الأكاديمية العربية الدولية

الأكاديمية العربية الدولية

المقررات الجامعية

www.aiacademy.info | care@aiacademy.info

منشورات جامعة البعث
كلية الهندسة الزراعية

المساحة والمنشآت الزراعية

الدكتور المهندس
فائق فهد شدود

السنة الرابعة

الفهرس

المقدمـــــة 12

الفصل الأول 14

مبادئ عامة 14

1.1 تعريف علم المساحة:.....14

2.1 اقسام المساحة: 15

1.2.1 تصنيف المساحة حسب طرق تنفيذها. 15

2.2.1 تصنيف المساحة حسب أغراضها: 19

3.1 أهمية المساحة في الزراعة:.....20

4.1 وحدات القياس المستخدمة في المساحة:.....20

5.1 المخطط المساحي والخريطة والمقياس: 22

1.5.1 توجيه الخرائط والمخططات: 23

1.1.5.1 اتجاه الشمالات: 23

2.1.5.1 أنظمة الاتجاهات: 25

6.1 تطبيقات عملية:.....28

الفصل الثاني 30

نظرية الأخطاء..... 30

1.2 مقدمة: 30

2.2 أنواع الأخطاء:.....31

1.2.2 .....الأخطاء النظامية:.....31

2.2.2 الأخطاء العرضية: 31
1.2.2.2 خواص الأخطاء العرضية: 32
3.2 الأخطاء الظاهرية والأخطاء الحقيقية: 32
4.2 نظرية التربيعات الصغرى: 33
5.2 تقييم القياسات (دقة القياسات): 35
1.5.2 الخطأ المتوسط التربيع 35
2.5.2 الخطأ المطلق 37
3.5.2 الخطأ المحتمل 38
4.5.2 الخطأ الاعظمي وحد التساهل 39
6.2 الخطأ المطلق والخطأ النسبي 39
7.2 نظرية استقلال الأخطاء: 40
1.7.2 قانون انتشار الأخطاء متوسطة التربيع 41
2.7.2 تطبيقات قانون انتشار الأخطاء المتوسط التربيع 42
8.2 فكرة عن الأخطاء غير متساوية الدقة (الأوزان): 43
9.2 تطبيقات عملية: 44
الفصل الثالث 49
قياس المسافات والزوايا 49
1.3 مقدمة: 49
2.3 قياس المسافات: 50
1.2.3 قياس المسافات الأفقية 50
2.2.3 الطرق المباشرة في قياس المسافات: 52

3.2.3 الأدوات المساعدة في قياس المسافات 55
3.3 الأدوات المستخدمة في إقامة وإسقاط الأعمدة:.....57
1.3.3 استخدام الشريط والجنزير في إقامة الأعمدة:.....58
4.3 الأخطاء التي تؤثر في قياس المسافات بشريط القياس:.....59
5.3 الطرق غير المباشرة في قياس المسافات:.....60
1.5.3 الطرق الستاديمترية في قياس المسافات الأفقية: 60
2.5.3 قياس المسافات إلكترونياً:.....61
1.2.5.3 التصنيف تبعاً لمدى القياس: 64
2.2.5.3 التصنيف تبعاً لطول الموجة المغناطيسية المستخدمة:.....65
3.5.3 الأخطاء المرتكبة عند قياس المسافات باستخدام الأجهزة الالكترونية:.....65
6.3 قياس الزوايا:.....66
1.6.3 قياس الزاوية الأفقية:.....67
2.6.3 الأجهزة المستخدمة في قياس الزوايا: 67
1.2.6.3 النظارة المساحية:.....68
2.2.6.3 المحكم: 68
3.2.6.3 المطابقة:.....69
4.2.6.3 الدائرة المقسمة (lambe): 69
5.2.6.3 تكبير النظارة المساحية:.....70
3.6.3 طرق قياس الزوايا الأفقية: 73
1.3.6.3 طريقة القياس البسيط:.....73
2.3.6.3 طريقة الدوران المضاعف:.....75
3.3.6.3 طريقة الإعادة أو التكرار: 75

4.3.6.3 طريقة السلاسل: 76
4.6.3 الأخطاء النظامية والعرضية في قياس الزاوية الأفقية: 80
1.4.6.3 الأخطاء النظامية في قياسات الزوايا الأفقية: 80
1.1.4.6.3 أخطاء المحاور: 80
2.1.4.6.3 أخطاء اللامركزية: 82
3.1.4.6.3 أخطاء التدريج: 82
2.4.6.3 الأخطاء العرضية في قياسات الزوايا الأفقية: 82
1.2.4.6.3 أخطاء التوقيع: 82
2.2.4.6.3 خطأ شاقولية النقطة المرصودة: 83
3.2.4.6.3 خطأ لا مركزية شاقول النقطة أو خطأ التمركز: 83
7.3 قياس الزوايا الشاقولية: 84
1.7.3 طرق قياس الزوايا الشاقولية: 85
1.1.7.3 القياس البسيط: 85
2.1.7.3 قياس الزاوية الشاقولية بطريقة الدوران المضاعف: 85
8.3 تطبيقات عملية: 87
الفصل الرابع 92
أعمال التسوية وقياس الارتفاعات 92
1.4 تعريف التسوية: 92
2.4 أهمية أعمال التسوية في الزراعة: 93
3.4 الأجهزة المساحية المستخدمة في أعمال التسوية: 94
1.3.4 مكونات مجموعة التسوية: 94
1.1.3.4 أقسام جهاز التسوية (النيفو): 95

1.1.3.4 ثلاثية الأرجل أو الركيزة:.....97
2.1.3.4 الميرا المدرجة: 97
2.3.4 طريقة ضبط جهاز التسوية: 100
4.4 طرق التسوية:.....100
1.4.4 المبدأ العام للتسوية المباشرة: 101
2.4.4 أساليب العمل بالتسوية المباشرة: 102
1.2.4.4 قياس فرق الارتفاع بين نقطتين من سطح الأرض: 102
2.2.4.4 التسوية بالإشعاع: 103
3.2.4.4 التسوية بطريقة المسالك أو التضليع: 104
3.4.4 طرق حساب المناسيب وأساليب تدوين القياسات.....105
1.3.4.4 طريقة الارتفاع والانخفاض:.....105
2.3.4.4 طريقة منسوب سطح الميزان: 107
4.4.4 مصادر الأخطاء في أعمال التسوية المباشرة:.....108
1.4.4.4 الخطأ الناتج عن انحناء الأرض وانكسار الأشعة: 109
5.4.4 دقة التسوية المباشرة: 113
5.4 تطبيقات عملية:.....117
الفصل الخامس 126
حساب المساحات 126
1.5 مقدمة: 126
1.2.5 النماذج الرياضية للأراضي ذات الحدود المنتظمة: 127
2.2.5 النماذج الرياضية للأراضي ذات الحدود غير المنتظمة: 131
1.2.2.5 طريقة متوسط أطوال الأعمدة:.....132

2.2.2.5 طريقة أشباه المنحرفات: 132
3.2.2.5 طريقة سيمبسون: 133
3.5 الطرق التخطيطية لإيجاد المساحة: 133
1.3.5 لطريقة الآلية لإيجاد المساحة (جهاز قياس المساحة): 134
1.1.3.5 طريقة استخدام جهاز قياس المساحة: 135
4.5 تطبيقات عملية: 137
الفصل السابع **143**
أساسيات هندسة المنشآت الزراعية **143**
1.7 تعريف المنشآت الزراعية: 143
2.7 أنواع المنشآت الزراعية: 144
3.7 الأجزاء الرئيسة للمنشأة الزراعية: 144
4.7 التحكم البيئي في المنشآت الزراعية: 150
5.7 تنفيذ المباني الزراعية: 154
6.7 المواد المستخدمة في بناء المنشآت الزراعية: 155
الفصل الثامن: **167**
منشآت تربية الحيوان **167**
1.8 مقدمة: 167
2.8 الاعتبارات العامة التي تراعى عند إنشاء مزارع الإنتاج الحيواني: 167
3.8 نظم الإيواء في تربية الأبقار 170
4.8 مواد البناء المستخدمة في بناء حظائر الأبقار 180
5.8 إضاءة حظائر الحيوانات: 181
6.8 التهوية في حظائر الحيوانات: 182

7.8 بعض ملحقات الحظائر:..... 185

188

الفصل التاسع..... 191

منشآت تربية الدواجن 191

1.9 المقدمة: 191

2.9 أقسام مزرعة الدواجن:..... 191

3.9 الدراسات الواجب معرفتها قبل الشروع في بناء منشأة دواجن: 192

4.9 موقع المزرعة: 193

5.9 مواد البناء المستخدمة في تشييد مزارع الدواجن: 194

6.9 تصنيف مباني الدواجن: 196

7.9 تخطيط مباني الدواجن:..... 198

8.9 تخطيط المنشآت وفقاً لنوع الرعاية:..... 202

9.9 الشروط الصحية والبيئية المطلوب توفرها في مزرعة الدواجن: 210

دليل المصطلحات العلمية:..... 213

المراجع: 227

المقدمـــــــة

يدرس علم المساحة طرق تحديد شكل الأرض وأبعادها وتمثيل سطحها ككل، أو أجزاء منه على الخرائط والمخططات الطبوغرافية، ويدرس أيضاً طرق القياس الضرورية لحل المسائل المتنوعة التي تظهر عند دراسة المنشآت الهندسية المختلفة وتخطيطها وتنفيذها.

لقد اعتمدت المساحة في تطورها على علوم متنوعة أهمها: الفلك والأرصاد، الرياضيات، الفيزياء، الجغرافيا والجيولوجيا، شكل الأرض، والري والصرف. وقد اتسعت مواضيع هذا العلم لتناسب مجالات استخداماته، وإعداد الكوادر العاملة في هذه المجالات من مساحين وطبوغرافيين وجيولوجيين ومهندسين مدنيين وزراعيين، وتبعاً لذلك فقد تعددت كتب المساحة وتباينت عناوينها لخدمة الأغراض الصناعية والزراعية ومختلف الاستخدامات من مدنية وعسكرية.

وقد تناولنا بين دفتي هذا الكتاب في جزء المساحة من مقرر المساحة والمنشآت الزراعية لطلاب السنة الرابعة في كلية الهندسة الزراعية في جامعة البعث الفصول الآتية:

الفصل الأول: يتضمن التعاريف والمصطلحات الأساسية في علم المساحة، وأنظمة القياس المختلفة المستخدمة في الأعمال المساحية.

الفصل الثاني: ويتضمن نظرية الأخطاء وتعديل القياسات المساحية للحصول عليها بالدقة المطلوبة.

الفصل الثالث: ويتضمن الطرق المختلفة في قياس المسافات والزوايا مع شرح للأجهزة المساحية المستخدمة في القياس.

الفصل الرابع: يتضمن أعمال الميزانية والتسوية المباشرة المستخدمة في الأعمال المساحية المختلفة.

الفصل الخامس: يتضمن الطرق الحسابية والميكانيكية والتخطيطية لحساب مساحات الأراضي.

الفصل السادس: يتضمن شرح مفصل عن نظام تحديد المواقع العالمي GPS واستخداماته في العمل المساحي.

وقد راعينا في إعداد الجزء المتعلق بالمساحة الأسلوب العلمي المبسط مع الإكثار من الأمثلة التوضيحية والتمارين التطبيقية، فيما تناولنا في القسم الآخر من الكتاب موضوع المنشآت الزراعية التي تُعد من العناصر المهمة في الزراعة الحديثة وقد تطورت هذ المنشآت في بلدنا بشكل كبير في وقتنا الراهن وتناولنا في هذا القسم المواضيع الرئيسة الآتية:

الفصل السابع: يتضمن التعريف بأساسيات هندسة المنشآت الزراعية ومواد البناء المستخدمة في تشييدها وعوامل التحكم البيئي في هذه المنشآت.

الفصل الثامن: تناولنا منشآت تربية الحيوان من حيث التصميم والعوامل التي يجب مراعاتها للحصول على مردودية اقتصادية عالية.

الفصل التاسع: تطرقنا فيه إلى منشآت تربية الدواجن بأنواعها المختلفة وأغراض الإنتاج المتعددة.

الفصل العاشر: تحدثنا عن انواع أخرى من المنشآت الزراعية أهمها البيوت المحمية ومستودعات التخزين المختلفة.

الفصل الحادي عشر: خصصنا هذا الفصل للقسم العملي والتطبيقي حيث تم شرح استخدام الحاسب في رسم المنشآت الزراعية من خلال برنامج الأوتوكاد بالإضافة إلى العديد من التصاميم المختلفة للمنشآت الزراعية والأجزاء الملحقة بها.

وفي الختام نرجو لأبنائنا الطلبة كل التوفيق في فهم هذا المقرر فهماً جيداً حتى ننهض بالعمل المساحي والزراعي بشكل صحيح ونواكب التطورات العلمية الحديثة في هذا المجال ونرجو الله أن نكون قد وُفقنا في تحقيق الفائدة التي ينشدها الطلبة والمهتمون من دراسة هذا المقرر والله من وراء القصد.

المؤلف

الدكتور المهندس فائق فهد شدود

الفصل الأول
مبادئ عامة

1.1 تعريف علم المساحة:

المساحة هي العلم الذي يسمح بتمثيل منطقة من سطح الأرض على مستو بكافة التفاصيل الموجودة فيها من تفاصيل طبيعية كالأنهار والبحيرات والغابات والتضاريس ومن تفاصيل اصطناعية كالعقارات والمنشآت الصناعية والطرق...الخ.

ومن ثم تجسيد هذه التفاصيل على خريطة معينة بحسب الغرض من الدراسة. وذلك من خلال قياس المسافات الأفقية والرأسية بين النقاط وقياس الزوايا الأفقية والرأسية بين الخطوط والنقاط وكذلك تعيين اتجاهات الخطوط وتوضع النقاط من خلال أخذ القياسات المطلوبة ومن ثم إجراء الحسابات اللازمة لتحويل تلك القياسات إلى معلومات نهائية رقمية مثل (الإحداثيات الأفقية) أو ترسيميه مثل (الخارطة الطبوغرافية).

فمن خلال علم المساحة نستطيع أن نحدد مواقع الأشياء (الطبيعية منها والمدنية) بالنسبة إلى بعضها لبعض أو بالنسبة إلى مرجع هندسي أو جغرافي معين، وكذلك يمكن بواسطة علم المساحة التعرف على ارتفاعات المواقع المختلفة بالنسبة إلى بعضها لبعض أو بالنسبة إلى مرجع أفقي ثابت. ولذلك يُعد علم المساحة من العلوم التي يحتاج إليها كثير من المهندسين وعلماء الجيولوجيا والجغرافيا والزراعة وتخطيط المدن. لأن الهدف الأساسي من العمل المساحي هو إنشاء الخرائط ورسمها والتي بواسطتها يمكن تحديد مواقع الأعمال الهندسية وتخطيطها وإنشائها ومن أهمها الجسور والسدود والطرق والمطارات وغيرها.

تعتمد الأعمال المساحية في رسم الخرائط والمخططات على القياسات الحقلية (قياسات أفقية وقياسات ارتفاعيه) بالاستناد إلى نقاط جيوديزية على سطح الأرض منسوبة إلى جملة إحداثيات محددة أو سطح مقارنة محدد. يتم إجراء هذه القياسات باستخدام الأجهزة المساحية المختلفة التقليدية أو الحديثة. ومن ثم يتم الانتقال إلى الأعمال المكتبية التي تتم فيها معالجة نتائج القياسات الحقلية بواسطة البرامج المساحية المختلفة ومن ثم الانتقال إلى رسم المخطط أو الخريطة المطلوبة.

2.1 اقسام المساحة:

تصنف المساحة باتباع أحد المعيارين الآتيين:

1- حسب الطريقة المتبعة في أخذ القياسات أي حسب طرق تنفيذ أعمال المساحة

2- حسب الغرض الذي تقام من أجله أعمال المسح

1.2.1 تصنيف المساحة حسب طرق تنفيذها.

وتقسم إلى:

أ- المساحة الحقلية:

تتم فيها أعمال القياس على سطح الأرض وتؤخذ القياسات من السطح مباشرة وتقسم بشكل رئيس إلى مساحة جيوديزية ومساحة مستوية:

- **المساحة الجيوديزية:**

الجيوديزيا كلمة يونانية الأصل تعني العلم الذي يبحث في دراسة شكل الأرض الحقيقي ومساحة أجزائها.

وتُعد المساحة الجيوديزية حالياً أحد العلوم الحديثة التي تفيدنا في كثير من الموضوعات الخاصة بدراسة شكل الأرض بواسطة القياسات المباشرة والموضوعات التي تتصل بدراسة القشرة الأرضية وحركة الأجرام السماوية.

إن الغرض الرئيس للمساحة الجيوديزية هو تثبيت نقاط بإحداثيات ثابتة على سطح الأرض بدقة عالية جداً تُعد هذه النقاط أساساً لربط جميع الاعمال المساحية الأخرى سواء كانت طبوغرافية أو تفصيلية، وتبحث المساحة الجيوديزية في مواضيع رئيسة مثل:

1. اختيار نقاط المثلثات وتحديدها بدقة عالية على الخرائط لتكون أساساً للعمل المساحي الذي يتم وفق مختلق طرق المسح الآخرى.
2. الرصد الفلكي لتحديد خطوط الطول والعرض للنقاط.
3. رسم الخرائط بأقل تشوه ممكن.
4. دراسة المد والجزر وقاع البحر لتعيين مستوى المقارنة في أعمال التسوية، وفي عمل الخرائط الملاحية.

وتختص الجيوديزيا بشكل أساسي بتحديد شكل وحجم الأرض وعمل الربط اللازم بين الكتل الأرضية التي تفصل بينها مساحات مائية شاسعة وتعيين إحداثيات النقاط وانحرافات الخطوط بينها عن الشمال الجغرافي وعموماً فإنها تختص بكل ما يتعلق بهندسة الكرة الأرضية وكذلك تقوم

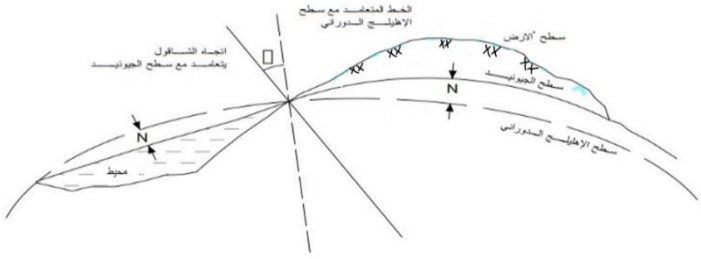
الجيوديزيا الهندسية بتعيين إحداثيات نقط الربط بين القارات والجزر المنفصلة على سطح الأرض وتستخدم في ذلك وسائل كثيرة (بصرية والكترونية) كما تستعمل الأرصاد الفلكية لعمل هذا الربط ، كما يتم استخدام الأقمار الصناعية في تحديد شكل الأرض هذه الأيام.

شكل الأرض:

إن السطح الفيزيائي للأرض غير مستو وتغطي المياه 71% منه وتتكون اليابسة من جبال وهضاب ووديان تؤلف بمجملها تضاريس سطح الأرض.

من أجل حل المسائل العلمية والعملية يعوض عن سطح الأرض بسطح مساعد قريب من السطح الحقيقي للأرض هذا السطح يمس سطح المياه الساكنة للبحار والمحيطات المفتوحة (دون اعتبار ضاهرة المد والجزر) ويستمر على اليابسة بحيث يكون متعامداً في كل نقطة من نقاطه مع الشاقول. أطلق عليه اسم الجيوئيد أي السطح المرجعي الذي تنسب إليه الارتفاعات ويسمى أيضاً بالمستوى الوسطي للبحار.

يُعد شكل سطح الجيوئيد معقداً وغير محدد بدقة، وذلك بسبب وجود الارتفاعات والانخفاضات على سطح الأرض والتباين الكبير بينها حتى في المحيطات والبحار حيث تتفاوت الأعماق في قيعانها ولهذا فإن سطح الجيوئيد لا ينطبق على أي من السطوح النظامية التي يمكن أن نعبر عنها بتابع رياضي أي بمعنى آخر فإننا لا نستطيع إجراء الحسابات المتعلقة بمعالجة القياسات المساحية على سطح الجيوئيد. لذلك تمت الاستعاضة عنه بالإهليلج الدوراني وهو سطح قريب للجيوئيد نستطيع تعريفه بأنه السطح الهندسي الناتج عن دوران القطع الناقص حول محوره الصغير، والشكل (1-1) يمثل شكل الجيوئيد والاهليلج وسطح الأرض الطبيعية.



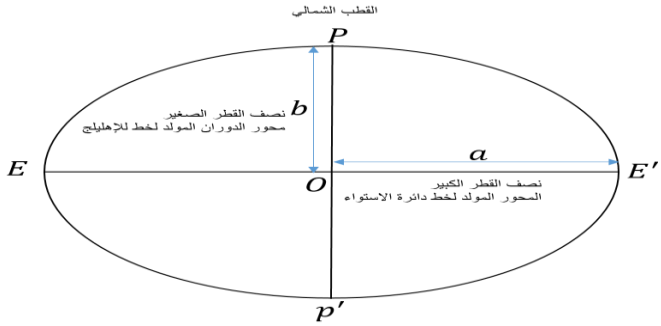
الشكل (1-1) الجيوئيد والاهليلج وسطح الأرض الطبيعية

وينطبق سطح الاهليلج الدوراني إلى حد كبير مع الجيوئيد وخاصة في المحيطات والبحار ولذلك تم الاعتماد عليه من أجل عملية معالجة نتائج الأعمال المساحية التي تنفذ على امتداد مساحات واسعة من سطح الأرض، وقد تم حساب معاملات الاهليلج الأرضي وهي:

a نصف القطر الكبير. b نصف القطر الصغير.

α عامل الانضغاط (التفلطح)، ويعطى بالعلاقة: $\alpha = \frac{a-b}{a}$ $(1-1)$

والشكل $(1-2)$ يوضح شكل الاهليلج وأنصاف الأقطار.



الشكل $(1-2)$ شكل الاهليلج

تم إعادة حساب هذه المعاملات أكثر من مرة مع توسيع المساحات التي تغطيها شبكات التثليث العالية الدقة لسطح الكرة الأرضية. ولهذا فإن أبعاد أنصاف أقطار الاهليلج الأرضي ومعامل الانضغاط له وضعت من قبل علماء عديدين كما هي موضحة في الجدول $(1-1)$:

الجدول $(1-1)$ أنصاف أقطار الإهليج الأرضي ومعامل الانضغاط له

الاهليلج المرجعي Reference ellpsiod	السنة Year	A meters	التفلطح
Everest	1830	6377304	1/300.8
Bessel	1841	6377397	1/299.2
Clarke	1866	6378206	1/295.0
Clarke	1880	6378249	1/293.5
Hayford	1910	6378388	1/297.0
Krasovski	1938	6378245	1/298.3
Fischer	1960	6378166	1/298.3
Fischer	1968	6378150	1/298.3

تم اختيار معاملات الاهليلج لمختلف الدول بحيث يقترب شكل سطح الأرض أكثر ما يمكن من السطح الفيزيائي للجيوئيد في هذه الدول وذلك بهدف إنقاص التشوهات إلى أقل ما يمكن، فمثلاً في الجمهورية العربية السورية نستخدم اهليلج كلارك.

لتسهيل عملية المقارنة والترابط بين القياسات في مختلف الدول فقد قرر الاتحاد الدولي للمساحة في مؤتمر عام 1924 في مدريد اعتماد اهليلج هايفورد (Hayford 1910) اهليلجاً عالمياً وأوصى باستخدامه بشكل خاص في البلاد التي لم تشهد قياسات مساحية دقيقة.

إن تفلطح الاهليلج الدوراني قليل وبالتالي عند إجراء القياسات المساحية على مساحة من الأرض لا تتجاوز $500\ km^2$ يجري عملياً استبدال الاهليلج بالكرة، وفي حالة المساحات الصغيرة التي لا تتجاوز $50\ km^2$ يمكن استبدال الاهليلج بمستو ولا يؤخذ انحناء الأرض بعين الاعتبار، مما سبق نجد أنه هناك أربع أشكال تقريبية للأرض هي:

1- الجيوئيد
2- الاهليلج
3- الكرة
4- المستوي

- **المساحة المستوية:**

وهي علم تحديد وقياس مواقع على سطح الأرض لبيان الحدود والمعالم الطبيعية وغير الطبيعية ثم تمثيل هذه القياسات على الخرائط واللوحات على أساس أن سطح الأرض مستوٍ في النقطة المراد رفعها وفيه تهمل كروية الأرض وهذا الإهمال لا ينتج عنه خطأ يذكر في المساحات التي لا تزيد عادة عن 250 كم عندما تكون الدقة المطلوبة ليست عالية.

ويفترض في المساحة المستوية ما يأتي:

1. أقصر خط بين نقطتين على سطح الأرض هو خط مستقيم غير مقوس.
2. زاوية التقاطع بين أي خطين مستقيمين هي زاوية مستوية وليست كروية.
3. جميع خطوط الجاذبية موازية لبعضها ومتعامدة على سطح الأرض.

وقياسات المساحة المستوية هي التي تطبق في الأعمال الإنشائية والهندسية مثل إنشاء الطرق والسكك الحديدية والمنشآت الصناعية وغيرها.

ب- المساحة الجوية:

وهي المساحة التي تتم من الجو أي من الطائرات أو من مركبات جوية أخرى ويتم فيها دراسة سطح الأرض وأخذ قياسات عليه ورسم خرائط من صور جوية.

ت- الرصد الفلكي:

ويتم إما برصد الشمس أو النجم القطبي أو بعض النجوم الأخرى ثم أيجاد زواياه وحل المثلثات الكروية ويتطلب معرفة الأرصاد والحسابات الفلكية لتحديد الزمن والمواقع على سطح الأرض.

ث- المساحة التصويرية:

وهي المساحة التي تقام اعتماداً على الصور الجوية سواءً الأرضية منها او الجوية او المأخوذة بواسطة الماسح الليزري وهي تغطي بشكل شامل التفاصيل الطبيعية والصناعية بدقة كبيرة وإنتاجية عالية.

وسيتركز اهتمامنا في هذا المقرر على المساحة المستوية وتطبيقاتها المختلفة وخاصة ما يتعلق بالأغراض الزراعية مثل إنشاء المخططات وتسوية الأراضي وتقسيمها وإقامة شبكات الري والصرف والمنشآت الزراعية.

2.2.1 تصنيف المساحة حسب أغراضها:

وتقسم إلى:

1) **المساحة الطبوغرافية:** وهي المساحة التي تقام من أجل تجميع معلومات عن سطح الأرض بغرض إعداد خرائط طبوغرافية يتم فيها تحديد إحداثيات لنقاط معلومة على سطح الأرض وتستخدم كمرجع لأعمال مساحية أخرى.

2) **المساحة التفصيلية:** وهي المساحة التي تقام من أجل رسم خرائط تفصيلية للمعالم الموجودة في الخرائط الطبوغرافية ويشمل هذا النوع من الخرائط أيجاد حدود الملكيات العامة والخاصة.

3) **المساحة المائية:** وهي المساحة التي تستخدم لتمثيل مصادر المياه من بحيرات وأنهار وقياس مناسيبها وغزارتها والتيارات المائية والمد والجزر وتستخدم في إنتاج الخرائط البحرية.

4) **المساحة الحراجية:** وهي المساحة التي تقام من أجل تمثيل المناطق الحراجية وبيان مناسيب الأجزاء المميزة فيها وامتداداتها في المناطق المختلفة.

5) **المساحة المنجمية (المناجم):** وهي المساحة التي تقام في المناجم ويتم فيها ربط المعالم الموجودة تحت الأرض بالمعالم الموجودة على سطح الأرض وتحديد مناطق الحفر والردم.

3.1 أهمية المساحة في الزراعة:

تؤدي المساحة دوراً مهماً في الأعمال الزراعية المختلفة من خلال التحديد المسبق لمواقع المنشآت والمشاريع الزراعية المراد إقامتها وإظهارها بشكل خرائط ومخططات وإجراء مختلف العمليات المساحية قبل القيام بتسوية مواقع المنشآت والأراضي الزراعية أو إقامة مشاريع الري والصرف أو إنشاء المدرجات لمنع انجراف الأراضي المنحدرة. أو تقسيم مساحات الأراضي الزراعية بهدف استثمارها بالشكل الأمثل. بالإضافة إلى استخدام الأعمال المساحية في تحديد حدود الملكيات العقارية العامة والخاصة.

يُعد استخدام التقنيات المساحية الحديثة أداة فعالة في دعم اتخاذ القرار لاقتراح الدراسات المثلى التي تساعد على توجيه استخدام وإدارة الموارد الزراعية وحمايتها بما توفره من معلومات دقيقة وواضحة وبما تقدم من اختصار للوقت والجهد. كما يتيح استخدام هذه التقنيات الجمع بين تحصيل البيانات والحصول على معلومات دقيقة عن الموقع القدرة على تحريك وتحليل كم كبير من بيانات امتداد الحيز الجغرافي وتستخدم دقة البيانات في التخطيط للمزارع ورسم خرائط للحقول، وبيان طرق السكك الحديدية وتحديد مصادر الري من بحيرات وأنهار ومعاينة التربة وإرشاد الجرارات، واستكشاف المحاصيل ورسم خرائط غلة المحصول, ومراقبة التصحر وتدهور الأراضي وخاصة باستخدام الصور الفضائية وإعداد خرائط الغابات وتحديثها وتصنيف ومراقبة التغيرات التي تطرأ عليها وإدارة المراعي ومراقبة مشاريع التشجير الحراجي.

4.1 وحدات القياس المستخدمة في المساحة:

1- وحدات قياس الأطوال:

يُعد النظام المتري وحدة القياس الأساسية للأطوال في معظم دول العالم وثمة وحدات أخرى تستخدم لقياس الأطوال منها القدم الذي يساوي 30.48cm

1m=10 dm=100cm=1000mm

1km=1000m

الإنش= 2.54 cm

2- وحدات قياس المساحات:

تشتق وحدة قياس المساحة عادة من قياس الأطوال والوحدة الأساسية له هي المتر المربع ومن مضاعفاته:

الآر=$100\ m^2$

الديكار=$1000\ m^2$ ويسمى في سورية الدونم.

الهكتار=$10000\ m^2$

السهم= $7.3\ m^2$

3- وحدات الحجوم:

يُعد المتر المكعب من أهم الوحدات المستعملة في حساب الحجوم وكميات الحفر والردم ومن مضاعفاته:

$1m^3$=1000 ليتر

1ليتر = $1000\ cm^3$

4- وحدات قياس الزوايا:

- التقدير الستيني: وفيه يقسم محيط الدائرة إلى 360 قسماً نسمي كل منها بالدرجة وكل درجة قسمت إلى 60 قسماً نسمي كل منها بالدقيقة الستينية وكل دقيقة قسمت إلى 60 قسماً، نسمي كل منها بالثانية الستينية وتكتب الزاوية وفقاً لهذا النظام بالشكل:

$$30°\ 53'\ 42.7"$$

- التقدير المئوي: وفيه يقسم محيط الدائرة إلى 400 قسم نسمي كل قسم بالغراد وكل غراد قسم إلى 100 قسم نسمي كل قسم بالدقيقة المئوية أو السنتيغراد، وكل سنتيغراد إلى 100 قسم نسمي كل قسم بالثانية المئوية أو السنتي سنتيغراد، وتكتب الزاوية وفقاً لهذا النظام بالشكل: $31^{gr}\ 72^{c}\ 33^{cc}$

أو بالشكل: 31.7233^{gr}

- التقدير الدائري (الراديان):

يعرف الراديان بأنه قيمة الزاوية المركزية في دائرة تحصر قوساً طوله يساوي طول نصف القطر، وعليه تكون الزاوية المقابلة لمحيط الدائرة تساوي 2π راديان

من أجل التحويل بين هذه الأنظمة المختلفة لدينا العلاقة:

$$\frac{\alpha^{\circ}}{360} = \frac{\alpha^{gr}}{400} = \frac{\hat{\alpha}}{2\pi}$$

$$\alpha^{\circ} = \rho^{\circ}.\hat{\alpha} \qquad (2-1)$$

$$\alpha^{gr} = \rho^{gr}.\hat{\alpha} \qquad (3-1)$$

إن عامل التحويل ρ يرمز إلى الراديان وقيمته تساوي: $\rho^{\circ} = 57.2958^{\circ}$

$$\rho^{gr} = 63.6620^{gr}$$

ويكتفى لتحويل زاوية معطاة بالغراد إلى راديان أن نقسمها على ρ^{gr} أما إذا كانت معطاة الراديان فإن تحويلها إلى غراد يتم بضرب الزاوية بـ ρ^{gr}, الأمر الذي ينطبق في التحويل من راديان إلى درجات باستخدام عامل التحويل ρ^{o}.

5.1 المخطط المساحي والخريطة والمقياس:

– **المخطط المساحي:** يمكننا تعريف المخطط المساحي بأنه تمثيل مصغر على سطح مستوٍ بطريقة الإسقاط بمقياس كبير لمنطقة من سطح الأرض ذات أبعاد محددة بحيث تسمح بإهمال كروية الأرض، حيث يمكننا اعتبار المسقط الأفقي لمنطقة صغيرة من سطح الأرض سطحاً مستوياً مهملين بذلك كروية الأرض وبالآتي فإن التمثيل المصغر على الورق لذلك المسقط ينتج من دون تشوه وبالآتي يمكننا القول إن المسقط الأفقي لمنطقة صغيرة من سطح الأرض يشابه تمثيله على الورق.

– **الخريطة:** يمكننا تعريف الخريطة بأنها تمثيل مصغر لكامل سطح الأرض أو لأجزاء منه بما عليه من تفاصيل طبيعية واصطناعية والخريطة من الوجهة الهندسية لا تخلو من تشويه للجزء الذي تمثله من سطح الأرض وذلك لعدم إمكانية التمثيل الحقيقي لسطح الأرض الاهليلجي على ورق مسطح، فكلما كبرت المنطقة الممثلة على الخريطة كلما كبر التشوه الحاصل ولذلك فعند وضع الخريطة يتم اختيار طريقة ارتسام كارتوغرافية مناسبة يعطى فيها قانون رياضي يتم وفقه تمثيل المسقط الأفقي لأي منطقة على سطح مستوٍ.

– **المقياس:** لكي نتمكن من تمثيل التفاصيل على مخطط أو خريطة يجب اختزال الأبعاد الحقيقية بموجب عامل اختزال يسمى بالمقياس وهو النسبة العددية التي تربط المسافات المقيسة على المخطط والمسافات الحقيقية على الطبيعة، ويعبر عنه بشكل كسر وفق ما يأتي: $\boldsymbol{\frac{1}{M} = \frac{a}{A}}$

حيث: a المسافة على المخطط أو الخريطة

A المسافة المقابلة لها على الطبيعة

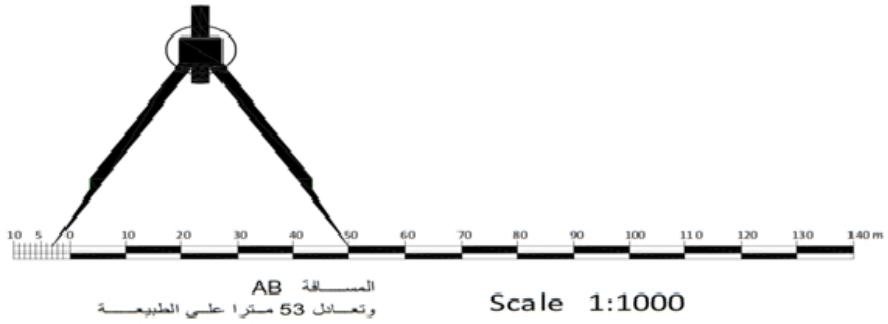
وهذا يعني أن المسافة المقيسة على سطح الأرض يجب اختزالها بمقدار $\frac{1}{M}$ مرة لكي تمثل على المخطط وأن المسافة المقيسة على المخطط تمثل مسافة أفقية على الأرض أكبر منها بمقدار M مرة.

ونقول عن المقياس أنه كبير إذا كانت M صغيرة وبالعكس نقول عن المقياس إنه صغير إذا كانت M كبيرة وللسهولة يكون العدد M مدوراً أو صحيحاً.

نستخدم في المخططات المساحية مقاييس كبيرة 1\100 -1\10000

نستخدم في الخرائط مقاييس صغيرة 1\50000 -1\$10^6$

نسمي هذا النوع من المقياس بالمقياس العددي وهناك أنواع أخرى للمقياس منها: المقياس الخطي والذي نقوم بتحديده من خلال رسم خطين متوازيين وبطول معين، وعلى مسافة قريبة بينهما ثم يتم تقسيمهما إلى أجزاء متساوية حيث يظلل تقسيم ويترك أخر على التوالي كما في الشكل (1-3) ويكون طول كل تقسيم مساوياً لوحدة القياس المستخدمة ويكتب بجوار كل تقسيم المسافة الحقيقة على الطبيعة.



الشكل (1-3) المقياس الخطي

1.5.1 توجيه الخرائط والمخططات:

1.1.5.1 اتجاه الشمالات:

يتم توجيه مخطط أو خريطة من خلال قياس انحراف أحد المستقيمات عن اتجاه مرجعي معين مثل اتجاه الشمال الحقيقي أو المغناطيسي أو اتجاه مفترض. ويعين اتجاه مستقيم ما بقياس الزاوية الأفقية بين هذا المستقيم واتجاه آخر مرجعي. إن اتجاه الشمال هو المعتمد كاتجاه مرجعي في جميع الأعمال المساحية وخاصة المستوية منها.

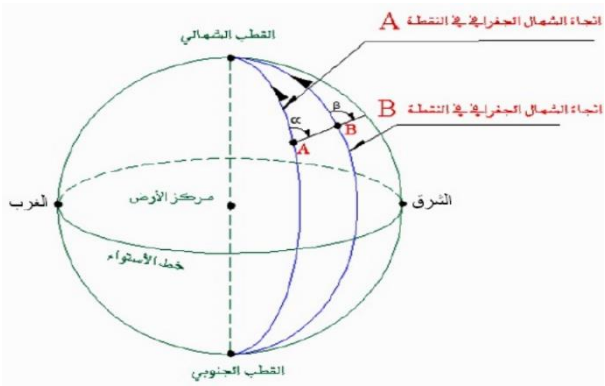
1. اتجاه الشمال الجغرافي أو الحقيقي:

هو الخط المار من نقطة على سطح الارض والقطب الشمالي ويعين بواسطة الأرصاد الفلكية وهو ثابت لا يتغير مع الزمن.

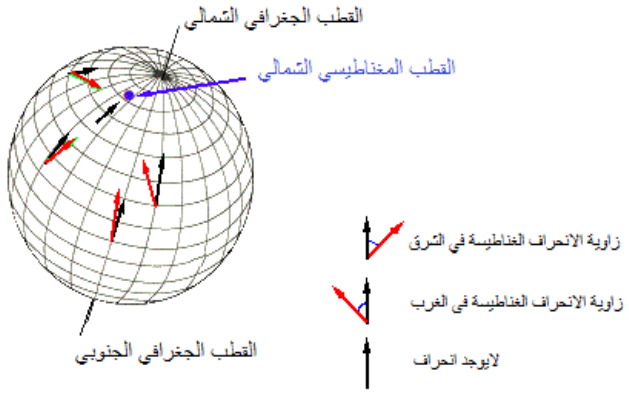
2. اتجاه الشمال المغناطيسي:

اتجاه الشمال المغناطيسي في نقطة ما هو اتجاه الإبرة المغناطيسية في هذه النقطة عند إجراء القياس. وهذا الاتجاه غير ثابت بسبب تغير موقع القطبين المغناطيسيين بشكل

مستمر يومياً. وتعرف زاوية الانحراف المغناطيسي بأنها الزاوية المحصورة بين الاتجاهين الجغرافي والمغناطيسي وهي متغيرة، وثمة زاوية بين اتجاه الشمال الجغرافي والشمال المغناطيسي تدعى زاوية الانحراف المغناطيسي وهي موجبة نحو الشرق وسالبة نحو الغرب، والشكل (1–4) يوضح الشمال الجغرافي والشكل (1–5) يوضح العلاقة بين الشمال الجغرافي والمغناطيسي.



الشكل (1–4) الشمال الجغرافي



الشكل (1–5) العلاقة بين الشمال الجغرافي والمغناطيسي

3. اتجاه الشمال الاعتباري:

هو خط يمر وسط المنطقة المراد مسحها وينطبق على خط الطول الأساسي في المنطقة ومتجهاً باتجاه الشمال الجغرافي.

4. اتجاه الشمال الافتراضي:

هو اتجاه مناسب يصل بين نقطتين مرجعيتين تسند إليه جميع الاتجاهات في عملية المسح. ويستخدم عندما تكون الأعمال المساحية مقتصرة على مناطق صغيرة.

2.1.5.1 أنظمة الاتجاهات:

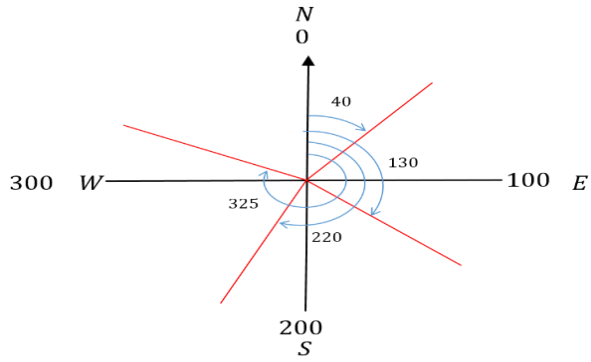
يمكن التعبير عن اتجاه مستقيم ما بأحد الأنظمة الآتية:

1- الانحراف الدائري الكلي أو السمت

2- الانحراف المختصر أو الربع دائري

1- الانحراف الدائري الكلي أو السمت:

إن سمت مستقيم ما (انحراف دائري كلي لمستقيم) هو الزاوية الأفقية المقاسة باتجاه عقارب الساعة ابتداءً من الشمال وحتى المستقيم المعطى كما في الشكل (1-6) وتتراوح قيمته بين الصفر و400 غراد، ويمكن أن يكون هذا السمت حقيقياً أو مغناطيسياً أو اعتبارياً حسب الشمال المسند إليه المستقيم.



الشكل (1-6) الانحراف الدائري (السمت)

a.السمت الجغرافي الحقيقي:

السمت الجغرافي لمستقيم هو الزاوية الأفقية المحصورة بين اتجاه الشمال الجغرافي والاتجاه المعطى وتقاس مع عقارب الساعة وهو قيمة ثابتة لا تتغير مع الزمن.

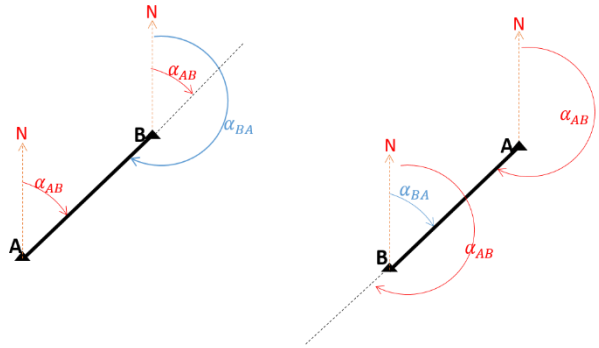
b.السمت المغناطيسي:

السمت المغناطيسي لمستقيم ما هو الزاوية الأفقية المحصورة بين اتجاه الشمال المغناطيسي والاتجاه المعطى وتقاس مع عقارب الساعة وهو قيمة متغيرة مع الزمن.

c.السمت الاعتباري:

السمت الاعتباري لمستقيم هو الزاوية الأفقية المحصورة بين اتجاه الشمال الاعتباري أو أي مستقيم مواز له والاتجاه المعطى وتقاس مع عقارب الساعة. يوجد دوماً لكل مستقيم سمتين اعتباريين أمامي وخلفي كما في الشكل (1-7) والعلاقة بينهما هي:

$$\alpha_{BA} = \alpha_{AB} \pm 200 \qquad (4-1)$$

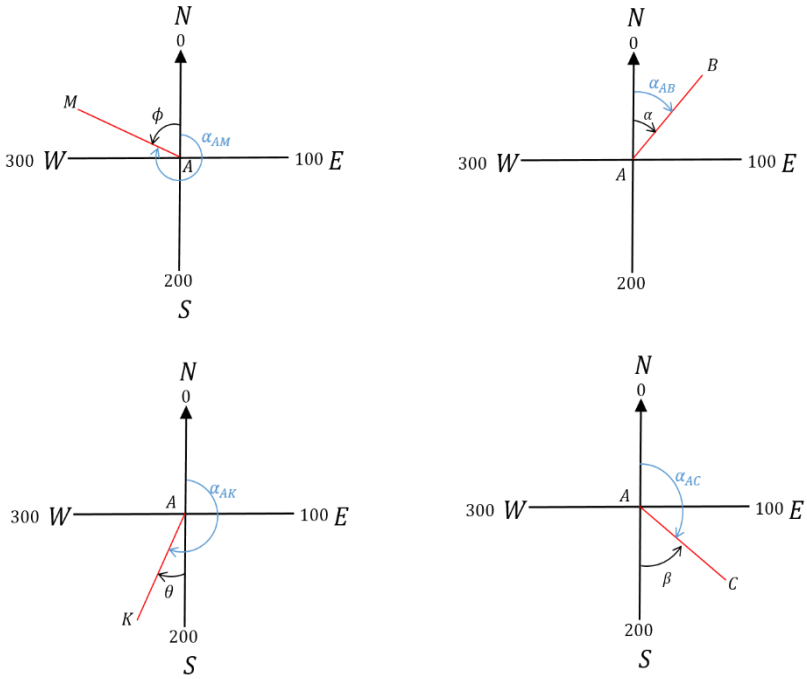


الشكل (1-7) السمت الامامي والخلفي

2- الانحراف المختصر أو ربع الدائري:

وفيه يتم قياس انحراف مستقيم باتجاه الشرق أو الغرب بدءاً من القطب الأقرب الشمالي أو الجنوبي مع تحديد ربع الدائرة التي يقع فيها هذا المستقيم، وتتراوح قيمته بين الصفر و100غراد مع أو عكس عقارب الساعة.

يبين الشكل (1-8) الانحرافات المختصرة لكل من المستقيمات AB, AM,AK,AC وعلاقتها مع الانحرافات الكلية، وقد تم اعتبار α الانحراف الكلي أو السمت الاعتباري لكل مستقيم.



الشكل (1-8) الانحراف المختصر

حيث يقاس الانحراف المختصر للمستقيم AB (الواقع في الربع الأول) من القطب الشمالي باتجاه الشرق مع عقارب الساعة ويكتب على الشكل الآتي: NαE ، ويساوي الانحراف الدائري الكلي:

$$\alpha_{AC} = \alpha$$

أما الانحراف المختصر للمستقيم AC (الواقع في الربع الثاني) فيقاس من القطب الجنوبي عكس عقارب الساعة إلى الشرق ويكتب على الشكل الآتي:SβE

ويحسب السمت أو الانحراف الدائري الكلي للمستقيم AC بدلالة الانحراف المختصر وفق العلاقة الآتية:

$$\alpha_{AC} = 200 - \beta$$

إذا كان الانحراف المختصر للمستقيم يقع في الربع الثالث (المستقيم AK) يكتب على الشكل: NθW، ويحسب السمت للمستقيم AK وفق العلاقة:

$$\alpha_{AK} = 200 + \theta$$

إذا كان الانحراف المختصر للمستقيم يقع في الربع الرابع (المستقيم AM) يكتب على الشكل: NϕW، ويحسب السمت للمستقيم AM وفق العلاقة:

$$\alpha_{AM} = 400 - \Phi$$

6.1 تطبيقات عملية:

مسألة 1:

ليكن لدينا الزاويتان:

$$\alpha = 21.3^{\circ}$$
$$\alpha = 39.7^{gr}$$

والمطلوب: أيجاد هاتين الزاويتين بالراديان

الحل: $\rho^{gr} = 63.6620^{gr}$ ، $\rho^{\circ} = 57.2958^{\circ}$

$$\hat{\alpha} = \frac{\alpha^{\circ}}{\rho^{\circ}} = \frac{21.3^{\circ}}{57.2958} = 0.371755\ rad$$
$$\hat{\alpha} = \frac{\alpha^{gr}}{\rho^{gr}} = \frac{39.7^{gr}}{63.6620} = 0.6326059\ \text{rad}$$

مسألة 2:

ليكن لدينا الزاويتان:

$$\alpha = 45.6'$$
$$\alpha = 87.4^{cc}$$

والمطلوب: أيجاد هاتين الزاويتين بالراديان

الحل:

$\rho^{gr} = 63.6620^{gr}$ ، $\rho^{\circ} = 57.2958^{\circ}$

$\rho^{cc} = 63.6620 * 10000^{cc}$ ، $\rho' = 57.2958 * 60'$

$$\hat{\alpha} = \frac{\alpha'}{\rho'} = \frac{45.6'}{57.2985 * 60} = 0.0132645$$

$$\hat{\alpha} = \frac{\alpha^{cc}}{\rho^{cc}} = \frac{87.4^{cc}}{63.6620 * 100} = 0.0001372$$

مسألة 3:

أوجد قيمة الزاوية $45^\circ 24' 15''$ بالغراد

والزاوية $56^{gr} 25^{c} 38^{cc}$ بالدرجات

الحل:

$$45^\circ 24' 15'' = 45 + \frac{24}{60} + \frac{15}{3600} = 45.40416^\circ \quad -1$$

$$45.40416^\circ = 45.40416 * \frac{10}{9} = 50.4491^{gr}$$

$$56^{gr} 25^{c} 38^{cc} = 56 + \frac{25}{100} + \frac{38}{10000} = 56.2538^{gr} -2$$

$$56.2535^{gr} = 56.2538 * \frac{9}{10} = 50.6284^\circ$$

لدينا 50 درجة وأجزاء من الدرجة، نأخذ أجزاء الدرجة ونحولها إلى دقائق:

$$0.6284^\circ * 60 = 37.704'$$

ثم نأخذ أجزاء الدقائق ونحولها إلى ثواني:

$$0.704' * 60 = 42.24''$$

$$50.6284^\circ = 50^\circ 37' 42.24''$$

مسألة 4:

احسب المسافة الحقيقية L بين النقطتين A و B إذا كانت المسافة بينهما على مخطط بمقياس $\frac{1}{1000}$ ، تساوي $\ell = 5\ cm$

الحل

$$\frac{\ell}{L} = \frac{1}{M} \Rightarrow L = \ell * M$$

$$\frac{5}{L} = \frac{1}{1000} \Rightarrow L = 5 * 1000 = 5000\ cm = 50\ m$$

مسألة 5:

يراد تنزيل مسافة A=132.40 m على مخطط بمقياس $\frac{1}{2000}$ ، احسب طول القطعة المستقيمة a المقابلة لها وفق مقياس الرسم.

$$\frac{a}{A} = \frac{1}{M} \Rightarrow a = \frac{A}{M} = \frac{132.40\ m}{2000} = \frac{13242\ cm}{2000} = 6.62\ cm$$

الفصل الثاني
نظرية الأخطاء

1.2 مقدمة:

عند القيام بالقياسات المساحية كالقياسات الزاوية والقياسات الطولية للأبعاد الأفقية والشاقولية (الارتفاعات)، فإن هذه القياسات تتم بدقة معينة وبظروف وشروط محيطة محددة.

إن أي عملية قياس من هذه القياسات تحتوي على قدر معين من الأخطاء ومن النادر أو من المستحيل الحصول على قيم حقيقية للقياس، حيث لو قمنا بتكرار قياس ما بالدقة نفسها وبالظروف والشروط المحيطة نفسها لا نحصل على النتيجة نفسها، وسنحصل على نتائج متشابهة تختلف عن بعضها بمقادير صغيرة تسمى الأخطاء.

وبالآتي عند إجراء القياسات المساحية يجب أن يكون لدى المهندس معرفة جيدة لأنواع الأخطاء الممكن حدوثها أثناء عملية القياس وأسباب حدوثها، ومعرفة طرق القياس التي تؤدي إلى تخفيف أو حذف هذه الأخطاء.

إن كلمة خطأ وكلمة غلط لهما المعنى اللغوي نفسه ولكن جرت العادة في مجال قياساتنا المساحية أن نفرق بين مفهوم الخطأ ومفهوم الغلط، حيث يمكن تعريف الخطأ في أي عملية قياس بأنه فرق صغير بين القيمة المقاسة لأي مقدار والقيمة الحقيقية، ويمكن أن يكون هذا الفرق سالباً أو موجباً، وينتج عن عدم الضبط الكامل لأجهزة القياس وحواس الأنسان وتغير الشروط الجوية المحيطة.

أما الغلط فيعني الخطأ الكبير الواضح الناتج عن عدم الانتباه أو استعراض القياسات وتكون الأغلاط كبيرة ويمكن اكتشافها بسهولة بإعادة القياس أو الحساب وبالآتي يمكن حذفها.

مثلا إذا قيست مسافة بواسطة شريط طوله 20 مترا وكانت القياسات المتكررة لهذه المسافة هي 212,13 و212,17 و212,10 و232,15 و212,17 و212,19. فالقياس الرابع يختلف عن بقية القياسات بفرق كبير واضح هو 20 مترا مما يدل انه حدث غلط في عدد المرات التي استخدم فيها جهاز القياس وهو الشريط الذي طوله 20 مترا وذلك بزيادة قياس واحد أو استعمال الشريط مرة واحدة زيادة عما هو صحيح، هذا النوع من الخطأ يسمى غلط يمكن حذفه مباشرة من نتيجة القياس، أما بقية الفروق في القياسات فتسمى أخطاء ينطبق عليها عنوان الفصل وهي مجال البحث الآتي.

2.2 أنواع الأخطاء:

بصورة رئيسة تقسم الأخطاء إلى نوعين وذلك من حيث إمكانية تحديدها ومعرفتها قيمةً وكميةً واتجاهاً أو عدم إمكانية تحديدها، وتقسم إلى أخطاء نظامية وأخطاء عرضية.

1.2.2 الأخطاء النظامية:

هي الأخطاء أو الفروق ذات طابع نظامي حيث أنها تتبع قوانين رياضية وفيزيائية محددة وبالتالي تكون ذات سبب معروف نستطيع حذف تأثيره على القياسات سواء بطرق الحساب أو بطرق القياس وعادة تكون الأخطاء النظامية ثابتة كلما أعيدت القياسات بنفس الشروط أو تختلف اختلافاً بسيطاً أو قد تكون دورية، وهي دائماً باتجاه واحد فإما أن تكون سالبة أو إما أن تكون موجبة، ويمكن وضع أسباب الأخطاء النظامية ضمن ما يأتي:

أ – أسباب أو عوامل طبيعية: وهي عبارة عن تأثير العوامل الطبيعية كالحرارة أو انكسار الضوء أو غيرها بحيث تساعد على حساب وتحديد تأثيرها. مثلاً في قياس المسافة بواسطة شريط معدني فان طول الشريط يتمدد بالحرارة لذا يمكن تحديد طوله الحقيقي في درجة معينة من الحرارة وبالآتي حساب الخطأ النظامي المحدد والمعروف الإشارة في قياس مسافة ما.

ب – أسباب تابعة لجهاز القياس نفسه: وهو خطأ في الجهاز يمكن تحديده بمقارنته بجهاز أكثر دقة كأن تقاس مسافة بجهاز (شريط سجل عليه طول ما 20 م أو 50 م أو غيره ولدى مقارنته بشريط أكثر دقة أو بأي وسيلة أخرى إذا ما تبين انه يختلف بمقدار ما وليكن مثلا 2 سنتمتر ففي هذه الحالة يجرى القياس مع سابق علم بوجود خطأ نظامي محدد المقدار والإشارة.

جـ –أسباب شخصية: وهذه حالة معروفة أنه لدى بعـض الأشخاص أخطاء محددة الاتجاه والكمية يمكن تحديدها.

هذه الأخطاء الثلاث هي أخطاء نظامية يتم حسابها وتعيين مقدارها وإشارتها وحذفها من نتائج القياس أيضاً.

2.2.2 الأخطاء العرضية:

هي الفروق غير المعروفة المقدار ولا الإشارة ولا الأسباب المباشرة وقد يعزى سببها إلى أسباب خارجية أو شخصية أو للجهاز المستعمل القياس، تنطبق عليها قوانين علم الاحتمالات، وهذه الأخطاء تخضع للبحث والتحليل للوصول إلى الهدف النهائي وهو الحصول على أفضل قياس مقبول خاصة، حيث أن هذه الأخطاء لا يمكن حذف قيمتها غير المعروفة من نتائج القياس، إلا أنها تساعد في تعيين الدقة التي يتم بها القياس.

