

تطبيقات التسوية

(٦, ١) مقدمة

هنالك العديد من تطبيقات التسوية في الميادين العلمية والعملية المختلفة والتي ترتبط بسطح الأرض وما عليه من منشآت. ومنختار من بينها تطبيقات عمل المقاطع الطولية والمقاطع العرضية التي تستخدم في عمليات تصميم وتخطيط و تنفيذ المشروعات الطولية مثل الطرق والخطوط الحديدية وقنوات الري وإلى غير ذلك من المشاريع ذات السمة الطولية. وستناول أيضاً عمل الميزانية الشبكية التي تستخدم في المشاريع التي تأخذ أشكال هندسية غير طولية مثل الشكل المربع أو شكل المستطيل كما في مشاريع قواعد المياني وتخطيط امتدادات المدن والمناطق الزراعية والغابات.

(٦, ٢) المقاطع الطولية

من أهم أغراض التسوية هو الحصول على المقاطع الطولية أي الحصول على شكل تدرجات سطح الأرض وتمثيلها بخط مستقيم أو منحني على لوحة الرسم وذلك بتعيين مناسيب نقاط معينة على هذا الخط والمسافات بينها. إن هذا الخط الذي يوصل بين مناسيب النقاط المرصودة يمثل مستوى سطح الأرض على محور المنشأة الذي تم تخطيطه على الأرض من قبل إنشائها. ويمكن تعريف المقطع الطولي بأنه عبارة عن نتائج التسوية الطولية التي تجري على محور مشروع هندسي مثل طريق زراعي أو خط سكة حديد أو

قناة ري أو مصرف مائي . وتوقع هذه النتائج بمقياس الرسم المناسب لكل من المسافات الأفقية و المناسيب يتبع المقطع الطولي.

وعادةً تبدأ التسوية من نقطة ارتفاع مرجعية BM أو أي نقطه معلوم منسوبها بحيث تكون قريبه من نقطة بداية القطاع ثم يبدأ الرصد على القامة الموضوعه عمودياً فوق نقاط القطاع المختلفة وكذلك رصد المسافات الأفقية بينها. وبتحوي العمل في آخر نقطه من القطاع ويستحسن الاستمرار في الميزانية بعد الوصول إلى نهاية القطاع حتى أقرب نقطة ارتفاع مرجعية ثانية وذلك برصد قراءات القامة (خلفية و أمامية) ومقارنة المنسوب الناتج لنقطة مرجع التسوية من حساب التسوية بمنسوبها المدون بدفتر مناسيب النقاط المرجعية. ويجب ألا يتعدى الفرق بينهما القيمة:

$$\times 10 \left\{ \begin{array}{l} \text{طول التسوية بكم} \\ \text{ط} \end{array} \right.$$

فإذا كانت المسافة من أول مرجع تسوية إلى مرجع التسوية الثاني هي أربعة كيلومترات مثلاً فإن فرق المنسوب بين القيمة المعطاة للنقطة للرجعية والقيمة التي تم حسابها لها من عمل التسوية يجب ألا تزيد على القيمة:

$$10 \times [4]^{1/2} = \pm 20 \text{ mm}$$

وفي حالة عدم وجود نقطة مرجعية ثانية قريبة من النقطة الأخيرة للمقطع الطولي يمكن التحقق من صحة العمل بإعادة التسوية في اتجاه معاكس حتى نصل إلى نقطة البداية لنقارن بين المنسوبيين (منسوب النقطة الأولى الذي بدأ العمل منها والمنسوب الذي تم حسابه لنفس النقطة بعد إجراء عملية التسوية) . ويلاحظ أن طريقة التدوين والحساب لا تختلف عما سبق إلا بإضافة عمود في الجدول تدون فيه المسافات الأفقية بالأمتار

بالنسبة لأول المشروع وإضافة عمود آخر لقراءة المتوسطات (نقاط المقطع الطولي التي يكون فيها تغير في شكل سطح الأرض والتي تم أخذ قراءات لها و ليست بنقاط دوران).
ولبيان ذلك تأخذ المثال التالي :

مثال (٦,٩)

تم استخدام جهاز التسمية لرصد قراءات القائمة على النقاط A ، 1 ، 2 ، B بالترتيب. ثم تم نقل الجهاز إلى محطة رصد ثانية ورصدت النقاط: B ، 3 ، 4 ، 5 ، 6 ، P بالترتيب. وبالتالي فإن نقطة B تسمى نقطة دوران لأنها النقطة التي تم تغيير وضع الجهاز بعد قراءة القائمة عليها. و تم تدوين القراءات في جدول التسمية كما هو أدناه.
فإذا كان منسوب مرجع التسمية A هو 17.04 متراً وكانت المسافات الأفقية للنقاط المرصودة قد تم قياسها من بداية المقطع وقد دونت في العمود السابع من الجدول.

النقطة	الخلفية	للموسطة	الأمامية	منسوب سطح الجهاز	المنسوب	المسافة الأفقية	ملاحظات
A	1.75			(18.79)	17.04	-	مرجع
1		1.5			(17.29)	0.00	بداية للمقطع
2		1.97			(16.82)	50.00	
B	1.32		1.15	(18.96)	(17.64)	100.00	نقطة دوران
3		1.17			(17.79)	130.00	
4		2.37			(16.59)	200.00	
5		1.34			(17.62)	250.00	
6		2.41			(16.55)	300.00	نهاية المقطع
P			1.84		(17.12)		مرجع
مجموع	3.07		2.99				للتحقق

سيتم استخدام طريقة منسوب سطح الجهاز لحساب مناسيب النقاط. وبذلك أيضاً أن القيم بين الأقواس هي القيم التي تم حسابها في حين أن القيم التي جردت من الأقواس هي القيم المرصودة أو المعطاة.

ويلاحظ أيضاً أن نقطة الدوران B قد تم قراءة القامة عليها من وضع الجهاز الأول كقراءة أمامية كما رصدت أيضاً من الوضع الثاني للجهاز فمسجلت هذه القراءة خلفية في صف النقطة ذاتها.

