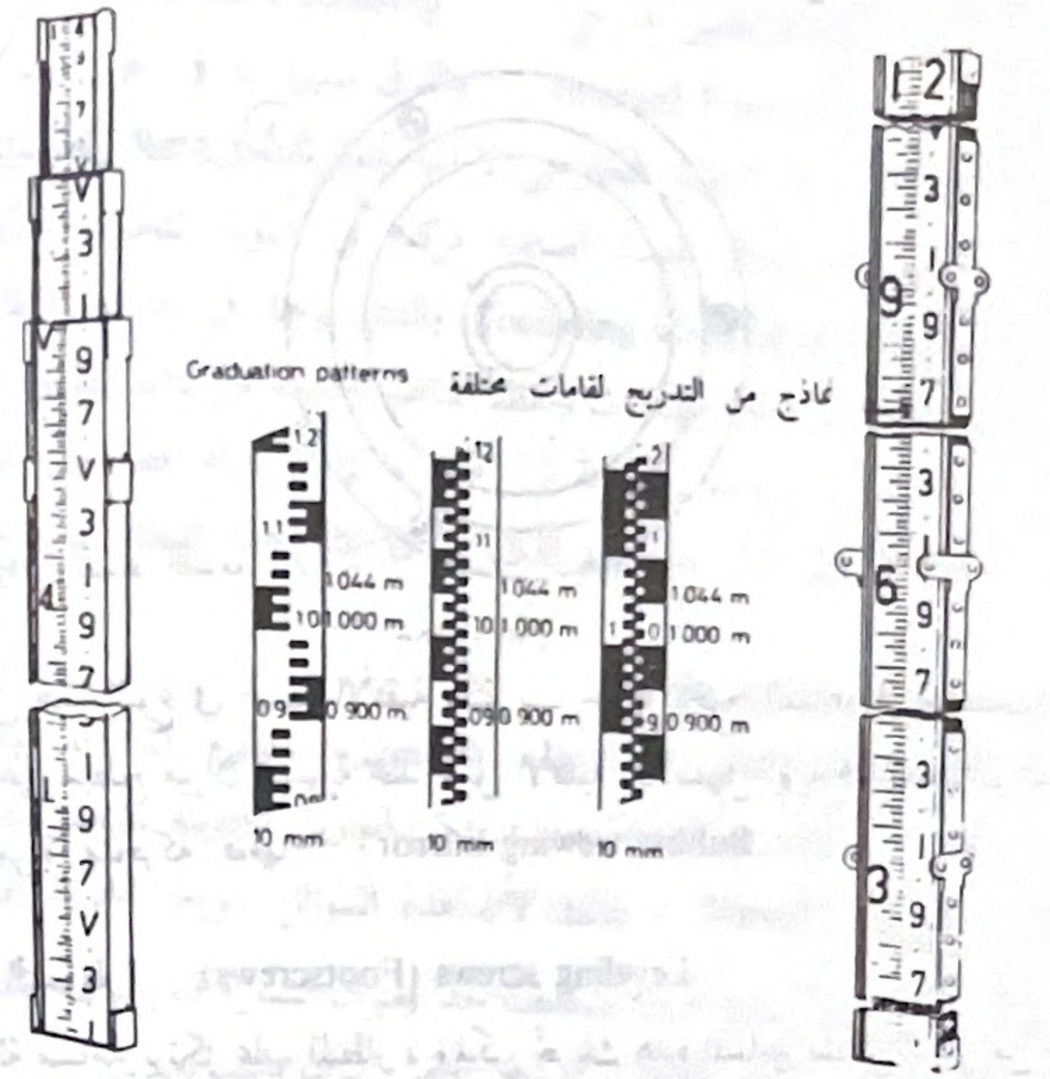
د) حامل الميزان (Tripod)

يتألف الحامل من ثلاثة أرجل من الخشب أو الألمنيوم، ويمكن اطالة ايا من هذه الأجل بحركة انزلاقية لتسهيل وضع الميزان بشكل أفقي تقريبا، اما ضبط الميزان الدقيق فيتم بواسطة مسامير التسوية.

القامـــة :— Staff or (Stadia Rod)

القامة مسطرة طويلة من الخشب يتراوح طولها بين 3-5m لكن الغالبية الكبرى لا تتجاوز 4m، بقاعدة القامة قطعه من الحديد حتى لا يتآكل الخشب نتيجه احتكاكه بالأرض، ويقسم احد وجهي القامه الى سنتيمترات تبين باللونين الأسود والأبيض بالتبادل وتكتب الأرقام الداله على الدسمترات باللون الأسود وأرقام الأمتار باللون الأحمر، والقامه توضع بشكل عمودي على نقطة معينة بحيث يبدأ الترقيم عليها من أسفل الى اعلى، اي ان أية قراءة

عليا تمثل بعد النقطة المقروءة عن سطح الأرض حيث تقف القامه . شكل (٥٢) وتختلف



شكل (٥٢)

طريقة رسم المسافات على القامة من شركة منتجة الى اخرى ويستحسن دائما دراسة طريقة الرسم على قامة جديدة قبل بدء العمل بها للتأكد من صحة القراءة وفي بعض الأحيان يثبت ميزان تسوية بالقامة وذلك للتأكد من وقوفها عمودية فوق النقطة المراد أخذ قراءة عليها بواسطة الميزان . وفي حالة عدم وجود ميزان تسوية بالقامة تحدد عموديتها بالنظر . ويراعى معايرة القامة بالشريط الصلب من حين الى آخر حتى نتأكد من طولها الحقيقي ويلحق بالقامه قاعدة حديدية Turning plate عباره عن قطعه معدنية مثلثة الشكل تستعمل بوضع القامة عليها في الأراضي اللينة حتى لا تغوص القامه في التربة وتؤخذ عليها قراءات غير صحيحة نتيجة لذلك

وهناك عدة أنواع من القامات منها :—

أ) القامة المتزلقة (الانجليزية) التلسكوبية Telescopic Staff طولها ٤,٢٥ م تقريبا تتكون من ثلاثة أجزاء متداخله اثنتان منها مجوفة والثالثة وهي العليا مصمته ، وتنزلق هذه الأجزاء داخل بعضها البعض وتدريج كل جزء مسلسل مع تقسيم الجزء الذي أسفله ، وعند استعمال القامة يجب التأكد من فردها جيدا لاحتمال تداخلها بعض الشيء مما قد يسبب قراءات أكبر من اللازم .

ب) القامة المطوية او الفرنسية Folding Staff عبارة عن قطع تطوى على بعضها ، تربطها مفاصل على استقامة بعضها أثناء العمل وتطوى القطع كل منها على الأخرى بعد الانتهاء من العمل ويكون طول القطعه 1m او 1.5m او 2m

جـ) القامه ذات القطعه الواحدة Simple staff منها ما هو بطول متر أو ثلاثة أمتار ويندر ان يكون طولها أربعة أمتار حتى لا تتعرض للتقوس ، بالاضافة الى صعوبة حملها بهذا الوضع وهي مدرجة كالقامات الاخرى .

٢ــ أدوات تكميلية كشريط وشمسية لحماية الميزان من أشعة الشمس أو المطر ودفتر ميزانية وأوتاد خشبية وفأس لتثبيت نقاط خاصة .

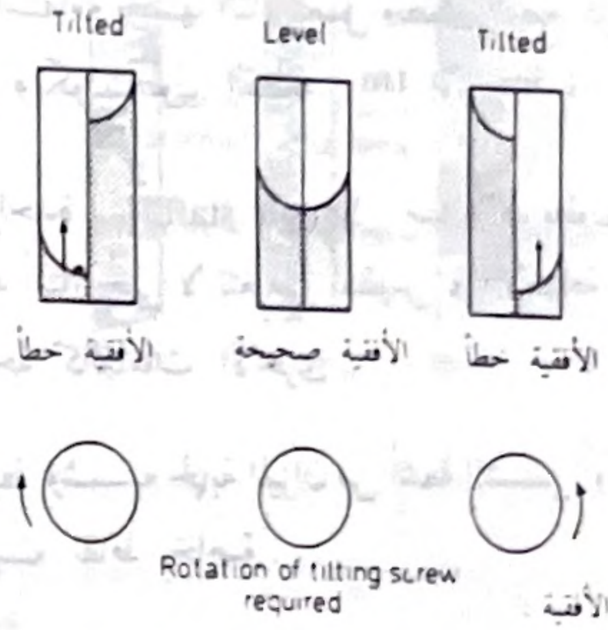
أنواع الموازين الرئيسية :— تختلف طريقة تثبيت المنظار في المحور الرأسي باختلاف نوع الميزان ويمكن تقسيم الموازين تبعا لذلك الى :—

أ) **ميزان دمبي** Dumpy Level
منظار هذا النوع ثابت بصوره دائمة بحيث لا يمكن سحب او رفع المنظار عن باقي أجزاء الميزان .

ب) **ميزان كوك** Cooke's Level
يمكن سحب هذا المنظار من مركزه وعكس اتجاهه .
والنوعين أ ، ب لا يستعملان هذه الأيام وقد حل محلها الموازين ذات الامالة والموازين الاوتوماتيكية .

جـ) **الموازين ذات الأماله Tilting Levels**
معظم الموازين الحديثه من هذا النوع ، حيث يتصل المنظار بالمحور الرأسي بواسطة قاعدة ذو محور صغير يدور حوله المنظار بزاوية صغيرة بواسطة مسمار خاص ، والغرض من امالة

المنظار هو جعل خط النظر أفقيا عند أخذ كل قراءة من قراءات القامة ، وفي هذا النوع من الموازين يوجد ميزاني تسوية دائري مثبت في قاعدة الميزان لاجراء الضبط التقريبي للأفقية وميزان تسوية طولي وهو الرئيسي ويوضع داخل اسطوانة المنظار ويضبط عند كل قراءة على القامة بواسطة المسمار الخاص السابق ذكره (Tilting Screw) وتنقل صورته بواسطة مرايا ومناشير بحيث تظهر طرفي الفقاعه على هيئة نصف دائرة متكاملة عندما تكون أفقية الجهاز مضبوطة او تظهر الفقاعة منقسمة الى نصفين في حالة عدم ضبط أفقية الجهاز شكل (٥٣)



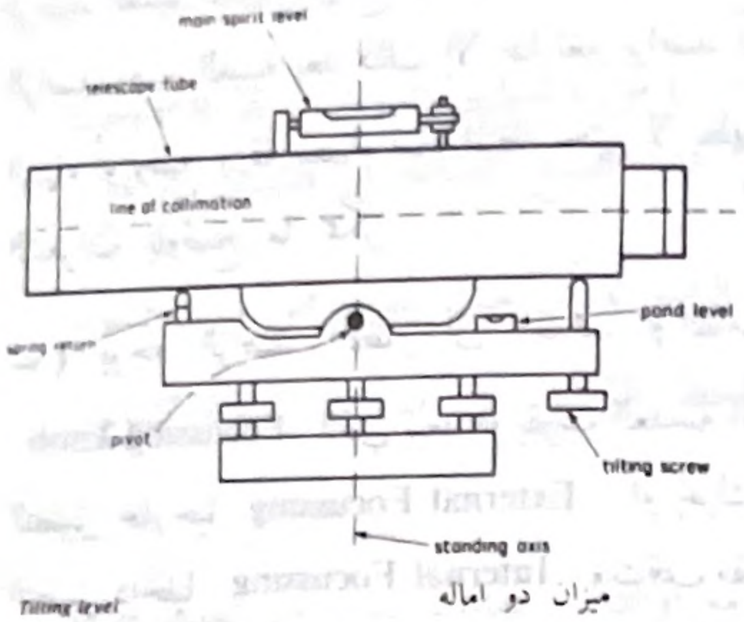
شكل (٥٣)

وتظهر صورة ميزان التسوية الداخلي في منظار اضافي بجوار المنظار الرئيسي او داخل المنظار نفسه .

ويلاحظ ان التطابق بين طرفي الفقاعة أدق كثيرا من جعل الفقاعة في منتصف مجراها كما هو الحال في الأنواع الاخرى ، كذلك فان وجود ميزان التسوية داخل اسطوانة المنظار يؤدي الى حمايته من العوامل الجوية . كما ويجب ملاحظة ان ضبط أفقية خط النظر بواسطة المسمار الخاص ، لا يؤثر على منسوب خط النظر الذي تم ضبطه أولا بواسطة مسامير التسوية وميزان التسوية الدائري ، بينما في الأنواع الاخرى لا يمكن ضبط أفقية خط النظر أثناء القراءة حتى لا يتأثر منسوب خط النظر الذي تم ضبطه أولا ومن الجدير بالذكر ان الخطأ الناتج من ضبط مسامير التسوية لا يؤثر كثيرا في الميزانية العادية ، ولكنه قد يؤثر مع طول المسافة وكثرة تكرار حدوثه .

وخلاصة القول انه اذا أردنا الدقة فيجب استعمال الموازين ذات الاماله والأشكال التالية (٥٤ ، ٥٥ ، ٥٦) توضح بعض أنواع الموازين .

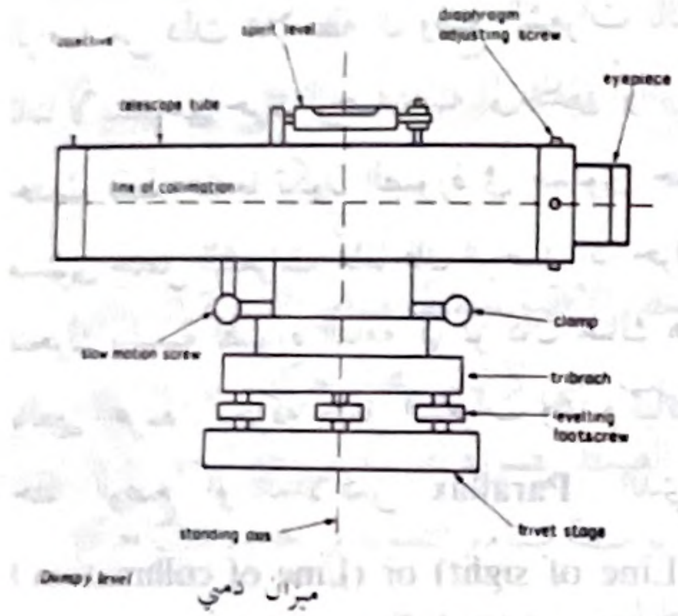
د) **الموازين الاوتوماتيكية Automatic Levels** في الميزان الاوتوماتيكي لا يستعمل ميزان تسوية دائري كما هو الحال في الموازين ذات الامالة لكن به ميزان تسوية دائري لضبط الجهاز بالتقريب ويحمل خط النظر أفقي بتوجيهه خلال (Compensator)



ميزان دو اماله

شكل (٥٥)

شكل (٥٤)



ميزان دمي

شكل (٥٦)

ضبط الميزان

تنقسم عملية الضبط الى قسمين :—

أ) **عملية الضبط المؤقت** : وتجري هذه العملية كلما أعد الميزان للرصد وتشتمل هذه العملية على خطوتين هما التطبيق (Focussing) وضبط الأفقية (Leveling)

١ — **التطبيق** Focussing

ويقصد بالتطبيق ، تطبيق صوره القامه على مستوى حامل الشعرات ويصبح حامل الشعرات جزءا من الصورة ، وتظهر الشعرات كأنها منطبقة على القامه ، ولتحقيق التطبيق نتبع ما يلي :—

أ) تحرك العدسة العينية Eyepiece للأمام أو للخلف قليلا حتى تحصل على أوضح صوره للشعرات بالنسبة لعين الراصد وعادة يدرج اطار العدسة العينية الى أقسام ليعرف الراصد القسم الذي يتفق مع أبصاره عند رؤية الشعرات في أوضح صوره لها ، ولا يغير الراصد وضع العينية بعد ذلك إلا اذا تغير براصد آخر . ويستحسن توجيه المنظار نحو السماء أو وضع ورقة بيضاء أمام المنظار حتى لا يظهر للراصد خلال المنظار الا صورة الشعرات بأوضح ما يمكن .

ب) يوجه الراصد المنظار الى الهدف (القامه) ، ثم يحرك مسمار التطبيق Focussing knob الذي يبعد أو يقرب العدسه الشيئية من حامل الشعرات اذا كان التطبيق خارجيا External Focussing او يحرك عدسة التطبيق الاضافية اذا كان التطبيق داخليا Internal Focussing ويتوقف مقدار هذه الحركة على بعد القامه عن المنظار . وعند اتمام هذه العملية تنطبق صورة القامه على مستوى حامل الشعرت ويتأكد الراصد من ذلك بملاحظة ان وضع الشعرات بالنسبة للقامة كما يبدو خلال المنظار يكون ثابتا لا يتغير مهما حرك الراصد عينه الى اليمين أو الى اليسار او الى أعلى أو الى أسفل ، وهذا يحدث فقط عندما تكون الصورة في مستوى حامل الشعرات واذا لم تكن الصورة في مستوى حامل الشعرات تماما فان الراصد اذا حرك عينه الى أي اتجاه فانه يرى الشعرات تتحرك بالنسبة لصورة القامة كما لو كان هناك هدفان على مسافتين مختلفتين وهو يراهما بالعين المجردة . وحركة حامل الشعرات وعدم ثباته بالنسبة للصورة مع حركة العين يسمى خطأ الوضع او البرالاكس Parallax الذي ينشأ عنه عدم ثبات خط النظر (Line of sight) or (Line of collimation) يعرف حط النظر بأنه الخط الواصل بين نقطة تقاطع الشعرات والمركز البصري للعدسة الشيئية) وللتخلص من خطأ الـ Parallax يحرك مسمار التطبيق قليلا حتى يتم تطبيق صورة القامة على مستوى حامل الشعرات ، وعند تغيير موضع القامة فان المسافة بينها وبين الشيئية تتغير ، مما يترتب عليه اعادة هذه الخطوة فقط دون الحاجة الى تغيير وضع العينية طالما ان الراصد هو نفسه في الحالتين .

