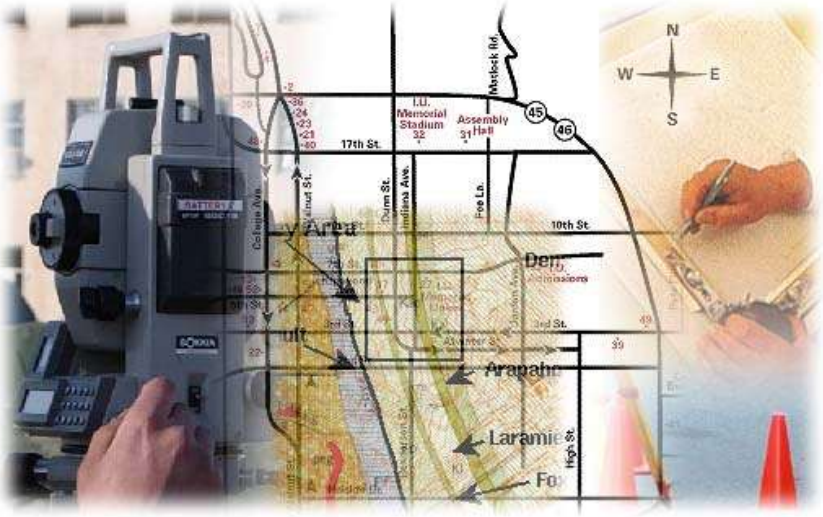
المساحة

المساحة الجيوديسية



١ – ٢ تعريف المساحة الجيوديسية

الجيوديسيا أو المساحة الجيوديسية هي في الأصل كلمتان باللغة اليونانية (جيو وهي الأرض و ديسيا ومعناها تقسيم) أي العلم الذي يبحث في دراسة شكل الأرض الحقيقي ومساحة أجزائها
وتعتبر المساحة الجيوديسية حالياً أحد العلوم الحديثة التي تبحث في كثير من الموضوعات الخاصة بدراسة شكل الأرض بواسطة القياسات المباشرة وكثيرا من الموضوعات التي تتصل بالعلوم المعنية بدراسة القشرة الأرضية وحركة الأجرام السماوية .

١ – ٣ أهمية المساحة الجيوديسية

إن الغرض الرئيسي للمساحة الجيوديسية هو تثبيت نقاط بإحداثيات ثابتة على سطح الأرض بدقة عالية جداً تعتبر هذه النقاط أساساً لربط جميع أنواع المساحات الأخرى سواءً كانت طبوغرافية أو تفصيلية

- وتبحث المساحة الجيوديسية في مواضيع رئيسية مثل : -

١ – اختيار نقاط المثلثات وتحديدها بدقة على خرائط لتكون أساساً لعمل باقي أنواع المساحات
٢ – الرصد الفلكي لتحديد خطوط الطول و العرض للنقاط
٣ – عمل الميزانيات الدقيقة والجيوديسية لعمل الروبيرات المساحية
٤ – رسم الخرائط بأقل تشويه ممكن
٥ – دراسة المد والجزر وقاع البحر لتعيين مستوى المقارنة في الميزانيات وفي عمل الخرائط الملاحية

١ – ٤ أقسام المساحة الجيوديسية

تنقسم الجيوديسيا إلى قسمين هما : -

١ – الجيوديسيا الهندسية (GEOMETRICAL GEODESY)
٢ – الجيوديسيا الفيزيقية (PHYSICAL GEODESY)

أولاً : الجيوديسيا الهندسية :

وهي تختص بتحديد شكل وحجم الأرض وعمل الربط اللازم بين الكتل الأرضية التي تفصل بينها مساحات مائية شاسعة وتعيين إحداثيات النقاط وانحرافات الخطوط بينها عن الشمال الجغرافي وبصفة عامة فإنها تختص بكل ما يتعلق بهندسة الكرة الأرضية كذلك تقوم
الجيوديسيا الهندسية بتعيين إحداثيات نقط الربط بين القارات و الجزر المنفصلة على سطح الأرض وتستخدم في ذلك وسائل كثيرة بعضها بصري مثل التيودوليت وبعضها إلكتروني مثل الديستومات والمحطة المتكاملة كما تستعمل الأرصاد الفلكية لعمل هذا الربط ويعتبر استخدام الأقمار الصناعية في تحديد شكل الأرض هو أهم الإنجازات في وقتنا الحاضر .

ثانياً الجيوديسيا الفيزيقية :

وهي تختص بدراسة مجال الجاذبية الأرضية ومعرفة قوى الجذب التي تؤثر على الأجسام القريبة والمحيطة بسطح الأرض .
وزاد الاهتمام بدراسة كل من فرعي الجيوديسيا لما ظهر من تأثيرهما المباشر في دراسة حركة الأقمار الصناعية حول الأرض .

- وسوف تقتصر دراستنا في هذا المجال على كل ما له علاقة بصناعة الخرائط نظراً لأهميتها عند دراسة كافة المشروعات العمرانية المختلفة ألا وهي الجيوديسيا الهندسية .

٢ – ١ مقدمة

تعتبر الإحداثيات بأنواعها المختلفة من أهم الموضوعات التي يجب على دارس علوم المساحة التعرف عليها فالإحداثيات ثلاثية الأبعاد المستخدمة لتحديد موقع نقطة في الطبيعة أصبحت شائعة الاستخدام وخاصة بعد انتشار أجهزة الرصد على الأقمار الصناعية GPS بينما مازالت الإحداثيات الكيلومترية ثنائية الأبعاد هي الأساس في تحديد موضع نقطة على الخريطة المساحية . وسنتعرف في هذا الفصل على أنواع نظم الإحداثيات المستخدمة في الأعمال المساحية . وأيضاً عمليات التحويل للإحداثيات من نظام إلى آخر وتدريبات وتمارين على كيفية التحويل بين النظم .

٢ – ٢ نظم الإحداثيات

هناك نظم متعددة للإحداثيات ولكل دولة نظام إحداثي خاص بها حتى أن نظام أل GPS له نظام إحداثيات خاصه به يسمى
WGS 84 (World Geodetic SYSTEM 84) وعند حصولنا على الإحداثيات بجهاز GPS يجب تحويلها إلى أي من نظم الإحداثيات الأخرى أو إلى نظام الإحداثيات المحلي للدولة .

تعريف جملة الإحداثيات

هي مجموعة الأعداد التي نستطيع بواسطتها التعرف على موقع النقاط

٢ – ٣ أنواع جملة الإحداثيات

أ – جملة الإحداثيات الفراغية
ب – جملة الإحداثيات الجغرافية
جـ - جملة الإحداثيات المسقطة (المستوية)

الشروط الواجب توافرها في جملة الإحداثيات

١. أن يكون هناك نقطة محددة تسمى بمبدأ الإحداثيات (نقطة الأصل)
٢. أن يكون لها محاور محددة تماماً وتعاريفها واضحة غير قابلة للالتباس مع محاور أخرى
٣. أن يكون هناك نظام واضح يبين العلاقة بين الموقع الأرضي والمحاور الإحداثية (نظام الإسقاط)

أولاً : جملة الإحداثيات الفراغية

ونتعرف عليها من خلال :

أ – مبدأ الإحداثيات :

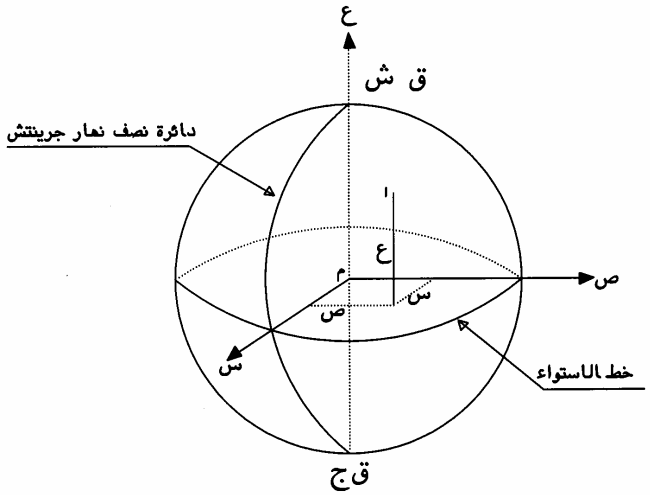
هو مركز الأرض وهي نقطة محددة ولكننا لا نستطيع الوصول إليها

ب – المحاور الإحداثية :

١ – محور السينات (المحور الأول) وهو تقاطع دائرة نصف نهار جرينتش مع خط الاستواء عند مركز الأرض

٢ – محور الصادات (المحور الثاني) وهو المحور المتعامد مع كل من محور السينات والعينات ويتجه بالنسبة لمحور السينات نحو الشرق

٣ – محور العينات (المحور الثالث) وهو عبارة عن محور دوران الأرض وهذا المحور يمر بمركز الأرض وهو الذي يعرف لنا القطبين الشمالي والجنوبي



ويبين ذلك على الشكل التالي حيث إن

نقطة (أ) إحداثياتها الفراغية

(س ، ص ، ع)

ثانياً : جملة الإحداثيات الجغرافية

تعتبر من أكثر نظم الإحداثيات شهرة وتطبيقاً لارتباطها مباشرةً بسطح الأرض

ونتعرف عليها من خلال :

أ – مبدأ الإحداثيات :

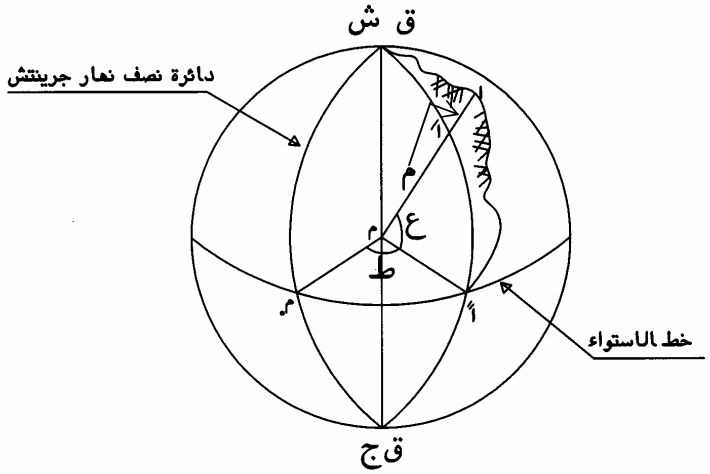
هو نقطة (م ،) وهي عبارة عن تقاطع خط الاستواء مع دائرة نصف نهار جرينتش وهي نقطة موجودة على سطح الأرض

ب - المحاور الإحداثية :

١ – منحنى خط الاستواء ونعين عليه الإحداثي الأول ويسمى الطول الجغرافي (ط)

٢ – منحنى دائرة نصف نهار النقطة ونعين عليه الإحداثي الثاني ويسمى العرض الجغرافي (ع)

٣ – ارتفاع النقطة فوق الكرة (طول العمود المسقط على سطح الكرة) ونرمز له بالرمز م



و من الرسم تعرف نقطة

(أ) بالإحداثيات الجغرافية

(ط ، ع ، م)

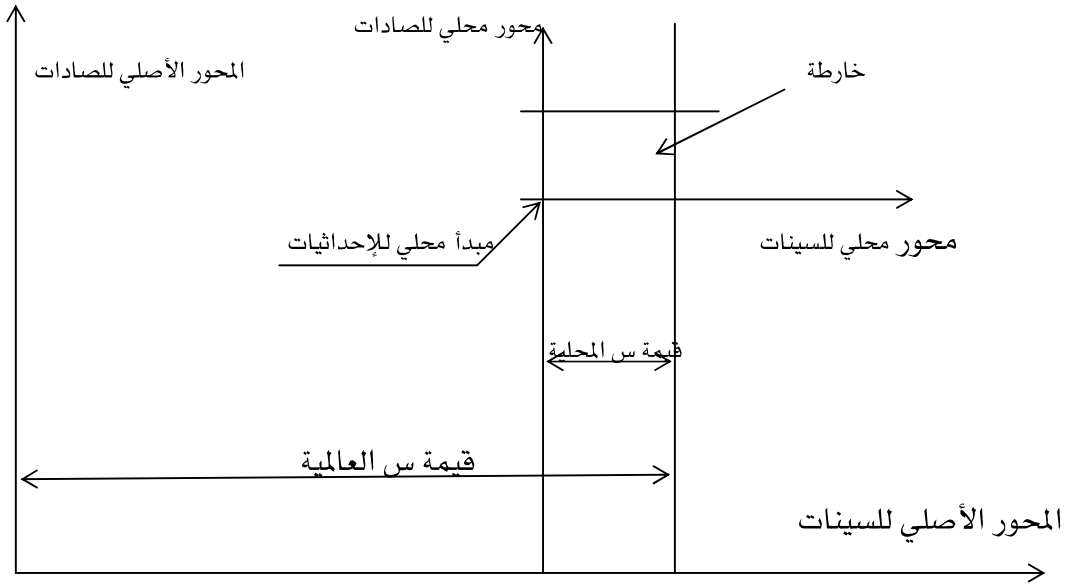
ثالثاً : جملة الإحداثيات المسقطة (المستوية)

هذا النوع هو المستخدم لتعريف موضع أي نقطة على الخريطة بعد تحويل الإحداثيات من ثلاثية الأبعاد إلى ثنائية الأبعاد وهي عملية الإسقاط ولها محوران متعامدان

- المحور السيني موجب في اتجاه الشمال وسالب في الجنوب

• المحور الصادي موجب شرقاً وسالب غرباً . وتكون نقطة م هي نقطة الأصل وهي الركن الجنوبي الغربي للخريطة وتأخذ القيمة (صفر ، صفر) تكون إحداثيات النقطة هي (س ، ص)

ومن الجدير بالذكر أنه عند رسم الخرائط يلزم التعامل مع إحداثيات ثنائية الأبعاد حيث إن الخريطة ما هي إلا قطعة من الورق لها بعدان لذلك يمكن تحويل الإحداثيات ثلاثية الأبعاد إلى ثنائية الأبعاد عن طريق علم إسقاط الخرائط .



• ٢ – ٤ العلاقة بين الإحداثيات الفراغية والجغرافية :

الإحداثيات الجغرافية للنقطة هي (ط ، ع ، م)

الإحداثيات الفراغية للنقطة هي (س ، ص ، ع)

إذا تم قياس خط الطول ط وخط العرض ع والمنسوب م فيمكن الحصول على الإحداثيات الفراغية للنقطة (س ، ص ، ع) من العلاقات التالية : -

س = (نق + م) × جتا ع × جتا ط

ص = (نق + م) × جتا ع × جا ط

ع = (نق + م) × جا ع

حيث : نق = نصف قطر الأرض = ٦٣٦٧٦٥٠ متر

● ٢ – ٥ حساب طول وانحراف ضلع بمعلومية إحداثياته الكيلومترية

الطول = $\sqrt{(\Delta \text{ س})^2 + (\Delta \text{ ص})^2}$

الانحراف = ظا $^{-1}$ (Δ ص/Δ س)

تمارين محلولة

مثال ١ :

نقطة إحداثياتها الجغرافية هي ط = ١٢ً ٤١َ ٤٢ْ ، ع = ٢٢ً ٥٣َ ٢٩ْ ، م = ٦٠٠ م

احسب الإحداثيات الفراغية للنقطة علماً بأن نق للكرة الأرضية = ٦٣٦٧٦٥٠ م .

الحـل

س = (نق + م) × جتا ع × جتا ط

س = (٦٣٦٧٦٥٠ + ٦٠٠) × جتا ٢٢ً ٥٣َ ٢٩ْ × جتا ١٢ً ٤١َ ٤٢ْ

س = ٤٠٥٨٤٨١,٦٤٩ م

ص = (نق + م) × جتا ع × جا ط

ص = (٦٣٦٧٦٥٠ + ٦٠٠) × جتا ٢٢ً ٥٣َ ٢٩ْ × جا ١٢ً ٤١َ ٤٢ْ

ص = ٣٧٤٣٣١٠,٧٩٤ م

ع = (نق + م) × جا ع

ع = (٦٣٦٧٦٥٠ + ٦٠٠) × جا ٢٢ً ٥٣َ ٢٩ْ

ع = ٣١٧٣٤٧٧,٤٣٦ م

مثال ٢

احسب طول وانحراف الخط الواصل بين النقطتين أ ، ب حيث إن إحداثياتها هي :

أ (١٠٠، ٢٥٠) الإحداثيات ب (٢٠٠ ، ٤٠٠)

الحـل

Δ س = س$_{ب}$ − س$_{أ}$ = ٢٠٠ − ١٠٠ = ١٠٠

Δ ص = ص$_{ب}$ − ص$_{أ}$ = ٤٠٠ − ٢٥٠ = ١٥٠

الطول = $\sqrt{(\Delta \text{ س})^{٢} + (\Delta \text{ ص})^{٢}}$

= $\sqrt{(١٠٠)^{٢} + (١٥٠)^{٢}}$

= ١٨٠,٢٧٨ م

الانحراف = ظا$^{-١}$ (Δ ص/Δ س)

= ظا$^{-١}$ (١٥٠/١٠٠)

= ٣٥,٧٦ً ١٨َ ٥٦ْ

٣ - ١ مقدمة عن شبكات المثلثات

هي عبارة عن تثبيت مواقع نقاط متباعدة تكوّن رؤوس شبكة من المثلثات ثم قياس جميع زواياها وقياس خط يسمى خط القاعدة ومن الزوايا المرصودة والطول المبدئي المقاس نحسب جميع أطوال أضلاع الشبكة وانحرافاتها ثم نحسب بعد ذلك المركبات ثم الإحداثيات و سوف نتعرف على كيفية تصحيحها فيما بعد .