(٦,٢,١) التحقيب الحسابي

مجموع القراءات الخلفية - مجموع القراءات الأمامية =

- 3.07 - 2.99

= 0.08 m

منسوب آخر نقطة - منسوب أول نقطة =

= 17.12 - 17.04

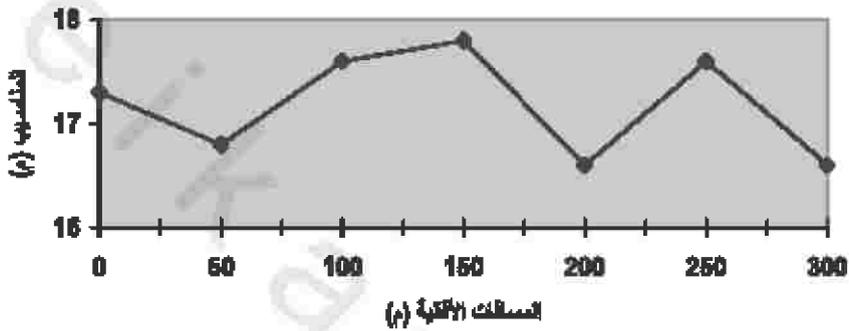
= 0.08 m

(٦,٢,٢) رسم المقطع الطولي

لرسم المقطع الطولي نأخذ عمود المسافات الأفقية ونمثله على المحور السيني، ونأخذ عمود المناسيب ونمثله على المحور الصادي . ونظراً لأن المسافات الأفقية طويلة جداً إذا قورنت بفروق المناسيب بين نقاط المقطع لذلك نرسم المسافات الأفقية بمقياس رسم صغير مثلاً 1:1000 حسب مساحة اللوحة التي يتم عليها الرسم وحسب الغرض الذي من أجله يتم رسم المقطع الطولي ونرسم الأبعاد الرأسية التي تحدد المناسيب بمقياس رسم كبير وذلك بإيجاد الفرق في المنسوب بين أعلى نقطة وأدنى نقطة ثم نحدد المقياس الرأسي الذي يقرب إلى رقم صحيح مثل 1:50 وعلى هذا الأساس تظهر فروق الارتفاع أكثر وضوحاً إذ أننا بالقنا في تمثيل المناسيب بمقياس رسم أكبر من مقياس رسم

المسافات الأفقية. وتوصل النقاط بخطوط مستقيمة على اعتبار أن سطح الأرض مستوى بين كل نقطتين متتاليتين وبذا نحصل على المقطع الطولي الذي يبين شكل الأرض على محور الطريق أو التربة أو المصرف (الشكل رقم ٦،١).

المقطع الطولي



الشكل رقم (٦،١). المقطع الطولي لسطح الأرض - البيانات بالأمطار.

وغالباً ما يطلب منا عمل التسوية الطولية لإقامة مشروع بطول هذه التسوية فيحدد على المقطع الطولي المحور المطلوب ويسمى محور المشروع وهو إما أن يكون أفقياً أو مائلاً مهلاً واحداً أو بعدة مهول حسب حاجة المشروع المطلوب كما هو الحال في مشاريع تخطيط وإنشاء الطرق وتخطيط شبكات الترع والمصارف.

مثال (٦،٢)

أجريت تسوية طولية بغرض عمل مقطع طولي لمشروع طريق زراعي بين النقطة (A) عند الكيلو 14.00 والنقطة (B) عند الكيلو 14.50 وكانت المسافات الأفقية بين نقاط التسوية متساوية وكانت قراءات القامة كالتالي:

1.22_1.91_1.82_1.16_1.50_0.44_1.12_1.48_1.92_2.59_2.41_1.91_1.52
3.85_2.30

فإذا كان جهاز التسوية قد تم نقله بعد النقاط: الثالثة والخامسة والسابعة والتاسعة وكان منسوب النقطة الأولى هو 18.40 متراً فالمطلوب:

- رسم المقطع الطولي بين الكيلو 14.00 والكيلو 14.50 بمقياس رسم مناسب مبيّناً سطح الأرض الكائن وقت الرصد و سطح الأرض بعد التنفيذ لطور طريق عميل من نقطة البداية A ميلان مقداره 0.4% لأسفل.
- حساب ارتفاعات الحفر والردم عند جميع نقط المقطع.

الحل

بما أن الجهاز قد تم نقله بعد كل من النقاط الثالثة والخامسة والسابعة والتاسعة فإن هذه النقاط الأربع تعتبر نقاط دوران، يتم رصد قراءة القامة على كل منها من موضعين للجهاز القراءة الأولى تكون أمامية والقراءة الثانية تكون خلفية. أما بقية القراءات غير الأولى (خلفية) والأخيرة (أمامية) فتسجل في عمود المتوسطية. يجب أن نشير أيضاً إلى أن كل القراءات في الجدول بالامتار.

المسافة	منسوب المشروع	مناسب النقاط	منسوب سطح الجهاز	أمامية	متوسطة	خلفية	النقاط
0	18.40	18.40	19.92			1.52	A
50	18.20	18.01			1.91		2
100	18.00	17.51	20.10	2.41		2.59	3
150	17.80	18.18			1.92		4
200	17.60	18.62	19.74	1.48		1.12	5
250	17.40	19.30			0.44		6
300	17.20	18.24	19.40	1.30		1.16	7
350	17.00	17.58			1.82		8
400	16.80	17.49	18.71	1.91		1.22	9
450	16.60	16.41			2.30		10
500	16.40	14.86		3.83			B

