تسوية وتعديل ارض Land Leveling

المحاضرة الاولى   د بسام الدين الخطيب هشام

مقدمة /

ان تسوية الاراضي من الموضوعات الهامة وخاصة نحن بحاجة الى استصلاح مئات الاف من الدونمات في شتى انحاء القطر مثل مشروع الرضوانية والصويرة واعالي الخالص وغيرها من المشاريع . تجرى عمليات التسوية للحصول على سطح ملائم للتربة تسهل عليه حركة الماء ويزيد من كفاءة الري السطحي ، والتخلص من المياه الزائدة وصرفها الى المبازل .كما ان عملية غسل التربة من الاملاح تحتاج الى عمليات تسوية وتعديل .

لماذا عملية التسوية والتعديل ؟

ان اثر الاراضي غير المسواة على الناحية الاقتصادية كما ياتي :

1- خفض الانتاج لاغلب المحاصيل بسبب :

أ- عدم توزيع الماء بالحقل بعمق واحد ،وهذا يخفض نسبة الانبات او عدم الانبات نهائيا .

ب- غدم توزيع البذور المنشورة بالباذرة بأعماق متساوية مما يزيد من نسبة فشل الانبات .

ج- كثرة الادغال وخاصة بالمناطق المنخفضة .

2- زيادة احتمال تملح الاراضي وخاصة المناطق المرتفعة بالحقول الزراعية .

3- صعوبة الري / يلاقي ري الاراضي المرتفعة صهوبة بالغة من جهة وانغمار الاراضي المنخفضة بكميات كبيرة من المياه ولمدة طويلة من جهة ثانية وكذلك استعمال كميات مياه كبيرة اضعاف ما يستعمل في في ري الاراضي المستوية .

4- يكلف ري الاراضي غبر المسوا مبالغ كبيرة عند اتباع طرق ري وزراعة كالرش والزراعة على خطوط كنتورية ، كذلك استعمال مضخات كبيرة لرفع المياه .وهذا يحتاج الى مبالغ اضافية .

5- هنالك تأثيرات جانبية اخرى تشمل استهلاك الوقود والمكائن الزراعية وكفاءة عملها في الاراضي غير المسواة .

يجب على مشرف التسوية والتعديل ملاحظة الاتي قبل البدء بها :

1- دراسة ظروف الارض ومشاكل التربة .

2- استخدام خارطة مسح التربة Soil Survey ودراسة مقطع التربة Soil Profile لتحديد عمق التربة والمنطقة الخصبة وعمق الماء الارضي والخصائص الاخرى .

3- الحفاظ قدر الامكان على الطبقة السطحية من التربة والتي عمقها 30 سم وعدم طمرها وخاصة المستغلة سابقا لانها تحوي على المواد العضوية والغذائية لنمو النبات .

تسوية الاراضي للري السطحي

يتطلب الري السطحي ارضا تسير فيها المياه بالتساوي من غير ان تسبب نحرا او تأكلا في الارض ،ويتوقف نجاح الري السطحي على ان يكون انحدارا مستمرا ومنتظما لمسافة طوبلة قدر الامكان في اي قطاع من الارض . لما لها من تأثير كبير على مدى الاستفادة من مياه الري وتأكل الارض ومسائل الضرف والزمن اللازم للري .

من الممكن تقليل الخسارة في الارض والمياه ووقت المزارع الى اقصى حد ممكن بأجراء تسوية شاملة لكل الحقل .

قبل اجراء عملية التسوية لهذا النوع من الري لابد ان نجد الاجابة على السؤالين التاليين :

1- هل المكان مناسب للري السطحي ؟

2- اي طريقة من طرق الري السطحي سوف تستعمل ؟

تعد عملية التسوية للري السطحي غير اقتصادية للأسباب الاتية :

1- عمق التربة السطحية صغير /

وهذا يؤدي الى اجلاء سطح التربة احجارا ومواد غير مرغوب فيها .

2- وعورة وعدم انتظام طوبوغرافية الارض /

وهذا يحكم تكاليف التسوية التي هي غالبا العامل الفاصل في تحضير للري ،والارض التي تتطلب نقل 300-400 م^3 للدونم الواحد تعتبر باهظة التكاليف وغير اقتصادية .

3- الانحدارات الشديدة /

كلما زاد الانحدار قد نصل الى حالة يكون من الصعب فيها ري الري اضافة الى التاكل الشديد للارض .

4- عدم وجود وسائل للصرف /

خاصة في الاراضي المستوية جدا ومساميتها عالية ومستوى الماء الارضي مرتفع .

5- الاراضي ذات الثقوب والشقوق الكبيرة /

الترب الرملية والعضوية يكون معدل غيضها عالي .

خطوات تحضير الارض للتسوية

بعد الاستقرار على ان المكان مناسب واقتصادي للري السطحي واختيار الطريقة المناسبة ،يأتي تحضير الارض للتسوية وكالاتي :

1- اختيار الوقت /

انه غير اقتصادي بل ومفسد ايضا لقيمة الارض ان نقوم باستخدام مكائن نقل الاتربة في الجو الممطر او في الارض الطينية المبللة ايضا يستحسن ان نقوم بالتسوية في الفصول الجافة .

2- تنظيف الارض /

يجب حرق بقايا المحاصيل التي قد تكون موجودة اةو الاعشاب الطبيعية او تزال جانبا ،ويجب ان تتم عملية التنظيف قبل البدء بعملية ازالة الاتربة .

3- اختيار وحدات المساحات للتسوية بصورة منفصلة /

يعد تقسيم الارض حسب خطوط كنتورها الى قطع يمكن تسويتها بصورة منفصلة باقل تكاليف وباقل كمية من الحقر والردم خطوة بالغة الاهمية .

يبين الشكل ادناه اراض مع خطوط كنتورها وهي ذات طابع مختلف ومتنوع وتحتاج الى تقسيمها لمعالجة كل قطعة على حدة .ويجب ان نبين الاتي :

1- التغير الكبير المفاجئ في المسافات بين خطوط الكنتور يعني تغير حاد في الميل ويكون من المستحسن عمل التقسيم على خط تغير الميل كما في حالة الحقل أ و ب .

2- الانحناءات الحادة في خطوط في خطوط الكنتور والمستقيمة تقريبا تشير الى تغير هام في اتجاه اقصى الميل ويمكن ري مثل هذه المساحة كقطعة واحدة بواسطة خطوط حرث كنتورية ذات ميل وريها بالري الكنتوري اي على اتجاه خطوط الكنتور مع ميل لسريان الماء ، ان تقسيم الحقول عند الانحناء مرغوب فيه ايضا (ج و د) .

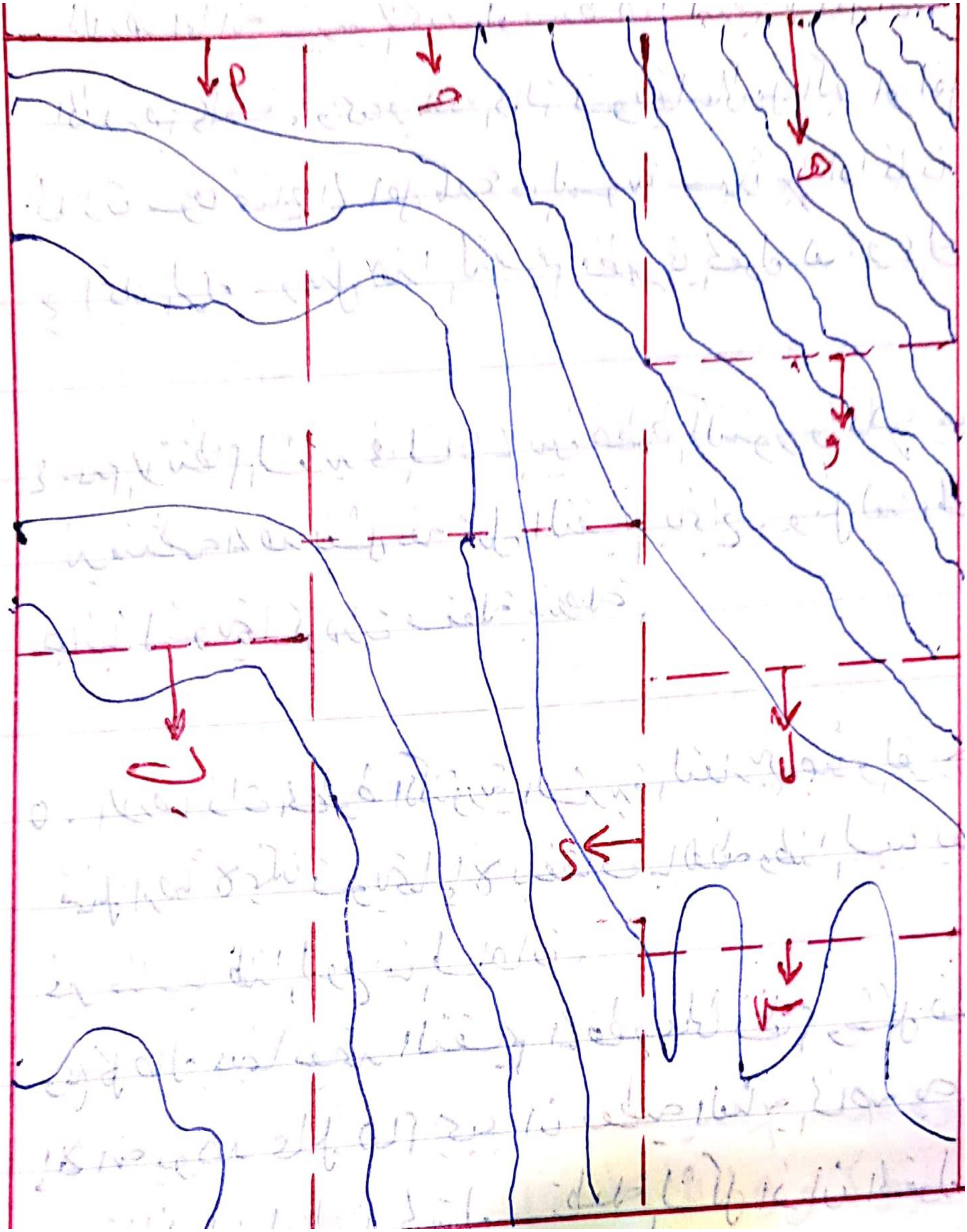
3- خطوط الكنتور القريبة من بعض جدا او متباعدة تعني ان متوسط الميل الطبيعي للأرض اما انه شديد الانحدار او منبسط جدا لدرجة لا تجعل الارض صالحة للري لدرجة كافية .ويجب في هذه الحالة تسويتها على ميل اكبر او اقل في مثل هذه الحالات سوف نحتاج الى اقل كمية من التسوية ،الحقول (ه ، و ، ل ، س) .

4- عدم الانتظام الشديد في المسافات بين خطوط الكنتور واتجاهها يبين ان الطوبوغرافية غير منتظمة الى حد يفشل معه عمل التقسيم بنجاح، ومثل هذه المساحات توضع جانبا لتسويتها كوحدات مستقلة .

5- الارض ذات الخطوط الكنتورية الشديدة التعرج جدا والقريبة جدا من بعض تمثل ارضا لايمكن تسويتها الا بنفقات باهظة لهذا السبب يعتبر الري السطحي غير مناسب .

وعلى اية حال بينما يعتمد التقسيم الى قطع على نظام وشكل الخطوط الكنتورية الا انه يوجد عامل مهم يجن ان نعطيه عناية خاصة الا وهو الاحتفاظ بان تكون القطع مستطيلة او مربعة الشكل اذ ان الحقول ذات الاشكال غير المنتظمة من الصعب ريها وزراعتها ويجب تجنبها ما استطعنا ، في نفس الوقت يجب ان نعطي عناية للصرف السطحي .

ان تكاليف نقل الاتربة يتناسب غالبا مع طول مسافة النقل ولذا من الضروري ان نأخذ في الاعتبار عند التقسيم اقل مسافة نقل ممكنة للوصول الى احسن تسوية من الناحية الاقتصادية ، وعادة يفضل في اختيار التقسيم ان يكون هنالك توازن بين كميات الحفر والردم في اكبر عدد ممكن من القطع.



تسوية وتعديل ارض Land Leveling

المحاضرة الثانية **د بسام الدين الخطيب هشام**

تسوية وتدريج الأراضي الزراعية Agricultural Land Surface Gradation

تسوية وتعديل الأرض تعتمد على إيجاد مستوى جديد لسطح الأرض، له انحدار مستمر ومنتظم لمسافات طويلة لأي قطاع من قطاعات الأرض. ولهذه العملية تأثير كبير في إيجاد أعلى معدل استفادة من مياه الري، وتقليل مشاكل تعرية التربة، المائية والرياحية، وتقليل زمن الري.

ان إهمال تسوية وتعديل التربة أو عدم إتمام إجراء عمليات التعديل بشكل جيد بحيث يكون التفاوت في مناسيب ارض الحقل واضح، مع اتباع أساليب الري السطحي يؤدي إلى حدوث زيادة أو نقصان في مياه الري، المستلمة في مناطق الحقل المختلفة تبعا لاختلاف مناسيبها. وينتج عن ذلك تلف في الحاصل الأعظم للنبات وخسارة في الماء المستهلك، هذه الزيادة تسبب تراكم الأملاح أو تسرب المياه Seepage إلى الأراضي المجاورة.

ان إجراء عمليات التعديل والتسوية بشكل دقيق يؤدي إلى التقليل من الخسائر في الأرض والمياه والمحصول ووقت المزارع إلى أقصى حد ممكن، فضلا عن اختزال التكاليف المستقبلية لمعالجة واستصلاح التربة نتيجة لتدهورها عند عدم إجراء عمليات التعديل.

تعد عمليات التسوية من متطلبات شق قنوات الري والبزل، إذ يعاد تدريج المنسوب الطبيعي للأرض إلى مناسيب جديدة وفقا للتصميم الأساس لقناة الري أو البزل. أما من ناحية أعمال الهندسة المدنية فتعد عمليات التسوية أمرا لابد منه في مشاريع الإنشاءات وشق الطرق وإنشاء المطارات ومشاريع مد شبكات الصرف الصحي ومياه الشرب وغيرها كما ان لعمليات التسوية والتعديل تطبيقات في الهندسة العسكرية وهندسة الحدائق والمنظور المدني وتصميم وبناء ملاعب كرة القدم.

يسمى المنسوب الجديد الذي يرفع أو يخفض إليه سطح الأرض عند كل نقطة في الحقل بمنسوب التسوية أو المنسوب التصميمي Designed Level، وتوجد عدة طرائق لحساب مناسيب التسوية يمكن باي منها الحصول على ارض جديدة من حيث مناسيب سطحها يمكن إدارة ريها بسهولة. عند إجراء عمليات التسوية والتعديل يركز مهندسي التربة والموارد المائية على تقليل أعماق القطع والردم قدر الإمكان وذلك لعد أسباب هي:

1- تقليل الكلفة الاقتصادية للعمل نتيجة لتقليل أحجام التربة المنقولة.
2- وكذلك تقل كلفة العملة نتيجة لاختزال مدة الإنجاز.
3- ان الطبقة السطحية للتربة تعد الأكثر خصوبة وتحتوي على العناصر الغذائية والمواد العضوية وبالتالي فان قطع هذه الطبقة أو ردمها يقلل من خصوبة التربة.
4- قد لا تتحمل أعماق بعض الأراضي إجراء عمليات قطع كبيرة خاصة في الترب ذات العمق الضحل كالترب والأراضي الصحراوية أو الأراضي التي يكون فيها الماء الأرضي قريب من السطح.

تعاريف

التسوية Leveling

وهي العملية المساحية التي تبحث في الطرائق اللازمة لإيجاد البعد الرأسي (العمودي) بين النقاط المختلفة على سطح الأرض ومقارنة ارتفاعات وانخفاضات مستويات هذه النقاط عن مستوى مرجعي ثابت Reference Level.

مستوى المقارنة Datum

مستوى ثابت لكل دولة تنسب إليه ارتفاعات أو انخفاضات النقاط الموجودة على أراضيها، وغالبا ما يكون مستوى المقارنة هذا هو منسوب سطح ماء البحر فمثلا يعتبر سطح كماء الخليج العربي عند مدينة الفاو في البصرة هو مستوى المقارنة كمعدل لمنسوب ماء البحر عند الجزر وعند المد.

منسوب النقطة point Reduced Level

منسوب أي نقطة يمثل البعد العمودي بين سطح الأرض عند هذه النقطة ومستوى المقارنة. لذا يأخذ منسوب النقطة إشارة موجبة إذا كان منسوب النقطة أعلى من مستوى المقارنة وإشارة سالبة إذا كان منسوب النقطة أوطأ من مستوى المقارنة.

علامات المناسيب (الراقم) Bench Marks

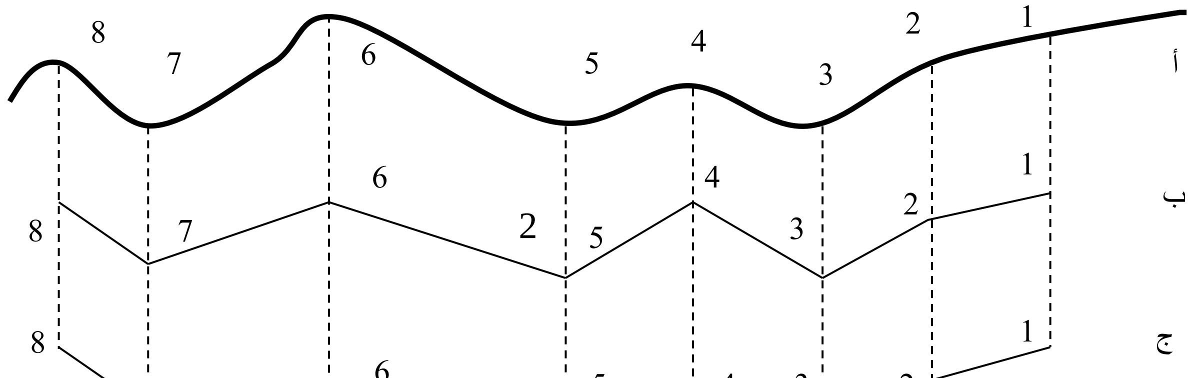
بما ان منسوب أي نقطة على سطح الأرض يجب أن ينسب لمنسوب مستوى المقارنة Datum، ولإيجاد هذا المنسوب يجب أن نبتدئ من منسوب المقارنة وننتهي عند هذه النقطة، مهما كانت المسافة بينهما، وهذه عملية صعبة التحقيق لذا تلجأ الحكومات إلى وضع علامات المناسيب في الأقضية والمحافظات تكون مثبتة في أماكن منتخبة، وهي نوعين منها ما يثبت في جدران البنايات العامة غير المعرضة للهبوط مع الزمن كالمباني الحكومية والجسور والقناطر إذ تثبت بما يسمى بمقاييس القامة التي يظهر منها جزء لقراءة المنسوب، أما النوع الآخر من علامات المناسيب فيثبت في الأرض وهذا النوع الأكثر انتشارا يكون منسوب هذه العلامة فيه، توضع في أماكن منتخبة وتثبت في الأرض بحيث تكون غير قابلة للقلع.

المقاطع الطولية والعرضية

يعد إعداد المقاطع الطولية والعرضية من اهم الأغراض التي تهدف إليها عملية التسوية، إذ نحصل بها على شكل أو أشكال تبين تعرجات وتموجات سطح الأرض على امتداد الخط المطلوب الذي قد يكون مستقيما أو منحنيا. ويعبر عنه بموجب مقياس رسم.

على هذا الشكل يتطلب معرفة مناسيب عدد من النقاط الواقعة على المقطع المزمع إعداده إضافة إلى الأبعاد الأفقية لهذه النقاط ابتداءً من نقطة بدايته، يتم اختيار هذه النقاط عادة عند المواقع التي يحدث فيها تغيير ملحوظ أو متميز في طبيعة سطح الأرض. وبذلك عند رسم خط المقطع الذي يصل بين هذه النقاط، يكون من الممكن اعتبار ميل سطح الأرض بين النقاط المتعاقبة ميلاً منتظما يعبر عنه بخط مستقيم.

ان عدم الدقة عند اختيار النقاط وبيان مناسيبها الضرورية لرسم المقطع يؤدي إلى عدم الحصول على شكل يماثل الشكل الطبيعي والفعلي للخط الأرضي كما موضح في الشكل أدناه، في الشكل يمثل الخط أ طبيعة تموج الأرض الفعلي أو الطبيعي ابتداءً من النقطة 1، 2، 3، 4، 5، 6، 7 و8 بينما الخط ب يمثل الانحناءات الطبيعية بشكل جيد بخطوط مستقيمة أما الخط ج فهو لا يمثل النقاط جميعها بشكل جيد فهو يمتد من النقطة 1 إلى 3 بخط مستقيم واحد ومن النقطة 3 إلى النقطة 7 بخط مستقيم أفقي واحد يلغي كل التموجات الطبيعية وفقط الخط بين النقطتين 7 و8 ممثل بشكل جيد.



من جهة أخرى إذا لم تكن النقاط التي يتغير فيها ميل سطح الأرض دليلاً للعمل أو عندما لا يكون بالإمكان تحديدها على الأرض كما في حالة المقاطع التي تتخذ على امتدادات خطوط الطرق والسكك الحديدية فمن الأفضل في هذه الحالة ان تؤخذ القراءات على نقاط متساوية البعد عن بعضها البعض، كأن تكون 25 م أو 50 م أو غيرها. وهذا يتوقف بالدرجة الرئيسية على درجات ميل الأرض حيث تصغر المسافة بازدياد الميل والعكس، قد تكون مقاطع طولية أو عرضية، فالمقطع الطولي هو الذي يتبع في مساره خطاً سبق تعينه وتأشيره، أي الخط المركزي للمشروع المقترح مثل سكة حديد، قناة ري أو بزل خط أنابيب نقل المياه أو النفط، فالمقطع الطولي هو الوسيلة التي يتمكن المهندس بواسطتها من دراسة العلاقة بين سطح الأرض الفعلي ومناسيب أو مستويات العمل المطلوبة على امتداد واتجاه طوله. وفي تصميم المشاريع يكون من الضروري غالباً على عدة مقاطع طولية على امتداد عدة خطوط مركزية مقترحة من اجل مقارنة تكاليف وملاءمة المشروع بالنسبة لخطوطه المركزية المقترحة واعتماد الأفضل من بينها حسب الاعتبارات المطلوبة.

ان المقطع الطولي لا يمكن ان يوضح مواصفات الأرض الواقعة على جانبي خطه المركزي ومن ثم فهو لا يوفر ما يكفي من المعلومات لتصميم المشروع المطلوب فيما عدا المشاريع التي تشغل شريطاً ضيقاً، من الأرض كخطوط نقل الأنابيب التي يعد سطح الأرض فيها أفقياً ضمن حدود عرض المشروع ومتعادل جانبياً بالنسبة للخط المركزي. أما الأعمال التي تكون فيها الأرض متسعة نسبياً على جانبي الخط المركزي فإنها تتطلب معلومات إضافية نحصل عليها من عمل المقاطع العرضية التي تؤخذ عادة عمودياً على الخط المركزي وبأطوال مناسبة تزيد قليلا عن حدود العمل المطلوب من كلا جانبيه الأيمن والأيسر.

المقاطع الطولية

يتكون فريق عمل المقطع الطولي من:

1- الراصد: يقوم بتحديد اتجاه خط المقطع واختيار النقاط المناسبة كمواقع لمسطرة التسوية بما يتفق وطبيعة سطح الأرض وميلانه إضافة إلى استعمال جهاز التسوية وتسجيل القراءات المرصودة في جدول التسوية.
2- حامل المسطرة وظيفته وضع مسطرة التسوية بصورة عمودية على النقاط التي يختارها الراصد.
3- المساعدان: يقومان بقياس المسافات الأفقية بين النقاط بالشريط أو أداة أخرى مناسبة.

في الغالب تناط مهمة إمساك المسطرة بأحد المساعدين وهذا يستلزم ان ينتظر الراصد وقتا ما إلى سحب أداة القياس إلى الأمام. وهذا يعني ان وجود مساعد واحد يؤدي إلى ضياع وقت غير قليل إضافة إلى اضطرار الراصد لترك جهاز التسوية من اجل المساعدة في عملية القياس. تتكون أدوات العمل من جهاز التسوية ومسطرة تسوية، وأداة لقياس المسافة الأفقية، وشواخص، ونبال، وطباشير، وقلم ودفتر، وجداول تسوية.

يحدد المقطع الطولي بكامله أولاً بتثبيت عدد كافي من النقاط لبيان أجزائه المستقيمة والمنحنية ويكون ذلك بغرز شواخص وسطية يتم رصدها بالعين المجردة. أما إذا كان خط المقطع طويلاً فيثبت منه أولاً ما يكفي لأخذ قراءات نصف العمل اليومي في الأقل. أما في المناطق المغطاة بخرائط سابقة فان خط المقطع المطلوب يرسم من الخريطة ومن ثم يحدد على الأرض بالمقارنة النسبية بين مواقع المعالم الموضحة على الخريطة ونظيرتها الموجودة على الأرض أو باستخدام جهاز الثيودولايت في عدم احتواء المنطقة على معالم مميزة.

تبدأ عملية التسوية من راقم قريب وتكون بقراءات خلفية وأمامية فقط إلى حين الوصول إلى موقع يمكن منه رصد نقطة بداية خط المقطع المطلوب رسمه ثم تقرأ المسطرة عليها قراءة أمامية. الجهاز التسوية إلى موقع جديد المسافة من نقطة البداية وباتجاه سير العمل وتقرأ المسطرة ثانية على نقطة بداية المقطع حيث تكون خلفيه، ومنها يبدأ القياس بالشريط باعتباره الأداة المستخدمة لقياس المسافات الأفقية. ثم توضع المسطرة في مواقع متتالية على امتداد خط المقطع حساب التغير الفعلي في والميل والاتجاه. وبعده قراءة الراصد للمسطرة يقوم حامل المسطرة بإبلاغه مقدار بعدها عن الشريط ابتداءً من نقطة بداية المقطع أو تسجل هذه المسافات لدى حامل المسطرة في دفتر يكون معه لهذا الغرض، تنقل بعدئذ إلى حقل المسافة جدول التسوية حسب ترتيبها. يستمر العمل بهذه الطريقة إلى ان يصل الراصد إلى مرحلة لا يتمكن بعدها رؤية المسطرة بوضوح، سواء كان ذلك بسبب بعدها الكبير عنه أو بسبب طبيعة سطح الأرض ووجود العوائق، وبذلك لا يمكن قراءة المزيد من النقاط الوسطية. عند هذه المرحلة يقوم الراصد بإبلاغ حامل المسطرة بأنه يريد أخذ قراءة أمامية فيقوم حامل المسطرة بانتخاب نقطة أو موضع يصلح لأن يكون نقطة الدوران قد تكون على خط المقطع أو بعيداً عنه مع ملاحظة تساوي بعد الجهاز عن كل من القراءتين الخلفية والأمامية. المصدر عمودية تماما على هذه النقطة وتؤخذ قراءتها وتسجل في حقل الأماميات. ثم يقوم الراصد بنقل الجهاز الى موقع جديد، فوق أرض صلبة قدر الإمكان، باتجاه نهاية خط تسوية المقطع بحيث يمكنه من هذا الموقع رصد المسطرة وهي في وضعها فوق نقطة الدوران وكذلك رؤية مسافة طويلة مكشوفة باتجاه سير العمل. يقرأ الراصد المسطرة ثانية على نقطة الدوران من موقع الجديد ويسجل القراءة في حقل الخلفيات أمام نفس النقطة التي أخذت عليها القراءة الأمامية من موقع الجهاز السابق، كما يستمر تكرر العمل بنفس الأسلوب السابق حتى يصل إلى نقطة نهاية المقطع حيث تسجل القراءة المرصودة عليها في حقل الأماميات.

يستحسن الاستمرار في سلسلة التسوية بعد الوصول الى نقطه نهاية المقطع لغايه أقرب راقم بأخذ قراءات خلفية وأمامية فقط ومقارنة منسوب هذا الراقم بالمنسوب الناتج من حسابات التسوية إذ يجب ان يتساوى المنسوبان أو لا يتعدى الفرق بينهما (مقدار الخطأ) القيمة الناتجة من تطبيق العلاقة الأتية

الخطأ المسموح بالملي متر= 10 * √(طول خط التسوية بالكيلو متر)

يوزع مقدار الخطأ الواقع ضمن الحدود المسموح بها بطريقه التناسب أطوال المسافات بين القراءات. أما إذا تعدى مقدار الخطأ حدود القيمة المسموح بها فيجب إعادة العمل من جديد. عند تعذر الوصول الى راقم قريب من نقطه المقطع الأخيرة، يمكن التحقق من صحة العمل بإعادة عمليه التسوية بصوره عكسية من حيث اتجاه العمل نهاية الوصول الى نقطه بداية المقطع خلفيات أماميات فقط. ثم يقارن منسوب نقطه البداية الناتج عن العمل بالاتجاهين المتعاكسين حيث يجب ان لا يتعدى مقدار الفرق بينهما القيمة الناتجة عن تطبيق العلاقة المذكورة في أعلاه ويعاد العمل من جديد إذا تعداه.

طريقة تدوين القراءات وحساب مناسيبها لا تختلف مما سبق بيانه. والفرق الوحيد في صيغه جدول التسوية إضافة عمود واحد للجدول تسجل فيه المسافات بالمتر بين النقاط بالنسبة لنقطه بداية المقطع. والجدول الاتي مثال يبين تسجيل القراءات ومناسيب النقاط محسوبة بطريقه ارتفاع خط النظر لجزء من مقطع طولي إضافة الى المسافات بين النقاط المحسوبة اعتبارا من نقطه بداية خط المقطع.

يمكن رسم المقطع الطولي بعد الحصول على مناسيب النقاط المرصودة على خط المقطع المطلوب. تبدأ عمليه تشكيل المقطع برسم خط أفقي مستقيم (المحور السيني) يمثل مجموع المسافات الأفقية بين النقاط المرصودة. منسوب هذا الخط فهو منسوب مستوى المقارنة. ولكن إذا كانت المنطقة ترتفع كثيرا فوق مستوى المقارنة، فانه طرق فروق المناسيب سوف لا تظهر واضحة. ومن هنا، في مثل هذه الحالات يعد منسوب الخط الأفقي هذا، مرفوعاً بمقدار مناسب فوق مستوى المقارنة. والمقدار المناسب هذا هو الذي يقل عن أوطأ منسوب من مناسيب النقاط المرصودة. وعادة تكتب عبارة "المنسوب مرفوع بمقدار كذا فوق مستوى المقارنة". تؤشر على الخط الأفقي مواقع النقاط التي رصدت مناسيبها حسب أبعادها الأفقية وبموجب مقياس الرسم المستعمل ثم يرسم خط عمودي من موقع كل نقطه يمثل مقدار منسوبها حسب مقياس الرسم المستعمل. بعد ذألك نصل نهايات الخطوط العمودية المتجاورة بعضها ببعض بخطوط مستقيمه، وهذه الخطوط المستقيمة مجتمعة تمثل شكل المقطع الطولي المطلوب كما هو موضح في الشكل 2.

النقطة	المسافة	القراءات			ارتفاع خط النظر، م	المنسوب م	الملاحظات
		خلفية	وسطية	أمامية			
أ	0	3.20			15.60	12.40	نقطة البداية
1	20		3.90			11.70	

2	55		1.70			13.90	
3	70		2.40			13.20	
4	90		0.80			14.80	
5	125	0.30		1.60	14.30	14.00	نقطة دوران
6	140		1.40			12.90	
7	150		1.80			12.50	
8	165		0.50			13.80	
ب	180			0.20		14.10	نقطة النهاية

يلاحظ من الشكل 2 اختلاف مقياس الرسم المستعمل للمسافات الأفقية والمناسيب. والسبب في ذلك يعود إلى ان طول المسافات الأفقية أكبر بكثير من الفروق بين المناسيب وان رسمها بنفس المقياس سوف لا يظهر تعرجات سطح الأرض بوضوح. ولكن اتباع أسلوب المقياس المختلف سيظهر هذه التعرجات بوضوح، لأنه درجات الميل بين النقاط المتعاقبة يكون فيها نوع من المبالغة الضرورية لتوضيح العلاقات بين خط المقطع الطبيعي على الأرض وخط المقطع التصميمي للعمل المطلوب إنجازه بدلالة هذا المقطع.

نرسم الأبعاد الأفقية بمقياس 1/500 أو 1/1000 والمناسيب بمقياس أكبر من ذلك مثل 50:1 أو 100:1، لكن هذه المقاييس ليست ثابتة وكذلك الفرق بينهما وذلك يعتمد على العوامل الأتية:

1- طبيعة الأرض: إذا يزداد الفرق في الأراضي المستوية مقارنة بالأراضي ذات التضاريس المختلفة.
2- مقياس الرسم الأفقي: إذ يزداد الفرق كلما صغر مقياس الرسم.
3- الهدف من رسم المقطع: إذ يزداد الفرق بزيادة الدقة المطلوبة على ان لا تتعدى الدقة المستخدمة في تسجيل قراءات المسطرة.