ويتم رسمها على الخريطة لتكون هذه النقاط (نقاط المثلثات) هي الأساس لجميع الأعمال المساحية التفصيلية والطبوغرافية وغيرها .

وسميت شبكة المثلثات بهذا الاسم لأن جميع الأشكال داخل الشبكة عبارة عن مثلثات . وذلك لأن المثلث أسهل الأشكال الهندسية في الحل . وستظل هذه الطريقة هي الأنسب في الأعمال المساحية التي تتطلب دقة عالية وتكلفة بسيطة . وهذه الطريقة كانت هي الطريقة الوحيدة المتبعة فيما مضى . ولكن مع اختراع أجهزة القياس الإلكتروني الحديثة أصبح من الممكن استعمال طرق أخرى .

أهمية شبكات المثلثات :

١. تعيين شكل الأرض الحقيقي
٢. تشكيل وتوقيع أساس دقيق لأعمال المساحة المستوية والجيوديسية لمناطق شاسعة
٣. تشكيل وتوقيع نقاط الربط الأرضي لأعمال المساحة الجوية .
٤. التوقيع الدقيق للأعمال الهندسية الكبيرة مثل السدود والكباري والمنشآت الضخمة .

٣ – ٢ درجات الشبكات المثلثية :

تنقسم شبكات المثلثات إلى أربع درجات وهي تتدرج من حيث أطوال الأضلاع ودقة الأرصاد والقياسات المطلوبة كما تختلف أيضاً في طريقة أخذ الأرصاد وتصحيحها وحسابها وكذلك دقة الأجهزة المستخدمة في كل حالة . وتكون درجاتها كالتالي :

١. مثلثات الدرجة الأولى .
٢. مثلثات الدرجة الثانية .
٣. مثلثات الدرجة الثالثة .
٤. مثلثات الدرجة الرابعة .

وسوف نكتفي بالتعرف على مواصفات كل درجة من درجات المثلثات المختلفة .

مثلثات الدرجة الأولى :

هي أدق الدرجات الأربع وتسمى بالمثلثات الجيوديسية حيث إنها تستعمل لتعيين شكل الأرض بالإضافة إلى أنها تشكل أدق مجموعة من نقط الضبط في الأعمال المساحية ويكون ضبطها بالاعتماد على نفسها حيث لا توجد ضوابط خارجية للاعتماد عليها .

مثلثات الدرجة الثانية :

وهي تلي مثلثات الدرجة الأولى في الدقة ونقط مثلثات الدرجة الثانية أكثر عدداً من الدرجة الأولى حيث إن أطوال أضلاعها أقصر وتشترك جميع نقط مثلثات الدرجة الأولى في تكوين مثلثات الدرجة الثانية .

مثلثات الدرجة الثالثة :

تعمل شبكة مثلثات الدرجة الثالثة لتصل بين نقط الدرجة الثانية ويتم ضبطها وتصحيحها عليها وعلى ذلك تكون نقاطها أكثر عدداً من نقط الدرجة الثانية .

مثلثات الدرجة الرابعة :

في الأراضي الجبلية نصل بين مثلثات الدرجة الثالثة بمجموعة أخرى من النقط تكون أكثر عدداً وأقصر بعداً فنحصل منها على شبكة مثلثات الدرجة الرابعة وهذه هي أقصر المثلثات طولاً في الأضلاع وأقلها دقة في الأرصاد والحسابات وتكون أطوال الأضلاع حسب ما تسمح به طبيعة الموقع .

ترقيم نقط المثلثات :

لتمييز نقط المثلثات من بعضها تبعاً لدرجاتها المختلفة اصطلح على وضع علامة مثلث بداخله نقطة (Δ) وذلك لتمييز نقط المثلثات عموماً ثم يدون رقم النقطة ودرجتها إلى جوار المثلث على هيئة كسر بسطه درجة المثلث ومقامه رقم هذه النقطة ، فمثلاً

النقطة ($\frac{٣}{٩}$) تعني النقطة رقم ٩ في شبكة المثلثات من الدرجة الثالثة .

٣ – ٣ جدول مقارنة بين درجات شبكات المثلثات

وجه المقارنة	درجة أولى	درجة ثانية	درجة ثالثة	درجة رابعة
طول خط القاعدة	٥ – ٣٠ كم	١ – ٣ كم	أقل من ١ كم	أقل من ١ كم
طول الضلع في الشبكة	٢٠ -١٦٠ كم	١٠ – ٤٠ كم	أقل من ١٠ كم	أقل من ١٠ كم
عدد الأقواس	١٢ – ١٦	٨	٤	٢
الحد الأقصى المسموح في قفل القوس	٢ً	٦ً	١٥ً	٣٠ً
الحد الأقصى المسموح في قفل المثلث	٣ً	٥ً	١٠ً -١٢ً	٣٠ً
الحد الأدنى للفرق بين الطول المحسوب والمقاس لقاعدة التحقيق	١ : ٢٥٠٠٠	١ : ١٠٠٠٠	١ : ٥٠٠٠	١ : ٢٥٠٠
الخطأ المحتمل في قياس خط القاعدة	١ : ١٠٠٠٠٠٠	١ : ٥٠٠٠٠٠	١ : ٢٠٠٠٠٠	١ : ١٠٠٠٠٠

٣ – ٤ أنواع الشبكات المثلثية

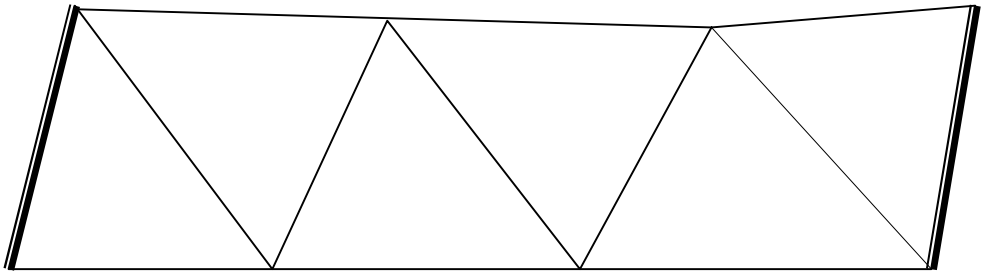
يجب أن يراعى عند اختيار نقط المثلثات لعمل شبكات أن تكوّن أشكالاً هندسية سهلة كالمثلثات أو الأشكال الرباعية ذات القطرين أو أشكالاً ذات نقطة مركزية بحيث تكون الشبكة ذات متانة عالية وبها عدد كافٍ من الشروط الهندسية التي تساعد على سهولة عملية الضبط والحساب .
والأشكال الهندسية الواجب اختيارها لتشكيل شبكة المثلثات تتوقف غالباً على شكل المنطقة المراد عمل مساحة لها وعلى الدقة المطلوبة وطبيعة الأرض .

أنواع الشبكات المثلثية من حيث الشكل

١. سلسلة المثلثات الفردية .
٢. سلسلة الأشكال الرباعية (الشبكات المزدوجة)
٣. سلسلة الأشكال ذات المركز .

أولاً : سلاسل المثلثات الفردية

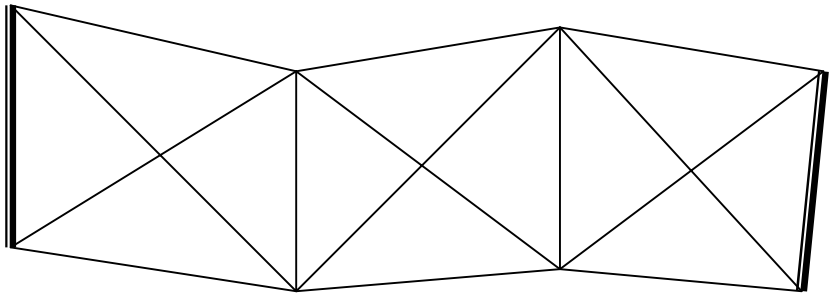
تتكون السلاسل الفردية من مثلثات بسيطة متجاورة . وهذه المثلثات تبدأ من خط قاعدة يقاس طوله وتحسب منه أطوال خطوط السلسلة ثم تنتهي بخط آخر يقاس للتحقيق وتعتبر السلاسل الفردية أبسط الأشكال وأقلها دقة وذلك لقلة الاشتراطات . ويفضل أن تكون قيم الزوايا لا تقل عن ٤٠° .
وأحسن أنواع السلاسل الفردية هي المكونة من مثلثات متساوية الأضلاع وتستعمل غالباً في المناطق الساحلية والصحراوية (شكل ١)



شكل (١) سلاسل المثلثات الفردية

ثانياً : سلاسل الأشكال الرباعية (المزدوجة)

تعتبر أكثر الأشكال استعمالاً وتمتاز بمتانتها ودقتها رغم كثرة التكاليف في العمليات المساحية و الحسابية . وهي تتكون من أشكال رباعية مرصودة القطرين ويفضل أن تكون الزوايا محصورة بين ٣٠° ، ١٢٠° والسلسة تبدأ بخط قاعدة وتنتهي بآخر وتستعمل في الأراضي ذات القيمة المرتفعة لدقتها ومتانتها (شكل رقم ٢)



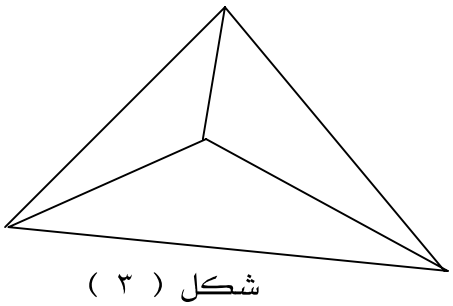
شكل (٢) السلاسل المزدوجة

ثالثاً : سلسلة الأشكال ذات المركز

وهي تبدأ بخط قاعدة وتنتهي بخط قاعدة للتحقيق وتستعمل في المناطق المنبسطة الواسعة وتعتبر من الأشكال المتينة وذات اشتراطات كثيرة وقد تكون بسيطة أو متداخلة . وهذا النوع يحتاج إلى مجهود مساحي وعمل مكتبي كبير مما يزيد الوقت والتكاليف المطلوبة للعمل . والأشكال ذات المركز أربعة أنواع : -

(أ) مثلث بنقطة مركزية

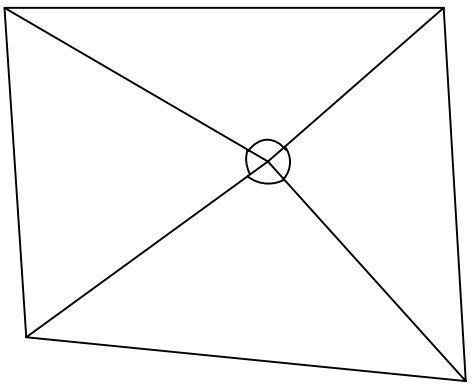
وهو أفضل من المثلث البسيط لوجود شروط هندسية كثيرة فيه مما يساعد على دقة ضبطه .شكل (٣)



شكل (٣)

(ب) شكل رباعي بنقطة مركزية

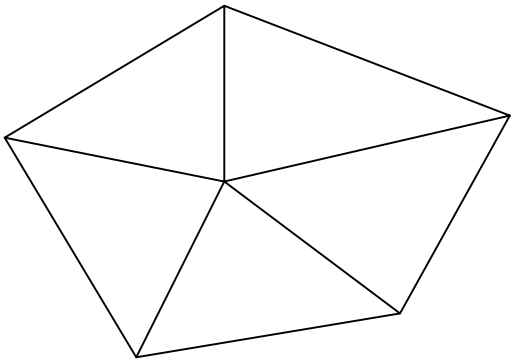
ويعتبر أقل قوة ومتانة من الشكل الرباعي المرصود القطرين ولكنه أسهل في الرصد ويجب أن تكون الزوايا المبينة بالرسم لا تقل عن ٣٠° ولا تزيد عن ١٢٠° شكل رقم (٤)



شكل رقم (٤)

(ج) شكل متعدد الأضلاع بنقطة مركزية

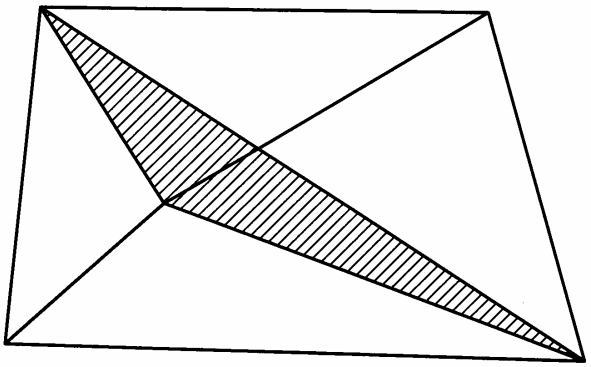
الشكل الخماسي أحسن أشكال هذا النوع وتضعف قوة الشكل كلما زاد عدد الأضلاع عن ستة .
بالإضافة إلى صعوبة الضبط والتصحيح ويجب تجنب ذلك بقدر الإمكان (شكل رقم ٥)



شكل رقم (٥)

(د) الأشكال المتداخلة

الأشكال المتداخلة متينة جداً من الناحية النظرية لأن المثلثات المشتركة تربط الأشكال مع بعضها بقوة تامة ويكون لها نفس القوة من الناحية العملية كما لو ضبطت الشبكة كلها متكاملةً .
ولكن هذه الأشكال تحتاج لحسابات معقدة جداً ولذلك يجب تجنبها بقدر الإمكان
(شكل رقم ٦)



شكل رقم (٦) رباعي متداخل ذو نقطة مركزية

أنواع الشبكات المثلثية من حيث طريقة العمل

١ – شبكات مقيسة الزوايا

وفيها تقاس جميع زوايا الشبكة ويقاس طول خط واحد وانحرافه وإحداثيات أحد نقاطه في بداية الشبكة ومثله في نهايتها للتحقيق .

٢ – شبكات مقيسة الأضلاع

وهي طريقة استحدثت بعد تطور الأجهزة الإلكترونية وفيها تقاس جميع الأطوال . ومن عيوبها قلة عدد الاشتراطات

٣ – شبكات المثلثات المزدوجة

وفيها تقاس جميع الأضلاع وجميع الزوايا بغرض الحصول على أكبر دقة ممكنة وهي تتطلب نفقات باهظة وذلك عند إجراء التصحيحات بها

تعريف نقطة الأساس

هي النقطة التي تبدأ منها الحسابات الجيوديسية وهي نقطة مثلثات تحسب إحداثياتها فلكياً وغالباً ما تكون أحد طرفي خط القاعدة

٣ -٥ الميزانية الجيوديسية

مقدمة

الميزانية الجيوديسية هي أحد أنواع الميزانيات التي تجرى للمساحات الكبيرة و يدخل في إجرائها اعتبار تأثير الانكسار وكروية الأرض وهي نوعان :

١ – الميزانية الدقيقة ٢ – الميزانية المثلثية

أولاً : الميزانية الدقيقة

- وهي تستعمل في الأعمال التي تتطلب تعيين المناسيب بدقة عالية مثل (تحديد مناسيب الروبيرات) وتستعمل في الميزانية الدقيقة موازين دقيقة ذات مواصفات خاصة وقامات دقيقة
- والغرض الأساسي من الميزانية الدقيقة (ميزانية الدرجة الأولى) هو تعيين مناسيب مجموعة نقط بدقة عالية بالنسبة لمستوى المقارنة أو المنسوب المتوسط لسطح البحر . وهي تستعمل كمرجع للضبط الرأسي . وهذه النقط تسمى روبيرات الدرجة الأولى . وتوضع على مسافات كبيرة من بعضها قد تصل إلى ٦٠ كيلومتر . وتتفرع منها حلقات لربط نقط أخرى ثابتة تسمى روبيرات الدرجة الثانية . ثم تتفرع حلقات أخرى إلى الدرجة الثالثة . وروبيرات الدرجتين الثانية والثالثة تستخدم في ضبط التفاصيل عند تنفيذ وتصميم المشروعات وكل من هذه الروبيرات لها دقة خاصة في القياس وفي الخطأ المسموح. ويجب تعيين مناسيب خطوط القواعد بواسطة الميزانية الدقيقة .
- والميزانية الدقيقة وإن كانت تشابه الميزانية العادية في كثير من أوجه إجرائها إلا أنه يلزم اتخاذ بعض الاحتياطات واتباع طرق خاصة في الرصد و التصحيح مع استعمال أجهزة عالية الدقة للحصول على الدقة المطلوبة .