(٦,٢,٣) التحليل الحسابي

بمجموع القراءات الخلفية - مجموع القراءات الأمامية = 11.15 - 7.61

$$= -3.54 \text{ m}$$

منسوب آخر نقطة - منسوب أول نقطة = 18.40 - 14.86

$$= -3.54 \text{ m}$$

(٦,٢,٤) ملاحظات على الجدول

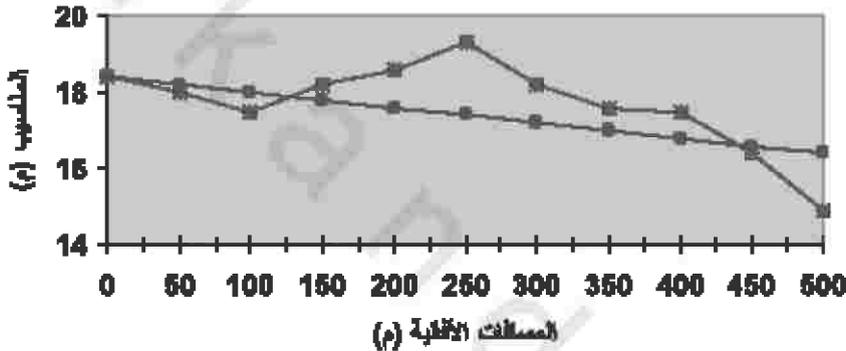
يبدأ عخط الإنشاء بالنقطة الأولى مع الأرض الطبيعية ويميل بمقدار 0.4% أي 40سم كل 100 متر أو 20سم كل 50 متراً ومنها يستنتج منسوب الإنشاء لكل نقطة لإيجاد ارتفاع الحفر أو الردم بحساب الفرق بين منسوبي الإنشاء والأرض الطبيعية. فإذا زاد منسوب عخط الإنشاء عن الأرض الطبيعية كان المطلوب هو ردم والمكس يكون الحفر. ويوضع الجدول التالي ارتفاعات الحفر والردم محسوبة من مناسيب النقاط على الأرض وعلى مستوى المشروع المطلوب

النقطة	المنسوب	منسوب المشروع	ارتفاع الحفر	ارتفاع الردم	المسافة على المحور
A	18.40	18.40			0
٢	18.01	18.20		0.19	٥٠
٣	17.51	18.00		0.49	١٠٠
٤	18.18	17.80	0.38		١٥٠
٥	18.62	17.60	1.02		٢٠٠
٦	19.30	17.40	1.90		٢٥٠
٧	18.24	17.20	1.04		٣٠٠
٨	17.58	17.00	0.58		٣٥٠
٩	17.49	16.80	0.69		٤٠٠
١٠	16.41	16.60		0.19	٤٥٠
B	14.86	16.40		1.54	٥٠٠

(٦,٢,٥) رسم المقطع الطولي لسطح الأرض الطبيعي و لسطح الإنشاء

استعمل في رسم المقطع الطولي مقياس رسم أفقي 1:500 ومقياس رسم رأسي 1:50 أي على المحور الأفقي كل 1سم=50 متراً وعلى المحور الرأسي كل 1سم=50سم. وحيث إن أدنى منسوب لسطح الأرض الطبيعية و لسطح الإنشاء هو 14.86م اعتبرنا أن سطح المقارنة هو منسوب 14.00م (الشكل رقم ٦,٢).

المقطع الطولي



الشكل رقم (٦,٢). المقطع الطولي لسطح الأرض (١) والمحور الإنشاء (٢).

(٦,٣) المقاطع العرضية

تعمل المقاطع العرضية تجرى عملية التسوية في خطوط تشكل اتجاهات عمودية على المحور الطولي. والغرض منها هو:

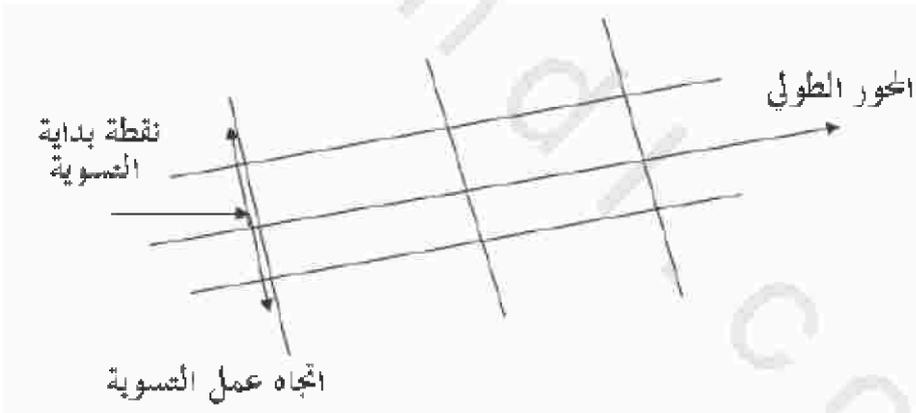
- ١- معرفة شكل الأرض على جانبي المحور الطولي الذي يكون قد تم عمله من خلال عمل التسوية على المحور الطولي المقترح للمشروع.
- ٢- إيجاد مكعبات الأتربة الناتجة من عمليات الحفر والردم المطلوبة لتسوية الأرض للمشروع المقترح، من تطهير للترع أو إنشاء للمصارف أو حساب مكعبات

الحفر أو الردم عند إنشاء الطرق وعطوط السكك الحديدية وغير ذلك من المشاريع التي تقام على سطح الأرض وتحتاج لعمليات تصوية.

(٦,٣,١) تشكيل المقاطع العرضية

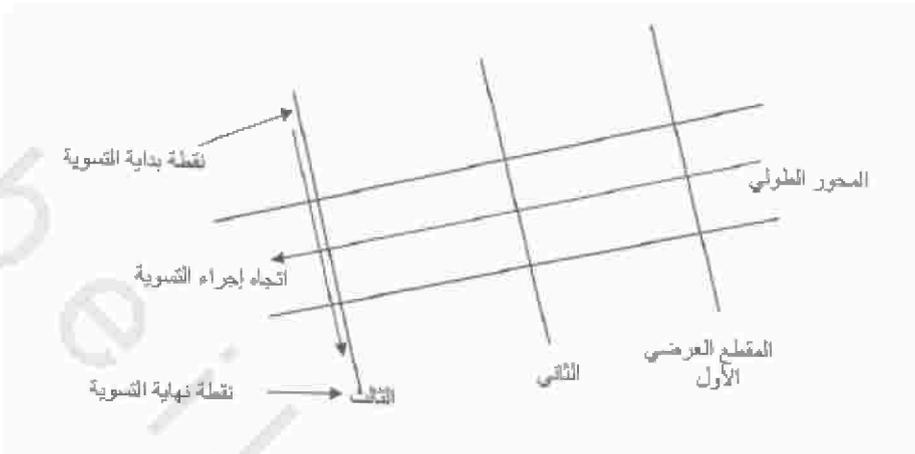
يلزم لعمل المقاطع العرضية أخذ مناسب نقاط التغيير في سطح الأرض في القطاع العرضي مع قياس المسافات بينها ابتداءً من النقطة التي تقع على المحور. وكذلك يجب تحديد مسافة القطاع العرضي عن بداية المشروع المقترح. وهناك طريقتان لعمل المقاطع العرضية:

١- يبدأ عمل الميزانية للمقطع العرضي ابتداءً من نقطة على المحور في اتجاه جانبيه الأيمن والأيسر (الشكل رقم ٦,٣).



الشكل رقم (٦,٣). الطريقة الأولى: تبدأ الميزانية من المحور إلى الجانبين.

٢- يبدأ عمل التسوية للمقطع العرضي ابتداءً من أحد الجانبين ويمتد حتى يغطي المقطع العرضي كاملاً (الشكل رقم ٦,٤).



الشكل رقم (٦،٤). الطريقة الثالثة: تبدأ التسوية من أحد الجانبين مروراً بنقطة المحور.

وفيما يلي تفصيل لكيفية عمل و تدوين بيانات كل من الطريقتين.

(٦،٣،١،١) الطريقة الأولى

وتستخدم هذه الطريقة في الأعمال الإنشائية كإنشاء ترع أو مصارف أو طرق جديدة ويخطط محور المشروع على الخريطة ثم يوقع في الطبيعة بندق أوتاد على محور المنشأة المقترح.

يبدأ تسلسل الميزانية من أقرب نقطة ارتفاع مرجعي BM ويوضع الميزان في مكان يسهل منه رؤية جميع نقاط القطاع العرضي ثم بقراءة المؤخرة على النقطة المرجعية يتم حساب منسوب سطح الميزان.

وفي جدول الميزانية العرضية تقسم عمارة المسافات إلى ثلاثة أقسام الأولى خاصة بفصلاعد النقاط على القطاع العرضي بدءاً من نقطة المحور وعلى يمينه والثانية خاصة

فصلعماد التقاطعات العرضية على المحور الطولي من بداية المشروع والثالثة محاصة فصلعماد النقاط على المحور العرضي من نقطة المحور في الاتجاه يسار المحور الطولي .

ومن بعد ذلك تثبيت القامة رأسياً على نقطة المحور عند موقع القطاع العرضي الأول وتقرأ وتسجل القراءة في عمود القراءة المتوسطة في السطر الذي دونت عليه النقطة (A1) كما في جدول التسوية التالي. ويكتب أمامها في عمارة المحور صفر إشارة إلى أنها تقع في بداية المشروع. ثم توضع القامة في نقطة على أحد جانبي المقطع العرضي لتكون في الاتجاه العمودي على المحور الطولي وتسجل القراءة هنا في عمود المتوسطات أيضاً وتدون المسافة في عمود المسافات على حسب موقع النقطة إن كانت يمين المحور كما في الجدول التالي أو كانت يساره. وتنقل القامة إلى النقطة الثانية في نفس الاتجاه حتى نغطي هذا الجانب من المحور ثم تنقل القامة إلى يسار المحور وتقرأ وهي مثبتة على النقاط في هذا الجانب من المحور.

ثم يتم الانتقال إلى القطاع العرضي الثاني، و لنقل أنه على بعد 100 متر من نقطة البداية. وتتم عملية رصد نقاط المحور العرضي الثاني على نفس نسق الرصد السابق. ويمكن نقل الميزان إلى نقطة أخرى في حالة تعدد نقاط القطاع الثاني من نفس المحطة الأولى. ويقتضي ذلك حساب منسوب سطح الميزان يرصد آخر نقطة ثم رصدها من الوضع الأول للجهاز. ويوضح الجدول التالي عمل التسوية العرضية لجمع البيانات للمقطع العرضي الأول (على بعد 50 متراً من بداية المشروع) و المقطع العرضي الثاني على بعد 100 متر من بداية المشروع . حيث تم رصد نقطتين على يمين المحور و نقطتين على يسار المحور. المسافة بين كل نقطتين متجاورتين 2.5 متراً. إضافة إلى النقطة التي تقع على المحور. بعد إكمال رصد نقاط المحور الأول رصدت النقطة B لتكون نقطة دوران ليحدد منها منسوب سطح الجهاز عند المحطة الجديدة لرصد نقاط القطاع الثاني.

ملاحظات	متسوب النقطة	سطح الاجهاز	المسافات			قراءات القامة			النقطة
			يسار	مخمس	يمين	أمامية	موسطة	خلفية	
مرجع	16.50	17.60						1.10	BM
أول المشروع	16.20			صفر			1.40		A
قطاع 50	16.18			50			1.42		11
	16.10			50	2.5		1.50		21
	16.15			50	5.0		1.45		31
	16.25		2.5	50			1.35		41
	16.23		5.0	50			1.37		51
نقطة دوران	16.30	17.40					1.30	1.50	B
قطاع 100	16.34			100			1.46		12
	16.40			100	2.5		1.40		22
	16.38			100	5.0		1.42		32
	16.35		2.5	100			1.45		42
	16.40		5.0	100			1.40		52