1.2.2.2 خواص الأخطاء العرضية:

عند تكرار قياس ما مقاسة عدد كبير من المرات، وبعد حذف الأخطاء النظامية والأغلاط من نتائج القياس ستبقى الفروق أو الأخطاء العرضية التي لها الصفات الآتية:

1 – إن الأخطاء العرضية تكون محصورة ضمن مجال يسمى القيمة العظمى للأخطاء العرضية ε ولا تتعداه.

2 – عدد الأخطاء العرضية الموجبة يساوي تقريباً عدد الأخطاء العرضية السالبة، أي انه إذا أخذت قيمة ما من القياسات المتكررة وعُدت القيمة الأكثر احتمالاً أنها القيمة الحقيقية، فإن الأخطاء العرضية أو الفروق بين هذه القيمة وبقية القيم تكون تارة موجبة وتارة أخرى سالبة وعدد الفروق الموجبة يساوي تقريباً عدد الفروق السالبة وكل فرق وليكن $v+$ يقابله فرق مقداره $v-$.

3 – إن الأخطاء العرضية صغيرة القيمة عموماً إلا أن عدد الأخطاء الصغيرة ضمن مجال الخطأ الذي قيمته العظمى ε يكون أكبر من عدد الأخطاء الكبيرة ضمن هذا المجال أي إذا وضعت الأخطاء العرضية في مجالات تبعا لقيمتها فإنه يلاحظ أن عدد الأخطاء في مجال ما هي أكبر منها في المجال الآتي، مثلاً:

لتكن المسافة المقاسة D بتكرار القياس n مرة ولتكن القيمة العظمى للخطأ العرضي لا يتجاوز $10\ cm$ عن القيمة المختارة D_0، وإذا وضعت هذه الأخطاء ضمن مجالات بحيث أن الأخطاء التي لا تتعدى $1\ cm$ تمثل مجال أول، والتي قيمتها بين $1-2\ cm$ في المجال الثاني وهكذا فيلاحظ مثلا أن عدد الأخطاء في المجال $5-6\ cm$ أكبر منها في المجال الآتي $6-7\ cm$.

4 – إن الخاصة / 2 / أعلاه تقود إلى نتيجة هي إنه عند تكرار القياس مرات كثيرة جداً تصل إلى اللانهاية فإن مجموع الفروق مقسماً على عددها يكون قيمته تساوي الصفر أي:

$$\lim_{n\to\infty} \frac{v1 + v2 + v3 + \ldots + vn}{n} = 0 \qquad (1-2)$$

حيث أن v تمثل الفروق أو الأخطاء العرضية.

3.2 الأخطاء الظاهرية والأخطاء الحقيقية:

قبل الخوض في موضوع نظرية التربيعات الصغرى وغيرها لا بد من توضيح فكرة توزيع الأخطاء إلى أخطاء حقيقية وأخطاء ظاهرية:

فالأخطاء الظاهرية هي الفروق أو الأخطاء الناتجة عن الفرق بين القيمة التي نعدها أقرب القيم للقيمة الحقيقية وقيمة القياسات، ففي مجموعة من القياسات المكررة إذا عُدت القيمة x_0 هي القيمة الأكثر احتمالاً، فان الأخطاء أو الفروق بينها وبين أي قياس x_i من القياسات هو الخطأ الظاهري v_i وقيمته:

$$v_i = x_0 - x_i \qquad (2-2)$$

هذه القيمة أو الخطأ أو الفرق هو خطأ ظاهري لأننا لا نعرف القيمة الحقيقة للكمية المقاسة x لكنه في بعض الحالات التي نعرف مسبقاً القيمة الحقيقية للكمية المقاسة x فان الفرق بينها وبين أي قياس يمثل الخطأ الحقيقي. وهذا الخطأ نادر ما يحدث إذ غالباً ما تكون القيمة الحقيقية للكميات المقاسة مجهولة القيمة إلا أنه أحيانا تكون معلومة مثلاً إذا قيست الزوايا الثلاث لمثلث فإن مجموع الزوايا معروف مسبقاً يساوي 180 درجة أو 200 غراد فإذا تكرر قياس الزوايا الثلاث وفي كل مرة جمعنا الزوايا الثلاث فإن فرق القيمة الناتجة عن القيمة الحقيقية يمثل خطأً حقيقياً.

4.2 نظرية التربيعات الصغرى:

تدل قوانين الاحتمالات وأبحاث الرياضيات أن الأخطاء الحاصلة عند إعادة القياسات عدداً من المرات يصل إلى اللانهاية، هي الأخطاء الحقيقية، رغم عدم معرفة القيمة الحقيقية للكمية المقاسة، ولكن ليس من المعقول إعادة القياسات عدداً لا متناهياً من المرات، والمطلوب حاليا الحصول على الخطأ الأكثر احتمالا لقياس ما وذلك بتكراره عدداً محدوداً من المرات من دون أن تكون قيمته الحقيقية معروفة، أي إن الهدف هو الوصول إلى أكثر القيم احتمالاً أي الأكثر قرباً للقيمة الحقيقية.

إذا كان العنصر المقاس x وبتكرار قياسه n مرة أي أن تكون قيم القياسات هـي:

$$x_1 , x_2 , x_3 , x_4 , x_4 \dots\dots\dots\dots x_n$$

ما هي القيمة x_0 التي يمكن أن تكون أكثر القيم قرباُ من القيمة الحقيقية x ؟

إن نظرية التربيعات الصغرى تجيب على هذا السؤال وهو أن القيمة الأكثر قرباً من القيمة الحقيقية هي تلك القيمة التي تجعل مربع الأخطاء الرسوبية v أقل ما يمكن حيث إن الأخطاء الرسوبية هي:

$$v_i = x_0 - x_i \qquad (2-2)$$

أي:

$$v_1 = x_0 - x_1$$

$$v_2 = x_0 - x_2$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$v_n = x_0 - x_n$$

والرمز i هنا يعني إحدى القياسات من 1 إلى n.

لكي تأخذ هذه الأخطاء الرسوبية أقل قيمة أي قيمتها الحدية، يجب أن تكون ذات اتجاه واحد سالبة أو موجبة، ولكي تكون كذلك يؤخذ مربع قيم هذه الأخطاء بحيث تكون دوماً موجبة ومن ثم تحقق أقل قيمة وهذا ما يعرف باسم التربيعات الصغرى أي:

$$\sum v_i^2 = [\, v\ v\,] = mini \qquad (3-2)$$

بتربيع المعادلات (2−2) المذكورة أعلاه نجد:

$$v_1^2 = x_0^2 + x_1^2 - 2\,x_0 x_1$$

$$v_2^2 = x_0^2 + x_2^2 - 2\,x_0 x_2$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$v_n^2 = x_0^2 + x_n^2 - 2\,x_0 x_n$$

وبجمعها يكون لدينا:

$$\sum_{i=1}^{n} v_i^2 = n x_0^2 + \sum_{i=1}^{n} x_i^2 - 2x_0 \sum_{i=1}^{n} x_i \qquad (4-2)$$

لكي تكون قيمة هذه المعادلة أقل ما يمكن، أي حدية، بالنسبة للمتحول x_0 يجب أن يكون مشتقها بالنسبة لهذا المتحول مساوياً الصفر أي:

$$\frac{\partial \sum v_i^2}{\partial\, x_0} = 0 = n x_0 - \sum_{1}^{n} x_i \qquad (5-2)$$

وبالآتي:

$$x_0 = \frac{\sum xi}{n} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 \ldots\ldots\ldots + x_n}{n} \qquad (6-2)$$

هذه القيمة هي **المتوسط الحسابية**، وهي القيمة الأكثر احتمالاً للكمية المقاسة x.

كما يلاحظ أنه إذا جمعنا قيم الأخطاء في المعادلات (2−2) السابقة يكون:

$$\sum_{i=1}^{n} vi = n\,x_0 - \sum_{i=1}^{n} x_i$$

وهذه القيمة هي صفر حسب المعادلة (2−6) المذكورة أعلاه. وهذا تحقيق لصحة القياسات وحساب المتوسطة الحسابية.

5.2 تقييم القياسات (دقة القياسات):

إن المقصود بتقييم القياسات هو تحديد احتمال حدوث الخطأ وتعيين القيمة المميزة للخطأ الأعظمي الذي لا مجال للشك بأن الخطأ لن يتجاوزه. أي تعيين الخطأ الأعظمي وهو الحد الفاصل بين الخطأ والغلط. هناك عدة قيم تسمى تجاوزاً بالأخطاء تقوم بإعطاء مؤشرات لتقييم القياسات هي:

1.5.2 الخطأ المتوسط التربيع

إن قانون الاحتمالات المذكورة سابقاً يقف عند حد لا يتجاوزه، ولكي يتم تعدي حدود اليقين تؤخذ فرضية جاوس التي افترض بها أن كافة الأخطاء الممكنة موجبة أي ذات اتجاه واحد، الأخطاء الرسوبية تؤخذ بمربع قيمها لتحقق أعظم خطأ ممكن أي:

$$\sum_{i=1}^{n} w_i^2 = w_1^2 + w_2^2 + \ldots\ldots + w_n^2 \qquad (7-2)$$

والتي نتيجتها قانون احتمال حدوث كافة الأخطاء هو:

$$V = \frac{h^n}{\sqrt{\pi}^n}\, e^{-h^2 \sum w^2}\, d\, w^n \qquad (8-2)$$

القيمة التي تجعل مشتق هذه المعادلة مساوياً للصفر أي:

$$\frac{\partial\, V}{\partial\, h} = n - 2\, h^2 \sum w^2 = 0 \qquad (9-2)$$

$$h = \sqrt{\frac{n}{2\, \sum w^2}} \qquad (10-2) \qquad \text{أو :}$$

ومنه تكون قيمة الخطأ المتوسط التربيع لدى جاوس:

$$m^2 = \frac{w_1^2 + w_2^2 + w_3^2 + \ldots\, w_n^2}{n}$$

$$m = \sqrt{\frac{\sum wi^2}{n}} \qquad \text{أو}$$

حيث تمثل w_i قيم الفروق أو الأخطاء الحقيقية، أي الفرق بين القيمة الحقيقية والكمية المقاسة.

$$w_i = x - x_i \qquad (11-2)$$

غالبا ليس بالإمكان معرفة القيمة الحقيقة للعنصر المقاس إذن لا بد من استخدام القيمة الظاهرية أو القيمة الأكثر احتمالا أو القيمة المتوسط الحسابية x_0 حيث الخطأ الرسوبي الظاهري هو

$$v_i = x_0 - x_i$$

فيكون الخطأ الحقيقي هو:

$$w_i = v_i + (x - x_0) \qquad (12-2)$$

وبجمع هذه المعادلات يكون:

$$\sum w_i = \sum v_i + n\,(x - x_0)$$

وبما أن $nx_0 = \sum x_i$ و $x_0 = \frac{\sum xi}{n}$

وبما أن $\sum vi = 0$ يكون:

$$M = \frac{\sum w_i}{n} = x - x_0 \qquad (13-2)$$

بتربيع وجمع معادلات الأخطاء الحقيقية wالسابقة يكون:

$$\sum w_i^2 = \sum v_i^2 + 2\sum vi\,(x - x_0) - n\,(x - x_0)^2$$

$$\frac{\sum w_i^2}{n} = \frac{\sum v_i^2}{n} + M^2 = \frac{\sum v_i^2}{n} + \frac{m^2}{n} = m^2$$

$$m = \pm\sqrt{\frac{\sum vv}{n-1}} \qquad (14-2)$$

هذا الخطأ المتوسط التربيع للأخطاء الظاهرية

ملاحظة: ذكرت المعادلات (2−8) و (2−9) و (2−10) في هذه الفقرة من دون استنتاج لأنها تابعة لأبحاث نظريات الاحتمالات وهذا ليس موضوع البحث هنا لذا لا لزوم لحفظها ولذلك يمكن تفسير العلاقة بين الخطأ المتوسط التربيع المحسوب من الأخطاء الحقيقية والمحسوب من الأخطاء الظاهرية بالأسلوب الآتي، وهو التفسير المنطقي لاختلاف العلاقتين.

بفرض أن عدد القياسات للعنصر هو قياس واحد فقط، فتكون هذه القيمة هي المتوسطة الحسابية أي:

$$v_1 = x_0 - x_1 = 0$$

وبالآتي فالخطأ المتوسط التربيع:

$$m = \sqrt{\frac{\sum v^2}{n}} = 0$$

أي أن الدقة في ذروتها وهذا غير منطقي لذا إذا طبقت علاقة الخطأ المتوسط التربيع المحسوب من الأخطاء الظاهرية يكون عدم تعيين:

$$m = \sqrt{\frac{\sum v^2}{n}} = \frac{0}{0}$$

وهذا منطقي، بينما إذا علمت القيمة الحقيقية x فيكون الخطأ الحقيقي

$$w_1 = x - x_1$$

والخطأ المتوسط التربيع من الخطأ الحقيقي هو:

$$m = \sqrt{\frac{\sum w^2}{n}} = \sqrt{\frac{{w_1}^2}{1}} = w_1$$

وهذه قيمة ما تدل على دقة القياس.

2.5.2 الخطأ المطلق

يتم تقييم القياسات بالخطأ المطلق وهو القيمة المتوسطة الحسابية للأخطاء أو الفروق بقيمتها المطلق (بغض النظر عن إشارتها) أي:

$$t = \frac{|w_1| + |w_2| + |w_3| + \cdots + |w_n|}{n} = \left[\frac{|v_1| + |v_2| + |v_3| + \cdots + |v_n|}{n}\right]\sqrt{\frac{n}{n-1}}$$

وعمليا عندما يكون عدد القياسات n كبيراً نسبيا تؤخذ القيمة الظاهرية للأخطاء بدلاً من القيم الحقيقية أي:

$$t = \frac{|w_1| + |w_2| + |w_3| + \cdots + |w_n|}{n} = t = \frac{\sum |v_i|}{n} \qquad (15-2)$$

3.5.2 الخطأ المحتمل

يتم تقييم القياسات بواسطة الخطأ المحتمل وهو أن توضع الأخطاء بقيمها المطلقة بتسلسل كبرها أي:

$$|v_1| < |v_2| < \cdots\cdots < |P| < \cdots |v_{n-1}| < |v_n|$$

ثم تؤخذ القيمة التي تحل في وسط المتراجحة السابقة بحيث يكون عدد الأخطاء إلى يمينها مساوياً لعدد الأخطاء الواقعة إلى يسارها كما يمكن حسابها من العلاقة الآتية:

$$\mu = \left(\frac{\Sigma\sqrt{|w_i|}}{n}\right)^2 = \left(\frac{\Sigma\sqrt{|v_i|}}{n}\right)^2 \sqrt{\frac{n}{n-1}}$$

مثال عددي: جرى قياس عنصر على مرحلتين وفي كل مرحلة تكرر القياس عشر مرات وكانت الفروق (الأخطاء) الظاهرية الآتية:

1) – 8, +10, −9, +3, +5, −5, +6, +2, −7, +3

2) +2, −1, −10, +0, +0, +18, −3, +9, −14, −1

بتطبيق علاقات تقييم القياسات الثلاث المذكورة أعلاه تكون النتائج الآتية

من المجموعة الأولى:

$$1)\ \sum v_i^2 = 402 \sum |vi| = 58$$

من المجموعة الثانية:

$$2)\ \sum v_i^2 = 716 \sum |vi| = 58$$

يلاحظ أن الأخطاء هي الآتية:

1) $m_1 = 6.7$ $t_1 = 5.8$ $p_1 = 5.5$

2) $m_2 = 8.9$ $t_2 = 5.8$ $p_2 = 2.5$

هذا يدل على أن أهمية الخطأ المتوسط التربيع الذي يظهر تشتت الخطأ لدى المجموعة الثانية أكبر منه لدى المجموعة الأولى، ولذا يُعد الخطأ المتوسط التربيع أفضل طريق لتقييم القياسات.

4.5.2 الخطأ الاعظمي وحد التساهل

هو الخطأ الأكبر الذي يشكل الحد بين الأخطاء المقبولة والأخطاء غير المقبولة والتي يمكن تسميتها غلطا ولذلك سمي حد التساهل وهو أكبر خطأ يمكن التساهل بقبوله وما زاد عنه من الأخطاء يستدعي إلغاء القياسات التابعة لها وإعادتها.

جرت العادة أن يحسب حد التساهل انطلاقاً من تقييم القياسات بحساب الخطأ المتوسط التربيع المذكور أعلاه باعتباره أفضل طريقة لتقييم القياسات ويكون حد التساهل عبارة عن مضاعفات الخطأ المتوسط التربيع أي:

$$\Delta = k\, m$$

حيث Δ حد التساهل و $\boldsymbol{k}$ ثابتة و $\boldsymbol{m}$ الخطأ المتوسط التربيع فمن الدول من يُعد الثابتة قيمتها 2 و منها من يأخذ 3 و في الجمهورية العربية السورية تقرر ان يكون:

$$k = \pm 2.5$$

وحد التساهل: $$\Delta = \pm 2.5\, m \qquad (16-2)$$

وقيمة حد التساهل تابعة أيضا لقانون الاحتمالات بحيث أن هذه القيمة في الأحوال العادية لا يمكن تجاوزها باحتمال مقداره واحد بالمائة (1 %) وبذلك يكون مجال الخطأ هو $5\, m$ بين سالب وموجب.

6.2 الخطأ المطلق والخطأ النسبي

إن ما ذكر حتى الأن هو الخطأ المطلق وانطلاقاً منه يمكن الحصول على الخطأ النسبي أي الخطأ الحاصل في واحدة القياس ففي قياس مسافة مثلاً إذا كان الخطأ خمسة سنتمترات مثلاً فهذا خطأ مطلق إذ قد تكون المسافة 100 أو 500 أو 1000 متر لذا فالتعبير الدقيق للخطأ هو الخطأ النسبي والذي يمثل مقدار الخطأ منسوباً إلى واحدة الطول ويكون الخطأ النسبي:

$$R_e = \pm \frac{m_a}{a} \qquad (17-2)$$

حيث:

R_e الخطأ النسبي

m_a الخطأ المحسوب وa الكمية المقاسة.

7.2 نظرية استقلال الأخطاء:

ومعنى ذلك أن خطأ الخطأ لا يؤثر في متحول ثاني وخطأ الخطأ مهمل وخاصة إذا كانت الأخطاء صغيرة جداً.

ليكن لدينا Y تابعاً للمتحولات $(x_1 , x_2 , x_3 , \ldots\ldots,x_n)$ أي أن:

$$Y = f (x_1, x_2, x_3, \ldots\ldots, x_n) \qquad (18-2)$$

لنفرض أننا قسنا عناصر التابع $(x_1 , x_2 , x_3 , \ldots\ldots,x_n)$ وأن هذه القياسات تحمل أخطاء صغيرة ولتكن $(dx_1 , dx_2 , dx_3 , \ldots\ldots,dx_n)$.

وليكن dy الخطأ الناتج في التابع Y باعتبار هذه القياسات لعناصر التابع الحاملة للأخطاء، إذا بإمكاننا أن نكتب وفق العلاقة (2−18) ما يأتي:

$$(Y + dy) = f (x_1 + dx_1, x_2 + dx_2, x_3+ dx_3, \ldots\ldots, x_n + dx_n)$$

ومنه نجد قيمة التغير في التابع dy:

$$dy = f (x_1 +dx_1, x_2, + dx_2, x_3+ dx_3, \ldots, x_n + dx_n) - f (x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n)$$

لو قمنا بتطبيق نشر تايلور قرب القيم $(x_1 , x_2 , x_3 , \ldots\ldots,x_n)$ وبإهمال اللامتناهيات في الصغر من الدرجة الثانية نجد :

$$dy = \frac{df}{dx_1}\, dx_1 + \frac{df}{dx_2}\, dx_2 + \cdots\cdots\cdots + \frac{df}{dx_n}\, dx_n \qquad (19-2)$$

نلاحظ من العلاقة السابقة أن الخطأ المرتكب على تابع Y لقياسات عدة هو التفاضل الجزئي للتابع بالنسبة للقياسات، ويمكننا اعتبار هذه النتيجة صحيحة إذا كانت الأخطاء المرتكبة صغيرة.

ونلاحظ أن قيمة الخطأ في التابع dy هي تابع خطي لأخطاء القياسات $dx_1 , dx_2,\ldots\ldots$ dx_n، وكل خطأ يؤثر بشكل مستقل في النتيجة.

إن الفرضية الموجودة في العلاقة (2−19) لا تكون حقيقية إلا إذا كانت الأخطاء صغيرة جداً ونسميها بفرضية استقلال الأخطاء ونلاحظ أيضاً في هذه الفرضية أنه لم يتم التمييز بين الأخطاء النظامية والأخطاء العرضية مما يدعنا نقول إن كيفية تأثير خطأ على النتائج هو مستقل عن طبيعة الخطأ.

1.7.2 قانون انتشار الأخطاء متوسطة التربيع

ليكن لدينا العناصر x,y,z والتي تشكل بطريقة أو أخرى عنصراً جديداً F أي F(x,y,z) للحصول على قيمة العنصر المركب F تقاس عناصره الأساسية x,y,z وهذه القياسات تحمل أخطاء dx,dy,dz وبالآتي فإن F يحمل خطأ أي أن قيمته الحقيقية هي:

$$F(x + dx , y + dy , z+ dz)$$

من العلاقات الرياضية معروف انه بتكرار قياس كل من العناصر الثلاث n مرة يتم الحصول على n قيمة للمعادلة F حيث أن الخطأ في كل مرة هو:

$$dF_1 = f_1(x_1 + dx_1, y_1 + dy_1, z_1 + dz_1) - f_1(x_1, y_1, z_1)$$

$$dF_2 = f_2(x_2 + dx_2, y_2 + dy_2, z_2 + dz_2) - f_2(x_2, y_2, z_2)$$

.....

$$dF_n = f_n(x_n + dx_n, y_n + dy_n, z_n + dz_n) - f_n(x_n, y_n, z_n)$$

بمعنى آخر فان الخطأ في كل قياس هو الفرق بين القيمة الصحيحة والقيمة المقاسة. يمكن اختصار الكتابة بالشكل الآتي:

$$dF_i = f_i(x_i + dx_i, y_i + dy_i, z_i + dz_i) - f_i(x_i, y_i, z_i)$$

حسب فرضية استقلال الأخطاء تكون الأخطاء السابقة بالشكل الآتي:

$$dF_i = \frac{\partial f}{\partial x}\, dx_i + \frac{\partial f}{\partial y} dy_i + \frac{\partial f}{\partial z} dz_i$$

حيث i تمثل الأرقام من واحد إلى n عدد القياسات المكررة، بتربيع هذه الأخطاء وجمعها وتقسيمها على n (باعتبارها أخطاء حقيقية) أو على (n−1) في حال كونها أخطاء ظاهرية يكون العلاقة الآتية:

$$\frac{\sum dF_i^2}{n} = \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 . \frac{\sum dx_i^2}{n} + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 . \frac{dy_i^2}{n} + \left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)^2 . \frac{\sum dz_i^2}{n} + \left[2\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right) . \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right) . \frac{\sum dxi\, dyi}{n} + 2\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right) . \left(\frac{\partial f}{\partial z}\right) . \frac{\sum dxi\, dzi}{n} + 2\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right) . \left(\frac{\partial f}{\partial z}\right) . \frac{\sum dyi\, dzi}{n}\right]$$

بما أن الأخطاء dx,dy,dz تأخذ قيماً سالبة أو موجبة من ناحية و هي صغيرة من ناحية ثانية ، يمكن بناءً على ذلك إهمال الحد الثاني من المعادلة الموضوع داخل قوسين متوسطين، وباعتبار أن الخطأ المتوسط التربيع للمتحولات *x,y,z* هي:

$$m_x^2 = \frac{\sum dx_i^2}{n} \qquad m_y^2 = \frac{\sum dy_i^2}{n} \qquad m_z^2 = \frac{\sum dz_i^2}{n}$$

ويكون الخطأ المتوسط التربيع للتابع F هو:

$$m_f^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 m_x^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 m_y^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)^2 m_z^2$$

وهذا هو قانون انتشار الأخطاء، أي أن الخطأ المتوسط التربيع لتابع يساوي مربع التفاضل الجزئي للتابع بالنسبة للمتحول الأول مضروباً بمربع الخطأ المتوسط التربيع لهذا المتحول زائد مربع التفاضل الجزئي للتابع بالنسبة للمتحول الثاني مضروباً بمربع الخطأ المتوسط التربيع للمتحول الثاني وهكذا.

2.7.2 تطبيقات قانون انتشار الأخطاء المتوسط التربيع

1 – الخطأ المتوسط التربيع للمتوسطة الحسابية:

من المعروف أن المتوسطة الحسابية هي مجموع القياسات مقسومة على عددها أي

$$x_0 = \frac{x_1}{n} + \frac{x_2}{n} + \frac{x_3}{n} + \cdots + \frac{x_n}{n}$$

بتطبيق القانون السابق وبما أن الكمية المقاسة واحدة وبالآتي فإن الخطأ المتوسط التربيع لكل منها واحد وليكن *mx* أي:

$$m_{x_0}^2 = \left(\frac{1}{n}\right)^2 m_x^2 + \left(\frac{1}{n}\right)^2 m_x^2 + \cdots + \left(\frac{1}{n}\right)^2 m_x^2$$

$$m_{x_0}^2 = n\left(\frac{1}{n}\right)^2 m_x^2 = \frac{m_x}{n}$$

$$m_{x_0} = \frac{m_x}{\sqrt{n}}$$

2 – الخطأ المتوسط التربيع لمجموع:

ليكن التابع من النوع: $F = X + Y + Z$

فالتفاضلات الجزئية قيمتها واحد ومنه:

$$m_f^2 = m_x^2 + m_y^2 + m_z^2$$

3 – الخطأ المتوسط التربيع لجداء:

ليكن التابع من النوع: $F = K X$

بحيث K ثابتة فيكون : $m_f^2 = k^2 . m_x^2$

أي: $m_f = k . m_x$

8.2 فكرة عن الأخطاء غير متساوية الدقة (الأوزان):

إن بعض القياسات غير متساوية الدقة أو غير متساوية الوزن، حيث تجرى هذه القياسات إما في ظروف تؤدي إلى اختلاف الدقة أو بواسطة أجهزة مختلفة الدقة أو بأسلوب يؤدي إلى عدم احتمال تساوي الدقة، فمثلاً إذا قيست مسافة على مرحلتين وكان عدد القياسات في المرحلة الأولى أربعة قياسات وكان وسطي القياسات الأربعة قيمة ولتكن x_{0_1} ثم قيست بالأجهزة نفسها وبالظروف نفسها ولكن بتكرار قدره عشرون مرة وكانت القيمة المتوسطة الحسابية x_{0_2}. هنا القيمة الناتجة عن المرحلة الأولى تختلف عن المرحلة الثانية من حيث الدقة، حيث يمكننا القول بأننا قسنا المسافة في المرة الأولى بوزن قدره 4 مرات، وفي المرحلة الثانية بوزن قدره 20 مرة، مع العلم أنه إذا تم إعادة القياس في كل مرحلة ضمن الشروط والظروف نفسها، فمن المحتمل أن يكون الخطأ متساوي في كل القياسات، وتكون القياسات كلاها ذات وزن واحد.

وإذا أردنا ان نحصل على متوسط لقيمة القياس من المرحلتين الأولى والثانية المختلفتين في الدقة فيجب أن نستخدم مفهوم الوزن لحساب القيمة النهائية للقياسات غير متساوية الدقة. ويتم حسابها من خلال قانون الأوزان الآتي:

$$\overline{x_0} = \frac{x_{0_1} . p_1 + x_{0_1} . p_2}{p_1 + p_2}$$

حيث:

$\overline{x_0}$ تمثل المتوسطة الموزونة

p_i تمثل الوزن لكل منهما

والوزن هنا عدد القياسات في كل مرحلة أي ان القيمة هي:

$$\overline{x_0} = \frac{x_{0_1} . 4 + x_{0_1} . 20}{4 + 20}$$

كأن القياسات جميعها استعملت وعددها 24 أربعة منها في المرحلة الأولى وعشرون في المرحلة الثانية، هذا ما يسمى القياسات غير متساوية الدقة أو القياسات مختلفة الوزن.

9.2 تطبيقات عملية:

مسألة 1:

احسب قيمة الخطأ المتوسط التربيع على تعيين مسافة قيست 9 مرات وكانت النتائج مقدرةً بالمتر على الشكل الآتي:

(60.48 – 60.47 – 60.46 - 60.45 - 60.44 – 60.43 – 60.42- 60.41 – 60.40)

ثم احسب دقة تعين المتوسطة الحسابية لهذه القياسات.

الحل:

1. نحسب القيمة الأكثر احتمالاً لهذه المسافة (المتوسطة الحسابية):

$$x_0 = \frac{\sum xi}{n} = \frac{543.96}{9} = 60.44\ m$$

2. نحسب قيم الأخطاء الظاهرية (الرسوبيات):

$$v_i = x_0 - x_i$$

$$v_1 = -4\ cm\ ,\ v_2 = -3\ cm\ ,\ v_3 = -2\ cm\ ,\ v_4 = -1\ cm\ ,$$

$$v_5 = 0\ cm\ ,\ v_6 = +1\ cm\ ,\ v_7 = +2\ cm\ ,\ v_8 = +3cm,\ v_8 = +4cm$$

3. نحسب قيمة الخطأ المتوسط التربيع:

$$m = \pm\sqrt{\frac{\sum vv}{n-1}} = \pm\sqrt{\frac{60}{9-1}} = \pm 2.7\ cm$$

4. حساب دقة تعيين المتوسطة الحسابية:

$$m_{x_0} = \pm\frac{m_x}{\sqrt{n}} = \pm\frac{2}{\sqrt{9}} = \pm 0.91\ cm$$

مسألة 2:

قيست مسافة 15 مرة وكانت نتائج القياسات كما يأتي بالمتر:

$L_1 = 156.34$ ، $L_2 = 156.24$ ، $L_3 = 156.19$ ، $L_4 = 156.23$ ، $L_5 = 156.29$

$L_6 = 156.27$ ، $L_7 = 156.17$ ، $L_8 = 156.24$ $L_9 = 156.26$ ، $L_{10} = 156.30$

$L_{11} = 156.22$ ، $L_{12} = 156.30$ ، $L_{13} = 156.28$ ، $L_{14} = 156.25$ ،$L_{15} = 156.17$

احسب القيمة الأكثر احتمالاً واحسب الخطأ المتوسط التربيع للقياسات، ثم الخطأ متوسط التربيع الذي يميز دقة المتوسطة الحسابية واحسب الخطأ الحسابي ثم الخطأ النسبي للقياس والخطأ النسبي للمتوسطة الحسابية وأخيراً احسب الخطأ الأعظمي المسموح.

1 – المتوسطة الحسابية

$$= L_0 = \frac{L_1 + L_2 + \text{----} + L_{15}}{15} = 156.25\ \text{m}$$

2 – نحسب الخطأ متوسط التربيع – نحسب الفروقات

$$V_1 = L_0 - L_1 = -9\ Cm$$
$$V_2 = L_0 - L_2 = +1\ Cm$$
$$V_3 = L_0 - L_3 = +6\ Cm$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$V_{15} = L_0 - L_{15} = +8\ Cm$$

بعد حساب الفروقات نقوم بحساب مربع الفروقات

$$V_1^2 = 81$$

$$\dots\dots$$

$$V_{15}^2 = 64$$

ومن أجل دقة العمل وعدم الوقوع بالأخطاء الحسابية ننظم جدولا:

رقم القياس	نتيجة القياسين M	الفروقات $Q_i(cm)$	مربع الفروقات Q_i^2	ملاحظات
1	156.34	− 9	81	$m = \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}} = \sqrt{\frac{340}{14}} = 4.9\ cm$
2	24	+ 1	1	
3	19	+ 6	36	$M = m/\sqrt{n} = \frac{4.9}{\sqrt{15}} = 1.3\ cm$
4	23	+ 2	4	
5	29	− 4	16	
6	27	− 2	4	$\theta = 3.9$ cm
7	17	+ 8	64	
8	24	+ 1	1	$\Delta = 2.5$ cm $= 2.5 \times 4.9 = 12.25\ cm$
9	26	− 1	1	
10	30	− 5	25	
11	22	+ 3	9	
12	30	− 5	25	
13	28	− 3	9	
14	25	0	0	
15	17	+ 8	64	
	$\sum V_i = 0$	$[vv] = 340$		

مسألة 3:

احسب قيمة الخطأ المتوسط التربيع على حساب محيط قطعة أرض مستطيلة الشكل أبعادها a=150m , b=300m إذا علمت أن: $m_b = 2\ cm$, $m_a = 1.2\ cm$

الحل:

علاقة محيط المستطيل من الشكل:

L=2.(a+b)

بتطبيق قانون انتشاء الأخطاء نجد:

$$m_L^2 = \left(\frac{dL}{da}\right)^2 . m_a^2 + \left(\frac{dL}{db}\right)^2 . m_b^2$$

$$m_L^2 = (2)^2 . m_a^2 + (2)^2 . m_b^2$$

$$m_L^2 = (2)^2 . (1.2)^2 + (2)^2 . (2)^2$$

$$m_L = \pm 4.66\ cm$$

مسألة 4:

احسب قيمة الخطأ المتوسط التربيع لقياس مساحة قطعة أرض مستطيلة الشكل أبعادها a=120.25m , b=80.50m إذا علمت أن: $m_a = 1.6\ cm \quad , m_b = 1.5\ cm$

الحل:

علاقة مساحة المستطيل من الشكل: $S=a\times b$

بتطبيق قانون انتشاء الأخطاء نجد:

$$m_s^2 = \left(\frac{dL}{da}\right)^2 . m_a^2 + \left(\frac{dL}{db}\right)^2 . m_b^2$$

$$m_s^2 = (b)^2 . m_a^2 + (a)^2 . m_b^2$$

$$m_s^2 = (80.50)^2 . (0.016)^2 + (120.25)^2 . (0.015)^2$$

$$m_s = \pm 2.22\ m^2$$

مسألة 5:

احسب قيمة الخطأ المتوسط التربيع على قياس محيط ومساحة دائرة إذا علمت أن نصف قطرها (R=30 m) وأن $(m_R = \pm 1.5\ cm)$.

الحل:

1 . تُعطى علاقة محيط الدائرة بالعلاقة:

$$L=2.\pi.R$$

بتطبيق قانون انتشار الأخطاء على هذه العلاقة نجد:

$$m_L^2 = \left(\frac{dL}{dR}\right)^2 . m_R^2 = (2\pi)^2 . m_R^2 \Longrightarrow m_L = \pm 2\pi . m_R$$

$$m_L = \pm 9.42\ cm$$

2. علاقة مساحة الدائرة من الشكل: $s = \pi . R^2$

بتطبيق قانون انتشار الأخطاء نجد:

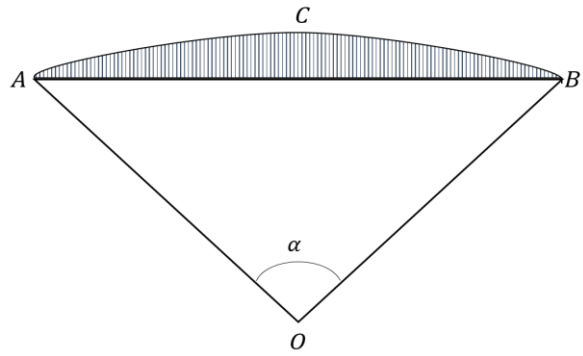
$$m_s^2 = \left(\frac{ds}{dR}\right)^2 . m_R^2 = (2\pi R)^2 . m_R^2 \Longrightarrow m_s = \pm 2\pi R . m_R$$

$$m_s = \pm 2.83\ m^2$$

مسألة 6:

لدينا حدود لقطعة أرض على شكل قوس دائرة ABC نصف قطرها r و الزاوية المركزية للقوس ABC=∝ ، و يراد حساب مساحة قطعة الدائرة ABC ثم الخطأ الواقع على هذه المساحة المحسوبة إذا كان لدينا خطأ قدره dr على نصف القطر و خطأ قدره d ∝ على الزاوية ∝ .

حيث: $\propto = 110.30gr\ \ m_\propto = 20^c$ ، $r = 50m \quad m_r = 0.5m$



الحل

نحسب مساحة قطعة الدائرة من العلاقة:

$$S = \frac{1}{2}\, r^2(\propto -sin \propto)$$

و هنا يجب تحويل ∝ إلى الراديان إذا كانت معطاة بالغراد و أجزاءه لحساب الخطأ m_s على S نأخذ التفاضل الكلي للعلاقة السابقة :

$$d_s = \frac{1}{2}\ 2r(\propto -sin \propto)\ d_r + \frac{1}{2}r^2(1 - cos \propto)d_\propto$$

$$d_s = r(\propto -sin \propto)\ \ d_r + \frac{1}{2}r^2(1 - cos \propto)\ d_\propto \qquad \text{أو:}$$

$$\propto = 110.30gr\ \ d_\propto = 20^c \text{ ، } \ \ r = 50m \quad d_r = 0.5m \qquad \text{باعتبار أن:}$$

$$\text{نجد أن : } S = 932.60\ m^2$$

$$d_s = 50\left[\frac{110.30}{63.6620} - \ sin110.30\right]\ .0.5 + \frac{1}{2}\ 2500(1 - cos110.30)\frac{20}{6366.20}$$

$$= 23.20\,m^2 ds \qquad \text{و نجد في النهاية:}$$

الفصل الثالث

قياس المسافات والزوايا

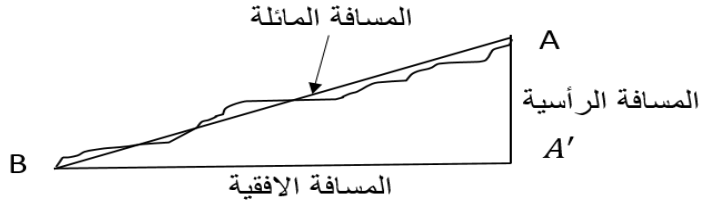
1.3 مقدمة:

يمكن من خلال القياسات المساحية قياس التفاصيل الطبيعية والاصطناعية على سطح الأرض وتمثيلها على خرائط ومخططات وفق مقياس مناسب، وأهم هذه القياسات هي قياسات الزوايا والمسافات والتي نتمكن من خلالها من تحديد مواقع النقاط والتفاصيل بالنسبة إلى بعضها البعض أو بالنسبة إلى جملة مرجعية، وتحديد انحراف اتجاه أو مسار ما عن اتجاه مرجعي، وقياس طول هذا المسار، كما انه في اغلب المشاريع الهندسية والاعمال المساحية نحتاج إلى هذه القياسات، وفيما يأتي سنتعرف على أنواع الزوايا والمسافات المقاسة في الأعمال المساحية وطرق إجراء هذه القياسات.

2.3 قياس المسافات:

يُعد قياس المسافات بين النقاط المختلفة على سطح الأرض أحد العمليات الأساسية في القياسات المساحة الحقلية.

فعلى سبيل المثال لتعيين موقع نقطة ما بالنسبة إلى نقطة أخرى أو ضمن جملة إحداثيات محددة، يستعان بقياس المسافات أو الزوايا أو كليهما معاً. يتم الاعتماد على قياس المسافات كثيراً في تعيين مواقع النقاط أو في حساب الكميات المطلوبة، وهنا نميز بين نوعين للمسافات المقاسة، الأول وهو قياس بعد الخط الواصل بين النقطتين على الأرض الطبيعية وهو ما نسميه بالمسافة المائلة، والثاني هو قياس البعد بين مسقطي النقطتين على مستوي أفقي وهو ما نسميه بالمسافة الأفقية، وتحدد المسافات الأفقية بين النقاط إما بقياسها مباشرة أو عن طريق قياس المسافات المائلة وإرجاعها على نظيرتها الأفقية، ويمكن إيجاد المسافات الأفقية حسابياً من المسافات الأفقية الأخرى باستخدام العلاقات الرياضية, مهما تكن أساليب قياس المسافات ووسائلها كثيرة ومتنوعة فلا بدَ من إرجاع أو تحويل المسافة المقاسة إلى ما يعادلها في المسقط الأفقي، يوضح الشكل(1-3) نقطتين A و B على ارتفاعين مختلفين ، المسافة المباشرة بينهما AB تعرف بالمسافة المائلة والمسافة بين مسقط النقطة A على المستوى الأفقي 'A والنقطة B هي المسافة الأفقية 'BA كما في الشكل (3-1) وهي ما نحتاجه في الأعمال المساحية لعمل الخرائط التفصيلأتية. أما المسافة 'AA فهي المسافة الرأسية أو فرق الارتفاع بين النقطتين.



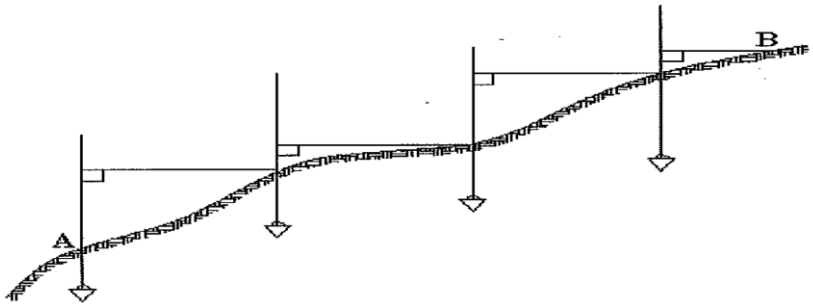
الشكل (3-1) المسافة الأفقية بين النقطتين A و B.

1.2.3 قياس المسافات الأفقية

يمكن التمييز بين طريقتين رئيستين في قياس المسافات الأفقية وهما:

1- الطريقة المباشرة

في هذه الطريقة، يجري قياس المسافات بين مختلف النقاط بشكل مباشر ووفق خطوط أفقية ففي الحالات التي تكون فيها النقاط متباعدة أو طبيعة سطح الأرض وعرة، فإنه يتم تجزئة المسافة الواحدة إلى أقسام عدة ثم تقاس المسافة الأفقية لكل قسم ثم تجمع بعضها مع بعض لتشكل معاً المسافة الأفقية المطلوبة، والشكل (3−2) يبين حالة نقاط متباعدة وطبيعة سطح الأرض وعرة.

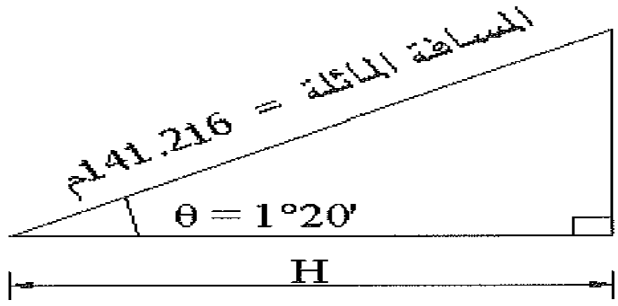


الشكل (3−2) قياس المسافات على مراحل في حالة المنحدرات

2. الطريقة غير المباشرة:

تعتمد هذه الطريقة على تعيين المسافة الأفقية من خلال قياسات لعناصر أو وسائط ترتبط بالمسافة الأفقية ومن ثم حساب المسافة الأفقية باستخدام العلاقات الرياضية، فعلى سبيل المثال من خلال قياس المسافة المائلة S وزاوية الميل الرأسية θ. تحسب المسافة الأفقية H منهما حسب العلاقة (1−3) والشكل (3−3) يوضح هذه العلاقة:

$$H = S.\cos\theta \qquad (1-3)$$



الشكل (3−3) العلاقة بين المسافة المائلة والمسافة الأفقية

2.2.3 الطرق المباشرة في قياس المسافات:

ثمة وسائل تقريبية ودقيقة عدة يمكن استخدامها في قياس المسافات بشكل مباشر وتفضيل إحداهما على الأخرى يعتمد على درجة الدقة المطلوبة وطبيعة منطقة القياس والإمكانيات المتوفرة من حيث الأجهزة والعاملون عليها، ومن بين الطرق المباشرة الرئيسة المستخدمة في قياس المسافات الطرق الآتية:

1.قياس المسافات باستخدام الخطوة (pacing):

إن طريقة قياس المسافات بالخطوة من أسرع الطرق التقريبية المستخدمة في تقدير المسافات ومن المفضل أن يقتصر استخدام هذه الطريقة على حالات المسافات القصيرة التي لا تتجاوز المائة متر.

وتستخدم عندما تكون القياسات التقريبية مقبولة كما في عملية المسح الاستطلاعي والمسح المبدئي.

إن دقة الخطوة تعتمد على التمرين والخبرة وعلى نوع وطبيعة الأرض التي يجري عليها القياس.

من المفيد أن يتدرب المساح على تحديد مقدار خطواته بأقصى دقة ممكنة ومن أجل ذلك يفضل أن تكون الخطوة طبيعية ما أمكن.

بدلاً من هذا يتوجب على المساح السير الطبيعي مرات عدة بين نقطتين على مسافة معلومة (مائة متر على الأقل) من بعضهما ثم حساب معدل عدد الخطوات اللازمة لقطع تلك المسافة وبتقسيم المسافة المعلومة على معدل عدد الخطوات ينتج طول أو مقدار الخطوة الطبيعية الواحدة والخاصة بذلك المساح.

لإجراء عملية العد لخطوات، يمكن استعمال أداة بسيطة يطلق عليها passometer حيث تعلق بشكل رأسي في الجيب عند الشروع في القياس.

وهناك بعض الأجهزة مثل الـ pedometer التي يجرى تحديد معدل طول الخطوة عليها قبل البدء في السير ثم تعلق بشكل رأسي في جيب المساح وبعد الانتهاء من قطع المسافة بين النقطتين يعطي الجهاز مقدار هذه المسافة.

وتختلف مسافة الخطوة من شخص إلى آخر وكذلك من وقت لآخر ومن موقع لآخر. وحسب طبيعة الأرض من حيث السهولة والوعورة...الخ، كل ذلك يؤثر في مقدار الخطوة الواحدة.

إن المساح الجيد والممارس للقياس بالخطوات يمكنه تحقيق دقة تصل من 1/50 إلى 1/100.

وفي الحالات التي تجري فيها القياسات على أرض سهلة ومنبسطة يمكن تحقيق دقة أفضل من ذلك، وخلاصة القول فإن القياس بالخطوات عمل سريع ورخيص ولا يحتاج إلى أجهزة أو خبرة طويلة أو تدريب شاق وبالآتي يفضل دائماً أخذه بعين الاعتبار حسب ظروف العمل المساحي وشروطه ومتطلباته.

2. قياس المسافات بواسطة الأشرطة (Tapes):

يُعد القياس بواسطة الشريط الشكل (3-4) أفضل ما يستعمل للقياس المباشر والشريط يكون إما من القماش أو من الصلب.

الشكل (3-4) شريط القياس

أ- الشريط الكتاني:

عبارة عن شريط من القماش المقوى بأسلاك رفيعة من البرونز (Bronze) أو النحاس الأصفر (Brass) والأحمر (Copper) يطلق على هذا الشريط أحياناً المعدني MetallicTape لاحتوائه على الأسلاك المعدنية بهدف تقويته ولتقييد التشوه الناتج لكثرة الاستخدام والاستعمال والرطوبة.

يوجد الشريط الكتاني على أشكال وأطوال متعددة مثل 10 متر, 15 متر, 20 متر, 25 متر, 30 متر, 50 متر، أما عرضه فيتراوح بين 1,5-1 سنتيمتر.

إن تدريجات الأشرطة الكتانية إما أن تكوم وفق النظام المتري أي بالسنتيمترات والديسيمترات والأمتار، أو وفق النظام البريطاني أي بالإنشات (Inches) والأقدام (Feet) يلف الشريط الكتاني داخل علبة بلاستيكية أو جلدية وينتهي بحلقة نحاسية تمنع دخوله الكلي فيها.

ومن مميزات الشريط الكتاني:

- خفة وزنه
- سهولة حمله
- عدم تعرضه للكسر نتيجة احتمال مرور السيارات أو القاطرات الحديدية فوقه

ومن مساوئ الشريط الكتاني:

- انكماش وتمدد أليافه، إذ تتأثر كثيراً بالعوامل الجوية من حرارة ورطوبة وكذلك يصعب شده وجعله مستقيماً في أيام الريح حيث يتطلب ذلك قوة شد إضافية قد تؤدي إلى قطعه أو زيادة طوله نتيجة تمدد أليافه.

ب- الشريط الفولاذي:

تُعد الأشرطة الفولاذية من أفضل الأشرطة المستخدمة في أعمال المساحة نظراً لصلابتها ودقتها وخفة وزنها وسهولة حملها وقلة تمددها وانكماشها بتأثير العوامل الجوية، وأطوالها تتراوح بين 1 متر و300 متر أو 3 أقدام و1000 قدم والأكثر شيوعاً هو الشريط ذو الطول 30 متر أو 100 قدم وعرض الشريط المعدني يتراوح بين 0,5 سم و1 سم.

أما نظام التدرج فبعضها مدرج حسب النظام المتري إلى سنتيمترات وديسيمترات وأمتار بالإضافة إلى أن المتر الأول والأخير قد يحتويان على تقسيمات ميأتيمتريه والبعض الآخر مدرج حسب النظام البريطاني إلى إنشات (Inches) وأقدام (Feet).

من مساوئ الأشرطة الفولاذية أنها:

- حساسة ويمكن كسرها بسهولة إذا أسيء استعمالها

- معرضه للصدأ عند الرطوبة الزائدة

ج- شريط الأنفار Invar Tape

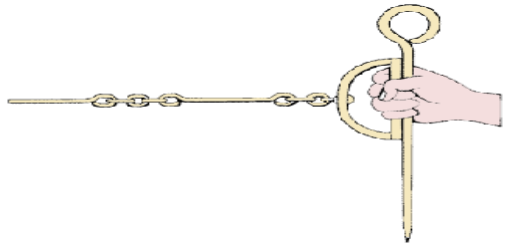
يُعد شريط الأنفار من أدق الأشرطة الكتانية مقارنة بالأشرطة الصلبة وهو مصنوع من مادتي الفولاذ Steel ب 65% والنيكل Nickel ب 35% ويمتاز نسبياً بعدم حساسيته (تأثره) لتغيرات درجات الحرارة كما أنه لا يصدأ.

يبلغ عرض هذا الشريط حوالي 6 مم ويوجد بعدة أطوال مثل 30 متر و100 متر (الطول 100 متر هو الأكثر شيوعا).

يستعمل شريط الأنفار عادة في أعمال المساحة الدقيقة جداً كقياس أطوال الخطوط الأساسية في عملية التثليث (**Triangulation**).

3.2.3 الأدوات المساعدة في قياس المسافات

1- **الشوكة أو السهم:** هي عبارة عن قطعة من الحديد أو الصلب طولها حوالي 30 سم وسمكها يتراوح ما بين 3- 6 ملم يكون أحد طرفيها مدبب لتسهيل غرسها في الأرض والطرف الآخر على شكل حلقة مستديرة تستخدم كمقبض وتستعمل في بيان عدد مرات القياس بالشريط أو الجنزير والشكل (3-5) يوضح شكل الشوكة.

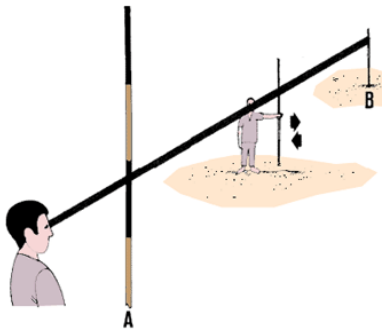


الشكل (3-5) السهم ومقبض الجنزيرة

2- **الشاخص:** وهو عمود أسطواني من الخشب أو الحديد قطره في حدود 5سم وطوله يتراوح بين 1.5 متر و3 متر وأحد طرفيه مدبب لتسهيل عملية غرسه في الأرض، الشكل (3-6)، ويتم طلاؤه بلونين أحمر وأسود أو بلونين أحمر وأبيض وربما يتم ربط راية أو علم في أعلاه حتى تسهل رؤيته من مسافات بعيدة.

الشكل (3–6) الشاخص – عمود مدبب عند أحد طرفيه.

ويستخدم الشاخص في تعيين اتجاهات الخطوط على الطبيعة وهو ما يعرف بعملية التوجيه، ويوضح الشكل (3–7) شاخصين مثبتين عند نقطتي الخط A و B وآخر بينهما لعملية التوجيه.



الشكل (3–7) الشاخص يستعمل في عمل التوجيه

3– **الوتد:** وهو قطعة من الخشب بشكل أسطواني أو منشوري بطول 20 إلى 30 سم مدببة من أحد طرفيها للغرس في الأرض الشكل (3–8). يستعمل الوتد في الدلالة على النقطة الثابتة التي دائماً ما تكون أحد طرفي الخط المساحي.

الشكل (3–8) حزمة أوتاد خشبية

4- **الشاقول:** وهو عبارة عن ثقل مخروطي الشكل مربوط بخيط متين لتعليقه رأسياً ويستعمل في عملية التسامت الشكل (3-9).

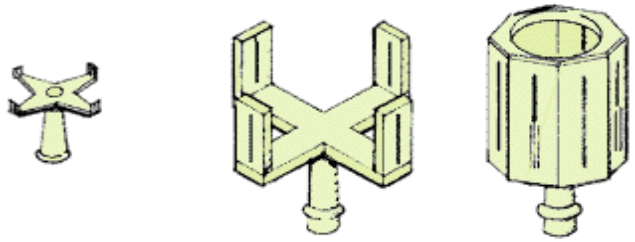
الشكل (3-9) الشاقول – ثقل مخروطي بطرف الخيط

وثمة أدوات تستخدم في إنشاء وإسقاط الأعمدة (الخطوط العمودية) على الخطوط المساحية الأساسية تُعد مهمة في عمليات رفع التفاصيل باستخدام قياس المسافات وفي عمليات قياس المسافات عند وجود عوائق للقياس.

3.3 الأدوات المستخدمة في إقامة وإسقاط الأعمدة:

1- المثلث المساح:

هو عبارة عن أذرع متعامدة على كل ذراع فتحة طولية. يتم النظر والتوجيه من خلال كل شرخين متقابلين. وثمة تصميمات مختلفة لهذا الجهاز مثل المثلث المكشوف (أو الرأس المعدنية) والرأس ذي الثمانية أوجه، وتسمى الرأس المثمنة الشكل (3-10).



الرأس المثمنة الرأس المعدنية ذات الذراعين المتعامدين

الشكل (3-10) المثلث المساح

2- **المثلث ذو المرآة:**

ويتركب من أسطوانة بها ثلاث فتحات ومرآتين مثبتتين بزاوية 45 درجة الشكل (3-11) وهو أكثر دقة من المثلث المساح.

الشكل (3-11) المثلث ذو المرآة

3- **المنشور المرئي:**

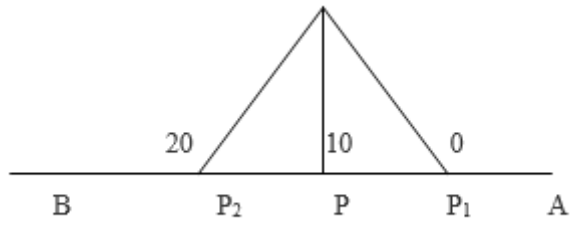
المنشور المرئي شبيه في تصميمه بالمثلث ذو المرآة إلا أن المرآتين تم استبدالهما بمنشور خماسي الأوجه له وجهان متعامدان ووجهان آخران بينهما زاوية 45 درجة الشكل (3-12)، وهو أيضاً أكثر دقة من المثلث المساح.

الشكل (3-12) المنشور المرئي

1.3.3 استخدام الشريط والجنزير في إقامة الأعمدة:

1) **طريقة المنصف العمودي للخط:** إذا كان المطلوب هو إقامة عمود من النقطة P التي تقع على الخط AB الذي عليه الجنزير الشكل (3-13) فنتبع الخطوات الآتية:

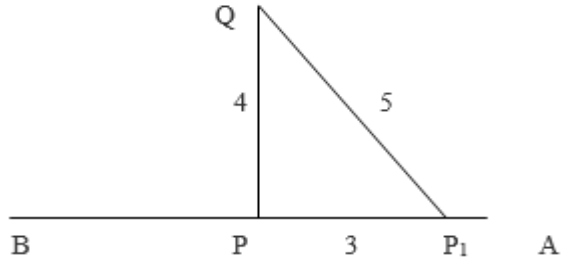
نقيس مسافتين متساويتين من P على الخط AB في اتجاه كل من A وB هما PP1 وPP2 بحيث: $PP1 = PP2$



الشكل (3–13) إقامة عمود PQ من النقطة P على الخط AB.

نثبت صفر الشريط عند النقطة P1 ونهايته في النقطة P2 ثم نشد الشريط من منتصفه فنحدد النقطة Q فيكون PQ هو العمود المطلوب إقامته.

