المملكـــة العربيـــة الســـعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

المساحة

الحساب المساحي - 2

107 مسح

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " الحساب المساحي - 2" لمتدربي تخصص " المساحة " للكليات التقنية على موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا البرنامج.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهـــيد

الحمد لله الذي أعانني على إتمام هذا الكتاب على هذه الصورة المبسطة كي يستفيد به متدربو كلية التقنية قسم المساحة ، وكل من هو مهتم بهذا الفرع من العلوم المساحية .

ويحتوي هذا الكتاب على أربعة وحدات رئيسة وهي على الترتيب :

1. الوحدة الأولى (تقسيم الأراضي وتعديل الحدود)

وتحتوي هذه الوحدة على الطرق المختلفة لكيفية تقسيم الأراضي والتي منها الطريقة التخطيطية والطريقة الحسابية ، كما تتطرق هذه الوحدة إلى كيفية إجراء عملية اقتطاع مساحة نتيجة إجراء نزع ملكية لأرض ما ، وكذلك عملية تحديد الحدود بين الأفراد . وفي نهاية الوحدة يوجد تمارين تطبيقية .

2. الوحدة الثانية (مصادر الأخطاء)

وهي تحتوي على تعريف الخطأ الحقيقي في الأرصاد الميدانية للمشاريع المساحية المختلفة ومن ثم التعرف على مصادر الأخطاء وأنواعها وطرق معالجتها وفي نهاية الوحدة يوجد تمارين تطبيقية .

3. الوحدة الثالثة (ضبط الأرصاد المساحية)

تحتوي هذه الوحدة على موضوعات تهم المساح وهي الأخطاء الواردة بالأرصاد التي يتم أخذها في الطبيعة فمن المعروف أن القياسات والأرصاد المساحية تحتوي على أخطاء ، حيث إنه إذا قيست أي كمية عدة مرات فلا تتساوي تلك القيم ، وهذا راجع إلى عملية القياس والرصد و الأحوال الجوية أثناء الرصد والجهاز المستخدم في الرصد ، ولتصحيح تلك الأرصاد من الأخطاء يجدر بنا معرفة مصادر الأخطاء ، وقد تم تناول كيفية إيجاد أقرب قيمة تعبر عن القيمة الصحيحة لعدة أرصاد سواء أخذت هذه الأرصاد في نفس الظروف أو في ظروف مختلفة مع إيجاد المعايير المختلفة التي تحكم على دقة هذه الأرصاد ، وبالتالي يمكن تعيين دقة الأرصاد المحسوبة .

4. الوحدة الرابعة (تطبيقات مساحية بالحاسب الآلي)

وهذه الوحدة تهدف إلى التعرف على خطوات حساب مساحات ومحيطات الأشكال الهندسية المختلفة والأشكال الهندسية المركبة وكذلك حجوم الأشكال الهندسية المختلفة وذلك من خلال الجداول الإلكترونية باستخدام برنامج Excel .

وختاما أدعو الله أن أكون قد وفقت في إتمام هذا الكتاب على الصورة المرضية ، فقد حرصت أن يكون الأسلوب سهلا يسيراً على كل من يتناوله ، وأن يجعله الله في ميزان حسناتنا يوم القيامة

المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

الحساب المساحي - 2

تقسيم الأراضي وتعديل الحدود

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

اسم الوحدة : تقسيم الأراضي وتعديل الحدود

الجدارة : التعرف على كيفية تقسيم الأراضي بأنواعها المختلفة مع كيفية تعديل الحدود في حالة تقسيم الأراضي بين عدة أشخاص في وجود منفعة كبئر للمياه وذلك بالتساوي .

الأهداف :

- أن يستطيع المتدرب تقسيم أي قطعة أرض بالطريقة التخطيطية .
- أن يستطيع المتدرب تقسيم أي قطعة أرض بالطريقة الحسابية .
- أن يستطيع المتدرب اقتطاع مساحة معينة من قطعة أرض .
- أن يستطيع المتدرب تعديل الحدود .

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة 100 ٪ .

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة : 10 ساعات .

الوسائل المساعدة :

- الآلة الحاسبة .
- القوانين الرياضية .
- التطبيقات العملية (أمثلة محلولة) .

متطلبات الجدارة : أن يكون المتدرب قادراً على تطبيق العمليات الحسابية باستخدام الآلة الحاسبة وأن تكون لديه الخلفية الكافية عن كيفية حساب مساحة الأشكال المختلفة .

مقدمة :

تتطلب الخبرة التقنية في تقسيم الأراضي وتعديل الحدود تعلم الكثير من التفاصيل عن أشياء كثيرة والتعرف على الطرق المختلفة لتقسيم الأراضي ومنها على سبيل المثال الطريقة التخطيطية والطريقة الحسابية وخصوصا في وجود معالم مؤثرة في عملية التقسيم كوجود (بئر مياه ، شوارع ..... الخ) حيث يلزم لتنفيذ ذلك أن يتم التقسيم بطريقة متساوية حتى يستطيع كل مالك أن تحصل على نصيبه مجمعا دون تقسيم ، أما في حالة وجود خط فاصل متعرج أو منحنٍ بين قطعتي أرض ويرغب أصحاب تلك الأراضي تعديل الحدود بينهم إلى خط مستقيم بحيث تحتفظ كل من القطعتين على جانبي خط التعديل بمساحتهما .

وقد تم تقسيم هذه الوحدة إلى قسمين ، القسم الأول يعتني بتقسيم الأراضي مع تطبيقات عليها حتى يتقن المتدرب عملية التقسيم المختلفة ، أما القسم الثاني فيعتني بتعديل الحدود مع تطبيقات عليها ، وفي نهاية الوحدة نقوم بطرح مجموعة من التمارين التي تساعد المتدرب في الاعتماد على الله ثم على نفسه في كيفية تقسيم الأراضي وتعديل الحدود من خلال هذه التمارين .

أولا : تقسيم الأراضي

لتقسيم الأراضي بين فردين أو أكثر ينبغي علينا مراعاة عدة شروط منها : -

1. أن تتساوى كل القطع في المزايا المتوفرة حول هذه القطع مثل (بئر ماء ، طريق ، ..... الخ) .
2. حصول كل مالك على نصيبه كاملاً مجمعاً كقطعة واحدة وليس عدة قطع منفصلة .

وتوجد طريقتان لتقسيم الأراضي وهي :

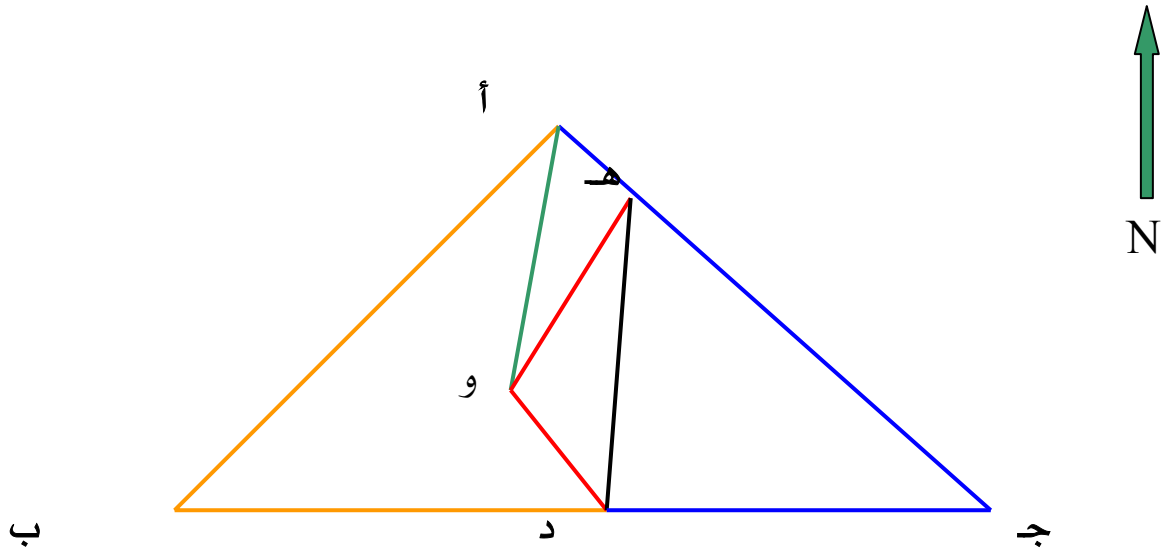
1. الطريقة التخطيطية (التقسيم بالرسم)
2. الطريقة الحسابية .

1. الطريقة التخطيطية (التقسيم بالرسم) :

في هذه الحالة يجب أن تكون قطعة الأرض المراد تقسيمها مرفوعة رفعا مساحياً دقيقاً على خريطة مساحية بدقة عالية ، ثم تقسم الخريطة بالنسب المطلوبة ومن ثم توقع خطوط التقسيم على الطبيعة .

مثال 1 :

قطعة أرض (أ ب جـ) مثلثة الشكل يراد تقسيمها إلى قسمين متساويين علماً بأن نقطة (و) الواقعة داخل قطعة الأرض هي عبارة عن بئر ماء يراد أن ينتفع به كل من القسمين ؟



شكل رقم (1) يمثل الخطوات العملية لتقسيم قطعة الأرض إلى قسمين متساويين

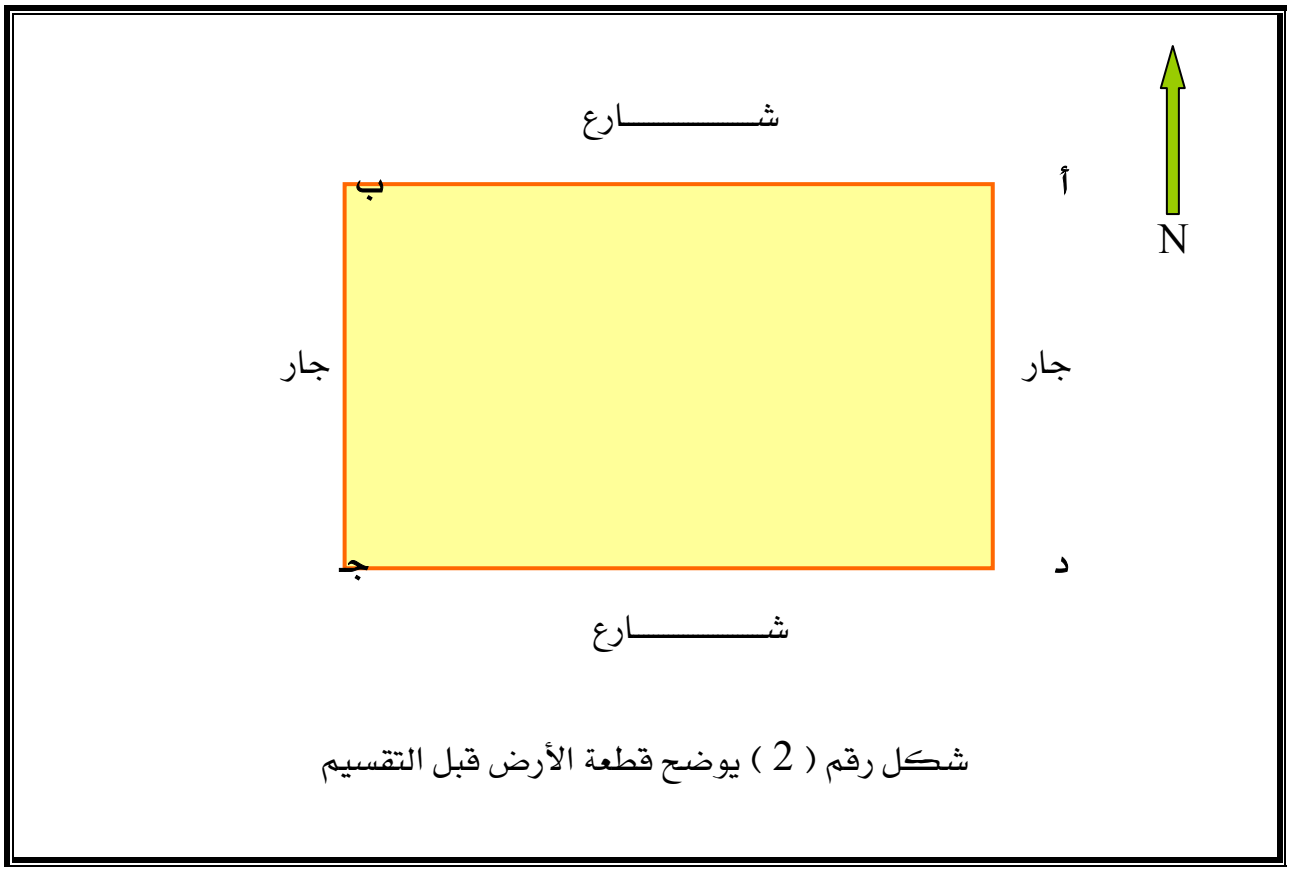
الحل :

1. نصل النقطة (و) بأحد رؤوس المثلث ولتكن نقطة (أ) .
2. ننصف الضلع (ب جـ) المقابل للرأس عند النقطة (أ) في نقطة (د) .
3. نرسم من نقطة (د) موازياً للخط (و أ) فيقطع الخط (أ جـ) في نقطة (هـ) .
4. نصل (هـ و ، و د) فتكون النتيجة النهائية هي :

مساحة الشكل (جـ د و هـ) = مساحة الشكل (أ ب د و هـ)

مثال 2 :

قطعة أرض مستطيلة الشكل (أ ب جـ د) ، المطلوب تقسيمها إلى ثلاث قطـــــع كإرث لرجلين و امرأة وذلك بنسبة (2 : 2 : 1) مع مراعاة أن تظل كل قطعة من القطع الثلاثة على الشارعين أ ب ، جـ د كما هو موضح بالرسم المرفق شكل رقم (2) ؟

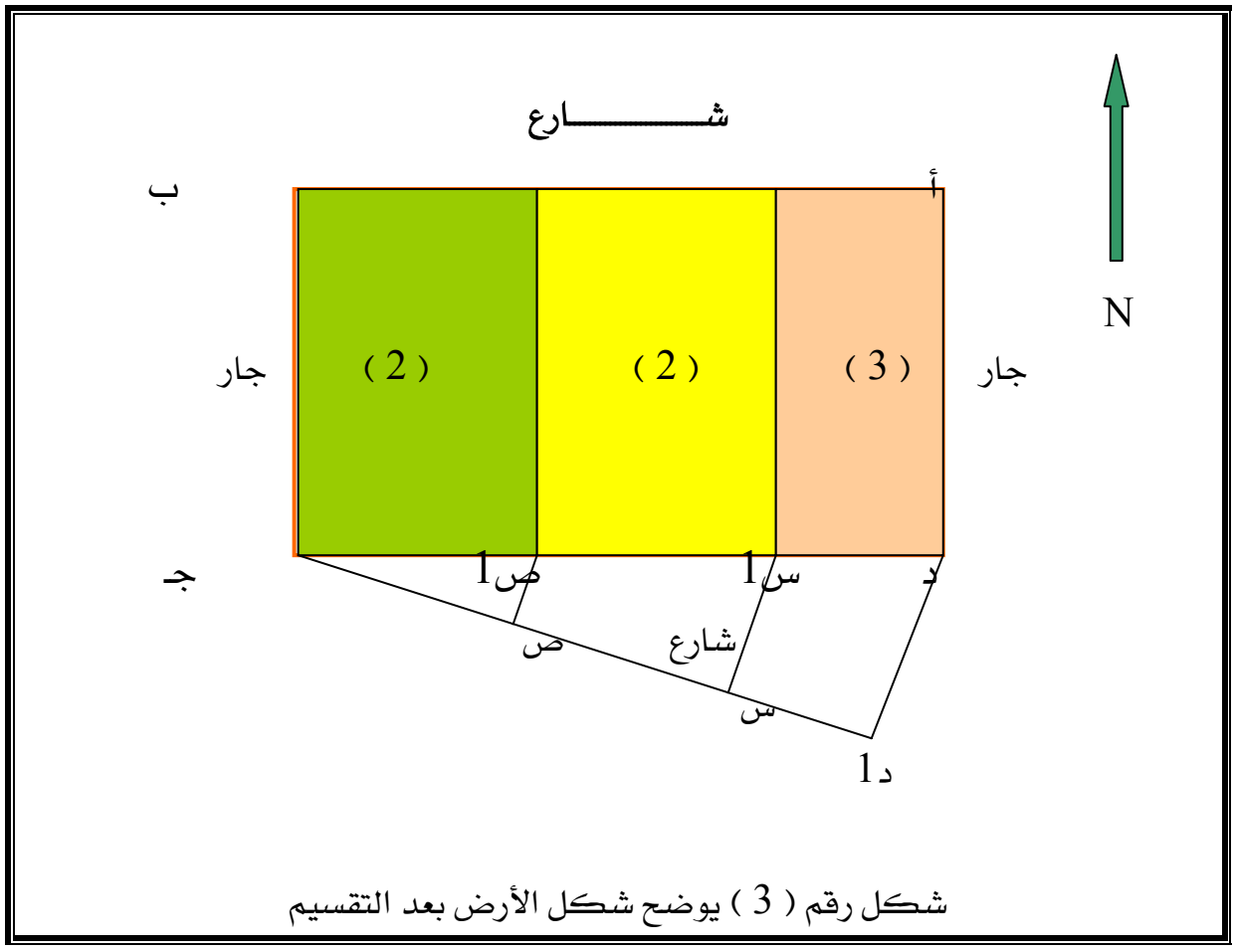


شكل رقم (2) يوضح قطعة الأرض قبل التقسيم

الحل :

1. نقوم برسم الخط (جـ د1) من نقطة (جـ) بحيث يصنع مع الخط (جـ د) زاوية حادة كما هو موضح بالشكل رقم (3) .
2. نوقع على الخط (جـ د) من عند نقطة (جـ) مسافة مقدارها (2 سم) ونسمي النقطة الموقعة (ص) .
3. من عند النقطة (ص) على الخط (جـ د) نوقع مسافة مقدارها (2 سم) ونسمي النقطة الموقعة (س) .
4. من عند النقطة (س) على الخط (جـ د) نوقع مسافة مقدارها (1 سم) ونسمي النقطة الموقعة (د1) . وبذلك نكون قد قسمنا الخط (جـ د1) بنسبة 2 : 2 : 1 .

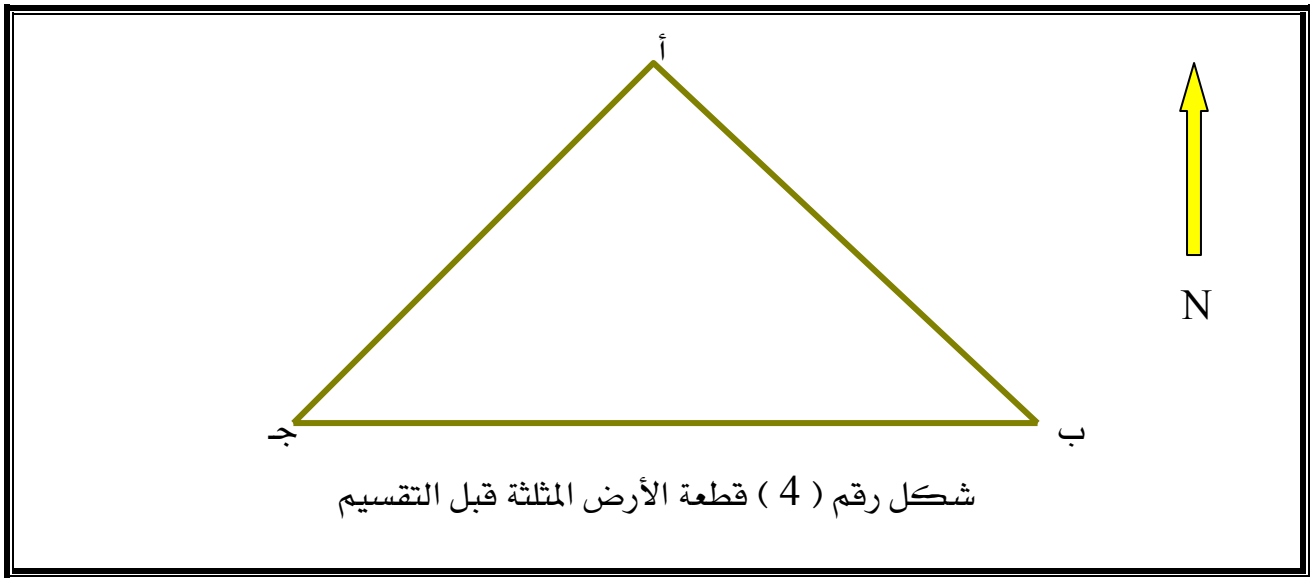
5. نقوم بتوصيل الخط (د د1) ونرسم من النقطتين (س ، ص) موازياً للخط (د د1) فنحصل على النقطتين (س1 ، ص1) وهي نقاط التقسيم .
6. نقيم أعمدة من نقاط التقسيم على الخط (جـ د) وحتى الخط (أ ب) فتكون القطعة رقم (1) لإحدى الرجلين والقطعة رقم (2) للرجل الثاني والقطعة رقم (3) للمرأة .



شكل رقم (3) يوضح شكل الأرض بعد التقسيم

مثال3 :

(أ ب جـ) قطعة أرض مثلثة الشكل (شكل رقم 4) ، المطلوب تقسيمها بين ثلاثة أشخاص بالتساوي بحيث تكون كل قطعة لها ضلع كامل من أضلاع المثلث ؟



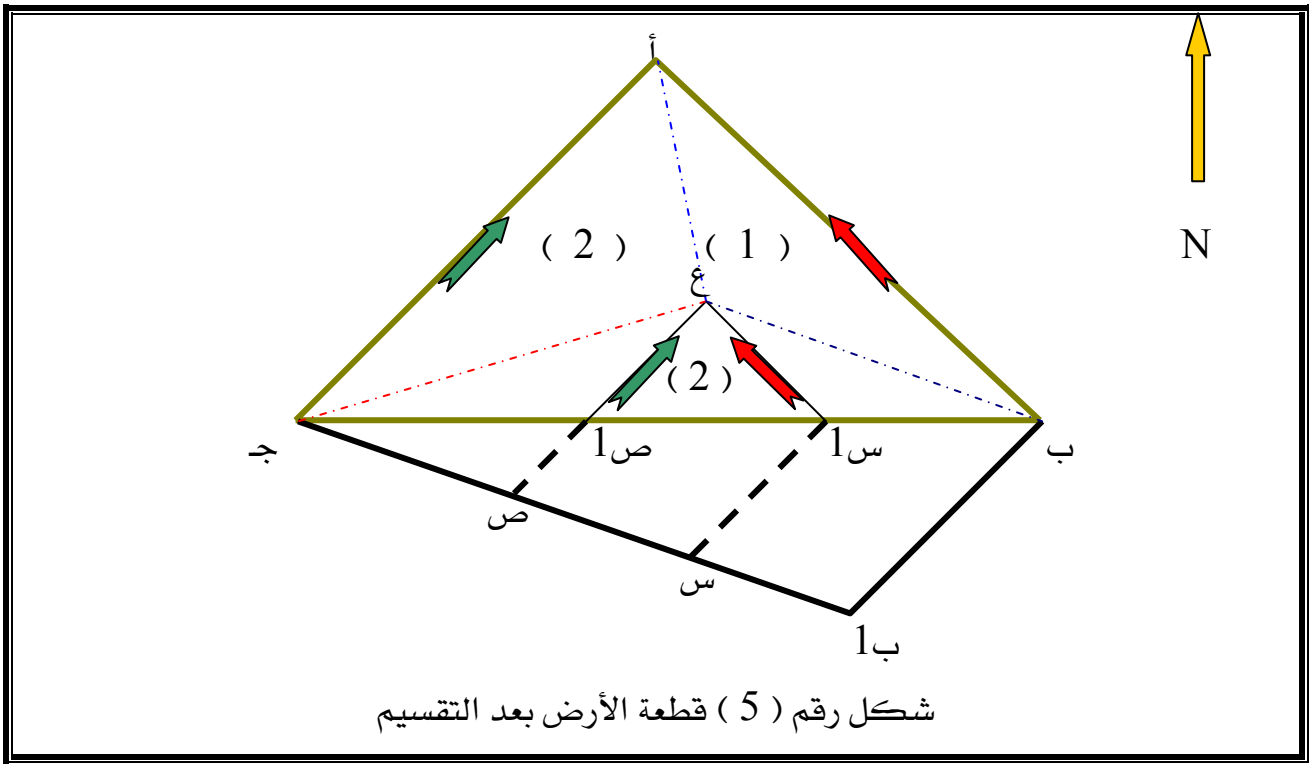
شكل رقم (4) قطعة الأرض المثلثة قبل التقسيم

الحل :

- نقسم الضلع (ب جـ) إلى ثلاثة أقسام متساوية في (س1 ، ص1) كما سبق شرحه في المثال2 .
- نرسم من النقطة (س1) خطاً موازياً للضلع (أ ب) .
- نرسم من نقطة (ص1) موازياً للخط (أ جـ) فيتقاطعان في نقطة (ع) .
- نصل (ع أ ، ع ب ، ع جـ) فيكون الناتج :

مساحة المثلث (ع أ ب) = مساحة المثلث (ع ب جـ) = مساحة المثلث (ع أ جـ) .

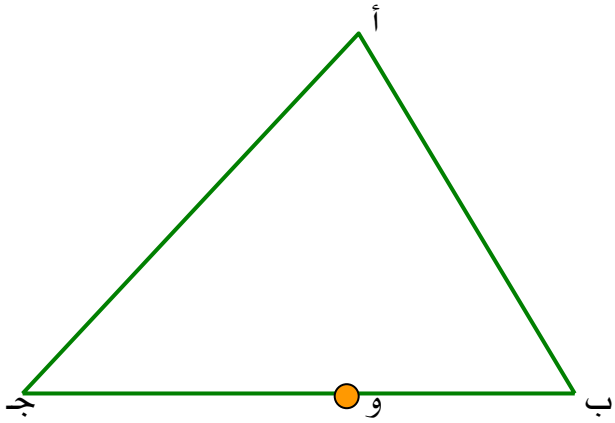
كما هو موضح بالشكل رقم (5) .



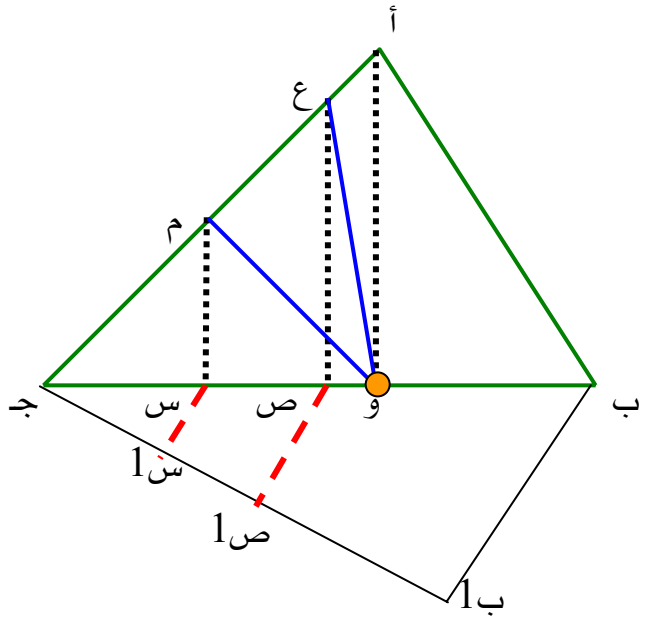
شكل رقم (5) قطعة الأرض بعد التقسيم

مثال4 :

(أ ب جـ) قـطعة أرض زراعية مثلثة الشكل ، المطلوب تقسيمها كميراث بين امرأتين ورجـل أي بنسبة 1 : 2 ، مع العلم أن نقطة (و) الواقعة على الخط (ب جـ) تمثل بئر ماء ؟



شكل رقم (6) قطعة الأرض المثلثة قبل التقسيم



شكل رقم (7) قطعة الأرض بعد تقسيمها

الحل : كما هو موضح بالشكل رقم (7)

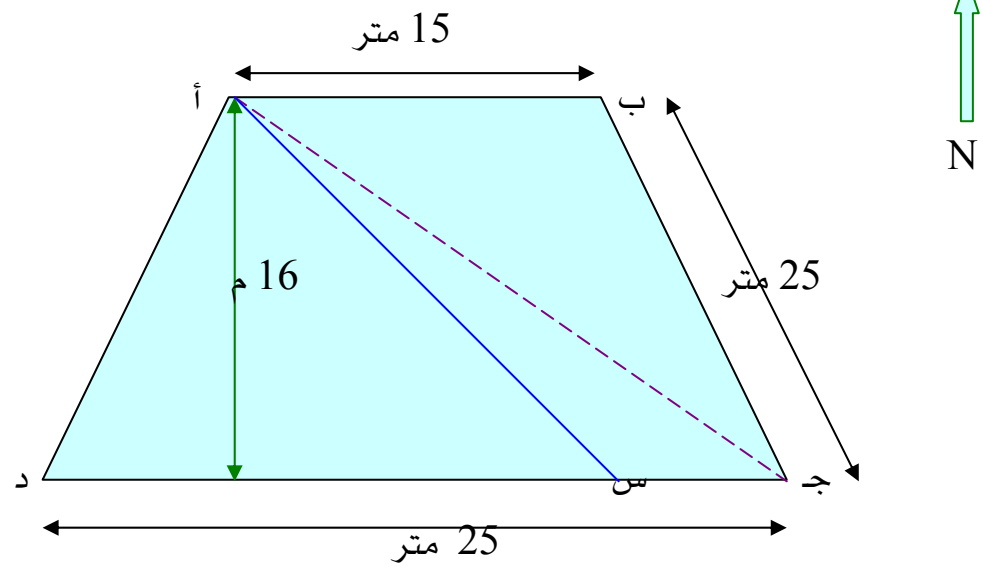
- نقسم الخط (جـ ب) بنسبة 1 : 1 : 2 بالطريقة السابق شرحها في المثال رقم (2) في النقطتين س ، ص .
- نصل نقطة (و) بالرأس (أ) وهي المقابلة للضلع المقسم (ب جـ) .
- نرسم الضلع (س م // أ و) (ص ع // أ و) .
- نصل الضلع (و ع ، و م) .
- فتكون مساحة الشكل (أ ب و ع) هي نصيب الرجل .
- وتكون مساحة الشكل (و ع م) لإحدى المرأتين) .
- وتكون مساحة الشكل (و م جـ) للمرأة الأخرى .

