

القياسات

أساسيات علم القياس

الفصل الأول : أهمية القياس

الوحدة الأولى : أساسيات علم القياس

الجدارة:

معرفة أهمية القياس في النواحي العملية خاصة في مجال التبريد و التكييف.

الأهداف:

عند اكتمال هذا الفصل تكون لديك القدرة على:

- ١ - معرفة أهمية القياس خاصة في مجال التبريد و التكييف.
- ٢ - تحديد تعريف دقيق لعلم القياس.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ١٠٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب: ساعة واحدة.

الوسائل المساعدة: أجهزة قياس مختلفة.

متطلبات الجدارة: معرفة ما سبق من جميع الحقائب السابقة.

أهمية القياس

١- المقدمة

تعتبر المقاييس من الوسائل الأولى التي ابتكرها الإنسان، فالمجتمعات البدائية وجدت أنها بحاجة إلى مقاييس مختلفة لتنفيذ كثير من الأعمال مثل بناء المساكن وتحديد مساحات الأراضي الزراعية و لمقايضة السلع و المواد الغذائية و غير ذلك من شؤون الحياة المختلفة. فقد اتخذ الذراع و كف اليد و الإصبع و غيرها من الظواهر الطبيعية كمقاييس للأطوال، و استفاد الإنسان من شروق الشمس و غروبها و دورة القمر و الفصول الأربعة في قياس الزمن.

إن ما شهده العالم من تقدم كبير في مختلف العلوم الهندسية يرجع الفضل فيه إلى تطوير أساليب و أجهزة قياس مختلف الوحدات و المقادير الهندسية حيث أمكن الوصول إلى دقة متناهية و حساسية بالغة و أصبح بمقدور أجهزة القياس الحديثة القيام بأعقد العمليات و تحليلها بسرعة فائقة.

١-١ - ١ معرفة أهمية القياس خاصة في مجال التكييف والتبريد

إن قياس الكميات الفيزيائية يقدم لنا المصدر الوحيد للمعلومات الكمية الخاصة بالعمليات المختلفة في عالم المجموعات الفيزيائية، وتكون القياسات على هيئة أعداد مقابلة لأوضاع مؤشر يتحرك على مقياس مدرج، كما هو الحال في جهاز بوردون لقياس الضغط.

لا يكاد يخلو أي معمل هندسي من أدوات و أجهزة قياس الكميات الفيزيائية الأساسية مثل: الطول، الكتلة، الزمن و درجة الحرارة أو ما هو مشتق من هذه الكميات الفيزيائية و اعتمادا عليها مثل الحجم، القوة، الضغط، القدرة و كمية التدفق للمائع.

و من الأمثلة على أجهزة القياس الثيرمو متر الزئبقي حيث يستخدم عمود الزئبق المتحرك على ساق مصنوعة من أنبوبة زجاجية سميكة الجدران و بها مجرى شعري للزئبق لقياس درجة الحرارة.

و للقياس أهمية خاصة في علم التكييف و التبريد حيث تستخدم أدوات و أجهزة القياس المختلفة في قياس و تحديد جميع الكميات المادية و المتغيرات الفيزيائية الأساسية في علم التكييف و التبريد و التي تشمل:

١ - الأطوال و المساحات و الأحجام.

٢ - درجة الحرارة.

٣ - الضغط.

٤ - الرطوبة.

٥ - سرعة و كمية التدفق للمائع.

١ - ١ - ٢ تعريف القياس

القياس: هو تحديد قيمة محددة (معلومة) لكمية فيزيائية مثل الطول، والقوة، ودرجة الحرارة، والضغط، والسرعة و كمية التدفق للمائع و ذلك بواسطة جهاز قياس.

و تعرف عملية القياس بأنها التعبير عن القيمة أو الحالة المقاسة بمقارنتها بقيمة أو حالة مرجعية و ذلك بقيم عددية أو باستخدام رموز لها قواعد معينة. فمثلا عندما يكون ارتفاع جدار ٩٧ سم، فإن الواحد سم هنا هو القيمة الإسنادية أو المرجعية للطول. في هذه الحالة يكون الارتفاع هو ٩٧ وحدة من هذه القيمة الإسنادية.

