الوحدة التاسعة

ضبط الأرصاد المساحية

الوحدة التاسعة

ضبط الأرصاد المساحية

الجدارة:

التعرف على ضبط القياسات الطولية والزاوية للأرصاد متساوية ومختلفة الأوزان ، وحساب القيمة الأكثر احتمالاً ، وحساب معايير دقة الأرصاد.

الأهداف:

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يكون المتدرب قادراً وبكفاءة على أن :

- يضبط القياسات الطولية والزاوية للأرصاد متساوية الأوزان.
- يضبط القياسات الطولية والزاوية للأرصاد مختلفة الأوزان.
- يحكم على مجموعة من الأرصاد عن طريق معايير دقة الأرصاد.
- يقوم بتصحيح الزوايا الداخلية للأشكال المغلقة.

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

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة : 39 ساعة.

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 متساوية الأوزان)

الأرصاد متساوية 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 الفروقات 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 :

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

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 :

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

$$\text{م} = \frac{[\,\text{س}\,]}{\text{ن}} = \frac{[\,116.46 + 116.48 + 116.50 + 116.55 + 116.56\,]}{5} = 116.51\text{م}$$

الحل : بطريقة أخرى:

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

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

المتوسط الحسابي (م) = 116 + $\frac{[0.56 ، 0.55 ، 0.50 ، 0.48 ، 0.46]}{5}$ = 116 + 0.51 = 116.51 **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 :

م = $\frac{[\text{س}]}{\text{ن}}$

م = $\frac{[10'' \ 43' \ 75^\circ + 12'' \ 43' \ 57^\circ + 08'' \ 43' \ 57^\circ + 14'' \ 43' \ 57^\circ]}{4}$ = $11'' \ 43' \ 57^\circ$

الحل : بطريقة أخرى

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

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

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

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 الفروقات 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 .

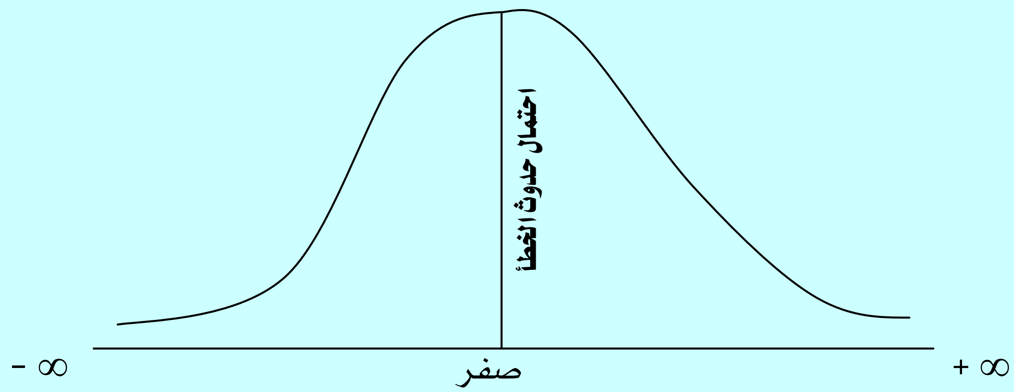
$$\text{ك} = \sqrt{\frac{[\text{ف}^2]}{\text{ن} - 1}} \qquad (4)$$

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 الأخطاء . والشكل التالي يبين لنا الشكل المثالي لمنحنى الاحتمال :



مقدار الخطأ (الفرق)

شكل يبين منحنى الاحتمال

ومن 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 فيما لانهاية) .
5. القيمة الصحيحة لكمية ما هي متوسط عدد لا نهائي من الأرصاد المباشرة .
6. نسبة الخطأ المتوقع حدوثها تساوي (± 0.6745 ك) 50٪ أية 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٪ أية إن 95٪ من الأرصاد تحتوي على أخطاء تتراوح قيمتها بين (± 2 ك) .
9. احتمال حدوث خطأ تتراوح قيمته (± 3 ك) هو 99.7 ٪ أية إن 99.7 ٪ من عدد الأرصاد بها خطأ تتراوح قيمتها بين (± 3 ك) وعليه يجب استبعاد أية أرصاد بها خطأ أو فرق تزيد قيمته عن (± 3 ك) .

مثال1 :

قيس طول خط (أ ب) ثمان 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)	الفــــرق 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. $م = \frac{[\,س\,]}{ن}$

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

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

ك = ± 0.03 **متراً**

3. يجب التحقق من أن جميع الأرصاد لا يزيد الفرق بها عن ± 3ك .

