

الباب الأول

المواد الهندسية

خواصها واختبارها

PROPERTIES & TESTING OF ENGINEERING MATERIALS.

أولاً - علم مقاومة واختبار المواد

ثانياً - أهمية دراسة المواد للمهندس

ثالثاً - المواد الهندسية

١ - أنواع المواد الهندسية.

ب - مصادر خامات المواد الهندسية

ج - تكوين جسم المادة

د - اختيار المواد الهندسية

رابعاً - خواص المواد الهندسية

١ - المجال

ب - أقسام خواص المواد الهندسية

خامساً - الخواص الميكانيكية للمواد

١ - أنواع التحميل

ب - الخواص الميكانيكية الرئيسية

سادسا - اختبار المواد الهندسية

- ١ - تاريخ تطوير إجراء التجارب على المواد
- ب - عناصر اختبار المواد
- ج - أنواع وأقسام اختبار المواد
- د - ما تعنيه الاختبارات
- هـ - تصميم الاختبارات
- و - مهندس الاختبار
- ز - التجربة والاختبار
- ح - الاختبار والإدراك

سابعا - التفتيش على المواد الهندسية

ثامنا - مواصفات المواد

تاسعا - التوحيد القياسي والمواصفات القياسية :

- ١ - التطور التاريخي للتوحيد القياسي
- ب - المواصفات القياسية
- ج - هيئات التوحيد القياسي

عاشرا - التوحيد القياسي في المجالين المحلي والدولي

- ١ - التوحيد القياسي في جمهورية مصر العربية
- ب - التوحيد القياسي في الاتحاد السوفيتي
- ج - التوحيد القياسي في الهند
- د - التوحيد القياسي في الولايات المتحدة الأمريكية
- هـ - المنظمة الدولية للمواصفات القياسية

أولاً — علم مقاومة واختبار المواد

يختص علم مقاومة المواد واختبارها بدراسة المواد الهندسية المختلفة التي تستخدم في إقامة المنشآت وفي صناعة المكونات وفي إنشاء وصيانة الأعمال الهندسية المدنية أو المعارية أو الميكانيكية أو الكهربائية أو الكيميائية ويتركز دور هذه الدراسات فيما يلي :

- ١ — الخواص الميكانيكية والكيميائية والطبيعية للمواد .
- ٢ — الإجهادات والاتصالات للمنشآت والمكونات من المواد المختلفة نتيجة تأثير الأحمال الإستاتيكية والديناميكية والأحمال المتكررة .
- ٣ — الظروف الواجب مراعاتها عند استعمال المواد الهندسية للحصول على كفاءة أكبر للمنشأ الهندسي .
- ٤ — الاختبارات اللازمة لإجرائها على المواد الهندسية للتحقق من صلاحيتها للأعمال المختلفة ولتعيين خواصها المتنوعة ، وليبان مدى تحملها مع الزمن .
- ٥ — المكونات والأجهزة المستعملة في اختبارات المواد الهندسية في المعمل أو في موقع العمل .
- ٦ — وجهة النظر الاقتصادية في استعمال المواد الهندسية بالنسبة لبعثها عند استخدامها في العمل الواحد أو للأعمال المختلفة .
- ٧ — الأبحاث التي أجريت أو تجري أو المطلوبة لتحسين خواص المواد الهندسية المعروفة لتلائم الاستعمالات بغاطية أكثر أو الحصول على مواد مستحدثة .

ثانياً - أهمية دراسة المواد الهندسية

من المعروف أن المواد هي التي تكون الكيان الرئيسى للأعمال الهندسية المختلفة من مباني وكبار ومكنات ... الخ . . . ولذلك فالمهندس مع اختلاف تخصصه واختلاف العمل الذي يقوم به لابد من تعامله مع المواد في جميع خطوات عمله لإنشاء العمل الهندسى والمحافظة عليه لكي يؤدي دوره كمهندس بالقدرة المرجوة منه . فمهندس التعدين يقوم باستخلاص خامات المواد من مصادرها الأولية وتركيزها لتستخدم على نطاق صناعى اقتصادى . . ومهندس التصميم - المدنى أو المعمارى أو الميكانيكى أو الكهربائى أو الكيميائى - يقوم بتصميم المنشأ أو المكنة من مادة أو مواد معينة لتحمل الأحمال والظروف التي يتطلبها العمل الجارى القيام به مراعى في ذلك الكفاءة بأقل تكاليف ممكنة . . أما المهندس القائم بالتنفيذ أو مهندس التصنيع فيقوم بعمل المنشأ أو المكنة من المواد المختلفة ويلاحظ أن يجرى هذا العمل تحت ظروف وبطرق ملائمة ليتسنى لهذا العمل الخواص والمقاومة العالية . . أما مهندس التشغيل فيقوم بتشغيل الأجهزة والمكنات المصنعة من معادن مختلفة وذلك بطريقة يراعى فيها قيام هذه المواد بعملها دون إجهاد شديد أو تعريضها أثناء التشغيل لعوامل تقلل من كفاءتها أو تؤثر على مدة حياة الأجهزة والمكنات .

أما مهندس الصيانة سواء للمنشآت أو المكنات فيقوم باستخدام مواد لصيانة المواد الأخرى التي صنعت منها هذه المنشآت والمكنات ، وكذلك إصلاح الشروخ أو الانحناءات أو الكسور التي تحدث في الأعمال الهندسية باستخدام مواد متنوعة . . .

كما يقوم مهندس التفتيش والاختبارات باختبار المواد لبيان خواصها ومدى صلاحيتها قبل استعمالها للأعمال الهندسية وأثناء التنفيذ ، كذلك بيان مدى كفاءة العمل الهندسى بعد تمامه . ومدى مطابقته ومواده للشروط المطلوبة ، أما مهندس المبيعات فيقوم بتسويق منتجات المصانع من المواد المختلفة والمكنات وكذلك المنشآت

بعلريقة صحيحة وعلى أساس علمي يبين للمشتري مدى كفاءتها وفائدتها ورخص مادتها
عن مثيلاتها من عمل آخر .

كما تقدم نرى أن عمل المهندس له صلة رئيسية مباشرة مع المواد حيث يقوم
المهندس بمسئولية تحويل المواد الخام إلى خزانات وسدود ومبان قد ترتفع لتكون
ناطحات السحاب . . وكذلك الكبارى والمصانع والسيارات والطائرات النفاثة
والسوارىخ . . إلخ . لذلك فإن قيام المهندس بأداء عمله بنجاح وكفايه يتطلب منه
معرفة تامة ودراية صحيحة بالمواد وخواصها المختلفة ومدى مقاومتها لأنواع التحميل
التي ستعرض لها في المنشأ الهندسي، كذلك مدى مقاومتها للعوامل المعرضة لها مع الزمن،
والتي تنسب في تلأها أو نقص مقدرتها من حرارة أو عوامل جوية أو ظروف
تشغيل مختلفة . وهذه المعرفة وتلك الدراية تتطلب دراسة القوانين والنظريات
التي تتحكم في اختلاف خواص وعمل المواد تحت تأثير العوامل المتنوعة ودراسة المواد
نظريا وعمليا بالاستعانة بالبيانات والمعلومات الكثيرة التي تجمعت عن ماهية المواد
نتيجة للخبرة العملية خلال السنوات الطوال منذ أن استعملت المواد لسد الاحتياجات
العمرائية في مختلف الاعمال الهندسية ومنشآتها من بداية التاريخ حتى الآن . . كذلك
تتطلب متابعة النشاط العلمى والبحوث التي تجرى على المواد بالإضافة إلى إجراء
البحوث للتوصل إلى حلول للمسائل أو المشا كل التي تقابل المهندس أثناء استخدامه
للمواد للأغراض التي يتطلبها التقدم السريع في الحضارة والعمران . .

ثالثا — المواد الهندسية

يقعده بالمواد الهندسية المواد التي يستخدمها المهندس في أعماله سواء للنبشآت مثل الأحجار والطوب والمواد الاسمنتية والخرسانة والأخشاب والبلاط والقراميد والبلاستيك والمطاط والمعادن والزجاج ومواد تغطية الأرضيات والأسقف ومواد التشييت واللبام والمواد العازلة .. وغيرها .. كذلك تلك المواد التي يستخدمها في صناعة أجهزته ومكوناته مثل الحديد والألومنيوم والنحاس .. الخ .. أو في صيانة منشآته ومكوناته مثل الطلاء والبويات والزيوت .. أو المواد التي تلزم لاستخلاص وصناعة مواد المذشآت والمكونات مثل الحجر الجيري لاستخلاص الحديد الخام أو الرمل والزلط في صناعة الخرسانة وكذلك المواد التي تستخدم لتوليد الطاقة مثل الماء والفحم والمواد البترولية ومواد الطاقة الذرية .

(١) أنواع المواد الهندسية :

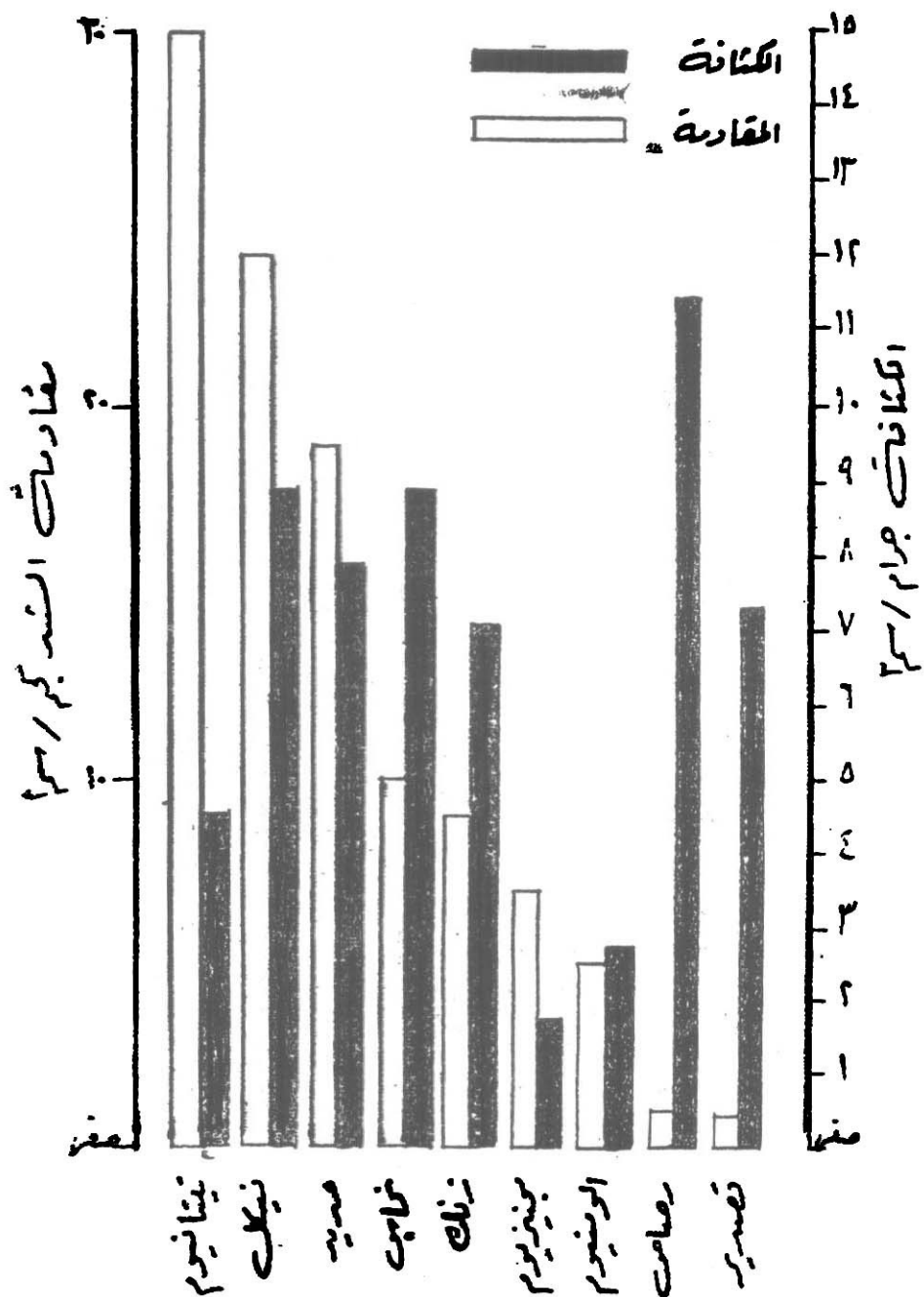
يمكن تقسيم المواد الهندسية إلى ما يأتي :

١ — المواد المعدنية : وتنقسم إلى :

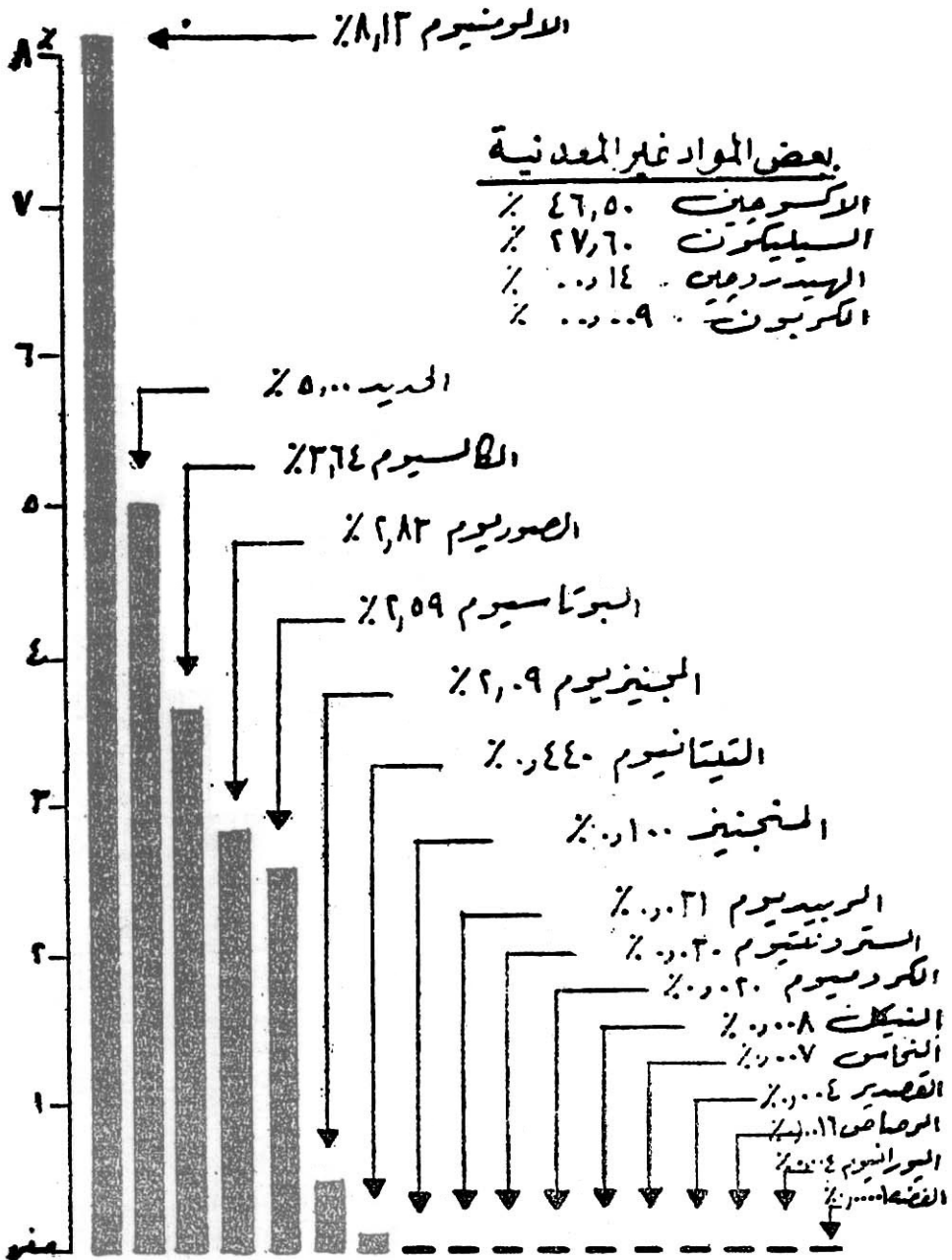
- معادن حديدية مثل الصلب والحديد الزهر والحديد المطاوع ..
- معادن غير حديدية وهي معادن ثقيلة مثل النحاس والنيكل ومعادن خفيفة مثل الألومنيوم والمغنسيوم ومعادن طرية مثل الرصاص والقصع ..

٢ — المواد غير المعدنية : وتنقسم إلى :

- مواد البناء مثل الأحجار والطوب والخرسانة والاسمنت والجبس والجير والأخشاب .. الخ .
 - مواد أخرى متنوعة مثل البلاستيك والمطاط والفلين والبويات ... الخ .
 - ٣ — المواد المولدة للطاقة : مثل الماء والمواد البترولية واليورانيوم .. الخ ..
- ويبين الشكل (١ — ١) تقسيما للمواد الهندسية .
- كما يبين الشكل رقم (١ — ٢) الكثافة التقنينة لبعض المواد الهندسية .