و تسمى طريقة التعبير عن الارتفاع و أصناف أخرى بقيم عددية طريقة التعبير الكمي. و بالمقارنة فإن طريقة التعبير عن حالات المواد بالإحساس مثل منخفض أو عال تسمى طريقة التعبير النوعي.

الفصل الثاني : الوحدات القياسية الأساسية

الجدارة: حساب التحويلات للكميات الطبيعية المختلفة مثل درجة الحرارة، والضغط و الحجم من النظام المتري إلى النظام البريطاني و العكس.

الأهداف: عندما يكتمل هذا الفصل تكون لديك القدرة على معرفة:

- ١ – الوحدات القياسية الأساسية في كل من النظامين المتري و البريطاني.
- ٢ – حساب التحويلات للكميات الطبيعية من النظام المتري إلى النظام البريطاني العكس.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ١٠٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب: ساعة واحدة.

الوسائل المساعدة: جداول التحويل المختلفة من النظام المتري إلى البريطاني و العكس.

متطلبات الجدارة: معرفة ما سبق دراسته في جميع الحقائب السابقة.

١ - ٢ أنظمة الوحدات

بدراسة موقف وحدات القياس على الصعيد الدولي نجد أن هناك نظامين رئيسيين لوحدة القياس. فالنظام المتري بأشكاله المختلفة (سم، وغم، وٲ، وم، وكغم، ووطن) يستعمل في فرنسا. كما استخدم النظام الإنجليزي بأشكاله المختلفة (بوصة، قدم، ميل، قنطار، أوقية) وفي الولايات المتحدة نفس الوحدات الإنجليزية و لكن هذه الوحدات تختلف بين أمريكا و إنجلترا من حيث القيمة و المقدار. طبقا لأحدث المعلومات عن المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) فإن الوحدات الأساسية هي خمس وحدات يمكن أن يشتق منها عدد كبير من الكميات. و الوحدات الأساسية هي الموضحة في الجدول رقم (١):

| الرقم | وحدة القياس | الوحدة القياسية الأساسية | الرمز |
|-------|----------------------|---|-----------|
| ١ | متر Meter | وحدة قياس الطول Length | م m |
| ٢ | كيلوغرام Kilogram | وحدة قياس الكتلة Mass | كغم Kg |
| ٣ | ثانية Second | وحدة قياس الزمن Time | ث s |
| ٤ | أمبير Ampere | وحدة قياس شدة التيار الكهربائي Ampere | A |
| ٥ | كلفن Kelvin | وحدة قياس درجة الحرارة Kelvin | K |

جدول رقم (١)

حدد للمتر القياسي وحدات طولية أكبر و أقل منه طبقا للنظام العشري بحيث تكون النسبة بينهما أساسها الرقم عشرة مرفوعا إلى أس، و يطلق على كل أس رمز خاص يبدأ به اسم وحدة القياس. مثال: السنتيمتر = وحدة المتر \times الأس = ١٠^٢.

و ما ينطبق على وحدة قياس الطول ينطبق على الوحدات الأخرى كالغرام مثلا. وفيما يلي جدول وحدات القياس المشتقة من المتر القياسي طبقا للنظام العشري و الرموز الخاصة بالتسميات:

| الوحدة | الرمز | التمثيل الرياضي |
|--------|-------|-----------------|
| تيرا | T | 10^{12} |
| جيجا | G | 10^9 |
| ميغا | M | 10^6 |
| كيلو | k | 10^3 |
| هيكٲو | h | 10^2 |
| ديكا | da | 10 |
| دسي | d | 10^{-1} |
| سنتي | c | 10^{-2} |
| ملي | mm | 10^{-3} |
| ميكرو | μ | 10^{-6} |
| نانو | n | 10^{-9} |
| بيكو | p | 10^{-12} |
| فيمتو | f | 10^{-15} |
| أتو | a | 10^{-18} |

ءءول رقم (٢)

وفيما يلي جدول يبين بعض الوحدات المشتقة في النظام الدولي:

| البعد | اسم الوحدة | الرمز | التكوين |
|------------------------|------------|-------|--|
| القوة | نيوتن | N | $Kg \cdot m/s^2$ كغم . م / ث ^٢ |
| الشغل | جول | J | نيوتن . م N.m |
| القدرة | وات | W | جول / ث J/s |
| الجهد الكهربائي | فولت | V | وات / أمبير w/A |
| المقاومة الكهربائية | أوم | Ohm | فولت / أمبير V/A |
| الضغط | باسكال | Pa | N/m^2 نيوتن / م ^٢ |

