الباب الأول

القياس قديماً وحديثاً

تعتبر المقاييس والأوزان من بين الوسائل الأولى التى ابتكرها الإنسان . فالمجتمعات البدائية وجدت أنها بحاجة إلى مقاييس مختلفة لتنفيذ كثير من الأعمال مثل بناء المساكن وتحديد مساحات الأراضى الزراعية ، ولقايضة المواد الغذائية والمواد الخام ، ولمراقبة فيضان الأنهار والتحكم فيها ،وغير ذلك من شئون الحياة المختلفة .

وقد أجال الإنسان نظره ، بطبيعة الحال ، فيما حوله . وتأمل نفسه فوجد ضالته فى أجزاء جسمه وفى الظواهر الطبيعية . واتخذ الذراع ، وكف اليد ، والأصبع وغيرها مقاييس للطول ، كما استفاد من شروق الشمس وغروبها ودورة القمر والفصول الأربعة فى استنباط مقياس للزمن ، وتشير النقوش والآثار التى خلفها البابليون ، والمصريون القدماء أن الطول كانت الكمية الأولى التى تم قياسها . واستطاع الإنسان قياس السعة (الحجم) عن طريق ملء إناء بالحبوب ثم سكبها وعدها ، ولما وجد أن تلك الطريقة غير عملية ، ابتكر مكاييل مبنية على أساس وحدة الطول ، وتلا ذلك اختراع الموازين البسيطة واتخذ الأحجار والحبوب أوزاناً (سنجا) لها .

وأخذ كل مجتمع من المجتمعات البشرية ينشىء مقاييسه ويطورها طبقاً لاحتياجاته وحضارته وإمكاناته العلمية . وربما أخذ عن غيره من المجتمعات بعض الوحدات ثم أضاف إليها تبعاً لظروفه . لذلك نشأت نظم لوحدات القياس وتنوعت

وتعددت فى كل دولة . ومن أهم هذه النظم النظامان المترى والإنجليزى .

وقد بذلت محاولات وجهود كبيرة ومضنية لخلق نظام موحد لتلك الوحدات يكون مرجعاً عامًا لكافة البشر ، ويعتبر فى الوقت ذاته صالحاً لجميع الأغراض العلمية والفنية والتجارية وغيرها . وقد توجت هذه الجهود بنظام يسمى « النظام الدولى لوحدات القياس » . ونجد من المناسب قبل أن نقدم للقارئ تكوين هذا النظام الدولى ، وتعاريف وحداته ومزاياه التى يتفوق بها على كافة النظم الأخرى ، أن نلقى الضوء بإيجاز اللمحات الرئيسية لتاريخ وتطور وحدات القياس والجهود المضنية التى أدت إليه .

١ / ١ القياس عند قدماء المصريين :

كان للمصريين القدماء دور بارز فى مجال إنشاء وتطوير وحدات القياس ، فقد كانوا أول من ابتكر نظاماً عشريًا للمقاييس والأوزان ، وأول من وضع رموزاً محددة للأعداد ١ – ١٠ – ١٠٠ – ١٠٠٠ . كما استخدموا النظام العشرى فى التعبير عن مضاعفات وحدات القياس الأساسية . وكانت أهم وحداتهم ما يلى :

١ – الذراع :

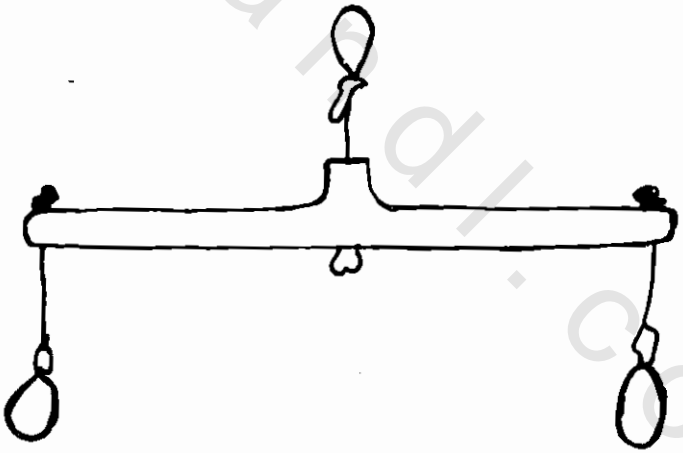
وتساوى ٥٢٩ مم ، اتخذت وحدة أساسية للطول وسميت « مية » وكان التمثيل العملى لها عبارة عن قطعة من الجرانيت الأسود مقسمة إلى ستة أجزاء كل منها يساوى كفًا سموها « سيشاب » كما قسموا السيشاب إلى أربع أصابع وكل أصبع بالتالى قسم إلى أقسام أصغر . ومضاعفات الذراع هى خت (= ١٠٠ ذراع) .

