الباب الأول

المواد الهندسية

خواصها واختبارها

PROPERTIES & TESTING OF ENGINEERING MATERIALS

أولا — علم مقاومة واختبار المواد

ثانيا — أهمية دراسة المواد للمهندس

ثالثا — المواد الهندسية

أ — أنواع المواد الهندسية.

ب — مصادر خامات المواد الهندسية

جـ — تكوين جسم المادة

د — اختيار المواد الهندسية

رابعا — خواص المواد الهندسية

أ — المجال

ب — أقسام خواص المواد الهندسية

خامسا — الخواص الميكانيكية للمواد

أ — أنواع التحميل

ب — الخواص الميكانيكية الرئيسية

سادسا — اختبار المواد الهندسية

ا — تاريخ تطوير إجراء التجارب على المواد

ب — عناصر اختبار المواد

حـ — 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 القياسى والمواصفات القياسية :

ا — التطور التاريخى للتوحيد القياسى

ب — المواصفات القياسية

حـ — هيئات التوحيد القياسى

عاشرا — التوحيد القياسى فى المجالين المحلى والدولى

ا — التوحيد القياسى فى جمهورية مصر العربية

ب — التوحيد القياسى فى الاتحاد السوفيتى

حـ — التوحيد القياسى فى الهند

د — التوحيد القياسى فى الولايات المتحدة الأمريكية

هـ — المنظمة الدولية للمواصفات القياسية

أولا — علم مقاومة واختبار المواد

يختص علم مقاومة المواد واختبارها بدراسة المواد الهندسية المختلفة التى تستخدم فى إقامة المنشآت وفى صناعة المكنات وفى إنشاء وصيانة الأعمال الهندسية المدنية أو المعمارية أو الميكانيكية أو الكهربية أو الكيميائية ويتركز دور هذه الدراسات فيما يلى :

١ — الخواص الميكانيكية والكيميائية والطبيعية للمواد .

٢ — الإجهادات والانفعالات للمنشآت والمكنات من المواد المختلفة نتيجة تأثير الأحمال الإستاتيكية والديناميكية والأحمال المتكررة .

٣ — الظروف الواجب مراعاتها عند استعمال المواد الهندسية للحصول على كفاءة أكبر للمنشأ الهندسى .

٤ — الاختبارات اللازم إجراؤها على المواد الهندسية للتحقق من صلاحيتها للأعمال المختلفة ولتعيين خواصها المتنوعة ، ولبيان مدى تحملها مع الزمن .

٥ — المكنات والأجهزة المستعملة فى اختبارات المواد الهندسية فى المعمل أو فى موقع العمل .

٦ — وجهة النظر الاقتصادية فى استعمال المواد الهندسية بالنسبة لبعضها عند استخدامها فى العمل الواحد أو للأعمال المختلفة .

٧ — الأبحاث التى أجريت أو تجرى أو المطلوبة لتحسين خواص المواد الهندسية المعروفة لتلائم الاستعمالات بفاعلية أكثر أو للحصول على مواد مستحدثة .

ثانيا — أهمية دراسة المواد الهندسية

من المعروف أن المواد هى التى تكون الكيان الرئيسى للأعمال الهندسية المختلفة من مبان وكبار ومكنات . . . الخ . . ولذلك فالمهندس مع اختلاف تخصصه واختلاف العمل الذى يقوم به لابد من تعامله مع المواد فى جميع خطوات عمله لانشاء العمل الهندسى والمحافظة عليه لكى يؤدى 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 لتتحمل الأحمال والظروف التى يتطلبها العمل الجارى القيام به مراعيا فى 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 اجهاد 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 التى صنعت منها هـــذه المنشآت والمكنات ، وكذلك اصلاح الشروخ أو الانحناءات أو الكسور التى تحدث فى الأعمال الهندسية باستخدام مواد متنوعة . . .

كما يقوم مهندس التفتيش والاختبارات باختبار المواد لبيان خواصها ومدى صلاحيتها قبل استعمالها للأعمال الهندسية واثناء 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

بطريقة صحيحة وعلى أساس علمى يبين للمشترى مدى كفاءتها وفائدتها ورخص مادتها عن مثيلاتها من عمل آخر .

مما 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 والصواريخ . . إلخ . لذلك فان قيام المهندس بأداء عمله بنجاح وكفايه يتطلب منه معرفة تامة ودراية صحيحة بالمواد وخواصها المختلفة ومدى مقاومتها لأنواع التحميل التى ستتعرض لها فى المنشأ الهندسى، كذلك مدى مقاومتها للعوامل المعرضة لها مع الزمن، والتى تتسبب فى تلفها أو نقص مقدرتها من حرارة أو عوامل جوية أو ظروف تشغيل مختلفة . وهذه المعرفة وتلك الدراية تتطلب دراسة القوانين والنظريات التى تتحكم فى اختلاف خواص وعمل المواد تحت تأثير العوامل المتنوعة ودراسة المواد نظريا وعمليا بالاستعانة بالبيانات والمعلومات الكثيرة التى تجمعت عن ماهية المواد نتيجة للخبرة العملية خلال السنوات الطوال منذ أن استعملت المواد لسد الاحتياجات العمرانية فى مختلف الأعمال الهندسية ومنشآتها من بداية التاريخ حتى الآن . . كذلك تتطلب متابعة النشاط العلمى والبحوث التى تجرى على المواد بالإضافة إلى إجراء البحوث للتوصل إلى حلول للمسائل أو المشاكل التى تقابل المهندس أثناء استخدامه للمواد للأغراض التى يتطلبها التقدم السريع فى الحضارة والعمران . .

ثالثا — المواد الهندسية

يقصد بالمواد الهندسية المواد التى يستخدمها المهندس فى أعماله سواء للمنشآت مثل الأحجار والطوب والمواد الأسمنتية والخرسانة والأخشاب والبلاط والقراميد والبلاستيك والمطاط والمعادن والزجاج ومواد تغطية الأرضيات والأسقف ومواد التشبيت واللحام والمواد العازلة .. وغيرها . . كذلك تلك المواد التى يستخدمها فى صناعة أجهزته ومكناته مثل الحديد والألومنيوم والنحاس . . إلخ . . أو فى صيانة منشآته ومكناته مثل الطلاء والبويات والزيوت . . أو المواد التى تلزم لاستخلاص وصناعة مواد المنشآت والمكنات مثل الحجر الجيرى لاستخلاص الحديد الخام أو الرمل والزلط فى صناعة الخرسانة وكذلك المواد التى تستخدم لتوليد الطاقة مثل الماء والفحم والمواد البترولية ومواد الطاقة الذرية .

(١) أنواع المواد الهندسية :

يمكن تقسيم المواد الهندسية إلى ما يأتى :

١ — المواد المعدنية : وتنقسم إلى :

— معادن حديدية مثل الصلب والحديد الزهر والحديد المطاوع . .

— معادن غير حديدية وهى معادن ثقيلة مثل النحاس والنيكل ومعادن خفيفة مثل الألومنيوم والمغنسيوم ومعادن طرية مثل الرصاص والصفيح . .

٢ — المواد غير المعدنية : وتنقسم إلى :

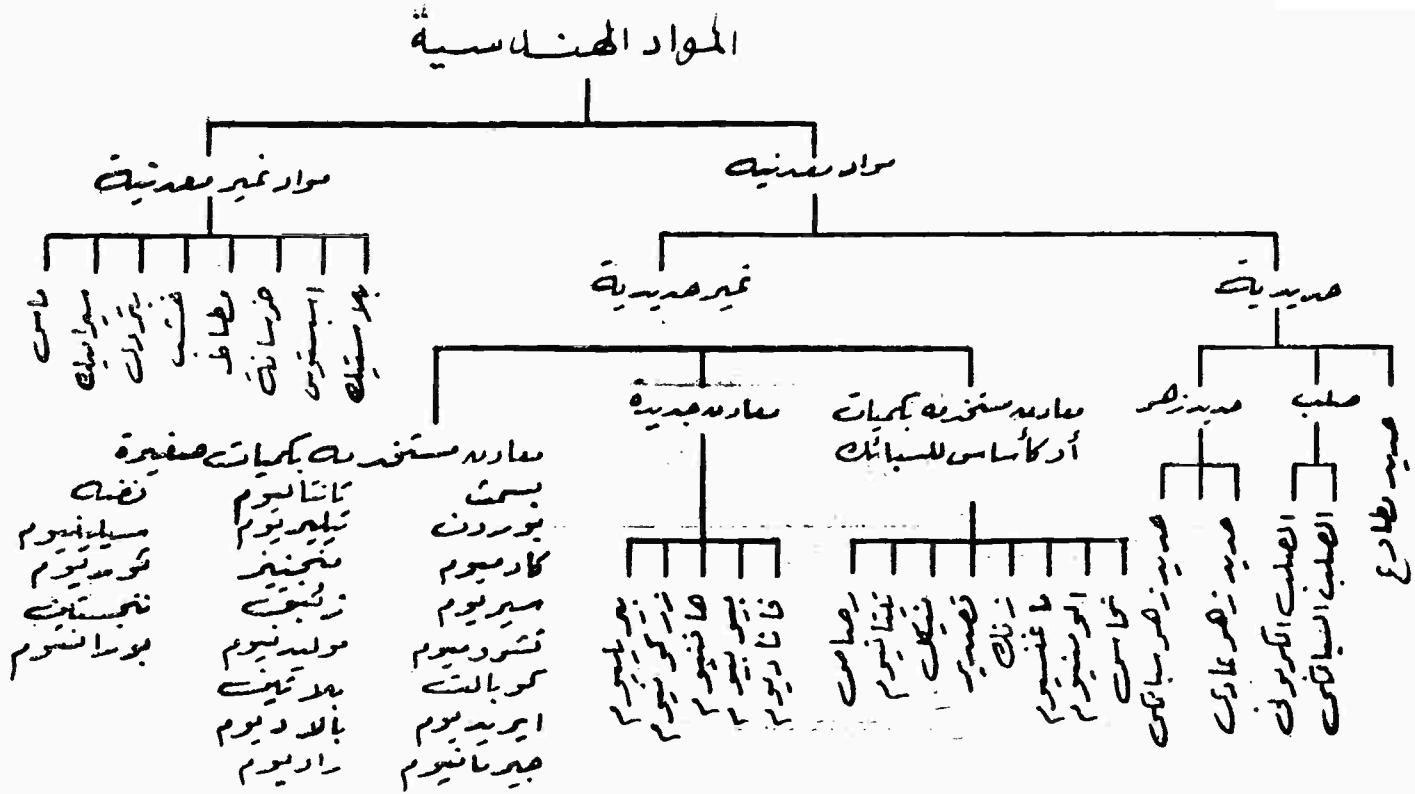
— مواد البناء مثل الأحجار والطوب والخرسانة والأسمنت والجبس والجير والأخشاب . . الخ .

— مواد أخرى متنوعة مثل البلاستيك والمطاط والقلين والبويات .. الخ .

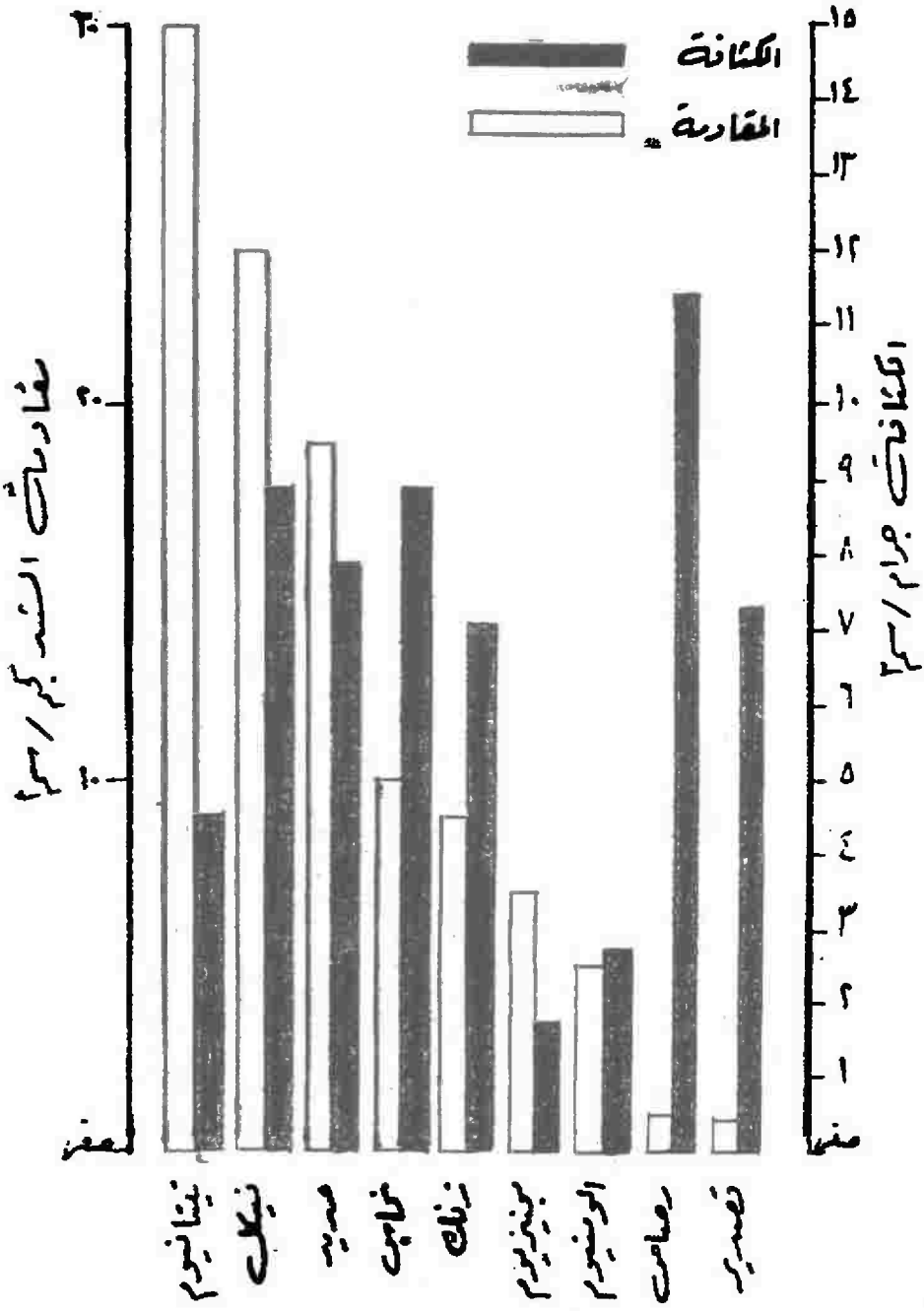
٣ — المواد المولدة للطاقة : مثل الماء والمواد البترولية واليورانيوم . . الخ . .

ويبين الشكل (١ — ١) تقسيما للمواد الهندسية .

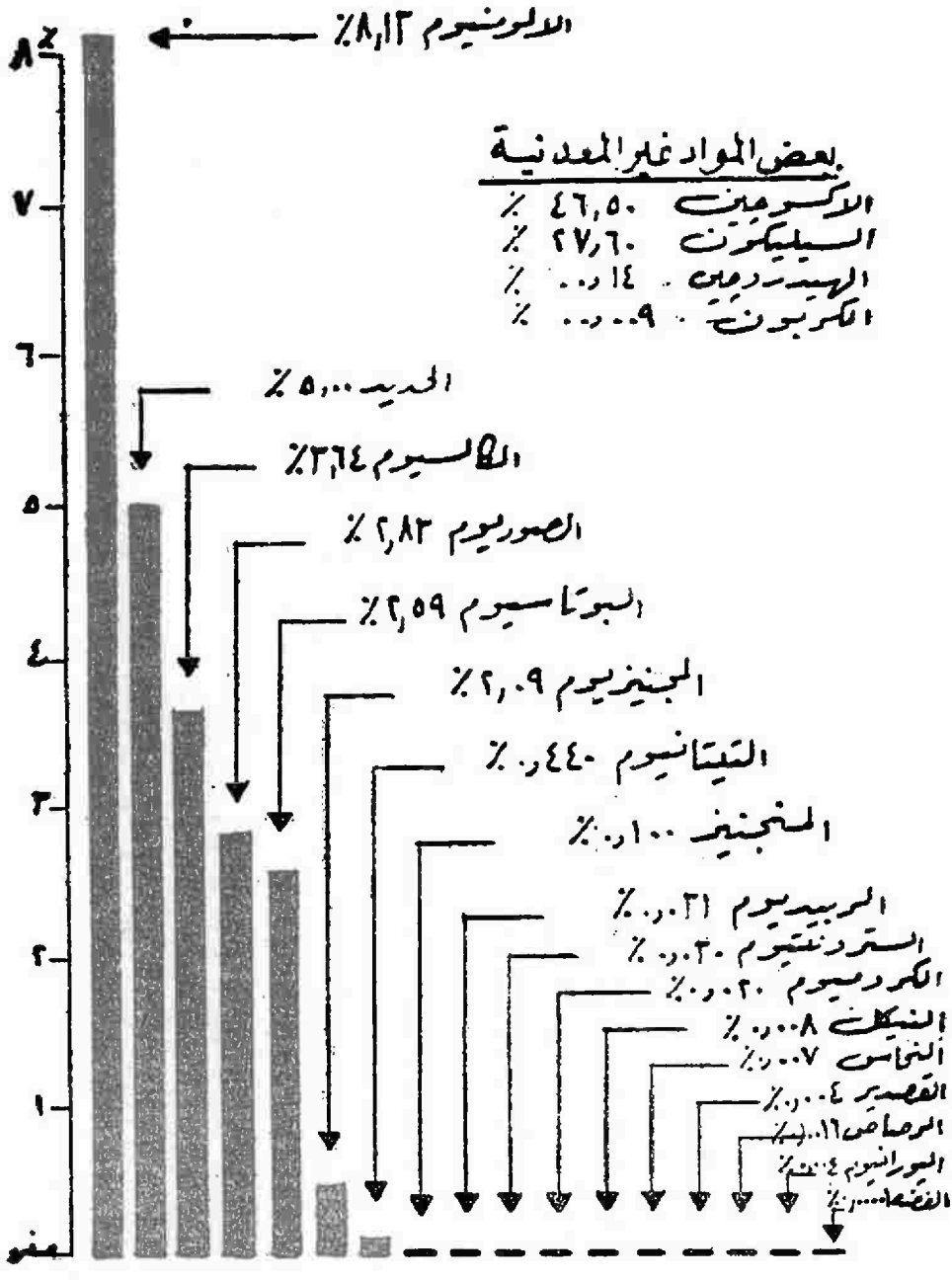
كما يبين الشكل رقم (١ — ٢) الكثافة النوعية لبعض المواد الهندسية .



شكل رقم (١) تقسيم المواد الهندسية



شكل رقم (١ — ٢)
كثافة بعض المواد الهندسية



محتويات القشرة الارضية من المعادن
(نسبة مئوية الوزن)

شكل رقم (١ - ٢).

(ب) مصادر خامات المواد الهندسية :

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

جدول رقم (١) عناصر تكوين الأرض

العنصر	الأكسجين	السليكون	الألومنيوم	الحديد	الكالسيوم	الصوديوم
٪	٤٦,٦	٢٧,٧	٨,١	٥, —	٣,٦	٢,٨
العنصر	البوتاسيوم	المغنسيوم	التيتانيوم	الإيدروجين	الفوسفور	الكربون
٪	٢,٦	٢,١	٠,٦٣	٠,١٤	٠,١٣	٠,٠٩٤
العنصر	المنجنيز	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	٠,٠٠٠٥	٠,٠٠٠٠٤	٠,٠٠٠٠٢٥

جدول رقم (٢) عناصر تكوين ماء المحيطات

العنصر	الأكسجين	الإيدروجين	الكلور	الصوديوم	المغنسيوم	البروميد
٪	٨٥,٧٩	١٠,٦٧	٢,٠٧	١,١٤	٠,١٤	٠,٠٠٨

جدول رقم (٣) عناصر تكوين الهواء

العنصر	النيتروجين	الأكسجين	الأرجون	النيون
٪	٧٣,٠٣	٢٠,٩٩	٠,٩٤	٠,٠٠١٢

وليست خامات المواد موزعة توزيعا متساويا كما هو مبين بالجداول السابقة ولكن يتركز كل منها فى مناطق معينة من الأرض بنسب عالية . . وتعتبر هذه المناطق من الأماكن الاقتصادية مثل المناجم لاستخراج هذه الخامات . . فمثلا متوسط نسبة معدن الحديد بالأرض حوالى ٥٪ بينما لا يعتبر المكان الذى يستخرج منه خام الحديد صالحا للاستعمال اقتصاديا 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 عكسيا مع التباعد بين الذرات (Atomic Spacing) وتحسب محصلة قوتى التجاذب والتنافر من المعادلة الآتية :

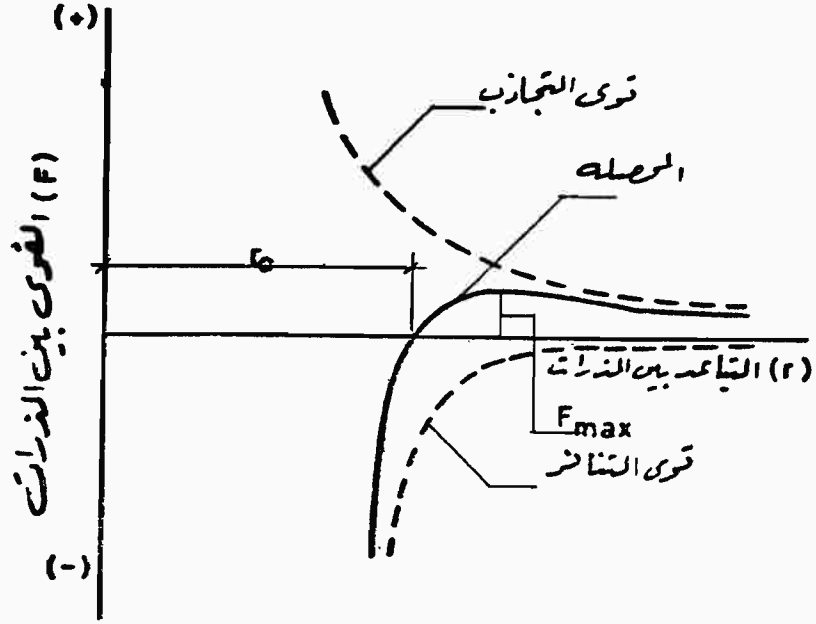
$$F = \frac{A}{M}_{r} - \frac{B}{N}_{r} \qquad (N > M)$$

حيث F هى محصلة قوتى 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 = ٢ بينما N تتراوح قيمتها من ٧ إلى ١٢ .

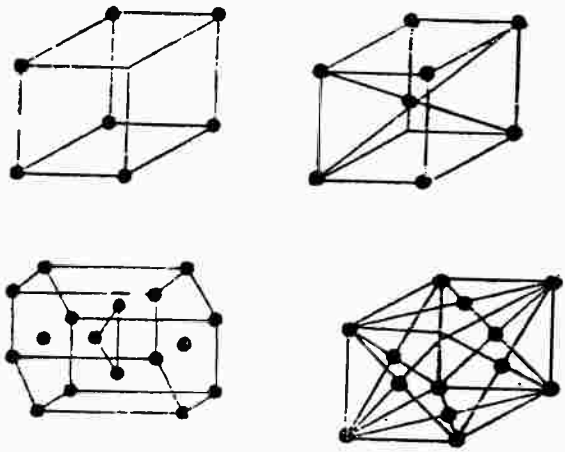
ويبين شكل رقم (١ — ٤) العلاقة بين كل من قوى التجاذب وقوى التنافر ومحصلتها وبين التباعد بين الذرات . ويتضح من هذا الشكل أن محصلة القوى بين الذرات تتغير من قوى تجاذب إلى قوى تنافر تبعاً لمقدار التباعد بين الذرات . وتتزن هذه القوى عندما يصبح التباعد مساويا (r_o) (Equilibrium Spacing) (الذى يتراوح ما بين ١×١٠^{-٨} إلى ٤×١٠^{-٨} سنتيمترا .



شكل رقم (١ — ٤)
العلاقة بين القوى بين الذرات والتباعد

فاذا أثرت، على المادة قوى خارجية تعمل على زيادة التباعد بين الذرات (قوى شد) تنشأ قوى تجاذب داخلية تتزن 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 نهائيا عن بعضها البعض يلزم التأثير بقوى خارجية مساوية لأقصى قوى تماسك فى المنحنى المبين فى شكل رقم (١ — ٤) وهى F_{max} والتى يطلق عليها مقاومة التماسك النظرية (Theoretical Cohesive Strength) .

وقد تتكون المادة من ذرات متماسكة مرتبة ترتيبا منتظما ، متكررا فتسمى مادة متبلورة كالمعادن ، ويسمى الترتيب النظامى للذرات فى بلورة المادة بالشبكة الفضائية (Space Lattice) التى قد تكون على هيئة مكعب فى حالة كلوريد الصوديوم أو مكعب به ذرة فى المركز فى حالة الحديد أو مكعب به ذرة فى مركز كل وجه من أوجهه فى حالة النحاس أو الالومنيوم أو الرصاص أو الفضة أو النيكل أو قد تكون على هيئة مجسم مسدس المقطع فى حالة الزنك والمجنيزيوم . . . الخ شكل رقم (١ — ٥)

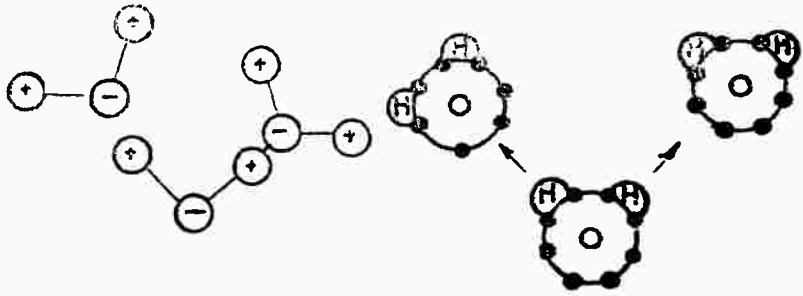


(Space Lattice)

الشبيكة الفضائية لترتيب ذرات المادة

شكل رقم (١ — ٥)

وقد تتكون المادة من جزيئات يتكون كل جزىء منها من مجموعة من الذرات المتماسكة ثم تتماسك هذه الجزيئات فيما بينها بقوى تماسك ثانوية تسمى قوى فان دير فال (Van Der Waal,s Farces) وهى قوى أضعف من قوى التماسك الرئيسية بين الذرات . وتنتج قوى التماسك الثانوية أساسا من استقطاب الجزيئات (Polarization) استقطابا دائما كما فى حالة جزيئات الماء شكل رقم (١ — ٦) أو استقطاب لحظيا كالذى يحدث



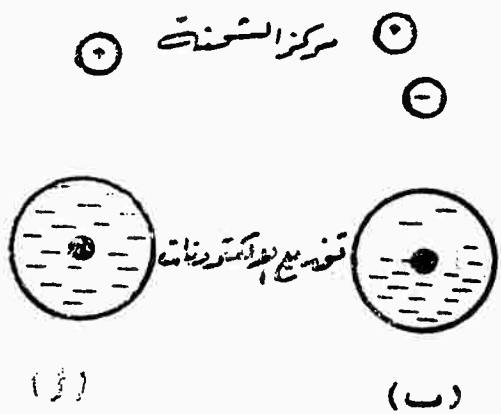
(شكل رقم (١ — ٦)

الاستقطاب الدائم لجزيئات الماء

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

$$F = \frac{A}{M^{7}} - \frac{R}{N^{7}} \qquad (N > M)$$

وهى مشابهة للمعادلة السابقة إلا أن M فى هذه الحالة تصل قيمتها إلى ٧ بدلا من ٢ فى 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 متظما حول النواة فى لحظة من اللحظات
(ب) الالكترونات أثناء حركتها قد تجتمع لحظيا فى احد الجوانب مما يجعل الذرة فى هذه اللحظة مستقطبة

وتتكون معظم المواد الهندسية من تجمعات لحبيبات قد تكون متبلورة أو غير متبلورة . فنجد مثلا أن المعادن تتكون من تجمعات كثيرة لبلورات صغيرة فى حين أن البلاستيك يتكون حبيبات مالئة (مثل الاسبستوس أو الميكا أو ألياف القطن أو الزجاج) مدفونة فى وسط من البوليمر . كذلك فان الخرسانة تعتبر مكونة من حبيبات الرمل والزلط المدفونة فى عجينة الأسمنت المتصلدة والتى فى حد ذاتها تتكون من تجمع لبلورات من السيليكات والألومينات بينما يتكون الخشب من ألياف أنبوبية طويلة من السليولوز المتجمعة مع بعضها بمادة اللجنين .

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

(د) اختيار المواد الهندسية :

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

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

١ ــ تقارير تبين مدى كفاءة المواد عند الاستعمال الواقعى .

٢ ــ نتائج الاختبارات التى أجريت على المواد لبيان خواصها حتى يمكن إعداد مواصفاتها .

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

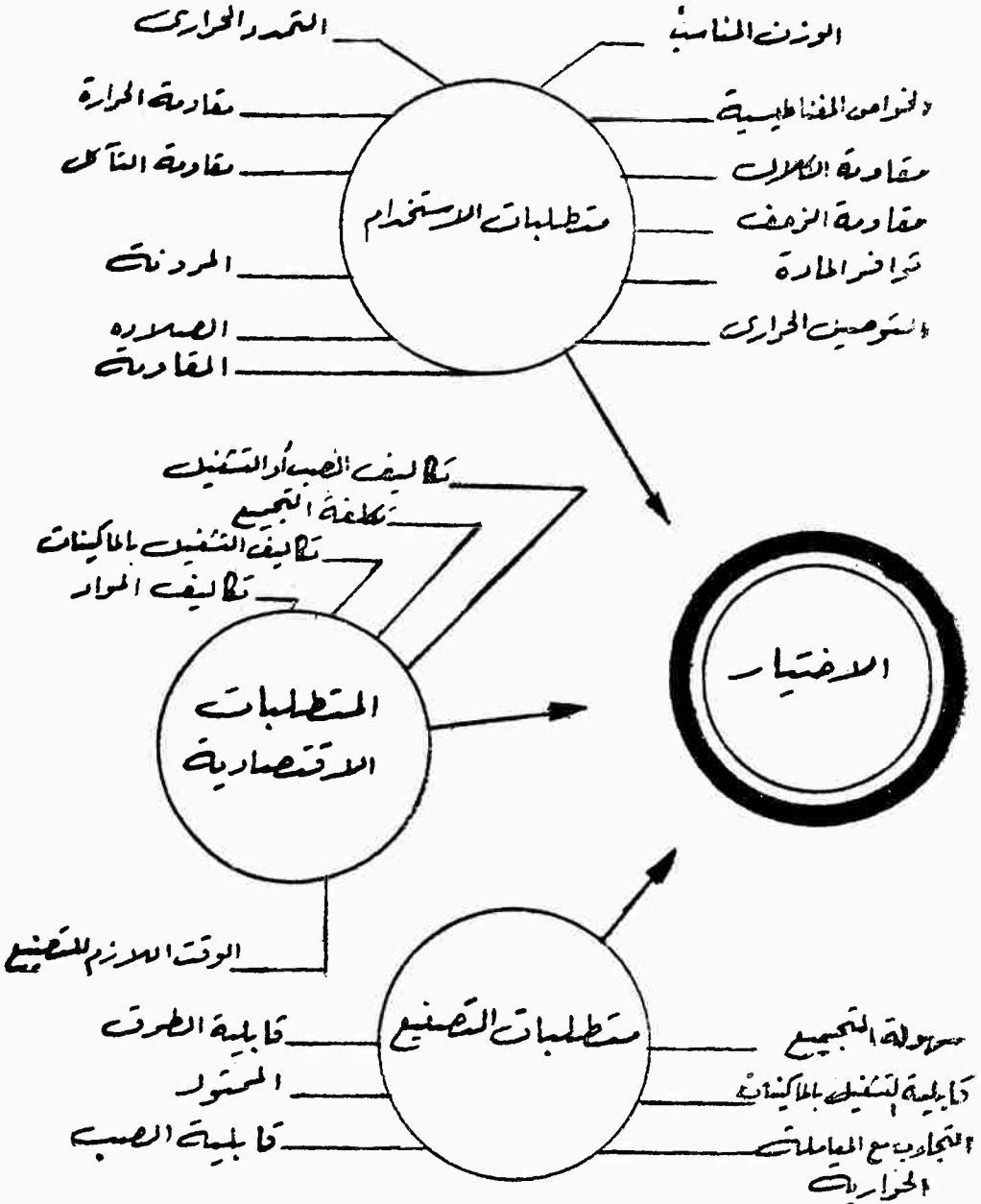
وفيما يلى مختصر لما يؤخذ فى الاعتبار عند اختيار المواد من حيث مشاكل التصميم والتصنيع :

١ ــ أنواع المواد التى يمكن الحصول عليها .

٢ ــ خواص المواد المختلفة .

٣ ــ الاستعمالات المطلوبة من المواد .

٤ ــ التوفير النسبى فى المواد والأشكال المختلفة لتلك المواد المعينة .



إختيار المواد

شكل رقم (١ — ٨)

٥ ــ طرق تحضير أو صناعة المواد المختلفة أو المنتجات وتأثير هذه العملية على خواصها .

٦ ــ طرق تحضير المواصفات ومدى ضمانها لتماثل الانتاج .

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

ويبين الشكل رقم (١ ــ ٨) المتطلبات المختلفة التى تتحكم فى اختيار المواد .

كما يبين الجدول (رقم ٤) أمثلة عن العمل الهندسى والخاصية المطلوبة فى المادة اللازمة له حتى يمكن اختيار المادة المناسبة على هذا الأساس .

جدول رقم (٤) ــ العمل الهندسى المناسب لكل خاصية هندسية

الخاصية	مثال للعمل الهندسى الذى يتطلب هذه الخاصية
المقاومة للكسر .	السلاسل .
المقاومة للأحمال المتكررة .	قضيب المحور الدوار .
القدرة على امتصاص الطاقة .	اليايات .
المقاومة للتآكل والبرى .	قواعد الارتكاز .
المقاومة للصدأ .	أجزاء المكنات النفاثة .
خفة الوزن .	أجزاء الطائرات .
القدرة على التوصل الحرارى .	أنابيب المراجل .
المقاومة للانضغط .	الأعمدة الخرسانية .
المقاومة للإشعاع .	الحوائط المصنوعة من الرصاص .

رابعا : خواص المواد الهندسية

المجال :

يمكن القول بأن خواص المواد هى المقاييس المحددة التى تصف جودة المواد ، وتعتبر اللغة التى يوضح بها المصمم احتياجاته للمادة التى ستقاوم الأحمال والكسر والتفتت والتفاعلات الكيمائية والقوى الأخرى التى ستتعرض لها . . وتفيد الخواص أيضا فى اعتبارها أساس لمقارنة انتظام العينات المختلفة للمادة الواحدة .

ويلاحظ أنه لا توجد قطعتان من مادة واحدة لها نفس الخواص تماما بمنتهى الدقة ، ويرجع ذلك إلى عوامل كثيرة تتعرض لها المادة أثناء الصناعة أو نتيجة لعمليات التشكيل أو إلى التغييرات التى تحدث للمادة بعد الصناعة أو إلى عوامل الزمن أو إلى التغيير فى الحرارة أو الرطوبة أو إلى عوامل أخرى . وقد تختلف الخواص من نقطة إلى أخرى فى نفس القطعة نتيجة عدم الانتظام فى المادة نفسها إذ أن المادة التى تظهر بأنها متجانسة تماما هى فى الحقيقة مكونة من مجموعة من البلورات التى لها خواص متنوعة فى مختلف الاتجاهات . . ولذلك فان الاستخدام الصحيح للمادة يتطلب من المهندس معرفة الحدود التى ينتظر أن يتغير فيهـــا المتوسط الإحصائى للخواص أثناء مدة عمل المنشأة ، كما يتطلب أيضا من المهندس التحكم فى هذه التغيرات .

ولما كان تحمل المادة للحمل المؤثر عليها فى الإنشاءات المختلفة أو فى المكنات هو العامل الأساسى لها ، لذلك نجد أن لمقاومة المادة أهمية كبرى ، وبذلك يمكن اعتبار القوة المناسبة هى المطلب الأول لأى مادة هندسية ، وعلى العموم فان اصطلاح القوة يؤخذ على قدرة مقاومتها للانهيار وذلك باختيار قطعة صحيحة كاملة من المادة أو بجزء صغير منها أو بسطحها ، وحينئذ يشاهد الانهيار إما بحدوث كسر أو بملاحظة كثير من التغيرات الزائدة .

وقد أجريت التجارب الأولى فى بداية اختبار المواد للحصول على مقاومة المادة، حتى لقد أطلق لفظ مكنة الاختبار على المكنات 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 التى تؤثر على القيمة الاقتصادية لهذه المادة ، أو بغرض الوصول إلى منتجات من نفس المواد تؤدى نفس الغرض . .

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

(ب) أقسام خواص المواد الهندسية :

يمكن تبويب خواص المواد الهندسية تبويبا جزئيا كالآتى :

١ ــ الخواص الطبيعية :

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

جدول رقم (٥) الخواص الطبيعية والكهربائية لبعض المواد المعدنية

المـــادة	الوزن النوعى جم/سم٣	معامل التمدد ×١٠^-٦ م/م°	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
الصفيح	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 ــ الخواص الكيميائية :

مثل التركيب الكيميائى والحامضية والقاعدية والمقاومة التآكل بالصدأ ويوضح جدول رقم (٦) التركيب الكيميائى لبعض أنواع الصلب .

جدول رقم (٦) التركيب الكيميائى لبعض أنواع الصلب

نوع الصلب	الكربون ٪	المنجنيز ٪	السليكون ٪	النيكل ٪	الكروم ٪
صلب الانشاء المعتاد	٠,١٧	٠,٣٧	٠,٠٦	٠٠٠٠	٠٠٠
صلب متوسط الكربون	٠,٤٩	٠,٤٦	٠,١٢	٠٠٠٠	٠٠٠
صلب اليايات	٠,٩٣	٠,٣٨	٠,٠٢	٠٠٠٠	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 ــ الخواص الحرارية : مثل التمدد والحرارة النوعية والتوصيل الحرارى .

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

٥ ــ 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

المـــادة	معامل الانكسار	معامل الامتصاص	معامل الانعكاس
الألومنيوم	١,٤٤	٥,٣٢	٠,٨٣
البزمث	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	٢٠,٢٠	٠,٩٥
الصلب	٢,٧٠	١,٢٨	٠,٥٨
التنجستن	٢,٤٦	٠,٩٤	٠,٥٤

الخواص الصوتية : مثل التوصيل الصوتى والانعكاس الصوتى، ويوضح الجدول رقم (٨) السرعة التقريبية للموجة الصوتية الطويلة فى بعض أنواع المواد الهندسية .

جدول رقم (٨) ـ السرعة التقريبية للموجة الصوتية الطويلة فى بعض أنواع من المواد

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

ويتضمن الجدول رقم (٩) تلخيصا لأقسام خواص المواد الهندسية ولا شك فى أن تحديد إحدى الخواص أو كلها يمكن اعتباره موضوع الاختبار الهندسى وسبيلا للحصول على الخواص الميكانيكية ، وهذا ما نرمز إليه بالاختبار الميكانيكى .

جدول رقم (٩) ـــ تقسيم خواص المواد الهندسية

القسم	الخواص	القسم	الخواص
فيزيائى	الأبعاد ـــ الشكل ـــ الكثافة أو الوزن النوعى ـــ المسامية ـــ الرطوبة ـــ التركيب الدقيق ـــ البنيان المرئى	ميكانيكى	المقاومة : الشد ـــ الضغط ـــ القص ـــ الانحناء ـــ الصدم ـــ الاحتمال ـــ المتانة ـــ الصلابة ـــ المطولية القساوة ـــ الصلادة الخ
كيميائى	التركيب الكيميائى ـــ حمضى أو قلوى ـــ مقاومة الصدأ والتغيرات والتقلبات الجوية .	حرارى	الحرارة النوعية ـــ التمدد ـــ التوصيل الحرارى .
فيزوكيميائى	امتصاص الماء أو مانع امتصاص الماء الانكماش والتمدد نتيجة اختلاف درجة الرطوبة	كهربائى ومغناطيسى	الفعل الجلفانى ـــ التوصيل ـــ النفاذ المغناطيسى .
بصرى	اللون ـــ نفاذ الضوء ـــ انعكاس الضوء .	صوتى	التحويل الصوتى ـــ الانعكاس الصوتى .

خامسا — الخواص الميكانيكية للمواد

(Mechanical Properties of Materials)

يمكن تعريف الخواص الميكانيكية بأنها الخواص التى 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 يلى موجز عن أنواع التحميل وتعاريف لبعض الخواص الميكانيكية للمواد .

أنواع التحميل : (Types of Loading)

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

١ — التحميل الإستاتيكى : (St-tic Loading)

وهى الطريقة التى يكون فيها تأثير الحمل بطيئاً ويزداد تدريجيا حتى يصل إلى قيمته القصوى بدون إحداث أى صدم أو إهتزاز ، مثل اختبار الشد للمعادن ، وفيه تحمل قطعة الإختبار بحمل شـــد محورى ، ويزداد ببطء وتدريجيا حتى تنكسر قطعة الإختبار . .

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

٢ — التحميل الديناميكى :(Dynamic Loading)

وهى الطريقة التى يؤثر فيها الحمل على المادة بحيث يحدث فيها صدم أو اهتزاز . وتؤثر هذه الأحمال الديناميكية فى مدة قصيرة نسبياً . ويختلف هذا النوع من التحميل عن التحميل الإستاتيكى فى أن الإجهادات الناتجة تكون أعلى من الإجهادات الناتجة تحت تأثير حمل بطىء له نفس القيمة ، ويعرف مقدار الحمل الاستاتيكى الذى يعطى نفس الإجهاد الناتج من الحمل الديناميكى بالحمل الاستاتيكى المكافىء ، كما تعرف النسبة بين

قيمة الحمل الإستاتيكى المكافىء وقيمة الحمل الديناميكى بعامل الحمل (Load Factors) ومن أمثلة الأحمال الديناميكية حمل الجسم المتحرك عند اصطدامه بجسم آخر (مثل هبوط الطائرة على أرض المطار) .

٣ ــ التحميل المتكرر : (Repeated Loading)

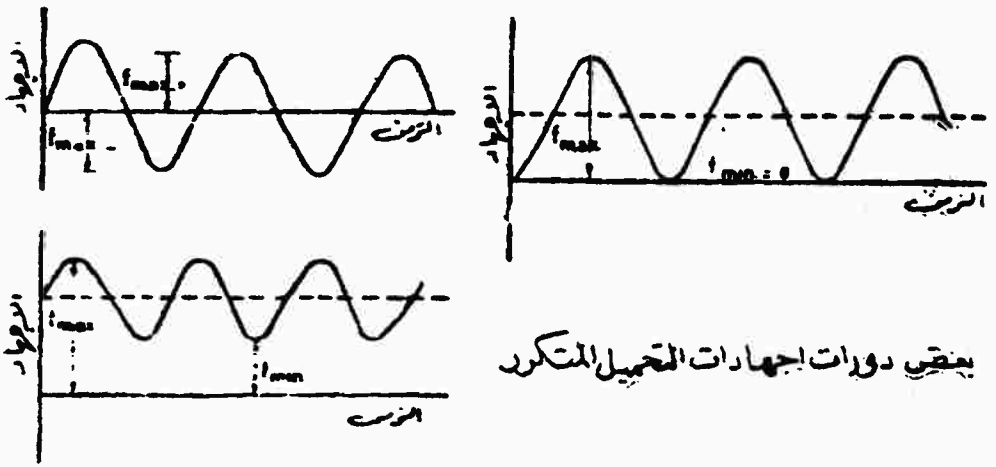
إذا تعرض عضو أو منشأ لتأثير حمل مرات عديدة فان العضو أو المنشأ فى هذه الحالة يكون معرضا للتحميل المتكرر . ويعتبر التحميل المتكرر ذا أهمية كبيرة إذ قد تتحمل المادة إجهادا معينا إذا كان الحمل مؤثراً لمرة واحدة ، بينما قد تنهار هذه المادة تحت تأثير نفس الحمل أو أقل منه لو كان مكرراً ، أى مؤثرا لمرات عديدة .

ويسبب التحميل المتكرر إجهادات متغيرة غالبا فى حدود معينة كالآتى (شكل رقم ١ ــ ٩) :

١ ــ إجهادات تتغير من قيمة قصوى فى الشد إلى قيمة قصوى فى الضغط .

٢ ــ إجهادات تتغير من قيمة قصوى إلى قيمة تساوى صفرا .

٣ ــ إجهادات تتغير من قيمة قصوى إلى قيمة أقل ولكن أعلى من الصفر .



بعض دورات إجهادات التحميل المتكرر

شكل رقم (١ ــ ٩)

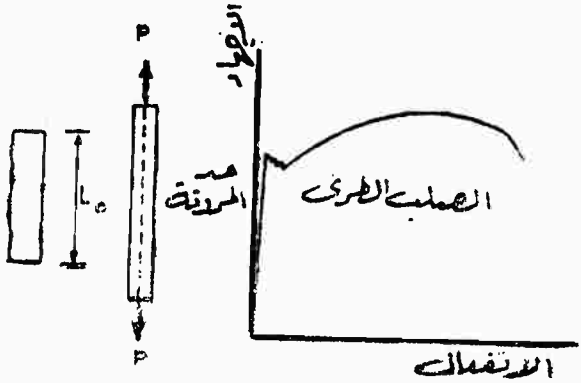
(ب) الخواص الميكانيكية الرئيسية

تعتبر الخواص الآتية هى الخواص الميكانيكية الرئيسية :

١ ــ المرونة :(Elasticity)

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

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



العلاقة بين الاجهاد والانفعال
لعينة من الصلب الطرى فى الشد

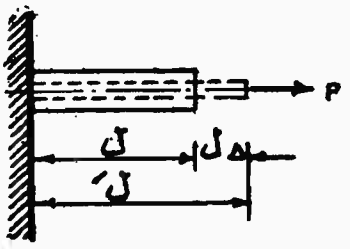
شكل رقم (١ ــ ١٠)

٢ ــ اللدونة : (Plastity)

هى قدرة المادة على أن يكون لها تشكل 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 التى 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 فى طول مادة مطيلة تحت تأثير الشد .

شكل رقم (١ — ١١)

١ — النسبة المئوية للاستطالة = الزيادة فى طول القياس / طول القياس

$$= \frac{ل' - ل}{ل} \times ١٠٠$$

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

ب — النسبة المئوية النقص فى مساحة المقطع = النقص فى مساحة المقطع / مساحة المقطع الأصلية × ١٠٠

$$= \frac{م - م'}{م} \times ١٠٠$$

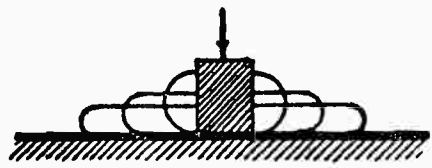
حيث م = مساحة المقطع الأصلية ، م' = مساحة المقطع بعد الكسر .

حـ — عامل الإستطالة $= \frac{م - م'}{م} \times ١٠٠ < ١٠٠$

د — الثنى على البارد ومقاومة حدوث كسر أو شرخ فى أى جزء من عينة الاختبار

٤ ــ 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 ــ ١٢) ،



مادة طروقة تحت تأثير حمل الضغط

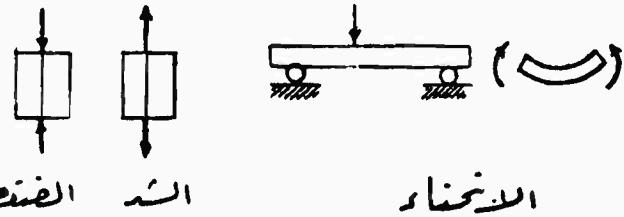
شكل رقم (١ ــ ١٢)

٥ ــ 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 قصفة ويعتبر التقصف عكس المطوليه .

٦ ــ 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 ــ ١٣) وتعرف أقصى مقاومة بأنها أكبر إجهاد تتحمله المادة تحت تأثير الحمل المؤثر ببطء حتى الكسر .



تحميل الشد والضغط والانحناء

شكل رقم (١ ــ ١٣)

٧ ــ 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 معاير المرونة ــ (معاير يونج للمرونة) ــ فى اختبار الشد والضغط المحورى وهو مقياس الصلابة فى حدود المرونة . ومعاير المرونة (Modulus of Elasticity) هو قيمة الزيادة فى الاجهاد مقسومة على الزيادة فى الانفعال المقابل له وذلك فى الجزء المستقيم من الرسم البيانى للاجهاد والانفعال كما هو مبين بالشكل (١ ــ ١٤) .

$$\text{معاير المرونة} = \frac{\text{الاجهاد}}{\text{الإنفعال}} = \text{ظا } \theta$$

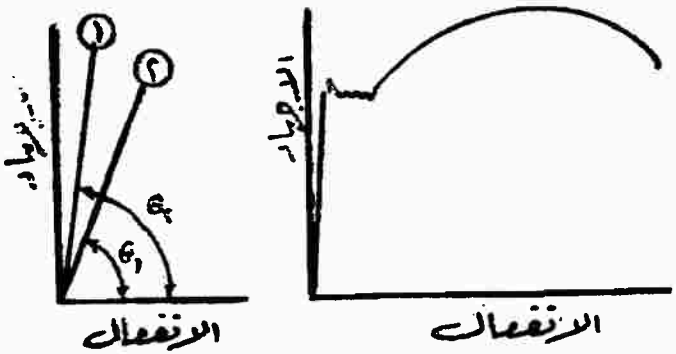
∴ معاير المرونة للمادة (١) = ظا θ_2

، ، ، ، (٢) = ظا θ_1

وحيث أن ظا θ_2 > ظا θ_1

∴ معاير المرونة للمادة (١) > معاير المرونة للمادة (٢)

∴ المادة (١) أصلب من المادة (٢)



الرسم البيانى للاجهاد والانفعال للصلب الطرى

شكل رقم (١ ــ ١٤)

٨ — المتانة : (Toughness)

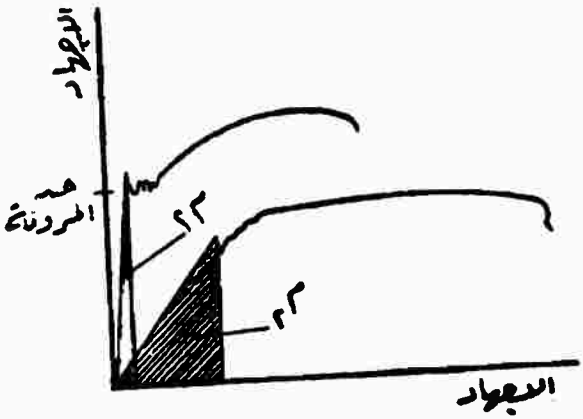
هى قدرة المادة على مقاومة الأحمال الديناميكية أى مقدرتها على مقاومة الصدمات وامتصاص الطاقة الميكانيكية ، ويقصد بالمادة المتينة بأنها المادة التى تتحمل إجهاداً مناسباً مع تغيير كبير فى الشكل بدون كسر . وتقاس المتانة بمقدار الطاقة المؤثرة على منحنى الإجهاد والانفعال للمادة كما بالشكل (١ — ١٥) .

٩ — الرجوعية : (Resilience)

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

معايير المتانة (م)

شكل رقم (١ — ١٥)



معايير الرجوعية (م)

شكل رقم (١ — ١٦)

١٠ ـ الصلادة : (Hardness)

صلادة المادة هى الخاصية التى تمكنها من الاحتفاظ بشكل سطحها سليما متماسكا 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 عاما حيث أن بعض المعادن (مثل الصلب المنجنيزى) 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 :

(ا) صلادة العلامة : (Indentation Hardness)

وهى خاصية مقاومة المعدن لحدوث العلامة بسطحه نتيجة تحميله بحمل إستاتيكى أو ديناميكى .

(ب) صلادة الارتداد : (Rebound Hardness)

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

(حـ) صلادة الخدش : (Scratch Hardness)

وهى خاصية مقاومة سطح المعدن للخدش .

(د) صلادة البرى : Wear Hardness

وهى خاصية مقاومة المعدن للبرى نتيجة للاحتكاك .

(هـ) صلادة التشغيلية بالمكنات : (Machineability Hardness)

وهى خاصية مقاومة المعدن للتشغيل بالمكنات مثل عمليات القطع والثقب والقص.

١١ ـ الاحتمال (التحمل) : (Endurance) :

هى خاصية المادة التى 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 عددا لا نهائيا من المرات دون أن يسبب انهيارا للمادة.

سادسا — اختبار المواد الهندسية

(أ) تاريخ تطور اجراء التجارب على المواد :

إن أقدم التجارب التى أجريت على المواد كانت بمجهود جاليليو سنة ١٦٣٨ م وذلك لمعرفة مقاومة النحاس وكان جاليليو فى هذا الوقت يجهل ما هى المرونة (وهى خاصية يميل بها الجسم الصلب للعودة إلى شكله الأصلى متى رفع الحمل الواقع عليه) مع أنه عمل بحثاً فى قوة الاعتاب . ومات جاليليو وهو يعتقد بأن ألياف الاعتاب المحملة جميعها فى حالة شد وبعد وفاته شرح « فونتيل » مجهود جاليليو . ثم جاءت فترة حوالى ١٠٠ سنة فى أثنائها سنة ١٦٧٨ عرف (روبرت هوك) نتيجة تجاربه القانون المشهور وهو أن شدة الإجهاد تتناسب طردياً مع الانفعال . وفى سنة ١٧٢٩ م جهز « مشبروك » فى جامعة ليبدن فى هولندا أول آلة لتجربة المواد وابتدأ فعلا يعمل تجارب على عينات بأبعاد تبدو لنا غريبة .

ويدلنا التاريخ أن ابتداء إجراء التجارب على المواد بأ كملها حدث فى الجزء الثانى من القرن الثامن عشر وذلك لاحتياج المهندسين فى ذلك الوقت لمبانى أكثر ارتفاعاً .

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

وفى سنة ١٨٠٢ م عرف توماس يونج معاير المرونة أو معاير يونج الذى كان مستمداً من قانون « هوك » السالف الذكر وهو من القوانين الأصلية فى نظريات المرونة وأجرى بارلو تجارب على أخشاب متنوعة ومواد أخرى فى سنة ١٨١٧ فى مدينة « ولنشن » بانجلترا .

وفى عام ١٨٢٥ م ذكر لأول مرة فى مواصفات لكوبرى معلق أن شدة الاجهاد تكون ١٠ طن على البوصة المربعة بعد أن أجريت تجارب على ٤ آلاف عينة . فمنذ هذا الوقت ابتدأ علم المواد فى النهوض العظيم لما كان يبذل فى عمل التجارب والتحاليل

على المواد ولو أن التجارب كانت تجرى على الجزء بأكمله بدل أخذ عينة منه كما يحدث الآن ، وذلك للتأكد من صحة التصميم وخواص المادة . وفى المدة من عام ١٨٢٢ إلى ١٨٩٣ م بذل « بوشنجر » مجهوداً يشكر عليه فى عمل أول مواصفات للمواد وهو يعتبر الآن المرجع الأول فيها ومجهوده أيضاً كان سبباً فى عمل جمعية دولية عام ١٨٨٤م لبحث وضبط طرق اختبار المواد وجعلها ثابتة على قدر الإمكان . ويجتمع أعضاء هذه الجمعية كل أربع أو خمس سنوات فى مدينة من دولة من الدول المختلفة .

(ب) عناصر اختبار المواد :

يرتكز علم اختبار المواد على العناصر التالية :

١ ــ فن الاختبار ويشمل :

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

٢ ــ الأسس الطبيعية والميكانيكية فى أجهزة وطرق الاختبار :

وتبحث فى مدى إستيفاء أجهزة وطرق الاختبار للإشتراطات المطلوبة ، كذلك تتناول الأخطاء المحتمل حدوثها والنتائج الخاطئة التى تنتج . كذلك تبحث أوجه النقص الظاهرة التى يمكن التغاضى عنها والتحسينات الممكنة للحصول على أدق النتائج .

٣ ــ نظرية المقاسات :

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

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

٤ ـ تنوع نتائج خواص المواد :

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

٥ ـ تفسير وتحليل النتائج :

وفى هذا العنصر يبحث علم اختبار المواد ماهية نتائج الاختبار وما تعنيه وهل يمكن تطبيق النتائج العددية على الحسابات التصميمية للمنشأ ؟ أم أن هذه النتيجة تفيد فقط فى 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 إجراءه خارج المدى المحدد بالاشتراطات المطلوبة ؟ .

(ح) أنواع وأقسام اختبار المواد :

إن من مهام المهندس الرئيسية ضرورة التأكد من أن المواد المستخدمة فى المنشآت والمكنات لا تؤدى 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 فى حدود إجهادات التصميم وظروف الصناعة ، كما أنه يلزم المنتج ضرورة الحصول على طرق معتمدة لمعرفة جودة منتجاته حتى تكون طبقاً للاشتراطات المحددة .

لذلك فان 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 يلى :

١ ــ اختبارات تتوقف على الغرض من إجرائها :

يجرى اختبار المادة لغرض من الأغراض الثلاثة الآتية :

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

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

(حـ) للحصول على مقاييس دقيقة للخواص الأساسية أو الثوابت 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 يلى :

ا ــ 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 منوعة لهذا الغرض سواء طبيعية أو كيمائية أو ميكانيكية أو فحص ميكرسكوبى ــ ولا يلزم لهـــذا الاختبار درجة عالية من الدقة للنتائج ولو أنه أحياناً ينص على حدود هذه الدقة .

ب ــ اختبار الأبحاث :

ويختص بما يأتى :

ــ الحصول على معلومات جديدة عن مادة جديدة .

ــ ا كتشاف خواص المواد الجديدة .

ــ تطوير الخواص القياسية أو إجراء 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 كثيرا من التجارب التى من نتيجتها تظهر الاكتشافات تكون بطبيعتها روتينية ، إلا أن الغالبية تحتاج إلى تجارب ومقاييس عديدة مختلفة ، وهذا أمر يحتاج إلى تقدير المسئولين لأن ذلك يتطلب مختبرين مهرة ذوى خبرة عالية .

حـ — إختبار علمى :

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

٢ — اختبارات موقع العمل والمعمل :

تجرى الاختبارات إما فى معامل الإختبار أو فى موقع العمل ، ويلاحظ أن نتائج الاختبار فى موقع العمل غالباً ما ينقصها الدقة بالنسبة لمثيلاتها التى تجرى فى المعمل نظراً لصعوبة ظروف التشغيل والأحوال الجوية للتغيرة وتحديد مدة الاختبار والأسباب المختلفة التى قد تعترض أو تقلل من كفاءة إجراء الاختبار .

٣ — إختبارات 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 إستخدامها باستمرار فى السنوات الأخيرة حيث تعمل النماذج لتؤدى أغراضا عديدة .

٤ — الاختبارات المتلفة وغير المتلفة :

يمكن تقسيم إختبار المواد بالنسبة إلى إمكان إستخدام المادة بعد إجراء الاختبار إلى اختبارات متلفة وإختبارات غير متلفة . فمثلا عند تحديد مقاومة أى مادة فهذا يعنى كسر عينة من هذه المادة وتصبح العينة بعد الاختبار غير صالحة لأداء عملها بالمنشأ أى

أتلفت باجراء 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) ماتعنيه 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 تحمل هـــذه 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 العينة التى اتبعت عند اختبارها.

وهذه الاختبارات التى نستنتج منها بعض دلالات تطلعنا على مقاييس الخواص المفروض تحديدها مثلا استعمال حد التناسب كمقياس 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 لأى اختبار يتوقف على الحد الذى يجعلنا نتنبأ بمدى صلاحية المادة للاستعمال ، وقـــد يكون للاختبار معنى من المعنيين التاليين :

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

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

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

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

والحقيقة التى تلفت النظر عند دراسة أى تفاصيل لمعلومات الاختبار ونتائج الدراسات هى الاختلاف البين فى كمية مقاسات الخواص . وقد يرجع هذا إلى عدم الدقة الكاملة فى عمليات الاختبار كما يرجع أيضاً إلى الاختلاف الطبيعى فى الخواص بين عينات الاختبار . وقد تكون المواد التى نختبرها غير متجانسة وتركيبها يمكن أن تتحكم فيه الصدفة فى حدود معينة . لذلك فقد يكون من المفيد تحديد الخواص على أسس إحصائية ، ولكى نصل إلى نتائج يعتمد عليها — ومع التقدير التام لما تعنيه الاختلافات فى العينات ومن التقدير التام أيضا 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 كى تكون دقة المقاييس المختلفة وجميع العمليات الخاصة ثابتة بصفة مستمرة .

(ه) تصميم الاختبارات :

عند تصميم أى اختبار يجب أن تؤخذ الأسئلة التالية فى الاعتبار :

١ — ما هى طبيعة نتيجة ما يقصده البحث ؟

٢ — ما هو الاختبار الذى يمكن عمله للحصول على هذه النتيجة ؟

٣ — كيف يمكن تطبيق نتائج الاختبار ؟

٤ — ما هى حدود نوع الاختبار الذى تم اختباره ؟

٥ — كيف تكون دقة العمل مضبوطة وتتمشى مع الحدود حتى تحد من المجهود وفى نفس الوقت تعطى نتائج ثابتة وفعالة ؟

٦ ــ ما نوع العينة المناسبة للاختبار ؟

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

ويمكن إعطاء مقياس مناسب لخاصية من خواص المادة عندما :

١ ــ يمكن تعريف الخاصية تعريفاً صحيحاً كافياً .

٢ ــ تكون المادة من تركيب أو نقاوة معروفة .

٣ ــ تكون شروط القبول قياسية ومعروفة .

٤ ــ تكون طرق الاختبار صحيحة نظرياً .

٥ ــ تكون الملاحظات تم تلخيصها فى غاية الحرص .

٦ ــ تكون درجة النتائج معروفة .

والاختبار المثالى يجب أن يكون كامل المعنى موثوقاً به متصفاً بالدقة له نتائج هادفة كذلك يجب أن يكون الاختبار اقتصادياً على أن يكون إختيار الإجراءات اللازمة للاختبار مبنياً على أساس دلالة الاختبار مع الاقتصاد فى المجهود .

وهذه المثالية يندر الوصول اليها ، ولكن السعى الوصول إلى مثالية النتائج هذه ينتقل من المرحلةالنوعية إلىالمرحلة الكمية التى تسمىبالثوابت. وتحديد أى خاصية باعادة التجربة يجب أن تنتج عنه نتائج متقاربة . ولكى تقارب النتائج التقريبية النتائج المثالية يجب أن تستخدم فى إيجادها أجهزة وطرقا دقيقة حتى يتسم العمل فى اختبار المواد بالدقة ، علىأن يراعىزيادة الوقت اللازمة لعمليات الإختبار مع تدارك كفاية الاتقان . ولتحديد الثوابت الفيزيائية ، والخواص الأساسية للمواد ، يجب أن يتناسب الحد الأدنى من الدقة مع الغرض المطلوب إجراء الاختبار من أجله .

(و) مهندس الاختبار :

يعتبر عمل مهندس الاختبار الذى يصمم ويجرى الاختبار ذا أهمية كبيرة متزايدة حيث أن خدماته للمجتمع ليست بخدمات هينة ، لأنه يحكم على مدى صلاحية المواد والمنتجات والانشاءات ، ويحمى الكبارى والمبانى والسفن والمكنات والطرق من

أخطار الانهيارات عند استخدام مواد ضعيفة فى تكوينها .. كما أنه يعمل على تقديم المواد الجديدة للاستخدام فى المنشآت بالإضافة إلى توسيع مجال عمل المواد المعروفة ويجب أن يكون مهندس الاختبار ملما إلماماً تاما مع التفهم الواضح لمقاومة المواد تحت مختلف الظروف والأحمال 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 باجرائها 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 يطلقان 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 ثانية 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 إختبارات روتينية عديدة ولا تقف معامل إختبار 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 والادراك :

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

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

وعلى المهندس أن يقدم نتائج إختباراته بطريقة مفهومة جذابة وواضحة ، على أن تتعدل طبيعة التقرير لتلائم حاجيات من يطلعون عليه من فنيين وغيرهم حتى تكون نتائج الاختبارات — خاصة اختبارات قبول المواد — دقيقة ومضبوطة وخالية من الأخطاء وتصلح للتطبيق العام .

ولنستشهد فى هذا المقام بملاحظات «جوج فيلبور سوينز» عن مقاومة المواد — فقد قال: «مايجب أن نتذكره هو أن حسن الإدراك يكون دائماً القائد فى الإختبارات كما هو فى العلوم الرياضية . ويجدر بالمهندس التعود على عدم الثقة فى الأشياء غير المعقولة ، فما يتراءى له قد يكون خطأ فى حين تكون نتائج الإختبارات صحيحة ، وفى هذه الحالة يحتاج إدراكه إلى تمرين وتعود . ولنتذكر «لأرسطو» قوله إن دليل العقل المثقف أن يقتنع بدرجة الدقة التى تسمح بها طبيعة الموضوع ولا يبحث وراء الدقة الكاملة حيث يمكن الاكتفاء بالحقيقة القريبة» .

سابعا — التفتيش على المواد الهندسية

(INSPECTION)

يتضمن التفتيش على المواد ملاحظات عمليات الصناعة وتتبع خطوات الإنتاج أوخطوات الانشاء للتأكد من تواجد الخواص المطلوبة للمواد أوالمنتجاتأوالمنشآت. وقد يتم التفتيش بالفحص البصرى وبمراجعة صحة الابعاد وبالكشف عن العيوب السطحية وباجراء الإختبارات المعملية على العينات وإجراء الاختبارات على المنتجات والمنشآت وذلك للتأكد من مطابقة المواد أو الحمل للاشتراطات المطلوبة . ويهدف التفتيش إلى التحكم فى جودة المواداأو 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 .

وتكون 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 العلمى التام للعملية التى يراجعها وكذلك أن يكون له دراية بحسن المعاملات والاتصالات العامة بالأفراد والهيئات حيث أن طبيعة عملية التفتيش تتطلب متابعة العملية من بدايتها حتى نهايتها وإجراء الفحوص والاختبارات والبت فى الرفض والقبول للمواد والأجزاء المنتجات أوالمنشآت أو للمنتج أو المنشأ بأكمله وما يصاحب ذلك من الاتصال والمناقشة والتفاهم مع الأفراد والهيئات .

ثانيا — مواصفات المواد
(SPECIFICATIONS)

المواصفات هى الاشتراطات التى يضعها المستهلك للمنتج أو صاحب العملية الهندسية لمن يقوم له بها وذلك لبيان الرغبات المطلوبة فى المنتجات أو فى العملية الهندسية . وتتوقف كفاءة المنتجات وحسن تنفيذ العمليات على دقة وسلامة الاشتراطات المحددة لها. ونظراً للتطور العلمى المستمر وزيادة المعرفة عن المواد وخواصها والتقدم الصناعى والانشائى فانه يمكننا وضع اشتراطات أكثر تعبيراً وأدق تحديداً لما يجب أن تكون عليه المنتجات والمنشآت المطلوبة .

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

١ — قد تكون المواصفات ذات شروط سهلة فتسمح للمواد ضعيفة الجودة بالإستعمال فى العمل الهندسى .

٢ — قد تكون المواصفات ذات شروط متشددة فتمنع 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 بتكاليف مناسبة تحت الظروف المحيطة بالصناعة أو بالعمل الهندسى .

وتحتوى المواصفات على اشتراطات مختلفة منها :

١ — اشتراطات تتعلق بطرق الصناعة المستخدمة .

٢ — اشتراطات تتعلق بالشكل والأبعاد والانهاء .

٣ — اشتراطات تتعلق بالخواص الطبيعية والكيميائية والميكانيكية المطلوبة .

٤ — اشتراطات تتعلق بحدود العيوب غير المرغوبة .

٥ — اشتراطات تتعلق بكيفية تحضير عينات الاختبار وبطرق الاختبار والتفتيش.

٦ — اشتراطات تتعلق خاصة بالقبول والرفض والتحكيم والشهادات .

تاسعا — التوحيد القياسى والمواصفات القياسية للمواد الهندسية

يعتبر التوحيد القياسى أحد 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 التكامل ، وأن تستفيد بكل ما يقدمه التوحيد القياسى من أساليب وطرق تعمل على خفض كل من وسائل الانتاج وتكاليف الإنتاج مع رفع مستواه . وقبل أن نفصل آثار التوحيد القياسى فى جميع ميادين التطور ، وعلى الأخص فى مجال الانشاءات 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 الانسان وتبسيط العمل الذى يواجهه . وقد اهتم الرومان اهتماما كبيرا بالتوحيد القياسى فى العصور القديمة فكان أن وحدوا مقاييس مواسير المياه وأعمدة وصوارى السفن وذلك للوصول إلى الانتاج الكبير . وفى القرن الخامس عشر كانت جمهورية البندقية سباقة إلى توحيد مواصفات أحجام السفن فى أسطولها من حبال وروافع ومجاديف تيسيرا للقياس بأعمال الصيانة والاصلاحات الطارئة .

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

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 الاصناف والسلع إلى ظهور الإنتاج بالجملة ، كما تعدد المنتجين لصنف معين فى البلد الواحد أو مختلف البلاد والأقطار . وبدأ عامل المنافسة يدخل الانتاج الصناعى ليظهر بوضوح فى محاولات المنتجين المختلفة لخفض التكلفة والتسابق

إلى غزو الأسواق العالمية والسيطرة عليها بشتى الوسائل والسلع .

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

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

وهكذا ارتكز التوحيد القياسى على دعامتين :

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

وثانيتهما : المعايرة التى تختص بتوحيد طرق القياس ووحداته ووسائل ضبط الأجهزة المستخدمة فى القياس ومعايرتها ومراجعتها ضماناً لدقة الصنع وتيسير الإنتاج بالجملة المتكرر الذى يعتمد على تبادلية القطع والأجزاء .

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

وفى سنة ١٧٩٣ التجأ إلى هوتنى (Eli Whitney) بالولايات المتحدة عشرة آلاف قطعة من السلاح بمواصفات محددة إبحيث يمكن مبادلة قطع الغيار بها وقد أطلق عليه اسم أبو التوحيد القياسى لاستخدامه على نطاق واسع .

وقد كانت ألمانيا أسبق الدول التى عنيت بالتوحيد القياسى فى العصر الحديث حيث اتخذ اتحاد المهندسين الألمان عام ١٨٦٥ عدة قرارات وتوصيات بشأن نظام المواصفات

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

وفى بريطانيا كونت 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 مزايا التوحيد القياسى إلى التفكير فى أهمية توحيد المواصفات وطرق القياس على نطاق عالمى . وبذلك شكلت عصبة الأمم عام ١٩٣٦ الاتحاد الدولى للمؤسسات القومية للمواصفات القياسية التى سنتناولها فيما بعد .

وفيما يختص بتوحيد نظم القياس والمعايرة على نطاق دولى فقد أبرم فى ٢٠ مايو سنة ١٧٨٥ اتفاقية النظام الدولى للمتر وتأسست اللجنة الدولية للموازين والمقاييس. وقد بدأت هذه اللجنة فى عام ١٩٤٨ فى دراسة إنشاء مؤسسة دولية تختص بتوحيد طرق المترولوجيا أو المعايرات 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 والمنتجات بين الهيئات المعينة . وتتضمن المواصفات القياسية الطرق القياسية للاختبار وأحياناً تعمل مواصفات قياسية مستقلة تختص فقط بطرق الاختبار القياسية لمادة ما بدلا من أن تكون جزءاً 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 التى تصدرها ومدى الثقة التى تتمتع بها.

وتشتمل المواصفات القياسية على الشروط القياسية الواجب توافرها فى المادة كما تتضمن طرق أخذ العينات وطرق الفحص والاختبار القياسية كما تحتوى أحياناً على تعاريف قياسية . وقد أحدثت المواصفات القياسية تطوراً كبيراً فى الميادين الصناعية والفنية وفى مجال البناء والميادين المتعلقة بها .

كما أن دور المواصفات فى تطوير الاقتصاد وفى دفع عجلة التقدم الصناعى والعلمى والفنى فى شتى الميادين ذو أثر واضح لا يمكن حصره فى 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 فى متناول كل إنسان ولا تعتبر المقاييس فرضا للرقابة على الفرد ، وإنما هى حسنة توفر له ما لا حد له من الأشياء التى يضيفها إلى حياته » .

ومن أبرز مزايا المواصفات التبسيط ، فان المقاييس تحقق التبسيط والتوحيد والتحديد على كل مستوى من مستويات التصميم والانتاج والتعيين والطلب وضبط المخازن والصيانة وحتى إدارة المكاتب ونستطيع أن نتميز ذلك فى المثال البسيط التالى :

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

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

ولما كانت مزايا المواصفات متعددة ومتشعبة ولا يمكن تناولها بالتفصيل فى مثل هذا الفصل فاننا سنحاول تلخيصها فيما يأتى :

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

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

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

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

٥ — تمنع إنتاج المواد والأنواع والتسميات غير اللازمة ، وما يتبع ذلك من اقتصاد فى الإنتاج وفى 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 — تؤدى إلى منع النفايات والبضائع التالفة نتيجة لمنع إنتاج منتجات منخفضة الجودة .

٨ ــ تساعد على اختيار أنسب المواد للغرض الذى ستستخدم فيه تلك المواد .

٩ ــ 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 ــ تساعد على طلب التوريدات بمواصفات قياسية موحده بدلا من استخدام مواصفات فردية متضاربة ومتعددة يكلف إعدادها نفقات كثيرة ، بوقت ضائع ، ويؤدى تعددها إلى سوء الفهم والتضارب .

١١ ــ تعطى فكرة واضحة عن مستوى جودة السلع وفق ما حدده الإحصائيون الحياديون الذين قاموا بوضع المواصفات، وتجعل هذا المفهوم فى متناول غالبية المستهلكين ومن ثم تجعل المستهلك أكثر اطمئناناً إلى ماهية البضاعة المعروضة عليه .

١٢ ــ 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 ــ 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 بالرديئة ، وتمنع التاجر من عرض بضاعة منخفضة الجودة وترويجها .

١٤ ــ تفتح الاسواق الاجنبية أمام البضائع المصدرة وتمنع تصدير منتجات منخفضة الجودة تسىء إلى البلد ، وتؤدى إلى الإضرار بالاقتصاد القومى .

١٥ ــ تمنع استيراد بضائع منخفضة الجودة، وبذلك تمنع تسرب العملات الصعبة ودفع أموال طائلة على بضائع لا تلائم الغرض المطلوب له .

من كل تلك الميزات نجد أن المواصفات تضفى فائدتها على كل من :

ا ــ المنتج : بانخفاض تكاليف الانتاج والبيع والحد من المخزون ، وزيادة دورة العمل وبالتالى زيادة الانتاج .

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

حـ ــ المستهلك : بتخفيض الاسعار ورفع الجودة وضمان توفر السلعة الجيدة ولكن يجب أن يلاحظ ضرورة مراجعة المواصفات القياسية بين وقت وآخر حتى تتمشى مع التطور المستمر فى ميدان العلوم ، وحتى تمثل آخر ما وصل إليه التطور العلمى والفنى ، وبذلك لا تقف فى سبيل الاستفادة من الطرق الحديثة فى التصنيع .

ويتلخص ضرر المواصفات القياسية فى أنها قد تجمد الخبرة وبذلك تحجب التقدم المطلوب فى حالة تطبيقها باستمرار بصرف النظر عن التقدم والتطور الذى يزداد سريعاً مع الايام فى المادة الخام وتجهيزها وصناعتها وفى أجهزة التصنيع والاختبار وفى الاستعمالات المتجددة والمنتجات وفى تغير التفكير والنظرة إلى الامور تبعا لطبيعة الزمن والظروف المحيطة . والحد من ذلك الضرر يلزم أن تكون المواصفات القياسية تحت إشراف هيئات ذات سعة فى العلم والتنفيذ كما يجب أن تراجع المواصفات القياسية بصفة دورية كل مدة معينة وتراجع أيضاً كلما دعت الحاجة إلى ذلك .

جـ ــ هيئات التوحيد القياسى :

تقوم هيئات مختلفة تسمى هيئات التوحيد القياسى بتحضير ونشر المواصفات القياسية للمواد والمنتجات وطرق الاختبار والتفتيش كل هيئة فى حدود إختصاصاتها .

وهيئات التوحيد القياسى عبارة عن الهيئات الحكومية أو هيئات المجالس البلدية أو الاتحادات التجارية أو الجمعيات العلمية والنقابية أو الشركات المستقلة .

فمثلا تقوم الهيئة المصرية للتوحد القياسى بوزارة الصناعة بجمهورية مصر العربية بوضع المواصفات القياسية المصرية (م.ق.م) وتقوم هيئة المواصفات البريطانية بعمل المواصفات القياسية البريطانية (B.S.S.) وتقوم الجمعية الامريكية للاختبار والمواد (A.S.T.M) بعمل المواصفات القياسية لاختبار المواد ، ويقوم اتحاد الصناعات

بالمانيا 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 وبالشركات 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 أي تعليقات أو إنتقادات بخصوص بنودها المختلفة .

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

ويكون تعديل المواصفات القياسية بنفس خطوات تحضيرها المذكورة .

عاشرا ـ التوحيد القياسى فى المجالين المحلى والدولى

استطاع التوحيد القياسى أن يكون من الدعامات الرئيسية التى بنيت عليها النهضة العمرانية والصناعية . فقد كانت مزايا التوحيد القياسى فى الوصول بالمنتج إلى الكفاءة التى تفرضها الاحتياجات بالإضافة إلى تحسين الاقتصاد القومى ، حافزاً 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 تحفزاً لذلك ـ فأنشئت كثير من المنظمات القومية للتوحيد القياسى للعمل على المستوى المحلى والعالمى . . لوضع المواصفات القياسية المحلية وربطها بالمواصفات العالمية والعمل بأقصى إمكانياتها لتوحيد المواصفات على المستوى الدولى ، وسنشير فيما بعد إلى بعض الهيئات القومية للتوحيد القياسى ، التى أنشئت لهذا الغرض ومنها :

١ ـ التوحيد القياسى فى الجمهورية العربية المتحدة .

٢ ـ التوحيد القياسى فى الإتحاد السوفيتى .

٣ ـ التوحيد القياسى فى الهند .

٤ ـ التوحيد القياسى فى الولايات المتحدة الأمريكية .

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

(ا) 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

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

وفى عام ١٩٣٩ استصدرت مصلحة التجارة والصناعة قانون الموازين والمكاييل الذى نص على إعتبار المتر واللتر 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 بالأراضى 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 وآلاتها .

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 عالة 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 بعجلة الإنتاج الأجنبى عن طريق الاستيراد .

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

وفى عام ١٩٤٧ استؤنف 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 .

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

انشاء الهيئة المصرية للتوحيد القياسى :

وعند إنشاء وزارة الصناعة المصرية فى عام ١٩٥٦ لتحقيق أهداف الثورة فى مجال الصناعة شملت مصلحة التنظيم الصناعى جهازاً خاصاً للمواصفات والمعايرة يتولى وضع المواصفات للخامات والمنتجات بحيث تتمشى مع الإمكانيات والاحتياجات المحلية ، وتلتقى مع الأوضاع العالمية ، كما ينظم عمليات ضبط ومعايرة أجهزة القياس المستخدمة فى الصناعة ضماناً لجودة الانتاج ودقته وقياسه على أسس فنية سليمة . ثم رؤى أن تخطو الثورة التصنيعية خطوة واسعة إلى الأمام بتدعيم أركان التوحيد القياسى فى 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 مما يؤدى إلى تمكين المصانع من إنتاج سلع قياسية تتلاءم الإمكانيات المحلية وحاجات البلاد الاستهلاكية كما يعينها على زيادة الانتاج وخفض تكاليفه مع المحافظة على مستوى التقدم والتحسن لكل صنف ، كما تختص أيضاً بالعمل على التحقق من مدى انطباق المواصفات القياسية على السلع والخدمات فى 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 مشتغلة بالتوحيد القياسى غير قياسية مالم تعتمدها الهيئة العامة للتوحيد

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

وتنفيذا لهذا صدر القرار الجمهورى رقم ٢٩ لسنة ١٩٥٧ بانشاء 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 — ايجاد مراجع معتمدة لمعايير موحدة .

٢ — اصدار مواصفات قياسية للخامات والمنتجات واصدار التصنيفات والاصطلاحات الفنية والتعاريف الموحدة .

٣ — تهيئة الوسائل الكفيلة بتحقيق مطابقة الخامات والسلع على المواصفات القياسية المعتمدة .

٤ — تسهيل ايجاد القطع المتبادلة ورفع مستوى الانتاج 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 والادارى 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 تضع 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 ـ وتنظيمها وتوجيهها لخدمة الاقتصاد القومى وكان من أثر الدراسات التى قامت بها تلك اللجنة ، أن أنشئت فى ١٥ سبتمبر ١٩٢٥ أول مؤسسة حكومية للمواصفات القياسية فى الاتحاد السوفيتى ، وقد صاحب انشاؤها بدء التطور الزراعى والصناعى، ولذلك اهتمت بوضع مواصفات للأنواع المختارة من القمح بغرض زيادة غلة المحاصيل وانتاج الأصناف ذات الجودة العالية ، كما عنيت 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 تزاول مهمة وضع المواصفات، وفى 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 فى الاتحاد السوفيتى .

وفى عام ١٩٥٤ روى جمع مسئوليات وضع المواصفات القياسية والأعمال المتعلقة بالموازين والمقاييس فى هيئة واحدة، فتقرر ضم المكتب الأساسى للمقاييس والموازين إلى لجنة المواصفات القياسية وأتبعت الهيئة الجديدة الموحدة إلى مجلس الوزراء (لجنة مجلس وزراء الاتحاد السوفيتى 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 التى يجب اعتمادها من مجلس الوزراء .

وتختص اللجنة كذلك بتوجيه المؤسسات الفنية والصناعية ومعاهد القياس والمعايرة وتنسيق أعمالها طبقاً للخطة المعتمدة ، ورئيسها هو المسئول الوحيد فى الدولة عن جميع أعمال التوحيد القياسى وله أن يعرض ما يرى من مسائل وموضوعات على اللجنة، فاذا وافقت عليها واعتمدها تلتزم الهيئات المختلفة بتنفيذها . وتتولى الأعمال الفنية والمالية والإدارية الخاصة باللجنة بعض الإدارات والأقسام التابعة لها ، كما تتبعها أيضاً معاهد علمية لبحوث المترولوجيا والقياس و ١٤١ معملا للرقابة فى أنحاء الاتحاد السوفيتى المختلفة.

ويقوم حوالى ١٨٥ معهدا من معاهد البحوث العلمية والصناعيه ذات الاختصاصات المتنوعة بمعاونة اللجنة وإداراتها الفنية فى الدراسات والبحوث المتعلقة بالقياس والمعايرة والمواصفات القياسية .

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

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

٢ ــ تحقيق التخصص والتعاون الإنتاجى فى مختلف القطاعات الصناعية والزراعية .

٣ ــ العمل على التوسع فى إمكانيات تبادلية لأجزاء وقطع الغيار .

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

٥ ــ العمل على الاقتصاد فى كميات المواد الأولية والكهرباء والوقود المستخدمة فى الإنتاج .

٦ ــ تخفيض ما يبذل فى الإنتاج من زمن وأموال .

أما المادة الثالثة فتنص على أن المواصفات القياسية للدولة

Kometit Standarov , Mesi Izmeritel. Nyh Pri Sovet Minister USSR

هى المواصفات القياسية الوحيدة المعتمدة الملزمة وتحل محل جميع المواصفات السابقة ويجب أن يراعى فيها وضعها على أسس فنية قوية مدعمة بالاسانيد العلمية والتكنولوجية الحديثة بحيث تحقق أهداف الاقتصاد القومى مع تطبيق الطرق الجديدة للإنتاج .

والواقع أن الفضل فى تدعيم المركز ــ مركز المواصفات القياسية فى الاتحاد السوفيتى يرجع إلى قانون تنظيم الإنتاج طبقاً للمواصفات القياسية بصفة إجبارية . وقد صدر ذلك القانون فى ١٩٤٠ ونص على اعتبار الإنتاج الردىء أو غير الكامل أو غير المطابق للمواصفات القياسية جريمة ضد الدولة ، تماثل جريمة التخريب وأنه

فى حالة إنتاج سلعة غير متكاملة أو رديئة الصنف أو غير مطابقة للمواصفات القياسية يقدم مدير المؤسسات الصناعية ومهندسوها المسئولون ورؤساء الأقسام الفنية والرقابة إلى المحاكمة . وتتراوح عقوبة السجن التى يتعرض لها حينئذ بين خمسة وثمانية أعوام .

د — التوحيد القياسى فى الهند :

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

ومن هنا بدأ التفكير فى إنشاء معهد المواصفات القياسية الهندية الذى أنشىء بقرار من حكومة الهند فى سبتمبر ١٩٤٦ وعهد إليه بمسئولية إعداد وتطوير المواصفات القياسية الملائمة للصناعات المحلية .

وقد رحبت الصناعة الهندية بهذا القرار الذى تجاوب مع مطالبها التى سبق إثارتها فى المؤتمر الصناعى الثانى عشر الذى عقد بمدينة لاكناو فى ديسمبر ١٩٤٠ ، هذا بالاضافة إلى أن مولد الهيئة الوطنية للمواصفات القياسية أتى مع إعلان استقلال الهند فى عام ١٩٤٧ وبدء نهضتها التحررية .

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

وأعضاء هيئة التوحيد القياسى الهندسى 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 القياسى والمهتمون بها .

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

د — التوحيد القياسى فى الولايات الامريكية :

أنشئت الجمعية الأمريكية للاختبار (American Society for testing Materials) عام ١٩٠٢ واحتفلت بعيدها الخمسينى سنة ١٩٥٢ ويزيد أعضاؤها عن ٧٠٠٠ عضو وينقسمون إلى ثلاث فئات : فئة المستهلكين ، وفئة المنتجين وفئة الإخصائيين 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 فى قطاع معين .

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

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

على أن تنشر كل محاولة للتغير كتجربة ، أو كمحاولة قبل ضمها للمواصفات القياسية .

هذا وقد أعيد تنظيم الجمعية الأمريكية للمواصفات القياسية سنة ١٩١٨ حتى يمكن لبيوت الصناعة المختلفة والمؤسسات الفنية والمصالح الحكومية أن تعمل مجتمعة فى 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 الأمريكى مجموعة قيمة من المواصفات استعملت فى البناء بالخرسانة .

هـ — المنظمة الدولية للمواصفات القياسية :

أسس الاتحاد الدولى للمؤسسات القومية للمواصفات القياسية فى عام ١٩٢٦ ، International Federation of the National Standarding Association. وقد اشترك فى عضويته هيئات التوحيد القياسى الممثلون لنحو عشرين قطراً وقد أرسى هذا الاتحاد قواعد أسس التعاون الدولى فى ميدان التوحيد القياسى وقام بمجهودات كبيرة لتوحيد مواصفات الدول التى إشتركت فى عضويته .

وقد اضطر الإتحاد لإيقاف أعماله رسمياً فى سنة ١٩٤٢ ، وإن كانت ظروف الحرب قد أدت إلى إنسحاب بعض الدول من عضويته فى سنة ١٩٣٩ .

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

انشاء المنظمة الدولية للمواصفات القياسية

إجتمع فى أكتوبر سنة ١٩٤٦ بمدينة لندن أعضاء لجنة المواصفات الدولية المتحدة (UNBOC) بالإضافة إلى ممثلين لبعض الهيئات القومية للبحث فى :

١ — مناقشة إنشاء منظمة دولية جديدة بغرض تسهيل عمليات التعاون الدولى فى ميدان التوحيد القاسى والمساهمة فى توحيد المواصفات الصناعية .

٢ — إصدار توصيات فيما يختص بالأعمال الفنية التى ستقوم بها المنظمة الجديدة .

وقد انتهت المناقشات التى اشترك فيها أربعة وستون عضواً يمثلون خمسا وعشرين دولة إلى إنشاء المنظمة الدولية للتوحيد القياسى التى يختصر اسمها إلى : I. S. O.
International Organization for Standardization

وقد عقد أول اجتماع للجمعية العمومية للهيئة فى 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 الأساسى الذى أقرته الجمعية العمومية به وقد وردت هذه الموافقة بالفعل فى ١٣ فبراير سنة ١٩٤٧ ويعتبر هذا الموعد هو التاريخ الفعلى لقيام المنظمة رسمياً .

الغرض من إنشا المنظمة :

إن الغرض من إنشاء هذه المنظمة هو المساعدة على تطوير المواصفات فى العالم لتسهيل عمليات التبادل الدولية للبضائع والخدمات وتشجيع التعاون المتبادل فى ميدان العلم والنشاط الاقتصادى والتكنولوجى، ويمكن تلخيص نشاط الهيئة فيما يأتى :

١ ــ اتخاذ الخطوات اللازمة لتسهيل عمليات تنسيق وتوحيد المواصفات الوطنية وإصدار التوصيات الضرورية لتحقيق هذا الغرض .

٢ ــ وضع توصيات بمواصفات قياسية دولية .

٣ ــ تقوم (حسب مقتضى الأحوال) بعملية تطوير مواصفات جديدة ذات اشتراطات موحدة للاستعمال فى المحيط الدولى أو المحلى .

٤ ــ تنظيم عملية تبادل المعلومات فيما يختص بأعمال أعضائها ولجانها الفنية .

٥ ــ تتعاون مع الهيئات الدولية الأخرى المهتمة بالشئون المتعلقة بالتوحيد القياسى التى تطلبها تلك الهيئات .

علاقات المنظمة :

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

السكرتارية العامة وبعض الوكالات المتخصصة فى الأمم المتحدة وهذه الصلات تزداد وثوقا بزيادة مجال تخصص هذه الوكالات .

وعلى العموم فان المنظمة تبذل جهودها لإيجاد فهم عالمى مشترك يفتح باب المناقشات أمام الفنيين ذوى الاهتمام المشترك من كل أنحاء العالم . كما أن المنظمة تشجع تبادل الأفكار وتعمل على تحسين الجودة . وزيادة الانتاج وتخفيض الأسعار وزيادة تبادل السلع ، كما تعمل على تنسيق الأسواق العالمية .

مما سبق نستطيع أن نتبين أهمية التوحيد القياسى والمواصفات القياسية ، هذين المجالين اللذين أقيمت من أجلهما الهيئات والمنظمات القومية والدولية لرعاية أسس التصميم والتنفيذ لكل ما تقع عليه العين من إنتاج فى عصر المسواريخ والأقمار الصناعية . . ومن هذا العرض لهيئات ومنظمات التوحيد القياسى وكيفية تكوينها ، والأهمية المعطاة لها والسلطات المخولة لها فى بعض الدول ، يمكن الإحساس بأهمية هذا الفرع من العلوم ، لما يسبغه على الاقتصاد القومى من آثار واضحة نتيجة لفاعلية التوحيد القياسى والمواصفات القياسية فى تيسير الانتاج الكبير وتحسينه وضبط جودته .

تمرين رقم ١

دراسة مجال اختبار المواد

المجال :

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

المناقشة :

١ ــ ما المقصود باختبار المواد والتفتيش على المواد ؟

٢ ــ ما هو الهدف الأساسى من الاختبار والتفتيش على المواد ؟

٣ ــ ما هى انواع اختبار المواد ؟

٤ ــ ما المقصود باختبار القبول ؟ اذكر أمثلة لذلك .

٥ ــ ما الفرق بين الاختبار المتلف والاختبار غير المتلف ؟ اذكر أمثلة ذلك .

٦ ــ ما هى العوامل التى يجب مراعاتها عند تصميم الاختبار ؟

٧ ــ ما هى الاشتراطات التى يجب توافرها فى مهندس الاختبار ؟

٨ ــ ما هو المقصود بالمواصفات والمواصفات القياسية ؟

٩ ــ ما هى فوائد المواصفات القياسية ؟ هل لها عيوب ؟ كيف يمكن التغلب على هذه العيوب ؟

١٠ ــ ما هو المقصود بهيئات التوحيد القياسى ؟

١١ ــ إذا طلب عمل مواصفات قياسية لأبراج من الصلب تستخدم لكابلات الكهرباء بين كيف تحضر هذه المواصفات ؟

اذكر خمسة بنود يجب أن تحتويها هذه المواصفات .

١٢ ــ لماذا يجب اتباع الطرق القياسية فى الاختبار ؟