2. الطريقة الحسابية

في هذه الطريقة نحصل على الأبعاد اللازمة لحساب المساحة من الطبيعة مباشرة أو من خريطة لقطعة الأرض المراد تقسيمها بحيث نستطيع أن نحصل على أي قياسات نحتاجها من على هذه الخريطة .

مثال1 :

(أ ب جـ د) قطعة أرض على شكل شبه منحرف أبعادها كما هو موضح على الرسم (شكل رقم 8) والمطلوب تقسيم هذه القطعة إلى قسمين متساويين على أن يمر خط التقسيم بالنقطة (أ) ؟



شكل رقم (8) يمثل أبعاد قطعة الأرض

الحل :

- المساحة الكلية لقطعة الأرض (أ ب جـ د) = نصف مجموع القاعدتين × الارتفاع

= {½ (15 + 25)} × 16 = 320 م^2 .

- نصف مساحة الأرض = 320 ÷ 2 = 160 م^2 .

- إذا أعطينا القسم الأول وهو الجزء المكون من المثلث (أ جـ د) فتصبح مساحته على النحو الآتي:

مساحة القسم الأول = ½ × القاعدة × الارتفاع

= ½ × 25 × 16 = 200 م^2 .

وهذا يعني أن القسم الأول يزيد عن نصف المساحة بمقدار = 200 – 160 = 40 م^2 .

وهذا يعني أن مساحة المثلث (أ جـ س) = 40 م^2 حيث نقطة (س) مفروضة على الخط (جـ د) والمطلوب الآن تحديد مكان النقطة (س) على الخط (جـ د) بدقة .

وعلى هذا يتم تقسيم الخط (جـ د) بنسبة الزيادة إلى مساحة المثلث (أ جـ د) أي بنسبة 40 : 200 .

جـ س ÷ جـ د = مساحة المثلث (أ جـ س) ÷ مساحة المثلث (أ جـ د) .

∴ جـ س = [جـ د × (مساحة المثلث (أ جـ س)] ÷ [مساحة المثلث (أ جـ د)] .

= 25 × (40 ÷ 200) = 5 متر .

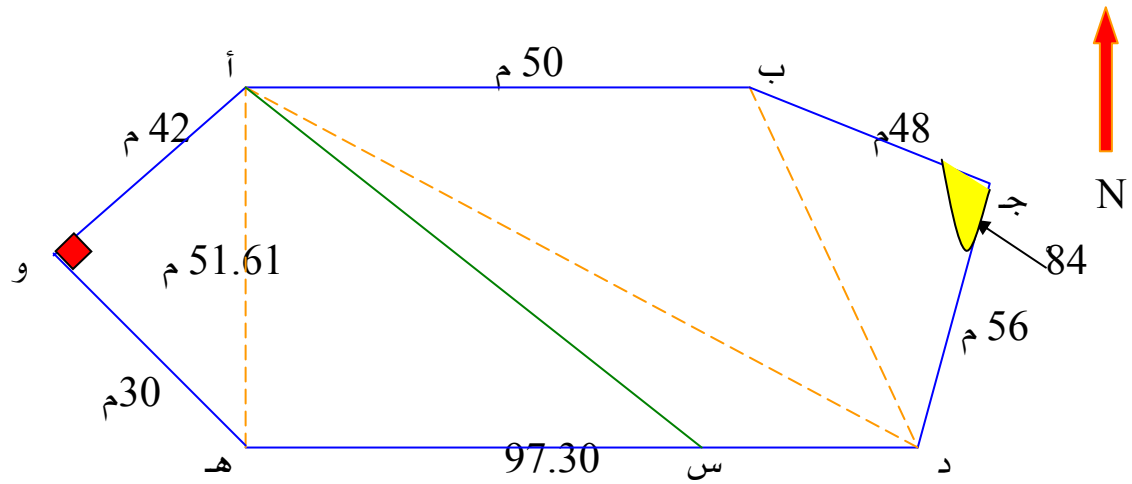
∴ نقطة (س) تبعد عن نقطة (جـ) مسافة مقدارها = 5 متر .

∴ في هذه الحالة مساحة الشكل (أ س د) = مساحة الشكل (أ ب جـ س) .

==========

مثال 2 :

قطعة أرض (أ ب جـ د هـ و) أبعادها كما هي موضحة على الرسم شكل رقم (9) والمطلوب تقسيم هذه القطعة بين رجلين بالتساوي على أن يمر خط التقسيم بالنقطة (أ) حيث إنها تمثل بئر ماء ؟



شكل رقم (9) يمثل قطعة الأرض والخطوات العملية المنفذة عليها

الحل :

نقوم بتوصيل النقطتين (ب ، د) فينتج الضلع (ب د) ، النقطتين (أ هـ) فينتج الضلع (أ هـ) فينتج لنا المثلثان (ب جـ د ، أ هـ و) وشبه المنحرف (أ ب د هـ) والمطلوب الآن إيجاد مساحة هذه الأشكال لكي نتمكن من حساب مساحة قطعة الأرض الإجمالية .

- مساحة المثلث (ب جـ د) = ½ × 48 × 56 × جا 84 = 1336.64 م^2 .
- مساحة المثلث (أ هـ و) = ½ × 30 × 42 = 630 م^2 .
- مساحة شبه المنحرف (أ ب د هـ) = نصف مجموع القاعدتين × الارتفاع

حيث يمكننا الحصول على الارتفاع (أ هـ) من المثلث القائم الزاوية (أ و هـ) على النحو الآتي :

- الارتفاع (أ هـ) = $\sqrt{(42)^2 + (30)^2}$ = 51.61 م .
- ∴ مساحة شبه المنحرف = ½ × (50 + 97.30) × 51.61 = 3801.08 م^2 .

- ∴ مساحة قطعة الأرض الكلية = 1336.64 + 630 + 3801.08 = 5767.72 م^2 .

∴ نصيب كل رجل = نصف المساحة الكلية = 5767.72 ÷ 2 = 2883.86 م^2 .

- فإذا أخذ الرجل الأول المثلث (أ هـ و) ومساحته = 630 م^2.

وأخذ أيضا المثلث (أ هـ د) ومساحته = ½ × 97.30 × 51.61 = 2510.83 م^2

∴ إجمالي ما يحصل عليه الرجل الأول = 630 + 2510.83 = 3140.83 م^2 .

∴ مقدار الزيادة للرجل الأول عن نصف المساحة = ما حصل عليه – نصف مساحة الأرض الكلية

= 3140.83 – 2883.86 = 256.97 م^2 .

- ∴ يجب تقسيم طول الضلع (د هـ) بنسبة الزيادة إلى مساحة المثلث (أ د هـ) أي بنسبة

256.97 : 2510.83

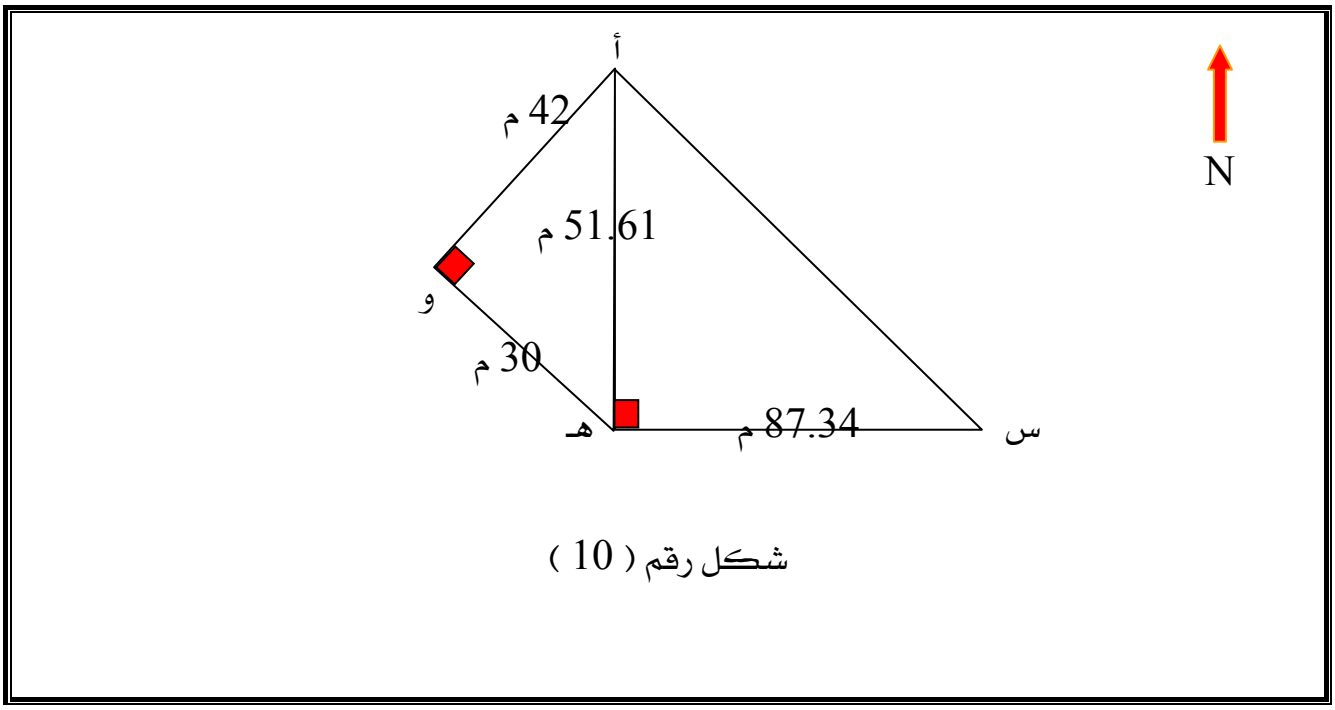
∴ طول (د س) = (256.97 ÷ 251.83) × 97.30 = 9.96 م .

∴ نقوم بتوقيع نقطة (س) بمسافة تبعد عن نقطة (د) = 9.96 م .

- وبتوصيل النقطة (أ) بالنقطة (س) يكون الضلع (أ س) هو الحد الفاصل الذي يقسم الأرض إلى قسمين متساويين
- وتصبح مساحة الشكل (أس هـ و) = مساحة الشكل (أ ب جـ د س) = 2883.86 م^2 .

وللتأكد من صحة الحل نقوم بحساب مساحة الشكل (أس هـ و) ، مساحة الشكل (أ ب جـ د س) كلا على حد كما يلي :

- **أولا** : مساحة الشكل (أ س هـ و) = مساحة المثلث (أ س هـ) + مساحة المثلث (أ هـ و) كما هو موضح بالشكل رقم (10) .

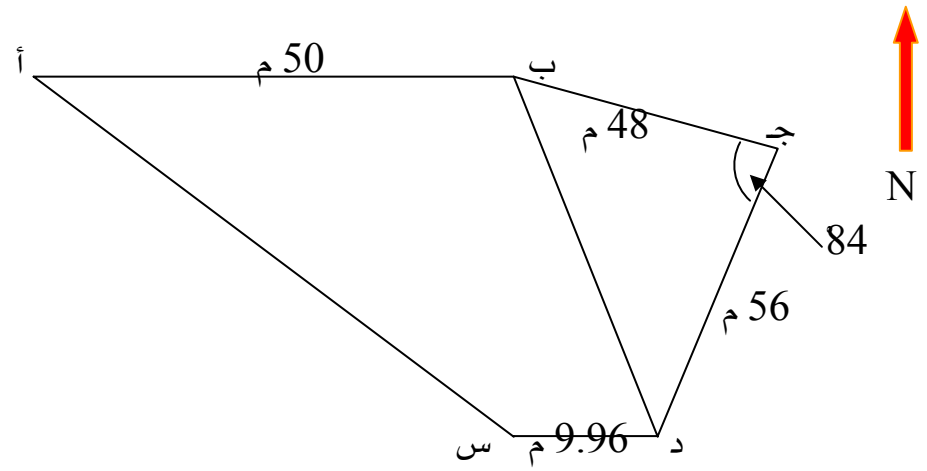


شكل رقم (10)

- مساحة المثلث (أ س هـ) = ½ × 87.34 × 51.61 = 2253.81 م^2 .
- مساحة المثلث (أ هـ و) = 630 م^2 تم حسابه من قبل .

∴ مساحة الشكل (أ س هـ و) = 2253.81 + 630 = 2883.81 م^2 .

- **ثانيا** : مساحة الشكل (أ س د جـ ب) = مساحة المثلث (ب جـ د) + مساحة شبه المنحرف (أ ب د س) كما هو موضح بالشكل رقم (11) .



شكل رقم (11)

- مساحة المثلث (ب جـ د) = 1336.64 م^2 .
- مساحة شبه المنحرف (أ ب د س) = ½ × (50 + 9.96) × 51.61 = 1547.27 م^2 .

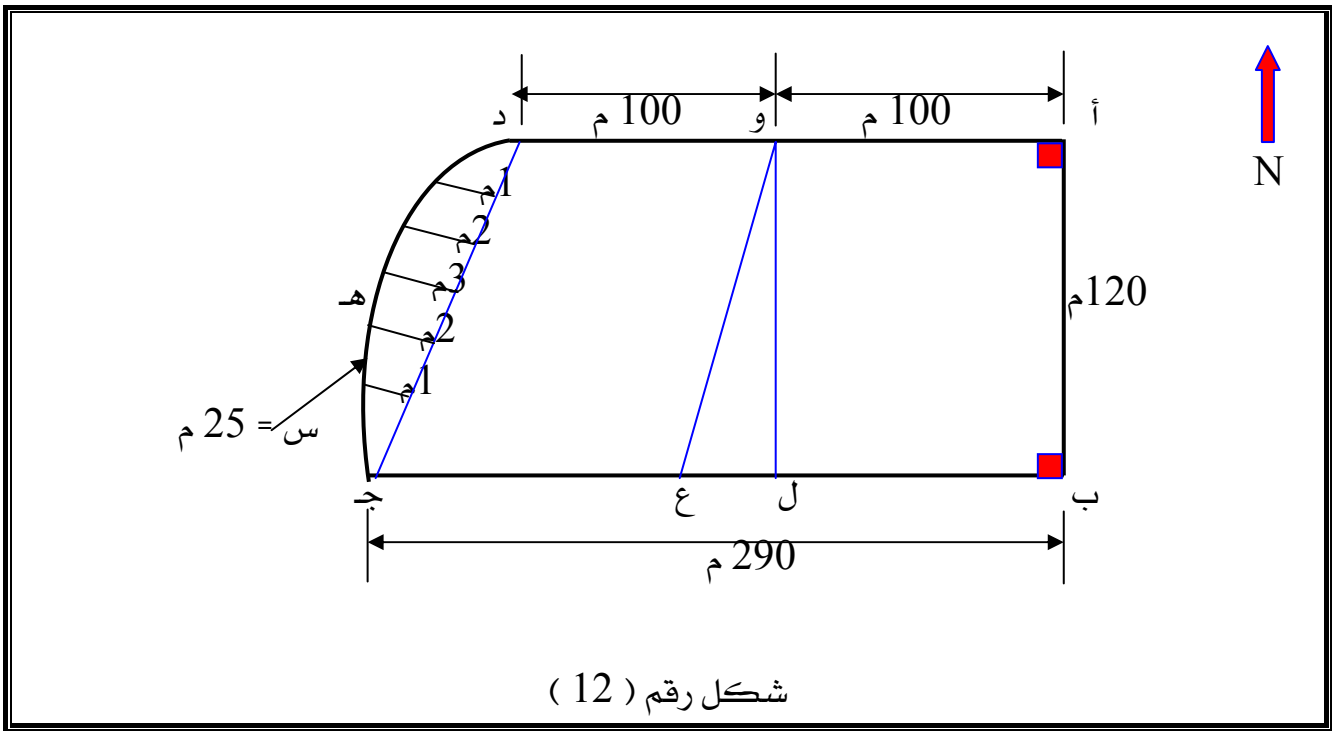
∴ مساحة الشكل (أ س د جـ ب) = 1336.64 + 1547.27 = 2883.91 م^2 .

ملحوظة :

الفرق بين إجمالي المساحتين (0.1 م^2) لا يعتبر فرقاً مؤثراً لأنه يحدث نتيجة التقريب بالآلة الحاسبة .

مثال 3 :

قطعة أرض رباعية الشكل (أ ب جـ د) المبينة بالشكل رقم (12) ، والمطلوب تقسيمها إلى قسمين متساويين في المساحة بحيث يمر خط التقسيم ببئر المياه الواقع في نقطة (و) مع إيجاد بعد خط التقسيم عن نقطة (ب) ؟



شكل رقم (12)

الحل :

- مساحة الشكل (أ ب جـ د) شبه المنحرف = ½ (200 + 290) × 120 = 29400 م^2 .
- مساحة الجزء المنحنى (د هـ جـ) ويمكن إيجاد مساحته باستخدام طريقة سمسون :

المساحة = س ÷ 3 × {العمود الأول + العمود الأخير + (2 × الأعمدة الفردية) +(4 × الأعمدة الزوجية)}

مجموع الأعمدة الفردية = 2+2 = 4 ، مجموع الأعمدة الزوجية = 1+3+1 = 5

المساحة = 25 ÷ 3 × { صفر + صفر + (2× 4) + (4 × 5)}

= 25 ÷ 3 × { صفر + صفر + 8 + 20 } = 233.33 م^2 .

∴ المساحة الكلية لقطعة الأرض = 29400 + 233.33 = 29633.33 م^2 .

- نصيب كل فرد = المساحة الكلية ÷ 2 = 29633.33 ÷ 2 = 14816.665 م^2

- ننصف الخط (ب جـ) في نقطة (ل) ثم نصل النقطتين معا (و ، ل) .
- مساحة الشكل (أ ب ل و) = مساحة الشكل (و ل جـ د) .
- نفرض أن نقطة (ع) هي نقطة التقسيم و أن الخط (و ع) هو خط التقسيم .

∴ مساحة المثلث (و ع ل) = ½ مساحة الجزء المنحنى .

(ل ع × 120) ÷ 2 = ½ × 233.33

∴ ل ع = 1.944 متر .

∴ بعد نقطة التقسيم عن نقطة (ب) = 145 + 1.944 = 146.944 متراً .

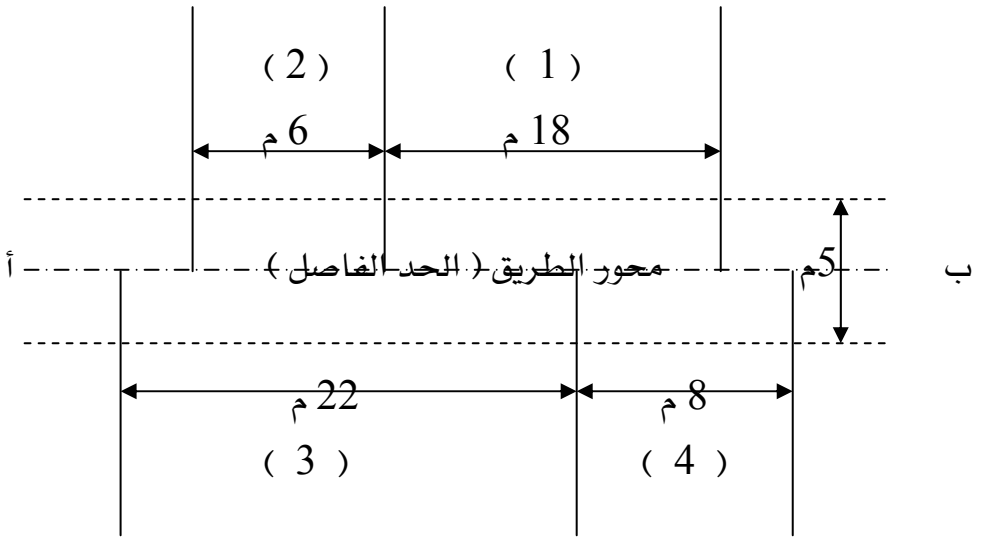
وتصبح مساحة القسم (أ ب ع و) = مساحة القسم (و ع جـ هـ د) .

ثانياً : اقتطاع مساحة

اقتطاع مساحة معينة من قطعة أرض من الأعمال المساحية التي يتعرض لها المساح كثيراً وخصوصاً في حالات شق الطرق التي قد تعترض بعض الأراضي للأهالي والمطلوب من المساح توقيع محور الطريق ثم حساب المساحة المستقطعة من كل أرض حتى يتم تعويض أصحاب هذه الأراضي .

مثال :

الشكل التالي رقم (13) عبارة عن أربع قطع من الأراضي يملكها أربعة أشخاص وتقرر شق طريق يمر بهذه الأراضي على أن يكون محور الطريق هو نفسه الحد الفاصل (أ ب) كما هو موضح بالرسم وعرض الطريق 5 متر . المطلوب هو حساب المساحات المستقطعة من الأراضي 1 ، 2 ، 3 ، 4 وقيمة التعويض لكل قطعة إذا كان سعر تعويض المتر = 1000 ريال ؟



شكل رقم (13)

الحل :

- أولا حساب مساحة قطعة الأرض المستقطعة من قطعة الأرض رقم (1) مع حساب قيمة التعويض

المساحة المستقطعة هي عبارة عن مستطيل طوله 18 م وعرضه نصف الطريق 2.5 م .

∴ المساحة المستقطعة = 18 × 2.5 = 45 م^2 .

قيمة التعويض = 45 × 1000 = 45000 ريالاً .

- ثانيا حساب مساحة قطعة الأرض المستقطعة من قطعة الأرض رقم (2) مع حساب قيمة التعويض للمساحة المستقطعة و هي عبارة عن مستطيل طوله 6 م وعرضه نصف الطريق 2.5 م .

∴ المساحة المستقطعة = 6 × 2.5 = 15 م^2 .

قيمة التعويض = 15 × 1000 = 15000 ريالاً .

- ثالثا حساب مساحة قطعة الأرض المستقطعة من قطعة الأرض رقم (3) مع حساب قيمة التعويض المساحة المستقطعة هي عبارة عن مستطيل طوله 22 م وعرضه نصف الطريق 2.5 م .

∴ المساحة المستقطعة = 22 × 2.5 = 55 م^2 .

قيمة التعويض = 55 × 1000 = 55000 ريالاً .

- رابعا حساب مساحة قطعة الأرض المستقطعة من قطعة الأرض رقم (4) مع حساب قيمة التعويض المساحة المستقطعة هي عبارة عن مستطيل طوله 8 م وعرضه نصف الطريق 2.5 م .

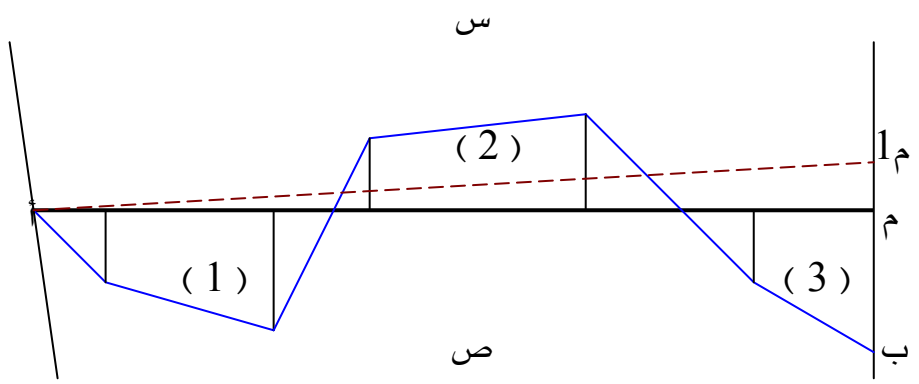
∴ المساحة المستقطعة = 8 × 2.5 = 20 م^2 .

قيمة التعويض = 20 × 1000 = 20000 ريالاً .

ثالثا : تعديل الحدود

في حالة وجود حد فاصل متعرج أو منحنٍ أي غير مستقيم بين قطعتين من الأرض ويرغب أصحاب الأرض في تعديل هذا الحد الفاصل بينهم إلى خط مستقيم بحيث تحتفظ كل من القطعتين على جانبي خط التعديل بمساحتيهما ، بمعنى أن المساحة المضافة إلى احدى القطعتين نتيجة هذا التعديل يجب أن تساوي المساحة المستقطعة منها .

لو فرضنا أن لدينا قطعتين من الأرض (س ، ص) كما هو موضح بالشكل رقم (14) بينهم حد متعرج (أ ب) والمطلوب تعديل هذا الحد بخط مستقيم يمر بالنقطة (أ) .

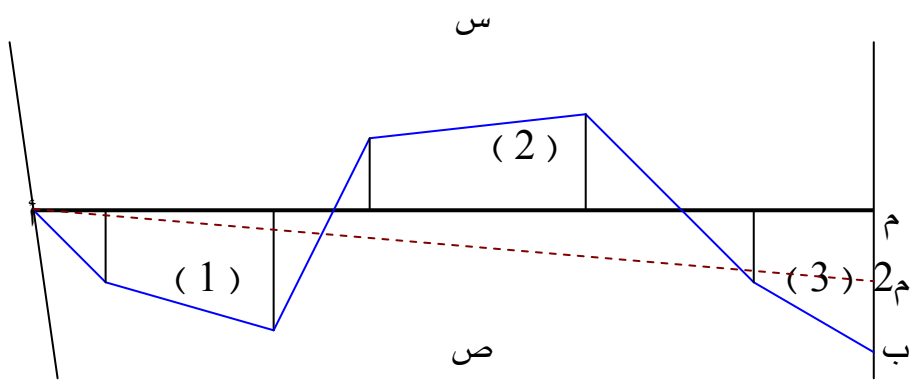


شكل رقم (14) الخطوات العملية لتعديل الحدود

الخطوات العملية لتعديل الحدود :

- نضع الخط (أ م) كحد فاصل مستقيم بحيث تكون المساحة المضافة إلى إحدى القطعتين مساوية للمساحة المأخوذة بشكل تقريبي ويكون (أ م) عمودياً على (م ب) إن أمكن .
- نقوم بحساب المساحة المضافة للقطعة س (2) وكذلك المساحة المأخوذة من القطعة س (1 ، 3) . وتكون المساحات في هذه الحالة إما مثلثات أو أشباه منحرفات وقد تم شرحها سابقا .
- إذا كانت المساحة المضافة (2) = المساحة المأخوذة (1 ، 3) فإن الخط (أ م) يكون هو الحد الفاصل المستقيم .

إذا كانت المساحة المضافة أكبر من المساحة المأخوذة ، وهذا يعني أن النقطة (م) يجب تحريكها إلى الأعلى عند النقطة (م1) بالشكل رقم (14) ، أما إذا كانت المساحة المأخوذة أكبر من المساحة المضافة فهذا يعني أن نقطة (م) يجب تحريكها إلى أسفل عند النقطة (م2) كما هو موضح بالشكل رقم (15) ، بمعنى آخر حذف المثلث (أ م م1) بالشكل رقم (14) بالنسبة للقطعة (س) وإضافته للقطعة (ص) و إضافة المثلث (أ م م2) بالشكل رقم (15) إلى القطعة (س) وحذفه من القطعة (ص) .



شكل رقم (15) الخطوات العملية لتعديل الحدود

مساحة المثلث (أ م م2) = ½ × القاعدة × الارتفاع = ½ × (أ م) × الارتفاع .

حيث الارتفاع = (2 × مساحة المثلث (أ م م1) ÷ (أ م) .

مساحة المثلث (أ م م1) = الفرق بين المساحة المضافة والمساحة المستقطعة من نفس القطعة .

ويصبح الحد الفاصل في الشكل (14) هو الخط (أ م1)

ويصبح الحد الفاصل في الشكل (15) هو الخط (أ م2) .

