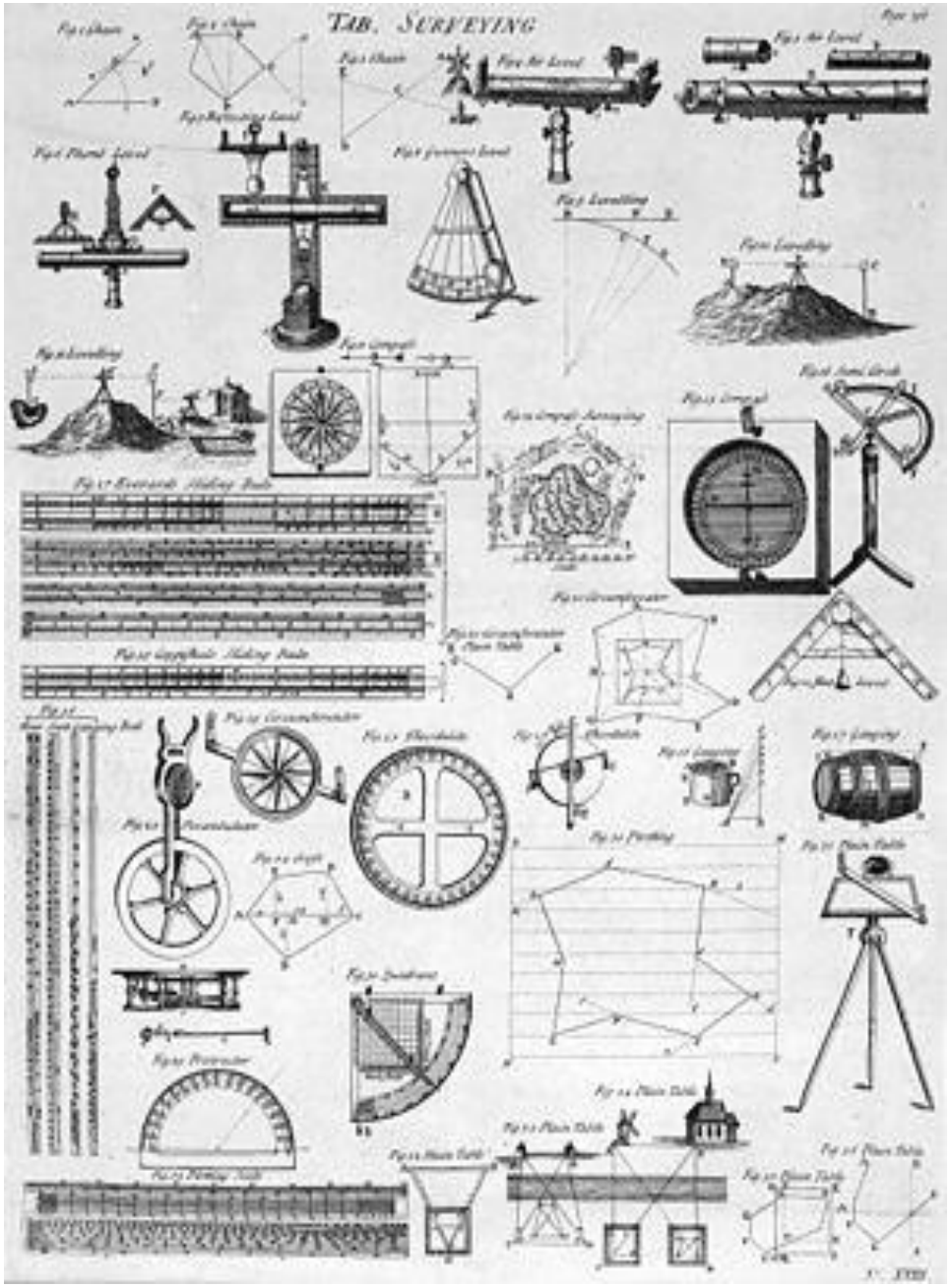
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الفرات الاوسط التقنية
الكلية التقنية \ المسيب
قسم تقنيات التربة والمياه



خليل شاكر خليل
استاذ مساعد

المحاضرة الاولى

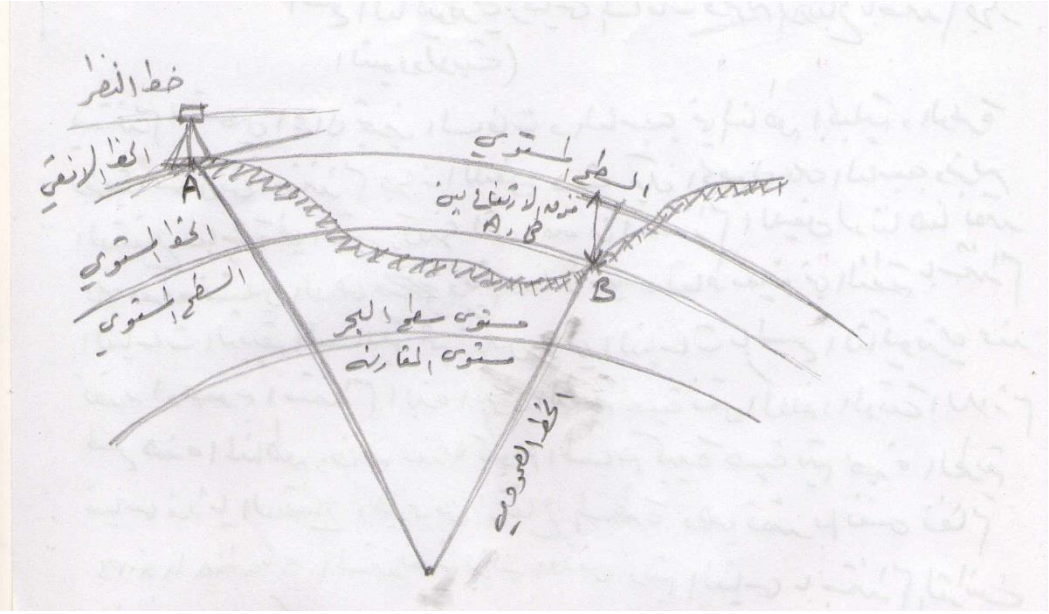
المسح الطوبغرافي Topographic Surveying

تعرف التسوية الطوبغرافية بانها التقنية او العلم التي تعمل على التحديد الدقيق لنقاط او مواقع ارضية بمديات ثلاثية الاتجاه والمسافات والزوايا بينهما .

وهو نوع من أنواع المساحة المستوية الغرض منه عمل خرائط طبوغرافية لمساحات من الأراضي لبيان المعالم الطبيعية والصناعية ولتحديد مناسيب النقاط أو المحطات أرضية وتمثيلها في صورة خطوط وهمية تسمى الخطوط الكنتورية Contour lines ويمكن من خلالها معرفة منسوب أية نقطة بمجرد النظر إلى الخارطة أو بعملية حسابية بسيطة . أن الخرائط الطبوغرافية تعد كأساس لكثير من الأعمال الهندسية كمشاريع الري والبزل والمجاري والسدود والطرق والسكك الحديد وفي الأغراض العسكرية واستصلاح الأراضي والمشاريع الهندسية والزراعية الأخرى . وترسم عادة بمقاييس رسم مختلفة حسب مساحات الأراضي أو طبيعية العمل 1\100 و 1\1000 و 1\2500 و 1\5000... الخ.

التسوية Levelling :

تعتبر أعمال التسوية من الأقسام المهمة في المساحة وتبحث في قياس البعد الرأسي بين نقطتين أو أكثر على سطح الأرض ومقارنة ارتفاعات هذه النقاط مع مستوى ثابت أو بالنسبة لبعضها البعض . وتعد التسوية من أهم العمليات المساحية للمهندس والمساح والزراعي على حد سواء وفي اغلب المشاريع الهندسية والزراعية أن كانت في حقول الصناعية والعمران أو في تسوية وتعديل الأراضي. هناك بعض المصطلحات والتعاريف المهمة في هذا المجال وهي في الشكل :



1- **الخط الأفقي Horizontal Line** : هو الخط المار بأية نقطة ويكون واقعا في مستوى أفقي ومماسا لخط مستوي يمر بهذه النقاط وفي نفس اتجاهه .

2- **الخط المستوي Level Line** : هو خط يقع في السطح المستوي وعلى ذلك فهو عمودي على اتجاه خط الشاقول في كل النقاط .

3- **السطح المستوي Level Surface** : هو السطح الذي تكون فيه جميع النقاط متعامدة مع اتجاه الجاذبية الأرضية وحسب ما يدل عليه خط الشاقول وهو ليس مستوى أفقي بسبب الشكل الكروي للأرض .

4- **المستوى الأفقي Horizontal Plan** : هو المستوى المار بأية نقطة ويكون عموديا على اتجاه الجاذبية الأرضية عند هذه النقطة وعلى هذا فانه يكون مماسا للسطح في هذه النقطة وينطبق عليه خط النظر أو يوازيه .

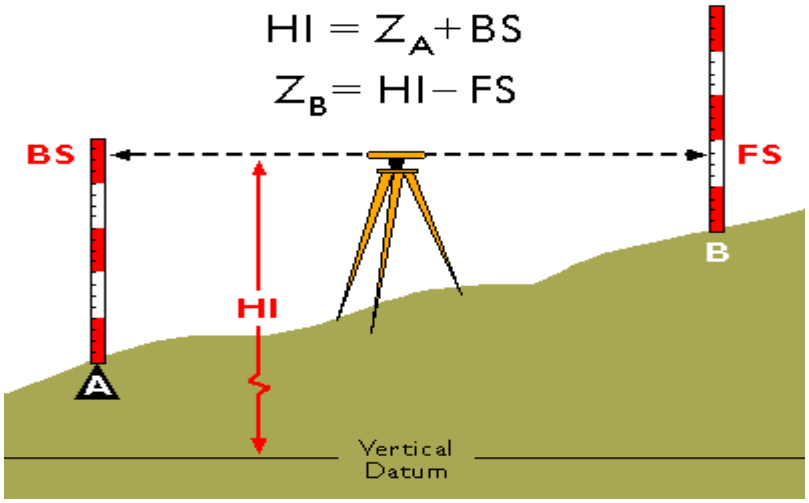
5- **مستوى المقارنة Datum** : وهو المنسوب الذي تنسب أليه كل دولة مناسيب النقاط أو المحطات على سطح أراضيها وغالبا ما يكون مستوى سطح البحر ومنسوبه عادة يكون صفر . وفي العراق يعتبر منسوب مستوى سطح الخليج العربي في مدينة الفاو مستوى المقارنة في العراق .

6- **مستوى سطح البحر Mean Sea Level (M.S.L)**: هو معدل منسوب المياه في سطح البحر .

7- **منسوب النقاط أو المحطات Elevation (EL) or Reduced Level (R.L)** : وهو البعد الراسي بين أية نقطة على سطح الأرض وبين منسوب المقارنة ويكون موجبا إذا كان فوق مستوى المقارنة وسالبا إذا كان تحته والنقاط ذات المنسوب صفر تقع على امتداد منسوب سطح البحر .

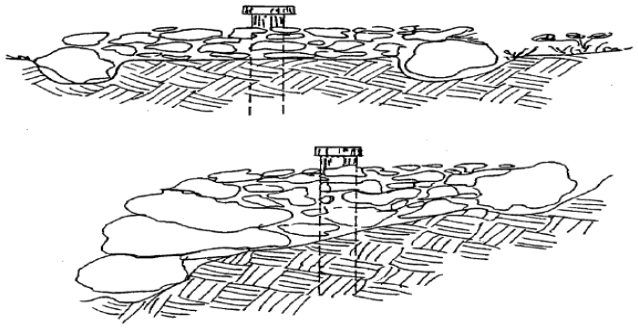
8- **المؤخرة Back Sigh (B.S)** : هي قراءة المسطرة الموضوعة على النقطة المعلومة لتحديد ارتفاع الجهاز حيث تضاف هذه القراءة إلى منسوب النقطة (EL) التي وضعت عليها المسطرة لتحديد ارتفاع الجهاز من العلاقة التالية : **H.I = EL + B.S** .

9- **المقدمة Fore Sight (F.S)** : وهي قراءة المسطرة الموضوعة على النقطة الغير معلومة المنسوب لغرض تحديد منسوبها من ارتفاع الجهاز المحسوب في العلاقة السابقة حيث تطرح قراءة المسطرة الموضوعة على هذه النقطة(F.S) من ارتفاع الجهاز(H.I) لحساب منسوب النقطة الجديدة من العلاقة : **EL2 = H.I – F.S** .



10- **النقاط المتوسطة Intermediate For Sight (I.F.S)** : وهي قراءة المسطرة للنقاط بين المؤخرة (B.S) والمقدمة(F.S) وهي تعد أساسا كنقاط مقدمة (F.S) وقد عزلت في حقل إضافي في الجدول لأغراض التدقيق فقط وقد لاتوجد في بعض الأحيان نقط متوسطة وخاصة في المناطق الوعرة وعند تكرار نقل الجهاز بين المحطات .

11- **راقم التسوية Bench Mark (B.M)** : هي النقطة الدالة الثابتة والمعلومة الارتفاع عن مستوى سطح البحر وتنشر في كافة أنحاء القطر على شكل صبات مرقمة في مناطق واضحة ومعلومة مرصودة بدقة كبيرة عن مستوى سطح البحر وتستخدم كأساس في حساب مناسيب النقاط الجديدة .

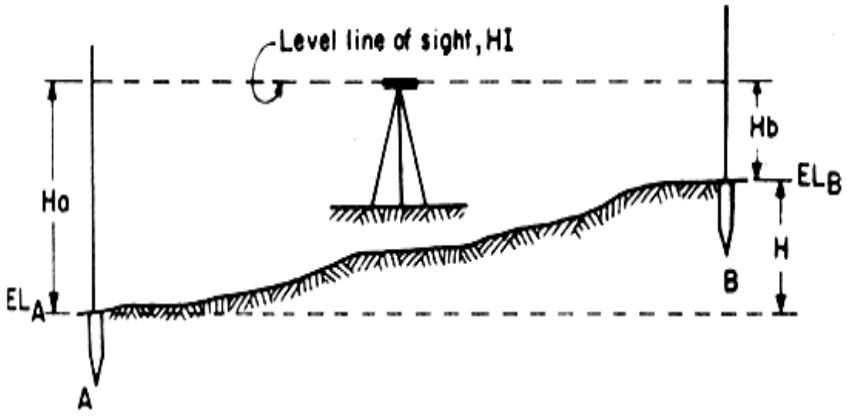


SECTION CORNER MONUMENT & STONE MOUND FOR PROTECTING THE MONUMENT

12- **نقاط الدوران (T.P) Turning Point** : وهي النقطة التي تؤخذ عليها مؤخرة ومقدمة في نفس الوقت أو هي النقطة التي تبقى المسطرة عليها عند نقل الجهاز إلى موقع جديد من مكان لآخر .

13- **ارتفاع الجهاز (H.I) Hight of Instrument** : هو ارتفاع خط النظر عندما يكون الجهاز في أي وضع بعد ضبطه أو تسويته .

14- **خط النظر Line of Collimation :** هو الخط المار بين عين الراصد والمار خلال العدستين العينية والشيئية في الجهاز إلى الهدف ويكون موازيا لسطح الأرض .



$EL_B = EL_A + H_a - H_b$

$= EL_A + BS - FS$

$EL_B = HI - FS$

Note that $EL_A + H_a = HI$; and since the elevation at A is known, then H_a is a BS; H_b is a FS since the elevation of B is unknown.

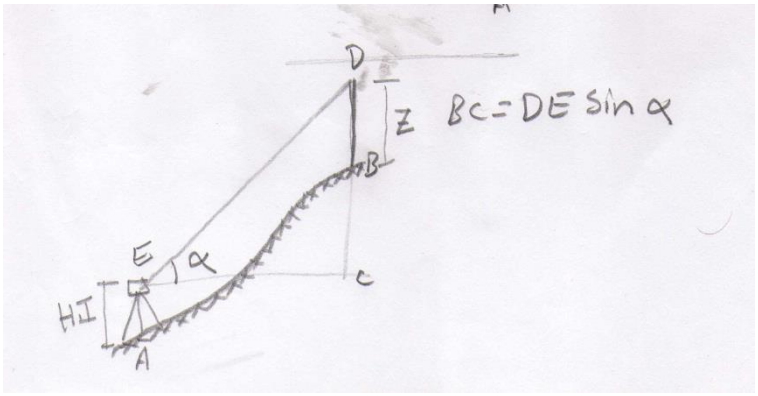
المحاضرة الثانية

طرق إيجاد الارتفاعات

1- **بواسطة شريط القياس Taping Method** : حيث يمكن في بعض الأحيان استعمال شريط القياس في حساب الفرق بين ارتفاع نقطتين وهذه الطريقة تستخدم في تحديد أعماق الآبار وارتفاع الأبنية وقياس أعماق المياه في القنوات والمجاري وغيرها .

