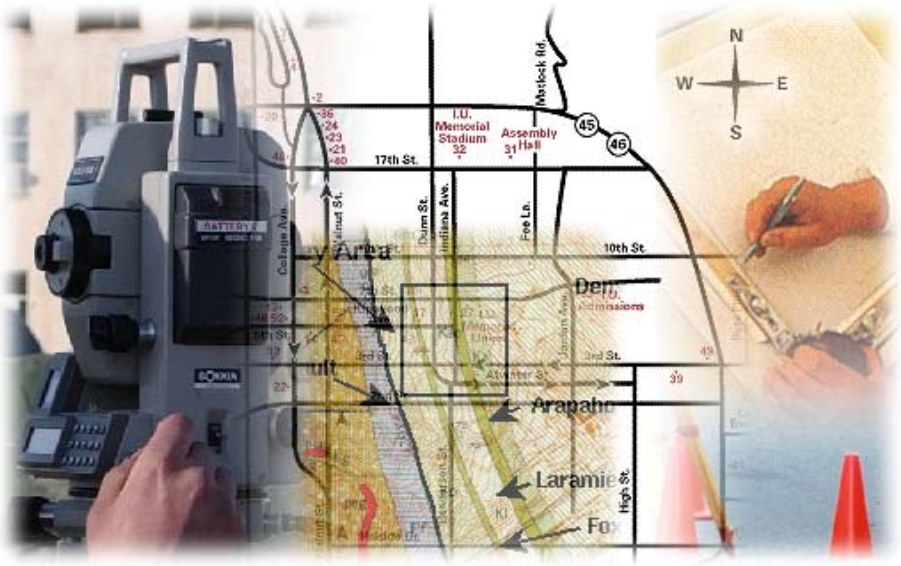
المملكـــة العربيـــة الســـعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

قررت المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني تدريس هذه الحقيبة في " المعاهد الثانوية الفنية "

# المساحة

## المضلعات




نسخة أولية 1424

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

# مقدمة

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

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

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

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " المضلعات " لمتدربي قسم" المساحة" للمعاهد الفنية للمراقبين الفنيين موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

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

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

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

# تمهيد

الحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله سيدنا محمد وعلى آله وصحبه وسلم.....وبعد

عند القيام بالأعمال المساحية الدقيقة – عمليات الرفع أو التوقيع - فإننا نحتاج إلى إنشاء ما يسمى بالمضلع وهو شكل نعتبره مرجع أساسي للأعمال المساحية و يؤخذ كهيكل عام للمنطقة، وهو ما يعرف باسم ( الترافرس )، ويكون شكل المضلع المستخدم حسب طبيعية المنطقة المراد إجراء العمل المساحي بها.

فإذا ما كانت المنطقة محدودة فيكتفي بتشكيل مضلع على شكل حلقة واحدة مقفلة وهو ما يعرف باسم المضلع المغلق، أما إذا كانت المنطقة - المطلوب رفعها مثلاً - يوجد على حدودها أو بداخلها نقط مضلعات قديمة ( أربعة على الأقل ) فإنه يتم تشكيل ما يسمى بـ المضلع الموصل، وإذا كانت المنطقة ممتدة طولياً وليست ذات أهمية - كتحديد خط الشاطئ مثلاً - فإنه يكتفى بتشكيل النوع الثالث من المضلعات وهو المضلع المفتوح.

أما إذا كانت المنطقة متسعة بحيث لا يكفي لتغطيتها مضلع واحد مقفل فإننا نلجأ إلى تكوين شبكة من المضلعات مكونة من مجموعة من الحلقات المقفلة.

وإذا تواجد في المنطقة المتسعة نقاط مضلعات قديمة فإن شبكة المضلعات التي يتم تشكيلها من الممكن أن تتكون من مجموعة من الحلقات الموصلة أو من الحلقات المقفلة والموصلة.

وفي الوحدات التالية لهذه الحقيبة سوف نقدم كل ما يخص المضلعات المقفلة والموصلة والمفتوحة من حيث كيفية إنشائها وطريقة رصدها في الطبيعة وإجراء الحسابات اللازمة لها واستخراج إحداثيات النقاط الرئيسية للمضلع.

ونسأل الله أن يوفقنا إلى ما يحبه ويرضه وأن يجعل عملنا هذا خالصا لوجه الكريم.

# الهدف من الكتاب

يهدف هذا الكتاب إلى إعطاء بيان مفصل عن أنواع المضلعات ( ترافرسات ) والتدريب العملي على إنشائها ورصدها وكيفية إجراء الحسابات إلخاصة بها وذلك من خلال تفاصيل محتوياته وفقاً لدليل تصميم الحقيبة التدريبية المعتمدة من المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بالمملكة العربية السعودية لمقرر المضلعات للمعاهد الثانوية للمراقبين الفنيين بقسم تقنية المساحة.
ولقد أخذ في الاعتبار عند وضع هذا المنهج عدة اعتبارات أهمها:

أولاً: أن يقدم الدرس للطالب بشكل مبسط ومفصل بحيث يحصل المتدرب على المعلومة سهلة وميسرة وبما يعود عليه بالنفع وسيظهر هذا واضحاً في شرح عملية الرصد وطرق الحسابات.

ثانياً: أن يتعرف المتدرب على إمكانيات الجهاز المستخدم في عملية الرصد من خلال معرفة أجزائه والعناية به، وإعداده للرصد، وطريقة أستخدمه، وحتى نصل إلى الهدف المنشود من ذلك وهو وضع الثقة لدى المتدرب في التعامل مع الأجهزة، وإكسابه المهارة اللازمة في عملية الرصد.

ثالثاً: أن يتدرب المتدرب على التسلسل المنطقي في كيفية إنشاء المضلع في الطبيعة ابتداء من عملية الاستكشاف ورسم الكروكي للمنطقة، ومروراً بعملية الرصد وتدوين الأرصاد بالجداول إلخاص بها، ووصولاً إلى كيفية إجراء الحسابات واستخراج الإحداثيات.

وأسال الله أن يجعل عملنا خالصاً لوجهه، وأن ينفع به إنه جواد كريم.

# المضلعات

## الفصل الأول



جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

# المضلعات

## المضلعات وأنواعها





جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

**النقاط الأساسية بالوحدة:**

١. تعريف بأنواع المضلعات.
٢. تعريف بعملية الاستكشاف لمنطقة.
٣. تعريف بطريقة رسم الكروكي العام لمنطقة.

الوقت المتوقع للتدريب لهذه الوحدة ٦ساعات

**مقـدمـة:**

عند إجراء العمليات المساحية الدقيقة مثل عمليات الرفع والتوقيع نلجأ إلى إنشاء ما يسمي بالمضلع، والمضلع يعتبر المرجع والرابط للأعمال المساحية المحيطة بكل مرصد.

ويعرف المضلع على أنه شكل يتكون من عدة أضلاع مستقيمة متصلة من أطرافها ببعض وتحصر فيما بينها زوايا، وعادة تختار هذه الأضلاع بحيث تمر بحدود المنطقة المطلوبة أو قريبة منها حتى يسهل إجراء العمل المساحي بها.

ويكون شكل المضلع المستخدم حسب طبيعية المنطقة المراد عمل خريطة لها.

**أنـواع المضلعـات:**

**١. المضلع المقفل:**

وهو الذي يبدأ من نقطة معلومة الإحداثيات وينتهي إلى نفس نقطة البداية، أي أن نقطة البداية هي نفسها نقطة النهاية. كما يجب أن يبدأ بانحراف خط معلوم أو يمكن حساب انحرافه . .ويستخدم في رفع المناطق المحدودة والمباني والقرى، وهذا النوع يسهل ضبطه والتحقق من أرصاده.

**٢. المضلع الموصل:**

وهو الذي يبدأ من نقطة معلومة الإحداثيات وينتهي عند نقطة أخرى معلومة الإحداثيات أيضاً، كما يجب أن يربط عند نقطة الابتداء بضلع معلوم انحرافه أو يمكن حساب انحرافه، وكذلك يجب أن يربط عند نقطة الانتهاء بضلع آخر معلوم انحرافه أو يمكن حساب انحرافه.

ويستخدم في رفع المناطق الممتدة طولياً مثل المصارف والطرق، كما يستخدم في المناطق التي توجد بها نقط مضلعات قديمة معلومة الإحداثيات.

وهذا النوع من المضلعات يسهل ضبطه أيضاً والتحقق من أرصاده.

**٣. المضلع المفتوح:**

وهو الذي يبدأ من نقطة معلومة الإحداثيات أو غير معلومة الإحداثيات، وينتهي عند نقطة أخرى غير معلومة الإحداثيات. ويمكن ربط نقطة الابتداء بضلع معلوم انحرافه أما نقطة الانتهاء فلا تربط بضلع معلوم انحرافه.

ويستخدم في رفع المناطق التي لا تحتاج إلى دقة عالية في عملية الرفع.

وفي الواقع أن هذا النوع من المضلعات لا يعتمد عليه ونضبطه بتحويله إذا أمكن إلى مضلع مغلق أو موصل بالربط على نقطة معلومة الإحداثيات، و إلا فيجب قياس كل ضلع وكل زاوية مرتين على الأقل.

هناك خطوات يجب أن تتبع لإنشاء مضلع في الطبيعة وأهم هذه إلخطوات:

**عملية الاستكشاف للمنطقة:**

الغرض من عملية الاستكشاف هو التعرف على المنطقة التي سيتم إنشاء المضلع بها وتكوين فكرة شاملة عنها، ومواقع التفاصيل داخلها بالنسبة لبعضها البعض وبالنسبة لحدودها، وما تحتويه من معالم طبيعية وصناعية مثل المباني والشوارع والكباري..... إلخ.
وذلك بالتجول فيها حتى يمكن اختيار أحسن المواقع لنقاط المضلع التي ستشكل الهيكل العام للمضلع.

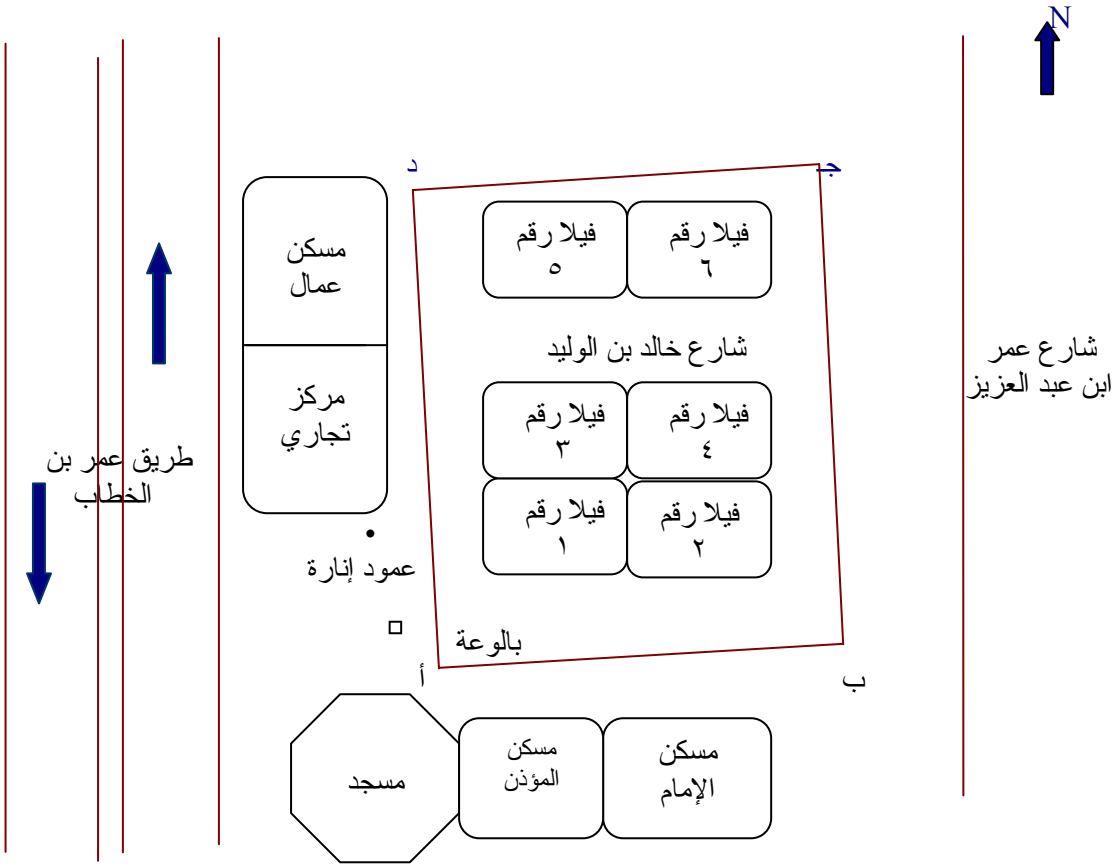
**رسم كروكي عام للمنطقة:**

بعد إجراء عملية الاستكشاف للمنطقة يتم التجول فيها مرة أخرى ورسم كروكي شامل لها يبين جميع التفاصيل الطبيعية والصناعية، ولا يشترط أن يرسم الكروكي بمقياس رسم معين أو بأدوات هندسية بل يكفي أن يكون مرسوماً بإتقان وممثلاً للطبيعة بقدر الإمكان مع ملاحظة الجهات الأصلية أثناء الرسم.

ويراعى عند رسم كروكي المنطقة ما يلي:

١. أن يكون بالقلم الرصاص إلخفيف ليتيسر عمل التغيرات التي يتضح عدم مطابقتها للطبيعة.
٢. أن يكون الكروكي كبيراً بدرجة تسمح ببيان التفاصيل.
٣. أن توضح بقدر الإمكان الإشارات الاصطلاحية لبيان نوع التفاصيل على هذا الكروكي.
٤. أن يوضع اتجاه الشمال على الكروكي.
٥. أن توقع النقاط المختارة للمضلع على هذا الكروكي.

وشكل ( ١ ) يبين الكروكي العام لمنطقة، وتم وضع مواقع نقاط المضلع على الكروكي وبيان شكل المضلع أ ب جـ د.




شكل رقم ( ١ ) يوضح الكروكي العام لمنطقة

وموضح عليه مواضع نقاط المضلع أ ب جـ د وشكل المضلع

# المضلعات

## اختيار وتثبيت نقاط المضلع





جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

## النقاط الأساسية بالوحدة:

١. التدريب على عملية الاستكشاف لمنطقة ما في الطبيعة.
٢. التدريب على رسم الكروكي العام لمنطقة ما في الطبيعة.
٣. شروط اختيار نقاط المضلع.
٤. تثبيت نقاط المضلع.
٥. عمل كرت وصف لكل نقطة من نقاط المضلع.

الوقت المتوقع للتدريب لهذه الوحدة ٩ ساعات

## عملية الاستكشاف ورسم الكر وكي

### مقـدمـة:

بعد التعرف في الوحدة الأولى على المضلعات وأنواعها، وعلى أولى خطوات إنشاء مضلع في الطبيعة وهما عمليتا الاستكشاف ورسم الكر وكي العام للمنطقة، كان من الواجب إجراء هاتين الخطوتين في الطبيعة حتى يتدرب المتدرب بنفسه على كيفية إجراء عملية الاستكشاف وتكوين فكرة شاملة عن المنطقة وتحديد المعالم ( الطبيعية والصناعية ) الموجودة بها. ثم التدريب على كيفية رسم كر وكي عام للمنطقة أثناء التواجد بالطبيعة وكيفية توضيح المعالم عليه وأخذ الاتجاهات الأصلية في الاعتبار والتدريب على إتقان رسم الكروكي بحيث يكون مماثلاً للطبيعية قدر الإمكان.

وبعد التدريب على أولى الخطوات في عملية إنشاء المضلع وهما عمليتي الاستكشاف ورسم الكروكي تجيء الخطوة الثالثة والرابعة وهما عمليتا اختيار وتثبيت نقاط المضلع في الطبيعة.

## التدريب العملي الأول : التدريب على عملية الاستكشاف ورسم الكر وكي

**الغرض من التمرين :**

١. التدريب على عملية الاستكشاف لمنطقة في الطبيعة.
٢. التدريب على رسم الكر وكي العام لمنطقة في الطبيعة.

**الأدوات المستخدمة :**

١. قلم رصاص.
٢. مسّاحة.
٣. ورق أبيض.
٤. تكية.

الوقت المتوقع للتدريب لهذا التمرين٣ ساعات

## اختيار نقاط المضلع:

عند اختيار نقاط المضلع لمنطقة ما يراعى أن تُكون هذه النقاط مجموعة من المثلثات المتلاصقة حيث إن المثلث هو الشكل الهندسي الوحيد الذي يمكن رسمه وتوقيعه على لوحة بمعلومية أطوال أضلاعه فقط. وهناك بعض الشروط الواجب مراعتها عند اختيار نقاط المضلع وهو ما سوف نتعرف عليه.

## شروط اختيار نقاط المضلع:

١. أن تكون عدد النقاط أقل ما يمكن وقدر الحاجة إليه.
٢. أن تكون النقاط في أماكن مكشوفة قدر الإمكان ويسهل العثور عليها عند الرغبة في البحث عنها لاستعمالها.
٣. أن ترى كل نقطة النقطة السابقة واللاحقة.
٤. أن تكون أطوال خطوط الأضلاع متماثلة تقريباً.
٥. يتم اختيار النقاط بحيث تشكل فيما بينها مثلثات زواياها بين ٣٠°، ١٢٠ ° تقريباً، وذلك لأن المثلثات ذات الزوايا الحادة جداً أو المنفرجة جداً يكون رسمها مصحوب بأخطاء دائماً.
٦. يتم اختيار النقاط بحيث تكون الخطوط الواصلة بينها أقرب ما يمكن من التفاصيل ومن حدود المنطقة المرفوعة، بحيث لا تبعد أي نقطة من التفاصيل المأخوذة عن ٣٠ متراً من أي خط من خطوط المضلع.
٧. يتم اختيار النقاط بحيث تكون في مواقع يصعب إزالتها، فلا تكون في أرض رخوة أو تعترض حركة المرور أو عرضة للعبث بها.

