جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

التدريب العملي

الصناعي / المساحة

الأول

أ. م. د. ميثم مطشر الشرقي
أ. م. د. جاسم احمد البغدادي
المهندسة شيماء عبد علوان
المهندس وسام عبد الكاظم
المهندس عمر داود ظاهر

الطبعة الأولى
1442 هـ - 2021 م

المقدمة :

عرف الانسان علم المساحة واستخدمها قبل آلاف السنين ، وتطورت مع تطور الأجهزة المستخدمة في عمليات المسح . واصبح لعلم المساحة دورا كبيرا في النهضة العمرانية والمشاريع الاستثمارية ويمكن تعريف علم المساحة بانها العلم المختص بقياس المسافات والزوايا بين النقاط والمعالم الارضية المختارة لغرض تحديد مواقع هذه النقاط فوق او تحت سطح الارض ولغرض تمثيل تلك النقاط والمعالم الارضية على خرائط او مخططات مساحية .

ونظرا للحاجة الماسة والمتزايدة لهذا التخصص في سوق العمل سعت المديرية العامة للتعليم المهني الى استحداث تخصص المساحة من اجل اعداد كوادر تقنية وفنية كفوءة قادرة على سد حاجة سوق العمل لهذا التخصص والارتقاء بالمجتمع نحو حياة متطورة وتعزيز مكانة الدولة على الصعيد العالمي .

تم اعداد منهاج التدريب العملي لطلبة المرحلة الاولى في تخصص المساحة / الفرع الصناعي . اذ تم التأكيد على طرق تطوير المهارة العملية في المساحة لدى الطلبة بشكل متدرج ابتداءً من العمل على اجهزة المساحة التقليدية وصولا الى التدرب والعمل على الاجهزة والمعدات الحديثة ، فمثلا تم البدء بشرح واعطاء التمارين العملية حول كيفية قياس المسافات بالطرق التقليدية والمتمثلة بقياس المسافة باستخدام شريط القياس بأنواعه المختلفة ، وبعدها تم التطرق الى الطرق الحديثة في قياس المسافات والمتمثلة بشريط القياس الرقمي والليزري .

كما تم التأكيد في هذا الكتاب على تدريب الطلبة على الطرق الرياضية المختلفة المستخدمة في علم المساحة في حساب المسافات والزوايا والتحويل بين وحدات القياس في الانظمة المترية والانكليزية . وكذلك تم وضع تمارين عملية للطلبة حول الاعمال المساحية الاستطلاعية وما تتضمنها من اعمال رسم المخططات المساحية الاستطلاعية والمخططات النهائية بمقياس رسم معين . وفي الفصول الاخيرة تم التركيز على وضع تمارين عملية من اجل اكساب الطلبة مهارات العمل بشكل اولي على اجهزة التسوية (الميزان) لإيجاد مناسيب النقاط واجهزة الثيودولايت الرقمي من اجل قياس الزوايا الافقية والعمودية ، حتى يتمكن الطالب من استيعاب وفهم كافة المفردات ، وكذلك تم التطرق الى كيفية تنظيم التقارير لعمليات المسح الحقلي من الجداول الخاصة بالقياسات والقراءات التي تم الحصول عليها في الحقل لكي يكون الطالب على معرفة تامة بكيفية إعداد وكتابة التقرير الخاص بعمليات المسح الحقلي المنجزة .

تم تصميم منهاج التدريب العملي بحيث يعتمد على توزيع الطلاب ضمن مجموعات ، ليعملوا معا ضمن فريق واحد ، ليتمكنوا بعد تخرجهم من العمل بروح الفريق الواحد .

والله ولي التوفيق

المؤلفون

الفهرست

الفقرات	المحتويات	رقم الصفحة
	المقدمة	3
1	**الفصل الأول : الاجهزة والادوات المستخدمة في قياس المسافات**	7
1-1	التعر ف على شريط القياس وأنواعه	9
2-1	قراءة تقسيمات شريط القياس	13
3-1	الأدوات المستخدمة في قياس المسافات باستخدام شريط القياس	18
4-1	قياس المسافة بالخطوات	27
5-1	قياس مسافة أفقية بشريط القياس عدة مرات ومقارنة النتائج	30
6-1	قياس المسافة باستخدام عجلة القياس	33
7-1	قياس المسافة باستخدام شريط القياس الرقمي	37
2	**الفصل الثاني : حساب المسافات**	42
1-2	أنواع المسافات : (الأفقية ، الرأسية ، المائلة)	43
2-2	قوانين الدوال المثلثية	49
3-2	نظرية فيثاغورس	57
4-2	إنشاء مثلث قائم الزاوية بطريقة (3 ، 4 ، 5)	62
5-2	قياس المسافة المائلة المنتظمة وغير المنتظمة	65
6-2	حساب المسافة الرأسية بمعلومية المسافة المائلة والانحدار	73
7-2	حساب المسافة الرأسية بمعلومية المسافة المائلة والزاوية الرأسية	76
8-2	حساب المسافة المائلة بمعلومية المسافة الرأسية والزاوية الرأسية	78
9-2	حساب المسافة المائلة بمعلومية المسافة الأفقية والمسافة الرأسية	81
3	**الفصل الثالث : وحدات القياس وتحويلاتها**	86
1-3	وحدات قياس المسافات (الاطوال)	87
2-3	وحدات قياس المساحات	92
3-3	وحدات قياس الحجوم	96
4-3	وحدات قياس الزوايا	98

5-3	التحويل بين وحدات القياس	102
4	**الفصل الرابع : تهيئة الاجهزة والمعدات المطلوبة للأعمال المساحية**	110
1-4	تهيئة الأجهزة والمعدات المطلوبة	111
2-4	التعامل مع الأجهزة وكيفية خزنها	113
3-4	إعداد الدفتر الحقلي وكيفية تدوين الرصد الحقلي	118
4-4	عملية الاستكشاف أو الاستطلاع	122
5-4	رسم المخطط اليدوي	127
6-4	رسم مخطط بمقياس رسم معين	133
5	**الفصل الخامس : جهاز الميزان**	142
1-5	تعريف جهاز الميزان واستخداماته	143
2-5	أنواع جهاز الميزان	146
3-5	التعرف على أجزاء جهاز الميزان	150
4-5	ضبط جهاز الميزان : الأفقية ، التسامت ، تطبيق الشعيرات	156
5-5	قراءة مسطرة التسوية	159
6-5	حساب فرق المنسوب بين النقاط	162
6	**الفصل السادس : جهاز الثيودولايت**	173
1-6	جهاز الثيودولايت واستخداماته	175
2-6	أنواع جهاز الثيودولايت	177
3-6	جهاز الثيودولايت الرقمي	180
1-3-6	ضبط إعدادات جهاز الثيودولايت الرقمي	182
2-3-6	أجزاء جهاز الثيودولايت الرقمي	184
4-6	ضبط جهاز الثيودولايت : ضبط الفقاعة الأفقية والأنبوبية	191
5-6	التسامت (التمركز)	196
6-6	التوجيه ورصد النقاط	202
7-6	تصفير الجهاز وقراءة الزاوية الأفقية	206
8-6	قراءة الزاوية العمودية (الرأسية)	210

الفصل الاول

الاجهزة والادوات المستخدمة في قياس المسافات

Instruments and Tools Used in Measuring Distances

اهداف الفصل :

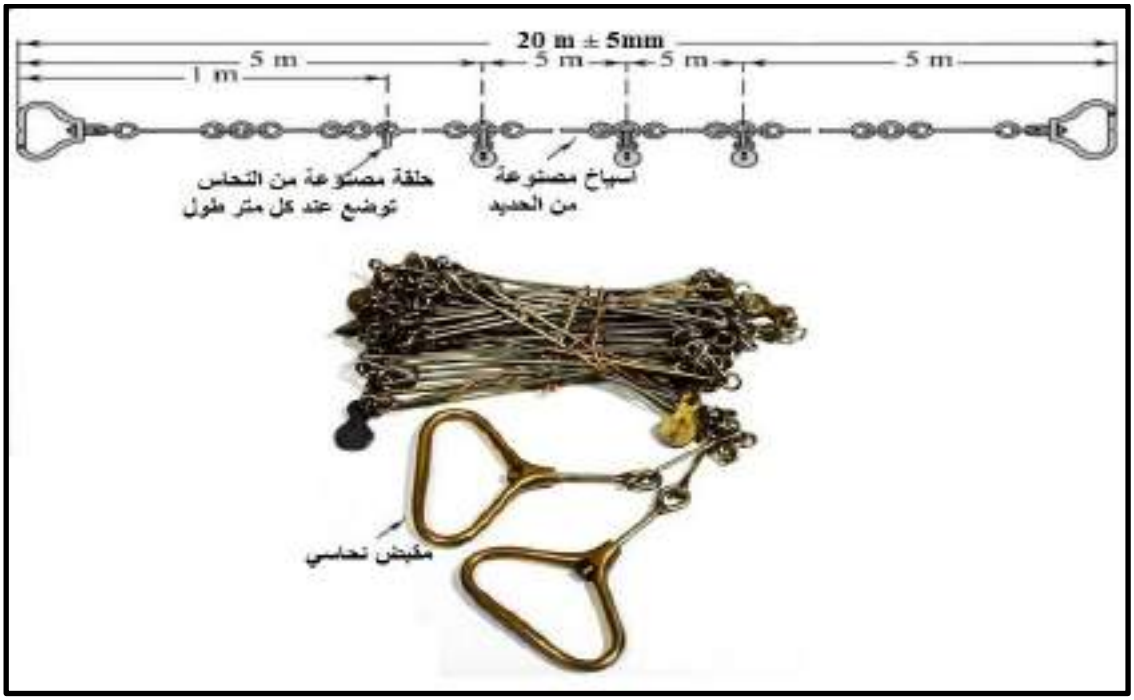
- يتعرف الطالب على انواع شريط القياس المستخدم في قياس المسافات وميزات وعيوب كل نوع من هذه الانواع ، وكذلك يتعلم الطالب كيفية قراءة تقسيمات شريط القياس بالنظام المتري وكذلك قراءة الشريط بالنظام الانكليزي .
- يتعرف الطالب على الادوات المساعدة المستخدمة مع شريط القياس من اجل قياس المسافات الطويلة في حقل العمل .
- يتعلم الطالب على طرق اخرى لقياس المسافة منها الطرق التقريبية مثل استخدام الخطوات في معرفة طول المسافة التقريبي ، والطرق التقليدية (القديمة) مثل السلسلة ، وكذلك التدرب على استخدام الادوات المتوسطة الدقة مثل عجلة القياس في قياس المسافات ، وكذلك التعرف على طرق استخدام الاجهزة عالية الدقة مثل شريط القياس الرقمي والليزري في قياس المسافات المختلفة من خلال التطبيقات العملية المقررة .

الاجهزة والادوات المستخدمة في قياس المسافات

Instruments and Tools Used in Measuring Distances

1- المقدمة

تُعرفْ المسافة بانها البعد بين اي هدفين في الفراغ . يعد قياس المسافات بأنواعها (المسافات الافقية ، المسافات العمودية والمسافات المائلة) من الاعمال المساحية الاساسية . هناك العديد من الاجهزة والادوات المساحية المستخدمة لقياس المسافات في الطبيعة . تختلف هذه الاجهزة والادوات فيما بينها في الكلفة (السعر) ودقة وسرعة القياس . سوف يخصص هذا الفصل لشرح الادوات والطرق الاكثر شيوعا في القياس المباشر للمسافة ومنها قياس المسافة باستخدام (شريط القياس بأنواعه ، الخطوات ، عجلة القياس ، الجهاز الليزري) . هناك بعض الادوات والطرق التقليدية (القديمة) المستخدمة في القياس المباشر للمسافة مثل قياس المسافة باستخدام السلسلة (Chain) الموضحة بالشكل (1-1) . حيث يكون طول السلسلة في الغالب 20 متر وهي مكونة من حلقات واسياخ مصنوعة من الحديد . تستخدم السلسلة في العادة في قياس المسافة في المناطق الزراعية والغابات . ومن عيوبها ثقل الوزن وسرعة الصدأ وصعوبة فردها وتجميعها اثناء القياس . سوف لا يتم تناول طرق المسح بالسلسلة في هذا الفصل لندرة استخدامها في الوقت الحاضر .



الشكل (1-1) السلسلة (Chain) المستخدمة في قياس المسافة

1 - 1 التعرف على شريط القياس وانواعه : Types of Tape

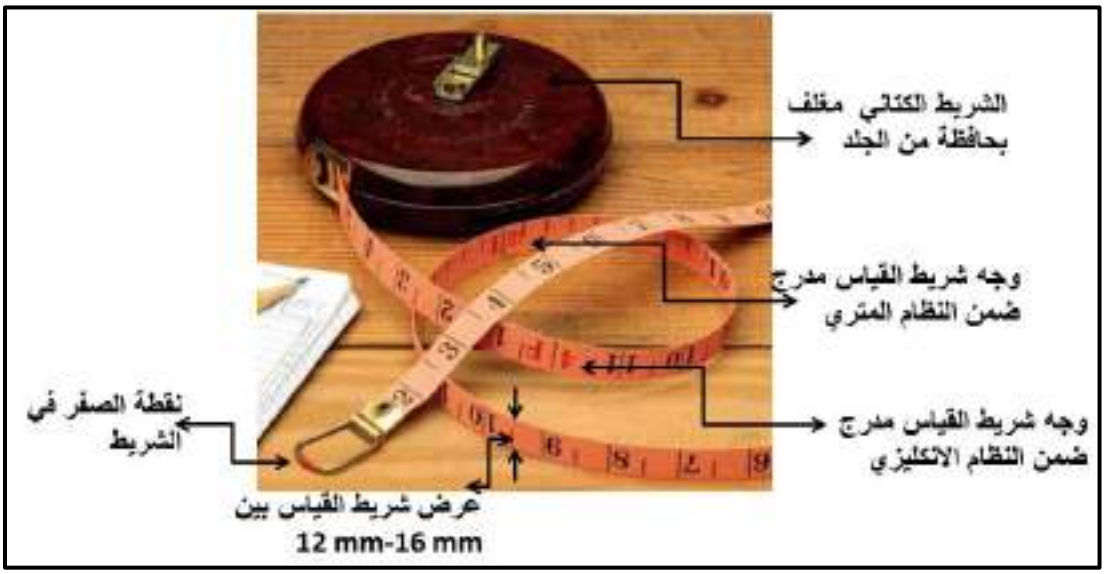
يعد شريط القياس من الادوات الرئيسة في قياس المسافات على سطح الارض . يوجد شريط القياس بعدة اطوال تتراوح بين (5 m) ولغاية (100 m) ، وهناك العديد من انواع اشرطة القياس المستخدمة في الاعمال المساحية . ويتعمد تصنيف اشرطة القياس على نوع المادة المصنوع منها الشريط . **ومن اهم انواع اشرطة القياس :**

1. الشريط الكتاني Cloth Tape

و يصنع هذا النوع من اشرطة القياس من نسيج الكتان المعالج بمادة شمعية لغرض مقاومة الرطوبة ، وتتوفر اشرطة القياس الكتانية بعدة اطوال تتراوح بين 10 m الى 100 m . ويكون عرض الشريط الواحد بين (12 mm) الى (16 mm) . وتكون اشرطة القياس هذه مدرجة من الوجهين احد الاوجه يكون مدرج وفق النظام المتري اي تكون التقسيمات (بالسنتيمترات والديسمترات والامتار) والوجه الاخر تكون تقسيماته وفق النظام الانكليزي للقياس أي بالانجات (inches) والاقدام (feet) ، وكما مبين بالشكل (1-2) .

يمتاز هذا الشريط بخفة الوزن وسهولة الحمل ورخص الثمن ، وآمن بالقياس اي لا يسبب اذى ليد الراصد وغير موصل للتيار الكهربائي .

واهم عيوبه هي عدم الدقة في القياس ، وسهولة التمزق ، و يتغير طوله اثناء الشد بالقياس ، وينكمش اذا تعرض للرطوبة او البلل ، ويتأثر طول الشريط بتغير درجات الحرارة .



الشكل (1-2) تفاصيل شريط القياس الكتاني

2. الشريط المعدني Fiberglass Tape

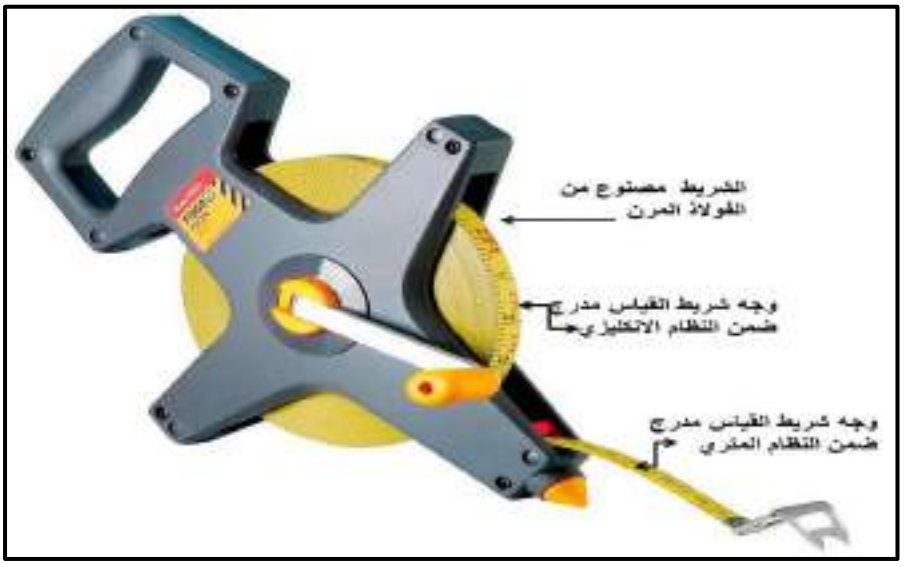
وهو مشابه الى حد كبير للشريط الكتاني في التصميم الا انه مصنوع من القماش المقوى باسلاك معدنية مصنوعة في الغالب من معدن النحاس او البرونز ، كما مبين بالشكل (1-3) . ويعد افضل وادق في القياس من شريط القياس الكتاني لان معامل المرونة له اقل من معامل المرونة للشريط الكتاني ، اي لا يتغير طول الشريط كثيرا بقوة الشد اثناء القياس .

يمتاز هذا الشريط بخفة الوزن ، وسهولة الحمل ، ويكون اكثر دقة في القياس من الشريط الكتاني ، وهو آمن بالقياس .
واهم عيوبه هي امكانية القطع او التمزق بسبب الشد الشديد اثناء القياس ، ويتأثر طول الشريط بتغير درجات الحرارة .

الشكل (1-3) شريط القياس المعدني

3. شريط القياس الفولاذي Steel Tape

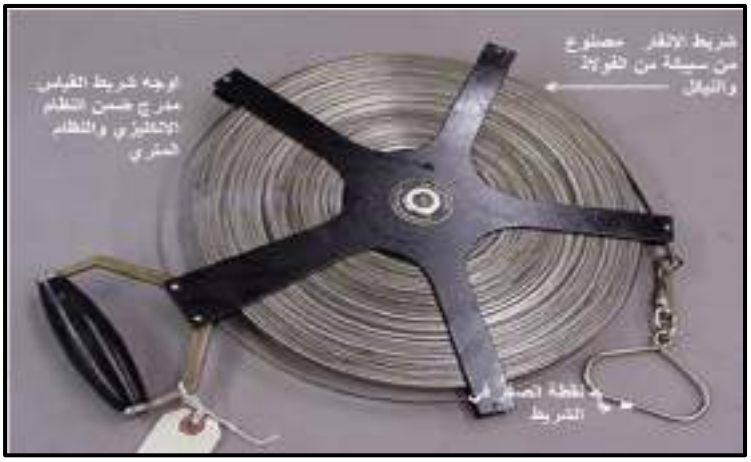
و يصنع هذا النوع من اشرطة القياس من الفولاذ المرن كما في الشكل (1-4) . ويعد افضل وادق من النوعين السابقين (الشريط الكتاني والشريط المعدني) نظرا لصلابته ودقته وقلة معامل المرونة لمادته. ويمتاز بدقته العالية وعدم تأثره بالشد اثناء القياس .
وعيوبه هي ثقل الوزن ويصدأ وهو غير آمن اثناء القياس لأنه قد يسبب جرح يد الراصد وهو موصل للتيار الكهربائي .



الشكل (1-4) شريط القياس الفولاذي

4. شريط الانفار Invar Tape

و يصنع هذا النوع من اشرطة القياس من سبيكة مكونة من مادتي الفولاذ بنسبة 65% ومن مادة النيكل بنسبة 35% ، كما في الشكل (5-1) . ويعتبر افضل وادق انواع اشرطة القياس نظرا لصلابته ودقته وقلة معامل المرونة لمادته ولا يتأثر طوله بتغير درجات الحرارة ولا يصدأ ويمكن ثنيه بسهولة ، وهو غالي الثمن وثقيل الوزن نسبيا وقابل للتأكل بسبب الاحماض بسهولة.



الشكل (5-1) شريط الانفار (Invar Tape)

5. شريط القياس الرقمي (Digital Tape)

وهو عبارة عن شريط قياس مصنوع من المعدن طوله في الغالب (5 m) موضوع داخل علبة تحتوي على شاشة رقمية لإظهار مقدار المسافة المقاسة بدقة عالية جدا . وهناك بعض الاشرطة الرقمية تكون مزودة بجهاز ليزر يستخدم لقياس المسافات الطويلة والتي تصل اطوالها الى (30m) . وتستخدم الاشرطة الرقمية في الغالب لقياس المسافات داخل الابنية مثل ابعاد الجدران والاسطح للأبنية . وكما مبين بالشكل (6-1) . وهو خفيف الوزن وعالي الدقة الا انه يشترط عدم وجود عوارض او عوائق مثل الاشجار والجدران بين النقاط المراد قياس المسافة بينهما ، لان الشريط سوف يعطي قراءات خاطئة نتيجة انعكاس شعاع الليزر بعد اصطدامه بهذه العوائق.

الشكل (6-1) شريط القياس الرقمي : (a) ابعاد علبة الشريط , (b) اجزاء الشريط

6. شريط القياس الجيبي الفولاذي (Pocket steel tape)

وهو شريط صغير الحجم ويمكن وضعه في الجيب يتراوح طوله بين m (1 - 10) ويستخدم لقياس التفاصيل الصغيرة . وكما مبين بالشكل (1-7) . ويمتاز برخص الثمن وخفة الوزن ودقة القياس قد تصل لغاية (1 mm) . وعيوبه قصر طول الشريط الكلي ، امكانية التلف او الصدأ وهو غير آمن اثناء القياس لأنه قد يسبب جرح يد الراصد وهو موصل للتيار الكهربائي .

الشكل (1-7) شريط القياس الجيبي الفولاذي

التمرين 1 - 1 : (التعرف على انواع اشرطة القياس)

أ. الغاية من التمرين :

تعريف الطالب بالأنواع المختلفة لأشرطة القياس وميزات وعيوب كل نوع .

ب. الاجهزة والمواد المطلوبة :

1. اشرطة قياس بعدة انواع (يفضل 5 انواع) على ان تثبت ارقام او رموز تعريفية (مثلا T1 ، T2 ، ... الخ) على كل شريط باستخدام شريط لاصق ليسهل تصنيفها .
2. جدول الفحص (1-1) .

ج. خطوات العمل :

1. ارتداء كل طالب بدلة العمل على ان تكون ملائمة له في المقاس .
2. يقسم الطلبة على عدة مجاميع بحيث لا يتجاوز عدد الطلبة لكل مجموعة عن 4 طلاب .
3. توضع انواع مختلفة من اشرطة القياس على المنضدة امام كل مجموعة من الطلبة .
4. تقوم كل مجموعة بالفحص والتعرف على كل نوع من اشرطة القياس من خلال النقاش فيما بينهم وملئ جدول الفحص رقم (1-1) المبين في ادناه .
5. تسلم المجموعة جدول الفحص الى المدرس المشرف لغرض تقييم اداء المجموعة .

جدول (1-1) الفحص والتعرف على انواع مختلفة من اشرطة القياس

اسم التمرين : التعرف على انواع اشرطة القياس					
اسماء المجموعة :		المرحلة : الاولى		التخصص : مساحة	
رمز الشريط	نوع الشريط	طول الشريط الكلي	عرض الشريط	مميزات هذا النوع من اشرطة القياس	عيوب هذا النوع من اشرطة القياس

1 - 2 قراءة تقسيمات شريط القياس Reading Tape Divisions

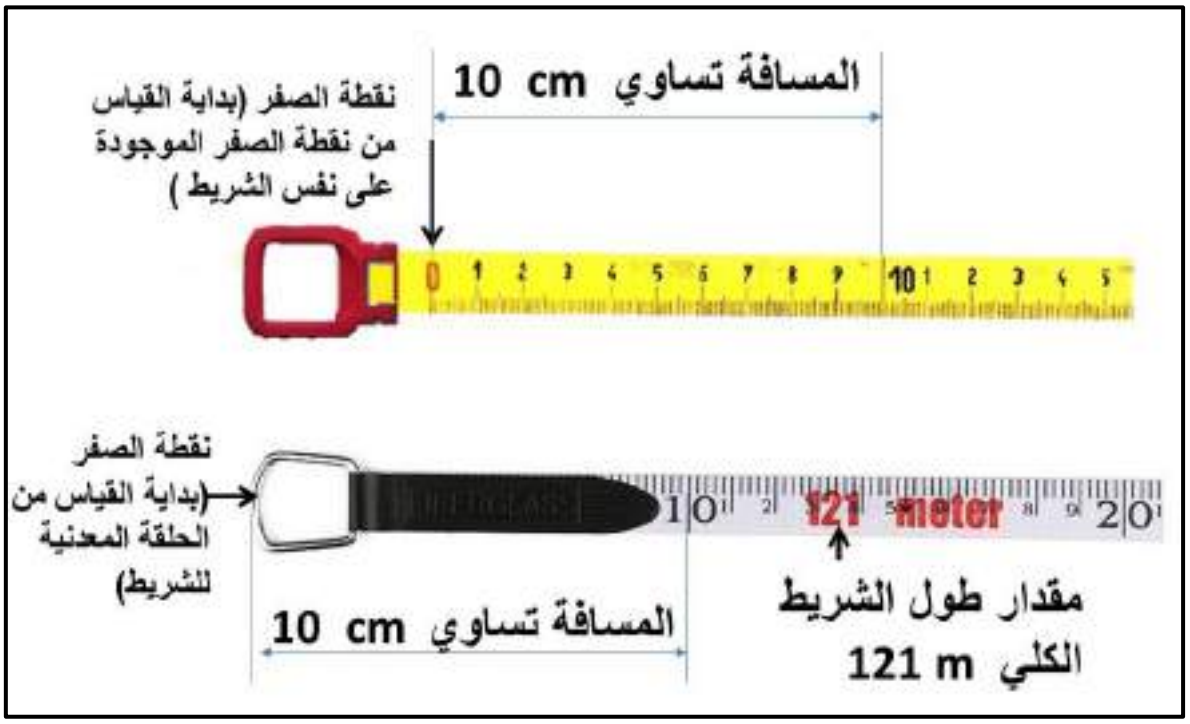
1 - 2 - 1 تقسيمات شريط القياس Tape Divisions

اغلب انواع اشرطة القياس تجمع بين تقسيمات (تدريجات) بنظام الوحدات المتري اي تكون التقسيمات (بالسنتيمترات والديسمترات والامتار) و بنظام الوحدات الانكليزي للقياس أي تكون التقسيمات بالأقدام (feet) و الانجات (inches) واجزاء الانج . في العادة يكون احد اوجه شريط القياس مقسم حسب النظام المتري والوجه الاخر يكون مقسم حسب النظام الإنكليزي ، وكما موضح بالشكل (8-1, a) . اما في بعض اشرطة القياس فيجمع كلا النظامين في وجه واحد ، وكما مبين بالشكل (8-1, b) .

الشكل (8-1) تقسيمات شريط القياس : (a) تقسيمات الشريط الفولاذي , (b) تقسيمات الشريط الفولاذي بالنظامين على نفس الوجه .

1– 2 - 2 قراءة تقسيمات شريط القياس Reading Tape Divisions

قبل البدء بكيفية قراءة تقسيمات شريط القياس يجب التأكد من نقطة الصفر للشريط والتي منها تبدأ القراءات . حيث ان في بعض الاشرطة بداية الحلقة المعدنية للشريط تعد نقطة الصفر وفي البعض الاخر تكون نقطة الصفر مطبوعة على نفس الشريط وكما مبين بالشكل (1-9) .



الشكل (1-9) نقطة الصفر في شريط القياس

وفيما يلي شرح مفصل حول كيفية قراءة تقسيمات شريط القياس بكلا النظامين (المتري والانكليزي) :

1. قراءة تقسيمات شريط القياس بالنظام المتري

الشكل (1-10) يبين بعض الامثلة حول كيفية قراءة المسافة بين نقطتين باستخدام شريط القياس المقسم حسب النظام المتري ، والمقسم على اساس :

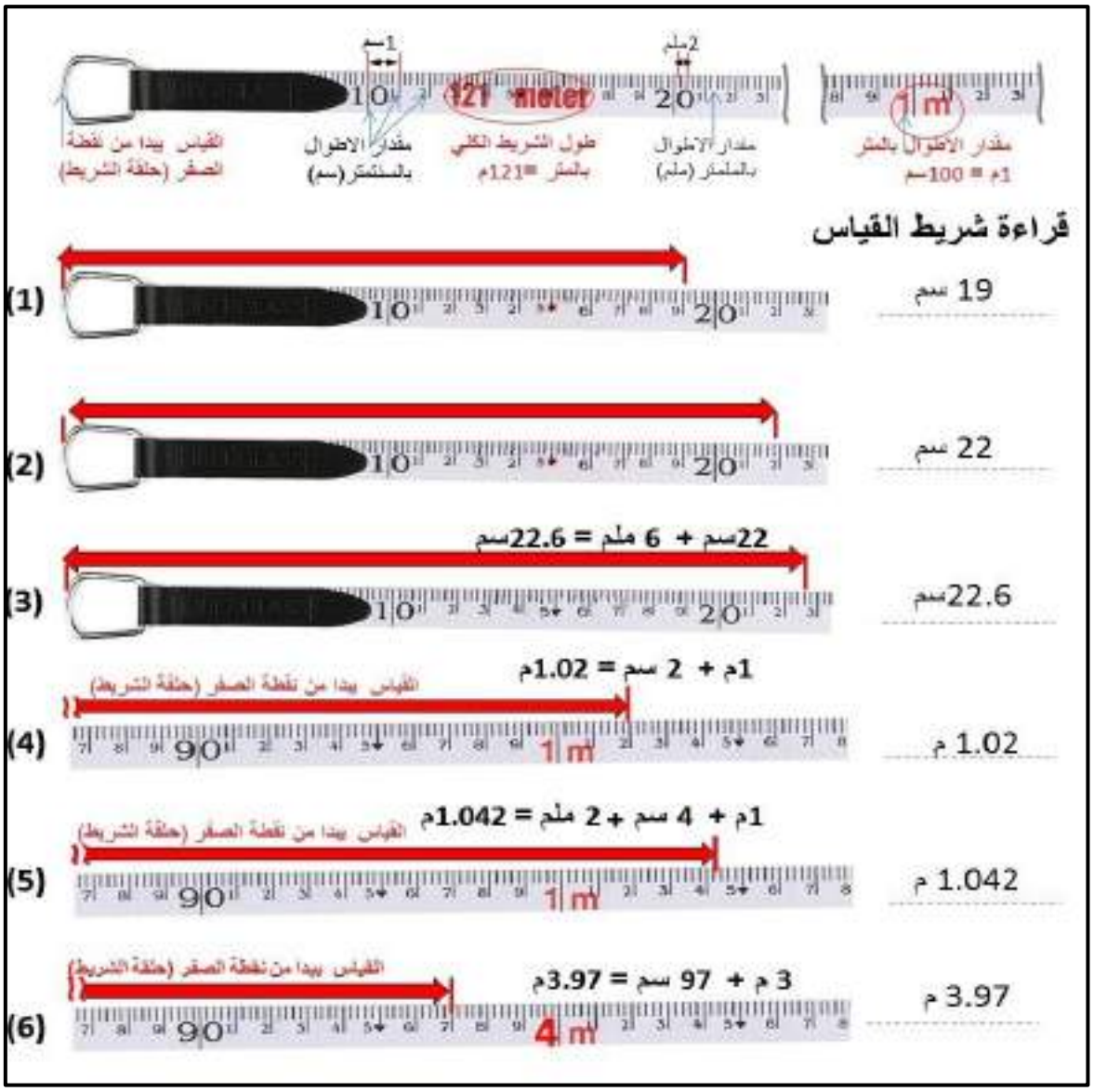
1 م (m) = 10 دسم (dm) = 100 سم (cm)

1 م (m) = 1000 ملم (mm)

1 دسم (dm) = 10 سم (cm) = 100 ملم (mm)

1 سم (cm) = 10 ملم (mm)

حيث ان مختصرات وحدات القياس في النظام المتري هي : (m) تعني متر ، (dm) تعني ديسيمتر ، (cm) تعني سنتمتر ، (mm) تعني مليمتر .



الشكل (1-10) قراءة تقسيمات شريط القياس بالنظام المتري

ملاحظة مهمة : يجب ان تكتب المسافة المقاسة بواسط شريط القياس بوحدة قياس واحدة اي (اما تكون بالمتر او بالسنتمتر او بالمليمتر) ولا يصح ان نكتب المسافة بين نقطتين باستخدام عدة وحدات قياس .

المثال (1-1) : قراءة تقسيمات شريط القياس بالنظام المتري

قيست المسافة (Distance) بين نقطتين بواسطة شريط القياس وكانت تساوي 22 cm و 6 mm (كما مبين في الشكل (1-10) ، مسافة رقم (3)) . ما مقدار هذه المسافة (Distance) بوحدة السنتمتر ؟

الحل : المسافة بين النقطتين = 22 cm و 6 mm

1 cm = 10 mm

$$\text{Distance (cm)} = 22\ \text{cm} + 6\ \text{mm} = 22\ \text{cm} + \frac{6\ \text{mm}}{10\ \text{cm}} = 22\ \text{cm} + 0.6\ \text{cm}$$

$$\text{D (cm)} = 22.6\ \text{cm}$$

المثال (1-2) : قراءة تقسيمات شريط القياس بالنظام المتري

قيست المسافة (Distance) بين نقطتين بواسطة شريط القياس وكانت تساوي 1 m و 4 cm و 2 mm (كما مبين في الشكل (1- 10) ، مسافة رقم (5)) . ما مقدار هذه المسافة (Distance) بوحدة المتر ؟

الحل : المسافة بين النقطتين = 1 m و 4 cm و 2 mm

1 m = 10 cm ، 1m = 1000 mm

$$\text{D (m)} = 1\text{m} + \frac{4\ \text{cm}}{100} + \frac{2\ \text{mm}}{1000} = 1\ \text{m} + 0.04\ \text{m} + 0.002\ \text{m} = 1.042\ \text{m}$$

2. قراءة تقسيمات شريط القياس بالنظام الانكليزي

الشكل (1-11) يبين بعض الامثلة حول كيفية قراءة المسافة بين نقطتين باستخدام شريط القياس المقسم حسب النظام الانكليزي ، والمقسم على اساس :

1 قدم (foot) = 12 بوصة (inch)

1 (yard) = 36 انج (inch) = 3 قدم (foot)

1 ميل (mile) = (1760) يارد

حيث يرمز للقدم بالمختصر (ft) ، ويرمز للانج بالمختصر (in) ، ويرمز لليارد بالمختصر (yd) ، ويرمز للميل بالمختصر (mi) .

المثال (1-3) : قراءة تقسيمات شريط القياس بالنظام الانكليزي

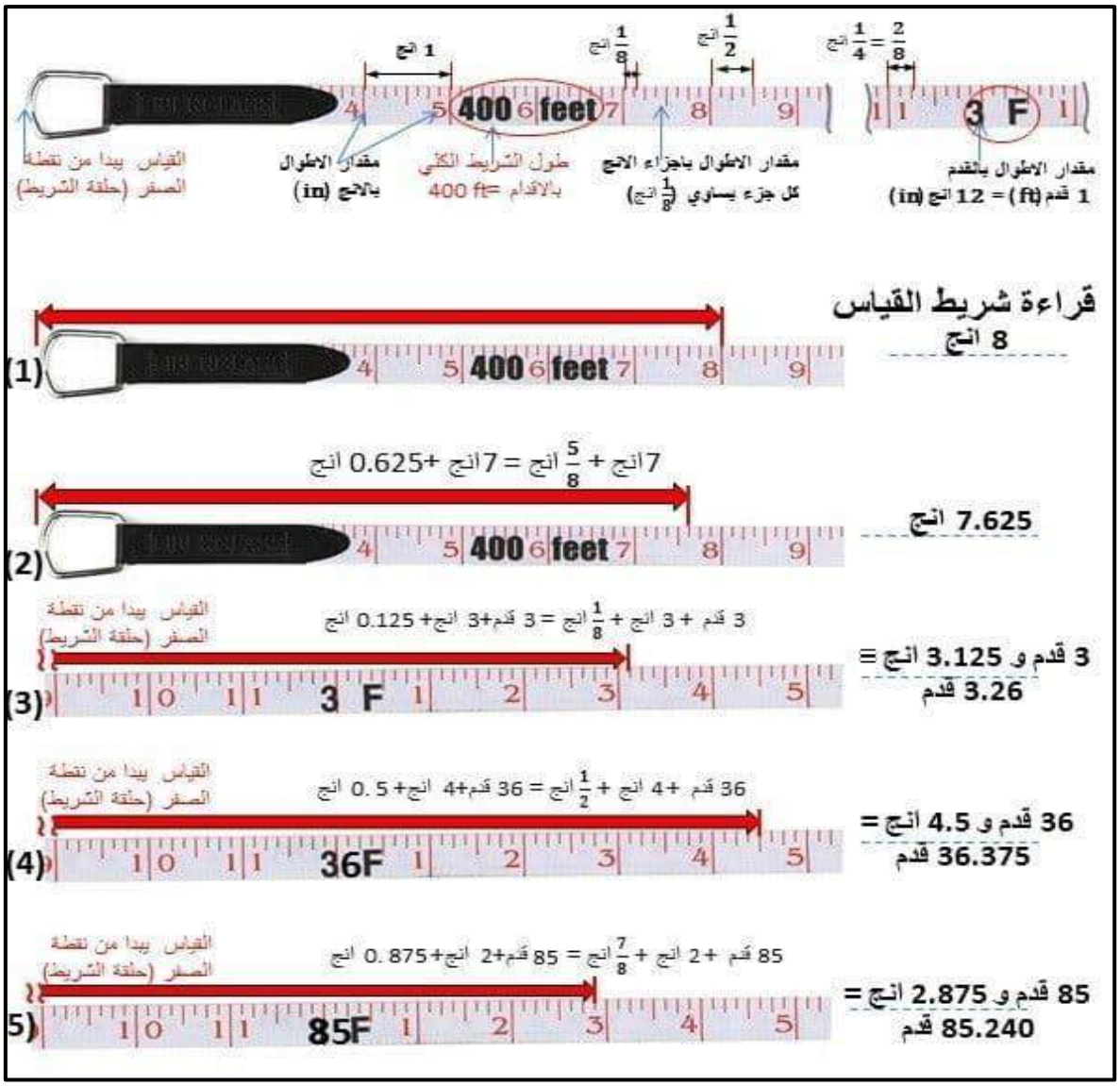
قيست المسافة (Distance) بين نقطتين بواسطة شريط القياس وكانت تساوي 3 قدم و 3.125 انج (كما مبين في الشكل (1-11) ، مسافة رقم (3)) . ما مقدار هذه المسافة (Distance) بوحدة القدم ؟

الحل : المسافة بين النقطتين = 3 قدم و 3.125 انج

1 ft = 12 in

لكي نحول الطول من وحدة الانج الى وحدة القدم يجب ان نقسم الطول بالانج على 12

$$\text{D (ft)} = 3\ \text{ft} + \frac{3.125\ \text{in}}{12} = 3\ \text{ft} + 0.260\ \text{ft} = 3.26\ \text{ft}$$



الشكل (11-1) قراءة تقسيمات شريط القياس بالنظام الانكليزي

التمرين 1 - 2 : (قياس الابعاد الداخلية لصف دراسي بالنظام المتري والانكليزي)

أ. الغاية من التمرين :

تدريب الطالب على استخدام وقراءة تقسيمات شريط القياس بالنظام المتري والانكليزي

ب. الادوات والمواد المطلوبة :

1. أشرطة قياس تحتوي على تقسيمات بالنظامين المتري والانكليزي .
2. ورق ابيض A4 + قلم رصاص .
3. جدول القياسات رقم (1-2) .
4. الدفتر الحقلي .

ج. خطوات العمل :

1. ارتداء كل طالب بدلة العمل على ان تكون ملائمة له في المقاس .
2. يقسم الطلبة على عدة مجاميع بحيث كل مجموعة مكونة من طالبين .
3. تستلم كل مجموعة شريط قياس يحتوي تقسيمات بالنظامين المتري والانكليزي .
4. تقوم كل مجموعة برسم مخطط يدوي تقريبي للغرفة (باستخدام قلم الرصاص والورقة A4) مثبت عليه فتحات الابواب والشبابيك .
5. تقوم كل مجموعة بقياس ابعاد غرفة الصف وابعاد الابواب والشبابيك باستخدام شريط القياس وبكلا النظامين (المتري والانكليزي) . وتضع هذه القياسات في الجدول رقم (1-2) .
6. تسلم القياسات مع المخطط اليدوي الى المدرس المشرف لغرض تقييم عمل المجموعة .

جدول (1-2) قياس الابعاد الداخلية للصف الدراسي

اسم التمرين : قياس ابعاد الغرفة الداخلية بالنظامين المتري والانكليزي		
اسماء المجموعة :	المرحلة : الاولى	التخصص : مساحة
نوع شريط القياس المستخدم :	الطول الكلي للشريط :	
تفاصيل الغرفة		
عنوان الغرفة :	اسم البناية :	رقم الطابق :
عدد الابواب في الغرفة :	عدد الشبابيك :	

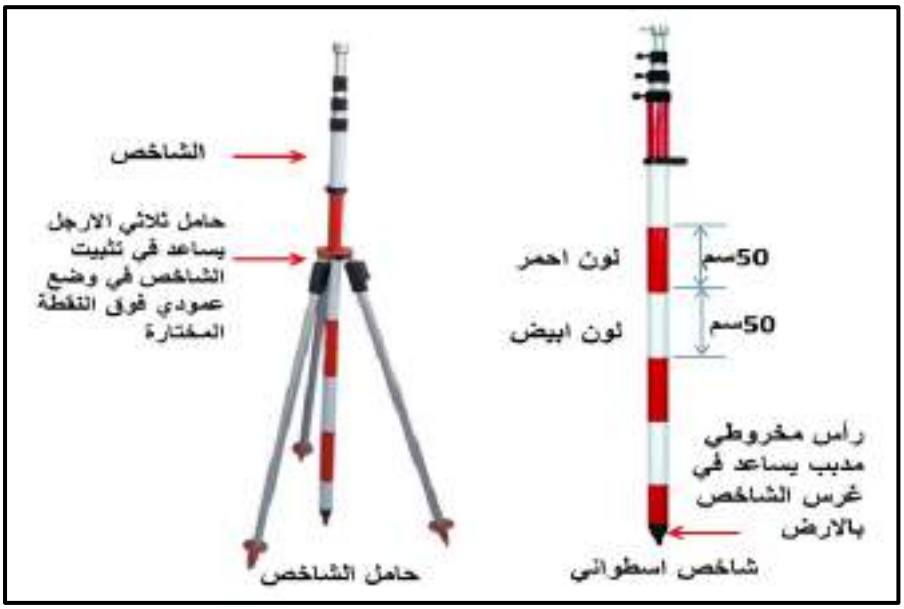
التفاصيل	**الابعاد بالنظام المتري**		**الابعاد بالنظام الانكليزي**	
	العرض (m)	**الطول او الارتفاع (m)**	**العرض (ft)**	**الطول او الارتفاع (ft)**
ابعاد الغرفة				
ابعاد الباب رقم 1				
ابعاد الشباك رقم 1				
ابعاد الشباك رقم 2				
ابعاد الشباك رقم 3				

1- 3 الادوات المستخدمة في قياس المسافات باستخدام شريط القياس

Tools Used for Distance Measurement Using a Tape

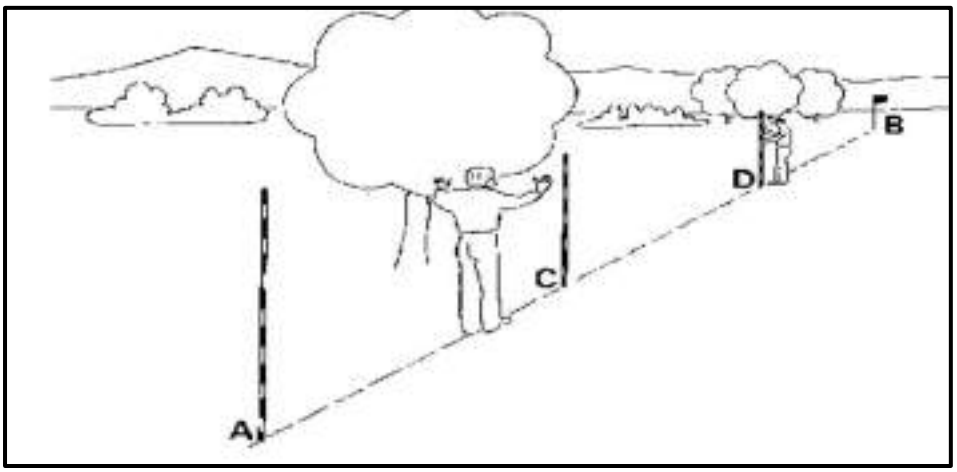
عند استخدام شريط القياس في قياس المسافات الطويلة والتي تكون اكبر من طول الشريط المستخدم فستكون هناك حاجة لاستخدام ادوات مساعدة مع شريط القياس لقياس تلك المسافات الطويلة . ولا يشترط استخدام جميع هذه الادوات في عمل قياس مساحي واحد وانما تستخدم حسب حاجة العمل والدقة المطلوبة . **وتشمل هذه الادوات :**

1. **الشواخص : (Range Rod)** عبارة عن اعمدة مصنوعة من الخشب او من المعدن ، اسطوانية او مكعبة الشكل . تتراوح اطوالها بين m (2 الى 5) ، ويتراوح قطرها بين cm (5 - 10) ، وينتهي احد طرفيها بجزء حديدي مدبب لحماية الشاخص من التأكل ، ولسهولة غرسه في الاراضي وبخاصة الاراضي الرخوة . اما في حالة الاراضي الصلبة فيوضع الشاخص على حامل مكون من ثلاث شعب خشبية او معدنية وبه انبوب في الوسط لوضع الشاخص فيه بحيث يصبح رأسيا تماما . ويتلون الشاخص بلونين مختلفين هما الابيض مع الاحمر او الابيض مع الاسود ويكون كل لون بنصف متر مما يسهل رؤيته من بعد ، وكما مبين بالشكل (1-12) .



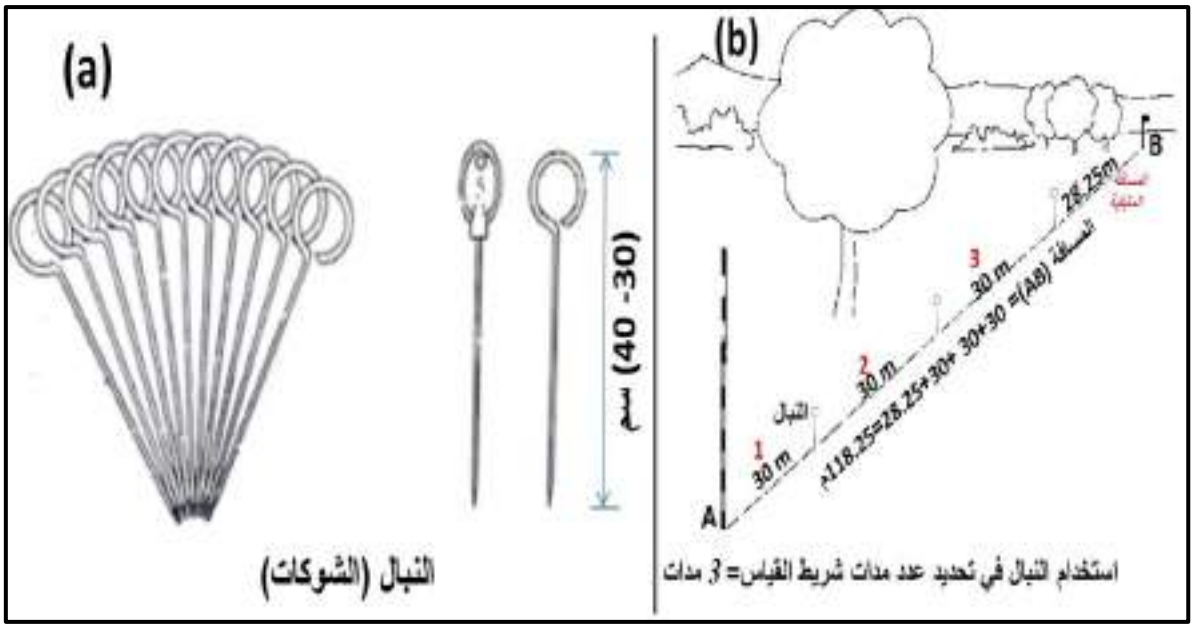
الشكل (1-12) الشواخص

وفي بعض الاحيان يوضع في اعلاها علم ملون لنفس الغرض . وتستخدم الشواخص في توجيه الخط المطلوب قياسه في حالة كونه أطول من طول الشريط ، حتى تكون جميع الاجزاء المقاسة بالشريط واقعة على الخط المستقيم الواصل بين النقطتين المطلوب قياس المسافة بينهما ، وكما مبين بالشكل (1-13) وكذلك تستخدم لتحديد اماكن الاوتاد عن بعد .



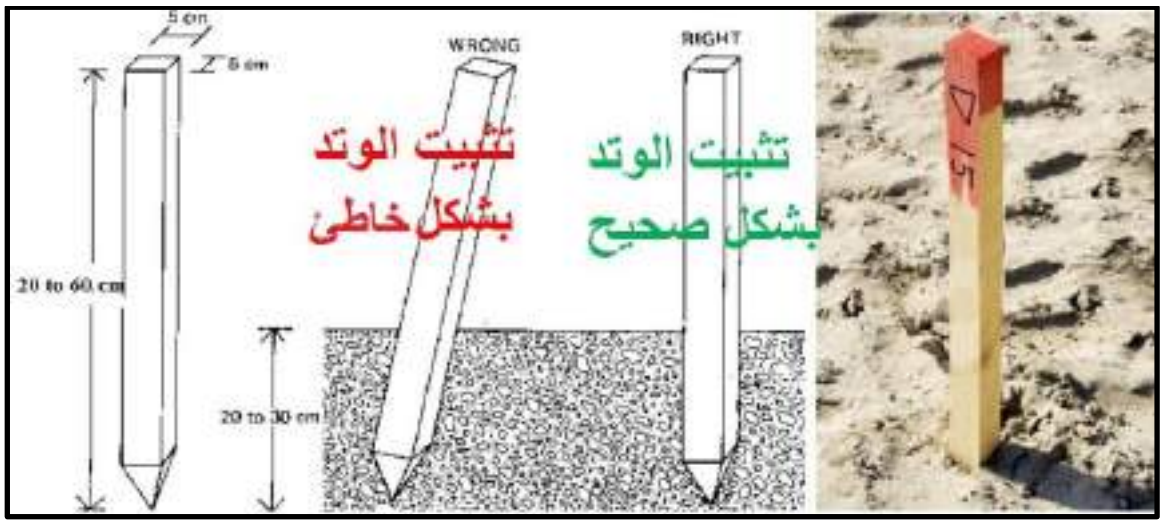
الشكل (1-13) مراحل التوجيه باستخدام الشواخص

2. **النبال او الشوكات : (Pins)** هي عبارة عن أسياخ من الصلب يتراوح قطرها بين (3 الى 6) mm ويتراوح طولها بين (30 الى 40) cm ، كما مبين بالشكل (1-14) ، أحد طرفيها مدبب ليسهل غرسه في الأرض ، والطرف الأخر على شكل حلقة تحمل رقماً يساعد في عد النبال ، وتستخدم النبال في تحديد بداية ونهاية الشريط لمعرفة عدد مرات استخدم الشريط (عدد المدات) في حالة المسافة المقاسة أطول من طول الشريط .



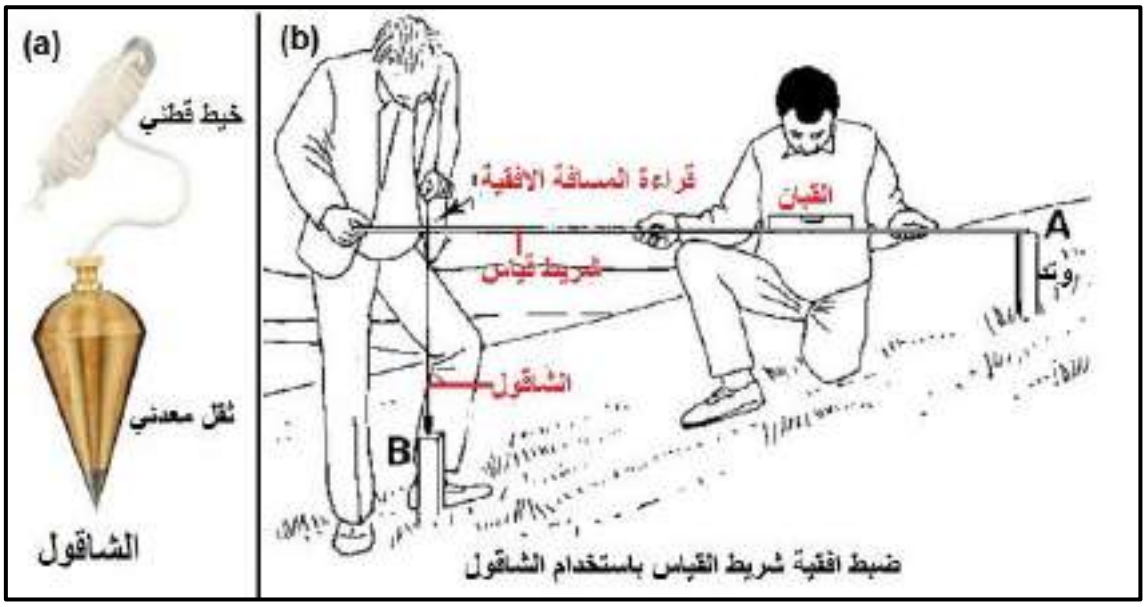
الشكل (1-14) النبال : (a) ابعاد النبال ، (b) استخدام النبال في القياس

3. **الاوتاد : (Pegs)** وهي قطع مضلعة أو مستديرة تكون عادة مصنوعة من الخشب أو من المعدن تتراوح اطولها بين (20 الى 60) cm ويكون طرفها السفلي مدبب لسهولة غرزها في الأرض ، وتستخدم في تحديد علامات بداية ونهاية الخط المقاس ، كما تستخدم في تحديد العلامات المرجعية والنقاط الرئيسة أثناء العمل المساحي ، كما مبين بالشكل (1-15) .



الشكل (1-15) : الاوتاد

4. **الشاقول : (Plumb Bob)** هو خيط ينتهي بثقل مخروطي معدني ذو رأس مدبب ، كما في الشكل (1-16 ,a) ، يستخدم لضبط افقية شريط القياس ولتحديد المسقط الرأسي لنهاية الشريط عندما تكون عملية القياس على أرض مائلة غير منتظمة للحصول على دقة عالية في القياس وكما مبين بالشكل (1-16 ,b) ، كما يستخدم في التطبيقات الانشائية من خلال ضبط رأسية اركان المباني .



الشكل (1-16) الشاقول : (a) ابعاد الشاقول ، (b) ضبط افقية شريط القياس باستخدام الشاقول

5. **ادوات مساعدة اخرى : (Other aids tools)**

هناك مجموعة من الأدوات المساعدة الأخرى المستخدمة مع شريط القياس ، كما بالشكل (1-17).

1. اقامة الاعمدة واسقاط الاعمدة مثل المثلث المساح ، أو جهاز الكلينوميتر ويمكن استخدام الشريط نفسه في إقامة وإسقاط الأعمدة على طول المحور الاساسي أو الخط المقاس .
2. ضبط افقية شريط القياس ومن هذه الادوات هي الميزان اليدوي (القبان) .

الشكل (1-17) الادوات المساعدة المستخدمة مع شريط القياس لضبط افقية الشريط واقامة الاعمدة

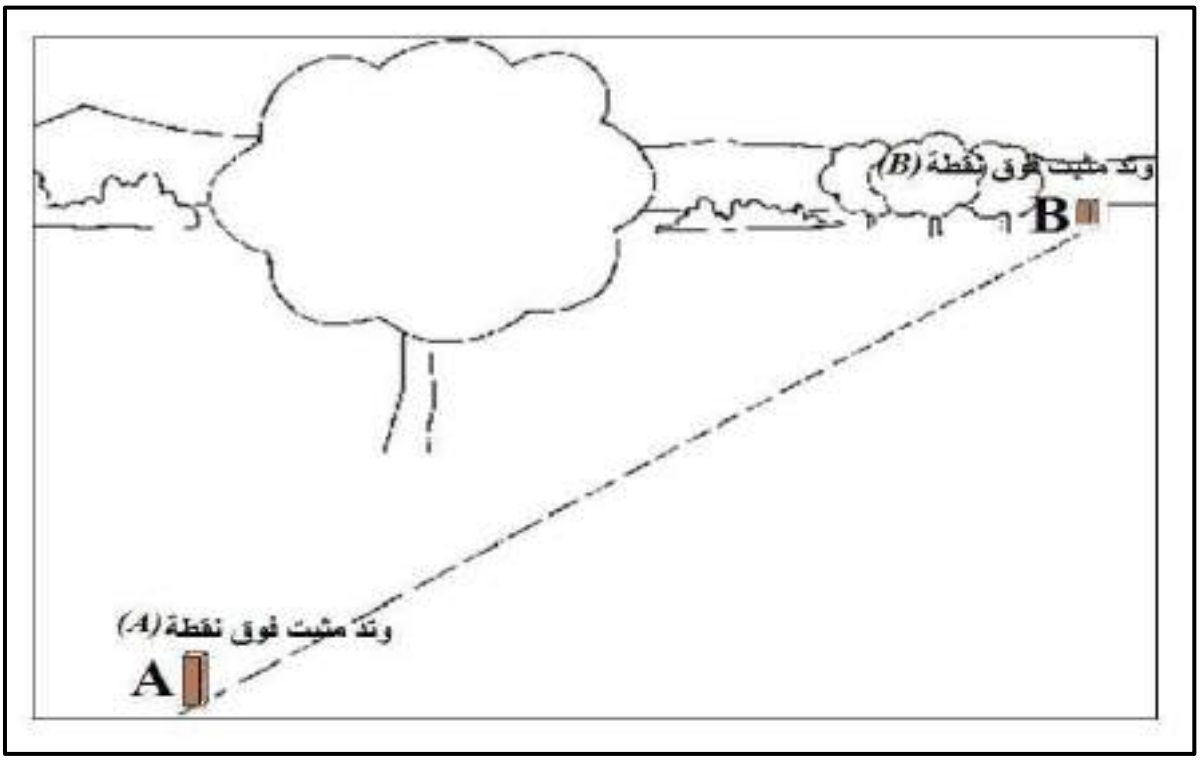
1-3-1 خطوات قياس المسافات الطويلة على الارض المستوية باستخدام شريط القياس والادوات المساعدة في قياس المسافات :

يتطلب هذا النوع من العمل توفر :

1. شخصين (مساح عدد 2) على اقل تقدير هما الشخص الراصد او القائد (Head Man or Observer) والشخص المساعد (Assist Man) .
2. شريط قياس بطول مناسب مثلا m (30 او 50) ، وادوات مساعدة مثل شواخص ، اوتاد ، نبال، القبان اليدوي ، وادوات مساعدة اخرى حسب حاجة العمل .

- **خطوات القياس**

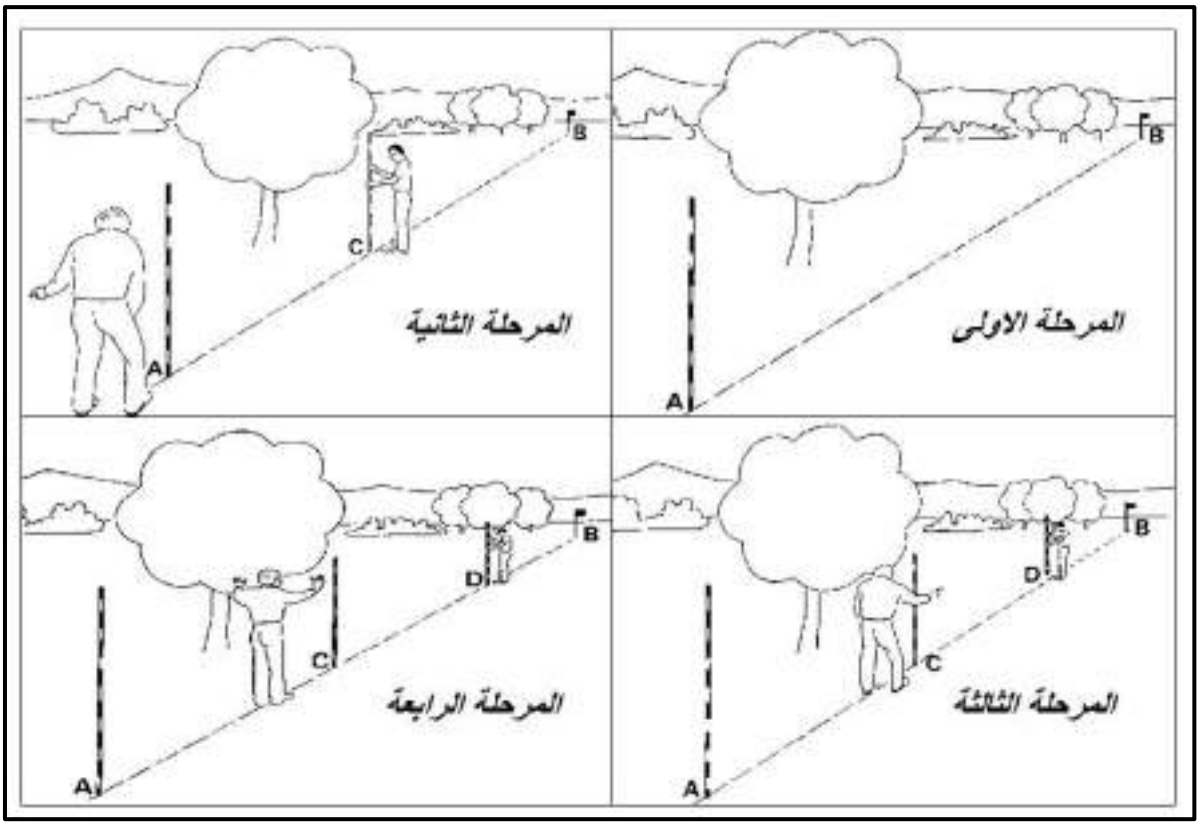
1. تثبيت اوتاد في بداية ونهاية المسافة (الخط) المراد قياسها وكما مبين بالشكل (1-18) .



الشكل (1-18) خطوة تثبيت الاوتاد

2. وقبل اجراء اي قياس او تقسيمات للمسافة المراد قياسها يجب تثبيت استقامة تلك المسافة من خلال استخدام عدد من الشواخص والتي يتم تثبيتها في بداية ونهاية المسافة وعلى عدد من النقاط المختارة على خط المسافة بحيث تكون جميعها واقعة على خط مستقيم واحد ، وكما مبين بالشكل (1-19) .

والشكل (1-19) يبين مراحل عمل الاستقامة (عملية الاستقامة) للمسافة المراد قياسها باستخدام الشواخص . ففي المرحلة الاولى : يثبت شاخص خلف الوتد المثبت في بداية المسافة (نقطة A) والشاخص الاخر خلف الوتد المثبت في نهاية المسافة (نقطة B) .



الشكل (1-19) مراحل عمل الاستقامة (عملية الاستقامة) للمسافات الطويلة

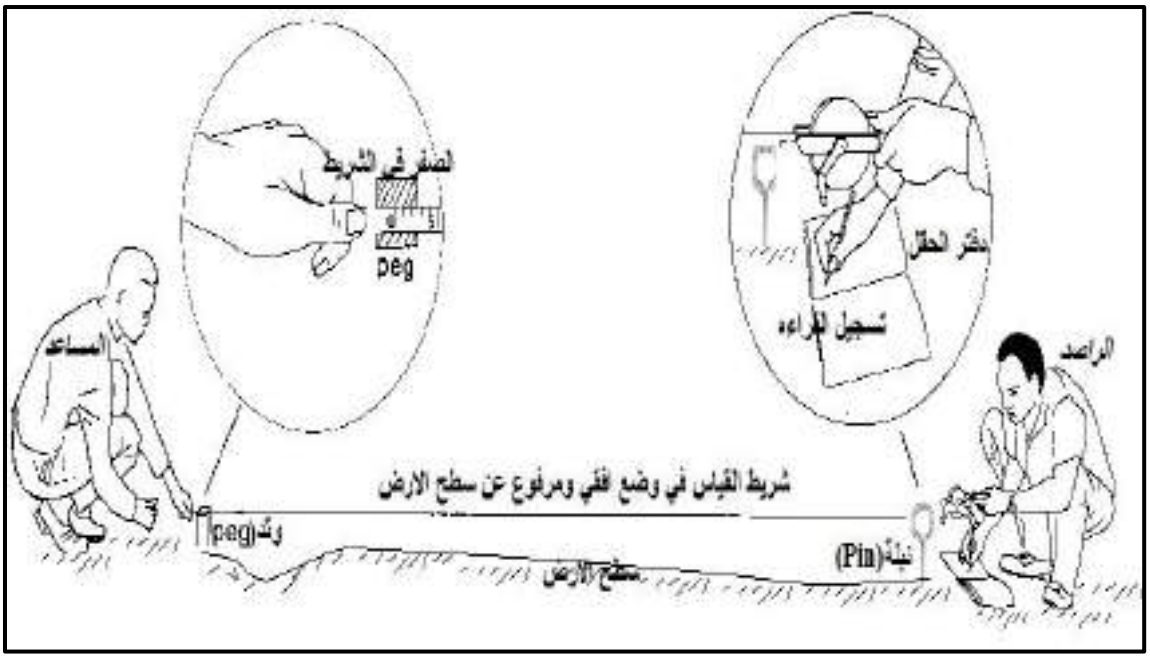
المرحلة الثانية : يقوم الشخص الراصد (القائد) بالوقوف على بعد متر أو مترين خلف العمود (A) ، ويغلق عينًا واحدة وينظر بالعين الاخرى باتجاه الشاخص (A) ، ويضع نفسه في موضع بحيث يكون الشاخص في (B) مخفيا تماما خلف العمود (A) .

يبقى الشخص الراصد على نفس الوضع المذكور في اعلاه وبعدها يقوم الشخص المساعد بجلب شاخص اخر ويحاول وضعه على بعد مسافة تقريبا من النقطة (A) وبنفس استقامة الشاخصين فوق (A و B) بعد ان يقوم الشخص الراصد خلف (A) بتوجيه المساعد بالإشارة باليد بالتحرك يمين او يسار حتى يكون الشاخصين في النقاط (B) و(C) مخفيين تماما خلف الشاخص في (A) بالنسبة لرؤية الشخص الراصد اي تكون هذه النقاط على استقامة واحدة .

المرحلة الثالثة : لغرض اضافة شاخص اخر (اذا اقتضت الضرورة وكانت المسافة طويلة) في موقع (D) والذي يبعد عن (C) حوالي 50 m ينتقل الراصد من موقعه خلف الشاخص في (A) ليقف خلف الشاخص (C) على بعد متر أو مترين ، ويعد نفس العمل السابق من خلال غلق عينا واحدة وينظر بالعين الاخرى باتجاه الشاخص (C) ، ويضع نفسه في موضع بحيث يكون الشاخص في (B) مخفيا تماما خلف العمود (C) . ويقوم الشخص المساعد بجلب شاخص جديد ويضعه في (D) والتي تبعد عن (C) حوالي 50 m وبعد توجيهات الشخص الراصد خلف (C) من خلال الاشارات وكما تم ذكره قبل قليل على طريقة تثبيت الشاخص في (C) سيكون الشاخص في (D) على استقامة مع (C) و(B) .

المرحلة الرابعة : تكون جميع الشواخص على خط المسافة في (A,C,D,B) على استقامة واحد مما يعني تحديد استقامة المسافة المراد قياسها بالشريط على عدة مراحل .

3. بعد اكمال عملية تحديد استقامة المسافة المراد قياسها ، تبدأ عملية قياس المسافة الافقية بالشريط على مراحل وذلك لان طول الشريط الكلي اقصر من طول المسافة .
ويجب الالتزام اثناء القياس برفع الشريط عن سطح الارض بمستوى ملائم وشد الشريط والمحافظة على افقية الشريط ، ومن الممكن استعمال القبان للمحافظة على افقية الشريط . ويجب تجنب مد الشريط على سطح الارض بشكل مباشر حتى وان كانت الارض مستوية ، وكما مبين بالشكل (1-20) .



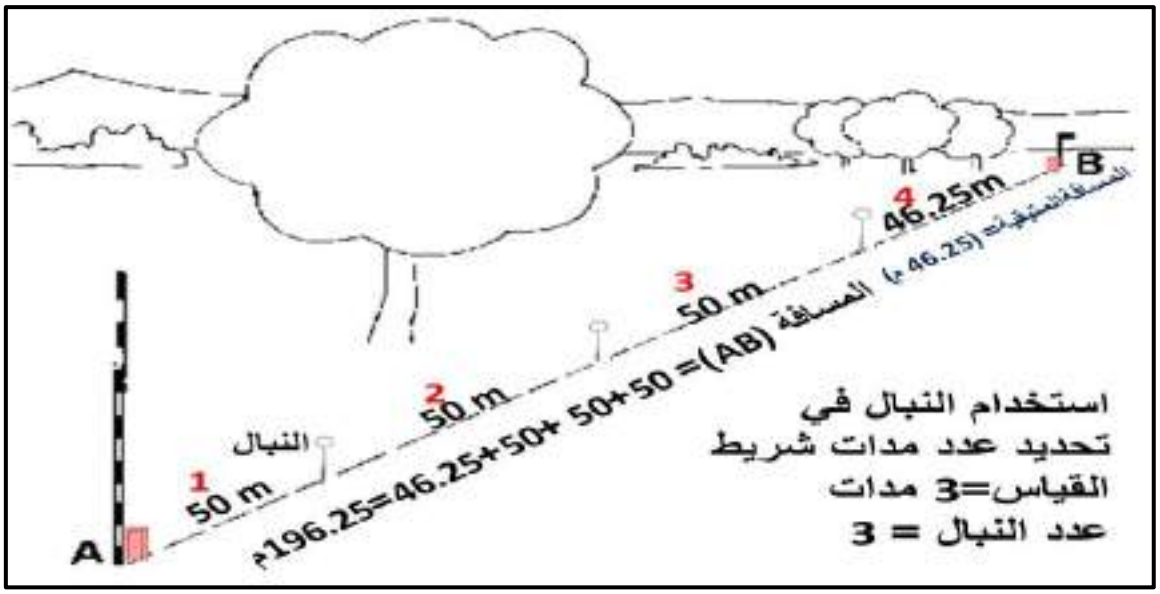
الشكل (1-20) طريقة قياس اجزاء المسافات الطويلة باستخدام شريط القياس

عند البدء بالقياس يقوم الشخص المساعد بمسك نقطة الصفر بشريط القياس ويضعها بمنتصف الوتد المثبت على نقطة بداية المسافة (نقطة A) ، ويقوم الشخص الراصد بمد الشريط بطوله الكلي ويمسك نهاية الشريط ويسير على استقامة خط المسافة (الذي تم تحديد استقامته كما موضح في خطوة رقم 2 في اعلاه) ، وبعد شد الشريط من قبل الراصد والمساعد والحرص على رفع الشريط عن الارض وافقية الشريط يقوم الراصد بتثبيت نبلة (Pin) عند نهاية الشريط مع الحرص على تثبيت النبلة على نفس استقامة خط المسافة المراد قياسها ، وكما مبين بالشكل (1-20) .

4. بعدها يتحرك الشخص المساعد ويمسك نقطة الصفر (بداية الشريط) على موقع النبلة التي ثبتها الشخص الراصد ، ويستمر الشخص بالتقدم على استقامة خط المسافة المراد قياسها ماسكا نهاية الشريط حتى يتم شد الشريط من قبل المساعد . ويقوم بعدها الراصد بتثبيت النبلة الثانية عند نقطة نهاية الشريط وعلى نفس استقامة الشريط .

5. يعاد تكرار الخطوة (رقم 4) اعلاه حتى يتم اكمال عملية قياس كل المسافة المطلوبة وغالبا ما يبقى الجزء الاخير من المسافة المراد قياسها بين اخر نبلة مثبتة من قبل الراصد ونقطة نهاية المسافة (نقطة B) وتسمى (المسافة المتبقية) ، وطولها اقل من طول الشريط الكلي فيتم قياسه بشكل مباشر من قبل الشخص الراصد ، وكما مبين بالشكل (1-21) .

6. لاستخراج مقدار الطول الكلي للمسافة يتم جمع عدد المسافات المقاسة والتي طولها مساوي لطول الشريط الكلي (والذي يكون مساوي لعدد النبال المثبتة على الارض) ويضاف له طول المسافة المتبقية والتي تم رصدها بين اخر نبلة ونقطة نهاية المسافة النقطة (B) .



الشكل (1-21) استخدام النبال في تقسيم المسافات الطويلة

التمرين 1 - 3 : (قياس المسافات الافقية الطويلة باستخدام شريط القياس والادوات المساعدة مع شريط القياس)

أ. الغاية من التمرين :

تدريب الطالب على كيفية قياس المسافات الافقية الطويلة نسبيا والتي تكون اطول بعدة مرات من الطول الكلي لشريط القياس المستخدم ، لذا سوف يتم اختيار مسافة غير معلومة تتراوح ما بين m (140 الى 160) .

ب. الادوات والمواد المطلوبة :

1. شريط قياس .
2. الادوات المساعدة مع شريط القياس التالية :

أ. شواخص ، ب. نبال ، ج. اوتاد ، د. قبان ، هـ. مطرقة حديد (3 كيلو) لتثبيت الاوتاد بالأرض

3. جدول القياسات رقم (1-3) .

