



المترولوجيا

لماذا نقيس، كيف نقيس، كيف نتأكد من صحة ما نقيسه؟

القياسات هي اللغة العالمية لمجموع العلوم والتقنيات لذلك بدون القياس لا توجد مرجعية، ولأهميته فقد حرصت معظم الأنظمة الصناعية الكبرى في العالم على رصد نسبة تتراوح بين 4% - 6% من الدخل القومي للإنفاق على تطبيقاته.

د. تماضر صالح سعيد

المتروlogيا - علم القياس

لماذا نقيس، كيف نقيس، كيف نتأكد من صحة مانقيسه؟

د.تماضر صالح سعيد

مؤسس منصة المتروlogيا للجميع

المتروlogيا هو علم القياس وتطبيقاته ومصطلح المتروlogيا (Metrology) عُرّف بدقة في القاموس الدولي للقياسات 1993 (VIM) على أنه "إجراء عملية القياس مع تحديد نسبة الخطأ المترتبة على عملية القياس" يشكل القياس مكوناً حيوياً يدخل في كافة مناحي الحياة، فجميع جوانب حياتنا مرتبطة بشكل أو بآخر بالقياسات، على سبيل المثال نجد ذلك في صميم قياسات الرعاية الصحية (قياس درجة حرارة الجسم، قياس ضغط الدم وبعض الاختبارات الأخرى) وفي شراء المستلزمات اليومية (الطعام، الوقود، الملابس، الطاقة) حتى الهواء الذي نتنفسه يتم مراقبته وقياسه لمعرفة مدى تلوثه، وما نحصل عليه من أغذية يتم اختبارها عن طريق القياس للتأكد من مدى جودتها، أيضاً تبرز أهمية علم القياس في تحديد القيمة الإقتصادية الفعلية للسلع والمنتجات المتداولة في العمليات التجارية.

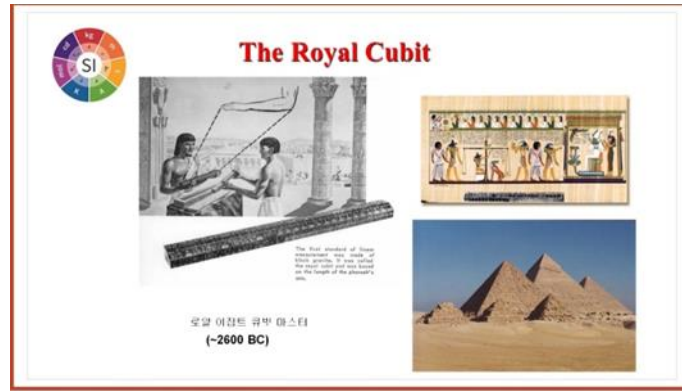
يدعم نشاط المتروlogيا التقدم العلمي والتكنولوجي الذي تنعم به المجتمعات حالياً، فمعظم الأبحاث والدراسات تصدر عن مراكز البحث في مختبرات القياس الوطنية (NMIs) الرائدة، ومعظم الفائزين في جوائز نوبل في العلوم والفيزياء جاءوا من مختبرات القياس، وأكثر الأبحاث والدراسات تصدر عن مختبرات القياس الوطنية.

لماذا نقيس؟

للإجابة على هذا السؤال نستشهد بقول عالم الفيزياء لورد كلفن (1842-1907) "عندما يمكنك قياس الشيء الذي تتحدث عنه، والتعبير عن ذلك بالأرقام، عندها فقط تكون ملماً ببعض الشيء عنه"، عن طريق القياسات يمكن أن نحدد جميع العوامل التي تؤثر في محيطنا بقيم عددية مفهومة، حاجتنا للقياس هي حاجتنا للمعرفة "فالقياس هو المعرفة".

لمحة تاريخية: الطول والكتلة هما أول القياسات التي أُجريت لحاجة الانسلاخ اليهما. اقدم وحدة قياسية في التاريخ هي (بيغا) استخدمها المصريون ما بين 7000-8000 قبل الميلاد وكانت الأوزان أنذاك من بذور الصويا والحبوب.

أدرك المصريون القدماء قبل حوالي 5000 عام أهمية القياس في البناء حيث استخدمت أول وحدة قياس طول معروفة (الذراع الملكي) حينها أمر فرعون بأن تكون المسافة من كوعه إلى نهاية إصبع يده الأوسط هي وحدة قياس الطول، وبتصنيع أدوات قياس خشبية مساوية في الطول للذراع الملكي توزع على العاملين، وأن تقارن هذه الأدوات شهرياً بالذراع الملكي، وذلك لمعرفة إن كان هنالك خطأ في القياس، ومن يتخلف عن معايرة الذراع الخاص به تكون عقوبته الموت.



