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 الأخرى.
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

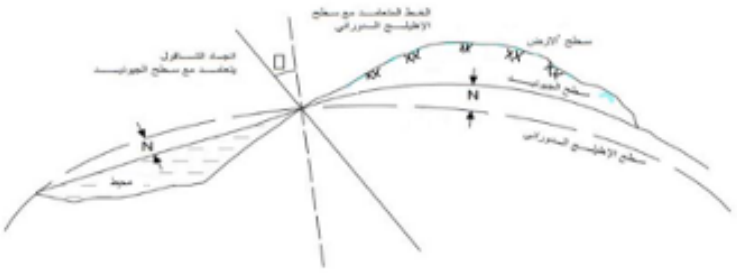
الجيوديزيا الهندسية بتعيين إحداثيات نقط الربط بين القارات والجزر المنفصلة على سطح الأرض وتستخدم في ذلك وسائل كثيرة (بصرية والكترونية) كما تستعمل الأرصاد الفلكية لعمل هذا الربط ، كما يتم استخدام الأقمار الصناعية في تحديد شكل الأرض هذه الأيام.

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

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:

$30^{\circ}\ 53'\ 42.7''$

- 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: $\rho^{\circ} = 57.2958^{\circ}$

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

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: $\frac{1}{M} = \frac{a}{A}$

حيث: a المسافة على المخطط أو الخريطة

A المسافة المقابلة لها على الطبيعة

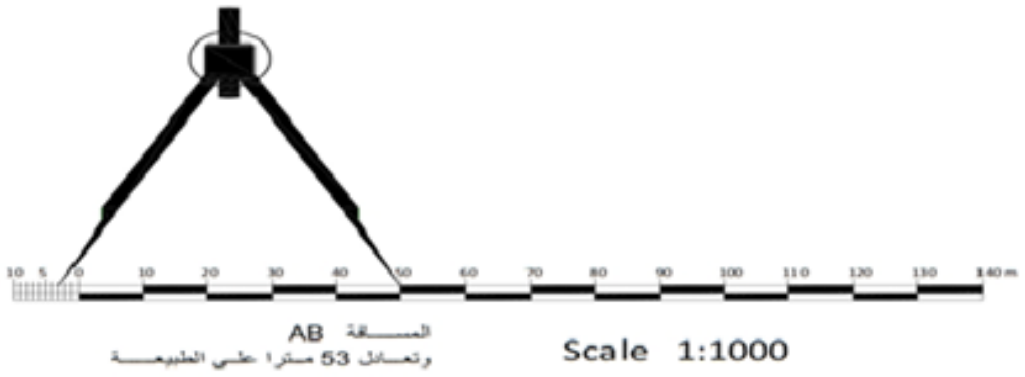
وهذا يعني أن المسافة المقيسة على سطح الأرض يجب اختزالها بمقدار $\frac{1}{M}$ مرة لكي تمثل على المخطط وأن المسافة المقيسة على المخطط تمثل مسافة أفقية على الأرض أكبر منها بمقدار M مرة.

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.

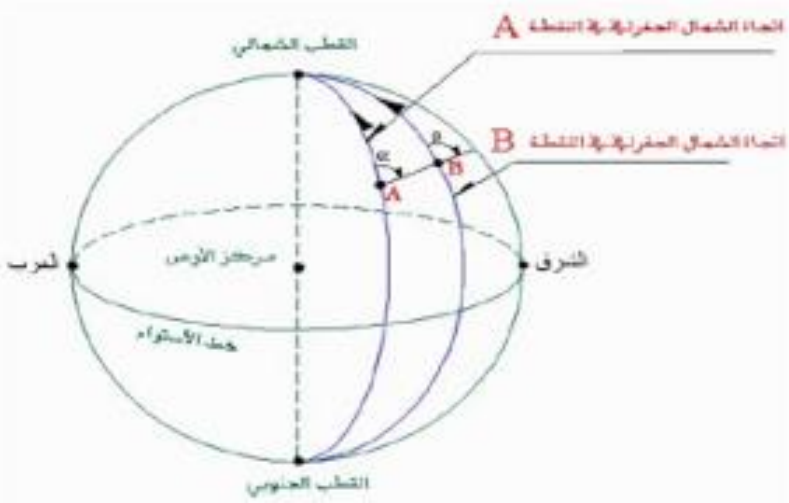
1. اتجاه الشمال الجغرافي أو الحقيقي:

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.



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:

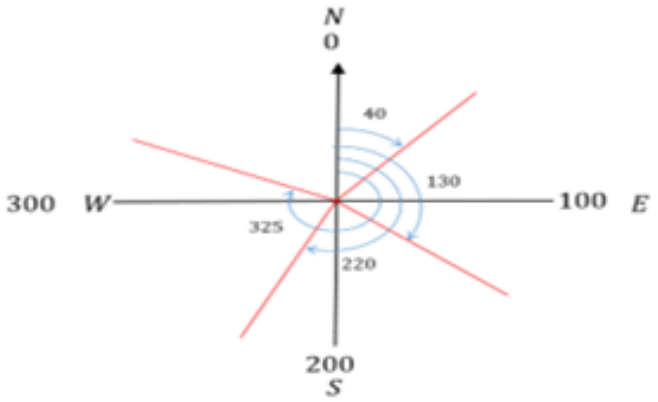
يمكن التعبير عن اتجاه مستقيم ما بأحد الأنظمة الآتية:

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:

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

احسـب المسـافة الحقيقية L بين النقطتين A و B إذا كانت المسـافة 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 مسـافة A=132.40 m على مخطط بمقياس $\frac{1}{2000}$ ، احسـب طول القطعة المستقيمة a المقابلة لها وفق مقياس الرسم.

