**بسم الله الرحمن الرحيم**

**د. واثب النعيمي**

ج

ب

أ

د

أَ

جَ

بَ

**تثبيت مواقع النقاط الأرضية التفصيلية باللوحة المستوية**

**1-مسألة الثلاث نقاط Three point problem**

وتشمل هي الأخرى ثلاث حالات هي

أ-طريقة مثلث الخطأ: في الشكل لدينا ثلاث نقاط أرضية هي أ ب ج وقد سبق تعين وقعها على الخريط ويراد تعين د المجهولة على الخريطة تنصب اللوحة فوق د، ونوجهها بصورة تقريبية بجعل أَ بَ، بَ جَ يوازي ب ج، جَ أَ يوازي ج أ ثم نجعل مسطرة التوجيه بمحاذاة أَ ونرصد نقطة أ ونرسم شعاعاً عكسياً إلى الخلف ونكرر نفس العمل مع النقطتين بَ، جَ مع ب، ج على الترتيب، فإذا تقابلت الأشعة الثلاث في نقطة واحدة فإنها تكون موقع النقطة المطلوبة د على الخريطة، أما إذا لم تتلاقى في نقطة واحدة فينشأ مثلث صغير يسمى مثلث الخطأ كما في الشكل أدناه الذي يتطلب تحريك اللوحة قليلا في مستواها وإعادة رصد النقاط الثلاث كما سبق بيانه في أعلاه وتكرار ذلك إذا تطلب الأمر، إلى ان تتلاقى الأشعة الثلاثة في نقطة واحدة. ان الملاحظات الأتية ومعرفتها ابتداء تسهل بالتأكيد إيجاد موقع النقطة المطلوبة.

ج

ب

أ

د

جَ

بَ

أَ

دَ

1. إذا كانت اللوحة منصوبة داخل المثلث المتكون من النقاط الرئيسة فإن موقع النقطة المطلوبة يكون داخل مثلث الخطأ.
2. إذا كان مثلث الخطأ خارج المثلث المتكون من النقاط الرئيسية ولكن داخل الدائرة العظمى التي تكونها هذه النقاط الثلاث سيكون بين موقع النقطة المطلوبة وبين نقطة تقاطع الشعاعين الآخرين.
3. إذا كانت اللوحة خارج الدائرة العظمى التي تكونها النقاط الرئيسية فإن النقطة المطلوبة تكون على نفس جهة الشعاع المرسوم من النقطة الأبعد بالمقارنة بنقطة تقاطع الشعاعين الآخرين.
4. إذا كانت اللوحة على خط معدل شعاعين أو على امتداد فإن اثنين من الأشعة سيكونان موازيين وسيتقاطعان مع الشعاع الثالث وفي هذه الحالة لا يتكون مثلث الخطأ.

ع

س

ص

دَ

**ب-طريقة الورق الشفاف**

تعد من الطرق السريعة برغم ان دقتها لا توازي دقة الطرق الأخرى. في الشكل لدينا ثلاث نقاط أرضية هي س ص ع معلومة المواقع على الخريطة والنقطة د مجهولة تنصب اللوحة المستوية فوق د ونثبت عليها ورقة شفافة لتحديد موقع دَ نقلا من الأرض إلى الخريطة بمقص التسامت حيث نرسم منها أشعة النقاط س ص ع. نرفع الورقة الشفافة ونضعها على الخريطة المثبتة عليها النقاط سَ صَ عَ المكافئة للنقاط أعلاه ونحركها بحيث تقع كل نقطة على الخريطة على الشعاع المرسوم باتجاه النقطة المناظرة لها على الأرض، كما في الشكل عند هذا الحد نغرز دبوس لتحديد دَ المطلوبة على الخريطة. ويكون العمل صحيحاً إذا التقت الأشعة المرسومة على الخريطة نحو النقاط الأرضية مارة بنظيراتها على الخريطة في نقطة واحدة هي دَ.

ع

س

ص

عَ

صَ

سَ

دَ

1. إذا كانت اللوحة منصوبة داخل المثلث المتكون من النقاط الرئيسة فإن موقع النقطة المطلوبة يكون داخل مثلث الخطأ.
2. إذا كان مثلث الخطأ خارج المثلث المتكون من النقاط الرئيسية ولكن داخل الدائرة العظمى التي تكونها هذه النقاط الثلاث سيكون بين موقع النقطة المطلوبة وبين نقطة تقاطع الشعاعين الآخرين.
3. إذا كانت اللوحة خارج الدائرة العظمى التي تكونها النقاط الرئيسية فإن النقطة المطلوبة تكون على نفس جهة الشعاع المرسوم من النقطة الأبعد بالمقارنة بنقطة تقاطع الشعاعين الآخرين.
4. إذا كانت اللوحة على خط معدل شعاعين أو على امتداد فإن اثنين من الأشعة سيكونان موازيين وسيتقاطعان مع الشعاع الثالث وفي هذه الحالة لا يتكون مثلث الخطأ.