ج. خطوات العمل :

1. ارتداء كل طالب بدلة العمل على ان تكون ملائمة له في المقاس .
2. يقسم الطلبة على عدة مجاميع بحيث كل مجموعة مكونة من طالبين . احد الطالبين يكون المساح الراصد او الامامي (Head Surveyor) والطالب الاخر يكون المساح المساعد (Assist Surveyor)

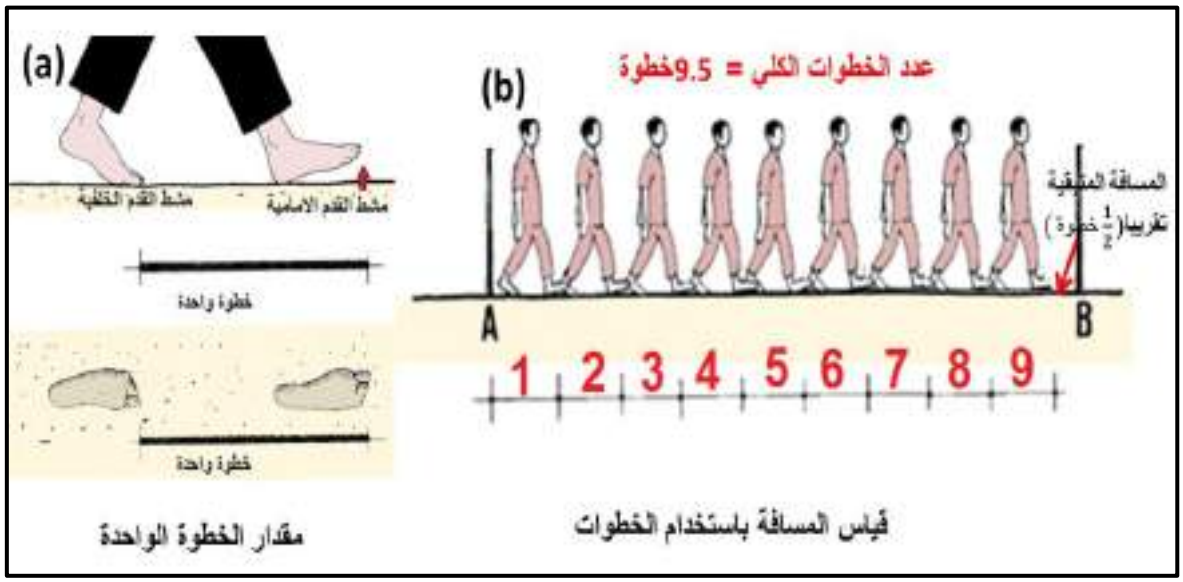
3. تستلم كل مجموعة :
أ- شريط قياس عدد 1 لقياس المسافة المطلوبة .
ب - شاخص عدد 4 للحفاظ على استقامة الخط المراد قياسه .
ج - نبال عدد 5 لتحديد بداية ونهاية الشريط لمعرفة عدد مرات استخدم الشريط (عدد المدات) .
د - اوتاد عدد 2 لتثبيت بداية ونهاية الخط المراد قياسه .
هـ - قبان عدد 1 للتأكد من افقية شريط القياس اثناء الرصد الحقلي .
و - مطرقة حديد عدد 1 لتثبيت الاوتاد بالأرض .
4. تقوم المجموعة بتثبيت الاوتاد (عدد 2) الوتد الاول في بداية الخط المراد قياسه والوتد الثاني في نهاية الخط المراد قياسه ، كما تم شرحه في الفقرة (1-3-1 خطوات قياس المسافات الطويلة ، النقطة رقم 1)
5. تقوم كل مجموعة بتحديد استقامة خط المسافة المراد قياسها ، كما تم شرحه في الفقرة (1-3-1 خطوات قياس المسافات الطويلة ، النقطة رقم 2)
6. تقوم كل مجموعة بقياس المسافة الافقية المطلوبة قياسها ، كما تم شرحه في الفقرة (1-3-1 خطوات قياس المسافات الطويلة ، النقاط رقم 3 و رقم 4 و رقم 5) .
7. تقوم المجموعة بملىء الجزء الخاص بها من الجدول (1-3) وتسلم الجدول الى المدرس المشرف لغرض تقييم اداء ودقة العمل لكل مجموعة .

جدول (1-3) قياس طول المسافة الافقية

اسم التمرين : قياس المسافات الافقية الطويلة باستخدام شريط القياس والادوات المساعدة مع شريط القياس		
اسماء المجموعة :	المرحلة : الاولى	التخصص : المساحة
نوع شريط القياس المستخدم :	الطول الكلي للشريط :	
وصف لموقع العمل : 1. اقرب نقطة دالة . 2. هل الارض ترابية ام مبلطة ؟ 3. هل الارض مستوية ام كثيرة المنحدرات ؟		
التفاصيل		**النتيجة او العدد**
عدد الاوتاد المستخدمة فعليا اثناء العمل في تثبيت حدود المسافة لمراد قياسها بين النقطتين **(A)** و **(B)**		
عدد الشواخص المستخدمة فعليا اثناء العمل في تثبيت استقامة المسافة المراد قياسها بين النقطتين **(A)** و **(B)**		
عدد النبال المستخدمة فعليا اثناء العمل في تثبيت عدد مرات استخدام الطول الكلي للشريط (عدد المدات) .		
مقدار المسافة المتبقية بين اخر نبلة والنقطة **(B)**		
مقدار الطول الكلي للمسافة المطلوبة بين النقطتين **(A)** و **(B)**		

1- 4 قياس المسافة بالخطوات Distance Measurement Using Steps

تعد معرفة المسافة بين نقطتين باستخدام خطوات القدم من الطرق التقريبية وغير الدقيقة في قياس المسافة ، الا انها تعد مفيدة وتستخدم بكثرة في تقدير المسافة في اعمال المساحة الاستطلاعية وفي حالة عدم توفر اي جهاز او اداة لقياس المسافة عند المساح (الشخص الذي يعمل القياسات والحسابات المساحية) . فالخطوة الكاملة تعني المسافة المقاسة اثناء المشي الطبيعي بين طرف اصابع القدم (مشط القدم) الخلفية قبل رفعه من الارض ومشط القدم الامامية اثناء ملامسته لسطح الارض وكما مبين بالشكل (a, 1-22) .



الشكل (1-22) قياس المسافة باستخدام الخطوات : (a) مقدار الخطوة الواحدة ، (b) حساب المسافة بالخطوات

مثال (1-4) : قسيت المسافة التقريبية بين النقطتين (A و B) بالخطوات (Steps) وكما مبين بالشكل (b,22-1) وكان عدد الخطوات (Number of Steps (NS)) مساوي لتسع خطوات ونصف الخطوة (9.5 خطوة) ، احسب مقدار المسافة (Distance) بالمتر اذا كان طول الخطوة (Length of Step (LS)) الواحدة يساوي 75 cm .

الحل: مقدار المسافة بالخطوات = عدد الخطوات × طول الخطوة الواحدة

$$\text{Distance (DS)} = \text{Number of Steps (NS)} \times \text{Length of Step (LS)} \qquad (1\text{-}1)$$

$$DS = (NS) \times (LS)$$

$$DS = 9.5 \times 75\ cm = 712.5\ cm$$

100 cm = 1m ، لمعرفة مقدار المسافة بوحدة المتر يجب ان نقسم الناتج بوحدة السنتمتر على 100

$$DS\ (m) = \frac{712.5}{100} = 7.125\ m$$

1-4-1 حساب طول الخطوة :

عدد الخطوات في المناطق المنبسطة يكون اكبر من عدد الخطوات في المناطق كثيرة التضاريس فمثلا عدد الخطوات اللازمة لقطع مسافة (100 m) في الأرض المنبسطة تساوي (120 خطوة) وفي المنطقة الجبلية تساوي (135 خطوة صعودا) و (115 خطوة نزولا) .

ويمكن حساب طول الخطوة (LS) بالطريقة المباشرة من خلال قياس طول الخطوة للشخص بشريط القياس او يمكن حساب طول الخطوة بشكل تقريبي من معرفة طول الشخص (Length of person (LP)) القانون التالي :

طول الخطوة = (طول الشخص بالسنتمتر ÷ (4)) + 37 cm

Length of Step (LS) = (Length of person (LP) cm ÷ 4) + 37 cm (2-1)

(LS) = ((LP) cm ÷ 4) + 37 cm

مثال (1-5) : احسب طول الخطوة للشخص بشكل تقريبي اثناء المشي إذا كان طوله (168 cm) .

الحل :

(LS) = ((LP) cm ÷ 4) + 37 cm

LS = (168 cm ÷ 4) + 37 cm = 79 cm

التمرين 1 - 4 : (قياس مسافة بين نقطتين باستخدام الخطوات و شريط القياس ومقارنة النتائج)

أ. الغاية من التمرين :

الهدف من هذا التمرين هو معرفة دقة قياس المسافات بالخطوات . لذا سوف يتم اختيار مسافة قصيرة نسبيا مساوية للطول الكلي لشريط القياس المستخدم مثلا (30 m او 50 m) . ويتم قياس مقدار هذه المسافة بالخطوات ويتم مقارنة طول المسافة المستخرج بالخطوات مع طول المسافة المستخرج بشريط القياس .

ب. الادوات والمواد المطلوبة :

1. شريط قياس + اوتاد + مطرقة حديد
2. الدفتر الحقلي

ج. خطوات العمل :

1. ارتداء كل طالب بدلة العمل على ان تكون ملائمة له في المقاس .
2. يقسم الطلبة على عدة مجاميع بحيث كل مجموعة مكونة من طالبين . احد الطالبين يكون المساح الراصد (Head Surveyor) والطالب الاخر يكون المساح المساعد (Assist Surveyor)
3. تستلم كل مجموعة :

أ ـ شريط قياس عدد 1 لقياس المسافة المطلوبة .

ب ـ اوتاد عدد 2 لتثبيت بداية ونهاية الخط المراد قياسه .
ج ـ مطرقة حديد عدد 1 لتثبيت الاوتاد بالأرض .

4. يتم اختيار مسافة مساوية للطول الكلي لشريط القياس المستخدم مثلا (30 m او 50 m) . وتقوم هذه المجموعة بتثبيت الاوتاد (عدد 2) الوتد الاول في بداية الخط المراد قياسه (نقطة A) بالخطوات والوتد الثاني في نهاية الخط المراد قياسه (نقطة B) .
5. يقوم كل عنصر من عناصر المجموعة بقياس مقدار الخطوة له بواسطة شريط القياس ، وكما موضح (بالفقرة 1-4) قياس المسافة بالخطوات والشكل (a, 1-22) .

* وينصح قيام كل عنصر من عناصر المجموعة بالتدرب على السير بالخطوات حتى يشعر بان خطواته اصبحت متناسقة اثناء المشي قبل بدأ قياس المسافة بالخطوات .

6. يقوم كل عنصر من عناصر المجموعة بالسير وحساب عدد خطواته من النقطة (A) لغاية النقطة (B) .

* في حالة كون الخطوة الاخيرة غير كاملة يقوم بتقديرها مثلا تقدر بنصف او ربع خطوة

7. لأستخراج المسافة المطلوبة لكل فرد من افراد المجموعة يستعمل القانون التالي :

مقدار المسافة = عدد الخطوات × طول الخطوة الواحدة

8. تقوم المجموعة بملىء الجزء الخاص بها من الجدول (1-4) ، ويسلم الجدول الى المدرس المشرف لغرض تقييم اداء ودقة العمل لكل مجموعة .

جدول (1-4) قياس طول المسافة بالخطوات

اسم التمرين : قياس مسافة بين نقطتين باستخدام الخطوات و شريط القياس ومقارنة النتائج		
اسماء المجموعة :	المرحلة : الاولى	التخصص : المساحة
نوع شريط القياس المستخدم :	الطول الكلي للشريط :	
وصف لموقع العمل : 1. اقرب نقطة دالة . 2. هل الارض ترابية ام مبلطة ؟ 3. هل الارض مستوية ام كثيرة المنحدرات ؟		

التفاصيل	قياسات عنصر المجموعة الاول	قياسات عنصر المجموعة الثاني
طول الخطوة الواحدة (بوحدة المتر)		
عدد الخطوات الكلي		
مقدار طول المسافة بالخطوات		
مقدار طول المسافة المقاسة بالشريط		
الفرق بين المسافتين = (المسافة بالخطوات – المسافة بالشريط)		

1 – 5 قياس مسافة أفقية بشريط القياس عدة مرات ومقارنة النتائج

Measuring Horizontal Distance Several Times and Comparing between the Results

عند قياس المسافات بين النقاط باستخدام شريط القياس قد لا تكون هذه القياسات دقيقة بنسبة (100 %) و بالأخص عندما تكون المسافات طويلة واقعة ضمن مناطق كثيرة التضاريس (ارتفاعات وانخفاضات في سطح الارض) . وهناك مصادر واسباب عديدة لحدوث الاخطاء اثناء قياس الاطوال بشريط القياس والتي تفرض على المساحين التأكد من دقة قياساتهم لأي عمل مساحي .

1-5-1 الاخطاء الممكن حدوثها اثناء القياس بشريط القياس

1. عدم بدء القياس من العلامة الصحيحة (صفر الشريط) .
2. قراءة خاطئة او معكوسة للشريط مثلا الطول 6.43 m يقرأ 6.34 m .
3. الخطأ بالنتائج من حساب عدد مرات استخدام الطول الكلي للشريط اثناء القياس (مدات الشريط).
4. اخطاء حسابية في اعمال جمع وطرح الاطوال .
5. اخطاء نتيجة القياس في ظروف جوية سيئة مثل الرياح العالية والامطار الغزيرة .
6. اخطاء نتيجة استخدام أشرطة قياس غير دقيقة ومن مناشئ غير رصينة .

ولتلافي وتقليل هذه الاخطاء ينصح القياس لأكثر من مرة او يمكن ان يقوم اكثر من شخص بقياس نفس المسافة وبعدها يتم مقارنة النتائج واستخراج القيمة الاكثر احتمالا للمسافة والتي تمثل المعدل (Mean) . يمكن حساب المعدل من خلال قسمة مجموع المسافات المقاسة (The Sum of Measured Distances (∑MD) على عدد مرات تكرار القياس للمسافة (Number of Iteration (NI)) ، وكما موضح في القانون التالي (على فرض ان جميع القياسات لها نفس الوزن اي القياسات اخذت بنفس الشريط مع نفس درجة العناية بقياس المسافة) :

$$\text{معدل المسافة} = \frac{\textbf{مجموع المسافات المقاسة}}{\textbf{عدد مرات تكرار القياس للمسافة}}$$

$$\text{Mean} = \frac{\textbf{The Sum of Measured Distances (}\sum\textbf{MD)}}{\textbf{Number of Iteration (NI)}} \longrightarrow M = \frac{\sum MD}{NI} \qquad (3\text{-}1)$$

وفي حالة ظهور قياسات فيها فروقات كبيرة عن المعدل وبقيمة اكبر من مقدار دقة العمل المطلوبة فتعتبر هذه القياسات غير دقيقة وهناك حالات تستوجب استبعاد القيم التي فيها غلط وفروقات عالية جدا مقارنة مع بقية القياسات .

ولمعرفة اقرب الرصدات الى المعدل نقوم باستخراج الفروقات (Residuals) ، وكما مبين في ادناه :

الفروقات (V) = معدل المسافة $(\overline{X})$ – المسافة المرصودة (X_i)

$$V = \overline{X} - X_i \qquad (4\text{-}1)$$

مثال (1-6) : قيست المسافة الافقية (AB) خمس مرات من قبل خمس اشخاص راصدين مستخدمين شريط قياس كتاني . استخرج معدل المسافة واي من المسافات الخمس اقرب قيمة للمعدل (Mean) واي القياسات هي الاقل دقة .

رقم الراصد	الراصد الاول	الراصد الثاني	الراصد الثالث	الراصد الرابع	الراصد الخامس
مقدار المسافة	96.23 m	95.87 m	97.01 m	96.88 m	94.44 m

الحل : نستخرج القيمة الاكثر احتمالا للمسافة (AB) والتي تكون مساوية لمعدل القياسات للخمس راصدين :

$$M = \frac{\sum MD}{NI}$$

$$M = \frac{96.23 + 95.87 + 97.01 + 96.88 + 94.44}{5} = \frac{480.43\ m}{5} = 96.086\ m$$

الفروقات (V) = معدل المسافة $(\overline{X})$ – المسافة المرصودة (X_i)

رقم الراصد	$V = (\overline{X}) - (X_i)$	مقدار الفرق	الملاحظات
الراصد الاول	**V1 = 96.086 – 96.23**	**0.144 –**	افضل القياسات دقة
الراصد الثاني	**V2 = 96.086 – 95.87**	**0.216**	
الراصد الثالث	**V3 = 96.086 – 97.01**	**0.924 –**	
الراصد الرابع	**V4 = 96.086 – 96.88**	**0.794 –**	
الراصد الخامس	**V5 = 96.086 – 94.44**	**1.646**	اقل القياسات دقة

التمرين 1- 5 : (قياس مسافة أفقية بشريط القياس عدة مرات ومقارنة النتائج)

أ. الغاية من التمرين :

يهدف هذا التمرين الى قياس مسافة أفقية بشريط القياس عدة مرات (ويفضل ان تكون المسافة اقصر او مساوية لطول شريط القياس لتبسيط العمل الحقلي) ومقارنة النتائج لغرض التأكد من دقة القياسات واستخراج القيمة الاقرب للقيمة للحقيقية لطول المسافة المقاسة وبعدها يتم فحص دقة طول المسافة المستخرج من قبل كل راصد وبيان افضل وادق القياسات وكذلك بيان اقل القياسات دقة .

ب. الادوات والمواد المطلوبة :

1. شريط قياس طوله 50 m + اوتاد
2. الدفتر الحقلي

ج. خطوات العمل :

1. ارتداء كل طالب بدلة العمل على ان تكون ملائمة له في المقاس .

2. يقسم الطلبة على عدة مجاميع بحيث كل مجموعة مكونة من اربع طلاب . يقوم الطلبة بتبادل الادوار بما يضمن ان يكون كل فرد من افراد المجموعة هو المساح الراصد (Head Surveyor) والطلبة الثلاثة المتبقين يكونون المساحين المساعدين (Assist Surveyors) .
3. تستلم كل مجموعة :
أ ـ شريط قياس عدد 1 لقياس المسافة المطلوبة .
ب ـ اوتاد عدد 2 لتثبيت بداية ونهاية الخط المراد قياسه .
ج ـ مطرقة حديد عدد 1 لتثبيت الاوتاد بالأرض .
4. يتم اختيار مسافة افقية طولها يتراوح بين m (40 الى 50) . وتقوم هذه المجموعة بتثبيت الاوتاد (عدد 2) الوتد الاول في بداية الخط المراد قياسه بشريط القياس (نقطة A) والوتد الثاني في نهاية الخط المراد قياسه (نقطة B) .
5. يقوم كل عنصر من عناصر المجموعة بأخذ دور المساح الامامي الراصد ويقيس المسافة المطلوبة (AB) ويسجل القراءة بالجدول رقم (1-5) . اي سوف تكون هناك اربع قيم مختلفة للمسافة (AB) . كل قيمة تم رصدها من قبل احد افراد المجموعة .
6. يستخرج معدل المسافة المقاسة من قبل جميع افراد المجموعة من خلال القانون التالي :

$$M = \frac{\sum MD}{NI}$$

7. ولمعرفة اقرب الرصدات الى المعدل نقوم باستخراج الفروقات (residuals) :

$$V = \bar{X} - X_i$$

8. تقوم المجموعة بملىء الجدول (1-5) وتسلم هذه الجداول الى المدرس المشرف لغرض تقييم اداء ودقة العمل لكل مجموعة .

جدول (1-5) قياس مسافة أفقية بشريط القياس عدة مرات ومقارنة النتائج

اسم التمرين : قياس مسافة أفقية بشريط القياس عدة مرات ومقارنة النتائج				
اسماء المجموعة :	المرحلة : الاولى		التخصص : المساحة	
نوع شريط القياس المستخدم :		الطول الكلي للشريط :		
وصف لموقع العمل : 1. اقرب نقطة دالة . 2. هل الارض ترابية ام مبلطة ؟ 3. هل الارض مستوية ام كثيرة المنحدرات ؟				
رقم الراصد	اسم الراصد	طول المسافة (Xi_{AB}) m	* المعدل للمسافة $(\bar{X}_{AB})$ m	الفرق (**V**) m
الراصد الاول				
الراصد الثاني				
الراصد الثالث				
الراصد الرابع				

* **ملاحظة :** المعدل يكون نفسه لجميع الراصدين

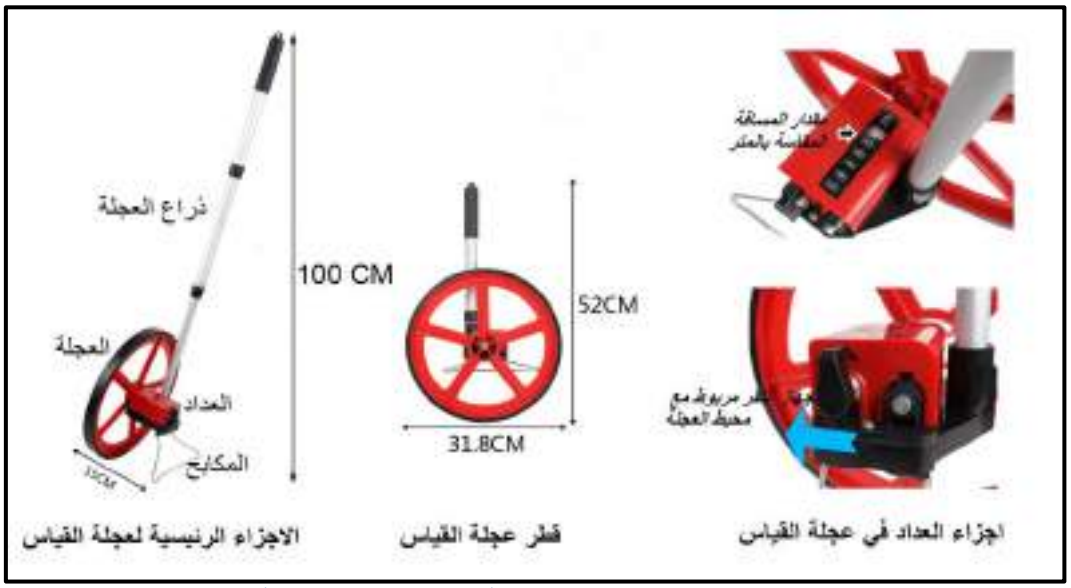
1- 6 قياس المسافة باستخدام عجلة القياس

Measuring Distance Using Measuring Wheel

عجلة قياس المسافة هي وسيلة اقتصادية لقياس المسافات الارضية الافقية والمائلة بين النقاط . تستخدم في الاعمال الاستطلاعية والقياس التقريبي للمسافات . تتوقف دقة العمل بعجلة القياس على طبوغرافية الارض (ارض مستوية او ارض وعرة) ونوع التربة (طينية ، رملية ، صلبة وملساء) . وتزيد دقة المسافات المقاسة باستخدام عجلة القياس كلما كانت الاراضي مستوية وصلبة وتقل دقة المسافات المقاسة بعجلة القياس في الاراضي الرملية والطينية والمنحدرة والوعرة (كثيرة التضاريس والعوائق) .

1- 6-1 انواع عجلة القياس : هناك نوعان من عجلة القياس وهما :

1. عجلة القياس الميكانيكية : وهذا النوع قديم ويحتوي على جهاز نقر (عداد) مربوط ميكانيكيا على محور العجلة حيث يعمل نقرة واحدة لكل دورة لمحور العجلة و يتم حساب المسافة عن طريق عدد الدورات من محيط العجلة وفى هذه الطريقة يكون محيط العجلة معلوم مسبقا وكما مبين بالشكل (1-23) . ويظهر مقدار المسافة المقاسة بالنظام المتري او الانكليزي على جهاز العداد في العجلة .
العجلة الميكانيكية كثيرة الاستخدام وذلك نظرا لرخص ثمنها ، ولا تحتاج الى بطارية لتشغيلها ، وتمتاز بسهولة العمل عليها . الا انها تظهر طول المسافة بنظام واحد فقط اما متري او انكليزي.



الشكل رقم (1-23) : عجلة القياس الميكانيكية

2. عجلة القياس الرقمية : عجلة القياس الرقمية تكون في العادة خفيفة الوزن وسهلة الاستخدام مقارنة بالنوع الاول . تعتمد على نفس مبدأ عمل عجلة القياس الميكانيكية ، الا انها تتميز باحتوائها على شاشة رقمية كبيرة مثبتة على مقبض العجلة ، ومزودة كذلك بذاكرة لتخزين واسترجاع قيم

الرصدات ، وكما مبين بالشكل (1-24) ويمكن للعجلة حساب المسافة المقاسة بكلا النظامين (الانكليزي والمتري) .

الشكل رقم (1-24) عجلة القياس الرقمية

1-6-2 تقنية ايجاد المسافة باستخدام عجلة القياس :

بالرغم من ان جميع انواع عجلات القياس المستخدمة تظهر مقدار المسافة المقاسة بالنظام المتري او النظام الانكليزي على العداد الموصول بها بشكل مباشر الا انه من الضروري التعرف على الاساس العلمي في حساب هذه المسافة . تعتمد تقنية ايجاد المسافة باستخدام عجلة القياس (DW) على نفس تقنية عداد السيارة . حيث تحسب المسافة من خلال ضرب محيط العجلة في عدد الدورات لهذه العجلة .

فاذا كان عدد دورات عجلة القياس يساوي (n) ونصف قطر العجلة المستخدمة يساوي (r) والنسبة الثابتة π ، فالمسافة بعجلة القياس (Distance Using Measuring Wheel (DW)) تحسب بالمعادلة التالية :

المسافة = n عدد الدورات × 2 × (r نصف قطر العجلة) × (π النسبة الثابتة = (3.14))

$$\text{Distance (DW)} = n \times 2 \times r \times \pi \qquad (5\text{-}1)$$

مثال (1-7) : احسب المسافة (Distance AB) بالمتر، المقاسة بين نقطتين (A) و (B) بعجلة القياس اذا كان نصف قطر عجلة القياس يساوي 15 cm ، وعدد دورات عجلة القياس خلال قياس المسافة من (النقطة A الى النقطة B) تساوي 60 دورة .

الحل : Distance (DW) AB = $n \times 2 \times r \times \pi = 60 \times 2 \times 15\ cm \times 3.14$

(DW) AB = 5652 cm

100 cm = 1m ، لمعرفة مقدار المسافة بوحدة المتر يجب ان نقسم الناتج بوحدة السنتمتر على 100

$$(DW)\ AB = \frac{5652}{100} = 56.52\ m$$

3-6-1 خطوات قياس المسافة باستخدام عجلة القياس

الخطوات التالية تمثل طريقة القياس باستخدام العجلة الميكانيكية كما موضحة بالشكل (1-25) وهي مشابه لحد كبير الى خطوات القياس باستخدام العجلة الرقمية الاختلاف الرئيسي في كيفية تشغيل العجلة و تصفيرها .

1. تصفير عداد قياس المسافة في عجلة القياس بواسطة سحب مفتاح تصفير العداد .
2. الضغط على مكابح (فرامل) العجلة لضمان عدم تحرك العجلة قبل بدا القياس .
3. مسك العجلة من المقبض ووضعها على سطح الارض في نقطة بداية المسافة (نقطة A) المراد قياسها .
4. رفع مكابح (فرامل) العجلة للسماح للعجلة بالدوران وبدء عملية القياس .
5. البدء بتوجيه العجلة من خلال مسك مقبض العجلة ودفعها وتوجيهها على خط مستقيم باتجاه نقطة النهاية (نقطة B) مع ضرورة الحرص على عدم رفع العجلة عن سطح الارض اثناء القياس والتوقف عند الوصول الى نقطة نهاية خط المسافة (النقطة B) .
6. ضغط المكابح للعجلة وتسجيل القراءة النهائية الظاهرة على عداد المسافة .

الشكل (1-25) خطوات قياس المسافة باستخدام عجلة القياس

التمرين 1 - 6 : (قياس مسافة بين نقطتين باستخدام عجلة القياس و باستخدام شريط القياس ومقارنة النتائج)

أ. الغاية من التمرين :

يهدف من هذا التمرين هو معرفة دقة قياس المسافات باستخدام عجلة القياس . لذا سوف يتم اختيار مسافة قصيرة نسبيا مساوية للطول الكلي لشريط القياس المستخدم مثلا m (30 او 50) . ويتم قياس مقدار طول هذه المسافة بعجلة القياس ويتم مقارنة طول المسافة المستخرج مع طول المسافة المقاس بشريط القياس .

ب. الادوات والمواد المطلوبة :

1. شريط القياس
2. عجلة القياس
3. اوتاد
4. مطرقة حديدية

ج. خطوات العمل :

1. ارتداء كل طالب بدلة العمل على ان تكون ملائمة له في المقاس .
2. يقسم الطلبة على عدة مجاميع بحيث كل مجموعة مكونة من خمس طلاب . يقوم الطلبة بتبادل الادوار بما يضمن ان يكون كل فرد من افراد المجموعة هو المساح الراصد والطلبة الاربعة المتبقين يكونون المساحين المساعدين .
3. تستلم كل مجموعة :
   أ ـ شريط قياس عدد 1 لقياس المسافة المطلوبة .
   ب ـ عجلة قياس عدد 1 لقياس المسافة المطلوبة .
   ج ـ اوتاد عدد 2 لتثبيت بداية ونهاية الخط المراد قياسه .
   د ـ مطرقة حديد عدد 1 لتثبيت الاوتاد بالأرض .
4. يتم اختيار مسافة مساوية للطول الكلي لشريط القياس المستخدم مثلا m (30 او 50) . وتقوم هذه المجموعة بتثبيت الاوتاد (عدد 2) الوتد الاول في بداية الخط المراد قياسه (نقطة A) بعجلة القياس وشريط القياس والوتد الثاني في نهاية الخط المراد قياسه (نقطة B) .
5. تقوم المجموعة بقياس طول المسافة المطلوبة بشريط القياس ويفضل ان تكون مساوية للطول الكلي للشريط المستخدم .
6. وبعدها يقوم كل عنصر من عناصر المجموعة بقياس المسافة بعجلة القياس ، وكما موضح (بالفقرة 1-6-3 خطوات قياس المسافة باستخدام عجلة القياس والشكل (1-25)) . ويسجل مقدار المسافة الظاهر على عداد العجلة .

وينصح قيام كل عنصر من عناصر المجموعة بالتدرب على القياس بالعجلة عدة مرات حتى يشعر بانه اتقن استخدام العجلة قبل بدأ قياس المسافة الفعلي والنهائي .

7. تقوم المجموعة بملىء الجزء الخاص بها من الجدول (1-6) ويسلم الجدول الى المدرس المشرف لغرض تقييم اداء ودقة العمل لكل مجموعة .

جدول (1-6) قياس مسافة بين نقطتين باستخدام عجلة القياس و شريط القياس ومقارنة النتائج

اسم التمرين : قياس مسافة بين نقطتين باستخدام عجلة القياس وباستخدام شريط القياس ومقارنة النتائج				
اسماء المجموعة : المرحلة : الاولى التخصص : المساحة				
نوع شريط القياس المستخدم : الطول الكلي للشريط : نوع عجلة القياس المستخدمة :				
وصف لموقع العمل : 1. اقرب نقطة دالة . 2. هل الارض ترابية ام مبلطة ؟ 3. هل الارض مستوية ام كثيرة المنحدرات ؟				
رقم الراصد	اسم الراصد	المسافة المقاسة بالشريط (AB) m	المسافة المقاسة بالعجلة (AB) m	الفرق (V) m = المسافة بالشريط – المسافة بالعجلة
الراصد الاول				
الراصد الثاني				
الراصد الثالث				
الراصد الرابع				
الراصد الخامس				

1 - 7 قياس المسافة باستخدام شريط القياس الرقمي

Measuring Distance Using Digital Tape

شريط القياس الرقمي : وهو نوع حديث من اشرطة القياس ويتميز بدقته العالية في القياس والتي تصل لحدود الواحد ملليمتر ، وكما تم شرحه في انواع شريط القياس الفقرة (1-1) ، النوع الخامس ، وهي سهلة الاستخدام ، وتحفظ بذاكرة داخلية لحفظ القياسات وكذلك شاشة رقمية لعرض القياسات .

يعمل تلقائيا بمجرد سحب الشريط ويغلق أوتوماتيكيا عند ادخال الشريط الى العلبة الحافظة بالكامل . يوجد هذا الشريط بعدة انواع فبعض الاشرطة تكون مزودة بجهاز ليزر لقياس المسافات الطويلة والتي

تصل مدياتها ما بين m (30 الى 100) ، وهي افضل انواع الاشرطة الرقمية وذلك لإمكانية استخدام الشريط في قياس محيط الاشكال الدائرية او قياس الابعاد للأجسام ثلاثية الابعاد ... الخ .

وهناك بعض انواع الاشرطة الرقمية لا تحتوي على جهاز ليزر فقط مكونة من شريط معدني و توجد هناك العديد من الانواع مكونة من جهاز ليزر فقط لقياس المسافات وغير مزودة بشريط قياس معدني . وكما مبين بالشكل (1-26) . ويمكن استخدام هذا النوع من الاشرطة لأخذ القياسات الداخلية للأبنية وكذلك ممكن استخدامه في قياسات المسافات الخارجية في موقع العمل .

وهناك استخدامات عديدة للأشرطة الالكترونية بالإضافة الى قياس المسافة منها حساب المساحة وحساب الاحجام والكميات وجميع هذه الحسابات تتم بشكل اتوماتيكي وتعرض النتائج على الشاشة الرقمية للشريط .

الشكل (1-26) انواع اشرطة واجهزة القياس الرقمية

1-7-1 خطوات قياس المسافة باستخدام شريط القياس الرقمي

الخطوات التالية تمثل طريقة القياس باستخدام جهاز القياس الليزري ، كما في الشكل (b, 1-26)

1. تشغيل الجهاز من زر التشغيل .
2. قبل بدء العمل على الجهاز يجب ضبط الجهاز ، أي ضبط وضعية الجهاز أثناء القياس بحيث يكون الجهاز إما أفقياً أو عمودياً . نختار الوضع القائم لسهولة قراءة الشاشة اثناء القياس وكذلك يجب ضبط نقطة الصفر للجهاز (اما تكون من نهاية الجهاز او من مقدمة الجهاز) ، نختار نقطة الصفر من نهاية الجهاز . كما موضح بالشكل (1-27) .
3. نضغط زر قياس المسافة الموجود بالجهاز وسوف تظهر المسافة مباشرة على الشاشة الرقمية للجهاز ويكون قياس طول المسافة دقيق جدا يصل لغاية الملمتر الواحد .

4. عند انتهاء العمل يمكن خزن اي قياس يتم رصده بالجهاز وبعد ذلك يتم غلق الجهاز من زر الاطفاء .

الشكل (1-27) طريقة القياس باستخدام شريط القياس الرقمي الليزري

التمرين 1 - 7 : (قياس الابعاد الداخلية لغرفة الصف الدراسي باستخدام شريط القياس الرقمي الليزري وشريط القياس الفولاذي ومقارنة النتائج)

أ. الغاية من التمرين :

يهدف هذا التمرين الى تدريب الطالب على كيفية استخدام شريط القياس الرقمي الليزري ومعرفة دقته من خلال مقارنة الابعاد الداخلية لغرفة الصف الدراسي المقاسة بالشريط الرقمي وشريط القياس الفولاذي .

ب. الادوات والمواد المطلوبة :

1. شريط قياس ليزري و شريط قياس فولاذي
2. ورق ابيض A4 + قلم رصاص
3. جدول القياسات رقم (1-7)

ج. خطوات العمل :

1. ارتداء كل طالب بدلة العمل على ان تكون ملائمة له في المقاس .
2. يقسم الطلبة على عدة مجاميع بحيث كل مجموعة مكونة من طالبين .
3. تستلم كل مجموعة شريط قياس فولاذي وشريط القياس الرقمي الليزري .
4. تقوم كل مجموعة برسم مخطط يدوي تقريبي للغرفة (باستخدام قلم الرصاص والورقة A4) مثبت عليه فتحات الابواب والشبابيك .

5. تقوم كل مجموعة بقياس ابعاد الغرفة وابعاد الابواب والشبابيك على مرتين ، في المرة الاولى يستخدم الشريط الفولاذي وبعدها تؤخذ جميع ابعاد الغرفة باستخدام الجهاز الرقمي الليزري . وتضع هذه القياسات في الجدول رقم (1-7) .
6. يتم تسليم الجداول مع المخطط اليدوي الى المدرس المشرف لغرض التقييم .

جدول (1-7) قياس الابعاد الداخلية لغرفة الصف الدراسي باستخدام شريط القياس الرقمي الليزري وشريط القياس الفولاذي ومقارنة النتائج

اسم التمرين : قياس ابعاد غرفة الصف الداخلية باستخدام شريط القياس الرقمي الليزري وشريط القياس الفولاذي ومقارنة النتائج

اسماء المجموعة : المرحلة : الاولى التخصص : المساحة

نوع شريط القياس المستخدم : الطول الكلي للشريط :

تفاصيل الغرفة

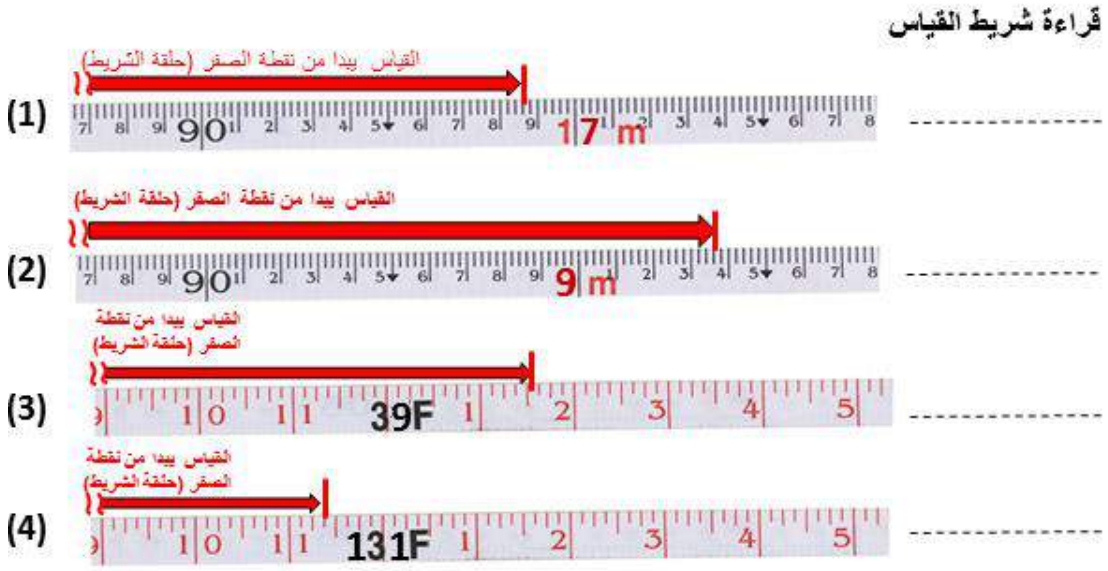
عنوان الغرفة : اسم البناية : رقم الطابق :

عدد الابواب في الغرفة : عدد الشبابيك :

التفاصيل	الابعاد المقاسة بشريط القياس الرقمي		الابعاد المقاسة بشريط القياس الفولاذي		الفرق بالقياس بين الشريطين	
	العرض m	الطول m	العرض m	الطول m	الفرق بالعرض m	الفرق بالطول m
ابعاد الغرفة						
ابعاد الباب رقم 1						
ابعاد الشباك رقم 1						
ابعاد الشباك رقم 2						
ابعاد الشباك رقم 3						

اسئلة الفصل الاول

س1 / اكتب قراءات شريط القياس التالية :



س2 / قيست المسافة الافقية بين النقطتين (A , B) بواسطة شريط قياس كتاني طوله 30 m . وتم استخدام النبال 10 نبال لتجزئة هذه المسافة وكل جزء مساوي لطول الشريط الكلي (10 مدات) . وتم قياس المسافة المتبقية فكانت تساوي 20.36 m ، جد طول المسافة الكلي بين النقطتين (A , B) .
(الجواب = 320.36 m)

س3 / احسب طول الخطوة لشخص بشكل تقريبي اثناء المشي إذا كان طوله (177 cm) .
(الجواب = 81.25 cm)

س4 / قيست المسافة التقريبية بين النقطتين (A و B) وكانت عدد الخطوات تساوي 67.25 خطوة ، احسب مقدار المسافة بالمتر اذا كان طول الخطوة الواحدة يساوي 79 cm . **(الجواب = 53.13 m)**

س5 / قيست المسافة الافقية (AB) سبع مرات من قبل سبعة اشخاص راصدين مستخدمين شريط قياس كتاني . استخرج 1. معدل المسافة ، 2. وفروقات جميع الرصدات عن المعدل ، 3. اي من المسافات السبع اقرب الى قيمة المعدل ، 4. اي القياسات هي الاقل دقة .

رقم الراصد	الراصد الاول	الراصد الثاني	الراصد الثالث	الراصد الرابع	الراصد الخامس	الراصد السادس	الراصد السابع
مقدار المسافة	96.23 m	95.87 m	97.01 m	96.88 m	94.44 m	93.84 m	98.01 m

س6 / احسب المسافة (AB) بالمتر، المقاسة بين نقطتين (A) و (B) بعجلة القياس اذا كان نصف قطر عجلة القياس يساوي 20 cm ، وعدد دورات عجلة القياس خلال قياس المسافة (من النقطة A الى النقطة B) تساوي 87 دورة . **(الجواب = 109.27 m)**

الفصل الثاني

حساب المسافات

Calculating of Distances

اهداف الفصل :

- يتعرف الطالب على انواع المسافات (الافقية والرأسية والمائلة المنتظمة وغير المنتظمة) ، وكيفية قياسها باستخدام شريط القياس وتعلم الاستقامة بواسطة عدة شواخص ، وكيفية حسابها .
- يتمكن من حساب الدوال المثلثية ونظرية فيثاغورس وتطبيق هذه القوانين في قياس المسافات ، وكيفية اقامة مثلث قائم الزاوية وبالتالي اقامة عمود على مستقيم (اضلاع قائمة) والاستفادة منها في الاعمال المساحية البسيطة .
- يتعلم الطالب على كيفية قياس المسافات عبر العوائق (الموانع) باستخدام شريط القياس وكيفية التغلب على تلك العوائق لقياس المسافات ، وكيفية رسمها وحسابها .
- يصبح الطالب قادرا على حساب المسافات الافقية والرأسية والمائلة ونسبة الانحدار والزوايا بمعلومية جزء من تلك الحسابات والاستفادة منها في الاعمال المساحية المختلفة .

حساب المسافات

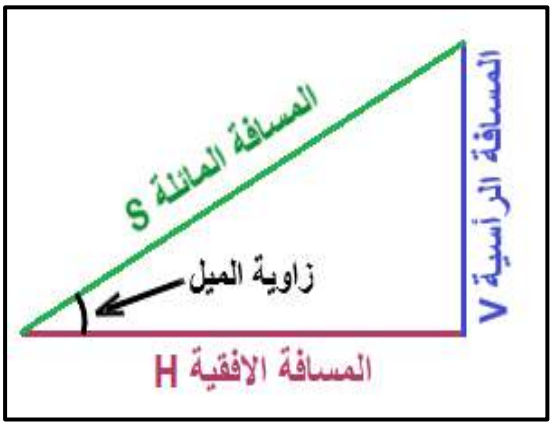
Calculating of Distances

2 - 1 انواع المسافات : (الافقية والرأسية والمائلة)

Types of Distances (Horizontal , Vertical , Slope)

في اغلب العمليات المساحية يتعامل المساح مع انواع مختلفة من المسافات التي تتوقف طرق قياسها على نوعية وطبيعة الارض والتي لابد من قياسها لحساب المسافات والمساحات والحجوم ، وقد تم تقسيم المسافات الى ثلاثة انواع كما في الشكل (2 - 1) وهي :

1- المسافة الافقية Horizontal distance .
2- المسافة الرأسية (العمودية) Vertical distance
3- المسافة المائلة Slope distance .



الشكل (2 - 1) يوضح انواع المسافات

سيتم التطرق في هذا الفصل الى قياس المسافات الافقية والمائلة بصورة تفصيلية اما قياس المسافات الرأسية فسيتم التطرق لها بصورة تفصيلية في الفصل الخامس (جهاز الميزان Level) .

عند قياس مسافة بين نقطتين يقعان على مستوى واحد (لا يوجد فرق ارتفاع بينهما) فهذه المسافة تسمى المسافة الافقية ، اما اذا كانت احدى النقطتين مرتفعة عن الاخرى في مستوى افقي واحد ايضا فالمسافة تسمى المسافة المائلة ، اما اذا كان الفرق بين هاتين النقطتين (يوجد فرق ارتفاع بينهما) في المستوى الرأسي العمودي فتسمى بالمسافة الرأسية (العمودية) .

2 - 1 - 1 قياس المسافات : Measuring Distances

ان قياس المسافات هو احد العمليات الاساسية في المساحة فعلى سبيل المثال لتحديد موقع ما يستعان بقياس المسافات وايضا يستخدم في حساب الكميات وتحديد الملكيات غيرها ، ومن الممكن قياس مسافة بين اي نقطتين على سطح الارض بطرق عديدة بأدوات واجهزة تختلف عن بعضها في الدقة بالنتائج والسرعة في العمل . هنالك طريقتين رئيسية لقياس المسافات الارضية (الافقية منها او المائلة) **وهما :**

اولا / الطريقة المباشرة : يستخدم في هذه الطريقة :

1- الخطوات pacing : و تستخدم لغرض الاستطلاع والقياس التقريبي والمسح المبدئي وهي من اسرع الطرق المباشرة في قياس المسافات القصيرة التقريبية المستخدمة وسهلة وغير مكلفة .

2- عداد السيارة Car Odometer : تستخدم في بعض الاعمال التي تتطلب سرعة في القياس التقريبي للمسافات الطويلة وخاصة اذا كان القياس على طرق معبدة او طبيعة الارض مستوية وعداد السيارة بحالة جيدة فهي تعطي نتائج اسرع وادق من طريقة القياس بالخطوات .

3- السلسلة الحديدية Chain : وهي طريقة قديمة تستخدم للقياسات السريعة التقريبية .

4- عجلة القياس Measuring Wheel : تستخدم في اعمال الاستكشاف والقياس التقريبي للمسافات الطويلة والحدود وفي اعمال الحصر بالمشروعات ذات الامتداد الطولي وخاصة اعمال الطرق ، ودقة نتائجها تعتمد على طبوغرافية الارض ، وهي وسيلة اقتصادية لقياس المسافات الطويلة .

5- شريط القياس Tape : ويعد قياس المسافة باستخدام شريط القياس من اكثر الطرق شيوعا في قياس المسافة المباشر . وتعتمد دقة القياسات فيه على العديد من العوامل منها نوع الشريط المستخدم، مهارة الشخص الراصد وكذلك الظروف الجوية اثناء القياس ، كما تم شرحه بالفصل الاول .

ثانيا / الطريقة الغير مباشرة : في هذه الطريقة يتم اخذ القياسات عن بُعد باستخدام :

1- اجهزة التاكيومتري Tachometry : ومنها

أ- الستيديا Stadia .

ب - ذراع الاسناد Substance Bar .

2- المسح التصويري Photogrammetry .

3- اجهزة المسح الالكتروني EDM .

وغيرها من الاجهزة ، وسيتم شرح الطريقة المباشرة فقط في هذا الفصل .

الطريقة المباشرة :

يتم قياس المسافات الارضية (الافقية والمائلة) باستخدام ادوات القياس (السلسلة الحديدية ، الخطوات ، شريط القياس) كالآتي :

1- القياس على ارض مستوية (منبسطة) يستخدم احد ادوات القياس اضافة الى عدد من الشواخص وعدد من النبال والاوتاد والميزان المائي وتتم عمليات التوجيه بالعين المجردة .

2- القياس على ارض مائلة .

التمرين 2 - 1 : (قياس المسافات الافقية الطويلة على ارض مستوية بواسطة شريط القياس)

أ - الغاية من التمرين :

تعلم الطالب استخدام شريط القياس لقياس مسافات اطول من شريط القياس بعدة مرات ، كيفية وضع الاوتاد والشواخص والنبال ، تعلم الاستقامة بواسطة الثلاث شواخص واكثر و معنى الاستقامة هو ان يرى الناظر الشواخص الثلاث (او اكثر) كشاخص واحد ، يتعلم كيفية حساب المسافات الافقية الطويلة .

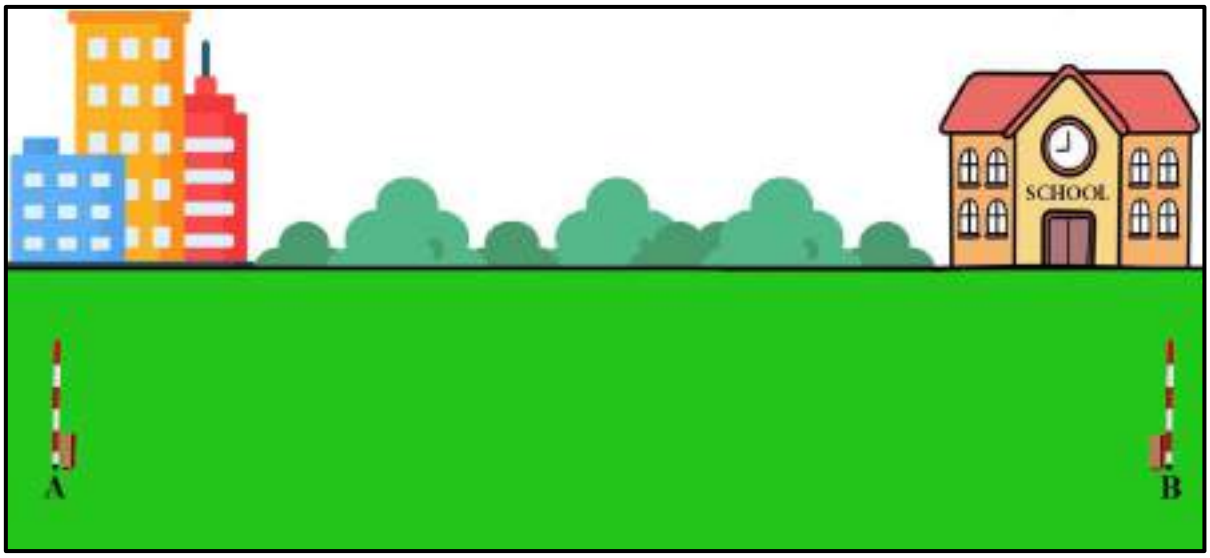
ب ـ الادوات المستعملة :

1ـ شريط القياس طوله 30 m .
2ـ شواخص عدد 3 .
3ـ مجموعة من النبال .
4ـ الميزان المائي (القبان) .
5ـ مطرقة .
6ـ اوتاد عدد 2 .
7ـ الدفتر الحقلي .

ج ـ خطوات العمل :

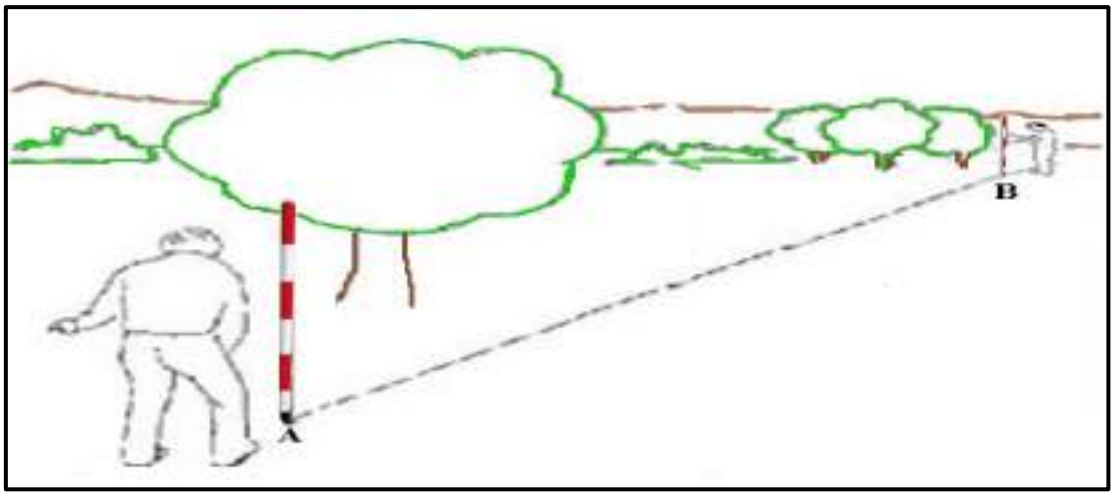
اذا كانت المسافة المراد قياسها بين النقطتين على الارض المستوية اطول من شريط القياس فيتم استعمال عملية التوجيه (عملية الاستقامة التي تم شرحها بالتفصيل في الفصل الاول الفقرة (1-3-1)) لغرض تعيين نقاط وسطية على استقامة واحدة ويتم قياس المسافة ، حيث تقاس المسافة ذهابا وايابا بشريط القياس لغرض الحصول على نتائج اكثر دقة ويكون قياسها بالخطوات التالية :

1ـ ارتداء بدلة العمل ويقسم الطلاب الى مجاميع كل مجموعة تتكون من (3) طلاب .
2ـ نحدد النقطتين المراد قياس المسافة بينهما ولتكن نقطة البداية A ونقطة النهاية B ، ويوضع وتد وشاخص خلفه في نقطة A وكذلك وتد وشاخص خلفه في نقطة B كما في الشكل (2 ـ 2) ، لتعيين بداية ونهاية المسافة الافقية AB المراد قياسها .

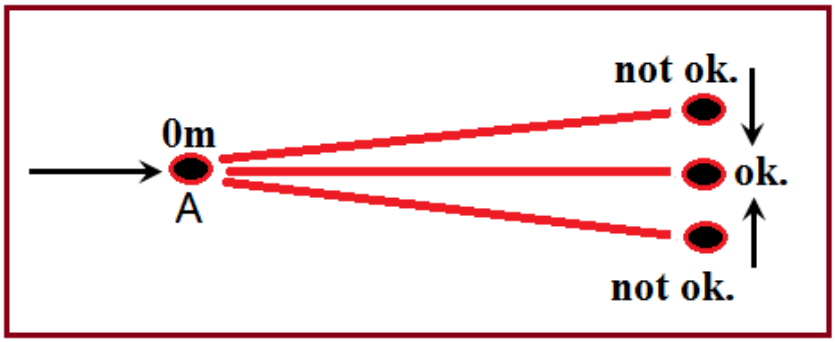


الشكل (2 ـ 2) يوضح تثبيت وتد و شاخص في نقطة البداية والنهاية للمسافة المراد قياسها

3ـ يقف الشخص الراصد خلف النقطة A على بعد m (1–2) ويبدأ بتوجيه الشخص المساعد الذي بيده الشاخص في نقطة B الى ان يكون الشاخصين على استقامة واحدة (اي يرى الشاخصين كشاخص واحد من قبل الشخص الراصد) كما في الشكل (2 ـ 3) والمخطط (2 ـ 4) ، ويثبت نبلة في كل من نقطة A ونقطة B .

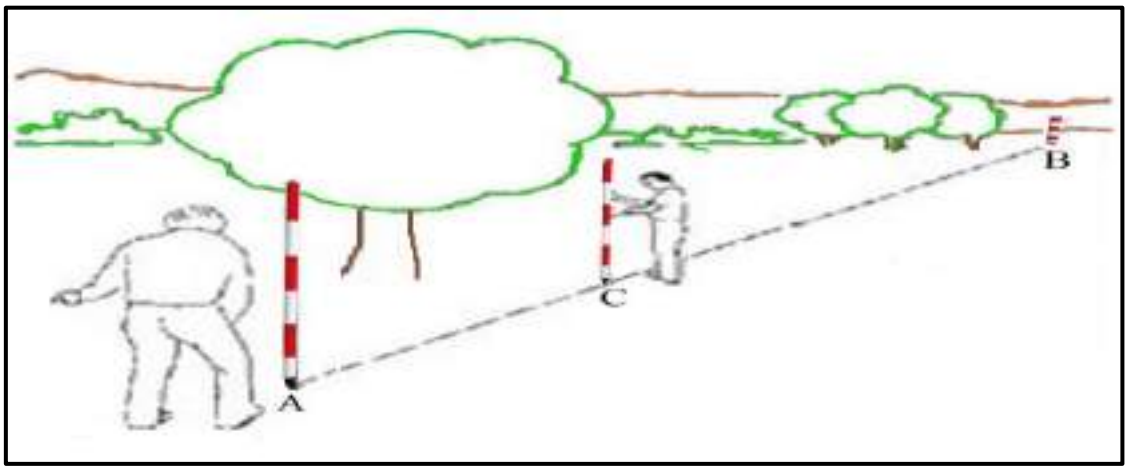


الشكل (2 - 3) يوضح توجيه الشخص الراصد للشخص المساعد لتثبيت الشاخص في نقطة B



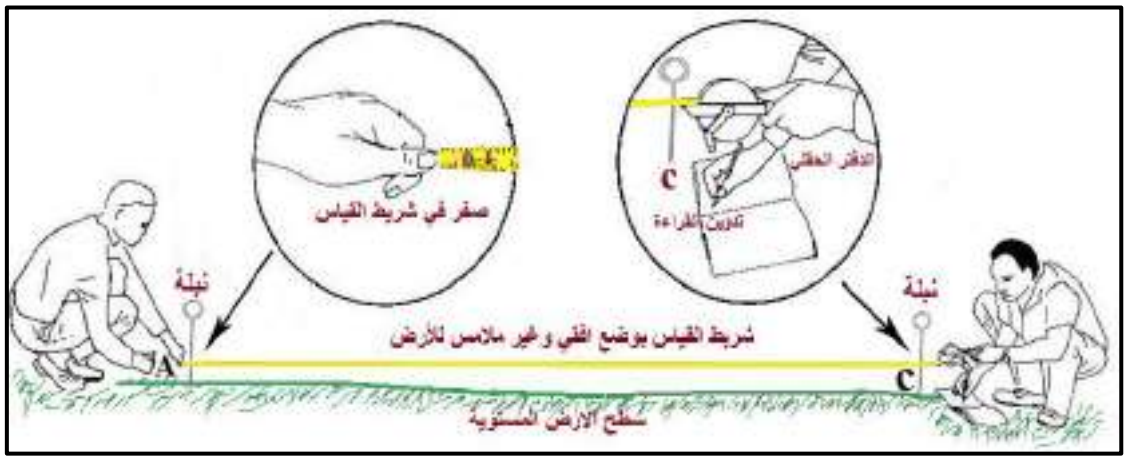
الشكل (2 - 4) مخطط يوضح كيفية توجيه الشواخص من قبل الشخص الراصد

4- بعدها يثبت شاخص ثالث على خط المسافة الافقية بمسافة (30 m) تقريبا وبتوجيه من الشخص الراصد للشخص المساعد يتم تثبيت الشاخص في نقطة C على امتداد خط المسافة الافقية AB كما في الشكل (2 - 5) ، بحيث يرى الشخص الراصد الشواخص الثلاث على استقامة واحدة (أي الشواخص الثلاث كشاخص واحد) .



الشكل (2 - 5) يوضح توجيه الشخص الراصد للشخص المساعد لتثبيت الشاخص في نقطة C

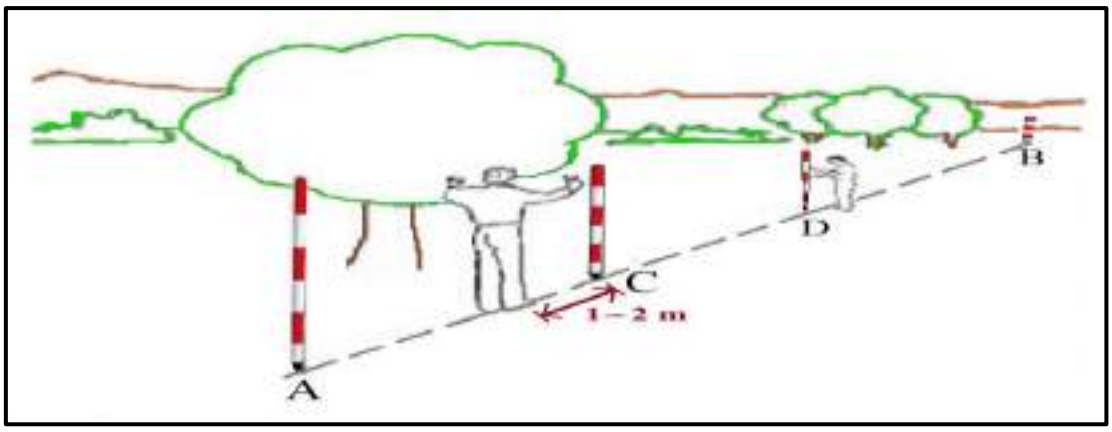
5- وضع القراءة (صفر) من شريط القياس عند مركز النبلة في نقطة البداية A من قبل الشخص المساعد وسحب شريط القياس من قبل الشخص الراصد والسير بأتجاه الشاخص الثالث على امتداد المسافة الافقية AB ، يبدأ الشخص الراصد بشد شريط القياس (طول شريط القياس بأكمله) بدرجة كافية الى الشاخص (الثالث) أي عند القراءة (30 m) ، ويجب ان يكون الشريط بمستوى افقي عند القياس وبالإمكان استخدام الميزان المائي (القبان) لتأكد من افقية الشريط وان يكون الشريط غير ملامس للأرض ثم يثبت نبلة عند هذه القراءة (30 m) ولتكن هذه النقطة (نقطة C) كما في الشكل (2 - 6) .



الشكل (2 - 6) يوضح كيفية قياس جزء من مسافة افقية على ارض مستوية بشريط القياس

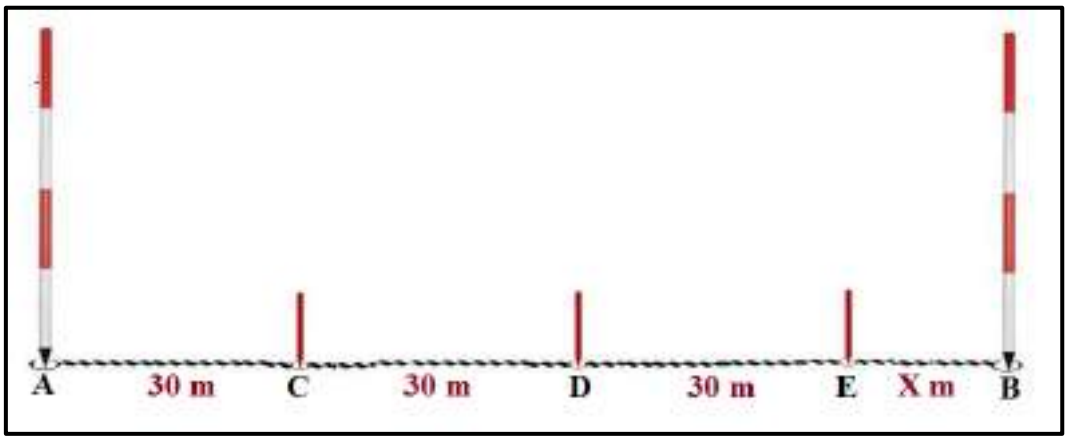
6- ينتقل الشخص الراصد الى النبلة (النقطة C) ويضع شاخص فيها ويقف خلف الشاخص وبتوجيه منه للشخص المساعد يضع بعد (30 m) تقريبا شاخص اخر على امتداد المسافة الافقية AB ، بحيث يرى الشواخص الثلاث كشاخص واحدة كما في الشكل (2 - 7) .

وبعدها يضع القراءة (صفر) من الشريط في مركز النبلة C من قبل الشخص المساعد وسحب شريط القياس من قبل الشخص الراصد والسير باتجاه الشاخص الثالث على المسافة الافقية AB ، يبدأ الشخص الراصد بشد شريط القياس (طول شريط القياس بأكمله) بدرجة كافية الى الشاخص (الثالث) أي عند القراءة (30 m) ، و يجب ان يكون الشريط بمستوى افقي عند القياس وبالإمكان استخدام الميزان المائي (القبان) لتأكد من افقية الشريط وان يكون الشريط غير ملامس للأرض ثم يثبت نبلة عند هذه القراءة (30 m) ولتكن هذه النقطة (نقطة D) .



الشكل (2 - 7) يوضح توجيه الشخص الراصد للشخص المساعد لتثبيت الشاخص في نقطة D

7- وتعاد الخطوة رقم (6) لتحديد النبلة (النقطة E) وبقية المسافات (النبال او النقاط) .
8 - يستمر قياس المسافات الى النهاية (نقطة B) حيث تكون اخر مسافة بين النبلة الاخيرة ونقطة النهاية B اقل من الطول الكلي لشريط القياس وتسمى (المسافة المتبقية = X m) ، ونحدد عدد الاشرطة المقاسة (المدات) لأنها تساوي عدد النبال الوسطية كما في الشكل (2 - 8) .



الشكل (2 - 8) يوضح القياس الكلي لمسافة افقية اطول من شريط القياس بعدة مرات

9- يطبق القانون الآتي لحساب المسافة الافقية بين نقطتين (A و B) :

المسافة الافقية الكلية = (عدد النبال الوسطية × طول الشريط) + المسافة المتبقية

$$L_{AB} = (n \times \ell) + d \qquad (1\text{-}2)$$

حيث ان :

L_{AB} = المسافة الافقية الكلية
n = عدد النبال الوسطية
ℓ = طول الشريط
d = المسافة المتبقية

10- للتأكد من صحة العمل تعاد نفس الخطوات اعلاه مع عكس الاتجاه للقياس اي من نقطة B الى نقطة A و يطبق القانون الآتي :

$$LAB = \frac{LBA + LAB}{2} \qquad (2\text{-}2)$$

فتكون القيمة الحقيقية للمسافة AB

11- تقييم عمل كل طالب في المجموعة واداء المجموعة من قبل الاستاذ المشرف من خلال متابعتهم اثناء تنفيذ التمرين ، و تقييم ما تم تدوينه في الدفتر الحقلي .

مثال (2 - 1) : تم قياس المسافة الافقية (AB) وكان عدد النبال التي جمعها المساح الراصد (6) نبال ، وكان طول الجزء المتبقي من هذه المسافة X = 15.5 m ، احسب المسافة الافقية الكلية (AB) اذا كان طول شريط القياس المستخدم في القياس = 30 m ؟

الحل : طول المسافة الافقية الكلية =(عدد النبال التي جمعها المساح الراصد × طول الشريط المستخدم) + طول المسافة المتبقية

$L_{AB} = (n \times \ell) + d$

$L_{AB} = (6 \times 30) + 15.5$

$L_{AB} = 180 + 15.5$

$L_{AB} = 195.5$ m

2-2 قوانين الدوال المثلثية : Laws of Trigonometric Functions

يستخدم علم المثلثات في الهندسة المساحية من خلال انشاء الجسور والطرق والمباني و تخطيط الاراضي وغيرها . ولحساب بعض العمليات المساحية لابد من معرفة كاملة بالعلاقات المثلثية ومنها :

1- المثلث القائم الزاوية : Right – Angled Triangle

هو المثلث الذي يكون فيه ضلعان متعامدان اي ان (الزاوية بينهما قائمة = 90^o درجة) و نسمي الضلع المقابل للزاوية القائمة بـ (الوتر) وهو اطول اضلاع المثلث ، كما نسمي الضلعين الاخرين بالضلعين القائمين .

أـ حساب اطوال اضلاع المثلث القائم اذا علمت احد زواياه وطول ضلع ، والجدول (2-1) يوضح قيم الدوال المثلثية لبعض لزوايا الخاصة .

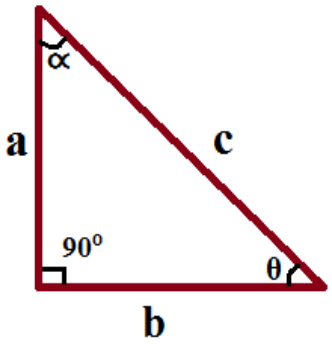
$$\text{جيب الزاوية} = \frac{\text{طول الضلع المقابل}}{\text{طول الوتر}} \qquad \sin \propto = \frac{b}{c} \qquad \sin \theta = \frac{a}{c} \qquad (3\text{-}2)$$

$$\text{جيب تمام الزاوية} = \frac{\text{طول الضلع المجاور}}{\text{طول الوتر}} \qquad \cos \propto = \frac{a}{c} \qquad \cos \theta = \frac{b}{c} \qquad (4\text{-}2)$$

$$\text{ظل الزاوية} = \frac{\text{طول الضلع المقابل}}{\text{طول الضلع المجاور}} \qquad \tan \propto = \frac{b}{a} \qquad \tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} \qquad (5\text{-}2)$$

$a = c \sin\theta = c \cos\propto \quad , \quad b = c \cos\theta = c \sin\propto$

$$c = \frac{a}{\sin\theta} = \frac{a}{\cos\propto} = \frac{b}{\cos\theta} = \frac{b}{\sin\propto} \qquad (6\text{-}2)$$



الجدول (2 - 1) يوضح قيم الدوال المثلثية لبعض الزوايا الخاصة

	0°	30°	45°	60°	90°
Sin	0	$\frac{1}{2} = 0.5$	$\frac{\sqrt{2}}{2} = 0.707$	$\frac{\sqrt{3}}{2} = 0.866$	1
Cos	1	$\frac{\sqrt{3}}{2} = 0.866$	$\frac{\sqrt{2}}{2} = 0.707$	$\frac{1}{2} = 0.5$	0
Tan	0	$\frac{1}{\sqrt{3}} = 0.577$	1	$\sqrt{3} = 1.73$	$\pm\infty$

ملاحظات مهمة :

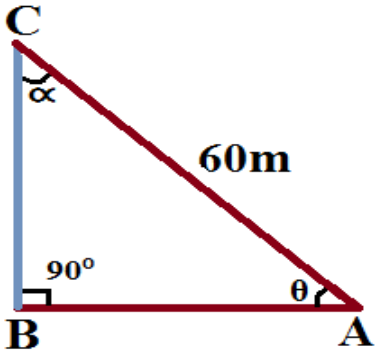
* مجموع زوايا المثلث = $180^\circ \longleftarrow 180^\circ = (\propto + \theta + \gamma)$
حيث انه : (θ = ثيتا ، $\propto$ = الفا ، γ = كاما)

* طريقة كتابة قيمة الزاوية (sin , cos , tan) على الآلة الحاسبة العلمية :
اضغط مفتاح (sin , cos , tan) واكتب بعدها رقم الزاوية ثم اغلق القوس وبعدها علامة = فتظهر قيمة الزاوية .

* لكتابة ($\sin^{-1}$, $\cos^{-1}$, $\tan^{-1}$) على الآلة الحاسبة العلمية :
اضغط على مفتاح كلمة shift ثم مفتاح الرمز المطلوب (sin , cos , tan) ، فتظهر الدالة المطلوبة .

مثال (2 - 2) : في المثلث المجاور ABC القائم الزاوية في B ، جد طول الضلع BC ، اذ علمت ان طول الوتر AC = 60 m ، وزاوية θ = 45º ؟

الحل :



$$\sin(\theta) = \frac{BC}{AC}$$

$$\sin(45^{\circ}) = \frac{BC}{60}$$

$$BC = 06 \times \text{Sin}\,(45^{\circ})$$

$$BC = 60 \times 0.707$$

$$BC = 42.42 \text{ m}$$ طول الضلع

ب ـ حساب زوايا المثلث القائم اذا علمت فيه طول ضلعين ، وايضا في اي مثلث قائم توجد فيه زاوية قائمة قيمتها = 90º درجة .

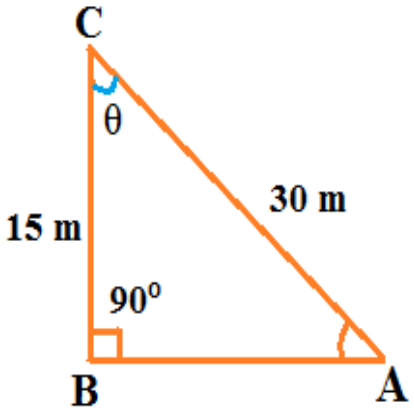
$$\theta = \sin^{-1}\frac{\text{الضلع المقابل}}{\text{طول الوتر}} \quad (7\text{-}2)$$

$$\theta = \cos^{-1}\frac{\text{الضلع المجاور}}{\text{طول الوتر}} \quad (8\text{-}2)$$

$$\theta = \tan^{-1}\frac{\text{الضلع المقابل}}{\text{الضلع المجاور}} \quad (9\text{-}2)$$

مثال (2 - 3) : جد مقدار الزاوية θ في المثلث ABC القائم الزاوية في B ، اذا علمت ان طول الضلع القائم BC = 15 m ، وطول الضلع المائل (الوتر) AC = 30 m ؟

الحل :



$$\text{COS}\,\theta = \frac{BC}{AC}$$

$$\text{COS}\,\theta = \frac{15}{30}$$

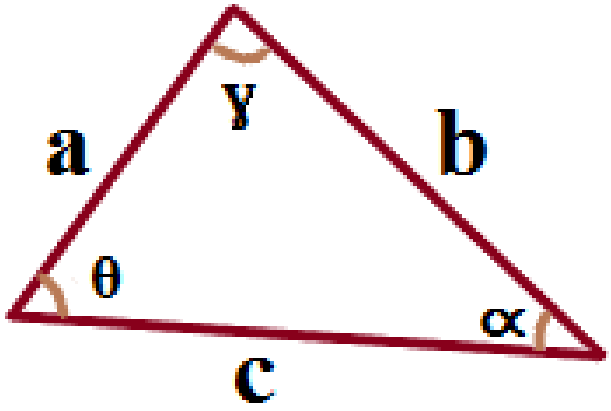
$$\theta = \cos^{-1}\frac{15}{30}$$

$$\theta = \cos^{-1}\,(0.5)$$

$$\theta = 60^{\circ}$$

2ـ المثلث الغير قائم الزاوية :

في هذا النوع من المثلثات يتم استخدام قوانين جيب الزاوية (Sin) والجيب تمام الزاوية (Cos) :



أـ قوانين جيب الزاوية (Sin Rule) :

ينص هذا القانون على انه طول الضلع الاول / جيب الزاوية المقابلة له = طول الضلع الثاني / جيب الزاوية المقابلة له = طول الضلع الثالث / جيب الزاوية المقابلة له ويعبر عنه رياضيا بالشكل التالي :

$$\frac{a}{\sin \propto} = \frac{b}{\sin \theta} = \frac{c}{\sin \gamma} \qquad (10\text{-}2)$$

يطبق في الحالات التالية :

1ـ اذا علمت طول ضلع واحد فقط وزاويتين والمجهول طول الضلع الثاني والثالث .

2ـ اذا علمت طول ضلعين وزاوية مقابلة لاحداهما والمجهول الزاوية الاخرى المقابل للضلع الاخر .

ب ـ قوانين الجيب تمام (Cos Rule) :

لأي مثلث غير قائم الزاوية فان (مربع طول الضلع يساوي مجموع مربعي الضلعين الاخرين ناقص ضعف حاصل ضربهما في جيب تمام الزاوية الموجودة بينهما) . وينص على التالي :

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2\,a\,.\,b\,.\cos\gamma$$

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2\,b\,.\,c\,.\cos\propto \qquad (11\text{-}2)$$

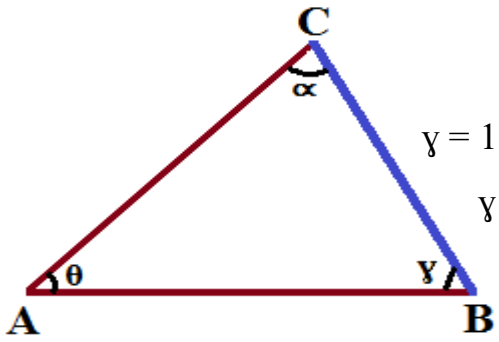
$$b^2 = a^2 + c^2 - 2\,a\,.\,c\,.\cos\theta$$

يطبق في الحالات التالية :

1ـ اذا علمت طول ضلعين وزاوية موجودة بينهما والمجهول هو طول الضلع الثالث .

2ـ اذا علمت اطوال الاضلاع الثلاثة والمجهول هو قيمة الزاوية الموجودة بين اي ضلعين .

مثال (2 - 4) : في المثلث المجاور جد طول الضلعين AB و AC ، اذا علمت ان طول الضلع BC = 30 m ، وزاوية θ = 45º ، وزاوية ∝ = 75º ؟



الحل : 1- نجد الزاوية الثالثة ɣ :

$$ɣ = 180º - (75º + 45º)$$

$$ɣ = 180º - 120º$$

$$ɣ = 60º$$

2- نجد طول الضلع AB من قانون جيب الزاوية Sin Rule :

$$\frac{AB}{\sin \propto} = \frac{BC}{\sin \theta}$$

$$\frac{AB}{\sin 75^{\circ}} = \frac{BC}{\sin 45^{\circ}}$$

$$\frac{AB}{0.966} = \frac{30}{0.707}$$

$$AB \times 0.707 = 0.966 \times 30$$

$$AB \times 0.707 = 28.98$$

$$AB = \frac{28.98}{0.707}$$

$$AB = 40.99 \text{ m} \approx 41 \text{ m}$$

3- نجد طول الضلع AC من قانون جيب تمام الزاوية (Cos Rule) :

$$(AC)^2 = (AB)^2 + (BC)^2 - 2\,(AB)(BC).\cos ɣ$$

$$(AC)^2 = (41)^2 + (30)^2 - 2\,(41)\,.\,(30).\cos 60°$$

$$(AC)^2 = 1681 + 900 - 1230$$

$$(AC)^2 = 1351$$

$$AC = \sqrt{1351}$$

$$AC = 36.75 \text{ m}$$

او من قانون جيب الزاوية (Sin Rule) :

$$\frac{AC}{\sin \gamma} = \frac{BC}{\sin \theta}$$

$$\frac{AC}{\sin 60^{\circ}} = \frac{30}{\sin 45^{\circ}}$$

$$\frac{AC}{0.866} = \frac{30}{0.707}$$

$$AC \times 0.707 = 0.866 \times 30$$

$$AC = \frac{25.98}{0.707}$$

$$AC = 36.75 \text{ m}$$

2 - 2 - 1 استخدامات اخرى لشريط القياس : Other Uses of The Tape

هناك الكثير من العمليات المساحية التي بالإمكان اجرائها باستخدام شريط القياس ومنها :

1- اقامة و اسقاط عمود على خط مستقيم من نقطة واقعة عليه .
2- اقامة و اسقاط عمود على خط مستقيم من نقطة خارج عنه .
3- قياس واسقاط الزاوية الافقية .
4- مسح المنشآت (مسح التفاصيل) واسقاط المنشآت .