2) **طريقة المثلث قائم الزاوية:** يمكن أيضاً استخدام طريقة المثلث قائم الزاوية الذي أطوال أضلاعه هي: 3 و4 و5 متر فنفرد الشريط بطول 12 متر (هي مجموع أطوال أضلاع المثلث) ونثبت صفر الشريط عند النقطة P1 التي تبعد عن P المراد إقامة العمود منها مسافة 3 متر على الخط AB. ثم نثبت القراءة 3 متر في نقطة P والقراءة 12 متر عند النقطة P1 ونشد الشريط جيداً عند القراءة 7 متر فنحصل على نقطة Q الشكل (3–14) ويكون PQ هو العمود المطلوب.



الشكل (3–14) طريقة المثلث قائم الزاوية لإقامة العمود من النقطة

4.3 الأخطاء التي تؤثر في قياس المسافات بشريط القياس:

- **أخطاء طبيعية**

تنجم في الغالب عن التفاوت في الأحوال الجوية من حرارة ورطوبة بين تلك السائدة أثناء القياس في الحقل وبين القيم التي تم تعيير وتدريج الشريط بموجبها. ومن هذه الأخطاء خطأ تمدد الشريط، فعند استخدام الأشرطة المعدنية بالقياسات المباشرة للمسافات فإنها بشكل عام تتأثر بدرجات الحرارة. إذ يتم تعيير الشريط الفولاذي بشكل عام بدرجة ° 20 وإذا تم القياس بدرجة حرارة مختلفة فيتمدد الشريط أو يتقلص ويعطي خطأ نظامياً فإذا اعتبرنا أن الشريط مصنوع من معدن عامل تمدده الخطي γ وطوله L ودرجة حرارة التعيير t_0 وتم استخدامه بدرجة حرارة t فتمدد أو تقلص الشريط يعطى عندها بالعلاقة الآتية:

$$\Delta L = \gamma . L\ (t - t_0) \qquad (2-3)$$

•أخطاء شخصية:

تعود في معظمها إلى عدم الانتباه ونقص الخبرة والكفاءة وفي أحيان كثيرة إلى ظروف نفسية ومادية معينة.

• أخطاء آلية:

إن الأشرطة المستعملة في القياس وذات الأطوال والأنواع المختلفة ، لا يكون طولها دقيقاً ومطابقاً لطولها الحقيقي تماماً نتيجة لخطأ بالصنع مما ينتج عن ذلك خطأ نظامي ثابت يتراكم بتكرار القياسات ويمكننا تلافي هذا الخطأ بتعيير الشريط أي بمقارنته مع قياس يُعد صحيحاً ومضبوطاً تماماً ومن ثم أخذ خطأ التعيير بعين الاعتبار.

5.3 الطرق غير المباشرة في قياس المسافات:

توجد العديد من الطرق غير المباشرة لقياس المسافة الأفقية وذلك حسب الأجهزة والتقنيات المستخدمة في عملية القياس، وحسب الوسائط التي يتم من خلالها قياس المسافة الأفقية، ومن أشهر هذه الطرق:

- الطرق الستاديمترية في قياس المسافات الأفقية
- قياس المسافات الأفقية بالأجهزة الالكترونية

1.5.3 الطرق الستاديمترية في قياس المسافات الأفقية:

في هذه الطرق يتم قياس المسافة الأفقية باستخدام جهاز النيفو أو جهاز التيودوليت والميرا وفيها يتم قياس المسافة الأفقية بين الجهاز المساحي والميرا اعتماداً على نظرية رايخنباخ والتي

تنص: إن المجال المحدود بمساقط الخطوط الستاديمترية على الميرا يتناسب مع المسافة الأفقية بين الميرا والمحرق الخارجي للعدسة الجسمية في النظارة المساحية.

إن هذه الطريقة لم تعد مستخدمة بشكل أساسي في قياس المسافات الأفقية في الأعمال المساحية ولذلك لن نتطرق إلى شرحها بالتفصيل.

2.5.3 قياس المسافات إلكترونياً:

تطورت الأجهزة الإلكترونية لقياس المسافات تطوراً سريعاً منذ بداية الخمسينات خصوصاً بعد استخدام أول جهاز الكتروني لقياس المسافات عام 1950م ويدعى جيوديمتر (Geodimeter) والذي يعتمد على إرسال الأشعة الضوئية.

ومن مميزات الأجهزة الإلكترونية لقياس المسافات هي:

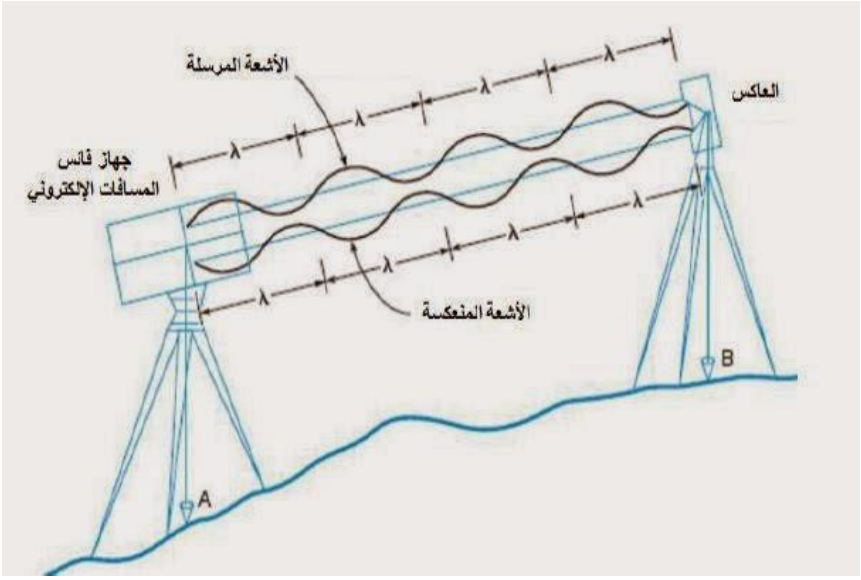
- دقتها العالية وعدم الحاجة إلى جهد أو وقت كبير.
- استخدامها في الأماكن التي يصعب عبورها أو يستحيل استعمال الشريط فيها.
- استعمالها ليلاً ونهاراً وفي الظروف الجوية الصعبة كحالة وجود الضباب أو الأمطار.
- قدرتها على قياس المسافات الطويلة بسهولة وفي وقت قصير.

وتختلف الأجهزة الإلكترونية لقياس المسافات عن بعضها من حيث الأشعة المستعملة، فبعض هذه الأجهزة تستعمل الأشعة الضوئية أو تحت الحمراء أو أشعة الليزر، وبعضها الآخر يستعمل الأشعة ذات الموجات المتناهية القصر (المايكروويف Microwaves) وتوجد أشكال متعددة من الأجهزة الإلكترونية تعمل على الموجات الضوئية المعدلة Modulated Light Waves والموجات اللاسلكية المعدلة Modulated Radio Waves

وفيما يأتي سنقوم بشرح المبدأ العام والطريقة المتبعة في قياس المسافات إلكترونياً باستخدام جهاز المحطة الشاملة Total station والذي يتألف عملياً من ثلاثة أجهزة مجتمعة معاً وهي جهاز التيودوليت والذي يستخدم لقياس الزوايا، وقائس مسافات الكتروني EDM، ووحدة معالجة مركزية مخصصة لمعالجة الأرصاد المساحية وتحويلها إلى معلومات مساحية مفيدة.

ويلزم عند استخدام بعض أنواع أجهزة المحطة الشاملة في قياس المسافات استخدام عاكس ضوئي وهو عبارة عن موشور أو مجموعة مواشير عاكسة تقوم بعكس الأشعة المرسلة من جهاز EDM، الذي يقوم بدور جهاز الإرسال وجهاز الاستقبال.

يعتمد مبدأ قياس المسافات بواسطة قائس المسافات الالكتروني على إطلاق حزمة ضوئية ذات تردد معدل باتجاه العاكس الضوئي والذي يقوم بعكس هذه الحزمة إلى جهاز القياس، يقوم الجهاز بقياس الزمن الذي تقطع به الحزمة الضوئية المسافة المقاسة من الجهاز للعاكس ذهاباً وإياباً، كما يوضح الشكل (3–15).



الشكل (3–15) قياس المسافات بجهاز EDM

وبمعرفة سرعة انتشار الحزمة الضوئية في الهواء والزمن المقاس ذهاباً وإياباً تحسب المسافة المقيسة المائلة بين الجهاز والعاكس بالعلاقة الآتية:

$$s = \frac{v.t}{2} \qquad (3-3)$$

حيث: v سرعة انتشار الحزمة الضوئية

t الزمن الذي استغرقته الحزمة ذهاباً وإياباً

ويمكن تلخيص الخطوات المتبعة عند قياس المسافات بين نقطتين A و B باستخدام جهاز المحطة الشاملة وفق ما يأتي:

1– نقوم بتركيز جهاز المحطة الشاملة فوق النقطة A ونقوم بعملية التمركز الضوئي من خلال الجهاز بحيث يصبح مركز الجهاز ومركز القياس مارً من شاقول النقطة A

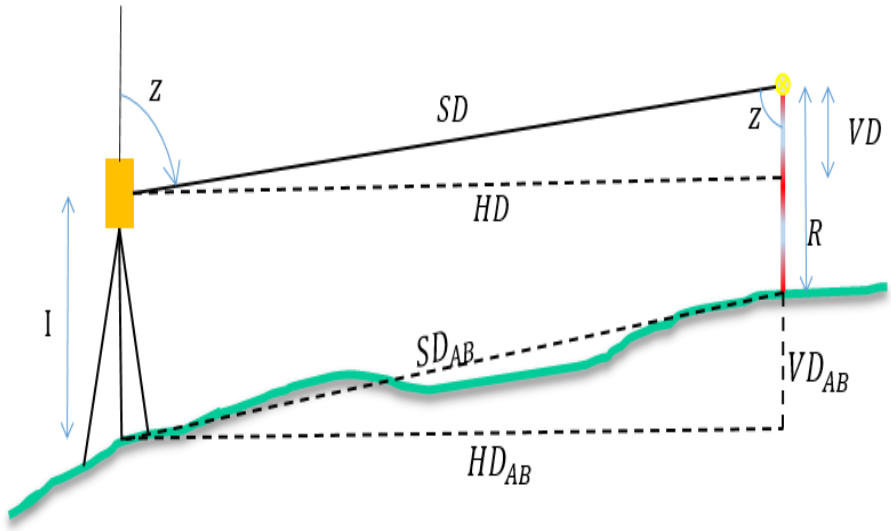
ونضبط افقية الجهاز بشكل صحيح من خلال ضبط الزئبقيات بشكل دقيق ونقيس ارتفاع الجهاز I فوق النقطة A.

2- نضع العاكس فوق النقطة B وبشكل شاقولي تماماً ونقيس ارتفاع العاكس R.

3- نرصد من خلال الجهاز مركز العاكس أو مركز المواشير المثبتة فوق النقطة B وذلك بجعل تقاطع خطوط المحكم في نظارة الجهاز منطبقة على مركز العاكس.

4- نقوم بإعطاء الجهاز أمر قياس المسافات من خلال أزرار الأوامر في الجهاز فتظهر المسافات على شاشة الجهاز.

إن القياسات التي تتم أثناء عملية الرصد هي قياس المسافة المائلة SD وفق مسار الحزمة الضوئية بين مركز الجهاز ومركز العاكس والتي يتم حسابها وفق المعادلة (3-3)، ويتم أيضاً قياس الزاوية السمتية Z وهي الزاوية الرأسية بين الشاقول المار بمركز الجهاز وبين اتجاه الرصد نحو مركز العاكس، والشكل (3-16) يوضح خطوات القياس باستخدام جهاز المحطة الشاملة.



الشكل (3-16) قياس المسافات بجهاز المحطة الشاملة

وباستخدام هذه القياسات يقوم الجهاز من خلال وحدة المعالجة بحساب المسافة الافقية والمسافة الشاقولية بين مركز الجهاز ومركز العاكس وفق العلاقات الآتية:

$$HD = SD * \sin Z \qquad (4-3)$$

$$VD = SD * \cos Z \qquad (5-3)$$

حيث:

SD المسافة المائلة بين مركز الجهاز ومركز العاكس.

HD المسافة الأفقية بين مركز الجهاز ومركز العاكس.

VD المسافة الشاقولية بين مركز الجهاز ومركز العاكس

وبما أن مركز الجهاز على شاقول النقطة A ومركز العاكس على شاقول النقطة B يمكننا حساب المسافات بين النقطتين A وB على الأرض الطبيعية وفق العلاقات:

$$HD_{AB} = HD \qquad (6-3)$$

$$VD_{AB} = SD * \cos Z + \mathrm{I} - R \qquad (7-3)$$

$$SD_{AB} = \sqrt{HD_{AB}^2 + VD_{AB}^2} \qquad (8-3)$$

ومع التطور التقني والالكتروني ظهرت في الفترة الأخيرة أجهزة محطة شاملة تحتوي قائس مسافات الكتروني يستخدم حزماً ضوئية تمكننا من قياس المسافات بدون استخدام العاكس الضوئي.

ويمكن تصنيف أجهزة قياس المسافات إلكترونياً تبعاً لمدى القياس أو تبعا لطول الموجة الكهرومغناطيسية المرسلة.

1.2.5.3 التصنيف تبعاً لمدى القياس:

1- أجهزة قياس المسافات الإلكترونية قصيرة المدى:

تستعمل لأطوال في حدود 3 كيلومتر وتمتاز هذه الأجهزة بأنها:

- سهولة الاستعمال وسهولة القراءة منها
- خفيفة الوزن
- يمكن تركيبها مع جهاز قياس للزوايا (التيودوليت) كواحدة واحدة.

ويتم استخدام هذه الأجهزة في الاعمال المساحية التقليدية كالرفع والتوقيع الطبوغرافي والفرز العقاري ومختلف الأعمال المساحية في المشاريع الهندسية.

2- أجهزة قياس المسافات الإلكترونية المتوسطة المدى:

يبلغ مدى هذه الأجهزة عشرات الأميال وتعمل على أنواع مختلفة من الطاقة ومن بينها الموجات الدقيقة التي يتراوح طولها من 1 مم إلى 20 سم وتصل ذبذباتها إلى آلاف الملايين من الدورات في الثانية.

ويناسب هذا النوع من الأجهزة متوسطة المدى، أعمال المساحة الجيوديزية (شبكات المثلثات الدقيقة مثلاً) وبعض المشاريع الهندسية المهمة.

3- أجهزة قياس المسافات الإلكترونية بعيدة المدى

يبلغ مدى هذه الأجهزة عدة كيلو مترات وتعمل على الليزر والموجات الدقيقة وهناك أيضاً مجموعة من الأجهزة ذات المدى البعيد تعمل على الموجات اللاسلكية الطويلة ويغلب استعمال هذه الأجهزة في أعمال الملاحة والبحرية وبعض الأعمال الأخرى التي تحتاج إلى قياس مسافات بعيدة.

2.2.5.3 التصنيف تبعاً لطول الموجة المغناطيسية المستخدمة:

يمكن تصنيف أجهزة قياس المسافات إلكترونياً تبعاً لطول الموجة للطاقة المستخدمة كما يأتي:

1- أجهزة القياس الكهرو بصرية

وتستخدم أمواج ضوئية معدّلة بطول يتراوح تقريباً بين 0.4 إلى 0.9 ميكرومتر وهي تشمل بذلك أشعة الضوء المرئية والأشعة تحت الحمراء المعدّلة.

2- أجهزة القياس الإلكترونية التي تعمل على الموجات الدقيقة

هذه الأجهزة تستخدم أمواجاً دقيقة تتراوح أطوالها بين 0.8 إلى 10 cm.

3- أجهزة القياس الإلكترونية التي تعمل على الموجات اللاسلكية الطويلة

يبلغ طول الأمواج اللاسلكية المستخدمة في هذا النوع من الأجهزة حوالي كيلو متر واحد.

3.5.3 الأخطاء المرتكبة عند قياس المسافات باستخدام الأجهزة الالكترونية:

عند استخدام الأجهزة الإلكترونية في الأعمال المساحية لابد من التميز بين نوعين من الأخطاء التي تتعرض لها القياسات ويعبر عنها من خلال الأجهزة وهذه الأخطاء هي:

خطأ ثابت: كافة الأجهزة الالكترونية تعاني منه وهو صغير نسبياً وتتراوح قيمته حسب نوع الجهاز الإلكتروني المستخدم من (2-10 mm) وهذا ما يكون مرفقاً بنشرة استخدام الجهاز واستعلامات الاستخدام.

خطأ متغير: وهذا الخطأ يتناسب مع مقدار المسافة المقاسة وتختلف قيمته أيضاً من جهاز إلى آخر حسب نوع الجهاز ودقته وبشكل عام تتراوح قيمته من جزأين إلى عشرة أجزاء من المليون ويعبر عنه بالشكل الآتي: (2−10) parts permillion (p pm)

ان لقيمة الخطأ الثابت تأثير أكثر على دقة قياس المسافات القصيرة، من تأثيره على دقة قياس المسافات الطويلة حيث تصبح قيمة هذا الخطأ صغيرة نسبيا بازدياد المسافة المقاسة، بينما الخطأ المتغير يزداد مع ازدياد المسافة المقاسة.

لتكن لدينا مسافة مقدارها 100 m وقمنا بقياسها بقائس مسافات الكتروني ذي خطأ ثابت 1 cm والمتغير 5 ppm لنحسب الخطأ المتغير في هذه المسافة فنجد:

$$\frac{5}{1000000} * 100\ m = \mp 0.0005\ m = \mp 0.05\ cm$$

في حين أن الخطأ الثابت هو 1cm فيكون مجموع الخطأ على المسافة المقيسة يساوي 1.05 cm

إن الخطأ الثابت للجهاز الالكتروني ناتج بشكل أساسي عن عدم تمركز مركز إرسال الموجات الكهرومغناطيسية في الجهاز الالكتروني فوق محطة القياس بشكل شاقولي وكذلك عدم تمركز المركز البصري للعاكس رأسيا فوق النقطة المرصودة.

إن أجهزة القياس الالكتروني للمسافات تستخدم موجات بذبذبات معدلة ثابتة وبالآتي عند تغير سرعة انتشار الضوء أو الموجات الحاملة في الوسط الهوائي للقياس نتيجة تغير الشروط الجوية المحيطة من ضغط وحرارة ورطوبة قد يؤدي إلى تغير طول الموجة المستخدمة في القياس، إذا فالتغير في الشروط الجوية المحيطة يؤدي إلى حدوث أخطاء في قياس المسافات، ويجب إدخال تصحيحات هذه الأخطاء على المسافات المقاسة، حيث تزود الأجهزة الالكترونية بجداول ومخططات تعطي مقدار التصحيحات للشروط الجوية بدلالة الضغط ودرجة الحرارة.

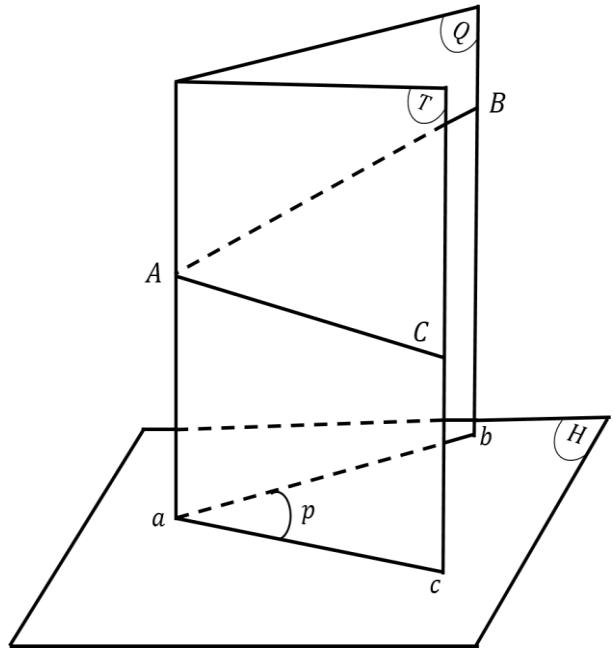
6.3 قياس الزوايا:

تُعد عملية قياس الاتجاهات والزوايا، سواء الأفقية منها والشاقولية من المواضيع المهمة جداً في علم المساحة، وذلك لأنها ترتبط ارتباطاً وثيقاً بعملية حساب إحداثيات النقاط على سطح الأرض والتي تشكل بدورها العمود الفقري لهذا العلم، وفيما يأتي سنتعرف على أنواع الزوايا المقاسة

في الاعمال المساحية والأجهزة المستخدمة لقياسها، والطرق المتبعة في عملية القياس، والأخطاء التي تؤثر على نتائج قياس الزوايا وطرق التخفيف منها.

1.6.3 قياس الزاوية الأفقية:

الزاوية الأفقية بين الاتجاهين AC, AB بالتعريف هي الزاوية الكائنة بين المستوين الشاقولين، حيث المستوي الأول يضم شاقول النقطة A وشاقول النقطة B والمستوي الثاني يضم شاقول النقطة A وشاقول النقطة C، كما في الشكل (3–17) وعند البحث في طرق قياس الزوايا الأفقية نجد لكل طريقة ميزاتها وعيوبها ويتوقف اختيار الطريقة على الدقة المطلوبة وعند القيام بقياس الزوايا الأفقية يجب العمل على التغلب على الأخطاء الشخصية والآلية والتقليل من تأثير الأخطاء النظامية الناتجة عن اختلاف الظروف الطبيعية المحيطة بالقياس.



الشكل (3–17) الزاوية الأفقية

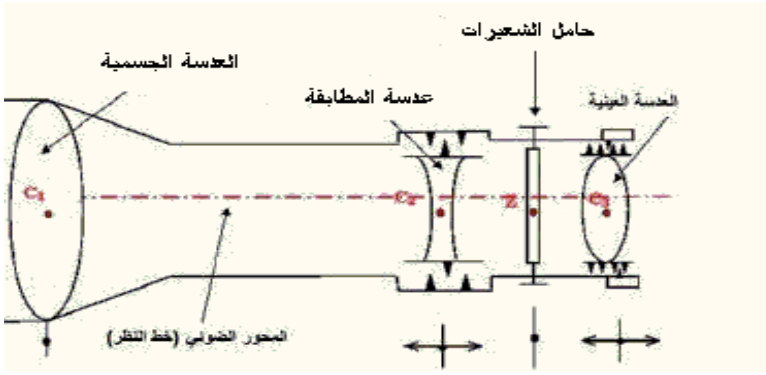
2.6.3 الأجهزة المستخدمة في قياس الزوايا:

تطورت الأجهزة المساحية المستخدمة في قياس الزوايا بشكل متزامن مع التطور التقني الحاصل، حيث كان يتم قياس الزوايا بأدوات بسيطة كالبوصلة مثلا، إلى أن تم اختراع جهاز

التيودوليت الذي أصبح مستخدماً بشكل أساسي في قياس الزوايا. يوجد للتيودوليت أنواع مختلف منها التيودوليت العادي والتيودوليت الرقمي وقد أصبحت هذه الأجهزة نادرة الاستخدام بعد ظهور أجهزة المحطة الشاملة total station، والذي هو عبارة عن تيودوليت رقمي مزود بقائس مسافات الكتروني، وفيما يأتي سنتعرف على أهم المكونات الرئيسة للأجهزة المساحية:

1.2.6.3 النظارة المساحية:

إن النظارات المستعملة في الأجهزة المساحية هي أحد أشكال النظارات الفلكية وتتألف من جملتين ضوئيتين متمركزتين، الجملة الأولى تسمى بالجسمية والجملة الثانية تسمى بالعينية وهما مركبتان ضمن هيكل بطريقة يكون فيها محوراهما متطابقان كما هو مبين بالشكل (3-18).

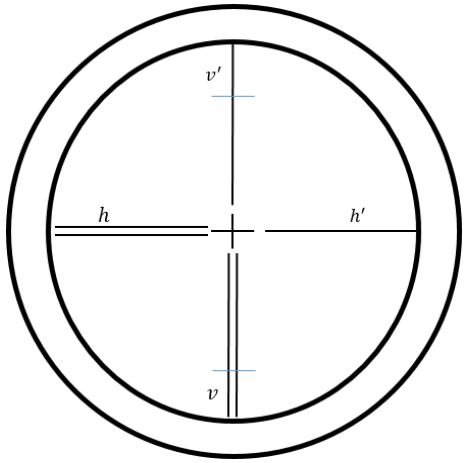


الشكل (3-18) مكونات النظارة المساحية

2.2.6.3 المحكم:

تجهز النظارات المساحية بالإضافة للجسمية والعينية بمحكم وهو عبارة عن حلقة معدنية تثبت فيها صفيحة زجاجية ذوات أوجه متوازية محفور عليها خطأن متعامدان $\acute{h}\, h, \acute{v}v$ كما هو مبين في الشكل (3-19) ويسميان بخطوط المحكم أو الشعيرات، بحيث يكون مركز التعامد متمركزا مع محور الجسمية والعينية للنظارة وبالإضافة إلى ذلك يحوي المحكم على خطين موازيين للخط الأفقي يسميان بالخطين الستاديمترين وعندها تسمى النظارة بالنظارة الساديمترية.

الشكل (3-19) خطوط المحكم



نسمي المحور الواصل بين مركز الجسمية ونقطة تقاطع خطوط المحكم بالمحور الضوئي.

3.2.6.3 المطابقة:

لإجراء عملية المطابقة في النظارات المساحية يتم وضع عدسة مبعدة بين الجسمية والمحكم يمكن زلقها بواسطة لولب، ووظيفتها تطبيق الخيال النهائي للجسم على خيال المحكم لأننا بتحريكها نعدل المسافة المحرقية لمجموعة الجسمية والعدسة المبعدة ونقوم بتحريك العدسة حتى نرى خطي المحكم واضحين تماماً بعد هذه العملية نضبط موقع العينية والمحكم بالنسبة للجسمية فننظر إلى الجسم المراد رصده ورؤيته وبتحريك لولب الجسمية حتى نحصل على خيال واضح للجسم وعملية إظهار الخيال وخطوط المحكم بوضوح تسمى المطابقة.

4.2.6.3 الدائرة المقسمة (lambe):

يتم تزويد الأجهزة المساحية بدائرة مقسمة وهي عبارة عن قرص دائري من المعدن يسمى بالمقسم أو اللامب ومدرج محيطه مدرج بتدريجات متساوية البعد وترقم هذه التدريجات سواء بالجملة المئوية أو الجملة الستينية ويحدد ترقيمها باتجاه تزايد التدريجات ويكون هذا الاتجاه باتجاه دوران عقارب الساعة وتستعمل الدوائر المقسمة في أجهزة المساحة لقياس الزوايا ويكون المقسم متمركزاً مع قرص دائري ثاني يسمى الأليداد (Alidade) يحمل مؤشراً تجري القراءة وفقه إن النظارة المساحية تكون مثبته على أحد هذين القرصين وتدور معه بينما يبقى القرص الثاني ثابتاً ففي الدوائر المقسمة المخصصة لقياس الزوايا الأفقية تكون النظارة مثبته على الأليداد ويبقى

المقسم ثابتاً عند قياس الزوايا. يتم تقسيم الدوائر المقسمة عادةً $(0 - 400^{gr})$ أو $(0 - 360^{\circ})$ وهناك بعض الأجهزة المجهزة بالتدرجتين معاً حيث هناك إمكانية القياس بأحد النظاميين.

5.2.6.3 تكبير النظارة المساحية:

تكبير النظارة هو النسبة بين الزاوية التي نشاهد ضمنها الخيال في النظارة إلى الزاوية التي نشاهد الجسم المراقب بالعين المجردة أي أن:

$$u = \frac{\alpha}{\beta} \quad (9\text{-}3)$$

ومن المعروف في علم الضوء الهندسي أن العدسة تشكل لجسم يقع في اللانهاية خيالاً يقع في المحرق الخلفي لهذه العدسة والتي نرمز لبعدها المحرقي الخلفي fob وتشاهد العين الطبيعية السليمة الخيال واضحاً فيما إذا سقطت عليها أشعة متوازية وتحصل هذه الحالة في النظارة المساحية فيما إذا انطبق المحرق الأمامي للعينية والذي نرمز له بـ (fok) مع المحرق الخلفي للجسمية.

وعندما يحصل التطابق في هذه الحالة تسمى النظارة المساحية بالنظارة التلسكوبية وعندها بإمكاننا أن نكتب العلاقة بالشكل الآتي:

$$u = \frac{fob}{fok} \quad (10\text{-}3)$$

وتمتاز النظارة المساحية عادةً بأنها تمتلك أكثر من عينية ذات أبعاد محرقية مختلفة مما يسمح وحسب الضرورة تغيير تكبير النظارة وهذا يتعلق بقطر العينية وقطر الجسمية وعندها تصبح العلاقة (10-3) على النحو الآتي:

$$u = \frac{\alpha}{\beta} = \frac{fob}{fok} = \frac{D}{D_1}$$

حيث أن

$\boldsymbol{D}$ قطر فتحة جسمية النظارة

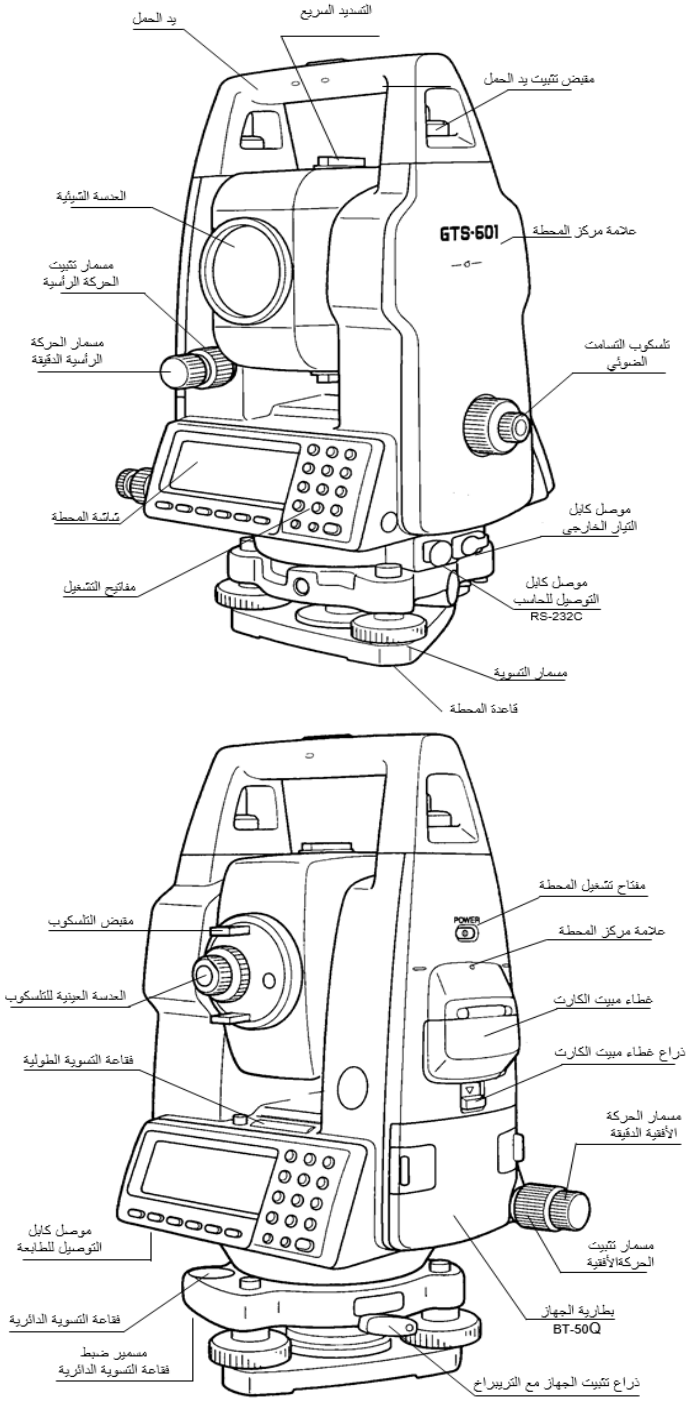
$\boldsymbol{D_1}$ قطر فتحة عينية النظارة

ويتراوح عادةٍ التكبير في النظارات المساحية من (20_60) مرة.

وأيضاً تزود الأجهزة المساحية بدائرة مقسمة شاقولية وتثبت بوضعية معينة متعلقة بمفهوم الزاوية الشاقولية وتستخدم الدائرة المقسمة الشاقولية لقياس الزوايا الشاقولية ويتم تثبيت الدائرة

المقسمة الشاقولية بشكل جيد مع النظارة المساحية بحيث تدور اللوحة مع دوران النظارة أما الأليداد فيبقى ثابتاً.

هذه المكونات السابقة هي أهم مكونات الأجهزة المساحية التي نستطيع من خلالها فهم المبدأ الرياضي لعمل هذه الأجهزة، والشكل (3–20) يوضح الأقسام الرئيسة لجهاز المحطة الشاملة من نوع TOPCN GTS 601–C.



الشكل (3-20) جهاز TOPCON GTS 601-C

3.6.3 طرق قياس الزوايا الأفقية:

قبل الحديث عن طرق قياس الزوايا الأفقية يجب التميز بين مفهوم الاتجاه الأفقي والزاوية الأفقية:

الاتجاه الأفقي: هو القيمة العددية الناتجة عن رصد اتجاه ما نحو علامة أو شارة مساحية أو نقطة محددة من سطح الأرض بواسطة منظار الجهاز المساحي انطلاقاً من نقطة التمركز بالجهاز، وتعبر هذه القيمة عن الفرق بين اتجاه الصفر على قرص المقسم لقياس الزوايا في الجهاز المساحي واتجاه الرصد.

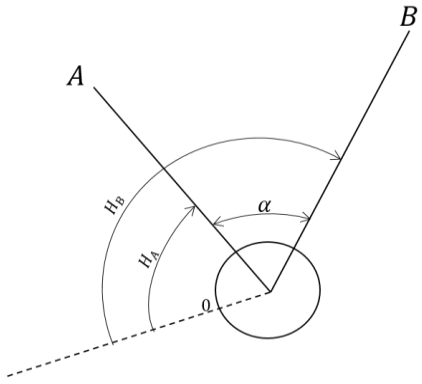
الزاوية الأفقية: هي الزاوية المحصورة بين اتجاهين أفقين مقيسين ونحصل عليها من طرح قيمتي هذين الاتجاهين من بعضهما بعضاً.

والشكل (21–3) يوضح هذين المفهومين حيث:

H_A الاتجاه الأفقي من مركز الجهاز باتجاه النقطة A

H_B الاتجاه الأفقي من مركز الجهاز باتجاه النقطة B

α الزاوية الأفقية بين الاتجاهين



الشكل (3–21) الاتجاه والزاوية الأفقية

وأهم طرق القياس المستخدمة لقياس الاتجاهات والزوايا الأفقية هي الطرق الآتية:

1.3.6.3 طريقة القياس البسيط:

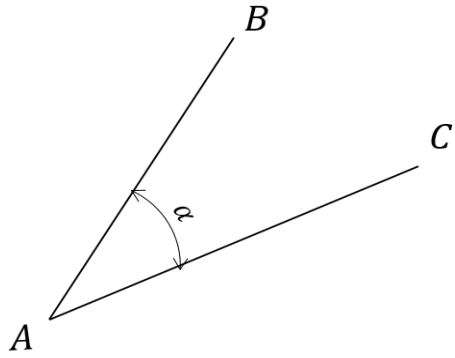
في هذه الطريقة وبعد ضبط الجهاز وإجراء التمركز الصحيح بحيث يصبح المحور الرئيسي للجهاز ماراً من نقطة التمركز وإجراء المطابقة لبيان النقطة المرصودة بشكل واضح يتم قياس الاتجاهات الأفقية انطلاقاً من نقطة التمركز الواحدة بالجهاز المساحي نحو كل شارتين مساحيتين

متجاورتين من مجموع الشارات المراد رصدها على حدى وبحيث تحسب قيمة الزاوية الواقعة بينهما من طرح قيمتي هذين الاتجاهين من بعضهما بعضاً.

فمثلا يتم قياس الزاوية الأفقية $\widehat{BAC}$ كما في الشكل (3−22) وفق الخطوات الآتية:

- نقوم بالتمركز فوق النقطة A ونضبط الجهاز بشكل كامل.
- نسدد على النقطة B ونأخذ القراءة ولتكن H_B.
- ثم ندور الجهاز ونسدد على النقطة C ونأخذ القراءة ولتكن H_C .
- وعندها تكون الزاوية الأفقية $\widehat{BAC}$ تساوي إلى:

$$\alpha = H_C - H_B$$



الشكل (3−22) طريقة القياس البسيط

وذلك على اعتبار أن المقسم مدرج مع عقارب الساعة، وهذه الطريقة تنطبق على الأجهزة العادية والأجهزة الالكترونية، حيث أنه في الأجهزة الالكترونية المتطورة أصبح هناك نظام لقياس الزوايا، فبمجرد إظهار هذا النظام على الشاشة يعطينا قيمة الاتجاه.

عند العمل بجهاز التيودوليت الالكتروني أو جهاز المحطة الشاملة فانه باستطاعتنا جعل قيمة أي اتجاه مقاس مساوية للصفر عن طريق زر التصفير الرقمي الموجود بالجهاز وبالآتي فإن قيمة الاتجاه التالي للاتجاه الصفري سوف يعبر عن قيمة الزاوية الأفقية الواقعة بين هذين الاتجاهين

وهناك إمكانية في الأجهزة الالكترونية لاختيار تزايد أرقام المقسم من الدوران مع عقارب الساعة إلى الدوران عكس عقارب الساعة أي نظام اليمين R إلى نظام اليسار L وذلك بالضغط على الزر R/L.

2.3.6.3 طريقة الدوران المضاعف:

تستخدم طريقة الدوران المضاعف في قياس الاتجاهات الأفقية من أجل حذف بعض الأخطاء النظامية في الأجهزة المساحية وللتخفيف من تأثير الأخطاء العرضية الناتجة عن تدريجات المقسم ولامركزية دوران الجهاز ومركزية المقسم الأفقي، وذلك بمضاعفة القياسات، فلقياس الاتجاه الأفقي AB المبين في الشكل (3−24) بالدوران المضاعف نقوم بإجراء الخطوات الآتية:

- نسدد على الهدف اليساري B ونأخذ القراءة m_d .
- ندور القسم المتحرك من الجهاز حول المحور الرئيسي الشاقولي بمقدار نصف دائرة (200 gr) وندور منظار الجهاز حول المحور الثانوي الأفقي ونعيد التوجيه حسب الاتجاه B ونجري القراءة من جديد ولتكن m_r .

إن الفرق بين القراءتين يجب أن يكون بمقدار 200 gr ولكن نجد عمليا هو:

$$(m_r - m_d) = 200^{gr} \pm \varepsilon \qquad (11-3)$$

حيث أن ε تمثل مجموع الأخطاء النظامية والعرضية على القراءة، وتكون قيمة القراءة النهائية للاتجاه هي القيمة الآتية:

$$m_b = \frac{m_d + (m_r \pm 200)}{2} \qquad (12-3)$$

حيث:

تستخدم إشارة (+) إذا كانت قيمة الاتجاه m_r اقل من قيمة الاتجاه m_d

وتستخدم إشارة (−) إذا كانت قيمة الاتجاه m_r اكبر من قيمة الاتجاه m_d

3.3.6.3 طريقة الإعادة أو التكرار:

تعني هذه الطريقة إعادة قياس الزاوية الواحدة بشكل متتالٍ عدداً قدره n من المرات بهدف المقارنة بين نتائج القياس وكذلك رفع دقتها وفي النهاية اعتماد المتوسطة الحسابية أو الموزونة كقيمة نهائية للزاوية المقاسة يتعلق عدد مرات القياس بالدقة المطلوبة من النتيجة.

فمثلاً لقياس الزاوية α الواقعة عند النقطة A والمحصورة بين الاتجاهين نحو كل من النقطتين (B,C) والمبينة في الشكل (3−22) عدداً من المرات قدره (n) مرة بطريقة التكرار، يتم ذلك وفق الخطوات الآتية:

- نقوم بالتمركز فوق النقطة A ونضبط الجهاز بشكل كامل.
- نقوم في البداية بتسديد نظارة الجهاز باتجاه النقطة B وجعل قيمة هذا الاتجاه صفرية $(m_1 = 0)$ عبر الأمر (0 set) من لوحة مفاتيح الجهاز.
- تحديد وضع تزايد القراءات على المقسم مع اتجاه عقارب الساعة R
- بعد ذلك وبالدوران مع حركة عقارب الساعة نأخذ القراءة على الاتجاه نحو النقطة C ونثبت قيمتها في الجهاز (بمن دون تدوينها) عبر الامر (hold).
- نعيد توجيه نظارة الجهاز نحو النقطة B مرة اخرى حيث تصبح قيمة الاتجاه نحوها في هذه الحالة m_2
- ونقوم بتحرير التثبيت ثم الدوران مرة اخرى مع عقارب الساعة والتسديد نحو C ثم أخذ قيمة الاتجاه m_3 عليها عندها يمكن حساب قيمة الزاوية α من العلاقة:

$$\alpha = \frac{(m_3 - m_1)}{2}$$

أما عندما يطلب إعادة القياس n مرة فإن عملية القياس السابقة تعاد بالأسلوب نفسه وتصبح القيمة النهائية لها هي:

$$\alpha = \frac{(m_n - m_1) + k.400}{n} \qquad (13-3)$$

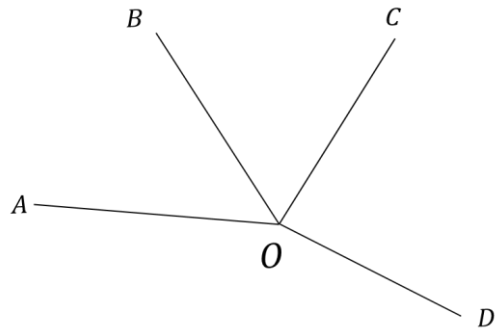
k عدد صحيح $(k = 0,1,2, \ldots.)$

m_n قيمة اخر قياس للاتجاه نحو النقطة C

وميزة هذه الطريقة هي تقسيم الأخطاء النظامية والعرضية لتدريجات المقسم حيث تؤدي إلى التخفيف من تأثير عدم انتظام تدريجات المقسم.

4.3.6.3 طريقة السلاسل:

في هذه الطريقة نقيس كل اتجاه مطلوب تعينه S مرة (عدد السلاسل) وفي كل مرة نغير توجيه المقسم بطريقة توزع فيها القراءات بانتظام على المقسم، لنفترض أننا نريد تعين الاتجاهات OA , OB , OC , OD ,..... من النقطة O كما هو مبين بالشكل (23-3).



الشكل (3−23) طريقة السلاسل

للحصول على قيمة لكل اتجاه نعطي المقسم توجيه وكل توجيه يختلف عن التوجيه السابق بالقيمة $\frac{400^{gr}}{S}$ يمكننا أن نضاعف عدد القياسات بإجراء عملية الدوران المضاعف وفي هذه الحالة نُعد سعات المقسم 200^{gr} و $\frac{200^{gr}}{S}$ (تباعد السلاسل) لتوزيع القراءات على تدريجاته.

لنفترض أننا اخترنا $S = 3$ وأننا سنجري عملية الدوران المضاعف، عندها يمكننا قياس الاتجاهات OA , OB , OC , OD بطريقة السلاسل وفق الخطوات الآتية:

- تبدأ عملية القياس بالتسديد بالوضع المباشر لنظارة الجهاز (قبل الدوران)، على النقطة A وإعطاء هذا الاتجاه قيمة الصفر باستخدام الامر (0 set) من لوحة مفاتيح الجهاز.
- ثم نقوم بتدوير الجهاز مع اتجاه عقارب الساعة حول محوره الشاقولي ونرصد النقاط B,C,D ونسجل القراءات عندها (في الوضع المباشر أيضاً).
- نقوم بعد ذلك بعملية الدوران المضاعف ونرصد النقطة D ثم نرصد النقاط C وB وA ونسجل القراءات عندها في الوضع العكسي (بعد الدوران).

إن مجموع القراءات التي نحصل عليها تسمى بالسلسلة.

- نقوم بعد ذلك برصد النقطة A وإعطاء مؤشر المقسم اتجاها جديدا عبر الامر (H set) ضمن لوحة مفاتيح الجهاز، وفي مثالنا تكون قيمة هذا الاتجاه هي:

$$\frac{200}{S} = \frac{200}{3} = 70$$

- ثم نقوم بتدوير الجهاز مع اتجاه عقارب الساعة حول محوره الشاقولي ونرصد النقاط B,C,D ونسجل القراءات عندها في الوضع المباشر ونجري عملية الدوران المضاعف ونعيد رصد النقاط ونسجل القراءات عندها في الوضع العكسي، ونكون بذلك قد أنهينا قياس **السلسلة الثانية.**

- نعيد العمل بإعطاء المقسم القيمة 140.0000 عند الاتجاه الأول ونعيد القياس بالخطوات السابقة نفسها ، ونكون بذلك قد أنهينا قياس **السلسلة الثالثة**.

في بعض الأجهزة يصعب الحصول بالضبط على القراءات 0.0000 أو 70.0000، وهذا لا يغير الطريقة شيئاً فيمكن أن نُعد قيمة قريبة منها مثلا 0.0055، وهكذا بالنسبة إلى بقية السلاسل.

يختلف عدد سلاسل القياس (S) بين عمل مساحي وأخر، وذلك حسب أهمية العمل المساحي نفسه وحسب الدقة المرجوة من نتائج القياس.

لنفرض أننا قمنا بقياس عدد من الاتجاهات عددها (n) بطريقة السلاسل وبعدد من السلاسل قدرها (S) وأجرينا عملية الدوران المضاعف، لحساب القيم النهائية لهذه الاتجاهات يمكننا تدوين القياسات كما في الجدول (3−1)، وإجراء الحسابات الآتية:

الجدول (3−1) قياسات السلاسل

السلسلة	النقطة المرصودة	القراءة قبل الدوران	القراءة بعد الدوران	المتوسطة	المتوسطة المختزلة	المتوسطة العامة
السلسلة الأولى	P_1 P_2 P_n	$R_{1,1}$ $R_{1,2}$ $R_{1,n}$	$L_{1,1}$ $L_{1,2}$ $L_{1,n}$			
السلسلة الثانية	P_1 P_2 P_n	$R_{2,1}$ $R_{2,2}$ $R_{2,n}$	$L_{2,1}$ $L_{2,2}$ $L_{2,n}$			
السلسلة S	P_1 P_2 P_n	$R_{S,1}$ $R_{S,2}$ $R_{S,n}$	$L_{S,1}$ $L_{S,2}$ $L_{S,n}$			

- يتم حساب المتوسطة عن طريق حساب القيمة الوسطية للدوران المضاعف لكل اتجاه وفق العلاقة (12−3).
- أما بالنسبة للمتوسطة المختزلة يتم حسابها وذلك بطرح القيمة الأولى من كل سلسلة من كافة قيم السلسلة، وإذا كانت نتيجة الطرح سالبة نضيف إلى النتيجة 400^{gr} لتحويلها إلى قيمة موجبة فنحصل في كل اتجاه في بداية كل سلسلة على القيمة 0.0000
- وبعدها نحسب المتوسطة العامة لكل اتجاه وهي عبارة عن المتوسطة الحسابية للمتوسطات المختزلة للاتجاه الواحد من كل سلسلة من السلاسل.

كما أن القياسات السابقة تمكننا من حساب الخطأ المتوسط التربيع للاتجاه المقاس والاتجاه المعدل وذلك كما يأتي:

1− نحسب الفروقات بين المتوسطات العامة والمتوسطات المختزلة ونرمز لها $V_{i,j}$

2− نحسب الفروقات الآتية في كل سلسلة على حدى:

$$V_{i,J}^{\acute{}} = V_{i,j} - \frac{\sum_1^n V_{i,j}}{n} \qquad (14-3)$$

إذا رمزنا m للخطاء المتوسط التربيع لاتجاه ما مقاس و e للخطأ المتوسط التربيع للاتجاه المعدل نكتب:

$$m = \pm\sqrt{\frac{[\acute{V}\acute{V}]}{(n-1)(s-1)}} \qquad (15-3)$$

$$e = \pm\frac{m}{\sqrt{s}} \qquad (16-3)$$

حيث أن n عدد الاتجاهات و s عدد السلاسل.

4.6.3 الأخطاء النظامية والعرضية في قياس الزاوية الأفقية:

عند استخدام الأجهزة المساحية العادية والالكترونية في إجراء القياسات المساحية لا يمكن تطبيق الشروط المثالية كافة لإجراء القياسات مهما اتخذنا من احتياطات وقد تكون هذه الأخطاء كما ذكرنا سابقا ناتجة عن صنع الجهاز نفسه، أو عن الشروط الطبيعية المحيطة أو عن الإنسان لذلك لابد وأن تحمل في قيمها بعض الأخطاء النظامية والعرضية وسوف نتعرف فيما يأتي على أهم الأخطاء وكيفية التخفيف من تأثيرها.

1.4.6.3 الأخطاء النظامية في قياسات الزوايا الأفقية:

هذه الأخطاء تنقسم إلى الأنواع الثلاثة الآتية:

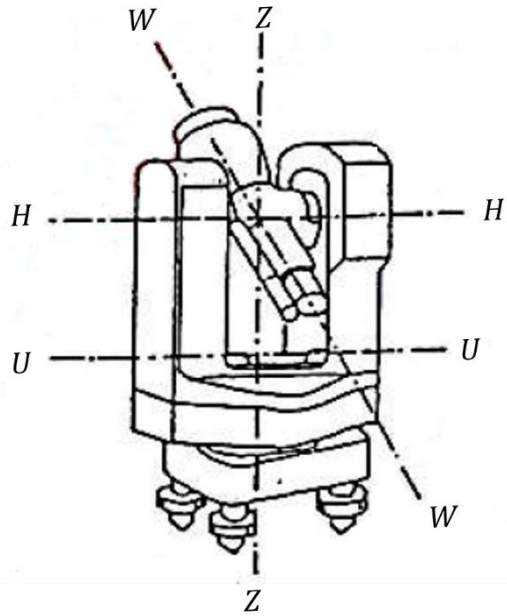
1- أخطاء المحاور

2- أخطاء اللامركزية

3- أخطاء التدريجيات

1.1.4.6.3 أخطاء المحاور:

في كل جهاز مساحي هناك المحاور الآتية المبينة بالشكل (3-24):



الشكل (3-24) محاور جهاز التيودوليت

- المحور الضوئي للجهاز وهو الخط الواصل بين مركز الجسمية ونقطة تقاطع خطوط المحكم وهو المحور W–W على الشكل،
- المحور الرئيس Z–Z وهو المحور الأساسي المار من نقطة الوقوف أو القياس ويمكن للجهاز الدوران حول هذا المحور وهو محور شاقولي.
- المحور الثانوي U–U وهو المحور الأفقي المنطبق على محور الزئبقية الأسطوانية للجهاز المار حيث وجود الأليداد والمقسم الأفقي.
- المحور H–H وهو المحور الأفقي المار من مركز الجهاز ويمكن للنظارة المساحية الدوران حوله.

ويجب أن تحقق هذه المحاور مجموعة من الشروط في أي جهاز مساحي للتخفيف من تأثير الأخطاء النظامية وهذه الشروط هي:

- يجب أن يكون المحور الرئيس للجهاز شاقولياً تماماً وهذا يتحقق بوضع الزئبقية الأسطوانية بين حديها أي أن يكون المحور Z–Z عامودياً على المحور U–U
- يجب أن يكون المحور الضوئي متعامداً مع المحور الثانوي H–H في كل وضع من أوضاع المحور الضوئي أي يجب أن يمسح المحور الضوئي حين دورانه حول المحور الثانوي مستوياً عمودياً على المحور الثانوي H–H أي أن يكون المحور W–W عمودياً على المحور H–H
- المحور الأفقي للجهاز يجب أن يكون عمودياً على المحور الرئيسي أي أن المحور H–H عمودياً على المحور الرئيسي Z–Z
- يجب أن يتقاطع المحور الرئيس للجهاز Z–Z والمحور الأفقي H–H ومحور النظارة أو المحور الضوئي W–W بنقطة واحدة تسمى مركز الجهاز وان تكون هذه المحاور متعامدة فيما بينها.

إذا لم يكن المحور الضوئي عمودياً على المحور الثانوي فالخطأ يسمى **بخطأ عمودية المحور الضوئي**، ونستطيع حذف تأثير هذا الخطاء بتطبيق الدوران المضاعف في قياس الزوايا الأفقية، وإذا لم يمكن المحور الثانوي عمودياً مع المحور الرئيسي للجهاز فالخطأ عندها يسمى **بخطأ عمودية المحور الثانوي** وكذلك يمكن حذف تأثير هذا الخطأ بتطبيق طريقة الدوران المضاعف في قياس الزوايا الأفقية.

وإذا لم يكن المحور الرئيس شاقولياً تماماً فعندها يسمى الخطأ **بخطأ عدم شاقولية المحور الرئيس** وهذا الخطأ لا يمكن حذفه بطريقة الدوران المضاعف لأن عملية الدوران تتم حول المحور الرئيس نفسه ولا يمكن حذف هذا الخطأ إلا بضبط الزئبقية الاسطوانية وأن تكون الفقاعة بين حديها تماما حين إجراء القياسات.

2.1.4.6.3 أخطاء اللامركزية:

وهو الخطأ الناتج عن لا مركزية المحور الرئيس أي الخطأ الناتج عن عدم تمحور مركز المقسم على مركز الأليداد ,ولا مركزية المحور الرئيس تعني عدم انطباق مركز الدائرة المقسمة ومركز الأليداد ويتم حذف هذا الخطأ بتطبيق طريقة الدوران المضاعف في قياس الزوايا.

3.1.4.6.3 أخطاء التدريج:

في كل جهاز مساحي ثمة دائرة مقسمة تحتوي على تدريجيات لقيم الزوايا وهذه التدريجيات يجب أن تكون متساوية البعد عند الصنع وبنتيجة عدم الدقة في الصنع لا يتحقق هذا الشرط دائماً وتحصل أخطاء نسميها بأخطاء التدريجيات وعلى المقسم ويمكن تخفيف تأثير هذا الخطأ بتطبيق طريقة الدوران المضاعف وطريق السلاسل.

2.4.6.3 الأخطاء العرضية في قياسات الزوايا الأفقية:

إن القياسات المساحية التي نقوم بها تتم ضمن شروط طبيعية مختلفة وأشخاص مختلفين وبالآتي تنعكس هذه الأجواء المحيطة على قياسات الزوايا الأفقية وإن أهم الأخطاء العرضية التي تتعرض لها قياسات الزوايا الأفقية هي:

1.2.4.6.3 أخطاء التوقيع:

عند رصد الأهداف أو قياس الزوايا نوجه الخط الشاقولي للمحكم على منتصف شاخص أو اشارة أو عاكس ضوئي موضوع على نقطة إن دقة العملية تعتمد على طبيعة الاشارة أو العاكس أو الشاخص المرصود وهذه العملية إن لم تتم بشكل صحيح تولد خطأً يسمى بخطأ التوقيع

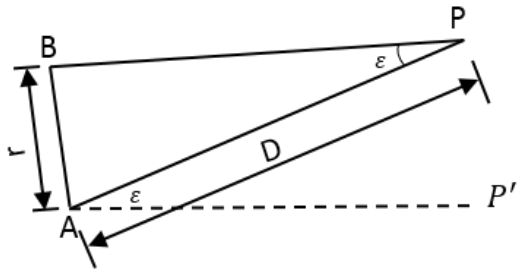
2.2.4.6.3 خطأ شاقولية النقطة المرصودة:

عند إجراء الأرصاد لقياس الزوايا يجب أن يكون الشاخص أو العاكس شاقولياً تماماً فإذا لم يتحقق هذا الشرط ينتج عن ذلك الخطأ يسمى بخطأ شاقولية النقطة المرصودة وللتخفيف من تأثيره يجب جعل الشاخص شاقولياً تماماً، وإذا استخدمنا العاكس الضوئي، وخاصة عندما نحتاج إلى أن يكون ارتفاع العاكس كبيراً نوعاً ما لتحقيق شروط الرؤية المتبادلة، علينا تحقيق شاقولية العاكس بشكل جيد باعتبار أن القياسات تتم بشكل آلي وقد تحصل أخطاء ذات قيم كبيرة نتيجة لذلك، وإذا استخدمنا الشاخص في رصد الاتجاهات لقياس الزوايا فمن المفضل رصد أسفل الشاخص لتخفيف من تأثير هذا الخطأ.