بعد الانتهاء من الرسم نقوم بتحبير خط المنسوب الطبيعي وخط المنسوب الأساس، أما الخطوط العمودية فتكون دقيقة أو بلون فاتح، ومن الضروري تثبيت أرقام مقاييس الرسم المستخدمة على رسم المقطع واي معلومة ضرورية أخرى. عند الانتهاء من إقرار موقع المشروع الهندسي يبدأ بإعداد خط المقطع التصميمي الذي نحتاجه في عملية التنفيذ، ويتضمن المقطع التصميمي المعالم الطبيعية الأصلية لسطح الأرض إضافة إلى مناسيب العمل الجديد ومنها يمكن استنتاج العلاقة الكمية بين الواقع والمطلوب، فلو أخذنا المثال أعلاه وبافتراض ان المطلوب هو تسوية المقطع بين نقطتي البداية والنهاية بميل تصاعدي (تنازلي) لوجب ان يكون الفرق في المنسوب بين نقطة البداية والنهاية هو:

فرق المنسوب بين البداية والنهاية= نسبة الميل * طول المسافة الأفقية

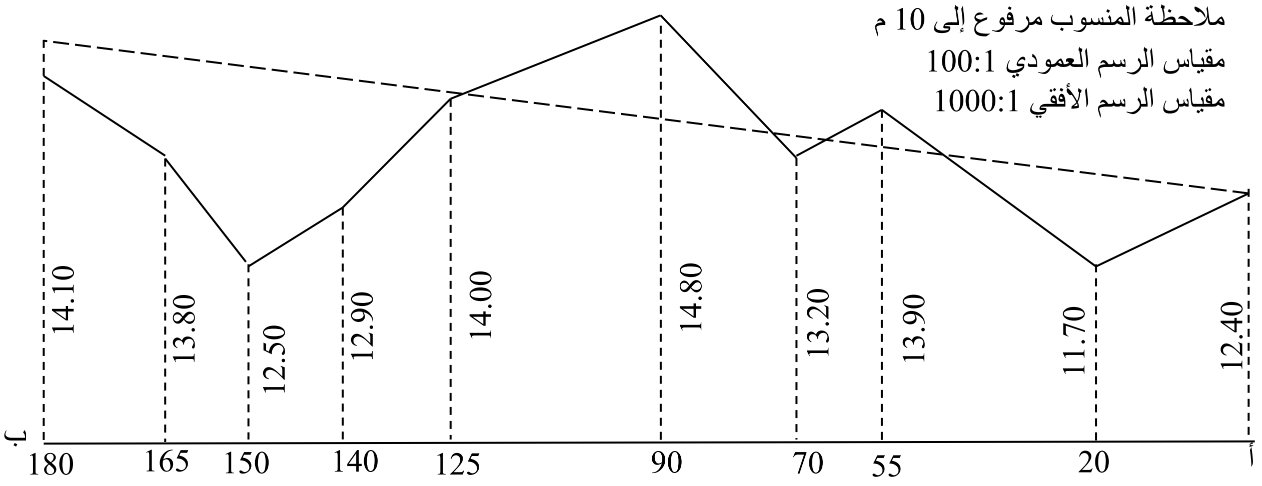
= 1/100 * 180 = 1.8 م

وبما ان منسوب نقطة البداية هو 12.4 م فأن منسوب النهاية التصميمي = 12.4+1.8 = 14.2 م

ثم نرسم خطا مستقيما من نقطة البداية إلى نقطة النهاية التي سيصبح منسوبها 14.2 م بدلاً من 14.1م ومن هذا الخط يمكن معرفة المناسيب التصميمية للنقاط المرصودة كافة، وبمقارنة المناسيب الطبيعية بالتصميمية متوصل إلى أعماق الحفر والردم عند التنفيذ، حيث تكون الحالة حفراً عندما يكون المنسوب التصميمي أوطأ من الطبيعي، والعكس يكون كعمق للردم، إذا كانت أعماق الحفر والردم متوازنة فهذا يعني ان المقطع جيد، والا فيلتجأ إلى تغيير المقطع التصميمي إما برفعه أو خفضه لحين الوصول إلى حالة من التوازن بين الحفر والردم، تختلف المعلومات في المقطع التصميمي حسب مواصفات المشروع والكلفة الاقتصادية، يمكن إيجاد مقدار الميل بشكل عام ما لم تستوجب الظروف غير ذلك من المعادلة أدناه:

% الميل = (فرق المسافة العمودية \ فرق المسافة الأفقية) * 100

وحسب المثال فإن % الميل = ((14.1-12.4)\(180-0))*100 = 0.9%



النقاط	أ	1	2	3	4	5	6	7	8	ب
المسافات	**0**	**20**	**55**	**70**	**90**	**125**	**140**	**150**	**165**	**180**
المنسوب الطبيعي	**12.4**	**11.70**	**13.90**	**13.20**	**14.80**	**14.00**	**13.90**	**12.50**	**13.80**	**14.10**
المنسوب التصميمي	**12.4**	**12.60**	**12.95**	**13.10**	**13.30**	**13.65**	**13.80**	**13.90**	**14.05**	**14.20**
الحفر	**-**	**-**	**0.95**	**0.10**	**1.50**	**0.35**	**-**	**-**	**-**	**-**
الردم	**-**	**0.90**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0.90**	**1.40**	**0.25**	**0.1**

المقاطع العرضية Cross-section

تكمن الفوائد الأساس للمقاطع العرضية في الحصول على تصور لطبيعة سطح الأرض الواقعة على جانبي امتداد خط المقطع الطولي التي يمكن بواسطتها إجراء الحسابات اللازمة لمعرفة كميات الأعمال الترابية للمشاريع الهندسية وخصوصاً ما يتعلق منها بكميات الحفر والردم.

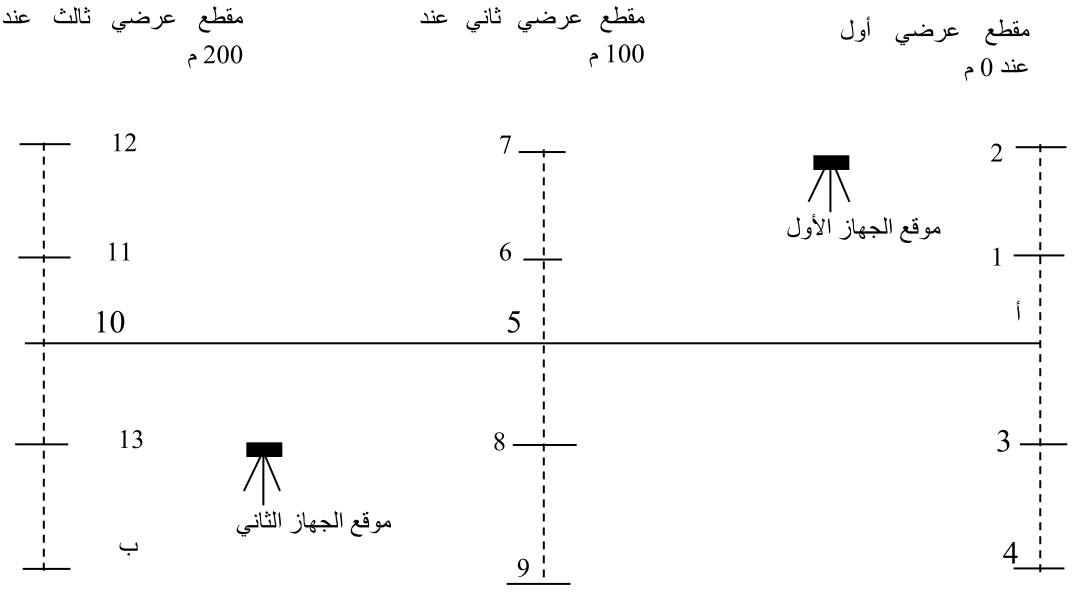
ترسم المقاطع العرضية عادة في نفس الوقت الذي يرسم فيه المقطع الطولي. توخياً للحصول على نتائج دقيقة قدر الإمكان، تؤخذ المقاطع العرضية عند كل نقطة يتغير فيها ميل سطح الأرض بشكل متميز على امتداد خط المقطع الطولي، وبهذا نكون قد افترضنا بان سطح الأرض يختلف اختلافا منتظماً من مقطع عرضي إلى أخر. لكن هذا الافتراض لا يعمل به في الواقع وإنما يستعاض عنه بأخذ المقاطع العرضية على مسافات ثابتة كأن تكون كل 20 أو 50 م أو غيرها حيث يتوقف ذلك على طبيعة سطح الأرض.

تثبت خطوط المقاطع العرضية بصورة عمودية على خط المقطع الطولي وبصورة شعاعية عند المنعطفات. أما إذا كان امتداد المقطع العرضي في اتجاه غير ذلك لسبب من الأسباب فمن الضروري قياس الزاوية الأفقية التي يصنعها خط المقطع العرضي مع خط المقطع الطولي، حتى يمكن توضيحه على المخطط الذي سيرسم فيما بعد. يحدد التعامد عادة بالعين المجردة في مشاريع الطرق وغيرها التي تكون بشكل شرائط ضيقة ويستعمل الثيودولايت لتحديد التعامد في

المشاريع المتسعة المساحة في حالة مناطق الخزانات. ان مدى طول المقطع العرضي هو عرض مشروع العمل المطلوب مع فسحة احتياطية من الجانبين للأعمال التي تكون حدودها غير معروفة بصورة دقيقة.

ان خطوات استعمال جهاز التسوية لعمل المقطع العرضي شبيهة بتلك التي تستعمل في حالة المقطع الطولي. ولكن في حالة المقاطع العرضية القصيرة تقاس المسافات بين مواقع المسطرة بالشريط بأن يبقى القائس ممسكاً بعلبة الشريط عند النقطة الواقعة على خط المقطع الطولي التي تعد بداية لتحديد المسافة العرضية المطلوب قياسها. ثم يأخذ حامل المسطرة بداية الشريط ويمده باتجاه خط المقطع العرضي. في هذا الوقت يوجه القائس حامل المسطرة لوضعه بشكل متعامد مع الخط المركزي للمقطع الطولي. ومن ثم يقرأ مقدار قياسات النقاط المرصودة ويبلغها للراصد. وفي الحالات التي يكون فيها للراصد مساعد واحد فقط فان النقاط يجري تأشيرها أولاً بالنبال أو الأوتاد مع تسجيل الملاحظات الضرورية عن إبعادها على الشكل التخطيطي لمواقع المقاطع.

تؤخذ قراءات المقاطع العرضية على الأراضي المستوية مع مواقع الجهاز لقراءات المقطع الطولي، ولكن هذا قد يكون متعذراً أحياناً بسبب طول المسافة المقطع العرضي، وكذلك عند العمل على الأراضي الجبلية والمتموجة، مما يستدعي نقل الجهاز بوضعه في أماكن أخرى إضافية. لهذا السبب يجب مراعاة وضع الجهاز في أماكن قريبة من المقاطع العرضية بحيث يمكن قدر الإمكان اخذ قراءات المقطع الطولي وقراءات أكثر من مقطع عرضي واحد، كما في الشكل.



نأخذ من موقع الجهاز الأول قراءة خلفية عند النقطة أ التي هي بداية المقطع الطولي، ويكون منسوبها معلوماً أو يحسب من راقم، ثم يؤخذ أكبر عدد ممكن من القراءات الوسطية من هذا الموقع مبتدئين بذلك من نقطة المقطع الطولي نحو جهة اليمين أولاً ثم نحو اليسار وبعد الانتهاء من نقاط المقطع العرضي الأول كافة تسجل نقطة المقطع الطولي الثاني تعقبها قراءات يمين ويسار المقطع العرضي الثاني حيث ستكون القراءة الأخيرة (النقطة 9) قراءة أمامية، ثم نغير الجهاز إلى موقع جديد ونأخذ قراءة خلفية على نفس النقطة ثم نتحول إلى المقطع الثالث لغاية النقطة الأخيرة ب.

ان المذكور في أعلاه هو مجرد مثال ولا يعني ان تشكيل المقاطع العرضية يكون دائما بنفس هذا النمط، فقد يختلف عدد المقاطع العرضية وأبعادها كما قد يختلف عدد القراءات المرصودة من موقع الجهاز، ولكن الشيء الثابت هو ان الأسس واحدة في اخذ القراءات ومعرفة الخلفيات من الوسطيات ومن الأماميات بين حالة المقطع الطولي المضاف إليه عدد من المقاطع العرضية.

المثال المرفق سيمثل كيفية ملئ القراءات في الحقل، ان رسم شبيه برسم المقاطع الطولية فيما عدا تساوي مقياس الرسم الأفقي مع مقياس الرسم العمودي وذلك لأجل توضيح الأرض الطبيعية بأبعادها الصحيحة والقيام بالحسابات اللازمة للعمل المطلوب من تشكيل هذه المقاطع. ومن ان تنتظم المقاطع العرضية في صف واحد على امتداد خط عمودي مركزي. أما المناسيب التي تمثلها هذه المقاطع فقد يجري تغيرها على ارتفاع معقول للمقطع وأحياناً تحذف خطوط مستويات المقارنة والأعمدة المقامة من النقاط المرصودة بحيث يبقى منسوب النقطة المركزية لوحده مكتوباً على الخط القاعدي.

نرسم المقاطع العرضية التصميمية بعد تثبيت المناسيب التصميمية لنقاط المقطع الطولي وحسب المواصفات المطلوبة للمشروع من حيث نوعية وأبعاده ودرجات الميل المطلوبة. فالمقاطع التصميمية في الشكل أدناه هي لطريق ميله الطولي 1% والجانبي 10%. وقد حددت مناسيب النقاط الطرفية للمقطع العرضي من العلاقة الأتية:

منسوب التصميم للنقطة الطرفية = منسوب النقطة المركزية – (نسبة الميل الجانبي X المسافة الأفقية بين نقطتي الطرف والمركز)

= 5.25 – ((100/10) *6) = 4.65 م منسوب نقطتي الطرف للمقطع الأول

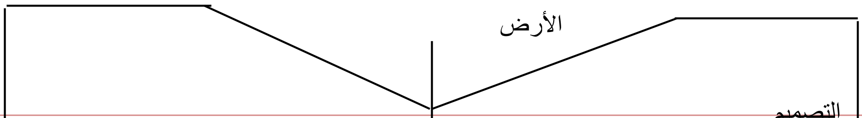
منسوب النقطة المركزية للمقطع الثاني = 5.25 – ((100/1) *100) = 4.25 م

منسوب التصميم للنقطة الطرفية = 4.25 – ((100/10) *6) = 3.65 م

منسوب نقطتي الطرف للمقطع الثاني

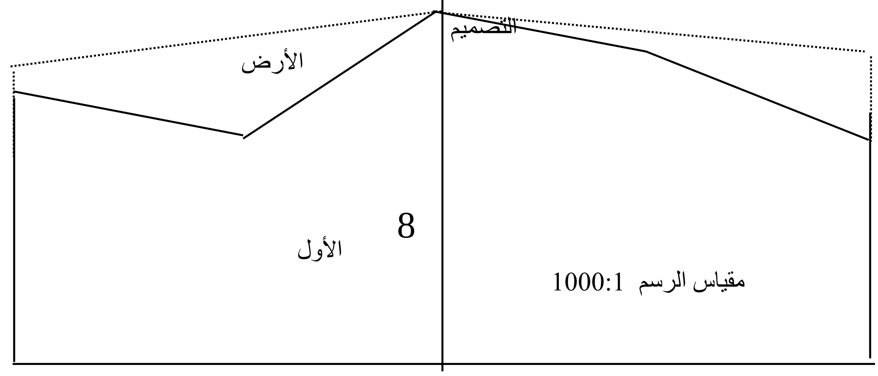
منسوب النقطة المركزية للمقطع الثالث = 4.25 – ((100/1) *100) = 3.25 م

منسوب التصميم للنقطة الطرفية = 3.25 – ((100/10) *6) = 2.65 م منسوب نقطتي الطرف للمقطع الثالث



النقطة	المسافات			القراءات			ارتفاع خط النظر	المنسوب	الملاحظات
	يمين	وسط	يسار	خلفية	وسطية	أمامية			
أ		صفر		0.25			5.50	5.25	نقطة البداية
1	3				0.75			4.75	
2	6				1.75			3.75	
3			3		1.50			4.00	
4			6		1.25			4.25	
5		100			2.50			3.00	
6	3				3.25			3.25	
7	6				1.00			4.50	
8			3		0.25			5.25	
9			6	3.75		2.25	7.00	3.25	نقطة دوران
10		200			3.50			3.50	
11	3				3.00			4.00	
12	6				3.25			3.75	
13			3		2.00			5.00	
ب			6			1.50		5.50	نقطة نهاية

التصميم الأرض الثالث الثاني



مصادر الخطأ في أعمال التسوية

الخطأ نتيجة طبيعية تحصل عند تنفيذ الأعمال المختلفة وكن الحذر واتخاذ الاحتياطات اللازمة ستزيل الخطأ أو تقلله إلى الحدود التي يمكن إهمال هذا الخطأ عندها بسبب ضالته وبخصوص التسوية نجد ان أخطاء القراءات الأمامية والخلفية هي الأهم، لان نقطة الدوران المتكونة من قراءتين، أمامية وخلفية من موقعين مختلفين يلحق تأثيراً بالعمل اللاحق، أما الخطأ في النقطة الواسطية سيؤثر عليها فقط.

تنقسم أخطاء التسوية حسب مصادرها إلى الأقسام الأتية:

1- الأخطاء الآلية

أ- وجود خطأ في منظمات جهاز التسوية بحيث لا يتوازى خط النظر مع المحور الطولي للجهاز.

ب- وجود خطأ في مسطرة التسوية من حيث طولها القياسي أو تدريجاتها.

2- الأخطاء الشخصية

أ- عدم تركيز فقاعة التسوية في وسط مجراها تماماً واختلاف وضعيتها بين القراءات المتتالية.

ب- حدوث الإزاحة بسبب عدم ضبط العدسات العينية والشيئية.

ج- حدوث خطأ في قراءة مسطرة التسوية من حيث الاتجاه والشعيرات.

د- تحرك المسطرة أثناء اخذ القراءات وعدم استقامتها عمودياً.

ه- تسجيل القراءات في غير موضعها الصحيح.

و- إجراء حسابات المناسيب بصورة خاطئة.

3- الأخطاء المتسببة من المناخ

أ- اختلاف درجات الحرارة وتأثيره على تمدد وانكماش مسطرة التسوية.

ب- تمدد أجزاء الجهاز بدرجات مختلفة عند تعرضه للشمس من احدى جوانبه لفترة طويلة.

ج- تأثير هبوب الرياح على ثبات الجهاز والمسطرة.

د- رخاوة الأرض الواقعة تحت الجهاز أو المسطرة.
ه- تأثير انحناء وكروية الأرض
و- تأثير الانكسار الضوئي الجوي

الانحناء والانكسار في أعمال التسوية

من المعلوم ان السطح المستوي هو تصور لسطح منحن يعد في المساحة المستوية موازٍ لمستوى المقارنة. الواقع هو ان هناك عدداً غير محدود من السطوح المستوية المحصورة بين مستوى المقارنة واي نقطة أخرى، سواءً أكانت أعلى منه أو أوطأ.

فاذا أردنا الحصول على المنسوب الصحيح لنقطة ما وجب ان يكون خط النظر موازياً لمستوى المقارنة أو منطبقاً على أحد السطوح المستوية الموازية له. وهذا يخالف الواقع لأن خط النظر الناشئ عن استعمال الجهاز هو عبارة عن خط أفقي مستقيم. وعلى هذا فهناك مقدار من الخطأ يزداد كلما ابتعد موقع المسطرة عن موقع الجهاز. أي ان قراءة المسطرة سيكون فيها خطأ بالزيادة مقداره المسافة المحصورة بين نقطتي تلاقي الخطين المستوي والأفقي مع مسطرة التسوية (المسافة ج د في الشكل) ومن ثم سيكون المنسوب سيكون أقل من حقيقته بمثل هذا المقدار. وعلى فرض ان الأرض كروية فإن مقدار الخطأ سيكون:

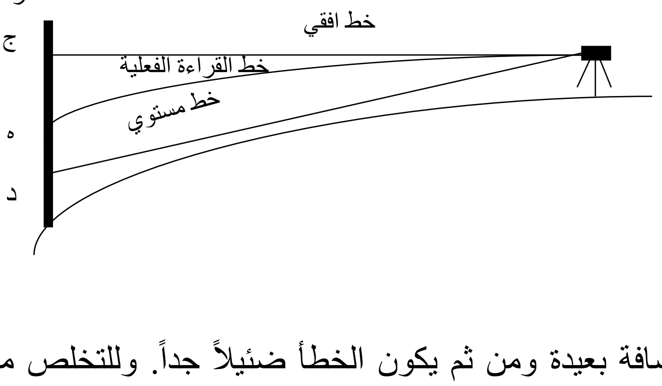
ج د = ل^2 \ قطر الأرض = 78.4 ل^2 مم حيث ان ل = المسافة الأفقية بين الجهاز والمسطرة (كم)

أو ج د = 0.667 ل^2 قدماً (معدل قطر الأرض = 12734.9 كم أو 41781097 قدم)

من جهة أخرى لا يكون خط النظر مستقيما ولا منكسراً بل خطاً منحنياً نحو الأسفل بسبب ظاهرة الانكسار الضوئي الجوي ومرور خط النظر بطبقات هوائية مختلفة الكثافة، وبذلك تعمل هذه الظاهرة على رفع موقع القراءة على المسطرة إلى النقطة ه ويكون تأثيرها معاكساً لتأثير انحناء الأرض.

ان تأثير ظاهرة الانكسار الضوئي هو 1\7 من تأثير الانحناء بصورة عامة وعليه يصحح صافي الخطأ الناتج عن الانحناء والانكسار هو المسافة ه د أي:

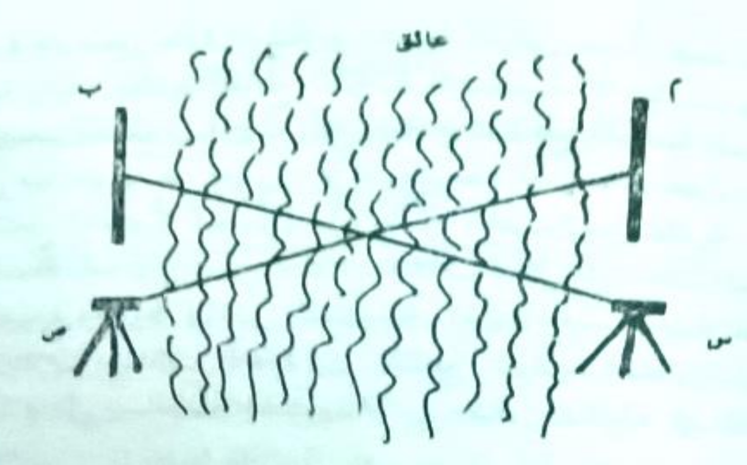
1\7 * 78.4 ل^2 مم أو 1\7 0.667 ل^2 قدم



في حالات الرصد الاعتيادية لا تكون المسافة بين الجهاز والمسطرة بعيدة جداً لعدم إمكانية القراءة من مسافة بعيدة ومن ثم يكون الخطأ ضئيلاً جداً. وللتخلص منه في أعمال التسوية الاعتيادية يراعى تساوي بعد الجهاز عن مواقع القراءات الخلفية والأمامية معا لتراكم الأخطاء ولجعلها تعوض بعضها بعضاً من حيث الزيادة والنقصان.

التسوية المتبادلة

تستخدم طريقة التسوية المتبادلة للحصول على المناسيب الصحيحة في الحالات التي يتعر فيها نصب الجهاز في موقع متساوي البعد عم موقعي القراءتين الخلفية والأمامية كما في حالة النقاط الواقعة على جانبي الأنهار والبحيرات والوديان الضيقة. ففي الشكل ينصب الجهاز في الموقع س على أحد جانبي العائق وتؤخذ منه قراءة كل من النقطتين أ ونقطة ب وبسبب طول مسافة الرصد س ب بالمقارنة س أ يفضل عدة قراءات على نقطة ب، بإزالة تنظيم أفقية



الجهاز، ومن ثم ضبطها واخذ القراءة وإيجاد معدل هذه القراءات لاستخدامه في الحسابات الضرورية، ينقل الجهاز إلى الموقع ص على الجانب الثاني من العائق بحيث تكون المسافة ص ب = س أ وتكرر نفس الخطوات السابقة. عندئذ، سيكون الفرق في المنسوب بين أ، ب المعين من الموقع س، ص مختلفاً بسبب الانحناء والانكسار وأخطاء الجهاز ولذلك نأخذ معدل الفرقين الذي يعد قيمة صحيحة ومقبولة:

فرق المنسوب أ، ب = (قراءة أ من س – معدل قراءات ب من س + قراءة ب من ص – معدل قراءات أ من ص)\2

كيفية التحقق من دقة جهاز التسوية

للتحقق من دقة وصحة قراءات جهاز التسوية نقوم بتنظيم أفقية الجهاز على ارض صلبة وتؤشر نقطتين، على ارض صلبة أيضاً، تبعدان مسافتين متساويتين عنه. تقرأ المسطرة عند هاتين النقطتين ونأخذ الفرق بينهما بغض النظر عن خطأ الجهاز ان وجد. ننقل الجهاز إلى نقطة أخرى واقعة على الخط الواصل بين هاتين النقطتين ونأخذ قراءتيهما أيضاً. فاذا كان خط النظر للجهاز صحيحاً، فالفرق بين النقطتين التاليتين يكون مساوياً للفرق بين النقطتين الأوليين، وإذا حصل العكس فلا بد ان يكون هناك خطأ في الجهاز بدليل عدم ثبوت خط النظر.

حسابات الحفر والردم من المقاطع الطولية والعرضية

تحسب كميات الأعمال الترابية الناتجة عن الحفر والردم وكذلك كميات المواد الإنشائية اللازمة لتنفيذ المشاريع بصورة مباشرة من بيانات ورسوم المقطع الطولي والعرضي. ففي حالة المقطع الطولي، التي تستخدم عادة للمشاريع التي تكون بشكل شرائط ضيقة كمشاريع خطوط الأنابيب، تحسب مساحات الحفر والردم المحصورة بين خط المقطع الطولي الطبيعي والتصميمي بصورة يستقل فبها بعضها عن بعض ثم نضرب هذه المساحات بمعدل عرض الشريط للمشروع وبهذا نحصل على حجم الأعمال الترابية، وأحيانا تتم المقارنة بين كميات الحفر والردم على أساس مجموع أعماق الحفر ومجموع أعمال الردم الناتجة عن جميع أبعادها العمودية المحصورة بين خطي المقطع التصميمي والطبيعي.

أما المقاطع العرضية فتستعمل عادة للمشاريع المتسعة العرض نسبياً. فبعد تشكيل المقاطع العرضية ورسمها بيانياً، وتأشير المقاطع العرضية التصميمية بما يتناسب والمقطع الطولي التصميمي، يحسب معدل مساحات الحفر واردم للمقاطع العرضية الطرفية أو المتجاورة بصورة يستقل فيها عن بعضها البعض. ثم تضرب هذه المساحات بطول المسافة الأفقية الفاصلة بين المقاطع المتجاورة للحصول على حجوم الحفر والردم المطلوبة.

ان تفاصيل حسابات المساحات والحجوم للمقاطع التصميمية تختلف باختلاف شكل المساحات المحصورة بين خطوط المقاطع الطبيعية وخطوط المقاطع التصميمية وكذلك حسب عدد المقاطع العرضية وتساوي أو اختلاف المسافات الأفقية بين المقاطع العرضية المتجاورة.

تسوية وتعديل ارض Land Leveling

المحاضرة الثالثة **د بسام الدين الخطيب هشام**

الكنتورات (خطوط التسوية المنحنية) Contours

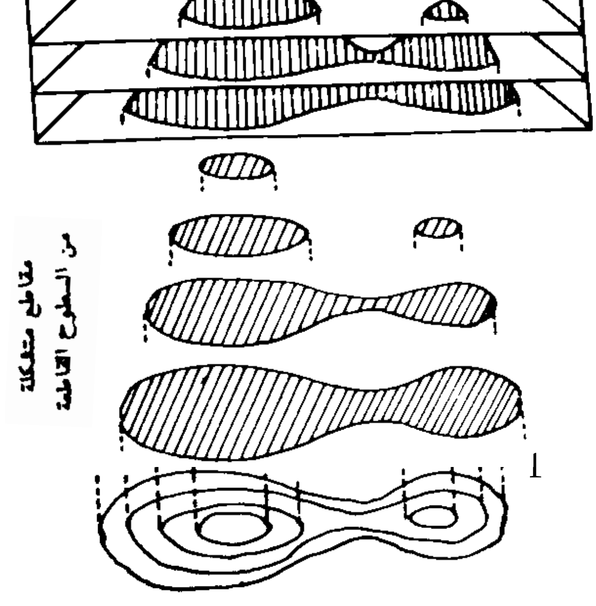
تعد الكنتورات من أفضل الوسائل المستخدمة للتعبير عن المعالم الأرضية، مثل الجبال والتلال والمنخفضات وتموجات سطح الأرض، على ورق الخرائط، فمن خريطة يمكن الحصول على البعدين الأفقيين بالاتجاهين الطولي والعرضي ممثلين بالمساحة القاعدية التي يشغلها المعلم الأرضي على الخريطة إضافة إلى البعد العمودي الذي توفره تفاصيل الخطوط المضافة ضمن حدود المساحة القاعدية، إن هذه الخطوط المضافة يطلق عليها خطوط الكفاف أو الخطوط الكنتورية.

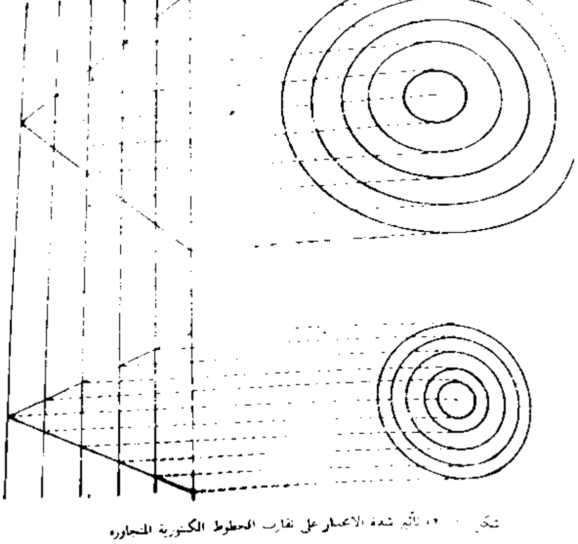
يعرف الخط الكنتوري بأنه الخط الوهمي الناتج من تقاطع سطح الأرض مع مستوى أفقي ذي منسوب معلوم. وهذا يعني ان جميع النقاط الواقعة على الخط الكنتوري الواحد لها نفس منسوب المستوى الأفقي المتقاطع مع سطح الأرض. وإذا رسمت الخطوط الكنتورية الناتجة من تقاطع سطح الأرض مع عدة مستويات أفقية متساوية البعد العمودي بعضها عن بعض، فإن الشكل الناتج سيظهر الخطوط الكنتورية في موقعها النسبية الصحيحة. كما في الشكل الذي يبين الخطوط الكنتورية المشكلة مع عدة مستويات أفقية مع المساحة السطحية لمرتفع من الأرض.

للوصول إلى فهم واضح للخطوط الكنتورية، نفرض ان هناك مرتفعاً ارضياً يحيط به الماء من جميع الجهات وان هذا الماء يرتفع تدريجياً حتى يصل إلى قمته. وبذلك فإن الخط الذي يتكون من تلامس الماء المحيط بسطح المرتفع الأرضي عند أي ارتفاع هو بمثابة خط كنتوري، ومن هذا يتضح ان الانحدار الشديد للمرتفع ينتج عنه خطوط كنتورية متقاربة بعضها من بعض على الخريطة، وإذا حدث العكس تكون هذه الخطوط متباعدة في حالة قلة انحدار المرتفع كما هو موضح في الشكل.

الفترة الكنتورية Contour Interval

هي الفرق العمودي بين مناسيب الخطوط الكنتورية المتعاقبة، فلو كانت الخطوط هي على الترتيب 20، 25، 30 و35 م عن مستوى المقارنة، فالفترة الكنتورية هي 5 م لأنها تمثل الفرق بين أي منسوبين لخطين متعاقبين. وتكون ثابتة للخريطة الكنتورية الواحدة .





شكل ... تأثير شدة الانحدار على تقارب الخطوط الكنتورية المتجاوره

نفترض في الخطوط الكنتورية المرسومة بصورة دقيقة ان تعطي فكرة واضحة ودقيقة عن طبيعة سطح الأرض على امتداد كل خط منها. ولكنها لا تبين طبيعة سطح الأرض بالنسبة للمساحات المحصورة بين مواقعها وامتداداتها. فبعض التعاريج والتموجات الشديدة على سطح الأرض لا تظهر في الرسم عند عدم تقاطعها مع أحد المستويات الأفقية المتقاطعة مع سطح الأرض ولكن عدد المستويات الأفقية يحدده القائم بعمل الخطوط الكنتورية وعلى هذا فمن الممكن زيادة درجة دقة توضيح طبيعة سطح الأرض بزيادة عدد المستويات الأفقية للحصول على عدد أكبر من الخطوط الكنتورية لنفس المساحة وبذلك نعمل على تقليل الفترة الكنتورية حتى تكون المعلومات عن طبيعة المنطقة أكثر وضوحاً على الخريطة. ومن الجدير بالملاحظة ان الفترة الكنتورية تكون ثابتة لأجزاء الخريطة الواحدة كافة وان الانحدار الطبيعي للأرض المحصورة بين الخطوط الكنتورية المتعاقبة يعد منتظماً أما إذا كان الانحدار غير منتظم بشكل متميز في أحد أجزاء المنطقة التي تشملها الخريطة فيجب اختيار خطوط كنتورية مساعدة يتم تمييزها عن الخطوط الاعتيادية عند الرسم.