ش. ب. رقم (١ - ٢)
كثافة بعض المواد الخفيفة



محتويات القشرة الأرضية من المعادن
(نسبة مئوية الوزن)

(ب) مصادر خامات المواد الهندسية :

تستخرج خامات المواد الهندسية من مصادر معدنية مثل خام الحديد (الهيمايتيت) والحجر الجيري .. الخ . أو مصادر نباتية مثل الأشجار أو من مصادر حيوانية مثل البترول الخام . . . وتعتبر المصادر المعدنية هي المعين الرئيسى للمواد الهندسية .. ويمكن القول باعتبار أن الأرض والماء والهواء هي مصادر خامات المواد الهندسية، كذلك يمكن اعتبار أن متوسط تكوين الأرض والماء والهواء من المواد كما هو مبين في الجداول (١) و (٢) و (٣) . والشكل رقم (١ - ٣)

جدول رقم (١) عناصر تكوين الأرض

العنصر	الأكسجين	السليكون	الألمنيوم	الحديد	الكالسيوم	الصوديوم
%	٤٦,٦	٢٧,٧	٨,١	٥, -	٢,٦	٢,٨
العنصر	البوتاسيوم	المغنسيوم	التيتانيوم	الإيلروجين	الفوسفور	الكربون
%	٢,٦	٢,١	٠,٦٣	٠,١٤	٠,١٣	٠,٠٩٤
العنصر	المغنيز	الكبريت	الكروم	النيكل	النحاس	اليورانيوم
%	٠,٠٩٠	٠,٠٥٢	٠,٠٣٥	٠,٠١٩	٠,٠١٠	٠,٠٠٨
العنصر	التنجستن	الزنك	الرصاص	الصفيح	الفضة	الزئبق
%	٠,٠٠٥	٠,٠٠٤	٠,٠٠٢	٠,٠٠٥	٠,٠٠٠٠٤	٠,٠٠٠٠٢٥

جدول رقم (٢) عناصر تكوين ماء المحيطات

العنصر	أكسجين	الإيلروجين	الكلور	الصوديوم	المغنسيوم	البروميد
%	٨٥,٧٩	١٠,٦٧	٢,٠٧	١,١٤	٠,١٤	٠,٠٠٨

جدول رقم (٢) عناصر تكوين الهواء

العنصر	النيتروجين	الأكسجين	الأرجون	النيون
٪	٧٢,٠٣	٢٠,٩٩	٠,٩٤	٠,٠١٢

وليست خامات المواد موزعة توزيعاً متساوياً كما هو مبين بالجداول السابقة ولكن يتركز كل منها في مناطق معينة من الأرض بنسب عالية . . وتعتبر هذه المناطق من الأماكن الاقتصادية مثل المناجم لاستخراج هذه الخامات . . فثلاً متوسط نسبة معدن الحديد بالأرض حوالى ٠.٥٪ بينما لا يعتبر المسكان الذى يستخرج منه خام الحديد صالحاً للاستعمال اقتصادياً إلا إذا كانت نسبة الحديد فيه حوالى ٥٠.٪.

(ج) تكوين جسم المواد الهندسية :

يتكون جسم المادة من عدد كبير من الذرات التى ينشأ فيما بينها قوى تجاذب وقوى تنافر (Interatomic Attractive & Repulsive Forces) وهى ناتجة من طبيعة مكونات الذرة (الالكترونات والبروتونات) وما لها من شحنات كهربية مختلفة . ولقد وجد أن كلا من هذه القوى تتناسب عكسياً مع التباعد بين الذرات (Atomic Spacing) وتحسب محصلة قوى التجاذب والتنافر من المعادلة الآتية :

$$F = \frac{A}{r^M} - \frac{B}{r^N} \quad (N > M)$$

حيث F هى محصلة قوى التجاذب والتنافر .

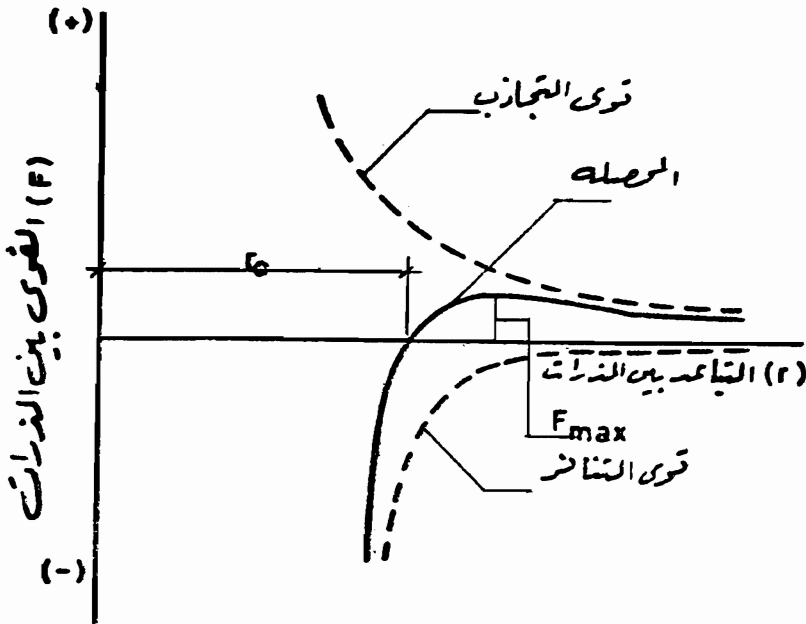
و r هى التباعد بين الذرات .

و A, B, M, N ثوابت تعتمد قيمتها على الطريقة التى يتم بها التماسك بين الذرات

وعادة $M = 2$ بينما N تتراوح قيمتها من ٧ إلى ١٢ .

وبين شكل رقم (١-٤) العلاقة بين كل من قوى التجاذب وقوى التنافر ومحصلها وبين التباعد بين الذرات. ويتضح من هذا الشكل أن محصلة القوى بين الذرات تتغير من قوى تجاذب إلى قوى تنافر تبعاً لمقدار التباعد بين الذرات . وتزن هذه القوى عندما يصبح التباعد مساوياً (r_0) (Equilibrium Spacing) (الذى يتراوح مابين

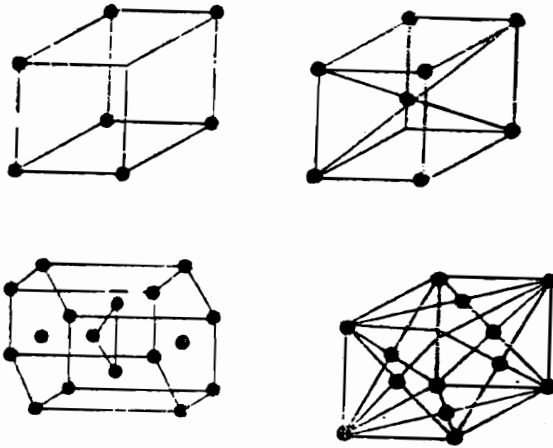
١ × ١٠^٨ إلى ٤ × ١٠^٨ سنتيمتراً .



شكل رقم (١ - ٤)
العلاقة بين القوى بين القرات والتباعد

فاذا أثرت، على المادة قوى خارجية تعمل على زيادة التباعد بين الذرات (قوى شد) تنشأ قوى تجاذب داخلية تزن مع هذه القوى المؤثرة، وعند إزالة القوى الخارجية المؤثرة تعود الذرات مرة أخرى إلى وضع الاتزان حيث تكون محصلة القوى بينها مساوية للصفر. ولفصل الذرات نهائياً عن بعضها البعض يلزم التأثير بقوى خارجية مساوية لأقصى قوى تماسك في المنحنى المبين في شكل رقم (١-٤) وهي F_{max} والتي يطلق عليها مقاومة التماسك النظرية (Theoretical Cohesive Strength) .

وقد تتكون المادة من ذرات متماثلة مرتبة ترتيباً منتظماً، متكرراً فتسمى مادة متبلورة كالمعادن ، ويسمى الترتيب النظامي للذرات في بلورة المادة بالشبكة الفضائية (Space Lattice) التي قد تكون على هيئة مكعب في حالة كلوريد الصوديوم أو مكعب في ذرة في المركز في حالة الحديد أو مكعب به ذرة في مركز كل وجه من أوجهه في حالة النحاس أو الالومنيوم أو الرصاص أو الفضة أو النيكل أو قد تكون على هيئة جسم مسدس المقطع في حالة الزنك والمغنيزيوم . . . الخ شكل رقم (١-٥)

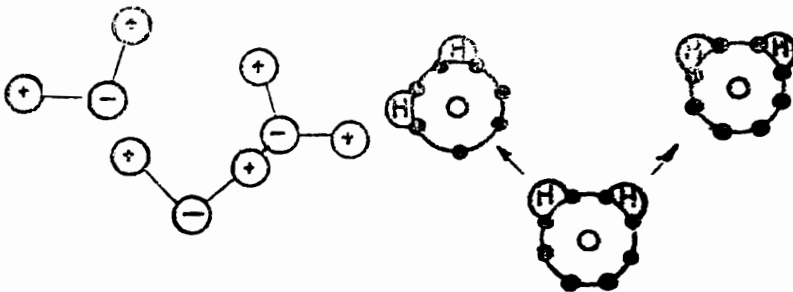


(Space Lattice)

الشبكية الفضائية لترتيب ذرات المادة

شكل رقم (١ - ٥)

وقد تتكون المادة من جزيئات يتكون كل جزيء منها من مجموعة من الذرات المتماصة ثم تتماص هذه الجزيئات فيما بينها بقوى تماص ثانوية تسمى قوى فان دير فال (Van Der Waals Forces) وهي قوى أضعف من قوى التماسك الرئيسية بين الذرات . وتنتج قوى التماسك الثانوية أساساً من استقطاب الجزيئات (Polarization) استقطاباً دائماً كما في حالة جزيئات الماء شكل رقم (١ - ٦) أو استقطاب لحظياً كالذي يحدث



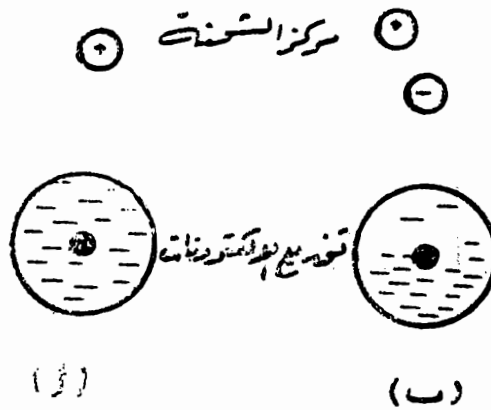
(شكل رقم (١ - ٦))

الاستقطاب الدائم لجزيئات الماء

للجزيئات المتماثلة (Symmetrical Molecules) شكل رقم (١ - ٧) .
وفي كلتا الحالتين يصبح كل جزيء مثل المغناطيس الصغير له قطبان مختلفا الشحنة
الكهربية فتحدث بين الجزيئات قوى تجاذب وقوى تنافر تعطى محصلتهما بالمعادلة الآتية:

$$F = \frac{A}{M} - \frac{R}{N} \quad (N > M)$$

وهي مشابهة للمعادلة السابقة إلا أن M في هذه الحالة تصل قيمتها إلى γ بدلا من γ في
حالة قوى التماسك الرئيسية بين الذرات . وتسمى المواد المتكونة بهذه الطريقة بالمواد
غير المتبلورة أو المواد الجزيئية (Amorphous or Molecular Materials) ومن
أمثلتها الزجاج والبلور والبوليمرات (Polymers) والاسفلت والقار والمطاط... الخ



شكل رقم (١ - ٧)

(١) الالكترونات موزعة توزيعا منتظما حول النواة في لحظة من اللحظات
(ب) الالكترونات أثناء حركتها قد تجتمع لحظيا في أحد الجوانب مما يجعل الذرة في هذه اللحظة مستقطبة
وتتكون معظم المواد الهندسية من تجمعات لحظيات قد تكون متبلورة أو غير
متبلورة . فيجد مثلا أن المعادن تتكون من تجمعات كثيرة لبلورات صغيرة في حين أن
البلاستيك يتكون حبيبات مائكة (مثل الاسبستوس أو الميكا أو ألياف القطن أو
الزجاج) مدفونة في وسط من البوليمر . كذلك فإن الخرسانة تعتبر مكونة من حبيبات
الرمل والزلط المدفونة في عجينة الاسمنت المتصلدة والتي في حد ذاتها تتكون من تجمعات
لبلورات من السيليكات والالومينات بينما يتكون الخشب من ألياف أنبوبية طويلة من
السيلولوز المتجمعة مع بعضها بمادة اللجنين .

وعادة لا يتم تجمع حبيبات المادة بطريقة كاملة صحيحة فتتكون بالمادة فراغات أو شوائب أو شروخ ... الخ . وهذه التكهونات لها تأثير كبير على خواص المادة وسلوكها حيث قد تكون مفيدة في حالة وضارة في أخرى، فمثلا وجود نسبة معينة من ذرات الكربون في داخل التركيب البلوري للحديد يزيد كثيرا من مقاومته للأحمال بينما وجود الفراغات بالمادة يؤدي إلى التقليل من مقاومتها .

(د) اختيار المواد الهندسية :

إن اختيار المواد معناه قياس مدى صلاحية المادة للاستعمال في الأغراض المعنية . وعلى ذلك نجد أن من أهم أغراض اختيار المواد المساعدة على إظهار وتأكيد مدى احتمال المواد تحت ظروف العمل .

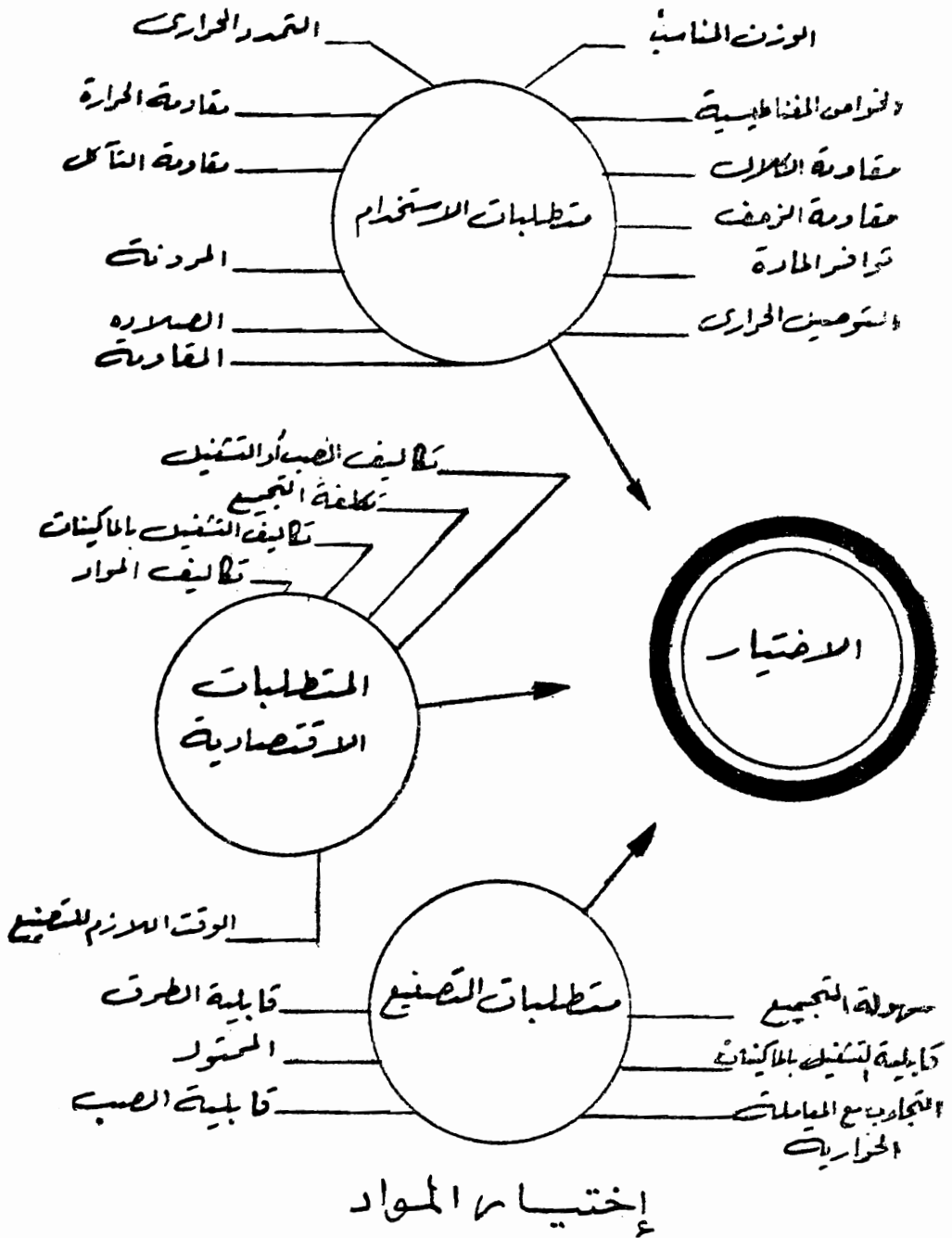
ويجب أن يوضع في الاعتبار أن المادة التي لا تتأثر عند إساءة استعمالها تتمتع بميزات تضارب بها المواد الأخرى . كما أن المادة الثابتة والتصميم الصحيح يؤكدان معا سلامة المنشأ في حدود الاستعمال المقصود . وهناك مصدران يحصل منهما المصمم على البيانات اللازمة في اختيار المواد وهما :

- ١ — تقارير تبين مدى كفاءة المواد عند الاستعمال الواقعي .
- ٢ — نتائج الاختبارات التي أجريت على المواد لبيان خواصها حتى يمكن إعداد مواصفاتها .

