هندسة المساحة

# تسوية وتعديل الاراضي

لطلبة المرحلة الثانية

كلية علوم الهندسة الزراعية / جامعة بغداد


إعـــــداد

أ.م. رياض خير الدين

م.م. مريم الجبوري


2022 -2023

# التسوية Leveling

تعد التسوية من العمليات المساحية الهامة والأساسية لكل الإنشاءات والمشاريع الهندسية كتصميم الطرق والجسور وعمليات فتح القنوات والمبازل وتعديل الأراضي وغيرها. ويمكن تعريفها بأنها: **عملية إيجاد الأبعاد الراسية بين نقطتين أرضيتين أو أكثر عن مستوى ثابت وهو مستوى سطح البحر أو عن بعضهما البعض أي عملية إيجاد فرق الارتفاع بين النقط.**

ولأجل تحديد المستوى الثابت لابد من تحديد سطح للمقارنة تنسب إليه مناسيب النقاط الأخرى ولكل بلد سطح مقارنة خاص به ويشترط في سطح المقارنة أن يكون ثابتاً ولا يتغير مع الزمن, لذا اعتمدت سطوح المياه الواسعة كسطح للمقارنة. وغالبا مايؤخذ معدل مستوى سطح البحر ولفترة زمنية لاتقل عن 25 سنة كأساس في تحديد سطح المقارنة, فمثلاً في العراق يكون سطح المقارنة في الخليج العربي (شط العرب, الفاو) أما في مصر فيكون في البحر الأبيض المتوسط وهكذا. وقبل الخوض في هذا الموضوع هنالك بعض الاصطلاحات والتعاريف الموضحة في الشكل (1) ومنها:

**معدل مستوى سطح البحر:** المعدل العام لارتفاعات مياه البحر في ذلك البلد.

**السطح المستوي (Level surface ):** هو السطح الذي في جميع نقاطه يكون متعامد مع اتجاه الجذب الأرضي حسب مايدل عليه خيط الشاقول وهو سطح وهمي ليس له وجود على الطبيعة, وبالنظر لشكل الأرض الكروي فانه ليس مستوياً أفقيا وخير تمثيل له سطوح المياه الواسعة الساكنة.

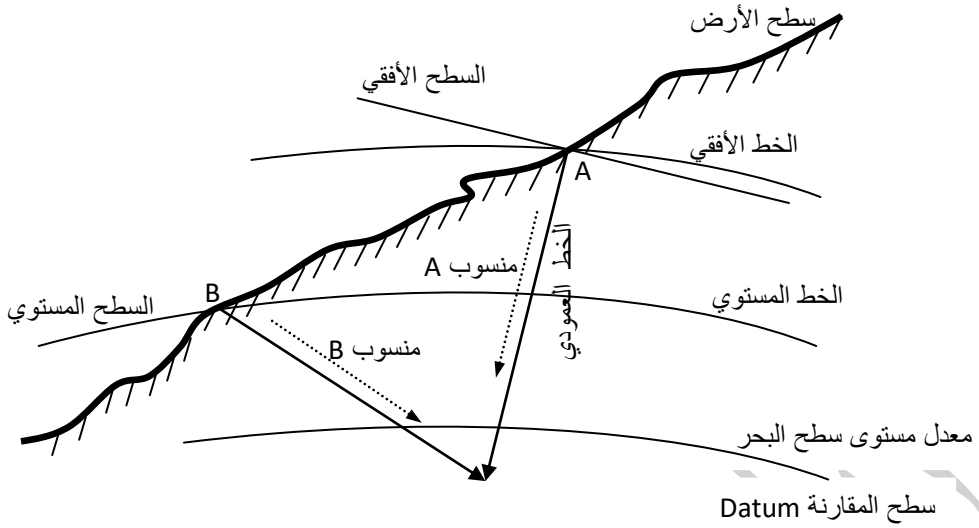
**الخط المستوي(Level line) :** هو خط يقع في السطح المستوي وبذلك فهو عمودي على اتجاه خط الشاقول في جميع نقاطه ويتصف بكامل صفات السطح المستوي.

**السطح الأفقي (Horizontal surface) أو المستوي الأفقي(Horizontal plane):** هو السطح أو المستوي المار بأي نقطة ويكون عموديا على اتجاه الجذبية الأرضية عند هذه النقطة فقط,وبذلك فانه يكون مماساً للسطح المستوي في هذه النقطة وينطبق عليه خط النظر.

**الخط الأفقي (Horizontal line)**: وهو الخط المار بأي نقطة ويكون واقعا في مستوى أفقي ومماسا لخط مستوي يمر بهذه النقاط وفي نفس اتجاهه.

**منسوب النقطة (Elevation of point) :** ويعرف بأنه البعد الراسي بين أي نقطة أرضية وبين مستوى سطح المقارنة (معدل مستوى سطح البحر) يعتبر موجبا اذا كان فوق مستوى سطح المقارنه أو سالبا إذا كان تحت مستوى هذا المنسوب,وصفراً للنقاط الواقعة على امتداد معدل مستوى سطح البحر.

**فرق الارتفاع (Δ Elevation) :** يعرف فرق الارتفاع بين نقطتين على إنه البعد الرأسي بين منسوبي الخطين المستوين المارين بتلك النقطتين.




وتجري التسوية بأجهزة تاكيومترية عديدة منها أجهزة الثيودولايت وموازين التسوية, وأكثرها شيوعاً واستعمالاً هي أجهزة اللفل (ميزان التسوية) . وهناك عدة أنواع من أجهزة التسوية منها ميزان دمبي وميزان واي والموازين التي تجمع النوعين السابقين والأجهزة ذات الحركة الرأسية الدورانية وهي الأكثر شيوعاً في الوقت الحاضر.وتقسم أجهزة التسوية من حيث الضبط والتنظيم إلى:

1. الأجهزة ذات التنظيم الاعتيادي( الميكانيكي): وهي التي تجري فيها عملية ضبط أفقية الناظور ميكانيكياً بواسطة لوالب التسوية من قبل المساح.
2. أجهزة ذات التنظيم الذاتي: هي التي تعمل بواسطة(O.M.C.) Optical Mechanical Compensating

**جهاز اللفل:** هو جهاز مساحي دقيق الغرض منه الحصول على خط نظر أفقي معلوم فضلاً عن مساعدة عين الناظر في الحصول على رؤيا واضحة للأهداف المرصودة.

**استخدامات جهاز اللفل :** تستخدم أجهزة التسوية في عدة أغراض من بينها.

1. لقياس المسافات الأفقية بين النقاط وحسب القانون التالي Hd= 100(U-L)
2. لقياس فرق الارتفاع بين النقط وإيجاد مناسيبها عن مستوى سطح البحر.
3. للرصد والتوجيه وتحديد استقامة خطوط القياس.
4. لإقامة وإسقاط الأعمدة في عمليات رفع والتقاط العوارض.
5. لقراءة وتثبيت الزوايا الأفقية.

## مكونات جهاز التسوية وملحقاته:

### 1- الركيزة أو حامل الجهاز Tripod:

وتتكون الركيزة من ثلاث أرجل أما ثابتة أو متداخلة(منزلقة) والنوع الثاني هو الأكثر استعمالاً لغرض الحصول على طول يتناسب وطول المساح إضافة إلى إمكانية استخدامه في الأراضي المنحدرة. وعادةً تربط الأرجل الثلاث مع بعضها بقطعة معدنية مسطحة مثلثة الشكل أو دائرية يتوسطها من الأسفل لولب لتثبيت الجهاز مع الركيزة أثناء عملية القياس. وتصنع الركيزة من الخشب الجيد, وتنتهي كل رجل من الأسفل بقطعة معدنية مدببة لتسهيل غرسها في الأرض اوتثبيتها بصورة مستقرة على سطح الأرض.

## 2- مسطرة التسوية Staff:

هي مسطرة مدرجة مصنوعة من الخشب أو الحديد أو المعدن بأطوال تتراوح من (2-4 )م وبأنواع مختلفة منها انزلاقية (متداخلة) أو مطوية بعضها على بعض أو ممتدة وتنتهي من الأسفل بقطعة معدنية لتلافي التآكل نتيجة الاحتكاك بالأرض, وغالبا ما تلون بألوان الأسود والأبيض او الأحمر والأبيض. تتدرج المساطر سواء بالنظام الانكليزي أو المتري وعادةً تقرأ القراءة فيها من أربعة أرقام مثلاً 2.456(م. دسم سم ملم).وتتضمن أغلب المساطر على فقاعة تسوية (Bubble ) مستديرة الشكل لضبط شاقولية المسطرة عند القياس من خلال وقوع الفقاعة في منتصف دائرتها. ويشكل الشخص الماسك للمسطرة أهمية كبيرة في تحقيق أعلى دقة في القياس. وذلك لان أي انحراف في المسطرة إلى الأمام أو إلى الخلف سوف يؤدي إلى زيادة في قيمة القراءة. وتحت ظروف معينة يطلب من الشخص الحامل للمسطرة تحريكها إلى الأمام والى الخلف ثم أخذ اقل قراءة.