بعد اختيار أماكن نقاط المضلع تأتي الخطوة الرابعة في عملية إنشاء مضلع في الطبيعة وهي تثبيت هذة النقاط.

**تثبيت نقاط المضلع:**

بعد اختيار مواقع نقاط المضلع تثبت هذه النقاط بأوتاد خشبية في الأراضي غير الصلبة وتكون بارزة قليلاً، أما في الأراضي الحجرية أو المرصوفة فتُدق زوايا حديدية أو مسامير تكون رؤوسها في مستوى سطح الأرض.

والأوتاد إلخشبية المستخدمة في تثبيت نقط المضلع تكون عادة بطول ( ٢٠ -٣٠ سم ) تقريباً ومقطعها أما أن تكون مربعاً طول ضلعه ( ٣ - ٤ سم ) أو مستدير بقطر حوالي ٥ سم، أما الزوايا الحديدية فتكون بطول حوالي ٣٠ سم إذا ما ثبتت في الإسفلت أو في أراضي صلبة وبطول حوالي (٥٠ -٦٠ سم ) إذا ما استخدمت في أرض قليلة الصلابة ومقطع الزاوية المستخدمة ٣ سم × ٣ سم × ١ سم وحتى ٥ سم × ٥ سم × ١ سم.

الشكل رقم ( ٣ ) يوضح بعض أشكال الأوتاد المستخدمة في تثبيت نقاط المضلع.

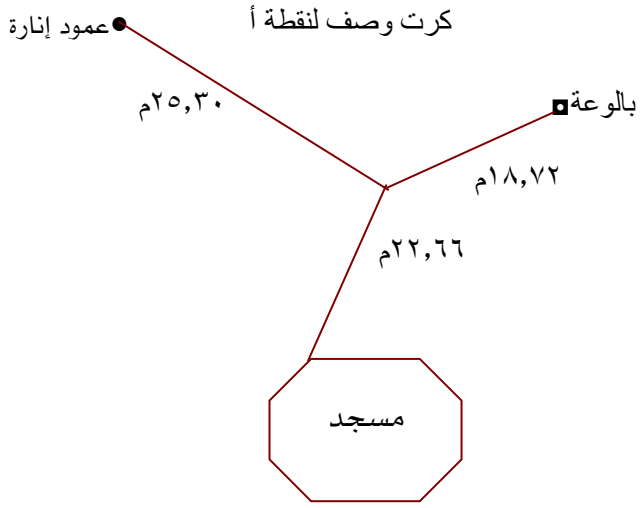
وبعد الانتهاء من اختيار وتثبيت نقاط المضلع في الطبيعة توقع مواضعها على الكروكي العام بالتقريب، ويتم التوصيل بينها على الكروكي بلون مخالف للون الذي رسم به الكروكي وذلك للحصول على شكل المضلع المستخدم، وترقم نقط المضلع بالأرقام أو بالحروف.

الشكل رقم ( ١ ) يوضح مواضع نقاط المضلع ( أ ب جـ د ).

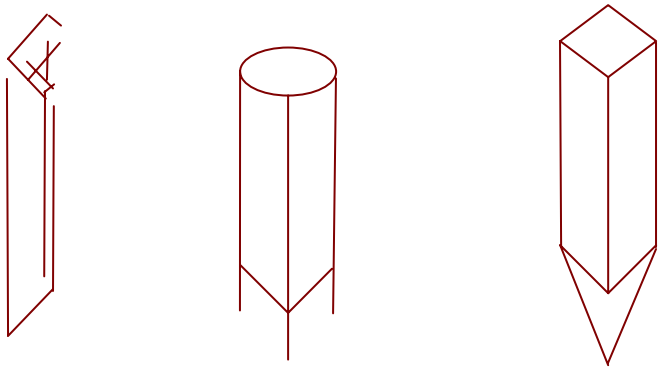
وبعد اختيار وتثبيت نقاط المضلع في الطبيعة تأتي إلخطوة إلخامسة لعملية إنشاء مضلع وهي:

**عمل كرت وصف لنقاط المضلع:**

يتم عمل كرت وصف لكل نقطة من نقاط المضلع على حدة في صفحة منفصلة، حيث يتم رسم الجزء المحيط بالنقطة مكبراً ونختار موضعين ثابتين (الأفضل ثلاثة ) من المواضع الثابتة، ثم تقاس الأبعاد بين المواضع الثابتة ونقطة المضلع المراد عمل كرت وصف لها، وتسجل الأبعاد على كرت الوصف حتى إذا أزيلت النقطة أو لم يستدل عليها فيما بعد يمكن تحديد موقعها مرة أخرى، ومن الأفضل أن تكون الأبعاد في اتجاهات متعامدة مع بعضها تقريباً، والشكل رقم ( ٢ ) يوضح كرت وصف لإحدى نقاط مضلع.




شكل رقم ( ٢ ) يوضح كرت وصف لنقطة أ



وتد خشبي مقطعه مربع  وتد خشب مقطعه دائري  وتد حديدي زاوية

شكل رقم (٣) يوضح بعض أشكال الأوتاد المستخدمة في تثبيت نقاط المضلع

## التدريب العملي الثاني :التدريب على اختيار وتثبيت نقاط المضلع

**الغرض من التمرين:**

1. **التدريب على كيفية اختيار نقاط المضلع في الطبيعة.**
2. **التدريب على تثبيت نقاط المضلع في الطبيعة ورسم كرت وصف لكل نقطة.**

**الأدوات المستخدمة:**

١. قلم رصاص.
٢. مسّاحة.
٣. أوتاد
٤. ورق أبيض.
٥. تكية.

الوقت المتوقع للتدريب لهذا التمرين٣ ساعات

# المضلعات

## جهاز المحطة الشاملة





جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

**النقاط الأساسية بالوحدة:**

١. التعريف بأجزاء الجهاز.
٢. كيفية إعداد الجهاز لعملية الرصد.
٣. التدريب على طريقة استخدام الجهاز.

الوقت المتوقع للتدريب لهذه الوحدة ٩ساعات

**مقـدمـة:**

بعد التعرف في الوحدة الأولي والثانية على المضلعات وأنواعها، وعلى أولى خطوات إنشاء مضلع في الطبيعة وهما عمليتا الاستكشاف ورسم الكروكي العام للمنطقة، ثم كيفية اختيار نقاط المضلع وطريقة تثبيتها في الطبيعة تأتي إلخطوة التالية لذلك وهي عملية رصد الزوايا الأفقية للمضلع وقياس أطوال الأضلاع، مما يستوجب منا التعرف على الأجهزة المستخدمة في عملية قياس الزوايا والأطوال.

يعتبر رصد الزوايا في المستويين الأفقي والرأسي وكذلك قياس الأطوال هو الأساس في القياسات المساحة التي يبني عليها العمل المساحي، ولذا فقد وجب علينا التعرف على الأجهزة المستخدمة في هذه القياسات حتى يتسنى لنا استعمال هذه الأجهزة بالطريقة المثلي التي تمكننا من الحصول على أرصاد وقياسات صحيحة.

مرت الأجهزة المساحية خلال العقدين الأخريين بتطور هائل نتيجة التطور التكنولوجي حيث إنه يقاس التطور التكنولوجي للبلاد بتطورها في علم المساحة لأن المساحة تدخل في الكثير والكثير من الأعمال المدنية والعسكرية وسوف نعرض موجز من هذا التطور الذي مر بالأجهزة المساحية.

كما عرفنا سابقاً أن أساس القياسات المساحية هي القياسات الزاوية والقياسات الطولية، ويعتبر جهاز البوصلة من أقدم الأجهزة التي استخدمت في القياسات الزاوية، وهي تقيس الانحرافات المغناطيسية للخطوط. ولم يعرف حتى الآن متي اخترعت البوصلة، إلا أن هناك ما يدل على أن البوصلة كانت معروفة لدي الصينيين في القرن الثامن قبل الميلاد.

ثم مع التطور والاحتياج الشديد للقياسات الزاوية تم اختراع جهاز يعرف بالتيودليت، ويعتبر توماس دج (Thomas Dug ) هو أول من أشار إلى التيودوليت كجهاز مساحي عام ١٥٧١ م، وهو عبارة عن قوس مدرج إلى ٣٦٠°، ويتوسط القوس أليداد، وجميعها مركبة على حامل. واسم هذا الجهاز مشتق من كلمة ( Theodicy ) والمعتقد أن أصلها هو الكلمة العربية ( دقيقاً ). ويعتبر التودوليت من أدق الأجهزة المساحية المستعملة في قياس الزوايا سواء كانت في المستوي الأفقي أو في المستوي الرأسي.

أما في مجال القياسات الطولية فيعتبر الجنزير هو من أقدم الأجهزة المستخدمة في هذه القياسات، وهو عبارة عن أجزاء طولية من الصلب متصلة مع بعضها وكل جزء من هذه الأجزاء له طول معين ومعروف. ثم تطور بعد ذلك إلى ما يعرف بالشريط ( صلب – تيل ) بأطوال مختلفة تتروح من [ ٥ أمتار، ١٠ أمتار، ٢٠ متراً حتى تصل إلى ١٠٠متر ].

ومع التطور التكنولوجي المستمر تم اختراع جهاز يقيس المسافات إلكترونيا وهو ما يعرف الديستومات وفكرة عمله ببساطة هو إرسال موجة إشعاعية بطول موجي معين من الجهاز ثم تنعكس هذه الموجة على عاكس حيث ترتد مرة أخرى لتستقبل بنفس الجهاز ثم يستطيع الجهاز من خلال معرفة

الطول الموجي للشعاع وزمن الموجة الواحدة وزمن الرحلة المستغرق من حساب المسافة المقاسة. وتم تصميم هذا الجهاز بحيث يمكن تركيبه على جهاز التيودوليت ليعملوا سويا حتى يكمن إجراء القياسات الزاوية والطولية بسهولة ويسر.

ونتيجة للتطور التكنولوجي الهائل والمتطلبات المساحية الضرورية تم تطوير أجهزة الديستومات إلى أجهزة قياس المسافات والزوايا الإلكترونية وهي ما تعرف بالمحطة الشاملة أو ( Total Station )، وهو ما سوف نتعرض له بالشرح في هذه الوحدة.

## جهاز قياس المسافات والزوايا إلكترونياً المحطة الشـاملة Total Station

تمتاز أجهزة قياس المسافات والزوايا إلكترونيا بأنها عبارة عن وحدة واحدة لقياس كلا العنصرين، والمحطة الشاملة من الأجهزة الحديثة التي يعتمد عليها في الأعمال المساحية وهو مزود بوحدة ميكروكومبيوتر لها إمكانيات كبيرة في التعامل مع عدة برامج حقلية وإعطاء نتائجها على شاشة الجهاز أو أي وسيلة لإخراج البيانات بالإضافة إلى وحدات التخزين الكبيرة الموجودة بالجهاز( كرت الذاكرة ).

**أجزاء جهاز المحطة الشاملة :**

تتكون المحطة الشاملة من الأجزاء التالية والتي تعمل بالحقل معاً لإنتاج الخريطة: -

١. جهاز المحطة الشاملة ( Total station ) لقياس المسافات والزوايا إلكترونياً.
٢. وحدة تخزين البيانات PCM CIA card
٣. جهاز حاسب إلى حقلي لعمل الحسابات المساحية باستخدام برامج جاهزة لهذا الغرض.
٤. وحدة إسقاط ورسم الخرائط إلكترونياً طبقا للبيانات المساحية التي حسبت وضبطت بواسطة الحاسب الآلي.

وهذه الأجهزة جميعا متصلة ببعضها.

وسوف نعرض بعض أنواع أجهزة المحطة الشاملة Total Station المختلفة المستخدمة في الحياة العملية. وسنقوم بشرح إحدى هذه الأجهزة شرحاً مفصلاً ودقيقاً للتعرف على أجزائه وكيفية إعداده للرصد والتدريب على طريقة استخدامه.

## بعض أنواع أجهزة المحطة الشاملة Total Station المختلفة المستخدمة في الحياة العملية.

**١. أجهزة من إنتاج شركة Sokkia**

ومنها أجهزة Power set - Set 2 - Set 3 - Set 4

والشكل رقم (٤–أ) يوضح أحد أنواع هذه الأجهزة وهو Sokkia Set 3110

**٢. أجهزة من إنتاج شركة Nikon**

ومنها أجهزة DTM 302 – DTM 502

والشكل رقم (٤ - ب) يوضح جهاز Nikon DTM 302

**٣. أجهزة من إنتاج شركة Topcon**

ومنها أجهزة GTS 213 – GTS 313 – GTS 800

والشكل رقم (٤ – ج ) يوضح جهاز Topcon GTS 800

**٤. أجهزة من إنتاج شركة Leica**

ومنها أجهزة TC 307– TC 700– TC 2000– TC 1105– TPS 1000– TPS 1100

والشكل رقم ( ٤ – د ) يوضح جهاز Leica TC 700

وسوف نقوم بشرح جهاز Leica TPS 1000 ويعتبر هذا الجهاز من أحدث الأجهزة المستخدمة في الوقت الحالي.

شكل ( ٤ - أ ) يوضح جهاز Sokkia Set 3110

شكل ( ٤ - ب ) يوضح جهاز Nikon DTM 302

شكل ( ٤ - ج ) يوضح جهاز Topcon GTS 800

شكل ( ٤ - د ) يوضح جهاز Leica TC 700

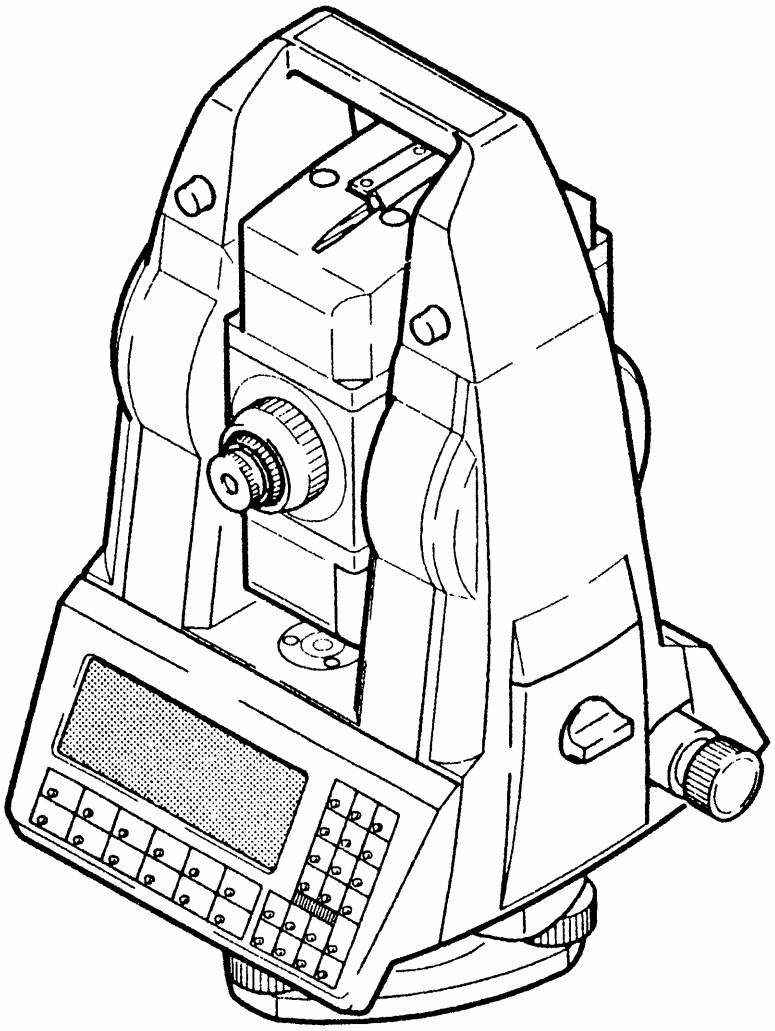
## جهاز المحطة الشاملة ( Total Station Leica TPS 1100 )

يعتبر هذا الجهاز من أحدث أجهزة Total Station المستخدمة حالياً وهو من إنتاج شركة Leica وسوف نقوم بشرح أجزائه وطريقة العناية به وكيفية إعداده للرصد وطريقة استخدامه كمثال على أجهزة المحطة الشاملة المستخدمة حالياً.

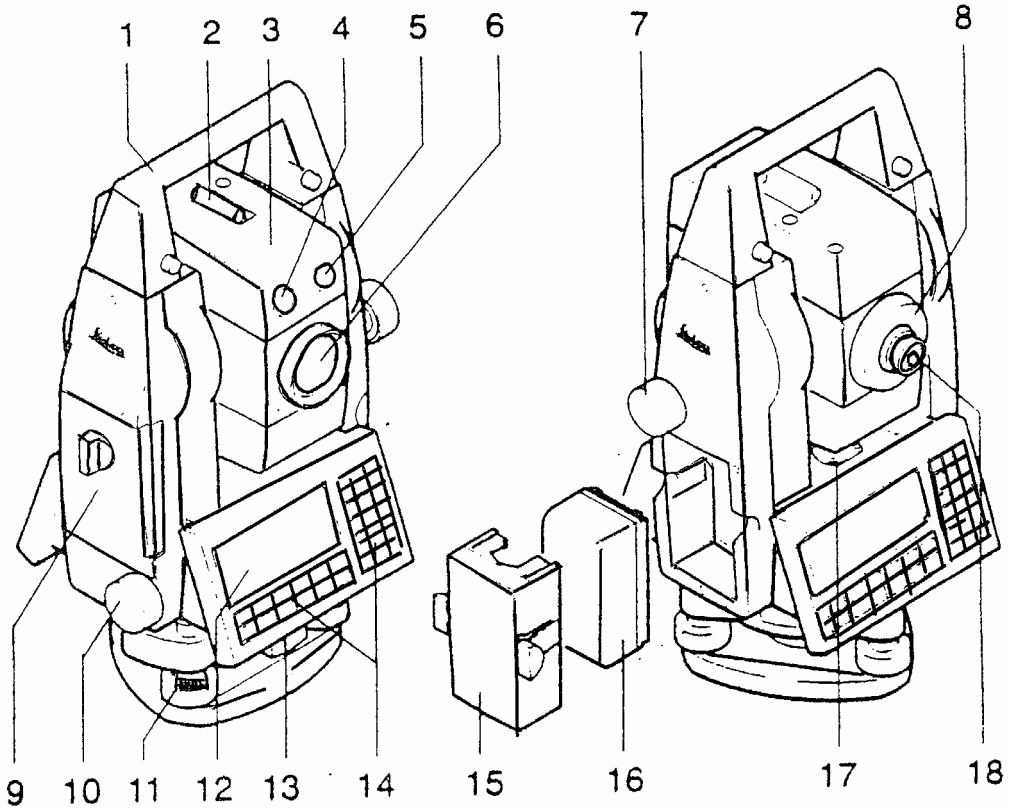
### الأجزاء الرئيسية للجهاز:

يوضح الشكل رقم ( ٥ ) الشكل العام لجهاز المحطة الشاملة Leica TPS 1100 .