٢ — ضبط الأفقيـة (Leveling)

يقصد بهذه العملية ضبط أفقية ميزان التسوية وذلك يجعل الفقاعه في منتصف مجراها كيفما وجهنا المنظار وفي أي اتجاه فاذا كان محور ميزان التسوية الطولي عموديا على المحور الرأسي

لدوران الميزان فانه يرسم مستويا أفقيا وهميا ، وطريقة ضبط الأفقية تختلف باختلاف نوع الميزان . حيث انه للموازين مع نوع دمبي ونوع كوك تجري الأفقية باتباع الخطوات التالية :

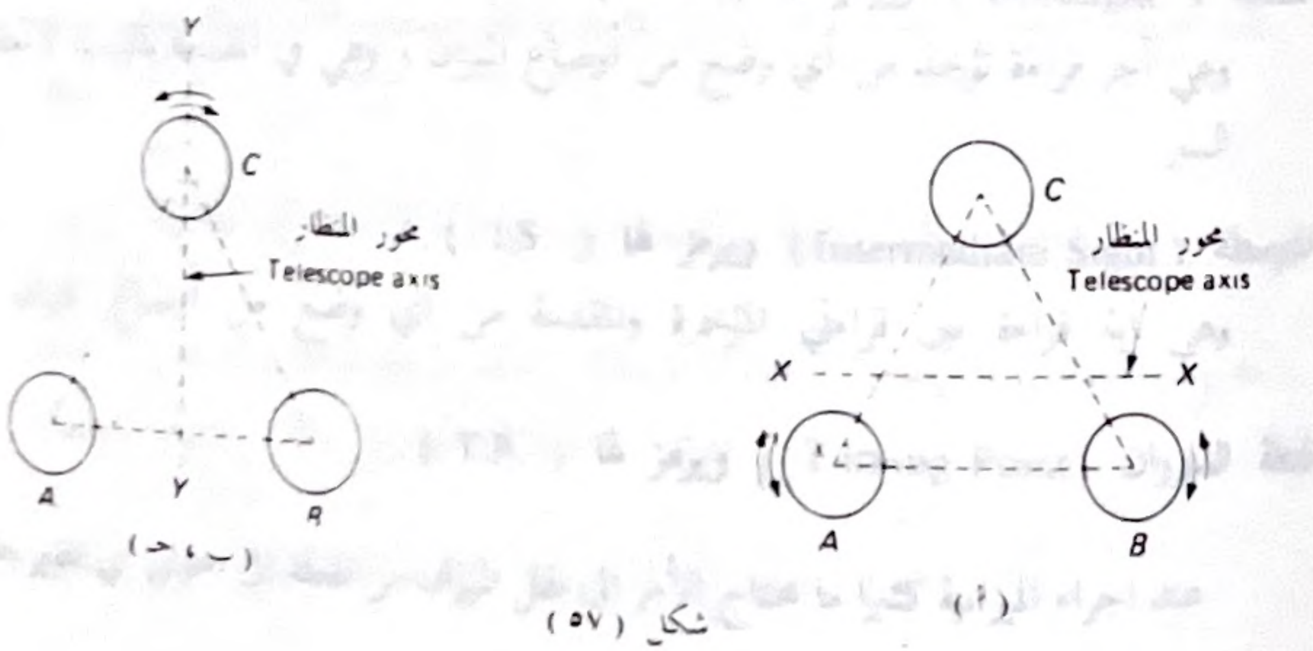
أ) اجعل محور ميزان التسوية الطولي (XX) موازيا لمساري التسوية (B. A) وحرك هذين المسمارين للداخل أو للخارج حتى تصبح الفقاعة في منتصف مجراها .

ب) حرك المنظار 90 حول محوره الرأسي ، أي بحيث يصبح محور ميزان التسوية الطولي (YY) عموديا على الخط الواصل بين مساري التسوية السابقين (B, A) .

جـ) حرك مسمار التسوية الثالث (C) مع او عكس عقارب الساعة حتى تضبط فقاعة ميزان التسوية في منتصف مجراها .

د) كرر الخطوات أ، ب، جـ حتى تتأكد من ان فقاعة ميزان التسوية تبقى في منتصف مجراها مهما حركنا المنظار وفي أي اتجاه .

هـ) يجب أن تتأكد من انه قبل البدء في ضبط الأفقية بواسطة مسامير التسوية ان تكون مسامير التسوية في منتصف مجال حركتها بالتقريب حتى لا تنتهي مجال حركة مسمار منها قبل اتمام ضبط الأفقية ، كما ويجب اجراء عملية الضبط بصورة تقريبية بواسطة أرجل حامل الميزان ، وذلك حتى يصبح الضبط المطلوب بواسطة مسامير التسوية في حدود مجال حركة هذه المسامير . وشكل (٥٧) يبين الخطوات أ ، ب ، جـ



شكل (٥٧)

اما بالنسبة للموازين الحديثه او ذات الاماله Tilting levels والتي تكون مزوده ميزان تسوية دائري للضبط الأولى وآخر للضبط الدقيق فيتم ضبط الأفقية بها كما يلي :
يتم ضبط ميزان التسوية الدائري بتحريك مسمارين من مسامير التسوية للداخل او للخارج (عكس او مع اتجاه عقارب الساعة) حتى تصبح الفقاعة في منتصف مجراها بالنسبة لاتجاه المسمارين ، ثم بواسطة تحريك المسمار الثالث تضبط الفقاعة في منتصف الدائرة تماما ، ويلاحظ أنه في عملنا هذا أننا نحرك مسامير التسوية الثلاثة دون الحاجة الى تحريك المنظار .

بعد ذلك تقوم بضبط ميزان التسوية الطولي عند أخذ كل قراءة على القامه وذلك بواسطة المسمار الخاص الموجود تحت المنظار دون تحريك مسامير التسوية حتى لا يتغير منسوب المستوى الأفقي المار بخط نظر المنظار .

ب) **الضبط الدائم** : ويقصد به ضبط محاور الميزان بالنسبة لبعضها وهذه المحاور هي خط النظر والمحور الرأسي لدوران الميزان ومحور ميزان التسوية الطولي ، والغرض من عملية الضبط الدائم جعل خط النظر في المنظار يرسم مستويا أفقيا عند تحريك الميزان حول محوره الرأسي وتتم عملية الضبط الدائم في المصنع ومع كثرة او اساءة استعمال الجهاز ويفضل ان يقوم بهذه العملية في مساحة مدرب .

« أغراض الميزانيـــة »

١ — تعيين منسوب نقطة بمعرفة منسوب نقطة اخرى بعيدة عنها نسبيا وهذا ما يعرف بسلسلة الميزانية .

٢ — تثبيت مناسيب نقط معينة أثناء تنفيذ المشاريع الهندسية تتفق مع المناسب التصميمية المطلوب انشاء المشاريع على أساسها .

٣ — تشكيل القطاعات (Sections) والتي اما ان تكون قطاعات طولية (Longitudinal Sections) لتعيين مناسيب عدة نقط على المحور الطولي لمشروع طريق مثلا بهدف بيان تضاريس الأرض في اتجاه هذا المحور واما أن تكون قطاعات عرضية (Cross Sections) بهدف بيان تضاريس الأرض في الاتجاه العمودي على المحور الطولي في عدة مواقع على مسافات معينة .

٤ — الميزانية الشبكية بهدف معرفة تضاريس الأرض في الاتجاهات المختلفة .

الاصطلاحات المستعملة في الميزانية :—

المؤخرة (Backsight) **ويرمز لها** (B.S.) .
وهي أول قراءة تؤخذ من اي وضع من أوضاع الميزان ، ويلاحظ أنها تقع في المؤخرة بالنسبة لاتجاه سير الميزانية .

المقدمة (Foresight) **ويرمز لها** (F.S.) .
وهي آخر قراءة تؤخذ من أي وضع من أوضاع الميزان ، وهي في المقدمة بالنسبة لاتجاه السير .

المتوسطة (Intermediate Sight) **ويرمز لها** (I.S.) .
وهي أية قراءة بين قراءتي المؤخرة والمقدمة من أي وضع من أوضاع الميزان .

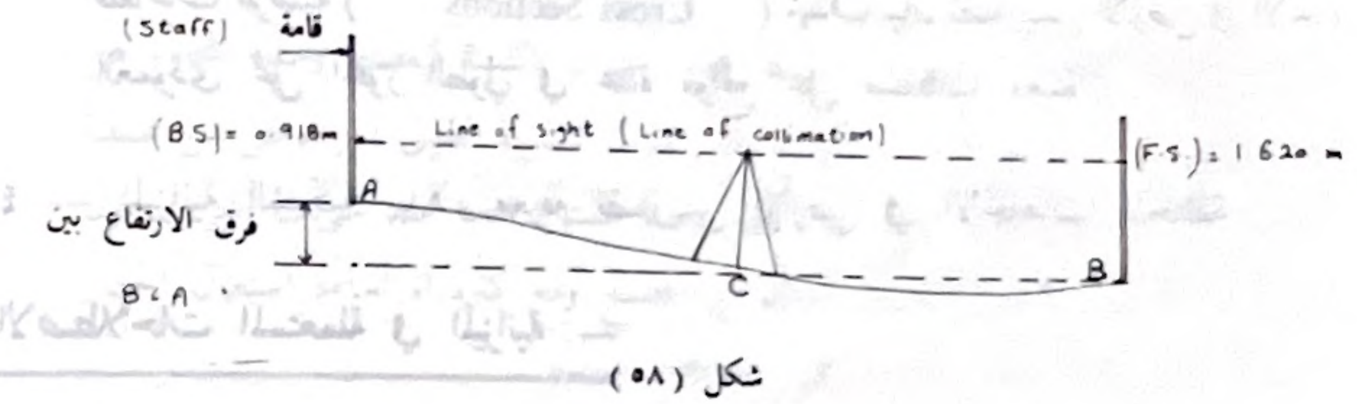
نقطة الدوران (Turning Point) **ويرمز لها** (T.P.) .

عند اجراء الميزانية كثيرا ما يحتاج الأمر الى نقل الميزان من نقطة الى اخرى اي تغيير وضع

الميزان فنختار نقطة في مكان مناسب على أرض صلبة ، ونضع القاعدة الحديدية تحت القامة ، ونأخذ قراءة مقدمة (F.S.) على القامة قبل نقل الميزان مباشرة ، ثم ننقل الميزان ونضبطه ونوجهه الى القامة ونأخذ قراءة مؤخرة (B.S.) على نفس النقطة من الوضع الجديد للميزان ، أي أن نقطة الدوران (T.P.) هي النقطة التي تؤخذ عليها مقدمة ومؤخرة ، وتدون هاتان القراءتان على سطر واحد في جدول الميزانية لأنها أخذتا لنقطة واحدة وان كانتا من وضعين مختلفين للميزان . وبمعنى آخر ان كل سطر يخصص لنقطة وليس لقراءه .

طريقة استعمال الميزان :

اذا كانت نقطة (A) معلومة المنسوب او (B.M.) وكانت نقطة (B) مجهولة المنسوب شكل (٥٨)



شكل (٥٨)

فلايجاد الفرق في المنسوب بين النقطتين B, A نتبع الخطوات التالية :

١ ــ يوضع الميزان على أية نقطة (C) ويفضل ان تكون هذه النقطة في منتصف المسافة بين B , A قدر الامكان .

٢ ــ تدار مسامير التسوية حتى تصبح فقاعة ميزان التسوية في وسطه اي حتى يصبح المنظار أفقيا .

٣ ــ توضع القامة على النقطة (A) ويدار منظار الميزان باتجاه القامة .

٤ ــ تؤخذ القراءة على القامة حيث تتقاطع الشعرة الأفقية (الوسطى) في المنظار مع هذه القامة ، وتسمى هذه القراءة المؤخرة (B.S.)

٥ ــ تنقل القامة الى النقطة (B) ويدار المنظار باتجاه (B)

٦ ــ تؤخذ القراءة على القامة حيث تتقاطع الشعرة الأفقية في المنظار مع هذه القامة وتسمى هذه القراءة المقدمة (F.S.) .

٧ ــ الفرق في الارتفاع (Difference in Height) بين النقطتين B, A هو الفرق بين المؤخرة والمقدمة .

٨ ــ لحساب منسوب (R.L.) لنقطة (B) يضاف او يطرح الفرق من منسوب (A) ، حسب كون (A) اعلى او اخفض من (B) كما سيأتي ذكره فيما بعد .

فمثلا اذا كانت قراءة القامة (B.S.) على نقطة (A) تساوي 0.918 وكانت القراءة على نقطة (B) تساوي 1.620 فالفرق في الارتفاع بين B, A يساوي :

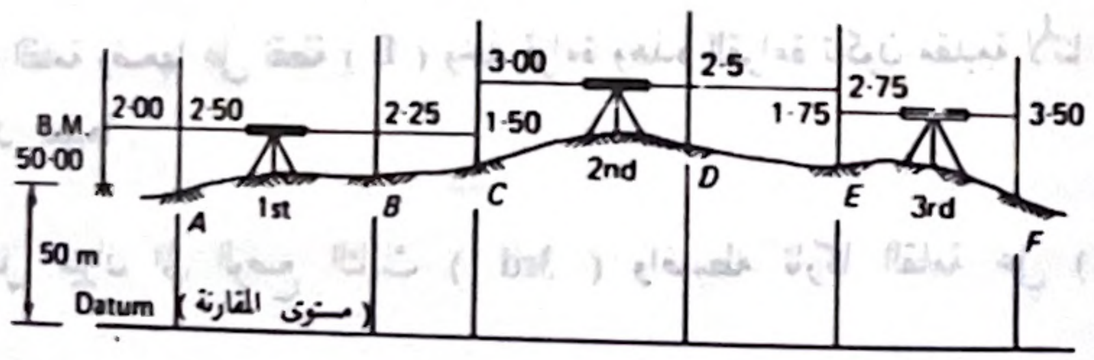
$$1.620 - 0.918 = 0.702\text{m}$$

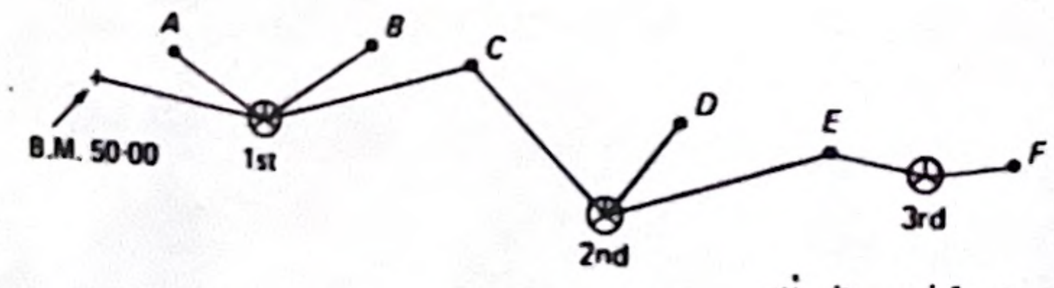
وهذا يدل على انخفاض الأرض عند نقطة (B) بالنسبة للأرض عند نقطة (A) فاذا كان منسوب نقطة (A) يساوي 100.000

فيكون منسوب نقطة (B) يساوي $100.000 - 0.702 = 99.298\text{m}$

سلسلة الميزانية Levelling Procedure

في شكل (٥٩) عددا من النقاط من A الى F مطلوب تعيين مناسيبها ، علما بأنه توجد نقطة ثابتة (B.M.) منسوبها (50.0m) بالقرب من المنطقة .





(مسقط) منظر أفقي Plan

شكل (٥٩)

صع الميزان في الوضع الاول (1st) واضبطه .

٢ صع القامة على نقطة (B.M) وخذ قراءة على القامة ، وتكون هذه القراءة مؤخرة ، لأنها قراءة أخذت من الوضع الأول للميزان .

٣ حرك القامة وضعها فوق (A) وخذ قراءة ، وهذه القراءة متوسطة لأن الميزان لم ينقل بعد أخذها كما هو واضح من الشكل .

٤ حرك القامة وضعها فوق (B) وخذ قراءه ، وهذه القراءة ايضا متوسطة .

٥ حرك القامة وضعها فوق (C) وخذ قراءة ، وهذه القراءة مقدمة لأنه بعد أخذ هذه القراءه نقل الميزان كما هو واضح من الشكل . ومن الممكن قياس المسافات بين المحطات وتسجيلها في جدول الميزانية .

٦ انقل الميزان الى الوضع الثاني (2nd) واضبطه واترك القامة على نقطة (C)

٧ حرك القامة بلطف لتواجه الميزان وهي على (C) وخذ قراءة فتكون هذه القراءة مؤخرة لأنها أول قراءة أخذت من الوضع الثاني للميزان وتكون نقطة (C) هي نقطة دوران (T.P) لأننا أخذنا عليها مقدمة من الوضع الأول ومؤخرة من الوضع الذي يليه (الوضع الثاني) .

٨ حرك القامة وضعها على نقطة (D) وخذ قراءة وتكون هذه القراءة متوسطة .

٩ حرك القامة وضعها على نقطة (E) وخذ قراءة وهذه القراءة تكون مقدمة لأننا سننقل الميزان بعدها .

١٠ انقل الميزان الى الوضع الثالث (3rd) واضبطه تاركا القامة على (E) .

١١ — حرك القامة بلطف لتواجه الميزان وهي على (E) وخذ قراءة وهذه القراءة تكون مؤخرة لأنها أول قراءة أخذت من الوضع الثالث للميزان وتكون نقطة (E) هي نقطة دوران لأننا أخذنا عليها مقدمة من الوضع الثاني ومؤخرة من الوضع الذي يليه (الوضع الثالث) .

١٢ — حرك القامة الى (F) وخذ عليها قراءة وتكون هذه القراءة مقدمة .

تدوين أرصاد الميزانية :

هناك طريقتان لتدوين أرصاد الميزانية في دفتر الميزانية وحساب مناسيب النقط المختلفة من واقع هذه الأرصاد ، وهاتان الطريقتان هما :—

١ — طريقة الارتفاع والانخفاض Rise and Fall Method (R. & F.)

٢ — طريقة منسوب سطح الميزان

Height of Instrument or Hight of collimation Method (H.I.)

طريقة الارتفاع والانخفاض : Rise and Fall Method

ان هذه الطريقة موضحة في الجدول التالي لسلسلة الميزانية بين F. A الموضحة في الشكل السابق ، وقد تعمدنا اعطاء قراءات بسيطة على القامة ، ولكن يجب ملاحظة ان القراءات على القامة تؤخذ الى أقرب 0.005m او حتى أقل .

B.S.	I.S.	F.S.	R.	F.	R.L. (m)	Distance (m)	Remarks
2.00					50.00		B.M. on wall
	2.50			0.50	49.50	0	Station A
	2.25		0.25		49.75	30	Station B
3.00		1.50	0.75		50.50	45	Station C
	2.50		0.50		51.00	75	Station D
1.75		2.75		0.25	50.75	95	Station E
		3.50		1.75	49.00	120	Station F
6.75		− 7.75	1.50	− 2.50	− 50.00		
		+ 6.75		+ 1.50	+ 49.00		
		− 1.00		− 1.00	− 1.00		

١ — تدخل المؤخرات والمتوسطات والمقدمات كلا في العمود المناسب لها على أسطر مختلفة ما عدا عند نقاط الدوران حيث توضع مقدمة ومؤخرة على نفس السطر كما في النقطتين (C) ، (E) .