2- **بواسطة البارومتر Barometer Method** : يستخدم جهاز البارومتر في قياس فرق الارتفاع بين النقاط اعتمادا على مبدأ الاختلاف في الضغط الجوي اختلافا كبيرا باختلاف الارتفاعات . ويستعمل البارومتر في الاستكشافات وأعمال المسح الزلزالي خصوصا في المناطق الجبلية إلا أن دقته قليلة حيث تقدر ب ± 50 سم لذا فانه يلجا إلى استخدام أكثر من جهاز حيث يثبت إحداها فوق نقطة معلومة والأخرى توزع على الارتفاعات المختلفة الأخرى . ويستخدم البارومتر الزئبقي الذي تصل دقته بحدود 8 – 10 سم ويمتاز بخفة وزنه وسهولة نقله من مكان لآخر .

3- **طريقة المثلثات (الطريقة الغير مباشرة) Tringomatric Method** : وتتم بعدة طرق منها طريقة قياس المسافة المائلة بين نقطتين أو قياس الزاوية الراسية بين المستوى الأفقي والمسافة المائلة من المعادلة والشكل التالي : $BC = DE \ Sin < \&$.



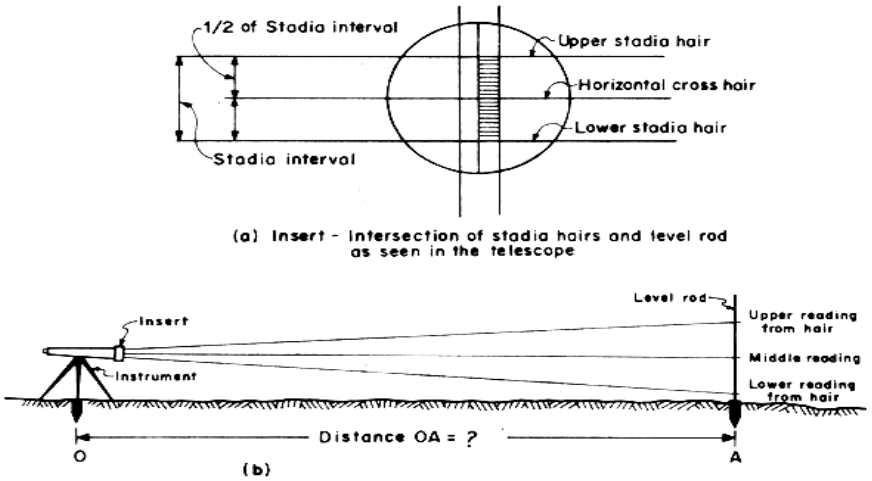
طريقة الشعرات في قياس المسافات The stadia method :

وهي طريقة سريعة في قياس المسافات باستخدام جهاز اللفل والمسطرة المدرجة حيث يحتوي تلسكوب الجهاز على عدسة فيها ثلاث شعرات افقية عليا ووسطى وسفلى متساوية البعد فيما بينها وكما في الشكل والحساب حيث وضع الجهاز في النقطة A ووضعت المسطرة في النقطة O ولقياس المسافة بين النقطتين A و O تطبق المعادلة التالية :

Distance OA = (Upper rod reading - Lower rod reading)(100)

حيث تحسب المسافة بين اي نقطتين على الارض من فرق القراءة على المسطرة للشعرة العليا من الشعرة السفلى وضر الناتج في 100 .وفي هذا المثال يكون الناتج :

Distance OA = (2.75 - 0.25) (100) = 250

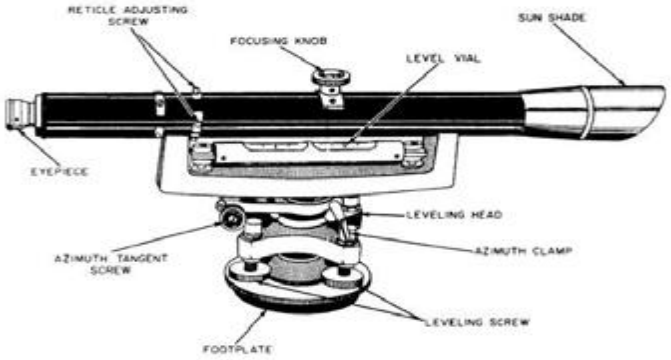


وتستخدم الشعرة الوسطى للتاكد من صحة القياس باستخدام العلاقة التالية :

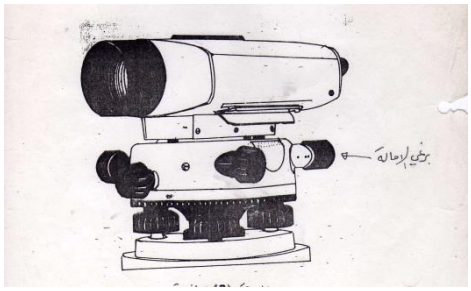
Distance OA = (Upper or lower rod reading - Middle rod reading) (2) (100)

<u>أنواع أجهزة التسوية :</u>

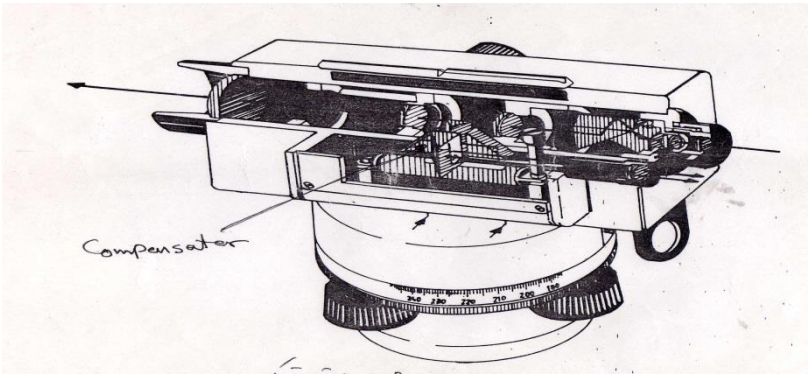
صممت أجهزة التسوية لغرض الحصول على خط نظر أفقي وتتكون جميع أجهزة التسوية من منظار يتصل بميزان أنبوبي أو دائري يسمى ميزان التسوية بحيث يكون محورهما متوازيين و تستند هذه على ثلاثة لوالب لغرض تسوية الجهاز من خلال الفقاعة الموجودة في ميزان التسوية لأخذ موقعها الصحيح في وسط الدائرة المرسومة فيها وبذلك يصبح خط النظر في منظار الجهاز مطابقا للسطح الأفقي ويصبح الجهاز جاهزا للعمل في حساب فرق الارتفاع بين النقاط . ويمكن تحديد أهم الأنواع حسب تطورها التاريخي وهي **1- أجهزة التسوية طراز دمبي Dumpy level** : وهي تحوي على مسند يستند على لوالب التسوية الثلاثة حيث تبقى القاعدة ثابتة في موضعها ويركب المنظار على محور الدوران الشاقولي بحيث يكون طليقا في الدوران داخل المسند لذا فانه يتطلب إعادة التسوية بعد كل قراءة . وكما في الشكل :

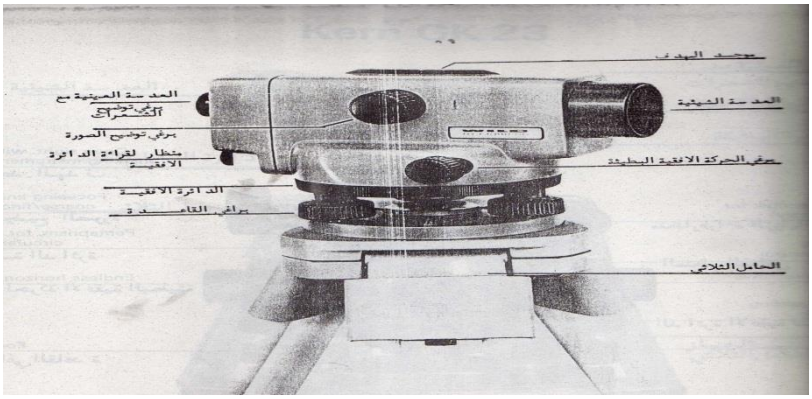


2- آلة التسوية الميالة Tilting level : تتألف مكونات الجهاز من نفس مكونات جهاز دمبي ولكن منظومة التسوية تتكون عادة من كرة ومفصل حيث يمكن التسوية من خلالها بشكل أسرع إذ تنتقل الحركة الشاقولية إلى المنظار بواسطة لولب ميلان الذي يثبت خلال المسند عند نهاية المنظار وكما في الشكل .



3- **آلات التسوية الأوتوماتيكية Automatic levels** : تعمل هذه الآلات على المحافظة على توازي خط النظر خط النظر مع محور المنظار حيث يكون محور النظر أفقيا عندما تكون فقاعة التسوية في مركز ميزان التسوية الكحولية وتتم هذه العملية بشكل أوتوماتيكي ضمن حدود معينة حسب الجهاز وذلك بواسطة المكافئ البصري Optical Compensator المعلق بواسطة أسلاك داخل الجهاز بشكل يشبه بندول الساعة بحيث يقع على مسار الأشعة بين العدستين العينية والشيئية داخل الجهاز كما في الشكل .





اللفل الاتوماتيكي AUTOMATIC LEVELS :

وهو جهاز يستخدم موشور يعتمد عل الجاذبية الارضية كاساس يدعى بال compensator في توجيه خط النظر line of sight بشكل اوتوماتيكي حيث ان الجهاز يستوى بشكل سريع عند استخدام التسوية بالفقاعة الدائرية فعند وضع الفقاعة في المركز فان الكومبنسيترسوف يستوي مما يحافظ على افقية خط النظر .اللفل الاتوماتيكي سريع التسوية وسهل الاستخدام ويمكن استخدامه في الاعمال من الدرجة الثانية او الدقة صنف 2 .وعند استخدام هذه الاجهزة فانه يستلزم استخدام موشور حر الحركة معلق بواسطة نقطة ارتكاز او سلك يدعى بالكومبنسيتر . وهذا الكومبنسيتر يكون حساس للاهتزاز وعليه فانه يجب ان يبقى الجهاز بشكل عمودي في كافة الاوقات . فاذا انكسرت نقطة الارتكاز او انقطع السلك فان الجهاز سيصبح عديم الفائدة عليه وعند النظر من خلال التلسكوب فانه يجب نقر الجهاز بلطف عند انحراف خط النظرقليلا عن الهدف .وهذا يعني ان الكومبنسيتر يعمل بشكل صحيح .

4- اللفل الرقمي DIGITAL LEVELS :

وهي من الاجهزة المتقدمة سوية مع الاجهزة المساحية الاخرى في استخدام القياسات الالكترونية وهذا الجهاز عمليات التصوير الالكترونية لتحديد المناسيب والمسافات كما يقوم بتسجيل البيانات بشكل اوتوماتيكي للنقل المستقبلي الى PC . اللفل الرقمي هو لفل اوتوماتيكي وله القدرة على القياس البصري الاعتيادي . وعند استخدام النمط الالكتروني سوية مع وجه المسطرة المدرجة بالكود الدقيق bar code فان الالة تتحول وتعالج الصورة بالكود الدقيق . تقارن معالجة الصورة بالكود الدقيق بصورة المسطرة الكاملة ومن ثم تبرمج في الذاكرة الموجودة في الالة عندها سيمكن تحديد فروق الارتفاعات والمسافات . اللفل الرقمي يحوي على برامج محددة سلفا predetermined programs للعمل في اي نوع من الخطود او عمل تدقيق في خط النظر . هذه البرامج تقوم بخزن وحساب ونقل البيانات باسلوب مشابه لما موجود في جهاز الدستومات او ال total station.

5- لفل المايكروميتر البصري OPTICAL-MICROMETER LEVELS :

هو مشابة للفل الاوتوماتيكي في التصميم وهو يمكن شراءه كقطعة منفردة من الة او كالة مرتبطة مع بعض اللفلات الاتوماتيكية . ملحقات هذا النوع من الاجهزة تستعمل عدسة على صفيحة متوازية مستوية والتي عند دورانها سوف تحرف خط البصر بشكل عمودي لاشعة الضوء القادم . ينقسم هذا الجهاز الى تدريجات اصغر من قضبان التسوية الى دقة تصل ال 1/ 2- 0.02 وهذا يعني تسجيل قراءة مباشرة من 0.001 م وبالتالي فيمكن استخدام هذا الجهاز في اعمال التسوية من الدرجة الاولى ولكن في بعض الاحيان و ليس دائما يكون استخدام اللفل الرقمي ملائما لمواجهة متطلبات الدقة الاكبر لهذا فان المساحين يقومون بتشغيل المايكروميتر البصري باعمال تسوية مشابهة تقريبا لطريقة التسوية بالسيقان الثلاثة ماعدا تلك اجهزة المايكروميتر البصري التي تستخدم قضيب الانفار ذو المقياس المضاعف ولمسافات النضر القصيرة .

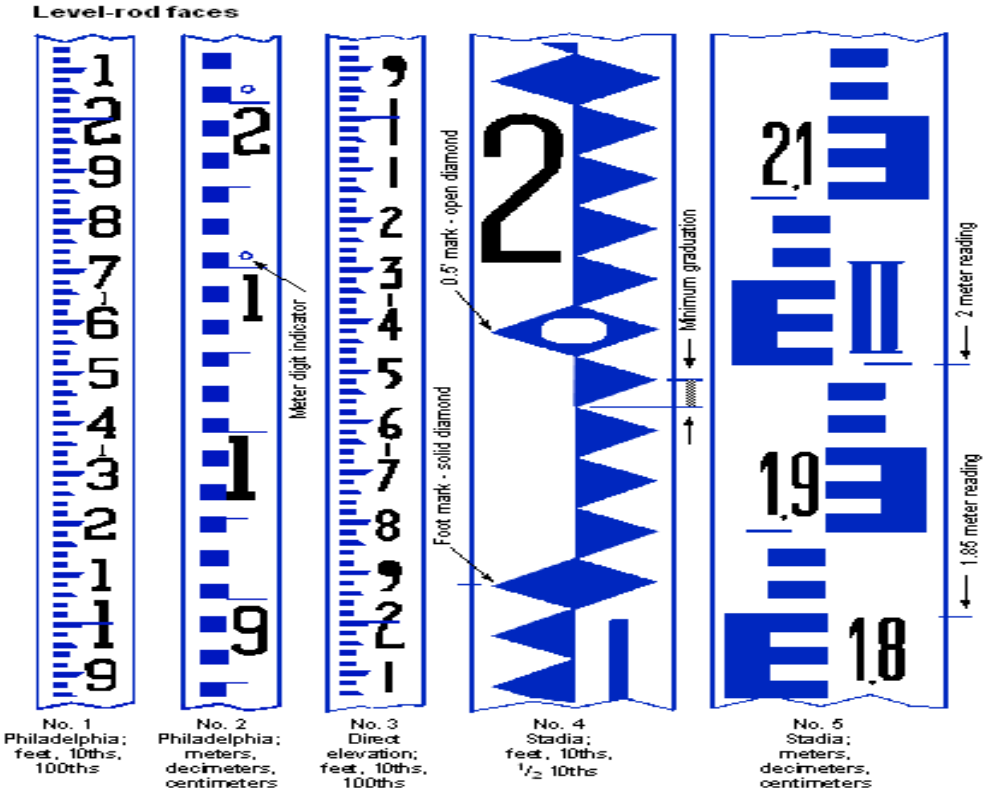
لفل اليزر Laser level :

هو جهاز يسلط اشعة قد قد تكون مرئية او تكتشف بواسطة محسس على عمود تسوية . هذا النمط واسع الاستعمال في مشاريع العمل وليس لايستخدم بكثرة في المشاريع التي تحتاج الى سيطرة دقيقة اكبر والفائدة من هذا الجهاز ان تحتاج الى

شخص واحد يمكن ان ينجز عملية التسوية بشكل مستقل بينما تتطلب الانواع الاخرى شخص واحد يعمل على الجهاز واخر يحمل المسطرة . يمكن ربط المحسس على مكائن نقل التربة للسماح بالتدريج الالي للتربة .

