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

المساحة

مساحة أرضية 3

209 مسح

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

مقدمة

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

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

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

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " مساحة أرضية 3 " لمتدربي تخصص " المساحة " للكليات التقنية على موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا البرنامج.

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

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

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهيد

تعتبر أعمال الرفع والتوقيع المساحي أساساً لأعمال المساحة الأرضية حيث تعنى برفع وتوقيع التفاصيل الطبيعية وغير الطبيعية (الإنشائية) سواء كانت هذه التفاصيل على أو فوق أو تحت سطح الأرض ، وتختلف التفاصيل المرفوعة في الطبيعة حسب الهدف من أعمال المساحة فمنها ما هو لازم لإنتاج الخرائط المساحية (تفصيلية أو طبوغرافية)، ومنها ما هو لازم لتقسيم الأراضي وتحديد الملكيات .

وبالنسبة لأعمال التوقيع فعادة ما تكون مرتبطة بالأعمال الإنشائية المختلفة لذلك أطلق عليها البعض مسمى المساحة الإنشائية وهذا النوع من الأعمال هو الخطوة الأولى في تحويل المنشآت المختلفة من مرحلة التصميم إلى مرحلة التنفيذ في الموقع وعادة ما تكون أعمال التوقيع هي الأساس لبدء الأعمال الإنشائية المختلفة في الطبيعة ، وتعد أعمال التوقيع المساحي في الدول المتقدمة هي الأكثر شيوعا وتمثل نسبتها حوالي 60٪ من ساعات العمل اليومية .

وتعتبر أجهزة المحطة المتكاملة (Total Station) من الأجهزة الأساسية في أعمال المساحة الأرضية المختلفة وذلك لدقتها وإنتاجيتها العالية مقارنة بالأجهزة التقليدية الأخرى ، فهي تختصر وقت العمل بمقدار مرتين إلى ثلاث وبدقة عالية ، فمثلا إذا كان العمل الميداني المساحي يحتاج إلى ستة أيام بالأجهزة التقليدية فيمكن بالمحطة المتكاملة إنجازه في يومين إلى ثلاثة أيام وبدقة عالية .

وتمثل المنحنيات الوسيلة الأكثر أماناً في تحويل الحركة من اتجاه إلى آخر سواء كانت هذه المنحنيات في المستوى الأفقي أو الرأسي ويتطلب توقيعها في الطبيعة إجراء بعض الحسابات اللازمة لتحديد عناصرها وبالتالي توقيعها .

وتحتوي هذه الحقيبة على ثلاث وحدات تضم ما يلي:

أولاً : وحدة الرفع المساحي وفيها :

- طرق الرفع المساحي .
- أعمال الرفع المساحي .
- مراحل الرفع المساحي وتنقسم إلى : مرحلة الأعمال الحقلية وتحتوي على الخطوات الرئيسة في العمل الحقلي مثل استكشاف الموقع وتحديد الأجهزة المناسبة في أعمال الرفع المساحي وكذلك

تحديد النقاط المرجعية وتثبيت النقاط المساعدة في أعمال الرفع ، مرحلة الأعمال المكتبية وتضم طرق إدخال البيانات إلى جهاز الرصد وإنزالها في الحاسب الآلي وطريقة التعامل معها .

- تدريبات عملية على أعمال الرفع التفصيلي والرفع الطبوغرافي .

ثانياً : وحدة توقيع المعالم وتحتوي على :

- الأجهزة الحديثة المستخدمة في أعمال التوقيع المساحي وتعد أجهزة المحطة المتكاملة وموازين الليزر من الأجهزة الحديثة المستخدمة في هذا المجال .
- توقيع المعالم الأفقية والرأسية .
- مصادر الأخطاء في أعمال التوقيع المساحي .
- تدريبات عملية على أعمال التوقيع المساحي .

ثالثا : وحدة توقيع المنحنيات وتضم مايلي :

- أنواع المنحنيات .
- المنحنيات الأفقية .
- المنحنيات الرأسية .
- أجزاء وعناصر المنحنى الأفقي البسيط والقوانين الرياضية الخاصة به.
- أجزاء وعناصر المنحنى الرأسي المتماثل والقوانين الرياضية الخاصة بحساب القياسات على المنحنى الرأسي المتماثل .
- تدريبات عملية على توقيع المنحنى الأفقي البسيط بطريقة الإحداثيات من المماس وبطريقة زوايا الانحراف .
- تدريب عملي على حساب المناسيب على المنحنى الرأسي المتماثل في الطبيعة .

وقد زودت الحقيبة ببعض الملاحق التي تحتوي على الحسابات الخاصة بالأشكال المساحية المعروفة مثل المضلع المغلق والمفتوح والمثلث معلوم الأطوال ، كما زودت في آخرها ببعض المراجع المتنوعة والحديثة التي استقيت منها بعض المعلومات والأفكار .

وأخيراً أرجو من الله العلي القدير أن يجعل أعمالنا خالصة له وأن ينفع بهذه الحقيبة العلمية المتدربين والعاملين في مجال المساحة .

مساحة أرضية 3

الرفع المساحي

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الوحدة الأولى : الرفع المساحي

الجدارة :

أن يتعلم المتدرب طرق الرفع المساحي الشائعة ومراحل الأعمال الحقلية والمكتبية اللازمة لإنجاز ذلك والتدريب على الأجهزة المساحية الحديثة المستخدمة في الرفع المساحي وكيفية نقل المعلومات والقياسات بينها وبين جهاز الحاسب الآلي .

الأهداف :

عندما يكمل المتدرب هذه الوحدة يكون قادراً على :

- ❖ استكشاف موقع العمل والتخطيط المبدئي لتنفيذ الأعمال المساحية المطلوبة في أعمال الرفع .
- ❖ تحديد الأجهزة المساحية الحديثة والمناسبة للعمل وطريقة تشغيلها .
- ❖ أن يصف مراحل أعمال الرفع المساحية والحقلية والمكتبية.
- ❖ أن يحدد النقاط المرجعية المتوفرة في الموقع والمناسبة لطبيعة العمل .
- ❖ أن يثبت النقاط الفرعية المساعدة في أعمال الرفع المساحي (المضلعات).
- ❖ أن يرصد الأهداف المطلوب رفعها في الموقع .
- ❖ أن يحفظ القياسات المساحية المأخوذة من الطبيعة في جهاز الرصد .
- ❖ أن يربط أجهزة الرصد بجهاز الحاسب الآلي وينقل القياسات إليه ويتعامل معها حسب المطلوب .

مستوى الأداء المطلوب :

أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدراة بنسبة لا تقل عن 90٪ .

الوقت المتوقع للوحدة:

25 ساعة أو خمسة أسابيع .

الوسائل المساعدة :

- ❖ أقلام وسبورة أو شاشات عرض لعرض المعلومات النظرية .
- ❖ الأجهزة المساحية الحديثة (جهاز المحطة المتكاملة) وملحقاته.
- ❖ الأدوات المساحية التقليدية (الشواخص – الأشرطه – الأوتاد – العلامات – جداول الرصد .....)

متطلبات الجدارة:

اجتياز مقرر مساحة أرضية -1 .

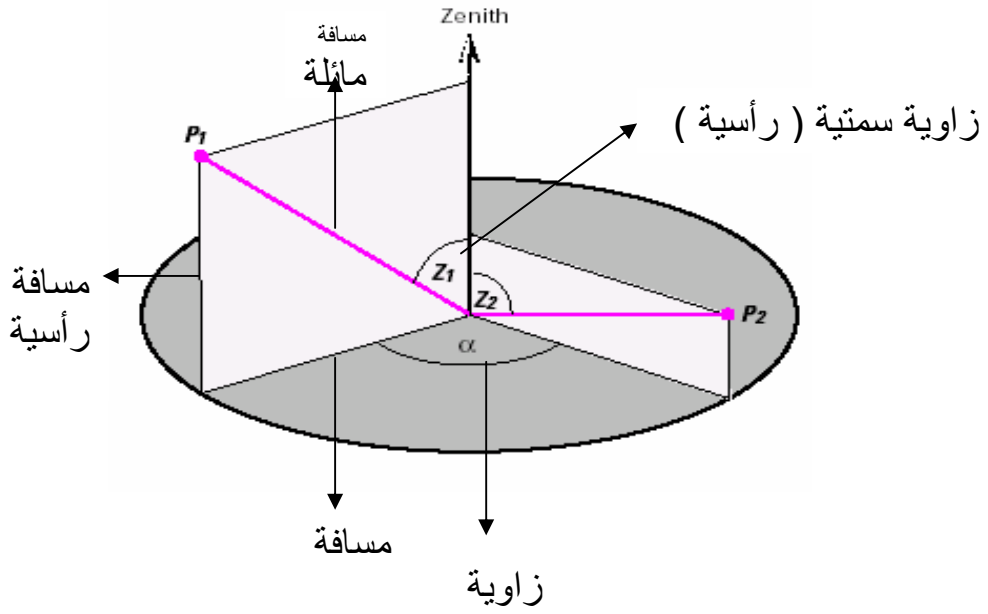
الرفع المساحي

1 - مقدمة :

تنقسم القياسات المساحية التي يتم الحصول عليها في الطبيعة بصورة عامة إلى :

أ - مسافات (مائلة – أفقية – رأسية)

ب - زوايا (أفقية – رأسية).



شكل (1 - 1)

ويتم الحصول على القياسات المساحية من خلال طرق ووسائل علمية وفنية مختلفة تتم فيها الاستعانة بالأفراد المتخصصين في أعمال المساحة وبالأجهزة المناسبة ومن خلال المشاريع المساحية المنفذة في الطبيعة ، وعادة ما تشمل هذه المشاريع بعض المراحل الرئيسة منها :

1. الجولات الاستطلاعية واتخاذ القرارات .
2. الأعمال الحقلية وجمع القياسات المساحية (أعمال الرفع المساحي) .
3. معالجة القياسات وضبطها .
4. تمثيل القياسات المضبوطة على شكل خرائط أو بيانات رقمية مدخلة للحاسب .
5. الاستفادة من البيانات الرقمية والخرائط في عمليات التخطيط الشامل وتثبيت مواقع المشاريع الإنشائية المختلفة أو ما يطلق عليه أعمال التوقيع .

وسنتناول المراحل السابقة ببعض التفصيل كما يلي :

1. الجولات الاستطلاعية واتخاذ القرارات :

والغاية من هذه المرحلة هي وضع خطة مناسبة للعمل تشمل استكشاف منطقة العمل ومعرفة المعالم المطلوب رصدها ، والطرق المناسبة للرصد ، والأجهزة المناسبة لتحقيق اشتراطات الدقة المطلوبة ، وكم فريق عمل يحتاج الموقع لإنجاز المهمة ، ولضمان تنفيذ هذه المرحلة على الوجه الأمثل لابد من اتباع الخطوات التالية :

أ - استكشاف الموقع المطلوب بالمرور فيه بالقدم إذا أمكن أو باستخدام وسيلة نقل مناسبة (سيارة – طائرة)

ب - رسم كروكيات عامة لمنطقة العمل ورسم أهم التفاصيل والملحوظات في أوراق مستقلة وتوضيحها بعناية وتدون عليها الملحوظات .

ج - اختيار وتثبيت النقاط الرئيسة للمشروع والتي تمثل الهيكل الأساسي للعمليات المساحية المختلفة مع الأخذ في الاعتبار اشتراطات مواقع النقاط الرئيسة بالنسبة لبعضها وموقعها بالنسبة لنقاط الضبط الأفقي والرأسي المتوفرة في المنطقة ، وقد يستعان هنا بالخرائط والصور الجوية المتوفرة عن موقع العمل .

د - عمل كروكيات للنقاط الرئيسة للمشروع كل نقطة على حدة وفي صفحة منفردة وذلك للمحافظة على مواقع هذه النقاط والرجوع لها وقت الحاجة .

2 - الأعمال الحقلية وجمع القياسات ويقصد بها مجموعة القياسات المساحية (مسافات – زوايا) التي تجرى في الطبيعة ويتم من خلالها تحديد مواقع النقاط والأهداف المطلوب رصدها بالنسبة لبعضها وبالنسبة للهيكل الأساسي للموقع .

3 - معالجة القياسات وضبطها وفي هذه المرحلة تكون معظم الأعمال مكتبية حيث تجرى التحقيقات الحسابية اللازمة للقياسات وتصحيحها وضبطها كما يتم خلال هذه المرحلة استنتاج بعض القياسات المساحية المطلوبة حسابيا (باستخدام الدوال المثلثية والاشتقاق الرياضي والهندسي) وكذلك تحديد مساحات المناطق والحجوم وغير ذلك وعادة ما تستخدم البرامج المساحية المناسبة في ذلك ,وإن كان إجراؤها يدويا ممكناً ولكن يحتاج إلى زمن أطول .

4 - تمثيل القياسات المساحية وتحويلها إلى خرائط تمثل الموقع أو تحويلها إلى بيانات رقمية يتعامل معها الحاسوب ويخرجها على شكل خرائط رقمية وبيانات مجدولة ويحتفظ بهذه البيانات ضمن ما يسمى بنظام المعلومات الجغرافية الشامل والذي يعد من أهم أدوات التخطيط الناجح للدول .

5 - الرجوع إلى القياسات المحفوظة في الحاسوب أو على الخرائط المرسومة وذلك من أجل الاستفادة منها في تحديد المواقع على الأرض وتثبيت نقاط المشاريع الإنشائية المختلفة أو ما يسمى أعمال التوقيع المساحي.

2 - الرفع المساحي

تنفذ أعمال المساحة إما لجمع القياسات والبيانات من الطبيعة بما فيها من معالم طبيعية وصناعية ورسمها بمقياس رسم مناسب يمثل ذلك الموقع وهذا ما يقصد به **الرفع المساحي** أو لتحديد الأبعاد والقياسات الموجودة على الخرائط (المساحية - الإنشائية - المعمارية) بدقة وإسقاطها على الطبيعة وهذا ما يسمى **بالتوقيع المساحي** وقد يطلق عليه المساحة الإنشائية (Construction Survey)

3 - طرق الرفع المساحي

من أهم طرق الرفع المساحي المستخدمة ما يلي :

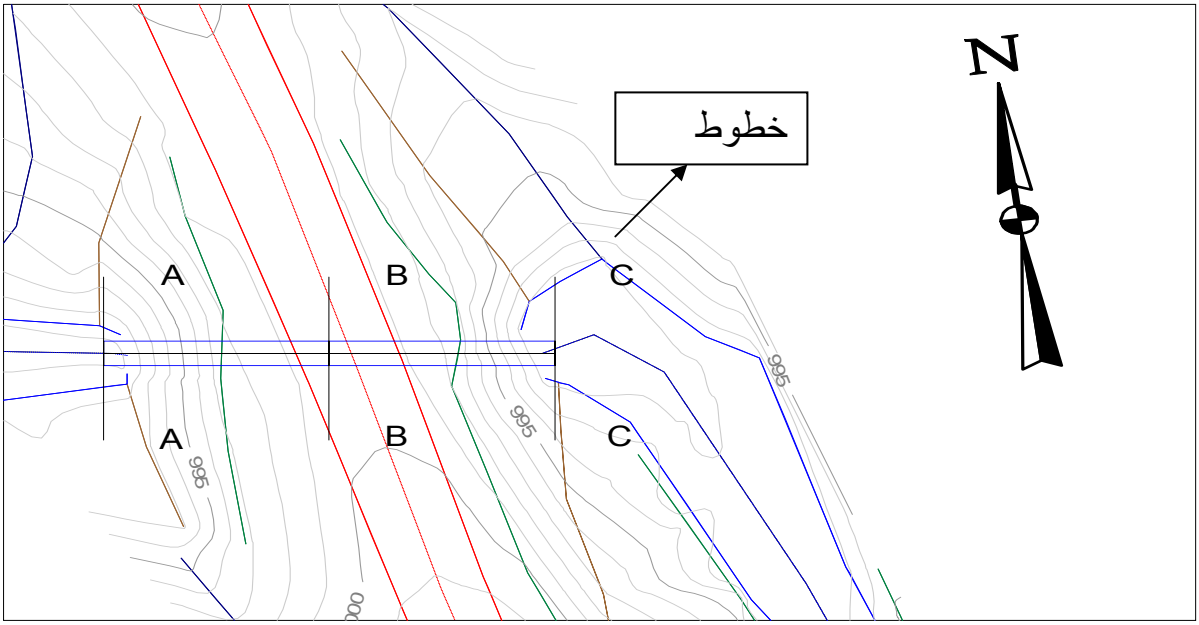
- الرفع باستخدام الشريط (قياسات طولية) .
- الرفع المساحي باستخدام الثيودليت والشريط .
- الرفع المساحي باستخدام أجهزة المحطة المتكاملة .
- الرفع باستخدام التصوير الجوي .
- الرفع المساحي عن طريق الأقمار الصناعية .

4 - أعمال الرفع المساحي

تنقسم أعمال الرفع المساحي إلى :

أ - أعمال الرفع الطبوغرافي :

تستخدم أعمال الرفع الطبوغرافي بصورة عامة لتحديد شكل سطح أرض المنطقة المرفوعة وبيان التضاريس الموجودة فيها (Configuration or Relief) من حيث الانخفاضات والارتفاعات وذلك بمعلومية الارتفاعات وفروق الارتفاعات بين بعض النقاط المختارة والتي تمثل شكل سطح أرض المنطقة ويكون حساب الارتفاعات بقياس المسافات والزوايا الرأسية أو السمتية (ميزانية مثلثية) أو أعمال الميزانيات العادية وتكون القياسات السائدة في هذا النوع من أعمال الرفع المساحي الارتفاعات (المسافات الرأسية) وهذا لا يمنع من إجراء القياسات الطولية والزاوية الضرورية للمعالم الطبيعية والصناعية الموجودة في الموقع إن وجدت ، وعادة ماتكون الخرائط المنتجة بأعمال الرفع الطبوغرافي صغيرة المقياس وهذا يعني أنها تغطي مناطق واسعة وكبيرة وتحتوي على ما يسمى بخطوط الكنتور والتي تمثل مناسيب النقاط المرفوعة بحيث يصل كل خط كنتور بين النقاط ذات الارتفاع الواحد وعادة ما تستخدم هذه الخرائط لأعمال الاستكشاف وتحديد الحجوم والميول اللازمة لأعمال الطرق ونقل الطاقة والمياه ولأغراض الجيولوجيا وفي الأغراض العسكرية .



شكل (2 - 1)

ب - أعمال الرفع التفصيلي:

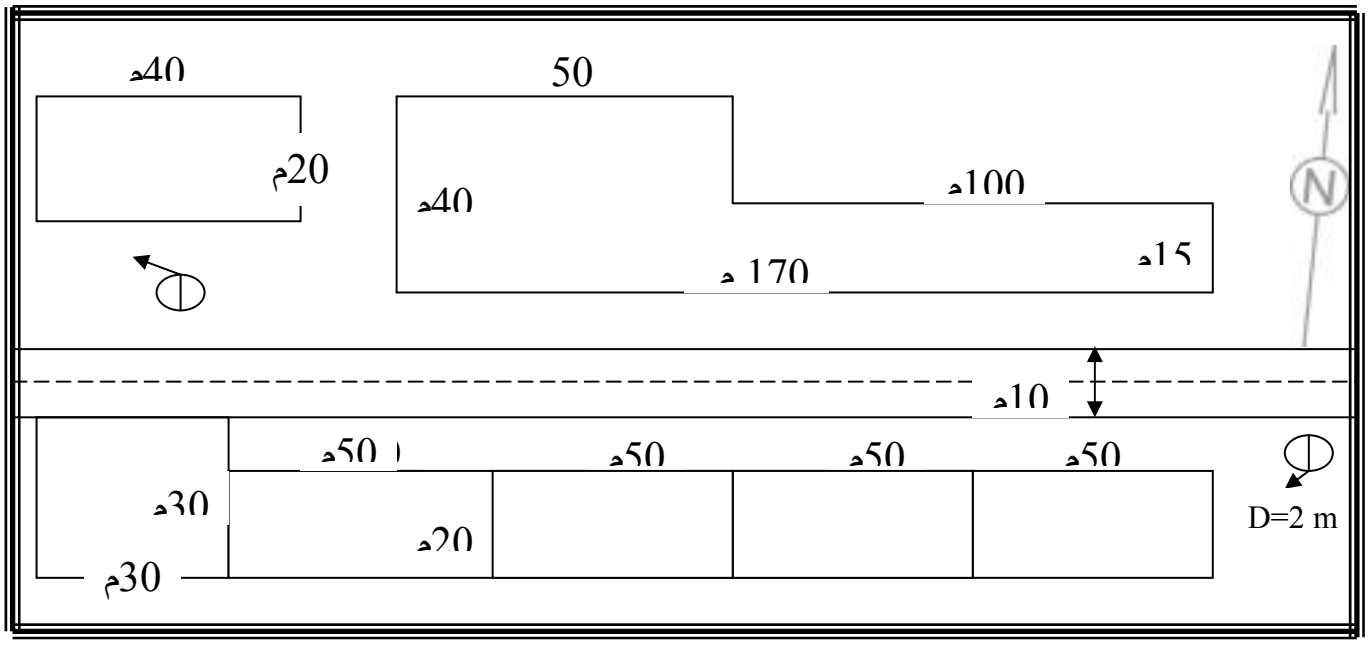
وهذه عادة ما تكون للمناطق المحدودة والصغيرة مثل الأحياء السكنية وبالنسبة للمناطق الكبيرة المطلوب فيها أعمال رفع تفصيلي تقسم هذه المناطق إلى أجزاء أصغر ويتم رفع كل منها على حدة .

ويقصد بالتفاصيل هنا جميع المعالم التي على سطح الأرض وكذلك المعالم التي فوق سطح الأرض وتنقسم إلى :

- تفاصيل صناعية / كالمباني والطرق والحوائط وكافة المنشآت الأخرى .
- تفاصيل طبيعية / كالأنهار والأودية والأشجار.
- تفاصيل فوق سطح الأرض / كخطوط نقل الكهرباء والهاتف .
- تفاصيل تحت سطح الأرض / كأنابيب المياه والصرف وكيبلات نقل الطاقة وغيرها .

وسنقتصر في تطبيقنا هذا على رفع التفاصيل الصناعية والطبيعية فقط ، وتعتبر الخرائط التفصيلية الناتجة عن أعمال الرفع التفصيلي من أهم الخرائط في عملية التخطيط الشامل للمدن والدول وعادة ماتكون مقاييسها كبيرة وتكون أساسا في عملية توقيع المشاريع الهندسية والإنشائية المختلفة .

وتتطلب أعمال الرفع التفصيلي الدقة عند أخذ القياسات (المسافات – الزوايا) وذلك بأخذ القياسات الطولية وتسجيلها لأقرب 01, متر أو أقل كلما أمكن ، وبالنسبة للزوايا فتسجل لأقرب دقيقة وهذا يعود لأهمية هذا النوع من أعمال الرفع المساحي وأهمية الخرائط التفصيلية .



شكل (3 - 1)

5 - مراحل الرفع المساحي

تتم أعمال الرفع المساحي من خلال مرحلتين رئيستين :

أولاً : مرحلة الأعمال الحقلية وهي مهام العمل المساحي المطلوب تنفيذه في الموقع .

ثانيا : مرحلة الأعمال المكتبية وهي إجراء التعديلات والتحقيقات الحسابية واشتقاق بعض القياسات الضرورية وضبطها وإظهار القياسات على شكل خرائط أو بيانات مجدولة .

5 -1 : مرحلة الأعمال الحقلية : تتكون مرحلة الأعمال الحقلية من التالي :

5 -1 -1 : استكشاف الموقع ورسم كروكي عام له :

يعد استكشاف الموقع واحداً من أهم خطوات عملية الرفع المساحي ولابد من القيام به قبل البدء في عملية الرفع واخذ القياسات المساحية ولتفعيل عملية الاستكشاف يلجأ فريق العمل إلى كل ما يتوفر من خرائط وصور جوية وتقارير ومعلومات حول المنطقة وذلك للاستعانة بها أثناء إجراءات الرفع المساحي ويتم الاستكشاف عادة بالتجول في جميع أجزاء المنطقة المطلوب رفعها وأخذ فكرة عامة عنها وعن المعالم الموجودة فيها والتعرف على حدودها ومواقع الأهداف والتفاصيل بالنسبة لبعضها ويجب عند إجراء عملية الاستكشاف الأخذ في الاعتبار متطلبات أعمال الرفع المساحي والدقة المطلوبة والتكاليف المالية والإمكانات المتوفرة وذلك من أجل تحديد الطرق المثلى في عملية رفع القياسات ومدى إمكانية تنفيذها ، وقد تكون تضاريس منطقة العمل صعبة فيتم استكشافها بوسائل النقل المتاحة كالمركبات – والطائرات العمودية وتهدف أعمال استكشاف الموقع إلى تحقيق بعض الأهداف منها :

أ - التعرف على النقاط الثابتة (Control Points) معلومة الإحداثي الأفقي والرأسي المتوفرة في الموقع أو القريبة منه وذلك لربط الموقع المطلوب رفعه مساحيا بهذه النقاط وبالتالي ربطه بالشبكة المحلية للمدينة والدولة وقد يستعان هنا ببعض الجهات الحكومية ذات العلاقة لتحديد عناوين ومواقع النقاط المرجعية الثابتة (البلديات – وزارة الدفاع والطيران) .

ب - إجراء التعديلات على الخرائط والصور المتوفرة عن الموقع بما في ذلك من حذف وإضافة أي معلومات تتناقض مع واقع الحال في الطبيعة .

ج - الاختيار المبدئي للمواضع المناسبة للنقاط الخاصة بالشبكة الهيكلية الأساسية (المضلعات).

د - التقدير المبدئي لمتطلبات أعمال الرفع المساحي مثل / عدد فرق العمل المطلوبة وأنواع الأجهزة المستخدمة وطرق القياس الممكنة(Technique) لرفع القياسات وتقدير الوقت اللازم لإنجاز العمل وتقدير التكاليف المالية المطلوبة وعادة ما تتم هذه التقديرات من أشخاص أصحاب خبرة في العمل .

وأثناء أعمال الاستكشاف يرسم كروكي عام لمنطقة تدون عليه جميع الملحوظات ويكون الرسم فيه بقلم الرصاص لإجراء أي تعديل أو تصحيح وتكون الأبعاد المرسومة متناسبة ومثيلاتها في الطبيعة ويراعى فيه أن يكون مرسوماً على مساحة كافية وذلك لكتابة الملحوظات وإضافة أي معلومات أخرى ويمكن أن تلحق به كروكيات تبين بالتفصيل بعض الأهداف الهامة حيث تكبر هذه الأجزاء لإظهارها بوضوح .

5 -1 -2 : تحديد الأجهزة المناسبة :

كما أشرنا سابقا يمكن من خلال جولة الاستكشاف الميداني تحديد الأجهزة الضرورية اللازمة لإنجاز أعمال الرفع المساحي مع الأخذ في الاعتبار ما يلي :

- دقة العمل المطلوب
- مقياس رسم الخريطة
- طبوغرافية وتضاريس المنطقة
- الوقت اللازم لإنجاز العمل
- التكاليف المادية المرصودة
- الإمكانات المتوفرة

وقد تتطلب أعمال الرفع أجهزة مساحية متنوعة مثل الأشرطة والبوصلة وأجهزة قياس الزوايا وأجهزة القياس الإلكترونية ويجب أن تكون هذه الأجهزة معايرة وصالحة للعمل وخلال تدريبات أعمال الرفع المساحي في هذا المقرر سيكون الجهاز الرئيس المستخدم هو جهاز المحطة المتكاملة وذلك لأنه من الأجهزة الحديثة والمتطورة في مجال تقنيات المساحة وسوف نتناول بعض المعلومات الأساسية عنه من خلال هذه الوحدة.

أ - جهاز المحطة المتكاملة (Total Station)

هو جهاز يجمع بين وحدة إلكترونية لقياس المسافات (EDMI) ووحدة إلكترونية لقياس الزوايا (Electronic Theodolite) في وحدة واحدة متكاملة . ويمكن أن يلحق بالجهاز وحدة خارجية لتسجيل المعلومات والقياسات (Data Collector) أو كارتخاص لتسجيل المعلومات عليه من خلال لوحة التحكم وبالتالي الاستغناء عن دفاتر الحقل الكلاسيكية .

ويستطيع الجهاز أن يقيس الزوايا الأفقية والرأسية والمسافات المائلة من مرصد واحد (Single Setup) لعدد من النقاط ومن خلال المعالج الداخلي ولوحة التحكم يمكن اختزال هذه القياسات إلى مسافات أفقية ورأسية وإحداثيات لمواقع النقاط المختلفة وعادة يتم إنزال (Down load) هذه القياسات على أجهزة الحاسوب من خلال البرامج المتوافقة مع الجهاز وإجراء التصحيحات اللازمة واستخراج العديد من البيانات على شكل خرائط وجداول منظمة .

بعض أنواع المحطات المتكاملة :

topcon

sokkia

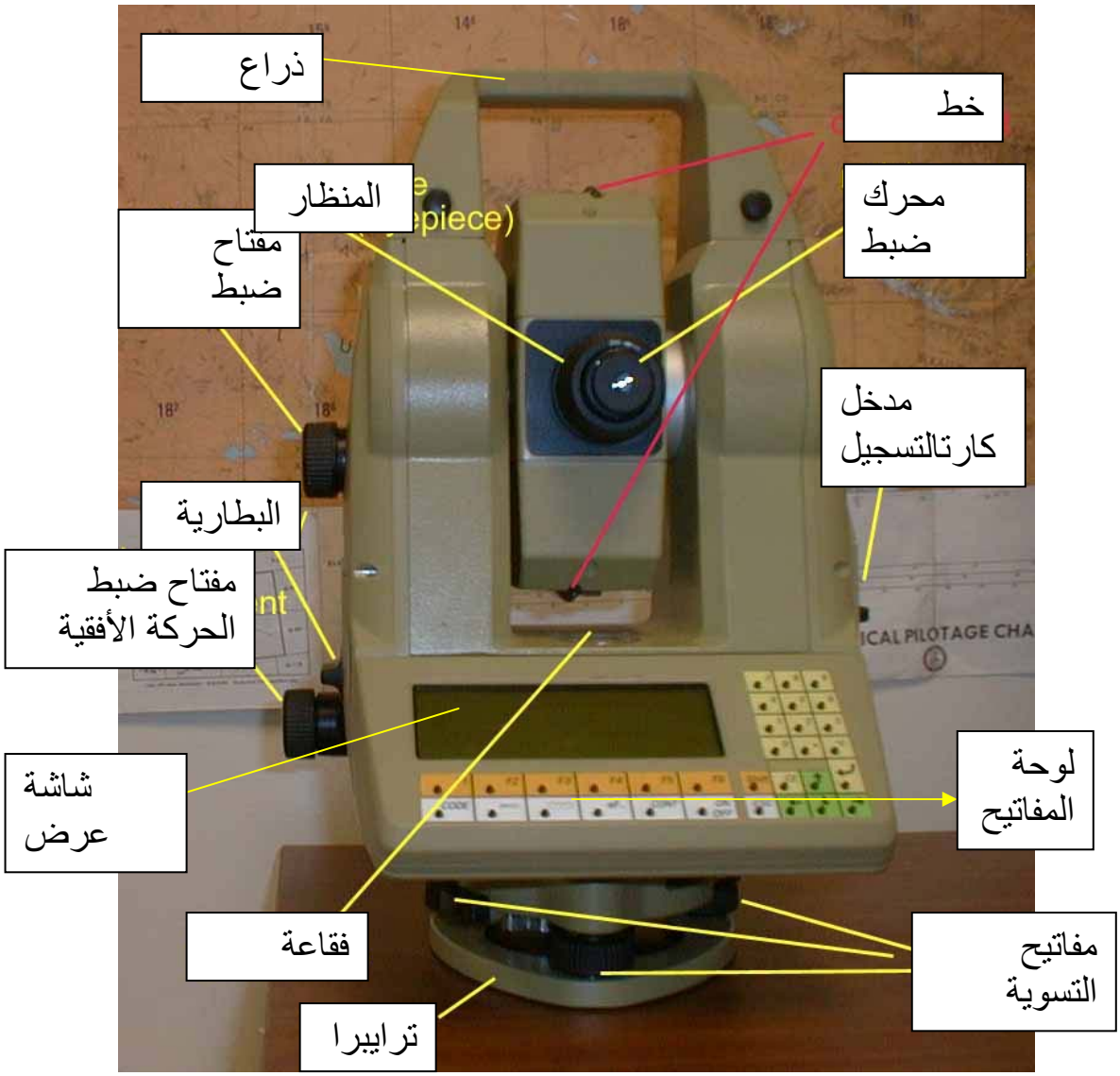
Leica

Trimble

geodimeter

شكل (4 - 1)

ب - تركيب جهاز المحطة المتكاملة :



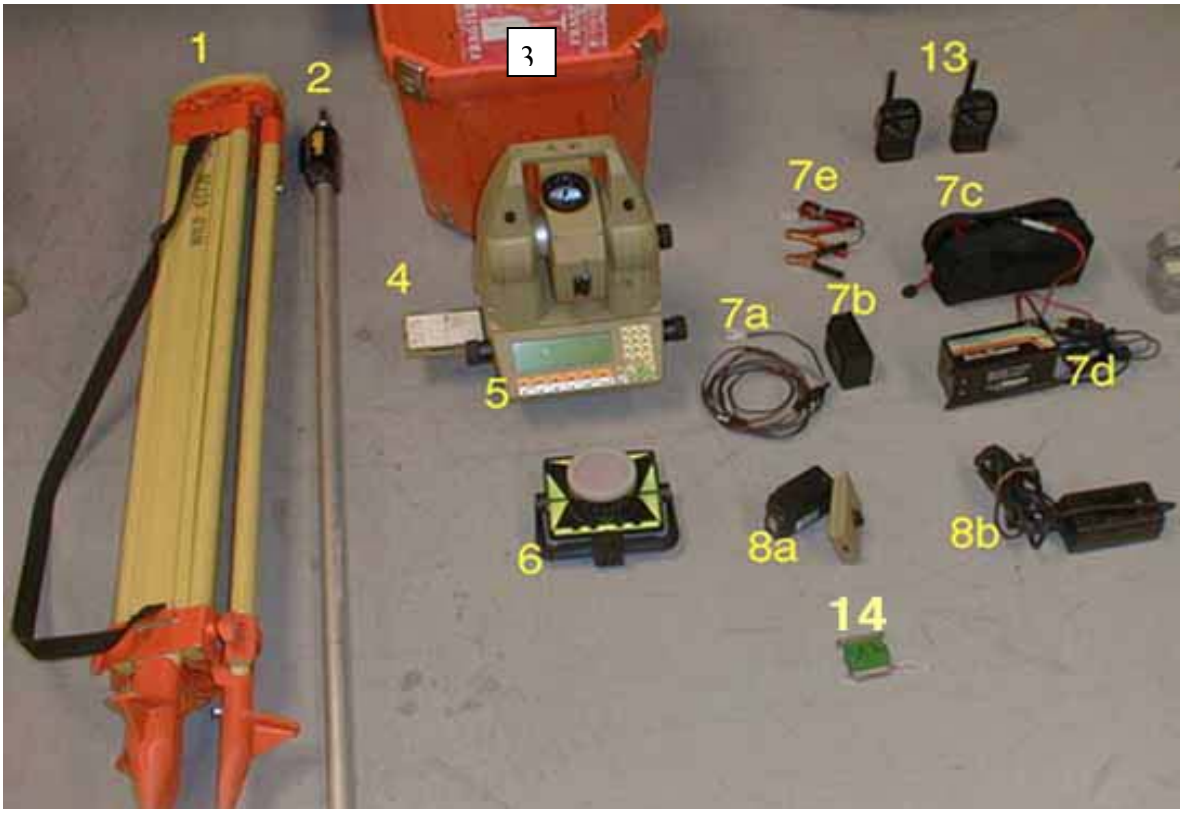
ج - فكرة عمل أجهزة المحطة المتكاملة :

تعتمد فكرة عمل الأجهزة الإلكترونية لقياس المسافات (EDM) على معرفة زمن رحلة الموجات الصادرة منها وهي إما موجات كهروضوئية أو موجات ميكروويف ومن خلال معرفة سرعة الموجة في الهواء يتم حساب المسافة التي قطعتها الموجة من خلال المعادلة :

المسافة = 0.5 × زمن الرحلة × سرعة الموجة .

أما بالنسبة لقياس الزوايا إليكترونيا فمثبت في الجهاز دائرتان أفقية ورأسية يمكن من خلالها معرفة الزوايا المطلوبة وتسجيلها أوتوماتيكيا على الجهاز وعرضها ، وقد يوصل بالجهاز ما يعرف بجامع المعلومات (Data Collector) أو يكون ملحقاً به كارتخاص لتسجيل المعلومات والقياسات عليه من خلال لوحة المفاتيح المتوفرة في الجهاز .

د - الملحقات الرئيسة لجهاز الحطة المتكاملة :



الشكل (6 - 1)

1: حامل الجهاز ، 2 : عصا العاكس ، 3: صندوق الجهاز ، 4: كارت التسجيل ، 5: جهاز المحطة المتكاملة ، 6: العاكس ، 7a: كيبل تنزيل المعلومات RS-232 : 7b: بطارية ، 7c :بطارية شحن يدوية 7d: شاحن البطارية الخاص بالبطارية اليدوية ، 7e : شاحن سيارة ، 8a: بطارية جهاز احتياطية ، 8b: محول كهربائي لشحن البطارية عن طريق الكهرباء ، 13: وسيلة اتصال ، 14: مفتاح البرنامج المتوافق (Dongle) مع الجهاز والبرنامج المستخدم .

هـ - مجالات استخدام أجهزة المحطة المتكاملة :

هناك مجالات متعددة للاستفادة من أجهزة المحطة المتكاملة منها

1 - أعمال الرفع المساحي (طبوغرافي – وتفصيلي) .

2 - أعمال التوقيع المساحي (توقيع المشاريع الهندسية كالمباني والطرق وخطوط المياه) .

3 - أعمال المضلعات .

4 - أعمال المساحة الدقيقة .

وتتميز أجهزة المحطة المتكاملة بالسرعة والدقة وانخفاض تكاليف العمل (توفير الجهد والمال والوقت) حيث إنها أسرع في إنجاز العمل المساحي من مرتين إلى ثلاث مرات مقارنة بالأجهزة التقليدية كما أنها سهلة الاستعمال ويمكن نقل المعلومات منها إلى الحاسب الآلي والعكس .

أما **أهم عيوبها** فهي صعوبة إجراء التحقيقات الميدانية أثناء أخذ القياسات ، ضرورة استخدام فلاتر خاصة ومظلات عن الشمس و إلا تعرضت وحدة القياس الإلكترونية إلى العطب , ومتطلبات الصيانة الدورية المتقاربة.

و - بعض العوامل المؤثرة على دقة القياس في أجهزة المحطة المتكاملة :

يمكن الحصول على دقة عالية باستخدام أجهزة المحطة المتكاملة أفضل من 1 سم لكل 50 متر للمسافات التي تتراوح أطوالها من 0.5 – 1 كلم وهذا لا يمكن الحصول عليه باستخدام الشريط ولو اتخذت كافة الاحتياطات الضرورية وتصل دقة قياس الزوايا إلى 1 ثانية .

وهناك بعض العوامل التي قد تؤثر على دقة هذه الأجهزة ومنها :

1 - ضعف بطاريات الجهاز وعدم اتصالها تماما بالجهاز ووجود الأوساخ والغبار على عدسات الجهاز.

2 - عدم كفاية عدسات العواكس أو وضعها في مكان أبعد من مدى الجهاز .

3 - وجود عوائق في مسار القياس بين الجهاز والعاكس .

4 - عدم تثبيت الجهاز أوالعاكس على النقطة تماما وإهمال قياس ارتفاع كل منها وإدخالها للجهاز .