ان اختيار الفترة الكنتورية يتأثر بجملة عوامل أهمها:

1- الغرض من رسم الخارطة: يقل مقدار الفترة الكنتورية بزيادة درجة الدقة المطلوبة مع مراعاة مقدار مقياس الرسم لهذا السبب تستخدم فترة كنتورية قصيرة عند رسم الخطوط الكنتورية لأغراض تسوية وتعديل الأراضي الزراعية وحساب أحجام الأعمال الترابية.
2- طبيعة سطح الأرض: يزداد مقدار الفترة الكنتورية بعضها مع بعض وهذا يعني استعمال فترة كنتورية طويلة لخرائط المناطق الجبلية وقصيرة للمناطق المنبسطة نسبياً.
3- المساحة المشمولة بالخارطة: يصغر مقدار مقياس رسم الخريطة بزيادة المساحة المشمولة بالرسم ومن ثم تزداد الفترة الكنتورية والعكس صحيح، لان العلاقة عكسية بين مقياس الرسم والفترة الكنتورية.
4- الوقت المتاح والتكاليف: يقل مقدار الفترة الكنتورية بزيادة الوقت المتاح لأعداد الخريطة الكنتورية. أما التكاليف فهي مرتبطة بعدد الخطوط الكنتورية الواجب تحديدها ورسمها حيث تزداد بزيادتها والعكس صحيح.

بصورة عامة تكون الفترة الكنتورية بالأمتار للأغراض المساحية المختلفة، إذ تكون ما بين:

0.25 – 1 م	لمسح مواقع الأبنية والمنشآت
0.50-2 م	لمسح تخطيط المدن
2-5 م	لمسح مواقع المشاريع ذات المساحات الواسعة
5 م أو أكثر	لمسح الأعمال الطوبوغرافية المختلفة

مواصفات الخطوط الكنتورية Characteristics of counters Line

ان من المستلزمات الأساس لرسم الخرائط الكنتورية أو استخدام الخرائط المرسومة سابقاً، هو الإلمام التام بمواصفاتها وخصائصها كي نتمكن من التعبير عن طبيعة سطح الأرض أو تصوره بشكله الحقيقي والشكل يبين خريطة كنتورية توضح غالبية مواصفات الخط الكنتوري التي يمكن إيجازها بما يلي:

1- يكون لنقاط الخط الكنتوري الواحد نفس المنسوب، وبذلك يكون الفرق العمودي ثابتاً بين نقطتين واقعتين على خطين كنتوريين معينين على الخريطة.

2-لا ينتهي الخط الكنتوري ولا يكون سائباً وإنما لا بد ان يقفل راجعاً إلى نقطة بدايته سواءً كان ذلك داخل حدود الخريطة أو خارجها أما بالنسبة للمسح المحدود فإن الخطوط الكنتورية عند حدودها الخارجية.

3-قد يكون الكنتور ذي منسوب معين أكثر من خط واحد وكل خط من هذه الخطوط يكون مقفلاً أو منتهياً عند حدود الخريطة.

4-الخط الكنتوري المفرد المقفل يدل على مرتفع أو منخفض حيث يميز الثاني بتضليل خط حدوده نحو الداخل.

5-الخط الكنتوري الواحد لا يتفرع ولا يتشعب كما لا يمكن لخطين مختلفين في المنسوب ان يندمجا ويتسمران خطاً واحداً ولكن هناك حالة استثنائية قد تبدو فيها الكنتورات وكأنها متفرعة عند بداية ونهاية الجرف العمودي لكنها في الواقع غير متفرعة بسبب وجود فترة كنتورية فاصلة على امتداد سطح الجرف العمودي.

6-تتساوى المسافات الأفقية الفاصلة بين الخطوط الكنتورية على الأراضي ذات الميل المتجانس، اما اختلاف المسافات الأفقية فيدل على اختلاف درجات الميل حيث يزداد بتقارب بعض الخطوط الكنتورية من بعض ويقل الميل بتباعدها، واقصى درجات الميل هي عندما تكون المسافات الأفقية الفاصلة بين الخطوط اقطر ما يمكن.

7- تكون الخطوط الكنتورية مستقيمة ومتوازية في حالة استواء سطح الأرض تماماً وهذا ما لا يتوفر في الطبيعة.

8- تدل الخطوط الكنتورية المقفلة والمتعاقبة على مرتفع أو منخفض حيث يكون الأول عند تناقص مناسيب الخطوط بابتعادها عن المركز والعكس يكون الثاني عند تزايدها بابتعادها عن المركز.

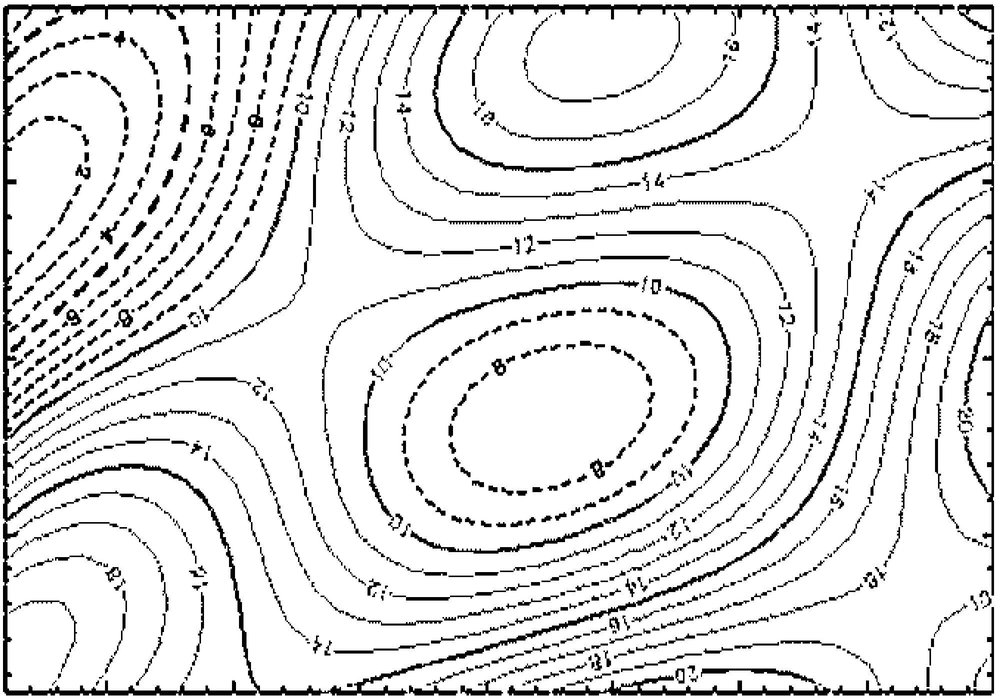
9- يكون سطح الأرض محدب الشكل إذا تقاربت الخطوط الكنتورية المتعاقبة عند جزئها العلوي أكثر من تقاربها عند جزئها السفلي. أما الخطوط الكنتورية المتقاربة عند جزئها السفلي أكثر من تقاربها عند جزئها العلوي فيدل على ان سطح الأرض مقعر الشكل.

10- تمتد الخطوط الكنتورية باتجاه أعلى الوديان الواقعة على المنحدرات ن احدى الجهتين ثم تغير اتجاهها بزوايا قائمة تقريباً وترجع متجهة تحو الأسفل من الجهة الثاني للوادي.

11- لا تتقاطع الخطوط الكنتورية المختلفة المناسيب بعضها من بعض، لان نقطة التقاطع سيكون لها أكثر من منسوب واحد وهذا نسبياً غير ممكن إلا في حالة وجود جرف أو كهف طبيعي وفي هذه الحالة يكون لدينا نقطتا تقاطع هما بداية الجرف أو الكهف ونهايته.

12- لا تتطابق الخطوط الكنتورية المختلفة المنسوب بعضها عن بعض إلا في حالة انعدام المسافة الأفقية بين الخطوط الكنتورية كما هي الحال عند وجود مقطع عمودي حيث يتماس خطان أو أكثر من نقطة واحدة أو أكثر من نقطة واحدة أو لمسافة قصيرة.

13- قد تتلامس الخطوط الكنتورية المتساوية المنسوب من نقطة واحدة أو لمسافة قصيرة في حالة وجود مرتفع ذي قمتين متقاربتين جداً وهذه حالة شاذة.



إعداد الخرائط الكنتورية Contour Mapping

الخطوط الكنتورية عبارة عن مضاعفات الفترة الكنتورية وهي صيغة مساحية خيالية لتمثيل طبيعة تضاريس سطح الأرض والتعبير عنها على الورق بشكل مادي متطور. وعملية النقل من الأرض إلى الورق تتطلب بيانات ومعلومات يتم الحصول عليها من الحقل بطرق ووسائل تختلف باختلاف الأجهزة والأدوات المساحية المستخدمة، كما تتطلب استخدام الوسائل المختلفة لتنظيم هذه البيانات والمعلومات بالشكل الذي يحافظ على العلاقات النسبية القائمة بين تفاصيلها ويؤدي إلى الحصول على الخريطة الممثلة لها بأبعادها الأفقية والعمودية، وبصورة عامة تكون خطوات إعداد الخرائط الكنتورية من:

1- إيجاد مناسيب عدد من النقاط الأرضية.
2- نقل النقاط الأرضية بموقعها النسبية الصحيحة من الأرض إلى الورق.
3- ربط بعض النقاط المتساوية المنسوب مع بعض للحصول على الخطوط الكنتورية مع مراعاة مواصفات الخطوط الكنتورية المذكورة أعلاه بكل دقة واعتناء.

ان تنفيذ هذه الخطوات يختلف حسب الطريقة التي يتم بها إعداد الخريطة الكنتورية التي تنقسم بصورة عامة إلى مباشرة وغير مباشرة.

أولاً: الطريقة المباشرة

تتميز هذه الطريقة ببطئها بصورة خاصة للمساحات الصغيرة حيث يكون مقياس رسم الخريطة كبيراً (100:1،250:1) والفترة الكنتورية قصيرة (0.25، 0.5 م). يبتدأ بتنفيذ الخريطة بتتبع مسارات الخطوط الكنتورية ذات المناسيب المطلوبة، أي تتكون الطريقة باختصار مرحلتين هما تثبيت نقاط الكنتور ثم مسح هذه النقاط، قد تنفذ المرحلتين كلاً على حدة وبشكل متتابع أو تدمج معاً في المساحات المتسعة.

أ- تثبيت نقاط الكنتورات

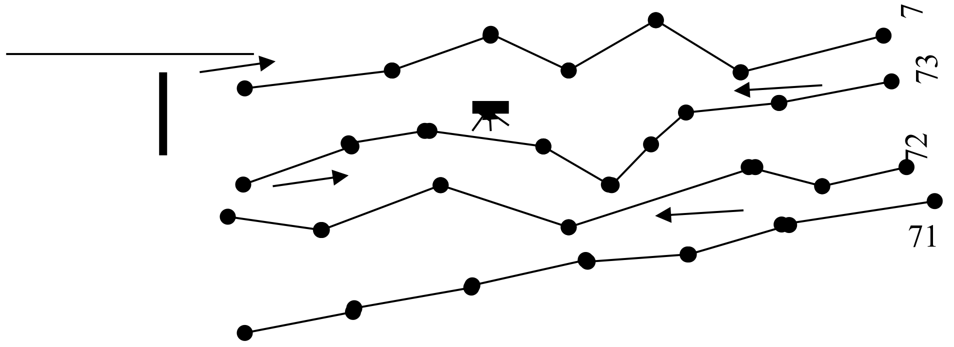
تثبت مناسيب النقاط بطرق مختلفة تبعاً لنوع الجهاز المستعمل ومن هذه الطرق

1- طريقة جهاز التسوية ومسطرتها

من المعلوم ان عملية التسوية تبدأ من راقم قريب من موقع التسوية المطلوب، ينصب الجهاز في موقع ملائم يمكن رؤية أكبر مساحة ممكنة من الأرض ونقوم بتسوية أفقيته وحساب ارتفاع خط النظر بدلالة الراقم القريب. ثم تطرح قراءات المسطرة عند وضعها على نقاط الكنتورات المختلفة ضمن حدود مدى الرؤية بالجهاز كي نحصل على مناسيبها. وعادة تؤخذ الخطوط الكنتورية بالتتالي واحداً بعد الأخر حيث نجد النقطة الأولى على الخط الكنتوري الأول بتوجيه حامل المسطرة للتحرك نحو أعلى أو أسفل منحدر الأرض حتى نتمكن من الحصول على مقدار القراءة المطلوبة على المسطرة، وهنا يقوم حامل المسطرة بتأشير هذه النقطة بغرز وتد أو قطعة خشبية رقيقة يكتب عليها منسوب الخط الكنتوري الذي تقع عليه. وهكذا نجد مواقع نقاط أخرى لها نفس هذا المنسوب بعد الانتهاء من تثبيت المواقع عد كاف من نقاط الخط الكنتوري الثاني بنفس الطريقة مع مراعاة مقدار قراءة المسطرة اللازمة للحصول على منسوبه. وهكذا

بالنسبة للخطوط الكنتورية الأخرى إلى حين نقل الجهاز إلى موقع جديد، حيث يعاد حساب ارتفاع خط النظر وإيجاد مقدار قراءة المسطرة اللازمة للحصول على الخط الكنتوري ذي المنسوب المعين.

في الشكل نموذج لسير العمل عند تحديد نقاط الخطوط الكنتورية وتدل السهام على اتجاهات سير العمل والانتقال من خط إلى خط لاحق. فلو كان ارتفاع خط النظر 74.3 م والفترة الكنتورية المطلوبة 1 م مثلاً لوجب ان تكون القراءات بالأمتار هي 0.3، 1.3، 2.3 و3.3 م لتعين نقاط الخطوط الكنتورية التي تكون مناسيبها 72،73،74 و71 م على الترتيب، أما عندما تكون الفترة الكنتورية أكبر من 1 م وبالذات أكبر من طول المسطرة ففي الأغلب لا يمكن تحديد نقاط الكنتور من موقع واحد وإنما يحب تغيير الجهاز باستمرار كي يكون قريباً من مستوى منسوب الخط الكنتوري المطلوب.



2- طريقة الميزان اليدوي

يستعمل الميزان اليدوي، بتثبيته على عمود معلوم الارتفاع وتثبيت مؤشره على الصفر، مع مسطرة التسوية أو عمود مدرج بالأمتار وأجزائها لإيجاد نقاط الكنتورات المطلوبة. فعن طريق عملية التسوية من راقم قريب تعيين أولاً نقطة على أحد الكنتورات الذي يفضل ان يكون موقعه وسطاً بين مواقع الكنتورات المطلوبة للتثبيت. ثم تثبت نقاط الكنتور الأخرى بالوقوف فوق النقطة الأولى وتوجيه حامل المسطرة بالتحرك كي تنطبق نقطة قراءة المسطرة ومقدار ارتفاع الجهاز ويكونان بمستوى أفقي واحد. تؤشر هذه النقاط بالأوتاد عادة للاستعانة بها في تعيين النقاط الأخرى. وبعد الانتهاء من تثبيت ما يكفي من طول الخط الكنتوري للعمل اليومي نبدأ بتثبيت نقاط الكنتورات الأخرى على جانبي الخط الأول. فلو كانت الفترة الكنتورية المطلوبة متراً واحداً والميزان اليدوي مثبت على 1.5 م عن سطح الأرض لوجب ان يتحرك حامل المسطرة إلى الأعلى والأسفل حتى يصل إلى 1.5-1= 0.5 م وعندما نحدد عدة نقاط مناسبة بهذا الارتفاع. وللحصول على موقع الكنتور الأعلى بمقدار 1 م، فان من الضروري ان ينتقل الراصد إلى موقع جديد نحو الأعلى يرتفع إلى مقدار 1م عن موقعه السابق مقاساً من احدى نقاط التي سبق تثبيتها على الخط الكنتوري الأول ثم يبدأ بتثبيت نقاط لهذا الخط الجديد. أما لتحديد الخط الكنتوري الأوطأ بمقدار 1 أو 2 م فان القراءة الحاصلة على المسطرة يجب أن تكون 1.5 أو 2.5 م على الترتيب.

عندما لا تتوفر مسطرة طويلة أو عمود طويل مدرج فمن الممكن ان يقف حامل المسطرة على احدى نقاط الخط الكنتوري الأول في الوقت الذي يغير فيه الراصد موقعه للأعلى أو للأسفل حتى يحصل على قراءة مقدارها 5.0 م كما سبق توضيحه في أعلاه. وهكذا بعد تثبيت أجزاء من عدة خطوط كنتورية بالنسبة للنقطة الابتدائية الأولى. نبدأ بالاستعانة بنقاط الخط الكنتوري الأول الأخرى بنفس الطريقة. ومن الممكن الاستغناء عن الاعتماد على نقاط الخط الكنتوري الأول بتثبيت عدد من الرواقم المؤقتة على المساحة المطلوبة بواسطة التسوية الاعتيادية.

إذا كانت الفترة الكنتورية أكبر من ارتفاع الجهاز فوق سطح الأرض فان الخط الكنتوري التالي، الأعلى أو الأدنى، لا يمكن تعيينه بمرحلة واحدة بل لا بد من إجراء عملية التثبيت بمرحلتين أو أكثر حسب طول الفترة الكنتورية والمسطرة أو العمود المستخدم.

ب- مسح النقاط الكنتورية

تجري عملية مسح النقاط الكنتورية أو نقلها إلى الخريطة، بعد تثبيت مواقعها على الأرض، بطرق مختلفة تحدد عادة قبل البدء بالعمل. ويعتمد اختيار الطريقة بصورة خاصة على حجم وشكل المساحة المطلوب رسم خطوطها الكنتورية وعلى دقة النتائج المطلوبة. فالمسح بالشريط يعد ملائماً لمساحات الأراضي الصغيرة ولكن تضليع هذه المساحات ينفذ عادة باستخدام الثيودولايت، والبوصلة، أو اللوحة المستوية. وعندما يكون المسح الكنتوري محصوراً بشريط ضيق من الأرض فان اخذ ضلع واحد على امتداد محور الشريط الأرضي يكون وافياً بالغرض مع اخذ مساقط عمودية نحو النقاط الكنتورية الواقعة على جانبيه وإيجاد أبعادها الأفقية. وقد يكون البعض من هذه المساقط أطول من الحد المرغوب لكنه لا يعد من المساوئ الرئيسية لهذه الطريقة لان المسافة يمكن قياسها بالشريط بمرحلة واحدة أو أكثر. أما على الأراضي الواسعة فمن الضروري تشكيل شبكة من المضلعات تغطي وتقاس الأبعاد الأفقية للنقاط الكنتورية عن خطوط شبكة المضلعات هذه بالطرق الاعتيادية المعروفة.

يفضل ان تتم عملية مسح ورسم الخطوط الكنتورية بعد تثبيت مواقع النقاط مباشرة قدر الإمكان لتلافي الخطأ الذي قد ينتج عن فقدان أو تغيير مواقع بعض النقاط. فاذا كان في الحقل مساح واحد فعليه تثبيت النقاط الكنتورية ومسحها بشكل متبادل، كأن يخصص يوم عمل كامل للتثبيت واليوم التالي للمسح أو فترة العمل الصباحية للتثبيت وفترة بعد الظهر للمسح وهكذا. ويمكن توفير الكثير من الوقت باستعمال التاكيوميتر لقياس المسافات الأفقية. فبعد تثبيت المسطرة فوق النقطة الكنتورية تؤخذ رصدات الاتجاه والمسافة نحو المسطرة من موقع التاكيوميتر الذي يكون منصوباً على احدى محطات المضلع. وبهذه الطريقة لا توجد ضرورة لتأشير مواقع النقاط على الأرض.

بصورة عامة، يتم مسح مواقع النقاط واخذ الملاحظات عن الكنتورات التي تقع عليها هذه النقاط، من المعلومات المثبتة على الوتد، أثناء عمل المسقط العمودي أو من الراصد في حالة استعمال التاكيوميتر. وبعد الانتهاء من تعيين مواقع النقاط على ورقة الخريطة، يربط بين المتساوية المنسوب منها بخطوط منحنية باليد عادة للحصول على الخطوط الكنتورية. وهنا يجب مراعاة مواصفات الخطوط الكنتورية وتطبيقها بكل دقة واعتناء.

الإعداد المباشر للكنتورات باللوحة المستوية ومسطرة التوجيه والتاكيوميترية

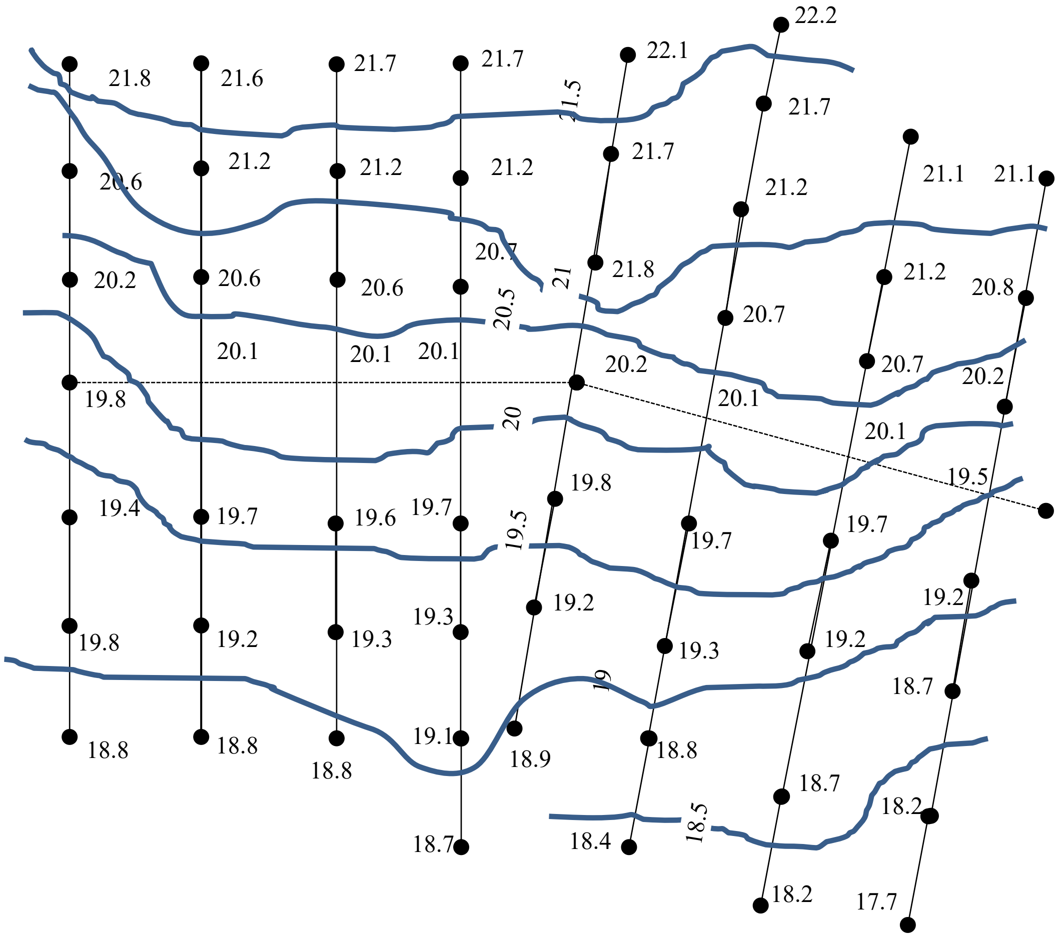
يمكن تثبيت النقاط الكنتورية على الأرض ونقلها في نفس الوقت ضمن عملية واحدة تهدف إلى إعداد الخريطة الكنتورية باستعمال اللوحة المستوية ومسطرة التوجيه التاكيوميترية المزودة بشعيرات المسافة. ففي هذه الحالة تقوم بتسوية أفقية اللوحة في موقع مناسب مشرف على أكبر مساحة ممكنة من الأرض. نوجه ناظور مسطرة التوجيه نحو مسطرة التسوية. ثم نرسم شعاعاً على اللوحة نحو النقطة بمسطرة التوجيه ونعين موقع النقطة المرصودة بعد إيجاد بعدها الأفقي بواسطة شعيرتي المسافة وتحويله إلى الخريطة حسب مقياس الرسم المستخدم. ونتبع نفس الأسلوب للحصول على نقاط أخرى لهذا الكنتور الذي يرسم بايصال بعض هذه النقاط ببعض. ثم يستمر العمل بنفس الطريقة للخطوط الكنتورية الأخرى. ومن الجدير بالذكر، انه في حالة تحويل اللوحة المستوية إلى موقع جديد فإن من الضروري ان يؤخذ شعاع نحو هذا الموقع من الموقع السابق قبل نقل اللوحة المستوية إليه ومن ثم يؤخذ شعاع خلفي نحو الموقع السابق بعد تثبيت اللوحة في الموقع الجديد لكي تكون الخطوط والأشعة المرسومة سابقاً في مواقعها النسبية الصحيحة.

ثانياً: الطرق غير المباشرة

تعتمد هذه الطرق على تثبيت مناسيب عدد من النقاط الأرضية التي تؤخذ على امتداد خطوط مستقيمة أو عند نقاط تقاطع شبكة من الخطوط المتعامد بعضها مع بعض وكذلك النقاط الأرضية المميزة لطبيعة سطح الأرض.

1- طريقة المقاطع العرضية

يعتمد تكوين المقاطع العرضية لمساحة من الأرض على طبيعتها وعلى مدى التغيرات المتميزة الموجودة على سطحها. فقد تكون المقاطع على هيئة خط قاعدي مستقيم تقام عليه خطوط عمودية متساوية البعد عن بعض كما في الشكل أو تشكل المقاطع العرضية بشكل عمودي على امتداد خط محوري واقع وسط المساحة لمطلوب رسم كنتوراتها ومكون من مستقيم واحد أو أكثر تبعاً لاتجاهات خط المقطع الولي لمساحة الأرض كما هي الحال عند تحديد المقاطع الطولية والعرضية لمناطق المشاريع الهندسية، وينبغي أحياناً مد المقاطع بشكل شعاعي من نقطة واحدة كما في حالة التلال والمرتفعات إذ تعد القمة نقطة انطلاق الأشعة نحو الاتجاهات المختلفة. عدد المقاطع والنقاط تزداد بزيادة وعورة الأرض وتضاريسها والعكس صحيح، بعد اخذ القراءات ورسم المقطع العرضي والمقاطع العرضية الأخرى نرسم خطوط المقاطع العرضية واتجاهاتها على الورق بمقياس رسم معين برسم المقاطع الطولية ثم ترسم العرضية عليها عمودياً ومن نقاط المناسيب توصل خطوط منحنية عند منسوب الخط الكنتوري حسب مواصفاته المشار إليها أنفاً، ثم ننتقل إلى خط كنتوري أخر حسب الفترة الكنتورية.



2- طريقة المربعات

في الشكل أعلاه طريقة رسم الخطوط الكنتورية ولكن بعمل مقاطع عرضية وقد تم عمل مقطعين عرضية وثبتت عليها مناسيب النقاط ثم حشي الخط الكنتوري كما سيرد لاحقاً. بطريقة المربعات سنرى ان طريقة العمل مشابه لها سوى ان ما سيتم عمله هو شبكة الوزن، والأخيرة عبارة عن شبكة من المربعات يزداد عددها أو يقل حسب مساحة الأرض بينما نتحدد بعدد محدد من النقاط في المقاطع العرضية، شبكة الوزن تنشأ على الأرض حسب حاجة المستخدم وكذلك تعتمد على دقة التفاصيل المطلوبة والفترة الكنتورية ومقياس الرسم المطلوب وتكاليف العمل وورقة الرسم.

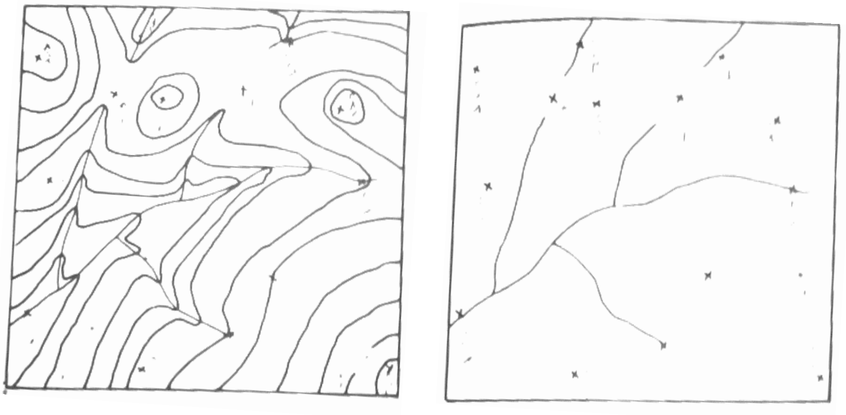
على الأرض تعمل شبكة من المربعات ذات ضلع ثابت لكل مربعات الشبكة ولكن لا يشترط ان تكون عدد المربعات في الصفوف مساوياً لعددها في الأعمدة وإنما ذلك يعتمد على أقرب شكل هندسي يمثل المساحة (فاذا كانت مربة سيتساوى فيها عدد المربعات في الصفوف والأعمدة، وذا كانت مستطيلة باتجاه الأعمدة ستكون المربعات بالصفوف أكثر منها في الأعمدة والعكس صحيح)، تحدد حدود المساحة المطلوب رسم خريطة كنتورية لها ثم تقاس المسافة لاحد أضلاعها وتقسم على عدد صحيح بحيث يعطينا عدد من التقاسيم كل قسم سيمثل طول ضلع من أضلاع المربعات المزمع إنشائها، ثم يقسم الضلع المقابل له بنفس التقسيمات فلو فرضنا المساحة أ ب ج د وكان أ ب يساوي 200 م وقسمت المسافة إلى 4 أقسام كل قسم 50 م فأن ج د يقسم كذلك إلى اربع أقسام كل قسم 50 م، في حين يقسم الضلعين الأخرين إلى عدد من الأقسام بحيث يكون طول القسم منها 50 م أيضاً وحسب المساحة أعلاه فالضلعين ب ج و د أ يجب أن تكون من مضاعفات الـ 50 م كأن تكون 250 م مثلا.

بعدها تثبت شواخص عند كل قسمين متقابلين ثم يمسك المساعد شاخص على الخط الثاني لشبكة الوزن تمهيد لعمل الصف الثاني أو العمود الثاني، وهنا يحب ان يكون هناك راصدين اثنين بذات الوقت احدهما على القسم الأول من الضلع أ ب والأخر على القسم الأول من الضلع د أ ويعملان على توجيه المساعد بنفس الوقت ليكون على استقامة واحدة على كل ضلعين متقابلين لتتكون لدينا نقطة تقاطع الخط الثاني للأعمدة والصفوف ثم يغرس نبل عند الانتهاء، يثبت احد الراصدين في مكانه بينما يتحرك الراصد الثاني والمساعد إلى نقطة أخرى وتحدد نقطة تقاطع أخرى وهكذا حتى الانتهاء من الخط الثاني، ثم يثبت الراصد الذي تحرك مع المساعد في الخط الأول بينما يتحرك الراصد الذي ثبت في الخط الأول مع المساعد لمقاطعة الخط الثاني وكما فعلوا في الخط الأول يفعلون في الخط الثاني، وهكذا حتى اكتمال التشبيك.

بعد اكتمال التشبيك يجب أن تكون أحد نقاط الشبكة معلومة المنسوب وفي حال عدم وجوها فيتم نقلها بالتسوية المتسلسلة أو تؤشر بالـ ΓΠΣ ثم تؤخذ القراءات بمسطرة التسوية عند نقاط التقاطع كافة ثم تحول القراءات إلى مناسيب بإحدى الطريقتين (ارتفاع خط النظر أو الارتفاع والانخفاض)، مع ملاحظة وضع الجهاز في مكان يمكننا من اخذ أكبر عدد من القراءات، وتعمل نقاط الدوران عند الحاجة فقط.

طريقة النقاط الأرضية المتميزة

تستخدم هذه الطريقة لمسح الأراضي الواسعة حيث يكون مقياس الرسم صغيراً والفترة الكنتورية كبيرة وبموجب هذه الطريقة، تثبت بيانات المسافات الأفقية والعمودية للنقاط الأرضية المميزة لسطح الأرض كنقاط المرتفعات أو المنخفضات والالتواءات الأرضية بواسطة اللوحة المستوية المزودة بمسطرة التوجيه، تؤخذ ما يكفي من النقاط لتحديد شكل الأرض.



