

## Chapter 1

**Introduction****1.1 Advantages of steel as a building material:****1.1 مميزات الحديد (الصلب) كمادة بناء**

(a) Equal strength in tension and compression.

(أ) تتساوى مقاومته في الشد والضغط

This leads to symmetrical section in bending.

هذا يؤدي إلى تصميم قطاع متماثل لتحمل الانحناء

<b>Steel:</b>	$f_c = f_t$	الحديد: مقاومته في الضغط تساوى تقريبا مقاومته في الشد
<b>Cast Iron:</b>	$f_c = 3 f_t \rightarrow 4 f_t$	الحديد الزهر: مقاومته في الضغط تساوى من 3 إلى 4 أضعاف مقاومته في الشد
<b>Concrete:</b>	$f_c = 10 f_t$	الخرسانة: مقاومتها في الضغط تساوى تقريبا 10 أضعاف مقاومتها في الشد
<b>Timber:</b>	$f_c = 0.5 f_t$	الخشب: مقاومته في الضغط تساوى تقريبا نصف مقاومته في الشد

Where;  $f_t$  = tension strength,  $f_c$  = compression strength.

(b) High carrying capacity.

(ب) سعة تحميل عالية

This leads to:

- smaller sections,
- lighter structure, and
- cheaper foundations.

سعة التحمل العالية للحديد (الصلب) والتي تكون اكبر بكثير عنها في الخرسانة تؤدي إلى تصميم قطاعات أصغر والحصول على منشأ أخف في الوزن من المنشأ الخرساني وبالتالي يحتاج المنشأ المعدني إلى قواعد أرخص في التكلفة.

**Steel:**  $f_t = 1.4 t/cm^2 = 140 N/mm^2$  for Steel 240/350 (St. 37) $f_c = \text{up to } 1.3 t/cm^2 = 130 N/mm^2$  (depending on slenderness ratio)**Concrete:**  $f_{c \text{ allowable}} = 95 kg/cm^2 = 9.5 N/mm^2$  for  $f_{cu} = 25 N/mm^2$ .

(c) High ductility.

(ج) مطولية عالية

The percentage of elongation in the standard test piece shall be not less than 20 %. This means excessive deformation will occur before failure happens.

نسبة الاستطالة لا تقل عن 20% وهذا يعنى حدوث تغير كبير في شكل المنشأ قبل حدوث الانهيار

(d) Homogeneous composition properties in two perpendicular planes is the same.

(د) متجانس وله نفس الخواص في المستويات المتعامدة

(e) Fast construction compared to other materials

(هـ) سريع الانشاء

## 1.2 Disadvantages of steel as a building material:

### 2.1 عيوب الحديد (الصلب) كمادة بناء

- (a) Rusting of iron. (أ) الصدأ  
When subjected to moisture or acidic gases leads to corrosion, so maintenance is necessary. عند تعرضه للرطوبة أو الغازات الحمضية فإنه يصدأ وبالتالي فالصيانة (مثل دهانه) ضرورية.
- (b) Non-fire resistance. (ب) لا يقاوم الحريق  
Stress reduces to half its value at 500°C. تقل مقدرته على التحمل إلى النصف عند درجة حرارة 500 درجة مئوية
- (c) Fatigue effect due to repeated loading and buckling problems. (ج) الكلال والانبعاث

## 1.3 Comparison between steel and reinforced concrete structures:

### 3.1 مقارنة بين المنشآت المعدنية والمنشآت الخرسانية:

- 1- Steel is most suitable for structures having big spans and for high rise buildings.  
1- الحديد أكثر ملائمة للمنشآت ذات البحور الواسعة (مثل المصانع) والمباني المرتفعة
- 2- No form work is required in steel structure.  
2- المنشأ المعدني لا يحتاج إلى شدات أثناء الإنشاء
- 3- Strengthening of steel structure is possible during and after erection by welding additional elements.  
3- يمكن تقوية المنشأ المعدني أثناء وبعد التركيب بلحام عناصر إضافية.
- 4- Steel structure may be transferred to other places.  
4- يمكن فك أو نقل المنشأ المعدني إلى أماكن أخرى.
- 5- Old steel can be sold by reasonable price.  
5- يمكن بيع حديد المنشأ المعدني القديم بسعر مناسب

## 1.4 Field of steel structures:

### 4.1 مجال المنشآت المعدنية:

- Bridges - الكباري
- Workshops - المصانع والورش
- High-Rise Buildings - المباني المرتفعة (ناطحات السحاب)
- Towers - الأبراج
- Aircraft - سفن الفضاء
- Ship Building - بناء السفن

### 1.5 Specifications and Codes:

Specifications is the backbone of the construction.