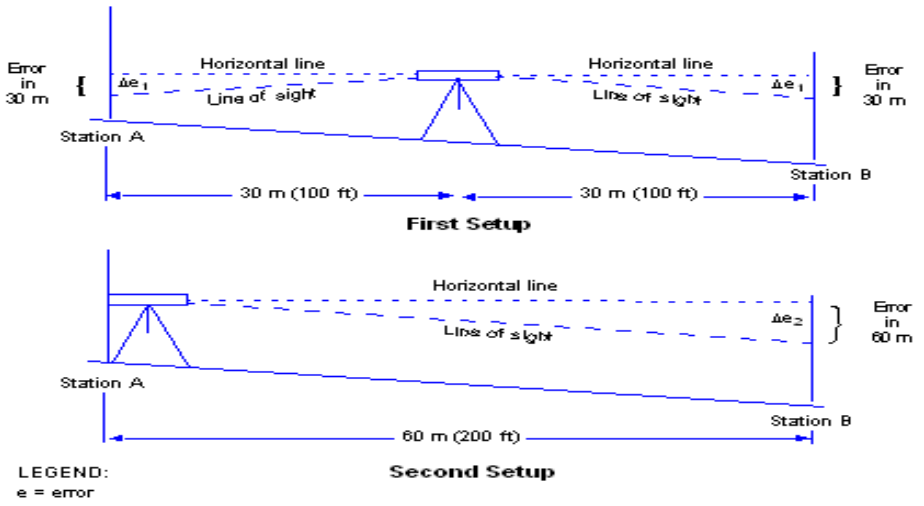
مساطر التسوية وملحقاتها LEVELING RODS AND ACCESSORIES :

تصنع مساطر التسوية من المعادن او الخشب او الالياف وتدرج بالاقدام او الامتار ويمكن ان تقرا بصورة مباشرة الى حد عشر القدم او السنتمتر تقريبا . وللحصول على قراءات اكثر دقة فان القراءة اما تخمن بطرق السايقان المفردة او الثلاثية او تكون القراءة بواسطة المايكروميتر البصري او الصور الرقمية . فالتسوية الدقيقة تتطلب استخدام مساطر القطعة الواحدة والتي تكون مصنوعة من مواد معايرة للدقة والتاثيرات الحرارية . اما الاعمال الاقل دقة فانه يمكن استخدام المساطر القابلة على التمدد والطي . كما يصنع كعب المسطرة من المعدن وبالات دقيقة . المساطر الدقيقة يربط عليها فقاعة تسوية دائرية circular bubble level للمحافظة عل استقامة المسطرة بوضع شاقولي عند القياس فعند وضع المسطرة على المحطة او سطح ثابت فانه يجب المحافظة على شاقولية المسطرة من خلال وضع الفقاعة في داخل الحلقة وهذا يشكل مفتاح اكتمال الدقة في قياسات التسوية التفاضلية .



اختبار وتدقيق الالة INSTRUMENT TESTING AND ADJUSTMENT :

اختبار خط البصر A collimation test للتسوية (C-check) هو عملية تحديد حقلية للمستوى الجيودوسي للخطا في الخط البصري او ما يدعى ب (C-factor). فاذا وضع الجهاز بدقة في وسط المسافة بين مسطرتين فان الخطا سيكون متشابها في كل من القرائتين الخافية والامامية والقياس سيكون حقيقيا DE . وعندما تكون المسافة بين المسطرتين غير متساوية وخط البصر سيكون غير حقيقي فان خطا صغير سوف يتراكم . القيمة العددية المتحصل عليها خلال C-check تعطي التصحيح للملاحظة DE بسبب عدم التساوي مسافة الرصد في التنصيب المفرد او عدم التساوي في مسافة الرصد الرصد المتراكم لمقطع التسوية التفاضلية والمبينة في الشكل التالي :

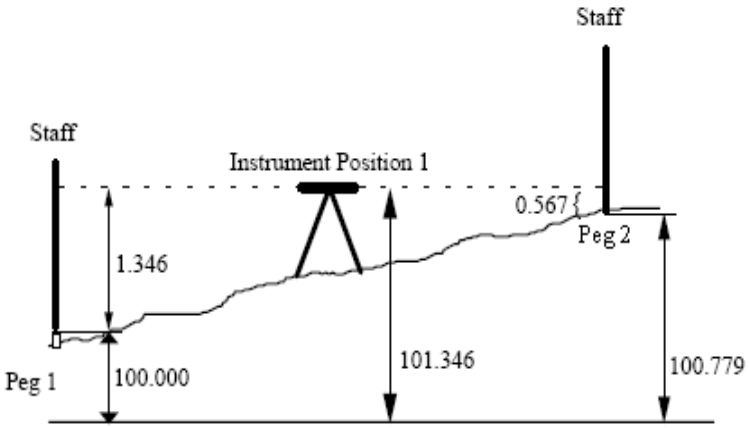


التسوية بين نقطتين :

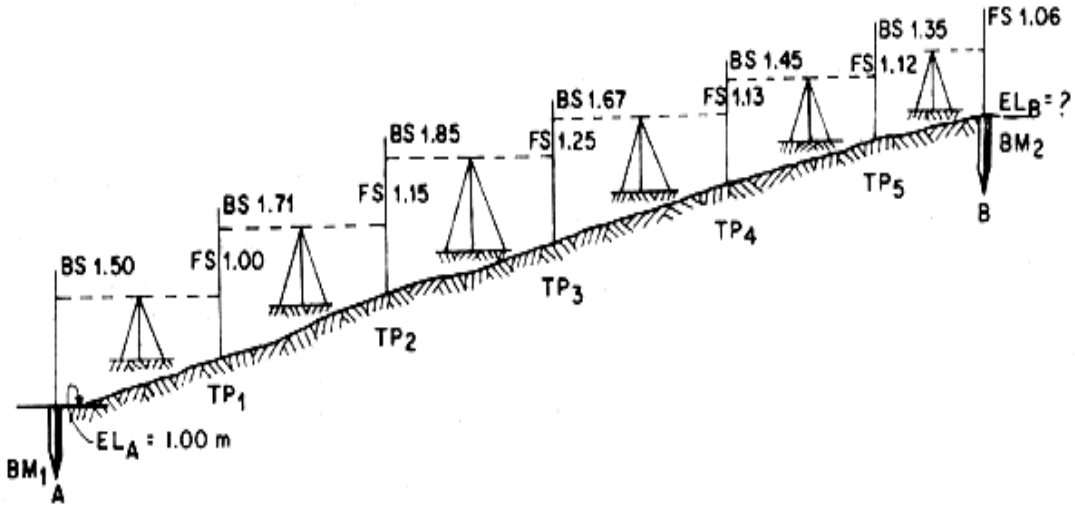
لأجل تعيين فرق الارتفاع بين نقطتين فانه يفضل وضع الجهاز في منتصف المسافة بين النقطتين كلما أمكن ذلك وذلك لتقليل الأخطاء التي تحصل في القياس نتيجة الخلل في دقة الجهاز أو عدم عمودية المسطرة بشكل كامل أو عدم الدقة في اخذ القراءة من قبل المساح وغيرها . ثم تجري عملية التسوية والضبط وبعدها توضع المسطرة على النقطة الأولى (A) المعلومة المنسوب (معلومة الارتفاع عن مستوى سطح البحر) من راقم تسوية (BM) وتسجل القراءة من المسطرة كمؤخرة B.S في جدول التسوية . ثم تجمع هذه القراءة مع منسوب راقم التسوية لحساب ارتفاع الجهاز H.I كما في العلاقة : **H.I = EL(A) + B.S-----(1)**

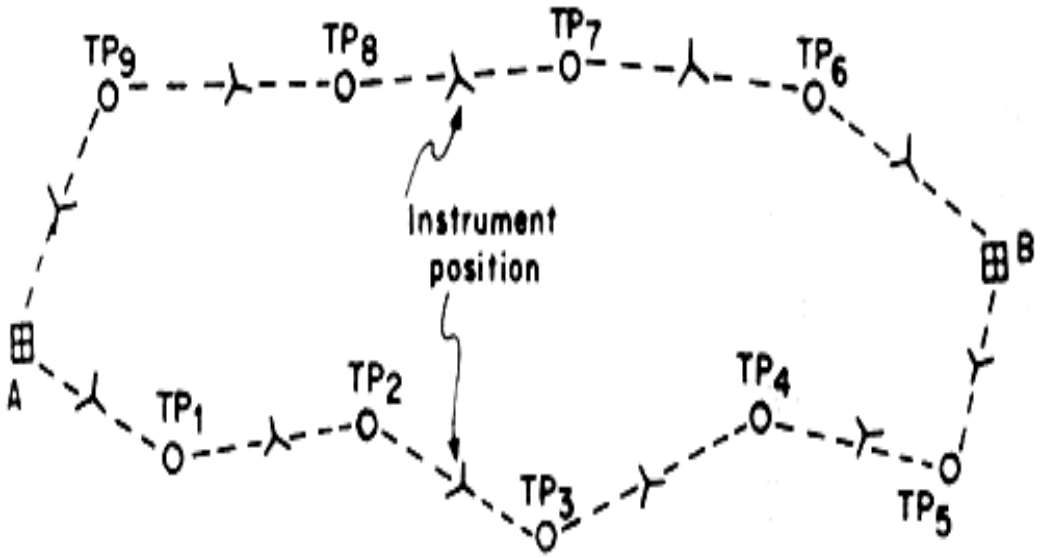
ثم تنقل المسطرة إلى النقطة الأخرى المجهولة الارتفاع ولتكن نقطة B وتؤخذ القراءة عليها وتسجل لمقدمة F.S في جدول التسوية وتطرح هذه القراءة من القراءة السابقة لإيجاد منسوب النقطة الجديدة من العلاقة :

EL(B) = H.I – F.S------(2) . ثم تنقل المسطرة إلى أية نقطة أخرى مع بقاء الجهاز في مكانه والتي يتطلب حساب مناسيبها وهذه النقاط جميعها تدعى بالنقاط المتوسطة I.F.S وتحسب مناسيبها بنفس العلاقة الثانية . وفي حالة ابتعاد النقاط كثيرا عن الجهاز أو عدم إمكانية رؤيتها نتيجة ارتفاعها أو انخفاضها عن مدى منظار الجهاز فان المسطرة تبقى في مكانها عند آخر قراءة قبل نقل الجهاز وتسجل هذه القراءة كمقدمة F.S قبل نقل الجهاز ثم تسجل القراءة على نفس المسطرة كمؤخرة B.S بعد نقل الجهاز إلى الموقع الجديد وتسمى هذه النقطة بنقطة التحويل T.P . وكما في الشكل :



وهكذا ترتب القراءات في الجدول المبين من الشكل التالي :





STA	BS	HI	FS	ELEVATION, m	REMARKS
BM_1	1.50	3.00	-	1.50	BM, located on an undisturbed
TP_1	1.71	3.71	1.00	2.00	

TP_2	1.85	4.41	1.15	2.56	or permanent structure
TP_3	1.67	4.83	1.25	3.16	
TP_4	1.45	5.15	1.13	3.70	
TP_5	1.35	5.38	1.12	4.03	
BM_2	-	-	1.06	4.32	

طرق حساب المناسيب : يتم حساب المناسيب بإحدى الطريقتين :

(1) طريقة ارتفاع الجهاز Hight of Instrument : كما في المثال :

مثال : من الجدول التالي احسب مناسيب النقاط بطريقة ارتفاع الجهاز إذا علمت أو منسوب B.M كان 10م مع التدقيق .

station	B.S	I.F.S	F.S	H.I	EL	D	Remark
A	4.1			14.1	10.0	0	B.M=10
B		3.1			11.0	30	
C		2.0			12.1	60	
D	2.1		0.1	16.1	14.0	90	TP1
E		1.9			14.2	120	
F	0.3		3.1	13.3	13.0	150	Tp2
G			4.2		9.1	180	
$\sum$	6.5		7.4				

التدقيق :

$$\sum B.S - \sum F.S = EL(n) - EL\ (1)$$

$$6.5 - 7.4 = 9.1 - 10$$

$$0.9 = 0.9$$

(2) طريقة الارتفاع والانخفاض Rise and Fall Method : وكما في المثال :

مثال : من الجدول التالي احسب مناسيب النقاط بطريقة الارتفاع والانخفاض مع التدقيق إذا علمت أن منسوب B.M كان 134.51 م .

station	B.S	I.F.S	F.S	R +	F -	EL	D	Remark
A	3.26					134.51	0	BM
B	2.71		0.13	3.13		137.64	50	T.P1
C		0.92		1.79		139.43	100	
D		3.42			2.50	136.93	150	
E	1.90		4.47		1.05	135.88	200	T.P2
F			3.27		1.37	134.51	250	
$\sum$	7.87		7.87	4.29	4.29			

التدقيق :

$$\sum B.S - \sum F.S = \sum R - \sum F = EL\,(n) - EL\,(1)$$

$$7.87 - 7.87 = 4.29 - 4.29 = 134.51 - 134.51$$

$$0 = 0 = 0$$

Table 1 Rise & Fall Method

Back-sight	Inter-mediate	Fore-sight	Rise	Fall	Reduced level	Distance	Remarks
2.554					50.00	0	**Datum** RL+50 m
	1.783		0.771		50.771	14.990	**A**
	0.926		0.857		51.628	29.105	**B**
	1.963			1.037	50591	48.490	**C**
1.305		3.587		1.624	48.967	63.540	**D** / change point **1**
	1.432			0.127	48.840	87.665	**E**
3.250		0.573	0.859		49.699	102.050	**F** / change point **2**
	1.925		1.325		51.024	113.285	**G**
3.015		0.496	1.429		52.453	128.345	**H** / change point **3**
		0.780	2.235		54.688	150.460	**J**
10.124		**5.436**	**7.476**	**2.788**	**54.688**		Sum of B-sight & F-sight, Sum of Rise & Fall
-5.436			-2.788		-50.000		Take smaller from greater
4.688			**4.688**		**4.688**		Difference should be equal

Table 2 Height of collimation method (height of instrument)

Back-sight	Inter-mediate	Fore-sight	Height of collimation	Reduced level	Distance	Remarks
2.554			52.554	50.00	0	**Datum** RL+50 m
	1.783			50.771	14.990	**A**
	0.926			51.628	29.105	**B**

	1.963			50591	48.490	**C**
1.305		3.587	50.272	48.967	63.540	**D** / change point **1**
	1.432			48.840	87.665	**E**
3.250		0.573	52.949	49.699	102.050	**F** / change point **2**
	1.925			51.024	113.285	**G**
3.015		0.496	55.468	52.453	128.345	**H** / change point **3**
		0.780		54.688	150.460	**J**
10.124		**5.436**		**54.688**		Sum of B-sight & F-sight, Difference between RL's
-5.436				-50.000		Take smaller from greater
4.688				**4.688**		Difference should be equal

المحاضرة الثالثة
الخرائط الطبوغرافية Topographic Maps

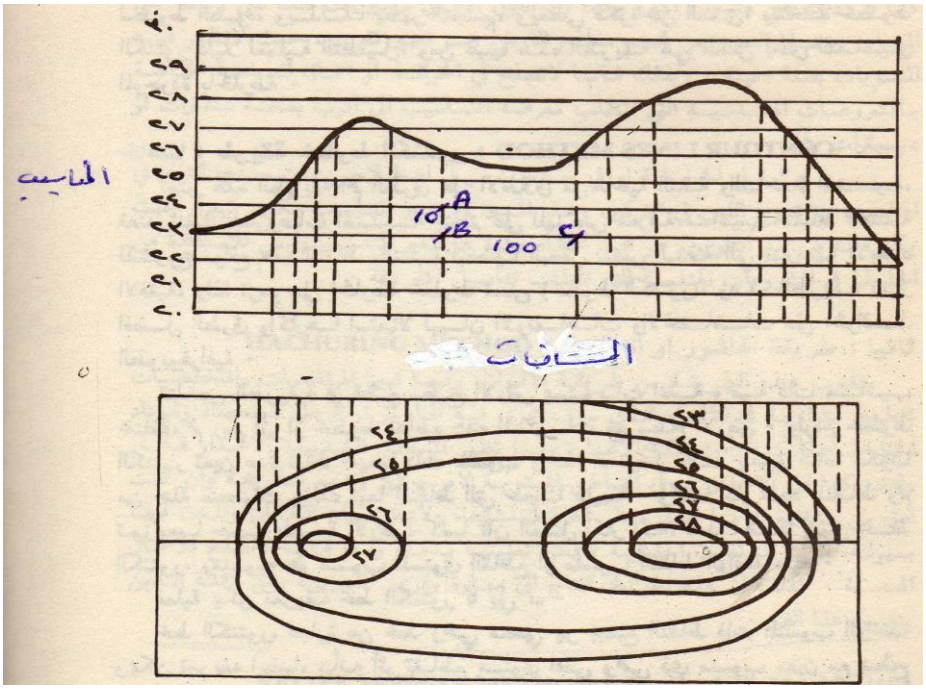
يستفاد منها في العديد من الدراسات الهامة والتي تتعلق بمجالات الحياة المختلفة وتزداد أهميتها عند تعيين مناسيب النقاط عليها وتبيان الأبعاد الثلاثة لأية نقطة عند تحديد طبيعة الأرض من ارتفاعات وانخفاضات إضافة إلى تثبيت المعالم الطبيعية كمجاري الأنهار والهضاب والجبال وغيرها إضافة إلى تثبيت المعالم الصناعية كالمباني والطرق وقنوات الري والبزل وغيرها . ولا يشترط أن يكون للخرائط الطبوغرافية مقياس رسم واحد وإنما يتحدد المقياس حسب مساحة المشروع وطبيعة العمل ودقته لذا فان الخرائط الطبوغرافية ترسم بمقاييس مختلفة 1\100000 أو 1\50000 أو 1\20000 أو 1\10000 أو 1\5000 ....الخ .

