بسم الله الرحمن الرحيم

د. واثب النعيمي

**قياس المسافات الأفقية على الأراضي المائلة**

ان المسافات والمساحات ترسم على الخريطة مستوية لذا عند العمل على المنحدرات والأراضي المائلة يجب أن تؤخذ المسافة الأفقية والتي هي أقصر بالضرورة من المائلة، لذا تستخدم احدى الطرق الأتية لقياس المسافات:

1. **طريقة الزاوية**

يتم إيجاد المسافة الأفقية على الأراضي المائلة عند قياس زاوية الميل المحصورة بين اتجاه الميل والخط الأفقي ومن ثم نطبق المعادلة الأولى عندما يكون مقدار الزاوية أكبر من 15 درجة.

م = ل x جتا هـ

أو تستعمل معادلة كامبل عندما تقل الزاوية عن 15 درجة

م = ل – 0.00015 ل ه2

إذ ان م المسافة الأفقية، ل المسافة المائلة، ه مقدار الزاوية بالدرجات

ان قياس المسافة المائلة يكون بنفس طريقة قياس المسافة السابقة الذكر على ان يؤخذ بنظر الاعتبار الارتفاعات والانخفاضات ضمن الميل ومحاولة تخطيها ما أمكن ذلك أو تجزئة العمل عند الضرورة والحاجة إلى الدقة في القياس. خصوصا عندما يزيد عن طول الأداة. تقاس زاوية الميل باستعمال منقلة مثبتة على مسطرة ومن مركز المنقلة يدلى شاقول صغير توجه المسطرة مع ميل المسافة وسيؤشر الشاقول درجة الزاوية إلا ان توجيه المسطرة مع خط الميل قد يصعب لذا يستخدم ميزان ابني وهو بنفس مبدأ المنقلة ولكن يحتوي أنبوبة تلسكوبية، ويتصل بالأنبوبة قرص المنقلة عليها فقاعة هوائية تؤشر درجات الميل. يثبت الميزان خلف شاخصي البداية والنهاية ثم يوجه باتجاه الشاخصين ويعير ثم تؤخذ القراءة.

1. **طريقة التدرج**

لقياس البعد الأفقي آ ب المكافئ للمسافة المائلة أ ب كما في الشكل أدناه: نقوم بتقسيمها إلى عدد من الأجزاء القصيرة التي يعتمد طول كل منها على دراجة ميل الأرض حيث يزداد طول الجزء عندما يخف الميل ويقل بزيادة شدة الميل. وتكون عملية القياس بأن نضع شاخصا في كل من أ وكذلك ب بصورة عمودية ثم يمد الشريط (أو السلسلة) بصورة أفقية بحيث تكون بداية على الأرض عند نقطة أ وتكون نهاية المسافة المأخوذة من طول الشريط مرتفعة عن سطح الأرض عند الموقع ج الذي نضع فيه شاخصا باستقامة أ ب، ويشترط ان يكون الشريط بمحاذاة الشاخص ج تماما لكي يكون القياس باستقامة الخط أ ب الذي يربط بين البداية ونهاية المسافة المطلوبة. ويكون الاستدلال على أفقية الشريط الممتد باستعمال ميزان فقاعة (تسوية) شبيه بالوزن الذي يستعمله البناء أو بطريقة عملية أخرى برفع وخفض الشريط المحاذي للشاخص ج، وملاحظة مقدار المسافة المقاسة. فالوضع الذي نحصل فيه على أقل قياس يكون هو الوضع الأفقي المطلوب.

 د

 دَ

 هَ

 ب

 أ

ه

 ج

 جَ

 أَ

أما تحديد الموقع المكافئ لنقطة نهاية المسافة المأخوذة من طول الشريط فيكون هو موضع الشاخص ج نفسه إذا أخذنا المسافة إلى موقع الشاخص بالضبط، وإلا إذا كانت المسافة بين أ ونقطة ج ابعد من الشريط فبهذه الحالة تسقط حجر من الشريك وملاحظة مكان السقوط ثم يغرس نبل ومن النبل تكمل العملية، ثم بعد ننتقل بعدها للمسافة ج د وأيضا د ه ثم ه ب، يفضل ان تكون المسافة بين شاخص وآخر بقدر أو أقل من طول الشريط إلا إذا تخلل المنحدر مسافات مستوية بهذه الحالة لا يشترط ان يكون مكان الشاخص بقدر طول الشريط، بعد الانتهاء من قياس المسافات تجمع القطع ويكون هو مقدار أ ب.