ولتحويل التصميم إلى بناء قائم فعلا يجب على المُنشئ أو الصانع أن يختار مجموعة مواد بدرجات يسهل الحصول عليها على أن يستعمل نوع المواد التي كان يقصدها المصمم عند وضع التصميم، وبعد ذلك تجرى الاختبارات المطلوبة لتحديد نوع المواد اللازمة .

وفيما يلي مختصر لما يؤخذ في الاعتبار عند اختيار المواد من حيث مشاكل التصميم والتصنيع :

- ١ — أنواع المواد التي يمكن الحصول عليها .
- ٢ — خواص المواد المختلفة .
- ٣ — الاستعمالات المطلوبة من المواد .
- ٤ — التوفير النسبي في المواد والأشكال المختلفة لتلك المواد المعنية .



٥ — طرق تخزين أو صناعة المواد المختلفة أو المنتجات وتأثير هذه العملية على خواصها .

٦ — طرق تخزين المواصفات ومدى ضمانها لتماثل الانتاج .

٧ — طرق الاختيار والفحص ومدى دلالتها على تقرير وقياس الخاصية المطلوبة.

ويبين الشكل رقم (١ — ٨) المتطلبات المختلفة التي تحكم في اختيار المواد . كما يبين الجدول (رقم ٤) أمثلة عن العمل الهندسي والخاصية المطلوبة في المادة اللازمة له حتى يمكن اختيار المادة المناسبة على هذا الأساس .

جدول رقم (٤) — العمل الهندسي المناسب لكل خاصية هندسية

الخاصية	مثال للعمل الهندسي الذي يتطلب هذه الخاصية
المقاومة للكسر .	السلاسل .
المقاومة للأحمال المتكررة .	قضيب المحور الدوار .
القدرة على امتصاص الطاقة .	البيات .
المقاومة للتآكل والبرى .	قواعد الارتكاز .
المقاومة للصدأ .	أجزاء المسكنات النفاثة .
خفة الوزن .	أجزاء الطائرات .
القدرة على التوصيل الحرارى .	أنابيب المراحل .
المقاومة للضغط .	الاعمدة الخرسانية .
المقاومة للإشعاع .	الحوائط المصنوعة من الرصاص .

رابعاً : خواص المواد الهندسية

المجال :

يمكن القول بأن خواص المواد هي المقاييس المحددة التي تصف جودة المواد ، وتعتبر اللغة التي يوضح بها المصمم احتياجاته للمادة التي ستقاوم الاحمال والكسر والتفتت والتفاعلات الكيميائية والقوى الأخرى التي سيتعرض لها . . . وتفيد الخواص أيضاً في اعتبارها أساساً لمقارنة انتظام العينات المختلفة للمادة الواحدة .

ويلاحظ أنه لا توجد قطعتان من مادة واحدة لها نفس الخواص تماماً بمنتهى الدقة ، ويرجع ذلك إلى عوامل كثيرة تعرض لها المادة أثناء الصناعة أو نتيجة لعمليات التشكيل أو إلى التغييرات التي تحدث للمادة بعد الصناعة أو إلى عوامل الزمن أو إلى التغيير في الحرارة أو الرطوبة أو إلى عوامل أخرى . وقد تختلف الخواص من نقطة إلى أخرى في نفس القطعة نتيجة عدم الانتظام في المادة نفسها إذ أن المادة التي تظهر بأنها متجانسة تماماً هي في الحقيقة مكونة من مجموعة من البورات التي لها خواص متنوعة في مختلف الاتجاهات . . . ولذلك فإن الاستخدام الصحيح للمادة يتطلب من المهندس معرفة الحدود التي ينتظر أن يتغير فيها المتوسط الإحصائي للخواص أثناء مدة عمل المنشأة ، كما يتطلب أيضاً من المهندس التحكم في هذه التغييرات .

ولمّا كان تحمل المادة للحمل المؤثر عليها في الإنشاءات المختارة أو في المسكنات هو العامل الأساسي لها ، لذلك نجد أن لمقاومة المادة أهمية كبرى ، وبذلك يمكن اعتبار القوة المناسبة هي المطلب الأول لأي مادة هندسية ، وعلى العموم فإن اصطلاح القوة يؤخذ على قدرة مقاومتها للانهار وذلك باختيار قطعة صحيحة كاملة من المادة أو بجزء صغير منها أو بسطحها ، وحينئذ يشاهد الانهيار إما بمحدوث كسر أو بملاحظة كثير من التغييرات الزائدة .

وقد أجريت التجارب الأولى في بداية اختبار المواد للحصول على مقاومة المادة، حتى لقد أطلق لفظ مكنة الاختبار على المكثات الخاصة بالتحميل .

ولكى نكون على معرفة دقيقة بمادة من المواد يجب تدارس خواصها تحت ظروف متباينة ، واسعة المدى . لضمان الحصول على معلومات عن هذه الخواص التي تؤثر على القيمة الاقتصادية لهذه المادة ، أو بغرض الوصول إلى منتجات من نفس المواد تؤدي نفس الغرض . . .

وكفاية المادة لاستعمال معين ، يعتمد كلية على مدى وجود الخواص المتعلقة بهذا الاستعمال فقد تكون الخواص في بعض الاستعمالات مرغوبا فيها بصورة واضحة ، في حين أنها في استعمالات أخرى تصبح غير مرغوب فيها .

(ب) اقسام خواص المواد الهندسية :

يمكن تبويب خواص المواد الهندسية تبويبا جزئيا كالآتي :

١ - الخواص الطبيعية :

مثل الأبعاد والشكل والمسامية والوزن النوعي . . . إلخ ، ويوضح الجدول رقم (٥) بعض الخواص الطبيعية لبعض المواد المعدنية ،

جدول رقم (٥) الخواص الطبيعية والكهربائية لبعض المواد المعدنية

المادة	الوزن النوعي جم/سم ^٣	معامل التمدد $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	المقاومة الكهربائية ميكرو أوم
الألومنيوم	٢,٧٠	٠,٢٥٧	٢,٦٨
الكروم	٦,٩٣	٠,٠٦٨	٢,٦٠
النحاس	٨,٨٩	٠,١٦٢	١,٧٢
الحديد	٧,٨٧	٠,١١٩	٩,٨٠
الرصاص	١١,٣٤	٠,٢٩١	٢٢,٠٠
المغنسيوم	١,٧٤	٠,٢٨٣	٤,٤٦
المنجنيز	٧,٢٠	٠,٢٢٨	٥,٠٠
الموليبدنوم	١٠,٢٠	٠,٠٤٩	٥,٠٨
النيكل	٨,٨٥	٠,١٣٣	٧,٨٠
الصفائح	٧,٢٩	٠,٣٠٥	١١,٥٠
التيتانيوم	٤,٥٠	—	٣,٠٠
التنجستن	١٩,٠٠	٠,٠٤٤	٥,٥٠
اليورانيوم	١٨,٧٠	—	٦٠,٠٠
الزنك	٧,١٤	٠,٦٣٩	٥,٧٥

٢ - الخواص الكيميائية :

مثل التركيب الكيميائي والحمضية والقاعدية والمقاومة للتآكل بالصدأ ويوضح

جدول رقم (٦) التركيب الكيميائي لبعض أنواع الصلب .

جدول رقم (٦) التركيب الكيميائي لبعض أنواع الصلب

نوع الصلب	الكربون %	المنجنيز %	السيكون %	النكل %	الكروم %
صلب الانشاء المعتاد	٠,١٧	٠,٣٧	٠,٠٦	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠
صلب متوسط الكربون	٠,٤٩	٠,٤٦	٠,١٢	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠
صلب اليايات	٠,٩٣	٠,٢٨	٠,٠٢	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠
صلب النيكل والكروم	٠,٢٤	٠,٣٧	٠,١٥	٣,٣٥	٠,٨٧
صلب النيكل	٠,٤١	٠,٧٥	٠,٢٥	٣,٤١	٠,١٨
الصلب المصبوب	٠,٢٥	٠,٦٨	٠,٣٢	—	—

٣ — الخواص الحرارية : مثل التمدد والحرارة النوعية والتوصيل الحرارى .

٤ — الخواص الكهربائية والمغناطيسية : مثل المقاومة الكهربائية والتوصيل الكهربى والنفاذ المغناطيسى . . . إلخ

٥ — الخواص البصرية : مثل اللون وانكسار الضوء وامتصاص وانعكاس

الضوء ويوضح الجدول رقم (٧) بعض الخواص البصرية لبعض أنواع المعادن .

جدول رقم (٧) الخواص البصرية للمعادن

المادة	معامل الانكسار	معامل الامتصاص	معامل الانعكاس
الألومنيوم	١,٤٤	٥,٣٢	٠,٨٣
الزئبق	١,٩٠	١,٩٣	٠,٦٥
النحاس	٠,٦١	٤,٠٨	٠,٧٣
الذهب	٠,٣٦	٧,٧٠	٠,٨٥
النيكل	١,٧٩	١,٨٦	٠,٦٢
الفضة	٠,١٨	٢,٢٠	٠,٩٥
الصلب	٢,٧٠	١,٢٨	٠,٥٨
الفضة	٢,٤٦	٠,٩٤	٠,٥٤

الخواص الصوتية : مثل التوصيل الصوتي والانعكاس الصوتي، ويوضح الجدول رقم (٨) السرعة التقريبية للموجة الصوتية الطويلة في بعض أنواع المواد الهندسية .
جدول رقم (٨) - السرعة التقريبية للموجة الصوتية الطويلة في بعض أنواع المواد

الوسط	الهواء	الماء	الصلب	الألومنيوم	النحاس
السرعة م/ ثانية	٣٣١	١٤٧٠	٥٩٧٠	٦١٠٠	٤٣٥٠

ويتضمن الجدول رقم (٩) تلخيصاً لأقسام خواص المواد الهندسية ولا شك في أن تحديد إحدى الخواص أو كلها يمكن اعتباره موضوع الاختبار الهندسي وسبيلاً للحصول على الخواص الميكانيكية ، وهذا ما نرمز إليه بالاختبار الميكانيكي .

جدول رقم (٩) - تقسيم خواص المواد الهندسية

القسم	الخواص	القسم	الخواص
فيزيائي	الأبعاد - الشكل - الكثافة أو الوزن النوعي - المسامية - الرطوبة - التركيب الدقيق - البنيان المرئي	ميكانيكي	المقاومة : الشد - الضغط - القص - الانحناء - الصدم - الاحتمال - للتآكل - الممتلئة - الصلابة - الممتلئة - الصلابة - الصلابة - الصلابة
كيميائي	التركيب الكيميائي - حمضي أو قلوي - مقاومة الصدأ والتغيرات والتقلبات الجوية .	حرارى	الحرارة النوعية - التمدد - التوصيل الحرارى .
فيزيوكيميائي	امتصاص الماء أو مائع امتصاص الماء الانكماش والتمدد نتيجة اختلاف درجة الرطوبة	كهربائي ومغناطيسي	التفاعل الجلفاني - التوصيل - النفاذ المغناطيسي .
بمصرى	اللون - نفاذ الضوء - انعكاس الضوء .	صوتي	التحويل الصوتي - الانعكاس الصوتي .

خامساً — الخواص الميكانيكية للمواد

(Mechanical Properties of Materials)

يمكن تعريف الخواص الميكانيكية بأنها الخواص التي تتعلق بسلوك المادة عند تعريضها للأحمال المؤثرة سواء كانت هذه الأحمال إستاتيكية أو ديناميكية أو متكررة. كما أن الخواص الميكانيكية تستخدم كأساس للمقارنة بين المواد الهندسية المختلفة، وفيما يلي موجز عن أنواع التحميل وتعريف لبعض الخواص الميكانيكية للمواد .

أنواع التحميل : (Types of Loading)

يمكن تقسيم الطرق التي تؤثر بها الأحمال على المادة إلى الأنواع الثلاثة الآتية :

١ — التحميل الإستاتيكي (Static Loading)

وهي الطريقة التي يكون فيها تأثير الحمل بطيئاً ويزداد تدريجياً حتى يصل إلى قيمته القصوى بدون إحداث أى صدم أو اهتزاز ، مثل اختبار الشد للمعادن ، وفيه تحمل قطعة الاختبار بحمل شد محوري ، ويزداد ببطء وتدرجياً حتى تنكسر قطعة الاختبار . .

كما أن التحميل المستمر (Continuous Loading) أو بقاء الحمل مؤثراً مدة طويلة من الزمن يعد تحميلاً إستاتيكياً .

٢ — التحميل الديناميكي : (Dynamic Loading)

وهي الطريقة التي يؤثر فيها الحمل على المادة بحيث يحدث فيها صدم أو اهتزاز . وتؤثر هذه الأحمال الديناميكية في مدة قصيرة نسبياً . ويختلف هذا النوع من التحميل عن التحميل الإستاتيكي في أن الإجهادات الناتجة تكون أعلى من الإجهادات الناتجة تحت تأثير حمل بطيء له نفس القيمة ، ويعرف مقدار الحمل الإستاتيكي الذي يعطى نفس الإجهاد الناتج من الحمل الديناميكي بالحمل الإستاتيكي المكافئ ، كما تعرف النسبة بين

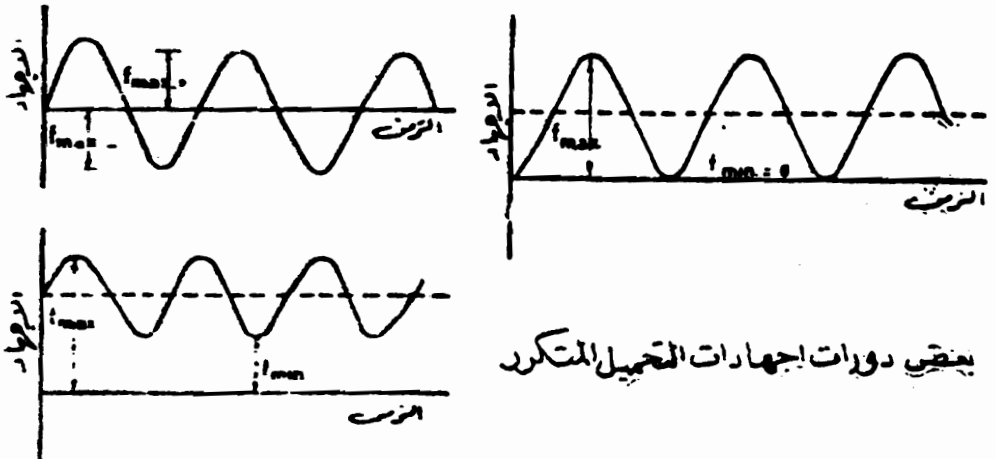
قيمة الحمل الإستاتيكي المكافئ، وقيمة الحمل الديناميكي بعامل الحمل (Load Factor) ومن أمثلة الأحمال الديناميكية حمل الجسم المتحرك عند اصطدامه بجسم آخر (مثل هبوط الطائرة على أرض المطار).

٣ - التحميل المتكرر : (Repeated Loading)

إذا تعرض عضو أو منشأ لتأثير حمل مرار عديدة فإن العنصر أو المنشأ في هذه الحالة يكون معرضاً للتحميل المتكرر. . ويعتبر التحميل المتكرر ذا أهمية كبيرة إذ قد تتحمل المادة لإجهاداً معيناً إذا كان الحمل مؤثراً لمرة واحدة ، بينما قد تتناثر هذه المادة تحت تأثير نفس الحمل أو أقل منه لو كان مكرراً ، أى مؤثراً لمرات عديدة .

ويسبب التحميل المتكرر لإجهادات متغيرة غالباً في حدود معينة كالآتي (شكل رقم ١ - ٩) :

- ١ - إجهادات تتغير من قيمة قصوى في الشد إلى قيمة قصوى في الضغط .
- ٢ - إجهادات تتغير من قيمة قصوى إلى قيمة تساوى صفراً .
- ٣ - إجهادات تتغير من قيمة قصوى إلى قيمة أقل ولكن أعلى من الصفر .



يختص دورات إجهادات التحميل المتكرر

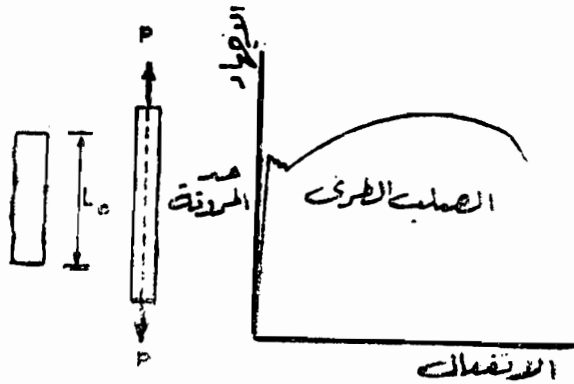
(ب) الخواص الميكانيكية الرئيسية

تعتبر الخواص الآتية هي الخواص الميكانيكية الرئيسية :

١ - المرونة : (Elasticity)

هي قدرة المادة على استعادة أبعادها الأصلية أى عدم بقاء أى تشكّل دائم بعد زوال الحمل المؤثر . ومن الوجهة الهندسية فـ دليل المرونة ليس بمقدار التغيرات التى تحدث للمادة تحت تأثير الحمل ، وإنما تعتبر الاستعادة التامة للأبعاد الأصلية للمادة عند زوال الحمل المؤثر هي الدليل على المرونة فقط .