التمرين 2 - 2 : (اقامة عمود على خط مستقيم من نقطة خارجة عنه)

أ - الغاية من التمرين :

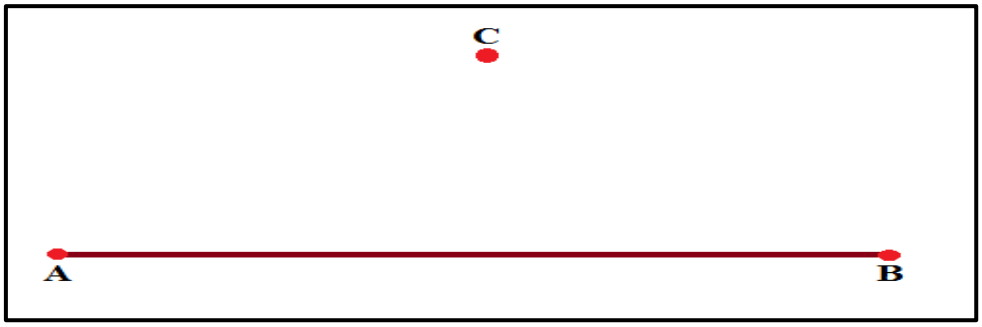
كيفية اقامة واسقاط عمود على مسافة افقية (خط مستقيم) من نقطة خارجة عنه .

ب - الادوات المستعملة :

1- شريط القياس .
2- شواخص عدد 4 .
3- نبال عدد 4 .
4- اوتاد عدد 2 .
5- الميزان المائي (القبان) .
6- الدفتر الحقلي .

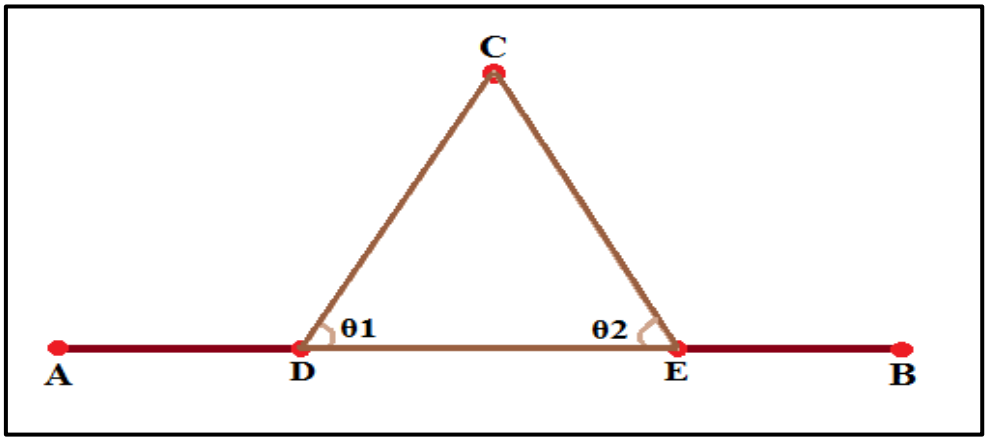
ج ـ خطوات العمل :

1ـ ارتداء بدلة العمل من قبل الطلاب وتقسيم الطلاب الى مجاميع وكل مجموعة تتكون من (4) طلاب .
2ـ اختيار موقع العمل ورسم المخطط (Sketch) لتنفيذ التمرين ، تثبيت نقطة البداية (A) و نقطة النهاية (B) للمسافة الافقية AB (الخط المستقيم) و تثبيت وتد وشاخص في كل نقطة منهما .
3ـ يقف الشخص الراصد خلف الشاخص في نقطة البداية A بمسافة m (1–2) تقريبا ويبدأ بتوجيه الشخص المساعد لتثبيت الشاخص في نقطة B بحيث يكون الشاخص في نقطة B مخفي خلف الشاخص في نقطة A بالنسبة للشخص الراصد (اي ان الشاخصين على استقامة واحدة) .
4ـ تثبيت نقطة C في موقع يبعد مسافة معينة عن منتصف المسافة الافقية AB نقطة خارجة عنه وتثبيت نبلة فيها ، كما في الشكل (2 - 9) .



الشكل (2 - 9) يوضح تثبيت نقطة C خارجة عن المسافة الافقية (خط المستقيم AB)

5ـ تثبيت نقطتين على المسافة الافقية AB ولتكن نقطة D تقع من جهة النقطة A و بالقرب من منتصف المسافة الافقية AB ، والنقطة E من جهة النقطة B وايضا تكون بالقرب من منتصف المسافة الافقية AB .
6ـ تثبيت شاخص في كل من نقطة D ونقطة E وذلك عن طريق الشخص الراصد الواقف خلف الشاخص في نقطة A وبتوجيه منه للشخصين المساعدين في نقطة D ونقطة E يرى الشخص الراصد الشواخص الاربعة (A وD و E و B) على استقامة واحدة (اي الشواخص الاربعة كشاخص واحد) ، وتثبيت نبلة في كل من نقطة D ونبلة في نقطة E ، وبعد اكتمال هذه الخطوة يصبح لدينا مثلث DCE فيه زاويتان θ_1 و θ_2 (زوايا حادة) ، كما في الشكل (2 - 10) .



الشكل (2 - 10) يوضح إنشاء المثلث DCE فيه زاويتان حادتان

7- قياس مسافات اضلاع المثلث DCE ← (DE ، EC ، CD) باستخدام شريط القياس وذلك بوضع (صفر) شريط القياس في مركز النبلة D من قبل الشخص المساعد وسحب الشريط من قبل الشخص الراصد الى مركز النبلة E وبشد شريط القياس بصورة جيدة والتأكد من افقيته وعدم ملامسته الارض يقرا الشخص الراصد شريط القياس وتدوين قراءة المسافة (DE) في الدفتر الحقلي .

8- ينقل الشخص المساعد (صفر) شريط القياس الى مركز النبلة E وتكرر الخطوة رقم (7) لقياس مسافة الضلع EC وايضا قياس مسافة الضلع (CD) وتدوينها في الدفتر الحقلي .

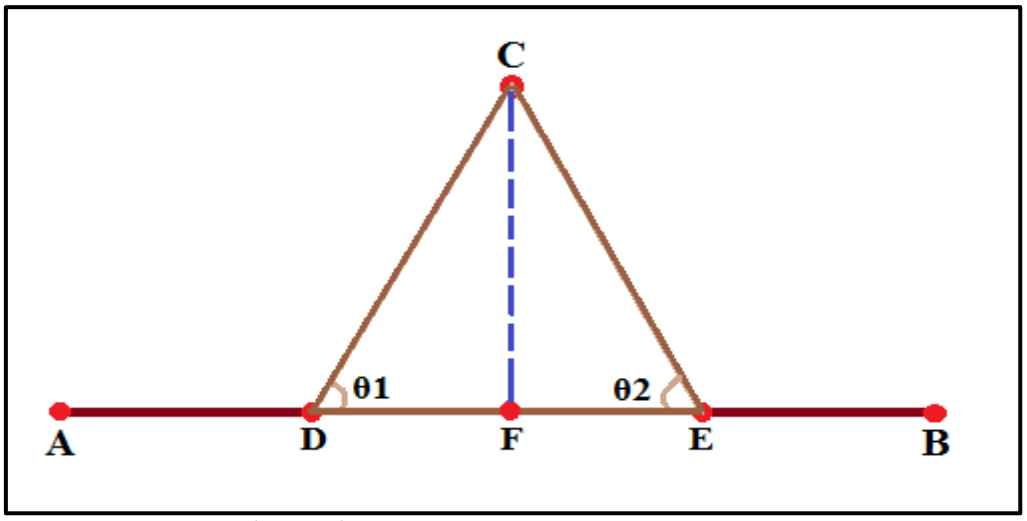
9- يتم حساب احدى الزاويتين θ_1 أو θ_2 بتطبيق قانون جيب تمام الزاوية للمثلث DCE الغير قائم الزاوية :

$$\theta_1 = \cos^{-1} \frac{(CD)^2 + (DE)^2 - (EC)^2}{2 \times (CD) \times (DE)} \qquad (12-2)$$

10- اصبح لدينا مسافات اضلاع المثلث معلومة وايضا زاوية معلومة فيتم حساب المسافة DF المجهولة كما في الشكل (2 - 11) ، بتطبيق قانون جيب زاوية للمثلث DFC القائم الزاوية في F :

$$DF = CD \times \cos \theta_1$$

11- ثبيت نبلة في نقطة F على امتداد المسافة الافقية AB عن طريق قياس المسافة DF المعلومة وذلك بتثبيت (صفر) الشريط في مركز النبلة D من قبل الشخص المساعد وسحب شريط القياس من قبل الشخص الراصد بمقدار مسافة DF المعلومة وتثبيت نقطة F في موقعها ، كما في الشكل (2 - 11) .



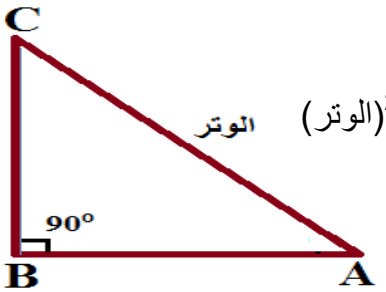
الشكل (2 - 11) يوضح العمود CF العمودي على المسافة الافقية (خط المستقيم AB)

12- اصبح لدينا خط المسافة (العمود CF) العمودي على المسافة الافقية AB (خط المستقيم) من نقطة C الخارجة عنه .

13- تقييم عمل كل طالب في المجموعة واداء المجموعة من قبل الاستاذ المشرف من خلال متابعتهم اثناء تنفيذ التمرين ، و تقييم ما تم تدوينه في الدفتر الحقلي .

2- 3 نظرية فيثاغورس : Pythagorean Theorem

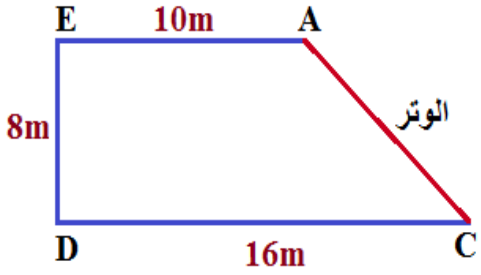
من خواص المثلث القائم الزاوية (في اي مثلث قائم الزاوية يكون مجموع مربعي طول الضلعين القائمين الموجودة بينهما زاوية قائمة 90º مساويا لمربع طول الوتر) ، وتسمى هذه بنظرية فيثاغورس ويمكن التعبير عن هذه النظرية رياضيا كالآتي :



$$(\text{الوتر})^2 = (\text{الضلع الاول})^2 + (\text{الضلع الثاني})^2 \qquad (13\text{-}2)$$

$$(AC)^2 = (AB)^2 + (BC)^2$$

مثال (2 - 5) : جد طول الضلع (الوتر AC) في الشكل المجاور ؟



الحل :

1- نقيم عمود من نقطة A الى الخط DC ، فيصبح لدينا العمود (AB) فيكون الضلع AB = الضلع ED

$AB = ED$

$\therefore AB = 8\ m$

2- نجد طول الضلع BC من :

$BC = DC - EA$

$BC = 16 - 10$

$BC = 6\ m$

3- نجد طول الضلع (الوتر AC) بتطبيق نظرية فيثاغورس :

$(AC)^2 = (AB)^2 + (BC)^2$

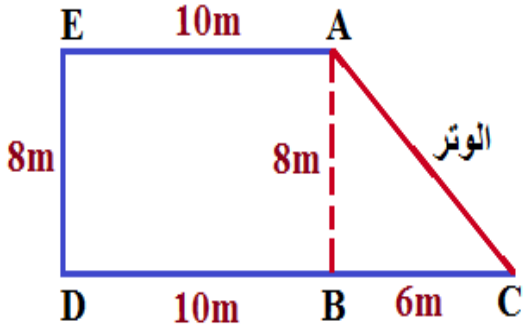
$(AC)^2 = (8)^2 + (6)^2$

$(AC)^2 = 64 + 36$

$(AC)^2 = 100$

$AC = \sqrt{100}$

$AC = 10\ m$



2 - 3 - 1 العوائق (الموانع) في قياس المسافات : Obstacles in Measuring Distances

عند قياس المسافات بشريط القياس تكون هنالك في بعض الاحيان عوائق (موانع) اثناء قياس هذه المسافات في موقع العمل وتكون بأنواع مختلفة ويمكن تصنيف هذه العوائق الى عدة انواع ومنها :

أ- العوائق التي تعيق القياس والرؤيا (التوجيه) ممكنة :

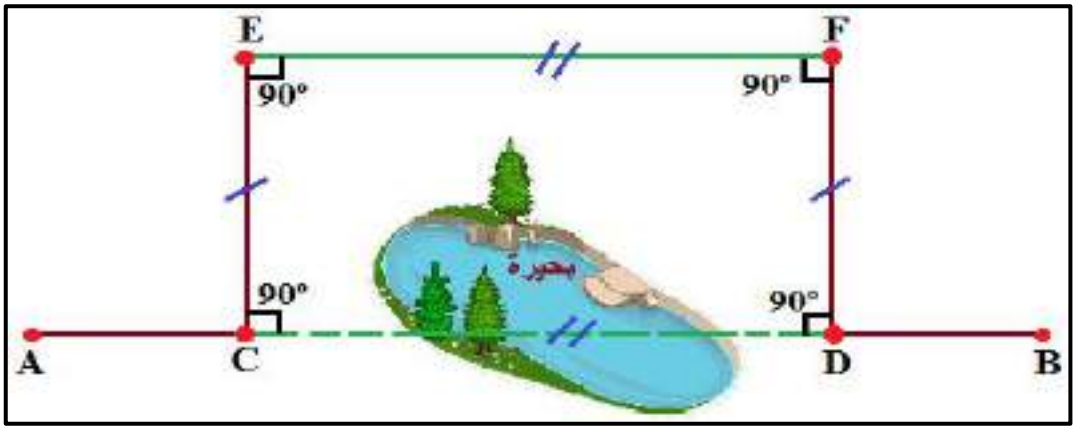
تكون هذه العوائق اما ممتدة (عائق مستمر) اي (عدم امكانية الالتفاف حول العائق) مثل النهر ، واما عائق (محدد) مثل البركة او البحيرة حيث يمكن القياس حولها اي (يمكن الالتفاف حول العائق) ، وللتغلب على هذه العوائق تستخدم احدى الطرق الاتية :

1- طريقة الخط الموازي (الدوران القائم) :

تستخدم طريقة اقامة الاعمدة والتوازي للتغلب على العوائق (الموانع) التي تعيق قياس المسافات بشريط القياس كما في الشكل (2 - 12) :

$$CD = EF$$

$$AB = AC + CD + DB$$



شكل (2 - 12) يوضح طريقة الخط الموازي (الدوران القائم)

2- طريقة نظرية فيثاغورس (الدوران في مثلث قائم) :

تطبق نظرية فيثاغورس لقياس المسافات عبر العوائق (الموانع) باستخدام شريط القياس ، حيث يمكن الالتفاف حول العائق ، كما في التمرين (2 – 3) :

التمرين 2 - 3 : (قياس المسافة الافقية عبر عائق (بركة ماء) باستخدام نظرية فيثاغورس)

أ - الغاية من التمرين :

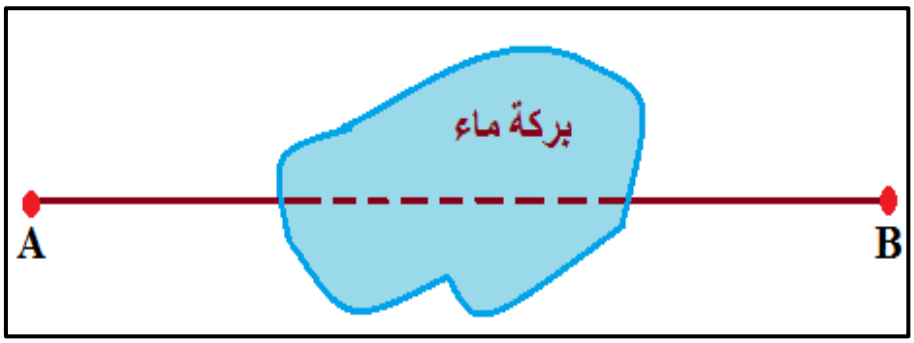
يتعلم الطالب كيفية تطبيق نظرية فيثاغورس لقياس المسافات عبر العوائق ، وكيفية اقامة او اسقاط الاعمدة بطريقة اقصر مسافة (اقل بُعد) .

ب ـ الادوات المستخدمة :

1ـ شريط القياس .
2ـ شواخص عدد 4 .
3ـ نبال عدد 3 .
4ـ اوتاد عدد 2 .
5ـ الميزان المائي (القبان) .
6ـ الدفتر الحقلي .

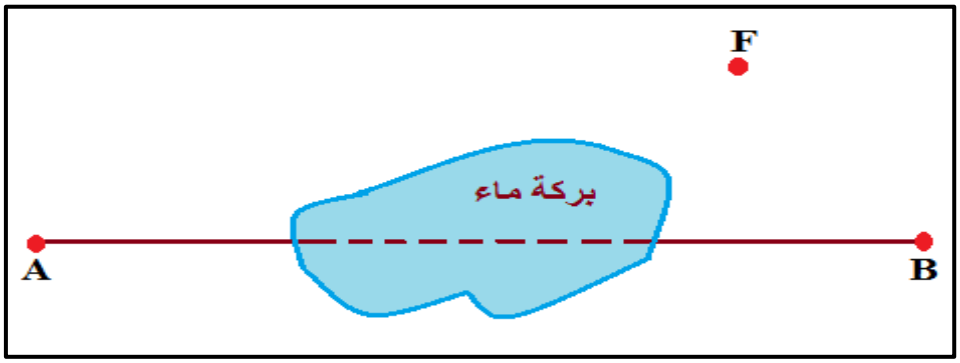
ج ـ خطوات العمل :

1ـ ارتداء بدلة العمل وتقسيم الطلاب الى مجاميع وكل مجموعة تتكون من (4) طلاب .
2ـ تعيين موقع العمل ورسم المخططات (Sketch) لتنفيذ التمرين ، تثبيت المسافة الافقية AB على جانبي العائق (البركة) ولتكن نقطة B على جهة اليمين ونقطة A على يسار البركة وتثبيت وتد وشاخص في كل منهما كما في شكل (2 ـ 13) .



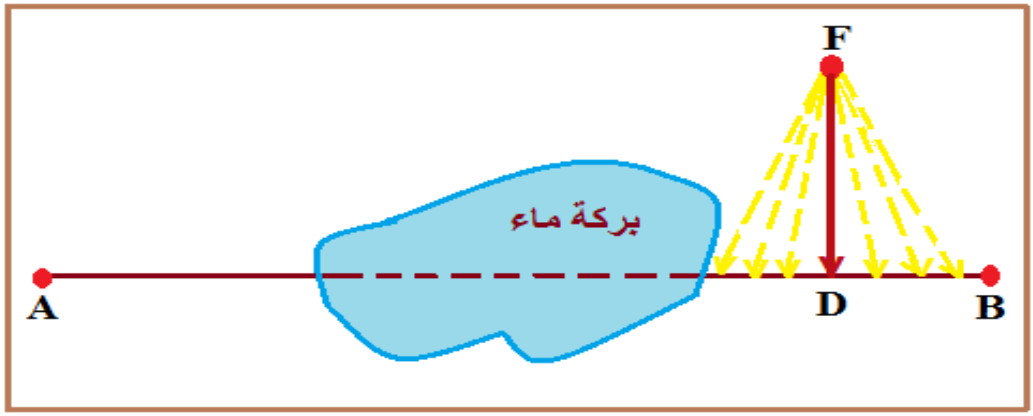
الشكل (2 ـ 13) يوضح تثبيت المسافة الافقية على جانبي العائق (البركة)

3ـ يقف الشخص الراصد خلف الشاخص في النقطة A بمسافة m (1–2) وتوجيه الشخص المساعد لتثبيت الشاخص في نقطة B بحيث يرى الشخص الراصد (الشاخصين كشاخص واحد) اي نقطة A ونقطة B على استقامة واحدة .
4ـ نثبت نقطة قريبة على يمين العائق (البركة) وتجتاز العائق وتبعد مسافة معينة عن المسافة الافقية AB ولتكن نقطة F كما في الشكل (2 ـ 14) ونضع شاخص ونبلة فيها .



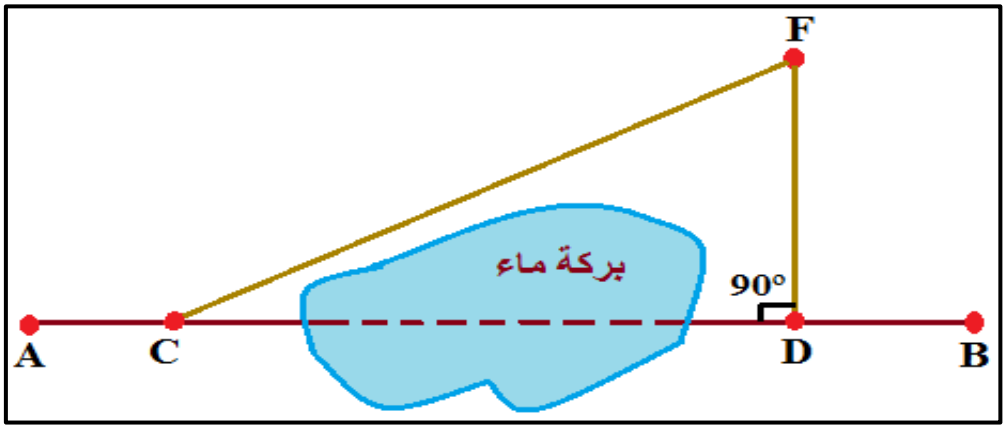
الشكل (2 ـ 14) يوضح تثبيت النقطة F على الجهة اليمنى من العائق وتجتازه

5- نسقط عمود من نقطة F على المسافة الافقية AB من جهة يمين البركة وذلك بوضع (صفر) شريط القياس فيها من قبل الشخص المساعد وسحب شريط القياس من قبل الشخص الراصد وتحريك الشريط على خط المسافة الافقية وعند اقل قراءة يتم قراءتها في شريط القياس بين النقطة F والمسافة الافقية AB فهي العمود المطلوب (طريقة اسقاط عمود بأقصر مسافة (اقل بُعد) على مستقيم من نقطة خارجه عنه) وتثبيت نقطة في هذا الموقع ولتكن نقطة D ، فاصبح لدينا العمود DF وتدوين قراءة شريط القياس (مسافة العمود DF) في الدفتر الحقلي كما في الشكل (2 - 15) .



الشكل (2 - 15) يوضح اسقاط عمود على مستقيم من نقطة خارجه عنه بطريقة (اقصر مسافة)

6- نثبت نقطة قريبة على يسار العائق (البركة) على امتداد المسافة الافقية AB ولتكن نقطة C ، ويتم وضع شاخص فيها وبتوجيه من الشخص الراصد الوقف خلف الشاخص في نقطة A يتم تثبيت شاخص في نقطة C على ان تكون الشواخص الاربعة (A و C و D وB) الموجودة على خط المسافة الافقية AB على استقامة واحدة . ونثبت نبلة في كل من نقطة (C و D) ، فيصبح لدينا المثلث CDF القائم الزاوية في نقطة D كما في الشكل (2 - 16) .



الشكل (2 - 16) يوضح طريقة نظرية فيثاغورس (الدوران في مثلث قائم) للتغلب على العوائق

7- قياس المسافة المائلة CF وذلك بوضع (صفر) شريط القياس في مركز النبلة C وسحب الشريط من قبل الشخص الراصد الى ان يصل الى مركز النبلة في نقطة F وقراءة شريط القياس وتدوينها في الدفتر الحقلي .

8- حساب المسافة الافقية CD ، وذلك بتطبيق نظرية فيثاغورس :

(المسافة الافقية)^2 = (المسافة المائلة)^2 – (المسافة العمودية)^2

$$CD^2 = CF^2 - DF^2$$

$$H^2 = S^2 - V^2$$

$$H = \sqrt{S^2 - V^2}$$

9- حساب المسافة الافقية الكلية AB = مجموع المسافات الجزئية (AC و CD و DB)

المسافة الافقية الكلية $AB = AC + CD + DB$

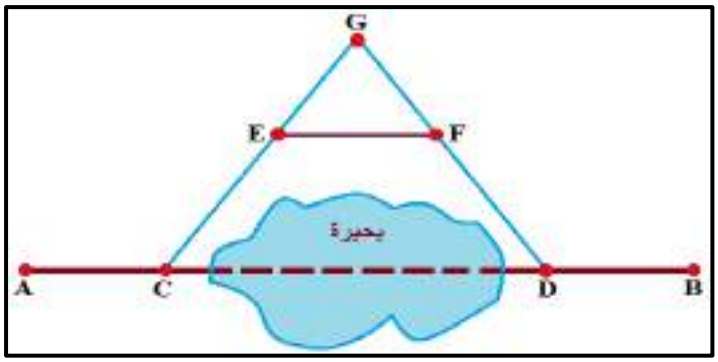
10- تقييم عمل كل طالب في المجموعة واداء المجموعة من قبل الاستاذ المشرف من خلال متابعتهم اثناء تنفيذ التمرين ، وتقييم ما تم تدوينه في الدفتر الحقلي .

3- طريقة حرف A (الدوران بمثلث متساوي الساقين) : كما في الشكل (2 - 17)

$$CD = 2EF$$

$$AB = AC + CD + DB$$

$$AB = AC + 2EF + DB$$



الشكل (2 - 17) يوضح طريقة حرف A للتغلب على العوائق

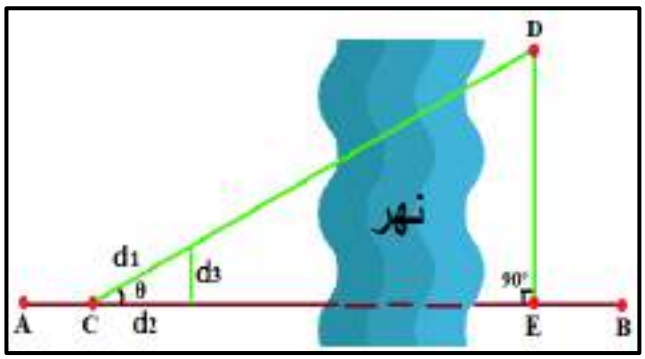
4- طريقة ايجاد الزاوية في مثلث قائم عبر العائق : كما في الشكل (2 - 18)

$$(d_3)^2 = (d_1)^2 + (d_2)^2 - 2 \times (d_1) \times (d_2) \times \cos\theta \qquad (14\text{-}2)$$

$$\theta = \cos^{-1} \frac{(d_1)^2 + (d_2)^2 - (d_3)^2}{2 \times (d_1) \times (d_2)}$$

$$\tan\theta = \frac{DE}{CE}$$

$$AB = AC + CE + EB$$

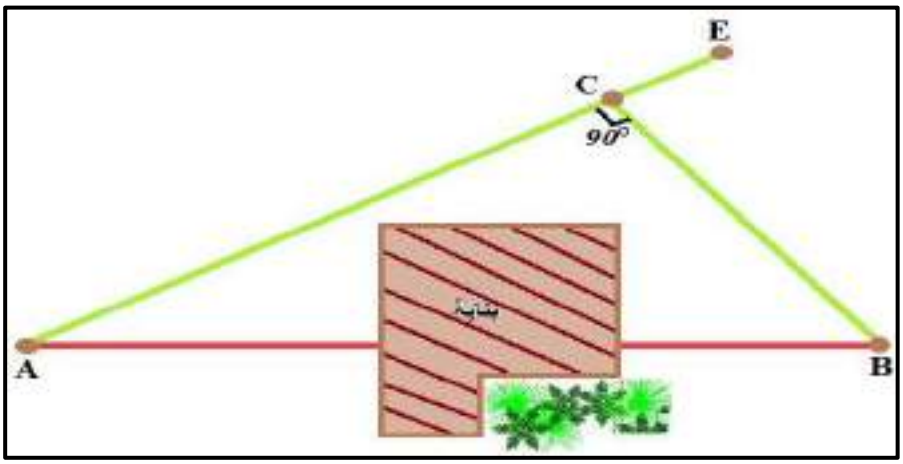


الشكل (2 - 18) كيفية ايجاد الزاوية في مثلث عبر العائق

ب ـ العوائق التي تعيق القياس والرؤيا (التوجيه) معا :

كثيرا ما تعترض القائمين بالأعمال المساحية عوائق اثناء قياس المسافات مثل الابنية او الغابات فتقع على خط المسافة المطلوب قياسها فتمنع القياس والتوجيه معا ، ولقياس هذه المسافة بين A و B كما موضح في الشكل (2 ـ 19) ، نتبع طريقة مشابهه للعوائق في نقطة (أ) : وهي نختار نقطة مثلا E بعيدة عن العائق (المانع) بحيث يمكن رؤية النقطتين A و B منها ، ويثبت شاخص فيها ، ثم يسقط عمود من نقطة B على المستقيم AE فيكون عمود BC ، فيصبح لدينا مثلث قائم الزاوية في نقطة C ، و تقاس المسافتين AC و BC ، ثم تحسب المسافة AB حسب نظرية فيثاغورس حيث تكون المسافة AB هي طول الوتر ، كما في الشكل (2 ـ 19) :

$$(AB)^2 = (AC)^2 + (BC)^2$$

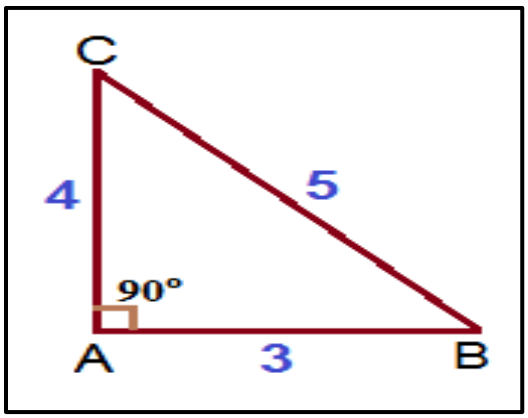


الشكل (2 ـ 19) يوضح العوائق التي تعيق القياس والرؤية معا

2- 4 إنشاء مثلث قائم الزاوية بطريقة (3 ، 4 ، 5) :

Create of a Right Angled Triangle Using (3 , 4 , 5)

اذا كانت اضلاع المثلث تساوي (3 و 4 و 5) متر فأن الضلعان القصيران يكونان مثلث قائم الزاوية بينهما زاوية تساوي 90º ، وهذه الطريقة تستند الى نظرية فيثاغورس ، كما في الشكل (2 ـ 20) :



الشكل (2 ـ 20) يوضح مثلث قائم الزاوية بطريقة (3 ، 4 ، 5)

* في اي مثلث اذا كان مربع طول احد اضلاعه يساوي مجموع مربعي طول الضلعين الاخرين فان المثلث يكون قائم الزاوية كما في المثال ادناه :

مثال (2 - 6) : حدد اذا كان المثلث ABC في الشكل المجاور مثلث قائم الزاوية ام لا ؟

الحل : 1- نستخرج مربع طول كل ضلع من اضلاع المثلث :

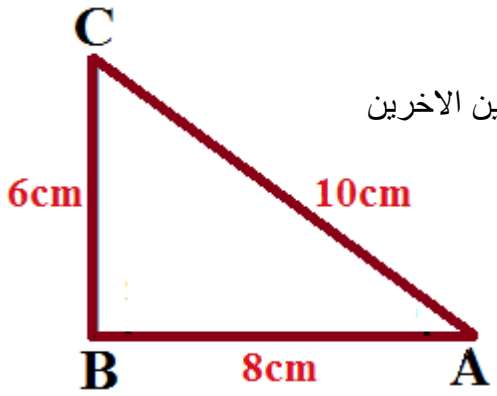
($6^2 = 36$ ، $8^2 = 64$ ، $10^2 = 100$)

2- بما ان مربع طول احد اضلاعه = مجموع مربعي الضلعين الاخرين

فان : $64 + 36 = 100$

$100 = 100$

اذا المثلث قائم الزاوية في B



التمرين 2 - 4 : (انشاء مثلث قائم الزاوية بطريقة (3 ، 4 ، 5) حسب نظرية فيثاغورس)

أ - الغاية من التمرين :

تعليم الطلاب على كيفية اقامة مثلث قائم الزاوية . وكيفية اقامة عمود على خط مستقيم من نقطة واقعة عليه باستخدام شريط القياس .

ب - الادوات المستعملة :

1- شريط القياس .
2- شواخص عدد 4 .
3- نبال عدد 3 .
4- مطرقة .
5- الميزان المائي (القبان) .
6- اوتاد عدد 2 .
7- الدفتر الحقلي .

ج - خطوات العمل :

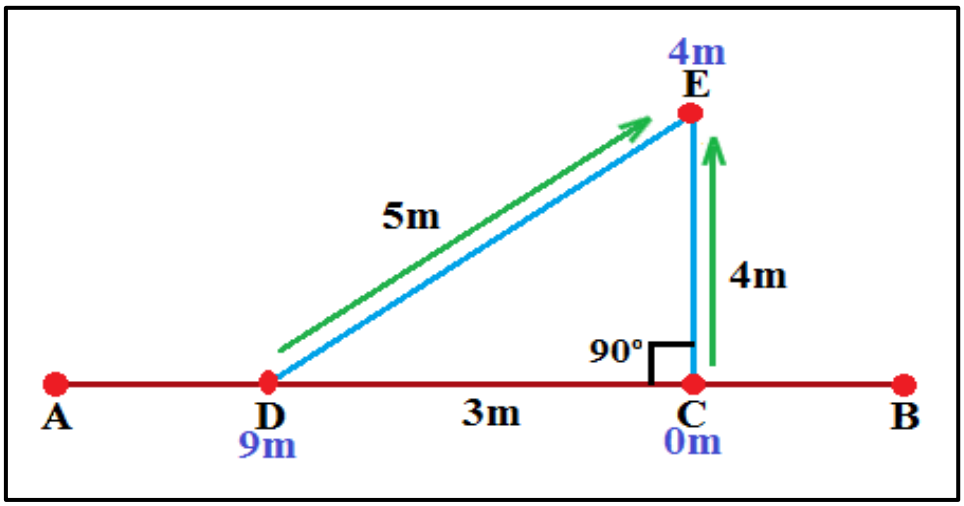
1- ارتداء بدلة العمل وتقسيم الطلاب الى مجاميع وكل مجموعة تتكون من (4) طلاب .
2- نحدد موقع العمل ورسم المخطط (Sketch) لتنفيذ التمرين ، نعين فيه نقطتين ولتكن نقطة البداية A ونقطة النهاية B للمسافة الافقية (خط المستقيم AB) ونثبت وتد وشاخص في كل من نقطة A و B وذلك بتوجيه من الشخص الراصد الذي يقف خلف الشاخص في نقطة البداية A بمسافة m (1−2) يوجه الشخص المساعد لتثبيت الشاخص في نقطة النهاية B بحيث تقعان على استقامة واحدة .
3- تثبيت نقطة ولتكن D على الخط المستقيم AB تبعد مسافة معينة من نقطة A ويثبت شاخص فيها .

4- يثبت نقطة اخرى ولتكن C على الخط المستقيم AB وتبعد مسافة (3 m) عن النقطة D ويثبت شاخص فيها ايضا .

5- يقف الشخص الراصد خلف الشاخص في نقطة A بمسافة (1–2) m وبتوجيه منه للشخصين المساعدين يثبتان الشاخصين في نقطة C وفي نقطة D بحيث تكون الشواخص الاربعة على استقامة واحدة (اي يرى الشخص الراصد الشواخص الاربعة كشاخص واحد) ، ويثبت نبلة في كل من نقطة C ونقطة D .

6- يمسك الشخص المساعد بداية الشريط عند القراءة (0 m) من شريط القياس بصورة جيدة في نقطة C ويمسك الشخص المساعد الثاني الشريط عند القراءة (9 m) بصورة جيدة في نقطة D ، لأنها جمع المسافة (CE + ED) .

7- يمسك الشخص الراصد الشريط عند القراءة (4 m) بصورة جيدة ويتحرك على الارض الى ان يتم عمل المثلث الافقي DCE وبالشد الجيد على شريط القياس والتأكد من افقيته وعدم ملامسته الارض ، يتم تثبيت النقطة E على الارض ، من ثم يثبت نبلة فيها كما في الشكل (2 - 21) .



الشكل (2 - 21) يوضح إنشاء المثلث الافقي DCE وثبيت نقطة E عند القراءة (4m)

8- يكون الضلع EC عمودي على الضلع DC (أي العمود EC عمودي على خط المستقيم (المسافة الافقية AB) من نقطة واقعة عليه (نقطة C)) .

9- تكون قراءات شريط القياس في النقاط كالآتي : (D = 9 m ، E = 4 m ، C = 0 m , 12 m) وتكون اطوال اضلاع المثلث (CE = 4 m ضلع قائم ، ED = 5 m الوتر ، DC = 3 m ضلع قائم) .

10- تجمع المسافة الكلية (اطوال اضلاع المثلث) = (DC + ED + CE)

$$3 + 5 + 4 =$$

$$12 \text{ m} =$$

والتي تشكل مثلث قائم الزاوية في نقطة C

11- تقييم عمل كل طالب في المجموعة واداء المجموعة من قبل الاستاذ المشرف من خلال متابعتهم اثناء تنفيذ التمرين ، وتقييم ما تم تدوينه في الدفتر الحقلي .

2 - 5 قياس المسافة المائلة المنتظمة وغير المنتظمة :

Measuring Regular and Irregular Slope distance

يتم قياس المسافات في الاراضي المائلة في معظم الاعمال والمشاريع الهندسية كالطرق ومشروعات تمديد خطوط المياه والصرف الصحي والمبازل وغيرها بحيث تكون نسبة الانحدار او الميل معلومة من المخطط التصميمي للمشروع فمثلا في مشاريع الطرق والسكك الحديدية يتم تحديد نسب الميل والانحدارات بناء على اعتبارات هندسية وفنية تتفق مع المواصفات المعتمدة في تصميم وتنفيذ المشاريع ، فيتم قياس المسافات على الاراضي المائلة باستخدام احد ادوات القياس اضافة الى عدد من الاوتاد والشواخص والنبال والشاقول وايضا الميزان المائي (القبان) . و يتم القياس على طريقتين :

1- قياس المسافة المائلة المنتظمة : (سطح الارض ذو ميل (انحدار) منتظم)

Measuring Regular Slope distance

هو قياس المسافات في الاراضي المنتظمة الانحدار اي انه سطح المنحدر منتظم وعلى منوال واحد ولا يوجد ارتفاعات وانخفاضات خلال مسافة محددة ، وتعتمد هذه الطريقة على تعيين المسافة الافقية اذا علمت (المسافة المائلة ، درجة ميل (انحدار) الارض ، زاوية ميل الارض ، فرق الارتفاع) وذلك عن طريق تقسيم المسافة المائلة المنتظمة الكلية الى عدة اجزاء بحيث يكون لكل جزء مقدار ميل ثابت (اي نفس انحدار الارض) ويكون طول (مسافة) كل جزء اقصر من الطول الكلي لشريط القياس المستخدم في عملية القياس .

2 - 5 - 1 طرق التعبير عن درجة ميل (انحدار) الارض المائلة :

Methods For Expressing The Slope of a Tilted Earth

درجة الميل (الانحدار) تعبر عن شدة الميل لأي سطح مثل الهضبة او طريق او سكة حديدية ، فإذا كانت درجة الميل قيمتها صفر تعني ان السطح مستوي ، وزيادة قيمة درجة الميل تعبر عن زيادة الميل الشاقولي (العمودي) ، وتتوقف نسبة الميل او الانحدار في كثير من الاحيان على نوع التربة وطبيعة المنشأ .

وهنالك ثلاث طرق للتعبير عن درجة الميل (الانحدار) :

1- معدل الميل (الانحدار) : هو النسبة المئوية لناتج قسمة المسافة الرأسية على المسافة الافقية . ونستخدم هذه النسبة بكثرة في الطرق والمرور و الهندسة المدنية ، (تكتب على شكل نسبة مئوية %) مثل 2 % ، 3 % وتعني هذه النسبة أيضا أن لكل 100 متر مسافة أفقية تكون المسافة الرأسية 2 متر او 3 متر .

2- نسبة الميل (الانحدار) : يتم التعبير عن نسب الميل او الانحدار في صورة نسبة مثل (1:1) ، (2:1) وهي نسبة وحدة ارتفاع واحد في عدة وحدات افقية ، اي يمثل الحد الاول من النسبة المقدار الرأسي وسوف نرمز له بالرمز (S_1) أما الحد الثاني من النسبة فيمثل المسافة الافقية وسوف نرمز له بالرمز (S_2) ، مثلا ارتفاع 5 امتار في 100 متر مسير يعادل (20:1) .

3- درجة الميل (الانحدار) : وتعني الزاوية بين خط الميل والخط المستقيم الذي يمثل سطح الارض .

1 - معدل الميل $= \frac{5}{100} \times 100 = 5\ \%$

2 - نسبة الميل $= \frac{5}{100} = \frac{1}{20} = 1{:}20$

3 - درجة الميل $= \tan^{-1}(\frac{1}{20}) = (\ 2^{o}\ 51'\ 44'')$

التمرين 2 - 5 : (قياس المسافات المائلة على الارض ذات ميل (انحدار) منتظم)

أ - الغاية من التمرين :

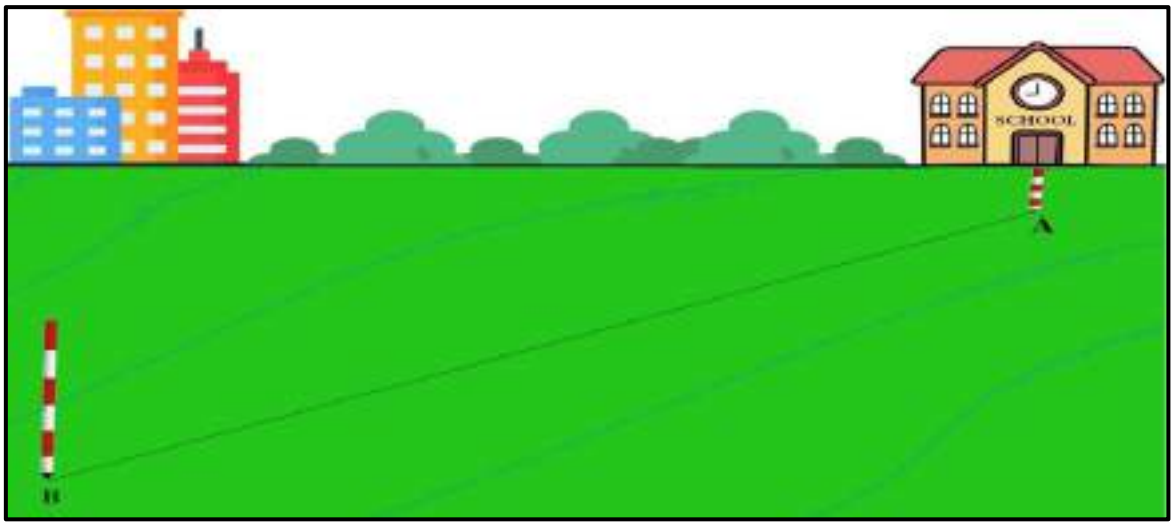
تعليم الطالب كيفية قياس المسافات المائلة في ارض منتظمة الميل ، وحساب طول المسافات المائلة بين نقطتين ، وحساب المسافة الافقية بين نقطتين بمعلومية فرق الارتفاع او زاوية الميل او الانحدار .

ب - الادوات المستعملة :

1- شريط القياس .
2- شاخص عدد 3 .
3- مجموعة من النبال .
4- مطرقة .
5- الميزان المائي (القبان) .
6- الاوتاد عدد 2 .
7- الدفتر الحقلي .

ج - خطوات العمل :

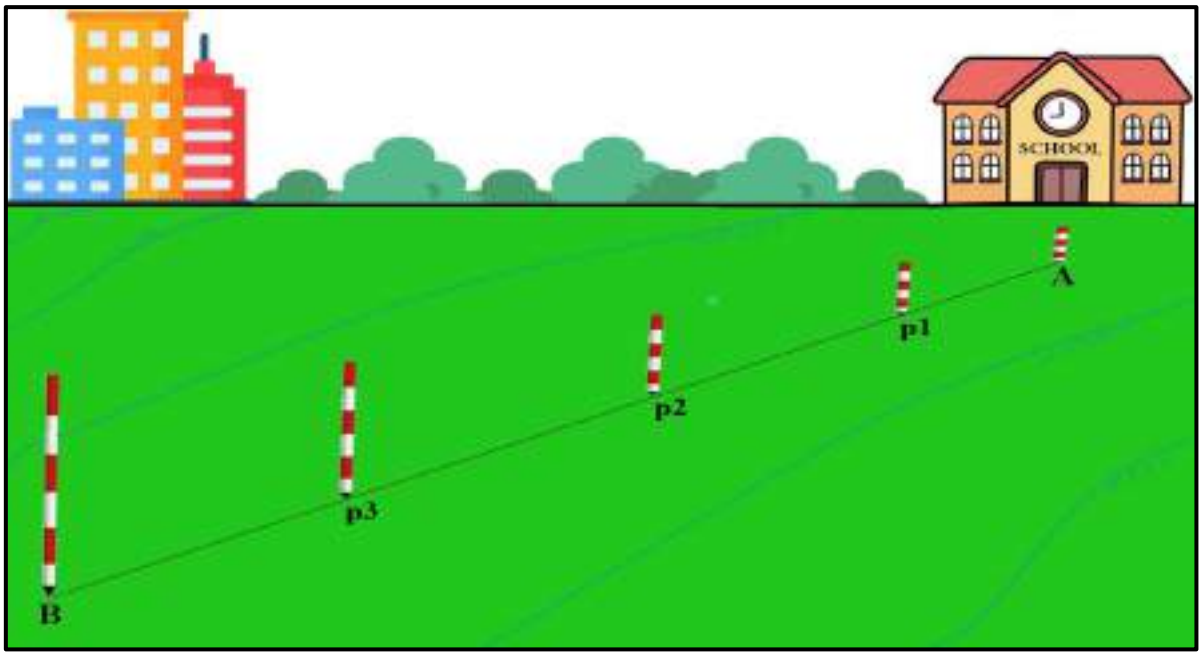
1- ارتداء بدلة العمل وتقسيم الطلاب الى مجاميع وكل مجموعة تتكون من (3) طلاب .
2- اختيار موقع العمل ورسم المخطط (Sketch) لتنفيذ التمرين ، تحدد نقطتين على ارض منتظمة الميل والمراد قياس المسافة بينهما ولتكن النقطة العليا A والنقطة السفلى B .
3- يثبت وتد وشاخص في النقطة A ووتد وشاخص في النقطة B ويتم التوجيه من قبل الشخص الراصد الواقف خلف الشاخص في نقطة A الى الشخص المساعد لتثبيت الشاخص في نقطة B على ان تكونا على استقامة واحدة كما في الشكل (2 - 22) .



الشكل (2 - 22) يوضح المسافة المراد قياسها على ارض منتظمة الميل

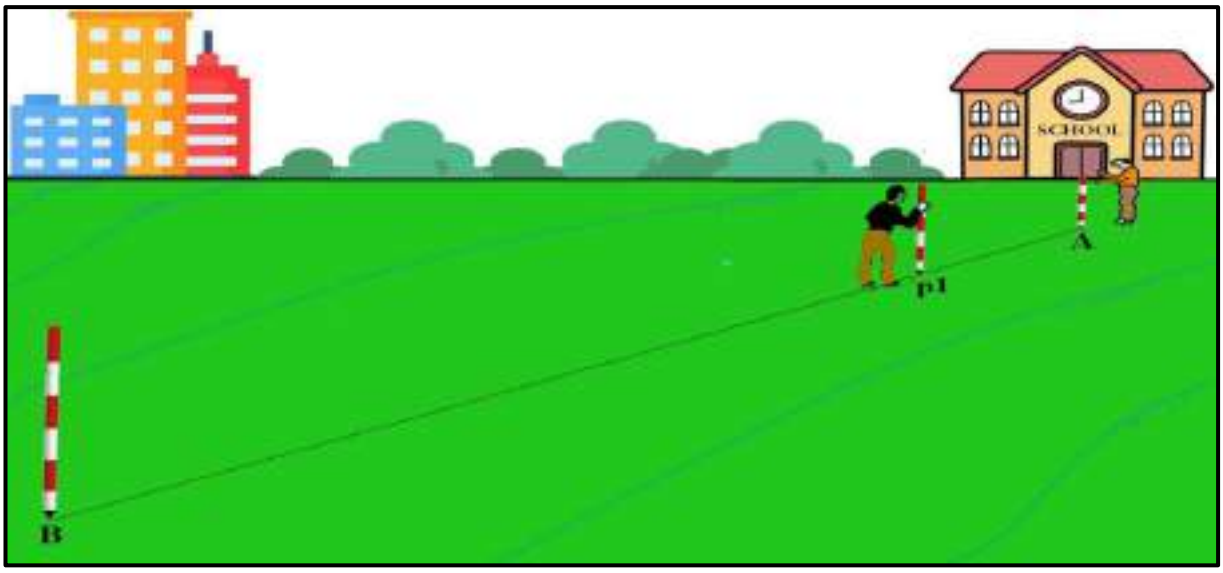
4- تقسم المسافة بين النقطة A الى نقطة B الى عدة اجزاء بحيث يكون لكل جزء ميل ثابت (ميل كل جزء مقدار ثابت) حسب درجة انحدار الارض .

5- وضع شاخص و نبال لكل جزء وتقاس المسافات لكل جزء ويفضل ان تكون مسافات هذه الاجزاء اقل من طول شريط القياس الكلي ، كما في الشكل (2 - 23) .



الشكل (2 - 23) يوضح تقسيم المسافة المراد قياسها لعدة اجزاء حسب ميل كل جزء

6- يبدأ الشخص الراصد بتوجيه الشخص المساعد لتثبيت الشاخص في نقطة P1 التي يكون موقعها على امتداد المسافة AB ، حيث يرى الشخص الراصد الشواخص الثلاث كشاخص واحد (أي النقاط A و P1 و B على استقامة واحدة) كما في الشكل (2 - 24) ، ويثبت نبلة في النقطة التي تكون في نهاية الميل الثابت لهذا الجزء من المسافة المائلة (الجزء الاول) ولتكن نقطة P1 .

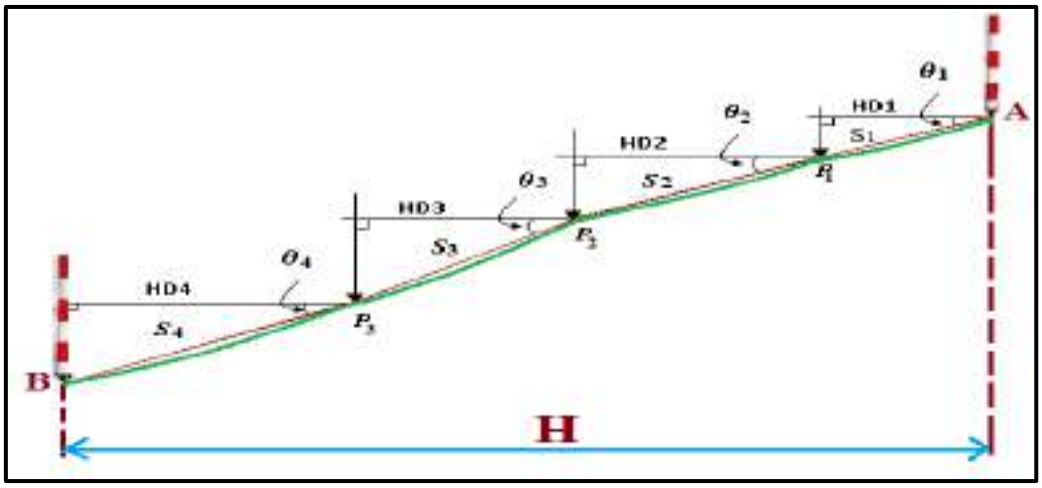


الشكل (2 - 24) يوضح توجيه الشواخص من قبل الشخص الراصد في ارض منتظمة الميل

7- يتم القياس من الاعلى الى الاسفل (من نقطة A الى نقطة P1) ، اي المسافة المائلة (الجزء الاول A ←P1) حيث يثبت الشخص المساعد شريط القياس في مركز النقطة العليا A ، ويسحب الشخص الراصد جزء من شريط القياس الى ان يصل الى مركز النبلة p1 ويقرأ شريط القياس ويدونها في الدفتر الحقلي في الجدول رقم (2 - 2) .

8- قياس زاوية الميل (للجزء الاول A ← P1) اما بأحد اجهزة او ادوات قياس الزوايا او تعطى نظريا (تفرض من قبل الاستاذ المشرف) .

9- تكرر الخطوات اعلاه (6 و7 و 8) لباقي الاجزاء للأرض المنحدرة لإيجاد المسافات المائلة S و زاوية الميل θ لكل من (P1 ← P2) و (P2 ← P3) و (P3 ← B) ، كما في الشكل (2 - 25) .



الشكل (2 - 25) يوضح كيفية ايجاد المسافة المائلة وزاوية الميل لكل الاجزاء في ارض منتظمة الميل

10- حساب المسافة الافقية الكلية بتطبيق القانون التالي :

المسافة الافقية الكلية (HD) = $S_1 \times \cos\theta_1 + S_2 \times \cos\theta_2 + \cdots\cdots$ (15-2)

الجدول رقم (2 - 2) حسابات قياس المسافة الافقية الكلية لأرض منتظمة الميل

اسم التمرين : قياس المسافات المائلة على ارض منتظمة الميل			
Point	**المسافة المائلة S**	**الزاوية θ**	**HD = S × COS θ**
A → P1	S_1 =	θ_1 =	HD_1 =
P1 → P2	S_2 =	θ_2 =	HD_2 =
P2 → P3	S_3 =	θ_3 =	HD_3 =
P3 → B	S_4 =	θ_4 =	HD_4 =
			HD = ∑

11- تقييم عمل كل طالب في المجموعة واداء المجموعة من قبل الاستاذ المشرف من خلال متابعتهم اثناء تنفيذ التمرين ، وتقييم ما تم تدوينه في الدفتر الحقلي .

مثال (2 - 7) : قيست مسافة على ارض منتظمة الانحدار فكانت (S_1 = 150 m) وزاوية الميل لها (θ_1 = 25°) ومسافة اخرى (S_2 = 130 m) وزاوية الميل لها (θ_2 = 30°) ، اوجد المسافة الافقية الكلية ؟

الحل :

المسافة الافقية الكلية = $S_1 \times \cos\theta_1 + S_2 \times \cos\theta_2$

$HD = 150 \times \cos 25° + 130 \times \cos 30°$

$HD = 150 \times 0.906 + 130 \times 0.866$

$HD = 135.94 + 112.58$

$HD = 248.52$ m

2- قياس المسافة المائلة الغير منتظمة : (سطح الارض ذو ميل (انحدار) غير منتظم)

Measuring Irregular Slope distance

هو قياس المسافات في الاراضي المتعرجة التي تتخللها منخفضات ومرتفعات ، ويجري قياس المسافة بهذه الطريقة بشكل متدرج (سلم) ، وذلك بتقسيمها الى عدة اجزاء قصيرة حسب طبيعة سطح الارض ثم يقاس المسقط الافقي (المسافة الافقية) لكل جزء ثم تجمع هذه الاجزاء مع بعضها لتشكل المسافة الافقية المطلوبة وهذه الطريقة بالقياس هو تقريبي ذات نتائج قليلة الدقة .

التمرين 2 - 6 : (قياس المسافة المائلة للأرض ذات ميل غير منتظم)

أ - الغاية من التمرين :

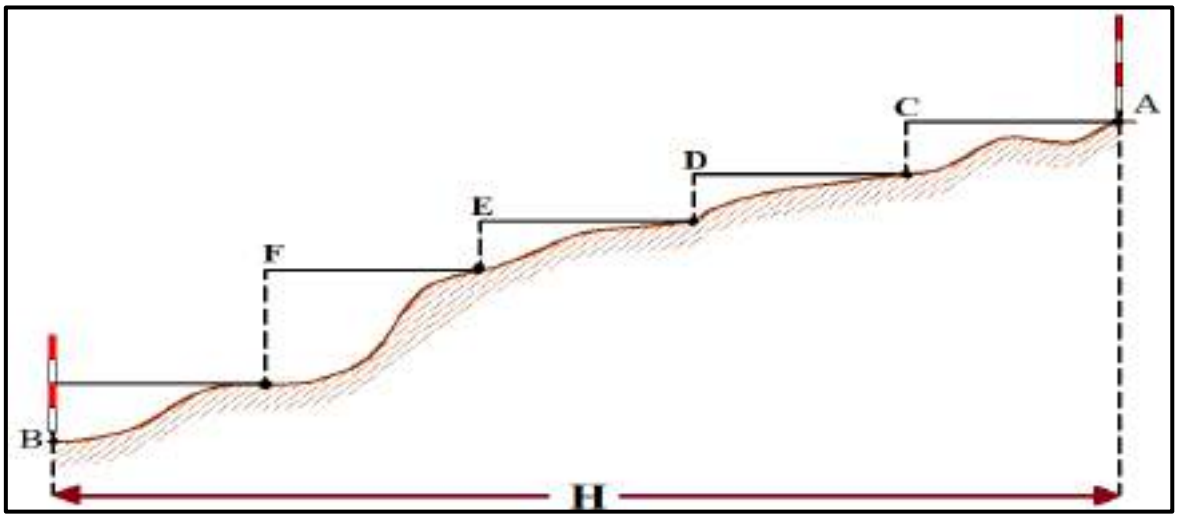
تعليم الطالب كيفية قياس المسافات الافقية في الاراضي الغير منتظمة الميل ، وايضا حساب فرق الارتفاع (المسافة الرأسية) بين نقطتين في ارض غير منتظمة الميل .

ب ـ الادوات المستعملة :

1ـ شريط القياس عدد 2 .
2ـ شواخص عدد 3 .
3ـ مجموعة من النبال .
4ـ الشاقول
5ـ الميزان المائي (القبان) .
6ـ مطرقة .
7ـ اوتاد عدد 2 .
8ـ الدفتر الحقلي .

ج ـ خطوات العمل :

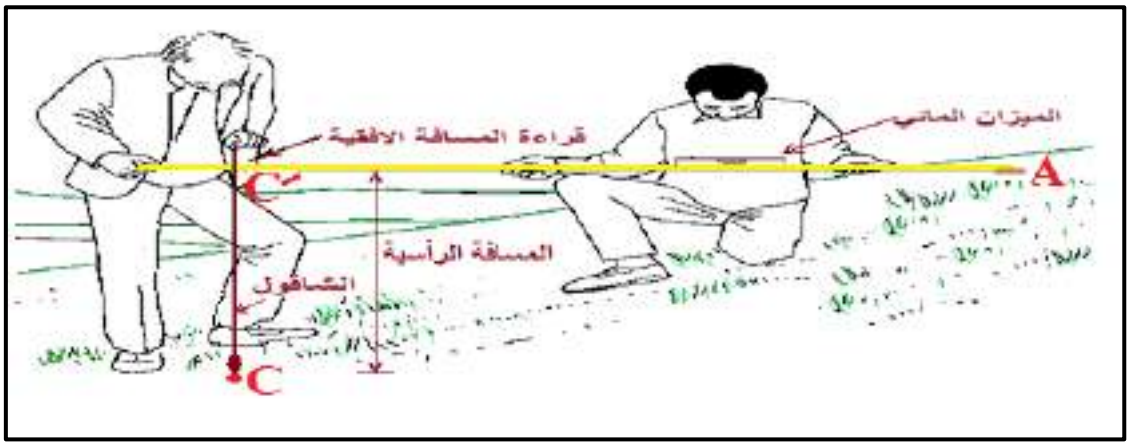
يتم قياس المسافة على عدة مراحل (اجزاء) كما في الشكل (2 ـ 26) ، بحيث يكون الشريط في وضع افقي اثناء كل مرحلة وذلك باستخدام الميزان المائي (القبان) للتأكد من افقية الشريط وخيط الشاقول ، ويتم القياس كالتالي :



الشكل (2 ـ 26) تقسيم الارض الغير منتظمة الميل الى عدة اجزاء لقياسها

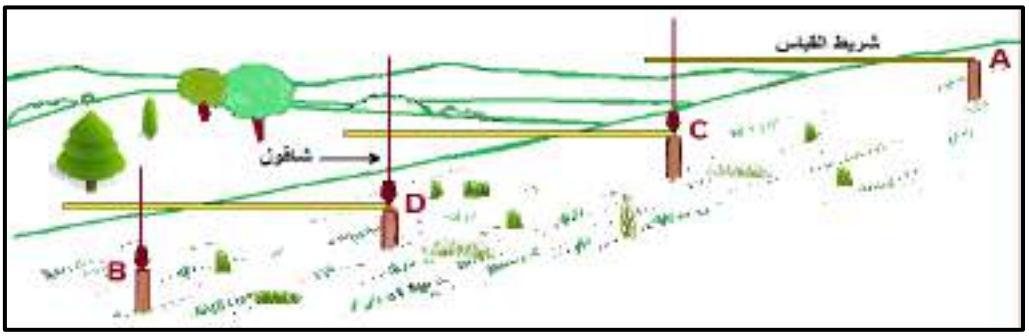
1ـ ارتداء بدلة العمل وتقسيم الطلاب الى مجاميع وكل مجموعة تتكون من (3) طلاب .
2ـ نحدد المسافة المراد قياسها في الارض المتعرجة بتعيين نقطة في الاعلى ولتكن A ونقطة في الاسفل B .
3ـ يثبت وتد وشاخص في كل من نقطة A ونقطة B ، ويتم التوجيه من قبل الشخص الراصد الواقف خلف الشاخص في نقطة A الى الشخص المساعد لتثبيت الشاخص في نقطة B على ان تكون النقطتين على استقامة واحدة ، تقسم المسافة بين النقطة A الى نقطة B الى عدة اجزاء ، ومسافة كل جزء تكون اقل من طول شريط القياس الكلي .
4ـ يبدأ الشخص الراصد بتوجيه الشخص المساعد لتثبيت الشاخص في نقطة C على امتداد المسافة AB، حيث يرى الشخص الراصد الشواخص الثلاث كشاخص واحد (أي النقاط A و C و B على استقامة واحدة) .

5- يبدأ القياس من الاعلى باتجاه الاسفل (من نقطة A الى نقطة C) حيث يثبت الشخص المساعد قراءة (صفر) الشريط في مركز النقطة العليا A ويسحب الشخص الراصد شريط القياس افقيا باتجاه النقطة C.
6- وبعدها بتوجيه من الشخص المساعد يحرك الشخص الراصد الشاقول حتى يرى الشخص المساعد خيط الشاقول والشاخص المثبت في نقطة B على استقامة واحدة بشرط ان يكون الشريط في وضع افقي باستخدام الميزان المائي (القبان) ومتعامداً على خيط الشاقول .
7- يسقط الشخص الراصد الشاقول الى الارض حتى يمس رأس (ثقل الشاقول) سطح الارض ، ثم يثبت نبلة في النقطة التي مس فيها راس الشاقول الارض (نقطة C) ، وتدون قراءة الشريط (المسافة الافقية للجزء الاول AC) عند تقاطع خيط الشاقول مع شريط القياس الافقي كما في الشكل (2 - 27) في الدفتر الحقلي في الجدول رقم (2 - 3) .
8- قياس المسافة الرأسية (العمودية) لكل جزء وذلك بوضع (صفر) شريط القياس (الثاني) في نقطة C (نقطة ملامسة راس (ثقل الشاقول) الارض وسحب شريط القياس الى تقاطع شريط القياس (الاول) الافقي مع خيط الشاقول (C′ - C)) كما في الشكل (2 - 27) ، وتدوين قراءة الشريط للمسافة الرأسية (الجزء الاول AC) في الدفتر الحقلي في الجدول رقم (2 - 3) .



الشكل (2 - 27) يوضح كيفية قياس المسافة الافقية والرأسية للأرض الغير منتظمة الميل

9- ينتقل الشخص المساعد الى (الجزء الثاني من المسافة AB) الى النبلة في نقطة C ويضع (صفر) الشريط في مركزها وينتقل الشخص الراصد الى نقطة اخرى (نقطة D) ثم يكرران الخطوات اعلاه (4 و 5 و 6 و 7 و 8) الى ان يصل الشخص الراصد الى نقطة النهاية B (تكملة كل الاجزاء) كما في الشكل (2 - 28) .



الشكل (2 - 28) قياس المسافات الجزئية الافقية والرأسية في ارض غير منتظمة الميل

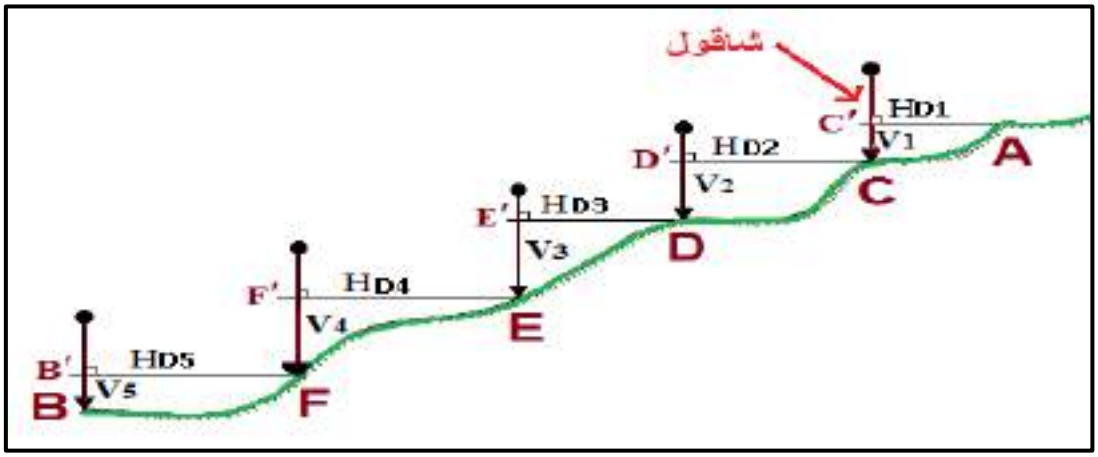
10- حساب المسافة الافقية والرأسية الكلية بتطبيق القانون التالي :

المسافة الافقية الكلية = مجموع المسافات الجزئية الافقية المقاسة بالشريط

$$HD\ (A \rightarrow B) = AC + CD + DE + EF + FB \qquad (16\text{-}2)$$

المسافة الرأسية الكلية = مجموع المسافات الجزئية الرأسية المقاسة بالشريط

$$V = CC' + DD' + EE' + FF' + BB' \qquad (17\text{-}2)$$



جدول (2 - 3) حسابات قياس المسافة الافقية والرأسية الكلية لأرض غير منتظمة الميل

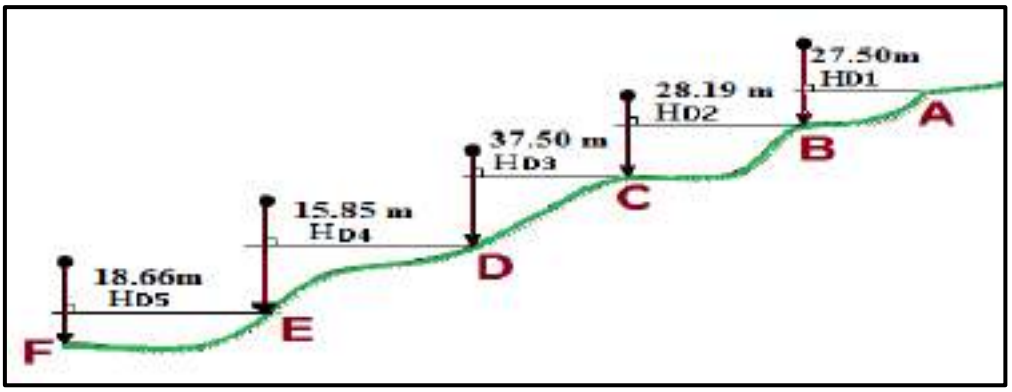
اسم التمرين : قياس المسافات المائلة في ارض غير منتظمة الميل			
Point	**المسافة الافقية HD**	**Point**	**المسافة الرأسية V**
A → C	HD_1 =	C → C′	V_1=
C → D	HD_2 =	D →D′	V_2 =
D → E	HD_3 =	E → E′	V_3 =
E → F	HD_4 =	F → F′	V_4 =
F → B	HD_5 =	B → B′	V_5 =
	HD = ∑		V = ∑

11- تعاد نفس الخطوات اعلاه مع عكس الاتجاه (القياس من نقطة B الى نقطة A) اي ان يكون القياس ذهابا وايابا واخذ المعدل لهما للحصول على الدقة المقبولة .

12- تقييم عمل كل طالب في المجموعة واداء المجموعة من قبل الاستاذ المشرف من خلال متابعتهم اثناء تنفيذ التمرين ، وتقييم ما تم تدوينه في الدفتر الحقلي .

مثال (2 - 8) : احسب طول المسافة الافقية الكلية (AF) في ارض غير منتظمة الميل (الانحدار) حيث قيست المسافات الجزئية المستقيمة لها وكانت كما يلي :

EF =18.66 m ، DE = 15.85 m ، CD = 37.50 m ، BC = 28.19 m ، AB = 27.50 m



الحل : المسافة الافقية الكلية (AF) = مجموع المسافات الجزئية الافقية

$$HD\ (A \rightarrow F) = AB + BC + CD + DE + EF$$

$$HD = 27.50 + 28.19 + 37.50 + 15.85 + 18.66$$

$$HD = 127.7\ m$$

2 ـ 6 حساب المسافة الرأسية بمعلومية المسافة المائلة والانحدار :

Calculating The Vertical Distance by Slope Distance and Slope

ان حساب المسافة الرأسية تستخدم في عمليات حساب المناسيب وفروق الارتفاعات بين الموقع والهدف، ويمكن حساب طول المسافة الرأسية اذا علمت طول المسافة المائلة ونسبة (الميل) الانحدار بتطبيق القانون التالي :

$$H = s_1 \times S \div \sqrt{(s_1)^2 + (s_2)^2} \qquad (18\text{-}2)$$

$$V^2 = S^2 - H^2$$

حيث ان :

H = المسافة الافقية

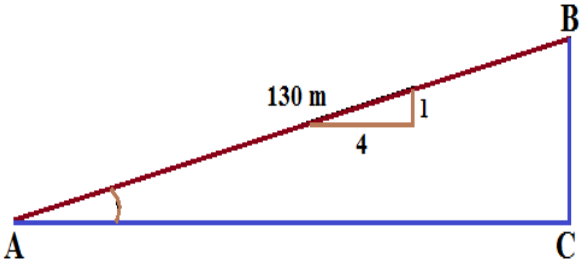
S_1 = وحدة الارتفاع من نسبة الميل

S_2 = الوحدات الافقية من نسبة الميل

S = المسافة المائلة

V = المسافة العمودية

مثال (2 ـ 9) : تم قياس المسافة المائلة على سطح طريق بين نقطتين (A ، B) فكانت = 130 m وكان الانحدار التصميمي لهذا الطريق 1 : 4 ، احسب المسافة الرأسية بين المستوى الافقي المار بنقطة (A) والمستوى الافقي المار بنقطة (B) ؟



الحل : نسبة الانحدار 4:1 = ($s_2 : s_1$) ← ($s_2 = 4$ ، $s_1=1$)

$$H = s_1 \times S \div \sqrt{(s_1)^2 + (s_2)^2}$$

$$H = 1 \times 130 \div \sqrt{(1)^2 + (4)^2}$$

$$H = 1 \times 130 \div \sqrt{1 + 16}$$

$$H = 130 \div 4.12$$

$$H = 31.55 \text{ m}$$

$$V^2 = S^2 - H^2$$

$$V^2 = (130)^2 - (31.55)^2$$

$$V^2 = 16900 - 995.40$$

$$V^2 = 15904.6$$

$$V = \sqrt{15904.6}$$

$$V = 126.11 \text{ m}$$

التمرين 2 - 7 : (حساب المسافة الرأسية (فرق الارتفاع) لطريق منتظم الانحدار لاحد المشاريع الهندسية بانحدار تصميمي 20:1) .

أ ـ الغاية من التمرين :

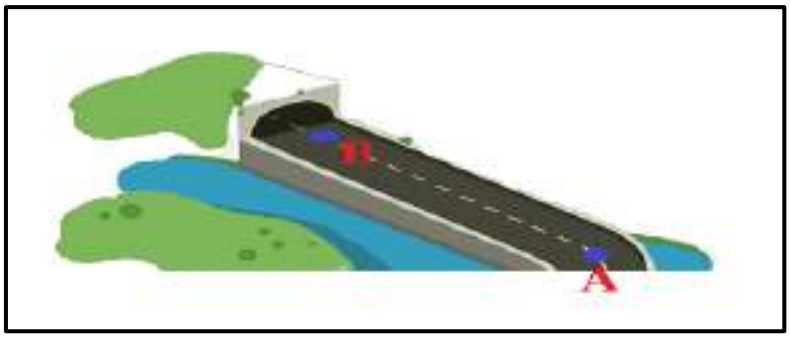
تعليم الطالب حساب المسافة الرأسية (فرق الارتفاع) لطريق او انابيب مياه المجاري او الخندق او ساتر ترابي او مبزل وغيرها بمعلومية المسافة المائلة و نسبة الانحدار .

ب ـ الادوات المستخدمة :

1ـ شريط القياس .
2ـ شواخص عدد 2 .
3ـ اوتاد عدد 2 .
4ـ الدفتر الحقلي .

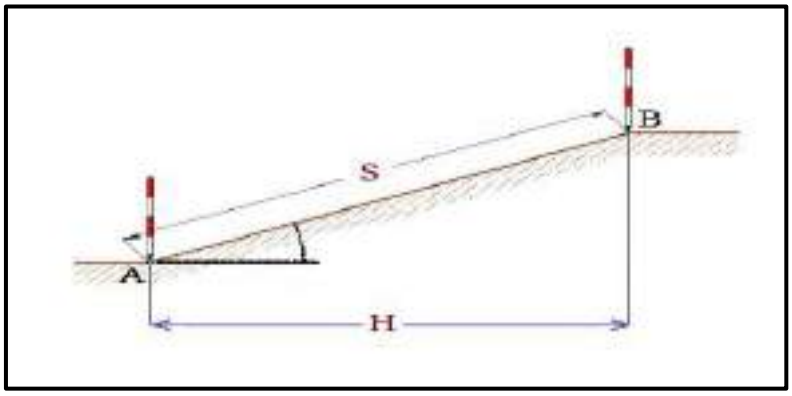
ج ـ خطوات العمل :

1ـ ارتداء بدلة العمل وتقسيم الطلاب الى مجاميع وكل مجموعة تتكون من (طالبين) .
2ـ تثبيت نقطة في بداية الطريق ولتكن نقطة A ووضع وتد فيها ، وتثبيت نقطة في نهاية الطريق ولتكن نقطة B ووضع وتد فيها ، كما في الشكل (2 - 29) .



الشكل (2 - 29) يوضح طريق مائل بانحدار منتظم

3- يثبت شاخص في نقطة A ، وبتوجيه من الشخص الراصد الذي يقف خلف الشاخص في نقطة A بمسافة m (1−2) يثبت الشخص المساعد الشاخص في نقطة B بحيث (يرى الشخص الراصد الشاخصين كشاخص واحد) كما في الشكل (2 - 30) .

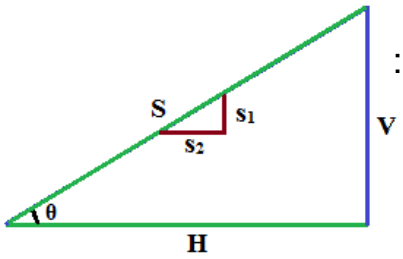


الشكل (2 - 30) يوضح تثبيت شاخص في كل من نقطة البداية والنهاية لطريق مائل

4- يضع الشخص المساعد (صفر) شريط القياس في مركز الوتد (النقطة A) وسحب شريط القياس من قبل الشخص الراصد الى ان يصل الى مركز الوتد (النقطة B) ويقرا شريط القياس ويتم تدوينها في الدفتر الحقلي ، فتكون تلك القراءة هي المسافة المائلة .