كما يوضح الشكل رقم ( ٦ ) الأجزاء الرئيسية لجهاز المحطة الشاملة Leica TPS 1100 .



شكل رقم ( ٥ ) يوضح جهاز المحطة الشاملة Leica TPS 1100




شكل رقم ( ٦ ) يوضح أجزاء المحطة الشاملة لجهاز Leica TC- TPS 1000

| | |
|---|---|
| ١. اليد الحاملة | ١٠.مفتاح الحركة الأفقية |
| ٢. التسديد المبدئي | ١١.براغي القاعدة |
| ٣. التلسكوب مع قايس المسافة | ١٢.الشاشة |
| ٤. وميض أصفر | ١٣.مفتاح تثبيت القاعدة |
| ٥. وميض أحمر | ١٤.لوحة المفاتيح |
| ٦. عدسات متحدة المركز لقياس المسافة والزوايا | ١٥.حامل البطارية |
| ٧. مفتاح الحركة الرأسية | ١٦.البطارية |
| ٨. توضيح الرؤية | ١٧.ميزان التسوية |
| ٩. حجرة بطاقة الذاكرة | ١٨.عينية يمكن تغيرها |

**العناية بالجهاز:**

**أولاً: عند نقل الجهاز في الطبيعة من نقطة إلى أخرى يجب اتباع مايلي:**

١. نقل الجهاز بوضعه في الحقيبة
٢. نقل الجهاز المثبت على الأرجل وذلك بمد الأرجل وحملها على الكتف مع المحافظة على الجهاز

**ثانياً: التنظيف والتجفيف**

١. قبل تنظيف الجهاز يجب نفض الغبار عن العدسات والعاكس ويجب معاملتها بعناية خاصة
٢. يجب عدم لمسها بأصابع اليد ، كما يجب استخدام قطعة قماش ناعمة خالية من الوبر للتنظيف، وعند الضرورة يمكن ترطيبها بالكحول الطبية النقية.
٣. إذا تبلل الجهاز فيجب تجفيفه بسرعة.
٤. بعد نقل الجهاز أو تخزينه لمدة طويلة يجب ضبطه ومعايرته.
٥. كروت التخزين وأسلاك التوصيل (Cables, plugs) يجب المحافظة عليها نظيفة وجافة وخالية من الأتربة.

ملحوظة: فصل الأسلاك أو إزالة كارت التخزين أثناء القراءة قد يؤدي إلى فقدان البيانات.
دائما اطفئ الجهاز قبل فصل الأسلاك أو إزالة كارت التخزين.

**ثالثاً: تخزين الجهاز**

١. عند تخزين الجهاز خاصة في فصل الصيف أو داخل السيارة ويجب مراعاة حدود درجة الحرارة لتخزين الجهاز واتباع المواصفات الفنية.
٢. إذا تبلل الجهاز فيجب تركة يجف خارج الحقيبة، وينظف ويجفف ( ليس بحرارة تزيد عن ٤٠ درجة مئوية م ) ويجب تجفيف الحقيبة وتنظيفها من إلخارج والداخل وتنظيف ملاحقات الجهاز، ومن ثم يحفظ الجهاز في الحقيبة بعد التأكد من جفافه.

**إعداد الجهاز للرصد:**

قبل إعداد الجهاز لعملية الرصد يجب أخذ الاحتياطيات الآتية:

١. التأكد من شحن البطارية.
٢. تركيب البطارية في المكان السليم.
٣. تثبيت القاعدة مع الجهاز بشكل سليم.
٤. تثبيت القاعدة جيدا على الأرجل ( الحامل ).

ثم يتم عمل ضبط مؤقت للجهاز وسوف يتم شرحه في الوحدة الرابعة.

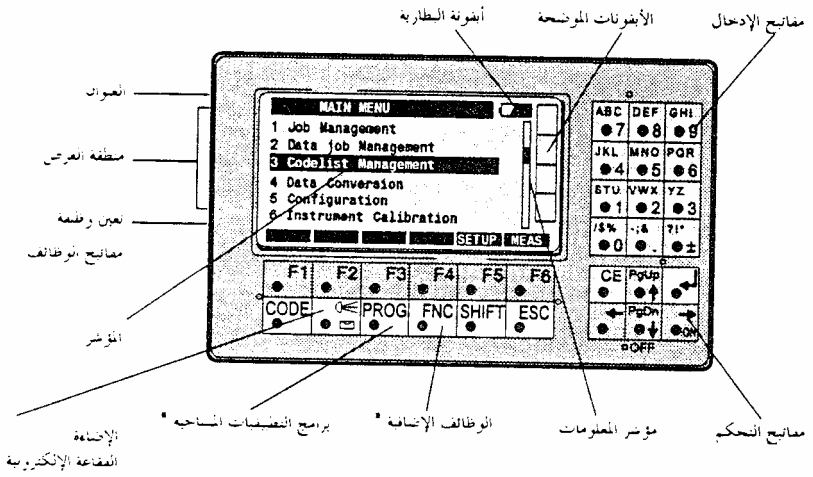
**طريقة أستخدم الجهاز:**

تدل الألوان الأربعة المميزة للمفاتيح على مايلي:

١. الأبيض: مفاتيح ثابتة
٢. البرتقالي: مفاتيح الوظائف
٣. الأخضر: مفاتيح تحكم
٤. الأصفر: مفاتيح الأرقام وإدخال البيانات.

والشكل رقم ( ٧ ) يوضح الشاشة ولوحة المفاتيح إلخاصة بالجهاز Leica TPS 1100

الشاشة / لوحة المفاتيح




شكل رقم ( ٧ ) يوضح الشاشة ولوحة المفاتيح لجهاز المحطة الشاملة Leica TPS 1100

## التدريب العملي الثالث :التعرف على أجزاء جهاز المحطة الشـــاملة Leica TPS 1100 وكيفية إعداده لعملية الرصد

### الغرض من التمرين :

١. التعرف على أجزاء جهاز المحطة الشـــاملة Leica TPS 1100.
٢. التدريب على إعداد الجهاز لعملية الرصد.

### الأجهزة المستخدمة :

١. جهاز المحطة الشاملة.
٢. حامل الجهاز
٣. أوتاد.
٤. عاكس.

الوقت المتوقع للتدريب لهذا التمرين ٦ ساعة

# المضلعات

## عملية رصد المضلع



جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

**النقاط الأساسية بالوحدة:**

١. التدريب على ضبط جهاز المحطة الشاملة.
٢. التعرف على طرق رصد الزوايا الأفقية في المضلعات.
٣. التدريب على قراءة الزوايا والمسافات بجهاز المحطة الشاملة.
٤. التدريب على طريقة الرصد للمضلعات
٥. عمل الحسابات اللازمة للمضلع.
٦. التدريب على كيفية استخراج إحداثيات نقاط المضلع.

الوقت المتوقع للتدريب لهذه الوحدة ٢١ ساعة

## مقـدمـة:

في الوحدة السابقة تعرفنا على جهاز المحطة الشاملة وكيفية إعداده للرصد وطريقة استخدامه، وفي هذه الوحدة سوف نتدرب على عملية الضبط المؤقت للجهاز، والتعرف على طرق قياس الزوايا الأفقية، وكيفية قراءة الزوايا الأفقية والرأسية، وكذلك كيفية قياس المسافات، ثم كيفية عمل الحسابات اللازمة واستخراج الإحداثيات لنقاط المضلع.

## عملية الضبط المؤقت للجهاز

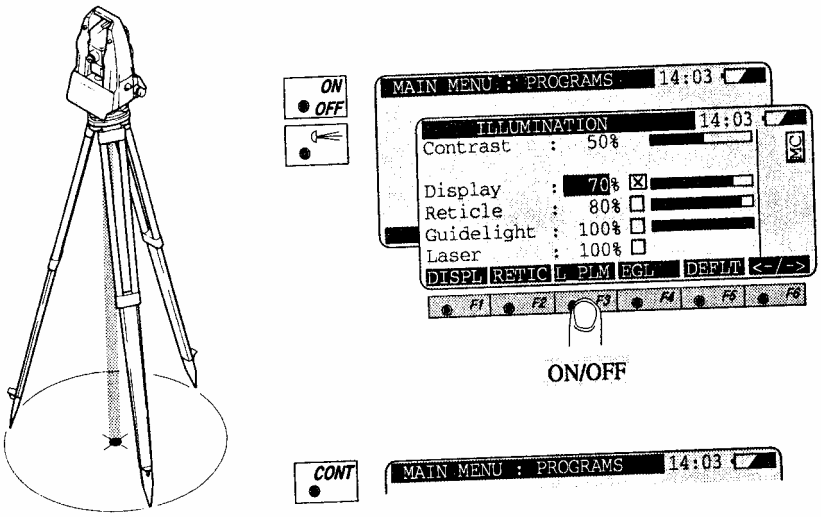
وهي تشتمل على ثلاثة شروط:

١. **عملية التسامت:**

وهي وضع الجهاز بحيث يكون مركزه أو امتداد محوره الرأسي فوق مركز العلامة المحددة للنقطة المراد الرصد منها تماماً، وفي الوقت نفسه تكون الدائرة الأفقية في وضع أفقي تقريباً بالنظر أو بالاستعانة بفقاعة ميزان التسوية الدائري.

وفي جهاز المحطة الشاملة TPS 1100 يكون التسامت باستخدام شعاع الليزر وباستخدام المفاتيح الموضحة بالشكل رقم ( ٨ ).

**The laser plummet is incorporated into the vertical axis of those TPS 1000 instruments which have the suffix L. A red laser dot projected on the ground makes it much casier to center the instrument.**




**.The laser plummet switches off automatically after 3 minutes**

شكل رقم ( ٨ ) يوضح عملية التسامت بواسطة شعاع الليزر لجهاز Leica TPS 1100

وإن لم يوجد بالجهاز المستخدم لديك تسامت باستخدام شعاع الليزر فتتم عملية التسامت عن طريق التسامت الضوئي وذلك عن طريق منظار التسامت وحركة أرجل الجهاز حركة رحوية حتى ينطبق تقاطع الشعرات الموجود في منظار التسامت مع مركز العلامة الأرضية.

**٢. عملية ضبط أفقية الجهاز:**

وهو أن يكون الجهاز في وضع أفقي تماماً على الحامل، وذلك عن طريق استخدام مسامير التسوية الثلاثة وتتلخص طريقة ضبط أفقية الجهاز في إلخطوات الآتية:

أ) نفتح مسمار الحركة الأفقية السريعة وندير الجهاز حتى يصير ميزان التسوية الطولي موازياً للخط الواصل بين أي مسمارين من مسامير التسوية، ثم نحرك مسماري التسوية إما للداخل أو للخارج بنفس المقدار حتى تصبح الفقاعة الطولية في منتصف مجراها.

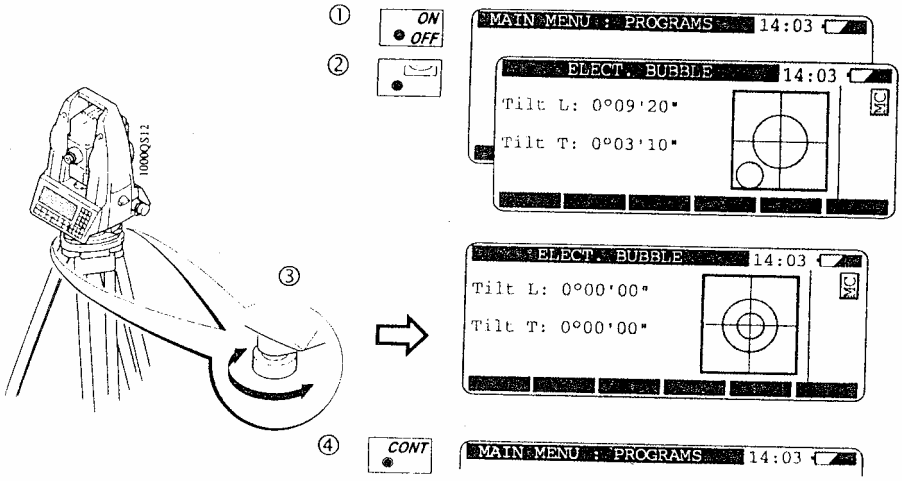
ب)ندير الجهاز ٩٠° بحيث يصبح وضع الجهاز عمودي على الوضع السابق ثم ندير مسمار التسوية الثالث وحده حتى تصبح الفقاعة الطولية في منتصف مجراها.

ج) نكرر الخطوتين السابقتين حتى تستقر الفقاعة الطولية في منتصف مجراها عندما ندير الجهاز في أي اتجاه.

عندما تظل الفقاعة الطولية في منتصف مجراها عند أي وضع للجهاز نكون بذلك قد انتهينا من عملية ضبط الأفقية للجهاز.

وفي جهاز المحطة الشاملة TPS 1100 يتم ضبط أفقية الجهاز بواسطة مسامير التسوية ولكن بظهور الفقاعة على شاشة الجهاز كما هو موضح بالشكل رقم ( ٩ ).

**Levelling up with the electronic bubble**




**The instrument can be leveled up using the footscrews, without having to turn it through 90° / 180°**

شكل رقم ( ٩ ) يوضح عملية ضبط الأفقية لجهاز Leica TPS 1100

### ٣. صحة التطبيق وإزالة البارالاكس:

عند توجيه المنظار نحو الهدف يجب أن تكون صورة الهدف واضحة للناظر وأن تكون صورة الهدف عند مستوى حامل الشعرات تماماً، لذلك يجب ضبط العدسة العينية بحيث تقع بؤرتها على مستوى حامل الشعرات أيضاً. وأي خلل في الحصول على الصورة منطبقة على حامل الشعرات يسمي خطأ البارالاكس. بإتمام هذه العملية تكون عملية الضبط المؤقت قد انتهت ويكون الجهاز معداً للرصد.

## التدريب العملي الرابع : التدريب على عملية الضبط المؤقت لجهاز المحطة الشـــاملة Leica TPS 1100 وكيفية إعداده لعملية الرصد

**الغرض من التمرين:**

١. التدريب على عملية الضبط المؤقت لجهاز المحطة الشـــاملة Leica TPS 1100.
٢. التدريب على إعداد الجهاز لعملية الرصد.

**الأجهزة المستخدمة :**

١. جهاز المحطة الشاملة.
٢. حامل الجهاز
٣. أوتاد ، شوك، مطرقة.
٤. شواخص بالحامل.
٥. عاكس.

الوقت المتوقع للتدريب لهذا التمرين٦ ساعات

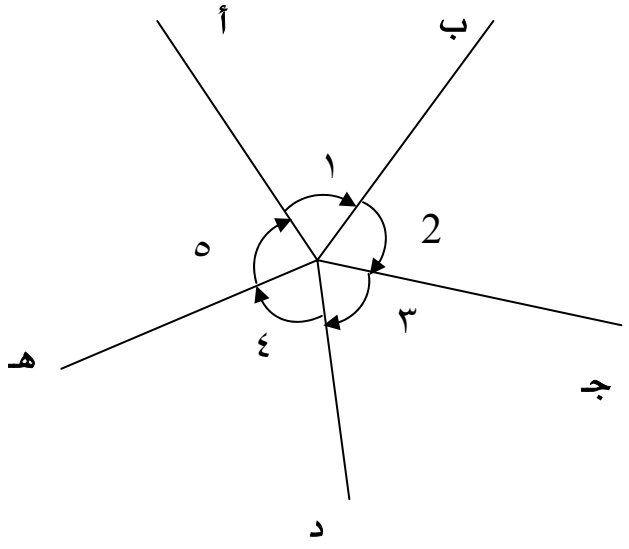
## طرق قياس الزوايا الأفقية

توجد طريقتين لرصد الزوايا الأفقية وهما:

### ١. طريقة الزوايا الفردية:

وفي هذه الطريقة يتم رصد كل زاوية على حده ومستقلة عن الزاوية الأخرى ثم يتم استنتاج القيمة النهائية لكل زاوية، كما هو موضح بالشكل رقم ( ١٠ ).

وتعتبر هذه الطريقة من أدق الطرق في رصد الزوايا الأفقية ولكن يعيبها أنها تحتاج إلى وقت طويل في عملية الرصد.

