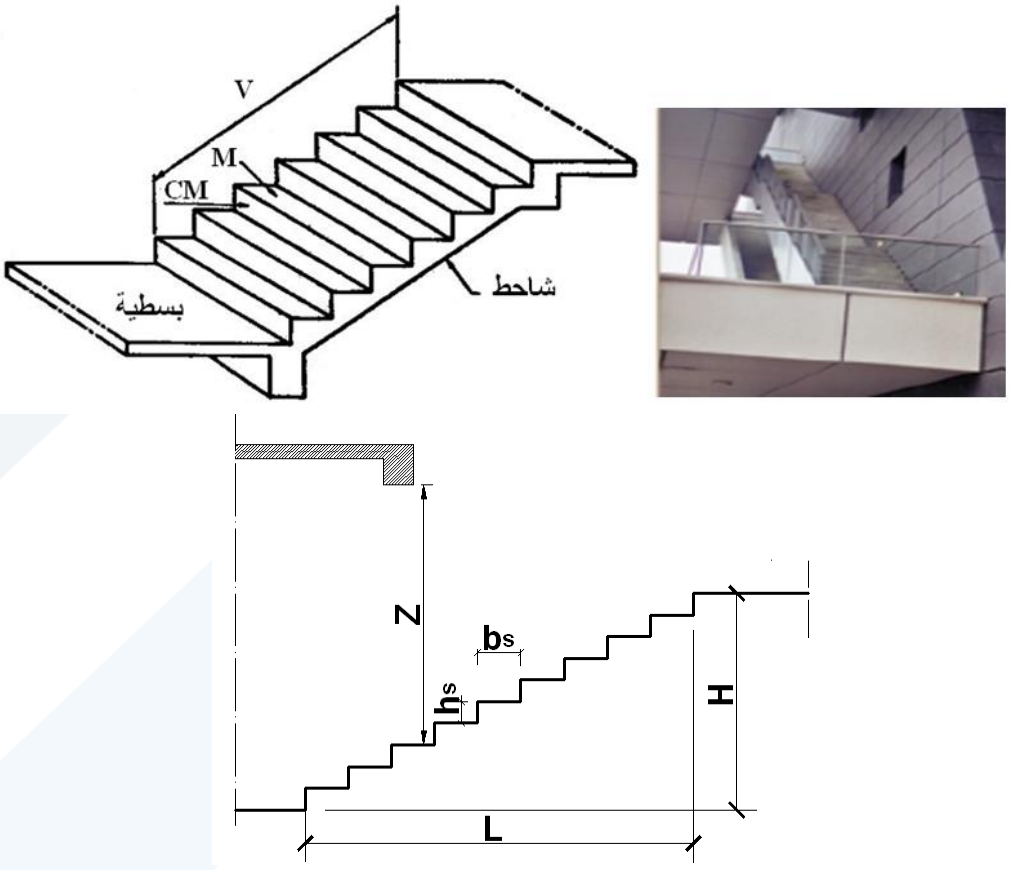
3- الأدراج من البيتون المسلح

3-1- مقدمة - عموميات

الأدراج هي العناصر الإنشائية اللازمة للوصل بين الطوابق المختلفة في المباني متعددة الطوابق، بحيث تتم حركة الأشخاص وغيرهم وانتقالهم بين هذه الطوابق.

تتألف الأدراج، بشكل عام، من مجموعة من البلاطات الأفقية (بسطيات - ميدات) والبلاطات المائلة (شواحط) والجوائز، إضافة إلى الأعمدة أو الجدران الحاملة. وتصمم الأدراج معمارياً بحيث تتناسب أبعادها الأفقية مع أهمية المنشأة التابعة لها، ويتم تحديد عدد الدرجات في الشاحط الواحد وأبعاد الدرجة الواحدة، وبالتالي ميل هذا الشاحط ليكون مريحاً للاستعمال. وكما يبين الشكل (3-1)، تتألف الدرجة الواحدة من قسم أفقي (M)، وسطح شاقولي (CM).



الشكل (3-1): مكونات الدرج

وبفرض (h_s) ارتفاع الدرجة و (b_s) عرضها، وللتمكن من صعود الدرج بشكل مريح، يجب على هاتين القيمتين تحقيق العلاقة التجريبية التالية (الأبعاد بالسنتيمتر): $2h_s + b_s = 64$

وبعد معرفة الطول الأفقي للشاحط الواحد (L)، و (H) ارتفاعه الكلي، نحصي عدد الدرجات وأبعادها بالعلاقات التالية: بفرض (n) عدد الدرجات، يكون عدد الأقسام الأفقية $(n-1)$، ومنه: $L = (n-1)b_s$, $H = nh_s$

وبالتعويض في العلاقة السابقة، يتم حساب عدد الدرجات (n) بحل المعادلة التالية من الدرجة الثانية بحيث نأخذ رقماً صحيحاً للعدد (n)، لنصل إلى تحديد نهائي لـ h_s & b_s :

$$2h_s + b_s = 64$$

$$2\frac{H}{n} + \frac{L}{n-1} = 64 \Rightarrow$$

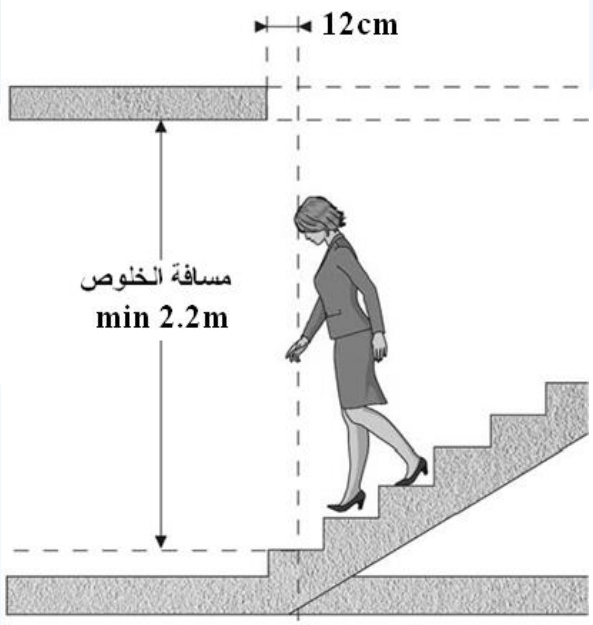
$$64n^2 - n(64 + 2H + L) + 2H = 0$$

تتراوح الأبعاد العملية للدرجة ضمن الحدود التالية:

- عرض الدرجة: من 11 سم إلى 35 سم ، ويجب عدم النزول عن 23 سم.
- ارتفاع الدرجة: من 15 سم إلى 18 سم.