في حالة أن يكون الخط (أ ب) ليس عموديا على الخط (م ب) نرسم خطاً موازياً للخط (أ م) وعلى بعد منه يساوي الارتفاع المحسوب من المعادلة السابقة فيقطع الضلع (م ب) في نقطة (م2) ويكون الحد الفاصل هو (أ م2) كما بالشكل رقم (15) .

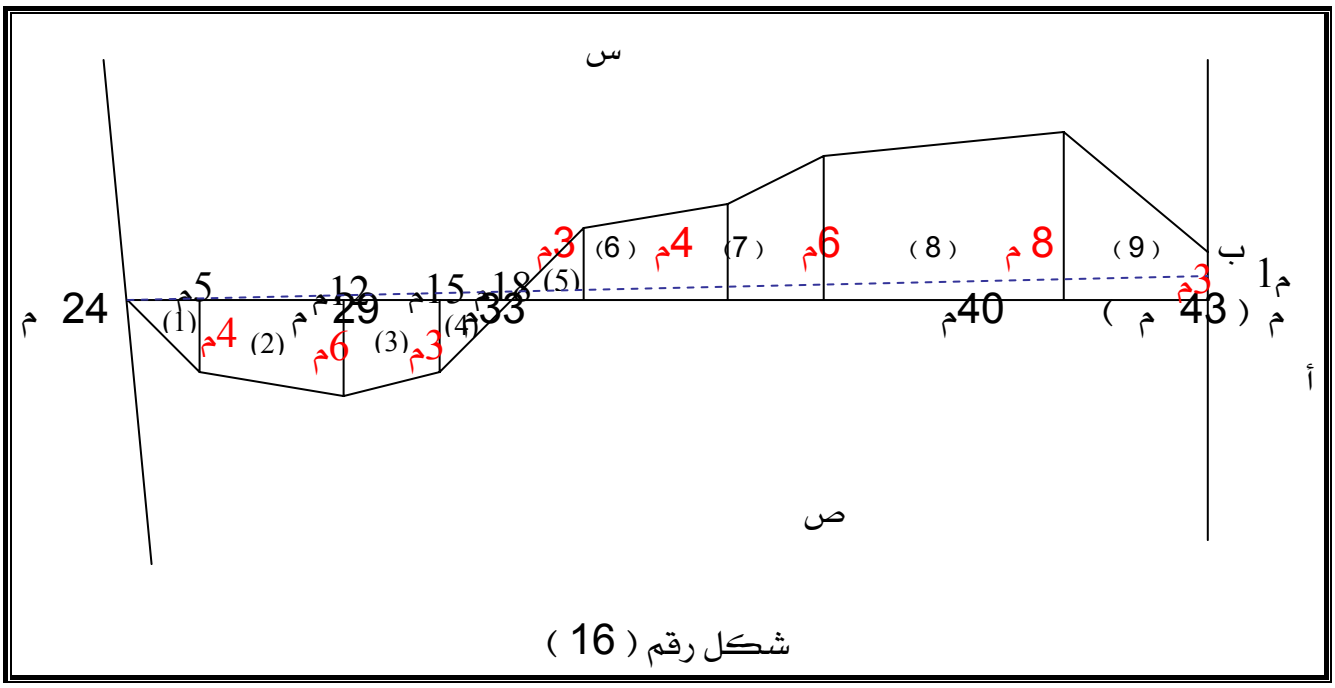
مثال1 :

(س ، ص) قطعتا أرض بينهما الحد المتعرج (أ ب) كما هو موضح بالشكل رقم (16) والمطلوب هو تعديل هذا الحد إلى حد أخر مستقيم يمر بنقطة (أ) ؟

الحل :

1. الخطوة العملية :

نقوم بوضع الخط (أ م) بشكل تقريبي بحيث يمثل الحد الفاصل المستقيم بين القطعتين ، ثم نضع شريطاً على الخط المستقيم (أ م) وبشريط آخر نقوم بقياس البعد العمودي على هذا الخط وحتى الحد المتعرج عند كل تغيير فتكون الأبعاد كما هي موضحة بالشكل رقم (16) .



شكل رقم (16)

م	المسافة المقاسة على الخط (أ م)	طول العمود
1	5 متر	4 متر
2	12 متر	6 متر
3	15 متر	3 متر
4	18 متر	صفر
5	24 متر	3 متر

م	المسافة المقاسة على الخط (أ م)	طول العمود
6	29 متر	4 متر
7	33 متر	6 متر
8	40 متر	8 متر
9	43 متر	3 متر

جدول يوضح الأبعاد على شكل (16)

2. الخطوة الحسابية

عند اختيار الخط (أ م) نلاحظ أننا أضفنا إلى قطعة الأرض (س) المساحات (5 ، 6 ، 7 ، 8 ، 9) بينما اقتطعنا من نفس القطعة المساحات (1 ، 2 ، 3 ، 4) .

- مساحة الجزء (1) = ½ × 5 × 4 = 10 م^2 .
- مساحة الجزء (2) = ½ × (4+6) × 7 = 35 م^2 .
- مساحة الجزء (3) = ½ × (3+6) × 3 = 13.5 م^2 .
- مساحة الجزء (4) = ½ × 3 × 3 = 4.5 م^2 .

∴ إجمالي المساحة المأخوذة من القطعة (س) =(10 + 35 + 13.5 + 4.5) = 63 م^2

- مساحة الجزء (5) = ½ × 6 × 3 = 9 م^2 .
- مساحة الجزء (6) = ½ × (3+4) × 5 = 17.5 م^2 .
- مساحة الجزء (7) = ½ × (4+6) × 4 = 20 م^2 .
- مساحة الجزء (8) = ½ × (8+6) × 7 = 49 م^2 .
- مساحة الجزء (9) = ½ × (3+8) × 3 = 16.5 م^2 .

∴ إجمالي المساحة المضافة للقطعة (س) =(9 + 17.5 + 20 + 49 + 16.5) = 112 م^2

مما سبق نجد أن المساحة المضافة أكبر من المساحة المستقطعة ، لذا يجب تحريك نقطة (م) إلى الأعلى عند نقطة (م1) .

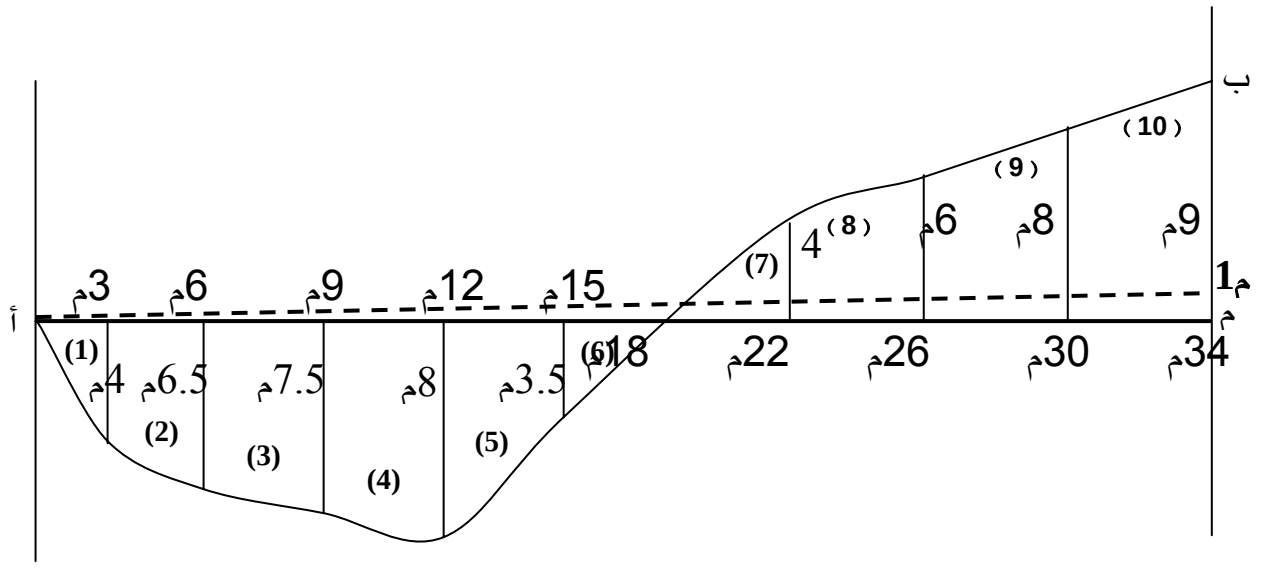
∴ م م1 = (2 × فرق المساحة) ÷ طول الحد (أ م)

= 2 × (112 – 63) ÷ 43 = 2.28 متر .

ويكون الحد الفاصل بين القطعتين هو الخط (أ م1) كما هو موضح بالشكل رقم (16) السابق .

مثال2 :

قطعتا أرض (س ، ص) بينهماغ الحد المنحنى (أ ب) والمطلوب تعديل هذا الحد المنحنى بين القطعتين إلى حد مستقيم على أن يمر خط التقسيم بالنقطة (أ) ، كما هو موضح بالشكل رقم (17) ؟



شكل رقم (17) يمثل الخطوات العملية لعملية تعديل الحدود

م	المسافة المقاسة على الخط (أ م)	طول العمود
1	3 متر	4 متر
2	6 متر	6.5 متر
3	9 متر	7.5 متر
4	12 متر	8 متر
5	15 متر	3.5 متر

م	المسافة المقاسة على الخط (أ م)	طول العمود
6	18 متر	صفر
7	22 متر	4 متر
8	26 متر	6 متر
9	30 متر	8 متر
10	34 متر	9 متر

1. الخطوة العملية :

نبدأ بوضع الخط المستقيم (أ م) بشكل تقريبي ويعتبر الحد الفاصل بين القطعتين وعموديا على (م ب) .

- نقسم الجزء المستقطع من (س) على الخط (أ م) إلى عدد زوجي متساوٍ بطول (3 م) ونقيس الأبعاد العمودية من الخط (أ م) وحتى حـــــــدود المنحني ونسجلها على الخريطة فتنتج المساحات (1 ، 2 ، 3 ، 4 ، 5 ، 6) كما هو موضح بالشكل (17).
- نقسم الجزء المضاف إلى القطعة (س) على الخط (أ م) إلى عدد زوجي متساوٍ بطول (4 م) مثلاً ونقيس الأبعاد العمودية من الخط (أ م) إلى حدود المنحنى ونسجلها على الخريطة فتنتج المساحات (7 ، 8 ، 9 ، 10) كما هو موضح بالشكل (17) .

2. الخطوة الحسابية :

الحد بين القطعتين منحنى وعدد الأقسام زوجي .

∴ يمكن تطبيق طريقة سمسون لحساب المساحات المضافة والمستقطعة للقطعة (س) .

المساحات المستقطعة من القطعة(س) (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)

= س ÷ 3 × { العمود الأول + العمود الأخير +(2 × الأعمدة الفردية) + (4 × الأعمدة الزوجية) }

= 3 ÷ 3 × { صفر + صفر + [2 × (6,5 + 8)] + 4 × [(4 + 7,5 + 3,5)] }

= 1 × (29 + 60) = 89 م 2

المساحة المضافة للقطعة س (7 + 8 + 9 + 10)

= 4 ÷ 3 × { صفر + 9 +[(2 × 6)]+[(4 × (4 + 8)]}

= 4 ÷ 3 × (69) = 92 م 2

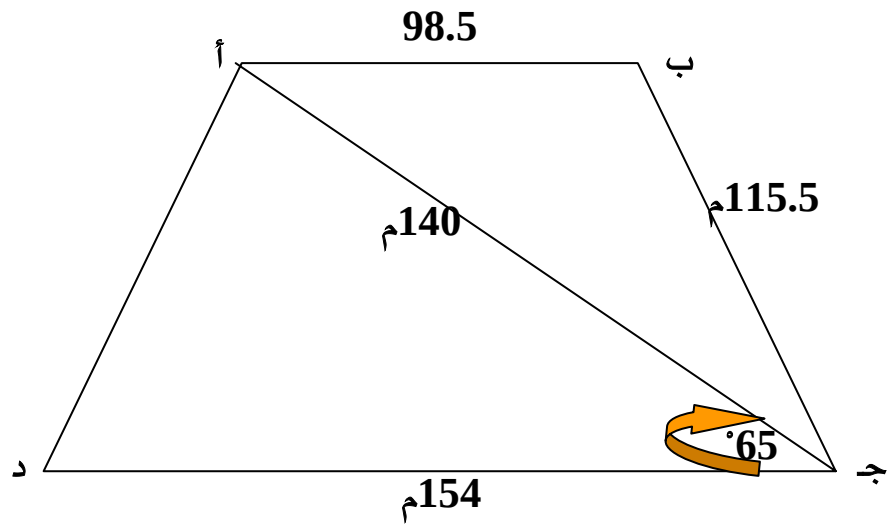
المساحة المضافة أكبر من (>) المساحة المستقطعة بمقدار (92 – 89) = 3 م 2

∴ يجب نقل نقطة (م) إلى الموضع (م 1) بمقدار = (2 × 3) ÷ 34 = 0,18 م = 18 سم

وبهذا يكون الحد الفاصل المستقيم بين القطعتين هو الخط (أ م 1) .

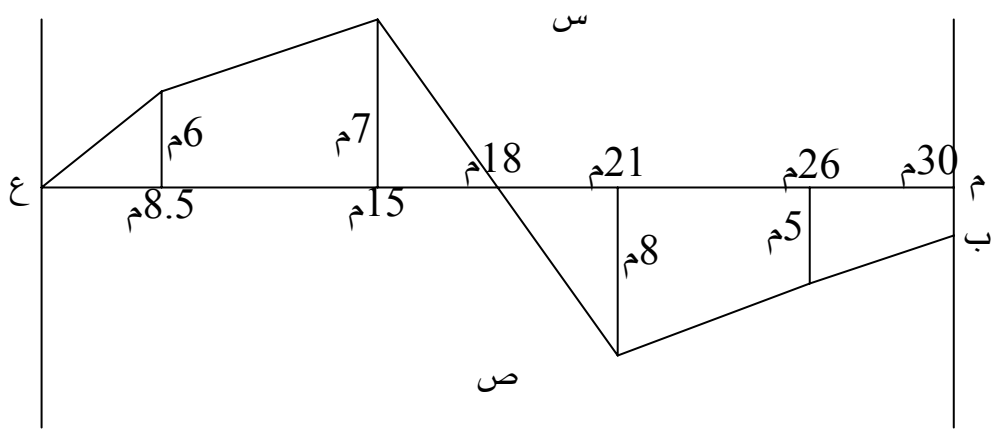
تمارين عامة على الوحدة الأولى

1. قطعة الأرض الموضحة بالشكل رقم (18) يراد تقسيمها إلى قسمين متساويين على أن يمر خط التقسيم بنقطة (أ) علما بأن الأبعاد الموضحة بالمتر ؟



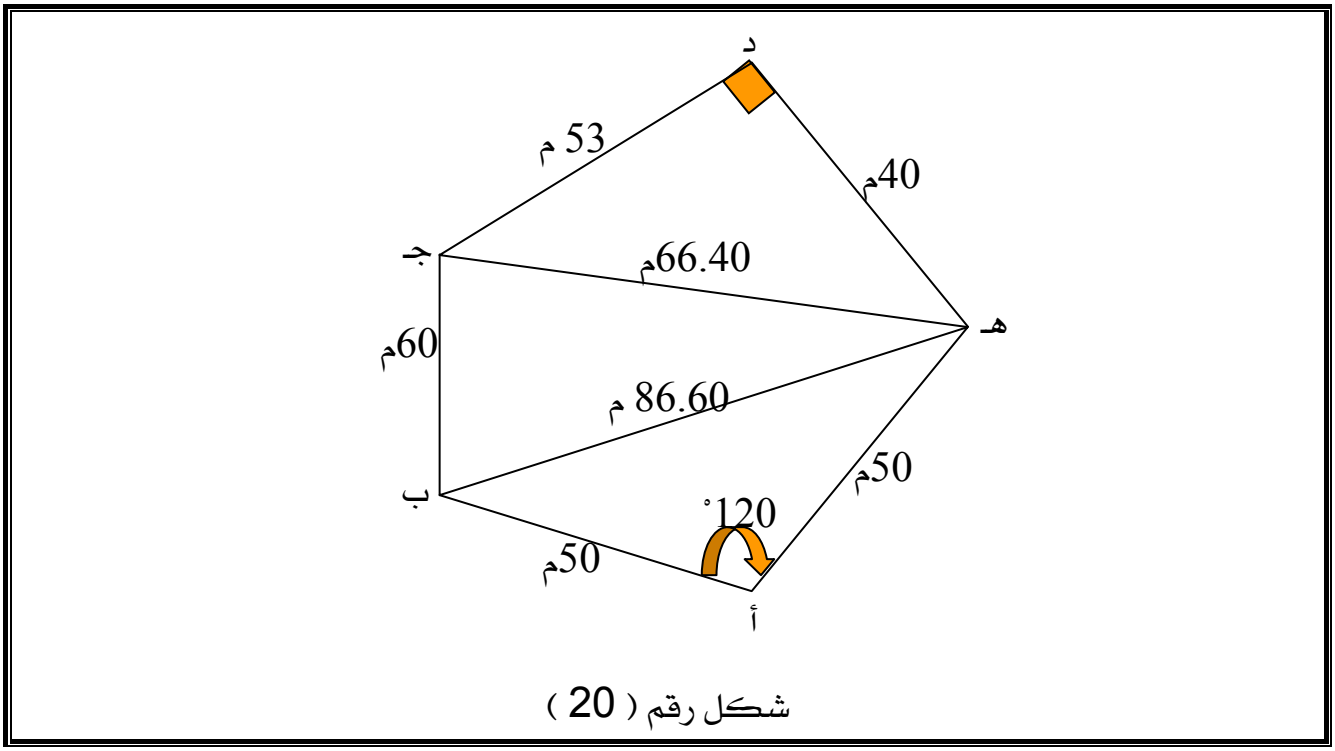
شكل رقم (18)

2. قطعتا أرض (س ، ص) بينهما الخط المتعرج (ع ب) ، والمطلوب تعديل هذا الحد إلى خط مستقيم بحيث يمر هذا الخط المستقيم بالنقطة (ع) ؟ (الشكل رقم (19) .



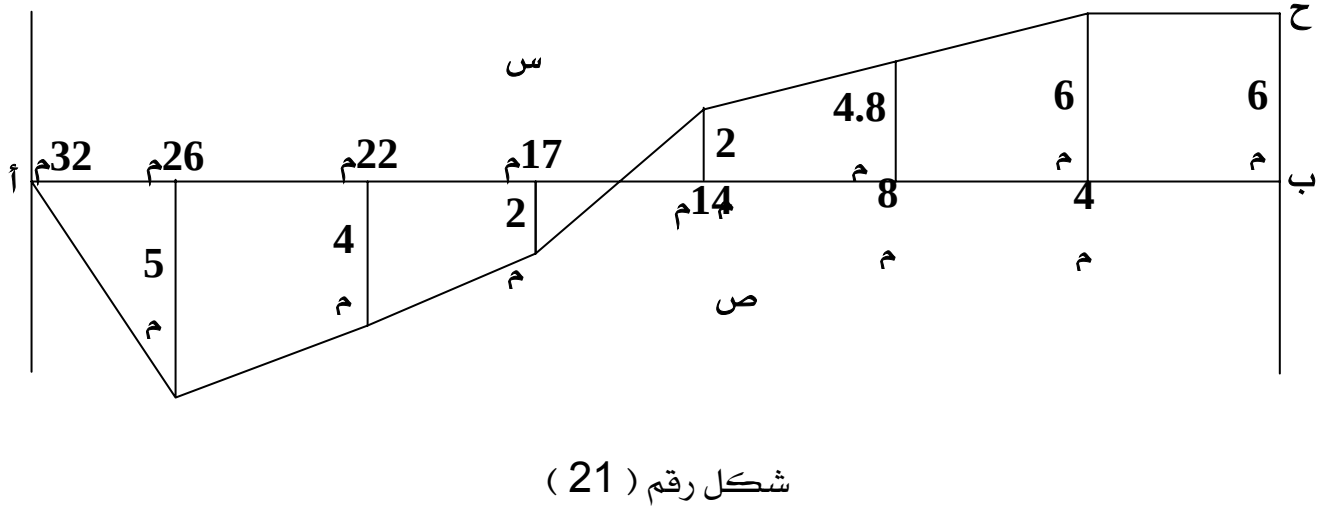
شكل رقم (19)

3. قطعة أرض كما هي موضحة بالشكل رقم (20) يراد تقسيمها إلى قسمين متساويين بحيث يمر خط التقسيم بالنقطة (هـ) ، ولذلك تم عمل الكر وكي المرفق بالشكل و أخذت عليه المسافات والزوايا المطلوبة ، والمطلوب تعيين طرفي خط التقسيم ومساحة كل قطعة ؟



شكل رقم (20)

4. اتفق مالكا قطعتي أرض (س ، ص) على تعديل الحدود بينهما (أ ح) المتعرج بحد مستقيم ، فقامت فرقة المساحة باختيار الحد الجديد ورسم كر وكي عام له (شكل رقم 21) وقامت برفع الحد المتعرج وذلك بإسقاط أعمدة على الخط المستقيم عند نقاط التغير وكانت كما هي موضحة بالشكل ، المطلوب إيجاد مكان الحد الصحيح بين القطعتين على أن يمر الخط بالنقطة (أ) ؟



شكل رقم (21)

الحلول النهائية لتطبيقات الوحدة الأولى

1. بعد خط التقسيم عن نقطة (جـ) على الخط (جـ د) = 32.68 متراً .

2. خط التقسيم (ع م1) حيث ارتفع الخط (م م1) = 1.63 متراً للأعلى .

3. بعد نقطة التقسيم الثانية عن نقطة (ب) = 29.66 متراً أو بعدها عن نقطة (جـ) = 30.34 متراً .

4. خط التقسيم (أ ب1) حيث ارتفع الخط (ب ب1) = 1.12 متراً للأعلى .

المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

الحساب المساحي - 2

مصادر الأخطاء

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

اسم الوحدة : مصادر الأخطاء

الجدارة : التعرف على مصادر الأخطاء التي تحدث في الأرصاد المساحية بأنواعها المختلفة كالأخطاء الشخصية والتي تحدث نتيجة الراصد نفسه والأخطاء الآلية التي تحدث نتيجة سوء استخدام الأجهزة والأخطاء الطبيعية نتيجة تغير الأحوال الجوية ، كما يتم التعرف على الأنواع المختلفة لتلك الأخطاء .

الأهداف :

- أن يستطيع المتدرب التعرف على الأنواع المختلفة لمصادر الأخطاء وكيفية معالجتها .
- أن يستطيع المتدرب التعرف على أنواع الأرصاد المختلفة وكيفية التغلب عليها .

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة 100 ٪ .

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة : 10 ساعات .

الوسائل المساعدة :

- الآلة الحاسبة .
- القوانين الرياضية .
- التطبيقات العملية (أمثلة محلولة) .

متطلبات الجدارة : أن يكون المتدرب قادراً على تطبيق العمليات الحسابية باستخدام الآلة الحاسبة وأن تكون لديه الخلفية الكافية عن العلاقات الرياضية المختلفة .

مقدمة :

للحصول على قيمة عددية لأي زاوية أو مسافة فإن ذلك لا يأتي مباشرة ، بل إنه لا بد أن يقوم الراصد بعدة عمليات للحصول على هذه القيمة ، فعلى سبيل المثال لو استخدمنا جهاز المحـــطة الشاملة (Total Station) للحصول على قيمة زاوية فإن على الراصد أن يقوم بالخطوات التالية :

- احتلال النقطة وتحقيق شروط الضبط المؤقت للجهاز (ضبط الأفقية و التسامت) .
- التوجيه على الهدف .
- تصفير قيمة الزاوية الأفقية على الهدف المرجع .
- التوجيه على الهدف .
- قراءة قيمة الزاوية .
- تسجيل القراءة الخاصة بالزاوية الأفقية في الجداول المعدة لذلك .
- حسابات إيجاد قيم الزوايا المرصودة .

عند تطبيق هذه الخطوات نحصل على قيمة الزاوية المقاسة ولا تخلو جميع هذه الخطوات من الخطأ نتيجة اختلاف قدرات الراصد واختلاف العوامل الجوية وإمكانيات الجهاز المستخدم .

القياس :

هو إيجاد قيمة عددية للشيء المقاس (زاوية أو طول) وعملية القياس تشمل الآتي :

1. راصد .
2. الجهاز المستخدم في القياس .
3. الطريقة المتبعة في القياس .
4. العوامل الطبيعية المحيطة بعملية الرصد .

ويرجع سبب اختلاف قيمة الكمية المقاسة عند تكرار القياس إلى عدة عوامل هي :

1. عدم الكمال في حواس الإنسان مثل السمع والبصر واللمس .
2. عدم إمكانية صنع أجهزة و أدوات قياس تصل إلى درجة الكمال .
3. اختلاف العوامل الجوية من حرارة ورياح وضغط أثناء القياس عنها أثناء المعايرة .

الخطأ الحقيقي True Error

هو الفرق بين القيمة المقاسة والقيمة الحقيقية ، وقد يكون سالباً أو موجباً ويمثل مدى ابتعاد القيمة المقاسة عن القيمة الحقيقية . ويمكن حسابه كالتالي :

الخطأ الحقيقي = القيمة المقاسة – القيمة الحقيقية

نظراً لتعذر معرفة القيمة الحقيقية لأي شيء مقاس فلا يمكن معرفة قيمة الخطأ الحقيقي ولذلك سوف يتم استبدال القيمة الحقيقية بقيمة أقرب ما يمكن إليها وهي المتوسط الحسابي ويسمى الخطأ في هذه الحالة بالفرق كما سيتم توضيحه في الوحدة الثالثة .

مصادر الأخطاء

للأخطاء المحتمل حدوثها في القياسات مصادر ثلاثة هي :

1. الأخطاء الشخصية .
2. الأخطاء الآلية .
3. الأخطاء الطبيعية .

1. الأخطاء الشخصية Personal Errors

وهي أخطاء تنتج من إمكانيات الراصد نفسه فلكل راصد إمكانيات سمعية وبصرية وحسية ، وعدم الكمال في هذه الحواس يسبب هذا النوع من الأخطاء .

م	أمثلة على الأخطاء الشخصية	معالجة هذه الأخطاء
1	عدم العناية والإهمال أثناء الرصد .	التدريب الجيد واكتساب الخبرات
2	التوجيه الخطأ .	
3	التسجيل الخطأ للأرصاد .	
4	الخطأ في الحسابات .	

2. الأخطاء الآلية Instrumental Errors

وهي الأخطاء الناتجة من الأجهزة المستخدمة في الرصد نتيجة عدم صنع أجهزة و أدوات القياس بدرجة تصل إلى درجة الكمال .

م	أمثلة على الأخطاء الآلية	معالجة هذه الأخطاء
1	اختلاف الطول الحقيقي للشريط عن الطول الاسمي	معايرة الجهاز للتأكد من صلاحيته للرصد .
2	عدم تساوي أقسام الدائرة الأفقية للجهاز .	الرصد على عدة أقواس ببدايات مختلفة .
3	عدم تعامد المحاور الرئيسة للجهاز .	الرصد في الموضعين المتياسر و المتيامن .
4	عدم مرور المستوى الذي ترتد منه الأشعة في العاكس بالمستوى الرأسي الذي يمر بالنقطة .	إدخال قيمة ثابت العاكس للجهاز (mm)

3. الأخطاء الطبيعية Natural Errors

وهي الأخطاء التي تنشأ نتيجة التغيرات المستمرة في العوامل الجوية من رياح وحرارة وضغط جوي .

م	أمثلة على الأخطاء الطبيعية	معالجة هذه الأخطاء
1	شدة الرياح .	مراعاة الإرشادات بدليل كل جهاز حيث يمكن عن طريق معرفة درجة الحرارة والضغط الجوي أثناء العمل للحصول على الثابت النسبي (p.p.m) . وإدخاله في الجهاز حتى يقوم بتصحيح المسافة المقاسة ونحصل على المسافة المصححة للعوامل الجوية .
2	درجة الحرارة .	
3	الضغط الجوي	

أنواع الأخطاء

تنقسم أنواع الأخطاء إلى ثلاثة أنواع هي :

1. الغلط .
2. الأخطاء المنتظمة .
3. الأخطاء العشوائية .

1. الغلط Gross Error or Mistake

وهو خطأ كبير المقدار وملحوظ بالنسبة لباقي الأرصاد ويوصى بحذف هذا النوع لكبر قيمته غير الطبيعية وسط الأرصاد .

م	أمثلة على أنواع الغلط	طريقة معالجة الخطأ
1	عدم اهتمام الراصد وإهماله.	الحرص والاهتمام أثناء العمل .
2	السهو أو النسيان .	تطبيق الاشتراطات الهندسية مثل مجموع الزوايا حول نقطة يجب أن يساوي 360درجة .
3	التوجيه أو التسجيل الخطأ.	تكرار عملية القياس .