مصادر الأخطاء في الميزانية الدقيقة

١ – هبوط الميزان أو القامة تدريجياً وباستمرار عند وضعها على أرض رخوة

٢ – تمدد أجزاء الميزان تمدداً غير متساو عند تعرضه للشمس أو التغيير في درجات الحرارة

٣ – التغير في الانكسار الجوي

٤ – اختلاف بعد الميزان عند كل من المقدمة أو المؤخرة

٥ – وضع نقطة الدوران في أرض رخوة غير صلبة

٦ – عدم وضع القامة رأسية تماماً

أغراض الميزانية الدقيقة

١ – عمل هيكل ثابت للميزانيات العادية وذلك بإنشاء شبكات روبيرات الدرجة الأولى

٢ – في البحوث الجيوديسية التي تتناول الجاذبية والمقارنة بين سطوح البحار ولمحيطات

٣ – بحث تحركات المباني والمنشآت الضخمة وهبوطها

٤ – توقيع مناسيب الأعمال الهندسية الدقيقة كالكباري والسدود

٥ – بحث الارتفاع والانخفاض الناتج عن تحرك القشرة الأرضية

الأجهزة المستخدمة في الميزانية الدقيقة

تتوقف الميزانية الدقيقة على طرق الرصد وعلى الأجهزة المستعملة في عملية الرصد

الميزان الدقيق : -

يختلف الميزان الدقيق عن الميزان العادي في النقاط التالية :

١. قوة التكبير في المنظار تتراوح بين ٣٠ إلى ٥٠ ضعفاً

٢. لا يكون المنظار مثبتاً في المحور الرأسي بل يمكن تحريكه بدرجة ما في المستوى الرأسي وذلك بإمالة خط النظر بواسطة مسمار ميكروميتر خاص تحت طرف المنظار عند العينية حتى تصبح فقاعة التسوية في منتصف مجراها لحظة قراءة القامة

٣. يجب أن يزود الجهاز بشعرات إستاديا للقياس التاكيومتري

٤. يجب أن يكون ميزان التسوية من النوع ذي الفقاعة الثابتة الطول أي لا يتغير طولها باختلاف درجة الحرارة

٥. يغطى المنظار وميزان التسوية معدنياً لحمايتهما من تأثير الحرارة والتقلبات الجوية

٦. يستعمل مع الميزان لوح بللوري يسمى لوح التوازي لتغيير كسور أقسام القامة بدقة تصل إلى أجزاء المليمتر وهذا اللوح يوضع أمام العدسة الشيئية وتتم قراءة كسور القامة بواسطة ميكروميتر خاص .

الموازين الدقيقة ذات الضبط الذاتي : -

وهي أحد أنوا ع الموازين الدقيقة ولكنها تمتاز بالآتي

١. عدم وجود أنبوبة ميزان التسوية حيث إن الضبط الأولي يجرى باستعمال مسامير التسوية الثلاثة وميزان تسوية صغير على الحامل .

٢. أي ميل بسيط لخط الانطباق يتم ضبطه ذاتياً بواسطة المنشور المعادل وهو عبارة عن منشور زجاجي يوضع بين العدسة الشيئية وحامل الشعرات وهو معلق داخل المنظار بواسطة أربعة أسلاك . وهذا المنشور يقوم بتصحيح الفروق الصغيرة في ميل خط النظر حيث لا يمر منه إلا الخط الأفقي فقط .

٣. عملية الرصد بهذا الجهاز سهلة وسريعة ودقيقة

٤. الصورة داخل المنظار تكون صورة معتدلة .

٥. لا تتأثر دقة القراءة بسقوط أشعة الشمس على الجهاز كما هو الحال في الموازين الأخرى

والشكل المبين يوضح جهاز الميزان الدقيق

القامات الدقيقة

تختلف القامات الدقيقة عن القامات العادية في طريقة صناعتها وتقسيمها حيث تصنع القامة الدقيقة من قطعة واحدة من الخشب المتين بطول يتراوح بين ٢ إلى ٣ متر وبها مقويات لجعلها رأسية تماماً وتعالج بزيت البرافين لمنع امتصاصها للرطوبة وتأثرها بالعوامل الجوية . انظر الشكل الموضح

طريقة ترقيم القامة الدقيقة

شكل يوضح القامة الدقيقة وملحقاتها

مميزات القامة الدقيقة

١. التدرج الخاص بالقامة يتم عمله بطريقة خاصة وذلك حتى تظل تقاسيم القامة ظاهرة وثابتة وذلك حتى بعد استهلاك الخشب نفسه

٢. تقسم القامة الدقيقة إلى أقسام كل منها ٠,٥ سم أو ٢ ملليمتر ويصل في بعض القامات إلى ١ ملليمتر

٣. يوجد تدريجان على جانبي القامة يختلف كل منهما عن الآخر من ناحية القراءة فقط . أما التقسيم فهو واحد في الناحيتين

٤. القامة الخشبية معرضة للتمدد والانكماش بتأثير الرطوبة أو بتغير درجة الحرارة ولذلك فإن تقاسيم بعض القامات المستعملة تصنع من شريط مادة الأنفار

٥. يثبت بظهر القامة ميزان تسوية دائري لضبط رأسيتها كما تزود بمقبضين لسهولة مسكها .

٦. توضع قاعدة حديدية تحت القامة الدقيقة وهي ذات ثلاث شعب صغيرة مدببة . وعند العمل تثبت في الأرض جيداً وذلك بالضغط عليها .

٧. تجهز القامة بكعب أسطواني حديدي ذي طرف كروي لإمكان تثبيتها على القاعدة الحديدية .

٣ – ٦ تدريب عملي

لعمل خط ميزانية دقيقة لابد من وجود مجموعة عمل تتكون من :

- ١ مساح للرصد
- ٢ قياس لحمل القامة
- ١ عامل لحمل الشمسية
- ١ قياس لقياس المسافات الأمامية والخلفية لتكون متساوية تقريباً
- ١ قياس لتسجيل القراءات
- ١ عامل لحمل الميزان

ثم تسجل القراءات في الجداول المعدة لرصد الميزانية الدقيقة

الاحتياطات الواجب مراعاتها في عمل الميزانية الدقيقة

١. يجب أن يكون الرصد لكل خط ميزانية ذهاباً وإياباً .

٢. يجب أن يكون بعد الميزان عن المقدمة مساوياً لبعد الميزان عن المؤخرة تقريباً حتى نتجنب تأثير الانكسار الضوئي وكروية الأرض .

٣. يجب أن تكون هناك قامتان إحداهما للمقدمة والأخرى للمؤخرة لتجنب تأثير الانكسار الجوي ولتوفير الوقت

٤. تقرأ الشعرات الثلاث على الخلفية ثم على الأمامية إلى أقرب ملليمتر مع التأكد من أن الفقاعة في منتصف مجراها .

٥. إذا كانت القامة المستعملة ذات تدريجين فتؤخذ قراءتا المقياسين وتدون في الجدول ويقارن بين قراءتي المقياسين للتحقق من صحة القراءة .

٦. يجب ألا يزيد الفرق بين مجموع مسافات المؤخرات عن مجموع مسافات المقدمات عن ٢٠ متر على أكثر تقدير .

٧. يجب أن يظلل الميزان دائماً أثناء العمل حتى لا تتأثر فقاعة ميزان التسوية ويقل طولها وحساسيتها .

٨. يجب ألا تزيد المسافة بين القامة والميزان عن ١٠٠ م في أحسن الأحوال الجوية . وهي عادة ما تؤخذ من ٣٠ إلى ٤٠ متر .ولكن في الأراضي الوعرة والمنحدرة يستحسن أن تكون المسافة من ٢٥ إلى ٤٠ متر .

٩. لتفادي تأثير الانكسار الضوئي قرب سطح الأرض على قراءة الشعرة العليا يجب أن يكون خط النظر مرتفعاً عن سطح الأرض بقدر الإمكان ولذلك يجب ألا تقل القراءة على القامة عن ٠,٧٥ م أي يجب ألا يقترب خط النظر من الأرض عن هذه المسافة .

١٠. يجب مقارنة طول القامة عند بداية ونهاية كل فصل من فصول السنة أو مرتين كل شهر لتعيين ما قد يحدث بها من تغيير .

١١. يجب استعمال قامة أنفار في الجو الرطب أو إذا اختلف فرق منسوبي نقطتي الابتداء والانتهاء عن ١٠ م .

١٢. في الميزان ذي الضبط الذاتي يجب العناية بضبط ميزان التسوية الدائري عن الأنواع الأخرى من الموازين الدقيقة .

١٣. الفرق بين مجموع قراءات المؤخرات ومجموع قراءات المقدمات بين كل روبيرين يساوي الفرق بين منسوبي الروبيرين يعد إدخال التصحيحات اللازمة .

تدوين القراءات

تدون القراءات في الجداول المعدة لرصد الميزانية الدقيقة وهي :

أ – قراءات الشعرات الثلاثة على القامة في كل وضع لها .

ب – متوسط قراءات الشعرات الثلاثة في كل وضع للقامة

ج – المسافة المقطوعة على القامة بين الشعرة الأفقية وكل من شعرتي الاستاديا

د – مجموع كل المسافات الجزئية المقطوعة على القامة

هـ– تكتب أرقام الروبيرات التي تجرى الميزانية لها وحالة الجو

الحد الأقصى للخطأ المسموح به في قفل الميزانية الدقيقة

المسموح به في الدرجة الأولى = ٤ √ك مم

المسموح به في الدرجة الثانية = ٨ √ ك مم

المسموح به في الدرجة الثالثة = ١٢√ ك مم

حيث إن (ك) طول الميزانية بالكيلومتر

التصحيحات الواجبة على الأرصاد في الميزانية الدقيقة

١. الخطأ الناشئ عن تكور سطح الأرض وانكسار الضوء

وهذا التصحيح يتناسب مع مربع المسافة بين القامة والميزان ويطرح من القراءات ويساوي

$$- \frac{٦}{٧} \times \frac{س^٢}{٢ نق}$$

حيث س = المسافة من القامة للجهاز ، نق = نصف قطر الأرض

ويمكن إهمال هذا الخطأ فقط عندما تكون قراءة المقدمة = قراءة المؤخرة

٢. تصحيح خطأ الموازاة الناتج من عدم توفر شروط ضبط الميزان

٣. تصحيح الخطأ الناشئ من اختلاف درجات الحرارة الذي يعمل على تمدد أو انكماش القامة عند الرصد

٤. الخطأ المطلق في طول القامة (اختلاف الطول الاسمي عن الطول الحقيقي)

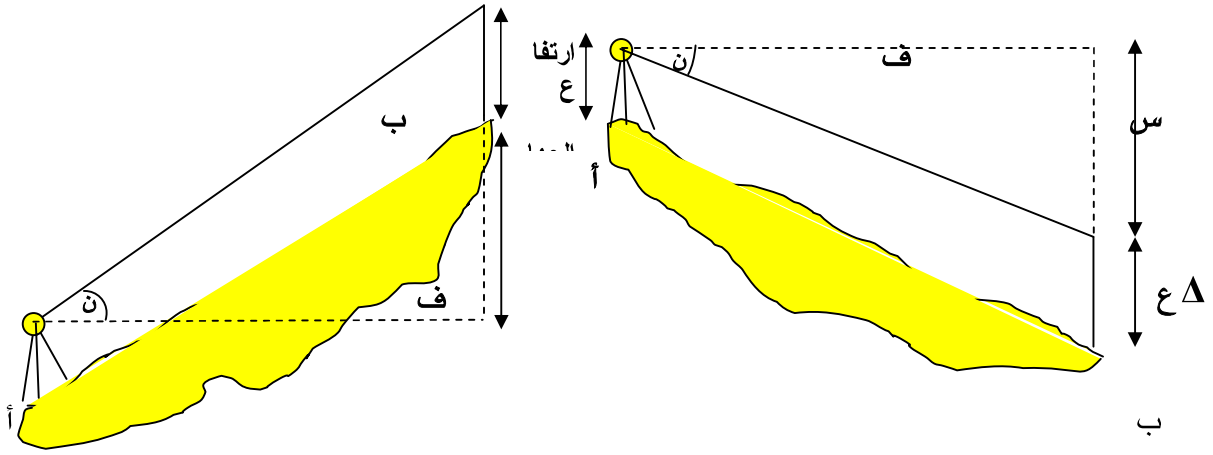
٥. المنسوب المطلق (الأرثومتري)

ثانياً : الميزانية المثلثية

وهي تستعمل لتعيين مناسيب نقط شبكات المثلثات وسلاسلها . ويستعمل جهاز التيودوليت في الميزانية المثلثية وتتطلب طرق واحتياطات خاصة أثناء عملية الرصد . كما تستعمل عندما يتعذر استعمال الميزانية الدقيقة بسبب الاختلاف الكبير في الارتفاعات . والميزانية المثلثية أقل دقة من الميزانية الدقيقة

كيفية حساب المناسيب باستخدام الميزانية المثلثية

- يتم حساب المناسيب بمعلومية منسوب أحد نقاط خط القاعدة وأطوال أضلاع الشبكة المحسوبة والزوايا الرأسية المرصودة (ارتفاع أو انخفاض)



حالة زاوية ارتفاع

حالة زاوية انخفاض

من الرسم أعلاه يلاحظ أن :

ف = المسافة الأفقية

س = المسافة الرأسية

ن = زاوية الارتفاع أو الانخفاض

Δع = ارتفاع التهديف

م ب = منسوب الهدف م أ = منسوب المرصد

- المسافة الرأسية = المسافة الأفقية × ظل الزاوية الرأسية

س = ف × ظا ن

- منسوب الهدف = منسوب المرصد + ارتفاع الجهاز ± المسافة الرأسية – ارتفاع التهديف

م ب = م أ + ل ± س - Δ ع

- حيث الإشارة + عندما تكون المسافة الرأسية في حالة زوايا الارتفاع
- و الإشارة - عندما تكون المسافة الرأسية في حالة زوايا الانخفاض
- ارتفاع التهديف = صفر في حالة التهديف أسفل الهدف

مثال ١

احسب مناسيب الشكل الرباعي مرصود القطرين السابق ضبطه ومحسوب أطوال أضلاعه ومرفق جدول أرصاد الزوايا الرأسية من المرصد ٣ / ٤ إلى الهدف ٣ / ٦ ، ٣ / ٥ ، ٣ / ٧ علماً بأن منسوب نقطة ٣ / ٤ = ١٥٠ متر فوق مستوى سطح البحر وارتفاع الجهاز = ١.٦٥ م

الحل

- المسافة الرأسية = المسافة الأفقية × ظل الزاوية الرأسية

س = ف × ظا ن

- منسوب الهدف = منسوب المرصد + ارتفاع الجهاز ± المسافة الرأسية – ارتفاع التهديف

م ب = م أ + ل ± س - Δ ع

ويمكن الحساب في جدول أو بدون جدول .