تأتي أهمية الخارطة الطبوغرافية من كونها تمثل الظواهر الطبوغرافية الطبيعية والصناعية في أن واحد على الخارطة لهذا تتعدد طرق وأساليب استخدامها وحسب طبيعة عمل مستخدميها . وتتمثل هذه الظواهر بواسطة رموز اصطلاحية متفق عليها دوليا أو محليا . فالخارطة الطبوغرافية هي صورة راسية لجميع ما موجود على سطح الأرض طبيعيا كان أو صناعيا . وهناك طرق مختلفة تستعمل لبيان هذه الظواهر أهمها :

1- طريقة الألوان : وهي طريقة تقريبية لاتستطيع أن تمثل مناسيب النقاط لذا فإنها تستعمل في الغالب في الخرائط الجغرافية والأطالس والخرائط التوضيحية .
2- طريقة الهاشور أو التضليل : وهي مشابهة لطريقة الألوان حيث تبين فيها مناطق الارتفاعات والانخفاضات بخطوط متوازية في اتجاه الانحدار وتزداد الخطوط سمكا كلما زادت شدة الانحدار ولا يرسم فيها شيء في المناطق المستوية تقريبا .
3- طريقة النماذج المجسمة : وتصنع بشكل مجسمات من القماش أو الجبس أو الشمع أو الطين أو الخشب للمنطقة المراد تمثيلها بمقياس رسم معين ويختلف فيها مقياس رسم المرتفعات عن المقياس الأفقي لزيادة تجسيم المظاهر الطبيعية أو الصناعية .
4- طريقة عمل الظل : تستعمل لإظهار المرتفعات والمنخفضات بفرض سقوط أشعة ضوئية من إحدى الجهات مع تضليل الجبال والمرتفعات من الجهة المقابلة لسقوط الضوء .
5- طريقة الخطوط الكنتورية : وهي من أحسن الطرق السابقة من ناحية الدقة والوضوح والأكثر استخداما في المشاريع الهندسية والزراعية حيث يمكن بواسطتها معرفة مناسيب النقاط ومواقعها بالنسبة لبعضها البعض إضافة إلى بيان الأبعاد الأفقية لهذه النقاط . وترسم هذه الخرائط بخطوط تدعى بخطوط الكنتور.

خط الكنتور Contour Line :

هو عبارة عن خط يرسم بحيث يربط جميع النقاط التي لها نفس المنسوب فوق أو تحت مستوى إسناد معروف Datum . وخطوط الكنتور هي عبارة عن خطوط مستمرة لايمكن أن تلتقي أو تتقاطع مع خطوط كنتورية أخرى أو تتفرع إلى أكثر من خط أو الاتصال مع أي خط آخر وغالبا ما ترتبط بالمقطع الراسي لشكل الأرض وكما في الشكل :



الانحدارات Gradients :

يسمى فرق المنسوب بين كل خطين كنتوريين بالفترة الراسية أو الفترة الكنتورية Vertical Interval ويكون ثابتا على الخارطة أو المخطط وكما مبين في الشكل السابق في المسافة AB . أما المسافة بين الخطوط فتسمى بالمسافة الأفقية Horizontal Interval في الشكل السابق المسافة BC وهذا يكون متغير حسب الانحدار . ويمكن حساب انحدار الأرض بين النقطتين A و B كالآتي :

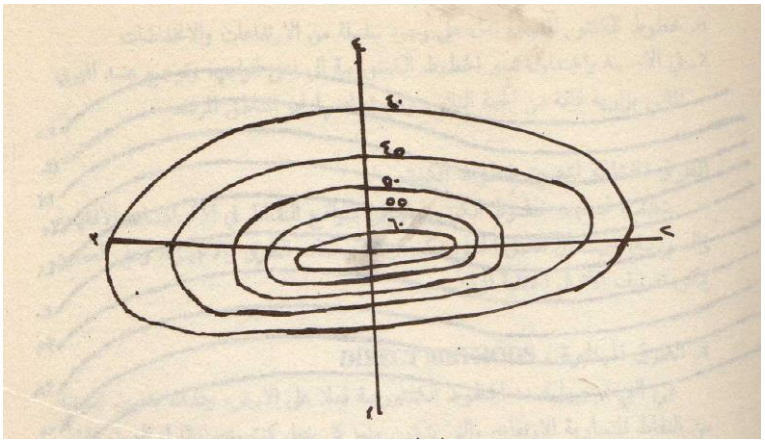
A B المسافة الراسية 10 1

---------- = ---------- مثل ---------- = ---------- أو الانحدار = 1\10

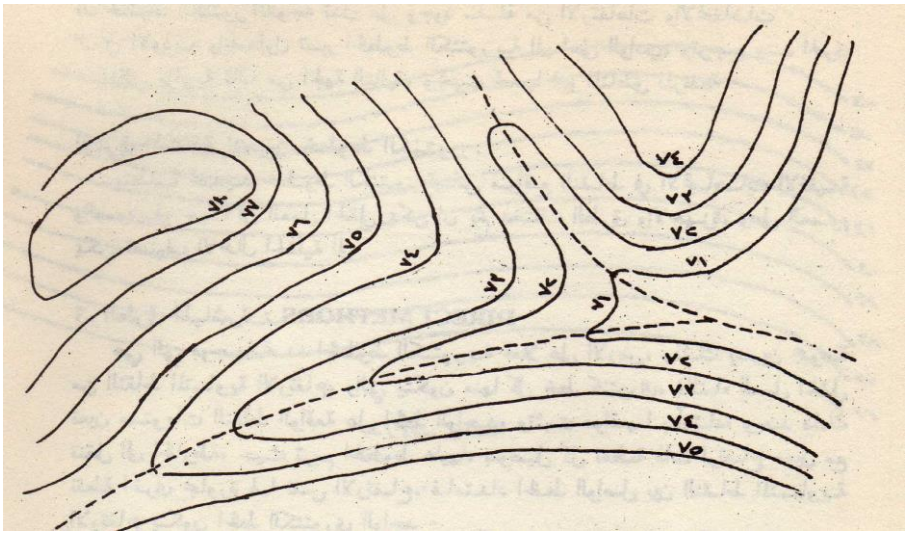
B C المسافة الأفقية 100 10

خصائص الخطوط الكنتورية :

1- يكون الانحدار شديد عندما تتقارب الخطوط الكنتورية مع بعضها البعض والعكس صحيح كما تبين مناسيب الخطوط اتجاه الانحدار .



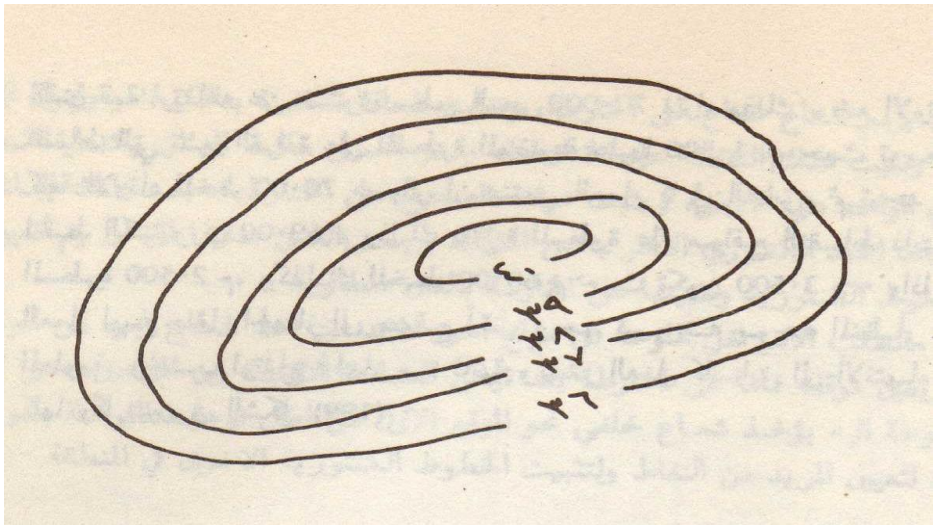
2- تشكل الخطوط الكنتورية خاصية تشبه الحرف V في وديان الأنهر والذي يكون دائما باتجاه مصب النهر أي نحو أعلى المرتفع .



3- تشكل الخطوط الكنتورية خطوط مستمرة لايمكن أن تلتقي أو تتقاطع أو تتفرع من أي مكان .

4- المسافة بين مناسيب الخطوط الكنتورية ثابتة وتدعى بالفترة الكنتورية وتكون جميع النقاط الواقعة على خط كنتوري واحد ذات منسوب واحد .

5- كلما كانت الخطوط الكنتورية كثيرة التعاريج وملتوية دل ذلك على وعرة الأرض الشديدة وعدم انتظامها . كما تدل الخطوط المتموجة على وجود سلسلة من الارتفاعات والمنخفضات المتباينة . وكم في الأشكال التالية :



<u>العوامل التي تحدد الفترة الكنتورية :</u>

1- الوقت والكلفة : كلما صغرت الفترة الكنتورية طالت المدة وازدادت التكاليف والعكس صحيح .

2- الغرض المطلوب من المسح وسعة المنطقة : يجب أن تكون الفترة الكنتورية صغيرة عندما يكون الغرض وضع تصاميم أولية وتفصيلية لتخطيط المدن ومشاريع الري والطرق وحساب الكميات الترابية فقد تصل الفترة الكنتورية في بعض الأحيان إلى 10 – 20 سم .

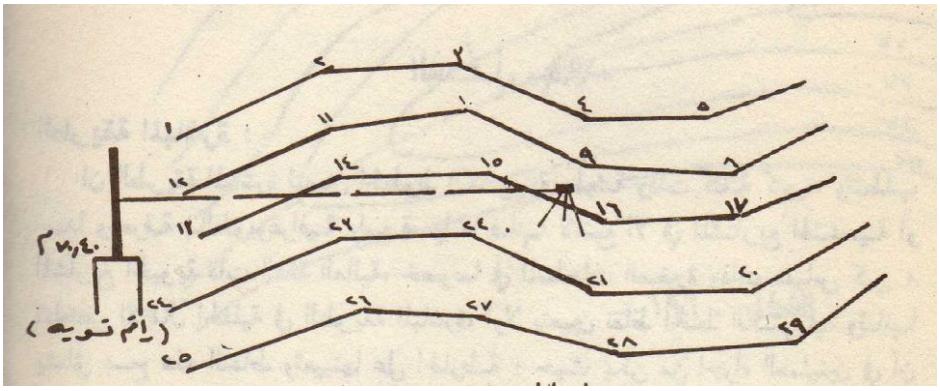
3- انبساط الأرض : كلما ازداد انبساط الأرض صغرت الفترة الكنتورية وذلك لغرض إظهار التغيرات الطفيفة في سطح الأرض والعكس يحدث في الأراضي الوعرة .

4- مقياس الرسم المطلوب : تتناسب الفترة الكنتورية عكسيا مع مقياس الرسم فكلما كبر مقياس الرسم صغرت الفترة الكنتورية والعكس صحيح فمثلا مقياس الرسم 1 \ 2000 و 1 \ 2500 تصلح معها الفترة الكنتورية 25 و 50 سم . أما المقاييس 1 \5000 و 1 \10000 تصلح معها الفترة الكنتورية 50 و 100 و 200 سم .

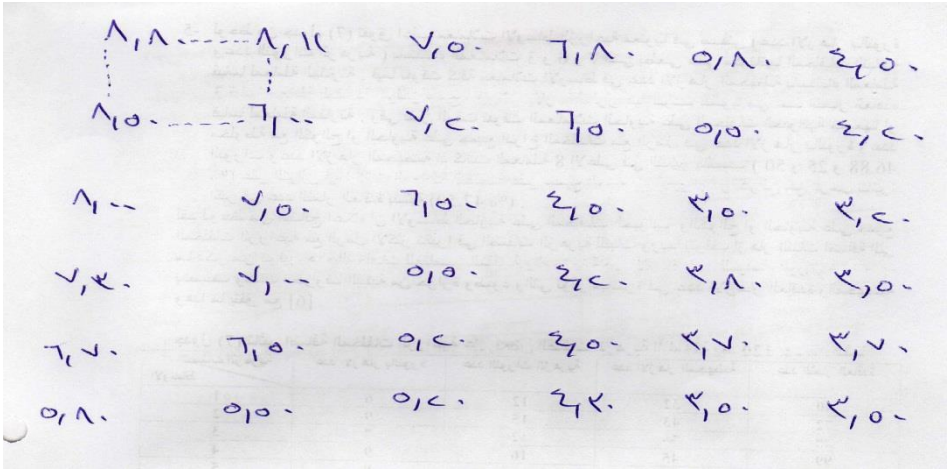
5- درجة وعورة الأرض : فكلما ازدادت وعورة الأرض صغرت الفترة الكنتورية والعكس صحيح .

<u>طرق تعيين خطوط الكنتور :</u>

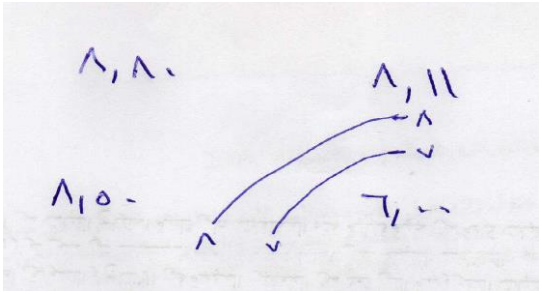
1- **الطريقة المباشرة Direct Method :** وهي التي بموجبها تحدد خطوط الكنتور بصورة مباشرة على الأرض وذلك بتعيين مجموعة من النقاط المتساوية الارتفاع والتي يتكون منها كل خط كنتوري فأثناء العمل الحقلي تعين مستويات النقاط الواقعة على الخط الواحد وتثبت مواقعها بأوتاد وبعد ذلك تنقل على الخارطة حيث ترسم الخطوط عليها بتوصيل كل نقطة ذات ارتفاع معين مع نقطة أخرى مجاورة لها بنفس الارتفاع فامتداد الخط الواصل بين النقاط المتساوية الارتفاع يتكون الخط الكنتوري الواحد وكما في الشكل :



2- **الطريقة الغير المباشرة Indirect Method :** وهي تلك الطريقة التي تعين بموجبها مواقع النقاط الأرضية في الاتجاهات الأفقية والعمودية دون أن تكون واقعة على الخطوط الكنتورية المنوي رسمها على الخارطة وبعد تعيين مواقع النقاط على الخارطة يتم رسم الخطوط الكنتورية المطلوبة . وتتم هذه العملية بطرق عديدة أفضلها طريقة التسوية الشبكية والتي تصلح في الأراضي المكشوفة والمستوية والتي لاتختلف فيها المناسيب بشكل كبير وكذلك يفضل استخدامها في الأراضي الزراعية أو المشاريع السكنية وغيرها من المشاريع . وتتم طريقة التسوية الشبكية بتقسيم الأرض إلى شبكة من المربعات طول ضلع كل مربع يتحدد حسب طبيعة الأرض ويكون بحدود 10 – 50 م فكلما استوت الأرض أكثر صغر طول المربع والعكس صحيح . ثم تحسب مناسيب أركان المربعات باستخدام عملية التسوية السابقة الذكر باستخدام جهاز أللفل والمسطرة . ترسم بعدها شبكة المربعات على ورقة حسب مقياس الرسم المطلوب وكذلك تحدد الفترة الكنتورية كما شرحنا سابقا كما في المثال :



نفرض أن طول ضلع المربع كان 20 م والفترة الكنتورية كانت 1 م .نأخذ المربع المؤشر من هذا الشكل كمثال وعن طريقة رسم الخطوط الكنتورية لباقي المربعات تتشكل الخارطة الكنتورية المبينة في الشكل التالي :



حيث كان أعلى منسوب في المثال هو 8.8 م واقل منسوب كان 3.2 م فإذا تكون الخطوط الكنتورية التي تمر بين هذه المناسيب هي 4 و 5 و 6 و 7 و 8 . وعليه فان الخطوط الكنتورية التي تمر من المربع المأخوذ كمثال مبينة في الشكل التالي هي الخطوط 7 و 8 . ولحساب موقع مرور الخط 7 بين النقطتين 6.00 و 8.5 يكون :

فرق المنسوب بين النقطتين = 8.5 – 6.00 = 2.5 م

بعد الخط الكنتوري عن النقطة الأصغر = 7 - 6 = 1 م

المسافة بين النقطتين ×بعد الخط عن النقطة الأصغر

بعد الخط الكنتوي عن النقطة ذات المنسوب الأصغر = ----------

فرق المنسوب بين النقطتين

نفرض أن = 20 × 1 \ 2.5 = 8م .

المسافة بين النقاط على ورقة الرسم كانت 2 سم فانه يبتعد الخط الكنتوري 7 عن النقطة 6.00 يكون 8 ملم .

وبنفس الطريقة يحسب موقع مرور الخط 8 بين النقطتين 6.00 و 8.5 يكون :

فرق المنسوب بين النقطتين = 8.5 – 6.00 = 2.5 م

بعد الخط الكنتوري عن النقطة الأصغر = 8 - 6 = 2 م

بعد الخط الكنتوي عن النقطة ذات المنسوب الأصغر = 20 × 2 \ 2.5 = 16 م لذا فان الخط الكنتوري 8 سيبعد عن النقطة 6.00 ب 16 ملم .

