نقابة المهندسين

الجمهورية العربية السورية

لجنة التدريب والتأهيل المركزي

الفريق الوطني للتأهيل والتدريب للاختصاص الإنشائي

دورة تأهيلية في الدراسات الإنشائية

وإعداد المهندسين المتقدمين إلى مرتبة الرأي بالدراسات

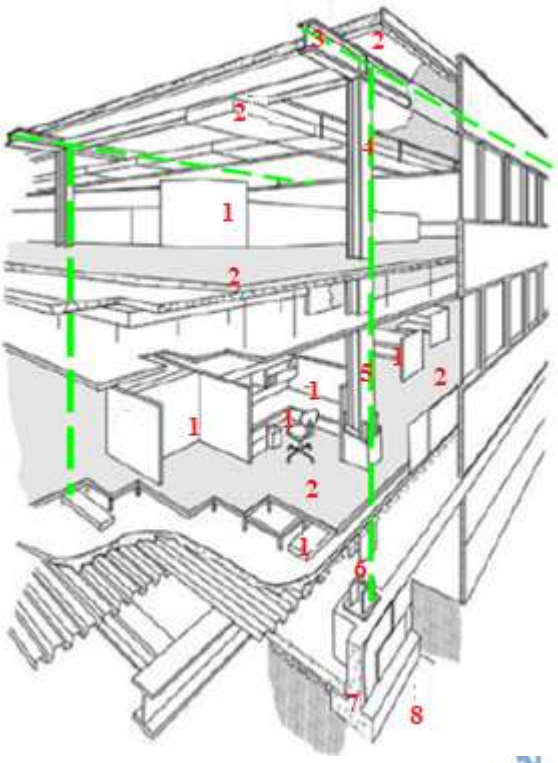
في الإختصاص الإنشائي

2019

*محاضرة: تصميم العناصر الإنشائية (بلاطات- جوائز)*

*إعداد: الدكتور المهندس حسام بلوط*

# الأحمال على المنشآت



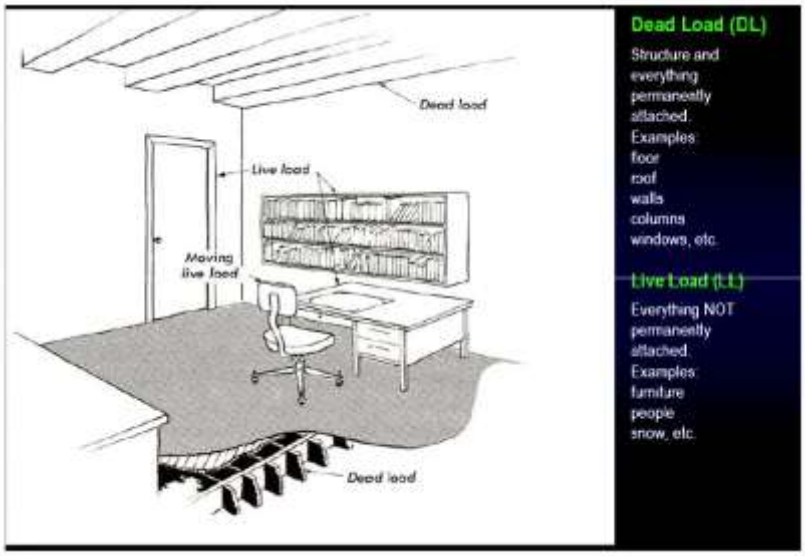
## مقدمة

تنتقل الحمولات في المباني وفق التسلسل المبين في الشكل، من البلاطات الى الجوائز الحاملة، ومنها للأعمدة من الأعلى للأسفل وصولا إلى الأساسات فالتربة.

وتتمثل الحمولات المطبقة على المباتي بـ :

**1- الحمولات الميتة Dead Load:** وتشمل الأوزان اللذاتية للعناصر الإنشائية الحاملة والقواطع الجدران وطبقة التغطية والإكساء للأرضيات والأسقف.

**2- الحمولات الحية Live Load:** تشمل أوزان العناصر المتحركة كالمفروشات والأشخاص وحمولات الثلج والرياح.



3- **الحمولات الحية الطارئة:** كحمولات الزلازل، زالحوادث الطارئة.

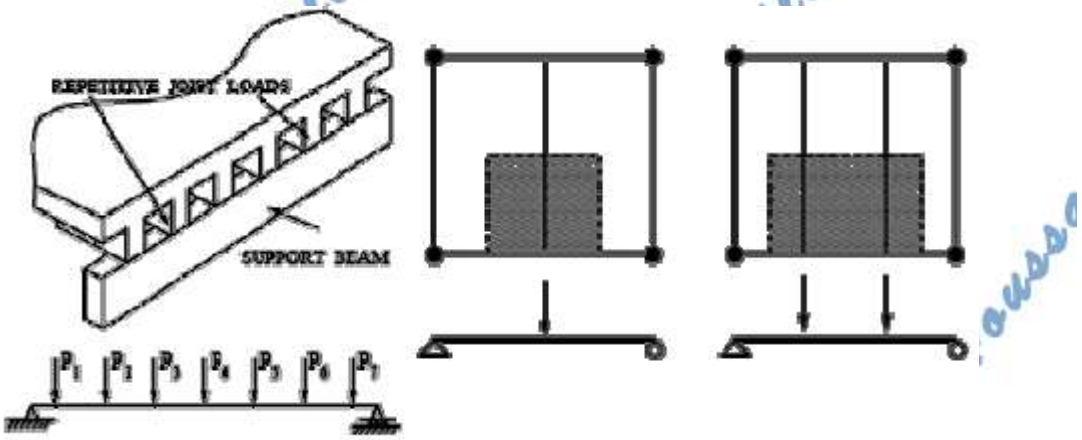
**تصنف الحمولات على المنشآت** إلى:

1- **الحمولات الشاقولية:** كحمولات الأوزان الذاتية، وحمولات الأشخاص وحمولة الثلج .

2- **الحمولات الأفقية:** كحمولات الرياح، والزلازل، وضغط التربة الجانبي، وضغط الماء على جدران السدود.

كما **تصنف الحمولات حسب شكلها** إلى:

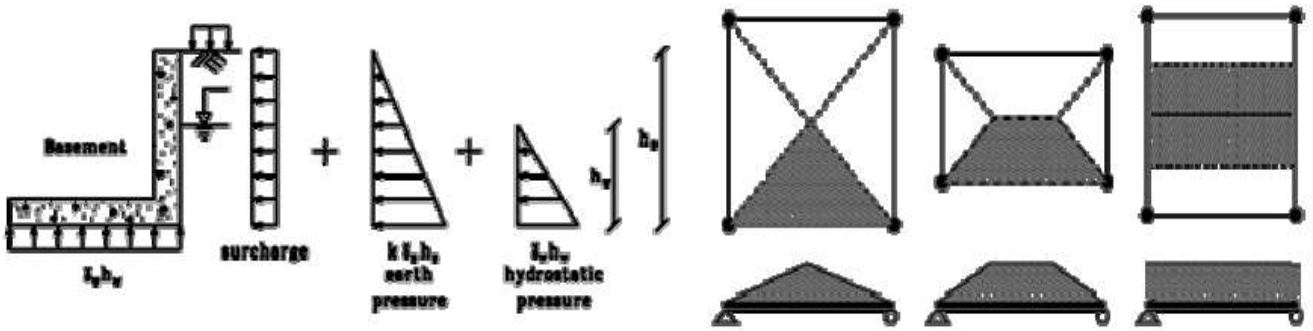
1- **حمولات مركزة**، كما حال استناد جائز على جائز.




2- **حمولات موزعة بانتظام**: وتصادف عند نقل الحمولات من البلاطة العاملة باتجاه واحد الى الجوائز.

3- **حمولات متغيرة بشكل شبه منحرف:** عند نقل حمولات البلاطات العاملة باتجاهين على الجائز الطويل لها.

4- **حمولات متغيرة مثلثية:** في البلاطات العاملة باتجاهين على الجائز القصير لها، أو ضغط التربة الجانبي، وضغط الماء على جدران الخزانات.




يجب أن تحقق العناصر الانشائية الاشتراطات التالية:

1- **المقاومة:** بأن تكون الاجهادات المطبقة نتيجة الأحمال الخارجية أقل أو تساوي قدرة تحمل هذه العناصر.

2- **الصلابة:** بأن تكون انتقالات العناصر أقل من الانتقالات المسموحة.

3- **الاستقرار والثبات:** بأن لا يؤثر تحنيب العناصر على مقاومتها، كما لا تؤثر التشققات فيها على وظيفتها الانشائية والمعمارية.

---

Dr. Houssam Ballout

# البلاطات البيتونية المسلحة

# Reinforced-Concrete Slabs

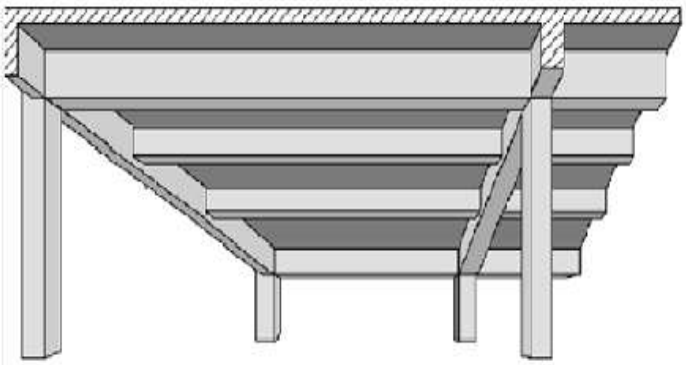
## مقدمه

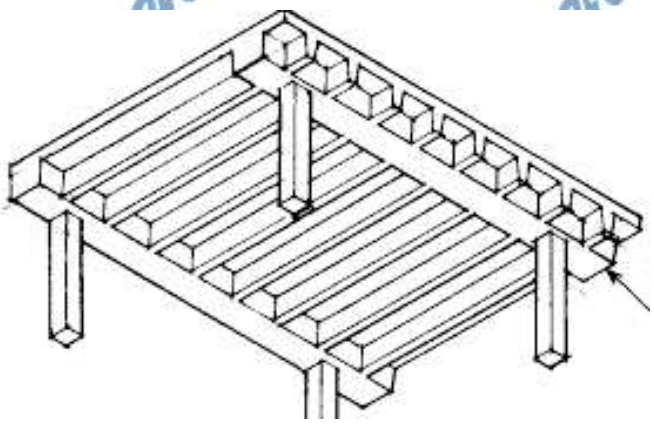
تعرف البلاطات بأنها عناصر مستويه أفقية معرضة لحمولات شاقولية متعامده على مستويها، (ناتجة عن الحمولات الاستثمارية الناجمة عن الوزن الذاتي للعناصر الواقعة في مستويها، اضافة الى حمولات التغطية والاكساء وحمولات القواطع (الجدران) والحمولات الحية)، وتنقلها الى الجوائز المحيطة بها حسب طبيعة عمل البلاطة، والتي تنقلها بدورها للأعمدة ومنها الى الاساسات.

تستخدم البلاطات لتغطية المنشآت الهندسية، وتعد من أكثر العناصر شيوعاً واستخداماً.

وتصنف البلاطات الى :

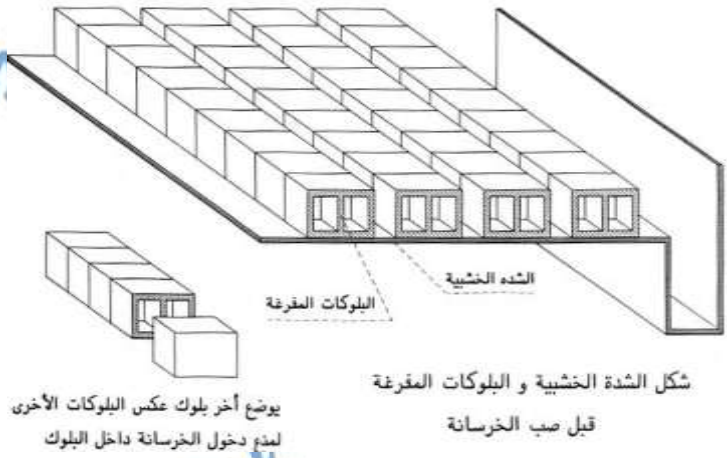
1- بلاطات مصمته باتجاه واحد: تغطي مجازات بحدود 2-3 m وتصل الى 5-6 m.





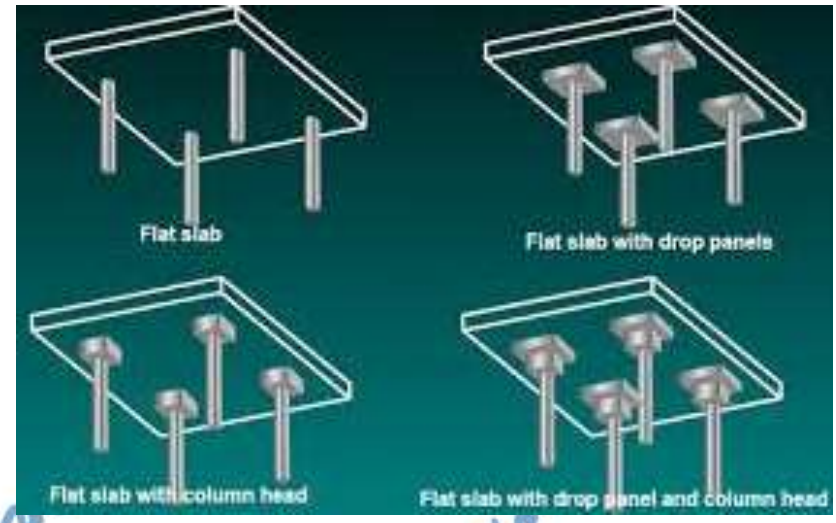
2- بلاطات مصمته باتجاهين: تغطي مجازات من 4-6 m.

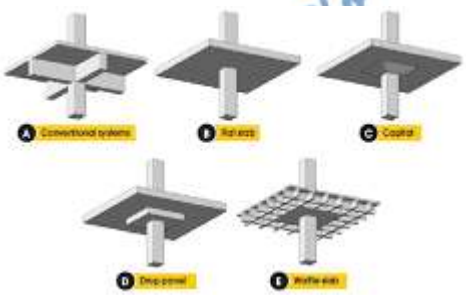
3- بلاطات مفرغة باتجاه واحد (هوردي)، تغطي مجازات من 4-6 m.




4- بلاطات مفرغة باتجاهين (معصلبة)، تغطي مجازات من 7-12 m وتصل لغاية 20 m.

5- البلاطات الفطرية (اللاجائزية)، تستند على الأعمدة مباشرة، دون جوائز، وتغطي مجازات بحدود 6- 8 m.



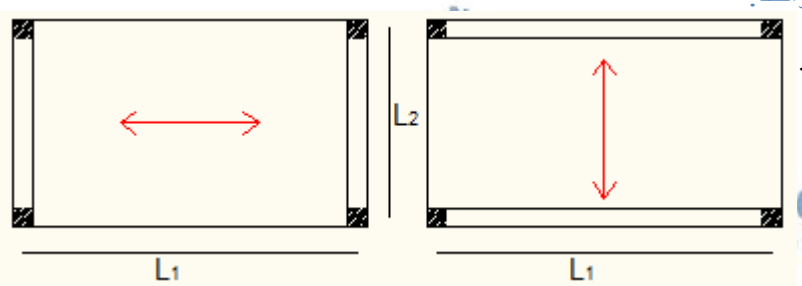
Dr. Houssam Ballout

# البلاطات المصمته العاملة باتجاه واحد

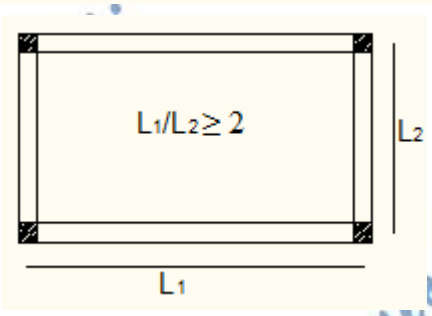
# One-way solid slab

نقول عن البلاطة المصمته أنها عامله باتجاه واحد:

1- اذا استندت على جائزين بطرفين متقابلين .




2- اذا استندت على جوائز محيطية من أطرافها الأربعة،
وكانت نسبة طولها الى عرضها لاتقل عن 2.
وبشكل دقيق اذا كانت لم تقل نسبة استطالتها عن 2،
كما في الكود pag 140.