(٢, ١, ٣, ٦) الطريقة الثانية

تستخدم هذه الطريقة كثيراً في حالات تطهير الترع والمصارف. ويعتمد بالطبع تعيين محور التربة لوجوده في المياه ويبدأ بعمل المقطع من الجهة اليسرى من المقطع الطولي عادة وتتقل القامة في اتجاه عمودي على طول التربة وتوضع في كل نقطة يلاحظ فيها التغير وهكذا حتى نصل إلى نقطة تلاقي سطح الماء بالميل الجاني للتربة فتؤخذ عندها قراءة القامة ويعين منسوبها ويكون هو منسوب سطح الماء عندها تعمل جسات (قياسات لعمق الماء - ارتفاع سطح الماء من القاع sounding) بالبحري لمعرفة

عمق القاع من السطح ويمكن إيجاد مناسب القاع بطرح مقدار الجسات من منسوب سطح الماء. ويمكن توضيح هذه العملية بالمثال التالي:

مثال (٦,٣)

المطلوب: عمل ميزانية لإحدى الترع بقصد تطهيرها، لذلك عملت القطاعات العرضية عمودية على المحور الطولي للترعة كل ماكي متر. يوضع الميزان على مسافة قريبة من القطاع وذلك لسهولة قراءة القامة على نقاط القطاع وبعد الانتهاء من عمل القطاع الأول ينقل الميزان إلى الوضع الثاني الذي يكون قريباً من القطاع الثاني. يفرد الشريط عند كل قطاع عمودياً على بحرى التربة بأن يكون صفر الشريط عند أول الميل. ويجب أن يلاحظ أن الشريط يشد جيداً وتقرأ المسافات الأفقية للنقاط التي توضع عليها القامة.

إذا افترضنا أن القطاع العرضي الأول على بعد 100 متر من أول التربة وأن أول سطح الماء بدأ على بعد 10 متر من نقطة بداية التسوية للمقطع العرضي (نقطة 1) وأن أول نقطة داخل الماء تم رصدتها هي النقطة A ثم تلى ذلك النقاط B و C و D. وأن النقطة 4 هي نهاية سطح الماء وبالطبع تقع على يمين القطاع العرضي وقد تم بعدها رصد كل من النقطتين 5 و 6 فإن البيانات تكون كما في الجدول التالي.

ملاحظات: تؤخذ مناسب النقاط التي تحت الماء بقراءة القامة عند سطح الماء ، ولا تؤخذ القراءات بجهاز التسوية وتسمى هذه النقاط نقاط جسات (حيث تم عندها رصد أعماق الماء من السطح) ويكون منسوب القاع هو منسوب سطح الماء مطروح منه مقدار الجسات.

يتم كتابة بيانات كل مقطع عرضي في صحيفة مفردة من دفتر الميزانية. وتكتب مسافة أو بعد للمقطع والتي تم قياسها من بداية التربة في أعلى صحيفة المقطع.

ملاحظات	المسافات	منسوب النقطة	منسوب سطح الجهاز	أمامية	موسمات	خطية	القطعة
بداية القطاع المرصفي	صفر	22.15	23.65			1.50	1
	5.0	22.03			1.62		2
أول سطح للماء	10.0	21.98			1.67		3
جسات	11.5	21.23			(0.75)		A
جسات	13.0	21.08			(0.85)		B
جسات	14.5	21.13			(0.65)		C
جسات	16.0	21.33			(0.85)		D
نهاية سطح للماء	17.5	21.98			1.67		4
	20.0	22.27			1.38		5
	25.0	22.44		1.21			6

(٦, ٤) التسوية الشبكية

تجرى هذه التسوية في حالة أن تكون قطعة الأرض ذات شكل مربع أو مستطيل أو أي شكل متناسب الأبعاد. وهناك العديد من الطرق لإجراء هذا النوع من عمليات التسوية، سنقوم بشرح طريقتين منها.

(٦, ٤, ١) طريقة المربعات

١- تقسم الأرض إلى مربعات أو مستطيلات متساوية ولذلك نحصر القطعة داخل محيط أضلاعه عمودية على بعضها ونفرض أوتاد عند كل ركن من أركان

الشبكة التي تكونت من تقسيم قطعة الأرض (الشكل رقم ٦,٥). إن اختيار طول الضلع الوحدة المربعة أو المستطيلة من الشبكة يتم على حسب تضاريس المنطقة و على حسب المساحة الكلية للقطعة والدقة المطلوبة. ولختيار طول الضلع عادة فيما بين 30 إلى 50 متراً في الأراضي الزراعية أما في أراضي البناء المراد تسويتها إلى مستوى معين فنختار طول الضلع أقصر من ذلك و في حدود 5 إلى 10 أمتار.

٢- نضع جهاز التسوية في مكان مناسب بوسط هذه المنطقة بحيث يتيسر رؤية جميع أجزائها بسهولة.

	1	2	3
A1			
B1			
C1			
D1			

الشكل رقم (٦,٥). تقسيم قطعة الأرض إلى شبكة مربعات وتسمية أركانها.

٣- نضع القامة على نقطة معلومة المنسوب (B.M) ونقرأ الخلفية ونحسب المنسوب سطح الجهاز.

٤- نضع القامة عند كل نقطة من نقاط المربعات السابق تعيينها ونقرأ القامة في كل وضع ونكتب القراءة في عمارة المتوسطات مع ملاحظة أن تكون القامة على سطح الأرض وليست على الوتد - ويفضل أخذ القراءات بالترتيب.

٥- عند انتهاء العمل اليومي يفضل أخذ قراءة أمامية على جسم ثابت معلوم حتى يمكن استعماله كنقطة مرجعية لابتداء العمل في اليوم الثاني وتكون هذه النقطة قريبة من مكان بدء العمل الجديد.
وتلون الأرصاد كما في الجدول التالي:

ملاحظات	مماسيب	منسوب سطح الجهاز	أمامية	موسطة	خلفية	النقطة
روى	15.60	18.80			3.20	BM
	18.30			0.50		A1
	18.25			0.55		A2
	18.00			0.80		A3
	18.05			0.75		B1
	18.02			0.78		B2
	17.65			1.15		B3
	16.90			1.90		C1
	17.60			1.20		C2
	18.50			1.30		C3
	18.00			0.80		D1
	17.40			1.40		D2
	16.40		2.40			D3

(٦, ٤, ٢) طريقة الإشعاع

الطريقة السابقة تحتاج إلى عمل تحضيرى كثير قبل البدء في رصد قراءات التسوية ولذلك تستعمل فقط في بعض الحالات الخاصة.
أما طريقة الإشعاع فهي أكثر استعمالاً ولا تحتاج إلى عمل تحضيرى كثير ونستعمل هنا أيضاً طريقة سطح الميزان في عمليات الحسابات.