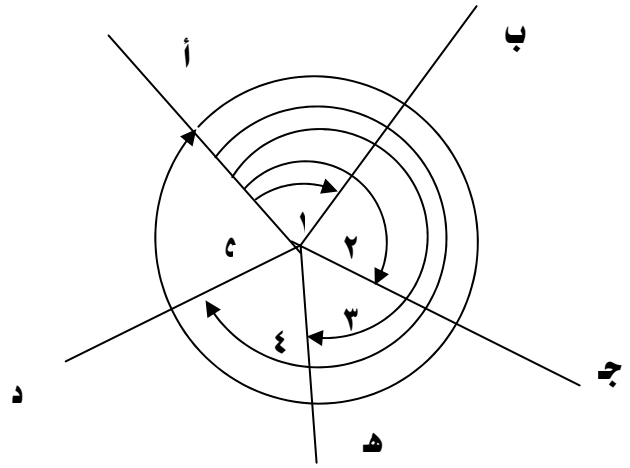



شكل رقم ( ١٠ ) يوضح طريقة الزوايا الفردية في قياس الزوايا الأفقية

### ٢. طريقة الاتجاهات:

هذه الطريقة أسرع من الطريقة السابقة من الناحية العملية والحسابية ولكنها أقل دقة من طريقة الزوايا الفردية لأن أي خطأ في إحدى الزوايا يؤثر على الزاوية التالية لها. والطريقة تعتمد أساساً على اعتبار أحد الاتجاهات هو الاتجاه الأساسي للرصد وترصد منه الزاوية الأولى منفردة ثم مجموع الزاويتين ( ١، ٢ ) ثم مجموع ثلاث زوايا ( ١، ٢، ٣ ) وهكذا حتى نصل إلى آخر اتجاه ويفضل الرجوع إلى الاتجاه الأساسي لقفل الأفق، كما هو موضح بالشكل رقم ( ١١ ).

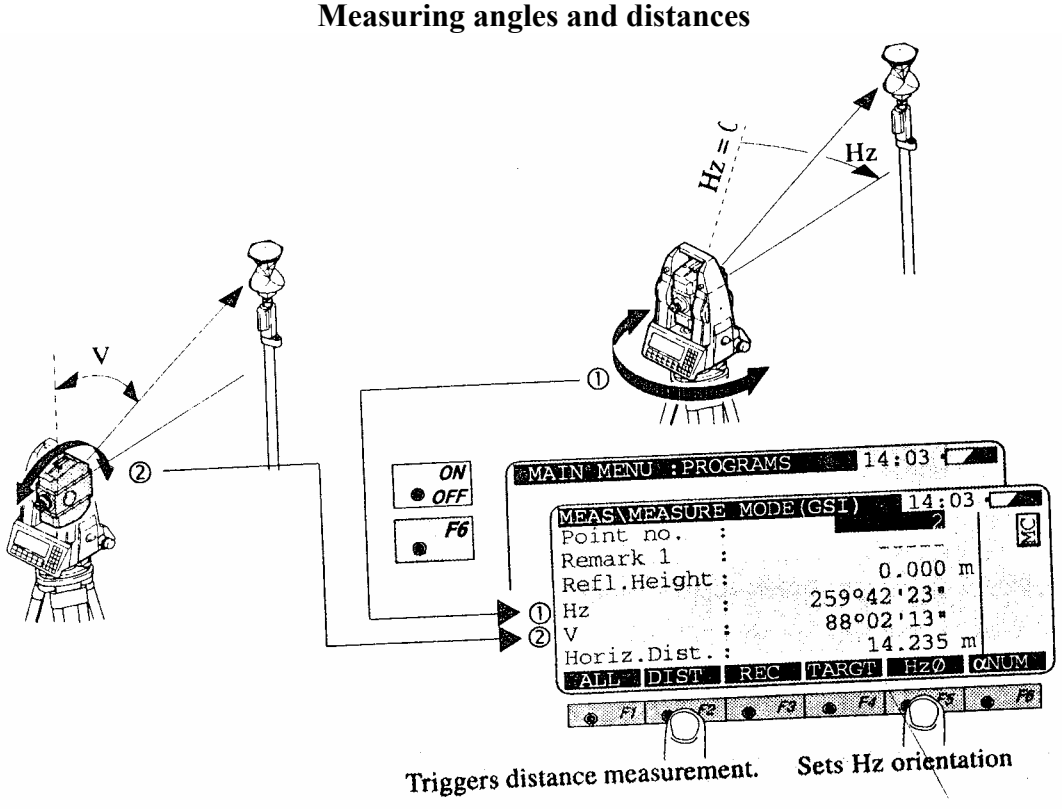
ويفضل استخدام هذه الطريقة إذا كانت عدد الزوايا المراد قياسها عند نقطة المرصد كثيرة، وتعتبر هي الأكثر شيوعاً من حيث الاستخدام.




شكل رقم ( ١١ ) يوضح طريقة الاتجاهات في قياس الزوايا الأفقية

## قراءة الزوايا والمسافات:

تتم قراءة الزوايا سواء كانت أفقية أو رأسية وقراءة المسافات في أجهزة المحطة الشاملة من على شاشة إلكترونية ومن خلال مفاتيح خاصة بذلك والموضحة في الشكل رقم ( ١٢ ).




شكل رقم (١٢) يوضح طريقة قراءة الزوايا الأفقية والرأسية
وقراءة المسافات على جهاز المحطة الشاملة Leica TPS 1100

ويرمز لقراءة الزوايا الأفقية التي تظهر على شاشة أجهزة المحطة الشاملة بالرمز Hz.

كما يرمز لقراءة الزوايا الرأسية التي تظهر على شاشة أجهزة المحطة الشاملة بالرمز V.

ويرمز لقراءة المسافة الأفقية المقاسة والتي تظهر على شاشة الجهاز بالرمز.Horiz. Dist

والشكل رقم ( ١٢ ) يوضح قراءة الزوايا الأفقية والرأسية والمسافة الأفقية على شاشة جهاز المحطة الشاملة Leica TPS 1100.

**التدريب العملي الخامس: التدريب على طرق رصد الزوايا الأفقية وقياس المسافات بجهاز المحطة الشـــاملة** Leica TPS 1100

**الغرض من التمرين:**

١. **التدريب على طرق رصد الزوايا الأفقية بجهاز المحطة الشـــاملة Leica TPS 1100**
٢. **التدريب على قياس المسافات بجهاز المحطة الشـــاملة Leica TPS 1100**

**الأجهزة المستخدمة:**

١. جهاز المحطة الشاملة.
٢. حامل الجهاز
٣. أوتاد، شوك، مطرقة.
٤. شواخص بالحامل.
٥. عاكس.

الوقت المتوقع للتدريب لهذا التمرين٦ ساعات

**عملية رصد المضلع المغلق :**

عند القيام بالأعمال المساحية الدقيقة نحتاج إلى إنشاء ما يسمى بالمضلع، والمضلع هو الهيكل الرئيسي لإعمال الرفع أو التوقيع ويفضل استخدام المضلعات المقفلة في رفع المباني والمدن وفي رفع المستنقعات وغير ذلك من المناطق المقفلة التي يمكن إحاطتها بمضلع.

**خطوات إنشاء مضلع مغلق في الطبيعة :**

١. عملية الاستكشاف وعمل كروكي عام للمنطقة.
٢. اختيار وتثبيت نقاط المضلع في الطبيعة.
٣. عمل كارت وصف لكل نقطة من نقاط المضلع.
٤. قياس الزوايا الداخلية أو إلخارجية للمضلع.
٥. قياس أطوال الأضلاع.
٦. تعين انحراف أحد أضلاع المضلع.

إلخطوات من ١، ٢، ٣ تم شرحها في الوحدات السابقة.

أما بالنسبة لقياس زوايا المضلع فإنه يمكن قياس الزوايا الداخلية أو إلخارجية، ويفضل غالباً قياس الزوايا الداخلية للمضلع، وبالنسبة لأطوال الأضلاع فإنه يتم قياسها مرتين على الأقل ( ذهاباً وإياباً )، أما بالنسبة لتعين انحراف أحد أضلاع المضلع فيتم قياسه بالبوصلة أو حسابه من نقط مضلعات سابقة أو افتراضه.

**حساب المضلع المغلق :**

هناك عدة خطوات تتبع لحساب المضلع المغلق وهي: -

**١. حساب قيم الزوايا الأفقية المرصودة لكل نقطة من نقاط المضلع ( مرفق صورة من جدول الأرصاد).**

خطوات الحساب:

أ) يتم حساب متوسط الاتجاه المرصود في الوضعيين المتياسر والمتيامن للقوس الواحد.

متوسط الاتجاه= ½ ( قراءة الوضع المتياسر + ( قراءة الوضع المتيامن ±١٨٠° ))

ب) يتم حساب قيم الزوايا المرصودة للقوس الواحد.

قيمة الزاوية المرصودة= متوسط الاتجاه اللاحق - متوسط الاتجاه السابق

ج) نحسب خطا القفل للزاوية المرصودة لكل قوس ونقارنها بمقدار ٣٦٠°.

خطأ القفل للأفق = مجموع الزوايا حول النقطة - ٣٦٠°

د) يتم حساب التصحيح لكل زاوية.

مقدار التصحيح = مقدار خطأ قفل الأفق ÷ عدد الزوايا حول نقطة الرصد

علي أن تكون إشارة التصحيح عكس إشارة إلخطأ.

ه) يتم إضافة قيمة التصحيح لكل زاوية جبرياً فنحصل على قيم الزوايا المصححة.

و) يتم التأكد بجمع الزوايا التي تقفل الأفق المفروض أن تساوي ٣٦٠°.

**٢. حساب الزوايا المصححة للمضلع ( مرفق صورة من الجدول ).**

أي مضلع مغلق يجب أن يكون:

المجموع النظري لزوايا الشكل الهندسي للمضلع = ( ن ± ٢ ) × ١٨٠°

حيث ( ن ) = عدد زوايا المضلع المغلق.

( + ) إذا كانت الزوايا المقاسة خارجية.

( - ) إذا كانت الزوايا المقاسة داخلية.

ثم يتم حساب مقدار إلخطأ بين مجموع الزوايا المرصودة فعلياً والمجموع النظري لزوايا الشكل الهندسي للمضلع، ومقدار هذا إلخطأ يعرف بـ ( خطأ القفل الزاوي ).

خطأ القفل الزاوي = مجموع الزوايا المرصودة – المجموع النظري لزوايا المضلع

ويجب أن نتحقق هل خطأ القفل في حدود المسموح به أم لا وإذا كان مسموحاً به أم لا. إذا كان خطأ القفل غير مسموح بها فيجب إعادة الأرصاد مرة أخرى أو رصد الزوايا المشكوك في صحتها.

خطأ القفل المسموح = $\pm ٧٠'' \sqrt{\text{ن}}$

أما إذا كان خطأ القفل في حدود المسموح به فيتم توزيعه على زوايا المضلع باستخدام القانون الآتي.

مقدار التصحيح لكل زاوية = ( خطأ القفل ÷ عدد الزوايا )

ويكون التصحيح بعكس إشارة خطأ القفل وبعد تصحيح الزوايا نتأكد من أن مجموعها يساوي المجموع النظري للشكل الهندسي للمضلع.

**٣. حساب الانحرافات الدائرية ( مرفق صورة من الجدول ).**

بمعلومية انحراف أحد أضلاع المضلع المرصود بالبوصلة نحسب انحرافات باقي الأضلاع.

انحراف الضلع المجهول = انحراف الضلع المعلوم ± ١٨٠± الزاوية المصححة من الضلع المعلوم إلي الضلع المجهول

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

، – ١٨٠: إذا كان الانحراف المعلوم أكبر من ١٨٠°

، + الزاوية: إذا كانت الزوايا المقاسة في اتجاه عقرب الساعة.

، – الزاوية: إذا كانت الزوايا المقاسة في اتجاه عكس عقرب الساعة.

نحسب انحرافات أضلاع المضلع ابتداء من الضلع المعلوم انحرافه وحتى نصل إلى نفس الضلع مرة أخرى فنحصل على انحراف ضلع البداية محسوباً ونقارنه بالانحراف المعلوم مسبقاً فإن تساوي دل ذلك على صحة العمل الحسابي لحساب الانحرافات الدائرية وإذا لم يتساوى نراجع الخطوات مرة أخري.

**٤. حساب متوسط أطوال أضلاع المضلع.**

أما تحقيق القياسات الطولية لخطوط المضلع فيكون بقياس طول كل ضلع مرتين في اتجاهين متضادين ومقارنة النتائج مع بعضها وملاحظة أن الفرق بينهما يكون في حدود المسموح به ثم نأخذ متوسط القياسين.

**٥. حساب المركبات المصححة لأضلاع المضلع.**

أ) تحسب المركبات الأفقية للأضلاع مع مراعاة إشارة المركبات.

المركبة الأفقية للضلع = طول الضلع × جا زاوية الانحراف الدائري للضلع

ب) تحسب المركبات الرأسية للأضلاع مع مراعاة إشارة المركبات.

المركبة الرأسية للضلع = طول الضلع × جتا زاوية الانحراف الدائري للضلع

**٦. حساب خطأ القفل في المركبات وتصحيحها.**

$$\text{خطأ القفل للمركبات } (\Delta) = \sqrt{(\Delta \text{ س})^2 + (\Delta \text{ ص})^2}$$

حيث :

المجموع الجبري للمركبات الأفقية = $\Delta$ س

المجموع الجبري للمركبات الرأسية = $\Delta$ ص

مقدار خطأ القفل الضلعي ( Δ )

نسبة خطأ القفل للمركبات = ـــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

مجموع أطوال الأضلاع

إلخطأ المسموح به

١

في المدن = ـــــــــــــ من طول المضلع

٢٠٠٠

قيمة خطأ القفل للمركبات الأفقية

قيمة تصحيح المركبة الأفقية للخط = ـــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ × المركبة الأفقية للخط

المجموع العددي للمركبات الأفقية

**٧. تصحيح إلخطأ في المركبات.**

قيمة خطأ القفل للمركبات الرأسية

قيمة تصحيح المركبة الرأسية للخط = ـــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ × المركبة الرأسية للخط

المجموع العددي للمركبات الرأسية

**حساب المركبات الأفقية والراسية المصححة.**

بعد حساب طول المركبات ومقدار التصحيح لها ، نحسب المركبة المصححة كالآتي:

المركبة الأفقية المصححة للخط =

المركبة الأفقية لهذا الخط + مقدار تصحيح المركبة الأفقية لهذا الخط

المركبة الرأسية المصححة للخط =

المركبة الرأسية لهذا الخط + مقدار تصحيح المركبة الرأسية لهذا الخط

بعد حساب المركبات الأفقية المصححة والرأسية المصححة يجب أن يتحقق الشرطان الآتيان:

المجموع الجبري للمركبات الأفقية المصححة = صفر

المجموع الجبري للمركبات الرأسية المصححة = صفر

**٨. حساب إحداثيات نقاط المضلع ( مرفق صورة من الجدول ).**

لكي نستطيع حساب إحداثيات نقاط المضلع نحتاج إلى الآتي:

أ) نقطة معلومة الإحداثيات.

ب) المركبة الأفقية المصححة والرأسية المصححة للخط الواصل لكل ضلع من أضلاع المضلع.

| |
|---|
| الإحداثي الأفقي للنقطة = الإحداثي الأفقي لنقطة السابقة ± المركبة الأفقية المصححة للضلع |

| |
|---|
| الإحداثي الرأسي للنقطة=الإحداثي الرأسي للنقطة السابقة±المركبة الرأسية المصححة للضلع |

ونكرر العمل كما سبق إلى أن نحصل على إحداثيات أول نقطة مرة أخرى للتحقق من أن الإحداثيات المحسوبة للنقطة هي نفسها الإحداثيات المعلومة.

# المضلعات

## الفصل الثاني



جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

# المضلعات

## المضلع المغلق



جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

**النقاط الأساسية بالوحدة:**

١. التدريب على التعامل مع جهاز المحطة الشاملة في رصد المضلعات.
٢. التدريب على إنشاء ورصد المضلع المغلق في الطبيعة.
٣. التدريب على إجراء عملية الحساب للمضلع المغلق واستخراج الإحداثيات.

الوقت المتوقع للتدريب لهذه الوحدة ٢١ ساعة

**مقـدمـة:**

بعد التعرف على المضلع المغلق وإجراء العمليات الحسابية له واستخراج الإحداثيات في الوحدة السابقة، فإننا في هذه الوحدة سوف نقوم بالتدريب على كيفية إنشاء المضلع المغلق في الطبيعة سواء كان مضلعاً مكوناً من أربع أضلاع أو من خمس أضلاع وطريقة رصده وعمل الحسابات اللازمة له حتى نحصل على إحداثيات نقاط المضلع.

**طريقة رصد المضلع المغلق في الطبيعة:**

لعملية إنشاء ورصد مضلع مغلق في الطبيعة يجب اتباع بعض إلخطوات والتي ذكرت مسبقاً في الوحدة الرابعة ولكننا سوف نقوم بعرضها مرة أخرى للتذكير بها لأهميتها.

**خطوات إنشاء مضلع مغلق في الطبيعة:**

١. عملية الاستكشاف وعمل كروكي عام للمنطقة.
٢. اختيار وتثبيت نقاط المضلع في الطبيعة.
٣. عمل كارت وصف لكل نقطة من نقاط المضلع.
٤. قياس الزوايا الداخلية أو الخارجية للمضلع.
٥. قياس أطوال الأضلاع.
٦. تعين انحراف أحد أضلاع المضلع.

ونقوم بعمل هذه إلخطوات في الطبيعة ابتداءً من عملية الاستكشاف ورسم الكروكي ومروراً بباقي إلخطوات حتى نصل إلى عملية رصد زوايا المضلع وقياس أطوال أضلاعه نحصل على الأرصاد من الطبيعة ومن واقع هذه الأرصاد نستطيع إجراء العمليات الحسابية للمضلع المغلق للحصول على إحداثيات النقاط الأساسية له.

## التدريب العملي السادس: التدريب على إنشاء مضلع مغلق في الطبيعة

### الغرض من التمرين:

التدريب على إنشاء مضلع مغلق في الطبيعة سواء كان مكون من أربعة أضلاع أو خمسة أضلاع ورصد زواياه وأطواله و انحراف أحد أضلاعه، ثم إجراء العمل المكتبي لحساب إحداثيات نقاط المضلع المصححة.