ويعرف إجهاد حـد المرونة (Elastic Limit Stress) بأنه أكبر إجهاد تتحمّله المادة بشرط عدم بقاء أى تغير دائم فى الشكل عند زوال هذا الإجهاد (شكل رقم ١ - ١٠) .



العلاقة بين الإجهاد والارتخالات
لعينة من الصلب الطرى فى الشد

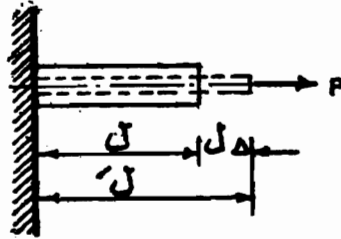
شكل رقم (١ - ١٠)

٢ - اللدونة : (Plastity)

هي قدرة المادة على أن يكون لها تشكّل دائم أى لا تسترجع المادة أبعادها الأصلية بعد إزالة الحمل المؤثر . وتعتبر خاصية اللدونة ذات أهمية كبرى فى عمليات التشكيل المختلفة للمعادن .

٣ - المطولية : (Ductility)

يمكن تعريفها بأنها الخاصية التي تسمح للمادة بتغير لدن كبير تحت تأثير حمل الشد أى قدرة المادة على السحب وقابليتها للاستطالة الكبيرة عند تعريضها لحمل الشد ، (شكل رقم ١ - ١١) وتقاس مطولية المادة بما يأتى :



التغير في الطول لمادة مطيلة تحت تأثير الشد .

شكل رقم (١ - ١١)

١ - النسبة المئوية للاستطالة = $\frac{\text{الزيادة في طول القياس}}{\text{طول القياس}}$

$$100 \times \frac{L' - L}{L} =$$

حيث L = طول القياس ، L' = طول القياس بعد الكسر .

ب - النسبة المئوية للنقص في مساحة المقطع = $\frac{\text{النقص في مساحة المقطع}}{\text{مساحة المقطع الأصلية}}$ $100 \times$

$$100 \times \frac{A - A'}{A} =$$

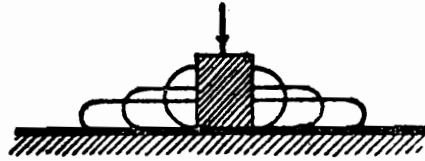
حيث A = مساحة المقطع الأصلية ، A' = مساحة المقطع بعد الكسر .

$$\text{ح - عامل الاستطالة} = \frac{A - A'}{A} \times 100 < 100$$

و - الثنى على البارد ومقاومة حدوث كسر أو شرخ في أى جزء من عينة الاختبار

٤ - الطروقية: (Malleability)

هى قدرة المادة على أن يحدث لها تغيرات لدنة كبيرة تحت حمل الضغط ، أى قدرة المادة على التفلطح بالطرق بدون حدوث كسر (شكل ١ - ١٢) ،



مادة طروقية تحت تأثير حمل الضغط

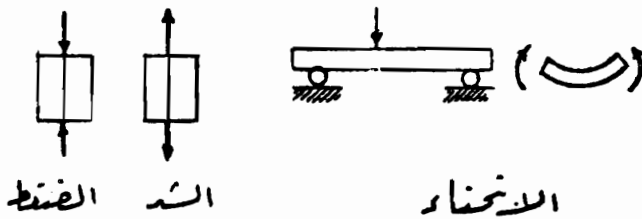
شكل رقم (١ - ١٢)

٥ - التقصف: (Brittleness)

هى الخاصية التى تجعل المادة تنكسر قبل حدوث تغير ملحوظ فى الشكل مثل الحديد الزهر والخرسانة فانها تنكسر تحت تأثير الحمل دون أن يحدث لها تغير ملحوظ فى الشكل كذلك الزجاج يعتبر مادة عصفة ويعتبر التقصف عكس الممتطولية .

٦ - المقاومة (Strength)

هى مقاومة المادة لأى حمل مؤثر ، وتعرف بالمقاومة للضغط إذا كان الحمل المؤثر حمل ضغط ، والمقاومة للشد إذا كان الحمل المؤثر حمل شد . وتقاس المقاومة بوحدات الإجهاد . كما أن المقاومة قد تكون للانحناء (شكل رقم ١ - ١٣) وتعرف أقصى مقاومة بأنها أكبر إجهاد تتحمله المادة تحت تأثير الحمل المؤثر ببطء حتى الكسر .



تحميل الشد والضغط والانحناء

شكل رقم (١ - ١٣)

٧ - الصلابة (الكزازة) : (stiffness)

هى خاصية مقاومة المادة لأى نوع من التغير فى الشكل ، وتعرف المادة الصلبة بأنها المادة التى تتحمل وحدة إجهاد عالية مع حدوث تغير صغير نسبياً فى الشكل . وتقاس الصلابة بمقدار معايير المرونة - (معايير يونج للمرونة) - فى اختبار الشد والضغط المحورى وهو مقياس الصلابة فى حدود المرونة . ومعايير المرونة (Modulus of Elasticity) هو قيمة الزيادة فى الاجهاد مقسومة على الزيادة فى الاتفعال المقابل له وذلك فى الجزء المستقيم من الرسم البياني للاجهاد والاتفعال كما هو مبين بالشكل (١ - ١٤) .

$$\text{معايير المرونة} = \frac{\text{الاجهاد}}{\text{الاتفعال}} = \text{ظا } \theta$$

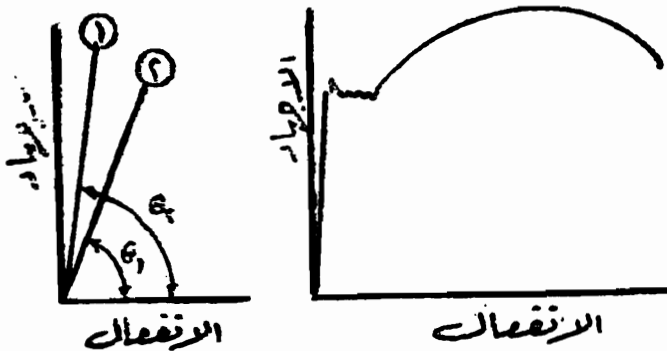
∴ معايير المرونة للمادة (١) = ظا θ_1

∴ (٢) = ظا θ_2 د د د د

وحيث أن ظا $\theta_1 < \theta_2$

∴ معايير المرونة للمادة (١) < معايير المرونة للمادة (٢)

∴ المادة (١) أصلب من المادة (٢)



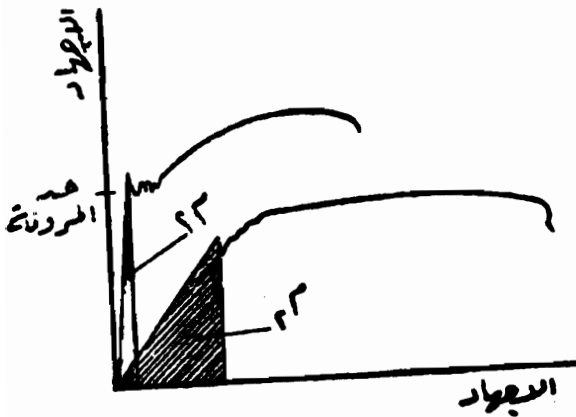
الرسم البياني للاجهاد والاتفعال للصلب الطرى

٨ - المتانة (Toughness)

هي قدرة المادة على مقاومة الأحمال الديناميكية أى مقدرتها على مقاومة الصدمات وامتصاص الطاقة الميكانيكية ، ويقصد بالمادة المتينة بأنها المادة التى تتحمل لإجهاداً مناسباً مع تغيير كبير فى الشكل بدون كسر . وتقاس المتانة بمقدار الطاقة المؤثرة على منحنى الإجهاد والانفعال للمادة كما بالشكل (١ - ١٥) .

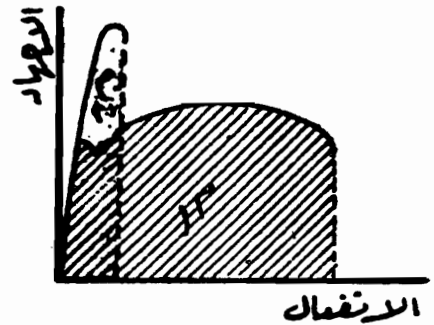
٩ - الرجوعية (Resilience)

هي قدرة المادة على امتصاص الطاقة المرنة التى تخزن تماماً بعد زوال الحمل المؤثر . ويعرف معايير الرجوعية بأنه أكبر كمية من الطاقة الميكانيكية التى تخزن فى وحدة الحجم من المادة وتسترجع ثانية بمجرد إزالة الحمل المؤثر . ويعين مقدار معايير الرجوعية للمادة بحساب المساحة التى تحت منحنى الإجهاد والانفعال المحصور بين الصفر وإجهاد حد المرونة كما هو مبين بالشكل (١ - ١٦) .



معايير الرجوعية (م)

شكل رقم (١ - ١٦)



معايير المتانة (م)

شكل رقم (١ - ١٥)

١٠ - الصلادة : (Hardness)

صلادة المادة هي الخاصية التي تمكنها من الاحتفاظ بشكل سطحها سليماً متماسكاً تحت تأثير الأحمال . وقد تعرف الصلادة بأنها قدرة المادة لمقاومة البرى نتيجة الاحتكاك أو المقاومة للخدش أو القطع أو حدوث علامة بها ، ولكن هذا التعريف لا يمكن اعتباره عاماً حيث أن بعض المعادن (مثل الصلب المنجيزى) لها مقاومة قليلة لحدوث العلامة بها بينما لها قدرة عالية على المقاومة للبرى ، وعلى ذلك فلا يوجد حتى الآن تعريف أساسى عام يحدد خاصية الصلادة وينطبق على كل المعادن ، ولكن عرفت أنواع مختلفة من الصلادة طبقاً للطرق المستخدمة فى المقارنة بين الصلادة النسبية للمعادن ومنها ما يأتى :

(١) صلادة العلامة : (Indentation Hardness)

وهي خاصية مقاومة المعدن لحدوث العلامة بسطحه نتيجة تحميله بحمل إستاتيكي أو ديناميكي .

(ب) صلادة الارتداد : (Rebound Hardness)

وهي خاصية قدرة المعدن على الرجوعية (Resilience) أى امتصاص الطاقة وإعادتها ثانية للأحمال المؤثرة مسببة ارتداداً لها تكبر قيمته كلما كبرت صلادة المعدن

(ح) صلادة الخدش : (Scratch Hardness)

وهي خاصية مقاومة سطح المعدن للخدش .

(د) صلادة البرى : Wear Hardness

وهي خاصية مقاومة المعدن للبرى نتيجة للاحتكاك .

(هـ) صلادة التشغيلية بالمسكنات : (Machineability Hardness)

وهي خاصية مقاومة المعدن للتشغيل بالمسكنات مثل عمليات القطع والتقب والقص .

١١ - الاحتمال (التحمل) : (Endurance) :

هي خاصية المادة التي تمكنها من مقاومة الأحمال المؤثرة مرات عديدة أى قدرة المادة على مقاومة الأحمال المتكررة . ويعرف حد الاحتمال بأنه أكبر إجهاد متكرر يمكن تعريض المادة له عدداً لا نهائياً من المرات دون أن يسبب انهياراً للمادة .

سادسا — اختبار المواد الهندسية

(١) تاريخ تطور اجراء التجارب على المواد :

إن أقدم التجارب التي أجريت على المواد كانت بمجهود جاليليو سنة ١٦٣٨ م وذلك لمعرفة مقاومة النحاس وكان جاليليو في هذا الوقت يحمل ما هي المرونة (وهي خاصية يميل بها الجسم العلب للعودة إلى شكله الأصلي متى رفع الحمل الواقع عليه) مع أنه عمل بحثاً في قوة الاعتاب . ومات جاليليو وهو يعتقد بأن ألياف الاعتاب المحملة جميعها في حالة شد وبعد وفاته شرح « فونديل » بمجهود جاليليو . ثم جاءت فترة حوالي ١٠٠ سنة في أثنائها سنة ١٦٧٨ عرف (روبرت هوك) نتيجة تجاربه القانون المشهور وهو أن شدة الإجهاد تناسب طردياً مع الانفعال . وفي سنة ١٧٢٩ م جهز « مشبروك » في جامعة لييدن في هولندا أول آلة لتجربة المواد وابتدأ فعلاً يعمل تجارب على عينات بأبعاد تبدو لنا غريبة .

ويدلنا التاريخ أن ابتداء إجراء التجارب على المواد بأكملها حدث في الجزء الثاني من القرن الثامن عشر وذلك لاحتياج المهندسين في ذلك الوقت لمباني أكثر ارتفاعاً .

ولزيادة فتحات الكبارى عملت آلات قوتها من ٢٠ إلى ١٠٠ طن في فرنسا خصيصاً لعمل تجارب على أجزاء الكبارى المراد انشاؤها لتوضيح الوصول إلى التصميم .

وفي سنة ١٨٠٢ م عرف توماس يونج معايير المرونة أو معايير يونج الذي كان مستمداً من قانون « هوك » السالف الذكر وهو من القوانين الأصلية في نظريات المرونة وأجرى بارلو تجارب على أخشاب متنوعة ومواد أخرى في سنة ١٨١٧ في مدينة « ولنشن » ، بانجلترا .

وفي عام ١٨٢٥ م ذكر لأول مرة في مواعفات لكوبري مطلق أن شدة الإجهاد تكون ١٠ طن على البوصة المربعة بعد أن أجريت تجارب على ٤ آلاف عينة . فنفذ هذا الوقت ابتداء علم المواد في النحوض العظيم لما كان يندل في عمل التجارب والتحليل

على المواد ولو أن التجارب كانت تجرى على الجزء بأكمله بدل أخذ عينة منه كما يحدث الآن ، وذلك للتأكد من صحة التصميم وخواص المادة . وفي المدة من عام ١٨٣٢ إلى ١٨٩٣ م بذل « بوشنجر » مجهوداً يشكر عليه في عمل أول مواصفات للمواد وهو يعتبر الآن المرجع الأول فيها ومجهوده أيضاً كان سبباً في عمل جمعية دولية عام ١٨٨٤م لبحث وضبط طرق اختيار المواد وجعلها ثابتة على قدر الإمكان . ويجتمع أعضاء هذه الجمعية كل أربع أو خمس سنوات في مدينة من دولة من الدول المختلفة .

(ب) عناصر اختبار المواد :

يرتكز علم اختبار المواد على العناصر التالية :

١ — فن الاختبار ويشمل :

- كيفية تشغيل الآلات والمعدات المستعملة في الاختبار .
- مدى اتساع نطاق استعمال الجهاز .
- التعرف على الأنواع المتعددة للجهاز .
- التحديدات التي يحتملها الجهاز للنتائج التي يمكن الحصول عليها .
- كيفية الحصول على نتائج ذات معنى عن طريق الاختبارات غير كاملة التجهيز في موقع العمل ، كذلك في حالة عدم وجود الأجهزة الممتازة أو غير الدقيقة
- كيفية الاختبار باستعمال النماذج .

٢ — الأسس الطبيعية والميكانيكية في أجهزة وطرق الاختبار :

وتبحث في مدى إستيفاء أجهزة وطرق الاختبار للإشترطات المطلوبة ، كذلك تتناول الأخطاء المحتمل حدوثها والنتائج الخاطئة التي تنتج . كذلك تبحث أوجه النقص الظاهرة التي يمكن التغاضي عنها والتحسينات الممكنة للحصول على أدق النتائج .

٣ — نظرية المقاسات :

وتبحث عن مدى دقة القياسات التي تحدد مدى دقة وكفاءة النتائج . مع مراعاة

أن بذل الجهد والوقت للحصول على قياسات صحيحة دقيقة لا يعتبر وقتاً ضائعاً .

٤ - تنوع نتائج خواص المواد :

وتبحث في عدد الاختبارات الكافية للحصول على نتائج متوسطة ومعقولة . كما تبحث مدى الانحراف عن المتوسط في النتائج التي يحصل عليها والتي تسبب رفض بعض القيم الفردية . كذلك تدفع إلى التساؤل عن القيمة المحتملة لأي خاصية من خواص المادة المختبرة ، لإمكان استعمالها في الحدود المشروطة في العملية .

٥ - تفسير وتحليل النتائج :

وفي هذا العنصر يبحث علم اختبار المواد ماهية نتائج الاختبار وما تعنيه وهل يمكن تطبيق النتائج العددية على الحسابات التصميمية للنشأ ؟ أم أن هذه النتيجة تفيد فقط في عمل المقارنة بين هذه المادة وغيرها . كذلك يبحث هذا العنصر إمكانية تفسير نتائج الاختبارات ، وهل تكون هذه النتائج ملزمة إذا كانت ظروف بعض الاختبارات تجعل لإجراء خارج المدى المحدد بالاشتراطات المطلوبة ؟ .