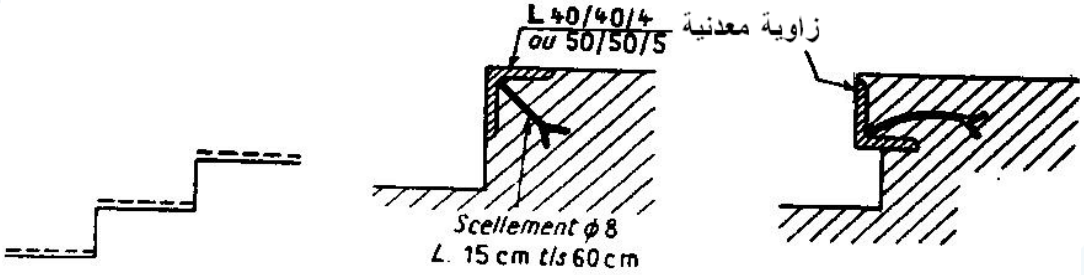
يجب عدم لحظ حوالي عشرين درجة متتالية، دون فصلها ببسطية راحة أفقية، يساوي عرضها على الأقل، إلى مجموع عرض ثلاث درجات أو $(1.2B)$، حيث B العرض الفعال للدرج.

يجب ألا يقل عرض البسطية في المباني السكنية الطابقية عن 120 سم، وعن 160 و150 سم للمشافي والمباني العامة. وعند دراسة الأدراج، يجب الانتباه لترك مسافة شاقولية كافية، بين وجه الدرجة والقسم العلوي من المنشأة الواقع على شاقول تلك الدرجة، وذلك كي لا يصطدم رأس الصاعد على الدرج، ويجب ألا تقل تلك المسافة، التي تسمى مسافة الخلوص (الشكل 3-2)، عن 220 سم، $(Z \geq 220cm)$.



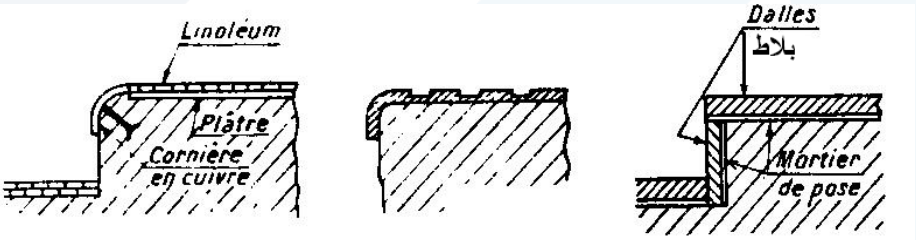
الشكل (3-2): مسافة الخلوص للدرج

ويوضح الشكل (3-3) طرائق إكساء الدرجات المصنوعة من البيتون المسلح، حيث ببساطة يمكن ترك وجهها العلوي (أدراج عادية) من البيتون نفسه أو من المونة الإسمنتية المدعمة والمحززة، الحاوية أو غير الحاوية على مواد مضافة مقاومة للاهتراء أو شبك معدني. ونظراً لهشاشة أنف الدرجة البيتونية، يفضل حمايته بزاوية معدنية.



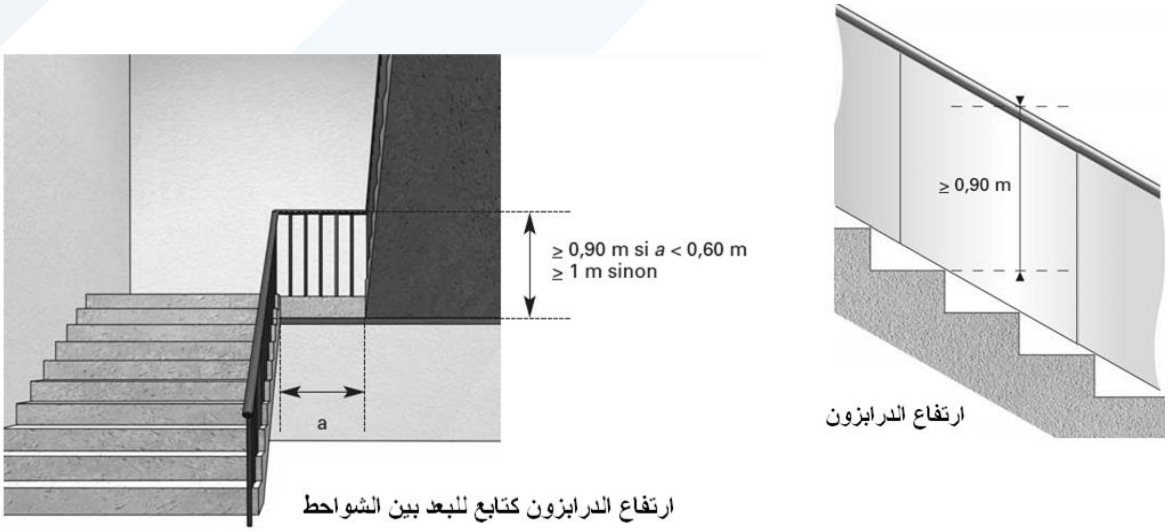
الشكل (3-3)

وأما بالنسبة للأدراج الأكثر أهمية أو المعتنى بها فتحتوي على إكساءات للوجه العلوي للدرجات وأحياناً الشاقولي لها. ويمكن أن تكون تلك الإكساءات بأنواع مختلفة، كالرخام والأحجار والخشب والمعدن والمنتجات البلاستيكية، كما في الشكل (3-4).