## 3- المنظار (التليسكوب) ويتكون من :

1. القاعدة وتكون إما ثلاثية أو دائرية ومن طبقتين بينهما أربعة أو ثلاثة لوالب تسوية لضبط أفقية الناظور.
2. عدسة عينية
3. عدسة شيئية
4. لولب توضيح الصورة (في وسط أو أعلى الناظور)
5. لولب توضيح الشعيرات(قرب العدسة العينية)
6. دليل الرصد( فرضه وشعيرة)
7. لولب الحركة البطيئة
8. فقاعات التسوية( مستديرة أو طولية)
9. عدسة قراءة الزاوية
10. زر التنظيم الذاتي

ويتم ضبط هذه الأجهزة بنوعين من الضبط هما:

1- **الضبط الدائم:** ويجري مرة واحدة أثناء شراء الجهاز لأول مرة أو نتيجة لاستخدامه لفترة طويلة ويتطلب إجراءه معرفة علمية خاصة لضبط تتطابق محور خط نظر الجهاز ومحور فقاعة التسوية ومحور خط الانطباق إضافة إلى تعامد محور خط الانطباق مع المحور الرأسي للجهاز.

2- **الضبط المؤقت للجهاز:** وهو الضبط الذي يجري للجهاز في كل مرة ينقل فيها من مكان إلى آخر ويتم كالآتي:

1. مركز الجهاز مع النقطة الأرضية (بواسطة الخيط والشاقول)وذلك بحركة أرجل القاعدة إلى أن يتمركز الشاقول على النقطة الأرضية.
2. ضبط أفقية الناظور (بواسطة لوالب التسوية) ولوضع الفقاعة في المركزنتبع الخطوات التالية:

أ- يدار الجهاز بوضع أفقي مع لولبين من لوالب التسوية ثم يحركا اللولبان معا للداخل ا والى الخارج حتى تتخذ الفقاعة موقعاً مناسباً في الدائرة.

ب- يدار الجهاز بوضع متعامد مع اللولب الثالث ويحرك اللولب لاعادة الفقاعة الى المركز.

3. التخلص من ظاهرة الزوغان (البرلكس Parallax) وذلك بـ
   أ- ايضاح الشعيرات الى اقصى ايضاح بواسطة لولب توضيح الصورة
   ب- ايضاح الصورة (المسطرة) الى اقصى ايضاح بواسطة لولب توضيح الصورة
   ت- حركة عين الناظر امام الصورة:اذا تحركت الصورة مع العين ( اعلى –اسفل –يمين –يسار) دل ذلك على وجود الظاهرة ويتوجب اعادة توضيح الشعيرات ثم الصورة حتى ثبوت الصورة.

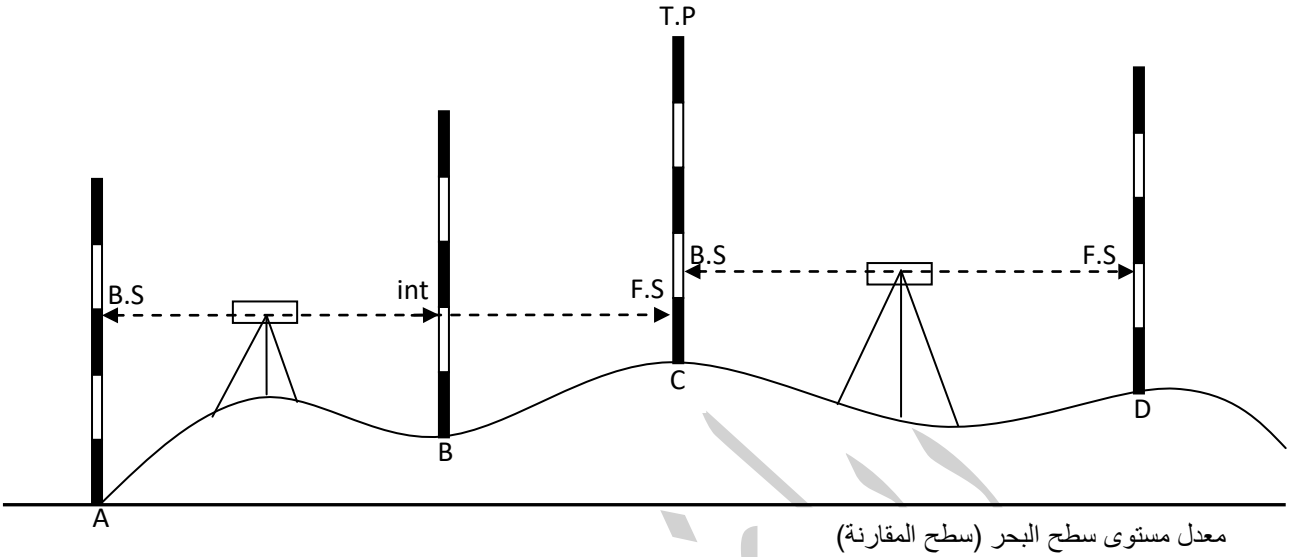
تقسم التسوية إلى نوعين :

1. **تسوية مغلقة:** وهي تلك التسوية التي تبتدئ براقم تسوية وتنتهي بنفس الراقم ويستعمل هذا النوع من التسوية في التسوية المحلية وعمليات الاستصلاح والتي تقارن فيها ارتفاعات وانخفاضات النقاط دون الحاجة إلى معرفة مناسيبها.
2. **تسوية مفتوحة:** وهي تلك التسوية التي تبتدئ براقم تسوية وتنتهي براقم آخر(أي نقطة أخرى) وتستخدم في المشاريع الطولية مثل قناة ري أو مبزل أو شارع أو غيرها

هناك بعض الاصطلاحات التي يجب التعرف عليها قبل البدء بالتسوية مثل :

**مستوى سطح البحر (سطح المقارنة) Mean Sea level :** وعادةً يمثل متوسط ارتفاعات مستويات مياه البحر خلال عمليتي المد والجزر ولفترات زمنية طويلة (25 سنة ولكل أربع ساعات) وعادة تعطي له قيمة صفر لكون سطح المياه لذلك البلد هي أوطأ نقطة وتعمل له صبة كونكريتية على سطح اليابسة تمثل معدل الارتفاع وعليه تقارن كافة مناسيب النقاط الأخرى.

1. **منسوب النقطة Elevation (EL ):**
هي المسافة الرأسية للنقطة الأرضية عن مستوى ثابت وهو سطح البحر.
2. **راقم التسوية Bench Mark (B.M ):**
عبارة عن صبة كونكريتية أبعادها 1×1×1 م تتوسطها صفيحة معدنية يثبت عليها المنسوب المعلوم عن مستوى سطح البحر لذلك الراقم وتستعمل كمرجع لتعين ارتفاعات ومناسيب النقاط الأخرى وتنتشر هذه الرواقم في جميع أنحاء البلاد.
3. **القراءة الخلفية Back Sight (B.S ):**
هي أول قراءة تأخذ بعد نصب الجهاز مباشرةً وقياساً هي المسافة الرأسية المحصورة بين المستوى الأفقي لنقطة معلومة المنسوب وبين المستوى الأفقي الذي يقع فيه خط تسديد الجهاز.
4. **القراءة الأمامية Fore Sight (F.S ):**
هي آخر قراءة تقرأ على مسطرة التسوية قبل رفع الجهاز مباشرةً وقياساً هي المسافة الرأسية المحصورة بين المستوى الأفقي للنقطة المجهولة المنسوب وبين المستوى الأفقي الذي يقع فيه خط تسديد الجهاز.
5. **القراءة الوسطية Intermediate Point (Int. ):**
هي القراءة المحصورة بين القراءة الخلفية والقراءة الأمامية. وهي عبارة عن المسافة الرأسية المحصورة بين المستوى الأفقي لخط تسديد الجهاز والنقطة المجهولة المنسوب عن مستوى سطح البحر.
6. **نقطة الدوران Turing Point (T.P):**
هي النقطة الأرضية التي تقرأ عندها قرأتين قراءة أمامية من نصبة سابقة للجهاز وقراءه خلفية من نصبة جديدة للجهاز ويكون عندها ارتفاع جديد للجهاز.
7. **ارتفاع الجهازHeight of Instrument (H.I):**
هو البعد الرأسي بين المستوى الأفقي لخط تسديد الجهاز ومستوى سطح البحر.




معدل مستوى سطح البحر (سطح المقارنة)

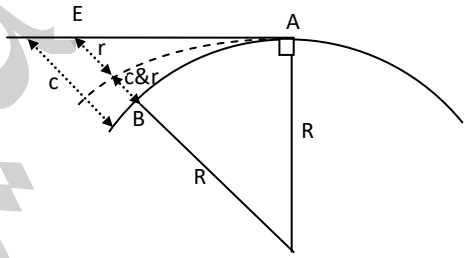
**H.Ix = ELx + B.Sx**

**ELy=H.Ix - F.Sy or Int.S**

**حيث ان X نقطه سابقه و Yنقطه لاحقه**

**التكور والانكسار:**

عـادةً مـايؤثر علـى خـط النظـر الأفقـي عـدة عوامـل منهـا شـكل الأرض الكـروي وهـذا مايسـمى بتـأثير كرويـة الأرض Curvature effect ( C) وتـأثير الانكسـار Refraction effect ( r) والنـاتج عـن انكسـار خـط النظـر نتيجـة لتغـاير كثافـة الوسـط المـار بـه الشـعاع لتغـاير درجـات الحـرارة والرطوبـة وتيارات الهواء. وشكل الآتي يوضح ذلك.




