

الباب الأول

القياس قديماً وحديثاً

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

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

وأخذ كل مجتمع من المجتمعات البشرية ينشئ 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 في كل دولة . ومن أهم هذه النظم النظامان المترى والإنجليزي .
وقد بذلت محاولات وجهود كبيرة ومضنية لخلق نظام موحد لتلك الوحدات
يكون مرجعاً عاماً لكافة البشر ، ويعتبر في الوقت ذاته صالحاً لجميع الأغراض
العلمية والفنية والتجارية وغيرها . وقد توجهت هذه الجهود بنظام يسمى « النظام
الدولى لوحدات القياس » . ونجد من المناسب قبل أن نقدم للقارئ تكوين هذا
النظام الدولى ، وتعريف وحداته ومزاياه التى يتفوق بها على كافة النظم الأخرى . أن
نلقى الضوء بإبراز المحطات الرئيسية لتاريخ وتطور وحدات القياس والجهود المضنية
التي أدت إليه .

١ / ١ القياس عند قدماء المصريين :

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

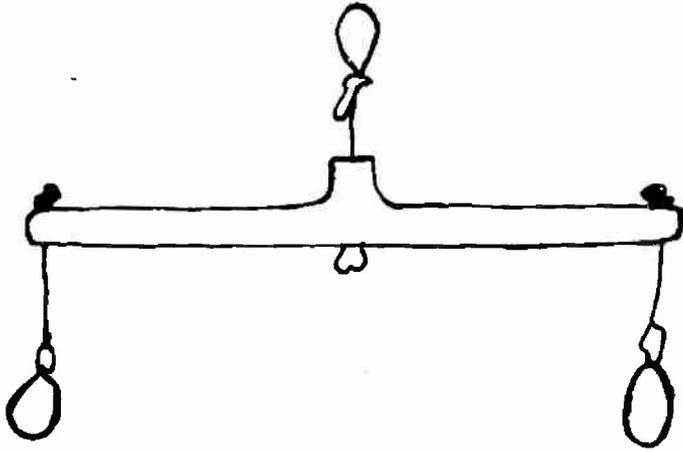
١ - الذراع :

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 كفاً سموها « شيشاب » كما قسموا الشيشاب إلى أربع أصابع وكل أصبع بالتالى
قسم إلى أقسام أصغر . ومضاعفات الذراع هى خت (= ١٠٠ ذراع) .

٢ - الشيشت :

وقد اتخذت وحدة لمساحة الأراضي الزراعية وتساوى ختاً مربعاً (أى ١٠٠.٠٠٠

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 حقاً أن بعض هذه السنج كانت تُحتوى على فجوة للضبط (بواسطة معدن الرصاص) وهي ذات الطريقة المتبعة حالياً في ضبط الأوزان عند صناعتها أو معايرتها . وقد ابتكر المصريون كذلك الموازين . ويوضح الشكل رقم (١) ميزاناً لقدماء المصريين (٥٠٠٠ سنة قبل الميلاد) وجد في أحد المقابر في مصر ، وطول قب هذا الميزان حوالي ٨,٥ سم .



الشكل رقم (١)
ميزان قدماء المصريين

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

٢ / ١ القياس عند الرومان :

وكما كان للمصريين دور رائد في ابتكار وتطوير وحدات للقياس وصناعة أدواته ، فقد كانت للرومان مساهمات قيمة في هذا المجال . ذلك أنهم أول من استعمل الألواح ذات الفتحات في قياس كميات الماء الموزعة على المنازل ، كما أنهم كانوا أول من استعمل الطريقة الاثني عشرية في العد ، وقد قسموا الـ « بس » ، أى القدم الرومانية ، إلى اثني عشر جزءاً سماوا 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 « اللييرة » أى الباوند أو الرطل وحدة أساسية للوزن ووحدة « أمفورا » وتساوى قدماً مكعبة في قياس الحجم . أما وحدة المساحة لديهم فكانت تسمى « جوجيرم » وبالإضافة إلى ذلك فقد كانت لهم وحدات أخرى لا يتسع المقام لسردها .