5- حساب المسافة الافقية بمعلومية المسافة المائلة ونسبة الانحدار بتطبيق القانون الآتي :

$$H = s_1 \times S \div \sqrt{(s_1)^2 + (s_2)^2}$$



6- حساب المسافة الرأسية (فرق الارتفاع) بتطبيق نظرية فيثاغورس :

(المسافة العمودية)^2 = (المسافة المائلة)^2 − (المسافة الافقية)^2

$$V^2 = S^2 - H^2$$

$$V = \sqrt{S^2 - H^2}$$

7- تقييم عمل كل طالب في المجموعة واداء المجموعة من قبل الاستاذ المشرف من خلال متابعتهم اثناء تنفيذ التمرين ، وتقييم ما تم تدوينه في الدفتر الحقلي .

2 ـ 7 حساب المسافة الرأسية بمعلومية المسافة المائلة والزاوية الرأسية :

Calculating The Vertical Distance by Slope Distance and Vertical Angle

في معظم الاعمال المساحية يتم قياس المسافة المائلة بين نقطتين بالإضافة الى الزاوية الرأسية ومنها يتم حساب المسافة الرأسية (العمودية) عن طريق القانون التالي :

$$V = S \times \sin \theta$$

حيث ان :

V = المسافة الرأسية

S = المسافة المائلة

θ = الزاوية الرأسية

sin = جيب الزاوية θ

مثال (2 - 10) : قاس مساح المسافة المائلة بين نقطة المرصد ونقطة الهدف فكانت = 245.3 m ، ثم قام برصد الزاوية الرأسية لارتفاع الهدف فكانت = 35º ، احسب المسافة الرأسية بين النقطتين المقابلة للزاوية الرأسية المرصودة ؟

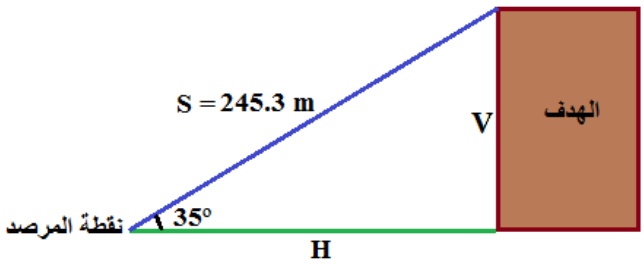
الحل :

$V = S \times \sin \theta$

$V = 245.3 \times \sin (35^{\circ})$

$V = 245.3 \times 0.573$

$V = 140.556$ m



التمرين 2 ـ 8 : (حساب المسافة الرأسية عبر عائق (نهر) باستخدام شريط القياس)

أ ـ الغاية من التمرين :

كيفية ايجاد المسافة الرأسية عبر عائق يعيق القياس والرؤيا ممكنة بشريط القياس بمعلومية المسافة المائلة والزاوية الرأسية .

ب ـ الادوات المستخدمة :

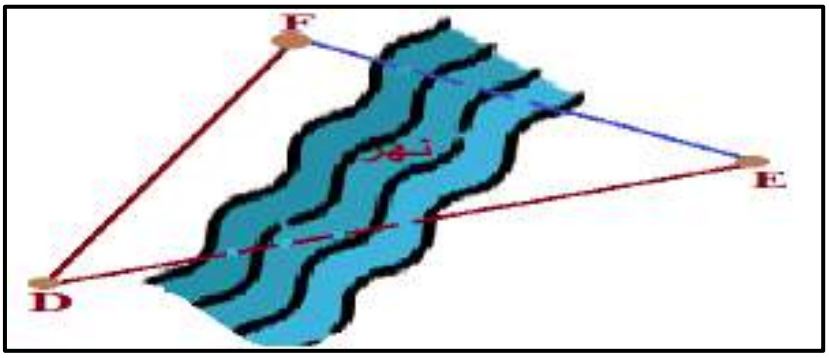
1ـ شريط القياس .
2ـ شواخص عدد 3 .
3ـ نبال عدد 5 .
4ـ الميزان المائي (القبان) .
5ـ الدفتر الحقلي .

ج ـ خطوات العمل :

1ـ ارتداء بدلة العمل وتقسيم الطلاب الى مجاميع كل مجموعة تتكون من (3) طلاب .

2ـ تحديد موقع العمل ورسم المخططات (Sketch) لتنفيذ التمرين ، تثبيت نقطة على يمين العائق (النهر) ولتكن E و نقطة اخرى على يسار العائق نقطة D و تثبيت شاخص ونبلة في كل منهما ، على ان تكونا النقطتين D و E على استقامة واحدة (اي يرى الشاخصين كشاخص واحد من قبل الشخص الراصد) .

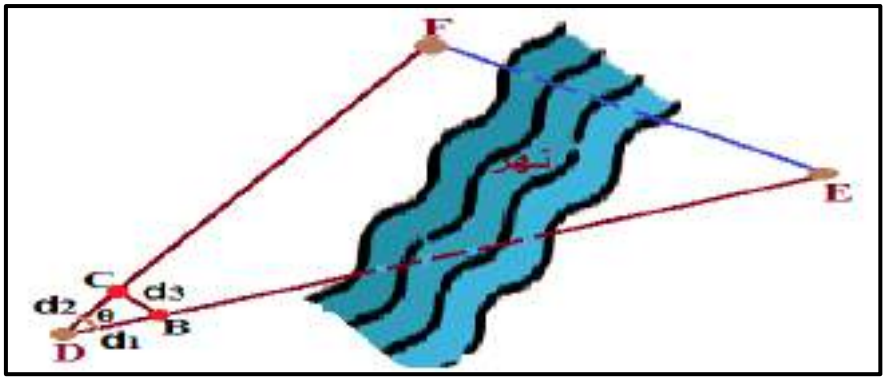
3ـ تثبت نقطة على يسار العائق (النهر) وتجتازه لتكن نقطة F توضع على مسافة معينة من خط المستقيم DE وخارجه عنه ويثبت فيها شاخص ونبلة ، تكون على استقامة واحدة مع نقطة E (يرى الشاخصين كشاخص واحد من قبل الشخص الراصد) فيصبح لدينا المثلث DEF القائم الزاوية في نقطة E ، كما في الشكل (2 - 31) .



الشكل (2 - 31) يوضح تثبيت النقاط والمسافات عبر العائق (النهر)

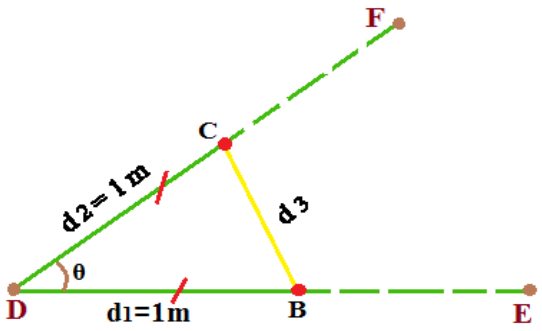
4ـ نقيس المسافة المائلة (الضلع DF) بواسطة شريط القياس وذلك بوضع (صفر) شريط القياس في نقطة D من قبل الشخص المساعد وسحب شريط القياس من قبل الشخص الراصد والتأكد من افقيته وعدم ملامسته للأرض ، تؤخذ القراءة عند مركز النبلة F وتدون القراءة في الدفتر الحقلي .

5ـ نحسب الزاوية الرأسية θ عن طريق عمل مثلث الربط BDC (Tie Triangle) حيث يتم تثبيت نقطة B على امتداد المسافة الافقية DE تبعد مسافة d_1=1m عن نقطة D ونضع نبلة فيها ، ونثبت نقطة C على امتداد المسافة المائلة DF تبعد ايضا مسافة d_2 =1m عن نقطة D ونضع نبلة فيها ، حيث تكون المسافة DC = DB = 1m (d_1= d_2) ، وبعدها يتم قياس المسافة d_3 = BC بشريط القياس وتدوين القراءة في الدفتر الحقلي ، كما في الشكل (2 - 32) .



الشكل (2 - 32) يوضح كيفية تثبيت نقاط مثلث الربط لقياس الزاوية الرأسية

6ـ نطبق قوانين الدوال المثلثية لإيجاد الزاوية θ :



اما من قانون جيب تمام الزاوية :

$$(d_3)^2 = (d_1)^2 + (d_2)^2 - 2 \times (d_1) \times (d_2) \times \cos\theta$$

$$\theta = \cos^{-1} \frac{(d_1)^2 + (d_2)^2 - (d_3)^2}{2 \times (d_1) \times (d_2)}$$

او من قانون جيب الزاوية :

$$\theta = 2 \sin^{-1} \frac{BC}{2} \qquad (19-2)$$

7ـ نجد المسافة الرأسية EF المجهولة بمعلومية المسافة المائلة DF والزاوية الرأسية θ ، بتطبيق قانون جيب الزاوية للمثلث DEF القائم الزاوية في E :

$$\sin\theta = \frac{\text{المسافة العمودية}}{\text{المسافة المائلة}}$$

$$\sin\theta = \frac{EF}{DF}$$

$$EF = DF \times \sin\theta$$

$$V = S \times \sin\theta$$

8ـ تقييم عمل كل طالب في المجموعة واداء المجموعة من قبل الاستاذ المشرف من خلال متابعتهم اثناء تنفيذ التمرين ، وتقييم ما تم تدوينه في الدفتر الحقلي .

2 ـ 8 حساب المسافة المائلة بمعلومية المسافة الرأسية والزاوية الرأسية :

Calculating The Slope Distance by Vertical Distance and Vertical Angle

يتم حساب المسافة المائلة بقياس فرق المنسوب (الارتفاع) بين نهايتي الخط وفي اغلب طرق الرصد يتم تعيين فرق المنسوب بين طرفي الخط بواسطة جهاز الميزان (Level) وبقياس الزاوية الرأسية ، فيتم حساب المسافات المائلة بتطبيق القانون التالي :

$$\sin(\theta) = \frac{V}{S}$$

$$S = \frac{V}{\sin(\theta)}$$

مثال (2 - 11) : في احدى المشاريع الهندسية تم قياس مسافة طريق على ارض مائلة فاذا كانت المسافة العمودية بين نقطتين = 12 m وزاوية الانحدار $\theta = 15^{o}$ ، جد المسافة المائلة ؟

الحل :

$$\sin(\theta) = \frac{V}{S}$$

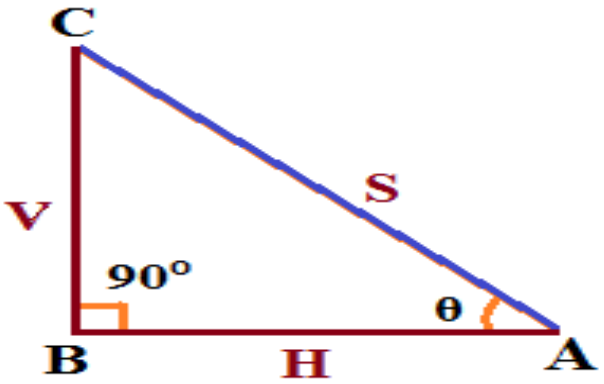
$$\sin(\theta) = \frac{BC}{AC}$$

$$\sin(15°) = \frac{12}{AC}$$

$$0.258 = \frac{12}{AC}$$

$$AC = \frac{12}{0.258}$$

AC = 46.511 m



التمرين 2 - 9 : (حساب المسافة المائلة عبر عائق (نهر) باستخدام شريط القياس)

أ - الغاية من التمرين :

تعليم الطالب كيفية التغلب على عائق يعيق القياس والرؤية ممكنة باستخدام شريط القياس و كيفية قياس المسافة المائلة عبر هذا العائق بمعلومية المسافة الرأسية والزاوية الرأسية .

ب - الادوات المستخدمة :

1- شريط القياس .
2- شواخص عدد 3 .
3- نبال عدد 5 .
4- الميزان المائي (القبان) .
5- الدفتر الحقلي .

ج - خطوات العمل :

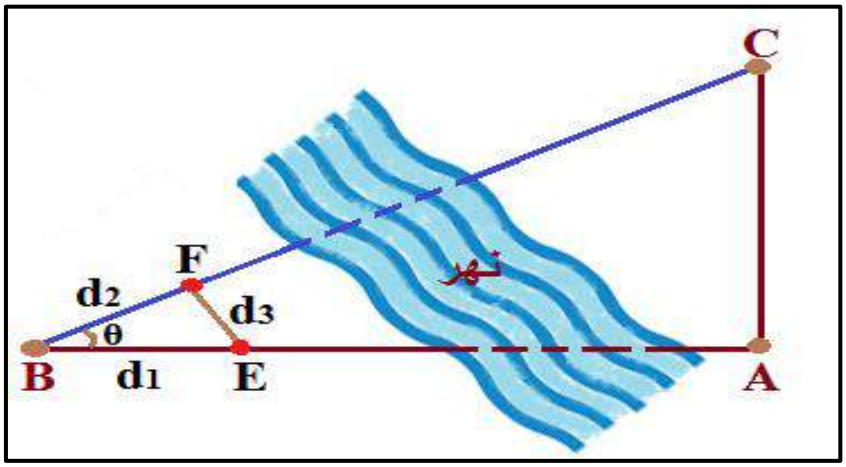
1- ارتداء بدلة العمل وتقسيم الطلاب الى مجاميع كل مجموعة تتكون من (3) طلاب .

2- اختيار موقع العمل ورسم المخطط (Sketch) لتنفيذ التمرين ، تثبيت نقطة على يمين العائق (نهر) لتكن نقطة A ونقطة اخرى على يسار العائق نقطة B وتثبيت شاخص ونبلة في كل منهما ، على ان تكون النقطتين A و B على استقامة واحدة (يرى الشاخصين كشاخص واحد من قبل الشخص الراصد).

3- نثبت نقطة لتكن C على يمين العائق (النهر) وتكون خارجة عن المستقيم (المسافة الافقية AB) بمسافة معينة نثبت فيها شاخص ونبلة بحيث تكون النقطة A والنقطة C على استقامة واحدة (يرى الشاخصين كشاخص واحد من قبل الشخص الراصد) ، ونقيم عمود منها على المسافة الافقية AB بأحد طرق (اقامة او اسقاط عمود على مستقيم) ، فيصبح لدينا العمود AC .

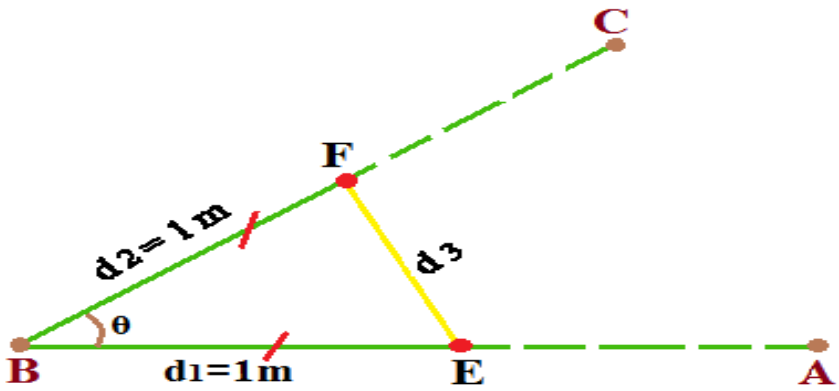
4- نقيس مسافة العمود AC (المسافة الرأسية) بوضع (صفر) شريط القياس في مركز النبلة A من قبل الشخص المساعد و يسحب الشريط الشخص الراصد و بشد جيد للشريط والتأكد من افقيته وعدم ملامسته للأرض ، تؤخذ قراءة شريط القياس عند مركز النبلة C وتدون القراءة في الدفتر الحقلي .

5- نحسب الزاوية الرأسية θ عن طريق عمل مثلث الرابط EBF (Tie Triangle) حيث يتم تثبيت نقطة E على امتداد المسافة الافقية AB تبعد بمسافة d_1 =1m عن نقطة B ، وتثبيت نقطة F على امتداد المسافة المائلة BC تبعد ايضا مسافة d_2 =1m عن نقطة B ، ونضع نبلة في كل منهما ، حيث تكون المسافة BE = BF =1m اي ($d_1 = d_2$) . وبعدها يتم قياس المسافة d_3 = EF بشريط القياس وتدوين القراءة في الدفتر الحقلي ، كما في الشكل (2 - 33) .



الشكل (2 - 33) يوضح المسافات ومثلث الربط لقياس المسافة المائلة عبر عائق (النهر)

6- نطبق قوانين الدوال المثلثية لإيجاد الزاوية θ :



اما من قانون جيب تمام الزاوية :

$$(d_3)^2 = (d_1)^2 + (d_2)^2 - 2 \times (d_1) \times (d_2) \times \cos\theta$$

$$\theta = \cos^{-1} \frac{(d_1)^2 + (d_2)^2 - (d_3)^2}{2 \times (d_1) \times (d_2)}$$

او من قانون جيب الزاوية :

$$\theta = 2 \sin^{-1} \frac{EF}{2}$$

7- نجد المسافة المائلة BC المجهولة بمعلومية المسافة الرأسية (العمودية) AC والزاوية الرأسية θ بتطبيق قانون جيب الزاوية للمثلث BAC القائم الزاوية في A :

$$\sin\theta = \frac{V}{S} = \frac{\text{المسافة العمودية}}{\text{المسافة المائلة}} = \frac{AC}{BC}$$

$$BC = \frac{AC}{\sin\theta}$$

$$S = \frac{V}{\sin(\theta)}$$

8 - تقييم عمل كل طالب في المجموعة واداء المجموعة من قبل الاستاذ المشرف من خلال متابعتهم اثناء تنفيذ التمرين ، وتقييم ما تم تدوينه في الدفتر الحقلي .

2 - 9 حساب المسافة المائلة بمعلومية المسافة الافقية والمسافة الرأسية :

Calculating The Slope Distance by Horizontal Distance and Vertical Distance

يتم حساب المسافة المائلة بقياس المسافة الافقية وتعيين فرق المنسوب بينهما ، ولأن الشكل الذي يربط المسافات الثلاث (الافقية والرأسية والمائلة) يكون بشكل مثلث قائم الزاوية ، فيمكن تطبيق نظرية فيثاغورس لحساب المسافة المائلة :

$$(\text{المسافة المائلة})^2 = (\text{المسافة الافقية})^2 + (\text{فرق الارتفاع})^2$$

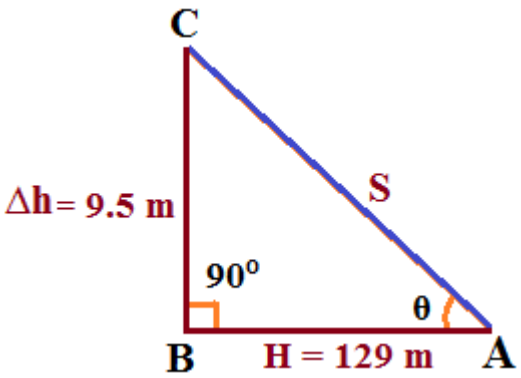
$$S^2 = H^2 + \Delta h^2$$

مثال (2 - 12) : قيست المسافة الافقية (AB) بالشريط على ارض منتظمة الانحدار وكانت المسافة الافقية بين نهايتي المسافة = 129 m ، المطلوب :

1- حساب المسافة المائلة اذا كان فرق المنسوب (فرق الارتفاع) بين النقطتين A و B = 9.5 m ؟

2- حساب معدل الميل (الانحدار) للمسافة AB ؟

الحل : 1- حساب المسافة المائلة بتطبيق نظرية فيثاغورس :



$$S^2 = H^2 + \Delta h^2$$

$$S = \sqrt{H^2 + \Delta h^2}$$

$$S = \sqrt{(129)^2 + (9.5)^2}$$

$$S = \sqrt{16641 + 90.25}$$

$$S = \sqrt{16731.25}$$

S =129.34 m

2- معدل الانحدار = $\frac{\text{فرق المنسوب}}{\text{المسافة الافقية}}$

$$s = \frac{\Delta h}{H}$$

$$s = \frac{9.5}{129}$$

S = 0.07

S = 7 %

التمرين 2 - 10 : (حساب المسافة المائلة عبر عائق (بناية) باستخدام شريط القياس)

أ - الغاية من التمرين :

يتعلم الطالب كيفية قياس مسافة مائلة AB عبر عائق (بناية) القياس والرؤيا غير ممكنة بمعلومية المسافة الافقية والمسافة الرأسية .

ب - الادوات المستخدمة :

1- شريط القياس .
2- شواخص عدد 3 .
3- نبال عدد 3 .
4- الميزان المائي (القبان) .
5- الدفتر الحقلي .

ج - خطوات العمل :

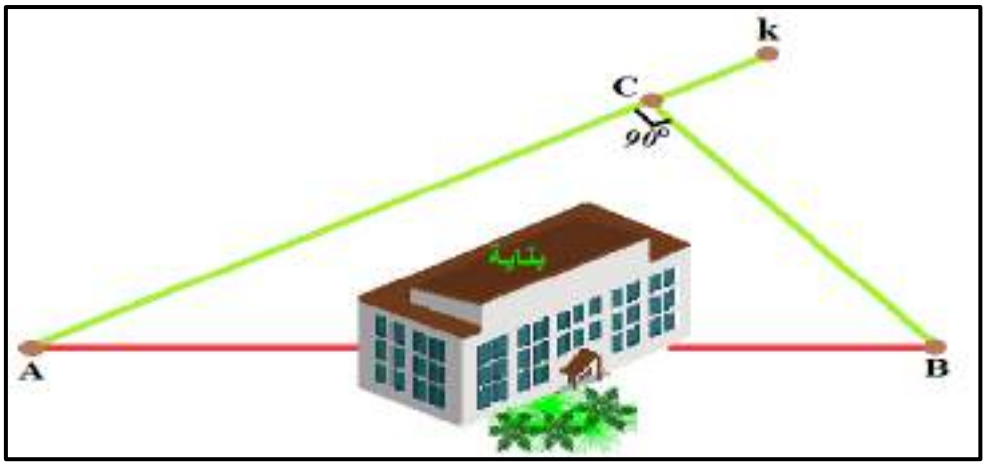
1- ارتداء بدلة العمل وتقسيم الطلاب الى مجاميع كل مجموعة تتكون من (3) طلاب .
2- اختيار موقع العمل ورسم المخطط (Sketch) لتنفيذ التمرين ، تثبيت المسافة الافقية AK على يسار العائق (البناية) ولتكن نقطة البداية A و نقطة النهاية K .

3- وضع شاخص في كل من نقطة A و K ، بحيث يقف الشخص الراصد خلف شاخص نقطة A بمسافة (1 – 2) m وبتوجيه منه يثبت الشخص المساعد الشاخص في نقطة K ، بحيث يرى الشخص الراصد الشاخصين على استقامة واحدة (الشاخصين كشاخص واحد) ، ويثبت نبلة في نقطة A .

4- تثبيت نقطة على يمين العائق (البناية) ولتكن نقطة B ووضع شاخص فيها و بتوجيه من الشخص الراصد الواقف خلف الشاخص في نقطة A يثبت موقع شاخص نقطة B بحيث يقعان النقطتين على استقامة واحدة ، ويثبت نبلة فيها .

5- نسقط عمود من نقطة B على المسافة الافقية AK (خط المستقيم) وذلك بوضع (صفر) شريط القياس في مركز النبلة B من قبل الشخص المساعد وسحب الشريط من قبل الشخص الراصد وتحريك الشريط على الخط المستقيم AK فتكون اقل قراءة يتم قراءتها على الخط المستقيم AK هي العمود المطلوب BC (طريقة اقصر مسافة) فنثبت نقطة C على المسافة الافقية (خط المستقيم AK) ونثبت فيها شاخص ونبلة على ان تكون النقاط الثلاثة نقطة A ونقطة C ونقطة K على استقامة واحدة (اي يرى الشواخص الثلاثة كشاخص واحد) .

6- اصبح لدينا مثلث ABC القائم الزاوية في نقطة C ، نقيس المسافة الافقية AC وذلك بوضع (صفر) شريط القياس في مركز النبلة A من قبل الشخص المساعد وسحب شريط القياس من قبل الشخص الراصد الى ان يصل الى مركز النبلة C ويشد الشريط بصورة جيدة والتأكد من افقيته وعدم ملامسته للأرض ويتم قراءة شريط القياس وتدوينها في الدفتر الحقلي ، كما في الشكل (2 - 34) .



الشكل (2 - 34) يوضح كيفية قياس المسافة المائلة عبر عائق (بناية)

7- ينتقل الشخص المساعد لقياس المسافة الرأسية BC (العمودية) الى نقطة C ووضع صفر شريط القياس في مركز النبلة المثبتة في نقطة C وسحب شريط القياس من قبل الشخص الراصد الى ان يصل الى مركز النبلة المثبتة في نقطة B وبتسليط شد جيد على شريط القياس والتأكد من افقيته وعدم ملامسته للأرض يتم قراءة شريط القياس وتدوينها في الدفتر الحقلي .

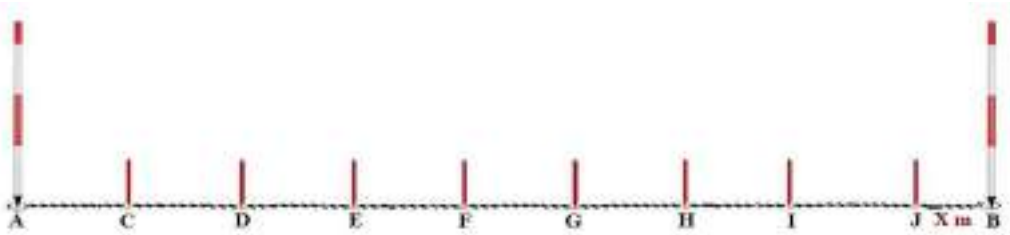
8- اصبحت لدينا المسافة الافقية والرأسية (العمودية) معلومتان ، والمجهول المسافة المائلة ، فنطبق نظرية فيثاغورس لحساب المسافة المائلة AB :

$$(AB)^2 = (AC)^2 + (BC)^2$$

9 - تقييم عمل كل طالب في المجموعة واداء المجموعة من قبل الاستاذ المشرف من خلال متابعتهم اثناء تنفيذ التمرين ، وتقييم ما تم تدوينه في الدفتر الحقلي .

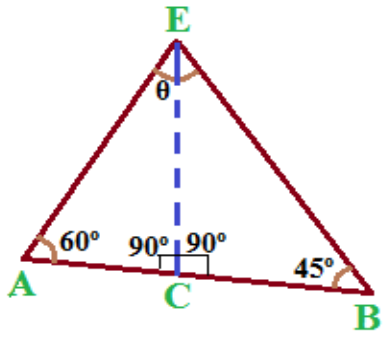
اسئلة الفصل الثاني

س1 / تم قياس المسافة الافقية (AB) وكان عدد النبال التي جمعها المساح الخلفي (8) نبال ، وكان طول الجزء المتبقي من هذه المسافة 20.25 m ، احسب المسافة الافقية الكلية (AB) اذا كان طول شريط القياس المستخدم في القياس = 50 m ؟



الجواب : 420.25 m =

س2 / احسب المسافة الرأسية العمودية الواصلة من نقطة E الى خط المسافة الافقية AB = 180 m في الشكل التالي ؟



الجواب : $\theta = 75^{\circ}$

$AE \approx 131.7$ m

المسافة العمودية $EC = 114.055$ m

س3 / اذا كانت المسافة الافقية بين نقطتين = 25 m وفرق الارتفاع بينهما = 3.7 m ، جد المسافة المائلة ، مع رسم مخطط للشكل ؟

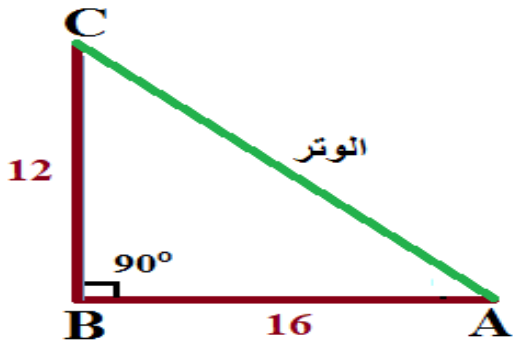
الجواب : S = 25.272 m

س4 / قيست المسافة المائلة لمشروع مبزل في منطقة زراعة بين نقطتين (A) و (B) فكانت المسافة = 28.5 m ، وكان الانحدار التصميمي لهذا المبزل 4 % ، احسب المسافة الافقية بين النقطتين والمسافة الرأسية ، مع رسم مخطط للشكل ؟

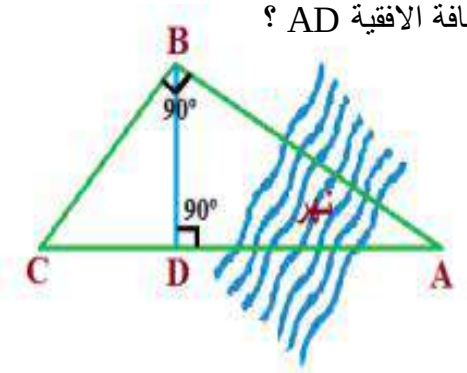
الجواب : V = 28.477 m

س5 / في الشكل المجاور جد طول الوتر ؟

الجواب : AC = 20 m



س6 / اريد قياس عرض نهر باستخدام شريط القياس و الشواخص كما في الشكل ادناه ، اقيم العمود BC في النقطة B على الضلع AB وكذلك اسقط العمود BD على الضلع AC من نقطة B وقيست المسافتين BD = 30 m والمسافة CD = 80m . احسب المسافة الافقية AD ؟



الجواب :

$\theta = 20.55^{o} \approx 21^{o}$

$\propto = 69^{o}$

AD = 11.53 m

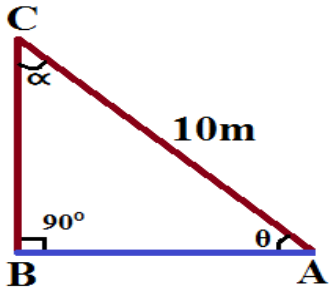
س7 / قاس مساحان مسافة على ارض غير منتظمة الانحدار فكانت المسافات الجزئية المستقيمة من شريط القياس الافقي مع خيط وثقل الشاقول من بداية المسافة الى نهايتها كما جاء في الدفتر الحقلي لهما هي كالتالي : (27.10 m ، 15.30 m ، 22.90 m ، 3.41 m ، 9.620 m) ، احسب طول المسافة الافقية الكلية مع رسم مخطط للشكل ؟

الجواب : المسافة الافقية الكلية (AF) = 78.23 m

س8 / قام مساح بقياس مسافة بين نقطتين على ارض زراعية مائلة ، فقاس المسافة الرأسية (فرق الارتفاع) بين النقطتين فكانت = 8 m والزاوية المقابلة له $\theta = 20^{o}$ ، فما طول المسافة المائلة ، مع رسم مخطط للشكل ؟

الجواب : S = 23.39 m

س9 / في المثلث ABC القائم الزاوية في B جد طول الضلع AB اذا علمت ان زاوية $\theta = 46^{o}$ ، وطول الوتر AC = 10 m ؟



الجواب : AB = 6.946 m

س10 / عدد الطرق التي تستخدم في قياس المسافات (الافقية والمائلة) بصورة مباشرة ؟

س11 / عدد استخدامات شريط القياس ؟

س12 / عرف ما يأتي :

1ـ المسافة المائلة ، 2ـ المثلث القائم الزاوية ، 3 ـ قانون جيب تمام الزاوية

4 ـ نظرية فيثاغورس ، 5 ـ نسبة الميل (الانحدار) ، 6 ـ المسافة المائلة الغير منتظمة

س13 / ما هي طرق قياس المسافات عبر العوائق (الموانع) التي تعيق القياس والرؤيا ممكنة ، مع الرسم ؟

الفصل الثالث

وحدات القياس وتحويلاتها

Measurement Unites and Conversions

اهداف الفصل :

- يتعلم الطالب وحدات القياس المختلفة ويطبق قياس المسافات والمساحات والحجوم والزوايا بوحدات القياس المختلفة .
- يتمكن الطالب من التحويل بين وحدات القياس المختلفة .

وحدات القياس وتحويلاتها

Measurement Unites and Conversions

3- المقدمة :

وحدات القياس هي مقدار محدد يستعمل للتعبير عن كمية ما تعطي وصفا رقميا مثلا للطول (المسافة) او مساحة معينة ، وتستخدم كمعيار لقياس نفس النوع من الكمية ، وغالبا تكون معيارية موحدة بين الجميع . وتحدد وحدة القياس بالاعتماد على بعض القوانين والانظمة حيث ان التعاريف الرسمية لجميع وحدات القياس الاساسية أقرت من خلال المؤتمر العام للأوزان والمقاييس حيث أقر اول هذه التعاريف عام 1889 واخرها عام 2018 ، ولكن تعاريف وحدات القياس قد تطورت وتعدلت عدة مرات على ضوء التطورات التقنية التي شهدتها اجهزة القياس والتي سمحت بتطور معايير القياس بدقة اعلى لتحقيق تعريف الوحدات الاساسية للقياس ، فتنوعت وحدات القياس تبعا للكمية او المقدار الذي يتم قياسه اذ توجد وحدات قياس مختلفة للمسافة (الطول) والمساحة والحجم والزوايا وغيرها من المقادير القابلة للقياس ، ولأهمية وحدات القياس في العمليات المساحية لابد من ذكرها وشرحها في هذا الفصل و هي كالآتي :

3 - 1 وحدات قياس المسافات (الاطوال) Measurement Units Distance

هي وحدات قياس الطول ويمكن تسميتها بوحدات قياس المسافات و تستخدم وحدة قياس الطول (المسافة) للتعبير عن مقدار الطول الذي يمثل المسافة الواصل بين النقطتين لجسم ما ، وهي من الوحدات المستخدمة في القياسات المساحية ، حيث تعتمد الاعمال المساحية في بعض الاحيان على اجراء قياسات طولية أو (المسافات) والزوايا في الطبيعة لذلك من المهم لدارس علم المساحة ان يلم بالنظم والوحدات المختلفة المستخدمة في تنفيذ هذه القياسات و طرق التحويل بينها ، حيث يوجد نظامين مستخدمين (من ابرز انظمة وحدات القياس الشائعة) في قياس المسافات (الاطوال) وهما :

1- النظام المتري The Metric System.
2- النظام الانكليزي English System .

3 - 1 - 1 النظام المتري : The Metric System

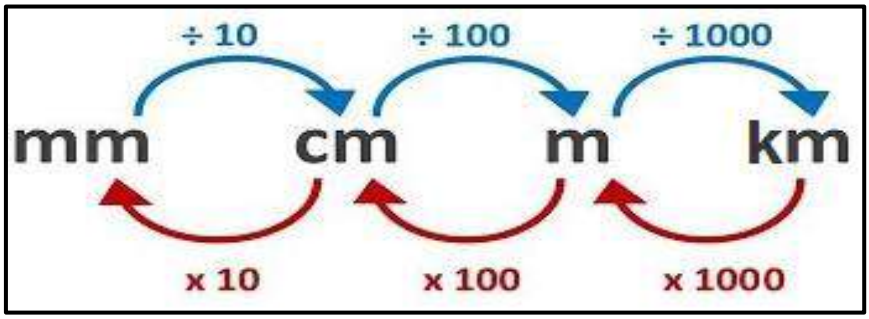
يسمى قديما بالنظام الفرنسي ويسمى حديثا بالنظام الدولي او العالمي (International System) ويرمز له بالرمز (SI) ، ويعتبر نظام وحدات القياس الدولي الاكثر انتشاراً واستعمالاً في العالم باستثناء بعض الدول ، وسمي بالنظام المتري نسبة الى لفظ الكلمة بالإنكليزي (Meter) ، وان وحدة قياس الطول او المسافة في النظام الدولي هي المتر ومضاعفاته و اجزائه وتعتبر الوحدة الاساسية لقياس المسافة .

ويتم استخدام مضاعفات المتر عند قياس المسافات (الطويلة جدا) مثلا المسافة بين مدينتين او الطرق الدولية (ومن مضاعفات المتر ← الكيلومتر) ، ويستخدم اجزاء المتر عند قياس المسافات او الاطوال (الصغيرة) مثلا قياس سمك السقف او ابعاد الكاشي (ومن اجزاء المتر ← الديسيمتر والسنتيمتر والمليمتر) كما موضح في الجدول (3 - 1) .

جدول (3 - 1) يوضح وحدات قياس المسافة (الطول) في النظام المتري (نظام الوحدات العالمي)

	اجزاء المتر			الوحدة الاساسية	مضاعفات المتر
الرمز بالإنكليزي	mm	cm	dcm	m	km
الرمز بالعربي	ملم	سم	دسم	م	كم
اسم وحدة القياس	مليمتر	سنتيمتر	ديسيمتر	متر	كيلومتر

ملاحظة : يمكن تحويل وحدات النظام المتري بسهولة عن طريق الضرب او القسمة على 10 ، كما في الشكل (3 - 1) ، وهنالك قيم ثابتة تمثل العلاقة بين وحدات النظام المتري كما في الجدول (3 - 2) .



الشكل (3 - 1) يوضح تحويل وحدات النظام المتري بالضرب او القسمة على 10

ملاحظة : عند التحويل من الوحدة الصغيرة إلى الوحدة الكبيرة تكون العملية الحسابية (÷) اما عند التحويل من الوحدة الكبيرة الى الوحدة الصغيرة تكون العملية الحسابية (×) ، وهذا التحويل سواء كان ضمن النظام الواحد (النظام نفسه) او بين النظامين (المتري والانكليزي) .

جدول (3 - 2) : يوضح وحدات النظام المتري المستخدمة لقياس المسافة وعلاقتها ببعضها البعض

وحدة قياس المسافة	ما يقابلها من الوحدات
1km	1000 m
1km	10000 dcm
1m	10 dcm
1m	100 cm
1m	1000 mm
1dcm	10 cm
1dcm	100 mm
1cm	10 mm

مثال (3 - 1) : حول مقادير الوحدات التالية الى وحدة القياس (cm) ؟

5 km - d ، 9 m - c ، 15 mm - b ، 10 dcm - a

الحل :

a - 1 dcm = 10 cm

10 dcm = 10 × 10

= 100 cm

---

b - 1cm =10 mm

15 mm = 15 ÷ 10

= 1.5 cm

or

$\frac{\cancel{15}}{\cancel{10}} = \frac{3}{2} = 1.5$ cm

---

c - 1 m = 100 cm

9 m = 9 × 100

= 900 cm

---

d - 1 km = 100,000 cm

5 km = 5 × 100,000

= 500,000 cm

3 - 1 - 2 النظام الانكليزي : English System

ويسمى قديما بالنظام الامبراطوري (Imperial System) وهو اقل استخداماً من النظام المتري واقدم منه ، وتعتبر وحدة القياس (القدم) كوحدة اساسية للطول او المسافة في هذا النظام ويستخدم مضاعفات وحدة القدم او اجزائه في القياس ، كما في الجدول (3 - 3) ، وهنالك قيم ثابتة تمثل العلاقة بين وحدات النظام نفسه كما في الجدول (3 - 4) .

جدول (3 - 3) يوضح وحدات قياس المسافة (الطول) في النظام الانكليزي

	اجزاء القدم	الوحدة الاساسية	مضاعفات القدم	
الرمز بالإنكليزي	in	ft	yd	mi
اسم وحدة القياس بالعربي	أنج	القدم	الياردة	الميل
اسم وحدة القياس بالإنكليزي	inch	foot	yard	mile

جدول (3 - 4) يوضح وحدات النظام الانكليزي المستخدمة لقياس المسافة وعلاقتها ببعضها البعض

وحدة قياس المسافة	ما يقابلها من الوحدات
1 ft	12 in
1 yd	36 in
1 yd	3 ft
1 mi	63360 in
1 mi	5280 ft
1 mi	1760 yd

مثال (3 - 2) : حول المقادير التالية من وحداتها الى وحدة القياس (in) ؟

1.5 mile - a 3.5 foot - b 2.5 yard - c

الحل :

a - 1 mi = 6,3360 in

1.5 mi = 1.5 × 6,3360

= 95,040 in

---

b - 1ft = 12 in

3.5 ft = 3.5 × 12

= 42 in

---

c - 1 yard = 36 in

2.5 yd = 2.5 × 36

= 90 in

التمرين 3 - 1 : (قياس محيط بناية (قسم المساحة) بشكل مستطيل باستخدام شريط القياس بالنظامين المتري (cm) والانكليزي (ft)) .

أ ـ الغاية من التمرين :

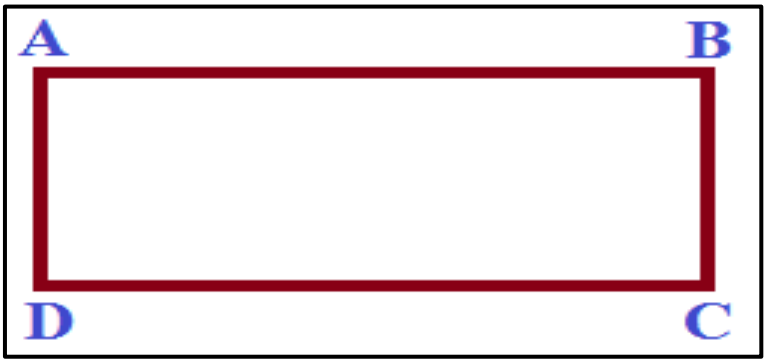
تعليم الطلاب كيفية قياس المسافات باستخدام شريط القياس بوحدات النظام المتري والانكليزي و تحويل وحدات القياس في نفس النظام .

ب ـ الادوات المستعملة :

1ـ شريط قياس عدد (2) بالنظام المتري (m) و النظام الانكليزي (ft) .
2 ـ الدفتر الحقلي .

ج ـ خطوات العمل :

1ـ يقسم الطلاب الى عدة مجاميع و كل مجموعة تتكون من (4) طلاب .
2ـ تقوم كل مجموعة بجولة استطلاعية حول القسم و رسم مخطط (Plan) للبناية و تحديد نقطة في كل ركن من اركان البناية وتسميتها بأحرف كما في الشكل (3 ـ 2) .



الشكل (3 ـ 2) يوضح مخطط محيط بناية (قسم المساحة) بشكل مستطيل

3ـ قياس كل ضلع من اضلاع البناية وذلك بوضع الشخص المساعد (0) شريط القياس في الركن الأول (نقطة A) وسحب الشريط من قبل الشخص الراصد وتسليط الشد على الشريط بصورة جيدة على ان يكون الشريط في وضع افقي الى ان يصل الى الركن الثاني (نقطة B) وقراءة شريط القياس وتثبيتها (طول الضلع AB) في الدفتر الحقلي .
4ـ ينتقل الشخص المساعد الى الركن الثاني (نقطة B) والشخص الراصد الى الركن الثالث (نقطة C) وتكرار العمل كما في الخطوة رقم (3) ، ويتم قياس طول الضلع BC ، وهكذا لبقية أضلاع البناية (الضلع CD والضلع DA) .
5ـ يتم قياس كل ضلع من اضلاع البناية ذهابا وايابا (اي من كلا الاتجاهين) مثلا $\overrightarrow{AB}$ و $\overrightarrow{BA}$ وذلك لزياده دقة العمل .
6ـ تجمع قياسات كل ضلع من كلا الاتجاهين وتقسم على (2) لحساب معدل كل ضلع بتطبيق القانون التالي :

$$AB = \left(\frac{AB+BA}{2} \right) \qquad (1\text{-}3)$$

وهكذا لبقية اضلاع البناية

7ـ تثبيت طول كل ضلع من كلا الاتجاهين ومعدل كل ضلع في الدفتر الحقلي كما في الجدول (3 ـ 5) .

جدول (3 - 5) يوضح ترتيب القياسات والحسابات في الدفتر الحقلي

Side (الضلع)	Length (الطول)	Average (المعدل)
AB		
BA		
BC		
CB		
DC		
CD		
DA		
AD		
		∑ = المحيط

8- حساب محيط البناية بتطبيق القانون التالي :

محيط البناية = AB + BC + CD + DA (2-3)

9- تحويل قياس كل ضلع من البناية ومحيط البناية من وحدات القياس (cm) الى وحدات القياس (m) في النظام المتري بالاستعانة بالجدول (3 - 2) . و تحويل ايضا من وحدات القياس (ft) الى وحدات القياس (in) في النظام الانكليزي بالاستعانة بالجدول (3 - 4) . تثبيت نتائج الحسابات و تحويل الوحدات في الدفتر الحقلي .

10- تقييم عمل الطلاب اثناء العمل والدفتر الحقلي من قبل الاستاذ المشرف .

ملاحظة : كل مجموعة تتكون من (4) طلاب وكل طالبين يستخدمون شريط قياس بأحد النظامين (المتري او الانكليزي) لكن الحسابات و تحويل الوحدات خطوة رقم 8 وخطوة رقم 9 تكون للمجموعة بأكملها .

3 - 2 وحدات قياس المساحة : Area Measurement Units

وحدة قياس المساحة هي وحدة قياس الحيز المسطح المحصورة في منطقة معينة او مقدار امتداد سطح ما او وصف لمقدار السطح الذي يغطيه جسم ما ، حيث تكون وحدات المساحة مشتقة من وحدات المسافة (الطول) لكنها وحدات مربعة (وحدات تربيعية) ، حيث تكون الوحدة الاساسية لقياس المساحة في النظام المتري هي المتر المربع (m^2) ومضاعفاته واجزائه كما في الجدول (3 - 6) ، وفي النظام الانكليزي القدم المربع (ft^2) ومضاعفاته واجزائه كما في الجدول (3 - 7) .

و هنالك وحدات قياس المساحات الزراعية يستخدم في العراق (أولك ، الدونم ، الكيلومتر المربع ، الهكتار) كما في الجدول (3 - 8) .

جدول (3 - 6) يوضح وحدات قياس المساحة في النظام المتري وعلاقتها ببعضها البعض

وحدة قياس المساحة	ما يقابلها من الوحدات
$1km^2$	$1,000, 000\ m^2$
$1m^2$	$100\ dcm^2$
$1m^2$	$10,000\ cm^2$
$1m^2$	$1,000, 000\ mm^2$
$1dcm^2$	$100\ cm^2$
$1dcm^2$	$10,000\ mm^2$
$1cm^2$	$100\ mm^2$

مثال (3 - 3) : تبلغ مساحة احد المدن $185\ km^2$ ، فكم تبلغ المساحة بوحدة (m^2) ؟

الحل :

$1\ km^2 = 1,000, 000\ m^2$

$185\ km^2 = 1000,000 \times 185$

$= 185,000,000\ m^2$

جدول (3 - 7) يوضح وحدات قياس المساحة في النظام الانكليزي وعلاقتها ببعضها البعض

وحدة قياس المساحة	ما يقابلها من الوحدات
$1\ ft^2$	$144\ in^2$
$1\ yd^2$	$1296\ in^2$
$1\ yd^2$	$9\ ft^2$
$1\ mi^2$	$4014489600\ in^2$
$1\ mi^2$	$27878400\ ft^2$
$1\ mi^2$	$3097600\ yd^2$

جدول (3 - 8) يوضح وحدات قياس المساحات الزراعية في العراق

وحدة قياس المساحة	ما يقابلها من الوحدات
1 أولك	$100\ m^2$
1 دونم	25 أولك
1 دونم	$2500\ m^2$
$1\ km^2$	400 دونم
1هكتار	$10000\ m^2$
1 هكتار	4 دونم
$1\ km^2$	100 هكتار

مثال (3 - 4) : اذا كانت مساحة مزرعة = 50 هكتار ، فما مساحتها بالدونم ؟

الحل :

4 دونم = 1 هكتار

50 هكتار = 4 × 50

= 200 دونم

مثال (3 - 5) : قطعة ارض على شكل شبه منحرف ، تم قياس قاعدتيها المتوازيتين فكانت على التوالي 15 km و 20 km ، وتم قياس المسافة العمودية بين القاعدتين فكانت = 5000 m ، احسب مساحة الارض ؟

الحل : 1- نوحد وحدات القياس بتحويل m الى km كالآتي :

km = 1000 m

5000 m = 5000 ÷ 1000

= 5 km

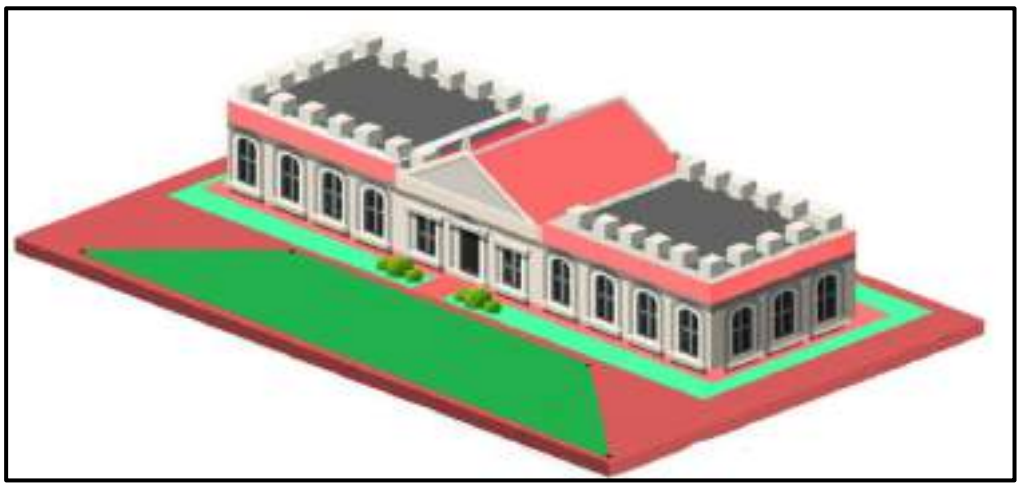
2- نجد مساحة قطعة الارض (مساحة شبه المنحرف A) :

$$A = \frac{h \times (B + b)}{2} \qquad (3 - 3)$$

$$A = \frac{5 \times (20 + 15)}{2}$$

$$A = 87.5 \text{ km}^2$$

التمرين 3 - 2 : (قياس مساحة (ساحة المدرسة) بشكل (شبه منحرف) باستخدام شريط القياس بوحدات (m^2) ووحدات ($yard^2$)) .



أ ـ الغاية من التمرين :

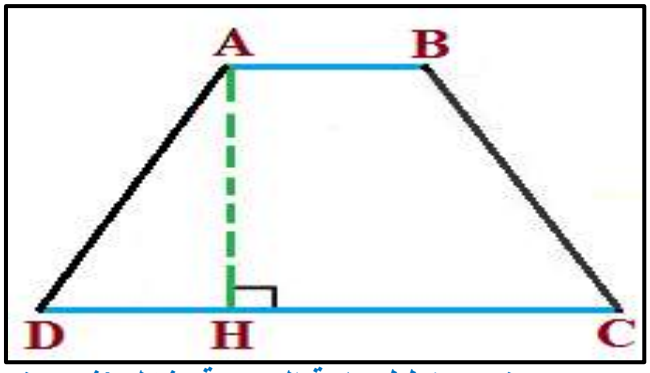
تعليم الطالب كيفية قياس وحساب المساحات للأشكال الهندسية المنتظمة (شبه المنحرف) بالنظامين المتري والانكليزي ، كيفية تحويل وحدات المساحة في نفس النظام .

ب ـ الادوات المستعملة :

1ـ شريط قياس عدد 2 بالنظام المتري والانكليزي .
2ـ شواخص عدد 2 .
3ـ نبال عدد 5 .
4ـ الدفتر الحقلي .

ج ـ خطوات العمل :

1ـ يقسم الطلاب الى عدة مجاميع و كل مجموعة تتكون من (4) طلاب .
2ـ يرسم مخطط (plan) لساحة المدرسة (بشكل شبه منحرف) وتسمى نقاط اركان الشبه المنحرف بالأحرف ولتكن (D , C , B , A) كما في الشكل (3 - 3) .



شكل (3 - 3) يوضح مخطط ساحة المدرسة بشكل (شبه منحرف)

3ـ تثبيت شاخص في الركن الاول (نقطة A) من قبل الشخص الراصد وتوجيه الشخص المساعد لتثبيت الشاخص في الركن الثاني (نقطة B) (اي تقعان على استقامة واحد نقطة A و B) وايضا تثبيت الشاخص في الركن الثالث (نقطة C) والركن الرابع (نقطة D) (بحيث تقعان على استقامة واحدة نقطة C و D) وتثبيت نبلة في كل ركن (نقطة) .
4ـ اقامة عمود من الركن الاول (نقطة A) على خط المسافة (الضلع DC) القاعدة الكبرى من نقطة خارجة عنه (بطريقة اقصر مسافة) ، وتثبيت نقطة عند قراءة شريط القياس اقل مسافة على امتداد خط المسافة DC ولتكن (نقطة H) وتثبيت نبلة فيها ، فيصبح لدينا العمود AH وهو ارتفاع شكل (الشبه المنحرف) ، وتثبيت القراءة (الارتفاع AH) في الدفتر الحقلي .
5ـ قياس الضلع AB القاعدة الصغرى بوضع الشخص المساعد (0) شريط القياس في مركز النبلة (نقطة A) وسحب شريط القياس من قبل الشخص الراصد الى مركز النبلة (نقطة B) ، و قراءة الشريط وتثبيتها في الدفتر الحقلي .
6ـ قياس الضلع CD القاعدة الكبرى كما في خطوة رقم (5) ، وتثبيتها في الدفتر الحقلي .
7ـ حساب مساحة ساحة المدرسة (الشبه المنحرف) بتطبيق القانون التالي :

$$\text{مساحة شبه المنحرف } A = \frac{(B+b)\times h}{2} = \frac{(AB + CD)\times AH}{2}$$

8- تحويل وحدات شبه المنحرف في النظام المتري من وحدات (m^2) الى وحدات (cm^2) و (km^2) بالاستعانة بالجدول (3 - 6) ، وفي النظام الانكليزي من وحدات ($yard^2$) الى وحدات (ft^2) بالاستعانة بالجدول (3 - 7) ، وتثبيت نتائج الحسابات ووحدات تحويل وحدات المساحة في الدفتر الحقلي .
9- تقييم عمل الطلاب اثناء العمل والدفتر الحقلي من قبل الاستاذ المشرف .

ملاحظة : 1- كل مجموعة تتكون من (4) طلاب وكل طالبين يستخدمون شريط القياس بأحد النظامين في خطوة رقم (4 و 5 و 6) ، اما الحسابات وتحويل الوحدات خطوة رقم (7 و 8) تكون للمجموعة بأكملها .
2- يفرض الاستاذ المشرف شكل هندسي منتظم في حالة كانت ساحة المدرسة شكل هندسي غير منتظم .

3 - 3 وحدات قياس الحجم : Volume Measurement Units

ان الحجم بشكل عام وهو الحيز المحصور بثلاثة ابعاد وهو حاصل ضرب (الطول × العرض × الارتفاع) ، والوحدات المستخدمة لقياسه هي وحدات مشتقة من وحدات المسافة (الطول) لكن تكون وحدات تكعيبية ، حيث تكون الوحدة الاساسية لقياس الحجم في النظام المتري هي m^3 لأنها ناتج ضرب ($m \times m \times m$) ومضاعفاته واجزاءه كما في الجدول (3 - 9) ، اما في النظام الانكليزي فتكون وحدات (ft^3) ومضاعفاته واجزائه كما في الجدول (3 - 10) .

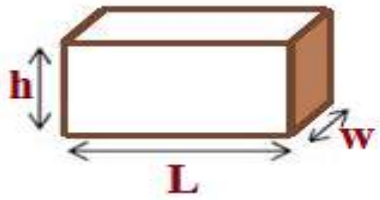
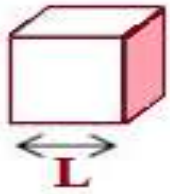
جدول (3 - 9) يوضح وحدات قياس الحجم في النظام المتري وعلاقتها ببعضها البعض

وحدة قياس الحجم	ما يقابلها من الوحدات
$1km^3$	1,000, 000,000 m^3
$1m^3$	1000 dcm^3
$1m^3$	1000,000 cm^3
$1m^3$	1,000, 000,000 mm^3
$1dcm^3$	1000 cm^3
$1dcm^3$	1000,000 mm^3
$1cm^3$	1000 mm^3

جدول (3 - 10) يوضح وحدات قياس الحجم في النظام الانكليزي وعلاقتها ببعضها البعض

وحدة قياس الحجم	ما يقابلها من الوحدات
$1in^3$	0.00058 ft^3
1 ft^3	1728 in^3
1 yd^3	46656 in^3
1 yd^3	27 ft^3
1 mi^3	5451776000 yd^3

3 - 3 - 1 حساب بعض حجوم الاشكال الهندسية المنتظمة :

متوازي المستطيلات	المكعب
$V = L \times W \times h$ 	$V = L \times L \times L$ 

مثال (3 - 6) : خزان ماء على شكل متوازي المستطيلات ابعاده = (4 × 2.5 × 2) ft ، جد حجم الخزان بوحدة (yard) ؟

الحل : 1- نجد حجم الخزان (حجم متوازي المستطيلات) :

$V = L \times W \times h$ (4-3)

$V = 4 \times 2.5 \times 2$

$V = 20\ ft^3$

2- تحويل وحدة حجم الخزان من ft^3 الى yd^3 :

$1\ yd^3 = 27\ ft^3$

$V = 20 \div 27$

$V = 0.7407\ \ yd^3$

التمرين 3 - 3 : (قياس حجم غرفة (الصف الدراسي) باستخدام شريط القياس بالنظامين المتري والانكليزي) .

أ - الغاية من التمرين :

تعليم الطالب كيفية قياس و حساب حجم شكل هندسي منتظم (متوازي المستطيلات) في النظام المتري (m^3) والنظام الانكليزي (in^3) .

ب - الادوات المستعملة :

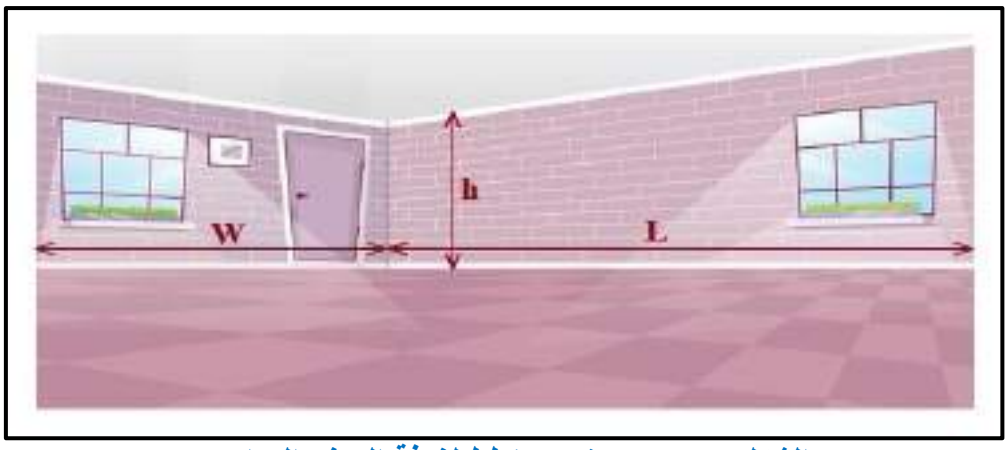
شريط قياس عدد (2) بالنظام المتري والنظام الانكليزي ، الدفتر الحقلي

ج - خطوات العمل :

1- تقسيم الطلاب الى مجاميع و كل مجموعة تتكون من طالبين .

2- رسم مخطط (لغرفة الصف الدراسي) وتسمية الاضلاع الداخلية لغرفة الصف وهي كالآتي :

(ارتفاع الصف = h) و (طول الصف = L) و (عرض الصف = W) ، كما في الشكل (3 - 4) .



الشكل (3 - 4) يوضح مخطط لغرفة الصف الدراسي

3- قياس ارتفاع الصف (h) وذلك بتثبيت الشخص المساعد (0) شريط القياس عند مستوى الكاشي وسحب شريط القياس من قبل الشخص الراصد وتسليط شد جيد على شريط القياس الى ان يصل الى السقف (سقف الغرفة من الداخل) ، وقراءة شريط القياس وتثبيتها في الدفتر الحقلي .
4- قياس طول الصف (L) وهو الضلع الطويل وذلك بوضع الشخص المساعد (0) شريط القياس في ركن (بداية الضلع الطويل) من غرفة الصف وسحب شريط القياس من قبل الشخص الراصد الى ان يصل الى نهاية الضلع الطويل (الركن الثاني) على ان يكون الشريط بوضع افقي وقراءة شريط القياس وتثبيتها في الدفتر الحقلي .
5- قياس عرض الصف (W) الضلع القصير كما في خطوة رقم (4) ، وتثبيتها في الدفتر الحقلي .
6- حساب حجم غرفة الصف (متوازي المستطيلات) ، بتطبيق القانون التالي :

$$\text{الحجم} \quad V = L \times W \times h$$

7- تحويل وحدات قياس حجم (غرفة الصف) في النظام المتري من وحدات (m^3) الى وحدات (cm^3) بالاستعانة بالجدول (3 - 9) ، وفي النظام الانكليزي من وحدات (in^3) الى وحدات (ft^3) بالاستعانة بالجدول (3 - 10) ، وتثبيت نتائج الحسابات و تحويل الوحدات في الدفتر الحقلي .
8- تقييم عمل الطلاب اثناء العمل والدفتر الحقلي من قبل الاستاذ المشرف .

3 - 4 وحدات قياس الزوايا : Angle Measurement Units

تُعد الدائرة هي اساس وحدات قياس الزوايا ولكن تختلف في تقسيمها ، وهنالك ثلاث انظمة لقياس الزوايا وهي :

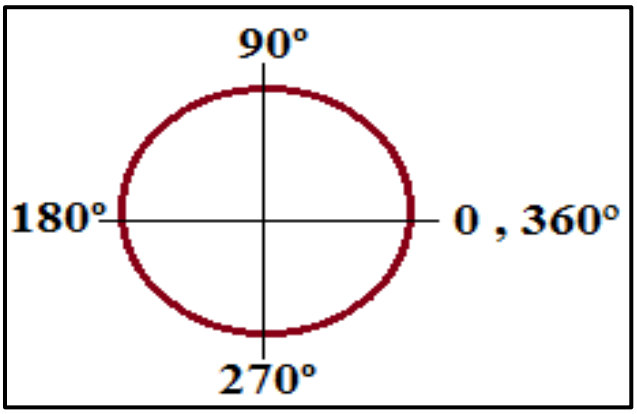
1- النظام الستيني (نظام الدرجات) : Degree Angle System

2- النظام المئوي : Grad System

3- النظام النصف قطري (النظام الدائري) : Radian System

3 - 4 - 1 النظام الستيني : Degree System

الزاوية الستينية هي التي تقابل جزء من محيط الدائرة والذي يساوي $\frac{1}{360}$ ، حيث ان الدورة الواحدة تساوي 360^{o} والزاوية القائمة تساوي 90^{o} درجة ستينية ويرمز لها بالرمز (°) كما في الشكل (3 - 5) ، و الدرجة الواحدة = 60 دقيقة ويرمز للدقيقة بالرمز (′) ، والدقيقة الواحدة = 60 ثانية ويرمز للثانية بالرمز (″) .



الشكل (3 - 5) تقسيمات الدائرة في النظام الستيني

اي ان :

$1^{o} = 60' $ دقيقة

$1' = 60''$ ثانية

$1^{o} = 3600''$ ثانية

* و تكتب الزاوية الستينية بالصيغة التالية :

$\theta = 76^{o}\ 36'\ 20''$

* و تكتب بصيغة اخرى كالتالي :

$\theta = 76 + \frac{36}{60} + \frac{20}{3600}$

للتحويل من الدقائق الى الدرجات — للتحويل من الثواني الى الدرجات

$\theta = 76.6056°$

3 - 4 - 2 النظام المئوي : Grad System

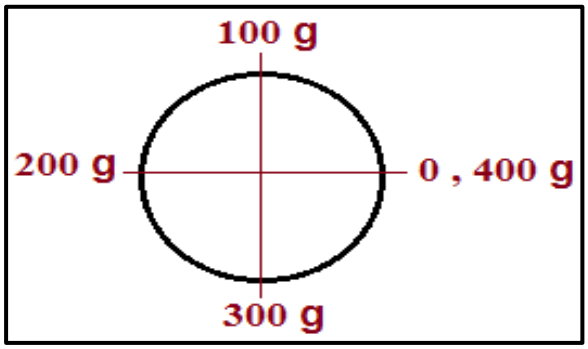
الزاوية المئوية هي التي تقابل قوس من محيط الدائرة والذي يساوي $\frac{1}{400}$ من المحيط ، حيث ان الدورة الواحدة تساوي 400 grad والزاوية القائمة فيه تساوي 100 grad و يرمز لها بالحرف (g) كما في الشكل (3 - 6) ، و الكراد = 100 ^{c} سنتي كراد ، والسنتي كراد = 100 ^{cc} سنتي سنتي كراد .

اي ان :

1^{g} كراد = 100 ^{c} سنتي كراد

1^{c} سنتي كراد = 100 ^{cc} سنتي سنتي كراد

1^{g} كراد = 10 000 ^{cc} سنتي سنتي كراد



الشكل (3 - 6) تقسيمات الدائرة في النظام المئوي

* و تكتب الزاوية المئوية بالصيغة التالية : $\theta = 77.7897\ g$

3 - 4 - 3 النظام الدائري (النصف قطري) : Radian System

الزاوية النصف قطرية وهي التي تقابل قوس دائري يكون طوله مساوي الى نصف قطره ، والزاوية القائمة فيه = $\frac{\pi}{2}$ ويرمز لها (r) مختصر radian (الراديان) كما في الشكل (3 - 7) .

حيث ان الدورة الواحدة تساوي (طول القوس الكلي / نصف القطر) :

اي ان : $2\pi = \frac{\pi\, 2R}{R}$

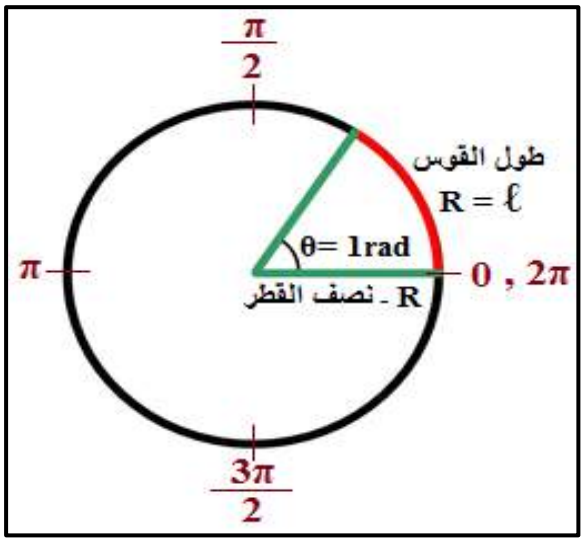
اي ان الدورة الواحدة = 2π ، وقيمة $\pi = 3.14$

يثبت لنا ان الدورة الواحدة في كل نظام هي كالآتي :

النظام الستيني = 360^{o}

النظام المئوي = 400^{g}

النظام الدائري = 2π



الشكل (3 - 7) تقسيمات الدائرة في النظام الدائري

* اما النصف دورة في كل نظام هي كالاتي :

[$180^{o} = \pi = 200^{g}$] علاقة يستفاد منها لتحويل الزوايا من نظام الى اخر

التمرين 3 - 4 : (حساب الزاوية الأفقية باستخدام شريط القياس)

أ - الغاية من التمرين :

يتعلم الطالب كيفية حساب الزاوية الأفقية باستخدام شريط القياس و حسابها في النظام الستيني (Degree System) .

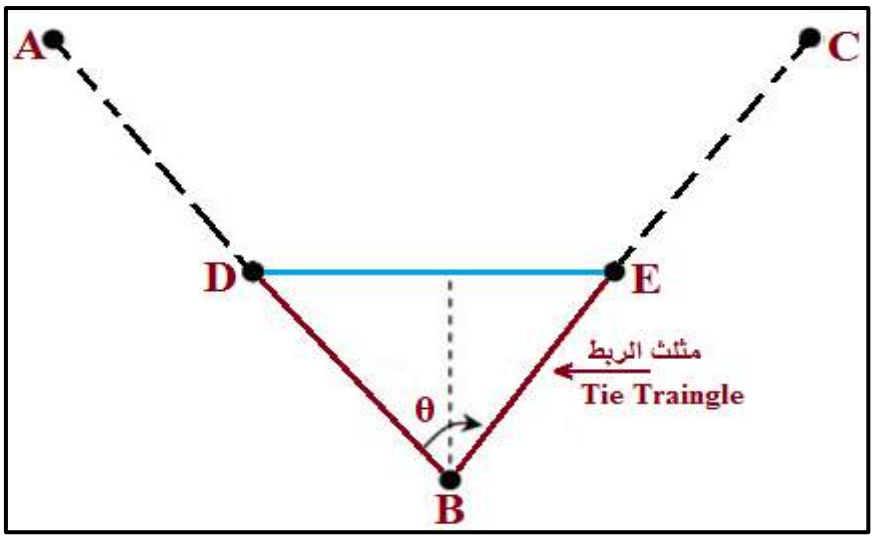
ب - الادوات المستعملة :

1- شريط القياس .
2- الشواخص عدد 3 .
3- نبال عدد 5 .
4 - الدفتر الحقلي .

ج ـ خطوات العمل :

1ـ تقسيم الطلاب الى مجاميع و كل مجموعة تتكون من (3) طلاب .

2ـ رسم مخطط (plan) للزاوية الأفقية في الدفتر الحقلي كما في الشكل (3 ـ 8) ، واختيار موقع العمل .



الشكل (3 ـ 8) يوضح مخطط الزاوية الأفقية

3ـ تثبيت النقاط (A , B , C) في موقع العمل ووضع شاخص في كل منها ، وذلك بتوجيه من الشخص الراصد الواقف خلف النقطة (B) للشخص المساعد لتثبيت الشاخص في نقطة (A) بحيث يرى الشخص الراصد الشاخصين في النقطتين (A , B) على استقامة واحدة ، وكذلك توجيه الشخص المساعد الثاني لتثبيت الشاخص في نقطة (C) من قبل الشخص الراصد بحيث يقعان على استقامة واحدة (C , B) ، فيصبح لدينا خطين مستقيمين يلتقيان في نقطة (B) وتثبيت نبلة في كل نقطة (A , B , C) .

4 ـ تثبيت النقطة (D) على خط المستقيم AB ، ووضع شاخص فيها وذلك بتوجيه من الشخص الراصد للشخص المساعد يتم تثبيت النقطة (D) على امتداد الخط المستقيم AB بحيث تكون الشواخص (النقاط B , D , A) على استقامة واحدة وتبعد مسافة معينة من النقطة (B) ولتكن (1 m) وذلك بقياسها بشريط القياس حيث يتم وضع (0) شريط القياس في مركز النبلة (نقطة B) من قبل الشخص المساعد وسحب الشريط من قبل الشخص الراصد وقراءة مسافة (1m) في شريط القياس وتثبيت النقطة (D) ووضع نبلة فيها .

5ـ تثبيت النقطة (E) على خط المستقيم BC كما في خطوة رقم (4) ، وايضا تبعد مسافة (1 m) عن نقطة (B) ، حيث تكون المسافة (1 m = BD = BE) .

6ـ قياس المسافة الافقية DE بشريط القياس وتثبيتها في الدفتر حقلي .

7ـ اصبح لدينا مثلث الرابط (Tie Triangle) ← (EBD) مثلث متساوي الساقين (BD = BE) وجميع اضلاعه الثلاث مقاسة .

8ـ حساب الزاوية الأفقية (بنظام الدرجات الستيني) بتطبيق القانون التالي :

$$\sin\frac{\theta}{2} = \frac{\frac{1}{2}\ DE}{DB} = \frac{\frac{1}{2}\ DE}{1} = \frac{1}{2} DE$$

$$\sin\frac{\theta}{2} = \frac{1}{2}\ DE$$

$$\therefore\ \theta = 2\sin^{-1}\frac{DE}{2} \qquad (5-3)$$

9- تقييم عمل الطلاب اثناء العمل والدفتر الحقلي من قبل الاستاذ المشرف .

3 - 5 التحويل بين وحدات القياس : Converting Between Measurement Units

من المهم معرفة قيم وحدات القياس بالنسبة لبعضها البعض واختلافها بين الانظمة حتى تتم عملية التحويل بكل دقة وهي كالآتي :

1- التحويل بين انظمة وحدات قياس المسافات :

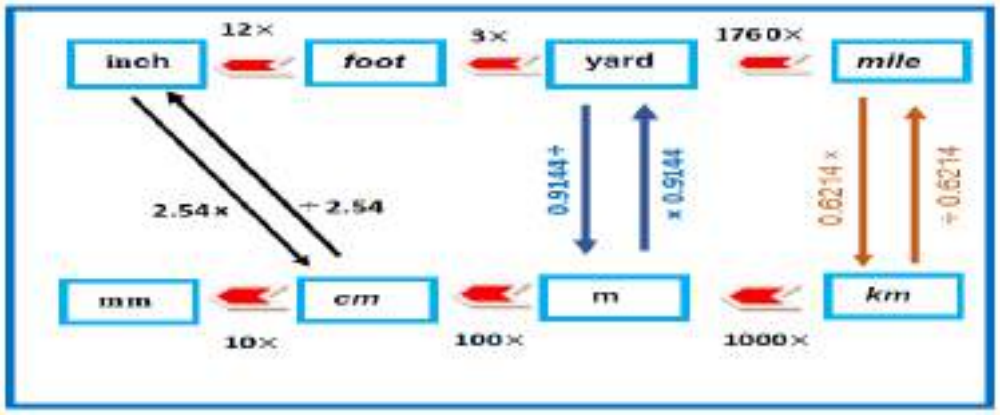
لتحويل وحدات القياس بين النظام المتري و النظام الإنكليزي هناك قيم ثابت للتحويل بينهما كما في الجدول (3 - 11) وجدول (3 - 12) والشكل (3 - 9) .

جدول (3 - 11) يوضح القيم الثابت لوحدات المسافة للتحويل من النظام الانكليزي الى النظام المتري

k	m	cm	mm	الوحدات
0.000254	0.0254	2.54	25.4	**inches**
0.000304	0.3048	30.48	304.8	**foot**
0.000914	0.9144	91.44	914.4	**yard**
1.6093	1609.3	160934	1609344	**mile**

جدول (3 - 12) يوضح القيم الثابت لوحدات المسافة للتحويل من النظام المتري الى النظام الانكليزي

yard	foot	inches	الوحدات
0.0010936	0.003281	0.03937	**mm**
0.010936	0.03281	0.3937	**cm**
1.0936	3.281	39.37	**m**
1093.6	3281	39370	**km**



شكل (3 - 9) يوضح القيم الثابتة لوحدات قياس المسافات بين النظامين المتري والانكليزي

مثال (3 - 7) : احسب طول الطريق بين مدينتين بالكيلومتر ، اذا علمت ان طوله = 120 mi ؟

الحل :

1mi = 1.6093 km

120 mi = 120 × 1.6093

= 193.116 km

مثال (3 - 8) : احسب طول ملعب كرة القدم بوحدة القياس المتر ، اذا كان طوله = 120 يارد ؟

الحل :

1 yd = 3 × 12 × 2.54 = 91.44 cm ÷ 100 = 0.9144 m

1 yd = 0.9144 m

120 yd =120 × 0.9144

= 109.728 m

2- التحويل بين انظمة وحدات قياس المساحة :

هنالك قيم ثابتة للتحويل بين انظمة وحدات قياس المساحة كما في الجدول (3 - 13) .