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

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 وبالأتي 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.

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

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 بدّ 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.

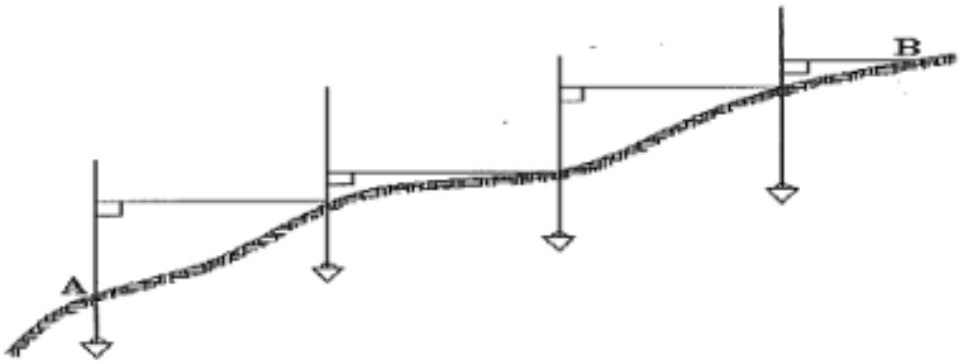
الشكل (3-1) المسافة الأفقية بين النقطتين A و B.

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.

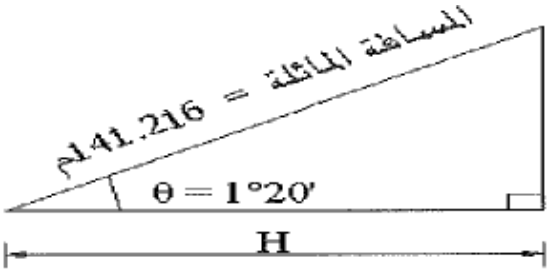


الشكل (3–2) قياس المسافات على مراحل في حالة المنحدرات

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.

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.

إن تـدريجات الأشـرطة الكتانيـة إمـا أن تكـوم وفـق النظـام المتـري أي بالسـنتيمترات والديسـيمترات والأمتـار، أو وفـق النظـام البريطـاني أي بالإنشـات (Inches) والأقـدام (Feet) يلـف الشـريط الكتـاني داخـل علبـة بلاسـتيكية أو جلديـة وينتهـي بحلقـة نحاسـية 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

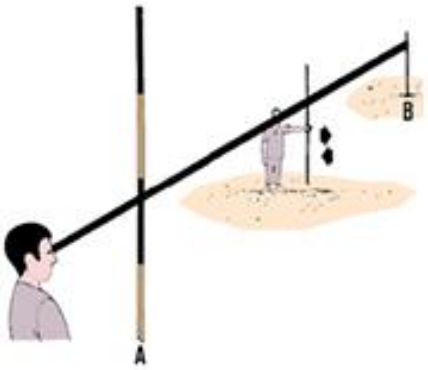
1- **الشوكة أو السهم:** هي عبارة عن قطعة من الحديد أو الصلب طولها حوالي 30 سم وسمكها يتراوح ما بين 3- 6 ملم يكون أحد طرفيها مدبب لتسهيل غرسها في الأرض والطرف الآخر على شكل حلقة مستديرة تستخدم كمقبض وتستعمل في بيان عدد مرات القياس بالشريط أو الجنزير والشكل (3-5) يوضح شكل الشوكة.

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.

4.3 الأخطاء التي تؤثر في قياس المسافات بشريط القياس:

- **أخطاء طبيعية**

- **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

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.

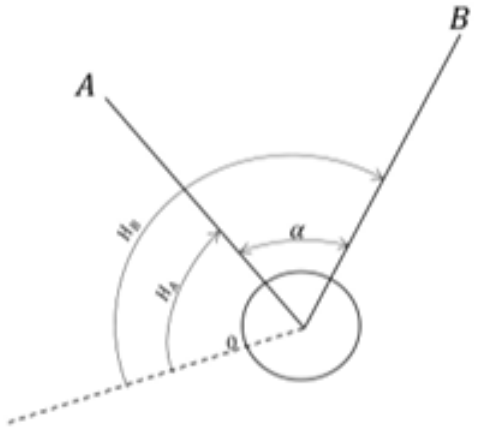
الزاوية الأفقية: هي الزاوية المحصورة بين اتجاهين أفقين مقيسين ونحصل عليها من طرح قيمتي هذين الاتجاهين من بعضهما بعضاً.

والشكل (3-21) 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

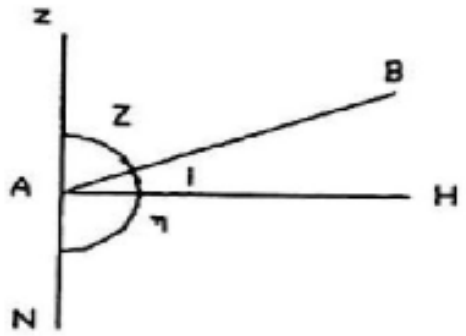
وأهم طرق القياس المستخدمة لقياس الاتجاهات والزوايا الأفقية هي الطرق الآتية:

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

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

أعمال التسوية وقياس الارتفاعات

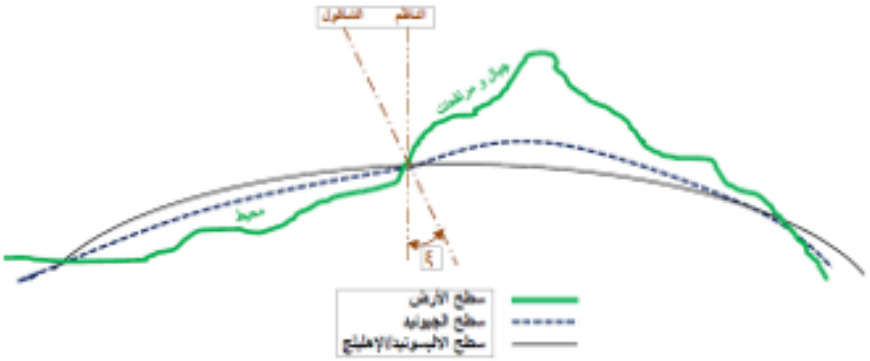
1.4 تعريف التسوية:

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.