### الأجهزة المستخدمة:

١. جهاز المحطة المتكاملة مع الحامل.
٢. عاكس.
٣. بوصلة منشورية.
٤. شواخص مع الحامل إلخاص بها.
٥. أوتاد، شوك، مطرقة.
٦. جداول لتسجيل الأرصاد.
٧. ورق أبيض، قلم رصاص، مسّاحة.
٨. تكية.

### العمل الحقلي:

١. يتم اختيار أربعة أو خمس في الموقع حسب نوع المضلع المنشأ وتعتبر هي النقاط الأساسية للمضلع مع مراعاة شروط اختيار نقاط المضلع.
٢. رسم كروكي عام للمضلع.
٣. قياس جميع الزوايا الأفقية ( الداخلية أو الخارجية ) بين أضلاع المضلع على قوس واحد في الوضعيين المتياسر والمتيامن مع قفل الأفق وتدوين الأرصاد في الجداول الخاصة بها.
٤. قياس انحراف أحد أضلاع المضلع باستخدام البوصلة المنشورية.
٥. قياس أطوال أضلاع المضلع ذهاباً وإياباً وتدوين الأرصاد في الجداول إلخاصة بها.

الوقت المتوقع للتدريب لهذا التمرين ٩ ساعات

**العمل المكتبي:**

**حساب المضلع المغلق:**

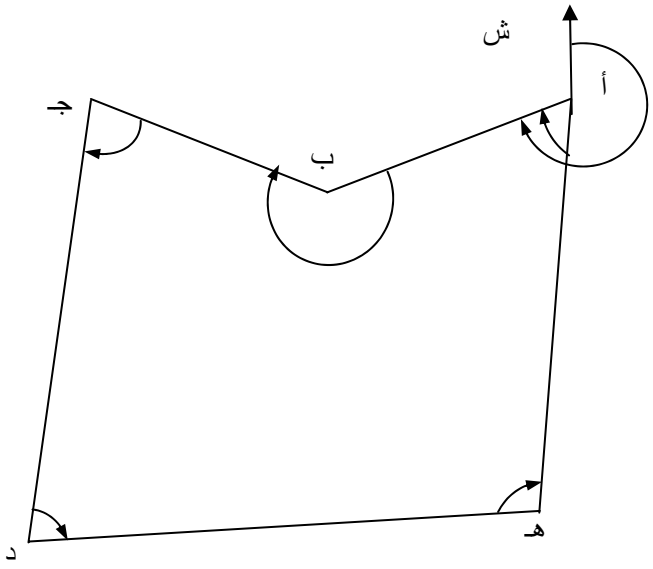
تم شرح خطوات حساب المضلع المغلق في الوحدة السابقة وسوف نعطي مثالاً تطبيقياً للمضلع المغلق.

**مثال:**

لرفع تفاصيل منطقة سكنية داخل إحدى المدن استلزم ذلك عمل المضلع المغلق ( أ ب جـ د هـ ) الموضح بالشكل رقم ( ١٣ ) وتم قياس الزوايا الأفقية بجهاز المحطة الشاملة اليتودوليت والذي دقته في قراءة الزوايا الأفقية ١″ وقياس أطوال الأضلاع بجهاز الديستومات كانت الأرصاد كما هو موضح بالجداول.

| النقطة | الزوايا المرصودة | | |
|---|---|---|---|
| | ″ | ′ | ° |
| أ | ٣٠ | ٥٣ | ٦٤ |
| ب | ١٥ | ٣٥ | ٢٠٦ |
| جـ | ١٥ | ٢١ | ٦٤ |
| د | ٤٥ | ٣٣ | ١٠٧ |
| هـ | ٤٥ | ٣٨ | ٩٦ |

| الضلع | الطول بالمتر |
|---|---|
| أ ب | ٦٩٠,٨٨ |
| ب جـ | ٦١٦,٠٥ |
| جـ د | ٦٧٧,٩٧ |
| د هـ | ٩٧١,٢٦ |
| هـ أ | ٧٨٣,٣٢ |




شكل رقم ( ١٣ ) يوضح شكل المضلع المغلق ( أ ب جـ د هـ )

بمعلومية انحراف الضلع أب ٢٥٩° ٤٩′ ٠٠″

و بمعلومية احداثي نقطة أ ( ٣٥٠٠، ٤٥٠٠ )

**المطلوب:**

١. حساب الزوايا المصححة للمضلع.
٢. حساب مقدار ونسبة خطأ القفل الزاوي في المضلع وهل في حدود المسموح ام لا.
٣. حساب الانحرافات الدائرية.
٤. حساب المركبات الأفقية والرأسية للإضلاع.
٥. حساب خطأ القفل في المركبات.
٦. تصحيح إلخطأ في المركبات.
٧. حساب المركبات المصححة
٨. إحداثيات نقاط المضلع.

ملحوظة: الزوايا المقاسة داخلية ومع عقارب الساعة.

**الحل:**

**١. حساب الزوايا المصححة للمضلع**

يتم حساب الزوايا المصححة حسب إلخطوات التالية:

**أ) يحسب مجموع الزوايا ( الداخلية أو إلخارجية ) المقاسة للمضلع المغلق.**

**ب) يحسب المجموع النظري للزوايا ( الداخلية أو إلخارجية ) للشكل الهندسي للمضلع المغلق.**

المجموع النظري لزوايا الشكل الهندسي للمضلع = ( ن ± ٢ ) × ١٨٠°

حيث ( ن ) = عدد زوايا المضلع المغلق.

( + ) إذا كانت الزوايا المقاسة خارجية.

( - ) إذا كانت الزوايا المقاسة داخلية.

وفي المثال:

المجموع النظري لزوايا المضلع = (٥ – ٢ ) × ١٨٠° = ٥٤٠°

ومجموع زوايا المضلع المرصودة =٣٠″ ٢′٥٤٠°

**٢. حساب مقدار خطأ القفل الزاوي في المضلع وهل في حدود المسموح ام لا.**

يحسب خطأ القفل الزاوي.

خطأ القفل الزاوي = مجموع الزوايا المرصودة – المجموع النظري لزوايا المضلع

خطأ القفل الزاوي = ٣٠″ ٢′٥٤٠° – ٥٤٠° = ٣٠″ ٢′

حساب قيمة إلخطأ المسموح به.

خطأ القفل المسموح = ±٧٠″ $\sqrt{\text{ن}}$

خطأ القفل المسموح = ± ٧٠″ $\sqrt{٥}$ = ± ١٥٦,٥٢″

ومقدار خطأ القفل = ٣٠″ ٢′ = ١٥٠″

إذا كان خطأ القفل غير مسموح به فيجب إعادة الأرصاد مرة أخرى، أما إذا كان الخطأ في حدود المسموح به كما في المثال فيتم توزيعه على زوايا المضلع باستخدام القانون الآتي.

مقدار التصحيح لكل زاوية = ( خطأ القفل ÷ عدد الزوايا )

مقدار التصحيح لكل زاوية = (٣٠″ ٢′ ÷ ٥ ) = ٣٠″

ويكون التصحيح بعكس إشارة خطأ القفل وبعد تصحيح الزوايا نتأكد من أن مجموعها يساوي المجموع النظري للشكل الهندسي للمضلع.

وحيث إن أشارة خطأ القفل موجبة ( + ) فيكون التصحيح بإشارة سالبة (– )، وعلى ذلك يكون التصحيح لكل زاوية = – ٣٠″ فتكون الزوايا المصححة كما هو موضح بالجدول.

| النقطة | الزوايا المصححة | | |
|---|---|---|---|
| | ″ | ′ | ° |
| أ | ٠٠ | ٥٣ | ٦٤ |
| ب | ٤٥ | ٣٤ | ٢٠٦ |
| جـ | ٤٥ | ٢٠ | ٦٤ |
| د | ١٥ | ٣٣ | ١٠٧ |
| هـ | ١٥ | ٣٨ | ٩٦ |

**٣. حساب الانحرافات الدائرية.**

بمعلومية انحراف أحد أضلاع المضلع المرصود بالبوصلة نحسب انحرافات باقي الأضلاع.

انحراف الضلع المجهول = انحراف الضلع المعلوم ± ١٨٠± الزاوية المصححة من الضلع المعلوم إلى الضلع المجهول

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

، – ١٨٠: إذا كان الانحراف المعلوم أكبر من ١٨٠°

، + الزاوية: إذا كانت الزوايا المقاسة في اتجاه عقرب الساعة.

، – الزاوية: إذا كانت الزوايا المقاسة في اتجاه عكس عقرب الساعة.

وعلي ذلك يكون انحرافات الأضلاع كما يلي

انحراف الضلع العلوم أب = ٠٠″ ٤٩′ ٢٥٩°

انحراف الضلع ب جـ =٠٠″ ٤٩′ ٢٥٩° –١٨٠° + ٤٥″ ٣٤′ ٢٠٦° = ٤٥″ ٢٣′ ٢٨٦°

انحراف الضلع جـ د = ٤٥″ ٢٣′ ٢٨٦° –١٨٠° + ٤٥″ ٢٠′ ٦٤° = ٣٠″ ٤٤′ ١٧٠°

انحراف الضلع د هـ =٣٠″ ٤٤′ ١٧٠° + ١٨٠° + ١٥″ ٣٣′ ١٠٧°= ٤٥″ ١٧′ ٤٥٨°

ملحوظة:

إذا كان قيمة انحراف الضلع أكبر من ٣٦٠° يطرح من ٣٦٠° ، وإذا كان الناتج بإشارة سالب يضاف اليه ٣٦٠° .

انحراف الضلع د هـ = ٤٥″ ١٧′ ٤٥٨° – ٣٦٠° = ٤٥″ ١٧′ ٩٨°

انحراف الضلع هـ أ = ٤٥″ ١٧′ ٩٨°+ ١٨٠° + ١٥″ ٣٨′ ٩٦° = ٠٠″ ٥٦′ ٣٧٤°

انحراف الضلع هـ أ = ٠٠″ ٥٦′ ٣٧٤° – ٣٦٠° = ٠٠″ ٥٦′ ١٤°

انحراف الضلع أ ب = ٠٠″ ٥٦′ ١٤°+ ١٨٠° + ٠٠″ ٥٣′ ٦٤° = ٠٠″ ٤٩′ ٢٥٩°

مما سبق نجد أن الانحراف المحسوب للضلع أ ب يساوي الانحراف المعطى = ٠٠″ ٤٩′ ٢٥٩° وهذا يدل على صحة العمل الحسابي.

### ٤. حساب المركبات الأفقية والرأسية للإضلاع.

**أ) تحسب المركبات الأفقية للإضلاع مع مراعاة إشارة المركبات.**

المركبة الأفقية للضلع = طول الضلع × جا زاوية الانحراف الدائري للضلع

**ب) تحسب المركبات الرأسية للإضلاع مع مراعاة إشارة المركبات.**

المركبة الرأسية للضلع = طول الضلع × جتا زاوية الانحراف الدائري للضلع

وتكون المركبات لأضلاع المضلع ( أ ب جـ د هـ ) كما يلي:

المركبة الأفقية للضلع أ ب = ٦٩٠,٨٨ × جا ٠٠″ ٤٩ ′ ٢٥٩ ° = - ٦٧٩,٩٩٧ م

المركبة الرأسية للضلع أ ب = ٦٩٠,٨٨ × جتا ٠٠″ ٤٩ ′ ٢٥٩ ° = -١٢٢,١٤٧ م

المركبة الأفقية للضلع ب جـ = ٦١٦,٠٥ × جا ٤٥″ ٢٣ ′ ٢٨٦ ° = - ٥٩٠,٩٩٨ م

المركبة الرأسية للضلع ب جـ = ٦١٦,٠٥ × جتا ٤٥″ ٢٣ ′ ٢٨٦ ° = + ١٧٣,٨٩٣ م

المركبة الأفقية للضلع جـ د = ٦٧٧,٩٧ × جا ٣٠″ ٤٤ ′ ١٧٠ ° = - ١٠٩,٠٧٦ م

المركبات الرأسية للضلع جـ د = ٦٧٧,٩٧ × جتا ٣٠″ ٤٤ ′ ١٧٠ ° = - ٦٦٩,١٣٨ م

المركبة الأفقية للضلع د هـ = ٩٧١,٢٦ × جا ٤٥″ ١٧ ′ ٩٨ ° = + ٩٦١,٠٩٧ م

المركبات الرأسية للضلع د هـ = ٩٧١,٢٦ × جتا ٤٥″ ١٧ ′ ٩٨ ° = - ١٤٠,١٣٨ م

المركبات الأفقية للضلع هـ أ = ٧٨٣,٣٢ × جا ٠٠″ ٥٦ ′ ١٤ ° = + ٢٠١,٨٥٨ م

المركبات الرأسية للضلع هـ أ = ٧٨٣,٣٢× جتا ٠٠″ ٥٦ ′ ١٤ ° = + ٧٥٦,٨٦٤ م

**٥. حساب خطأ القفل في المركبات وتصحيحها.**

$$\text{خطأ القفل للمركبات } (\Delta) = \sqrt{(\Delta \text{ س})^2 + (\Delta \text{ ص})^2}$$

حيث :

المجموع الجبري للمركبات الأفقية = $\Delta$ س

المجموع الجبري للمركبات الرأسية = $\Delta$ ص

مقدار خطأ القفل الضلعي ( Δ )

نسبة خطأ القفل للمركبات = ـــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

مجموع أطوال الأضلاع

في المثال:

المجموع الجبري للمركبات الأفقية =

- ٦٧٩,٩٩٧+ ( - ٥٩٠,٩٩٨ ) + ١٠٩,٩٩٨+ ٩٦١,٠٩٧+ ٢٠١,٨٥٨ = ١,٠٣٦ م

المجموع الجبري للمركبات الرأسية =

- ١٢٢,١٤٧+ ١٧٣,٨٩٣+ ( - ٦٦٩,١٣٨) + ( - ١٤٠,١٣٨) + ٧٥٦,٨٦٤= - ٠,٦٦٦م

خطأ القفل للمركبات (Δ) = $\sqrt{(١,٠٣٦)٢ + ( - ٠,٦٦٦ ) ٢}$ = ١,٢٣٢ م

نسبة خطأ القفل للمركبات = $\frac{١}{\frac{١,٢٣٢}{٣٧٣٩,٤٨}}$ = $\frac{١}{٣٠٣٥,٢٩٢}$

وحيث إن نسبة خطأ القفل المسموح في المدن = $\frac{١}{٢٠٠٠}$ من طول المضلع

أي أن نسبة إلخطأ في المثال مسموح بها وتصحح كما يلي:

### ٦. تصحيح إلخطأ في المركبات.

قيمة تصحيح المركبة الأفقية للخط = $\frac{\text{قيمة خطأ القفل للمركبات الأفقية}}{\text{المجموع العددي للمركبات الأفقية}}$ × المركبة الأفقية للخط

قيمة تصحيح المركبة الرأسية للخط = قيمة خطأ القفل للمركبات الرأسية / المجموع العددي للمركبات الرأسية × المركبة الرأسية للخط

| الضلع | التصحيح في المركبة الأفقية | التصحيح في المركبة الرأسية |
|---|---|---|
| أ ب | ١,٠٣٦<br>٦٧٩,٩٩٧ × ـــــ = - ٠,٢٧٧<br>٢٥٤٣,٠٢٦ | ٠,٦٦٦<br>١٢٢,١٤٧ × ـــــ = +٠,٠٤٤<br>١٨٦٢,١٨ |
| ب جـ | ١,٠٣٦<br>٥٩٠,٩٩٨ × ـــــ = - ٠,٢٤١<br>٢٥٤٣,٠٢٦ | ٠,٦٦٦<br>١٧٣,٨٩٣ × ـــــ = + ٠,٠٦٢<br>١٨٦٢,١٨ |
| جـ د | ١,٠٣٦<br>١٠٩٠,٠٦٧ × ـــــ = -٠,٠٤٤<br>٢٥٤٣,٠٢٦ | ٠,٦٦٦<br>٦٦٩,١٣٨ × ـــــ = +٠,٢٣٩<br>١٨٦٢,١٨ |
| د هـ | ١,٠٣٦<br>٩٦١,٠٩٧ × ـــــ = - ٠,٣٩٢<br>٢٥٤٣,٠٢٦ | ٠,٦٦٦<br>١٤٠,١٣٨ × ـــــ = +٠,٠٥٠<br>١٨٦٢,١٨ |
| هـ أ | ١,٠٣٦<br>٢٠١,٨٥٨ × ـــــ = - ٠,٠,٠٨٢<br>٢٥٤٣,٠٢٦ | ٠,٦٦٦<br>٧٥٦,٨٦٤ × ـــــ = +٠,٢٧١<br>١٨٦٢,١٨ |
| | مجموع التصحيحات = -١,٠٣٦ | مجموع التصحيحات = +٠,٦٦٦ |

### ٧. حساب المركبات الأفقية والراسية المصححة.

بعد حساب طول المركبات ومقدار التصحيح لها، نحسب المركبة المصححة كالآتي:

المركبة الأفقية المصححة للخط =
المركبة الأفقية لهذا الخط + مقدار تصحيح المركبة الأفقية

المركبة الرأسية المصححة للخط =
المركبة الرأسية لهذا الخط + مقدار تصحيح المركبة الرأسية لهذا

بعد حساب المركبات الأفقية المصححة والرأسية المصححة يجب أن يتحقق الشرطان الآتيان:

المجموع الجبري للمركبات الأفقية المصححة = صفر

المجموع الجبري للمركبات الرأسية المصححة = صفر

المركبات المصححة موضحة بالجدول.

| الضلع | المركبة الأفقية المحسوبة | المركبة الرأسية المحسوبة | التصحيح في المركبة | | المركبة الأفقيةالمصصحه | المركبة الرأسيةالمصححة |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | الأفقية ( - ) | الرأسية ( + ) | | |
| أ ب | ٦٧٩,٩٩٧- | ١٢٢,١٤٧- | ٠,٢٧٧ | ٠,٠٤٤ | ٦٨٠,٢٧٤- | ١٢٢,١٠٣- |
| ب جـ | ٥٩٠,٩٩٨- | ١٧٣,٨٩٣+ | ٠,٢٤١ | ٠,٠٦٢ | ٥٩١,٢٣٩- | ١٧٣,٩٥٥+ |
| جـ د | ١٠٩,٠٧٦+ | ٦٦٩,١٣٨- | ٠,٠٤٤ | ٠,٢٣٩ | ١٠٩,٠٣٢+ | ٦٦٨,٨٩٩- |
| د هـ | ٩٦١,٠٩٧+ | ١٤٠,١٣٨- | ٠,٣٩٢ | ٠,٠٥٠ | ٩٦٠,٧٠٥+ | ١٤٠,٠٨٨- |
| هـ أ | ٢٠١,٨٥٨ | ٧٥٦,٨٦٤ | ٠,٠٨٢ | ٠,٢٧١ | ٢٠١,٧٧٦ | ٧٥٧,١٣٥ |
| م. جبري | ١,٠٣٦ | ٠,٦٦٦- | | | ٠,٠٠٠ | ٠,٠٠٠٠ |
| م. عددي | ٢٥٤٣,٠٢٦ | ١٨٦٢,١٨ | | | | |

### ٨. حساب إحداثيات نقاط المضلع.

لكي نستطيع حساب إحداثيات نقاط المضلع نحتاج إلى الآتي:

ج) نقطة معلومة الإحداثيات.