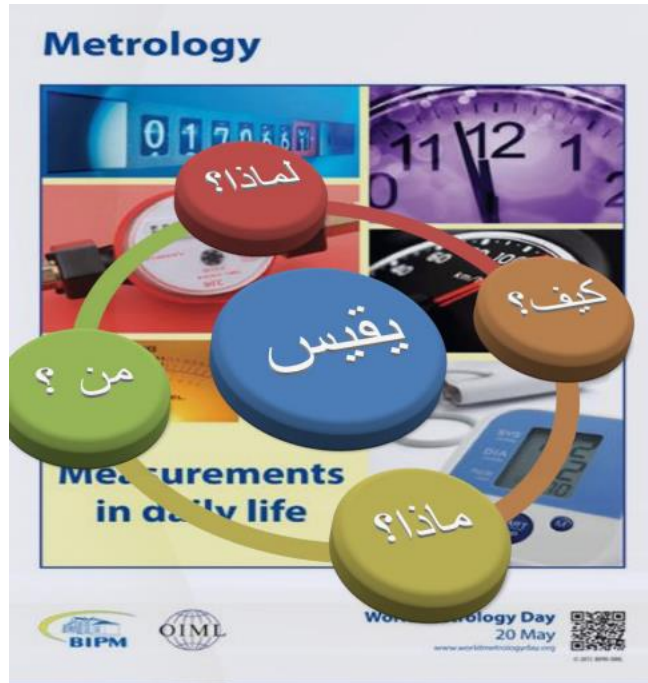
ولن تصدق أثر ذلك على دقة قياسات بناء الهرم الأكبر: طول ضلع قاعدة الهرم الأكبر المربعة هي 230 م تقريبا ، فكم تتوقع اقصى قيمة لخطأ الاضلاع الاربعة بحيث تكون متساوية تماما؟ اثبتت القياسات الحديثة أن الفارق بين أطوال الاضلاع الأربعة لا يزيد عن 7 سم فقط (أي بنسبة خطأ 0.03%)، ويعتبر الذراع الملكي أقدم معيار طول معروف بالتاريخ البشري، ويعتبر هذا النظام المترولوجي نموذجاً للأنظمة المترولوجية الحديثة التي نسعى لتطبيقها في شتى المجالات.

كيف نقيس؟

من أهم الأجهزة التي ساعدت الإنسان على التوصل إلى حقائق الأشياء هي أجهزة القياس التي شهدت طفرة هائلة عقب التطور الصناعي الضخم، وهكذا إزدادت المتغيرات التي تحتاج إلى القياس الدقيق وزاد الإهتمام بتحسين طرق وتطوير أجهزة القياس. أداة القياس هي أهم جزء في عملية القياس لذا لا بد من إختيار الأداة

الصحيحة المناسبة لما نريد قياسه على سبيل المثال نستخدم المايكروميتر لقياس سُمك ورقة بينما نستخدم المتر لقياس أبعاد غرفة.

تُجرى عملية القياس بتقنيات متنوعة إلكترونية أو كهربائية أو ميكانيكية أو غيرها، وتعد التقنيات الكهربائية والإلكترونية أكثرها انتشاراً في جميع المجالات العلمية، بسبب تميزها بالدقة والحساسية العاليتين وسرعة النتيجة وإمكان تنظيم المعلومات وتنسيقها وتحليلها إضافة إلى إمكان القياس عن بعد.



وأدى التطور الكبير في تقنيات الهندسة الكهربائية والإلكترونية إلى ظهور أجهزة قياس مركبة يمكنها أن تقيس مقادير كهربائية وغير كهربائية من ميكانيكية وحرارية وحيوية وغيرها وأن تحل نتائجها وتتسق بين مؤثراتها وتتظّم معلوماتها. فأجهزة القياس «الذكية» مثلاً مكونة من عدة وسائل تُربط بحسب نظام معين وتؤلف منظومة القياس.