تحشية الخطوط الكنتورية

بعد عمل المقاطع العرضية أو شبكة الوزن أو حتى طريقة النقاط الأرضية المتميزة تؤخذ البيانات المسجلة في مسودة إلى المكتب وتكون التحشية كما في المثال أدناه (المثال محلول بطريقة المربعات والمقصود بالتحشية هي تحديد من أين سيمر الخط الكنتوري لذا الحسابات لا تخص الطريقتين الأخريين)

عند استخدام طريقة المربعات تحول القراءات إلى مناسيب بورقة الرسم إذ يعاد رسم شبكة الوزن حسب مقياس الرسم كما لا بد من تحديد اتجاه الشمال، ترسم شبكة الوزن بحيث تكون خطوط الحدود غامقة اللون أما التشبيك الداخلي فيكون بلون فاتح وكذلك المناسيب تكتب بلون فاتح أيضاً كونها ستمسح لاحقاً، قبل التحشية تحسب مناسيب الخطوط التي سترسم في الخريطة:

عدد الخطوط الكنتورية (ما عدا تكراراتها) = (أعلى منسوب – أدنى منسوب) \ الفترة الكنتورية

ففي المثال أدناه (الخريطة الكنتورية) فإن عدد الخطوط هي = 9.6 – 2.7 \ 1 = 6.9 ≈ 7 خط وهنا يكون التقريب دائما لأعلى قيمة فلو فرضنا ان النتيجة كانت مثلا 6.2 فلا يوجد جزء من خط وإنما خط كامل لذا تقرب إلى 7.

قيمة الخط الأول = تقريب أدنى منسوب في شبكة الوزن إلى أقرب قيمة للخط (يفضل الأعداد الصحيحة) = 2.7 ≈ 3 م

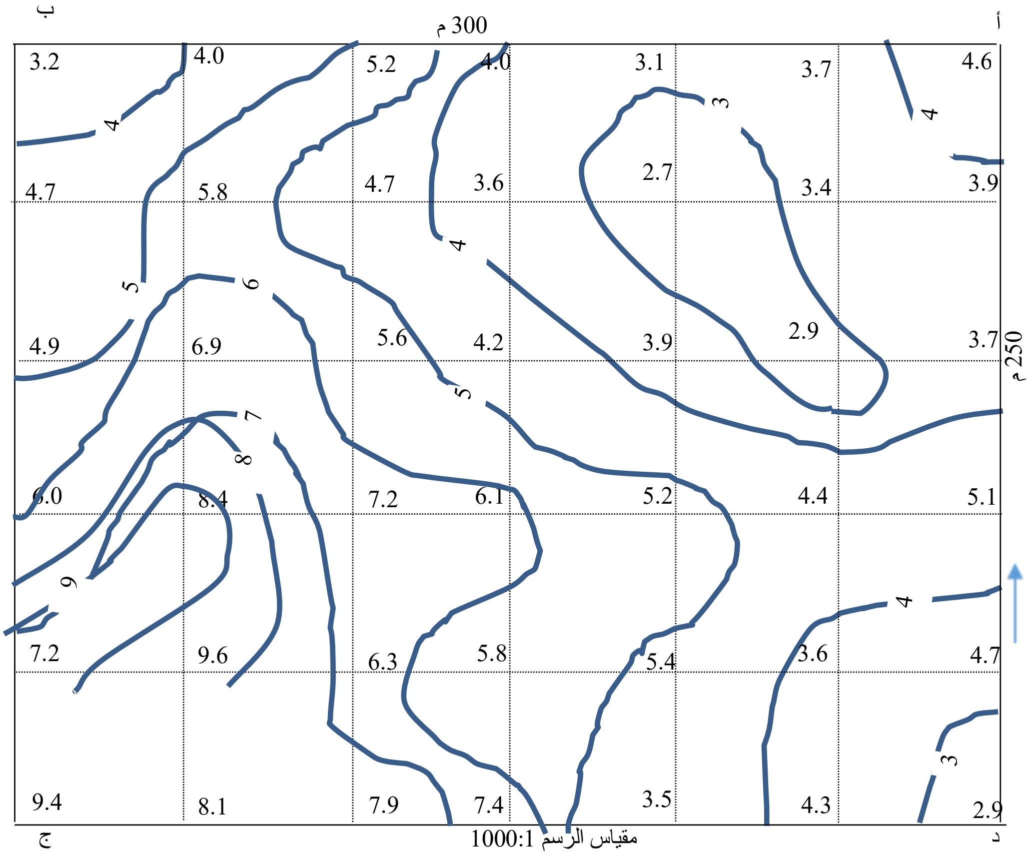
قيمة الخط الثاني = قيمة الخط الأول + الفترة الكنتورية = 3 +1 = 1 م

قيمة الخط الثالث = قيمة الخط الثاني + الفترة الكنتورية = 4+1 = 5 م

قيمة الخط الرابع= قيمة الخط الثالث + الفترة الكنتورية = 5+1 = 6 م وهكذا للبقية فالخامس 7 م والسادس 8 م والتاسع 9 م. مع ملاحظة ان أقل قيمة للخطوط الكنتورية يجب أن تكون أكبر من أدنى منسوب واعلى قيمة للخطوط الكنتورية يجب أن تكون أقل من أعلى منسوب.

نبدأ بعدها بتحشية الخطوط من الأصغر إلى الأعلى وهنا يجب استحضار كامل مواصفات الخطوط الكنتورية عند التحشية (الصفحة 3 من المحاضرة) قبل تحديد النقطة التي سيمر منها الخط الكنتوري يجب أن نحدد النقطتين التي يكون منسوب أحدهما أعلى من قيمة الخط ومنسوب النقطة الأخرى أقل من قيمة الخط).

ففي المثال فإن الخط ذو القيمة 3 م سيمر من عدة أماكن وسنلاحظ ان الخط يمر عند الضلع المشترك بالمربع الثاني والثلث في الصف الأول من النقطة أ وكذلك فأنه يمر من الضلع المشترك للمربع الثاني والثالث في الصف الثاني، وبنفس القت يمر من الضلع المشترك بين المربع الأول والثاني في العمود الثاني، وكذلك من الضلع المشترك بين المربعين الأول ولثاني في العمود الثالث، نستمر بالبحث إذا ما كان الخط الكنتوري يمر من أماكن أخرى ونلاحظ انه أيضاً إنه يمر من الضلع المشترك بين المربعين الأول والثاني في الصف الثاني ولنفس المربعين في الصف الثالث وكذلك من الضلع المشترك بين المربعين الثاني والثالث في الصف الثاني، كذلك يمر بمر بالضلع المشترك للمربعين الثني والثلث في العمود الأول وكذلك في العمود الثاني، وعند الاستمرار بالبحث نلاحظ انه يمر أيضاً في احد أضلاع المربع الأخير من العمود الأول وكذلك احد أضلاع الصف الخامس، نستمر بالبحث إلى ان نتأكد من عدم وجود منطقة أخرى يمر منها الخط ثن نقوم بوصل منحنيات مطابقه لمواصفات الخطوط الكنتورية، ثم ننتقل إلى الخط الثاني وهكذا.



أما تحديد موقع النقطة التي سيمر منها الخط الكنتوري بالضبط فتكون بعدة طرق منها

1- طريقة الحساب: في هذه الطريقة نرمز للخط الكنتوري بالرمز ط ولقيمة النقطة الأعلى بالرمز س ولقيمة النقطة الأدنى بالرمز ص وبهذا يكون نقطة مرور الخط كالاتي

إما ((ط – ص) \ (س – ص)) x المسافة بين النقطتين (على الخريطة) = بُعد الخط بالسم عن ص

أو ((ص – ط) \ (س – ص)) x المسافة بين النقطتين (على الخريطة) = بُعد الخط بالسم عن ص

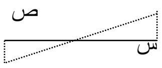
حسب المثال ولاحد نقاط الخط الكنتوري ذي المنسوب 4 م مثلاً فإن

((3.7 – 4) \ (3.7 – 4.6)) x5 = 1.67 سم عن المنسوب 3.7 م

((4 – 4.6) \ (3.7 – 4.6)) x 5 = 3.33 سم عن المنسوب 4.6 م

نحدد بعد النقطة بقلم الرصاص بشكل خفيف ثم نمرر الخط منه إلى النقطة الثانية التي نحددها.

2- طريقة الرسم وفي هذه الطريقة من نقطة ص نخرج الفرق بين الخط والنقطة 4 – 3.7 = 0.3 سم ومن نقطة س نخرج الفرق أيضاً 4.6 – 4 = 0.6 م ثم نرفع عمود على ص باتجاه الأعلى بمقدار 4 مم ونخفض عمود بمقدار 3 مم على النقطة س (أي عكس ص) ثم نصل الراسين ونقطة التقاطع مع ضلع المربع هي نقطة المرور.



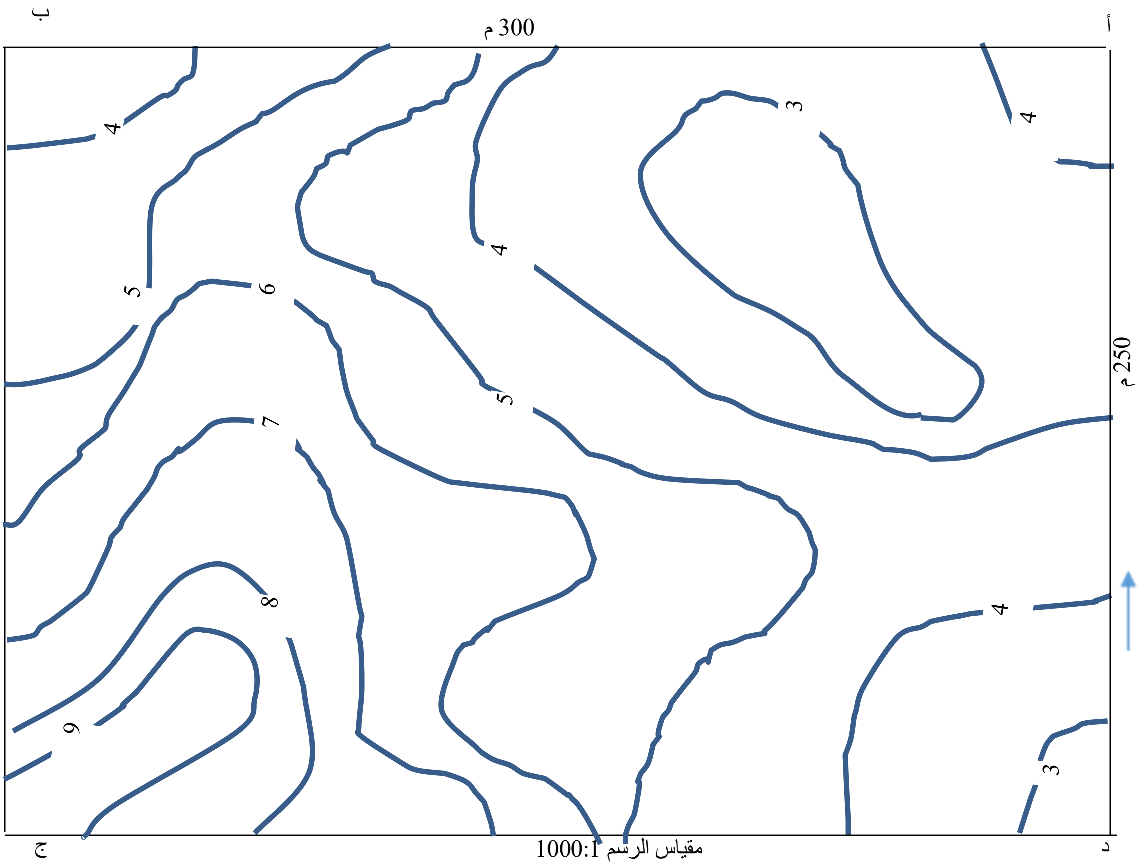
3- طريقة الورق الشفاف (راجع المصادر العلمية).

4- طريقة الشريط المطاطي (راجع المصادر العلمية أو المصدر المعتمد كتاب أسس المساحة المستوية والطوبوغرافية)

5- الطريقة التخمينية: وبهذه الحالة وعندما تصبح لدينا خبرة كبيرة جداً سنتعرف إلى نقطة مرور الخط الكنتوري بتخمينها وذلك بتقسيم المسافة إلى مسافات متساوية ونلاحظ الفرق ثم نؤشر الخط فمثلا لنفس

المثال فأن الخط الكنتوري قيمته 4 م والفرق بين النقطتين 0.9 سم أي تسع درجات نقسم 5 سم إلى تسع درجات ونضيف إلى القيمة الدنيا (ص) ما يكملها من الدرجات إلى ان نصل للقيمة 4 م وهنا قيمة ص 3.5 فنحن بحاجة إلى 5 درجات للوصول إلى 4 م أو ننزل 4 درجات من س.

بعد ذلك نمسح كل خطوط الشبكة عد الحدود وقيم المناسيب ليبقى فقط الحدود والخطوط الكنتورية وقيمها كما في الشكل



بعد رسم الخطوط بقلم الرصاص نعمل على تحبير الخطوط باللون الأسود أو حتى غيره لتميزها عن باقي المعالم في الخريطة ولعملية التحبير قلم خاص بالخطوط الكنتورية.

فوائد واستعمالات الخريطة الكنتورية

نستفيد من الخريطة الكنتورية في العديد من العلوم التطبيقية منها:

1- إعطاء فكرة شمولية عامة عن طبيعة سطح الأرض المحددة بالخريطة.
2- الحصول على البيانات العلمية اللازمة لرسم المقاطع الطولية والعرضية وذلك بتحديد مواقع وابعاد مناسيب نقاط خط المقطع المستقيم أو المنحني مع الخطوط الكنتورية.
3- تحديد إمكانية رؤية نقطتين ثابتتين ومعلومتي المنسوب احدهما من الأخرى بدون الحاجة إلى رسم مقطع المسافة الفاصلة بينهما. وهذه الميزة تفيد لغرض تحديد مواقع أبراج المراقبة للأغراض العسكرية.
4- تخطيط طرق المواصلات وقنوات الري والصرف عن طريق التوفيق بين درجات الميل الطبيعي للأرض ودرجات الميل للمشاريع المطلوبة.
5- تسوية وتعديل الأراضي للأغراض الزراعية.

6- معرفة حدود احواض الأنهر ومجاري الوديان وقياس مساحاتها فالحدود في هذه الحالة هي امتداد الخط الكنتوري المحيط، بالحوض مثلاً الذي يكون منسوبه أعلى من مناسيب الخطوط الكنتورية الواقعة على جانبيه.
7- حساب كميات الاعمال الترابية في اعمال المشاريع المختلفة بإيجاد مقادير الحفر والردم اللازمة عن طريق رسم المقاطع.
8- قياس حجوم المنخفضات الطبيعية لتحديد سعتها الخزنية.
9- تحديد المواقع الملائمة لانشاء السدود بانواعها المختلفة.
10- اختيار الأماكن الملائمة لانشاء الاحياء السكنية وتخطيط الشوارع وشبكات المياه والمجاري واعمال تخطيط المدن الأخرى.
11- تستخدم في الدراسات الجيومورفولوجية كمعرفة التركيب الجيولوجي من شكل سطح الأرض، واشكال المنحدرات وانماط التصريف الطبيعي والنهري ومراحل التعرية وتأثيرها.
12- تستخدم في الدراسات المناخية كدراسة الاشعاع الشمسي والحرارة والرطوبة المطلقة.

المحاضرة الرابعة د بسام الدين الخطيب هشام

حساب مكعبات الحفر واردم

مكعبات الحفر والردم للقطاعات العرضية

لحساب مكعبات الحفر والردم في المقاطع العرضية نعمل على :

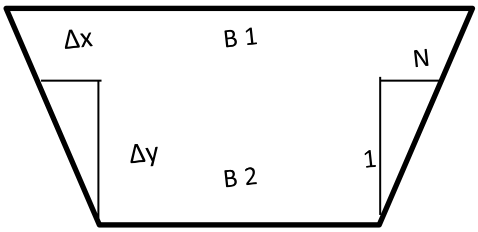
1- تقسيم المنطقة في الاتجاه الطولي إلى عدة أجزاء كل منها محصور بين قطاعين عرضيين وذلك باعتبار ان الأرض منتظمة بين هذين المقطعين.
2- حساب مساحة كل مقطع عرضي.
3- حساب حجم كل جزء محصور بين مقطعيين عرضيين على أساس موشور مجسم.
4- يتم تجميع الأجزاء لنحصل على مكعبات الحفر والردم.

الميل الجانبي للمقاطع العرضية هو ظل زاوية الميل الجانبي ويرمز لها بـ 1: ن، $\tan\theta = \Delta y/\Delta x$ مساحة المقطع العرضي هي مساحة شبه منحرف:

المساحة = الارتفاع *((القاعدة 1 + القاعدة 2) \2) أو

$$A = y\,(b_1 + N*y)$$

حيث N هو مقلوب الميل



مثال 1\ احسب مساحة قطاع الحفر لقناة بزل عرضها 10م وارتفاعها 6 م وميلها الجانبي 3:2 ثم احسب مكعبات الحفر للقطاع إذا كان المقطع الطولي للمقطع 300 م.

الحل:

$N = 3/2$ Also $A = y\,(b_1 + N\,y) \Rightarrow A = 6(10+3/2*6) \Rightarrow A = 114\ m^2$

$V = 114 * 300 = 34200\ m^3$

مثال 2 \ احسب مساحة ردم أحد الوديان بعرض 14 م وارتفاع الردم 2 م وميله الجانبي 4:1 وماهي حجم التربة المنقولة إذا كان طول الوادي 2 كم.

$N = 4/1$ Also $A = y\,(b_1 + N\,y) \Rightarrow A = 2\,(14+4*2) \Rightarrow A = 44\ m^2$

$V = 44 * 2000 = 88000\ m^3$

مثال 3\ احسب الحجم اللازم للحفر بين مقطعين عرضيين المسافة بينهما 200 م، إذا كان عرض المقطع التصميمي 4 م ومنسوبه 15 م وميله الجانبي 1:1 والمحور الرئيسي عند مسافة 2 م والمناسيب الطبيعية كما في الشكل

الحل:

ارتفاع الحفر = منسوب الأرض – منسوب المقطع التصميمي

وبناءً عليه فإن ارتفاع الحفر سيكون كالاتي

بما ان الميل الجانبي 1:1 وعرض المقطع 4 م فهذا يعني أن عرض القاعدة السفلى 2 م وارتفاع الحفر عن القاعدة سيكون 1 م وعليه فمنسوب نقطة المنتصف سيكون :

ارتفاع الحفر للمقطع الأول = 16.3 – 15 = 1.3 م، وكذلك الحال للنقطتين التاليتين لنقطة المنتصف ستساويان 1.5 م و2.2 م، أما نقطتي البداية فهي مرتفعة متر أصلا لان الميل 1:1 وعليه فمنسوبها التصميمي سيكون 16 م وبالتالي ارتفاع الحفر سيكون 0.2 م لنقطة اليمين الطرفية و1 لنقطة اليسار الطرفية،

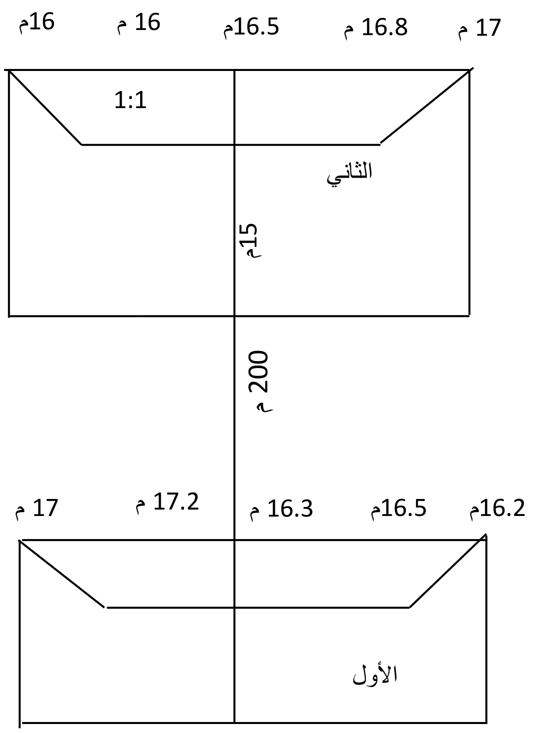
ارتفاع الحفر للمقطع الثاني = 16.5 – 15 = 1.5 م، والنقطتين التاليتين 1.8 م و 1 م، النقطتين الطرفيتين 1م و0 م

فمساحة الحفر للمقطع الأول= معدل أعماق الحفر x عرض الحفر = ((2.2+1.5+1.3+(2\0.2) +(2\1)) \5 * 4 = 4.48 م^2 (نقسم النقطتين الطرفيتين على 2 لأنها تمثل مثلث حفر وليس مستطيل حفر).

مساحة الحفر للمقطع الثاني= (1+1.8+1.5+(2\1) +(2\0)) \5 *4 = 3.84 م^2

إذا فمعدل مساحة الحفر = 4.16 م^2

مكعبات الحفر = مساحة الحفر * طول المقطع = 4.16 *200 =832 م^3



مثال 4/ نفس المقطعين في المثال 3 ولكن يراد إنشاء سدة ترابية لاحد الوديان بهدف خزن الماء

في هذه الحالة القاعدة العليا ستكون 2 م والسفلى 4 م حسب الميل الجانبي

بالنسبة للمنسوب التصميمي سيكون عند 15 م عند كل النقاط لان القاعدة السفلى بعرض 4 م بينما سيرتفع 1م لنقطة المنتصف والنقطتين التاليتين لها يمين ويسار النقطة بالنسبة للسطح، أي يكون منسوبها 16 م، وبهذا سيكون

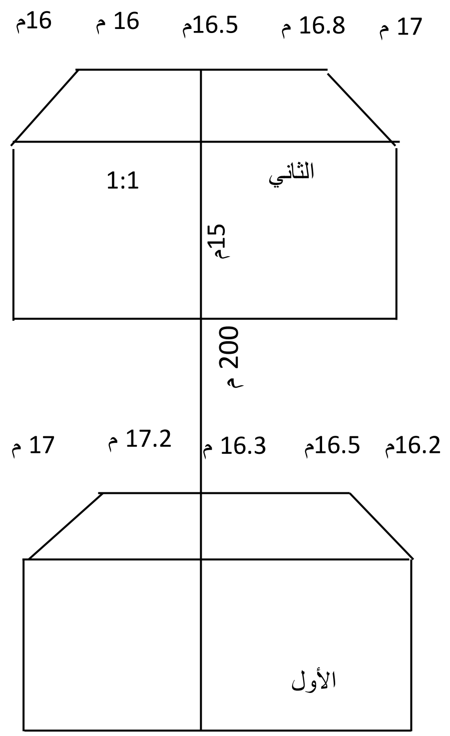
في المقطع الأول منسوب نقطة المنتصف = 16.3 – 16 = 0.3 م أما النقطتين التاليتين يمين ويسار فنلاحظ إنها أيضا بحاجة إلى قطع بمقدار 0.5 م و1.2 م بينما الطرفية ستكون 17-15 =2 م و16.2 – 15 = 1.2 م،

المقطع الثاني نقطة المنتصف ونقطتي اليمين واليسار = 0.5 م و0.8 و0 أما الطرفية اليمنى واليسرى 2م و1م

مساحة الحفر للمقطع الأول = ((1.2+0.5+0.3+(2\2) +(2\1.2)) \5* 4 = 2.88 م^2

مساحة الحفر للمقطع الثاني= ((0+0.8+0.5+(2\2) +(2\1)) \5*4 = 2.24 م^2

مكعبات الحفر = 5.12 م3



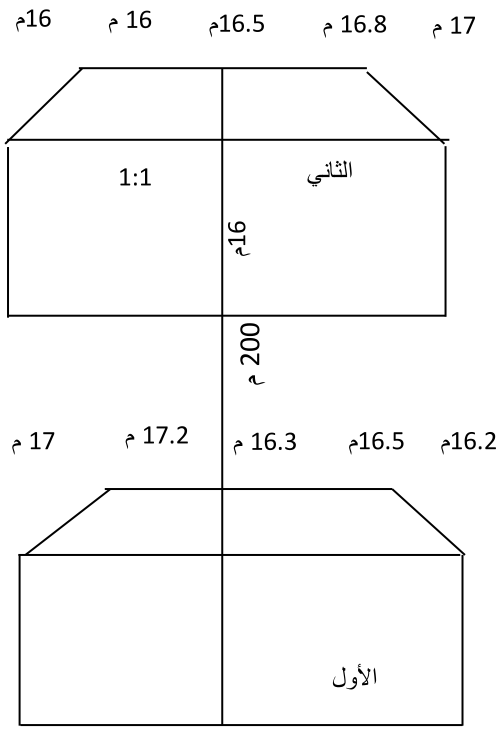
مثال 5/ اعد حساب الأعمال الترابية لنفس معطيات المثال 4 ولكن منسوب القاعدة السفلى عند معدل مناسيب الأرض الطبيعية م

معدل المناسيب = 16.55 م، القاعدة العليا ستكون 2 م والسفلى 4 م حسب الميل الجانبي
بالنسبة للمنسوب التصميمي سيكون عند 16.55م عند كل النقاط لان القاعدة السفلى بعرض 4 م بينما سيرتفع 1 م لنقطة المنتصف والنقطتين التاليتين لها يمين ويسار النقطة، أي يكون منسوبها 17.55 م بالنسبة للسطح، وبهذا سيكون

في المقطع الأول منسوب نقطة المنتصف = 16.3-17.55 = 1.25م كعمق ردم، أما النقطتين التاليتين يمين ويسار فنلاحظ إن اليمين بحاجة إلى ردم بمقدار 1.05 م و0.35 م بينما الطرفية ستكون اليسرى 16-16.55 =0.55 م واليمنى 16.55– 17 = -0.45 م أي إنها تحتاج إلى قطع، في المقطع الثاني فالمنتصف ردم بمقدار 1.05 م اليمين 0.75 م 1.55 م الطرفية اليمنى فهي ردم بمقدار 0.55 م واليسرى قطع بمقدار 0.45 م^2،

أي ان مساحة الردم = ((1.25 +1.05 +0.35+(0.55/2)) \4*3 (المسافة التي تغطي نقاط الردم) = 2.19375 م^2 أما مساحة الحفر = 2\0.45 * 1 = 0.225 م^2 للمقطع الأول و1.05 +0.75+ 1.55 +(0.55\2) = 2.71875 م^2 مساحة الردم للمقطع الثاني، و0.225 م^2 مساحة حفر

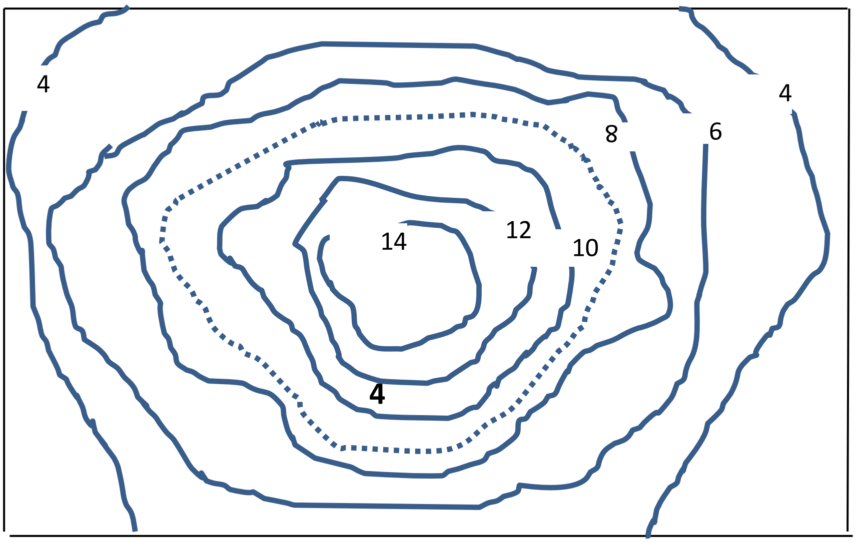
مكعبات الردم = (2.19375+2.71875) \ 2 * 200= 491.25 م^3،
مكعبات الحفر = (0.225 +0.225) \2*200= 45 م^3

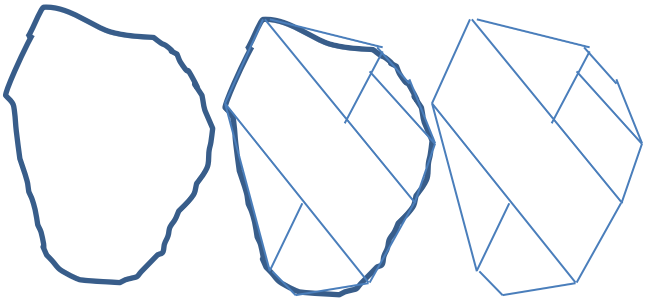


حساب مكعبات الحفر والردم من الخريطة الكنتورية

تزداد دقة النتائج المتحصل عليها بهذه الطريقة كلما صغرت الفترة الكنتورية، برغم إنها لا تصل إلى التطابق مع الواقع بسبب افتراض تجانس الميل بين الخطوط الكنتورية المتعاقبة، ولتوضيح كيفية حساب حجوم الحفر والردم من الخرائط الكنتورية نفترض قطعة ارض كما في الشكل ويراد تسويتها أفقياً (بدون ميل) على منسوب 9 م ومن ثم حساب حجم الحفر والردم للوصول إلى الهدف.

الخطوة الأولى هي ان نعمل على تحشية خط الكنتوري 9 بين الخطين 8 و10 م بانتخاب مسافات منصفة بين الخطين وبأكثر من عدد ممكن، وهذا الخط سيكون الخط الفاصل بين الحفر والردم، في الخطوة الثانية نعمل على حساب المساحة التي يشغلها الخط الكنتوري، وهنا نلاحظ ان الأشكال غير منتظمة لذا تحسب المساحة باستخدام البلانوميتر، أو بتجزئة المساحة إلى أقرب مساحات منتظمة كما في الشكل المجاور الذي يمثل المساحة التي يشغلها الخط الكنتوري 12 م في حالة عدم توفر البلانوميتر.





الخطوة الثالثة فهي حساب أحجام الحفر والردم حيث يكون الردم بالمساحات التي خارج محيط خط التسوية الحفر في المساحات التي هي داخل الخط، على العموم فان الحجم المحصور داخل كنتور التسوية هو عبارة عن المجموع الكلي لحاصل ضرب معدل مساحتي كل كنتورين متجاورين بمقدار الفترة الكنتورية وذلك إلى حدود مستوى التسوية، أما الحجم الذي يحيط به خط الكنتور فهو المجموع الكلي لحاصل طرح مساحتي كل كنتورين متجاورين بمقدار معدل الارتفاع محسوباً على أساس الفرق بين منسوبي الكنتورين ومنسوب التسوية.

مثال6\ ما مقدار مكعبات الحفر والردم لتسوية مرتفع ارضي على منسوب 17 م إذا كانت مناسيب خطوطه الكنتورية هي 12، 14، 16، 18، 20، 22 و24 م والمساحات المحددة بالكنتور هي 450، 370، 250، 190، 160، 110 و70م^2

الحل

المساحة التي يحددها الكنتور 17 هي معدل مساحتي الكنتورين 18 و 16 م وهي = (250+190) \2= 220 م^2

حجم الحفر يكون مجموع ما بداخل الكنتور 17 أي الحجم من الكنتورات 24-22 و22-20 و20-18 و18-17

حجم الحفر = ((مساحة منسوب الخط الأعلى + مساحة منسوب الخط الأدنى) \2 * الفترة الكنتورية)

= ((2\ (110+70)) *2 + ((2\ (160+110)) *2 + ((2\ (190+160)) *2 +((2\ (220+190)) *= 1005 م^3

حجم الردم يكون مجموع ما للخارج ويساوي الحجم من الكنتورات 12-14 و14-16 و16-17

حجم الردم = (مساحة. خ. الأعلى – مساحة. الأدنى) * ((م. التسوية – م. خ. الأدنى) +(م. التسوية -م. خ. الأعلى)) \2

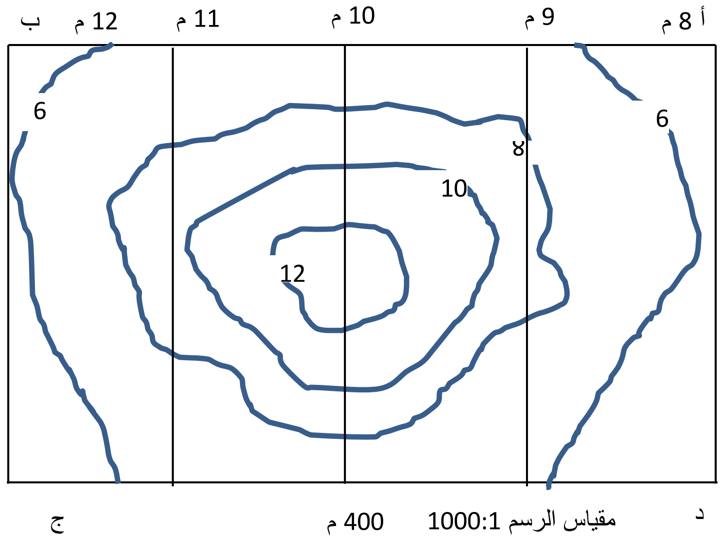
= ((370-450)* ((12-17)+ (14-17)) \2) + ((250-370)* (1+3) \2) +((220-250)* (0+1) \2)

= 575م^3

هنالك حالة أخرى عندما يراد تسوية الأرض بنسبة ميل معينة وفي هذه الحالة نقوم أولاً برسم الخطوط التصميمية الكنتورية الممثلة لمستويات التسوية المطلوبة التي يكون بعضها موازياً لبعض لأنها ذات انحدار منتظم، ثم نحسب المساحات الناتجة من ذلك إلا إنها طريقة مربكة، بالإضافة إلى عدة اقتراحات لحساب مكعبات الحفر والردم من الخريطة الكنتورية لسطح ارض مسواة بنسبة ميل يمكن للباحث رصدها في مختلف المصادر العلمية.