(٦, ٤, ٣) طريقة العمل



الشكل رقم (٦, ٦). طريقة المحور أو الإشعاع.

- ١- يثبت محور بخترق المنطقة المطلوب عمل ميزانية شبكية لها في الأرض ويميز بأوتاد أو شواخص.
- ٢- تقسم المحور إلى مسافات متساوية نضع عند كل نقطة وتد أو شاحصاً.
- ٣- نضع جهاز التسوية في مكان مناسب يشرف على المنطقة جميعها إن أمكن (الشكل رقم ٦, ٦).
- ٤- نضع القامة على نقطة ارتفاع مرجعية ونقرأ قراءة المؤخرة ونحسب متوسط منسوب سطح الميزان.
- ٥- نضع القامة على نقطة (A) وهي بداية المحور- نأخذ قرائنها ونكتبها في عناه المتوسطات ويكون بعدها صفر ويكتب في عناه المحور. في هذه الحالة يكون جدول التسوية شبيهاً بجدول التسوية في عمل التسوية للمقاطع الأرضية.

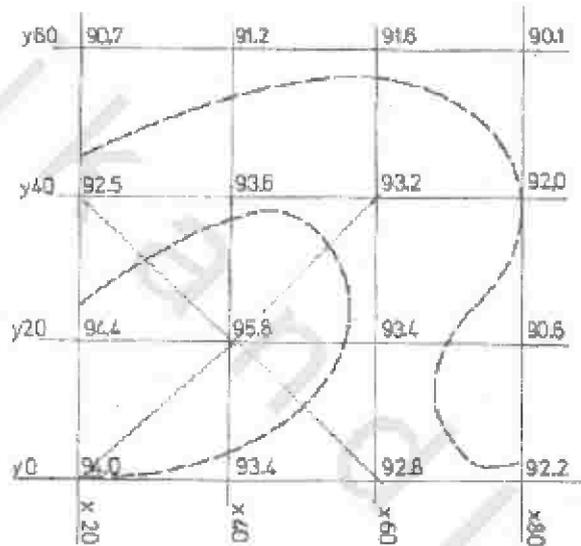
- ٦- يفرّد الشريط أو الجذير على امتداد القطاع الأول بحيث يكون صفر الشريط عند محط على المحور وتوضح القامة في المنطقة المناسبة وفي كل حالة تكتب قراءة القامة في عانة المتوسطات وبعدها القامة صفر في عانة المحور أما المسافة المقروعة على الشريط فتكتب في عانة اليمين ويستمر العمل هكذا، حتى نصل إلى نهاية القطاع جهة اليمين عند مسافة المحور صفر.
- ٧- ثم نقرّد الشريط من الناحية اليسرى لخط المحور عند المسافة صفر أيضاً مثل الوضع السابق تماماً وبمحري نفس العمل ولكن نكتب مسافات الشريط في عانة اليسار.
- ٨- بعد نهاية المقطع الأول، في مسافة الصفر من المحور في الجهتين اليمنى واليسرى - ينقل الشريط والقامة إلى المقطع الثاني على مسافة 20.00 متراً مثلاً من أول المحور ويتم الرصد مثل الحالة السابقة تماماً ثم تستمر هكذا حتى نهاية للمنطقة جميعها.
- ٩- في حالة نقل الميزان إلى مكان جديد توخذ قراءة القامة على وضع مقدمة في نقطة مناسبة بحيث تكون طول مسافة المقدمة تساوي طول المسافة الموعودة للوضع الجديد للميزان.

(٦,٥) رسم خطوط المناسيب المتساوية (مخطوط التسوية)

نستطيع أن نعرف مخطوط المناسيب المتساوية (مخطوط التسوية) بأنها هي المخطوط التي تصل النقاط ذات المناسيب المتساوية، ويستفاد منها في العديد من التطبيقات الهندسية والتطبيقات العلمية التي ترتبط بسطح الأرض. هنالك عدة طرق لرسم مخطوط المناسيب المتساوية، منها طرق حسابية وأخرى بيانية.

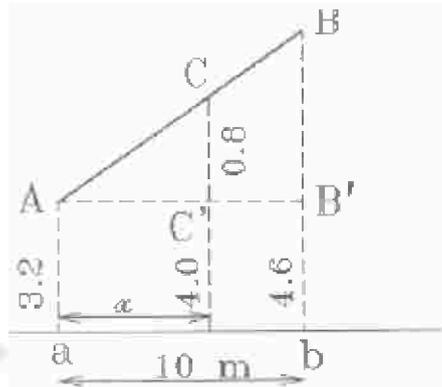
(٦,٥,١) الطريقة الحسابية

لتفرض أن المطلوب هو رسم خطوط التسوية بفترة تساوي (وهي المسافة الرامية بين كل عطف والذي يليه) قدرها متر واحد للمنطقة التي أجريت لها عملية تسوية شبكية والمبينة في الشكل رقم (٦,٧) أدناه.



الشكل رقم (٦,٧). خطوط التسوية لشبكة الميزانية [١].

نأخذ كل عطف تسوية على حده ونختار أن سطح الأرض على امتداده له انحدار ثابت ونحدد مواقع النقاط ذات المناسيب الثابتة (أي منسوماً 1m, 2m, 3m... وعلى سبيل المثال: في الخط AB: منسوب نقطة A - 3.2m, منسوب نقطة B - 4.6m. هنالك نقطة ما منسوماً 4.0m تقع فيما بين النقطتين A و B (و لنسمها C) إذا افترضنا أن للأرض انحداراً منتظماً بين النقطتين كما في الشكل رقم (٦,٨).