3.2.4.6.3 خطأ لا مركزية شاقول النقطة أو خطأ التمركز:

كما ذكرنا سابقاً أن المحور الرئيس للجهاز يجب أن يكون شاقولياً وماراً من نقطة الوقوف ولكن أثناء إجراء عملية التمركز قد يحصل خطأ في التمركز على النقطة وينتج هذا الخطأ عن عدم انطباق المحور الرئيس للجهاز على شاقول نقطة الوقوف المراد تعيين الاتجاهات وقياس الزوايا فيها، ويمكننا حساب قيمة هذا الخطأ واعتباره عرضياً كونه يكون موجباً احياناً وسالباً احياناً اخرى وتتم عملية الحساب كما يأتي:

لنفرض أننا نريد تحديد الاتجاهات أو قياس الزوايا الأفقية اعتبارا من النقطة A ونريد تعين الاتجاه AP وأنه نتيجة لعدم التمركز الصحيح فوق النقطة A فإن المحور الرئيس للجهاز يمر من النقطة B القريبة من A والتي تبعد عن النقطة الأساسية بمسافة d صغيرة فبدلاً من أن تتم القياسات للاتجاهات اعتباراً من A أصبحت القياسات تتم اعتباراً من B أي نقوم بقياس الاتجاه BP بدلاً من الإتجاه AP ولذلك فإن الإتجاه BP يحمل خطأ قدره ε كما هو مبين بالشكل (3–25) وبحل المثلث ABP نكتب :



الشكل (3–25) خطأ التمركز

$$\frac{r}{\sin \varepsilon} = \frac{D}{\sin \widehat{PBA}}$$

ومنه نجد ε تساوي إلى:

$$\varepsilon^{cc} = \rho^{cc}.\frac{r}{D}.\sin \widehat{PBA} \qquad (17-3)$$

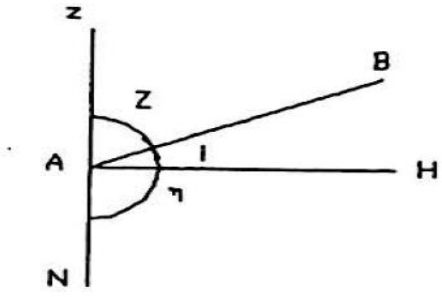
نلاحظ أن قيمة ε تكون أحياناً موجبة وأحياناً أخرى سالبة وتكون قيمتها العظمى حينما تكون الزوايا تساوي 100 gr أي أن:

$$\varepsilon^{cc} = \rho^{cc}.\frac{r}{D} \qquad (18-3)$$

ونلاحظ أن هذا الخطأ يتناسب عكساً مع طول المسافة D فلو افترضنا أن ثمة خطأ في التمركز بحدود r=1 cm، وطول الإتجاه المرصود D=50 m فتكون قيمة ε مساوية إلى $\varepsilon = 127^{cc} = 0.0127^{gr}$ والأجهزة المساحية الحديثة يتم التمركز بها ضوئياً وهذا يؤمن تمركز بحدود 1 mm وهنا ننصح أن يتم تحديد نقطة الوقوف بشكل جيد أيضاً وذلك بعمل تصالب دقيق في النقطة حتى يتم التمركز عليه بشكل صحيح وأن لا نستخدم علامات غير واضحة لنقاط الوقوف.

7.3 قياس الزوايا الشاقولية:

إن القياسات الزاوية كما أشرنا سابقاً تتضمن قياسات الزوايا الأفقية والزوايا الشاقولية وتختلف قيم الزوايا الشاقولية في الأجهزة المساحية العادية وذلك وفقاً لنوع الجهاز المستخدم بعض الأجهزة المساحية يكون صفر المقسم الشاقولي من الأعلى وبعضها الآخر يكون صفر المقسم الشاقولي من الأسفل وعندها علينا إيجاد زاوية الارتفاع أو زاوية ميلان المحور الضوئي عن الأفق للجهاز المستخدم وذلك كما هو مبين بالشكل (3–26).



الشكل (3–26) الزوايا الشاقولية

نُعد أن المحور الضوئي المتجه حسب الضلع AB في المستوي الشاقولي، وليكن AH أثر المستوي الأفقي المار من النقطة A، وNZ الشاقول المار من النقطة A من الشكل نجد إذا كان صفر الجهاز من الأعلى أي عند النقطة Z فإن الجهاز يعطينا الزاوية الشاقولية Z وتسمى بالزاوية السمتية للاتجاه AB.

وإذا كان صفر الجهاز من الأسفل أي عند النقطة N فإن الجهاز يعطينا الزاوية η وتسمى الزاوية عندها بالزاوية النظيرية للإتجاه AB ولكن الزاوية الشاقولية التي نبحث عنها من القياسات هي الزاوية i أي زاوية الارتفاع وهي زاوية ميلان المحور الضوئي عن الأفق وهي تقاس اعتباراً من الأفق من الصفر إلى (+100 gr) نحو نقطة السمت Z ومن الصفر إلى (−100 gr) نحور نقطة النظير N وتسمى الزوايا $Z\ ,i\ ,\eta$ بالزوايا الشاقولية ونلاحظ انه بامكاننا بمعرفة إحدى هذه الزوايا استنتاج قيم الزوايا الاخرى وذلك كما يأتي:

$$i = 100 - Z$$
$$i = \eta - 100 \qquad (19\text{-}3)$$

ويتم قياس الزوايا الشاقولية بواسطة جهاز التيودوليت العادي، أو جهاز المحطة الشاملة والذي يعطينا مباشرة قيمة الزاوية السمتية Z أو زاوية الارتفاع i.

1.7.3 طرق قياس الزوايا الشاقولية:

1.1.7.3 القياس البسيط:

وتتلخص هذه الطريقة بأنه يتم تعين الزاوية الشاقولية للمحور الضوئي فقراءة المقسم الشاقولي في الجهاز المساحي تمثل قراءة الزاوية الشاقولية للمحور الضوئي، هذا في الأجهزة العادية، أما في الأجهزة الالكترونية فإن القيمة تظهر على الشاشة مباشرة، ويتم القياس برصد النقطة مباشرة.

2.1.7.3 قياس الزاوية الشاقولية بطريقة الدوران المضاعف:

الغاية منها تخفيف تأثير الأخطاء النظامية والعرضية عند قياس الزوايا الشاقولية، وتتلخص هذه الطريقة بالشكل الآتي:

لنفترض أننا نريد قياس الزاوية الشاقولية للنقطة A (الإتجاه الشاقولي) فإذا كان المقسم الشاقولي على يسار النظارة نجري القراءة على النقطة ولتكن Z_1. على اعتبار أننا نستخدم جهاز تيودوليت صفره من الأعلى.

نقوم بتطبيق الدوران المضاعف وذلك بتدوير الأليداد حول المحور الرئيس للجهاز وتدوير النظارة حول المحور الثانوي ونعود لرصد النقطة من جديد، وعندها يكون المقسم الشاقولي قد أصبح على يمين النظارة ونقرأ القراءة على المقسم ولتكن Z_2.

وبالتالي القيمة النهائية للاتجاه الشاقولي عند النقطة A تساوي إلى:

$$Z = \frac{Z_1 + (400 - Z_2)}{2} \qquad (20-3)$$

وبالطريقة نفسها يتم حساب القيمة النهائية لأي اتجاه شاقولي بطريقة الدوران المضاعف إذا تم قياس زاوية الارتفاع.

إن طريقة الدوران المضاعف في قياس الزوايا الشاقولية تسمح لنا بمضاعفة القياسات وكشف الأغلاط ومن جهة ثانية تحذف أخطاء التوجيه الشاقولي.

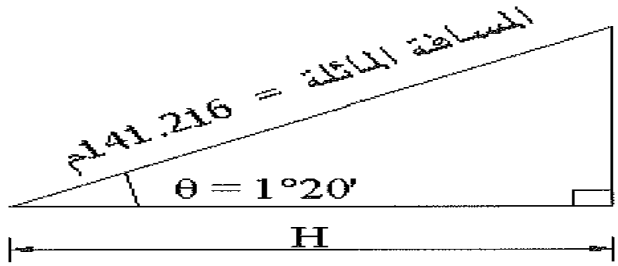
أما بالنسبة للأخطاء النظامية والعرضية في قياس الزوايا الشاقولية فهي تقريباً الأخطاء نفسها الواردة في قياس الزوايا الأفقية، ماعدا خطأ التوجيه الشاقولي والذي نتمكن من حذفه بتطبيق طريقة الدوران المضاعف.

8.3 تطبيقات عملية:

مسألة 1:

الشكل الآتي يبين مسافة مائلة قدرها 141.216 م وزاوية انحدار قياسها $1^{\circ}20'$

أوجد المسافة الأفقية H.



الحل:

$$\cos\theta = \frac{H}{S}$$

حيث إن:

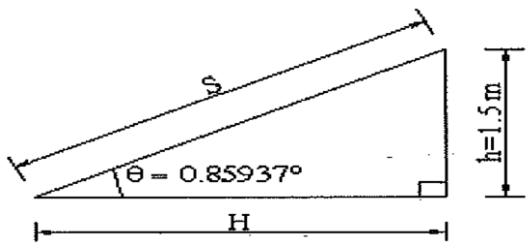
H– المسافة الأفقية

S – المسافة المائلة

H= S. Cos θ = 141.216 * Cos $1^{\circ}20'$=141.178 m

مسألة 2:

الشكل الآتي يبين منسوب الارتفاع والزاوية المقابلة له والمطلوب تعيين المسافة الأفقية بدلالة هاتين القيمتين



الحل:

$$\theta = 0.85937^{\circ}$$

$$h = 1.5\ m$$

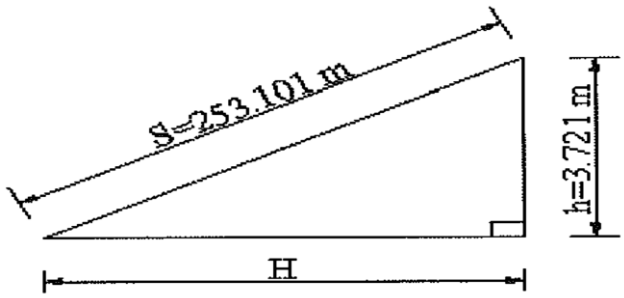
ومن المعادلة $H = h * \cot an\,\theta$ نحسب قيمة H:

$$H = 1.5 \cot an\ 0.85937 = 113.268\ m$$

مسألة 4:

احسب المسافة الأفقية بين النقطتين A و B إذا كانت قيم المسافة المائلة بين النقطتين S=253.101 m وقيمة فرق الارتفاع بينهما h= 3.721 m

الحل:



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

$$H^2 = S^2 - h^2$$

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

$$H = \sqrt{253.101^2 - 3.721^2} = 253.074\ m$$

مسألة 5:

قيست مسافة بين نقطتين A و B فكانت 256.18 متراً و ذلك باستخدام شريط طوله 50 متر. إذا كانت درجة حرارة الشريط عند قياس المسافة هي $35^{\circ}C$ و درجة حرارته عند المعأيرة هي $20^{\circ}C$ فكم تكون المسافة المصححة إذا كان معامل تمدد مادة الشريط هو .0.0117mm/m/°C

الحل:

$$\Delta l = \gamma . L\ (t - t_0)$$
$$\Delta l = 0.0117 \times 256.18 \times (35 - 20)$$
$$\Delta l = 45\ mm$$

مسألة 6:

احسب القيمة النهائية لاتجاه أفقي قيس بالدوران المضاعف إذا علمت أن القراءة قبل الدوران R=35.2674 gr وأن القراءة بعد الدوران L=235.2682 gr.

الحل:

$$\bar{R} = \frac{R + (L - 200)}{2} = \frac{35.2674 + 235.2682 - 200}{2}$$
$$\bar{R} = 35.2678\ gr$$

مسألة 7:

احسب القيمة النهائية لاتجاه أفقي قيس بالدوران المضاعف إذا علمت أن القراءة قبل الدوران R=352.4836 gr وان القراءة بعد الدوران L=152.4822gr.

الحل:

$$\bar{R} = \frac{R + (L + 200)}{2} = \frac{352.4836 + 152.4822 + 200}{2}$$
$$\bar{R} = 352.4829\ gr$$

مسألة 8:

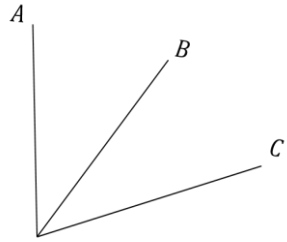
احسب القيمة النهائية لاتجاه شاقولي قيس بالدوران المضاعف إذا علمت إن القراءة قبل الدوران $Z_1 = 105.7742\ gr$ وأن القراءة بعد الدوران $Z_2 = 294.2246\ gr$.

الحل:

$$\bar{Z} = \frac{Z_1 + (400 - Z_2)}{2} = \frac{105.7742 + (400 - 294.2246)}{2}$$
$$\bar{Z} = 105.7749\ gr$$

مسألة 9:

ليكن لدينا الاتجاهات الموضحة في الشكل الآتي وقمنا بقياس هذه الاتجاهات بعدد من السلاسل مع تطبيق طريقة الدوران المضاعف.



حيث قمنا بتطبيق سلسلتين من القياس وتم تدوين نتائج القياس كما في الجدول الآتي:

السلسلة	النقطة المرصودة	القراءة قبل الدوران	القراءة بعد الدوران
السلسلة الأولى	A	199.9993	0
	B	218.8684	18.8691
	C	237.7346	37.7356
السلسلة الثانية	A	300.0012	100
	B	318.8667	118.8687
	C	337.7362	137.7374

والمطلوب:

1- حساب قيم النهائية للاتجاهات

2- حساب دقة الاتجاهات المعدلة

الحل:

نقوم بحساب النتائج وتدوينها في الجدول الآتي:

السلسلة	النقطة المرصودة	المتوسطة (gr)	المتوسطة المختزلة (gr)	المتوسطة العامة (gr)	V Cc	$\acute{V}$ cc	$\acute{V}.\acute{V}$ cc
السلسلة الأولى	A	399.9997	0	0	0	2	4
	B	18.8688	18.8691	18.8681	−10	−8	64
	C	37.7351	37.7354	37.7358	4	6	36
السلسلة الثانية	A	100.0006	0	0	0	−2	4
	B	118.8677	18.8671	18.8681	10	8	64
	C	137.7368	37.7362	37.7358	−4	−6	36

قيم المتوسطة العامة تمثل القيم النهائية للاتجاهات.

حساب دقة الاتجاه المقاس:

$$m = \pm\sqrt{\frac{[\acute{V}\acute{V}]}{(n-1)(s-1)}} = \sqrt{\frac{208}{(3-1)(2-1)}} = 10.2^{CC}$$

حساب دقة الاتجاه المعدل:

$$e = \pm\frac{m}{\sqrt{s}} = \frac{10.2}{\sqrt{2}} = 7.2^{CC}$$

الفصل الرابع

أعمال التسوية وقياس الارتفاعات

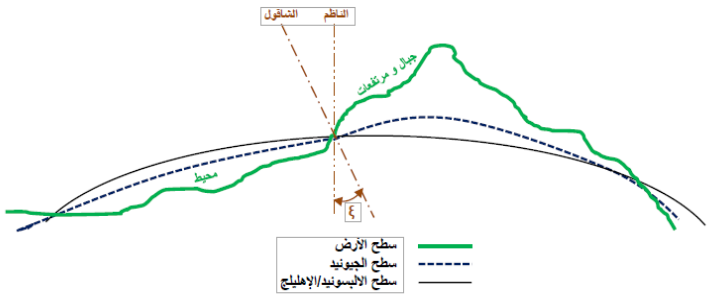
1.4 تعريف التسوية:

تعرف التسوية بأنها العلم الذي يسمح بتعيين مناسيب نقاط مختلفة على سطح الأرض بالنسبة إلى بعضها بعضاً أو بالنسبة لسطح المقارنة المرجعي مثل المستوى الوسطي للبحار.

إن أعمال التسوية ضرورية ومهمة لمختلف المشاريع الهندسية والزراعية والعسكرية وكافة المشاريع التي تتعلق بطبيعة الأرض كما أن أعمال التسوية تسمح لنا بتجسيد مختلف المنشآت الهندسية وفق الارتفاعات التصميمية فهي الأساس في أعمال الطرق ومشاريع المياه والمجاري وأقنية الري والسدود وأنابيب النفط والغاز وإن درجة الدقة في قياس فروق الارتفاعات تختلف من مشروع لآخر، وقبل أن نتطرق إلى طرق تعيين الارتفاعات أو المناسيب لا بد من التعرف على بعض المفاهيم الضرورية.

منسوب نقطة: هو المسافة الرأسية التي تفصل النقطة عن سطح السوية الاعتباري المار بالمستوي الوسطي للبحار، ومن هنا يتبين لنا أن ارتفاع مستوى سطح البحر يساوي إلى الصفر والنقاط التي تقع أعلى من هذا السطح ارتفاعاتها موجبة والنقاط التي تقع أسفل مستوى سطح البحر فهي ذات ارتفاعات سالبة.

سطح المقارنة (Datum): سطح المقارنة هو سطح السوية الاعتباري المار بالمستوي الوسطي للبحار والمتعامد في كل نقطة من نقاطه مع الشاقول وارتفاع نقاطه يساوي إلى الصفر وتنسب إليه ارتفاعات كافة النقاط على سطح الأرض (الجيوئيد)، والشكل (4–1) يوضح العلاقة بين الجيوئيد وسطح الأرض الطبيعية.



الشكل (4–1) سطح الجيوئيد

علامة المنسوب (الروبير): هي عبارة عن نقطة ذات ارتفاع معلوم وتستخدم كمرجع لمعرفة مناسيب نقاط أخرى قريبة منها ويتم زرع هذه النقاط إما في الأرض أو على الجدران أو على الأسطح، ولدينا في سورية العديد من النقاط الثابتة والمعلومة المنسوب مسجلة لدى الدوائر العقارية.

2.4 أهمية أعمال التسوية في الزراعة:

تكتسب الأعمال المساحية وخاصة أعمال التسوية أهمية كبيرة في المشاريع الزراعية، حيث بالإعتماد على هذه القياسات والخرائط والمخططات الناتجة عنها يتمكن المهندس من التخطيط للمشاريع والأعمال الزراعية بالشكل الأمثل، وتنفيذ هذه المشاريع بحيث تحقق الاستفادة القصوى والغاية المرجوة منها.

فمن أجل التخطيط الجيد واستغلال المساحات وتوظيفها بما يخدم الأعمال الزراعية لابد من توفر خرائط ومخططات توضح تضاريس المنطقة بما تحويه من مرتفعات ومنخفضات وانحدارات .... الخ وتوضح استخدامات الأرضي والتفاصيل الطبيعية والصناعية فيها.

وعند تنفيذ المشاريع والأعمال الزراعية وخاصة الأعمال التي تعتمد على المناسيب والميول، يجب تجسيد هذه المناسيب والميول وفق المخططات التصميمية بدقة.

كل ما سبق ذكره يتم بالإعتماد على الأعمال المساحية وخاصة أعمال التسوية التي تستخدم في المشاريع الزراعية بشكل أساسي لأغراض عديدة من أهمها:

1- تحديد مناسيب النقاط المختلفة بغية إنشاء مشاريع معينة منها الطرق والسدود وأقنية الري .... الخ

2 – رسم مخططات تسوية الأراضي المطلوب استصلاحها وتسوية سطوحها

3 – حساب حجوم وكميات الحفر والردم اللازمة لتسوية أماكن المنشآت والمشاريع الزراعية وحساب تكاليفها.

3.4 الأجهزة المساحية المستخدمة في أعمال التسوية:

يحتاج المهندس إلى تنفيذ مختلف الأعمال المساحية وخاصة فيما يتعلق بأعمال التسوية إلى الأجهزة المساحية، ونوع هذه الأجهزة يتعلق بطبيعة القياسات والدقة المطلوبة في تنفيذ هذه الأعمال، ولهذا على المهندس أن يتعرف على الأجهزة المساحية وتركيب هذه الأجهزة وألية عملها والشروط الهندسية التي على أساسها تم تصنيع هذه الأجهزة، وأن يتقن العمل عليها حيث أن الأجهزة المساحية المستخدمة في أعمال التسوية تختلف عن بعضها من حيث الدقة والتصميم والتقنيات الموجودة لدى كل جهاز.

وفيما يأتي سوف نتعرف على أهم عناصر الأجهزة المساحية المستخدمة في أعمال التسوية والتركيز على كيفية استخدامها.

1.3.4 مكونات مجموعة التسوية:

تتكون معظم مجموعات التسوية من الأقسام الرئيسة الآتية:

أ- جهاز التسوية (وهو ما يعرف بالقسم الثابت)

ب- ثلاثية الأرجل أو الركيزة (وهو ما يعرف بالقسم المتحرك)

ت- الميرا

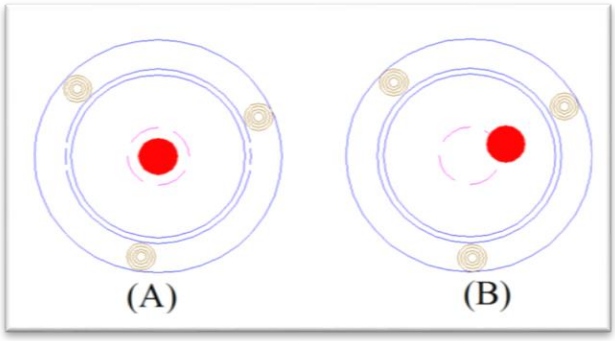
الشكل (4-2) اقسام جهاز النيفو

1.1.3.4 أقسام جهاز التسوية (النيفو):

يتكون عادة جهاز النيفو من أقسام عدة كما هو موضح في الشكل (2-4):

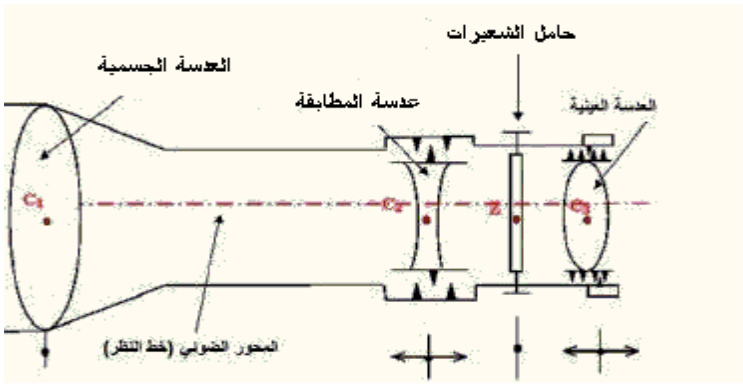
1. **المنظار المساحي:** وهو عبارة عن أسطوانة معدنية تثبت بداخلها جميع العدسات المستخدمة (عدسة عينية وعدسة جسمية) مثبت عليه بزال لتوضيح خيال الجسم المرصود.
2. **العدسة العينية:** وتسمى عدسة الرؤية وهي العدسة التي ينظر الراصد من خلالها إلى الهدف أو الميرا، وعلى العدسة العينية يوجد بزال لتوضيح رؤية الشعيرات.
3. **حامل الشعيرات:** يوجد امام العدسة العينية وهو عبارة عن حلقة مركب بها شعيرات متعامدة أو لوح محفور عليه شعيرات متعامدة.
4. **العدسة الجسمية:** وهي العدسة التي تقع في نهاية المنظار من الطرف الثاني المقابل لعدسة الرؤية وتهتم بالجسم المرد التسديد عليه.
5. **لولب توضيح الرؤية:** يساعد الراصد على توضيح الهدف أو التدرجات على الميرا.
6. **لولب الحركة البطيئة:** يساعد هذا اللولب الراصد على تحريك الجهاز أفقياً لضبط الشعيرة الرأسية فوق محور أو منتصف الميرا.
7. **القرص الأفقي الدائري:** وهو عبارة عن قرص معدني دائري مقسم الي 360 درجة وكسورها، أو إلى 400 غراد واجزائها ويستخدم في قياس الزوايا الأفقية بدقة متوسطة.
8. **لوالب التسوية:** وهي عبارة عن ثلاثة لوالب حرة الحركة في المستوي الرأسي، يتم من خلالها ضبط الجهاز في المستوي الأفقي.
9. **قاعدة الجهاز:** وهي عبارة عن لوح معدني، يتم من خلالها تثبيت الجهاز بحامل (ثلاثي الارجل)، وهي مزودة بآلية لتحقيق الأفقية حيث يتم تحقيق أفقية أولية للجهاز بالاعتماد على الزئبقية المستديرة وجعل شعاع التسديد أفقياً, ويتم ذلك بإدخال الفقاعة ضمن الدائرة الداخلية للزئبقية.
10. **خط التسديد السريع في المنظار:** وهو مؤشر معدني طولي مثبت في أعلى الجهاز، الهدف منه المساعدة في التوجيه نحو الهدف (الميرا).
11. **المحور الضوئي للجهاز:** هو المحور الذي يصل بين مركز العدسة الجسمية ومركز حامل الشعيرات (نقطة تقاطع خطوط المحكم) والذي يتم ضبطه بواسطة ميزان التسوية الدائري ليصبح افقياً تماماً.

12. **الزئبقية الدائرية:** هو عبارة عن جهاز يستخدم للإشارة ما إذا كانت الأسطح أفقية، تملأ معظم الزئبقيات بسائل حساس، ويملأ الجزء المتبقي منها بالهواء فتتشكل فقاعة هوائية صغيرة عند السطح العلوي للزئبقية، والشكل (4–3) يوضح الزئبقية الدائرية.



الشكل (4–3) الزئبقية الدائرية

13. **المطابقة:** لإجراء هذه العملية يتم وضع عدسة مبعدة توضع بين العدسة الجسمية والمحكم (حامل الشعيرات)، حيث يمكن زلقها بواسطة لولب، وظيفتها تطبيق الخيال النهائي للجسم على خيال المحكم ونستمر بتحريكها حتى نرى خطي المحكم بشكل واضح تماماً. إن عملية إظهار الخيال وخطوط المحكم تسمى بالمطابقة، والشكل (4–4) يوضح مكونات المنظار في جهاز النيفو وآلية المطابقة.



الشكل (4–4) مكونات منظار الجهاز المساحي

1.1.3.4 ثلاثية الأرجل أو الركيزة:

عبارة عن آلية معدنية أو خشبية تتألف من حامل مكون من ثلاثة أرجل مزودة بثلاثة مسامير لإطالة الجهاز حسب طول المستخدم ومتطلبات العمل، إضافة إلى قاعدة تثبيت للجهاز المساحي يتناسب شكلها مع الجهاز ونوعه ويثبت عليها بزال خاص لتثبيت الجهاز المساحي والأرجل الثلاثة قابلة لتغيير الطول والتباعد فيما بينها حسب المطلوب، وفي نهاية كل رجل من الأرجل من الأسفل توجد قاعدة معدنية مدببة الرأس تحمل مسنداً جانبياً تساعد هذه القطعة على تثبيت الركيزة في مكان التمركز، والشكل (4–5) يوضح مكونات ثلاثية الارجل.

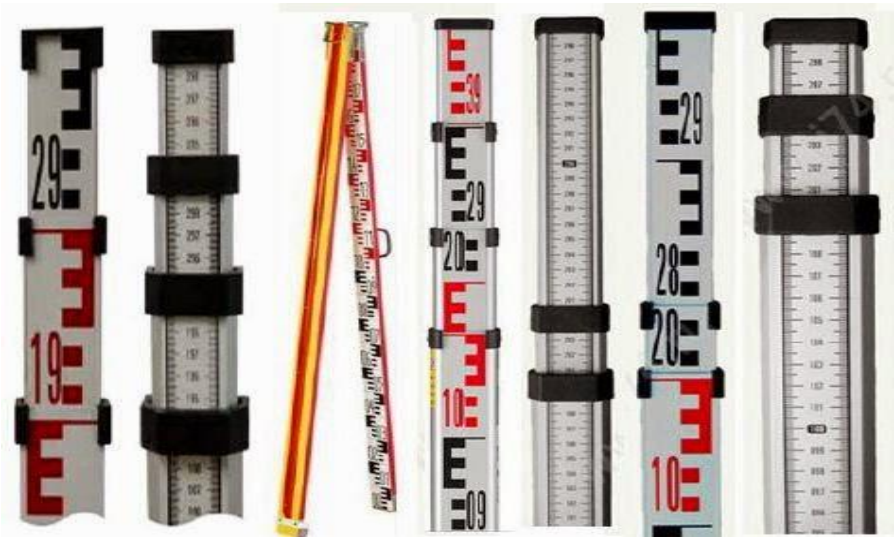
الشكل (4–5) ثلاثية الارجل

2.1.3.4 الميرا المدرجة:

- تعرف الميرا على أنها عبارة عن مسطرة معايرة أو مرقمة بطول 3 أو 4 أو 5 أمتار معدة لقياس فرق الارتفاع بواسطة جهاز التسوية.
- تصنع الميرا عادة من الخشب وحديثاً صارت تصنع من الالمونيوم والبلاستيك، وذلك لكي تكون مريحة وسهلة في الاستخدام، تطلى بطبقة سميكة من الطلاء لمقاومة العوامل الجوية بالإضافة إلى ذلك تدعم الميرا الحديثة بمقبضين وميزان دائري لمسك الميرا بشكل جيد وتسهيل عملية وضعها بالشكل الرأسي فوق النقاط أثناء عملية المسح.
- تتوفر حالياً أنواع عدة من ميرات التسوية، تختلف عن بعضها البعض بالشكل والحجم والطول والتقسيم، وهناك ميرات مؤلفة من قطعة واحدة وميرات مؤلفة من قطعتين – المير

المطوية أو المنزلقة – يمكن طيها أو سحبها عند الحاجة، وهناك الميرا التلسكوبية، المؤلفة من ثلاث قطع متداخلة، تنزلق داخل بعضها البعض، والشكل (4–6) يوضح بعض أنواع المير المستخدمة في القياس.

- تقسم الميرا إلى أمتار ودسميترات وسنتيمترات، مع تلوينها بالأبيض والأسود، أو الأحمر والأبيض بالتناوب وذلك لوضوح التقسيمات وتسهيل عملية القراءة
- توضع الميرا فوق النقطة بشكل رأسي تماماً اثناء أخذ القراءات



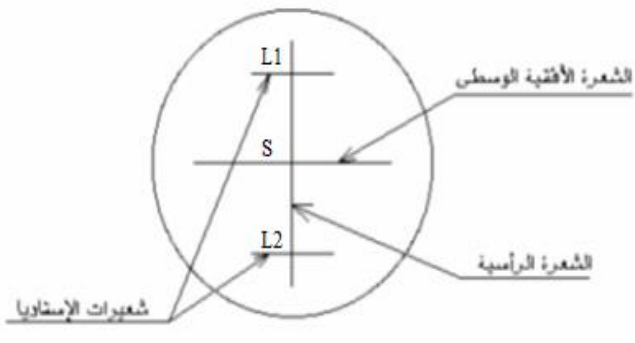
الشكل (4–6) أنواع المير

قراءة القياس على الميرا:

يحمل كل جهاز تسوية بداخله حامل للشعيرات فيه ثلاث شعيرات، تمكن الراصد من أخذ ثلاث قراءات على الميرا، كما يوضح الشكل (4–7).

- الشعيرة الأولى هي التي تحدد قراءة الميرا المستخدمة في قياس فرق الارتفاع
- الشعيرتان الأخريان العليا والسفلى تستخدمان لحساب المسافة الأفقية وللتحقق من شاقولية الميرا.
- يرمز للقراءات حسب الشعيرات من الأعلى للأسفل بالشكل الآتي:

الشعيرة العلوية L1 الشعيرة الوسطى S الشعيرة السفلى L2



الشكل (4–7) الشعيرات (خطوط المحكم) في جهاز النيفو

ومن خلال هذه القراءات يمكننا حساب المسافة الأفقية بين جهاز النيفو والميرا وفق العلاقة:

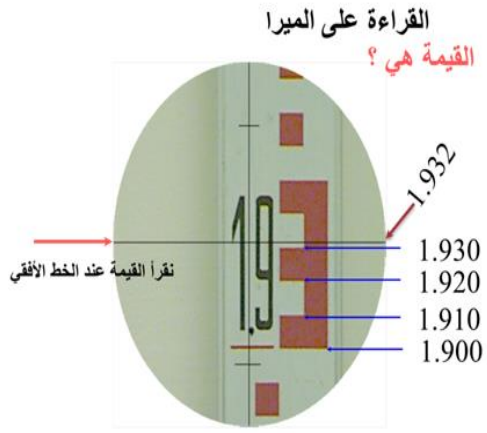
$$D = (L1 - L2) * 100 \qquad (1-4)$$

حيث: D المسافة الافقية بين جهاز النيفو والميرا

L1 القراءة الستادمترية العليا

L2 القراءة الستادمترية السفلى

بالإضافة إلى ذلك تختلف القراءات على الميرات نسبة إلى نوع الميرا وجهاز التسوية المستخدم، فالقراءة على الميرا حين استخدام جهاز التسوية عادي تتم من خلال قراءة الامتار والديسي مترات والسنتيمترات وتقدير أجزاء السنتيمترات، انظر القراءة على الميرا في الشكل (4–8).



الشكل (4–8) القراءة على الميرا

ملحقات الميرا:

- ميزان تسوية يثبت خلفها للاستعانة به في جعل الميرا رأسية تماماً
- حزام لربط الميرا من أجل سهولة نقلها
- قاعدة حديدية كروية لوضع الميرا عليها لسهولة القراءة من أي إتجاه.

2.3.4 طريقة ضبط جهاز التسوية:

1. فتح الحامل الثلاثي من المسامير الموجودة في الأرجل.
2. ضبط الطول حسب طول المستخدم.
3. تفتح هذه الأرجل ويتم غرس الأرجل عن طريق القدم ومكان التثبيت وذلك في حالة الأرض الرخوة.
4. يراعى أن تكون المسافات بين أرجل الحامل متساوية ومستقرة.
5. التأكد من أن قاعدة ثلاثية الأرجل أصبحت أفقية بشكل تقريبي.
6. التأكد الأولي من أن لوالب التسوية في منتصفها.
7. يوضع الجهاز على قمة الحامل ويتم ربطه بالمسمار الموجود في قاعدة ثلاثية الأرجل.
8. نجعل المنظار موازياً لإثنين من مسامير التسوية.
9. نقوم بإدارة هذان المسمارين للداخل أو للخارج حتى يتم تقريب الفقاعة إلى المنتصف وبشكل موازٍ لمحور المنظار.
10. ندور المنظار 90 درجة
11. عن طريق المسمار الثالث يتم ضبط الفقاعة إلى الداخل.

4.4 طرق التسوية:

توجد أساليب وطرق متعددة لتنفيذ أعمال التسوية تختلف حسب المبدأ الذي يعين به فرق الارتفاع وتختلف عن بعضها بعضاً من حيث الدقة والسرعة والأجهزة المختلفة وكذلك إمكانية تطبيق كل طريقة وفق طبيعة الأرض وأهم هذه الطرق هي:

1- التسوية المباشرة.
2- التسوية غير المباشرة.
3- التسوية البارومترية.

التسوية المباشرة: وهذه الطريقة تعتمد على استخدام جهاز النيفو (LEVEL) والميرا وهي واسعة الاستخدام في المشاريع الهندسية وتتلخص بأخذ القراءات على الميرا مباشرة والحصول على فرق الارتفاع.

التسوية غير المباشرة: وتعتمد هذه الطريقة على استخدام جهاز التيودوليت والأجهزة الالكترونية الحديثة وأصبحت في الوقت الحاضر أكثر الطرق استخداماً. وتتلخص بقياس المسافة الأفقية وقياس زاوية الارتفاع.

التسوية البارومترية: وتعتمد على استخدام مقياس الضغط الجري (البارومتر) وذلك بقياس الفرق في مقدار الضغط الجوي بين النقطتين حيث نعلم أن الضغط الجوي ينقص عندما يزداد الارتفاع وهذه الطريقة تتأثر بعوامل عدة منها درجة الحرارة والرطوبة. فهي ذات دقة ضعيفة ولا تستخدم إلا في أعمال التخطيط والاستكشاف حيث أن فروق الارتفاعات كبيرة ولا تحتاج إلى دقة عالية ولا تستعمل في الأعمال المساحية الدقيقة ولذلك سوف لا نتعرض لها.

وسنقوم بشرح مبدأ التسوية المباشرة وطرق إجراء القياسات الخاصة بها وأساليب تدوين هذه القياسات بشيء من التفصيل، نظراً لأهميتها في الاعمال المساحية لمختلف المشاريع الهندسية والزراعية وغيرها.

1.4.4 المبدأ العام للتسوية المباشرة:

قبل البدء بشرح المبدأ العام للتسوية المباشرة نذكر بعض التعاريف الضرورية:

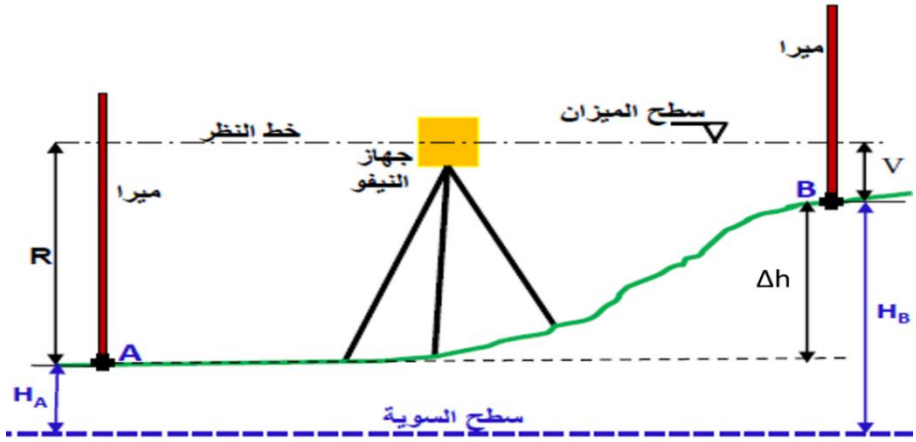
- **منسوب سطح الميزان:** هو المستوي الوهمي الذي يحتوي على محور التسديد البصري (خط النظر) في منظار جهاز التسوية المباشرة، والذي يمكن بواسطته تحديد مقدار ارتفاع أو انخفاض هذا الجهاز عن مستوى المقارنة المعتمد.
- **القراءة الخلفية (R):** هي القراءة الأولى التي تؤخذ على الميرا عند كل تمركز بجهاز التسوية المباشرة أثناء إجراء أعمال المسح الارتفاعي في منطقة ما.
- **القراءة المتوسطة أو البينية (M):** هي أية قراءة تؤخذ على الميرا في كل تمركز بجهاز التسوية المباشرة، وذلك قبل نقل الجهاز إلى نقطة تمركز أخرى.
- **القراءة الأمامية (V):** هي القراءة الأخيرة التي تؤخذ على الميرا في كل تمركز بجهاز التسوية المباشرة، وذلك قبل نقل الجهاز إلى نقطة تمركز أخرى.

لنُعد النقطتين (A,B) من سطح الأرض الطبيعية و لنفرض أن ارتفاع النقطة (A) فوق مستوي السوية الأساسي المعتمد معلوم و ليكن (H_a). يمكننا ببساطة كما نلاحظ من الشكل (4-9) تعيين ارتفاع النقطة (B).

و ذلك بقياس قيمة فرق الارتفاع (Δh) بين النقطتين (A) و (B) و إضافة هذه القيمة إلى قيمة (H_a)المعلومة . أي:

$$H_b = H_a + \Delta h \qquad (2-4)$$

$$\Delta h = R - V \qquad (3-4)$$



الشكل (4-9) مبدا التسوية المباشرة

تدعى العلاقة الأخيرة بقانون التسوية المباشرة، والذي يعني أن:

فرق الارتفاع بين نقطتين (1) و (2) = القراءة الخلفية على (1) – القراءة الأمامية على (2)

2.4.4 أساليب العمل بالتسوية المباشرة:

نميز عند القيام بأعمال التسوية المباشرة عدة أساليب أو طرق لإجراء هذه التسوية، والتي من أهمها:

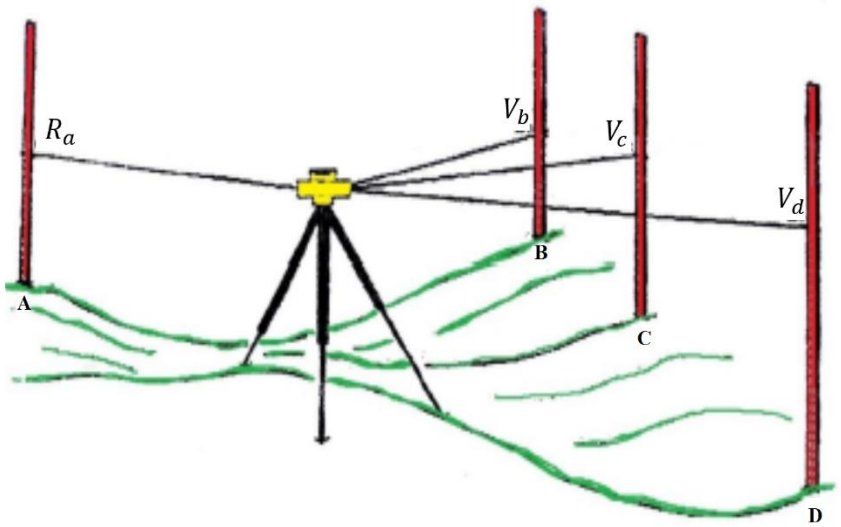
1.2.4.4 قياس فرق الارتفاع بين نقطتين من سطح الأرض:

في هذه الحالة غالباً ما يتم الوقوف بجهاز التسوية في نقطة متساوية البعد عن النقطتين المراد معرفة قيمة فرق الارتفاع بينهما الشكل (4-9) وتُعد القراءة على الميرا عند إحدى النقطتين خلفية وعند النقطة الأخرى أمامية، أما قيمة فرق الارتفاع بينهما فتحسب كما رأينا من المعادلة (4-3).

2.2.4.4 التسوية بالإشعاع:

وهي الحالة التي يتوفر فيها لدينا في منطقة المسح علام تسوية (A) معلوم المنسوب ويطلب معرفة مناسيب عدد من نقاط سطح الأرض القريبة (B,C,D,...) والمحددة مسبقاً بإحداثياتها الأفقية (X,Y) في جملة الإحداثيات المعتمدة.

تستخدم هذه الطريقة عموماً في أعمال المسح الطبوغرافي لمنطقة محددة وخاصة في الأراضي المنبسطة والسهلية، حيث نختار عادةً موقعاً مناسباً للتمركز بجهاز التسوية غير بعيد عن علام التسوية (A) وعن النقاط الأخرى مجهولة المنسوب وتتحقق الرؤية بين الجهاز وسائر النقاط كما في الشكل (4−10).



الشكل (4−10) التسوية بالإشعاع

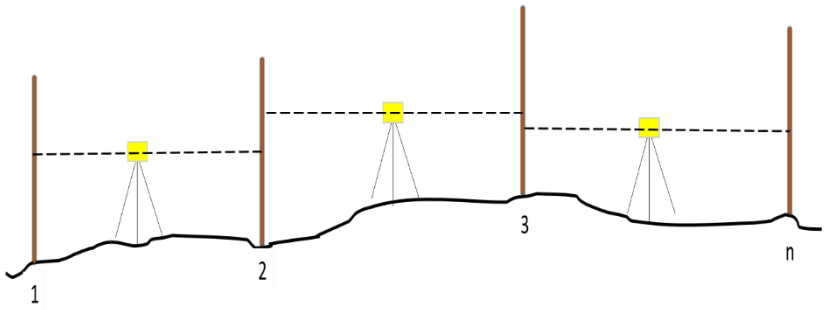
نبدأ عملية القياس بأخذ قراءات الخلفية (R_a) على الميرا في (A)، ومن ثم قراءات أمامية (V_i) على الميرا عند نقاط المسح المراد معرفة مناسيبها. عندها بإمكاننا أن نحسب قيم فروق الارتفاعات بين علام التسوية ونقاط المسح بالعلاقات:

$$\Delta h_{ab} = R_a - V_b$$
$$\Delta h_{ac} = R_a - V_c$$
$$\Delta h_{ad} = R_a - V_d \qquad (4-4)$$

بإضافة هذه المقادير بقيمها الجبرية إلى منسوب النقطة (A) نحصل على مناسيب باقي النقاط

3.2.4.4 التسوية بطريقة المسالك أو التضليع:

يستخدم هذا النوع من أنواع التسوية المباشرة في المشاريع والأعمال الهندسية ذات الشكل الطولاني (طرق – أقنية مائية – سكك حديدية ...الخ) ويتم فيها تعيين ارتفاعات نقاط من سطح الأرض واقعة على محور المنشأة المدروسة، حيث يتم التنقل بجهاز القياس تباعاً بعد كل مرة تمركز بين نقطتين متتاليتين وأخذ القراءتين (الخلفية والأمامية) على الميرتين عندهما الشكل (4−11).



الشكل (4−11) التسوية بطريقة المسالك

ليكن لدينا المسار المحدد ببدايته (1)، وهي نقطة غالباً ما تكون معلومة المنسوب ونهايته النقطة n والتي قد تكون معلومة المنسوب أحياناً. إن فروق الارتفاعات بين نقاط المسار (1,2,...n) تحسب بالعلاقات:

$$\Delta h_{(1)-(2)} = R_{(1)} - V_{(2)}$$
$$\Delta h_{(2)-(3)} = R_{(2)} - V_{(3)}$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$\Delta h_{(n-1)-(n)} = R_{(n-1)} - V_{(n)} \qquad (5-4)$$

حيث تم أخذ آخر قراءة في المسلك أو المسار على الميرا الموجودة في النقطة (n) والتي تشكل نقطة إغلاق للمسلك.

نضطر في الحياة العملية أحياناً إلى إنشاء مسالك مغلقة على شكل حلقات، وخاصةً عندما يتعلق الأمر بمعرفة مناسيب نقاط من سطح الأرض تحيط بمنشأة أو بموقع يراد الأنشاء داخله في هذه الحالة يتم الانطلاق بالمسلك من نقطة (A) معلومة المنسوب ومن ثم الإغلاق على النقطة (A) نفسها بعد إتمام عملية تعيين مناسيب النقاط الواقعة حول الموقع أو المنشأة.

إن مجموع فروق الارتفاع في حالة المسلك الموصل من (A) إلى (B)، مع افتراض عدم وجود أخطأ في القياس، يجب أن يساوي من الناحية النظرية القيمة الآتية:

$$\sum \Delta h = \sum (R - V) = H_a - H_b \qquad (6-4)$$

أما في حالة المسلك المغلق فإن مجموع هذه الفروق يجب أن يساوي الصفر:

$$\sum \Delta h = \sum (R - V) = 0 \qquad (7-4)$$

3.4.4 طرق حساب المناسيب وأساليب تدوين القياسات

عند إجراء القياسات الحقلية بمختلف الطرق السابق ذكرها، يتم أيضا تدوين هذه القياسات بأساليب مختلفة وبشكل يسهل عملية الحساب وإجراء التحقيقات عليه. وفيما يأتي شرح لاهم الطرق المتبعة في تدوين القياسات وحساب مناسيب النقاط

1.3.4.4 طريقة الارتفاع والانخفاض:

تعتمد هذه الطريقة على مقارنة كل نقطة بالنقطة السابقة لها ومعرفة ما إذا كانت مرتفعة أو منخفضة عنها وتعتمد هذه المقارنة على أنه كلما ازدادت قراءة الميرا كلما دل ذلك على انخفاض النقطة المقارنة عن النقطة السابقة لها وبالعكس كلما قلت القراءة الميرا كلما دل ذلك على ارتفاع النقطة المقارنة.

وهذه الطريقة تناسب بشكل أساسي أعمال المسح الارتفاعي بطريقة المسالك أو التضليع، حيث يتم التمركز بجهاز النيفو في أي نقطة مناسبة لإجراء القياسات وغالباً ما يتم وضع الجهاز على مسار المسلك وفي منتصف المسافة بين ميرتي القراءة، أو بالقرب من المسلك وعلى مسافة متساوية من الميرتين.

وفي كل مرة يتم فيها التمركز بالجهاز نأخذ قراءة على الميرا الخلفية (R) وقراءة على الميرا الامامية (V) ويتم تسجيل القياسات كما هو موضح بالجدول (1-4) ويتم حساب مناسيب النقاط اعتماداً على العلاقة (2-4).

الجدول (4-1)

النقطة	القراءة على الميرا (m)			فرق الارتفاع (m)		المنسوب (m)
	الخلفية	البينية	الأمامية	ارتفاع	انخفاض	
R1	0.80					**310.50**
A		2.10			1.30	309.20
B		1.50		0.60		309.80
C	3.40		0.50	1.00		310.80
D		1.70		1.70		312.50
E			2.60		0.90	311.60
Σ	4.20		3.10	3.30	2.20	

ولتحقيق العمل الحسابي:

- يجب أن يكون عدد القراءات الخلفية مساوياً لعدد القراءات الأمامية.

– تجمع قراءات الميرا في خانة القراءات الخلفية وكذلك القراءات في خانة القراءات الأمامية ويحسب الفرق بينهما.

أي مجموع القراءات الخلفية – مجموع القراءات الأمامية

– تجمع خانة الارتفاع وكذلك خانة الانخفاض ويحسب الفرق بينهما

أي مجموع الارتفاعات – مجموع الانخفاضات

– يطرح منسوب أول نقطة من منسوب آخر نقطة

أي منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة

- ولكي يكون العمل الحسابي صحيحاً يجب أن يتحقق الشرط الآتي:

(مجموع القراءات الخلفية – مجموع القراءات الأمامية) = (مجموع الارتفاعات – مجموع الانخفاضات) = (منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة).

2.3.4.4 طريقة منسوب سطح الميزان:

في هذه الطريقة يحدد منسوب المستوى الأفقي لخط نظر النيفو بقياس ارتفاعه عن أحد الروبيرات أو عن نقطة منسوبها معلوم بدقة ويقصد بالمستوى الأفقي ذلك الذي يعينه خط نظر المنظار عندما يكون سطح الجهاز أفقياً تماماً ثم تحدد مناسيب النقط بعد ذلك بقياس انخفاضها – الذي تعينه قراءة الميرا عندها – عن منسوب خط نظر النيفو الذي يسمى عادة مستوى سطح الميزان، وهذه الطريقة تناسب بشكل أساسي أعمال المسح الارتفاعي بطريقة الإشعاع، وفي هذه الحالة يحذف من الجدول خانتي الارتفاع والانخفاض وتستبدل بخانة منسوب سطح الميزان،

ويتم حساب مناسيب النقاط بعد أن يتم حساب منسوب سطح الميزان في كل تمركز على الشكل الآتي:

منسوب سطح الميزان = منسوب أي نقطة معلومة + القراءة على الميرا عند هذه النقطة المعلومة

منسوب نقطة المسح = منسوب سطح الميزان – القراءة على الميرا عند نقطة المسح

ويتم تسجيل القياسات كما هو موضح بالجدول (4–2).

الجدول (4–2)

النقطة	القراءة على الميرا (m)			منسوب سطح الميزان (m)	المنسوب (m)
	الخلفية	البينية	الأمامية		
R1	0.80			311.30	**310.50**
A		2.10			309.20
B		1.50			309.80
C	3.40		0.50	314.20	310.80
D		1.70			312.50
E			2.60		311.60
Σ	4.20		3.10		

<u>ولتحقيق العمل الحسابي:</u>

- يجب أن يكون عدد القراءات الخلفية مساوياً لعدد القراءات الأمامية.
- ولكي يكون العمل الحسابي صحيح يجب أن يتحقق الشرط الآتي:

(مجموع القراءات الخلفية – مجموع القراءات الأمامية) = (مجموع الارتفاعات – مجموع الانخفاضات) = (منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة).

مقارنة بين طريقتي الحساب:

– العمل الحسابي في طريقة منسوب سطح الميزان يقل كثيراً عن الطريقة الأخرى أثناء حساب مناسيب النقط وبذلك يسهل سرعة حساب المناسيب أثناء العمل في الحقل وتستعمل طريقة منسوب سطح الميزان عندما يكون عدد المتوسطات كبيراً كما في حالة الميزانية الشبكية وكافة الأعمال التي لا يتم نقل الميزان وتغيير وضعه كثيراً.

– طريقة الارتفاع والانخفاض يكثر فيها العمل الحسابي ولكن التحقيق فيها أضمن وأفضل من الطريقة الأخرى إذ إن أي خطأ في حساب مناسيب المتوسطات أو أي متوسطة يظهر حسابه في باقي مناسيب النقط ويمكن اكتشاف هذا الخطأ إما في طريقة منسوب سطح الميزان فلا يكتشف هذا الخطأ في حساب مناسيب المتوسطات لأن قراءة المتوسطات لا تدخل في عمل التحقيق وتستعمل طريقة الارتفاع والانخفاض في أيجاد مناسيب النقط الدقيقة.

4.4.4 مصادر الأخطاء في أعمال التسوية المباشرة:

في كل عملية مساحية ثمة أخطأ ناتجة عن القياسات ولكن علينا الاحتياط للتخفيف من تأثير معظم هذه الأخطاء وخاصة إذا تم التعرف على مصادرها ومن أهم المصادر الرئيسة للأخطاء ما يأتي:

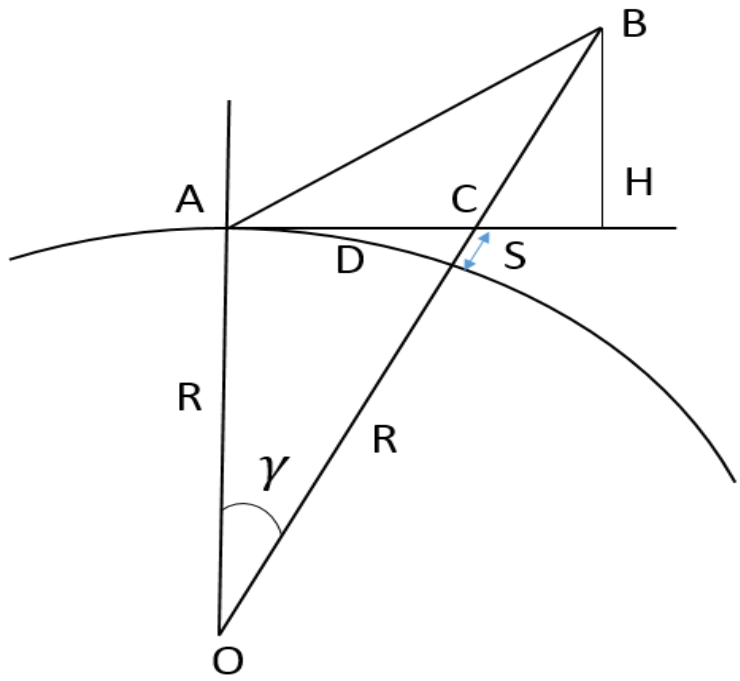
- عدم دقة الأجهزة المستخدمة في عمليات القياس كأن يكون الجهاز غير معير.
- انحناء الأرض وانكسار الأشعة.
- عدم ضبط الزئبقيات بشكل جيد وخاصة عند استخدام جهاز النيفو وقبل أخذ كل قراءة علينا التأكد من أن الزئبقية القطعية مضبوطة.
- عدم شاقولية الميرا أو العاكس الضوئي.
- الأخطاء الناتجة عن الأشخاص ويراعى إذا كانت القياسات تتطلب الدقة مثل مراقبة التشوهات فيجب أن يقوم الشخص نفسه بإجراء القياسات.
- أخطأ النقاط المرجعية.

1.4.4.4 الخطأ الناتج عن انحناء الأرض وانكسار الأشعة:

في كافة القياسات السابقة تم افتراض أن سطح السوية هو مستوي أفقي وكما نعلم أن فرضيتنا هذه صحيحة عندما تكون المسافات الأفقية المقاسة صغيرة ولكن إذا كانت المسافات الأفقية بين النقاط المطلوب تعيين فرق الارتفاع بينها كبيراً فيمكننا الأخذ بعين الاعتبار تأثير كروية الأرض وانكسار الأشعة وعلينا أن نُعد أن سطح السوية في هذه الحالة هو الكرة والشواقيل المتعامدة مع سطح السوية تكون محمولة على أنصاف الأقطار وتمر من مركز هذه الكرة. وفيما يأتي سوف نتعرف على كيفية حساب التصحيح الناتج عن كروية الأرض وانكسار الأشعة في أعمال التسوية المباشرة.

تصحيح كروية الأرض:

لنُعد أن الجهاز موجود في النقطة A والميرا المحمولة على الشاقول المار بمركز الكرة في النقطة B إن فرق الارتفاع بين النقطتين A و B ممثلة بالمسافة BC المحمولة على الشاقول المار في النقطة B كما في الشكل (4–12) والمسافة الأفقية D الممثلة AC.



