3

الفصل الثالث

الوصف الإنْشَـائِي

٣-١ مقدمة.

٣-٢ هدف التصميم الإنشائي.

٣-٣ الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية.

٣-٤ الاختبارات العملية.

٣-٥ العناصر الإنشائية المكونة للمبنى.

٣-١ مقدمة: -

إن أي عملية وصف لا تقتصر على جانب معين من جوانبه، وإنما يكون بالوصف والتعمق في جميع تفاصيله الداخلية التي تعتبر جزأ لا يتجزأ منه، فبعد التجوال الموجز في الجانب المعماري للمجمع، والتعرف على مقتضياتهالجمالية، كان لابد من توجيه الدراسة للتعرف على جانبه الإنشائي، ليصبح بالإمكان تشغليها مع مراعاة السلامة والأمان.

إذ يعتمد التصميم الإنشائي بشكل أساسي على تصميم كافة العناصر الإنشائية بحيث تقاوم كافة الأحمال التي تؤثر عليها وبالتالي يجب وصف كافة هذه العناصر وصفاً دقيقاً يلبي متطلبات الحسابات الهندسية لهذا المشروع بالإضافة للحفاظ على التصميم المعماري وعدم تغييره.

٣-٢ هدف التصميم الإنشائي: -

يهدف التصميم الإنشائي بشكل أساسي إلى إنتاج منشأ متزن من جميع النواحي الهندسية والإنشائية ومقاوم لجميع المؤثرات الخارجية من أحمال ميتة وحية وأيضا أحمال بيئية من تأثير الزلازل والرياح والثلوج. وبالتالي يتم تحديد العناصر الإنشائية بناء على:

- **الأمان** (Safety): يتم تحقيقه عبر اختيار مقاطع للعناصر الإنشائية قادرة على تحمل القوى والإجهادات الناتجة عنها.
- **التكلفة** (Cost): يتم تحقيقها عن طريق مواد البناء ومقاطع مناسبة التكلفة وكافية للغرض الذي ستستخدم من أجله.
- **حدود صلاحية المبنى للتشغيل**(Serviceability)من حيث تجنب أي هبوط زائد (Deflection)وتجنب ظهور التشققات (Cracks) بشكل يؤثر سلبيا على المنظر المعماري المطلوب.
- **الشكل والنواحي الجمالية للمنشأ**.
-

٣-٣ الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية في المبنى: -

تعتبر الدراسة النظرية جزء رئيسي ومهم يجب القيام به لإتمام عملية التحليل والتصميم، حيث أنه من خلالها يمكن الوصول إلى أفضل ما يكون من عمليات التحليل، لذلك يجب دراسة العناصر الإنشائية بشكل جيد وتحديد الأحمال الواقعة على كل عنصر للوصول إلى التصميم المتين والآمن وطريقة العمل المناسبة.

٣-٣-١ الأحمال وتصنيفاتها: -

لابد للعناصر الإنشائية التي يتم تصميمها أن تكون قادرة على تحمل الأحمال الواقعة عليها دون حدوث انهيار للمنشاة ومن هذه الأحمال: الأحمال الميتة، الأحمال الحية، والأحمال البيئية.

٣-٣-٢ الأحمال الميتة: -

هي أحمال تنجم عن وزن المبنى الذاتي الذي يتكون من أوزان مواد البناء المستخدمة حيث تتضمن جميع العناصر الإنشائية والتشطيباتفهي أحمال تلازم المبنى بشكل دائم، ثابتة المقدار والاتجاه.

وفيما يتعلق بالكثافة النوعية للمواد المستخدمة فهي كالتالي:

الرقم المتسلسل	المادة المستخدمة	الكثافة المستخدمة (KN/m^3)
1	البلاط	٢٣
2	المونة	٢٢
3	الخرسانة المسلحة	٢٥
4	الطوب	١٠
5	القصارة	٢٢
6	الرمل	١٦

الجدول (٣- ١) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة.

٣-٣-٣ الأحمال الحية: -

وهي الأحمال التي تتعرض لها الأبنية والإنشاءات بحكم استعمالاتها المختلفة، او استعمالات جزء منها، بما في ذلك الأحمال الموزعة والمركزة،**وهي تشمل:**

١. أوزان الأشخاص مستعملي المنشأة.
٢. الأحمال الديناميكية، كالأجهزة التي ينشأ عنها اهتزازات تؤثر على المنشأة.
٣. الأحمال الساكنة، والتي يمكن تغيير أماكنها من وقت لآخر، كأثاث البيوت، والأجهزة والآلات الاستاتيكية غير المثبتة، والمواد المخزنة والأثاث والأجهزة والمعدات، حسب الكود الأردني.