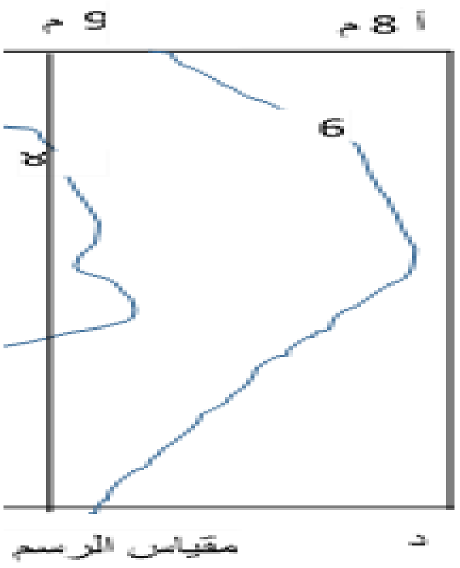
أدناه طريقة لحساب مكعبات الحفر والردم بشكل سهل نسبياً اعتماداً على تخيل الشكل الناتج من العمل ففي الشكل مثال لطريقة الحساب مكعبات الحفر والردم لأرض يراد تسويتها بميل 100:1 (هذا الميل للفهم والاسترسال وليس واقعياً) باتجاه النقطة ب والتسوية إلى المنسوب 10 م وللحساب نقوم بالخطوات التالية:

1- استنساخ الخريطة أكثر من نسخة
2- رسم خطوط على أحد النسخ كل 100 م (أو حسب الميل أو مقياس الرسم أي بشكل مناسب)
3- في النقطة أو الخط الذي ينصف الخريطة وهو عند المسافة 200 م نضع قيمة لمنسوب التسوية الذي هو 10 م ثم ننقص المنسوب 1م كل 100 م باتجاه النقطة أ، ثم نزيد المنسوب 1 م كل 100باتجاه النقطة ب، أي ستصبح عندنا مناسيب تصميمية هي 8، 9، 10، 11، و 12م.

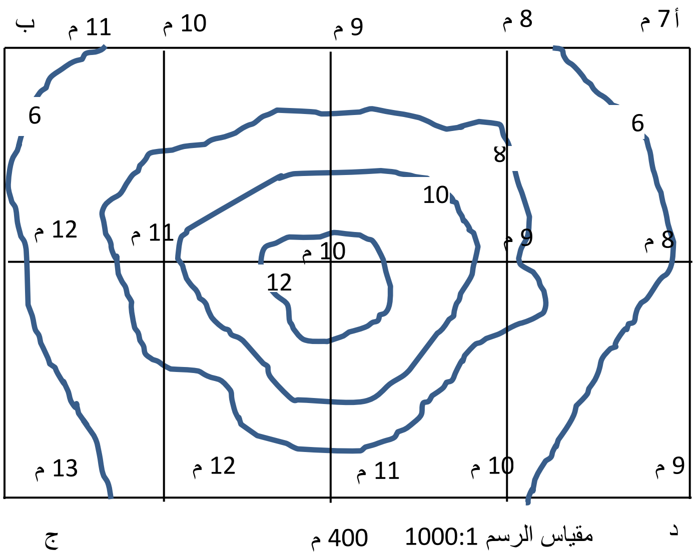


4- للتسهيل (يمكن استخدام الرسم أو الحاسوب أو أي طريقة تمكن المشتغل بالحساب) تقطع نسخ (حسب ما يحتاجه الخريطة من الخطوط التصميمية لصنع مجسم تخيلي، وبنسختين أحدها للقاعدة العليا وأخرى للسفلى، ثم يقطع ورق بارتفاع قيمة الفرق في المنسوب الأرضي إلى المنسوب التصميمي عند أول 100م والتي هي بهذه الحال 1 م وبطول أ د طبعاً مع ملاحظة ان الجزء الممثل هو قطع أم ردم، ثم يحسب الحجم أما بتقسيم المجسم غير المنتظم إلى أقرب مجسمات منتظمة، وهذا بطبية الحال سيأخذ وقتاً، أو بابتكار طرق تساعد في حساب الحجم غير المنتظم، فعلى سبيل المثال قد يمكن للمهندس بناء مجسم اثقل من الماء باستخدام مثلاً عجينة لا تتفاعل مع الماء وبناء مجسم مشابه للمجسم الذي سينتج من التقطيع، ثم غمر المجسم بالماء وحساب كمية الماء المزاح وهو سيمثل حجم المجسم غير المنتظم.

بالعودة إلى الشكل اقتطع الجزء المحدد بالمنسوب التصميمي 9 م و 8 م وهنا نلاحظ ان المناسيب الطبيعية المحددة بالمنسوبين الطبيعيين هي 8 و6 و4م (المنسوب هنا لا يظهر بالخريطة إلا انه المنسوب الأدنى من 6 م ولم يظهر خط كنتوري أعلى فهذا يستوجب ان تكون المناسيب في باقي الجزء إلى حدود الخريطة اقل من 6 م) نأخذ متوسطات كل كنتورين، وهي على الترتيب 7 و5 وبالنسبة للجزء بين خط التسوية وكنتور 8م سيكون 8.5 م، تعمل على تقطيع المساحات إلى ثلاثة أجزاء أساسية هما من خط الكنتور 6 م إلى الحد أ د والجزء الأخر هو الجزء المحدد بين خطي الكنتور 8م و6 م وخط منسوب التسوية 9م والجزء الثالث الجزء المحصور بين خط التسوية 9م وخط الكنتور 8م. ونحسب مساحاتها، ان جميع الكنتورات في هذا الجزء هو ردم كون جميع الكنتورات تحت المناسيب التصميمية تقع أسفل، بقي ان نحسب الارتفاعات اللازمة لعمل المجسم وهي معدل للارتفاع ضمن المساحة التي يشغلها الكنتور وهنا يستخرج كنسبة مئوية ابتداءً من المتر الأول إلى نهاية 100م ففي المثال الكنتور 6م يقع على مسافة 7 م من خط المنسوب 9 م وهو يمثل ارتفاع اقل ب 7 سم من المنسوب 9 م أي ان الارتفاع عند هذه النقطة 8.93 م بينما عند النقطة د فهي 8 متر وارتفاع الردم سيكون الفرق بين معدل الكنتورات ومعدل التصميمي لرسم المساحة، ثم نحسب حجمها. وهكذا لباقي الخريطة.



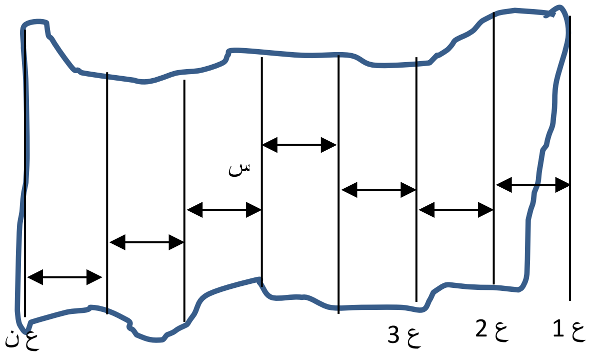
في حالة كان المطلوب هو التسوية بميلين أحدهما طولي والأخر عرضي فهنا سنعمل نضع خطوط التسوية كما في أعلاه حسب الميل الطولي، أما الميل العرضي سينقص كل مئة متر من المنسوب الطولي، فلو أردنا ميل جانبي للمثال أعلاه وان عرض القطعة 200 م فهنا سيكون نفطة المنتصف هي نفسها ثم تزداد باتجاه د ج وتقل باتجاه أ ب. أو ان المنسوب سينزل متر واحد كل 100 م بالاتجاه من د ج إلى أ ب.



حساب المساحات والأحجام غير المنتظمة

حساب المساحات غير المنتظمة ولكن لها خطوط مستقيمة فيمكن تقسيم المساحة إلى مثلثات مثلا ثم أو مربعات أو مستطيلات أو أي مساحة منتظمة أخرى ثم جمع المساحات المستحدثة لتكون هي المساحة الكلية، ولو فرضنا ان هناك بعداً ثالثا فستتكون مجسمات منتظمة أيضاً وبالتالي يمكن حساب الحجم الكلي كمحصلة لمجموع أحجام الأشكال المقطعة.

في حال كانت المساحة غير منتظمة كأن تكون على شكل شريط كما في الشكل المجاور نقسم المساحة بأعمدة ذات طول مختلف ولكن بنفس العرض وتحسب المساحة لهذه الحالة بعدة طرق:



1- طريقة شبه المنحرف :

المساحة = س ((ع$_{1}$ +ع$_{ن}$) \ 2) +ع$_{2}$+ع$_{3}$+....ع$_{ن-1}$

س = العرض المشترك للاشرطة ، ع =ارتفاع الشريط

2- طريقة الارتفاع الوسطي :

المساحة= س (ع$_{1}$ + ع$_{2}$+ع$_{3}$+....ع$_{ن}$)

3- طريقة الارتفاع المتوسط :

المساحة= ن* س* ل

ن عدد الأعمدة، س عرض الشريط، ع ارتفاع العمود

ل متوسط ارتفاع العمود = ع$_{1}$ + ع$_{2}$+ع$_{3}$+....ع$_{ن}$ \ ن +1

4- طريقة سمبسون وهي أدق من الطرق أعلاه

المساحة = (3 س \ 8) (ع$_{1}$ + 3*ع$_{2}$+3*ع$_{3}$+ ع$_{4}$)

(حالة خاصة عندما تكون عدد الأشرطة 3 أشرطة أي أربعة أعمدة)

المساحة = (س\3) (الاول ع$_{1}$ + الاخير ع$_{ن}$+ 4* مجموع الأعمدة الزوجية + 2*مجموع الأعمدة الفردية)

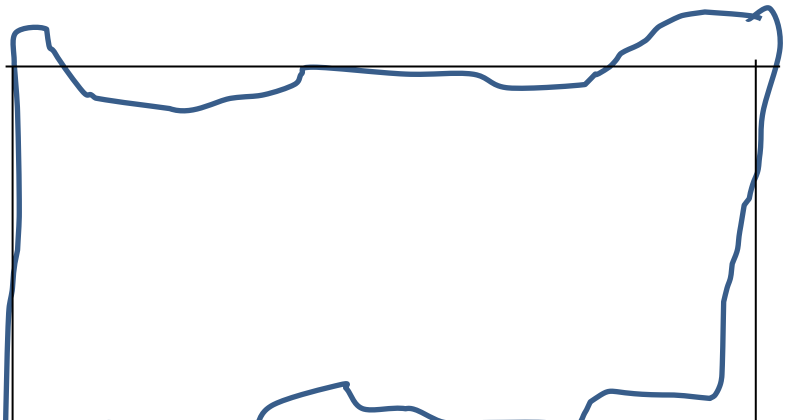
5- طريقة ودل

المساحة =(3 س \ 10) (مجموع الأعمدة الفردية +5 * مجموع الأعمدة الزوجية + مجموع كل عمود ثالث مع استبعاد الطرفيين)

ان جميع الطرق أعلاه لا تعطي مساحة دقيقة 100% إلا إنها تقترب كثيراً من المساحة الفعلية ومن الطرق التقديرية أيضاً طريقة الحذف والإضافة وتختصر الطريقة بإنشاء شكل هندسي منتظم يمكن حساب مساحته عن طريق إضافة أضلع الشكل بحيث يحذف جزء من المساحة خارجه ويضيف جزء إلى داخل المساحة الجديدة كما في الشكل إذا ان أقرب شكل منتظم لهذه المساحة هي المستطيل

مثال \ احسب بكل الطرق من خريطة كنتورية (قم باستنساخ أي خريطة) ثم احسب أي مساحة غير منتظمة فيها بكل الطرق الواردة في أعلاه، قارن بين النتائج. ثم قم بحساب مكعبات التربة الموجودة عند مستوى كنتوري يمثل معدل الكنتورات.

بقي ان نشير إلى إمكانية حساب الأحجام والمساحات باستخدام برامج الكمبيوتر كبرنامج Surface 10 وغيرها أو استخدام برنامج الاكسيل في مايكروسوفت أوفيس ولكن يحتاج المعني إلى معرفة استخدام الاكسيل والتعامل مع الدالات.



تسوية وتعديل ارض Land Leveling

المحاضرة الخامسة د بسام الدين الخطيب هشام

خطوات تحضير الأرض للتسوية

بعد مراجعة خرائط وتقارير مسح التربة، واستطلاع الأرض، وعقد الرأي على ان الأرض مناسبة، من النواحي الفنية والاقتصادية للاستغلال الزراعي، باستخدام نظام الري السطحي، واختيار طريقة الري المناسبة يأتي تحضير الأرض، ولغرض البدء بذلك تتبع عدة خطوات هي:

1- اختيار الوقت المناسب: تعد حركة الآليات والمكائن المستخدمة في عمليات التسوية والتعديل، صعبة وغير اقتصادية في الأجواء الممطرة، وكذلك في الأراضي ذات المحتوى الرطوبي العالي وخاصةً عندما تكون الأراضي ذات نسجات ناعمة، إضافة إلى ان حركة الآليات في التربة الرطبة تسبب مشاكل تؤدي إلى تدهور بعض الصفات الفيزيائية للتربة Soil physical properties، كتكون كتل التربة الكبيرة soil large clods، وزيادة احتمالية تعرض التربة للانضغاط Soil compaction، نتيجة لحركة الآليات الثقيلة الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض في مساميتها Soil Porosity، فتقل نتيجة لذلك إيصاليها المائية Hydraulic Conductivity، وزيادة مقاومتها للاختراق Soil Penetration، وان أكثر ما ستعاني منه التربة هو تدهور بناءها Soil Structure. ان جميع المشاكل أعلاه تزيد من صعوبة استصلاح الأراضي Land Reclamation، خاصة عمليات غسل التربة Leaching في حالة كون التربة ملحية، أما بعد الاستزراع فإن هذه الصفات ستستمر بتدهورها إلى حين إدارة التربة إدارة جيدة وتحسين صفاتها بشكل علمي مدروس، لذا يستحسن إجراء عمليات التسوية في الفصول الجافة من السنة، وبزل التربة ما أمكن ذلك قبل الاستصلاح.

2- تنظيف الأرض: قبل البدء بعمليات التسوية يجب أن تنظف الأرض من بقايا النباتات المزروعة سابقاً، أو الأشواك والأعشاب والأشجار والشجيرات مع مراعاة قلع المجاميع الجذرية للأشجار والشجيرات، كونها تعيق عمليات التسوية، وعادة ما يتم حرقها أو نقلها خارج منطقة العمل أو اتباع الأسلوبين معاً.

3- اختيار وحدات المساحة التي ستسوى بشكل منفصل: في بعض الأحيان تعد خطوة تقسيم الأرض حسب خطوط الكفاف خطوة بالغة الأهمية، إذ تقسم الأرض إلى قطع تسوى كل منها على حدة بأقصى دقة إنجاز، وباقل التكاليف من خلال جعل أعماق القطع والردم Cut and Fill أقل ما يمكن، وهذا ينتج عنه خفض المكعبات الترابية لعمليات التسوية من جهة ومن جهة أخرى، قد لا يمكن الحصول على أعماق تصلح للزراعة بعد إنجاز التسوية جراء قشط عمق التربة بالكامل من المرتفعات وإضافتها إلى تربة ذات عمق، فتصبح تربتها اعمق، عندما يكون تسوية الأرض إلى منسوب واحد، فمثلا ان ميل ارض طولها 500 م بميل 100:1 يعني ان الأرض ستنخفض 5 م عند نهاية المضمار قياساً ببدايته، وهنا ان تربة بعمق 1.5 م مثلاً قد تقشط بالكامل لملء منخفض عمقه 2م.

تشبيك الأرض للتسوية (شبكة الوزن)

1- إذا لم تسقط حدود الأرض لموقع العمل على الخريطة فأول خطوة هي عمل مضلع حولها وتحديد أركان موقع العمل على الخريطة الأساس للمنطقة ككل.

2- تتلخص عملية التشبيك في تغطية المنطقة بشبكة من المربعات المتساوية الأبعاد التي تشكل مع بعضها خطوط طولية وعرضية متوازية. ومن ثم إيجاد مناسيب الأركان، مع ملاحظة ان يكون تقسيم الحد إلى مربعات لها طول ضلع متساوي مع الأضلع الناتجة من تقسيم الحد الثاني وكذا الحال للحدين المقابلين لهما. وهنا نفترض ان القطعة ستتقسم إلى مربعات كاملة، لا يفضل ان تقسم المربعات المنتظمة بأعمدة ان تكون خمس أعمدة ونصف مثلاً، أو ان تكون

أربع صفوف ونصف، إلا عند الضرورة، مع ذلك ان لم تكن قطعة الأرض مربعة أو مستطيلة فهنا سنعمل على ان تكون الصفوف أو الأعمدة تنقص أو تزيد بمربعاتها.

3- مساحة المربعات يتوقف على الدقة المطلوبة وطبيعة الأرض من حيث مناسيبها وانحدارها والعوائق ان وجدت. نقوم بدق الأوتاد أو علامات أو نضع الثايات (الثاية مجموعة من الأحجار توضع أحدها فوق الأخرى) في نقاط التقسيم ونقاط تقاطع الخطوط العمودية والأفقية. وقد يكتفي بوضع علامات في بعض النقاط وتعيين البقية بالتوجيه.

4- نرسم التقسيم على الورق ونرقم النقاط، وعادة ترقم الخطوط العمودية بالأرقام (1، 2، 3،....) والأفقية بحروف (أ، ب، ج،....) لذا فان النقطة يشار إليها برقم العمود وحرف الخط الأفقي كأن يكون النقطة 2–ب أو 5-ج وهكذا، بعد ذلك نعمل جدول تسوية لجميع النقاط باسم الصف والعمود والمسافات بين النقاط.

5- نضع جهاز التسوية (Level) أو الثيودولايت في موضع مناسب لسحب المنسوب ونقله إلى أقرب منسوب للأرض المراد تشبيكها، في حال أردنا نسبها لسطح البحر كمثال ذلك ملاعب كرة القدم يجب أن تكون تحت منسوب 2000 م من مستوى سطح البحر والا أثر ذلك على كفاءة اللاعبين، أو قد لا ينجح بعض المحاصيل بالإنتاج بارتفاعات معينة كما في زراعة بعض أنواع الزهور الحساسة للضغط الجوي، والا فان بالإمكان إيجاد الارتفاعات النسبية ونفرض منسوباً للعمل كالمنسوب صفر م لأول منسوب.

6- نضع الجهاز في موقع يمكننا اخذ أكبر عدد من النقاط وذلك لتقليل من عدد مرات نقل الجهاز وعدد نقاط الدوران، ثم نحول القراءات إلى مناسيب أما بعمل جدول للتسوية كما هو مرقم برقم العمود والصف، أو ندون المناسيب بورقة ثانية مقسمة نفس التقسيم لورقة القراءات، ورسم التشبيك بجدول لحساب ارتفاعات الحفر والردم كما سيرد لاحقاً.

خريطة الأساس لموقع العمل Basic Map

هي خريطة ترسم للأرض المراد تسويتها لأغراض التسوية، وعادة هذه الخريطة تحتوي على كافة المعلومات اللازمة لإنجاز العمل وترسم عادة بمقياس رسم حسب المساحة المفترضة أو تفاوت المناسيب في ارض الحقل. تتراوح المسافة بين نقاط التشبيك عادة بين 20-50م يعتمد ذلك دقة التسوية المطلوبة فمثلا في ملاعب كرة القدم قد تكون بين 5-10م، نقاط التشبيك سينتج منها أربعة أرباع كما في الشكل نضع في الربع الثاني المنسوب الطبيعي للأرض، وفي الربع الرابع المنسوب التصميمي الذي ستسوى إليه الأرض، أما في الربع الأول فسنضع قيمة الفرق بين المنسوب الطبيعي والتصميمي، في الربع الثالث سنضع إشارة إلى ان هذه النقطة هي نقطة قطع أو ردم.

قراءة المسطرة	المنسوب الطبيعي
الفرق بين م. ط. ، م. ت	المنسوب التصميمي

يقسم العمل في عمليات التسوية للأغراض الزراعية إلى مرحلتين، حيث تستخدم اليات مختلفة لذلك، وكما يلي:

1- التسوية الأولية: وتجري لمساحة كبيرة (عدد من القطع) محصورة بين المبازل وقنوات الري، وتكون عادة مترافقة زمنياً مع تنفيذ قنوات الري Irrigation Canal والمبازل السطحية المفتوحة Surface Drains والمبازل المغطاة Subsurface Drains، وتكون المكائن المستخدمة فيها هي البلدوزرات والسكريبرات والترنبولات والساحبات المسرفة ومكائن الحراثة.

2- التسوية النهائية: وتجري لمساحات أصغر للقطع المحصورة بين مبزلين منفصلين (حقليين)، تكون التسوية دقيقة ونهائية وتستعمل فيها الاندبلين و الكريدرات.

اختيار المناسيب التصميمية تبعاً لقناة الري

قبل البدء بعملية التسوية يجب أن يؤخذ بنظر الاعتبار قعر قناة الري على طول القناة، سواءً القنوات الرئيسية أو الحقلية، إذ يتم اخذ قراءات لمناسيب قعر القنوات المغذية للحقل وتقارن هذه المناسيب مع مناسيب الأرض وتبعاً لذلك توجد هناك ثلاث حالات:

1- يكون منسوب قعر القناة أعلى متوسط مناسيب الأرض، وهي الحالة المفضلة خاصة عندما يكون فرق المنسوب قليل، إذ يتحقق من هذه الحالة انسياب الماء بفعل الجذب الأرضي للماء، قد يكون قعر قناة الري أعلى بكثير من متوسط المناسيب، وهنا سينساب الماء بسرعة وطاقة عالية تعمل على تجريف وتعرية الأرض مما يؤدي إلى تخريب التسوية من جهة وهدم القناة من جهة أخرى، وهنا أما يخفض منسوب قعر القناة إذا لم تكن مبطنة أو يرفع منسوب التسوية، ما أمكن ذلك أو اللجوء إلى أساليب لتبديد الطاقة وهي ستكون مبتكرة من قبل المهندس المشرف.
2- إذا كان المنسوب أقل من متوسط مناسيب النقاط، إذا كان الفرق كبير بحيث يؤثر على انسيابية الماء فيتم خفض مستوى الأرض إلى منسوب مناسب مما سيزيد من تكلفة نقل التربة خارج حدود القطة ولكن إذا كان رفع كتوف قناة الري أقل كلفة وممكنة هندسيا وهيدرولوجياً فقد يكون ذلك حل أفضل.
3- في حالة تساوي منسوب قعر القناة مع متوسط المناسيب فهنا لا بأس بذلك لكن مراعاة زيادة عدد القنوات الفرعية لتجنب التعطيل بحركة الماء إذا كان مضمار الري طويلاً.

العوامل التي تحدد الانحدار التصميمي للأرض

الانحدار التصميمي للأرض والذي يضمن انسيابية ماء الري بشكل كفوء فوق سطح التربة يعتمد على عدة عوامل ستذكر تالياً، بشكل عام غالباً ما يتم تصميم الانحدار بميل 0.1% أي بما يعادل انخفض في الأرض 0.1 م كل 100 م ويجب أن يبتدأ الانحدار من قناة الري باتجاه مضمار الري ثم باتجاه المبازل المفتوحة للتخلص من مياه الري السطحي. أما العوامل التي يعتمد عليها الانحدار التصميمي فهي:

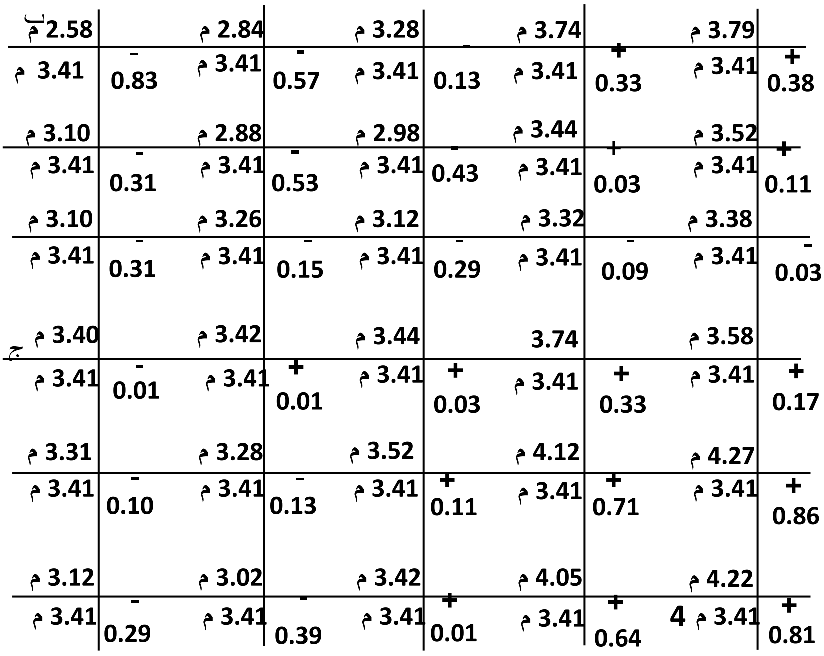
1- الانحدار الطبيعي للأرض: ويجب أن يراعى اختيار الانحدار التصميمي من خلال اختيار المناطق المرتفعة لمواقع قنوات الري والمناطق المنخفضة لقنوات البزل والاستفادة من الانحدار الطبيعي في اتجاه مضامير الري، ان هذه الاستفادة ستقلل من أعماق الحفر والردم مما يقلل الكلفة الاقتصادية.
2- نسجة التربة تؤثر في الانحدار التصميمي لمضمار الري إذ يزداد الانحدار بزيادة خشونة نسجة التربة، وذلك لزيادة تجانس توزيع الماء.
3- طريقة الري السطحي تؤثر طريقة الري على الانحدار التصميمي فالري بالأحواض Basin Irrigation يحتاج إلى انحدارات قليلة بينما ري الشرائط والمروز Border and Furrow Irrigation يحتاج إلى انحدارات أعلى، في ذات الوقت فان نظم الري بالرش Sprinkler Irrigation أو التنقيط Drip Irrigation لا تحتاج إلى تسوية.
4- نوع النبات الذي ستتم زراعته تؤثر الكثافة النباتية في معامل خشونة الأرض Land Roughness Coefficient أو قد يسمى بمعامل ماننك للخشونة، فنحتاج إلى زيادة الانحدار، كما ان بعض أشجار الفاكهة يمكن زراعتها في الأراضي المنحدرة كأشجار الزيتون وبالتالي متطلبات تسوية أقل من النباتات الكثيفة. وقد يمكن ريها بمروز الكفاف فقط دونما إجراء تسوية شاملة لكل سطح الأرض.
5- الإمكانيات المتوفرة: يؤثر توفر الإمكانيات المادية والآلات اللازمة في عمليات التسوية ففي حال توفر الإمكانيات يستطيع الإنسان ان يحول شكل الأرض إلى أي شكل يشاء.

ان تسوية الأراضي تكون بثلاث حالات بالنسبة للميل فهي أما ان تكون بلا ميل (الميل 0%) كحدائق المنازل مثلا أو ملاعب كرة القدم، أو عندما يراد غسل الترب من الأملاح عند استصلاحها. أو بميل باتجاه واحد كما هو الحال بالري المروز أو ان تكون باتجاهين كما هو الحال بري الشرائط وري الأحواض.

التسوية الصفرية أو طريقة استصلاح الأراضي Zero Leveling or Land Reclamation Method

يمكن تسوية الأرض اعتمادا على عدد لا منتهي من المناسيب التصميمية إلا انه يوجد مستوى تصميمي واحد لتسوية قطعة أو حدة التسوية كي تعطينا أقل ما يمكن من مكعبات القطع والردم، في هذه الطريقة سيكون غالباً ما سيكون المنسوب التصميمي هو متوسط المناسيب، ويؤخذ الفرق بالمنسوب الطبيعي والتصميمي ولكل النقاط، في حالة كان الفرق قيمة سالبة فهذا يعني النقطة ستحتاج إلى ردم إما إذا كانت موجبة فهذا يعني إنها ستحتاج إلى قطع، قد لا يكون متوسط المناسيب هو الحالة المثلى للمنسوب التصميمي إذا كان الفرق بين مكعبات الحفر والردم كبيراً ما قد يتطلب تصدير التربة إلى خارج الحدود عندما تكون مكعبات القطع أكبر من مكعبات الردم، أو استيرادها إذا كان العكس، لذا تعاد الحسابات برفع المنسوب التصميمي بما يحقق توازناً بين مكعبات الحفر والردم ما لم نكن مجبرين لسبب ما على منسوب معين لا يحقق التوازن، ان إعادة الحسابات ستكون بطريقة الخطأ والصواب أي ان المنسوب الجديد المقترح قد لا ينجح في تحقيق التوازن فإما ان يزاد أو ينقص مرة أخرى لحين الوصول إلى التوازن، قد تتطلب العملية إعادة الحساب لمرات عديد قد تكون مرهقة فكرياً إلا إنها أقل كلفة، وبوجود برامج الكمبيوتر كبرنامج الاكسيل فان الأمر قد لا يتطلب إلا ساعة أو أقل للوصول إلى المنسوب الهدف. نرسم شبكة الوزن بورقة ثم نثبت عليها قراءات جهاز التسوية، بالعودة إلى المكتب نعيد رسم الشبكة كما هو في الشكل ثم نثبت المناسيب في الربع الثاني نكمل كما في المثال أدناه:

مثال1 \ قطعة ارض أبعادها 250 * 200 م اجري لها تشبيك بحيث المسافة بين نقطة وأخرى 50 م، جد مكعبات الحفر والردم بالهكتار الواحد .



قطع +		ردم _	
عدد النقاط	مجموع الأعماق	عدد النقاط	مجموع الأعماق
2	0.71	3	1.53
2	0.14	3	1.27
-	-	5	0.87
4	0.53	1	0.01
3	1.68	2	0.23
3	1.46	2	0.68
مج 14	4.52	16	4.59

الحل :

متوسط المناسيب = مج المناسيب\ عدد النقاط

مساحة القطعة = 250 X 200 = 50000 م^3 20 دونم أو 5 هكتار

مساحة الجزء المقطوع = (عدد نقاط القطع\ عدد النقاط) * المساحة الكلية = (14\30) * 50000= 23333 م2

مساحة الجزء المردوم = (عدد نقاط الردم\ عدد النقاط) * المساحة الكلية = (16\30) * 50000=26667 م2

متوسط عمق القطع = مج أعماق القطع\ عدد نقاط القطع = 4.53 \14 =0.324 م

متوسط عمق الردم = مج أعماق الردم\ عدد نقاط الحفر = 4.59\16 =0.287 م

مكعبات القطع = مساحة القطع * متوسط أعماق القطع =23333 * 0.324 = 7550 م^3

مكعبات الردم = مساحة الردم * متوسط أعماق الردم = 26667 * 0.287 = 7650 م^3

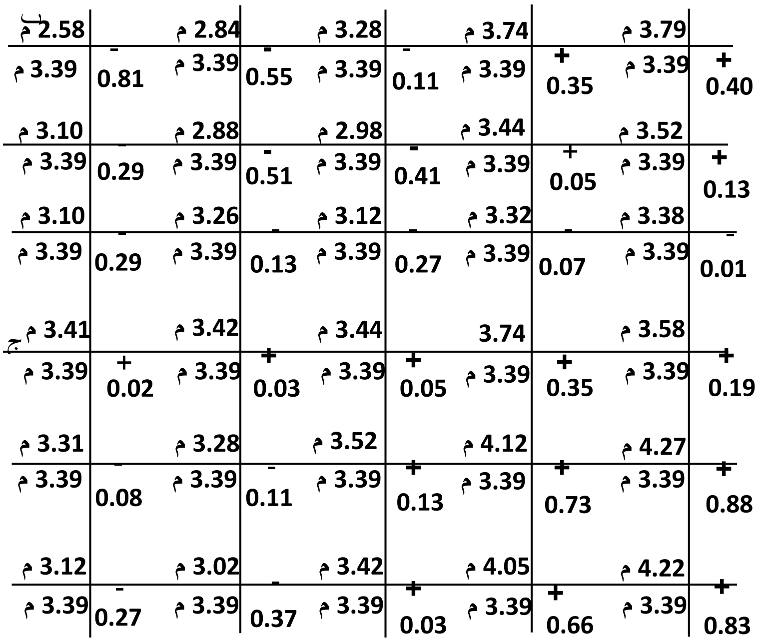
مكعبات التسوية = مكعبات القطع + مكعبات الردم = (7550 +7650) \2 =7600 م^3

متوسط ما يخص الهكتار = 7600 \ 5 =1520م^3 وسنحتاج إلى استيراد 100 م^2 من التربة للتسوية

مثال 2\ اعد حساب المنسوب التصميمي ولاحظ كميات التربة المصدرة أو المستوردة إلى منطقة التسوية للمثال1.