أنتجت الحضارات المختلفة معايير قياس مقبولة بشكل عام، حيث اعتمدت العمارة الرومانية واليونانية على أنظمة قياس متميزة، .على الرغم من أن أنظمة القياس المحلية كانت شائعة، إلا أن إمكانية المقارنة كانت صعبة نظراً لأن العديد من الأنظمة المحلية كانت غير متوافقة لذا أصبح من الضروري وجود نظام موحد يتفق عليه الجميع، وهو ما يعرف حالياً بالنظام الدولي للوحدات.

النظام الدولي للوحدات هو مجموعة مقبولة من الوحدات لجميع تطبيقات القياس في جميع انحاء العالم، وهو الأساس المتفق عليه عالمياً للتعبير عن القياسات في جميع مستويات الدقة، بحيث يكون موحداً ومتاحاً للتجارة الدولية والتصنيع عالي التقنية والصحة البشرية والسلامة وحماية البيئة والدراسات المناخية العالمية والعلوم الأساسية التي تدعم كل هذا، يجب أن تكون وحدات النظام الدولي مستقرةً على المدى الطويل، وقابلة للتحقيق عملياً. يتم تحديث SI بشكل دوري لمراعاة التطورات في العلوم والحاجة إلى قياسات في مجالات جديدة.

وضعت النواة الأولى للنظام العالمي لوحدات القياس في 22 يونيو 1799 إبان الثورة الفرنسية وكانت البداية بوحدين فقط: المتر لقياس الطول والكيلوغرام لقياس الكتلة.

في 20 مايو 1875 الذي يعرف حالياً "باليوم العالمي للمترولوجيا" كان توقيع اتفاقية المتر من قبل 17 دولة التزمت بتبني النظام المتري، وفي العام 1960 أعتد النظام الدولي للوحدات SI والذي يضمّ الوحدات السبعة الأساسية والوحدات المشتقة والبادئات. وهو الشكل الحديث للنظام المتري.

من الذي يشترك في الاتفاق على SI؟

المؤتمر العام للأوزان والمقاييس (Conférence Générale des Poids et Mesures CGPM) هو ملتقى يجتمع فيه مندوبين من جميع الدول الأعضاء كل أربع سنوات إلى ست. يتلقى التطورات الجديدة في SI ويناقشها ويعتمدها بناءً على توصيات CIPM.

اللجنة الدولية للأوزان والمقاييس (Comité International des Poids et Mesures or CIPM) هي لجنة تجتمع سنوياً وتتألف من ثمانية عشر فرداً يمثلون دولاً مختلفة ذات مكانة علمية عالية، يتم ترشيحهم من قبل CGPM. يقدم المشورة بشأن المسائل الإدارية والفنية المتعلقة بـ SI.

المكتب الدولي للأوزان والمقاييس (Bureau International des Poids et Mesures or BIPM) هو مركز دولي للقياس في سيفر بفرنسا يقدم خدمات القياس للدول الأعضاء في CGPM، ويقدم المشورة للجنة الدولية للأوزان والمقاييس، يعمل كمركز لنظام القياس العالمي.

كيف نتأكد من صحة مانقيسه؟

في عملية القياس تُعتبر الإتفاقيات الدولية والتنظيم المترولوجي والمواصفات هي المرجعية في دقة وضبط عملية القياس. تُعد المعامل والمختبرات هي الجهات الفنية المسؤولة عن قياس وتحليل وإختبار المنتجات ودراسة تركيبها وخواصها وتسجيل النتائج الخاصة بها ومطابقتها بالمواصفة. من هنا تأتي أهمية إقتران عملية المعايرة بالقياس حيث تُعرف المعايرة "بأنها مقارنة الأجهزة المستخدمة بأجهزة عيارية متفق عليها عالمياً من حيث الدقة ومحفوظة تحت ظروف بيئية محددة"، وفق مراحل تسلسلية لتوثيق دقة القياس والتي تُعرف بالإسناد المترولوجي الذي أصبح هو المرجعية الأساسية في عملية القياس، حيث يستلزم تحقيق سلسلة من المعايير المُسندة إلى المرجعيات، مما يعني ربط القياسات الميدانية التي تُجرى في مجال ما بإمام القياس الأولي الذي حُدد من قبل المكتب الدولي للأوزان والمقاييس. تكمن أهمية الإسناد المترولوجي في ضمان الثقة في نتائج القياس، ولا يُؤخذ بنتائج وتقارير تلك المعامل إلا بعد التأكد من أن كافة أجهزة ومعدات معامل الإختبارات قد تمت معايرتها في مختبرات معايرة مُعتمدة.