٣ / ١ 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 في جميع البلاد الواقعة تحت سلطانه ، ولكن لسوء الحظ فشلت هذه المحاولة واستمر الوضع بنسبة للمقاييس على ما هو عليه من تعدد وارتباك ، وذلك رغم محاولات

أخرى بذلت لتوحيدها في القرنين الخامس عشر والسادس عشر .
 وفي عام ١٦٧٠ ابتكر الفرنسيون وحدة لقياس الأطوال «توازدي شاتيليه» .
 وهي تساوي ستة أمثال قدم الملك . وكانت هذه القدم الملكية تعادل ٣٢.٥ سم ، ومنه
 اشتقت البوصة بالقسمة على ١٢ والlinie بالقسمة على ١٤٤ ، والنقطة بالقسمة على
 ١٧٢٨ . وفي القرن السادس عشر اتخذ الإنجليز «الباوندا» وحدة لقياس الوزن .
 ويعادل ٤٥٣ جم . ومنه اشتقت الأونس (أى الأوقية) . كما اتخذوا الباردة وحدة
 للطول وهي تساوي ثلاث أقدام ، والقدم تساوي ١٢ بوصة . والباردة والباوندا هما
 أساس النظام الإنجليزي للوحدات .

١ / ٤ نشأة النظام المترى :

قام بعض العلماء الفرنسيين في عام ١٧٤٢ م بإجراء دراسة لمقارنة وحدات
 القياس الباريسية بنظيراتها المستخدمة في إنجلترا . واتضح من هذه المقارنة أن القدم
 الفرنسية تزيد على القدم الإنجليزية بحوالى ٦ ٪ . وأيضاً يزيد الرطل الفرنسى على
 مثيله الإنجليزي بحوالى ٨ ٪ . فانجه هؤلاء العلماء للبحث عن وحدة ثابتة لا تتشى
 لأية دولة بحيث يمكن اتخاذها أساساً لبناء نظام للقياس عالمى الصبغة . وفي 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 .

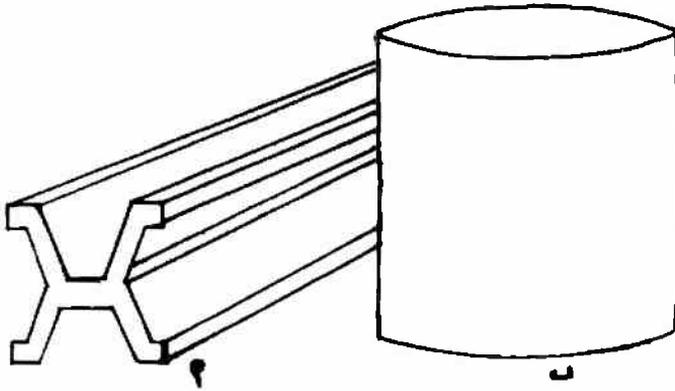
وفي عام ١٧٩٠ طلب العلامة الفرنسى «تاليراند» من أكاديمية العلوم دراسة
 الاقتراحين المشار إليهما ، فرفضت الأكاديمية الاقتراح الأول لأن طول البندول يعتمد
 على جاذبية الأرض وبالتالي فإن الوحدة المبنية على طول البندول لن تكون ثابتة بل
 سوف تتغير من مكان لآخر على سطح الكرة الأرضية وأيدت الأكاديمية الاقتراح

الثاني وبناء على توصية منها أنشئ نظام لوحدات القياس ، وعرف المتر بأنه الطول الذي يساوي جزءاً من عشرة ملايين جزء من طول ربع خط الطول . وتكون وحدتا المساحة والحجوم في هذا النظام هما المتر المربع والمتر المكعب على التوالي . وعرف الكيلو جرام بأنه كتلة ديسيمتر مكعب من الماء عند 4م وللحصول على مضاعفات أجزاء الوحدات الأساسية ، فقد تقرر استعمال بادئات عشرية مثل كيلو(= 1000) وهكتور « = 100 » ، وديكا(= 10) وديسي (0.1) وسنتي (0.01) . وملي (= 0.001) . الخ . تلحق بالوحدات الأساسية . فمثلا للتعبير عن 1000 متر يقال كيلو متر أما 0.001 متر فيقال لها مليمتر . وهكذا .

ونظراً الآن هذا النظام الجديد ، كما رأينا ، قد بنى على المتر فقد سمي النظام المترى . ولوعم استعمال هذا النظام لكان كفيلاً بأن يمنع حدوث كثير من المتاعب والجهود في 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 عملي ، وأضاعوا بذلك فرصة ذهبية لتناسق أعمال القياس في العالم وتوحيدها ، واستمروا بعد ذلك في 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 ، وفي الوقت ذاته قام الكيميائي «لافوازييه» بقياسات دقيقة لإيجاد وزن (أوكتلة) حجم معين من الماء ، وأمكن نتيجة هذه الجهود جميعاً بناء أمام طرفي من البلاطين يمثل المتر ، وآخر من البلاطين أيضاً يمثل الكيلو جرام ، وأودع هذان الإمامان في ٢٢ يونية ١٧٩٩ في دار المحفوظات الفرنسية بباريس وهما يعتبران نقطة البدء الأساسية في تطوير النظام الدولي لوحدات القياس .