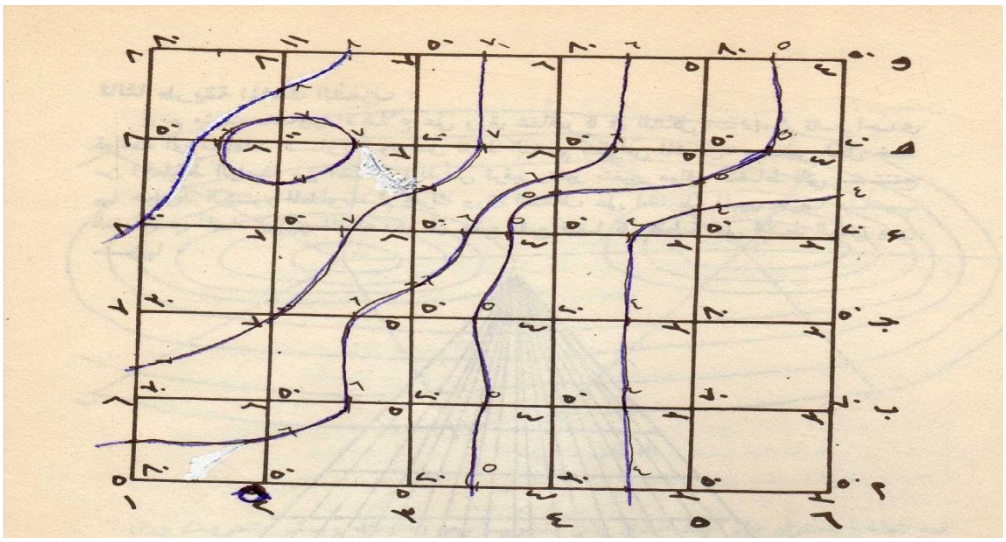
وتكرر نفس العملية بين النقطتين 8.11 و 6.00 حيث تحسب كما يلي :

8.11 – 6.00 = 2.11 م

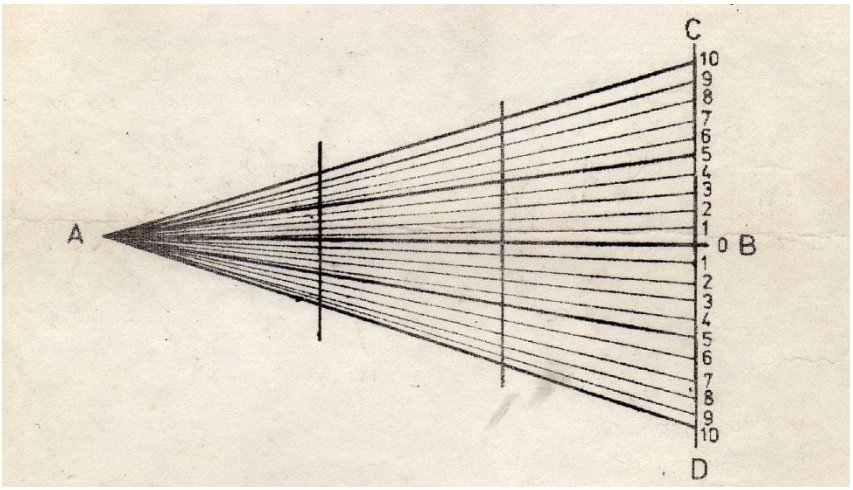
فيكون 20 × 1 \ 2.11 = 9.5 ملم بعد الخط الكنتوري 7 عن النقطة 6.00 .

و 20 × 2 \ 2.11 = 19 ملم بعد الخط الكنتوري 8 عن النقطة 6.00 .

ولا يمر أي خط كنتوري بين النقطتين 8.11 و 8.8 والنقطتين 8.8 و 8.5 لان الفرق بينهما اقل من 1 م (الفترة الكنتورية) . وهكذا لباقي المربعات . وفي النهاية تتشكل الخارطة الكنتورية المبينة في الشكل :



3- **طريقة المثلث الشفاف :** يرسم مثلث متساوي الأضلاع على ورق شفاف كما في الشكل ثم تقسم إحدى أضلاعه إلى مسافات متساوية وتوصل نقاط التقسيم بالرأس المقابل . يحرك هذا المثلث على الخارطة المبين عليها مناسيب النقاط في أركان المربعات في اتجاه موازي للقاعدة إلى الوضع التي تقع فيه كل نقطة على الخط الذي يبين منسوبها فإذا كان لدينا نقطتين منسوبها 8.1 و 10.7 م على التوالي وكان المطلوب تعيين مواقع الخطوط الكنتورية كل 0.5 م فان الخطوط الكنتورية التي ستمر بين هاتين النقطتين هي 8.5 و 9.0 و 9.5 و 10.0 و 10.5 . فيحرك المثلث الشفاف بين النقطتين بحيث يمثل الخط الأول المنسوب 8.0 والثاني 8.1 والخامس 8.5 والعاشر 9.0 ويستمر بالتحرك حتى يقع منسوب النقطة 10.7 على موقعه من الخطوط المائلة وبالتالي يثبت موقع المناسيب 8.5 الى 10.5 للخطوط الكنتورية بواسطة غرس دبوس في مواقع الخطوط . وبعدها يرفع المثلث وتؤشر مواقع الغرسات التي تمثل مواقع الخطوط الكنتورية . وتكرر هذه العملية بين كل نقطتين متجاورتين وحتى اكتمال رسم الخارطة الكنتورية وكما في الشكل :



فوائد الخطوط الكنتورية :

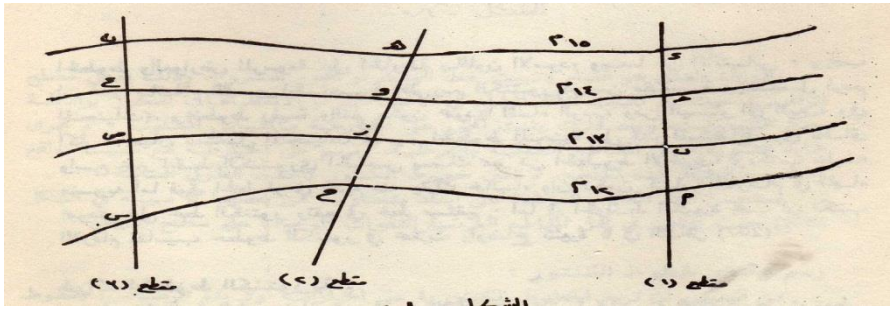
1- تعيين مقدار الميل لسطح الأرض : أن طريقة تعيين مقدار الميل لسطح الأرض وكما مبين في الشكل يحدد من العلاقة بين المسافة العمودية والمسافة الأفقية :

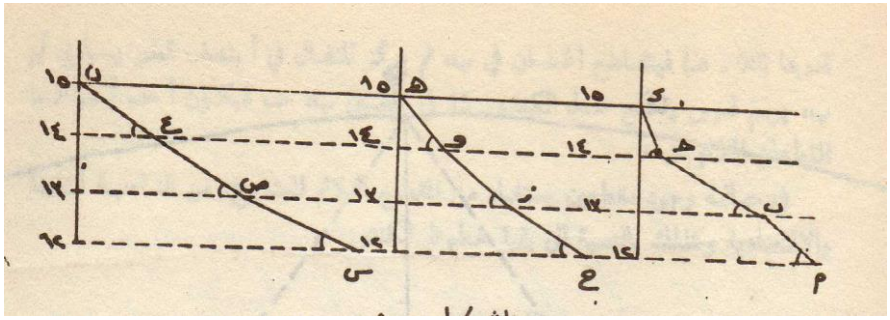
المسافة العمودية

الانحدار = ----------

المسافة الأفقية

ولما كانت المسافة العمودية ثابتة (الفترة الكنتورية) فان الانحدار سوف يختلف بين خط كنتوري وآخر تبعا للمسافة الافقية المتغيرة بين كل خط كنتوري واخر وكما مبين في الشكل :

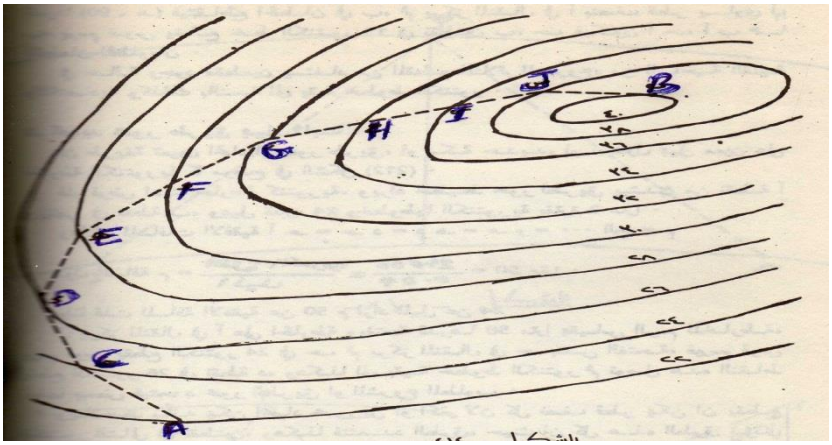




2- تحديد محور الطريق أو قناة ري بميل ثابت : فلو فرضنا أن لدينا خارطة كنتورية كما في الشكل ويراد تحديد محور طريق أو قناة ري يبدأ من النقطة A إلى النقطة B بميل ثابت مقداره 4% وكانت الفترة الكنتورية 2 م فمن قانون الانحدار :

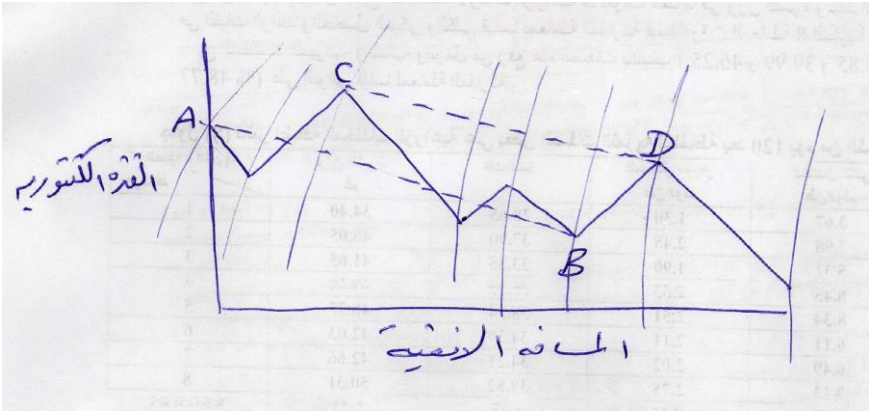
المسافة الأفقية = الفترة الكنتورية \ الميل = 2.00 \ 0.04 = 50 م

يفتح الفرجال على مسافة 50 م وحسب مقياس رسم الخارطة المطلوب العمل عليها ويثبت رأسه على النطة A ويقطع الخط الكنتوري الذي يليه في نقطة مثل C . ومن نفس فتحة الفرجال يثبت على نقطة C ويقطع الخط الذي يليه في نقطة مثل D وهكذا تكرر العملية حتى الوصول إلى نقطة B . وهذا الخط سيمثل أفضل مكان لمرور هذا الطريق أو هذه القناة على هذا المنحدر وكما في الشكل :



3- تقدير الأعمال الترابية : يتم استخدام الخرائط الطبوغرافية في تحديد كميات الأتربة للقطع والردم وحسب المقاطع الطولية والعرضية المطلوبة للطرق وقنوات الري أو في أعمال التعديل والتسوية للحقول الزراعية وغيرها والتي سيتم شرحها في موضوع المقاطع .

4- تحديد الرؤية (الظهور المتبادل) : أن خط النظر هو خط أفقي لذا فانه يمكن تحويل الخرائط الطبوغرافية إلى مقطع أفقي والذي يمثل شكل التضاريس الأرضية ومعرفة إذا كان يمكن رؤية نقطة ما من نقطة أخرى عند رسم مقطع طولي بين النقطتين كما في الشكل حيث لايمكن رؤية النقطة B من النقطة A على عكس ما يحدث بين النقطتين C و D .



5- الأغراض العسكرية : حيث يمكن عن طريق الخرائط الطبوغرافية تحديد أفضل الطرق للترك السريع للقطعات والآليات العسكرية ومعرفة الأماكن التي يمكن للعدو اختراقها إضافة إلى مساعدة قطعات المدفعية والصواريخ في توجيه أهدافها .

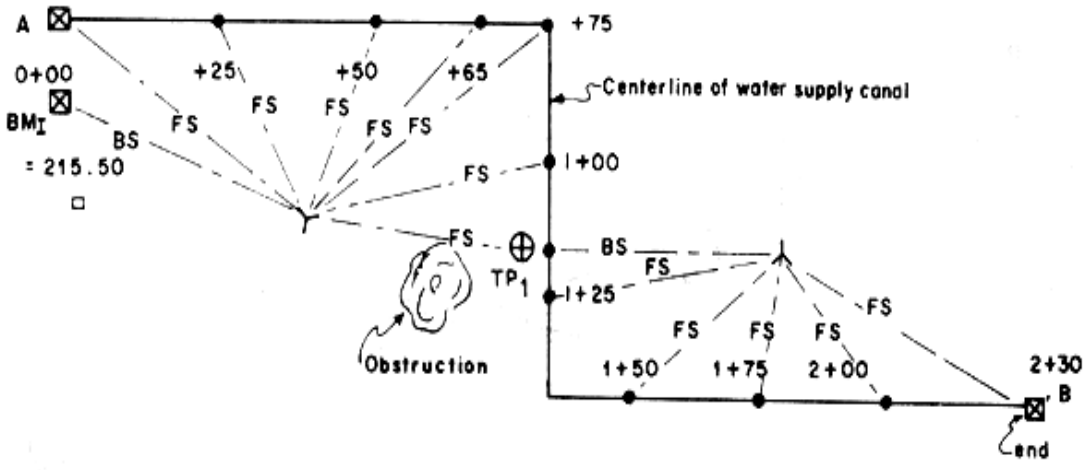
المحاضرة الرابعة
المقاطع الطولية والعرضية Profile and Cross Sections

أن الغاية من عمل المقاطع الطولية والعرضية هو للحصول على ارتفاعات لنقاط عديدة تساعد على دراسة وتصميم عمل هندسي معين في ارض معينة . وهي من الأعمال المهمة في أعمال الهندسة المدنية والزراعية مثل مشاريع الري والبزل واستصلاح الأراضي والطرق والسكك والمطارات والمخازن وخنادق أنابيب النفط والمجاري والكهرباء والاتصالات وغيرها .

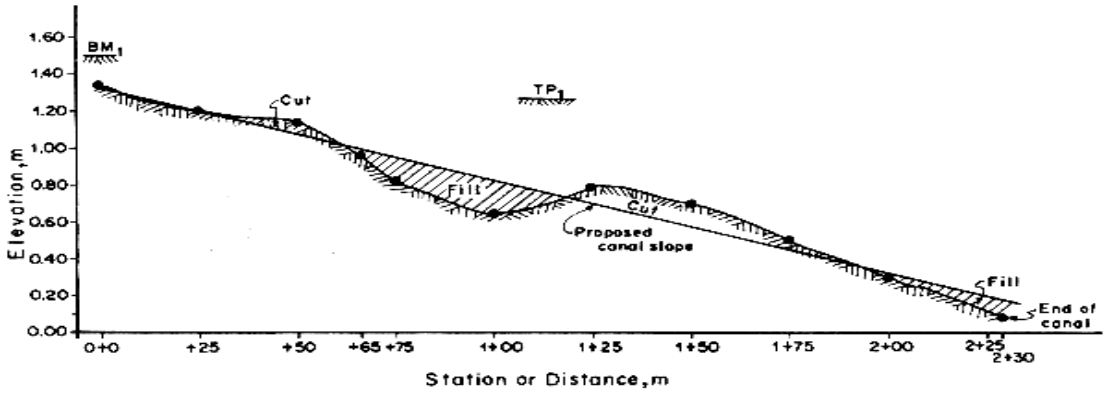
المقاطع الطولية Profile Sections :

أن مفهوم المقطع الطولي يكون عادة بأخذ مستوى شاقولي يمر في الخط الوسطي (Centre Line (CL سواء كان هذا الخط مستقيما أو متكسرا أو منحنيا . وبمعنى آخر قطع الأرض الطبيعية بواسطة ذلك المستوي الشاقولي وتحديد مناسيب ومواقع نقاط التقاطع . كما وانه ومن المعتاد ولتسهيل العمل أن تكون هذه النقاط المأخوذة على امتداد الخط الوسطي متساوية البعد فيما بينها وتسمى بالمحطات Stations . وتكون هذه المحطات إما محطات كاملة Full Stations وتكون عادة كل 100 م ومضاعفاتها وتكتب كما يلي 0+00 و 1+00 و 2+00 و .....8+00 ...الخ . ومحطات أخرى تدعى بالمحطات الثانوية Partial Stations وتتكون من أجزاء أل 100م وتكتب كما يلي : 0 + 20 و 0 + 40 و ..... 1 + 80 و .....40 + 2 ...الخ . وأحيانا يتطلب في بعض الأماكن بين هذه المحطات اخذ محطات أضافية وخاصة عند حدوث تغيرات واضحة في طبيعة سطح الأرض مما يتطلب اخذ نقاط إضافية أخرى بين المحطات أعلاه فتكتب كما يلي : 1 + 35 . 86 و 22. 3 + 40 ....الخ .