الحل:

تتطلب إعادة حساب المنسوب كي لا يتم استيراد أو تصديراي كمية من التربة العمل على رفع المنسوب أو خفضه بناءً على نتائج الحلول الحسابية للمثال 1 لحين الوصول إلى التقارب في القيم بين مكعبات القطع ومكعبات الحفر، يسمى هذا النوع من الحلول بطريقة الصح والخطأ وهذا ما سيتم اعتماده لحل المسألة الحالية، وبما انه مكعبات الردم أعطت قيمة أعلى من مكعبات الحفر في المثال أعلاه لذا سنعمل على خفض المنسوب التصميمي من 3.41 م إلى 3.39 م ونلاحظ الناتج.



قطع +		ردم _	
عدد النقاط	مجموع الأعماق	عدد النقاط	مجموع الأعماق
2	0.75	3	1.47
2	0.18	3	1.21
-	-	5	0.77
5	0.64	-	-
3	1.74	2	0.19
3	1.52	2	0.64
مج 15	4.83	15	4.28

مساحة القطعة = 250 X 200 = 50000 م^3 20 دونم أو 5 هكتار

مساحة الجزء المقطوع = (عدد نقاط القطع\ عدد النقاط) * المساحة الكلية = (15\30) * 50000= 25000 م^2

مساحة الجزء المردوم = (عدد نقاط الردم\ عدد النقاط) * المساحة الكلية = (15\30) * 50000= 25000م^2

متوسط عمق القطع = مج أعماق القطع\ عدد نقاط القطع = 4.83 \15 =0.322 م

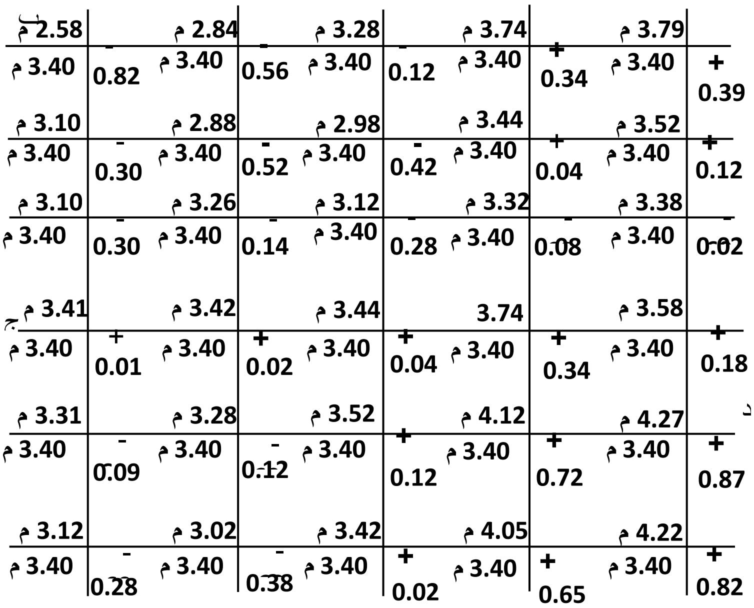
متوسط عمق الردم = مج أعماق الردم\ عدد نقاط الحفر = 4.28\15 =0.2853 م

مكعبات القطع = مساحة القطع * متوسط أعماق القطع =25000 * 0.322 = 8050 م^3

مكعبات الردم = مساحة الردم * متوسط أعماق الردم = 25000 * 0.2853= 7132.5م^3

مكعبات التسوية = مكعبات القطع + مكعبات الردم = (8050 +7132.5) \2 =7591.3 م^3

متوسط ما يخص الهكتار = 7591.3 \ 5 =1518م^3 وسنحتاج إلى تصدير 917.5 م^3 من التربة خارج منطقة التسوية يلاحظ ان خفض المنسوب سنتيميترين فقط زاد من مكعبات القطع على حساب مكعبات الردم لذا نرفع المنسوب إلى 3.40 ونعيد الحساب :



قطع +		ردم _	
عدد النقاط	مجموع الأعماق	عدد النقاط	مجموع الأعماق
2	0.73	3	1.5
2	0.16	3	1.24
-	-	5	0.82
5	0.59	-	-
3	1.71	2	0.21
3	1.49	2	0.66
مج 15	4.68	15	4.43

مساحة القطعة = 250 X 200 = 50000 م^3 20 دونم أو 5 هكتار

مساحة الجزء المقطوع = (عدد نقاط القطع\ عدد النقاط) * المساحة الكلية = (15\30) * 50000= 25000 م^2

مساحة الجزء المردوم = (عدد نقاط الردم\ عدد النقاط) * المساحة الكلية = (15\30) * 50000= 25000م^2

متوسط عمق القطع = مج أعماق القطع\ عدد نقاط القطع = 4.68 \15 =0.312 م

متوسط عمق الردم = مج أعماق الردم\ عدد نقاط الحفر = 4.43\15 =0.2953 م

مكعبات القطع = مساحة القطع * متوسط أعماق القطع =25000 * 0.312 = 7800 م^3

مكعبات الردم = مساحة الردم * متوسط أعماق الردم = 25000 * 0.2953= 7383.3م^3

مكعبات التسوية = مكعبات القطع + مكعبات الردم = (7800 +7383.3) \2 =7591.6 م^3

متوسط ما يخص الهكتار = 7591.3 \ 5 =1518م^3 وهنا ستصدر إلى خارج قطعة التسوية 417 م^3

تسوية وتعديل ارض Land Leveling

المحاضرة السادسة د بسام الدين الخطيب هشام

تسوية الأراضي مع حساب الانحدار التصميمي باتجاه واحد

في المحاضرات السابقة تم التركيز على تسوية الأراضي باعتماد طريقة استصلاح الأراضي وباعتماد مستوى تصميمي ثابت لجميع مساحة الأرض. لكن في مشاريع الاستصلاح والري السطحي، غالباً ما ينفذ انحدار تصميمي بميل ضمن عمليات التسوية النهائية، أي ان ارض الحقل لا تكون متساوية المناسيب وإنما تسوى بانحدار تصميمي تعتمد قيمته على صفات التربة ونظام الري المتبع وكذلك تيار الري المتوافر، وكذلك الحال بالنسبة لقنوات الري والبزل، سواءً كانت قنوات رئيسية أو فرعية أو حقلية، فحركة الماء في هذه القنوات تعتمد على تدريجها حسب الانحدار التصميمي الملائم لطبيعة الأرض وكمية المياه التي تنقلها هذه القنوات إضافة إلى الصفات الهيدروليكية للقنوات.

عند تنفيذ شبكات الري والبزل في الأراضي الزراعية يراعى عند التصميم وضع القنوات في أعلى مناطق الحقل بينما يتم وضع المبازل في المناطق المنخفضة وذلك بهدف تسليط المياه من قنوات الري باتجاه الأراضي الزراعية، ومن الأراضي الزراعية باتجاه المبازل، تبعاً لذلك فإن تسوية الأرض تتم من خلال تدريج انحدار الأرض من قناة الري باتجاه قناة البزل. تعتمد قيمة الانحدار الملائم للأرض على صفات التربة كما أسلفنا، فبالنسبة لصفات التربة الفيزيائية فالانحدار التصميمي يزداد بزيادة معدلات الغيض في التربة لتسهيل حركة الماء على السطح وعدم تغلغلها لأعماق خارج المنطقة الجذرية، وان احتيار الانحدار التصميمي يعتمد على زمن تقدم الماء وبذلك فكل صفات التربة الفيزيائية المؤثرة في سرعة غيض الماء كالنسجة وبناء التربة ومسامية التربة وإيصاليتها المائية وغيرها ستؤثر على الانحدار التصميمي، وكقاعدة عامة تزداد قيمة الانحدار التصميمي بزيادة خشونة نسجة التربة.

أما فيما يتعلق بنظام الري فان لكل نظام من نظم الري السطحي له فرضياته ومحدداته التصميمية، وبشكل عام فإن نظام الري الحوضي اقل نظم الري السطحي انحداراً. بالنسبة لتيار الري المتوفر فالانحدار يزداد مع قلة التصريف المتوفر، بينما يخفض الانحدار في حال توفر تيار وتصريف عالي من المياه كي لا يسبب حت وانجراف التربة.

غالباً ما يتم اعتماد انحدار تصميمي قياسي يكون مناسباً لأغلب الظروف الحقلية وقيمته 0.1 %، الا ان تحري الدقة في التصميم يحتم اختيار الانحدار المناسب لكل حقل وفقاً للمتغيرات الحقلية السابقة الذكر. لغرض معرفة كيفية حساب المناسيب التصميمية في حالة وجود انحدار سنأخذ الانحدار على حالتين هما :

الانحدار عندما يكون الانحدار باتجاه واحد

وهي الحالة الأكثر شيوعاً وتحدث عندما يحد قطعة الأرض المراد تسويتها قناة ري من أحد أضلاعها (الضلع المرتفع المنسوب) وقناة البزل من الضلع المقابل (الضلع منخفض المنسوب). إذ يتم تصميم انحدار الأرض بحيث يكون ضلع قطعة الأرض الذي يقع بجانب قناة الري أعلى أجزاء ارض الحقل، بينما يكون الضلع المجاور للمبزل أوطأ جزء في الحقل.

مثال: قطعة ارض أبعادها 300 X 300 م، اجري تشبيك لها وتم تسجيل المناسيب المبينة في المخطط أدناه فإذا كانت أبعاد التشبيك 50 X 50 م والانحدار من الشمال إلى الجنوب بمقدار 0.1 % باتجاه المبزل الواقع جنوب الأرض. احسب ما يخص الهكتار الواحد مكعبات التسوية.

الحل: لغرض إيجاد ما يخص الهكتار يجب أولا ان نحدد المناسيب التصميمية لقطعة الأرض ومن ثم نقارنها بالمناسيب الفعلية.

1.71م	1.70 م	1.67 م	1.79 م	1.71 م	1.66 م	1.61 م	
1.88 م	-0.17 1.88 م	-0.18 1.88 م	-0.21 1.88 م 1	-0.16 1.88م	-0.17 1.88 م	-0.22 1.88 م	-0.127
1.79 م	1.77 م	1.83 م	1.71 م	1.75 م	1.72 م	1.66 م	
1.83 م	-0.04 1.83 م	-0.06 1.83 م	-0.01 1.83 م	-0.12 1.83 م	-0.08 1.83 م	-0.11 1.83 م	-0.17

أولاً: نجد قيمة متوسط المناسيب بجمع مناسيب قطعة الأرض وقسمتها على عدد النقاط

= (1.61+1.66+....+1.86)\49=1.73 م

ثانياً: نعتمد قيمة المناسيب كمنسوب تصميمي لخط المناسيب الوسطي والذي يقع بالضبط في منتصف قطعة الأرض بين الشمال والجنوب، في المثال فإن عدد الصفوف هي 7 صفوف هذا يعني ان متوسط المناسيب 1.73 م سيكون عند الصف الرابع. ولكن ما العمل لو كان عدد الصفوف زوجي أي ان المنتصف سيكون على الخط الفاصل بين صفين وليس صف بحد ذاته، الفكرة هي ان يكون الانحدار بين نقطة البداية والنهاية كما في المثال 0.1%، في هذه الحالة بالإمكان اختيار أي من الصفين قبل أو بعد الخط الفاصل ثم ننزل باتجاه الجنوب حسب نسبة الميل، أو نزيد المنسوب باتجاه الشمال بنفس النسبة، وهنا يلاحظ مناسيب الصفين أيها سيكون فيهما القطع والردم أقل ما يمكن، مع ملاحظة ان في المثال الانحدار من الشمال إلى الجنوب وقد يكون الانحدار بالعكس أي من الجنوب إلى الشمال، أو ان يكون الشرق إلى الغرب أو من الغرب إلى الشرق.

ثالثاً: نجد قيمة التغيير في منسوب الأرض بين كل وحدتي تشبيك واعتمادا على الانحدار التصميمي المعطى بالمثال والذي يساوي 0.001، بما ان المسافة بين وحدتي التشبيك تساوي 50م وان الانحدار يساوي حاصل التغير العمودي في المنسوب إلى التغير الأفقي المسافة. فان التغيير في منسوب الأرض العمودي لكل 50 م سيساوي

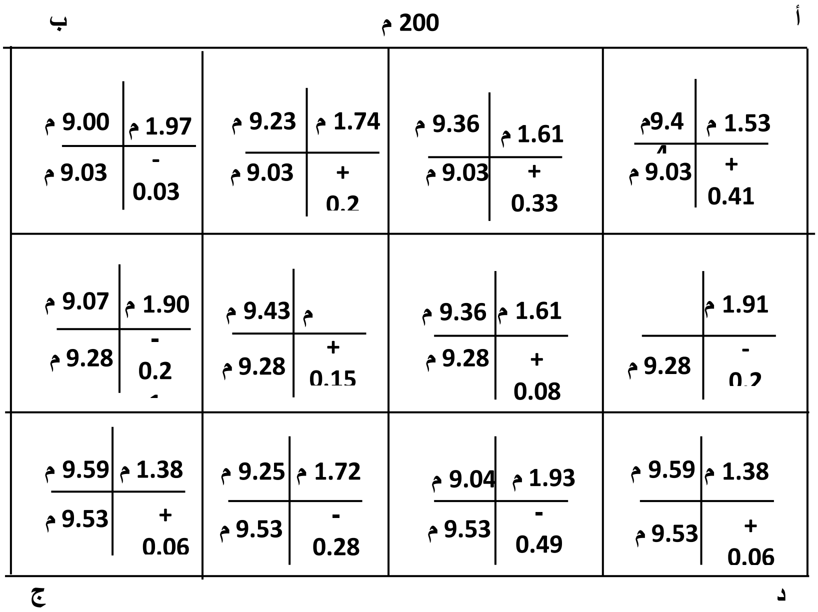
50 X 0.001 = 0.05 م

رابعاً: بما ان انحدار الأرض من الشمال إلى الجنوب سنعمل على زيادة المنسوب التصميمي عن متوسط المناسيب عند الوسط بمقدار 5 سم كلما ابتعدنا 50 م باتجاه الشمال (وحدة التشبيك)، وننقل المنسوب باتجاه الجنوب 5 سم كلما ابتعدنا 50 م باتجاه الجنوب.
نجد الفرق بين المنسوب التصميمي والطبيعي، وننظمها في جدول كما في أدناه:

مساحة القطعة = 300 × 300 = 90000 م2
90000\2500 = 36 دونم أو 90000\10000= 9 هكتار
مساحة القطع = 26\49×90000 = 47755.1 م2
مساحة الردم= 23\49×90000= 42244.9 م2
متوسط الحفر = 2.79\26=0.106 م2
متوسط الردم= 2.77\23= 0.120 م
مكعبات الحفر = 0.106×47755.1=5109.8 م3
مكعبات الردم= 0.120×42244.9 = 5069.4م3
متوسط مكعبات التسوية = 5109.8×5069.4 /2 = 5089.40م3
ما يخص الهكتار من مكعبات التسوية = 5089.60\9=565.51 م3\هكتار

قطع +		ردم _	
عدد النقاط	مجموع الأعماق، م	عدد النقاط	مجموع الأعماق، م
-	-	7	1.38
-	-	7	0.59
4	0.19	3	0.21
5	0.62	2	0.09
5	0.48	2	0.29
5	0.39	2	0.21
7	1.11	-	-
مج	2.79	23	2.77

ان التشبيك في المثال أعلاه قد يكون جزء من تشبيك لخريطة كنتورية تغطي مساحة واسعة فيقتطع جزء من قراءاتها للتسوية وبذلك يكون هنالك صف وعمود إضافي من القراءات، مما يعطي دقة أكبر في حساب المكعبات، في المثال أدناه أحد طرق التشبيك الشائعة وهو اخذ القراءة في وسط المربع لا عند خطوط التقاطع وهو يعطي نتيجة مقبولة ولكن بدقة أقل.
مثال2/ جد مكعبات ما يخص الهكتار الواحد من مكعبات التسوية للشكل أدناه عند لحالات التالية
1-إذا كان منسوب التسوية متساوي لجميع الحقل، 2- إذا كان الانحدار 0.5 % من أ إلى د، 3- إذا كان الانحدار0.5 % من د إلى أ، 4- إذا كان الانحدار 0.5% من أ إلى ب، 5- إذا كان الانحدار 0.5 % من ب إلى أ. سنحل المطلب الثاني وسيترك باقي الخيارات كواجب
الحل :



قطع +		ردم _	
عدد النقاط	مجموع الأعماق، م	عدد النقاط	مجموع الأعماق، م
3	0.96	1	0.03
2	0.23	2	0.43
2	0.12	2	0.77
مج 7	1.31	5	1.23

متوسط المناسيب = مجموع المناسيب\عدد النقاط =
9.00+9.23+....+9.59\12= 9.28 م
بما ان الانحدار 0.5 % فهذا يعني ان الأرض ستنحدر 0.25 م كل 50 م أي 50 × 0.005 = 0.25 م، أي ان المنسوب التصميمي سينخفض باتجاه أ 0.25 م ويزداد باتجاه د 0.25 م

مساحة القطعة = 200 × 150 = 30000 م^2 = 3 هكتار

مساحة القطع = 7\12×30000 = 17500 م ، مساحة الردم= 5\12×30000= 12500 م^2

متوسط الحفر = 1.31\7=0.187 ، متوسط الردم= 1.23\5= 0.246 م

مكعبات الحفر = 0.187×17500=3272.5 م^3، مكعبات الردم= 0.246×12500 = 3075م^3

متوسط مكعبات التسوية = 3272.5×30754 \ 2 = 3173.75 م^3

ما يخص الهكتار من مكعبات التسوية = 3173.75\9=1057.92م^3\هكتار

تسوية الأراضي مع حساب الانحدار التصميمي باتجاهين

في الظروف الفعلية في الحقول قد تقع قطعة الأرض المراد تسويتها إلى جانب مبزلين متعامدين، كأن يكون أحدهما مبزل فرعي والأخر رئيسي. في هذه الحالة يكون أحد أضلاع الأرض بجانب المبزل الفرعي والأخر رئيسي، بينما تكون قناة الري بجانب الضلع المقابل لاحد المبزلين، وبهذه الحالة سيكون أعلى منسوب للأرض بجانب قناة الري وأوطأ بجانب المبزل. فيسهل حركة ماء الري ويسهل التخلص من الماء الزائد. ينفذ الانحدار المتعامد لقطعة الأرض بخطوتين، تتضمن الأولى إيجاد المناسيب التصميمية باعتماد أحد الانحدارين كما في المحاضرة السابقة، في الخطوة الثانية نجد المناسيب التصميمية للانحدار الثاني، ولإيضاح ذلك سنحل المثال في المحاضرة بافتراض وجود ميل متعامد على الميل الأول (من الشمال إلى الجنوب) وهذا الميل هو من الشرق إلى الغرب بنسبة 0.1 %.

الحل:

أولا / نجد التغير في الميل للانحدار الثاني وهو أيضاً 0.05 م = 0.001*50م.

ثانياً: نؤشر الخط الوسطي للمنسوب ونختار النقطة المتوسطة إذا كانت عدد الأعمدة فردية والا نختار الذي قبله أو بعدة اعتماداً على اقل أعمال تسوية ممكنة، ثم ننقص المنسوب باتجاه الغرب ونزيده بتجاه الشرق بمقدار 05.0 م. أي ان كل وحدة تشبيك ستأخذ قيمة مختلفة عن الأخرى،

1.71م	1.70 م	ب 1.67 م	1.79 م	1.71 م	1.66 م	1.61 م	
2.03 م	-0.32 1.98 م	-0.28 1.93 م	-0.26 1.88 م	-0.16 1.83م	-0.12 1.78 م	-0.12 1.73 م	-0.12
1.79 م	1.77 م	1.83 م	1.71 م	1.75 م	1.72 م	1.66 م	
1.98 م	-0.19 1.93 م	-0.16 1.88 م	-0.06 1.83 م	-0.12 1.78 م	-0.03 1.73 م	-0.01 1.68 م	-0.02
1.60 م	1.79 م	1.76 م	1.85 م	1.86 م	1.81 م	1.77 م	
1.93 م	-0.15 1.88 م	+0.09 1.83 م	-0.07 1.78 م	+0.07 1.73 م	+0.13 1.68 م	+0.13 1.63 م	+0.14
1.80 م	1.90 م	ج 1.89 م	1.88 م	1.80 م	1.71 م	1.66 م	
1.88 م	+0.08 1.83 م	+0.07 1.78 م	+0.11 1.73 م	+0.15 1.68 م	+0.12 1.63 م	+0.08 1.58 م	+0.08
1.81 م	1.82 م	1.80 م	1.71 م	1.76 م	1.51 م	1.56 م	
1.83 م	-0.02 1.78 م	+0.04 1.73 م	+0.07 1.68 م	+0.03 1.63 م	+0.13 1.58 م	-0.07 1.53 م	+0.03
1.73 م	1.71 م	1.72 م	1.72 م	1.66 م	1.50 م	1.61 م	
1.78 م	-0.05 1.73 م	-0.02 1.68 م	+0.04 1.63 م	+0.09 1.58 م	+0.08 1.53 م	-0.03 1.48 م	+0.07
1.86 م	1.80 م	1.75 م	1.77 م	1.72 م	1.66 م	1.61 م	
1.73 م	+0.13 1.68 م	+0.12 1.63 م	+0.1 1.58 م	+0.19 1.53 م	+0.19 1.48 م	+0.18 1.43 م	+0.18

عدد النقاط	مجموع الأعماق، م	عدد النقاط	مجموع الأعماق، م
قطع +		**ردم _**	
-	-	7	1.38
-	-	7	0.59
4	0.47	3	0.31
7	0.69	-	-
5	0.30	2	0.09
4	0.28	3	0.10
7	1.11	-	-
مج 27	2.85	22	2.47

مساحة القطعة = 300 × 300 = 90000 م^2
90000\2500 = 36 دونم أو 90000\10000= 9 هكتار
مساحة القطع = 27\49×90000 = 49591.8 م^2
مساحة الردم= 22\49×90000= 40408.2 م^2
متوسط الحفر = 2.85\27=0.105 م
متوسط الردم= 2.47\22= 0.112م
مكعبات الحفر = 49591.8×0.105 =5207.14م^3
مكعبات الردم= 40408.2×0.112 = 4525.72م^3
متوسط مكعبات التسوية = 55207.14+4525.72 \ 2 = 4866.43م^3
ما يخص الهكتار من مكعبات التسوية =
4866.43\9=540.714م^3\هكتار

مثال2/ جد مكعبات ما يخص الهكتار الواحد من مكعبات التسوية للشكل أدناه عند لحالات التالية
1- إذا كان الانحدار 0.5 % من أ إلى د ومن ب إلى أ . 2- إذا كان الانحدار0.5% من د إلى أ ومن د إلى ج. 3- إذا كان الانحدار 0.5% من أ إلى ب ومن ب إلى ج . 4- إذا كان الانحدار 0.5% من ب إلى أ ومن أ إلى د. سنحل المطلب الأول وسيترك باقي الخيارات كواجب؟ هل هناك خيارات أخرى غير الموضحة، اعد حل المثال إذا كان المنسوب التصميمي عند العمود الثالث، كذلك اعد حل المثال إذا كان الميل العرضي فقط 0.25% بدلا من 0.5% مرة عندما يكون المنسوب التصميمي في العمود الثاني ومرة أخرى في العمود الثالث، قارن النتائج للحالتين قبل إعادة الحل. وكذلك عند تغيير الميل العرضي قبل وبعد إعادة الحل.
الحل :
متوسط المناسيب = مجموع المناسيب\عدد النقاط = 9.00+9.23+....+9.59\12= 9.28 م

عدد النقاط	مجموع الأعماق، م	عدد النقاط	مجموع الأعماق، م
قطع +		**ردم _**	
3	1.315	1	0.405
3	0.385	1	0.585

1		0.435	3	1.085
مج	7	2.135	5	2.075

أ   200 م   ب

1.53 م / 9.44م / +0.785 / 8.655 م	1.61 م / 9.36 م / +0.455 / 8.905 م	1.74 م / 9.23 م / +0.075 / 9.155 م	1.97 م / 9.00 م / -0.405 / 9.405 م
1.91 م / 9.06 م / +0.155 / 8.905 م	1.61 م / 9.36 م / +0.205 / 9.155 م	1.54 م / 9.43 م / +0.025 / 9.405 م	1.90 م / 9.07 م / -0.585 / 9.655 م
1.38 م / 9.59 م / +0.435 / 9.155 م	1.93 م / 9.04 م / 0.365- / 9.405 م	1.72 م / 9.25 م / 0.405- / 9.655 م	1.38 م / 9.59 م / -0.315 / 9.905 م

د   ج

بما ان الانحدار 0.5% فهذا يعني ان الأرض ستنحدر 0.25 م كل 50 م أي 50 × 0.005 = 0.25 م، لذا من أ إلى د سينخفض المنسوب كما في المحاضر السابقة

أي ان المنسوب التصميمي سينخفض باتجاه أ 0.25 م ويزداد باتجاه د 0.25 م وكذلك الحال بالنسبة للميل الطولي، وبما ان الأعمدة زوجية فبالإمكان اخذ العمود الثاني أو الثالث للبداية خصوصاً عندما تكون المسافة واسعة جداً فالفرق سيضيع مع سعة المساحة ثم نقلل باتجاه أ ونزيد باتجاه ب. أما في المساحات المحدودة فيحسب الميل كما في أدناه

متوسط المناسيب حسب هذا المثال سيكون عند المتر 100م أي ان ربع المسافة من العمود الثالث ستزيد حسب نسبة الميل فقط أي 25م * 0.005 = 0.125 م بينما باقي المسافة ستزيد بـ 75*0.005 = 0.375 وستنخفض باتجاه أ بنفس النسب.

لذا سيصبح المنسوب التصميمي للعمود الثالث في الصف الثاني هو 9.28+0.125= 9.405 بينما العمود الرابع الصف الثاني هو 9.28+0.375= 9.655 م، أما العمود الثاني في الصف الثاني سيكون 9.28-0.125= 9.155 م، العمود الأول الصف الثاني 9.28-0.375= 8.905 م، بنفس الطريقة يتم حساب الصفين الأول والثالث بعد حساب الانحدار التصميمي للاتجاه الأول أي ان الميل من أ إلى د هو نفسه كما في المحاضرة السابقة.

مساحة القطعة = 200 × 150 = 30000 م^2 = 3 هكتار

مساحة القطع = 7\12×30000 = 17500م^2، مساحة الردم= 8\12×30000= 12500م^2

متوسط الحفر = 2.135\7=0.305 م، متوسط الردم= 2.075\5= 0.415 م

مكعبات الحفر = 0.305×17500=5337.5م^3، مكعبات الردم= 0.415×12500= 5187.5م^3

متوسط مكعبات التسوية = 5337.5+5187.5 \ 2 = 5262.5 م^3

ما يخص الهكتار من مكعبات التسوية = 5262.5\9=584.72 م^3\هكتار

ان هذه الطريقة لا تنفع في التشبيكات القليلة كهذا المثال الذي وضع لتسهيل الحل فقط وانا هي صالحة عندما يكون عدد الأعمدة والصفوف كبير جداً بحيث ان المقطع الوسطي لـ 50 أو 25م مثلا سيضيع على سبيل المثال ان التشبيك يتكون من 20 عمود × 20 صف،

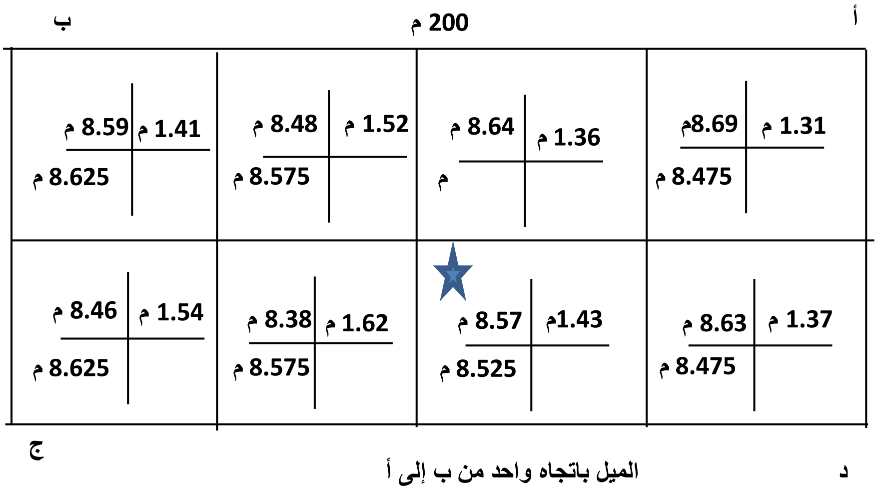
يلاحظ عند إجراء عمليات التسوية ان الانحدار قد لا يكون متساويا بالاتجاهين، كذلك يلاحظ متوسطي الحفر والردم قد يكونان أكبر أو مساوي لعمق التربة ففي المثال أعلاه متوسط القطع بحدود 40 سم وهنا يجب ان يكون عمق التربة على الأقل 70-80 سم للحفاض على عمق تربة مناسب.

قد تكون أبعاد التشبيك غير متساوية لسبب ما في هذه الحالة يجب الانتباه إلى المنسوب التصميمي مع الانحدار إذ يجب إعادة الحساب التصميمي كل مرة تتغير فيها أبعاد وحدة التشبيك، فلو كانت وحدتي التشبيك لمربعين متجاورين احدها بضلع طوله 40 م والوحدة الثانية 30 م فهنا على الرغم من ان نسبة الميل ثابتة إلا ان قيمها ستختلف وبالتالي نتيجة

لاختلاف المسافة سواء العمودية أو الأفقية، لذا يجب الحساب كل مرة وليس مرة واحدة، في الحالة الثانية قد لا تكون وحدات التشبيك مربعة وإنما قد تكون مستطيلة فهنا يجب الانتباه أيضا إلى المسافة وبافتراض تساوي الميل بالاتجاهين فأن قيمة المنسوب ستختلف مع اختلاف طول الضلع. ناهيك إذا كان الانحدارين غير متساويين سنحتاج إلى الانتباه أكثر في الحساب.

ان طريقة الحساب في المثال أعلاه وعندما يكون عدد الأعمدة أو الصفوف زوجياً سيستلزم ذلك استيراد أو تصدير كمية أكبر من مكعبات التربة إلى قطعة الأرض فتزداد التكاليف، ان ذلك يعني إذا لم تستدع الحاجة إلى استيراد أو تصدير مكعبات من التربة إلى قطعة الأرض التي قد تفرضها ظروف حقلية معينة، فإن طريقة الحساب السليمة هي بتجزئة المسافة إلى للمربع الواحد إلى نصفين لهما نفس القراءة ولكن النصف باتجاه قناة الري يزيد وباتجاه المبزل ينقص، خصوصاً عندما تكون أبعاد الحقل صغيرة، كما في المثال أدناه:

مثال3\ قطعة ارض أبعادها 100×200م وأبعاد التشبيك 50×50م والبيانات موضحة في الشكل وان الانحدار باتجاه المبزل عند الضلع أ د وقناة الري عند الضلع ب ج 0.1% وباتجاه العرض 0.15%، ومنسوب نقطة الراقم هو 10 م وان أول نقطة عند المبزل تنخفض عن الراقم.



الحل

متوسط المناسيب = 8.55=8/68.44 م

حساب المناسيب عندما يكون الانحدار من ب إلى أ

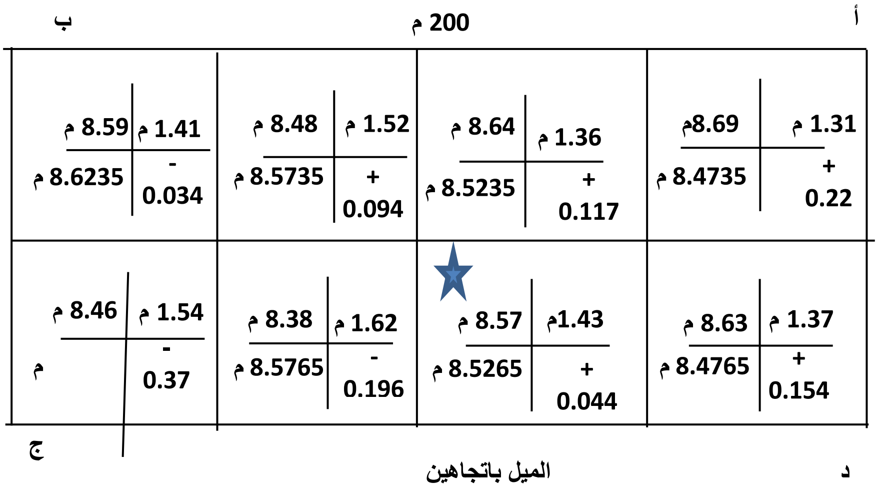
ان متوسط المناسيب سيكون محصوراً بين المسافة 75-125م، أي ان المسافة 100-125 ستأخذ قيمة متوسط المناسيب + نسبة الميل لـ 25 م والتي تساوي 25*0.001= 2.5 سم أو 0.025 م، أي سيصبح المنسوب التصميمي لها 55.8 + 0.025 = 8.575 م، بينما باقي المسافة من 125 م – 200 م ستأخذ 7.5 سم أو 0.075 م وبالتالي أي ان منسوبها التصميمي 8.55+0.075 = 8.625 م.