أ ب = أَ ب = أ جَ + ج دَ + د هَ + ه ب

1. **طريقة المثلث القائم**

 وتعد من اضبط الطرق في قياس المسافات المائلة، وبهذه الطريقة يمكن ان تقسم المسافات إلى أجزاء مناسبة تبعا لقوة الميل وطول المسافة، وقد تقاس بمرة واحدة، يقاس الارتفاع بين النقطتين بمسطرة التسوية أو بالشريط إذا كان الارتفاع ليس كبيراً، أو بالطرق التي سترد لا حقاً، ثم تقاس المسافة المائلة وتشكل طول ضلع الوتر لمثلث قائم الزاوية.

مربع الوتر (الخط المائل) = مربع الضلع العمودي + مربع المسافة الأفقي

 24 م

 د

55 م

29 م

 ب

 أ

 ه

 ج

 35 م

 2.5 م

 20 م

 11 م

 9 م

المسافة الأفقية = مربع الخط المائل – مربع الارتفاع العمودي

في الشكل المجاور

أ ب = أ ج + ج د + دهـ +ه ب

أج = 352 – 2.52 = 34.91 م

ج د = 242 – 202 = 13.27 م

د ه = 53.9 ، ه ب= 27.57 م

أ ب = 34.91+13.27+53.9+27.57 = 129.65 م

قياس الارتفاعات

يمكن قياس الارتفاعات بعدة طرق، فإذا كان الهدف يمكن الوصول إليه وقياس الطول المكافئ له فتقاس مباشرة بالشريط، أما إذا لم يكن بالإمكان ذلك فيمكن اتباع عدة طرق منها

**طريقة التناسب**

وتعتمد هذه الطريقة على صفات المثلثات المتشابهة إذ تكون أضلاعها المتناظرة متناسبة ففي الشكل نحدد نقطة بديلة للنقطة أ ولتكن أَ، وفي ج نثبت شاخص، وعند نقطة ب نثبت شاخصاً أخر، من رأس الشاخص في ب نضع علامة ونسمي النقطة مثلا النقطة و ثم نمد خط أفقي إلى ان يتقاطع الخط الأفقي على نقطة في الشاخص ج ونضبط أفقية الخط بميزان تسوية نضع علامة على الشاخص ج عند نقطة التقاطع ونسمي النقطة مثلا بالنقطة ه، ونمد خط وهمي إلى نقطة مكافئة على امتداد أ أَ ولتكن نقطة ز، نقيس الجزء الباقي (ه د) من الشاخص في ج، سيتكون لدينا المثلثين أً و ز وكذلك د و ه وهما متطابقين، أي ان

 ه

 د

 ب

 أ

 ه

 أَ

 ز

 ج

 أً

 و

245 م

24 م

1.5 م

 د

 $\frac{و أً}{و د}$ = ث، $\frac{و أَ}{و أَ}$ = ث، $\frac{ه د}{ز أً}$ = ث الثابت في العلاقتين له نفس القيمة وهنا نستطيع قياس المسافة المائلة أً و وكذلك يمكن قياس المسافة ه ج من ارتفاع الشاخص لذل يمكن إيجاد الثابت في العلاقة الأولى واستخدامه لإيجاد الضلع المجهول أً ز في العلاقة الثانية وهو نفس قياس الارتفاع أ أَ. وحسب الشكل فان

(245+ 24)\24 = 11.2 ، 1.5\ أً ز = 11.2 ← أً ز = 16.8 م

**طريقة الزاوية**

نطبق نفس الشكل أعلاه، بعد ان نمد الخط الأفقي و ج نحسب الزاوية بمقياس ابيني أو بالمنقلة وهنا فان جيب الزاوية د و ه = الضلع المقابل\ الوتر، جيب الزاوية د و ه = أً ز \ أً و

وهنا يمكن استخدام الدوال المثلية أيا كانت لقياس الارتفاع حسب ما يمكن إنشاءه وقياسه على الطبيعة.