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.

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

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).

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 (–11

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.

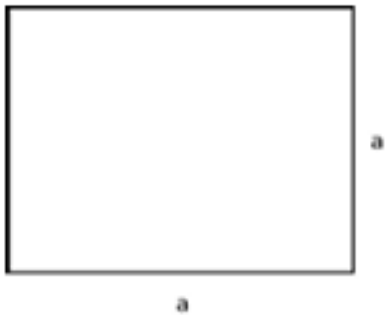
أما التصنيف الآخر لإيجاد المساحة فهو الذي يتم بالنظر إلى طريقة حساب المساحة، وذلك يمكن أن يتم بالطرق الرياضية والتخطيطية والآلية، أما الطرق الرياضية فيمكن استخدامها مع القياسات التي تتم في الموقع على الأرض كما يمكن استخدامها مع القياسات التي تتم على الخريطة، وأما الطريقتان الأخريان وهما التخطيطية والآلية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

▪ **المربع:** الشكل (5–2) إذا كان طول ضلع المربع يساوي a فإن مساحته تساوي الضلع في نفسه:

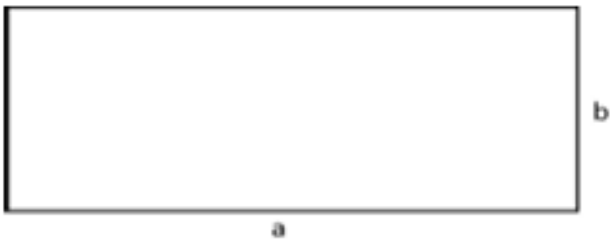
$$A = a^2 \qquad (4-5)$$



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:

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



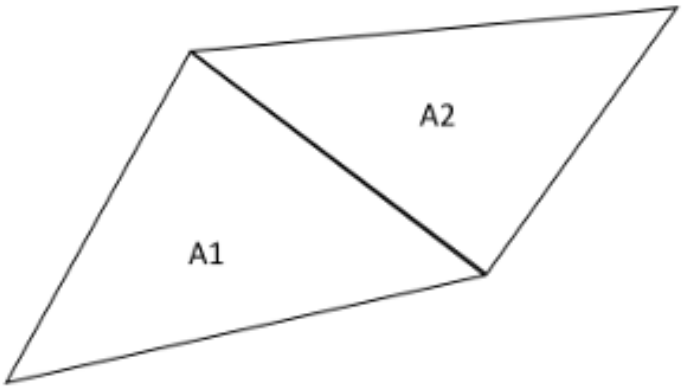
الشكل (5–3) قطعة الأرض على شكل مستطيل.

▪ **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.

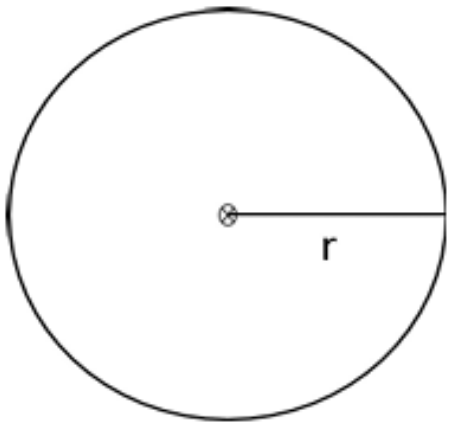
مساحة قطعة الأرض ذات الشكل الرباعي الذي يظهر في الشكل (5–5) تساوي مجموع مساحتي المثلثين:

$$A = A_1 + A_2$$

▪ **_الشكل الدائري:**

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

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

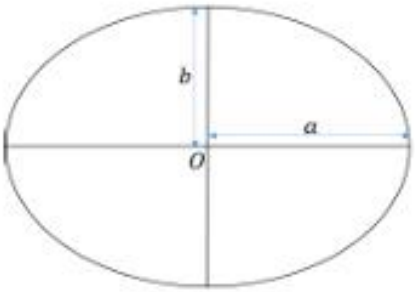


الشكل (5–6) قطعة الأرض ذات الشكل الدائري

- **القطع الناقص**

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

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

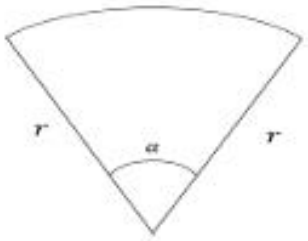


الشكل (5−7)

- **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:

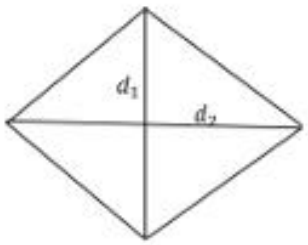
$$A = \frac{\alpha^{gr}}{400^{gr}} * \pi\, r^2 \qquad (9-5)$$



الشكل (5−8)