$R^2 + \mathrm{AE}^2 = (\mathrm{R} + \mathrm{C})^2$

$R^2 + AE^2 = R^2 + 2RC + C^2$ وبحذف $R^2$ من طرفي المعادلة

$AE^2 = \mathrm{C}(2R + C)$

$C = AE^2/2R + C$ R = نصف الكرة الأرضية = 6370 Km

$C = AE^2/2(6370) + C$

تحذف قيمة C لصغرها مقارنة بقيمة 2R من الطرف الأيمن من المعادلة

$$C = \frac{1}{12740}\ AE^2$$

$$C = 0.000078\ AE^2$$

ولاجل أن نحصل على قيمة بالمتر نضرب المعادلة في 1000 فنحصل على $C = 0.078\ K^2$

حيث أن C تأثير كروية الأرض بالمتر و K المسافة بين نقطتي القراءة بالكيلومتر

أما تأثير الانكسار فقد جرت العادة نتيجة للتجارب العلمية بأنه يشكل سبع كمية تأثير التكور, أي أن:

$$r = 1\backslash 7\ (C)$$

$$r = 1\backslash 7(0.078\ K^2)$$

$$r = 0.011\ K^2$$

غير انه من الصعب فصل تأثير التكور عن الانكسار من الناحية العملية, لذلك فإن تأثيرهما المشترك (C & r) يمكن حسابه من المعادلة $C\ \&\ r = C - r$

$$C\ \&\ r = 0.078K^2 - 0.011K^2$$

$$C\ \&\ r = 0.067K^2$$

وغالباً ما يمكن التخلص من تأثير التكور والانكسار عملياً من خلال الرصد المتبادل من كلا النقطتين واخذ معدل القراءات.

**طرائق حساب مناسيب النقاط وفرق الارتفاع بينهما:**

**<u>أولا: الطرائق غير المباشرة:</u>** بهذه الطرائق يتم معرفة مناسيب النقط من خلال قياس عامل آخر غير فرق الارتفاع ومنه يحسب المنسوب. ومن هذه الطرائق.

**1- التسوية البارومترية Parametric Leveling**

بموجب هذه الطريقة يقاس التغير في الضغط الجوي باستخدام جهاز البارومتر وبمعرفة إن الضغط الجوي يتناسب عكسيا مع الارتفاع يمكن حساب فرق الارتفاع بين النقط. توجد عدة أنواع من البارومترات منها الزئبقي غير انه غير عملي ولسهولة كسره والحاجة إلى ارتفاعات طويلة منه خاصة في الأراضي ذات التباين الطوبوغرافي الكبير.لذا فان استعمال البارومتر الهوائي(Altimeter )أو (Aneroid Barometer ) هو الأكثر شيوعا واغلبها يتكون من صندوق صغير مثقب من الأعلى وبداخله اسطوانة صغيرة مفرغة من الهواء مثبت عليها مؤشر يتحرك أمام تدريج يعطى قراءات التغاير في الضغط الجوي. لمعرفة مناسيب مجموعة من النقط عادةً يوضع البارومتر في إحدى النقط المعلومة المنسوب عن مستوى سطح البحر(B.M )واخذ القراءة عندها, ثم ينقل البارومتر إلى النقطة المجهولة المنسوب وتؤخذ قراءة التغاير في الضغط الجوي عندها, وبمقارنة القراءتين وباستخدام النسبة والتناسب والعلاقة العكسية بينهما يمكن معرفة منسوب النقطة المجهولة. وتعد هذه الطريقة غير دقيقة وذلك لكون التغاير في الضغط الجوي هو ليس نتيجة التغاير في الارتفاع فقط بل لعوامل جوية أخرى كالحرارة

والرطوبة النسبية لذلك يفضل استخدام أكثر من بارومیتر أحدهما يبقى ثابتاً عند النقطة المعلومة المنسوب والآخر عند النقطة المراد معرفة منسوبها وتجرى قراءة كلا الجهازين في آن واحد لغرض المعايرة وتلافي التغاير نتيجة الظروف الجوية,من جهة أخرى لا يمكن استخدامها في الأراضي ذات التباين القليل أو القريبة الاستواء,فضلاً عن عدم إمكانية أجهزة البارومیتر من تحسس وتسجيل التغاير في الضغط الجوي القليل نتيجة التغاير البسيط في الارتفاع.

## 2- التسوية الجذبية Gravimetric Leveling

يستخدم في هذه التسوية جهاز الـ Gravimetric لقياس الجذب الأرضي عند نقطة ما ومن خلال العلاقة الطردية بين الجذب الأرضي وارتفاع النقطة الأرضية عنه, وتستخدم النسبة والتناسب لحساب منسوب النقطة المجهولة. وتعد هذه أكثر دقة من سابقتها وذلك لعدم تأثر مقدار الجذب الأرضي بالظروف الجوية وإنما هو نتيجة فقط للتغاير في ارتفاع النقطة وبعدها عن مركز الجاذبية. ومع هذا فلا يمكن استخدامها في المناطق القريبة الاستواء بل تستخدم في المناطق ذات التباين الطوبوغرافي الكبير.

## 3- التسوية المثلثية Trigonometric Leveling

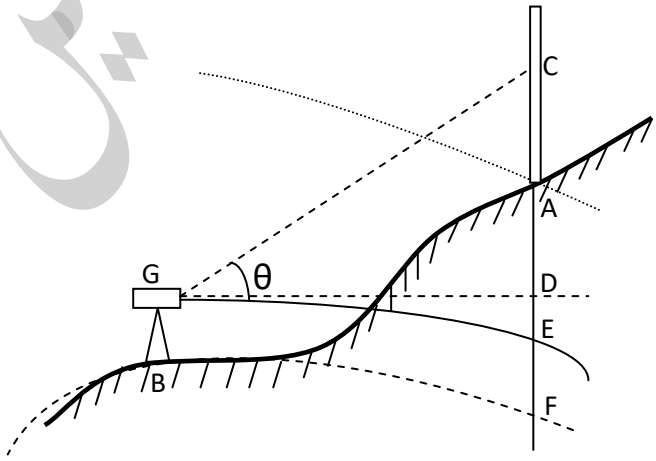
يتطلب استخدام هذه الطريقة قياس كل من:

أ- المسافة المائلة أو المسافة الأفقية بين النقطتين المراد معرفة فرق الارتفاع بينهما.

ب- زاوية ميل الأرض (الزاوية الراسية المحصورة بين المسافة المائلة والمستوى الأفقي المار بإحدى النقطتين).

ت- أن تكون إحدى النقاط راقم تسوية (B.M) معلوم المنسوب عن مستوى سطح البحر إذا ماأريد معرفة المناسيب.

وغالبا ما تستخدم هذه الطريقة في الأعمال الطبوغرافية لسهولة قياس المسافة المائلة والزاوية الرأسية بواسطة جهاز الثيودولايت أو الاليداد وتكون الطريقة عملية خاصة في المناطق الجبلية. إذ تستخدم عدة معادلات لحساب المناسيب اعتماداً على موقع الجهاز التاكومتري سواءاً في المنطقة المرتفعة أو المنخفضة(الأكثر شيوعاً) والشكل الآتي يوضح ذلك:



فمن خلال الشكل يلاحظ أننا خلقنا مثلث قائم الزاوية(GDC )بين كل نقطتين يراد معرفة فرق الارتفاع بينهما,وعليه فإن: $\Delta H_{AB} = AF = FE + ED + AD \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (1)$

حيث أن

FE : ارتفاع الجهاز (خط النظر) عن النقطة الأرضية B (H.I عن الأرض).

ED : تأثير الكروية و الانكسار ويحسب من المعادلة $C \& r = 0.067K^2$ أو يهمل إذا ما اخذ الرصد المتبادل واخذ معدل القراءات.

AD : تحسب باعتبارها AD=DC – AC

AC : قراءة المسطرة عند النقطةA.

DC: تحسب من خلال معرفة زاوية الميل وإما المسافة الأفقية أو المسافة المائلة.

فإذا كانت المسافة الأفقية GD هي المعلومة, فإن علاقة زاوية الميل تكون $\tan\theta = \frac{DC}{GD}$

$DC = GD \times \tan\theta$ $AD = GD \times \tan\theta - AC$

وبالتعويض بهذه القيم في المعادلة (1 ) نحصل على

$$\Delta H_{AB} = AF = H.I + (0.076K^2) + GD \times \tan\theta - AC$$

أما إذا كانت المسافة المائلة *GD* هي المعلومة,فان علاقة زاوية الميل تكون $sin\,\theta = \frac{DC}{GC}$

$DC = GC \times \sin\theta$ $AD = GC \times \sin\theta - AC$

وبالتعويض بهذه القيم في المعادلة (1 ) نحصل على

$$\Delta H_{AB} = AF = H.I + (0.076K^2) + GC \times \sin\theta - AC$$

**ثانياً: الطرائق المباشرة:**

وفيها يتم قياس فرق الارتفاع مباشرة. ففي حالة المسافات القصيرة بين نقطتي القياس يستخدم فيها شريط القياس أو مساطر التسوية لقياس فرق الارتفاع كما في تحديد أعماق الآبار, وارتفاعات طوابق الأبنية,وأعماق المياه وقنوات الري,وارتفاع المياه في أنابيب المجاري وبعض الأعمال الهندسية الأخرى. أما في حالة المسافات الطويلة فتستخدم التسوية التفاضلية, وهنا يجب الابتداء من نقطة معلومة المنسوب (B.M ) ثم نستخرج مناسيب النقاط الأخرى وتجرى بطريقتين:

**1- طريقة ارتفاع الجهازHeight of Instrument method (H.I)**

إن مبدأ هذه الطريقة هو استخراج ارتفاع الجهاز (بعد خط النظر) عن مستوى سطح البحر واستخدامه في معرفة مناسيب النقاط اللاحقة وفي هذه الطريقة تدون المعلومات في جدول خاص على أن يحتوي الجدول على المعلومات الحقلية الكاملة.