ونلاحظ أن منسوب سطح الجهاز = منسوب المرصد + ارتفاع الجهاز

المرصد	الهدف	الزاوية الرأسية	المسافة الأفقية	منسوب سطح الجهاز	المسافة الرأسية	مكان التهديف	المنسوب
٤ / ٣	٥ / ٣	+٣٦° ٠٦' ٠٠"	٣٨١,٨٧٤	١٥١,٦٥	+٠,٧٣٣	١,١٦	١٥١,٢٢٣
	٦ / ٣	+٢٥° ٢٩' ٠٠"	٣٨٩,٨٦١	١٥١,٦٥	+٣,٣٣٦	أسفل الشاخص	١٥٤,٩٨٦
	٧ / ٣	-٤٤° ١٩' ٠"	٥٣٥,٢٥٤	١٥١,٦٥	-٣,٠٧٢	١,١٦	١٤٧,٤١٨

للتحقق من صحة المناسيب يتم حسابها من أكثر من اتجاه بمعرفة الزاوية الرأسية المرصودة والأطوال المحسوبة

جدول أرصاد الزاوية الرأسية لنقطة ٤/٣

ارتفاع الجهاز ١,٦٥ م

ارتفاع التهديف	نوع الزاوية	متوسط الزاوية الرأسية	مقدار الزاوية الرأسية	القراءة الرأسية	وضع الجهاز	الهدف
١,١٦	ارتفاع	٣٦° ٠٦' ٠٠"	٤٠° ٠٦' ٠٠"	٢٠° ٥٣' ٨٩"	س	٦/٣
			٣٢° ٠٦' ٠٠"	٢٢° ٠٦' ٢٧٠"	م	
-	ارتفاع	٢٥° ٢٩' ٠٠"	٣٢° ٢٩' ٠٠"	٢٨° ٣٠' ٨٩"	س	٥/٣
			١٨° ٢٩' ٠٠"	١٨° ٢٩' ٢٧٠"	م	
١,١٦	انخفاض	٤٤° ١٩' ٠٠"	٥٠° ١٩' ٠٠"	٥٠° ١٩' ٩٠"	س	٧/٣
			٣٨° ١٩' ٠٠"	٢٢° ٤٠' ٢٦٩"	م	

رصد وتصحيح شبكة المثلثات

٥ – ١ أرصاد الزاوية الأفقية والرأسية للشبكة

المطلوب رصد أربعة أقواس أفقية لكل نقطة وقوس واحد للزوايا الرأسية .

يتم رصد الزوايا الأفقية والرأسية لنقاط الشبكة وذلك باحتلال النقطة بجهاز المحطة المتكاملة (total station) وذلك كما بالرسم .

فيتم التوجيه على نقطة ٣ / ٧ وتصفير الجهاز على الزاوية ٠٠َ ٠٠ْ ثم التوجيه على نقطة ٦/٣ ثم ٣ / ٤ ثم ٣/٣ ثم ١/٣ ثم يتم قفل الأفق على النقطة ٧/٣ ويسمى هذا الوضع المتياسر للجهاز وتسجل القراءات في الجدول المعد لذلك .

نغير وضع الجهاز من المتياسر إلى المتيامن وذلك بدوران الجهاز حول المحور الرأسي ١٨٠ْ ودوران المنظار حول المحور الأفقي ١٨٠ْ ويتم التوجيه على نقطة ٧/٣ وتؤخذ القراءة وتسجل في آخر الجدول في الوضع المتيامن أمام نقطة ٧/٣ ثم يدار المنظار في اتجاه عكس عقارب الساعة إلى أن يتم قفل الأفق على نقطة ٧/٣

وبذلك قد تم الانتهاء من رصد القوس الأول لنقطة ٥/٣ .

ملحوظة :

كمثال على ذلك مرفق أرصاد الزوايا الأفقية لنقطة A (أربع أقواس) وأرصاد الزوايا الرأسية (قوس واحد) للاستعانة بذلك أثناء الحسابات .

ومرفق أيضاً كروكي عام للشبكة المختارة .

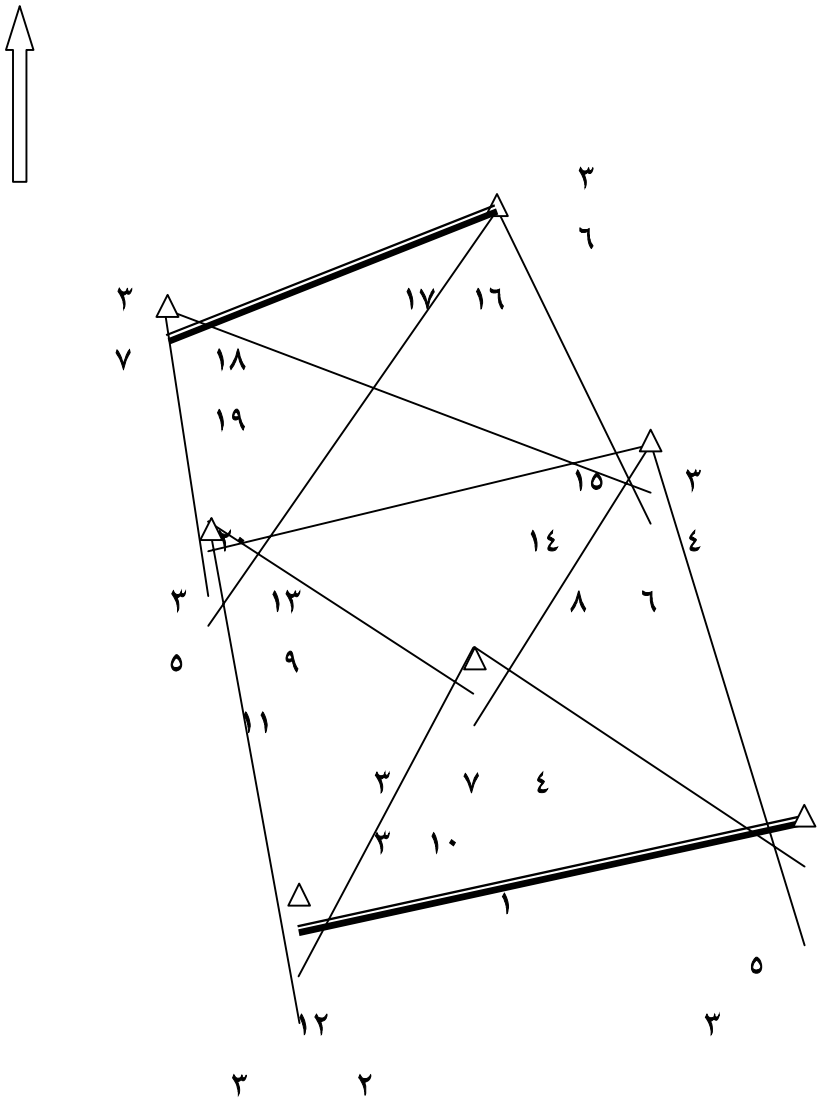
ملاحظات أثناء حساب الزوايا الأفقية

- مجموع الزوايا الأفقية حول النقطة يجب أن يساوي ٣٦٠ْ وإذا اختلف المجموع عن ٣٦٠ْ يكون هناك خطأ قفل أفق يوزع بالتساوي على الزوايا المرصودة إذا كان مسموحاً به .
- يرسم كروكي للأهداف المرصودة مع وضع اتجاه الشمال بالجدول

ملاحظات أثناء حساب الزوايا الرأسية

- قياس ارتفاع الجهاز أثناء الرصد
- معرفة طريقة تدريج الدائرة الرأسية للجهاز
- حساب قيم الزوايا الرأسية في الوضع المتياسر من القانون (٩٠ - س)
- حساب قيم الزوايا الرأسية في الوضع المتيامن من القانون (م – ٢٧٠)
- إذا كان الناتج موجب كانت الزاوية ارتفاع وإذا كانت سالبة كانت الزاوية انخفاض

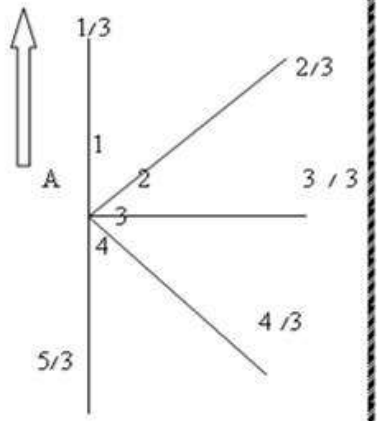
كروكي عام للشبكة



(جدول ارصاد للزوايا الافقيه)

اسم الراصد: النقطة المحتلة : A لرتفاع الجهاز : - تاريخ الرصد :

نوع الجهاز: دقة الجهاز : درجة النقطة : الثالثة لرتفاع العاكس : - حالة الطقس مناسب رقم التوس : الأول

الأهداف	وضع الجهاز	قراءة الدائرة الأفقية ° ' "	متوسط القراءتين ° ' "	مقدار الزاوية ° ' "	قيمة التصحيح	الزاوية المصححة ° ' "	رقم الزاوية	كروكي الأهداف المرصودة
1/3	س	30 00 00	24 00 00	26 39 46	+ 1"	27 39 46	1	
	ع	18 00 180						
2/3	س	56 39 46	50 39 46					
	ع	44 39 226		24 26 54	+ 1"	25 26 54	2	
3/3	س	18 06 101	14 06 101					
	ع	10 06 281		40 40 58	+ 1"	41 40 58	3	
4/3	س	56 46 159	54 46 159					
	ع	52 46 339		42 04 30	+ 1"	43 04 30	4	
5/3	س	42 51 189	36 51 189					
	ع	30 51 09		43 08 170	+ 1"	44 08 170		
1/3	س	26 00 00	19 00 00			00 00	المجموع	
	ع	12 00 180		55 59 359	+ 5"	360		

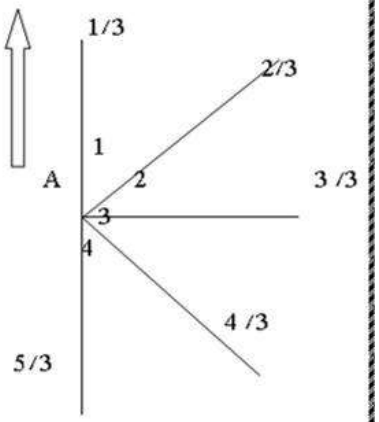
خطأ قبل الأخير = - 5"

مسموح - غير مسموح

(جدول أرصاد للزوايا الأفقية)

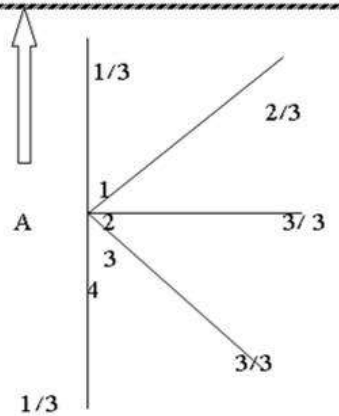
اسم الراصد : النقطة المحتلة : A ارتفاع الجهاز : - تاريخ الرصد :

نوع الجهاز: دقة الجهاز : درجة النقطة : الثالثة ارتفاع العاكس : - حالة الطقس :متناسب رقم القوس : الثاني

كروكي الأهداف المرصودة	رقم الزاوية	الزاوية المصححة	قيمة التصحيح	مقدار الزاوية	متوسط القراءتين	قراءة الدائرة الأفقية		وضع الجهاز	الأهداف المرصودة
	1	46 39 41	- -	46 39 41	45 02 25	45 02 30		س	1/3
						255 02 20		م	
	2	54 26 25	- -	54 26 25	91 42 06	91 42 10		س	2/3
						271 42 02		م	
	3	58 40 45	- -	58 40 45	146 08 31	146 08 33		س	3/3
						326 08 29		م	
	4	30 04 29	- -	30 04 29	204 49 16	204 49 20		س	4/3
						24 49 12		م	
		08 40 170	- -	170 08 40	234 53 45	234 53 50		س	5/3
						54 53 40		م	
	المجموع	00 00 360	- -	360 00 00	45 02 25	45 02 35		س	1/3
						225 02 15		م	

خطأ قفل الأفق = صفر ممسوح – غير ممسوح

نوع الجهاز: دقة الجهاز : درجة النقطة : الثالثة ارتفاع العاكس : - حالة الطقس :متاسب رقم القوس : الثالث

الأهداف المرصودة	وضع الجهاز	قراءة الدائرة الأفقية	متوسط القراءتين	مقدار الزاوية	قيمة التصحيح	الزاوية المصححة	رقم الزاوية	كروكي الأهداف المرصودة
1/3	س	90 05 00	90 04 55	46 39 38	- -	46 39 38	1	
	م	270 04 50						
2/3	س	136 44 35	136 44 33					
	م	316 44 31		54 26 28	- -	54 26 28	2	
3/3	س	191 11 02	191 11 01					
	م	11 11 00		58 40 45	- -	58 40 45	3	
4/3	س	249 51 50	249 51 46					
	م	69 51 42		30 04 27	- -	30 04 27	4	
5/3	س	279 56 16	279 56 13					
	م	99 56 10		170 08 42	- -	170 08 42		
1/3	س	90 04 57	90 04 55					
	م	270 04 53		360 00 00	- -		المجموع	

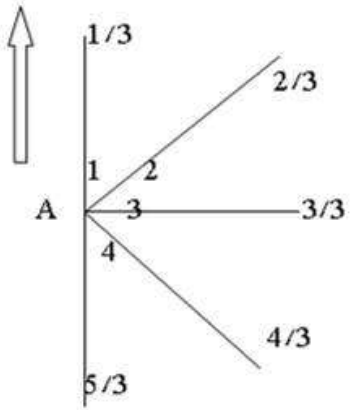
خطأ قفل الأفق = صفر

مسموح – غير مسموح

(جدول أرصاد للزوايا الأفقية)

اسم الراصد : النقطة المحتلة : A لرتفاع الجهاز : - تاريخ الرصد :

نوع الجهاز: دقة الجهاز : درجة النقطة : الثالثة لرتفاع العاكس : - حالة الطقس :مناسب رقم التوس : الرابع

كروكي الأهداف المرصودة	رقم الزاوية	الزاوية المصححة ° ' "	قيمة التصحيح	مقدار الزاوية ° ' "	متوسط القراءتين	قراءة الدائرة الأفقية ° ' "	وضع الجهاز	الأهداف المرصودة
	1	46 39 40	1-	46 39 41	135 07 30	135 07 30	س	1/3
						315 07 30	م	
	2	54 26 26	1-	54 26 27	181 47 11	181 47 13	س	2/3
						01 47 09	م	
	3	58 40 46	1-	58 40 47	236 13 38	236 13 40	س	3/3
						56 13 36	م	
	4	30 04 28	1-	30 04 29	294 54 25	294 54 30	س	4/3
						114 54 20	م	
		170 08 40	1-	170 08 41	324 58 54	324 58 56	س	5/3
						144 58 52	م	
	المجموع	360 00 00	5-	360 00 05	135 07 35	135 07 40	س	1/3
						315 07 30	م	

خطأ قفل الأفق = +5"

مسموح - غير مسموح

(جدول أرصاد للزوايا الرأسية)

النقطة المحتلة :　　ارتفاع الجهاز : **1.65**　　تاريخ الرصد :

درجة النقطة : الثالثة　　ارتفاع العاكس : **1.00** م　　حالة الطقس :مناسب

نوع التيودوليت :　　دقة الجهاز : **1′**　　وقت الرصد : صباحا　　رقم التوس : الأول

اسم الراصد :

ارتفاع الهدف	نوع الزاوية	متوسط الزاوية الرأسية	مقدار الزاوية الرأسية	القراءة الرأسية	وضع الجهاز	الأهداف المرصودة
1.00 م	ارتفاع	48.5 08 00	51 08 00	09 51 89	س	1/3
			46 08 00	270 08 46	م	
1.00 م	ارتفاع	25.5 08 00	25 08 00	89 51 25	س	2/3
			26 08 00	270 08 26	م	
1.00 م	انخفاض	11.5 17 00	03 17 00	90 17 03	س	3/3
			20 17 00	269 42 40	م	
1.00 م	انخفاض	27 27 01	22 27 01	91 27 22	س	4 /3
			32 27 01	268 32 28	م	
1.00 م	انخفاض	05 03 00	00 03 00	90 03 00	س	5/3
			10 03 00	269 56 50	م	

٥ – ٢ قياس خط القاعدة

يقاس خط القاعدة بدقة تامة إذ أن أي خطأ في طوله يسبب أخطاء جسيمة في أطوال أضلاع الشبكة المثلثية التي تكونت على هذا الخط وحيث إن قاعدة الجيب تستعمل في إيجاد أطوال أضلاع الشبكة باستخدام الزوايا المرصودة مع خط القاعدة لذلك يقاس هذا الخط بدقة تامة وتكون الزوايا بين الأضلاع لا تقل عن ٣٠° ولا تزيد عن ١٢٠° لأن التغير في جيوب الزوايا لصغيرة والكبيرة تغير سريع وكبير جداً ولذلك فإن أي خطأ في قياس هذه الزوايا يكون تأثيره كبير في حساب الأضلاع وبالتالي في حساب إحداثيات النقاط .

ويقاس خط القاعدة بالأجهزة الحديثة مثل الديستومات أو المحطة المتكاملة للحصول على دقة كبيرة كما أنه يقاس عدة مرات ويؤخذ المتوسط .