الشكل رقم (٦,٨). الطريقة الحسابية لتحديد أماكن خطوط التسوية.

ولتحديد بُعد هذه النقطة الأفقي (x) من النقطة A (النقطة ذات المنسوب الأقل):

نوجد فرق المنسوب بين النقطتين A و B وليكن هذا الفرق في المنسوب هو h:

$$h = 4.6 - 3.2 \\ = 1.4 \text{ m}$$

وكذلك فرق المنسوب بين النقطة المطلوب تعيينها C (ذات المنسوب 4.0) وبين

أول نقطة (نقطة A) وليكن h_1 :

$$h_1 = 4.0 - 3.2 \\ = 0.8 \text{ m}$$

ولنفترض أن البعد الأفقي بين A و B = DAB = 10 m

البعد بين A والنقطة المطلوبة C = x

نحسب قيمة x من تشابه المثلثين ABB' و ACC' (الشكل رقم ٦,٨):

$$x = (0.8/1.4) * 10 \\ = 5.71 \text{ m}$$

أما الخط الذي عليه أكثر من نقطة مثل B و C والذي يمثل المنحدر ثابتاً تقع عليه

النقاط ذات المناسيب الخاتمة 5.00 و 6.00 مثلاً فإننا نحسب مسافتين x_1 و x_2 من المعادلة

السابقة لتحديد بُعد النقطتين من النقطة ذات المنسوب الأقل.

بعد الحصول على كل النقاط ذات المناسيب الناتجة في الشبكة تصل النقاط ذات المنسوب الواحد لنحصل على خط التسوية الذي يمثلها (الشكل رقم ٦,٧) مع مراعاة خصائص خطوط التسوية عند توصيل النقاط.

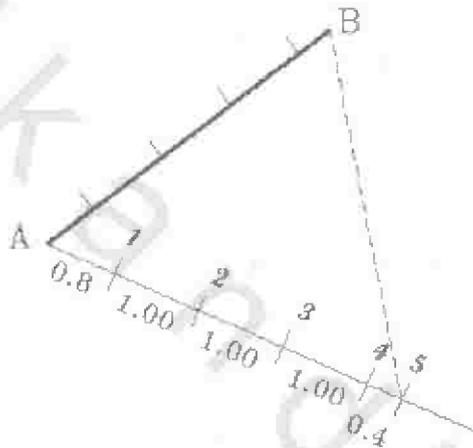
وإذا بدأنا بنقطة ذات منسوب معين على أحد خطوط الشبكة نبحث عن نقطة لها نفس المنسوب في أحد الخططين المجاورين نصلها بها، أما إذا لم نجد فإننا نبحث على نقطة لها نفس المنسوب في الضلع المقابل لنصلها بها. وعلى سبيل المثال فإن خط التسوية 92.0 في الشكل رقم (٦,٧) والذي بدأنا رسمه من الضلع اليسار لا يوجد خط مساو له في الضلعين المجاورين فوصلناه بالنقطة ذات المنسوب 92.0 في الضلع المقابل. وكذلك الحال بالنسبة للمربع الذي يليه.

وهذه الطريقة تناسب الشبكات الصغيرة ذات العدد المحدود من المربعات أو المستطيلات أما إذا زاد العدد فنستخدم الطرق البيانية.

(٦,٥,٢) الطريقة البيانية (طريقة النسبة والتناسب)

يمكن تعيين النقطة (C) ذات المنسوب 4.00 على الضلع AB (الشكل رقم ٦,٨) وذلك بالرسم مباشرة باعتبار أن نقطة A تنخفض عن النقطة ذات المنسوب 4.00 بمقدار 0.80 m والنقطة B ترتفع عن هذه النقطة بمقدار 0.60 m فلو أخذنا أي خط بطول AB وأخذنا عمود عند A بمقدار 0.80 إلى أعلى وعمود عند B بمقدار 0.6 إلى أسفل بأي وحدات ووصلنا رأسي العمودين فإن الخط الناتج يقطع الخط AB عند النقطة المطلوبة. وهناك طريقة بيانية أخرى يمكن استخدامها لإيجاد مواقع عدداً من النقاط على خطوط تسوية بين نقطتين، فمثلاً إذا أردنا إيجاد الارتفاعات 4.00 ، 5.00 ، 6.00 ، 7.00 بين النقطتين A و B ذات الارتفاعين: 3.2 و 7.4 على التوالي. نرسم من A خطاً ما ونأخذ من A و بأي مقياس نريده مسافة $0.8 = 3.20 - 4.00$ (لاحظ الشكل رقم ٦,٩)

فنجصل على النقطة 1 ثم مسافة 1.00 فنحصل على النقطة 2 ثم مسافة 1.00 فنحصل على النقطة 3 ثم مسافة 1.00 فنحصل على النقطة 4 وأخيراً مسافة $7.00 - 7.40 = 0.4$ فنحصل على النقطة 5 ، فيوصل النقطة 5 بالنقطة B وإيجاد تقاطع الموازيات للمعط من 5B من النقاط 1,2,3,4 نحصل على مواقع منحنيات التسوية على الخط AB ذات الارتفاعات: 4.00, 5.00, 6.00, 7.00.



الشكل رقم (٦, ٩). رسم خطوط تسوية بين النقطتين A و B.

إن عملية التسوية ورسم عرائط خطوط التسوية لها الكثير من التطبيقات خاصة في مجالات الطرق والمنشآت المختلفة و التي ترتبط بسطح الأرض.

(٦, ٦) خلاصة

بنتيجة هذا الفصل يستطيع الطالب أن يقوم بجمع البيانات الضرورية لعمل الخريطة الطبوغرافية التي تشمل التفاصيل في المنطقة بالإضافة إلى إبراز تغير التضاريس فيها وذلك بتوقيع خطوط الارتفاعات المتساوية (خطوط التسوية أو الكنتور).