**2- طريقة الارتفاع والانخفاض Rise and Fall method (R & F)**

في هذه الطريقة يتم استخراج الفرق بين قراءة النقط السابقة واللاحقة فإذا كانت موجبة فهي ارتفاع وإذا كانت سالبة فهي انخفاض ومن ثم تضاف أو تطرح من منسوب النقطة السابقة لها.

**مثال//:** أجريت تسوية مغلقة لإيجاد مناسيب مجموعة من النقاط تبعد عن بعضها مسافة متساوية 200م ولخط قياس طوله 1كم, فكانت القراءات كما يلي 1.5 , 1.0 , 1.2 , 1.0 , 2.0 , 1.4 , 1.308 جد مناسيب النقاط بطريقتين H.I و R&F ثم حقق صحة العمل حسابياً وتحت أي دقة يمكن قبوله ثم جد مقدار المناسيب المصححة علما إن منسوب النقطة الأولى (B.M= 30.0 m) وان القراءات التي أسفلها خط هي قراءات خلفية.

| Stat. | B.S | Int. | F.S | H.I | R+ | F- | EL | Dis | Rem | Cor. | ELc |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1 | 1.5 | | | 31.5 | | | 30 | 0.0 | B.M | صفر | 30.000 |
| A2 | | 1.0 | | | 0.5 | | 30.5 | 200 | | 0.002 | 30.502 |
| A3 | 1.0 | | 1.2 | 31.3 | | 0.2 | 30.3 | 400 | T.P | 0.003 | 30.303 |
| A4 | | 2.0 | | | | 0.1 | 29.3 | 600 | | 0.005 | 29.305 |
| A5 | | 1.4 | | | 0.6 | | 29.9 | 800 | | 0.006 | 29.906 |
| A6 | | | 1.308 | | 0.092 | | 29.992 | 1000 | B.M | 0.008 | 30.000 |
| | 2.5 | | 2.508 | | 1.192 | 1.2 | | | | | |

للبدء في ملئ الجدول عادةً يستخرج منسوب النقطة EL أولا ثم يستخرج ارتفاع الجهاز H.I ثانياً ولكل نقطة فيها قراءة خلفية. أما النقط الوسطية فيستخرج لها فقط EL

فمثلاً للنقطة A1 نستخرج أولاً EL وبما إنها راقم فان منسوبها معلوم وهو 30م.بعدها نستخرج قيمة H.I للنقطة A1 نطبق القانون

$$H.I_{A1} = EL_{A1} + B.S_{A1}$$

$$= 30 + 1.5 = 31.5$$

وبهذه الحالة تكون لهذه النقطة منسوب EL وارتفاع الجهاز H.I لكونها نقطة راقم وفيها قراءة خلفية.

أما النقطة A2 فهي وسطية فنستخرج لها فقط EL من القانون

$$EL_{A2} = H.I_{A1} - Int_{A2}$$

$$= 31.5 - 1.0 = 30.5$$

ولا يستخرج لها قيمة H.I لأنها نقطة وسطية وأخذت قراءتها من نفس موقع الجهاز السابق.

أما النقطة A3 فهي نقطة دوران (TP) وفيها قراءة خلفية لذا يستخرج لها EL أولا من القانون.

$$EL_{A3} = H.I_{A1} - F.S_{A3}$$

$$= 31.5 - 1.2 = 30.3$$

ثم نستخرج قيمة H.I للنقطة A3 نطبق القانون

$$H.I_{A3} = EL_{A3} + B.S_{A3}$$

$$= 30.3 - 1.0 = 31.3$$

أما النقطة A4 فهي وسطية فنستخرج لها فقط EL من القانون $EL_{A4} = H.I_{A3} - Int_{A4}$

$$= 31.3 - 2.0 = 29.3$$

ولا يستخرج لها قيمة H.I لأنها نقطة وسطية وأخذت قراءتها من نفس موقع الجهاز السابق.

أما النقطة A5 فهي وسطية فنستخرج لها فقط EL من القانون $EL_{A5} = H.I_{A3} - Int_{A5}$

$$= 31.3 - 1.4 = 29.9$$

ولا يستخرج لها قيمة H.I لأنها نقطة وسطية وأخذت قراءتها من نفس موقع الجهاز السابق.

أما النقطة A6 فهي نقطة راقم (لأنها نقطة أخيرة) فنستخرج لها فقط EL من القانون

$$EL_{A6} = H.I_{A3} - F.S_{A6}$$

$$= 31.3 - 1.308 = 29.992$$

ولا يستخرج لها قيمة H.I لأنها نقطة أخيرة ويرفع الجهاز بعدها وينهي العمل.

**أما في طريقة الارتفاع والانخفاض:**

فلكل نقطة نطبق القانون

القراءة السابقة – القراءة اللاحقة = + (ارتفاع) , - (انخفاض). وعادة نبدأ بقراءة B.S وننتهي ب F.S ثم نعيد الكرة مرة أخرى من B.S جديد(أي لكل نصبة جهاز واحدة).

للنقطة A2 1.5 – 1.0=0.5 موجب (ارتفاع)

إذن منسوب النقطة A2 = منسوب النقطة A1+ 0.5 30 + 0.5 = 30.5 م

للنقطة A3 1.0 – 1.2 = – 0.2 سالب (انخفاض)

إذن منسوب النقطة A3 = منسوب النقطة A2 – 0.2 30.5 – 0.2 = 30.3 م

بما اننا انتهينا عند قراءة F.S نعيد ونبتدأ من قراءة B.S جديدة

للنقطة A4 1.0 – 2.0 = – 0.1 سالب (انخفاض)

إذن منسوب النقطة A4 = منسوب النقطة A3 – 0.1 30.3 – 0.1 = 29.3 م

للنقطة A5 2.0 – 1.4=0.6 موجب (ارتفاع)

إذن منسوب النقطة A5 = منسوب النقطة A4+ 0.6 29.3 + 0.6 = 29.9 م

للنقطة A6 1.4 – 1.308=0.092 موجب (ارتفاع)

إذن منسوب النقطة A6 = منسوب النقطة A5+ 0.092 29.9 + 0.092 = 29.992 م

بعد الانتهاء من اكمال الجدول للتأكد من صحة العمل حسابياً من خلال توافق الشروط الاتية:

1- **عدد القراءات الخلفية = عدد القراءات الامامية = عددنقلات الجهاز**

**2 = 2 = 2**

2- **مجموع القراءات الخلفية – مجموع القراءات الامامية = مجموع R – مجموع F = EL اخرنقطة – EL اول نقطة**

**30.000 – 29.992 = 1.200 – 1.192 = 2.505 – 2.500**

**0.008 – = 0.008 – = 0.008 –**

الشرط متحقق .... اذن العمايات الحسابية صحيحة..... (!!!!!هذا لايعني ان العمل دقيق!!!!!)

ولمعرفة دقة العمل ومدى قبوله نقوم بالاتي:

1- نحسب الخطأ الفعلي

الخطأ الفعلي = منسوب النقطة الاخيرة – منسوبها الحقيقي

= 29.992 – 30.000 = 0.008 م = 8 ملم

2- نحسب الخطأ المسموح به Ee

حيث ان Ee الخطأ المسموح به بالملم

C : ثابت دقة { 5 (دقة عالية) , 10 (دقة متوسطة) , 15 (دقة واطئة) , 20 (اعمال استكشافية)}

K : طول خط المسح بالكم.

للدقة العالية $Ee = 5\sqrt{1} = 5$ mm

يقارن الخطأ الفعلي بالخطأ المسموح به

فاذا كان الخطأ الفعلي اكبر من الخطأ المسموح به . يرفض العمل ويعاد حقلياً

اما اذا كان الخطأ الفعلي اصغر او مساوي للخطأ المسموح به, يقبل وتصحح المناسيب.

اذن تحت الدقة العالية اكبر من 5 ..... يرفض ويعاد حقلياً.

للدقة المتوسطة $Ee = 10\sqrt{1} = 10$ mm

اذن تحت الدقة المتوسطة اصغر من 10 ..... يقبل وتصحح المناسيب.