3ك = 3 × 0.03 = ± 0.09 م

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

ملحوظة :

في حالة استبعاد أي رصدة يجب إعادة حساب المتوسط الحسابي والخطأ المعياري مرة أخرى.

4. **الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي (م ك)** 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 :

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

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

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 أحد المشاريع المساحية كان الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي المطلوب للزوايا المقاسة 0.40 ثانية ، وكان الخطأ المعياري للرصدة الواحدة للجهاز الذي سوف يستخدم في عملية الرصد = 20 ثانية.

احسب عدد مرات القياس للزوايا لكي تحقق المواصفات المطلوبة.

الحل :

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

$$\text{ك م}^2 = \text{ك}^2 \div \text{ن}$$

$$\therefore \text{ن} = \frac{\text{ك}^2}{\text{ك م}^2} = \frac{(2)^2}{(0.40)^2} = 25$$ 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

$$= \text{م} \pm \text{ك م} \qquad (7)$$

مثال 1:

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

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

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)	الفرق 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 الأخطاء 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)	الفـــــــــــــرق 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

[س]

ن

[2640.48]

1. م =

م = = 220.04 متراً.

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

= ± 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 الوضعين المتيامن والمتياسر ، كما أن الخطأ في تدريج الدائرة الأفقية يمكن تقليله بالرصد على بدايات مختلفة للأقواس .

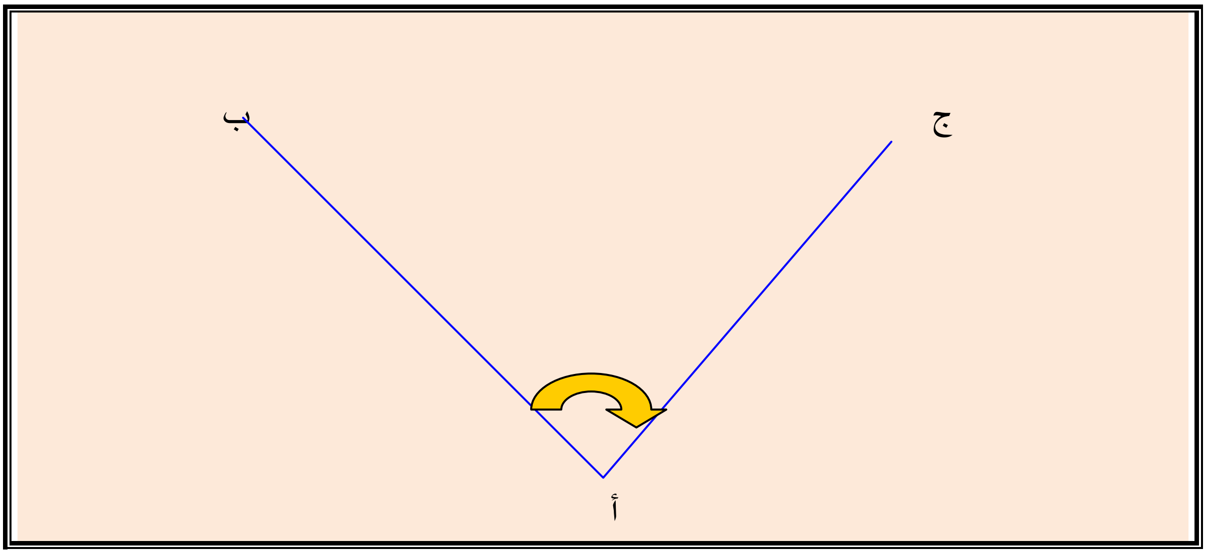
أ. الزوايا الأفقية المنفردة على قوس واحد (بدون قفل الأفق) :

بعد إجراء الضبط المؤقت للجهاز المستخدم فوق 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			متوسط قراءتي الدائرة الأفقية	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة
		//	/	o		
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			متوسط قراءتي الدائرة الأفقية	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة	التصحيح	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة المصححة
		//	/	o				
ب	س							
	م							
ج	س							
	م							
ب	س							
	م							