يحدد المجاز الفعال للبلاطة كما في الفقرة ٧-٢-١-٢ صفحة 121.

$$r = \frac{m_1 L_1}{m_2 L_2} \geq 2$$

- Simply supported → $m_i$=1
- Continuous from one side → $m_i$=0.87
- Continuous from both sides → $m_i$=0.76

تتألف البلاطة المصمته باتجاه واحد من:

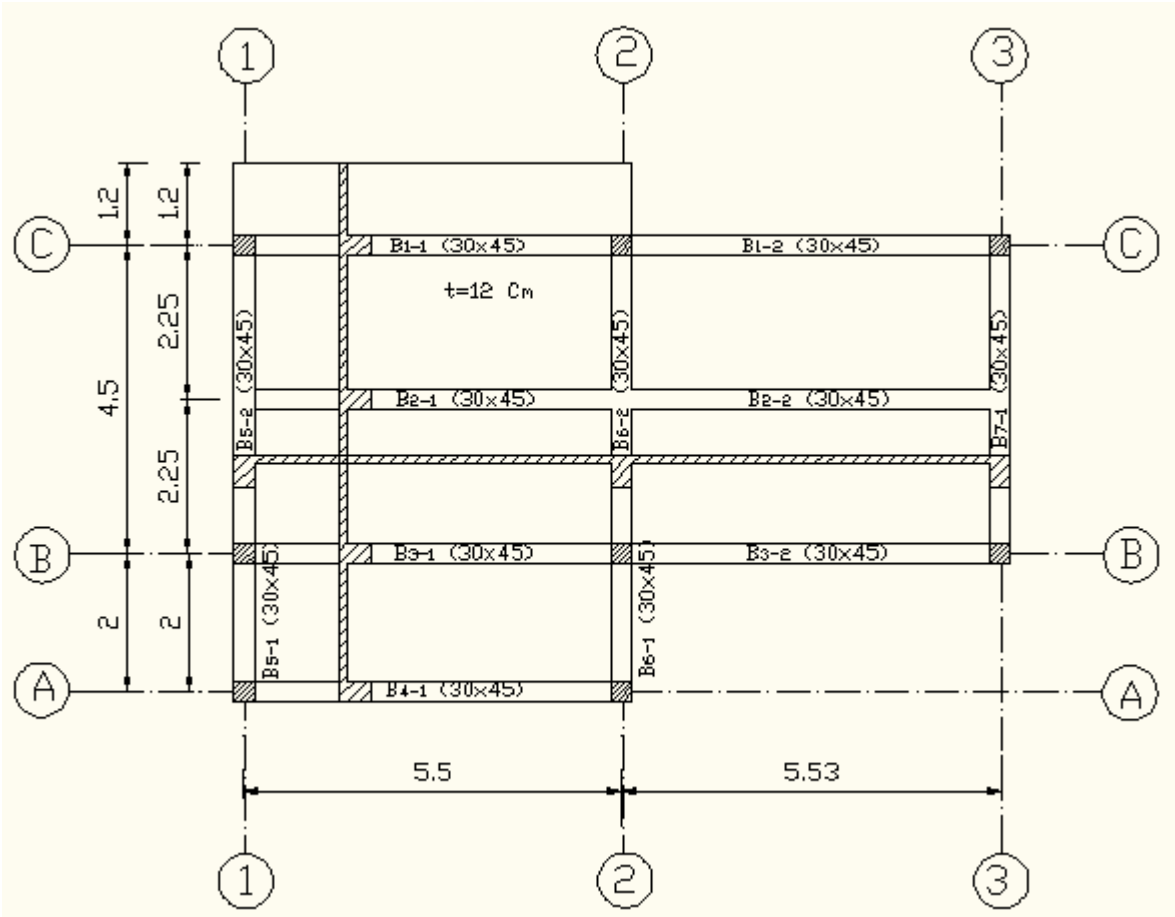
1- **جسم البلاطة** سماكته من 8-12 Cm، وطولها 4-8 m، وعرضها 2-4 m.

2- **الجوائز الثانوية**، تكون موازية للاتجاه الطويل للبلاطة $L_1$.

3- **الجوائز الرئيسية**، وهي الجوائز الموازية للاتجاه القصير للبلاطة $L_2$.

يتم دراسة البلاطة باتجاه واحد وفق المراحل التالية:

1- توزيع الجوائز بحيث تعمل البلاطة باتجاه واحد ($b/a \geq 2$)، حيث يتم اختيار الجوائز الثانوية بالاتجاه الطويل للبلاطة، وفي حال تقارب المجازات باتجاه عدد الفتحات الأقل.




2- نرسم الجمله الانشائية لشريحة البلاطة حسب استنادها ونحدد سماكتها من تحقيق شرط السهم من الجدول pag 142.

الجدول (٧-٢): السمك الأدنى ($t_{min}$) للبلاطات المصمتة ذات الإتجاه الواحد

| نوع الاستناد | استناد بسيط | مستمرة من طرف واحد | مستمرة من طرفين | ظفرية |
|---|---|---|---|---|
| $t_{min}$ | L/25 | L/27 | L/30 | L/10 |

3- تحديد حمولات البلاطة على المتر مربع $kN/m^2$ :

أ- الوزن الذاتي : $g_1 = 25*t$ حيث t سماكة البلاطة.

ب- حمولة التغطية : وتؤخذ من الكود pag 73 ، $2\ kN/m^2$ في حال عدم وجود تمديدات تحت البلاط، وتؤخذ $3\ kN/m^2$ في حال وجود تمديدات.

ت- حمولة القواطع والجدران على البلاطة وتحسب كحمولة موزعة على المتر مربع من البلاطة بتقسيم مجموع أوزان الجدران على مساحة البلاطة.

وتؤخذ أوزان الجدران من ملحق الأحمال pag 14، أو من الجدول :

| | | | |
|---|---|---|---|
| سماكة الجدار بـ Cm | 10 | 15 | 20 |
| وزن الجدار دون طينة $kN/m^2$ | 1.5 | 2.2 | 2.8 |
| وزن الجدار مع طينة $kN/m^2$ | 2.38 | 3.08 | 3.68 |

ث- الحمولة الحية، وتفرض حسب نوع المبنى والوظيفة المعمارية للبلاطة، كما وارد في الكود pag 74-75، ففي المباني السكنية تؤخذ حمولة الغرف $2\ kN/m^2$، وحمولة الممرات والأدراج $3kN/m^2$، وحمولة الشرفات $4\ kN/m^2$.

4- تحدد الحمولة الكلية المصعدة للبلاطة: $W_U = 1.4*\Sigma g + 1.7\ p$.

5- دراسة شريحة البلاطة وحساب العزوم التصميمية، وفق طرق التحليل الإنشائي أو باستخدام الطريقة التقريبية في الكود صفحة 201، حيث $M=q_u.L^2/k$

6- حساب التسليح اللازم، لشريحة بعرض متر وفق الطريقة الحدية ، مع مراعاة اشتراطات التسليح صفحة 142-144.

١- في حال استخدام تسليح أملس (تسليح محلزن) ، لاتقل مساحة التسليح الرئيسي عن 0.0025 (0.002) من مساحة القطاع الخرساني **المطلوب حسابياً**، ولا تقل عن 0.0015 (0.0012) من مساحة القطاع الخرساني **الفعلي** المتعامد مع التسليح.

٢- لا تقل مساحة التسليح الثانوي عن ربع التسليح الرئيسي، وفي حال استخدام تسليح أملس (تسليح محلزن) لاتقل عن 0.0012 (0.001) من مساحة القطاع **الفعلي** المتعامد مع التسليح.

٣- **لاتزيد** المسافة بين قضبان التسليح الرئيسي عن 20 Cm أو 2t، وبين قضبان التسليح الثانوي عن 25 Cm، أو 3t ( حيث t سماكة البلاطة)، **ولاتقل** المسافة عن **8 Cm**.

٤- **لايقل** قطر التسليح الرئيسي عن **6 mm** للتسليح **المستقيم**، وعن **8 mm** للقضبان **المكسحة، ولايزيد** عن **t/10** (حيث t سماكة البلاطة).

٥- في البلاطات التي يساوي سمكها أو يزيد عن 20 Cm، يجب استخدام شبكة تسليح علوية بنسبة تسليح دنيا.

7- دراسة الجوائز الثانوية.

١- تحديد الجملة الانشائية للجائز وتحديد ارتفاع الجائز من الكود صفحة 132.

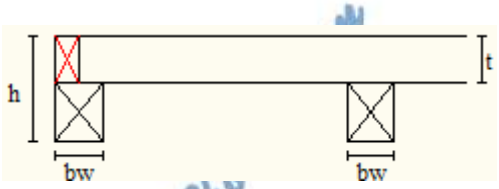
**الجدول (٧-١): العمق الأدنى ($h_{min}$) للجوائز التي لا يتجاوز مجازها 15 متراً ولا تقل مقاومتها المميزة عن 20 MPa**

| نوع الاستناد | استناد بسيط | مستمر من طرف واحد | مستمر من طرفين | ظفري |
|---|---|---|---|---|
| أ- بارز (متدلي أو مقلوب) | L/14 | L/15 | L/16 | L/6 |
| ب- مخفي | L/16 | L/18 | L/20 | L/8 |

**العمق الأدنى ($h_{min}$) للجوائز التي لا يتجاوز مجازها 15 متراً وتقل مقاومتهاالمميزة عن 20 Mpa**

| نوع الاستناد | استناد بسيط | مستمر من طرف واحد | مستمر من طرفين | ظفري |
|---|---|---|---|---|
| أ- بارز (متدلي أو مقلوب) | L/12 | L/13 | L/14 | L/6 |
| ب- مخفي | L/14 | L/16 | L/18 | L/8 |

٢- تحديد حمولات الجائز:




- الوزن الذاتي للجائز

$$g_{u1}=1.4*25*(b_w*(h-t)+t*bw/2)$$

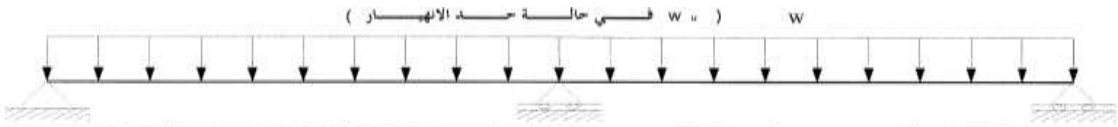
- حمولة الجدار على الجائز (ان وجد)

$$g_{u2}=1.4*0.85*\gamma_{wall}*(H-h)$$

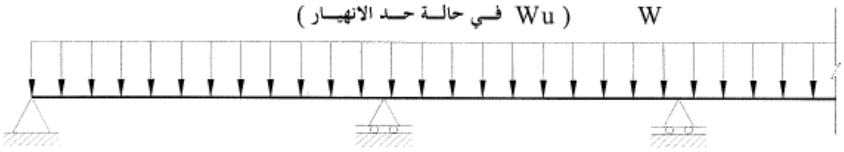
| سماكة الجدار بـ Cm | 10 | 15 | 20 |
|---|---|---|---|
| وزن الجدار دون طينة $kN/m^2$ | 1.5 | 2.2 | 2.8 |
| وزن الجدار مع طينة $kN/m^2$ | 2.38 | 3.08 | 3.68 |

- حمولة منقولة من البلاطة العاملة باتجاه واحد الى الجوائز المحيطة بها عن طريق ردود أفعال شرائح البلاطة، وتحسب بافتراض البلاطة مستندة استناداً بسيطاً **$w_u.L/2$، مع زيادة رد فعل المسند الداخلي الثاني** بنسبة 15 % في الجائز المؤلف من فتحتين فقط، وبنسبة 10 % للجوائز بعدد فتحات لايقل عن ثلاث.

٣- حساب العزوم التصميمية للجائز وردود الأفعال باحدى طرق التحليل الانشائي، كما يمكن استخدام طريقة العوامل التقريبية في الكود صفحة 197.




| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| العزوم | $-\frac{wl^2}{24}$ | $+\frac{wl^2}{11}$ | $-\frac{wl^2}{9}$ | | $+\frac{wl^2}{11}$ | $-\frac{wl^2}{24}$ |
| قوى القص | $\frac{0.9wl}{2}$ | | $1.2\frac{wl}{2}$ | $1.2\frac{wl}{2}$ | | $\frac{0.9wl}{2}$ |
| ردود الأفعال | 0.45 wl | | 1.15 wl | | | 0.45 wl |




| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| العزوم | $-\frac{wl^2}{24}$ | $+\frac{wl^2}{10}$ | $-\frac{wl^2}{10}$ | $+\frac{wl^2}{14}$ | $-\frac{wl^2}{12}$ | $+\frac{wl^2}{14}$ |
| قوى القص | $\frac{wl}{2}$ | | $1.15\frac{wl}{2}$ $\frac{wl}{2}$ | | $\frac{wl}{2}$ $\frac{wl}{2}$ | |
| ردود الأفعال | $\frac{wl}{2}$ | | 1.1 wl | | 1.0 wl | |

٤- حساب التسليح الطولي والعرضي للجائز مع مراعاة اشتراطات التسليح الطولي والعرضي في الكود 128-131.

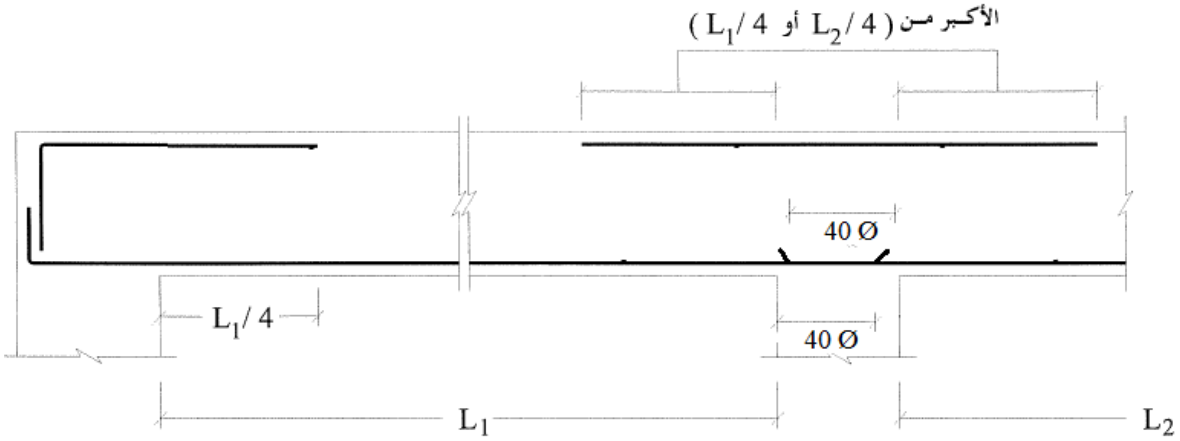
أ- لايزيد التباعد بين قضبان التسليح الطولي عن 30 cm، ولايقل قطر التسليح الطولي الرئيسي عن 12 mm.

ب- لايقل قطر التسليح العرضي عن 6 mm أو Ø/3، ولايزيد التباعد بين فرعي الاسوارة عن 30 Cm، ولايزيد التباعد بين الأساور عن 30 Cm أو d/2.

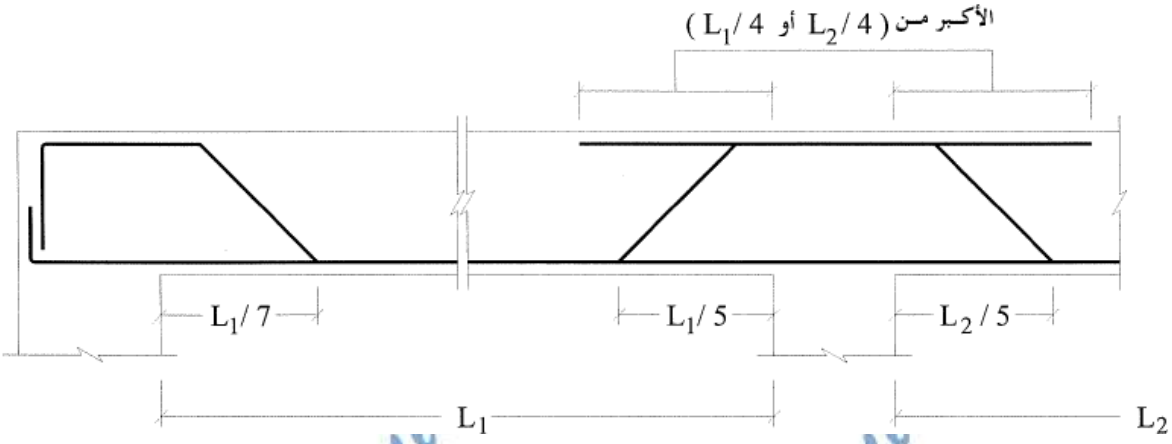
ت- لايقل قطر قضبان التعليق عن 8 mm أو Ø/2، ولاتقل مساحتها عن 20 % من التسليح الرئيسي.

ث- تستخدم قضبان التقلص عندما يزيد ارتفاع الجائز عن 60 Cm، أو تزيد مساحته عن $0.2m^2$، ولايقل قطر قضبان التقلص عن 10 mm أو Ø/2، ولاتزيد المسافة بينها عن 30 Cm، ولاتقل مساحتها عن $0.001*b_w*d$.

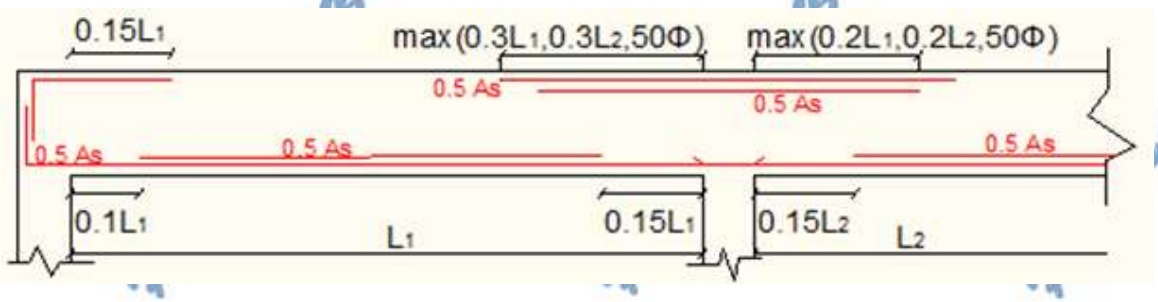
٥- رسم تفريد التسليح وفق ملحق الكود الخاص بالتفريد.