(ح) أنواع وأقسام اختبار المواد :

إن من مهام المهندس الرئيسية ضرورة التأكد من أن المواد المستخدمة في المنشآت والمباني لا تؤدي إلى الانهيار تحت جميع ظروف التشغيل المحتملة ، لذلك يلزمه طريقة يمكن أن يعتمد عليها ليؤكد لنفسه أن المواد المستخدمة ذات خواص مقبولة ، وأنها ذات قيمة للعمل في حدود لإجهادات التصميم وظروف الصناعة ، كما أنه يلزم المنتج ضرورة الحصول على طرق معتمدة لمعرفة جودة منتجاته حتى تكون طبقاً للاشتراطات المحددة .

لذلك فإن إجراء اختبارات على المواد والمنتجات مسألة تهم وتواجه كلا من المنتج والمستهلك ، لأن استخدام المواد بكفاءة يتوقف على المعرفة الدقيقة لخواص المواد . . وتعتبر الطرق الصحيحة لإجراء الاختبارات ذات قيمة كبرى . ويمكن تقسيم أنواع الاختبارات على المواد إلى ما يلي :

١ — اختبارات تتوقف على الغرض من إجرائها :

يجرى اختبار المادة لغرض من الأغراض الثلاثة الآتية :

(١) للتزود بالمعلومات الروتينية عن نوع الإنتاج . . ويعرف ذلك باختبار المواد للأغراض التجارية أو للتمهيط .

(ب) للوصول إلى معلومات جديدة أو معلومات أفضل عن مواد معروفة أو للوصول إلى مواد جديدة ويعرف ذلك باختبار المواد بغرض الأبحاث وتطورها .

(ج) للحصول على مقاييس دقيقة للخواص الأساسية أو للثوابت الفيزيائية . ويعرف ذلك باختبار المواد للأغراض العلمية .

ويجب أن تكون هذه الأغراض واضحة التميز من البداية إذ أنها تؤثر على نوع الاختبار وجهاز القياس والعمل الدقيق المطلوب . كذلك تؤثر على تحديد مؤهلات الشخص الذى سيجرى التجربة للغرض المطلوب . وهكذا يحدد الغرض التكاليف الشاملة الممكن صرفها لإجراء التجربة . ويمكن تلخيص هذه الاختبارات كما يلي :

١ — اختبار تجارى :

وهو اختبار التحكم فى المواد والمنتجات للحصول على البيانات الدورية عن خواصها ويختص بالتأكد من قبول المواد والمنتجات طبقاً لاشتراطات الشراء أو طبقاً لحدود الصناعة ، وتعمل اختبارات متنوعة لهذا الغرض سواء طبيعية أو كيميائية أو ميكانيكية أو لخص ميكروسكوبى — ولا يلزم لهذا الاختبار درجة عالية من الدقة للنتائج ولو أنه أحياناً ينص على حدود هذه الدقة .

ب — اختبار الأبحاث :

ويختص بما يأتى :

— الحصول على معلومات جديدة عن مادة جديدة .

— اكتشاف خواص المواد الجديدة .

— تطوير الخواص القياسية أو لإجراء الاختبارات .

ويحتمل أيضاً أن يضاف إلى هذه الأغراض غرض معين مثل اختبار المادة

لاستعمال خاص ، أو تعيين الأسس الفعالة لتحسين التصميم بمواد مختارة ، أو دراسة المنشأ أو أحد أجزائه بعد الانتهاء من عمله .

ومع أن كثيراً من التجارب التي من نتائجها تظهر الاكتشافات تكون بطبيعتها روتينية ، إلا أن الغالبية تحتاج إلى تجارب ومقاييس عديدة مختلفة ، وهذا أمر يحتاج إلى تقدير المسؤولين لأن ذلك يتطلب مختبرين مهرة ذوي خبرة عالية .

ح — اختبار علمي :

ويجرى للحمول على مقاييس دقيقة للخواص الأساسية أو الثوابت الطبيعية عن طريق تجميع معلومات عديدة بغرض إعطاء بيانات للتحليل الدقيق لسلوك المنشآت والتصميم الفعال . ويتطلب هذا الاختبار العناية والسبر والدقة .

٢ — اختبارات موقع العمل والمعمل :

تجرى الاختبارات إما في معامل الاختبار أو في موقع العمل ، ويلاحظ أن نتائج الاختبار في موقع العمل غالباً ما ينقسمها الدقة بالنسبة لمثيلاتها التي تجرى في المعمل نظراً لصعوبة ظروف التشغيل والأحوال الجوية للتغيرة وتحديد مدة الاختبار والأسباب المختلفة التي قد تعرض أو تقلل من كفاءة إجراء الاختبار .

٣ — اختبارات تبعاً لكيفية تناول الجسم المختبر :

تجرى الاختبارات على المنشأ نفسه أو على جزء منه أو على عينات من المواد المصنعة أو المنتجات أو على عينات من المواد الخام أو على نماذج للمنشأ أو على أجزائه . ويلاحظ أن اختبارات النماذج يزداد استخدامها باستمرار في السنوات الأخيرة حيث تعمل النماذج لتؤدي أغراضاً عديدة .

٤ — الاختبارات المتلفة وغير المتلفة :

يمكن تقسيم اختبار المواد بالنسبة إلى إمكان استخدام المادة بعد إجراء الاختبار إلى اختبارات متلفة واختبارات غير متلفة . فثلاً عند تحديد مقاومة أي مادة فهذا يعني كسر عينة من هذه المادة وتصبح العينة بعد الاختبار غير صالحة لأداء عملها بالمنشأ أي

أُتلفت بأجراء الاختبار ، أما عند اختبار المنتجات المنتهية فيلزم عدم إتلاف أى جزء منها ويحتاج ذلك إلى اختبارات غير متلفة مثل الاختبار بأشعة إكس أو باستخدام الموجات فوق الصوتية .

(د) مآعنيه الاختبارات

إن خواص المواد لا تتصف بالجودة إذا بينت بأرقام وأعداد . فتحديد هذه الخواص لا يعنى أن القيم التى حصلنا عليها ملزمة لا تتغير ، ولكن هذه الأرقام تعبر فقط عن مدى تحصل هذه المواد . كما أن نتائج هذه الاختبارات هى فى الواقع مقاييس أو دلالات أو إيضاحات للخواص التى وجدت عند اختبار عينة من المادة تحت ظروف معينة . وتعتمد المقاييس التى نحصل عليها إلى حد ما على شروط الاختبار التى قد تشمل طريقة تحضير العينة كما تشمل الاجراءات المعينة التى أتبعتم عند اختبارها .

وهذه الاختبارات التى تستنتج منها بعض دلالات تطلعنا على مقاييس الخواص المفروض تحديدها مثلاً استعمال حد التناسب كقياس لإجهاد حد المرونة غير مؤكدة وذلك لأن نتائج الإختبار تتأثر بعوامل عديدة لا يمكن ضبطها فى الاختبار العادى تجعل تحديد القيمة الصحيحة لحد التناسب غير مؤكدة . . والمعنى الحقيقى لآى اختبار يتوقف على الحد الذى يجعلنا نقبأ بمدى صلاحية المادة للاستعمال ، وقد يكون للاختبار معنى من المعنيين التآلين :

١ — إمكان قياس الخاصية المرغوب فيها لمعرفة ما إذا كانت كافية أساسياً ومثالة للمادة كل التمثيل ، حتى يمكن تطبيق النتائج مباشرة فى التصميم .

٢ — إمكان التعرف به على المواد التى أثبتت الخبرة إقناع نتائجها حتى لو كان الاختبار مخالفاً للوضع فى الطبيعة .

ولنمثل بتصيب صمم على شكل خاص فى بناء كوبرى ما فإن اختبار الشد على عينة مختارة من السلب المستعمل فيه تعطى قيمة إذا عدلت بعامل الأمان فيمكن بذلك أن نحصل على إجهاد التشغيل الذى يسمح به فى العمل ومن الناحية الأخرى فإن اختبار تشاربى للصدم له أهمية ودلالة خاصة فى استعمال المواد وذلك بتقريب نتائج الاختبار

للوّضع في الطبيعة . وهذا الاختبار يعطى القيم التي دونت للطاقة المفقودة أثناء كسر عينات اختبار صغيرة قياسية من المعدن لها شكل خاص محدد وفي أى تصميم من التصميمات لا يمكن استخدام نتائج الصدم مباشرة ، كما يحدث في نتائج اختبارات المقاومة ولكن لهذا الاختبار ميزة تساعد على استبعاد الصلب غير الصالح لاستعمال معين . ويكون هذا الاختبار دليلاً مباشراً لما يمكن أن نتوقعه من نتائج ويعتمد ذلك إلى حد كبير على دقة الاختبار وتحليل الاجتهادات .

والحقيقة التي تلفت النظر عند دراسة أى تفاصيل لمعلومات الاختبار ونتائج الدراسات هي الاختلاف البين في كمية مقاسات الخواص . وقد يرجع هذا إلى عدم الدقة الكاملة في عمليات الاختبار كما يرجع أيضاً إلى الاختلاف الطبيعي في الخواص بين عينات الاختبار . وقد تكون المواد التي نختبرها غير متجانسة وتركيبها يمكن أن تتحكم فيه الصدفة في حدود معينة . لذلك فقد يكون من المفيد تحديد الخواص على أسس إحصائية ، ولكي نصل إلى نتائج يعتمد عليها — ومع التقدير التام لما تعنيه الاختلافات في العينات ومن التقدير التام أيضاً لوجه التشابه أو الاختلاف بين العينة والجسم الكامل — كل هذا يحتم أن يخضع الاختبار نفسه إلى شروط نظرية تحضير عينات الاختبار ودلالة إحصائيات المعلومات وحتى يصبح الاختبار تاماً ويمكن الاعتماد على نتائجه يجب أن يصمم الاختبار كي تكون دقة المقاييس المختلفة وجميع العمليات الخاصة ثابتة بصفة مستمرة .

(٥) تصميم الاختبارات :

- عند تصميم أى اختبار يجب أن تؤخذ الأسئلة التالية في الاعتبار :
- ١ — ما هي طبيعة نتيجة ما يقصده البحث ؟
 - ٢ — ما هو الاختبار الذي يمكن عمله للحصول على هذه النتيجة ؟
 - ٣ — كيف يمكن تطبيق نتائج الاختبار ؟
 - ٤ — ما هي حدود نوع الاختبار الذي تم اختياره ؟
 - ٥ — كيف تكون دقة العمل مضبوطة وتتمشى مع الحدود حتى تحد من المجهول وفي نفس الوقت تعطي نتائج ثابتة وفعالة ؟

٦ — ما نوع العينة المناسبة للاختبار ؟

٧ — ما هو عدد العينات اللازمة للحصول على نتائج تمثل ما يراد اختباره ؟

ويمكن إعطاء مقياس مناسب لخاصية من خواص المادة عندما :

١ — يمكن تعريف الخاصية تعريفاً صحيحاً كافياً .

٢ — تكون المادة من تركيب أو نقاوة معروفة .

٣ — تكون شروط القبول قياسية ومعروفة .

٤ — تكون طرق الاختبار صحيحة نظرياً .

٥ — تكون الملاحظات تم تلخيصها في غاية الحرص .

٦ — تكون درجة النتائج معروفة .

والاختبار المثالي يجب أن يكون كامل المعنى مؤثوقاً به منصفاً بالدقة له نتائج صادقة كذلك يجب أن يكون الاختبار اقتصادياً على أن يكون إختيار الإجراءات اللازمة للاختبار مبدئياً على أساس دلالة الاختبار مع الاقتصاد في المجهود .

وهذه المثالية يندر الوصول إليها ، ولكن السعى للوصول إلى مثالية النتائج هذه ينتقل من المرحلة النوعية إلى المرحلة الكمية التي تسمى بالثوابت . وتحديد أى خاصية باعادة التجربة يجب أن تنتج عنه نتائج متقاربة . ولكي تقارب النتائج التقريبية للنتائج المثالية يجب أن تستخدم في إيجادها أجهزة وطرقاً دقيقة حتى يتم العمل في اختبار المواد بالدقة ، على أن يراعى زيادة الوقت اللازمة لعمليات الاختبار مع تدارك كفاية الاقن . ولتحديد الثوابت الفيزيائية ، والخواص الأساسية للمواد ، يجب أن يتناسب الحد الأدنى من الدقة مع الغرض المطلوب لإجراء الاختبار من أجله .

(و) مهندس الاختبار :

يعتبر عمل مهندس الاختبار الذي يسمم ويجري الاختبار ذا أهمية كبيرة متزايدة حيث أن خدماته للجمع ليست بخدمات هينة ، لأنه يحكم على مدى صلاحية المواد والمنتجات والانشاءات ، ويحمي الكبارى والمباني والسفن والمسكنات والطرق من

أخطار الانهيارات عند استخدام مواد ضعيفة في تكوينها .. كما أنه يعمل على تقديم المواد الجديدة للاستخدام في المنشآت بالإضافة إلى توسيع مجال عمل المواد المعروفة ويجب أن يكون مهندس الاختبار ملماً تماماً مع التفهم الواضح لمقاومة المواد تحت مختلف الظروف والاحمال وكذلك بالخواص العامة للمواد.. كما يجب أن يكون ذا مناعة تامة ضد أى تأثير خارجى حتى لا يقدم تقريراً مخالفاً لنتائج الاختبار . ويجب أيضاً أن يكون من الكفاءة الشخصية بحيث لا يتردد أو أن يحكم مقدماً قبل الاختبار على المواد أو المنتجات .. كما عليه أن يؤيد بكل قوة نتائج اختباراته .. مادام قد قام بأجرائها بالعناية التى تمكنه من الدفاع عنها بغض النظر عن ماهية النتائج وحالتها .. كما يجب عليه مراعاة حسن وسلامة استخلاص النتائج من المعلومات التى يتحصل عليها من الاختبار ، كما يجب أن يكون على علم تام بالاسس الخاصة باختبار المواد والطرق المختلفة كذلك على أسباب اجراء تلك الاختبارات .

(ز) التجربة والاختبار :

يمكن أن نفرق بين التجربة والاختبار على الرغم من أن اللفظين يطلفان على معنى واحد دارج . فالتجربة تقوم على فكرة أن النتائج غير مؤكدة أو معروفة وأن تلك النتائج غير المعلومة يمكن ظهورها بعد إجراء التجربة . أما الاختبار فله إجراءات ثابته إذ أن حدود النتائج عامة ومعروفة . والغرض من إجراء الاختبار هو التحقق من تطابق النتائج التى نحصل عليها مع تلك الحدود . والتجارب وخاصة إذا كانت على نطاق واسع تحتاج عادة إلى اختبارات روتينية عديدة ولا تقف معامل اختبار المواد الكبيرة على ما سميت من أجله من اختبارات للمواد فقط ولكنها تقوم بدور فعال فى إجراء تجارب للبحوث والتجارب الروتينية العادية لقبول المواد .

(ج) الاختبار والادوات :

تقف الاختبارات كما تقف العلوم الرياضية من حيث أهميتها للمهندس وتقاس قوة هذه الاختبارات بمهارة تخطيطها وبقدرتها على التغلب على كل الصعوبات التى تقابلها . ويجب أن يحرص المهندس المختص بعملية الاختبارات على ملاحظة ما يجرى

أثناء الإختبار مثل مسلك الإجهاد والإفعال ، كذلك رد الفعل وطريقة تحركات كل جزء من الأجزاء إلى غير ذلك . كما يجب أن يتنبه لكل خطأ يقع أو يحتمل وقوعه بسرعة ودقة . وفي نفس الوقت يجب أن يكون على استعداد تام للملاحظة ظاهرة غير عادية وقد تكون لهذه الملاحظات أثرها في الوصول إلى الإكتشافات الجديدة . كذلك يجب أن يراعى نتائجها بأن يراجعها ويتقبل إعادتها بنفس راضية إذا لم تكن النتائج معقولة .

وعلى المهندس أن يقدم نتائج إختباراته بطريقة مفهومة جذابة وواضحة ، على أن تعدل طبيعة التقرير لتلائم حاجيات من يطلعون عليه من فنيين وغيرهم حتى تكون نتائج الإختبارات — خاصة إختبارات قبول المواد — دقيقة ومبسطة وغالية من الأخطاء وتصلح للتطبيق العام .

ولنستشهد في هذا المقام بملاحظات دوج فيلبور سوينز ، عن مقاومة المواد — فقد قال: وما يجب أن نتذكره هو أن حسن الإدراك يكون دائماً القائد في الإختبارات كما هو في العلوم الرياضية . ويجدر بالمهندس التعود على عدم الثقة في الأشياء غير المعقولة ، فإ يترأى له قد يكون خطأ في حين تكون نتائج الإختبارات صحيحة ، وفي هذه الحالة يحتاج إدراكه إلى تمرين وتعود . ولنتذكر د لارسطو، قوله إن دليل العقل المتقف أن يقتنع بدرجة الدقة التي تسمح بها طبيعة الموضوع ولا يبحث وراء الدقة الكاملة حيث يمكن الاكتفاء بالحقيقة التقريبية .

سادسا - التفتيش على المواد الهندسية

(INSPECTION)

يتضمن التفتيش على المواد ملاحظات عمليات الصناعة وتبعية خطوات الإنتاج وأخطوات الانشاء للتأكد من تواجد الخواص المطلوبة للمواد أو المنتجات والمنشآت. وقد يتم التفتيش بالفحص البصرى وبمراجعة صحة الأبعاد وبالكشف عن العيوب السطحية وباجراء الاختبارات المعملية على العينات وإجراء الاختبارات على المنتجات والمنشآت وذلك للتأكد من مطابقة المواد أو الحمل للاشتراطات المطلوبة . ويهدف التفتيش إلى التحكم فى جودة المواد أو المنتجات ورفض ما يظهر منها أقل من المستوى المطلوب . ويمكن التفرقة بين التفتيش على المواد واختبار المواد بأن اختبار المواد — الذى يكون جزءاً من التفتيش — يهدف إلى تعيين مقياس محدد لخواص المواد أى بتعيين حقيقة حالة المواد فقط دون التدخل فيما يترتب على معرفة نتائج الاختبار .

وتسكون هيئات التفتيش الهندسى إما هيئات أهلية تتكون من مجموعة من المهندسين المتخصصين فى فروع مختلفة أو من هيئات حكومية متخصصة أو قد يقوم بعملية التفتيش الهندسى فى أى منشأ أو عملية هندسية المهندس المقيم بالاشتراك مع مهندسى العملية .

ويشترط فيمن يقوم بالتفتيش الإلمام العلى التام للعملية التى يراجعها وكذلك أن يكون له دزاية بحسن المعاملات والاتصالات العامة بالأفراد والهيئات حيث أن طبيعة عملية التفتيش تتطلب متابعة العملية من بدايتها حتى نهايتها وإجراء الفحوص والاختبارات والبث فى الرفض والقبول للمواد والأجزاء المنتجة أو المنشآت أو المنتج أو المنشأ بأكمله وما يصاحب ذلك من الاتصال والمناقشة والتفاهم مع الأفراد والهيئات .

لغتنا - مواصفات المواد

(SPECIFICATIONS)

المواصفات هي الاشتراطات التي يضعها المستهلك للشيء أو صاحب العملية الهندسية لمن يقوم له بها وذلك ليبيان الرغبات المطلوبة في المنتجات أو في العملية الهندسية . وتتوقف كفاءة المنتجات وحسن تنفيذ العمليات على دقة وسلامة الاشتراطات المحددة لها . ونظراً للتطور العلى المستمر وزيادة المعرفة عن للمواد وخواصها والتقدم الصناعى والانشائى فإنه يمكننا وضع اشتراطات أكثر تعبيراً وأدق تحديداً لما يجب أن تكون عليه المنتجات والمنشآت المطلوبة .

وكما ازداد التطور والتقدم والمعرفة كلما أمكن عمل مواصفات مناسبة أكثر فاعلية . وتصف المواصفات المثالية خواص المواد اللازمة لأداء عمل معين بكفاءة عالية . وقد قلل المواصفات عن المستوى المثالى لعدة أسباب منها :

١ - قد تكون المواصفات ذات شروط سهلة فسمح للمواد ضعيفة الجودة بالإستعمال فى العمل الهندسى .

٢ - قد تكون المواصفات ذات شروط متشددة فتبتع المواد ذات الجودة المناسبة من الإستعمال فى العمل الهندسى .

٣ - قد تكون المواصفات مبنية على معلومات خاطئة بالنسبة لنوع العمل الهندسى المطلوب فتسبب الأخطاء الفنية فى العمل الهندسى .

ويجب مراعاة أن المواصفات لا تعمل للمواد المثالية ولكن تعمل حتى تسمح باستعمال المواد الممكن الحصول عليها بكاليف مناسبة تحت الظروف المحيطة بالصناعة أو بالعمل الهندسى .

وتحتوى المواصفات على اشتراطات مختلفة منها :

- ١ - اشتراطات تتعلق بطرق الصناعة المستعملة .
- ٢ - اشتراطات تتعلق بالشكل والأبعاد والانهاء .
- ٣ - اشتراطات تتعلق بالخواص الطبيعية والكيميائية والفيزيائية المطلوبة .
- ٤ - اشتراطات تتعلق بمحدود العيوب غير المرغوبة .
- ٥ - اشتراطات تتعلق بكيفية تحضير عينات الاختبار وطرق الاختبار والتفتيش .
- ٦ - اشتراطات تتعلق خاصة بالقبول والرفض والتحكيم والشهادات .

تاسعا - التوحيد القياسى والمواصفات القياسية للمواد الهندسية

يعتبر التوحيد القياسى لحد الوسائل الفعالة التى قدمها التطور العلمى الحديث ليحقق تبسيط العمل ، وخفض التكلفة فى جميع الميادين الصناعية والتكنولوجية وفى ميدان الإنشاءات ، ولن تستطيع دولة فى عصرنا الحاضر أن تغفل أثر التوحيد القياسى إذا أرادت أن تحقق لاقتصادها القوى الشكامل ، وأن تستفيد بكل ما يقدمه التوحيد القياسى من أساليب وطرق تعمل على خفض إكل من وسائل الإنتاج وتكاليف الإنتاج مع رفع مستواه . وقبل أن نقصص آثار التوحيد القياسى فى جميع ميادين التطور ، وعلى الأخص فى مجال الإنشاءات ومواد البناء ، يجدر بنا أن نستعرض فى اقتضاب التطور التاريخى للتوحيد القياسى فى مختلف العصور مع التعرف على ماهية كل من المواصفات والمواصفات القياسية .

١ - التطور التاريخى للتوحيد القياسى :

عرف التوحيد القياسى على مر العصور والأجيال ، واستخدم فى بناء الحضارات البشرية لخدمة الإنسان وتبسيط العمل الذى يواجهه . وقد اهتم الرومان اهتماما كبيرا بالتوحيد القياسى فى العصور القديمة فكان أن وحدوا مقاييس مواسير المياه وأعمدة وصواري السفن وذلك للوصول إلى الإنتاج الكبير . وفى القرن الخامس عشر كانت جمهورية البندقية سباقة إلى توحيد مواصفات أحجام السفن فى أسطولها من حبال وروافع ومجاديف تنسيرا للقياس بأعمال الصيانة والإصلاحات الطارئة .

ومن المعروف أن الصناعة فى العهود القديمة كانت تعتمد على الجهود الفردية وكانت القوى البشرية عمادها الرئيسى . فظلت بطيئة الخطى ضعيفة الإنتاج .

ومع ظهور عصر النهضة ، حدث تطور هائل فى الأساليب الصناعية ، وكان ظهور الآلة ، واستخدام قوة البخار بداية عصر جديد للصناعة . ولقد أدى تزايد السكان وازدياد الطلب على بعض الأصناف والسلع إلى ظهور الإنتاج بالجملة ، كما تعدد المنتجين لصنف معين فى البلد الواحد أو مختلف البلاد والأقطار . وبدأ عامل المنافسة يدخل الإنتاج الصناعى ليظهر بوضوح فى محاولات المنتجين المختلفة لخفض التكلفة والتسابق

إلى غزو الأسواق العالمية والسيطرة عليها بشتى الوسائل والسلع .

وبدأت مشاكل الإنتاج بالجملة في الظهور والتضخم ، وكما هو المعتاد بدأ العلم في التدخل لحل تلك المشاكل ، وأسفرت الدراسات والبحوث التي أجريت في هذا المضمار عن ضرورة وضع مواصفات ومقاييس محددة لمواد وخواص وأبعاد الأجزاء والقطع المختلفة التي تتكون منها السلع والآلات حتى يمكن إخضاع عملية الإنتاج بالجملة لسلطة ما إلى نظام موحد يكفل تشابه وتجانس كل مجموعة من الأجزاء المتماثلة سواء في مصنع واحد أو مصانع متعددة ثم تجميعها بسهولة لتكوين عدد كبير من السلع أو الآلات في صورها النهائية .

ولقد كان من الضروري للوصول إلى دقة ضبط الأبعاد والمقاسات في الإنتاج بما يحقق التماثل والتوحيد أن تستعمل في المصانع أجهزة قياس دقيقة . كما أن العمل على ضبط القياس ودقة أجهزته أدى إلى الاهتمام بتوحيد معدات القياس وموزمها ومحاولة القضاء على تعددها واختلافها في داخل البلد الواحد والبلاد المتعددة :

وهكذا ارتكز التوحيد القياسي على دعامتين :

أولاهما : المواصفات التي تحدد الخواص والجودة والأبعاد وأسس التصميم والتنفيذ .

وثانيتهما : المعايرة التي تختص بتوحيد طرق القياس ووحداته ووسائل ضبط الأجهزة المستخدمة في القياس ومعايرتها ومراجعتها ضماناً لدقة المنع وتيسير الإنتاج بالجملة المتكرر الذي يعتمد على تبادلية القطع والأجزاء .

وقد اتجه إلى استخدام المواصفات لأول مرة في العصر الحديث عام ١٧٨٠ حيث استخدمها بولتون ووات (Boulton & Watt) الانجليزيان .

وفي سنة ١٧٩٣ أنتج إلي هوتني (Eli Whitney) بالولايات المتحدة عشرة آلاف قطعة من السلاح بمواصفات محددة بحيث يمكن مبادلة قطع الغيار بها وقد أطلق عليه اسم أبو التوحيد القياسي لاستخدامه على نطاق واسع .

وقد كانت ألمانيا أسبق الدول التي عنت بالتوحيد القياسي في العصر الحديث حيث اتخذ اتحاد المهندسين الألمان عام ١٨٦٥ عدة قرارات وتوصيات بشأن نظام المواصفات

والمعايير وبعد عشرة أعوام نشرت أولى مواصفات الحديد المبروم وقد كان هذا الاهتمام من أسباب تكوين الهيئة الألمانية للتوحيد القياسى .

وفي بريطانيا كومت لجنة للتوحيد القياسى سنة ١٩٠١ ، ولم تلبث الصعوبات التى بدت أيام الحرب العالمية الأولى فى تبادل قطع وأجزاء الأسلحة بين الجيشين الأمريكى والبريطانى أن أدت إلى زيادة اهتمام البريطانيين بالتوحيد القياسى فتكون الاتحاد البريطانى للتوحيد القياسى الذى تطور فى سنة ١٩٣١ إلى المعهد البريطانى للتوحيد القياسى .

وهكذا شهد مطلع القرن العشرين مولد كثير من هيئات التوحيد القياسى القومية ، وأدت مزايىا التوحيد القياسى إلى التفكير فى أهمية توحيد المواصفات وطرق القياس على نطاق عالمى . وبذلك شكلت عمبة الأمم عام ١٩٣٦ الاتحاد الدولى للتؤسسات القومية للمواصفات القياسية التى سنتناولها فيما بعد .

وفىما يختص بتوحيد نظم القياس والمعايرة على نطاق دولى فقد أبرم فى ٢٠ مايو سنة ١٧٨٥ اتفاقية النظام الدولى للتر وتأسست اللجنة الدولية للوازين والمقاييس . وقد بدأت هذه اللجنة فى عام ١٩٤٨ فى دراسة لإنشاء مؤسسة دولية تختص بتوحيد طرق المترولوجيا أو المعايير القانونية ، وكان نتيجة لهذه الدراسات أن أنشئت هذه المؤسسة الدولية بالفعل سنة ١٩٥٦ ومقرها باريس .

ب - المواصفات القياسية : (STANDARD SPECIFICATIONS)

المواصفات القياسية هى المواصفات المحضرة نتيجة الاتفاق بين المختصين الذين يهمهم أمر هذه المواصفات . وتستخدم المواصفات القياسية كاشتراطات لقبول ورفض المواد والمنذجات بين الهيئات المعنية . وتتضمن المواصفات القياسية الطرق القياسية للاختبار وأحيانا تعمل مواصفات قياسية مستقلة تختص فقط بطرق الاختبار القياسية لمادة ما بدلا من أن تكون جزءا من مواصفات تلك المادة .

وهناك جهات عديدة فى العالم تصدر مواصفات قياسية مثل بعض الشركات أو الهيئات المستقلة أو الجمعيات التجارية أو الصناعية أو الهيئات الوطنية . وتعتمد

قوة المواصفات القياسية على مدى نفوذ الهيئة التي تصدرها ومدى الثقة التي تتمتع بها . وتشتمل المواصفات القياسية على الشروط القياسية الواجب توافرها في المادة كما تتضمن طرق أخذ العينات وطرق الفحص والاختبار القياسية كما تحتوى أحياناً على تعاريف قياسية . وقد أحدثت المواصفات القياسية تطوراً كبيراً في الميادين الصناعية والفنية وفي مجال البناء والميادين المتعلقة بها .

كما أن دور المواصفات في تطوير الاقتصاد وفي دفع عجلة التقدم الصناعى والعلمى والفنى في شتى الميادين ذو أثر واضح لا يمكن حصره في صفحات قليلة ، وإن كان المفهوم العام للمواصفات والمقاييس هو الدلالة على أسس النظام الجيد .

ولقد عبر البروفيسور روبرت هوفر — الذى أصبح فيما بعد رئيساً للولايات المتحدة الأمريكية — عن دور المواصفات والمقاييس بقوله : « إن المقاييس قد وضعت آلاف الأدوات المختلفة في متناول كل إنسان ولا تعتبر المقاييس فرضاً للرقابة على الفرد ، وإنما هي حسنة توفر له ما لا حدة له من الأشياء التي يضيفها إلى حياته » .

ومن أبرز مزايا المواصفات التبسيط ، فإن المقاييس تحقق التبسيط والتوحيد والتحديد على كل مستوى من مستويات التصميم والانتاج والتعيين والطلب وضبط المخازن والصيانة وحتى إدارة المكاتب وتستطيع أن تتميز ذلك في المثال البسيط التالي :

فإن من يريد أن يشتري مادة ما — ولتكن الصلب — لاستعمال معين فإنه يستطيع أن يلجأ إلى المواصفات لتحديد نوع الصلب المناسب لغرض استعماله مهما كان هذا الغرض ، سواء كان هذا الصلب سيستخدم في بناء مصنع أو سيارة أو دراجة أو حتى سيستخدم لعمل سلة مهملات . وسوف ترشده المواصفات على الفور وبدون مجهود إلى الإشتراطات التي تناسب غرضه ، وبذلك تعمل المواصفات على توفير واضح وفعال في الوقت والنفقات ، إذ أنها من الوسائل الرئيسية في تبسيط العمل عند اختيار مادة مناسبة لعمل معين ، كما أنها تسهل مواصفات التصميم والطلب — وتزدل عملية إبدال قطع الغيار . وتضمن الفحوص والاختبارات الدقيقة للبواد للوصول إلى حسن الأداء والسلامة عند الاستعمال . كما تحدد المواصفات اشتراطات التنفيذ التي

تدلل كثيراً من صعوبات العمل وتضمن أحسن الظروف لاستخدام المواد . ولكي تتضح أهمية المواصفات والمقاييس فافاناذكر أنه في عام ١٩٤٠ عندما تقرر إنتاج محركات رولز رويس مرلين ، بالولايات المتحدة الأمريكية استغرق أعداد ترجمة للرموز والمصطلحات البريطانية التي وضعت بها أجزاء المحرك إلى ما يقابلها من الرموز والمصطلحات حوالى ستة شهور ، بالرغم من حالة الطوارئ التي كانت أيام الحرب والتي كانت تدعو إلى العجلة الشديدة ، وكان من الممكن اختصار هذه المدة الثمينة في هذه الفترات العصيبة لو وجدت في هذا الوقت رموز ومصطلحات موحدة .

ولما كانت مزايا المواصفات متعددة ومتشعبة ولا يمكن تناولها بالتفصيل في مثل هذا الفصل فافاناسنحاول تلخيصها فيما يأتى :

١ — المواصفات تمثل المعرفة المزدوجة للنتج والمستهلك معاً ، وبذلك تؤدي إلى تقليل — إن لم يكن منع — سوء الفهم أو المنازعات التي تحدث بين المنتج والمستهلك .

٢ — المواصفات تعرف المواد بطريقة واضحة تؤدي إلى جعل الإنتاج أكثر كفاءة واقتصاداً .

٣ — تؤدي إلى الاقتصاد نتيجة لتركيز عمليات الشراء على المواد الأكثر مناسبة وكفاءة .

٤ — تدفع عجلة التقدم التكني إلى الأمام ، وتعمل على تطويره وتطبيق أحدث ما وصل إليه العلم لإنتاج أكنأ المواد وأنسبها .

٥ — تمنع إنتاج المواد والأنواع والتسميات غير اللازمة، وما يقبع ذلك من اقتصاد في الإنتاج وفي نفقات التوزيع .

٦ — تمنع مخاطر الحوادث وذلك بمساعدتها على اختيار أنسب المواد والمعدات المأمونة تحت ظروف التشغيل على أساس معرفة تامة بالخواص والجودة والأداء وظروف الاستخدام .

٧ — تؤدي إلى منع الهداياات والبعائع الثالفة نتيجة لمنع إنتاج منتجات منخفضة الجودة .

- ٨ — تساعد على اختيار أنسب المواد للغرض الذى ستستخدم فيه تلك المواد .
 - ٩ — تزيد المعرفة باستخدام المعدات والآلات وتعمل على تحسين إنتاج الجملة المتكررة . كما أن زيادة الانتظام نتيجة لتطبيق المواصفات تعمل على جعل العمليات أكثر تلقائية .
 - ١٠ — تساعد على طلب التوريدات بمواصفات قياسية موحدة بدلا من استخدام مواصفات فردية متضاربة ومتعددة يكلف إعدادها نفقات كثيرة ، بوقت ضائع ، ويؤدى تعددها إلى سوء الفهم والتضارب .
 - ١١ — تعطى فكرة واضحة عن مستوى جودة السلع وفق ما حدده الإخصائيون الحياديون الذين قاموا بوضع المواصفات، وتجعل هذا المفهوم فى متناول غالبية المستهلكين ومن ثم تجعل المستهلك أكثر اطمئناناً إلى ماهية البضاعة المعروضة عليه .
 - ١٢ — تعمل على تسهيل ورخص عملية استبدال قطع الغيار للمعدات والآلات مع وجود الضمان الكافى المستمر بعدم تعطل هذه الآلات والمعدات نتيجة لعدم وجود قطع غيار بالمقاسات غير المناسبة .
 - ١٣ — إن وضع العلامات القياسية على المنتج تعطى قوة هائلة للسلعة وتكون وسيلة قوية من وسائل الاعلان الموثوق فيه إذ إنها تضمن وجود مواصفات محددة للجودة يمكن بها صنع المعدات والآلات والسلع واختيارها . كما تضمن عدم اختلاط السلعة الجيدة بالردئية ، وتمنع التاجر من عرض بضاعة منخفضة الجودة وترويجها .
 - ١٤ — تفتح الاسواق الاجنبية أمام البضائع المصدرة وتمنع تصدير منتجات منخفضة الجودة تسيء إلى البلد ، وتؤدى إلى الإضرار بالاقتصاد القومى .
 - ١٥ — تمنع استيراد بضائع منخفضة الجودة، وبذلك تمنع تسرب العملات الأجنبية ودفع أموال طائلة على بضائع لا تلائم الغرض المطلوب له .
- من كل تلك الميراث نجد أن المواصفات تضمن فائدتها على كل من :

١ - المنتج : بانخفاض تكاليف الانتاج والبيع والحد من المخزون ، وزيادة دورة العمل وبالتالي زيادة الانتاج .

ب - الموزع : بالحد من المخزون . وتصريف المنتجات وضمان الإقبال على البضائع القياسية . وبذلك تزيد دورة العمل وبالتالي يزيد الربح .

ج - المستهلك : بتخفيض الاسعار ورفع الجودة وضمان توفر السلعة الجيدة ولكن يجب أن يلاحظ ضرورة مراجعة المواصفات القياسية بين وقت وآخر حتى تتماشى مع التطور المستمر في ميدان العلوم ، وحتى تمثل آخر ما وصل إليه التطور العلمي والفني ، وبذلك لا تقف في سبيل الاستفادة من الطرق الحديثة في التصنيع .

ويتلخص ضرر المواصفات القياسية في أنها قد تعمد الخبرة وبذلك تحجب التقدم المطلوب في حالة تطبيقها باستمرار بصرف النظر عن التقدم والتطور الذي يزداد سريعاً مع الأيام في المادة الخام وتجهيزها وصناعتها وفي أجهزة التصنيع والاختبار وفي الاستعمالات المتعددة والمنتجات وفي تغير التفكير والنظرة إلى الأمور تبعاً لطبيعة الزمن والظروف المحيطة . والحد من ذلك الضرر يلزم أن تكون المواصفات القياسية تحت إشراف هيئات ذات سعة في العلم والتنفيذ كما يجب أن تراجع المواصفات القياسية بمسئولية كل مدة معينة وتراجع أيضاً كلما دعت الحاجة إلى ذلك .

ج - هيئات التوحيد القياسي :

تقوم هيئات مختلفة تسمى هيئات التوحيد القياسي بتعضير ونشر المواصفات القياسية للمواد والمنتجات بطرق الاختبار والتفتيش كل هيئة في حدود اختصاصاتها . وهيئات التوحيد القياسي عبارة عن الهيئات الحكومية أو هيئات المجالس البلدية أو الاتحادات التجارية أو الجمعيات العلمية والنفائية أو الشركات المستقلة .

فمثلاً تقوم الهيئة المصرية للتوحيد القياسي بوزارة الصناعة بمههورية مصر العربية بوضع المواصفات القياسية المصرية (م . ق .) وتقوم هيئة المواصفات البريطانية بعمل المواصفات القياسية البريطانية (B.S.S.) وتقوم الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد (A.S.T.M) بعمل المواصفات القياسية لاختبار المواد ، ويقوم اتحاد الصناعات

بألمانيا بعمل المواصفات القياسية الألمانية (D. I. N.) ، وتقوم الهيئة الدولية للمواصفات (I. S. O.) بعمل مواصفات قياسية موحدة بعد مناقشة مواصفات الجهات المختلفة .

وتتكون هيئة التوحيد القياسي في الغالب من العلماء والمهندسين من هيئات الأبحاث بالجامعات والمصالح الحكومية والشركات والهيئات ومن المهندسين الاستشاريين . وبصفة عامة يمكن القول بأن هيئات التوحيد القياسي تتكون من المتخصصين في الفرع المعين المتعلق بالمواصفات .

وتحضر المواصفات القياسية بأن يبدأ بدراسة الاشتراطات المطلوبة وطرق الاختبار اللازمة ثم يحضر اقتراح بمشروع المواصفات ويعرض على لجنة من المتخصصين بهيئة التوحيد القياسي . وبعد الموافقة على مشروع المواصفات المقترح أو تعديله أو زيادة إضافات إليه بواسطة لجنة المختصين وموافقة هيئة التوحيد القياسي على الصورة النهائية للمواصفات المقترحة تنشر على من يهمهم أمر المواصفات على اعتبار أنها مواصفات تحت الاختبار . وذلك لطلب أى تعليقات أو إنتقادات بخصوص بنودها المختلفة .

وبعد أن تتلقى هيئة التوحيد القياسي هذه التعليقات أو الانتقادات تقوم لجنة المختصين بدراسة ومناقشتها ثم توضع المواصفات في صورتها النهائية وتعرض على هيئة التوحيد القياسي وتم الموافقة عليها وتصدر بعد ذلك كمواصفات قياسية .

ويكون تعديل المواصفات القياسية بنفس خطوات تحضيرها المذكورة .

عاشرا - التوحيد القياسى فى المجالين المحلى والدولى

استطاع التوحيد القياسى أن يكون من الدعامات الرئيسية التى بذت عليها النهضة العمرانية والصناعية . فقد كانت مزايا التوحيد القياسى فى الوصول بالمنتج إلى الكفاءة التى تفرضها الاحتياجات بالإضافة إلى تحسين الاعتماد القومى ، حافظاً على شدة اهتمام الدول للأخذ بأساليبه فى كافة ميادين البناء والإنشاء والصناعة للاستفادة الناجمة عن تطبيقه فى أوسع نطاق .

ولوصول هذه الدول إلى ذلك عمدت إلى إنشاء أجهزة للإشراف على استخدام التوحيد القياسى والأخذ بأساليبه والاسترشاد بنظمه فى الإنتاج . وقد شهد مطلع القرن العشرين تحزناً لذلك — فأُنشئت كثير من المنظمات القومية للتوحيد القياسى للعمل على المستوى المحلى والعالمى . . لوضع المواصفات القياسية المحلية وربطها بالمواصفات العالمية والعمل بأقصى إمكاناتها لتوحيد المواصفات على المستوى الدولى ، وسنشير فيما بعد إلى بعض الهيئات القومية للتوحيد القياسى ، التى أُنشئت لهذا الغرض ومنها :

١ — التوحيد القياسى فى الجمهورية العربية المتحدة .

٢ — التوحيد القياسى فى الاتحاد السوفيتى .

٣ — التوحيد القياسى فى الهند .

٤ — التوحيد القياسى فى الولايات المتحدة الأمريكية .

ولم يقتصر الأمر على الهيئات القومية للتوحيد القياسى ، فكان أن أُنشئت المنظمة الدولية للمواصفات القياسية (I. S. O.) وسنشير إليها بشئ من التفصيل فيما بعد.

(١) التوحيد القياسى فى جمهورية مصر العربية :

بدأ الاهتمام بتوحيد وحدات القياس فى مصر منذ عام ١٨٨٥ حين اتجه التفكير إلى استخدام الوحدات المترية . وفى ٢٨ أبريل سنة ١٨٩١ صدر قانون أوجب على المصالح الحكومية أن تستخدم النظام المترى فى معاملاتها مع الجمهور ، إلا فيما يختص

بالأراضي فيظل استعمال الفدان كوحدة القياس كما نص على وجوب حفظ مجموعة من الوحدات الإمامية من المقاييس والموازين والمكاييل في عواصم المديريات .

وفي عام ١٩٣٩ استصدرت مصلحة التجارة والصناعة قانون الموازين والمكاييل الذى نص على اعتبار المتر والتر والكيلوجرام وحدات القياس القانونية بمصر مع إباحة استخدام بعض الوحدات الأخرى . وفى نوفمبر عام ١٩٥١ صدر القانون الذى أوجب استخدام النظام المترى للمقاييس والموازين والمكاييل إلا فيما يختص بالأراضي الزراعية فقط احتفظ بالفدان كوحدة قياس قانونية لها . كما قصر استعمال المكاييل للسوائل فقط ونص على أن تحتفظ إدارة الموازين والمكاييل بنماذج رسمية لمعايرة جميع المقاييس والموازين والآلات .

وظلت جمهورية مصر العربية فترة طويلة لا تعرف التوحيد القياسى على نطاق قومى ، ولم يكن مطبقا بها سوى بعض مواصفات أجنبية فرضت عليها لتحقيق الأهداف الاستعمارية التى حالت دون تطورها فى المجال الصناعى لتبقى عالقة على الإنتاج العالمى .

وكان لجمعية المهندسين المصرية بالقاهرة فضل اتخاذ الخطوة الأولى فى سبيل وضع مواصفات قومية موحدة تقضى على تعدد مواصفات الصنف الواحد وتحل محل المواصفات الأجنبية التى يتعذر تطبيقها على الإنتاج المحلى وإن كان صالحا للاستعمال ، مما يضطر البلاد إلى الإعراض عنه وبقائها مرتبطة بعبء الإنتاج الأجنبى عن طريق الاستيراد .

وما أن بدأت الجمعية فى اتخاذ هذه الخطوة الإيجابية فى عام ١٩٣٩ حتى اندلعت نيران الحرب العالمية الثانية فتوقف نشاطها فى هذا المضمار .

وفى عام ١٩٤٧ استأنف هذا النشاط بتشكيل لجنة عامة للمواصفات القياسية من بعض أعضاء الجمعية وممثلين للجامعات ومعاهد البحوث ووزارتى الأشغال والمواصلات ، وكذلك بعض اللجان الفرعية لوضع مشروعات مواصفات مواد البناء والخرسانة والأساسات والأعمال الصحية والإنشاءات المدنية والرسومات والرموز والمواد

الكيمائية والكهربائية والمصطلحات .

وفي سبتمبر عام ١٩٥٤ أنشئ معهد لأبحاث البناء وكان له دور فعال في إنجاز مواصفات البناء المختلفة وإخراجها إلى حيز الوجود . ويهدف هذا المعهد إلى القيام ببحوث ودراسات للمشكلات الهامة في مختلف نواحي البناء بما في ذلك من إعداد اشتراطات أسس التصميم والتنفيذ ومشاريع المواصفات المتعلقة بمواد البناء .

إنشاء الهيئة المصرية للتوحيد القياسي :

وعند إنشاء وزارة الصناعة المصرية في عام ١٩٥٦ لتحقيق أهداف الثورة في مجال الصناعة شملت مصلحة التنظيم الصناعي جهازاً خاصاً للمواصفات والمعايرة يتولى وضع المواصفات الخامات والمنتجات بحيث تنمى مع الإمكانيات والاحتياجات المحلية ، وتلتقى مع الأوضاع العالمية ، كما ينظم عمليات ضبط ومعايرة أجهزة القياس المستخدمة في الصناعة ضماناً لجودة الانتاج ودقته وقياسه على أسس فنية سليمة . ثم رأى أن تخطو الثورة الصناعية خطوة واسعة إلى الامام بتدعيم أركان التوحيد القياسي في البلاد ، فصدر القانون رقم ٢ لسنة ١٩٥٧ الذى نص على إنشاء هيئة مستقلة تكون المرجع القومى لجميع شئون التوحيد القياسى بالبلاد وتتولى وضع المواصفات القياسية لجميع ما تعتمد عليه الصناعة من خدمات ومنتجات وعمليات فنية وأجهزة وآلات ووحدات قياس ومراجع معتمدة للمصطلحات والتعاريف والرموز الموحدة والتصنيفات بما يؤدى إلى تمكين المصانع من إنتاج سلع قياسية تتلاءم الإمكانيات المحلية وحاجات البلاد الاستهلاكية كما يعينها على زيادة الانتاج وتخفيض تكاليفه مع المحافظة على مستوى التقدم والتحسين لكل صنف ، كما تختص أيضاً بالعمل على التحقق من مدى انطباق المواصفات القياسية على السلع والخدمات في شكلها المعروض وما يتعلق بها من فحص واختبار .

ونص هذا القانون كذلك على أنه لا يجوز لأية مصلحة أو مؤسسة عامة أو خاصة أخرى أن تصدر مواصفات على أنها قياسية واعتبر جميع المواصفات التى سبق صدورها من أية هيئة مشغلة بالتوحيد القياسى غير قياسية مالم تعتمد عليها الهيئة العامة للتوحيد

٥ - المواد أول

القياسى وتذشرها فى السجل الرسمى للمواصفات القياسية ، كما أوجب على كل مصلحة أو مؤسسة عامة أو خاصة ترغب فى اعتبار مواصفاتها قياسية أن تقدم إلى الهيئة خلال ثلاثة أشهر من تاريخ العمل بالقانون بنصوص المواصفات التى وضعها أو تتولى تنفيذها أو تخضع لها .

وتنفيذا لهذا صدر القرار الجمهورى رقم ٢٩ لسنة ١٩٥٧ بإنشاء الهيئة المصرية للتوحيد القياسى على أن تكون هيئة مستقلة ملحقة بوزارة الصناعة ، وأوضحت مادته الثانية اختصاص الهيئة بتنسيق العمل بين المصالح والجهات والهيئات المشتغلة بالتوحيد القياسى وتوجيهها لتحقيق الأغراض التالية :

- ١ - إيجاد مراجع معتمدة لمعايير موحدة .
 - ٢ - إصدار مواصفات قياسية للخدمات والمنتجات وإصدار التصنيفات والاصطلاحات الفنية والتعاريف الموحدة .
 - ٣ - تهيئة الوسائل الكفيلة بتحقيق مطابقة الخامات والسلع على المواصفات القياسية المعتمدة .
 - ٤ - تسهيل إيجاد القطع المتبادلة ورفع مستوى الإنتاج المحلى .
 - ٥ - تنسيق أعمال التوحيد القياسى بجمهورية مصر مع نظائرها العلمية .
- وقد نص القرار فى مادته التاسعة على اعتبار مراقبى المواصفات والمعايرة بمصلحة التنظيم الصناعى الجهاز الفنى والإدارى للهيئة ولها أن تستعين عند وضع المواصفات القياسية بتشكيل لجان فنية من المختصين ورجال الصناعة .

ب - التوحيد القياسى فى الاتحاد السوفيتى :

لم يكن للمواصفات القياسية كيان رسمى فى الاتحاد السوفيتى حتى مستهل القرن العشرين، وكان أمر المواصفات متروكا للاتحاد والغرف التجارية والصناعية والهيئات الحكومية وغير الحكومية تمنع كل ما يناسب احتياجاتها وامكانياتها من مواصفات .

وظل الحال كذلك حتى عام ١٩١٨ حين اتجه الاهتمام إلى إصدار بعض القوانين المنظمة لمواصفات إنتاج بعض الصناعات الهامة ، وفى عام ١٩٢٣ شكلت لجنة تحضيرية

لتطوير عملية وضع المواصفات - وتنظيمها وتوجيهها لخدمة الاقتصاد القومي وكان من أثر الدراسات التي قامت بها تلك اللجنة ، أن أنشئت في ١٥ سبتمبر ١٩٣٥ أول مؤسسة حكومية للمواصفات القياسية في الاتحاد السوفيتي ، وقد صاحب انشاؤها بدء التطور الزراعي والصناعي ، ولذلك اهتمت بوضع مواصفات للأنواع المختارة من القمح بغرض زيادة غلة المحاصيل وإنتاج الأصناف ذات الجودة العالية ، كما عُنيت بوضع مواصفات للمنتجات المعدنية تهدف إلى الحد من تعدد الأصناف والأنواع .

واستمر الحال على ذلك حتى عام ١٩٣٦ إذ ألغيت المؤسسة الحكومية للمواصفات القياسية، وبقيت اللجان الوزارية وحدها تزاوُل مهمة وضع المواصفات، وفي عام ١٩٤٠ تقرر إنشاء لجنة تتبع رئاسة مجلس الوزراء تختص وحدها بوضع المواصفات القياسية للمنتجات الزراعية والصناعية وتكون الهيئة الرسمية الوحيدة المسئولة عن إصدارها ، وبذلك استقر الوضع بالنسبة للمواصفات القياسية في الاتحاد السوفيتي .

وفي عام ١٩٥٤ رُؤي جمع مسؤوليات وضع المواصفات القياسية والأعمال المتعلقة بالموازين والمقاييس في هيئة واحدة، فتقرر ضم المكتب الأساسي للمقاييس والموازين إلى لجنة المواصفات القياسية وأُتبعَت الهيئة الجديدة الموحدة إلى مجلس الوزراء (لجنة مجلس وزراء الاتحاد السوفيتي للمواصفات القياسية والمقاييس وأجهزة القياس) . واللجنة مستقلة ولها جميع السلطات الممنوحة للوزارات وتتبع رئاسة مجلس الوزراء ، وتكون قراراتها نافذة وملزمة بمجرد اعتمادها من رئيسها ، إلا فيما يتعلق بالمواصفات القياسية لبعض المنتجات الرئيسية الهامة التي يجب اعتمادها من مجلس الوزراء .

وتختص اللجنة كذلك بتوجيه المؤسسات الفنية والصناعية ومعاهد القياس والمعايرة وتنسيق أعمالها طبقاً للخطة المعتمدة ، ورئيسها هو المسئول الوحيد في الدولة عن جميع أعمال التوحيد القياسي وله أن يعرض ما يرى من مسائل وموضوعات على اللجنة، فإذا وافقت عليها واعتمدها تلتزم الهيئات المختلفة بتنفيذها . وتتولى الأعمال الفنية والمالية والإدارية الخاصة باللجنة بعض الإدارات والأقسام التابعة لها ، كما تتبعها أيضاً معاهد عليية لبحوث المعرولوجيا والقياس و١٤ معمل للرقابة في أنحاء الاتحاد السوفيتي المختلفة.

ويقوم حوالى ١٨٥ معهداً من معاهد البحوث العلمية والصناعية ذات الاختصاصات المتنوعة بمعاونة اللجنة وإداراتها الفنية في الدراسات والبحوث المتعلقة بالقياس والمعايرة والمواصفات القياسية .

وقد نصت المادة الأولى من القانون الصادر بتشكيل اللجنة في سنة ١٩٥٤ على أن المواصفات القياسية في الاتحاد السوفيتي موحدة وملزمة في جميع أنحاء الدولة وجمهورياتها وتنص المادة الثانية من القانون على أن أهداف المواصفات القياسية تشمل ما يأتي :

١ - العمل على تيسير إقامة صناعات جديدة وذلك بدراسة الإنتاج القائم وبحث إمكانيات تطويره الحصول على منتجات أفضل مع وضع مواصفات قياسية للإنتاج الجديد .

٢ - تحقيق التخصص والتعاون الإنتاجي في مختلف القطاعات الصناعية والزراعية .

٣ - العمل على التوسع في إمكانيات تبادلية لأجزاء وقطع الغيار .

٤ - النهوض بمستوى الإنتاج عن طريق المراجعة الدورية لما يصدر من مواصفات قياسية .

٥ - العمل على الاقتصاد في كميات المواد الأولية والكهرباء والوقود المستخدمة في الإنتاج .

٦ - تخفيض ما يبدل في الإنتاج من زمن وأموال .

أما المادة الثالثة فنص على أن للمواصفات القياسية للدولة

Komitet Standarov , Mesi Izmeritel. Nyh Pri Sovet Minister USSR

هي المواصفات القياسية الوحيدة المعتمدة الملزمة وتحمل على جميع المواصفات السابقة ويجب أن يراعى فيها وضوحها على أسس فنية قوية مدعومة بالأسانيد العلمية والتكنولوجية الحديثة بحيث تحقق أهداف الاقتصاد القومي مع تطبيق الطرق الجديدة للإنتاج .

والواقع أن الفضل في تدعيم المركز - مركز المواصفات القياسية في الاتحاد السوفيتي يرجع إلى قانون تنظيم الإنتاج طبقاً للمواصفات القياسية بصفة إجبارية . وقد سدر ذلك القانون في ١٩٤٠ ونص على اعتبار الإنتاج الرديء أو غير الكامل أو غير المطابق للمواصفات القياسية جريمة ضد الدولة ، تماثل جريمة التخريب وأنه

في حالة إنتاج سلعة غير متكاملة أو رديئة الصنف أو غير مطابقة للمواصفات القياسية يقدم مدير المؤسسات الصناعية ومهندسيها المسؤولون ورؤساء الأقسام الفنية والرقابة إلى المحكمة . وتراوح عقوبة السجن التي يتعرض لها حينئذ بين خمسة وثمانية أعوام .

٥ - التوحيد القياسي في الهند :

كان معهد المهندسين الهندي في الفترة التي سبقت عام ١٩٤٦ . يعتبر لجنة من لجان المعهد البريطاني للمواصفات القياسية ، وكانت المواصفات المطبقة في الهند آنذاك إما بريطانية أو أمريكية ، ولم تلبث المواصفات الأجنبية أن برهنت ، على عدم مناسبتها للمكانيات والاحتياجات الصناعية الهندية النامية نظير التنوع واختلاف المواد الأولية والعمليات الصناعية المحلية بالمقارنة بمثيلاتها البريطانية والأمريكية .

ومن هنا بدأ التفكير في إنشاء معهد المواصفات القياسية الهندية الذي أنشئ ، بقرار من حكومة الهند في سبتمبر ١٩٤٦ وعهد إليه بمسئولية إعداد وتطوير المواصفات القياسية الملائمة للصناعات المحلية .

وقد رحبت الصناعة الهندية بهذا القرار الذي تجاوب مع مطالبها التي سبق إثارتها في المؤتمر الصناعي الثاني عشر الذي عقد بمدينة لاكناو في ديسمبر ١٩٤٠ ، هذا بالإضافة إلى أن مولد الهيئة الوطنية للمواصفات القياسية أتى مع إعلان استقلال الهند في عام ١٩٤٧ وبدء نهضتها التحررية .

وتتكون الهيئة من مجلس إدارة ولجنة تنفيذية ولجنة مالية ومجالس أقسام ولجان فنية وجهاز فني وإداري دائم يرأسه المدير ونائبه .

وأعضاء هيئة التوحيد القياسي الهندسي نوعان : إما أعضاء مشتركون أو أعضاء مجالس ولجان . والأعضاء المشتركون ثلاث فئات : الأولى تمثل حكومات ولايات الهند والشركات والمؤسسات والاتحادات والمعاهد الصناعية والتجارية والعلمية والتكنولوجية والتعليمية .

والفئة الثانية تمثل الشركات المحدودة والمعاهد التكنولوجية والعلمية الصغيرة .

أما الفئة الثالثة فتشمل الأعضاء العاديين ، وهم الأفراد المشتغلون بالصناعة والتوحيد القياسي والمهتمون بها .

أما أعضاء المجالس واللجان فهم الاختصاصيون من رجال الصناعة والعلم وممثلوا المنتجين والتجار والمستهلكين .

د — التوحيد القياسي في الولايات الأمريكية :

أنشئت الجمعية الأمريكية للاختبار (American Society for testing Materials) عام ١٩٠٢ واحتفلت بعيدها الخسينى سنة ١٩٥٢ ويزيد أعضاؤها عن ٧٠٠٠ عضو وينقسمون إلى ثلاث فئات : فئة المستهلكين ، وفئة المنتجين وفئة الاختصاصيين مثل المهندسين والعلماء إلخ . . .

وتضع الجمعية الأسس والقواعد للبندين التاليين :

١ — المواصفات القياسية للمواد وطرق اختبارها: وذلك بواسطة لجان قياسية تشرف كل لجنة منها على المواد الهندسية في قطاع معين .

٢ — تطور المواد الهندسية وتحسين خواصها، وطرق اختبارها ونشر نتائجها في التقرير السنوى للجمعية .

وهناك لجان خاصة بتطور المواصفات تناقش أولا المواد في محيطها الكامل ، ثم ينتصب بحسبها على الأسس التي يجب أن يقوم عليها العمل القياسي . أما لجان المواد التي لها صفة تجارية فتتخذ سياسة قريب وجهات النظر بين مندوب المستهلك ومندوب المنتج . وبعد إتمام الدراسات الخاصة بطرق الاختبار يقدم اقتراح بمشروع المواصفات القياسية في أول اجتماع للجنة المختصة ، وإذا وافقت اللجنة على المشروع عرض للنقاش في الاجتماع السنوى ، فإذا قبله الأعضاء نشرت المواصفات أو طريقة الاختبار بشكل تجريبي لمدة سنة قبل فيها الاعتراضات والنقد ثم تجمع . وبعدئذ تنص التعليقات والقرارات توافق اللجنة على هذه المحاولة أو التجربة بعد وضعها في صورتها النهائية وهكذا تصبح مواصفة قياسية ، وكل مواصفات قياسية تقدم يجب أن تقبل من كل أعضاء الجمعية بخطاب رسمى . ويمكن إعادة النظر في المواصفات القياسية بواسطة اللجنة المختصة ،

على أن تذشر كل محاولة للتغير كتجربة ، أو كمحاولة قبل ضمها للمواصفات القياسية .
هذا وقد أعيد تنظيم الجمعية الأمريكية للمواصفات القياسية سنة ١٩١٨ حتى يمكن
ليبوت الصناعة المختلفة والمؤسسات الفنية والمصالح الحكومية أن تعمل مجتمعة في إنتاج
صناعات قياسية أهلية مقبولة من جميع الفئات .

أما الاستعمالات الخاصة فثمة مواصفات عديدة تكفلت بها جمعيات فنية فردية
فمثلا أخرجت جمعية هندسة السيارات سلسلة من المواصفات عن الصلب بما فيها
سبائك الصلب . كما أخرج معهد الخرسانة الأمريكي مجموعة قيمة من المواصفات
استعملت في البناء بالخرسانة .

هـ - المنظمة الدولية للمواصفات القياسية :

أسس الاتحاد الدولي للمؤسسات القومية للمواصفات القياسية في عام ١٩٢٦ ،
International Federation of the National Standardizing Association .
وقد اشترك في عضويته هيئات التوحيد القياسي الممثلون لنحو عشرين قطراً وقد
أرسى هذا الاتحاد قواعد أسس التعاون الدولي في ميدان التوحيد القياسي وقام
بمجهودات كبيرة لتوحيد مواصفات الدول التي اشتركت في عضويته .

وقد اضطر الاتحاد لإيقاف أعماله رسمياً في سنة ١٩٤٢ ، وإن كانت ظروف
الحرب قد أدت إلى انسحاب بعض الدول من عضويته في سنة ١٩٣٩ .

وقد أعقب الاتحاد المذكور في ١٩٤٤ لجنة المواصفات الدولية المتحدة وقد اشترك
في عضويتها ثمانية عشر دولة حليفة وقد أنشئت كلجنة مؤقتة للتعاون في ظروف الحرب .

إنشاء المنظمة الدولية للمواصفات القياسية

اجتمع في أكتوبر سنة ١٩٤٦ بمدينة لندن أعضاء لجنة المواصفات الدولية
المتحدة (UNSOC) بالإضافة إلى ممثلين لبعض الهيئات القومية للبحث في :

١ - مناقشة إنشاء منظمة دولية جديدة بغرض تسهيل عمليات التعاون الدولي في
ميدان التوحيد القياسي والمساهمة في توحيد المواصفات الصناعية .

٢ - إصدار توصيات فيما يختص بالأعمال الفنية التي ستقوم بها المنظمة الجديدة .

وقد انتهت المناقشات التي اشترك فيها أربعة وستون عضواً يمثلون خمسا وعشرين دولة إلى إنشاء المنطقة الدولية للتوحيد القياسي التي يختصر اسمها إلى : « I S. O. »

International Organization for Standardization

وقد عقد أول اجتماع للجمعية العمومية للهيئة في ٢٤ أكتوبر سنة ١٩٤٦ حيث تم وضع دستور المنظمة وقواعد العمل بها . وقد تقرر أن تبدأ المنظمة بالعمل رسمياً فور وصول موافقة الخمس والعشرين هيئة وطنية على النظام الأساسي الذي أقرته الجمعية العمومية به وقد وردت هذه الموافقة بالفعل في ١٣ فبراير سنة ١٩٤٧ ويعتبر هذا الموعد هو التاريخ النعلى لقيام المنظمة رسمياً .

الغرض من إنشاء المنظمة :

إن الغرض من إنشاء هذه المنظمة هو المساعدة على تطوير المواصفات في العالم لتسهيل عمليات التبادل الدولية للبضائع والخدمات وتشجيع التعاون المتبادل في ميدان العلم والنشاط الاقتصادي والتكنولوجي، ويمكن تلخيص نشاط الهيئة فيما يأتي :

- ١ - اتخاذ الخطوات اللازمة لتسهيل عمليات تنسيق وتوحيد المواصفات الوطنية وإصدار التوصيات الضرورية لتحقيق هذا الغرض .
- ٢ - وضع توصيات بمواصفات قياسية دولية .
- ٣ - تقوم (حسب مقتضى الأحوال) بعملية تطوير مواصفات جديدة ذات اشتراطات موحدة للاستعمال في المحيط الدولي أو المحلي .
- ٤ - تنظيم عملية تبادل المعاومات فيما يختص بأعمال أعضائها ولجانها الفنية .
- ٥ - تتعاون مع الهيئات الدولية الأخرى المهتمة بالشئون المتعلقة بالتوحيد القياسي التي تطلبها تلك الهيئات .

علاقات المنظمة :

تعتبر المنظمة — وهي دولية غير حكومية — منظمة استشارية لهيئة الأمم المتحدة . ويمثل المنظمة مندوب عنها في مقر الأمم المتحدة . كما أن هناك مكتب اتصال دائم بين المنظمة ومختلف الهيئات الدولية المهتمة بالأمور المتعلقة بالتوحيد القياسي . وتقيم المنظمة علاقات وثيقة مع منظمات الأمم المتحدة الوظيفية والاقليمية وبعض أعضاء

السكرتارية العامة وبعض الوكالات المتخصصة في الأمم المتحدة وهذه العملات تزداد وثوقا بزيادة مجال تخصص هذه الوكالات .

وعلى العموم فإن المنظمة تبذل جهودها لإيجاد فهم عالمي مشترك يفتح باب المناقشات أمام الفنيين ذوي الاهتمام المشترك من كل أنحاء العالم . كما أن المنظمة تشجع تبادل الأفكار وتعمل على تحسين الجودة . وزيادة الإنتاج وتخفيض الأسعار وزيادة تبادل السلع ، كما تعمل على تفسيق الأسواق العالمية .

نما سبق نستطيع أن نقين أهمية التوحيد القياسي والمواصفات القياسية ، هذين المجالين اللذين أقيمت من أجلهما الهيئات والمنظمات القومية والدولية لرعاية أسس التصميم والتنفيذ لكل ما يقع عليه العين من إنتاج في عصر السواربخ والآفار الصناعية . . ومن هذا العرض لهيئات ومنظمات التوحيد القياسي وكيفية تكوينها ، والأهمية المعطاة لها والسلطات المخولة لها في بعض الدول ، يمكن الإحساس بأهمية هذا الفرع من العلوم ، لما يسبغه على الاقتصاد القوي من آثار واضحة نتيجة لتفاعلية التوحيد القياسي والمواصفات القياسية في تيسير الانتاج الكبير وتحسينه وضبط جودته .

تمرين رقم ١

دراسة مجال اختبار المواد

الجمال :

الغرض من هذه الدراسة هو الإلمام بمكانة اختبار المواد في مجال الهندسة والتعرف على المشكلات الخاصة باختبار المواد والتفتيش عليها .

المنافسة :

- ١ — ما المقصود باختبار المواد والتفتيش على المواد ؟
- ٢ — ما هو الهدف الأساسي من الاختبار والتفتيش على المواد ؟
- ٣ — ما هي انواع اختبار المواد ؟
- ٤ — ما المقصود باختبار القبول ؟ اذكر أمثلة لذلك .
- ٥ — ما الفرق بين الاختبار المتلف والاختبار غير المتلف ؟ اذكر أمثلة ذلك .
- ٦ — ما هي العوامل التي يجب مراعاتها عند تصميم الاختبار ؟
- ٧ — ما هي الاشتراطات التي يجب توافرها في مهندس الاختبار ؟
- ٨ — ما هو المقصود بالمواصفات والمواصفات القياسية ؟
- ٩ — ما هي فوائد المواصفات القياسية ؟ هل لها عيوب ؟ كيف يمكن التغلب على هذه العيوب ؟
- ١٠ — ما هو المقصود بهيئات التوحيد القياسي ؟
- ١١ — إذا طلب عمل مواصفات قياسية لأبراج من الصلب تستخدم لكابلاته الكهربائية ، فإن كيف تحضر هذه المواصفات ؟
- اذكر خمسة بنود يجب أن تحتويها هذه المواصفات .
- ١٢ — لماذا يجب اتباع الطرق القياسية في الاختبار ؟