٣-٣-٤ الأحمالالبيئية:-

وتتمثل في الأحمال الناجمة من المصادر الطبيعية وهي النوع الثالث من الأحمال التي يجب أنتأخذها بعين الاعتبار عند التصميم، وهذه الأحمال تتمثل في:

٣-٣-٤-١ الرياح: -

عبارة عن قوى افقية 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 حسب الكود 1997 (UBC) اعتماداً على ارتفاع المبنى عن سطح الأرض، والموقع من حيث الإحاطة من مباني سواء كانت مرتفعة أو منخفضةوتصمم جدران القص حسب سرعة الرياح التصميمية لهذه المنطقة، حيث يتم حساب احمال الرياح حسب الكود 1997 (UBC).

٣-٣-٤-٢ الثلوج: -

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

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

والجدول التالي يبين قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر حسب الكود الأردني.

علو المنشأ عن سطح الأرض (H) (بالمتر)	أحمل الثلوج (KN /M²)
H < 250	0
500 > h > 250	(h-250) /1000
1500 > h > 500	(h-400) / 400

الجدول (٣-٢): قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر.

٣-٤-٣-٣ الزلازل:

من أهم الأحمال البيئية التي تؤثر على المبنى وهي عبارة عن قوى أفقية ورأسية يتولد عنها عزوم منها عزم الالتواء وعزم الانقلاب، ويمكن مقاومتها باستخدام جدران القص المصممة بسماكات وتسليح كافي بضمن سلامة المبنى عند تعرضه لمثل هذه الأحمال التي يجب مراعاتها في عملية التصميم لتقليل الخطورة والمحافظة على أداء المبنى لوظيفته أثناء الزلازل، ويتم تحديد أحمال الزلازل وقوى القص اعتماداً ورجوعا إلى 1997 (UBC).

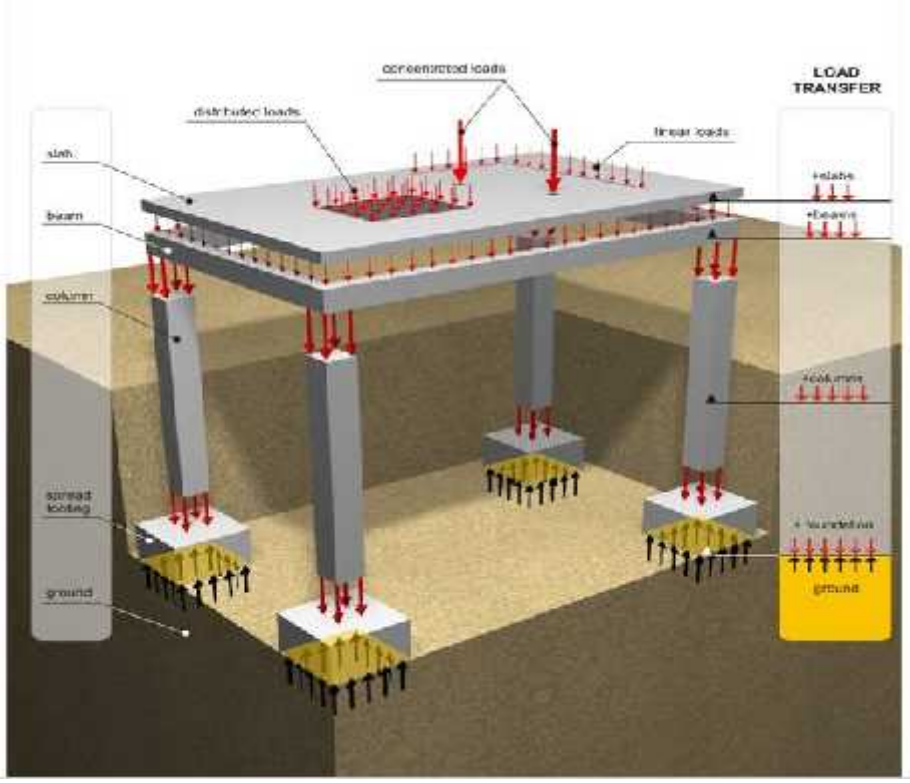
٣-٤ الاختبارات العملية: -

يسبق الدراسة الإنشائية لأي مبنى، عمل الدراسات الجيوتقنية للموقع، ويعنى بهاجميع 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 (Bearing Capacity) اللازمة لتصميم أساسات المبنىوأما قوة تحمل التربة للموقع تساوي ٤٠٠كيلو نيوتن لكل متر مربع على اعتبار ان نوع التربة هي صخرية.

٣-٥ العناصر الإنشائية المكونة للمبنى: -

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

إن جميع العناصر الإنشائية تعمل كوحدة واحدة، حيث تنتقل الأحمال من العقدة إلى الجسور ومن ثم إلىالأعمدة والجدران الحاملة لكي تنتهي أخيرا إلىالأساسات، وفيما يلي صورة توضح كيفية انتقال الأحمال في المنشأة.



الشكل (٣- ١): انتقال الاحمال داخل المنشأة الواحدة.

٣-٥-١ العقدات:

هي عبارة عن العناصر الإنشائية القادرة على نقل القوى الرأسية بسبب الأحمال المؤثرة عليها إلى العناصر الإنشائية الحاملة في المبنى مثل الجسور والجدران والأعمدة، دون تعرضها إلى تشوهات.