٢ — ان أول منسوب يدخل هو منسوب النقطة الثابتة (B.M) .

٣ — اذا كانت قراءة المتوسطة او المقدمة أقل من القراءة التي تسبقها مباشرة فان هذا يدل على ارتفاع (R.) ويسجل الفرق بين القراءتين في عمود الارتفاع .

٤ ـــ اذا كانت قراءة المتوسطة أو المقدمة أكبر من القراءة التي تسبقها مباشرة فان هذا يدل على انخفاض (F.) ويسجل الفرق بين القراءتين في عمود الانخفاض .

٥ ـــ ان الارتفاع يضاف الى المنسوب الذي يسبقه مباشرة (منسوب المحطة السابقة) لنحصل على منسوب المحطة اللاحقة .

٦ ـــ ان الانخفاض يطرح من المنسوب الذي يسبقه مباشرة (منسوب المحطة السابقة) لنحصل على منسوب المحطة اللاحقة .

ولتحقيق المناسيب حسابيا يطبق ما يلي :

أ) منسوب آخر نقطة ـــ منسوب أول نقطة

= مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات

= مجموع الارتفاعات ـــ مجموع الانخفاضات

وذلك كما واشارة

Last (R.L.) – First (R.L.)

= ∑ (Backsights) – ∑ (Foresights)

= ∑ (Rises) – ∑ (Falls)

وبتطبيق هذا القانون على المثال السابق نجد ان

مجموع المؤخرات = ٦,٧٥ م

مجموع المقدمات = ٧,٧٥ م

٦,٧٥ – ٧,٧٥ = – ١,٠٠ م ..... (١)

مجموع الارتفاعات = ١,٥٠ م

مجموع الانخفاضات = ٢,٥٠ م

١,٥٠ – ٢,٥٠ = – ١,٠٠ م ..... (٢)

منسوب آخر نقطة = ٤٩,٠٠ م

منسوب أول نقطة = ٥٠,٠٠ م

٤٩,٠٠ – ٥٠,٠٠ = – ١,٠٠ م ..... (٣)

(١) = (٢) = (٣) كما وأشاره

∴ الحل صحيح

أو

6.75 – 7.75 = – 1.00m

1.50 – 2.50 = – 1.00m

49.00 – 50.00 = – 1.00m

checks

ب) عدد المؤخرات = عدد المقدمات

في المثال السابق :

عدد المؤخرات = ٣

عدد المقدمات = ٣

ويلاحظ في هذه الطريقة أنه نتيجة لتسلسل حساب مناسيب النقط من النقط السابقة لها فان منسوب آخر نقطة اذا تحقق فانه يحقق مناسيب جميع النقط الأخرى وعلى هذا فالقانون الأول (أ) يحقق مناسيب جميع النقط .

ويجب ملاحظة ان صحة مناسيب النقط لا تتوقف على صحة الحسابات بل تتوقف ايضا على صحة القراءات ولهذا فالتحقيق الحسابي السابق لا يدل إلا على صحة الحسابات اما صحة تدوين القراءات في الخانات الصحيحة لها أو صحة المناسيب فيلزم تحقيقها فى الحقل اما بالاستمرار في سلسلة الميزانية بعد آخر نقطة حتى نصل الى (B.M.) ، فنقارن منسوبه المعروف من دفتر النقط الثابتة بالمنسوب المستنتج من الميزانية **المسلسه** ، واذا لم يتيسر وجود (B.M.) قريب ، نقوم بسلسلة الميزانية في الاتجاه العكسي (Flying Levels) من نهاية المشروع الى نقطة البداية المعروف منسوبها ، ويقارن المنسوب المعروف بالمنسوب المستنتج من الميزانية .

وعلى مسافات كبيرة لأن المطلوب فقط هو تعيين الفرق في الارتفاع بين نقطتين وليس تضاريس الأرض لأنها ليست مهمة للتحقيق .

طريقة منسوب سطح الميزان

Height of collimation Method (H.I.)

ان هذه الطريقة موضحة في الجدول التالي لسلسلة الميزانية بين A ، F الموضحة في شكل (٥٩)

B.S.	I.S.	F.S.	H.I.	R.L. (M)	D. (M)	Remarks
2.00			52.00	50.00		B. M on wall
	2.50			49.50	0	Station A
	2.25			49.75	100	Station B
3.00		1.50	53.50	50.50	150	Station C
	2.50			51.00	250	Station D
1.75		2.75	52.50	50.75	300	Station E
		3.50		49.00	400	Station F
6.75		− 7.75		− 50.00		
		+ 6.75		+ 49.00		
		− 1.00		− 1.00		

١ — تدخل المؤخرات والمتوسطات والمقدمات كلا في العمود المناسب لها على أسطر مختلفة ما عدا عند نقاط الدوران حيث توضع مقدمة ومؤخرة على نفس السطر كما في النقطتين (C) ، **(E)**

٢ — ان أول منسوب يدخل هو منسوب النقطة الثابتة (B.M.)

٣ — ان أول مؤخرة أخذت عندما كانت القامة فوق النقطة الثابتة تضاف الى المنسوب الأول أى منسوب النقطة الثابتة لكي نحصل على منسوب حط النظر Line of Collimation ويسمى ايضا منسوب سطح الميزان .
وتكون قراءة المؤخرة ومنسوب النقطة ومنسوب حط النظر على نفس السطر (السطر الأول في هذه الحالة) .

٤ — القراءة التالية سواء كانت متوسطة أو مقدمة تدخل في العمود المناسب لكن على سطر جديد ، ومنسوب المحطة المأخوذ عليها قراءة المتوسطة أو المقدمة نحصل عليها بطرح المتوسطة أو المقدمة من منسوب حط النظر (H.I.)

٥ — يتغير منسوب حط النظر فقط عندما ننقل الميزان الى وضع جديد . ونحصل على منسوب خط النظر الجديد باضافة قراءة المؤخرة المأخوذة على نقطة الدوران الى منسوب هذه النقطة .

ولتحقيق المناسب حسابيا نطبق ما يلي :

(أ) مجموع المؤخرات — مجموع المقدمات = منسوب آخر نقطة — منسوب أول نقطة .

$$\sum \text{(Backsights)} - \sum \text{(Foresights)} = \text{Last (R.L.)} - \text{First (R.L.)}$$

وبتطبيق هذا القانون على المثال السابق نجد ان

مجموع المؤخرات = ٦,٧٥ م

مجموع المقدمات = ٧,٧٥ م

٦,٧٥ − ٧,٧٥ = − ١,٠٠ م

(6.75 - 7.75) = − 1.00m

(ب) عدد المؤخرات − عدد المقدمات

عدد المؤخرات = ٣ ، عدد المقدمات = ٣

(جـ) تحقيق المتوسطات

مجموع المناسيب عدا المنسوب الأول = منسوب سطح الميزان لكل وضع من أوضاع الميزان مضروبا في عدد المتوسطات والمقدمات المأخوذة في هذا الوضع — مجموع المتوسطات — مجموع المقدمات

وبالنسبة للمثال السابق ، فان التحقيقين الحسابيين الأول والثاني سبق التأكد منهما عند حل نفس المثال بطريقة الارتفاع والانخفاض ، اما بالنسبة لتحقيق المتوسطات فنجد ما يلي :

مجموع المناسيب عدا المنسوب الأول = ٣٠٠,٥٠

منسوب سطح الميزان لكل وضع من أوضاع الميزان × عدد المتوسطات والمقدمات المأخوذة من هذا الوضع .

(٣×٥٢) + (٢×٥٣,٥) + (١×٥٢,٥) = ٣١٥,٥٠

مجموع المتوسطات = ٧,٢٥

مجموع المقدمات = ٧,٧٥

الطرف الأيسر من المعادلة = ٣١٥,٥ ٧,٢٥ ٧,٧٥ = ٣٠٠,٥٠

∴ تحقق العمل الحسابي

ويلاحظ ان تحقيق المتوسطات في هذه الطريقة أصعب منه في طريقة الارتفاع والانخفاض .

ملاحظات عامة

١ — صحة المناسيب لا تتوقف على صحة الحسابات وانما تتوقف على صحة القراءات ، وعلى هذا فالتحقيق الحسابي لا يكفي للتأكد من صحة المناسيب التي يمكن تحقيقها في الحقل بسلسلة ميزانية الى أقرب نقطة ثابتة (B. M.) ومقارنة منسوبها المعروف بالمنسوب المستنتج من الميزانية واذا لم يتيسر وجود نقطة ثابتة قريبة من الموقع فيمكن عادة سلسلة الميزانية في الاتجاه العكسي (Flying Levels) الى النقطة الاولى كما أوضحنا سابقا .

٢ — في حالة سلسلة الميزانية ، لمعرفة الفرق بين منسوبي نقطتين لا تحتاج لمتوسطات حيث لا داعي لها وتكون النقط أبعد ما يمكن من بعضها .

٣ — يجب تساوي مسافة المقدمة مع مسافة المؤخرة في كل وضع من أوضاع الميزان لتلافي تأثير الخطأ الناشيء عن عدم موازاة خط النظر لمحور ميزان التسوية .

٤ — يجب اختيار نقط الدوران في أرض صلبة حتى لا تهبط القامة وفي الأراضي اللينة توضع القامة على القاعدة المثلثية الخاصة بذلك ، وقد تكون نقطة الدوران احدى نقط المشروع او القطاع الذي تعمل له الميزانية او تكون بعيدة عنه .

٥ — يجب القراءة لأقرب ملليمتر في نقط الدوران ولأقرب سنتيمتر في النقط الأخرى .

٦ — في حالة ايجاد منسوب نقطة في سقف مبنى او سقف منجم توضع القامة بحيث يكون صفر تدريجها على النقط المطلوب تعيين مناسيبها فتكون مقلوبة بالنسبة للوضع العادي فتوضع أمام قراءاتها في جدول الميزانية علامة (−) ، أي تكون قراءات سالبة ، ويعتبر حساب منسوب سطح الميزان ومناسيب النقط وتحقيق المناسيب بالطرق العادية مع مراعاة اشارات القراءات .

مثال : أخذت القراءات التالية على قامة رأسية على مسافات تبعد كل منها عن الأخرى 50 m لعمل ميزانية بأحد الانفاق .

(0.44), − 0.62, − 0.84, − 0.97, − 1.08, (— 0.68), − 0.77, 0.92

فاذا كانت القراءات المدونة بين أقواس مؤخرات ، وكان صفر تدريج القامة على سقف النفق في جميع النقط ما عدا النقطتين الاولى ، والأخيرة حيث وضعت القامة فيها على أرض النفق ، جد مناسيب النقط المختلفة مع تحقيق العمل حسابيا علما بأن منسوب النقطة الأولى (5.46m)

B.S.	I.S.	F.S.	H.I.	R.L.	D.	Remarks
0.44			5.90	5.46	0.00	
	− 0.62			6.52	50.00	
	− 0.84			6.74	100.00	
	− 0.97			6.87	150.00	
− 0.68		− 1.08	6.30	6.98	200.00	
	− 0.77			7.07	250.00	
		0.92		5.38	300.000	
−0.24	−3.20	−0.16				

(1) Σ (Backsights) − Σ (Foresights) = − 0.24 − (− 0.16)

= − 0.24 + 0.16 = − 0.08

R.L. (Last point) − R.L. (First point) = 5.38 − 5.46

= − 0.08

checks

Number of Backsights = 2

Number of Foresights = 2

Sum of Reduced levels excluding first Reduced level.

= 39.56

Every H.I. x No. of Intermediate sights and foresights

= 5.90 x 4 + 6.30 x 2

= 23.6 + 12.60

= 36.2

Sum of Intermediate sights = −3.20

Sum of Foresights = −0.16

36.2 − (−3.20) − (−0.16)

= 36.2 + 3.2 + 0.16

= 39.56

checks

٧ — يمكن تقليل تأثير وجود العيوب في الميزان اذا راعينا ما يلي :

أ) وضع الميزان في منتصف المسافة بين المؤخرة والمقدمة .

ب) وجود فقاعة ميزان التسوية في منتصف مجراها عند أخذ كل قراءة .

٨ — يجب الانتباه الى قراءة القامة على الشعرة الوسطى ، وتدوين القراءات في مكانها الصحيح وعدم كتابتها خطأ مثل كتابة ١,٥٣ بدل ١,٣٥ .

٩ — يجب استعمال الميزان كما يجب أن يستعمل ، لا أن نرتكز عليه أو نضغط على منظاره عند ادارته ، او نصدم ارجل الميزان او لا نطبق الصورة جيدا ، كما يجب ان نمسك القامة بشكل رأسي وان لا نضعها على أرض لينة وان يكون صفرها الى أسفل .

أ) اذا كانت النقطة المعلومة المنسوب هي آخر نقطة :

نستنتج منسوب أول نقطة بتطبيق القانون :—

منسوب آخر نقطة — منسوب أول نقطة = مجموع المؤخرات — مجموع المقدمات .

وفي هذه المعادلة معلوم منسوب آخر نقطة ومجموع المؤخرات ومجموع المقدمات .

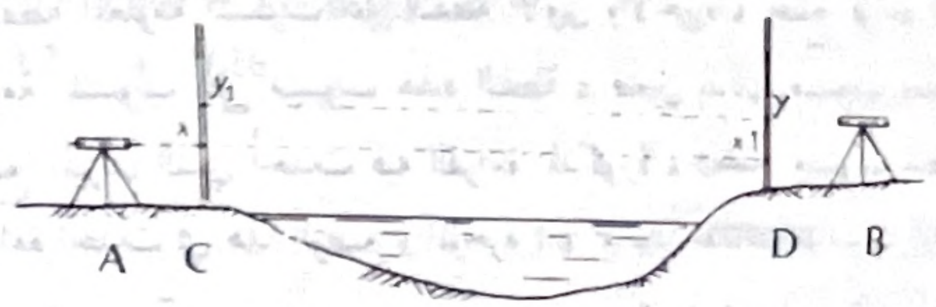
نستطيع اخراج منسوب أول نقطة . ثم نبدأ بحساب مناسيب النقط بالطريقة العادية حتى نصل الى آخر نقطة فاذا كان منسوبها هو المنسوب المعلوم دلّ ذلك على أن الحساب صحيح .

ب) اذا كانت النقطة المعلومة المنسوب غير النقطة الأولى والأخيرة ، نجمع قراءة القامة عند النقطة المعلومة المنسوب على منسوب هذه النقطة ، فنعين بذلك منسوب سطح الميزان بالنسبة لوضع الميزان الذي أخذت فيه القراءة المذكورة ، ونضع منسوب سطح الميزان أمام أول قراءة أخذت في هذا الوضع (المؤخرة) ، ثم نبدأ بحساب مناسيب النقط ابتداء من هذه النقطة حتى آخر نقطة ومنها نحسب منسوب أول نقطة بتطبيق القانون السابق ثم نحسب مناسيب النقط بعدها بالطريقة العادية حتى نصل الى النقطة ذات المنسوب المعلوم . فنتأكد بذلك من صحة الحسابات اذا اتفق منسوبها المعلوم مع منسوبها الذي حسبناه .

الميزانية المتبادلة أو العكسية (Reciprocal Levelling)

اذا كانت المسافة بين جهاز الميزان والقامة أكبر من ١٨٠ م ، فان خطأ ملموسا يحدث في الميزانية بسبب كروية الأرض والانعكاس ، ويجب ان نتفادى هذه ما أمكن ولذلك يفضل أن تكون المسافات أقل من ١٠٠ م .

ولكن عند عمل ميزانية لايجاد فرق منسوبي نقطتين على جانبيْ نهر عريض مثلا أو عبر وادي عميق وحيث لا نستطيع وضع جهاز الميزان في منتصف المسافة بين النقطتين ، فاننا نستعمل الميزانية المتبادلة الموضحة في شكل (٦٠) . وتعتمد هذه الميزانية على المبدأ القائل أن الفرق الصحيح في المنسوب بين النقطتين هو معدل فرقين بينهما ، وتجري العملية كما يلي :—



Reciprocal levelling

(الميزانية العكسية)

١ — ضع الميزان عند نقطة (A) واضبطه ، وخذ قراءتين على قامتين موضوعتين على (C) و (D) .

٢ — انقل الجهاز الى نقطة (B) واضبطه او استعمل جهازا آخر مع التأكد أن المسافتين (BD ، AC) متساويتين .

٣ — من الجهاز في (B) خذ قراءتين على القامتين الموضوعتين في (D) و (C)

٤ — معدل الفرقين هو الفرق الصحيح .

مثال :

في عملية ميزانية عكسية بين ضفتي نهر ، أخذت القراءات التالية

Level at A. reading on staff C = X = 2.46m

= = = = = D = X1 = 1.28m

= = B. = = = C = Y1 = 3.45m

= = B. = = = D = Y = 2.23m

أ) جد فرق المنسوب بين النقطتين (D. C) .

الحل :

عندما كان الجهاز فوق (A) ، كان الفرق بين القراءتين على (C ، D)

= 2.46 − 1.28 = 1.18m.

عندما كان الجهاز فوق (B) ، كان الفرق بين القراءتين على (C ، D)

3.45 — 2.23 = 1.22m

$$\text{True difference} = \frac{1.18 + 1.22}{2} = 1.20\text{m}$$

ب) اذا كان منسوب نقطة (C) = 23.205m ، جد منسوب نقطة (D) .

من القراءات من نفس الوضع للميزان نلاحظ أن القراءة على نقطة (D) أقل من القراءة على نقطة (C) أي أن نقطة (D) أعلى من نقطة (C) بمقدار الفرق الصحيح بين المنسوبين

= 1.20m وعليه فان :—

Reduced level (D) = Reduced level (C) + True difference

= 23.205 + 1.200

23.405m

ومن الممكن استعمال طريقة أدق في الميزانية العكسية وذلك باستعمال ميزانين وناخذ قراءتين من كل ميزان على القامتين في نفس اللحظة ثم نبدل مكان الميزانين ونأخذ قراءتين من كل ميزان على القامتين في نفس اللحظة ، فيصبح لدينا أربعة فروق يكون معدلها هو الفرق الصحيح بين منسوبي النقطتين .