٢ – السيشت :

وقد اتخذت وحدة لمساحة الأراضى الزراعية وتساوى ختًا مربعاً (أى ١٠,٠٠٠

ذراع مربع) هذا بالإضافة إلى وحدات أخرى للحجوم والكتلة . وكانت وحدة الحجوم لديهم واسمها « تنات » مقسمة إلى ١٢٨ قسماً متساوياً . أما وحدات الكتلة فكانت عبارة عن أوزان (سنج) من الرخام . ومما يثير الدهشة والإعجاب حقًّا أن بعض هذه السنج كانت تحتوى على فجوة للضبط (بواسطة معدن الرصاص) وهى ذات الطريقة المتبعة حاليًّا فى ضبط الأوزان عند صناعتها أو معايرتها .

وقد ابتكر المصريون كذلك الموازين . ويوضح الشكل رقم (١) ميزاناً لقدماء المصريين (٥٠٠٠ سنة قبل الميلاد) وجد فى أحد المقابر فى مصر ، وطول قب هذا الميزان حوالى ٨,٥ سم .



الشكل رقم (١)

ميزان قدماء المصريين

openkapdl.com

وقد كان المصريون أيضاً أول من وضع أساس ما يعرف اليوم بالمترولوجيا أو القياسات القانونية ، إذ أنهم وضعوا نظاماً يقضى بضرورة مراجعة أدوات القياس على المراجع الأساسية لها دوريًا .

١ / ٢ القياس عند الرومان :

وكما كان للمصريين دور رائد فى ابتكار وتطوير وحدات للقياس وصناعة أدواته ، فقد كانت للرومان مساهمات قيمة فى هذا المجال . ذلك أنهم أول من استعمل الألواح ذات الفتحات فى قياس كميات الماء الموزعة على المنازل ، كما أنهم كانوا أول من استعمل الطريقة الاثنى عشرية فى العد ، وقد قسموا الـ « بسر » ، أى القدم الرومانية ، إلى اثنى عشر قسماً سموا كلا منها « أونصيه » ومنها اشتقت ، فيما بعد ، الكلمتان « أنش أى بوصة » و« الأونس » أى أوقية . وقد استعمل الرومان وحدة لقياس الطول مساوية ٥٠٠٠ قدم وهى الميل ، كما استعمل الرومان أيضاً « الليبرة » أى الباوند أو الرطل وحدة أساسية للوزن ووحدة « أمفورا » وتساوى قدماً مكعبة فى قياس الحجوم . أما وحدة المساحة لديهم فكانت تسمى « جوجيرم » وبالإضافة إلى ذلك فقد كانت لهم وحدات أخرى لا يتسع المقام لسردها .

١ / ٣ القياس عند الأوربيين :

أخذ الأوربيون عن الرومان وحداتهم ، غير أن تطور المجتمعات ، بعد سقوط الإمبراطورية الرومانية ، أدى إلى ظهور أوزان ومقاييس محلية خاصة بها مما أوجد كثيراً من اللبس .

وفى عام ٧٨٩ م أصدر الملك « شارلمان » مرسوماً يقضى بتوحيد المقاييس فى جميع البلاد الواقعة تحت سلطانه ، ولكن لسوء الحظ فشلت هذه المحاولة واستمر الوضع بالنسبة للمقاييس على ما هو عليه من تعدد وارتباك ، وذلك رغم محاولات

أخرى بذلت لتوحيدها فى القرنين الخامس عشر والسادس عشر.