- **المعين**

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

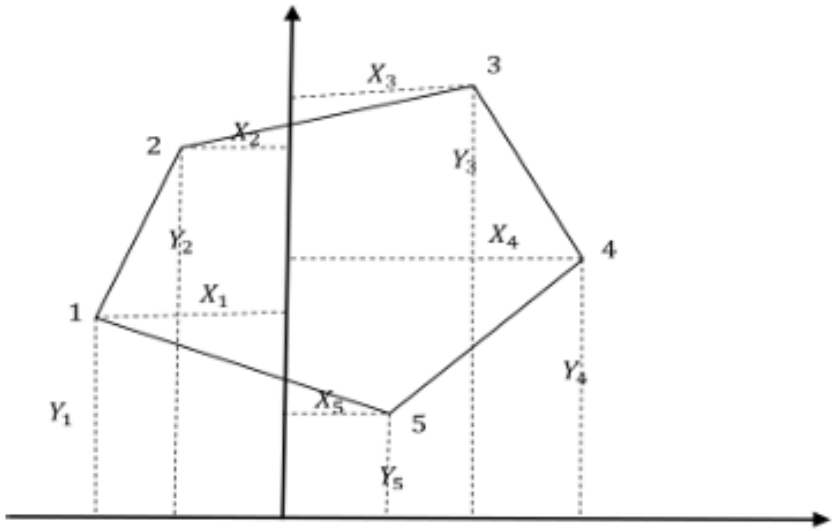


الشكل (5−9)

- **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:

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

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

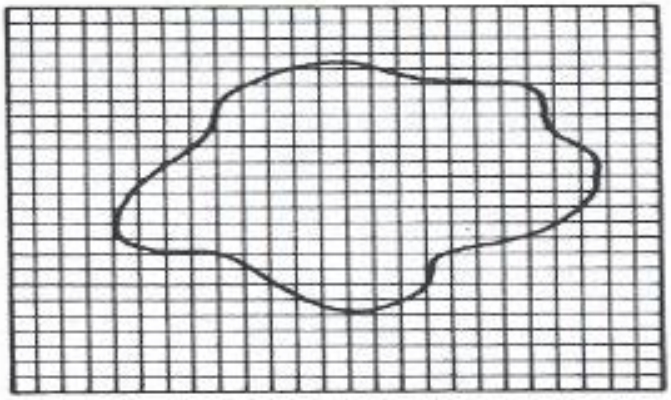
أي أن ضعف مساحة أي شكل مغلق معلوم إحداثيات رؤوسه يساوي مجموع حاصل ضرب كل احداثي رأسي في الفرق بين الإحداثين الأفقيين اللاحق والسابق له، وهو يساوي أيضاً مجموع حاصل ضرب كل احداثي أفقي في الفرق بين الإحداثين الرأسيين اللاحق والسابق له.

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).

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

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:

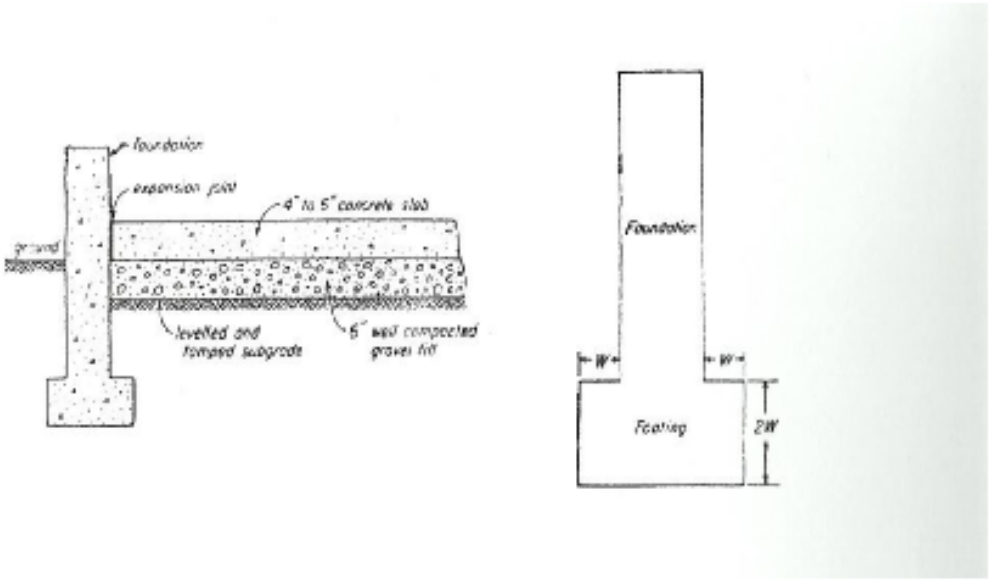
تتكون المنشآت والمباني الزراعية من الأجزاء الرئيسة الآتية:

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)

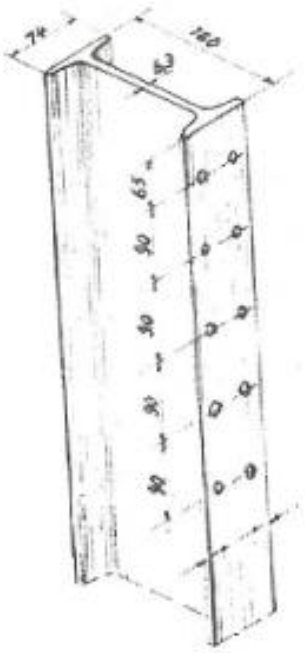
يتم حفر الأساسات إلى عمق يصل إلى تربة التأسيس وهي تربة تستطيع حمل الإجهادات المنقولة اليها من وزن البناء ويتعلق عمق الأساسات بنوع البناء والحمولات المتوقعة ونوعية التربة وبمستوى الماء الأرضي ويجب ألا يقل عمق الأساس بكل الأحوال عن 50 سم.



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 ا) كما



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.