علم القياس يشمل ثلاثة أنشطة أساسية:

1. تعريف وحدات القياس المقبولة عالمياً مثلاً المتر.
2. تحقيق وحدات القياس بطرق علمية، مثلاً تحقيق المتر من خلال استخدام الليزر.
3. وضع مراحل مبدأ السلاسل وهي سلسلة متواصلة من المقارنات، تحوي كلها كميات اللايقين المحدد، ويضمن ذلك ان تكون نتيجة قياس ما أو قيمة معيار ما مرتبطة بمراجع المستويات الأعلى، منتهية بالمعيار الامامي.

إن سلامتنا تعتمد على قيام العاملين في المقاييس بعملهم بإتقان، وفي الواقع فإن القياسات الدقيقة التي يمكن الاعتماد عليها والمقبولة دولياً أصبحت ضرورية في عالمنا الحديث، وللوصول الى ذلك ولبناء قدرات قادرة على إجراء قياسات دقيقة وموثوق بها، لا بد من وجود نظام قياس وطني يعتمد على معايير قياس وطنية ذات خواص فنية عالية، يمكن من خلالها نشر وحدات القياس إلى باقي أجهزة وأدوات القياس بشكل يضمن القيام بإجراء قياسات دقيقة ومتوافقة مع الممارسات الدولية.

أهداف المترولوجيا:

يعتمد الاقتصاد العالمي على القياسات والاختبارات الموثوقة والمُعترف بها على المستوى الدولي، ولتحقيق ذلك يجب أن تتوفر البنية الأساسية في مجال المترولوجيا، حيث يسهم وجود هذه البنية بالدولة في:

أ. التطور العلمي والتقني.

ب. دعم الاقتصاد الوطني.

ت. ضمان العدالة في التعامل التجاري وتحسين جودة المنتجات والعمليات الصناعية.

ث. حماية صحة وسلامة أفراد المجتمع وحماية المستهلك والحفاظ على البيئة.

ج. رفع كفاءة العاملين وتعزيز قدراتهم وإكسابهم المهارات والخبرات التي تسهم في تطوير أنشطة المترولوجيا.

ح. الاعتراف الدولي المتبادل بنتائج القياس والفحص والمعايرة

ونذكر أهمية علم القياس على سبيل المثال في هذه المجالات:

الصناعة: أساس أي تطور علمي أو صناعي هو القياس وبدونه لا يمكن أن تتقدم أي صناعة، فمعظم العمليات الصناعية ووسائل مراقبتها وضبط جودة مخرجاتها تعتمد على القياس، كما تقاس جودة المنتجات والخدمات بمدى تلبيتها لمتطلبات السوق فلا يمكن الحكم على مخرجات أي تصميم لأحد المنتجات دون استخدام وسائل قياس موثوق بها.

التجارة: تستند معظم المعاملات التجارية إلى القياس لبيان كمية أو حجم أو جودة المنتجات الخاضعة لعملية التبادل التجاري، لذا فوجود نظام مقاييس وطني موثوق به ومقبول دولياً يسهل تبادل السلع عبر الحدود الوطنية إضافة إلى حماية الاقتصاد الوطني بشكل عام.

3.2 الاستثمار: عند الاستثمار في أي بلد ينظر المستثمر إلى البنية التحتية للبلد، وتعتبر البنية التحتية لجودة المنتجات والخدمات والتي تتمثل في وجود نظام مقاييس قادر على ضمان الثقة في نتائج القياس هو الأساس.

4.2 **إنفاذ التشريعات:** حيث تحدد التشريعات الحدود الحرجة للكميات التي تحتاج قياسات وبخلاف ذلك لا يمكن ضمان تطبيق التشريعات، ويتوقف نوع الكميات المقاسة على المنتجات المحددة بالتشريعات.