جدول رقم (٣)

الوحدات القياسية الأساسية المشتقة حسب النظام البريطاني موضحة في جدول رقم (٤) :

| الرمز | استخدام الوحدة | الوحدة | الرقم |
|-------|-------------------|----------|-------|
| ft | قياس الطول | قدم | ١ |
| lb | قياس الكتلة | باوند | ٢ |
| S | قياس الزمن | ثانية | ٣ |
| A | قياس شدة التيار | أمبير | ٤ |
| F° | قياس درجة الحرارة | فهرنهايت | ٥ |
| lbf | قياس القوة | باوند | ٦ |

جدول رقم (٤)

بعد شرح الوحدات المستخدمة في النظامين الدولي و البريطاني لا بد من العلم أن التحويل بين النظامين سهل و متوفر.

والجدول التالي يبين أهم معاملات التحويل بين وحدات النظام المتري :

| |
|------------------------|
| أ - الطول: |
| ١ متر = ١٠٠ سنتيمتر |
| ١ سنتيمتر = ١٠ ملمتر |
| ب - الكتلة: |
| ١ كيلوغرام = ١٠٠٠ غرام |
| د - الطاقة: |
| ١ جول = ٠,٢٣٩ كالوري |

جدول رقم (٥)

والجدول التالي يبين أهم معاملات التحويل بين وحدات النظام المتري و النظام الانجليزي:

| |
|---|
| أ - الطول: القدم = ٣٠,٤٨ سنتيمتر القدم = ٠,٣٠٤٨ متر القدم = ١٢ إنش |
| ب - الكتلة: ١ كيلو غرام = ٢,٢ باوند |
| ج - القوة: ١ باوند قوة = ٤,٤٥ نيوتن |
| د - الطاقة: ١ وحدة حرارية إنجليزية (BTU) = ١٠٥٥ جول |
| هـ - القدرة: ١ حصان ميكانيكي = ٧٤٦ واط = ٠,٧٤٦ كيلوواط |

جدول رقم (٦)

التحويل بين قياس درجة الحرارة في النظام المتري و النظام الانجليزي:

هناك معادلتان تربطان كل من قياس درجة الحرارة في النظام المتري و ما يكافئها في النظام الإنجليزي.

$$F^{\circ} = \frac{9}{5} C^{\circ} + 32$$

أو

$$C^{\circ} = \frac{5}{9} (F^{\circ} - 32)$$

المعادلة الأولى:

المعادلة الثانية:

$$K = C^{\circ} + 273.15$$

حيث إن:

درجة الحرارة بالفهرنهايت هي F°

درجة الحرارة بالمئوي هي C°

درجة الحرارة بالكلفن هي K

مثال:

عند قياس درجة حرارة الغرفة وجد أن قياس تلك الدرجة (25°C). أوجد قياس درجة الحرارة بكل من:
أ - بالفهرنهايت. ب - بالكلفن.

الحل:

الدرجة بالفهرنهايت:

$$\begin{aligned} F^{\circ} &= \frac{9}{5} C^{\circ} + 32 \\ &= \frac{9}{5} \times 25 + 32 \\ &= 77^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

الدرجة بالكلفن:

$$\begin{aligned} K &= 77 + 273 \\ &= 350 \text{ K} \end{aligned}$$

الفصل الثالث : خطأ القياس

الجدارة: معرفة أهم مصادر أخطاء القياس و تحليلها.

الأهداف: عند اكتمال هذا الفصل تكون لديك القدرة على معرفة:

- ١- مصادر خطأ القياس.
- ٢- تحليل خطأ القياس.

مستوى الأداء المطلوب: إن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ١٠٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب: ساعة واحدة.

الوسائل المساعدة: أمثلة مختلفة على مصادر خطأ القياس مع تحليلها.

متطلبات الجدارة: معرفة ما سبق في جميع الحقائب السابقة.