مثال :

زاوية أفقية (أ ب جـ) تم قياسها أربع مرات فكانت نتائج القياس كالآتي :

م	//	/	o
1	50	14	93
2	30	14	93
3	10	14	83
4	00	15	93

بمراجعة الأرصاد نلاحظ أن الرصده رقم (3) هي غلط لأنها تعتبر رصدة لا تتماشى مع قيمة الزاوية المرصودة لذا يجب علينا حذف هذه ألرصدة .

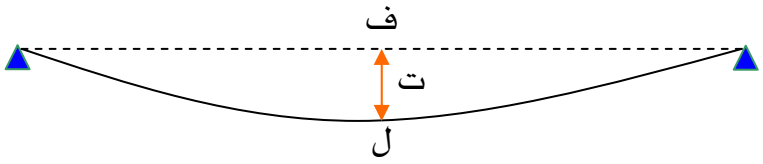
2. الأخطاء المنتظمة Systematic Errors

وهي أخطاء منتظمة الحدوث حيث إنها تتبع قانون فيزيائي معين ويمكن التعبير عنها بمعادلة رياضية ومن ثم يمكن إيجاد قيمة الخطأ ثم إيجاد القيمة المصححة ، ويحدث هذا النوع من الأخطاء في القياسات نتيجة أسباب مختلفة ومصدر هذه الأخطاء إما شخصي أو طبيعي أو آ لي .

أ . أخطاء منتظمة مصدرها شخصي (الراصد) .

وهي أخطاء تنتج من الراصد نفسه ويمكن التعبير عنها بمعادلة رياضية ومن هذه الأخطاء ما يلي :

1.انحناء الشريط أثناء عملية القياس :



شكل رقم (22) يوضح انحناء الشريط أثناء القياس

عند معايرة الشريط يكون مفرودا فوق سطح مستو ولكن عند استخدام الشريط في القياس عادة يكون محملا من طرفيه وعلى هذا لا يكون مستقيما كما في حالة المعايرة بل يأخذ شكل منحنٍ طوله هو (ل) والمسافة الأفقية هي (ف) والمطلوب حسابها بين النقطتين كما هو موضح بالشكل رقم (22) . هذه المسافة يمكن حسابها من المعادلة الآتية :

الخطأ الناتج من انحناء الشريط للطرحة الواحدة $= \frac{8 \times ت^2}{3 \times ل}$

حيث :

ف= طول الخط الحقيقي (الأفقي) .

ل = الطول المقاس (المنحنى) ت = مقدار الانحناء في منتصف الشريط .

مثال 1 :

قيست مسافة أفقية (أ ب) بشريط طوله = 20 متراً وكانت قيمة الانحناء ت = 40 سم في منتصف الشريط . احسب طول الخط الحقيقي إذا كانت المسافة المقاسة = 40 مترا .

الحل :

الخطأ الناتج من انحناء الشريط للطرحة الواحدة $= \frac{8 \times ت^2}{3 \times ل}$

الخطأ الناتج من انحناء الشريط للطرحة الواحدة = $\frac{8 \times 40^2}{3 \times 20}$ = 2.13 سم .

عدد الطرحات = المسافة المقاسة ÷ طول الشريط = 40 ÷ 20 = 2 طرحة .

الخطأ في الطرحتين = 2 × 2.13 = 4.26 سم = 0.04 متراً .

المسافة الأفقية (ف) = المسافة المقاسة – الخطأ الناتج من انحناء الشريط في الطرحتين

= 40 - 0.04 = 39.96 متراً .

مثال 2 :

قيست المسافة الأفقية (أ ب) فكانت = 300 متر ، وقد تم قياسها بشريط طوله =20 متراً ، وكانت قيمة الانحناء عند منتصف الشريط = 25 سم . المطلوب حساب طول الخط (أ ب) الحقيقي ؟

الحل :

الخطأ الناتج من انحناء الشريط للطرحة الواحدة = $\frac{8 \times ت^2}{3 \times ل}$ = $\frac{8 \times 25^2}{3 \times 2000}$ = 0.83 سم .

عدد الطرحات = 300 ÷ 20 = 15 طرحة .

خطأ الانحناء في كل الطرحات = عدد الطرحات × الخطأ في الطرحة الواحدة

= 15 × 0.83 = 12.45 سم = 0.12 متراً .

المسافة الأفقية = ل - الخطأ الناتج من انحناء الشريط

= 300 - 0.12 = 229.88 متراً .

2. خطأ التوجه

ينتج عند القياس في خط متعرج بدلاً من الخط المستقيم ، أي عند القياس على أكثر من طرحة نحصل على طول أكبر من الطول الحقيقي نتيجة الخطأ في التوجيه بالعين المجردة وتصبح قيمة التصحيح في هذه الحالة :

$$\text{مقدار التصحيح} = \frac{ع^2}{2 \times م}$$

حيث :

ع = مقدار الخطأ في التوجيه .

م = الطول المقاس .

ويكون حساب الطول الحقيقي من خلال المعادلة الآتية :

الطول الحقيقي = الطول المقاس – مقدار التصحيح

مثال1 :

قيس طول الخط (أ ب) على عدة طرحات و كان خطأ التوجيه (ع = 50 سم) ، احسب الطول الحقيقي للخط (أ ب) إذا كان الطول المقاس للخط نفسه = 45 متراً .

الحل :

$$\text{مقدار التصحيح} = \frac{0.5^2}{2 \times 45} = 0.003 \text{ متراً} .$$

الطول الحقيقي للخط (أ ب) = الطول المقاس – مقدار التصحيح

= 45 - 0.003

= 44.997 متراً .

مثال2 :

قيس طول الخط (س ص) فكان طوله = 38 متراً ، وتم ذلك بخطأ توجيه عند نهاية الخط مقداره 80سم احسب الطول الحقيقي للخط (س ص) ؟

الحل :

$$\text{مقدار التصحيح} = \frac{0.8^{2}}{38 \times 2} = 0.008 \text{ متراً} .$$

الطول الحقيقي للخط (أ ب) = الطول المقاس – مقدار التصحيح

$$= 38 - 0.008$$

$$= 37.992 \text{ متراً} .$$

ب – أخطاء منتظمة مصدرها إلى :

وهي أخطاء تنتج من الجهاز المستخدم ويمكن التعبير عنها بمعادلة رياضية ، ومن هذه الأخطاء : استخدام شريط يختلف طوله الحقيقي عن طوله الاسمي ويمكن التعبير عن الطول الحقيقي بالمعادلة التالية :

الطول الحقيقي للشريط = الطول الاسمي للشريط ± مقدار الخطأ في طول الشريط (1)

$$\text{الطول الحقيقي للخط} = \text{الطول المقاس للخط} \times \frac{\text{الطول الحقيقي للشريط}}{\text{الطول الاسمي للشريط}} \quad (2)$$

وإذا استخدمنا قياسات الشريط في تعيين مساحة قطعة أرض ، فيمكن إيجاد المساحة الحقيقية كالتالي:

$$\text{المساحة الحقيقية} = \text{المساحة المعينة بالشريط} \times \left[\frac{\text{الطول الحقيقي للشريط}}{\text{الطول الاسمي للشريط}}\right]^{2} \quad (3)$$

كما يمكن حساب المساحة الحقيقية من القانون الآتي في حالة استخدام شريطين مختلفين :

$$\frac{\text{المساحة الحقيقية}}{\text{المساحة المقاسة}} = \frac{\text{الطول الحقيقي للشريط الأول} \times \text{الطول الحقيقي للشريط الثاني}}{\text{الطول الاسمي للشريط الأول} \times \text{الطول الاسمي للشريط الثاني}} \quad (4)$$

مثال1 :

تم قياس المسافة (أ ب) فكانت = 198 متر وذلك عند استخدام شريط ينقص طوله 10 سم عن الطول الاسمي (20 مترا) . احسب الطول الحقيقي للخط (أ ب) ؟

الحل :

الطول الحقيقي للشريط = الطول الاسمي للشريط ± مقدار الخطأ في طول الشريط

= 20 - 0.10 = 19.90 متراً .

$$\text{الطول الحقيقي للخط} = 198 \times \frac{19.90}{20} = 197.01 \text{ م}$$

مثال2 :

قيس طول الخط (أ ب) بشريط طوله 30 متر ، ويزيد طوله الحقيقي عن طوله الاسمي بـ 15 سم ، فكانت المسافة = 122.5 متراً . احسب المسافة الحقيقية لطول الخط (أ ب) ؟

الحل :

الطول الحقيقي للشريط = الطول الاسمي للشريط ± مقدار الخطأ في طول الشريط

= 30 + 0.15 = 30.15 متراً .

$$\text{الطول الحقيقي للخط} = 122.50 \times \frac{30.15}{30} = 123.11 \text{م}$$

مثال3 :

تم تعيين مساحة قطعة أرض بعد قياس أبعادها وذلك بشريط ينقص طوله الحقيقي عن طوله الاسمي بـ 20 سم ، فكانت المساحة = 4500 م^2 . احسب المساحة الحقيقية إذا كان طول الشريط الاسمي =30م .

الحل :

الطول الحقيقي للشريط = الطول الاسمي للشريط ± مقدار الخطأ في طول الشريط

= 30 - 0.20 = 29.80 متراً .

$$\text{المساحة الحقيقية} = \text{المساحة المعينة بالشريط} \times \left[\frac{\text{الطول الحقيقي للشريط}}{\text{الطول الاسمي للشريط}}\right]^2$$

$$\text{المساحة الحقيقية} = 4500 \times \left[\frac{29.80}{30}\right]^2 = 4440.20 \text{ م}^2 .$$

مثال4 :

احسب المساحة الحقيقية لقطعة أرض على شكل مستطيل ، قيس طولها بشريط تيل طوله الاسمي 20 متراً فكان 225 متراً ، وعند معايرة الشريط وجد أن طوله الحقيقي 19.20 مترا ، ثم قيس عرضها بشريط تيل آخر طوله الاسمي 30 متراً فكان 180 متراً وعند معايرة الشريط وجد أن طوله الحقيقي 29.40 متراً .

الحل :

المساحة المقاسة = طول قطعة الأرض × عرضها = 225 × 180 = 40500 متراً .

$$\frac{\text{المساحة الحقيقية}}{\text{المساحة المقاسة}} = \frac{\text{الطول الحقيقي للشريط الأول} \times \text{الطول الحقيقي للشريط الثاني}}{\text{الطول الاسمي للشريط الأول} \times \text{الطول الاسمي للشريط الثاني}}$$

$$\frac{\text{المساحة الحقيقية}}{40500} = \frac{29.40 \times 19.20}{30 \times 20}$$

$$\text{المساحة الحقيقية} = 40500 \times \frac{29.40 \times 19.20}{30 \times 20} = 38102.40 \text{ م}^2 .$$

جـ . أخطاء منتظمة مصدرها طبيعي

وهي أخطاء تنتج من العوامل الطبيعية (درجة الحرارة – الضغط الجوي) ويمكن التعبير عنها بمعادلة رياضية مثل القياس في درجة حرارة تختلف عن درجة حرارة المعايرة .

مقدار التصحيح = معامل تمدد الشريط × (درجة الحرارة أثناء القياس – درجة الحرارة أثناء المعايرة) × الطول المقاس .

مثال1 :

قيس طول الخط (أ ب) فكان 127.15 متراً ، وتم ذلك بشريط صلب معامل تمدده (0.00012) وكانت درجة الحرارة 38° درجة مئوية ، احسب الطول المصحح للخط (أ ب) إذا علمت أن درجة حرارة المعايرة 25° درجة مئوية ؟

الحل :

مقدار التصحيح = معامل تمدد الشريط × (درجة الحرارة أثناء القياس – درجة الحرارة أثناء المعايرة) × الطول المقاس .

= 0.00012 × (38 - 25) × 127.15

= 0.198 متراً .

الطول المصحح = الطول المقاس + مقدار التصحيح

= 127.15 + 0.198 = 127.348 متراً .

مثال2:

قيست مسافة أفقية فكانت 115.40 متر بشريط صلب معامل تمدده 0.000125 وذلك في درجة حرارة 20 درجة مئوية . احسب المسافة الأفقية المصححة إذا علمت أن درجة حرارة المعايرة 35 درجة مئوية ؟

الحل :

مقدار التصحيح = معامل تمدد الشريط × (درجة الحرارة أثناء القياس – درجة الحرارة أثناء المعايرة) × الطول المقاس .

= 0.000125 × (20 - 35) × 115.40

= - 0.216 متراً .

الطول المصحح = الطول المقاس + مقدار التصحيح

= 115.40 – 0.216 = 115.18 متراً .

3. الأخطاء العشوائية Random Errors

هي أخطاء صغيرة المقدار في القياسات المتكررة تسلك سلوكا عشوائياً بعضها سالب والبعض الآخر موجبا ولا يحكمها معادلة رياضية ، منها ما مصدره شخصي ومنها ما هو مصدره آلي ومنها ما هو طبيعي كما هو موضح بالجدول الآتي :

مصدر الأخطاء العشوائية	أمثلة على الأخطاء العشوائية	كيفية معالجة هذه الأخطاء
شخصي	عدم إجراء التسامت بدقة . عدم ضبط الأفقية ضبطاً دقيقاً	لا يمكن حذف هذه الأخطاء العشوائية ولكن يمكن التقليل من تأثيرها على النحو الآتي : بتكرار القياس وببدايات مختلفة وفي الوضعين المتيامن والمتياسر . أخذ المتوسط الحسابي . الرصد في أوقات مختلفة لتلاشي الخطأ الناتج من العوامل الجوية .
آلي	عدم تساوي أقسام الدائرة الأفقية .	
طبيعي	وجود رياح شديدة أثناء العمل	

مثال 1 :

زاوية أفقية تم رصدها خمس مرات فكانت نتائج القياس كالتالي :

م	قيمة الزاوية المرصودة		
	//	/	0
1	20	15	102
2	00	16	102
3	10	26	102
4	10	15	102
5	15	15	102

والمطلوب تنقية هذه الأرصاد من الغلط وتقليل تأثير الأخطاء العشوائية ؟

الحل :

1. من جدول الأرصاد السابق نجد أن الرصدة رقم (3) تعتبر رصدة بها غلط حيث الفرق في قيم الدقائق كبير جداً مما يجعلنا نستبعدها من الحسابات .

2. لتقليل تأثير الأخطاء العشوائية نجمع الأرصاد الأربعة المتبقية ونقسمها على أربع قيم للزاوية المرصودة وذلك للحصول على المتوسط الحسابي للزاوية :

م	قيمة الزاوية المرصودة			المتوسط الحسابي
	//	/	0	المجموع الجبري للأرصاد ÷ عدد مرات القياس
1	20	15	102	˚102 ´15 ˝26.25
2	00	16	102	
3	10	15	102	
4	15	15	102	

تدريبات على الوحدة الثانية

س1 : اذكر مصادر الأخطاء المختلفة ، مع ذكر مثال لكل مصدر من مصادر الأخطاء ؟

س2 : عدد أنواع الأخطاء مع إعطاء مثال لكل نوع ، واذكر كيفية معالجة هذه الأخطاء ؟

س3 : اختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس فيما يلي :

أ. عدم شد الشريط بشكل جيد هو خطأ (شخصي – آلي – طبيعي) .

ب. عدم تساوي أقسام الدائرة الأفقية للجهاز هو خطأ (شخصي – آلي – طبيعي) .

ج. القياس في درجة حرارة مختلفة عن درجة المعايرة هو خطأ منتظم مصدره (شخصي – آلي – طبيعي) .

د. عدم ضبط أفقية الجهاز بشكل جيد هو خطأ (غلط – منتظم – عشوائي) .

هـ. خطأ توجيه الشريط أثناء القياس على عدة طرحات هو خطأ (غلط – منتظم – عشوائي) ومصدره يكون (شخصي – آلي – طبيعي) .

س4 : قطعة أرض على شكل مستطيل قيس طوله بشريط يزيد طوله عن الطول الاسمي (30متراً) بمقدار (15 سم) فكان طول الخط يساوي (24.60 متراً) ثم قيس عرض المستطيل بشريط آخر ينقص عن الطول الاسمي (20 متراً) بمقدار (10 سم) فكان الطول المقاس (16.50) . احسب المساحة الحقيقية لقطعة الأرض ؟

س5 : قطعة أرض على شكل مثلث تم قياس القاعدة والارتفاع على أكثر من طرحة بانحناء في وسط الشريط مقداره (60 سم) فكانت القاعدة (36.5 متراً) والارتفاع (54.60 متراً) احسب المساحة الحقيقية لقطعة الأرض إذا علمت أن طول الشريط المستخدم في عملية القياس (30 متراً) .

س6 : تم قياس طول الخط (أ ب) على عدة طرحات وكان خطأ التوجيه = 90سم والمسافة (أ ب) تساوي (142.90 متر) . احسب الطول الحقيقي للخط (أ ب) .

الحلول النهائية لتطبيقات الوحدة الثانية

التمارين فقط

جـ4 :

المساحة الحقيقية = 405.89 متر^2 .

جـ5 :

المساحة الحقيقية = 994.33 متر^2 .

جـ6 :

طول الخط الحقيقي (أ ب) = 142.897 متر^2 .

الحساب المساحي - 2

ضبط الأرصاد المساحية

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

اسم الوحدة : ضبط الأرصاد

الجدارة : أن يتعرف المتدرب على :

1. ضبط القياسات الطولية والزاوية للأرصاد المتساوية الأوزان .
2. ضبط القياسات الطولية والزاوية للأرصاد المختلفة الأوزان .
3. حساب القيمة الأكثر احتمالا .
4. حساب معايير دقة الأرصاد (الخطأ المتوسط – الخطأ المعياري – الخطأ المحتمل) .

الأهداف :

- أن يستطيع المتدرب ضبط القياسات الطولية والزاوية للأرصاد المتساوية الأوزان .
- أن يستطيع المتدرب ضبط القياسات الطولية والزاوية للأرصاد المختلفة الأوزان .
- أن يستطيع المتدرب الحكم على مجموعة من الأرصاد عن طريق معايير دقة الأرصاد .
- أن يستطيع المتدرب تصحيح الزوايا الداخلية للأشكال المغلقة .

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة 100 ٪ .

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة : 18 ساعات .

الوسائل المساعدة :

- الآلة الحاسبة .
- القوانين الرياضية .
- التطبيقات العملية (أمثلة محلولة) .
- الجداول الحسابية .

متطلبات الجدارة : أن يكون المتدرب قادراً على تطبيق العمليات الحسابية باستخدام الآلة الحاسبة وأن تكون لديه الخلفية الكافية عن العلاقات الرياضية المختلفة .

أولاً : ضبط الأرصاد الطولية والزاوية (للأرصاد المتساوية الأوزان)

الأرصاد المتساوية الأوزان :

هي الأرصاد التي لها نفس درجة الثقة والتي تؤخذ في ظروف متشابهة وكمثال لهذه الظروف :

- نفس الراصد .
- نفس الجهاز المستخدم في عملية الرصد .
- نفس العوامل الجوية .

أولاً : ضبط الأرصاد الطولية :

بعد تجميع الأرصاد الطولية من الطبيعة نقوم أولا بالتخلص من الغلطات ثم من الأخطاء المنتظمة حيث يتبقى بعد ذلك الأخطاء العشوائية ، وتعالج هذه الأخطاء طبقاً لنظرية الأخطاء أو الاحتمالات وذلك للتقليل من تأثيرها على الأرصاد ، ويتم ذلك بحساب القيمة الأكثر احتمالا للطول المقاس بمعرفة المتوسط الحسابي و الفرو قات والانحراف المعياري والانحراف المعياري للمتوسط الحسابي .

1. المتوسط الحسابي (م) : Arithmetic Mean

يعتبر المتوسط الحسابي هو القيمة الأفضل و الأكثر قرباً من القيمة الحقيقية ويحسب المتوسط الحسابي في حالة أن جميع الأرصاد لها نفس درجة الثقة وذلك من المعادلة الآتية :

المتوسط الحسابي = المجموع الجبري للأرصاد ÷ عدد مرات القياس

∴ المتوسط الحسابي = [س$_1$ + س$_2$ +س$_3$ +000000 + س$_ن$] ÷ ن

$$م = \frac{[\ س\ ]}{ن} \qquad (1)$$

حيث : (م) : المتوسط الحسابي [س] : المجموع الجبري للأرصاد

ن : عدد مرات القياس .

طريقة أخرى لحساب المتوسط الحسابي للأرصاد من خلال القانون التالي :

$$\text{المتوسط الحسابي } (م) = س + \frac{[س - سَ]}{ن} \quad (2)$$

حيث : سَ (هي قيمة ابتدائية مقدارها أقل من جميع القيم المرصودة ، وهذه الطريقة لحساب المتوسط الحسابي مفيدة في حالة قياس زاوية عدة مرات حيث يكون الاختلاف غالبا في الثواني فيمكن اعتبار سَ هي الدرجات والدقائق .

مثال1 :

قيس طول خط (أ ب) خمس مرات وكانت الأرصاد بعد التخلص من الغلط وتصحيح الأخطاء المنتظمة كما هي موضحة بالجدول الآتي ، والمطلوب حساب المتوسط الحسابي لطول الخط (أ ب) ؟

م	القيمة المقاسة بالأمتار
1	116.56
2	116.55
3	116.50
4	116.48
5	116.46

الحل :

$$م = \frac{[س]}{ن}$$

$$م = \frac{[س]}{ن} = \frac{[116.46 + 116.48 + 116.50 + 116.55 + 116.56]}{5}$$

$$م = 116.51$$

الحل : بطريقة أخرى

نقوم باختيار قيمة ابتدائية أقل من جميع قيم الأرصاد سَ = 116 متراً ، فتصبح القياسات بعد خصم قيمة سَ هي على النحو الآتي : (0.56 ، 0.55 ، 0.50 ، 0.48 ، 0.46 متراً)

$$\text{المتوسط الحسابي (م)} = \text{سَ} + \frac{[\text{س} - \text{سَ}]}{\text{ن}}$$

$$\text{المتوسط الحسابي (م)} = 116 + \frac{[0.56 ، 0.55 ، 0.50 ، 0.48 ،}{5} = 116 + 0.51 = 116.51 \text{ متراً}$$

.

مثال2 :

قيست زاوية أفقية أربع مرات فكانت نتائج القياس كما يلي :

م	//	/	O
1	10	43	57
2	12	43	57
3	08	43	57
4	14	43	57

المطلوب حساب المتوسط الحسابي لقيمة الزاوية المرصودة ؟

الحل :

$$\text{م} = \frac{[\text{س}]}{\text{ن}}$$

$$\text{م} = \frac{[10\text{ً } 43\text{َ } 75\text{ْ } + 12\text{ً } 43\text{َ } 57\text{ْ } + 08\text{ً } 43\text{َ } 57\text{ْ } + 14\text{ً } 43\text{َ }}{4} = 11\text{ً } 43\text{َ } 57\text{ْ }$$

الحل : بطريقة أخرى

نقوم باختيار قيمة ابتدائية أقل من جميع قيم الأرصاد سَ = 43َ 57ْ ، فتصبح القياسات بعد خصم قيمة سَ هي على النحو الآتي : (10 ، 12 ، 08 ، 14)

$$\text{المتوسط الحسابي (م)} = \text{سَ} + \frac{[\text{س} - \text{سَ}]}{\text{ن}}$$

$$\text{المتوسط الحسابي (م)} = 43َ 57ْ + \frac{[10ً + 12ً + 08ً + 14ً]}{4} = 43َ 57ْ 11ً$$

2. الفروقات (ف) : Residuals

هي عبارة عن الفرق بين المتوسط الحسابي (م) والكمية المقاسة (س)

$$\text{ف} = \text{م} - \text{س} \qquad (3)$$

ملحوظة :

المجموع الجبري للفروقات دائما يساوي الصفر ، حيث إن الفروقات السالبة تلغي الفرو قات الموجبة لذلك تتم هذه الفروقات حتى تعطي انطباعاً عن مقدار التباعد في قيم القياسات .

3. الانحراف المعياري للرصدة الواحدة (ك) : Standard Error

يعرف الخطأ المعياري بأنه الجذر التربيعي لمتوسط مجموع مربع الفروقات ويعتبر معياراً للدقة لأي كمية مرصودة ضمن مجموعة أرصاد ، ويوضح الخطأ المعياري مقدار التشتت والتباعد في قيم الأرصاد عن القيمة المتوسطة ويرتبط دائما بالأخطاء العشوائية ويعرف بالخطأ المعياري أو الخطأ التربيعي المتوسط .

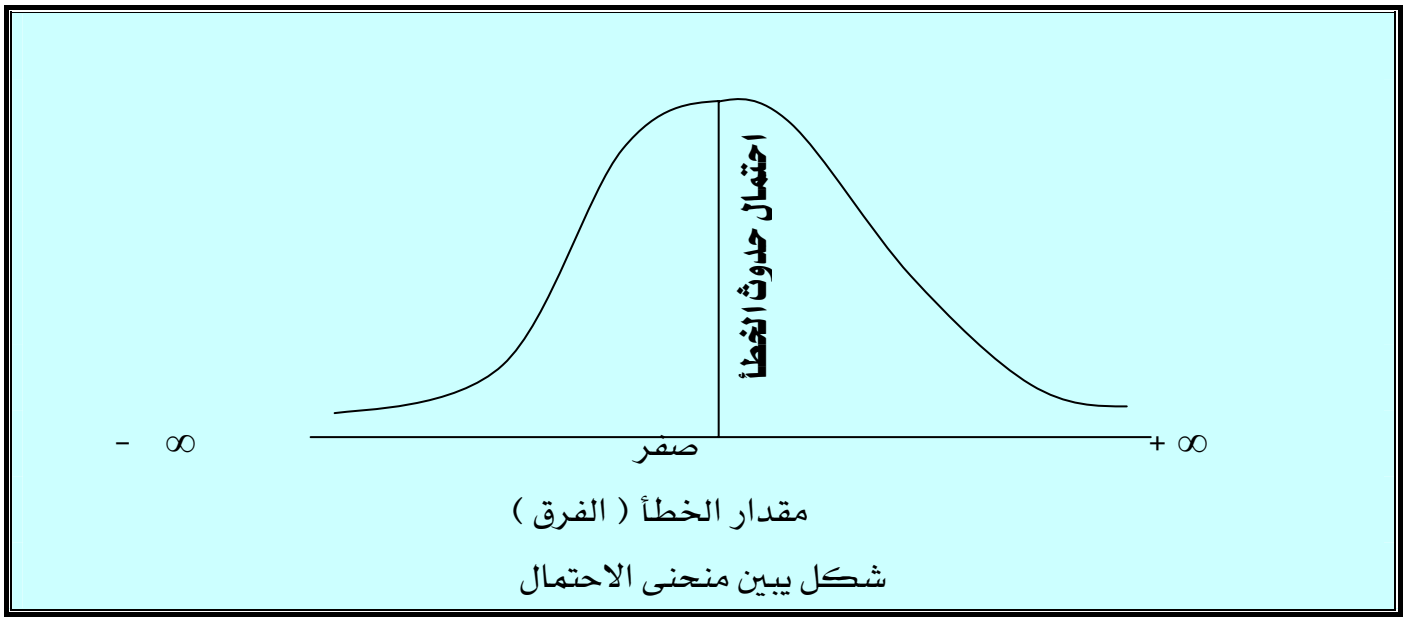
$$\text{ك} = \sqrt{\frac{[\text{ف}^2]}{\text{ن} - 1}} \qquad (4)$$

حيث :

- ك = الانحراف المعياري للرصدة الواحدة .
- ف^2 = مربع الفروقات .
- ن = عدد مرات القياس .
- [ ] = مجموع ما بداخلها .

ومعادلة الخطأ المعياري مستنتجة رياضياً من منحنى التوزيع الطبيعي للأخطاء أو منحنى الاحتمال أو منحنى الأخطاء .

ومن المعروف أن نظرية الأخطاء أو الاحتمالات تتعامل مع الأخطاء الموجودة في كمية ما إذا قيست بعدد لانهائي من المرات ،وتم حساب قيمة الخطأ في كل مرة وهو الفرق بين القيمة المقاسة والقيمة المحتملة ، وقد تم تمثيل هذا بيانياً بحيث يمثل على المحور الأفقي مقدار الخطأ (الفروقات) ويمثل على المحور الرأسي نسبة عدد الأخطاء للعدد الكلي فإننا نحصل على منحنى الاحتمال أو الاخطاء . والشكل التالي يبين لنا الشكل المثالي لمنحنى الاحتمال :



شكل يبين منحنى الاحتمال

من خواص هذا المنحنى :

1. يشبه المنحنى شكل الجرس .
2. المنحنى متماثل حول المحور الرأسي (الصادات) .
3. الأخطاء الصغيرة أكثر حدوثاً من الأخطاء الكبيرة .