5 - عدم أخذ العوامل الجوية والتصحيحات الهندسية لشكل الأرض في الاعتبار .

6 - عدم حماية أجهزة القياس من أشعة الشمس المباشرة أثناء العمل .

7 - القياس بالقرب من خطوط الضغط العالي الكهربائي .

8 - قرب خط النظر من سطح الأرض .

ز - مدخلات ومخرجات المحطة المتكاملة (Parameter Input and Output)

تتطلب معظم أجهزة المحطة المتكاملة إدخال البيانات التالية (parameter input)

1 - وحدة قياس الزوايا (درجة – جراد) ووحدة قياس المسافات (متر – قدم) .

2 - وحدة قياس الضغط ودرجة الحرارة (F,C,HG,mmHG) .

3 - ثابت العاكس المستخدم .

4 - الوضع المتيامن أو المتياسر اختباري .

6 - ترقيم النقاط و تسميتها (المرصودة والمحتلة) .

7 - ارتفاع الجهاز (hi) .

8 - ارتفاع العاكس (hr) .

9 - وقت وتاريخ الرصد .

وقد تثبت بعض المعلومات داخل الجهاز كما أن هناك بعض الأجهزة تستطيع تصحيح درجة الحرارة والضغط أوتوماتيكيا بدون الحاجة إلى إدخالها .

وتكون مخرجات أجهزة المحطة المتكاملة في العادة (output data) :

1 - عرض معلومات عن حالة البطارية والإشارة وحالة محاور الجهاز وأفقية الجهاز .

2 - الإحداثيات المحسوبة (شرقي - شمالي - ارتفاع) .

3 - خطأ قفل المضلع والتصحيحات اللازمة .

4 - شكل طبوغرافية المنطقة .

5 - ارتفاع الأهداف والمسافات الأفقية بينها .

6 - طريقة التقاطع الأمامي والخلفي

7 - توقيع القياسات .

8 - تصحيحات خط النظر .

9 - تصحيح الدائرة الأفقية والرأسية .

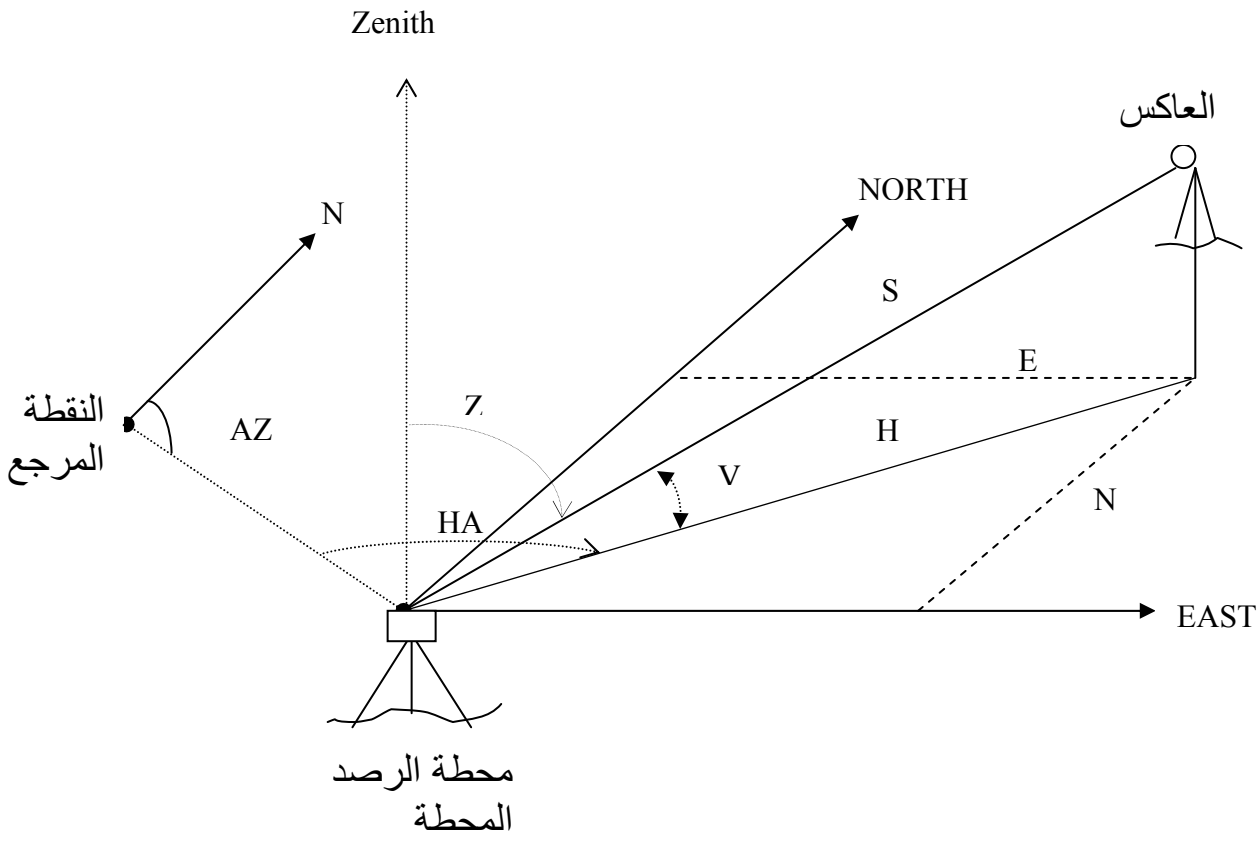
10 – البيانات والترقيم المسجل .

11 - البرامج الخارجية الملحقة بالجهاز .

12 - تحويل المعلومات إلى جهاز الحاسب (Downloading)

13 - تحويل المعلومات من الحاسب إلى الجهاز لتثبيت البرامج الجديدة في الجهاز .

ح - العمليات الحسابية الأساسية في أجهزة المحطة المتكاملة :



شكل (7 - 1)

يستطيع جهاز المحطة المتكاملة قياس المعلومات التالية من مرصد واحد للعدد من النقاط

- المسافة المائلة (S)
- الزاوية الأفقية (HA) وزاوية الانحراف (AZ)
- الزاوية الرأسية (V)
- زاوية السمت (Z)

ومن خلال المعالج الداخلي (Processing Unit) يقوم باشتقاق كثير من القياسات والحسابات منها :

المسافة الأفقية (H) = المسافة المائلة (S) × جتا الزاوية الرأسية (V) (1)

المسافة الأفقية (H) = المسافة المائلة (S) × جا الزاوية السمتية (Z) (2)

فرق الارتفاع بين المرصد والهدف = المسافة المائلة (S) × جا الزاوية الرأسية (V) (3)

فرق الارتفاع بين المرصد والهدف = المسافة المائلة (S) × جتا الزاوية السمتية (Z) (4)

ملحوظة " عند تساوي ارتفاع الجهاز والعاكس "

إحداثيات الهدف (العاكس) الشرقية والشمالية بمعلومية زاوية الانحراف (Azimuth) والمسافة الأفقية بين الهدف والمرصد وإحداثيات المرصد :

الإحداثي الشرقي (E) للهدف = الإحداثي الشرقي (E) للمرصد + فرق الشرقيات (Δ ق) (5)
الإحداثي الشمالي (N) للهدف = الإحداثي الشمالي (N) للمرصد+ فرق الشماليات(Δ ش) (6)
فرق الشرقيات (Δ ق) = المسافة الأفقية (H) × جا زاوية الانحراف (AZ)
فرق الشماليات (Δ ش) = المسافة الأفقية (H) × جتا زاوية الانحراف (AZ)

ويتم حساب انحراف (AZ) الضلع الواصل بين المرصد والهدف (انحراف الضلع المجهول) بمعلومية انحراف ضلع نقطة المرجع (الانحراف المعلوم) والزاوية الأفقية (HA) بين الضلعين حسب التالي :

انحراف الضلع المجهول = انحراف الضلع المعلوم $\pm$ 180° $\pm$ الزاوية الأفقية (HA) بين الضلعين (7)

تكون الزاوية موجبة إذا كانت الزاوية الأفقية من الضلع المعلوم للمجهول في اتجاه حركة عقارب الساعة والعكس .

5 -1 -3 : تحديد النقاط المرجعية المناسبة :

يتم عادة خلال أعمال استكشاف الموقع التي أشرنا إليها سابقا البحث عن نقاط الضبط الأفقية والرأسية أو ما يسمى بالنقاط المرجعية (أي النقاط الجيوديسية معلومة الإحداثي والمنسوب) وتكمن أهميتها فيما يلي :

- تدقيق الأعمال والحسابات المساحية الأولية والنهائية .
- ربط إحداثيات المناطق المرفوعة بإحداثيات الشبكة العامة للدولة .
- الاستعانة بها في تحديد المناطق المطلوب رفعها بدقة (أعمال الملاحة) .

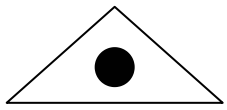
ويستعان في ذلك عادة بدوائر المساحة الرسمية ذات العلاقة لاستلام أرقام وكروكيات وعناوين وإحداثيات هذه النقاط بالإضافة إلى أي معلومات أخرى قد تساعد في البحث عنها والتحقق منها وهناك بعض الدوائر الرسمية ذات العلاقة بالنقاط الجيوديسية في المملكة منها وزارة الشؤون البلدية والقروية ووزارة الدفاع والطيران (هيئة المساحة العسكرية) .

أ - أشكال النقاط المرجعية :

عادة ما تكون النقاط المرجعية مثبتة في أماكن مرتفعة نسبيا وبعيدة عن الحركة والمرور وعن مجاري الأودية والسيول وفي مواقع ثابتة ومشرفة وتثبت في الطبيعة على شكل أسطوانات أو مكعبات خرسانية ارتفاعها 50×50×50 سم تثبت عليها أقراص برونزية دائرية ذات جذع .

الشكل (8 -1)

ويمكن استخدام القضبان الفولاذية والأوتاد الحديدية قطر 12 -16 ملم بطول 50 -80 سم تثبت في الشقوق الصخرية للدلالة على مواقعها وعادة ما يرمز للنقاط المرجعية بالرمز :



ب - تكثيف النقاط المرجعية :

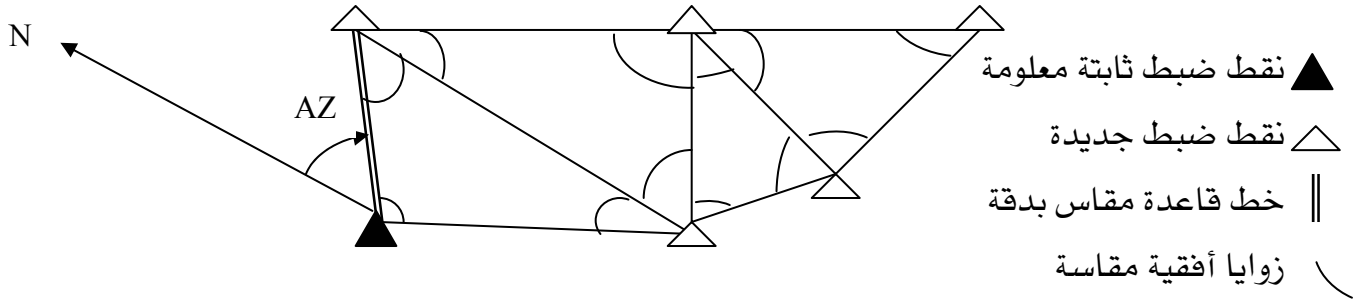
غالبا ما تكون النقاط المساحية المرجعية (الجيوديسية) قليلة أو بعيدة عن مواقع العمل ولذلك يلزم تكثيف هذه النقاط وذلك بإنشاء مجموعة كافية من النقاط قريبة من موقع العمل ومستندة إلى النقاط المساحية الجيوديسية البعيدة نسبيا .

وتتم عملية تكثيف النقاط من خلال بعض طرق القياس الشائعة التي يجب أن تتحقق فيها درجة عالية من الدقة في قياس الزوايا والمسافات مما يتطلب أجهزة مساحية دقيقة وبرامج حسابية متنوعة لإجراء الحسابات والضبط . وتختلف دقة نقاط الضبط الجديدة عن النقاط المساحية الجيوديسية التي أُسندت

إليها بحيث تصنف هذه النقاط الجديدة أقل درجة من النقاط الجيوديسية فمثلا إذا كانت النقاط الجيوديسية من الدرجة الأولى تكون النقاط الجديدة من الدرجة الثانية أو الثالثة أو الرابعة وتختلف هذه التصنيفات عن بعضها فيما يلي : المسافة بين النقاط (أطوال الأضلاع) - دقة قياس المسافات والزوايا - طول خط القاعدة - دقة خطأ القفل - دقة حساب إحداثيات النقاط .

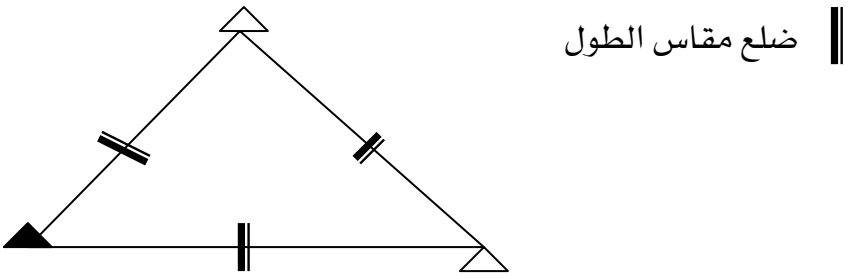
ومن طرق القياس الشائعة لتكثيف نقاط الضبط ما يلي :

- التثليث (Triangulation) : وهي شبكة من المثلثات وبمعلومية طول خط القاعدة وقياس الزوايا الأفقية الداخلية بين الأضلاع بدقة يتم حساب إحداثيات النقاط الجديدة .



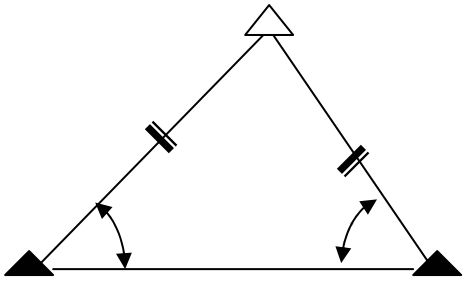
الشكل (9 -1)

- التضليع (Trilatration) : وذلك بمعلومية أطوال الأضلاع يمكن حساب الزوايا الداخلية بين الأضلاع ومنها حساب إحداثيات النقاط وهذه من أكثر الطرق استخداما الآن وذلك لتطور أجهزة قياس المسافات الإلكترونية ودقتها العالية ولتطور أجهزة الرصد الفضائي أو ما يعرف بـ GPS.



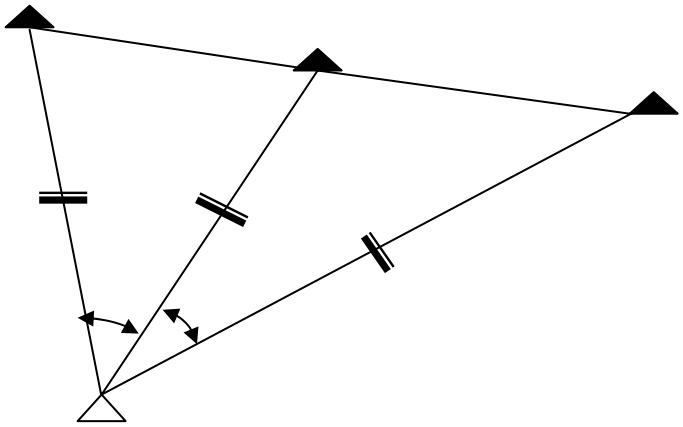
شكل (10 -1)

- التقاطع الأمامي (Intersection): وذلك عند احتلال نقطتي ضبط ثابتتين والرصد منهما على نقطة مطلوبة وبمعلومية قياس الزوايا الداخلية والمسافات يمكن حساب إحداثي النقطة المطلوبة .



الشكل (11 -1)

- التقاطع الخلفي (Resection): وذلك باحتلال النقطة المطلوبة والرصد منها على ثلاث نقط ضبط أصلية على الأقل ، وبمعلومية قياس الزوايا الداخلية والمسافات يمكن حساب إحداثي النقطة المحتلة .



الشكل (12 -1)

وتعد الطريقة الأولى والثانية من الطرق الدقيقة لتكثيف نقاط الضبط الأرضي .

5 -1 -4: تثبيت واختيار النقاط المساعدة في عملية الرفع المساحي (نقاط المضلعات)

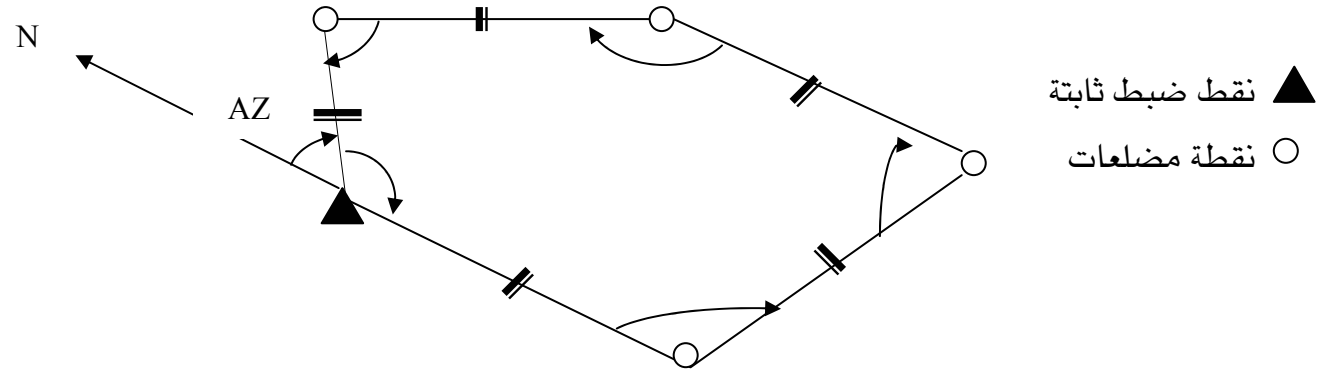
بعد تكثيف نقاط الضبط الأفقية (النقاط المرجعية) يتم إغناؤها وزيادتها بنقاط مساحية إضافية دقيقة على شكل مضلعات يجري إغلاقها وتحقيق حسابها على نفس النقاط المرجعية .

أ - المضلعات :

يعرف المضلع بأنه / عبارة عن مجموعة من الخطوط المتصلة مع بعضها تشكل خطاً منكسراً يأخذ أشكالا مختلفة ومسميات متعددة (مغلق – موصل – مفتوح) وتكون خطوطه والزوايا بين الخطوط مقاسة بدقة . والهدف من إنشاء المضلعات هو تعيين إحداثيات ومواقع نقاط جديدة انطلاقا من النقاط المرجعية (نقاط الضبط) مما يسهم في تكثيف شبكات النقاط المعلومة الإحداثي ويسهل ربط كافة الأعمال المساحية الأخرى كأعمال الرفع التفصيلي والطبوغرافي التي تنحصر في أجزاء صغيرة نسبيا بشبكة الإحداثيات العامة للدولة .

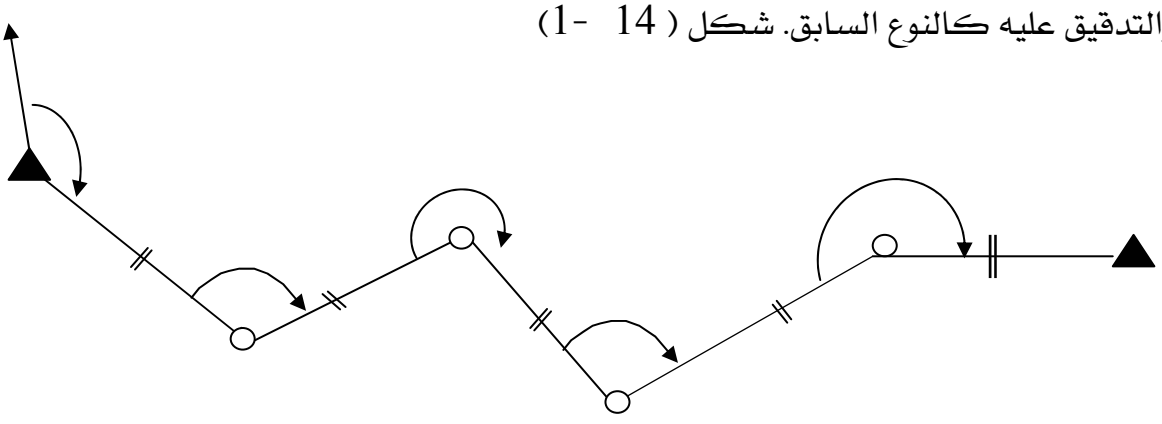
وللمضلعات عدة أنواع من أبرزها :

- المضلع الحلقي المغلق : هو المضلع الذي يبدأ بنقطة معلومة الإحداثي وينتهي بنفس النقطة وتقاس فيه الزوايا الداخلية بين الأضلاع ومسافات الأضلاع وهو للأعمال المساحية الدقيقة حيث يمكن إجراء أعمال التدقيق والتصحيح له .

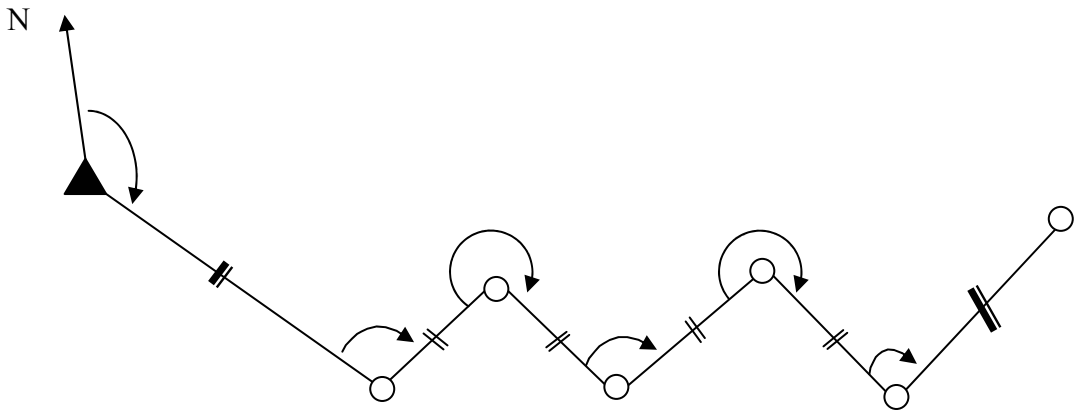


الشكل (13 -1)

- المضلع الموصل : هو المضلع الذي يبدأ بنقطة معلومة الإحداثي وينتهي بنقطة أخرى معلومة الإحداثي وتقاس فيه الزوايا بين الأضلاع ومسافات الأضلاع ويمكن إجراء أعمال التصحيح والتدقيق عليه كالنوع السابق. شكل (14 -1)



- المضلع المفتوح : هو المضلع الذي يبدأ بنقطة معلومة الإحداثي ويمتد ولا ينتهي بنقطة معلومة الإحداثي ويستخدم عادة في الأعمال المساحية الممتدة كالشواطئ والطرق ولا يمكن فيه إجراء عملية التدقيق والتصحيح كالنوعين السابقين . شكل (15 -1)



ويعتمد اختيار أي نوع من المضلعات السابقة على عدد من العوامل منها :

- الدقة المطلوبة في العمل .
- نوع أعمال المساحة المطلوبة (رفع مساحي , مساحة إنشائية) .
- طبوغرافية وتضاريس المنطقة .
- الأجهزة والأدوات المتوفرة .

وبما أن الأعمال المطلوبة خلال هذه الوحدة ستكون أعمال رفع مساحي فسيتم اختيار النوع الأول لإجراء الرفع التفصيلي كما سنرى ذلك في التدريب العملي وستجرى كافة التصحيحات والتدقيقات المطلوبة .

ب - اختيار نقاط المضلعات (النقاط المساعدة في عملية الرفع) :

يتم اختيار نقاط المضلعات خلال مرحلة الأعمال الاستكشافية في الموقع ويجب أن تحقق الشروط التالية ما أمكن :

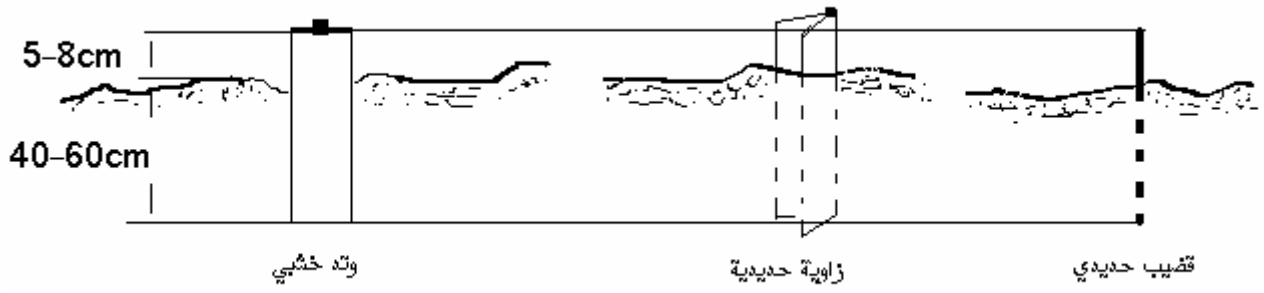
- الرؤية المتبادلة بين النقطة السابقة واللاحقة لها مباشرة وأن تكون على مستوى أفقي واحد .
- يجب أن تؤخذ طريقة الرفع (تفصيلي – طبوغرافي) والجهاز المستخدم بعين الاعتبار وبما أن الجهاز المستخدم المحطة المتكاملة لكل التفاصيل الموجودة لذا يجب أن تحقق نقاط المضلعات الرؤية لأكبر عدد ممكن من التفاصيل المحيطة بها لذا يفضل إنشاء مضلع مغلق يحيط بمنطقة الرفع المطلوبة وتثبت نقاط أخرى داخل المنطقة لإنشاء مضلعات موصلة لتتمكن من رفع التفاصيل الداخلية .

- يجب أن يكون عدد المضلعات قليلاً قدر الإمكان وأطوالها كبيرة بما لا يتنافى مع هدف اختيار مواقع هذه النقاط التي تكشف جميع النقاط المحيطة بها.
- يجب أن تكون مواضع نقط المضلعات في أرض شبه أفقية لتسمح بتمركز الجهاز عليها .
- يجب أن تكون في أماكن يسهل الوصول إليها وبعيدة عن حركة المرور والمشاة ومجاري المياه والسيول .
- يفضل أن تكون نقاط المضلعات على مستوى واحد وبارتفاع أكثر من 1 متر عن سطح الأرض لتلافي بعض الأخطاء الجوية والهندسية .

ج - تثبيت نقاط المضلعات :

تثبت نقاط المضلعات في المواضع المختارة ويجب أن تكون نقطاً ثابتة دائمة وليس من السهل تحريكها من مكانها أو إزالتها و فقدها ويمكن رؤيتها بوضوح وعادة ما تكون على النحو التالي :

- الأوتاد الخشبية (40 – 60 سم) تحت الأرض وتكون بارزة قليلاً فوق سطح الأرض (5 سم) ويدق مسمار في وسطها كما في الشكل (16 - 1) ويستخدم هذا النوع في الأراضي الرخوة .
- الزوايا الحديدية وتستخدم للأراضي الصلبة بنفس المقاسات السابقة
- القضيب الحديدي ويستخدم للشقوق الصخرية بنفس المقاسات السابقة .



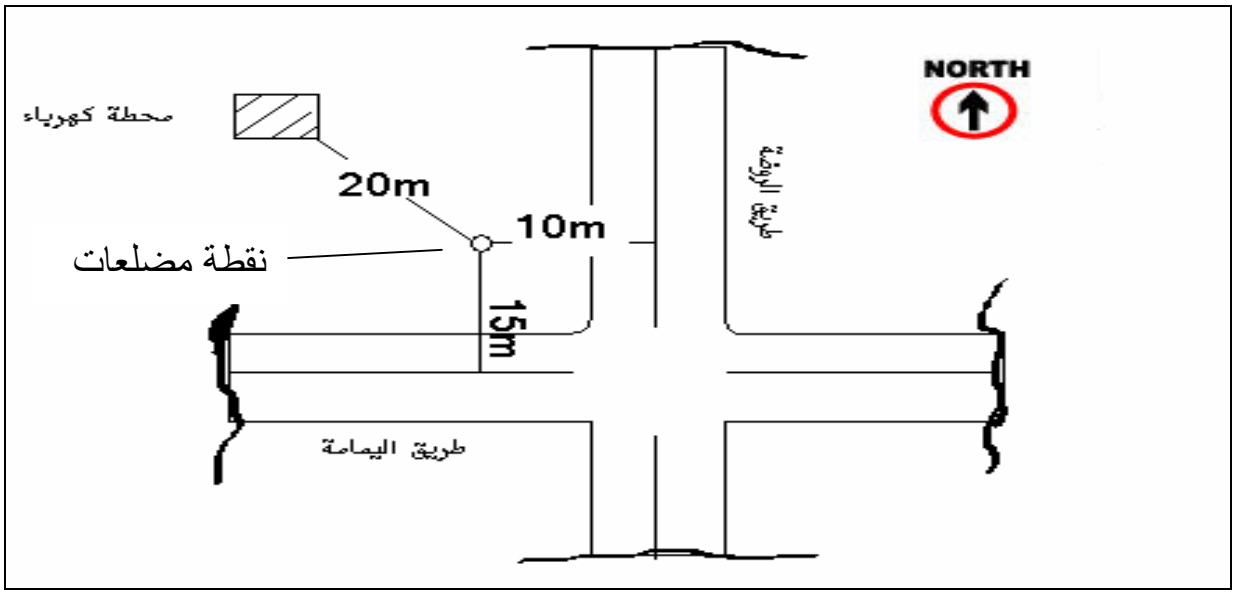
الشكل (16 - 1)

وبعد ذلك ترفع نقط المضلعات على الكروكي العام وتعطى كل نقطة رمزاً أو رقماً أو الاثنين معا .

د - بطاقات الوصف :

بعد تثبيت نقاط المضلع ترسم بطاقات وصف لكل نقطة على حدة وتبين البطاقة الجزء المحيط بالنقطة ويدون عليها بعد النقطة عن ثلاثة معالم ثابتة في الطبيعة وتقاس هذه الأبعاد بالشريط والغرض من بطاقة الوصف هو الاستدلال على موقع النقطة إذا أزيلت وذلك بتوقيع الأبعاد المرسومة.

ولتحديد موضع النقطة يكفي قياس بعدين عن معلمين ثابتين ويستحسن أن تكون هذه الأبعاد في اتجاهات مختلفة شكل (17 -1) .



معلومات بطاقة الوصف :

اسم المؤسسة : .....

المرتبة :.....

التسمية :.....

المنطقة :.....

المكان :.....

تاريخ الإنشاء:.....

الإحداثي السيني :.....

الإحداثي الصادي :.....

المنسوب :.....

ملحوظات :.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

هـ - الأعمال الحقلية للمضلع :

بعد اختيار النقاط وتثبيتها في أماكنها المحددة وعمل كروكيات النقاط وترقيمها وترقيم الزوايا تبدأ الأعمال الحقلية وهي كالتالي :

- تثبيت الجهاز على نقطة معلومة الإحداثي والانحراف وإذا لم تتوفر المعلومات السابقة تفرض الإحداثيات ويقاس انحراف الضلع الأول للمضلع من الشمال .
- ضبط الجهاز وإعداده للرصد .
- قياس الزوايا الداخلية .
- قياس أطوال الأضلاع .
- تسجل القياسات إما في جداول معدة مسبقا يدويا أو تسجيلها في جهاز المحطة المتكاملة مباشرة كما سنرى ذلك في التدريب العملي .
- رصد المعالم والتفاصيل الموجودة في الطبيعة انطلاقا من شبكة النقاط المعلومة الإحداثي (شبكة المضلعات) التي تم تثبيتها في الطبيعة مسبقا حيث يتم رصد المعالم المطلوب رفعها مساحيا وذلك بوضع جهاز المحطة المتكاملة فوق إحدى نقاط المضلع (معلومة الإحداثي) ويجرى الضبط المؤقت للجهاز والإعدادات اللازمة بعناية (التسامت – الأفقية – إزالة البرلاكس – إدخال قيمة ارتفاع الجهاز والعاكس – تأثير العواكس والعوامل الجوية) وتسجل قياسات الرفع التفصيلي إما في جداول معدة سابقا وهذا أفضل (للمراجعة والتدقيق) أو من خلال الجهاز نفسه أو بواسطة جامع المعلومات .

و - الأعمال المكتبية :

وتنقسم الأعمال المكتبية إلى ما يلي :

1 - حسابات المضلع وتشمل ما يلي :

- حساب خطأ قفل المضلع في الزوايا الأفقية ومقارنتها بالخطأ المسموح به ، تصحيح الزوايا الأفقية إذا كان الخطأ مسموحاً .
- حساب الانحرافات .
- حساب مركبات الأضلاع وخطأ القفل الطولي ومقارنته بالخطأ المسموح وتصحيح مركبات الأضلاع إذا كان الخطأ مسموحاً به .
- حساب الإحداثيات الأفقية (الشرقي , الشمالي) لنقاط المضلع .

2 - تحقيق قفل مناسيب نقاط المضلع على نقطة البداية ومقارنة الفرق مع الخطأ المسموح به وتصحيح الارتفاعات .

3 - توقيع ورسم نقاط المضلع على الخريطة المساحية بحيث يؤخذ في الاعتبار امتداد الأعمال المطلوب توقيعها ويستعان بالكروكي العام في ذلك بحيث تكون نقاط المضلع داخل ورق الرسم وقد يستعان هنا إما بشبكة الإحداثيات أو طريقة الأشعة (الزاوية والمسافة) أو من خلال البرامج المساحية و برنامج الرسم أوتوكاد .

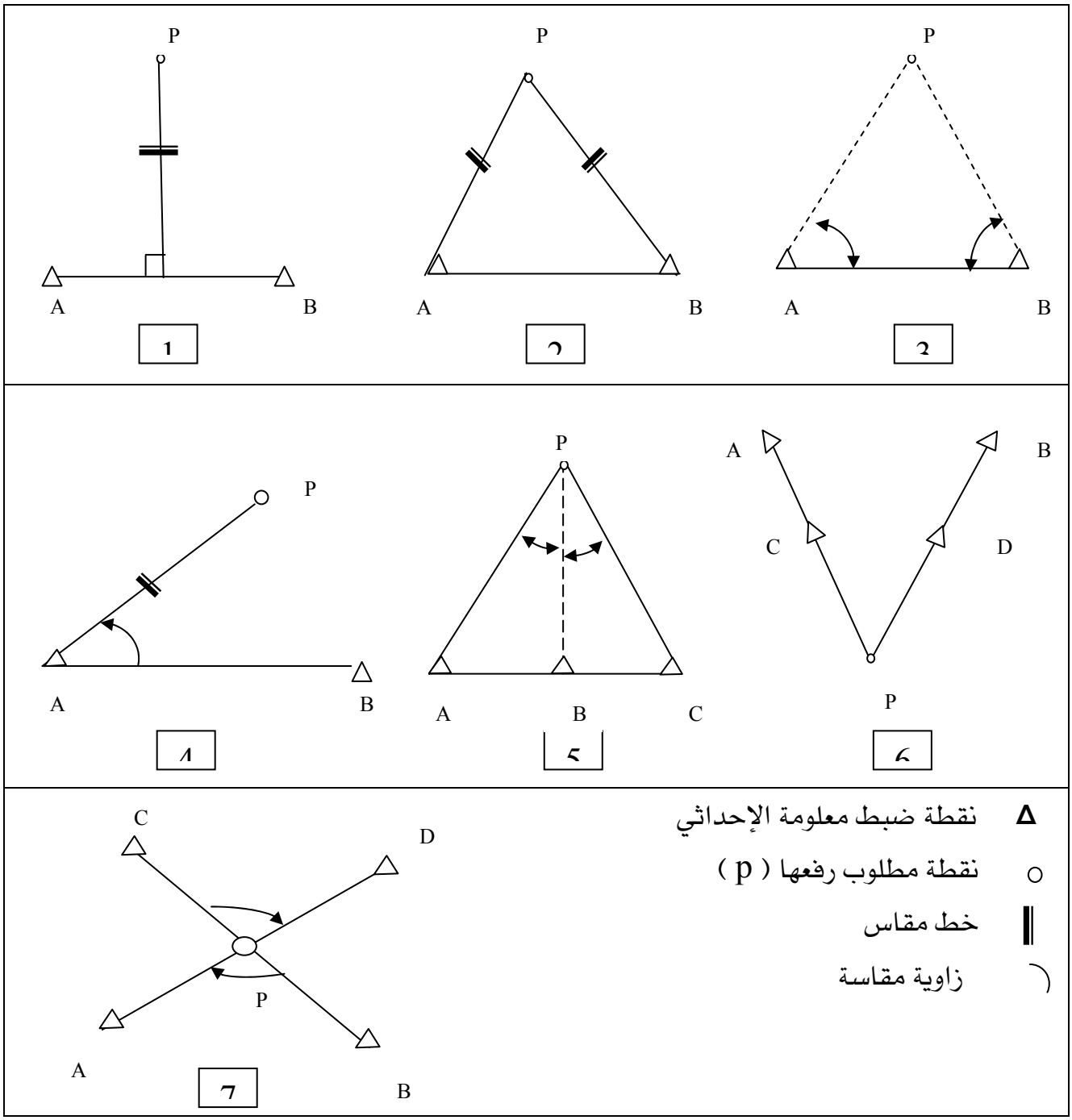
4 - توقيع التفاصيل والأهداف المرفوعة مساحيا على الخريطة المساحية ويتم ذلك عادة بإحدى الطرق المذكورة سابقا (طريقة الأشعة ، الإحداثيات ،البرامج المساحية، برنامج الرسم أوتوكاد).

5 - توقيع المناسيب على الخريطة (في أعمال الرفع الطبوغرافي) :ويتم ذلك بعدة طرق منها : رسم نقاط مكتوب عليها المناسيب في الخريطة أومن خلال تباين الألوان كما في الخرائط الجغرافية وهناك طرق أخرى مثل التظليل والهاشور ، وتعد أفضل طريقة لتوقيع الارتفاعات هي رسم خطوط الكنتور حيث كل خط يمثل منسوباً مستقلا والفرق بين خط الكنتور والذي يليه ثابت ويسمى الفترة الكنتورية ويعتمد اختيار الفترة الكنتورية على عدد من العوامل منها : دقة الخريطة المطلوبة - طبيعة الأرض – مقياس رسم الخريطة.

ولرسم خطوط الكنتور على الخريطة هناك عدة طرق منها طريقة الحساب ،طريقة الرسم ، التقدير والتقريب أو بواسطة البرامج المساحية أو برامج الرسم المتخصصة .