١- ٣ خطأ القياس

تقاس دقة عملية القياس بالأجهزة بمدى قرب القيمة العددية لكمية فيزيائية كدرجة الحرارة المستنتجة من القياس إذا ما قورنت بالقيمة الحقيقية لهذه القيمة الفيزيائية. و لسوء الحظ فإنه تبعاً لطبيعة المشكلة فإن ما يسمى بالقيمة الحقيقية غير معروف أساساً ولا يمكن الوصول إليه لذلك فإن درجة الدقة لعملية القياس هي أصلاً غير محددة تماماً ، لذلك فإننا نلجأ إلى تحليل أدق مبني على خطأ القياس. ويعرف خطأ القياس على أنه الفرق بين القيمة الحقيقية و القيمة المقاسة تبعاً للمعادلة التالية:

خطأ القياس = القيمة المقاسة - القيمة الحقيقية

فمثلاً يمكن قياس قيم عددية أكبر من (١) ملم باستخدام العين لو استخدمنا مسطرة طول جزء القياس بها (١) ملم أما القيمة الأقل من ذلك فلا يمكننا قياسها بالعين بنفس المسطرة لكن لو توفر لدينا ميكرومتر لأمكننا القياس.

١- ٣ - ١ مصادر خطأ القياس

هناك عوامل كثيرة تدخل في تصميم أجهزة القياس مما يقلل من الدقة التي يمكن الوصول إليها و بالتالي يتولد ما يعرف بالخطأ في القياس. و من أهم هذه العوامل ما يلي:

١ - القدرة على قراءة تدريج أداة القياس: تعتمد القدرة على قراءة مقياس الجهاز على المؤشر و التدريج الممكن رؤية القراءة عليه ، و يتناسب مدى القدرة على قراءة مقياس الجهاز تناسباً طردياً مع طول المقياس و تتأثر المسافة بين التدريجات. وكلما زاد طول المقياس زاد عدد الأرقام المؤكدة التي يمكن قراءتها.

٢ - حساسية الجهاز: تعرف حساسية الجهاز على أنها النسبة بين الحركة الخطية للمؤشر و قيمة التغير في الكمية المراد قياسها.

٣ - التخلفية: هي الفرق بين قراءتي جهاز واحد ناتجتين عن قيمة محددة لإشارة داخلية بحيث نصل إلى قيمة هذه الشارة مرة بطريقة التزايد و مرة بطريقة التناقص بحيث نبدأ من قيم أصغر و قيم أعلى من قيمة هذه الإشارة المقاسة على التوالي.

التخلفية خاصة غير مرغوب فيها ، و قد تنشأ عن تأثيرات المرونة ، أو المغناطيسية ، أو الحرارة أو التأثيرات الميكانيكية.

٤ - الحرارة و الضغط: تتأثر قراءة أجهزة قياس كثيرة بتغير درجة الحرارة أو الضغط والظروف المحيطة بالجهاز.

٥ - المعايرة: معايرة جهاز القياس هي عملية إيجاد العلاقة الوظيفية بين قراءات المؤشر و الكميات المتغيرة المراد قياسها.

٦ - التصميم: إن تصميم أجهزة القياس يساهم في أخطاء القراءات من خلال التثبيت لأجهزة الحس المراد اختبارها.

تحليل خطأ القياس

يمكن تقليل الأخطاء في القياس إذا ما تم قياس أطوال الأجزاء باستخدام أجهزة قياس دقيقة. و لا تعني الأخطاء الصغيرة دقة قياس أكبر كما أنه ليس صحيحاً أن نقرر أن القياس صح أو خطأ عن طريق الخطأ الحاصل كبيراً كان أم صغيراً. لكن تؤخذ النسبة المئوية بين الخطأ و القيمة الحقيقية في الاعتبار و تسمى النسبة المئوية للخطأ و تعرف كالآتي:

$$E = \frac{D}{T} \times 100\%$$

حيث:

E = النسبة المئوية للخطأ

T = القيمة الحقيقية

D = القيمة المقاسة - القيمة الحقيقية

مثال:

الخطأ في قراءة المسطرة المئوية لا يتعدى (١ ملم).

الخطأ في قراءة القدم ذات الورنية لا يتعدى (١ ، ٠ ملم).