ع

س

ص

دَ

**ب-طريقة الورق الشفاف**

تعد من الطرق السريعة برغم ان دقتها لا توازي دقة الطرق الأخرى. في الشكل لدينا ثلاث نقاط أرضية هي س ص ع معلومة المواقع على الخريطة والنقطة د مجهولة تنصب اللوحة المستوية فوق د ونثبت عليها ورقة شفافة لتحديد موقع دَ نقلا من الأرض إلى الخريطة بمقص التسامت حيث نرسم منها أشعة النقاط س ص ع. نرفع الورقة الشفافة ونضعها على الخريطة المثبتة عليها النقاط سَ صَ عَ المكافئة للنقاط أعلاه ونحركها بحيث تقع كل نقطة على الخريطة على الشعاع المرسوم باتجاه النقطة المناظرة لها على الأرض، كما في الشكل عند هذا الحد نغرز دبوس لتحديد دَ المطلوبة على الخريطة. ويكون العمل صحيحاً إذا التقت الأشعة المرسومة على الخريطة نحو النقاط الأرضية مارة بنظيراتها على الخريطة في نقطة واحدة هي دَ.

ع

س

ص

عَ

صَ

سَ

دَ

**ج-الطريقة التخطيطية**

تستعمل هذه الطريقة عندما لا يكون خط الشمال مثبتاً على الخريطة وتكون كما في الشكل، حيث تثبت اللوحة المستوية فوق النقطة الأرضية ونضبط أفقيتها ثم نضع حافة مسطرة التوجيه على الشعاع ب أ وندير اللوحة حتى نرصد النقطة الأرضية أ عندما تصبح أ على استقامة أ حيث نقفل الحركة الدورانية للوحة ونرصد الاتجاه ب ج لرسم الشعاع د ب دَ.

عندئذ نفتح الحركة الدورانية ونضع مسطرة التوجيه بمحاذاة أَ بَ ونرصد ب بحيث تكون بَ على امتداد النقطة الأرضية ب ثم نقفل الحركة اللوحة ونرسم شعاعاً من أ باتجاه ج ليقطع الشعاع المرسوم من بَ في نقطة د. نعيد فتح الحركة الدورانية، ونضع حافة مسطرة التوجيه على الشعاع دَ جَ وندير اللوحة ونرصد النقطة الأرضية ج ونقفل الحركة الدورانية، في هذه المرحلة تكو س على الشعاع دَ جَ أو امتداده وبما ان س لا بد ان تكون على الشعاعين أ أَ، ب بَ فلذلك نأخذ مسطرة التوجيه ونضعها بمحاذاة أَ ونرصد أ ونرسم الشعاع أ س فيقابل جَ د في النقطة س وللتأكد من صحة العمل نرصد بَ ب ونرسم شعاعاً فاذا مر هذا الشعاع بنقطة س كان العمل صحيحاً.

ج

ب

أ

د

أَ

جَ

بَ

ج

ب

أ

د

أَ

جَ

ج

ب

د

أ

ب

د

د

**2-مسألة النقطتين**

أ

ب

بَ

أَ

د

تتلخص هذه المسألة في وجود نقطتين على الأرض مثل أ، ب معلومتي الموقع على الخريطة ومنظورتين من نقطة ثالثة ذات موقع مجهول على الخريطة ويطلب معرفته، ننصب اللوحة المستوية فوق النقطة الأرضية المجهولة على الخريطة ونقوم بتوجيه اللوح تجاه الشمال بصورة صحيحة ثم نرسم شعاعاً بامتداد أ أَ وشعاعاً بامتداد ب بَ ونمدها إلى الخلف فيتقاطعان في نقطة هي موقع النقطة المطلوبة على الخريطة كما في الشكل. أما إذا لم يكن بالإمكان توجيه الخريطة نحو الشمال ففي هذه الحالة نستعين بنقطة رابعة مثل ج تنصب عليها اللوحة وتوجه بصورة تقريبية ثم يعين موقع جَ على الخريطة بطريقة التقاطع العكسي بوساطة الشعاع ب بَ كما سبق بيان ذلك في طريقة التقاطع العكسي ومن ثم نرسم من جَ شعاعاً نحو النقطة الأرضية د كما في الشكل. ننقل اللوحة إلى نقطة د بصورة تقريبية ونرصد عكسياً نحو ج ثم نحدد موقع دَ بالتقاطع العكسي بالشعاع أ أَ. وللتأكد من صحة موقع دَ نرصد بمحاذاتها نحو النقطة الأرضية ب فإذا مر الشعاع بنقطة بَ كان لك دليلاً على صحة موقع النقطة المطلوبة.