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

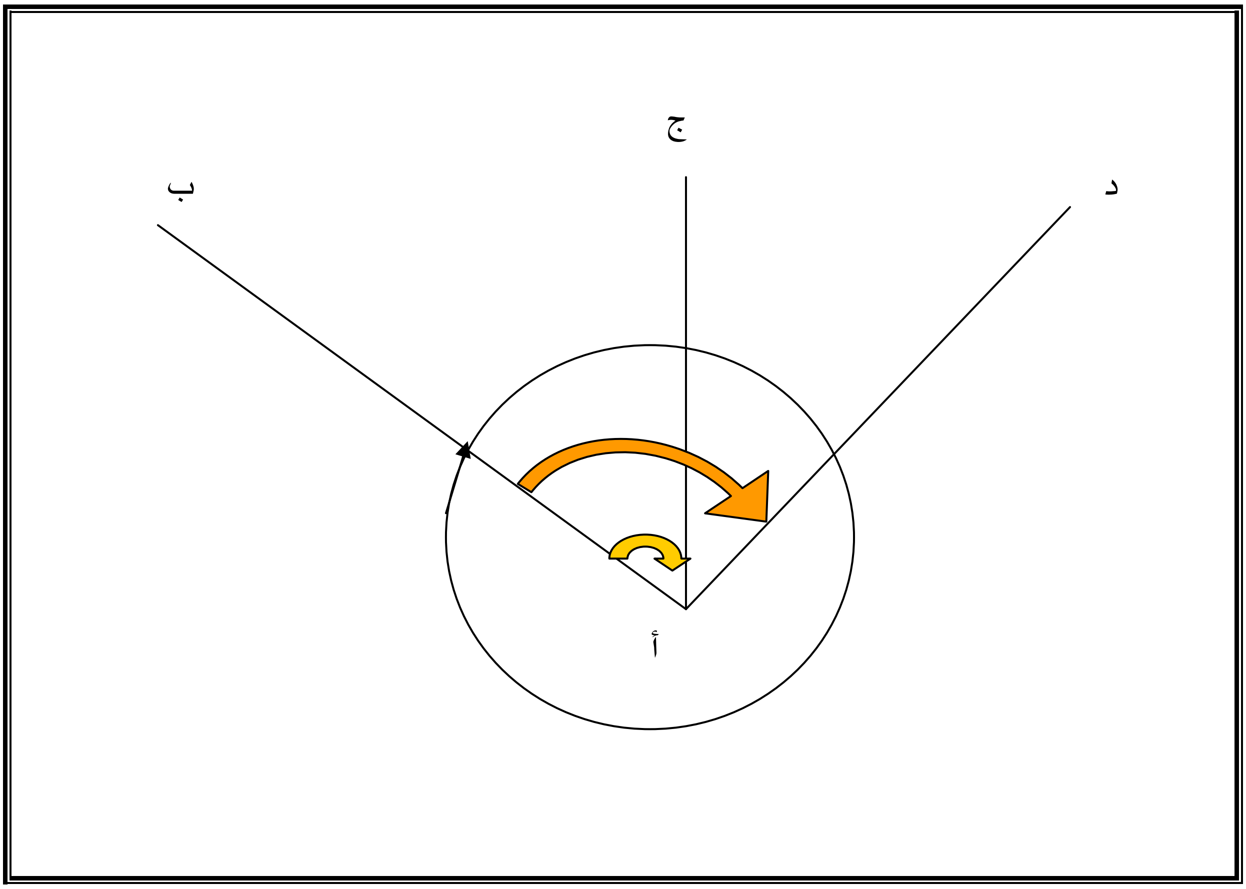
1. القيمة المتوسطة للزاوية = $\frac{[\ س\ ]}{ن}$ حيث ن =عدد الأقواس

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

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

ج. 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 :

في 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	000° 00´ 28´´	69° 15´ 14´´
	م	26	00	180		
ج	س	40	15	69	69° 15´ 42´´	
	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	000° 00′ 31″	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 = 360° 00′ 3″ – 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 :

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

المطلوب إيجاد القيمة المحتملة للزاوية (أ ب جـ) ؟

الحل:

رقم القوس	قيمة الزاوية المقاسة (س)			المتوسط الحسابي (س)	الفـــــرق ف = م - س	مربع الفروق $ف^2$
1	14	15	69	15″ 15′ 69°	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 = $\frac{[\ س\ ]}{ن}$ = $\frac{[\ 00″\ 01′\ 277°\ ]}{4}$

= 15″ 15′ 69°

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

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

المطلوب 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)	الفـــرق ف = م - س	مربع الفروق $ف^2$
1	44	09	52	$52^\circ\ 09'\ 42.33''$	- 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 =

1. القيمة المتوسطة للزاوية = $\frac{[\ 1156^\circ\ 29'\ 7''\ ]}{3}$ = $42.33''\ 09'\ 52^\circ$

2. ك م = ± الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي.