5 -1 -5 : رصد المعالم المطلوب رفعها مساحيا في الطبيعة :

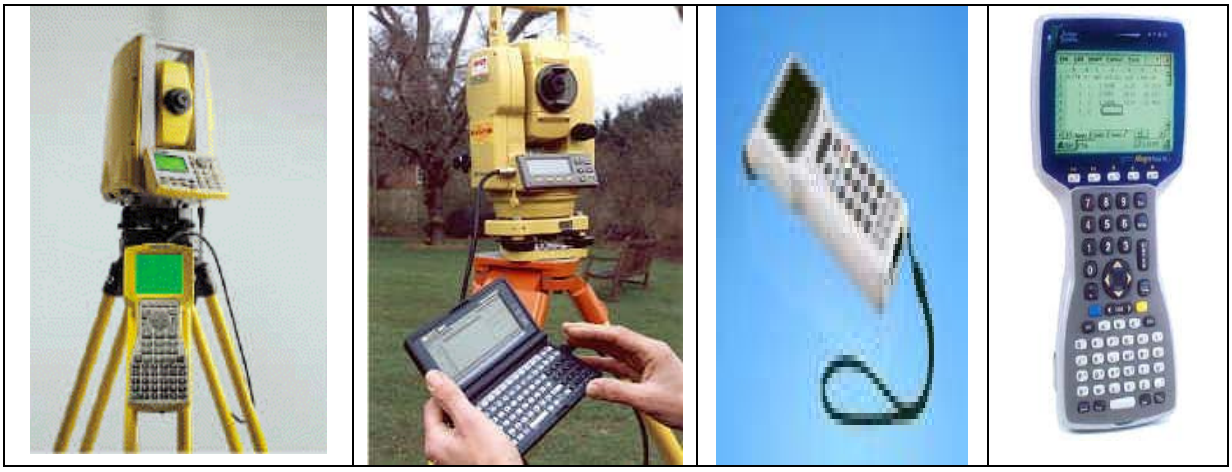
اعتمادا على شبكة المضلعات المثبتة في الطبيعة وتحديدا من نقاط المضلع المثبت في الموقع المطلوب رفعه يتم رصد وتحديد مواقع الأهداف التفصيلية بإحدى الطرق التالية شكل (18 -1):



5 -1 -6 : : إدخال البيانات والقياسات وحفظها في أجهزة الرصد :

من مزايا أجهزة المحطة المتكاملة إمكانية الاستغناء عن دفتر الحقل الكلاسيكي أثناء العمل وذلك لتوفر عدد من الآليات والوسائط لتسجيل القياسات والبيانات عليها ومنها :

أ - جامع البيانات (Data Collector) : يتصل هذا النوع من الأجهزة بالمحطة المتكاملة من خلال كيبل توصيل أسفل لوحة المفاتيح ويمكن نقل القياسات والبيانات من الجهاز إلى جامع البيانات أو إدخال أي بيانات إلى جهاز المحطة من خلاله . شكل (19 -1)



ب - جهاز المحطة المتكاملة نفسه حيث يكون الجهاز عبارة عن نظام متكامل من حيث الرصد وجمع البيانات وضبطها وتصحيحها وتكون هناك ملفات خاصة في الجهاز تستدعى أثناء القياس لتسجيل القياسات عليها من خلال لوحة المفاتيح ويمكن تخزين هذه البيانات في الجهاز مباشرة أو في كارتخاص ثم بعد ذلك يوصل الجهاز بالحاسب مباشرة عبر كيبل التوصيل (RS-232) لنقل هذه الملفات إلى الحاسب بواسطة البرامج المساحية المتوافقة مع نوع الجهاز.

ج - من خلال الريموت كنترول (Cordless Remote Control Device) متوافقة مع جهاز المحطة المستخدم بحيث تنقل جميع القياسات والبيانات المطلوبة بدون لمس الجهاز إلى جامع البيانات المثبت في الجهاز .

د - بواسطة كارتتسجيل (Recording Card) خاص بنوع الجهاز المستخدم ومعظم هذه الكروت المستخدمة معرفة على أجهزة الحاسب المحمول لكن بالنسبة للحاسب الشخصي (PC Computer) يتم تعريفها عليه من خلال قارئ الكارت (Card Reader) .

ويجب أن نعلم أن الكارت المستخدم يكون مرتبط فقط بنوع جهاز المحطة المتكاملة المستخدمة أي لا يمكن استخدام الكارت لأكثر من موديل من الأجهزة فقط لموديل واحد . شكل (20 -1)

وتعد الطريقة الثانية (ب) من أفضل الطرق وأكثرها اقتصادية وسرعة حيث هناك بعض الأجهزة لديها إمكانية لتخزين حوالي 10000 نقطة وأكثر على الملفات بداخلها .

ومن الأفضل أن يكون جهاز المحطة المتكاملة مزوداً ببرامج معالجة القياسات (processing) وكذلك مزوداً ببعض البرامج الحسابية (geometry) لحساب المضلعات وحساب الحجوم والمساحات والتقاطع الأمامي وعمليات التوقيع ، وهذا بالتالي يحقق إنتاجية أعلى للجهاز وفاعلية أكثر (Productivity & Efficiency) وذلك لأنه أصبح يمثل نظام رصد متكامل يؤدي الوظائف التالية :

- جمع البيانات (Data Collector)
- معالجة البيانات وضبطها (Data Processing)

وأكثر الموديلات الجديدة من أجهزة المحطة المتكاملة مزودة بهذه الإمكانيات مما يعني فاعلية وإنتاجية أعلى للجهاز ويقلل التكاليف المالية والزمنية بحيث أصبح يمكن إنجاز ما يقارب من 700 - 1000 نقطة يوميا بهذه الأجهزة وهذا يعادل من 2 -3 مرات أسرع مما لو أخذت بأجهزة المساحة التقليدية .

5 -2 : مرحلة الأعمال المكتبية : وتشمل مايلي

5 -2 -1 : نقل البيانات والقياسات من أجهزة الرصد إلى جهاز الكمبيوتر(Data (Downloading

يتم نقل البيانات والقياسات من أجهزة الرصد إلى جهاز الحاسب في كثير من أجهزة المحطة المتكاملة وفق الخطوات التالية :

أ - إذا كانت القياسات مخزنة في جهاز المحطة المتكاملة يتم توصيل الكيبل(RS-232) بجهاز المحطة المتكاملة في أسفل لوحة المفاتيح وتشغيل الجهاز و من خلال مفاتيح الوظائف (F1,F2...) يتم تحويل الملفات المخزن عليها البيانات في الجهاز إلى الحاسب والبدء في عملية نقل البيانات وإذا كانت البيانات والقياسات مخزنة في جامع البيانات (data collector) تتم الخطوات السابقة ، شكل (21 -1).

أما إذا كانت البيانات مخزنة على كارت(card) فيتم تشغيل جهاز المحطة وبواسطة لوحة المفاتيح يتم تحويل البيانات إلى الكارت وينقل الكارت إلى الحاسب إذا كان من نوع المحمول القابل لتعريف الكارت ليتم التعرف عليه وعلى البيانات المسجلة فيه أما إذا كان لايمكن ذلك فيتم تعريف الكارت من خلال وسيلة أخرى تسمى (card reader) قارئ الكارت ويوصل بجهاز الحاسب لتعريف البيانات الموجودة على الكارت . شكل (22 -1)

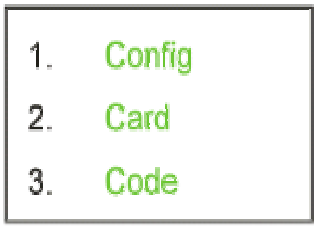
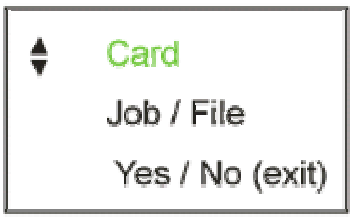
شكل (21 -1)

شكل (22 -1)

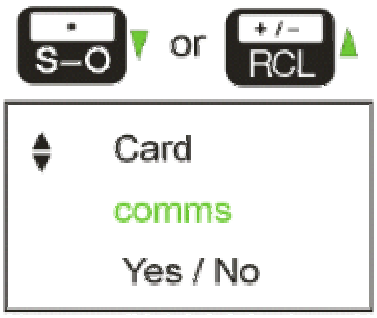
ب - استدعاء برنامج الإنزال (Download Program) الخاص بنوع جهاز المحطة المستخدم من الحاسب مثل برنامج (Liscad) .وإكمال إجراءات تحويل وإنزال البيانات من الجهاز أو من الكارت إلى الكمبيوتر.

مثال توضيحي/ على نقل قياسات مساحية مخزنة في جهاز من نوع سوكيا إلى الحاسب باستخدام برنامج Liscad :

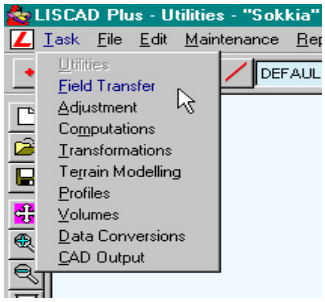
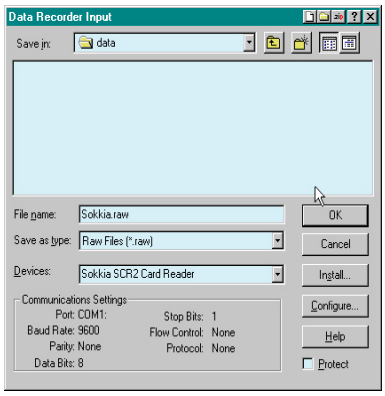
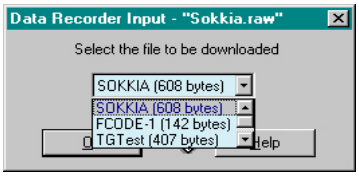
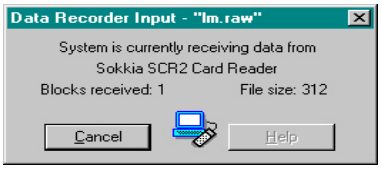
أ - تشغيل جهاز المحطة وإعداده لنقل المعلومات(ON):

اضغط مفتاح القائمة (Menu Mode) ستظهر الخيارات الموجودة في اليسار .	!Error 
اختر الكارت (card)	
اضغط مفتاح البرنامج (PROG) ستظهر الخيارات الموجودة في اليسار	

ب - إكمال العمليات الخاصة بإنزال ونقل البيانات والقياسات (download) في جهاز الحاسب بواسطة

اختر "Data Output"	
اضغط S-O أو RCL لتشغيل الاتصال (comms)	
اضغط ENT SHFT لجعل الجهاز المتصل (الكمبيوتر) على الخط . ستظهر العلامة التالية CE·CA لتأكيد عملية النقل وللخروج اضغط NO	
في جهاز الحاسب اطلب البرنامج المتوافق مع جهاز المحطة الكاملة (والبرنامج المستخدم هنا متوافق مع كثير من الأجهزة) وهو برنامج LISCAD وذلك لإنهاء عملية إنزال ونقل البيانات	
اضغط CE·CA CE·CA للرجوع للقائمة الرئيسة أو مفتاح NO مرتين	

برنامج LISCAD :

يطلب برنامج LISCAD من جهاز الحاسب	
افتح ملف جديد (NEW FILE) واختر Task ومنها اختر (field transfer) .	
اختار Input > Data Recorder	
سيعطيك الصفحة المقابلة ولاختيار اسم الملف يتم اختيار أي اسم للملف لتخزين المعلومات وليكن اسم الملف هو اسم الجهاز ويتم اختيار التخزين (*Save As type*) باسم (Raw Files) يكتب في الخانة الثالثة قارئ الكارت المستخدم (Card Read) إذا كان هناك قارئ كارتأما إذا كان بدون سيعطيك المعلومات اللازمة . اضغط **Configure...** اضغط **OK**	
التالي هو مربع الحوار المقابل ويحتوي على أسماء الملفات التي تم تخزين البيانات عليها والموجودة في الجهاز أو على كارت التسجيل ، يتم اختيار الملف الذي تم التخزين عليه وذلك بتمرير المؤشر ثم اضغط **OK** بعد ذلك سترى مربع الحوار الثاني المقابل الذي يبين أن المعلومات والقياسات بدأت تنتقل من الكارت إلى الحاسب .	 

5 -2 -2 : طريقة عرض البيانات والقياسات المخزنة في أجهزة المحطة المتكاملة والتعامل معها :

يتم تخزين البيانات في أجهزة المحطة المتكاملة على وسائط عديدة كما أشرنا سابقا ومنها كارتالتسجيل (Card) ومعظم الأجهزة الحديثة تستخدم هذه الطريقة لتخزين البيانات والقياسات عليها وهناك طريقتان تستخدم لعرض البيانات المخزنة وهي :

أ - طريقة القياسات المفصلة (Measurements Blocks)

وتحتوي على رقم النقطة ورمزها والقياسات التي تمت عندها (أي توصيف النقطة وربما يكون هذا التوصيف عدديا) تتوزع هذه القياسات في مجموعات (blocks) لكل نقطة تم عندها قياس ويأخذ البلوك رقماً وحيداً وبالتالي يمكن أن تتكرر أرقام أو رموز بعض النقاط حسب طبيعة العمل ولكن أرقام البلوكات لا يمكن أن تتكرر وبالتالي يمكن التعرف على موقع النقطة والقياسات التي تمت عندها وهذه الطريقة تعد الأكثر استخداما وذلك لوضوحها .

2 - طريقة القياسات المشفرة (Code Blocks) :

وهذه تعطي المجموعات (blocks) رموزاً وأرقاماً خاصة لتحديد الأرصاد فيها ومواقع تلك الأرصاد وأماكن رصدها مما قد يحدث غموض أو فقد بعض المعلومات أثناء التخزين عليها وأثناء استعراضها .

وفي كلتا الطريقتين يجب أن تنقل البيانات إلى الحاسب أولا ثم يجرى عليها بعض التعديلات وتلغى بعض القياسات الزائدة وترتب حسب متطلبات البرنامج المساحي الذي سوف يتعامل معها في التصحيح والضبط وأعمال الرسم وإلا لن تتعرف عليها البرامج المساحية وبالتالي تصبح عديمة الفائدة .

ويمثل النموذج التالي بعض القياسات والبيانات التي تم نقلها (down load) إلى الحاسب من كارتالتسجيل وكانت طريقة التسجيل عليه هي طريقة القياسات المفصلة (Measurements Blocks)

مثال على طريقة التسجيل :

110001+00000000	21.103+09803900	22.103+08849970	31..00+00258533
51....+0100+000	81..00+00255904	82..00-00036142	83..00+000071

في المثال السابق بلوك واحد يحتوي على ثمان كلمات كل كلمة تحتوي على 16 فراغ (characters) ولاحظ كل رقمين في بداية الكلمة يدل على نوع معين من القياسات و المعلومات داخل الكلمة مثلاً :

كلمة 1 - 11 : تعني (ترقيم النقاط) ورقم النقطة =000 ورقم البلوك = 0001 .
كلمة 2 - 21 : تعني (زاوية أفقية) = 98.039 درجة .
كلمة 3 - 22: تعني (زاوية رأسية مقاسة من السمت) = 88.4997 درجة .
كلمة 4 - 31: تعني (مسافة مائلة) = 258.533 متر .
كلمة 5 - 51: تعني كلمة متاحة للإضافة (ويمكن شطبها) .
كلمة 6 - 81: تعني الإحداثي الشرقي (E) =25.5904 م .
كلمة 7 - 82: تعني الإحداثي الشمالي (N) = 3.6142 متر .
كلمة 8 - 83: تعني منسوب النقطة (Z) = 7194 , متر .

وتعد هذه أهم المعلومات التي نحتاجها لأعمال الضبط والتحقيقات في معالجة الحسابات بالحاسب كما أن برامج الرسم تتعرف على نوع النقاط وشكلها (ركن – حافة طريق) من خلال الترقيم حيث يضاف إلى رقم النقطة أرقام أخرى تدل على توصيفها وبالتالي يمكن لجهاز الحاسب أن يرسم النقاط مباشرة وفق هذه الأرقام

مثال :

من خلال بلوك المعلومات التالي حدد المعلومات الرئيسة لإجراء حسابات الضبط والرسم بجهاز الحاسب :

```
110549+00006000  21.323+07291800  22.323+09123700  31..00+00180854
81..10+01172836  82..10+01053110  83..10+00996292  87..10+00001300
                                   410550+00000005 42....+00001101
```

الحل :

المعلومات الضرورية لإجراء الضبط والرسم بواسطة البرامج المساحية :

رقم بلوك التسجيل	رقم النقطة	الزاوية الأفقية	الزاوية السمتية	المسافة المائلة	الإحداثى الشرقي E	الإحداثي الشمالي N	منسوب النقطة H
549	6000	72.91800	91.23700	180.854	117.2836	105.3110	99.6292

وكما أشرنا سابقا لابد من إنزال هذه القياسات والبيانات إلى جهاز الحاسب بحيث تشطب الأرصاد غير اللازمة وتعدل بعض البيانات و ترتب وتنظم حسب الطريقة التي تطلب بها البرامج المساحية إدخال مثل هذه البيانات إليها حتى تتعامل معها وتضبطها وترسمها على شكل خرائط .

بعد ذلك يتم استدعاء البرنامج الخاص بعمل التصحيحات والضبط من جهاز الحاسب وذلك لإجراء العمليات الحسابية المطلوبة (Processing Program) وتحويل القياسات والمعلومات إلى بيانات مضبوطة ومنظمة يمكن الاستفادة منها في مجالات تطبيقية مختلفة .

ولتمثيل البيانات المصححة والمضبوطة بمقياس رسم معين وإخراجها على شكل خرائط مساحية مكتملة العناصر الفنية يستعان ببعض البرامج المتخصصة في الرسم مثل الأوتوكاد وقد تستخدم البرامج المساحية في ذلك و في الأسواق الكثير من البرامج المساحية المتخصصة في إنزال البيانات وتصحيحها وضبطها وبالتالي رسمها .

6 - قائمة تدريبات الوحدة :

1 - التدريب الأول : طريقة إعداد جهاز المحطة المتكاملة للرصد .
2 - التدريب الثاني : الرفع التفصيلي لمنطقة بإنشاء مضلع مغلق سداسي .
3 - التدريب الثالث : الرفع الطبوغرافي من مرصد واحد .

الاحتياطات اللازمة :

1 - التأكد من مناسبة الأجهزة المستخدمة لنوع الأعمال المنفذة من حيث إمكانية القياس والدقة المطلوبة .
2 - التأكد من شحن الأجهزة وجاهزيتها للعمل .
3 - التأكد من نظافة الأجهزة المستخدمة وبخاصة العدسات .
4 - التأكد من ملاءمة دفاتر الحقل لطبيعة القياسات المساحية .
5 - الالتزام باحتياطيات السلامة المهنية في الموقع .
6 - توفر حقائب الإسعافات الأولية .

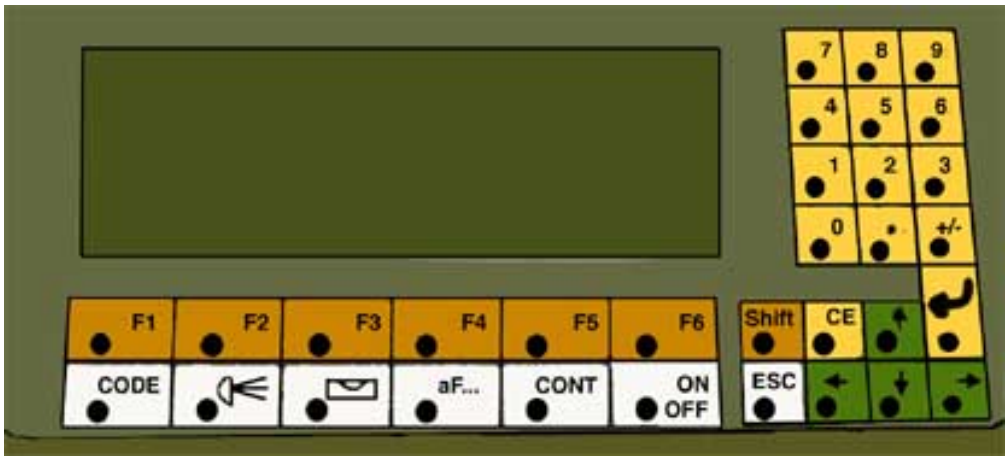
6 -1 : التدريب الأول : طريقة إعداد جهاز محطة متكاملة من نوع (leica) للرصد :

الغرض من التدريب :

- التعرف على طريقة الضبط المؤقت للمحطة المتكاملة .
- التعرف على طريقة إدخال المعلومات الأساسية إلى الجهاز .
- التعرف على طريقة تشكيل نظام الجهاز (configuration) حسب الوحدات الدولية .

الأجهزة والأدوات المستخدمة :

- جهاز محطة متكاملة مع ملحقاته
- ترمومتر لقياس درجة الحرارة الجافة والرطبة
- الألتميتر لقياس الضغط الجوي



نوع المفتاح	لون المفتاح	مثال على العملية
مفاتيح ثابتة	الأبيض	مثل ضبط أفقية الجهاز
مفاتيح الوظائف	البرتقالي	مثل عملية القياس F6
مفاتيح التنقل	الأخضر	تحريك المؤشر
مفاتيح الأرقام	الأصفر	إدخال الأرقام

وصف طريقة إعداد الجهاز للعمل :

الوصف	تتابع العمليات
تشغيل الجهاز	ON OFF
ضبط أفقية وتسوية الجهاز	CONT
الذهاب إلى إجراءات إعداد الجهاز (setup) على النقطة المحتلة واختيار ملفات الرصد الرئيسة أو إعدادات المستخدم (USER TEMPLATE) حسب متطلبات العمل مثل (عدد مرات الرصد للمسافة ونوع رصد الزوايا ....) اضغط cont للعودة إلى : SETUP/STATION DATA	F5 F6 CONT
أدخل المعلومات التالية على التوالي وبعد كل منها اضغط : : 1 - رقم ورمز النقطة المحتلة 2 - ارتفاع الجهاز عليها 3 - إحداثيات النقطة المحتلة (N، E) 4 - منسوب النقطة المحتلة ويفضل أن تسجل هذه البيانات على الجداول التقليدية لحفظها .	x 4
اضغط F4 لإدخال قيمة(BS AZ) انحراف نقطة المرجع بالنسبة للنقطة المحتلة أو قيمة 0.00 وتثبت هذه في الجهاز لكل عمليات قياس الزوايا الأفقية من النقطة المحتلة بواسطة المفتاح F3 .	F3 CONT F4

لتشكيل نظام الجهاز (CONFIG) حسب الوحدات الدولية (SI)، والزوايا=360 درجة،ودرجة الحرارة C ، والضغط mbar ،واللغة،واتجاه رصد الزوايا (+CW) ،والتقريب بعد الفاصلة (DEC) : يجب العودة للوحة الرئيسة ثم اضغط F3 ثم اضغط أدخل واضغط F4 لتعديل اللغة والوحدات واضغط F6 لعرض كامل الاختيارات ويتم التعديل حسب المطلوب ثم اضغط CONT ومرة أخرى CONT للعودة إلى اللوحة الرئيسة .	F6 F4 ↵ F3 CONT CONT
من اللوحة الرئيسة يمكن الدخول إلى إعدادت المستخدم (USER TEMPLATE) وذلك بالمفتاح F3 ثم أدخل CONT وذلك لتنظيم عملية الترقيم وتسمية الملفات ومسح الملفات القديمة وبعد الانتهاء اضغط أدخل .	or F2 (CONT F3 CONT ↵ F6) F3
يعتبر الآن الجهاز معداً لرصد الأهداف المطلوبة(TARGET) لكن يجب إدخال معلومات أساسية عن الهدف مثل ارتفاع العاكس بالمتر، ورقم الهدف وذلك بالضغط على F4 TARGET ومن هذه الشاشة يمكن إدخال تصحيحات ثابت العاكس وخطأ المقياس (SCALE ERROR) بالمفتاح F1+F2 ثم CONT CONT لتخزين المعلومات ثم CONT للعودة للوحة الرئيسة وتبدأ عملية القياس من هنا بواسطة المفتاح F6 (MEAS) من اللوحة الرئيسة.	CONT F4 F6

6 -2 : التدريب العملي الثاني :

رفع تفصيلي لمنطقة باستخدام جهاز محطة متكاملة وذلك بإنشاء مضلع مغلق سداسي مكون من ست نقاط .

الغرض من التدريب :

- استكشاف الموقع وتحديد التفاصيل المطلوب رفعها واختيار نقط المضلع .
- رسم كروكي عام للموقع يحوي المعلومات السابقة شكل (24 -1)
- تثبيت نقط المضلع وعمل بطاقة وصف لكل نقطة حسب الشكل (17 -1)
- أخذ الأرصاد اللازمة لإنشاء المضلع المغلق وحساب إحداثياته .
- أخذ الأرصاد اللازمة لرفع الأهداف (التفاصيل) المطلوبة .
- إجراء الحسابات اللازمة لحساب الإحداثيات المصححة لنقاط المضلع .
- التعرف على طريقة رسم وتوقيع نقط المضلع والتفاصيل لإنتاج خريطة رفع تفصيلي .

الأجهزة والأدوات المستخدمة :

- جهاز محطة متكاملة مع ملحقاته .
- منشور عاكس مع الحامل .
- بوصلة منشورية .
- ترمومتر لقياس درجة الحرارة الجافة والرطبة .
- الألتميتر لقياس الضغط الجوي .
- شواخص مع الحوامل الخاصة .
- مظلة للجهاز .
- جداول تقليدية لتسجيل الأرصاد .

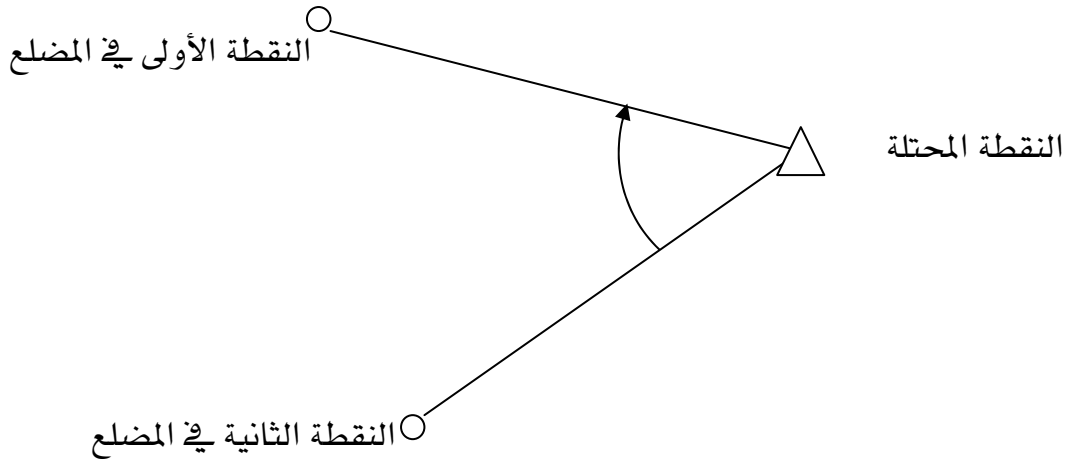
خطوات تنفيذ التدريب :

أولا – الأعمال الحقلية :

1. استكشاف المنطقة المطلوب رفعها وذلك بالمرور فيها بالقدم أو بوسيلة النقل المناسبة وفق الطريقة المشروحة سابقا وذلك من أجل تحقيق أهداف أعمال الاستكشاف .
2. اختيار نقط المضلع المغلق بحيث ترى جميع التفاصيل المطلوب رفعها وتصلح لإنشاء مضلع مغلق وفق شروط نقاط المضلعات المحددة سابقا .
3. رسم كروكي عام للمنطقة توضح عليه جميع المعالم والتفاصيل المطلوب رفعها وكذلك نقط المضلع المقترحة مع ترقيم الأهداف (التفاصيل) المطلوب رفعها شكل (25 -1).
4. عمل بطاقة وصف لكل نقطة من نقط المضلعات كما هو موضح سابقا شكل (17 -1) .
5. احتلال النقطة المعلومة الإحداثي وهي A = (100,100) متر وانحراف الضلع الأول AB هو 350° درجة وإذا لم تكن هناك نقطة معلومة يتم احتلال إحدى النقاط وفرض إحداثياتها ثم يتم تثبيت البوصلة على نفس النقط وتحديد اتجاه الشمال ويوضع شاخص بعيد لتحديد هذا الاتجاه ثم يقاس انحراف الضلع الأول في المضلع ضلع AB من الشمال بواسطة جهاز المحطة المتكاملة في خطوة لاحقة .
6. يتم تثبيت الجهاز على النقطة المحتلة وإجراء الضبط المؤقت كالمعتاد (تسامت ،أفقية خطأ البرلاكس) وقياس درجة الحرارة الجافة ثم الرطبة وقياس الضغط الجوي ثم يشغل الجهاز وتجرى الإعدادات الأولية له كما ذكرنا سابقا (الوحدات – ملفات التسجيل - اسم المشروع) ثم إدخال بيانات النقطة المحتلة (ارتفاع الجهاز – ارتفاع العاكس - إحداثي النقطة – رقمها ورمزها) وتدخل تصحيحات العوامل الجوية (الضغط – درجة الحرارة جافة ورطبة) وتصحيح خطأ المقياس (scale factor) - وخطأ العاكس .
7. طريقة الرصد سوف تكون طريقة الرصد المتبادل بين النقاط بحيث يتم نقل جهاز المحطة المتكاملة من نقطة إلى أخرى في المضلع وذلك للحصول على دقة أعلى في العمل ويتم عند كل نقطة ما يلي (ضبط الجهاز على النقطة – إدخال ارتفاع الجهاز – ارتفاع العاكس – رقم النقطة ورمزها - التأكد من قيم التصحيحات - فحص ملفات التسجيل للتأكد من تسجيل القياسات التي تمت) ويجب هنا كذلك استخدام الجداول التقليدية لتسجيل الأرصاد عند كل نقطة .

8. الأرصاد والقياسات التي يتم الحصول عليها بعد تثبيت الجهاز عند النقطة وإجراء إعداداته المطلوبة هي كالتالي :

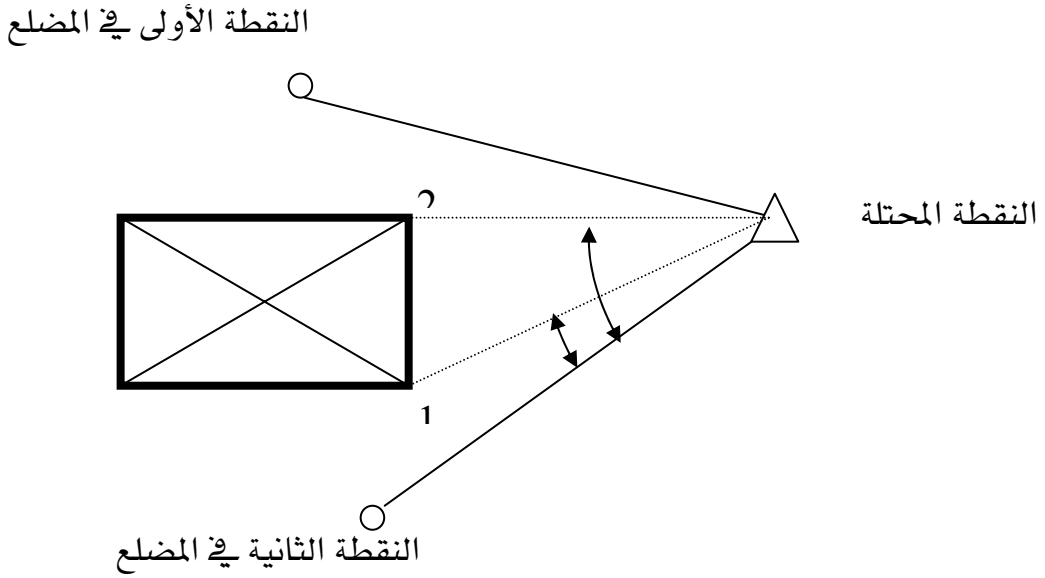
أ – الزوايا الأفقية الداخلية بين أضلاع المضلع والمسافة المائلة لكل ضلع والزاوية السمتية أو الرأسية للضلع والمسافة الأفقية وفرق الارتفاع بحيث يتم تثبيت الجهاز عند النقطة المحتلة وإعداده للرصد ويكون الجهاز في الوضع المتياسر ويوجه المنظار إلى النقطة الثانية في المضلع وتصفر الدائرة الأفقية بحيث يكون التوجيه على وسط الوتد المثبت عند النقطة الثانية وبالتالي في وسط العاكس العمودي عليها وتقفل الحركة الأفقية ثم تسجل القياسات المأخوذة عند النقطة الثانية (الزاوية السمتية ،المسافة المائلة ،المسافة الأفقية وتسجل في الجهاز والجداول التقليدية) تفك الحركة الأفقية ويدار المنظار في اتجاه عقارب الساعة لرصد النقطة الأولى بحيث يكون التوجيه على وسط الوتد المثبت عند النقطة الأولى وبالتالي في وسط العاكس العمودي عليها وتقفل الحركة الأفقية ثم تسجل الزاوية الأفقية في الجهاز وفي جداول الرصد وتسجل كذلك بقية القياسات (مسافة مائلة – زاوية سمتية – مسافة أفقية) . شكل (23 -1).



تفك الحركة الأفقية ويعاد المنظار مرة أخرى إلى النقطة الثانية ويلف حول محوره الأفقي 180° ويدار الإليداد عكس عقارب الساعة180°لجعل الوضع متيامناً وترصد النقطة الثانية ثم يدار المنظار إلى النقطة الأولى وتسجل الزاوية في الجدول المخصص لذلك (ويمكن أن يتم قفل الأفق حول النقطة بمعلومية الزاوية الخارجية) وتحسب قيمة الزاوية المتوسطة من الرصد المتياسر والمتيامن ويتم الرصد بهذه الطريقة بين نقاط المضلع جميعا وتسجيلها في الجدول انظر جدول (1 -1) .

بالنسبة لأرصاد الزاوية السمتية والمسافة المائلة والأفقية التي يقيسها الجهاز سيكون هناك قيمتان لكل ضلع لأنه سيتم احتلال طرفي الضلع بالجهاز وبالتالي سيكون القياس ذهابا وإيابا ويؤخذ المتوسط لهما وخاصة المسافة الأفقية وبالنسبة للزاوية السمتية فيكتفى بتسجيلها مرة واحدة انظر الجدول (3 -1) .

ب - النوع الثاني من الأرصاد التي يتم أخذها عند نقط المضلعات هي الزوايا الأفقية والسمتية (الرأسية) والمسافة المائلة والأفقية وفرق الارتفاع بين نقط المضلع والتفاصيل التي يمكن رصدها منها وذلك كما يلي شكل (24 -1) .



بعد إجراء قياس الزوايا الأفقية الداخلية للمضلع وأطوال أضلاعه يتم استكمال رفع التفاصيل من النقطة المحتلة وكمثال في الشكل السابق وبنفس إعدادات الجهاز يوجه المنظار من النقطة المحتلة إلى وسط الوتد المثبت عند نقطة المضلع الثانية وتصفر الدائرة الأفقية في هذا الاتجاه ثم يدار منظار الجهاز في اتجاه عقارب الساعة إلى العاكس المثبت رأسيا فوق الهدف رقم (1) أو ملاصق له مع إدخال ارتفاع العاكس في الجهاز عند كل هدف ورقم الهدف ويقصد بالهدف هو نقطة التفاصيل المطلوب رفعها وتسجل قيمة الزاوية الأفقية في الجهاز وفي الجداول ثم تقاس المعلومات الأخرى وهي المسافة المائلة – الزاوية السمتية – المسافة

الأفقية – فرق الارتفاع بين نقطة المضلع والهدف وتسجل في الجهاز وفي جداول الرفع التفصيلي الخاصة وتكرر الطريقة السابقة مع كل التفاصيل المطلوبة والتي يمكن رؤيتها من نقطة المضلع الأولى ، ينقل الجهاز إلى النقطة الثانية في المضلع وتصفر الدائرة الأفقية في اتجاه النقطة المحتلة وترصد التفاصيل التي يمكن رؤيتها من نقطة المضلع الثانية كما تم شرحه وتسجل في الجدول المخصص انظر جدول (6 -1) تكرر الخطوات السابقة عند نقل الجهاز من نقطة مضلع إلى أخرى حتى يتم رفع كل التفاصيل المطلوبة .

9. يتم نقل الجهاز إلى نقطة مضلع أخرى وتجرى له الإعدادات اللازمة ويتم رصد الزاوية الأفقية عندها كما في الفقرة أ ويتم رصد التفاصيل من هذه النقطة كما في الفقرة ب .

ويمكن تلخيص الأعمال الحقلية كما يلي :

- إعداد الجهاز للرصد (إدخال رقم النقطة المحتلة – ارتفاع الجهاز – ارتفاع العاكس – التصحيحات الجوية –التصحيحات الهندسية).
- رصد الزوايا الأفقية الداخلية عند كل نقطة وطول كل ضلع من المضلع والزاوية السمتية وتسجيلها في جدول أرصاد المضلع كما يتم تسجيلها في ملف خاص بأرصاد المضلع في الجهاز.
- رفع التفاصيل المجاورة لنقاط المضلع كما تم شرحه وتسجيلها في الجداول الخاصة بالرفع التفصيلي كما أنها تسجل في ملف خاص بأرصاد الرفع التفصيلي في الجهاز .

بعد الانتهاء من رفع جميع نقاط المضلع وجميع التفاصيل تنقل الأرصاد المسجلة في جهاز المحطة إلى الحاسب الآلي (download) بالطرق المشروحة سابقا حسب نوع الجهاز المستخدم والبرنامج المساحي المتوافق معها ثم تبدأ الأعمال المكتبية كما يلي :

ثانيا: الأعمال المكتبية :

يتم استدعاء البرنامج المساحي المتوافق مع نوع جهاز المحطة المتكاملة في الحاسب وتستدعى كذلك الملفات التي تم إنزالها من جهاز المحطة (ملف قياسات المضلع المغلق + ملف قياسات النقاط التفصيلية) وتعالج أولا أرصاد المضلع المغلق لتظهر الإحداثيات المصححة لنقاط المضلع ومن خلال برنامج الرسم تعالج ملفات أرصاد المضلع المصححة وملفات أرصاد الرفع التفصيلي لتكون المخرجات عبارة عن خريطة رفع تفصيلي حسب مقياس الرسم المطلوب.

ويكون ترتيب خطوات الأعمال المكتبية نظريا كالتالي :

أ – حساب الإحداثيات المصححة لنقط المضلع انظر الملحق (1) القوانين الخاصة بعملية حسابات المضلع المغلق والموصل وذلك باتباع الخطوات التالية :

- رصد الزوايا الأفقية الداخلية بين الأضلاع (متياسر ومتيامن) وأخذ المتوسط وحساب خطأ القفل الزاوي ومقارنته بالخطأ المسموح انظر جدول (1 -1) .
- توزيع خطأ القفل الزاوي إذا كان مسموحاً على الزوايا الأفقية وتحديد قيم الزوايا الأفقية المصححة وحساب انحرافات الأضلاع منها انظر جدول (2 -1) .
- حساب المسافة الأفقية المتوسطة بين كل نقطتين من نقاط المضلع جدول (3 -1) .
- حساب مركبات أضلاع المضلع (فرق الشرقيات ، فرق الشماليات) انظر جدول (4 -1) .
- حساب خطأ القفل الطولي ونسبته ومقارنته بالخطأ المسموح انظر جدول (4 -1) .
- تصحيح قيم مركبات أضلاع المضلع نتيجة خطأ القفل الطولي انظر جدول (4 -1) .
- حساب مركبات الأضلاع المصححة (فرق الشرقيات المصحح ، فرق الشماليات المصحح) انظر جدول (5 -1) .
- حساب الإحداثيات المصححة لنقاط المضلع انظر جدول (5 -1) .