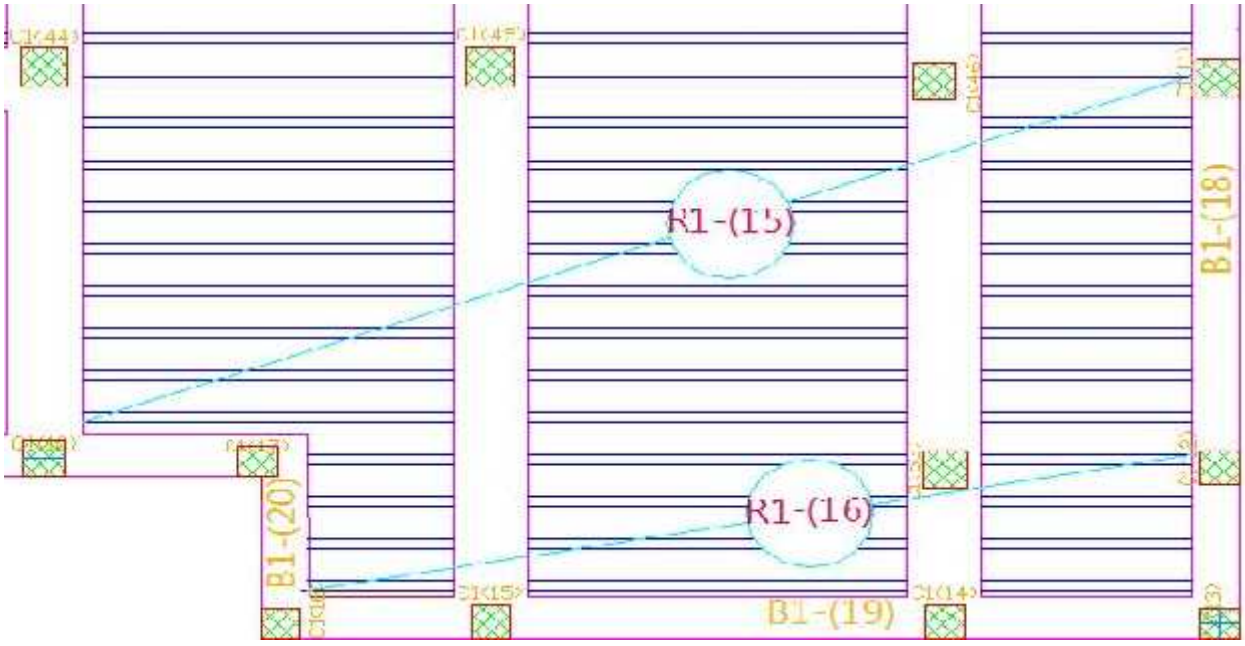
ويتم اختيار النوع الأمثل بالاعتماد على عدة عوامل أهمها:

١. الفضاءات بين الأعمدة.
٢. وظيفة المنشأ.
٣. التكلفة.
٤. السهولة، الوقت، القوالب الشائعة منها.

ونظرًا لوجود العديد من الفعاليات في المشروع، وتتنوع المتطلبات المعمارية فإنه تم استخدام الأنواع التالية حسبما هو ملائم لطبيعة الاستخدام.

٣-٥-١-١عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab):

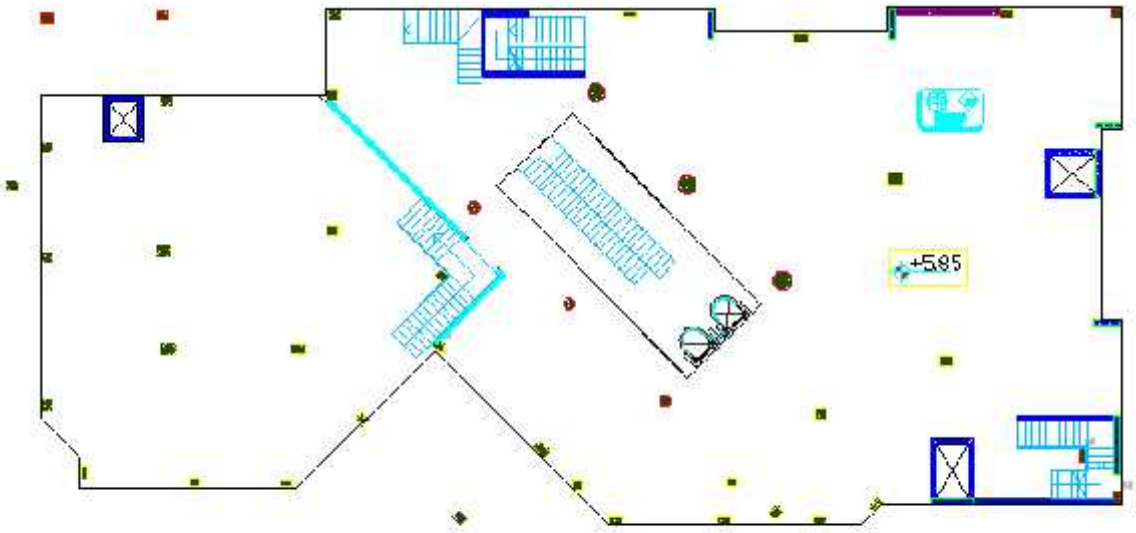
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليه العصب، ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (٣-٢).