4. الخطأ الكبير جداً نادر الحدوث لعدم تقاطع المنحنى مع المحور الأفقي (حيث التقاطع يحدث نظريا في ما لانهاية) .
5. القيمة الصحيحة لكمية ما هي متوسط عدد لا نهائي من الأرصاد المباشرة .
6. نسبة الخطأ المتوقع حدوثها تساوي (± 0.6745 ك) 50٪ أي نصف الأخطاء ضمن هذا المقدار والنصف الآخر محتمل أن يكون خارجه لهذا سمي هذا المقدار (± 0.6745 ك) بالخطأ المحتمل .
7. احتمال حدوث خطأ قيمته (± ك) هو 68٪ أو بمعنى آخر فإن 68٪ من الأرصاد تحتوي على أخطاء تتراوح قيمتها بين (± ك) .
8. احتمال حدوث أخطاء تتراوح قيمتها بين (± 2ك) هو 95٪ أي أن 95٪ من الأرصاد تحتوي على أخطاء تتراوح قيمتها بين (± 2 ك) .
9. احتمال حدوث خطأ تتراوح قيمته (± 3 ك) هو 99.7 ٪ أي أن 99.7 ٪ من عدد الأرصاد بها خطأ تتراوح قيمتها بين (± 3 ك) وعليه يجب استبعاد أي أرصاد بها خطأ أو فرق تزيد قيمته عن (± 3 ك) .

مثال1 :

قيس طول خط (أ ب) ثمانية مرات فكانت نتائج القياس كما هي موضحة بالجدول الآتي :

م	الكمية المقاسة (س) بالمتر
1	184.24
2	184.25
3	184.26
4	184.30
5	184.28
6	184.22
7	184.25
8	184.20

المطلوب :

1. حساب المتوسط الحسابي للطول (أ ب) .
2. الخطأ التربيعي المتوسط للرصدة الواحدة .
3. هل هناك أرصاد يجب استبعادها ؟ ولماذا ؟

الحل :

م	الكمية المقاسة (س) بالمتر	المتوسط الحسابي (س)	الفـــــــــــــرق ف = م - س	مربع الفروق $ف^2$
1	184.24	184.25	0.01	0.0001
2	184.25		00	00
3	184.26		0.01-	0.0001
4	184.30		0.05-	0.0025
5	184.28		0.03-	0.0009
6	184.22		0.03	0.0009
7	184.25		00	00
8	184.20		0.05	0.0025
المجموع	1474		000	0.0070

1. $\text{م} = \frac{[\ \text{س}\ ]}{\text{ن}}$

$\text{م} = \frac{[\ 1474\ ]}{8} = 184.25$ **متراً** .

2. $\text{ك} = \sqrt{\frac{[\ \text{ف}^2\ ]}{\text{ن} - 1}} = \sqrt{\frac{[\ ^2 0.0070\ ]}{8 - 1}}$

ك $= \pm 0.03$ **متراً**

3. يجب التحقق من أن جميع الأرصاد لا يزيد الفرق بها عن $\pm$ 3ك .

3ك $= 3 \times 0.03 = \pm 0.09$ م

وبمراجعة قيم الفروق (ف) بالجدول السابق نجد أنه لا توجد أي رصدة يزيد فيها الفرق عن $\pm$ 0.09 م حيث إن أكبر فرق هو -0.05 م . ∴ لا توجد رصدة يجب استبعادها .

ملحوظة : في حالة استبعاد أي رصدة تجب إعادة حساب المتوسط الحسابي والخطأ المعياري مرة أخرى .

4. **الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي (ك م)** Standard Deviation

يعتبر الخطأ المعياري للرصدة الواحدة أو لكمية فردية هو (ك) ، والخطأ المعياري للمتوسط الحسابي هو (ك م) ، ويعتبر ذلك من أهم العناصر الأساسية في تصميم وتنفيذ المشاريع المساحية حيث يتحدد على أساسها عدد مرات القياس أو عدد مرات الرصد المطلوبة لكي تحقق الدقة المطلوبة في مواصفات المشاريع المساحية المختلفة ، حيث الخطأ المعياري للرصدة الواحدة يكون معروف القيمة ويحصل عليه من دليل الجهاز المستخدم في الرصد أما الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي فيمكن حسابه من المعادلة التالية :

$$ك_م = \pm \frac{ك}{\sqrt{ن}} \qquad (5)$$

$$ك_م = \sqrt{\frac{[\ ف^2\ ]}{ن(ن-1)}} \qquad (6)$$

حيث :

- ك م = الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي .
- ك = الانحراف المعياري للرصدة الواحدة .
- $ف^2$ = مربع الفروقات .
- ن = عدد مرات القياس .
- [ ] = مجموع ما بداخلها .

وهذه المعادلة مستنتجة على أساس أن الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي لا يعدو كونه مجموعة أرصاد كل رصدة تحمل نفس الخطأ المعياري .

مثال :

في مواصفات إحدى المشاريع المساحية كان الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي المطلوب للزوايا المقاسة 0.40 ثانية ، وكان الخطأ المعيـــــاري للرصدة الواحدة للجهاز الذي سوف يستخدم في عملية الرصد = 20 ثانية ، احسب عدد مرات القياس للزوايا لكي تحقق المواصفات المطلوبة ؟

الحل :

$$ك_م = \pm \frac{ك}{\sqrt{ن}}$$ بتربيع الطرفين

$$ك_م^2 = ك^2 \div ن$$

$$\therefore ن = \frac{ك^2}{ك_م^2} = \frac{(2)^2}{(0.40)^2} = 25$$ مرة لقياس الزوايا .

5. القيمة الأكثر احتمالاً Most probable Value

القيمة الأكثر احتمالاً هي مصطلح رياضي يعبر عن المدى الذي تقع بداخله القيمة الصحيحة ويمكن حساب القيم الأكثر احتمالاً من المعادلة التالية :

القيمة الأكثر احتمالا = المتوسط الحسابي ± الخطأ المعياري المتوسط الحسابي

$$م = م \pm ك_م \quad (7)$$

مثال 1:

قيس الضلع (أ ب) 6 مرات فكانت النتائج كما يلي :

(175.32 ، 175.40 ، 175.36 ، 175.38 ، 175.34 ، 175.30)

المطلوب حساب :

1. قيمة الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي في قياس الضلع (أ ب) .
2. القيمة الأكثر احتمالا لطول الضلع (أ ب) .

الحل :

م	الكمية المقاسة (س) بالمتر	المتوسط الحسابي (س)	الفـــــــــــــرق ف = م - س	مربع الفروق $ف^2$
1	175.32	175.35	0.03	0.0009
2	175.40		0.05-	0.0025
3	175.36		0.01-	0.0001
4	175.38		0.03-	0.0009
5	175.34		0.01	0.0001
6	175.30		0.05	0.0025
المجموع	1052.20		صفر	0.007

1. $م = \frac{[\ س\ ]}{ن}$

$م = \frac{[\ 1052.20\ ]}{6} = 175.35$ **متراً** .

2. $ك_م = \sqrt{\frac{[\ ف^2\ ]}{ن(ن-1)}} = \sqrt{\frac{[\ 0.007\ ]}{6(6-1)}}$

$= \pm 0.015$ **متراً** .

3. **القيمة المحتملة لطول الضلع (أ ب) = م $\pm$ ك م**

$= 175.35 \pm 0.015$ **متراً**

$= 175.35 \pm 1.50$ **سم** .

مثال2 :

قيست مسافة أفقية (و ع) 12 مرة وكانت القياسات بعد حذف الغلط وتصحيح الأخطـــاء المنتظمة كما يلي :

(220.11 ، 220.09 ، 220.06 ، 220.08 ، 220.04 ، 220.00 ، 219.96 ، 220.05 ، 219.94 ، 220.07 ، 220.10 ، 219.98) متراً.

المطلوب حساب :

1. قيمة الخطأ في قياس المسافة (و ع) ؟
2. القيمة الأكثر احتمالا لطول الخط (و ع) ؟

الحل :

م	الكمية المقاسة (س) بالمتر	المتوسط الحسابي (س)	الفـــــــــــرق ف = م - س	مربع الفروق $ف^2$
1	220.11	220.04	0.07-	0.0049
2	220.09		0.05-	0.0025
3	220.06		0.02-	0.0004
4	220.08		0.04-	0.0016
5	220.04		0.00	0.0000
6	220.00		0.04	0.0016
7	219.96		0.08	0.0064
8	220.05		0.01-	0.0001
9	219.94		0.1-	0.01
10	220.07		0.03-	0.0009
11	220.10		0.06-	0.0036
12	219.98		0.06	0.0036
المجموع	2640.48		صفر	0.0356

$$\frac{[\ س\ ]}{ن}$$

$$\frac{2640.48\ ]}{12}$$

1. م =

م = = 220.04 متراً .

2. ك م = $\sqrt{\frac{[\ ف^2\ ]}{ن(ن-1)}}$ = $\sqrt{\frac{[\ 0.0356\ ]}{12(12-1)}}$

= ± 0.016 متراً .

3. **القيمة المحتملة لطول الضلع (أ ب) = م ± ك م**

= 220.04 ± 0.016 **متراً**

= 220.04 ± 1.60 **سم** .

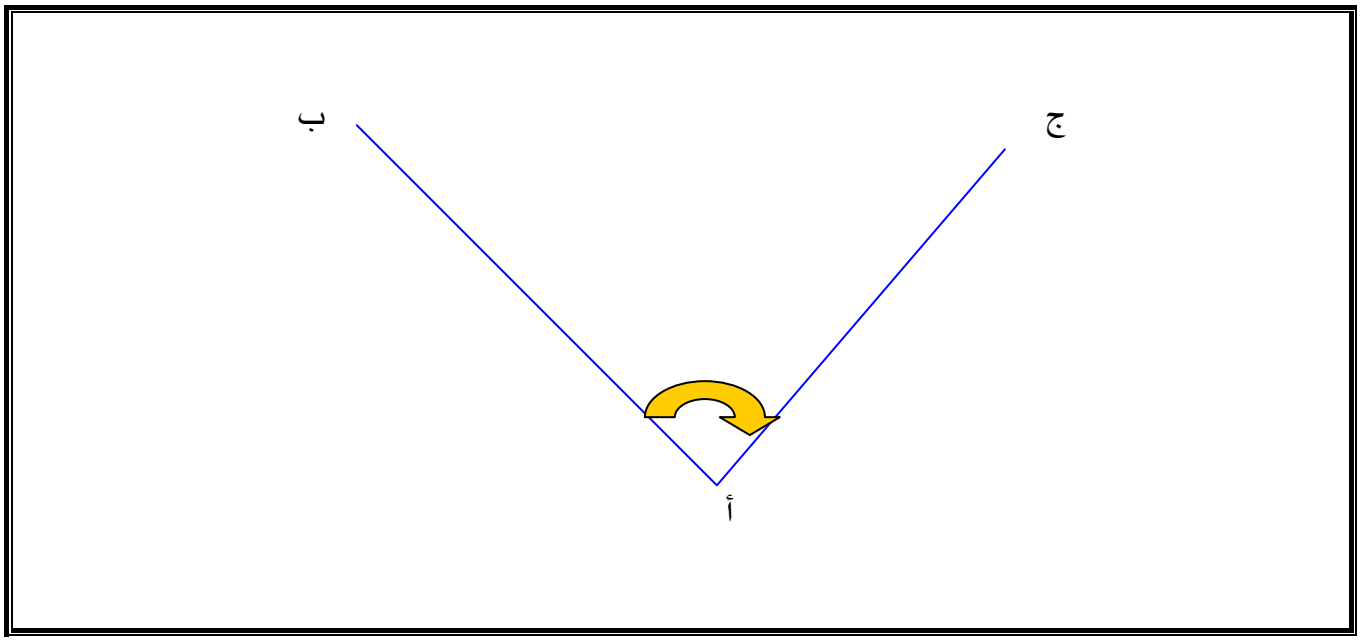
ثانياً : ضبط الأرصاد الزاوية

للزاوية المرصودة عدة أخطاء منها ما هو طبيعي ، ويمكن التغلب على الأخطاء الطبيعية بالرصد في أوقات مختلفة أو اختيار أحسن الأوقات للرصد عند الصباح الباكر أو عند الغروب ، ومنها ما هو شخصي ويمكن التغلب على هذا النوع من الأخطاء بالرصد عن طريق أكثر من راصد ، ومنها ما هو آلي وهو خطأ ناتج من الجهاز المستخدم فمثلا ميل المحور الرأسي للجهاز يمكن التغلب عليه برصد الزوايا على قوس كامل في الوضعيين المتيامن والمتياسر ، كما أن الخطأ في تدريج الدائرة الأفقية يمكن تقليله بالرصد على بدايات مختلفة للأقواس .

أ. الزوايا الأفقية المنفردة على قوس واحد (بدون قفل الأفق) :

بعد إجراء الضبط المؤقت للجهاز المستخدم فـوق النقطة (أ) يتم التوجيه في الوضع المتياسر على الهدف (ب) ثم نقوم بتصفير الدائرة الأفقية (30 ″ 00 ′ 000 °) ثم الدوران في اتجاه عقارب الساعة حتى الهدف (ج) ونقوم بقراءة قيمة الدائرة الأفقية وتسجيلها في الجدول المعد لذلك ،بعد ذلك نغير وضع الجهاز من المتياسر إلى الوضع المتيامن وذلك بلف الجهاز حول المحور الرأسي والمحور الأفقي بمقدار 180° ونقوم بالتوجيه مرة أخرى على النقطة (ج) ونسجل قراءة الدائرة الأفقية ومن ثم نسجل قراءة الدائرة الأفقية عند النقطة (ب) .

النقطة المحتلة : أ الجهاز المستخدم : اسم الراصد :



دقة الجهاز : رقم الجهاز المستخدم : حالة الجو : وقت الرصد :

الأهداف المرصودة	وضع الجهاز	قراءة الدائرة الأفقية //	/	o	متوسط قراءتي الدائرة الأفقية	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة
ب	س					
	م					
ج	س					
	م					

حساب الزاوية الأفقية :

1. يتم حساب متوسط الاتجاه المرصود في الوضعيين المتيامن والمتياسر .
2. قيمة الزاوية المرصودة = متوسط الاتجاه (أ ج) – متوسط الاتجاه (أ ب) .
3. يتم ذلك بعد حساب قيمة خطأ القفل إن وجد .

ب. الزوايا الأفقية المنفردة على عدة أقواس :

وهي نفس الخطوات السابقة ولكن يتم تكرارها ببدايات مختلفة ونحصل من كل قوس على قيمة للزاوية المصححة كما يلي :

الأهداف المرصودة	وضع الجهاز	قراءة الدائرة الأفقية //	/	o	متوسط قراءتي الدائرة الأفقية	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة	التصحيح	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة المصححة
ب	س							
	م							
ج	س							
	م							
ب	س							
	م							

رقم القوس	قيمة الزاوية المقاسة (س)			المتوسط الحسابي (س)	الفرق ف = م - س	مربع الفروق $ف^2$
1						
2						
3						
4						
المجموع						

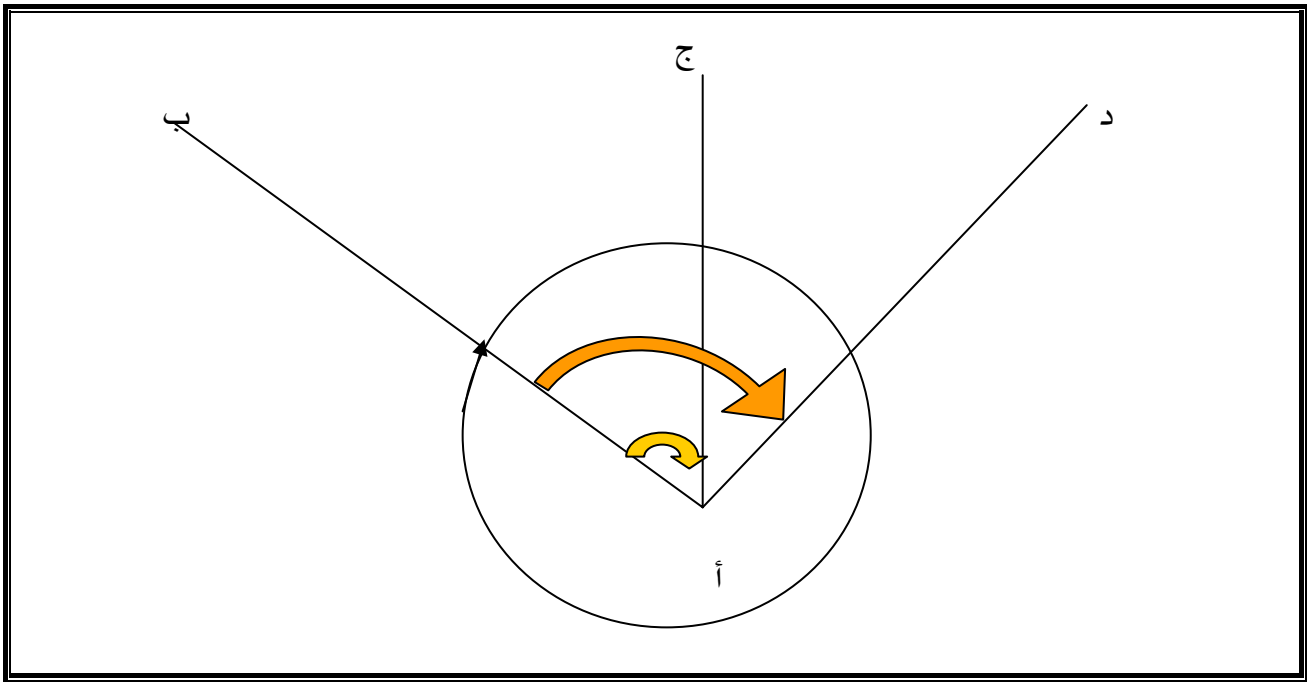
1. القيمة المتوسطة للزاوية = $\frac{[\ س\ ]}{ن}$ حيث ن =عدد الأقواس

2. $ك\ م = \sqrt{\frac{[\ ف^2\ ]}{ن(ن-1)}}$ الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي .

3. القيمة الأكثر احتمالا للزاوية = م $\pm$ ك م

جـ. رصد الزوايا الأفقية المتجاورة بطريقة الاتجاهات :

وتستخدم هذه الطريقة لرصد مجموعة من الزوايا الأفقية المتجاورة مع قفل الأفق عند نفس النقطة المحتلة بالجهاز وذلك بطريقة الاتجاهات ويتبع فيها نفس الخطوات لرصد الزوايا المنفردة مع قفل الأفق كما هو موضح بالشكل الآتي :



ملحوظة :

وفي حالة تكرار الأقواس نوجد القيمة الأكثر احتمالا لكل زاوية كما في البند (ب) السابق .

مثال 1 :

قيست زاوية أفقية (أ ب جـ) وذلك عن طريق قوس واحد بدون قفل الأفق وكانت النتائج كالتالي :

النقطة المحتلة : أ الجهاز المستخدم : اسم الراصد :

دقة الجهاز : رقم الجهاز المستخدم : حالة الجو : وقت الرصد :

الأهداف المرصودة	وضع الجهاز	قراءة الدائرة الأفقية //	/	o	متوسط قراءتي الدائرة الأفقية	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة
ب	س	30	00	000		
	م	26	00	180		
ج	س	40	15	69		
	م	44	15	249		

والمطلوب حساب قيمة الزاوية الأفقية ؟

الحل :

النقطة المحتلة : أ الجهاز المستخدم : اسم الراصد :

دقة الجهاز : رقم الجهاز المستخدم : حالة الجو : وقت الرصد :

الأهداف المرصودة	وضع الجهاز	قراءة الدائرة الأفقية //	/	o	متوسط قراءتي الدائرة الأفقية	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة
ب	س	30	00	000	´00 28 °000	″14 ´15 °69
	م	26	00	180		
ج	س	40	15	69	″42 ´15 °69	
	م	44	15	249		

مثال2 :

رصدت مجموعة من الزوايا الأفقية المتجاورة مع قفل الأفق عند نقطة (ب) فكانت نتائج القياس كما هي مدونة بالجدول :

الأهداف المرصودة	وضع الجهاز	قراءة الدائرة الأفقية //	/	o	متوسط قراءتي الدائرة الأفقية	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة	التصحيح	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة المصححة
ب	س	30	00	000				
	م	32	00	180				
ج	س	12	10	52				
	م	18	10	232				
د	س	43	16	84				
	م	47	16	264				
ب	س	32	00	000				
	م	36	00	180				

المطلوب حساب قيم الزوايا الأفقية المصححة ؟

الحل:

الأهداف المرصودة	وضع الجهاز	قراءة الدائرة الأفقية //	/	o	متوسط قراءتي الدائرة الأفقية	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة	التصحيح	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة المصححة
ب	س	30	00	000	´00 ″31 °000	°52 ´09 ″44	″1-	°52 ´09 ″43
	م	32	00	180				
ج	س	12	10	52	° 52 ´10 ″15			
	م	18	10	232		°32 ´06 ″30	″1-	°32 ´06 ″29
د	س	43	16	84	°84 ´16 ″45			
	م	47	16	264		°275 ´43 ″49	″1-	°275 ´43 ″48
ب	س	32	00	000	° 000 ´00 ″34			
	م	36	00	180		°360 ´00 ″3	″3-	°360 ´00 ″00

خطأ القفل = ″3 ´00 °360 – °360 = ″3

مقدار التصحيح = (-1 × خطأ القفل) ÷ عدد الزوايا

= (-1 × 3) ÷ 3 = -1″ لكل زاوية .

مثال 3 :

قيست زاوية أفقية (أ ب جـ) على أربع أقواس وبعد الانتهاء من حلول جداول الرصد تم الحصول على القيمة المصححة للزاوية (أ ب جـ) كالتالي :

المطلوب إيجاد القيمة المحتملة للزاوية (أ ب جـ) ؟

رقم القوس	قيمة الزاوية المقاسة (س)			المتوسط الحسابي (س)	الفـــــــــــرق ف = م - س	مربع الفروق $ف^2$
1	14	15	69			
2	18	15	69			
3	12	15	69			
4	16	15	69			
المجموع						

الحل:

رقم القوس	قيمة الزاوية المقاسة (س)			المتوسط الحسابي (س)	الفـــــــــــرق ف = م - س	مربع الفروق $ف^2$
1	14	15	69	° 69 ′ 15 ″ 15	1	1
2	18	15	69		3-	9
3	12	15	69		3	9
4	16	15	69		1-	1
المجموع	00	01	277		صفر	20

1. القيمة المتوسطة للزاوية =

$$\frac{[\ \text{س}\ ]}{\text{ن}}$$

1. القيمة المتوسطة للزاوية = $\frac{[\ 00'\ 01'\ \ ]}{4}$ = 15′ 15′ 69°

2. ك م = $\pm \sqrt{\frac{[\ \text{ف}^2\ ]}{\text{ن}(\text{ن}-1)}}$ الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي .

2. ك م = $\pm \sqrt{\frac{[\ 20\ ]}{4(4-1)}}$ = ± 1.29′ .

3. القيمة الأكثر احتمالا للزاوية = 15′ 15′ 69° ± 1.29′ .

مثال 4 :

قيست مجموعة من الزوايا الأفقية المتجاورة عند النقطة (أ) بطريقة قفل الأفق على أربعة أقواس وتم تصحيح الزوايا الأفقية فكانت كما هو موضح بالجدول والمطلوب حساب القيمة المحتملة لكل زاوية ؟

رقم القوس	الزاوية	قيمة الزاوية الأفقية المصححة		
الأول	ب أ جـ	44	09	52
	جـ أ د	29	06	32
	د أ ب	47	43	275
الثاني	ب أ جـ	40	09	52
	جـ أ د	33	06	32
	د أ ب	42	43	275
الثالث	ب أ جـ	43	09	52
	جـ أ د	31	06	32
	د أ ب	44	43	275

الحل : أولا نقوم بحساب القيمة الأكثر احتمالا للزاوية (ب أ جـ)

رقم القوس	قيمة الزاوية المقاسة (س)			المتوسط الحسابي (س)	الفـــــــــــرق ف = م - س	مربع الفروق $ف^2$
1	44	09	52	° 52 ′ 09 ″ 42.33	1.67-	2.7889
2	40	09	52		2.33	5.4289
3	43	09	52		0.67-	0.4489
المجموع	7	29	156		0.01-	8.6667

1. القيمة المتوسطة للزاوية = $\frac{[\ س\ ]}{ن}$

1. القيمة المتوسطة للزاوية = $\frac{[\ 7\ ]\ ^{\circ}\ ^{'}\ 29}{3}$ = ° 52 ′ 09 ″ 42.33

2. ك م = $\pm \sqrt{\frac{[\ ف^2\ ]}{ن(ن-1)}}$ الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي .

2. ك م = $\pm \sqrt{\frac{[\ 8.6667\ ]}{3(3-1)}}$ = ± 1.20 ″ .

3. القيمة الأكثر احتمالا للزاوية = ° 52 ′ 09 ″ 42.33 ± 1.20 ″ .

ثانيا : نقوم بحساب القيمة الأكثر احتمالا للزاوية (جـ أ د)

رقم القوس	قيمة الزاوية المقاسة (س)			المتوسط الحسابي (س)	الفـــــــــــــرق ف = م - س	مربع الفروق $ف^2$
1	29	06	32	˚32 ´6 ˝31	2	4
2	33	06	32		2-	4
3	31	06	32		000	000
المجموع	33	19	96		صفر	8

1. القيمة المتوسطة للزاوية =

$$\frac{[\ \text{س}\ ]}{\text{ن}}$$

1. القيمة المتوسطة للزاوية = $\frac{[\ 23''\ 19'\ 96^\circ\ ]}{3}$ = 31′ 6′ 32°

2. ك م = ± $\sqrt{\frac{[\ \text{ف}^2\ ]}{\text{ن}(\text{ن}-1)}}$ الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي .

2. ك م = ± $\sqrt{\frac{[\ 8\ ]}{3(3-1)}}$ = ± 1.15″ .

3. القيمة الأكثر احتمالا للزاوية = 31′ 6′ 32° ± 1.15″ .

ثالثا : نقوم بحساب القيمة الأكثر احتمالا للزاوية (د أ ب)

رقم القوس	قيمة الزاوية المقاسة (س)			المتوسط الحسابي (س)	الفـــــــــــرق ف = م - س	مربع الفروق $ف^2$
1	47	43	275	275° 43′ 44.33″	2.67-	7.1289
2	42	43	275		2.33	5.4289
3	44	43	275		0.33 .	0.1089
المجموع	13	11	728		0.01-	12.6667

1. القيمة المتوسطة للزاوية =

$$\frac{[\ \text{س}\ ]}{\text{ن}}$$

1. القيمة المتوسطة للزاوية = $\frac{[\ 13^{\prime}\ 11^{\prime}\ 728^{\circ}\ ]}{3}$ = $44.33^{\prime\prime}\ 43^{\prime}\ 275^{\circ}$

2. ك م = $\pm$ $\sqrt{\frac{[\ \text{ف}^2\ ]}{\text{ن}(\text{ن}-1)}}$ الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي .

2. ك م = $\pm$ $\sqrt{\frac{[\ 12.6667\ ]}{3(3-1)}}$ = $\pm 1.45^{\prime\prime}$.

3. القيمة الأكثر احتمالا للزاوية = $44.33^{\prime\prime}\ 43^{\prime}\ 275^{\circ}\ \pm\ 1.45^{\prime\prime}$.

ثانياً : ضبط الأرصاد الطولية والزاوية للأرصاد المختلفة الأوزان (الموزونة)

أولاً : الأرصاد المختلفة الأوزان (الأرصاد الموزونة)

هي الأرصاد التي لها درجات متفاوتة من الثقة نتيجة اختلاف ظروف تجميع هذه الأرصاد مثل :

- اختلاف الراصد - اختلاف أجهزة الرصد - اختلاف أوقات الرصد .

وزن الأرصاد (و)

عبارة عن مقياس نسبي يعبر عن درجة الثقة في هذه الأرصاد ويرمز له بالرمز (و) وهو يتناسب طرديا مع عدد مرات الرصد (ن) ويتناسب عكسيا مع مربع الخطأ المعياري ($ك^2$) .

ولتوضيح معنى كلمة مقياس نسبي نفرض أننا قمنا بقياس زاوية أفقية على ثلاثة أيام وكان عدد مرات القياس في اليوم الأول (مرتين) وفي اليوم الثاني (أربع مرات) وفي اليوم الثالث (ثلاث مرات) ويمثل ذلك كما يلي :

وزن اليوم الأول	:	وزن اليوم الثاني	:	وزن اليوم الثالث
2	:	4	:	3

وهذا يعني أن وزن اليوم الثاني ضعف وزن اليوم الأول ووزن اليوم الثالث يمثل مرة ونصف وزن اليوم الأول ، وكذلك وزن اليوم الثاني مرة وثلث من وزن اليوم الثالث ، وبضرب قيم هذه الأوزان أو بقسمتها على رقم ثابت سوف نحافظ على هذه النسب فمثلا بعد ضرب قيم هذه الأوزان في الرقم (5) تصبح على النحو التالي 10 : 20 : 15 سوف تظل نسب الأوزان كما هي دون تغير وهذا معنى كلمة مقياس نسبي .

