## جامعة الموصل

## كلية علوم البيئة وتقاناتها

2024-2023

# محاضرات تقانات قياس

**د. علي بشير**

**م.م همسة برهان**

**مرحلة ثالثة**

**قسم تقانات البيئة**

Dr. Ali B.

## المحاضرة الاولى

### الفصل الاول

**تقانات القياس:** هي مجموعة الطرائق او الوسائل العلمية المستخدمة لإنجاز وتقييم الفحوصات عند اجراء القياس والتحليل.

**أهمية تقانات القياس:**

يمكن تحديد أهمية تقانات القياس بموجب تقييم الحالة الواجب دراستها لإنجاز الفحص وتشخيص المواصفات بشكل يحقق التوازن بين اهداف القياس وتوفر تقنية القياس البسيطة وكلفتها المناسبة.

**القياس Measurement:** هو عملية تحويل الكمية المراد قياسها الى ارقام ويتم استخدام جهاز لقياس تلك الكمية.

| الوحدات الاساسية | رمزها | الوحدة | رمز الوحدة |
|---|---|---|---|
| Lengthالطول | L | meterمتر | m |
| Massالكتلة | M | كيلوغرام kilogram | kg |
| Timeالزمن | t | secondثانية | sec |
| Temperatureدرجة الحرارة | T | Kelvinكلفن | K |
| Luminanceشدة الاستضاءة | | Candelaشمعة | cd |
| Curentالتيار الكهربائي | I | Amperامبير | A |
| substance Amount ofكمية المادة | | moleمول | mol |

**الوحدات المشتقة:** هي وحدات مشتقة من الوحدات الأساسية

| الوحدات الاساسية | رمزها | الوحدة | رمز الوحدة |
|---|---|---|---|
| Electrical voltageالجهد الكهربائي | V | voltفولت | V |
| densityالكثافة | ρ | $Kg/m^3$ | $Kg/m^3$ |
| المقاومة | R | ohmاوم | Ω |

| | | | |
|---|---|---|---|
| velocityالسرعة | v | m/sec | m/sec |
| pressureالضغط | P | N/m | N/m |

**مضاعفات وأجزاء الوحدات**

| *Name* | *Symbol* | *Equivalent* |
|---|---|---|
| tera | T | $10^{12}$ |
| giga | G | $10^{9}$ |
| mega | M | $10^{6}$ |
| kilo | K | $10^{3}$ |
| milli | m | $10^{-3}$ |
| micro | μ | $10^{-6}$ |
| nano | n | $10^{-9}$ |
| pico | p | $10^{-12}$ |

**أنواع القياسات Type of measurements**

1. **القياسات المباشرة Direct measurements:** يتم فيه استخدام عملية قياس واحدة واداة قياس واحدة ولا يتم فيه التعويض في علاقة رياضية مثل قياس الطول باستخدام المسطرة او قياس حجم سائل باستخدام انبوبة مدرجة.
2. **القياسات غير المباشرة Indirect measurements:** يتم فيه استخدام اكثر من عملية قياس واكثر من أداة قياس وفيه يتم التعويض في علاقة رياضية مثل حساب الماحة او قياس حجم متوازي مستطيلات

**مصطلحات القياس**

**المدى Span:** يعرف النطاق الذي يستطيع الجهاز قياسه بالمدى، والذي يعبر عن النهايات العظمى والصغرى التي يستطيع الجهاز قراءتها

المدى = القيمة القصوى – القيمة الصغرى

وتكون قراءة التدريج الكلى للجهاز reading scale Full هي القيمة القصوى للتدريج.

يوضح الشكل أن المدى لهذا الجهاز = 3-5= 2 وحدة قياس

**التدريج الكلي للجهاز**

## الأخطاء Errors

من الصعب الحصول على قيمة حقيقية للقياس فيستخدم في هذه الحالة القيمة المتوقعة للقياس، لذا يعرف الخطأ بأنه الفرق بين قراءة الجهاز عن قيمة قياسية معروفة مسبقاً.

## أنواع الأخطاء Types of errors:

1. **الأخطاء المنتظمة Systematic Errors:** وتنشأ من سوء القراءة او خلل في الجهاز او سوء اختيار نوع الجهاز او نوع القياس وهذه الأخطاء يمكن تصحيحها وتجنبها، وتقسم الى الأنواع الآتية:

- **أخطاء شخصية Gross Error:** وتشمل الخطأ بالقراءة وعدم ضبط صفر الجهاز وسوء اختيار الجهاز او التدريج المناسب وعدم اتخاذ الوضع المناسب للقراءة.