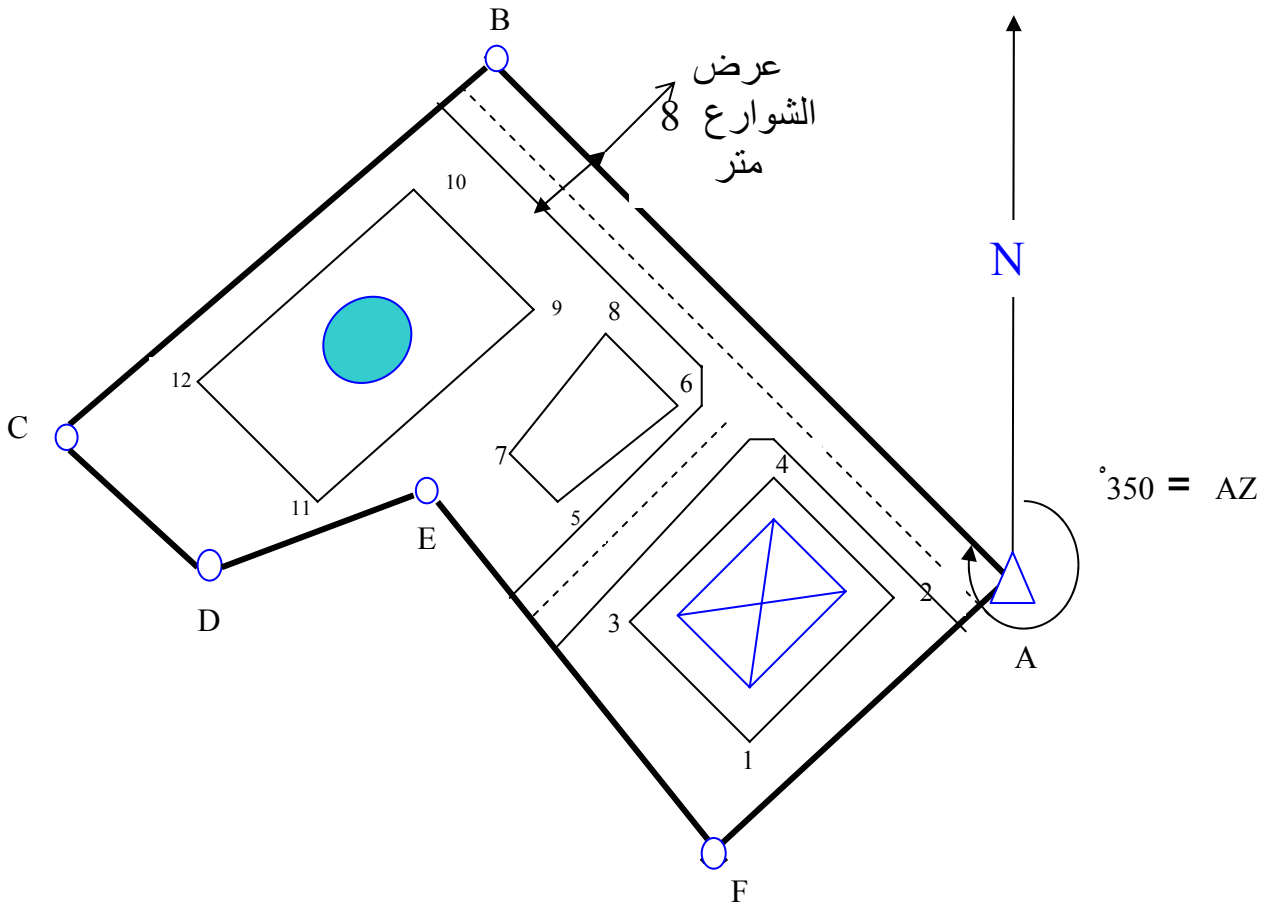
ب - تصميم شبكة إحداثيات بمقياس رسم مناسب لتوقيع نقاط المضلع والتفاصيل المرفوعة عليها شكل (27 -1) بحيث يؤخذ في الاعتبار امتداد الأعمال المطلوب توقيعها على ورقة الرسم (أي إن جميع الأرصاد المرفوعة سواء المضلع أو التفاصيل تستوعبها ورقة الرسم) ، ويستعان هنا بكروكي المنطقة الموضح عليه حدود المنطقة المطلوب رفعها ونقاط المضلع والتفاصيل للحصول على الوضع الأمثل لها على ورقة الرسم مع مراجعة المسافات المسجلة في الجداول .

تجهز ورقة الرسم وترسم خطوط الشبكة على مسافات محددة ومختارة حسب مقياس الرسم في الاتجاهين الأساسيين (الشمال والشرق) لتشكل شبكة مربعات وبعد ذلك توقع نقط المضلع حسب إحداثياتها مع ملاحظة انه بالإمكان البدء بقيمة غير الصفر من مركز الشبكة (تقاطع المحور الشرقي والشمالي) لضمان استيعاب إحداثيات كافة النقاط المرفوعة انظر الشكل (27 -1) .

ج - توقع التفاصيل بطريقة الزاوية والمسافة (طريقة الانحرافات) وذلك بوضع مركز المنقلة فوق نقطة الرفع (نقطة من نقط المضلع) الموقعة على الورقة بحيث يكون صفر المنقلة في اتجاة نقطة المضلع الثانية التي كانت قراءة الدائرة الأفقية عليها صفر (خط المرجع) وتوقع قيمة الزاوية مساوية لقيمة الزاوية الأفقية لنقطة التفاصيل الأولى في اتجاه حركة عقارب الساعة وتوقع المسافة من نقطة المضلع إلى نقطة التفاصيل حسب مقياس الرسم باستخدام مسطرة أسكيل انظر شكل (26 -1) .

المخرجات النهائية للعمل الحقلي والمكتبي كما يلي :

أولاً : كروكي الموقع المطلوب رفعه موضح عليه نقاط المضلع والتفاصيل المطلوب رفعها مرقمة :



△ نقطة معلومة الإحداثي والانحراف

○ نقطة مضلعات

1,2,... نقاط تفاصيل مطلوبة

شكل (25 -1)

ثانياً : جدول أرصاد الزوايا الأفقية للمضلع جدول (1 -1) :

القراءة المتوسطة			وضع متيامن Face left			وضع متياسر Face right			نقطة مرصودة	المحطة المحتلة
O	\	\\	O	\	\\	O	\	\\		
100	52	30	180	00	00	00	00	00	F	A
			280	52	20	100	52	40	B	
106	29	20	180	00	20	00	00	00	A	B
			286	30	00	106	29	00	C	
56	42	30	179	59	40	00	00	00	B	C
			236	42	20	56	42	20	D	
138	12	00	180	00	00	00	00	00	C	D
			318	12	00	138	12	00	E	
251	25	30	180	00	20	00	00	00	D	E
			71	25	40	251	25	40	F	
66	17	10	180	00	00	00	00	00	E	F
			246	17	00	66	17	20	A	
719	59	00								
00	00	**60**								
720	00	00								

الخطأ المسموح به في أرصاد الزوايا الأفقية = 70 ثانية √ عدد نقاط المضلع × 70 = √ 6 × 70 = 171.5 ثانية وبالمقارنة يكون العمل مقبول ويضاف لكل زاوية (+10 ثوان) انظر جدول الزوايا الأفقية المصححة وزوايا الانحراف .

ثالثاً : جدول الزوايا الأفقية المصححة وزوايا الانحراف (AZ) المحسوبة جدول (2 -1) :

الخلفية (BS)	الوسطى (IS)	الأمامية (FS)	الزاوية الأفقية المصححة			الخط	الانحراف (AZ)		
			\\	\	O		\\	\	O
- -	- - -	- - - - - -	- -	- -	- -	AB	00	00	315
A	B	C	30	29	106	BC	30	29	241
B	C	D	40	42	56	CD	40	10	118
C	D	E	10	12	138	DE	20	24	76
D	E	F	40	25	251	EF	0	50	147
E	F	A	20	17	66	FA	20	7	34
F	A	B	40	52	100	AB	00	00	315
		المجموع=	00	00	720				

انحراف الضلع المجهول = انحراف الضلع المعلوم ±180 درجة ± الزاوية الأفقية الداخلية من المعلوم المجهول

تكون الزاوية موجبة إذا كانت من الضلع المعلوم للضلع المجهول مع حركة عقارب الساعة والعكس

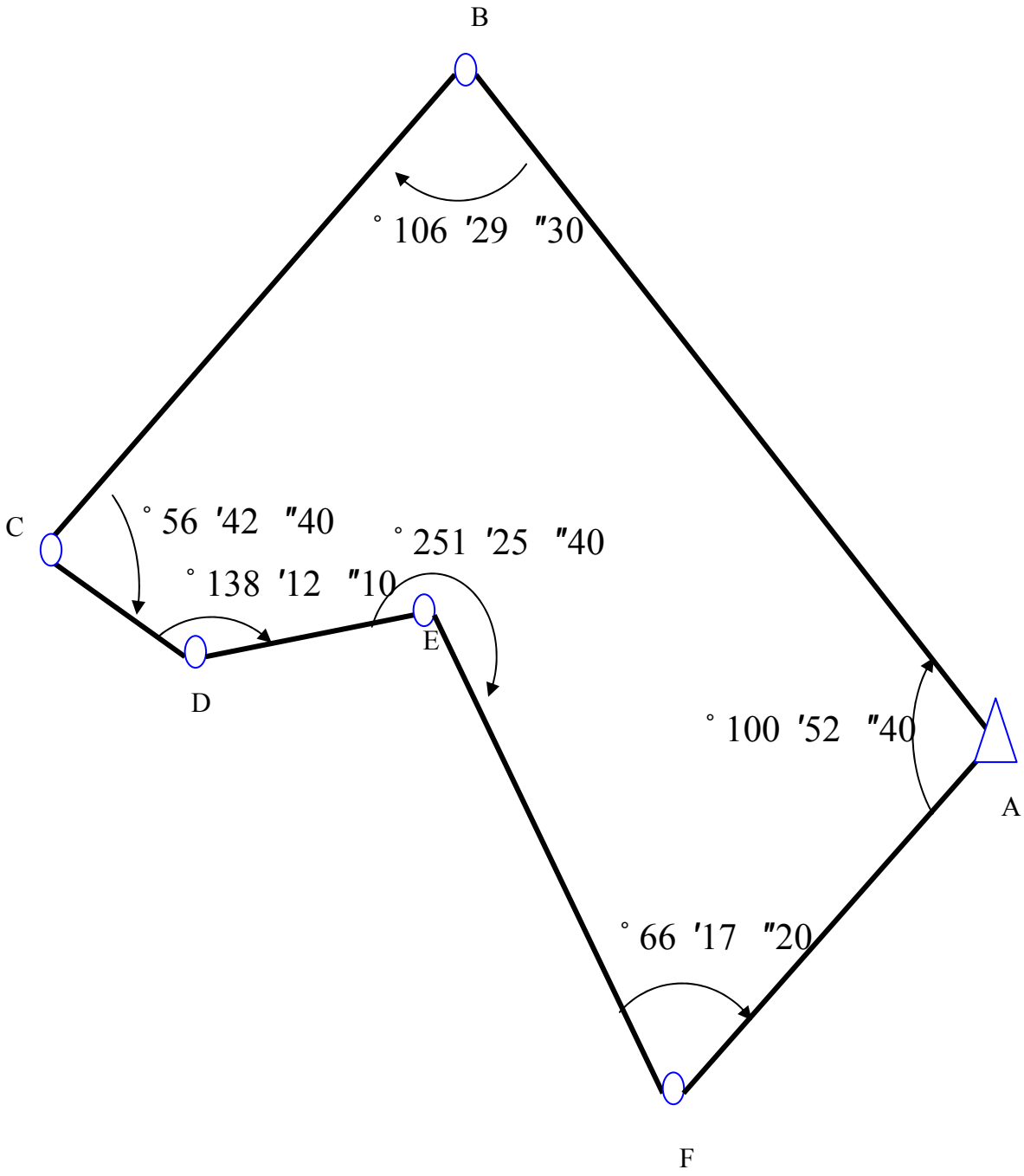
رابعاً: جدول قيم المسافات المائلة المتوسطة والزاوية السمتية والمسافة الأفقية المتوسطة جدول (3 -1) :

الخط	المسافة المائلة المتوسطة Mean of Slop dist. (m)	الزاوية السمتية			المسافة الأفقية المتوسطة Hori.dist (m)
		\\	\	O	
AB	49.413	00	28	88	49.395
BC	41.147	00	09	93	41.085
CD	13.450	00	59	89	13.450
DE	17.590	00	06	89	17.588
EF	46.140	00	34	93	46.050
FA	31.535	00	45	83	31.348

المسافة الأفقية = المسافة المائلة × جا (الزاوية السمتية)

= المسافة المائلة × جتا (الزاوية الرأسية)

خامساً: كروكي المضلع موضح عليه الزوايا الأفقية . شكل (26 -1)



سادساً : الحسابات الخاصة بتصحيح إحداثيات المضلع المغلق جدول (4 -1):

الخط	المسافة الأفقية	انحراف الخط			فرق الشرقيات	فرق الشماليات	تصحيح فرق الشرقيات	تصحيح فرق الشماليات
		\\	\	O				
AB	49.395	00	00	315	34.928 -	34.928	0.004 -	0.018 -
BC	41.085	30	29	241	36.103 -	19.609 -	0.005 -	0.010 -
CD	13.450	10	12	118	11.853	6.356 -	0.002 -	0.003 -
DE	17.588	20	24	76	17.095	4.134	0.002 -	0.002 -
EF	46.050	0	50	147	24.516	38.981 -	0.003 -	0.020 -
FA	31.348	20	07	34	17.585	25.951	0.002 -	0.014 -
المجموع	**198.916**				**0.018 +**	**0.067 +**	**0.018 -**	**0.067 -**

1 - فرق الشرقيات = المسافة الأفقية للخط × جا (انحراف الخط) .

2 - فرق الشماليات = المسافة الأفقية للخط × جتا (انحراف الخط)

3 - طول خطأ القفل = $\sqrt{(\text{المجموع الجبري لفرق الشرقيات})^2 + (\text{المجموع الجبري لفرق الشماليات})^2}$

طول خطأ القفل = 0.0694

4 - ودقة العمل = 1 : مجموع أطوال المضلع / طول خطأ القفل

5 - **دقة العمل** = 1 : 2866 مقارنة مع الخطأ المسموح = 1 : 2000 إذا العمل مقبول ويوزع الخطأ .

6 - تصحيح فرق الشرقيات = معامل تصحيح الشرقيات × فرق الشرقيات

معامل تصحيح الشرقيات = المجموع الجبري لفرق الشرقيات ÷ المجموع العددي لفرق الشرقيات

معامل تصحيح الشرقيات = 0.0001267

7 - تصحيح فرق الشماليات = معامل تصحيح الشماليات× فرق الشماليات

معامل تصحيح الشماليات = المجموع الجبري لفرق الشماليات ÷ المجموع العددي لفرق الشماليات

معامل تصحيح الشماليات = 0.0005155

تابع - الحسابات الخاصة بتصحيح إحداثيات المضلع المغلق جدول (5 -1):

فرق الشرقيات المصحح	فرق الشماليات المصحح	النقطة	الإحداثي الشرقي	الإحداثي الشمالي
34.932 -	34.910	A	**100.00**	**100.00**
36.108 -	19.619 -	B	**65.068**	**134.910**
11.851	6.359 -	C	**28.960**	**115.291**
17.093	4.132	D	**40.811**	**108.932**
24.513	39.001 -	E	**57.904**	**113.064**
17.583	25.937	F	**82.417**	**74.063**
0 0.00	**00.00**	A	**100.00**	**100.00**

8 - فرق الشرقيات المصحح = فرق الشرقيات + تصحيح فرق الشرقيات

9 - فرق الشماليات المصحح= فرق الشماليات+ تصحيح فرق الشماليات

10 - الإحداثي الشرقي (E) = فرق الشرقيات المصحح + الإحداثي الشرقي للنقطة السابقة .

11 - الإحداثي الشمالي (N) = فرق الشماليات المصحح + الإحداثي الشمالي للنقطة السابقة .

سابعاً: الجدول الخاص بأرصاد الرفع التفصيلي جدول (6 -1):

المشروع :..... الجهاز المستخدم:.....النقطة المحتلة :.....

تاريخ الرصد : / / هـ دقته:..... إحداثياتها : الشرقي:.....م

/ / م اسم الراصد :.....

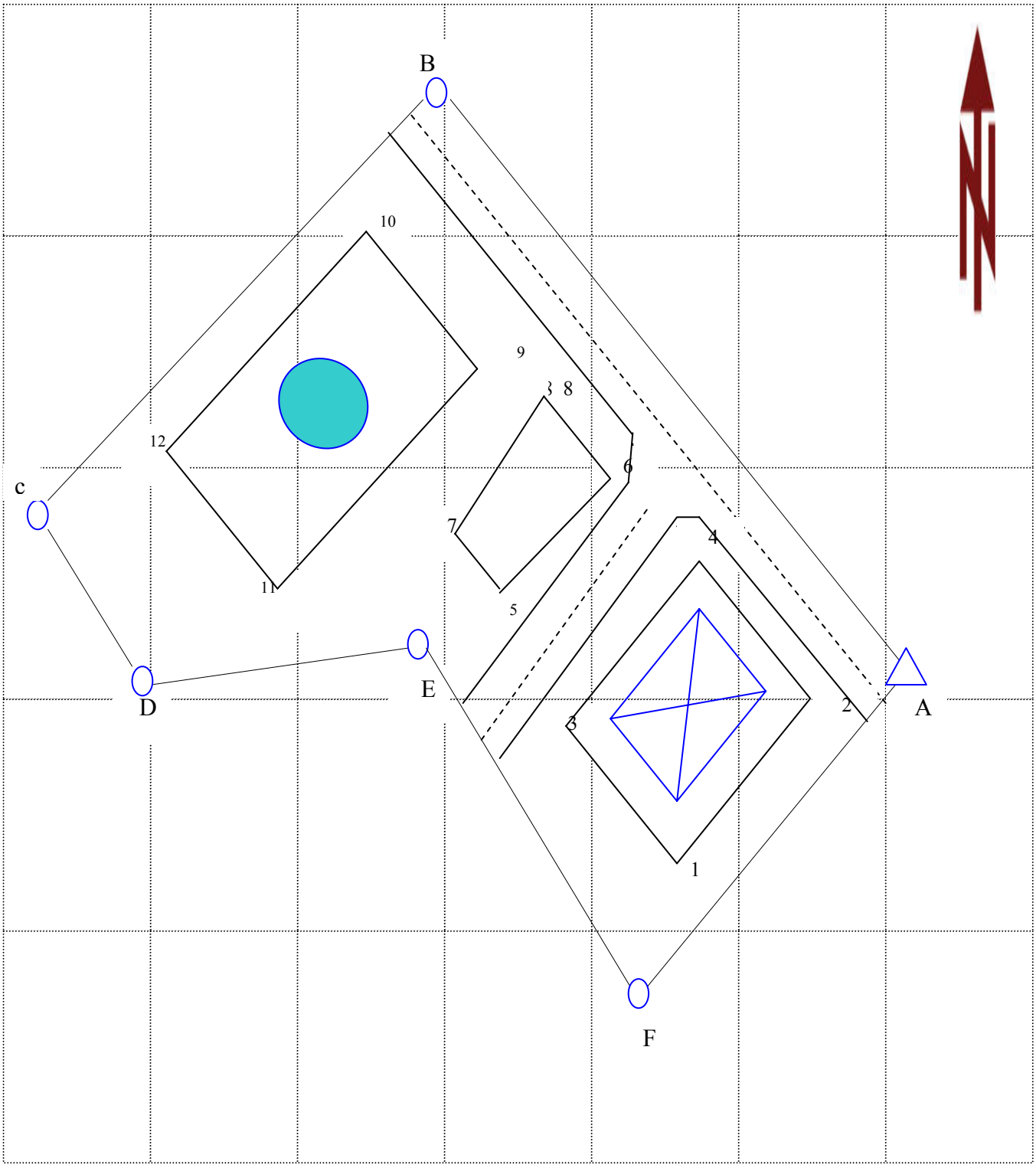
الشمالي:.....م

حالة الجو:..... ارتفاع الجهاز :.....

منسوبها :.....م

النقطة المحتلة	الخط المرجع	الأهداف المرصودة	قراءة الدائرة الأفقية			قراءة الدائرة الرأسية			المسافة المائلة	المسافة الأفقية	فرق الارتفاع	ملحوظات
			//	/	O	//	/	O				
F	FA		00	00	00						BS	
		Blc1	21	15	335	59	08	88	14.321	14.314	0.46 +	ركن مبنى
		Blc3	44	08	315	15	22	88	22.64	22.629	0.644 +	== ==
		Blc5	55	54	300	47	45	91	31.884	31.870	0.981 -	== ==
A	AB		00	00	00						BS	
		Blc2	06	18	310	11	44	88	11.852	11.85	0.261 +	ركن مبنى
		Blc4	52	47	331	02	07	88	21.321	21.310	0.700 +	== ==
		Blc6	41	50	344	42	45	90	28.344	28.342	0.377 -	== ==
E	ED		00	00	00						BS	
		Blc7	33	12	190	01	14	91	6.22	6.218	0.134 -	ركن مبنى
		Blc8	47	22	181	47	55	90	13.412	13.410	0.22 -	== ==
		Blc9	31	01	150	47	02	92	10.462	10.455	0.374 -	== ==
D	DC		00	00	00						BS	
		Blc11	55	46	75	11	23	92	16.284	16.27	0.68 -	ركن مبنى
		Blc12	16	25	17	56	44	93	27.273	27.215	1.78 -	ركن مبنى
B	BA										BS	
		Blc10	28	30	63	23	12	85	13.540	13.510	0.896+	ركن مبنى

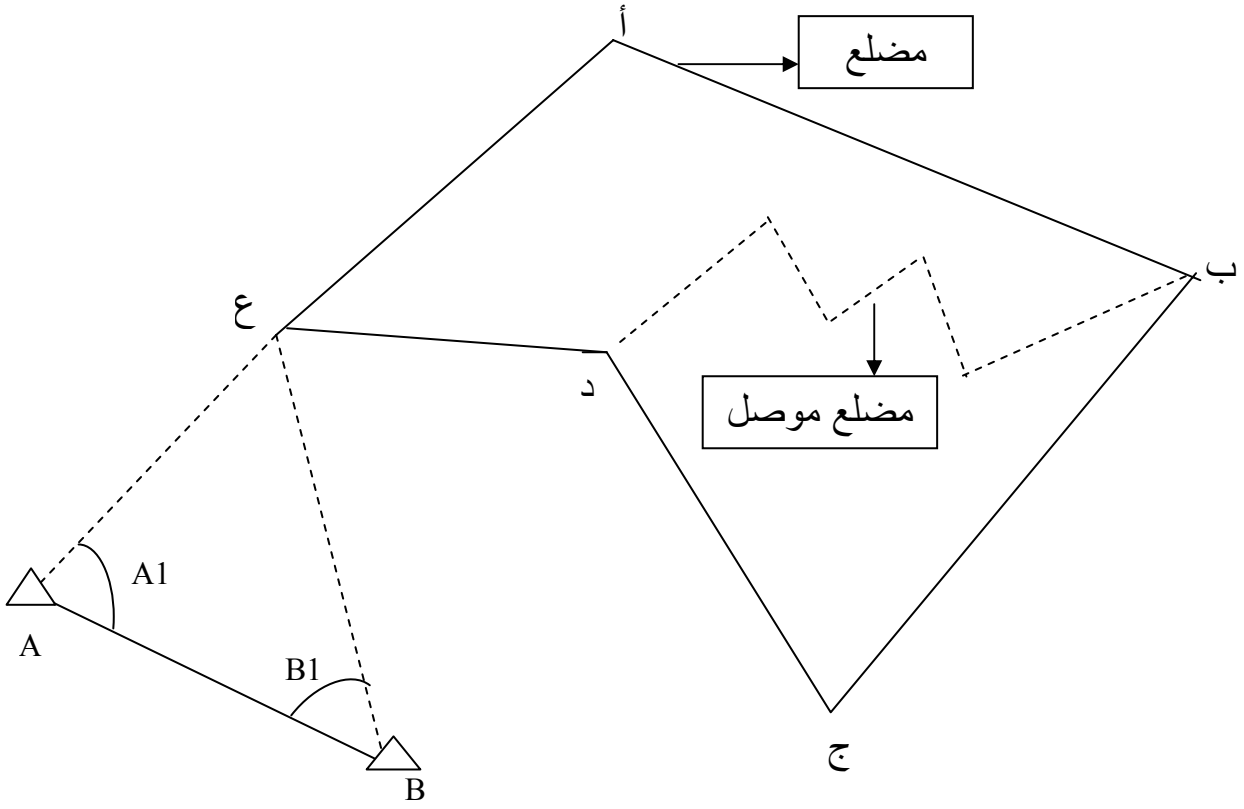
ثامناً: تمثيل تقريبي للخريطة التفصيلية المطلوبة للمنطقة موقعة على شبكة مربعات شكل (27 -1) .



تاسعاً : ربط المضلع بنقاط ضبط أرضية معلومة الإحداثي وإنشاء مضلعات أخرى لرفع التفاصيل الداخلية البعيدة .

لربط المضلع بشبكة مثلثات أو شبكة من النقاط الأرضية المعلومة الإحداثي يتم أولا ربط إحدى نقاط المضلع بهذه الشبكة وذلك عن طريق :

- أرصاد الأقمار الصناعية GPS
- أعمال التثليث الجوي
- أعمال المساحة الأرضية التثليث ، التضليع ، التقاطع العكسي (Resection) حيث يتم الرصد من نقطة المضلع على ثلاث نقاط ضبط معلومة الإحداثي أو على نقطتين مع قياس المسافة إلى هاتين النقطتين ، التقاطع الأمامي (Intersection) حيث يتم رصد نقطة في المضلع من نقطتي ضبط معلومتين أي إن الرصد يتم من نقاط الضبط بدون احتلال نقطة المضلع وبهذه الطريقة يمكن حساب إحداثي نقطة المضلع ويمكن كذلك نقل الانحراف من شبكة المثلثات إلى أحد الأضلاع المرتبطة بالنقطة المحسوب إحداثياتها وبالتالي أصبح المضلع جزءاً من شبكة المثلثات الموجودة في المنطقة ولكن بدرجة أقل .انظر الشكل التالي (28 -1):



من الشكل السابق ومن الرصد من النقطتين المعلومة الإحداثي A,B بطريقة التقاطع الأمامي يمكن حساب إحداثيات النقطة ع كما يلي :

$$\text{الإحداثي الشرقي س ع} = \frac{\text{س A} \times \text{ظتا } B_1 + \text{س B} \times \text{ظتا } A_1 + (\text{ص A} - \text{ص B})}{\text{ظتا } A_1 + \text{ظتا } B_1}$$

$$\text{الإحداثي الشمالي ص ع} = \frac{\text{ص A} \times \text{ظتا } B_1 + \text{ص B} \times \text{ظتا } A_1 + (\text{س B} - \text{س A})}{\text{ظتا } A_1 + \text{ظتا } B_1}$$

وينقل الانحراف بمعلومية انحراف الخط (A ع) ومعلومية الزاوية الأفقية الداخلية المرصودة عند ع وبالتالي أصبحت النقطة الأولى في المضلع معلومة الإحداثي والانحراف حيث يمكننا بعد ذلك إجراء حسابات المضلع وتحديد إحداثي النقاط الباقية الأخرى منسوبة إلى شبكة المثلثات الرئيسة .
مما يجعل المضلعات المحسوبة تصبح نقط ضبط أرضية ولكن بدرجة دقة أقل من النقط الرئيسة A,B .
ومن خلال نقاط المضلع المغلق يمكن إنشاء مضلع موصل لرفع التفاصيل الداخلية البعيدة عن المضلع المغلق الرئيس كما في الشكل السابق حيث يبدأ من نقطة المضلع الرئيس معلومة هي د وينتهي عند نقطة أخرى من المضلع الرئيس معلومة هي ب ويجب أن يكون الرصد وقراءة الزوايا الأفقية دقيقاً حتى نحصل على دقة قريبة من دقة المضلع الرئيس وتجرى التصحيحات والتحقيقات الحسابية اللازمة لتحديد إحداثيات نقاط المضلع الموصل انظر الملحق (2) .

6 -3 : التدريب العملي الثالث :

رفع طبوغرافي لمنطقة باستخدام جهاز المحطة المتكاملة من نقطة واحدة وأخذ الأرصاد اللازمة وعمل الحسابات الضرورية .

الغرض من العملي : هو التدريب على الأعمال التالية :

- استكشاف المنطقة واختيار وتثبيت نقطة تصلح للرفع .
- رسم كروكي للمنطقة .
- عمل كارت(بطاقة وصف) لنقطة الرفع .
- أخذ الأرصاد اللازمة للرفع الطبوغرافي (الزاوية الأفقية والرأسية ، المسافة الأفقية ، مناسيب النقاط) .
- التعرف على طريقة توقيع الأهداف بواسطة الزاوية والمسافة .

الأدوات والأجهزة المستخدمة :

- جهاز المحطة المتكاملة وملحقاته
- منشور عاكس مع الحامل
- شريط قياس
- شواخص مع الحامل الخاص
- مظلة للجهاز
- جداول لتسجيل الأرصاد
- أوتاد ومطرقة
- بوصلة منشورية
- ترمومتر لقياس درجة الحرارة والألتميتر لقياس الضغط الجوي

خطوات العمل :

أ - ملخص الأعمال الحقلية :

1. استكشاف المنطقة المطلوب رفعها كما تم شرحه.
2. رسم كروكي عام للمنطقة يوضح توزيع المعالم التي يجب أن ترفع . شكل (29 -1)
3. اختيار نقطة تصلح أن تكون هي النقطة المحتلة (S) للرصد بحيث ترى جميع المعالم الطبوغرافية ويفضل لو كانت نقطة مثلثات معلومة الإحداثي وتثبت النقطة ويدق وتد عندها .
4. عمل بطاقة وصف للنقطة المحتلة (نقطة الرفع) وأخذ القياسات من النقطة لثلاثة معالم ثابتة باستخدام الشريط كما سبق توضيحه شكل (17 -1).
5. تثبيت البوصلة المنشورية فوق نقطة الرفع وضبط أفقيتها وتركها حرة الحركة لتحديد اتجاه الشمال المغناطيسي ووضع شاخص في هذا الاتجاه (تحديد اتجاه نقطة المرجع)
6. تثبيت جهاز المحطة المتكاملة فوق نقطة الرفع (S) ووضع المظلة عليه وإجراء الضبط المؤقت (أفقية وتسامت) وتثبيت الإعدادات اللازمة (اسم المشروع ، وحدات القياس المستخدمة ،ملفات التسجيل على الجهاز) وإدخال البيانات الأساسية للجهاز مثل (الضغط ودرجة الحرارة الجافة والرطبة - ثابت العاكس - ارتفاع الجهاز - ارتفاع العاكس - إحداثي النقطة المحتلة ومنسوبها)
7. توجيه منظار الجهاز نحو نقطة المرجع المثبت عليها الشاخص (اتجاه الشمال) وجعل قراءة الزاوية الأفقية = صفر في هذا الاتجاه .
8. تحريك منظار الجهاز في اتجاه زيادة الدائرة الأفقية لرصد العاكس الموضوع رأسيا فوق النقاط (C1,C,D1,D,E,F,F1,A,A1,B,B1) والتي تمثل نقط تغيير في طبوغرافية سطح الأرض وحدود المنطقة وإن كان هناك معالم تفصيلية ترفع كذلك .
9. تسجل الأرصاد : المسافة المائلة – قراءة الدائرة الأفقية – قراءة الدائرة الرأسية – المسافة الأفقية – منسوب النقطة المرصودة في الجداول التقليدية وتسجل في جهاز المحطة المتكاملة .

ب - ملخص الأعمال المكتبية :

1. حساب المسافة الأفقية وفرق الارتفاع ومنسوب الهدف من الجهاز مباشرة بمعلومية الزاوية السمتية (أو الزاوية الرأسية) والتحقق من ذلك بحسابها مباشرة في جداول الأرصاد .
2. أعمال رسم الخريطة الطبوغرافية إما أن تتم من خلال البرامج المساحية أو من خلال برنامج الرسم الأوتوكاد أو أن تتم يدويا كالتالي:

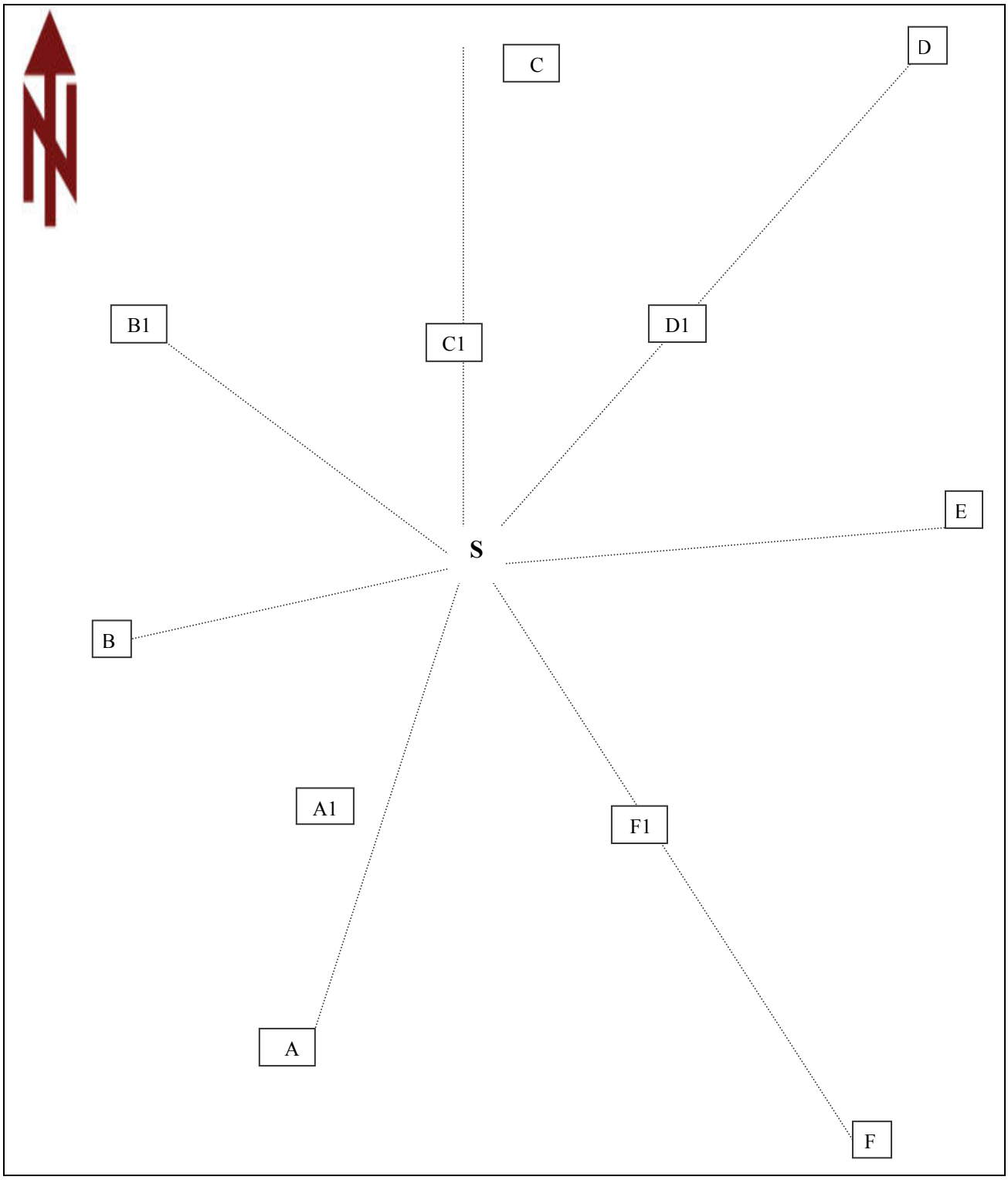
- توقع نقطة الرفع (S) على لوحة الرسم في موضع مناسب بحيث يسمح بتوقيع جميع المعالم الطبوغرافية المرفوعة من هذه النقطة على لوحة الرسم باستخدام مقياس الرسم المطلوب ويتم ذلك من خلال مراجعة جدول الأرصاد .
- وضع مركز المنقلة فوق نقطة الرفع الموقعة على اللوحة بحيث يكون صفر المنقلة باتجاه نقطة المرجع (الشمال) ويوقع اتجاه نقطة المرجع .
- توقع قراءات الدائرة الأفقية لجميع الأهداف المرفوعة على الترتيب ثم توقع المسافات بين نقطة الرفع (S) والأهداف حسب مقياس الرسم المطلوب .
- توصل الأهداف المرصودة بالنقطة (S) نقطة الرفع وتوقع خطوط الكنتور بالطريقة الحسابية .
- تستكمل العناصر الفنية للخريطة المساحية .

و يمكن أن تتم الأعمال المكتبية جميعها من خلال نقل المعلومات من جهاز المحطة المتكاملة إلى الحاسب الآلي وبواسطة البرامج المساحية المتخصصة يمكن إجراء الحسابات اللازمة وكذلك توقيع ورسم الخريطة الطبوغرافية للمنطقة بمقياس الرسم المطلوب ويمكن رسم خطوط الكنتور بمعلومية الفترة الكنتورية ومناسيب النقاط .

كروكي للمنطقة المطلوب رفعها طبوغرافيا :

حيث النقطة المحتلة هي (S) والنقاط المطلوب رفعها هي على التوالي :

(C1,C,D1,D,E,F,F1,A,A1,B,B1)



شكل (29 -1)

جدول أرصاد الرفع الطبوغرافي جدول (7 -1) :

المشروع :..... الجهاز المستخدم:..... النقطة المحتلة :.....

تاريخ الرصد : / / هـ دقته:..... إحداثياتها: الشرقي:.....م

/ / م اسم الراصد :.....

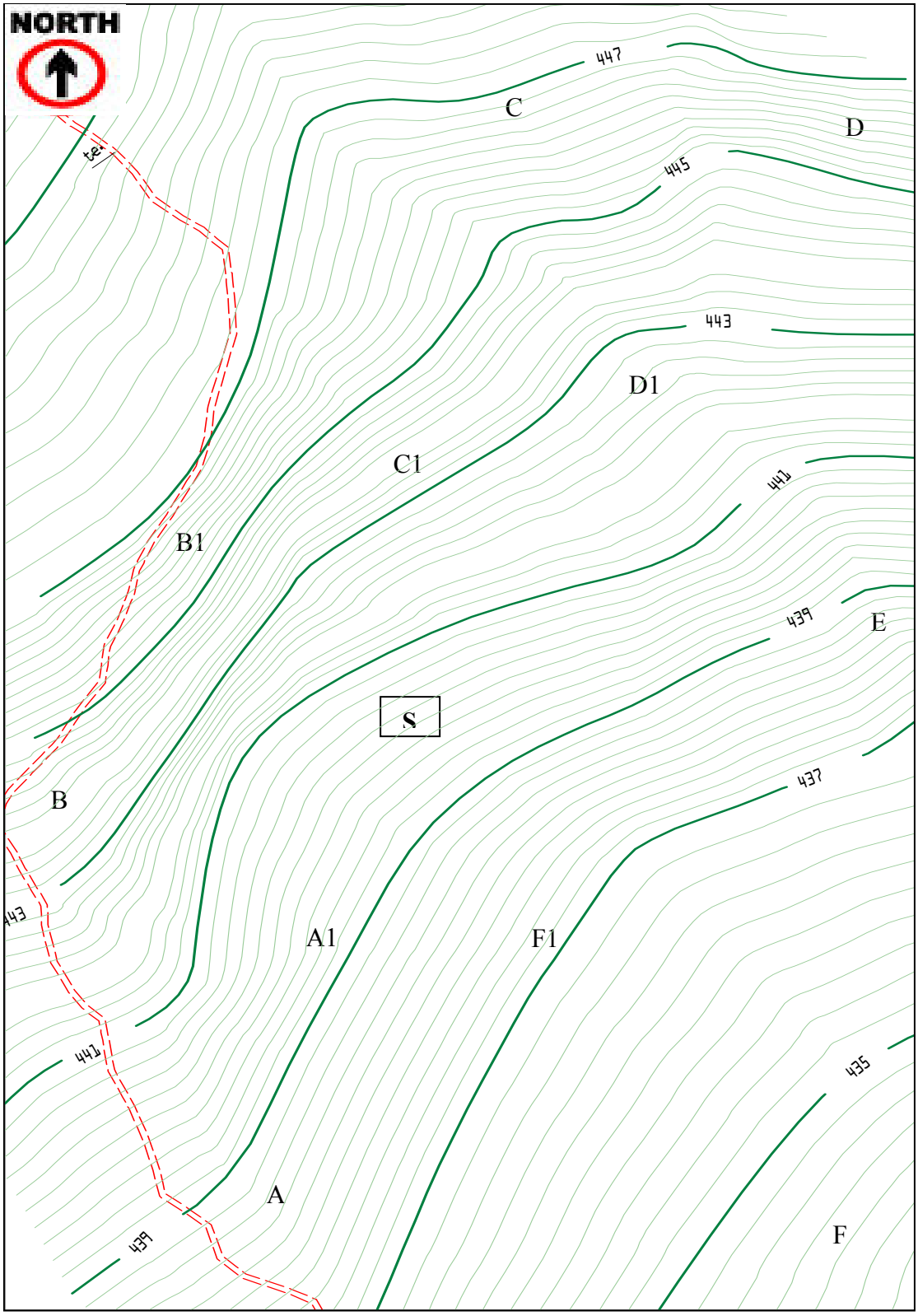
الشمالي:.....م

حالة الجو:..... ارتفاع الجهاز :.....