- والوزن يتناسب طرديا مع عدد مرات القياس ، أي أنه كلما زاد عدد مرات القياس كلما زاد الوزن وكلما قل عدد مرات القياس كلما قل الوزن ويمكن التعبير عن هذا التناسب الطردي كما يلي :

و1 : و2 : و3 : و4 : 00000000000000 : ون = ن1 : ن2 : ن3 : ن4 : 00000000000000 : نن .

الوزن يتناسب عكسيا مع مربع الخطأ المعياري ، أي أنه كلما زاد مربع الخطأ المعياري كلما قل الوزن وكلما قل مربع الخطأ المعياري كلما زاد الوزن ويمكن التعبير عن هذا التناسب العكسي كما يلي :

و1 : و2 : و3 : 000000000000 : ون = $\frac{1}{ك_1^2}$: $\frac{1}{ك_2^2}$: $\frac{1}{ك_3^2}$: $\frac{1}{ك_ن^2}$ 00000

مثال 1 :

قيست مسافة أفقية بواسطة أربع مجموعات وكانت عدد مرات القياس لكل مجموعة على التوالي 4 ، 2 ، 3 ، 1 . والمطلوب حساب نسب الوزن للمجموعات الأربع ؟

الحل:

الوزن يتناسب طرديا مع عدد مرات القياس

و1 : و2 : و3 : و4 = ن1 : ن2 : ن3 : ن4

و1 : و2 : و3 : و4 = 4 : 2 : 3 : 1

مثال2 :

قيست زاوية أفقية بواسطة أربع مجموعات وكان الخطأ المعيـــاري للمجموعات الأربع على التوالي 3 ، 2 ، 1 ، 6 ثانية . احسب نسب الوزن للمجموعات الأربع ؟

الحل:

الوزن يتناسب عكسيا مع مربع الخطأ المعياري

و1 : و2 : و3 : 000000000000 : ون = $\frac{1}{ك_1^2}$: $\frac{1}{ك_2^2}$: $\frac{1}{ك_3^2}$: $\frac{1}{ك_4^2}$

و1 : و2 : و3 : 000000000000 : ون = $\frac{1}{3^2}$: $\frac{1}{2^2}$: $\frac{1}{1^2}$: $\frac{1}{6^2}$

و1 : و2 : و3 : 000000000000 : ون = $\frac{1}{9}$: $\frac{1}{4}$: $\frac{1}{1}$: $\frac{1}{36}$

ولتحويل قيم هذه الأوزان إلى رقم صحيح بدلا من كسر حتى يسهل التعامل معها نختار رقماً يقبل القسمة على كل الأرقام (1 ، 4 ، 9 ، 36) وهو الرقم 36 ويسمى ثابت التناسب ويضرب كل كسر في ثابت التناسب وتصبح الأوزان كما يلي :

و1 : و2 : و3 : و4 = 4ً : 9ً : 36ً : 1ً .

حساب القيمة الأكثر احتمالا للأرصاد المختلفة الأوزان

1. **المتوسط الحسابي للأرصاد الموزونة (م و) :**

المتوسط الحسابي للأرصاد التي أخذت في ظروف مختلفة عبارة عن مجموع حاصل ضرب القياسات بأوزانها مقسوما على مجموع الأوزان :

$$م\ و = \frac{و_1 س_1 + و_2 س_2 + و_3 س_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots و_ن س_ن}{و_1 + و_2 + و_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots و_ن}$$

$$م\ و = \frac{[\ و \times س\ ]}{[\ و\ ]}$$

حيث :

م و = المتوسط الحسابي للأرصاد الموزونة .

و = الوزن .

س = الكمية المقاسة .

[ ] = مجموع ما بداخلها .

2. **الفروقات (ف) للأرصاد الموزونة :**

هي عبارة عن الفرق بين المتوسط الحسابي للأرصاد الموزونة (م و) وقيمة الكمية المقاسة (س)

ف = م و – س

حيث :

ف = الفرق .

م و = المتوسط الحسابي للأرصاد الموزونة .

س = الكمية المقاسة .

ويجب التنويه أن المجموع الجبري للفروقات في هذه الحالة لا يساوي صفراً ولكن المجموع الجبري لحاصل ضرب الوزن × الفرق = صفر .

3. الخطأ المعياري للرصدة الواحدة للأرصاد الموزونة (ك و) :

$$ك_{و} = \pm \sqrt{\frac{[\,و \times ف^2\,]}{(ن - 1)}}$$

حيث :

ك و = الخطأ المعياري للأرصاد المختلفة الأوزان .

و = الوزن .

$ف^2$ = مربع الفروقات .

ن = عدد مرات القياس .

[ ] = مجموع ما بداخلها

4. الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي (ك م و) للأرصاد الموزونة :

$$ك_{م\,و} = \pm \sqrt{\frac{[\,و \times ف^2\,]}{[\,و\,] \times (ن - 1)}}$$

حيث :

ك م $_{و}$ = الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي للأرصاد الموزونة .

و = الوزن .

ف^{2} = مربع الفروقات .

ن = عدد مرات القياس .

[ ] = مجموع ما بداخلها

5. القيمة الأكثر احتمالا للأرصاد الموزونة :

هي عبارة عن المتوسط الحسابي للأرصاد الموزونة ± الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي للأرصاد الموزونة

القيمة الأكثر احتمالا للأرصاد الموزونة = م $_{و}$ ± ك م $_{و}$

مثال1 :

قيست المسافة الأفقية (أ ب) بواسطة أربع مجموعات فكانت نتائج القياس كالتالي :

المجموعة	الكمية المقاسة	الوزن
1	592.04	9
2	592.01	4
3	592.10	36
4	592.10	1

المطلوب :

1. حساب المتوسط الحسابي لطول الخط (أ ب) ؟
2. الخطأ المعياري للرصدة الواحدة ؟
3. الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي ؟
4. القيمة الأكثر احتمالا لطول الخط (أ ب) ؟

الحل :

رقم القوس	الكمية المقاسة (س)	الوزن و	و × س	المتوسط الحسابي (م و)	الفرق ف	و × ف^2
1	592.04	9	5328.36	592.082	0.042	0.0159
2	592.01	4	2368.04		0.072	0.0207
3	592.10	36	21315.60		0.018-	0.0117
4	592.10	1	592.10		0.018-	0.0003
المجموع		50	29604.10			0.0486

1. المتوسط الحسابي للأرصاد الموزونة للخط (أ ب)

$$م\,و = \frac{[\,29604.10\,]}{[\,50\,]} = 592.082 \text{ متراً .}$$

2. الخطأ المعياري للرصدة الواحدة :

$$ك\,و = \pm \sqrt{\frac{[\,و \times ف^2\,]}{(ن - 1)}}$$

$$ك\,و = \pm \sqrt{\frac{[\,0.0486\,]}{(3)}} = \pm 0.127 \text{ متراً .}$$

3. الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي (ك م و) :

$$\text{ك م}_{\text{و}} = \pm \sqrt{\frac{[\ \text{و} \times \text{ف}^2\ ]}{[\ \text{و}\ ] \times (\text{ن} - 1)}}$$

$$\text{ك م}_{\text{و}} = \pm \sqrt{\frac{[\ 0.0486\ ]}{[\ 50\ ] \times (\ 3\ )}} = \pm 0.018 \text{ متراً .}$$

4. القيمة الأكثر احتمالا للخط (أ ب) :

القيمة الأكثر احتمالا للأرصاد الموزونة = م و ± ك م و

= 592.082 ± 0.018 متراً .

للتحقيق الحسابي :

(و1 × ف1) + (و2 × ف2) + (و3 × ف3) + (و4 × ف4) = صفر .

(9 × 0.042) + (4 × 0.072) + (36 × -0.018) + (1 × - 0.018) = صفر .

مثال2 :

المسافة الأفقية (س ص) تم قياسها بواسطة ثلاث مجموعات فكانت نتائج القياس كما يلي :

المجموعة	المسافة المقاسة بالمتر	الخطأ المعياري
1	173.02	3
2	173.05	2
3	173.10	5

المطلوب حساب القيمة الأكثر احتمالا لطول الخط (س ص) ؟

الحل :

الوزن يتناسب عكسيا مع مربع الخطأ المعياري

$$و1 : و2 : و3 = \frac{1}{ك_1^2} : \frac{1}{ك_2^2} : \frac{1}{ك_3^2}$$

$$و1 : و2 : و3 = \frac{1}{3^2} : \frac{1}{2^2} : \frac{1}{5^2}$$

$$و1 : و2 : و3 = \frac{1}{9} : \frac{1}{4} : \frac{1}{25}$$ وباختيار ثابت تناسب 900

$$و1 : و2 : و3 = 100 : 225 : 36$$

رقم القوس	الكمية المقاسة (س)	الوزن و	و × س	المتوسط الحسابي (م و)	الفرق ف	و × ف^2
1	173.02	100	17302	173.047	0.027	0.0729
2	173.05	225	38936.25		0.003-	0.0020
3	173.10	36	6231.6		0.053-	0.1011
المجموع		361	62469.85			0.176

1. المتوسط الحسابي للأرصاد الموزونة للخط (أ ب)

$$م و = \frac{[\ 62469.85\ ]}{[\ 361\ ]} = 173.047$$ متراً .

2. الخطأ المعياري للرصدة الواحدة :

$$ك و = \pm \sqrt{\frac{[\ و \times ف^2\ ]}{(ن - 1)}}$$

$$ك و = \pm \sqrt{\frac{[\ 0.176\ ]}{(2)}} = \pm 0.297$$ متراً .

3. الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي (ك م و) :

$$ك\ م_{و} = \pm \sqrt{\frac{[\ و \times ف^2\ ]}{[\ و\ ] \times (ن - 1)}}$$

$$ك\ م_{و} = \pm \sqrt{\frac{[0.176\ ]}{[\ 361\ ] \times (\ 2}} = \pm 0.016$$ متراً .

4. القيمة الأكثر احتمالا للخط (أ ب) :

القيمة الأكثر احتمالا للأرصاد الموزونة = م $_{و}$ ± ك م $_{و}$

= 173.047 ± 0.016 متراً .

للتحقيق الحسابي :

(و1 × ف1) + (و2 × ف2) + (و3 × ف3) = صفر .

(100 × 0.027) + (225 × -0.003) + (36 × -0.053) = صفر .

مثال3 :

قيست مسافة أفقية بواسطة أربع مجموعات فكانت نتائج القياس كما هو موضح بالجدول ، والمطلوب هو حساب القيمة الأكثر احتمالا لطول الخط المقاس ؟

المجموعة	المسافة المقاسة بالمتر	الخطأ المعياري
1	87.50	2
2	87.42	3
3	87.56	5
4	87.48	6

الحل :

الوزن يتناسب عكسيا مع مربع الخطأ المعياري

$$و1 : و2 : و3 : و4 = \frac{1}{ك_1^2} : \frac{1}{ك_2^2} : \frac{1}{ك_3^2} : \frac{1}{ك_4^2}$$

$$و1 : و2 : و3 : و4 = \frac{1}{2^2} : \frac{1}{3^2} : \frac{1}{5^2} : \frac{1}{6^2}$$

$$و1 : و2 : و3 : و4 = \frac{1}{4} : \frac{1}{9} : \frac{1}{25} : \frac{1}{36}$$ وباختيار ثابت تناسب 900

$$و1 : و2 : و3 : و4 = 225 : 100 : 36 : 25$$

رقم القوس	الكمية المقاسة (س)	الوزن و	و × س	المتوسط الحسابي (م و)	الفرق ف	و × ف^2
1	87.50	225	19687.50	87.484	0.016-	0.0576
2	87.42	100	8742		0.064	0.4096
3	87.56	36	3152.16		0.076-	0.2079
4	87.48	25	2187		0.004	0.0004
المجموع		386	33768.66			0.6755

1. المتوسط الحسابي للأرصاد الموزونة للخط (أ ب)

$$م و = \frac{[\ 33768.66\ ]}{[\ 386\ ]} = 87.484$$ متراً .

2. الخطأ المعياري للرصدة الواحدة :

$$ك و = \pm \sqrt{\frac{[\ و \times ف^2\ ]}{(\ ن - 1\ )}}$$

$$\sqrt{\frac{[\ 0.6755\ ]}{(\ 3\ )}}$$

ك و = ± = ± 0.475 متراً .

3. الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي (ك م و) :

$$ك\ م_{و} = \pm \sqrt{\frac{[\ و \times ف^2\ ]}{[\ و\ ] \times (ن - 1)}}$$

$$ك\ م_{و} = \pm \sqrt{\frac{[0.6755\ ]}{3\ ) \times [\ 386\ ]}} = \pm 0.024 \text{ متراً .}$$

4. القيمة الأكثر احتمالا للخط (أ ب) :

القيمة الأكثر احتمالا للأرصاد الموزونة = م و ± ك م و

= 87.484± 0.024 متراً .

ثانيا : الأرصاد الزاوية (الأرصاد المختلفة الأوزان) :

مثال1 : رصدت زاوية أفقية (ب أ جـ) على قوسين حيث تم تكرار القوس الأول ثلاث مرات بنفس البداية وهي (30˝ 00´ 000˚) والقوس الثاني مرتين بنفس البداية (40˝ 15´ 45˚) وكانت نتائج الرصد كما هي موضحة بالجداول المرفقة والمطلوب حساب :

1. قيم الزوايا المصححة لكل قوس ؟
2. القيمة الأكثر احتمالا للزاوية ؟

أرصاد القوس الأول :

الهدف	وضع الجهاز	القوس الأول (1)			القوس الأول (2)			القوس الأول (3)		
		//	/	o	//	/	o	//	/	o
ب	س	30	00	00	30	00	00	30	00	00
	م	36	00	180	36	00	180	28	00	180

ج	س	02	19	47	06	19	47	03	19	47
	م	58	18	227	00	19	227	01	19	227
ب	س	32	00	00	30	00	00	30	00	00
	م	34	00	180	34	00	180	24	00	180

أرصاد القوس الثاني :

الهدف	وضع الجهاز	القوس الثاني (1)			القوس الثاني (2)		
		//	/	o	//	/	o
ب	س	40	15	45	40	15	45
	م	42	15	225	38	15	225
ج	س	10	34	92	06	34	92
	م	08	34	272	02	34	272
ب	س	42	15	45	40	15	45
	م	44	15	225	42	15	225

الحل :

القوس الأول (1) :

الأهداف المرصودة	وضع الجهاز	قراءة الدائرة الأفقية //	/	o	متوسط قراءتي الدائرة الأفقية	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة	التصحيح	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة المصححة
ب	س	30	00	00	00 00 33	47 18 27	000	47 18 27
	م	36	00	180				
ج	س	02	19	47	47 19 00	312 41 33	000	312 41 33
	م	58	18	227				
ب	س	32	00	00	00 00 33	360 00 00	صفر	360 00 00
	م	34	00	180				

خطأ القفل = 00 00 360 -360° = صفر

مقدار التصحيح = (-1 × خطأ القفل) ÷ عدد الزوايا

= (-1 × صفر) ÷ 2 = صفر لكل زاوية .

القوس الأول (2)

الأهداف المرصودة	وضع الجهاز	قراءة الدائرة الأفقية //	/	o	متوسط قراءتي الدائرة الأفقية	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة	التصحيح	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة المصححة
ب	س	30	00	00	00 00 33	47 18 30	0.5	47 18 30.5
	م	36	00	180				
ج	س	06	19	47	47 19 02	312 41 29	0.5	312 41 29.5
	م	00	19	227				
ب	س	30	00	00	00 00 32	359 59 59	1	360 00 00
	م	34	00	180				

خطأ القفل = 59 59 359 – 360°= - 1″

مقدار التصحيح = (-1 × خطأ القفل) ÷ عدد الزوايا

= (-1 × -1) ÷ 2 = 0.5 ″ لكل زاوية .

القوس الأول (3) :

الأهداف المرصودة	وضع الجهاز	قراءة الدائرة الأفقية //	/	o	متوسط قراءتي الدائرة الأفقية	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة	التصحيح	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة المصححة
ب	س	30	00	00	00 00 29	47 18 33	1	47 18 34
	م	28	00	180				
ج	س	03	19	47	47 19 02	312 41 25	1	312 41 26
	م	01	19	227				
ب	س	30	00	00	00 00 27	359 59 58	2	360 00 00
	م	24	00	180				

خطأ القفل = 58 59 359 – 360° = - 2″

مقدار التصحيح = (-1 × خطأ القفل) ÷ عدد الزوايا

= (-1 × -2) ÷ 2 = 1″ لكل زاوية .

القوس الثاني (1)

الأهداف المرصودة	وضع الجهاز	قراءة الدائرة الأفقية //	/	o	متوسط قراءتي الدائرة الأفقية	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة	التصحيح	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة المصححة
ب	س	40	15	45	45 15 41	47 18 28	1-	47 18 27
	م	42	15	225				
ج	س	10	34	92	92 34 09	312 41 34	1-	312 41 33
	م	08	34	272				
ب	س	42	15	45	45 15 43	360 00 02	2-	360 00 00
	م	44	15	225				

خطأ القفل = 02 00 360 – 360° = 2″

مقدار التصحيح = (-1 × خطأ القفل) ÷ عدد الزوايا

= (-1 × 2) ÷ 2 = -1″ لكل زاوية .

القوس الثاني (2)

الأهداف المرصودة	وضع الجهاز	قراءة الدائرة الأفقية //	/	o	متوسط قراءتي الدائرة الأفقية	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة	التصحيح	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة المصححة
ب	س	40	15	45	45 15 39	47 18 25	1-	47 18 24
	م	38	15	225				
ج	س	06	34	92	92 34 04	312 41 37	1-	312 41 36
	م	02	34	272				
ب	س	40	15	45	45 15 41	360 00 02	2-	360 00 00
	م	42	15	225				

خطأ القفل = 02 00 360 – 360° = 2″

مقدار التصحيح = (-1 × خطأ القفل) ÷ عدد الزوايا

= (-1 × 2) ÷ 2 = -1″ لكل زاوية .

متوسط القوس الأول :

(27˝ 18´ 47˚ + 30.5˝ 18´ 47˚ + 34˝ 18´ 47˚) ÷ 3 = 30.50˝ 18´ 47˚ .

متوسط القوس الثاني :

(27˝ 18´ 47˚ + 24˝ 18´ 47˚) ÷ 2 = 25.50˝ 18´ 47˚ .

رقم القوس	الكمية المقاسة (س)	الوزن و	و × س	المتوسط الحسابي (م و)	الفرق ف	و × ف^2
1	47 18 30.50	3	55 31.50 141	18 28.50 47	2-	12
2	47 18 25.5	2	94 36 51		2	18
المجموع		5	32 22.50 236			30

1. المتوسط الحسابي للأرصاد الموزونة للخط (أ ب)

$$م_{و} = \frac{236\ 32\ 22.5\ ]}{[\ 5\ ]_{ر}} = 28.50˝\ 18´\ 47˚ .$$

2. الخطأ المعياري للرصدة الواحدة :

$$ك_{و} = \pm \sqrt{\frac{[\ و \times ف^2\ ]}{(ن - 1)}}$$

$$ك_{و} = \pm \sqrt{\frac{[\ 30\ ]}{(\ 1\ )}} = \pm 5.48 \text{ ثانية} .$$

الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي (ك م و) :

$$ك_{م\ و} = \pm \sqrt{\frac{[\ و \times ف^2\ ]}{[\ و\ ] \times (ن - 1)}}$$

$$ك_{م\ و} = \pm \sqrt{\frac{[30\ ]}{(\ 1\ ) \times [\ 5\ ]}} = \pm 2.45 \text{ ثانية} .$$

3. القيمة الأكثر احتمالا للخط (أ ب) :

القيمة الأكثر احتمالا للأرصاد الموزونة = م و ± ك م و

= 50 ″ 18 ′ 47 ° ± 2.45 ثانية .

مثال2 :

قيست زاوية أفقية منفردة على أربعة أقواس ببدايات مختلفة وتم تكرار الأقواس فكانت قيم الزاوية كما هو موضح بالجدول المرفق . المطلوب حساب القيمة المحتملة للزاوية ؟

المجموعة	قيمة الزاوية			عدد مرات القياس (التكرار)
1	22	30	65	3
2	18	30	65	2
3	15	30	65	5
4	20	30	65	4

الحل :

الوزن يتناسب طرديا مع عدد مرات القياس

و1 : و2 : و3 : و4 = ن1 : ن2 : ن3 : ن4

= 3 : 2 : 5 : 4

رقم القوس	الكمية المقاسة (س)			الوزن و	و × س			المتوسط الحسابي (م و)	الفرق ف	و × ف^2
1	22	30	65	3	6	31	196	65 ° 30 ′ 18.36 ″	3.64-	39.7488
2	18	30	65	2	36	00	131		0.36	0.2592
3	15	30	65	5	15	31	327		3.36	56.448
4	20	30	65	4	20	1	262		1.64-	10.7584
المجموع				14	17	4	917			107.2144

1. المتوسط الحسابي للأرصاد الموزونة للخط (أ ب)

$$\frac{[917\ 04\ 17]}{[\ 14\ ]}$$

م و = = 18.36 ″ 30 ′ 65 ° .

2. الخطأ المعياري للرصدة الواحدة :

$$ك_{و} = \pm \sqrt{\frac{[\ و \times ف^2\ ]}{(ن - 1)}}$$

$$ك_{و} = \pm \sqrt{\frac{[\ 107.2144\ ]}{(\ 3\ )}} = \pm 98.50 \text{ ثانية .}$$

الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي (ك م و) :

$$ك_{م\ و} = \pm \sqrt{\frac{[\ و \times ف^2\ ]}{[\ و\ ] \times (ن - 1)}}$$

$$ك_{م\ و} = \pm \sqrt{\frac{]}{(\ 3\ ) \times [\ 14\ ]}} = \pm 1.60 \text{ ثانية .}$$

3. القيمة الأكثر احتمالا للخط (أ ب) :

القيمة الأكثر احتمالا للأرصاد الموزونة = م و ± ك م و

= 18.36 ″ 30 ′ 65 ° ± 1.60 ثانية .

ثالثا : ضبط القياسات الزاوية ذات العلاقة (للأشكال المغلقة)

بعد رصد كل زاوية عن طريق قوس كامل والحصول على الزوايا المصححة نكون بذلك قد تم ضبط الزوايا المنفردة أو المتجاورة أما إذا كان هناك علاقة رياضية تربط هذه الزوايا ببعضها البعض مثل مجموع الزوايا الداخلية للمثلث فيجب أن يكون مجموع الزوايا الثلاثة = 180˚ وإن كان غير ذلك فيجب ضبط هذه الزوايا حتى يصبح المجموع = 180˚ ويتم ضبط هذه الزوايا ذات العلاقة وهو مايعرف بخطأ القفل الزاوي كما يلي :

- يحسب مجموع الزوايا ذات العلاقة .
- يحسب المجموع الحقيقي (النظري) لهذه الزوايا من القانون الآتي

  المجموع الحقيقي لزوايا الشكل = (ن - 2) × 180
- يحسب خطأ القفل من القانون الآتي :

  خطأ القفل = مجموع الزوايا المرصودة للشكل – المجموع الحقيقي لزوايا الشكل نفسه
- يوزع خطأ القفل (إذا كان مسموحا) بالتساوي على زوايا الشكل كما يلي :

  مقدار التصحيح = (-1 × خطأ القفل) ÷ عدد الزوايا

مثال1 :

رصدت الزوايا الداخلية للمثلث (أ ب جـ) عن طريق قوس واحد وبعد تصحيح هذه الزوايا كانت كما يلي :

زاوية (أ) = 20˝ 10´ 84˚ زاوية (ب) = 37˝ 30´ 40˚ زاوية (جـ) = 51˝ 18´ 55˚

المطلوب تصحيح خطأ القفل الزاوي لهذه الزوايا ؟

الحل :

الزاوية	الزاوية المرصودة			التصحيح	الزوايا المصححة		
أ	20	10	84	4	24	10	84
ب	37	30	40	4	41	30	40
جـ	51	18	55	4	55	18	55
المجموع	48	59	179	12	00	00	180

المجموع الحقيقي لزوايا الشكل = (ن - 2) × 180

= (3 – 2) × 180 = 180°

خطأ القفل = مجموع الزوايا المرصودة للشكل – المجموع الحقيقي لزوايا الشكل نفسه

= 48″ 59′ 179° - 180° = - 12″

مقدار التصحيح = (-1 × خطأ القفل) ÷ عدد الزوايا

= (-1 × -12) ÷ 3 = 4″ .

مثال 2:

رصدت زوايا الشكل الرباعي (أ ب جـ د) فكانت الزوايا كما يلي :

زاوية (أ) = 44″ 19′ 85° زاوية (ب) = 19″ 35′ 89°

زاوية (جـ) = 18″ 53′ 84° زاوية (د) = 31″ 11′ 100°

المطلوب تصحيح خطأ القفل الزاوي لهذه الزوايا ؟

الحل :

الزاوية	الزاوية المرصودة			التصحيح	الزوايا المصححة		
أ	44	19	85	2	46	19	85
ب	19	35	89	2	21	35	89
جـ	18	53	84	2	20	53	84
د	31	11	100	2	33	11	100
المجموع	52	59	359	8	00	00	360

المجموع الحقيقي لزوايا الشكل = (ن - 2) × 180

= (4 – 2) × 180 = 360°

خطأ القفل = مجموع الزوايا المرصودة للشكل – المجموع الحقيقي لزوايا الشكل نفسه

= 52″ 59′ 359° - 360° = - 8″

مقدار التصحيح = (-1 × خطأ القفل) ÷ عدد الزوايا

= (-1 × -8) ÷ 2 = 2ً .

مثال3 :

رصدت الزوايا الداخلية للشكل الخماسي (أ ب جـ د هـ) فكانت كما هي موضحة بعد :

الزاوية (أ) = 53ً 34َ 113˚ الزاوية (ب) = 54ً 30َ 103˚

الزاوية (جـ) = 50ً 58َ 119˚ الزاوية (د) = 50ً 29َ 101˚

الزاوية (هـ) = 48ً 25َ 101˚ .

المطلوب تصحيح خطأ القفل الزاوي لهذه الزوايا ؟

الحل :

الزاوية	الزاوية المرصودة			التصحيح	الزوايا المصححة		
أ	53	34	113	3-	50	34	113
ب	54	30	103	3-	51	30	103
جـ	50	58	119	3-	47	58	119
د	50	29	101	3-	47	29	101
هـ	48	25	101	3-	45	25	101
المجموع	15	00	540	15-	00	00	540

المجموع الحقيقي لزوايا الشكل = (ن - 2) × 180

= (5 – 2) × 180 = 540˚

خطأ القفل = مجموع الزوايا المرصودة للشكل – المجموع الحقيقي لزوايا الشكل نفسه

= 15ً 00َ 540˚ - 540˚ = 15ً

مقدار التصحيح = (-1 × خطأ القفل) ÷ عدد الزوايا

= (-1 × 15) ÷ 5 = -3ً .

رابعاً : حساب معايير دقة الأرصاد

مقاييس دقة الأرصاد أو معايير دقة الأرصاد هي عدة أنواع من الأخطاء المعيارية تحسب من الأرصاد نفسها لأي كمية مقاسة وكلما صغرت قيمة الخطأ زادت الثقة والدقة في الأرصاد المأخوذة وأمكن المقارنة بين هذه الأرصاد ، وهناك ثلاثة معايير شائعة الاستعمال لمقارنة دقة الأرصاد وهي :

1. الخطأ المتوسط .
2. الخطأ المعياري .
3. الخطأ المحتمل .

وزيادة قيم هذه الأخطاء الثلاثة لأي مجموعة من الأرصاد يشير إلى وجود أخطاء كبيرة في عملية الرصد والعكس صحيح .

1. **الخطأ المتوسط (ك أ)** Average Error

هو المتوسط الحسابي للأخطاء الحقيقية المطلقة أي بدون إشارة ، وبما أنه لا يمكن حساب قيمة الأخطاء الحقيقية لذا سوف تستبدل بالفروقات ويمكن حساب قيمة الخطأ المتوسط من العلاقة التالية :

$$\text{ك أ} = \frac{[\ |\ \text{ف}\ |\ ]}{\text{ن} - 1}$$

حيث :

ك أ : الخطأ المتوسط .

| ف | : الفروقات المطلقة .

ن : عدد مرات القياس .

2. **الخطأ المعياري (ك)** Standard Error

يعرف الخطأ المعياري أو الخطأ التربيعي المتوسط للرصدة الواحدة بأنه الجذر التربيعي لمتوسط مجموع مربعات الفروقات ويحسب من المعادلة التالية :

$$ك = \sqrt{\frac{[\ ف^2\ ]}{ن - 1}}$$

حيث :

- ك = الانحراف المعياري للرصدة الواحدة .
- $ف^2$ = مربع الفروقات .
- ن = عدد مرات القياس .
- [ ] = مجموع ما بداخلها .