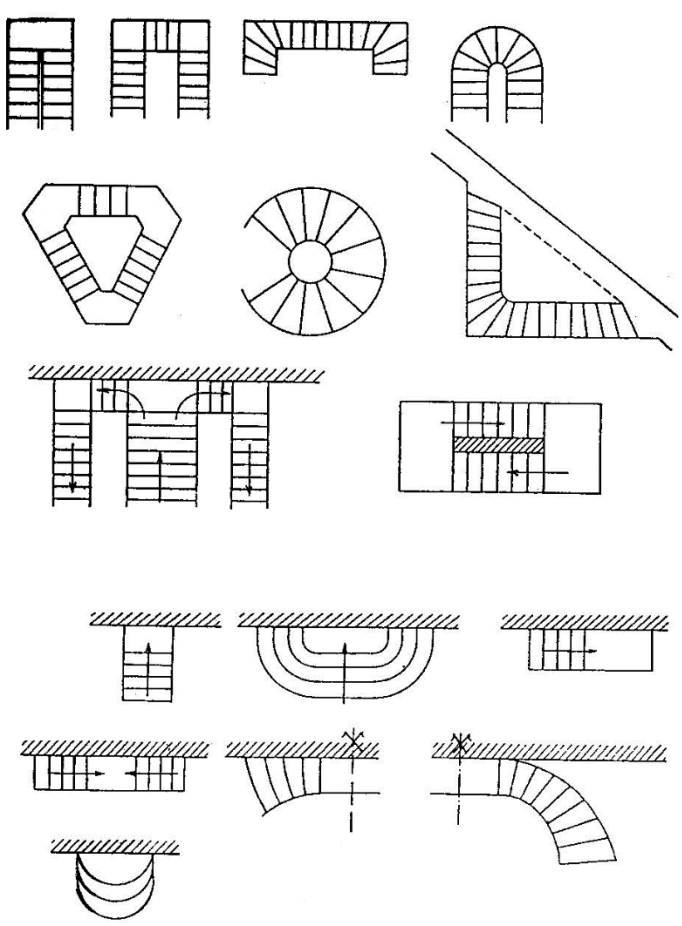
الشكل (3-4)

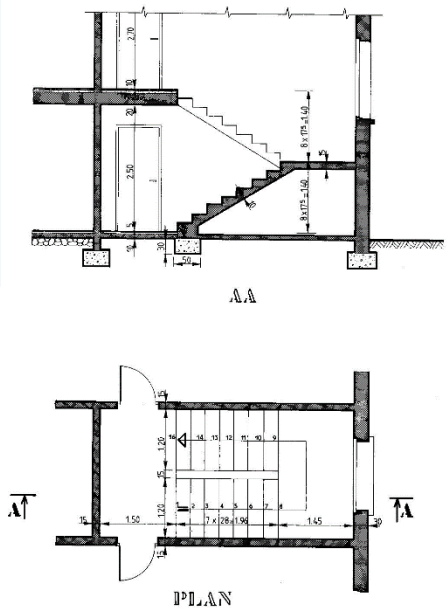
ونورد فيما يلي بعض الأبعاد والميزات الخاصة بالدرابزون بهدف حماية المستخدم (الشكل 3-5).



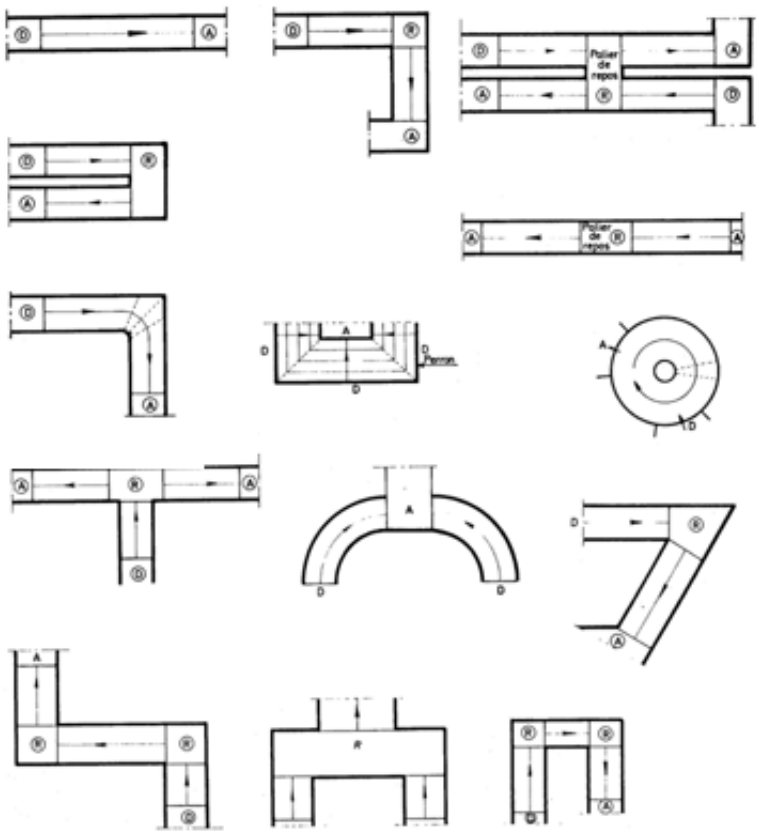
الشكل (3-5)

ويظهر الشكل (3-6) مجموعة من النماذج العامة للأدراج المستخدمة في المباني السكنية والإدارية.





الشكل (3-6)



تابع للشكل (3-6)

ومن خلال ما تم عرضه أعلاه، نستطيع التحدث عن أنواع كثيرة من الاستناد للأدراج. ونذكر فيما يلي أنواع الاستناد الأكثر شيوعاً، وفق منصوص الكود السوري:

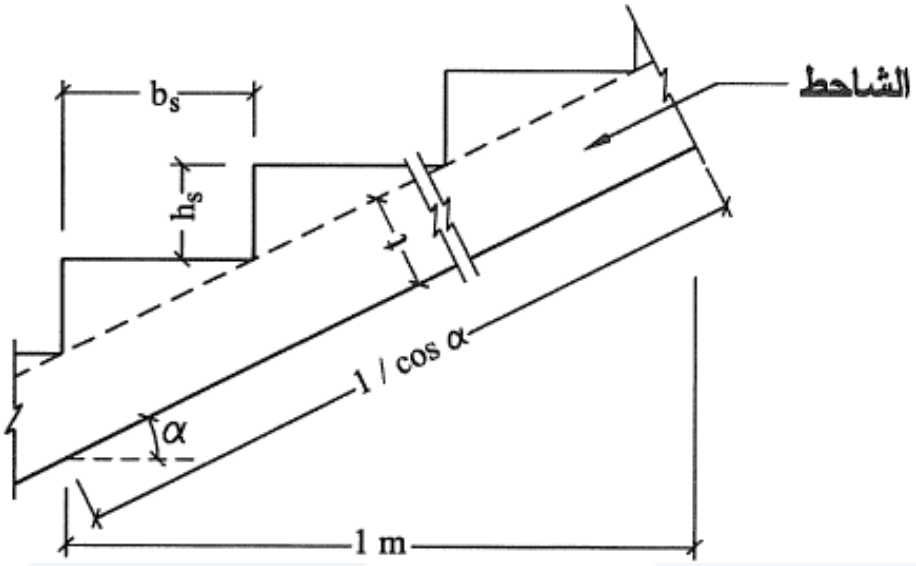
- الاستناد على جدران حاملة مسلحة.
- الاستناد على جدران حاملة غير مسلحة.
- الاستناد على جوائز بارزة ، متدلية أو مقلوبة.
- الاستناد على جوائز مخفية.