جدول (3 - 13) يوضح القيم الثابتة لوحدات قياس المساحة بين النظامين المتري والانكليزي

Yard sq	foot sq	Inches sq	الوحدات
0.00012	0.00011	0.155	cm^2
1.196	10.76	1550.003	m^2
1195990	10763910.4	1550003100	km^2

مثال (3 - 9) : اذا كانت مساحة قطعة ارض $500\ m^2$ ، فما هي مساحتها بوحدة (ft^2) ، اذا علمت ان $(1m^2 = 10.76\ ft^2)$ ؟

الحل :

$$500\ m^2 = 500 \times 10.76$$
$$= 5380\ ft^2$$

3- التحويل بين انظمة وحدات قياس الحجم :

يعتمد تحويل وحدات قياس الحجوم على وحدات قياس المسافات فهي ناتج ضرب مكعب وحدة قياس المسافة ، ولتحويل وحدات الحجوم بين النظامين المتري والانكليزي يتم الاعتماد على القيم الثابتة للتحويل بين وحدات الحجم في النظامين (المتري والانكليزي) ، كما موضح بعض من هذه الوحدات في الجدول (3 - 14) :

الجدول (3 - 14) يوضح القيم الثابتة لوحدات قياس الحجم بين النظامين المتري والانكليزي

وحدة الحجم بالنظام المتري	ما يعادلها من الوحدات بالنظام الانكليزي
$1\ cm^3$	$0.06102\ in^3$
$1\ m^3$	$61023.377\ in^3$
$1\ m^3$	$35.3198\ ft^3$
$1\ m^3$	$1.3079\ yd^3$

مثال (3 - 10) : احسب حجم الرمل لعربة النقل اليدوية بوحدة (cm^3) ، إذا علمت ان ابعاد حوض عربة النقل $= (12 \times 30 \times 50)\ in$ و $(1cm^3 = 0.06102\ in^3)$ ؟

الحل : 1- نجد حجم الرمل بوحدة (in^3) :

$$V = L \times W \times h$$
$$V = 50 \times 30 \times 12$$
$$V = 18000\ in^3$$

2- حساب حجم الرمل بوحدات (cm^3) :

$$1cm^3 = 0.06102\ in^3$$
$$V = 18000 \div 0.06102$$
$$V = 294{,}985.25\ cm^3$$

4- التحويل بين انظمة قياس الزوايا :

من المهم في خطوات التحويل بين انظمة الزوايا هي معرفة الزاوية في اي نظام عن طريق رمز الزاوية او يذكر اسمها ، ولتحويل الزوايا بين الانظمة الثلاث هناك قيم ثابتة وعلاقات رياضية تربط الانظمة الثلاث مع بعضها البعض و كما يلي :

*** القيم الثابتة بين الانظمة لقياس الزوايا هي :**

1- النظام الستيني = 1.11111 درجة مئوية .

2- النظام المئوي = 0.9 النظام الستيني = 54 دقيقة .

3- النظام الدائري = 57.29578 النظام الستيني = 57º 17′ 45″

*** العلاقات الرياضية التي تربط الانظمة لقياس الزوايا ببعضها هي :**

1- تحويل الزوايا من النظام الستيني (الدرجات) الى النظام النصف قطري (الراديان) :

$$\frac{180\ °}{\pi} = \frac{\theta\ \text{deg}}{\gamma\ \text{rad}} \qquad (6-3)$$

2- تحويل الزوايا من النظام النصف قطري (النظام الدئري) الى النظام الستيني :

$$\frac{\pi}{180\ °} = \frac{\gamma\ \text{rad}}{\theta\ \text{deg}} \qquad (7-3)$$

3- تحويل الزوايا من النظام النصف قطري (النظام الدائري) الى النظام المئوي (الكراد) :

$$\frac{\pi}{200\ \text{g}} = \frac{\gamma\ \text{rad}}{\propto\ \text{grad}} \qquad (8-3)$$

4- تحويل الزوايا من النظام الستيني الى النظام المئوي (الكراد) :

$$\frac{180\ °}{200\ \text{g}} = \frac{\theta\ \text{deg}}{\propto\ \text{grad}} \qquad (9-3)$$

5- تحويل الزوايا من النظام المئوي الى النظام الستيني :

$$\frac{200\ \text{g}}{180°} = \frac{\propto\ \text{grad}}{\theta\ \text{deg}} \qquad (10-3)$$

مثال (3 - 11) : اذا كان مقدار الزاوية بالنظام الدائري $\theta = 0.987643$ ، حول هذه الزاوية الى النظام الستيني والنظام المئوي ؟

الحل : 1- نحول الزاوية من النظام الدائري الى النظام الستيني :

$$\frac{\pi}{180\,^\circ} = \frac{\gamma\ \text{rad}}{\theta\ \text{deg}}$$

$$\frac{3.14}{180\,^\circ} = \frac{0.987643}{\theta\ \text{deg}}$$

$$\theta\ \text{deg} = \frac{0.987643 \times 180\,^\circ}{3.14}$$

$$\theta\ \text{deg} = 56.616477$$

أوعن طريق القيم الثابتة $= 0.987643 \times 57.29578 = 56.58777$

تكتب الزاوية بالنظام الستيني (56.616477) بالدرجات والدقائق والثواني عن طريق الخطوات التالية :

56 = عدد الدرجات

0.616477 = عدد اعشار الدرجات

0.616477×60 (لتحويلها من الدرجات الى الدقائق) = 36.9886

36 = عدد الدقائق

0.006477 = عدد اعشار الدقائق

0.006477×3600 (لتحويلها من الدرجات الى الثواني) = 23.3172

23 = عدد الثواني

اذن الزاوية بالدرجات : $\theta\ \text{deg} = 56^\circ\ 36'\ 23''$

2- تحويل الزاوية من النظام الدائري الى النظام المئوي :

$$\frac{\pi}{200\ \text{g}} = \frac{\gamma\ \text{rad}}{\propto\ \text{grad}}$$

$$\frac{3.14}{200\ \text{g}} = \frac{0.987643}{\propto\ \text{grad}}$$

$$\propto \text{grad} = \frac{0.987643 \times 200\ \text{g}}{3.14}$$

$$\propto \text{grad} = 62.9071\ \text{g}$$

التمرين 3 - 5 : (قياس المسافات (الاطوال) و زاوية ميل السلم (θ) بأنظمة وحدات القياس المختلفة) .

أ - الغاية من التمرين :

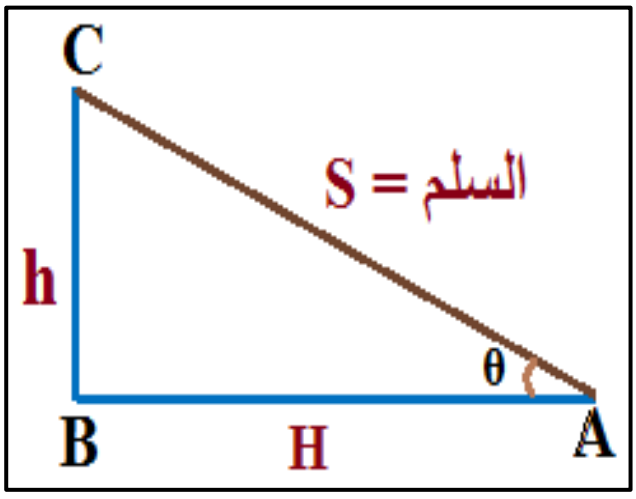
تعليم الطلاب كيفية التحويل بين وحدات القياس المختلفة بين النظامين ، تعلم الطلاب كيفية تحويل وحدات قياس المسافة من النظام المتري (m) الى نظام الانكليزي (in) ، تحويل وحدات قياس الزوايا من النظام الدرجات (الستيني) الى الانظمة الاخرى (المئوي و الدائري) .

ب - الادوات المستعملة :

شريط القياس ، الدفتر الحقلي

ج - خطوات العمل :

1- تقسيم الطلاب الى مجاميع كل مجموعة تتكون من (2) طلاب .
2- رسم مخطط (plan) للسلم ، كما في الشكل (3 - 10) .



شكل (3 - 10) يوضح مخطط السلم

3- قياس ارتفاع السلم (h) بين طابقين مثلا (بين الطابق الارضي والطابق الاول) ، وذلك بوضع الشخص المساعد (0) شريط القياس عند مستوى ارضية الطابق الارضي (في نقطة B) وسحب شريط

القياس من قبل الشخص الراصد الى ان يصل الى مستوى الطابق الاول (نقطة C) وبشد جيد للشريط يتم قراءة شريط القياس وتثبيتها في الدفتر الحقلي .

4- قياس المسافة الأفقية للسلم (H) من بداية السلم الى الجدار الساند للسلم عن طريق وضع الشخص المساعد (0) شريط القياس في بداية السلم (نقطة A) و سحب الشريط من قبل الشخص الراصد الى ان يصل الجدار الساند (نقطة B) و قراءة شريط القياس وتثبيتها في الدفتر الحقلي .

5- حساب زاوية ميل السلم (θ) باستخدام المعادلات المثلثية ، بتطبيق قانون ظل الزاوية (Tan Rule) :

$$\tan\theta = \frac{h}{H} = \frac{\text{ارتفاع السلم}}{\text{المسافة الافقية للسلم}}$$

$$\theta = \tan^{-1}\frac{h}{H}$$

6- تحويل قيمة زاوية الميل (θ) من النظام الستيني الى النظامين (المئوي ودائري) .

7- تحويل وحدات قياس المسافات من النظام المتري (m) الى النظام الانكليزي (in) .

8- حساب مساحة المثلث (اسفل السلم) بالنظام الانكليزي (in^2) ، بتطبيق القانون التالي :

$$\text{مساحة المثلث } A = \frac{H \times h}{2} \qquad (3-11)$$

9- تحويل وحدات المساحة من النظام الانكليزي (in^2) الى النظام المتري (m^2) .

10- تقييم عمل الطلاب اثناء العمل والدفتر الحقلي من قبل الاستاذ المشرف .

اسئلة الفصل الثالث

س1 / حول مقادير وحدات القياس التالية الى وحدة الكيلومتر :

1300 m - d ، 650 dcm - c ، 450 cm - b ، 120 mm -a

الجواب

1.3 km - d ، 0.065 km - c ، 0.0045 km - b ، 0.00012 km - a

س2 / حول مقادير وحدات القياس التالية الى وحدة yard :

40 in - c ، 38 ft - b ، 3 mi - a

الجواب

1.111 in - c ، 12.66 yd - b ، 5280 yd - a

س3 / حول مقادير الوحدات التالية من النظام المتري الى النظام الانكليزي بوحدة (in) :

3.3 dcm - c ، 2.9 m - b ، 1.7 km - a

الجواب

12.992 in - c ، 114.173 in - b ، 66,929 in - a

س4 / حول المقادير التالية من النظام الانكليزي الى النظام المتري بوحدة (m) :

1.5 mi - d ، 12 yd - c ، 15 ft - b ، 100 in - a

الجواب

2413.95 m - d ، 13.123 m - c ، 4.572 m - b ، 2.54 m - a

س5 / قطعة ارض على شكل مثلث تم قياس طول قاعدتها فكانت = 95 m ، وتم قياس طول ارتفاع المثلث فكان = 350 cm ، احسب مساحة قطعة الارض ؟

الجواب $A = 166.25\ m^2$

س6 / حول مقدار الزاوية من النظام الستيني 150° الى النظام الدائري ؟

الجواب النظام الدائري = 2.6166 r

س7 / ما هي أنظمة وحدات قياس الزوايا عددها مع الرسم ؟

الفصل الرابع

تهيئة الاجهزة والمعدات المطلوبة للأعمال المساحية

Preparation the Required Devices and Equipment for Surveying Works

اهداف الفصل :

- يتعلم الطلبة على تهيئة الاجهزة والمعدات المساحية اللازمة في انجاز العمل المساحي .
- يتعرف الطلبة على الطرق الصحيحة في خزن الاجهزة المساحية وطرق التعامل مع الاجهزة اثناء القياس ، ويتعلم كيفية تسجيل الرصدات المساحية في الدفتر الحقلي .
- تطوير المهارات العملية لدى الطلبة في اجراء الاستطلاعات المساحية ورسم المخططات الاستطلاعية اليدوية ، وكذلك رسم المخططات المساحية النهائية بمقياس رسم مناسب والتي تنجز بعد اكمال الاعمال المساحية .

تهيئة الاجهزة والمعدات المطلوبة للأعمال المساحية

Preparation the Required Devices and Equipment for Surveying Works

4–1 تهيئة الأجهزة والمعدات المطلوبة

Preparation the Required Devices and Equipment

تُعد عملية تهيئة الاجهزة وتحضيرها من الأمور المهمة في اعمال المساحة والتي تكون من مسؤولية الشخص الذي يدير مخزن الأجهزة والذي في الغالب هو شخص فني له خبرة في أعمال المساحة وأنواع الأجهزة اضافة الى معرفة وتحديد نوع الاجهزة لكل عمل حسب متطلباته ، وهنا **يُمكن تقسيم تهيئة الاجهزة والمعدات الى عدة مراحل وكالآتي :**

4 - 1 - 1 تحديد نوع الأجهزة

لكل عمل او مشروع مساحي نوع معين من الأجهزة يتم استخدامها من قبل فريق العمل . ان تحديد نوعية الاجهزة المطلوبة يعتمد بالدرجة الاساس على طبيعة المشروع أو مخرجاته ، فمثلا مشروع نقل مناسيب أو اوزان أنابيب الصرف الصحي يحتاج الى تهيئة جهاز الميزان وملحقاته ومشروع تحديد استقامة طريق يحتاج الى تهيئة جهاز قياس الزوايا (الثيودولايت) وهكذا ، حيث يتم تحديد الاجهزة المطلوبة من قبل فريق العمل وتسجيلها في قائمة ليتم استلامها من المخزن الخاص بالأجهزة والمعدات المساحية .

4 - 1 - 2 التأكد من سلامة الاجهزة وجاهزيتها

ان التأكد من سلامة الاجهزة يعد من الامور الضرورية والمهمة التي يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار في اي عمل مساحي ، حيث يجب التأكد من عدم وجود ضرر في الجهاز كأن يكون كسر أو تلف في أجزاءه ، بشكل عام يجب فحص الجهاز من النواحي الاتية :

1. التأكد من سلامة الجهاز العامة وعدم وجود ضرر واضح للعين المجردة .
2. التأكد من عدم وجود نقص في أجزاء الجهاز وملحقاته مثل البطاريات والشاحن والركيزة ومساطر القياس (التسوية) و العواكس والشواخص .... الخ .

3. تشغيل الأجهزة بشكل أولي للتأكد من عملها اذا كانت الكترونية ، أما اذا كانت بصرية فيصار الى الرؤيا عبر عدسات المنظار والتأكد من جاهزية العدسات والشعيرات للعمل ، أما بالنسبة للملحقات المسطرة ، الركيزة ، شريط القياس فيجب فحص عتلاتها ولوالبها للتأكد من سلامتها وامكانية العمل بها .
4. فيما يخص الأجهزة الالكترونية والتي اصبحت شائعة الاستخدام ، فمن الضروري شحن هذه الاجهزة بصورة كافية مع التأكد من وجود بطاريات احتياطية مشحونة . أيضاً يجب على المستخدم تدقيق العمر الافتراضي المحدد للبطاريات بحيث تكون قادرة على تشغيل الجهاز بشكل كافي أثناء فترة العمل .

التمرين 4 - 1 : (تحضير أجهزة العمل المساحي)

أ. الغاية من التمرين :

تدريب الطلبة على كيفية تهيئة وتحضير الاجهزة المساحية للعمل الحقلي ، كذلك تدريبهم على فحص الاجهزة والتأكد من سلامتها وجاهزيتها قبل استخدامها بشكل فعلي في اي مشروع هندسي .

ب. الادوات والأجهزة المطلوبة :

1. شريط قياس
2. جهاز الميزان
3. الركيزة
4. مسطرة التسوية
5. جهاز الثيودولايت الرقمي
6. الدفتر الحقلي

ج. خطوات العمل :

1. يقوم مسؤول المخزن بتسليم الطلاب الاجهزة المطلوبة وجردها وتسجيلها حسب ارقامها التسلسلية في الاستمارة الخاصة بذلك .
2. يقوم الطلبة بفحص شريط القياس من خلال التأكد من سلامة عتلة السحب ، وكذلك التأكد من وضوح تدريجات القياس وعدم وجود قطع في الشريط .
3. يقوم الطلبة بفتح ركيزة الجهاز وتنصيبها على الارض والتأكد من مفاتيح الاقفال للأرجل الثلاثة وعدم وجود ضرر بها .
4. فحص مسطرة التسوية لجهاز الميزان والتأكد من عدم اختفاء او تضرر التدريجات وعدم وجود أي ضرر في البدن الخارجي لها أو عتلات فتح أجزاءها ، وكذلك فحص الفقاعة المثبتة عليها .
5. فحص جهاز الميزان من خلال فحص البدن الخارجي والتأكد من سلامة لوالب التوازن الثلاثة والنظر عبر التلسكوب للتأكد من سلامة العدسات ووضوح الشعيرات ولولب توضيح الرؤيا وبالتعاون مع مشرف التدريب العملي .

6. فحص جهاز قياس الزوايا (الثيودولايت) ، حيث يتم فتح الصندوق الخاص به والتأكد من وجود الجهاز والبطاريات والشاحن . بعدها يتم فحص الجهاز بصورة عامة والتأكد من عدم وجود كسر فيه أو في لوالب الاقفال ، ومن ثم يُصار الى تشغيل الجهاز بصورة أولية لمعرفة مستوى البطارية والتأكد من سلامة التشغيل .
7. بعد الانتهاء يقوم الطالب بإطفاء الجهاز واعادته الى صندوقه بشكل صحيح ووضع البطارية على الشحن للتدريب على اسلوب الشحن الصحيح .
8. يكتب كل طالب تقرير في (الدفتر الحقلي) بشكل مفصل عن ما تم تعلمه في هذا التمرين وتسليمه للأستاذ المشرف على التدريب لتقييمه .

4 - 2 التعامل مع الأجهزة وكيفية خزنها

Equipment handling and how to store them

تُعد أجهزة المساحة من الأجهزة التي تحتاج الى عناية في التعامل كونها تختص بأجراء الارصادات والقياسات الدقيقة وبالتالي فان التعامل معها يجب ان يكون بشكل صحيح وبما يضمن عدم تعرضها للضرر أو الاستخدام السيء ، اضافة الى ان هذه الاجهزة تحتاج الى اسلوب خزن مناسب يتناسب مع حساسية العدسات والفقاعة والدوائر الالكترونية وبقية الملحقات الخاصة بهذه الاجهزة ، حيث سيتم في الفقرات الاتية توضيح كيفية المحافظة على هذه الاجهزة وخزنها بصورة صحيحة :

4 - 2 - 1 المحافظة على الاجهزة والمعدات

يُعد الاعتناء والمحافظة على الاجهزة والادوات المساحية من المسؤوليات المهمة التي يتحملها الشخص القائم بعملية المسح لغرض اطالة عمر هذه المعدات وامكانية استخدامها لأطول مدة زمنية ممكنة . ان اهمية المحافظة على الادوات والاجهزة المساحية تكمن في ان بعض هذه الادوات لا يمكن اعادتها لحالتها او كفاءتها الاصلية ، فضلاً عن تكاليف اصلاحها العالية .

لذا من الضروري عدم ترك هذه الأجهزة من غير رعاية أو حماية اثناء القيام بالمسوحات الحقلية خاصة في المناطق المزدحمة بالمارة والسيارات . **يجب مراعاة النقاط التالية لغرض المحافظة والاعتناء بالأجهزة المساحية :**

1. عدم السماح للسيارات بالمرور فوق الشواخص أو أشرطة القياس أثناء العمل الحقلي نهائياً .
2. تجفيف الأشرطة من الرطوبة بصورة جيدة لمنع حدوث الصدأ والتعفن .
3. تنظيف الشواخص واشرطة القياس وجميع الاجهزة والمعدات المساحية بصورة جيدة من التراب أو الطين قبل لفها أو اعادتها للمخزن .
4. الاهتمام بحمل الادوات بصورة صحيحة وخزنها في الاماكن المخصصة لذلك .
5. ترتيب الاجهزة والمعدات المساحية في الرفوف داخل المخزن بشكل يمكن الوصول اليها واستخدامها مرة ثانية بسهولة ، كما موضح بالشكل (4-1) .

الشكل (4-1) يوضح ترتيب الاجهزة داخل المخزن

6. أثناء هطول الأمطار الغزيرة ، يمكن استخدام الجهاز مع استخدام واقي المطر فوقه ، كما موضح بالشكل (4-2) . هذا يساعد على منع الرطوبة من الدخول الى المفاصل الميكانيكية أو الدوائر الالكترونية للجهاز .

الشكل (4-2) يوضح كيفية استخدام واقي المطر لأجهزة المساحة

4 - 2 - 2 خزن الأجهزة المساحية

من الامور المهمة التي يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار في الاعمال المساحية هي خزن الاجهزة والمعدات المساحية بصورة صحيحة ، أدناه أهم النقاط التي يجب مراعاتها أثناء عملية الخزن :

1. توفير مخزن خاص بالأجهزة وذو درجة امان جيدة .
2. أن يتم خزن الاجهزة بدرجات حرارة لا تزيد عن 50 درجة مئوية كحد اقصى ، ويُفضل خزنها بدرجات حرارة أقل من ذلك لتجنب تلفها .
3. يجب فصل البطارية عن الأجهزة عند الخزن ويجب شحن هذه البطاريات قبل عملية الخزن ، وكما موضح بالشكل (4-3) .

الشكل (4-3) يوضح كيفية اعادة شحن بطاريات الاجهزة المساحية

4. يتم خزن الاجهزة والمعدات الثقيلة في الرفوف أو الخزانات الارضية ويمكن خزن الاجهزة الخفيفة نسبياً في الرفوف العلوية وكما موضح بالشكل (4-4) .

الشكل (4-4) يوضح خزن الاجهزة المساحية

5. يُفضل خزن كل جهاز مع ملحقاته بمكان محدد وعمل بطاقة تعريفية له تتضمن تاريخ الشراء ، تاريخ بداية استعماله ، تواريخ الصيانة والمعايرة له ، الاجزاء التي تم استبدألها او صيانتها ، اضافة الى رقم الجهاز التسلسلي واسم الشركة المصنعة . تُلصق هذه البطاقة في مكان خزن الجهاز ليتسنى للمستخدم معرفة تفاصيل كل جهاز .
6. خزن الأجهزة في الصناديق والعلب المخصصة لها وتجنب خزنها خارجها كونها توفر الحماية للأجهزة ضد الصدمات والعوامل الخارجية ، وكما موضح بالشكل (4-5) .

الشكل (4-5) حفظ الاجهزة في الصناديق الخاصة بها

4 - 2 - 3 التعامل مع الاجهزة اثناء العمل الحقلي والنقل

ان جميع الاجهزة المساحية تحتوي على اجزاء دقيقة مثل العدسات والمواشير والدوائر الكهربائية وان اي ضرر في هذه الاجزاء سينعكس سلبا على دقة الرصدات والقياسات التي سيتم الحصول عليها وبالتالي يجب التعامل مع هذه الاجهزة بصورة صحيحة سواء اثناء العمل الميداني أو اثناء نقل الاجهزة بالسيارة الى مناطق العمل ، ادناه اهم الملاحظات التي يجب اخذها بنظر الاعتبار خلال العمل الحقلي بالأجهزة او نقلها لمسافات معينة :

1. التأكد من وضع الجهاز بصورة صحيحة في الصندوق الخاص به بعد الاستعمال ، مع حزمه بصورة جيدة في سيارة النقل لتجنب المطبات والاهتزازات القوية التي تؤثر على الجهاز مما يؤدي الى حدوث فروقات في القياسات .
2. عدم استخدام الاجهزة في درجات الحرارة أعلى من (+ 50°) أو أقل من (− 20°) والرجوع الى كتيب التشغيل الخاص بالجهاز للتأكد من درجة الحرارة المسموح بها ، وهنا لابد من الاشارة الى ان اغلب الاعمال المساحية يُفضل انجازها في درجات حرارة قياسية لضمان الوصول الى دقة في القياس وفي حالات درجات الحرارة العالية فيُصار الى العمل في ساعات النهار الاولى ولغاية قبل منتصف النهار .

3. يُفضل نصب الجهاز أثناء العمل في أماكن مرتفعة وقليلة الحركة وليس ضمن حركة الاليات في المواقع الانشائية .
4. يجب حمل الجهاز بصورة صحيحة عند الانتقال من نقطة الى اخرى ، حيث يُمكن حمل الجهاز على الكتف بشكل عمودي بحيث يكون مركز الركيزة مباشرة على الكتف مع المحافظة على عدم ميلان الجهاز . كذلك يجب التأكد من ربط الجهاز بالركيزة بأحكام عن طريق برغي الربط الخاص بذلك .
5. بعد الانتهاء من العمل الحقلي واثناء اعادة الجهاز الى الصندوق الخاص به ، يجب فتح اللولب الخاص بقفل الدائرة الافقية وتحرير الحركة الافقية للجهاز للمحافظة عليه من التلف او الكسر .

التمرين 4 - 2 : (خزن الاجهزة المساحية وكيفية التعامل معها)

أ. الغاية من التمرين :

تدريب الطلبة على كيفية التعامل مع الاجهزة أثناء الاستخدام والنقل وكيفية حفظها وخزنها بشكل فني صحيح .

ب. الادوات والأجهزة المطلوبة :

1. جهاز قياس المناسيب (الميزان)
2. جهاز قياس الزوايا (الثيودولايت الرقمي)
3. ركيزة عدد (2)
4. مسطرة القياس (التسوية)
5. الدفتر الحقلي

ج. خطوات العمل :

1. يقوم كل طالب بعمل بطاقات تعريفية لأجهزة الميزان والثيودولايت الموجودة في المخزن ، هذه البطاقات تتضمن اسم الجهاز والموديل والرقم التسلسلي وتاريخ الصنع . كما يمكن الرجوع الى كتيب التشغيل الخاص بكل جهاز لغرض معرفة درجة الحرارة المسموح استخدام وخزن الجهاز بها وتسجيلها في البطاقة مع اسم الشركة المصنعة .
2. يقوم كل طالب بالتدريب على وضع الجهاز في الصندوق المخصص له واخراجه وبأشراف مسؤول الصف .
3. التدريب على ربط الجهاز بالركيزة وحمل الجهاز على الكتف بصورة صحيحة .
4. يقوم الطلبة وبالتعاون فيما بينهم في تنظيم وترتيب الاجهزة وملحقاتها في الاماكن المخصصة لها داخل المخزن .
5. يقوم الطلبة بأعداد تقرير في (الدفتر الحقلي) بالأعمال التي تم تطبيقها في هذا التمرين وتقديمه للأستاذ المشرف لغرض التقييم .

4 - 3 إعداد الدفتر الحقلي وكيفية تدوين الإرصادات الحقلية

Preparation of Field Book and How to record Field Observations

تُعد مهنة المساحة من المهن الهندسية التي تتعامل مع القياسات والارقام والمخططات وغيرها حيث تدخل تطبيقات هذا الاختصاص في مختلف المجالات الهندسية التي تحتاج الى خرائط طوبوغرافية ، نقل المناسيب، قياس الزوايا والمسافات والاحداثيات ، مشاريع الطرق والبلديات والبنى التحتية وغيرها من الاختصاصات ، حيث تتطلب هذه التطبيقات ان يقوم الشخص المختص بالتعامل مع الأرقام وتسجيل الملاحظات في جداول ودفاتر حقلية يمكن استخدامها لاحقاً في اجراء الحسابات النهائية واعمال التصحيح أو ربط القياسات مع بعضها لإنتاج الخرائط . يختلف الدفتر الحقلي باختلاف طبيعة الاعمال المنجزة واختلاف الاجهزة المستخدمة ولكن يمكن ادراج بعض الامور المشتركة في جميع الدفاتر الحقلية وكالاتي :

1. يجب كتابة وتثبيت مجموعة من المعلومات المهمة في الدفتر الحقلي مثل اسم الراصد ، تاريخ الرصد ، وقت بداية ونهاية الرصد ، القياسات الحقلية مع امضاء (توقيع) الشخص الذي قام بالمسوحات الحقلية على جميع صفحات الدفتر ليكون معتمد ومعرف لدى الاخرين ويُمكن الرجوع الى الشخص الراصد مستقبلاً . أحياناً يتم تسجيل اسم الشخص الذي قام بتدقيق الدفتر الحقلي والذي يكون عادةً رئيس الفريق .
2. تسجيل اسم المشروع واسم المحافظة والموقع الجغرافي للعمل ليتسنى جمع الدفاتر الحقلية لكل مشروع معاً وحفظها في المكان المخصص لذلك .
3. تسجيل درجة الحرارة ، حالة الجو ، والضغط الجوي أثناء عملية القياس كون هذه العوامل تؤثر على دقة القياس وكذلك تدخل في اجراء التصحيح للقياسات وخصوصاً قياس المسافات .
4. تسجيل الرقم التسلسلي للجهاز ونوع الجهاز والمنشأ في الدفتر الحقلي فضلا عن تفاصيل ملحقات الجهاز .

وبعد التعرف على المعلومات العامة والمشتركة التي يجب أن يحتويها الدفتر الحقلي يُمكن التطرق الى نماذج من الدفاتر الحقلية التي تخص أجهزة معينة مثل شريط قياس المسافات ، جهاز الميزان لقياس المناسيب ، جهاز الثيودولايت لقياس الزوايا واجهزة قياس المسافات الالكترونية ، وهنا لابد من الاشارة الى ان اسلوب تصميم الدفتر الحقلي يختلف من مؤسسة الى اخرى أو من شخص الى اخر . ان اغلب المؤسسات المختصة عادةً ما تقوم بإعداد دفاتر حقلية قياسية ثابتة تستخدم من قبل الفرق الحقلية لتجنب العشوائية ولتحديد البيانات المطلوبة بصورة مركزية من قبل ادارة المؤسسة المعنية .

4 - 3- 1 الدفتر الحقلي الخاص بشريط القياس

يُعد شريط القياس من الادوات المهمة لأعمال المساحة ويمكن انجاز الكثير من الأعمال عن طريقه مثل أعمال الرفع والتسقيط والذرعات وغيرها من الاعمال . ان الدفتر الحقلي مهم جداً لهذه التطبيقات لضمان تسجيل المعلومات بصورة صحيحة ومتسلسلة . الجدول (4-1) يبين نموذج لدفتر حقلي لتسجيل القياسات التي يمكن ان تنجز بواسطة شريط القياس مع الاشارة الى وجود خصوصية لكل عمل والتي يمكن اضافة او تعديل الدفتر الحقلي بموجبها .

الجدول (4-1) نموذج للدفتر الحقلي الخاص بقياس المسافات

اسم الراصد :	تاريخ العمل :
اسم المشروع :	موقع العمل :

اسم العارض المطلوب قياسه	وصف العارض المطلوب قياسه	رقم العارض المطلوب قياسه	الطول	العرض	الارتفاع	المساحة	الحجم	الملاحظات

4 - 3 - 2 الدفتر الحقلي الخاص بجهاز الميزان

يُعد جهاز الميزان من الاجهزة ذات الاستخدام الواسع جداً في الاعمال المساحية المختلفة ، حيث يُستخدم هذا الجهاز في اعمال قياس المناسيب وأحياناً في اعمال قياس المسافات ولغرض التعرف على الدفتر الحقلي المناسب لهذا الجهاز لابد من الاشارة الى ان القياسات التي يتم اجراؤها موقعياً تحتاج الى حسابات لغرض الوصول الى النتائج المطلوبة لذلك فان الدفتر الحقلي سيضم حقول للقراءات والحسابات التي سيتم انجازها . الجداول (4-2) و (4-3) تبين نماذج الدفتر الحقلي لجهاز الميزان .

الجدول (4-2) نموذج رقم 1 للدفتر الحقلي الخاص بأعمال جهاز الميزان

اسم الراصد :
عنوان الوظيفة :
اسم المشروع :
التاريخ :

اسم الجهاز :
رقم الجهاز :
موقع المشروع :

موقع المسطرة	القراءة الخلفية B.S.	القراءة الامامية F.S.	الزيادة + Rise	النقصان - Fall	المنسوب Reduced Level	الملاحظات Remarks

الجدول (4-3) نموذج رقم 2 للدفتر الحقلي الخاص بأعمال جهاز الميزان

اسم الراصد :
عنوان الوظيفة :
اسم المشروع :
التاريخ :

اسم الجهاز :
رقم الجهاز :
موقع المشروع :

المحطة Station	القراءة الخلفية B.S.	منسوب خط النظر H.I.	القراءة الامامية F.S.	المنسوب Elevation	الملاحظات Remarks

4 - 3 - 3 الدفتر الحقلي الخاص بجهاز رصد الزوايا (الثيودولايت)

تُعد اجهزة رصد الزوايا من اكثر الاجهزة استخداما وشيوعا في التطبيقات المساحية وحيث ان هذه الاجهزة تتعامل مع ارصادات زوايا فان هناك العديد من الامور التي يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار عند تسجيل هذه الارصادات في الدفتر الحقلي مثل درجة الحرارة والضغط الجوي وحساب معدل الزاوية واسم المحطة المرصودة وغيرها من الامور الاخرى . الجدول (4-4) يبين نموذج لدفتر حقلي لتسجيل قياسات الزوايا باستخدام جهاز الثيودولايت .

الجدول (4-4) نموذج للدفتر الحقلي الخاص بأعمال جهاز الثيودولايت

اسم الجهاز :	**رقم الجهاز :**
اسم المشروع :	**موقع المشروع :**
التاريخ :	**درجة الحرارة :**
رقم المحطة المنصوب عليها الجهاز :	**الضغط الجوي :**

المحطة المرصودة	الزاوية المقيسة			المعدل	الزاوية النهائية	الملاحظات

اسم الراصد :	**عنوان الوظيفة :**
التوقيع :	**التاريخ :**

التمرين 4 – 3 : (أعداد الدفتر الحقلي)

أ. الغاية من التمرين :

تدريب الطلبة على كيفية اعداد وترتيب الدفاتر الحقلية الخاصة بالأعمال المساحية مثل اعمال شريط القياس ، اعمال جهاز الميزان ، واعمال جهاز الثيودولايت .

ب. الادوات والأجهزة المطلوبة :

1. شريط قياس
2. شواخص
3. الدفتر الحقلي

ج. خطوات العمل :

1. يقوم كل طالب بتهيئة الدفتر الحقلي الخاص بقياس المسافات ، ومن ثم يقوم كل طالب بقياس مسافة 50 متر وتقسيمها الى خمسة اجزاء (طول كل جزء 10 متر) بواسطة الشواخص وتسجيل القراءات في الدفتر الحقلي وحسب النموذج في الفقرة 4-3-1 (الجدول 4-1).
2. يقوم كل طالب بقياس ابعاد بناية وتسجيلها في الدفتر الحقلي وحساب مساحتها وحجمها وحسب النموذج في الفقرة 4-3-1 (الجدول 4-1) .
3. يقوم كل طالب بإعداد وترتيب دفتر حقلي (10 صفحات) لأعمال جهاز الميزان وحسب النموذجين في الفقرة 4-3-2 ، كما في الجدولين (4-2) و (4-3) .
4. يقوم كل طالب بإعداد وترتيب دفتر حقلي (10 صفحات) لأعمال جهاز الثيودولايت وحسب النموذج في الفقرة 4-3-3 ، الجدول (4-4).
5. تُسلم الدفاتر الحقلية الى الاستاذ المشرف لتدقيقها وتقييمها .

4 - 4 عملية الاستكشاف أو الاستطلاع : Reconnaissance

ان عملية الاستكشاف او الاستطلاع يتوجب اجرائها قبل البدء بأي عمل مساحي وذلك من اجل فهم الغرض من ذلك العمل جيدا وماهي دقة النتائج المطلوبة والتكلفة التخمينية لذلك العمل لغرض تحديد الطرق والاجهزة المساحية والقوى البشرية (عدد كادر العمل) المطلوبة لتحقيق النتائج والدقة المطلوبة كذلك لغرض تحديد المدة الزمنية التخمينية اللازمة لإنجاز العمل المساحي . يضاف الى ذلك يجب ان يتضمن تقرير عملية الاستطلاع تحديد الوقت المناسب لتنفيذ المشروع ، بما يتلائم مع الظروف المناخية وغيرها . يجب عدم المبالغة في تحديد دقة العمل ويجب ان تكون توازن بين تكلفة العمل والغرض المطلوب تحقيقه من العمل المساحي . إن عملية الاستطلاع تساعد على تحديد الموقع المناسب لنقاط الربط والمضلعات الرئيسية والفرعية التي يعتمد عليها في رفع التفاصيل بشكل يجعل هذه المضلعات قليلة قدر الامكان ومغلقة ومحيطة بالمعالم المراد مسحها ، مع مراعات كون زوايا هذه المضلعات قريبة من القائمة و غير حادة تجنباً للأخطاء . لذا يجب تجنب قدر الامكان العوائق التي تعيق تبادل الرؤية او القياس بين نقاط المضلعات . وفي حالة التسليم بوجود عوائق تعيق القياسات ، يجب ان يتضمن تقرير عملية الاستطلاع وصف كامل لهذه العوائق والطرق المثلى التي يجب اتباعها لتجنبها اثناء العمل المساحي .

تتطلب عملية الاستطلاع ايضا جمع جميع المعلومات والبيانات وتقارير العمل السابقة اذا توفرت . ويقصد بالبيانات والمعلومات السابقة الصور الجوية او الفضائية لمنطقة العمل ، الخرائط والمخططات السابقة ، قوائم بإحداثيات نقاط الضبط الارضي (Ground Control Points (GCPs)) او النقاط معلومة المنسوب (Bench Marks (BM)) القريبة او داخل موقع العمل .

ان عملية الاستطلاع تهدف ايضا الوقوف على طبيعة موقع العمل من اجل وضع خطة كاملة حول كيفية اجراء عملية المسح والمعالم المطلوب قياسها وتثبيتها مساحيا . ومن المهم جدا ان يرافق عملية الاستطلاع الميداني رسم مخطط مساحي توضيحي لموقع العمل باستخدام اليد الحرة فقط . يجب ان يضمن هذا المخطط جميع المعالم والعوارض الرئيسية التي سوف يتم رفعها مساحيا ، وسوف يتم شرح المخطط الاستطلاعي بالتفصيل بالفقرة (4-5) من هذا الفصل .

بناءا على ما جاء في اعلاه من شرح حول ما يجب عمله خلال عملية الاستطلاع الميداني ، تم اعداد جدول الاعمال الاستطلاعية ، كما موضح بالجدول (4-5) والذي ينصح بضرورة توفره لدى اي فريق استطلاع حيث يضمن الجدول تلخيص لاهم المعلومات التي يجب الحصول عليها خلال عملية الاستطلاع .

جدول (4-5) جدول الاعمال الاستطلاعية

<table>
<tr><td colspan="6">عنوان العمل المساحي :</td></tr>
<tr><td colspan="6">الغاية من العمل المساحي :</td></tr>
<tr><td colspan="6">وصف لموقع العمل المساحي :</td></tr>
<tr><td colspan="6">البيانات والمعلومات السابقة المتاحة (ان وجدت) :
☐ صور (فضائية ، جوية ، ارضية) ☐ خرائط او مخططات ☐ جداول بالبيانات ☐ اخرى
وصف طبيعة البيانات المتوفرة :</td></tr>
<tr><td colspan="6">هل هناك عوائق تعيق القياسات : ☐ نعم ☐ لا
نوع العائق وكيفية التخلص منه ان وجد :</td></tr>
<tr><td colspan="6">أهم العوارض التي سيتم رفعها مساحيا :</td></tr>
<tr><td colspan="2">المدة التخمينية لإنجاز العمل :</td><td colspan="2">عدد وتخصص فريق العمل</td><td colspan="2">الدقة التخمينية للعمل :</td></tr>
<tr><td colspan="2">الاجهزة والمعدات الاساسية اللازمة للعمل</td><td colspan="2">المعدات المساعدة في العمل</td><td colspan="2">القرطاسية واللوازم المكتبية المطلوبة في العمل :</td></tr>
<tr><td>الاجهزة والمعدات</td><td>العدد</td><td>المعدات المساعدة</td><td>العدد</td><td>المادة</td><td>العدد</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">اعضاء لجنة الاستطلاع :
التوقيع :
الاسم :
التاريخ :
عضو عضو رئيس اللجنة</td></tr>
</table>

مثال (4-1) : تم تكليف مجموعة من المساحين لأجراء عملية استطلاع على مراب سيارات داخل اعدادية المعرفة الواقعة ضمن محلة 888 زقاق 44 حيث كانت الغاية عمل مشروع مساحي لقياس محيط مراب السيارات ومعرفة مساحته الكلية .

المطلوب : القيام باستطلاع ميداني واعداد جدول خاص لذلك الاستطلاع لمعرفة طبيعة الموقع ووضع خطة لكيفية تنفيذ المشروع وتحديد المدة الزمنية اللازمة للإنجاز ، ومعرفة الاحتياجات الفعلية (كماً ونوعاً) من فريق العمل والأجهزة التي يتطلبها العمل المساحي المطلوب . علما بانه تتوفر صور لبيان تفاصيل المراب كما موضح بالشكل (4-6) .

الشكل (4-6) يوضح صور لمراب السيارات

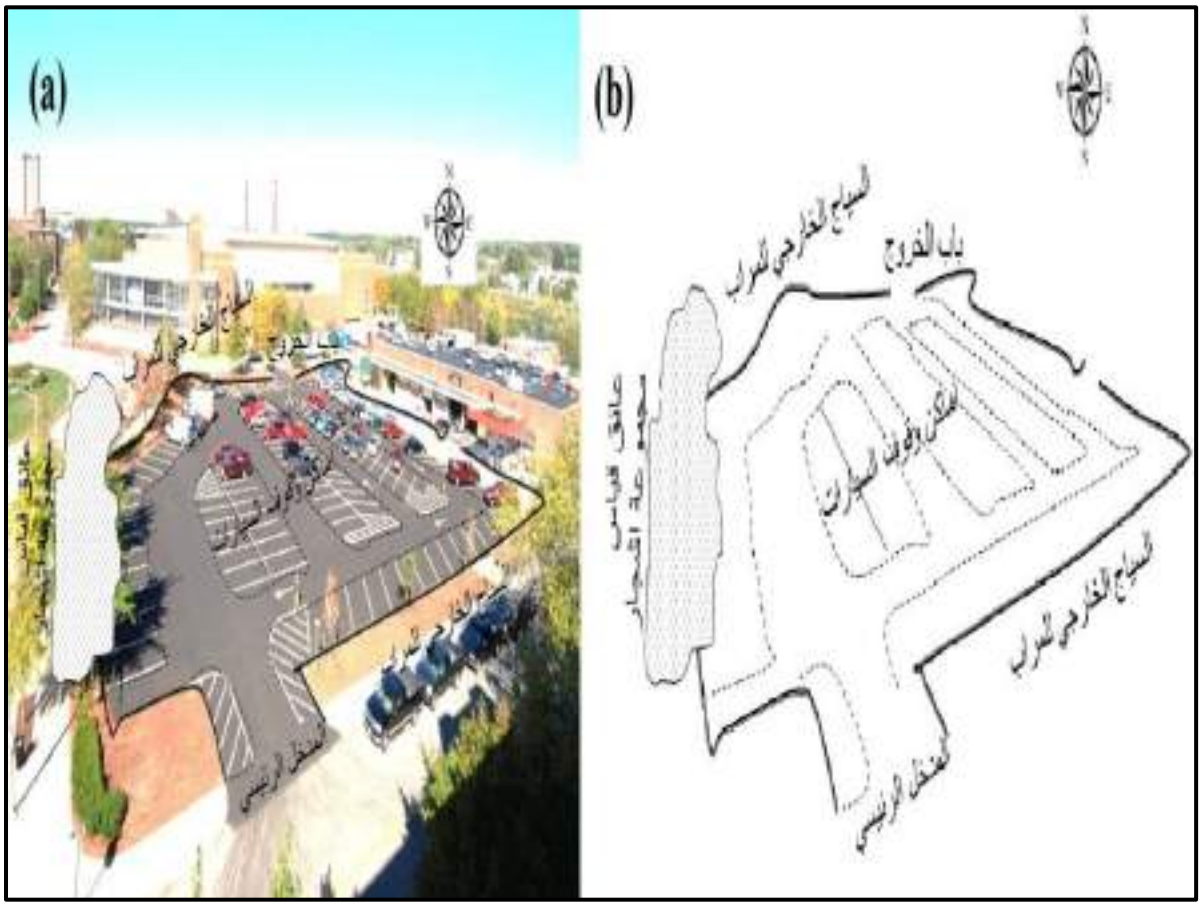
الحل :

1. يتم ملئ جدول الاعمال الاستطلاعية (4-5) اعتمادا على المعلومات التي تم ذكرها في المثال اعلاه واعتمادا على الكشف الذي تم اجراءه ميدانيا من قبل مجموعة المساحين خلال عملية الاستطلاع وكما مبين بالجدول (4-6) .
2. يتم رسم مخطط يدوي بسيط لموقع العمل كما موضح في الشكل (4-7) اعتمادا على الصورة المتوفرة للمراب .

ملاحظات :

- هناك بعض المعلومات تم ملئها في الجدول هي افتراضية وضعت لأغراض تدريب الطلبة مثلا اسم وعنوان موقع العمل ، اسماء كادر العمل والدقة التخمينية للعمل .
- بالنسبة لدقة العمل تعتمد على عوامل مختلفة منها نوع الاجهزة المستخدمة وخبرة الكادر المساحي والظروف الجوية وطبيعة المنطقة المراد اجراء العمل فيها .

- تم اعداد نموذج بسيط جدا لمخطط يدوي لموقع العمل شكل (7-4) لإعطاء فكرة للطلبة حول كيفية رسم المخططات اليدوية في اعمال الاستطلاع .
- وسوف يتم تخصيص موضوع كامل على طرق رسم المخططات اليدوية ورسم المخططات بمقياس لاحقا في هذا الفصل نظرا لأهميتها الكبيرة في اغلب الاعمال المساحية .



الشكل (7-4) يوضح (a) صورة موقع العمل ، (b) مخطط يدوي لموقع العمل

جدول (4-6) كيفية ملئ جدول الاعمال الاستطلاعية

عنوان العمل المساحي : قياس محيط ومساحة مراب السيارات

الغاية من العمل المساحي : يهدف هذا العمل المساحي لقياس محيط ومساحة مراب السيارات الكلية .

وصف لموقع العمل المساحي : يقع هذا العمل المساحي في مراب السيارات داخل اعدادية المعرفة الواقعة ضمن محلة 888 زقاق 44

البيانات والمعلومات السابقة المتاحة (ان وجدت) :

☑ صور (فضائية ، جوية ، ارضية) ☐ خرائط او مخططات ☐ جداول بالبيانات

☐ اخرى

وصف طبيعة البيانات المتوفرة : تتوفر صورة ملتقطة لموقع العمل

هل هناك عوائق تعيق القياسات : ☑ نعم ☐ لا

نوع العائق وكيفية التخلص منه ان وجد : هناك مجموعة اشجار واقعة على السياج من الجهة الغربية مما يمنع تبادل الرؤيا ويعيق قياس محيط السياج . وللتخلص من هذا العائق يحتاج عمل مثل قائم الزاوية لغرض اجتياز العائق واستخراج طول الضلع المجهول باستخدام نظرية فيثاغورس .

أهم العوارض والظاهرات التي سيتم رفعها مساحيا : الحدود الخارجية لمراب السيارات مع ممرات الدخول والخروج من المراب .

المدة التخمينية لإنجاز العمل :	عدد وتخصص فريق العمل :	الدقة التخمينية للعمل :
يوم عمل واحد	مهندس مساحة عدد (1) ومساحين عدد (2)	± 45 سم في الطول و ± 60 سم^2 في المساحة

الاجهزة والمعدات الاساسية اللازمة للعمل		المعدات المساعدة في العمل		القرطاسية واللوازم المكتبية المطلوبة في العمل	
الاجهزة والمعدات	العدد	المعدات المساعدة	العدد	المادة	العدد
شريط قياس معدني بطول 100 m	2	اوتاد لتثبيت الحدود	6	1. دفتر حقل لتثبيت القياسات	2
		نبال	10	2. ورق A3 لرسم خريطة للموقع بمقياس كبير	10 أوراق
		شاقول	1	3. ورق A4 لرسم المخططات اليدوية	10 أوراق
		شواخص	5	4. اقلام رسم	3
				5. منحنيات ومساطر رسم	2

اعضاء لجنة الاستطلاع :

التوقيع :			
الاسم :	محمد علي	عصام قحطان	احمد محمد
التاريخ :	2021/1/3	2021/1/3	2021/1/3
	عضو	عضو	رئيس اللجنة

التمرين 4 - 4 : (القيام بعملية الاستكشاف أو الاستطلاع لأبنية مختلفة)

أ. الغاية من التمرين :

يهدف هذا التمرين الى تدريب الطلاب على كيفية قيام كل مجموعة من الطلبة بأجراء عملية استطلاع ميداني على بنايات مختلفة داخل المدرسة (الاعدادية) واعداد جدول خاص لذلك الاستطلاع لمعرفة طبيعة الموقع ووضع خطة لكيفية تنفيذ المشروع وتحديد المدة الزمنية اللازمة للإنجاز ، ومعرفة الاحتياجات الفعلية (كماً ونوعاً) من فريق العمل والأجهزة التي يتطلبها العمل المساحي المطلوب .

علما ان الغاية من العمل المساحي هو قياس محيط والمساحة الكلية لبنايات المدرسة المختارة من قبل المدرس المشرف .

ب. الادوات والمواد المستعملة :

1. نسخة مطبوعة من الجدول (4-5) .
2. اقلام + ورقة A4 لغرض عمل مخطط استطلاعي .
3. بوصلة لتحديد اتجاه الشمال او الاعتماد على تطبيق البوصلة في جهاز الموبايل .

ج. خطوات العمل :

1. ارتداء كل طالب بدلة العمل على ان تكون ملائمة له في القياس .
2. يقسم الطلبة على عدة مجاميع بحيث كل مجموعة مكونة من (4) طلاب .
3. تقوم كل مجموعة بطباعة الجدول (4-5) على ورقة .
4. يقوم المدرس المشرف باختيار مجموعة من بنايات مختلفة داخل المدرسة (الاعدادية) وتكليف كل مجموعة بأجراء عملية الاستطلاع على تلك البنايات وملئ الجدول (4-5) على فرض ان الغاية من العمل المساحي هو قياس المحيط والمساحة الكلية للبنايات المختارة .
5. تقوم كل مجموعة برسم مخطط يدوي بسيط لموقع العمل وتحديد اتجاه الشمال في المخطط .
6. تقوم كل مجموعة بتسليم الجدول (4-5) والمخطط اليدوي لموقع العمل للمدرس المشرف لغرض التقييم عند انتهاء عملية الاستطلاع .

4 - 5 رسم المخطط اليدوي Drawing Free Hand Sketch

ان رسم المخططات المساحية (sketches) يكون متزامنا مع عمليات الاستطلاع (الاستكشاف) للمنطقة المراد رصدها ورفع تفاصيلها مساحيا (باستخدام الاجهزة والادوات المساحية المختلفة) . ويهدف رسم المخططات (والتي يطلق عليها في بعض المصادر العربية الكروكي) الى اظهار التفاصيل للمعالم الداخلية والحدود الخارجية لمنطقة العمل مع تثبيت الاسماء والعناوين للمعالم الرئيسية البارزة في تلك المنطقة كما تمت الاشارة الى ذلك في الفقرة (4-4) .

ويجب ان تتضمن تلك المخططات رسم الشوارع الرئيسية والطرق الفرعية ، المباني بجميع انواعها ، حدود المنطقة الخارجية وفواصل الحدود بين الملكيات ، اتجاه الشمال ، وبقية العوارض الرئيسية والتي ممكن الاستفادة منها في الاستدلال على النقاط المراد رصدها .

وتشمل تلك العوارض عادة اعمدة الانارة وانواع العوائق التي قد تعيق القياس وتبادل الرؤية بين النقاط المراد رصدها مثل الاشجار والبحيرات او برك المياه ان وجدت .

ويمكن تقسيم المخططات المساحية الى نوعين :

1. المخططات المساحية اليدوية (المخططات الاستطلاعية) : وتنجز هذه المخططات اثناء عملية الاستطلاع الميداني
2. المخططات المساحية المرسومة وفق مقياس رسم : وتنجز هذه المخططات بعد اكمال عمليات الرصد والقياسات المساحية . وسيتم شرحها بشكل مفصل بالفقرة (4-6).

تمثل المخططات المساحية اليدوية رسومات ابتدائية لتمثيل موقع العمل وتخضع هذه الرسومات الى قواعد واسس معينة يلزم اتباعها من قبل العاملين في تخصص المساحة . وترسم هذه المخططات باليد الحرة فقط ولا يشترط رسم تلك المخططات وفق مقياس رسم او باستخدام ادوات الرسم ويكفي ان يكون مشابه قدر الامكان في الشكل لطبيعة المنطقة (موقع العمل) ، بمعنى اخر يجب ان يراعى اثناء رسم المخططات المحافظة على الاتجاهات الصحيحة للمعالم المثبتة على ورقة الرسم بقدر الامكان وكذلك يشترط تثبيت اتجاه الشمال .

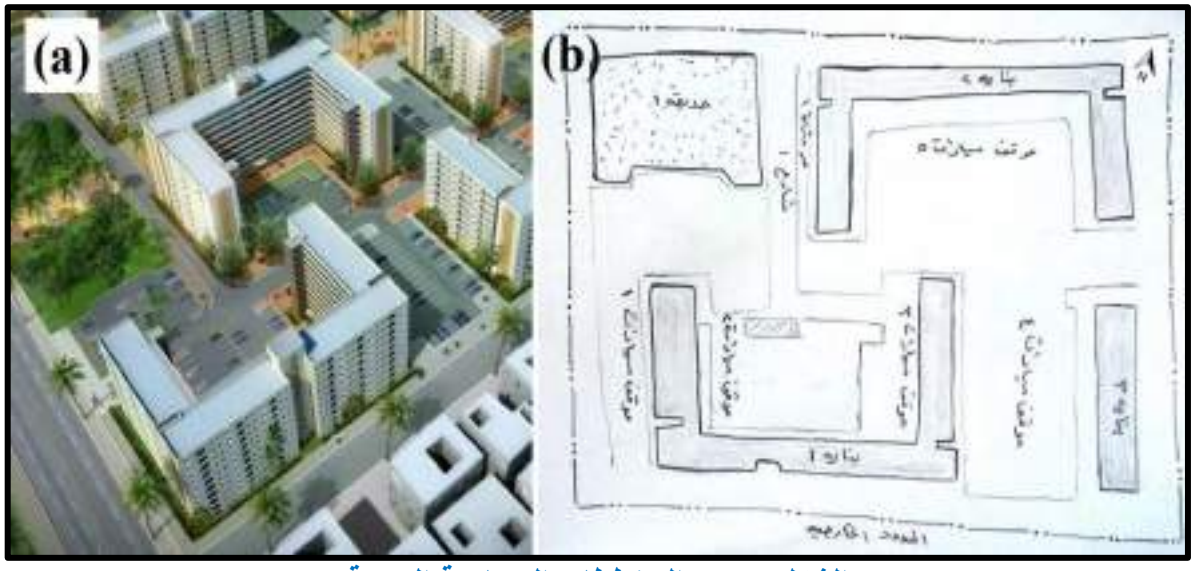
يوضح الشكل (4-8) نموذج للمخططات اليدوية المساحية ونلاحظ التشابه بالشكل بين المخطط اليدوي الشكل (4-8, b) والشكل الحقيقي للمنطقة العمل الظاهر بالصورة الجوية الشكل (4-8 , a) .

يمكن ان تقتصر ادوات الرسم على اقلام الرسم وورق الرسم فقط اي بدون الحاجة الى استخدام المساطر او المقاييس في رسم الخطوط المستقيمة و الفرجال ومسطرة الدوائر والمنحنيات والمنقلة الهندسية في رسم الدوائر والمنحنيات . ومن الطبيعي والمقبول ان تظهر بعض التعرجات البسيطة في الخطوط المستقيمة والدوائر المرسومة وكما مبين بالشكل (4-8, b) .

وعليه يجب على المساحين اجراء العديد من التدريبات على رسم الخطوط والاقواس باستخدام اليد الحرة لتطوير مهاراتهم برسم المخططات المساحية اليدوية .

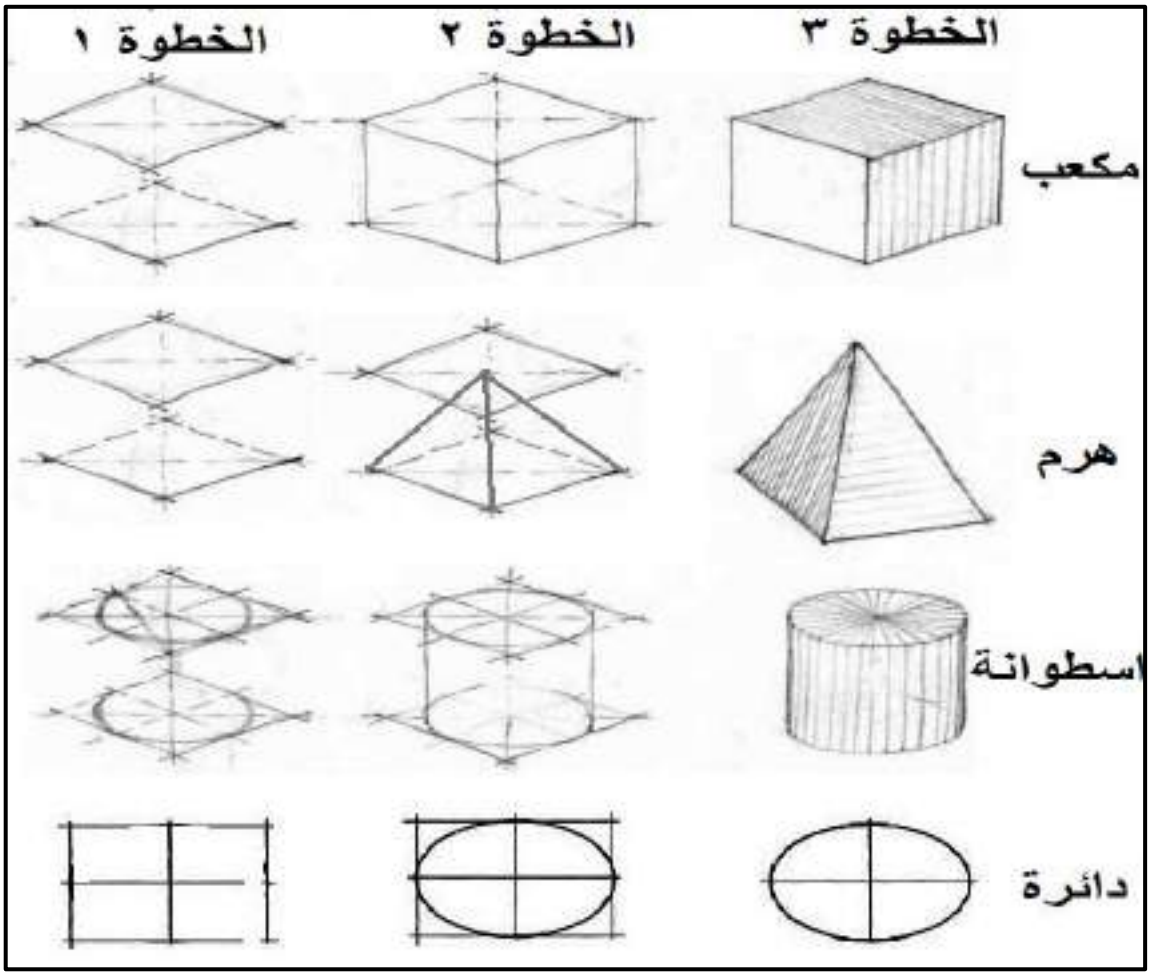
الشكل (4-9) يبين الخطوات والطرق التي يمكن اتباعها في رسم بعض الاشكال الهندسية الثنائية الابعاد والمجسمات (ثلاثية الابعاد) . ونلاحظ من الشكل بان رسم بعض الاشكال الهندسية المعقدة باستخدام اليد الحرة ممكن تبسيطه من خلال عمل عدة خطوات قبل الوصول الى رسم الشكل النهائي .

ويعد ذلك من ضمن احدى الطرق المتبعة في تطوير مهارات الرسم اليدوي والمتمثلة في رسم الاشكال الهندسية المعقدة باستخدام اليد الحرة .



الشكل (4-8) المخططات المساحية اليدوية

(a) صورة جوية لموقع العمل ، (b) مخطط يدوي لموقع العمل



الشكل (4-9) طرق الرسم باستخدام اليد الحرة لبعض الاشكال الهندسية

التمرين 4 - 5 : (رسم انواع الخطوط والاشكال الهندسية المستوية والمجسمة باستخدام اليد الحرة فقط)

أ. الغاية من التمرين :

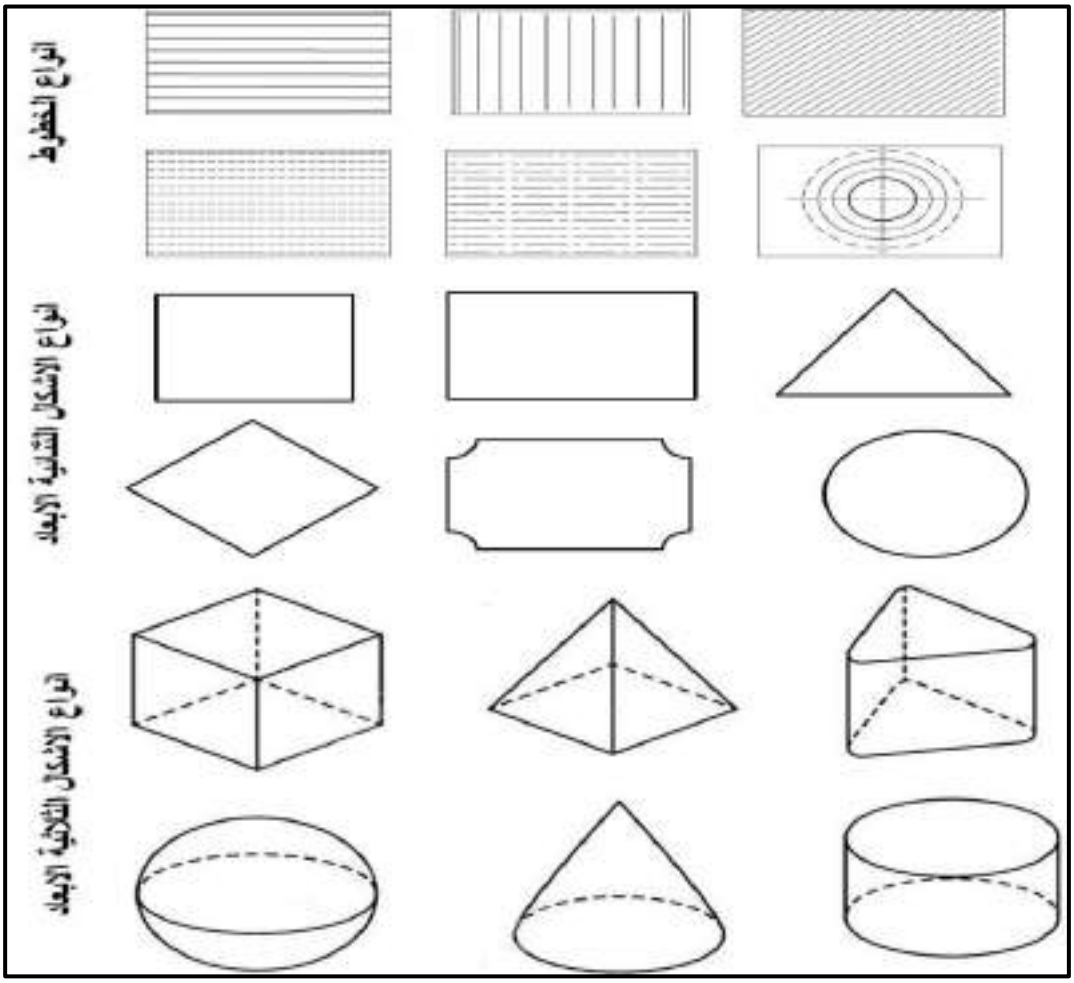
تطوير مهارات الرسم باليد الحرة لدى الطلبة .

ب. الادوات المستعملة :

1. قلم رصاص ، ممحاة .
2. ورقة رسم A4 .

ج. طريقة العمل :

يقوم كل طالب برسم انواع الخطوط والاشكال الهندسية المستوية والمجسمة المبينة بالشكل (4-10) باستخدام اليد الحرة فقط بدون استخدام اي ادوات رسم مساعدة . على ان يقوم برسم جميع هذه الاشكال في ورقة رسم A4 واحدة مع مراعات المسافات بين الخطوط وكذلك الحفاظ على المسافات الفاصلة بين الاشكال قدر الامكان .



الشكل (4-10) طرق الرسم باستخدام اليد الحرة لبعض الاشكال الهندسية

4 - 5 - 1 قواعد رسم المخططات المساحية اليدوية

قبل البدء بأي عمل مساحي لابد للمساح من استطلاع واستكشاف موقع العمل للكشف فيما اذا كان ذلك الموقع يحتوي على معالم تفصيلية او عوارض طبوغرافية كما تمت الاشارة الى ذلك في الفقرة (4-4) . تلي عملية الاستطلاع مباشرة عملية رسم المخطط باستخدام اليد الحرة لموقع العمل والذي يعتمد بشكل كبير على مهارة وخبرة المساح في نقل واظهار المعالم والتفاصيل الرئيسية لموقع العمل على ذلك المخطط . **هناك بعض القواعد يجب على المساح مراعاتها قبل الشروع برسم المخططات المساحية اليدوية وهي :**

1. التحقق من توفر خرائط قديمة او مخططات ، صور جوية او فضائية ، نقاط ضبط ارضية لموقع العمل لغرض الاستفادة منها في رسم المخطط الحديث للمنطقة .
2. استطلاع الحدود الخارجية لموقع العمل من بدايته الى نهايته لغرض تحديد المعالم المراد رفعها.
3. يجب ان تكون اشكال واتجاهات المعالم المرسومة على المخطط اليدوي صحيحة لذا يجب تحديد اتجاه الشمال لموقع العمل من خلال استخدام البوصلة التقليدية او استخدام تطبيق البوصلة الموجودة على اجهزة الموبايل . ويثبت اتجاه الشمال بعد تحديده على المخطط .
4. عندما يكون موقع العمل كبير يجب ان يقوم المساح بتقسيم الموقع الى اجزاء صغيرة ليسهل رسمها وبعدها يباشر برسم كل جزء على حدة ومن ثم يقوم بربط هذه الاجزاء المرسومة في مخطط واحد .
5. بما ان رسم المخططات المساحية الاستطلاعية لا يتطلب اجراء قياسات او عمل مقياس لغرض رسم المعالم الرئيسية في موقع العمل لذا يشترط الالتزام بالنسبة والتناسب بين الاطوال الحقيقية للمعالم والاطوال المرسومة على المخطط . مثلا عند رسم البنايات المستطيلة والتي طولها اكبر من عرضها يجب ان يكون طولها في الرسم اكبر من عرضها ايضا . كذلك يجب مراعات رسم البنايات الكبيرة والشوارع العريضة على الطبيعة بشكل اكبر ومتناسب مقارنة مع البنايات والشوارع الصغيرة على الطبيعة .
6. يجب ان يتضمن رسم المخطط وصف مفصل وتسمية لجميع المعالم والعوارض الموجودة في موقع العمل لكي يسهل رفعها مساحيا بعد ذلك .
7. يجب استخدام الخطوط المتقطعة او تسمى الخطوط المخفية (hidden line) ويرمز لها بالرمز (- - - - - -) في الرسم لبيان العوارض والمعالم الرئيسية المخفية مثل الانفاق تحت الارض .

التمرين 4 - 6 : (رسم المخطط المساحي باستخدام اليد الحرة فقط بالاعتماد على مخطط قديم)

أ. الغاية من التمرين :

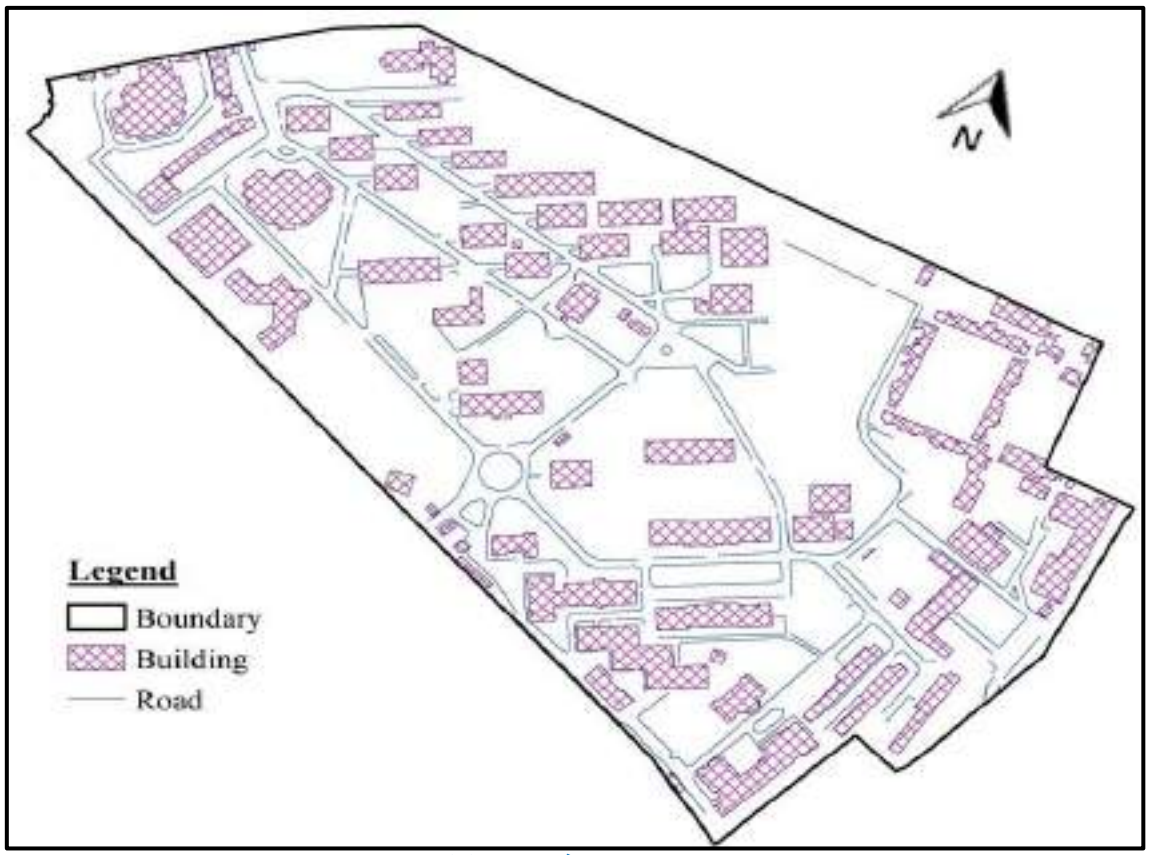
تطوير مهارات الطلبة في رسم المخططات المساحية الاستطلاعية باستخدام اليد الحرة فقط وبالاعتماد على المخططات القديمة المتوفرة لموقع العمل كما مبين بالشكل (4-11) .

ب. الادوات المستعملة :

1. قلم رصاص ، ممحاة .
2. ورقة رسم A4 .

ج. طريقة العمل :

يقوم كل طالب برسم نموذج المخطط المساحي المبين بالشكل (4-11) باستخدام اليد الحرة فقط بدون استخدام اي ادوات رسم مساعدة . ويجب مراعات قواعد رسم المخططات المساحية اليدوية التي تم ذكرها في الفقرة (4-5-1) وبالأخص النقاط رقم (3) و (5) ، وتسليم المخطط للمدرس المشرف لغرض التقييم .



الشكل (4-11) نموذج لمخطط مساحي

التمرين 4 - 7 : (رسم المخطط المساحي باستخدام اليد الحرة فقط)

أ. الغاية من التمرين :

تطوير مهارات الطلبة في رسم المخططات المساحية باستخدام اليد الحرة فقط لموقع عمل مختار من قبل المدرس المشرف ، مثلا ساحة أو مراب المدرسة .

ب. الادوات المستعملة :

1. قلم رصاص ، ممحاة
2. ورقة رسم A4 .

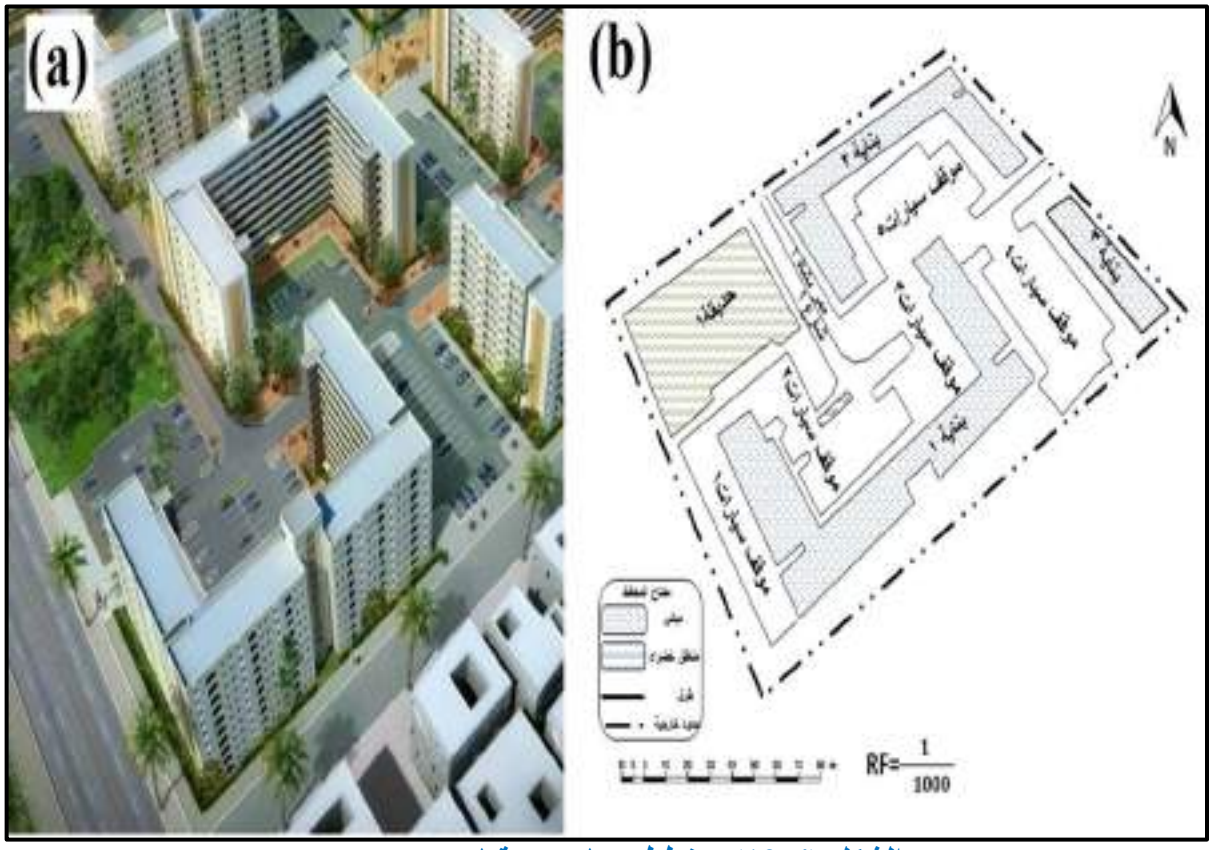
ج. طريقة العمل :

1. ارتداء بدلة العمل من قبل الطلاب وتقسيم الطلاب الى مجاميع وكل مجموعة تتكون من طالبين.
2. اختيار موقع العمل من قبل المدرس المشرف لغرض تنفيذ التمرين .
3. ويجب اتباع جميع قواعد رسم المخططات المساحية اليدوية التي تم ذكرها في الفقرة (4-5-1)
4. رسم مخطط مساحي استطلاعي وتسليم المخطط للمدرس المشرف لغرض التقييم .

4 - 6 رسم مخطط بمقياس رسم معين Drawing Sketch with Suitable Scale

يمكن تعريف المخططات المساحية بانها تمثيل ترسيمي وفق مقياس محدد لكل البيانات المكانية (المعالم) الرئيسية الظاهرة على سطح الأرض مثل الشوارع الرئيسية والطرق الفرعية ، المباني بجميع انواعها ، حدود المنطقة الخارجية وفواصل الحدود بين الملكيات ...الخ ، مع وضع تسميات لهذه المعالم .

يرسم هذا النوع من المخططات المساحية بعد اكمال عمليات الرصد والرفع المساحي . ومن المعروف بانه لا يمكن رسم منطقة العمل وما تحتويه من معالم على ورقة الرسم بأبعادها الحقيقية لذا من الضروري تصغير الابعاد الارضية الحقيقة للمعالم الموجودة في منطقة العمل ليتم رسمها على ورقة الرسم وتعرف نسبة التصغير هذه بمقياس الرسم كما هو مبين بالشكل (4-12) .