ولغرض تصحيح المناسيب. يطرح مقدار التصحيح من خلال تطبيق القانون

مقدار التصحيح (≠) = الخطأ الفعلي بالمتر × $\frac{\text{بعد النقطة(م)}}{\text{المسافة الكلية(م)}}$ ..... {– يضاف,+ يطرح }المنسوب المصحح ELc

مقدار التصحيح للنقطة A1 = – 0.008 × $\frac{0}{1000}$ = صفر 30.000 = 0.000 + 30.000

مقدار التصحيح للنقطة A2 = – 0.008 × $\frac{200}{1000}$ = – 0.0016 = – 0.002 30.502 = 0.002 + 30.500

مقدار التصحيح للنقطة A3 = – 0.008 × $\frac{400}{1000}$ = – 0.0032 = – 0.003 30.303 = 0.003 + 30.300

مقدار التصحيح للنقطة A4 = – 0.008 × $\frac{600}{1000}$ = – 0.0048 = – 0.005 29.300 + 0.005 = 29.305

مقدار التصحيح للنقطة A5 = – 0.008 × $\frac{800}{1000}$ = – 0.0064 = – 0.006 29.900 + 0.006 = 29.906

مقدار التصحيح للنقطة A6 = – 0.008 × $\frac{1000}{1000}$ = – 0.008 = – 0.008 29.992 + 0.008 = 30.000

رياض خير الدين

# عمل القطاعات الطولية

يعرف القطاع الطولي بأنه عمليات التسوية اللازمة لمعرفة التغايير الطوبوغرافي لسطح الأرض المتكون منها امتداد المشروع الطولي مثل عمل الشوارع وقنوات الري والبزل بأنواعها, ومد أنابيب المياه والمجاري ونصب أعمدة الهاتف وغيرها.

**خطوات عمل القطاع الطولي:**

1- تحديد محور مركزي على شكل مضلع مفتوح يمر بوسط المشروع المراد إقامته ويتطلب الأمر إقامة أكثر من محور واحد تبعا لعرض المشروع.
2- تحديد مجموعة نقاط واقعة على المحور المركزي المقام, تعطي أعلى مايمكن من تمثيل لسطح الأرض,وتراعي الشروط التالية عند اختيار هذه النقاط:
   أ- عند كل تغير معنوي(ذو اهمية) في طوبوغرافية الارض.
   ب- عند كل تغير معنوي في اتجاهات المشروع المقترح اقامته.
   ج- عند كل تغير معنوي في ميل الارض على المحور المركزي.
   د- اما اذا كانت الارض مستوية او منتظمة الانحدار فتؤخذ النقاط على مسافات متساوية.
3- تقاس المسافات الافقية بين النقاط المختارة بالطرق الاصولية المارة الذكر سابقاً وتدون في دفتر الحقل.
4- تستخرج مناسيب تلك المناطق المختارة وفق طرق ايجاد المناسيب المارة الذكر سابقاً بعد اجراء التصحيحات المناسبة عليها. وليكن المثالي الاتي تمرينا عملياً:

**مثال://** اجريت تسوية لعمل شارع ترابي ذو عرض6 م وميل جانبي 3:2 وبانحدار عام 1 % نحو الاسفل يمر بمنطقة هضبية فكانت نتائج التسوية مايأتي:

| النقطة | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 |
|---|---|---|---|---|---|
| المسافة (م) | 0.00 | 100 | 200 | 300 | 400 |
| المنسوب (م) | 22 | 29 | 24 | 32 | 23 |

5- يستخرج مقياسي رسم مناسبين احدهما أفقي للمسافات بين النقط, والآخر عمودي لمناسيب النقط يعطيان أعلى درجة من التجسيم دون الضرر في فقدان المساحات أو زيادتها وفق المعادلات الآتية:

$$\text{مقياس الرسم الأفقي} = \frac{18\ \text{سم}(\text{عرض الورقة})}{100\times\text{طول المشروع الكلي بالمتر}} = \frac{18}{100\times400} = \frac{1}{2222} = \frac{1}{2500}$$

$$\text{مقياس الرسم العمودي} = \frac{5\ \text{سم}(\text{ارتفاع المرتسم})}{100\times(\text{اعلى منسوب}-\text{اوطأ منسوب})\ \text{بالمتر}} = \frac{5}{100\times(22-32)} = \frac{1}{200}$$

6- تُسقط النقاط المختارة وعلى ورق بياني على ضوء مقياسي الرسم المستخرجين سابقا وبحسب مسافاتها الأفقية ومناسيبها عن مستوى سطح البحر ويوصل بين مواقع النقاط لتمثيل المقطع الفعلي للمشروع المقترح.

7- يُسقط المقطع التصميمي للمشروع المقترح على ضوء البيانات الهندسية المطلوبة مع مراعاة مايلي عند اختيار منسوب نقطة بداية المشروع.فإذا كان المشروع المقترح متصلا بمشروع سابق فيكون منسوب نقطة بداية المشروع المقترح مساويا لمنسوب المشروع السابق .أما إذا لم يصل المشروع المقترح بأي مشروع آخر فيحسب منسوب نقطة البداية كمعدل للمناسيب:

**منسوب نقطة بداية المشروع المقترح = مجموع مناسيب النقط / عدد النقاط.**

وفي مثالنا هذا فان المشروع غير متصل بمشروع آخر ,لذا يحسب المعدل
المنسوب التصميمي لنقطة البداية (A1) = (22+ 29 + 24 + 32+ 23)\5 = 130\5 = 26 م .
أما المناسيب التصميمية للنقط الأخرى فتستخرج من خلال النسبة والتناسب على ضوء الميل المعطى للمشروع,فللنقطة (A2) يحسب على النحو الآتي:

| المسافة | الميل |
|---|---|
| 100 | 1 |
| 100 | س |

س = $\frac{100\times1}{100}$ = 1 م الفرق
إذن منسوب هذه النقطة = منسوب نقطة البداية ــ الفرق (في حالة الميل للأسفل)و+الفرق (في حال الميل للأعلى )
منسوب النقطة (A2) = 26 -1 = 25م.
وهكذا مع بقية النقاط الأحرى (23,24, 22 للنقطة A3 , A4 , A5على التوالي).ثم تسقط المناسيب التصميمية للنقطة على المرتسم البياني وكما هو الحال في المقطع الفعلي ويوصل بين النقط لتمثل المقطع التصميمي للمشروع المقترح.

8- ومن تقاطع المقطع الفعلي والتصميمي للمشروع تحدد مناطق القطع (أعلى من التصميمي) والردم(أسفل التصميمي),ثم يحسب ارتفاع القطع وعمق الردم من خلال المعادلة الآتية:
ارتفاع القطع(+) اوعمق الردم (-)لأي نقطة = منسوب النقطة الفعلي ــ منسوبها التصميمي
عمق الردم للنقطة (A1) = 22 – 26 = 4- ردم
ارتفاع القطع للنقطة (A2) = 29 – 25 = 4+ قطع وهكذا لبقية النقاط

9- تحسب مساحات مقاطع القطع أو الردم باعتبارها شبه منحرف بقاعدة عليا تمثل عرض المشروع المقترح وبقاعدة سفلى مساوية الى عرض المشروع مضافا اليه بعد اخر نتيجة الميل الجانبي للمشروع, وبارتفاع يمثل ارتفاع القطع او عمق الردم لتلك النقطة وبحسب القانون الاتي:

**مساحة القطع أو الردم عند كل نقطة =** $\frac{\{B1+(B1+2nh)\}}{2}\times h$

حيث أن: B1 : عرض المشروع
n : مقلوب الميل الجانبي
h : ارتفاع القطع او عمق الردم
مساحة الردم للنقطة (A1) = $\{2/((4 \times \frac{3}{2} \times 2 + 6) + 6)\} \times 4$ = 48 م2 ردم
وهكذا لبقية النقاط A2 (48 قطع) , A3 ( 0) , A4 ( 175.5) , A5 ( 7.5).

10- تحسب حجوم القطع او الردم بين كل نقطتين متتاليتين باعتبارها منشور ناقص ووفق المعادلة الاتية:

**حجم القطع اوالردم=(مساحة القطاع للنقطة السابقة + مساحة القطاع للنقطة اللاحقة)/2 × المسافة الأفقية بين النقطتين**

حجم الردم بين A1 و A1 = {(0+48) \ 2}×50 = 1200م3.
حجم القطع بين A1 و A2 = {(48+0) \ 2}×50 = 1200م3.
حجم القطع بين A2 و A3 = {(0+48) \ 2}×100 = 2400م3. وهكذا لبقية النقاط.