د) المركبة الأفقية المصححة والرأسية المصححة للخط الواصل لكل ضلع من أضلاع المضلع.

وفي المثال:

إحداثيات نقطة ( أ ) معلومة وهي ( ٣٥٠٠، ٤٥٠٠ )، وحسبت المركبات الأفقية والرأسية المصححة للمضلع المقفل أ ب جـ د وبالتالي نستطيع حساب الإحداثيات لنقاط المضلع.

الإحداثي الأفقي لنقطة ب = ٣٥٠٠+( - ٦٨٠,٢٧٤ ) = ٢٨١٩,٧٢٦

الإحداثي الرأسي لنقطة ب = ٤٥٠٠+( - ١٢٢,١٠٣ ) = ٤٣٧٧,٨٩٧

الإحداثي الأفقي لنقطة جـ = ٢٨١٩,٧٢٦ + ( - ٥٩١,٢٣٩ ) = ٢٢٢٨,٤٨٧

الإحداثي الرأسي لنقطة جـ = ٤٣٧٧,٨٩٧ + (١٧٣,٩٥٥ ) = ٤٥٥١,٨٥٢

الإحداثي الأفقي لنقطة د = ٢٢٢٨,٤٨٧+ ( ١٠٩,٠٣٢ ) = ٢٣٣٧,٥١٩

الإحداثي الرأسي لنقطة د = ٤٥٥١,٨٥٢ + ( - ٦٦٨,٨٩٩ ) = ٣٨٨٢,٩٥٣

الإحداثي الأفقي لنقطة هـ = ٢٣٣٧,٥١٩+ ( ٩٦٠,٧٠٥ ) = ٣٢٩٨,٢٢٤

الإحداثي الرأسي لنقطة هـ = ٣٨٨٢,٩٥٣+ ( - ١٤٠,٠٨٨ ) = ٣٧٤٢,٨٦٥

الآن أصبح جميع إحداثيات المضلع ( أ ب جـ د هـ ) معلومة إلا أننا سنعتبر إحداثيات ( أ ) مجهولة وبواسطة إحداثيات نقطة( هـ ) التي أصبحت معلومة يمكن حساب إحداثيات النقطة ( أ ).

الإحداثي الأفقي لنقطة أ = ٣٢٩٨,٢٢٤+ ( ٢٠١,٧٧٦) = ٣٥٠٠

الإحداثي الرأسي لنقطة أ = ٣٧٤٢,٨٦٥+ ( ٧٥٧,١٣٥ ) = ٤٥٠٠

بعد حساب الإحداثيات نجد أن إحداثيات نقطة ( أ ) الناتجة حسابيا = إحداثيات نقطة ( أ ) المعلومة.

ويمكن حساب الإحداثيات من خلال الجدول الآتي بعد فهم طريقة الحساب.

| الضلع | المركبات المصححة | | النقطة | الإحداثيات | |
|---|---|---|---|---|---|
| | الأفقية | الرأسية | | الإحداثي الأفقي | الإحداثي الرأسي |
| أ ب | -٦٨٠,٢٧٤ | -١٢٢,١٠٣ | أ | ٣٥٠٠ | ٤٥٠٠ |
| ب جـ | -٥٩١,٢٣٩ | +١٧٣,٩٥٥ | ب | ٢٨١٩,٧٢٦ | ٤٣٧٧,٨٩٧ |
| جـ د | +١٠٩,٠٣٢ | -٦٦٨,٨٩٩ | جـ | ٢٢٢٨,٤٨٧ | ٤٥٥١,٨٥٢ |
| د أ | +٩٦٠,٧٠٥ | -١٤٠,٠٨٨ | د | ٢٣٣٧,٥١٩ | ٣٨٨٢,٩٥٣ |
| هـ أ | +٢٠١,٧٧٦ | ٧٥٧,١٣٥ | هـ | ٣٢٩٨,٢٢٤ | ٣٧٤٢,٨٦٥ |
| | | | أ | ٣٥٠٠٠ | ٤٥٠٠ |

وبهذا نكون قد شرحنا بالتفصيل جميع إلخطوات اللازمة لحساب المضلع المغلق.

**تمرين ( ١ ):**

المضلع ( أ ب جـ د هـ و م) رصدت زواياه بالمحطة الشاملة وذلك لعمل خريطة كنتورية وكانت الأرصاد كما هو موضح بالجدول، وتم قياس أطوال الأضلاع ذهابا وإيابا وكان متوسط هذة الأطوال كما هو مبين بالجدول، وكان انحراف الضلع الأول ( أ ب ) = ٠٠″ ٣٣′ ٢٢٤°.

| النقطة | مقدار الزاوية | | | الضلع | الطول بالمتر |
|---|---|---|---|---|---|
| | ″ | ′ | ° | | |
| أ | ١٥ | ٣٤ | ١٢٠ | أ ب | ٨٣,٦١١ |
| ب | ٢٢ | ٠٣ | ١٠١ | ب جـ | ١١٨,٨٢ |
| جـ | ٥٨ | ٤٤ | ١٦٦ | جـ د | ١٥٧,٨٢ |
| د | ٠٨ | ٢٠ | ١٢٧ | د هـ | ٤٧,٥٤٢ |
| هـ | ٠٢ | ٢٧ | ٢٤٤ | هـ و | ١٩٧,٥٨ |
| و | ٠٣ | ٢١ | ٠٥٥ | و هـ | ٣٣٥,٣٢ |
| م | ٥٠ | ٢٨ | ٠٨٤ | و م | ٤١١,٧١ |

ملحوظة:

الزوايا مقاسة مع عقارب الساعة

**المطلوب:**

١. حساب الزوايا المصححة للمضلع.
٢. حساب مقدار ونسبة خطأ القفل الزاوي في المضلع وهل في حدود المسموح ام لا.
٣. حساب الانحرافات الدائرية.
٤. حساب المركبات الأفقية والرأسية للأضلاع.
٥. حساب خطأ القفل في المركبات.
٦. تصحيح إلخطأ في المركبات.
٧. حساب المركبات المصححة
٨. إحداثيات نقاط المضلع.

**تمرين ( ٢ ):**

لعمل خريطة تفصيلية لأحدي المناطق السكنية تم عمل المضلع المغلق ( أ ب جـ د هـ) ورصدت زواياه بالمحطة الشاملة وكانت الأرصاد كما في الجدول التالي وتم قياس أطوال الأضلاع وحسب متوسط هذه وسجلت بالجدول كما هو موضح بالجدول.

| النقطة | الزوايا المرصودة | | | الضلع | الطول بالمتر |
|---|---|---|---|---|---|
| | ″ | ′ | ° | | |
| أ | ٢٠ | ٠٢ | ٩٥ | أ ب | ٣٤٦,٦٠ |
| ب | ٠٠ | ٥٧ | ١٢٩ | ب جـ | ٢٧١,٣٠ |
| جـ | ٠٠ | ٢٧ | ٩٩ | جـ د | ٣٥٦,٦٢ |
| د | ٤٠ | ٣٠ | ٨٩ | د هـ | ٤٠٨,٤٣ |
| هـ | ٤٠ | ٠١ | ١٢٦ | هـ أ | ٢١٠,٩٥ |

وبمعلومية انحراف الضلع ( أ ب ) = ٢٤″ ٥٧′ ١٤٤° وإحداثيات نقطة ( أ ) هي (٦٥٠٠، ٤٢٠٠ )

ملحوظة:

الزوايا مقاسة ضد عقارب الساعة.

**والمطلوب: -**

١. حساب الزوايا المصححة للمضلع.
٢. حساب مقدار ونسبة خطأ القفل الزاوي في المضلع وهل في حدود المسموح ام لا.
٣. حساب الانحرافات الدائرية.
٤. حساب المركبات الأفقية والرأسية للاضلاع.
٥. حساب خطأ القفل في المركبات.
٦. تصحيح إلخطأ في المركبات.
٧. حساب المركبات المصححة
٨. إحداثيات نقاط المضلع.

**تمرين ( ٣ ):**

لعمل رفع مساحي لمنطقة تم عمل المضلع ( أ ب جـ د) رصدت زواياه بالمحطة الشاملة وذلك لعمل رفع تفصيلي وكانت الأرصاد كما هي موضحة بالجدول، وتم قياس أطوال أضلاع المضلع وحسبت متوسط الأطوال وسجلت بالجدول، وكان انحراف الضلع الأول ( أ ب ) = ٤٨″ ١٥′ ٣٠١° وإحداثيات نقطة ( أ ) = ( ١٩٩٩,٨٨٩ م، ٨٨٩,٣٤٥ م ).

ملحوظة: جميع الزوايا مقاسة مع عقارب الساعة.

| النقطة | الزوايا المرصودة | | | الضلع | الطول بالمتر |
|---|---|---|---|---|---|
| | ″ | ′ | ° | | |
| أ | ٣٠ | ١٠ | ٩٣ | أ ب | ١١١,٣٠ |
| ب | ١٠ | ٢٩ | ٨٢ | ب جـ | ٨٥,٨٠ |
| جـ | ١٤ | ١٥ | ٩٦ | جـ د | ١٠٥,٥٠ |
| د | ٣٠ | ٠٥ | ٨٨ | د هـ | ٨٢,٩٠ |

**المطلوب: -**

١. حساب الزوايا المصححة للمضلع.
٢. حساب مقدار ونسبة خطأ القفل الزاوي في المضلع وهل في حدود المسموح ام لا.
٣. حساب الانحرافات الدائرية.
٤. حساب المركبات الأفقية والرأسية للأضلاع.
٥. حساب خطأ القفل في المركبات.
٦. تصحيح إلخطأ في المركبات.
٧. حساب المركبات المصححة
٨. إحداثيات نقاط المضلع.

# المضلعات

## المضلع الموصل



جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

**النقاط الأساسية بالوحدة:**

١. التعرف على المضلع الموصل.

٢. التدريب على إنشاء مضلع موصل في الطبيعة.

٣. التدريب على إجراء عملية الحساب للمضلع الموصل واستخراج الإحداثيات.

الوقت المتوقع للتدريب لهذه الوحدة ٢١ ساعة

**مقـدمـة:**

بعد التعرف على المضلع المغلق وكيفية إنشائه في الطبيعة و إجراء العمليات الحسابية له واستخراج الإحداثيات الخاصة بنقاط المضلع كما في الوحدة السابقة، في هذه الوحدة سوف نتعرف على نوع آخر من المضلعات ألا وهو المضلع الموصل و كما ذكر سابقاً أن هذا النوع من المضلعات يستخدم في رفع المناطق الممتدة طولياً مثل المصارف والطرق وفي المناطق التي توجد بها نقط مضلعات قديمة معلومة الإحداثيات.

وسوف نقوم في هذه الوحدة بتعريف هذا النوع من المضلعات والتدريب على كيفية إنشائه في الطبيعة وطريقة رصده وعمل الحسابات اللازمة له حتى نصل إلى استخراج الإحداثيات لنقاط المضلع.

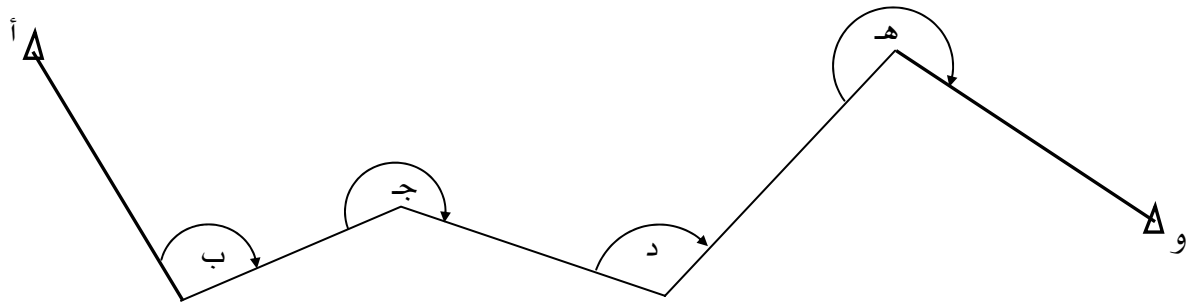
**المضلع الموصل:**

وهو الذي يبدأ من نقطة معلومة الإحداثيات وينتهي عند نقطة أخرى معلومة الإحداثيات أيضاً ، كما يجب أن يربط عند نقطة الابتداء بضلع معلوم انحرافه أو يمكن حسابه، وكذلك يجب أن يربط عند نقطة الانتهاء بضلع آخر معلوم انحرافه أو يمكن حساب انحرافه أيضاً، ويقصد بعملية الربط أن الزاوية بين الضلع المعلوم انحرافه وأحد أضلاع المضلع تكون مقاسة أو معلومة.

ويوضح الشكل (١٤) المضلع الموصل ( ب جـ د هـ ) الذي يبدأ من نقطة ب المعلومة

الإحداثيات وينتهي عند نقطة هـ المعلومة الإحداثيات أيضا ويربط عند ابتدائه على الضلع أ ب المعلوم انحرافه ويربط عند نهايته على الضلع هـ و المعلوم انحرافه أيضا، وتكون الزاويتان أ ب جـ، د هـ و هما زاويتي الربط المقاستين في الطبيعة أو يمكن حسابهما.

من شكل (١٤) يلاحظ أنه إذا كان عدد أضلاع المضلع الموصل هو ( ن ) فإن الزوايا المقاسة ( ن+ ١)، كما أن عدد النقاط الجديدة المطلوب تعينها تكون ( ن –١)، وعلي ذلك فإن أقل عدد الأضلاع الترافرس الموصل هو اثنان لتعين نقطة واحدة جديدة.




شكل ( ١٤ ) يوضح كروكي المضلع الموصل ب جـ د هـ

**العمل الحقلي:**

يتلخص العمل الحقلي للمضلع الموصل في الخطوات التالية:

١. قياس جميع الزوايا الأفقية للمضلع المحصورة بين أضلاع المضلع الموصل.
٢. قياس زاويتي الربط.
٣. قياس جميع أطوال أضلاع المضلع الموصل.

**العمل المكتبي:**

الهدف من العمل المكتبي الحصول على مقادير أخطاء القفل في المضلع الموصل سواء الزاويّة أو الضلعية ثم إجراء التصحيحات والحسابات اللازمة للحصول علي الإحداثيات المصححة لجميع نقاط المضلع.

والخطوات التالية هي الخطوات النموذجية لإجراء الحسابات.

### ١. الكروكي:

يرسم كر وكي للمضلع الموصل ويوضح عليه اتجاه الزوايا المقاسة بين الأضلاع وزاويتي الربط كما هو موضح في شكل (١٤).

### ٢. حساب الانحرافات الدائرية للمضلع الموصل:

يتم حساب انحرافات أضلاع الترافرس ابتداء من أول ضلع ب جـ في المضلع بمعلومية انحراف ضلع الربط الأول أ ب والزاوية المقاسة بينه وبين أول ضلع في المضلع، ثم نحسب انحرافات باقي الأضلاع جـ د، د هـ حتى نصل إلى حساب انحراف ضلع الربط الأخير هـ و وذلك باستخدام قانون حساب الانحرافات الدائرية:

انحراف الضلع المجهول = انحراف الضلع المعلوم ± ١٨٠ ± الزاوية المصححة من الضلع المعلوم إلى الضلع المجهول

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

، – ١٨٠: إذا كان الانحراف المعلوم أكبر من ١٨٠°

، + الزاوية: إذا كانت الزوايا المقاسة في اتجاه عقرب الساعة.

، – الزاوية: إذا كانت الزوايا المقاسة في اتجاه عكس عقرب الساعة.

### ٣. حساب خطأ القفل الزاوي ( خطأ الربط ):

ولحساب هذا الخطأ نقارن بين قيمة انحراف ضلع الربط الأخير المعلوم مع قيمة الانحراف المحسوب له والفرق بينهما هو ما يعرف بخطأ القفل الزاوي أو خطأ الربط ويرمز له ( $\Delta$ ).

خطأ الربط ( $\Delta$ ) = الانحراف المحسوب لضلع الربط الأخير – الانحراف المعلوم لضلع الربط الأخير.

### ٤. تصحيح خطأ الربط وحساب الانحرافات الدائرية المصححة:

إذا كان خطأ الربط في حدود المسموح به فإنه يوزع توزيع تراكمي على انحرافات الأضلاع لأن الخطأ في انحراف الضلع الأول يؤثر في انحراف الضلع الثاني، وعلي ذلك يكون الخطأ في انحراف الضلع الثاني مركب من خطأ انحراف الضلع الأول مضافاً إليه خطأ انحراف الضلع الثاني وهكذا..

والقيمة المسموح بها في المضلعات الموصلة تحسب من المعادلة الآتية:

$$\text{خطأ الربط المسموح} = ٢ \text{ و} \sqrt{٨ \text{ س}}$$

حيث و = دقة قراءة الدائرة الأفقية في الجهاز المستخدم في عملية الرصد.