الشكل (4–12) خطأ كروية الأرض

لنرمز بـ γ للزاوية بين الشاقول المار من A والشاقول المار من B وباعتبار أن الزاوية صغيرة بإمكاننا أن نكتب :

$$\gamma = \frac{D}{R}$$

لو اعتبرنا أن D=2 km، R=6370 km نجد:

$\gamma \approx 1/3000$ بالراديان من هنا نستنتج أن الأطوال BC، BH متساوية تقريباً ويمكن أن نُعد AC=D فإن فرق الارتفاع بين النقطتين A،B تمثله المسافة الشاقولية BC إذا اعتبرنا أن سطح الأرض أفقياً ولكن مع اعتبار أن سطح الأرض كروياً أصبح فرق الارتفاع بين النقطتين A،B تمثله المسافة الشاقولية BD فعلينا إذا إضافة القيمة S الناتجة عن كروية الأرض إلى القيمة السابقة BC حتى نحصل على فرق الارتفاع ومن الشكل (4–12) نكتب:

$$\Delta H_{AB} = BC + S$$

حيث أن S هو التصحيح الناتج عن كروية الأرض وهو كما نلاحظ ذو قيمة موجبة ويجب إضافته دائماً إلى فرق الارتفاع ولحساب قيمة S نكتب من المثلث AOC ما يأتي:

$$\overline{AO}^2 + \overline{AC}^2 = \overline{OC}^2$$

$$R^2 + D^2 = (R + S)^2$$

$$R^2 + D^2 = R^2 + S^2 + 2RS$$

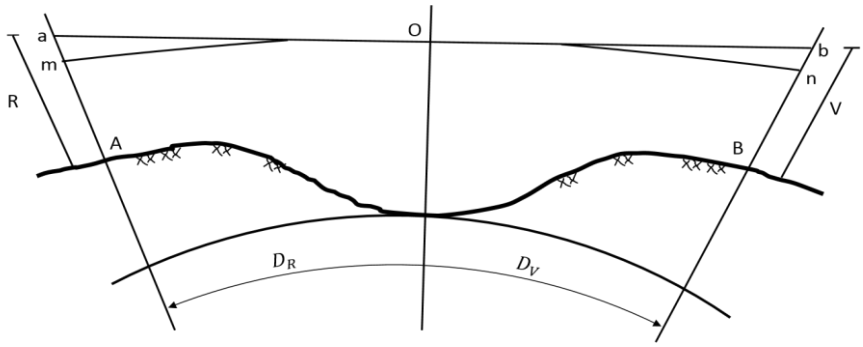
وبإصلاح هذه العلاقة وإهمال اللامتناهيات في الصغر من الدرجة الثانية حيث أن قيمة S صغيرة جداً إذا ما قورنت بنصف قطر الأرض نجد:

$$2RS = D^2$$

$$S = \frac{D^2}{2R} \qquad (8-4)$$

من هنا نلاحظ أن تأثير كروية الأرض يزداد كلما ازدادت المسافة الأفقية المقاسة، وحين استخدام التسوية المباشرة كما ذكرنا سابقاً نضع جهاز النيفو بين النقطتين A،B المطلوب قياس فرق الارتفاع بينهما على مسافة Da من النقطة A وعلى مسافة Db من النقطة B ونضع ميرا شاقولية في كل من النقطتين كما هو مبين في الشكل (4–13).إن فرق الارتفاع بين النقطتين A B , فيما لو كان المحور الضوئي لنظارة الجهاز يحدد سطحاً كروياً mon موازياً لسطح السوية يعطى بالعلاقة :

$$\Delta H = Am - Bn$$



الشكل (4–13)

ولكن المحور الضوئي للجهاز يحدد منسوباً افقياً aob عمودياً الشاقول المار من مركز الجهاز ويتم أخذ القراءات الآتية (V = Bb) (R = Aa) ومن هذه القراءات نحسب فرق الارتفاع:

$$\Delta H = R - V = Aa - Bb$$

فتصحيح الكروية يكون:

$$\Delta S = \Delta H' = (Aa - Bb) - (Am - Bn)$$
$$= am - bn$$

ولكن حسب العلاقة (4–8) التي تعطي قيمة التصحيح نكتب:

$$am = \frac{D_a^2}{2R} \quad , \quad bn = \frac{D_b^2}{2R}$$

ومنه $\Delta S = \frac{D_a^2 - D_b^2}{2R}$

حيث Da، Db هي المسافات الأفقية من الجهاز وحتى النقاط A،B على الترتيب ونلاحظ أنه بإمكاننا أن نجعل هذا التصحيح مهملاً لو كانت Da=Db وهذه المساواة يتم تحقيقها بوضع الجهاز في منتصف المسافة بين النقطتين وهذا ما يسمى بتساوي الأكتاف.

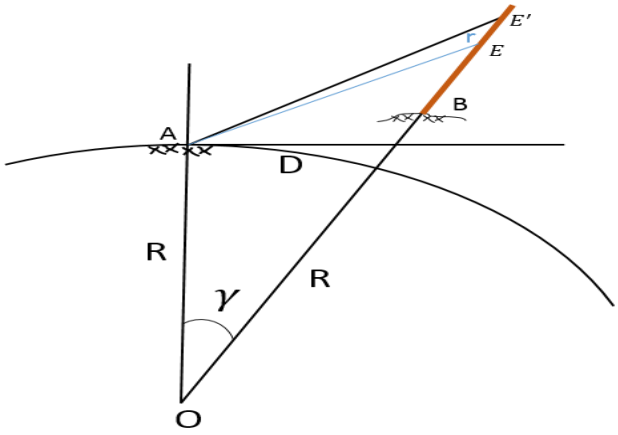
تأثير انكسار الأشعة الضوئية:

تتعرض الأشعة الواردة من الميرا إلى عين الناظر عند مرورها بطبقات الجو متغيرة الكثافة والناتجة عن تعرضها للتسخين الحراري من أشعة الشمس أو ملامسة سطح الأرض الساخن إلى جملة من الانكسارات مما يجعل الميرا تبدو وكأنها تهتز خاصة في جزئها القريب من سطح الأرض وبالآتي يصعب معه أخذ القراءة عليها بشكل سليم. يتعلق هذا الخطأ بعوامل عدة من أهمها:

- تأثير حرارة الجو على الهواء المحيط بمنطقة المسح ويفضل عادة إجراءات القياسات في ظروف الحرارة المعتدلة
- الوقت الذي تتم فيه أعمال التسوية حيث يفضل القيام بالمسح في الصباح الباكر وعند الغروب.
- الزمن الذي تستغرقه عملية اخذ القراءة على الميرا فكلما كان هذا الزمن أقصر كانت قيمة القراءة المأخوذة أقرب إلى القيمة الحقيقية ذلك أن التحديق الطويل من خلال العدسة العينية أثناء اخذ القراءة يجهد العين ويؤدي إلى قراءات خاطئة.
- يعد محور التسديد الضوئي عن السطوح الساخنة كالجدران وخزانات المياه وكذلك ارتفاعه عن سطح الأرض ونوعية هذا السطح في منطقة المسح (ترابية – إسفلتية – رملية ...الخ) ذلك لأن السطوح الساخنة سوف ترفع حرارة الجو المحيط بها وبالآتي إلى احتمال انكسار الأشعة الضوئية الواردة إلى الجهاز.

لتكن النقطتان A و B ونريد تعين فرق الارتفاع بينهما، نوجه المحور الضوئي للجهاز الموضوع في A إلى الميرا الموضوعة على شاقول النقطة B، إن قيمة القراءة على الميرا أثناء الرصد لن تكون عمليا عند (E') و لكن عند (E) و ذلك بسبب انكسار الشعاع البصري في طبقات الجو الواقعة بين الميرا و عين الراصد باتجاه الأسفل بمقدار (r). كما في الشكل (4−14). تبين التجارب العملية أن مقدار تأثير انكسار الأشعة الضوئية على نتائج التسوية المباشرة تساوي إلى النسبة $\left(\frac{1}{7}\right)$ من قيمة تأثير كروية الأرض.

$$r = \frac{1}{7} * S \qquad (9-4)$$



الشكل (4−14) تأثير انكسار الأشعة

يمكن التخفيف من تأثير انكسار الأشعة الضوئية على نتائج التسوية المباشرة باتخاذ بعض الإجراءات مثل:

- ألا تزيد المسافة بين جهاز التسوية والميرا عن الخمسين متراً.
- التمركز بجهاز التسوية على بعد متساو من الميرات المرصودة من كل نقطة تمركز بهدف
- القيام بالرصد في الصباح الباكر وعند الغروب فقط وأخذ القراءات بسرعة.

في بعض المراجع إن التصحيح الناتج عن كروية الأرض وانكسار الأشعة (s−r) يسمى بتصحيح التسوية الظاهري ويساوي إلى:

$$S - r = \frac{D^2}{15} \qquad (10-4)$$

على اعتبار أن D مأخوذة بالـ كم والجواب بالمتر.

ويتم حذف خطأ التسوية الظاهرية بالتسوية المباشرة بوضع الجهاز في منتصف المسافة بين النقطتين A و B المطلوب تعين فرق الارتفاع بينهما.

5.4.4 دقة التسوية المباشرة:

يمكن حساب دقة التسوية بالاعتماد على مصادر الأخطاء المذكورة سابقاً وتؤخذ بعين الاعتبار الأخطاء التي لها تأثير ملموس على نتائج القياس.

قبل البدء بشرح كيفية تقييم أعمال التسوية المباشرة نورد التعريفين الآتيين:

$-m_0$ خطأ تقدير القراءة على الميرا وهو يمثل مجموع تأثيرات كافة الأخطاء المحتمل وقوعها أثناء إجراء عملية التسوية المباشرة و تقدر قيمتـه بحوالـي (*1 mm*) في أعمال المسح الطبوغرافي و إنشاء شبكات التسوية من الدرجة الرابعة .

$-m_{\Delta h}$ دقة تعيين فرق الارتفاع بين نقطتين متتاليتين من الأرض الطبيعية .

يتم حساب قيمة الخطأ الأخير من تطبيق قانون انتشار الخطأ المتوسطة التربيع على علاقة فرق الارتفاع بين نقطتين (المعادلة 4−3) أي:

$$\Delta h = R - V$$

$$m_{\Delta h}^2 = m_{0(r)}^2 + m_{0(v)}^2 \qquad (11-4)$$ ومنه

وبما أنه يمكننا اعتبار قياساتنا متساوية الدقة بسبب أن مسافات الرصد بين ميزان التسوية وميرات القياس متقاربة القيمة وأن ظروف القياس هي واحدة على كافة القياسات أي أن:

$$\left(m_{0(r)} = m_{0(v)} = m_0\right)$$ نجد أن قيمة $m_{\Delta h}$ أصبحت تسأوي :

$$m_{\Delta h}^2 = 2(m_0)^2 \qquad (12-4)$$

وبفرض أن:

n – عدد مرات التموضع بجهاز التسوية على كامل مسلك التسوية و تتراوح قيمته بين (*8-16*) تموضعاً على الكيلومتر الطولي الواحد و ذلك وفقاً لطبيعة الأرض ووعورتها

m_h – قيمة الخطأ المتوقع ارتكابه على كامل مسلك التسوية والذي يمكن حسابه من العلاقة:

$$(m_h)^2 = 2(n)(m_0)^2 \qquad (13-4)$$

أو بشكل آخر:

$$m_h = \pm(m_0)\sqrt{2n} \qquad (14-4)$$

m'_h – حد التساهل أو الحد المسموح ارتكابه على كامل مسلك التسوية المباشرة و يعطى بالعلاقة :

$$m'_h = \pm 2.5(m_h) = \pm 2.5\ (m_0)\sqrt{2n} \qquad (14-4)$$

وبفرض أن:

Δh – قيمة فرق الارتفاع المقاس بين نقطتين متتاليتين من المسلك

F_h – مجموع قيم فروق الارتفاع (النظرية) بين بداية مسلك تسوية (*A*) ونهايته (*B*) والذي يمكن أن يعطى بالعلاقة:

$$F_h = H_b - H_a \qquad (15-4)$$

$F_h{}'$ – مجموع قيم فروق الارتفاعات (المقاسة)بين بداية هذا المسلك ونهايته وهو يمثل عملياً مجموع قيم فروق الارتفاعات الجزئية المقاسة بين كافة النقاط المتتالية من المسلك أي:

$$F_h{}' = \sum \Delta h_i \qquad (16-4)$$

أما قيمة خطأ الإغلاق الارتفاعي على كامل مسلك التسوية فيحسب من العلاقة:

$$E_h = F_h - F_h{}' \qquad (17-4)$$

في هذه الحالة يجب دوماً أن تتحقق لدينا المتراجحة الآتية:

$$E_h \leq m'_h$$

عندما يكون مسلك التسوية المباشرة طويلاً من الأفضل استبدال القيمة الممثلة لعدد مرات تموضع الجهاز (n) بما يساويها من طول المسلك (L) بافتراض أن الاجتيازات الجزئية (أي المسافات بين محطات التموضع بجهاز التسوية) متساوية وقيمتها بحدود ($\ell = 100\ m$) نجد أن:

$$n = \frac{L_{(km)} \times 10^3}{\ell_{(m)}} \quad = \frac{L_{(km)} \times 10^3}{100} = 10 L_{km} \qquad (18-4)$$

حيث:

L – طول مسلك التسوية مقدرا بالكيلومتر

ℓ – المسافة بين محطات التموضع بجهاز التسوية وتبلغ قيمتها التقريبية حوالي المائة متر

بتبديل هذه القيمة في المعادلة (4–17) نجد أن قيمة حد التساهل تصبح:

$$m'_h = \mp 2.5(m_0)\sqrt{20(L_{km})} \qquad (19-4)$$

من هذه المعادلة نرى قيمة (σ'_h) تتعلق بشكل أساسي بقيمة خطأ تقدير القراءة على الميرا (m_0) فإذا افترضنا أن هذه القيمة تساوي ($1\ mm$) لوجدنا أن المعادلة الأخيرة تؤول إلى الشكل :

$$m'_h = \pm 12\sqrt{L_{km}} \qquad (20-4)$$

يجدر التنويه هنا إلى أن قيمة (n) تزداد في الأراضي الوعرة وذات الميول الحادة حيث تصبح معادلة حد التساهل كما تنص بعض الاشتراطات المعتمدة في العالم كالآتي:

$$m'_h = \pm 24\sqrt{L_{km}} \qquad (21-4)$$

وبشكل عام فإن حد التساهل على خطأ الإغلاق على مسالك التسوية المباشرة للأعمال الطبوغرافية العادية كثيراً ما يأخذ القيمة:

$$m'_h = \pm 50\sqrt{L_{km}} \qquad (22-4)$$

نلاحظ من العلاقة (4–22) أنها تعطي تقييما لدقة الأعمال في إنشاء مسالك التسوية بين علامي تسوية (روبيرين) يقعان في بداية المسلك و نهايته و التسوية تتم باتجاه واحد (ذهاباً) أي أننا ننطلق من أحد علامي التسوية و نغلق على العلام الآخر لرفع دقة النتائج نلجأ في الكثير من الأحيان إلى القيام بإعادة عملية التسوية بين العلامين نفسهما و لكن الانطلاق يتم في هذه المرة من علام التسوية الذي يقع في نهاية المسلك و الإغلاق على علام التسوية الواقع في بدايته

أي أن التسوية تتم في هذه الحالة ذهاباً و إياباً بتطبيق علاقة الخطأ التربيعي المتوسط على المتوسطة الحسابية الناتجة عن القياس في المرتين و باستخدام العلاقة (4−22) نجد:

$$m'_h = \pm 2.5(m_0)\frac{\sqrt{20(L_{km})}}{\sqrt{2}} \qquad (23-4)$$

أي أنه يمكن القول بان دقة نتائجنا قد زادت بتكرار عدد مرات القياس كما هو متوقع بعد الانتهاء من إنشاء مسلك التسوية المباشرة (سواء ذهابا فقط أو ذهاباً وإياباً) نقارن قيمة خطأ الإغلاق مع قيمة حد التساهل وهنا نلاحظ حالتين:

الحالة الأولى: وهي التي تكون فيها قيمة خطأ الإغلاق أكبر من قيمة حد التساهل أي:

$$E_h > m'_h$$

عندها علينا إعادة كافة قياساتنا.

الحالة الثانية: وهي التي تكون فيها قيمة خطأ الإغلاق أصغر أو تساوي قيمة حد التساهل أي:

$$E_h < m'_h$$

في هذه الحالة نُعد أن قيمة خطأ الإغلاق مقبولة لذلك نلجأ إلى تعديل مسلك التسوية وتوزيع قيمة هذا الخطأ على نقاط هذا المسلك كافة وذلك باستخدام إحدى طرائق التعديل المعروفة والتي من أهمها:

أ) طريقة التوزيع المتساوي:

يتم فيها توزيع قيمة خطأ الإغلاق الناتجة بالتساوي وبإشارة جبرية معاكسة لإشارتها الناتجة على قيم فروق الارتفاعات بين نقاط المسلك والمساوية لعدد أضلاع المسلك ولعدد تمركزات جهاز التسوية وتكون قيمة التصحيح على كل فرق الارتفاع بين نقطتين (i,j) مقدرة بالعلاقة:

$$V_{ij} = \frac{E_h}{n} \qquad (24-4)$$

ب) طريقة التعديل المتناسب مع المسافات بين النقاط:

ويتم فيها توزيع قيمة خطأ الإغلاق بشكل يتناسب مع المسافات بين نقاط مسلك التسوية وتكون قيمة التصحيح على فرق الارتفاع بين نقطتين مقدرة بالعلاقة:

$$V_{ij} = \frac{E_h \cdot \ell_{ij}}{L} \qquad (25-4)$$

حيث : ℓ_{ij} – قيم المسافات الواقعة بين نقاط مسلك التسوية

L– الطول الكلي لمسار التسوية

ج) طريقة التعديل المتناسب مع بعد النقاط عن بداية المسلك:

ويتم فيها توزيع قيمة خطأ الإغلاق بشكل يتناسب مع بعد كل نقطة من نقاط مسلك التسوية عن بداية هذا المسلك وتكون قيمة التصحيح على الارتفاع المؤقت للنقاط مقدرة بالعلاقة:

$$V_{ij} = \frac{E_h . \sum \ell_{ij}}{L} \qquad (26-4)$$

د) طريقة التعديل المتناسب مع القيم المطلقة لفروق الارتفاعات بين النقاط:

وتكون قيمة التصحيح على فرق الارتفاع بين نقطتين مقدرة بالعلاقة:

$$V_{ij} = \frac{(E_h).|h_{ij}|}{\Sigma|h_{ij}|} \qquad (27-4)$$

بعد ذلك نحسب قيم فروق الارتفاعات المصححة أو المعدلة بين نقاط مسالك التسوية بإضافة قيم التصحيح (V_{ij}) إلى فروق الارتفاع المقاسة أي :

$$(h_{ij})' = h_{ij} + V_{ij} \qquad (28-4)$$

وبهذا الشكل نكون قد أتممنا حساب قيم الارتفاعات النهائية المصححة والمعدلة لنقاط مسلك التسوية المباشرة

5.4 تطبيقات عملية:

مسألة (1):

يبين الجدول (3–4) نتائج قياس فروق الارتفاع بين نقاط مسلك تسوية مباشرة طوله حوالي (600 m) احسب القيم النهائية لمنسوب هذه النقاط مفترضا القيم الناقصة والضرورية للحساب.

الجدول (4–3)

النقطة	المنسوب (m)	القراءة على الميرا	
		الخلفية (cm)	الأمامية (cm)
R1	300.000	100.2	
A		80.7	300.1
B		66.6	279.4
C		100.0	266.6
D		116.5	100.0
R2	292.210		296.4

مراحل الحل:

أولا– حساب القيمة الحقيقة لفرق الارتفاع بين علامي التسوية (R1) و (R2):

$$292.210 - 300.000 = (-7.790)\ m$$

ثانيا– حساب القيمة المقاسة لفرق الارتفاع بين علامي التسوية نتيجة التسوية المباشرة لنقاط المسلك الواقع بينهما وتساوي إلى المجموع الجبري لقيم فروق الارتفاع الجزئية بين هذه النقاط (الجدول 4–5)

$$(-1.999) + (-1.987) + (-2.000) + (0) + (-1.799) = -7.785\ m$$

ثالثا – حساب قيمة خطأ الإغلاق الارتفاعي بطرح القيمتين (الحقيقية والمقاسة) لفرق الارتفاع بين علامي التسوية:

$$(-7.785) - (-7.790) = +5\ mm$$

رابعاً – مقارنة قيمة خطأ الإغلاق الناتجة عن مع القيمة المسموحة لها يمكن التعبير عن قيمة الإغلاق المسموحة إما بتلك القيمة المنصوص عنها في دفتر الشروط الفنية الخاصة بأعمال

التسوية المباشرة في البلد المحدد أو بتلك الناتجة عن الحساب بإحدى العلاقتين الآتيتين (في الحياة العملية غالبا ما يتم اعتماد دفاتر الشروط الفنية):

العلاقة الأولى:

$$m'_{h1} = \pm 24\sqrt{L} = \pm 24\sqrt{0.6} = \pm 18\ mm$$

العلاقة الثانية:

$$m'_{h2} = \pm 2.5(m_0)\sqrt{2n} = \pm 2.5(1)\sqrt{2(5)} = \pm 8\ mm$$

حيث لدينا:

L – طول المسار بالكيلومتر

m – خطأ تقدير القراءة على الميرا و نفترض قيمته مساوية لمليمتر واحد

n – عدد مرات التمركز بجهاز التسوية أثناء مسح المسلك و قيمته تساوي خمس تمركزات كما يبين الجدول أعلاه

خامسا – توزيع قيمة خطأ الإغلاق وحساب المناسيب النهائية للنقاط: نلاحظ أن قيمة خطأ الإغلاق الناتج عن عملية التسوية تقع ضمن حدود المساحية لذلك نلجأ إلى القيام بتوزيعها وفق إحدى الطريقتين الآتيتين:

- التوزيع بالتساوي: حيث يتم توزيع قيمة خطأ الإغلاق الناتج وبإشارة معاكسة لإشارته الجبرية الناتجة على قيم فروق الارتفاع بين نقاط المسلك
- التوزيع بالتراكم: حيث يتم توزيع قيمة خطأ الإغلاق الناتج وبإشارة معاكسة لإشارته الجبرية على المناسيب المؤقتة لهذه النقاط مع العلم أن فروق الارتفاع بين نقاط المسلك هي متساوية تقريبا فنحصل على قيم المناسيب النهائية المعدلة كما يبين الجدول (4–4).

الجدول (4–4) توزيع خطأ الإغلاق وحساب المناسيب النهائية للنقاط

النقطة	فروق الارتفاع (cm)		المنسوب المؤقت	التصحيحات على المناسيب (mm)	المنسوب النهائي
R1	+	−	300.000		300.0000
A		199.9	298.001	−1	298.000
B		198.7	296.014	−2	296.012
C		200.0	294.014	−3	294.011
D	0		294.014	−4	294.010
R2		179.9	292.215	−5	292.210

مسألة (2):

يبين الجدول (4−5) أدناه نتائج قياس فروق الارتفاع بين نقاط مسلك تسوية مباشرة احسب القيم النهائية لمنسوب هذه النقاط مفترضا القيم الناقصة والضرورية للحساب.

الجدول (4−5)

النقطة	المنسوب (m)	القراءة على الميرا	
		الخلفية (mm)	الأمامية (mm)
R1	500.000	1200	
1		1410	1080
2		880	1220
3		1100	1000
4		400	1200
5		2800	390
R2	501.910		1000

الحل: النتائج موجودة في الجدول (6-4)

الجدول (4-6) توزيع خطأ الإغلاق وحساب المناسيب النهائية للنقاط

النقطة	فروق الارتفاع (mm)		المنسوب المؤقت	التصحيحات على المناسيب (mm)	المنسوب النهائي(m)
R1	+	−	500.000		500.000
1	120		500.120	+1	500.121
2	190		500.310	+2	500.312
3		120	500.190	+4	500.194
4		100	500.090	+6	500.096
5	10		500.100	+8	500.108
R2	1800		501.900	+10	500.910

مسألة(3):

احسب القيم النهائية لمنسوب نقاط مسلك التسوية المباشرة المبينة في الجدول (4-7) بكل من طريقتي الارتفاع والانخفاض وسطح الميزان المعطيات مقدرة بالمتر

الجدول (4-7)

النقطة	المنسوب	القراءة على الميرا		
		الخلفية	البينية	الأمامية
R1	1000.000	1.000		
1			1.500	
2			1.250	
3			1.650	
4		3.000		1.320
5			3.000	
R2				2.680

الحل: كافة النتائج مبينة في الجدول (4–8):

الجدول (4–8)

النقطة	سطح الميزان		الارتفاع والانخفاض		
	المنسوب	سطح الميزان	المنسوب	الانخفاض	الارتفاع
R1	1000.000	1001.000	1000.000		
1	999.500		999.500	0.500	
2	999.750		999.750		0.250
3	999.350		999.350	0.400	
4	999.680	1002.680	999.680		0.330
5	999.680		999.680		
R2	1000.000		1000.000		0.320

مسألة (4):

احسب قيمة الخطأ الناجم عن تأثير كروية الأرض على حساب فرق الارتفاع بين نقطتين تبلغ المسافة الأفقية بينهما حوالي المائة متر وهي القيمة الوسطية التي تفصل عادة بين جهاز المحطة الشاملة والعاكس البلوري أثناء عملية الرفع الطبوغرافي ثم الخطأ الناجم عن التأثير المشترك لكل من كروية الأرض وانكسار الأشعة الضوئية

الحل: تعطى العلاقة التقريبية لحساب قيمة تأثير كروية الأرض على حساب فرق الارتفاع بين نقطتين بالعلاقة (4–7) بالتعويض نجد:

$$S = \frac{D^2}{2R} = \frac{(0.1)^2}{2 \times (6370)} = 7.8 \times 10^{-7} km = 0.78\, mm$$

أما التأثير المشترك لكل من كروية الأرض وانكسار الأشعة الضوئية فيحسب من العلاقة (4–9) أي:

$$S - r = 0.78 - \left(\frac{0.78}{7}\right) = 0.67\, mm$$

نلاحظ من النتيجة أن القيمتين صغيرتان جداً ويمكن إهمالهما في أعمال المسح الطبوغرافي.

مسألة (5):

لتكن لدينا قياسات لمسلك التسوية ***R1***–*A*–*B*–*C*–*D*–***R2*** الموضحة في الجدول (9–4) والمطلوب:

حساب المناسيب النهائية لنقاط مسلك التسوية إذا علمت أن الخطأ المتوسط التربيع للقراءة على الميرا يساوي 2mm وأن المناسيب الصحيحة للروبيرات R1=918.150 و R2=910.592 والتعديل حسب البعد عن النقطة الأولى في المسلك.

الجدول (4–9)

النقطة	المسافة بين النقاط (m)	القراءة على الميرا		المنسوب (m)
		الخلفية (m)	الأمامية (m)	
R1		1.002		918.150
	100			
A		0.807	3.001	
	110			
B		0.666	2.794	
	120			
C		1.210	2.664	
	110			
D		1.165	1.00	
	100			
R2			2.964	910.592

كافة النتائج موضحة في الجدول (4–10)

الجدول (4–10)

النقطة	المسافة (m)	القراءة على الميرا		فرق الارتفاع (m)	المنسوب المؤقت (m)	التصحيح (m)	المنسوب (m)
		الخلفية (m)	الأمامية (m)				
R 1		1.002					918.150
	100						
A		0.807	3.001	−1.999	916.151	0.003	916.154
	110						
B		0.666	2.794	−1.987	914.164	0.006	914.170
	120						
C		1.210	2.664	−1.998	912.166	0.009	912.175
	110						
D		1.165	1.00	+0.210	912.376	0.012	912.388
	100						
R 2			2.964	−1.799	910.577	0.015	910.592

الفصل الخامس

حساب المساحات

1.5 مقدمة:

ثمة حاجة ماسة في كثير من الأحيان تكون لمعرفة مساحة قطعة أرض ذات حدود معينة، وربما تكون حدود هذه الأرض موقعة على خريطة بمقياس رسم معلوم، وثمة طرق مختلفة لإيجاد مساحة قطعة الأرض، بعضها يستخدم في إيجاد المساحة من الخريطة وبعضها يستخدم عند القياس المباشر على الطبيعة، وبعضها يناسب الحدود ذات الخطوط المستقيمة التي تشكل أشكال هندسية منتظمة وبعضها يناسب الحدود ذات الخطوط غير المنتظمة.

أما إيجاد المساحة من الخريطة فهي الطريقة الأكثر استعمالاً إذ أن القياسات المطلوبة كلها تتم من على لوحة الخريطة واستخدام مقياس رسم الخريطة إن كان معلوماً من دون الرجوع إلى الموقع، إلا أن عيب هذه الطريقة هو تراكم الأخطاء التي تنتج من توقيع الخريطة نفسها ومن القياس على الخريطة، ومع أن هذه المشكلة يمكن علاجها باستخدام الطريقة الثانية وهي أخذ القياسات من الموقع مباشرةً إلا أن ذلك يتطلب تكلفة مادية وجهد عملي أكبر، ولذلك تظل الطريقة الأولى هي الأكثر استعمالاً.

أما التصنيف الآخر لإيجاد المساحة فهو الذي يتم بالنظر إلى طريقة حساب المساحة، وذلك يمكن أن يتم بالطرق الرياضية والتخطيطية والآلية، أما الطرق الرياضية فيمكن استخدامها مع القياسات التي تتم في الموقع على الأرض كما يمكن استخدامها مع القياسات التي تتم على الخريطة، وأما الطريقتان الأخريان وهما التخطيطية والآلية فلا بد من استخدامهما مع الحدود الموقعة على الخريطة بالمقياس المعلوم.

2.5 الطرق الرياضية في حساب المساحة:

إذا كانت المنطقة تحد بحدود هندسية منتظمة فيمكن استخدام النموذج الرياضي المناسب للشكل الهندسي للحدود، أما إذا كانت لا تشكل حدوداً هندسية منتظمة فيمكن استخدام طرق رياضية يتم تطبيقها لإيجاد المساحة تقريبياً.

1.2.5 النماذج الرياضية للأراضي ذات الحدود المنتظمة:

ثمة نماذج رياضية تناسب المنطقة ذات الحدود الهندسية المنتظمة مثل تلك التي تشكل شكل مثلث أو مربع أو مستطيل أو معين أو متوازي أضلاع أو شبه منحرف أو أي شكل محدد بخطوط مستقيمة أو دائرية أو قطاع من دائرة أو أي تركيب من هذه الأشكال. وهي وإن كانت معلومة للطالب من دراسته للعلوم الرياضية إلا أننا سنقوم بتقديم بعض منها في هذا الباب.

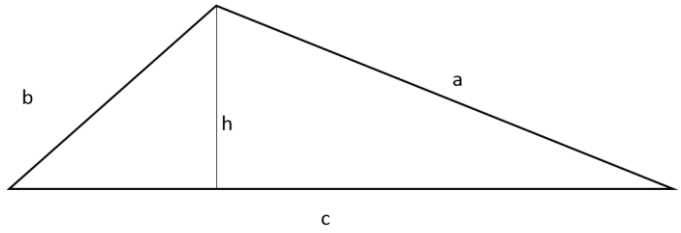
1- المثلث:

- إذا تم قياس أضلاع المثلث الثلاثة (a,b,c) فإن مساحة المثلث (A) تحسب من القانون الرياضي الآتي:

$$A = \sqrt{S * (S * a) * (S - b) * (S - c)} \qquad (1-5)$$

حيث: S هي نصف محيط المثلث، والشكل (1-5) يوضح اضلاع المثلث

$$S = (a + b + c) / 2$$



الشكل (5-1) قطعة الأرض على شكل مثلث أطوال أضلاعه a، b، c.

- وإذا تم قياس قاعدة المثلث (أحد أضلاعه الثلاثة، c مثلاً) وتم قياس العمود النازل عليها من الركن المقابل (ارتفاع المثلث h) فإن المساحة A تحسب من القانون الآتي:

$$A = \frac{1}{2}\, c * h \qquad (2-5)$$

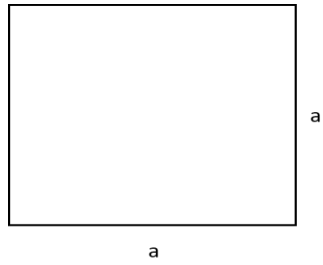
- وإذا تم قياس طولي ضلعين متجأورين من المثلث (الضلعين a وb مثلاً) والزاوية المحصورة بينهما (زاوية C) فإن المساحة A تحسب من العلاقة الآتية:

$$A = \frac{1}{2}\, a * b * \sin c \qquad (3-5)$$

2- الأشكال الهندسية غير المثلث:

- **المربع**: الشكل (5−2) إذا كان طول ضلع المربع يساوي a فإن مساحته تسأوي الضلع في نفسه:

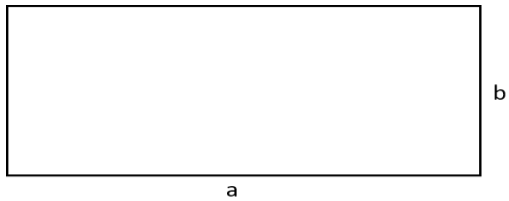
$$A = a^2 \qquad (4-5)$$



الشكل (5−2) قطعة الأرض على شكل مربع طول ضلعه a.

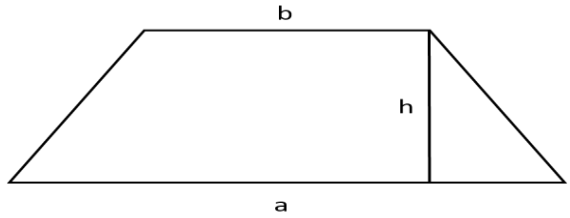
- **المستطيل**: الشكل (5−3) إذا كان طوله يساوي a وعرضه يساوي b فإن مساحته A هي:

$$A = a * b \qquad (5-5)$$



الشكل (5−3) قطعة الأرض على شكل مستطيل.

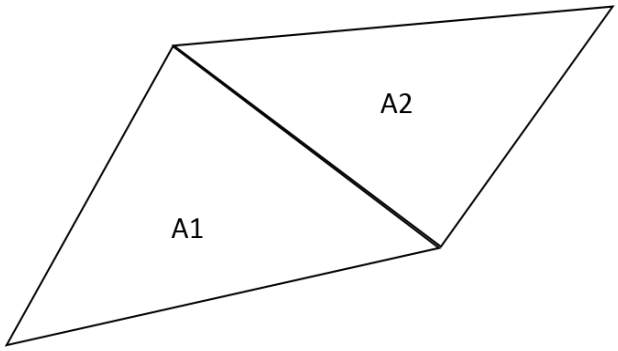
- **شبه المنحرف**: إذا كان طول القاعدة a وطول القاعدة الأخرى الموازية لها يساوي b وارتفاعه (المسافة بين القاعدتين) يساوي h الشكل (5−4) فإن المساحة A هي:



الشكل (5−4) قطعة الأرض على شكل شبه المنحر

$$A = \frac{1}{2} * (a+b) * h \qquad (6-5)$$

▪ إذا كان شكل قطعة الأرض يمثل أي شكل هندسي مكون من أكثر من ثلاثة أضلاع مستقيمة الشكل (5−5)، مثل الشكل الرباعي أو الخماسي أو السداسي، فيمكن تقسيمه إلى مثلثات يتم قياس أضلاعها وحساب مساحة كل مثلث ثم جمع هذه المساحات لأيجاد المساحة الكلية.



الشكل (5−5) قطعة الأرض ذات الحدود المستقيمة.

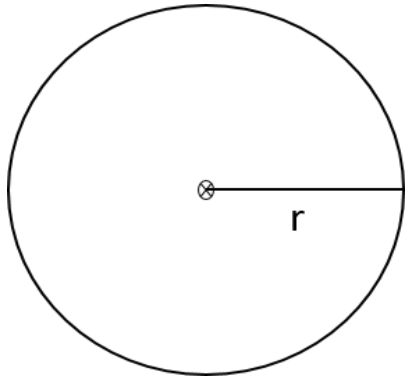
مساحة قطعة الأرض ذات الشكل الرباعي الذي يظهر في الشكل (5−5) تساوي مجموع مساحتي المثلثين:

$$A = A_1 + A_2$$

▪ **الشكل الدائري:**

- مساحة الدائرة الشكل (5−6) التي نصف قطرها r تحسب من العلاقة:

$$A = \pi * r^2 \qquad (7-5)$$

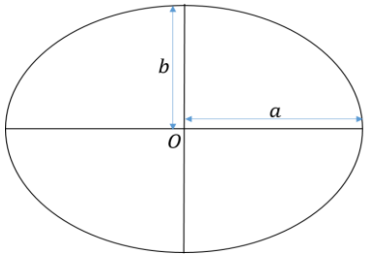


الشكل (5−6) قطعة الأرض ذات الشكل الدائري

- **القطع الناقص**

- مساحة القطع الناقص الشكل (5−7) الذي نصف قطره الكبير a ونصف قطره الصغير b تحسب من العلاقة:

$$A = \pi * \frac{a*b}{4} \qquad (8-5)$$

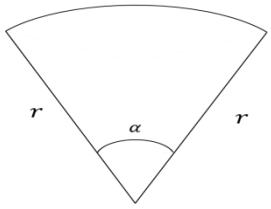


الشكل (5−7)

- **القطاع الدائري أو القطع المكافئ**

- مساحة القطاع الدائري أو القطع المكافئ الشكل (5−8) الذي نصف قطره r والزاوية التي يحصرها α يحسب من العلاقة:

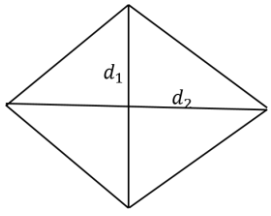
$$A = \frac{\alpha^{gr}}{400^{gr}} * \pi\, r^2 \qquad (9-5)$$



الشكل (5−8)

- **المعين**

- مساحة المعين الشكل (5−9) الذي نصف قطره الأول d_1 وقطره الثاني d_1 يحسب من العلاقة: $A = \frac{1}{2} * d_1 * \ d_2 \qquad (10-5)$

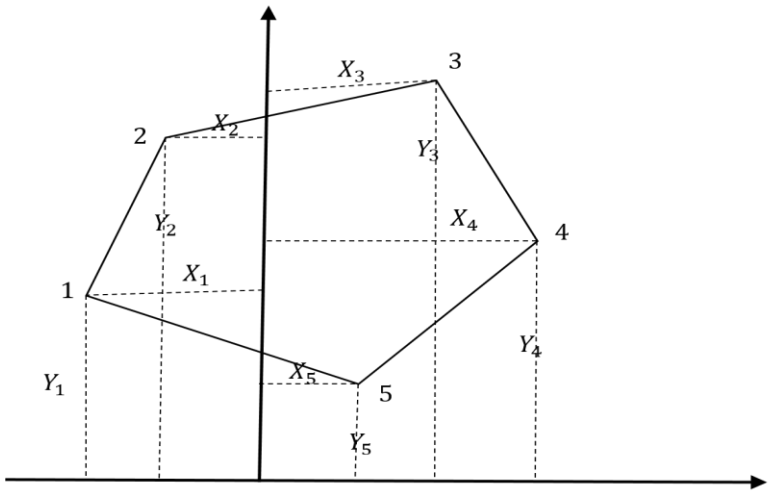


الشكل (5−9)

▪ **مساحة الاشكال المحددة بخطوط مستقيمة:**

في هذه الحالة تحسب المساحة بطريقة الإحداثيات فمثلا لحساب مساحة المضلع الموجود في الشكل (5−10) نرقم النقاط في اتجاه دائري واحد ونحسب إحداثيات رؤوس المضلع ونجد إحداثيات المضلع المبين هي:

$$(X_1, Y_1)\,, (X_2, Y_2)\,,\ (X_3, Y_3)\,, (X_4, Y_4)\,, (X_5, Y_5)$$



الشكل (5−10) مساحة مضلع بدلالة احداثيات رؤوسه

ومساحة المضلع تعطى بإحدى العلاقتين الآتيتين:

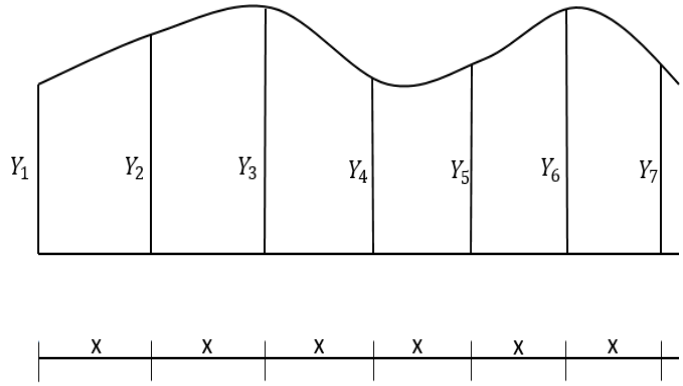
$$2A = \sum_{i=1}^{n} Y_i(X_{i+1} - X_{i-1}) \qquad (11-5)$$

$$2A = \sum_{i=1}^{n} X_i(Y_{i+1} - Y_{i-1}) \qquad (12-5)$$

أي أن ضعف مساحة أي شكل مغلق معلوم إحداثيات رؤوسه يساوي مجموع حاصل ضرب كل احداثي رأسي في الفرق بين الإحداثين الأفقيين اللاحق والسابق له، وهو يساوي أيضاً مجموع حاصل ضرب كل احداثي أفقي في الفرق بين الإحداثين الرأسيين اللاحق والسابق له.

2.2.5 النماذج الرياضية للأراضي ذات الحدود غير المنتظمة:

في الكثير من الحالات تكون لقطعة الأرض حدود لا تتشكل من خطوط مستقيمة أو أقواس دائرية بحيث يمكن تطبيق النموذج الرياضي المناسب كما تم في الفقرة السابقة. في هذه الحالة نقوم بمد محور على طول المنطقة ونقيم عليه أعمدة – على مسافات متساوية – إلى حدود الأرض كما يتضح في الشكل (5−11).



الشكل (5–11) قطعة أرض ذات حدود غير منتظمة

إذا علمنا المسافة بين كل عمود والذي يليه (x مثلاً) وبقياس أبعاد هذه الأعمدة من حدود المنطقة (Yi) لكل عمود i من 1 إلى n عمود(n=7) في الشكل (5–11) يمكن حساب المساحة حساباً تقديرياً بالطريقة التي توائم شكل حدود المنطقة من الطرق الآتية:

1.2.2.5 طريقة متوسط أطوال الأعمدة:

نحسب أولاً متوسط أطوال الأعمدة Y من العلاقة:

$$\bar{Y} = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + \cdots\cdots + Y_n}{n} \qquad (13-5)$$

ومن ثم نحسب المساحة A من العلاقة الآتية:

المساحة الكلية = متوسط أطوال الأعمدة [y] * طول المحور [x * (n − 1)]

$$A = \bar{Y} * \big(x * (n-1)\big) \qquad (14-5)$$

2.2.2.5 طريقة أشباه المنحرفات:

وهذه الطريقة أكثر دقة من الأولى، ونُعد فيها أن كل مساحة بين عمودين هي مساحة شبه منحرف، فمثلاً مساحة الجزء الأول من اليسار هي:

$$A_1 = x * \frac{Y_1+Y_2}{2}$$

ومساحة الجزء الثاني هي:

$$A_2 = x * \frac{Y_2+Y_3}{2}$$

ومساحة الجزء الأخير هي:

$$A_{n-1} = x * \frac{Y_{n-1}+Y_n}{2}$$

وبجمع مساحات كل الأجزاء التي تكون المنطقة نوجد المساحة:

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + \ldots\ldots + A_{n-1}$$

أو: $$A = \frac{x}{2} * [Y_1 + Y_n + 2(Y_2 + Y_3 + \cdots\cdots Y_{n-1})] \qquad (15-5)$$

3.2.2.5 طريقة سيمبسون:

وتُعد أكثر دقة من سابقتيها إذا كانت حدود المنطقة منحنية أو أشبه بالمنحنى من الخط المستقيم، ويراعى عند تطبيقها أن يكون عدد الأعمدة n عدداً فردياً.

$$\boldsymbol{A = \frac{x}{3} * [Y_1 + Y_n + 2(Y_3 + Y_5 \ldots\ldots) + 4(Y_2 + Y_4 \ldots\ldots)]} \quad (16-5)$$

وفي حال كان عدد الأعمدة زوجياً نحذف أحد المجالات (الأول أو الأخير) ونحسب مساحته على أساس شبه منحرف ونضيف هذه المساحة إلى مساحة باقي المجالات المحسوبة من قانون سيمبسون

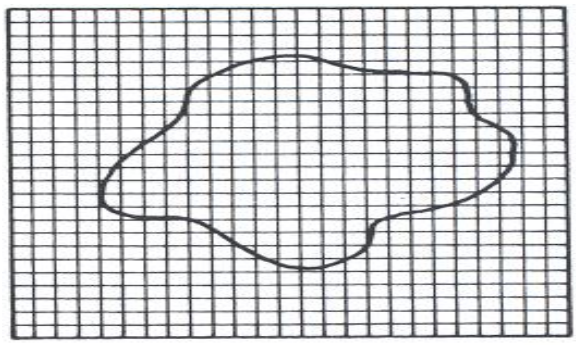
ويمكن صياغتها لفظياً على النحو الآتي:

المساحة = ((x/3) * (طول العمود الأول + طول العمود الأخير + ضعف مجموع الأعمدة الفردية غير الأول والأخير + أربعة أضعاف مجموع الأعمدة الزوجية).

ملاحظة: يلاحظ أن الطريقة الثانية يمكن استخدامها لتقدير مساحة القطعة التي تشكل حدودها خطوطاً مستقيمة بين الأعمدة، في حين أن الطريقة الأخيرة تعبر أكثر عن الحدود التي تكون في شكل منحنى بين الأعمدة.

3.5 الطرق التخطيطية لإيجاد المساحة:

تُعد هذه الطرق تقديرية ولا يلجأ إليها إلا في حالة تجنب إجراء الحسابات وأن تكون حدود المنطقة موقعة على خريطة ذات مقياس رسم معلوم، وسنقدم طريقة واحدة منها هي طريقة المربعات، ونستخدم هنا ورقة رسم بياني شفاف توضع على الخريطة مغطية الجزء الذي تقع فيه المنطقة المراد أيجاد مساحتها كما في الشكل (12-5).



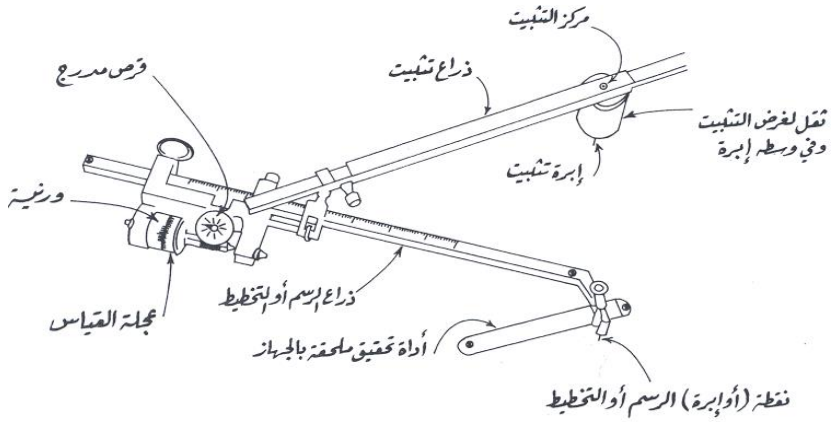
الشكل (5-12) طريقة المربعات التخطيطية لحساب المساحة

ونقوم بتعداد المربعات الصغيرة داخل حدود المنطقة، ونحتاج إلى القيام بتقدير لكسر المربعات غير الكاملة، وإذا علمنا عدد المربعات الكلية بكسورها وإذا علمنا المساحة على الأرض التي يغطيها المربع الواحد من مقياس الخريطة يمكن أيجاد المساحة الكلية.

1.3.5الطريقة الآلية لإيجاد المساحة (جهاز قياس المساحة):

ومن الطرق المستخدمة في أيجاد المساحة الأرضية للمنطقة ذات الحدود غير المنتظمة والموقعة على الخريطة الطريقة الآلية التي يتم فيها استخدام جهاز يسمى جهاز قياس المساحة (البلانيمتر)، ومن أنواع هذا الجهاز جهاز مقياس المساحة الميكانيكي والجهاز الرقمي.

ومن أكثر أجهزة مقياس المساحة الميكانيكية المستخدمة جهاز المقياس القطبي. وكما هو مبين في الشكل (5–13) فإن هذا الجهاز يتكون من:



الشكل (5–13) أجزاء جهاز مقياس المساحة الميكانيكي

1– ذراع متابعة الحدود وهو عبارة عن قضيب معدني مدرج وفي أحد طرفيه إبرة عمودية يتم تمريرها على حدود قطعة الأرض المراد أيجاد مساحتها.

2– ذراع الثقل أو الذراع الثابت ويتصل عند أحد طرفيه بثقل يثبت بواسطة إبرة من أسفله بحيث لا يتحرك من مكانه عند تمرير ذراع متابعة الحدود. وينتهي هذا الذراع عند طرفه الآخر بمخروط يدخل في ثقب صغير في غلاف ينزلق على ذراع متابعة الحدود.

3– عجلة القياس وهي عجلة رأسية مثبتة على محور أفقي يوازي ذراع المتابعة ويقسم محيطها إلى عشرة أقسام رئيسة ويقسم كل قسم من هذه الأقسام إلى عشرة أقسام متساوية.

ويمكن قراءة جزء من عشرة من أحد الأقسام بواسطة ورنية مثبتة بجوار العجلة الرأسية التي تدور على محور أفقي متصل بقرص أفقي مقسم هو الآخر إلى عشرة أقسام عليها مؤشر.

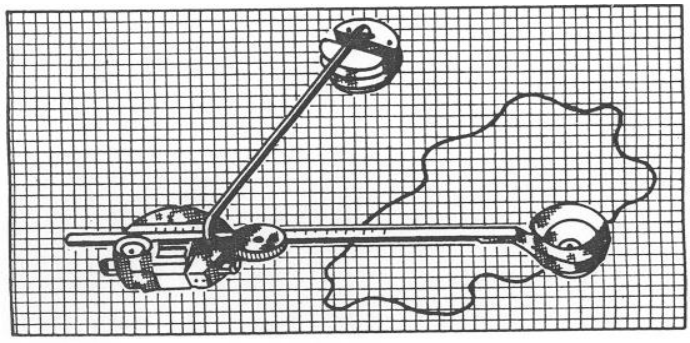
وكلما دارت العجلة الرأسية دورة كاملة دار المؤشر قسماً واحداً على القرص الأفقي، ويوجد بالغلاف المنزلق على ذراع المتابعة ورنية تقرأ لدقة 10/1 من أصغر جزء من أقسام هذا الذراع، ويتحرك الغلاف على الذراع حركة بطيئة وأخرى سريعة بواسطة مسامير خاصة وذلك من أجل وضع ثابت الجهاز على الذراع والذي يكون محدداً بجدول مرفق مع الجهاز. وتعادل قيمة القسم الواحد على القرص ألف وحدة من وحدات الجهاز. وبالجدول أيضاً عمود لقيم ثابت الجهاز الذي يستخدم مع القراءة المسجلة لإيجاد المساحة على الأرض بالأمتار المربعة.

ولكل جهاز جدول يحوي أربعة أعمدة: العمود الأول يبين مقاييس الرسم المستعملة ومقابل كل مقياس رسم الطول الذي يجب تثبيت ذراع المتابعة عليه في العمود الثاني، ويحوي العمود الثالث المساحة الحقيقية المقابلة لكل وحدة من وحدات قياس الجهاز على لوحة الخريطة وفي العمود الأخير المساحة الحقيقية المقابلة لمقياس الرسم المستعمل.

1.1.3.5 طريقة استخدام جهاز قياس المساحة:

أولاً يتم اختيار طول ذراع المتابعة المقابل لمقياس رسم الخريطة التي تحوي حدود المنطقة وذلك من الجدول المرافق للجهاز (في بعض الأجهزة يتم طبع الجدول على ظهر الجهاز نفسه)، ومن ثم يتم تحريك الجزء المنزلق على ذراع المتابعة حركة سريعة وبطيئة بواسطة المسامير الخاصة بذلك لضبط طول ذراع المتابعة.

الخطوة الثانية هي اختيار نقطة بداية القياس وتعليمها وهي نقطة على حدود المنطقة المبينة على لوحة الخريطة، ويتم اختيارها بحيث يكون الثقل خارج حدود المنطقة وأن تكون إبرة المتابعة في مركز ثقل المساحة تقريباً كما في الشكل (5-14).



الشكل (5-14) الوضع الأمثل لوضع الجهاز بالنسبة للخريطة عند بداية القياس

وأن يكون ذراع المتابعة عمودياً على ذراع الثقل بقدر الإمكان وأن تكون الزاوية بين الذراعين حدود 30 إلى 150 درجة أثناء تمرير الإبرة على حدود القطعة. ويمكن التحقق من ذلك بإمرار الإبرة على حدود المنطقة بحركة سريعة. وينبه إلى أنه في حالة ما كانت المساحة كبيرة فيمكن تقسيمها إلى عدة أقسام لتحقيق الوضع المطلوب وإيجاد مساحة كل قسم لحدة ومن ثم جمع مساحات هذه الأقسام لإيجاد المساحة الكلية.

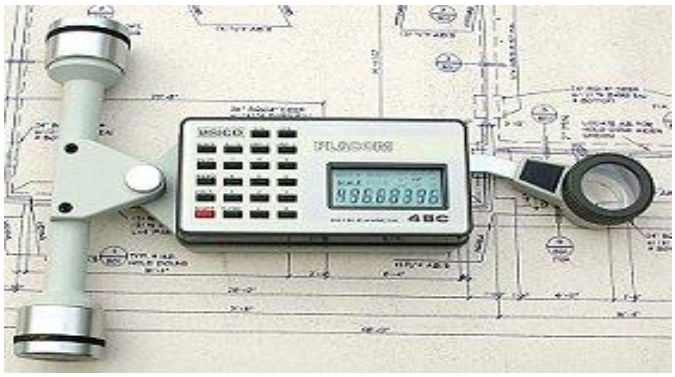
أما الخطوة الثالثة فهي خطوة القياس وتبدأ بوضع الإبرة على نقطة البداية المختارة وتصفير الجهاز بحيث يكون كل من مؤشر القرص الأفقي وورنية العجلة الرأسية على الصفر ثم تمرير الإبرة على حدود المنطقة في اتجاه عقارب الساعة وذلك لأن ترقيم العجلة يتزايد مع الدوران في هذا الاتجاه حتى نصل إلى نقطة البداية مرة أخرى، ويتم قراءة الجهاز ومن ثم استخدام معامل الجهاز لتحويل القراءة إلى مساحة على الأرض.

وعلى سبيل المثال إذا كانت المساحة على الطبيعة (بالمتر المربع) المقابلة لوحدة الجهاز تساوي 4 متر مربع على حسب ما هو في جدول الجهاز فإن مساحة هذه القطعة تساوي 7213x 4 = 28852 متر مربع.

أما إذا تم استخدام الجهاز لإيجاد مساحة قطعة أرض على خريطة مرسومة بمقياس رسم غير موجود في جدول الجهاز فإننا نستخدم طول الذراع المقابل لأحد مقاييس الرسم الموجودة في الجدول ونطبق القانون الآتي لإيجاد المساحة المطلوبة:

المساحة المطلوبة = المساحة الناتجة x (مقياس الرسم المستعمل ÷ مقياس الرسم الحقيقي)^2

وأيضاً مقياس المساحة الرقمي الشكل (15-5).



الشكل (5-15) مقياس المساحة الرقمي

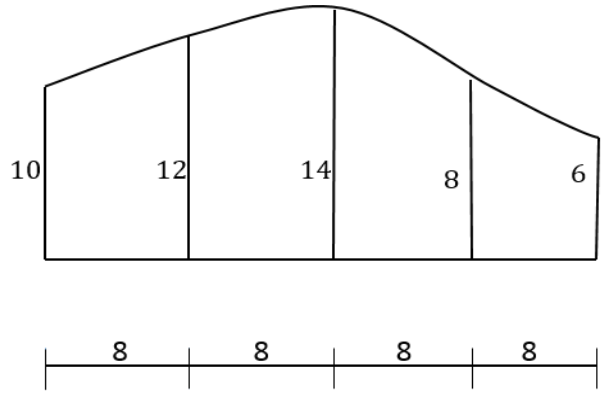
وقد صمم على المبدأ الرياضي نفسه الذي صمم عليه المقياس الميكانيكي القطبي، ولا يوجد فرق في استعمال الجهاز الرقمي إلا أن مقياس الخريطة التي رسمت عليها حدود الأرض يدخل رقمياً في الجهاز قبل استخدامه. وبعد تمريره على حدود المنطقة (في اتجاه عقارب الساعة أيضاً) يعطي قيمة المساحة مباشرة.

4.5 تطبيقات عملية:

مسألة 1:

قسمت مساحة قطعة أرض إلى 4 أجزاء كما هو مبين في الشكل (5–16) كل القياسات بالأمتار.

أوجد مساحة قطعة الأرض باستخدام كل من طريقة متوسط أطوال الأعمدة، طريقة أشباه المنحرفات، طريقة سيمبسون.