وفى عام ١٦٧٠ ابتكر الفرنسيون وحدة لقياس الأطوال «توازدى شاتيليه» . وهى تساوى ستة أمثال قدم الملك. وكانت هذه القدم الملكية تعادل ٣٢,٥ سم ،ومنه اشتقت البوصة بالقسمة على ١٢ واللنية بالقسمة على ١٤٤ ، والنقطة بالقسمة على ١٧٢٨ . وفى القرن السادس عشر اتخذ الإنجليز «الباوند» وحدة لقياس الوزن ، ويعادل ٤٥٣ جم ، ومنه اشتقت الأونس (أى الأوقية) . كما اتخذوا اليردة وحدة للطول وهى تساوى ثلاث أقدام ، والقدم تساوى ١٢ بوصة . واليردة والباوند هما أساس النظام الإنجليزى للوحدات .

١ / ٤ نشأة النظام المترى :

قام بعض العلماء الفرنسيين فى عام ١٧٤٢ م بإجراء دراسة لمقارنة وحدات القياس الباريسية بنظيراتها المستخدمة فى إنجلترا . واتضح من هذه المقارنة أن القدم الفرنسية تزيد على القدم الإنجليزية بحوالى ٦ ٪ . وأيضاً يزيد الرطل الفرنسى على مثيله الإنجليزى بحوالى ٨ ٪ . فاتجه هؤلاء العلماء للبحث عن وحدة ثابتة لا تنتمى لأية دولة بحيث يمكن اتخاذها أساساً لبناء نظام للقياس عالمى الصبغة . وفى هذا الصدد قدم اقتراحان لاختيار وحدة الطول . وكان الاقتراح الأول هو اتخاذ طول البندول الذى زمن دورته يساوى ثانية واحدة وحدة لقياس الطول ، أما الاقتراح الثانى فهو أن تكون وحدة الطول هى طول جزء معين من خط الطول للكرة الأرضية .

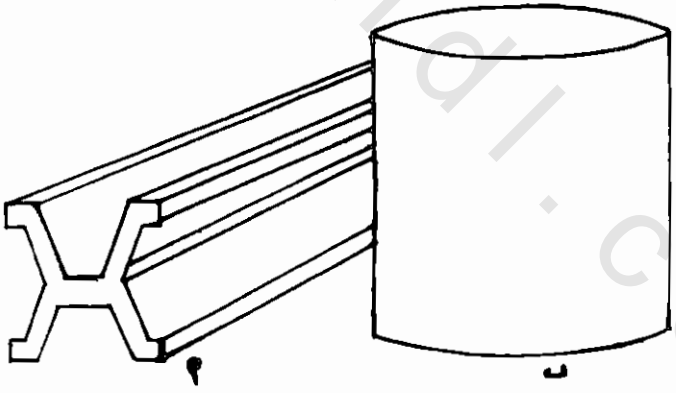
وفى عام ١٧٩٠ طلب العلامة الفرنسى «تاليراند» من أكاديمية العلوم دراسة الاقتراحين المشار إليهما ، فرفضت الأكاديمية الاقتراح الأول لأن طول البندول يعتمد على جاذبية الأرض وبالتالى فإن الوحدة المبنية على طول البندول لن تكون ثابتة بل سوف تتغير من مكان لآخر على سطح الكرة الأرضية وأيدت الأكاديمية الاقتراح

الثانى وبناء على توصية منها أنشئ نظام لوحدات القياس ، وعرف المتر بأنه الطول الذى يساوى جزءاً من عشرة ملايين جزء من طول ربع خط الطول . وتكون وحدتا المساحة والحجوم فى هذا النظام هما المتر المربع والمتر المكعب على التوالى . وعرف الكيلو جرام بأنه كتلة ديسيمتر مكعب من الماء عند ٤م وللحصول على مضاعفات أجزاء الوحدات الأساسية ، فقد تقرر استعمال بادئات عشرية مثل كيلو(= ١٠٠٠) وهكتو «= ١٠٠) ، وديكا (=١٠» وديسى (٠,١) وسنتى (٠,٠١) . وملى (= ٠,٠٠١) . . إلخ . تلحق بالوحدات الأساسية ، فمثلا للتعبير عن ١٠٠٠ متر يقال كيلو متر أما ٠,٠٠١ متر فيقال لها مليمتر . وهكذا .