أ

ب

أ

بَ

ج

جَ

بَ

أَ

دَ

**محاسن المسح باللوحة المستوية**

1. يتم الحصول على جميع البيانات اللازمة لرسم الخريطة من الحقل مثل قياس المسافات وتحديد اتجاهات خطوط المسح.
2. يمكن التحقق من صحة العمل في الحقل مباشرة برصد خطوط إضافية ومقارنة أطوال خطوط المسح بنظائرها على الخريطة الناتجة.
3. الاقتصاد في الوقت من خلال جمع البيانات ورسم مدلولاتها في آن واحد.
4. استعمال اللوحة وملحقاتها سهل التطبيق ولا يتطلب مهارات عالية.
5. الاستغناء عن قياس الزوايا وبذلك تقل احتمالات حدوث الأخطاء.
6. تعد من الطرق السريعة بالمقارنة بالطرق الأخرى وترسم بها خرائط بمقاييس رسم كبيرو وصغيرة نسبياً.
7. يمكن باللوحة المستوية إضافة مواقع جديدة على الخريطة لم يسبق تثبيتها من خلال تطبيق مسألتي النقطتين والثلاث نقاط.

**مساوئ المسح باللوحة المستوية**

1. ينحصر استعمالها على المناطق السهلة والمكشوفة ومن ثم لا تستعمل في مناطق الغابات والظروف الطوبوغرافية الصعبة.
2. يتلاءم استعمالها مع الجو الهادئ ولا تصلح للعمل في الجو الممطر وأثناء هبوب الرياح ولذلك يقل استعمالها في القارة الأوربية.
3. صعوبة التسامت الدقيق مع النقاط الأرضية مما يزيد من مصادر واحتمالات الخطأ.
4. ثقيلة الوزن نسبياً وملحقاتها كثيرة ومنفصلة عن بعضها البعض إضافة إلى عيوبها الألية وهذا ما يعيق نقلها ويحج من ثم من استعمالها.

**مصادر الخطأ عند المسح باللوحة المستوية**

يتطلب تجنب الأخطاء معرفة مصادرها المهمة بدرجات أو مستويات مختلفة في تكوين مقدار الخطأ الكلي الناتج عند الانتهاء من العمل. وأخطاء اللوحة المستوية والمسح بواسطتها يتوقف على العوامل الأتية:

1. نوع العمل المسحي وعلاقته باتساع منطقة المسح.
2. نوعية اللوحة المستوية من حيث دقة صنعها وحجمها.
3. طريقة تنفيذ العمل المساحي.
4. الوقت المتاح لإنجاز العمل المسحي.

**أما مصادر الخطأ فيمكن إيجازها بما يأتي:**

1. أخطاء آلية سببها اللوحة المستوية نفسها أو احدى ملحقاتها وبصورة خاصة مسطرة التوجيه وهذا يتطلب فحصها والتأكد من صلاحيتها قبل المباشرة بالعمل.
2. أخطاء وضعية تعود إلى تنفيذ خطوات العمل بصورة غير صحيحة وتشملك
3. عدم أفقية اللوح المرتكز على القاعدة الثلاثية.
4. عدم ضبط التسامت بين نقاط الخريطة ونظيراتها على الأرض.
5. التوجيه والرصد الخاطئين مما يتسبب عنه عدم انطباق أو توازي الخط المعين على الخريطة مع الخط المناظر له على الأرض.
6. تحرك اللوحة بين عمليتي التوجيه والرصد مما يؤدي إلى عدم المحافظة على العلاقات النسبية الصحيحة بين خطوط المسح.
7. أخطاء قياسية سببها عدم دقة قياس المسافات على الأرض وتحديد ما يقابلها على الرسم حسب المقياس المستعمل.

ان حصول الأخطاء المذكورة في أعلاه كلا أو جزءً يؤدي إلى انحراف النقاط المحددة لرؤوس الشكل المساحي عن مواقعها النسبية الصحيحة ومن ثم نهاية العمل سوف لا تنطبق نقطة الانتهاء على نقطة البداية، في حالة المضلعات المقفلة أو تكون منحرفة عن الموقع المفترض لها في حالة المضلعات المفتوحة وهو ما يطلق عليه بخطأ القفل أو خطأ الغلق Error of closure.