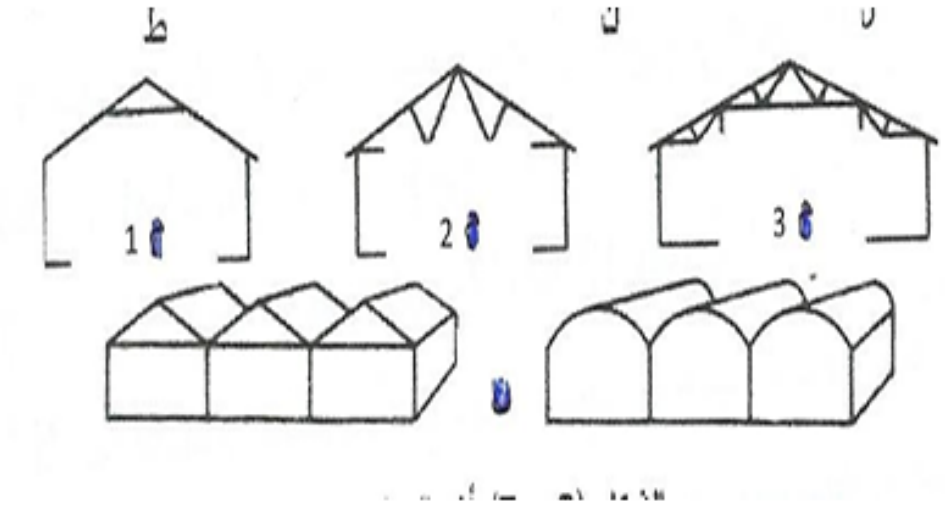
وقد يكون السقف مسطحاً مائلاً كما في المداجن حيث يميل السقف بزاوية (10-20) درجة وهي أقل السقوف تكلفة، وأغلب السقوف المبنية في قطرنا هي المستقيمة والمبنية من الإسمنت المسلح.

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:**

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.

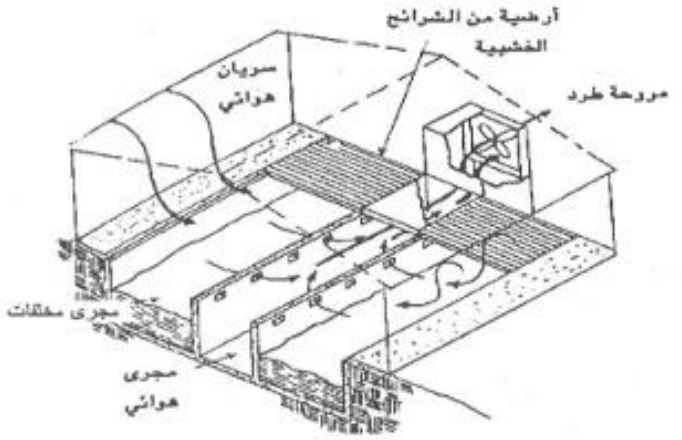
يستخدم في إنشاء الأبواب الخشب أو الحديد أو التوتياء وأحياناً قد يستخدم الألمنيوم. ويتم تصميم النوافذ بحيث تؤمن عمليات التهوية الطبيعية ودخول الأشعة الشمسية في المنشآت التي تتطلب ذلك ويجب تأمين العزل الحراري اللازم والحد من التبادل الحراري عبر هذه النوافذ من خلال التصميم المناسب وعدم ترك فراغات أو استخدام 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

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.

- **نظم التهوية الطاردة:**

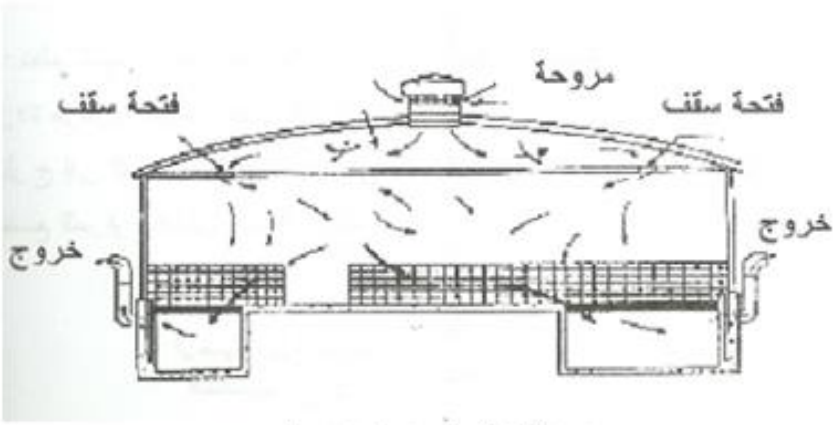
ويتم باستخدام مراوح طاردة مركزية تقوم بسحب الهواء من داخل المنشأة ليحل محله هواء جديد من الخارج إلى الداخل شكل (7-6)



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 أعمال 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% أزوت و1% مياه معدنية وهو يتشكل من السيانيلوز والهيميلوز الذي يشبه السيانيلوز.

الصفات السلبية للأخشاب:

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.

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.

أهم سلبيات استخدامه:

1) مقاومته منخفضة على الشد.
2) ذو حجم متغير غير ثابت.
3) متانته منخفضة مقارنة مع وزنه.

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.

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 يحمي 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 يعطي 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 فالمربي يستخدم المواد الصلبة شديدة التحمل لطول استدامتها و تحملها للظروف القاسية وهو بذلك يراعي احتياجاته هو ولا يراعي احتياجات الحيوان , حيث أن معظم هذه المواد شديدة الصلابة مثل الأسقف الخرسانية و المعدنية و الأسبستوس تمتاز بارتفاع معامل الانتقال الحراري مما تسبب عبء حراري 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 الحراري مثل الخشب والطوب .