3. الخطأ المحتمل (ك ح) Probable Error

هو مقياس لمقارنة مجموعة من الأرصاد ويرمز له بالرمز (ك ح) ، ويعني الخطأ المحتمل أنه في أي مجموعة من الأرصاد يكون عدد الأرصاد التي بها أخطاء أصغر من الخطأ المحتمل تساوي عدد الأرصاد التي بها أخطاء أكبر منه ، أي أننا إذا أخذنا مجموعة من الأرصاد لكمية ما وحسبنا الفرق بينها وبين المتوسط الحسابي لها ، ثم رتبنا هذه الفروق ترتيبا تصاعديا بالنسبة إلى مقاديرها فإن المقدار الواقع في الوسط من هذه المجموعة هو الخطأ المحتمل فإذا كان عدد الأرصاد فردياً يكون الخطأ المحتمل هو الواقع في الوسط (قيمة واحدة فقط) ، أما إذا كان عدد الأرصاد زوجياً فيكون الخطأ المحتمل هو متوسط قيمتين للفروق ويمكن حساب قيمة الخطأ المحتمل من المعادلات التالية :

أ . إذا كان عدد الأرصاد (ن) فرديا :

$$ك ح = ف \times \left(\frac{ن + 1}{2} \right)$$

ب . إذا كان عدد الأرصاد (ن) زوجيا :

$$ك ح = \frac{ف \left(\frac{ن}{2} \right) + ف \left(1 + \frac{ن}{2} \right)}{2}$$

مثال 1 :

طلب من راصدين قياس قيمة زاوية أفقية بجهاز ثيودوليت دقة 1 ثانية ، وقد اتفقت أرصاد الراصدين في الدرجات والدقائق فكانت 12´ 68° واختلفت في الثواني فكانت كما هو موضح بالجدول المرفق :

م	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
الراصد الأول	24	11	30	18	27	13	12	24	16	25
الراصد الثاني	22	31	32	28	33	30	30	40	10	44

المطلوب حساب معايير دقة الأرصاد لكل راصد ثم قارن بين دقة أرصاد الراصدين ؟

الحل :

أولا أرصاد الراصد الأول

م	الكمية المقاسة (س)	المتوسط الحسابي (س)	الفـــــــــــرق ف = م - س	الفرق المطلق |ف|	مربع الفروق $ف^2$
1	24	20	4-	4	16
2	11		9	9	81
3	30		10-	10	100
4	18		2	2	4
5	27		7-	7	49
6	13		7	7	49
7	12		8	8	64
8	24		4-	4	16
9	16		4	4	16
10	25		5-	5	25
المجموع	200		صفر	60	420

1. م = $\frac{[\ \text{س}\ ]}{\text{ن}}$

م = $\frac{10}{[\ 200\ ]}$ = 20ً .

2. الخطأ المتوسط (ك أ)

ك أ = $\frac{[\ |\ \text{ف}\ |\ ]}{\text{ن} - 1}$

ك أ = $\frac{[\ |\ 60\ |\ ]}{9}$ = 6.67ً ثانية .

3. الخطأ المعياري

ك = $\sqrt{\frac{[\ \text{ف}^2\ ]}{\text{ن} - 1}}$

ك = $\sqrt{\frac{[\ 420\ ]}{9}}$ = 6.83ً ثانية .

4. الخطأ المحتمل

بترتيب الفروقات تصاعديا

ف1	ف2	ف3	ف4	ف5	ف6	ف7	ف8	ف9	ف10
2	4	4	4	5	7	7	8	9	10

بما أن عدد الأرصاد عدداً زوجيا

ك ح = $\frac{\text{ف}\left(\frac{\text{ن}}{2}\right) + \text{ف}\left(1+\frac{\text{ن}}{2}\right)}{2}$

ك ح = $\frac{\text{ف}\left(\frac{10}{2}\right) + \text{ف}\left(1+\frac{10}{2}\right)}{2}$

= (ف (5) + ف (6)) ÷ 2 = (5+ 7) ÷ 2

= 12 ÷ 2 = 6ً ثواني .

ثانيا الراصد الثاني :

م	الكمية المقاسة (س)	المتوسط الحسابي (س)	الفـــــــــــرق ف = م - س	الفرق المطلق | ف |	مربع الفروق $ف^2$
1	22	30	8	8	64
2	31		1-	1	1
3	32		2-	2	4
4	28		2	2	4
5	33		3-	3	9
6	30		000	000	صفر
7	30		000	000	صفر
8	40		10-	10	100
9	10		20	20	400
10	44		14-	14	196
المجموع	300		صفر	60	778

1. $م = \frac{[\ س\ ]}{ن}$

$م = \frac{[\ 300\ ]}{10} = 30ً$.

2. الخطأ المتوسط (ك أ)

$ك أ = \frac{[\ |\ ف\ |\ ]}{ن - 1}$

$ك أ = \frac{[\ |\ 60\ |\ ]}{9} = 6.67ً$ ثانية .

3. الخطأ المعياري

$$ك = \sqrt{\frac{[\ ف^2\ ]}{ن - 1}}$$

$$ك = \sqrt{\frac{[\ 778\ ]}{9}} = 9.3$$ ثانية .

4. الخطأ المحتمل

بترتيب الفروقات تصاعديا

ف1	ف2	ف3	ف4	ف5	ف6	ف7	ف8	ف9	ف10
صفر	صفر	1	2	2	3	8	10	14	20

بما أن عدد الأرصاد عدد زوجي

$$ك ح = \frac{ف\left(\frac{ن}{2}\right) + ف\left(\frac{ن}{2}+1\right)}{2}$$

$$ك ح = \frac{ف\left(\frac{10}{2}\right) + ف\left(\frac{10}{2}+1\right)}{2}$$

$$= (ف(5) + ف(6)) \div 2 = (2+3) \div 2$$

$$= 5 \div 2 = 2.5$$ ثواني .

مقارنة دقة الأرصاد

أولا الفروقات :

بالنسبة لأرصاد الراصد الأول فإن الفروقات تتراوح بين 2″ ، 10″ أي أن المدى = 10 – 20 = 8″ ثواني

وبالنسبة للراصد الثاني فإن الفروقات تتراوح بين صفر ، 20″ أي أن المدى = 20 - صفر = 20″ ثانية .

من هنا نرى أن أرصاد الراصد الأول أكثر دقة من الراصد الثاني ، وذلك قبل المقارنة بواسطة معايير دقة الأرصاد.

ثانيا : معايير دقة الأرصاد

	الراصد الأول	الراصد الثاني
ك أ	6.67	6.67
ك ح	6	2.5
ك	6.83	9.30

1. تساوي الخطأ المتوسط للراصد الأول والثاني وهذا يعني أن للراصدين نفس الدقة .
2. الخطأ المحتمل للراصد الأول أكبر من الخطأ المحتمل للراصد الثاني وهذا يعني أن الراصد الثاني أكثر دقة من الراصد الأول .
3. الخطأ المعياري للراصد الأول أصغر من الخطأ المعياري للراصد الثاني وهذا يعني أن الراصد الأول أكثر دقة من الراصد الثاني .
4. بمعنى أوضح نجد أن الخطأ المتوسط لم يعط أي انطباع وذلك لتساوي قيمته عند الراصدين ، والخطأ المحتمل أعطى انطباعاً غير صحيح وهو أن الراصد الثاني أكثر دقة من الراصد الأول ، والخطأ المعياري وهو المقياس الحقيقي لدقة الأرصاد يشير إلى أن الراصد الأول هو أكثر دقة ، وهذا الاختلاف نتيجة أن عدد الأرصاد ليس كبيرا بما يكفي .

تمارين على الوحدة الثالثة

1. عرف منحنى الأخطاء و اذكر خواصه مع توضيح الإجابة بالرسم ؟
2. قيست مسافة أفقية عشر مرات فكانت نتائج القياس كما يلي :

عدد مرات القياس	المسافة المقاسة بالمتر
1	125.22
2	125.23
3	125.20
4	125.30
5	125.29
6	125.27
7	125.24
8	125.25
9	125.26
10	125.28

المطلوب حساب :

1. المتوسط الحسابي لطول الخط ؟
2. الخطأ المعياري ؟
3. القيمة الأكثر احتمالا لطول الخط ؟
4. هل هناك أرصاد يجب استبعادها ؟ ولماذا ؟

3 . أ عرف الوزن ؟

3. ب – ضع علامة (√) أمام العبارات الصحيحة وعلامة (×) أمام العبارات الخاطئة :

1. المجموع الجبري للفروقات = صفر للأرصاد المتساوية الأوزان ( ) .
2. المجموع الجبري لحاصل ضرب (و× ف) = صفر في حالة الأرصاد غير الموزونة ( ) .

3. جـ قيست زاوية أفقية بواسطة أربع مجموعات فكانت القياسات كالتالي :

المجموعة	متوسط الزاوية			عدد مرات القياس
1	30	15	67	2

2	20	15	67	3
3	10	15	67	5
4	55	15	67	3

المطلوب حساب القيمة الأكثر احتمالا ؟

4. قيست زاوية أفقية على أربع أقواس فكانت كما هو موضح بالجدول المرفق :

القوس	الزوايا المرصودة			الخطأ المعياري
الأول	50	59	42	2
الثاني	40	59	42	3
الثالث	45	59	42	2
الرابع	55	59	42	4

المطلوب حساب القيمة المحتملة للزاوية ؟

5. أ – عرف معايير دقة الأرصاد الثلاثة مع كتابة القانون الخاص بكل معيار .

5.ب – قيست مسافة أفقية (أ ب) عشر مرات فكانت نتائج القياس كما يلي :

120.20 ، 120.24 ، 120.26 ، 120.18 ، 120.16 ، 120.21 ، 120.14 ، 120.26 ، 120.25
، 120.17 متراً .

احسب معايير دقة الأرصاد الثلاثة ؟

الحساب المساحي - 2

تطبيقات مساحية بالحاسب الآلي

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

اسم الوحدة : تطبيقات مساحية بالحاسب الآلي

الجدارة : التعرف على كيفية عمل جداول الأرصاد والحسابات المختلفة باستخدام برنامج Excel

الأهداف :

- أن يتمكن المتدرب من إنشاء الجداول وإكمالها ببرامج الحاسب الآلي مثل برنامج إكسل Excel .
- أن يقوم المتدرب بالحسابات المختلفة مثل المساحات والحجوم والمصفوفات بواسطة الحاسب الآلي .

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة 100 ٪ .

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة : 4 ساعات .

الوسائل المساعدة :

- معمل الحاسب الآلي .
- القوانين الرياضية .
- التطبيقات العملية (أمثلة محلولة) .

متطلبات الجدارة : أن يكون المتدرب قادراً على استخدام الحاسب الآلي وأن تكون لديه فكرة عن برنامج إكسل وكيفية تشغيله وأن تكون لديه الخلفية الكافية عن العلاقات الرياضية المختلفة .

العمليات الحسابية

العمليات الحسابية تعتمد على الصيغ ، والصيغ تحتوي على واحد أو أكثر من عناوين الخلايا أو القيم مع معامل رياضي كالجمع (+) والطرح (-) والضرب (×) والقسمة (÷) ، فمن خلال الصيغ تستطيع إجراء جميع العمليات الحسابية على القيم الموجودة في الخلايا .

ولتعريف البرنامج فإن ما تحتويه الخلية هي صيغة يجب عليه حسابها ، وتجب كتابة علامة المساواة (=) قبل كتابة الصيغة ، وإذا لم تكتبها فإن البرنامج سيعتبر أن المكتوب هو عنوان الخلية .

ترتيب العمليات الحسابية

يتم ترتيب العمليات الحسابية في برنامج Excel ، مثل ما هو متبع في مادة الرياضيات . ويتم ترتيب العمليات كالتالي :

الأول : الأسس والمعادلات الموجودة بين الأقواس .

الثاني : الضرب والقسمة .

الثالث: الجمع والطرح .

رموز العمليات الحسابية

يبين الجدول التالي الرموز الرياضية المستخدمة في العمليات الحسابية ، مع ذكر أمثلة لذلك .

الرمز	الوظيفة	مثال	النتيجة
^	الأسس	=A1^ 4	ضرب قيمة الخلية في نفسها أربع مرات
+	الجمع	=A1+A2	جمع قيمة الخليتين A1 و A2
-	الطرح	=A1-A2	طرح قيمة الخلية A2 من قيمة الخلية A1
❖	الضرب	=A1*A2	ضرب قيمة الخلية A2 في قيمة الخلية A1
/	القسمة	=A1/A2	قسمة قيمة الخلية A1 على قيمة الخلية A2

ملحوظة : إذا تم تجاهل ترتيب العمليات الحسابية فإن الناتج سوف يكون خطأ بالتأكيد ، وإذا كان يوجد في الصيغة عملية جمع وقسمة ، فإنه يجب وضع عملية الجمع داخل أقواس .

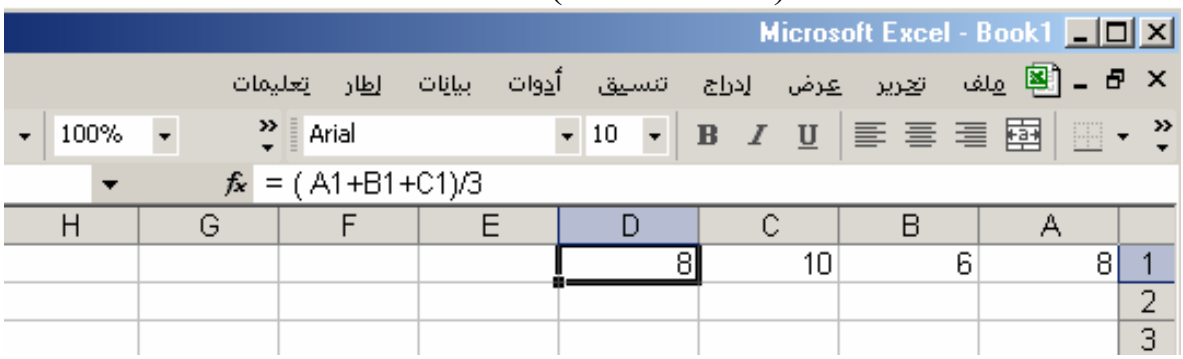
طرق حل العمليات الحسابية

سوف نورد بعض الأمثلة محلولةً توضح طرق حل المعادلات الحسابية .

مثال1 : إذا أردنا حساب المتوسط الحسابي لثلاث خلايا هي (A1=8 , B1=6 , C1=10) ، على أن يظهر الناتج في الخلية (D1) .

الحل : لحساب المتوسط الحسابي للخلايا الثلاث فإنه يجب جمع القيم ، ثم قسمة الناتج على 3 ، وتكتب هذه في الخلية D1 مباشرة ، أو بكتابة الصيغة في شريط الأوامر بعد تحديد الخلية D1 كالتالي :

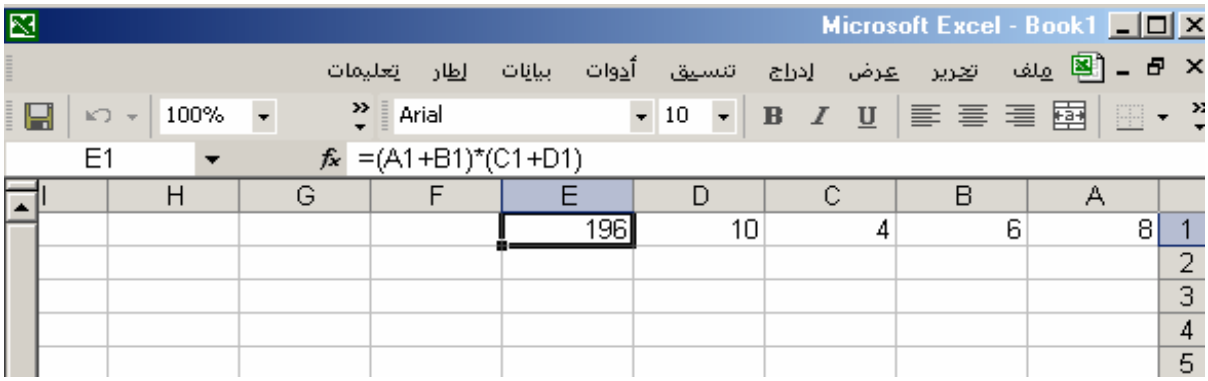
= (A1+B1+C1) / 3



مثال2 : حل العملية الحسابية ، إذا علم أن ناتج جمع الخلية A1 والخلية B1 مضروبا في ناتج جمع الخلية C1 والخلية D1 . على أن يظهر الناتج في الخلية E1 . وذلك إذا كانت قيم الخلايا كالتالي :

A1= 8 , B1=6 , C1=4 ,D1=10

الحل : نقوم بكتابة الصيغة الآتية =(A1+B1) * (C1+D1) وإذا كتبت الصيغة بصورة مختلفة عن هذه الصورة فإن الناتج سوف يكون خطأ بالتأكيد .



أولا : مساحات ومحيطات الأشكال الهندسية

فيما يلي سوف نتعلم طرق حساب المساحات والمحيطات للأشكال الهندسية الشائعة ، وتعتمد طريقتنا على تعريف المستخدم بطريقة كتابة قوانين حساب المساحات والمحيطات في برنامج الجداول Excel .

1. حساب مساحة ومحيط المربع

المربع هو شكل هندسي منتظم يتكون من أربع أضلاع متساوية وزواياه قوائم .

مساحة المربع = طول الضلع × نفسه .

محيط المربع = طول الضلع × 4

مثال1 : مربع طول ضلعه 5 سم . احسب مساحته ومحيطه في برنامج الجداول الإلكترونية Excel

الحل:

تمارين على حساب مساحة ومحيط المربع

1. قطعة أرض مربعة الشكل طولها 20 متراً ، والمطلوب حساب مساحتها وطول محيطها ؟
2. غرفة تجميع صرف صحي مربعة الشكل طول ضلعاها 2 متر ، المطلوب حساب مساحتها وطول محيطها ؟
3. حديقة عامة مربعة الشكل طولها 100 متراً ، المطلوب حساب مساحتها وطول محيطها ؟

2. حساب مساحة ومحيط المستطيل

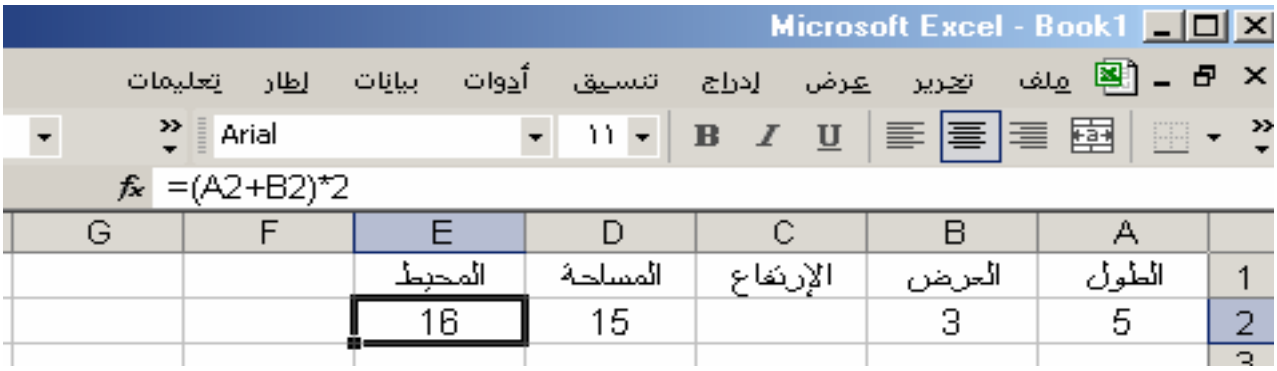
المستطيل هو شكل هندسي منتظم يتكون من أربع أضلاع ، وزواياه قوائم ، وكل ضلعين متقابلين متساويين ومتوازيين .

مساحة المستطيل = الطول × العرض

محيط المستطيل = (الطول + العرض) × 2

مثال2 : مستطيل طوله 5 سم وعرضه 3 سم ، احسب مساحته وطول محيطه . في برنامج الجداول الإلكترونية Excel .

الحل:



تمارين على حساب مساحة ومحيط المستطيل

1. غرفة مستطيلة الشكل طولها 6 متر وعرضها 4 متر ، المطلوب حساب مساحتها وطول محيطها؟
2. قطعة أرض مستطيلة الشكل طولها 30 متراً وعرضها 25 متراً ، المطلوب حساب مساحتها وطول محيطها ؟

3. حساب مساحة ومحيط متوازي الأضلاع

متوازي الأضلاع هو شكل هندسي منتظم يتكون من أربع أضلاع ، وفيه كل ضلعين متقابلين متطابقين ومتوازيين .

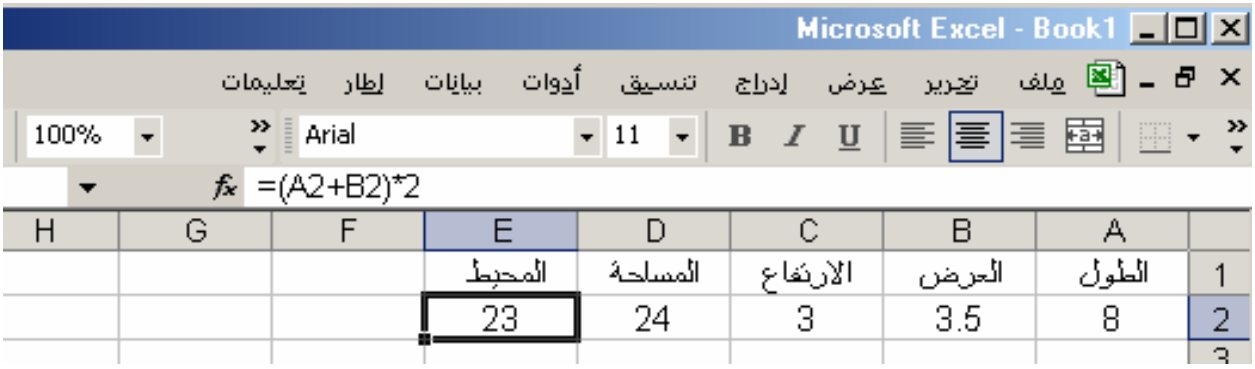
مساحة متوازي الأضلاع = طول القاعدة × الارتفاع

محيط متوازي الأضلاع = (الطول + العرض) × 2

أو = مجموع أطوال الأضلاع

مثال3 : متوازي أضلاع طول قاعدته 8 سم وعرضه 3.5 سم وارتفاعه 3 سم . احسب مساحته وطول محيطه . في برنامج الجداول الإلكترونية Excel .

الحل :



تمارين على حساب مساحة ومحيط متوازي الأضلاع

1. حوض لجمع مياه الأمطار على شكل متوازي أضلاع طوله 10 متر وعرضه 7 متر وارتفاعه 4 متر احسب مساحة الحوض ومحيطه ؟
2. خندق على شكل متوازي أضلاع طوله 30 متراً وعرضه 1.5 متر وارتفاعه 6 متر . احسب مساحة الخندق وطول محيطه .

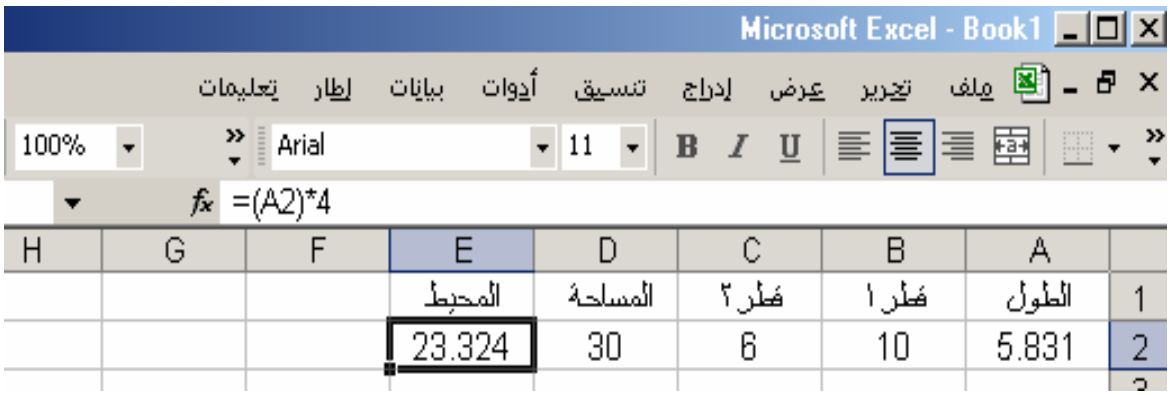
4. حساب مساحة ومحيط المعين

المعين هو شكل هندسي منتظم يتكون من أربعة أضلاع متطابقة ، والقطران فيه متعامدان ، ويمكن القول أن المعين هو متوازي أضلاع تكون فيه جميع أضلاعه متساوية .

مساحة المعين = ½ × ضرب حاصل القطرين .

محيط المعين = الطول × 4 أو = مجموع الأضلاع .

مثال4 : معين طول قطره الأول 10 سم وطول قطره الثاني 6 سم وطول ضلعه 5.831 سم . احسب مساحته وطول محيطه . في برنامج الجداول الإلكترونية Excel .



تمارين على حساب مساحة ومحيط المعين

1. حديقة على شكل معين طول ضلعها 10 متر ، احسب مساحتها وطول محيطها ؟
2. أرض معينة الشكل طول ضلعها 45 متراً ، احسب مساحتها وطول محيطها .

5. حساب مساحة ومحيط شبه المنحرف

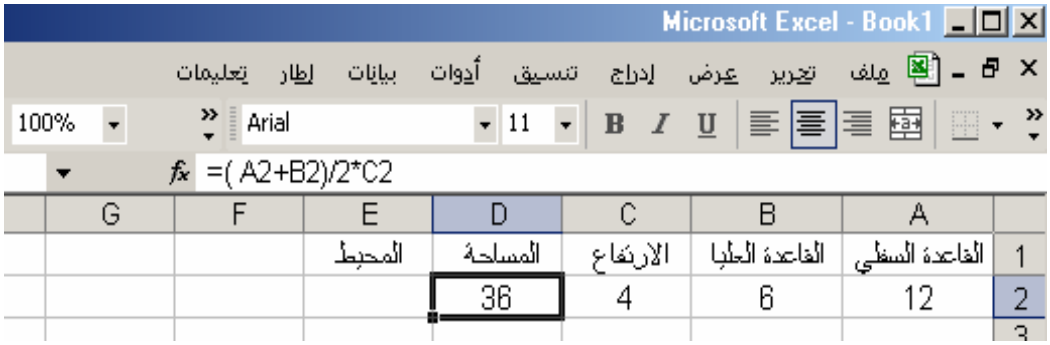
شبه المنحرف هو شكل هندسي منتظم يتكون من أربعة أضلاع مختلفة الأطوال ، وفيه ضلعان متوازيان وغير متساويين في الطول ، ويسمى السفلي منهما القاعدة السفلى والعلوي القاعدة العليا .

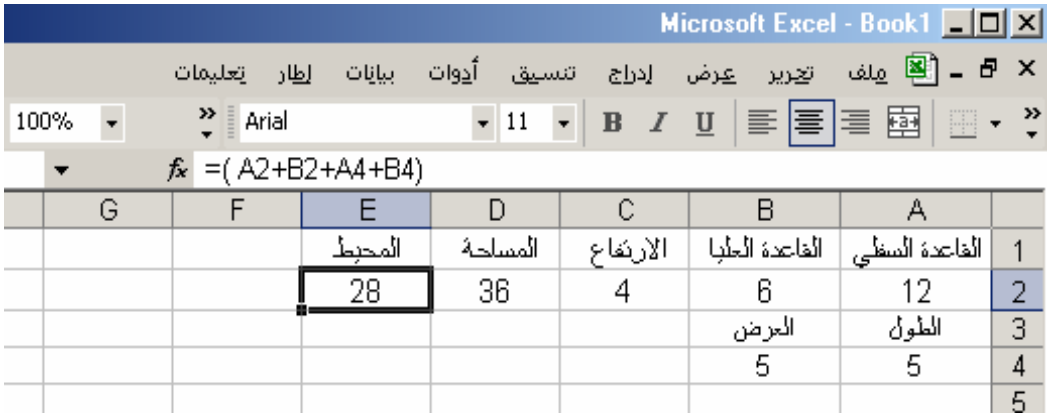
مساحة شبه المنحرف = ½ (القاعدة السفلى + القاعدة العليا) × الارتفاع

محيط شبه المنحرف = مجموع الأضلاع .

مثال5 : شبه منحرف قاعدته السفلى 12 سم وقاعدته العليا 6 سم وطول الارتفاع 4 سم وطول كل من الساقين 5 سم . احسب مساحته وطول محيطه . في برنامج الجداول الإلكترونية Excel .

الحل :





تمارين على حساب مساحة وطول محيط شبه المنحرف

1. أرض على شكل شبه منحرف طول قاعدتها السفلى 40 متراً وطول قاعدتها العليا 32 متراً وارتفاعها 22 متراً وطول الساقين 22.36 متراً . احسب مساحة قطعة الأرض وطول محيطها .