أيضاً إذا كانت درجة حرارة الجو (١٠ م°) هي القيمة الحقيقية و عند قياسها بالثيرمو متر كانت

(١١ م°) فإن النسبة المئوية للخطأ في درجة الحرارة هي:

$$E = \frac{11 - 10}{10} \times 100 \%$$

$$E = 10 \%$$

الفصل الرابع : معايرة أجهزة القياس

الجدارة: معرفة أهمية معايرة أجهزة القياس.

الأهداف: عندما يكتمل هذا الفصل تكون لديك القدرة على معرفة أهمية المعايرة، وتعريف المعايرة و كذلك معرفة معنى الدقة و الحساسية.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ١٠٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب: ساعة واحدة.

الوسائل المساعدة: مجموعة متنوعة من أجهزة القياس.

متطلبات الجدارة: معرفة ما سبق في جميع الحقائب السابقة.

١- ٤ تعريف المعايرة

معايرة أجهزة القياس هي عملية إيجاد العلاقة الوظيفية بين قراءات المؤشر والكميات المراد قياسها. وتتضمن المعايرة في أحيان كثيرة ضبط قراءات الجهاز المستخدم مع جهاز آخر دقيق يسمى المرجع، وذلك لمعرفة مدى قرب أو بعد قراءاته عن القراءة الصحيحة وعمل علاقة بين القراءتين، حتى نرجع لهذه العلاقة لمعرفة قيمة القياس الحقيقية.

١- ٤- ١ أهمية المعايرة

يظهر من السابق أنه لا يمكن تصميم أي جهاز لقياس كمية فيزيائية معينة دون أن يتم ضبط قراءات ذلك الجهاز - معايرته - مع أي جهاز آخر دقيق حتى يتسنى إيجاد العلاقة بين قراءات المؤشر والكميات الفيزيائية المتغيرة المراد قياسها. ويتضمن ذلك تثبيت المتغيرات الأخرى التي قد تؤثر في دقة جهاز القياس، وتشمل هذه المتغيرات درجة حرارة الجو المحيط بالجهاز، والضغط الجوي المحيط بالجهاز واتجاه تغير الإشارات الداخلة للجهاز وكذلك الوقت بين القراءات المتتالية بالإضافة إلى تأثير كل من المجالات المغناطيسية، والمجالات الكهربائية، والجاذبية الأرضية، ودرجة الرطوبة، ومصدر تزويد الجهاز بالطاقة، والاهتزازات، وزاوية النظر إلى المؤشر، وشخصية قارئ الجهاز.

إن مستخدم أجهزة القياس له الحرية في أن يحدد أي من المتغيرات الخارجية يجب تثبيته أثناء المعايرة أو إجراء تجارب لاحقة للحصول على البيانات اللازمة للتصحيح.

وهناك عدة أهداف لإجراء تجارب المعايرة وهي:

١ - معرفة ما إذا كان الفرق بين قراءة جهاز القياس والإشارة الداخلة للجهاز تتخذ على الدوام قيمة تقل دوماً عن كمية معينة وبالتالي معرفة الحد الأقصى للخطأ المسموح به، حيث إن أخطاء الجهاز التي تقل عن هذا الحد ستؤدي إلى تأثير طفيف للغاية على نتائج الاختبار المراد إجرائه.

٢ - معرفة الأخطاء إلى أعلى درجة ممكنة وذلك في حدود إمكانية الجهاز.

٣ - الحصول على معلومات عن جهاز القياس نفسه من أجل إجراء التعديلات على الجهاز.

١ - ٤ - ٢ الدقة والحساسية

يتم تقييم عمل أجهزة القياس حسب الدقة و مقدار الخطأ و مدى حساسية الجهاز. فمثلا دقة المسطرة المترية العادية (١ ملم)، لذلك فإن الخطأ في قراءة المسطرة لا يتعدى بالضرورة (١ ملم). وتُعرف دقة أجهزة القياس بأنها أصغر تدريج أو أصغر قراءة يمكن للجهاز قياسها. و تعرف حساسية أجهزة القياس على أنها مدى إحساس الجهاز لسرعة التغيرات التي تحدث للكمية المقاسة، حيث يتحرك المؤشر في جهاز القياس معطيا القراءة اللحظية.

$$S = \frac{M}{V}$$

$$S = \text{الحساسية}$$

$$M = \text{مقدار حركة المؤشر}$$

$$V = \text{التغير في الكمية المقاسة}$$