ونظراً الأن هذا النظام الجديد ، كما رأينا ، قد بنى على المتر فقد سمى النظام المترى ، ولو عم استعمال هذا النظام لكان كفيلاً بأن يمنع حدوث كثير من المتاعب والجهود فى مجالات الحياة المختلفة سواء العملية أو العلمية أو التكنولوجية أو الاقتصادية وغيرها . غير أنه لسوء الحظ لما عرض هذا النظام على الأمريكيين والبريطانيين رفضوا قبوله بحجة أنه نظام غير عملى ، وأضاعوا بذلك فرصة ذهبية لتناسق أعمال القياس فى العالم وتوحيدها ، واستمروا بعد ذلك فى اشتقاق وحدات قياس خاصة بهم . وبعد أن تم الاتفاق على أسس النظام المترى وجهت الجهود بقيادة العالمين «دى لامبر» و «ميشان» لقياس قوس خط الطول فيما بين دنكرك وبرشلونة حتى يمكن تحديد طول المتر وتمثيله عملياً ، وفى الوقت ذاته قام الكيميائى «لافوازييه» بقياسات دقيقة لإيجاد وزن (أوكتلة) حجم معين من الماء ، وأمكن نتيجة هذه الجهود جميعاً بناء أمام طرفى من البلاتين يمثل المتر ، وآخر من البلاتين أيضاً يمثل الكيلو جرام ، وأودع هذان الإمامان فى ٢٢ يونية ١٧٩٩ فى دار المحفوظات الفرنسية بباريس وهما يعتبران نقطة البدء الأساسية فى تطوير النظام الدولى لوحدات القياس .

وقد أدخل النظام المترى فى عدد من الدول ، ففى عام ١٨٦٤ م سمح باستخدامه إلى جانب النظام الإنجليزى فى بريطانيا . وبعد ذلك بثلاث سنوات التقى عدد كبير من

علماء العالم فى معرض دولى فحفزهم ما شاهدوه من تطور صناعى كبير إلى إنشاء لجنة للأوزان والمقاييس والنقود بهدف خلق تجانس أكبر فى مجالات الأوزان والمقاييس والنقود فى العالم . ودعت الحكومة الفرنسية عدداً من الدول لإيفاد مندوبين عنها لاجتماع دولى بشأن النظام المترى ، وأدى ذلك لإنشاء «اتفاقية المتر» عام ١٨٧٥ م التى تقرر بموجبها عمل نسخ من المتر والكيلو جرام الموجودين بدار المحفوظات الفرنسية لتوزيعها على الدول المختلفة . وقد تم ذلك بالفعل عام ١٨٩٩ وأودع المكتب الدولى للأوزان والمقاييس بباريس نموذجان : أحدهما للمتر والآخر للكيلو جرام ، وتقرر اعتبارهما المرجع الأساسى للقياس فى النظام المترى، ويوضح الشكل رقم(٢) رسماً لهذين الإمامين . والمتر الإمامى عبارة عن قضيب خطى ذى مقطع على شكل حرف X ، أما الكيلو جرام فهو عبارة عن أسطوانة قطرها يساوى ارتفاعها (= ٣٩ مم) .



الشكل رقم (٢)

(أ) المتر الأمامى
(ب) الكيلو جرام الأمامى
(المقاس الأمامى مساو للمقاس الطبيعى)

مر النظام المترى بعد إنشائه بتطورات أدت إلى ظهور عدة أشكال منه ، فقد ظهر نظام السنتيمتر - الجرام - الثانية ، الذى يشار له اختصاراً بسم جم ث ، ويستخدمه الفيزيائيون فى المجالات العلمية ، وكذا نظام المتر - الكيلوجرام - الثانية ، الذى يرمز له بـ م كجم ث ، للاستعمال فى المجالات العلمية ثم نظام المتر - الطن - الثانية للاستعمال فى مجالات الصناعات الثقيلة ، وفى مطلع هذا القرن اقترح «جورجى جيوفانى» العالم الإيطالى إضافة وحدة كهربائية (الأوم أو الأمبير) إلى نظام م . كجم . ث حتى يصبح هذا النظام صالحاً لجميع القياسات الميكانيكية والكهربائية والمغنطيسية ، وبعد تردد استمر نحو ٣٤ عاماً أخذ العلماء باقتراح جورجى واتخذ الأمبير وحدة رابعة .