ويمكن اعتماد التعاريف التالية عند دراسة الأدراج:

العرض الفعال للدرج: هو العرض المساوي للعرض الفعلي للدرج.

المجاز الفعال للدرج: هو المسافة الأفقية بين محوري الركيزتين.

الارتفاع الفعال للمقطع: يؤخذ المتعامد مع محور الدرج، كما في حالة المقاطع المستطيلة $(d = t - a)$ ، ويبين الشكل (3-7) السماكة الفعلية لشاحط الدرج (بلاطة جائزية).

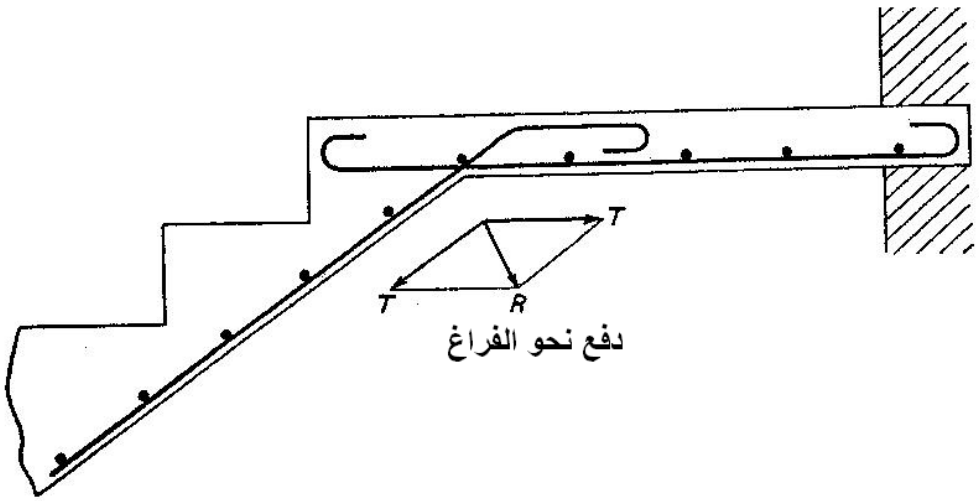


الشكل (3-7): أبعاد الشاحط

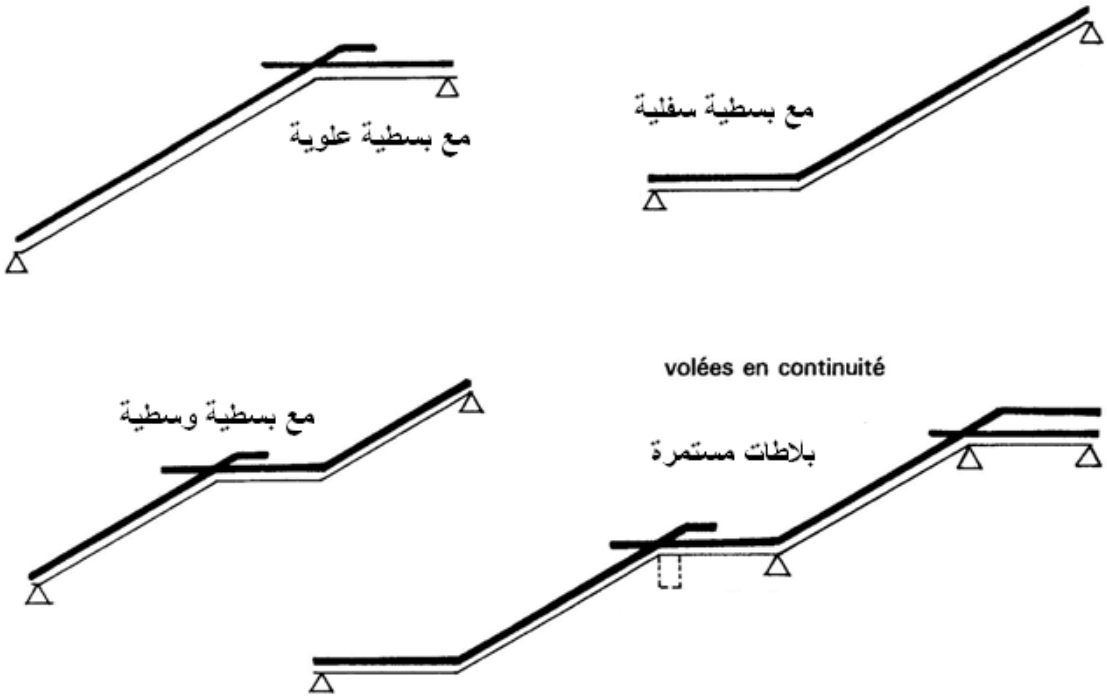
3-2- الاشتراطات البعدية – التسليح وترتيباته

يؤخذ لبلاطة الدرج نفس الاشتراطات البعدية للبلاطات المصمتة. أما عندما يحوي الدرج جوائز تقوية، فيؤخذ لهذه الأخيرة الاشتراطات البعدية ذاتها للجوائز.

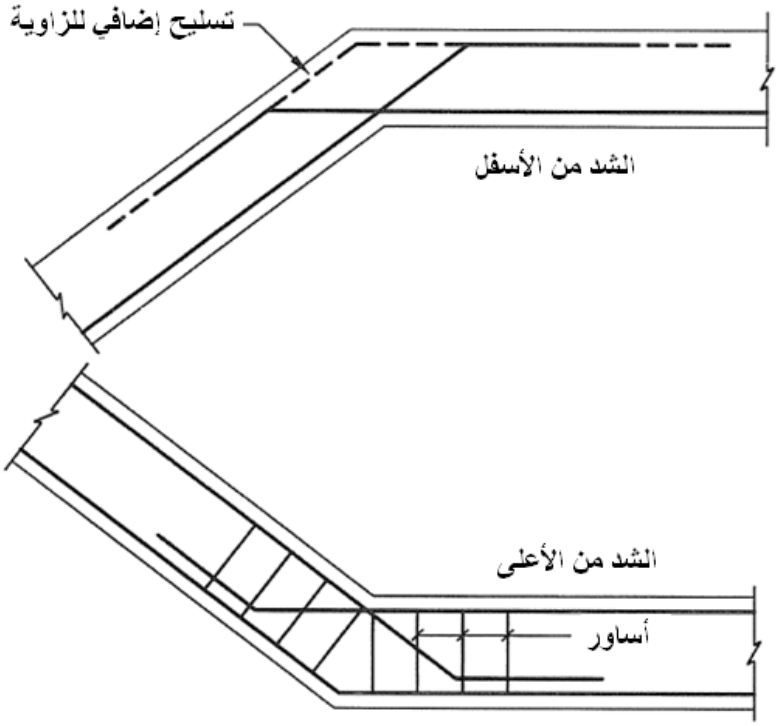
وتؤخذ لبلاطات وجوائز الدرج، نفس مساحات التسليح الدنيا والقصوى المعتمدة للبلاطات المصمتة وللجوائز. وكذلك نعتمد ترتيبات التسليح ذاتها، مع ضرورة الانتباه إلى إعطاء الرعاية الخاصة بالمرفق، الذي يشكله تلاقي البلاطة المائلة (الشاحط) مع البلاطة الأفقية (البسطية)، بحيث نتجنب الدفع نحو الفراغ، من خلال ترتيب خاص للتسليح الطولي وربطه، كما هو مبين في الأشكال (3-8) و (3-9) و (3-10).