باتجاه المبزل فأن المنسوب التصميمي للمسافة من 50-75م ستكون 8.55-0.025 = 8.525 م ومن المسافة 0-50م ستكون 8.55-0.075= 8.475 م

الأن نعيد حساب المنسوب باتجاه د أ كما الحال في الأعمدة فإن المسافة من 25-50 هي من سيأخذ متوسط المناسيب وبما ان هذا المثال حالة خاصة فان فقط هناك 25م من النهايتين ستأخذ قيمة الميل بالزيادة أو النقصان، فنسبة الميل هي 25*0.015= 0.0015 فهو سيزيد عند د وينقص عند أ.

ومن ثم نكمل الحل كما سبق

مجموع الأعماق، م	عدد النقاط	مجموع الأعماق، م	عدد النقاط
0.034	1	0.431	**3**
0.566	2	0.1975	**2**
2.075	5	2.135	7 مج



طريقة اقل المربعات والقطاع المتوسط (المستوي)

1- اختيار نقطة الاصل Original Point

2- يحدد موقع متوسط المناسيب Hm ويتأثر بعدد نقاط الاحداثي السيني Xm وعدد نقاط الاحداثي الصادي Ym

3- تحديد افضل انحدار من الشمال الى الجنوب GNS ،ومن الغرب الى الشرق GWE

مثال / جد افضل انحدار لأرض ابعادها ومناسيبها كما في الشكل واحسب متوسط مايخص الدونم من مكعبات التسوية ؟

9.3		**8.4**		**7.9**		**8.3**		**8.3**		**8.0**		**8.32**
10.6		**9.5**		**8.2**		**7.9**		**7.9**		**8.1**		**8.80**
10.0		**9.9**		**9.1**		**7.5**		**8.1**		**7.8**		**8.73**
8.4		**9.4**		**9.1**		**7.5**		**8.5**		**8.2**		**8.52**
7.5		**8.1**		**8.3**		**7.2**		**8.8**		**7.8**		**7.85**
9.16		**9.06**		**8.52**		**7.68**		**8.32**		**7.98**		

$\sum H = 253.6$

Hm = المجموع الكلي / عدد النقاط

= 253.6 / 30 = 8.45

موقع متوسط المناسيب

Xm = (1+2+3+4+5+6)/6 = 3.5

Ym = (1+2+3+4+5)/ 5 = 3　　　**Hm (3.5 , 3)**

نحدد افضل انحدار* من الشمال الى الجنوب GNS ،ومن الغرب الى الشرق GWE *وكالاتي :

$$\text{GNS or GWE} = \frac{£(SH)-((£S)(£H)/n)}{£(s)2-(\frac{(£s)2}{n})}$$

£(SH) = *رقم الاحداثي مضروب في معدل منسوب كل خط*

£S = *مجموع الاحداثيات*

£H = *مجموع المعدلات*

n = *عدد الاحداثيات*

$\pounds(S)^2$ = مجموع مربع الاحداثيات

$(\pounds S)^2$ = مربع مجموع الاحداثيات

£(SH) = (1* 9.16)+(2 * 9.06) + (3 *8.53) + (4 * 7.68) + (5 * 8.32) + (6 * 7.9)

= 173.04

تسوية وتعديل ارض Land Leveling

المحاضرة السابعة د بسام الدين الخطيب هشام

المكائن المستخدمة في عمليات التسوية والتعديل

النقاط الواجب ملاحظتها عند استخدام المكائن بالتسوية

1- النسبة المئوية للرطوبة في التربة المراد تسويتها: حيث يؤدي عمل المكائن في التربة، إلى سحق وتكسير بناء التربة وتطاير الغبار، عند الرطوبة المنخفضة أو القريبة من نقطة الذبول الدائم، يحصل العكس عندما تكون التربة رطبة جداً، سيعمل على اعاقة سير المكائن.
2- استعمال المكائن المسرفة: من الضروري استعمال المكائن المسرفة بدلا من العجلات المطاطية في الأراضي الزراعية قدر الإمكان، وذلك كون نقاط تلامسها مع الأرض قليل فيزداد الضغط على التربة وبالتالي تعمل على دك التربة أكثر مقارنة بالعجلات المسرفة، فيتوزع ثقل الأرض نتيجة لزيادة التلامس على مساحة أكبر.
3- ثقل المكائن: حيث من الضروري جداً الأخذ بنظر الاعتبار ثقل المكائن المستعملة وعدد مرات ذهابها وإيابها في نفس المنطقة من الحقل، إذ يعمل المرور الكثيف للمكائن الثقيلة على مناطق معينة دون غيرها إلى رفع كثافة التربة الظاهرة، لمناطق المرور، والتي ستعمل على تباين نمو جذور النباتات في الحقل.

إدارة المكائن المستخدمة في التربة

1- إدارة الأعمال: وتشمل اختيار انسب أنواع المكائن وأحدثها، فعادة ما تكون الموديلات الأحدث قد تجاوزت بعض عيوب المكائن الأقدم، كاستخدام سبائك ومواد أخف وزناً مثلاً، أو إنها تحتوي على أجهزة التموضع العالمي GPS مما يقلل من عدد مرات المرور في إمكان معينة دون غيرها وتناسق توزيع المرور، أو احتوائها على أجهزة التسوية الليزرية التي ستقلل حتماً من ساعات العمل الدقيق، وكذلك اختيار الآلات ذات السعة المناسبة لكل ماكنة وقوتها الحصانية، وكذلك حساب تكاليف المكائن الثابتة والمتغيرة.
2- إدارة التشغيل: ونعني به الإدارة الجيدة في تشغيل المكائن وبكفاءة جيدة، ويشمل أيضا استخدام المكائن المناسبة في المكان والزمان المناسبين، ويدخل ضمن ذلك عدة مسؤوليات فيما يخص الماكنة والسائق والعوامل الأخرى المرتبطة وحسابات الوقت الضائع أثناء التشغيل.
3- إدارة الإدامة: وتخص الأمور الفنية المتعلقة بالسلامة واستمرارية العمل والخدمة بما في ذلك الوقود والصيانة عند التعطل.

تكاليف المكائن والآلات المستعملة

1- التكاليف الثابتة: وتشمل بالإضافة إلى كلف شراء المكائن أو تأجيرها ما يلي:
أ- الاندثار أو الاستهلاك وهو احتياط بالنسبة للاستعمال من اجل شراء أو تأجير معدات بدل المستهلكة، وبصورة عامة فإن عمر الماكنة 8 - 15 ألف ساعة عمل بمعدل 10000 ساعة عمل.
ب- الفائدة على رأس المال. ج- الضرائب د- الإيواء (الكراجية)

2- تكاليف متغيرة وتشمل: أ-أجور العمل. ب-التصليح والإدامة. ج- الوقود . د- الزيوت والشحوم والوقود.
3- تكاليف عامة وتشمل الإدارة والأشراف والقرطاسية وغيرها.

العوامل المؤثرة في كفاءة المكائن

1- مقاومة السير: وهي مجموعة القوى الخارجية التي تقاوم التحرك على ارض مستوية وتشمل:
أ- الجهد المتغير المبذول بفعل الإطارات والسلاسل.

ب- مقاومة خشونة الطريق و وعورته.
ج-مقاومة الزحلقة.

2- مقاومة السطح المائل: وهي القوة المبذولة لمقاومة الجذب الأرضي عند صعود منحدر وتتناسب مباشرة مع وزن الماكنة ودرجة الانحدار.
3- نوع تربة الحقل المراد تسويته حيث يختلف وزن المتر المكعب الواحد من نسجة تربة لأخرى.
4- كفاءة السائق.
5- كفاءة السحب المحيطي: وهي قوة السحب التي تسلطها الماكنة على الإطار والسلسة عند تماس محيطها مع الأرض.
6- التسارع: التسارع عامل يستغرق وقت ويتطلب زيادة في السحب المحيطي فإذا لم تتوفر هذه الزيادة للتغلب على زخم الماكنة فلن تستطيع زيادة سرعتها من الأدنى إلى الأعلى.

طرق حساب تكاليف المكائن والآلات المستعملة في التسوية

1- طريقة الحسابات المباشرة: ويتم ذلك بحساب تكاليف كل عنصر على حدة وجمعها.
2- طريقة الجداول: وتتلخص بجمع المعلومات لكل ماكنة وتقدير كلفة العمل بها.
3- طريقة المسطرة الحسابية: وهي مصنوعة بصورة خاصة لتحوي المبادئ المستعملة في الحسابات المباشرة من التسهيل والدقة، في الوقت الحالي فان اغلب أجهزة الهاتف الذكية يمكنها ان تشمل الطرق الثلاثة في تطبيقاتها منها تطبيق المحول.
4- طريقة التخمين: وهي اختصار لبعض العوامل نتيجة للخبرة الطويلة وهي تقريبية وسريعة.

تقييم الناحية الاقتصادية

ان وحدة التسوية ضمن الأرض المطلوب تسويتها يجب ان لا تزيد عن 3-5 هكتار لتكون العملية اقتصادية وان تكون كلفة تسوية وتعديل الهكتار الواحد اقل ما يمكن.

تقسم مكائن وآليات التسوية إلى مكائن التسوية الأولية وهي البلدوزر والسكريبر والترنبول (سكريبر بعجلات مطاطية، ومكائن التسوية النهائية وهي كريدر واللاندبلين ومكائن الحراثة

انواع الآلات المستخدمة في عملية التسوية والتعديل

1- الجرافات Bulldozer: ماكنة تسوية أولية، تستخدم في دفع التربة لمسافات قصيرة وكذلك في عمليات القطع، يمكن استخدامه في قلع الأشجار الكبيرة وحفر الأراضي الصلبة، يساعد في تحميل التربة المراد نقلها لمسافات طويلة أو تصديرها خارج الأرض المراد تسويتها، كما يستخدم في دفع القاشطات المسرفة عندما يكون عمق القطع كبيراً.

2- القاشطات المدولبة (الترنبول) Wheal Scraper:
ماكنة تسوية أولية تستخدم في نقل التربة وفرشها سواءً في عمليات القطع أو الردم من خلال سكين قطع في منتصف الماكنة، يعلوها خزان لخزن التربة تعتمد سعته على حجم الالة.

3- القاشطات المسرفة (السكريبر) Track Scraper:
ماكنة تسوية أولية ولها نفس عمل القاشطات المدولبة عدا إنها تتحرك على سرفة مما يعطيها أفضلية من حيث تأثيرها على رص التربة كما يجعلها اقل عرضة لان تعلق في الوحل أو التغريز في التربة إلا إنها أبطأ في الحركة.

4- اله تدريج الأرض (الكريدر) Land Grader: من آليات التسوية النهائية تستخدم في دفع التربة لعمليات التسوية الدقيقة.

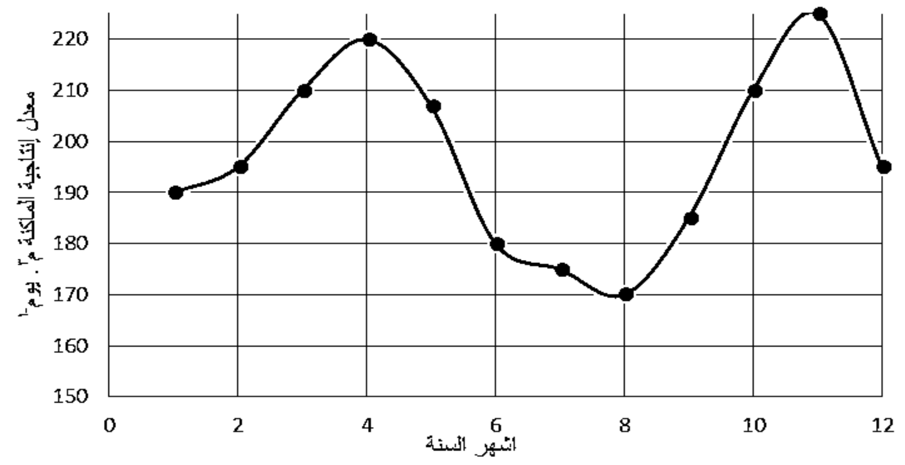
5- المعدلات Landplane: من اليات التسوية النهائية تستخدم في نقل التربة للتسوية الدقيقة وهي أما ان تكون متحركة ذاتياً (جزء من الية) أو تكون مسحوبة بالساحبات الزراعية.

6- الساحبات الزراعية Tractor: وهي مكائن متعددة الأغراض فقد تستعمل لسحب المعدلات أو في عمليات الحراثة وكذلك قد تستعمل في نقل التربة إلى جانب سيارات الحمل لنقل التربة لمسافات متوسطة البعد أو لتصدير واستيراد التربة الزائدة خارج الأرض المراد تسويتها إذا اقتضت الحاجة.

حسابات إنتاجية الأليات

ومدة إنجاز العمل

يحتاج المهندسون العاملين على مشاريع التعديل والتسوية إلى تخمين عدد الآليات والمدة اللازمة لإنجاز عمليات التعديل والتسوية بهدف جدولة زمنية لإنجاز المشاريع، لغرض تحديد ذلك لابد من تخمين إنتاجية المعدات المستخدمة، أي تحديد ذلك لا بد من تخمين إنتاجية المعدات المستخدمة، أي تحديد عدد الأمتار المكعبة أو المساحة المسواة التي تنجزها كل واحدة من هذه المعدات في اليوم الواحد. من المعلوم ان إنتاجية المعدات تختلف باختلاف حجومها وقدرتها الحصانية Horse Power ومنشأها والظروف التشغيلية والبيئية عند العمل وعوامل أخرى، ان للظروف البيئية تأثير مهم في إنتاجية المعدات، فعدد الأمتار المكعبة التي تنتجها نفس الاله في مكان معين يختلف عن الأمتار المكعبة التي تنتجها في مكان أخر ظروفها البيئية تختلف عن المكان الأول، كما تختلف إنتاجية المعدات في الموقع الواحد خلال أشهر السنة نتيجة لاختلاف الظروف الجوية من شهر لأخر، يمكن رسم نحنى بياني يوضح المعدل اليومي للعمل الذي تنذزه المعدات خلال اشهر السنة، الشكل أدناه يوضح تغاير إنتاجية احد السكريبرات خلال اشهر السنة، إذ يلاحظ ان إنتاجية الماكنة تنخفض في الأشهر الحارة والباردة من السنة بينما تزداد في الأشهر المعتدلة.



التغير في انتاجية المعدات بتغير اشهر السنة

في العراق اعتمدت المؤسسة العامة للتربة واستصلاح الأراضي معدلات إنتاجية المكائن المستخدمة في عمليات التسوية والتعديل كما مبينة في الجدول المجاور:

نوع الماكنة	صافي الإنتاجية اليومية
سكريبر	200 م^3. يوم$^{-1}$
بلدوزر	80 م^3. يوم$^{-1}$
ماكنة حراثة	2.5 هكتار. يوم$^{-1}$
كريدر	2 هكتار. يوم$^{-1}$
لاندبلين	3.1 هكتار. يوم$^{-1}$

فيما يخص عدد البلدوزرات اللازمة لإنجاز العمل يتم زيادة عددها عن العدد المحسوب وفقاً للجدول، إذ غالباً ما يعتمد حساب العدد المطلوب على انه مساوٍ لربع عدد السكريبرات (أي عدد السكريبرات مقسوما على 4)، وذلك لكون البلدوزرات قد تستخدم في دفع السكريبرات كما موضح في الصور أعلاه، أي ان الحساب يفترض إنتاجية 50 م^3. يوم$^{-1}$.

حساب مدة إنجاز العمل

لكون العمل يتوقف أثناء العطل الأسبوعية والرسمية، وكذلك أثناء أيام صيانة المعدات وأيام العواصف المطرية والترابية، مع توقف حدوث أعطال في الآليات، لذلك فإن عدد أيام العمل خلال السنة يكون اقل من عدد السنة نفسها، وتختلف أيام العمل خلال السنة من بلد لأخر باختلاف العطل الرسمية والمناخ فيها من عواصف مطرية وترابية، أو ظروف تؤدي إلى توقف العمل كإيقاف التمويل المالي أو لأسباب مجتمعية.

اعتمد مهندسو مؤسسة التربة واستصلاح الأراضي ان عدد أيام العمل السنوية هي 200 يوم، بافتراض ان عدد أيام العطل هي 165 يوم موزعة على أساس ان عدد أيام الجمع هي 52 يوم، وعدد أيام العطل الرسمية هي 16 يوم، عدد أيام إدامة المعدات 26 يوم مفترضين إدامة دورية للمعدات كل أسبوعين، التوقف بسبب الظروف الجوية 53 يوم، أما التوقف بسبب الأعطال الميكانيكية للمعدات 18 يوم حسبت على أساس الأعطال المسموح بها خلال السنة بما يعادل 5%.

منهاج العمل

ان عمل منهاج زمني لعملية التعديل والتسوية يتطلب معرفة العوامل المحددة للعملية وهي:

1- كمية العمل (مساحة العمل ومكعبات الحفر والردم)
2- المدة الزمنية لإنجاز العمل (مفتوحة أم محددة)
3- عدد المكائن اللازمة لإنجاز العمل وتوفرها.

ان العوامل الثلاث أعلاه مرتبطة ببعضها ارتباطاً وثيقاً وكل منها يعتمد على الأخر، فلغرض تحديد برنامج زمني للعمل يجب ان يعرف اثنين من هذه العوامل ليحسب منها العامل الثالث، ولغرض توضيح كيفية إجراء الحسابات نورد المثال أدناه:

مثال\ طلب منك إجراء عملية تسوية لـ 1500 هكتار، على أساس ان متوسطات مكعبات التعديل والتسوية للهكتار الواحد 360 م^3. ه$^{-1}$ وعلى أساس ان تنفذ العملية في عام واحد، المطلوب تحديد عدد المكائن وأنواعها.

الحل

لحساب عدد مكائن التسوية الأولية نحسب عدد الأمتار المكعبة والتي تساوي 1500*360 = 540000 م^3
عدد السكريبرات اللازمة = المكعبات المطلوبة \ (معدل الإنتاج × عدد أيام العمل السنوية)
= 540000\(200×200) = 14 سكريبر
عدد البلدوزرات هو ربع عدد السكريبر = 14\4 = 3.5 ≈ 4 بلدوزر
لحساب عدد مكائن التسوية النهائية
عدد الساحبات = المساحة الكلية \ (معدل إنتاج الماكنة × عدد أيام العمل السنوية) = 1500\(2.5×200) = 3 ساحبة
عدد الكريدرات = 1500\(2×200) = 3.75 ≈ 4 كريدر
عدد المعدلات= 1500\(3.1×200) = 2.4 ≈ 3 لاند بلين
وأحيانا قد تكون عملية الحساب معاكسة وذلك إذا كان عندك عدد معين من المعدات وأردت معرفة المدة الكافية لإنجاز العمل. ان رسم منحنى الإنتاجية لكل معدة ستعطي مقدار الانحراف بسبب الظروف المناخية وغيرها عن المعدل الشهري للإنتاج والذي = المساحة الكلية \12 = 1500\12 = 125 ه. شهر$^{-1}$، بينما يمكن رسم المنحني التجميعي وذلك برسم إنتاج الشهر الأول أما الشهر الأول ومجموع الشهرين الأول والثاني أمام الشهر الثاني ومجموع الشهر الأول والثاني والثالث أمام الثالث وهكذا لـ 12 شهراً.

مثال\ لدى أحد المقاولين 10 سكريبرات و6 بلدوزر، كم من الوقت يلزم لإنجاز العمل للمثال أعلاه.
الحل
حسب نسبة 1:4 فإننا نحتاج إلى 3 بلدوزر فقط وهذا ضمن إمكانية المقاول
إنتاج السكريبرات كلها = 200×10= 2000 م^3. يوم$^{-1}$، إنتاج البلدوزرات الثلاث = 80×3 = 240 م^3. يوم$^{-1}$
الإنتاج الكلي للأليتين = 2240 م^3. يوم$^{-1}$، فالمدة الزمنية = المساحة الكلية \ الإنتاج الكلي = 540000\2240
= 241 يوم فعلي أي ان المدة الزمنية لإنهاء المشروع ستكون كنسبة وتناسب بين العمل الفعلي إلى أيام السنة

السنة الاعتيادية	السنة الفعلية	
365	200	أي ان × = 241×365\200 = 440 يوم
×	241	أو ما يعادل 14.5 شهر أو سنه و2.5 شهر.

مثال إذا كانت مساحة الأرض 2000 هكتار وان معدل مكعبات التسوية هي بحدود 500 م^3\هكتار احسب عدد الأليات اللازمة لإنجاز العمل في مدة ستة أشهر.

الحل: بما ان المدة المطلوب إنجازها هي 6 اشهر هذا يعني 100 يوم عمل فعلية

مكعبات التسوية الكلية = 2000×500=1000000 م^3

عدد المكائن = المكعبات المطلوبة \ (معدل الإنتاج × عدد أيام العمل)

عدد السكريبرات = 1000000\(200×100) = 50 سكريبر، عدد البلدوزرات = 50\4 = 12.5 ≈ 13 بلدوزر

عدد المكائن = المساحة \ (معدل الإنتاج × عدد أيام العمل)

عدد الساحبات = 2000\(2.5×100) = 8 ساحبة، عدد الكريدرات= 2000\(2*100)= 10 كريدر

عدد اللاند بلين = 2000\(3.1*100)= 6.4 أي 7 لاند بلين

مثال\ إذا كان في مؤسستك 18 سكريبر و5 بلدوزرات و4 ساحبات و5 كريدر و4 معدلات، احسب المدة الزمنية اللازمة لإكمال تعديل وتسوية 2500 هكتار وبمعدل مكعبات تسوية مساوً لـ 400 م^3. ه$^{-1}$.

الحل

مجموع مكعبات التسوية = 2500×400=1000000م^3

عدد أيام العمل المطلوبة للتسوية الأولية = مكعبات التسوية \ (إنتاجية الماكنة × عدد المكائن المتوفرة)

بالنسبة للسكريبرات = 1000000\(200×18)= 278 يوم

عدد أيام العمل المطلوبة للتسوية الثانوية= المساحة \ (إنتاجية الماكنة × عدد المكائن المتوفرة)

بالنسبة للساحبات = 2500 \(2.5×4) = 250 يوم، الكريدر= 2500\(2×5)= 250 يوم،

اللاندبلين =2500/(3.1 × 4) = 200 يوم

يلاحظ ان عدد الأيام اللازمة لعمل البلدوزر لم تحسب، في الحقيقة ان عمليات التعديل تعتمد على السكريبر وان البلدوزر ماكنة مساعدة إما بدفع السكريبر أو بقطع المرتفعات أمام السكريبر أو ردم المنخفضات، لذا فإن المدة الزمنية الكلية ستعتمد على أعلى مدة عمل فعلي للمعدات وهي 278 يوم

السنة الاعتيادية	السنة الفعلية
365	200
×	278

أي ان × = 278×365\200 = 508 يوم أو ما يعادل 16.9 شهر أو سنه و4 شهر و27 يوم.

تسوية وتعديل ارض Land Leveling

المحاضرة الثامنة د بسام الدين الخطيب هشام

التوصيات الخاصة باختيار المكائن في عملية التسوية

1- ان السكريبر هي الماكنة الاساسية المستعملة في عملية التسوية والتعديل ، اذ يتم بواسطتها نقل اتربة تزيد عن 80 % من مجموع مكعبات الاتربة في الارض المراد تسويتها ويستعمل السكريبر في نقل الاتربة لمسافة لا تقل عن 50 متر ولا تزيد عن 200 متر ، اما الترنبول (سكريبر بعجلات مطاطية) فيستعمل لنقل اتربة لمسافة لا تقل عن 100 متر ولا تزيد عن 500 متر ،اذ ان ازدياد مسافة النقل عن هذه الحدود يؤدي الى زيادة الكلفة.

2- ياتي البلدوزر بالدرجة الثانية بعد السكريبر في حالتين :

أ- في حالة دفع اة ازاحة او قطع الاتربة لمسافة لا تقل عن 10 م ولا تزيد عن 50 م واذا زاد الدفع عن هذه المسافة فان الكلفة تزداد.

ب- يستعمل لدفع السكريبر عندما تكون مقاومة الارض للقطع عالية واذا كان عمق القطع كبير.

3- عند اختيار وتجهيز مكائن التعديل الاولي للمشاريع يجب ان تكون نسبة البلدوزرات الى السكريبر كنسبة 1 : 4 .

انتاجية مكائن التسوية والتعديل

يوضح شكل (1) منحنى الانتاجية ومنحنى الكلفة للبلدوزر الروسي T-100 والبلدوزر كوماتسو .

يوضح شكل (2) منحنى الانتاجية ومنحنى الكلفة للسكريبر T – 100 والترنبول .

يتضح من الاشكال الاتي :

1- ان الانتاجية للماكنة تقل كلما زادت مسافة نقل الانربة .

2- يزداد سعر نقل المتر المكعب من الاتربة بزيادة مسافة النقل .

3- نقطة تلاقي منحنى الكلفة مع منحنى الانتاجية تسمى النقطة الحرجة حيث بعد هذه النقطة تقل الانتاجية ويزداد سعر نقل المتر المكعب من الاتربة وتكون العملية غير اقتصادية .

ادارة الاراضي الزراعية بعد تسويتها

للحفاظ على انتاجية عالية للارض بعد تسويتها يجب عمل الاتي :

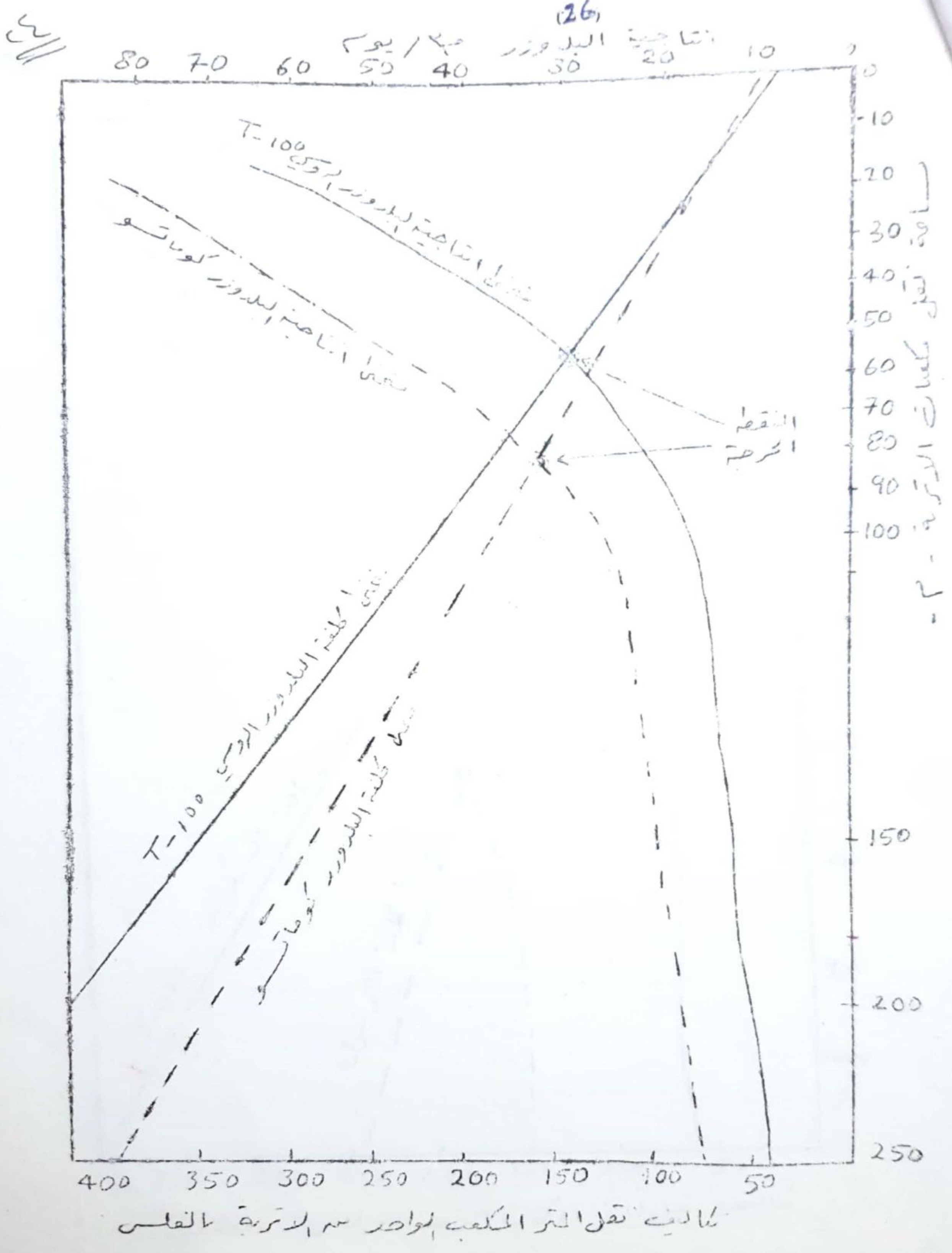
1- يفضل استعمال المعدلة (الاندبلين) بصورة دورية كاحدى عمليات الخدمة الزراعية .

2- اعطاء الاحتياجات المائية الصحيحة والمناسبة .

3- الزراعة الكثيفة للمحاصيل وعلى طول فيترة السنة للتقليل من تاثير الماء والهواء على تعرية التربة .

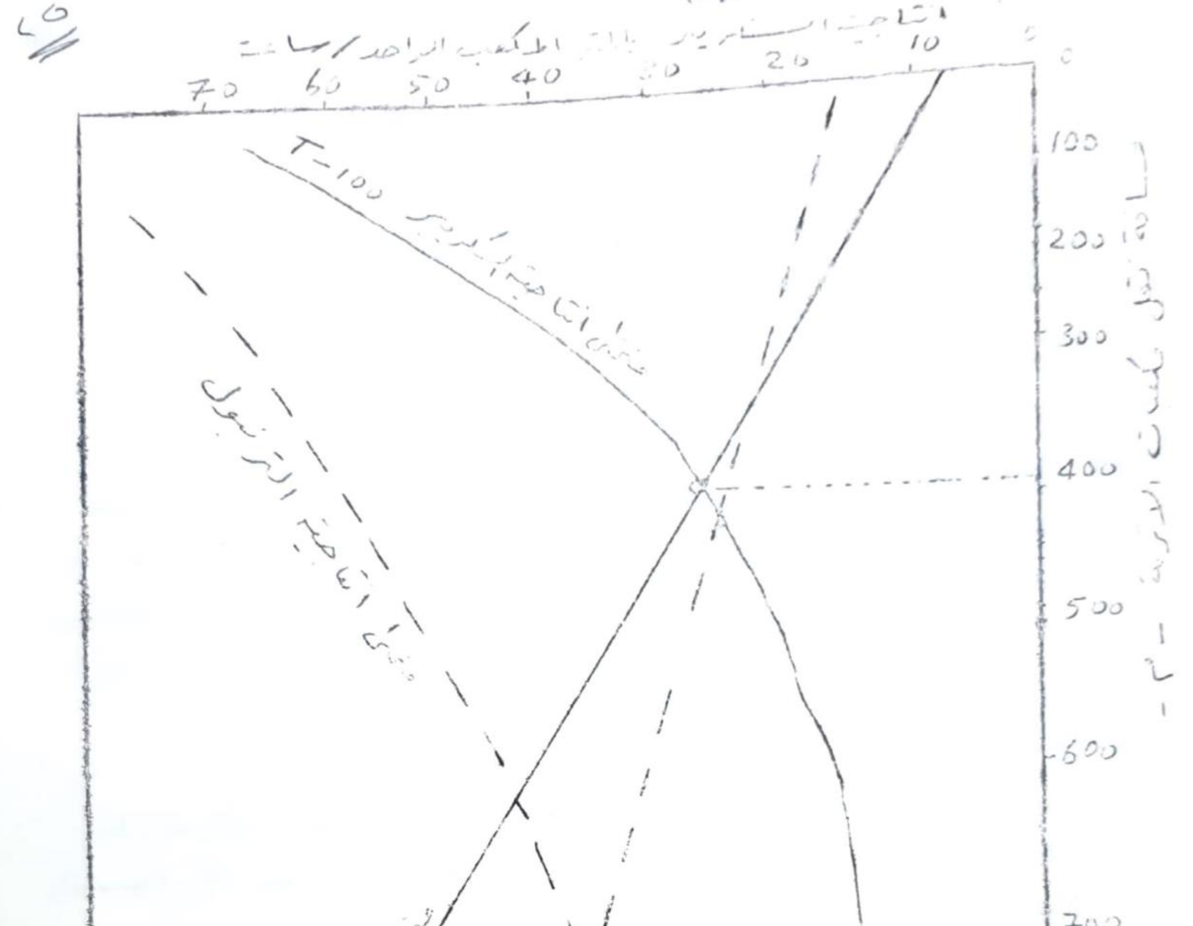
4- يقسم الحقل الى الواح صغيرة لتقليل عمليات انجراف التربة .

5- استعمال المغطيات .



شكل (1) يوضح منحنى الانتاجية ومنحنى الكلفة للبلدوزر الروسي T-100 والبلدوزر كوماتسو.