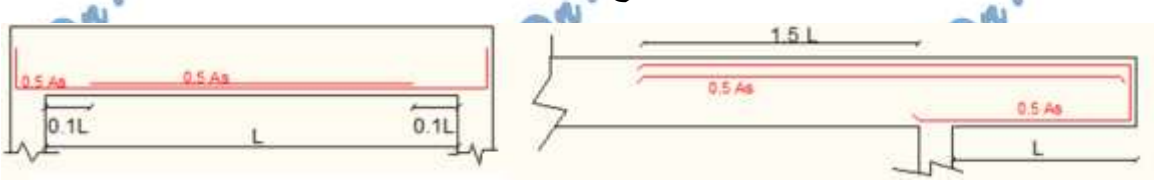

تفريد التسليح المستقيم للبلاطات المصمته




تفريد التسليح المكسح للبلاطات المصمته




ايقاف التسليح للبلاطات المصمته

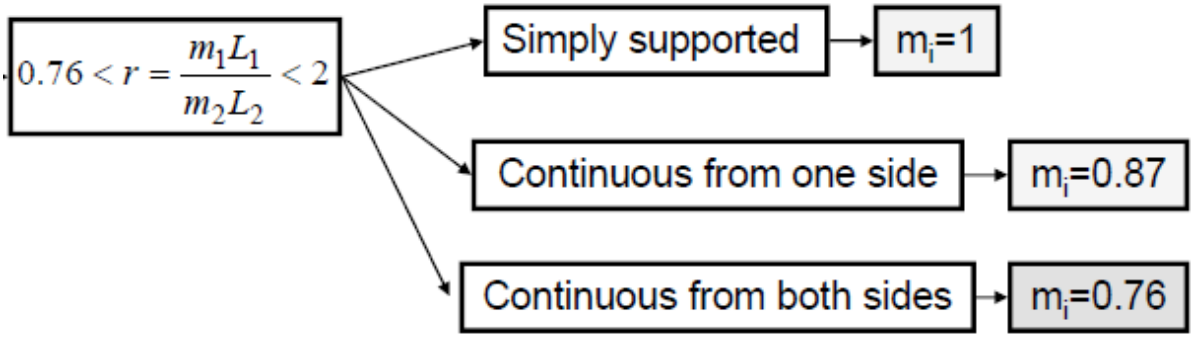



تفريد تسليح البلاطة الظفرية والبسيطة الاستناد

# البلاطات المصمته العاملة باتجاهين

# Two-way solid slab

نقول عن البلاطة المصمته أنها عامله باتجاهين اذا استندت على جوائز محيطية من أطرافها الأربعة، اذا كانت نسبة استطالتها أقل من 2، كما في الكود pag 141



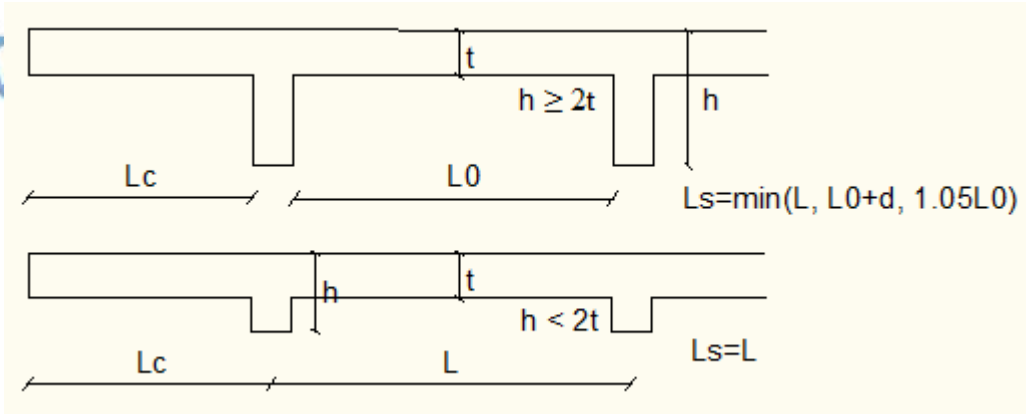

تؤخذ سماكة البلاطة العاملة باتجاهين والمستندة على جوائز لاتقل سماكتها عن ضعفي سماكة البلاطة **H ≥ 2t** كما ورد في الكود صفحة 145.

t ≥ (المحيط المكافئ) / 140

أما البلاطات المستندة على جوائز سماكتها أقل من ضعفي سماكة البلاطة، فتؤخذ سماكتها من الجدول صفحة 151 كما ورد في الفقرة ٧-٣-٥-١-ب.

| موقع المجاز | المجازات الداخلية دون سقوط | المجازات الداخلية مع سقوط | المجازات الطرفية دون سقوط | المجازات الطرفية مع سقوط |
|---|---|---|---|---|
| أ- تباعد لا يتعدى 1 متر | L/27 | L/30 | L/24 | L/27 |
| ب- تباعد يتعدى 1 متر | L/22 | L/24 | L/20 | L/22 |

يحدد المجاز الفعال للبلاطة كما في الفقرة ٧-٢-١-٢ صفحة 121.



يتم تحليل البلاطات المصمته باتجاهين بعدة طرق مبينه في الكود العربي السوري 211-202.

وهي طريقة الجداول – طريقة الشرائح – الطريقة المبسطة.

تطبق هذه الطرق على البلاطات العادية التي لاتتجاوز حمولتها الحية $5kN/m^2$ ، ويمكن استعمالها اذا تجاوزت ذلك بشرط مراعاة حالات التحميل التي تسبب عزوم سالبة وسط المجازات أوعزوم موجبة عند المساند.

## أولا- طريقة الجداول :

١- تحديد المعاملات $\alpha_{B.LL}$ , $\alpha_{A.LL}$ , $\alpha_{B.DL}$ , $\alpha_{A.DL}$ , $\alpha_B^-$ , $\alpha_A^-$ من الجداول صفحة , 204 205, 206، وذلك تبعاً للنسبة a/b وحالة البلاطة حسب شروط استنادها.

| نسبة $\frac{a}{b}$ | | حالة ١ a/b | حالة ٢ | حالة ٣ | حالة ٤ | حالة ٥ | حالة ٦ | حالة ٧ | حالة ٨ | حالة ٩ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.00 | $\alpha_A^-$ | | 0.045 | | 0.050 | 0.075 | 0.071 | | 0.033 | 0.061 |
| | $\alpha_B^-$ | | 0.045 | 0.076 | 0.050 | | | 0.071 | 0.061 | 0.033 |
| 0.95 | $\alpha_A^-$ | | 0.050 | | 0.055 | 0.079 | 0.075 | | 0.038 | 0.065 |
| | $\alpha_B^-$ | | 0.041 | 0.072 | 0.045 | | | 0.067 | 0.056 | 0.029 |

| نسبة $\frac{a}{b}$ | | حالة ١ a/b | حالة ٢ | حالة ٣ | حالة ٤ | حالة ٥ | حالة ٦ | حالة ٧ | حالة ٨ | حالة ٩ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.00 | $\alpha_A DL$ | 0.036 | 0.018 | 0.018 | 0.027 | 0.027 | 0.033 | 0.027 | 0.020 | 0.023 |
| | $\alpha_B DL$ | 0.036 | 0.018 | 0.027 | 0.027 | 0.018 | 0.027 | 0.033 | 0.023 | 0.020 |
| 0.95 | $\alpha_A DL$ | 0.040 | 0.020 | 0.021 | 0.030 | 0.028 | 0.036 | 0.031 | 0.022 | 0.024 |
| | $\alpha_B DL$ | 0.033 | 0.016 | 0.025 | 0.024 | 0.015 | 0.024 | 0.031 | 0.021 | 0.017 |

٢- ايجاد قيم العزوم الموجبة والسالبة بالاتجاهين A, B وفق العلاقات:

$$M^-_A = \alpha^-_A \cdot w_u \cdot a^2$$

$$M^-_B = \alpha^-_B \cdot w_u \cdot b^2$$

$$M^+_A = (\alpha_A\ DL.g_u + \alpha_A\ LL.p_u) \cdot a^2$$

$$M^+_B = (\alpha_B\ DL.g_u + \alpha_B\ LL.p_u) \cdot b^2$$

٣- حساب العزوم السالبة المتوازنة بين كل بلاطتين متجاورتين، وحساب العزوم الموجبة الموافقة للتوازن.

٤- تخفيض العزوم السالبة بنسبة تصل لـ 20 % **(15%)**، وزيادة العزوم الموجبة بنسبة موافقة للعزم المخفض.

## ثانياً- طريقة الشرائح :

١- تحديد المعاملات $\alpha_1$ , $\alpha_2$ لكل بلاطة حسب نسبة استطالتها r من الجدول صفحة 208.

| نسبة الاستطالة r | 0.76 | 0.80 | 0.90 | 1.00 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.8 | 2.0 | ∞ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\alpha_1$ | 0.52 | 0.48 | 0.40 | 0.33 | 0.28 | 0.23 | 0.19 | 0.16 | 0.14 | 0.12 | 0.08 | 0.06 | 0.00 |
| $\alpha_2$ | 0.19 | 0.21 | 0.27 | 0.33 | 0.39 | 0.45 | 0.51 | 0.57 | 0.61 | 0.66 | 0.79 | 0.89 | 1.00 |

٢- تحديد حصة كل اتجاه من البلاطة بضرب الحمولة w بكل من المعاملين $\alpha_1$ , $\alpha_2$ للحصول على

حمولة البلاطة بالاتجاه الأول $w_1 = \alpha_1 * w$

حمولة البلاطة بالاتجاه الثاني $w_2 = \alpha_2 * w$

٣- تحديد العزوم الموجبة والسالبة لشريحة البلاطة وفق طريقة العوامل التقريبية صفحة 201.

## ثالثاً- الطريقة المبسطة :

١- تحديد العزوم الموجبة في مركز كل بلاطة باعتبارها بسيطة الاستناد وبالاتجاهين.

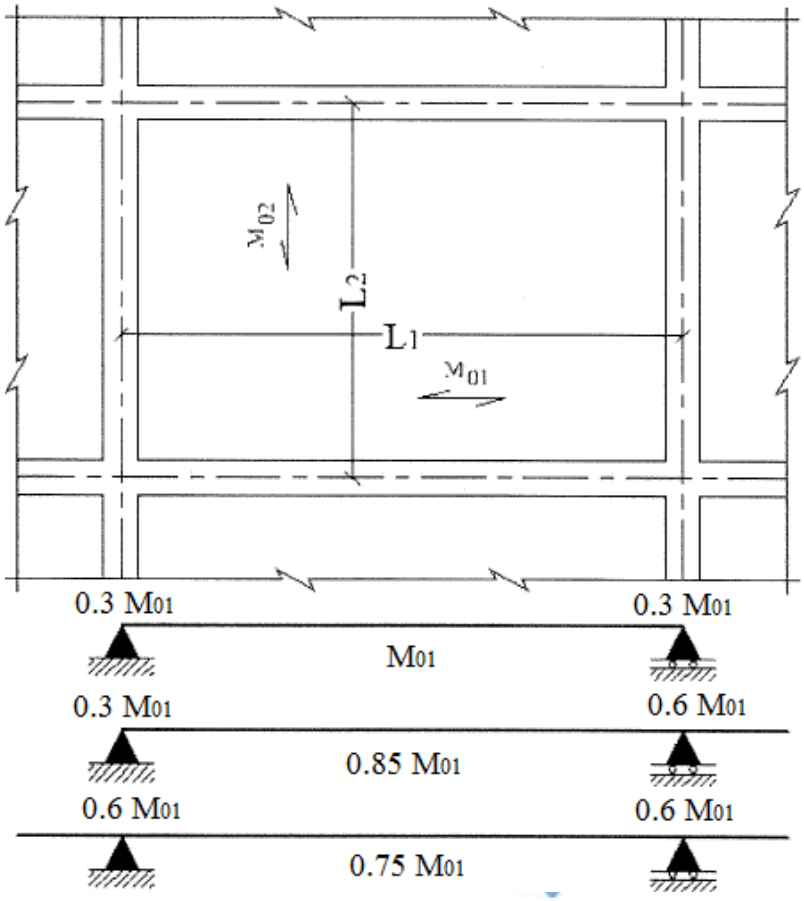
يكون العزم بالاتجاه القصير $L_2$ هو $M_{02} = \mu_2 . w . L_2^2$

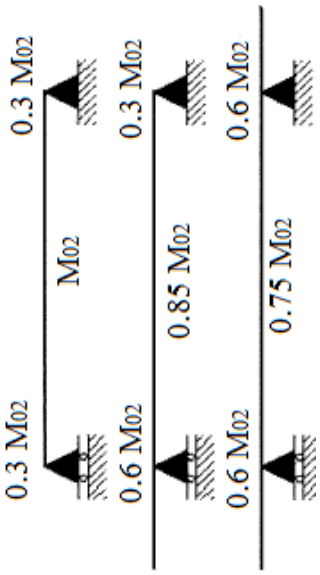
وبالاتجاه الطويل $L_1$ هو $M_{01} = \mu_1 . M_{02}$

حيث المعاملات $\mu_1$ , $\mu_2$ من الجدول صفحة 209

| $p = \frac{L_2}{L_1}$ | 0.50 | 0.55 | 0.60 | 0.65 | 0.70 | 0.75 | 0.80 | 0.85 | 0.90 | 0.95 | 1.00 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\mu_2$ | 0.0973 | 0.0911 | 0.0849 | 0.0787 | 0.0728 | 0.0670 | 0.0615 | 0.0561 | 0.0511 | 0.0465 | 0.0423 |
| $\mu_1$ | 0.328 | 0.377 | 0.435 | 0.492 | 0.550 | 0.612 | 0.681 | 0.757 | 0.831 | 0.915 | 1.00 |

٢- تحديد قيم العزوم الموجبة والسالبة لكل بلاطة حسب استنادها كنسبة من العزم $M_{01}$ , $M_{02}$ وفق الشكل صفحة 210.

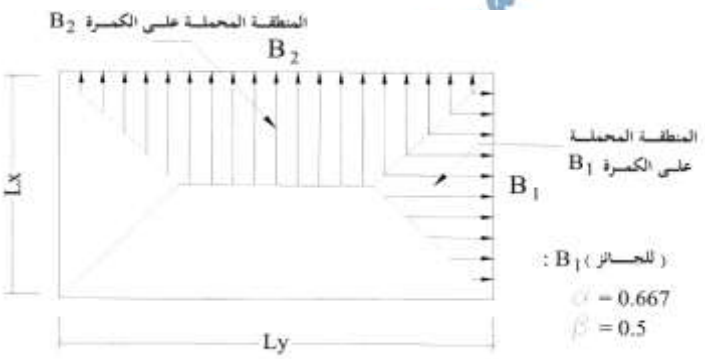



٣- تحديد العزوم السالبة للشريحة كقيمة وسطية بين القيم على طرفي المسند، وتعديل العزم الموجب للحصول على القيم الأخطر.

## نقل حمولة البلاطة الى الجوائز:

تنتقل حمولة البلاطة العاملة باتجاهين (مصمتة أو مفرغة-معصبة) الى الجوائز المحيطية وفق منصفات الزوايا كحمولات مثلثية واشباه منحرفة.




والتي يمكن مكافئتها بحمولة موزعة بانتظام باستخدام المعاملات α , β في الجدول صفحة 196.