منسوبها :.....م

النقطة المحتلة	الأهداف المرصودة	قراءة الدائرة الأفقية			قراءة الدائرة الرأسية			المسافة المائلة	المسافة الأفقية	فرق الارتفاع	منسوب النقطة (م)
		//	/	O	//	/	O				
S		00	00	00				- - - - - - - - -	- - - - - - - - -	- - - - - - - - -	440
	C1	55	04	00	36	09	81	20.172	19.932	3.10	443.1
	C	22	44	05	55	41	83	62.41	62.033	6.85	446.85
	D1	33	28	34	55	45	85	38.19	38.086	2.82	442.82
	D	44	15	30	16	17	85	73.521	73.273	6.04	446.04
	E	06	18	80	23	22	91	50.492	50.478	- 1.21	438.79
	F	52	47	118	46	51	94	68.421	68.175	- 5.8	434.2
	F1	41	50	122	53	16	97	22.881	22.697	- 2.9	437.1
	A	14	25	190	47	03	92	50.00	49.968	- 1.80	438.2
	A1	33	12	195	42	16	91	22.411	22.405	- 0.5	439.5
	B	47	22	260	29	7	84	33.409	33.234	3.42	443.42
	B1	31	01	300	12	47	77	25.867	25.282	5.47	445.47

شكل توضيحي للخريطة الطبوغرافية للمنطقة : شكل (30 -1)


NORTH
447
445
443
441
439
437
435
C
D
D1
C1
B1
B
A1
A
F1
E
F
S

أســـئلة عامة

السؤال الأول :

أ - عرف كلا من المصطلحات التالية : الرفع المساحي – التوقيع المساحي

ب - اذكر ثلاثاً من طرق الرفع المساحي

ج - ماهي أقسام أعمال الرفع المساحي؟ اكتب نبذة عن كل منها .

د - ماهي أهم التفاصيل التي يجب رفعها مساحيا في الطبيعة(اللازمة لإنتاج الخرائط التفصيلية) ؟

السؤال الثاني :

تنقسم مراحل الرفع المساحي إلى مرحلتين هما مرحلة الأعمال الحقلية ومرحلة الأعمال المكتبية، عدد الخطوات الرئيسة لكل منها

السؤال الثالث :

أ - عرف جهاز المحطة المتكاملة وما هي أهم مميزاته وعيوبه؟

ب - اذكر سبعاً من مدخلات ومخرجات المحطة المتكاملة

ج - ماهي أهم العوامل المؤثرة على دقة أجهزة المحطة المتكاملة؟

السؤال الرابع :

إذا كانت المسافة المائلة 140.438 متر والزاوية الرأسية مقاسة من السمت 82^{o} والزاوية الأفقية بين النقطة المحتلة والهدف مقاسة مع عقارب الساعة $37'' \; 46' \; 50^{o}$ وانحراف خط المرجع من الشمال هو 30^{o} احسب ما يلي:

1. المسافة الأفقية بين النقطة المحتلة والهدف
2. منسوب الهدف إذا كان منسوب النقطة المحتلة 300 متر (ارتفاع الجهاز = ارتفاع العاكس)
3. إحداثي الهدف إذا كان إحداثي النقطة المحتلة (100 ، 100) متر

السؤال الخامس :

أ - عرف النقاط المرجعية ولماذا تستخدم وكيف تكون أشكالها في الطبيعة مع الرسم

ب - اذكر ثلاثاً من طرق تكثيف النقاط المرجعية

السؤال السادس :

أ - ما هي أهم الشروط الواجب توفرها في نقاط المضلعات ؟

ب - أذكر خمساً من طرق الرفع المساحي انطلاقا من شبكة المضلعات مع الرسم

السؤال السابع :

أ - عدد طرق إدخال البيانات إلى أجهزة الرصد (المحطة المتكاملة)

ب - كيف يتم إنزال البيانات والقياسات من أجهزة الرصد إلى جهاز الحاسب الآلي ؟

ج - ماهي طرق عرض البيانات المخزنة في أجهزة الرصد على الحاسب الآلي ؟

مساحة أرضية 3

توقيع المعالم

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الوحدة الثانية : توقيع المعالم

الجدارة :

تعليم المتدرب طرق التوقيع المساحي الشائعة ومراحل الأعمال الحقلية المطلوب تنفيذها والتدريب على أجهزة المساحة الأرضية الحديثة المستخدمة في هذا النوع من أعمال المساحة .

الأهداف :

عندما يكمل المتدرب هذه الوحدة يكون قادرا على :

- تحديد الطريقة المناسبة لتوقيع المعالم المساحية وفقاً للخرائط والمخططات المطلوبة.
- تحديد الأجهزة المناسبة للعمل وكيفية تشغيلها.
- تحديد النقاط المرجعية (العلامات – والأهداف) الموجودة في الطبيعة لبدء أعمال التوقيع منها.
- أن يثبت النقاط والأهداف المطلوب توقيعها في الطبيعة.

مستوى الأداء المطلوب :

أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة لاتقل عن 90٪ .

الوقت المتوقع للوحدة :

15 ساعة (3 أسابيع) .

الوسائل المساعدة :

- أقلام وسبورة أو شاشة عرض للعرض النظري .
- الأجهزة المساحية اللازمة لأعمال التوقيع وملحقاتها .
- الأدوات التقليدية المستخدمة في أعمال المساحة .

متطلبات الجدارة :

1- اجتياز مقرر مساحة أرضية .

توقيع المعالم

1 - مقدمة :

تعد عملية توقيع المعالم أو التوقيع المساحي من أهم الأعمال التنفيذية التي يقوم بها المساح في الطبيعة وهي عبارة عن نقل القياسات والتفاصيل من الرسومات (تنفيذية وتصميمية) والخرائط والمخططات إلى الطبيعة وبالتالي فهي عكس عملية الرفع . وقد تبين في بعض الدول المتقدمة أن حوالي 60٪ من ساعات أعمال المساحة تكون مخصصة لأعمال التوقيع المساحي . وتتلخص عملية التوقيع في تثبيت أوتاد وعلامات في الطبيعة طبقا للمخططات المرسومة بحيث يراعى في ذلك تخفيض النفقات والوقت مع تأمين الدقة اللازمة .

وتعتبر أعمال التوقيع الخطوة الأولى لتحويل المنشآت والمشاريع من التصميم إلى التنفيذ وتستلزم أعمال التوقيع معرفة وخبرة جيدة في مجال التخصص الإنشائي المطلوب توقيعه فمثلا المهارات والخبرات المطلوبة لتوقيع محور طريق أو خط أنابيب تختلف عنها في أعمال توقيع مخططات أراضي, أو توقيع نقاط ضبط أفقية ورأسية حتى وإن كان الهدف واحداً وهو توقيع قياسات وإحداثيات، لذا يلزم المعرفة الجيدة بالمشروع الإنشائي المطلوب توقيعه من خلال فرق العمل في الموقع ومن خلال الخبرات الشخصية .

وتختلف التفاصيل المطلوب توقيعها في الطبيعة فقد تكون :

- على سطح الأرض مثل توقيع المباني والمشاريع الهندسية والمخططات .
- تحت سطح الأرض مثل توقيع خطوط الأنابيب (بترول – غاز – ماء) .
- فوق سطح الأرض مثل خطوط نقل الطاقة والكباري .

وتشمل أعمال التوقيع المساحي بعض المراحل الهامة منها:

أ- دراسة واستكشاف الموقع المطلوب إجراء توقيع الخرائط والمخططات فيه وذلك قبل بدء الأعمال وذلك بهدف : - تحديد نقاط الضبط الأفقية والرأسية المتوفرة في الموقع .

- اختيار مواقع نقاط المضلعات إذا كان التوقيع يحتاج إلى هذه الأعمال .
- تحديد اتجاهات الميول (grades) .
- تقدير كميات الحفر والردم مبدئيا .
- التعرف على أي عوائق موجودة في الموقع .
- تحديد خطة زمنية مبدئية لتنفيذ الأعمال .
- تحديد أدوات وأجهزة القياس المناسبة .

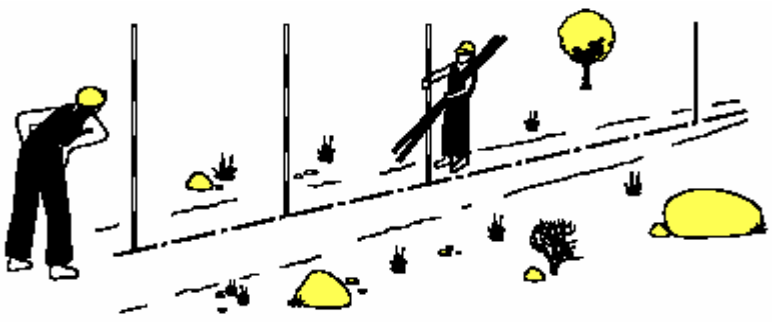
ب - دراسة الخرائط والرسومات التنفيذية المطلوب توقيعها بدقة ومراجعتها مع الفريق الاستشاري (أو المالك) لجمع كافة البيانات اللازمة.

ج - استخدام الأجهزة المناسبة حسب طبوغرافية المنطقة والدقة المطلوبة في أعمال التوقيع

د - إجراء القياسات المساحية الضرورية لأعمال التوقيع بدقة للوصول إلى النتائج المطلوبة

هـ - إعداد خطة زمنية مرحلية لتنفيذ أعمال التوقيع المساحي معتمدة على تسلسل تنفيذ بنود المشروع.

ويطلق على أعمال التوقيع المساحي عادة ما يسمى بالمساحة الإنشائية (Construction Survey) وذلك لارتباطها بالأعمال الإنشائية المختلفة.



شكل (1 -2)

2 - تحديد الأجهزة المناسبة لأعمال التوقيع المساحي:

يتطلب توقيع المسافات والزوايا من الخرائط والرسومات التنفيذية قياسات مختلفة في الطبيعة (مسافات – زوايا - ارتفاعات) وأحيانا يتطلب إنشاء مضلعات مرتبطة بنقاط معلومة الإحداثي والارتفاع لذلك تتطلب أعمال التوقيع توظيف الأجهزة المساحية التقليدية مثل :

جهاز الميزان – الثيودليت -الأشرطة - الإجهزة الالكترونية لقياس المسافات (EDM) ومن الأجهزة الحديثة المستخدمة في أعمال التوقيع المساحي :

2 -1: أجهزة المحطة المتكاملة (Total Station)

تتميز أجهزة المحطة المتكاملة بإمكانية قياس الزوايا والمسافات وإجراء الحسابات الضرورية في نفس الوقت مما يعطيها ميزة كبيرة في أعمال التوقيع والتي تحتاج إلى اشتقاق بعض القيم للمسافات والزوايا والإحداثيات قبل تثبيت النقاط وتوقيعها في الطبيعة ، وقد طورت أجهزة المحطة المتكاملة بحيث أصبحت تمكن المساح والمساعد من الاتصال ببعضهما وذلك لتحديد مواقع النقاط المطلوب توقيعها بدقة وهذه الميزة هامة جدا في أعمال التوقيع ولا تتوفر في باقي الأجهزة المساحية التقليدية الأخرى ، وقد ألحق بهذه الأجهزة برامج مساحية مختلفة لإجراء أعمال التوقيع في الطبيعة بحيث أمكن الآن مثلا إدخال إحداثي النقطة المحتلة وإحداثي النقطة المطلوب توقيعها ومن خلال البرنامج المثبت في الجهاز (Stakeout) يتم حساب المسافة والزاوية وفرق الارتفاع بين النقطتين (المعلومة والمطلوب توقيعها) وبالتالي يمكن توقيعها في الطبيعة . وقد طورت بعض أجهزة المحطة بحيث يمكن أن يوجه المنظار أوتوماتيكيا (حسب الزاوية الأفقية بين النقطتين) إلى اتجاه النقطة المطلوب توقيعها ومن خلال قياس المسافة توقع النقطة .

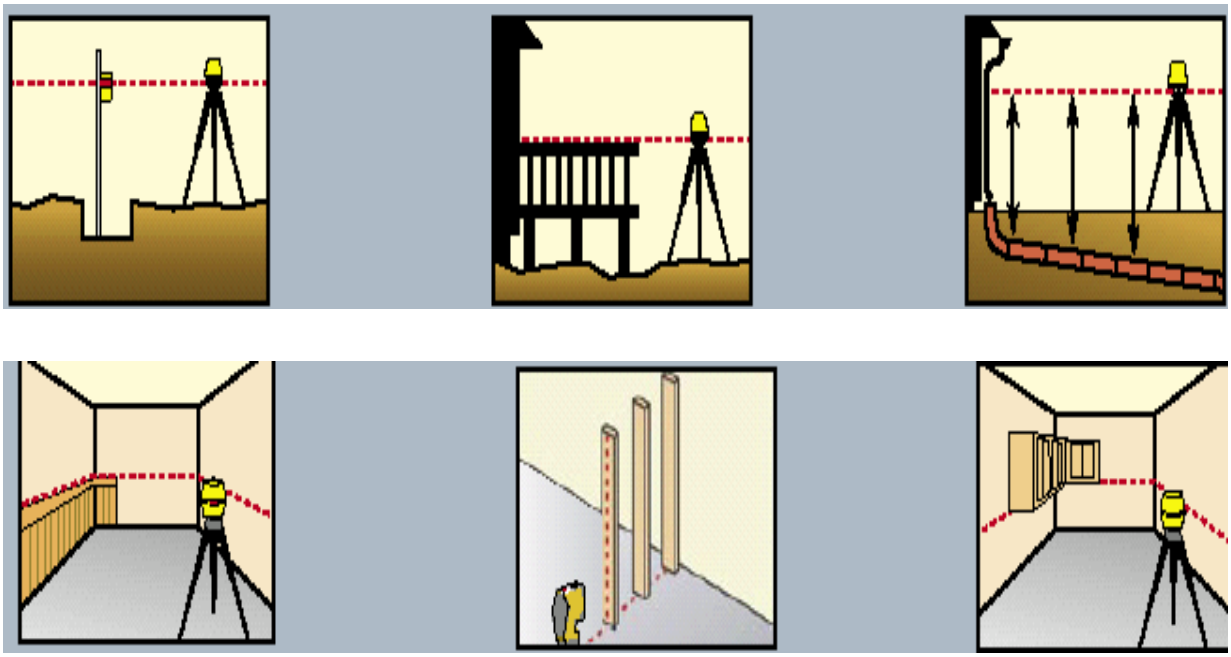
محطة كاملة من نوع لايكا

محطة كاملة من نوع سوكيا

شكل (2 -2)

2 -2 : موازين الليزر :

هي أجهزة أعمال ميزانية حديثة الهدف منها تحديد مستوى أفقي ثابت الارتفاع من نقطة أو ميل معين وبهذه الخاصية نتمكن من توقيع عدد كبير من النقاط بارتفاع ثابت من نقطة معينة .
والشكل التالي يوضح بعض التطبيقات لاستخدام موازين الليزر في الأعمال الإنشائية .



شكل (2- 3)

وتنقسم أجهزة الليزر إلى نوعين رئيسين:

أ - أجهزة إطلاق شعاع ثابت (Single- beam lasers) :
بحيث تولد الأجهزة شعاعاً مستقيماً في اتجاه خط النظر أو في الاتجاه الرأسي (plumb lines) وهناك تطبيقات عديدة للأعمال الإنشائية تتطلب ضبط الرأسية والأفقية .

ب - أجهزة إطلاق شعاع قابل للدوران (Rotating – beam lasers) :
ولها نفس فكرة عمل النوع الأول ولكن مزودة بعدسة قابلة للدوران مما يجعلها تنقل شعاع الليزر باتجاه دائري حول محور الجهاز الرأسي مما يولد مستوى أفقياً ثابتاً في كافة الاتجاهات و يمكننا بالتالي من توقيع عدد كبير من النقاط حسب الارتفاع المطلوب .

جهاز إطلاق شعاع ثابت	جهاز إطلاق شعاع قابل للدوران	متحسس خاص يركب في القامة

شكل (4 -2)

وتزود القامة بمتحسس خاص يعطي القراءات المأخوذة عليها بواسطة شعاع الليزر مما يمكن شخصاً واحداً (Self- leveling) من القيام بالأعمال التالية :

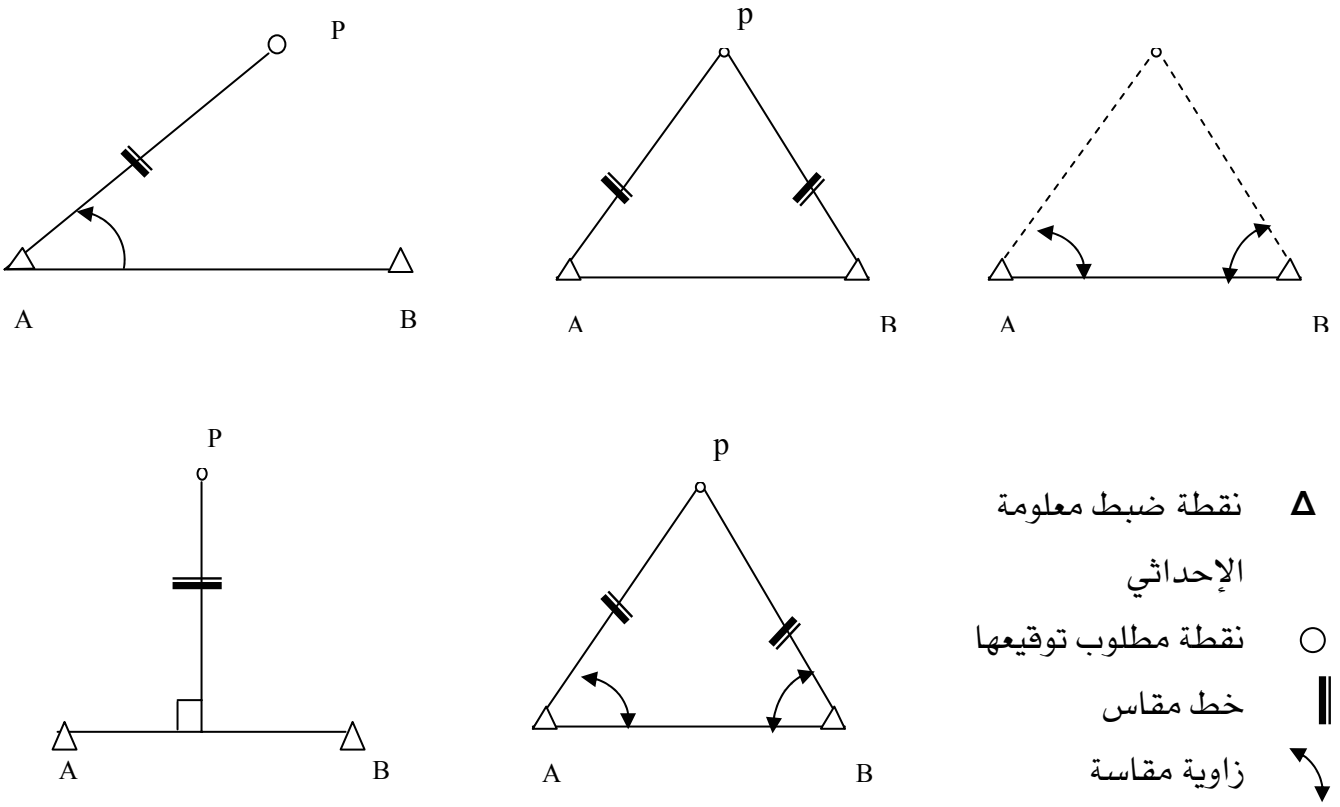
- نقل القامة من نقطة إلى أخرى وتسجيل القراءات حيث إن الجهاز في وضع تشغيل على نقطة الرصد وبالتالي تحديد مناسيب النقاط المختلفة بمعلومية منسوب نقطة الرصد وهذا مناسب في أعمال الميزانية الشبكية والإشعاعية في المناطق المفتوحة .
- تثبيت منسوب واحد للموقع وذلك بتثبت ارتفاع الجهاز على نقطة الرصد والتحكم في ارتفاع وانخفاض القامة على النقاط الأخرى مما يمكننا من تحديد عمق الحفر والردم عند كل نقطة للحصول على منسوب ثابت للموقع .

وقد تم إنتاج أجهزة ليزر يمكن أن تطلق شعاعاً ثابتاً وذلك بتثبيت جهاز الميزان أو شعاعاً قابلاً للدوران من خلال العدسة الملحقة بالجهاز .

3 - توقيع المعالم الأفقية والرأسية :

الطرق المساحية المتبعة في أعمال توقيع المعالم الأفقية تتطلب نقاطاً معلومة الإحداثي ومحددة الموقع في الطبيعة لبدء العمل منها وعادة تحدد نقاط لهذا الغرض سواء في الخرائط المساحية - أو الصور الجوية - أو الرسومات التصميمية والتنفيذية وتكون هذه النقاط معلومة الإحداثي الأفقي والرأسي ومحددة الموقع في الطبيعة .

وفي بعض الأعمال الإنشائية يكتفى بتحديد موقع البداية كركن مبنى أو علامة محددة في الأرض مربوطة بقياسات مع النقاط المطلوب توقيعها لانطلاق أعمال التوقيع ومن الطرق المساحية الشائعة لتوقيع نقطة مجهولة P بمعلومية نقاط معلومة الإحداثي والموقع ما يلي :



وبالنسبة لتوقيع المعالم الرأسية فعادة لابد من توفر نقاط ضبط رأسية (BM) في الموقع والانطلاق منها لتثبيت النقاط والمعالم حسب الارتفاعات المطلوبة .

4 - مصادر الأخطاء في أعمال التوقيع المساحي :

من مصادر الأخطاء في أعمال التوقيع المساحي مايلي :

- عدم توفر نقاط الضبط الأفقية والرأسية وذلك لبدء عملية التوقيع منها وإجراء التحقيق الحسابي اللازم .
- إجراء بعض القياسات المساحية الضرورية في الطبيعة كتثبيت مضلعات وتكثيف نقاط ضبط جديدة وما ينتج عنها من أخطاء تراكمية تؤثر على دقة أعمال التوقيع فيما بعد .
- عدم صحة القياسات الموقعة (الخطأ في قيمة زاوية أو مسافة من الخريطة).
- إهمال إجراءات الرصد الدقيق في الزوايا والمسافات (كالرصد المتيامن والمتياسر وإعادة قياس المسافات) .
- عدم تثبيت العلامات والأوتاد جيدا مما يؤدي إلى حركتها وبالتالي اختلاف القياسات في الطبيعة عنها على الخرائط وقد يؤدي عدم تثبيت العلامات كذلك إلى فقدها .
- إهمال استخدام العلامات الواضحة (كالشواخص والعواكس الواضحة فوسفورية اللون) عند الأهداف الموقعة وعدم تثبيتها رأسيا وعدم التسديد المباشر والصحيح عليها أثناء القياس .

5 - قائمة تدريبات الوحدة

1 - التدريب الأول : استخدام جهاز المحطة المتكاملة في توقيع نقطة معلومة الإحداثي ومجهولة المكان في الطبيعة بمعلومية نقطة معلومة الإحداثي ومحددة المكان .

2 - التدريب الثاني : توقيع قطعة أرض في مخطط سكني .

3 - التدريب الثالث : توقيع مجموعة من الأعمدة بارتفاع ثابت عن منسوب معلوم (يفضل استخدام ميزان الليزر) .

الاحتياطات اللازمة :

1 - التحقق من الخرائط والرسومات المطلوب توقيعها .

2 - التأكد من مناسبة الأجهزة المستخدمة لنوع الأعمال المنفذة من حيث إمكانية القياس والدقة .

3 - التأكد من شحن الأجهزة وجاهزيتها للعمل .

4 - التأكد من نظافة الأجهزة المستخدمة وبخاصة العدسات .

5 -التأكد من ملاءمة دفاتر الحقل لطبيعة القياسات المساحية .

6 - الالتزام باحتياطات السلامة المهنية في الموقع (لبس الخوذة –لبس القفازات – ارتداء الاحذية الواقية)

7 - توفر حقائب الإسعافات الأولية .

5 -1 : التدريب العملي الأول :

استخدام جهاز المحطة المتكاملة في توقيع نقطة معلومة الإحداثي ومجهولة المكان في الطبيعة بمعلومية نقطة معلومة الإحداثي ومحددة المكان .

الهدف من التدريب :

التدريب على استخدام جهاز المحطة المتكاملة في توقيع نقاط معلومة الإحداثي .

الأدوات المستخدمة :

1 - جهاز محطة متكاملة مع ملحقاته .
2 - العاكس الخاص بجهاز المحطة والحامل
3 - شواخص مع الحامل
4 - شريط قياس
5 - بوصلة
6 - أوتاد ومطرقة

خطوات العمل :

1 -استكشاف المنطقة وتحديد النقطة المعروفة الموقع ولتكن (أ) .
2 -تثبيت الجهاز على النقطة (أ) وإجراء عمليات الضبط المؤقت وتثبيت إعدادات الجهاز (كارتفاع الجهاز –ارتفاع العاكس –التصحيحات الجوية –التصحيحات الهندسية) وإدخال إحداثي النقطة المحتلة .
3 -تحديد اتجاه الشمال بواسطة البوصلة وتوجيه شاخص بعيد في اتجاه الشمال بواسطة الجهاز وضبط الجهاز بواسطة المنظار) على نفس الاتجاه ومن الأفضل تصفير الزاوية الأفقية .
4 -طلب برنامج (Stakeout) من البرامج المحفوظة داخل الجهاز وتحت هذا البرنامج عدد من التطبيقات لحساب موقع نقطة الهدف (Target) بمعلومية النقطة المحتلة منها :

(polar stake out, orthogonal stake out, Azimuth and distance, coordinate difference)

وتعد طريقة الانحراف والمسافة (Azimuth and distance) هي أبسط الطرق وأسرعها لأعمال توقيع النقاط وخاصة إذا كانت هذه النقاط كثيرة مثل أعمال الطرق وأعمال التوقيع التفصيلي وسوف نستخدم هذه الطريقة في تدريبنا هذا .

5 - إدخال إحداثي النقطة المحتلة وإحداثي النقطة المطلوب توقيعها من خلال تتابع العمليات التالية في جهاز المحطة الكاملة :

- من القائمة الرئيسة اختيار (stakeout)
- بعد ذلك الضغط على المفتاح F1 وإدخال إحداثيات النقاط المطلوب توقيعها ثم مفتاح الإدخال cont مع العلم أن إحداثي النقطة المحتلة قد تدخل في إعدادات الجهاز الأولية (setup)
- الضغط على مفتاح F2 (shift) لإجراء التهيئة (configuration) والمعالجة للمعلومات .
- ستعرض اللوحة إحدى الطرق لتحديد موقع النقطة المطلوب توقيعها وسيتم اختيار الطريقة المناسبة بالضغط على F2 للحصول على طريق الانحراف والمسافة وسيكون اسم الشاشة (stake out, Azimuth and distance) وستعرض المعلومات التالية :

رقم الهدف Target No

قيمة الانحراف إلى الهدف Azimuth

قيمة الزاوية الأفقية HZ

المسافة المائلة إلى الهدف (التي ترصد بالجهاز في الموقع .Slop Dist)

المسافة الأفقية إلى الهدف Horiz .Dist

فرق الارتفاع بين النقطة المحتلة والهدف [ΔHeight]

"إذا تم تصفير الزاوية الأفقية على اتجاه الشمال تصبح الزاوية الأفقية هي زاوية انحراف الضلع"

- بالضغط على F5 إذا كان جهاز المحطة الكاملة قابلاً للحركة والدوران أوتوماتكياً سيضبط الجهاز نفسه (المنظار) على نفس الانحراف المعروض على الجهاز وإذا كان غير قابل للحركة يتم تحريك المنظار باتجاه الزيادة (مع حركة عقارب الساعة) بمقدار زاوية الانحراف المحسوبة من الجهاز ثم يتحرك العاكس مع المساعد على نفس الاتجاه بمسافة مساوية للمسافة المحسوبة .
- لعرض رسم للنقطة المحتلة والهدف على لوحة الجهاز اضغط shift F4 .
- للخروج من البرنامج shift (Esc) .

6 - لتوقيع أكثر من هدف تكرر الخطوات السابقة وفي كل مرة يدخل إحداثي الهدف (Target) المطلوب توقيعه .

5 -2 : التدريب العملي الثاني :

توقيع قطعة أرض معلوم أبعادها بالثيودوليت والشريط .

الهدف من التدريب :

التعرف على طريقة قراءة ودراسة المخططات السكنية والتدريب على استخدام وسائل القياس المحددة في أعمال التوقيع .والتدريب على عمل تقرير مساحي لقطعة أرض .

الأدوات المستخدمة :

1. مخطط المنطقة وعليه قطعة الأرض .
2. دفتر كروكيات وملحوظات .
3. عدد 2 شريط قياس .
4. جهاز التيودوليت بالحامل
5. شواخص للتوجيه
6. مطرقة وأوتاد

خطوات العمل :

هناك حالتان إما أن تكون قطعة أرض قائمة الزوايا وإما أن تكون رباعية الشكل

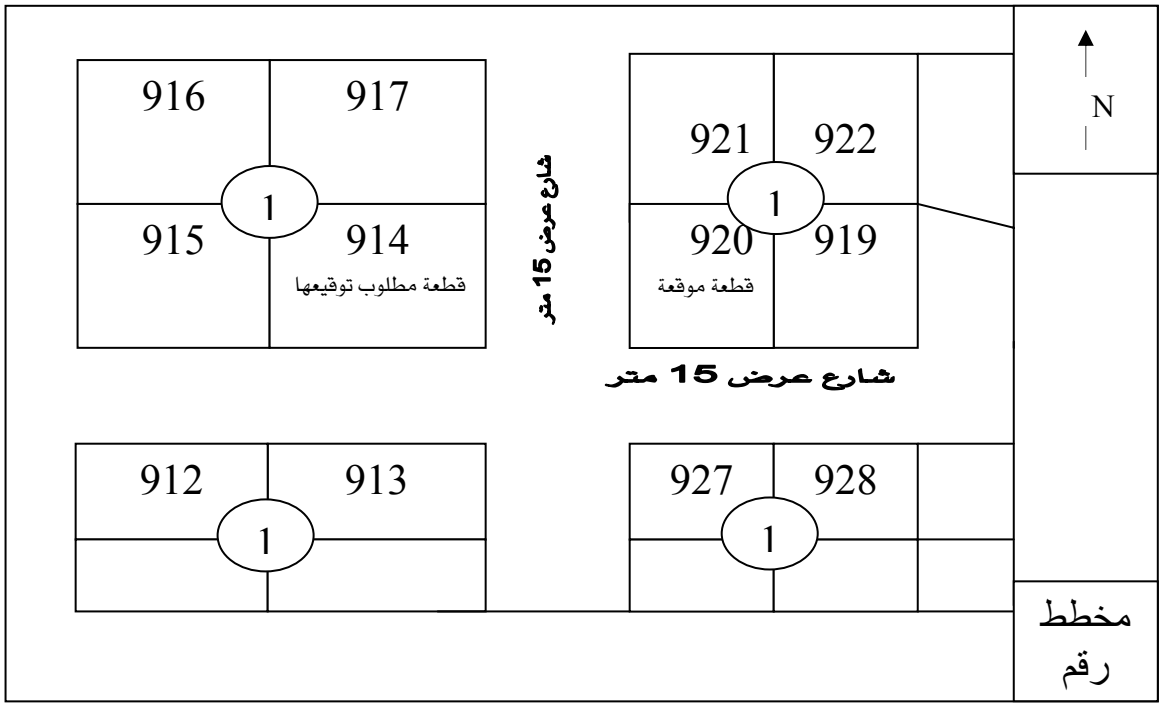
أولا: قطعة الأرض قائمة الزوايا :

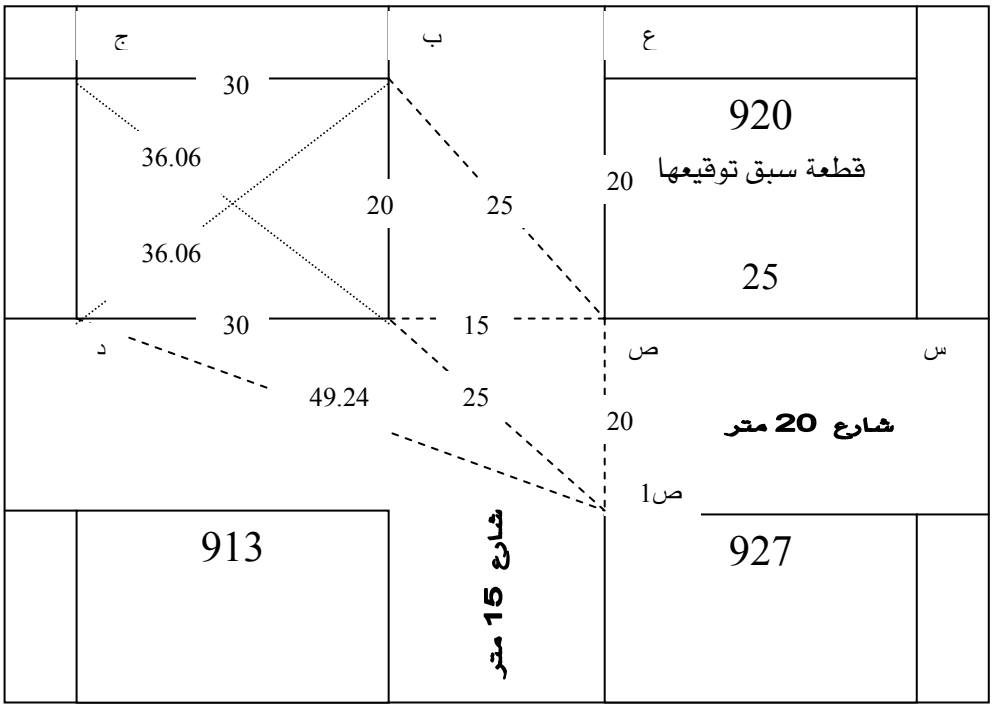
1 - دراسة مخطط المنطقة لتحديد المعلومات اللازمة لتوقيع القطعة (914) من المخطط رقم 500 (كما بالشكل (5 -2) باستخدام الثيودوليت مع الشريط .

2 - من الشكل (6 -2) يمكن بالتوجيه تحديد موقع النقطة (أ) وذلك على امتداد الحد الجنوبي للقطعة الموقعة (920) في اتجاه الغرب . حيث المسافة (ص أ) = 15 متر وهي تمثل عرض الشارع الشرقي للقطعة المطلوب توقيعها وتقاس ثم يثبت في موقع نقطة (أ) وتد حديد .

يمكن تحديد موقع نقطة (أ) بطريقة أخرى كتحقيق وذلك باستخدام شريطين عند كل من (ص , ع)
حيث : ص أ = 15 متر .

ع أ = $\sqrt{(\text{ص أ})^2 + (\text{ص ع})^2}$ = $\sqrt{(15)^2 + (20)^2}$ = 25 متر





3 - يتم احتلال النقطة (أ) بالثيودوليت ونعده للعمل (الضبط المؤقت) ونصفر قراءة الدائرة الأفقية للجهاز على الاتجاه المعلوم (ص س) والجهاز متياسر .

4 - نحرك منظار الثيودوليت حركة أفقية مقدارها 180 ° فيكون المنظار في اتجاه نقطة (د) وتكون قراءة الدائرة الأفقية للجهاز هي 180 درجة وتثبت الحركة الأفقية .

5 - نشد الشريط مع تثبيت الصفر عند نقطة (أ) والقراءة (30 متر) في الاتجاه (أ د) مع التوجيه بالمنظار (الشعرة الرأسية) ثم يثبت مساعد المساح الوتد في المكان الصحيح للنقطة (د) وهو الذي يحقق الاتجاه 180 ° بالثيودوليت والطول 30 متر بالشريط .

6 - لتوقيع النقطة (ج) نحسب الزاوية (د أ ج) وطول الوتر (أ ج) حيث :

زاوية د أ ج =(ظا$^{-1}$ (20/30)) = 24 ″ 41 ′ 33 °

أ ج = $\sqrt{(\text{أ د})^2 + (\text{د ج})^2} = \sqrt{2(20)^2 + 2(30)^2}$ = 36.06 متر

7 - نحرك منظار التيودوليت حركة أفقية في اتجاه نقطة (ج) وذلك بزاوية مقدارها 24 ″ 41 ′ 33 °عن

الاتجاه (أ د) فنثبت حركة الجهاز الأفقية عند قراءة مقدارها =

(180 + 24 41 33) = 24″ 41′ 213 ° وعندها يكون الجهاز موجها تماماً في اتجاه نقطة (ج) المطلوب توقيعها .

8 - نثبت صفر الشريط عند نقطة (أ) ونشد الشريط عند القراءة (36.06 متر) مع التوجيه بالمنظار (الشعرة الرأسية) ثم يثبت مساعد المساح الوتد في مكان نقطة (ج) الصحيح وهو الذي يحقق الاتجاه 24″ 41′ 213 ° بالثيودوليت والطول 36.06 متر بالشريط .

9 - لتوقيع نقطة (ب) نحرك منظار الثيودوليت إلى الاتجاه العمودي على الاتجاه (أد) ونثبت حركة المنظار الأفقية عند الحصول على قراءة الدائرة الأفقية (270 °) .

10 - نثبت صفر الشريط عند النقطة (أ) ونشد الشريط عند القراءة (20 متر) مع التوجيه بالمنظار (الشعرة الرأسية) ثم يثبت مساعد المساح الوتد في مكان (ب) الصحيح والذي يحقق الاتجاه 270 ° بالثيودوليت والطول 20 متر بالشريط .

11 - يمكن التحقق من صحة توقيع قطعة الأرض بقياس المسافة (ب ج ، د ج) بالشريط فلابد أن تكونا 30 متر ، 20 متر على التوالي .