5.2 **الرعاية الصحية:** يعتمد الأطباء على نتائج القياسات في المختبرات لعلاج المرضى

المعاهد الوطنية للمترولوجيا NMIs:

في العديد من البلدان توجد جهة وطنية تسمى المعهد الوطني للمترولوجيا أو أي اسم اخر ومنشآت المعايرة وهيئات الاعتماد التي تنفذ وتحافظ على البنية الأساسية للقياس يؤثر NMIS على كيفية إجراء القياسات في بلد ما والاعتراف بها من قبل المجتمع الدولي، والذي له تأثير واسع النطاق في مجتمعه (بما في ذلك الاقتصاد، والطاقة، والبيئة، والصحة، والتصنيع والصناعة وثقة المستهلك تعد تأثيرات علم القياس على التجارة والاقتصاد من أسهل التأثيرات المجتمعية التي تمت ملاحظتها. لتسهيل التجارة العادلة، يجب أن يكون هناك نظام قياس متفق عليه تكون مهامه ما يلي:

- أ. المحافظة على معايير القياس الوطنية.
- ب. التأكد من سلسلتها للنظام الدولي للقياس.
- ت. توفير المعايرة للمعايير ذات المستوى الأدنى.
- ث. تقديم المشورة والتعاون مع الحكومة والعملاء.
- ج. التعاون مع منظمات التقييس الإقليمية والدولية.
- ح. عقد البحوث في مجال المترولوجيا ما أمكن ذلك.

المعاهد الوطنية للمترولوجيا وحماية المستهلك:

مع المتغيرات العالمية التي تشهدها التجارة العالمية ترتب على ذلك انسياب السلع والمنتجات بسهولة ويسر عبر الحدود ليجد المستهلك سيل من البضائع متفاوتة السعر والجودة مما يؤدي إلى تشويشه واضطرابه، فهو لا يستطيع أن يحدد أي منها أجود أو أكثر أماناً وذات كفاءة عالية في الأداء، لذا اصبح بحاجة ماسة لقياسات دقيقة موثوقة عبر مختبرات ذات كفاءة فنية من خلال نظام جودة قوي يضمن الدقة والإسناد المترولوجي لوحدات

القياس الدولية في جميع أنشطة الاختبار التي تقوم بها المختبرات، ولضمان الثقة في نتائج هذه المختبرات أصدرت الهيئة الدولية لاعتماد المختبرات مجموعة من السياسات والوثائق الاسترشادية لتحقيق مبدأ الإسناد المتولوجي بالوفاء بينود محددة في المواصفة (ISO 17025:2017) الخاصة بالمتطلبات العامة لكفاءة مختبرات الاختبار والمعايرة ، لأجل تحقيق ذلك أنشأت الدول الصناعية بدورها مراكز علمية وطنية للمتولوجيا، لتكون العمود الفقري لنظام الجودة، ولتقديم خدمات متولوجية من قياس ومعايرة عالية الدقة معتمدة وموثوق بها محلياً ودولياً لجميع القطاعات العلمية والصناعية والاقتصادية والصحية والقانونية وغيرها.

الاشتراطات اللازمة للاعتراف الدولي بمختبرات المتولوجيا الوطنية:

يتم تحقيق الاعتراف المتبادل بين المعاهد الوطنية للمتولوجيا المشاركة في برامج الاعتراف الدولي -CIPM MRA بتحقيق المعايير التالية:

- أ. خلال أنظمة جودة والتي تحكم عملية تقديم الخدمة مثل (ISO17025:2017)، ISOGuide34،
- ب. من خلال إمكانيات القياس والمعايرة (CMCs) والمنشورة في موقع BIPM.
- ت. من خلال المشاركة في عمليات المقارنات الدولية والتي تثبت الكفاءة الفنية للمختبر المشارك في عملية المقارنة.

ختاماً تعد المتولوجيا مكوناً حيويًا في تعزيز التنمية الاقتصادية وحماية المستهلك، إن نظام القياس والمعايرة السليم المرتبط بالنظم العالمية هو الوسيلة الأساسية للحصول على الاعتراف الدولي والقدرة على المنافسة في مجالات الصناعة والتجارة واستقطاب المستثمرين. كما يسهم في إزالة العوائق الفنية وتسهيل التجارة البينية وضمان العدالة في التعامل التجاري وتحسين جودة المنتجات وحماية صحة وسلامة أفراد المجتمع.

المصادر:

1. www.bipm.org
2. [/http://www.npl.co.uk/si-units/redefining-the-si-units](http://www.npl.co.uk/si-units/redefining-the-si-units)
3. <https://www.nist.gov/si-redefinition/kilogram-introduction>
4. <https://nasainarabic.net/main/articles/view/its-time-to-redefine-the-kilogram>

5. محاضرة المترولوجيا والنظام الدولي للوحدات، تناصر صالح سعيد، تنظيم المنظمة العربية للتنمية الصناعية والتعدين، أكتوبر 2020.
6. [علم القياس - المعرفة \(marefa.org\)](http://marefa.org)