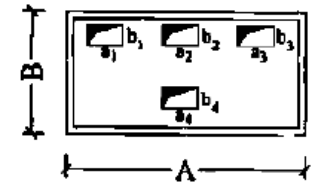
| $\frac{l_y}{l_x}$ | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 2.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| α | 0.667 | 0.725 | 0.767 | 0.802 | 0.830 | 0.851 | 0.870 | 0.885 | 0.897 | 0.908 | 0.917 |
| β | 0.50 | 0.545 | 0.583 | 0.615 | 0.642 | 0.667 | 0.688 | 0.706 | 0.722 | 0.737 | 0.75 |

للحمولة الشبه منحرفة تحسب : $\beta = 1 - \frac{1}{2}\left(\frac{Lx}{Ly}\right)$ , $\alpha = 1 - \frac{1}{3}\left(\frac{Lx}{Ly}\right)^2$

للحمولة المثلثية تؤخذ : $\alpha = 2/3$ , $\beta = 1/2$

## الفتحات في البلاطات وفق الكود صفحة 140-137.

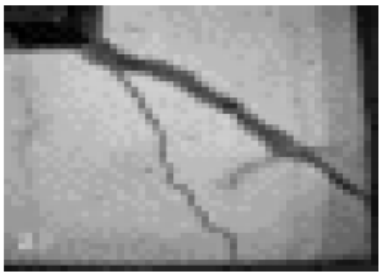
**Small Opening**

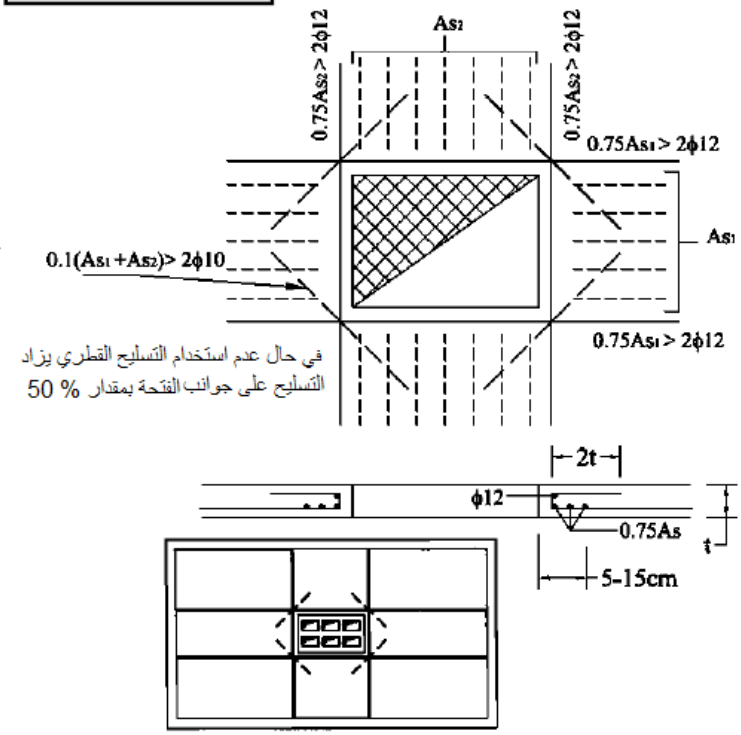



$$\frac{\sum a_i}{A} = \frac{a_1 + \max(a_2, a_4) + a_3}{A} \le \frac{1}{4}$$

$$\frac{\sum b_i}{A} = \frac{b_4 + \max(b_1, b_2, b_3)}{A} \le \frac{1}{4}$$

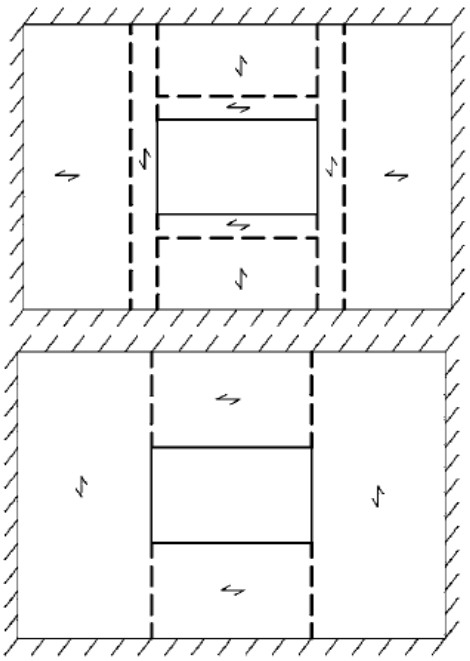
Principal stress diagram






**يمكن الإستغناء عن التسليح القطري بزيادة التسليح على طرفي الفتحة بمقدار 50 %.**

**Large Opening**

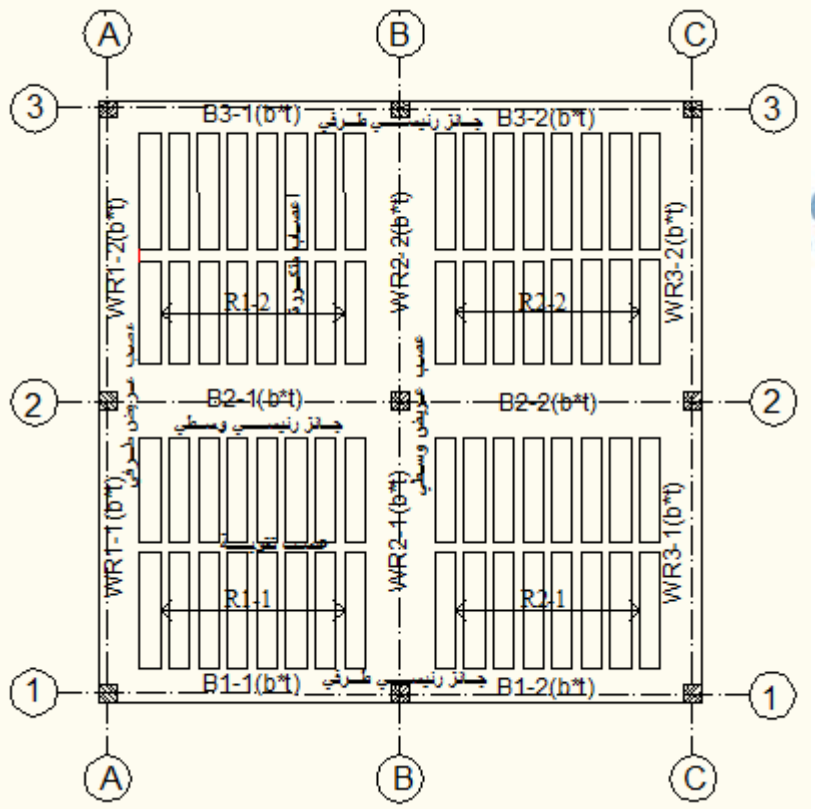


# البلاطات المفرغة العاملة باتجاه واحد

# One-way ribbed slab

تنتقل الحمولات في البلاطات المفرغة عن طريق الاعصاب بدلا من الشرائح في البلاطة المصمته، وتتميز بامكانية استخدام جوائز مخفية، وتأمينها لعزل حراري وصوتي جيدين، اضافة لامكانية توزع الجدران عليها.

كما تغطي مجازات 4-6 m، تصل الى 8m.




تتألف البلاطة المفرغة باتجاه واحد ( الهوردي )، من:

١- بلاطة التغطية.

٢- الأعصاب المتكررة R1, R2.

٣- الأعصاب العريضة

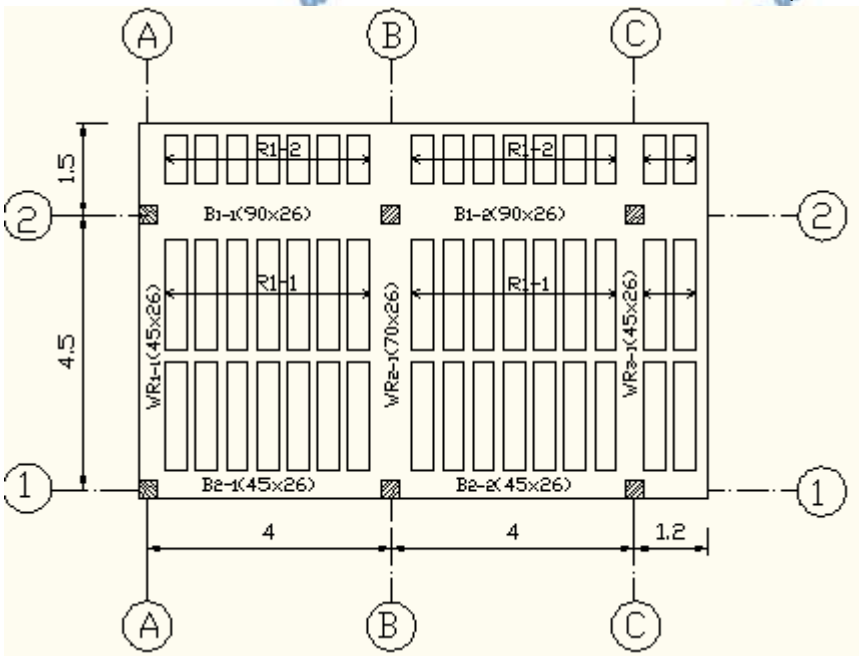
$WR_1$ , $WR_2$ , $WR_3$.

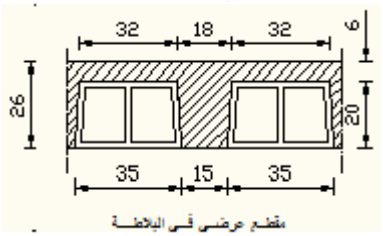
٤- الجوائز الحاملة العريضة

$B_1$ , $B_2$.

٥- أعصاب التقوية.

ويبين الشكل أدناه كوفراج لبلاطة الهوردي.



## مراحل دراسة بلاطة الهوردي:

١- تحديد اتجاه الأعصاب والجوائز الحاملة المخفية.

حيث يتم اختيار الأعصاب وفق الأولويات التالية: باتجاه الظفر الطويل (أكثر من 1.6m) – بالاتجاه الطويل للبلاطة – وفي حال تقارب المجازات باتجاه عدد الفتحات الأقل.

ويفضل أن تكون الأعصاب متعامدة على جدران القص والجوائز الساقطة (في حال وجودها).

٢- رسم كوفراج البلاطة يبين توزيع البلوك واسماء وأبعاد كل من الأعصاب المتكررة، وأعصاب التقوية، و الأعصاب العريضة والجوائز الحاملة الرئيسية.

راجع الاشتراطات البعدية لبلاطات الهوردي صفحة 146.

٣- تحديد أبعاد عناصر البلاطة.

١- **سماكة البلاطة الكلية** المحققة لشرط السهم من الجدول صفحة 147، بعد تحديد الجملة الانشائية لأعصاب البلاطة.

**الجدول (٧-٣): السمك الأدنى ($t_{min}$) للبلاطات المفرغة ذات الإتجاه الواحد**

| نوع الاستناد | استناد بسيط | مستمرة من طرف واحد | مستمرة من طرفين | ظفرية |
|---|---|---|---|---|
| أ- تستند على جدران أو على جوائز متدلية من الطرفين يزيد ارتفاعها على ضعف سمك البلاطة | L/20 | L/22 | L/25 | L/8 |
| ب- تستند على جوائز من سمك البلاطة أو ذات ارتفاع أقل من ضعف سمك البلاطة | L/16 | L/18 | L/20 | L/8 |

والتي تحقق ارتفاع الجوائز المخفية الواردة في الكود صفحة 132.

**الجدول (٧-١): العمق الأدنى ($h_{min}$) للجوائز التي لا يتجاوز مجازها 15 متراً ولا تقل مقاومتها المميزة عن 20 MPa**

| نوع الاستناد | استناد بسيط | مستمر من طرف واحد | مستمر من طرفين | ظفري |
|---|---|---|---|---|
| أ- بارز (متدلي أو مقلوب) | L/14 | L/15 | L/16 | L/6 |
| ب- مخفي | L/16 | L/18 | L/20 | L/8 |

**العمق الأدنى ($h_{min}$) للجوائز التي لا يتجاوز مجازها 15 متراً وتقل مقاومتهاالمميزة عن 20 Mpa**

| نوع الاستناد | استناد بسيط | مستمر من طرف واحد | مستمر من طرفين | ظفري |
|---|---|---|---|---|
| أ- بارز (متدلي أو مقلوب) | L/12 | L/13 | L/14 | L/6 |
| ب- مخفي | L/14 | L/16 | L/18 | L/8 |

٢- **سماكة بلاطة التغطية** من صفحة 147

ج- لا يقلّ سمك بلاطة التغطية عن الأكبر من القيم الآتية:

١) $\frac{1}{10}$ المسافة بين محاور الأعصاب.

٢) 60 mm في حالة البلاطات المفرّغة ذات القوالب المؤقتة (الشكل ٧-١١).

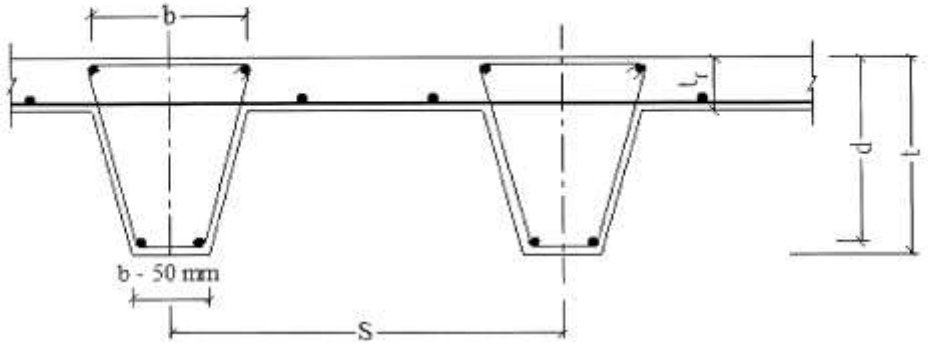
٣) 50mm في حالة البلاطات المفرّغة ذات القوالب الدائمة من القرميد أو الآجر المفرّغ (الشكل ٧-١٢).

٤) 50 mm في حالة البلاطات المفرّغة مسبقة الصنع (الشكل ٧-١٣).

د- لا يقلّ الارتفاع الكلي للعصب في البلاطات المفرّغة، عن سمك بلاطة التغطية زائد 100 mm

هـ- لا يقلّ العرض الأدنى للعصب عن 100 mm، أو $\frac{1}{3}$ العمق الكلي، أيهما أكبر.

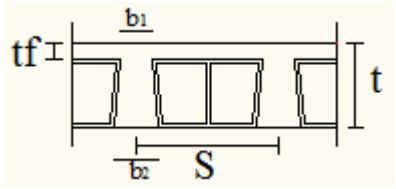
و- عندما تستند الأعصاب على جائز ساقط أو مقلوب، أو على جدار، يجب أن يكون الجزء الموازي للمسند مليئاً (مصمتاً)، بعرض لا يقلّ عن 150 mm.




٣- **تحديد أبعاد الأعصاب العريضة والجوائز الرئيسية** ( محددة سابقا في الكوفراج)، حيث يؤخذ عرض الجوائز الرئيسية الوسطية B = L/4 – L-5 ، وعرض الجوائز الطرفية والأعصاب العريضة تؤخذ B/2 - B/3

٤- **أعصاب التقوية**، من الكود صفحة 149.

- اذا كان مجاز العصب 4-6 m، يجب استخدام عصب تقوية في منتصف المجاز بتسليح متناظر لايقل عن 0.75 من تسليح العصب المتعامد معه، وعن ثلث التسليح الرئيسي في حال العصب الرابط للعصب الظفري.
- اذا زاد مجاز العصب عن 6 -10 m، يستخدم ثلاثة أعصاب تقوية، واذا المجاز عن 10m فيستخدم أعصاب تقوية بحيث لاتزيد المسافة بين محاورها عن 3 m.




٤- تحديد حمولات العصب المتكرر، والتي تتضمن:

- الوزن الذاتي لبلاطة التغطية.

$g_1=25*t_f$

- وزن العصب المتكرر.

$g_2=25*b*(t-t_f)/S \quad : b=(b_1+b_2)/2$

- وزن البلوك.

$g_3=W/(0.2*S)=10W \ (S=50\ Cm)$

- حمولة التغطية.

$g_4=2\text{-}3 \quad (kN/m^2)$

- حمولة الجدران الموجودة على البلاطة.

$g_5=1.5*W_{wall}/A$

- الحمولة الحية.

$P=2\text{-}5 \quad (kN/m^2)$

تكون حمولة البلاطة الكلية :

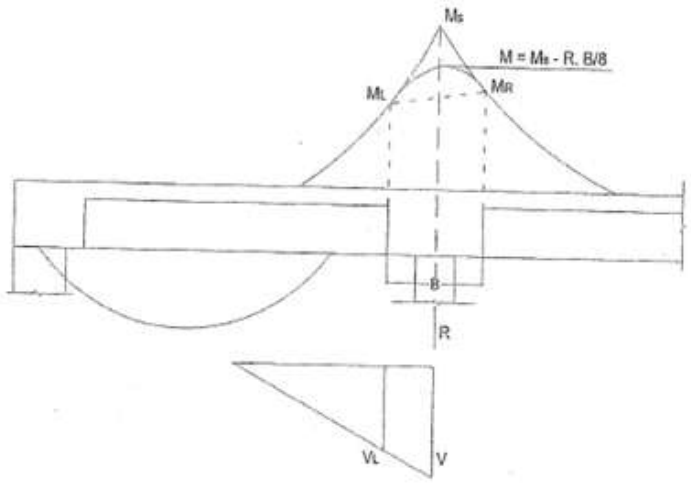
$W_u=1.4*\Sigma g+1.7P \quad (kN/m^2)$

وحمولة العصب :

$w_u=W_u*S \quad (kN/m)$

٥- تحديد العزوم والقوى التصميمية للأعصاب المتكررة وفق الطرق الانشائية المعروفة.

مع الأخذ بعين الاعتبار تدوير العزوم السالبة للاعصاب المتكررة مع الأخذ بعين الاعتبار لعرض المسند الوارد صفحة 125 في الكود.




$$M=M_s-\frac{R\cdot B}{8}$$

$M_s$ – عزم الانعطاف السالب عند محور الاستناد.

R – رد الفعل عند المسند.

B – عرض المسند.

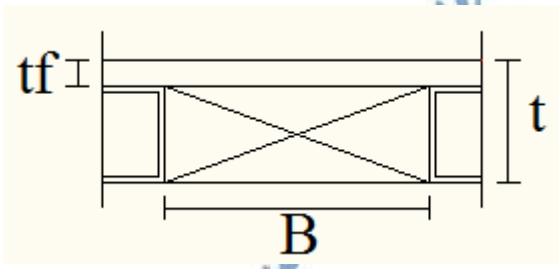
$$M_R=M_s-V_R\cdot\frac{B}{2}$$

$$M_L=M_s-V_L\cdot\frac{B}{2}$$

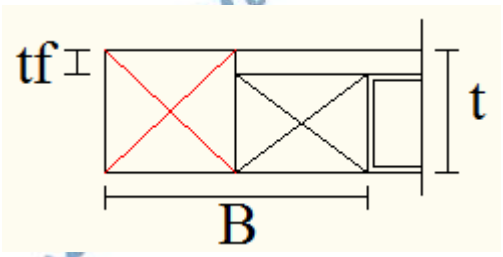
٦- حساب واختيار التسليح ورسم مقاطع طولية وعرضية، مع تفريد التسليح مع مراعاة اشتراطات التسليح صفحة 148 وملحق الكود للتفريد.