الشكل (4-12) مخطط مساحي بمقياس رسم معين

(a) صورة جوية لموقع العمل ، (b) مخطط مساحي بمقياس لنفس موقع العمل

4 - 6 - 1 مقياس الرسم

يعرف مقياس الرسم (Scale) بأنه النسبة العددية بين طول اي بُعد على الخريطة او المخطط (Map Distance (MD)) والطول المناظر له على الارض ((Ground Distance (GD).

$$\text{مقياس الرسم} = \frac{\text{البُعد على الخريطة}}{\text{البُعد على الارض}}$$

$$\text{Scale} = \frac{\text{Map Distance (MD)}}{\text{Ground Distance (GD)}} \longrightarrow \text{Scale} = \frac{\text{MD}}{\text{GD}} \qquad (1\text{-}4)$$

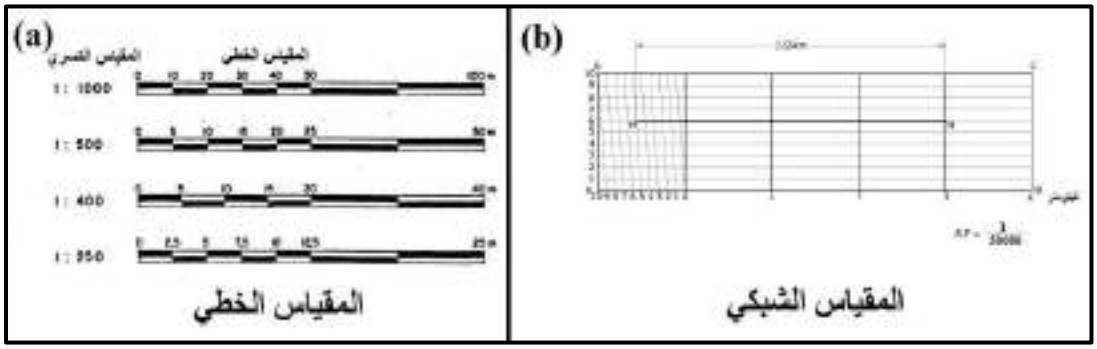
وهناك عدة انواع من مقاييس الرسم واهمها :

1. مقياس الرسم الكسري : وهو نسبة ثابتة تكتب على شكل كسر بسطه يكون دائما العدد 1 ويكون مقامه عددا صحيحا على سبيل المثال :

$$\frac{1}{10} \text{ ، } \frac{1}{100} \text{ ، } \frac{1}{1000} \text{ ، } \frac{1}{2000} \text{ ، } \frac{1}{3000} \text{ ، } \frac{1}{10000} \text{ ، } \frac{1}{20000} \text{ ، ... الخ .}$$

نلاحظ بان المقياس الكسري عبارة عن نسبة خالية من وحدات القياس ويكون مقام المقياس عادة مقرب لأقرب عدد صحيح (فيه رقم او رقمان صحيحة وباقي الارقام عبارة عن اصفار) .

2. مقياس الرسم المباشر : ويطلق عليه ايضا المقياس الكتابي ، وفي هذا النوع من المقاييس يتم ذكر القيمة التي تمثلها وحدة القياس المستعملة مباشرة على الخريطة او المخطط ويمكن كتابة هذا المقياس كما يلي : (كل سنتمتر يمثل كيلومتر) اي كل سنتمتر على الخريطة يمثل كيلومتر على الارض . او مثلا (كل بوصة يمثل ميل) اي كل بوصة (انج) على الخريطة تمثل ميل على الارض وهكذا .
3. مقياس الرسم الخطي : وهو عبارة عن خط مدرج مشابه لحافة المسطرة وتكون وحدات التدرج في هذا المقياس اما بوحدات الطول بالنظام المتري مثل (الكيلومتر او المتر) وكما مبين بالشكل (4-13, a) ، او بوحدات الطول بالنظام الانكليزي مثل (الميل او القدم) .
4. مقياس الرسم الشبكي : وهو مشابه الى المقياس الخطي الا انه يعد ادق من المقياس الخطي حيث يستعمل هذا النوع عندما تكون الدقة المطلوبة لا يمكن او يصعب قراءتها بواسطة المقياس الخطي ويبين الشكل (4-13, b) نموذج للمقياس الشبكي .



الشكل (4-13) المقياس الخطي والشبكي ، (a) المقياس الخطي ، (b) المقياس الشبكي

مثال (2-4) : اوجد المقياس الكسري (Fractional Scale) لمخطط اذا كان طول المسافة بين النقطتين (A & B) على الارض (GD) يساوي 19 km وطول نفس المسافة على المخطط (MD) يساوي 13 cm ، ثم استخدم هذا المقياس الكسري لرسم مقياس خطي بطول 5 cm ؟

الحل :

$$\text{Scale} = \frac{\textbf{Map Distance (MD)}}{\textbf{Ground Distance (GD)}} = \frac{13\text{ cm}}{19\text{ km}}$$

يجب توحيد الوحدات في البسط والمقام ، لذا سنقوم بتحول وحدة المقاس الى السنتمتر بدلا من الكيلومتر من خلال ضرب المقام بـ 100000 .

$$\text{Scale} = \frac{13\text{ cm}}{19 \times 100000\text{ cm}} = \frac{13\text{ cm}}{1900000\text{ cm}}$$

نقوم بقسمة البسط والمقام على 13 cm لجعل بسط المقياس مساوي الى واحد ونتخلص من الوحدات لان المقياس يجب ان يكون بدون وحدات قياس وكما يلي :

$$\text{Scale} = \frac{13\text{ cm} / 13\text{ cm}}{1900000\text{ cm} / 13\text{ cm}}$$

$$\text{Scale} = \frac{1}{146153.8462}$$

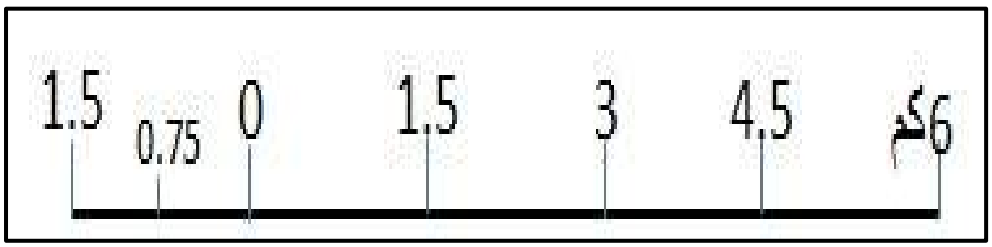
نقوم بتقريب مقام المقياس لأقرب عدد صحيح (فيه رقمان صحيحة وباقي الارقام عبارة عن اصفار) .

$$\text{Scale} = \frac{1}{150000}$$

لرسم المقياس الخطي :

المقياس الكسري اعلاه يعني ان كل واحد سنتمتر على الخريطة يساوي 150000 سنتمتر على الارض او يمكن القول ان كل واحد سنتمتر على الخريطة يساوي 1.5 km على الارض .

نرسم خط مستقيم بطول 5cm كما مبين بالسؤال ، ونقوم بتقسيم هذا الخط الى خمس اقسام باستخدام المسطرة ، كل قسم يساوي 1cm على الخريطة ويمثل 1.5 kmعلى الارض و تترك وحدة من مقياس الرسم الخطي على يسار الصفر ويتم تقسيمها الى تقسيمات فرعية اخرى ، وكما مبين بالشكل (4-14) .



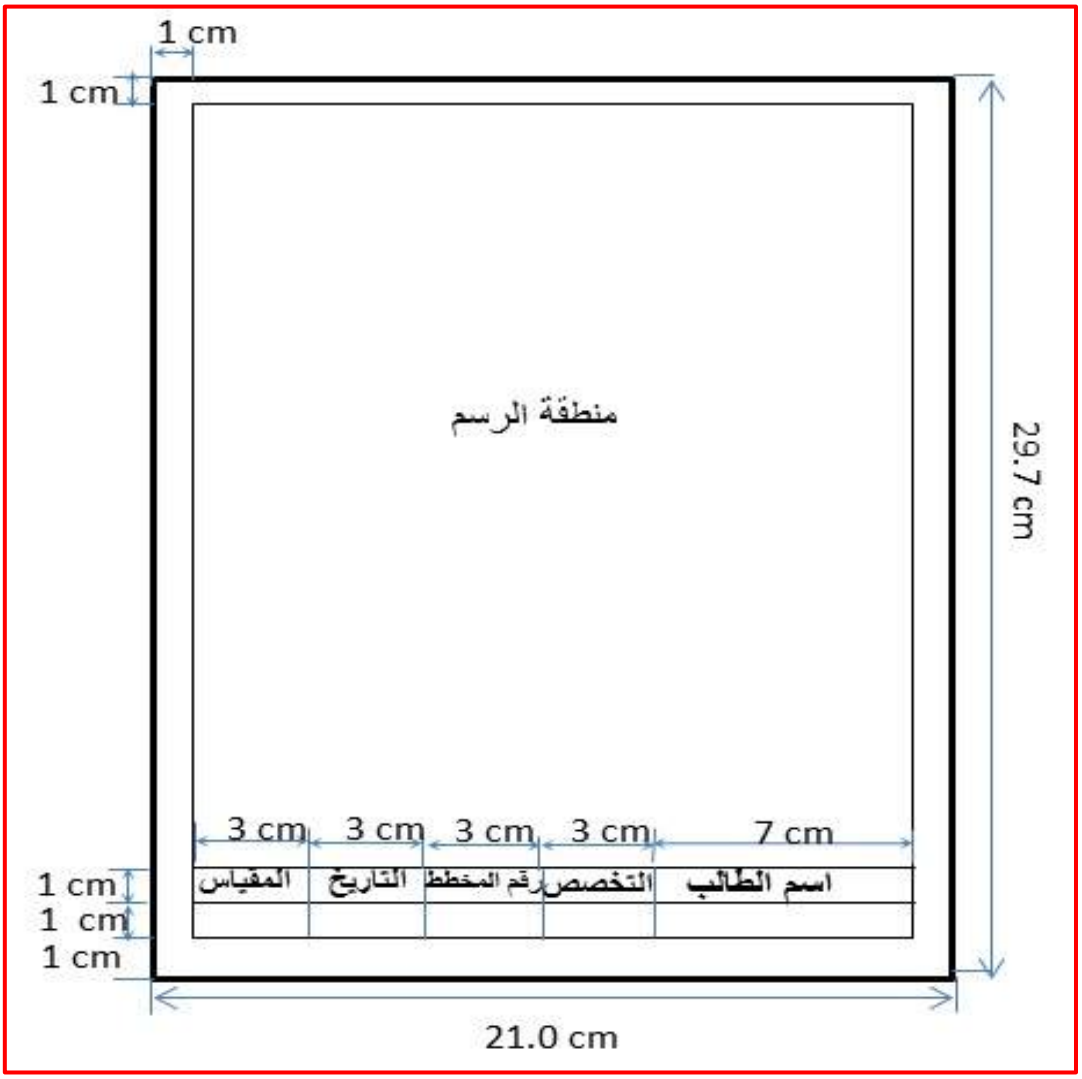
الشكل (4-14) المقياس الخطي

4 - 6 - 2 كيفية اختيار افضل مقياس لرسم المخطط

تستخدم المخططات في تمثيل الاشكال والمعالم الارضية الثلاثية الابعاد (الطول والعرض والارتفاع) على ورق رسم مستوية لها بعدان (طول وعرض) . لذا تتضمن المخططات المساحية في الغالب المساقط الافقية للمعالم الارضية مثلا المباني والطرق وقبل البدء بعملية الرسم نحتاج الى اختيار مقياس رسم ملائم للمخطط المساحي .

حيث ان لكل مخطط مقياس رسم قد يختلف من مخطط لأخر اعتمادا على ابعاد ورق الرسم وكذلك الابعاد الارضية للمعالم المراد رسمها . بما ان لورقة الرسم المستوية بعدان (طول وعرض) لذا يفترض استخراج مقياسين للرسم احدهما باتجاه طول الورقة والاخر باتجاه عرض الورقة ومن هذين المقياسين يتم اختيار المقياس الاصغر ليمثل المقياس المناسب للمخطط وكما موضح بالمثال التالي :

والشكل (4-15) يوضح ابعاد واطار ورقة الرسم وجدول المعلومات والتي سوف تعتمد لرسم المخطط المساحي عليها .



الشكل (4-15) ابعاد واطار ورقة الرسم وجدول المعلومات المستخدمة لرسم المخطط المساحي

مثال (4-3) : جد مقياس الرسم الملائم لرسم قطعة ارض مضلعة والتي ابعادها الارضية (60 m × 45 m) على ورقة رسم A4 ابعاد منطقة الرسم فيها (الطول = 25 cm والعرض = 18 cm) وكما موضح بالشكل (4-16) .

الحل :

الخطوة الاولى : استخراج المقياس الاول نقسم اكبر بُعد لورقة الرسم وهو = (25 cm) على اكبر بُعد لقطعة الارض وهو = (60 m) ؟

$$\text{Scale 1 (المقياس الاول)} = \frac{25\ \text{cm}}{60\ \text{m}}$$

نقوم بتوحيد الوحدات للبسط والمقام :

$$\text{Scale 1} = \frac{25\ \text{cm}}{(100 \times 60)\ \text{cm}} = \frac{25\ \text{cm}}{6000\ \text{cm}}$$

نقوم بقسمة البسط والمقام على الرقم الموجود بالبسط وهو (25 cm) حتى يكون مقدار البسط مساوي لواحد :

$$\text{Scale 1} = \frac{25\ \text{cm} / 25\ \text{cm}}{6000\ \text{cm} / 25\ \text{cm}} = \frac{1}{240}$$

الخطوة الثانية : نقوم باستخراج المقياس الثاني من خلال قسمة اصغر بُعد للورقة (18 cm) على اصغر بُعد لقطعة الارض (45 m) . ويتم تطبيق نفس خطوات استخراج المقياس الاول :

$$\text{Scale 2 (المقياس الثاني)} = \frac{18\ \text{cm}}{45\ \text{m}} = \frac{18\ \text{cm}}{(100 \times 45)\ \text{cm}} = \frac{18\ \text{cm}}{4500\ \text{cm}}$$

$$\text{Scale 2} = \frac{18\ \text{cm} / 18\ \text{cm}}{4500\ \text{cm} / 18\ \text{cm}} = \frac{1}{250}$$

الخطوة الثالثة (اختيار افضل مقياس) : بما ان المقياس الثاني اصغر (يعني مقام المقياس اكبر) من المقياس الاول ، لذا سيكون المقياس الثاني $\left(\frac{1}{250}\right)$ هو المقياس الملائم لغرض رسم قطعة الارض المستطيلة على ورقة رسم A4 .

الخطوة الرابعة : نقوم بتحويل ابعاد القطعة من الوحدات الارضية (وحدات الامتار) الى وحدات الخريطة (وحدات السنتمتر) من خلال ضرب جميع الابعاد الارضية بالمقياس المختار $\left(\frac{1}{250}\right)$ لكي نقوم برسمها بعد ذلك على المخطط وكما يلي :

البعد على المخطط (MD) = البعد على الارض (بالسنتمتر) (GD) × المقياس (Scale)

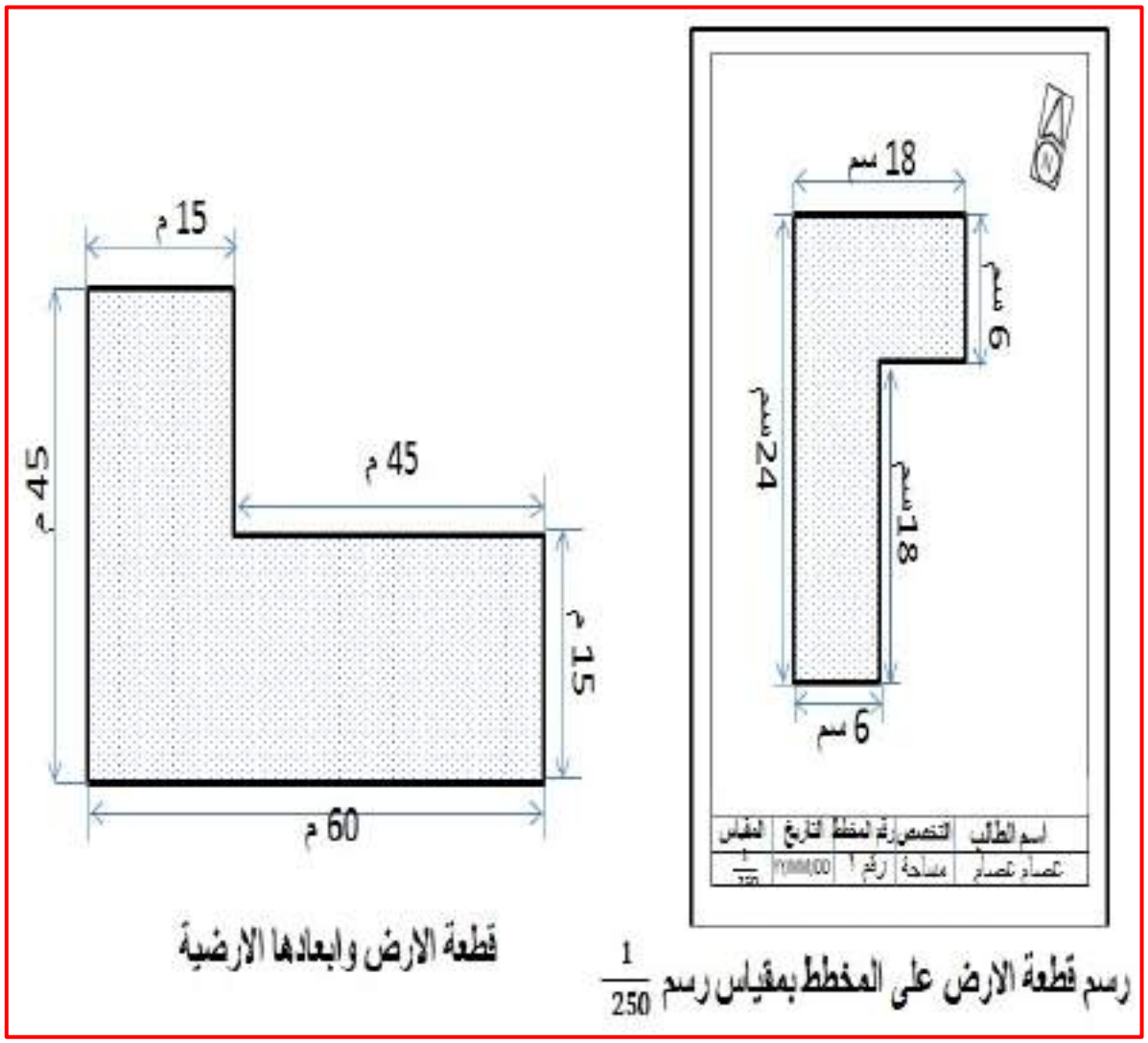
$$MD = GD\ (cm) \times Scale$$

$$MD\ 1 = (60 \times 100)\ cm \times \left(\frac{1}{250}\right) = \left(\frac{6000\ cm}{250}\right) = 24\ cm$$

$$MD\ 2 = (45 \times 100)\ cm \times \left(\frac{1}{250}\right) = \left(\frac{4500\ cm}{250}\right) = 18\ cm$$

$$MD\ 3 = (15 \times 100)\ cm \times \left(\frac{1}{250}\right) = \left(\frac{1500\ cm}{250}\right) = 6\ cm$$

الخطوة الرابعة : نقوم برسم القطعة المضلعة على لوحة الرسم المبينة تفاصيلها بالشكل (4-15) ، وكما موضح بالشكل (4-16) .



الشكل (4-16) رسم حدود قطعة ارض بشكل مخطط بمقياس رسم مختار

التمرين 4 - 8 : (المطلوب رسم مخطط مساحي بمقياس رسم لقطعة ارض او بناية مضلعة)

أ. الغاية من التمرين :

التعرف على كيفية رسم مخطط مساحي بمقياس رسم لقطعة ارض او بناية معينة .

ب. الادوات المستعملة :

1. شريط قياس .
2. ورق رسم (A4) وادوات رسم .
3. الدفتر الحقلي .

ج. طريقة العمل :

1. ارتداء بدلة العمل من قبل الطلاب وتقسيم الطلاب الى مجاميع وكل مجموعة تتكون من طالبين.
2. اختيار موقع العمل لغرض تنفيذ التمرين واختيار قطعة ارض او احد الابنية والتي يجب ان تكون ذات شكل هندسي منتظم (يفضل ان تكون مستطيلة او مربعة الشكل ، لسهولة اجراء الحسابات عليها) .
3. قيام كل مجموعة باستطلاع البناية او قطعة الارض المختارة والقيام برسم مخطط يدوي اولي لها في الدفتر الحقلي .
4. قيام كل مجموعة بأخذ قياسات الابعاد الارضية (الابعاد الحقيقية) للبناية المختارة والمتمثلة بالطول والعرض باستخدام شريط القياس وتثبيت هذه القياسات على المخطط اليدوي المرسوم في الدفتر الحقلي ، ويعد ذلك نهاية العمل الحقلي .
5. اجراء الحسابات المكتبية في الصف والمتمثلة بحساب واختيار افضل مقياس رسم (كما تم شرحه في المثال (4-3)) في الدفتر الحقلي .
6. رسم مخطط مساحي بمقياس رسم لقطعة الارض او البناية المختارة على ورقة A4 .
7. تسليم المخطط والدفتر الحقلي للمدرس المشرف لغرض التقييم .

اسئلة الفصل الرابع

س1 / ماهي أهم الخطوات المتبعة لفحص الاجهزة المساحية والتأكد من سلامتها ؟

س2 / كيف يتم العناية والمحافظة على الاجهزة والمعدات المساحية ؟ وضح بالتفصيل ؟

س3 / هناك العديد من الامور التي يجب ملاحظتها عند خزن الاجهزة والمعدات المساحية ، تكلم عنها بالتفصيل .

س4 / بين بالنقاط الطريقة او الاسلوب الصحيح لكيفية التعامل مع الاجهزة المساحية اثناء العمل الحقلي أو أثناء نقلها بالسيارة الى موقع العمل .

س5 / تختلف الدفاتر الحقلية باختلاف طبيعة الاعمال المنجزة واختلاف الاجهزة المستخدمة ولكن هناك بعض الامور المشتركة في جميع الدفاتر الحقلية ، ماهي ؟

س6 / وضح وبشكل جداول ما يلي :

أ. الدفتر الحقلي لاستخدامات شريط القياس .

ب. الدفتر الحقلي لاستخدامات جهاز الميزان .

ج. الدفتر الحقلي لاستخدامات جهاز الثيودولايت .

س7 / عرف عملية الاستطلاع الميداني وعدد اهم ما يجب عمله خلال عملية الاستطلاع الميداني .

س8 / عدد انواع المخططات المساحية ، وبين اهمية كل نوع من هذه المخططات .

س9 / جد المقياس الكسري لمخطط اذا كان طول المسافة بين النقطتين (A & B) على الارض = km 30 ، وطول نفس المسافة على المخطط = 15 cm ؟

الجواب : $\left(\frac{1}{200000}\right)$

س10 / اذا كان المقياس الكسري لمخطط هو $\left(\frac{1}{1000}\right)$ ، ارسم مقياس خطي لهذا المخطط بطول 10 cm ، مع وضع التقسيمات عليه .

س11 / تم قياس المسافة (AB) بين نقطتين (A) و(B) على مخطط ، وكانت تساوي (20 cm) ، جد المسافة بين نفس النقطتين (AB) على الارض ، اذا كان مقياس المخطط $\left(\frac{1}{5000}\right)$ ؟

الجواب : **(1000 m)**

س12 / جد طول المسافة (AB) بين النقطتين (A) و(B) على مخطط ، اذا كان طول المسافة الارضية بين نفس النقطتين (AB = 10 km) ، والمقياس الكسري لذلك المخطط $\left(\frac{1}{50000}\right)$

الجواب : **(20 cm)**

س13 / جد مقياس الرسم الملائم لرسم قطعة ارض مضلعة والتي ابعادها الارضية (20 m × 50 m) على ورقة رسم A4 ابعاد منطقة الرسم فيها (الطول = 25 cm والعرض = 18 cm) ؟

الجواب : $\left(\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{200}}\right)$

الفصل الخامس

جهاز الميزان

Level Device

اهداف الفصل :

- يتعلم الطالب العمل على جهاز الميزان (LEVEL) بأنواعه الشائعة والمتوفرة واجزاء الجهاز .
- يتعلم الطالب كيفية ضبط الجهاز من حيث الأفقية والتسامت ومعايرة الجهاز ليتمكن من قراءة وحساب المناسيب من خلال مسطرة التسوية الخاصة به .
- يتمكن الطالب من كتابة واعداد التقارير العلمية .

جهاز الميزان

Level Device

5 - المقدمة :

لقد بدأت الأجهزة المساحية بأجهزة قياس طولية بسيطة مثل السلسلة الحديدية وشريط القياس وغيرها من الاجهزة البسيطة الاستخدام ، ومع التطور الذي شهده العالم كان لأجهزة قياس المناسيب وارتفاعات النقاط نصيبٌ في هذا التطور التكنولوجي وخاصة لعلوم البصريات وبذلك أمكن تطوير جهاز الميزان (التسوية) ، وذلك للوصول الى عدة أهداف أهمها :

1. تقليل احتمالات الخطأ في قراءة الجهاز .
2. تقليل احتمالات الخطأ في تدوين الارصاد .
3. تطوير دقة الأجهزة الى دقة عالية في القياس .
4. توفير الوقت والجهد والكلفة .

عادةً ما يتم تحديد مواقع (احداثيات) العوارض الجغرافية في مستوي من خلال تحديد بعدين (س ، ص) الا أن الارض ليست مستوية أنما هي مجسم شبه كروي وسطحه ليس مستوياً بل تتخلله الجبال والوديان والمنخفضات ، ولتمثيل أي معلم على الارض يلزمنا ثلاثة أبعاد وليس اثنين فقط . هذا البعد الثالث (البعد الراسي) هو الهدف الذي يسعى جهاز الميزانية (التسوية) لقياسه .

الميزانية هي فرع المساحة الذي يبحث في الطرق المختلفة لقياس البعد الثالث أو ما يُسمى البعد الرأسي (الارتفاعات) للمعالم الجغرافية على سطح الأرض .

لتحديد البعد الرأسي لمجموعة من النقاط يلزم سطح مرجعي أو مستوى مقارنة تُنسب اليه جميع القياسات، أي سطح يكون الارتفاع عنده مساوياً للصفر . يتكون كوكب الارض من مياه (بحار ومحيطات) تُغطي 75% من اجمالي سطح الكوكب بينما تمثل اليابسة الجزء المتبقي .

لذلك اتخذ علماء المساحة منذ مئات السنين مستوى سطح البحر (وامتداده الوهمي) كسطح مرجعي لقياس البعد الرأسي (الارتفاعات) . بما أن مياه البحار والمحيطات تتأثر بالتيارات البحرية اليومية وتأثيرات المد والجزر فان مستوى المقارنة هو متوسط منسوب سطح البحر Mean Sea Level أو اختصاراً MSL .

5-1 تعريف جهاز الميزان واستخداماته : Level Definition & Its Uses

هناك العديد من الاجهزة المساحية المختلفة التي تستخدم في مجال المساحة وتختلف اهمية كل جهاز واستخدامه عن الاخر . وقد بدأت الأجهزة المساحية بأجهزة قياس طولية بسيطة مثل شريط القياس

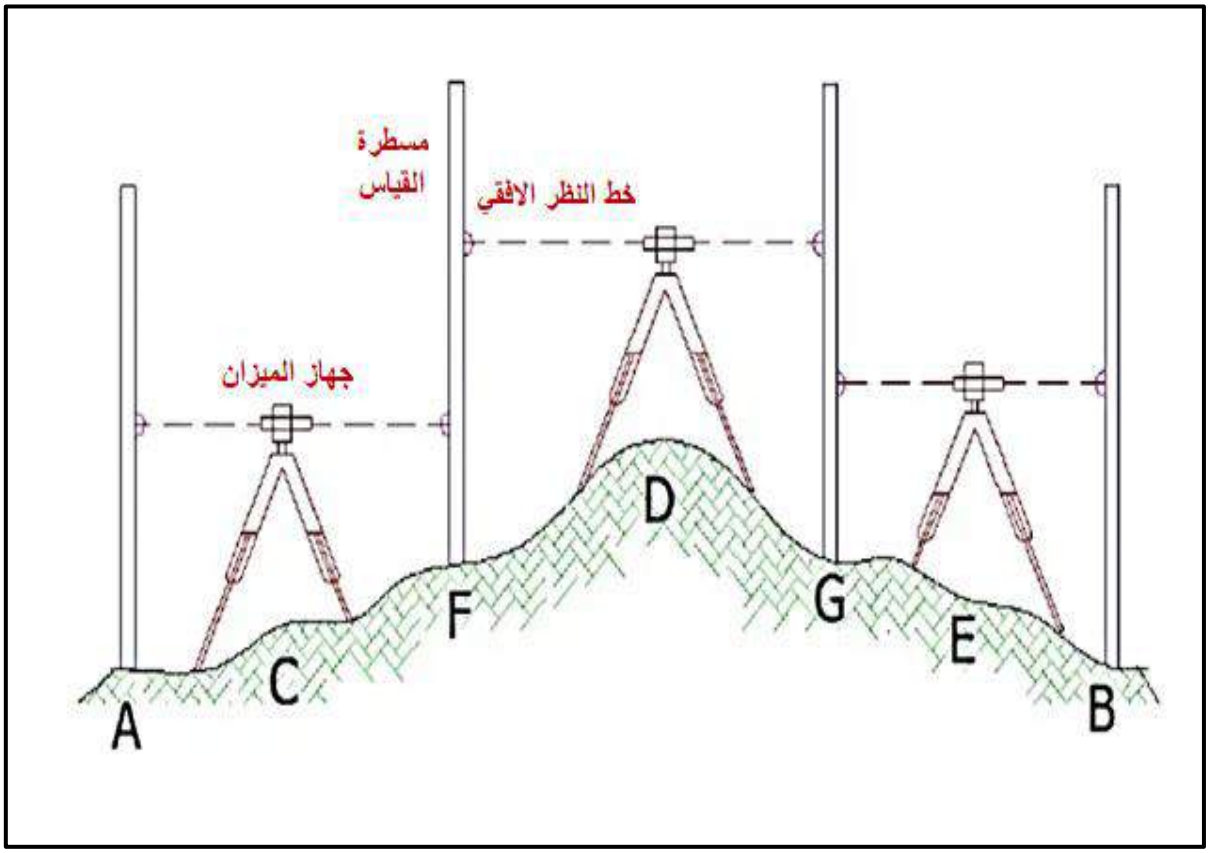
وغيرها ومع التطور الذي شهده العالم تطورت الاجهزة وأصبح هناك جهاز لقياس فرق الارتفاع (فرق المنسوب) للنقاط وهو جهاز التسوية أو (الميزان) .

يُعد جهاز الميزان أو جهاز التسوية (level) ، كما في الشكل (5-1) ، من الأجهزة الشائعة الاستخدام والضرورية للأعمال المساحية والمشاريع الحيوية مثل أعمال الطرق وتمديدات المياه والمجاري وإيجاد كميات الحفر أو الردم للأراضي ، ولذلك يعتمد عليه المهندس والمساح في كثير من الأعمال الهندسية . كذلك يعتبر جهاز الميزان من الأجهزة السهلة الاستخدام مقارنة بالأجهزة المساحية الأخرى . وبواسطة هذا الجهاز وبعد عمليات حسابية معينة يتم إيجاد المنسوب (البعد الرأسي او الارتفاعات) للمعالم الجغرافية على سطح الأرض .

الشكل (5-1) جهاز الميزان أو جهاز التسوية (Level)

تستخدم الة التسوية (او جهاز الميزان) لغرض الحصول على خط نظر (أو خط تسديد) افقي ، حيث يمكن بواسطته تعيين او تثبيت فروق الارتفاعات (او المناسيب) للنقاط نسبة الى سطح مرجعي أو مستوي مقارنة تنسب اليه جميع القياسات ، وذلك بأخذ قراءات على مسطرة التسوية التي تستخدم عادةً مع الجهاز .

ان الفكرة الاساسية لاستخدام جهاز الميزان في عمليات حساب فرق المنسوب أو الارتفاع يمكن أن تتلخص بوجود جهاز تسوية يُحدد المستوى الافقي بين نقطتين مع مسطرة مدرجة توضع رأسياً عند كل نقطة ، كما موضح بالشكل (5-2) .



الشكل (5-2) يوضح فكرة التسوية

تعد أعمال التسوية أو الميزانية من الاعمال الضرورية والحيوية للمشاريع الهندسية ، مثل :

- تصميم وتنفيذ المشاريع العمرانية .
- مشاريع المياه والقناطر والسدود .
- انشاء الطرق والمطارات والسكك الحديدية .
- تسوية الأراضي .
- شق وتطهير الأنهر والقنوات .
- لتحديد مسارات خطوط الكهرباء وخطوط البترول .
- أعمال الصرف الصحي .
- انشاء الخرائط الكنتورية .
- ردم المستنقعات و حساب كميات الحفر و الردم .
- المشاريع الانشائية .

التمرين 5-1 : (اعداد تقرير علمي عن تطبيقات جهاز الميزان في الاعمال الهندسية)

أ. الغاية من التمرين :

يهدف التمرين الى تدريب الطلبة عن كيفية البحث عن المعلومات باستخدام المصادر العلمية والشبكة العنكبوتية (الانترنيت) لأعداد تقرير عن جهاز الميزان وتعريفه واهم استخداماته في التطبيقات الهندسية المختلفة .

ب. المواد المطلوبة :

1. مصادر علمية (كتب أو الشبكة العنكبوتية (الانترنيت)) .
2. المستلزمات المادية لكتابة التقرير .

ج. خطوات العمل :

1. يتم البحث في الكتب العلمية او الشبكة العنكبوتية عن مواضيع ذات علاقة بموضوع التقرير وفهمها وتلخيصها .
2. يتم اعداد التقرير المطلوب والذي يتكون من عنوان التقرير ، مقدمة عامة ، شرح بشكل مفصل عن موضوع التقرير ، اهم الاستنتاجات ، المراجع (المصادر) التي تم استخدامها في اعداد هذا التقرير .
3. تُسلم التقارير الى الاستاذ المشرف ليتم مناقشتها مع الطلبة وتقييمها .

2-5 انواع جهاز الميزان Types of Level

تُصنف أجهزة الميزان (التسوية) بصفة عامة الى الميزان البصري والميزان الإلكتروني أو الرقمي والميزان الليزري .

1-2-5 أجهزة الميزان البصري

تشمل اجهزة الميزان البصري الفئات التالية :

أ. ميزان كوك Cook's Level : هذا الجهاز من الموديلات القديمة الغير مستخدمة حالياً ، والذي كان منظاره مركب على طوقين أو حلقتين بحيث يمكن فك المنظار وعكس اتجاه تركيبه على قاعدته مرة أخرى .

ب. الة التسوية من نوع واي Wye Level : يُحمل التلسكوب في هذا النوع بواسطة مسندين على شكل حرف (Y) ويتألف المسند الواحد من طوقين مقوسين (علوي وسفلي) مرتبطين بمفصل ، ويمكن تدوير التلسكوب داخل الطوقين السفليين اذا رُفع الطوقان العلويان ، كما يمكن وضع احدى نهايتي التلسكوب مكان الاخرى ، كما في الشكل (5-3) .

الشكل (5-3) جهاز التسوية نوع واي Wye Level

ج. الة التسوية من النوع القلاب (القابل للعكس) Reversible Level : تجمع هذه الالة بين ميزات آلتي دمبي و الواي ، حيث يُسند التلسكوب بواسطة طوقين ثابتين يُمكنان من ادخال التلسكوب فيها من أي طرف فيه يُثبت في موقعه بواسطة لولب ، كما يُمكن تدوير التلسكوب داخل الطوقين حول محوره الطولي، كما في الشكل (5-4) .

الشكل (5-4) جهاز التسوية من النوع القلاب

د. ميزان دمبي Dumby's Level : وهو نوع من أنواع الأجهزة البصرية ، تتميز هذه الاجهزة بأن المنظار والمحور الرأسي (الدائرة الافقية) للجهاز متصلان في جسم واحد ، وان قاعدتها مؤلفة من لوحين الأعلى يتصل بالمنظار بينما الاسفل يتصل بحامل الجهاز (ثلاثي الارجل) ، كما موضح بالشكل (5-5) .

الشكل (5-5) يوضح اجهزة التسوية من نوع دمبي

هـ . آلة التسوية من النوع الميال (أو القابل للميلان) Tilting Level : يحتوي هذا الجهاز على لولب ميال في أسفل التلسكوب ومتصل بالمسند الافقي يمكن من امالة خط التسديد (أو النظر) قليلاً من غير أن يميل المحور الرأسي للألة . وهكذا ، فلا ضرورة لان يكون خط التسديد عمودياً على المحور الرأسي بالضبط ، وهذه الميزة تساعد في موازنة (تسوية) الجهاز بسرعة ، أنظر الشكل (6-5) .

الشكل (6-5) جهاز التسوية الميال Tilting Level

2-2-5 جهاز الميزان الرقمي Digital Level

في الآونة الاخيرة شهدت أجهزة الميزان تطورا كبيرا لتظهر مجموعة اخرى منها تسمى الميزان الرقمي أو الالكتروني والذي يتميز بإمكانية تسجيل القراءات في ذاكرة الجهاز (بدلا من استخدام الدفتر لتسجيل القراءات) ، وأيضا وجود لوحة مفاتيح على الجهاز لتسجيل البيانات المطلوبة ، أنظر الشكل (5-7) .

الشكل (5-7) جهاز الميزان الرقمي

3-2-5 جهاز الميزان الليزري Laser Level

يعتمد الميزان الليزري على مبدأ اطلاق أشعة ليزر في مستوى افقي حتى تنعكس عند اصطدامها (بمسطرة) من نوع خاص وبالتالي يقوم جهاز مستقبل الليزر (الذي يتحرك على المسطرة) بتحديد قراءة تدريج هذه النقطة الكترونياً ، ويتم تسجيل القياسات الياً داخل ذاكرة الجهاز . يشيع استخدام اجهزة ميزان الليزر في اعمال التشييد والبناء لكن سعرها أغلى من أجهزة الميزان البصري ، انظر الشكل (5-8) .

الشكل (5-8) جهاز الميزان الليزري

التمرين 5-2 : (التعرف على أنواع أجهزة الميزان)

أ ـ الغاية من التمرين :

تعرف الطلاب على الانواع المختلفة لأجهزة الميزان قديما وحديثا ومراحل تطوره .

ب ـ الأجهزة والمواد المطلوبة :

1. اجهزة الميزان المتوفرة في قسم المساحة .
2. صور عن اجهزة اخرى للميزان قديما وحديثا .

ج ـ خطوات العمل :

1. يقوم مشرفي الصف بعرض الأجهزة على الطلاب (المتوفرة في مخزن القسم او صور عن اجهزة مختلفة قديمة وحديثة) لجهاز الميزان تكون اما ورقيا او تعرض على جهاز الداتاشو (Data Show) ، لغرض التعرف عليها بصورة عامة وشرح خواص كل جهاز واختلافه عن الاخر وعيوب كل جهاز واستخداماته .
2. يقوم مشرف الصف بشرح محتويات الصندوق لكل جهاز وكيفية فتح الصندوق وارجاع الجهاز الى مكانه (للأجهزة المتوفرة في القسم) .
3. يقوم الطلاب بعد التعرف على الأجهزة بكتابة تقرير يتضمن الأنواع التي تم استعراضها وفوائد كل جهاز ومميزاته وسلبياته والاستخدامات العامة له مع صور لهذه الاجهزة ، و الاعمال التي يمكن إنجازها عن طريق هذا الجهاز ، مع استعراض وذكر الموديلات الموجودة للشركات العالمية المصنعة لهذا الجهاز ، واختلاف كل شركة عن الأخرى ، وان يتم الاستعانة بمصادر من شبكة الانترنت او المكتبات .
4. يقوم مشرفي الصف بتقييم تقارير الطلاب .

3-5 التعرف على أجزاء جهاز الميزان Identifying Level Device Parts

يتكون جهاز الميزان من ثلاثة اجزاء رئيسية وكالآتي :

أ. المنظار وملحقاته Telescope

ب. الركيزة Tripod

ج. مسطرة القياس (التسوية) Staff

1-3-5 المنظار وملحقاته

ان الغرض الاساسي للمنظار (التلسكوب) هو تثبيت خط النظر "sight of Line" واعطاء صورة مكبرة للجسم المنظور (مسطرة التسوية) ، انظر الشكل (5-9) للتعرف على اجزاء التلسكوب وملحقاته والتي يمكن توضيحها كالآتي :

الشكل (5-9) اجزاء التلسكوب وملحقاته لجهاز الميزان

أ. العدسة العينية : الغرض الرئيسي للعدسة العينية هو تكبير صورة الجسم المنظور (مسطرة التسوية) وشعيرات الشبكية "cross hairs" .

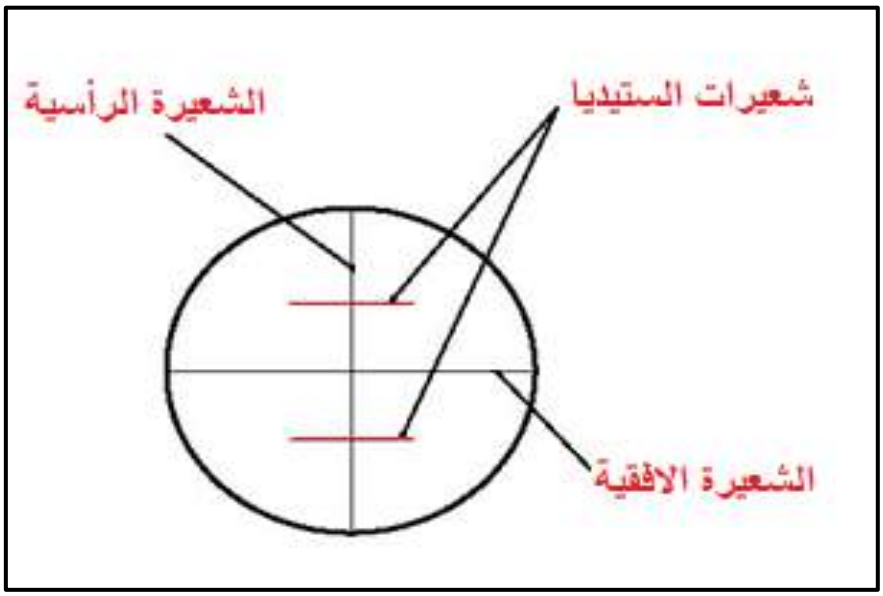
ب. العدسة الشيئية : الغرض من العدسة الشيئية هو تكوين صورة حقيقية للجسم المنظور وتكون هذه الصورة صغيرة ومقلوبة ، تقع هذه الصورة في مستوى الشبكية "Reticule" .

ج. الشبكية : ان موقع مستوى الشبكية في التلسكوب يمثل مستوى توضح الصورة لكل من العدسة العينية والعدسة الشيئية .

تتالف الشبكية بشكل رئيسي من شعيرتان "Two hairs" أحداهما افقية والشعيرة الاخرى الشاقولية (الرأسية) تمثل مركز الجهاز وتقع على المحور العدسي للجهاز .

الشبكية في معظم اجهزة التسوية تحتوي على شعيرتين افقيتين اضافيتين تسمى شعيرات الستيديا "Stadia hairs" ، كما في الشكل (5-10) .

تُستخدم شعيرات الستيديا العليا والسفلى لحساب المسافة الافقية ، اما الشعيرة الافقية الوسطى فتستخدم لقراءة قيمة المناسيب على مسطرة التسوية والشعيرة الرأسية يمكن من خلالها معرفة وتحديد شاقولية مسطرة التسوية .



الشكل (5-10) شعيرات الشبكية

د. الفقاعة الدائرية : تستخدم في جهاز التسوية للحصول على مستوى افقي .

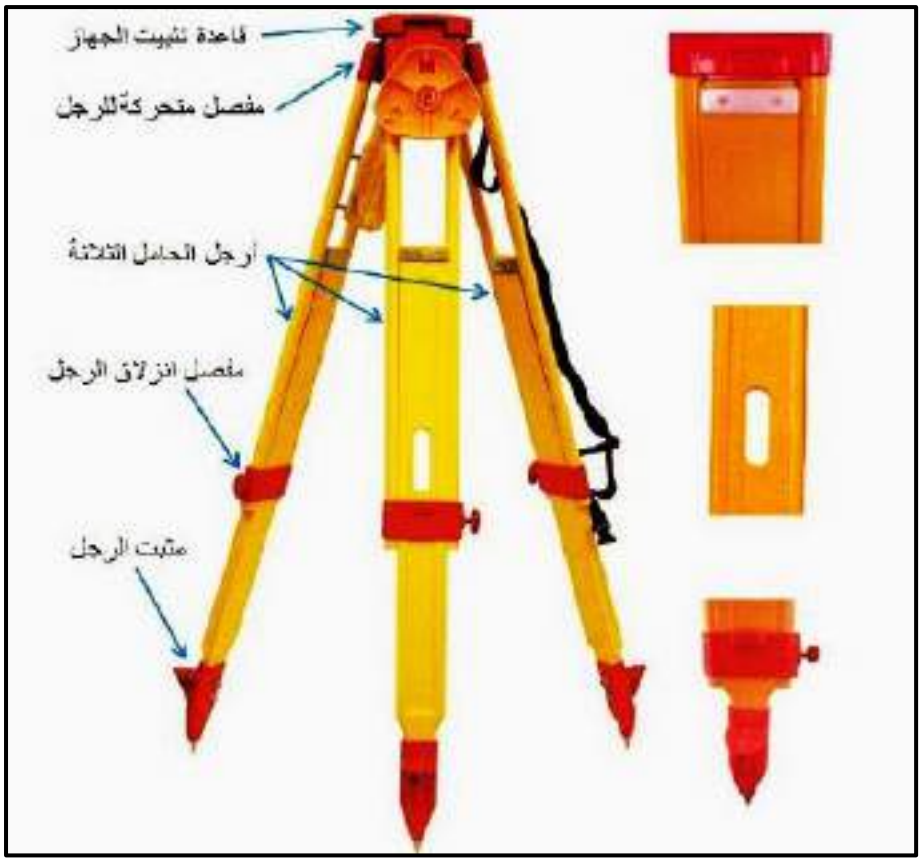
هـ. لولب (مسمار) التسوية : تكون هناك ثلاثة لوالب عادةً للموازنة في جهاز التسوية ، تُستخدم لوزن الجهاز والذي يتم من خلالها جعل محور الجهاز (Level axis) خط أفقي .

و. القاعدة : وهي الجزء التي يكون مركب عليها مسامير (لوالب) التسوية الثلاثة لضبط أفقية ميزان التسوية (الفقاعة) .

ز. لولب (مسمار) الحركة البطيئة : وهو خاص بحركة الجهاز الأفقية البطيئة مع العلم أن الحركة السريعة تتم بتحريك الجهاز باليد .

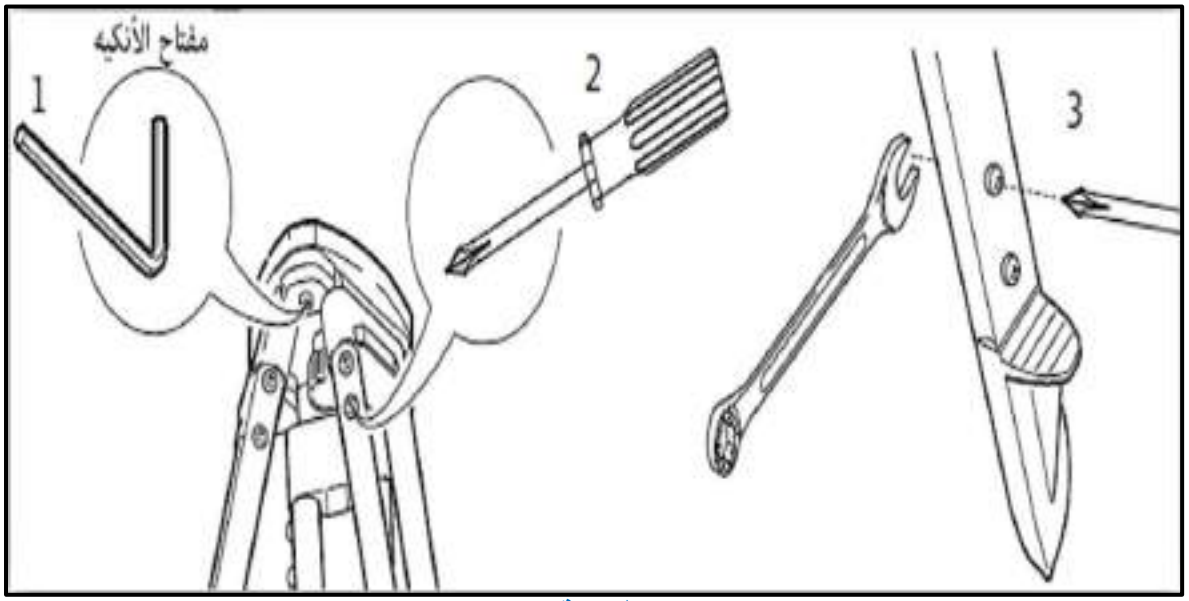
5-3-2 الركيزة

تتكون الركيزة أو حامل الميزان من ثلاثة أرجل يُمكن التحكم في طولها حسب الطول المناسب للراصد من خلال مفاصل انزلاق الارجل ، يُثبت جهاز التسوية على القاعدة الافقية للركيزة عن طريق لولب (مسمار) ربط الجهاز ، أنظر الشكل (5-11) .



الشكل (5-11) اجزاء الركيزة

لابد دائماً من التأكد وتدقيق مسامير قاعدة الركيزة الافقية وارجله من خلال استخدام المفتاح الخاص وذلك لان ارتخاء هذه المسامير يؤثر على ضبط أفقية الجهاز ، أنظر الشكل (5-12) .



الشكل (5-12) ضبط وتدقيق مسامير الركيزة

3-3-5 مسطرة القياس (التسوية)

هي عبارة عن قائم من الخشب أو المعدن مستطيل الشكل سطحها مدرج ويكون صفر التدريج أسفل المسطرة ، تحتوي قاعدتها السفلى دعامة حديدية لمقاومة التأكل عند احتكاكها بالأرض .

وللمسطرة مواصفات ممكن توضيحها كالآتي :

1. ارتفاعها يتراوح بين ثلاثة الى خمسة امتار .
2. يُقسم أحد جانبي المسطرة الى سنتمترات والجانب الاخر ديسمترات والمتر الاول يقسم باللون الأسود والثاني باللون الأحمر ، وهذا التدرج بالألوان يسهل قراءتها من خلال منظار جهاز الميزان .
3. الطول الاكثر استخداماً لمسطرة التسوية هو اربعة أمتار .
4. ولمسطرة التسوية **ملحقات مثل :**

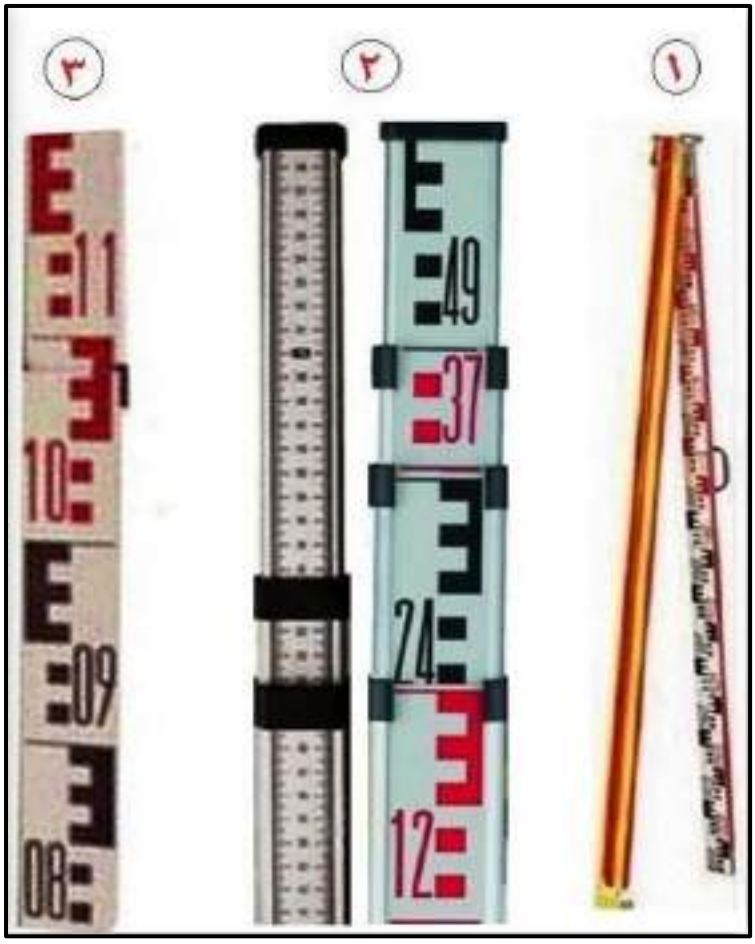
أ- فقاعة التسوية والتي تُثبت خلفها للاستعانة بها في جعل المسطرة رأسية تماماً .

ب- قاعدة حديدية مثلثة الشكل لها ثلاثة أسنان مدببة لغرسها بالأرض تحت المسطرة في الاراضي الرخوة والترابية .

ج- حزام لربط المسطرة ليسهل حملها أثناء نقلها .

هناك عدة أنواع من مسطرة القياس (التسوية) ، أنظر الشكل (5-13) ، ممكن توضيحها كالآتي :

1. المسطرة المطوية Folding Staff : تتكون من قطعتين متصلتين من الخشب طول كل منهما 2 متر ، حيث يمكن ان تطويان وعند الاستعمال تفرد المسطرة في استقامة واحدة .
2. المسطرة التلسكوبية Telescopic Staff : تسمى بالمسطرة المتداخلة حيث تتكون من ثلاث أجزاء متداخلة تنزلق داخل بعضها وتتميز بصغر طولها عند عدم الاستخدام و ضمان عدم وجود ميل في أي جزء من أجزاء المسطرة .
3. المسطرة المنزلقة Slide Staff : تتكون من جزئين منفصلين أحداهما ينزلق وراء الاخر في مجرى صغير وميزتها أنها سهلة الاستعمال خاصة إذا ساءت الأحوال الجوية حيث لا تحتاج لفردها كلها بطبيعة الحال ووجهها الخارجي من 1 إلى 2 متر . ومن عيوبها أنها تكون عرضه الى تداخل بعض السنتيمترات عند فرد الجزئين وبالتالي تكون المناسيب خاطئة .



الشكل (5-13) أنواع مسطرة التسوية

التمرين 5-3 : (التعرف على أجزاء جهاز الميزان)

أ. الغاية من التمرين :

يهدف التمرين الى تعريف الطلبة على اجزاء جهاز الميزان وماهي وظيفة وعمل كل جزء من هذه الاجزاء .

ب. الاجهزة والمواد المطلوبة :

1. جهاز الميزان (التسوية) Level .
2. الركيزة .
3. مسطرة التسوية .
4. الدفتر الحقلي .

ج. خطوات العمل :

1. يُسلم الصف جهاز أو جهازين تسوية مع ملحقاته .
2. يقوم الاستاذ المشرف بفتح ونصب هذه الاجهزة امام الطلاب .
3. يقوم كل طالب برسم الجهاز مؤشرا على أجزائه في الدفتر الحقلي .
4. يقوم كل طالب بعمل جدول يُبين أجزاء الجهاز ووظيفة كل جزء فيه (في الدفتر الحقلي) .
5. يُسلم الدفتر الحقلي الى المدرس المشرف لغرض التقييم .

5- 4 ضبط جهاز الميزان : الأفقية ، التسامت ، تطبيق الشعيرات
Level Setting up : Horizontal , Centering and Cross hairs

5-4-1 نصب جهاز الميزان

لضبط جهاز الميزان يتم أولاً نصب الجهاز وكما موضح بالخطوات الآتية :

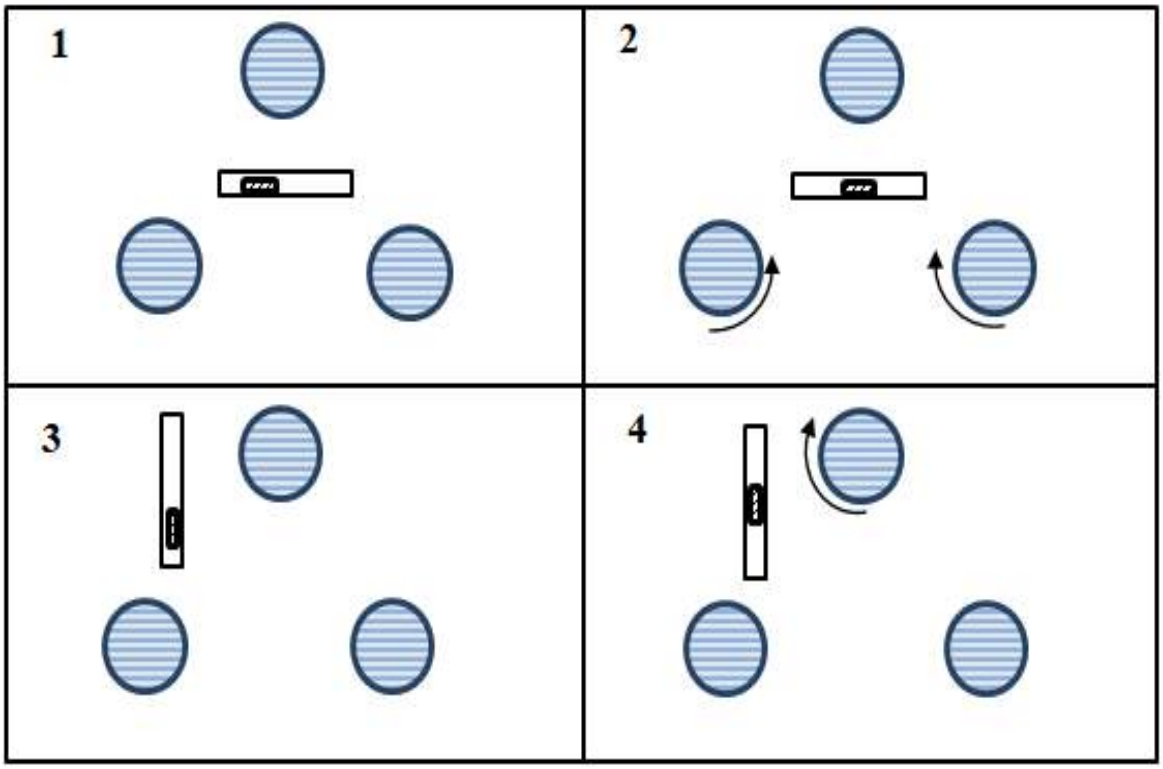
1. فتح ارجل الركيزة Tripod بطول مناسب تقريبا (1.5 - 1.7) m ومن ثم تثبيت الركيزة بشكل جيد في الارض بحيث تشكل قاعدة ارجل الركيزة مثلث متساوي الاضلاع (تقريبا) وان اطوال اضلاع هذا المثلث تتلائم مع طول (ارتفاع) ارجل الركيزة على ان يكون السطح العلوي للركيزة افقي قدر المستطاع .
2. تثبيت اثنان من أرجل الركيزة بالأرض بقوة . اذا كانت الارض منحدرة فان موقع هاتين الرجلين يجب ان يكون باتجاه النزول لكي تكون الركيزة اكثر استقرارا .
3. يُمسك بالرجل الثالثة للركيزة وتحرك في الاتجاه المناسب ، الى الامام أو الى الخلف أو الى احد الجانبين ، بحيث عندما تثبت بالأرض يضغط عليها بقوة ليكون السطح العلوي للركيزة بقدر الامكان افقي .
4. يتم التأكد من ان اللوالب المفصلية لأرجل الركيزة مشدودة جيداً .
5. يُفتح الصندوق ويُرفع منه الجهاز ويوضع على السطح العلوي للركيزة ، في حين ان اليد ماسكة بالجهاز يتم تثبيته بواسطة لولب التثبيت باستعمال اليد الاخرى ، يجب تجنب شد لولب التثبيت بقوة أكثر من اللازم .
6. يغلق الصندوق ويوضع تحت الركيزة .

5-4-2 ضبط أفقية الجهاز

لضبط أفقية الجهاز نتبع الخطوات التالية :

1. قبل البدء بضبط افقية الجهاز يجب التأكد من جعل لوالب التسوية الثلاثة في منتصف مجراهم بالضبط .
2. بعد ذلك يتم جعل التليسكوب موازي للولبين فقط من لوالب التسوية ثم تُدور هذه اللوالب معاً في نفس الوقت للداخل أو الخارج (الابهامان يقتربا او يبتعدان عن بعضهما) ، حتى تتحرك الفقاعة في اتجاه الخط الواصل بينهما .

3. يدور التلسكوب بزاوية قائمة ، اي يكون فوق اللولب الثالث .
4. يُدور اللولب الثالث فقط لتحريك الفقاعة في الاتجاه العمودي على الاول حتى تصبح الفقاعة في المنتصف ، كما موضح بالشكل (5-14) .
5. يُدور الجهاز 360 درجة ونشاهد الفقاعة اذا ثبتت في مكانها الصحيح (المنتصف) سيكون الجهاز مضبوط وجاهز للعمل ، أما اذا تحركت من مكانها فهذا معناه ان الجهاز يحتاج الى معايرة وضبط داخلي .



الشكل (5-14) خطوات ضبط جهاز التسوية (الميزان)

5-4-3 التوجيه وتوضيح الصورة

بعد ضبط وموازنة جهاز التسوية يُدور التليسكوب بصورة تقريبية الى المسطرة ، ويُنظر من خلال العدسة العينية ويدور لولب توضيح الرؤية ، الى ان تصبح صورة المسطرة واضحة جداً. بعدها يُضبط التوجيه على المسطرة بواسطة لولب الحركة البطيئة .

توضح شعيرات الستيديا من العدسة العينية ، وتوضع الشعيرة الرأسية في منتصف المسطرة للقراءة .

5-4-4 مراقبة افقية الجهاز

بعد ضبط افقية الجهاز قد لا تبقى الفقاعة وسط الأنبوب بل تبتعد عنه بمسافة . ان عدم بقاء الفقاعة وسط الانبوب يعود الى اسباب كثيرة منها :

1. الضغط الذي يُسلط على الجهاز بسبب الرياح الشديدة .
2. حركة الشخص أو الاشخاص حول الركيزة أثناء الرصد .
3. غوص أو هبوط الجهاز بسبب رخاوة الأرض المنصوب عليها الجهاز .
4. التمدد الغير متساوي لأجزاء الجهاز المختلفة بالحرارة وذلك بسبب صناعتها من مواد مختلفة ، بلاستك ، زجاج ، معدن .... الخ ، وخصوصاً عندما تكون أشعة الشمس ساقطة على جزء من جسم الجهاز دون غيره .

لهذه الأسباب يجب التأكد من بقاء الفقاعة في المنتصف عند قراءة المسطرة ، لذلك يستوجب ملاحظتها قبل وبعد كل قراءة مسطرة واعادتها الى المنتصف اذا كانت مبتعدة عنه ، بواسطة لولب التسوية ثم اعادة قراءة المسطرة .

التمرين 5-4 : (ضبط جهاز الميزان)

أ. الغاية من التمرين :

يهدف التمرين الى تدريب الطلبة على ضبط جهاز الميزان من خلال نصب جهاز الميزان ، ضبط افقية الجهاز ، التوجيه وتوضيح الصورة .

ب. الاجهزة والمواد المطلوبة :

1. جهاز الميزان (التسوية) Level .
2. الركيزة .

ج. خطوات العمل :

1. يُقسم الصف الى مجاميع تتكون من ثلاثة أو اربعة طلاب .
2. تسلم كل مجموعة جهاز ميزان مع ركيزة .
3. فتح أرجل الركيزة بارتفاع مناسب وتثبيتها جيداً في الأرض .
4. يُفتح الصندوق ويُرفع منه الجهاز ويُثبت على السطح العلوي للركيزة .
5. ضبط وموازنة جهاز الميزان من خلال تحريك لوالب الموازنة وجعل الفقاعة في المنتصف .
6. توضيح الصورة وشعيرات الستيديا باستخدام اللولب الخاص بذلك .
7. يقوم المدرس المشرف بتدقيق العمل لكل طالب لأغراض التقييم .

5-5 قراءة مسطرة التسوية Leveling Staff Reading

قبل البدء بأجراء عملية التسوية عادة يتم فحص المسطرة المراد استخدامها في هذه العملية ، وذلك كأجراء احتياطي لضمان صحة ودقة القياسات التي سوف تنفذ ، ويتم فحص المسطرة من الجوانب التالية :

أ. فحص عمل الفقاعة الدائرية المثبتة على المسطرة .
ب. فحص صحة رسم أو تثبيت تدرجات الديسمترات على المسطرة .
ج. التأكد من استقامة المسطرة وعدم انحرافها .

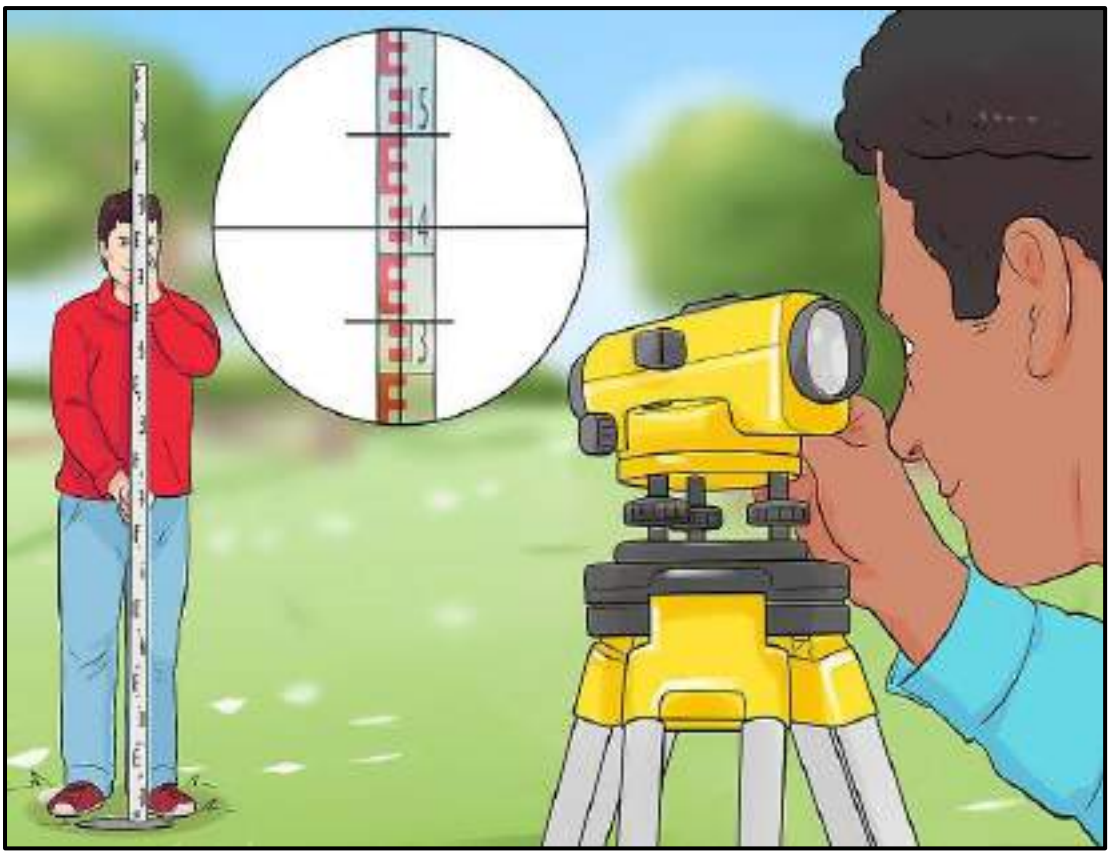
تؤخذ قراءات المسطرة على النحو التالي :

1. يتم إعداد المسطرة وتسويتها بعناية .
2. يتم وضع مسطرة التسوية رأسياً على نقطة التسوية .

لإبقاء المسطرة واقفة رأسياً ، يقف (الشخص حامل المسطرة) خلف مسطرة التسوية وقاع المسطرة بين قدميه ويحمل المسطرة بين يديه وفي ذروة وجهه . يتم تحريك مسطرة التسوية حتى تكون فقاعة المسطرة في المركز ، كما موضح بالشكل (5-15) .

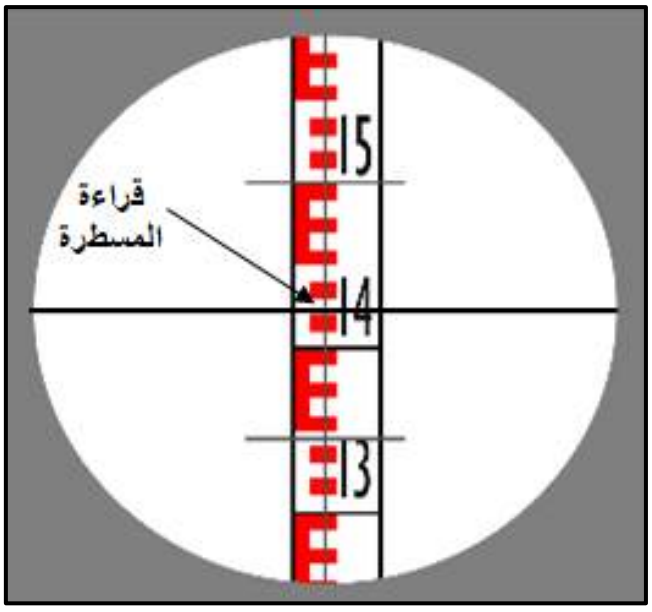
3. يتم توجيه تلسكوب جهاز التسوية نحو المسطرة من قبل الشخص الراصد أو المساح ، وهو يركز باستخدام لولب التركيز في جهاز التسوية ، كما موضح بالشكل (5-16) .
4. يتم تحريك التلسكوب بواسطة لولب الحركة البطيئة حتى يكون الخط العمودي للتلسكوب في منتصف المسطرة ، كما موضح بالشكل (5-16) .

الشكل (5-15) تثبيت مسطرة التسوية رأسياً



الشكل (5-16) توجيه تلسكوب الجهاز على مسطرة التسوية

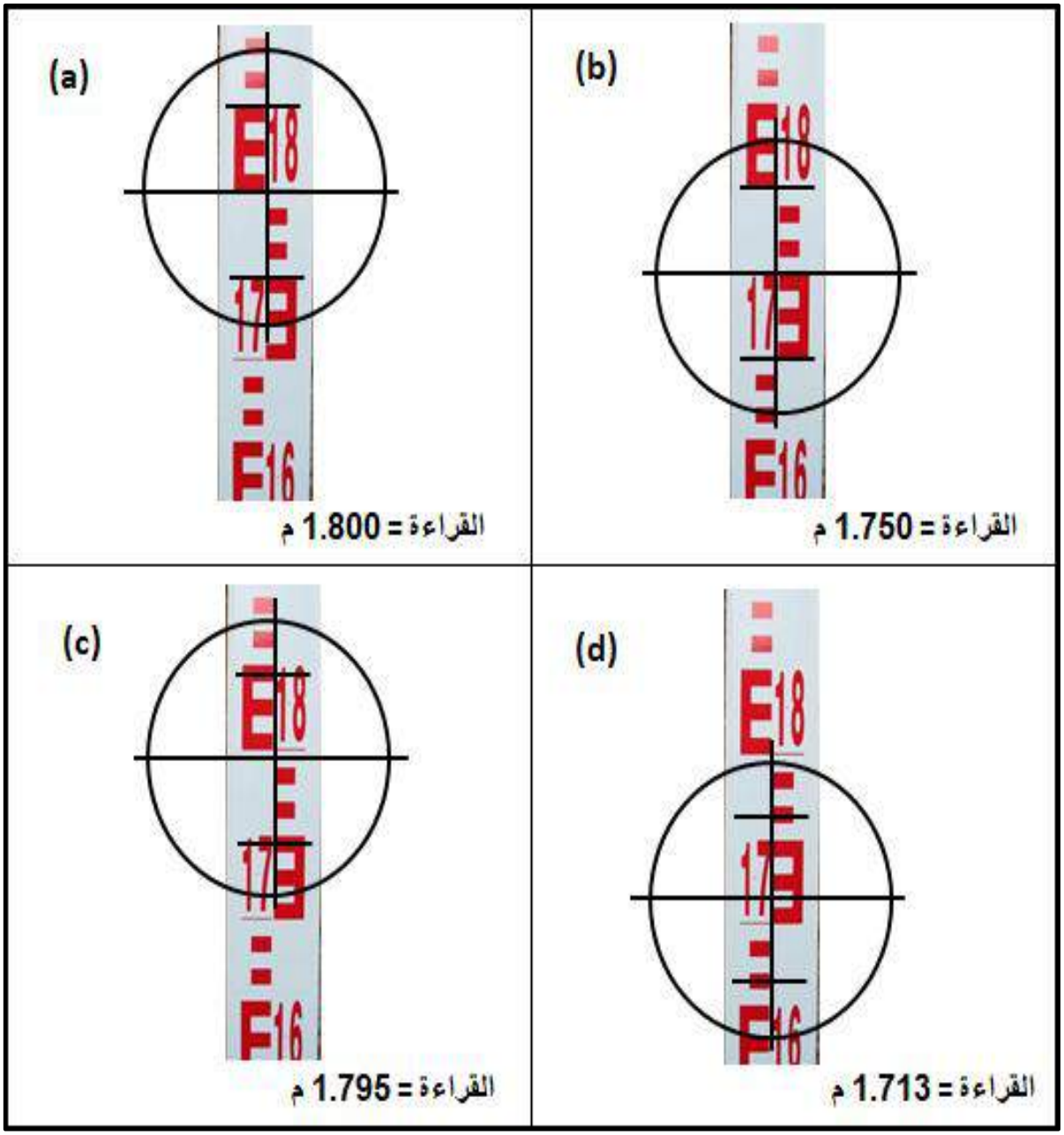
يمكن الآن البدء بأخذ القراءات ، ويقصد بقراءة المسطرة قراءة الشعيرة الافقية الوسطى ، كما في الشكل (5-17) والتي هي عبارة عن المسافة الرأسية بين قاعدة المسطرة وخط النظر .



الشكل (5-17) يوضح كيفية قراءة مسطرة التسوية

ان قراءة المسطرة تزداد عادةً من الاسفل الى الاعلى ، لذلك يُلاحظ رقم الديسيمتر الذي اسفل الشعيرة ثم يُحسب عدد السنتمترات الكاملة بين هذا التقسيم والشعيرة . أما المسافة بين الشعيرة وأقرب تقسيم للسنتمترات اسفلها فيقدر بالملمترات .

تتكون قراءة مسطرة التسوية من 4 أرقام (الأمتار ، الديسيمترات ، السنتمترات ، والمليمترات) ، الشكل (5-18) يُبين بعض القراءات المختلفة لمسطرة التسوية .



الشكل (5-18) قراءات مختلفة لمسطرة التسوية

التمرين 5-5 : (قراءة مسطرة التسوية)

أ. الغاية من التمرين :

يهدف التمرين الى تدريب الطلبة على قراءة مسطرة التسوية ولنقاط ذات ارتفاعات مختلفة لسطح الارض ، وكذلك المسافات المختلفة بين جهاز الميزان والمسطرة .

ب. الاجهزة والمواد المطلوبة :

1. جهاز الميزان (التسوية) Level .
2. الركيزة .
3. مسطرة التسوية .
4. الدفتر الحقلي .

ج. خطوات العمل :

1. يُقسم الصف الى مجموعات تتكون من طالبين الى ثلاث طلاب .
2. تُسلم كل مجموعة جهاز ميزان مع ملحقاته .
3. نصب جهاز الميزان ، كما موضح بالفقرة (5-4-1) .
4. ضبط وموازنة جهاز الميزان ، كما موضح بالفقرة (5-4-2) .
5. تُنصب المسطرة بصورة رأسية على نقطة تبعد مسافة مناسبة عن جهاز الميزان كأن تكون 20 الى 25 متر .
6. يقوم كل طالب بالتوجيه على المسطرة وقراءتها وتسجيل القراءة في الدفتر الحقلي ، يتم تدقيق القراءة من قبل الاستاذ المشرف .
7. يتم تغيير مكان المسطرة لثلاث أو أربع مرات وفي مواقع ذات ارتفاعات مختلفة وتبعد بمسافات مختلفة عن جهاز الميزان ، يتم قراءة المسطرة من قبل كل طالب لإيجاد فرق الارتفاعات بين النقاط .
8. تُسلم القراءات (الدفتر الحقلي) الى المدرس المشرف لغرض التدقيق والتقييم .