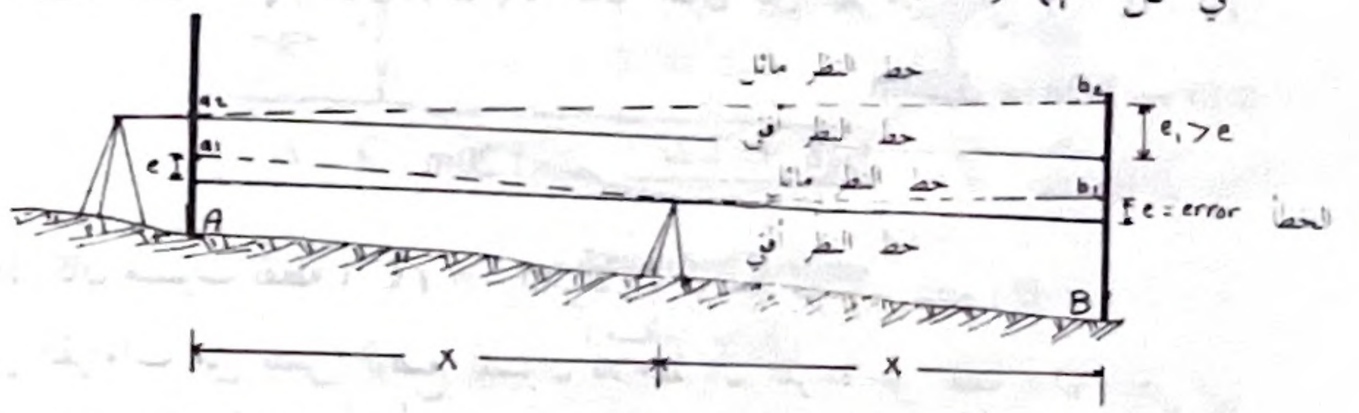
وهذه الطريقة تتغلب على الكروية والانكسار وما قد يكون بالأجهزة من اخطاء . وتسمى هذه الطريقة بالطريقة المثلى .

التأكد من مواراة خط النظر لمحور ميزان التسوية في الميزان

The Line of collimation is parallel to spirit level tube

ان هذا يعني أيضا انطباق خط النظر على المحور البصري للمنظار (ويعرف المحور البصري Optical line بأنه الخط الواصل بين مركزي العدستين العينية والشيئية) لأن المحور البصري متعامد أصلا على المحور الرأسي من صناعة الجهاز وبالتالي فان الغرض من هذا الانطباق هو وقوع تقاطع الشعرات على المحور البصري وأن يكون خط النظر موازيا لمحور ميزان التسوية وتتحقق من هذا بواسطة طريق الوتدين (Two Peg Method) كما يلي :—

١ — نختار أرضاً مستوية تقريبا ونضع الميزان في منتصف المسافة بين النقطتين (B. A) مثبت في كل منهما وتد والمسافة بينهما (30-60m) شكل (٦١) .



شكل (٦١)

٢ — يضبط الميزان ونأخذ قراءة على القامة في (A) نسميها (a_1) مثلا ، ثم نأخذ قراءة على القامة في (B) ونسميها (b_1) .

٣ — يكون الفرق بين القراءتين هو الفرق الحقيقي بين منسوبي النقطتين سواء كان خط النظر أفقيا في وضعه الصحيح او مائلا (أي به خطأ) لأن الخطأ متساوي في الحالتين وذلك لثبات ميل خط النظر ويتلاشى الخطأ نظرا لوجود الميزان في منتصف المسافة بين النقطتين وطرح القراءتين .

٤ — ننقل الجهاز بحيث يكون قريبا جدا من نقطة (A) مثلا ويكون قريبا الى أقصى حد ممكن أن نقرأ القامة منه وقد نجعل الميزان ملاصقا للقامة ويكون ارتفاع الجهاز حتى مركز العدسة العينية هو القراءة على القامة القريبة أو ننظر من العدسة الشيئية وتكون العدسة العينية من جهة القامة ، وحرك دبوس على القامة حتى ينطبق في محال المنظار على الشعرة الأفقية الوسطى .

٥ — نضبط الجهاز ونأخذ القراءتين (a_2, b_2) على القامتين فوق (B. A) . ثم نحسب الفرق بين القراءتين ، فاذا كان الفرق ($a_2 - b_2$) = ($a_1 - b_1$) كان خط النظر أفقيا أي يوازي محور ميزان التسوية ، وينطبق خط النظر على المحور البصري وينتج عنه خط يسمى خط الانطباق . أما اذا لم يتساو الفرقان فان هذا يعني أن تقاطع الشعرات يكون أعلى أو أسفل المحور البصري وفي هذه الحالة نخفض أو نرفع حامل الشعرات بأن نفك أحد مسماري حامل الشعرات (العلوي أو السفلي) في حالة ميزان دمي مع شد الآخر حتى يصبح الفرق بين القراءتين متساويا في الحالتين ، فاذا كنا سنخفض حامل الشعرات نفك المسمار السفلي ونشد العلوي تدريجيا والعكس بالعكس .

١ — نظرا لأن المسافة بين الميزان والقامة عند (A) قريبة جدا في الوضع الثاني بالنسبة للمسافة بين الميزان والقامة في (B) فان انحراف خط النظر لا يؤثر كثيرا في القراءة على (A) ، ويمكن اعتبار القراءة فوق (A) في الوضع الثاني صحيحة سواء كان خط النظر مائلا أو أفقيا ، وبذلك لا يكون هناك خطأ في القراءة (a_2) ويكون الخطأ كله في (b_2) .

مثال :— وضع ميزان دمي في منتصف المسافة بين نقطتين (B. A) وكانت $a_1 = 1.572m$ ، $b_1 = 2.086m$ ، رفع الميزان ووضع قريبا جد من (A) فكانت ($a_2 = 1.587m$) ، ($b_2 = 1.864m$) . هل خط النظر أفقي أم مائل .

واذا كان خط النظر مائلا فما هي القراءة الواجبة على نقطة (B) في الحالة الثانية .

$$b_1 - a_1 = 2.086 - 1.572 = 0.514m$$

$$b_2 - a_2 = 1.864 - 1.587 = 0.277m$$

بما أن الفرقين غير متساويين ∴ خط النظر مائل .

القراءة الواجبة على (B) في الحالة الثانية .

$$1.587 + 0.514 = 2.101m$$

وبما أن القراءة كانت :

$$= 1.864\,m$$

وعليه فاننا نخفض حامل الشعرات وبالتالي يرتفع خط النظر حتى نقرأ على (B) القراءة (2.101m) ، بينما تظل القراءة على (A = 1.587m) ولا تتغير الا بمقدار طفيف جدا يمكن اهماله .

لكن إذا وضع الميزان في الوضع الثاني على بعد معين من A وليس قريبا جدا منها كما في المثال الأول فإن العمل يجري كما في المثال التالي

مثـال — نصب جهاز الميزان في منتصف المسافة بين النقطتين A ، B حيث المسافة بينهما (50m) وأخذت قراءة على A (a_1) فكانت تساوي (1.181m) وأخذت قراءة على B (b1) فكانت تساوي (0.758) ، ثم نقل الجهاز ونصب فوق نقطـــة (C) على بعد 10m من B على امتداد الخط AB وأخذت قراءة على A (a_2) فكانت تساوي (1.609m) وعلى نقطة B (b_2) فكانت تساوي (1.216m) جد

أ) هل خط النظر صحيح أم لا ، واذا كان به خطأ

ب) ما هي القراءة الصحيحة الواجبه على كل من النقطتين A ، B في الحالة الثانية ؟

$a_1 - b_1 = 1.181 - 0.758 = 0.423m$

وهذا هو فرق الارتفاع الصحيح من النقطتين A ، B

$a_2 - b_2 = 1.609 - 1.216 = 0.393m$

وجد أن الفرقين غير متساويين

∴ خط النظر ليس صحيحا

نفرض أن الخطأ في كل متر عن الوضع الصحيح = ×

∴ الخطأ في مسافة 60m (أي الخطأ في القراءة على A) = 60 ×

الخطأ في مسافة 10m (اي الخطأ في القراءة على B) = 10 ×

∴ القراءة الصحيحة على نقطة A في الحالة الثانية يجب أن تكون = $1.609 - 60 \times$

والقراءة الصحيحة على نقطة B في الحالة الثانية يجب أن تكون = $1.216 - 10 \times$

وعليه يكون فرق الارتفاع الحقيقي بين النقطتين

$$(1.609 - 60\times) - (1.216 - 10\times) = 0.423$$

$$1.609 - 60\times - 1.216 + 10\times = 0.423$$

$$50\times = -0.03$$

$$\therefore \times = \frac{-0.03}{50} = -0.0006$$

القراءة الصحيحة على نقطة A في الحالة الثانية يجب أن تكون

$$1.609 - (-60 \times 0.0006) = 1.645m$$

والقراءة الصحيحة على نقطة B في الحالة الثانية يجب ان تكون

$$1.216 - (-10 \times 0.0006) = 1.222\ m$$

$$1.645 - 1.222 = 0.423\ m$$

checks

العقبات في طريق الميزانيـــة :— (Obstacles to Levelling) .

اذا كانت بناية موجودة على طريق الميزانية فانه يمكننا الاستمرار بالميزانية بالالتفاف حول البناية الى أن نصل طريق الميزانية الرئيسي . أما في حالة وجود سور عال لا نستطيع الالتفاف حوله كما في شكل (٦٢) فاننا نتبع ما يلي :—

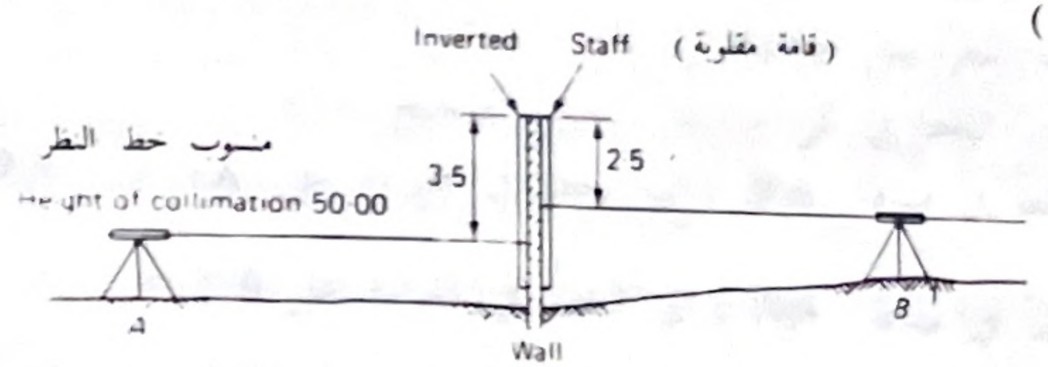
افرض أن منسوب سطح الجهاز عند وضعه فوق (A) هو (50m)

١ — خذ قراءة مقدمة على القامة المقلوبة والموضوع صفرها على مستوى قمة الحائط .

٢ — خذ الميزان والقامة الى الطرف الآخر من السور وضع الميزان فوق (B) مثلا .

٣ — خذ قراءة مؤخرة على القامة المقلوبة والتي يكون صفرها بمستوى قمة الحائط .

٤ — تدخل قراءتي المؤخرة والمقدمة في أعمدتها الصحيحة في دفتر الميزانية لكن تعطي اشارة (−)



Obstacle to levelling

(عقبة في طريق الميزانية)

شكل (٦٢)

والجدول التالي يمثل قراءات الشكل السابق .

Backsight	Intermediate sight	Foresight	Height of collimation	Reduced level
			50.00	
− 2.50		− 3.50	51.00	53.50

(منسوب قمة السور) 50.00 − (−3.50) = 53.50m

(منسوب سطح الميزان الجديد) 53.50 + (− 2.50) = 51.00m

ويمكن استعمال نفس الطريقة لايجاد ارتفاع السطح السفلي لجسر او سقف نفق حيث تضاف قراءة القامة وهي مقلوبة الى قراءة القامة وهي معتدلة على الأرض .

تثبيت مناسيب النقط :

تحتاج لتثبيت المناسيب عند تنفيذ المشاريع الهندسية كما في مشاريع الطرق مثلا ، وتثبت النقط على مناسيب معينة تتفق والمناسيب التصميمية للمشروع ، ولاجراء عملية التثبيت نتبع ما يلي

١ — نحسب المناسيب التصميمية للمشروع من واقع الانحدارات المطلوبة والمسافات بين النقط المطلوب تثبيتها ، فاذا كان المطلوب انشاء طريق بانحدار 1% الى أعلى وكان منسوب اول محطة على محور (Center line) الطريق (A) = 20.18m ومطلوب تثبيت أوتاد على مسافات كل منها 40m على محور الطريق بحيث تكون مناسيب هذه الأوتاد متفقة مع مناسيب انشاء الطريق ، نحسب المناسيب التصميمية ونضعها في جدول كما يلي :

Station	Distance (m)	R.L. (m)
A	0.00	20.18
B	40.00	20.58
C	80.00	20.98
D	120.00	21.38
E	160.00	21.78
F	200.00	22.18

اما طريقة الحساب فهي كما يلي :

بما أن منسوب نقطة A = 20.18m وان B تبعد عن A بمقدار 40m وبانحدار 1% الى أعلى فان منسوب B

$$R.L.(B) = 20.18 + \frac{1}{100} \times 40$$

$$= 20.18 + 0.40 = 20.58m$$

وهكذا بالنسبة لبقية المحطات .

٢ — نضع الميزان في مكان مناسب ونضع القامة على نقطة ذات منسوب معلوم ونحسب منسوب سطح الميزان ثم نحسب القراءات المفروض أخذها على القامة اذا كانت مناسيب النقاط كما هو موضح في الجدول السابق اي أننا نحضر جدول ميزانية ونضع مناسيب النقط في خانة المناسيب ومعلومية منسوب سطح الميزان نكمل الجدول لنستنتج قراءات القامة على هذه القامة ثم نضع القامة على محور الطريق في المحطات المطلوب تثبيت مناسيبها وفي كل نقطة نحسب الفرق بين المنسوب المطلوب ومنسوب الأرض ثم ندق وتدا ونعير منسوبه ارتفاعا او انخفاضا حتى تتفق قراءة القامة عند وضعها فوقه مع القراءة المطلوبة فيكون سطح الوتد على المنسوب المطلوب ، فمثلا اذا كانت القراءة على نقطة (A) = 2.6m (شكل ٦٣) فيكون منسوب سطح الميزان في هذا الوضع

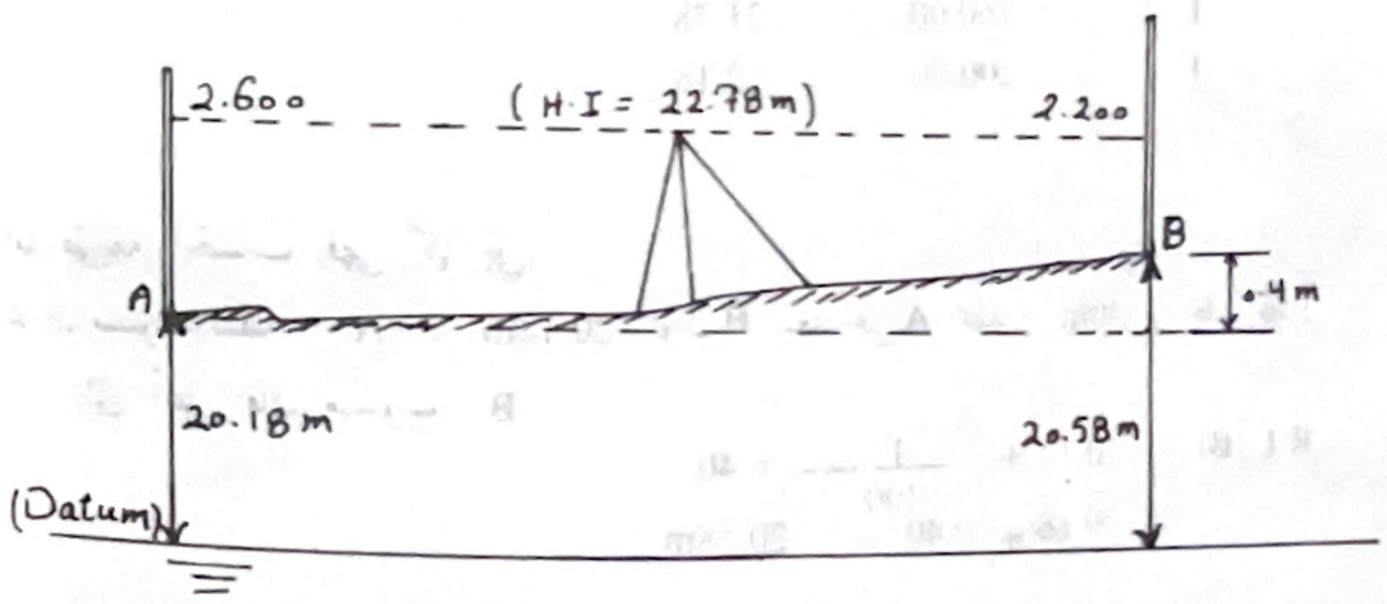
= 20.18 + 2.600 = 22.78m

وبما أن منسوب نقطة B = 20.58m

يجب أن تكون القراءة على B

= 22.78 − 20.58 = 2.20m

اما اذا كان الفرق بين المنسوبين كبيرا فاننا نكتب الفرق على سطح الوتد ثم بعد اجراء التمهيد والتسوية الأولية للأرض على أساس هذه الفروق ، نعيد عملية تثبيت الأوتاد على المناسيب المطلوبة بالضبط ، ثم يصير تمهيد الأرض بعد ذلك على أساسها وبصفة نهائية .



شكل (٦٣)

المقاطع الطولية Longitudinal Sections

وهي المقاطع التي تنتج عن الميزانية الطولية اي الميزانية التي تجري في الاتجاه الطولي للمشروع وعلى طول محوره كما في حالة الطرق وأنابيب المياه ، وبين المقطع الطولي التغيرات في طبيعة الأرض على طول المحور المدروس مما يتيح لنا حساب كميات الأتربة .

طريقة عمل المقاطع الطولية .

١ — يحدد اتجاه المقطع بوضع عدد كاف من النقط على محوره ، والنقط التي تؤخذ عندها المناسيب هي النقط التي يتغير عندها اتجاه ميل سطح الأرض بدرجة ملموسة او نقط تغير الاتجاه اوكل 20m أو 50m أو 100m في الأماكن حيث لا يمكن تعيين النقط التي يتغير فيها اتجاه ميل الأرض .

٢ — يبدأ الرصد من نقطة ثابتة (B.M) معروفة المنسوب او يمكن افتراض منسوب لنقطة ما لأن المهم في عملية الميزانية عامة هو معرفة ارتفاع نقط المقطع بالنسبة لبعضها البعض وليس بالضرورة معرفة منسوب كل منها عن سطح البحر .