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

3. القيمة الأكثر احتمالا للزاوية = $42.33''\ 09'\ 52^\circ$ ± $1.20''$.

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

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

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

= $\frac{[\ 96^\circ\ 19'\ 23''\ ]}{3}$ = $31''\ 6'\ 32^\circ$

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

$\sqrt{\frac{[\ 8\ ]}{3(3-1)}}$

2. ك م = ± = ± 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)	الفـــرق ف = م - س	مربع الفروق ف^2
1	47	43	275	44.33″ 43′ 275°	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 = $\frac{[\ 13''\ 11'\ 728^\circ\ ]}{3}$ = 44.33″ 43′ 275

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

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

3. القيمة الأكثر احتمالا للزاوية = 44.33″ 43′ 275° ± 1.45″

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

أولاً : الأرصاد مختلفة 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 وكانت عدد مرات القياس في اليوم الأول (مرتان) 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 إنه 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 : 0000000000000 : و$_{\text{ن}}$ = ن1 : ن2 : ن3 : ن4 : 0000000000000 ن$_{\text{ن}}$.

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

$$\text{و}_1 : \text{و}_2 : \text{و}_3 : 000000000000 : \text{و}_\text{ن} = \frac{1}{\text{ك}_1^2} : \frac{1}{\text{ك}_2^2} : \frac{1}{\text{ك}_3^2} : 00000 : \frac{1}{\text{ك}_\text{ن}^2}$$

:

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

$$\text{و}_1 : \text{و}_2 : \text{و}_3 : \text{و}_4 = \text{ن}_1 : \text{ن}_2 : \text{ن}_3 : \text{ن}_4$$

$$\text{و}_1 : \text{و}_2 : \text{و}_3 : \text{و}_4 = 4 : 2 : 3 : 1$$

==

مثال2 :

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

الحل:

الوزن يتناسب عكسيا مع مربع الخطأ المعياري

$$\text{و}_1 : \text{و}_2 : \text{و}_3 : 000000000000 : \text{و}_\text{ن} = \frac{1}{\text{ك}_1^2} : \frac{1}{\text{ك}_2^2} : \frac{1}{\text{ك}_3^2} : \frac{1}{\text{ك}_4^2}$$

$$\text{و}_1 : \text{و}_2 : \text{و}_3 : 000000000000 : \text{و}_\text{ن} = \frac{1}{3^2} : \frac{1}{2^2} : \frac{1}{1^2} : \frac{1}{6^2}$$

$$\frac{1}{9} \quad \frac{1}{4} \quad \frac{1}{1} \quad \frac{1}{36}$$

$و_1 : و_2 : و_3 : 000000000000 : و_ن =$: : :

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 :

$و_1 : و_2 : و_3 : و_4 = 4'' : 9'' : 36'' : 1''$.

حساب القيمة الأكثر احتمالا للأرصاد مختلفة 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 :

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

$$م و = \frac{[و \times س]}{[و]}$$

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 = $م_و \pm ك م_و$

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)

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

2. الخطأ المعياري للرصدة الواحدة :

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

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

الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي (ك م $_{\text{و}}$) :

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

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

3. القيمة الأكثر احتمالا للخط (أ ب) :

القيمة الأكثر احتمالا للأرصاد الموزونة = م $_{\text{و}}$ $\pm$ ك م $_{\text{و}}$

= 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

$$و_1 : و_2 : و_3 = \frac{1}{ك_1^2} : \frac{1}{ك_2^2} : \frac{1}{ك_3^2}$$

$$و_1 : و_2 : و_3 = \frac{1}{3^2} : \frac{1}{2^2} : \frac{1}{5^2}$$

$$و_1 : و_2 : و_3 = \frac{1}{9} : \frac{1}{4} : \frac{1}{25}$$ وباختيار ثابت تناسب 900

$$و_1 : و_2 : و_3 = 100 : 225 : 36$$

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)

$$م_و = \frac{[62469.85]}{[361]} = 173.047 \text{ متراً}.$$

2. **الخطأ المعياري للرصدة الواحدة :**

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

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

3. **الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي (ك م$_و$) :**

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

$$ك م_و = \pm \sqrt{\frac{[0.176]}{(2) \times [361]}} = \pm 0.016 \text{ متراً}.$$