5- توفير المساحات المناسبة وتوفير وسائل الراحة:

بعد أن يختار المربي 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 الطفيلية والاهتمام بالنظافة الدائمة للحيوان و الحظيرة .

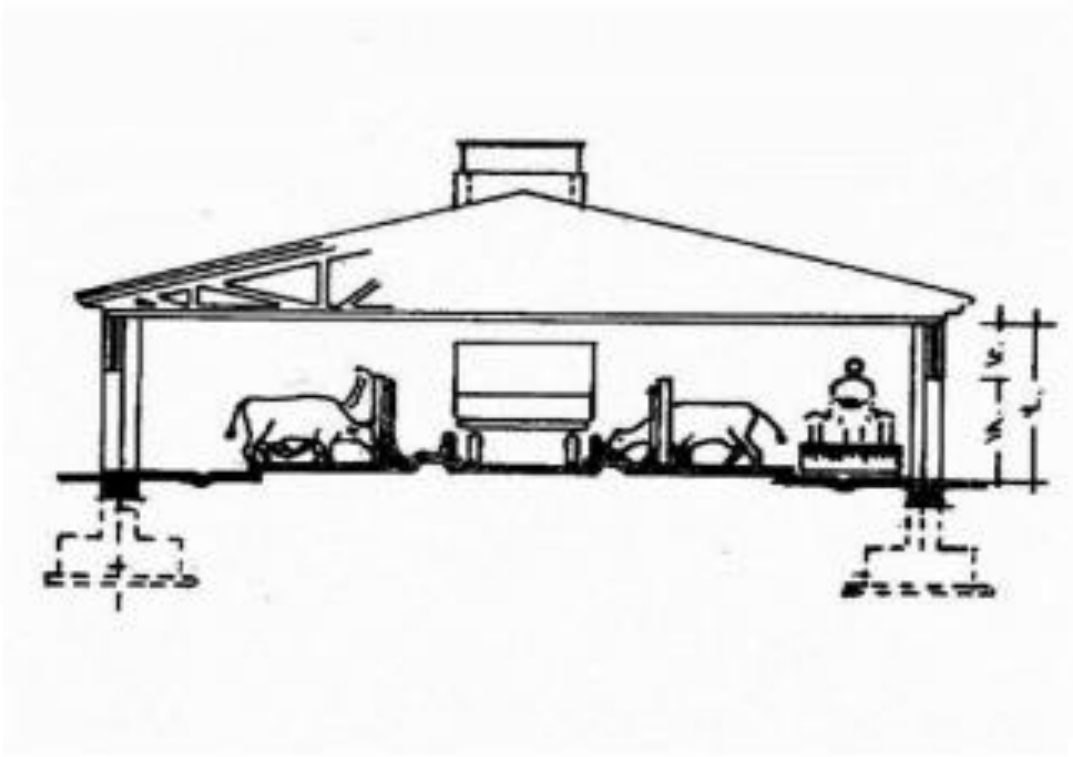
6- وجود نظام صرف جيد للتخلص من الروث والبول الاستفادة منهما:

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.



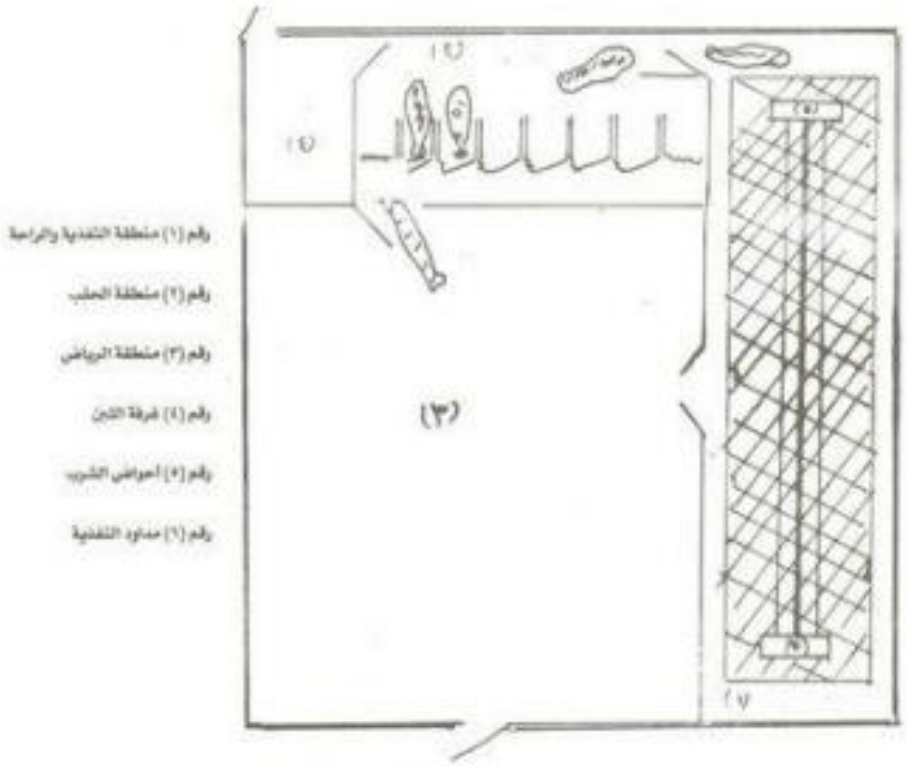
الشكل (8-1) الشروط الفنية لبناء الحظائر

3.8 نظم الإيواء في تربية الأبقار

يمكن تقسيم الحظائر حسب المناخ السائد بالمنطقة إلى:

حظائر مفتوحة:

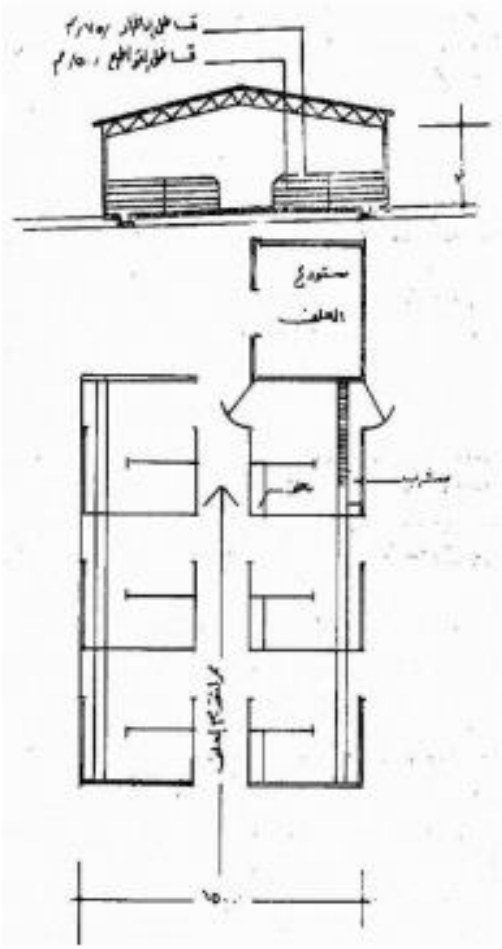
وتنتشر بالمناطق ذات المناخ الحار مثل دول إفريقيا والشرق الأوسط. وفيه يبقى الحيوان حراً طليقا من دون مربط ويوجد في هذه الحظيرة مكان للراحة بعيداً عن التيارات الهوائية أو الشمس وآخر للتغذية وأماكن أجرى للرياضة وأماكن خاصة للحلابة



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

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 التربيض 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 وهي مساحة مناسبة للأبقار ويمكن عزل كل مربط عن الآخر بواسطة عوارض من الخشب أو مواسير حديدية مغلفة 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).

2- التصميم بمن دون مرابط:

وهذا التصميم يمكن أن يستخدمه المبتدئون في مشاريع الإنتاج الحيواني حيث لا يحتاج المربي 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 لتغطي 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 وفي 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.

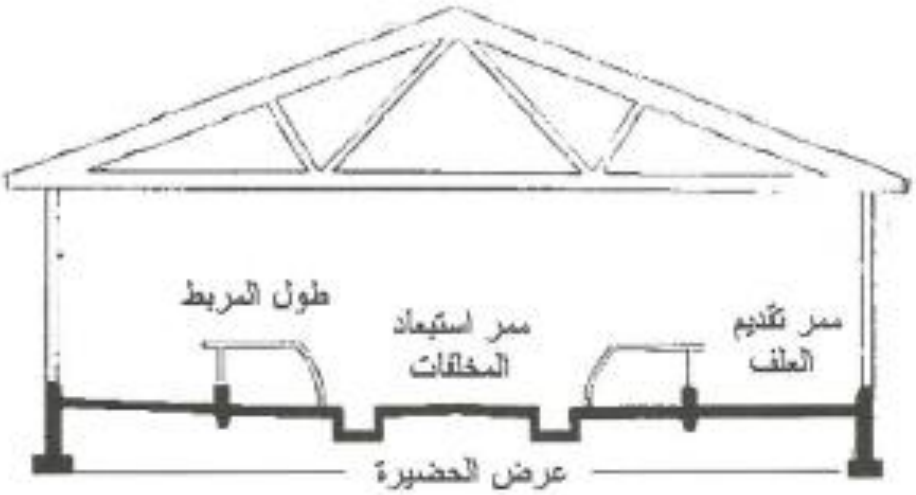
حوض الشرب:

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:

وفي 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 وفي 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 نقي 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 وفي هذه الحالة قد يكون الربط رأسي أو أفقي.
- الربط باستخدام التراكيب الحديدية ذاتية الغلق.
- والربط باستخدام السلاسل يوفر راحة للحيوان وقدراً أكبر من الحرية.