الشكل (3-8): ترتيب التسليح المشدود لتجنب قوة الدفع نحو الفراغ



الشكل (3-9): الترتيب الصحيح للتسليح الرئيس في الأدراج مع بسطيات مختلفة



الشكل (3-10): ترتيب التسليح عند عقدة الدرج (كود سوري)

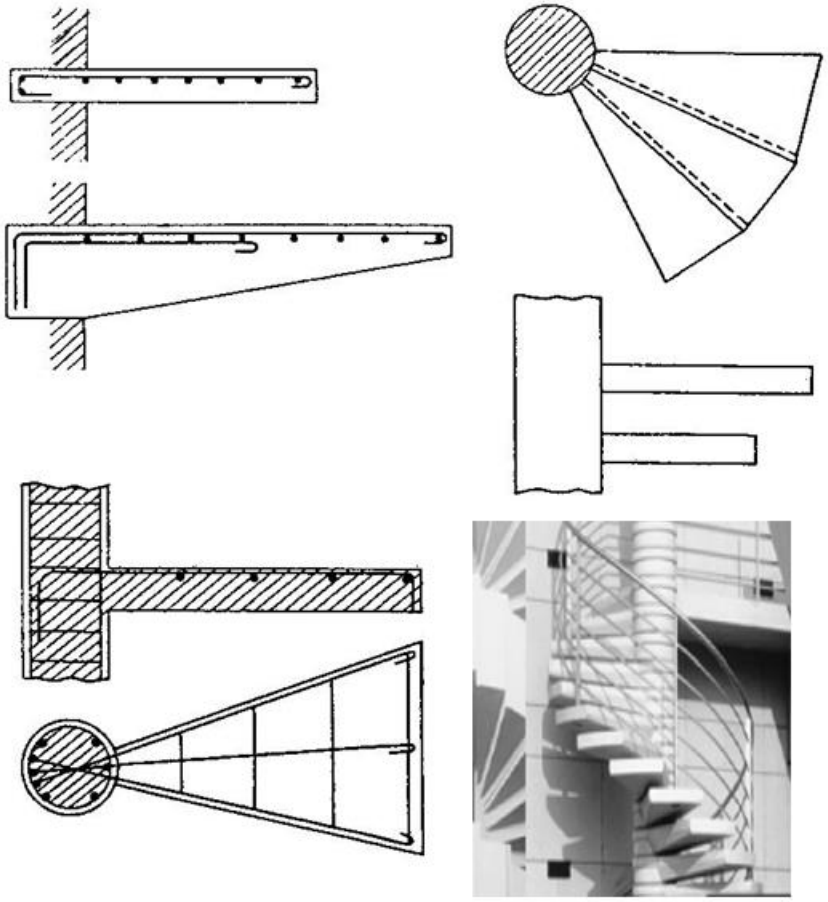
3-3- توزيع الحمولات في الدرج

- عموماً يمكن افتراض الحمولات الحية، موزعة بانتظام على المسقط الأفقي للدرج.
- في حالة الأدراج المحيطة بآبار مفتوحة، والمتضمنة مجازين متعامدين، تعد الحمولات على المساحة المشتركة، موزعة بالتساوي بين المجازين.

3-4- الأدراج وطرائق الحساب

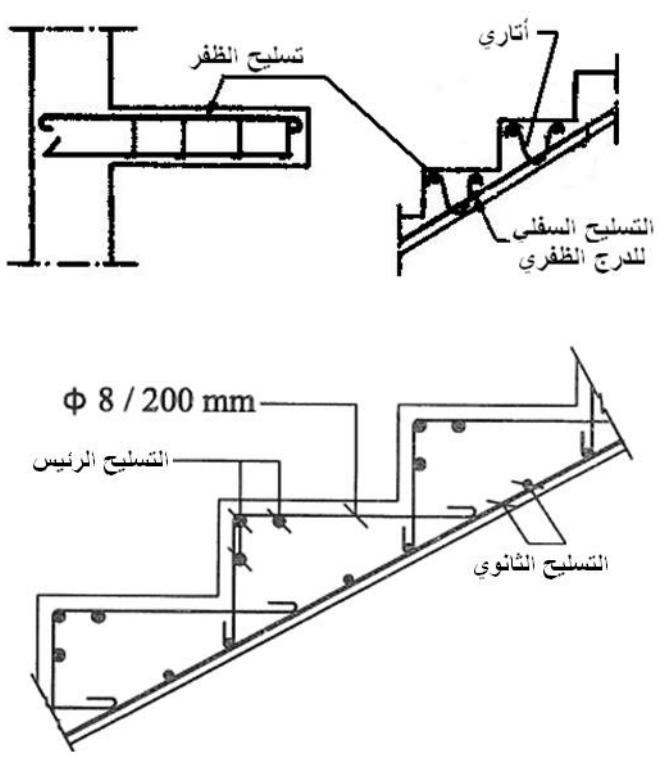
3-4-1- الأدراج الظفرية:

هي أدراج مستقيمة محمولة على جدار أو جائز وحيد، ويستخدم هذا النوع أيضاً في الأدراج الحلزونية التي يتم إنشاؤها داخل برج دائري وذلك عندما لا يكون هناك مجالاً لوضع أعمدة من الخارج، وتعتبر كل درجة موثوقة في أحد أطرافها وحرة من الطرف الآخر وتحسب على أساس ظفر بمقطع شبه منحرف أو مستطيل. وهنا يجب التأكيد على ضرورة تصميم الجوائز الحاملة لهذه الأدراج (في حال وجودها)، لمقاومة الفتل إضافة لباقي التأثيرات (الشكل 6-11).