طريقة استعمال جهاز المحطة المتكاملة (Power set 2010) في قياس خط القاعدة

- يتم احتلال نقطة ١/٣ بالجهاز ويعد الجهاز للرصد ويقاس ارتفاع الجهاز
- يوضع العاكس على نقطة ٢/٣ في وضع رأسي تماماً مع قياس ارتفاع العاكس
- ندخل من الشاشة رقم ١ ونوجه التليسكوب على العاكس
- نضغط مفتاح F1 المقابل لكلمة (READ) فتظهر شاشة بها المسافة المائلة S.Dist
- لمعرفة المسافة الأفقية نضغط على المفتاح F2 فتظهر قيمة المسافة الأفقية H.Dist مباشرةً
- نكرر الخطوات السابقة ولكن مع وضع الجهاز على النقطة ٢/٣ والعاكس على نقطة ١/٣ ونقيس المسافة الأفقية .ثم نأخذ المتوسط من القيمتين ذهاباً وإياباً فيكون هو متوسط خط القاعدة الأفقي المقاس .

التصحيحات اللازمة للمسافة الأفقية المقاسة بالجهاز

١. التصحيح الجوي :

يؤثر اختلاف الظروف الجوية على معامل الانكسار وبالتالي على المسافة المقاسة . وبمطابقة درجة الحرارة وقت العمل والضغط الجوي يمكن إيجاد المعلومات الخاصة بالتصحيح الجوي من المخطط الباني الخاص لهذا الغرض ويكون مرفقاً مع الجهاز .

٢. تصحيح الإرجاع إلى مستوى سطح البحر :

يمكن أن يؤخذ هذا التصحيح بالمليمتر من المخطط البياني الخاص بهذا التصحيح وهو

يستند إلى القانون : $ت_{م ب} = \frac{-ع \times ق_{ع}}{نق + ع}$

حيث إن $ق_{ع}$: هو طول خط القاعدة المقاس بعد إجراء التصحيحات السابقة

ع : هو المنسوب المتوسط لكلٍ من طرفي خط القاعدة

نق = ٦٣٦٧٦٥٠ متر

○ تصحيح معامل مقياس الإسقاط ($ت_{م م}$)

إن هذا التصحيح يعتمد على المسقط المستخدم محلياً والمعلومات حول هذا المسقط يمكن إيجادها من دوائر المساحة المحلية لكل قطر .

تمرين محلول

إذا كان طول خط القاعدة المقاس = ٥٠١,٢٢٥ متر بعد إجراء التصحيح الجوي عليه فكم يكون طوله على مستوى سطح البحر إذا كان المنسوب المتوسط لطرفيه = ٧٥٠,١٢١ متر ونصف قطر الكرة الأرضية = ٦٣٦٧٦٥٠ متر ؟

الحل

تصحيح الإرجاع إلى مستوى سطح البحر : $ت_{م ب} = \frac{-ع \times ق_{ع}}{نق + ع}$

$ت_{م ب} = \frac{-٧٥٠,١٢١ \times ٥٠١,٢٢٥}{٦٣٦٧٦٥٠ + ٧٥٠,١٢١} = -٠,٠٥٩$ متر

الطول على مستوى سطح البحر = ٥٠١,٢٢٥ — ٠,٠٥٩ = ٥٠١,١٦٦ متر

٥ – ٣ ضبط الشبكة

حساب متوسط أرصاد الزوايا الأفقية

تم حساب المتوسط الحسابي لكل الزوايا الأفقية المرصودة من الأقواس الأربعة المرصودة والمصححة من خطأ قفل الأفق وذلك بجمع كل زاوية من الأقواس الأربعة وقسمتها على ٤ .

ومثال لذلك نقطة A السابقة والمرفق أرصادها الأربعة المرصودة و الموضحة سابقاً في الصفحات (٥٢ ، ٥٣ ، ٥٤ ، ٥٥) فيكون :

متوسط زاوية (١) = ٢٧ً ٣٩ً ٤٦ْ + ٤١ً ٣٩ً ٤٦ْ + ٣٨ً ٣٩ً ٤٦ْ +٤٠ً ٣٩ً ٤٦ْ

٤

= ٤٦ ° ٣٩ ´ ٣٦,٥ ″

متوسط زاوية (٢) = ٢٥ً ٢٦َ ٥٤ْ + ٢٥ً ٢٦َ ٥٤ْ + ٢٨ً ٢٦َ ٥٤ْ + ٢٦ً ٢٦َ ٥٤ْ

٤

= ٥٤ ° ٢٦ ´ ٢٦ ″

متوسط زاوية (٣) = ٤١ً ٤٠َ ٥٨ْ + ٤٥ً ٤٠َ ٥٨ْ + ٤٥ً ٤٠َ ٥٨ْ + ٤٦ً ٤٠َ ٥٨ْ

٤

= ٥٨ ° ٤٠ ´ ٤٤,٢٥ ″

متوسط زاوية (٤) = ٤٣ً ٠٤َ ٣٠ْ + ٢٩ً ٠٤َ ٣٠ْ + ٢٧ً ٠٤َ ٣٠ْ + ٢٨ً ٠٤َ ٣٠ْ

٤

= ٣٠ ° ٠٤ ´ ٣١,٧٥ ″

جدول لمتوسط الزوايا الأفقية المرصودة للشبكة

م	متوسط الزاوية المرصودة			م	متوسط الزاوية المرصودة		
١	٧,٨٠ً	٣٢	٨٥ْ	١١	٣٤,٦٥ً	٠٤َ	٣٠ْ
٢	١٠,٧٨ً	٠٣َ	٥٤ْ	١٢	٥٤,٥٥ً	١٨َ	٤٣ْ
٣	٣٥,١٨ً	٢٤َ	٤٠ْ	١٣	٢٤,٣٠ً	٢٦َ	٥٤ْ
٤	٤٩,٤٠ً	٤١َ	١١٦ْ	١٤	٤٨,٥٥ً	٢٧َ	٣٤ْ
٥	١٦,٢٠ً	٣٤َ	٣١ْ	١٥	٥٤,١٥ً	١٥َ	٣٨ْ
٦	٥٧,٦٠ً	٤٣َ	٣١ْ	١٦	٤٥,٧٥ً	٤٩َ	٥٢ْ
٧	٣٩,١٠ً	٠٩َ	٥١ْ	١٧	٣٣,١٣ً	٢٤َ	٤٢ْ
٨	٣٥,٦٠ً	٠٩َ	٧٠ْ	١٨	٤٣,٩٠ً	٢٩َ	٤٦ْ
٩	٤٢,٨٥ً	٤٠َ	٥٨ْ	١٩	٤,٦٣ً	٢٦َ	٤٤ْ
١٠	٣٣,٧٠ً	٣٦َ	١٠٦ْ	٢٠	٣٧,٤٣ً	٣٩َ	٤٦ْ

تصحيح أشكال الشبكة

الاشتراطات العامة في الشبكات المثلثية

وهي التي لا تختلف من شبكة لأخرى وتتلخص فيما يلي :

١. تطابق الانحراف المحسوب لخط قاعدة التحقيق مع الانحراف المرصود فلكياً .

٢. تطابق طول الأضلاع المحسوبة مع طول الأضلاع المقاسة

٣. تطابق الإحداثيات المحسوبة عن طريق الشبكة المثلثية مع قيمة الإحداثيات الجغرافية المرصودة (خطي الطول والعرض)

وعند تحقيق هذه الاشتراطات في الشبكة يسمح بتجاوزها في حدود الخطأ المسموح به حسب الدرجة المثلثية المستعملة.

الاشتراطات الخاصة في الشبكة:

وهي الاشتراطات الهندسية التي تتحقق في أشكال الشبكة وهي علاقات هندسية يجب أن تتحقق لضمان ثبات قيمة الإحداثيات التي يتم الحصول عليها باستعمال الشبكة المثلثية .

١ - الشرط المثلثي

وهو أن تكون زوايا المثلث المرصودة = ١٨٠°

٢ - الشرط المحلي

وهو أن يكون مجموع الزوايا حول نقطة المركز = ٣٦٠°

٣ - الشرط الضلعي:

وهو أن يكون طول الضلع المحسوب في مثلث من اتجاه يساوي نفس الطول المحسوب من اتجاه آخر أو أن يكون مجموع لوغاريتمات جيوب الزوايا على يمين الراصد = مجموع لوغاريتمات جيوب الزوايا على يسار الراصد .

وتوجد عدة طرق لضبط شبكات المثلثات ويمكن تقسيمها إلى نوعين : -

أ – الطرق البسيطة أو التقريبية ومنها :

١. طرق النقل المتساوي

٢. طرق التصحيح المتتالي

وفيها يصحح كل شكل من أشكال الشبكة على حدة (المثلث – الرباعي مرصود القطرين – الشكل ذو المركز) وهذه الطريقة تصلح لمثلثات الدرجة الثالثة والرابعة .

ب – الطرق الدقيقة

وفيها تصحح الشبكة كوحدة واحدة ويستخدم معها الحاسب الآلي وتصلح لمثلثات الدرجة الأولى والثانية .

الاشتراطات الهندسية في الشكل الرباعي ذي المركز

أ – الاشتراطات المثلثية وعددها ٤

ب – الشرط المحلي ١

ج _ الشرط الضلعي ١

الاشتراطات الهندسية في الشكل الرباعي مرصود القطرين

أ – الاشتراطات المثلثية ٣

ب – الشرط الضلعي ١

وسوف يتم رصد ضبط الشبكة المرصودة والمرفق زواياها سابقاً ليكون مرشداً لك أثناء حل الشبكة المرصودة .

وتسجل الزوايا المرصودة الخاصة بكل شكل (من صفحة ٦٠) في الجدول المعد لذلك

شرح طريقة حل الشكل الرباعي مرصود القطرين بالطريقة التقريبية

أ – تحقيق الشرط المثلثي الأول :

١. يحسب مجموع الزوايا الثمانية ويكون :

خطأ قفل الشكل الرباعي = مجموع الزوايا الثمانية المرصودة – ٣٦٠°

٢. نحسب مقدار التصحيح لكل زاوية من المعادلة التالية :

$$\text{مقدار التصحيح} = \frac{-١ \times \text{خطأ القفل}}{٨}$$

٣. تحسب الزوايا المصححة من الشرط الأول في العمود الثاني وذلك من المعادلة التالية :

الزاوية بعد التصحيح الأول = الزاوية المرصودة ± مقدار التصحيح

٤. نتحقق من صحة الخطوة السابقة بأن يكون مجموع الزوايا بعد التصحيح = ٣٦٠°

ب – تحقيق الشرط المثلثي الثاني والثالث :

هو أن يكون مجموع الزاويتين ١٣ + ١٤ = مجموع الزاويتين ١٧ + ١٨

وأن يكون مجموع الزاويتين ١٥ + ١٦ = مجموع الزاويتين ١٩ + ٢٠

ويتم التصحيح بالنسبة للشرط الثاني كالتالي :

الفرق = مجموع زاويتي (١٣ + ١٤) – مجموع زاويتي (١٧ + ١٨)

ويكون التصحيح لكل زاوية = الفرق ÷ ٤

يضاف هذا التصحيح لكل زاوية من الزاويتين الأقل في القيمةً ويطرح من كل زاوية من الزاويتين الأكبر قيمةً وتكتب النتائج في العمود الثالث .

وبالمثل بالنسبة للزوايا ١٥ ، ١٦ ، ١٩ ، ٢٠

ج – تحقيق الشرط الضلعي

وهو أن يكون مجموع لو جا الزوايا على يمين الراصد = لو جا الزوايا على يسار الراصد . وتتم كالتالي :

نأخذ الزوايا المصححة في العمود الثالث ونتبع الخطوات التالية : -

١. نوجد مجموع لوغاريتمات جيوب الزوايا الفردية على يمين الراصد

٢. نوجد مجموع لوغاريتمات جيوب الزوايا الزوجية على يسار الراصد

٣. نحسب مقدار الفرق بينهما (س) من المعادلة التالية :

س = مجموع لوغاريتمات جيوب الزوايا على يمين الراصد – مجموع لوغاريتمات جيوب الزوايا على يسار الراصد

٤. يحسب الفرق في لو جا أ لكل زاوية من القانون التالي

الفرق في لو جا أ لكل زاوية (ف) = ٢١ ÷ ظا الزاوية المصححة . ويؤخذ الرقم الصحيح مقرباً

٥. يحسب التصحيح (ت) من القانون التالي : ت = س ÷ مجموع (ف) . والتصحيح لأقرب رقمين بعد الفاصلة

٦. يحسب التصحيح في لو جا أ لكل زاوية بضرب لو جا أ للزاوية × مقدار التصحيح ت ويكون الناتج لأقرب رقم صحيح وإشارته تكون : -

وجبة : للزوايا ذات مجموع لوغاريتمات جيوبها الأقل

سالبة : للزوايا ذات مجموع لوغاريتمات جيوبها الأكبر

٧. تحسب الزوايا النهائية المصححة وتسجل في العمود الخاص بها في الجدول حسب القانون التالي :

الزاوية النهائية = الزاوية بعد التصحيح المثلثي ± ت

حيث + عندما يكون مجموع لو جا الأصغر

- عندما يكون مجموع لو جا الأكبر

٨. تحسب لو جا الزوايا النهائية ونسجلها في العمود الأخير حسب القانون

لو جا الزاوية النهائية = لو جا الزاوية بعد التصحيح المثلثي ± مقدار التصحيح في لو جا أ .

إشارة + عندما يكون مجموع لو جا أ هو الأقل

إشارة – عندما يكون مجموع لو جا أ هو الأكبر

وللتحقيق يجب أن يكون مجموع الزوايا النهائية المصححة ٣٦٠°

وكذلك لو جا الزوايا الفردية = لو جا الزوايا الفردية

ومرفق الحل بجدول تصحيح الشكل الرباعي مرصود القطرين في الصفحة التالية :

جدول رق (1) لضبط زوايا الشكل الرباعي مرصود القطرين بالطريقة التقريبية

رقم الزاوية	الزوايا المرصودة			الزوايا بعد التصحيح (360)		الزوايا بعد تصحيح الزوايا المتقابلة		لو جا الزوايا المصححة		الفرق في لو جا الزاوية	تصحيح لو جا الزاوية	الزوايا النهائية المصححة			لو جا الزوايا النهائية المصححة	
	//	/	o	//	/	//	/	على يسار الراصد	على يمين الراصد			//	/	o	على يسار الراصد	على يمين الراصد
13	24.30	26	54	25.32	26	26.37	26		9.9103648	15	9 –	25.76	26	54		9.9103639
14	48.55	27	34	49.57	27	50.61	27	9.7527314		31	19 +	51.22	27	34	9.7527333	
15	54.15	15	38	55.17	15	55.71	15		9.7919053	27	16 –	55.10	15	38		9.7919037
16	45.75	49	52	46.77	49	47.31	49	9.9013735		16	10 +	47.92	49	52	9.9013745	
17	33.13	24	42	34.15	24	33.10	24		9.8289310	23	14 –	32.49	24	42		9.8289296
18	43.90	29	46	44.92	29	43.88	29	9.8605300		20	12 +	44.49	29	46	9.8605312	
19	4.63	26	44	5.65	26	5.11	26		9.8451580	21	13 –	4.50	26	44		9.8451567
20	37.43	39	46	38.45	39	37.91	39	9.8617137		20	12 +	38.52	39	46	9.8617149	
المجموع	51.84	59	359	00	00	00	00	39.3763486	39.3763591	173	1	00	00	360	39.3763539	39.3763539
								الفرق (س) = 105								

حساب مقدار تصحيح الشرط المثلثي الأول
خطأ قبل الـ 360 = مجموع الزوايا – 360°
خطأ الثاني = 51.84' 59 359° -360° = - 8.16'
التصحيح = + 8.16' ÷ 8 = +1.02'

حساب مقدار تصحيح الشرط المثلثي الثاني
13 + 14 = 14.89' 54 88
17 + 18 = 19.07' 54 88
الفرق = 4.18'
الفرق ÷ 4 = 4.18' ÷ 4 = 1.04' ، 1.05

حساب مقدار تصحيح الشرط المثلثي الثالث
15 + 16 = 41.94' 05 91
19 + 20 = 44.10' 05 91
الفرق = 2.16'
الفرق ÷ 4 = 2.16' ÷ 4 = 0.54'

حساب مقدار تصحيح الشرط الضلعي
ت = س ÷ مجموع ف
ت = 105 ÷ 173
ت = 0.61'
ت1 = + 0.61'
ت2 = – 0.61'

شرح طريقة حل الشكل الرباعي ذي المركز بالطريقة التقريبية

١. تسجل الزوايا المرصودة في الجدول (من صفحة ٦١)