- **أخطاء الجهاز Instrumental Error:** وتشمل خلل في الجهاز او نوع الجهاز (كهربائي - الكتروني) او دقة الجهاز او حالة الجهاز (سليم - متهالك) وعمر الجهاز (قديم - جديد)، ويمكن تجنبها بعمل معايرة للأجهزة بشكل منتظم وتحديد مدى صلاحيتها لأجراء القياسات.

- **أخطاء بيئية Environmental Error:** وتشمل المؤثرات الخارجية على جهاز القياس المستخدم والقيمة المراد قياسها ومن هذه التأثيرات الحرارة – الرطوبة – الضغط الجوي – المجالات الكهرومغناطيسية الناشئة من الأجهزة المحيطة. وهذه الأخطاء يمكن التخلص منها باتخاذ الاحتياطات اللازمة ومعالجة الظروف المحيطة بالأجهزة قبل استخدامها.

2. **الأخطاء العشوائية Random Error:** وهي التي لا يمكن التحكم فيها بالرغم من جميع الأخطاء المنتظمة الأخرى ويمكن تقليلها الى أدنى حد ممكن بتكرار القياس مرات عديدة واخذ المتوسط الحسابي الذي يكون اكثر قربا من القيمة الحقيقية كما يمكن معالجتها أيضا بطرق إحصائية.

**الدقة Accuracy:** ويقصد به مقدرة الجهاز على اظهار القيمة الصحيحة بشكل مضبوط، او هي مدى اقتراب القراءة المأخوذة على الجهاز بالقيمة الحقيقية للبعد المقاس مثلا: ثرموميتر وصف بأنه يعطي خطأ قدره $\pm$ 0.5 C في المدى (50 C to 100 C) يمكن ان يقال ان دقته هي $\pm$ 0.5C في هذا المدى.

**الانضباطية Precision:** هي تكرارية القراءات بنفس القيمة وبنفس الجهاز، حتى لو كان الجهاز يكرر في كل مرة القراءة بالخطأ. أي إذا أخذت عدة قراءات لنفس البعد وكانت القراءات متماثلة تماما فانه يقال إن الجهاز المستعمل مضبوط.

**مثال:** استخدم محرار معياري لقياس درجة حرارة سائل فوجدت تساوي 65 C وعندما استخدم محرار زئبقي وجدت درجة الحرارة تساوي 64.5 C ووجد ان المحرار الزئبقي يعطي نفس قراءته السابقة عند تكرار التجربة فما هي دقة وضبط المحرار الزئبقي؟

**الحساسية Sensitivity:** تعبر عن إلى أي مدى يستشعر الجهاز الاشارة المقاسة أو الداخلة، مثال عند قياس الفولت إذا كانت اقل قراءة يحس بها الجهاز هي 3 فولت ولا يستشعر أي قيم تحت هذه القيمة فتكون حساسية الجهاز 3 فولت. وكلما كانت حساسية الجهاز عالية كلما كان أفضل.

يعبر عن حساسية الجهاز بالنسبة بين التغير في قيم الخرج على التغير في الإشارة الداخلة للجهاز كما يلي:

$$\text{الحساسية} = \frac{\text{التغير في خرج الجهاز change in output}}{\text{التغير في الإشارة الداخلة الجهاز change in input}}$$

**القوانين الخاصة بأخطاء القياس:**

- **الخطأ المطلق للقياس ($e_{ab}$) Absolute Error:** وهو الفرق بين القيمة المتوقعة للقياس والقيمة المقاسة فعلياً ويمتلك نفس وحدة الكمية المقاسة.

$$e_{ab}=|Y_t - X_m|$$

$e_{ab}$: الخطأ المطلق

$Y_t$ : القيمة المتوقعة للقياس

$X_m$: القيمة المقاسة

- **الخطأ النسبي ($e_r$) Relative Error:** هو النسبة بين الخطأ المطلق للقياس والقيمة المتوقعة للقياس ويكون بدون وحدات.