1- تجمع حجوم القطع او الردم كل على انفراد لتمثل الحجوم المحسوبة

حجم الردم المحسوب = 1200 م3

حجم القطع المحسوب = 1200+ 2400 + 8775 + 9150 = 21525 م3

ثم تحسب الحجوم الفعلية من خلال مايأتي:

الحجوم الفعلية للقطع = الحجوم المحسوبة للقطع × 1.2

= 21525 × 1.2 =25830 م3

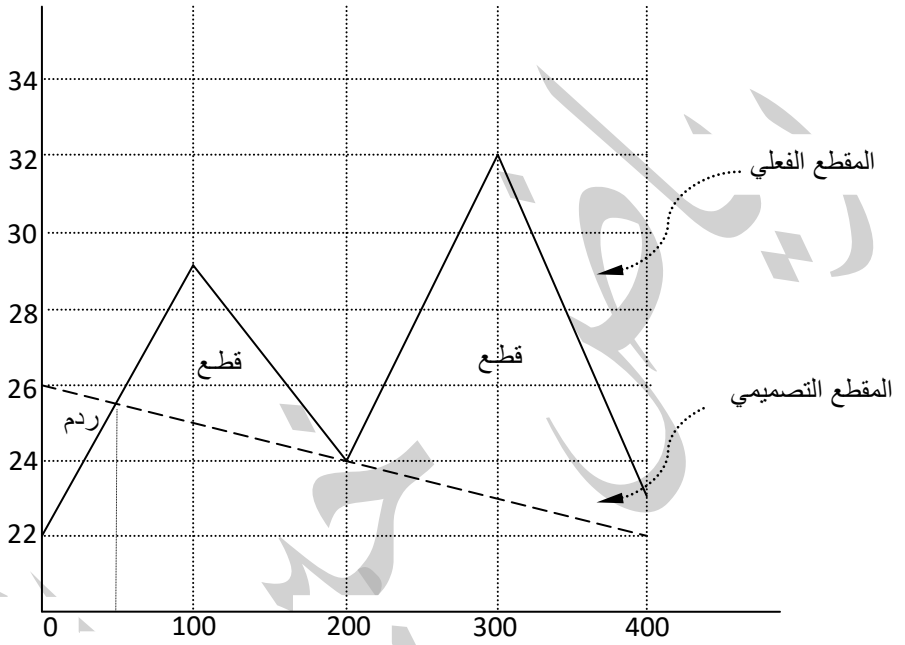
الحجوم الفعلية للردم = الحجوم المحسوبة للردم × 1.1

= 1200 × 1.1 =1320 م3

2- تقيم اقتصاديات المشروع من خلال الحصول على اقل مايمكن من فرق الحجوم الفعلية للقطع و الردم. فكلما كان الفرق اقل كلما كان المشروع اكثر اقتصادية

حجوم القطع – حجوم الردم

25830 – 1320 = 24510 م3 وهذا غير اقتصادي لزيادة كمية القطع بكثير عن الردم.




| النقطة | A1 | A1' | A2 | A3 | A4 | A5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| منسوب فعلي | 22 | | 29 | 24 | 32 | 23 |
| منسوب تصميمي | 26 | | 25 | 24 | 23 | 22 |
| ارتفاع القطع | 0 | 0 | 4 | 0 | 9 | 1 |
| عمق الردم | 4 | 0 | - | 0 | - | - |
| مساحة القطع | - | 0 | 48 | 0 | 175.5 | 7.5 |
| مساحة الردم | 48 | - | - | - | - | - |
| حجم القطع | - | 1200 | 2400 | 8775 | 9150 | |
| حجم الردم | 1200 | - | - | - | - | |

# الخرائط الطبوغرافية Topographic Maps

تعد الخرائط الطبوغرافية أساسا للعديد من الدراسات الهامة التي تتعلق بكافة مجالات الحياة اليومية .وتزداد أهميتها كلما احتوت على مناسيب النفط وذلك لبيانها الأبعاد الثلاثة لكل نقطة .إذ بالا مكان أن يبين عليها كل التغيرات في الارتفاعات والانخفاضات ,لذا فهي خير وسيلة لمعرفة تضاريس سطح الأرض .

ترسم الخرائط الطبوغرافية كغيرها من الخرائط بمقاييس رسم مختلفة تبعا للغرض والدقة من رسم الخرائط . وتأتي أهمية الخرائط هذه من أنها تمثل كل الظواهر الطبوغرافية الطبيعية والاصطناعية في آن واحد مما يجعلها صالحة للاستعمال من قبل العديد من المهتمين بشؤون الأرض . لذلك فالخرائط الطبوغرافية هي في الحقيقة صورة رأسية (تمثيل للتباين الطبوغرافي ) لجميع ما يتمثل على سطح الأرض من معالم طبيعية أو اصطناعية .

**طرائق تمثيل التباين الطبوغرافي:**

تهدف معظم طرائق التمثيل الطبوغرافي إلى تبريز شكل الأرض لعين الناظر دون بذل عناء كبير,فضلا من إنها تعطي بيانات محددة بشأن مناسيب النفط من حيث الارتفاعات والانخفاضات . ومن بين الطرائق:

1- **طريقة النماذج المجسمة Relief models method**

بهذه الطريقة تعمل صورة مجسمة من الجبس اوالشمع أو الطين أو الخشب أو أي مادة أخرى للمنطقة المراد رفعها, على أن تعطي تمثيل جيد للمعالم وفق مقياس رسم يتفق عليه,وغالبا ما يستخدم مقياس رسم للارتفاعات مغاير لمقاييس الرسم الأفقية لزيادة درجة التجسيم.غير أن هذه الطريقة تتطلب عناء كبير لانجازها فضلا من إنها تحتاج إلى وقت وجهد وتكاليف باهضة وحيز مكاني واسع ,لذا فأن استعمالها محدود ويقتصر على المنشات الهندسية الكبيرة كالسدود والمجمعات السكنية والمتاحف وغيرها .

2- **طريقة التضليل Shading method**

يستعمل التضليل كطريقة لبيان الارتفاعات والانخفاضات في الخرائط من خلال تسليط ضوء عليها من ناحية ما وتضلل الجبال والمرتفعات من الجهة المقابلة لسقوط الضوء.وبذلك تعطي درجة تجسيم وفكرة عن التغاير في التباين الطبوغرافي ,ومن مساوئ هذه الطريقة إنها تبين التباين دون تحديد قيمته ولذلك لاتستخدم في الأغراض المساحية ذات الدقة العالية .

3- **طريقة الألوان Coloring method**

غالبا ما تستخدم في الخرائط الجغرافية والأطالس والدراسات الجيولوجية ,وبموجب هذه الطريقة تلون الخارطة بعدة ألوان كل منها يدل على ارتفاع معين وشدة اللون الواحد تعطي التغاير في الارتفاع .فيستعمل اللون البني للمناطق التي أعلى من مستوى سطح البحر واللون الأزرق للمسطحات المائية ,وكلما ازداد اللون شدة زاد معه ارتفاع النقطة أو ازداد معه عمق

المياه ,لذا فهي تعبير تقريبي عن مدى التباين الطبوغرافي دون أن يظهر القيمة الحقيقة لذلك المنسوب .وعادة يرسم في أسفل الخارطة دليل اصطلاحي يبين مدى التغاير في الارتفاعات وفقا للتدرج في اللون وشدته.

**4- طريقة الهاشورHachuring method**

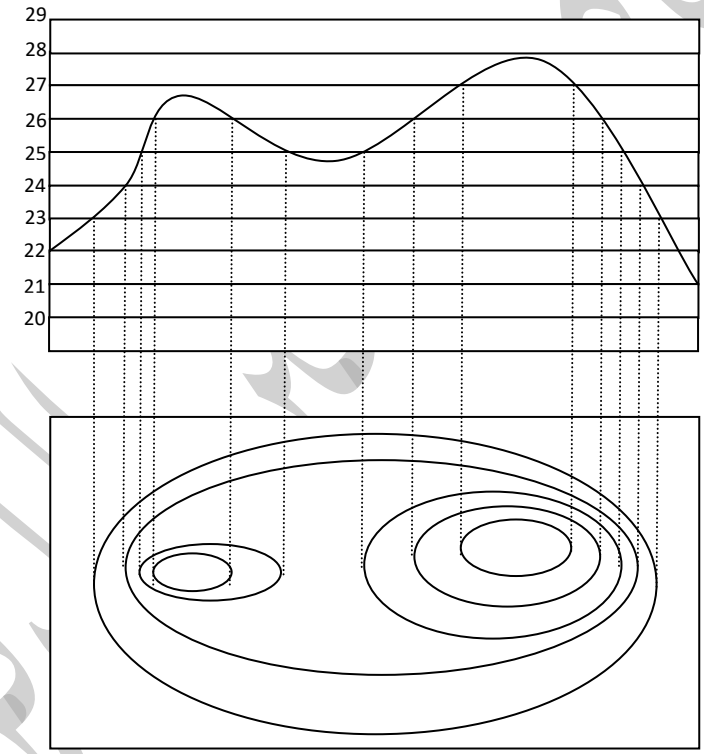
لا تختلف هذه الطريقة كثيرا عن طريقة الألوان سوى أنها تبين التغاير الطبوغرافي بهيئة خطوط صغيرة متوازية في اتجاه جريان الماء لو ترك على سطحها ,وتزداد هذه الخطوط سمكا كلما زادت شدة الانحدار ,فتظهر الأماكن المرتفعة قاتمة ويخف اللون في الأراضي السهلية والمستوية .تعد هذه الطريقة أكثر دقة من التي سبقتها ألا إنها تحتاج إلى مهارة وتمرين كبيرين ومن القلة الذين يتقنون هذا الفن ,لذا فان استخداماتها محددة في الأعمال المساحية لأنها قد تشوه منظر الخارطة خاصة في المناطق ذات التغاير الطبوغرافي الكبير القليل.