٢. نحقق الشروط المثلثية الأربعة على النحو التالي :

أ – نحسب مجموع الزوايا المرصودة لكل مثلث

ب – نحسب خطأ القفل المثلثي لكل مثلث = مجموع الزوايا المرصودة – ١٨٠°

ج – نحسب مقدار التصحيح لكل زاوية من زوايا المثلث من القانون :

$$\text{مقدار التصحيح} = \frac{\text{- خطأ قفل المثلث}}{3}$$

ويكون مقدار التصحيح لأقرب رقمين بعد العلامة العشرية ويقرب الرقم الثالث ويلاحظ أن مجموع التصحيحات = قيمة الخطأ في المثلث وبعكس الإشارة

د – نحسب الزوايا المصححة بالنسبة لخطأ قفل المثلث من العلاقة التالية :

الزاوية المصححة = الزاوية المرصودة ± مقدار التصحيح للزاوية

حيث + عندما يكون التصحيح بالزيادة

حيث - عندما يكون التصحيح بالنقصان

وتسجل النتائج في العمود الثالث ونتأكد من أن مجموع الزوايا لكل مثلث بعد التصحيح تساوي ١٨٠°

٣. نحقق الشرط المحلي (المركزي) بحيث :

أ – يعاد تسجيل زوايا المركز المصححة في العمود الرابع مرة أخرى

ب - نحسب مجموع زوايا المركز ويسجل أسفل العمود الرابع

ج – نحسب خطأ القفل المحلي من العلاقة

خطأ القفل المحلي = مجموع الزوايا المركزية – ٣٦٠°

د – يوزع خطأ القفل على زوايا المركز بالتساوي وبعكس إشارة الخطأ ولرقمين عشريين بعد الفاصلة ويجب أن يكون مجموع التصحيحات مساوياً لقيمة الخطأ وبعكس إشارته

هـ - نحسب الزوايا المركزية المصححة من العلاقة

الزاوية المركزية المصححة = الزاوية المركزية المصححة من الشرط المثلثي ± مقدار التصحيح

وتسجل الزوايا المصححة في العمود الخامس . ونتأكد أن مجموع زوايا المركز بعد التصحيح = ٣٦٠°

٤. نحقق الشروط المثلثية الأربعة للمرة الثانية بحيث: -

أ –زوايا المركز المصححة الموجودة في العمود الخامس يعاد تسجيلها مرة أخرى في العمود السادس

ب – نلاحظ أن الشروط المثلثية السابق تحقيقها قد اختلت ويصبح في كل مثلث خطأ قفل مثلثي ثان يعادل مقدار التصحيح للزاوية المركزية.

ج – يوزع مقدار التصحيح المحلي للزاوية المركزية في كل مثلث وبعكس الإشارة على الزاويتين الأخريتين في نفس المثلث وتسجل الزوايا المصححة في العمود السادس

د – يجب التأكد من صحة الشروط المثلثية والشرط المحلي

٥. نحقق الشرط الضلعي بحيث:

ينفذ التصحيح الضلعي للأشكال المركزية في الجدول رقم (٢) لضبط الشكل ذي المركز ونلاحظ أن زوايا المركز لا تدخل في التصحيح الضلعي ويتم ذلك كالتالي:

أ – تسجل أرقام الزوايا على يمين الراصد في الجزء العلوي من الجدول في العمود الأول وأرقام الزوايا على يساره في الجزء السفلي ويمكن عمل العكس .

ب – تسجل قيم الزوايا المصححة بالنسبة للشروط المثلثية والمحلية من جدول رقم (١) أمام أرقامها في العمود الثاني.

ج – نحسب لو جا لكل زاوية لسبعة أرقام عشرية ونسجلها في العمود الثالث ونوجد مجموع لو جا الزوايا على يسار الراصد وكذلك على يمين الراصد ونضعها في خانة المجموع أسفل كل جدول ونوجد الفرق بين المجموعين (س)

د – نحسب الفرق في لو جا ١ً لكل زاوية لأقرب رقم صحيح ونسجله في العمود الرابع ونوجد مجموع الفرق في لو جا ١ً لكل زاوية وهو مجموع (ف)

هـ - يحسب مقدار التصحيح (ت) للشرط الضلعي من العلاقة:

$$ت = \frac{س}{\text{مجموع ف}}$$ والناتج بالثانية لأقرب رقمين عشريين

وتكون إشارة زاوية التصحيح موجبة للزوايا التي لها أقل مجموع في لو جا وتكون سالبة للتي لها مجموع أكبر في لو جا

و – يحسب مقدار التصحيح في لو جا الزاوية لأقرب عدد صحيح من العلاقة:

مقدار التصحيح في لو جا الزاوية = ت × فرق لو جا ١ً. ويسجل في العمود الخامس بإشارته.

ز – يحسب لو جا الزاوية المصححة ويسجل في العمود السادس من العلاقة:

لو جا الزاوية من العمود الثالث ± مقدار التصحيح في لو جا الزاوية من العمود الخامس

ك – نحسب الزوايا النهائية المصححة وتسجل في العمود السابع وتكون مصححة من الشروط المثلثية والمحلية والضلعية من العلاقة:

الزاوية المصححة النهائية = الزاوية المصححة (مثلثي ومحلي) من العمود الثاني ± ت

حيث إن :

+ إذا كان مجموع لو جا الزوايا صغير

- إذا كان مجموع لو جا الزوايا كبير

والحل بالتفصيل موجود بالجدولين المرفقين لضبط الشكل ذي المركز

قسم المساحة الحساب الفني	جدول رقم (١) لضبط زوايا الشكل الرباعي ذي المركز بالطريقة التقريبية

رقم الزاوية	الزوايا المرصودة			الزوايا بعد التصحيح المثلثي			زوايا المركز			زوايا المركز بعد التصحيح المحلي			الزوايا بعد التصحيح المثلثي الثاني		
١	٧,٨٠	٣٢	٨٥	٩,٨٨	٣٢	٨٥	٩,٨٨	٣٢	٨٥	٨,٨٣	٣٢	٨٥	٨,٨٣	٣٢	٨٥
٢	١٠,٧٨	٠٣	٥٤	١٢,٨٦	٠٣	٥٤							١٣,٣٨	٠٣	٥٤
٣	٣٥,١٨	٢٤	٤٠	٣٧,٢٦	٢٤	٤٠							٣٧,٧٩	٢٤	٤٠
المجموع	**٥٣,٧٦**	**٥٩**	**١٧٩**	**٠٠**	**٠٠**	**١٨٠**							**٠٠**	**٠٠**	**١٨٠**
٤	٤٩,٤٠	٤١	١١٦	٤٨,٣٤	٤١	١١٦	٤٨,٣٤	٤١	١١٦	٤٧,٢٩	٤١	١١٦	٤٧,٢٩	٤١	١١٦
٥	١٦,٢٠	٣٤	٣١	١٥,١٣	٣٤	٣١							١٥,٦٥	٣٤	٣١
٦	٥٧,٦٠	٤٣	٣١	٥٦,٥٣	٤٣	٣١							٥٧,٠٦	٤٣	٣١
المجموع	٣,٢٠	٠٠	١٨٠	٠٠	٠٠	١٨٠							٠٠	٠٠	١٨٠
٧	٣٩,١٠	٠٩	٥١	٣٩,٩١	٠٩	٥١	٣٩,٩١	٠٩	٥١	٣٨,٨٦	٠٩	٥١	٣٨,٨٦	٠٩	٥١
٨	٣٥,٦٠	٠٩	٧٠	٣٦,٤٢	٠٩	٧٠							٣٦,٩٤	٠٩	٧٠
٩	٤٢,٨٥	٤٠	٥٨	٤٣,٦٧	٤٠	٥٨							٤٤,٢٠	٤٠	٥٨
المجموع	٥٧,٥٥	٥٩	١٧٩	٠٠	٠٠	١٨٠							٠٠	٠٠	١٨٠
١٠	٢٣,٧٠	٣٦	١٠٦	٢٦,٠٧	٣٦	١٠٦	٢٦,٠٧	٣٦	١٠٦	٢٥,٠٢	٣٦	١٠٦	٢٥,٠٢	٣٦	١٠٦
١١	٣٤,٦٥	٠٤	٣٠	٣٧,٠٢	٠٤	٣٠							٣٧,٥٤	٠٤	٣٠
١٢	٥٤,٥٥	١٨	٤٣	٥٦,٩١	١٨	٤٣							٥٧,٤٤	١٨	٤٣
المجموع	٥٢,٩٠	٥٩	١٧٩	٠٠	٠٠	١٨٠							٠٠	٠٠	١٨٠
١٣															
١٤															
١٥															
المجموع															
مجموع الزوايا المركزية							٤,٢	٠٠	٣٦٠	٠٠	٠٠	٣٦٠			

خطأ قفل المثلث رقم ١ = - ٦,٢٤	مقدار التصحيح = + ٢,٠٨
خطأ قفل المثلث رقم ٢ = + ٣,٢٠	مقدار التصحيح = - ١,٠٦ ، - ١,٠٧ ، - ١,٠٧
خطأ قفل المثلث رقم ٣ = - ٢,٤٥	مقدار التصحيح = + ٠,٨١ ، + ٠,٨٢ ، +٠,٨٢
خطأ قفل المثلث رقم ٤ = - ٧,١٠	مقدار التصحيح = + ٢,٣٧ ، +٢,٣٧ ، ٢,٣٦
خطأ القفل المحلي = + ٤,٢٠	مقدار التصحيح = - ١,٠٥ ، +٠,٥٢ ، + ٠,٥٣

قسم المساحة الحساب الفني	جدول رقم (٢) لضبط زوايا الشكل الرباعي ذي المركز بالطريقة التقريبية

رقم الزاوية	الزوايا المصححة			لو جا الزوايا على يمين الراصد	الفرق في لو جا أ	التصحيح في لو جا الزاوية	لو جا الزاوية المصححة النهائية	الزوايا النهائية المصححة		
٢	١٣,٣٨	٠٣	٥٤	٩,٩٠٨٢٥٣٢	١٥	+ ٥	٩,٩٠٨٢٥٣٧	١٣,٧٢	٠٣	٥٤
٥	١٥,٦٥	٣٤	٣١	٩,٧١٨٩٦٢٣	٣٤	+ ١١	٩,٧١٨٩٦٣٤	١٥,٩٩	٣٤	٣١
٨	٣٦,٩٤	٠٩	٧٠	٩,٩٧٣٤٢٦٠	٨	+ ٣	٩,٩٧٣٤٢٦٣	٣٧,٢٨	٠٩	٧٠
١١	٣٧,٥٤	٠٤	٣٠	٩,٦٩٩٩٨٠٦	٣٦	+ ١٢	٩,٦٩٩٩٨١٣	٣٧,٨٨	٠٤	٣٠
١٤										
المجموع				٣٩,٣٠٠٦٢٢١			٣٩,٣٠٠٦٢٥٢			

رقم الزاوية	الزوايا المصححة			لو جا الزوايا على يسار الراصد	الفرق في لو جا أ	التصحيح في لو جا الزاوية	لو جا الزاوية المصححة النهائية	الزوايا النهائية المصححة		
٣	٣٧,٧٩	٢٤	٤٠	٩,٨١١٧٤٨٨	٢٥	- ٨	٩,٨١١٧٤٨٠	٣٧,٤٥	٢٤	٤٠
٦	٥٧,٠٦	٤٣	٣١	٩,٧٢٠٩٤٨١	٣٤	- ١١	٩,٧٢٠٩٤٧٠	٥٦,٧٢	٤٣	٣١
٩	٤٤,٢٠	٤٠	٥٨	٩,٩٣١٥٩٤١	١٣	- ٤	٩,٩٣١٥٩٣٧	٤٣,٨٦	٤٠	٥٨
١٢	٥٧,٤٤	١٨	٤٣	٩,٨٣٦٣٣٧٤	٢٢	- ٧	٩,٨٣٦٣٣٦٧	٥٧,١٠	١٨	٤٣
١٥										
المجموع				٣٩,٣٠٠٦٢٨٤	١٨٧	١	٣٩,٣٠٠٦٢٥٤			

الفرق (س) = مجموع لو جا الزوايا على يسار الراصد – مجموع لو جل الزوايا على يمين الراصد

= ٢٨٤ - ٢٢١ = ٦٣

مقدار التصحيح = الفرق (س) ÷ المجموع الكلي لفروق أ

= ٦٣ ÷ ١٨٧ = ٠,٣٤

ت ١ = - ١ × ت = - ٠,٣٤	ت ٢ = ت = + ٠,٣٤

الزوايا النهائية المصححة للشبكة بعد تصحيح الأشكال الهندسية

رقم الزاوية	الزوايا المصححة النهائية		
	″	′	°
١	٨,٨٣	٣٢	٨٥
٢	١٣,٧٢	٠٣	٥٤
٣	٣٧,٤٥	٢٤	٤٠
٤	٤٧,٢٩	٤١	١١٦
٥	١٥,٩٩	٣٤	٣١
٦	٥٦,٧٢	٤٣	٣١
٧	٣٨,٨٦	٠٩	٥١
٨	٣٧,٢٨	٠٩	٧٠
٩	٤٣,٨٦	٤٠	٥٨
١٠	٢٥,٠٢	٣٦	١٠٦
١١	٣٧,٨٨	٠٤	٣٠
١٢	٥٧,١٠	١٨	٤٣
١٣	٢٥,٧٦	٢٦	٥٤
١٤	٥١,٢٢	٢٧	٣٤
١٥	٥٥,١٠	١٥	٣٨
١٦	٤٧,٩٢	٤٩	٥٢
١٧	٣٢,٤٩	٢٤	٤٢
١٨	٤٤,٤٩	٢٩	٤٦
١٩	٤,٥٠	٢٦	٤٤
٢٠	٣٨,٥٢	٣٩	٤٦

حساب أطوال أضلاع الشبكة

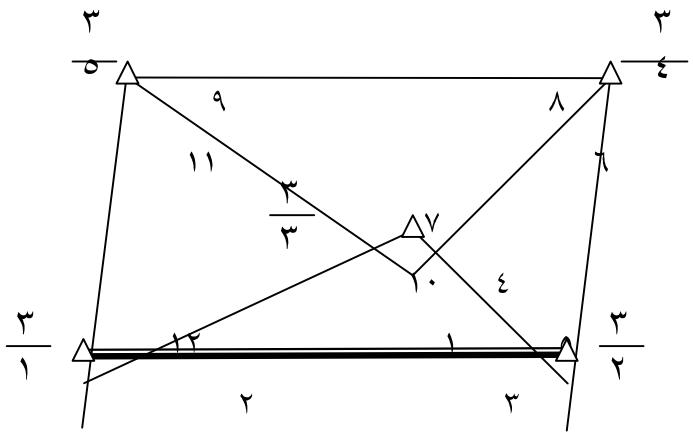
يتم حساب أطوال أضلاع الشبكة بمعلومية طول خط القاعدة المقاس أفقياً وزوايا الشبكة المصححة النهائية بعد إجراء جميع الاشتراطات المثلثية والمحلية والضلعية وتستخدم قاعدة الجيب في استنتاج الأطوال حيث تقسم الشبكة إلى مثلثات بحيث يتم حساب جميع الأطوال ومن الأفضل أن نقفل على خط قاعدة آخر مقاس للتحقيق من صحة الحسابات حيث إن خط القاعدة الآخر يكون له قيمة مقاسة وأخرى محسوبة ويجب أن يكون الفرق في حدود المسموح به .