٣ — يوضع الميزان فوق أية نقطة على خط المقطع او بالقرب منه ، بحيث يستطيع الراصد أخذ أكبر عدد ممكن من القراءات دون نقل الميزان ، وبعد ضبط الميزان يبدأ الراصد بأخذ القراءات من نقطة بداية المقطع مع نقل القامة على النقط المناسبة عند كل تغير ملموس في انحدار سطح الأرض .

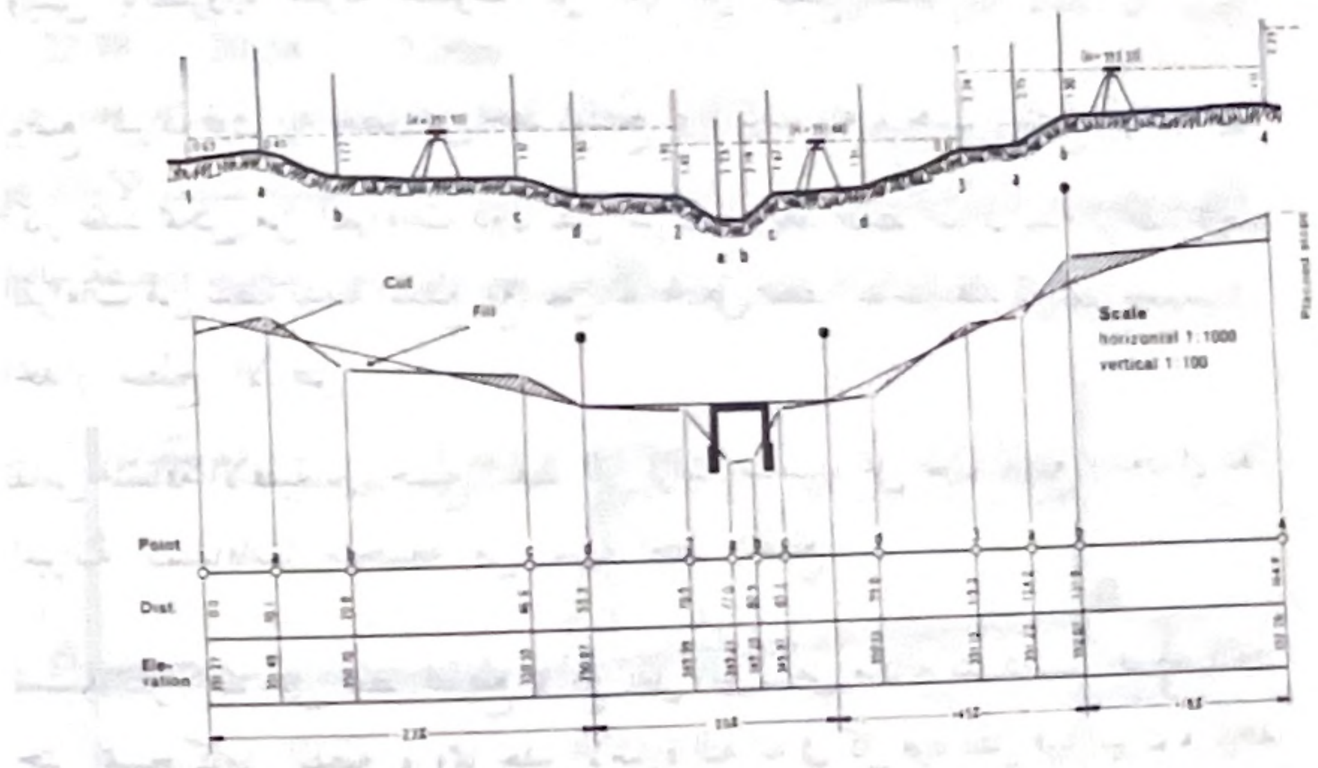
٤ — تقاس المسافة الأفقية بين جميع النقط التي ترصد مناسيبها على طول المقطع وتدون في دفتر الميزانية كمسافات متجمعة من بداية خط المقطع .

٥ — تستمر القراءات على نقط المقطع ، مع نقل الميزان من مكانه كلما دعت الحاجه لذلك حتى يمسح كامل المقطع ، ومما تجدر الاشارة اليه انه في كل مرة ينقل فيها الميزان ، تؤخذ قراءة أمامية على نقطة دوران (T.P) ثم تؤخذ قراءة خلفيه على ذات النقطة بعد نقل الميزان ، والغاية من ذلك بالطبع ربط القراءات بنقطة بداية المقطع .

رسم المقطع الطولي :—

ان الطول الأفقي لمقطع طولي يعتبر كبيرا بالنسبة لفروقات الارتفاع على طوله ولهذا السبب فاننا نتخب مقياس رسم عمودي أكبر من المقياس الأفقي لبيان تضاريس الأرض ، وفي أغلب الأحيان يتخب المقياس العمودي بحيث يساوي عشرة أضعاف المقياس الأفقي فاذا كان مقياس الرسم الأفقي 1:1000 يتخب مقياس رسم عمودي 1:100

مثـــال :— يبين الشكل (٦٤) القراءات التي أخذت لنقط على مقطع طولي والمسافات من أول المقطع الى كل من هذه النقط حيث رسم مقطع طولي مقياس رسمه الأفقي 1:1000 ومقيـــاسه العمودي 1:100 ، كما رسم الميلان التصميمي (Planned slope) ووضحت على المقطع مناطق الحفر (cut) والطمم (Fill) .



شكل (٦٤)

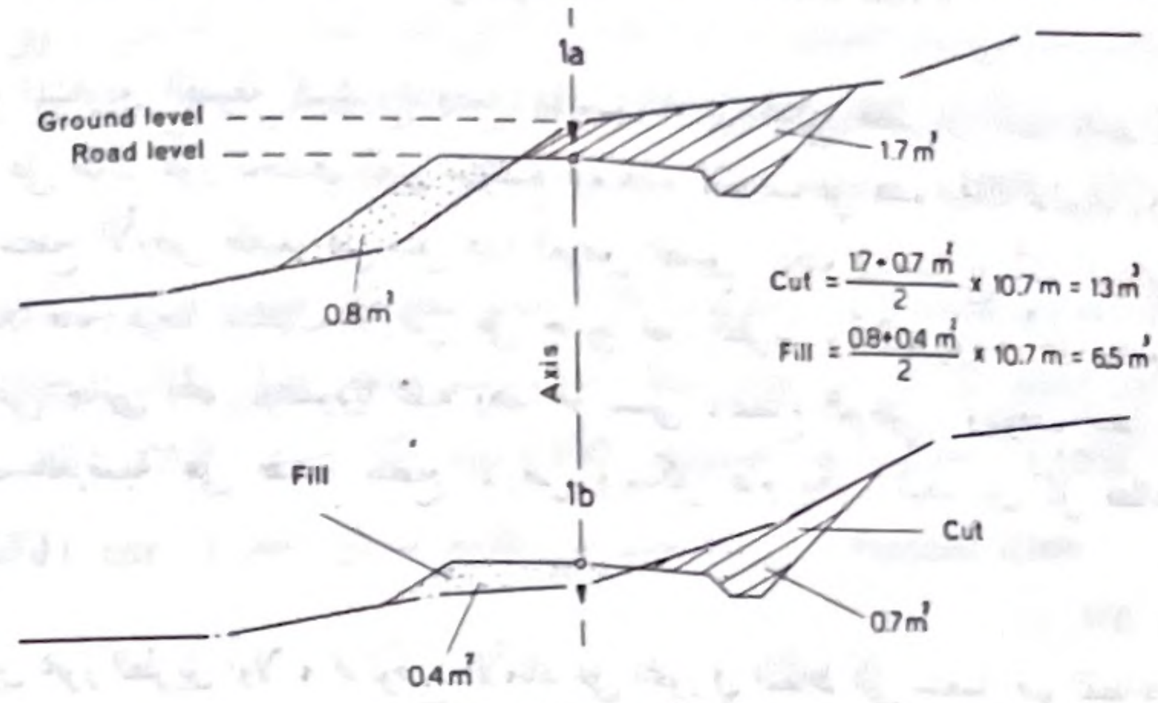
القطاعـــات العرضيـــة Cross sections

ان المشاريع الضيقة كمشروع وضع أنابيب المجاري تحتاج فقط الى خط واحد من المناسيب على طول محور الخندق الذي ستوضع فيه هذه الأنابيب ففي هذه الحالة غالبا ما يكون التغير في سطح الأرض طفيفا على مثل هذا العرض الضيق . لكنه في مشاريع أكبر كمشاريع الطرق مثلا فانه يلزمنا استعمال الأرض على جانبي محور الطريق وبذلك يلزمنا أخذ مناسيب الأرض على جانبي المحور وعموديا عليه وهذا ما يسمى بالقطاع العرضي . ويتوقف البعد بين القطاعات العرضية على طبيعة سطح الأرض وبشكل عام يكون البعد بين كل قطاعين (20m) .

يعين محور الطريق أولا ، ثم توضع الأوتاد على المحور في النقاط التي ستعمل فيها القطاعات العرضية حيث تقام أعمدة على المحور من هذه النقط يمينا ويسارا تكون أطوالها مناسبه للعرض اللازم للمشروع ، وتضع على هذه الأعمدة شوكا ذات لون أبيض او شواخص في النقاط التي سأخذ مناسيبها على القطاع العرضي . وان اختيار هذه النقط يكون بحيث يكون القطاع العرضي ممثلا لطبيعة الأرض بدقة . وتخرج مناسيب النقط بالطرق العادية ونراعى وضع الميزان في مكان نستطيع منه أخذ أكبر عدد ممكن من القراءات .

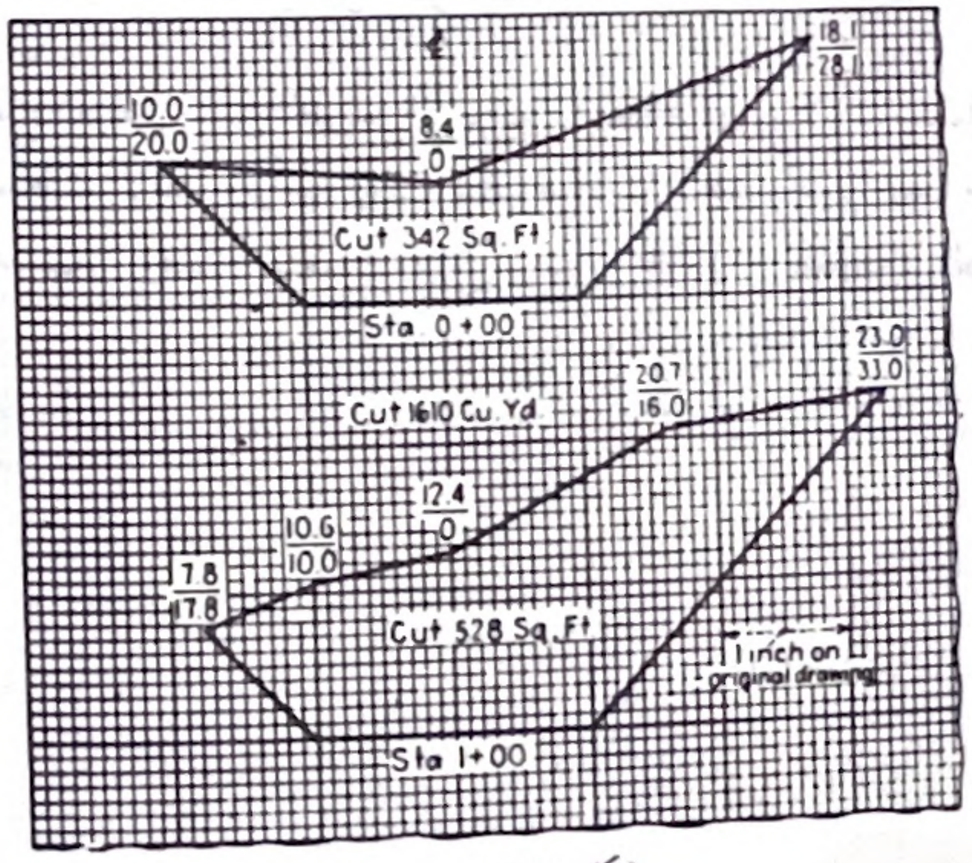
ويرسم القطاع العرضي بنفس الطريقة التي يرسم بها القطاع الطولي الا أننا نستعمل نفس مقياس الرسم للمسافات الأفقية والرأسية وذلك لقصر المسافات الأفقية وتجانس قيمتها مع قيمة الفروقات في المناسيب . وعادة يستعمل مقياس رسم 1:100 للقطاعات العرضية .

والشكل (٦٥ أ) يبين رسما لمناسيب نقط أخذت على قطاعين عرضيين على يمين ويسار محور الطريق عند النقطتين (1b , 1a) في المقطع الطولي السابق حيث يبين القطاعان مساحات وكميات الحفر والطمم وكيفية حساب هذه الكميات بين القطاعين .



شكل (٦٥ أ)

كما يبين الشكل (٦٥ ب) رسما لقطاعين عرضيين احدهما عند المحطة 0+00 والثاني عند المحطة 1 + 00 اي ان البعد بينهما = 100ft وعند كل نقطة يكتب رقمين احدهما في البسط ويدل على منسوب النقطة والآخر في المقام ويدل على بعد النقطة عن محور المشروع كما يبين الشكل مساحات وكميات الحفر بين القطاعين .



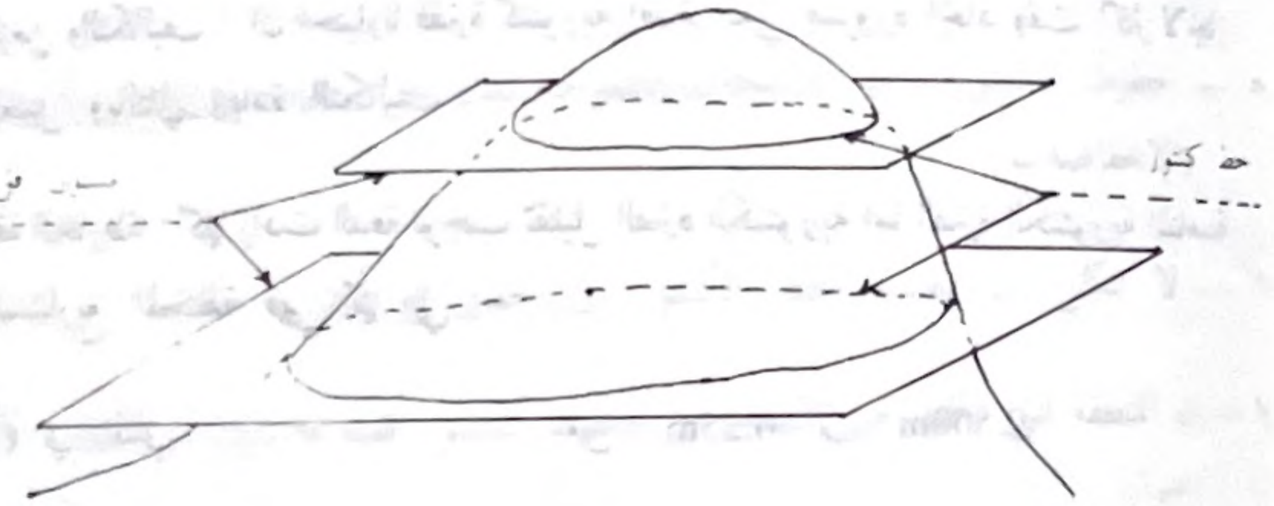
شكل (٦٥ ب)

الميزانيـــة الشبكيـــة

تهدف هذه الميزانية الى بيان تضاريس الأرض بتعيين مواقع ومناسيب عدد كبير من النقط على سطح الأرض في منطقة المسح ثم رسم خطوط كنتور (Contour Lines) على خارطة تظهر التغير في سطح الأرض .

خط الكنتـــور

هو خط وهمي يمر بنقط متساوية المنسوب ، او هو أثر تقاطع مستوى أفقي وهمي معلوم المنسوب مع سطح الأرض شكل (٦٦) . فخط كنتور 23 مثلا يربط بين النقط الموجودة في منطقة المسح ذات المنسوب 23m



شكل (٦٦)

ولكي نستطيع فهم ما سبق فلو نظرنا من الجو مثلا الى حيرة فان التقاء الماء مع الساحل يشكل خط كنتور منسوبه يساوي منسوب سطح الماء في البحيرة ، فلو كان منسوب سطح الماء في البحيرة يساوي 38m فان أثر التقاء الماء مع الساحل يشكل خط كنتور 38 ، ولو افرضنا ان منسوب سطح الماء قد انخفض في البحيرة بمقدار 1m فان خط التقاء الماء الجديد مع الساحل يشكل خط كنتور جديد هو كنتور 37

الفترة الكنتوريـــة Contour Interval

الفترة الكنتورية هي الفرق في الارتفاع بين خطي كنتور متتاليين فاذا وجدنا في

خارطة كنتورية معينة خطوط كنتور متتالية 22 .23 .24 25 فان الفترة الكنتورية للخارطة تساوي 1m وتكون الفترة الكنتورية ثابتة على نفس الخارطة .

العوامل التي يتوقف عليها اختيار الفترة الكنتورية .

١ ــ مقياس رسم الخارطة : كلما كان مقياس الرسم اكبر فانه يمكننا من تقليل الفترة الكنتورية .

٢ ــ أهمية الخارطة الكنتورية : كلما زادت أهمية الخارطة كلما توجب تعيين فترة كنتورية أصغر .

٣ ــ طبيعة سطح الأرض : كلما كان انحدار الأرض أكبر كلما زادت الفترة الكنتورية والعكس بالعكس .

٤ ــ الزمن والتكاليف : ان اختيارنا لفترة كنتورية أصغر يعني ضرورة ايجاد وقت أكثر لانجاز العمل وبالتالي زيادة التكاليف .

٥ ــ دقة الخارطة : كلما زادت الدقة توجب تقليل الفترة الكنتورية اما الفترة الكنتورية المناسبة للمشاريع المختلفة فهي كما يلي :

أ) في المباني	من	0.25m الى	0.500m
ب) في الطرق	من	1.00m الى	2.00m
جـ) في المشاريع الهندسية	من	0.500m الى	1.500m
د) في المساحة السريعة لموقع معين من		1.50 الى	3.00m

خصائص خطوط الكنتور Characteristics of Contours

١ ــ خط الكنتور خط متصل ، جميع النقط الواقعة عليه لها نفس المنسوب .

٢ ــ ان خط الكنتور الذي يقفل على نفسه داخل حدود الخارطة وليس بداخله خط كنتور آخر يدل على قمة او منخفض .