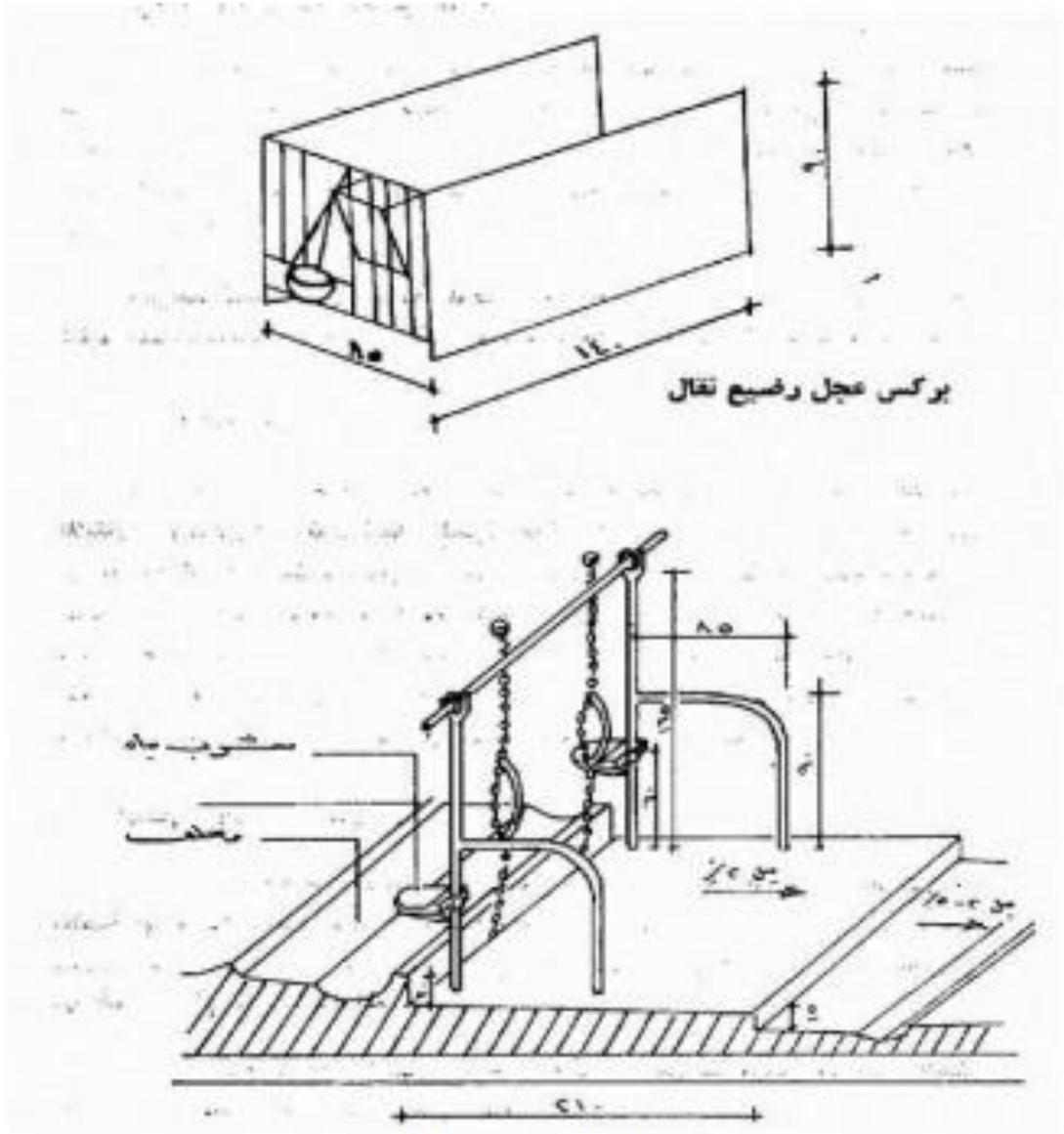
❖ إنشاء المربط:

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 وفي 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 وبالأتي 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 وبالأتي 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 المربي 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 ينشأ 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.

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 والأخر 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

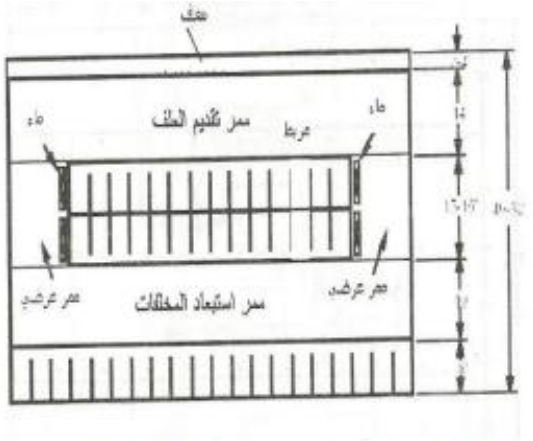
4 -المحالب :

وهناك أنواع عديدة من المحالب يجب أن تكون في حقول ماشية الحليب.

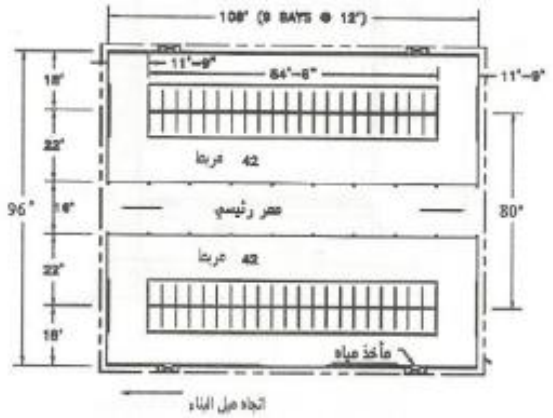
5 -حظائر العجول:

إن احتياجات إيواء العجول من الولادة حتى الفطام تهدف إلى توفير مأوى غير مكلف وسهل التنظيف والتطهير لتقليل تفوق العجول إلى الحد الأدنى. لذلك يجب أن توفر بيئة نظيفة بدرجات حرارة ملائمة لمعيشة هذه المواليد

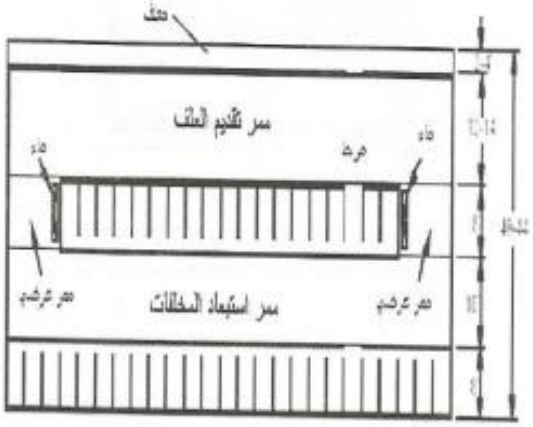
فيما يأتي نورد بعض التصاميم المختلفة والمساقط الأفقية لعدد من حظائر الحيوانات



الشكل (8-12) مسقط افقي في حظيرة من النوع المفتوح بمرابط بثلاثة صفوف



الشكل (8-10) مسقط افقي في حظيرة تتسع ل 84 راس



الشكل (8-11) مسقط افقي في حظيرة من النوع المفتوح بمرابط صفين