الشكل (٣-٢): عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد.

٣-٥-١-٢عقدات المسطحة (Flat Slab) :

تستخدم هذه الطريقة عندما يكون التربةضعيفةو الأعمدة موزعه وبعيدة عن بعضها البعض ترتكز البلاطة في هذا النوع علي الأعمدة مباشره واحيانا في الاحمال الكبيرة بوضع تاج للأعمدة او زياده سمك السقف عندها يتراوح سمك هذا السقف من ٢٠ الي ٥٠ يمكن ان يصل بحره الي ١٠ امتار يعطي فرصه للتغير المعماري لعدم وجود كمرات سهل جدا في التنفيذ سريع ايضاو ارتفاع تكلفه انشاءها و تمتاز بأن قضبان الحديد متقاربه على امتداد الخطوط بين الاعمدة الساندة من قوه الضغط و الشد يؤدي الى زيادة نسبة الحديد.



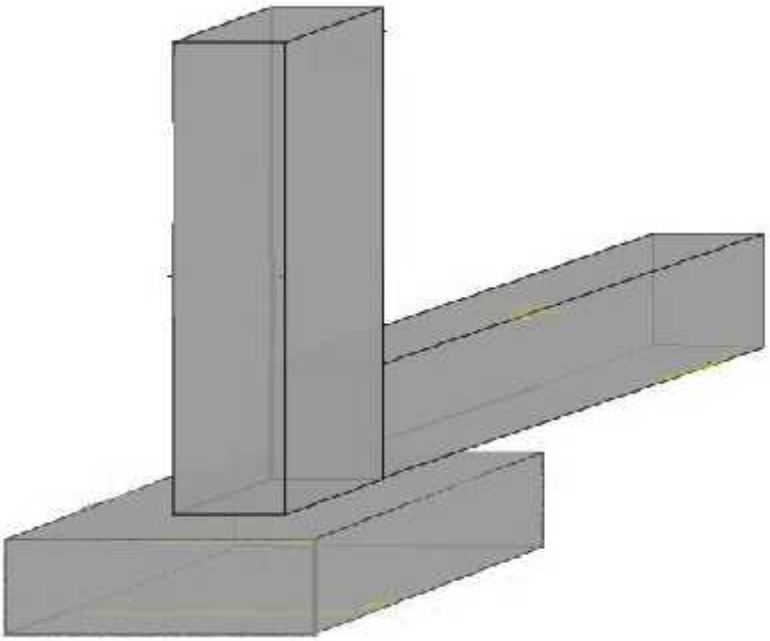
الشكل (٣-٣): عقدات الفلات سلاب.

٣-٥-٢ الجسور: -

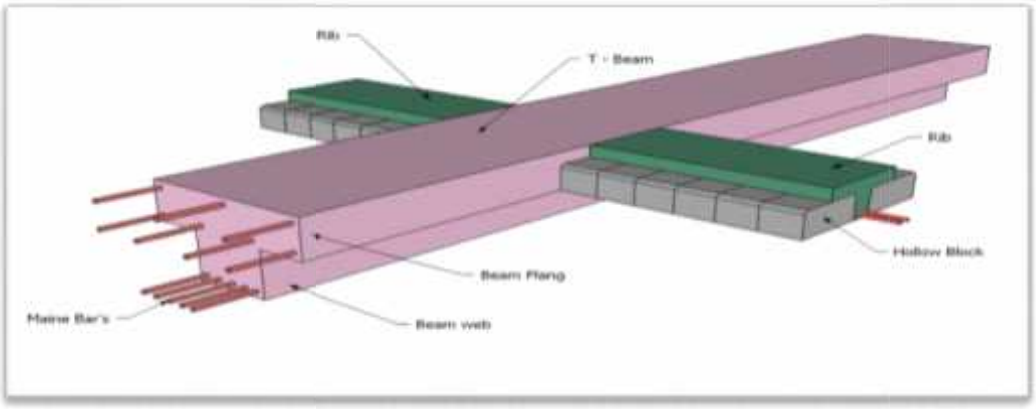
وهي عناصر إنشائية أساسية في نقل الأحمال من البلاطات داخل العقدة إلى الأعمدة، وهي نوعين: -

١. **جسور مسحورة** (مخفية داخل العقدات) بحيث يكون ارتفاعها يساوي ارتفاع العقدة.
٢. **جسور المدلاة** "Dropped Beams" وهيالتي يكون ارتفاعها أكبر من ارتفاع العقدة ويتم إبـــراز الجزء الزائد من الجسر في أحد الاتجاهين السفلي (Down Stand Beam) أو العلـــوي (Up stand Beam) بحيث تسمى هذه الجسور L –section، T-section .
٣. كذلك أيضا يتم استخدام جسور الربط في المنشأة في منطقة الأساساتمقاومة الهبوط المفاجئ.