٧- تحديد حمولات الجوائز الرئيسية الحاملة.

١- فرق الوزن الذاتي للجائز:




$g_{u1}=1.4*B(25*(t-t_f)-g_2-g_3)$




$g_{u1}=1.4*(B/2*(25*(t-t_f)-g_2-g_3)+25*t*B/2)$

٢- حمولة الجدار الموجود عليه (ان وجد)

$$g_{u2}=1.4*\gamma_{wall}*(H-t)$$

٣- حمولة منقولة من البلاطة وتمثل رد فعل الأعصاب المتكررة المتعامدة مع الجائز المدروس.

$$g_{u3}=R_{Gu} / S$$

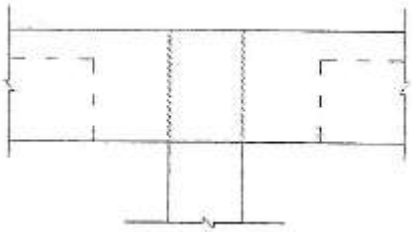
$$P_u=R_{Pu} / S$$

٨- حساب العزوم والقوى التصميمية.

٩- حساب التسليح الطولي والعرضي، ورسم مقطع طولي ومقاطع عرضية، مع تفريد التسليح، مع مراعاة اشتراطات التسليح وملحق التفريد.

١٠- التحقق من الثقب في البلاطة، يجب التحقق من عدم ثقب العمود للبلاطة وذلك بتحقيق نوعي الثقب المباشر، وغير المباشر.

١- الثقب المباشر: ويتم التحقق منه عند وجه العمود مباشرة على مساحة العمود a*b حيث محيط الثقب $b_0 = 2*(a+b)$.



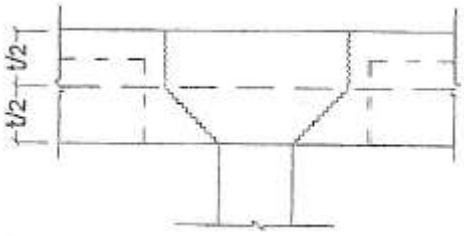
ويجب أن تتحقق العلاقة :

$$\tau_u = R / (b_0*d) \le \tau_{cu} = 0.23 (f'_c)^{1/2}$$

حيث R رد فعل العمود الذي تستند عليه البلاطة.

٢- الثقب غير المباشر: والذي يحدث على بعد d/2 من وجه العمود.

للعمود الوسطي:




يكون محيط الثقب :

$$b_0 = 2*(a+b+2d)$$

ويجب أن تتحقق العلاقة التالية :

$$\tau_u = V_u / (0.85*b_0*d) \le \tau_{cu} = 0.23 (f'_c)^{1/2}$$

حيث: $V_u = R - q(a+d)(b+d)$

q: حمولة المتر مربع واحد من البلاطة.

---

Dr. Haussam Ballout

# البلاطات المفرغة العاملة باتجاهين (المعصبة)

# Two-way Ribbed slab(Waffle slab)

هي بلاطات عاملة بالاتجاهين، فرغت أجزاء منها في كلا الاتجاهين لذلك تدعى البلاطات ذات الأعصاب بالاتجاهين.

نصادف هذه البلاطات على نوعين:

١- النوع الأول (بتباعد لايزيد عن متر) : بلاطات مفرغة ذات الأعصاب بالاتجاهين، لايزيد التباعد بين محاور أعصابها على متر واحد $a,b \leq 1m$ ويسمى هذا النوع بلاطات هوردي بالاتجاهين، حيث يمكن استعمال قوالب دائمة من البلوك المفرغ، أو قوالب دائمة من الأترنيت أو البلاستيك من أجل انشاء هذا النوع.

يستعمل هذا النوع من البلاطات لأسقف مجازاتها تتراوح بين 6-8 m، وقد تصل في بعض الحالات الى 12 m.

٢- النوع الثاني (بتباعد أكبر من متر ) : بلاطات مفرغة ذات الجوائز المتصالبة، التباعد بين محاور أعصابها أكبر من متر واحد، ويستعمل لإنشاء هذا النوع من البلاطات قوالب مؤقتة صنعت خصيصاً لهذا الغرض.

يستعمل هذا النوع من البلاطات لأسقف مجازاتها تتراوح بين 6-20 m.

## بلاطات النوع الأول- بتباعد لايزيد عن 1 m:

تحدد سماكة البلاطة من النوع الأول كما في الكود صفحة 150:

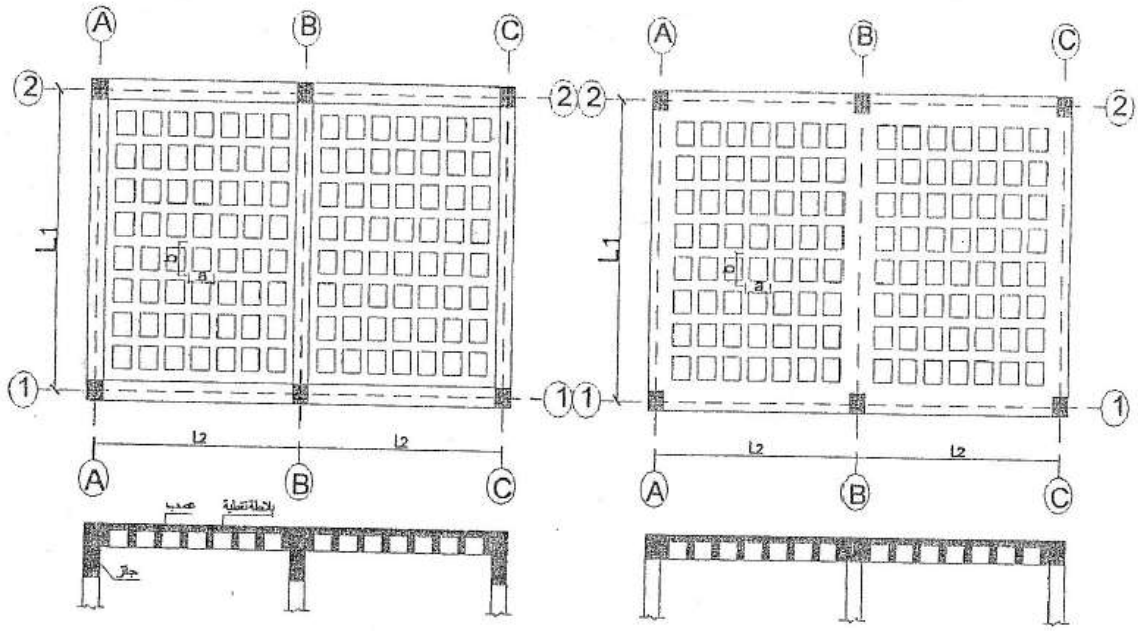
١- اذا استندت البلاطة على جدران أو جوائز يزيد ارتفاعها عن ضعفي سماكة البلاطة أو على جوائز مخفية وهذه الجوائز تستند على أعمدة في مجازها اضافة للاعمدة على زوايا البلاطة فتحدد من شرط المحيط المكافئ مقسوماً على 120.

٢- اذا استندت على جوائز ارتفاعها أقل من مثلي سماكة البلاطة فتحدد من الجدول التالي:

| موقع المجاز | المجازات الداخلية دون سقوط | المجازات الداخلية مع سقوط | المجازات الطرفية دون سقوط | المجازات الطرفية مع سقوط |
|---|---|---|---|---|
| أ- تباعد لا يتعدى 1 متر | L/27 | L/30 | L/24 | L/27 |
| ب- تباعد يتعدى 1 متر | L/22 | L/24 | L/20 | L/22 |

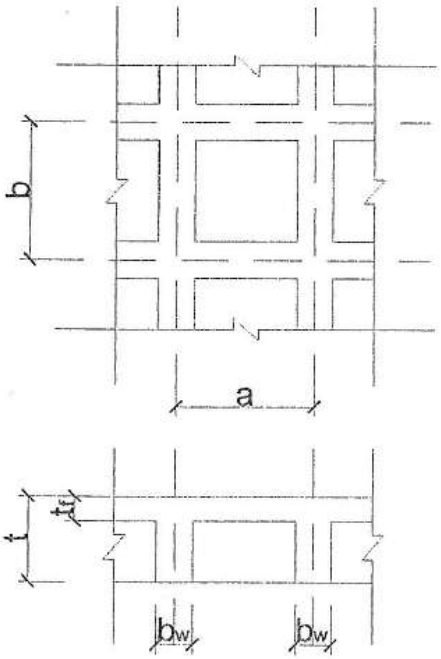
حيث L المتوسط الحسابي للمسافتين بين محاور الأعمدة في الاتجاهين المتعامدين.

تتألف بلاطة النوع الأول من العناصر التالية:




١- بلاطة التغطية والتي تحدد سماكتها كما في البلاطات المفرغة باتجاه واحد صفحة 147، وتسلّح بتسليح انشائي 5ϕ6/m بالاتجاهين.

٢- الأعصاب المتصالبة: لا يقل ارتفاعها عن سمك البلاطة المحدد سابقاً، كما لايقل عن سماكة بلاطة التغطية مضافا له 10 Cm، ولا يقل عرضة عن 10 Cm أو ثلث ارتفاع العصب.
ويطبق عليها اشتراطات مساحات التسليح الدنيا والعظمى للجوائز، أما ترتيبات التسليح كما ذكر في أعصاب الهوردي.




تحدد حمولات الأعصاب كما يلي:

- الوزن الذاتي لبلاطة التغطية.

$$g_1=25*t_f$$

- وزن العصب المتكرر.

$$g_2=25*(t-t_f)(a*b-a'*b')$$

- وزن القالب الدائم.

$$g_3=W/(a*b)$$

- حمولة التغطية.

$$g_4=2\text{-}3 \quad (kN/m^2)$$

- حمولة الجدران الموجودة على البلاطة.

$$g_5=1.5*W_{wall}/A$$

- الحمولة الحية.

$$P=2\text{-}5 \quad (kN/m^2)$$

تكون حمولة البلاطة الكلية :

$$W_u=1.4*\Sigma g+1.7P \quad (kN/m^2)$$

تحسب الحمولة على الأعصاب بالاتجاهين حسب نسبة الاستطاله r للبلاطة بايجاد قيمة المعاملات $\alpha_1$, $\alpha_2$ من الجدول صفحة 212 حسب الجوائز ساقطة أو مخفية:

**الجدول (٨-٩): معاملات توزيع الأحمال في البلاطات المفرغة باتجاهين عندما تكون الجوائز الرئيسة ساقطة**

| نسبة الاستطالة r | 0.76 | 0.80 | 0.90 | 1.00 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.8 | 2.0 | ∞ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\alpha_1$ | 0.614 | 0.575 | 0.481 | 0.396 | 0.323 | 0.262 | 0.212 | 0.172 | 0.140 | 0.113 | 0.077 | 0.053 | 0.000 |
| $\alpha_2$ | 0.207 | 0.237 | 0.316 | 0.396 | 0.473 | 0.543 | 0.606 | 0.660 | 0.706 | 0.746 | 0.806 | 0.819 | 1.000 |

**الجدول (٨-١٠): معاملات توزيع الأحمال في البلاطات ذات الجوائز المتصالبة أو البلاطات المفرغة باتجاهين عندما تكون الجوائز الرئيسة مخفية**

| نسبة الاستطالة r | 0.76 | 0.80 | 0.90 | 1.00 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.8 | 2.0 | ∞ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\alpha_1$ | 0.747 | 0.707 | 0.604 | 0.500 | 0.405 | 0.328 | 0.258 | 0.203 | 0.166 | 0.131 | 0.086 | 0.059 | 0.000 |
| $\alpha_2$ | 0.253 | 0.293 | 0.396 | 0.500 | 0.595 | 0.672 | 0.742 | 0.797 | 0.834 | 0.869 | 0.914 | 0.941 | 1.000 |

وتكون حصة الأعصاب بالاتجاه الطويل للبلاطة : $W_1 = \alpha_1*W_u*a$

وبالاتجاه القصير للبلاطة : $W_2 = \alpha_2*W_u*b$

حيث a التباعد بين محاور الأعصاب بالاتجاه الطويل، و b التباعد بين محاور الأعصاب بالاتجاه القصير.

ويتم حساب العزوم والقوى التصميمية كما في طرق التحليل الانشائي المعروفة ويمكن استخدام طريقة العوامل التقريبية للبلاطات صفحة 201.

يحسب تسليح العصب الوسطي في كل اتجاه، ويعمم على كامل الأعصاب بالاتجاه المدروس، ويتم التحقق من القص عند نهاية الأجزاء المصمته.

٣- الجوائز:

يتم نقل حمولة البلاطة للجوائز المحيطية كما في البلاطات باتجاهين عن طريق منصفات الزوايا كحمولات مثلثية وأشباه منحرفة.

## بلاطات النوع الثاني- بتباعد يزيد عن 1 m:

تحدد سماكة البلاطة من النوع الثاني والتي تستند على جوائز من سمك البلاطة ذاتها، بحيث لا تقل عن L/20- L/24 كما في الجدول صفحة 151.

| موقع المجاز | المجازات الداخلية دون سقوط | المجازات الداخلية مع سقوط | المجازات الطرفية دون سقوط | المجازات الطرفية مع سقوط |
|---|---|---|---|---|
| أ- تباعد لا يتعدى 1 متر | L/27 | L/30 | L/24 | L/27 |
| ب- تباعد يتعدى 1 متر | L/22 | L/24 | L/20 | L/22 |

حيث L المتوسط الحسابي للمسافتين بين محاور الأعمدة في الاتجاهين المتعامدين.

أما البلاطة المستندة على جوائز محيطية بعمق لايقل عن ضعفي سمك الجوائز المتصالبة، أو على جوائز محيطية من سمك الجوائز المتصالبة ومسنود على أعمدة اضافية غير أعمدة الزوايا فلا يقل سمكها عن المحيط المكافئ مقسوماً على 90.

تتألف البلاطة من :

١- بلاطة التغطية : والتي يتم تحديد سماكتها وتسليحها كما في البلاطة المصمتة باتجاهين.

٢- الجوائز المتصالبة : يتراوح التباعد بين محاورها بين 1- 2 m وتدرس كما في أعصاب بلاطات النوع الأول مع **الفروقات التالية:**

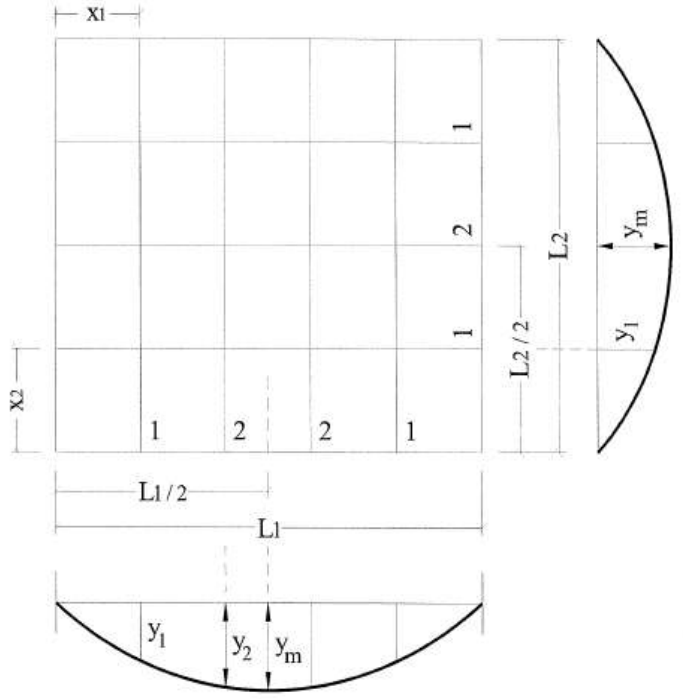
أ- تحدد حمولات الجوائز بنفس طريقة حمولة الأعصاب، مع اهمال حمولة القوالب كونها مؤقتة، وأخذ المعاملات $\alpha_1$ , $\alpha_2$ من (٨-١٠) صفحة 212.

ب- يمكن تخفيض العزوم الموجبة والسالبة بنسبة 20 % نظراً للصلابة الكبيرة للبلاطة، مع عدم تخفيض قوى القص.

ت- يتم تخفيض تسليح الأعصاب باتجاه المساند وفق نسب التخفيض الواردة في الكود صفحة 213.

٣- الجوائز الرئيسية : تدرس كما في جوائز البلاطات من النوع الأول.