الشكل (5–16) قطعة أرض حدودها غير منتظمة قسمت إلى 4 أجزاء

الحل:

1– طريقة متوسط أطوال الأعمدة:

متوسط أطوال الأعمدة Y:

$$Y = [6 + 8 + 14 + 12 + 10] / 5 = 10 \text{ m}$$

طول المحور = عدد الأجزاء × طول الجزء الواحد = $x * (n-1)$

$$8*4=32 \text{ m}$$

المساحة = متوسط أطوال الأعمدة × طول المحور

$$A= 10*32 =320\ m^2$$

2- طريقة أشباه المنحرفات:

$$A = \frac{8}{2} * [10 + 6 + 2 * (8 + 14 + 12)]$$

$$A = 4 * 84 \ = 336 \ m^2$$

3- طريقة سيمبسون:

$$A = \frac{8}{3} * [10 + 6 + 4 * (8 + 12) + 2 * 14]$$

$$A = \frac{8}{3} * [124] \ = 330.67 \ m^2$$

مسألة 2:

إذا كانت حدود قطعة الأرض المتعرجة قد تم توقيعها على خريطة ذات مقياس رسم 1:5000 وتم وضع ورقة رسم شفاف مقسمة إلى مربعات على لوحة الرسم لتغطي حدود المنطقة تماماً كما في الشكل 10.4، وإذا كان كل مربع عبارة عن 1 سم مربع. وتم إحصاء عدد المربعات وأجزائها داخل حدود المنطقة فكانت 198.5 مربع، فكم تكون مساحة هذه القطعة على الطبيعة؟

الحل:

بما أن مقياس رسم الخريطة هو 1:5000 فإن كل 1 سم طولي يمثل 5000 سم أو 50 متراً على الطبيعة.

ويمثل كل 1 سم مربع ما مقداره 50×50 متراً مربعاً في الطبيعة (2500 متراً مربعاً).

أما المساحة التي مقدارها 198.5 سم مربع على الخريطة فتمثل (198.5 x 2500) متراً مربعاً على الطبيعة.

إذاً مساحة قطعة الأرض على الطبيعة 198.5 x 2500= 496250 متر مربع

وهذه المساحة يمكن أن يعبر عنها بالهكتار، فحيث أن 1 هكتار = 10000 متر مربع فإن هذه المساحة تعادل 49.625 هكتار.

مسألة 3:

استعمل جهاز مقياس المساحة في أيجاد مساحة قطعة أرض على خريطة مقياس رسمها 1:2500 ولكن مقياس الرسم هذا لم يكن موجوداً بجدول جهاز البلانيمتر فقد تم قياس المساحة على أساس مقياس الرسم 1:2000 الموجود بالجدول فكانت المساحة الناتجة 4000 متر مربع، فما هي المساحة الحقيقية لقطعة الأرض؟

الحل:

المساحة الحقيقية = $4000 \times (1/2000)^2 / (1/2500)^2$

= 6250 متر مربع.

مسألة 4:

لإيجاد مساحة قطعة أرض مبينة على خريطة مقياس رسمها 1:2500 تم استخدام جهاز بلانيمتر لا يوجد في الجدول المرافق له المقياس المذكور فاستخدم مقياس الرسم 1:1000 وكانت المساحة التي تمثلها وحدة الورنية لهذا المقياس من الجدول هي 30 متر مربع. وكانت قراءة الجهاز عند بدء القياس 1800 وبعد تمرير الإبرة على حدود المنطقة خمس مرات سجلت القراءة الأخيرة 4900، أوجد المساحة الحقيقية لقطعة الأرض بالمتر المربع، ثم بالهكتار، ثم بالفدان. (1هكتار = 10000 متر مربع = 2.39 فدان).

الحل:

عدد وحدات الجهاز لخمس دورات = 4900 − 1800 = 3100 وحدة

متوسط عدد وحدات الجهاز لدورة واحدة = 3100 ÷ 5 = 620 وحدة

المساحة الناتجة من القياس = 620 × 30 = 18600 متر مربع

المساحة الحقيقية = $18600 \times (1/1000)^2 / (1/2500)^2$

$= 18600 \times (2500)^2 / (1000)^2$

= 116250 متر مربع = 11.625 هكتار = 27.78 فدان

مسألة 5:

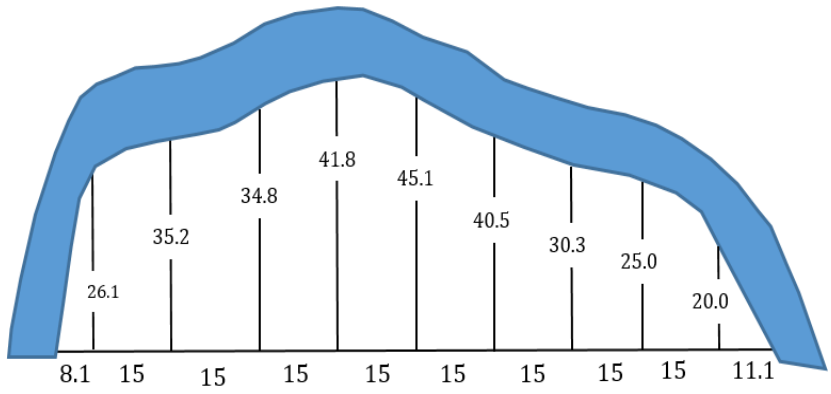
احسب مساحة قطعة الأرض المبينة في الشكل والممتدة بين النهر والخط السفلي وذلك باستخدام الطرق الآتية:

1- طريقة سيمسون.

2- طريقة متوسط الارتفاعات.

3- طريقة اشباه المنحرفات.

مع العلم أن قياس ارتفاعات الشرائح وعرض الشريحة (التباعد بين الارتفاعات) ممن دونة على الشكل.



الحل:

1- طريقة سيمسون:

$$\boldsymbol{S = \frac{x}{3} * [Y_1 + 4 * Y_2 + 2 * Y_3 + 4 * Y_4 + 2 * Y_5 \cdots 4 * Y_{n-1} + Y_n]}$$

$$S = \frac{15}{3} * [26.1 + 20 + 2 * (34.8 + 45.1 + 30.3) + 4 * (35.2 + 41.8 + 40.5 + 25.0)]$$

$$S = 4183\ m^2$$

ويتم حساب القسمين المتبقين من الأرض الأول والأخير على أساس مساحة المثلث كما يأتي:

$$S_1 = \frac{8.1*26.1}{2} = 106\ m^2$$

$$S_2 = \frac{11.1*20.0}{2} = 111\ m^2$$

وتكون المساحة الكلية مساوية إلى مجموع المساحات الثلاث:

$$A = S + S_1 + S_2$$

$$A = 4183 + 106 + 111 = 4400\ m^2$$

2- طريقة متوسط أطوال الأعمدة:

متوسط أطوال الأعمدة Y:

Y = [26.1+35.2+34.8+41.8+45.1+40.5+30.3+25.0+20.0] / 9 =33.2 m

طول المحور = عدد الأجزاء × طول الجزء الواحد = x * (n−1)

8*15=120 m

المساحة = متوسط أطوال الأعمدة × طول المحور

S= 33.2*120 =3984 m^2

وتكون المساحة الكلية مساوية إلى مجموع المساحات الثلاث:

$$A = S + S_1 + S_2$$

$$A = 3984 + 106 + 111 = 4201\ m^2$$

3- طريقة أشباه المنحرفات:

$$S = \frac{x}{2} * [Y_1 + 2 * Y_2 + 2 * Y_3 + \cdots 2 * Y_{n-1} + Y_n]$$

$$S = \frac{15}{2} * [26.1 + 20 + 2 * (35.2 + 34.8 + 41.8 + 45.1 + 40.5 + 30.3 + 25)]$$

$$S = 4144.5\ m^2$$

وتكون المساحة الكلية مساوية إلى مجموع المساحات الثلاث:

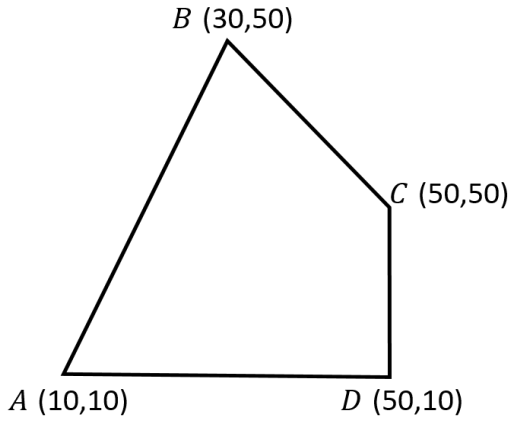
$$A = S + S_1 + S_2$$

$$A = 4144.5 + 106 + 111 = 4361.5\ m^2$$

مسألة 7:

لدينا قطعة الأرض الموضحة في الشكل الآتي إذا علمت أن إحداثيات النقاط المحددة لقطعة الأرض مقاسة بالمتر هي:

A(10,10) B(30,50) C(50,30) D(50,10)



والمطلوب حساب مساحة قطعة الأرض.

الحل:

$$2S = \Sigma\, Y_i(X_{i+1} - X_{i-1})$$

$$2S = Y_A(X_B - X_D) + Y_B(X_C - X_A) + Y_C(X_D - X_B) + Y_D(X_A - X_C)$$

$$2S = 10(30 - 50) + 50(50 - 10) + 30(50 - 30) + 10(10 - 50)$$

$$2S = 2000 \ \ m^2$$

$$S = 1000 \ \ m^2$$

الفصل السابع

أساسيات هندسة المنشآت الزراعية

1.7 تعريف المنشآت الزراعية:

يمكننا تعريف المنشآت الزراعية بأنها المباني التي يتم انشاؤها على الأراضي الزراعية لخدمة الأنشطة الزراعية المختلفة وتتنوع هذه المنشآت وفق الغرض إلى منشآت لتربية الحيوان والدواجن ومخازن الحبوب والأسمدة والأعلاف وتبريد الفاكهة والخضار ومسكن للمالك أو العمال، وتقاس أهمية هذه المنشآت بمقدار رفع كفاءة العمل و اقتصادية إنجازه وتوفير الشروط الصحية والراحة والأمان لعمال المزرعة و حيواناتها، تتفاوت المباني من حيث التكاليف فبعضها بسيط في انشائه و رخيص في تكاليفه وبعضها يكون مرتفع التكاليف كمنازل السكن الحديثة وحظائر الماشية الحلابة المجهزة بآلات التنظيف الميكانيكي والتعليف الآلي.

قبل القيام بإنشاء أي مبنى زراعي لابد من إجراء دراسات عديدة تتعلق بالمبنى والغاية أو الهدف منه والساحات اللازمة للأبنية واتجاهاتها ودراسة الظروف الواجب تأمينها ضمن المبنى كما لابد من دراسة الظروف المناخية والعوامل الطبوغرافية للمنطقة وتحديد المواد المستخدمة وكمياتها وأخيرا إجراء دراسة اقتصادية لتحديد التكاليف والعائدية الاقتصادية ولوضع التصميم المناسب للأبنية المراد اقامتها لابد من مراعاة مجموعة متطلبات أساسية:

1. الغاية من البناء ووظيفته.
2. اختيار الموقع المناسب الذي يحقق:
   - حماية العمال والحيوانات والمنتجات الزراعية المخزنة من التعرض للعوامل الجوية المباشرة وتوفير الشروط الصحية للعمال والحيوانات.
   - مراعاة إمكانية توسيع المبنى أو تعديله وفق تطور العمل في المستقبل وأن تكون مساحة وحجم البناء متناسبة مع حجم النتاج.
3. الامكانيات المادية المتاحة للبناء وحساب العائدية الاقتصادية بحيث يتم تحقيق أهداف المنشآت بأقل تكاليف ممكنة.
4. تحديد نوع المواد المستخدمة في البناء وتحسينها.
5. تحديد الأجهزة والمعداد اللازمة.

2.7 أنواع المنشآت الزراعية:

تختلف أنواع المنشآت الزراعية تبعاً لنوع النشاط الذي صممت المنشأة الزراعية من أجله ومن أهم المنشآت الزراعية:

1. مباني الإنتاج الحيواني:

وتشمل:

- حظائر رعاية الأبقار بكافة أنواعها (انتاج الحليب، انتاج اللحم).
- حظائر رعاية للماعز والأغنام.
- حظائر رعاية الخيول.
- مزارع تربية الدواجن والأرانب.

2. مباني الآلات الزراعية وورش صيانة المنشأة.

3. أبنية تخزين المواد الزراعية:

وتشمل:

- أبنية حفظ الأعلاف.
- أبنية تخزين المحاصيل الزراعية كالحبوب.
- أبنية تخزين الخضار والفواكه كالبرادات الصناعية

4. أبنية الحليب الآلي

3.7 الأجزاء الرئيسة للمنشأة الزراعية:

تتكون المنشآت والمباني الزراعية من الأجزاء الرئيسة الآتية:

1- **الأساسات:**

تُعد الأساسات الركيزة الأساسية في الأبنية وهي الجزء الذي ينقل حمل كل الحمولات المتوقفة على الأبنية (وزن جدران والأسقف والأحمال الأخرى) إلى الأرض وتأمين تماسك وثبات البناء بشكل عام.

تكون الأساسات إما رخيصة من مواد بسيطة (كأساسات خلطة بيتونية) أو معقدة غالية التكاليف كما في الأبنية المتعددة الطوابق (الأوتاد وحصيرة الأساس)

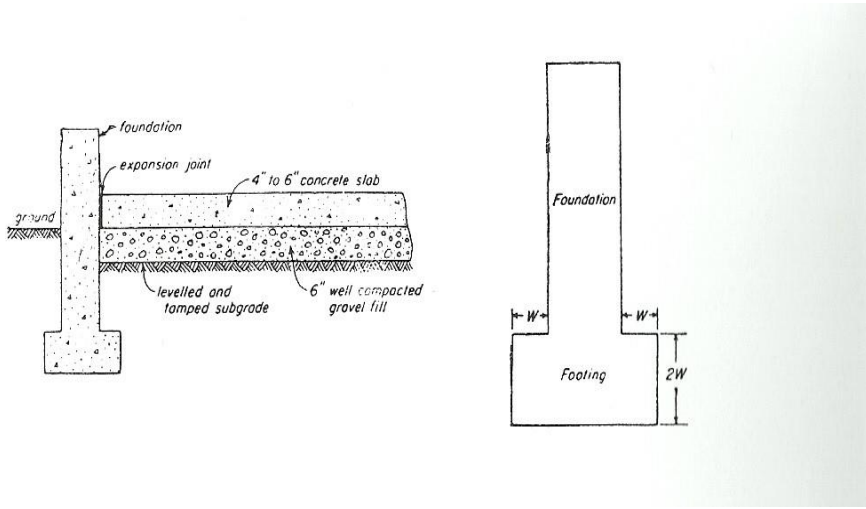
لمعرفة عرض الأساس لابد من معرفة الحمل على الأساس الذي سوف يقوم بنقله إلى التربة والإجهاد المسموح للتربة فمثلاً إذا تبين أن حمولة تربة الأساس $2\ kg/cm^2$ وأن وزن لمتر الطول من الأساس وما فوق 6000 kg ينتج لدينا:

$$(cm)^2 3000 = \frac{6000}{2}$$

مساحة المتر الطولي من الأساس /عرض الأساس

$$\frac{3000}{100} = 30cm$$

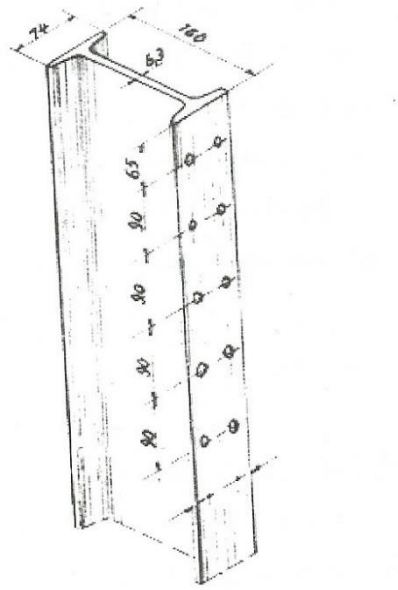
يتم حفر الأساسات إلى عمق يصل إلى تربة التأسيس وهي تربة تستطيع حمل الإجهادات المنقولة اليها من وزن البناء ويتعلق عمق الأساسات بنوع البناء والحمولات المتوقعة ونوعية التربة وبمستوى الماء الأرضي ويجب ألا يقل عمق الأساس بكل الأحوال عن 50 سم.



الشكل (7–1) مقطع في أساس بناء

2– الأعمدة:

وظيفة الأعمدة هي حمل السقف ونقل الحمولات إلى الأساس وتختلف الأعمدة المستخدمة في تشييد المنشآت الزراعية فيمكن أن تكون الأعمدة عبارة عن زوايا معدنية (شكل حرف I) كما في الشكل (7–2)



الشكل (7–2) منظور في عمود معدني

أو من الخشب المعالج ذي المقطع المربع أو المستطيل إذا كان المبنى من الهيكل الخشبي. أما لإنشاء الأعمدة البيتونية فيتم وضع القضبان الفولاذية وربطها ببعضها بعد تحديد عددها وسماكتها ويوضع القالب الخشبي حسب شكل العمود (مربع، دائري، مستطيل) ويصب البيتون ضمن القالب الذي يفك بعد مدة لا تقل عن أسبوع بعد تصلب البيتون أما قواعد الأعمدة فتكون هرمية الشكل حادة. قد يصب السقف فوق هذه الأعمدة قبل بناء الجدران فتكون الجدران غير حاملة للسقف أو تبنى الجدران ويحمل السقف عليها وعلى الأعمدة.

3– السقوف:

إن وظيفة السقف حماية البناء من العوامل المناخية الخارجية وأهمها الهطولات والحرارة وأشعة الشمس كونه الجزء الذي يغلق المنشأة من الأعلى. كما يمكن أن يقوم السقف بحمل الحمولات الإضافية.

تبنى السقوف من مواد مختلفة حسب استخدام هذه المنشأة وأهم أشكال السقوف المستخدمة في تشييد المباني الزراعية:

أ- السقوف المسطحة:

وهي الغالبة في سقوف الأبنية الطابقية والتي تكون من الإسمنت وقد يكون السقف غير إسمنتي خشبياً مثلاً ومغطى بطبقة بيتون عادي بسماكة 6-8 سم يستعمل ضمنها شبك أسلاك معدنية قطر السلك 2 مم يحمل على دعائم خشبية تركب على جدران المبنى بموازاة العرض الذي لا يتجاوز 4 م.

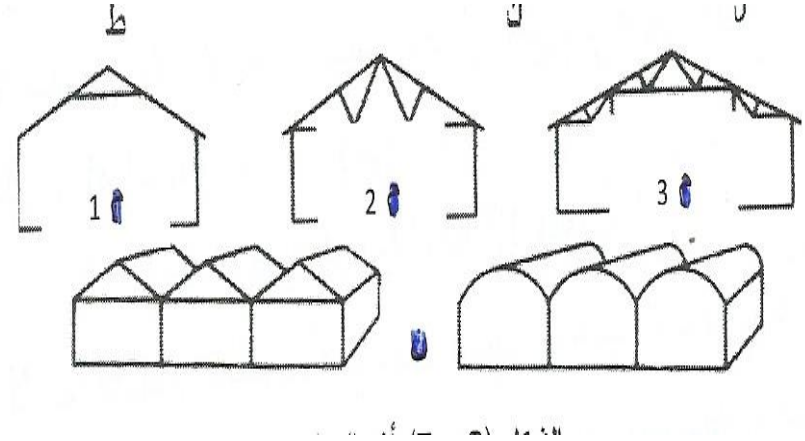
وقد يكون السقف مسطحاً مائلاً كما في المداجن حيث يميل السقف بزاوية (10-20) درجة وهي أقل السقوف تكلفة، وأغلب السقوف المبنية في قطرنا هي المستقيمة والمبنية من الإسمنت المسلح.

ب- الجمالونات:

تصنع الجمالونات من الخشب أو من الحديد أو التوتياء وشكل الجمالون عبارة عن تجمع في نقط الاتصال وتعمل الترتيبات دائماً على أن تصل الأحمال إلى الجمالونات عند نقط الاتصال وتستعمل الجمالونات عادة إذا كان عرض المنشأة كبيراً ونرغب في تحاشي وجود أعمدة في وسط المبنى.

يُعد سقف الجمالون متوسط التكاليف سهل التركيب ويستخدم بشكل كبير في المباني الزراعية وهو من أكثر السقوف مقاومة للرياح.

يوجد منها البسيطة بدعائم مائلة فقط وعرض 6 م والمتوسط بدعائم مائلة وأفقية وأضلاع بشكل حرف w عرضها 6-10 م والعريضة نستعمل فيها أعمدة رأسية وهيكل مثلثات بعرض 10-15 م. شكل (7-3)



الشكل (7-3) اشكال مختلفة لأسقف المنشآت الزراعية

ج- السقوف الدائرية:

وتستخدم بشكل أساسي في منشآت البيوت المحمية يتم فيها الاستغناء عن العوارض والزوايا بحيث تكون أبعاد البيت المحمي ليست كبيرة.

4- الأرضيات:

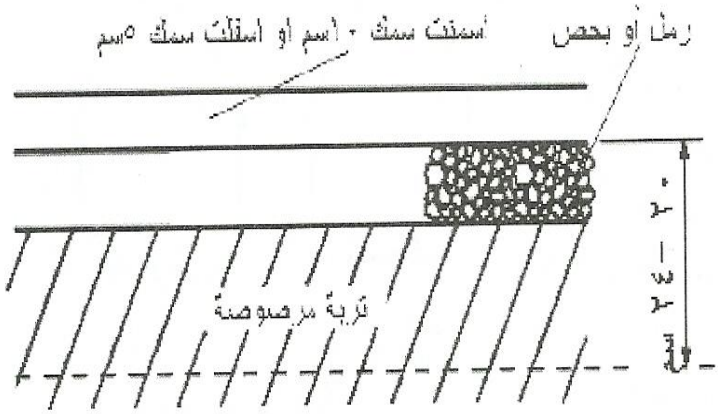
يتم إنشاء الأرضيات في أغلب المباني الزراعية الحديثة من البيتون سماكة لا تقل عن 10سم أو الإسفلت بسماكة 5سم ثم يتم تحسينها باستخدام البلاط أو المواد العازلة وتختلف المادة المستعملة في الأرضيات باختلاف المكان الذي تعمل فيه والغرض من المنشأة وبشكل عام يراعى عند تصميم الأرضية أن تخدم كافة الأغراض المعدة لها بأقل تكاليف ممكنة ويجب مراعاة العوامل الآتية عند تصميم الأرضية أهمها:

أ- المتانة.

ب- ميل الأرضية وخشونة سطحها.

ت- تأمين التدفئة والتهوية والصرف ضمن الأرضية في بعض المباني.

ث- تأمين العزل المطلوب ومراعاة وسائل التنظيف المستخدمة.



الشكل (7-4) مقطع في أرضية منشأة زراعية

تتم عملية تبليط الأرضيات وذلك لمنع رشح الماء والحد من الرطوبة ولزيادة العزل الحراري وإكساب البناء جمالية ويستخدم لأعمال التبليط مواد عديدة أهمها البلاط أو الرخام أو السيراميك أو ألواح خشبية.

5- الجدران:

تبنى الجدران غالباً من البلوك الإسمنتي وأحيانا من الحجر أو الآجر وفي الحمولات الكبيرة تبنى من البيتون المسلح وللجدران وظيفة عزل البناء بشكل عام عن الوسط الخارجي والعوامل المناخية كما يمكن أن تقوم بوظيفة حمل السقوف والإنشاءات المقامة عليها وتحمل القوى والضغوط الناتجة عن العوامل المناخية كالرياح.

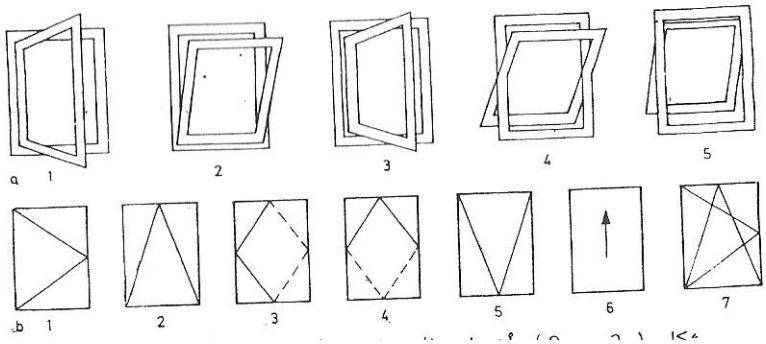
تختلف سماكة الجدار بحسب الاستخدام فمثلاً عند بناء الحظائر في المناطق الدافئة يجب ألا يقل مقطع الجدار عن 30 سم وذلك بهدف عمليات العزل الحراري ولا يقل عم 12 سم في المناطق الباردة كما يختلف ارتفاع الجدران بحسب استخدام المنشأة.

ويمكن أن تبنى الجدران الداخلية الفاصلة بين الغرف من ألواح الأنترنيت وعند بناء الجدران يجب مراعاة أماكن النوافذ والأبواب بحسب أبعادها.

6- الأبواب والنوافذ:

تسمح الأبواب للأشخاص والآليات والحيوانات بالدخول والخروج بالإضافة إلى إدخال وإخراج المواد اللازمة عبرها فتتناسب أبعاد الأبواب حسب الغاية منها ففي مخازن الحبوب تكون الأبواب واسعة ومرتفعة لتسمح بدخول الآليات الخاصة بنقل المواد ويجب أن تكون حواف الأبواب مستديرة خالية من البروزات لمنع إيذاء الحيوان.

يستخدم في إنشاء الأبواب الخشب أو الحديد أو التوتياء وأحياناً قد يستخدم الألمنيوم. ويتم تصميم النوافذ بحيث تؤمن عمليات التهوية الطبيعية ودخول الأشعة الشمسية في المنشآت التي تتطلب ذلك ويجب تأمين العزل الحراري اللازم والحد من التبادل الحراري عبر هذه النوافذ من خلال التصميم المناسب وعدم ترك فراغات أو استخدام أكثر من لوح زجاجي في النافذة الواحدة لزيادة العزل الحراري لأن الحرارة تتسرب خلال المتر المربع الواحد من النافذة بحوالي خمسة أضعاف ما يتسرب من جدار سماكته 50 سم. وهناك أشكال مختلفة من النوافذ تختلف في نوعيتها أو طريقة فتحها



الشكل (7–5) أنواع النوافذ المستخدمة

كما تختلف أبعاد النوافذ وارتفاعها باختلاف نوع المنشأة ففي منشآت الأبقار يبلغ ارتفاع النوافذ عن الأرض 2 –2.5 م وفي منشآت الدواجن 1.2–1.5 م بينما يكون أعلى بكثير في ورش صيانة المزرعة.

4.7 التحكم البيئي في المنشآت الزراعية:

تؤثر الظروف المناخية تأثيراً كبيراً داخل المباني الزراعية حيث تؤثر في حيوية الحيوانات وإنتاجها وكفاءة العمل وقيمة المواد المخزنة لذا كان من الضروري التحكم بهذه الظروف لا سيما الحرارة والرطوبة والتهوية والإضاءة.

1- الحرارة:

تُعد الحرارة من أهم العوامل التي تؤثر في إنتاجية الحيوانات (الأبقار–الدواجن) من جهة وعلى جودة المواد المخزونة وطول فترة حفظها وتخزينها من جهة أخرى لذلك يجب تحديد درجات الحرارة المناسبة والثابتة في الأبنية الزراعية والمحافظة عليها ضمن المجال المسموح به بشكل مستمر. ففي الأوقات الباردة من أشهر الشتاء يجب القيام بتدفئة الأبنية كالحظائر التي تحوي الحيوانات اليافعة والصيصان الصغيرة لأنها حساسة جداً لدرجات الحرارة المنخفضة وتتعرض للهلاك بسرعة عند انخفاض درجات الحرارة عن الحد المسموح به .أما في أشهر الصيف ومع ارتفاع درجات الحرارة فلا بد من استخدام أجهزة التبريد أو التهوية لخفض درجات الحرارة كي لا تؤثر درجات الحرارة المرتفعة في الحيوانات أو المنتجات الزراعية .أما باقي أبنية التخزين المبردة فتستخدم أجهزة التكييف والتبريد باستمرار لتأمين الدرجات الثابتة للحفظ والتي تتبع في حدود درجة التجمد أو من دون درجة التجمد للعديد من المواد .ولتأمين الدرجات المطلوبة من الحرارة لا بد

من تأمين عزل الأبنية بشكل جيد باستخدام مواد العزل لمنع انتقال الحرارة بين البناء وخارجه أو بالعكس حيث أن الأبنية المعزولة بشكل جيد تقلل من تكاليف التهوية والتدفئة على حد سواء في الأبنية الزراعية حيث يقلل البناء المعزول من انتقال الحرارة بين داخل البناء وخارجه.

تنتقل طاقة الحرارة من مكان إلى آخر عن طريق التوصيل أو الإشعاع ولدراسة التبادل والعزل الحراري لا بد من معرفة المصطلحات الآتية المستخدمة في هذا المجال:

1- عامل التوصيل الحراري:

ويعبر عن كمية الحرارة أو الطاقة الحرارية المقدرة بالواط والمنتقلة خلال ساعة من سطح مساحة 1متر مربع عبر جدار سماكته 1متر والفرق بين حرارة سطحية درجة كلفن واحدة وتزداد جودة توصيل المادة للحرارة بازدياد قيمته وتزداد عازليتها بانخفاض قيمته.

2- عامل انتقال الحرارة:

ويعبر عن كمية الحرارة أو الطاقة الحرارية مقدرة بالواط والمتصلة خلال ساعة من الزمن عندما يكون اختلاف درجة الحرارة بين طرفي الجدار أو السقف درجة واحدة وواحدته.**w/m2k**

3- ضياعات الحرارة الفعلية Q:

يتم حساب كمية الحرارة المفقودة الفعلية بالساعة باستخدام العلاقة:

$$Q=k.A(Ø1-Ø2)$$

حيث:

A: مساحة السطح المراد حساب كمية الحرارة المفقودة عبره

K: عامل انتقال الحرارة

Ø1: درجة الحرارة الداخلية

Ø2: درجة الحرارة الخارجية

عند تصميم الأبنية وخاصة أبنية التبريد فلا بد من حساب قيمة ضياعات الحرارة ودرجات الحرارة التصميمية للبناء لحساب استطاعة أجهزة التدفئة أو التبريد المستخدمة حيث أن زمن عمل الأجهزة عشر ساعات يومياً

2- الرطوبة:

تؤثر الرطوبة في نوعية المنتجات المخزنة بكافة أنواعها وتؤثر في طول فترة التخزين كما تؤثر في صحة الحيوانات وإنتاجيتها، لذا توجب المحافظة على نسبة الرطوبة التي تحول من دون الأضرار بالحيوانات والمنتجات وذلك بمنع مسببات الرطوبة وتأمين التهوية المناسبة ومن أهم مصادر الرطوبة وبالإضافة إلى رطوبة الجو نتيجة هطول الأمطار والثلوج الرطوبة من داخل البناء نتيجة تنفس الحيوانات أو مخلفاتها (بول- روث)أو الرطوبة الناتجة عن مياه الغسيل كما تزداد الرطوبة بسبب فروق الحرارة الكبيرة بين خارج البناء وداخله وذلك لأن الهواء الحار يحوي كمية أكبر من الرطوبة من الهواء البارد.

3- التهوية:

يجب تزويد المنشآت الزراعية عموماً بنظام تهوية طبيعي أو صناعي لحماية المنشأة من الرطوبة والتحكم بدرجة الحرارة وطرد الغازات الضارة، وغالباً ما يتم إنشاء مكان التهوية الطبيعية بإنشاء فتحة في السقف بقطر لا يقل عن 4.50 سم في المباني التي يزيد عرضها عن 15 متر و60 سم للمباني التي يزيد عرضها عن 24 متر وذلك على طول المبنى وتزود بأنظمة تهوية ميكانيكية تعتمد فيها معدلات التهوية على نوع المنشأة من حيث التصميم والاستخدام.

1- نظم التهوية الطبيعية:

يتم استخدام نظم التهوية الطبيعية في كثير من المنشآت الزراعية وخصوصا المنشآت الخاصة برعاية الحيوانات والدواجن وتُعد من أقدم طرق التهوية وأكثرها شيوعا بسبب انخفاض تكاليفها ويجب مراعاة العوامل الآتية عند تصميم فتحات التهوية:

- يجب أن يتوافق حجم الفتحة مع كمية الحرارة المتولدة داخل المنشاة مع تأثير الطاقة الشمسية المكتسبة.
- يجب أن تكون الفتحات الجانبية للجدران مستوية لكسب اتجاه الرياح الطبيعية.
- الابتعاد عن الأشجار مسافة لا تقل عن عشر أضعاف ارتفاعها.

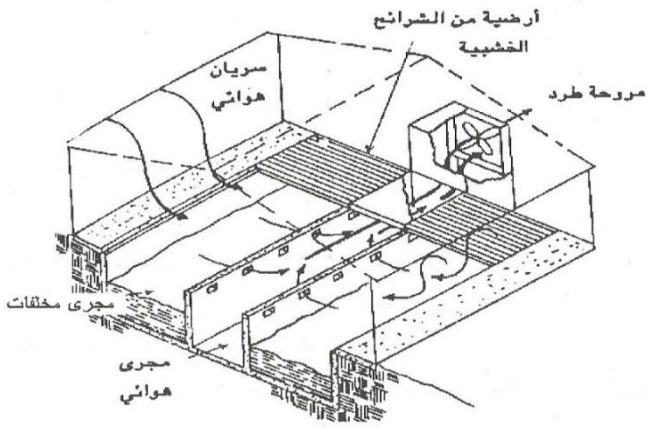
وللتهوية الطبيعية عدة أشكال أهمها فتحات التهوية العلوية والألواح المفصلية مع الأبواب اللفافة والستائر

2- نظم التهوية الميكانيكية:

يعتمد هذا النظام على دفع الهواء داخل المبنى بشكل قسري عن طريق مراوح وبمعدلات مناسبة ومن أهم أشكال هذه الأنظمة:

- **نظم التهوية الطاردة:**

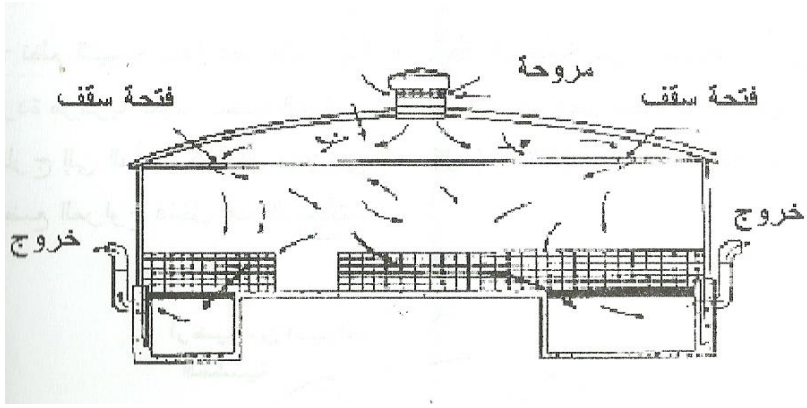
ويتم باستخدام مراوح طاردة مركزية تقوم بسحب الهواء من داخل المنشأة ليحل محله هواء جديد من الخارج إلى الداخل شكل (7-6)



الشكل (7-6) نظام التهوية الطاردة

- **نظم التهوية الضاغطة:**

ويعتمد مبدأ عملها على سحب الهواء من الخارج وادخاله إلى داخل المنشآت مع تأمين خروج الهواء المطرود شكل (7-7)



الشكل (7-7) نظام التهوية الضاغطة

4- الإنارة:

تؤثر الإضاءة في الحالة الصحية للحيوانات وتؤدي دوراً مهما في إنتاجيتها وتتأثر الحيوانات بالإضاءة بنسب مختلفة.

ثمة نوعان من الإنارة داخل المنشآت الزراعية وهي الإنارة الطبيعية والإنارة الاصطناعية.

حيث يتم تحقيق الإنارة الطبيعية بوجود النوافذ واختيار أبعادها المناسبة ومواقعها أما الإنارة الاصطناعية فتتم عن طريق الطاقة الكهربائية ومصابيح الإنارة المعروفة

ففي حظائر الأبقار يراعى تأمين إضاءة نهارية بواسطة النوافذ التي تشكل 5_10 % من مساحة الأرض ويعوض نقص الإضاءة بأواخر الخريف والشتاء باستعمال مصابيح كهربائية بمعدل 2–10 واط بالمتر المربع من مساحة أرضية الحظيرة.

5.7 تنفيذ المباني الزراعية:

تمر عملية تصميم المباني الزراعية بالمراحل الآتية:

1– الحسابات الأولية:

وتشمل أبعاد المبنى من طول وعرض وارتفاع واختيار نوع الهيكل الإنشائي وذلك حسب الغاية من المبنى.

2– وضع مخططات البناء:

وهي تتضمن مخططات عديدة أهمها: المخططات المعمارية والإنشائية والواجهات والمقاطع بالإضافة إلى المخططات الكهربائية والصحية ومخططات تفصيلية.

يتم تنفيذ البناء وفق الخطوات الآتية:

1– توقيع مخططات البناء على الأرض.
2– تسوية الأرض من خلال عمليات الحفر والردم ثم حفر الأساسات.
3– بناء الأساسات والأعمدة والجسور وبناء الجدران.
4– تركيب قالب السقف وصبه بعد تمديد تيب الكهرباء.
5– إكمال التمديدات الكهربائية والصحية وتلبيس الجدران والسقف.
6– تبليط الأرضيات وتركيب الأبواب والنوافذ.
7– الدهان.

6.7 المواد المستخدمة في بناء المنشآت الزراعية:

أولاً: أحجار البناء:

تشكل أحجار البناء مادة أساسية في أعمال الهندسة والبناء، وتختلف صلابة هذه الأحجار وسهولة تشكيلها وقدرتها على تحمل الإجهادات بحسب الصخور الناشئة عنها والتي أهمها:

1. الصخور الاندفاعية الباطنية:

وهي الصخور الناتجة عن ظهور المائع الباطني المصهور (المغما Mgma) في داخل الأرض إلى سطح الأرض وتبرده ببطء أو بسرعة، وبحسب سرعة التبريد توجد أنواع من الصخور الاندفاعية هي:

- الصخور الاندفاعية الباطنية.
- الصخور الاندفاعية السطحية.
- الصخور الاندفاعية الحطامية.

2. الصخور الرسوبية:

وتتكون من فتات الصخور الاندفاعية بفضل العوامل الجوية ثم تنقل وتترسب في قاع المحيطات على شكل طبقات أفقية ثم ما تلبث أن تظهر على سطح الأرض بفعل الحركات الأرضية، إن الخواص الميكانيكية لهذه الصخور وتجانسها تابعة لاتجاه توضع الصخر لذلك تكون مقاومة هذه الصخور بالاتجاه المتعامد لمستويات التطبق أكثر من المقاومة بالاتجاه الموازي لها.

3. الصخور الاستحالية (المتحولة):

وتنتج عن تحول الصخور الرسوبية بسبب الضغط الكبير والحرارة العالية الموجودة في الأعماق فتتشكل صخور بلورية تحتفظ بالسطوح المتطبقة وبنفس بلورات الصخر الرسوبي الأم ومنها (الرخام والمرمر).

إن الحجارة المستخرجة من الصخور يجب أن تكون سهلة الشغل والنحت ويجب أن تكون الكتل الطبيعية المستخرجة منتظمة الشكل وحيدة التجانس لذلك يفضل مثلاً استخدام الحجارة الكلسية في أعماق البناء لأنها أقل صلابة وأسهل نحتاً، كما تختلف الحجارة بعضها عن بعض في خواصها الفيزيائية والميكانيكية فهي تختلف في بنيتها وكسرها ونعومة سطحها.

ثانياً: المعادن:

تستعمل المواد المعدنية بكثرة في تشييد المنشآت بمختلف أنواعها ومنذ القدم بسبب الصفات الجيدة التي تتمتع بها مثل المتانة العالية والمرونة والناقلية العالية للحرارة ومن أهم المعادن المستخدمة في البناء هي:

1. الحديد:

يستعمل الحديد بشكل واسع في أعمال البناء ويحتوي الحديد النقي بالإضافة إلى الكربون نسبة من النحاس (5,5%) والسليسيوم (5,004%) وبعض الشوائب الأخرى ويمتاز الحديد النقي بصفات ميكانيكية أضعف من بقية المعادن الأخرى ولكنه يمتاز بمطاوعة وليونة عالية.

أما الحديد الصب وهو خليط من الحديد والكربون حيث يحتوي على كمية عالية من الكربون تتراوح بين 2–5% وهو الحديد المستخرج من الأفران العالية بعد إرجاع الفلزات الحديدية بواسطة فحم الكوك ويتصلب الحديد الصب على أنواع تختلف بخواصها الميكانيكية وأهمها:

- الحديد الصب الأبيض القاسي.
- الحديد الصب الرمادي الطري.
- الحديد الصب المقاوم للحرارة العالية.

2. الفولاذ:

وهو خليط من الحديد مع الكربون بنسبة لا تتجاوز 2% وينتج الفولاذ على مرحلتين في المرحلة الأولى نحصل على الحديد الصب من الفلزات الحديدية وفي المرحلة الثانية نحصل على الفولاذ من الحديد الصب حيث تحترق بعض الشوائب وبسبب الصفات الإيجابية المتعددة للفولاذ يدخل محل الأنواع الأخرى من المعادن المستخدمة في تشييد المنشآت المختلفة حيث يحضر من الصفائح الفولاذية هياكل المباني الصناعية والمدنية والجسور وحديد التسليح للبيتون المسلح ومنتجات معدنية مختلفة.

3. النحاس:

معدن أحمر اللون ينصهر عند درجة الحرارة 1000 درجة وهو جيد الناقلية للحرارة والكهرباء ومقاوم للصدأ ويتميز بسهولة الطرق والسحب واللحام وعندما يتم خلطه بالتوتياء يعطي ما يسمى بالنحاس الأصفر الأكثر قساوة والذي يستخدم في صنع أسلاك التمديدات الكهربائية وعندما يضاف له القصدير نحصل على البرونز وهو أيضاً أكثر قساوة ومقاومة من النحاس وأقل قابلية للسحب والتشكيل.

4. الألومنيوم:

هو معدن أبيض اللون خفيف الوزن وهو قابل للطرق والسحب والسكب، غير قابل للحام وجيد المقاومة للأكسدة ويستعمل في المنجور المعدني للأبواب والنوافذ والواجهات وأسيجة شرفات المنازل، ينصهر الألومنيوم عند الدرجة 650 وكتلته الحجمية $2700\ KG/M^3$

5. التوتياء:

معدن أبيض سريع التمدد والانكسار وضعيف التحمل لإجهادات الضغط ينصهر عند الدرجة 420 ويستعمل كصفائح لتغطية السقوف والعوازل المطرية ويفضل حمايته بالدهان أو الزفت كما تغلف به أنابيب الحديد المستعملة في التمديدات الصحية لحمايتها من الصدأ.

6. الرصاص:

معدن رمادي اللون ينصهر عند درجة الحرارة 357 درجة ضعيف المقاومة سهل التشكيل والتقولب، يستعمل لصنع أنابيب مرور الغاز والمياه المالحة.

ثالثاً: المواد العضوية:

أهم المواد العضوية المستخدمة في تشييد المنشآت المختلفة هي:

1. الخشب:

تستعمل الأخشاب منذ القدم كمادة إنشائية هامة في البناء والسبب في استخدامها الواسع هو متانتها العالية وقلة وزنها الحجمي وقلة ناقليتها للحرارة وسهولة شغلها، تختلف الأخشاب المتنوعة عن بعضها البعض بخواص متعددة أهمها:

1. القوة: وهي مقدرته على مقاومة الكسر تحت الحمولة.
2. الصلابة: وهي خاصية مقاومة الانحراف والثني تحت الحمولات ويعبر عنها أحياناً بالمرونة.
3. القساوة: وهي خاصية مقاومة الحك وهي مطلوبة في الأرضيات.
4. الخشونة: وهي خاصية تحمل ومقاومة الحمولات الصدمية.
5. المقدرة على الاحتفاظ بالطلاء ومقاومة التشوه والتعفن.

التركيب الكيميائي للأخشاب:

يتركب الخشب من 50% كربون و42% أوكسجين و6% هيدروجين ولا يزيد عن 1% آزوت و1% مياه معدنية وهو يتشكل من السياتيلوز والهيميلوز الذي يشبه السياتيلوز.

الصفات السلبية للأخشاب:

توجد صفات سلبية تخفض من خواص الخشب الإنشائية منها:

1. امتصاص الأخشاب للرطوبة والذي يؤدي إلى انتفاخها وعند الجفاف تتكمش وتتقلص.
2. عدم تجانس مقاومة الأخشاب حيث تكون مقاومتها على الضغط باتجاه الألياف أكبر من المقاومة على الضغط باتجاه عمودي على الألياف.
3. وعيوب أخرى مثل العقد والتشققات الداخلية.

تستخدم الأخشاب بشكل خاص في منجور الأبواب والنوافذ والأثاث أو تغطية الأرضيات والسلالم لبعض دور السكن.

2. البلاستيك:

يتميز البلاستيك بسهولة تشكيله ومقاومته للصدأ وعدم تأثره بالعوامل الجوية فهو جيد العزل للحرارة والرطوبة ومن عيوبه قابليته للاحتراق، يستعمل البلاستيك في أنابيب أسلاك الكهرباء وعلب مفاتيح الكهرباء والأباجورات.

3. المطاط:

يستخرج المطاط من نسغ شجرة المطاط وتضاف عليه بعض المواد الكيميائية كالكبريت مثلاً حتى يصبح قابلاً للاستعمال بالصناعة ويتصف بقابليته الشديدة للتطاول تحت تأثير قوى الشد وبعودته لوضعه الطبيعي بزوال هذه القوى ويدخل في المباني الزراعية كعازل أو في الأرضيات.

رابعاً: المواد الصناعية:

1. الإسمنت:

يُعد الإسمنت المادة الرئيسة المستخدمة في تشييد المباني الزراعية ومختلف المنشآت الهندسية وترجع كثرة استعماله للأسباب الآتية:

a. سهولة العمل به ويسر تشكيله.

b. مقاومته العالية وزيادة هذه المقاومة بمرور الزمن.

c. تجانسه التام بما يسهل الحسابات الخاصة بقوة تحمله في العمليات الإنشائية بالإضافة إلى اعتدال ثمنه.

يمتاز الإسمنت بأنه مادة ناعمة (بودرة) رمادية اللون ذات وزن حجمي يتراوح بين 950–1200 kg/m^3 وتدخل في صناعة الإسمنت المواد الخام الآتية:

أ– الغضار والمواد الغضارية: الغضار صخر ذو حبيبات ناعمة يصبح لدناً بعد ترطيبه وهو قاس عند تجفيفه ويتحول إلى كتلة صخرية بعد حرقه يتركب بصورة أساسية من سيأتيكات الألمنيوم المائية ويتشكل من الأكاسيد الآتية: أكسيد السليسيوم وأكسيد الألمنيوم وأكاسيد الحديد وبعض الشوائب الكربونية التي تعطي اللون الرمادي للإسمنت الخام بعد حرقها.

ب– الصخور الكلسية: تختلف نسبة مكونات المواد الكلسية في الصخور الكلسية مشكلة بذلك أنواع مختلفة من الصخور الكلسية.

ت– الرمال الطبيعية: تُعد من المواد الثانوية في صناعة الإسمنت وهي صخور متفككة غير متماسكة قطر حباتها يتراوح بين (0,1–2,5 mm)

ث– الجبس: يصنع من صخور الكوارتز التي تمثل كبريتات الكالسيوم المائية التي تحتوي 21% ماء بصورة مركبة ما يجعل مقاومته عالية لإنتشار النار.

ويضاف أحياناً البازلت، حيث تطهى هذه المركبات وتشوى على حرارة عالية 1400–1500 درجة مشكلة الكلنكر (الإسمنت الخام) وبعد أن تبرد يعاد سحقها وتعبئتها ضمن أكياس سعة 50كغ.

توجد أنواع أخرى من الإسمنت الملون والاسمنت الأبيض والذي نحصل عليه من الإسمنت بعد أن نتخلص من أكسيد الحديد والأكاسيد الأخرى، أما الإسمنت الملون بألوان أخرى (أحمر، أصفر، أزرق) نحصل عليه بإضافة 5–1% من الأكاسيد المعدنية الملونة جداً وغير القابلة للانحلال بالماء.

وأهم المواد التي يدخل فيها الإسمنت كمادة رابطة رئيسة هي:

1. **البيتون:** وهو خليط بنسب محددة من مواد حصوية " بحص ورمل وبودرة وإسمنت وماء ومواد إضافية أخرى.

يشكل الماء والإسمنت ما يسمى العجينة الإسمنتية التي تعمل على ربط حبيبات المواد الحصوية بعضها ببعض وتعمل مع الرمل على ملء الفراغات المتبقية بين حبيبات تلك المواد، ويعد البيتون مادة الأنشاء الأولى في عصرنا الحاضر ومن أهم مميزات استخدام البيتون:

1) قابليته للتصلب والتقولب.
2) الصب في مواقع العمل بشكل مباشر.
3) مقاومته للحرارة واعتدال ثمنه.
4) المتانة والخواص الجمالية.

وأهم سلبيات استخدامه:

1) مقاومته منخفضة على الشد.
2) ذو حجم متغير غير ثابت.
3) متانته منخفضة مقارنة مع وزنه.

يوجد نوعان من البيتون عادي للأرضيات ومسلح للسقوف والجسور والأعمدة.

2. المونة الإسمنتية (العجينة): تستخدم لربط أحجار بناء الجدران وتلييس الجدران من الداخل والخارج وطلي الأسقف والأعمدة يوجد منها عدة أنواع:

أ- مونة الإسمنت والرمل.

ب- مونة الإسمنت والكلس والرمل.

ج- مونة الكلس والرمل.

د- مونة صناعية: تتألف من مواد صناعية لاصقة يضاف إليها رمل ملون وتستخدم في تجميل الجدران الخارجية والشرفات.

3. البلوك: عبارة عن أحجار صناعية من البيتون العادي تضغط ضمن قوالب وتتم سقايتها لمدة أسبوع لتصبح صالحة للاستعمال ويتميز البلوك الإسمنتي بسهولة صنعه وسهولة بنائه وطليه بالإضافة إلى رخص ثمنه.

4. البلاط: يستعمل في تغطية الأرضيات وهو مادة من مواد الإكساء سماكته صغيرة نسبياً وله أشكال وأبعاد مختلفة، والبلاط أنواع متعددة أهمها:

1) البلاط العادي: وهو مكون بشكل رئيس من الرمل والإسمنت ويكون الإسمنت المستعمل فيه أسوداً أو أبيضاً أو ملوناً أو خليطاً من هذه الأنواع.

يقسم البلاط العادي إلى الأنواع الآتية:

أ- بلاط إسمنتي يصنع بكامل السماكة من خلطة واحدة متجانسة.

ب- بلاط اسمنتي يصنع من طبقتين مختلفتين في التركيب، طبقة عليا تسمى طبقة الوجه وطبقة سفلى تسمى بطبقة الظهر.

2) البلاط الإسمنتي المقوى: وتحتوي فيه طبقة الوجه على مواد كيميائية أو معدنية تزيد من المقاومة للاهتراء ولامتصاص الماء.

3) البلاط الإسمنتي المطعم: بلاط إسمنتي عادي يشكل من طبقتين، طبقة الوجه فيه تحتوي على نسبة من الأحجار المكسرة الصلبة (رخام، بازلت، غرانيت) ويكون الإسمنت في طبقة الوجه لكلا النوعين المقوى والعادي هو الإسمنت الأسود أو الأبيض أو الملون أو خليط منهما.

5. الأترنيت:

وهو خليط من الإسمنت العادي المقوى بألياف الحرير الصخري والماء ويصنع بمكابس خاصة ويستخدم في سقف المباني المنخفضة التكاليف كالمستودعات وورش الآلات الزراعية ويصنع على شكل صفائح بأبعاد 240×120 سم وسماكات مختلفة 3–5,9 mm وهي صفائح صلبة ومقاومة للماء.

2. السيراميك:

وهو نوع من أنواع البلاط الرقيق يتميز بسطح أملس وناعم ومقاوم للأحماض والقلويات يتميز بسهولة التنظيف والعزل الجيد للحرارة والرطوبة مما يجعله أكثر استخداماً في غرف تصنيع الأجبان والمطابخ والحمامات ومذابح الطيور والحيوانات الداجنة، يوجد بأشكال وأبعاد متعددة كما يتميز بالرسوم والألوان الجميلة والمتنوعة والتي تعطيه المنظر الجذاب والمرغوب.

3. الآجر:

الآجر هو خليط من التربة الغضارية المشوية بالأفران مما يكسبها مقاومة عالية للضغط ومقاومة عالية للحرارة كما أن الآجر عازل جيد للحرارة ومانع للرشح وهناك آجر ناري يستعمل في تبطين الأفران وبناء المداخن، يستعمل الآجر الأحمر في تغطية سطوح المنازل والمباني بشكل عام وهو كثير الاستعمال في أوروبا للأسطحة والبناء بشكل عام وهو أقل استخداماً في بلادنا بسبب توفر الأحجار بشكل جيد.

4. الزجاج:

مادة صلبة غير عضوية تكون في العادة شفافة أو شبه شفافة صلبة هشة ولا تتأثر بأغلب المواد الملحية ويدخل الزجاج في العديد من الأعمال وخاصة في البناء ويصنع من خلال صهر بعض المكونات مثل السيلكات بسرعة كافية وذلك لتجنب تكون البلورات.

تختلف أنواع الزجاج بعضها عن بعض من حيث التركيب الكيميائي والخصائص الفيزيائية وتمر صناعة الزجاج بمرحلة صهر المكونات حيث يتكون مصهور لزج سائل ويتم تشكيل هذا المصهور وتلوين، وتبريد، للحصول على الشكل المطلوب بالجودة المطلوبة والزجاج لا ينقل التيار الكهربائي وضعيف التوصيل للحرارة وأغلب أنواعه قابلة للكسر ويُعد الزجاج مادة مقاومة للمحاليل الكيميائية باستثناء حمض الفلوردريك.

خامساً: المواد العازلة:

تنقسم عملية العزل في العملية البنائية إلى أنواع كثيرة وتختلف حسب المنشأة أو المبنى المراد العزل فيه، فمنها عزل الرطوبة وعزل الحرارة وعزل الصوت

وتعتمد أدوات العزل أيضا على مدى أهمية واستخدام المنشأة نفسها فمنها يستخدم في المنشآت الزراعية يختلف عما يستخدم في المنازل والمدارس والمستشفيات ..... الخ، حيث أن لكل نوع من أنواع النشاط ما يناسبه من أدوات ومواد للعزل.

تحتاج جميع المنشآت الزراعية إلى عزل مبانيها عزلا تاماً من الرطوبة والمطر والمياه الجوفية والسطحية ورشحهما، فمن مساوئ تأثير الرطوبة ومياه الرشح على المباني أنها تساعد على تلف عناصر موادها الإنشائية مما يؤدي إلى قصر عمر المبنى بخلاف تعفن هذه المواد وصدور روائح كريهة منها للقاطنين بالمبنى مع تكاثر الحشرات والفئران وجلب الأمراض له، ومن أهم المواد المستخدمة في عزل الأبنية المواد الآتية.

1- الألواح المعدنية:

وهي ألواح تستعمل لشدة عزلها للرطوبة والمياه في الأسطح والجدران والأرضيات والألواح المعدنية لها أشكال كثيرة أهمها:

ألواح الرصاص: يجب أن يكون سمك اللوح لا يقل عن 3 مم ويُعد الرصاص مانع جيد للرطوبة والمياه

ألواح النحاس: يجب أن يكون سمك اللوح لا يقل عن 0.25 مم ويُعد النحاس مانع جيد للرطوبة والماء وهو مادة لدنة ومن صفاته قوة تحمله للشد العالي ومن عيوب هذه المادة أنها تصدأ وتتغير معالم سطحيها حيث يتحول الصدأ إلى لون أخضر.

ألواح الألومنيوم: وهي مادة لا تصدأ بالعوامل الجوية بسرعة ويمكن إكسابها ألواناً كثيرة ويسهل استعمالها كمادة عازلة لكسوة الأسطح الخارجية للجدران والقباب وتُعد ألواح

الألومنيوم من أكثر الألواح المعدنية استعمالاً في الوقت الحاضر نظراً لمقاومتها الشديدة للرطوبة الماء في المباني بخلاف ثمنها وخفة وزنها بالمقارنة إلى ألواح المعادن الأخرى. كما تستخدم على نحو أقل ألواح الحديد والستانلس ستيل.