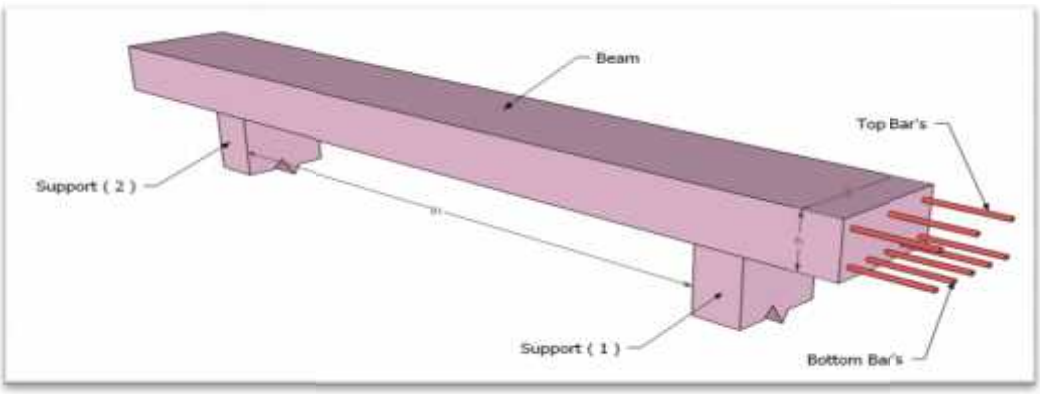
- ونظرا للمسافات المختلفة بين الأعمدة في المبنى المراد تصميمه في هذا المشروع، فضلا عن الأحمال الواقعة،فإن الجسور التي سوف تستخدم في العقدة ستكون جسور مسحورة وأخرى مدلاة تقوم بنقل أحمال الأعصاب إليها.
- وقد تم ارفاق مجموعة من الاشكال التي توضح اشكال وأنواع الجسور حسب استخدامها كالتالي:-



الشكل (٣- ٤) جسور الربط في الاساسات.



الشكل (٣- ٥) أشكال الجسور المدلاة.

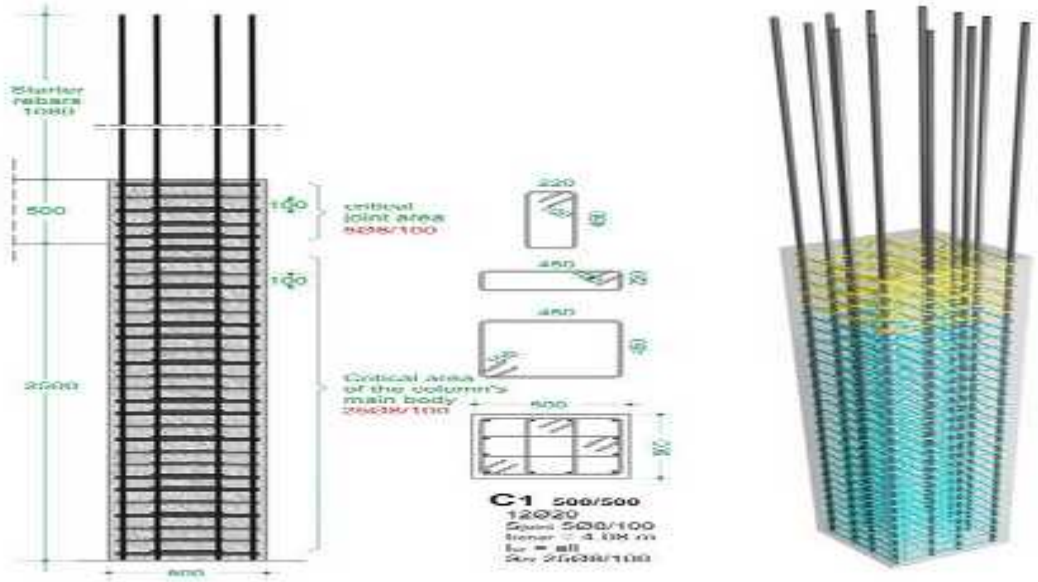


الشكل (٣- ٦) أشكال الجسور المسحورة.

٣-٥-٣الأعمدة: -

تعتبر الأعمدة العضو الرئيس في نقل الأحمال من العقدات والجسور إلى الأساسات، وبذلك فهي عنصر إنشائي ضروري لنقل الأحمال وثبات المبنى، لذلك يجب تصميمها بحيث تكون قادرة على حمل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها.

وهي على نوعين: الأعمدة القصيرة والأعمدة الطويلة. ولمقاطع الأعمدة أشكال عديدة، منها المستطيل والدائري والمضلع والمربع والمركب، وهناك تصنيف آخر للأعمدة من حيث طبيعة المادة المستخدمة فمنها الخرسانية والمعدنية والخشبية.