الشكل (3-11): أدراج على شكل ظفر

وتسلح هذه الأدراج بوضع تسليح طولي رئيس في القسم العلوي، ويلحظ في القسم السفلي تسليحاً طولياً ثانوياً يخدم كتسليح توزيع وكتسليح لتقوية الزوايا في الوقت نفسه، وثم يربط التسليح الطولي العلوي والسفلي بأساور (الشكل 3-12).

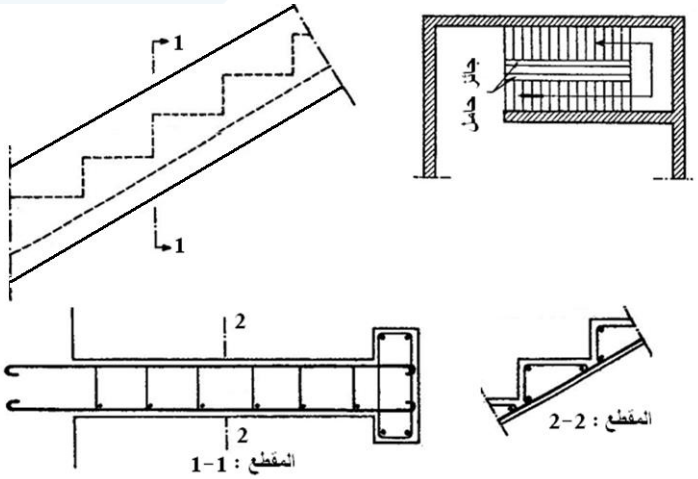


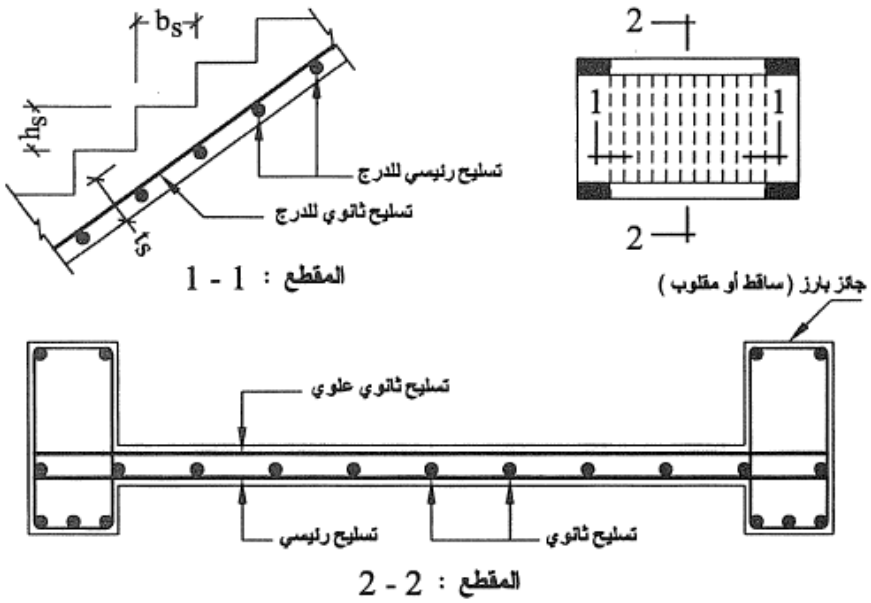
الشكل (3-12): تسليح الأدراج الظفرية

6-4-2- أدراج ذات جوائز جانبية حاملة (بلاطات عاملة بالاتجاه القصير):

كثيراً ما يلحظ من الطرف الحر للأدراج جائزاً جانبياً يثبت عليه الدرابزون، وبالتالي يمكن استخدامه كجائز حامل، كما هو مبين في الشكل (3-13).

وعند ذلك تعتبر الدرجات نصف موثوقة في الجدار والجائز (أو في الجائزين). وكذلك يعتبر الجائز الجانبي الحامل نصف موثوق في طرفيه، ويتلقى ردود أفعال الدرجات.



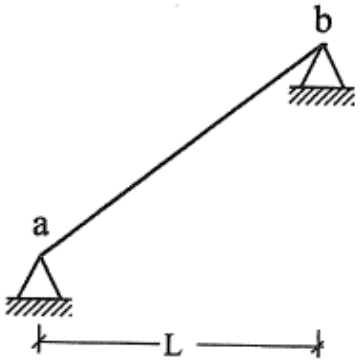


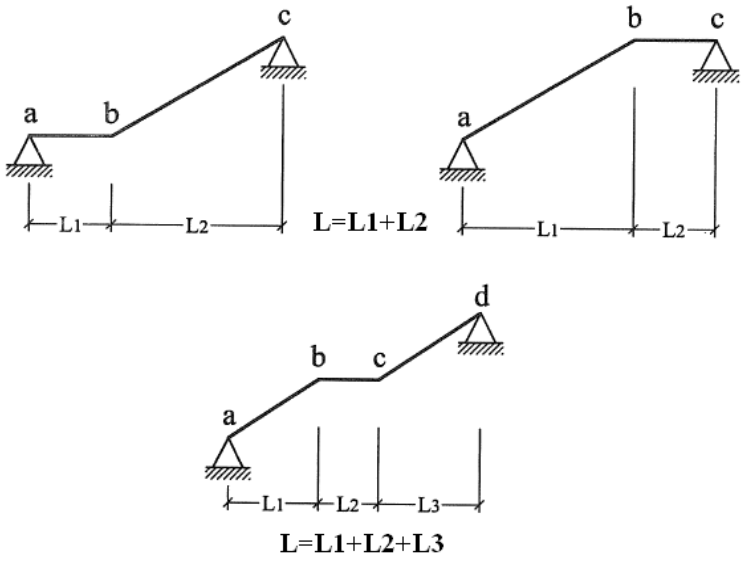
الشكل (3-13): تسليح الأدراج ذات جوائز جانبية حاملة

3-4-3- أدراج ذات بلاطات حاملة وعاملة بالاتجاه الطويل (شواحط وبسطيات):

وتسمى أيضاً بالأدراج ذات الشواحط الجائزية، ويمكن أن تشمل الحالات التالية، كما هو موضح في الشكل (3-14) :

- شواحط مستندة عند النهايتين، دون بسطيات.
- شواحط مستندة عند النهايتين، مع بسطية من الأعلى أو الأسفل أو وسطية.
- شواحط مستمرة مستندة على جوائز عند البسطيات أو مستندة على البسطيات ذاتها.