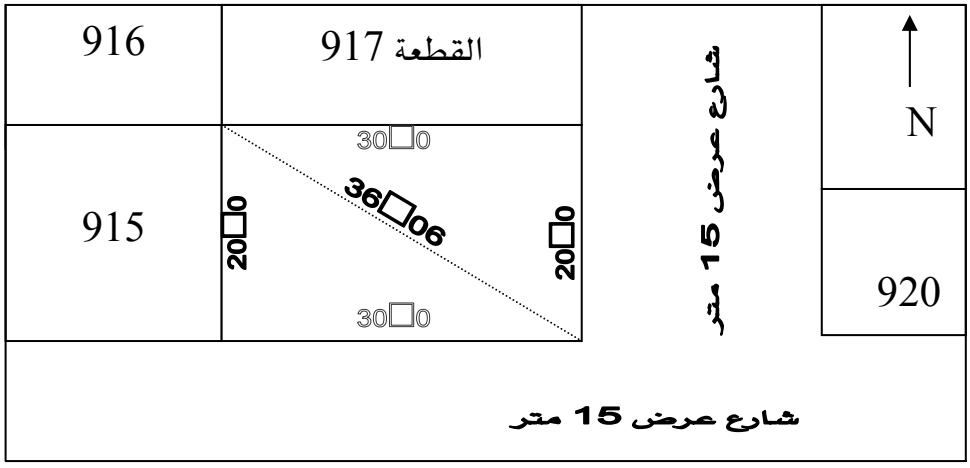
12 - يتم عمل تقرير مساحي يشمل أبعاد قطعة الأرض وحدودها الأربعة واتجاه الشمال والمساحة كما يلي :

تقرير مساحي

أرض المواطن :

منطقة :

مخطط رقم : 500 بلوك رقم : قطعة رقم :914



حدود الأرض :

شمالاً : القطعة 917 بطول 30 متر

جنوباً : شارع عرض 20 متر بطول 30 متر

شرقاً : شارع عرض 15 متر بطول 20 متر

غرباً : قطعة رقم 915 بطول 20 متر

المساحة = 600 متر مربع (ست مئة متر مربع)

توقيع المساح : يعتمد,

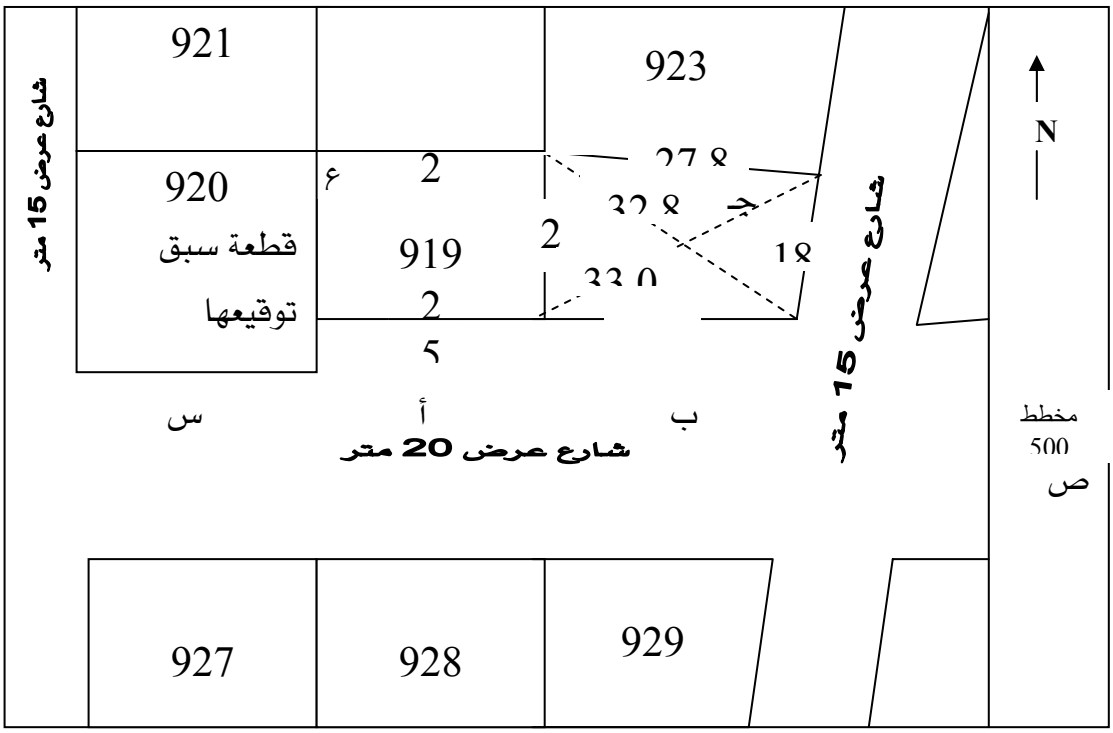
شكل (7 -2)

ثانيا : قطعة أرض رباعية الشكل :

خطوات العمل :

1 - دراسة مخطط المنطقة لتحديد المعلومات اللازمة لتوقيع قطعة الأرض المطلوب توقيعها (أ ب ج د).

الشكل (8 -2) :



2 - بالتوجيه يمكن تحديد نقطة (أ) كما بالشكل السابق على امتداد الحد الجنوبي للقطعة الموقعة (ص س) وباستخدام شريط القياس من نقطة (س) حيث :

المسافة س أ = 25 متراً

❖ يمكن التحقق من صحة موقع نقطة (أ) بقياس طول الوتر (ع أ) حيث :

ع أ = $\sqrt{(\text{أس})2 + (\text{س ع})2} = \sqrt{(25)2 + (20)2}$ = 32.02 متر

3 - نحتل نقطة (أ) بجهاز الثيودوليت بعد تحديدها ونعده للعمل (الضبط المؤقت) ونصفر قراءة الدائرة الأفقية على الاتجاه (س ص) والجهاز متياسر .

4 - لتوقيع نقطة (د) نحرك منظار الثيودوليت زاوية قائمة على الاتجاه (أ س ص) ونثبت الحركة الأفقية للجهاز عند القراءة 90 ° وعندها يكون الجهاز موجها تماما في اتجاه نقطة (د) المطلوب توقيعها .

5 - نثبت صفر الشريط عند نقطة (أ) ونشد الشريط عند القراءة (20 متر) مع التوجيه بالمنظار (الشعرة الرأسية) ثم يثبت مساعد المساح وتداً في مكان نقطة (د) والذي يحقق الاتجاه 90 ° بالثيودوليت والطول 20 متر بالشريط .

6 - بمعلومية أبعاد الأرض وطول الوتر (أ ج) يمكن حساب الزاوية (د أ ج) بقانون جيب التمام كما يلي انظر ملحق (2) :

$$\text{جتا د أ ج} = \frac{\text{أد}^2 + \text{أ ج}^2 - \text{دج}^2}{2 \times \text{أ د} \times \text{أ ج}} = \frac{2(20) + 2(33.05) - 2(27.85)}{33.05 \times 20 \times 2} = 0.542118003$$

زاوية د أ ج = 19 ″ 10 ′ 57 ° .

7 - لتوقيع نقطة (ج) نحرك منظار الثيودوليت حركة أفقية بزاوية مقدارها 19 ″ 10 ′ 57 ° عن الاتجاه (أ د) فنثبت حركة الجهاز عند قراءة مقدارها 90 ° + 19 ″ 10 ′ 57 ° = 19 ″ 10 ′ 147 ° وعندها يكون الجهاز موجهاً نحو نقطة (ج) المطلوب توقيعها .

8 - نثبت صفر الشريط عند نقطة (أ) ونشد الشريط عند القراءة 33.05 متر مع التوجيه بالمنظار (الشعرة الرأسية) ثم نثبت وتد في مكان نقطة (ج) الصحيح والذي يحقق الاتجاه 19 ″ 10 ′ 147 ° بالثيودوليت والطول 33.05 متر بالشريط .

9 - لتوقيع نقطة (ب) نحرك منظار الثيودوليت زاوية قائمة على الاتجاه (أ د) فنثبت حركة الجهاز الأفقية عند قراءة مقدارها 180 ° وعندها يكون الجهاز موجها باتجاه (ب) .

10 - نثبت صفر الشريط عند نقطة (أ) ونشد الشريط عند القراءة (26.00 م) مع التوجيه بالمنظار (الشعرة الرأسية) ثم نثبت وتد في موقع نقطة (ب) الصحيح والذي يحقق الاتجاه 180 ° بالثيودوليت والطول 26.00 متر بالشريط .

11 - للتحقق من صحة التوقيع في الطبيعة ويتم قياس الأطوال ب ج ، ج د ، ب د حيث (ب ج = 18.00 متر) و (ج د = 27.85 متر) و (ب د = 32.80 متر) .

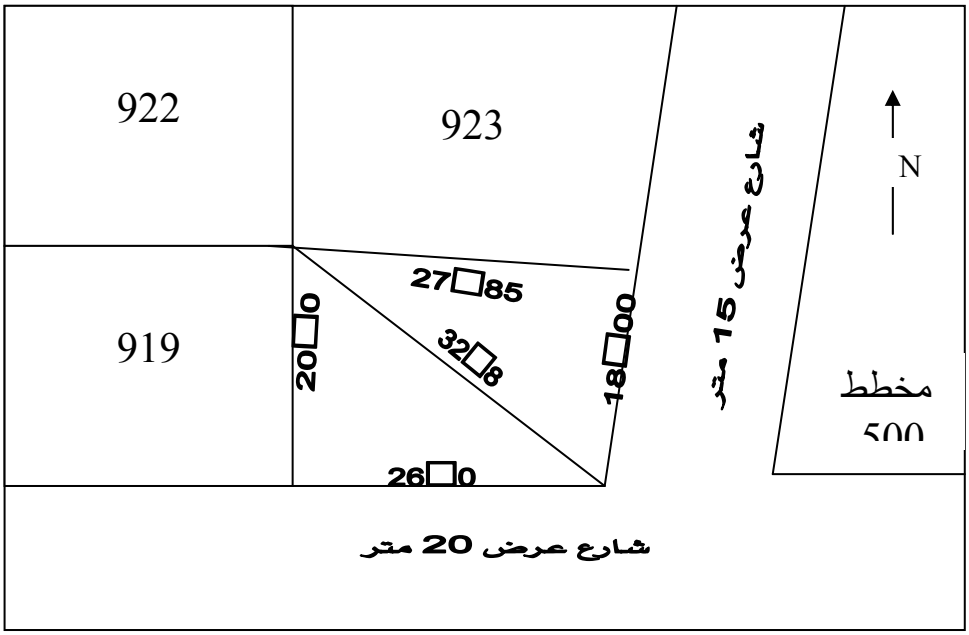
12 - يتم عمل تقرير مساحي يشمل أبعاد قطعة الأرض وحدودها الأربعة ومساحتها واتجاه الشمال كالتالي :

تقرير مساحي

أرض المواطن :

منطقة :

مخطط رقم : 500 بلوك رقم: قطعة رقم: 918



حدود الأرض :

شمالاً : القطعة 923 بطول 27.85 متر .

جنوباً : شارع عرض 20 متر بطول 26 متر

شرقاً : شارع عرض 15 متر بطول 18 متر .

غرباً : القطعة رقم 919 بطول 20 متر .

المساحة = 510.58 متر مربع

= (خمس مئة وعشرة متراً مربعاً وثمانية وخمسون من المئة)

توقيع المساح : يعتمد ,

شكل (9 -2)

13 - يتم حساب مساحة الأرض الرباعية بتقسيمها إلى مثلثين وبمعلومية أطوال الأضلاع يكون :

مساحة المثلث (أ ب د) = 260.00 متر مربع .

مساحة المثلث (ب ج د) = 250.58 متر مربع .

فتكون المساحة الإجمالية لقطعة الأرض = 510.58 متر مربع انظر ملحق (2) النسب المثلثية لحل مثلث ومساحة المثلث بمعلومية أطوال أضلاعه .

5 -3 : التدريب العملي الثالث :

توقيع مجموعة من الأعمدة على استقامة واحدة وبارتفاع ثابت مقداره 4.5 متر (بما فيها مسافة الغرس =0.5 م ويصبح ارتفاع العمود فوق سطح الأرض= 4 متر) عن منسوب معلوم لزوم إنشاءات معدنية.

الهدف من التدريب :

توقيع مجموعة من النقاط في الطبيعة بارتفاع ثابت عن منسوب معلوم.

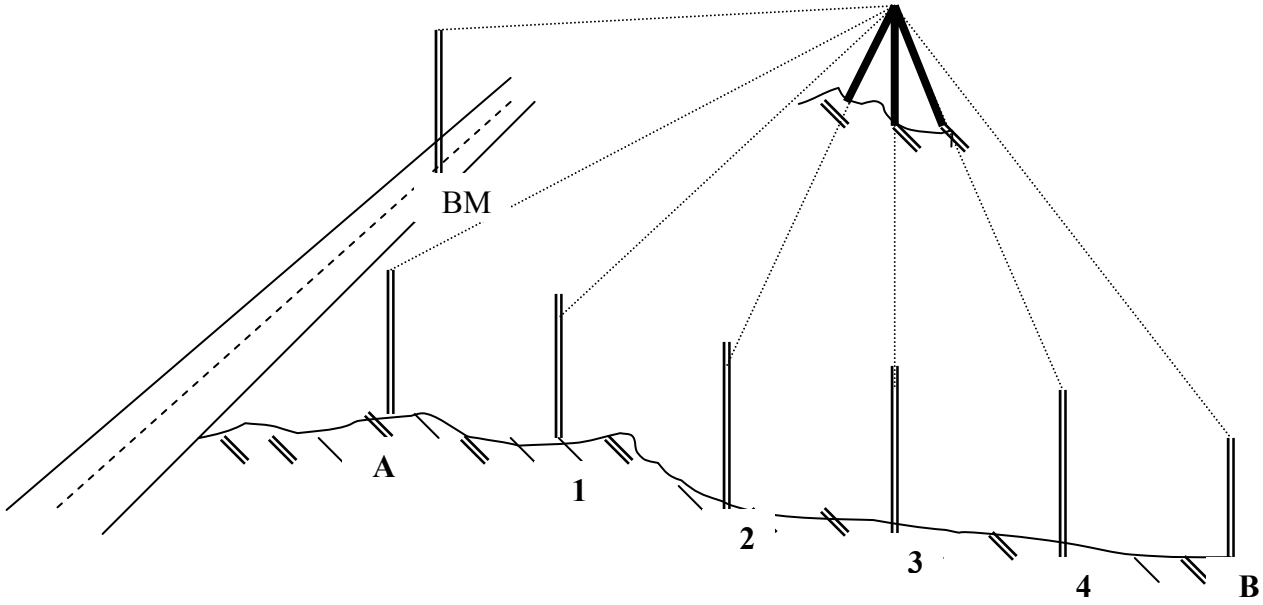
الأدوات المستخدمة :

1 - جهاز ميزان مع الحامل
2 - قامة
3 - شواخص مع الحامل
4 - شريط قياس
5 - أوتاد ومطرقة

خطوات العمل :

1. تثبيت استقامة الخط AB بإحدى طرق التوجيه المعروفة وتوقع النقاط 1,2,3,4 حسب المسافة الأفقية المحدودة ويثبت وتد عند كل نقطة .
2. يفرض منسوب الشارع (BM) = 100متر
3. يثبت الميزان في مكان مناسب بحيث يرى النقاط جميعها وكذلك نقطة (BM) التي على الشارع ويجرى له الضبط المؤقت وتتحرك القامة مع المساعد إلى (BM).
4. تؤخذ القراءة الأولى (الخلفية) على BM وتسجل في الجدول المناسب ثم تنقل القامة إلى النقاط A,1,2,3,4,B على التوالي وتؤخذ قراءات المقدمة عليها وتسجل في الجدول .
5. تجرى أعمال الحفر والردم اللازمة عند كل نقطة كما هو موضح بالجدول .
6. تثبت الأعمدة عند كل نقطة بارتفاع (4متر من منسوب الشارع مع الأخذ في الاعتبار مسافة الغرس وهي 5, 0 م عند كل نقطة) .

شكل (10 -2)



جدول (1 -2) :

النقطة	الخلفية + (م)	منسوب سطح الميزان (م)	المقدمة - (م)	المنسوب (م)	مقدار الحفر اللازم (م)	مقدار الردم اللازم (م)
BM	2	102		100	_	_
A			1.5	100.5	0 ,5	_
1			1	101	1.0	_
2			2.2	99.8	_	0,2
3			2.8	99.2	_	0, 8
4			3	99	_	1
B			3.5	98.5	_	1.5

أســـئلة عامة

السؤال الأول :

أ - " تعد أعمال التوقيع المساحي من أهم الأعمال التنفيذية التي يقوم بها المساح في الطبيعة " اشرح هذه العبارة

ب - ماهي أهم التفاصيل التي يتم توقيعها في الطبيعة ؟

ت - عدد المراحل التي تمر بها أعمال التوقيع المساحي

السؤال الثاني :

أ - ماهي الأجهزة التقليدية المستخدمة في أعمال التوقيع المساحي ؟

ب - من الأجهزة الحديثة في أعمال التوقيع المساحي أجهزة المحطة المتكاملة وموازين الليزر اكتب نبذة مختصرة عن النوعين السابقين

ت - ماهي أقسام موازين الليزر وما الفرق الرئيس بينها ؟

السؤال الثالث :

أ - أذكر خمساً من الطرق المساحية لتوقيع المعالم في الطبيعة مع الرسم

ب - ماهي مصادر الأخطاء في أعمال التوقيع المساحي ؟

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

مساحة أرضية 3

توقيع المنحنيات

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الوحدة الثالثة : توقيع المنحنيات

الجدارة :

أن يتعلم المتدرب بعض طرق توقيع المنحنيات الأفقية البسيطة والرأسية المتماثلة والأعمال المكتبية والحسابية اللازمة ، والتدريب على استخدام أجهزة المساحة الأرضية المحددة لإنجاز هذا النوع من الأعمال.

الأهداف :

عندما يكمل المتدرب هذه الوحدة يكون قادراً على :

- ❖ أن يحدد أنواع المنحنيات وفيم يستخدم كل نوع .
- ❖ أن يحسب عناصر المنحنى الأفقي البسيط .
- ❖ أن يحسب عناصر المنحنى الرأسي المتماثل .
- ❖ أن يثبت نقاط المنحنى الأفقي البسيط في الطبيعة .
- ❖ أن يضبط مناسيب النقاط على المنحنى الرأسي المتماثل في الطبيعة .

مستوى الأداء المطلوب :

أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة لاتقل عن 90٪ .

الوقت المتوقع للوحدة :

20 ساعة (4 أسابيع) .

الوسائل المساعدة :

- ❖ أقلام وسبورة أو شاشات العرض للعرض النظري .
- ❖ الأجهزة المساحية وملحقاتها اللازمة لتوقيع المنحنيات .
- ❖ الأدوات التقليدية المستخدمة في الأعمال المساحية .

متطلبات الجدارة

1- اجتياز مقرر مساحة أرضية

توقيع المنحنيات

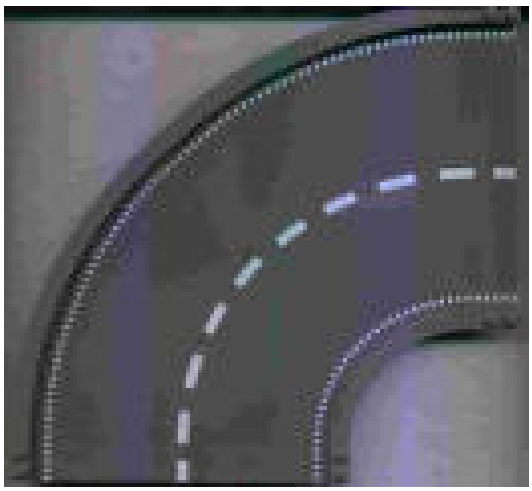
1 - مقدمة :

المنحنيات هي أشكال ذات علاقة رياضية معينة نستطيع بها أن نصل خطين مستقيمين وذلك بتغيير زاوية سير أحد الخطين تغييراً تدريجيا حتى يلتقي بالخط الثاني .

وتعتبر دراسة المنحنيات ذات أهمية كبيرة في كثير من المشروعات الهندسية ذات المحاور الطولية التي يتصل بعضها ببعض كالطرق وخطوط السكك الحديدية وخطوط الأنابيب . ونستخدم المنحنيات عموماً في الأعمال الهندسية لتغيير اتجاه خط مستقيم إلى اتجاه آخر سواء أكان ذلك في المستوى الأفقي (منحنيات أفقية) أو في المستوى الرأسي (منحنيات رأسية) .

2 - أنواع المنحنيات :

2 – 1 : المنحنيات الأفقية (Horizontal curves) :



شكل (1 -3)

في حالة تقاطع محورين مستقيمين عند زاوية تقاطع في المستوى الأفقي فإن المنحنى الذي يصل المستقيمين يطلق عليه المنحنى الأفقي ، ويصل المنحنى الأفقي المحورين لتفادي التغيير المفاجئ في الانحراف ، ويكون هذا المنحنى مماسا لهما . ويمكن تقسيم المنحنيات الأفقية إلى أربعة أنواع :

2 -1 -1: المنحنى الدائري البسيط (Simple Circular Curve):

وهو عبارة عن قوس من دائرة نصف قطرها ثابت ويصل بين اتجاهين مستقيمين متقاطعين ويكون مماساً لهما كما في الشكل (1 -2 -3) وهذا النوع يعد أبسط أنواع المنحنيات في التوقيع والتخطيط .

2 -1 -2 : المنحنى الدائري المركب (Compound Circular Curve) :

المنحنى الدائري المركب هو منحنى مكون من قوسين دائريين أو أكثر ونصفي قطريهما مختلف ولهما نفس اتجاه الانحناء أي إن مراكز هذه الأقواس الدائرية تكون على جهة واحدة بالنسبة للتقوس ولكل قوسين متتاليين مماس مشترك عند نقطة اتصالهما كما بالشكل (2 -2 -3) ويتم استعمال هذا النوع من المنحنيات في الحالات التي تكون فيها الأراضي جبلية ووعرة لتفادي كميات الحفر أو عمل أنفاق وأيضا يستعمل في حالة وجود عقبات وموانع لا يمكن إزالتها .

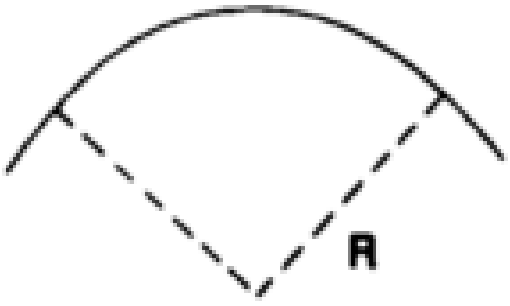
وعموما يجب عدم استعمال المنحنيات المركبة إلا إذا تطلبت طبيعة الأرض وظروف المشروع ذلك كما ذكرنا , إذ إنه غير مرغوب فيه هندسياً .

2 -1 -3: المنحنى الدائري العكسي (Reverse Circular Curve):

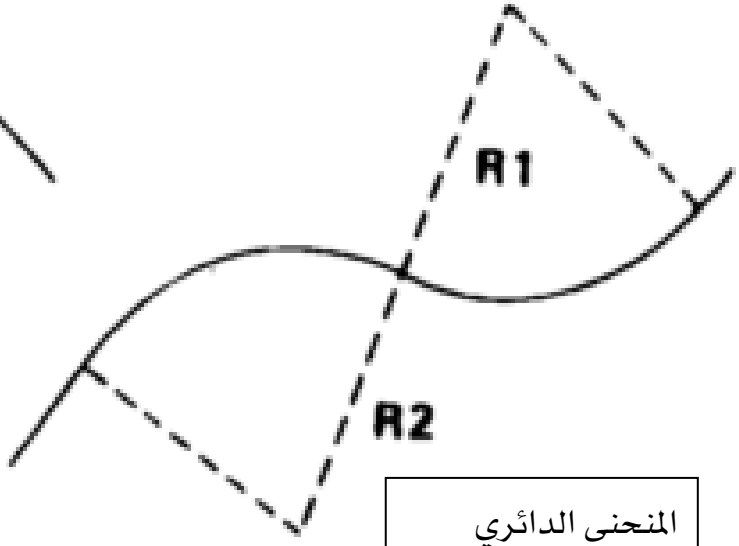
وهو مثل المنحنى المركب ولكن اتجاه التقوس في أحد القوسين يكون مخالفا لاتجاه التقوس الذي يليه أي إن مركزي كل منحنيين متتاليين ليسا في جهة واحدة من المماس المشترك , وأنصاف الأقطار قد تكون متساوية أو مختلفة كما بالشكل(3 - 2 - 3) ويستعمل هذا النوع من المنحنيات لإيصال طريقين شبه متوازيين أو متوازيين وفي الطرق الفرعية , حيث حركة المرور بطيئة جدا , نظراً لأن الانعكاس المفاجئ في الانحناء غير مرغوب فيه على الطرق السريعة , لذا يجب أن نتجنب ما أمكن استعمال هذه المنحنيات على الخطوط السريعة وقصر استعمالها في الخطوط الجانبية والفرعية .

2 -1 -4 : المنحنى الانتقالي (spiral curve)

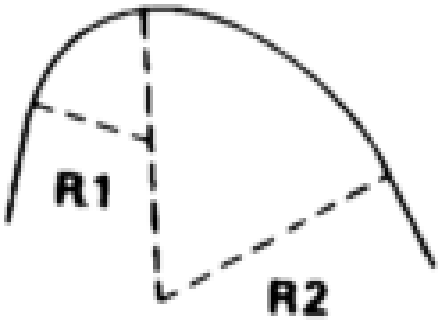
منحنى الانتقال هو منحنى غير دائري يتغير قطره تدريجياً من أي نقطة عليه ، ويبدأ بنصف قطر قيمته لا نهائية عند نقطة التماس الأولى ويصغر نصف القطر تدريجياً إلى أن يصل إلى طول نصف قطر المنحنى الأصلي عند نقطة اتصاله بالمنحنى الدائري كما هو في الشكل(4 - 2 -3) ثم يزداد طول نصف القطر إلى أن يصل قيمة لانهائية عند نقطة التماس الثانية حيث يتطابق مع المستقيم التالي وتستعمل منحنيات الانتقال (المتدرجة) في كثير من مشاريع الطرق وخصوصا الطرق السريعة والسكك الحديدية للتخلص من تغيير الانحناء الفجائي الناتج من الانتقال من خط مستقيم إلى منحنى .



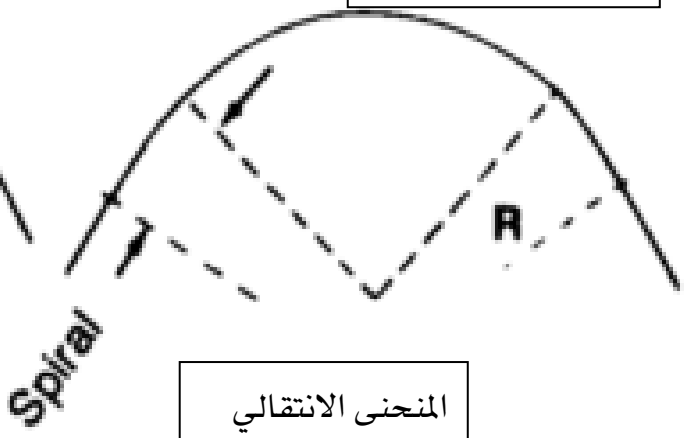
المنحنى الدائري البسيط



المنحنى الدائري العكسي



المنحنى الدائري المركب (2)



المنحنى الانتقالي (4)

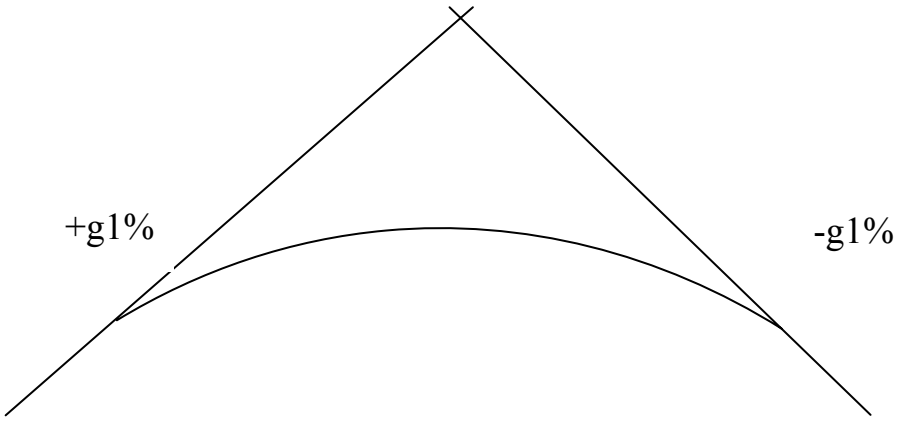
2 – 2: المنحنيات الرأسية (Parabola Vertical Curve) :

عندما يتقاطع المحوران المستقيمان عند زاوية تقاطع في مستوى رأسي فإن المنحنى الذي يصل المحورين المستقيمين يسمى منحنى رأسي , وتستخدم لتلافي تلاقي خطين في المستوى الرأسي ولإعطاء معدل تغير منتظم في الانحدار ويرمز لميله بالرمز g فإذا كان الميل لأعلى تكون + g وإذا كان لأسفل –g . شكل(3 -3)

وتنقسم المنحنيات الرأسية إلى نوعين رئيسين حسب ميول المحورين اللذين يربطهما المنحنى الرأسي .

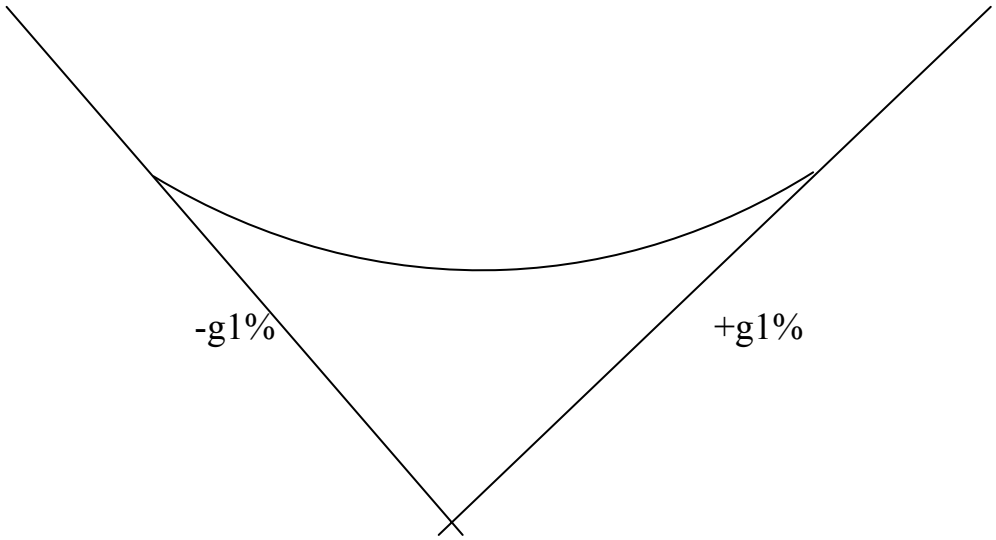
2– 2 -1 : منحنيات رأسية محدبة (تلالية)

وهي المنحنيات الرأسية التي لها شكل تل أو مرتفع أو قمة كما بالشكل التالي . شكل (4 -3)



2– 2 -2 : منحنيات رأسية مقعرة :

وهي المنحنيات الرأسية التي لها شكل وادٍ أو منخفض كما بالشكل التالي .



الشكل (5 -3)

ويتخذ المنحنى الرأسي عادة شكل قطع مكافئ بسيط محوره رأسي وقد وجد أن القطع المكافئ هو أفضل المنحنيات التي تصل محاور الخطوط في المستوى الرأسي نظرا لسهولة توقيعه ولخواصه الهندسية التي تتفق ومتطلبات المنحنى الرأسي ،وتعتمد العناصر اللازمة لتصميم وتوقيع المنحنى الرأسي على عدد من العوامل منها :

- معدل التغير في الميل بين جزأي الطريق .
- السرعة التصميمية للطريق .
- طبيعة الأرض وطبوغرافيتها .
- نوع المنحنى المستخدم (مقعر أو محدب) .
- مسافة الرؤية المطلوبة .

- نوع الطريق (سريع – داخلي) .

ويكون القطع المكافئ إما متماثلاً من الجانبين (Symmetrical Parabola Vertical Curve) أوغير متماثل ،لكن الأكثر شيوعا واستخداما هو المتماثل من الجانبين وهو موضوع دراستنا .

3 - عناصر المنحنى الدائري البسيط (Elements of Simple Circular Curve) :

سيكون تعريف عناصر المنحنى (الأفقي والرأسي) باللغة العربية أما بالنسبة لأجزاء المنحنى في الرسم والعمليات الحسابية فستكون باللغة الإنجليزية وذلك لأن أعمال المنحنيات تتطلب التنسيق بين أكثر من فريق عمل من تخصصات مختلفة والرموز المستخدمة في أعمال المنحنيات هي ثابتة ومعروفة بالنسبة لفرق العمل لأنها معتمدة في البيانات المساحية للأشتو(AASHTO SDMS) (1).

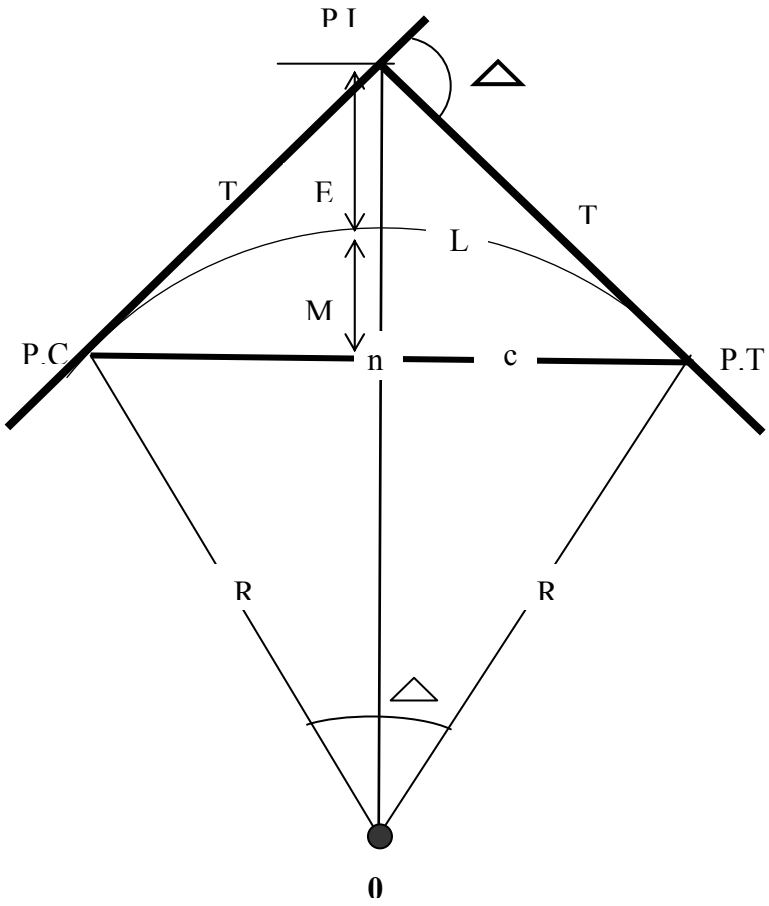
3 -1 : الرموز والمصطلحات الخاصة بعناصر المنحنى الأفقي البسيط :

1. نصف قطر المنحنى	Radius of curve (R)
2. زاوية الانحراف الكلية الزاوية المركزية للمنحنى	Deflection angle
3. طول المماس	Tangental length (T)
4. طول المنحنى	Length of Curve (L)
5. طول الوتر	Chord Length (C)
6. المسافة الوسطية	Mid Ordinate (M)
7. المسافة الخارجية	External Distance (E)
8. نقطة التقوس	Point of Curvature (P.C)
9. نقطة التقاطع	Point of intersection (P.I)
10. نقطة التماس	Point of tangency (P.T)
11. درجة التقوس	Degree of Curvature (D)

---

(1); AASHTO- SDMS
The American Association of State Highway and Transportation Officials –Surveying Data Management system .

شكل (6 - 3) :



من ملاحظة الشكل رقم (6 - 3) الذي يوضح عناصر المنحنى الدائري البسيط, نجد أن طول المماسين متساوين لأنهما مماسين لنفس الدائرة وهما عموديين على نصف قطر المنحنى من الجهتين عند النقطة P.T, P.C وطول الخط الواصل بين النقطة P.I ومركز المنحنى 0 ينصف الزاوية المركزية للمنحنى لتطابق المثلثين (P.I- 0 -P.C),(P.I - 0 -P.T) ويكون عامودياً على الوتر (c) ومنصف له في (n) والزاوية المحصورة بين المماس والوتر = نصف الزاوية المركزية = $\triangle$ / 2

3 -2: القوانين الرياضية الخاصة بحساب عناصر المنحنى الأفقي البسيط :

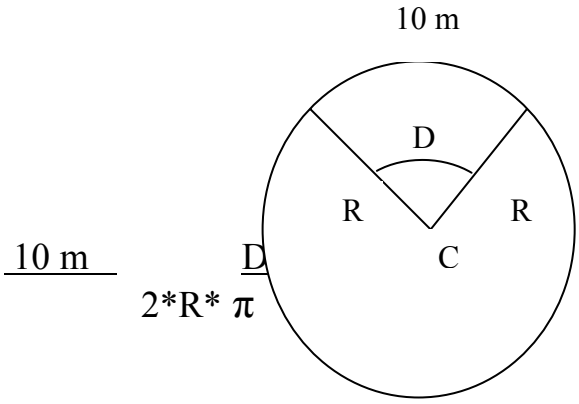
1 - حساب درجة التقوس (D) Degree of Curvature

تعرف درجة التقوس بأنها الزاوية المركزية التي تقابل قوسا دائريا مقداره 10 متر ، وقد يختلف طول القوس الدائري حسب المواصفات (20 - 30 متر)

محيط الدائرة = $2*R*\pi$

π = PI= 3.1416

من النسبة والتناسب في الشكل :



$$\frac{10\ m}{2*R*\pi} \quad \frac{D}{}$$

$$\mathbf{D\ (degree)} = \frac{573}{R}$$

وإذا كان طول القوس = 20 متر إذا

$$D\ (degree) = \frac{1146}{R}$$

2 - طول المنحنى (L) وزاوية الانحراف الكلية **(Δ)**

$$\frac{\Delta}{360^{\circ}} = \frac{L}{2*R*\pi} \quad \frac{(\text{degree})^{\circ}}{}$$

$$L^{\circ} = \frac{\pi * R * \Delta^{\circ}}{180^{\circ}}$$

ومن هذه المعادلة يمكن حساب زاوية الانحراف الكلية Δ° كما يلي

$$\Delta^{\circ} = \frac{180^{\circ}}{\pi * R} * L^{\circ}$$

ويمكن اشتقاق باقي عناصر المنحنى البسيط من الشكل (3 -1) بالاعتماد على الدوال المثلثية في المثلثات المتشابهة والقائمة وبالتالي ينتج أن :

3 - طول المماس (T)

$$\mathbf{T} = R* \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

4 - حساب طول الوتر (C)

$$\mathbf{C} = 2*R*\sin\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

5 - حساب المسافة الخارجية (E)

$$\mathbf{E} = R * \left[\frac{1}{\cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)} - 1\right]$$

6 - حساب المسافة الوسيطة (M)

$$\mathbf{M} = R* \left(1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)\right)$$

7 - حساب المحطات الرئيسة (P.I,P.T,P.C) بمعلومية إحدى المحطات يمكن حساب المحطتين التاليتين فإذا كانت محطة بداية المنحنى أو نقطة التقوس معلومة (P.C)

Stat P. I = stat P.C + T .

Stat P.T = stat P.C + L .

تمرين : من الشكل (6 - 3) اشتق معادلة حساب طول المماس (T) من المثلث(0-P.I-P.T) ومعادلة طول الوتر (C) من المثلث (0-n-P.T)

مثال (1) :

احسب عناصر المنحنى الدائري البسيط ومحطاته الرئيسة إذا علمت أن زاوية الانحراف الكلية له $\Delta = 60^o\ 30'$ وطول الوتر فيه $C = 50$ m ومحطة نقطة التكور أو نقطة بداية المنحنى P.C تساوي 26+30 .