٥/١ النظام الدولى لوحدات القياس :

اتجه العالم بعد الحرب العالمية الثانية إلى تعميق الترابط والتعاون بين الدول ، واتخاذ كل ما يؤدى إلى تحقيق تفاهم دولى أفضل فى المجالات الصناعية والعلمية والتكنولوجية والتجارية وغيرها ، ومن أهم الوسائل التى تؤدى إلى تلك الغاية وجود نظام عام لوحدات القياس يكون مقبولاً من المجتمع الدولى . وبدراسة موقف وحدات القياس على الصعيد الدولى وجد أن هناك عدة نظم لوحدات القياس ، فالنظام المترى بأشكاله المختلفة سم . جم . ث ، م . كجم . ث ، م . طن . ث تستخدم فى الدول المترية بالإضافة إلى وحدات أخرى محلية ، كما أن النظام الإنجليزى مستخدم فى إنجلترا ومستعمراتها السابقة وفى الولايات المتحدة ، وأن وحداته ، وإن كانت تنتمى لنظام واحد ، إلا أن قيمها لم تكن واحدة فى كل من إنجلترا وأمريكا . كذلك فقد كان من الضرورى إيجاد نظام موحد ليستعمل فى العالم كله ، وقد أدت الجهود المبذولة فى هذا السبيل إلى تبنى نظام سمى «النظام الدولى لوحدات القياس» .

تكوين النظام الدولى لوحدات القياس :

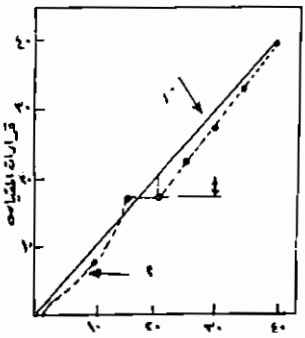
يتكون النظام الدولى لوحدات القياس من ثلاث مجموعات من وحدات القياس

تسمى المجموعة الأولى منها «الوحدات الأساسية» وتتكون من سبع وحدات هى المتر (وحدة الطول) والكيلو جرام (وحدة الكتلة) والثانية (وحدة الزمن) والأمبير (وحدة للتيار) والقنديلة (لشدة الإضاءة) والكلفن (لدرجة الحرارة الديناميكية) والجزىء الجرامى (المول) لكمية المادة . أما المجموعة الثانية فهى عبارة عن وحدتين هما الزاوية نصف القطرية (راديان) وحدة للزاوية المستوية والزاوية نصف القطرية المجسمة (ستراديان) وحدة للزاوية المجسمة وتسمى هذه المجموعة الوحدات المكملة . أما المجموعة الثالثة فهى تضم وحدات تشتق من الوحدات الأساسية بالضرب أو القسمة لكميتين أساسيتين أو أكثر وتسمى هذه المجموعة الوحدات المشتقة .

ويتفوق النظام الدولى لوحدات القياس على النظم الأخرى بميزات أهمها ما يلى :

١ - أنه نظام دولى موصى به ، ومن ثم فهو لغة مشتركة لجميع الدول ، وأنه صالح لجميع المجالات ، وهو بهذا نظام يربط بين جميع الاهتمامات المختلفة مما يجعله وسيلة هامة من وسائل التقييس العالمى .

٢ – توجد بين وحدات هذا النظام المشتقة والأساسية علاقات بسيطة فمثلاً وحدة السرعة = ١ م / ث ، ووحدة القوة – ١ كجم . م / ث . . . إلخ . ويلاحظ فى هذه الأمثلة اختفاء المعاملات العددية التى كانت توجد فى ظل النظم الأخرى للوحدات ، وهذه الميزة تيسر إجراء الحسابات اللازمة للتصميم أو معالجة نتائج القياسات .



الشكل رقم (٣)

القيم الناتجة (المعيرة)

منحى التصحيح للأخطاء الإستاتيكية

(١) التدريج المعير (قيم حقيقية) .

(٢) خط قراءات الجهاز

(٣) خطأ إستاتيكى عند قيمة حقيقية ٢٠ .