$$e_r = \frac{e_{ab}}{Y_n} = \left|\frac{Y_t - X_m}{Y_t}\right|$$

- **النسبة المئوية للخطأ (e%) Percentage error:** هو النسبة بين الخطأ المطلق للقياس والقيمة المتوقعة للقياس كنسبة مئوية

$$e\% = \frac{\boldsymbol{e_{ab}}}{\boldsymbol{Y_n}} \times \mathbf{100\%} = \left|\frac{Y_t - X_m}{Y_t}\right| \times \mathbf{100\%}$$

**مثال: تم قياس سرعة الصوت في احدى التجارب عند درجة حرارة $20C^0$ ووجد انها تساوي 333m/sec، علماً ان القيمة القياسية لسرعة الصوت هي 344m/sec. جد الخطأ النسبي المئوي للقياس.**

- **دقة القياس Accuracy:** هو مدى تطابق القيمة المقاسة بالقيمة المتوقعة للقياس.
- **الدقة النسبية Relative Accuracy ($A_r$):** هي النسبة بين القيمة المقاسة والقيمة المتوقعة للقياس.

$$A_r = \frac{X_n}{Y_n} = 1 - \left|\frac{Y_t - X_m}{Y_t}\right| = 1 - e_r$$

- **النسبة المئوية لدقة القياس Percentage Accuracy ($a_{\%}$):** هي النسبة بين القيمة المقاسة والقيمة المتوقعة للقياس كنسبة مئوية

$$a_{\%} = \frac{X_n}{Y_n}\% = 100\% - \left|\frac{Y_t - X_m}{Y_t}\right| \times 100\%$$

$$a_{\%} = 100\% - \text{percentage error} = 100\% - e_{\%}$$

**مثال**: قام متدرب بالمختبر بقياس جهد على طرفي مقاومة فكانت القيمة المقاسة تساوي 49 V , اذا كانت القيمة المتوقعة للجهد حسب الحسابات النظرية تساوي 50V, احسب:

a .الخطأ المطلق

b .النسبة المئوية للخطأ

c .الدقة النسبية

d.النسبية المئوية للدقة

**الحل:**

a. الخطأ المطلق $e_{ab}$

$e_{ab}= Y_n – X_n = 50 – 49=1$ volt

b. النسبة المئوية للخطأ $e_{\%}$

$$e_{\%} = \frac{e_{ab}}{Y_n} \times 100\% = \left|\frac{50\,V-49V}{50\,V}\right| \times 100\% = 2\%$$

c. الدقة النسبية $A_r$

$$A_r = 1- \left|\frac{50V-49V}{50\,V}\right| = 1 - \frac{1}{50} = 0.98$$

d. النسبية المئوية للدقة $a_{\%}$

$a_{\%} = 100\% - e_{\%} = 100\% - 2\% = 98\%$

وطبقاً لتقنية القياس يمكن اجراء القياس الواحد عدة مرات وخاصة إذا لم يكن هناك قيمة متوقعة للكمية المقاسة. ويمكن تعريف دقة القياس في هذه الحالة (Precision) بأنها مدى قرب القراءة الواحدة لمجموعة من القراءات المتكررة لنفس الكمية المقاسة من متوسط هذه القراءات.

ويمكن هنا استبدال القيمة المتوقعة بالقيمة المتوسطة او المتوسط الحسابي. ويمكن وصف العلاقة الرياضية كما يلي:

$$\text{Precision}= 1 - \left|\frac{X_i-\overline{X_n}}{\overline{X_n}}\right|$$

Precicion: دقة القياس للقراءة رقم (i)

$X_i$: دقة القياس للقراءة رقم (i)

$\overline{X_n}$ : المتوسط الحسابي لمجموعة من القراءات عددها (n)

**مثال:** قام متدربين بقياس جهد كهربائي باستخدام فولتميتر تماثلي وسجلت القراءات في الجدول الاتي:

| رقم القراءة | القيمة |
|---|---|
| 1 | 98 |
| 2 | 102 |
| 3 | 101 |
| 4 | 97 |
| 5 | 100 |

احسب النسبة المئوية لدقة القياس (Precicion) للقراءة الرابعة.

$$\overline{X} = \frac{98 + 102 + 101 + 97 + 100}{5} = 99.6$$

$$P_i\% = 100\% - \left|\frac{97 - 99.6}{99.6}\right| \times 100\% = 98\%$$

- **القيمة المتوسطة او المتوسط الحسابي (Average value)**:

القيمة المتوسطة او المتوسط الحسابي $\overline{X}$ لمجموعة n من القراءات ($X_1, X_2, X_3 \ldots X_n$) هي مجموع هذه القراءات مقسوما على عددها n

$$\overline{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \cdots .. + X_n}{n}$$

- **الانحراف Deviation**

يعرف انحراف القراءة i ويرمز له بالرمز $d_i$ لمجموعة من القراءات، بأنه الفرق بين القراءة $X_i$ والقيمة المتوسطة لمجموعة القراءات $\overline{X}$

$$d_i = X_i - \overline{X}$$

كما ان المجموع الجبري لهذه الانحرافات يجب ان يساوي صفر، ويعرف رياضيا:

$$d_1 + d_2 + d_3 + \ldots + d_n = 0$$

حيث:

$$\sum_{i=1}^{n} d_i = X_1 - \overline{X} + X_2 - \overline{X} \ldots\ldots + X_n - \overline{X} = X_1 + X_2 \ldots + X_n - \overline{X} - \overline{X} - \cdots - \overline{X} = 0$$

- **الانحراف المتوسط Average deviation (D)**

هو المتوسط الحسابي للقيم المطلقة للانحرافات

$$\mathrm{D} = \frac{|d_1| + |d_2| + |d_3| + \cdots |d_n|}{n}$$

- **الانحراف المعياري Standard deviation**

الانحراف المعياري (S) لمجموعة من القيم هو مقياس لاختلاف هذه القيم عن القيمة المتوسطة

$$\mathrm{S} = \sqrt{\frac{d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \cdots + d_n^2}{(n-1)}}$$

**مثال:** عشر قراءات (قياسات) اخذت في تجربة كما موضح بالجدول جد

| رقم القراءة | القيمة |
|---|---|
| 1 | 98 |
| 2 | 102 |
| 3 | 101 |
| 4 | 97 |
| 5 | 100 |
| 6 | 103 |
| 7 | 98 |
| 8 | 106 |
| 9 | 107 |
| 10 | 99 |

1. معدل القراءات
2. الانحراف المعياري
3. دقة القياس للقراءة الاولى

**الحل:**

1. $\overline{X}$ معدل $= \frac{\sum \text{القراءات}}{\text{عدد القراءات}} = \frac{1011}{10} = 101.1$

$$S = \sqrt{\frac{d_1^2+d_2^2+d_3^2+d_4^2+d_5^2+d_6^2+d_7^2+d_8^2+d_9^2+d_{10}^2}{n-1}} \quad .2$$

$$S = \sqrt{\frac{104.9}{9}} = \sqrt{11.6} = 3.4$$

$$P_1 = 1 - \left|\frac{X_4 - \overline{X_n}}{\overline{X_n}}\right| = 1 - \left|\frac{97 - 101.1}{101.1}\right| = 0.96 \quad .3$$

**مثال:**

من الجدول الاتي جد:

1. المتوسط الحسابي للقراءات $\bar{X}$
2. انحراف كل قيمة $d_i$
3. المجموع الجبري للانحرافات $\sum d_i$
4. الانحراف المتوسط D
5. دقة القياس للقراءة الاولى

| رقم القراءة | القيمة |
|---|---|
| $X_1$ | 50.1 |
| $X_2$ | 49.7 |
| $X_3$ | 49.6 |
| $X_4$ | 50.2 |

**الحل:**

1. $\overline{X} = \frac{\text{مجموع القراءات}}{\text{عدد القراءات}} = \frac{199.6}{4} = 49.9$

2. $d_1 = 50 - 49.9 = 0.2$

$d_2 = 49.7 - 49.9 = -0.2$

$d_3 = 49.6 - 49.9 = -0.3$

$d_4 = 50.2 - 49.9 = 0.3$

3. $\sum_{n=1}^{4} d_i = 0.2 - 0.2 - 0.3 + 0.3 = 0$

4. $D = \frac{|0.2|+|-0.2|+|-0.3|+|0.3|}{4} = \frac{|1|}{4} = 0.25$

5. دقة القياس للقراءة لاولى $= 1 - \left|\frac{X_1 - \bar{X}_n}{\bar{X}_n}\right| = 1 - \left|\frac{50.1-49.9}{49.9}\right| = 0.996$

Dr. A.I.B.