الحل :

= طول الوتر $C = 2*R* \sin(\Delta/2)$

$50 = 2*R*\sin 30^o\ 15'$

= نصف قطر المنحنى $R = 49.63$ m

= طول المماس $T = R* \tan(\Delta/2)$, $T = 49.63* \tan 30^o\ 15' = 28.94$ m

= طول المنحنى $L = \frac{\pi * R* \Delta^\circ}{180^\circ} = \frac{3.1416 * 49.63* 60.5^o}{180} = 52.41$ m

= درجة التقوس $D^o = \frac{573}{R} = \frac{573}{49.63} = 11^o\ 32'\ 44''$

= المسافة الخارجية $E = R* \left(\frac{1}{\cos(\Delta/2)} - 1\right) = 49.63* \left(\frac{1}{\cos 30^o\ 15'} - 1\right) = 7.82$ m

= المسافة الوسطية $M = R* (1 - \cos \Delta/2) = 49.63 * (1 - \cos 30^o\ 15') = 6.76$ m

= محطة نقطة التقاطع stat P.I = stat P.C + T

= 26 + 30 + (28.94)

= 26 + 58.94

= محطة نقطة التماس stat P.T = stat P.C + L

= 26 + 30 + (52.41) = 26 + 82.41

مثال(2) :

منحنى دائري بسيط فيه الاتجاه الدائري (AZ) للضلع (P.C- P.I) ″12 ′18 º43 والاتجاه الدائري للضلع (P.I- P.T) ″34 ′36 º103 ومحطة نقطة التكور أو نقطة بداية المنحنى P.C تساوي 13+20 وإحداثيات النقطة P.C تساوي (513.22 m ,500 m) وإحداثيات النقطة P.T تساوي = (610.64 m,546.09 m) .

المطلوب :

1 - حساب العناصر الرئيسة للمنحنى

2 - حساب إحداثيات نقطة التقاطع P.I وإحداثيات مركز المنحنى (0) .

الحل :

=فرق السينات Δx (P.C-P.T) = 110.64 m

=فرق الصادات Δy (P.C-P.T) = 32.87 m

= **طول الوتر** $C = \sqrt{(\Delta x\ (P.C\text{-}P.T))^2 + (\Delta y\ (P.C\text{-}P.T))^2} = 115.42$ m

= **زاوية الانحراف الكلية** Δ° = AZ (P.I-P.T) – AZ (P.C-P.I)

Δ° = 103º 36′ 34″ - 43º 18′ 12″ = 60º 18′ 22″

$\Delta^{\circ}/2$ = 30º 09′ 11″

(حساب نصف القطر بمعلومية طول الوتر وزاوية الانحراف) $C = 2*R* \sin \Delta^{\circ}/2$

$R* \sin$ 30º 09′ 11″ , **R** = 114.89 m*115.42 = 2

= **درجة التقوس** $D^{\circ} = \frac{573}{R} = 4^{\circ}\ 59'\ 15''$

طول المماس = $T = R* \tan (\Delta/2) = 66.74$ m

= **طول المنحنى** $L = \frac{\pi *R* \Delta^{\circ}}{180^{\circ}} = 120.93$ m

= المسافة الخارجية $E = R\left(\frac{1}{\cos(\Delta/2)} - 1\right) = 114.89\left(\frac{1}{\cos 30^\circ\ 09'\ 11''} - 1\right) = 17.97m$

= المسافة الوسطية $M = R\,(1 - \cos \Delta/2) = 15.55\ m$

= محطة نقطة التكور $\textbf{Stat P.C} = 13 + 20$

= محطة نقطة التقاطع $\text{Stat P.I} = 13 + 20 + (66.74) = 13 + 86.74$

= محطة نقطة التماس $\text{Stat P.T} = 13 + 20 + (120.93) = 14 + 40.93$

$$AZ\,(P.C - O) = AZ\,(P.C - P.I) + 90^\circ$$
$$= 43^\circ\ 18'\ 12'' + 90^\circ = 133^\circ\ 18'\ 12''$$

حساب إحداثيات مركز المنحنى (O) حيث إن :

=الإحداثي السيني $XO = X\,P.C + R * \sin AZ\,(P.C - O)$

الإحداثي الصادي **=** $YO = Y\,P.C + R * \cos AZ\,(P.C - O)$

$\textbf{XO} = 500 + 144.89 * \sin 133^\circ\ 18'\ 12'' = 583.61\ m$

$\textbf{YO} = 513.22 + 114.89 \times \cos 133^\circ\ 18'\ 12'' = 434.42\ m$

حساب إحداثيات نقطة التقاطع (P.I) حيث إن :

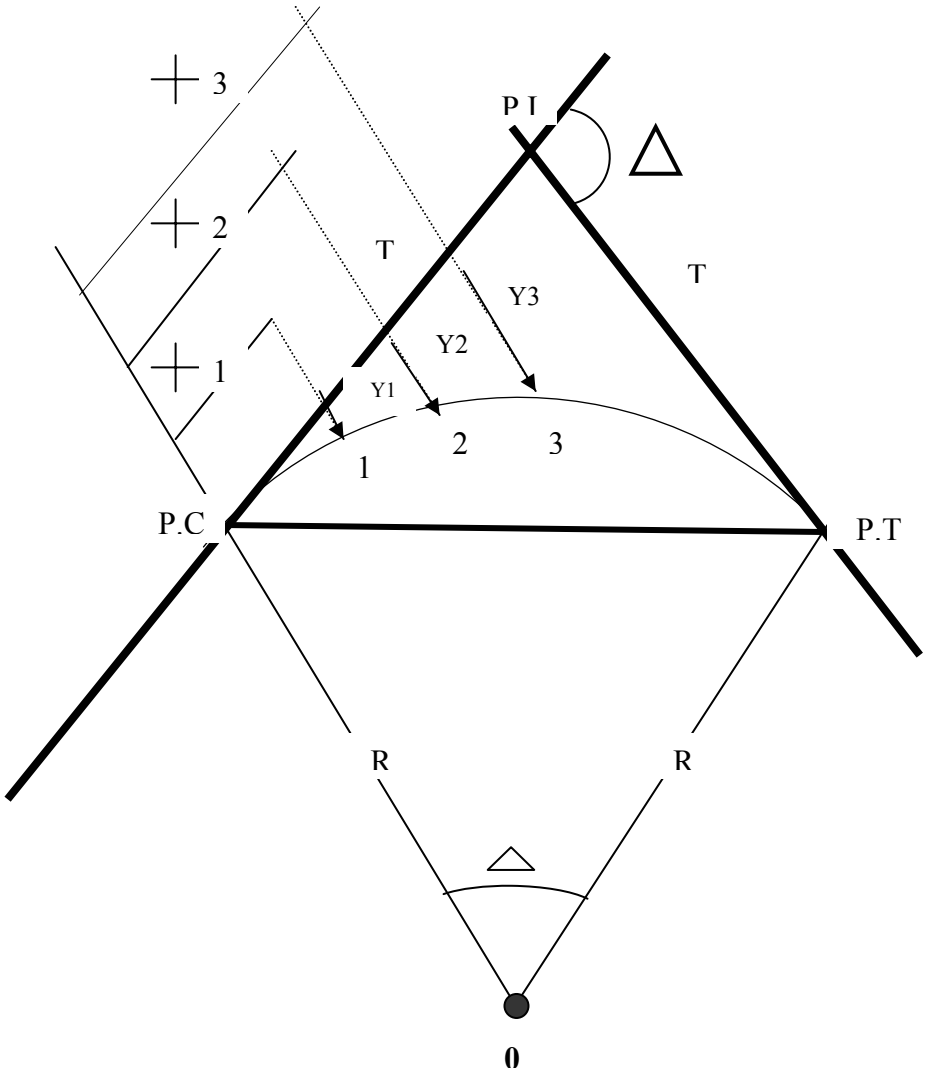
$$X\,P.I = X\,P.C + T * \sin AZ\,(P.C - P.I)$$
$$Y\,P.I = Y\,P.C + T * \cos AZ\,(P.C - P.I)$$

$\textbf{X P.I} = 500.00 + 66.74 * \sin 43^\circ\ 18'\ 12'' = 545.77\ m$

$\textbf{Y P.I} = 513.22 + 66.74 * \cos 43^\circ\ 18'\ 12'' = 561.79\ m$

3 -3: توقيع المنحنى الدائري البسيط بطريقة الإحداثيات من المماس (طريقة الأعمدة على المماس) :

في هذه الطريقة نعين نقطاً على المنحنى بمعرفة إحداثياتها (X , Y) وذلك باعتبار أن نقطة التقوس (P.C) هي نقطة الأصل ثم قياس المسافة على المماس وهي X وحساب الإحداثي Y العمودي على المماس حتى المنحنى. شكل (7 -3) .



$$Yi = R - \sqrt{R^2 - Xi^2}$$

حيث Y ← المسافة العمودية من المماس حتى المنحنى للنقطة التي مسافتها X من نقطة الأصل (P.C)

X ← المسافة الأفقية على المماس تبدأ من النقطة P.C

R ← نصف القطر

ومن خلال معرفة إحداثي قمة المنحنى (t) :

$$Xt = \frac{c}{2} = R * \sin\left(\frac{\Delta}{2}\right).$$

$$Yt = M = R \times \left(1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)\right).$$

توزع الفترات حتى Xt وتحسب (Y) حتى أقرب عدد Yt

مثال :

منحنى دائري بسيط نصف قطره 230 متر يصل بين محوري طريقين مستقيمين متقاطعين بزاوية مقدارها $40^{o}\ 48'$. والمطلوب : حساب العناصر اللازمة لتوقيع المنحنى بطريقة الإحداثيات من المماس إذا علمت أن المسافات بين النقاط = 20 متر

الحل / من المعطيات : - **R**= 230 m = نصف القطر

= زاوية الانحراف الكلية $\Delta^{0} = 40\ 48`^{0}$ ، $\frac{\Delta}{2} 20 = 24`^{0}$

فترات المسافة الأفقية على المماس = X= **20 m**

1 - حساب إحداثي قمة المنحنى (t) : -

$$\mathbf{Xt} = R * \sin\left(\frac{\Delta}{2}\right) \mathbf{Xt} = 80\ .\ 17\ \text{m} =$$

$$\mathbf{Yt} = R * \left(1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)\right) \mathbf{Yt} = 14.\ 43\ \text{m} =$$

2 -حساب إحداثيات النقاط الواقعة بين قمة المنحنى (t) ونقطة بداية المنحنى (P.C) :

$$Yi = R - \sqrt{R^{2} - Xi^{2}}$$

لاحظ قيمة (X_i) :

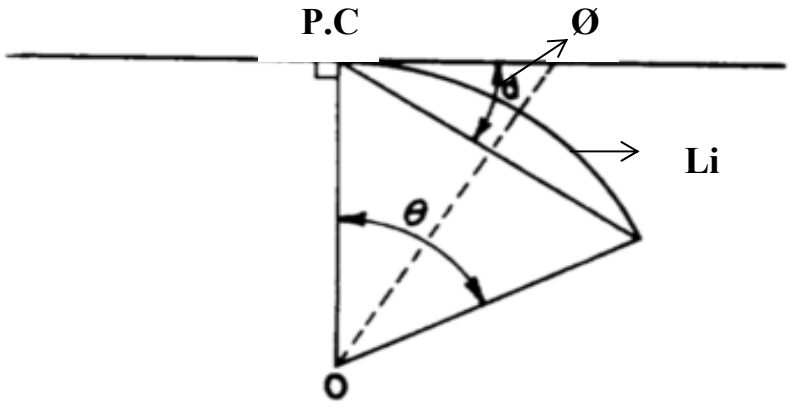
$X_1 = 20m$, $X_2 = 40m$, $X_3 = 60m$ $X_4 = 80m$,X5= 80.17 m

وبالتعويض في المعادلة السابقة تكون قيم Y_i كما في الجدول التالي (جدول التوقيع في الطبيعة) جدول (1 -3) :

X (m)	$Yi = R - \sqrt{R^2 - Xi^2}$ (m)
20	0.87 m .
40	3.05m.
60	7.96m.
80	14.36m.
80.17	14.43m.

3 -4: توقيع المنحنى الأفقي البسيط بطريقة زوايا الانحراف (Deflection Angles) :

هذه الطريقة أدق من طرق الإحداثيات السابقة وتستخدم عادة في توقيع المنحنيات الهامة ذات الدقة العالية مثل منحنيات الطرق السريعة وهي تمتاز بسرعتها وسهولتها ولا تحتاج إلى عمليات كثيرة وهنالك بعض المصطلحات الهامة المستخدمة يجب التعرف عليها .شكل (8 -3)



حيث الزاوية المماسية = نصف الزاوية المركزية $Ø = 1/2 * Θ$

$Θ = 2 * Ø$

ومن الشكل (8 -3) السابق :

$$\frac{Li}{\Theta} = \frac{10\ m}{D}$$

°

وبالتعويض بقيمة Θ ينتج أن :

$$Ø^{o}_{i} = \frac{D * Li}{20}^{\circ}$$

أما إذا كانت درجة تقوس المنحنى تمثل الزاوية المقابلة لقوس طوله 20 متر تكون زاوية الانحراف

$$Ø\ ^{o}_{i} = \frac{D\ ^{o} \times Li}{40}$$

- زاوية الانحراف (Ø) بالدرجات Deflection angle
- الطول على المنحنى (L_i) بالمتر

وتحسب مسافة طول الوتر الكلية (T.C) وهي المسافة من نقطة البدء وحتى المنحنى

$$T.C = 2*R*\sin Ø_i$$

وتحسب المسافة الوترية الفردية (S.G) وهي المسافة بين كل نقطتين على المنحنى :

$$S.G = 2*R*\sin (Ø_i - Ø_{i-1})$$

مثال /

منحنى دائري بسيط نصف قطره 200 متر يصل بين محوري طريقين مستقيمين متقاطعين بزاوية انحراف 30 ° ومحطة نقطة التقاطع هي = 2256.59 متر .

المطلوب :

حساب كل المعلومات اللازمة لتوقيع المنحنى باستعمال جهاز المحطة المتكاملة

الحل :

المعلومات المطلوبة

1 -حساب درجة التقوس (D°) المقابلة لطول قوس = 10 متر وهي الأكثر شيوعاً ما لم يطلب غير ذلك في المواصفات

$$D^{o} = \frac{572.96}{R} = \frac{572.96}{200} = 2.8648^{o}$$

2 - تحسب موقع نقطة (P.C) نقطة البداية ونقطة النهاية (P.T) :

Stat P.C = stat P.I – T

= طول المماس $\mathbf{T} = R * \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$

T = 53.59m

=موقع نقطة البداية **Stat P.C** = 2256.59 – 53.59 = 2203.m = 22+03 m

Stat PT = stat P.C +L

= طول المنحنى $\mathbf{L} = \frac{\pi * R * \Delta^{o}}{180^{o}} = 104.72$ m

= موقع نقطة النهائية **Stat PT** = 2203 + 104.72 = 2307.72 m.= 23+07.72 m

3 - نختار طولاً ثابتاً مناسباً للأوتار الجزئية بحيث يكون ≤ (نق ÷ 20)

إذا $\frac{200}{20}$ = 10 متر

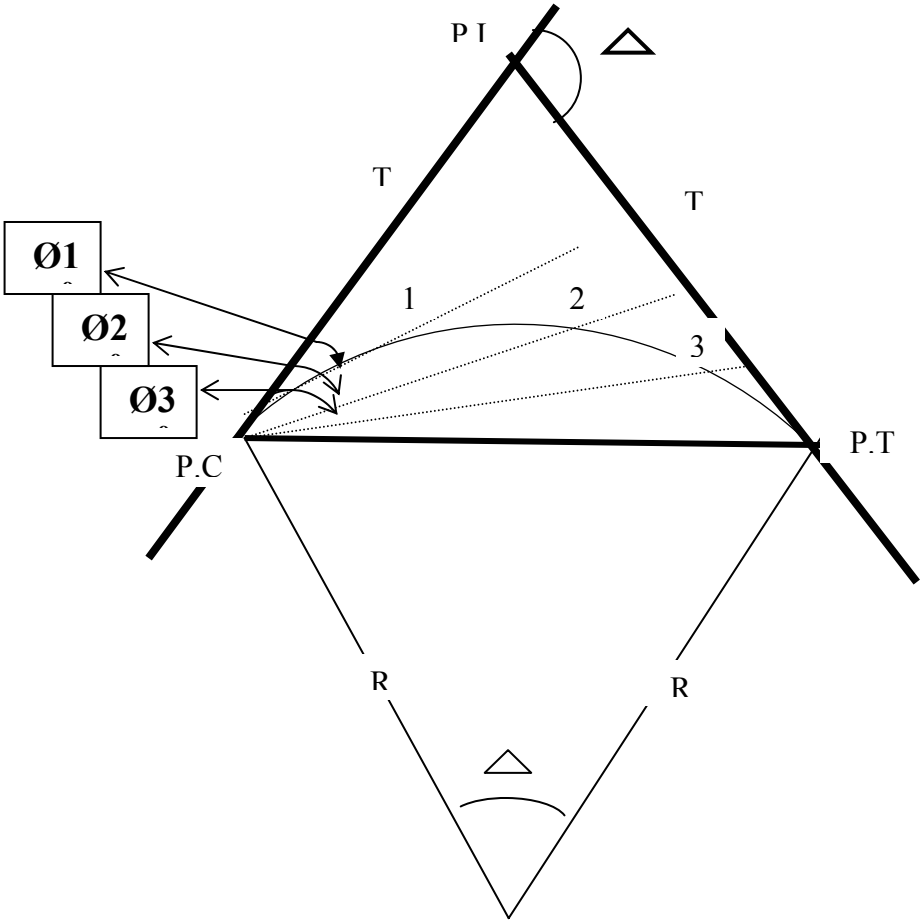
وتكون أول محطة بعد P.C = 10+ 22

وتكون آخر محطة قبل P.T = 23+00

4 - عمل جدول التوقيع في الطبيعة كما يلي جدول (2 -3) :

الاتجاه	المحطة	زاوية الانحراف الكلية			طول الوتر الكلي (متر)	طول الوتر الجزئي (متر)
Direction	Station	$Ø^o_i = \frac{L_i \times D^o}{20}$			T.C = 2R sin $Ø_i$	SC = 2Rsin ($Ø_i$-$Ø_{i-1}$)
		O	/	//		
---	PC= 22+03	00	00	00	0, 0	----
1	22+10	01	00	10	7	7
2	22+20	02	26	06	17	10
3	22+30	03	52	03	27	10
4	22+40	05	18	00	37	10
5	22+50	06	43	56	47	10
6	22+60	08	09	53	57	10
7	22+70	09	35	50	67	10
8	22+80	11	01	46	77	10
9	22+90	12	27	43	87	10
10	23+00	13	53	40	97	10
(P.T)	23+0.7.72	15	00	01	104.72	7.72

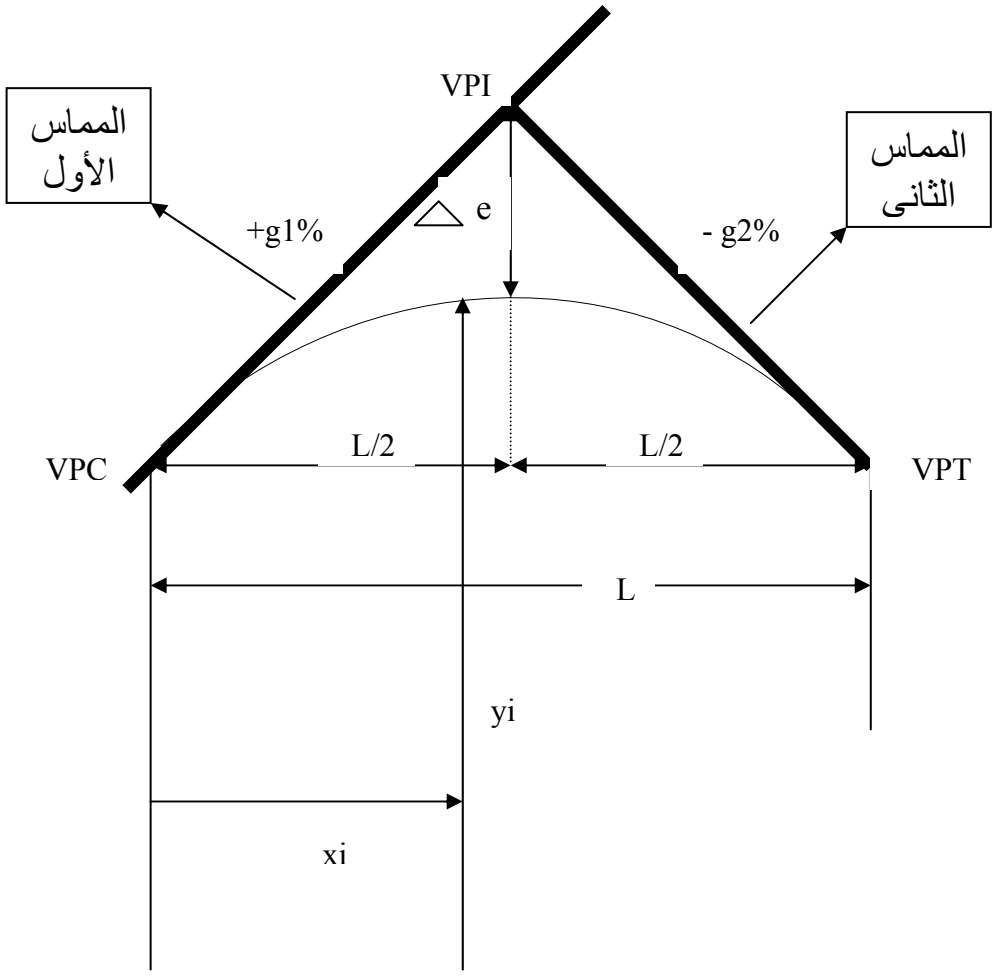
طريقة رصد زوايا الانحراف من نقطة البداية (P.C) :



شكل (9 -3)

4 - المنحنى الرأسي المتماثل من الجانبين (Symmetrical Parabola Vertical Curve)

وهو المنحنى الرأسي الذي تكون فيه المسافة الأفقية من محطة البدء (VPC) إلى محطة نقطة التقاطع الرأسي (VPI) تساوي المسافة الأفقية من محطة نقطة التقاطع الرأسي (VPI) إلى محطة نقطة التماس الرأسي (VPT) ، شكل : (10 -3)



4 -1: الرموز والمصطلحات الخاصة بالمنحنى الرأسي :

من ملاحظة الشكل (10 -3) تكون الرموز والمصطلحات الخاصة بالمنحنى الرأسي على النحو التالي :

1. g2%,g1% ميل المماس الأول وميل المماس الثاني كنسبة مئوية ويكون موجباً إذا كان باتجاه الأعلى وسالباً باتجاه الأسفل .
2. L = طول المنحنى وهو المسافة الأفقية بين النقطة VPC والنقطة VPT
3. A = الفرق الجبري بين ميلي المماسين (g2-g1)
4. VPC نقطة بداية المنحنى (Point of Vertical Curvature)
5. VPI نقطة تقاطع المنحنى الرأسي (Point of Vertical Intersection)
6. VPT نقطة التماس المنحنى الرأسي (Point of Vertical Tangency)
7. (Δe) = فرق المنسوب بين المنحنى وبين نقطة التقاطع الرأسي (VPI) .
8. (xi) =المسافة الأفقية من نقطة بداية المنحنى الرأسي وحتى النقطة (i) على المنحنى
9. (yi) =منسوب النقطة i على المنحنى فوق مستوى سطح البحر

4 -2: طرق حساب مناسيب النقاط أو المحطات على المنحنى الرأسي المتماثل :

لغرض حساب مناسيب النقاط على المنحنى الرأسي يجب توفر منسوب إحدى النقاط الرئيسة الثلاث (VPC,VPI,VPT) وكذلك طول المنحنى ومحطة من المحطات للنقاط الرئيسة سابقة الذكر , وكذلك ميول المماسات ويمكن تلخيص الحسابات على النحو التالي : -

1 - حساب مناسيب النقاط الرئيسة الثلاث من منسوب إحدى النقاط وميلي المماسين وطول المنحنى فلو كان معلوماً منسوب النقطة VPC تكون مناسيب النقاط الرئيسة على النحو الآتي :

$$\text{Elev. VPI} = \text{Elev VPC} + \frac{g1}{100} * (L/2)$$

Elev VPC= منسوب نقطة التقوس ، Elev .VPI= منسوب نقطة التقاطع

$$\text{Elev VPT} = \text{Elev VPI} + \frac{g2}{100} * (L/2) .$$

Elev VPT= منسوب نقطة التماس .

2 - حساب منسوب نقطة على المماس الأول :

منسوب نقطة i على المماس الأول = Elev VPC + $\frac{g1}{100} * (xi)$

xi= مسافة النقطة i من VPC

ولحساب منسوب نقطة على المماس الثاني :

يمكن حساب منسوب نقطة i على المماس الثاني = Elev VPT +$\frac{(- g2)}{100} * (xi)$

xi= مسافة النقطة i من VPT

3 - حساب محطات النقاط الرئيسة الثلاث بمعلومية طول المنحنى(L) ومحطة إحدى النقاط الثلاث فلو كان معلوماً على سبيل المثال محطة نقطة (VPC) فتحسب المحطات الأخرى على النحو الآتي :

stat VPI = stat VPC + L/2 (محطة نقطة التقاطع)

stat VPT = stat VPC + L (محطة نقطة التماس)

4 -حساب الفرق الجبري بين الانحدارين أو الميلين (A) .

$$A = g2 - g1$$

5 - حساب (Δe) فرق الارتفاع بين المنحنى ونقطة التقاطع VPI

$$\Delta e = \frac{A * L}{8}$$

6 - حساب معدل التغيير في الميل لكل محطة (r) .

$$r = \frac{A}{L}$$

7 - مسافة أعلى أو أدنى نقطة على المنحنى من نقطة البداية (VPC) :

$$X = \frac{- g 1}{r}$$

8 - حساب فروق الارتفاع (Δy) بين المناسيب على المماس وبين المناسيب على المنحنى الرأسي :

$$\Delta y = \frac{r}{2} * (xi)^2$$

حيث xi= مسافة النقطة i من VPC أو VPT

9 - حساب المناسيب على المنحنى:

Δy+ المنسوب على المماس= y (المنسوب على المنحنى)

مثال (1) :

منحنى رأسي محدب متماثل فيه ميل المماس الأول 3.4%+ وميل المماس الثاني 5.1%- ومنسوب محطة بداية المنحنى (VPC) = 20.245 m فوق مستوى سطح البحر ومحطتها 18+32 إذا كان فرق الارتفاع بين المنحنى ونقطة التقاطع (VPI) 4.675 m . المطلوب حساب مناسيب المحطات الرئيسة والمحطات الكاملة (المحطة الكاملة مسافتها= 100 m) على المنحنى .

الحل :

= الفرق الجبري بين الميلين $A = g2 - g1 = -5.1\% - 3.4\% = -8.5\% = 0.085$

= فرق الارتفاع بين المنحنى ونقطة التقاطع وهو معطى في السؤال $\Delta e = \frac{A * L}{8}$

$$\Delta e = 4.675 = \frac{0.085 * L}{8}$$

= طول المنحنى $L = 440$ m

= معدل تغير الميل $r = \frac{A}{L} = \frac{-0.085}{440} = -1.932 * 10^{-4}$, $r/2 = -0.966 * 10^{-4}$

stat. VPI = 18 + 32 + 220 = 20 + 52

stat. VPT = 18 + 32 + 440 = 22 + 72

Elev. VPI = 20.245 + (3.4/100 * 220) = 27.725 m

Elev. VPT = 27.725 + (-5.1/100 * 220) = 16.505 m

الجدول الخاص بحساب مناسيب النقاط على المنحنى لكل محطة : جدول (3 -3):

النقطة Point	المحطة Station	المسافة على المنحنى(xi) (m)	المنسوب على المماس Elevation (m)	فرق الارتفاع $\Delta y = r/2 * (xi)^2$ (m)	المنسوب على المنحنى (y) (m)
VPC	18+32	0	20.245	0	20.245
	19+00	68	22.557	-0.447	22.110
	20+00	168	25.957	-2.726	23.231
VPI	20+52	220	27.725	-4.675	23.050
	21+00	172	25.277	-2.858	22.419
	22+00	72	20.177	-0.501	19.676
VPT	22+72	0	16.505	0	16.505

ملحوظات :

- المحطة الكاملة مسافتها 100 متر ثابتة من بداية المنحنى حتى نهايته ماعدا محطة بداية المنحنى (VPC) ومحطة التقاطع (VPI) ومحطة التماس(VPT) المعطاة أو المحسوبة
- تم حساب الارتفاع (Δy) للمحطات 19+00 ,20+00 ضمن الجدول من خلال قانون حساب منسوب نقطة على المماس الأول رقم (2) حيث إن المسافة xi ابتداء من المحطة VPC .وللمحطات 21+00 , 22+00 من خلال قانون حساب منسوب نقطة على المماس الثاني رقم (2) حيث إن المسافة xi ابتداء من المحطة VPT و g2% تكون بعكس الإشارة المعطاة.

الطريقة الثانية :

يمكن حساب مناسيب النقاط على المنحنى مباشرة باستخدام معادلة القطع المكافئ التي على الشكل

$$\mathbf{Yp= a + b*Xp + c*Xp^2}$$

حيث قيم الثوابت يمكن استنتاجها كما يلي :

a = Elev VPC
b = g1
c = r/2

وتصبح المعادلة :

$$\mathbf{Yp}= \text{Elev VPC} + g1*Xp + r/2* Xp^2$$

حيث : Yp = **منسوب النقطةp على المنحنى**

Xp هي المسافة من بداية المنحنى VPC إلى النقطة p .

مثال (2) :

احسب مناسيب النقاط على المنحنى في المثال السابق باستخدام معادلة القطع المكافئ :

الحل /

بعد حساب مناسيب النقاط الرئيسة للمنحنى ومحطاتها وحساب مقدار r/2 كما في المثال السابق يتم تطبيق معادلة المنحنى الرأسي كما يلي :

1 - عند المحطة الأولى (19+00) , Xp= 68 m

Y= 20.245 + 3.4*(0.680) + (-0.966* 10^{-4} * (68²))=**22.11 m**

2 - عند المحطة الثانية (20+00) , Xp= 168 m

Y= 20.245 + 3.4*(1.68) + (-0.966* 10^{-4} * (168²))=**23.23 m**

3 - عند المحطة الثالثة VPI (20+52) , Xp= 220 m

Y= 20.245 + 3.4*(2.2) + (-0.966* 10^{-4} * (220²))=**23.050 m**

4 - عند المحطة الرابعة (21+00) , Xp= 268 m

Y= 20.245 +3.4*(2.68) +(-0.966* 10^{-4} * (268²))=**22.419 m**

5 - عند المحطة الخامسة (22+00) , Xp= 368 m

Y= 20.245+3.4*(3.68)+(-0.966* 10^{-4} *(368²))=**19.675 m**

6 - عند المحطة السادسة (22+72) , Xp= 440 m

Y= 20.245+3.4*(4.4) +(-0.966* 10^{-4} * (440²))=**16.504 m**

مثال (3) :

منحنى رأسي مقعر متماثل طوله 260 m متر وميل المماس الأول فيه 2.3%- وميل المماس الثاني 4.8%+ ومنسوب نقطة البداية فيه (VPC) = 12.345 m متر فوق مستوى سطح البحر ومحطتها 12+00. المطلوب حساب فرق الارتفاع لأنصاف المحطات (50 m) بين المنحنى وسطح الأرض إذا علمت أن منسوب سطح الأرض الطبيعية على طول المنحنى يساوي 11.500 m فوق مستوى سطح البحر .

الحل :

=الفرق الجبري بين الميلين$0.071 = 7.1\% = 4.8\% + 2.3\% = g2 - g1 = \mathbf{A}$

معدل تغير الميل $r = \frac{A}{L} = 2.73 * 10^{-4}$, $r/2 = 1.365 * 10^{-4}$

فرق الارتفاع بين المنحنى ونقطة التقاطع $\Delta e = \frac{A.L}{8} = 2.307$ m=

حساب المحطات الرئيسة ومناسيبها :

محطة نقطة التقاطع(VPI) stat VPI = 12 + 00 + (1 +30) = 13 + 30

محطة نقطة التماس(VPT) stat PVT = 12 + 00 + (2 + 60) = 14 + 60

منسوب نقطة التقاطع Elev VPI = (130 * -2.3/100)+12.345 = 9.355 m

منسوب نقطة التماس(VPT) VPT (Elev) = 9.355 +(130*4.8/100) = 15.595 m)

حساب مناسيب النقاط على المنحنى لكل محطة جدول (4 -3) :

Point	المحطة Station	المسافة على المنحنى(xi) (m)	المنسوب على المماس Elevation (m)	فرق الارتفاع $\Delta y = r/2 * (xi)^2$ (m)	المنسوب على المنحنى (y) (m)
VPC	12+00	0	12.345	0	12.345
	12+50	50	11.195	0.341	11.536
	13+00	100	10.045	1.365	11.410
VPI	13+30	130	9.355	2.307	11.662
	13+50	110	10.315	1.652	11.967
	14+00	60	12.715	0.491	13.206
VPT	14+60	0	15.595	0	15.595

5 - قائمة تدريبات الوحدة :

1 - التدريب العملي الأول : توقيع منحنى أفقي بسيط بطريقة الإحداثيات من المماس .
2 - التدريب العملي الثاني : توقيع منحنى أفقي بسيط بطريقة زوايا الانحراف .
3 - التدريب العملي الثالث: توقيع مناسيب محطات منحنى رأسي متماثل .

الاحتياطات اللازمة :

1 - التحقق من الخرائط والرسومات والجداول المطلوب توقيعها والحصول عليها .
2 - التأكد من مناسبة الأجهزة المستخدمة لنوع الأعمال المنفذة من حيث إمكانية القياس والدقة .
3 - التأكد من شحن الأجهزة وجاهزيتها للعمل .
4 - التأكد من نظافة الأجهزة المستخدمة وبخاصة العدسات .
5 -التأكد من ملاءمة دفاتر الحقل لطبيعة القياسات المساحية .
6 - الالتزام باحتياطات السلامة المهنية في الموقع .
7 - توفر حقائب الإسعافات الأولية .

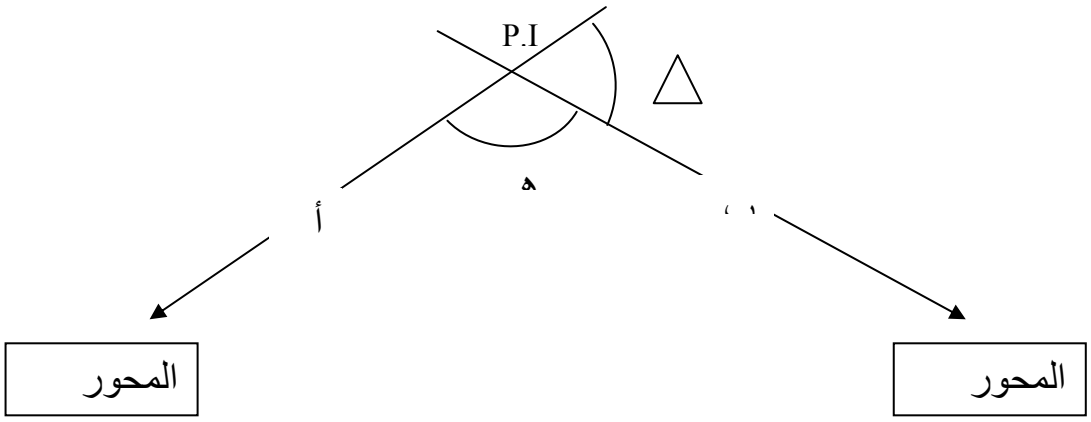
5 -1 : التدريب العملي الأول : توقيع منحنى أفقي بسيط بطريقة الإحداثيات من المماس

الأدوات والأجهزة المطلوبة :

1 - عدد (2) شريطان
2 - أوتاد ومطرقة
3 - ثلاثة شواخص بالحوامل
4 - جهاز ثيودليت بالحامل
5 - الشوك

خطوات العمل :

1. يتم اختيار محورين مستقيمين متقاطعين ومناسبين حسب ظروف وطبيعة ومساحة موقع العمل ونحدد المحورين بإحدى طرق التوجيه المعروفة أو بالتوجيه الأمامي و الخلفي .
2. توقع نقطة التقاطع (P.I) وذلك بفرد شريط أو خيط على نهايتي كل من المحورين ومدهما حتى يتقاطعان في نقطة P.I ثم ثبت عندها وتداً ونضع شاخصا عليها
3. قياس زاوية الانحراف (Δ) بالثيودليت بحيث يثبت الجهاز على النقطة P.I ويجرى له الضبط المؤقت ويوجه المنظار إلى منتصف وتد إحدىحد نقاط المحور الأول مثل أ ويصفر الجهاز في هذا الاتجاه ويلف المنظار إلى اتجاه إحدى نقاط المحور الثاني ولتكن ب ونكون بالتالي حصلنا على الزاوية الداخلية هـ ومنها يمكن حساب الزاوية Δ ° = 180° – هـ



ويتم فرض قيمة مناسبة لنصف قطر المنحنى (R)

توقع النقطتان (P.T - P.C) وذلك بحسابهما من القانون $T = R*\tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$

حيث نوقع هذا الطول من نقطة التقاطع P.I في اتجاه المحور الأول لنحصل على (P.C) ويثبت وتداً عندها ثم نفس الطول T في اتجاه المحور الثاني من نقطة التقاطع ونحصل على P.T ويدق وتداً عندها ثم تثبت شواخص عند كل منهما .

6. نوقع قمة المنحنى (TO) وذلك بحساب قيمة YTO.XTO من المعادلتين التاليتين :

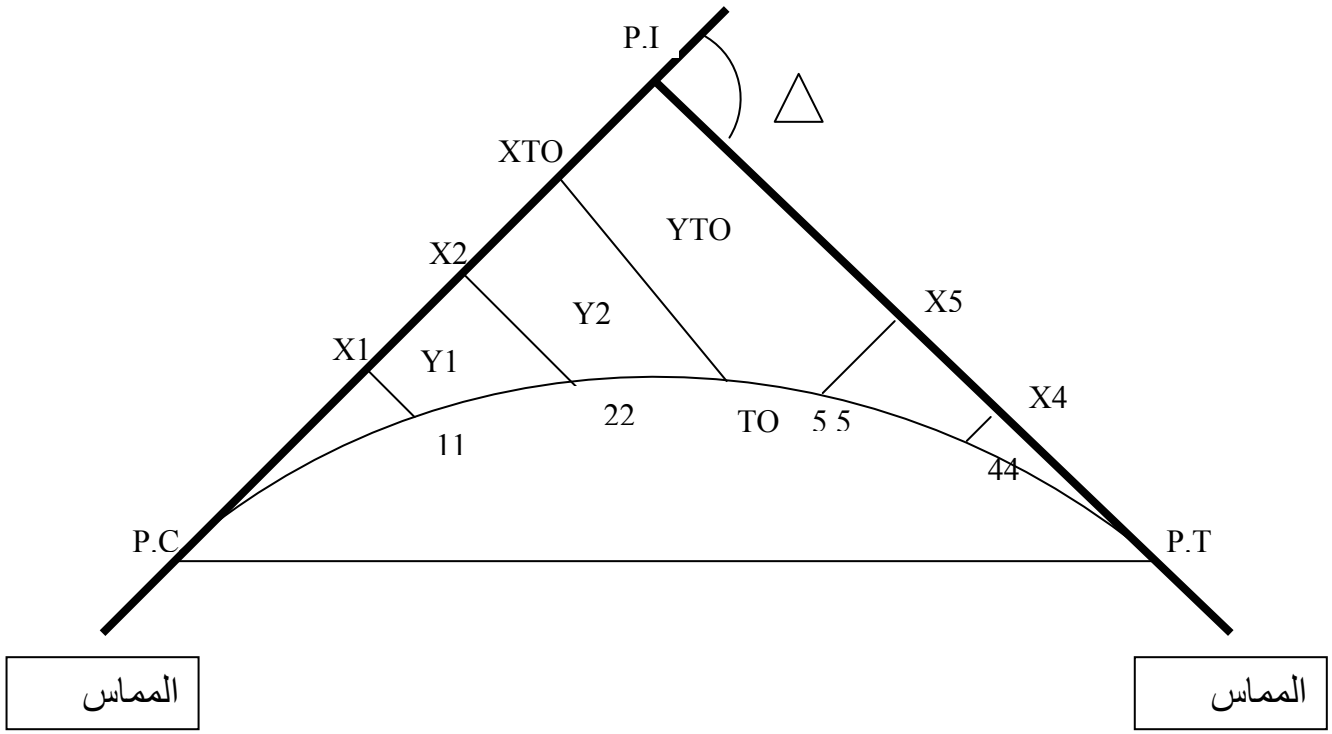
$XTO = R*\sin\left(\frac{\Delta}{2}\right)$.