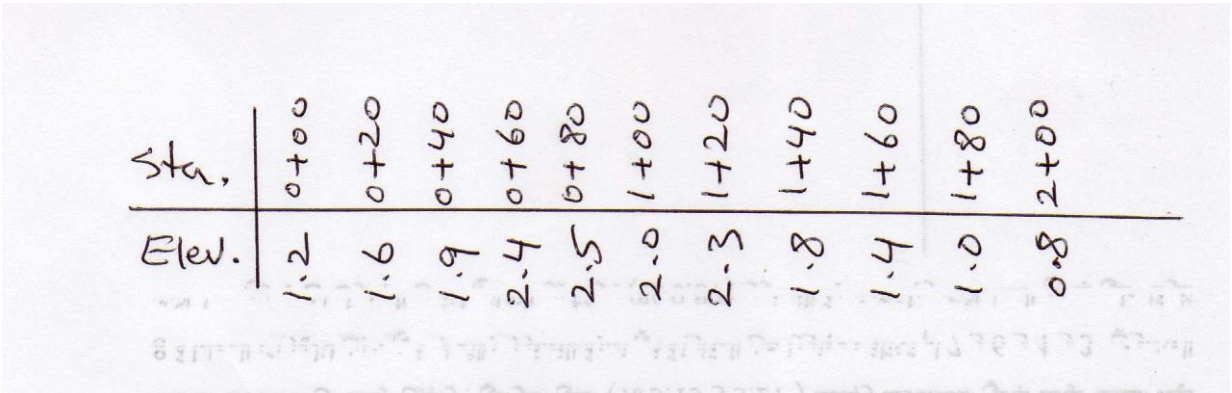
ترسم المقاطع الطولية على ورق مربعات أو أي نوع آخر من الورق من العلاقة بين مناسيب النقاط Elevations في المحور العمودي والمسافة بين المحطات Stations في المحور الأفقي وبمقاييس مختلفة حسب سعة الأرض وطبيعة ودقة العمل المطلوب والتي تكون من 1\2000 و 1\1000 و 1\500 و 1\250 ...الخ . ويفضل أن يكون مقياس الرسم للمسافات الأفقية مختلف عن مقياس الرسم للمناسيب على اعتبار أن المسافة الأفقية تكون طويلة إما فرق المناسيب فيكون قليل وخاصة في الأراضي المستوية وشبه المستوية قليلة التعرجات والتي تكون الفروق بين محطاتها قليل . إضافة إلى انه في مشاريع الري والبزل وغيرها فانه يكون للمناسيب تأثير كبير على الأعمال لذا فانه يلجا إلى تكبير مقياس الرسم للمناسيب لتوضيح التغيرات في الطبوغرافية بشكل أوضح . كما جرت العادة أن يوصل بين النقاط بخطوط مستقيمة . وهناك طرق عديدة لحساب مساحات المقاطع الطولية ابسطها المبينة في المثال والشكل التالي :



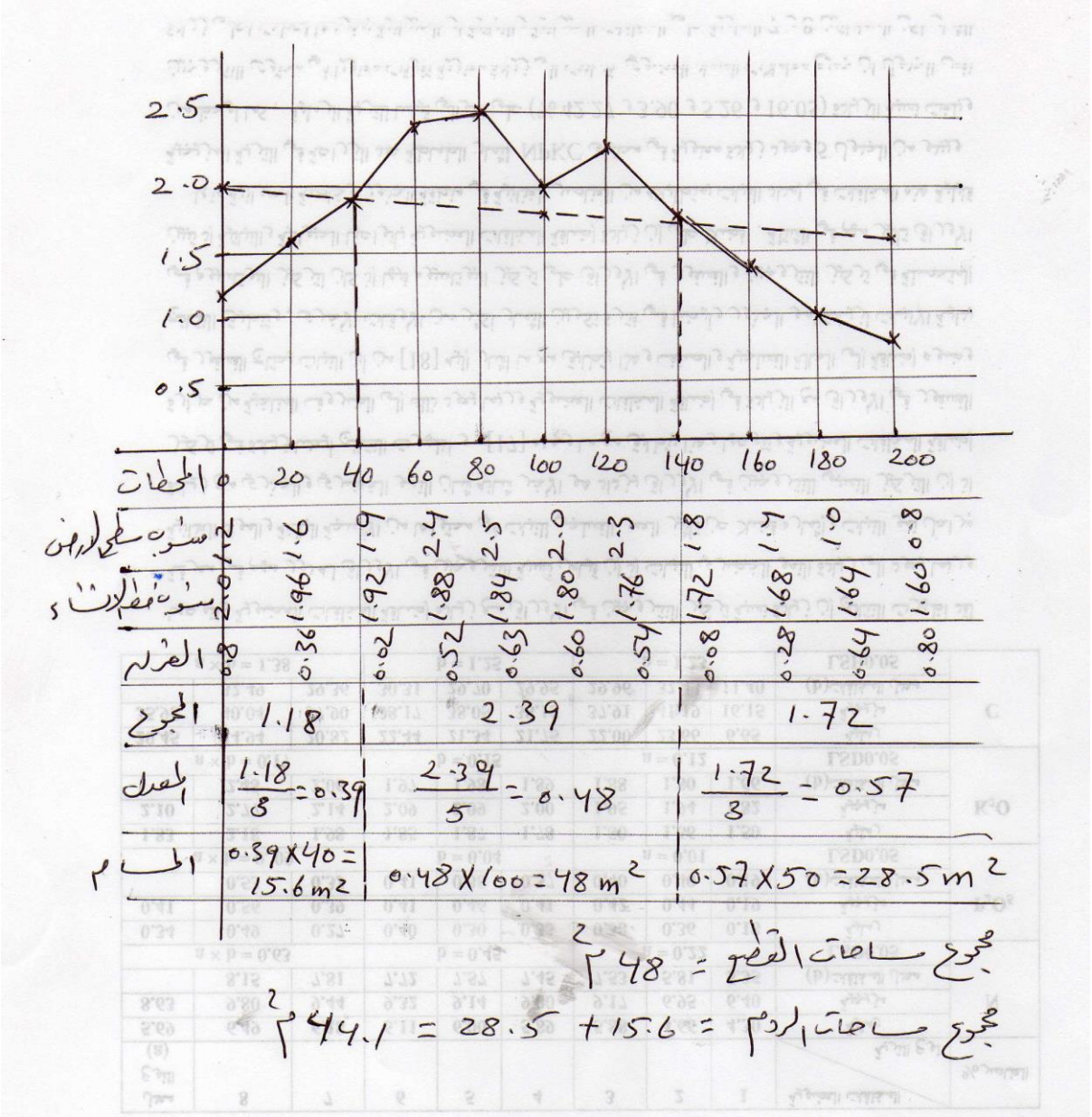
STA, m	BS	HI	FS	Elevation	Remarks
BM_1	1.37	2.87	—	1.50	
0 + 00	—	—	1.53	1.34	Beginning of canal on top of dike
+ 25	—	—	1.67	1.20	
+ 50	—	—	1.73	1.14	
+ 65	—	—	1.90	0.97	
+ 75	—	—	2.05	0.82	
1 + 00	—	—	2.22	0.65	
TP_1	1.80	3.07	1.60	1.27	
1 + 25	—	—	2.27	0.80	
1 + 50	—	—	2.37	0.70	
1 + 75	—	—	2.57	0.50	
2 + 00	—	—	2.77	0.30	
2 + 30	—	—	3.00	0.70	End of canal



مثال :



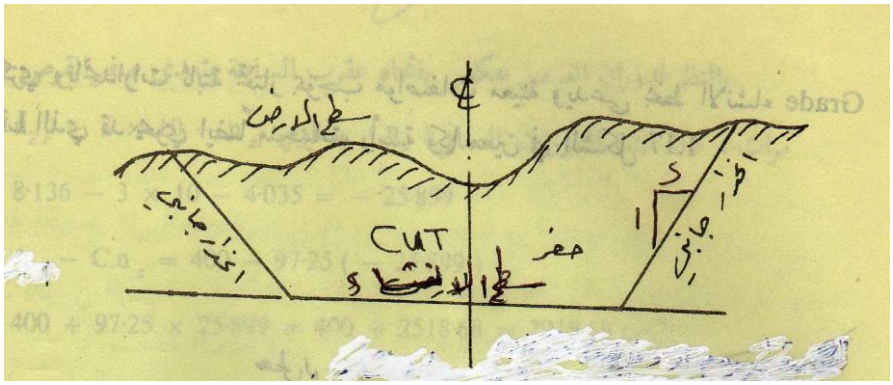
مثال : احسب مساحة الأعمال الترابية للقطع والردم لقناة ري من الجدول التالي بعد رسم المقطع الطولي لها علما أن القناة ترتفع فوق المحطة 00+0 بمقدار 80 سم ثم تأخذ بالانحدار بنسبة 20% .



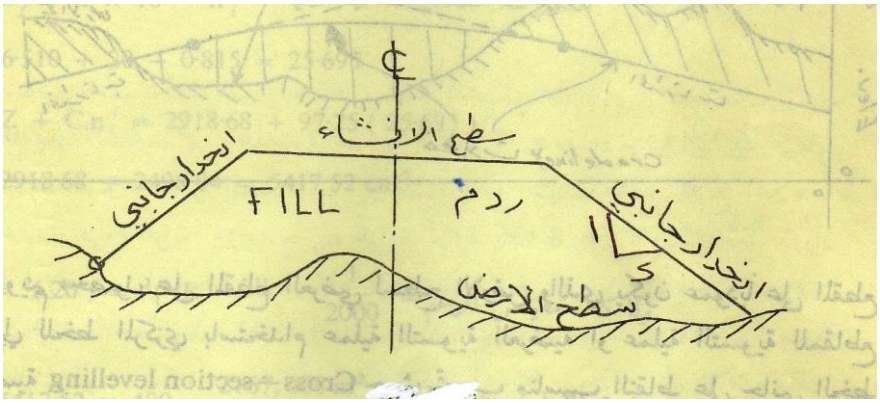
المقاطع العرضية Cross Sections :

يتم الحصول على المقطع العرضي لسطح الأرض والذي يكون عموديا على المقطع الطولي للخط المركزي باستخدام عملية التسوية العرضية أو عملية التسوية للمقاطع العرضية حيث تحسب مناسيب النقاط على جانبي الخط المركزي يمينا ويسارا وبمسافات قصيرة كافية (5 و 10 و 15 م) ثم يرسم المقطع العرضي في كل محطة من محطات المقطع الطولي إذ أن لكل مقطع طولي واحد عدد من المقاطع العرضية وبعدد المحطات المستخدمة في رسم المقطع الطولي . وفي المثال السابق للمقطع الطولي تكون هناك 11 مقطع عرضي لهذا المقطع الطولي . يتحدد المقطع العرضي بسطح الإنشاء وسطح الأرض والانحدارين الجانبيين . وهناك ثلاثة أشكال رئيسية من المقاطع العرضية وهي :

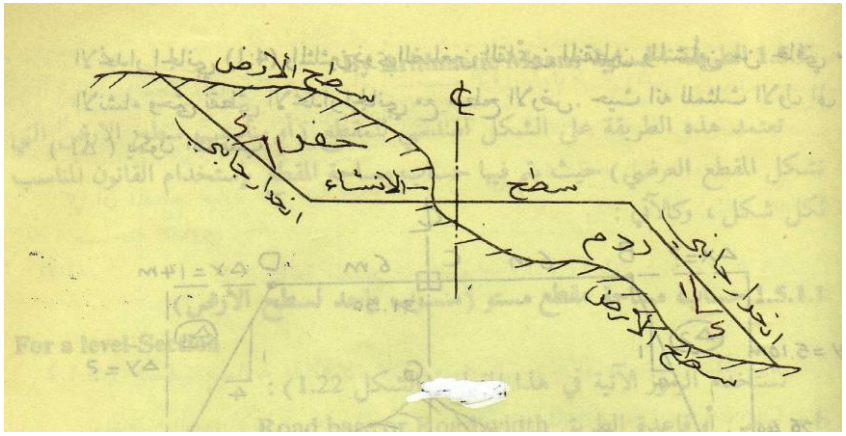
1- **مقطع حفر أو قطع أو قص Cut Section** : حيث يكون سطح الأرض أعلى منسوبا من سطح الإنشاء .



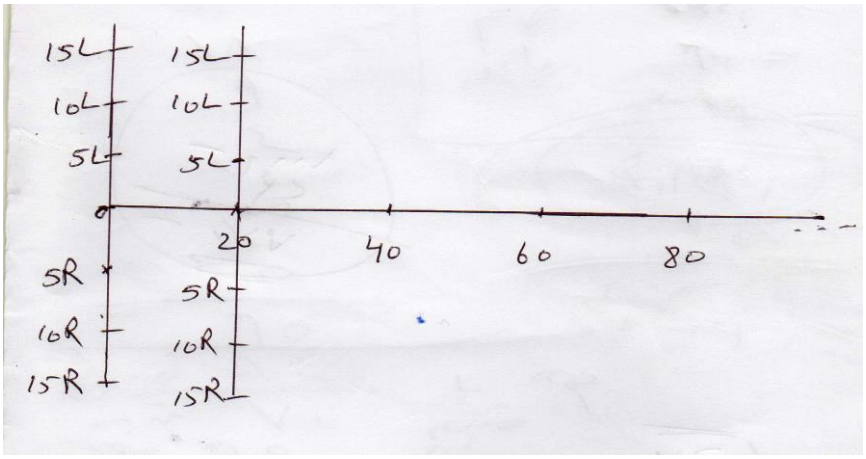
2- **مقطع ردم أو دفن Fill Section** : حيث يكون سطح الأرض اخفض منسوبا من سطح الإنشاء .



3- **مقطع جانبي أو مقطع في جانب التل Side – Hill Section** حيث يكون سطح الأرض أعلى منسوبا من سطح الإنشاء في جانب واخفض في الجانب الآخر .

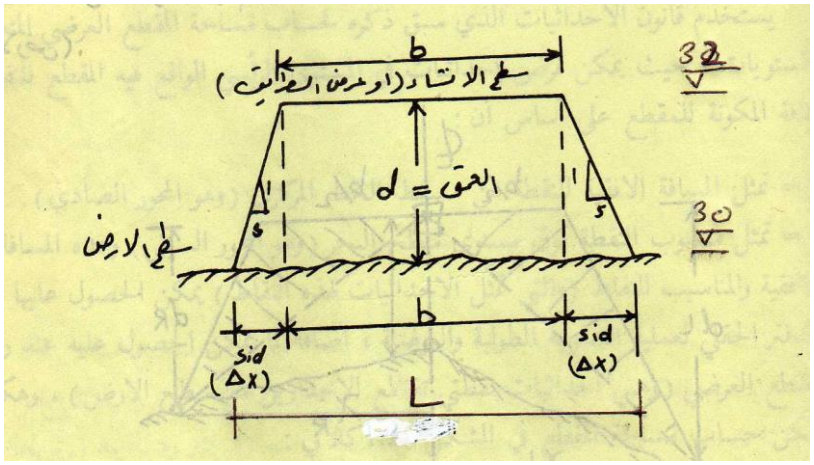


الانحدار الجانبي Side Slop لأي مقطع عرضي يتشكل من النسبة بين وحدة المسافة العمودية إلى عدد وحدات المسافة الأفقية ويكتب عادة (S \ 1) مثلا 1 \ 1 أو 1 \2 أو 1 \3 أو 2 \ 3 ...الخ وهذا يعني وحدة عمودية واحدة إلى وحدة أو وحدتان أو ثلاثة وحدات أفقية أو وحدتان عموديتان إلى ثلاث وحدات أفقية وهكذا . وتتم هذه العملية بأخذ قراءات إضافية على يمين ويسار القراءات المأخوذة في كل محطة من محطات المقطع الطولي فتكتب 5 L و 10L و 15L وهكذا يسارا وتكتب 5R و 10R و 15R وهكذا يمينا . مع اخذ مناسيبها كما في المقطع الطولي وتضاف إلى نفس الجدول في المقطع الطولي وكما في الشكل :



طرق حساب مساحة المقاطع العرضية :

1- عندما يكون سطح الأرض أسفل أو فوق خط الإنشاء مستويا بصورة تقريبية تستخدم قاعدة الشبه المنحرف كما في الشكل :



$$A = \frac{L \times b}{2} \times d = \frac{b + b + 2Sd}{2} \times d = d\,(b + S\,d)$$

حيث A = مساحة المقطع

b = عرض أو قاعدة الطريق أو القناة

d = عمق الحفر أو الردم (منسوب سطح الأرض – منسوب خط الإنشاء) عند الخط المركزي

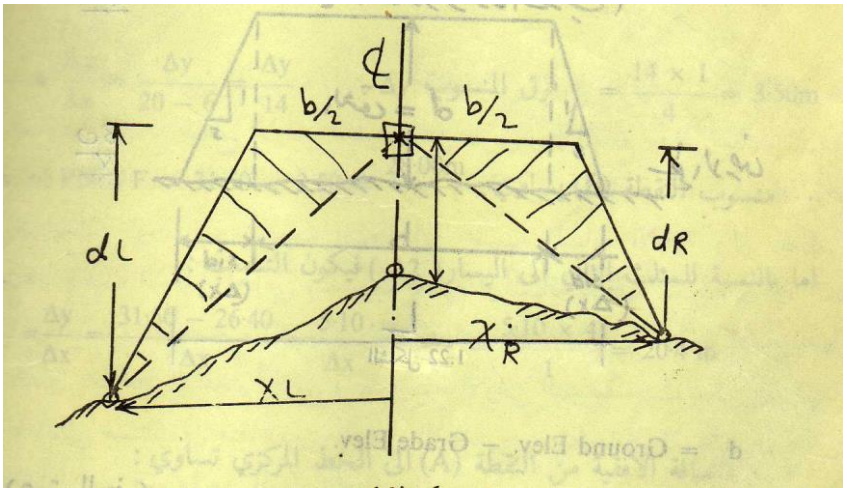
S \ 1 = الانحدار الجانبي .