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

$$\text{و}_1 : \text{و}_2 : \text{و}_3 : \text{و}_4 = \frac{1}{\text{ك}_1^2} : \frac{1}{\text{ك}_2^2} : \frac{1}{\text{ك}_3^2} : \frac{1}{\text{ك}_4^2}$$

$$\text{و}_1 : \text{و}_2 : \text{و}_3 : \text{و}_4 = \frac{1}{2^2} : \frac{1}{3^2} : \frac{1}{5^2} : \frac{1}{6^2}$$

$$\text{و}_1 : \text{و}_2 : \text{و}_3 : \text{و}_4 = \frac{1}{4} : \frac{1}{9} : \frac{1}{25} : \frac{1}{36}$$

وباختيار ثابت تناسب 900

$$\text{و}_1 : \text{و}_2 : \text{و}_3 : 4 = 225 : 100 : 36 : 25$$

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

ك و = $\pm \sqrt{\frac{[0.6755]}{(3)}}$ = $\pm$ 0.475 متراً .

3. الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي (ك م $_{\text{و}}$) :

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

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

4. القيمة الأكثر احتمالا للخط (أ ب) :

القيمة الأكثر احتمالا للأرصاد الموزونة = م $_{\text{و}}$ $\pm$ ك م $_{\text{و}}$

= 87.484 $\pm$ 0.024 متراً .

ثانيا : الأرصاد الزاوية (الأرصاد مختلفة 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
جـ	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
جـ	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			متوسط قراءتي الدائرة الأفقية	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة	التصحيح	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة المصححة
		//	/	o				
ب	س	30	00	00	00 00 33	47 18 27	000	47 18 27
	م	36	00	18 0				
ج	س	02	19	47	47 19 00	41 33 312	000	312 41 33
	م	58	18	22 7				
ب	س	32	00	00	00 00 33	00 00 360	صفر	360 00 00
	م	34	00	18 0				

خطأ القفل = 360 00 00 - 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			متوسط قراءتي الدائرة الأفقية	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة	التصحيح	قيمة الزاوية الأفقية المرصودة المصححة
		//	/	o				
ب	س	30	00	00	00 00 33	18 30 47	0.5	47 18 30.5
	م	36	00	180				
ج	س	06	19	47	47 19 02	41 29 312	0.5	312 41 29.5
	م	00	19	227				
ب	س	30	00	00	00 00 32	59 59 359	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			
	م	01	19	227		312 41 25	1	312 41 26
ب	س	30	00	00	00 00 27			
	م	24	00	180		359 59 58	2	360 00 00

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			
	م	08	34	272		312 41 34	1 -	312 41 33
ب	س	42	15	45	45 15 43			
	م	44	15	225		360 00 02	2 -	360 00 00

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			
	م	38	15	225		47 18 25	1 -	47 18 24
ج	س	06	34	92	92 34 04			
	م	02	34	272		312 41 37	1 -	312 41 36
ب	س	40	15	45	45 15 41			
	م	42	15	225		360 00 02	2 -	360 00 00

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 × ف²
1	47 18 30.50	3	141 55 31.50	47 18 28.50	2 -	12
2	47 18 25.5	2	94 36 51		2	18
المجموع		5	32 22.50			30

1. المتوسط الحسابي للأرصاد الموزونة للخط (أ ب)

$$\text{م و} = \frac{[\,236\ \ 32\ \ 22.5\,]}{[\,5\,]} = 47^\circ\ 18'\ 28.50''\ .$$

2. الخطأ المعياري للرصدة الواحدة :

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

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

الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي (ك م و) :

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

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

3. القيمة الأكثر احتمالا للخط (أ ب) :

القيمة الأكثر احتمالا للأرصاد الموزونة = $\text{م}_{\text{و}} \pm \text{ك م}_{\text{و}}$

$$= 47^\circ\ 18'\ 50'' \pm 2.45\ \text{ثانية}\ .$$

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

$و_1 : و_2 : و_3 : و_4 = ن_1 : ن_2 : ن_3 : ن_4$

$= 3 : 2 : 5 : 4$

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)

$$م\ و = \frac{[917\ \ 04\ \ 17]}{[14]} = 18.36''\ \ 30'\ \ 65^\circ\ .$$

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 $_و$) :

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

$$ك\ م_و = \pm \sqrt{\frac{[107.2144\ ]}{[14] \times (3)}} = \pm\ 1.60 \text{ ثانية .}$$

3. القيمة الأكثر احتمالا للخط (أ ب) :

القيمة الأكثر احتمالا للأرصاد الموزونة = م $_و$ ± ك م $_و$

$= 18.36''\ \ 30'\ \ 65^\circ \pm 1.60$ ثانية .