القانون العام لحساب الأطوال في المثلث

$$\text{الطول المجهول} = \frac{\text{طول الضلع المعلوم} \times \text{جا الزاوية المقابلة للضلع المجهول}}{\text{جا الزاوية المقابلة للضلع المعلوم}}$$

أولاً الشكل الرباعي ذو المركز

من الشكل التالي يتم حساب أطوال الأضلاع



٥١٨,١٢٨ م

١ – تم قياس طول ضلع خط القاعدة ١/٣ – ٢/٣ بجهاز المحطة المتكاملة ذهاباً وإياباً وكان متوسط طوله الأفقي = ٥١٨,١٢٨ متر

٢ - ١/٣ - ٢/٣ = ٥١٨,١٢٨ × جا (٣) = ٣٣٦,٩٠٣ م

جا (١)

٣ - ٢/٣ - ٣/٣ = ٥١٨,١٢٨ × جا (٢) = ٤٢٠,٧٣٧ م

جا (١)

٤ - ٢/٣ - ٤/٣ = ٤٢٠,٧٣٧ × جا (٤) = ٧١٤,٦٧٦ م

جا (٦)

٥ - ١/٣ - ٥/٣ = ٣٣٦,٩٠٣ × جا (١٠) = ٦٤٤,١٩٧ م

جا (١١)

٦ - ٣/٣ - ٤/٣ = ٤٢٠,٧٣٧ × جا (٥) = ٤١٨,٨٢٠ م

جا (٦)

٧ - ٣/٣ - ٥/٣ = ٣٣٦,٩٠٣ × جا (١٢) = ٤٦١,١٦٨ م

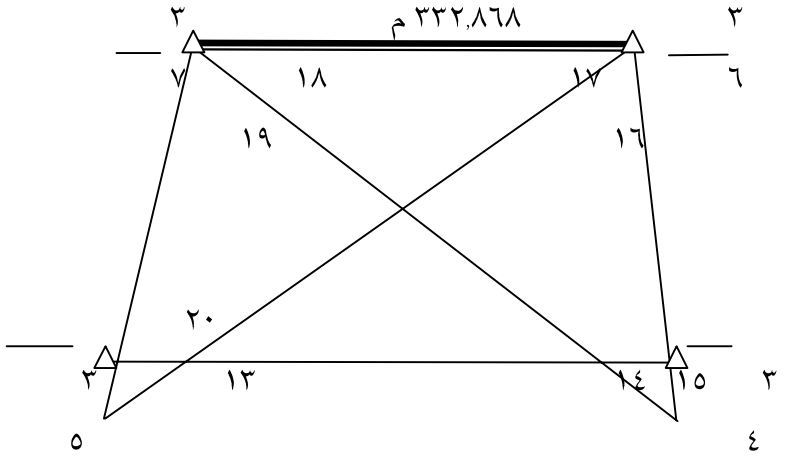
جا (١١)

٨ - ٤/٣ - ٥/٣ = ٤٦١,١٦٨ × جا (٧) = ٣٨١,٨٧٤ م

جا (٨)

ملحوظة : الزوايا ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٧ ، ١٠ ، ١٢ يعوض عنها من الجدول الموجود في صفحة ٧٢

ثانياً : الشكل الرباعي مرصود القطرين



٩ - ٤/٣ -. ٧/٣ = ٣٨١,٨٧٤ × جا (١٣+٢٠) = ٥٣٥,٢٥٤ م
جا (١٩)

١٠ - ٤/٣ - ٦/٣ = ٥٣٥,٢٥٤× جا (١٨) = ٣٨٩,٨٦٠ م
جا (١٦+١٧)

١١ - ٥/٣ - ٦/٣ = ٣٨١,٨٧٤× جا (١٤+١٥) = ٤٥٧,٦٢٥ م
جا (١٦)

١٢ - ٥/٣ - ٧/٣ = ٤٥٧,٦٢٥ × جا (١٧) = ٣٠٨,٦٧٢ م
جا (١٨+١٩)

١٣ - ٦/٣ - ٧/٣ = ٣٨٩,٨٦١ × جا (١٥) = ٣٣٢,٨٧٦ م
جا (١٨)

أو ٦/٣ - ٧/٣ = ٣٠٨,٦٧٢ × جا (٢٠) = ٣٣٢,٨٧٦ م
جا (١٧)

ملحوظة : يتم التعريف عن قيم الزوايا ١٣ ، ١٤ ، ١٥ ، ١٦ ، ١٧ ، ١٨ ، ١٩ ، ٢٠ من الجدول صفحة ٧٢

التحقيق :

تم قياس طول الضلع ٦/٣ - ٧/٣ بجهاز المحطة الشاملة فكان طوله = ٣٣٢,٨٦٨ م

الفرق = الطول المقاس – الطول المحسوب

= ٣٣٢,٨٧٦ - ٣٣٢,٨٦٨ = ٠,٠٠٨ م

نسبة الخطأ = الفرق / الطول المقاس = ٠,٠٠٨ / ٣٣٢,٨٦٨

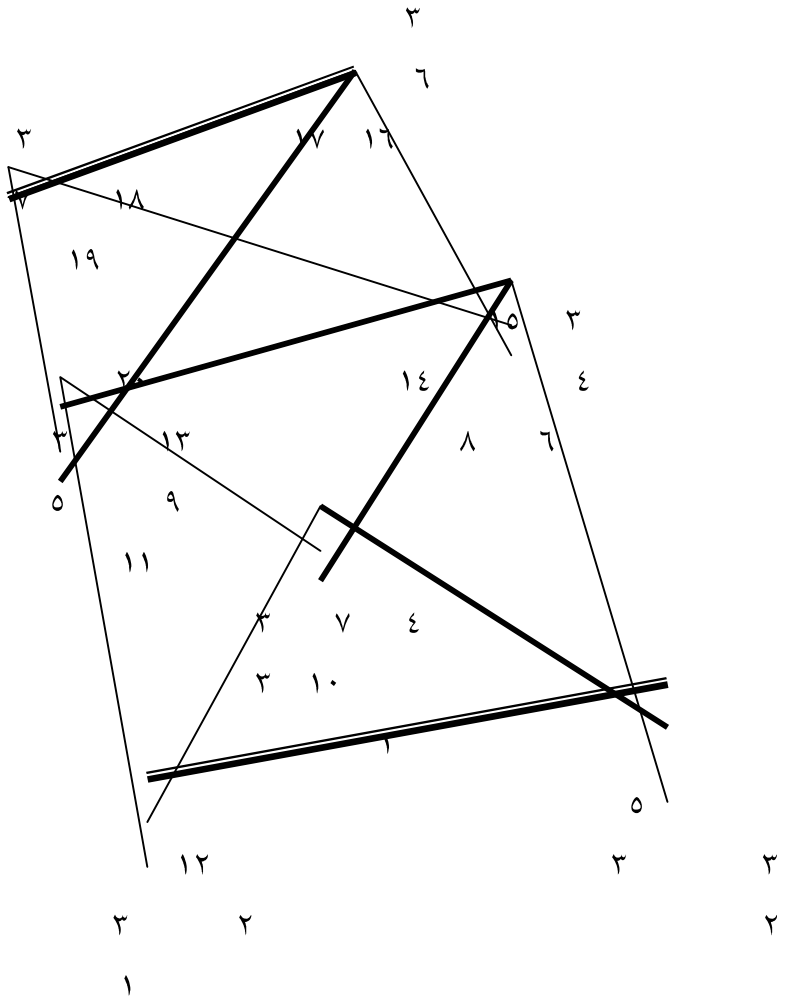
= ١ / ٤١٦٠٨

بما أن نسبة الخطأ المسموح به بين الطول المقاس والطول المحسوب بالنسبة لشبكات المثلثات الدرجة الثالثة

$$= \frac{1}{5000}$$

إذن الخطأ الذي حصلنا عليه مسموح به

حساب انحرافات أضلاع الشبكة



يتم حساب انحرافات أضلاع شبكة المثلثات بمعلومية انحراف خط القاعدة المقاس والزوايا النهائية المصححة للشبكة ويستعان بكروكي الشبكة وجدول الزوايا النهائية للشبكة لإكمال الحسابات من خلال القانون التالي :

الانحراف المجهول = الانحراف المعلوم ± ١٨٠° ± الزاوية المحصورة من المعلوم إلى المجهول

حيث : +١٨٠° إذا كان الانحراف المعلوم أقل من ١٨٠° والعكس صحيح

+ الزاوية المحصورة إذا كانت الزاوية في اتجاه عقارب الساعة والعكس صحيح

١. تم قياس انحراف خط القاعدة ١/٣ — ٢/٣ بالبوصلة فكان ٠٠ً ٠٠َ ٧٥ْ

٢. انحراف الضلع ٢/٣ - ٣/٣ = ٠٠ً ٠٠َ ٧٥ْ + ١٨٠ ° + زاوية ٣

= ٠٠ً ٠٠َ ٧٥ْ + ١٨٠ + ٣٧,٤٥ً ٢٤َ ٤٠ْ

= ٢٩٥ ° ٢٤ َ ٣٧,٤٥ ً

٣. انحراف الضلع ٣/٣ - ٤/٣ = ٣٧,٤٥ً ٢٤َ ٢٩٥° - ١٨٠ْ — زاوية ٤

= ٣٧,٤٥ً ٢٤َ ٢٩٥ْ -١٨٠ْ - ٤٧,٢٩ً ٤١َ ١١٦ْ

= -٩,٨٤ً ١٧َ ١ْ + ٣٦٠ْ

= ٣٥٨ ° ٤٢ َ ٥٠,١٦ ً

٤. انحراف الضلع ٤/٣ - ٥/٣ = ٥٠,١٦ً ٤٢َ ٣٥٨ْ - ١٨٠ْ + زاوية ٩

= ٥٠,١٦ً ٤٢َ ٣٥٨ْ -١٨٠ْ + ٣٧,٢٨ً ٠٩َ ٧٠ْ

= ٢٤٨ ° ٥٢ َ ٢٧,٤٤ ً

٥. انحراف الضلع ٥/٣ - ٦/٣ = ٢٧,٤٤ً ٥٢َ ٢٤٨ْ - ١٨٠ْ — زاوية ١٣

= ٢٧,٤٤ً ٥٢َ ٢٤٨ْ - ١٨٠ْ - ٢٥,٧٦ً ٢٦َ ٥٤ْ

= ١٤ ° ٢٦ َ ١,٦٨ ً

٦. انحراف الضلع ٦/٣ - ٧/٣ = ١,٦٨ً ٢٦َ ١٤ْ + ١٨٠ْ +زاوية ١٧

= ١,٦٨ً ٢٦َ ١٤ْ + ١٨٠ْ + ٣٢,٤٩ً ٢٤َ ٤٢ْ

= ٢٣٦ ° ٥٠ َ ٣٤,١٧ ً

حساب إحداثيات نقاط شبكة المثلثات

١ - يتم حساب جميع مركبات الأضلاع الأفقية والرأسية بمعرفة أطوال الأضلاع والانحرافات الدائرية المحسوبة حسب القوانين التالية :

المركبة الأفقية (Δ س) = طول الضلع × جا زاوية الانحراف الدائري

المركبة الرأسية (Δ ص) = طول الضلع × جتا زاوية الانحراف الدائري

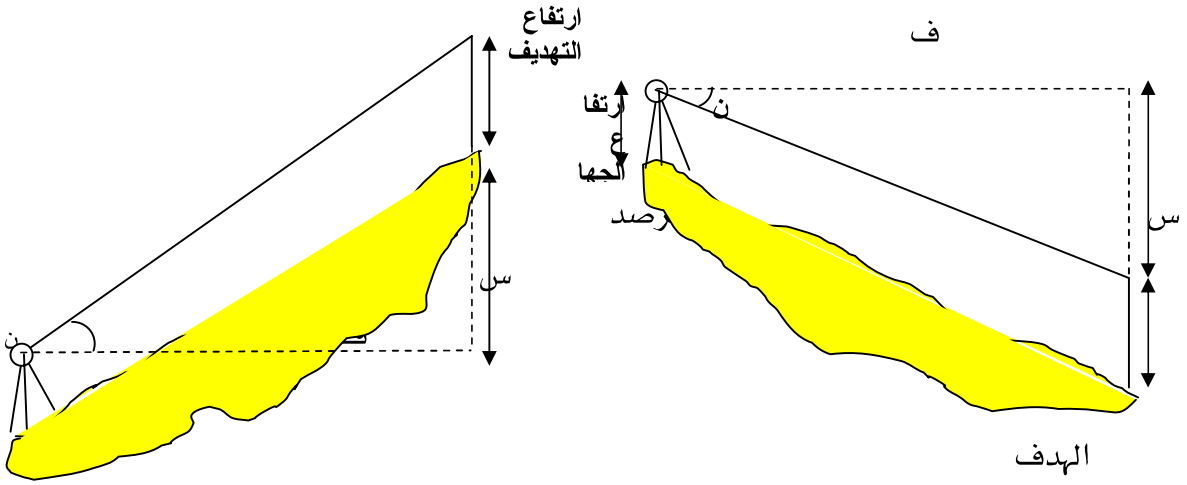
٢ - بمعرفة إحداثيات نقطة من نقاط خط القاعدة ومركبات الأضلاع الأفقية والرأسية يتم حساب إحداثيات نقاط الشبكة وذلك كما بالجدول .

علماً بأن إحداثيات نقطة ١/٣ فُرضت وكانت (٥٠٠ ، ٥٠٠)

الضلع	الطول بالمتر	الانحراف الدائري	المركبة الأفقية Δ س	المركبة الرأسية Δ ص	النقطة	الإحداثي السيني (س)	الإحداثي الصادي (ص)
١/٣ - ٢/٣	٥١٨,١٢٨	٧٥° ٠٠' ٠٠"	+ ٥٠٠,٤٧٣	+ ١٣٤,١٠١	١/٣	٥٠٠	٥٠٠
٢/٣ - ٣/٣	٤٢٠,٧٣٧	٢٩٥° ٢٤' ٣٧,٤٥"	- ٣٨٠,٠٣٤	+ ١٨٠,٥٣٨	٢/٣	١٠٠٠,٤٧٣	٦٣٤,١٠١
٣/٣ - ٤/٣	٤١٨,٨٢٠	٣٥٨° ٤٢' ٥٠,١٦"	- ٩,٤٠٠	+ ٤١٨,٧١٤	٣/٣	٦٢٠,٤٣٩	٨١٤,٦٣٩
٤/٣ - ٥/٣	٣٨١,٨٧٤	٢٤٨° ٥٢' ٢٧,٤٤"	- ٣٥٦,٢٠٩	- ١٣٧,٦٣٣	٤/٣	٦١١,٠٣٩	١٢٣٣,٣٥٣
٥/٣ - ٦/٣	٤٥٧,٦٢٥	١٤° ٢٦' ١,٦٨"	+ ١١٤,٠٦٨	+ ٤٤٣,١٨١	٥/٣	٢٥٤,٨٣٠	١٠٩٥,٧٢٠
٦/٣ - ٧/٣	٣٣٢,٨٧٦	٢٣٦° ٥٠' ٣٤,١٧"	- ٢٧٨,٦٧٥	- ١٨٢,٠٦٢	٦/٣	٣٦٨,٨٩٨	١٥٣٨,٩٠١
					٧/٣	٩٠,٢٢٣	١٣٥٦,٨٣٩

حساب مناسيب نقاط الشبكة باستخدام الميزانية المثلثية

يتم حساب المناسيب بمعلومية إحداثيات أحد نقاط خط القاعدة وأطوال أضلاع الشبكة المحسوبة والزوايا الرأسية المرصودة (ارتفاع أو انخفاض)



حالة زاوية انخفاض **حالة زاوية ارتفاع**

س = ف × ظا ن

حيث إن (ن) : زاوية ارتفاع أو انخفاض

س : المسافة الرأسية

القانون العام لحساب المنسوب

منسوب الهدف = منسوب المرصد + ارتفاع الجهاز ± س – ارتفاع التهديف

١. منسوب نقطة ١/٣ مفروض = ١٥٠ م

٢. حساب منسوب نقطة ٢/٣

ف × ظا ن = ٥١٨,١٢٨ × ظا(٣٥,٢٥ ° ٠٩ ′ ٠٠ ″) = ١,٤٤٥ م

المنسوب = ١٥٠ + ١,٦٢ + ١,٤٤٥ – ١,١٦ = ١٥١,٩٠٥ م

٣. حساب منسوب نقطة ٣/٣

ف × ظا ن = ٣٣٦,٩٠٣ × ظا(٠١ً ٣٠ً ٠٠ْ) = ٢,٩٤٢ م

المنسوب = ١٥٠ + ١,٦٢ + ٢,٩٤٢ — ٢,١٦ = ١٤٦,٥١٨ م

٤. حساب منسوب نقطة ٥/٣

ف × ظا ن = ٦٤٤,١٩٧ × ظا(٣٦ً ٠٦َ ٠٠ْ) = ١,٢٣٧ م

المنسوب = ١٥٠ + ١,٦٢ + ١,٢٣٧— ١,١٦ = ١٥١,٦٩٧ م

ومن نقطة ٥/٣ يتم حساب مناسيب باقي النقاط

٥. حساب منسوب نقطة ٦/٣

ف × ظا ن = ٤٥٧,٦٢٥ × ظا(٠٥ً ٠٩َ ٠٠ْ) = ١,٢٠٥ م

المنسوب = ١٥١,٦٩٧ + ١,٦٧ + ١,٢٠٥ — ١,١٦ = ١٥٣,٣٦٢ م

٦. حساب منسوب نقطة ٤/٣

ف × ظا ن = ٣٨١,٨٧٤ × ظا(٤١,٥ً ١٦َ ٠٠ْ) = ١,٨٥٤ م

المنسوب = ١٥١,٦٩٧ + ١,٦٧ — ١,٨٥٤ — ١,١٦ = ١٥٠,٣٠٨ م

٧. حساب منسوب نقطة ٧/٣

ف × ظا ن = ٣٠٨,٦٧٢× ظا(١٨,٥ً ٠٩َ ٠٠ْ) = ٠,٨٣٦ م

المنسوب = ١٥١,٦٩٧ + ١,٦٧ + ٠,٨٣٦ — ١,١٦ = ١٥٢,٩٩٨ م

ملحوظة

تتم الحسابات السابقة بناءً على الأطوال المحسوبة سابقاً وجداول الزوايا الرأسية المرصودة لنقطتي ١/٣ ، ٥/٣ والموضحة في صفحة ٧٢ ، ٧٣ ، ٧٤