مثال : من الشكل أعلاه احسب مساحة الشكل إذا علمت أن منسوب سطح الإنشاء في المركز = 32 م ومنسوب سطح الأرض = 30 م والانحدار الجانبي = 3\1 وعرض الطريق 10 م .

بما أن منسوب خط الإنشاء اكبر من منسوب خط الأرض فان المقطع يكون مقطع ردم وذا كان العكس يكون المقطع قطع ارتفاعه 32 – 30 = 2 م وبهذا تكون مساحة هذا المقطع =

A = d (b + S d) = 2 (10 + 3 × 2) = 32 m2

2- عندما يكون سطح الأرض أسفل أو فوق خط الإنشاء يحتوي على ثلاثة مناسيب يكون كما في الشكل :



A = 1 \ 2 [b \ 2 (d R + d L) + d (X R + X L)]

حيث A = مساحة المقطع

b = عرض أو قاعدة الطريق أو القناة

d = منسوب النقطة الوسطية الواقعة على الخط المركزي

dR = منسوب النقطة اليمنى

dL = منسوب النقطة اليسرى

XR = بعد النقطة اليمنى عن الخط المركزي

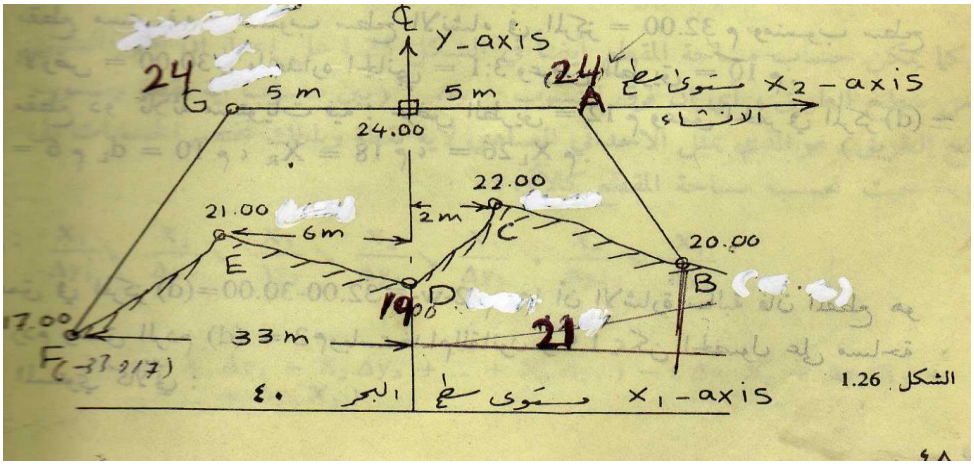
XL = بعد النقطة اليسرى عن الخط المركزي

مثال : احسب مساحة المقطع أعلاه إذا علمت أن عرض الطريق 12م وعمق الحفر في المركز (d) = 4م و dR = 6م و dL = 10م و XR = 18م و XL = 26م .

A = 1\2 [b\2 (dR + DL) + d (XR + XL) = 1\2 [12\2 (6 + 10) + 4 (18 + 26)]

= 1\2 [96 + 176] = 1\2 × 272 = 136 m2

3- عندما يكون سطح الأرض أسفل أو فوق خط الإنشاء متعدد المناسيب يكون كما في الشكل :



X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X1
Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y1

$2A = (X1Y2 + X2Y3 + X3Y4 + X4Y5 \ldots.) - (Y1X2 + Y2X3 + Y3X4\ldots\ldots)$

حيث X1 و X2 و X3 ..... = بعد النقاط عن الخط المركزي

و Y1 و Y2 و Y3 ..... = مناسيب النقاط

مثال : احسب مساحة الشكل أعلاه من المناسيب المثبتة للنقاط A , B , C , D , E , F , G وبعد كل منها يمين ويسار الخط الوسطي CL .

A	B	C	D	E	F	G	A
5	21	2	0	-6	-33	-5	5
24	20	22	19	21	17	24	24

$2A = (5\times20 + 21\times22 + 2\times19 + 0\times21 + -6\times17 + -33\times24 + -5\times24) - (24\times21 + 20\times2 + 22\times0 + 19\times-6 + 21\times-33 + 17\times-5 + 24\times5) = (-414) - (-228) = -186$

$A = -186 \setminus 2 = 93\ m2$

4- الطريقة الترسيمية أو البيانية : تعتمد هذه الطريقة على الأجهزة أو الأدوات المستخدمة أو المتوفرة حيث يمكن قياس المساحة بأحد الطرق التالية :

أ – استخدام جهاز البلانيمتر Using Planimetar : يستخدم جهاز البلانيمتر القطبي Polar Planimeter في الغالب لقياس مساحة أية قطعة مرسومة على ورقة بمقياس رسم معين حيث يسجل الجهاز عددا من الدورات وأجزائها على قرص أو طبلة وعجلة بصورة ميكانيكية نتيجة لدوران النقطة المتحركة أو نقطة التتبع Tracing Point الموجودة في الجهاز حول حدود القطعة المرسومة . وعند ضرب العدد الكلي للدورات × ثابت الجهاز يمكن الحصول على مساحة القطعة على الخارطة واستخراج مساحتها على الأرض بعد ذلك بضربها بمقياس رسم الخارطة . والقانون المستخدم لحساب مساحة القطعة على الخارطة هو :

$A = C \times n$

حيث A = مساحة القطعة على الخارطة

n = قراءة الجهاز

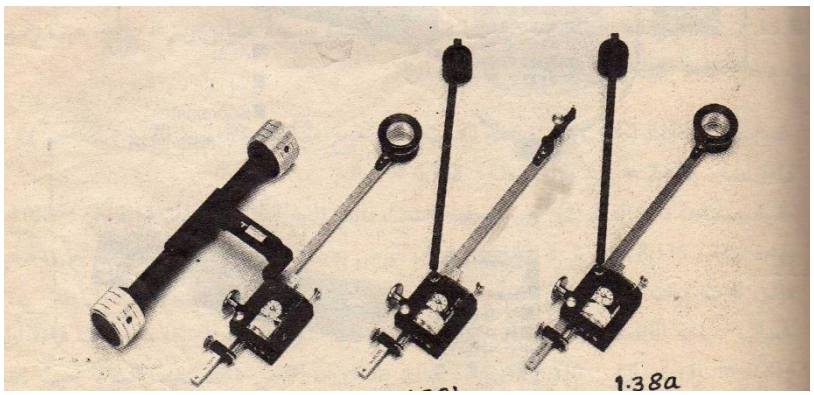
C = ثابت الجهاز ويعين ثابت الجهاز عن طريق رسم دائرة أو مربع ذو مساحة معينة (10 × 10 سم) على ورقة ثم يثبت الجهاز بجانب المربع وتوضع نقطة التتبع على إحدى أركانه ويصفر الجهاز ثم تحرك نقطة التتبع حول حدود المربع وباتجاه عقرب الساعة حتى تصل إلى نقطة البداية وتؤخذ القراءة . يفضل أن تكرر هذه العملية ثلاث مرات ويؤخذ المعدل لها وبذلك يكون ثابت الجهاز يساوي :

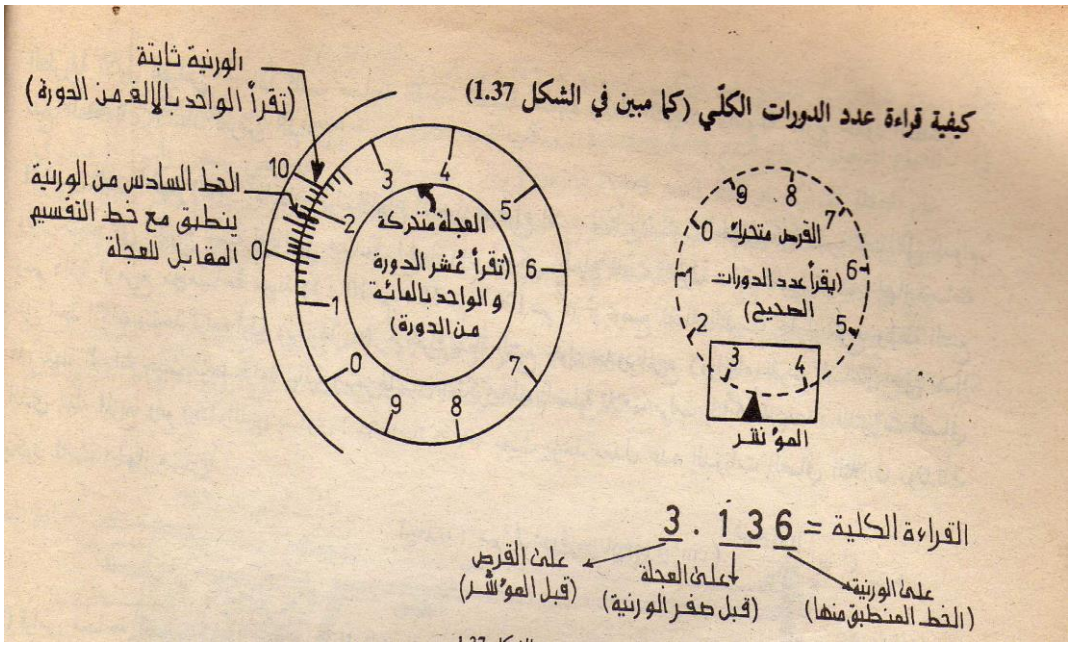
$$C = \frac{100\ cm^2}{N}$$

حيث 100 سم2 = مساحة المربع (10 × 10 سم)

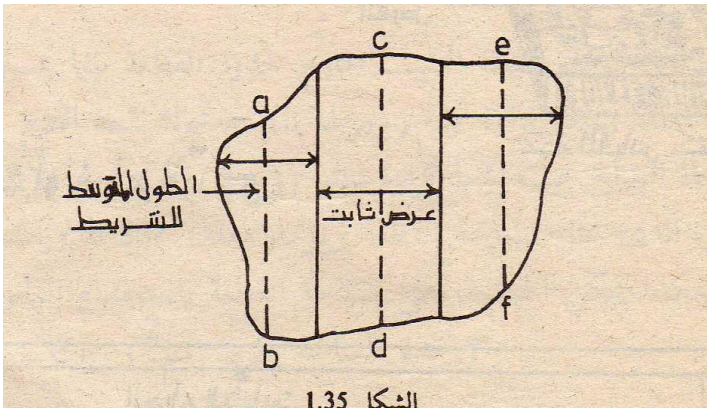
N = قراءة الجهاز حول حدود المربع

تقرا عدد دورات الجهاز كما مبين في الشكل :





ب – استخدام المقسم أو الفرجال أو المسطرة العادية : حيث يقسم المقطع إلى أشرطة عمودية ذات عرض ثابت بواسطة فرجال أو مسطرة اعتيادية . ثم تقاس أطوال هذه الأشرطة الكلية من جمع طول كل شريط مع طول الشريط الذي يليه بواسطة المقسم في الفرجال أو المسطرة العادية ويضرب الناتج بعض الشريط لاستخراج مساحة القطعة على الخارطة والذي يضرب بدوره مع مقياس رسم الخارطة لتحديد مساحة القطعة على الأرض .كما في الشكل :



الشكل 1.35

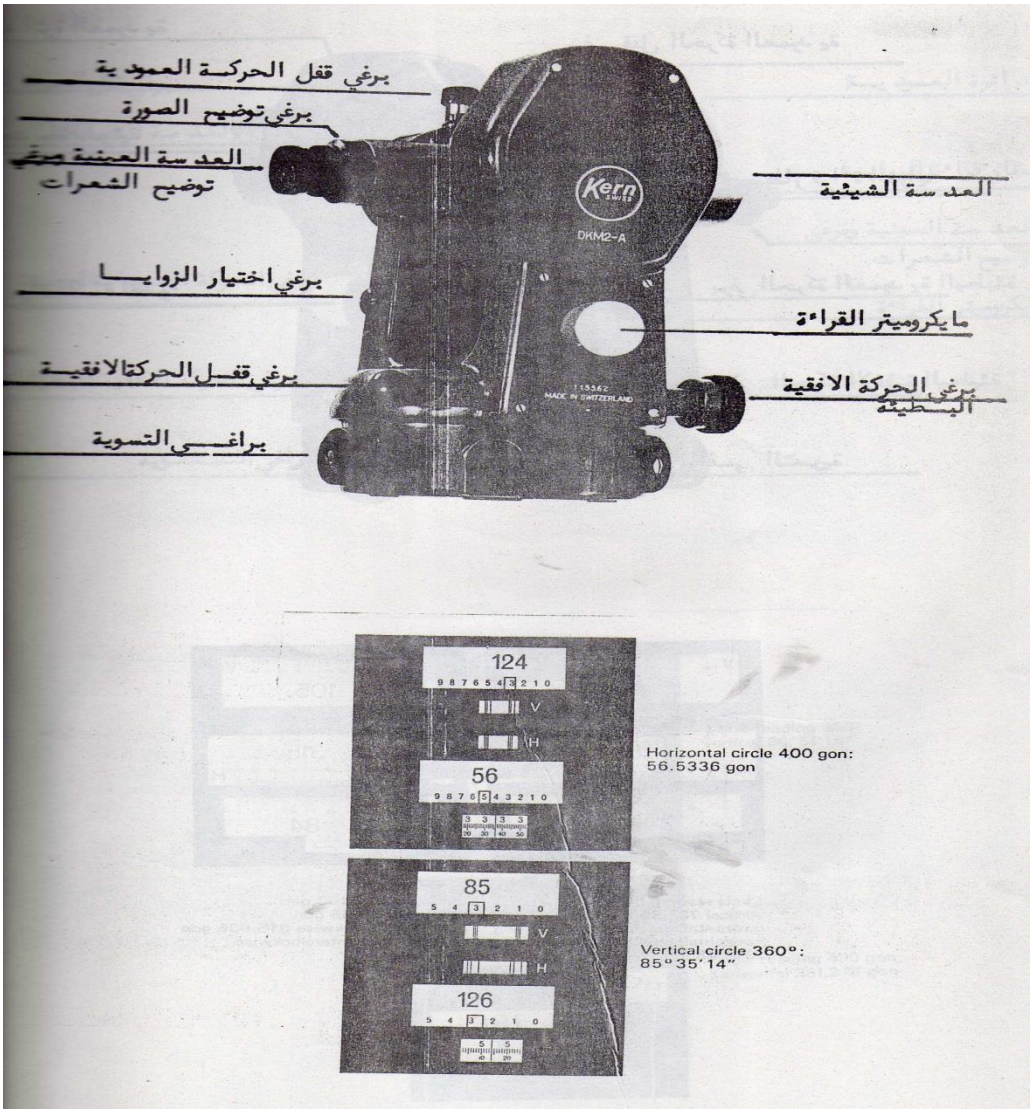
ج – استخدام ورق المربعات : حيث يرسم المقطع على ورق مربعات بمقياس رسم معين ثم تحسب عدد المربعات الصحيحة المتكونة وتضرب النتيجة في مساحة المربع على الخارطة والناتج يكون مساحة القطعة على الخارطة ومن ثم يضرب هذا الناتج بمقياس رسم الخارطة للحصول على مساحة القطعة على الأرض .