٣ ــ ان خط الكنتور يقفل على نفسه داخل حدود الخارطة او خارجها وفي الحالة الثانية يجب ان يصل الخط الى حدود الخارطة .

٤ ــ تقترب خطوط الكنتور من بعضها أكثر كلما كان الانحدار أكبر ، وتكون متوازية والأبعاد بينها متساوية اذا كان الانحدار منتظما .

٥ ــ خطوط الكنتور ذات الأشكال المتموجة تدل على وجود متتال من الارتفاعات والانخفاضات .

٦ ــ لا يمكن ان ينقسم خط الكنتور الى خطين او أكثر .

٧ ــ ان المنطقة التي تكون فيها المسافة بين خطوط الكنتور أقصر ما يمكن هي المنطقة الأشد انحدارا .

٨ ــ ان وجود خطوط كنتور كثيرة التعاريج في خارطة يدل على طبيعة أرض غير منتظمة السطح .

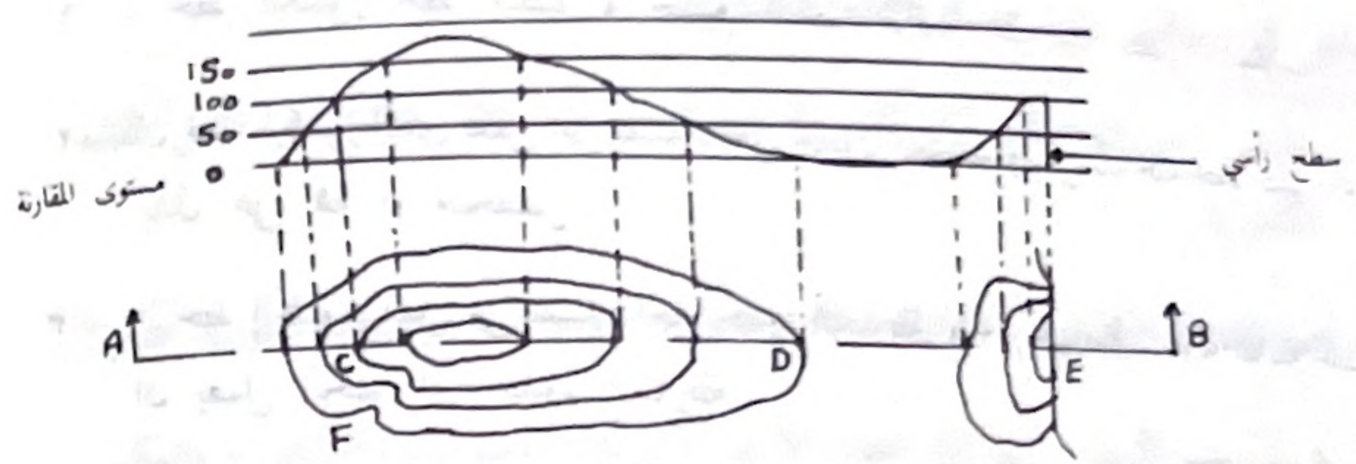
٩ ــ ان تقاطع خطوط الكنتور لا يحدث الا في حالات نادرة جدا كوجود مغارة مثلا .

١٠ ــ لا يمكن ان يقع خط كنتور بين خطين كلاهما أعلى او أخفض منسوبا منه .

١١ ــ لا تنطبق خطوط الكنتور الا في الأراضي التي يكون فيها السطح رأسي تماما .

١٢ ــ خطوط الكنتور المغلقة على نفسها والتي تتزايد أرقامها من الخارج إلى الداخل تدل على وجود مرتفع اما التي تتزايد أرقامها من الداخل إلى الخارج فتدل على وجود منخفض .

ونظرة الى خطوط الكنتور شكل (٦٧) والمقطع الرأسي على الخط A B نرينا معظم خصائص خطوط الكنتور .



شكل (٦٧)

طرق تعين خطوط الكنتور Methods of determining contours

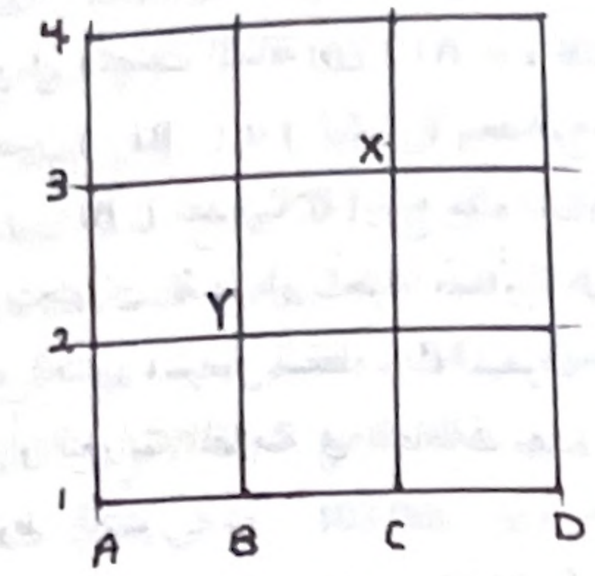
هناك عدة طرق لتعيين خطوط الكنتور واستعمال احداها يخضع لعوامل منها طبيعة الأرض والدقة المطلوبة . ومن هذه الطرق :ـــ

أولاً : طريقة الميزانية الشبكية : Grid Method

تستعمل هذه الطريقة عندما تكون الأرض محدودة المساحة ومستوية تقريبا ، حيث تعطى قطعة الأرض بشكة من المربعات او المستطيلات المتساوية بعمل خطوط طولية وعرضية متوازية ، باقامة أعمدة وقياس مسافات وتسمية الأركان ، ثم توجد مناسيب أركان هذه المربعات أو المستطيلات بعد وضع علامات كشوك مثلا أو أوتاد بها .

ويعتمد طول ضلع المربع او المستطيل على طبيعة الأرض والدقة المطلوبة وفي كثير من الحالات لا تنطبق حدود الأرض على حدود المربعات او المستطيلات ولذا يجب أن تخرج مناسيب الأرض عند نقط على الحدود عند التقاء امتداد أضلاع المربعات او المستطيلات مع حدود الأرض وذلك من أجل مد خطوط الكنتور حتى هذه الحدود .

وشكل (٦٨) يوضح تقسيم قطعة من الأرض الى مربعات وكيفية تسمية أركان المربعات .

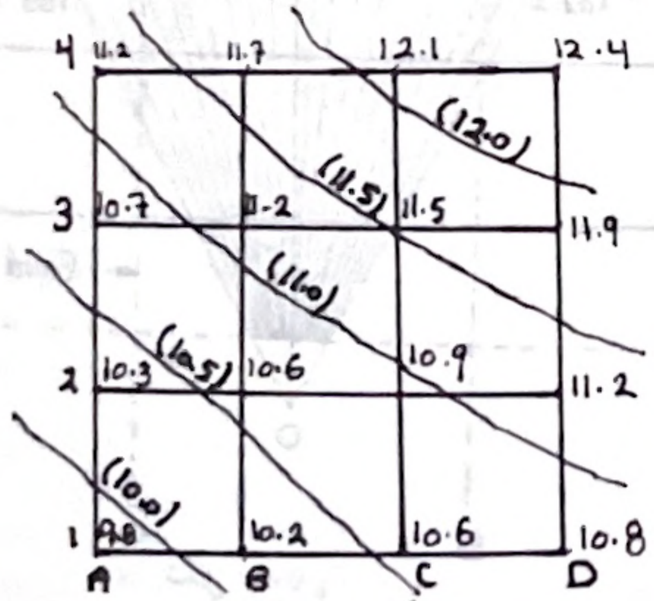


شكل (٦٨)

فكل نقطة تعطى حرفا ورقما لتسميتها . وعلى سبيل المثال النقطة الموضوع عندها اشارة (×) هي (C3) وذلك لأنها تقع عند تقاطع الخط العمودي (C) والخط الأفقي (3) ، وبالمثل فان (Y) هي (B2) .

طريقة رسم خطوط الكنتور :

أ) طريقة الحساب : من المعروف انه لا يمكن اخراج منسوب كل نقطة على أرض ما ، وبناء عليه فانه يفترض ان يكون الانحدار بين نقطتين متجاورتين مرصودتين على الطبيعة هو انحدار منتظم ، وهذا يعني ان خطوط الكنتور التي ستتقاطع مع الخط الواصل بين نقطتين مرصودتين يجب ان يكون بعدها الأفقي عن بعضها البعض ثابتا . ولتوضيح ذلك في شكل (٦٩) منسوب نقطة (A1) هو 9.8m ، ومنسوب نقط (B1) هو (10.2m) والمسافة بين كل نقطتين متجاورتين على الطبيعة يساوي 20m ومقياس الرسم (1:500) .

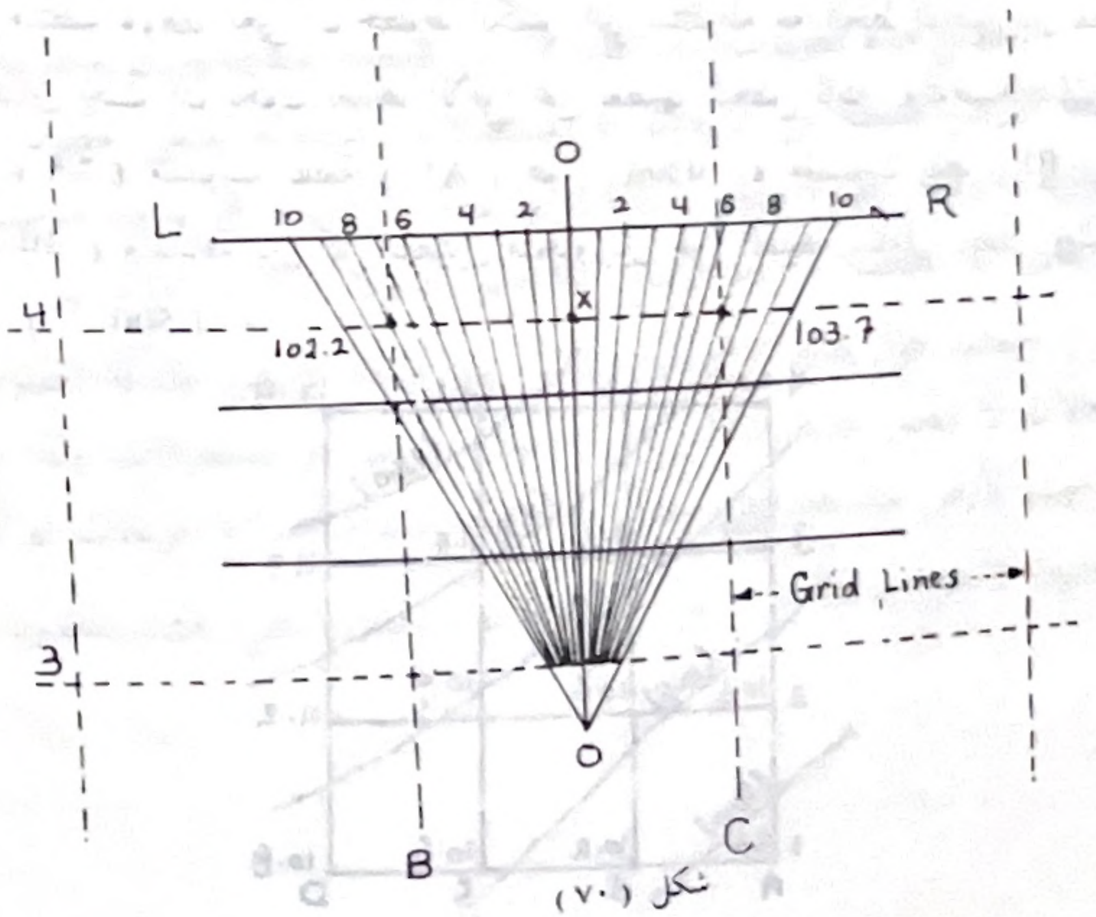


شكل (٦٩)

فتكون المسافة بين النقطتين على الخارطة 4cm وما كان فوق ارتفاع بين النقطتين مقداره 0.4m يقابله مسافة مقدارها 4cm اي ان كل 0.1m يقابله مسافة مقدارها 1cm فانه خط الكنتور 100 يقع في منتصف المسافة بين (A1) ، (B1) وخط الكنتور 10.50 الواقع بين النقطتين (B1) ، (C1) يبعد عن (C1) بمقدار ربع المسافة بين النقطتين وعن (B1) بمقدار ثلاثة أرباع هذه المسافة ، وعلى ذلك فالمسافة الأفقية بين كل نقطتين متجاورتين تقسم الى أجزاء متساوية البعد فيما بينها ، ومحددة بالنقط التي تمر فيها خطوط الكنتور ، توصل النقط ذات المنسوب الواحد بخطوط مستمرة مع تجنب الزوايا الحادة أو التغيرات المفاجئة في اتجاهات هذه الخطوط آخذين بنظر الاعتبار خصائص خطوط الكنتور .

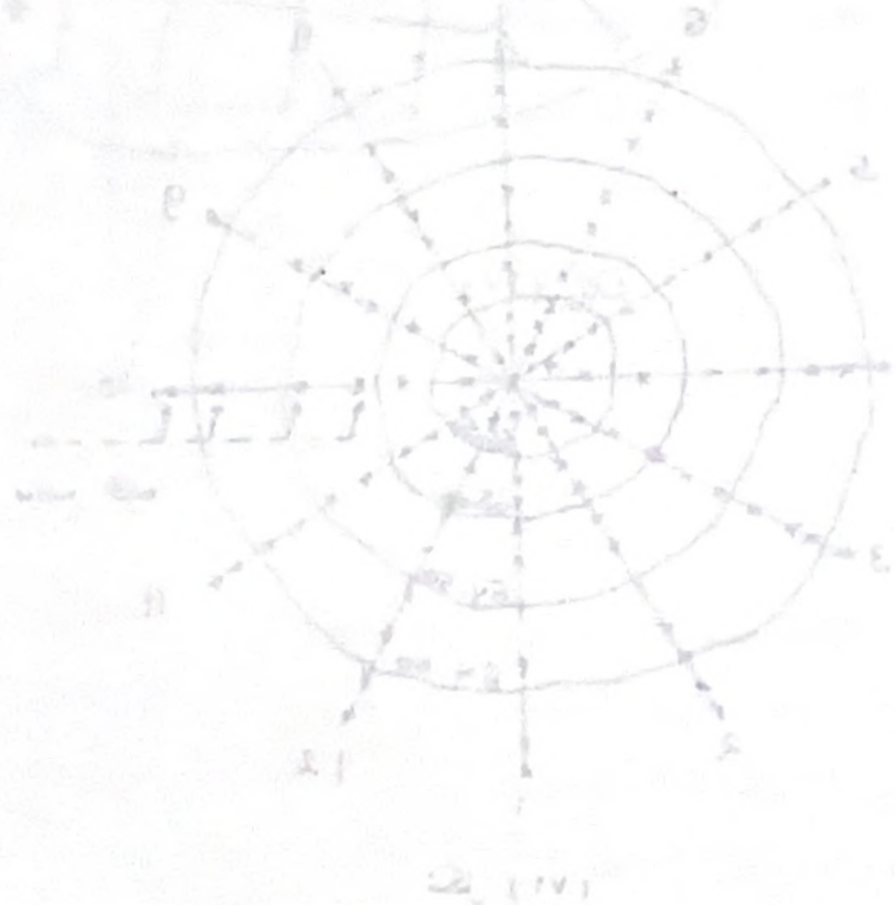
ب) طريقة المثلث الشفاف Radial Graph

ان شكل (٧٠) يمثل رسما نموذجيا للمثلث الشفاف حيث يرسم بالحبر على ورقة شفاف (Tracing paper) ، فطول الخط (LR) يعتمد على مقياس رسم الخارطة التي سيستعمل فيها المثلث الشفاف وطول ضلع المربع ، ومن المناسب تقسيم الخط LR الى 20 قسما متساوية كما هو موضح في الشكل وان تكون زاوية LOR تساوي 60° مع انه يمكن استعمال أية زاوية ، من كل نقط التقسيم على (LR) نرسم خطوط الى نقطة (O) .



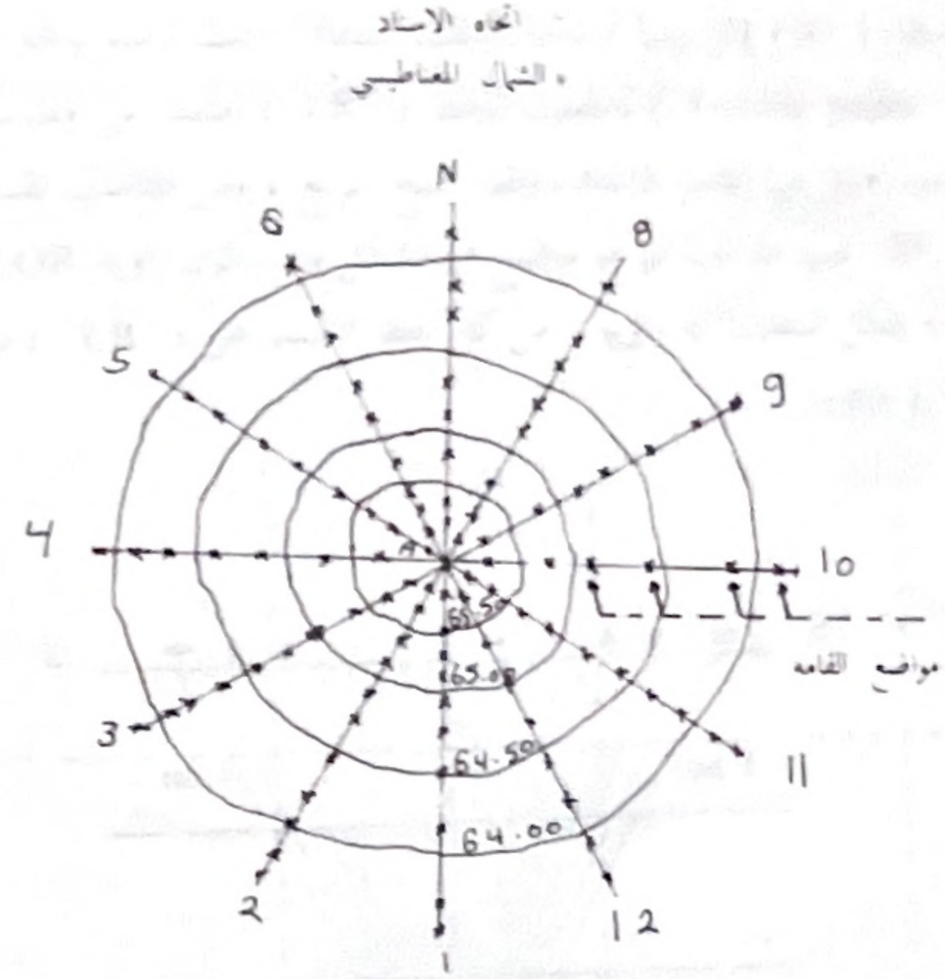
شكل (٧٠)

فاذا كان المطلوب رسم نقطة على خط كنتور 103m بين النقطتين (B4 ، C4) ذوات المنسوبين (102.2) ، (103.7) على التوالي فبين المنسوب 102.2 والمنسوب 103.0 ، ثمانية أقسام قيمة كل منها 0.1 وبين المنسوب 103.0 والمنسوب 103.7 ، سبعة أقسام قيمة كل منها 0.1 يوضع المثلث الشفاف على الخارطة بحيث يكون LR موازيا للخطوط الأفقية للمثلث ويحرك المثلث أفقيا وعموديا حتى يأتي القسم الثامن على اليسار على نقطة (B4) والقسم السابع على اليمين على نقطة (C4) فالنقطة المؤشر عليها (×) اي نقطة تقاطع الخط الأفقي في الشكل مع المحور العمودي للمثلث الشفاف يكون منسوبها 103.0m . ويمكن تثبيت هذه النقطة بادخال ورقة كربون بين الخارطة والمثلث الشفاف واستعمال قلم حاد الطرف . وهذه الطريقة لرسم خطوط الكنتور طريقة دقيقة جدا وسهلة وسريعة .