**الدقة والخطأ في قياس المسافات**

|  |  |
| --- | --- |
| طريقة القياس | الدقة الاعتيادية |
| القياس بالخطوات | 1%-0.5% |
| القياس غير المباشر بشعيرات المسافة | 0.3%-0.1% |
| القياس الاعتيادي بالشريط | 0.1%-0.02% |
| القياس الدقيق بالشريط | 0.01%-0.003% |
| القياسات الرئيسية لأعمال التثليث | 0.001%-0.0001% |
| القياسات بالطرق الإليكترونية  | ± 0.0004% |

تختلف درجة دقة المسافات المقاسة حسب نوعية العمل والظروف المحيطة به من جهة وحسب وسيلة وطريقة القياس من جهة أخرى. فخطأ مقداره 2% يعد ضئيلاً ومقبولاً لعدد من الأعمال المساحية، بينما يعد 0.01% كبيراً ومرفوضاً في أعمال أخرى. ففي أعمال القياسات الرئيسية التي تعد أساساً لأعمال التثليث لذا يجب أن تكون الدقة متناهية وتقليل الخطأ إلى الحد الممكن، ان المسح البسيط للأراضي وأعمال الهندسة الاعتيادية لا تتطلب درجات عالية من الدقة. وقد يكون بشكل تقريبي عند تحديد حافات المستنقعات، ويمكن الاسترشاد بالجدول الاتي لتحديد الدقة المطلوبة مع طريقة القياس:

يعزى حدوث الخطأ إلى واحد أو أكثر من المصادر الأتية:

1. وجود خطأ في طول أداة القياس ويمكن التأكد من ذلك بمقارنة الأداة المستعملة بأداة أخرى لها نفس الطول.
2. عدم استقامة خط القياس بسبب الرصد الخاطئ، ولتقليل تأثير هذا المصدر من الخطأ يفضل عدم رصد مسافة طويلة من شاخصين قريب أحدهما من الأخر، كما يفضل ان يكون الراصد من النصف السفلي للشواخص.
3. عدم استقامة أداة القياس ولذلك يجب توتير الشريط أو شد السلسلة والتأكد من عدم تداخل حلقاتها.
4. عدم أفقية أداة القياس مما مسافة مائلة تزيد عن طول المسافة الأفقية الحقيقة، وتعالج هذه الحالة باستعمال فقاعة التسوية الأفقية أو بملاحظة أقل قراءة لأداة القياس الملامسة للشاخص أو عمود عند نهاية نقطة القياس.
5. وجود العوارض المعيقة لامتداد آلة القياس بصورة مستقيمة، فعندما تكون الأرض غير مستوية، فإن ذلك يستلزم رفع الشريط من جهتيه بمقدار مساوِ لتفادي العوارض والعوائق الأرضية. وقد يكون هذا باستعمال الميزان النابض Spring balance الذي يسلط قوة سحب ثابتة على الشريط.
6. إمساك الأداة بطريقة مغلوطة والتأشير الخاطئ ولذلك يجب التأكد من بداية ونهاية أداة القياس وإمساك الشواخص وتثبيتها بصورة عمودية وغرز النبال في مواضعها الصحيحة.
7. الاختلاف في درجات الحرارة، وهذا يمكن إهماله في أعمال القياسات الاعتيادية وخصوصاً في أوقات الجو المعتدل.
8. عدم ضبط مرات القياس ولذلك يفضل الاستعانة بعدد معلوم من النبال لمعرفة عدد مرات استعمال أداة القياس.
9. القراءة الخاطئة للطول المحدد بأداة القياس كأن يقرأ الرقم 6 بدلاً من 9 عند التواء شريط القياس أو الوقوف عكس كتابة الشريط وغيرها.
10. حصول خطأ في تسجيل البيانات الحقلية من حيث موقعها أو مقدارها.
11. اختلاف شدة سحب أو توتير أداة القياس بين مرحلة وأخرى.

ان معظم مصادر الخطأ المذكورة أنفاً تعمل زيادة طول المسافة المقاسة عم مقدارها الحقيقي ومنها ما يعمل على نقصانها. من جهة أخرى نرى ان طائفة من الأخطاء قد تكون من النوع التراكمي الذي يزداد بزيادة العمل المساحي، كما هي الحال عند استعمال شريط طوله الفعلي يختلف عن الطول المعياري، فهذا الخطأ لا يمكن تفاديه مهما كان الاعتناء في تنفيذ عملية القياس وإنما يتم تصحيحه بتطبيق العلاقة أدناه:

المسافة الحقيقية = طول المسافة المقاسة × طول الأداة المستخدمة\ طول الأداة القياسي

هناك أخطاء أخرى من النوع (العرضي) تكون نتائجها زيادة أو نقصان بالمقارنة بالنتيجة الحقيقية فتعمل على تعويض بعضها بالبعض الأخر مما قد يؤدي إلى حصول نوع من الموازنة باتجاه صحة النتيجة النهائية للقياس.