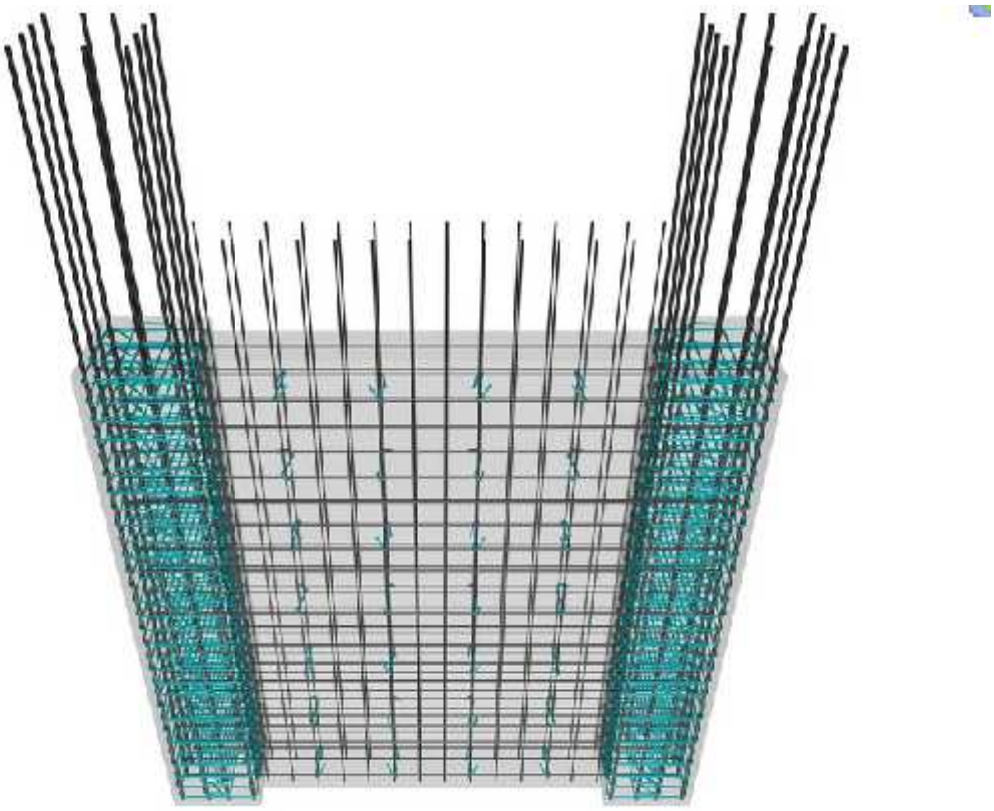
الشكل (٣-٧): أحد أشكال الأعمدة.

٣-٥-٤ الجدران الحاملة (جدران القص): -

وهي عناصر إنشائية حاملة تقاوم القوى العمودية والأفقية الواقعة عليها وتستخدم بشكل أساسي لمقاومة الأحمال الأفقية مثل قوى الرياح والزلازل وتسمى جدران القص (shear wall).

وهذه الجدران تسلح بطبقتين من الحديد حتى تزيد من كفاءتها على مقاومة القوى الأفقية. وقد تم تحديد الجدران الحاملة في المبنى وتوزيعها المبنى، وتتمثل الجدران الحاملة بجدران بيت الدرج، وجدران المصاعد، والجدران الأخرى التي تبدأ من أساسات المبنى.

وتعمل على تحمل الأوزان الرأسية المنقولة إليها كما تعمل كجدران قص تقاوم القوى الأفقية التي يتعرض لها المنشأ، ويجب توفرها في الاتجاهين مع مراعاة أن تكون المسافة بين مركز المقاومة الذي تشكله جدران القص في كل اتجاه ومركز الثقل للمبنى أقل ما يمكن. وان تكون هذه الجدران كافية لتقليل تولد عزوم اللي وآثاره على جدران المبنى المقاومة للقوى الأفقية.



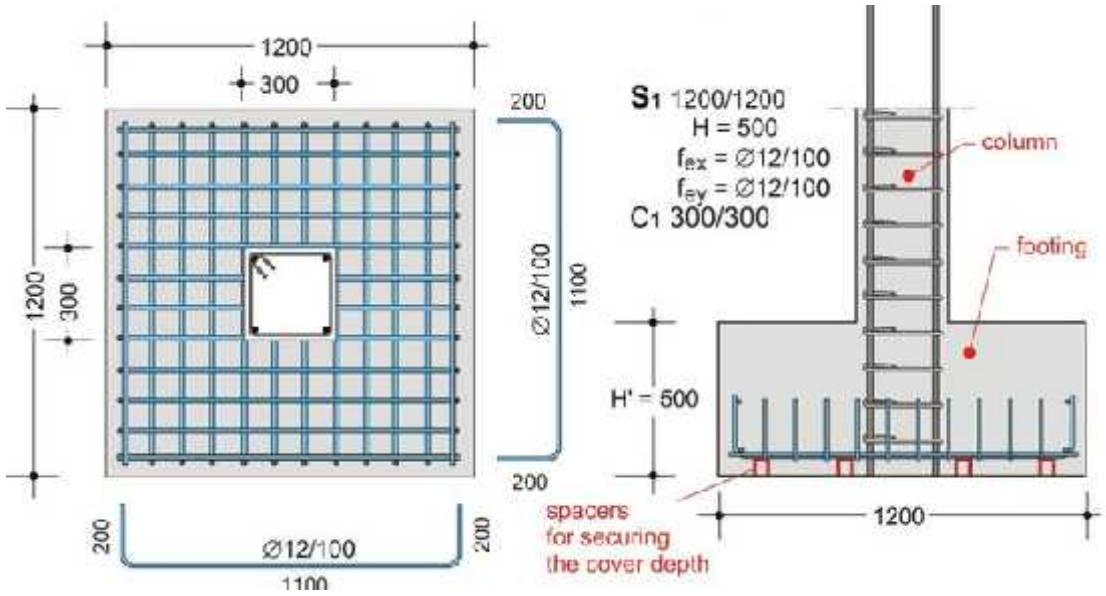
الشكل (٣-٨): جدار القص.