وقد أدخل النظام المترى في عدد من الدول ، ففي عام ١٨٦٤ م سمح باستخدامه إلى جانب النظام الإنجليزي في بريطانيا . وبعد ذلك بثلاث سنوات التقى عدد كبير من

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



الشكل رقم (٢)

- (١) المتر الإمامي
 (ب) الكيلو جرام الإمامي
 (المقاس الإمامي مساو للمقاس الطبيعي)

مر النظام المترى بعد إنشائه بتطورات أدت إلى ظهور عدة أشكال منه ، فقد ظهر نظام الستيمتر - الجرام - الثانية ، الذى يشار له اختصاراً بـ سم . جـ م . ، ويستخدمه الفيزيائيون فى المجالات العلمية ، وكذا نظام المتر - الكيلوجرام - الثانية ، الذى يرمز له بـ م . كـ جـ م . ، للاستعمال فى المجالات العلمية ثم نظام المتر - الطن الثانية للاستعمال فى مجالات الصناعات الثقيلة ، وفى مطلع هذا القرن اقترح « جورجى جيوفانى » العالم الايطالى إضافة وحدة كهربائية (الأوم أو الأمبير) إلى نظام م . كـ جـ م . حتى يصبح هذا النظام صالحاً لجميع القياسات الميكانيكية والكهربائية والمغناطيسية . 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 يؤدي إلى تحقيق تفاهم دولى أفضل فى المجالات الصناعية والعلمية والتكنولوجية والتجارية وغيرها ، ومن أهم الوسائل التى تؤدي 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 . كـ جـ م . ث . م . طن . ث تستخدم فى الدول المترية بالإضافة إلى وحدات أخرى محلية ، كما أن النظام الإنجليزى مستخدم فى إنجلترا ومستمراتها 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 الضروري إيجاد نظام موحد ليستعمل فى العالم كله ، وقد أدت الجهود المبذولة فى هذا السبيل إلى تبنى نظام سمي « النظام الدولى لوحدات القياس » .

تكوين النظام الدولى لوحدات القياس :

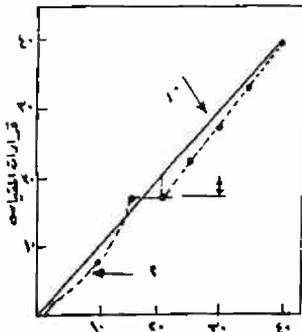
يتكون النظام الدولى لوحدات القياس من ثلاث مجموعات من وحدات القياس

تسمى المجموعة الأولى منها «الوحدات الأساسية» وتتكون من سبع وحدات هي المتر (وحدة الطول) والكيلوجرام (وحدة الكتلة) والثانية (وحدة الزمن) والأمبير (وحدة التيار) والقنديلة (لشدة الإضاءة) والكلفن (لدرجة الحرارة الديناميكية) والجزء المئوي (المول) لكمية المادة. أما المجموعة الثانية فهي عبارة عن وحدتين هما الزاوية نصف القطرية (راديان) ووحدة للزاوية المستوية والزاوية نصف القطرية المجسمة (ستراديان) ووحدة للزاوية المجسمة وتسمى هذه المجموعة الوحدات المكتملة. أما المجموعة الثالثة فهي تضم وحدات تشتق من الوحدات الأساسية بالضرب أو القسمة لكميتين أساسيتين أو أكثر وتسمى هذه المجموعة الوحدات المشتقة.

ويتفوق النظام الدولي لوحدات القياس على النظم الأخرى بميزات أهمها ما يلي :

١ - أنه نظام دولي موحد 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 العالمي .

٢ - توجد بين وحدات هذا النظام المشتقة والأساسية علاقات بسيطة فثلاً ووحدة السرعة = 1 م / ث ، ووحدة القوة = 1 كجم . م / ث^2 . إلخ . ويلاحظ في هذه الأمثلة اختلاف المعاملات العددية التي كانت توجد في ظل النظم الأخرى للوحدات ، وهذه الميزة تيسر إجراء الحسابات اللازمة للتصميم أو معالجة نتائج القياسات .



الشكل رقم (٣)

القيم الناتجة (المعدرة)

منحى التصحيح للأخطاء الإستاتيكية

(١) اندرج المعدر (قيم حقيقية) .

(٢) حط قراءات الجهاز

(٣) حطاً إستاتيكي عند قيمة حقيقية ٢٠ .