**5- طريقة خطوط الكنتور (الكفاف) Contour line method**

تعد هذه الطريقة من أهم الطرائق من الناحية الهندسية وأكثرها استعمالا لبيان الارتفاعات والانخفاضات على الخرائط الطبوغرافية ,وتسمى الخارطة التي ترسم بهذه الطريقة بالخارطة الكنتورية .وتتلخص هذه الطريقة في أن يعمل تقاطع من سطح الأرض بمستويات أفقية وهمية ذات مناسيب مختلفة ثم ترسم هذه التقاطعات بخطوط لتظهر مدى التغاير في التباين .ولرسم خط الكنتور تعين مجموعة نقط ذات منسوب واحد ويوصل بينها ,وكلما زاد عدد النقط وتوزيعها في الأرض كلما زادت دقة الخارطة وتمثيلها لسطح الأرض .وعليه يعرف **خط الكنتور** بأنه :

خط وهمي منحني يمر بجميع النقاط ذات المنسوب الواحد,أي انه اثر تقاطع مستوى أفقي وهمي ذو منسوب معين مع سطح الأرض ومنسوب خط المنسوب هو منسوب المستوى القاطع.

فإذا ما تصورنا مرتفع كما مبين مقطعه في الشكل الأتي,وقطع هذا المرتفع بمستويات أفقية متساوية البعد عن بعضها ورسمت خطوط التقاطع هذه على ورق فإنها تشكل خطوط على شكل دوائر أو خطوط منحنية كل منها يبين منسوب (ارتفاع)معين.ومن خلال الرسم يتبين لنا أن هناك مسافة عمودية بين كل خطين كنتوريين متتالين وتسمى هذه المسافة الراسية **بالفترة الكنتورية(I) Contour interval** .وفي الشكل السابق إن الفترة الكنتورية هي متر واحد ,أي إن قيمة كل خط تختلف عن الخط الذي يليه بمقدار واحد متر .وتكون قيمتها ثابتة في الخارطة الواحدة وتحسب رياضيا قبل رسم الخرائط.أما المسافة الأفقية بين كل خطين كنتوريتن كما تظهر على الخارطة فتسمى **بالفسحة (الفاصلة)الكنتورية** ,وعادة تقاس على الخارطة بعد رسمها وتتباين هذه المسافة حسب الانحدار وشدته فتتقارب في الأماكن المنحدرة وتتباعد في الأراضي السهلية المنبسطة .



## العوامل التي تحدد قيمة الفترة الكنتورية المختارة

للفترة والفسحة الكنتورية أهمية كبيرة في معرفة الانحدارات والميول في الأرض ,لذا فان قيمتها بالغة الأهمية في دقة رسم الخرائط الكنتورية ,لذا يجب التفكير في تحديد قيمة الفترة الكنتورية قبل البدء بالعمل ويجب أن تحدد على ضوء واعتبارات وشروط فنية وعلمية ,ومن بين هذه العوامل هي:

### 1- الوقت والتكاليف

ويقصد به الوقت المقرر لإنهاء العمل والتكاليف المخصصة لانجازه ,ومن البديهي كلما صغرت الفترة الكنتورية كلما طالت مدة العمل وبالتالي تزداد الكلفة اللازمة لانجاز العمل, والعكس صحيح.

### 2- الغرض من إعداد الخارطة

فكلما اتجه العمل باتجاه الشؤون الهندسية وبيان تفاصيل دقيقة كلما تطلب الأمر اخذ فترة كنتورية صغيرة وقد تصل إلى اقل من 10 – 20 سم في المهام التي تتطلب معرفة الانحدارات الدقيقة بينما تصل إلى 50 م كما في دراسات الجبال والمناطق الوعرة .

### 3- سعة المنطقة المشمولة بالمسح

كلما ازدادت مساحه الأراضي المشمولة كلما كبرت الفترة الكنتورية للتقليل من الوقت والمصاريف .

### 4- مقدار التباين الطوبوغرافي

كلما كانت الأرض منبسطة كلما احتجنا إلي فترة كنتورية صغيرة لبيان التغايرات الطفيفة في سطح الأرض في حين يمكن استخدام فترة كنتورية كبيرة في المناطق الجبلية وتحت دقة عالية.

### 5- مقياس الرسم المطلوب

وهذا من أهم الأمور التي تتحكم في تحديد الفترة الكنتورية ,إذ تتناسب الفترة الكنتورية عكسيا مع مقياس الرسم. فكلما كبر المقياس صغرت الفترة الكنتورية.

هناك عدة معادلات يمكن استخدامها لحساب الفترة الكنتورية منها قانون ايمهوف Imhov

$$I = n \times \text{Log } n \times \tan \theta$$

حيث أن

$$n = (1 + \frac{m}{100})^{1/2}$$

m = مقام مقياس الرسم

θ = زاوية الانحدار العام

أو من القانون الآتي:

$$\mathbf{I = \frac{m \tan \theta}{2\Delta El}}$$

حيث أن I = الفترة الكنتورية بالمتر

ΔEl = أعلى منسوب – أوطئ منسوب

## خـواص خـطوط الكـنتور

1- جميع النقاط الواقعة على خط كنتوري معين تكون ذات منسوب واحد.
2- تتقارب خطوط الكنتور في الانحدارات الشديدة وتتباعد في الأراضي المنبسطة والسهلية.
3- تظهر المسافات المنتظمة بين خطوط الكنتور ميلا منتظما وتوازيها وتساوي البعد بينها يدل على إن الأرض منتظمة الانبساط أو الميل.وقد تكون متوازية ومستقيمة في الأراضي المنبسطة (نادر الحدوث)
4- الخط الكنتوري خط واحد لا يتفرع ولا يلتقي بخط كنتوري آخر
5- لا يمكن للخط الكنتوري أن ينتهي عند حد معين ,بل لابد له أن يرجع إلى حيث ما بدأ .وليس من الضروري أن يلتقي بنفسه في الخارطة المرسومة وبهذه الحالة يقطعها بنقطتين ليلتقيا خارج الخارطة.
6- خطوط الكنتور المنغلقة تظهر أما مرتفع (تزداد القيم نحو الداخل) أو منخفض(تقل القيم نحو الداخل).
7- ممكن لخطين كنتوريين متساويين في القيمة أن يظهرا وكأنهما ملتقيان كما في حالة قمم الجبار وقاع الوديان.
8- ممكن لخطين كنتوريين مختلفين المنسوب أن يظهرا وكأنهما ملتقيان كما في الكهوف والأنفاق والجسور.
9- ممكن أن تظهر خطوط الكنتور زاوية قائمة كما في الجدران ومساقط المياه والنتوءات البحرية.
10-الخطوط الكنتورية الكثيرة الالتواء والتعاريج تدل على وعورة الأرض وعم انتظامها.
11 - تموج خطوط الكنتور دليل على وجود سلسلة من الارتفاعات والانخفاضات.
12- قد يكون للخط الكنتوري ذو منسوب معين أكثر من خط في الخارطة الواحدة,وكل خط منها مقفل على نفسه أو منتهيا عند حدود الخارطة بنقطتين.

## طرائـق رسـم الخرائـط الكنتوريـة

يتطلب رسم الخارطة الكنتورية تهيئة مايلي:

1- تحديد مواقع مجموعة نقط على سطح الأرض.
2- قياس المسافات الأفقية بين هذه النقط بالطرق السابقة.
3- إيجاد مناسيب هذه النقط بالطرق المتعارف عليها سابقا.
4- نقل النقاط الأرضية بمواقعها النسبية من الأرض على الورق وفق مقياس الرسم المختار.
5- ربط النقاط المتساوية المنسوب مع بعضها للحصول على خطوط الكنتور مع مراعاة خواص الخطوط الكنتورية المارة الذكر بكل دقة واعتناء.

**ولعمل هذه الخطوات هناك طريقتين:**

1- **الطريقة المباشرة** :

تستخدم هذه الطريقة في المساحات الصغيرة ذات التباين الطوبوغرافي المميز,وتتم بمرحلتين: تثبيت نقاط خط الكنتور الذي يحدد قيمته مسبقا من خلال عمليات حسابية وعلى ضوء الفترة الكنتورية المقترحة ولمحسوبة رياضيا,ومسح النقاط المحددة.وتنفذ المرحلتين معا أو بصورة منفصلة,حيث تحدد مواقع النقاط بأوتاد خشبية كل منها يحمل قيمة لخط كنتوري.ثم تنقل مواقع الأوتاد إلى الأوراق بمناسيبها ومسافاتها وفق مقياس لرسم ويباشر بتوصيل النقاط ذات المنسوب الواحد لإكمال الخط الكنتوري وهكذا لحين إكمال الخارطة.وتتميز هذه الطريقة بأنها طريقة متبعة ومكلفة وتحتاج إلى وقت طويل لانجازها ألا إنها طريقة دقيقة حيث يتم تحديد الخط الكنتوري مبدئيا وكما موجود في الطبيعة.