٣-٥-٥ الأساسات: -

بالرغم من أن الأساسات هي أول ما يبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ، إلا أن تصميمها يتم بعد الانتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى.

وتعتبر الأساسات حلقة الوصل بين العناصر الإنشائية في المبنى والأرض ولمعرفة الأوزان والأحمال الواقعة عليها، فإن الأحمال الواقعة على العقدة تنتقل إلى الجسور ثم إلى الأعمدة وأخيرا إلى الأساسات، وتكون هذه الأحمال هي الأحمال التصميمية للأساسات، وبناءً على الأحمال الواقعة عليها وطبيعة الموقع يتم تحديد نوع الأساسات المستخدمة.

لقد تم استخدام أساسات من أنواع مختلفة وذلك تبعا لقوة تحمل التربة والأحمال الواقعة على كل أساس ونظرا لما يتخذه هيكل المنشأ من شكل متدرج ليتلاءم وطبوغرافية الأرض.



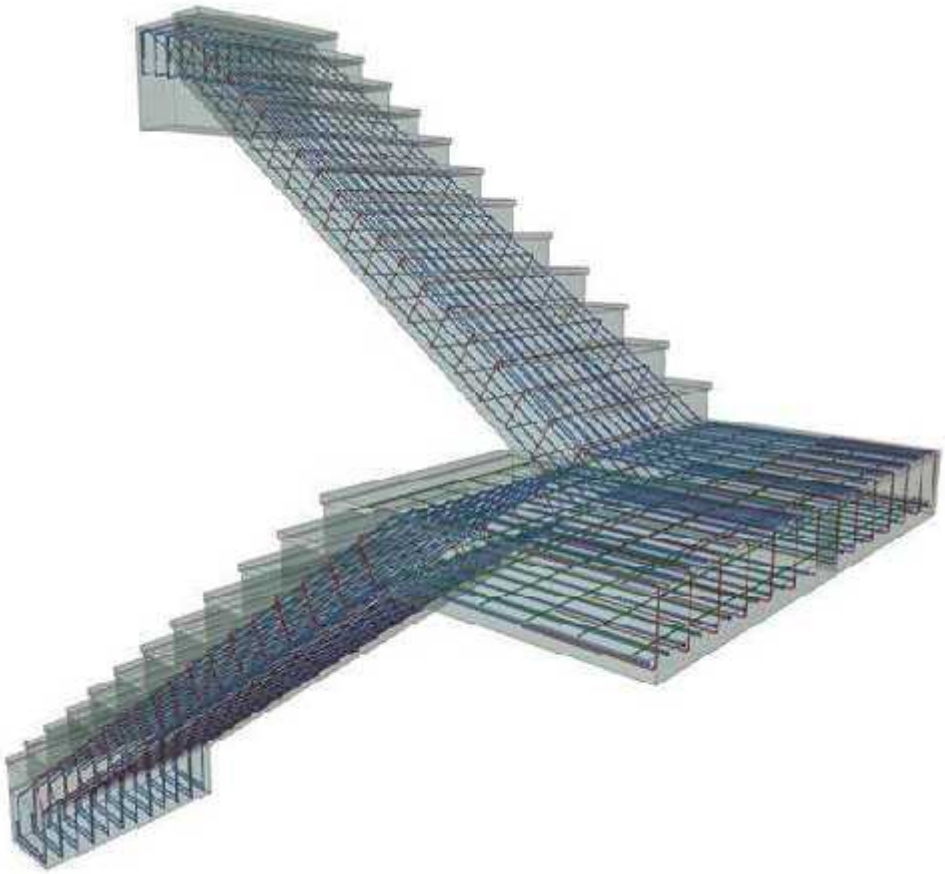
الشكل رقم (٣-٩)مقطع طولي في الأساس

في الشكل (٣ –٩)، يوضح كيفية نقل الاحمال من المبنى الى الاساس عن طريق العمود، وتوضيح عملية مقاومة التربة للأحمال الواقعة عليها من المبنى وايضا توضح عملية توزيع حديد التسليح في الاساس.