Scanned with CamScanner

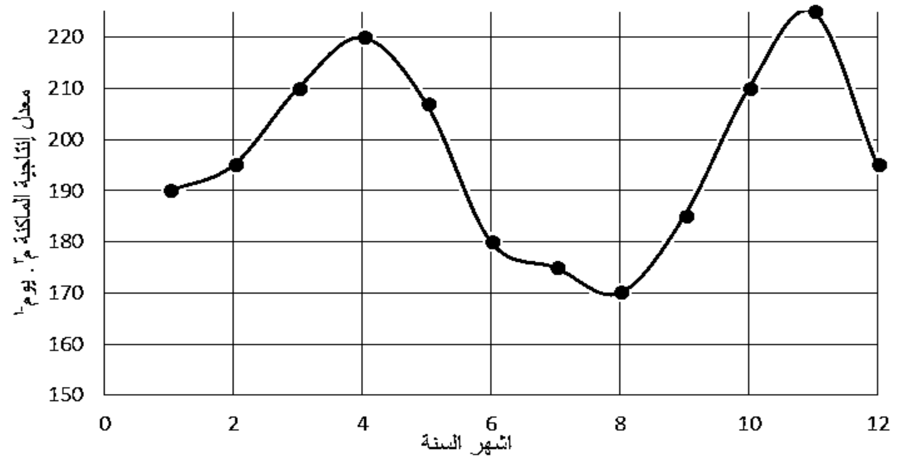


شكل (2) يوضح منحنى الانتاجية ومنحنى الكلفة للسكريبر T-100 والترنبول

Scanned with CamScanner

حسابات إنتاجية الأليات ومدة إنجاز العمل

يحتاج المهندسون العاملين على مشاريع التعديل والتسوية إلى تخمين عدد الآليات والمدة اللازمة لإنجاز عمليات التعديل والتسوية بهدف جدولة زمنية لإنجاز المشاريع، لغرض تحديد ذلك لابد من تخمين إنتاجية المعدات المستخدمة، أي تحديد ذلك لا بد من تخمين إنتاجية المعدات المستخدمة، أي تحديد عدد الأمتار المكعبة أو المساحة المسواة التي تنجزها كل واحدة من هذه المعدات في اليوم الواحد. من المعلوم ان إنتاجية المعدات تختلف باختلاف حجومها وقدرتها الحصانية Horse Power ومنشأها والظروف التشغيلية والبيئية عند العمل وعوامل أخرى، ان للظروف البيئية تأثير مهم في إنتاجية المعدات، فعدد الأمتار المكعبة التي تنتجها نفس الاله في مكان معين يختلف عن الأمتار المكعبة التي تنتجها في مكان أخر ظروفها البيئية تختلف عن المكان الأول، كما تختلف إنتاجية المعدات في الموقع الواحد خلال أشهر السنة نتيجة لاختلاف الظروف الجوية من شهر لأخر، يمكن رسم نحنى بياني يوضح المعدل اليومي للعمل الذي تنذزه المعدات خلال اشهر السنة، الشكل أدناه يوضح تغاير إنتاجية احد السكريبرات خلال اشهر السنة، إذ يلاحظ ان إنتاجية الماكنة تنخفض في الأشهر الحارة والباردة من السنة بينما تزداد في الأشهر المعتدلة.



التغير في انتاجية المعدات بتغير اشهر السنة

لكون العمل يتوقف أثناء العطل الأسبوعية والرسمية، وكذلك أثناء أيام صيانة المعدات وأيام العواصف المطرية والترابية، مع توقف حدوث أعطال في الآليات، لذلك فإن عدد أيام العمل خلال السنة يكون اقل من عدد السنة نفسها، وتختلف أيام العمل خلال السنة من بلد لأخر باختلاف العطل الرسمية والمناخ فيها من عواصف مطرية وترابية، أو ظروف تؤدي إلى توقف العمل كإيقاف التمويل المالي أو لأسباب مجتمعية.

منهاج العمل

ان عمل منهاج زمني لعملية التعديل والتسوية يتطلب معرفة العوامل المحددة للعملية وهي:

1- كمية العمل (مساحة العمل ومكعبات الحفر والردم)
2- المدة الزمنية لإنجاز العمل (مفتوحة أم محددة)
3- عدد المكائن اللازمة لإنجاز العمل وتوفرها.

ان العوامل الثلاث أعلاه مرتبطة ببعضها ارتباطاً وثيقاً وكل منها يعتمد على الأخر، فلغرض تحديد برنامج زمني للعمل يجب ان يعرف اثنين من هذه العوامل ليحسب منها العامل الثالث، فمثلا طلبت المدة الزمنية لانجاز مساحة معينة باستعمال عدد معين من المكائن او لديك عدد مكائن ثابتة بالمشروع خلال سنة فما المساحة التي يمكن انجازها .

سنتطرق لكل عامل على انفراد :

1- المدة الزمنية :

يجب ان تحسب المدة الزمنية الفعلية بالعمل ،ففي العراق عدد ايام العمل الفعلية التي يمكن العمل بها هي 200 يوم من العدد الكلي لايام السنة (365يوم).وهذه حسبت كالاتي :\

عدد أيام العطل هي 165 يوم موزعة على أساس ان عدد أيام الجمع هي 52 يوم، وعدد أيام العطل الرسمية هي 16 يوم، عدد أيام إدامة المعدات 26 يوم مفترضين إدامة دورية للمعدات كل أسبوعين، التوقف بسبب الظروف الجوية 53 يوم، أما التوقف بسبب الأعطال الميكانيكية للمعدات 18 يوم حسبت على أساس الأعطال المسموح بها خلال السنة بما يعادل 5%.

2- عدد المكائن :

لحساب العمل يجب معرفة معدلات الاداء لهذه المكائن (سعة الماكنة للعمل أي مقدار العمل اليومي او في الساعة)تحسب هذه من جداول ملحقة بكل ماكنة مع الاخذ بنظر الاعتبار الظروف القياسية التي تعمل بها الماكنة في بلد التصنيع عما هي في ظروف العراق فان السعة سوف تختلف تبعا لاختلاف هذه الظروف .

حسبت في مؤسسة التربة معدلات الاداء للمكائن العاملة في التعديل والتسوية والمعتمدة عام 1978 كالاتي :

نوع الماكنة	الانتاج اليومي $م^3$/يوم	صافي الإنتاجية اليومية
سكريبر	240	200 $م^3$. $يوم^{-1}$
بلدوزر	100	80 $م^3$. $يوم^{-1}$
ماكنة حراثة	12 دونم	10 دونم. $يوم^{-1}$
كريدر	10 دونم	8 دونم. $يوم^{-1}$
لاندبلين	15 دونم	12 هكتار. $يوم^{-1}$

3- المساحة :

يعتمد ما ينجز من مساحة على عدد المكائن والمدة الزمنية فمثلا تحدد المساحة التي ستنجز والمطلوب عدد المكائن التي تكفي لتسويتها خلال مدة معينة .

ولغرض توضيح كيفية إجراء الحسابات نورد المثال أدناه:

مثال\ طلب منك إجراء عملية تسوية لـ 1500 هكتار، على أساس ان متوسطات مكعبات التعديل والتسوية للهكتار الواحد 360 $م^3$. $ه^{-1}$ وعلى أساس ان تنفذ العملية في عام واحد، المطلوب تحديد عدد المكائن وأنواعها.

الحل

لحساب عدد مكائن التسوية الأولية نحسب عدد الأمتار المكعبة والتي تساوي 1500*360 = 540000 $م^3$
عدد السكريبرات اللازمة = المكعبات المطلوبة \ (معدل الإنتاج × عدد أيام العمل السنوية)
= 540000\(200×200) = 14 سكريبر
عدد البلدوزرات هو ربع عدد السكريبر = 14\4 = 3.5 ≈ 4 بلدوزر
لحساب عدد مكائن التسوية النهائية
عدد الساحبات = المساحة الكلية \ (معدل إنتاج الماكنة × عدد أيام العمل السنوية) = 1500\(2.5×200) = 3 ساحبة
عدد الكريدرات = 1500\(2×200) = 3.75 ≈ 4 كريدر
عدد المعدلات= 1500\(3×200) = 2.4 ≈ 3 لاند بلين

وأحيانا قد تكون عملية الحساب معاكسة وذلك إذا كان عندك عدد معين من المعدات وأردت معرفة المدة الكافية لإنجاز العمل. ان رسم منحنى الإنتاجية لكل معدة ستعطي مقدار الانحراف بسبب الظروف المناخية وغيرها عن المعدل الشهري للإنتاج والذي = المساحة الكلية \12 = 1500\12 = 125 ه. شهر-1، بينما يمكن رسم المنحني التجميعي وذلك برسم إنتاج الشهر الأول أما الشهر الأول ومجموع الشهرين الأول والثاني أمام الشهر الثاني ومجموع الشهر الأول والثاني والثالث أمام الثالث وهكذا لـ 12 شهراً.

مثال\ لدى أحد المقاولين 10 سكريبرات و6 بلدوزر، كم من الوقت يلزم لإنجاز العمل للمثال أعلاه.
الحل

حسب نسبة 1:4 فإننا نحتاج إلى 3 بلدوزر فقط وهذا ضمن إمكانية المقاول

إنتاج السكريبرات كلها = 200×10= 2000 م^3. يوم$^{-1}$،

إنتاج البلدوزرات الثلاث = 80×3 = 240 م^3. يوم$^{-1}$

الإنتاج الكلي للأليتين = 2240 م^3. يوم$^{-1}$،

فالمدة الزمنية = المساحة الكلية \ الإنتاج الكلي = 540000\2240

= 241 يوم فعلي أي ان المدة الزمنية لإنهاء المشروع ستكون كنسبة وتناسب بين العمل الفعلي إلى أيام السنة

السنة الاعتيادية	السنة الفعلية	
365	200	أي ان × = 241×365\200 = 440 يوم
×	241	أو ما يعادل 14.5 شهر أو سنه و2.5 شهر.

مثال إذا كانت مساحة الأرض 2000 هكتار وان معدل مكعبات التسوية هي بحدود 500 م^3\هكتار احسب عدد الأليات اللازمة لإنجاز العمل في مدة ستة أشهر.

الحل: بما ان المدة المطلوب إنجازها هي 6 اشهر هذا يعني 100 يوم عمل فعلية

مكعبات التسوية الكلية = 2000×500=1000000 م^3

عدد المكائن = المكعبات المطلوبة \ (معدل الإنتاج × عدد أيام العمل)

عدد السكريبرات = 1000000\(200×100) = 50 سكريبر، عدد البلدوزرات = 50\4 = 12.5 ≈ 13 بلدوزر

عدد المكائن = المساحة \ (معدل الإنتاج × عدد أيام العمل)

عدد الساحبات = 2000\(2.5×100) = 8 ساحبة، عدد الكريدرات= 2000\(2*100)= 10 كريدر

عدد اللاند بلين = 2000\(3.1*100)= 6.4 أي 7 لاند بلين

مثال\ إذا كان في مؤسستك 18 سكريبر و5 بلدوزرات و4 ساحبات و5 كريدر و4 معدلات، احسب المدة الزمنية اللازمة لإكمال تعديل وتسوية 2500 هكتار وبمعدل مكعبات تسوية مساوٍ لـ 400 م^3. ه$^{-1}$.
الحل

مجموع مكعبات التسوية = 2500×400=1000000م^3

عدد أيام العمل المطلوبة للتسوية الأولية = مكعبات التسوية \ (إنتاجية الماكنة × عدد المكائن المتوفرة)

بالنسبة للسكريبرات = 1000000\(200×18)= 278 يوم

عدد أيام العمل المطلوبة للتسوية الثانوية= المساحة \ (إنتاجية الماكنة × عدد المكائن المتوفرة)

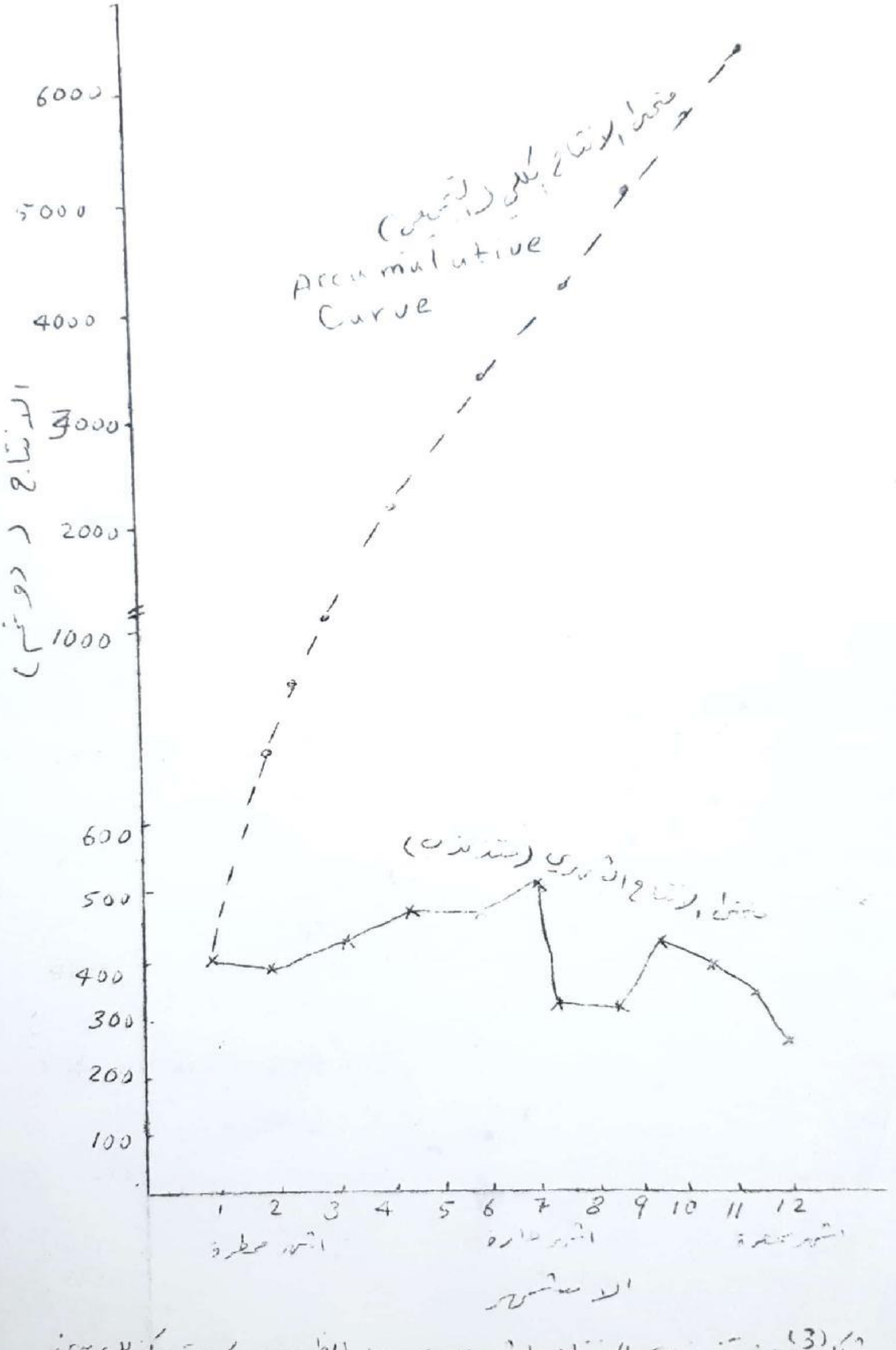
بالنسبة للساحبات = 2500 \(2.5×4) = 250 يوم، الكريدر= 2500\(2×5)= 250 يوم،

اللاندبلين =2500/(3.1 × 4) = 200 يوم

يلاحظ ان عدد الأيام اللازمة لعمل البلدوزر لم تحسب، في الحقيقة ان عمليات التعديل تعتمد على السكريبر وان البلدوزر ماكنة مساعدة إما بدفع السكريبر أو بقطع المرتفعات أمام السكريبر أو ردم المنخفضات، لذا فإن المدة الزمنية الكلية ستعتمد على أعلى مدة عمل فعلي للمعدات وهي 278 يوم

السنة الاعتيادية	السنة الفعلية
365	200
×	278

أي ان × = 278×365\200 = 508 يوم أو ما يعادل 16.9 شهر أو سنه و4 شهر و27 يوم.



شكل (3) يبين تذبذب الانتاج الشهري بسبب الظروف الجوية وكذلك يبين الانتاج الكلي خلال سنة واحدة.

Scanned with CamScanner

تسوية وتعديل ارض Land Leveling

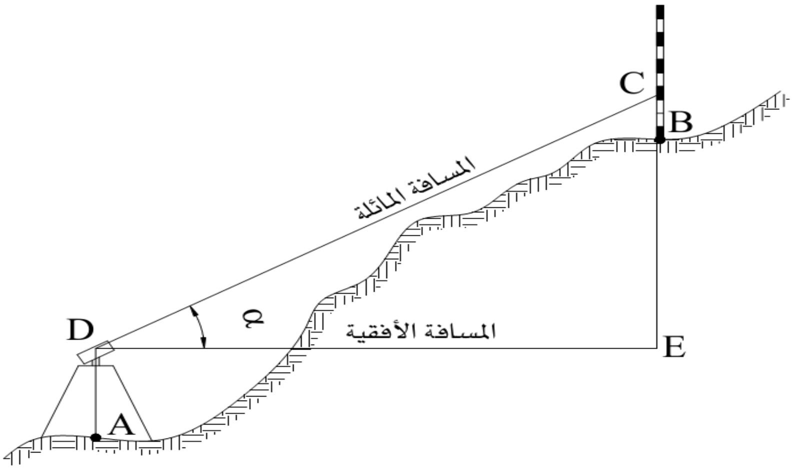
الجزء العملي

مقاييس الرسم

ان أعمال التسوية والتعديل تبدأ بعد إتمام الأعمال المكتبية والتي عادة ما تعتمد على خرائط معدة مسبقا عند توفرها أو معدة حاضراً، وهنا على المهندسين ان يكون تحت علمهم التحويل من الورقة إلى الواقع والعكس أيضاً لإكمال وضبط الحسابات. فمقياس الرسم هو النسبة بين طول أي بعد في الخريطة إلى الطول المناظر له في الطبيعة.

يمكن إجراء عمليات التسوية باستخدام مثلث فيثاغورس كما في أدناه:

يحسب الفرق في الأبعاد الرأسية بين أي نقطتين بقياس الزاوية الرأسية من إحدى النقطتين على النقطة الأخرى و بمعرفة إما المسافة المائلة أو المسافة الأفقية الفاصلة بين النقطتين. ثم يتم حساب الفرق في الارتفاع بتطبيق قوانين حساب المثلثات (الشكل ٣,٥).



الشكل 3.5: يبين حساب الفرق في الارتفاع

DE : مسافة أفقية

CE : مسافة رأسية $\quad$ **CE = DC sin α**

الفرق بين منسوبي **A** و**B** يساوي : $\quad$ **AB = AD + CE – BC**

AB : ارتفاع آلة القيس فوق النقطة **A**

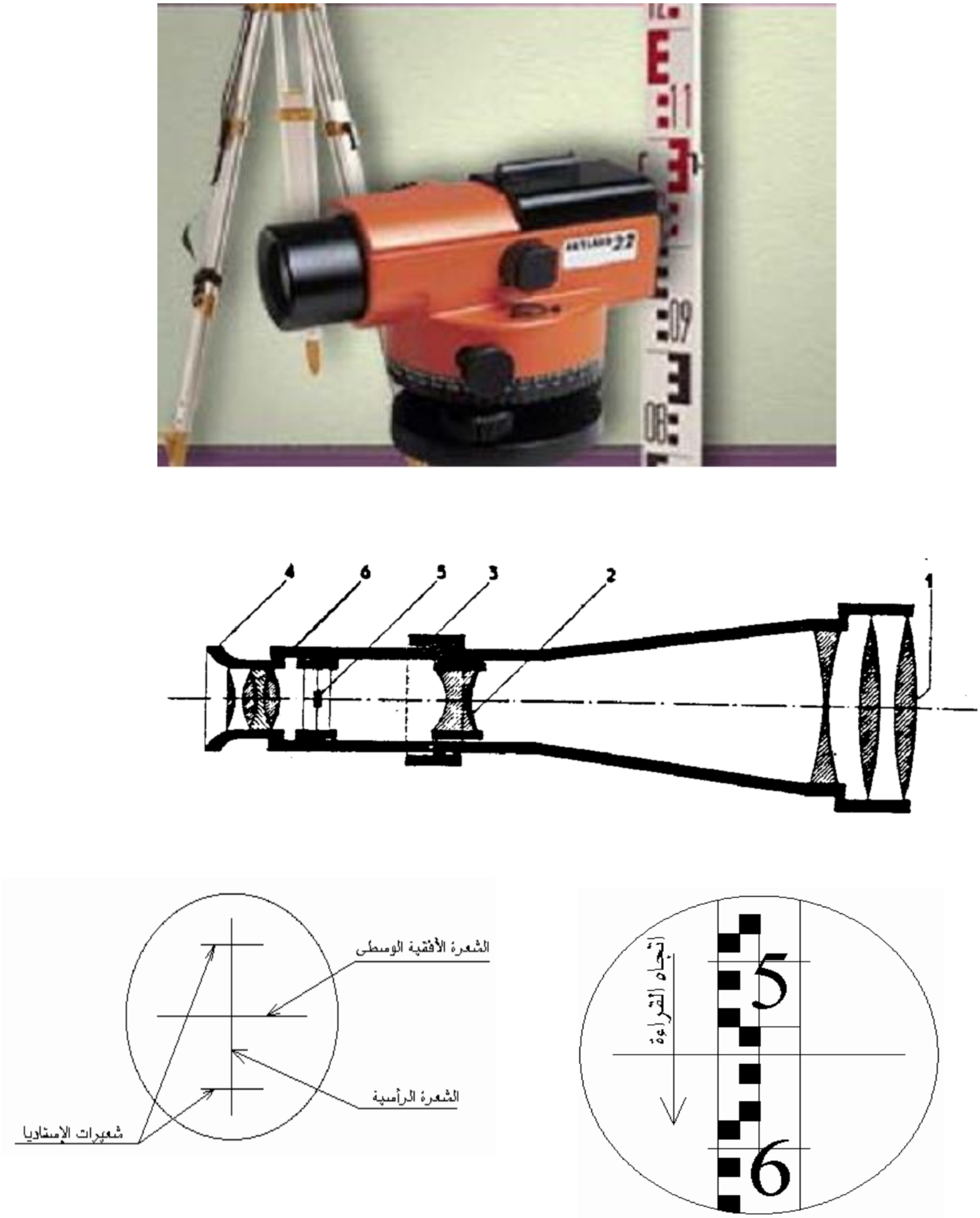
BC : الارتفاع فوق النقطة **B** يمكن قياسه بإحدى أدوات قيس المسافات.

تبقى هذه الطريقة محدودة و ذلك لمسافات أفقية لا تتعدى حوالي ٣٠٠ متر.

مثال :

تم رفع المسافة المائلة بالميزان و سجلنا **50,60** متر و زاوية مقدارها $\mathbf{30^0}$ أوجد منسوب النقطة B علما أن منسوب النقطة A يساوي **245,00** ، ارتفاع آلة القيس تساوي 1,40 متر و الارتفاع على القامة يساوي 2,35 متر.

أو بحساب الفرق بين منسوب نقطتين باستخدام ميزان التسوية Level balance كما هو في الشكل 3



شكل 3 صورة ومخطط لجهاز التسوية

نفرض على سبيل المثال نقطتين A و B نبحث عن الفرق في الارتفاع بينهما. نضع قامتين لهما نفس الموصفات على النقطتين و باستعمال الميزان نكون مستوى أفقي وهمي موازي لمستوى المقارنة و يقطع القامات في b و a .

a : هي القراءة تمثل المسافة Aa

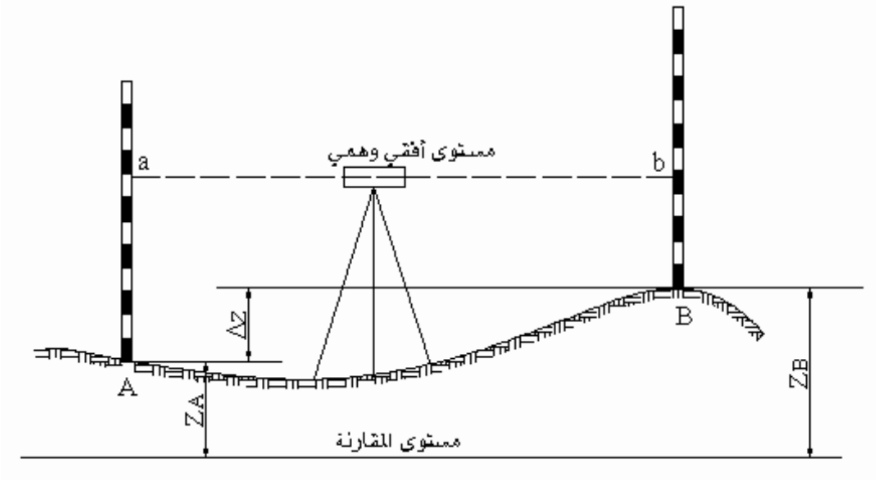
b : هي القراءة تمثل المسافة Bb

و نستطيع استنتاج مايلي :

الفرق في الارتفاع $b - a = \Delta z$

منسوب B = منسوب A + b – a

$b - a + Z_A = Z_B$



شكل 4 إيجاد الفرق بين منسوبين

قراءة على شعيرات الأستاديا :

نصف مجموع القراءات على شعيرات الإستاديا يساوي القراءة على الشعرة الأفقية الوسطى. و الفرق في القراءات في شعيرات الإستاديا مضروب في 100 يعطي المسافة بين الميزان و القامة. أمثلة لبعض القراءات على شعيرات الأستاديا :

كما يمكن إجراء عمليات التسوية باستخدام طرائق قديمة أو تقليدية، كاستخدام أوتاد ومسطرة وفقاعة تسوية (قبان بفقاعة)، وذلك بوضع المسطرة بشكل أفقي على أوتاد مغروزة بشكل عمودي على سطح التربة ثم توضع فقاعة التسوية على المسطرة ثم تعدل ارتفاعات الأوتاد بدقها لحين الوصول إلى مستوى التسوية المطلوب، تفيد مثل هذه الطرق في الحدائق المنزلية ذات المساحات الصغيرة جداً.

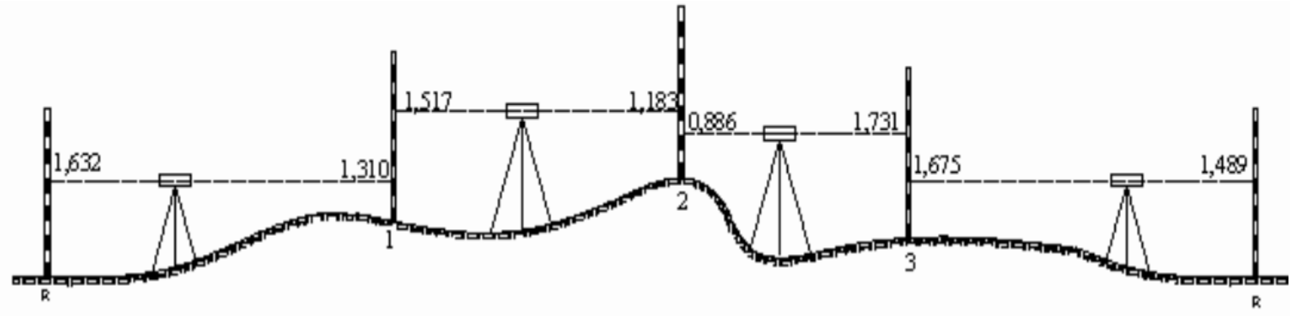
التسوية المتسلسلة

وهي إيجاد مناسيب عدد من النقاط التي تكون مرتبة بنسق معين، ان إيجاد الفرق بين منسوبي نقطتين بقراءة مسطرة التسوية التي توضع على النقطتين، إلا ان الحالة الأكثر شيوعا هي عدم تمكن الجهاز من قراءة المسطرة لأحدى النقاط بسبب:

1- بعد المسافة بين النقطتين.

2- عندما يكون الفرق بين المنسوبين أكبر من طول مسطرة التسوية.
3- عندما يكون بين النقطتين عوائق طبيعية أو صناعية يستحيل معها الرصد.

في مثل هذه الحالة تنفذ عملية التسوية أو نقل المنسوب على مراحل كما في الشكل



يبدأ العمل على نقل المنسوب من أقرب علامة منسوب إلى المشروع، إذ ينصب جهاز التسوية عند مكان مناسب يمكنه قراءة أكبر عدد من القراءات، ثم توضع مسطرة التسوية قرب علامة المنسوب ثم تؤخذ قراءة المسطرة بعدها وتسمى هذه القراءة بالقراءة الخلفية ثم تؤخذ أخر قراءة ممكنة وتسمى حينها بالقراءة الأمامية ثم تؤخذ عدة قراءات بينهما وتسمى بالقراءات الوسطية، وهذا كله دون تغيير موقع الجهاز، أما عند عدم إمكانية القراءة من نفس الموضع ولم تكتمل التسوية بعد يصار إلى تغير موقع الجهاز وهنا يجب الانتباه إلى ان مسطرة التسوية يجب ان تثبت في مكانها عند القراءة الأمامية (والتي عادة تكون أخر قراءة)، بعد إكمال نصب الجهاز في الموقع الجديد تؤخذ قراء خلفية أخرى على نفس النقطة التي اخذ فيها قراءة أمامية قبل نقل الجهاز(أي فقط بلف مسطرة التسوية إلى الجهة المعاكسة) وتسمى حينها هذه النقطة بنقطة الدوران، ثم يكمل العمل بأخذ قراءات وسطية أو أمامية أو نقاط دوران بحسب الحاجة، وبعد الانتهاء يكمل العمل مكتبياً حسب المثال أدناه:

مثال 1 طريقة حساب المناسيب بطريقة ارتفاع خط النظر

ارتفاع خط النظر = منسوب النقطة + القراءة الخلفية
ارتفاع خط النظر= 100 + 1.54= 101.54 م
منسوب النقطة = ارتفاع خط النظر- القراء الوسطية أو الأمامية
منسوب النقطة 1 = 101.54- 0.24 = 101.30م
م. ن. 2 = 101.54- 3.56 = 97.98 م
م.ن.3 = 101.54-2.86= 98.68 م

النقطة	**القراءات**			**المنسوب**	**الملاحظات**
	خلفية	**وسطية**	**أمامية**		
أ	**1.54**			**100 م**	نقطة البداية
1		**0.24**			
2		**3.56**			
3		**2.86**			
4		**1.42**			
5	**1.61**		**2.96**		نقطة دوران
6		**1.89**			
ب			**2.44**		نقطة النهاية

النقطة	**القراءات**			**ارتفاع خط النظر م**	**المنسوب**	**الملاحظات**
	خلفية	**وسطية**	**أمامية**			
أ	**1.54**			**101.54**	**100 م**	نقطة البداية
1		**0.24**			**101.30**	

2		3.56			97.98	
3		2.86			98.86	
4		1.42			100.12	
5	1.61		2.96	100.19	98.58	نقطة دوران
6		1.89			98.30	
ب			2.44		97.75	نقطة النهاية
التحقق	3.15		5.4		2.25	

وللتأكد من صحة الحسابات نحسب الفرق بين النقطتين الأولى والأخيرة وهذا الفرق يجب ان يكون مساويا إلى الفرق بين مجموع القراءات الخلفية ومجموع القراءات الأمامية كما في الصف الأخير من الجدول

مثال 2 / طريقة حساب المناسيب بطريقة الارتفاع والانخفاض لنفس الجدول

في هذه الطريقة تقارن القراءة اللاحقة بالقراءة الحالية ويلاحظ الفرق إذا كان موجبا فيوضع الرقم في خانة الارتفاع ثم يضاف الفرق إلى منسوب النقطة السابقة، أما إذا كان الفرق سالبا فيوضع الفرق خانة الانخفاض ويطرح الفرق من منسوب النقطة السابقة وهكذا، مع ملاحظة الابتداء بالحساب من جديد عند نقاط الدوران

1.54- 0.24 = 1.30 ، م. ن. 1 = 1.3+100= 101.30 م
3.56-0.24 = -3.32 ، م. ن. 2 = 3.32-101.30 = 97.98م
1.42- 2.96 = -1.54 ، م. ن. 5 = 1.54-100.12 =9858 م
النقطة السادسة 1.61-1.89= -0.28 ، م. ن. 6 = 98.58 -0.28= 98.3 م

النقطة	القراءات						
	خلفية	وسطية	أمامية	الارتفاع	الانخفاض	المنسوب	الملاحظات
أ	1.54					100 م	نقطة البداية
1		0.24		1.30		101.30	
2		3.56			3.32	97.98	
3		2.86		0.70		98.86	
4		1.42		1.44		100.12	
5	1.61		2.96		1.54	98.58	نقطة دوران
6		1.89			0.28	98.30	
ب			2.44		0.55	97.75	نقطة النهاية
التحقق	3.15		5.4	3.44	5.69		
	5.4 -3.15 =2.25			2.25=5.69-3.44		3.25	

وللتأكد من صحة الحسابات يجب ان يكون الفرق بين منسوب البداية والنهاية مساويا للفرق بين مجموع القراءات الخلفية والأمامية ومساويا للفرق بين مجموع الارتفاعات والانخفاضات