ثانيـــا : طريقة الأشعاع Radial Lines

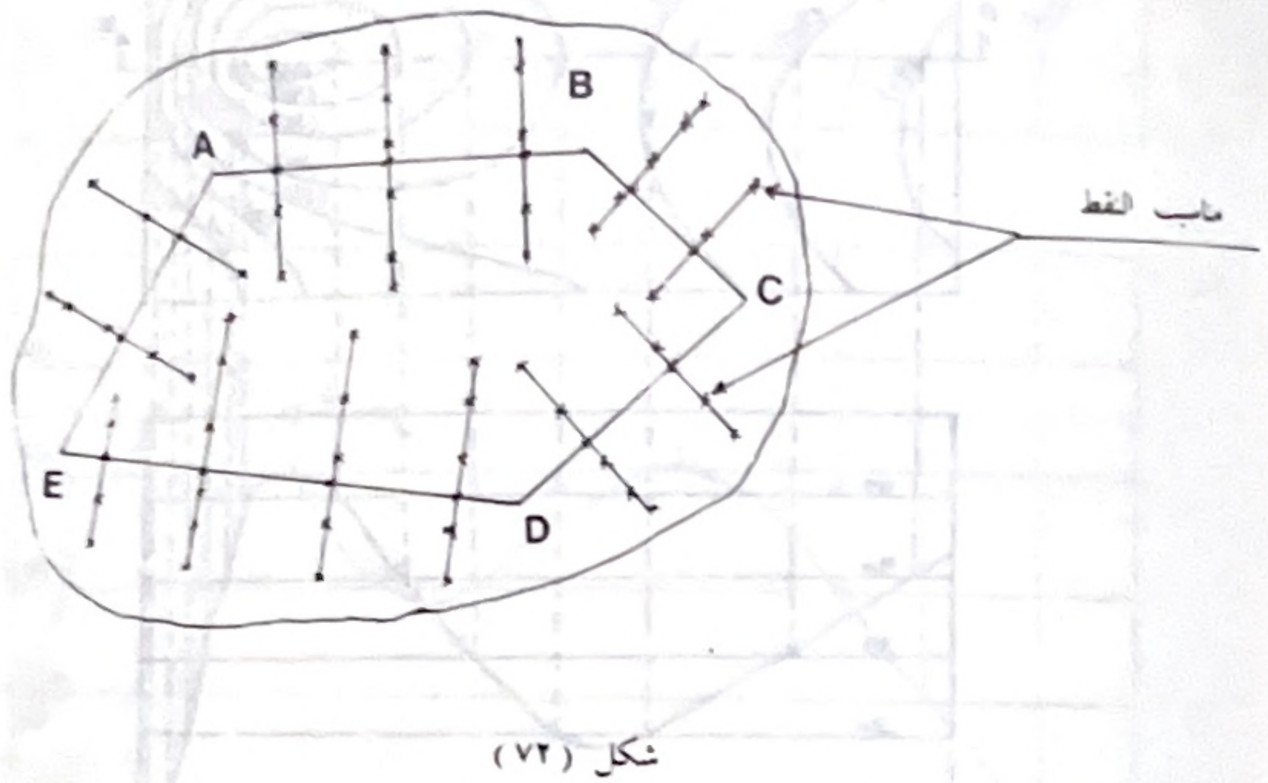
تستعمل هذه الطريقة في المناطق المرتفعة غير الممتدة امتدادا كبيرا حيث تعمل قطاعات على هيئة أشعة من أعلى نقطة في المنطقة ويعتمد تقارب القطاعات أو تباعدها بتقليل او تكبير الزوايا بينها على طبيعة الأرض ويمكن قياس زوايا القطاعات بالبوصلة او بأجهزة قياس الزوايا الأخرى . وتقاس زوايا القطاعات بالنسبة لاتجاه ثابت يسمى اتجاه الأستاد (الشمال المغناطيسي) وتؤخذ مناسيب الأرض على القطاع عند النقط التي تتغير فيها طبيعة الأرض ، ثم ترسم خطوط الكنتور بأي طريقة نريدها . وقد تكون الزوايا متساوية بين القطاعات الأشعاعية اذا كانت التلة منتظمة الشكل شكل (٧١)



شكل (٧١)

ثالثـــاً : طريقة المقاطع العرضية (Cross Sections Method)

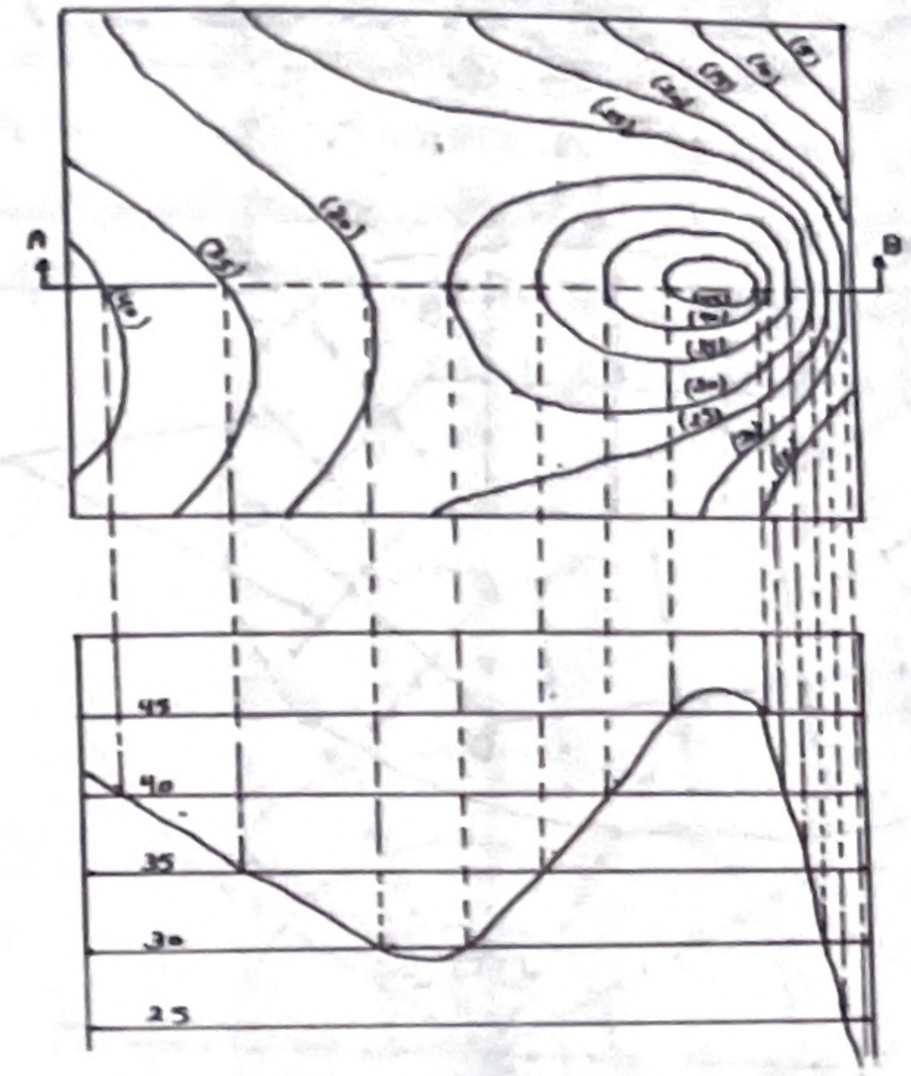
وذلك بأن نعمل قطاعات عرضية على القطاع الطولي أو على حصر في وسط المنطقة التي نريد رسم خارطة كنتورية لها ، وقد تعمل القطاعات العرضية على خطوط المضلع أو التراورس (Traverse) كما في شكل (٧٢) وتؤخذ مناسيب النقط في الأماكن التي تتغير فيها طبيعة سطح الأرض ، ثم ترسم خطوط الكنتور بأحدى الطرق السابقة .



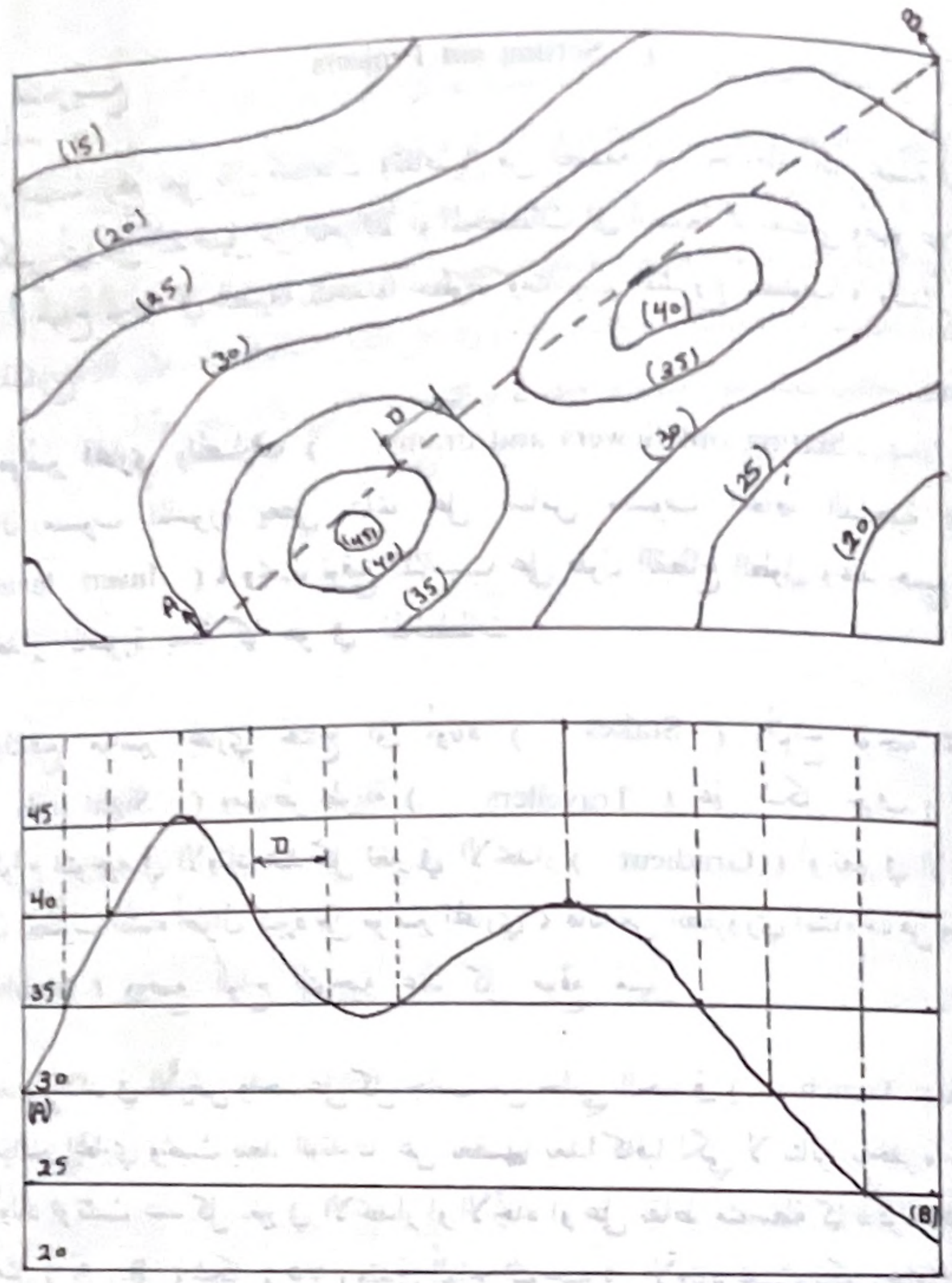
شكل (٧٢)

عمل القطاعات من خطوط الكنتور :

اذا أردنا معرفة طبيعة سطح الأرض التي تمثلها خطوط الكنتور ، فاننا نأخذ مقطعا (A B) مثلا ، حيث نرسم خط (A B) يقطع خطوط الكنتور شكل (٧٣) ، ومن نقط تقاطع



شكل (٧٣)



شكل (٧٤)

هذا الخط مع خطوط الكنتور تنزل أعمدة على مستقيمات متوازية ، المسافات الرأسية بين كل اثنين منها تساوي الفترة الكنتورية حسب مقياس رسم مناسب . تنزل كل عمود على المستقيم الذي يمثل منسوب النقطة التي أنزل منها العمود ، وتكون المسافة بين عمود وآخر مساوية للبعد الأفقي بين خطي كنتور باتجاه المقطع المطلوب . وفي حالة عدم موازاة المقطع المطلوب لحافة الخارطة فاننا نستعمل نفس الطريقة السابقة حيث تحول الأعمدة المائلة الى أعمدة موازية لحافة الخارطة مع المحافظة على أن تكون المسافة بين عمود وآخر كما هي الحال على الخارطة الكنتورية شكل (٧٤) .

توقيع المشاريع : (Setting out Projects) .

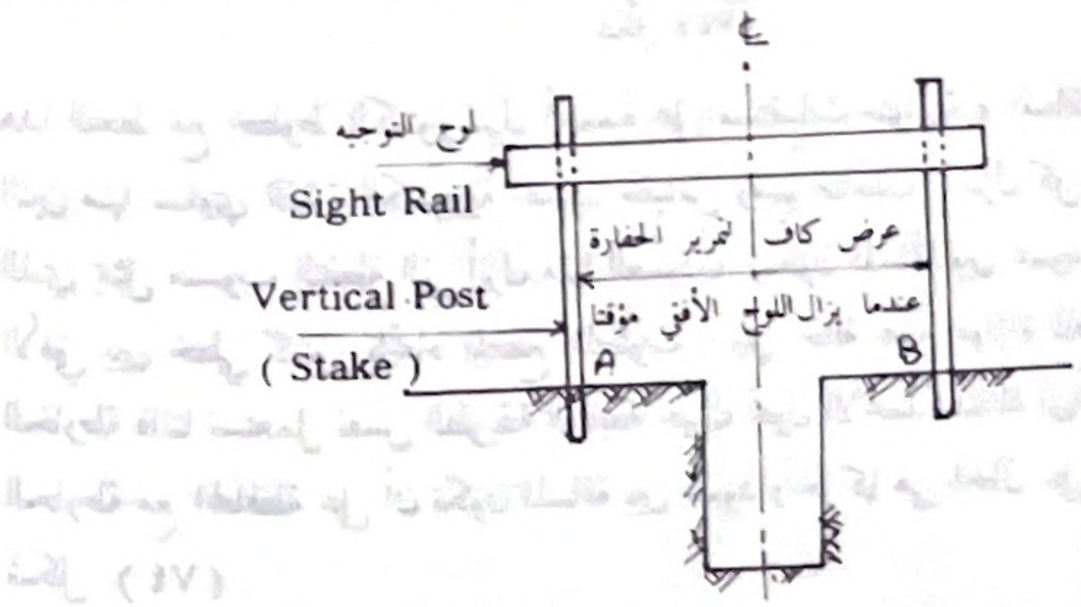
ان عملية الرفع تعني نقل معلومات وتفاصيل من الطبيعة الى الخارطة لكن عملية التوقيع تعني العكس أي نقل التفاصيل من الخرائط أو المخططات الى الطبيعة مما يقتضي وضع علامات او أوتاد أو ألواح توجيه في الطبيعة لتحديد خطوط ومناسيب المشروع المطلوب ، وكمثال على توقيع المشاريع :

وضع مواسير المجاري والمصارف (Setting out Sewers and drains)

ان منسوب الماسورة يعطي دائما على أساس منسوب الحافة الداخلية السفلى (Invert level) ، ويجب توقيع المناسيب على طول القطاع الطولي وعند جميع نقط تغير انحدار الماسورة بدقة كما هو في المخططات .

ولتوقيع مواسير المجاري نحتاج الى أوتاد (Stakes) وألواح توجيه خشبية (Sight rails) ومساطر طويلة (Travellers) على شكل حرف (T) وتدق الواح التوجيه في الأوتاد عند كل تغير في الانحدار (Gradient) أو تغير في الاتجاه . واذا كان المطلوب انشاء أطوال كبيرة من مواسير المجاري ، فانه من الضروري انشاء مناهل وسطية (Manholes) ووضع ألواح التوجيه عند كل موقع منهل .

يدق وتدان في الأرض واحد على كل جانب من جانبي الخندق (Trench) المقترح لوضع مواسير المجاري وبحيث يبعد الوتدان عن بعضهما بعدا كافيا لكي لا يتأثرا بالحفر ، وتدق هذه الأوتاد او تثبت عند كل تغير في الانحدار او الاتجاه أو على نقاط متوسطة كما ذكرنا ، وهذه الأوتاد مثل (A . B) شكل (٧٥) وتدق ألواح التوجيه في الأوتاد بحيث تكون حافتها العليا



شكل (٧٥)

أفقية ويمكن عمل ذلك باستعمال ميزان تسوية ، كما تكون هذه الألواح على ارتفاع معلوم من سطح الأرض وعادة بين (1 : 1.5 m) أو تؤخذ هذه الألواح على ارتفاع معلوم بالنسبة لنقطة ثابتة (B.M) قريبة من مكان العمل ، تعين اتجاه محور ماسورة المجاري بمسامير تدق في الحافة العليا لألواح التوجيه الأفقية ، فتعين الخطوط التي تصل بين الحواف العليا لألواح التوجيه محور وانحدار الماسورة المطلوب . وتوضع الماسورة على الميل المطلوب باستعمال المسطرة الخشبية حيث توضع حافتها العليا على مساواة حافة لوح التوجيه الأفقي تماما فيعين طرف المسطرة السفلي منسوب الماسورة الداخلي .