س = عدد زوايا المضلع الكلية بما فيها زاويتا الربط.

ولإجراء التصحيح للانحرافات نطبق التالي:

$$\text{تصحيح انحراف الضلع الأول} = \frac{\text{خطأ الربط } (\Delta)}{\text{ن} + ١}$$

$$\text{تصحيح انحراف الضلع الثاني} = \frac{٢ \times \text{خطأ الربط } (\Delta)}{\text{ن} + ١}$$

وهكذا حتى نصل إلى انحراف ضلع الربط الأخير ويكون:

$$\text{تصحيح انحراف ضلع الربط الأخير} = \frac{(\text{ن} + ١) \times \text{خطأ الربط}}{\text{ن} + ١} : \text{خطأ الربط}$$

حيث ن : عدد أضلاع المضلع الموصل

**ملحوظة مهمة:** لحساب الانحرافات الدائرية المصححة يضاف قيمة التصحيح بعكس إشارة خطأ الربط، وإذا كان خطأ الربط أكبر من المسموح به فيجب إعادة الأرصاد كلها.

### ٥. حساب المركبات الأفقية والرأسية لأضلاع المضلع:

تحسب المركبات الأفقية والرأسية لجميع أضلاع المضلع كما سبق شرحه في المضلع المغلق وذلك بمعلومية كل من انحرافات الأضلاع المصححة وأطوال الأضلاع وتحسب المركبات كما يلي:

المركبة الأفقية للضلع = طول الضلع × جا زاوية الانحراف المصحح للضلع

المركبة الرأسية للضلع = طول الضلع × جتا زاوية الانحراف المصحح للضلع

### ٦. حساب إحداثيات نقاط المضلع:

بمعلومية إحداثي نقطة البداية وقيم المركبات الأفقية والرأسية لأضلاع المضلع نستطيع حساب قيم إحداثيات نقاط المضلع كما سبق شرحه في المضلع المغلق حتى نصل إلى حساب إحداثي النقطة الأخيرة للمضلع وهي معلومة الإحداثيات سابقاً.

### ٧. حساب خطأ القفل في الإحداثيات ( خطأ الربط الضلعي ):

في معظم الأحيان نجد أن هناك فرقاً في إحداثيات النقطة الأخيرة المحسوبة عن إحداثياتها المعلومة، وهذا الفرق ناتج عن تراكم الأخطاء في الرصد ومن الأجهزة نفسها.

وعلي ذلك يكون:

الخطأ في الإحداثي الأفقي ($\Delta$ س) = الإحداثي الأفقي للنقطة الأخيرة المحسوبة – الإحداثي الأفقي للنقطة الأخيرة المعلومة.

الخطأ في الإحداثي الرأسي($\Delta$ ص)=الإحداثي الرأسي للنقطة الأخيرة المحسوبة–الإحداثي الرأسي للنقطة الأخيرة المعلومة.

ويكون

$$\text{خطأ القفل الضلعي } (\Delta \text{ ل}) = \sqrt{(\Delta \text{ س})^2 + (\Delta \text{ ص})^2}$$

$$\text{ونسبة خطأ القفل} = \frac{\text{مقدار خطأ القفل الضلعي } (\Delta \text{ ل})}{\text{مجموع أطوال الأضلاع}}$$

وقيمة خطأ القفل الضلعي المسموح به هي

في المدن = $\frac{1}{2000}$ من طول المضلع

وفي الأرياف = ٢٥ سم + ٠,٣١ ل + ١,١٣ $\sqrt{\text{ل}}$

حيث ل = مجموع أطول المضلع بالمتر.

**ملحوظة:** ناتج المعادلة بالسنتيمتر.

إذا كانت نسبة إلخطأ غير مسموح به فيعاد العمل المساحي، وأما في حالة كون نسبة الخطأ مسموحاً بها فيوزع الخطأ.

### ٨. توزيع خطأ القفل في الإحداثيات وحساب الإحداثيات المصححة لنقط المضلع:

في حالة كون خطأ القفل الضلعي مسموحاً به يوزع مقدار إلخطأ بنسبة أطوال الأضلاع.

$$\text{تصحيح الإحداثي الأفقي} = \frac{\text{قيمة الخطأ في الإحداثي الأفقي}}{\text{مجموع أطوال أضلاع المضلع}} \times \text{المسافة من نقطة البداية إلي النقطة المطلوبة}$$

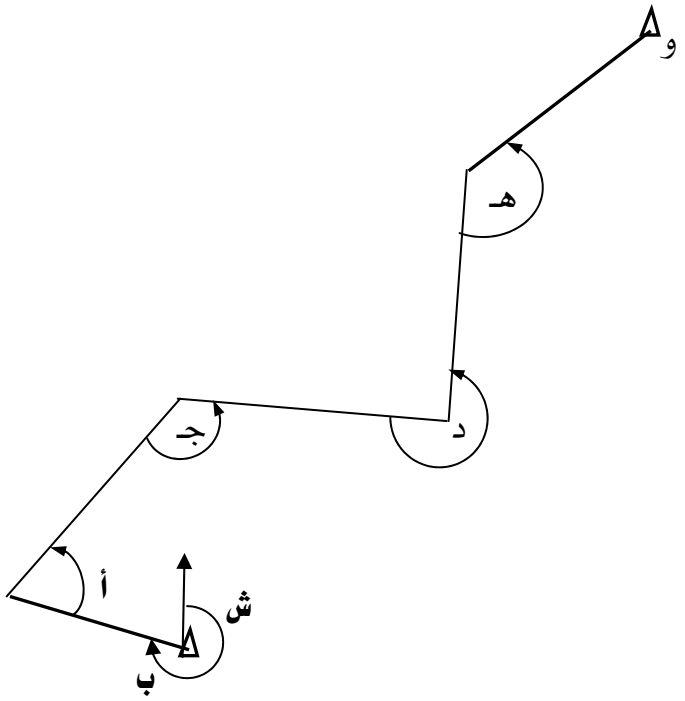
$$\text{تصحيح الإحداثي الرأسي} = \frac{\text{قيمة الخطأ في الإحداثي الرأسي}}{\text{مجموع أطوال أضلاع المضلع}} \times \text{المسافة من نقطة البداية إلي النقطة المطلوبة}$$

ملحوظة مهمة: تضاف قيمة التصحيح للإحداثيات بعكس إشارة خطأ القفل الضلعي لكل من الإحداثيات الأفقية والرأسية ($\Delta$ س ، $\Delta$ ص ) إلى الإحداثيات المحسوبة للنقاط لكي نحصل على الإحداثيات المصححة لنقاط المضلع.

وسوف نقوم بشرح مثال توضيحي لإيجاد الإحداثيات المصححة لنقاط مضلع موصل.

**مثال:**

لرفع تفاصيل منطقة سكنية حديثة داخل إحدى المدن استلزم ذلك عمل مضلع موصل ( ب جـ د هـ ) الموضح بالشكل رقم (١٥) وتم قياس الزوايا الأفقية والأطوال اللازمة بجهاز المحطة الشاملة والذي دقته في قراءة الزوايا الأفقية ١″ وكانت النتائج كالتالي:




شكل رقم ( ١٥ ) يوضح المضلع الموصل ( ب جـ د هـ )

| النقطة | الزاويا المرصودة | | |
|---|---|---|---|
| | ″ | ′ | ° |
| ب | ٤٣ | ٢٠ | ٧٠ |
| جـ | ١٢ | ١٠ | ١٥٠ |
| د | ٢٦ | ٢٩ | ٢٥٦ |
| هـ | ٣٧ | ٢٠ | ١٤٠ |

| الضلع | الطول |
|---|---|
| ب جـ | ١٢٨,٢٠٠ |
| جـ د | ١٤٠,٥٠ |
| د هـ | ٢٠٠,١٠٠ |

بمعلومية انحراف الضلع أ ب ٤٠″ ٢٠′ ٣٠٠°

و بمعلومية انحراف الضلع هـ و ٤٤″ ٥٩′ ٤٢°

و بمعلومية إحداثي نقطة ب ( ١٥٠، ١٥٠ )

و إحداثي نقطة هـ (٣٩٨,١٠٠، ٤٥٧,٠٠٠ )

ملحوظة: الزوايا مقاسة عكس عقارب الساعة.

**المطلوب:**

١. حساب الانحرافات الدائرية.
٢. حساب خطأ الربط أن وجد.
٣. تصحيح خطأ الربط وحساب الانحرافات الدائرية المصححة.
٤. حساب المركبات الأفقية والرأسية للأضلاع.
٥. حساب الإحداثيات.
٦. حساب خطأ القفل في الإحداثيات أن وجد.
٧. تصحيح الإحداثيات.
٨. حساب الإحداثيات المصححة.

**الحـــل:**

**١. حساب الانحرافات الدائرية:**

انحراف الضلع المعلوم أ ب = ٤٠″ ٢٠′ ٣٠٠°

انحراف الضلع المجهول = انحراف الضلع المعلوم ± ١٨٠± الزاوية المصححة من الضلع المعلوم إلى الضلع المجهول

انحراف ب جـ = ٤٠″ ٢٠′ ٣٠٠°- ١٨٠° - ٤٣″ ٢٠′ ٧٠° = ٥٧″ ٥٩′ ٤٩°

انحراف جـ د = ٥٧″ ٥٩′ ٤٩°+ ١٨٠° - ١٢″ ١٠′ ١٥٠° = ٤٥″ ٤٩′ ٧٩°

انحراف د هـ = ٤٥″ ٤٩′ ٧٩° + ١٨٠° - ٢٦″ ٢٩′ ٢٥٦° = ١٩″ ٢٠′ ٠٣°

انحراف هـ و = ١٩″ ٢٠′ ٠٣° + ١٨٠° - ٣٧″ ٢٠′ ١٤٠° = ٤٢″ ٥٩′ ٤٢°

وحيث إن الانحراف المعلوم للضلع هـ و = ٤٤″ ٥٩′ ٤٢°

والانحراف المحسوب للضلع هـ و = ٤٢″ ٥٩′ ٤٢° إذاً هناك خطأ ربط.

### ٢. حساب خطأ الربط:

خطأ الربط ( Δ ) = الانحراف المحسوب لضلع الربط الأخير – الانحراف المعلوم لضلع الربط الأخير

خطأ الربط ( Δ ) = ٤٢″ ٥٩′ ٤٢° - ٤٤″ ٥٩′ ٤٢° = - ٠٢″ ٠٠′ ٠٠°

خطأ الربط المسموح = ٢ و″ √ س

خطأ الربط المسموح = ٢ و″ √ س

خطأ الربط المسموح = ٢ × ١″ √ ٤ = ٤″

إذاً إلخطأ مسموح به ويصحح، وحيث إن خطأ الربط بإشارة سالبة (- ) والتصحيح للانحرافات يكون بعكس إشارة خطأ الربط أي يكون بإشارة موجبة ( + ).

### ٣. تصحيح الانحرافات الدائرية:

$$\text{تصحيح انحراف الضلع الأول} = \frac{\text{خطأ الربط } (\Delta)}{\text{ن} + ١}$$

تصحيح انحراف الضلع ب جـ = ( - ٢″ ÷ ٤ ) = - ٠,٥″

$$\text{تصحيح انحراف الضلع الثاني} = \frac{\text{٢ X خطأ الربط ( } \Delta \text{ )}}{\text{ن + ١}}$$

تصحيح انحراف الضلع جـ د = [ ( ٢× - ٢″ ) ÷ ٤ ] = - ١″

تصحيح انحراف الضلع د هـ = [ ( ٣× - ٢″ ) ÷ ٤ ] = - ١,٥″

$$\text{تصحيح انحراف ضلع الربط الأخير} = \frac{\text{( ن + ١ ) X خطأ الربط}}{\text{ن + ١}} = \text{خطأ الربط}$$

تصحيح انحراف الضلع هـ و = [ ( ٤× - ٢″ ) ÷ ٤ ] = - ٢″

حساب الانحرافات الدائرية المصححة:

انحراف ب جـ المصحح = ٥٧″ ٥٩′ ٤٩° + ٠,٥″ = ٥٧,٥″ ٥٩′ ٤٩°

انحراف جـ د المصحح = ٤٥″ ٤٩′ ٧٩° + ١″ = ٤٦″ ٤٩′ ٧٩°

انحراف د هـ المصحح = ١٩″ ٢٠′ ٠٣° + ١,٥″ = ٢٠,٥″ ٢٠′ ٠٣°

انحراف هـ و المصحح =٤٢″ ٥٩′ ٤٢° + ٢″ = ٤٤″ ٥٩′ ٤٢°

## ٤. حساب المركبات الأفقية والرأسية للأضلاع:

### أولاً حساب المركبات الأفقية:

المركبة الأفقية للضلع = طول الضلع × جا زاوية الانحراف المصحح للضلع

المركبة الأفقية للضلع ب جـ = **١٢٨,٢٠٠** × **جا** ٥٧,٥″ ٥٩′ ٤٩° = ٩٨,٢٠٦ م

المركبة الأفقية للضلع جـ د = **١٤٠,٥٠** × **جا** ٤٦″ ٤٩′ ٧٩° = ١٣٨,٢٩٢ م

المركبة الأفقية للضلع د هـ = ٢٠٠,١٠٠× **جا** ٢٠,٥″ ٢٠′ ٠٣° = ١١,٦٥٥ م

**ثانياً حساب المركبات الرأسية:**

المركبة الرأسية للضلع = طول الضلع × جتا زاوية الإنحراف المصحح للضلع

المركبة الرأسية للضلع ب جـ = ١٢٨,٢٠٠ × **جتا** ٥٧,٥″ ٥٩′ ٤٩° = ٨٢,٤٠٧ م

المركبة الرأسية للضلع جـ د = ١٤٠,٥٠ × **جتا** ٤٦″ ٤٩′ ٧٩° = ٢٤,٨٠٩ م

المركبة الرأسية للضلع د هـ = ٢٠٠,١٠٠× **جتا** ٢٠,٥″ ٢٠′ ٠٣° = ١٩٩,٧٦٠ م

**٥. حساب إحداثيات نقاط المضلع:**

و بمعلومية إحداثي نقطة ب ( ١٥٠ ، ١٥٠ ) والمركبات الأفقية والرأسية المحسوبة للأضلاع يمكن حساب إحداثيات نقاط المضلع وذلك بإضافة قيم المركبات مع مراعاة الإشارة.

**أولاً الإحداثيات الأفقية:**

الإحداثي الأفقي لنقطة جـ = ١٥٠+ ٩٨,٢٠٦ = ٢٤٨,٢٠٦ م

الإحداثي الأفقي لنقطة د = ٢٤٨,٢٠٦ + ١٣٨,٢٩٢ = ٣٨٦,٤٩٨ م

الإحداثي الأفقي لنقطة هـ = ٣٨٦,٤٩٨ + ١١,٦٥٥= ٣٩٨,١٥٣ م

**ثانياً الإحداثيات الرأسية:**

الإحداثي الرأسي لنقطة جـ = ١٥٠+ ٨٢,٤٠٧ = ٢٣٢,٤٠٧ م

الإحداثي الرأسي لنقطة د = ٢٣٢,٤٠٧ + ٢٤,٨٠٩= ٢٥٧,٢١٦ م

الإحداثي الرأسي لنقطة هـ = ٢٥٧,٢١٦ + ١٩٩,٧٦٠ = ٤٥٦,٩٧٦ م

إذاً إحداثيات نقطة هـ المحسوبة = ( ٣٩٨,١٥٣ ، ٤٥٦,٩٧٦ ) ، وبما أن إحداثيات نقطة هـ المعلومة هي (٣٩٨,١٠٠، ٤٥٧,٠٠٠ ) ، إذاً هناك فرق بين الإحداثي المحسوب والمعلوم لنقطة هـ وهذا الفرق هو ما يعرف بخطأ القفل في الإحداثيات أو ما يسمى بخطأ الربط الضلعي

**٦. حساب خطأ القفل في الإحداثيات ( خطأ الربط الضلعي ):**

الخطأ في الإحداثي الأفقي ($\Delta$ س) = الإحداثي الأفقي للنقطة الأخيرة المحسوبة – الإحداثي الأفقى للنقطة الأخيرة المعلومة.

إلخطأ في الإحداثي الأفقي ($\Delta$ س) = ٣٩٨,١٥٣ ـ ٣٩٨,١٠٠ = ٠,٠٥٣ م

الخطأ في الإحداثي الرأسي($\Delta$ ص)=الإحداثي الرأسي للنقطة الأخيرة المحسوبة–الإحداثي الرأسي للنقطة الأخيرة المعلومة.