6. حساب مساحة ومحيط المثلث

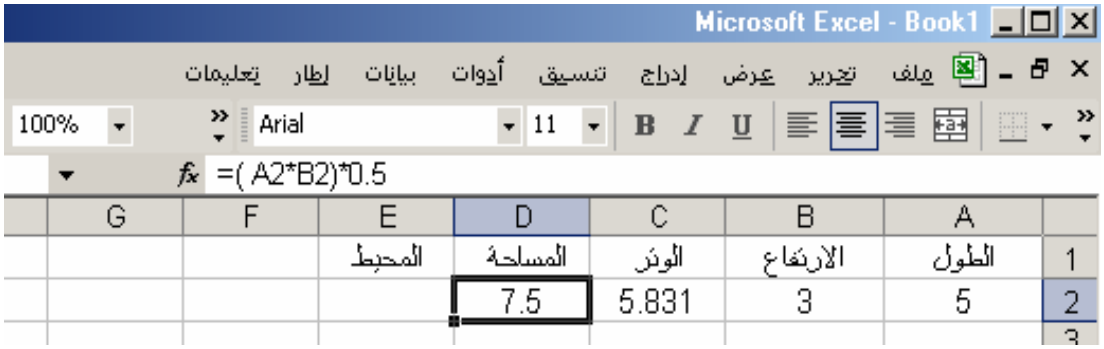
المثلث هو شكل هندسي منتظم يتكون من ثلاثة أضلاع .

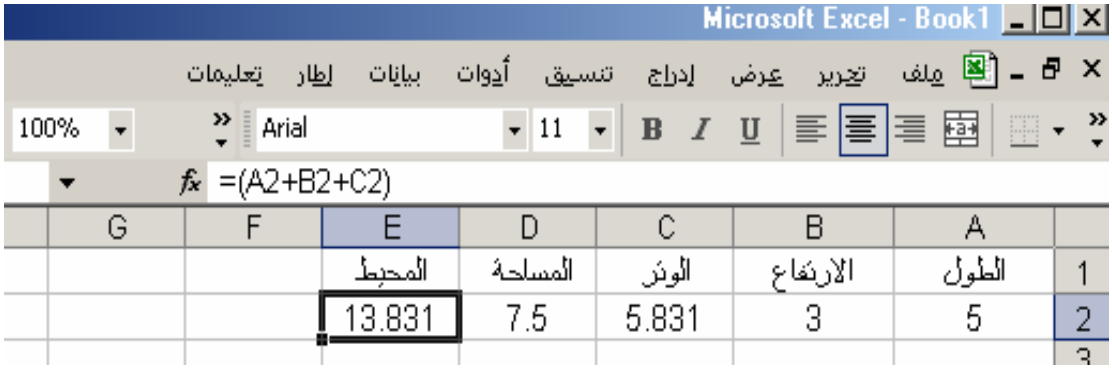
مساحة المثلث = ½ (طول القاعدة × الارتفاع)

محيط المثلث = مجموع أطوال أضلاعه .

مثال6 : مثلث طول قاعدته 5 سم وارتفاعه 3 سم وطول الوتر 5.831 سم . احسب مساحته ومحيطه . في برنامج الجداول الإلكترونية Excel .

الحل :





تمارين على حساب مساحة وطول محيط المثلث

1. أرض مثلثة الشكل طول قاعدتها 120 متراً وطول ارتفاعها 100 متر وطول الوتر 155 متراً ، احسب مساحة قطعة الأرض ومحيطها ؟
2. حوض زهور مثلث الشكل طول قاعدته 2 متر وارتفاعه 2.5 متر وطول الوتر 3.1 متر . احسب مساحته وطول محيطه ؟

7. حساب مساحة ومحيط الدائرة

الدائرة هي خط منحنٍ مقفل ، وتكون فيه جميع النقاط الواقعة عليه على بعد ثابت من نقطة ثابتة داخل المنحنى وهذه النقطة تسمى مركز الدائرة والبعد الثابت يسمى نصف قطر الدائرة ؟

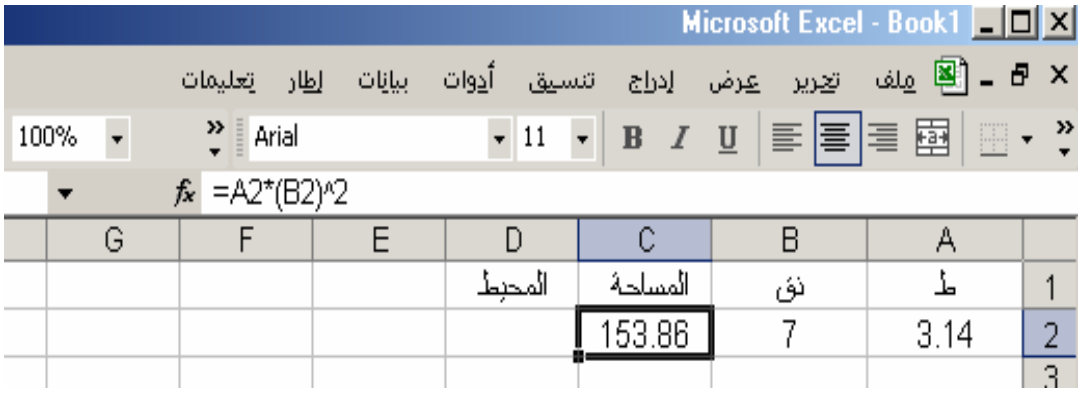
مساحة الدائرة = ط × نق^2

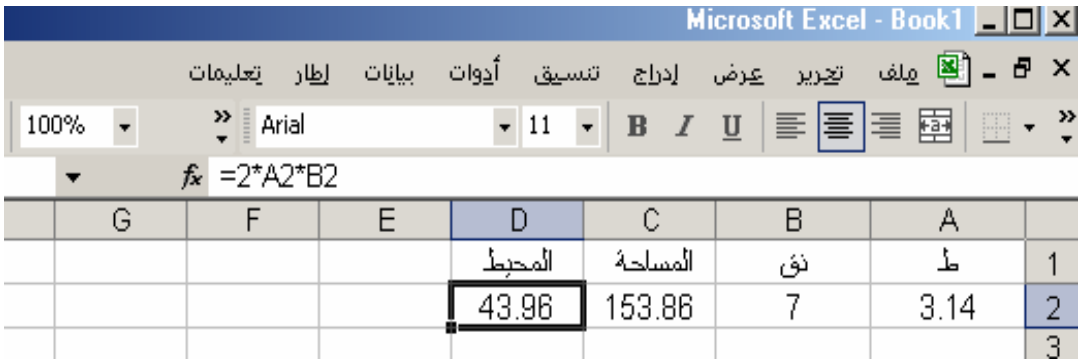
محيط الدائرة = 2 × ط × نق .

حيث : ط = 3.14

مثال7 : دائرة نصف قطرها 7 سم . احسب مساحتها ومحيطها . في برنامج الجداول الإلكترونية Excel .

الحل:





تمارين على حساب مساحة ومحيط الدائرة

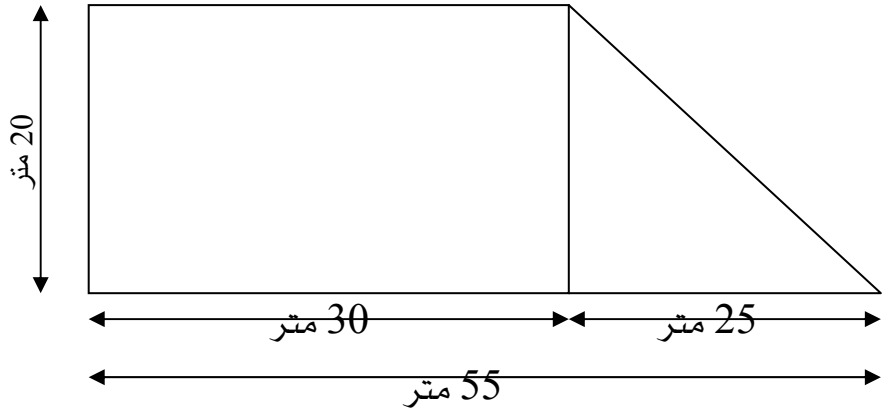
1. خزان ماء دائري الشكل طول نصف قطر قاعدته 1.2 متر . احسب مساحته وطول محيطه ؟
2. مبنى دائري الشكل نصف قطر قاعدته 14 متراً . احسب مساحة المبنى وطول محيطه ؟

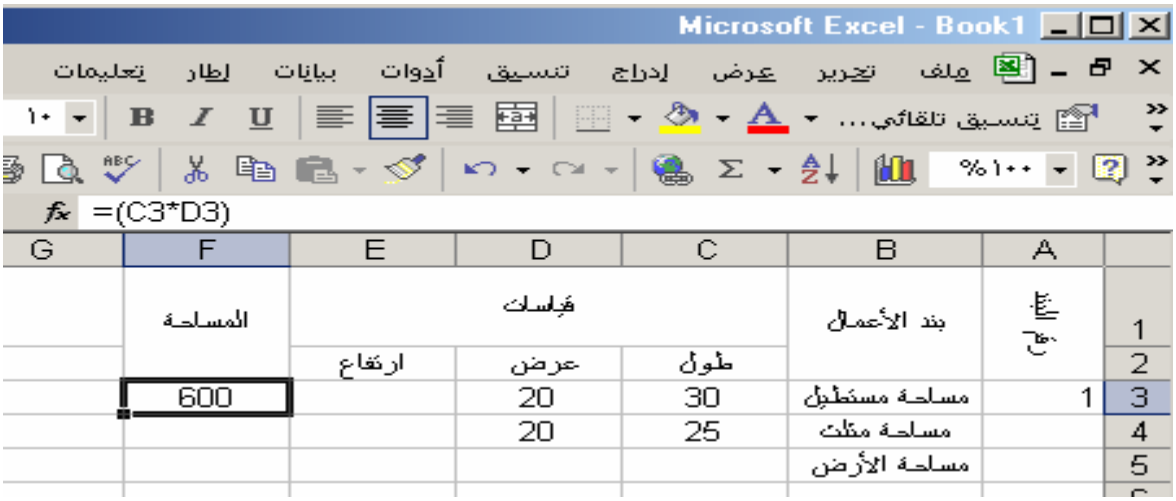
8. حساب مساحات أشكال هندسية مركبة

مثال8 : أمامك قطعة أرض بالشكل والأبعاد الموضحة على الرسم . المطلوب حساب مساحتها ؟

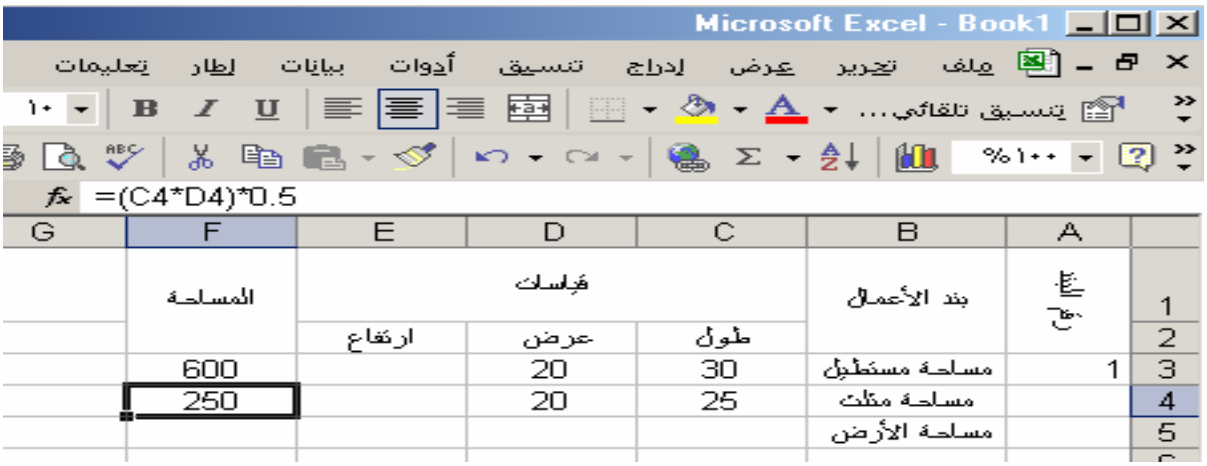
الحل:

1. يتم تقسيم الشكل إلى أشكال هندسية يمكن حسابها .
2. مساحة الأرض = مساحة المستطيل + مساحة المثلث .

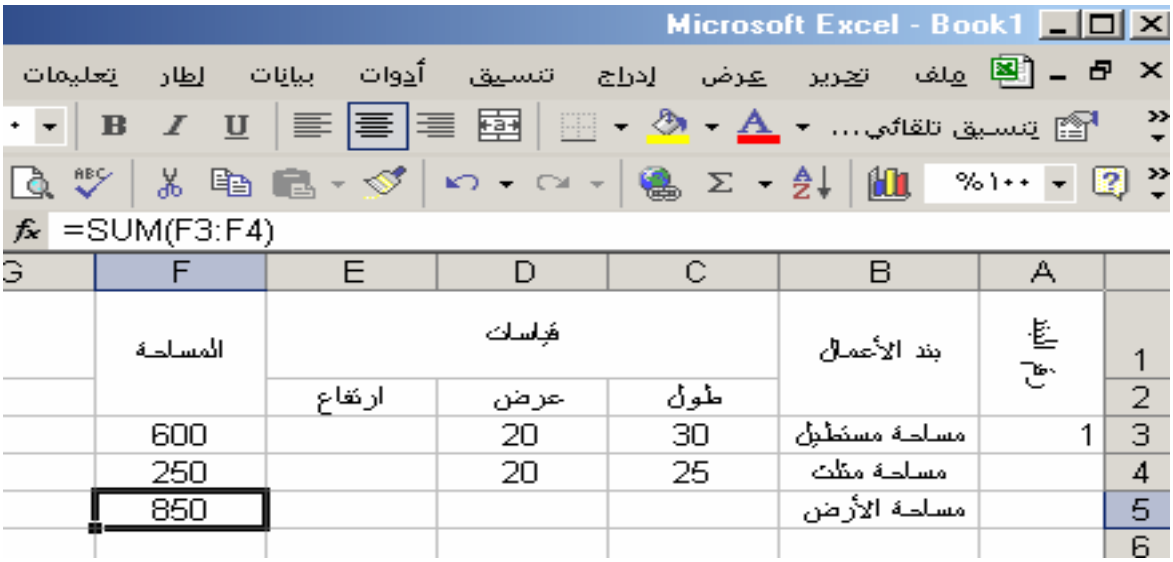




	G	F	E	D	C	B	A	
1		المساحة	فراسات			بند الأعمال	رقم	
2			ارتفاع	عرض	طول			
3		600		20	30	مساحة مستطيل	1	
4				20	25	مساحة مثلث		
5						مساحة الأرض		



	G	F	E	D	C	B	A	
1		المساحة	فراسات			بند الأعمال	رقم	
2			ارتفاع	عرض	طول			
3		600		20	30	مساحة مستطيل	1	
4		250		20	25	مساحة مثلث		
5						مساحة الأرض		



	A	B	C	D	E	F
1	رقم العمل	بند الأعمال	قياسات			المساحة
2			طول	عرض	ارتفاع	
3	1	مساحة مستطيل	30	20		600
4		مساحة مثلث	25	20		250
5		مساحة الأرض				850
6						

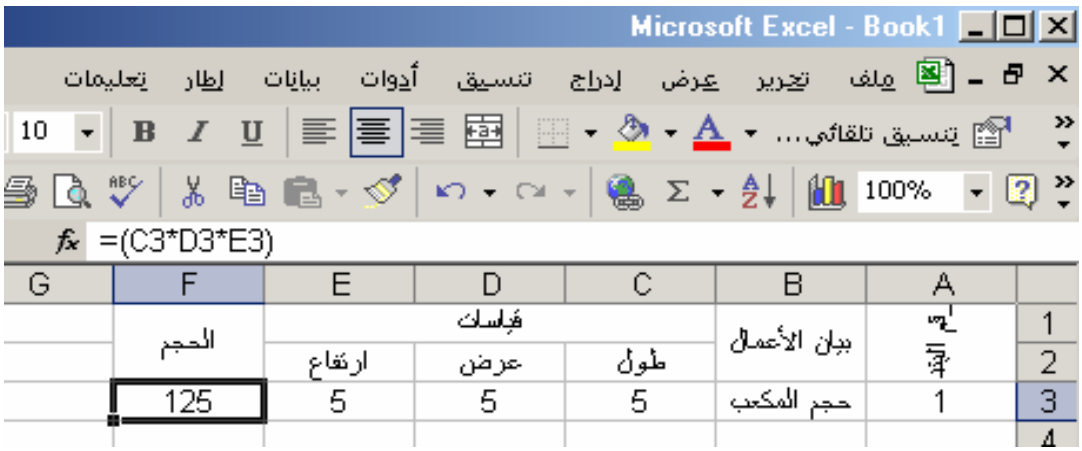
ثانيا : حساب الحجوم

1. حجم المكعب

حجم المكعب = (طول حرف المكعب) ^{3} .

مثال 1 : مكعب طول حرفه 5 متر . المطلوب حساب حجمه

الحل :



	A	B	C	D	E	F
1	رقم العمل	بيان الأعمال	قياسات			الحجم
2			طول	عرض	ارتفاع	
3	1	حجم المكعب	5	5	5	125
4						

تمارين :

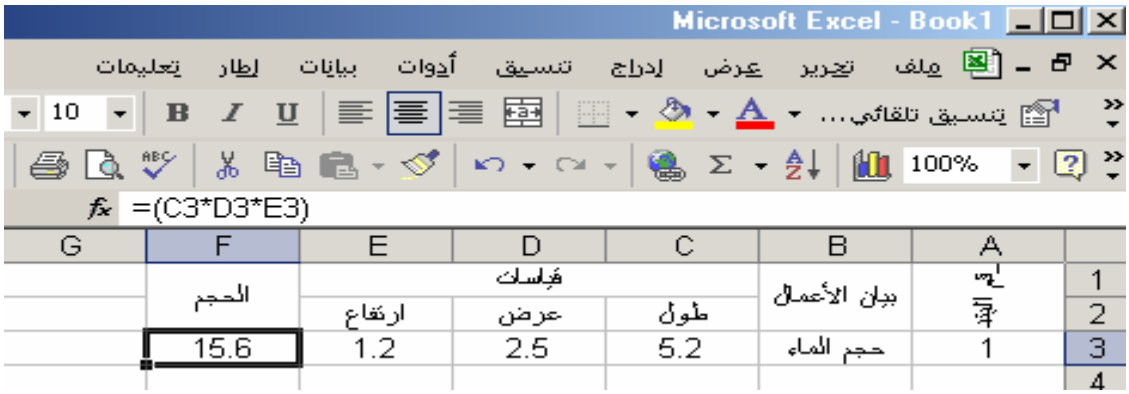
1. خزان أرضي مكعب الشكل طول حرفه 4 متر . المطلوب حساب حجمه ؟
2. حفرة داخل الأرض مكعبة الشكل طول حرفها 3 متر . احسب حجمها ؟

2. حجم متوازي المستطيلات

حجم متوازي المستطيلات = الطول × العرض × الارتفاع

مثال2 : خزان علوي من الخرسانة متوازي مستطيلات أبعاده من الداخل طوله 5.20 متر وعرضه 2.5 متر وارتفاعه 1.20 متر . المطلوب حساب حجم الماء بداخله .

الحل :



	A	B	C	D	E	F	G
1	م	بيان الأعمال	فراسات			الحجم	
2			طول	عرض	ارتفاع		
3	1	حجم الماء	5.2	2.5	1.2	15.6	
4							

تمارين :

1. احسب كمية الحفر لعمل خزان أرضي متوازي المستطيلات ، أبعاد الحفر المقترح طوله 6.20 متر وعرضه 3.60 متر وارتفاعه 3.4 متر ؟

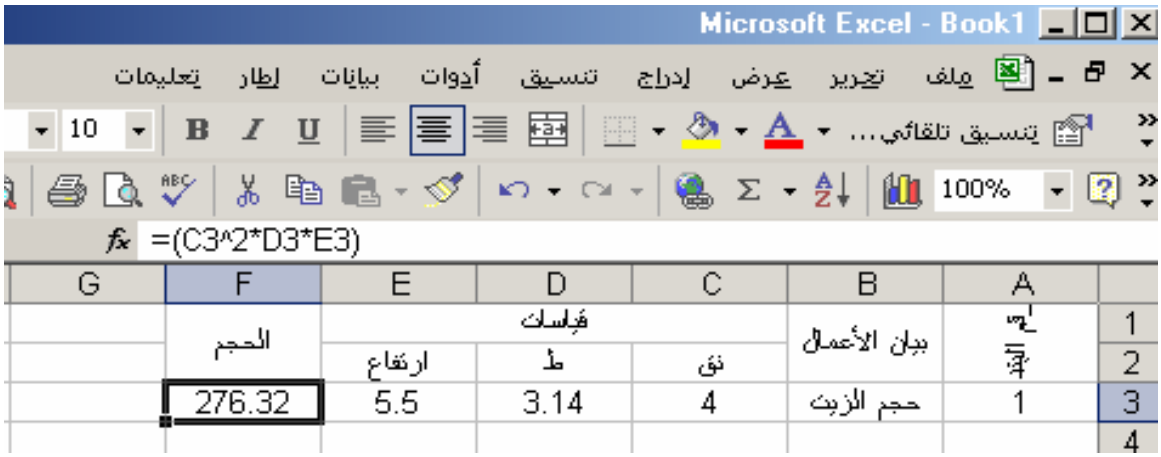
3. حجم الأسطوانة

حجم الأسطوانة = مساحة القاعدة × الارتفاع

= ط نق^2 × ع

مثال3 : خزان دائري الشكل في مصفاة نفط نصف قطره من الداخل 4 متر وارتفاعه 5.5 متر مملوءة بالزيت ، احسب كمية الزيت بداخل الخزان ؟ ط = 3.14

الحل:



	A	B	C	D	E	F	G
1	م	بيان الأعمال	فراسات			الحجم	
2			نق	ط	ارتفاع		
3	1	حجم الزيت	4	3.14	5.5	276.32	
4							

تمارين :

1. خط من مواسير الصرف الصحي طوله 40 متر ونصف قطره 12 سم . احسب حجم الصرف إذا كانت ممتلئة بالماء .

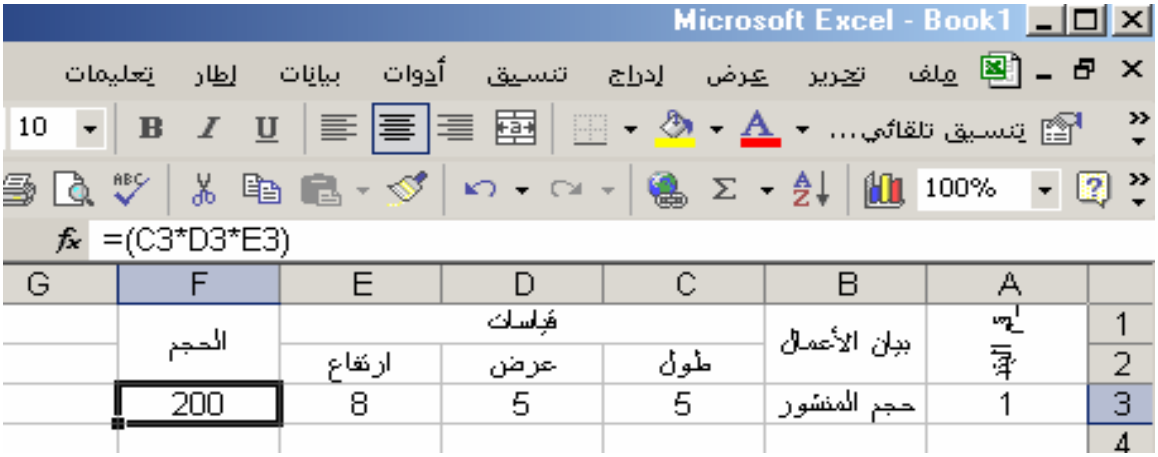
4. حجم المنشور

حجم المنشور = مساحة القاعدة × الارتفاع

ملحوظة : تختلف مساحة القاعدة باختلاف شكلها ، فيمكن أن تكون مربعة أو مستطيلة أو أي شكل هندسي منتظم غير دائري

مثال 4: منشور قاعدته مربعة الشكل طول ضلعها 5 متر وارتفاعه 8 متر . المطلوب حساب حجم المنشور ؟

الحل:



	A	B	C	D	E	F	G
1	م	بيان الأعمال	فراسات			الحجم	
2	م		طول	عرض	ارتفاع		
3	1	حجم المنشور	5	5	8	200	
4							

تمارين :

1. منشور قاعدته مستطيلة الشكل طولها 5 متر وعرضها 3 متر وارتفاعه 7 متر . احسب حجمه ؟
2. منشور قاعدته مربعة الشكل طول ضلعه 4 متر وارتفاعه 6 متر . احسب حجمه ؟

المراجع العلمية

1. مذكرة الجيوديسيا التطبيقية (طبعة 1409 هـ) .
   د / محمد عيد الأظن
2. الحساب المساحي
   أ. د / مصطفى إمام شعبان
3. مذكرة الحساب الفني (طبعة 1421 هـ)
   م / فتحي محمود نصار
   م / أحمد إبراهيم رمزي
4. الحساب المساحي (نظري) (1425 هـ)
   المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني ، فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
5. كتاب Mastering Excel 2000 premium Edition
   تأليف / تيدي س. مارتن & ستيفن م. هانكس
6. الحساب الفني بالحاسب الآلي (1423هـ - 2002 هـ)
   م / خالد بن صالح نصار
   م / حسين بن صالح الخربوش

الفهرس

مقدمة.....

اسم الوحدة : تقسيم الأراضي وتعديل الحدود ..... - 1 -

1. ..... **الطريقة التخطيطية (التقسيم بالرسم) :** - 3 -

2. **الطريقة الحسابية** ..... - 9 -

ثانياُ : اقتطاع مساحة ..... - 16 -

ثالثا : تعديل الحدود ..... - 18 -

2. **الخطوة الحسابية** ..... - 21 -

تمارين عامة على الوحدة الأولي..... - 24 -

اسم الوحدة : مصادر الأخطاء ..... - 27 -

مقدمة : ..... - 28 -

القياس :..... - 28 -

الخطأ الحقيقي True Error ..... - 29 -

مصادر الأخطاء ..... - 29 -

2. **الأخطاء الآلية** Instrumental Errors ..... - 30 -

3. **الأخطاء الطبيعية** Natural Errors ..... - 30 -

أنواع الأخطاء ..... - 30 -

1. ..... **الغلط** Gross Error or Mistake - 31 -

2. ..... **الأخطاء المنتظمة** Systematic Errors - 31 -

جـ . أخطاء منتظمة مصدرها طبيعي ..... - 38 -

3. **الأخطاء العشوائية** Random Errors ..... - 39 -

تدريبات على الوحدة الثانية ..... - 41 -

اسم الوحدة : ضبط الأرصاد ..... - 43 -

أولاً : ضبط الأرصاد الطولية والزاوية (للأرصاد المتساوية الأوزان) ..... - 44 -
أولاً : ضبط الأرصاد الطولية : ..... - 44 -
3. **الانحراف المعياري للرصدة الواحدة (ك) : Standard Error** .....
- 47 -
4. **الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي (ك م)** Standard Deviation ..... - 51 -
5. **القيمة الأكثر احتمالاً** **Most probable Value** ..... - 52 -
ثانياً : ضبط الأرصاد الزاوية ..... - 55 -
ثانياً : ضبط الأرصاد الطولية والزاوية للأرصاد المختلفة الأوزان (الموزونة) ..... - 67 -
أولاً : الأرصاد المختلفة الأوزان (الأرصاد الموزونة) ..... - 67 -
حساب القيمة الأكثر احتمالا للأرصاد المختلفة الأوزان ..... - 69 -
ثانيا : الأرصاد الزاوية (الأرصاد المختلفة الأوزان) : ..... - 77 -
رابعاً : حساب معايير دقة الأرصاد ..... - 87 -
2. **الخطأ المعياري (ك)** Standard Error .....
- 87 -
3. **الخطأ المحتمل (ك ح)** Probable Error .....
- 88 -
مقارنة دقة الأرصاد ..... - 92 -
تمارين على الوحدة الثالثة ..... - 94 -
اسم الوحدة : تطبيقات مساحية بالحاسب الآلي ..... - 96 -
العمليات الحسابية ..... - 97 -
ترتيب العمليات الحسابية ..... - 97 -
رموز العمليات الحسابية ..... - 97 -
طرق حل العمليات الحسابية ..... - 98 -
أولا : مساحات ومحيطات الأشكال الهندسية ..... - 99 -
ثانيا : حساب الحجوم ..... - 107 -
1. حجم المكعب ..... - 107 -

3. حجم الاسطوانة..... - 108 -
4. حجم المنشور..... - 109 -
المراجع العلمية ..... - 110 -

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم
المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة
GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS

BAE SYSTEMS