جدول أرصاد الزاوية الرأسية لنقطة ١/٣

ارتفاع الجهاز ١,٦٢ م

ارتفاع التهديف	نوع الزاوية	متوسط الزاوية الرأسية	مقدار الزاوية الرأسية	القراءة الرأسية	وضع الجهاز	الهدف
١,١٦	ارتفاع	٢٥,٢٥° ٠٩' ٠٠"	٣٦° ٠٩' ٠٠"	٢٤° ٥٠' ٨٩"	س	٢/٣
			٣٤,٥° ٠٩' ٠٠"	٢٧٠° ٠٩' ٣٤,٥"	م	
٢,١٦	انخفاض	٠١° ٣٠' ٠٠"	٠٢° ٣٠' ٠٠"	٠٢° ٣٠' ٩٠"	س	٣/٣
			٠٠° ٣٠' ٠٠"	٠٠° ٣٠' ٦٩"	م	
١,١٦	ارتفاع	٣٦° ٠٦' ٠٠"	٤٠° ٠٦' ٠٠"	٢١° ٥٣' ٨٩"	س	٥/٣
			٣٢° ٠٦' ٠٠"	٢٧٠° ٠٦' ٣٢"	م	

جدول أرصاد الزاوية الرأسية لنقطة ٥/٣

ارتفاع الجهاز ١,٦٧ م

ارتفاع التهديف	نوع الزاوية	متوسط الزاوية الرأسية	مقدار الزاوية الرأسية	القراءة الرأسية	وضع الجهاز	الهدف
١,١٦	ارتفاع	١٨,٥° ٠٩' ٠٠"	٥١° ٠٨' ٠٠"	٠٩° ٥١' ٨٩"	س	٧/٣
			٤٦° ٠٩' ٠٠"	٢٧٠° ٠٩' ٤٦"	م	
١,١٦	ارتفاع	٠٥° ٠٩' ٠٠"	٣٥° ٠٨' ٠٠"	٢٥° ٥١' ٨٩"	س	٦/٣
			٢٦° ٠٩' ٠٠"	٢٧٠° ٠٩' ٢٦"	م	
١,١٦	انخفاض	٤١,٥° ١٦' ٠٠"	٠٣° ١٧' ٠٠"	٠٣° ١٧' ٩٠"	س	٤/٣
			٢٠° ١٦' ٠٠"	٢٦٩° ٤٣' ٤٠"	م	

٥ – ٤ رسم شبكة المثلثات بالحاسب الآلي (برنامج الأوتوكاد)

- نفتح رسماً جديداً ثم نغير حدود الشاشة إلى (٢٠٠٠ ، ٢٠٠٠)
- إنشاء الطبقات التالية

شبكة الإحداثيات بلون أبيض

أرقام نقاط الشبكة بلون أبيض

نقاط الشبكة بلون أحمر

الإحداثيات بلون أخضر

أضلاع شبكة المثلثات بلون أصفر

أولاً : رسم شبكة الإحداثيات :

١ – تحميل طبقة شبكة الإحداثيات وجعلها الطبقة الحالية (Current) من خلال أمر (Layer)

٢ – رسم خط رأسي بطريقة الإحداثيات بحيث تكون نقطة البداية (٠,٠٠ ، ٤٠٠,٠٠)ونقطة النهاية (٠,٠٠ ، ١٦٠٠,٠٠)

٣ – رسم خط أفقي بطريقة الإحداثيات بحيث تكون نقطة البداية (٠,٠٠ ، ٤٠٠,٠٠)ونقطة النهاية (١١٠٠,٠٠ ، ٤٠٠,٠٠)

٤ - رسم خطوط أفقية متوازية ثم رأسية متوازية بمسافات بينية ١٠٠ م بواسطة الأمر (Offset)

٥ - تحميل طبقة أرقام الشبكة وجعلها الطبقة الحالية

٦ - باستخدام الأمر Draw ثم Text نكتب إحداثيات نقاط الشبكة على الشاشة في أي مكان

رسم النقاط من الجدول :

١ -تحميل طبقة نقاط الشبكة وجعلها الطبقة الحالية

٢ - لرسم النقطة لابد أولاً من تحديد شكل وحجم النقطة باستخدام الأمر Format ثم Point style فينبثق مربع حوار نختار منه شكل النقطة وحجمها ونختار أن يكون حجم النقطة حسب وحدات الرسم .

٢ - نختار الأمر Draw ثم Point ثم Multiple point فيظهر في سطر الأوامر

رسالة specify a point : نكتب إحداثيات النقطة ١/٣ (٥٠٠ ، ٥٠٠) نضغط Enter للتنفيذ . فنجد بالفعل أن البرنامج قد رسم نقطة في الإحداثي المطلوب

٣ – تظهر الرسالة السابقة مرة أخرى لتحديد النقطة الثانية والثالثة ..... إلخ بدون تكرار الأمر

٤ – نجعل طبقة أضلاع شبكة المثلثات هي الطبقة الحالية نقوم بعد ذلك بتوصيل النقاط بأمر رسم الخط (Line) بين كل نقطتين

٥ – باستخدام الأمر offset نرسم خطاً موازياً لخط القاعدة الأول (١/٣ - ٢/٣) بمسافة صغيرة تتناسب مع أبعاد الرسم ونكرر ذلك مع خط القاعدة الثاني (٦/٣ – ٧/٣)

٦ - نرسم مثلثاً متساوي الأضلاع وصغير حول كل نقطة من نقاط الشبكة من خلال الأمر draw ثم polygon ولابد أن يكون رأس المثلث في اتجاه الشمال .

٧ – باستخدام الأمر Move ننقل أرقام نقاط الشبكة المكتوبة على الشاشة سابقاً بجانب النقاط المناظرة لها .

رسم سهم الشمال :

١ – بعد الضغط على F8 نرسم سهم الشمال من خلال الأمر Polyline ثم نضغط الحرف W الذي يدل على عرض الخط ثم نكتب الرقم ٠.٠٠ في سطر الأوامر ثم Enter ثم نكتب الحرف W ونكتب الرقم ١٠ ثم Enter وبذلك تم رسم رأس السهم

٢ - ثم نكرر الخطوة السابقة بحيث يكون ذيل سهم الشمال عرض نقطة بدايته صفر ونهايته ٣

رسم مقياس الرسم الطولي ١/٥٠٠٠ دقته ١٠ م

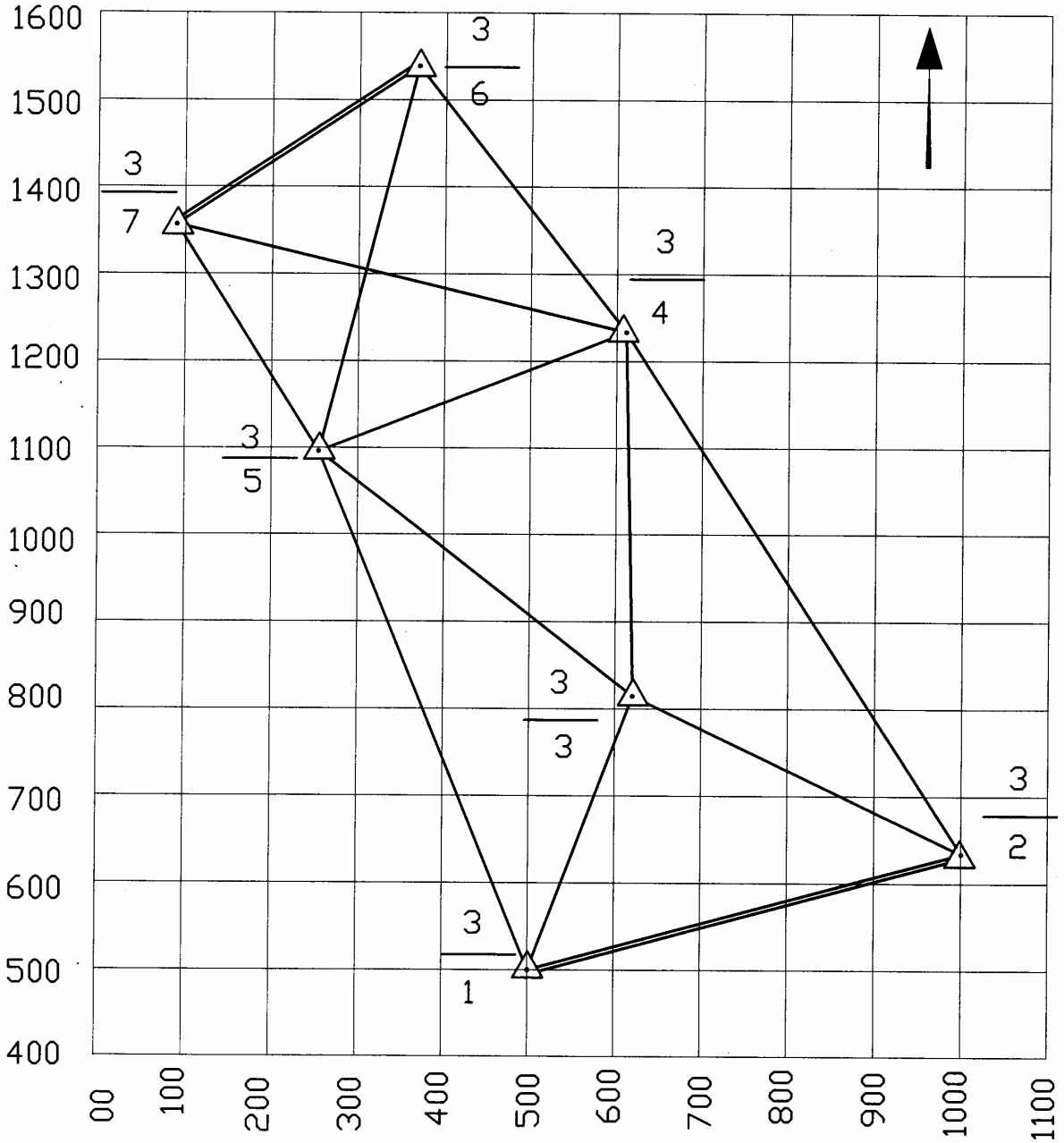
١ - نرسم خطاً رأسياً باستخدام الأمر Draw Line وبنفس الأمر نرسم خطاً أفقياً

٢ – نرسم خطوطاً موازية للخط الأفقي باستخدام الأمر Modify Offset وعلى مسافة خمس وحدات

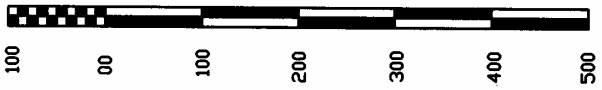
٣ – نرسم خطوطاً موازية للخط الرأسي وعلى مسافة ١٠٠ وحدة بنفس الأمر السابق

٤ – نستخدم أوامر التعديل لضبط شكل مقياس الرسم

٥ – باستخدام أمر التظليل Hatch نظلل المقياس كما بالرسم التالي :


1600
1500
1400
1300
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
00
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
3
6
3
7
3
4
3
5
3
3
3
2
3
1

1/5000


100
00
100
200
300
400
500

فهرس الكتاب

م	الموضوع	رقم الصفحة
	النصف الدراسي الأول	
١	**الوحدة الأولى (التعرف على المساحة الجيوديسية)**	١
٢	مقدمة في المساحة الجيوديسية	١
٣	تعريف المساحة الجيوديسية	٢
٤	أهمية المساحة الجيوديسية.	٢
٥	أقسام المساحة الجيوديسية	٢
٦	أسئلة الوحدة الأولى.	٤
٧	**الوحدة الثانية (نظم الإحداثيات)**	٥
٨	مقدمة	٥
٩	نظم الإحداثيات	٦
١٠	أنواع جملة الإحداثيات	٦
١١	جملة الإحداثيات الفراغية	٧
١٢	جملة الإحداثيات الجغرافية .	٨
١٣	جملة الإحداثيات المستوية	٨
١٤	العلاقة بين الإحداثيات الفراغية والجغرافية .	٩
١٥	حساب طول وانحراف ضلع بمعلومية إحداثياته المستوية	١٠
١٦	أسئلة الوحدة الثانية .	١٢
١٧	**الوحدة الثالثة (شبكات المثلثات والميزانية الجيوديسية)**	١٣
١٨	مقدمة عن شبكات المثلثات .	١٤
١٩	أهمية شبكات المثلثات	١٤
٢٠	درجات شبكات المثلثات	١٥
٢١	جدول مقارنة بين درجات شبكات المثلثات.	١٦
٢٢	أنواع الشبكات المثلثية	١٧

٢٣	تعريف نقطة الأساس.	٢٠
٢٤	الميزانية الجيوديسية وأنواعها.	٢١
٢٥	الميزانية الدقيقة.	٢١
٢٦	أغراض الميزانية الدقيقة	٢٢
٢٧	الميزان الدقيق .	٢٢
٢٨	القامات الدقيقة	٢٤
٢٩	مميزات القامات الدقيقة.	٢٥
٣٠	تدريب عملي	٢٥
٣١	الاحتياطات الواجب مراعاتها في عمل الميزانية الدقيقة	٢٦
٣٢	التصحيحات الواجبة على الأرصاد في الميزانية الدقيقة .	٢٧
٣٣	الميزانية المثلثية .	٢٨
٣٤	أسئلة الوحدة الثالثة	٣١
٣٥	**الوحدة الرابعة (إنشاء شبكة المثلثات)**	٣٢
٣٦	الاستكشاف وتثبيت النقاط.	٣٣
٣٧	شروط اختيار خط القاعدة .	٣٣
٣٨	التعرف على الجهاز المستخدم في الرصد	٣٥
٣٩	أنواع أجهزة المحطة الشاملة	٣٥
٤٠	جهاز المحطة الشاملة (Power set 2010)	٣٦
٤١	الأجزاء الرئيسية للجهاز	٣٧
٤٢	العناية بالجهاز	٣٩
٤٣	طريقة استخدام الجهاز	٤٠
٤٤	كروكي عام للشبكة المختارة .	٤٣
٤٥	أخطاء الأرصاد والتغلب عليها	٤٤
٤٦	أسئلة الوحدة الرابعة	٤٥

النصف الدراسي الثاني

٤٧	**الوحدة الخامسة (رصد وتصحيح شبكة المثلثات)**	٤٦
٤٨	أرصاد الزوايا الأفقية والرأسية للشبكة)	٤٧
٤٩	جدول أرصاد الزوايا الأفقية.	٤٩
٥٠	جدول أرصاد الزوايا الرأسية	٥٣
٥١	قياس خط القاعدة	٥٤
٥٢	التصحيحات على المسافة المقاسة لخط القاعدة	٥٤
٥٣	ضبط الشبكة (حساب متوسط أرصاد الزوايا الأفقية)	٥٦
٥٤	تصحيح أشكال الشبكة	٥٨
٥٥	شرح طريقة حل الشكل الرباعي مرصود القطرين بالطريقة التقريبية	٥٩
٥٦	جدول رقم (١) لضبط الشكل الرباعي مرصود القطرين	٦٢
٥٧	شرح طريقة حل الشكل الرباعي ذي المركز	٦٣
٥٨	جدول حل الشكل ذي المركز	٦٦
٥٩	الزوايا النهائية المصححة للشبكة	٦٨
٦٠	حساب أطوال أضلاع الشبكة	٦٩
٦١	حساب انحرافات أضلاع الشبكة	٧٢
٦٢	حساب إحداثيات نقاط الشبكة	٧٤
٦٣	حساب مناسيب نقاط الشبكة باستخدام الميزانية المثلثية	٧٥
٦٤	رسم شبكة المثلثات بالحاسب الآلي (برنامج الأوتوكاد)	٧٨
٦٥	الشكل العام النهائي لشبكة المثلثات	٨١
٦٦	المراجع .	٨٢