للتخلص من خطأ القفل يعاد العمل من جديد إذا كانت النسبة بين مقدار خطأ طول القفل وطول محيط الشكل أكبر من 1: 1000 في الأراضي المستوية نسبياً و1: 3000 للمسوحات داخل المدن. أما إذا قل مقدار الخطأ عن هذه النسب فنلجأ إلى تصحي الخطأ بطريقة تناسبية على افتراض ان مقدار الخطأ في كل نقطة من نقاط رؤوس الشكل يتناسب طردياً مع طول ضلعها وبعده عن نقطة البداية. والسبب في هذا يعود إلى عدم إمكانية تحديد مصدر الخطأ وانسحاب تأثير الخطأ الحاصل في الضلع الأول على الثاني ومجموع الخطأ في الضلعين الأول والثاني ينسحب على الثالث وهكذا تتراكم الأخطاء على جميع أضلاع الشكل لتشكل مقدار خطأ القفل المطلوب تصحيحه.

من اجل تصحيح خطأ القفل بالطرق المختلفة نفرض أن لدينا شكلاً رباعياً هو أ ب ج د وقد حدث فيه خطأ قفل مما أدى إلى ظهور نقطة جديدة هي نقطة ه نتيجة لعدم انطباق نهاية الضلع الأخير للشكل على بداية الضلع الأول، ومن ثم ظهر خطأ مقداره المسافة ه أ كما في الشكل حيث تكون خطوات التصحيح على الوجه الاتي:

1. نحدد اتجاه الخطأ الذي يكون من النقطة الناتجة عم الخطأ باتجاه نقطة بداية العمل أي ه ← أ حسب الشكل.
2. نرسم من النقاط ب، ج، د، مستقيمات موازية لمستقيم الخطأ ه أ وبنفس اتجاهه.
3. نجد مقدار ما تتحمله كل نقطة من نقاط رؤوس الشكل من مقدار الخطأ ونقطع ذلك المقدار على المستقيم الموازي المذكور في الفقرة السابقة.
4. نصل النقاط المصححة التي حصلنا عليها بعضها مع بعض حسب تسلسلها فنحصل بذلك على الشكل أ ب ج د مصححاً وهو المطلوب.

ان إيجاد مقدار ما تتحمله كل نقطة من النقاط أ ب ج د من مقدار الخطأ يكون بالطريقة الحسابية أو البيانية ولتوضيح هاتين الطريقتين نفرض ان أطوال الشكل الرباعي هي أ ب 6 سم، ب ج 4 سم، ج د 5 سم، د ه 5 سم (د ه مسافة قفل الخطأ وانه من المفترض ان تكون المسافة د أ بالأصل)، ه أ 1سم وهذا هو مقدار الخطأ

أ

ب

بَ

ج

جَ

د

ه

دَ

**الطريقة الحسابية**

1. النقطة أ لا تتحمل أي مقدار خطأ لأنها أول نقطة رسمت على الخريطة ولم يكن تحديد موقعها مستنداً إلى نقطة أو نقاط أخرى وبذلك فموقعها صحيح.
2. مقدار ما تتحمله نقطة ب من الخطأ هو المسافة ب بً وتساوي: (أ ب) \محيط الشكل × مقدار الخطأ= 6/20×1 = 0.3 سم.
3. مقدار ما تتحمله نقطة ج من الخطأ هو المسافة ج جَ = (أ ب + ب ج) \محيط الشكل × مقدار الخطأ

= 6 + 4\2 × 1 = 0.5 سم

1. مقدار ما تتحمله نقطة د من الخطأ هو المسافة د دَ = (أ ب + ب ج + ج د)\ محيط الشكل × مقدار الخطأ = (6 + 4 +5)\ 20 × 1 = 0.75 سم
2. ليس من الضروري حساب مقدار الخطأ الذي تتحمله نقطة ه لان هذه النقطة غير موجودة أصلاً وان التصحيح يهدف إلى إزالتها والتخلص منها.
3. تحدد مسافات التصحيح الناتجة على المستقيمات الموازية لمستقيم الخطأ ونصل النقاط المصححة الناتجة لنحصل على الشكل المصحح

**الطريقة البيانية**

1. نرسم خطاً أفقياً بطول 20 سم وهو ما يعادل محيط الشكل ونحدد عليه المواقع النسبية للنقاط أ ب ج د ه حسب أبعادها عن نقطة البداية كما في الشكل.
2. نرسم نهاية الخط الأفقي عموداً بطول يعادل مقدار خطأ القفل الكلي.
3. نصل نهاية العمود ببداية الخط الأفقي.
4. نرسم من النقاط ب ج د خطوطاً موازية للعمود المرسون من نهاية الخط الأفقي فتقطع الخط الواصل بين نهاية العمود وبداية الخط الأفقي في النقاط بَ جَ دً.
5. ننقل المسافات ب بَ، ج جً، د دَ بواسطة المقسم إلى المستقيمات الموازية المرسومة من نقاط المضلع حسب ترتيبها ونصل مواقع النقاط الجديدة مع بعضها البعض فنحصل على المضلع المصحح.

أ

ب

بَ

ج

جَ

د

ه

دَ

جَ

أ