المحاضرة الخامسة

المسح التاكيومتري Tachometric Surveying

استخدام جهاز الثيودلات في المسح الطوبغرافي

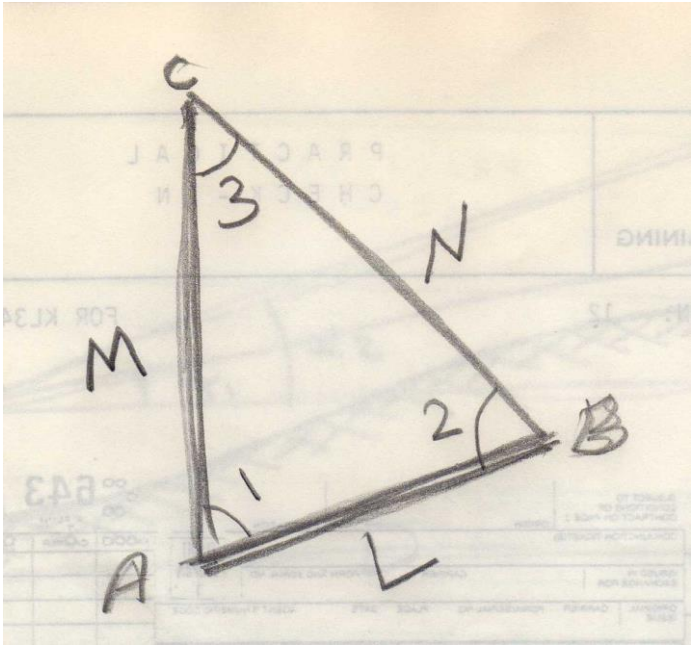
تجري أعمال المسح الطوبغرافي باستخدام آلة الثيودولايت عن طريق قياس الزوايا الأفقية والعمودية المحصورة بين النقاط أو المحطات المرصودة حيث تجري أيضا قياس المسافات والمناسيب باستخدام الأشرطة الفولاذية والكتانية أو بواسطة الأجهزة العدسية (أللفل والثودلايت والتاكيوميتر) أو الأجهزة الالكترونية (الدستومات وغيرها) ولكن الراصد قد يجابه في بعض الأحيان وخاصة في المناطق المتموجة أو الجبلية الوعرة والتي يصعب فيها قياس المسافات أو المناسيب حيث تتطلب جهد ووقت وكلف كبيرة باستخدام الأجهزة البصرية الاعتيادية مثل أللفل . أو قد تعترض الرصدات الكثير من العوائق الطبيعية مثل الأشجار والبرك والأنهر وغيرها أو عوائق صناعية مثل الأبنية والمنشاة وغيرها وخاصة في المساحات والمسافات الكبيرة جدا. لهذا فانه سيكون من الأصلح ولأجل الإسراع في العمل وتقليل الجهود والكلف هو أن تجري قياس المسافات والمناسيب بواسطة استخدام الثودلايت والمسطرة أو الشاخص أو باستخدام الدستومات والعاكس Target . والتي أصبحت تشكل العمود الفقري لأعمال المسح التفصيلي والطوبغرافي في الوقت الحاضر .



يتم استخدام الثيدولايت في قياس المسافات والمناسيب باستخدام نوعين من الزوايا وهي :

1- **الزوايا الأفقية Horizontal Angle** : تستخدم هذه الزوايا في إيجاد أطوال الأضلاع بين المحطات التي يمكن أو لايمكن الوصول إليها أو المحطات التي يمكن الوقوف أو لايمكن الوقوف عليها مثل المحطات المثبتة على قمم المساجد والكنائس أو الأبنية العالية أو أعمدة الكهرباء والضغط العالي أو قمم الجبال والمرتفعات العالية وغيرها ويتم ذلك بعدة طرق ابسطها :

أ- استخدام الزوايا الأفقية من نقطتين معلوم المسافة بينهما ويمكن الوقوف عليهما في إيجاد المسافة بينهما وبين نقطة أخرى لايمكن الوصول أو الوقوف عليها وكما في الشكل :



نفرض أن النقطتين A و B نقطتين المسافة بينهما معلومة ولتكن L ويمكن الوقوف عليهما ونقطة C نقطة أخرى لايمكن الوصول إليها أو الوقوف عليها قمة برج ضغط عالي . يثبت الثودلايت على النقطة A وتقرا الزاوية الأفقية 1 باتجاه النقطة C . ثم ينقل الجهاز إلى نقطة B وتقرا الزاوية 2 باتجاه نفس النقطة C .

من المثلث ABC يكون زاوية 3 = 180 – (زاوية 1 + زاوية 2)

ومن قانون الجيوب يكون

$$\frac{L}{\sin 3} = \frac{M}{\sin 2} = \frac{N}{\sin 1}$$

مثال : من الشكل أعلاه إذا كانت زاوية 1 = 20 55 74 وزاوية 2 = 25 44 38 . وكانت المسافة بين A و B 120م . جد المسافة بين AC و BC :

Sin 66 20 15 = 0.9159 Sine 38 44 25 = 0.6258 Sine 74 55 20 = 0.9656

الحل : زاوية 3 = 180 – (20 55 74 + 25 44 38) = 66 20 15

120 M N

---------- ----- = ---------- = ----------

Sin 66 20 15 Sin 38 44 25 Sin 74 55 20

120 Sin 38 44 25

M = ---------- = 81.99 m

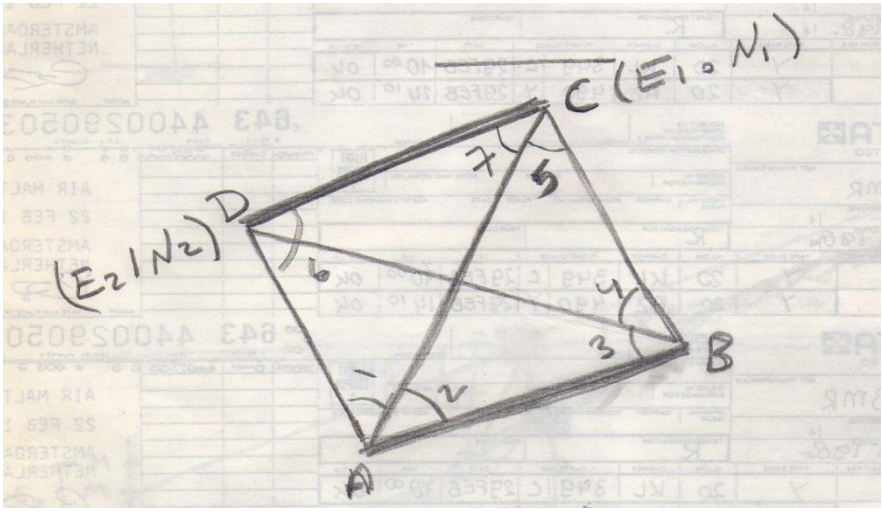
Sin 66 20 15

120 Sin 74 55 20

N = ---------- = 126.51m

Sin 66 20 15

ب – استخدام الزوايا الأفقية من نقطتين معلوم المسافة بينهما ويمكن الوقوف عليهما في إيجاد المسافة بينهما وبين نقطتين معلومتي الإحداثيات ولا يمكن الوقوف عليهما أو الوصول إليهما وكما في الشكل :



نفرض أن النقطتين هما A و B معلومة المسافة بينهما ويمكن الوقوف عليهما والنقطتين C و D نقطتين لايمكن الوقوف عليهما أو الوصول إليهما ومعلومتي الإحداثيات ولتكن(N1 , E1) C و (N2 , E2) D .

يثبت الجهاز فوق النقطة A وتقاس الزاوية 1 نحو D والزاوية 2 نحو C . ثم ينقل الجهاز ويثبت فوق النقطة B وتقاس الزوايا 3 نحو D و 4 نحو C .

من المثلث ABC تحسب زاوية 5 من 180 – (الزوايا 2+ 3+ 4)

تحسب أطوال الأضلاع BC و AC باستخدام قانون الجيوب كما في السابق

من قانون فيثاغورس تحسب المسافة بين النقطتين D و C ألمعلومتي الإحداثيات وكما يلي :

DC = √ (E2 – E1)2 + (N2 – N1)2

ومن الضلعين M و DC المعلومة الطول والزاوية 1 المعلومة تحسب الزوايا 6 و 7 وطول الضلع AD باستخدام قانون الجيوب في المثال السابق .

مثال : من الشكل السابق إذا علمت أن زاوية 1 = 33 50 49 و زاوية 2 = 52 29 49 و زاوية 3 = 38 12 31 وزاوية 4 = 22 57 23 وإحداثيات النقطة (56 . 44) C ونقطة (178, 169) D احسب المسافة بين نقطتي A و B والنقطتين D و C إذا علمت أن المسافة بين B و A كانت 100 م .

زاوية 5 = 180 – (الزوايا 2+3+4) = 180 – (52 29 49 + 38 12 31 + 22 57 23) = 08 20 75

$$\frac{100}{\sin 75\ 20\ 08} = \frac{BC}{\sin 49\ 29\ 52} = \frac{AC}{\sin 55\ 10\ 00}$$

$$BC = \frac{100 \sin 49\ 29\ 52}{\sin 75\ 20\ 08} = 78.60\ m$$

$$AC = \frac{100 \sin 55\ 10\ 00}{\sin 75\ 20\ 08} = 84.85\ m$$

$$DC = \sqrt{(E2 - E1)2 + (N2 - N1)2} = \sqrt{(169 - 44)2 + (178 - 56)2} = 174.67m$$

من المثلث ABD : زاوية 6 = 180 – (الزوايا 1+2+3) = 180 – 03 33 130 = 57 26 49

$$\frac{AB}{\sin 6} = \frac{AD}{\sin 3} = \frac{DB}{\sin 1+2}$$

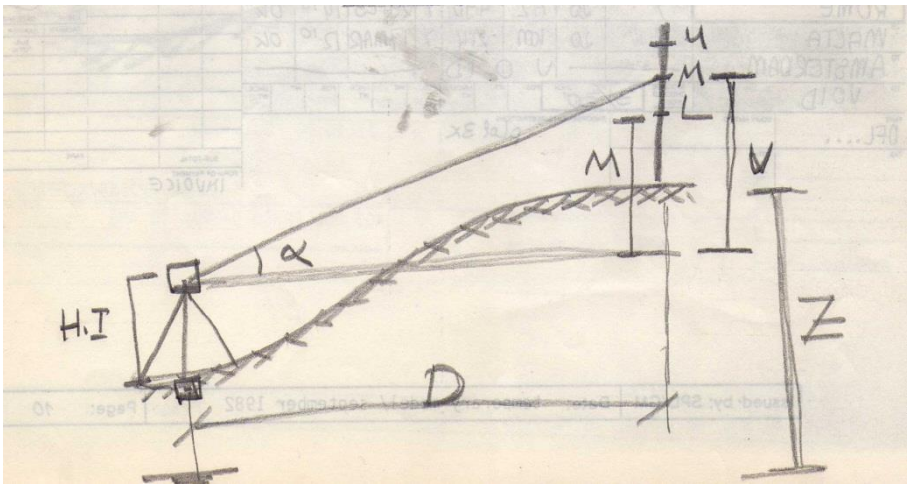
$$\frac{100}{\sin 49\ 26\ 57} = \frac{AD}{\sin 31\ 12\ 38} = \frac{DB}{\sin 89\ 20\ 25}$$

$$AD = \frac{100 \sin 31\ 12\ 38}{\sin 49\ 26\ 57} = 68.20\ m$$

$$DB = \frac{100 \sin 89\ 20\ 25}{\sin 49\ 26\ 57} = 131.60\ m$$

2- الزوايا العمودية : تستخدم لحساب المسافات والمناسيب بين المحطات وتتم بطرق عديدة ابسطها :

أ – من قراءة الشعرات الثلاثة العليا والوسطى والسفلى من مقطع مسطرة وكما في المثال والشكل :



S (part of staff) = U – L = 2.80 – 1.56 = 1.24

D = C (U – L) COS2 ά = 100 × 1.24 × COS2 8° 31́ 20″= 121.28 m

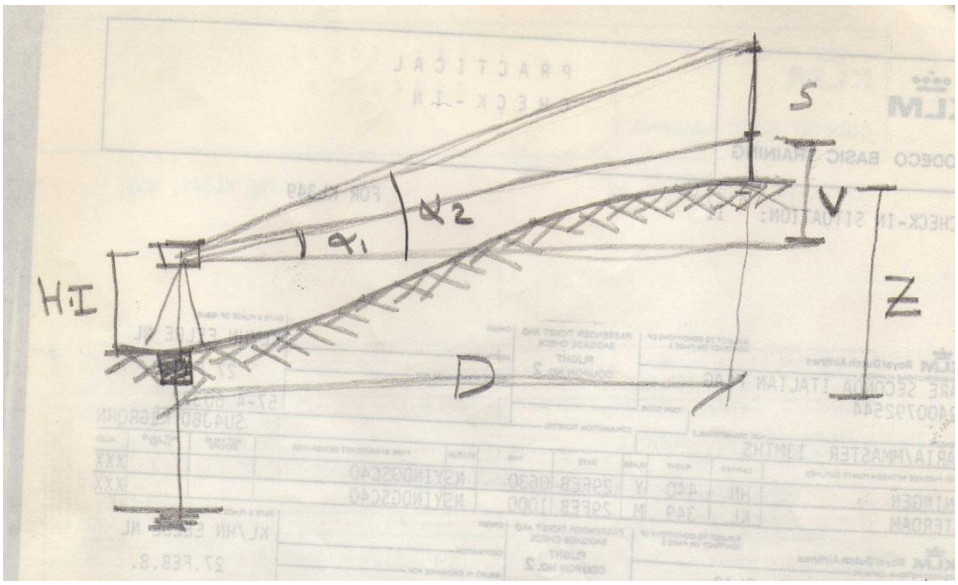
V = C \2 (U – L) Sin 2 ά = 50 ×1.24 ×0.2964 = 18.38 m

H = BM + H.I = 531.43 + 1.53 = 532.96 m

GD = V – M = 18.38 – 2.18 = 15.99 m

Z = 15.99 + 532.96 = 548.95 m

ب – من قراءة زاويتي ارتفاع ومقطع مسطرة وكما في الشكل والمثال :



ارتفاع خط النظر = 531.43 + 1.5 = 532.93

قطعة المسطرة S = 3.5 – 1.5 = 2

$$D = \frac{S}{\tan \alpha 2 - \tan \alpha 1} = \frac{2}{\tan 2\ 41\ 30 - \tan 1\ 30\ 10} = 96.25 \text{ m}$$

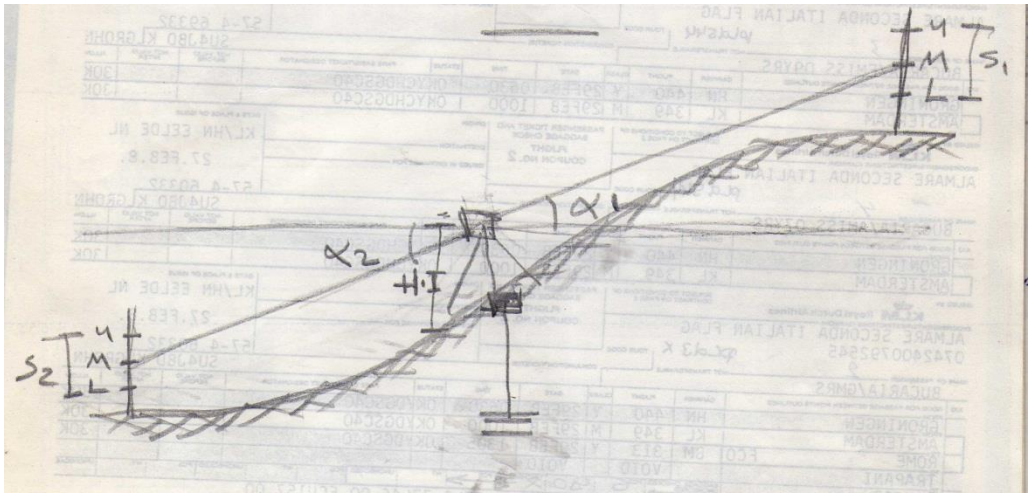
V = 96.25 × tan 1 30 10 = 2.53 m

منسوب النقطة = 2.53 – 1.50 = 1.03 m

منسوب النقطة فوق مستوى سطح البحر = 532.93 + 1.03 = 533.96 m

عند استخدام هذه الطريقة في قياس المسافات الأفقية والمناسيب فانه يجب التأكد من عمودية المسطرة دون ميلان لان عدم تعامدها قد يسبب خطا تراكمي يتطور مع المسافات والمناسيب وكذلك يجب أن يتأكد من قراءة الزوايا من خلال التأكد من ثبات فقاعة التسوية في مركز الحاقة بصورة مضبوطة لان حركتها ستسبب خطا تراكمي أيضا .

ج – من قراءة زاويتي ارتفاع مع القراءة للشعرات الثلاثة لمقطعتي مسطرتين على جانبي جهاز الثودلايت وكما في الشكل والمثال :



S1 = 1.94 – 1.33 = 0.61

S2 = 3.05 – 2.45 = 0.60

D1 = 100 S1 COS2 ά1 = 100 × 0.61 × COS2 12 10 = 57.43 m

V1 = 50 S1 Sin 2 ά1 = 50 ×0.61 × Sin 2 12 10 = 12.38 m

GD = 12.38 – 1.63 = 10.75 m

H.I = 321.52 + 1.40 = 322.92 m

H.point = 322.92 + 10.75 = 333.67 m

D2 = 100 S2 COS2 ά2 = 100 × 0.60 × COS2 10 20 = 58.43 m

V2 = 50 S2 Sin2 10 20 = - 10.65 m

GD = - 10.65 – 2.75 = - 13.41 m

H.point = 322.92 – 13.41 = 309.51 m