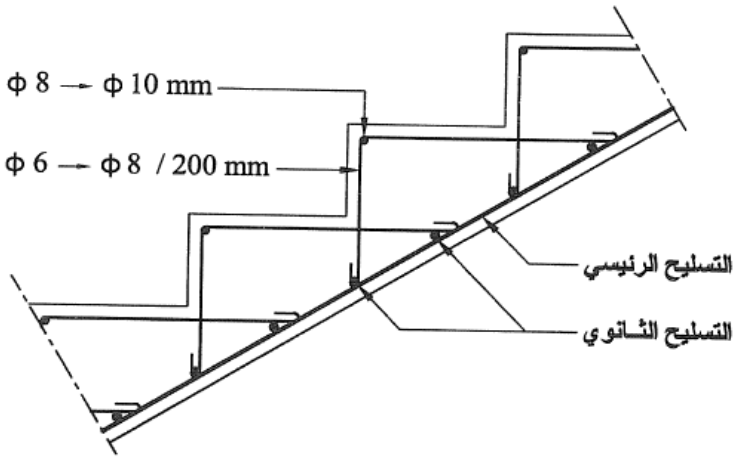




الشكل (3-14): الأدراج ذات الشواحط الجائزية

تحسب العزوم الأعظمية الموجبة الناتجة عن الحمولات الكلية، في حالة الشواحط المستندة استناد بسيط، وفق العلاقة التالية: $\left(M_u = +\frac{w_u L^2}{8}\right)$، وكذلك عزوم الاستمرارية عند النهايتين (السالبة عن المساند البسيطة) وفق $\left(M_u = -\frac{w_u L^2}{20}\right)$. ويصمم مقطع الشاحط مثل مقطع بلاطة عاملة باتجاه واحد، ويحسب التسليح الرئيس بالاتجاه الطولي، ويضاف تسليح عرضي ثانوي باتجاه عرض الدرجات، إضافة لتسليح الدرجة ذاتها، كما هو مبين في الشكل (3-15). ويتم التحقق من أن البيتون يقاوم القص لوحده.

أما في حالة الشواحط الجائزية المستمرة، وللتبسيط تحسب العزوم الموجبة والسالبة من العلاقة التالية: $\left(M^{\pm}{}_u = \frac{w_u L^2}{10}\right)$. وفي هذه الحالة يتم حساب الجوائز العرضية الحاملة (أو البسطيات ذاتها)، بحيث نعمل على تصعيد حمولاتها بمقدار (10%).



الشكل (3-15): تسليح الأدراج ذات بلاطات حاملة وعاملة بالاتجاه الطويل

وتحسب حمولات الدرج على المتر المربع الأفقي كما يلي:

- الوزن الذاتي للدرجات: $G_1 = 25\frac{h_s}{2}\left(kN/m^2\right)$
- الوزن الذاتي للشاحط سماكة (t): $G_2 = 25\frac{t}{\cos\alpha}\left(kN/m^2\right)$
- وزن التغطية: $G_3 = 2 \to 2.5\ \left(kN/m^2\right)$
- وزن الدرابزون: $G_4 = \frac{(0.5 \to 3)}{B}\ \left(kN/m^2\right)$

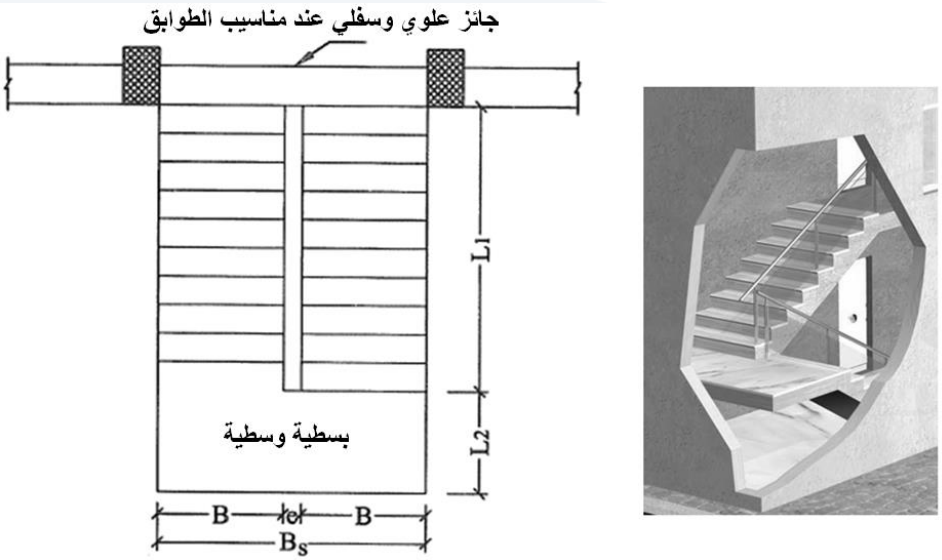
حيث: B عرض الدرج بالمتر.

- الحمولة الحية حسب نوع المنشأة: $P = 3 \to 5\ \left(kN/m^2\right)$

3-4-4- الأدراج ذات الأشكال الخاصة:

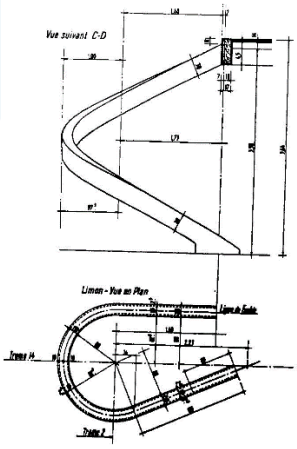
أدراج مستندة في جائزين على شاقول واحد، أدراج لولبية، وأدراج حلزونية. وتحلل هذه الأدراج وفقاً لأشكال استنادها في الأعلى والأسفل ووضعياتها، بالعودة إلى المراجع الخاصة بها.

الأدراج المستندة في جائزين على شاقول واحد (أدراج حرة): وهي الأدراج التي تكون فيها الشواحط والبسطية الأفقية بارزة عن المبنى، كما في الشكل (3-16)، حيث يكون الاستناد فقط عند طرف الدرج العلوي لأحد الشاحطين والطرف السفلي للشاحط الآخر.