2- البتومين:

يصنع البتومين مما تبقى من تقطير البترول الخام حيث يتراوح قوامه بين الصلابة وشبه الصلابة كما أن لونه يتراوح بين الأسود والبني وهو قابل للذوبان ومن أشهر أنواعه المستعملة في العزل الرطوبي.

يُعد البتومين من المواد المرنة التي تقاوم انحناء المباني نتيجة الهبوط الطفيف للجدران كما يُعد البتومين من أكثر المواد المستعملة في الوقت الحاضر في عزل الرطوبة نظراً لرخص ثمنه عن بقية المواد العازلة الأخرى بخلاف مرونته وسهولة استعماله كما يمكن استخدام الورق أو الخيش المشبع بالبتومين والمصنع في لفائف في أعمال العزل.

3- مشمع البولي أيتيأتين:

وهو أسود اللون ولاستعماله كمادة عازلة للمباني يجب أن يكون سمكه لا يقل عن 0.46 مم ونظراً لقلة سماكة هذا المشمع عن مادة البتومين لذلك يفضل وضعه في لحامات مونة المباني وكذلك في عزل الحمامات.

4- الأسفلت:

وهو عازل جيد للرطوبة ومن عيوبه عدم قوة تحمله للشد العالي والانحناء وخصوصاً عند هبوط المبنى الخفيف لأن الأسفلت يتلف ويكون عرضة لتخلل المياه وعلى ذلك لا يفضل وضعه في بعض الأماكن إلا بعد دراسة خاصة. وللأسفلت أنواع كثيرة منها الأسفلت الطبيعي والصناعي ويستعمل لعزل الأرضيات بشكل أساسي. ومن أشكاله: لفائف الاسفلت وهي مصنعة من مادة أسفلتيه وملصق بها مادة رقيقة جدا من المعدن مثل الألومنيومم رقائق اسفلتية صغيرة : وتوجد هذه الرقائق بأشكال وألوان مختلفة حيث توضع على بعضها بعضاً وهي كثيرة الاستعمال على الأسطح المائلة نظراً لسهولة تركيبها ومقاومتها للرطوبة والأمطار.

5- مونة إسمنتية خاصة:

تستخدم هذه المونة لتكون مادة عزل فقط وذلك بزيادة كمية الإسمنت في مخلوط الإسمنت والرمل ويستخدم في عزل أرضيات المباني الزراعية حيث تطلى به هذه الأرضية بسماكة 15-40 مم.

6- ألواح عازلة:

أهمها: ألواح الأسبستوس وألواح الجبس وألواح بلاستيكية أو خشبية ....

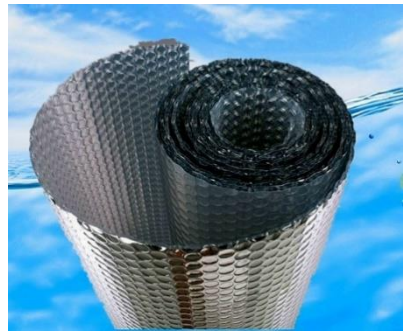
7- المطاط:

يستعمل على شكل رقائق بشكل بساط سماكته بحدود 20 مم لتغطية أرضية مواليد بعض الحيوانات الداجنة ومن مميزاته سهولة التنظيف وعدم الانزلاق عليه ولكن غلاء ثمن يقلل من استخدامه بشكل واسع.

8- الدهان:

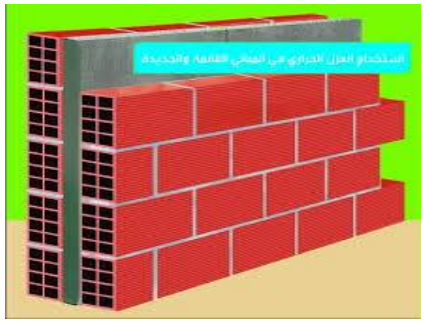
يستخدم الدهان أو الطلاء في تغطية السطوح المكشوفة سواء السطوح المعدنية أو الخشبية أو الاسمنتية لحمايتها من التعرض للعوامل الخارجية وإعطائها اللون المطلوب.

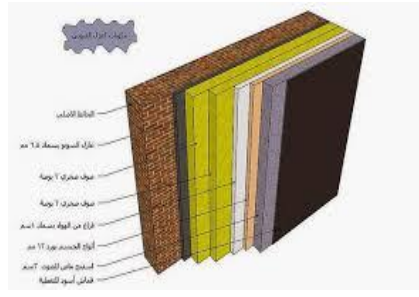
وفيما يأتي بعض الأشكال والصور التوضيحية لمواد عزل الأبنية وطرائقها.



Production Details
szxcgs.en.alibaba.com

szxcgs.en.alibaba.com
2010/07/03


الاستخدام العزل الحراري في المباني القديمة والجديدة



الفصل الثامن:

منشآت تربية الحيوان

1.8 مقدمة:

يرجع التفكير في وضع نظام الإيواء للماشية إلى العصور القديمة ولا نبالغ حين نقول إن ذلك يرجع للإنسان الأول حين عرف كيف يستأنس الحيوانات ويجمعها في مكان خاص ولكنه لم يعرف كيف يحمى حيواناته من العوامل الجوية القاسية أو اللصوص أو من الحيوانات المفترسة فبدأ في رعايتها وتربيتها بجوار مسكنه ثم اصحبها إلى أرضه خاصة عندما عرف ما لها من أهمية في تخصيب الأراضي الزراعية بإمدادها بالمادة العضوية مما كان له أثراً كبيراً في استقراره وعدم ترحاله من مكان إلى آخر.

وبشكل عام يمكننا تعريف الحظيرة بأنها مكان أو مبنى يتم فيه إيواء الحيوانات الزراعية المختلفة (الأبقار، الأغنام، الخيول، الطيور...إلخ) بهدف تأمين الظروف البيئية المناسبة لنمو هذه الحيوانات وإيجاد الشروط المناسبة للعملية الإنتاجية وحماية هذه الحيوانات بشكل عام، وبذلك يتم إنشاء الحظائر بهدف تحقيق ما يأتي:

1-وقاية الحيوانات من العوامل الخارجية (حرارة، رطوبة، رياح)

2-حماية الحيوانات من هجمات الحيوانات المفترسة والحشرات الضارة،

3-توفير الظروف البيئية المناسبة للحيوانات والذي يسهل من عمليات الرعاية والتغذية مما ينعكس بشكل مباشر على إنتاج الحيوان.

2.8 الاعتبارات العامة التي تراعى عند إنشاء مزارع الإنتاج الحيواني:

1- حجم القطيع المستهدف وأهداف التربية:

وهنا يلزم معرفة أهداف التربية هل هي إنتاج لبن أم إنتاج لحم أم إنتاج لبن ولحم معاً وذلك لمراعاة عدد الأحواش المطلوب بنائها والمساحات المخصصة لكل حيوان طبقاً لنوع التربية المستهدفة، وكذلك من المطلوب معرفة أقصى عدد يمكن أن يصل إليه قطيع التربية في المستقبل لتوفير المساحة المناسبة عند بدء تصميم المزرعة وذلك لعدم مواجهة أي مشاكل قد تطرأ نتيجة الزيادة العددية للقطيع أو زيادة الاستثمار.

2- الظروف المناخية السائدة في المنطقة التي تنشأ بها المزرعة:

لابد من دراسة العوامل المناخية في المنطقة من حيث الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح ومعدل سقوط الأمطار، فالمناطق ذات المناخ الدافئ الجاف تكون فيها الإنشاءات أرخص وأسهل عن إنشاءات المناطق الباردة أو ذات الأمطار الغزيرة. فتصميم الحظائر في المناطق الحارة والدافئة يتم على أساس النظام المفتوح (عوارض + مظلات) والتي لا يكلف انشائها استثمارات كثيرة، أما في المناطق الباردة فيتم بناء معظم المزارع على أساس النظام المغلق (جدران + أسقف) والتي تستلزم رأس مال كبير.

3- نظام الرعاية والتهوية والاتجاه المناسب للحظائر:

تختلف نظم رعاية الحيوانات كما سنوضح فيما بعد ما بين نظام حيوانات حرة وحيوانات مربوطة، وكلا النظامين له من المميزات ما يبرر استخدامه وله من المساوئ ما يستحق الوقوف عنده والتفكير فيه.

أما بالنسبة لاتجاه الحظائر فيجب أن يؤخذ في الاعتبار أن الحظائر في فصل الصيف تحتاج إلى مساحة ظل كبيرة مع زيادة التهوية والتي تعمل على خفض درجة حرارة ورطوبة الحظيرة وكذلك التخلص من الغازات الضارة للحيوانات مثل الأمونيا والميثان وثاني أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين والتي تسبب مشاكل صحية للحيوانات. أما بالنسبة لفصل الشتاء فالحظائر تحتاج إلى رفع درجة الحرارة مع خفض التهوية بالمقارنة مع فصل الصيف. وقد وجد أن الجدران الشرقية والغربية والجنوبية تصل إليها الشمس في فصل الصيف كثيراً بينما الحائط الجنوبي فقط هو الذي تصل إليه الشمس في فصل الشتاء وعلى ذلك يمكن القول إن الاتجاه الأمثل للحظائر المغلقة من الشمال للجنوب وبالنسبة للمظلات فيكون الاتجاه الأمثل من الشرق للغرب حيث يعطى أكبر مساحة تظليل.

4- أنواع الحظائر والأبنية الواجب توافرها في المزرعة:

دورة حياة الحيوان الحلاب تبدأ من ولادته كعجل رضيع حتى يلد وينتج لبناً، وعلى ذلك فالمراحل العمرية المختلفة للحيوان يقابلها أشكال مختلفة من الحظائر بمساحات وأنماط متباينة، فالعجول الرضيعة يفضل رعايتها في أقفاص حتى عمر الفطام أو شهر على الأقل، ويلزم العجلات النامية حظائر مفتوحة تربى فيها بصورة حرة حتى تنضج جنسياً وتظهر سلوكياتها التناسلية، أما بالنسبة إلى الأبقار الناضجة فيلزمها العديد من الحظائر لاختلاف مراحلها التناسلية ومستوياتها الإنتاجية.

هذا بجانب مبنى الإدارة والتسجيل والعيادة البيطرية وحظيرة الولادة وحظيرة عزل الحيوانات المريضة وحجرة الحليب أو المحلب الآلي ومخزن للآلات والأدوات المستخدمة في المزرعة. وذلك بجانب مخزن العلائق

4-المواد التي تستخدم في البناء:

من الاعتبارات المهمة التي يجهلها العديد من المربين هي نوع المواد المستخدمة في بناء الحظائر فالمربى يستخدم المواد الصلبة شديدة التحمل لطول استدامتها و تحملها للظروف القاسية وهو بذلك يراعى احتياجاته هو ولا يراعى احتياجات الحيوان , حيث أن معظم هذه المواد شديدة الصلابة مثل الأسقف الخرسانية و المعدنية و الأسبستوس تمتاز بارتفاع معامل الانتقال الحراري مما تسبب عبء حرارى قاسي على الحيوانات خلال فصل الصيف مما يؤثر في الإنتاج و على حياة الحيوان نفسة خاصة في النظام المغلق , وعلى هذا يلزم استخدام مواد بناء يزيد فيها مقاومة المادة للانتقال الحرارى مثل الخشب والطوب .

5- توفير المساحات المناسبة وتوفير وسائل الراحة:

بعد أن يختار المربى نظام الرعاية المناسب لحيواناته فإنه من الأهمية بمكان توفير المساحات المناسبة لكل حيوان حسب العمر والإنتاج, ولا يقتصر الأمر على توفير مساحات مناسبة للحيوانات فقط بل المقصود بها أيضاً العمالة والآلات المستعملة في العمليات المرعية اليومية و التي تحتاج إلى أطوال وممرات مختلفة عن الحيوانات , كذلك يراعى أن تكون أرضيات الحظائر جافة و غير مسببة للانزلاق و الجدران ملساء و مخدومة جيداً (رمل+ أسمنت) مع وجود نظام صرف جيد و خاصة في النظام المغلق و المربوط , بالإضافة إلى التخلص الدوري من الحشرات الطفيليات والاهتمام بالنظافة الدائمة للحيوان و الحظيرة .

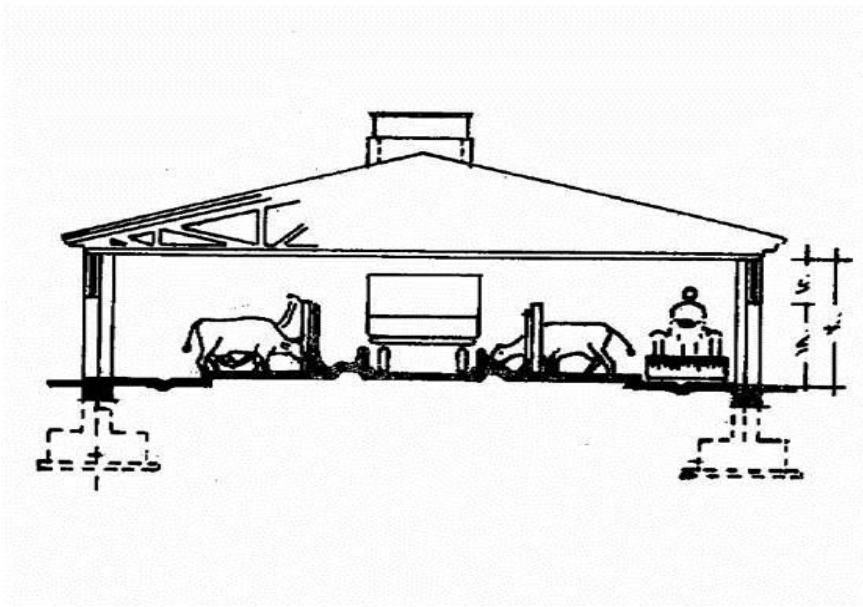
6- وجود نظام صرف جيد للتخلص من الروث والبول الاستفادة منهما:

قد يكون روث الحيوان مصدراً إضافياً لزيادة دخل المزرعة وقد يكون سبب من أسباب فشل التربية. ويعتمد ذلك على التخلص اليومي منه وتخزينه بصورة سليمة حتى بيعه أو استخدامه في تسميد الحقول الزراعية. و يتم التخلص من مخلفات الحيوانات بعمل شبكة صرف جيدة في الحظيرة تناسب عدد الحيوانات التي تربى و كذلك يمكن استخدام كاسحات الروث أو الأدوات الزراعية كالفؤوس والمقاطف , و يحتوى الروث و البول على العديد من المواد العضوية شديدة الأهمية في تخصيب الأراضي الزراعية و يراعى عند تخزين مخلفات الحيوانات أن توضع في

الجهة الجنوبية خلف أسوار المزرعة على أرضية خرسانية ذات ميل بسيط حتى يتم التخلص من الرطوبة لسرعة تجفيفها و يستفاد من السماد العضوي بعد تجفيفه بنثره على أرضية الحقل.

7- أن تكون المزرعة قريبة من طرق المواصلات:

يفضل أن تكون المزرعة قريبة من طرق المواصلات وبعيدة عن المنشآت السكنية وذلك لسهولة نقل الحيوانات أثناء البيع والشراء وكذلك لتسويق المنتجات سواءً كانت لبناً أم لحماً من دون مشاكل ولعدم حدوث أضرار صحية للمواطنين.



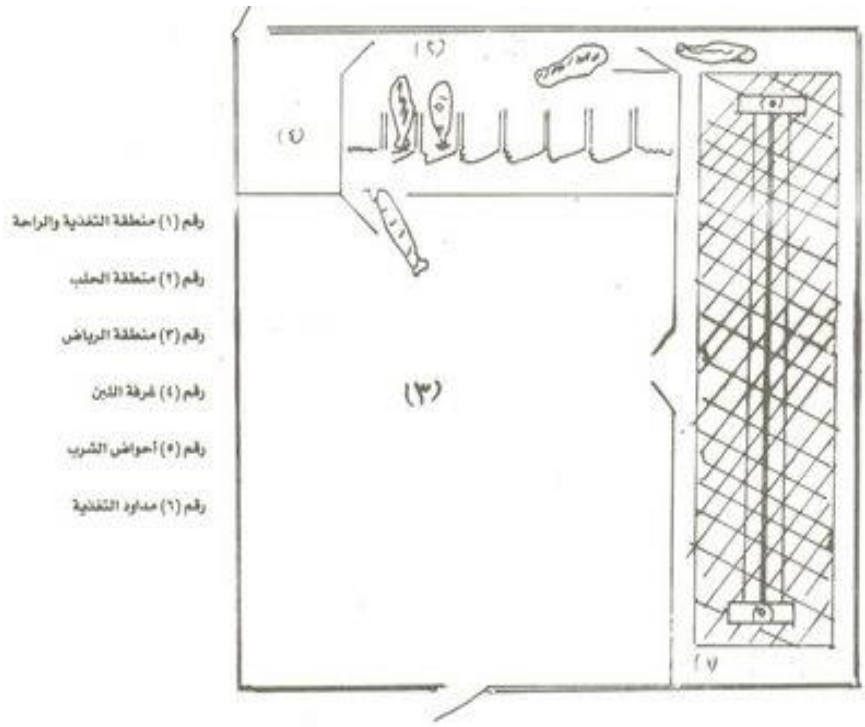
الشكل (8-1) الشروط الفنية لبناء الحظائر

3.8 نظم الإيواء في تربية الأبقار

يمكن تقسيم الحظائر حسب المناخ السائد بالمنطقة إلى:

حظائر مفتوحة:

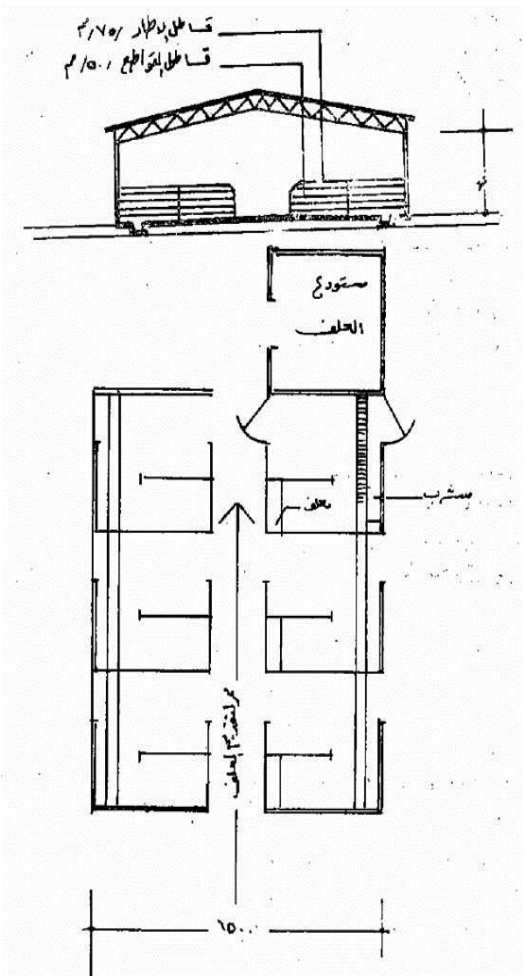
وتنتشر بالمناطق ذات المناخ الحار مثل دول إفريقيا والشرق الأوسط. وفيه يبقى الحيوان حراً طليقا من دون مربط ويوجد في هذه الحظيرة مكان للراحة بعيداً عن التيارات الهوائية أو الشمس وآخر للتغذية وأماكن أجرى للرياضة وأماكن خاصة للحلابة



الشكل (8-2) نظام الرعاية الطليقة

حظائر مغلقة:

وتنتشر بالمناطق ذات المناخ البارد مثل دول أوروبا. ويخطط هذا النوع من الحظائر على أساس أن البناء يكون مغلقاً من جميع الاتجاهات مع وجود الأبواب والنوافذ ويتم في هذا النوع من الحظائر فصل كل حيوان عن الآخر في مكان خاص به يسمى المربط أو المرقد وذلك بواسطة مواسير حديدية ويتم ربط الحيوان في هذا المكان، وفي هذا النوع من التصميم يتم حلب الحيوان وهو في مكانه بالطريقة الآلية أو اليدوية ويمكن في هذا النوع من الحظائر التحكم بالعوامل البيئية داخل الحظيرة.



الشكل (8-3) نظام الرعاية المغلقة

ولكن التقسيم الأكثر شيوعاً والمناسب لمربى الماشية هو تقسيم نظم الإيواء طبقاً لطريقة العناية بالحيوان والتي على أساسها تخطط نظم الرعاية.

وهذا التقسيم يكون على الشكل الآتي:

أولاً: نظام الإيواء الحر:

ويعرف هذا النظام من الإيواء على أنه النظام الذي لا تقيد فيه الحيوانات إلا عند الحليب أو المعاملات البيطرية. ويتكون النظام النموذجي من منطقة تغذية وحظيرة الترييض ومنطقة للرقاد.

في هذا النظام تترك الحيوانات حرة من دون ربط وذلك لما له من أهمية كبيرة في زيادة النمو والإنتاج وهو يرتبط دائماً بوجود مظلات في الحظائر المفتوحة وينتشر بكثرة في المزارع التجارية.

ومن أهم مميزات استخدام هذا النظام:

- انخفاض تكاليف الإنشاءات المستخدمة.
- إمكانية تنفيذ أي توسعات في المزرعة.
- شعور الحيوانات بحريتها يؤدى إلى زيادة إنتاجيتها.
- فرصة أكبر لرياضة الحيوان.
- انخفاض العملية اليدوية.

ومن أهم عيوب استخدام هذا النظام:

- زيادة معدل الإصابات في حالة وجود أفراد شرسة.
- عدم التأكد من حصول كل حيوان على مخصصاته الغذائية.

يحتاج هذا النظام إلى درجة أكبر من الخبرة في التعامل مع القطعان وإيواء الأبقار ويقسم إلى نوعين:

1- التصميم مع وجود مرابط:

المقصود بالمرابط أن يكون لكل حيوان في التربية في النظام الحر مكان مستقل لجلوسه وراحته ومعرفة مقاييس هذا المكان من الأمور المهمة حيث لا يجب أن تكون ضيقة فلا تحقق الراحة الكاملة للحيوان ولا يجب أن تكون متسعة فتسبب اتساخ الحيوان وعموماً تتكون الحظيرة في الإسكان الحر مع وجود مرابط من الآتي:

المرابط (منطقة الراحة):

أنسب مساحة للمربط الواحد هو 120 x 210 سم وهى مساحة مناسبة للأبقار ويمكن عزل كل مربط عن الآخر بواسطة عوارض من الخشب أو مواسير حديدية مغلفنة قطر 3 بوصة على أن يكون ارتفاعها الفاصل في حدود 100سم ويوجد رباط حديدي بين قائمتي الفاصل ويكون الرباط من ماسورة 2 بوصة وهو يمنع وصول جسم البقرة إلى جارتها أو الدهس عليها بأقدامها وهذا الرباط يكون على ارتفاع حوالي 40 سم من سطح الأرض ويجب أن تكون أرضية المرابط أعلى من مستوى الحظيرة بحوالي 15سم وأرضيات المرابط إما أن تكون خراسانية عادية – خرسانية معزولة – حصيرة من الكاوتشوك المقوى – قش فوق أرضية خرسانية (فرشة).

وهنا يجب أن نعلم أن البقرة الواحدة تستهلك 1,5طن قش في السنة تستخدم كفرشة. كذلك يجب أن تكون أرضية المربط منحدره وفي اتجاه مجرى البول والروث بمقدار حوالي 10سم. كذلك يوجد عرضياً وعلى امتداد كل أقسام المرابط ماسورة ب قطر3 بوصة تعمل على منع البقرة من التقدم كثيراً داخل المربط وبالآتي نضمن سقوط كل البول والروث خارج المرقد وعلى الأخص في مجرى البول والروث المعد لهذا الغرض ويلاحظ أن هذه الماسورة العرضية يمكن التحكم فيها للتحرك أماماً وخلفاً وذلك حسب طول البقرة وبالآتي يتم التحكم في المربط. كذلك يجب أن تكون المرابط مسقوفة لحماية الحيوانات من الشمس صيفاً ومن المطر شتاءً.

2- التصميم بمن دون مرابط:

وهذا التصميم يمكن أن يستخدمه المبتدئون في مشاريع الإنتاج الحيواني حيث لا يحتاج المربى إلى كمية كبيرة من الإنشاءات فهو يكتفي ببناء حائط ارتفاعه حوالي 150سم من ثلاثة جوانب وتكون المعلف في الجانب الرابع ويمكن بناء حواجز عرضية في المعلف لتخصيص بعض الفراغات التي تستخدم كأحواض مياه شرب وقد يلجأ بعض المربين إلى تخصيص فراغ عرضه حوالي 15سم على طول المعلف وموازي لكل من حافتها الأمامية والخلفية وتستخدم كحوض للشرب. ويجب أن يكون هناك انحدار قدرة حوالي 2 % في هذه الأرضية ضماناً لانسياب البول بعيداً عن المعلف وتكون هذه المساحة بعرض حوالي 150سم وخلف هذه المساحة توجد مساحة أخرى غير ممهدة تكون حوالي 10 × 12 متر ويجب تظليل هذه المساحة على أن تمتد لتغطى المعلف ويكتفي بعمل مظلة نصف جمالون ويفضل أن تكون الأبقار في مواجهة الشمال عندما تأكل غذاءها تحت المظلة كما أن المساحة بين الأعمدة الحاملة للمظلة تكون في حدود 4م وذلك لسهولة حركة معدات النظافة. ويمكن استخدام الأرض الخرسانية في المساحة التي أمام المعلف على أن تنتهي بمجرى البول والروث وهذا قد يكون مغطى أو مكشوفاً.

منطقة الترييض:

وهي تلي منطقة المرابط وفيها تكون البقرة أكثر حرية في الحركة عن وجودها في منطقة المرابط وعرض هذه المنطقة يكون حوالي 4 – 3متر وتكون غير مسقوفة وأرضيتها يجب ألا تكون ملساء أكثر من اللازم ولكن يجب أن تكون قليلة الخشونة لتمنع تزحلق الأبقار.

كذلك فإن هذه المنطقة تحتوي على مجرى البول والروث وهو إما أن يكون مكشوفاً أو مغطى بمواسير تسمح بنزول الروث والبول.

منطقة التغذية:

قد يكون المعلف في مواجهة الأبقار على مرابطها وقد يكون في الجانب الأخر من الحظيرة وتحتاج البقرة في المتوسط إلى 55 – 60سم طول على معلف التغذية ويتراوح ارتفاع المعلف من 15 – 20سم وفى حالة المعالف المنخفضة يكون الارتفاع قدرة حوالي 15سم في مواجهة البقرة وهذا الارتفاع أو الحاجز يعمل على حماية بعض مواد العلف من السقوط في موقف البقرة.

كذلك تفصل الأبقار عن المعلف وذلك في حالة وجودها مستقلة عن المرقد فإنه يستخدم أحد الوسائل الآتية والتي تسمح بدخول رأس البقرة فقط إلى المعلف:

1. استخدام المواسير الأفقية هو أرخص الوسائل والأكثر شيوعاً ولكن من أهم عيوب هذه الطريقة هو الفقد الكبير في مواد العلف الخشنة الناتج من جذب البقرة لهذه الأعلاف عند تغذيتها عليها.

2. أسلوب استخدام المواسير المائلة فهو أفضل من الطريقة السابقة لأنها تمنع البقرة من جذب مواد العلف إلى مكان الوقوف.

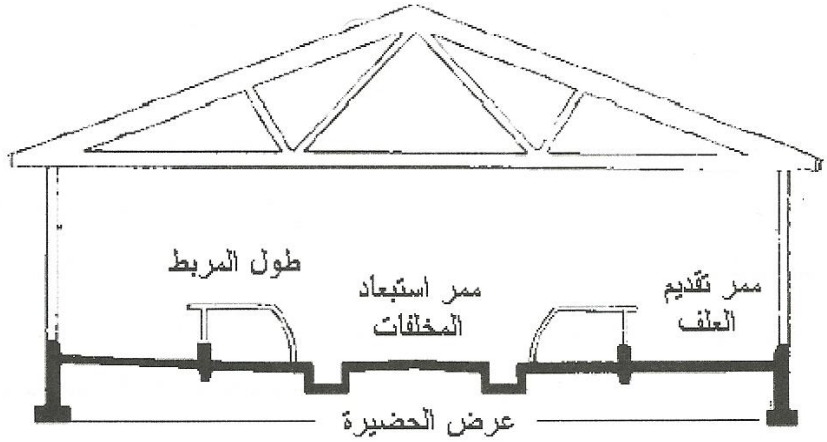
حوض الشرب:

يجب أن يكون ارتفاعه من 100 – 110سم عن سطح الأرض ويعمل بنظام الامتلاء الأتوماتيكي بحيث يجعل المسافة بين سطح الماء وحافة الحوض دائماً في حدود 10سم. ويخصص لكل حيوان 15 سم على حوض الشرب

- يوجد له خط صرف.
- حواف الحوض غير محددة ولكنها دائرية.
- يمكن إنشاؤه من الخرسانة المغطاة بمواد عازلة للرطوبة ويمكن استخدام بعض المواد المحلية المتوفرة في المزارع الصغيرة.

ثانياً: نظام الإيواء المربوط:

وفى هذا النظام يكون الحيوان مربوط طوال اليوم أمام معلفة التغذية وقد يكون الربط باستخدام أحبال أو سلاسل كذلك قد يكون هناك مجرى بول أو لا يكون حيث يكتفى بوجود انحدار في أرضية المربط والذي يبدأ من أمام المعلف وينتهي بعيداً عن الأبقار مما يضمن انسياب البول بعيداً عن الأبقار. كذلك فإن هذا النظام من التربية يمكن ترتيب الأبقار في صف واحد مفرد وذلك إذا كان عدد الأبقار صغيراً (10 فأقل) أما إذا كان العدد كبيراً فإنه يمكن وضع الأبقار في صفين وفى هذه الحالة تربط الأبقار إما بنظام الذيل للذيل أما بنظام الوجه للوجه وعموماً تحتاج البقرة إلى حوالي 5 م^2 من المساحة الكلية للمرابط.



الشكل (8-4) نظام الإيواء المربوط

أهم فوائد نظام الذيل للذيل:

- سهولة خدمة الحيوان أثناء الحلب والنظافة.
- تجنب العدوى بالأمراض المعدية.
- سهولة حصول الحيوان على هواء نقى في التنفس.
- سهولة اكتشاف بعض الأمراض مثل الإسهال أو التهاب الضرع

أهم فوائد نظام الوجه للوجه:

- سهولة في عملية تغذية الحيوانات.
- ضمان سقوط أشعة الشمس المباشرة على مجرى البول والروث.
- سهولة في ربط الأبقار.

- شكل أفضل عند وجود زوار للمزرعة.

وعموماً فإن نظام الربط له العيوب الآتية:

- عملية الحلب تكون غير مريحة.
- إطلاق وإعادة ربط الأبقار تكون عملية شاقة.
- صعوبة عملية إعداد البقرة للحلب.
- ممر التغذية يكون غير كاف لمرور جرار يحمل الغذاء وعلية تستخدم الوسائل اليدوية.
- عدم نظافة المربط.
- ولكن من أهم فوائد هذا النظام هو إمكانية الرعاية الفردية لكل بقرة على حدة خاصة من ناحية حصول كل بقرة على نصيبها من الغذاء.

ويجب مراعاة الاتي عند إنشاء المربط:

❖ تصميم المربط:

- هناك 3 أنواع من وسائل ربط الحيوانات:
- الربط باستخدام دعامة أو حلقة مثبتة في واجهة المعلف.
- الربط باستخدام سلاسل وفى هذه الحالة قد يكون الربط رأسي أو أفقي.
- الربط باستخدام التراكيب الحديدية ذاتية الغلق.
- والربط باستخدام السلاسل يوفر راحة للحيوان وقدراً أكبر من الحرية.

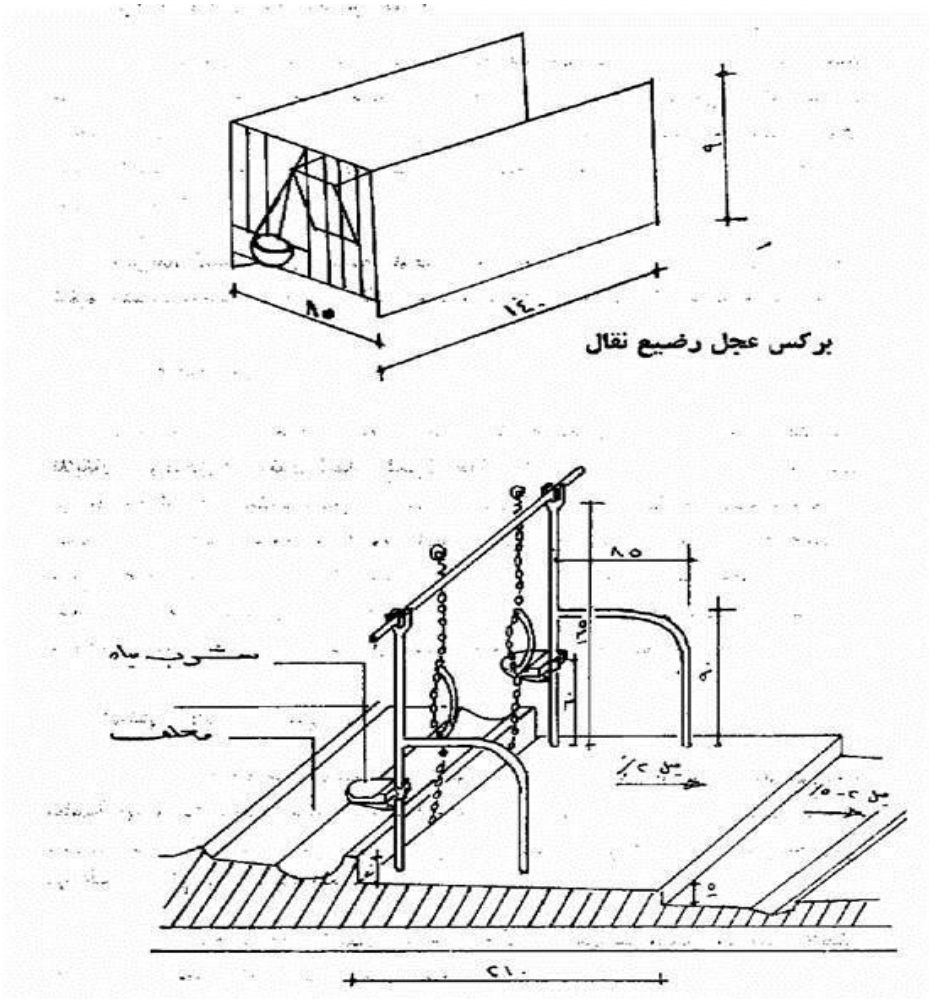
❖ إنشاء المربط:

1- أرضية المربط:

يجب أن تكون أرضية المربط من مادة صلبة وغير منفذة ولا تتأثر كيميائياً بروث وبول الحيوانات ويجب ألا تكون الأرضية ناعمة لتجنب انزلاق الحيوانات كما يجب أن يكون لها ميل قدرة حوالي 2 سم يبدأ من أمام المعلف وينتهي عند مجرى البول والروث ويجب أن ترتفع أرضية المربط حوالي 15 سم عن مجرى البول والروث.

2- الجدران:

يجب أن تكون الجدران الداخلية للمربط ملساء وخالية من الشروخ والتشققات ويفضل أن تكون الزوايا بين الجدران غير حادة ولكن دائرية



الشكل (8-5) تفصيلة لمربط ابقار

3- سقف الحظيرة:

يفضل أن تصنع الأسقف من الأسبستوس أو القرميد وفى المناطق التي تتوفر فيها الأخشاب يمكن استخدامه في عمل الأسقف وكذلك يمكن استخدام مواد طبيعية محلية في حالة

ضعف الإمكانيات الاقتصادية فالمهم أن يصنع السقف من مواد عازلة لحرارة الجو. أما استخدام ألواح المعدن (الصاج) فهو غير مرغوب حيث أنها موصلة جيدة للحرارة ولكن يمكن استخدامه في حالة طلاؤه من الخارج بمواد عاكسة وعازلة على أن تبطن من الداخل بألواح من الخشب، والسقف قد يكون على شكل جمالون كامل أو نصف جمالون وفي بلدنا يستخدم نظام الجمالون على أن يكون ارتفاع الجانب العالي منه حوالي 5م والجانب المنخفض حوالي 4م.

4-المعلف:

وهذه تكون إما من الإسمنت المبطن أو تكون من الأخشاب المدهونة بمواد عازلة وقد تكون المعلف ذات واجهة مرتفعة في حدود 40 سم أو قد تكون ذات واجهة منخفضة في حدود 15سم والمعلف ذات الواجهة المنخفضة أكثر راحة للبقرة لكن تكون أكثر فقداً للمواد الغذائية أما المعلف ذات الواجهة المرتفعة فهي أقل فقداً

5 -مجرى البول والروث:

يجب أن تكون اتساعه كاف لاستيعاب أي كمية روث ولا يسمح بحدوث انسداد أو تجمعات فيه ويكون له انحدار قدرة حوالي 2% وقد يكون هذا المجرى مكشوف بعرض حوالي 40سم وعمق حوالي 20سم عند الجانب الخلفي للبقرة مباشرة وقد يكون مغطى ولكن ب عرض80 – 100سم وعمق حوالي 100 – 120سم.

وعموماً يتوقف التصميم المستخدم على أسلوب جمع الروث إذا ما كان تلقائياً أو يدوياً أو ميكانيكياً وكذلك على الهدف من جمعه

6- الأبواب:

في حالة وجود الأبقار في صف واحد فإن عرض الباب يكون في حدود 150سم وفى حالة وجود الأبقار في صفين فإن العرض يكون 2.5 – 3متر ويلاحظ إنه يجب فتح الأبواب إلى الخارج وتكون دورتها كاملة بحيث تنطبق على الجدران الخارجية للحظيرة.

7- حوض مياه الشرب:

يمكن أن يلحق حوض المياه مع المعلف إما طولياً أو عرضياً باستخدام حواجز عرضية.

4.8 مواد البناء المستخدمة في بناء حظائر الأبقار

عند اختيار مواد البناء يجب أن نستغل الموارد البيئية الرخيصة والمتوافرة في بناء مساكن الحيوانات وذلك حتى نقلل تكاليف الأنشاء ، ويجب ألا نغالي في استخدام مواد البناء الباهظة الثمن.

مواد البناء المستخدمة:

1- التربة والطوب الأحمر: أرخص مواد البناء وتستعمل حالياً.

2- الأحجار: تستخدم طريقة البناء بالأحجار في المناطق القريبة من أماكن المقالع.

3- المون المستخدمة في بناء الطوب والأحجار: عبارة عن خليط من الرمل والأسمنت مع الخلط بالماء وأحياناً يستخدم الجبس أو أي مادة لها صفة اللصق.

4- الخرسانات: تستخدم بكثرة في عمل أساسات المباني الزراعية ، وهي خليط من المونة مع الأحجار أو الحصى.

5- الخشب: يستخدم في عمل أسقف الحظائر.

6- المعادن: أهمها ألواح الصاج المعرج أو الألومنيوم لتغطية أسقف الحظائر أو حديد التسليح في عمل أسقف خرسانية.

جدران الحظائر:

ثمة مواد كثيرة يمكن بناء الجدران منها ولكن من الأفضل أن يتوافر في المواد الآتي:

1- سهولة تنظيفها وعدم ذوبانها في الماء .

2- ارتفاعها وعدم وجود شقوق بها مما يمنع انتشار الحشرات الطفيلية وباقي الحشرات الخارجية التي بدورها تسبب أمراض عديدة منها ما يسبب الإجهاض للحيوان.

3- سهولة التحرك تحتها مما يسهل على الأنسان التعامل مع الحيوان في الأكل والملاحظة (خاصة الشياع).

أرضيات الحظائر:

إن نظام التربية الحر هو أفضل أسلوب للوصول إلى أفضل معدلات نظافة حيث أن معدل البلل للأرضيات يصل إلى أقل نسبة ممكنة بالإضافة إلى سرعة جفاف الروث وكذلك تعرض الأرض إلى الشمس طوال ساعات النهار يؤدي إلى جفاف الأرضيات وتعقيمها مما يصعب على البكتيريا والكائنات الدقيقة من سهولة الوصول للجهاز التناسلي والضرع.

وبجانب عملية التنظيف لابد أن يراعى ميول الأرضية أيضا حيث أن الأمثل أن تكون الأرضية مستوية ولا يوجد بها ميل شديد من الأمام إلى الخلف. وعموماً في الغالب يكون الميل في موقف الحيوان 0.5–1سم /1م في اتجاه مجري الروث والبول كذلك فإن هذا الميل ضروري لاتزان رسغ القدم ووضع الرجل الذي يؤثر على الحافر.

أسقف الحظائر:

يجب أن تكون الأسقف من مواد توفر تهوية جيدة من خلال العزل الحراري الجيد وتقليل الرطوبة النسبية بالمسكن وتقليل تكاثف بخار الماء وثبات الظروف البيئية وتجانسها داخل المبنى وبه فتحات بمساحات كافية لخروج الهواء وبالآتي يكون هناك ظروف جيده لراحة الحيوان وقابلية أكبر لاستهلاك الغذاء.

كما يجب أن تكون الأسقف ذات مساحة مناسبة بالنسبة إلى مساحة الحظيرة في حالة الحظائر المفتوحة لتوفير مساحة كافية من الإظلال في الصيف ومن الأرضية الجافة في الشتاء لرقاد الحيوانات.

يمكن أن تشيد المظلات من الخشب أو من الخرسانة المسلحة، ومن المفضل أن تواجه المظلات الجهة الشرقية أو الجنوبية ؛ وفي المناطق المرتفعة الحرارة فيفضل استخدام المواد العاكسة والعازلة لضوء الشمس مثل ألواح الألمونيوم.

5.8 إضاءة حظائر الحيوانات:

لأشعة الشمس فائدة عظيمة حيث أن هناك تفاعلاً بين أشعة الشمس ومركبات تحت جلد الحيوان يكون من نتائج هذا التفاعل إنتاج فيتامين D؛ ولا يمكن إغفال أن الشمس مصدر ضوئي أيضاً حيث تؤدي الإضاءة إلى نضج الحيوان جنسياً وأيضاً على استعماله للغذاء وبالآتي تؤثر في النمو فإن سوء الإضاءة يؤثر في عملية النضج الجنسي إلى ما يقرب من 2–4 شهور.

6.8 التهوية في حظائر الحيوانات:

يخرج الحيوان بخار الماء أثناء التنفس وتنبعث منه روائح وغازات يجب التخلص منها عن طريق وسائل التهوية وهنا يجب عمل نوافذ من النوع المائل ذي الجدران الجانبية المسدودة كما يمكن استخدام مراوح الطرد ، وفي الجو المعتدل يمكن عمل فتحة قرب السقف يخرج منها هذه الروائح بسهولة ؛ ويجب توافر الضوء الطبيعي وكذلك مصدر للضوء الصناعي . ويحتاج الحيوان في المتوسط إلى 100لتر هواء للتنفس أي ضعف ما يحتاجه من الماء والغذاء كما أن الحيوان يخرج يومياً حوالي 70لتر هواء لذلك لزم التهوية الجيدة بالمسكن وتخصيص 5 –10 %من مساحة أرضية الحظيرة للنوافذ ويترك الجدار للسقف بعد ارتفاع 1.8–1.5م فراغ فيما عدا الأعمدة التي ترفع السقف وتكون النوافذ من النوع الذي تفتح من أعلى وللداخل لمنع التيارات الهوائية المباشرة من التعرض لجسم الحيوان .

التهوية الطبيعية:

عندما يسخن هواء الحظيرة فإنه يتمدد وتقل كثافته ويرتفع إلى الأعلى ليخرج من مخارجه في حين يحل محله الهواء البارد النقي الداخل إلى داخل الحظيرة وتتوزع مداخل الهواء ومخارجه بطرق مختلفة.

يمتاز النظام الطبيعي:

برخص إنشائه وليس له نفقات تشغيل ويكون ملائما لأبنية أبقار الحليب التي تستخدم نظام الرعي الطبيعي إذ تخرج للمرعى صباحا خلال المواسم الدافئة والحارة وفي الشتاء فتكفي الحرارة المطروحة من أجسامها لتدفئة المبنى. إلا أنه لا يوفر وسائل السيطرة على درجات الحرارة والرطوبة داخل المبنى بل يعتمد على الظروف الجوية السائدة خارج المبنى. ويحتاج الحيوان في الحظيرة إلى حوالي 16م^3 فراغ على أن يتجدد الهواء باستمرار وهذا الفراغ يتوافر في حالة ارتفاع الحظيرة 4–3م وهو الارتفاع المناسب في المناطق المعتدلة.

ووجود الحيوانات في حظائر رديئة التهوية يعرضها إلى الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي كالتهابات الرئوية ومرض السل وكذلك الهواء المحمل بالأتربة والغبار يعمل على تهيج الأغشية المخاطية للجهاز التنفسي ويقلل من المقاومة للأمراض. ففي الأماكن ذات التهوية المثالية تكاد المشاكل التنفسية أن تتلاشى ومع سوء التهوية قد تزداد إلى أكثر من 10%.

التهوية الميكانيكية:

التهوية الميكانيكية تعادل التهوية الطبيعية في دخول الهواء إلى الحظيرة ولكنها باهظة التكاليف

في أشهر الصيف الحارة تزداد الحاجة إلى زيادة حركة الهواء كأحد الوسائل لخفض درجة الحرارة هنا ويلجأ المربى إلى استخدام المراوح والتي يجب أن تكون مصممة تصميماً جيداً لتكون قادرة على دفع كميات كافية من الهواء تكفي لتجديد الهواء حول جسم الحيوان وجعله يشعر بإحساس الراحة.

يعتمد هذا النظام على استخدام الوسائل الآلية في سحب الهواء داخل الحظيرة أو دفع الهواء من الخارج إلى الداخل مع استخدام وسائل السيطرة على درجات الحرارة والرطوبة داخل مساكن الحيوانات في حين يتوزع مداخل الهواء ومخارجه عند الجدران فقط حسب تصميم نظام التهوية المستعمل.

من أنظمة التهوية الميكانيكية:

نظام الضغط الداخلي المنخفض: الذي يقوم فيه المراوح بسحب الهواء من داخل الحظيرة وطرده إلى الخارج وبذلك ينشا تخلخل جزئي بالضغط داخل الحظيرة وفرق الضغط بين الداخل والخارج على دخول الهواء الخارجي إلى داخل الحظيرة من مداخل مخصصة لدخول الهواء.

نظام الضغط الداخلي المرتفع: وفيه تقوم المراوح بدفع الهواء إلى داخل الحظيرة بسبب زيادة الضغط داخلها ويعمل ضغط الهواء المرتفع هذا على طرد الهواء الداخلي الفاسد إلى الخارج من خلال مخارج خاصة للهواء.

مكونات جهاز التهوية الميكانيكي:

المراوح: تقوم المراوح بتحريك الهواء داخل الحظيرة ويستعمل نوعان من المراوح:

1- المحورية والتي تجبر الهواء على المرور في اتجاه موازي لمحورها الدوار ويمكن تميزها ظاهرياً من ريشها المروحية وكبر حجم وسطها المتصل بعمود الإدارة والتواء الريشات – لزيادة قدرتها على التغلب لمقاومة المجابهة للهواء المدفوع خلالها.

2- **المراوح النابذة** التي تجبر الهواء على التحرك إلى الخارج في اتجاه قطري ومن ثم في اتجاه عمودي على قطرها ويزداد معدل تصريف المروحة بزيادة قطرها وسرعتها الذين بدورهما يتوقفان على قدرة المحرك المستعمل في إدارة المروحة ويبلغ معدل التصريف حوالي 1000-20000م3 /ساعة ويتوقف عدد المراوح ومقدار تصريفهما على عدد المرات المطلوب تبديل هواء الحظيرة بالساعة وعند اختيار المراوح يجب مراعاة النقاط الآتية:

- مقاومة للصدأ
- أن تكون الحلقة المحيطة بزعانف المروحة ذات سطح دائري منتظم وناعم.
- إن تكون بوابات الغلق والفتح بحجم والصنف المطلوب.
- ملائمة المحرك لمعدل تصريف المروحة.

ملاحظة: ثمة علاقة عكسية بين الضغط والتصريف وعلاقة طردية بين الكفاءة والتصريف وتتم العلاقة طردياً إلى أن يصل 100.

وفى حظائر العجول الصغيرة: يجب أن يكون تصميم المراوح قادراً على ضمان الحد الأدنى من تجديد الهواء. وفى درجات الحرارة العالية فيجب تغيير الهواء 12 مرة في الساعة بينما في الجو الحار فيجب تغيير الهواء في 20 مرة في الساعة.

ثمة تصميمات هندسية أيضاً يمكنها زيادة حركة الهواء عن طريق التهوية من الأسقف، في حالة الأبقار التي يتم إيواءها في الحظائر المفتوحة خلال فترة الصيف فيجب مراعاة إنشاء مظلات لتلجأ إليها الحيوانات خلال فترات سطوع الشمس الشديد. وينصح أيضاً بزراعة الأشجار المورقة فيها وحولها فهي توفر الظل وتخفف من حدة الحرارة.

التبريد بالرذاذ :

تستخدم وسيلة التبريد بالرذاذ في التربية المفتوحة كوسيلة فعالة لتلطيف حدة حرارة الجو في الصيف وبالآتي تخفيف العبء الحراري الواقع على الحيوان، وهناك عوامل عدة يجب مراعاتها في استخدام وسيلة التبريد بالرذاذ ويمكن إجمالها على النحو الآتي:

1- التأكد من أن أجهزة الرذاذ سيتم تركيبها في منطقة نظيفة ومن المستحسن أن تكون منطقة خرسانية للتأكد من أن الحيوانات إذا رقدت في منطقة الرذاذ فإنها لن تتعرض للتلوث بالطين أو في أماكن ينتج عنها زيادة الإصابة بالتهاب الضرع.

2- عند استخدام هذا النظام يجب التأكد من أنه لن يقوم بالعمل باستمرار بل يجب أن يتم توصيله بجهاز توقيت Timer ليعمل كل فترة وذلك لتحاشى تبلل الضرع ونزول نقاط المياه من الضرع مع ملاحظة الأبقار فإذا ما لوحظ تبلل الضرع فينبغي زيادة الفترات الزمنية للتوقف.

3- يجب عدم وضع أجهزة الرذاذ بالقرب من المعالف والتأكد من أن الغذاء المقدم للحيوانات لم يصيبه البلل حتى لا يكون هذا الغذاء عرضه لنمو الفطريات خاصة تحت ظروف الجو الحار.

7.8 بعض ملحقات الحظائر:

1- مخزن العلف:

يجب أن يكون مخزن العلف قريبا من مكان إيواء الحيوانات ويخصص على الأغلب لحفظ العلف المركز والدريس، لذلك يجب أن يبنى من مواد عازلة للحرارة والرطوبة وعوامل التلف الأخرى، وعادة يستخدم البلوك والإسمنت لهذا الغرض ويسقف بمادة الزنك العازل، يجب أن تبعد مخازن الدريس عن المخازن الأخرى حتى لا يؤثر على المواد العلفية لا سيما المركزة.

الشكل (8-6) مخازن علف متنوعة

2 – غرف الولادة:

تخصص غرفة واحدة لكل 8 – 10 أبقار على أن تكون نظيفة ومعقمة وأرضيتها مفروشة وتحوي على مكان للعلف والماء وتوضع أقفاص العجول الفردية فيها لوضع المولود بعد ولادته.

الشكل (8–7) حظيرة الأبقار الحوامل تتضمن غرف الولادة

الشكل (8–8) أقفاص العجول والعجلات الرضيعة

3 –حظائر ثيران التلقيح:

تتكون حظائر الثيران من جزأين أحدهما مسقف تبلغ مساحته حوالي 12–17 متراً مربعاً والآخر مسرح لرياضة وحركة الثور وتبلغ مساحتها بين 15–30 متراً مربعا ويجب أن تكون مجهزة بمعلف ومشرب ماء، كما يجب أن تكون مفروشة بفرشة نظيفة.

الشكل (8–9) حظائر ثيران التلقيح

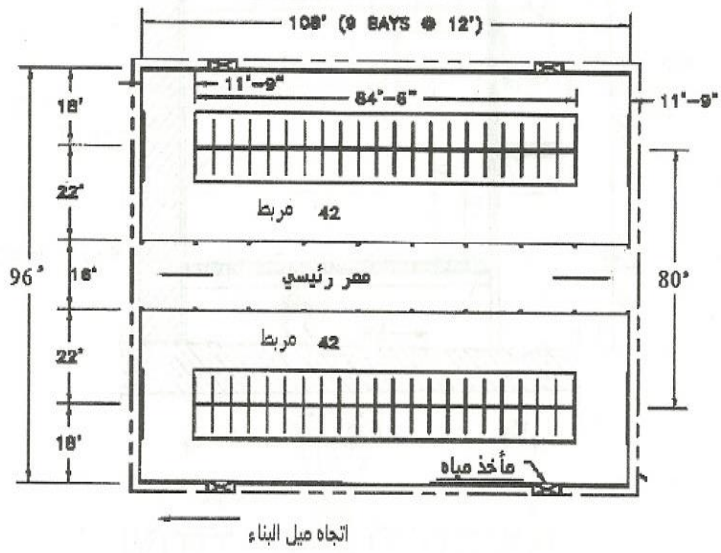
4 –المحالب :

وهناك أنواع عديدة من المحالب يجب أن تكون في حقول ماشية الحليب.

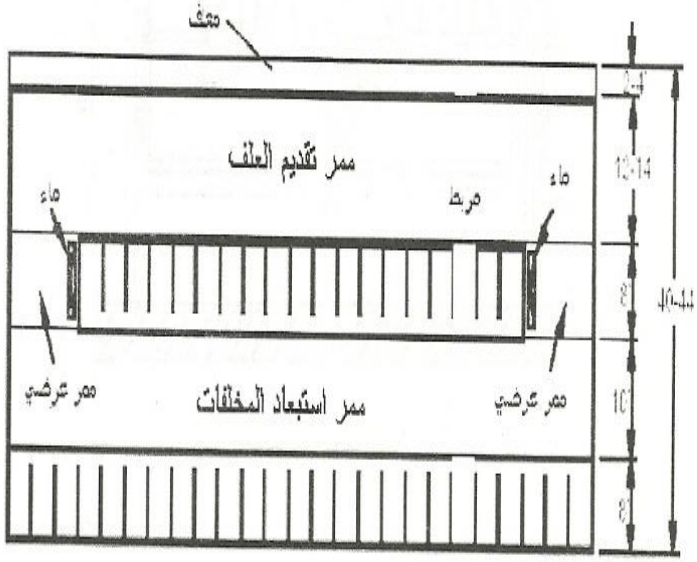
5 –حظائر العجول:

إن احتياجات إيواء العجول من الولادة حتى الفطام تهدف إلى توفير مأوى غير مكلف وسهل التنظيف والتطهير لتقليل نفوق العجول إلى الحد الأدنى. لذلك يجب أن نوفر بيئة نظيفة بدرجات حرارة ملائمة لمعيشة هذه المواليد

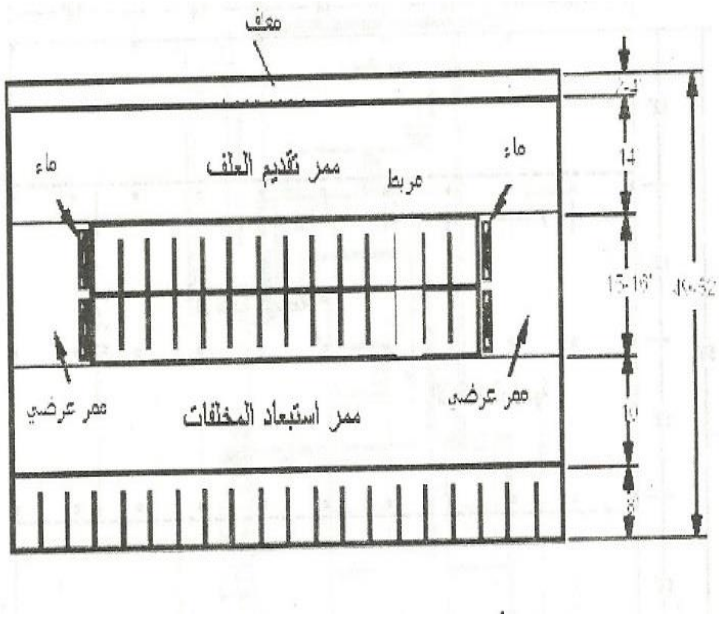
فيما يأتي نورد بعض التصاميم المختلفة والمساقط الأفقية لعدد من حظائر الحيوانات



الشكل (8–10) مسقط افقي في حظيرة تتسع ل 84 راس



الشكل (8–11) مسقط افقي في حظيرة من النوع المفتوح بمرابط صفين



الشكل (8-12) مسقط افقي في حظيرة من النوع المفتوح بمرابط بثلاثة صفوف

الفصل التاسع
منشآت تربية الدواجن

1.9 المقدمة:

تُعد مزارع الدواجن أحد أهم فروع الإنتاج الزراعي في الوقت الراهن حيث أصبح من المتاح الرعاية في تجمعات كبيرة تضم آلاف الطيور ولذلك لا بد من الاهتمام الكبير في التغذية والرعاية الطبية وأنظمة التهوية والتدفئة والتبريد والإضاءة واستخدام النظم الآلية في توزيع العلف والسقاية وجمع البيض...إلخ. وتختلف منشآت الدواجن باختلاف أغراض التربية (إنتاج اللحم، إنتاج البيض، بيض التفريخ_ صيصان) وباختلاف الظروف المناخية (بيوت مفتوحة، بيوت شبه مغلقة، بيوت مغلقة).