5- 6 حساب فرق المنسوب بين النقاط

Calculating the Difference of Elevation between Points

تُسمى العملية المساحية الخاصة بحساب فرق المنسوب بين النقاط بعملية التسوية ، و يتم ايجاد فرق المنسوب للنقاط إما عن طريق المقارنة بالنسبة لبعضها البعض او بالنسبة لمستوى ثابت يطلق عليه اسم مستوى المقارنة .

وتُعدُ عملية التسوية من العمليات المساحية المهمة للعاملين في هذا المجال عند القيام بالأعمال الهندسية المختلفة .

تتضمن عمليات التسوية عدداً من المصطلحات والتعاريف الضرورية لفهم واستيعاب الموضوع كما في الشكل (5-19) ، والتي يجب التعرف عليها قبل الاسترسال في الموضوع ومنها :

راقم التسوية (Bench mark (B.M.)) : هو عبارة عن نقطة دائمية معلومة المنسوب (الارتفاع) تُستخدم كمرجع لمعرفة مناسيب نقاط أخرى ويجري عادةً تثبيت هذه النقاط بدقة عالية .

القراءة الخلفية (Back sight (B.S.)) : وهي قراءة المسطرة التي تؤخذ على نقطة معلومة المنسوب .

القراءة الأمامية (Fore sight (F.S.)) : وهي قراءة المسطرة التي تؤخذ على نقطة مجهولة المنسوب .

نقطة التحول (Turning Point (T.P.)) : وهي عبارة عن نقطة (مؤقتة "ليست دائمية") تؤخذ عليها قراءتين لمسطرة التسوية ، الاولى قراءة أمامية (F.S.) من نصبة جهاز التسوية القديمة والثانية قراءة خلفية (B.S.) من نصبة جهاز التسوية الجديدة .

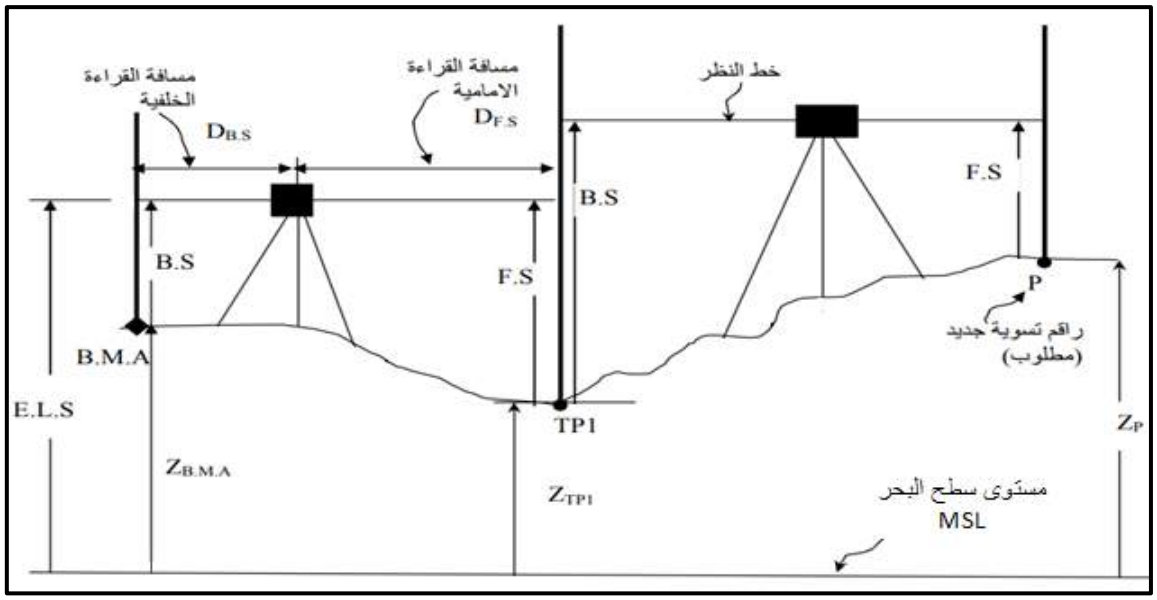
مسافة القراءة الخلفية (Back sight Distance) : وهي عبارة عن المسافة الأفقية من النقطة المنصوب عليها جهاز التسوية (مركز الجهاز) الى النقطة التي تؤخذ عليها القراءة الخلفية (B.S.) .

مسافة القراءة الأمامية (Fore sight Distance) : وهي عبارة عن المسافة الأفقية من النقطة المنصوب عليها جهاز التسوية (مركز الجهاز) الى النقطة التي تؤخذ عليها قراءة المسطرة الأمامية (F.S.) .

فرق المنسوب بين نقطتين (Difference in Elevation) : هو مقدار فرق المنسوب (الارتفاع) بين نقطتين .

منسوب خط النظر (Elevation of Line of Sight (E.L.S.)) : هو ارتفاع خط النظر عن سطح المقارنة ، وأحياناً يُعبر عنه بمنسوب سطح الجهاز .

مستوى سطح المقارنة (Mean Sea Level (M.S.L)) : هو المستوى (الخط) الذي تنسب له مناسيب النقاط الموجودة على سطح الأرض وهو متوسط منسوب سطح البحر .



الشكل (5-19) يوضح عناصر عملية التسوية بجهاز الميزان

ان أبسط حالات التسوية بين نقطتين هي عندما يكون الفرق بين منسوبي النقطتين قليل والمسافة بينهما قصيرة بحيث يمكن عند نصب الجهاز بين النقطتين رصد المسطرة الموضوعة فوق كل منهما ، عكس ذلك يتطلب نصب الجهاز عدة مرات . تؤخذ قراءتان في كل نصبة ، الاولى قراءة خلفية (B.S.) على نقطة منسوبها معلوم ، والثانية قراءة أمامية (F.S.) على نقطة منسوبها مجهول . ممكن اتباع الخطوات التالية لحساب منسوب نقطة مجهولة المنسوب :

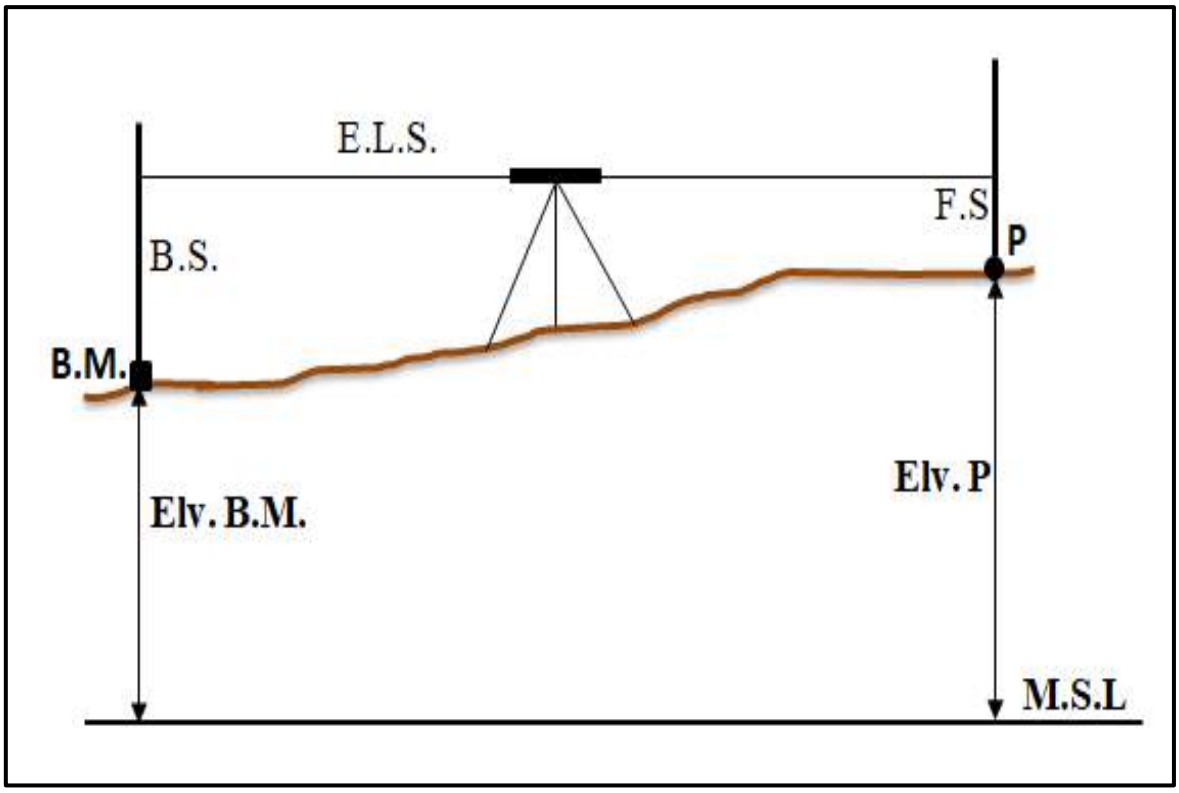
1. تحديد راقم تسوية (B.M.) معلوم المنسوب ليتم بدء العمل منه .
2. توضع المسطرة بشكل رأسي على راقم التسوية (B.M.) .
3. يُنصب جهاز الميزان (التسوية) في مكان مناسب بحيث يمكن قراءة المسطرة بوضوح .
4. تُسجل قراءة المسطرة (B.S.) المثبتة على راقم التسوية .
5. تُنقل المسطرة وتُثبت رأسيا على النقطة المجهولة المنسوب .
6. تُسجل قراءة المسطرة (F.S.) المثبتة على النقطة المجهولة.
7. يتضح من الشكل (5-20) ان اضافة القراءة الخلفية (B.S.) الى منسوب راقم التسوية (B.M.) الذي اخذت عليه القراءة يعطي منسوب خط النظر (E.L.S) وطرح القراءة الأمامية (F.S.) من منسوب خط النظر يعطي منسوب النقطة المجهولة المنسوب (P) ، حيث يمكن التعبير عنها كالآتي :

منسوب خط النظر (E.L.S.) = منسوب راقم التسوية (B.M.) + القراءة الخلفية (B.S.)

$$Elv.\ (E.L.S.) = Elv.\ (B.M.) + (B.S.) \qquad (1\text{-}5)$$

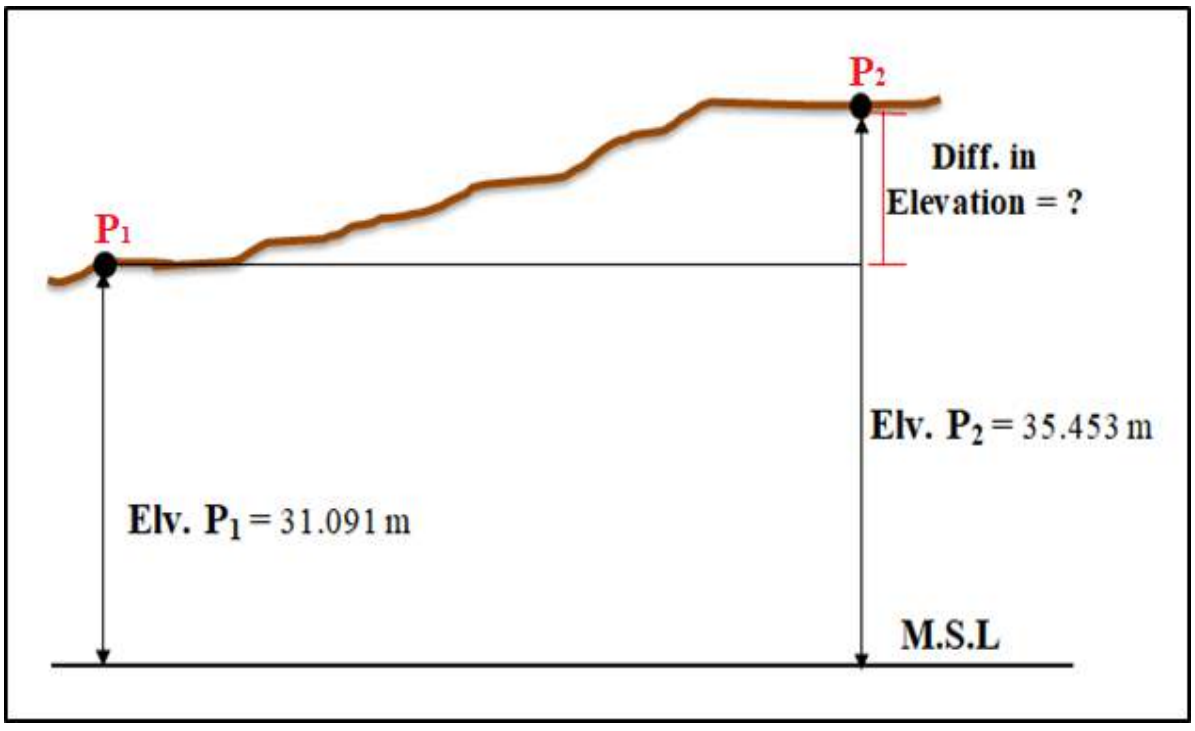
منسوب النقطة (P) = منسوب خط النظر (E.L.S.) – القراءة الامامية (F.S.)

$$Elv.\ (P) = Elv.\ (E.L.S.) - (F.S.) \qquad (2\text{-}5)$$



الشكل (5-20) يوضح كيفية حساب المنسوب لنقطة مجهولة المنسوب

مثال (5-1) : المطلوب ايجاد فرق المنسوب بين النقطتين (P_1) و (P_2) في الشكل أدناه ، اذا علمت ان منسوبهما كان 31.091 m و 35.453 m على التوالي .



الحل :

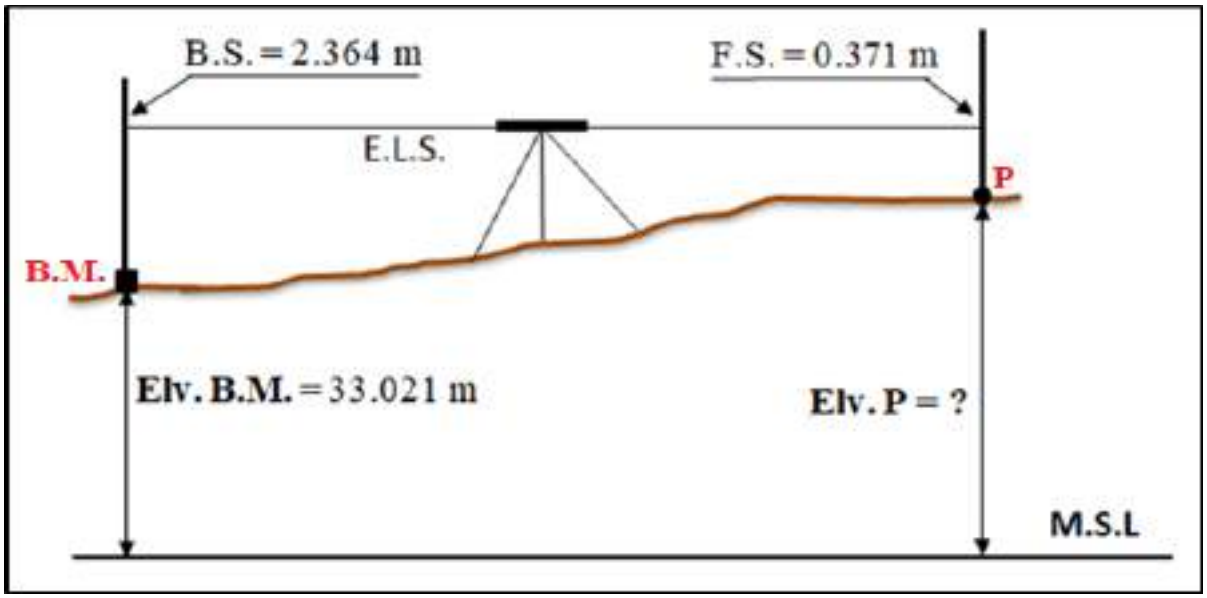
فرق المنسوب بين النقطتين (P_1) و (P_2) = منسوب النقطة (P_2) – منسوب النقطة (P_1)

$$\text{Diff. Elv. } (P_1), (P_2) = \text{Elv. } (P_2) - \text{Elv. } (P_1) \qquad (3\text{-}5)$$

$$= 35.453 - 31.091$$

$$\text{Diff. Elv. } (P_1), (P_2) = 4.362 \text{ m}$$

مثال (2-5) : المطلوب ايجاد منسوب النقطة (P) ، اذا كانت القراءة الخلفية (B.S.) على راقم تسوية (B.M.) مساوية الى 2.364 m ، والقراءة الامامية (F.S.) على النقطة المجهولة (P) مساوية الى 0.371 m ومنسوب راقم التسوية مساوي الى 33.021 m ، كما موضح في الشكل ادناه :



الحل :

منسوب خط النظر (E.L.S.) = منسوب راقم التسوية (B.M.) + القراءة الخلفية (B.S.)

$$\text{Elv. (E.L.S.)} = \text{Elv. (B.M.)} + \text{(B.S.)}$$

$$\text{Elv. (E.L.S.)} = 33.021 + 2.364$$

$$\text{Elv. (E.L.S.)} = 35.385 \text{ m}$$

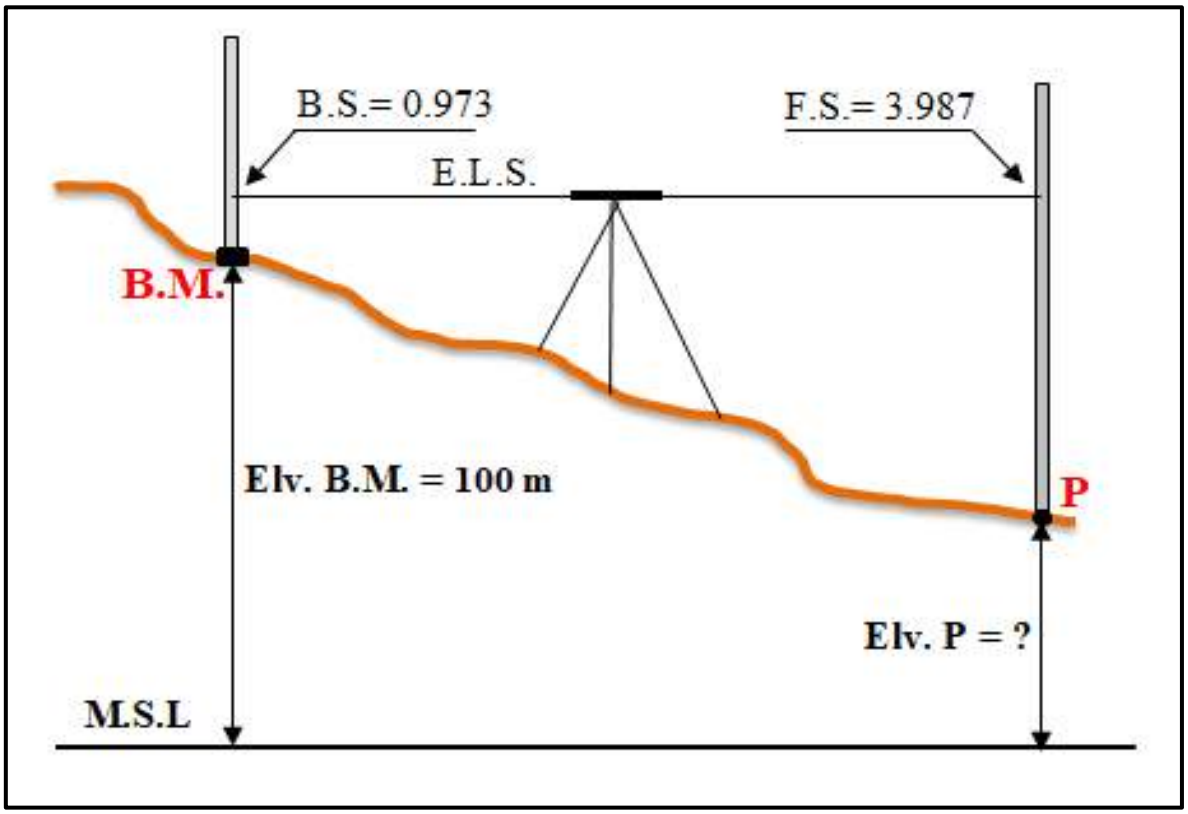
منسوب النقطة (P) = منسوب خط النظر (E.L.S.) – القراءة الامامية (F.S.)

$$\text{Elv. (P)} = \text{Elv. (E.L.S.)} - \text{(F.S.)}$$

$$\text{Elv. (P)} = 35.385 - 0.371$$

$$\text{Elv. (P)} = 35.014 \text{ m}$$

مثال (3-5) : المطلوب ايجاد منسوب النقطة (P) ، اذا كانت القراءة الخلفية (B.S.) على راقم تسوية (B.M.) مساوية الى 0.973 m ، والقراءة الامامية (F.S.) على النقطة المجهولة (P) مساوية الى 3.987 m ومنسوب راقم التسوية مساوي الى 100 m ، كما موضح في الشكل ادناه :



الحل :

منسوب خط النظر (E.L.S.) = منسوب راقم التسوية (B.M.) + القراءة الخلفية (B.S.)

Elv. (E.L.S.) = Elv. (B.M.) + (B.S.)

Elv. (E.L.S.) = 100 + 0.973

Elv. (E.L.S.) = 100.973 m

منسوب النقطة (P) = منسوب خط النظر (E.L.S.) – القراءة الامامية (F.S.)

Elv. (P) = Elv. (E.L.S.) − (F.S.)

Elv. (P) = 100.973 − 3.987

Elv. (P) = 96.986 m

التمرين 5-6 : (حساب مناسيب نقاط مختلفة)

أ. الغاية من التمرين :

يهدف التمرين الى تدريب الطلبة على كيفية قراءة المسطرة على رواقم التسوية وحساب مناسيب النقاط المختلفة .

ب. الاجهزة والمواد المطلوبة :

1. جهاز الميزان (التسوية) Level .
2. الركيزة .
3. مسطرة التسوية .
4. الدفتر الحقلي .

ج. خطوات العمل :

1. يُقسم الصف الى مجموعات تتكون من اثنين الى ثلاثة طلاب .
2. تُسلم كل مجموعة جهاز ميزان مع ملحقاته .
3. نصب جهاز الميزان ، كما موضح في الفقرة (5-4-1) .
4. ضبط وموازنة جهاز الميزان ، كما موضح بالفقرة (5-4-2) .
5. توضع المسطرة بصورة رأسية على راقم تسوية (B.M.) معلوم المنسوب يبعد مسافة مناسبة عن جهاز الميزان كأن تكون 20 الى 25 متر .
6. أخذ القراءة الخلفية (B.S.) على رقم التسوية وتسجيلها في الدفتر الحقلي .
7. نقل مسطرة التسوية ووضعها على نقطة مجهولة المنسوب وأخذ قراءة (F.S.) عليها وتسجيلها في الدفتر الحقلي .
8. جمع منسوب راقم التسوية مع القراءة الخلفية للحصول على منسوب خط النظر (E.L.S.) .
9. طرح منسوب خط النظر من القراءة الامامية للحصول على منسوب النقطة المجهولة .
10. اعادة التمرين لخمسة نقاط مختلفة وحساب مناسيبها .
11. تُسلم القراءات والحسابات (الدفتر الحقلي) الى المدرس المشرف لغرض التدقيق والتقييم .

التمرين 5-7 : (حساب فرق المنسوب بين نقاط على طول خط معين)

أ. الغاية من التمرين :

تدريب الطلبة على كيفية حساب فرق المنسوب بين النقاط وتحديد النقاط الاعلى والاوطأ .

ب. الاجهزة والمواد المطلوبة :

1. جهاز الميزان (التسوية) Level .
2. الركيزة .
3. مسطرة التسوية .
4. الدفتر الحقلي .

ج. خطوات العمل :

1. يُقسم الصف الى مجموعات تتكون من اثنين الى ثلاثة طلاب .
2. تُسلم كل مجموعة جهاز ميزان مع ملحقاته .
3. اختيار خط يمتد على منطقة مختلفة الارتفاعات نسبيا وبطول يتراوح ما بين 40 - 50 متر ، حيث يُقسم هذا الخط الى عدة اجزاء (5- 10 أجزاء) ، وتؤشر نقاط بدايات ونهايات هذه التقسيمات على الارض .
4. ترقيم هذه النقاط بالترتيب ورسمها بالورقة الخاصة بالتمرين في الدفتر الحقلي .
5. نصب جهاز الميزان في مكان يمكن منه رؤية مسطرة التسوية على كل النقاط ، كما موضح في الفقرة (5-4-1).
6. ضبط وموازنة جهاز الميزان ، كما موضح بالفقرة (5-4-2) .
7. توضع المسطرة بصورة رأسية على راقم تسوية (B.M.) معلوم المنسوب يبعد مسافة مناسبة عن جهاز الميزان كأن تكون 20 الى 30 متر .
8. أخذ القراءة الخلفية (B.S.) على رقم التسوية وتسجيلها في الدفتر الحقلي .
9. وضع مسطرة التسوية بشكل رأسي تماماً على اول نقطة للخط نقطة رقم (1) ، ثم يوجه نحوها تلسكوب الجهاز ، ويتم توضيح الرؤية الخارجية والداخلية بواسطة المفاتيح الخاصة بذلك ، ويتم التأكد مرة أخرى من أفقية الجهاز ، ثم تؤخذ قراءة المسطرة ، وتعتبر قراءة أمامية (F.S.) ، وتُسجل في الدفتر الحقلي .
10. تنقل مسطرة التسوية وتوضع على النقطة رقم (2) وتؤخذ قراءتها بعد التوجيه والرصد ، وضبط الأفقية والرؤية ، وتسجل في الدفتر الحقلي .
11. تنقل مسطرة التسوية على بقية النقاط وتؤخذ القراءات ، وقبل أخذ القراءات يتم التأكد من أفقية الجهاز ، وتوضح الرؤية الداخلية والخارجية ، وتسجل القراءات في الدفتر الحقلي .
12. تُحسب مناسيب جميع النقاط كما موضح بالمثال (5-2) .
13. بعد حساب المناسيب يتم عمل جدول وترتيب النقاط من الاعلى الى الاوطأ .
14. تُسلم القراءات والحسابات (الدفتر الحقلي) الى المدرس المشرف لغرض التقييم .

جدول (5-1) حسابات مناسيب النقاط باستخدام جهاز الميزان (التسوية)

Point	القراءة الخلفية B.S.	منسوب خط النظر E.L.S.	القراءة الامامية F. S.	منسوب النقطة Elv. Point
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

اسئلة الفصل الخامس

س1 / ما هو جهاز الميزان (التسوية) ؟ وماهي فائدته ؟

س2 / ماهي اهم المشاريع الهندسية التي تكون أعمال التسوية أو الميزانية ضرورية لها ؟

س3 / ماهي أنواع أجهزة التسوية وما الفرق بينهم ؟

س4 / عدد أهم الأجزاء الرئيسية لجهاز الميزان (التسوية) .

س5 / ماهي مسطرة القياس (التسوية) ؟ وماهي مواصفاتها ؟

س6 / ماهي أنواع مسطرة القياس (التسوية) ؟ عرف كل نوع من هذه الانواع .

س7 / كيف يتم نصب جهاز الميزان ؟

س8 / كيف يتم ضبط أفقية جهاز الميزان ؟

س9 / بعد ضبط افقية جهاز الميزان قد لا تبقى الفقاعة في الوسط بل تبتعد عنه بمسافة ، ماهي أسباب ذلك ؟

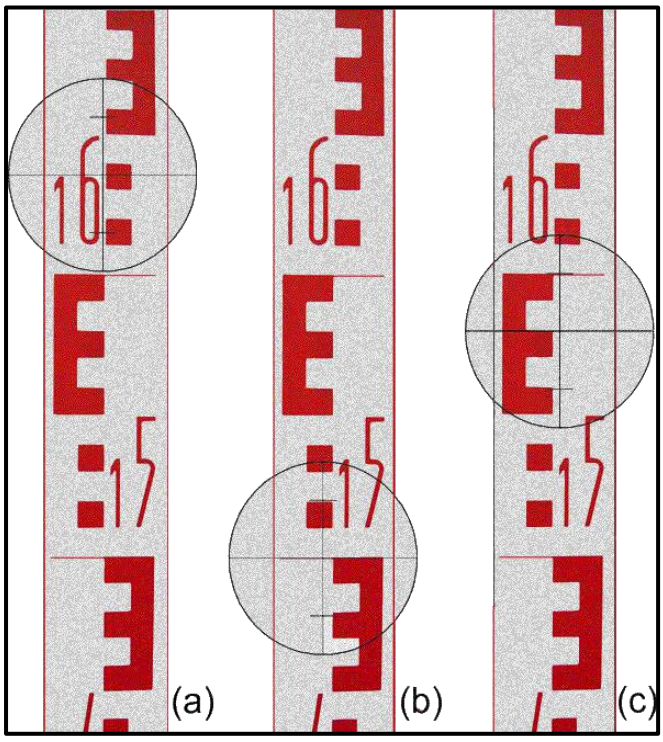
س10 / كيف يتم وضع مسطرة التسوية على النقطة ؟ وكيف يتم أخذ قراءة المسطرة ؟

س11 / ما المقصود براقم التسوية ، القراءة الامامية ، القراءة الخلفية ؟

س12 / ما المقصود بنقطة التحول ، مسافة القراءة الخلفية ، مسافة القراءة الامامية ؟

س13 / ما المقصود بفرق المنسوب بين نقطتين ، منسوب خط النظر ، مستوى سطح المقارنة ؟

س14 / المطلوب ايجاد قراءة المسطرة (a , b , c) في الشكل أدناه :



س15 / المطلوب ايجاد فرق المنسوب بين راقم التسوية (B.M.) والنقاط الموضحة مناسيبها في الجدول أدناه ، مع رسم مخطط يوضح علاقة منسوب راقم التسوية مع منسوب كل نقطة ، كما موضح في المثال (5-1) .

رقم النقطة	منسوب النقطة (m)	منسوب راقم التسوية (m)
1	22.243	35.000
2	13.908	35.000
3	39.126	35.000
4	46.003	35.000
5	28.444	35.000
6	35.791	35.000
7	25.985	35.000

س16 / المطلوب ايجاد منسوب النقطة (P) ، اذا كانت القراءة الخلفية (B.S.) على راقم تسوية (B.M.) مساوية الى 2.987 m والقراءة الامامية (F.S.) على النقطة المجهولة (P) مساوية الى 1.541 m ومنسوب راقم التسوية مساوي الى 50 m ، أرسم مخطط يوضح علاقة منسوب راقم التسوية مع منسوب النقطة (P) ، كما في المثال (5-2) .

الجواب : 51.446 m

س17 / المطلوب ايجاد منسوب النقطة (P) ، اذا كانت القراءة الخلفية (B.S.) على راقم تسوية (B.M.) مساوية الى 1.397 m والقراءة الامامية (F.S.) على النقطة المجهولة (P) مساوية الى 2.987 m ومنسوب راقم التسوية مساوي الى 30 m ، أرسم مخطط يوضح علاقة منسوب راقم التسوية مع منسوب النقطة (P) ، كما في المثال (5-3) .

الجواب : 28.410 m

الفصل السادس

جهاز الثيودولايت

Theodolite Device

اهداف الفصل :

- يتعرف الطالب على أنواع اجهزة الثيودولايت الاعتيادي والرقمي والتي تستخدم لقياس الزوايا الافقية والعمودية .
- يتعرف الطالب على الأجزاء الرئيسة في جهاز الثيودولايت الرقمي والملحقات الاضافية له وتدريبهم على ضبط اعدادات الجهاز قبل بدء القياس بالجهاز . وتعريف الطلبة بالمفاتيح الرئيسة والايعازات التي تظهر على الشاشة الرقمية للجهاز .
- ان يصبح الطالب قادر على نصب وموازنة وتسامت اجهزة الثيودولايت الرقمي على نقطة مثبتة على الارض .
- يتعلم الطالب على رصد الزوايا الافقية والعمودية والاستفادة من تلك الزوايا في استخراج المسافات الأرضية واستخراج ارتفاع الابنية وغيرها .

جهاز الثيودولايت

Theodolite Device

6 - أجهزة قياس الزوايا :

تعد قياسات الزوايا من أهم أنواع القياسات المساحية والتي عرفها الإنسان منذ آلاف السنين يمكن عدّ جهاز الجروما Groma هو أول جهاز بدائي أبتكره قدماء المصريين في عام 1500 قبل الميلاد تقريبا لإنشاء الزوايا القائمة في الطبيعة . ربما أستمر العمل بهذا الجهاز لعدة قرون قبل أن يتم ابتكار جهاز الديوبترا Dioptra من قبل الرومان في عام 150 ميلادي تقريبا . أما أول جهاز ملاحي حقيقي فقد كان الاسطرلاب الذي أخترعه علماء المسلمين في حوالي القرن الثامن الميلادي كما في الشكل (6 – 1) .

شكل (6 - 1) أجهزة قياس الزوايا قديما

أما أسم الثيودولايت Theodolite فقد ظهر لأول مرة في عام 1571 م في كتاب للعالم ليونارد ديجيس Leonard Digges ، ويتكون الجهاز من تدريج دائري أفقي مركب على عمود رأسي حيث كانت تقاس الزوايا من خلال زوج من الشعيرات المتقاطعة (cross hair) مركبين على مسطرة دوارة ، كما في الشكل (6 - 2) ، وفي عام 1631 م أخترع العالم بيير فيرنر Pierre Vernier أول جهاز ورنية Vernier (أطلق عليها أسمه) وهي تدريج إضافي يركب على التدريج الأصلي لزاوية الثيودولايت بحيث يمكن قياس الزوايا بأجزاء من الدرجة . إلا أن أهم أنواع أجهزة الثيودولايت المساحي الدقيق بدأ في الظهور تقريبا في العشرينيات من القرن العشرين الميلادي على يد السويسري هينريك ويلد Heinrich Wild وهو الاسم الشهير في عالم تصنيع الثيودولايت المسمى بأسمه Wild الذي ظل لعقود طويلة أشهر وأدق أنواع الأجهزة المساحية لقياس الزوايا (مثل جهاز ثيودولايت T2 Wild الشهير) .

شكل (6 - 2) جهاز الثيودولايت القديم

ان عملية قياس الزوايا تُعد من الأمور المهمة لأي عمل مساحي او هندسي ومن هنا برزت أهمية هذا الجهاز في مختلف الاعمال الهندسية وخلال الفترة من القرن التاسع عشر ومنتصف القرن العشرين كان يُعد الجهاز الأساسي في انتاج الخرائط الطبوغرافية والموضوعية ومختلف المخططات الهندسية إضافة الى كونه العنصر الأساسي في انشاء نقاط الضبط الأرضي التي يتم استخدامها كنقاط معلومة في اعمال التصميم والتنفيذ للمشاريع الهندسية وإنتاج الخرائط بمختلف أنواعها للمشاريع الكبيرة والاستراتيجية .

6 – 1 جهاز الثيودولايت واستخداماته : Theodolite Device & Used

ان المبادئ الأساسية في اعمال المساحة يمكن تلخيصها في عملية قياس الزوايا والمسافات وفروقات الارتفاع بمختلف أنواعها والتي يمكن عن طريقها اشتقاق واستنتاج الكثير من الحسابات كالإحداثيات والمناسيب وغيرها من الأمور وقد تسابقت الشركات في تقديم أجهزة مختصة بقياس الزوايا بمختلف أنواعها ودقتها بحيث تتيح للمستخدم الحصول على النتائج بصورة بسيطة ، وهنا لابد من الإشارة الى ان عملية قياس الزوايا تختلف من عمل مساحي الى اخر حسب الدقة المطلوبة فمثلا بعض الاعمال الهندسية مثل شق المبازل والانهر تحتاج دقة اقل من اعمال تنفيذ الجسور وملكيات التسجيل العقاري .

يُعد جهاز الثيودولايت (Theodolite) او المزواة باللغة العربية من اهم الأجهزة الهندسية للأعمال المساحية والانشائية ومشاريع البنى التحتية بمختلف أنواعها حيث يمكن عن طريق هذا الجهاز قياس الزوايا الافقية والرأسية ويعتبر من اكثر الاجهزة دقة في رصد وقياس هذه الزوايا ، وتنفيذ المخططات والتصاميم ، حيث ان هذا الجهاز يحتوي على دائرة افقية ورأسية اشبه ما تكون بالمنقلة الهندسية مقسمة الى 360^{o} درجة حسب نظام الدرجات (Degree) وهي الأكثر شيوعا او الى دائرة مقسمة الى (400) بنظام الـ(Grade) ويتم قياس الزوايا عن طريق التوجيه نحو الهدف وقراءة مقدار الحركة بالدائرة الافقية او الرأسية .

يستخدم جهاز الثيودولايت في الكثير من التطبيقات المساحية على اختلاف أغراضها ونذكر منها :

1. عمليات الأرصاد الفلكية لأغراض حساب المواقع الجيودسية .
2. أرصاد الشبكات المثلثية (شبكات الضبط الأرضي) بدرجاتها المختلفة .
3. تسقيط المخططات والمنحنيات على الارض .
4. تسقيط تصاميم الطرق وأنابيب المياه والصرف الصحي وسكك الحديد .
5. تسقيط حدود الملكية للأراضي .
6. تحديد وتنفيذ مسارات خطوط الكهرباء وانابيب النفط .
7. تحديد وتنفيذ مسارات شبكات الأنهر والمبازل وقنوات الري .
8. الحصول على الاستقامة والتعامد في تنفيذ كافة الاعمال الهندسية .

التمرين 6 – 1 : (إعداد تقرير عن تطبيقات جهاز الثيودولايت في الاعمال المختلفة)

أ. الغاية من التمرين :

يهدف التمرين الى تدريب الطلبة على كيفية اعداد تقرير علمي باستخدام المصادر العلمية (الكتب) والشبكة العنكبوتية (الانترنيت) عن جهاز الثيودولايت وتطبيقاته المختلفة .

ب. المواد المطلوبة :

1. مصادر علمية (كتب أو الشبكة العنكبوتية (الانترنيت)) .
2. المستلزمات المادية لكتابة التقرير .

ج. خطوات العمل :

1. توضيح الية البحث عن المصادر العلمية في الشبكة العنكبوتية (الانترنيت) من قبل الاستاذ المشرف على التدريب ، وكيفية توظيف هذه المصادر بشكل صحيح لكتابة التقارير العلمية .
2. اعداد التقرير المطلوب والذي يتكون من عنوان التقرير ، مقدمة عامة ، شرح محتوى التقرير بشكل وافي ، اهم الاستنتاجات ، المراجع (المصادر) التي تم استخدامها في اعداد هذا التقرير .
3. تُسلم التقارير الى الاستاذ المشرف ليتم مناقشتها مع الطلبة وتقييمها .

6 – 2 أنواع أجهزة الثيودولايت : Types of Theodolite

تصنف أجهزة قياس الزوايا (الثيوديولايت) الى عدة اقسام حسب نوع الجهاز والتقنية التي يستخدمها والدقة لهذه الاجهزة ، ولكن بصورة عامة يمكن تقسيم هذه الأجهزة الى ثلاثة انواع أساسية (البصري ، الرقمي ، الليزري) .

6-2-1 أجهزة الثيودولايت البصرية :

الثيودولايت العادي (البصري) وهو مزود بمايكرومتر لقراءة الدائرة الأفقية والرأسية بصريا عن طريق العدسة الخاصة به ولا يحتوي الجهاز على أي شاشة حيث يمكن اعتبار ان هذا النوع من الأجهزة الميكانيكية ولا يحتوي على اي أجزاء الكترونية وقد قل استعمال هذا النوع في الوقت الحاضر ، كما في الشكل (6 - 3) .

شكل (6 - 3) جهاز ثيودولايت بصري نوع Wild T2 سويسري

6-2-2 أجهزة الثيودولايت الرقمية :

شهدت أجهزة المساحة بصورة عامة تطور كبير في مجال التحول من الأجهزة الميكانيكية الى الأجهزة الرقمية ومنها أجهزة الثيودولايت حيث ظهرت الأجهزة الرقمية بصورة واسعة في الربع الأخير من القرن الماضي حيث تمتاز هذه الأجهزة بسهولة استخدامها كونها تحتوي على شاشة تعرض النتائج بصورة مباشرة دون الحاجة الى النظر في المنظار (التليسكوب) وضبطه كما هو الحال مع الأجهزة البصرية مما يوفر الكثير من الوقت ويجنب الخطأ في قراءة الزاوية ، إضافة الى خفة الوزن وإمكانية تسجيل القراءات في ذاكرة الجهاز وترميزها عن طريق إعطاء وصف للنقاط او الأهداف المرصودة ومن ثم تحميل جميع هذه الأرصادات والملاحظات الى الحاسوب والاستغناء عن دفتر تسجيل الرصدات الورقي (الدفتر الحقلي) ، إضافة الى ذلك إمكانية عمل الجهاز في الليل حيث ان الجهاز يحتوي على اضاءة داخلية بالاعتماد على بطارية الجهاز عكس الأجهزة البصرية التي لا يمكن ان تعمل في الليل بسبب اعتمادها على اضاءة الشمس في التوجيه وقراءة الزاوية ، كما في الشكل (6 - 4) .

شكل (6 - 4) جهاز الثيودولايت الرقمي نوع Topcon ياباني

6-2- 3 أجهزة الثيودولايت الليزرية :

نتيجة التطور في تقنيات المساحة وبروز الحاجة الى الحصول على النتائج بصورة آنية في قياس الاحداثيات وحساب الكميات والمساحات وتنفيذ التصاميم موقعيا تم دمج جهاز الثيودولايت مع جهاز قياس المسافات Distomate او ما يدعى بجهاز قياس المسافات الالكتروني (EDM) Electronic Distance Measurement بجهاز واحد يدعى بمحطة الرصد الشاملة Total Station مسيطر عليها من قبل كومبيوتر صغير داخل الجهاز وبالإمكان التسديد والتوجيه للهدف عبر شعاع ليزر ينبعث من الجهاز والذي ممكن ان يكون مرئي للعين المجردة كما هو موجود في بعض الأجهزة .

ان هذا النوع من الأجهزة بالإمكان استخدامه لقياس الزوايا والمسافات او دمجهما معا للحصول على الاحداثيات وعرض النتائج بصورة آنية بعد معالجتها ببرمجيات الجهاز وغالبا يكون هذا النوع من الأجهزة غالي الثمن وأكثر تعقيدا من النوعين السابقين كونه يحتوي على برمجيات وإعدادات كثيرة ، كما في الشكل (6 - 5) .

شكل (6 - 5) جهاز المحطة المتكاملة نوع Leica سويسري

وهنا لابد من الإشارة الى ان جميع انوع أجهزة الثيودولايت بمختلف أنواعها تنتج بأنواع مختلفة الدقة (دقة قياس الزاوية) تبدأ من دقة 0.5 ثانية لأغراض الرصد عالي الدقة صعودا الى دقة 10 ثانية للأغراض الهندسية حيث يتم تحديد نوع الجهاز المناسب تبعا لدقة العمل المطلوب والمواصفات الهندسية الخاصة بالرصد .

التمرين 6 - 2 : (التعرف على أنواع أجهزة الثيودولايت)

أ. الغاية من التمرين :

يهدف التمرين الى تعريف الطلبة بالأنواع المختلفة لجهاز الثيودولايت وماهي خصائص كل نوع من هذه الانواع .

ب. الاجهزة والمواد المطلوبة :

1. أنواع مختلفة من اجهزة الثيودولايت (البصري ، الرقمي ، الليزري) .
2. ركيزة .
3. اذا لم تتوفر انواع من اجهزة الثيودولايت فيمكن الاستعاضة عنها بصور أو بوسترات تعريفية توضح هذه الاجهزة .

ج. خطوات العمل :

1. يقوم مشرف الصف بعرض الأجهزة على الطلاب لغرض التعرف عليها بصورة عامة وشرح خصائص كل جهاز واختلافه عن الاخر .
2. يقوم مشرف الصف بشرح محتويات الصندوق لكل جهاز وكيفية فتح الصندوق وارجاع الجهاز الى مكانه .
3. يستطيع مشرف الصف الاستعانة بجهاز العرض (Data Show) لعرض الصور او البوسترات في حالة عدم توفر الاجهزة المتنوعة .
4. يقوم الطلاب بعد التعرف على الأجهزة بكتابة تقرير يتضمن الأنواع التي تم استعراضها وفوائد كل جهاز ومميزاته وسلبياته والاستخدامات العامة لهذه الأجهزة وان يتم الاستعانة بمصادر من شبكة الانترنت لاستعراض وذكر الموديلات الموجودة للشركات العالمية المصنعة لهذا الجهاز واختلاف كل شركة عن الأخرى .
5. تُسلم التقارير الى الاستاذ المشرف ليتم مناقشتها مع الطلبة وتقييمها .

6 - 3 جهاز الثيودلايت الرقمي : Digital Theodolite

الثيودولايت الرقمي أو الالكتروني هو ثيودولايت عادي تم إضافة شاشة الكترونية له لتظهر عليها الزوايا المرصودة بدلا من قراءتها يدويا في الثيودولايت العادي . يحتاج الثيودولايت الرقمي لبطارية لتشغيله وبعض أنواعه تحتوي على كارت ذاكرة لتخزين القياسات ثم نقلها مباشرة للحاسوب ، يتميز الثيودولايت الرقمي بسهولة تشغيله وسرعته في انجاز العمل المساحي إلا أن سعره أعلى من سعر الثيودولايت العادي .

6 - 3 - أ مزايا الثيودولايت الرقمي :

1- سهولة العمل عليه في قراءة الزوايا وتجنب خطأ قراءة الزاوية من قبل الراصد (يعطي قراءات إلكترونية دقيقة) .
2- السرعة في إنجاز العمل .
3- يمكن خزن البيانات والارصادات ومن ثم ربطه بالحاسوب أو التخزين على بطاقة ذاكرة (كارت).
5- خفة وزنه .
6- إمكانية العمل عليه اثناء الليل .
7- سهولة اجراء المعايرة له لوجود برمجيات خاصة بهذا الموضوع في الجهاز .
8- سهولة اجراء الاعدادات الخاصة بالجهاز مثل وحدات القياس وتصفير الزاوية الافقية .

6 - 3 - ب عيوب الثيودولايت الرقمي :

1. سرعة تلفه مقارنة مع الثيودولايت العادي (البصري) .
2. يحتاج إلى بطارية لتغذيته بالطاقة وبالتالي قد يتعطل العمل بنفاذ البطارية .
3. يحتاج إلى عناية ورعاية خاصة أكثر من الثيودولايت العادي .
4. أكثر تأثراً بالظروف الجوية .

5. عملية الصيانة معقدة نوعا ما مقارنة مع الثيودولايت البصري .
6. سعره اعلى من سعر الثيودولايت البصري .

ـ العيوب التي لا يمكن ضبطها وتصحيحها :

تنشأ غالبا عند صناعة الجهاز ولا يمكن تصحيحها إلا في المصنع ومن هذه العيوب :

1- عدم ثبات أجزاء الثيودوليت عند أجراء الحركة أي عدم مرونتها .
2- عدم دوران الجهاز حركة دائرية تماما يسبب عدم انتظام استدارة المحور الراسي .
3- عدم تساوي التدريج على الدائرة الأفقية والرأسية .

6 - 3 - ج العناية بجهاز الثيودولايت الرقمي :

1. ينبغي فحصه كل ثلاثة أشهر عند عدم استخدامه .
2. ينبغي حمله بحذر وتجنب الصدمات والاهتزازات العنيفة .
3. إن وجدت مشكلة في أجزائه الدورانية أو الأجزاء البصرية فيجب إرساله إلى ورشة الصيانة .
4. بعد إخراج الجهاز من الحقيبة ينبغي إغلاقها لحمايتها من الأتربة والغبار والرطوبة ، وكذلك ينبغي عدم وضع الجهاز مباشرة على الأرض .
5. لا تنقل الجهاز أبداً من مكان لآخر وهو فوق الركيزة .
6. ينبغي حماية الجهاز من أشعة الشمس والمطر بواقي مثل المظلة .
7. بجب إطفاء الجهاز (إغلاق مفتاح الطاقة) قبل إخراج البطارية من الجهاز .
8. تأكد من أن الجهاز وبطانة الحقيبة الداخلية جافة قبل إدخال الجهاز في الحقيبة ، وإن تعرض الجهاز للبلل أثناء الرصد ينبغي مسح الجهاز قبل وضعه في الحقيبة .
9. بجب أن يكون أحد المساحين بجانب الجهاز عندما يكون موضوعاً على طريق او مكان توجد به حركة .
10. تنظيف الجهاز قبل وضعه في الحقيبة وتحتاج العدسات إلى عناية خاصة ، ويكون ذلك بقطعة قماش .

ـ الاخطاء في استخدام جهاز الثيودولايت :

أ ـ الاخطاء الشخصية :

1- خطأ التسامت .
2- عدم دقة التوجيه .
3- عدم دقة القراءة .
4- خطأ وضع الجهاز .

ب ـ الاخطاء الطبيعية :

1- شدة الرياح والامطار الغزيرة .
2- ارتفاع درجات الحرارة .
3- انكسار الضوء .

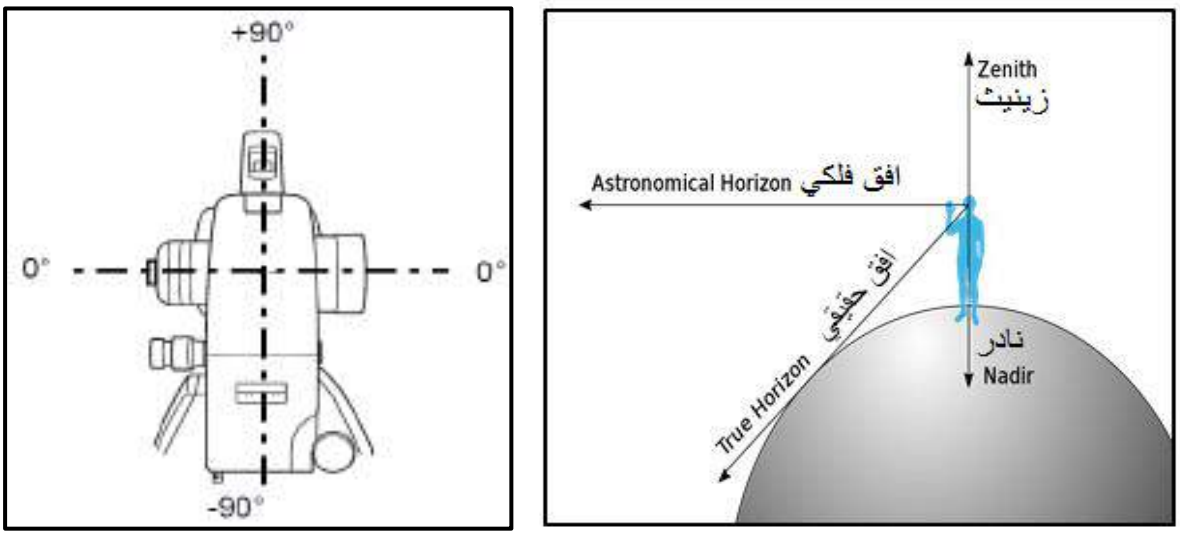
ج - الاخطاء الآلية :

1- عدم استقرار الجهاز .
2- عدم تعامد المحور الراسي على الدائرة الأفقية .
3- عدم انطباق مركز الدائرة الافقية مع محور دوران الجهاز .
4- عدم تساوي اقسام الدائرة الأفقية .
5- خطأ الانزلاق او الزحف .
6- الخطأ الناتج عن ميل المحور الافقي .

6 - 3 - 1 ضبط إعدادات جهاز الثيودولايت الرقمي : Digital Theodolite Setting

ان جهاز الثيودولايت الرقمي حاله كحال أي جهاز رقمي يحتاج الى عملية ضبط للإعدادات قبل البدأ بعميلة القياس ، وتشمل هذه الإعدادات الآتي :

1. تحديد وحدات قياس الزاوية حيث ان اغلب الأجهزة تحتوي على نوعين من وحدات القياس ، الأولى يتم تقسيم الدائرة الى 360 تدريجة ويسمى بنظام الدرجات Degree ، والنوع الثاني يتم تقسيم الدائرة الى 400 تدريجة ويطلق عليه تسمية كراد Grad .
2. تحديد اتجاه تصفير الزاوية الرأسية (العمودية) اما من الأفق ، او من الاتجاه العمودي المعاكس لاتجاه الجذب الأرضي ويدعى (zenith) او مع اتجاه الجذب الأرضي ويدعى (nadir) ، كما مبين بالشكل (6 – 6) .



شكل (6 - 6) اتجاهات تصفير الزاوية العمودية

3. تحديد شدة تباين وضوح الشاشة (Contrast) .
4. تحديد الدقة المستخدمة في الرصد حيث ان مختلف الأجهزة تحتوي على مصطلح (minimum angle Reading) والتي تعني اقل مرتبة في الزاوية يمكن اظهارها على الشاشة فمثلا اذا كان الجهاز ذو دقة (5 ثواني) فبإمكان الجهاز عرض الزاوية لغاية (1 ثانية) وهذا ليس معناه ان الجهاز ذو دقة (1 ثانية) ولكن بإمكانه عرض الزاوية المرصودة لهذا المقدار .

5. تحديد الفترة الزمنية لغلق الجهاز في حالة عدم ضغط أي مفتاح .
6. تشغيل او الغاء شاشة تنبيه الراصد بحالة حدوث خلل في موازنة الجهاز للمحور الأفقي والعمودي .

ان جميع اعدادات الجهاز التي تم ذكرها تختلف في طريقة ضبطها من شركة الى أخرى ولكنها تمثل الأمور الأساسية التي يجب مراعاتها قبل استخدام الجهاز .

التمرين 6 - 3 : (ضبط إعدادات جهاز الثيودلايت الرقمي)

أ. الغاية من التمرين :

يهدف التمرين الى تدريب الطلبة على كيفية ضبط اعدادات جهاز الثيودلايت الرقمي والمقارنة بين اختلاف طرق ضبط الاعدادات باختلاف نوع اجهزة الثيودولايت الرقمي المستخدمة .

ب. الاجهزة والمواد المطلوبة :

1. جهاز الثيودولايت الرقمي .
2. ركيزة الجهاز .
3. قاعدة الجهاز .
4. الدفتر الحقلي .

ج. خطوات العمل :

1. يُقسم الصف الى عدة مجاميع وتُسلم كل مجموعة جهاز ثيودولايت رقمي مع ملحقاته .
2. يقوم مشرف الصف بإخراج كل جهاز من الصندوق الخاص به وتثبيته على الركيزة مع التوضيح للطلبة الاسلوب الفني الصحيح لإخراج الاجهزة وكيفية تثبيته .
3. يقوم مشرف الصف بشرح كيفية ضبط اعدادات الجهاز والتي تتضمن تحديد وحدات قياس الزاوية وتحديد اتجاه تصفير الزاوية الرأسية ، وتحديد شدة تباين ووضوح شاشة الجهاز ، وتحديد دقة رصد الزوايا ، واختيار الفترة الزمنية لغلق الجهاز أوتوماتيكيا ، وكيفية تفعيل شاشة تنبيه الراصد في حالة وجود خلل في موازنة الجهاز ، كما موضح بالخطوات سابقا.
4. يقوم كل طالب بالتدريب على اخراج الجهاز من الصندوق وتثبيته على الركيزة وفتحه واعادته بالصندوق الخاص به ، تكرر العملية مرتين او ثلاث مرات للتدريب على ذلك .
5. يقوم كل طالب بالتدريب على ضبط الاعدادات وكيفية اختيار الاعدادات المناسبة للجهاز الذي قامت المجموعة باستلامه والتي تتلائم مع طبيعة وظروف كل عمل مساحي .
6. يقوم كل طالب بكتابة تقرير في (الدفتر الحقلي) يتضمن اسم الجهاز ورقمه التسلسلي والملحقات المستخدمة ورسم مخطط يوضح فيه اهمية ضبط الاعدادات المناسبة لجهاز الثيودولايت قبل بدء اي عمل مساحي ويشرح كيفية ضبط هذه الاعدادات في جهاز الثيودولايت الرقمي الذي استلمته مجموعته .
7. تُقدم التقارير لمشرف الصف لغرض الاطلاع عليها وتقييمها ، وتقييم اداء كل طالب .

6 - 3 - 2 أجزاء جهاز الثيودولايت الرقمي Parts of Digital Theodolite

يتكون جهاز الثيودولايت من ثلاثة أجزاء رئيسية ، كما في الشكل (6 – 7) وهي :

أ- جهاز الثيودولايت (Theodolite Device).
ب- قاعدة الجهاز (Tribrach) .
ت- الركيزة (Tripod) .

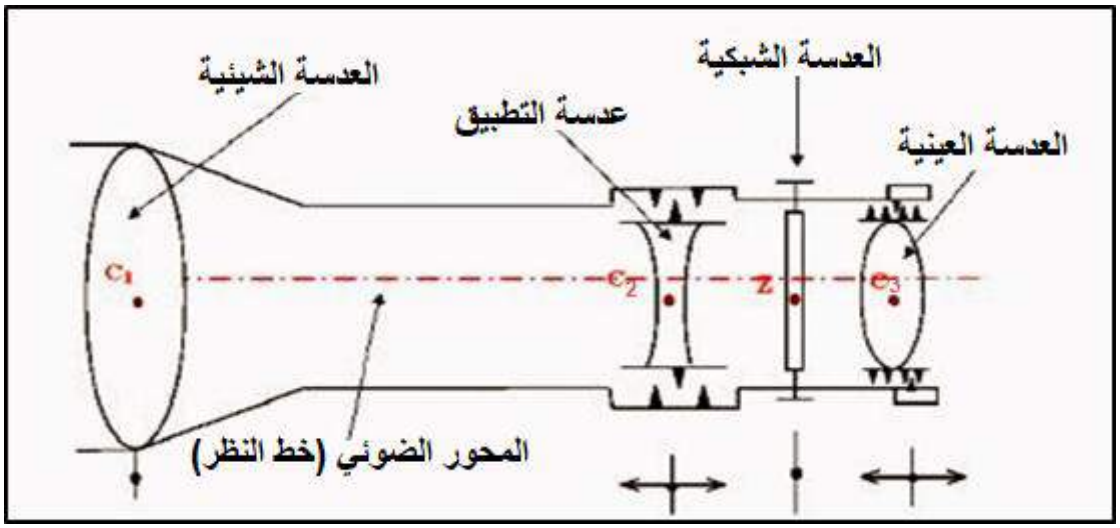
شكل (6 – 7) الاجزاء الرئيسية لجهاز الثيودولايت والملحقات الاضافية

أ - جهاز الثيودولايت :

يتكون جهاز الثيودولايت من عدة أجزاء ويختلف تصميم الأجهزة من شركة الى أخرى ولكن بصورة عامة فان الشكلين (6 – 10،1) و (6 – 10،2) يوضح الأجزاء الرئيسية للجهاز .

1- علامة التوجيه السريع : تستخدم في توجيه الجهاز بصورة تقريبية نحو الهدف .
2- علامة قياس ارتفاع الجهاز : تمثل نقطة مركز الجهاز البصري في الاتجاه الافقي ويستفاد منها في قياس ارتفاع الجهاز عند استخدام الجهاز في حسابات فروقات الارتفاع وتدعى عملية التاكيوميتر .
3- عدسة تسامت الجهاز : تمثل المنظار الذي يتم من خلاله التسامت على نقطة معلومة بحيث يكون مركز الجهاز البصري (تقاطع المحور الافقي والعمودي للجهاز) شاقولي على هذه النقطة .

4- المنظار (التليسكوب) : وهو عبارة عن منظار مساحي يدور حول محور افقي يصل بين الحاملين الرأسيين تظهر به صورة الاهداف المرصودة معتدلة لعين الراصد ومزود بلولب يدار لتوضيح الشعيرات المتقاطعة ويتكون المنظار من :
(العدسة الشيئية وحامل الشعيرات والعدسة العينية وعدسة التطبيق) ، كما في الشكل (6 - 8) .



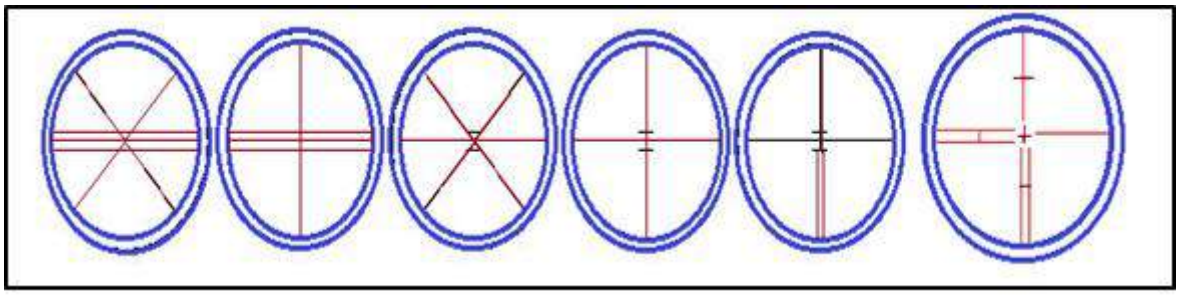
الشكل (6 - 8) اجزاء المنظار المساحي (التليسكوب)

5- لولب توضيح عدسة الرؤيا للتسامت : يتم من خلاله زيادة او نقصان البعد البؤري لعدسة التسامت لتوضيح الرؤيا .
6- شاشة عرض رقمية : شاشة رقمية يتم من خلالها استعراض النتائج وكافة مخرجات الجهاز .
7- لولب الحركة الافقية السريعة : يتم من خلال هذا اللولب تحرير قفل الحركة الافقية لغرض دوران الجهاز نحو الهدف بصورة سريعة ومن ثم قفل هذا اللولب بعد التوجيه بصورة تقريبية حيث ان قفل هذا اللولب يمنع حركة الجهاز بواسطة اليد ويثبت اتجاه الجهاز نحو الهدف .
8- لولب الحركة الافقية البطيء : من خلال هذا اللولب يتم تحريك الجهاز بصورة افقية وبحركة بطيئة نحو الهدف بعد استكمال التوجيه السريع .
9- لولب توضيح شعيرات عدسة التسامت : يتم من خلاله زيادة او نقصان البعد البؤري لعدسة التسامت لتوضيح رؤيا شعيرات التوجيه لعدسة التسامت .

10- مقبض حمل الجهاز : يستخدم في حمل الجهاز مع الانتباه الى ضرورة التأكد من قفل اللولب الخاص به والذي يربطه مع الجهاز .
11- لولب الحركة العمودية السريعة : يتم من خلال هذا اللولب تحرير قفل الحركة العمودية لغرض دوران الجهاز نحو الهدف بصورة سريعة ومن ثم قفل هذا اللولب بعد التوجيه بصورة تقريبية حيث ان قفل هذا اللولب يمنع حركة الجهاز بواسطة اليد ويثبت اتجاه الجهاز نحو الهدف .
12- لولب الحركة العمودية البطيء : من خلال هذا اللولب يتم تحريك الجهاز بصورة عمودية وبحركة بطيئة نحو الهدف بعد استكمال التوجيه السريع .
13- لولب توضيح الرؤيا للعدسة الشيئية : يتم من خلاله زيادة او نقصان البعد البؤري لعدسة الرؤيا لمنظار (تلسكوب) الرصد لتوضيح الرؤيا باتجاه الهدف .

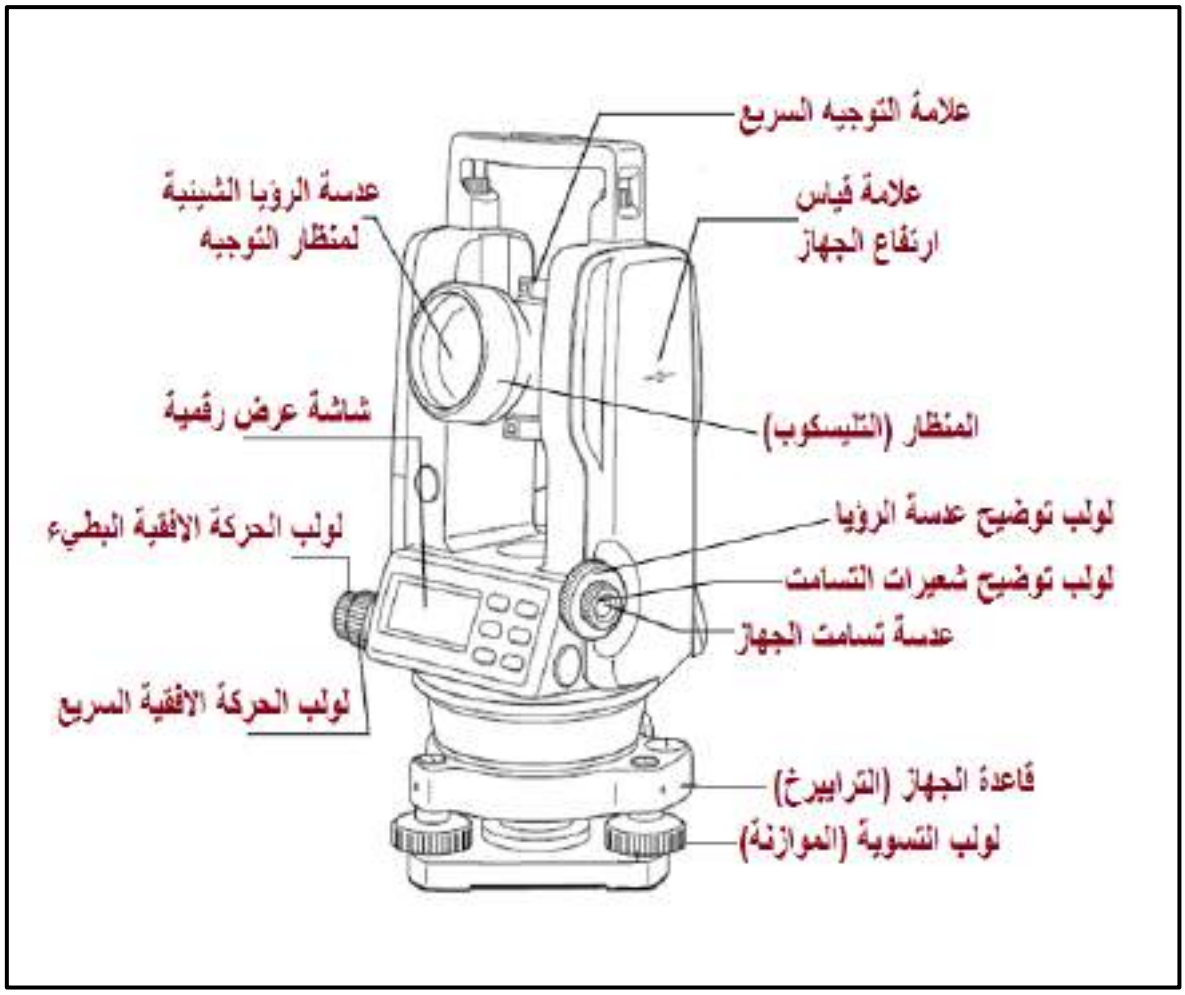
14-لولب توضيح شعيرات التوجيه للهدف : يتم من خلاله زيادة او نقصان البعد البؤري للعدسة لتوضيح رؤيا شعيرات التوجيه في تلسكوب الرصد .

15- عدسة الرؤيا للراصد : تستخدم بالتوجيه على الهدف من خلال شعيرات التوجيه ، كما في الشكل (6 – 9) .



شكل (6 – 9) اشكال مختلفة لحامل شعيرات التوجيه

شكل (6 – 10 ، 1) أجزاء جهاز الثيودولايت



شكل (6 – 10 ، 2) أجزاء جهاز الثيودولايت

ب ـ قاعدة الجهاز (الترايبرخ) : Tribrach

تُعد قاعدة الجهاز هي الجزء الواصل بين جهاز الثيودولايت والركيزة حيث يتم تثبيت الجهاز عليها وتثبيته بواسطة قفل خاص وترتبط قاعدة الجهاز بالركيزة بواسطة لولب خاص موجود في الركيزة يرتبط بقاعدة الجهاز من الأسفل ، وتتكون قاعدة الجهاز من الأجزاء التالية كما في الشكل (6 – 11) وهي :

1- مفاتيح (لوالب) تسوية الجهاز (موازنة الجهاز) .
2- فقاعة التسوية .
3- مفتاح قفل الجهاز على القاعدة .
4- مسامير معايرة القاعدة .

الشكل (6 – 11) قاعدة الجهاز (الترايبرخ)

ج - الركيزة : Tripod

تتكون الركيزة أو حامل الثيودولايت من ثلاثة أرجل يُمكن التحكم في طولها حسب الطول المناسب للراصد من خلال مفاصل انزلاق الارجل ، يُثبت جهاز الثيودولايت على القاعدة الافقية للركيزة عن طريق لولب ربط الجهاز ، كما في الشكل (6 - 12) .

الشكل (6 - 12) اجزاء الركيزة

ـ وهنالك ملحقات اخرى مع جهاز الثيودولايت كما في الشكل (6 - 13) وهي :

1- البطارية : وهي بطارية جافة يتم شحنها كلما نفذت الطاقة (افرغ الشحن) ، كما يوجد بطارية اخرى خارجية توصل بكابل مدتها للعمل اكبر .

2- الكارت : عبارة عن ذاكرة تنقل بواسطتها البيانات من جهاز الى جهاز اخر او الى الحاسوب عن طريق كارت ريدر (card reader) .

3- الكابل : عبارة عن كابل لتوصيل البيانات الى جهاز او الى الحاسوب .

4- حقيبة الجهاز : وهي عبارة عن حقيبة مصنوعة من مادة عالية المقاومة غير قابل للكسر وعازلة ضد الماء والغبار .

5- الشاقول : يستخدم للتأكد من ان الجهاز تم نصبه عموديا على نقطة التسامت (نقطة الرصد) .

6- غطاء الجهاز : يستخدم لحماية الجهاز من الاتربة والرطوبة .

7- المظلة : تستخدم كواقي لحماية الجهاز من أشعة الشمس والمطر اثناء العمل .

الشكل (6 - 13) الملحقات الاضافية مع جهاز الثيودولايت

التمرين 6 - 4 : (التعرف على أجزاء جهاز الثيودولايت الرقمي)

أ. الغاية من التمرين :

يهدف التمرين الى تعريف الطلبة على اجزاء جهاز الثيودولايت الرقمي ، وماهي وظيفة وعمل كل جزء من هذه الاجزاء .

ب. الاجهزة والمواد المطلوبة :

1. جهاز الثيودولايت الرقمي .
2. قاعدة الجهاز .
3. ركيزة الجهاز .
4. الدفتر الحقلي .

ج. خطوات العمل :

1. يُقسم الصف الى مجموعتين أو ثلاثة مجاميع وتُسلم كل مجموعة من الطلاب جهاز ثيودلايت رقمي مع ملحقاته .
2. يقوم مشرف الصف بتثبيت هذه الاجهزة على الركيزة الخاصة بها ، بعدها يقوم المشرف امام الطلاب بتوضيح اجزاء الجهاز وماهي وظيفة كل جزء من هذه الاجزاء .

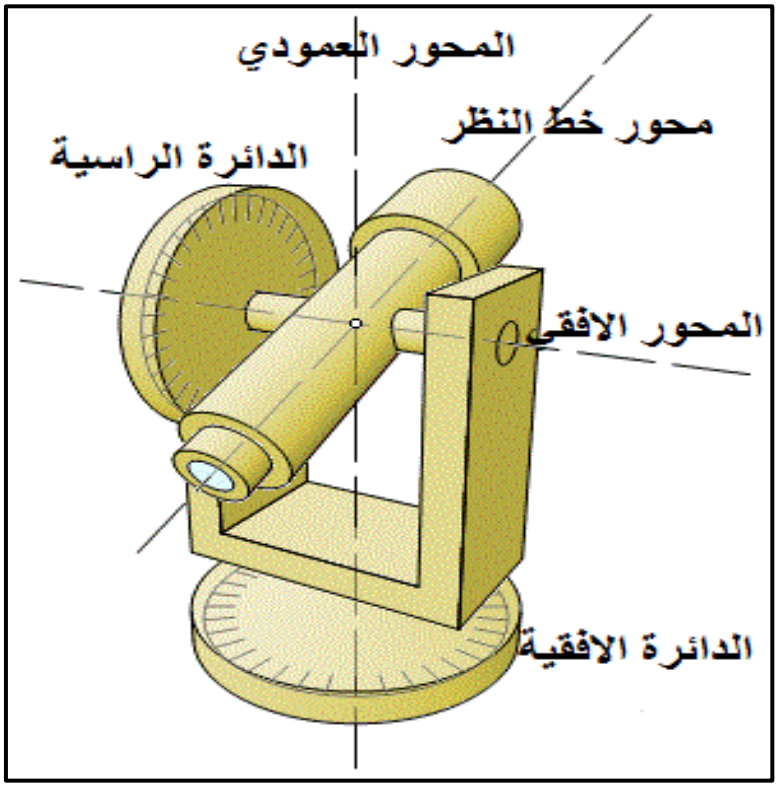
3. تقوم كل مجموعة بالتعرف على أجزاء الجهاز و ما هو استخدام كل جزء حسب الفعالية الخاصة به .
4. يقوم كل طالب برسم مخطط يوضح الاجزاء الرئيسة لجهاز الثيودولايت الرقمي وتوضيح عمل كل جزء من هذه الاجزاء في (الدفتر الحقلي) .
5. يقوم كل طالب بأعداد تقرير في (الدفتر الحقلي) يتضمن اسم الجهاز ورقمه التسلسلي والملحقات المستخدمة وكذلك توضيح لأجزاء الجهاز .
6. يقوم الاستاذ المشرف بتقييم الدفتر الحقلي .

6 - 4 ضبط جهاز الثيودولايت : ضبط الفقاعة الافقية والانبوبية (الموازنة) :

Setting Theodolite Bubbles Horizontal & Tube (Leveling)

قبل البدء بشرح خطوات ضبط جهاز الثيودولايت يجب التعرف على المحاور الرئيسية الثلاثة لجهاز الثيودولايت والموضحة بالشكل (6 - 14) ، **وهي :**

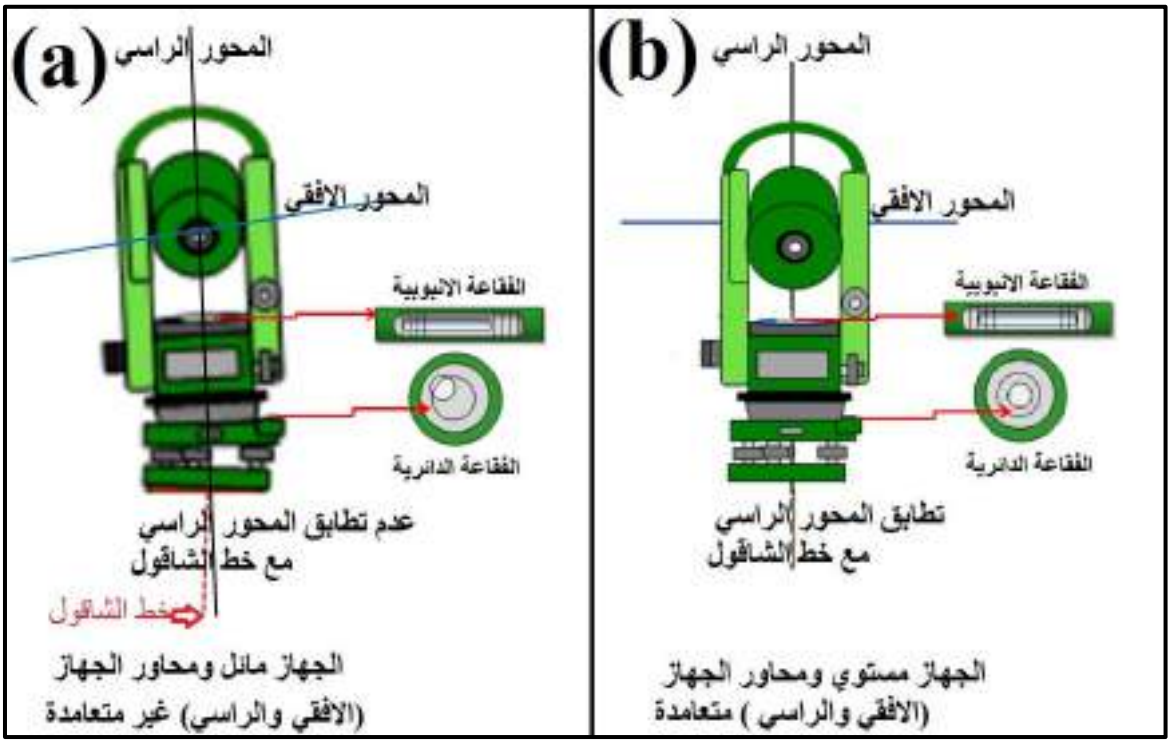
1. المحور الافقي : ويجب ان يكون متعامد على المحور الرأسي والدائرة الرأسية وموازي للدائرة الافقية .
2. المحور الرأسي : ويجب ان يكون متعامد على المحور الافقي و الدائرة الافقية وموازي للدائرة الرأسية .
3. محور خط النظر : ويكون دائما باتجاه منظار (تليسكوب) جهاز الثيودولايت .