2- **الطريقة الغير مباشرة:**

وتعتمد هذه الطريقة على تثبيت مناسيب مجموعة من النقط الأرضية المختارة على امتداد خطوط مستقيمة وعند تقاطع شبكة من الخطوط المتعامدة بعضها مع البعض أو من خلال اختيار مجموعة نقط مميزة ذات أهمية خاصة للقائم بالعمل والهدف من إعداد الخارطة.ثم تنقل مواقع النقط مع مناسيبها ومسافاتها الأفقية إلى مخطط ورقي ويمرر الخطوط الكنتورية بينها,الأمر الذي يقلل من دقتها لان الخط الكنتوري المرسوم قد لايمثل القيمة الحقيقية له كما هي في الطبيعة.ومن بين هذه الطرائق:

أ- **طريقة المقاطع العرضية**

وتستخدم في الأراضي الشريطية الطويلة,حيث يمرر خط مركزي محوري وسط المنطقة,ثم تعمل وبشكل متعامد معه مجموعة قطاعات عرضية تبعد عن بعضها مسافات محددة ومعينة ثم تحدد مجموعة نقط على كل من هذه القطاعات ثم تنقل مواقعها مع مناسيبها ومسافاتها إلى الورق ويكمل عملية إمرار خطوط الكنتور لرسم الخارطة الكنتورية.

ب- **طريقة النقاط الأرضية المهمة(المميزة)**

تحدد مجموعة نقط طبقا لأهميتها وتميزها للمساح والغرض والدقة من إعداد الخارطة وتثبت المسافات الأفقية لها ومناسيبها بالطرق المتعارف عليها.ثم تحتل كل نقطة على انفراد وتعمل عليها مجموعة أشعة بأطوال وأعداد حسب الأهمية والتمييز,بعدها تحدد مجموعة نقط أخرى على كل شعاع وتحسب مناسيبها ومسافاتها الأفقية أيضا.تنقل النقاط المختار سواء الرئيسة منها أو الفرعية إلى المخطط الورقي حسب مقياس الرسم المختار,ويباشر بإمرار خطوط الكنتور بينها للحصول على الخارطة الكنتورية.

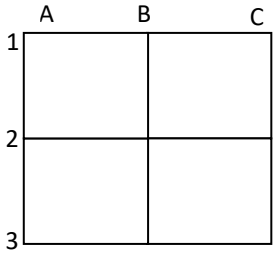
ج- **طريقة المربعات**

تعد هذه الطريقة من أكثر الطرق استخداما لسهولتها وقلة كلفتها ألا إنها اقل الطرق دقة,وتستخدم في المساحات الصغيرة ذات الانحدارات البسيطة.وتجرى وفق الخطوات الآتية:

1- تقسم الأرض إلى شبكة من المربعات بطول ضلع مربع يتناسب مع الدقة المطلوبة,وعدد العوارض المطلوب رفعها والتباين الطوبوغرافي,وبصورة عامة كلما أريد بيان تفاصيل أكثر كلما صغر طول الضلع.ثم تثبت مواقع رؤوس المربعات بأوتاد خشبية(وكمثال عملي نختار طول الضلع 100م وان الأرض ذات انحدار عام 1.15).

2- تستخرج مناسيب نقاط رؤوس المربعات بالطرق السابقة.

3- يعمل مشبك(مصفوفة)لمواقع النقاط الأرضية حسب مواقعها الفعلية في الطبيعة وترمز بالأرقام والحروف.




4- يحسب مقياس الرسم المختار وفق الطرق المتعارف عليها من حيث مساحة المنطقة والورق المستعمل (وهنا يراد ورق فعلي10×10)سم.

مقياس الرسم(الطولي أو العرضي)=عرض أو طول الورق الفعلي/ طول أطول خط × 100

= 200/10 × 100 = 1: 2000

5- يحول طول ضلع المربع إلى ما يكافئه على الخارطة حسب المقياس المستخرج.

| سم خ | م ط |
|---|---|
| 1 | 20 |
| س | 100 |

س = 100\20 = 5 سم

ثم تنقل مواقع النقاط الأرضية مع مناسيبها على ورق الرسم وحسب الطول المناظر لها ( 5 سم) وعلى ضوء مشبك المصفوفات المعمول سابقا مع مراعاة الاتجاهات وكما هي في الطبيعة.

6- تحسب الفترة الكنتورية من تطبيق القانون الآتي $\mathbf{I = \frac{m \tan \theta}{2\Delta EI}}$

$$I = \frac{2000 \tan 1.15}{2(20-10)} = \frac{2000 \times 0.02}{20} = \frac{40}{20} = 2\,m$$

7- يحسب عدد الخطوط الكنتورية من المعادلة:

عدد الخطوط الكنتورية = $\frac{\text{اعلى منسوب–أوطأ منسوب}}{\text{الفترة الكنتورية}} = \frac{(10-20)}{2}$ = 5 خط

8- تستخرج قيم الخطوط تنازليا(الأفضل) أو تصاعديا

قيمة الخط الأول = أعلى منسوب ــ الفترة الكنتورية = 20 ــ 2 = 18م

قيمة الخط الثاني = قيمة الخط الأول ــ الفترة الكنتورية = 18 ــ 2 = 16م

قيمة الخط الثالث= قيمة الخط الثاني ــ الفترة الكنتورية = 16 ــ 2 = 14م

قيمة الخط الرابع= قيمة الخط الثالث ــ الفترة الكنتورية = 14 ــ 2 = 12م

قيمة الخط الخامس= قيمة الخط الرابع ــ الفترة الكنتورية = 12 ــ 2 = 10م

9- يحدد موقع مرور الخط الكنتوري الأول وباستخدام الطريقة الحسابية وعلى النحو الآتي:

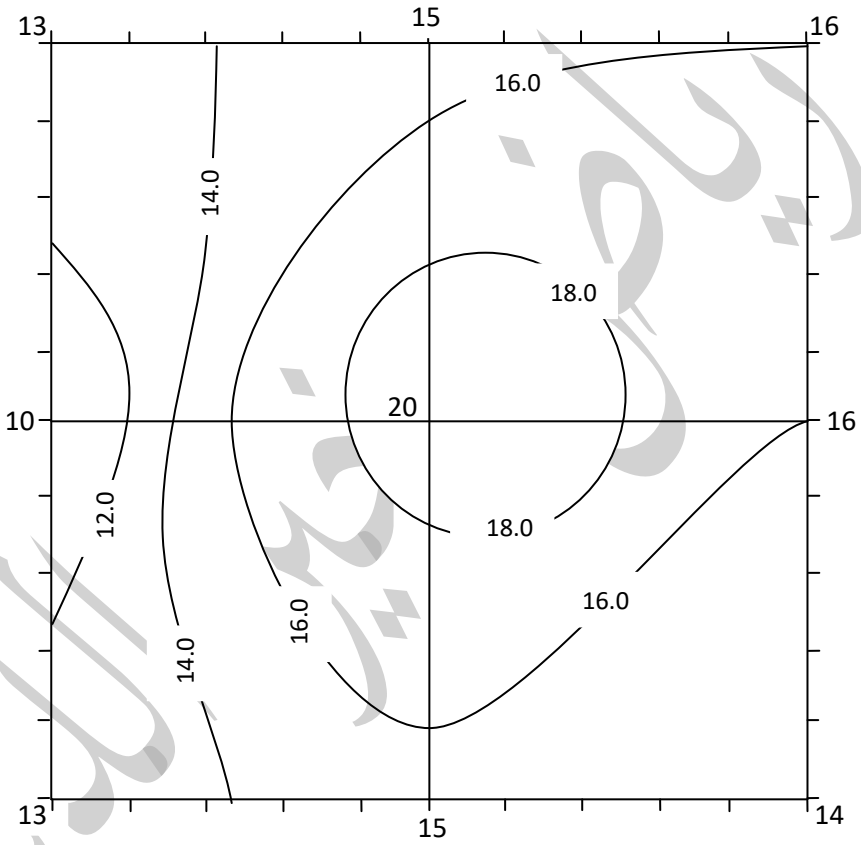
$$\text{بعد الخط عن أوطأ نقطة} = \frac{\text{قيمة الخط المراد امراره–اوطأ منسوب بالضلع}}{\text{اعلى منسوب بالضلع–اوطأ منسوب بالضلع}} \times \text{المسافة الأفقية بينهما على الخارطة}$$

$\frac{18-15}{20-15} \times 5 = 3\text{cm}$ $\qquad$ $\frac{18-16}{20-16} \times 5 = 2.5\text{ cm}$

$\frac{18-10}{20-10} \times 5 = 4\text{cm}$ $\qquad$ $\frac{18-16}{20-16} \times 7.1 = 3.55\text{ cm}$

$\frac{18-14}{20-14} \times 7.1 = 4.7\text{cm}$ $\qquad$ $\frac{18-13}{20-13} \times 7.1 = 5.1\text{ cm}$

وبعد معرفة مواقع المرور الخط الكنتوري ذو المنسوب 18م, تسقط هذه المواقع على الخارطة ثم يوصل بينها بخط منحني لحين إكمال انغلاقه,بعدها يمسح جزء من الخط ويدون منسوبه فيه.وهكذا يعمل مع الخط بقية الخطوط وبالتوالي مع مراعاة خواص الخطوط الأنفة الذكر.حيث بالإمكان تواجد خط كنتوري بنفس المنسوب بأكثر من خط واحد في الخارطة.


13
15
16
16.0
14.0
18.0
10
20
16
12.0
18.0
16.0
16.0
14.0
13
15
14