(٦،٧) نماذج

١- بعد إجراء تسوية طولية على طول محور قناة ري سجلت مناسيب نقاط المحور وأبعادها من نقطة بداية المحور على النحو التالي (كل البيانات بالمتري):

بعد النقطة من البداية	0	100	200	300	400
منسوب النقطة	220.00	225.80	224.2	220.00	222.60

استخدم مقياس رسم أفقي 1: 2000 ومقياس رسم رأسي 1: 100 لرسم المقطع الطولي لسطح الأرض.

استخرج من الرسم منسوب النقطة التي تبعد 250 متراً من نقطة البداية.

٢- أجريت عملية تسوية على طول محور يراد إنشاء قناة ري عليه و كانت نتائج الرصد التي تم تسجيلها هي:

1.40، 1.56، 1.80، 2.10، 2.00، 1.80، 2.20، 1.60 متراً.

إذا علمت أن جهاز التسوية قد تم تحريكه إلى محطة جديدة بعد القراءة الرابعة ، وأن المسافة الأفقية بين كل نقطة و التي تليها 50 متراً وأن منسوب أول نقطة تم رصدها هو 620.00 متراً. فرغ البيانات في جدول التسوية. ثم أحسب مناسيب النقاط بطريقة الارتفاع والانخفاض وتحقق من الحسابات.

٣- إذا صممت القناة في السؤال السابق بحيث يكون منسوب أول نقطة فيها على عمق 1 متر من سطح الأرض وتحتل إلى أسفل بنسبة % 0.2 ارسم المقطع الطولي للمحور على سطح الأرض وعلى سطح الإنشاء المطلوب ثم أوجد أعماق الحفر والردم المطلوبة على المحور عند كل من النقاط المرصودة.

٤- أجريت عملية تسوية طولية على محور طريق يراد إنشاؤه وكانت نتائج الرصد كالتالي:

المسافة من بداية المقطع (م)	0	50	100	150	200
النسب (م)	24.50	24.90	23.80	22.95	23.50

والطريق المراد إنشاؤه ينحدر المنداراً منتظماً بمعدل 0.1% ويبدأ من أول نقطة. ارسم المقطع الطولي بمقياس رسم مناسب واحسب ارتفاعات الحفر والردم عند النقاط المرصودة.

٦- عملت تسوية عرضية على المحور الطولي لإنشاء طريق ترابي جديد وكانت نتائج التسوية على النحو التالي:

المسافة من نقطة المحور (م)	صفر	2	4	6	8	10	12
النسب (م)	7.4	7.5	7.2	6.5	6.3	6.3	5.8

إذا كان محط المحور على مسافة 6م من نقطة الصفر وإذا علمت أن منسوب الطريق الذي يراد إنشاؤه هو 7.0 م ارسم المقطع العرضي لسطح الأرض والمقطع العرضي للطريق المقترح واستنتج ارتفاعات الحفر والردم اللازمة من الرسم.

٦- أجريت عملية تسوية عرضية لترعة بصند تطهيرها من الرواسب والجدول التالي يمثل قراءات القامة والجلسات للنقاط على المقطع العرضي للترعة. احسب مناسيب نقاط المقطع العرضي للترعة وارسم المقطع بمقياس رسم مناسب.

النقطة	عملية	موسمات	أمامية	منسوب سطح الجهاز	منسوب النقطة	المسافات	ملاحظات
1	2.70				32.45	صفر	بداية المقطع العرضي
2	1.92					6.0	
3	1.74					8.0	نهاية سطح الماء
A	(0.75)					10.0	حسات
B	(1.05)					12.0	حسات
C	(1.00)					14.0	حسات
D	(0.98)					16.0	حسات
4	1.74					18.0	نهاية سطح الماء
5	1.88					20.0	
6			1.96			22.0	

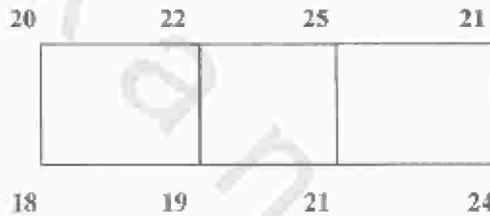
٧- أجريت عملية تسوية طولية بغرض عمل مقطع طولي لمشروع طريق زراعي بين النقطة (A) عند الكيلو 19.00 والنقطة (B) عند الكيلو 20.50 وكانت المسافات الأفقية بين نقاط التسوية متساوية وكانت قراءات القامة (بالأمتار) كالآتي:

1.52_1.91_2.41_2.59_1.92_1.48_1.12_0.44_1.50_1.16_1.82_1.91_1.22_3.85_2.30.

فإذا كان جهاز التسوية قد تم نقله بعد النقاط: الرابعة والخامسة والسادسة والتاسعة وكان منسوب النقطة الأولى هو 35.85 م فالمطلوب:

رسم المقطع الطولي بين الكيلو 19.00 والكيلو 20.50 بمقياس رسم مناسب مبيّناً سطح الأرض الكائن وقت الرصد و سطح الأرض بعد التنفيذ لمحور طريق بميل من نقطة البداية A في اتجاه النقطة B ميلان مقداره 0.50%، وحساب ارتفاعات الحفر والردم عند جميع نقاط المقطع.

٨- أجريت تسوية شبكية لقطعة أرض مستطيلة الشكل أبعادها 10 م × 30 م بعد تقسيمها إلى ثلاثة مربعات أبعاد كل منها: 10 م × 10 م ، وسحلت نتائج الميزانية على أركان الشبكة. ارسم حدود قطعة الأرض على ورقة رسم بياني وارسم عليها خطوط التسوية التالية: 19 ، 20 ، 21 ، 22 ، 23 ، 24 م.



٩- بين الشكل أدناه قطعة أرض زراعية أبعادها 20 متراً × 20 متراً، أجريت لها عملية تسوية شبكية بعد تقسيمها إلى أربعة أقسام متساوية وسحلت المناسيب بالأمطار في الأركان. ارسم حدود قطعة الأرض على ورقة رسم بياني ووقع عليها خطوط التسوية مبتدئاً بخط التسوية 17 متراً بتباعد قدره 1 متر.