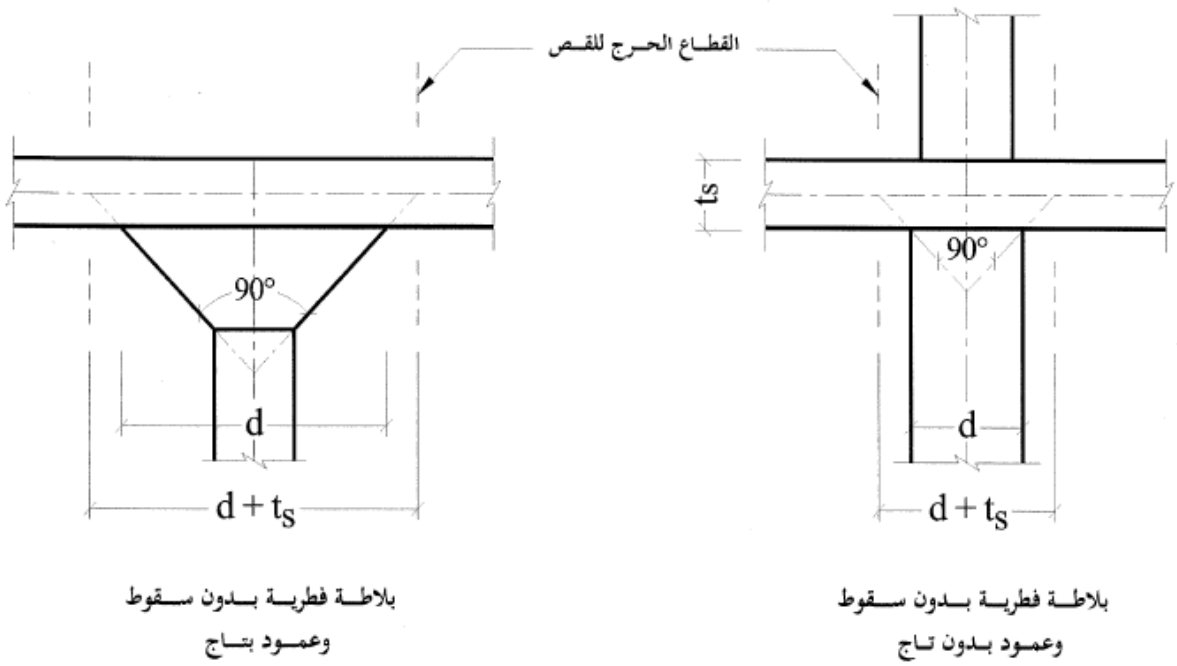
| عدد الجوائز بالاتجاه $L_1$ أو $L_2$ | رقم العصب المدروس | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 1.00 | . | . | . | . | . |
| 2 | 0.869 | . | . | . | . | . |
| 3 | 0.712 | 1.000 | . | . | . | . |
| 4 | 0.594 | 0.952 | . | . | . | . |
| 5 | 0.506 | 0.869 | 1.000 | . | . | . |
| 6 | 0.440 | 0.787 | 0.976 | . | . | . |
| 7 | 0.388 | 0.712 | 0.928 | 1.000 | . | . |
| 8 | 0.347 | 0.648 | 0.869 | 0.986 | . | . |
| 9 | 0.314 | 0.590 | 0.812 | 0.952 | 1.000 | . |
| 10 | 0.286 | 0.547 | 0.748 | 0.914 | 0.992 | . |
| 11 | 0.262 | 0.506 | 0.712 | 0.869 | 0.967 | 1.000 |
| 12 | 0.242 | 0.470 | 0.667 | 0.822 | 0.935 | 0.993 |

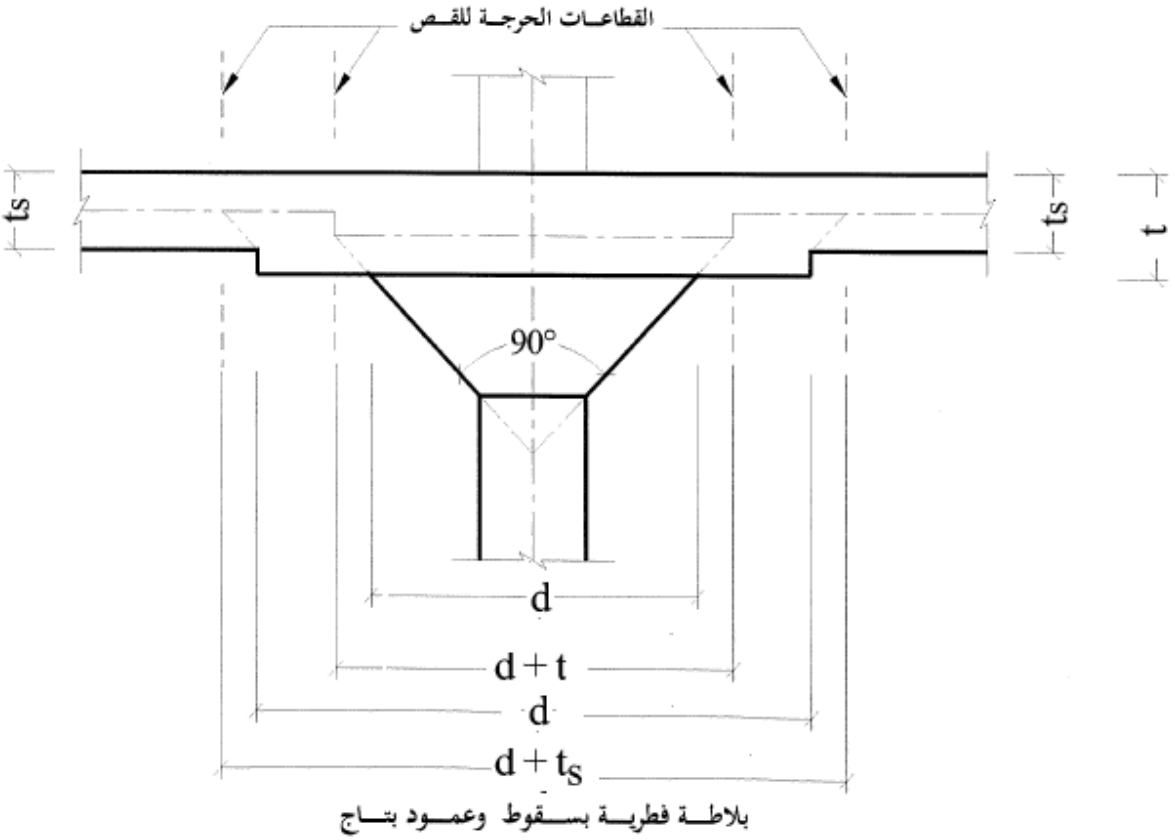


# البلاطات الفطرية- Flat slab

هي بلاطات مصمته غالباً، تستند على أعمدة دون سقوط، أو على أعمدة مع سقوط، أو أعمدة مع تيجان دون سقوط، أو أعمدة مع تيجان وسقوط.

في هذا النوع من البلاطات يتم التحقق من الثقب بشكل أساسي وفق المقاطع المبينة أدناه، والواردة في الكود صفحة 153.



تتميز هذه البلاطات بسهولة تنفيذ القالب الخشبي، وسهولة تنفيذ الأعمال الميكانيكية، وامكانية تغير الوظيفة الاستثمارية للمبنى دون صعوبات والاستثمار الأمثل لكامل الارتفاع الطابقي، وعدم اضطراب حركة الهواء تحت السقف ممايجعلها مناسبة في منشآت التبريد.

نعرف في البلاطة الفطرية مايلي:

$L_1$ = طول الفتحة (الباكية) (مقيساً من محاور الأعمدة).

$L_2$ = عرض الفتحة (الباكية) (مقيساً من محاور الأعمدة).

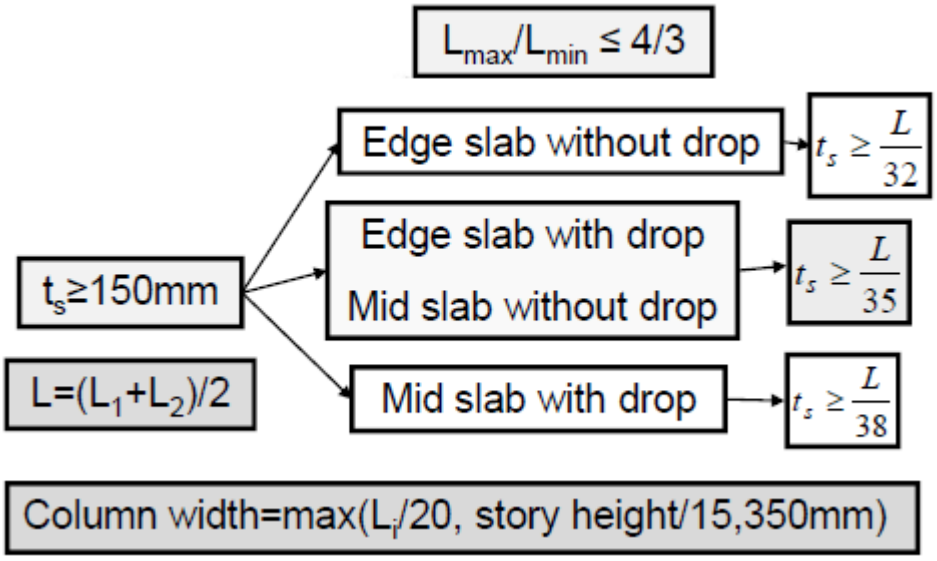
$L$ = المتوسط الحسابي للقياسين $L_1$ و $L_2$ أي: $\frac{L_2 + L_1}{2}$ .

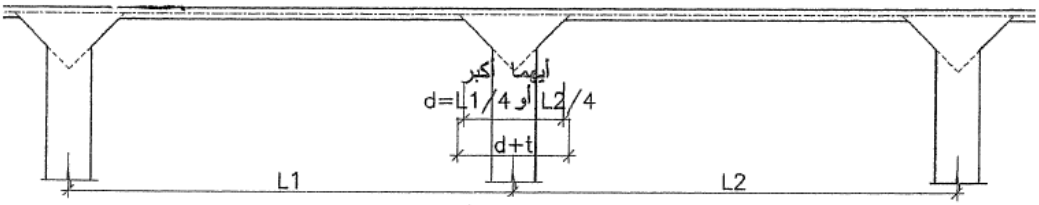
$d$ = قطر تاج العمود، أو قطر أكبر دائرة يمكن رسمها داخل قطاعه.

$w$ = الحمل الكلي لوحدة المساحة من الفتحة ( تؤخذ $w_u$ في حالة الحساب وفق حد الانهيار).

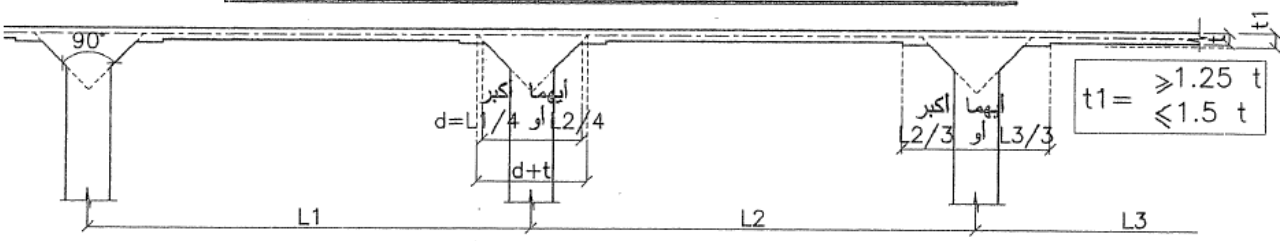
$t_s$ = السمك الكلي للبلاطة.

## الاشتراطات البعدية للبلاطة الفطرية: واردة في الكود صفحة 154



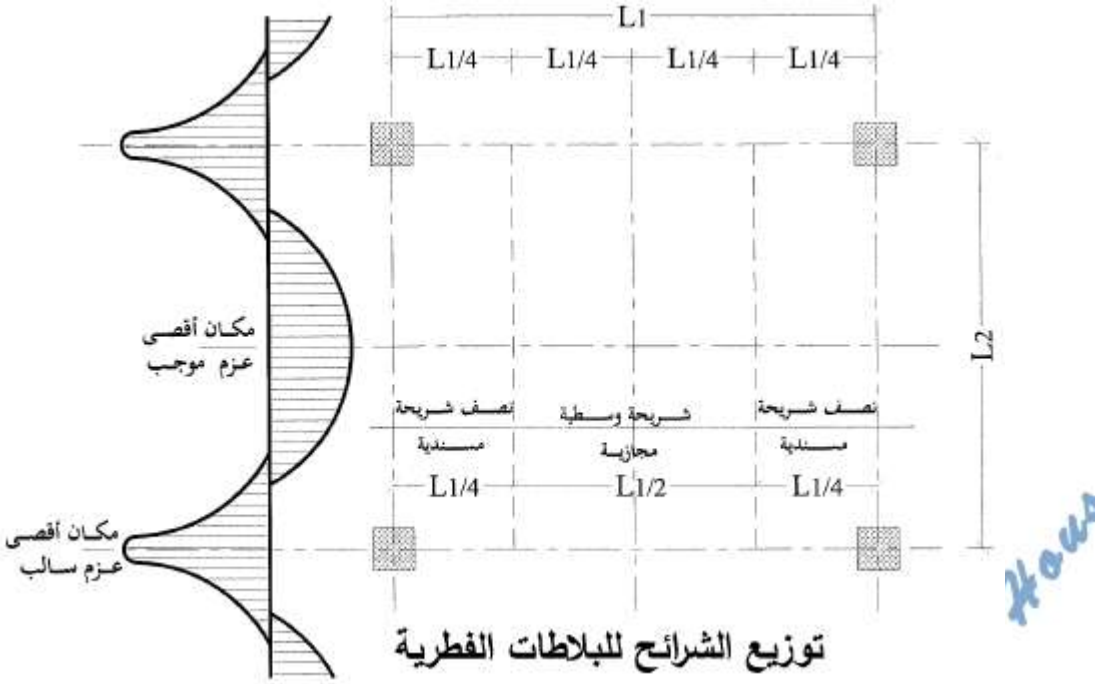




بلاطة فطرية بدون سقوط وعمود بتاج




بلاطة فطرية بسقوط وعمود بتاج

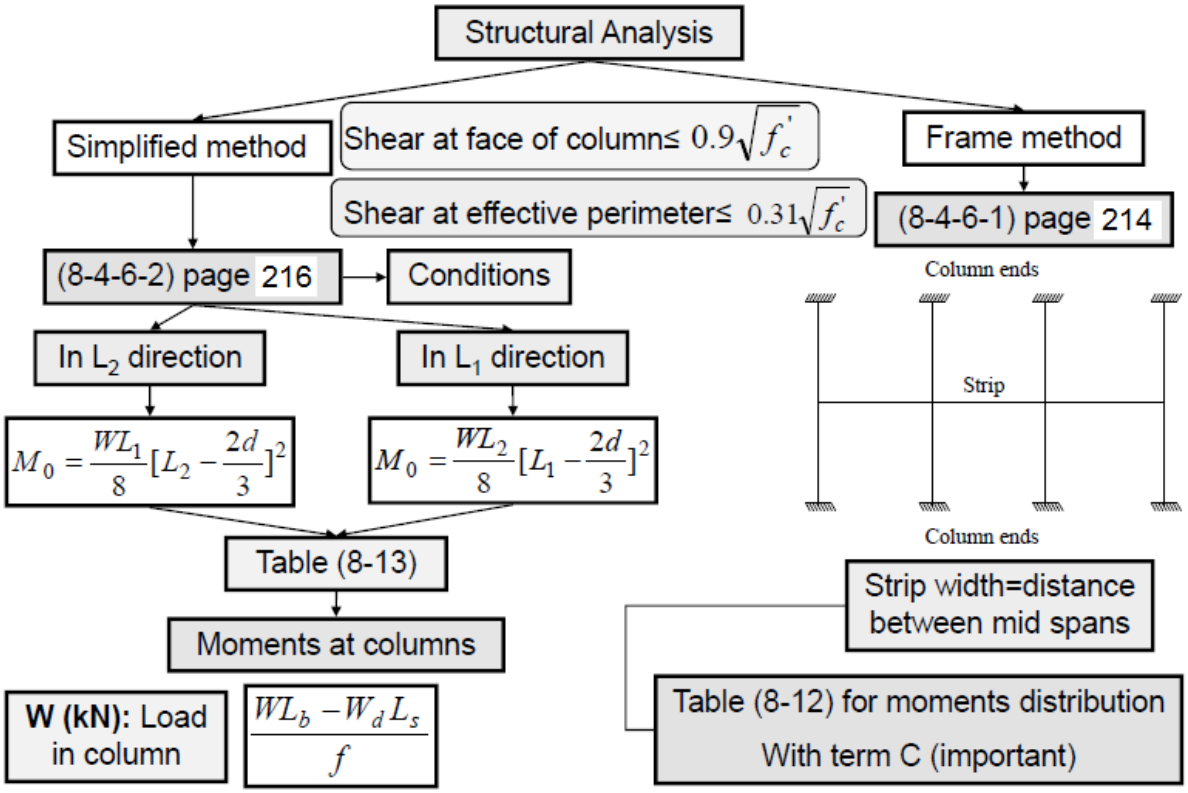
لدراسة البلاطة الفطرية، يتم تقسيمها الى شرائح وسطية مجازية، وشرائح مسندية ونصف مسندية كما في الشكل صفحة 155.




توزيع الشرائح للبلاطات الفطرية

وتؤخذ اشتراطات التسليح في البلاطات الفطرية كما في البلاطات المصمته باتجاه واحد، أما ترتيبات التسليح فكما وردت في الكود صفحة 156-155، وكما وردت في ملحق الكود الخاص بالرسومات.

## تحليل البلاطة الفطرية: واردة في الكود صفحة 214-218



يمكن تحليل البلاطة الفطرية باحدى طريقتي الكود باعتبار البلاطة الفطرية كهياكل (إطارات مستمرة) pag 214-215، أو بطريقة الحساب الإفتراضي للبلاطة الفطرية pag 216-217

**٨-٤-٦-٢- الحساب الافتراضي للبلاطات الفطرية المعرّضة لأحمال منتظمة التوزيع:**

**أ - حدود استعمال الطريقة:**

١) أن تحتوي البلاطات الفطرية على مجموعة من الوحدات المستطيلة ذات السمك الثابت تقريباً، والمرتبة في ثلاثة صفوف على الأقل في اتجاهين متعامدين، وعلى ألا تزيد نسبة طول كل وحدة إلى عرضها، عن 4 إلى 3.