2.9 أقسام مزرعة الدواجن:

1- **قسم الإدارة:** يتكون من المدير والطبيب البيطري والمحاسب والموظفين الذين يقومون بتوفير العلف والمتطلبات الأخرى.

2- **قسم الخدمات:** ويقع بجانب قسم الإدارة بصف واحد ويشمل هذا القسم مخزن لتسليم العلف ومخزن لجمع البيض وحفظه لغرض التسويق إضافة إلى غرفة التفقيس الاصطناعي ومخزن للأدوات الاحتياطية وفي بعض الحقول يوجد مختبر للأبحاث.

3- **قسم الإنتاج:** يقع بعيداً داخل الحقل لمنع وصول الزوار والمشترين ويُعد قسم الإدارة والخدمات كمصدات رياح عن قسم الإنتاج وبالآتي منع انتقال الأمراض بواسطة الرياح.

4- **غرفة العزل (المختبر البيطري):** يجهز بكافة المعدات وبعض اللقاحات والأدوية.

5- **المحرقة:** لغرض التخلص من الطيور النافقة لمنع انتشار المرض في القاعة.

لذلك يجب علينا أولاً التعرف على الدراسات الواجب معرفتها في هذا الخصوص وما يتبع ذلك من مشاكل قد نتطرق لها بالمستقبل.

3.9 الدراسات الواجب معرفتها قبل الشروع في بناء منشأة دواجن:

1) **مقدار رأس المال المستثمر في البناء:** وهو العنصر المهم في عملية إنشاء المزرعة حيث أنه يحدد نوع وحجم المزرعة وتكون الحاجة إلية لتوفير السيولة النقدية اللازمة للأنشاء والتشغيل والإنتاج وهي تشمل:
   - ❖ قيمة التكاليف الثابتة من مباني وقيمة أرض وغيرها.
   - ❖ قيمة التكاليف المتداولة "المتغيرة" – الأدوات – الأعلاف.
   - ❖ قيمة الخدمات وتشمل الأعمال الصحية.
   - ❖ قيمة التشغيل وتشمل أجور العمال –النقل – التسويق.
   - ❖ قيمة التخزين وتشمل الأرصدة الموجودة في المخازن من الأعلاف.
   - ❖ وأخيرا قيمة الاحتياطي العام وهو عادة ما يكون 10% من المصروفات الفعلية لمواجهة الظروف الطارئة والكوارث والحوادث.
2) **تحديد خطة العمل بالمزرعة:** وهو بمعنى الهدف من وراء إقامة المزرعة وأي الأنواع من الإنتاج الذي ينوي المربي إنتاجه, وقد يفكر المزارع في جعلها متخصصة في نوع واحد من أنواع التربية والإنتاج المختلفة أو قد تشمل أكثر من نوع وبتحديد هذا الهدف يبدأ المزارع في وضع خطته اللازمة لاختبار أي نوع من نظم الإسكان تكون مناسبة لغرض الإنتاج ثم دراسة التكاليف اللازمة لإتمام عملية البناء وتوفير المستلزمات الإنتاجية المطلوبة وطرق الحصول على الجيد منها بالسعر المناسب لها, يتلو ذلك دراسة منوال العمل بالمزرعة وطريقته وأنواع وأعداد الطيور المرباة وطريقة الحصول عليها من مصادرها الموثوق بها, ويأتي بعد ذلك دراسة مدة التنفيذ ونظام الإدارة والإشراف وبرامج التمويل والتسويق.
3) **إمكانية التوسع المستقبلي:** يجب أن يضع المزارع في اعتباره أن المزرعة تقبل النمو المستمر نتيجة تحقيق رغبات السوق مع الحاجة لإشباع رغبات أكثر نتيجة نجاح المشروع خاصة عند إنتاج منتجات ذات جودة عالية تشتهر بها المزرعة في حيز السوق عند بدء إنتاجها, ويستلزم ذلك البدء في إقامة وحدة واحدة تتلوها وحدات وذلك بعد تغطية الوحدة لتكاليفها وتحقيق الربح, ويشترط في ذلك توفير المساحة الكافية اللازمة لعمليات التوسع بالإضافة إلى العمل على توفير الوسائل اللازمة للأنشاء والتجهيز حال التفكير في التوسع ويتوقف ذلك على مساحة الأرض وقيمتها, بمعنى في حالة ارتفاع قيمة الأرض يكون ذلك داعياً على اعتبار الوحدة الأولى من الأنشاء متمثلة في الدور الأول. ويكون التوسع في الجانب الرأسي

على المساحة نفسها، على عكس ذلك تمام في حالة انخفاض الأرض المقام عليها المشروع، حيث يكون التوسع الأفقي هو المفروض وهكذا وفي جميع الحالات بالنسبة للأدوات والعمالة وغيرها.

4) **دراسة مواد البناء المتوفرة:** في المنطقة أو في المناطق القريبة وعمل دراسة مقارنة لأسعار هذه المواد وصفات هذه المواد التي سوف تستخدم في الأنشاء.

5) **الظروف البيئية والمناخية للمنطقة التي ستنشأ عليها المزرعة.**

6) **نوع العمالة والخبرات المتوفرة بالمنطقة:** وهذه يتوقف عليها اختيار المواد والمعدات والتجهيزات اللازمة في عملية الإنتاج, وهذا العامل الأخير من العوامل التي يجب وضعها في الاعتبار الأول, وأن تولى عناية خاصة عند إقامة المشاريع الخاصة بالدواجن, خاصة في البلاد النامية التي تعتمد أساس على استيراد التقنية الحديثة من الدول المتقدمة من دون أن توفر لمثل هذه البلدان الخبرات التي يمكنها من استخدام وصيانة هذه المعدات والأجهزة بالكفاءة الموجودة مما يؤدي في النهاية إلى عدم تحقيق هذه المشاريع للأهداف الإنتاجية التي أنشأت من أجلها وبالآتي عدم تحقيق الأرباح المتوقعة.

وبعد ذلك يجب أن نعرف أن_مزرعة الدواجن هي المساحة من الأرض صغيرة كانت أو كبيرة خصصت لتربية الدواجن، أو قيام صناعة أو أكثر من صناعات الدواجن عليها، وفي هذا الإطار يوجد نوعين من المزارع:

- **مزارع متخصصة:** وهي عادة ما تكون متخصصة في إنتاج نوع معين من أنواع الدواجن أو قيام صناعة معينة من إنتاج الدواجن.
- **مزارع مختلطة:** وهي مزارع يكون إنتاجها أكثر من نوع أو يكون عليها أكثر من صناعة كأن يكون مثلاً لرعاية دجاج اللحم والبياض أو ثنائي الغرض وهكذا.

4.9 موقع المزرعة:

من المبادئ الأساسية التي يجب أخذها في الاعتبار عند الإعداد لمشروع مزرعة الدواجن هو الموقع، وفي هذا السياق ثمة شروط عدة يجب مراعاتها عند اختيار موقع مزرعة الدواجن أهمها:

1- يفضل بناء المزرعة في منطقة معزولة، وأن تبعد على الأقل من 1 إلى 2 كيلومتر عن أقرب مزرعة دواجن أو أي منشأة صناعية أخرى.

2- يراعى أن تكون المنطقة جافة، وجوها معتدلاً وأن تكون مرتفعة نوعاً ما تحسباً للفيضانات وكذلك لتصريف الماء المستخدم في الغسيل و التنظيف .

3- أن يكون الموقع صحياً و بعيداً عن مصادر التلوث وجيد الإضاءة و التهوية.

4- أن يكون ثمن الأرض اقتصادياً وقريب من مصادر توريد العلف وأسواق التصريف والمدن الكبرى.

5- أن يكون في منطقة آمنة مع مراعاة أن تغطي فتحات التهوية بسلك شبكي يمنع دخول الحشرات والطيور البرية.

6- توفر الطاقة الكهربائية ومصادر للمياه النقية الصالحة للشرب.

7- مراعاة اتجاه الرياح حتى لا تؤثر الروائح المنبعثة من المدجنة على الأماكن القريبة المأهولة أو على الطرق المجاورة.

8- أن تكون مساكن العاملين داخل نطاق المزرعة أو في منطقة قريبة منها.

- يراعى ألا يزيد عرض المبنى عن 12 مترا حتى لا تزداد مشاكل التهوية، وأن تكون هناك مسافة بين العنابر لا تقل عن 15 مترا، بما يسمح بالتهوية الجيدة.
- يراعى أن تمثل فتحات الشبابيك في العنابر المفتوحة ما بين 20 إلى 25 %من مساحة الأرضية، وأن تكون الجدران خالية من الشقوق، حتى لا تعطي فرصة لنمو وتكاثر الحشرات.

5.9 مواد البناء المستخدمة في تشييد مزارع الدواجن:

1- الأساس والأرضية:

تخطط الأرض وتحفر الأساسات التي ستبنى فوقها الجدران، و يجب أن يرتفع الأساس 10-20سم عن سطح الأرض على أن تصب الأرضية في مدى هذا الارتفاع ويجب أن تكون من الخرسانة بسمك 10-15سم ويفضل عمل ميول في الأرض لسحب مياه التطهير. وإذا كانت التربة التي يقام عليها المبنى رطبة فيفضل تغطية الأرضية بطبقة من القار في حدود 1-2سم حتى يمكن منع تسرب الرطوبة الأرضية إلى داخل المبنى.

2-الجدران:

تبنى الجدران بسمك 10سم أو بسمك 20 في المناطق الشديدة الحرارة. وتبنى الجدران إلى ارتفاع 270-350سم حسب نوع السقف. فإذا كان السقف جمالون يكون ارتفاع الجدران من

الناحيتين متماثلاً في حدود 270–300سم على أن يكون ارتفاع المبنى في الوسط في حدود 320–350سم أما إذا كان السقف منحدراً إلى أحد الجوانب فيكون ارتفاع الجدار الذي يقع في الجهة الشمالية في حدود 300–330سم وفي الجهة الجنوبية في حدود 270–300سم وإذا كان السقف من الخرسانة المسلحة المستوية السطح فإن الجدران يكون ارتفاعها في حدود 300سم من الناحيتين. وعند بناء الجدران يعمل حساب فتحات الشبابيك عندما يصل ارتفاع الجدار 100–120سم وبعدها يكمل بناء الجدار ويجب تغطية الجدران من الداخل بطبقة من الأسمنت بحيث يصبح الجدار أملس ولا يتواجد به أي شقوق أو فجوات تسمح للطفيليات بالتوالد بها.

الشكل (9–1) سقف الحظيرة على شكل جمالون وفتحات التهوية

3–فتحات النوافذ:

تكون قاعدة النوافذ على ارتفاع 100–120سم من الأرضية وارتفاع النافذة يكون في حدود 100–150سم. ويجب أن تمثل جميع فتحات النوافذ في المبنى حوالي 20% من مساحة الأرضية إذا كانت نوافذ شمالية أو 25–30% من مساحة الأرضية إذا لم تكن كذلك, ويثبت في فتحات النوافذ براويز خشبية مشدود عليها سلك شبك بقطر بوصة (2.54 سم) لا يسمح بدخول الطيور البرية أو الفئران أو الحيوانات الغريبة.

وعلى امتداد النوافذ تركب ستائر من القماش السميك أو المشمع ترتفع أو تخفض أمام فتحات النوافذ تبعاً للتيارات الهوائية الخارجية وتبعاً لدرجة الحرارة الداخلية للمبنى.

4- السقف:

مواد البناء المستعملة في السقف تختلف حسب نوع المباني والتكاليف المقدرة للبناء، وأرخص الأسقف تبنى بالأسبستوس المرفوع على عروق خشبية أو مواسير أو أعمدة من الخرسانة أو الحديد، ويجب أن يكون سقف الأسبستوس شديد الانحدار بنسبة 5% على الأقل (50سم لكل 10م) وذلك حتى لا تتجمع مياه الأمطار في تجاويف الألواح أو تتسرب المياه من خلال الوصلات إلى داخل المبنى. ونظراً لأن درجة عزل الأسبستوس ضعفيه فإنه في المناطق الشديدة الحرارة يفضل وضع كميات من القش أو بالات من التبن فوق سطح المبنى.

6.9 تصنيف مباني الدواجن:

توجد ثلاثة أنواع رئيسة لمساكن الدجاج:

1- النوع المفتوح:

هذا النوع من المساكن ملائم لتربية الدجاج في المناطق التي يكون فيها الجو معتدلاً طوال أيام السنة. ويعتمد هذا النوع من المساكن على التهوية الطبيعية حيث يوجد في كل جانب للمسكن فتحه تمتد على طول الجدار الجانبي. ارتفاع الفتحة ومساحتها يحددها طبيعة الجو في تلك المنطقة. تغطى الفتحة بواسطة ستارة ترفع وتخفض بواسطة عتلة ويمكن بواسطة العتلة تنظيم مقدار الفتحة حسب درجة حرارة الجو.

توجد بعض المواصفات التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند بناء مساكن مفتوحة

أ- عرض المبنى: يجب أن لا يزيد عرض القاعة عن 10-12م ويفضل أن لا تزيد عن عشرة أمتار كي تكون تهويتها طبيعية و جيدة خاصة في الأيام التي يكون فيها الهواء ساكناً.

ب- طول المبنى: يمكن أن تكون القاعة بأي طول معقول. ومن العوامل التي تحدد طول القاعة هي طول المعالف الأوتوماتيكية المتوفرة يضاف إلى ذلك إمكانية توفير العناية اليومية لها في حالة توفير العلف يدوياً. وفي حاله نية شراء معلف أوتوماتيكي فيجب معرفة طول المعالف المتوفرة قبل بناء القاعة. بصورة عامة يكون طول القاعة 60-100م.

ج- شكل السقف وارتفاع المبنى: المباني الشائعة والتي تشيد في أماكن كثيرة من الوطن العربي يكون السقف فيها منحدراً إلى الجانبين (جملون) أو إلى جانب واحد، والنوع الأول هو الشائع أكثر. في السقوف المزدوجة الانحدار يكون ارتفاع القاعة 2م في كل جانب و 3م في الوسط. يجب أن يمتد السقف خارج القاعة مسافة 1م لحماية القاعة من الأمطار وأشعة الشمس المباشرة.

2- النوع شبه المغلق:

في هذا النوع من المساكن توجد شبابيك على جانبي القاعة وتوجد شفاطات كهربائية (مراوح) هواء يتم تركيبها على الشبابيك في جهة واحدة للمسكن فقط. في الأيام المعتدلة وعند وجود تيار هواء مناسب يمكن فتح الشبابيك في جانبي القاعة لغرض التهوية وأيقاف المراوح (الشفاطات) الكهربائية، أما في بقية الأيام فإن التهوية تتم بتشغيل المراوح الكهربائية مع فتح الشبابيك في الجهة المقابلة لها. ويمكن التحكم بتهوية القاعة بتنظيم فتحة الشبابيك وسرعة الساحبات (أو عدد الساحبات التي تشتغل على أن توزع بشكل يغطي طول المسكن).

- ومن مواصفات المساكن شبه المغلقة:

أ- تكون مواصفات عرض القاعة وطولها وارتفاعها وشكل السقف مشابهة للمواصفات التي ذكرت في النوع المفتوح. ولكن يجب الأخذ بعين الاعتبار أن ثمة شركات مصنعة، لها تصاميم خاصة بها.

ب- النوافذ

- مجموع مساحات النوافذ 1/20 من مساحة المسكن.
- مساحة النافذة الواحدة 100 × 100سم. ويمكن أن يكون شكلها مستطيلاً أيضا على أن يحافظ على مساحتها ولنفس النسبة المذكورة سابقاً.
- ارتفاع النافذة عن الأرض من 80-120سم.
- وضع شبك معدني على هذه النوافذ من خارجها للحماية.
- تفضل الشبابيك التي تفتح من الأعلى إلى الداخل وفيها إمكانية للتحكم بمقدار فتحتها. لتجنب تعرض الطير لتيارات الهواء المباشرة أثناء التهوية ولغرض السيطرة على حجم الهواء الداخل، خاصة في الأيام الباردة.

3- النوع المغلق:

في هذه المساكن لا توجد فتحات تسمح بدخول الهواء أو الضوء بصورة مباشره وطبيعية. يتم سحب الهواء من القاعة بواسطة ساحبات (شفاطات) هواء كهربائية، أما الهواء النقي فيدخل خلال فتحات خاصة مصممة بشكل لا يسمح بدخول الضوء بشكل مباشر. كذلك تستخدم مصابيح كهربائية لإضاءة القاعة بدلاً من الإضاءة الطبيعية لكي يسهل التحكم بشدة الإضاءة.

7.9 تخطيط مباني الدواجن:

أولاً- تخطيط البيوت المفتوحة:

يجب مراعاة العوامل الآتية عند الشروع في بناء البيوت المفتوحة:

أ- اتجاه المبنى: يجب أن يكون اتجاه المبنى متعامداً مع الرياح الموسمية حتى تهب على أحد جوانب المبنى.

ب- عرض المبنى: إذا كان المبنى متعامداً مع اتجاه الرياح يمكن أن يصل عرض المبنى إلى 12 م أما إذا كان المبنى غير متعامد مع اتجاه الرياح يجب أن يصل عرض المبنى 8-10 م فقط نظراً لضعف التيارات الهوائية وعدم قدرتها على الوصول إلى الجوانب البعيدة للمبنى .

وإذا زاد عرض المبنى عن 12م أو كان المبنى غير متعامد تماماً مع اتجاه الريح أو كان في منطقة ضعيفة التهوية فإنه يمكن اتباع الحلول الآتية للإقلال من مشاكل التهوية:

- بناء السقف على شكل جمالون حتى يقلل من تأثير أشعة الشمس على سقف المبنى. لأن نصف مساحة السقف تسقط عليها أشعة عمودية والنصف الآخر تسقط علية بزاوية حادة فيكون تأثيرها الحراري أقل نسبياً.

- عمل السقف على شكل جمالون مع وجود فتحات للتهوية بطول السقف وبعرض حوالي 50 سم مفتوحة الجهتين أو مفتوحة في الاتجاه المعاكس لاتجاه الرياح فتعمل على تسرب الهواء الدافئ المتجمع في أعلى المبنى بمن دون إرجاعه ثانية للمبنى وعند تسربه يقل الضغط داخل المبنى فيحدث سحب للهواء الجديد من شبابيك المبنى الجانبية.

- عمل السقف على شكل نصف دائرة ليساعد على تجميع الهواء الدافئ قرب السقف ويفضل عمل فتحات في السقف لتسرب الهواء الدافئ خارج المبنى.

- إذا توفر التيار الكهربائي في مكان التربية يمكن تركيب مراوح في سقف المبنى يعمل على طرد الهواء الدافئ وأيضا تعمل على تحريك التيارات الهوائية داخل المبنى.

ج- طول المبنى: أفضل طول للمبنى يسهل معه رعاية الطيور والإشراف عليها هو 80م وإذا زاد ذلك فيفضل أن تكون حجرة الخدمة في الوسط حتى ينقسم المبنى إلى قسمين يمكن رعايتهما بسهولة.

د- الأساس والأرضية: تخطط الأرض تبعا لطول وعرض المبنى وسمك الجدران وعدد الأدوار وعليه يحدد عمق الأساس، ويفضل عمل ميول في الأرض لسحب مياه التطهير وإذا كانت التربية التي يقام عليها المبنى رطبة فيفضل تغطية الأرضية بطبقة من القار.

هـ- الجدران: إذا كان السقف جمالون يكون ارتفاع الجدران من الناحيتين متماثلاً في حدود (270-300سم) على أن يكون الارتفاع في وسط المبنى في حدود (320-350سم). وإذا كان السقف منحدر إلى أحد الجوانب فيكون ارتفاع الجدار الذي يقع (300سم) من الناحيتين. وإذا كان السقف من الخرسانة المسلحة المستوية السطح فإن الجدران يكون ارتفاعها في حدود(300سم) من الناحيتين.

و- النوافذ: تكون قاعدة النوافذ على ارتفاع (120-100) سم من الأرضية وارتفاع النوافذ في حدود (100-150سم) وعلى امتداد النوافذ تركب ستائر من قماش سميك ترتفع أو تنخفض أمام فتحات الشبابيك تبعا للتيارات الهوائية الخارجية وتبعا لدرجة الحرارة الداخلية للمبنى.

ز- السقف: مواد البناء المستعملة في السقف تختلف حسب نوع المبنى والتكاليف المقدرة للبناء ويجب أن يكون سقف الأسبستوس شديد الانحدار بنسبة 5% حتى لا تتجمع مياه الأمطار في تجاويف الألواح والمباني ذات الأسقف الخرسانية تتميز بأن عمرها أطول ودرجة عزلها أفضل.

الشكل (9–2) حظيرة مفتوحة من الجانبين والستائر

ثانياً–تخطيط البيوت المغلقة:

عند بناء البيوت المقفلة يجب مراعاة الآتي:

أ –اتجاه المبنى:

يجب أن يكون اتجاه المبنى في اتجاه موازي للرياح حتى لا تكون عملية طرد الهواء إلى خارج المبنى صعبة.

ب– عرض المبنى:

يفضل ألا يزيد عن 12م لكن إذا زاد عرض المبنى عن ذلك يجب تزويد السقف بمراوح إضافية أو عمل قنوات هوائية لتسحب أو تدفع الهواء إلى وسط المبنى.

ج– طول المبنى:

أقل طول اقتصادي للمبنى 40م وأقصى طول 80 م ولا تقل المسافة بين المبنيين عن 20م حتى لا تسحب المراوح في إحدى العنابر الهواء الفاسد المطرود من المبنى المجاور.

الشكل (9-3) شكل خارجي لنظام الحظائر المغلقة

هـ- الجدران:

يترأوح ارتفاعها بين (270-220سم) لأن كل ارتفاع يزيد عن حجم المبنى ويزيد بالآتي من تكاليف تدفئة أو تبريد الهواء الداخل للمبنى، والجدران ليس بها نوافذ إلا الفتحات الخاصة بتركيب المراوح أو مدخل الهواء أو فتحات الطوارئ التي تستعمل للتهوية في حالة انقطاع التيار الكهربائي فجأة وتوقف مراوح التهوية، (وهي تمثل 5-8% من مساحة الأرضية) والجدران أما مبنية بالطوب أو سابقة التجهيز.

و- السقف:

يكون غالباً مستوياً، ويمكن أن يشمل السقف فتحات للتهوية أو فتحات للمراوح حسب نظام التهوية الخاصة بالمبنى.

ز -الأبواب:

عادة يكون للمبنى بابين أحدهما رئيس يفتح إلى حجرة الخدمة وآخر خلف المبنى، يستعمل عادة للتخلص من السماد أو عند إدخال الطيور داخل المبنى، والأبواب يفضل أن تكون معزولة بمادة عازلة حتى لا يحدث من خلالها تسرب حراري.

8.9 تخطيط المنشآت وفقاً لنوع الرعاية:

أولا: تخطيط منشآت دواجن اللحم:

إن متوسط فترة تربية الفروج تتراوح بين 56–44 يوم ويصبح وزن الطير خلالها 1.5– 2 kg ويستهلك كمية من العلف تتراوح بين 3–2.5 kg ويخصص المتر المربع الواحد لتربية حوالي 20–10 طير حسب فصول السنة والعوامل المناخية وغالباً يتم تخطيط المنشأة على شكل مستطيل من أجل الاستفادة من الطاقة الشمسية وتوزع المعالف والمناهل بشكل متساو على كامل المساحة ويقدم العلف والماء بشكل آلي أو يدوي.

ويمكن تقسيم هذه المنشأة من الناحية الوظيفية إلى قسمين:

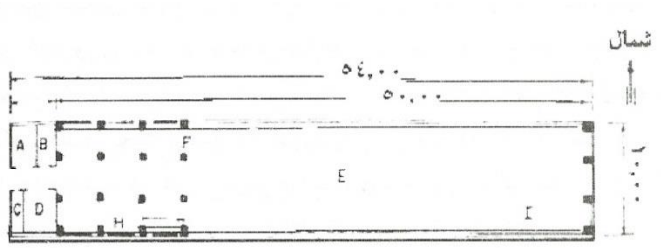
1– قسم الرعاية: يتم فيه وضع الدجاج المراد تربيته بحيث يكون المحور الطولي جنوبي والمحور القصير شرقي للاستفادة من الشمس في الصباح.

2– قسم الخدمة: ويحتوي على مستودع العلف وغرفة الإدارة والمعدات الخاصة بخدمة المنشأة، ونحسب مساحة مستودع العلف من خلال معرفة كمية العلف اللازمة حيث يجب تأمين كمية العلف اللازمة طوال حياة الطير وتقدر كمية العلف اللازمة للطير الواحد 3–2.5 kg فبحسب عدد الطيور يمكن حساب كمية العلف اللازمة وبالآتي مساحة مستودع العلف.

يتم بناء هذه المنشآت من البيتون المسلح بسماكة سطح 12–10 cm وارتفاع السقف من 3–3.5 m وذلك لتأمين التهوية المناسبة، كما يتم إنشاء الأرضية من البيتون المسلح بسماكة 8 cm بالإضافة إلى جدران من البلوك تفتح فيها نوافذ بأبعاد 2.5–1.5 cm وتكون الأبعاد المناسب لهذه المنشآت كما يأتي:

المنشأة التي تتسع ل 3000 طير أبعادها 10×25

المنشأة التي تتسع ل 5000 طير أبعادها 10×50



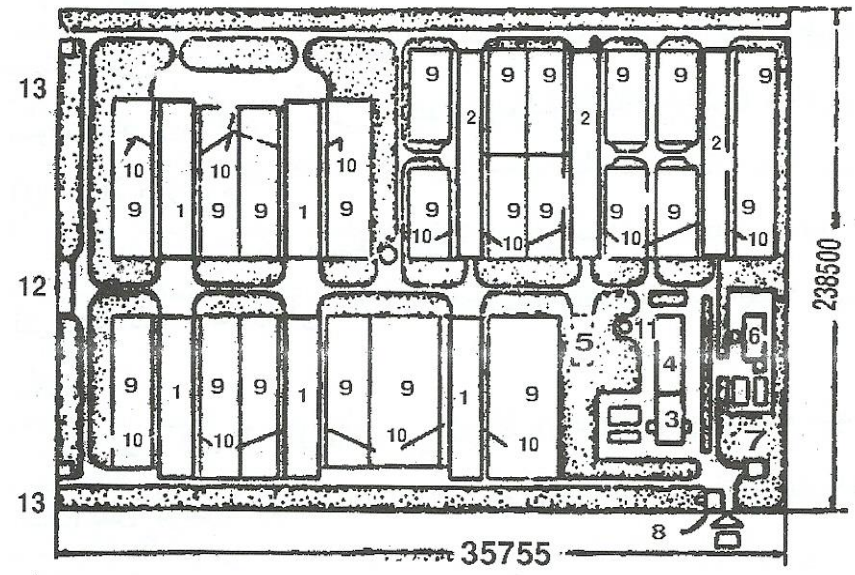
A – مخزن علف، B– تجهيزات، C – دورة مياه، D– مكتب، E– قسم التربية، F– عمود، H – نافذة، I –جدار

الشكل (9–4) تخطيط منشأة دواجن لا نتاج اللحم

ثانيا: تخطيط منشأة الدجاج البياض:

1– منشآت التربية الأرضية: وهي منشآت ثابتة غالية الثمن تضم عادة قسم تفريخ وقسم حضانة وقسم رعاية وحظيرة دجاج بيض بالإضافة إلى مخزن البيض ومستودع العلف ومنشآت مساعدة.

وفي هذا النوع من التربية يتكون قسم دجاج البيض من صالات ومسارح الدجاج البياض التي تضم أعشاش وضع البيض والمعالف والمناهل ويلحق بها سيور جمع البيض وتوزيع العلف ويتم فرش الأرضية بطبقة قش بسماكة 10–15 cm لوقاية الدجاج من البرد ويبين الشكل (9–5) مدجنة أرضية ل 30000 دجاجة بياضة



الشكل (9–5) مدجنة أرضية لا نتاج البيض

2 – نظام تربية الدجاج في الأقفاص المعلقة أو البطاريات:

انتشر هذا النظام مؤخراً وهو يكفل أقصى استفادة من حجم المبنى كما يكفل الحصول على بيض نظيف مميز عند التسويق غير أن هذا النظام مكلف ويحتاج إلى رأس مال كبير.

الشكل (9–6) نظام التربية في الأقفاص

ويتكون هذا النظام من وحدات يربى في كل منها دجاجة واحدة أو اثنتين أو حتى أربع دجاجات تبعاً لسعة هذه الوحدات وهناك بعض الأقفاص السطحية التي قد تسع 20– 25 دجاجة

وترص وحدات الأقفاص في صفوف طولية في طابق واحد أو اثنين أو ثلاثة أدوار في نظام طبقي أو هرمي.

ويمكن تربية الدجاج في مباني مفتوحة أو مقفلة على أن يراعى جيداً نظام التهوية المناسبة لكثافة التربية في هذه العنابر.

نظام التربية في بطاريات:

الشكل (9–7) نظام التربية في بطاريات

وتتكون البطارية من طوابق عدة من الخشب أو من الصاج المغلفن والسلك بحيث يخصص لكل دجاجة أو دجاجتين مساحة مماثلة للمساحة المستخدمة في الأقفاص ويكون تحتها أرضية من السلك مائلة نوعاً تسمح بسقوط الفضلات والمخلفات على صينية أو حصيرة مستوية.

وتوضع البطاريات في مبنى مناسب أشبه بالصالة بحيث يمكن تنظيم درجات الحرارة شتاءً وصيفاً وكذلك تنظيم التهوية. وهذا النظام يصلح للمباني المقفلة فقط لشدة كثافة الطيور التي تصل إلى 25–30 طائر/م^2.

ويلحق بالأقفاص والبطاريات ما يأتي:

- مناهل أتوماتيكية.
- معالف أتوماتيكية

يتحرك الغذاء خلالها بنظام السلسلة أو الحصيرة (أرضية منحدرة إلى الأمام نوعاً ما تنتهي في الخارج بحاجز يحجز البيض الذي يتحرك بفعل انحدار الأرضية ليمكن جمعه خارج القفص أو البطارية)

قد يلحق بها سير متحرك لنقل البيض إلى حيث يمكن جمعه وتعبئته في غرفة ملحقة خارج المبنى.

1– نظام التربية المتصلة:

وفيه يتم تربية القطيع طوال فترات التحصين والرعاية والإنتاج في المزرعة نفسها وفي المسكن نفسه. ويتبع ذلك في المزارع الصغيرة والتي تربى قطعانها على الأرض. ويقوم المربي بتجهيز مستلزمات التحصين في الثلاث أسابيع الأولى من العمر ثم تنفذ برامج التغذية والإضاءة والتحصينات وغيرها من المعاملات الأخرى طوال فترة الرعاية وقرب فترة الإنتاج (عند عمر 18 أسبوع) توضع أعشاش جمع البيض (البياضات) لكي تتعود عليها الطيور. ومع بداية فترة إنتاج البيض يتم تغيير برامج التغذية والإضاءة وغيرها من المعاملات التي تتناسب مع فترة إنتاج البيض، وعند نهاية فترة الإنتاج (عند عمر 18 شهر) يقوم المربي بالتخلص من القطيع بالبيع حياً أو مذبوحاً. ثم يقوم بإخلاء المسكن وتطهيره وتجهيزه بمعدات التحصين تمهيداً لاستقبال دفعة جديدة.

وأهم عيوب هذا النظام هو بقاء المزرعة حوالي 5 أشهر كل سنة ونصف من دون إنتاج بيض مما لا يمكن المربي من وضع برنامج ثابت ومنتظم لتسويق البيض.

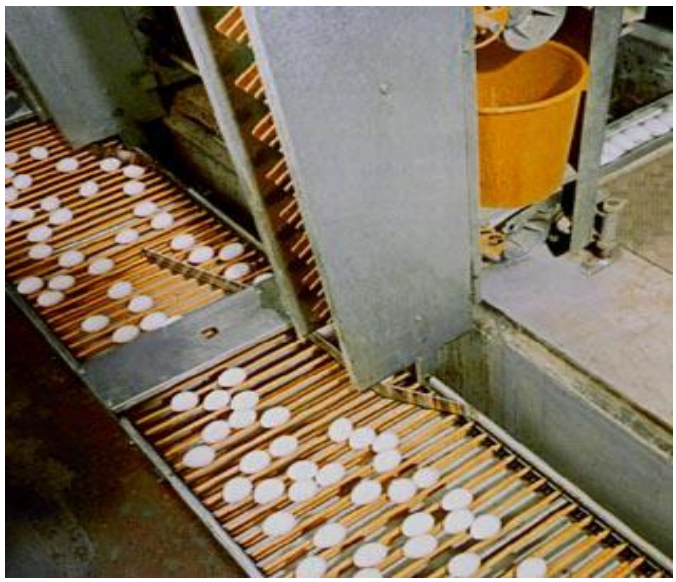
2- نظام التربية المنفصلة:

يتم تربية القطيع طوال فترتي التحصين والرعاية في مساكن منفصلة متخصصة، ثم ينقل بعدها عند عمر 17- 18 أسبوع إلى مساكن إنتاج البيض. ويمكن أن يتبع هذا النظام عند التربية على الأرض أو التربية في البطاريات ... وكثير من المربيين يفضلون تربية القطعان على الأرض في فترتي التحصين والرعاية ثم تنقل الطيور بعدها إلى مساكن إنتاج البيض في البطاريات. وإن كانت شركات الدواجن الكبرى المتكاملة توفر مساكن بها بطاريات مخصصة لفترتي التحصين والرعاية، علاوة على البطاريات المخصصة لفترة الإنتاج.

تجميع البيض:

يفضل تجميع البيض لتبريده، حيث يتدحرج البيض عند سقوطه في القفص إلى سير ناقل ميكانيكي أو يجمع بواسطة العمال وينقل إلى حجرة التدريج وفصل البيض المكسور والتعبئة ويجب أن تتصف حجرة تجميع البيض بالمواصفات الآتية:

1) نظافة الحجرة من الداخل والخارج.
2) جميع النوافذ المفتوحة والأبواب يجب أن يوضع عليها سلك معدني.
3) وجود مصائد حشرات.
4) الأرضيات والجدران والسقف سهلة التنظيف.



الشكل (9-8) تجميع البيض

غرفة تبريد البيض:

في حالة نظام الرعاية بأعداد كبيرة يجب أن تزود مزارع الدواجن بغرف التبريد بهدف حفظ البيض لحين تسويقه ويتم تخزين البيض عند درجة حرارة 13 مْ ورطوبة نسبية 60–80% وتبنى غرف التبريد من مواد عازلة للحرارة وتستخدم أجهزة تبريد ميكانيكية لتحقيق عمليات التبريد المطلوبة، هذا وتختلف أبعاد غرف التبريد باختلاف أعداد الطيور الموجودة بحيث يتم تصميم غرفة التبريد وفقاً لأعداد الطيور الموجودة.

المناطق الوظيفية في المداجن:

المعالف:

توجد أنواع عديدة للمعالف منها اليدوية ومنها الآلية .عند استعمال المعالف اليدوية الطولية يخصص لكل 1000 طير 10–25 معلفاً طول كل منها 1.5م اعتماداً على عمر الدجاج ونموه وكثافة التربية. في كثير من الأحيان قد يلاحظ أن المعالف غير كافية وأن الدجاج يتزاحم عليها، في مثل هذه الحالات يجب زيادة عددها ولمنع الدجاج من التسلق إلى داخلها مما يؤدي إلى تلوث العلف وتبذيره .أما عند استعمال المعالف الآلية ذات السلسة الحديدية فيجب أن يكون هناك خطأن للمعالف عندما يكون عرض القاعة 10–11م، و4 خطوط عندما يكون عرض القاعة أكثر من 11م. يكون ارتفاع فتحه المعالف عند مستوى ظهر الطيور لمنع تلوث العلف بالفرشة والبراز وللتقليل من تبذير العلف .كذلك يجب عدم ملء المعالف إلى أكثر من النصف للتقليل من تبذير العلف.

خلال الـ 7–10 أيام الأولى تستعمل أوان بلاستيكية دائرية الشكل ومسطحة كمعالف حيث يخصص واحد من هذه الأواني لكل 100 طير .بعد عمر 3–4 أيام تحرك هذه الأواني تدريجياً بعيداً عن المدفئات نحو المعالف الدائمة.

وتتكون المعالف من نوعين، وهما معالف عادية وأخرى أوتوماتيكية.

بالنسبة للمعالف العادية فهي نوعان:

1) معالف مستطيلة، وتصنع من الصاج بطول من 50 إلى 100 سم واتساع من 7 إلى 20 سم، ولها غطاء أو حاجز معدني يسمح بمرور رأس الدجاجة ولا يسمح بدخول جسمها.

2) معالف مستديرة ذات خزان، وهي عبارة عن خزان أسطواني يصنع من البلاستيك، وتتسرب العليقة إلى معلفة على شكل طبق مثبت في قاعدة الخزان وتعلق المعلفة في السقف أو توضع على الأرض، وتكفي المعلفة ذات قطر 40 سم من 35 إلى 40 دجاجة.

أما المعالف الأوتوماتيكية: فيوجد منها نوعان أيضا، هما:

1- معالف ذات سلسلة، وتتكون هذه المعالف من جزأين أحدهما يسمى خزان العليقة: وتكون سعته من 250 إلى 300 كجم عليقة ويكون متصلاً بموتور يحرك سلسلة، ويتم التشغيل عن طريق مؤقت "timer".أما الجزء الآخر فهو معالف طويلة من الصاج المغلفن عرضها 7سم وعمقها 5سم، ترتفع وتنخفض طبقاً للعمر وتجري بداخلها السلسلة المعدنية التي تحمل العليقة بها لا يزيد عن 2 سم

2- معالف أنبوبية، وتتكون هي الأخرى من جزأين أحدهما هو خزان العليقة، وهو عبارة عن خزان شبيه بالمعالف الأرضية

أنابيب التغذية، وهي عبارة عن أنابيب من الصاج أو البلاستيك يجري بداخلها السلسلة المتصلة بخزان العليقة، ويخرج منها أنابيب فرعية كل 2 سم تفرغ حمولتها في معلفة مستديرة من البلاستيك أو الصاج مثبتة بواسطة حبل في سقف المبنى ويمكن رفعها أو خفضها حسب عمر الطائر

الشكل (9-9) معالف انبوبية

المناهل:

وهي مصدر الحصول على الماء، حيث يخصص من 10 إلى 12 منهل لكل ألف طائر، ويراعى أن يتم غسيل المناهل جيداً يومياً قبل ملئها بالماء، وتطهيرها مرة كل أسبوع، وأن يضبط ارتفاعها بحيث توازي ارتفاع ظهر الطائر.

وللمناهل ثلاثة أنواع وهي :

1. المناهل المقلوبة:

وهي عبارة عن خزان يملأ بالماء، ثم يوضع على طبق يتدفق إليه الماء من ثقب على ارتفاع 3 سم، ويراعى أن يكون ارتفاع حافة الطبق 5 سم. وهذا المنهل يمكن أن تلبي احتياجات الصيصان كالآتي:

- منهل 5 لترات تكفي 100 صوصاً حتى عمر 3 أسابيع .
- منهل 5 لترات تكفي 50 صوصاً حتى عمر 6 أسابيع .

2. المناهل المعلقة:

وهي عبارة عن ماسورة من البلاستيك يتدلى منها طبق يرتفع إلى 5 سم عن الأرضية يتجمع فيها الماء عن طريق خرطوم متصل بالماسورة، ومركب في نهايتها صمام أوتوماتيكي ينظم مرور الماء، وهذا المنهل يعلق بأحبال في سقف المبنى، وترتفع وتنخفض حسب عمر الطائر، وهي تكفي من 80 إلى 100 دجاجة.

3. المناهل الأوتوماتيكية الأرضية:

وهي عبارة عن حوض طولي من الصاج المغلفن حتى يتحمل الأدوية والكيماويات والتطهير، ويكون للمنهل صمام أوتوماتيكي يتحكم في ارتفاع الماء ويمكن تغيير الارتفاع تبعاً لعمر الطائر، كما في الشكل (9-10)

الشكل (9-10) مناهل أتوماتيكية ارضية

9.9 الشروط الصحية والبيئية المطلوب توفرها في مزرعة الدواجن:

ثمة عديد من العوامل البيئية التي تتحكم بها الطبيعة أو يتحكم بها الأنسان وتؤثر في نتائج العمل في مجال رعاية الحيوان، وفي السنوات الأخيرة زاد الاهتمام بالأبحاث التي تستهدف فهم كيفية تأثير العوامل البيئية على الحيوانات الزراعية. وفيما يأتي نبين أهم العوامل البيئية التي تؤثر في مزارع الدواجن:

1- التهوية:

تكتسب عملية التحكم بالتهوية في مزارع الدواجن أهمية كبيرة كونها تساعد في المحافظة على نسبة الرطوبة داخل المبنى بالإضافة إلى توفير الأوكسجين اللازم لتنفس الطيور وطرد الغازات الضارة وتوزيع الحرارة داخل المزرعة والتخلص من الحرارة الزائدة ومنع تكاثف البخار والارتشاح بالإضافة إلى التخلص من الغبار والروائح الكريهة. وتختلف معدلات التهوية المطلوبة باختلاف عدد الطيور ونوعها وكذلك أعمارها. ويبين الجدول الآتي متطلبات التهوية تبعاً لعمر الطائر.

نوع الطير وعمره	حاجته من الهواء $م^3$/سا		نوع الطير وعمره	حاجته من الهواء $م^3$/سا	
	شتاء	صيفا		شتاء	صيفا
صوص بعمر أسبوع	0.3	0.8	فروج ناضج	2.8	14.0
فروج عمر 5 أسابيع	0.8	3.0	دجاجة بياضة	1.5	7.5

جدول (9-1) يبين حاجة الطير للهواء النقي

ويوجد نظامان لتأمين التهوية اللازمة:

1- التهوية الطبيعة: في هذا النظام يتم الاعتماد على الهواء الطبيعي في التهوية عن طريق التحكم في النوافذ ويتميز بتكلفة إنشاء وتشغيل منخفضة حيث يتألف نظام التهوية من مجموعة من الفتحات وأذرع للتحكم بمساحة الفتحة، ومن مساوئ هذا النظام أن عملية التحكم بمعدلات التهوية غير ممكنة بالدقة المطلوبة تماماً.

2- التهوية الميكانيكية: ويتم باستخدام مراوح لتأمين عملية التهوية بالمعدلات المطلوبة والمناسبة ويتميز هذا النظام بما يأتي:

أ-التحكم بمعدلات التهوية بشكل دقيق وآلي.

ب-ضرورة استخدام هذا النظام في المناطق شديدة الحرارة وضعيفة الرياح.

ج-إمكانية مزج الهواء الحار مع البارد بالإضافة إلى التقليل من عدد الفتحات داخل المزرعة سواء في الأسقف أم الجدران.

2- التدفئة:

تستخدم التدفئة لتزويد الحرارة في الطقس البارد ويمكن استخدام أنظمة تدفئة متعددة منها: الحرق المباشر للوقود عن طريق مواقد عادية أو الكهرباء ومرور الماء في أنابيب سوداء تعتمد على البث الحراري , واستخدام المشعات الكهربائية مباشرة أو استخدام الغاز الطبيعي. يبين الجدول الآتي درجات الحرارة المثالية لتربية الدجاج:

العمر بالاسبوع	درجة الحرارة المقترحة على ارتفاع50مم فوق ارضية البناء	درجة الحرارة(C)
حتى أسبوع	35	27-24
من 1-2	32	24-21
من 2-3		24-23
من 3-4	24-21	23-22

جدول (9-2) درجات الحرارة المثالية لتربية الدجاج

3- الرطوبة:

تساعد الرطوبة الزائدة في سرعة انتشار الأمراض لذا يراعى ألا تتجاوز الرطوبة النسبية في المدجنة 75% ويفضل بقاؤها بين 75%-50%.

قد تنشأ الرطوبة من تسرب مياه الأمطار عبر السقف أو الجدران أو الأرضية، لذا يجب اتخاذ الإجراءات المناسب أثناء البناء لمنع تسرب الأمطار إلى داخل المدجنة، وضرورة معالجة أي خلل في مناهل المياه لمنع تسرب الماء منها للحفاظ على نسبة الرطوبة المناسبة، وبالآتي فإن التهوية الجيدة ضرورية لمنع تجاوز الرطوبة حدودها المسموحة.

4- الإنارة:

يوجد للضوء تأثير مباشر على النضج الجنسي للطائر، وبالآتي حجم البيضة، وكمية الإنتاج الكلية، ومعدل النمو، ومعدل التحويل الغذائي. ويكون هذا التأثير جيداً إذا ما طبقت الإضاءة بطريقة صحيحة. أما إذا تم استخدام الإضاءة بطريقة خاطئة، خصوصاً في فترة التربية فإنها تؤثر سلبياً على نمو الطائر وعلى موعد النضج الجنسي،أما في فترة الإنتاج فإن التطبيق الخاطئ للإضاءة يؤدي إلى خلل في عملية الإنتاج، وعدم انتظام توقيت وضع البيض.

الشكل (9-12) الإنارة في المداجن

دليل المصطلحات العلمية:

أ	
Direction of gravity	اتجاه الجاذبية
Standard or grid north	اتجاه الشمال الاعتباري
Geographic north	اتجاه الشمال الجغرافي
Magnetic north	اتجاه الشمال المغناطيسي
Bearing , directions	اتجاه مرجعي
Geographic coordinate	احداثيات جغرافية
Stereographic projection	ارتسام ستريو غرافي
Orthogonal projection	ارتسام عمودي
Height of instrument	ارتفاع الجهاز
Universal transverse Mercator	اسقاط مركاتور العام
Flat roofs	اسقف مسطحة
Closure	اغلاق أو تكسير
Braces	اقواس في منشأة زراعية
Projection	الارتسام
Foundation	الاساسات
Remote sensing	الاستشعار عن بعد

Atmospheric refraction	**الانكسار الجوي**
Ellipsoid	**الاهليلج الأرضي**
Signals	**الإشارات**
Triangulation	**التثليث**
Environmental control	**التحكم البيئي**
y- coordinates	**التراتيب**
Leveling	**التسوية**
Barometric leveling	**التسوية البارومترية**
Precise leveling	**التسوية الدقيقة**
Reciprocal leveling	**التسوية العكسية**
Direct leveling	**التسوية المباشرة**
Trigonometric leveling	**التسوية المثلثية**
Hydrostatic leveling	**التسوية الهيدروليكية**
Polygonation	**التضليع الجيوديزي**
Tail to tail	**التقابل بالذيل**
Heat to head	**التقابل بالراس**
Centring	**التمركز**
Truss	**الجمالون**

Max error and tolerance	الخطأ الأعظمي
True error	الخطأ الحقيقي
residual	الخطأ الظاهري
The average error	الخطأ المتوسط
Root mean square error	الخطأ المتوسط التربيع
The mean square error or stander deviation	الخطأ المتوسط التربيعي أو الانحراف المعياري
The probable error	الخطأ المحتمل
Double sighting	الدوران المضاعف
Bubble	الزئبقية
Azimuth	السمت
The figure of the earth	الشكل الهندسي للأرض
Permanent adjustment	الضبط المستمر
Temporary adjustment	الضبط المؤقت
x- coordinates	الفواصل
More probable value	القيمة الأكثر احتمالاً
Cross – hairs diaphragm	المحكم
Cadastrc	المساحة العقارية
Topography	المساحة أو الطبوغرافيا

Farm structure	المنشأة الزراعية
Telescope	النظارة المساحية
Metric system	النظام المتري
Weight	الوزن
Deviation of the vertical	انحراف الشاقول
Earth curvature	انحناء الأرض
Refraction	انكسار الاشعة
Reference ellipsoid	اهليلج مرجعي
Housing	إيواء
Beef cattle	أبقار اللحم
Dairy cows	أبقار حلوب
Dairy cattle	أبقار حليب
Electronic distance Measuring equipment's	أجهزة القياسات الالكترونية
Total station	أجهزة المحطات الشاملة
Instrumental error	أخطاء ألية
Personal error	أخطاء شخصية
Natural error	أخطاء طبيعية
Random error	أخطاء عرضية

Systematic error	أخطاء نظامية
Stall platform	أرضية المربط
Floor	أرضية المنشأة
Mistakes	أغلاط
System of bearing	أنظمة الاتجاهات
ب	
Sliding door	باب منزلق
Software	برمجيات
Data	بيانات
Green house	بيت محمي
Attached Houses	بيوت متصلة
ت	
Tachometer	تاكيو متر
Contour interval	تباعد شاقولي
Triangulation	تثليث
Transformation	تحويل الاحداثيات
Ordinate	ترتيب
Tolerance	تساهل –حد مسموح

Closure , closing	تسكير
Leveling	تسوية
Correction for refraction	تصحيح الانكسار
Correction for curvture	تصحيح الكروية
Classification	تصنيف
Adjustment	تعبير
Adjustment	تعديل
Correction for triangulation	تعديل التثليث
Adjustment of traverse	تعديل المضلع
Geiod undulation	تعرجات الجيوئيد
Feeding	تعليف
Compression	تفلطح الاهليلج
Intersection	تقاطع
Approximation	تقريب
Magnification	تكبير النظارة
Resolution	تمييز أو دقة
Mechanical ventilation	تهوية ميكانيكية
Theodolite	تيودوليت

ج	
Sexagesmal	جملة ستينية
Centesimal	جملة مئوية
Transmitter	جهاز ارسال
Receiver	جهاز استقبال
Level	جهاز التسوية
Geodesy	جيوديزيا
Geoid	جيوئيد
ح	
Computation of coordinates	حساب الاحداثيات
Computation of adjustment	حساب التعديل
Calculation of area	حساب المساحات
Sensitivity	حساسية
Barn	حظيرة
Closed barn	حظيرة مغلقة
Open barn	حظيرة مفتوحة
خ	
Map	خريطة

Topographic Map	**خريطة طبوغرافية**
Equator	**خط الاستواء**
Meridian	**خط الطول**
Line of Sight	**خط النظر**
Latitude	**خط عرض**
Base Line	**خط قاعدة**
Error	**خطأ**
Error of Closure	**خطأ الاغلاق**
Incorrect Alignment	**خطأ الانحراف عن الاستقامة**
Error of refraction	**خطأ الانكسار**
Closing error, misclosure	**خطأ التسكير**
Error of expansion	**خطأ التمدد**
Error of reading	**خطأ القراءة**
Error of eccentricity	**خطأ اللامركزية**
Residual error	**خطأ رسوبي**
Probably error	**خطأ محتمل**
Systematic error	**خطأ نظامي**
Contour lines	**خطوط التسوية**

د	
Broiler	دجاج الرعاية
Brooding chicks	دجاج الرقاد
Degree	درجة مئوية
Accuracy	دقة
Minute	دقيقة
ر	
Forward Sight	رصد أمامي
Backward Sight	رصد خلفي
Breeding	رعاية
Husbandry	رعاية
Tripod	ركيزة
Symbol	رمز
Visibility	رؤية
Intervisible	رؤية متبادلة
ز	
Longitude	زاوية الطول
Latitude	زاوية العرض

Horizontal Angle	زاوية أفقية
Vertical Angle	زاوية رأسية
س	
Level Surface	سطح سوية
Datum	سطح مقارنة
ش	
Range pole	شاخص
Vertical	شاقول
Trilateration	شبكات مقيسة الاضلاع
Network	شبكة
Steal tape	شريط فولاذي
Earth shape	شكل الأرض
Grid north	شمال الخريطة
True north	شمال جغرافي
Magnetic north	شمال مغناطيسي
ص	
Drain box	صندوق المخلفات
ض	
Leveling up	ضبط أفقية

ط	
طريقة غير مباشرة	indirect method
طريقة مباشرة	Direct method
ع	
عاكس	Reflector
عائق	Obstacle
عجل	Calf
علامة المنسوب	Bench mark
علف	Feed
علم	Science
علم الخرائط	Cartography
غ	
غرفة تبريد	Cooling room
ق	
قطيع	Herd
قفص	Cage
م	
مأوى الالات	Machinery storage

Poultry housing	مأوى الدواجن
Building	مبنى
Gutter	مجرى مخلفات
Station	محطة
Stall	مربط
Short stall	مربط قصير
Dairy farm	مزرعة انتاج حليب
Poultry farm	مزرعة دواجن
Horizontal distance	مسافة أفقية
Vertical distance	مسافة رأسية
Lope distance	مسافة مائلة
source of errors	مصادر الأخطاء
Crib	معلف
Profile	مقطع طولي
Cross section	مقطع عرضي
Ally	ممر الحيوان
Feeding ally	ممر تقديم العلف
Service ally	ممر خدمة

Crossovers	ممرات عرضية
Elevation	منسوب
Feeding area	منطقة التغذية
Milking area	منطقة الحلب
Bedded area	منطقة الراحة
Outdoor area	منطقة الرياضة
Barn site	موقع الحظيرة
Staff	ميرا
ن	
Normal	ناظم
Coordinate system	نظام إحداثيات
Global positioning system	نظام تحديد الموقع
Seaxagesimal system	نظام ستيني
Decimal system	نظام مئوي
Control point	نقاط ربط
Reference point	نقاط مرجعية
Triangulation point	نقطة تثليث

و	
Units of volume measurement	**وحدات قياس الحجم**
Units of angle measurement	**وحدات قياس الزوايا**
Units of area measurement	**وحدات قياس السطوح**
Units of length measurement	**وحدات قياس المسافات**

المراجع:

المراجع العربية:

1- إسماعيل درويش-سعد يازجي /2015/ كلية الهندسة المدنية جامعة البعث.

2- فايز علي ديب-المساحة / 2008/ كلية الهندسة المعمارية -جامعة تشرين.

3- الدكتور منصور عبيد 2010-المساحة – كلية الهندسة المعمارية -جامعة البعث.

4- عبد الحميد حسن- شعبان معلا 1999 المساحة والمباني الزراعية -كلية الزراعة – جامعة تشرين.

5- عبد الناصر الضرير وذيب الابراهيم 1994 المباني الزراعية -كلية الزراعة -جامعة حلب.

6- عبد الحميد حسن وشعبان معلا والمهندس عدنان مخول /المساحة والمنشآت الزراعية/ كلية الزراعة -جامعة تشرين 2015.

7- على زيني 1999 / كتاب المساحة الطبوغرافية/ المجلس الأعلى للمعاهد المتوسطة – المعهد الهندسي -جامعة البعث.

8- د. ميشيل أسود 1981 /المساحة والجوديزيا / كلية الهندسة جامعة حلب.

9- أحمد جاد الله عبود ونبيل عبده 2009 / الرسم الندسي والمنشآت الزراعية / كلية الزراعة -جامعة / دمشق.

10- د. هاني القناطري / المساحة العامة / 1997 كلية الهندسة المدنية جامعة دمشق .

11- د. يوسف وسوف /المساحة والجوديزيا / 1989 -جامعة دمشق.

12- د.سميح صافية / المساحة / كلية الهندسة المدنية 1988 -جامعة دمشق.

13- د. وسيم موسى -2015 محاضرات غير منشورة في المساحة- كلية الهندسة المدنية – جامعة البعث.

14- د. بسام حنا /مواد البنا وخواصها/ – كلية الندسة المدنية – جامعة البعث.

15- المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة ICARDA 2005/ نشرة بعنوان إنشاء البيوت المحمية/.

المراجع الأجنبية:

1- James. a.Lindlely , James H whitaker. /1996/ Agricultural Building and structures. univ of Connecticut. U.S.A

2- Johnson.j.2004 engineering Requirement for structures.

3- www.search.gov.on.ca

4- J.Vren and W.f.price surveying for engineers.

5- Hogmann-ellen hofetal 1992.

6- Cannon E and Lachapelle G (1993), " GPS-Theory and Applications" Lectures at the Technical University Graz, Austria.

7- Department of Defense (1993), " Global Positioning System" Standard Positioning Service-Signal Specification Department of Geomatics Engineering, University of Calgary, No. 2004..