٣-٥-٦ الأدراج: -

الأدراج عبارة عن العنصر المسؤول عن الانتقال الراسي بين الطبقات في المبنى حيث يتم تقسيم ارتفاع الطابق إلى ارتفاعات صغيرة تمثل ارتفاع الدرجة الواحدة. ويتم تصميم الدرج إنشائيا باعتباره عقدة مصمتة في اتجاه واحد.

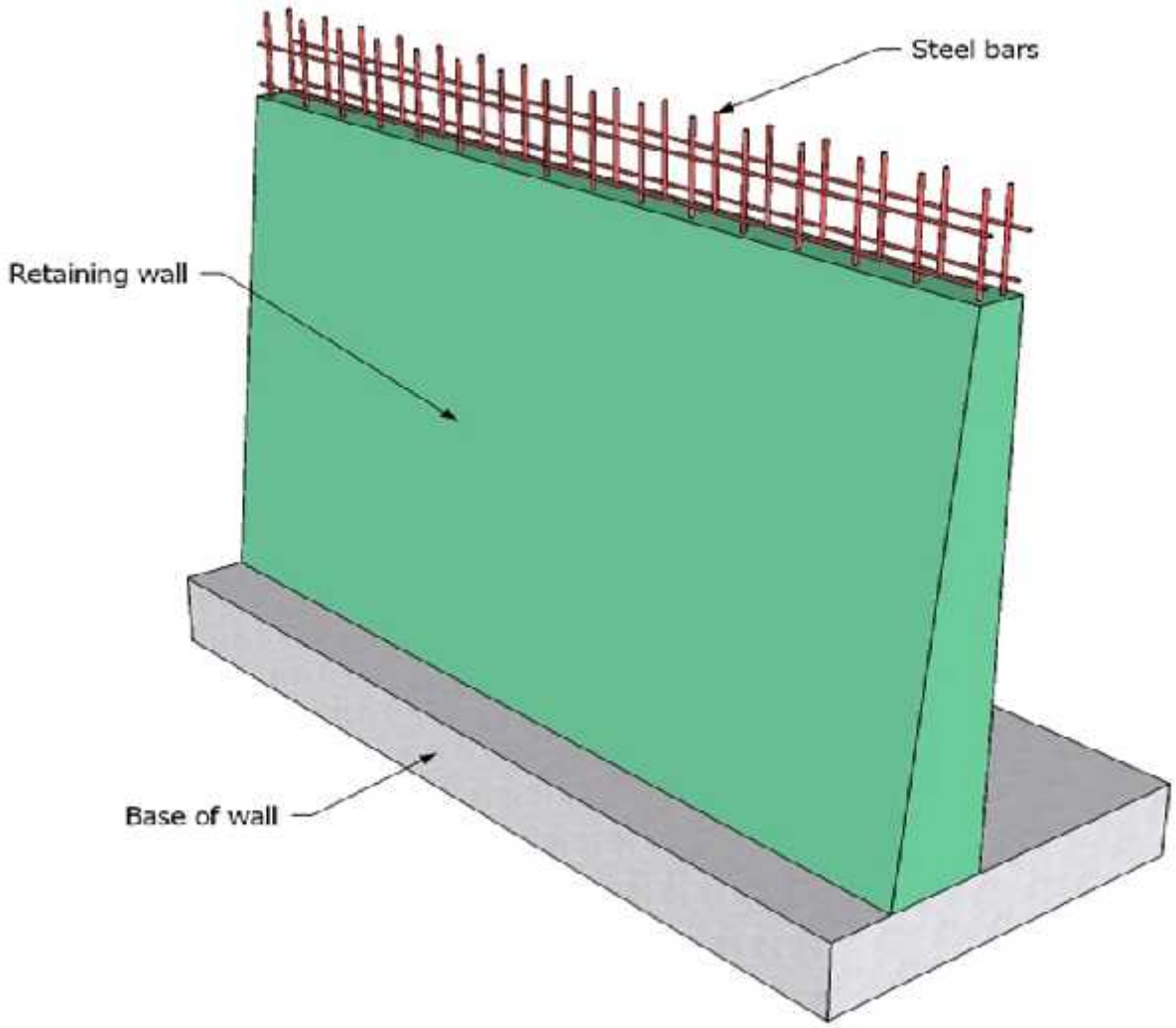
وتم استخدامها في مشروعنا بشكل واضح موزعة على أرجاء المشروع ، وكذلك اخذ في عين الاعتبار في التصميم الإنشائي الأحمال الناتجة عن وزن المصاعد الكهربائي .



الشكل (٣- ١٠): الدرج.

٣- ٥- ٧ الجدران الاستنادية: -

تبنى هذه الحوائط لتسند التراب والماء الذي خلفها وما ينتج عن هذا التراب من ضغوط تحاول أن تقلب أو تحرك هذا الجدار، وتصمم الجدران الإستنادية لمقاومة وزن التربة رأسيا وضغوط التربة الأفقية وقوى الرفع من المياه الجوفية.



الشكل (٣- ١١) جدار استنادي.