**To the architect and civil engineer**, it is a guide to safe an accepted design procedure and convenience in selecting structural members and outlining construction methods.

**To the contractor and building cost official**, it is a document setting rules of safe construction that must be strictly followed.

**To the owner**, it is a guarantee that the resulting structure will be comply with basic standards to ensure safety, utility, and economy.

The following are some of the important specifications for steel structures:

- AISC** American Institute of Steel Construction.
- B.S.S.** British Standard Specifications.
- CISC** Canadian Institute of Steel Construction.
- D.I.N. 414.** Dutch Specifications.
- E.C.P. 2001** Egyptian Code of Practice for steel construction and bridges.

The structural safety shall be established by computing the stresses produced in all structural elements and connections and ascertaining that they do not exceed the allowable (working) stresses specified by the Egyptian Code of Practice for steel construction and bridges Specification, **E.C.P. 2001.**

Allowable stresses for steel shall be determined according to the grade of steel used.

### 5.1 المواصفات والاكواد

تمثل المواصفات العمود الفقري للتشييد.

فهي بالنسبة للمهندس المدني أو المعماري دليل ارشادي لضمان الحصول على تصميم آمن ومقبول. ومفيدة في اختيار العناصر الإنشائية وتحديد طرق البناء.

وهي بالنسبة للمقاول والمسئول عن تكلفة البناء وثيقة بها القواعد التي يجب إتباعها بصرامة لضمان بناء آمن.

وبالنسبة للمالك فهي ضمان بأن المنشأ الناتج يخضع للمعايير القياسية الأساسية التي تضمن الأمان والاستفادة المثلى بالمشأ وبأقل التكاليف.

يتحقق الأمان الإنشائي عندما تكون الاجهادات الموجودة في كل العناصر الإنشائية والوصلات لا تزيد على الاجهادات المسموح بها (اجهادات التشغيل) والمحددة في الكود المصري للمنشآت والكباري المعدنية.

وهذه الاجهادات المسموح بها للحديد تحدد طبقا لرتبة الحديد.

### 1.6 Structural steel:

The material properties of structural steel shall comply with the requirement given in Clause 1.4 of the Egyptian Code of Practice For Steel Construction and Bridges (Code No. 205, Ministerial Decree No. 279-2001).

Under normal conditions of usual temperatures, calculations shall be made for all grades of steel based on the following properties:

يجب أن تخضع خواص الحديد المستخدم في الإنشاء لمتطلبات الكود المصري للمنشآت والكباري المعدنية (الحديدية).

تجرى الحسابات لكل رتب الحديد في ظل الظروف الطبيعية على أساس الخواص الآتية:

#### Properties of Steel:

		خواص الحديد
Mass Density	$\rho = 7.85 \text{ t/m}^3$	الكثافة
Modulus of Elasticity	$E = 2100 \text{ t/cm}^2$	معايير المرونة
Shear Modulus	$G = 810 \text{ t/cm}^2$	معايير الجساءة
Poisson's Ratio	$\nu = 0.3$	نسبة بواسون
Coefficient of Thermal Expansion	$\alpha = 1.2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$	معامل التمدد الحراري

#### Grades of Steel:

Grade of steel	Nominal values of yield stress $f_y$ and ultimate strength $f_u$ قيم إجهاد الخضوع والمقاومة القصوى	
	$f_y \text{ (t/cm}^2\text{)}$	$f_u \text{ (t/cm}^2\text{)}$
St. 37 (24/36)	2.40	3.60
St. 44 (28/44)	2.80	4.40
St. 52 (36/52)	3.60	5.20

Note: These values for sections of thickness  $\leq 40 \text{ mm}$ .

### 1.7 Classification of Cross Sections:

Egyptian Code of Practice shows that structural sections shall be classified (depending on the maximum width-thickness ratios of their elements subjected to compression) as follows:

طبقا للكود تصنف القطاعات الإنشائية (طبقا لأقصى نسب بين العرض والتخانة وذلك للعناصر المعرضة للضغط) كالآتي:

#### 1- Class 1: Compact Sections

Are those which can achieve the plastic moment capacity without local buckling of any of its compression elements.

#### 1- الصنف الأول: قطاعات محكمة أو مدمجة

وهي التي تبلغ العزم اللدن بدون حدوث انبعاج موضعي لأي من عناصرها المعرضة للضغط.

## 2- Class 2: Non-compact Sections

Are those which can achieve the yield moment capacity without local buckling of any of its compression elements.

2- الصنف الثاني: قطاعات ليست محكمة

وهي التي تبلغ عزم الخضوع بدون حدوث انبعاج موضعي لأي من عناصرها المعرضة للضغط.

The limiting width to thickness ratios of class 1 and class 2 compression elements are given in Code (Table 2.1, Pages 9-12).

القيم المحددة لنسب العرض الى السمك للصنفين الاول والثاني موجودة بالجدول رقم 1-2 بالكود (صفحة 9 الى 12).

## 3- Class 3: Slender Sections

Are those which cannot achieve the yield moment capacity without local buckling of any of its compression elements.

3- الصنف الثالث: قطاعات نحيفة

وهي التي يحدث انبعاج موضعي لأحد عناصرها المعرض للضغط قبل بلوغ عزم الخضوع.

When any of the compression elements of the cross-section is classified as class 3, the whole cross-section shall be designed as a class 3 cross-section.

عندما يصنف أي عنصر معرض للضغط في القطاع على أنه صنف ثالث فإن القطاع بالكامل يصمم على أنه صنف ثالث.

## 1.8 Types of steel cross sections:

Any steel structure is composed of a variety of steel sections welded or riveted together to form the structure. These sections are either standard or built-in sections. From these sections are the following (Figure 1.1):

### 8.1 أنواع قطاعات الحديد:

يتكون أي منشأ معدني من تشكيلة من قطاعات الحديد ملحومة أو مبرشمة مع بعضها لتكون المنشأ وهذه القطاعات إما أن تكون قياسية (أي لها أبعاد ثابتة من المصنع وموضوعة في جداول ومعرفة) أو أن تكون قطاعات مجمعة.

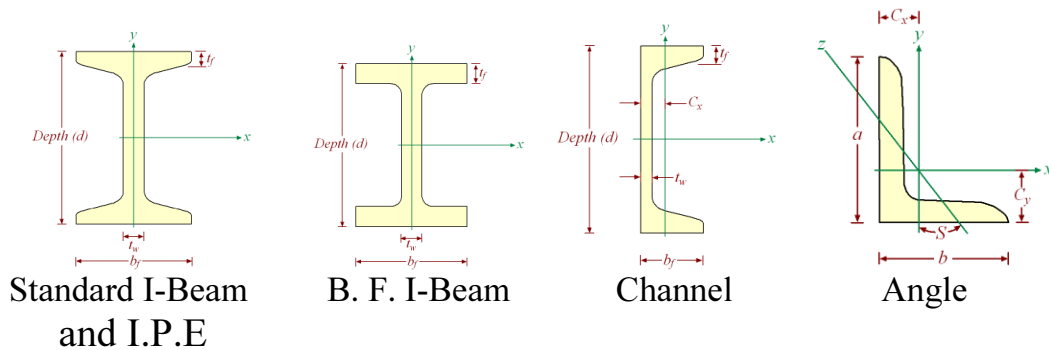


Figure 1.1 Some standard sections

- Standard I-Beam section (S.I.B)

Used for beams and columns.

$$I_X = 15 I_Y \text{ for S.I.B. No. 120}$$

$$I_X = 30 I_Y \text{ for S.I.B. No. 600}$$

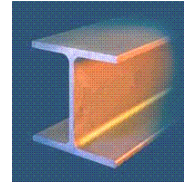
• القطاع القياسي على شكل حرف I  
ويستخدم هذا القطاع غالبا في الأعمدة والكمرات ويكون عزم القصور الذاتي للقطاع حول محور X أكبر بكثير عنه حول محور Y.

- Broad Flange I-Beam section (in Europe)

Wide Flange Beam section (in U.S.A.)

In this section, depth = width up to B.F. No. 300, for bigger sections the width is kept constant and equal to 300 mm. It is suitable for columns or members subjected to double bending,  $I_X = 3 \rightarrow 5 I_Y$

• القطاع القياسي على شكل حرف I  
القطاعات حتى رقم 300 يتساوى فيها عمق القطاع مع عرضه والقطاعات الأكبر يثبت عرضها عند 300 مم. وهذا القطاع مناسب للأعمدة والأعضاء المعرضة لعزم انحناء مزدوج.



- Channel section

Usage:

- purlins and secondary beams.
- as truss members in heavy trusses.
- 2 channels may form a section for column.

- القطاع على شكل مجرى

يستخدم هذا القطاع في الممدادات والكمرات الثانوية وأيضا كعضو في الجمالونات الثقيلة. ويمكن استخدام اثنان منه لتكوين قطاع عامود.

- Angle section

There are equal angles and unequal angles. Minimum angle to be used in building is L 45x45x5 mm.

Usage:

- mainly as truss members (axially loaded members).
- connecting beam to beam and beam to column.

- القطاع على شكل زاوية

تكون الزوايا إما متساوية الأرجل أو غير متساوية الأرجل (تكون النسبة في هذه الحالة إما 1:2 أو 2:3). وأقل أبعاد للزوايا المستخدمة هي 5×45×45 مم

وتستخدم الزوايا في أعضاء الجمالونات. وأيضا لربط الكمرات مع بعضها أو الكمرات والأعمدة.

- Tubes (Pipes)

Used for space trusses, some columns and cables.

- المواسير

تستخدم المواسير في الجمالونات الفراغية وفي بعض الأعمدة والكابلات.

- Plates • ألواح الصاج  
Used for gusset plate of connection or as a member strengthening. تستخدم ألواح الصاج كألواح لربط الاعضاء مع بعضها عند الوصلات وأيضا في تقوية الأعضاء نفسها.
- Corrugated sheets (single or double layered) • الصاج المعرج  
Used as a covering material (top or side covering). The thickness of the sheets is from 0.5 → 0.7 mm. يستخدم الصاج المعرج للتغطية العلوية أو الجانبية. ويكون إما مفرد أو مزدوج وبينهما فوم. وسمك (تخانة) الصاج من 0.5 الى 0.7 مم

### **1.9 Steps for design of steel structures: 9.1 خطوات تصميم المنشآت المعدنية:**

- (1) Choice of the system. (1) اختيار نظام الإنشاء.
- (2) Drawing of the general layout. (2) رسم المخطط العام.
- (3) Calculation of loads and internal forces. (3) حساب الأحمال والقوى الداخلية.
- (4) Design of structural elements. (4) تصميم العناصر الإنشائية.
- (5) Design of connections. (5) تصميم الوصلات.
- (6) Drawing of details (working drawing). (6) رسم التفاصيل (اللوحة التنفيذية).



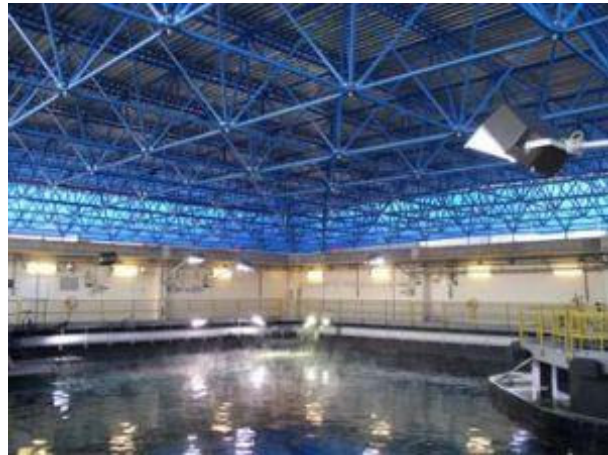
Trusses



Tower



Frames



Space Truss



Beams



Workshop