$YTO = R*\left(1-\cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)\right)$.

نأخذ المسافة XTO ← على طول المماس (PI-P.C) بداية من P.C لنحدد موقعها على المماس ثم نقيم عموداً بالشريط بإحدى طرق إقامة الأعمدة بالشريط لطول (YTO) لنحدد (TO) أو قمة المنحنى .

7. نختار مسافة مناسبة لـ (X_i) وذلك لتوقيع المنحنى من المماس بحيث يكون هناك عدد نقاط كافية لتمثيل المنحنى ثم تحسب قيمة (Y_i) المناظرة لها من خلال المعادلة التالية :

$Y_i = R - \sqrt{R^2 - X_I^2}$ ثم نضع الإحداثيات المحسوبة في الجدول كما في جدول (1 -3)



8 - فمثلا إذا كان عدد النقاط الموقعة على المماس الأول ثلاث نقاط فقط فيتم التوقيع بأخذ المسافات (X_1,X_2,XTO)على طول المماس (P.C- P.I) بداية من P.C لتحديد النقطة (1,2,TO) على المماس ويتم وضع الشوك مكانها على المماس الأول ثم نقيم أعمدة بالشريط (المثلث متساوي الساقين أو المثلث القائم بنفس مسافة (Y_1,Y_2,YTO) على التوالي من النقاط السابقة ونحدد النقاط (11,22,TO) ونثبت أوتاداً عندها.ثم نقوم بنفس العمل على المماس الثاني (P.T-P.I) بنفس المسافات (X_4,X_5) ابتداء من النقطة P.T في اتجاه النقطة P.I ونثبت الشوك وتكون قيم (Y_4,Y_5) المقابلة لها هي نفسها المحسوبة من قبل في جدول الإحداثيات وبإقامة أعمدة بأطوال (Y_4,Y_5) من على المماس الثاني (P.T-P.I) نحدد النقاط (44,55) ثم نضع أوتادا عليها وبالتالي فإن الخط الذي يصل بين النقاط (P.C,11,22,TO,55,44,P.T) هو المنحنى المطلوب .

5 -2 : التدريب العملي الثاني :

توقيع منحنى أفقي بسيط بطريقة زوايا الانحراف باستخدام جهاز المحطة الشاملة

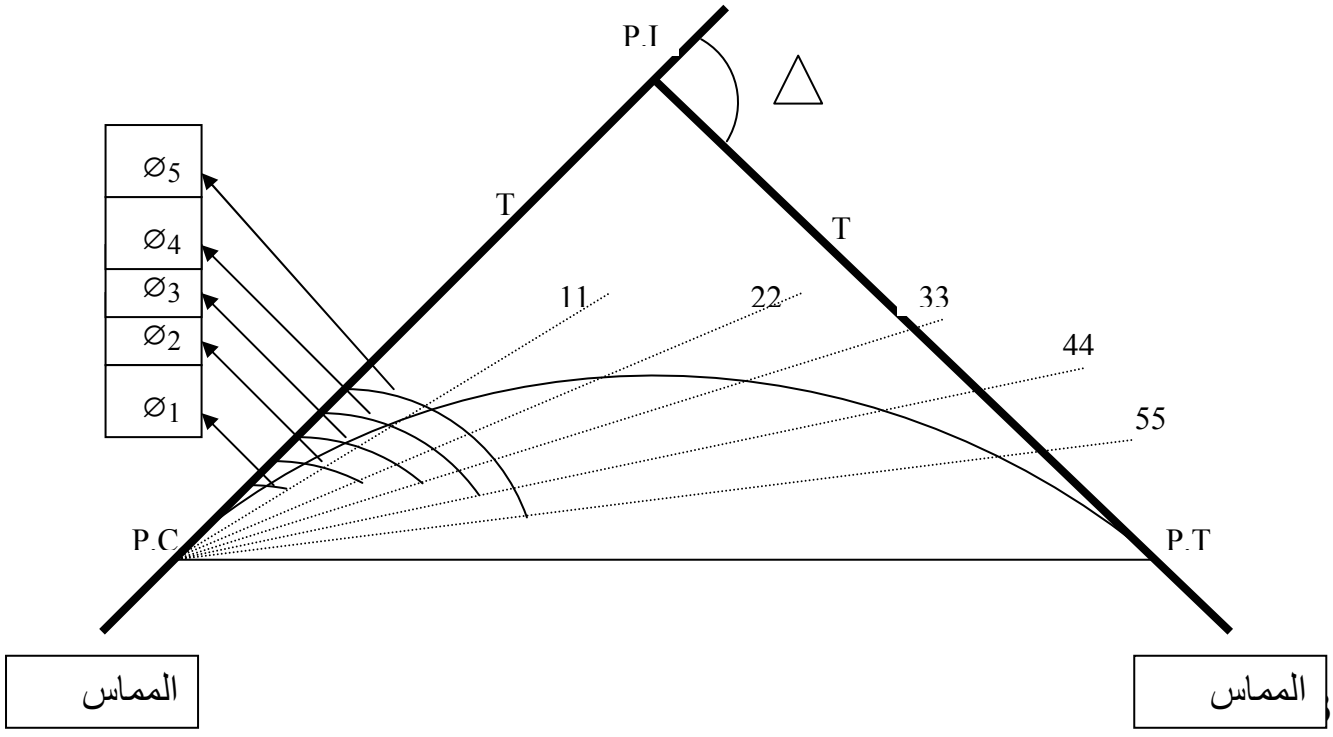
الأدوات المستخدمة :

1 -جهاز محطة متكاملة
2 -عاكس
3 -شواخص
4 -أوتاد ومطرقة ومسامير أوشوك
5 -شريط

خطوات العمل :

الخطوات من 1 – 5 كما في التدريب العملي السابق .

1. يتم حساب الجدول الخاص بزوايا الانحراف كما في الجدول (2 -3)
2. نقوم بعملية توقيع نقاط المنحنى بمعلومية زوايا الانحراف كما في الشكل التالي وذلك وفق الخطوات التالية :



- يثبت الجهاز فوق نقطة البداية (P.C) وتجرى له إجراءات الضبط المؤقت والتصحيحات اللازمة ونضع شاخصاً على النقطة P.I ونوجه منظار الجهاز نحوها ونصفر الزاوية الأفقية .
- ندير منظار الجهاز إلى اليمين بزاوية مقدارها $\varnothing_1$ وعلى هذا الاتجاه (اتجاه 11) حسب الجدول تقع نقطة المنحنى الأولى ونربط الحركة الأفقية وتقاس المسافة من نقطة تسامت الجهاز على نفس الاتجاه(11) إما بالجهاز نفسه أو بالشريط إذا كانت المسافة صغيرة ويوجه حامل العاكس من منظار الجهاز ويتحرك بمسافة مقدارها طول الوتر الكلي المقابلة في جدول التوقيع وعند تقاطع خط النظر مع المسافة المحددة تكون هذه أول نقطة على المنحنى فيثبت وتد عندها
- .نفك مسمار الحركة الأفقية ونعيد الجهاز إلى وضعه الأول حيث يتم التوجيه على النقطة P.I وتصفر الزاوية الأفقية ونحرك المنظار إلى اليمين بمقدار الزاوية $\varnothing_2$ ويمكن هنا أن نحدد قيمة ($\varnothing_2 - \varnothing_1$) ونحرك المنظار من اتجاه النقطة الأولى بقيمة هذا المقدار بدون العودة إلى اتجاه P.I ولكن الطريقة الأولى أدق وإن كانت تحتاج إلى عمل أكثر وذلك لتجنب تراكم الأخطاء أثناء عملية التوقيع . ثم نحرك حامل العاكس على نفس الاتجاه (اتجاه 22) حتى نحصل على المسافة المطلوبة وهي طول الوتر الكلي المقابلة في الجدول ويمكن أن نوجه حامل العاكس للتحرك على نفس الاتجاه إلى الأمام والخلف بوسائل الاتصال المتاحة أو من خلال جهاز المحطة المتكاملة ، وإذا حددت المسافة المضبوطة (مسافة طول الوتر) على الجهاز نثبت النقطة المطلوبة بواسطة وتد مع الانتباه إلى عدم تشغيل الجهاز وقتاً أكثر من اللازم أثناء عملية التوجيه ويفضل أن تكون عملية تشغيل الجهاز على مرحلتين لكل نقطة: ← مرحلة لتصفير الزاوية الأفقية والحصول على $\varnothing i$ ونثبت بعد ذلك الحركة الأفقية ونغلق الجهاز , وتبدأ عملية التوجيه للحصول على مسافة تقريبية من طول الوتر الكلي المطلوبة ثم تبدأ المرحلة الثانية حيث يشغل الجهاز لقياس المسافة مع عدم لمس مسمار الحركة الأفقية .
- نفك الجهاز ونعيده على اتجاه P.I ونصفر الزاوية الأفقية ونستمر بالعمل كما هو موضح سابقاً حتى يتم توقيع النقطة الأخيرة على المنحنى .
- الخط الذي يصل بين الأوتاد المثبتة حسب زاوية الانحراف وطول الوتر الكلي لكل نقطة يمثل المنحنى المطلوب .

5 -3 : التدريب العملي الثالث :

أعمال توقيع مناسيب نقاط على المنحنى الرأسي المتماثل في الطبيعة .

الغرض من التدريب :

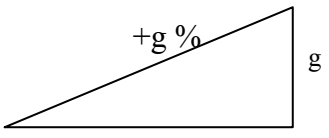
توقيع عدد من النقاط (محطات) محسوبة المناسيب على منحنى رأسي متماثل ونقاطه الرئيسة (VPC,VPI,VPT) معلومة الموقع والإحداثي .

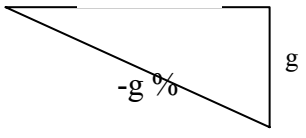
الأدوات والأجهزة المستخدمة :

- جهاز ميزان مع الحامل
- قامة
- شريط قياس
- أوتاد ومطرقة
- شواخص مع الحامل

خطوات العمل

1. استكشاف الموقع وتحديد نقطة B.M (نقطة معلومة الارتفاع) قريبة من موقع العمل وإذا لم توجد تجرى أعمال الميزانية من أقرب نقطة للحصول عليها ويمكن الحصول عليها بواسطة أجهزة الرصد الفضائي GPS .
2. إجراء أعمال الحسابات الخاصة بالمنحنى الرأسي المتماثل وتحديد مناسيب النقاط الرئيسة (VPC,VPI,VPT) وحساب منسوب كل نقطة (محطة) وتجهيز الجدول الخاص بمناسيب النقاط على المنحنى لكل محطة كما في جدول (3 -3) ، (4 -3) .
3. قد تحتاج الأعمال إلى تسوية للميول حسب قيمة g1,g1 وتتم هذه بواسطة الأعمال الإنشائية المختلفة بحيث:





4. يتم توقيع النقاط الرئيسة (VPC,VPI,VPT) حسب إحداثياتها في الطبيعة بمعلومية نقاط الضبط الأرضي المتوفرة في الموقع أومن خلال أرصاد الـ GPS وتضبط اتجاهات الخطوط بين هذه النقاط بحيث تكون (VPI - VPC) على خط واحد وكذلك (VPI-VPT) .
5. يتم توقيع النقاط والمحطات التي بين نقطة البداية VPC ونقطة التقاطع VPI حسب مسافاتها وعلى نفس اتجاه الخط (VPI - VPC) ويتم ذلك إما بالشريط أو بالأجهزة الإلكترونية لقياس المسافات (EDM) وتثبت أوتاد عندها .وبنفس الطريقة يتم تثبيت النقاط التي بين (VPI-VPT) حيث تقاس مسافات المحطات ابتداء من VPT .
6. لتوقيع منسوب نقطة البداية (VPC) في الطبيعة يثبت جهاز الميزان على نقطة تكشف بداية المنحنى (VPC) ونقطة الارتفاع المعلومة (B.M) وتجرى له إعدادات الضبط المؤقت وتؤخذ القراءة الخلفية (B.S) على القامة العمودية على نقطة (B.M) ثم تتحرك القامة إلى النقطة (VPC) وتؤخذ القراءة الأمامية (F.S 1) ويجب أن تحقق هذه القراءة ارتفاع الـ (VPC) المعلوم بحيث :

$$F.S\ 1 = (ELV.BM + B.S) - ELV\ (VPC)$$

فمثلا لو كان منسوب نقطة بداية المنحنى معلوماً (VPC) ELV = 445 متر وكانت النقطة المعلومة الارتفاع (B.M) منسوبها 448 متر والقراءة الخلفية عليها (B.S) = 1 متر إذا يجب أن تكون القراءة الأمامية الأولى (F.S1) تساوي :

$$(F.S1) = ELV.B.M + B.S1 - ELV(VPC)$$
$$(F.S1) = (448 + 1) - 445$$
$$(F.S1) = 4\ m$$

وتحدد مقدار قراءة (F.S1) الحقيقية المأخوذة بأعمال الميزانية على (VPC) فلو كانت مثلا 2 متر إذا يجب حفر2 متر للحصول على موقع بداية المنحنى ولو كانت القراءة الحقيقية 4م فهو موقع النقطة (VPC) المطلوب ولو كانت القراءة الحقيقية 5 متر فيجب ردم 1 متر للحصول على قراءة 4م وهكذا .

7. تنقل القامة إلى المحطة الأولى حسب مسافتها من بداية المنحنى ثم تؤخذ القراءة الخلفية(B.S1) عند النقطة المعلومة الارتفاع B.M = 1 متر وتحسب القراءة الأمامية كما يلي :

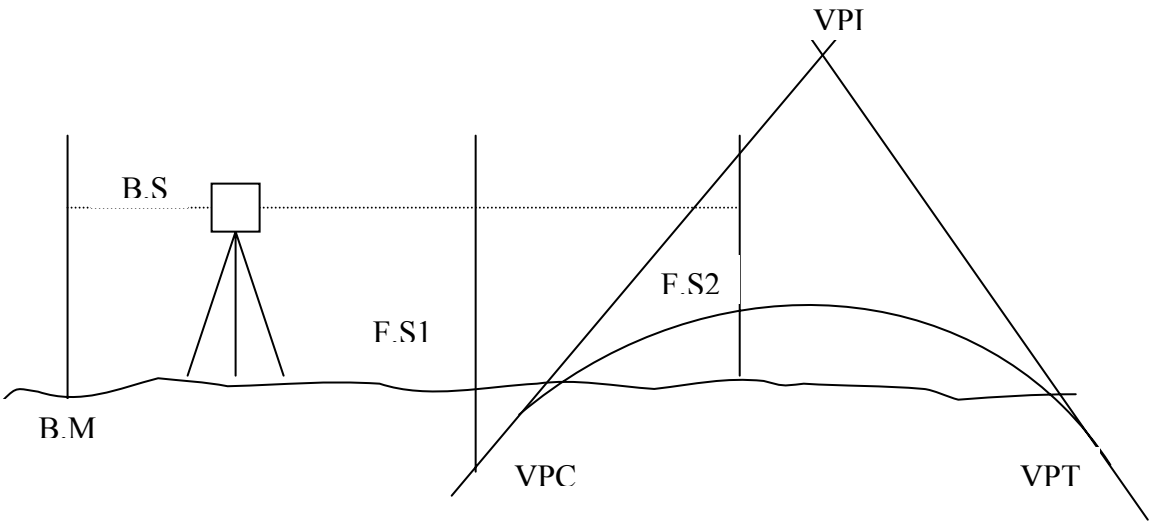
F.S2 = ELVB.M+B.S1- ELV(1)

حيث ELV(1) هو منسوب المحطة الأولى على المنحنى فمثلا لو كان منسوب النقطة الأولى على المنحنى = 446.5م

F.S2 = 448 + 1 - 446.5
F.S2= 2.5m

ونحدد قيمة قراءة القامة الأمامية الحقيقية عند المحطة الثانية ونقارن بين قراءة القامة الحقيقي والمحسوب وتجرى أعمال الحفر والردم حتى تتساوى القيمتان .

8. تكرر الأعمال وتحسب قيمة القراءة الأمامية عند كل محطة وتقارن مع القراءة الأمامية المأخوذة بالجهاز عند كل محطة وتجرى أعمال الحفر والردم اللازمة حتى تتساوى القيمتان وقد يتطلب العمل تكثيف النقاط المعلومة الارتفاع (B.M) وكذلك عمل أكثر من نقطة دوران أثناء أعمال الميزانية لكشف جميع النقاط .



أســـئلة عامة

السؤال الأول :

أ - عرف المنحنيات ولماذا تستخدم ؟

ب - عدد أنواع المنحنيات الأفقية والرأسية

السؤال الثاني:

أ - عدد عناصر وأجزاء المنحنى الأفقي البسيط

ب - احسب عناصر المنحنى الأفقي البسيط ومحطاته الرئيسة إذا كانت المعلومات الرئيسة المعطاة كما يلي :

- زاوية الانحراف الكلية $\Delta = 14'' \ 32' \ 60^\circ$
- نصف القطر (R) = 80.53 متر
- محطة نقطة التكور (البداية): (P.C) = 5 8 + 10

السؤال الثالث :

بطريقة الأعمدة على المماس (الإحداثيات من المماس) احسب الإحداثي الصادي (Y) إذا كانت الفترات على الإحداثي السيني (X) كما يلي , صفر , 10 , 20, 30 , 40 , 50 , 60 , 63.5 متر مع العلم أن نصف القطر (R) = 181.21 متر

السؤال الرابع :

أ - عرف المنحنى الرأسي المتماثل وأذكر عناصره الرئيسة

ب - منحنى رأسي متماثل طوله 650 متر فيه ميل المماس الأول + 2.3 ٪ وميل المماس الثاني - 1.9 ٪ فإذا كان منسوب نقطة البداية (PVC) = 15.321 متر فوق مستوى سطح البحر ومحطتها 18 +20 المطلوب :حساب مناسيب المحطات المتكاملة (100 متر) على المنحنى

ت - منحنى رأسي متماثل طوله 320 متر فيه انحدار المماس الأول - 3 ٪ وميل المماس الثاني + 2.1 ٪ المطلوب: حساب مناسيب أنصاف المحطات (50 متر) على المنحنى إذا علمت أن منسوب نقطة التماس (PVT) = 50.342 متر فوق سطح البحر ومحطتها 35+42 .

الملاحق

مـلحق 1

حسابات المضلع المغلق والمضلع الموصل

حسابات المضلع (الترافرس) المغلق

ملخص أرصاد المضلع :

بعد الانتهاء من الأعمال الحقلية اللازمة لإنشاء المضلع المغلق (قياس الزوايا الداخلية أو الخارجية – قياس أطوال الأضلاع) تجرى الحسابات التالية :

حساب خطأ القفل الزاوي (خطأ القفل في الزوايا) :

لحساب إحداثيات نقط المضلع المغلق يجب حساب الانحرافات الدائرية لجميع أضلاعه والخطوة المبدئية لهذه العملية هي التحقق من أن مجموع الزوايا المرصودة يساوي القيمة النظرية لمجموع زوايا الشكل , والزوايا المرصودة في المضلع المغلق يمكن أن تكون زوايا داخلية أو خارجية ويفضل في الغالب قياس الزوايا الداخلية ، ويتم إيجاد خطأ القفل بمقارنة مجموع الزوايا المرصودة بإحدى القيم النظرية الناتجة من إحدى العلاقتين التاليتين :

مجموع الزوايا الداخلية = (ن - 2) ×180 °
مجموع الزوايا الخارجية = (ن + 2) ×180 °
حيث ن عدد الزوايا أو أضلاع المضلع

خطأ القفل في الزوايا = مجموع الزوايا المرصودة – المجمع النظري لزوايا المضلع

حساب الخطأ المسموح به :

الخطأ المسموح به أو الدقة المطلوب قياس المضلع بها ناتجة عن عدة أخطاء منها عدم الدقة في التسامت وعدم الدقة في رصد الأهداف وهناك الكثير من العلاقات المستخدمة في حساب الخطأ المسموح به والتي تعتمد على عدة متغيرات كحالة الجو أثناء الرصد , أقل قراءة للجهاز المستخدم في القياس , درجة المضلع , وسنطبق العلاقة التالية لإيجاد الحد الأقصى المسموح به لخطأ القفل في مضلع عدد زواياه (ن) :

الخطأ المسموح به بالثواني = $70'' \times \sqrt{\text{ن}}$
حيث ن عدد نقط المضلع

تصحيح الزوايا المرصودة :

قبل البدء في تصحيح زوايا المضلع المرصودة يقارن خطأ القفل في زوايا المضلع بالخطأ المسموح به .فإذا كان الخطأ في قفل الزوايا مقبولاً (أقل من المسموح) يوزع بالتساوي على الزوايا المرصودة , أما إذا كان غير مقبول (أكبر من المسموح به) فيجب أن تعاد الأرصاد ما لم يكن هناك خطأ في تسجيل الزوايا المرصودة أو في جمعها .

ويتم إيجاد مقدار التصحيح لكل زاوية مرصودة باستخدام العلاقة التالية : -

$$\text{مقدار التصحيح} = \frac{\text{-خطأ القفل}}{\text{عدد نقط الضلع}} = \frac{\text{-خطأ القفل}}{\text{ن}}$$

ولإيجاد قيم الزوايا المصححة يجمع مقدار التصحيح الناتج من العلاقة السابقة جمعاً جبرياً على كل زاوية من الزوايا المرصودة .

حساب الانحرافات :

تحسب الانحرافات الدائرية لأضلاع المضلع باستخدام الزوايا الأفقية المصححة وبمعرفة انحراف أحد أضلاع المضلع , ويتم حساب انحراف الضلع التالي للضلع المعلوم انحرافه بمعرفة انحراف ضلع البداية والزاوية المحصورة بينهما وهكذا حتى حساب انحراف ضلع البداية المعلوم انحرافه لتحقيق صحة الحسابات . وتحسب الانحرافات بطريقتين :

الطريقة الأولى : وهي سلسلة الانحرافات :

وفي هذه الطريقة تسلسل الانحرافات من ضلع البداية وحتى الوصول إليه مرة أخرى بالاستعانة بكروكي المضلع وقيم الزوايا الداخلية باستخدام العلاقات التالية :

الانحراف الخلفي للضلع = الانحراف الأمامي للضلع ± 180
الانحراف الأمامي = الانحراف الخلفي للضلع السابق ± الزاوية المحصورة بين الضلعين

الطريقة الثانية :

وفي هذه الطريقة تحسب الانحرافات الدائرية للأضلاع من ضلع البداية حتى الوصول إليه مرة أخرى باستخدام العلاقات التالية :

انحراف الضلع المجهول = انحراف الضلع المعلوم عند النقطة المشتركة + الزواية المحصورة من المعلوم للمجهول

انحراف الضلع المجهول = انحراف الضلع المعلوم عند النقطة ± 180 ± الزاوية المحصورة من المعلوم للمجهول

وفي العلاقات السابقة تكون الزاوية موجبة إذا كانت من الضلع المعلوم للضلع المجهول في اتجاه حركة عقارب الساعة والعكس بالعكس .

حساب مركبات الأضلاع :

لأي ضلع من أضلاع المضلع مركبتان إحداهما رأسية في اتجاه الشمال والأخرى أفقية في اتجاه الشرق , وتحسب مركبات الأضلاع باستخدام العلاقات التالية :

مركبة الضلع في اتجاه الشرق (المركبة الأفقية)

فرق الشرقيات = الطول الأفقي للضلع × جا زاوية إنحراف الضلع Δ ق = ل × جا زاوية انحراف الضلع

مركبة الضلع في اتجاه الشمال (المركبة الرأسية) :

فرق الشماليات = الطول الأفقي للضلع × جتا زاوية انحراف الضلع Δ ش = ل × جتا زاوية انحراف الضلع

حساب خطأ القفل الطولي :

بعد حساب قيم فروق الشماليات وفروق الشرقيات لجميع أضلاع المضلع , يجرى التحقيق التالي للمضلع المغلق :

مجموع فروق الشماليات = صفر	Δ ش Σ = صفر
مجموع فروق الشرقيات = صفر	Δ ق Σ = صفر

ويتم حساب خطأ القفل الطولي (الخطي) باستخدام العلاقات التالية :

مركبة خطأ القفل في اتجاه الشمال Δ ش Σ = المجموع الجبري لفروق الشماليات

مركبة خطأ القفل في اتجاه الشرق Δ ق Σ = المجموع الجبري لفروق الشرقيات

$$\text{طول خطأ القفل} = \sqrt{(\Delta \text{ش}\Sigma)^2 + (\Delta \text{ق}\Sigma)^2}$$

ولقياس دقة المضلع تحسب نسبة خطأ القفل الطولي :

$$\text{نسبة خطأ القفل} = 1 : \frac{\text{مجموع أطوال أضلاع المضلع}}{\text{طول خطأ القفل}}$$

بعد حساب نسبة خطأ القفل الطولي للمضلع تقارن بالنسبة المسموح بها

$$\text{الخطأ المسموح به في مضلعات المدن} = \frac{1}{2000}$$

فإذا كان خطأ القفل الطولي للمضلع أقل من المسموح به فالعمل الحقلي سليم ويوزع خطأ القفل على أضلاع المضلع .

وإذا كان خطأ القفل أكبر من المسموح به فهنالك في أغلب الأحوال خطأ في قياس ضلع أو أكثر من أضلاع المضلع ويجب إجراء حسابات تحقيقية قبل إعادة قياس أي ضلع من أضلاع المضلع .

توزيع خطأ القفل الطولي :

يوزع خطأ القفل الطولي بعكس إشارته (إذا كان مسموحاً به) على مركبات الأضلاع

تصحيح فروق الشماليات (δ ش) = (المجموع الجبري لفروق الشماليات / المجموع العددي لفروق الشماليات) × فرق الشماليات

تصحيح فروق الشماليات (δ ق) = (المجموع الجبري لفروق الشرقيات / المجموع العددي لفروق الشرقيات) × فرق الشرقيات

حساب مركبات الأضلاع المصححة :

تحسب مركبات الأضلاع المصححة بإضافة مقدار التصحيح لكل مركبة إضافة جبرية كما يلي :

فرق الشماليات المصحح = فرق الشماليات للضلع ± تصحيح فرق الشماليات للضلع

Δ ش ´ = Δ ش ± δ ش

فرق الشرقيات المصحح = فرق الشرقيات للضلع ± تصحيح فرق الشرقيات للضلع

Δ ق ´ = Δ ق ± δ ق

حساب الإحداثيات :

يحسب إحداثي النقطة في اتجاه الشمال بإضافة الإحداثي الشمالي للنقطة السابقة إضافة جبرية لفرق الشماليات المصحح للخط الواصل بين النقطتين وبالمثل يحسب إحداثي النقطة في اتجاه الشرق كما يلي :

الإحداثي الشمالي للنقطة = الإحداثي الشمالي للنقطة السابقة + فرق الشماليات المصحح

ش للنقطة = ش للنقطة السابقة + Δ ش ´

الإحداثي الشرقي للنقطة = الإحداثي الشرقي للنقطة السابقة + فرق الشرقيات المصحح

ق للنقطة = ق للنقطة السابقة + Δ ق ´

حسابات المضلع الموصل

في كثير من الأعمال المساحية يتطلب الأمر استحداث نقاط مساحية جديدة تتصل بالنقاط السابق عملها أو عمل مضلع رئيس مربوط بنقط مثلثات الأمر الذي يتطلب عمل مضلع موصل يصل بين النقاط المساحية السابقة والنقاط المطلوب عملها ويشترط قبل البدء في عمل المضلع الموصل ما يلي:

1 - وجود نقطة على الأقل معلومة الإحداثيات في بداية المضلع وكذلك نقطة في نهايته .

2 - معرفة انحراف ضلع في بداية المضلع وآخر في نهايته .

3 - قياس جميع أضلاع المضلع .

4 - قياس الزوايا بين الأضلاع بالإضافة إلى زاويتي الربط .

الأعمال الحقلية للمضلع الموصل :

كما في المضلع المغلق

مع قياس الزوايا الأفقية عند نقطتي بداية ونهاية المضلع الموصل (نقطتي الربط)

الأعمال المكتبية للمضلع الموصل :

حسابات المضلع الموصل :

1 -كروكي المضلع : كما في المضلع المغلق .

2 -حساب الانحرافات : كما في المضلع المغلق .

3 -حساب خطأ القفل في الزوايا (خطأ الربط)

لحساب إحداثيات نقط المضلع الموصل يجب حساب الانحرافات المصححة نتيجة لخطأ القفل في الزوايا .وخطأ القفل في الزوايا (خطأ الربط) وهو الفرق بين قيمة انحراف الضلع المعلوم في نهاية المضلع وقيمة انحرافه المحسوب من الزوايا الأفقية المرصودة ونحصل عليه باستخدام العلاقة التالية :

خطأ القفل في الزوايا = انحراف ضلع الربط المحسوب من الأرصاد –انحراف ضلع الربط المعلوم

4 -الخطأ المسموح به :

كما في المضلع المغلق .

5 -تصحيح الانحرافات :

قبل تصحيح انحرافات أضلاع المضلع يقارن خطأ القفل في زوايا المضلع بالخطأ المسموح به , فإذا كان الخطأ أقل من المسموح به يوزع بالتساوي على جميع الزوايا المقاسة كما في المضلع المغلق أو يوزع توزيعاً تراكمياً على الانحرافات المحسوبة لأضلاع المضلع بعكس إشارة الخطأ باستخدام العلاقات التالية :

$$\text{تصحيح انحراف الضلع الأول} = \frac{-\text{خطأ القفل}}{\text{ن} + 1}$$

$$\text{تصحيح انحراف الضلع الثاني} = \frac{-2 \times \text{خطأ القفل}}{\text{ن} + 1}$$

$$\text{تصحيح انحراف الضلع (ن+1)} = \frac{-(\text{ن}+1) \times \text{خطأ القفل}}{\text{ن} + 1}$$

حيث ن عدد أضلاع المضلع المقاسة

6 -حساب مركبات الأضلاع : كما في المضلع المغلق .

7 -حساب خطأ القفل الطولي : يحسب خطأ القفل الطولي باستخدام العلاقات التالية :

مركبة خطأ القفل في اتجاه الشمال = الإحداثي الشمالي للنقطة الأولى + المجموع الجبري لفروق الشماليات – الإحداثي الشمالي للنقطة الأخيرة

مركبة خطأ القفل في اتجاه الشرق = الإحداثي الشرقي للنقطة الأولى + المجموع الجبري لفروق الشرقيات – الإحداثي الشرقي للنقطة الأخيرة

$$\text{طول خط القفل} = \sqrt{(\text{مركبة خطأ القفل في اتجاه الشمال})^2 + (\text{مركبة خطأ القفل في اتجاه الشرق})^2}$$

$$\text{نسبة خطأ القفل} = 1 : \frac{\text{مجموع أطوال أضلاع المضلع}}{\text{طول خطأ القفل}}$$

الخطأ المسموح به في المدن = 1 : 2000

8 - توزيع خطأ القفل الطولي :

كما في المضلع المغلق .

9 -حساب مركبات الأضلاع المصححة :

كما في المضلع المغلق .

10 -حساب الإحداثيات :

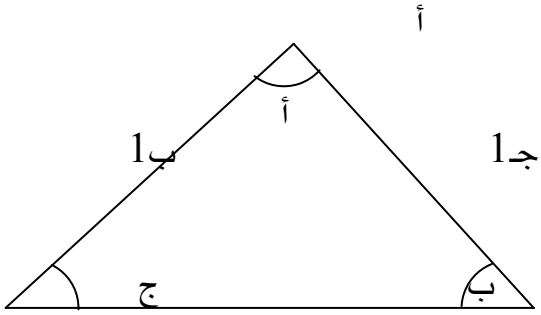
كما في المضلع المغلق .

مـلحق2

النسب المثلثية لحل مثلث معلوم أطوال أضلاعه

النسب المثلثية لحل المثلث

أب ج مثلث فيه :



أ, ب , ج ← زوايا رؤوس المثلث

أ1 = الطول ب ج مقابل الزاوية أ

ب1 = الطول أ ج مقابل الزاوية ب

جـ1 = الطول أ ب مقابل الزاوية ج

النسب المثلثية لحل المثلث : -

1 - قاعدة الجيب (sine low)

$$\frac{\text{أ}_1}{\text{جا أ}} = \frac{\text{ب}_1}{\text{جا ب}} = \frac{\text{جـ}_1}{\text{جا جـ}}$$

2 - قاعدة جيب التمام (cosine low)

1 -جتا أ = $\dfrac{(\text{ب}_1)^2 + (\text{ج}_1)^2 - (\text{أ}_1)^2}{2 \times \text{ب}_1 \times \text{ج}_1}$

2 -جتا ب = $\dfrac{(\text{أ}_1)^2 + (\text{ج}_1)^2 - (\text{ب}_1)^2}{2 \times \text{أ}_1 \times \text{ج}_1}$

3 -جتا ج = $\dfrac{(\text{أ}_1)^2 + (\text{ب}_1)^2 - (\text{جـ}_1)^2}{2 \times \text{أ}_1 \times \text{ب}_1}$

مساحة المثلث بمعلومية أطوال الأضلاع = $\sqrt{\text{ح} \times (\text{ح} - \text{أ}_1) \times (\text{ح} - \text{ب}_1) \times (\text{ح} - \text{جـ}_1)}$

حيث ح = نصف محيط المثلث = $\dfrac{\text{أ}_1 + \text{ب}_1 + \text{جـ}_1}{2}$

المراجع

المراجع العربية :

1 - مبادئ في هندسة المساحة ، م. حسين الكرباسي ، د. بسام صاح ، 2002 م .
2 - تغطية مساحية للطرق ، د. يوسف صيام ،د.عبدالله القرني ،د. سعد القاضي ، 1999م .
3 - المساحة المستوية طرق الرفع والتوقيع ،د. علي شكري ،د. محمود حسني ، د. محمد رشادالدين، 1995م .
4 - المساحة التفصيلية والتوقيع المساحي للصف الثالث بقسم المساحة في المعاهد الثانوية للمراقبين الفنيين ، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني ، 2003م .

المراجع الأجنبية :

1- ELEMMENTARY SURVEYING, PAUL R.WOLF,BRINKER,8th Edition, 1989.
2- SURVEYING,MOFFITT,BOUCHARD,8th Edition, 1987.
3- SURVEYING PRINCIPLES AND APPLICATIONS,BARRY F.KAVANAGH,S.J.GLENN BIRD,4th Edition, 1996.
4- SURVEYING WITH CONSTRUCTION APPLICATIONS, BARRY F.KAVANAGH, 3rd Edition, 1997 .
5- SURVEYING FOR CONSTRUCTION,WILLAM IRVINE 4th Edition, 1995 .
6- TPS1100 Professional Series, Leica ,User Manual

الشبكة المعلوماتية (الإنترنت) :

1- www.usq.edu.au.
2- www.cartome.org
3- www.tpub.com/content/engineering
4- www.profsurv.com
5- www.licaadvantage.com

المحتويات

مقدمة . . . . . .
تمهيد . . . . . .
الوحدة الأولى : الرفع المساحي 1
1 - مقدمة : 2
2 - الرفع المساحي 4
3 - طرق الرفع المساحي 4
4 - أعمال الرفع المساحي 5
5 - مراحل الرفع المساحي 7
5 -1 : مرحلة الأعمال الحقلية : تتكون مرحلة الأعمال الحقلية من التالي : 7
5 -1 -1 : استكشاف الموقع ورسم كروكي عام له : 7
5 -1 -2 : تحديد الأجهزة المناسبة : 8
5 -1 -3 : تحديد النقاط المرجعية المناسبة : 15
5 -1 -4 : تثبيت واختيار النقاط المساعدة في عملية الرفع المساحي (نقاط المضلعات) 18
5 -1 -5 : رصد المعالم المطلوب رفعها مساحيا في الطبيعة : 26
5 -1 -6 : : إدخال البيانات والقياسات وحفظها في أجهزة الرصد : 27
5 -2 : مرحلة الأعمال المكتبية : وتشمل مايلي 29
5 -2 -1 : نقل البيانات والقياسات من أجهزة الرصد إلى جهاز الكمبيوتر (Data Downloading) . . . 29
5 -2 -2 : طريقة عرض البيانات والقياسات المخزنة في أجهزة المحطة المتكاملة والتعامل معها : 33
6 - قائمة تدريبات الوحدة : 36
6 -1 : التدريب الأول : طريقة إعداد جهاز محطة متكاملة من نوع (leica) للرصد : 37
6 -2 : التدريب العملي الثاني : 40
6 -3 : التدريب العملي الثالث : 57
أســـئلة عامة 63
الوحدة الثانية : توقيع المعالم 65
1 - مقدمة : 66
2 - تحديد الأجهزة المناسبة لأعمال التوقيع المساحي : 68
2 -1 : أجهزة المحطة المتكاملة (Total Station) 68
2 -2 : موازين الليزر : 69

3 - توقيع المعالم الأفقية والرأسية : 71
4 - مصادر الأخطاء في أعمال التوقيع المساحي : 72
5 - قائمة تدريبات الوحدة 73
5 -1 : التدريب العملي الأول : 74
5 -3 : التدريب العملي الثالث : 84
أسـئلة عامة 86
الوحدة الثالثة : توقيع المنحنيات 87
1 - مقدمة : 88
2 - أنواع المنحنيات : 88
2 – 1 : المنحنيات الأفقية (Horizontal curves) : 88
2 – 2 : المنحنيات الرأسية (Parabola Vertical Curve) : 91
3 - عناصر المنحنى الدائري البسيط (Elements of Simple Circular Curve) : 94
3 -1 : الرموز والمصطلحات الخاصة بعناصر المنحنى الأفقي البسيط : 94
3 -2 : القوانين الرياضية الخاصة بحساب عناصر المنحنى الأفقي البسيط : 96
3 -3 : توقيع المنحنى الدائري البسيط بطريقة الإحداثيات من المماس (طريقة الأعمدة على المماس) : 101
3 -4 : توقيع المنحنى الأفقي البسيط بطريقة زوايا الانحراف (Deflection Angles) : 103
4 - المنحنى الرأسي المتماثل من الجانبين (Symmetrical Parabola Vertical Curve) 108
4 -1 : الرموز والمصطلحات الخاصة بالمنحنى الرأسي : 108
4 -1 : الرموز والمصطلحات الخاصة بالمنحنى الرأسي : 109
4 -2 : طرق حساب مناسيب النقاط أو المحطات على المنحنى الرأسي المتماثل : 109
5 - قائمة تدريبات الوحدة : 115
5 -1 : التدريب العملي الأول : توقيع منحنى أفقي بسيط بطريقة الإحداثيات من المماس 116
5 -2 : التدريب العملي الثاني : 119
5 -3 : التدريب العملي الثالث : 121
أسـئلة عامة 124
الملاحق 125
ملحق 1 125
ملحق2 134
المراجع 136

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