٢) ألا تختلف أطوال وعروض كل وحدتين متجاورتين في كل مجموعة بأكثر من 10% من أكبر طول أو عرض، وعلى ألا تختلف المجازات المتباعدة بعضها عن بعض في المجموعة بأكثر من 20% من المجاز الأكبر. يجوز أن تكون المجازات الطرفية أقصر من المجازات الداخلية، ولا يجوز أن تكون أطول منها. في حالة اختلاف المجازات المتجاورة يجب دائماً أخذ طول المجاز الأكبر في حساب عزوم الانحناء السالبة فوق المساند.

٣) ألا يقلّ السقوط (إن وُجد) في كل اتجاه، عن $\frac{1}{3}$ طول المجاز في الاتجاه ذاته. أما في الوحدات الخارجية فيجب أن يكون عرض السقوط (عمودياً على الطرف غير المستمر) مقيساً من محور الأعمدة، مساوياً لنصف عرض السقوط للوحدات الداخلية. وألا يزيد سمك السقوط من السطح العلوي للبلاطة عن $1\frac{1}{2}$ سمك البلاطة، وألا يقلّ عن $1\frac{1}{4}$ سمكها.

**ب- القطاعات الحرجة:**

تعدّ العزوم المحسوبة بهذه الطريقة، مُطبّقة على القطاعات الحرجة المشار إليها في البند (٨-٤-٦-١- د)، وتستعمل قيم العزوم في حساب هذه القطاعات دون تعديل.

**ج- عزوم الانحناء في وحدات البلاطات الفطرية:**

تحسب قيمة عزم الانحناء الكلي $M_0$ في الاتجاه $L_1$ في كل مجاز من العلاقة الآتية:

$$M_0 = \frac{wL_2}{8}\left[L_1 - \frac{2d}{3}\right]^2$$

حيث دلالة كل من w، $L_1$، $L_2$، d كما سبق تعريفها في البند (٧-٣-٦-١).

أما في الاتجاه L2، فتحسب قيمة العزم من علاقة مشابهة، تستبدل فيها L2 بـ L1 و L1 بـ $L_2$. بعد ذلك يتم تقسيم $M_0$ بين الشرائح الوسطية والمسندية في الاتجاه المعتمد، بالنسب المئوية المعطاة في الجدول (٨-١٣).

**الجدول (٨-١٣): توزيع عزوم الانحناء في وحدات البلاطات الفطرية كنسبة مئوية من ($M_0$)**

| الشريحة | تاج العمود | نوع الارتكاز الطرفي * | الباكية الخارجية | | الباكية الداخلية | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | عزم سالب | عزم موجب | عزم سالب | عزم موجب |
| الشريحة المسندية | بسقوط | A | 45 | 25 | 50 | 20 |
| | | B | 35 | | | |
| | دون سقوط | A | 40 | 30 | 45 | 25 |
| | | B | 30 | | | |
| الشريحة المجازية | بسقوط | A | 10 | 20 | 15 | 15 |
| | | B | 20 | | | |
| | دون سقوط | A | 10 | 20 | 15 | 15 |
| | | B | 20 | | | |

* أنواع الارتكازات الطرفية:

A دون جوائز.

B جوائز بعمق كلي يساوي أو أكبر من ثلاثة أمثال سمك البلاطة.

د- عند حساب القطاع المعرّض لعزم انحناء سالب في الشريحة المسندية، يُراعى ما يلي:

١) يُؤخذ العرض الحسابي للقطاع، مساوياً إلى $\frac{3}{4}$ عرض الشريحة، في حال عدم وجود سقوط، أو إلى عرض السقوط، إن وُجد.

٢) يُؤخذ الارتفاع الفعّال للقطاع مساوياً إلى الارتفاع الفعّال للبلاطة، في حال عدم وجود سقوط أو إلى الارتفاع الفعّال للسقوط، إن وُجد .

هـ- يُراعى في توزيع التسليح العلوي ضمن الشريحة المسندية ما ورد في الفقرة (٨-٤-٦-١-هـ)، والفقرة (٧-٣-٦-٤ ).

**و- عزوم الانحناء المطبّقة على الأعمدة:**

١) تحسب الأعمدة الداخلية والخارجية على القوى الناظمية المطبّقة عليها، إضافة إلى عزوم انحناء تساوي قيمتها إلى ما يلي:

$$\frac{W.L_b - W_d.L_s}{f}$$

حيث: W = الحمل الكلي على وحدة البلاطة ذات المجاز الأكبر على طرفي العمود المدروس.

$W_d$ = الحمل الميّت على وحدة البلاطة ذات المجاز الأصغر على طرفي العمود المدروس.

$L_b$ = المجاز الأكبر على طرفي العمود المدروس.

$L_s$ = المجاز الأصغر على طرفي العمود المدروس، ويُؤخذ مساوياً إلى الصفر في حالة العمود الطرفي.

f = 30 في حالة العمود الطرفي، أو 40 في حالة العمود الداخلي.

ز- عزوم الانحناء في نصف الشريحة المسندية الطرفية:

عندما ترتكز البلاطة على جائز طرفي لا يقلّ عمقه الكلي عن 3 أمثال سمك البلاطة، يُحسب الجائز على حمل كلي موزّع بانتظام مساوٍ إلى 0.25 الحمل الكلي للوحدة المجاورة للجائز. وتؤخذ عزوم الانحناء المؤثرة على نصف الشريحة المسندية الطرفية المحاذية للجائز مساوية 0.25 القيم المعطاة في الجدول (٨-١٣) بالنسبة لشريحة مسندية عادية، وكذلك الأمر بالنسبة لنصف الشريحة المسندية الطرفية المحاذية لطرف البلاطة، في حال استناد هذا الطرف على جدار مصبوب بشكل مستمر مع البلاطة. أما في الحالات الأخرى التي يكون استناد طرف البلاطة فيها على جدار غير مستمر مع البلاطة، أو عندما يكون هذا الطرف حرّاً غير مسنود، فتؤخذ عزوم الانحناء على نصف الشريحة المسندية الطرفية المحاذية لهذا الطرف، مساوية 0.5 القيم المعطاة في الجدول (٨-١٣) بالنسبة لشريحة مسندية عادية.

## ٨-٤-٦-٣- القص في البلاطات القطرية:

تحقق القطاعات الحرجة على القص المبينة في الشكل (٥-٤)، وبحيث لا تتعدى قيمة الإجهادات المماسية الناتجة عن القيمة الحدية للقص، القيمة المسموح مقاومتها بالبيتون:

الإجهاد المماسي الحدي $\tau_u = \dfrac{V_u}{0{,}85 \cdot b_o \cdot d} \le \tau_{cu}$

حيث: $V_u$ – قوة القص القصوى (الحدية).

$b_o$ – محيط القص.

d – الارتفاع الفعّال.

$\tau_{cu}$ – تُؤخذ من العلاقة: $\tau_{cu} = \left(0{,}16 + \dfrac{a}{3b}\right) \cdot \sqrt{f_c'} \le 0{,}31\sqrt{f_c'}$ pag 259

a,b – بعدي تاج العمود.

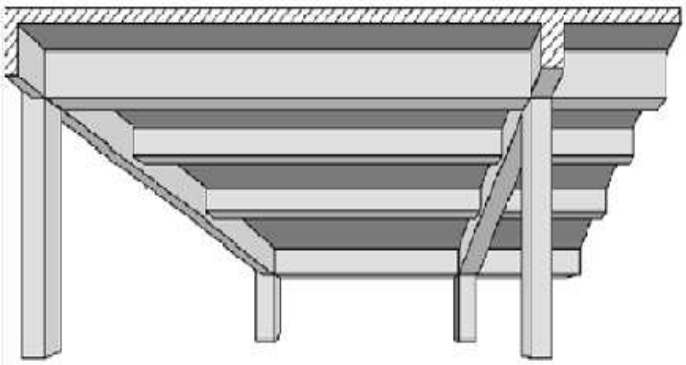
Dr. Hussam Ballout

# الجوائز البسيطة والمستمرة

# Simply and Continuous Beams

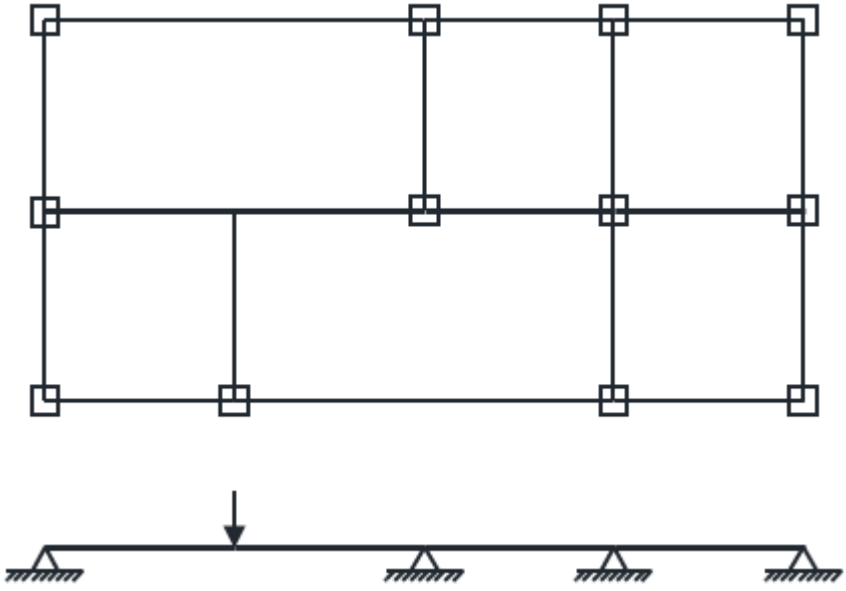
## مقدمه

تستند الجوائز على الأعمدة، أو جوائز رئيسية تحتها وتأخذ حمولاتها حمولاتها من البلاطات التي تعلوها، كما في الشكل.



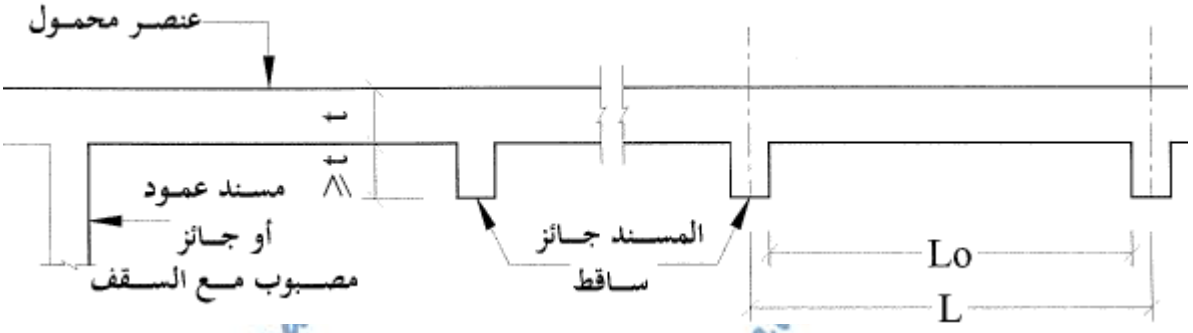
يتم دراسة الجوائز وفق مايلي:

**1- تحديد الجملة الإنشائية** للجائز ويتم ذلك من مسقط الكوفراج.



## 2- تحديد المجازات الفعالة : تحدد من الكود pag 121

ففي الجوائز **المستمرة** المحمولة على أعمدة او جوائز لايقل ارتفاعها عن ضعفي الجائز المحمول ( حالة الصب المستمر).



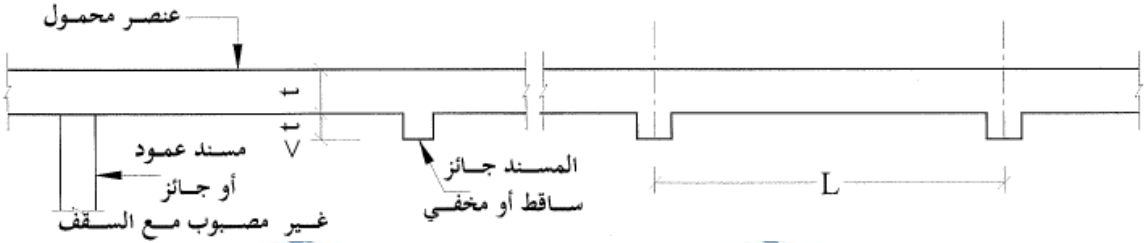

تؤخذ القيمة الأصغر ممايلي:

١) المسافة بين محوري الركيزتين (L).

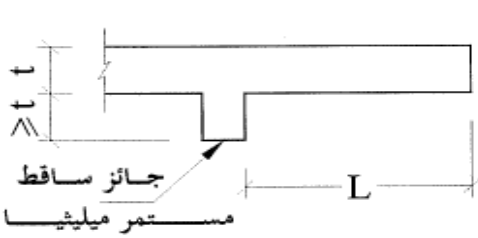
٢) المسافة الحرة بين الركيزتين ($L_0$) مضافاً إليها العمق الفعال d .

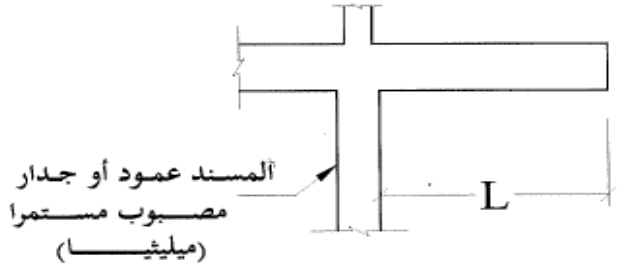
٣) المسافة الحرة بين المسندين مضروبة بالمعامل 1.05 .

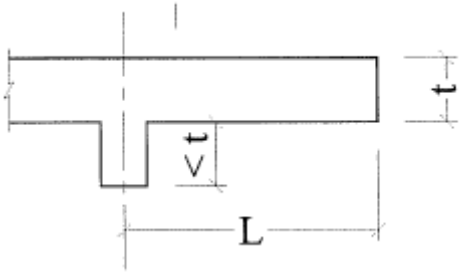
أما الجوائز المحمولة على جدران او جوائز ارتفاعها اقل من ضعفي ارتفاع الجوائز المحمولة فتؤخذ المجازات الفعالة مساوية لـ L بين محاور الإستناد (حالة الصب غير المستمر).




أما في الجوائز **الظفرية** فتؤخذ مساوية لطول المجاز الحر للظفرفي حال استناده على عمود أو جائز لايقل ارتفاعه عن ضعفي الجائز المحمول.




ويؤخذ مساويا للمسافة بين محو الإستناد وطرف الظفر الحر في حال الاستناد على جائز يقل عن ضعفي ارتفاع الجائز المحمول.

## 3- تحديد حمولات الجائز:

تشمل:

1- الوزن الذاتي للجائز، وذلك بعد تحديد عرض الجائز، وارتفاعه من الكود pag 132.

2- حمولة الجدار المحمول على الجائز (ان وجد).

تؤخذ أوزان الجدران من ملحق الأحمال pag 14، أو من الجدول :

| | | | |
|---|---|---|---|
| سماكة الجدار بـ Cm | 10 | 15 | 20 |
| وزن الجدار دون طينة $kN/m^2$ | 1.5 | 2.2 | 2.8 |
| وزن الجدار مع طينة $kN/m^2$ | 2.38 | 3.08 | 3.68 |

3- حمولة منقولة من البلاطة وتؤخذ حسب عمل البلاطة ونوعها pag 195.

4- حمولة مركزة في حال استناد جائز على جائز.

## 4- ايجاد مخططات العزوم والقص التصميمية للجائز:

1. $\frac{P_u}{G_u} \leq \frac{1}{3}$ حمولة حيّة مصعّدة / حمولة ميّتة مصعّدة — فلا داعي لدراسة عدّة حالات تحميل، ونكتفي بدراسة حالة تحميل وحيدة، وهي وضع كامل الحمولات الميّتة والحيّة (مصعّدة) على الجائز.

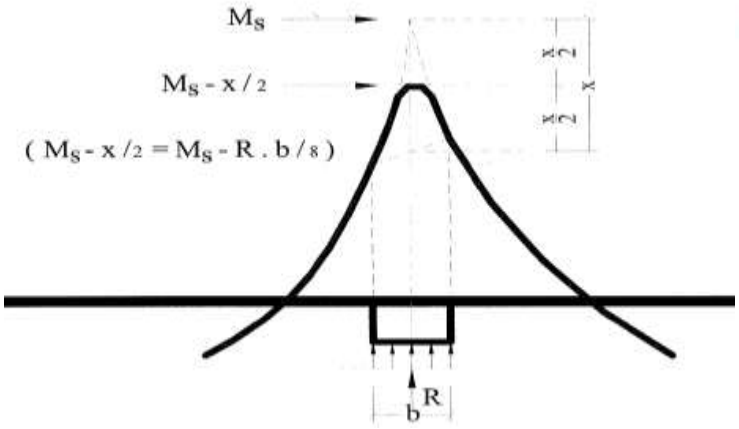
2. $2 \geq \frac{P_u}{G_u} > \frac{1}{3}$ — نكتفي بدراسة حالات التحميل الأساسية (المذكورة في الصفحة 194)، حيث تحميل الفتحة المدروسة بالحمولة الحيّة وبقيّة الفتحات بالتناوب، تعطينا أكبر عزم موجب وأكبر قص، وتحميل فتحتين متجاورتين بالحمولة الحيّة وبقيّة الفتحات بالتناوب، تعطينا أكبر عزم سالب وأكبر رد فعل عند المسند بين الفتحتين.