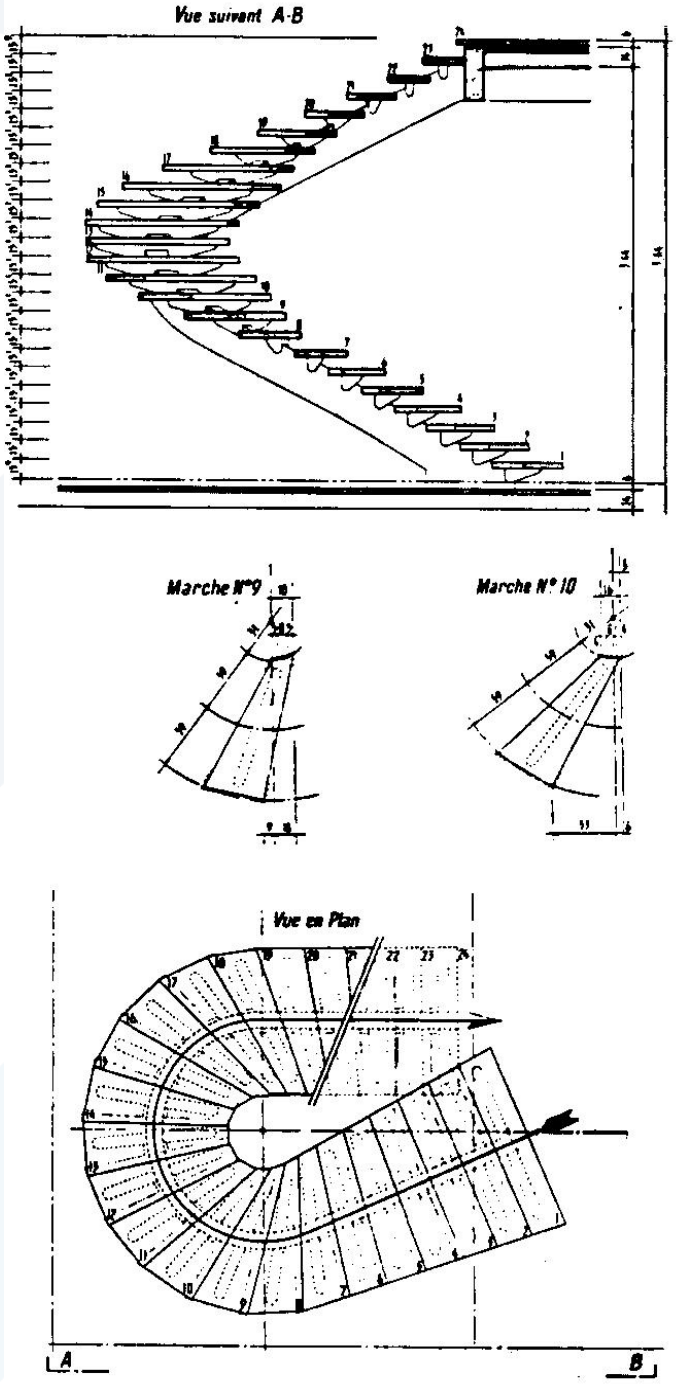


الشكل (3-16): أدراج حرة

الدرج اللولبي: تكون بالضرورة موثوقة في أطرافها العلوية والسفلية، حيث تخضع لانعطاف وقص وفتل (الشكل 6-17).

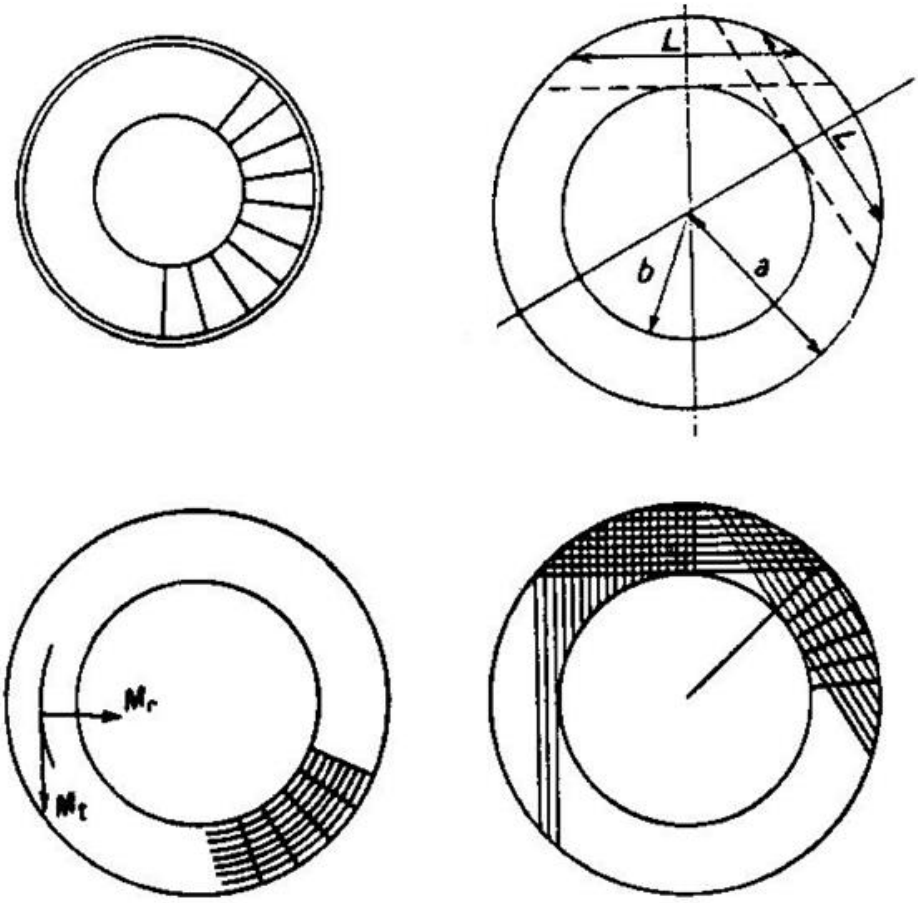


الشكل (3-17): درج لولبي



تابع الشكل (3-17): درج لولبي

الدرج الحلزوني: في هذا النوع من الأدراج، يستند الشاحط الحلزوني (مجازه L) على محيطه الدائري الخارجي سواء كان العنصر الحامل من البناء الحجري أو جوائز حلزونية من البيتون المسلح. وتوضع قضبان التسليح الرئيس وفقاً للمجاز، ومن ثم يوزع التسليح الثانوي إما عمودي على الأول وإما بشكل قطري، كما هو مبين في الشكل (3-18).



الشكل (3-18): تسليح درج حلزوني