إلخطأ في الإحداثي الرأسي ($\Delta$ ص) = ٤٥٦,٩٧٦ ـ ٤٥٧,٠٠٠ = - ٠,٠٢٤ م

خطأ القفل الضلعي ( $\Delta$ ل ) = $\sqrt{(\Delta \text{ س})^2 + (\Delta \text{ ص})^2}$

خطأ القفل الضلعي ( $\Delta$ ل ) = $\sqrt{(٠,٠٥٣)^2 + (-٠,٠٢٤)^2}$ = ٠,٠٥٨ م

ونسبة خطأ القفل = مقدار خطأ القفل الضلعي ( $\Delta$ ل ) / مجموع أطوال الأضلاع

نسبة خطأ القفل = ٠,٠٥٨ / ٤٦٨,٨ = ١ / ٨٠٨٢,٧٦

بما أن المضلع المستخدم تم عمله لرفع تفاصيل في أحدى المدن

والخطأ المسموح به في المدن = ١ / ٢٠٠٠ إذاً الخطأ مسموح به ويوزع

## ٧. تصحيح الإحداثيات:

### أولا تصحيح الإحداثيات الأفقية:

تصحيح الإحداثي الأفقي = (قيمة الخطأ في الإحداثي الأفقي / مجموع أطوال أضلاع المضلع) × المسافة من نقطة البداية إلى النقطة المطلوبة

تصحيح الإحداثي الأفقي لنقطة جـ = (٠,٠٥٣ / ٤٦٨,٨) × ١٢٨,٢٠٠ = ٠,٠١٤٥

تصحيح الإحداثي الأفقي لنقطة د = (٠,٠٥٣ / ٤٦٨,٨) × ٢٦٨,٧٠ = ٠,٠٣٠٤

تصحيح الإحداثي الأفقي لنقطة هـ = (٠,٠٥٣ / ٤٦٨,٨) × ٤٦٨,٨ = ٠,٠٥٣

**ثانياً تصحيح الإحداثيات الرأسية:**

تصحيح الإحداثي الرأسي = (قيمة الخطأ في الإحداثي الرأسي / مجموع أطوال أضلاع المضلع) × المسافة من نقطة البداية إلى النقطة المطلوبة

$$\text{تصحيح الإحداثي الأفقي لنقطة جـ} = \frac{-٠,٠٢٤}{٤٦٨,٨} \times ١٢٨,٢٠٠ = -٠,٠٠٧$$

$$\text{تصحيح الإحداثي الأفقي لنقطة د} = \frac{-٠,٠٢٤}{٤٦٨,٨} \times ٢٦٨,٧٠ = -٠,٠١٤$$

$$\text{تصحيح الإحداثي الأفقي لنقطة هـ} = \frac{-٠,٠٢٤}{٤٦٨,٨} \times ٤٦٨,٨ = -٠,٠٢٤$$

## ٨. حساب الإحداثيات المصححة:

تضاف قيمة التصحيح للإحداثيات بعكس إشارة خطأ القفل الضلعي لكل من الإحداثيات الأفقية والرأسية ($\Delta$ س ، $\Delta$ ص ) إلى الإحداثيات المحسوبة للنقاط لكي نحصل على الإحداثيات المصححة لنقاط المضلع.

**أولاً الإحداثيات الأفقية المصححة:**

الإحداثي الأفقي لنقطة جـ = ٢٤٨,٢٠٦ + ( - ٠,٠١٤٥) = ٢٤٨,١٩٢ م

الإحداثي الأفقي لنقطة د = ٣٨٦,٤٩٨ + ( - ٠,٠٣٠٤) = ٣٨٦,٤٦٨ م

الإحداثي الأفقي لنقطة هـ = ٣٩٨,١٥٣ + ( - ٠,٠٥٣) = ٣٩٨,١٠٠ م

**ثانياً الإحداثيات الرأسية المصححة:**

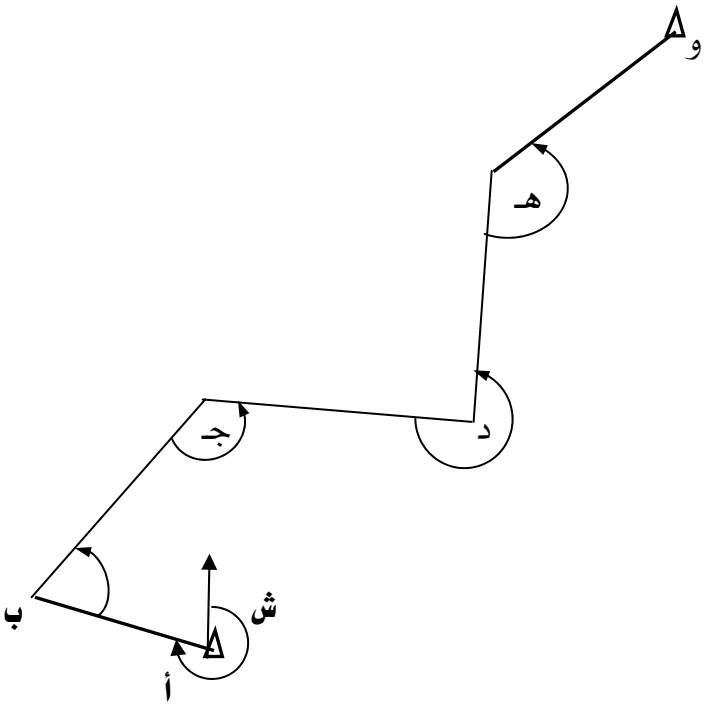
الإحداثي الرأسي لنقطة جـ = ٢٣٢,٤٠٧ + ( + ٠,٠٠٧) = ٢٣٢,٤١٤ م

الإحداثي الرأسي لنقطة د = ٢٥٧,٢١٦ + ( + ٠,٠١٤) = ٢٥٧,٢٣٠م

الإحداثي الرأسي لنقطة هـ = ٤٥٦,٩٧٦ + ( + ٠,٠٢٤) = ٤٥٧,٠٠٠ م

**تمرين ١:**

لرفع تفاصيل منطقة سكنية حديثة داخل إحدى المدن استلزم ذلك عمل المضلع الموصل ( ب جـ د هـ ) الموضح بالشكل رقم (١٦) وتم قياس الزوايا الأفقية بجهاز التيودوليت والذي دقته في قراءة الزوايا الأفقية ٥″ وقياس أطوال الأضلاع بجهاز الديستومات كانت الأرصاد كما هو موضح بالجداول.




شكل رقم ( ١٦ ) يوضح المضلع الموصل ( ب جـ د هـ )

| النقطة | الزاويا المرصودة | | |
|---|---|---|---|
| | ″ | ′ | ° |
| ب | ٤٠ | ٢٠ | ٧٠ |
| جـ | ١٥ | ١٠ | ١٥٠ |
| د | ٢٠ | ٢٩ | ٢٥٦ |
| هـ | ٣٣ | ٢٠ | ١٤٠ |

| الضلع | الطول بالمتر |
|---|---|
| ب جـ | ١٢٨,٢٠٠ |
| جـ د | ١٤٠,٥٠ |
| د هـ | ٢٠٠,١٠٠ |

بمعلومية انحراف الضلع أ ب ٤٠″ ٢٠′ ٣٠٠°

و بمعلومية انحراف الضلع هـ و ٠٠″ ٠٠′ ٤٣°

و بمعلومية إحداثي نقطة ب ( ١٥٠، ١٥٠ )

و إحداثي نقطة هـ (٣٩٨,١٦٤، ٤٥٦,٩٦٦ )

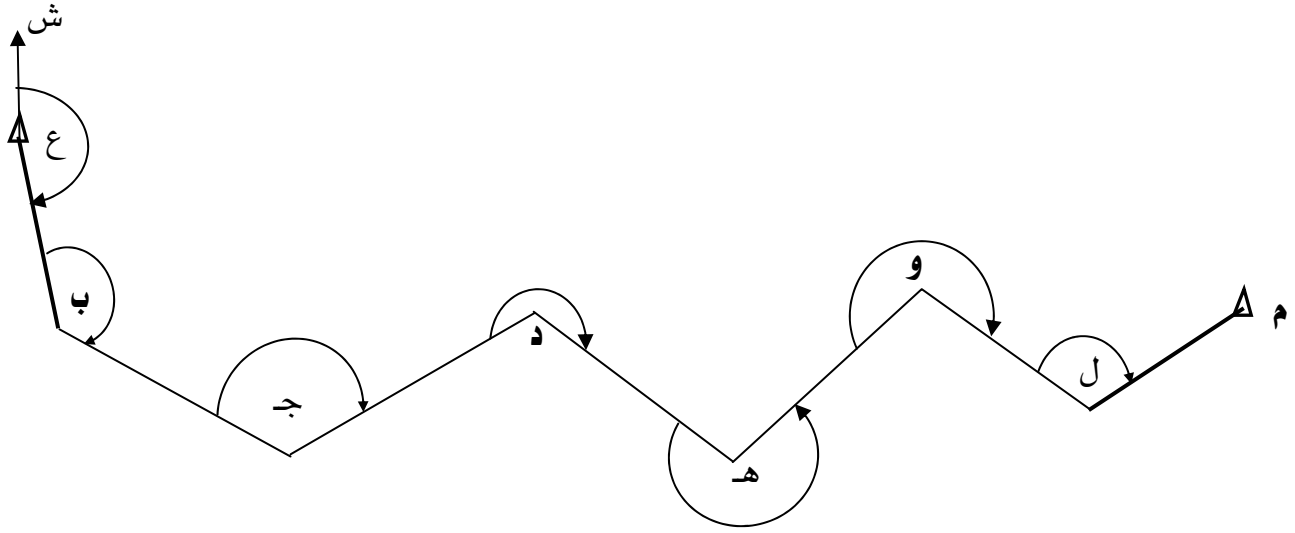
ملحوظة: الزوايا مقاسة عكس عقارب الساعة.

**المطلوب:**

١. حساب الانحرافات الدائرية.
٢. حساب خطأ الربط أن وجد.
٣. تصحيح خطأ الربط وحساب الانحرافات الدائرية المصححة.
٤. حساب المركبات الأفقية والرأسية للأضلاع.
٥. حساب الإحداثيات.
٦. حساب خطأ القفل في الإحداثيات أن وجد.
٧. تصحيح الإحداثيات.
٨. حساب الإحداثيات المصححة.

**تمرين ٢:**

ب ج د هـ و ل مضلع موصل بين نقطتين ب ، ل المعلومتي الإحداثيات والموضح بالشكل رقم (١٧) رصدت الزوايا الأفقية لهذا المضلع بجهاز التيودوليت والذي دقته في في قراءة الزوايا الأفقية ٢″ وقياس أطوال الأضلاع بجهاز الديستومات كانت الأرصاد كما هو موضح بالجداول.




شكل رقم ( ١٧ ) يوضح المضلع الموصل ( ب جـ د هـ و ل )

| النقطة | الزاويا المرصودة | | | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|
| | ″ | ′ | ° | اتجاه الزاوية المقاسة |
| ب | ٢٠ | ١٥ | ١٢٠ | في إتجاة عقارب الساعة |
| جـ | ١٠ | ٢٠ | ١٤٤ | في إتجاة عقارب الساعة |
| د | ٢٠ | ٢٥ | ٢٢٠ | في إتجاة عقارب الساعة |
| هـ | ٣٠ | ١٥ | ٢٢٥ | في إتجاة عقارب الساعة |
| و | ١٠ | ٤٠ | ٢٣٠ | ضد عقارب الساعة |
| ل | ٤٢ | ٢٢ | ١٢٣ | في إتجاة عقارب الساعة |

| الضلع | الطول بالمتر |
|---|---|
| ب جـ | ٣٤٩,٣٥١ |
| جـ د | ١٥٨,٧٤٠ |
| د هـ | ٢٤٨,٨٦٩ |
| هـ و | ٢٢١,٤٠٧ |
| و ل | ٥٦٧,٥٣٨ |

بمعلومية انحراف الضلع ع ب ٢٠″ ٤٠′ ١٦٠°

و بمعلومية انحراف الضلع ل م ٥٢″ ٠٨′ ٢٥٣°

و بمعلومية إحداثي نقطة ب ( ١٠٠٠,٠٠٠ ، ١٠٠٠,٠٠٠ )

و إحداثي نقطة هـ (٢١٨١,٩٤٠ ، ١٣٧٤,٥٠٠)

**المطلوب:**

١. حساب الانحرافات الدائرية.

٢. حساب خطأ الربط أن وجد.

٣. تصحيح خطأ الربط وحساب الانحرافات الدائرية المصححة.

٤. حساب المركبات الأفقية والرأسية للأضلاع.

٥. حساب الإحداثيات.

٦. حساب خطأ القفل في الإحداثيات إن وجد.

٧. تصحيح الإحداثيات.

٨. حساب الإحداثيات المصححة.

## التدريب العملي السابع :التدريب على إنشاء مضلع موصل في الطبيعة

### الغرض من التمرين :

التدريب على إنشاء مضلع موصل في الطبيعة ورصد زواياه وأطواله وانحراف ضلعي الربط في الطبيعة ثم إجراء العمل المكتبي لحساب إحداثيات نقاط المضلع المصححة.

### الأجهزة المستخدمة :

١. جهاز المحطة المتكاملة مع الحامل.
٢. أوتاد ، مطرقة ، شوك.
٣. شواخص بالحامل.
٤. عاكس.
٥. قلم رصاص، مسّاحة.
٦. جداول لتسجيل الأرصاد
٧. تكية.

### العمل الحقلي :

١. يتم اختيار نقاط المضلع الموصل بحيث تكون نقطة البداية ونقطة النهاية معلومتي الإحداثيات وكذلك معرفة انحراف خطي الربط.
٢. رسم كر وكي عام للمضلع.
٣. قياس جميع الزوايا الأفقية بين أضلاع المضلع بما فيهم زاويتي الربط.
٤. قياس أطوال أضلاع المضلع ذهاباً وإياباً.

الوقت المتوقع للتدريب لهذا التمرين ٩ ساعات

# المراجع

١. المساحة المستوية ( طرق الرفع والتوقيع ).

**د. على سالم شكري** **د. محمود حسني عبد الرحيم**
**د.محمد رشاد الدين مصطفي**

٢. المساحة الطبوغرافية وتطبيقاتها في الهندسة المدنية.

**د. على سالم شكري** **د. محمود حسني عبد الرحيم**
**د.محمد رشاد الدين مصطفي**

٣. كتاب المضلعات للصف الثاني الثانوي المقرر على المعاهد الثانوية للمراقبين الفنيين.

**م. فتحي محمود نصار** **م. محمد عبد الحكم محمد**
**م. عبد المنعم أحمد شعبان**

٤. كتاب الحساب الفني للصف الثاني الثانوي المقرر على المعاهد الثانوية للمراقبين الفنيين.

**م. فتحي محمود نصار** **مساح.فهد عبد الرحمن اليحي**

# المحتويات

## الفصل الدراسي الأول


| مسلسل | الموضوع | الصفحة |
|---|---|---|
| | **الوحدة الأولى:المضلعات وأنواعها** | ١ |
| ١ | مقدمة. | ٢ |
| ٢ | تعريف بأنواع المضلعات. | ٢ |
| ٣ | تعريف بعملية الاستكشاف. | ٣ |
| ٤ | تعريف بطريقة رسم كروكي عام لمنطقة ما. | ٣ |
| ٥ | كروكي عام لمنطقة مطلوب عمل رفع مساحي لها. | ٤ |
| | **الوحدة الثانية : اختيار وتثبيت نقاط المضلع** | ٥ |
| ٦ | مقدمة. | ٦ |
| ٧ | التدريب العملي على عملية الاستكشاف ورسم الكروكي. | ٧ |
| ٨ | شروط اختيار نقاط المضلع. | ٨ |
| ٩ | تثبيت وعمل كرت وصف لنقاط المضلع في الطبيعة. | ٩ |
| ١٠ | التدريب العملي على اختيار وتثبيت نقاط المضلع. | ١١ |
| | **الوحدة الثالثة:جهاز قياس المسافات والزوايا إلكترونياً Total Station** | ١٢ |
| ١١ | مقدمة. | ١٣ |
| ١٢ | أجزاء جهاز المحطة الشاملة | ١٥ |
| ١٣ | بعض الأنواع المختلفة لأجهزة المحطة الشاملة. | ١٦ |

| مسلسل | الموضوع | الصفحة |
|---|---|---|
| ١٤ | الأجزاء الرئيسية لجهاز المحطة الشاملة TPS 1100 | ١٩ |
| ١٥ | طريقة العناية بجهاز المحطة الشاملة TPS 1100. | ٢١ |
| ١٦ | طريقة استخدام جهاز TPS 1100 وإعداده لعملية الرصد. | ٢٢ |
| ١٧ | التدريب العملي على جهازTPS 1100 وكيفية إعداده للرصد. | ٢٣ |
| | **الوحدة الرابعة: عملية رصد المضلع** | ٢٤ |
| ١٨ | مقدمة. | ٢٥ |
| ١٩ | عملية الضبط المؤقت للجهاز. | ٢٥ |
| ٢٠ | التدريب العملي على عملية الضبط المؤقت جهاز المحطة الشاملة TPS 1100. | ٢٨ |
| ٢١ | طرق قياس الزوايا الأفقية. | ٢٩ |
| ٢٢ | طريقة قياس الزوايا والمسافات على جهازTPS 1100. | ٣٠ |
| ٢٣ | التدريب العملي على طرق رصد الزوايا وقياس المسافات بجهاز المحطة الشاملة TPS 1100. | ٣٢ |
| ٢٤ | خطوات إنشاء مضلع في الطبيعة. | ٣٣ |
| ٢٥ | حساب المضلع المغلق. | ٣٣ |

| مسلسل | الموضوع | الصفحة |
|---|---|---|
| | **الوحدة إلخامسة: المضلع المغلق Closed Traverse** | ٣٩ |
| ٢٦ | مقدمة. | ٤٠ |
| ٢٧ | طريقة رصد المضلع المغلق في الطبيعة. | ٤٠ |
| ٢٨ | التدريب العملي على إنشاء مضلع مغلق في الطبيعة. | ٤١ |
| ٢٩ | مثال تطبيقي على حساب المضلع المغلق. | ٤٢ |
| ٣٠ | تمرين ١ على حساب المضلع المغلق. | ٥٣ |
| ٣١ | تمرين ٢ على حساب المضلع المغلق. | ٥٤ |
| ٣٢ | تمرين ٣ على حساب المضلع المغلق. | ٥٥ |
| | **الوحدة السادسة : المضلع الموصل** | ٥٦ |
| ٣٣ | مقدمة. | ٥٧ |
| ٣٤ | تعريف بالمضلع الموصل. | ٥٧ |
| ٣٥ | إلخطوات النموذجية لحساب المضلع الموصل. | ٥٨ |
| ٣٦ | مثال تطبيقي على حساب المضلع الموصل. | ٦٤ |
| ٣٧ | تمرين ١ على حساب المضلع الموصل. | ٧٤ |
| ٣٨ | تمرين ٢ على حساب المضلع الموصل. | ٧٦ |
| ٣٩ | التدريب العملي على إنشاء مضلع موصل في الطبيعة. | ٧٩ |
| ٤٠ | المراجع | ٨٠ |

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم

المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة

GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS