

## الفصل الثالث

---

### الوصف الإنشائي

- 1-3 مقدمة .
- 2-3 الهدف من التصميم الإنشائي.
- 3-3 مراحل التصميم الإنشائي.
- 4-3 الأحمال.
- 5-3 الاختبارات العملية .
- 6-3 العناصر الإنشائية المكونة للمشروع .
- 7-3 فواصل التمدد.
- 8-3 برامج الحاسوب.

### 1-3 مقدمة

بعد دراسة المشروع من الناحية المعمارية لابد من الانتقال للجانب الإنشائي لدراسة العناصر الإنشائية ووصفها وصفاً دقيقاً حيث يتم دراسة طبيعة الأحمال المسلطة على المبنى وكيفية التعامل معها للخروج بتصميم إنشائي يلبي جميع متطلبات الأمان ويراعي الجانب الاقتصادي للمشروع.

كما يتطلب التصميم الإنشائي اختيار العناصر الإنشائية المناسبة للمشروع المراد إنشاؤه ومراعاة قابلية تنفيذها على أرض الواقع بحيث يكون المبنى آمناً، ونحافظ على التصميم المعمارية.

### 2-3 الهدف من التصميم الإنشائي

التصميم الإنشائي عبارة عن عملية متكاملة تعتمد على بعضها البعض حيث تلبي مجموعة من الأهداف والعوامل التي من شأنها الخروج بمنشأ يحقق الهدف المرجو منه، وهذه الأهداف هي على النحو التالي:-

- الأمان (Safety):- حيث يكون المبنى آمناً في جميع الأحوال ومقاوم للتغيرات الطبيعية المختلفة.
- والتكلفة الاقتصادية (Economical):- وهي تحقيق أكبر قدر من الأمان للمنشأ بأقل تكلفة اقتصادية.
- ضمان كفاءة الاستخدام (Serviceability):- تجنب أي خلل في المنشأ كوجود بعض التشققات وبعض أنواع الهبوط التي من شأنها أن تضايق مستخدمي المبنى.
- الحفاظ على التصميم المعماري للمنشأ.

### 3-3 مراحل التصميم الإنشائي

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيسيتين:-

#### 1. المرحلة الأولى :-

وهي الدراسة الأولية للمشروع من حيث طبيعة المشروع وحجمه، بالإضافة لفهم المشروع من جميع جوانبه المختلفة وتحديد مواد البناء التي تم اعتمادها للمشروع، و ثم عمل التحاليل الإنشائية الأساسية لهذا النظام، والأبعاد الأولية المتوقعة منه.

#### 2. المرحلة الثانية:-

تتمثل في التصميم الإنشائي لكل جزء من أجزاء المنشأ، بشكل مفصل ودقيق وفقاً للنظام الإنشائي الذي تم إختياره وعمل التفاصيل الإنشائية اللازمة له من حيث رسم المساقط الأفقية والقطاعات الرأسية وتفاصيل تفريد حديد التسليح.

### 4-3 الأحمال

هي مجموعة القوى التي تصمم المنشأة على أساس أن تتحملها ومع استمرار وجودها حتى عمر معين دون أن تنهار المنشأة بتأثير هذه القوى ، حيث تقسم الأحمال بصورة مباشرة على حسب طريقة تأثيرها في المنشأ إلى :-

1- الأحمال الرئيسية ( المباشرة ) : وهذه الأحمال تتضمن الأحمال الميتة والأحمال الحية والأحمال البيئية والأحمال الإضافية سواء الديناميكية أو الغير ديناميكية.

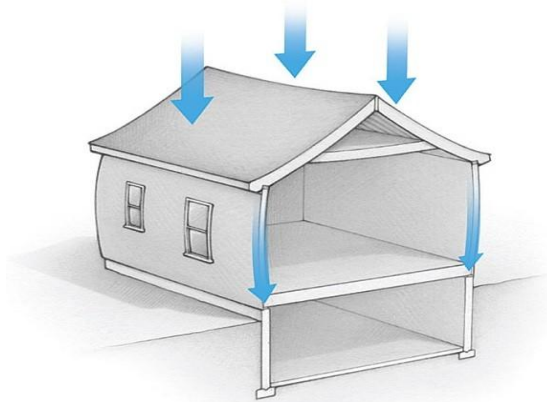
2- الأحمال الثانوية ( غير المباشرة ) : وهي الأفعال التي قد يتعرض لها المنشأ كالقوى الناتجة عن الحرارة والانكماش والزحف والإجهاد المسبق وتحركات الركائز و حدوث التشقق والتأثير الحراري وهبوط الأساس.

لذا في جانب الحساب الإنشائي يجب مراعاة الدقة المتناهية في عملية تمثيل الأحمال على العناصر الإنشائية على حسب التصنيف السابق ، فالخرسانة مثلاً تمتلك معدل تمدد و انكماش مخالف تماماً للحديد الذي يكون فيه.

لذا لابد للعناصر الإنشائية التي يتم تصميمها أن تكون قادرة على تحمل الأحمال الواقعة عليها دون حدوث انهيار للمنشأة وهذه الأحمال هي: 1) الأحمال الميتة، 2) الأحمال الحية، 3) الأحمال البيئية.

#### 1-4-3 الأحمال الميتة:-

هي الأحمال الناتجة عن الوزن الذاتي للعناصر الرئيسية التي يتكون منها المنشأ، بصورة دائمة وثابتة، من حيث المقدار والموقع، بالإضافة لأجزاء إضافية كالقواطع الداخلية باختلافها وأي أعمال ميكانيكية أو إضافات تنفذ بشكل دائم وثابت في المبنى، ويمكن حسابها من خلال تحديد أبعاد العنصر الإنشائي، وكثافات المواد المكونة له.



الشكل (3-1) : الأحمال الميتة .

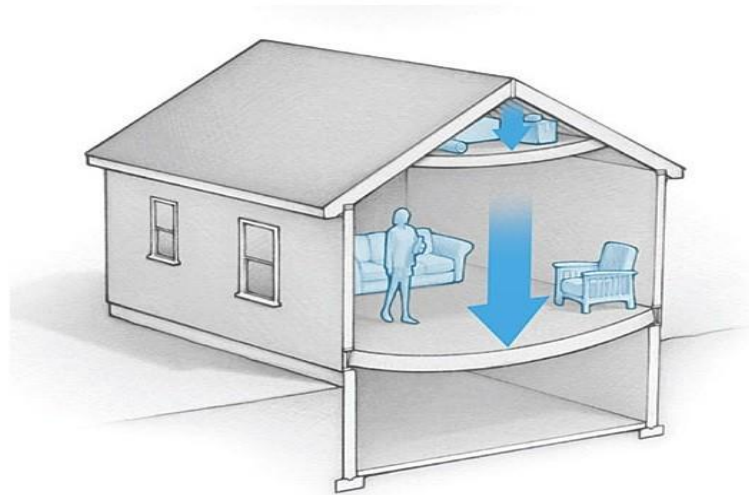
والجدول (1-3) يبين الكثافات النوعية للمواد المستخدمة في المشروع.

الرقم	المادة المستخدمة	الكثافة ( $\text{KN/m}^3$ )
1	البلاط	23
2	الخرسانة المسلحة	25
3	الطوب	15
4	القضارة	22
5	الرمل	16
6	المونة	22

جدول (1-3) : الكثافة النوعية للمواد المستخدمة.

### 2-4-3 الأحمال الحية:-

وهي الأحمال التي تتغير من حيث المقدار والموقع بصورة مستمرة كالأشخاص، الأثاث، الأجهزة، والمعدات وأحمال التنفيذ كالخشب والمعدات وتعتمد قيمة هذه الأحمال على طبيعة الاستخدام للمنشأ، ويؤخذ عادة مقدارها من جداول خاصة في الكودات المختلفة.



الشكل (2-3) : الأحمال الحية .

والجدول (2-3) يبين الأحمال الحية في المشروع والمحددة بالرجوع إلى الكود الأردني.

الرقم المتسلسل	طبيعة الاستخدام	الحمل الحي (KN/m <sup>2</sup> )
1	موقف السيارات	5.0
2	المخزن	5.0
3	المسرح	5.0
4	الأدراج	4.0
5	المكاتب الإدارية	3.0
7	قاعات المختبرات	5.0
9	قاعات تدريسية	5.0

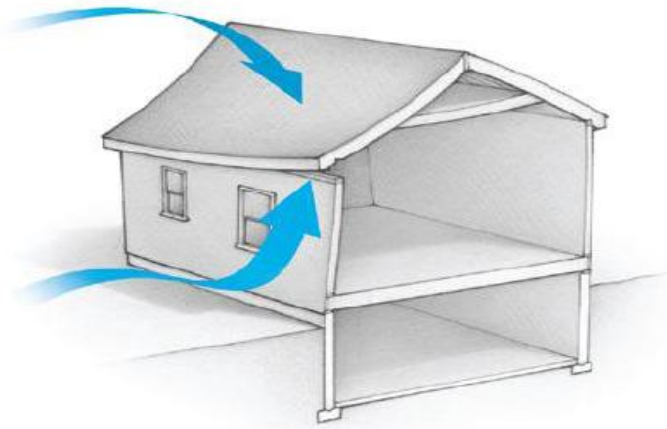
جدول (2-3) : الأحمال الحية لعناصر المبنى.

### 3-4-3 الأحمال البيئية :-

وتشمل الأحمال التي تنتج بسبب التغيرات الطبيعية التي تمر على المنشأ كالتلوج والرياح وأحمال الهزات الأرضية والأحمال الناتجة عن ضغط التربة، وهي تختلف من حيث المقدار والاتجاه ومن منطقة لأخرى، وهي كما يلي:-

### 3-4-3-1 أحمال الرياح :

عبارة عن قوى أفقية تؤثر على المبنى ويظهر تأثيرها في المباني المرتفعة وهي القوى التي تؤثر بها الرياح على الأبنية أو المنشآت أو أجزائها، وتكون موجبة إذا كانت ناتجة عن ضغط وسالبة إذا كانت ناتجة عن شد، وتقاس بالكيلو نيوتن. وتحدد أحمال الرياح اعتماداً على ارتفاع المبنى عن سطح الأرض، والموقع من حيث الإحاطة من مباني سواء كانت مرتفعة أو منخفضة.



الشكل (3-3) : أحمال الرياح .

وتم اعتماد الكود الألماني ( DIN 1055-5 ) للحصول على قيم قوى الرياح الأفقية، وهذا يظهر جليا في المعادلة التالية وباستخدام الجدول الموضح أدناه:-

Height Above the surface(m)	0 to 8	>8 to 20	>20 to 100	>100
Wind Speed (m/sec)	28.3	35.8	42	45.6
Wind velocity Pressure (KN/ m <sup>2</sup> )	0.50	0.80	1.1	1.30

جدول ( 3-3 ) : سرعة وضغط الرياح اعتمادا على الكود الألماني DIN 1055-5

$$q = v^2 / 1600$$

حيث أن :

$q$  :- (wind velocity pressure) الضغط الديناميكي للرياح على إرتفاع محدد من منسوب سطح الأرض المحيطة (KN/ m<sup>2</sup>).

$V$  :- السرعة التصميمية للرياح (m/sec) .

### 2-3-4-3 أحمال الثلوج :

هي الأحمال التي يمكن أن يتعرض لها المنشأ بفعل تراكم الثلوج، ويمكن تقييم أحمال الثلوج اعتماداً على الأسس التالية:

- إرتفاع المنشأة عن سطح البحر.
- ميلان السطح المعرض لتساقط الثلوج.



الشكل (4-3) : أحمال الثلوج .

و الجدول التالي يبين قيم أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر مأخوذاً من كود البناء الأردني.

الارتفاع عن سطح "h" (المتر)	احمال الثلوج ( $\text{KN/m}^2$ )
$h < 250$	0
$500 > h > 250$	$(h-250)/1000$
$1500 > h > 500$	$(h-400) / 400$
$2500 > h > 1500$	$(h - 812.5) / 250$

جدول (4-3) : أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر.

### 3-3-4-3 أحمال الزلازل :

تنتج الزلازل عن إهتزازات أفقية ورأسية، بسبب الحركة النسبية لطبقات الأرض الصخرية، فتنتج عنها قوى قص تؤثر على المنشأة، ويجب أن تؤخذ هذه الأحمال بعين الاعتبار عند التصميم وذلك لضمان مقاومة المبنى للزلازل في حال حدثت وبالتالي التقليل من الأضرار المحتملة نتيجة حدوث الزلازل.



الشكل (3-5) : أحمال الزلازل .

وتم مقاومتها في هذا المشروع عن طريق جدران القص الموزعة في المبنى بناءً على الحسابات الإنشائية لها، والتي ستستخدم من أجله، لتجنب الآثار الناتجة عن الزلازل مثل:-

- حدود صلاحية المبنى للتشغيل (Serviceability)، من حيث تجنب أي هبوط زائد (Deflection)
- ( ) و تجنب التشققات (Cracks) التي تؤثر سلباً على المنظر المعماري المطلوب.
- الشكل والنواحي الجمالية للمنشأ.

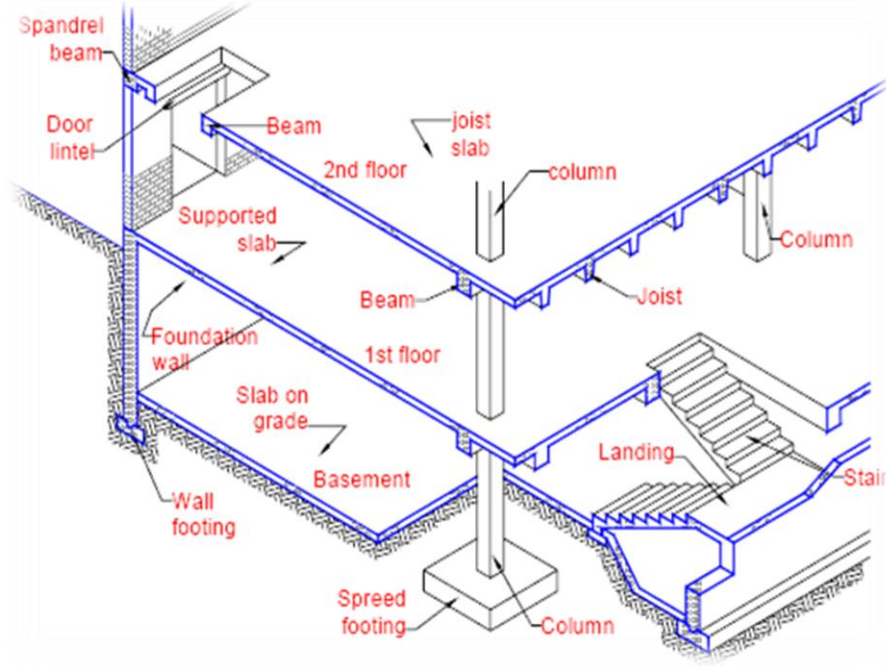
### 3-5 الاختبارات العملية

يسبق الدراسة الإنشائية لأي مبنى، عمل الدراسات الجيوتقنية للموقع، ويقصد بها جميع الأعمال التي لها علاقة باستكشاف الموقع ودراسة التربة والصخور والمياه الجوفية، وتحليل المعلومات وترجمتها للتنبؤ بطريقة تصرف التربة عند البناء عليها، وأكثر ما يهتم به المهندس الإنشائي هو الحصول على قوة تحمل التربة اللازمة لتصميم أساسات المبنى.

### 3-6 العناصر الإنشائية

المبنى هو عبارة عن محصلة التحام العناصر الإنشائية مع بعضها البعض ، لتصبح كتلة واحدة متكاملة لا يعترضه أي شائبة ، منتصباً أمام الأحمال التي يتعرض لها ، ومن أهم هذه العناصر، العقدات والجسور والأعمدة والجدران الحاملة والأساسات وغيرها.





الشكل (6-3) : توضيح لبعض العناصر الإنشائية للمبنى.

ويحتوي المشروع العناصر التالية:-

### 1-6-3 العقدات :-

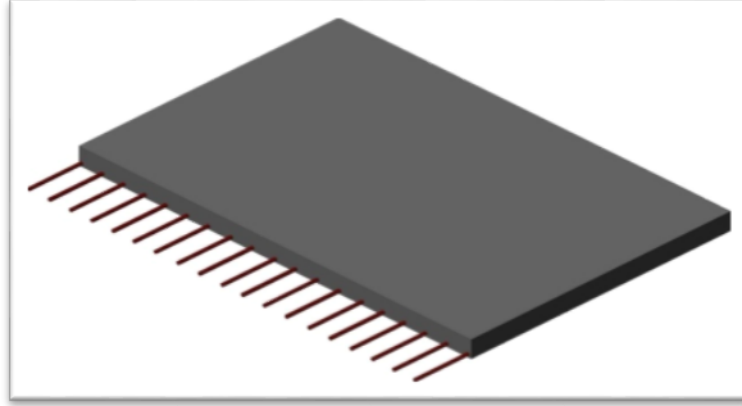
هي عبارة عن العناصر الإنشائية القادرة على نقل القوى الرأسية بسبب الأحمال المؤثرة عليها إلى العناصر الإنشائية الحاملة في المبنى مثل الجسور و الأعمدة و الجدران و الدراج و الأساسات، دون تعرضها إلى تشوهات.

ونظراً لوجود العديد من الفعاليات المختلفة في المبنى ومراعاة للمتطلبات المعمارية فإنه تم استخدام أنواع العقدات التالية في المشروع:-

#### 1-1-6-3 البلاطات المصمتة (Solid Slabs) وتقسم إلى :-

- العقدات المصمتة ذات الإتجاه الواحد (One way solid slab).

تم استخدام هذا النوع من العقدات في تصميم عقدة بيت الدرج .



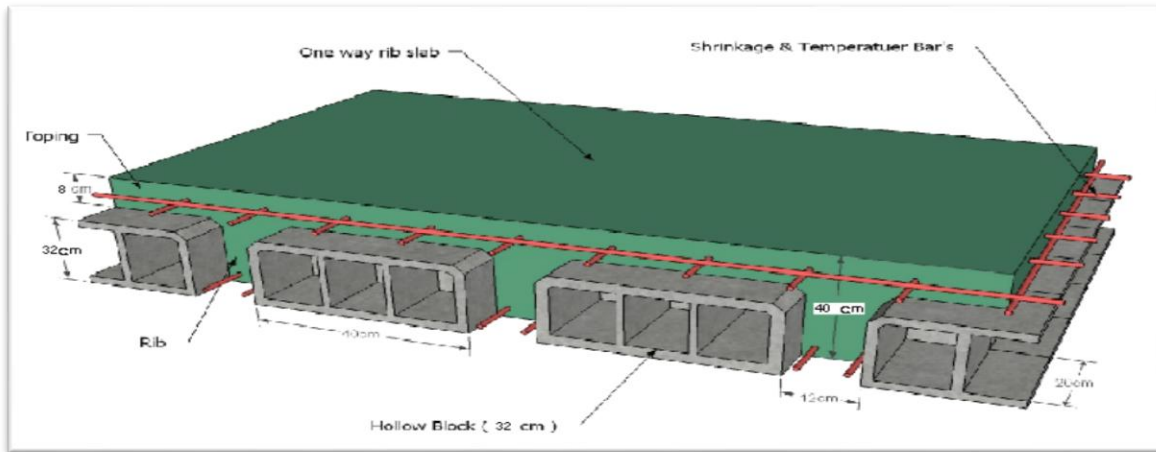
الشكل (3-7) : العقدات المصممة ذات الإتجاه الواحد.

1. البلاطات المفرغة (Ribbed Slabs) وتقسم إلى :-

- عقدات العصب ذات الإتجاه الواحد (One way ribbed slab).
- عقدات العصب ذات الإتجاهين (Two way ribbed slab).

### 2-1-6-3 عقدات العصب ذات الإتجاه الواحد (One way ribbed slabs) :

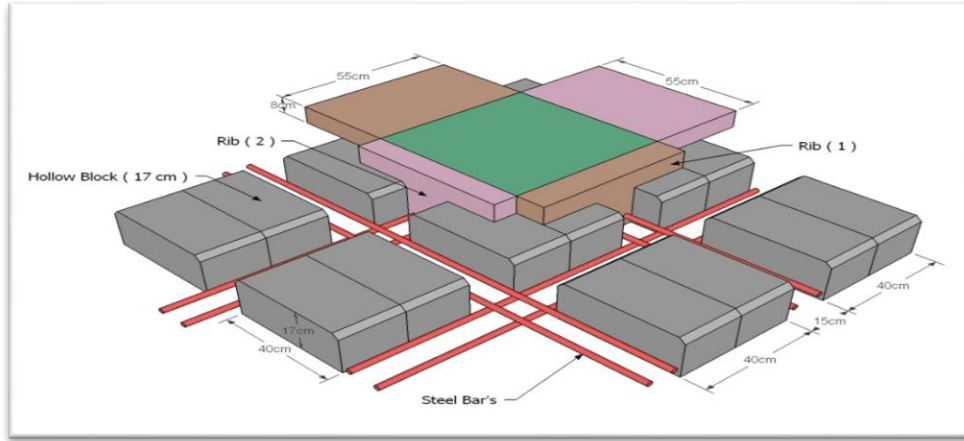
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليها العصب، ويكون التسليح بإتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (3-3).



الشكل (3-8) : عقدات العصب ذات الإتجاه الواحد.

### 3-1-6-3 عقدات العصب ذات الإتجاهين (Two way ribbed slabs) :

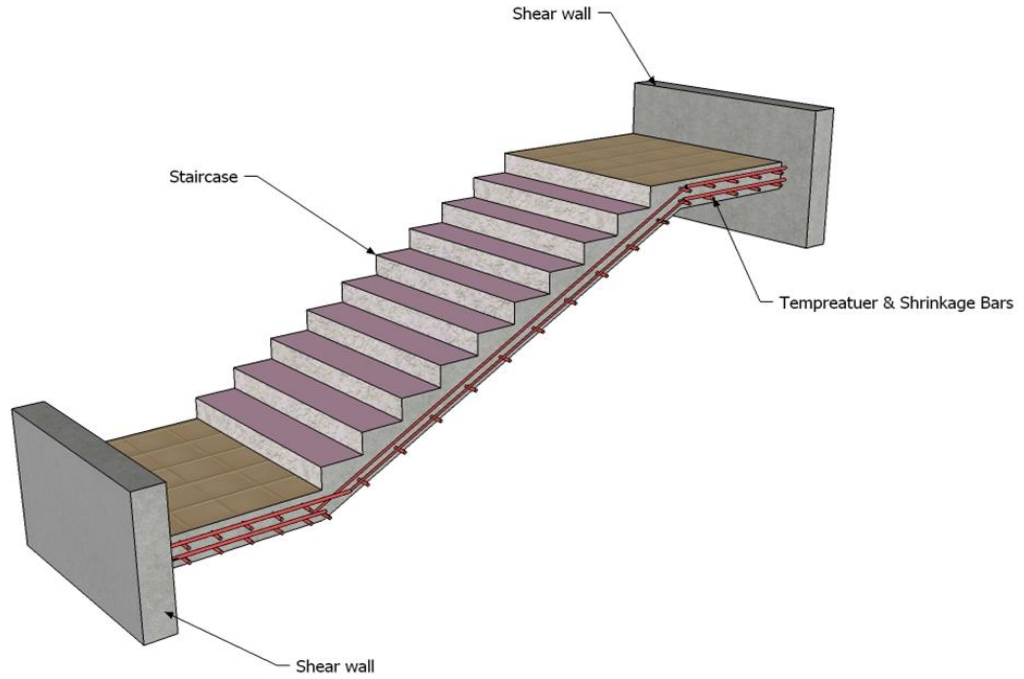
تشبه السابقة من حيث المكونات ولكن تختلف من حيث كون التسليح بإتجاهين، ويتم توزيع الحمل في جميع الإتجاهات ويراعى عند حساب وزنها طوبتين و عصب في الإتجاهين، كما يظهر في الشكل (3-4).



الشكل(3-9) : عقدات العصب ذات الإتجاهين.

### 2-6-3 الأدرج :-

الأدرج عنصر معماري يوجد في المباني للانتقال بين مستويين في نفس الطابق أو بين عدد من الطوابق عبر المبنى، ويتم عادةً تصميم الدرج إنشائياً باعتباره عقدة مصمتة في إتجاه واحد كما في الشكل (3-7).



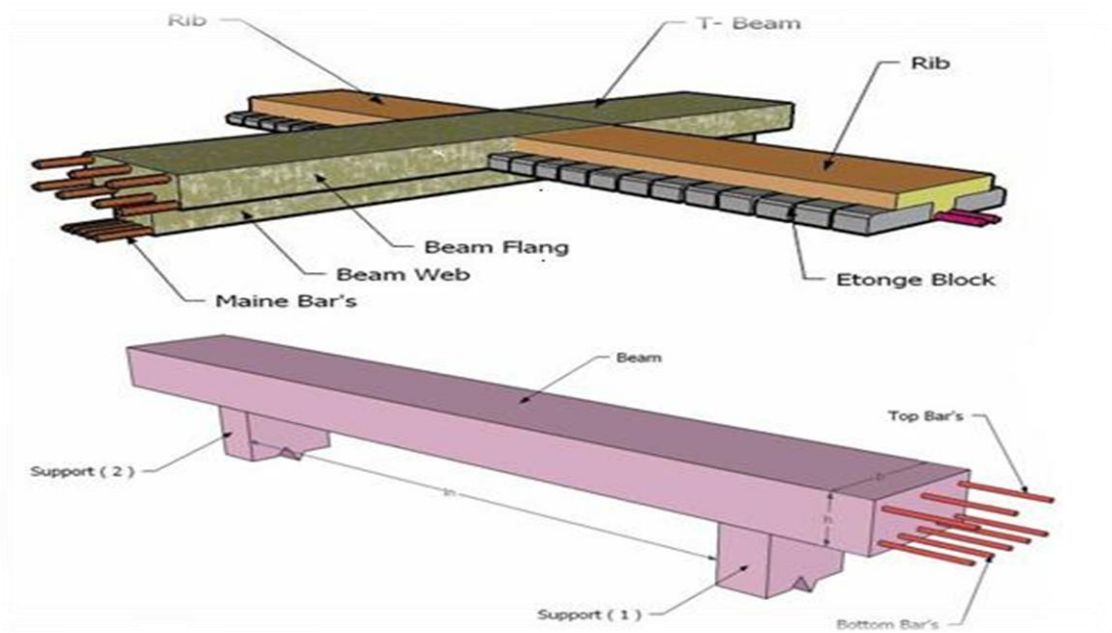
الشكل (3-10) : الدرج.

### 3-6-3 الجسور :-

وهي عناصر إنشائية أساسية في المبنى تقوم بنقل الأحمال الواقعة على الأعصاب إلى الأعمدة، حيث تقسم إلى:-

- 1- جسور مسحورة ( Hidden Beam ).  
وهي التي يكون إرتفاعها مساوي لإرتفاع العقدة.
- 2- جسور ساقطة (Dropped Beam).  
وهي التي يكون إرتفاعها اكبر من إرتفاع العقدة. ويتم إبراز الجزء الزائد من الجسر في أحد الإتجاهين السفلي أو العلوي وتسمى L-section أو T-section.

ويكون التسليح بقضبان الحديد الأفقية لمقاومة العزم الواقع على الجسر، وبالكانات لمقاومة قوى القص. والشكل (3-8) يبين أنواع الجسور التي استخدمت في المشروع.



الشكل (3-11) : أنواع الجسور المستخدمة في المشروع.

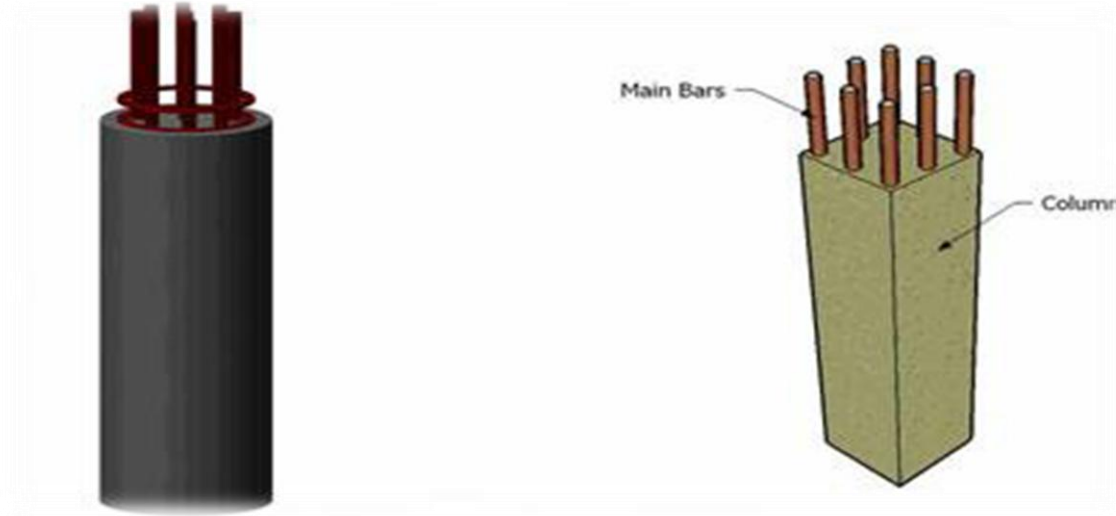
### 4-6-3 الأعمدة:-

هي عناصر إنشائية أساسية ورئيسية في المنشأ، حيث تنتقل الأحمال من العقدة إلى الجسور، وتنقلها الجسور بدورها إلى الأعمدة، ثم إلى أساسات المبنى، لذلك فهي عنصر وسطي أساسي، ويجب تصميمها بحرص لتكون قادرة على نقل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها، والأعمدة نوعين من حيث التعامل معها في التصميم الإنشائي:-

1- الأعمدة القصيرة (short column).

2- الأعمدة الطويلة (long column).

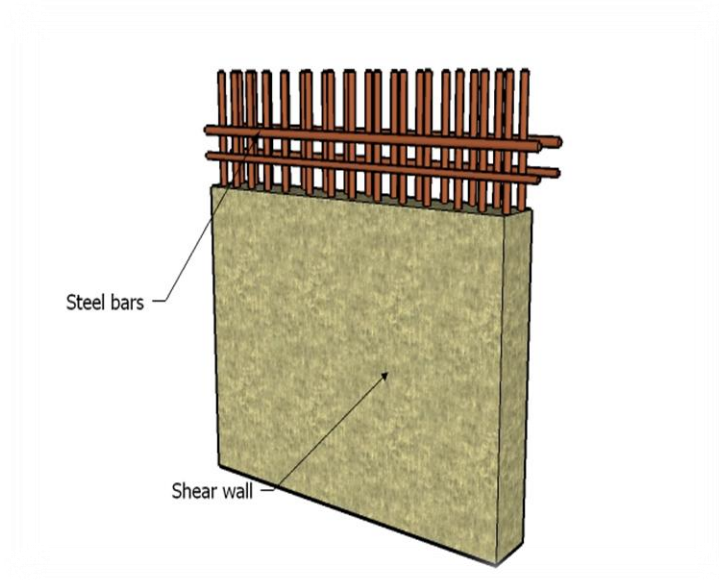
أما من حيث الشكل المعماري أو المقطع الهندسي فهي تقسم إلى ثلاث أنواع وهي :- المستطيلة والدائرية والمربعة، وفي هذا المشروع تم استخدام النوعين المستطيلي والدائري كما هو مبين في الشكل (3-9).



الشكل (12-3) : أنواع الأعمدة المستخدمة في المشروع.

### 5-6-3 جدران القص:-

هي الجدران التي تحيط ببيت الدرج، وجدران المصاعد، وأحيانا في بعض المناطق في المبنى حسب ما تقتضي الحاجة ووظيفة جدران القص مقاومة قوى القص الأفقية التي قد يتعرض لها المنشأ نتيجة لأحمال الزلازل والرياح إضافة إلى كونها جدران حاملة، ويراعى توفرها في اتجاهين متعامدين في المبنى لتوفير ثبات كامل للمبنى، والشكل (10-3) يبين جدار قص مسلح الشكل.



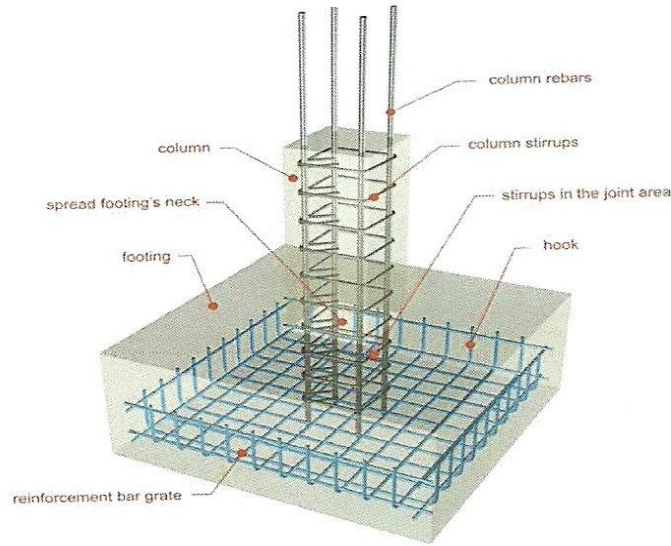
الشكل (13-3) : جدار قص.

### 6-3-6 الأساسات:-

\*\*\*\*\*

الأساسات هي أول ما يبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ، إلا أن تصميمها يتم بعد الإنتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى، حيث تقوم الأساسات بنقل الأحمال من الأعمدة والجدران الحاملة إلى التربة على شكل قوة ضغط، وتم استخدام عدة انواع من الاساسات في المشروع وهي كالتالي:-

- 1- أساسات منفصلة (Isolated Foundation).
- 2- أساسات مزدوجة (Combined Foundation).
- 3- أساسات البلاطة (Mat Foundation).



الشكل (3-14) : أساس منفصل.

### 7-6-3 الهياكل الاطارية ( فريمات )

حيث تم استخدام هذا النوع من العناصر الانشائية في المدرج وذلك لكبر مساحته ، وعدم الرغبه بوجود أعمدة وسطية في المدرج.

### 7-3 فواصل التمدد

يتم تنفيذها تنفذ في المباني ذات الأبعاد الأفقية الكبيرة أو ذات الأشكال والأوضاع الخاصة فواصل تمدد حراري أو فواصل هبوط، وقد تكون الفواصل للغرضين معاً، وعند تحليل المنشآت لدراستها كمقاوم لأفعال الزلازل تدعى هذه الفواصل بالفواصل الزلزالية، ولهذه الفواصل بعض الإشتراطات والتوصيات الخاصة بها، وينبغي استخدام فواصل تمدد حراري في كتلة المنشأ حسب الكود المعتمد، على أن تصل هذه الفواصل إلى وجه الأساسات العلوي دون اختراقها، وتعتبر المسافات العظمى لأبعاد كتلة المبنى كما يلي:-

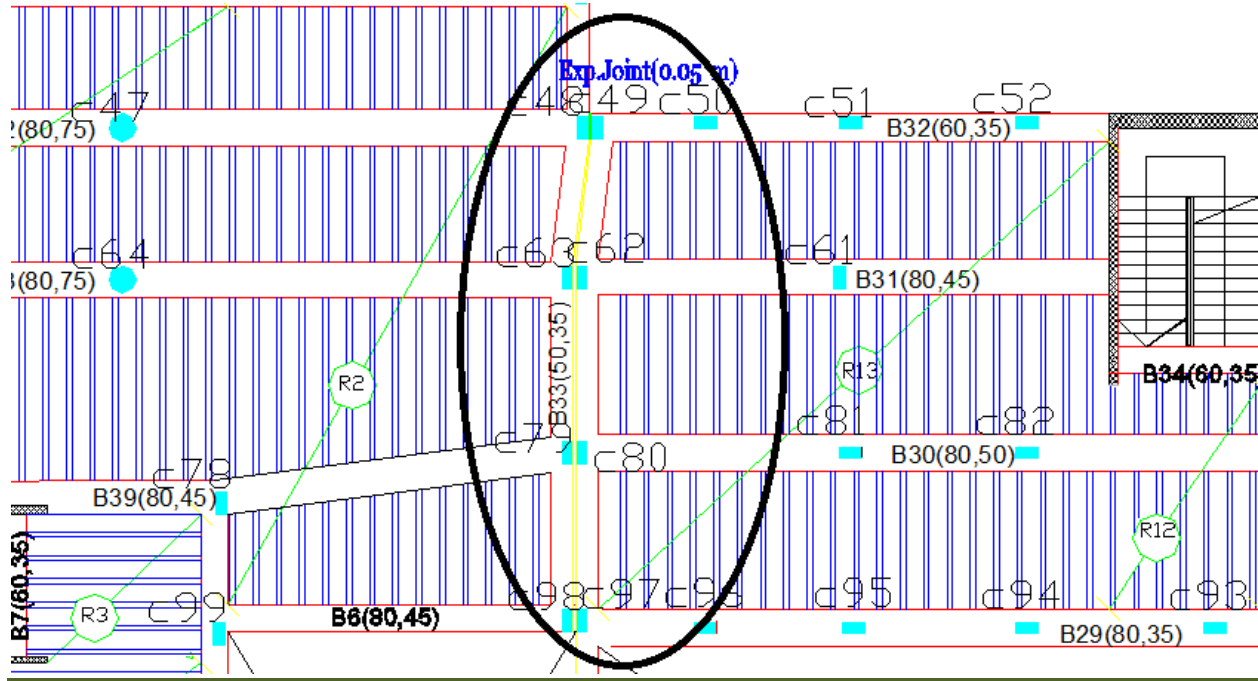
- (1) (40m) في المناطق ذات الرطوبة العالية.
  - (2) (36m) في المناطق ذات الرطوبة العادية.
  - (3) (32m) في المناطق ذات الرطوبة المتوسطة.
  - (4) (28m) في المناطق الجافة.
  - (5) و يمكن زيادة هذه المسافات بشرط الأخذ بعين الاعتبار تأثير عوامل الانكماش و التمدد و الزحف .
  - (6) و في حالة أعمال الخرسانة الكتلية كالحوائط الأستنادية و الأسوار يجب تقليل المسافات بين الفواصل و اخذ الاحتياطات اللازمة لمنع تسرب المياه من خلال فواصل التمدد .
- كما يجب أن لا يقل عرض الفاصل عن (3 سم)، ويظهر الشكل (3-12) صورة لفاصل التمدد.



الشكل (3-15) : فاصل تمدد .

وتم استخدام فاصل تمدد وذلك لان ابعاد المبنى في هذا المشروع تجاوزت الابعاد المسموح بها.





الشكل ( 16-3 ) فاصل تمدد بالمبنى.

### 8-3 برامج الحاسوب التي تم استخدامها

1. AutoCAD (2007) for Drawings Structural and Architectural .
2. Microsoft Office (2010) For Text Edition .
3. Microsoft Excel XP .
4. ATIR .
5. SAFA 2014 .
6. ETABS 2015 .