ثالثا : ضبط القياسات الزاوية ذات العلاقة (للأشكال المغلقة) :

بعد رصد كل زاوية عن طريق قوس كامل والحصول على الزوايا المصححة تكون بذلك قد تم ضبط الزوايا المنفردة أو المتجاورة أما إذا كان هناك علاقة رياضية تربط هذه الزوايا ببعضها 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 = 2˝ .

مثال3 :

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

الزاوية (أ) = $113^\circ\ 34'\ 53''$ الزاوية (ب) = $103^\circ\ 30'\ 54''$

الزاوية (جـ) = $119^\circ\ 58'\ 50''$ الزاوية (د) = $101^\circ\ 29'\ 50''$

الزاوية (هـ) = $101^\circ\ 25'\ 48''$.

المطلوب تصحيح خطأ القفل الزاوي لهذه الزوايا .

الحل :

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

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

= $(5 - 2) \times 180 = 540^\circ$

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

= $540^\circ\ 00'\ 15'' - 540^\circ = 15''$

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

= $(-1 \times 15) \div 5 = -3''$.

رابعاً : حساب معايير دقة الأرصاد :

مقاييس دقة الأرصاد أو معايير دقة الأرصاد هي عدة أنواع من الأخطاء المعيارية تحسب من الأرصاد نفسها لأية 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 لأية 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 أية 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 :

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

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 أية مجموعة من الأرصاد يكون عدد الأرصاد التي بها أخطاء أصغر من الخطأ المحتمل تساوي عدد الأرصاد التي بها أخطاء أكبر منه ، أية إننا 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 :

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

ب . إذا كان عدد الأرصاد (ن) زوجيا :

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

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)	الفــــرق 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. $م = \frac{[\,س\,]}{ن}$

$م = \frac{[\,200\,]}{10} = 20''$.

2. الخطأ المتوسط (ك أ)

$ك أ = \frac{[\,|ف|\,]}{ن - 1}$

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

3. الخطأ المعياري

$ك = \sqrt{\frac{[\,ف^2\,]}{ن - 1}}$

$ك = \sqrt{\frac{[\,420\,]}{9}} = 6.83''$ 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

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

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

ك ح =

= (ف (5) + ف (6)) ÷ 2 = (5+ 7) ÷ 2

= 12÷ 2 = 6″ ثواني .

ثانيا الراصد الثاني :

م	الكمية المقاسة (س)	المتوسط الحسابي (س)	الفـــرق 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 = $\frac{[\ 300\ ]}{10}$ = 30″ .

2. الخطأ المتوسط (ك أ)

$\frac{[\ |\ ف\ |\ ]}{ن - 1}$

ك أ =

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

3. الخطأ المعياري

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

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

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

= (ف (5) + ف (6)) ÷ 2 = (2+ 3) ÷ 2

= 5 ÷ 2 = 2.5 ً ثواني .

مقارنة دقة الأرصاد :

أولا الفروقات :

بالنسبة لأرصاد الراصد الأول فإن الفروقات تتراوح بين 2˝ ، 10˝ أية إن المدى = 10 – 20 = 8˝ ثوان

وبالنسبة للراصد الثاني فإن الفروقات تتراوح بين صفر ، 20˝ أية إن 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 أية 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

1. عرف منحنى الأخطاء واذكر 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 غير الصحيحة :

1. المجموع الجبري للفروقات = صفر للأرصاد متساوية 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 أربعة 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.

<table>
<tr><td colspan="6">نموذج تقويم المتدرب لمستوى أدائه
يعبأ من قبل المتدرب وذلك بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب</td></tr>
<tr><td colspan="6">بعد الانتهاء من التدريب على ضبط الأرصاد المساحية ، قوِّم نفسك وقدراتك بواسـطة إكمال هذا التقويم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة ، وذلك بوضع عـلامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته ، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.</td></tr>
<tr><td colspan="6">اسم النشاط التدريبي الذي تم التدرب عليه : ضبط الأرصاد المساحية</td></tr>
<tr><td rowspan="2">م</td><td rowspan="2">العناصـــر</td><td colspan="4">مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)</td></tr>
<tr><td>غير قابل للتطبيق</td><td>لا</td><td>جزئيا</td><td>كليا</td></tr>
<tr><td>65.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>66.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>67.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>68.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>69.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>70.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>71.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>72.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.</td></tr>
</table>