الشكل (6 - 14) محاور جهاز الثيودولايت

لذا يجب التأكد قبل اي استخدام لجهاز الثيودولايت من ضرورة ضبط تعامد محاور الجهاز (المحور الافقي والرأسي) من خلال ضبط افقية وتسامت الجهاز . عند استخراج جهاز الثيودولايت من الصندوق المستخدم لحفظ الجهاز ونصبه على الركيزة يكون الجهاز مائل ومحاور الجهاز (الافقي والرأسي) غير متعامدة والمحور الرأسي للجهاز غير منطبق مع خط الشاقول وتكون الفقاعات الانبوبية والدائرية المثبتة على الجهاز غير مضبوطة وغير مستقرة في المنتصف كما بين بالشكل (6 – 15 ، a) . لذا يجب قبل قياس الزوايا الافقية او الزوايا العمودية باستخدام جهاز الثيودولايت هنالك مجموعة شروط يجب توفرها لغرض ضبط الجهاز وجعله بشكل مستوي ومحاور الجهاز متعامدة ، كما مبين بالشكل (6 – 15 ، b) . وهذه الشروط هي :

اولا : يجب ان يكون الجهاز صالح للاستخدام وخالي من الاخطاء والاعطال المصنعية . وفي حالة تعرض الجهاز للصدمات او الكسر اثناء العمل يجب ارسال هذا الجهاز الى الشركات او المكاتب المختصة بمعايرة الاجهزة وتصليح الاعطال .



الشكل (6 - 15) محاور جهاز الثيودولايت قبل وبعد ضبط الافقية والتسامت للجهاز

(a) قبل ضبط الجهاز (الجهاز مائل والمحاور غير متعامدة)

(b) بعد ضبط الجهاز (الجهاز مستوي والمحاور متعامدة)

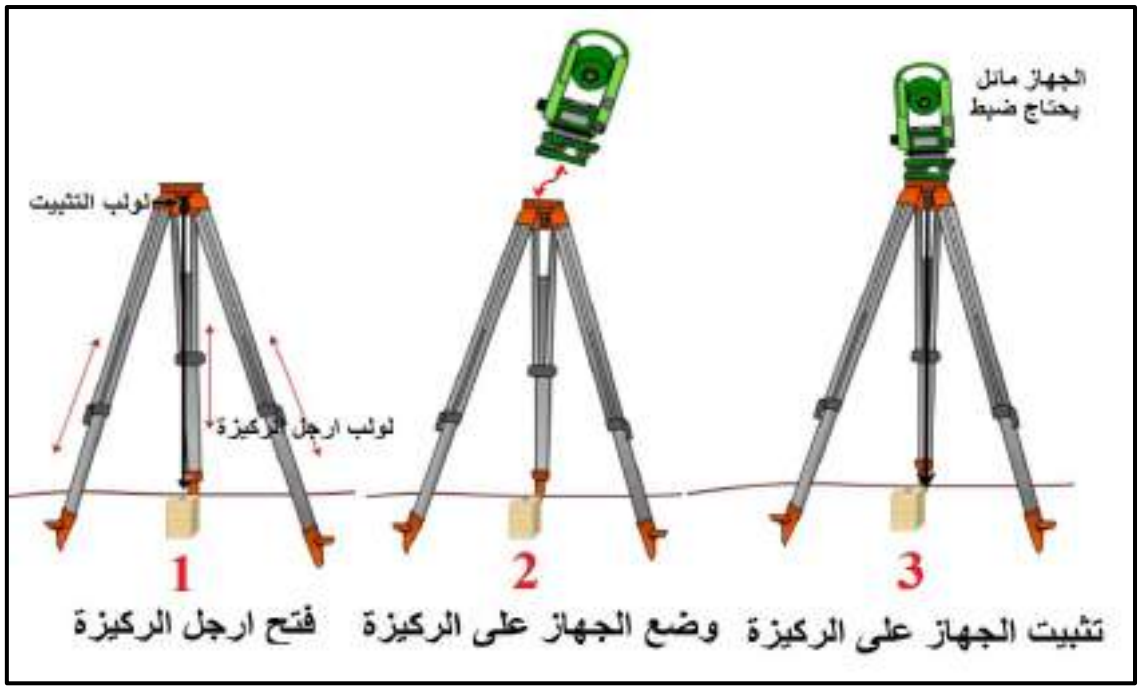
ثانيا : ضبط التسامت للجهاز ليكون المحور الرأسي لجهاز الثيودولايت والمار بمركز الجهاز في وضع عمودي تماما مع خيط الشاقول والمثبت اسفل الجهاز والذي يشير الى النقطة الارضية المساحية (نقطة التسامت) المراد نصب الجهاز فوقها . وسوف يتم شرح ذلك بشكل مفصل في الفقرة (5 – 6) .

ثالثا : يجب ان يكون المحور الافقي في الجهاز موازي للدائرة الافقية ومتعامد مع الدائرة الرأسية ويتم ذلك من خلال ضبط الفقاعات الافقية والانبوبية الموجودة في الجهاز .

فمن المهم ان يتم موازنة الجهاز وضبط ميلانه بصورة دقيقة عن طريق الفقاعة الدائرية الموجودة في قاعدة الجهاز ، والفقاعة الانبوبية الموجودة في الجهاز بحيث يكون الجهاز متوازن ومع خط الأفق بصورة دقيقة علما ان الميلان او الخطأ المسموح في الموازنة يتراوح بين (5 - 30) ثانية حسب دقة العمل المطلوب .

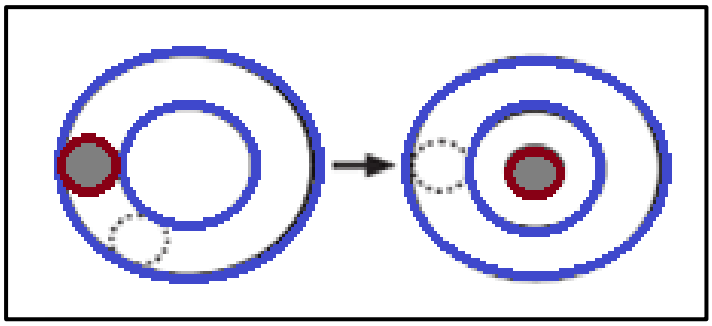
ولغرض ضبط افقية الجهاز (الموازنة) يجب اتباع الخطوات التالية :

1. فتح ارجل الركيزة Tripod بطول مناسب تقريبا (1.7 m - 1.5 m) ومن ثم تثبيت الركيزة بشكل جيد في الارض بحيث تشكل قاعدة ارجل الركيزة مثلث متساوي الاضلاع (تقريبا) وان اطوال اضلاع هذا المثلث تتلائم مع طول (ارتفاع) ارجل الركيزة على ان يكون السطح العلوي للركيزة افقي قدر المستطاع ، كما مبين بالشكل (6 – 16، 1) .
2. يتم التأكد من ان اللوالب المفصلية لأرجل الركيزة مشدودة جيداً.
3. يُفتح الصندوق ويُرفع منه الجهاز ويوضع على السطح العلوي للركيزة ، وفي حين ان اليد ماسكة بالجهاز يتم تثبيته بواسطة لولب التثبيت باستعمال اليد الاخرى ، يجب تجنب شد لولب التثبيت بقوة أكثر من اللازم ، كما مبين بالشكل (6 – 16) .



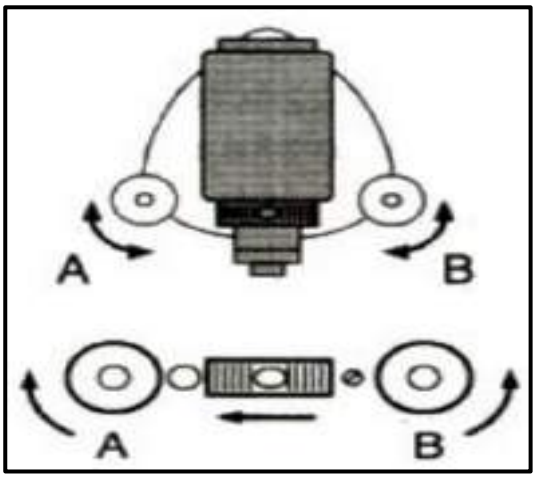
الشكل (6 – 16) خطوات تثبيت جهاز الثيودولايت على الركيزة

4. اجعل فقاعة التسوية الدائرية تكون في المنتصف كما في الشكل (6 – 17) ، وذلك باستخدام أرجل الركيزة بحيث يتم رفع وخفض الارجل التي تكون الفقاعة بنفس محورها ومن خلال لوالب الحركة لحين الوصول الى التوازن مع الانتباه الى ضرورة بقاء الجهاز ثابت على الأرض وعدم تحريك الارجل .



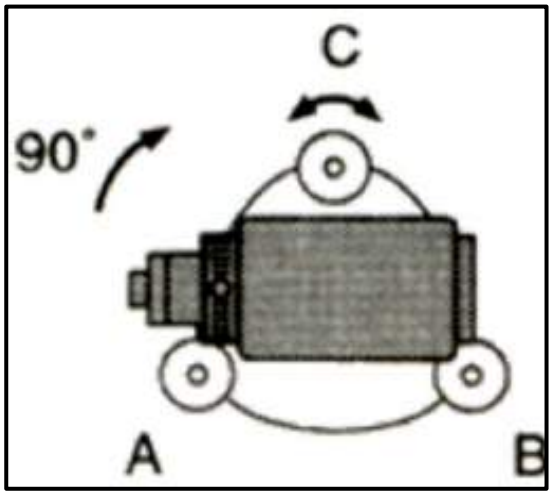
الشكل (6 – 17) فقاعة التسوية الدائرية تكون بالمنتصف

5. يتم موازنة الفقاعة الانبوبية الموجودة بالجهاز بوضع الجهاز بصورة متوازية للولبين من لوالب التسوية الثلاثة وحرك اللولبين بشكل متزامن اما للداخل او الخارج حسب الشكل (6 – 18) ، حتى تستقر في المنتصف .



الشكل (6 – 18) موازنة الفقاعة الأنبوبية

6. لف الجهاز 90 درجة حتى يكون موازياً للولب الثالث وعمودياً على السابقين ومن ثم يدور هذا اللولب الى الداخل او الخارج لحين جعل الفقاعة في المنتصف ، الشكل (6 – 19) .



الشكل (6 – 19) موازنة الفقاعة الأنبوبية

7. أدر الجهاز 90 درجة حتى تعود للوضع السابق (خطوة 5) للتأكد من أن الفقاعة الاسطوانية (الانبوبية) في المنتصف ، فإن لم تكن كذلك يتم اجراء الآتي :
   - أدر اللولبين في اتجاهين متعاكسين وبشكل متساوي قدر الإمكان حتى تقطع الفقاعة نصف إزاحتها عن المنتصف .
   - أدر الجهاز 90 درجة حتى يكون موازياً للولب الثالث ثم أدر اللولب للداخل او الخارج لتكون الفقاعة في المنتصف .
8. أدر الجهاز في الاتجاهات المختلفة للتأكد من أن الفقاعة في المنتصف فإن لم تكن أعد خطوات ضبط أفقية الجهاز من جديد ابتدأ من الخطوة رقم 4 وهنا لابد من الإشارة الى انه في حالة عدم استقرار الفقاعة الانبوبية في المنتصف بمختلف الاتجاهات عند تكرار المحاولات هذا يشير الى الحاجة الى اجراء معايرة لهذه الفقاعة وفق أسلوب خاص .

التمرين 6 – 5 : (موازنة جهاز الثيودولايت الرقمي (ضبط الفقاعة الافقية والانبوبية))

أ. الغاية من التمرين :

يهدف التمرين الى تدريب الطلبة على موازنة جهاز الثيودولايت وضبط ميلانه عن طريق الفقاعة الدائرية والفقاعة الانبوبية الموجودة في الجهاز .

ب. الاجهزة المطلوبة :

1. جهاز الثيودولايت الرقمي .
2. ركيزة الجهاز .
3. قاعدة الجهاز .
4. الدفتر الحقلي .

ج. خطوات العمل :

1. يُقسم الصف الى عدة مجاميع وتُسلم كل مجموعة جهاز ثيودولايت رقمي مع ملحقاته .
2. يقوم مشرف الصف بتثبيت الجهاز على الركيزة وموازنته بشكل صحيح مع شرح الخطوات المتبعة لضبط افقية جهاز الثيودولايت بالتفصيل للطلبة ، كما موضح بالخطوات السابقة .
3. يقوم كل طالب بعدها بصورة منفردة بعملية موازنة الجهاز ويقوم بقية زملاءه بالمجموعة بمتابعة الخطوات وتذكير الطالب بها وتسجيل الوقت الذي تم استغراقه للانتهاء من هذه العملية .
4. تقوم كل مجموعة بتطبيق خطوات موازنة الجهاز والتي تم ذكرها سابقا بصورة مشتركة ، بحيث يكون هناك تعاون مشترك بينهم لتدريبهم على العمل الجماعي كفريق واحد .

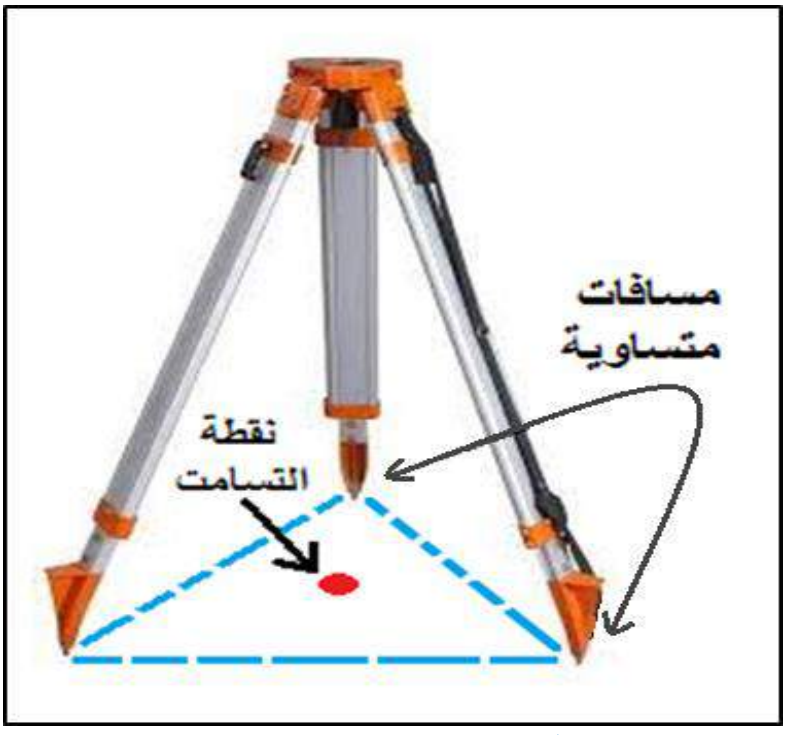
5. يقوم كل طالب بكتابة تقرير في (الدفتر الحقلي) يتضمن اسم الجهاز ورقمه التسلسلي والملحقات المستخدمة ، وشرح المشاكل التي حصلت معه ، وتسجيل وقت انجاز نصب (موازنة) الجهاز .
6. يقوم مشرف الصف بتقييم اداء كل طالب وتقييم الدفتر الحقلي .
7. يُفضل إعادة هذا التمرين لأكثر من مرة لحين اتقان الطلبة هذه العملية بصورة دقيقة ووقت قصير لأهميتها في الاعمال المساحية .

6 – 5 التسامت (التمركز) : Centering of Theodolite

من اهم شروط استخدام جهاز الثيودولايت هو ان يتم نصبه على نقطة محددة (نقطة التسامت) مثبتة على الأرض كأن تكون وتد حديدي او علامة بارزة تم تأشيرها مسبقا بحيث يكون مركز هذه النقطة واضح وحاد قدر الإمكان للحصول على الدقة المطلوبة .

لتسامت جهاز الثيودولايت وضبطه يتم أولاً نصب الجهاز وكما موضح بالخطوات الأتية :

1. تحديد النقطة التي سيتم نصب الجهاز والتسامت عليها ، والتأكد من ان موقع نصب الجهاز غير معرض لحركة السيارات او الاليات ، لا توجد عوائق تعيق نصب الجهاز .
2. فتح ارجل الركيزة Tripod بطول مناسب تقريبا m (1.5 - 1.7) ومن ثم تثبيت الركيزة بشكل جيد في الارض بحيث تشكل قاعدة ارجل الركيزة مثلث متساوي الاضلاع (تقريبا) وان اطوال اضلاع هذا المثلث تتلائم مع طول (ارتفاع) ارجل الركيزة على ان يكون السطح العلوي للركيزة افقي قدر المستطاع ، كما في الشكل (6 – 20) .

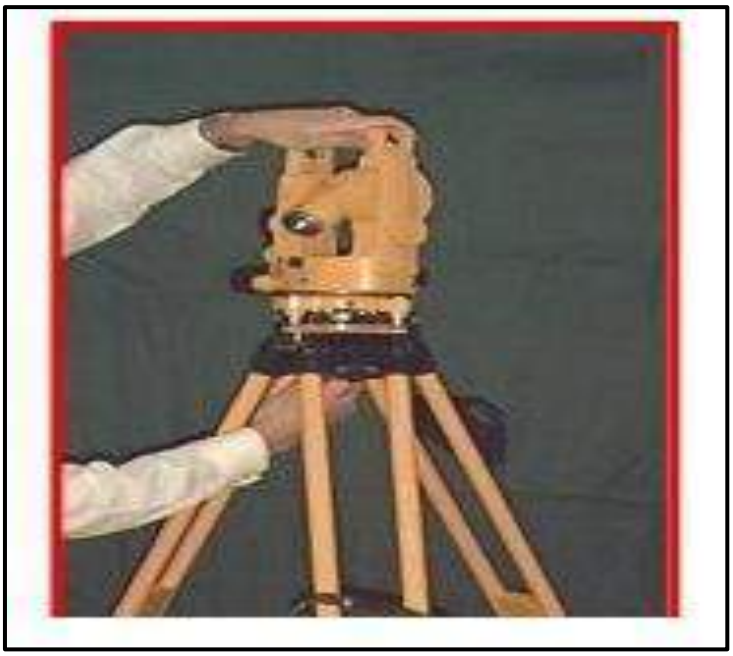


الشكل (6 - 20) تحديد نقطة التسامت وارجل الركيزة بشكل مثلث متساوي الاضلاع

3. نعلق خيط الشاقول الملحق بالجهاز بلولب تثبيت الجهاز بالركيزة على ارتفاع 2 cm تقريباً على الوتد او (نقطة التسامت) المثبتة على الارض (على أن يكون لولب تثبيت الجهاز بالركيزة في مركز مدى حركته) نلاحظ وضع ثقل خيط الشاقول بالنسبة للنقطة المطلوب التسامت عليها فإن لم يكن متسامتاً لها حرك أرجل الركيز على التعاقب واحدة تلو الأخرى حتى نحصل على التسامت ، كما في الشكل (6 – 21) .

الشكل (6 - 21) نصب الركيزة على نقطة التسامت

4. تثبيت أحد أرجل الركيزة بالأرض بقوة .
5. يُمسك معا بالأرجل الثانية والثالثة للركيزة وتحرك في الاتجاه المناسب ، الى الامام أو الى الخلف أو الى أحد الجانبين بحيث يكون الشاقول متسامت مع النقطة المطلوب نصب الجهاز عليها مع سماحية بمقدار 1cm تقريبا وان تكون قاعدة الركيزة افقية قدر الإمكان ، بعدها تثبت الارجل بالأرض بالضغط عليهما بقوة ليكون السطح العلوي للركيزة بقدر الامكان افقي . وهنا لابد من الإشارة الى ان خطوة الشاقول يمكن الاستغناء عنها بمرور الوقت وبعد اكتساب الخبرة حيث يتم الاعتماد على تلسكوب (عدسة) التسامت مباشرة دون الحاجة الى الشاقول .
6. يتم التأكد من ان اللوالب المفصلية لأرجل الركيزة مشدودة جيداً .
7. يُفتح الصندوق ويُرفع منه الجهاز ويوضع على السطح العلوي للركيزة ، وفي حين ان اليد ماسكة بالجهاز يتم تثبيته بواسطة لولب التثبيت باستعمال اليد الاخرى ، يجب تجنب شد لولب التثبيت بقوة أكثر من اللازم كما في الشكل (6 - 22) .

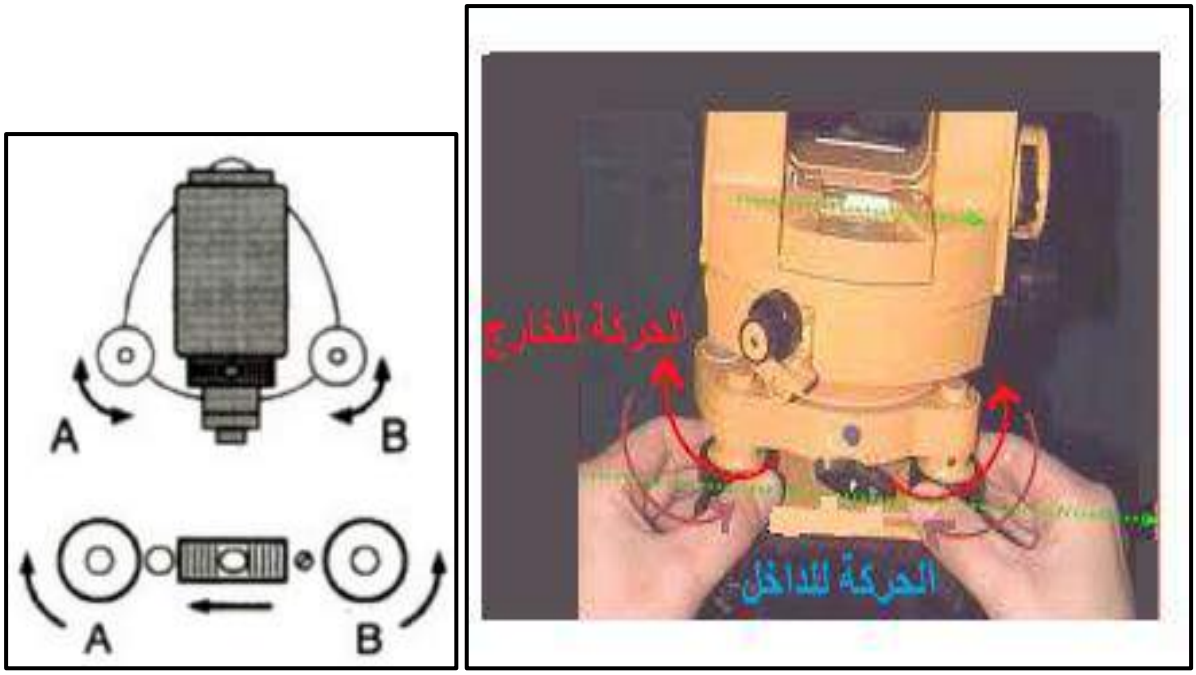


الشكل (6 - 22) تثبيت جهاز الثيودولايت فوق الركيزة

8. يغلق الصندوق ويتم وضعه بجانب الركيزة والراصد على بعد مناسب .
9. يتم رفع الشاقول .
10. انظر من عدسة التسامت البصري لترى نقطة التسامت ثم وضح الرؤية ووجه على النقطة لأفضل تقدير ثم من بعدها وضح الرؤيا لشعيرات التسامت من خلال الولب الخاصة بها وبالإمكان فتح لولب التثبيت بصورة قليلة جدا لتحريك الجهاز فوق قاعدة الركيزة والنظر من خلال عدسة التسامت للتأكد من ان الجهاز متسامت على النقطة ومن ثم شد اللولب مرة اخرى .
11. اجعل فقاعة التسوية الدائرية تكون في المنتصف وذلك باستخدام أرجل الركيزة بحيث يتم رفع وخفض الارجل التي تكون الفقاعة بنفس محورها ومن خلال لوالب الحركة لحين الوصول الى التوازن مع الانتباه الى ضرورة بقاء الجهاز ثابت على الأرض وعدم تحريك الارجل كما في الشكل (6 – 23) .

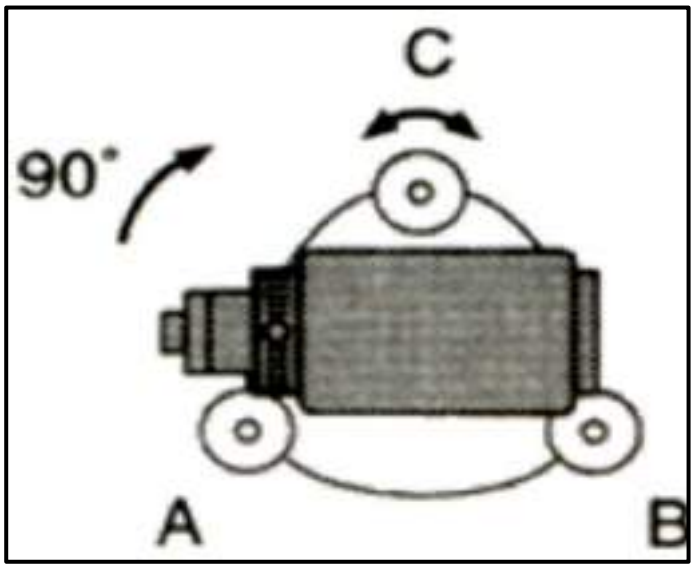
الشكل (6 - 23) موازنة فقاعة التسوية الدائرية بتحريك ارجل الركيزة

12. يتم موازنة الفقاعة الانبوبية الموجودة بالجهاز بوضع الجهاز بصورة متوازية للولبين من اللوالب التسوية الثلاثة وحرك اللولبين بشكل متزامن اما للداخل او الخارج حسب الشكل (6 – 24) حتى تستقر الفقاعة في المنتصف .



الشكل (6 - 24) موازنة الفقاعة الأنبوبية بوضع الجهاز موازي للولبين التسوية

13. لف الجهاز 90 درجة حتى يكون موازياً للولب الثالث وعمودياً على السابقين ومن ثم يدور هذا اللولب الى الداخل او الخارج لحين جعل الفقاعة في المنتصف ، كما في الشكل (6 - 25) .



الشكل (6-25) موازنة الفقاعة الأنبوبية بوضع الجهاز موازي للولب الثالث

14. أدر الجهاز 90 درجة حتى تعود للوضع السابق (خطوة 12) للتأكد من أن الفقاعة الانبوبية (الاسطوانية) في المنتصف ، فإن لم تكن كذلك يتم اجراء الآتي :
أ- أدر اللولبين في اتجاهين متعاكسين وبشكل متساوي قدر الإمكان حتى تقطع الفقاعة نصف إزاحتها عن المنتصف .
ب- أدر الجهاز 90 درجة حتى يكون موازياً للولب الثالث ثم أدر اللولب للداخل او الخارج لتكون الفقاعة في المنتصف .

15. أدر الجهاز في الاتجاهات المختلفة للتأكد من أن الفقاعة في المنتصف فإن لم تكن أعد خطوات ضبط أفقية الجهاز من جديد ابتدأ من الخطوة رقم 12 .
16. يتم التأكد من تسامت الجهاز من خلال عدسة التسامت والذي في الغالب تتغير نتيجة حركة أرجل الركيزة وحركة لوالب تسوية الجهاز ، ويتم اتباع الخطوات الآتية لإعادة التسامت الى وضعه الصحيح :

- في حالة ان شعيرات التسامت ليست بعيدة عن النقطة المثبتة على الأرض ضمن حدود (1 - 2) cm يصار الى فتح لولب تثبيت الجهاز بالركيزة قليلا وتحريك الجهاز ليكون متسامت مع النقطة ومن ثم إعادة الخطوات من 12 الى 15 في حالة ان فقاعة قاعدة الجهاز الدائرية لم يحصل بها تغيير او إعادة الخطوات من 11 الى 15 في حالة حصول تغيير بها .
- في حالة ان شعيرات التسامت بعيدة عن النقطة المثبتة على الأرض يصار الى تحريك لوالب تسوية الجهاز لحين تطابق شعيرات التسامت مع النقطة ومن ثم إعادة الخطوات من 11 الى 15 وهذه الحالة تشير الى انه لم يتم حصول تسامت تقريبي للجهاز بالخطوة رقم 5 .

ان عملية تسامت الجهاز وموازنته تعتبر من الأمور المهمة التي من المفترض ان يتقنها المساح وان يصار الى إنجازها بالسرعة والدقة المطلوبة خصوصا انه في بعض الأحيان توجد مناطق وعرة وغير مستوية حيث تزداد صعوبة نصب الجهاز وبالتالي ان عملية التدريب على هذا الموضوع تعتبر مهمة لاكتساب الخبرة واختصار الوقت ومن الضروري الانتباه الى إجراءات السلامة والتعامل الصحيح مع الجهاز اثناء هذه العملية لتجنب أي ضرر يحصل للجهاز .

ـ خطوات استخدام جهاز الثيودولايت :

أ ـ الضبط المؤقت للجهاز عند استعماله :

1- تسامت الجهاز فوق نقطة الرصد (نقطة التسامت) .
2- ضبط افقية الجهاز .
3- ضبط التطابق .

ب ـ الضبط الدائم للجهاز :

1- ضبط ميزان التسوية الموجود على غطاء الدائرة الأفقية .
2- ضبط خط النظر :
أ ـ ضبط الخط الرأسي في حامل الشعيرات وفيه :

ـ التأكد من الخط الرأسي رأسي تماما في حامل الشعيرات .
ـ التأكد من ان الخط الراسي يمر بالمحور البصري للمنظار .
ب ـ ضبط الخط الأفقي في حامل الشعيرات .
3ـ ضبط المحور الافقي .
4ـ ضبط ميزان التسوية الموجود على الدائرة الرأسية .

التمرين 6 - 6 : (نصب جهاز الثيودولايت (التسامت والموازنة))

أ. الغاية من التمرين :

يهدف التمرين الى تدريب الطلبة على عملية تسامت الجهاز وموازنته بصورة دقيقة .

ب. الأجهزة وملحقاتها :

1. جهاز الثيودولايت .
2. ركيزة الجهاز .
3. قاعدة الجهاز .
4. الشاقول خاص بالجهاز .
5. الدفتر الحقلي .

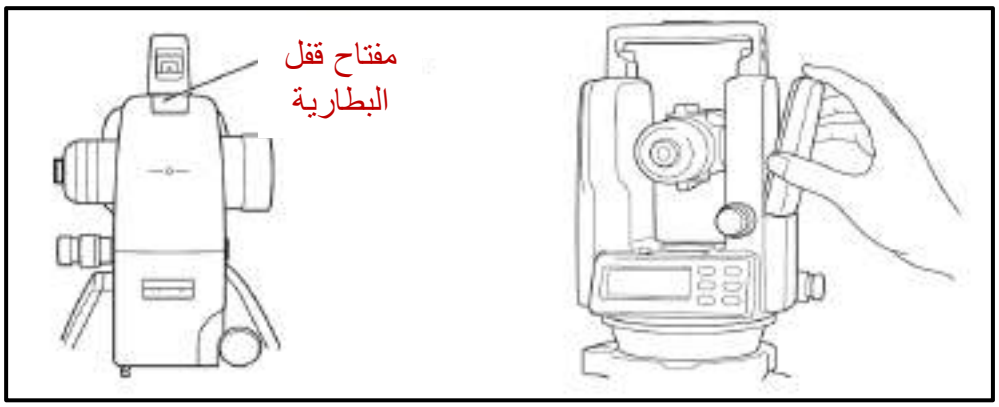
ج. خطوات العمل :

1. يسلم كل مجموعة من الطلاب جهاز الثيودولايت مع ملحقاته وبأشراف مشرف الصف .
2. يقوم مشرف الصف بتثبيت نقطة على الأرض كان تكون وتد او علامة ويقوم بعملية تسامت وموازنة الجهاز امام الصف موقعيا .
3. يقوم مشرف الصف بتثبيت نقاط على الأرض لكل مجموعة لكي يتم نصب الجهاز وموازنته عليها .
4. تقوم كل مجموعة بتطبيق الخطوات التي تم ذكرها سابقا بصورة مشتركة .
5. يقوم كل طالب بعدها بصورة منفردة بعملية التسامت وموازنة الجهاز بصورة منفردة ويقوم بقية زملائه بالمجموعة بمتابعة الخطوات وتذكير الطالب بها ، وتسجيل الوقت الذي تم استغراقه للانتهاء من هذه العملية .
6. تقوم كل مجموعة بكتابة تقرير في (الدفتر الحقلي) يتضمن اسم الجهاز ورقمه التسلسلي والملحقات المستخدمة وشرح المشاكل التي حصلت معهم وتسجيل وقت انجاز تسامت الجهاز وموازنته لكل طالب .
7. يقوم مشرف الصف بتقييم اداء كل طالب ، وتقييم الدفتر الحقلي ومن ثم يتم توضيح المشاكل التي واجهها الطلاب اثناء التدريب .
8. إعادة التدريب العملي لأكثر من مرة لحين اتقان الطلبة هذه العملية بصورة دقيقة ووقت قصير .

6 – 6 التوجيه ورصد النقاط : Observation Sighting & Points

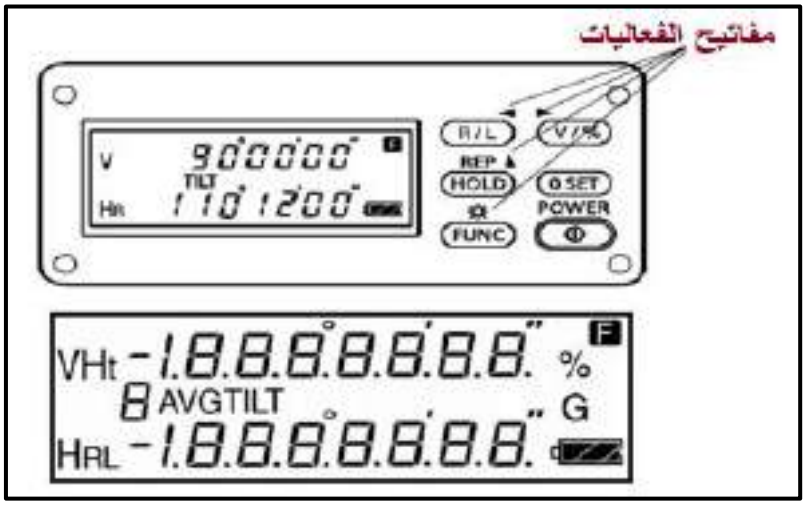
قبل البدء بعملية الرصد باستخدام جهاز الثيودولايت الرقمي من المهم التأكد من صلاحية الجهاز وشحن البطارية حيث ان أجهزة الثيودولايت الرقمية بحاجة الى بطارية مشحونة للعمل ، وغالبا تحتوي الأجهزة على بطارية إضافية مشحونة في صندوق الجهاز لضمان استمرار العمل عند نفاذ البطارية الأولى ، وان تكون ركيزة الجهاز صالحة للاستخدام إضافة الى ذلك يجب على الراصد ان تكون لديه فكرة عن أسلوب العمل والمهمة المطلوب تنفيذها ليتسنى له وضع خطة عمل تتضمن مكان نصب الجهاز والزوايا المطلوب رصدها .

بعد الانتهاء من تسامت الجهاز وموازنته فوق نقطة مثبتة على الأرض يتم تركيب بطارية الجهاز ، كما موضح بالشكل (6 - 26) .



الشكل (6 - 26) تركيب بطارية الجهاز

بعد ذلك يتم تشغيل الجهاز عن طريق مفتاح التشغيل الخاص به من لوحة مفاتيح شاشة الجهاز التي تحتوي على عدة مفاتيح خاصة بفعاليات تشغيل الجهاز وبعد التشغيل ستظهر شاشة القياس وبالإمكان المباشرة بعملية الرصد والتوجيه ، كما في الشكل (6 - 27) .



الشكل (6 - 27) مفاتيح ورموز شاشة الجهاز

وفي ادناه شرح لاستخدامات هذه المفاتيح وما تعنيه الرموز التي تظهر في الشاشة بصور عامة والتي سوف يتم التدريب العملي عليها اثناء الرصد الحقلي :

مفاتيح شاشة الجهاز :

- POWER مفتاح تشغيل واطفاء الجهاز .
- R / L مفتاح ضبط اتجاه التزايد للزاوية الافقية مع عقرب الساعة او عكس عقرب الساعة .
- V / % مفتاح تحويل الزاوية العمودية الى نسبة ميلان مئوية .
- HOLD مفتاح امساك او تثبيت الزاوية الافقية .
- SET 0 مفتاح تصفير الزاوية الافقية .
- FUNC مفتاح تفعيل الوظائف العليا لمفاتيح التحكم .
- REP مفتاح تفعيل عملية تكرار قياس الزاوية .
- إضاءة شاشة الجهاز .
- ◄ مفتاح تحريك المؤشر الى اليسار .
- ► مفتاح تحريك المؤشر الى اليمين .
- ▲ مفتاح تحريك المؤشر الى الأعلى .
- ▼ مفتاح تحريك المؤشر الى الاسفل .

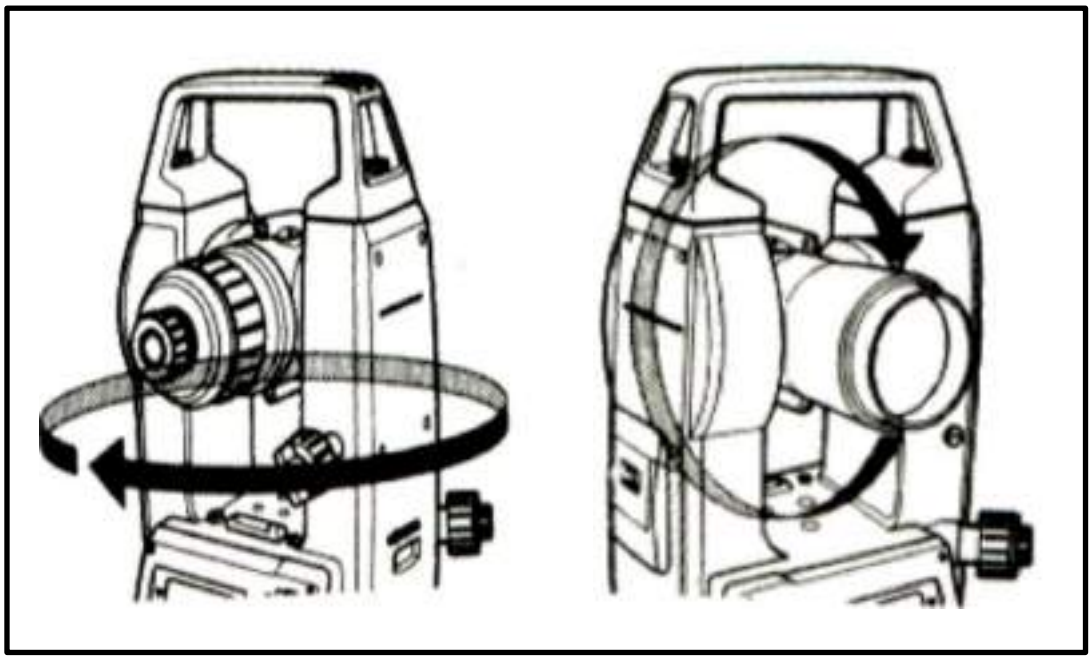
رموز شاشة الجهاز :

- V الزاوية العمودية .
- HR الزاوية الافقية مع عقرب الساعة .
- HL الزاوية الافقية عكس عقرب الساعة .
- HT تكرار قياس الزاوية .
- 8 AVG مقدار عدد تكرار الزاوية / معدل قراءة الزاوية .
- TILT تنبيه ميلان الجهاز (الموازنة) .
- F اختيار مفتاح تفعيل الوظائف العليا لمفاتيح التحكم .
- % النسبة المئوية للميلان .
- G وحدات قياس الزوايا بنظام الكراد (GRAD) .

بعد الانتهاء من تشغيل الجهاز نقوم بالتوجيه على الهدف المطلوب ثم نجري الخطوات الاتية :

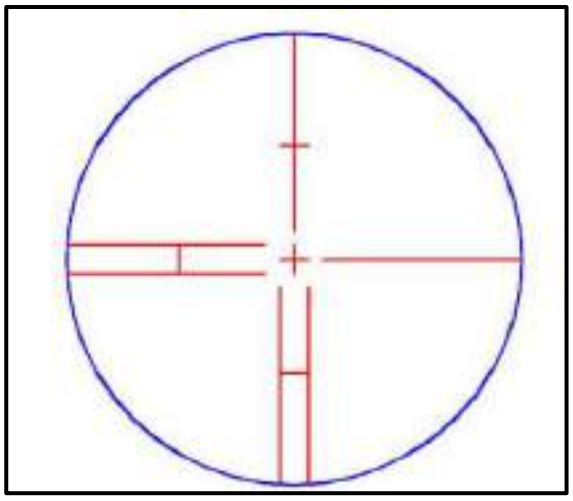
1. تحرير قفل الزاوية الافقية والعمودية عن طريق فتح لولب التوجيه السريع التي تم الإشارة له سابقا ، كما في الشكل (6 - 28) مع الانتباه الى ان تحريك الجهاز افقيا او عموديا بدون فتح هذا القفل سيسبب كسر بالجهاز وتضرره .
2. تحريك الجهاز افقيا والتلسكوب عموديا نحو الهدف من خلال علامة التوجيه السريع بحيث يكون الهدف على استقامة مع علامة التوجيه السريع .

3. انظر من خلال منظار الجهاز وقم بتوضيح الرؤيا بوساطة لولب توضيح العدسة الشيئية لمنظار التوجيه وحرك الجهاز افقيا والتلسكوب عموديا بحيث يكون الهدف ظاهرا .
4. يتم قفل مفتاح الحركة السريع للجهاز الافقي والعمودي .



الشكل (6 - 28) توجيه الجهاز

5. توضيح شعيرات التوجيه عن طريق اللولب الخاصة بها .
6. إعادة توضيح الرؤيا للعدسة الشيئية بحيث يكون الهدف واضح جدا .
7. استخدام الحركة البطيئة الافقية والعمودية لوضع الهدف في علامة تقاطع شعيرات التوجيه ، كما في الشكل (6 – 29) .



شكل (6 - 29) شعيرات التوجيه

التمرين 6 - 7 : (التوجيه ورصد النقاط باستخدام جهاز الثيودولايت)

أ. الغاية من التمرين :

يهدف التمرين الى تدريب الطلبة على كيفية التوجيه على الاهداف والنقاط المطلوب قياس الزوايا لها باستخدام جهاز الثيودولايت .

ب. الاجهزة المطلوبة :

1. جهاز الثيودولايت الرقمي .
2. ركيزة الجهاز .
3. قاعدة الجهاز .
4. الشاقول خاص بالجهاز .
5. دفتر تسجيل الارصادات الحقلية .

ج. خطوات العمل :

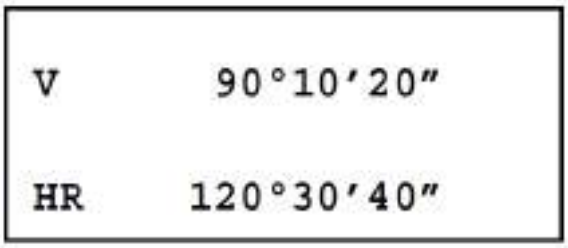
1. يُقسم الصف الى عدة مجاميع وتُسلم كل مجموعة جهاز ثيودولايت رقمي مع ملحقاته .
2. يقوم الاستاذ المشرف بتثبيت الجهاز على الركيزة وعمل موازنة وتسامت للجهاز بشكل صحيح مع شرح الخطوات المتبعة بالتفصيل للطلبة كما موضح سابقا ، لغرض تذكيرهم بخطوات نصب الجهاز .
3. يقوم الاستاذ المشرف بتثبيت بطارية الجهاز وتشغيله امام الطلبة .
4. يقوم الاستاذ المشرف بشرح وظائف الازرار (المفاتيح) والرموز الظاهرة على الشاشة الرقمية للجهاز .
5. يقوم الاستاذ المشرف بشرح كيفية توجيه منظار الجهاز (التليسكوب) نحو هدف معين مثل نقطة على جدار او معلم بارز في موقع العمل ، وشرح كيفية توضيح الهدف المرصود من خلال لولب التوضيح الموجود في التليسكوب للجهاز ، وكذلك شرح كيفية توضيح حامل الشعيرات الذي يظهر عند النظر في العدسة العينية من خلال لولب التوضيح في العدسة العينية للتليسكوب . ويجب ان يراعى ان يكون الهدف المرصود واقع في نقطة تقاطع الشعيرات (cross hairs) .
6. يقوم الاستاذ المشرف باختيار (هدف بارز ونقطة تسامت لكل مجموعة) ويطلب من طلبة كل مجموعة نصب الجهاز وعمل موازنة وتسامت للجهاز بشكل صحيح وتوجيه المنظار (التليسكوب) الجهاز نحو الهدف المختار باتباع نفس الخطوات التي قام بها الاستاذ المشرف بالفقرات (2 الى 5) .
7. يقوم كل طالب بعدها بصورة منفردة بعملية موازنة الجهاز والتسامت والتوجيه ورصد النقاط ويقوم بقية زملاءه بالمجموعة بمتابعة الخطوات وتذكير الطالب بها ، وتسجيل الوقت الذي تم استغراقه للانتهاء من هذه العملية .

8. تقوم كل مجموعة بتطبيق خطوات موازنة الجهاز والتسامت والتوجيه ورصد النقاط والتي تم ذكرها سابقا بصورة مشتركة ، بحيث يكون هناك تعاون مشترك بينهم لتدريبهم على العمل الجماعي كفريق واحد .
9. يقوم كل طالب بكتابة تقرير في (الدفتر الحقلي) الخاص بالطالب يتضمن اسم الجهاز ورقمه التسلسلي والملحقات المستخدمة ، وشرح المشاكل التي حصلت معه في نصب وتوجيه الجهاز وتسجيل الوقت الذي استغراقه لإنجاز المهمة .

6 – 7 تصفير الجهاز وقراءة الزاوية الافقية :

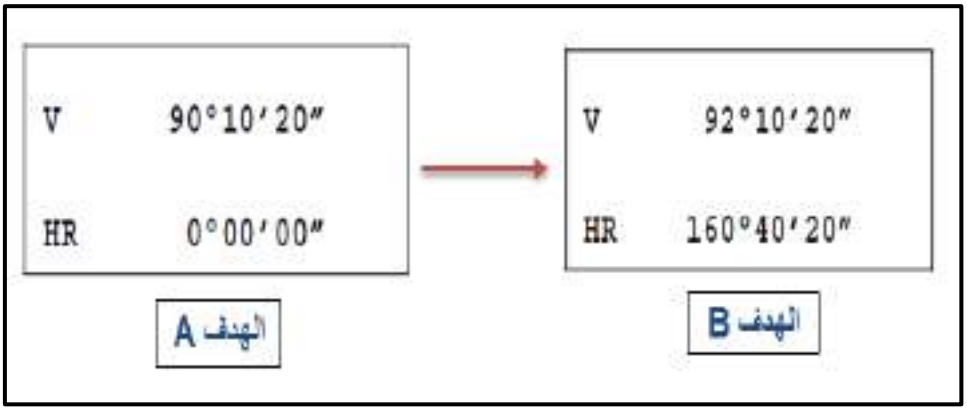
Zero Set & Reading Horizontal Angle

بعد الانتهاء من عملية التوجيه يتم قراءة مقدار الزاوية العمودية والافقية حسب الشكل (6 – 30) ، حيث ان مقدار قراءة الزاوية العمودية هي 90 درجة و 10 دقائق و 20 ثانية من الـ Zenith ، في حين ان قراءة الزاوية الافقية هي 120 درجة و 30 دقيقة و 40 ثانية (مع عقرب الساعة) .



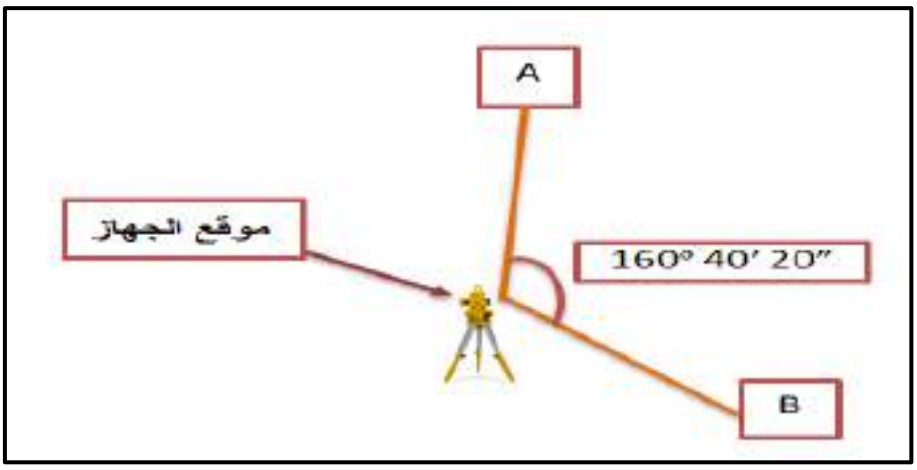
شكل (6 - 30) قراءة الزاوية الافقية والعمودية

ولغرض قراءة الزاوية الافقية بين نقطتين نحتاج الى التوجيه نحو النقطة A أولا على سبيل المثال الشكل (6 - 31) وتصفير الزاوية باتجاه هذه النقطة عن طريق مفتاح تصفير الزاوية الذي سبق ذكره ، ومن ثم التوجيه نحو النقطة B لغرض قراءة مقدار الزاوية الافقية بين النقطتين ، مع الانتباه الى ان كل نقطة لها زاوية رأسية تختلف عن الثانية حسب فرق الارتفاع بين النقطتين بينما توجد زاوية افقية واحدة بين النقطتين كما في الشكل (6 - 31) .



الشكل (6 - 31) يوضح قراءات الزاوية الافقية والعمودية في شاشة الجهاز

وعن طريق المثال أعلاه فان مقدار الزاوية الافقية بين النقطتين هو 160 درجة و 40 دقيقة و 20 ثانية كما في الشكل (6 - 32) ، وبالإمكان الاستمرار برصد اهداف أخرى بالاعتماد على تصفير الجهاز على النقطة A ، وهنا لابد من الإشارة الى انه عند توجيه الجهاز نحو نقطة جديدة بعد الانتهاء من التوجيه نحو النقطة الأولى ولتكن A يجب إعادة الخطوات من (1 - 7) والتي تم ذكرها في عملية توجيه الجهاز وان يتم التوجيه بدقة نحو الأهداف الأخرى لضمان الحصول على النتائج الصحيحة .



شكل (6 - 32) رصد الزوايا الافقية

التمرين 6 - 8 : (التوجيه ورصد الزوايا الافقية)

أ. الغاية من التمرين :

يهدف التمرين الى تدريب الطلبة على كيفية التوجيه على الاهداف والنقاط المطلوبة وقياس الزوايا الافقية لها باستخدام جهاز الثيودولايت .

ب. الأجهزة والادوات المطلوبة :

1. جهاز الثيودولايت .
2. ركيزة الجهاز .
3. قاعدة الجهاز .
4. الشاقول خاص بالجهاز .
5. دفتر تسجيل الارصادات الحقلية .

ج . خطوات العمل :

1. يسلم كل مجموعة من الطلاب جهاز الثيودولايت مع ملحقاته وبأشراف مشرف الصف .
2. يقوم مشرف الصف بتثبيت نقطة على الأرض كان تكون وتد او علامة وتحديد الأهداف التي من المفترض قيام الطلاب برصدها ولكل مجموعة .
3. تقوم كل مجموعة بأعمال التسامت وموازنة الجهاز .

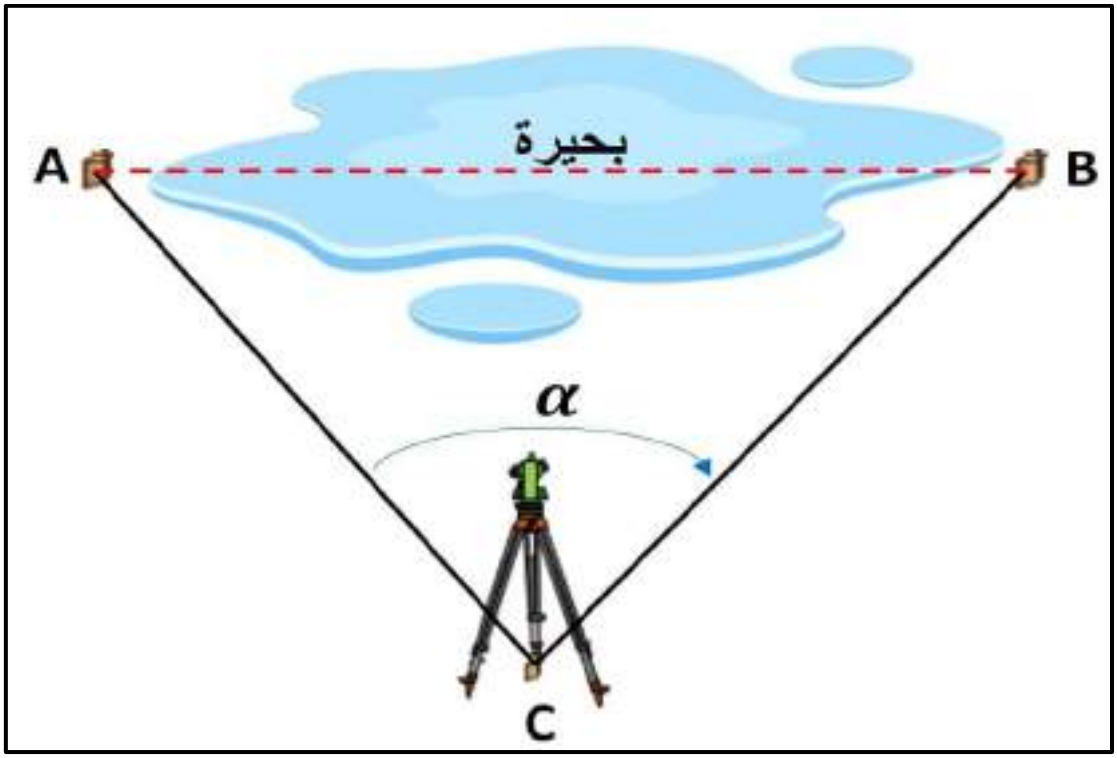
4. يقوم مشرف الصف من التحقق من الانتهاء من عملية التسامت والموازنة بصورة صحيحة .
5. يقوم الطلبة بتشغيل الجهاز والتعرف على مفاتيح الجهاز والرموز الموجودة على الشاشة بمساعدة مشرف الصف .
6. يقوم الطلبة بعمل مخطط توضيحي لموقع الجهاز ونقاط الرصد مع وضع اتجاه الشمال وبعض العوارض كدلالة .
7. يتم التوجيه على النقطة الأولى ومن ثم تصفير الجهاز والتوجيه على النقطة الثانية وتسجيل قراءة الزاوية الافقية وتأشيرها على المخطط التوضيحي .
8. يقوم الطلبة بأعداد تقرير في (الدفتر الحقلي) يتضمن تفاصيل العمل الحقلي الذي تم إنجازه مع المخطط التوضيحي ومقدار الزاوية الافقية .
9. إعادة التدريب العملي لأكثر من مرة لحين اتقان الطلبة هذه العملية بصورة دقيقة ووقت قصير.
10. يقوم مشرف الصف بتقييم اداء كل طالب ، وجمع الدفاتر الحقلية للطلبة لأغراض التدقيق والتقييم .

مثال 6 - 1 : جد طول الضلع (AB) المبين بالشكل (6 - 33) ، اذ تم استخدام جهاز ثيودولايت رقمي لقياس الزاوية الافقية (α) بين النقطتين (A) و(B) وكانت تساوي :

$$\alpha = 78^{o}\ 50'\ 20''$$

واستخدم شريط قياس معدني لقياس المسافات (AC) و(BC) وكانت اطوال المسافات تساوي :

$$AC = 70\ m\ ,\quad BC = 90\ m$$



الشكل (6 - 33) حساب طول خط يعترض قياسه عائق

الحل :

يستخدم قانون الجيب تمام التالي لحساب طول الخط (AB) ويمكن استخدامه في اي مثلث لاستخراج طول الضلع المجهول اذا تم قياس طول الضلعين الاخرين وتم قياس الزاوية المحصورة بين الضلعين :

$$AB^2 = AC^2 + BC^2 - (2 \times AC \times BC \times \cos\alpha)$$

$$AB^2 = (70)^2 + (90)^2 - (2 \times 70 \times 90 \times \cos\ (78^o\ 50'\ 20''))$$

$$AB^2 = 10561.04$$

$$AB = \sqrt{10561.04}$$

$$AB = 102.77\ \ m$$

التمرين 6 - 9 : (استخدام جهاز الثيودولايت وشريط القياس لإيجاد طول خط يعترض قياسه عائق) .

أ. الغاية من التمرين :

يهدف التمرين الى تدريب الطلبة على قراءة وقياس الزوايا الافقية واستخدام هذه الزوايا في حساب طول خط يعترض قياسه عائق .

ب. الأجهزة والمواد المطلوبة :

1. جهاز الثيودولايت .
2. ركيزة الجهاز .
3. الشاقول خاص بالجهاز .
4. شريط القياس .
5. دفتر تسجيل الارصادات الحقلية .

ج . خطوات العمل :

1. يُقسم الصف الى عدة مجاميع وتُسلم كل مجموعة جهاز ثيودولايت رقمي مع ملحقاته وشريط قياس .
2. يقوم المدرس المشرف بالطلب من مجاميع الطلبة حساب طول مسافة (AB) كما في الشكل (6 – 33) والتي لا يمكن الوصول لها نظرا لوجود عائق قياس مثل بحيرة او بركة مياه او وجود اشجار كثيفة تمنع القياس .

3. وتقوم كل مجموعة بتثبيت نقطة على سطح الارض مقابلة للخط المراد حساب طوله (AB) وكما مبين في الشكل (6 - 33) . وثم تقوم المجموعة بنصب الجهاز وعمل تسامت له فوق النقطة المثبتة المختارة وعمل موازنة للجهاز .
4. يقوم المدرس المشرف من التحقق من الانتهاء من عملية التسامت والموازنة بصورة صحيحة .
5. تقوم المجموعة بتثبيت اوتاد على اطراف المسافة المراد حساب طولها النقاط (A) و (B) كما مبين بالشكل (6 – 33) .
6. تقوم مجاميع الطلبة بتوجيه الجهاز نحو النقطة (A) وتصفر الزاوية الافقية .
7. يوجه بعدها الجهاز نحو النقطة (B) ويتم تسجيل مقدار الزاوية الافقية (α) في الدفتر الحقلي ويجب ان يقوم كل طالب بالمجموعة بتوجيه الجهاز نحو الاهداف المطلوبة ، وتسجيل قيم الزاوية الافقية (α) ، ويتم بعدها اعتماد معدل الزوايا المقاسة من قبل جميع افراد المجموعة.
8. تقوم كل مجموعة بقياس المسافات الافقية (AC) و (BC) بين جهاز الثيودولايت والنقاط (A) و (B) .
9. يقوم الطلبة في كل مجموعة بتسجيل تفاصيل العمل الحقلي والتي تتضمن قيم الزوايا والمسافة المقاسة مع رسم المخطط التوضيحي في الدفتر الحقلي .
10. تقوم المجموعة بحساب طول المسافة المجهولة (AB) من خلال تطبيق الحسابات التي تمت الاشارة لها في حل المثال (6 - 1) . وتسجل النتائج في الدفتر الحقلي لكل طالب .
11. يسلم الدفتر الحقلي للمدرس المشرف لغرض التأكد من الحسابات وتقييمه وايضا تقييم اداء كل مجموعة .

6 – 8 قراءة الزاوية العمودية (الرأسية) : Reading Vertical Angle

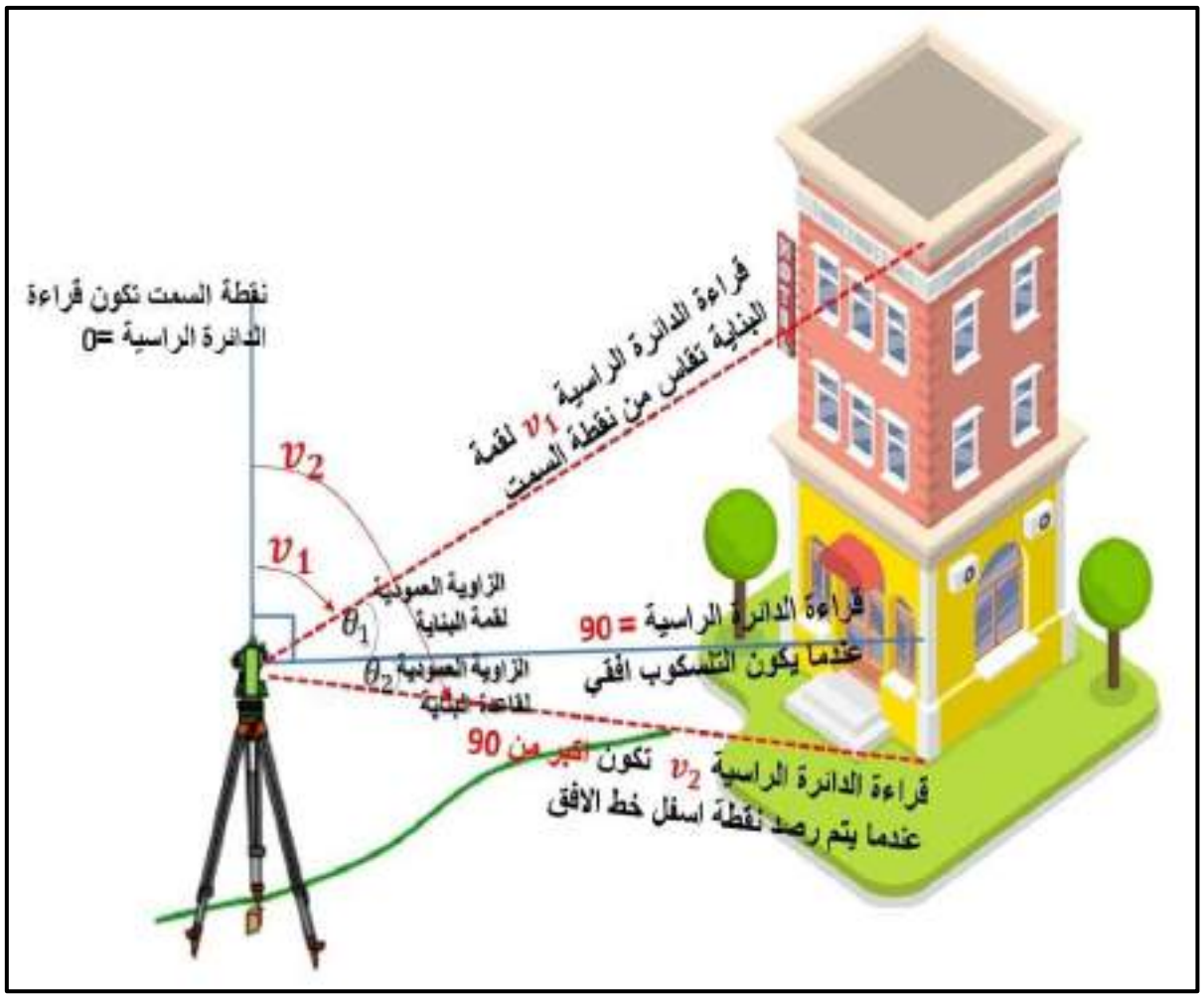
يتم قياس الزاوية العمودية باستخدام جهاز الثيودولايت من خلال تسجيل قراءة الدائرة الرأسية بالجهاز (θ) . تبدأ قراءة الدائرة الرأسية في اغلب اجهزة الثيودولايت من نقطة السمت كما مبين بالشكل (6 - 34) ، وتكون قراءة الدائرة الرأسية (v) مساوية لـ (90º) عندما يكون منظار الجهاز بوضع افقي ، وتكون قراءة الدائرة الرأسية (v) اكبر من (90°) عندما يكون منظار الجهاز اسفل المستوى الافقي (مثلا عند رصد قاعدة بناية) ، واقل من (90°) عندما يكون منظار الجهاز اعلى من المستوى الافقي للجهاز (مثلا عند رصد ارتفاع بناية) .

من الممكن تغيير اعدادات اجهزة الثيودولايت الرقمي لتكون قراءة الدائرة الرأسية مساوية للصفر عندما يكون منظار الجهاز بوضع افقي .

لغرض استخراج مقدار الزاوية العمودية (θ) من قراءة الدائرة الرأسية (v) عندما يكون الجهاز بوضع متياسر (face left) باستخدام القانون التالي :

$$\theta = 90^o - v_1 \qquad (1\text{-}6)$$

تكون قيمة زاوية الارتفاع (θ) موجبة عندما يتم رصد نقاط مرتفعة أعلى من المستوى الافقي للجهاز (مثلا قمة بناية) وتكون قيمة زاوية الارتفاع (θ) سالبة عندما يتم رصد نقاط منخفضة اسفل المستوى الافقي للجهاز كما في الشكل (6 - 34) .

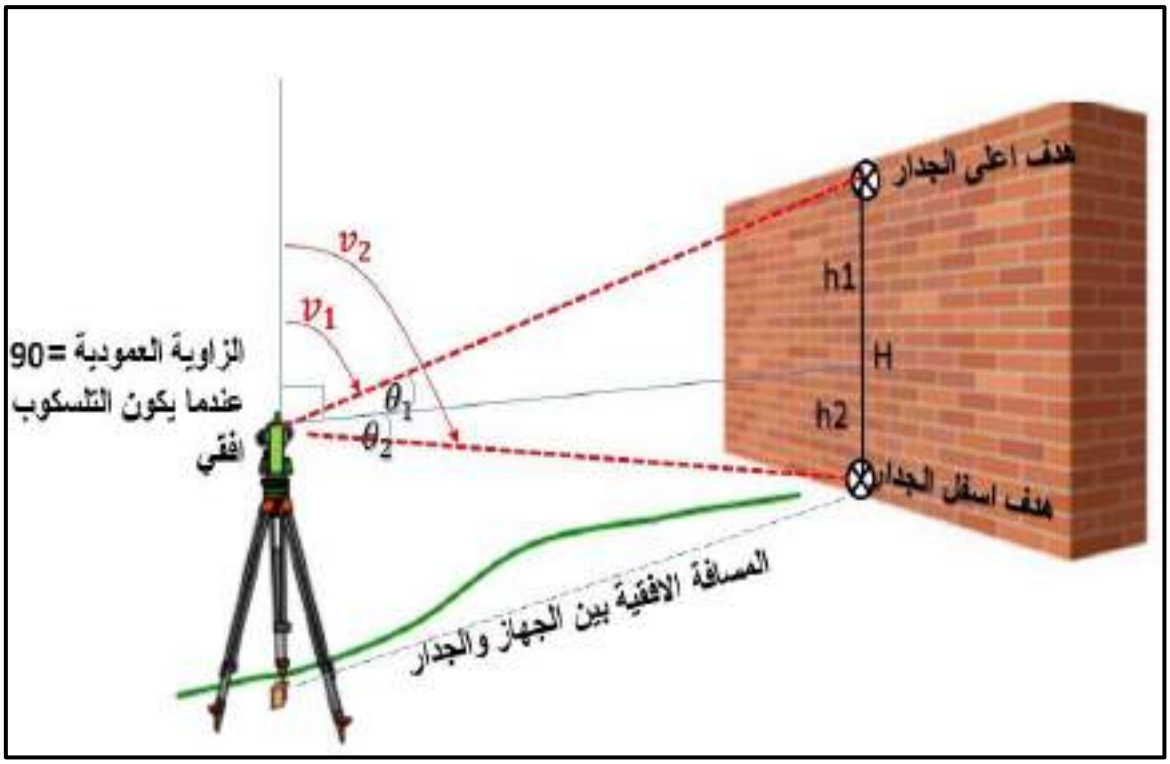


الشكل (6 - 34) الزاوية العمودية المقاسة بجهاز الثيودولايت

مثال 6 - 2 : جد ارتفاع الجدار (H) اذا تم استخدام جهاز ثيودولايت رقمي لقياس الزاوية العمودية لأعلى الجدار (v_1) والزاوية العمودية لأسفل الجدار (v_2) ، وكما مبين بالشكل (6 – 35) . وكان مقدار الزاويتين :

$$v_1 = 80^o\ 50'\ 20" \quad ، \quad v_2 = 95^o\ 40'\ 10"$$

وتم قياس المسافة الافقية (D) بين جهاز الثيودولايت والجدار بواسطة شريط قياس كتاني وكانت تساوي (35) m .



الشكل (6 – 35) قياس ارتفاع جدار باستخدام جهاز الثيودولايت وشريط القياس

الحل :

1- نستخرج مقدار الزوايا (θ_1) و (θ_2) :

$$\theta_1 = 90^o\ 00'\ 00'' - v_1$$

$$\theta_1 = 90^o\ 00'\ 00'' - 80^o\ 50'\ 20''$$

$$\theta_1 = 9^o\ 09'\ 40''$$

$$\theta_2 = 90^o\ 00'\ 00'' - v_2$$

$$\theta_2 = 90^o\ 00'\ 00'' - 95^o\ 40'\ 10''$$

$$\theta_2 = -\ 5^o\ 40'\ 10''$$

$$\theta_2 = 5^o\ 40'\ 10''$$

الزاوية (θ_2) تكون قيمتها موجبة حتى تكون قيمة الارتفاع المستخرج (h_2) موجبة

2- نستخرج قيمة الارتفاعات (h_1) و(h_2) من القانون التالي :

$$h = D \times \tan \theta$$

$$h_1 = D \times \tan\ \theta_1$$

$$h_1 = 35\ \times \tan\ 9^o\ 09'\ 40''$$

$$h_1 = 5.64\ m$$

$$h_2 = D \times \tan\ \theta_2$$

$$h_2 = 35\ \times\ \tan\ 5^o\ 40'\ 10''$$

$$h_2 = 3.47\ m$$

3- ارتفاع الجدار (H) يساوي مجموع الارتفاعين (h_1) و (h_2) :

$$H = h_1 + h_2 = 5.64 + 3.47$$

$$H = 9.11\ m$$

التمرين 6 - 10 : (قياس وحساب ارتفاع جدار باستخدام جهاز الثيودولايت وشريط القياس)

أ. الغاية من التمرين :

يهدف التمرين الى تدريب الطلبة على قراءة وقياس الزوايا العمودية واستخدام هذه الزوايا العمودية في حساب ارتفاع جدار باستخدام جهاز الثيودولايت الرقمي وشريط القياس .

ب. الأجهزة والادوات المطلوبة :

1. جهاز الثيودولايت .
2. ركيزة الجهاز .
3. الشاقول خاص بالجهاز .
4. شريط قياس .
5. دفتر تسجيل الارصادات الحقلية .

ج . خطوات العمل :

1. يُقسم الصف الى عدة مجاميع وتُسلم كل مجموعة جهاز ثيودولايت رقمي مع ملحقاته وشريط قياس .
2. يقوم المدرس المشرف بالطلب من مجاميع الطلبة بتثبيت نقاط على الأرض كان تكون اوتاد او اشارة تقع على مسافة ومقابلة لجدار (سياج) موجود في موقع العمل . وتقوم كل مجموعة بأعمال التسامت فوق النقطة المثبتة المختارة وموازنة الجهاز .
3. يقوم المدرس المشرف من التحقق من الانتهاء من عملية التسامت والموازنة بصورة صحيحة .
4. يقوم المدرس المشرف بتثبيت علامات (اهداف مختلفة) في اعلى وفي اسفل قاعدة الجدار ، كما مبين بالشكل (6 - 35) . ويطلب المدرس من الطلبة حساب ارتفاع الجدار باستخدام جهاز الثيودولايت وشريط القياس .
5. تقوم مجاميع الطلبة باختيار الاهداف المثبتة اعلى واسفل الجدار على ان تكون مقابلة لجهاز تلك المجموعة . وتقوم المجموعة بقياس وتسجيل قراءة الدائرة الرأسية (v_1) لأعلى الجدار و قياس وتسجيل قراءة الدائرة الرأسية (v_2) لقاعدة الجدار (اسفل الجدار) باستخدام جهاز الثيودولايت كما مبين بالشكل (6 - 35) ، وتسجل القياسات في الدفتر الحقلي .
ويجب ان يقوم كل طالب بالمجموعة بتوجيه الجهاز نحو الاهداف المطلوبة وتسجيل قيم الزوايا العمودية (v_1 و v_2) ، ويتم بعدها اعتماد معدل الزوايا المقاسة من قبل جميع افراد المجموعة .
6. تقوم كل مجموعة بقياس المسافة الافقية بين جهاز الثيودولايت وقاعدة الجدار باستخدام شريط القياس .
7. يقوم الطلبة في كل مجموعة بتسجيل تفاصيل العمل الحقلي والتي تتضمن قيم الزوايا و المسافة المقاسة مع رسم المخطط التوضيحي في الدفتر الحقلي .
8. تقوم المجموعة بحساب ارتفاع الجدار (H) من خلال تطبيق الحسابات التي تمت الاشارة لها في حل المثال (6-2) وتسجل النتائج في الدفتر الحقلي لكل طالب .
9. يسلم الدفتر الحقلي للمدرس المشرف لغرض التأكد من الحسابات وتقييمه ، وتقييم اداء كل مجموعة .

اسئلة الفصل السادس

س1 / ما هو جهاز الثيودولايت ؟ وما هي ابرز استخداماته ؟

س2 / ماهي اهم الفروقات بين جهاز الثيودولايت البصري وجهاز الثيودولايت الرقمي ؟

س3 / عدد طرق العناية بجهاز الثيودولايت الرقمي .

س4 / عدد اهم اعدادات الضبط التي نحتاج عملها لجهاز الثيودولايت الرقمي قبل البدء باستخدام الجهاز في القياس .

س5 / ماهي اجزاء جهاز الثيودولايت الرقمي الرئيسية ؟ عددها واذكر استخدام كل جزء ؟

س6 / ما اهمية قاعدة الجهاز (Tribrach) ؟ عدد الاجزاء التي تتكون منها قاعدة الجهاز ؟

س7 / ما هي المحاور الرئيسية لجهاز الثيودولايت الرقمي ؟

س8 / عدد انواع اجهزة الثيودولايت مع شرح مختصر لكل نوع .

س9 / ماهي الاخطاء الآلية التي قد تحدث عند استخدام جهاز الثيودولايت ؟

س10 / ارسم الاشكال المختلفة لحامل شعيرات التوجيه .

س11 / عرف ما يأتي :

1- قاعدة الجهاز ، 2 ـ الثيودلايت الرقمي ، 3 ـ مفتاح R/L ، 4 ـ المنظار (التلسكوب)

5- الشاشة الرقمية ، 6- الركيزة ، 7- الزاوية العمودية ، 8- رمز Tilt

س12 / جد طول الضلع (AB) كما في المثال (1-6) ، اذ تم استخدام جهاز ثيودولايت رقمي لقياس الزاوية الافقية (α) بين النقطتين (A و B) وكانت تساوي :

$$\alpha = 85^{o}\ 30'\ 10''$$

واستخدم شريط قياس معدني لقياس المسافات (AC) و (BC) وكانت اطوال المسافات تساوي :

$$BC = 50\ m \ ،\ AC = 80\ m$$

الجواب : (AB = 90.95 m)

س13 / جد قيمة الزاوية العمودية (θ) كما في المثال (2-6) ، اذا كانت قراءة الدائرة الرأسية (v) لجهاز الثيودولايت تساوي :

$$v = 108^o\ 47'\ 10"$$

الجواب : $(\theta = -18^o\ 47'\ 10"\ )$

س14 / جد ارتفاع الجدار (H) اذ تم استخدام جهاز ثيودولايت لقياس الزاوية العمودية كما في المثال (2-6) ، فكانت قراءة الدائرة الرأسية لأعلى الجدار (v_1) ، والدائرة الرأسية لأسفل الجدار (v_2) ، وكان مقدار القراءتين :

$$v_1 = 88^o\ 57'\ 30''\ \text{ ، }\ v_2 = 99^o\ 30'\ 20''$$

وتم قياس المسافة الافقية (D) بين جهاز الثيودولايت والجدار بواسطة شريط قياس كتاني وكانت تساوي (40) m .

الجواب : (H = 7.43 m)