مثـــال :—

اذا كان منسوب الماسورة الداخلي عند المنهل (A) = 126.52m ويراد مد خط مجاري بطول = 105m الى المنهل (B) ، حيث يميل خط المجاري بنسبة 1% من (B) نحو (A) . فاذا كان طول المسطرة (T) المستعملة = 3.00m وكانت قراءة الميزان الذي وضع بالقرب من نقطة (B) على قامة موضوعة على نقطة ثابته (B.M) منسوبها 130.73m تساوي 2.154m ، احسب قراءة القامة المطلوبة لوضع لوح التوجيه عند (B) .

الحـــل :—

Fall on sewer over 105m length = $105 \times \frac{1}{100} = 1.05$m

Height of sight rail at (A) = 126.52 + 3.00 = 129.52m

Height of sight rail at (B) = 129.52 + 1.05 = 130.57m

Height of collimation of level = 130.73 + 2.154 = 132.884m

∴ Required staff reading to set up the sight rail at B

= 132.884 − 130.57

= 2.314m

أو

مقدار الفرق بين منسوب الماسورة عند (B) عن منسوب الماسورة عند (A)

$= \frac{١}{١٠٠} \times ١٠٥ = ١,٠٥$ م

منسوب حافة لوح التوجيه عند (A) = ١٢٦,٥٢ + ٣,٠٠ = ١٢٩,٥٢ م

∴ منسوب حافة لوح التوجيه عند (B) = ١٢٩,٥٢ + ١,٠٥ = ١٣٠,٥٧ م

منسوب سطح الميزان = ١٣٠,٧٣ + ٢,١٥٤ = ١٣٢,٨٨٤ م

∴ القراءة المطلوبة عند الحافة العليا للوح التوجيه عند (B)

= ١٣٢,٨٨٤ - ١٣٠,٥٧ = ٢,٣١٤ م

نحرك لوح التوجيه عند (B) الى أعلى أو الى أسفل حتى تكون حافته العليا أفقية وعند القراءة ٢,٣١٤ م على القامة ، عندها يثبت لوح التوجيه في الوتدين الرأسيين .

أسئلـــة

س ١ أ) عرّف : خط النظر ، خطأ الوضع (Parallax) .

ب) اشرح عملية الضبط المؤقت لجهاز الميزان .

جـ) ما الفرق بين موازين دمي والموازين ذات الامالة .

س ٢ جد مناسيب النقط الواردة في صفحة دفتر الميزانية أدناه بطريقة الارتفاع والانخفاض علما بأن منسوب النقطة الأخيرة يساوي (12.400m) ، وتحقق من العمل الحسابي .

Point	B.S.	F.S.
A	1.700	
B	1.850	1.610
C	1.415	1.382
D	3.400	1.700
E		3.800

س ٣ أ) أخذت القراءات التالية من دفتر ميزانية (Level book) ، جد مناسيب النقاط المختلفة بطريقتي الارتفاع والانخفاض ومنسوب سطح الميزان وأعمل التحقيق اللازم لكل طريقة ؟

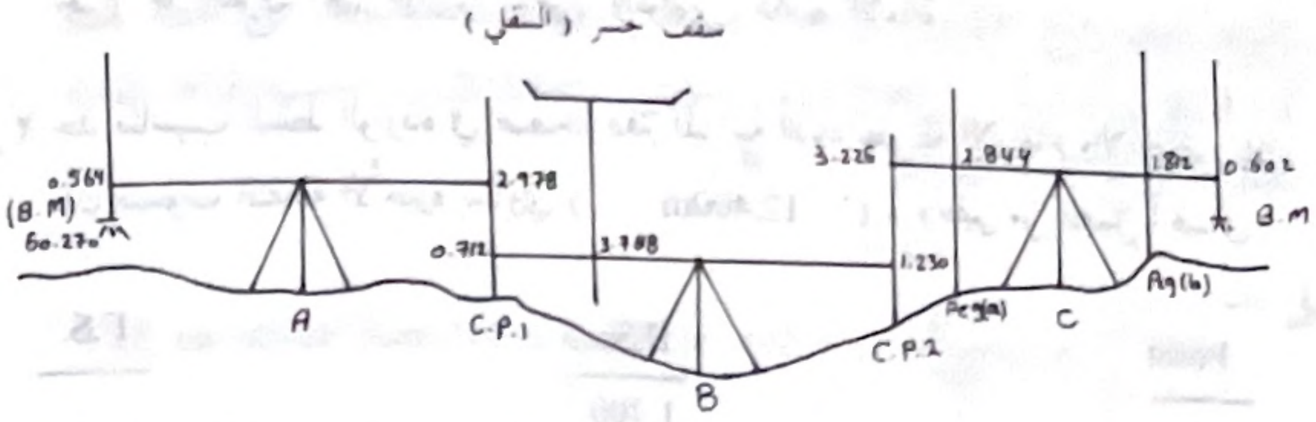
B.S	I.S	F.S	Remarks
			Datum of R. L. 26.00
1.32			Peg A
	2.43		Peg B
	1.15		Peg C
	1.72		Peg D
5.06		1.22	Peg E
	4.79		Peg F
	4.47		Peg G
	3.25		Peg H
		1.84	

ب) اذا كان منسوب مستوى المقارنة (Datum) هو (-1.00m) بدلا من (26.00) جد مناسيب بقية النقط بالطريقتين وتحقق من العمل الحسابي .

س ٤ في عملية أجراء ميزانية طولية أخذت القراءة التالية من أوضاع الميزان في الشكل أدناه ، رتب القراءات في جدول ميزانية ، وجد مناسيب النقط المختلفة بطريقتي الارتفاع والانخفاض ومنسوب سطح الميزان واعمل التحقيق اللازم لكل طريقة .

Underside abridge

سفف جسر (السفلي)



س ٥ أخذت القراءات التالية على محور طريق فكانت كما يلي :—

1.49, 0.97, 0.20, 3.16, 0.92, 2.76, 1.12, zero, 2.17, 0.05, 0.92, 1.00, 1.27, 1.06.

فاذا كان الميزان قد نقل بعد النقاط الثانية والخامسة والتاسعة وكان منسوب النقطة السابعة هو (4.32m) تحت منسوب سطح البحر ، رتب القراءات السابقة في جدول وجد مناسيب النقاط المختلفة .

س ٦ في الصفحة التالية من دفتر الميزانية لم نستطع قراءة خط المساح وعليه فقد حذفنا القراءات المؤشر عليها (? -) ، جد القراءات المحذوفة ، وتحقق من صحة عملك .

B.S	I.S	F.S	Rise	Fall	R.L.	Remarks
-?					-?	B.M.
	2.4		3.80		103.80	Station A
4.96		6.22		-?	-?	= B
	-?			0.35	-?	= C
	4.78		0.53		-?	= D
-?		8.68		-?	-?	= E
6.32		10.74		7.01	-?	= F
	-?		-?		90.36	= G
	7.31			-?	-?	= H
		-?	1.30		-?	= I

س ٧ أخذت القراءات التالية في ميزانية فكانت كما يلي

(1.26), 0.82, 1.79, (2.24), 1.25, (3.14), 1.38, 1.42, (0.03), 1.19, (1.35), x

جد القراءة (×) علما بأن منسوب كل من النقطة الأولى والاخير (5.10m –) وأن القراءات بين أقواس هى مؤخرات .

س ٨ يبين الجدول التالي القراءات التي أخذت لمقطع طولي ، والمطلوب رسم المقطع الطولي بمقياس رسم أفقي (1:1000) ومقياس رسم عمودي (1:100) علما أن المسافة بين كل نقطتين متتاليتين تساوي (20m) .

Point	B.S.	I.S.	F.S.	Remarks
A	3.80			
B		2.30		
C		1.00		
D	1.00		0.20	
E		0.80		R.L = 30.00m
F		1.10		
G		2.10		
H	0.50		3.90	
I			2.3	

س ٩ : من الجدول التالي ، ارسم شبكة المربعات بمقياس رسم 1:100 اذا علمت ان طول ضلع المربع يساوي 3m وأن (A1) تقع في الركن السفلي الأيسر من الشبكة ، ثم ارسم خطوط الكنتور التالية : 54, 56, 58, 60, 62, 64.

Ordinate	R.L.	Ordinate	R.L.
A1	57·53	C4	61·89
A2	59·01	C5	64·14
A3	58·42	D1	55·06
A4	57·06	D2	59·02
A5	60·59	D3	62·14
B1	58·30	D4	60·76
B2	61·98	D5	59·31
B3	62·03	E1	53·49
B4	59·16	E2	55·87
B5	62·09	E3	58·13
C1	56·04	E4	58·02
C2	61·97	E5	57·86
C3	64·85		

المصطلحات ومرادفاتها بالانجليزية

Geodetic Surveying	المساحة الجيوديسية
Plane Surveying	المساحة المستوية
Topographical Surveying	المساحة الطبوغرافيه
Contour Lines	خطوط كنتور
Cadastral Surveying	المساحة التفصيلية
Chain	الحتزير
Chain Surveying	مساحة الحتزير
Link	عقله
Cahining pin, Arrow	الشوكة
Drop Arrow	الشوكة المثقله
Tape	الشريط
Peg	الوتد
Ranging Rod	الشاخص
Plumb - bob	الشاقول
Head Chaninman (leader)	القيّاس الأمامي
Rear Chainman (Follower)	القيّاس الخلفي
Prismatic Square	المنشور المرئي ، البرزما
Cahin book	دفتر الحتزير
Skelton	هيكل هندسي
Chain Line	خط الحتزير
Station	محطة
Reconnaissance	عملية الاستطلاع
Normal Offset	عمود
Inclined offset (tie)	باط
Mistakes	تغطات

Systematic (Cumulative) errors	الأخطاء المنتظمة
Accidental (Compensating) errors	الأخطاء العارضة
Easting	الاحداثي السيني
Northing	الاحداثي الصادي
Mean Ordinate	طريقة متوسط الارتفاعات
Trapezoidal Rule	طريقة اشباه المنحرفات
Simpson's Rule	طريقة سمبسون
Weddles Rule	طريقة ودل
Planimeter	البلانيمتر
Tracing arm	ذراع التخطيط
Pole arm	ذراع الثقل
Measuring Wheel	العجلة الراسية
Polar Planimeter	البلانيمتر ذو القطب
Bearings	الانحرافات
Magnetic Bearing	الشمال المغناطيسي
Circular Bearing	الانحراف الدائري
Reduced bearing	(الانحراف ربع الدائري) الانحراف المختصر
Forward bearing	الانحراف الأمامي
Backward Bearing	الانحراف الخلفي
Compass	البوصلة
Prismatic Compass	البوصلة المنشورية
Local attraction	الجاذبية المحلية
Levelling	الميزانية ، الأفقية
Reduced Level	منسوب النقطة
Vertical Line	الخط الرأسي
Datum	مستوى المقارنة
Horizontal plane	المستوى الأفقي
Horizontal Line	الخط الأفقي

Bench Mark	نقطة المنسوب
Level	جهاز الميزان
Telescope	المنظار المساحي المقرب
Tangent Screw	برغي الحركة البطيئة
Objective	عدسة شيئية
Eyepiece	عدسة عينية
Diaphragm	حامل الشعرات
Ray Shade	اسطوانة تظليل
External Focussing	تطبيق خارجي
Internal Focussing	تطبيق داخلي
Focussing Screw (Focussing Knob	مسمار التطبيق
Spirit Level	ميزان تسوية
Bubble	فقاعه
Bubble Viewing mirror	مرآة الفقاعة
Staff (Stadia Rod)	قامة
Telescopic staff	قامة تلسكوبية (انجليزية)
Folding Staff	قامة مطوية
Simple staff	قامة بسيطة
Turning Plate	قاعدة حديدية (مثلثة)
Dumpy Level	ميزان دمبي
Cooke's Level	ميزان كوك
Tilting Levels	الموازين ذات الأماله
Automatic Levels	الموازين الاوتوماتيكية
Leveling Screws (Footscrews)	مسامير التسوية
Tripod	حامل الميزان
Tilting screw	برغي الاماله
Parallax	خطأ الوضع
Line of Sight (Line of Collimation)	خط النظر

Sections	قطاعات
Longitudinal Sections	قطاعات طولية
Cross Sections	قطاعات عرضية
Backsight	المؤخرة
Foresight	المقدمة
Intermediate Sight	المتوسطة
Turning point	نقطة الدوران
Levelling Procedure	سلسلة الميزانية
Rise and Fall	طريقة الارتفاع والانخفاض
Height of Instrument (Height of Collimation)	طريقة منسوب سطح الميزان
Flying Levels	ميزانية في الاتجاه العكسي
Reciprocal Levelling	ميزانية متبادلة (ميزانية عكسية)
Obstacles to Levelling	العقبات في طريق الميزانية
Planned Slope	الميلان التصميمي
Cut	حفر
Fill	طمم
Contour Interval	الفترة الكنتورية
Grid Method	طريقة الميزانية الشبكية
Radial Graph	طريقة المثلث الشفاف
Radial Lines	طريقة الاشعاع
Setting out projects	توقيع المشاريع
Sight Rails	الواح توجيه
Stakes	أوتاد
Traveller (T)	مسطره على شكل حرف
Gradient	انحدار
Invert Level	منسوب الحافة الداخلية السفلى للأنبوب

الفهرس

الموضـــوع	رقم الصفحة
المساحة	٥
تعريف المساحة	٥
اهمية المساحة	٥
وحدات القياس	٥
أقسام المساحة	٦
المساحة الجيوديسية	٦
المساحة المستوية	٧
المساحة الطبوغرافية	٧
المساحة التفصيلية	٨
قياس الأطوال وطرقه	٩
مساحة الحتزير	٩
الأدوات المستعملة في مساحة الحتزير	١٠
الحتزير ، الشوكة ، الأوتاد ، الشواخص ، الشرائط ، الشاقول	
القياس المباشر للمسافات	١٧
طريقة القياس على الأرض المستوية تقريبا	١٧
القياس على أرض منتظمة الانحدار	١٩
قياس المسافات على أرض غير مستوية وغير منتظمة الانحدار	٢١
اقامة واسقاط الأعمدة	٢٢
اسقاط الأعمدة	٢٢
طريقة اقصر بعد ، طريقة المثلث المتساوي الساقين	
اقامة الأعمدة	٢٣
طريقة المثلث المتساوي الساقين ، طريقة المثلث القائم الزاوية	

الموضـــوع	رقم الصفحة
البرزما (المنشور المرئي)	٢٤
العقبات التي تعترض قياس الأطوال والتّغلب عليها	٢٧
العقبات التي تمنع القياس فقط	٢٧
العقبات التي تمنع التوجيه فقط	٢٨
العقبات التي تمنع القياس والتوجيه معا	٢٩
رفع منطقة باستعمال القياسات الطولية	٣١
أخطاء المساحة بالحتزير	٣٦
الغلطات	٣٦
الأخطاء المنتظمة	٣٦
الأخطاء العارضه	٣٩
ايجاد المساحات	٤٠
المساحات المحدودة بخطوط مستقيمة	٤٠
المساحة من الاحداثيات	٤١
مساحة الأشكال غير المنتظمة	٤٣
طريقة الحذف والاضافة	٤٣
طريقة المربعات	٤٤
طريقة متوسط الارتفاعات	٤٦
طريقة أشباه المنحرفات	٤٧
طريقة سمبسون	٤٨
طريق ودل	٤٩
البلانيمتر	٥٠
الانحرافات	٥٤
الشمال المغناطيسي	٥٤
الانحراف الدائري	٥٤
الانحراف المختصر	٥٥
الانحراف الأمامي والانحراف الخلفي	٥٥
البوصلة	٥٩

الموضـــوع	رقم الصفحة
الحاذية المحلية	٦٠
الأسئلة	٦٣
الميزانية	٦٧
طرق قياس فرق الارتفاع بين نقطتين	٦٨
الأجهزة والمعدات المستعملة في الميزانية الهندسية العادية	٦٨
أنواع الموازين الرئيسية	٧٣
ضبط الميزان	٧٥
أغراض الميزانية	٧٩
طريقة استعمال الميزان	٨٠
سلسلة الميزانية	٨١
تدوين ارصاد الميزانية	٨٤
طريقة الارتفاع والانخفاض	٨٥
طريقة منسوب سطح الميزان	٨٨
ملاحظات عامة	٩٠
الميزانية العكسية	٩٤
التأكد من موازاة خط النظر لمحور ميزان التسوية في الميزان	٩٦
العقبات في طريق الميزانية	١٠٠
تثبيت مناسيب النقط	١٠١
المقاطع الطولية	١٠٣
القطاعات العرضيه	١٠٥
الميزانية الشبكية	١٠٧
توقيع المشاريع	١١٨
أسئلة	١٢١
المصطلحات ومرادفاتها بالانجليزية	١٢٤

المراجـع العربيـــة

١ ــ المساحة المستوية والطبوغرافيا (طرق الرفع)	دكتور علي شكري ١٩٦٦
٢ ــ المساحة الطبوغرافية والكميات	دكتور علي شكري ١٩٧٥
٣ ــ المساحة المستوية	دكتور حسن مصطفى وزملاؤه ١٩٧٥
٤ ــ مبادىء المساحة	دكتور حسان عياد ١٩٧٤

المراجـع الأجنبيـــة

1. Surveying by A. Bannister and S. Raymond. 1977

2. Construction Surveying by G.A. Scott. 1975

3. Levelling booklet by O. Trutman (wild Heerbrugg Ltd)

4. Surveying by John Garner, D. James, R. Bird. 1976

5. Wild NA2 Universal Automatic level (Instructions for use)

6. Syrveying for Engineers by J. Uren and W.F.Price. 1978

7. Basic Metric Surveying by W.S. Whyte. 1976

8. Elementary plane Surveying Raymond F. Davis & Joe W. Kelly 1969

9. Surveying Measurements by A. Szentesi. 1974

10. Surveying (Theory and Practice) F.S. Foote and Others. 1968