3. $\frac{P_u}{G_u} > 2$ — يتم دراسة جميع حالات التحميل الممكنة (الحالات الأساسية+الحالات الغير مألوفة).

ويمكن اعتماد الطريقة المبسطة لإيجاد القوى الداخلية الواردة في الكود pag 197.

ملاحظات:

1- يتم تخفيض العزوم السالبة المحسوبة بطرق انشائية مرنة بنسبة % 20 - 15 وزيادة العزوم الموجبة بنسبة تتناسب مع التخفيض، ولا يجوز تخفيض العزم السالب للظفر.




2- يتم تدوير العزوم السالبة عند المساند العريضة وفق الكود pag 125 واعتماد قيمة العزم المدور.

وسيكون تأثيرها واضحا في بلاطات الهوردي، حيث تستند الأعصاب على جوائز عريضة.

يتم التدوير في حال الصب غير المستمر فقط.

## 5- حساب التسليح اللازم:

يتم حساب التسليح الطولي والعرضي اللازمين لمقاومة الإنعطاف والقص، وفق طرق التصميم المعروفة وتحقيق شروط التسليح الخاصة بالجوائز مع تفريد الجوائز وفق ملحق الكود الخاص بالتفريد.

(تحديد bf من pag 134- حساب تسليح مقطع مستطيل احادي التسليح pag 240)

حساب أطوال التماسك الأساسية:

يحدد الكود العربي السوري أطوال التماسك لقضبان التسليح pag 293

**١١-٣-١- طول التثبيت الأساسي في حالة الشدّ $L_b$ (التسليح المستقيم).**

**أ - القضبان العالية التماسك (ذات النتوءات):**

$$\text{Min } L_b = 0.016 \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}} \phi^2 \geq 0.075 \phi f_y$$

أو 300 mm، أيهما أكبر.

على ألا يزيد قطر القضيب المستعمل على 35 mm.

حيث $\phi$, $l_b$ بـ mm و $f_y$، $f`_c$ بـ MPa.

**ب- القضبان الملساء:**

$$\text{Min } L_b = 0.79 \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}} \phi \geq 0.15 \phi f_y$$

أو 300 mm، أيهما أكبر.

حيث $\phi$, $l_b$ بـ mm و $f_v$، $f`_c$ بـ MPa.

**ج- يُعدّل الطول الأساسي** المذكور في الفقرتين (أ) و (ب) أعلاه، بضربه بواحد أو أكثر من المعاملات المذكورة في الجدول (١١-١)، والتي تعتمد على نوعية قضيب التسليح، ومكان استعماله.

| نوعية قضيب التسليح ومكان استعماله | المعامل |
|---|---|
| قضيب علوي (يزيد سمك الخرسانة تحته على 300mm) | 1.40 |
| كل قضيب من رزمة مؤلفة من قضيبين | 1.2 |
| كل قضيب من رزمة مؤلفة من ثلاثة قضبان | 1.40 |
| أسياخ تزيد مساحة مقطعها على متطلبات العزم الحالي (المنعطف) | 1.1 × مساحة قطاع التسليح اللازم / مساحة قطاع التسليح الفعلي |
| كل قضيب خلاف ذلك | 1.00 |

**١١-٣-٢- طول التثبيت الأساسي في حالة الضغط (التسليح المستقيم):**

**أ - القضبان العالية التماسك (ذات النتوءات):**

$$\min L'_b = 0.253 \frac{f_y}{\sqrt{f'}} \phi \geq 0.05 ( f_y \phi )$$

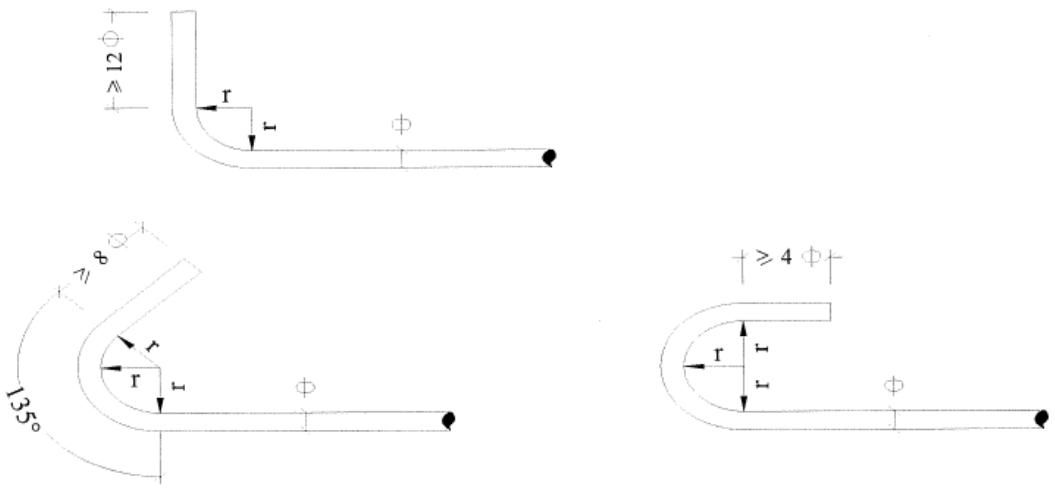
**ب- القضبان الملساء:**

$$\min L'_b = \frac{2}{3} L_b$$

حيث: $L_b$ تؤخذ من البند (١١-٣-١- ب).

**ملاحظة:** يتم حساب أطوال التماسك في الأعمدة لاحتمال حصول إجهادات شد فيها وذلك في حالة الزلازل.

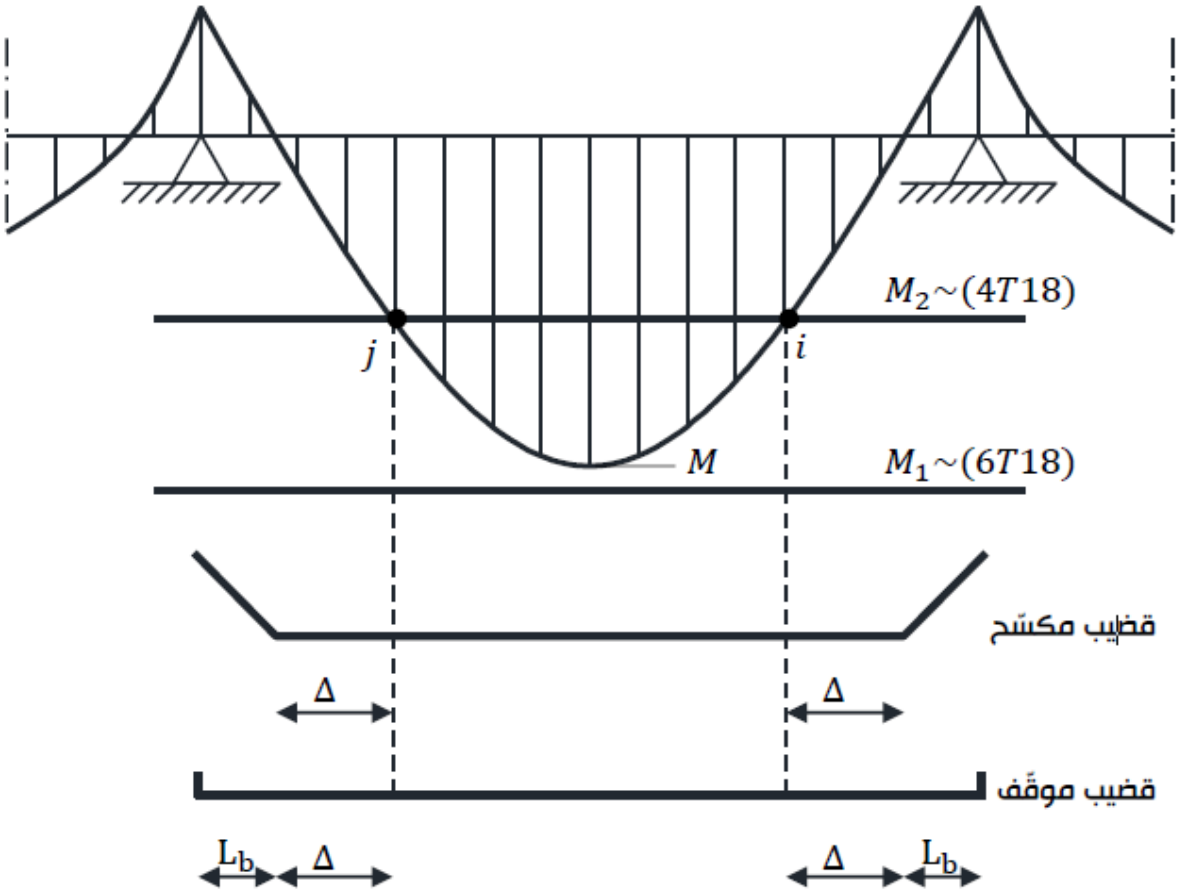
كما تعمل العكفات النظامية على زيادة طول التماسك عندما يتعذر تأمين طول الإرساء المستقيم كما في الشكل:




ويحدد نصف قطر العكفة مقيساً من المولد الداخلي للقضيب كما في الجدول:

| مكان العكفة | صلب أملس طري | صلب ذو نتوءات عالي المقاومة |
|---|---|---|
| نهاية إسوارة | 2 ϕ | 2.5 ϕ |
| نهاية قضيب مشدود | 2.5 ϕ | ( 3 إلى 5) ϕ |

## حساب تكسيح و إيقاف القضبان الطولية بطريقة دقيقة:




حيث Δ تؤخذ من pag 299:

$$\Delta = max\ of \begin{cases} 12\phi \\ d \quad \text{أو} \quad d/2 \end{cases}$$

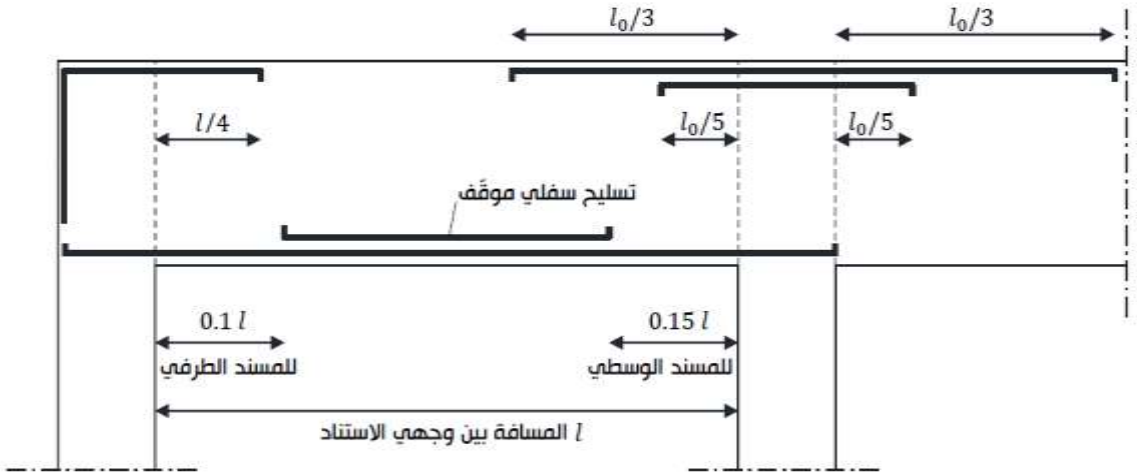
$\tau_{ou} \neq 0$ عندما ← $12\phi$

$\tau_{ou} = 0$ عندما ← $d/2$

أما $l_b$ طول التماسك فيؤخذ من الكود pag 293

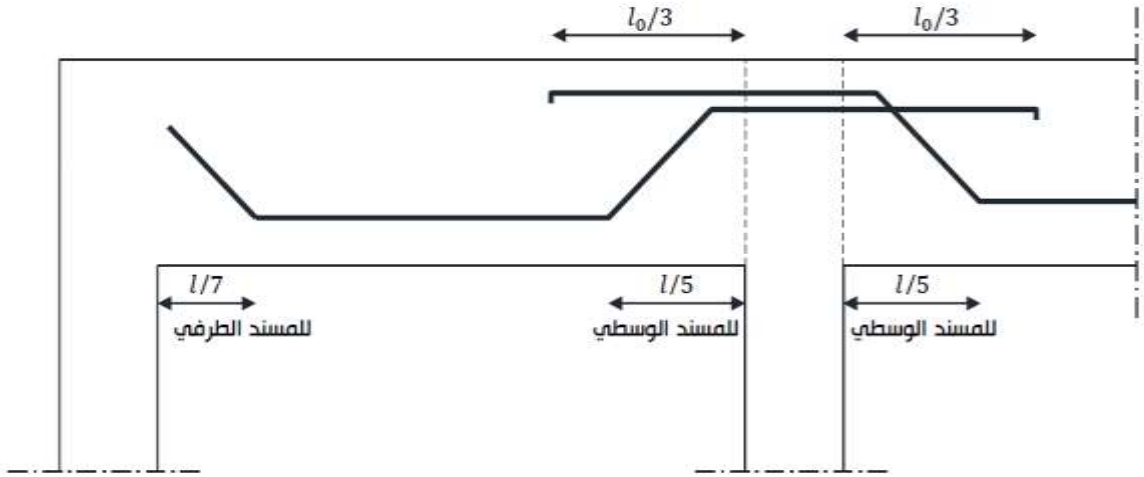
## حساب تكسيح وإيقاف القضبان الطولية بطريقة تقريبية:

### إيقاف التسليح

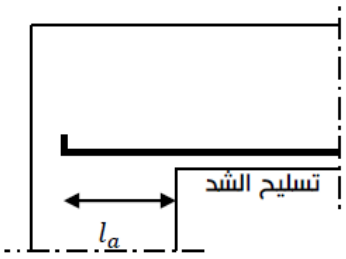



حيث $l_0$ هو المسافة الأكبر بين وجهي الاستناد للفتحة يمين المسند أو يسار المسند.

### تكسيح التسليح



## تحقيق دخول قضبان الشد الرئيسية في المسند الطرفي: pag 300




لتحقيق شروط دخول قضبان الشد الرئيسية الى المساند

نحقق احدى مجموعتي الشروط التالية:

الطريقة الأولى:

1. مساحة التسليح الداخلة للمسند أكبر أو تساوي نصف مساحة التسليح في وسط المجاز
2. $l_a \geq L_b - \frac{M_u}{V_u}$

$M_u$ العزم الذي يتحمّله التسليح الواصل للمسند دون الضرب بـ $\Omega$ : $M_u = A_s . f_y . \underbrace{(0.9d)}_{\text{الذراع}}$.

$L_b$ طول التماسك 293

$V_u$ قوّة القص الحدّية عند المسند (رد فعل المسند).

3. $l_a \geq max\ of \begin{cases} 12\ \phi + \frac{b_s}{2} \\ 12\ \phi + \frac{d}{2} \\ 30\ \phi \end{cases}$

$b_s$ عرض المسند.

$d$ الارتفاع الفعّال للمقطع.

$\phi$ قطر التسليح.

الطريقة الثانية:

1. مساحة التسليح الداخلة للمسند أكبر أو تساوي نصف مساحة التسليح في وسط الجائز.
2. مساحة التسليح الواصلة للمسند $A_s$

$$A_s \geq \frac{V_u}{0.9\ f_y}$$

3. لا يقل طول الإرساء المستقيم للقضبان ضمن المسند عن $25\ \phi$ (في حال عدم وجود عكفة)

$$l_a \geq 25\ \phi$$

ملاحظة: إذا لم يسمح عرض المسند بهذه المسافة، عندها تنتهي قضبان التسليح بعكفة نظامية، تبدأ استدارتها بعد محور الاستناد. (تنفيذياً نرفع القضبان مسافة $40\ \phi$، حيث أنّ هذه الاشتراطات نظرية فقط).

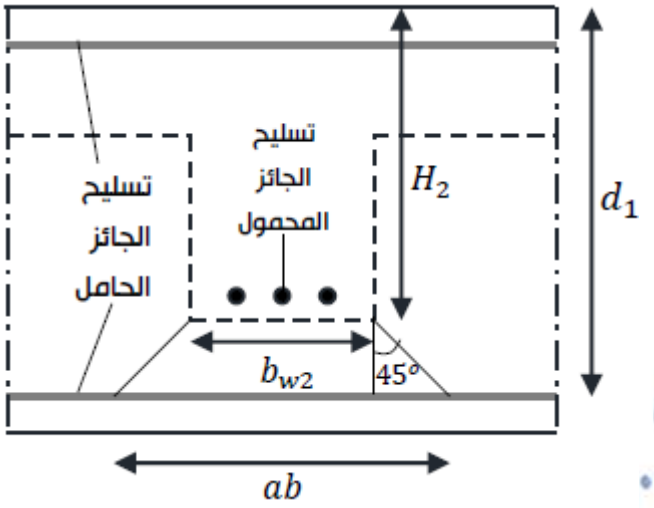
## حساب التسليح اللازم عند استناد جائز ثانوي على جائز رئيسي:

يتم مقاومة الاجهادات المماسية الناجمة من استناد جائز على جائز باستخدام احدى الطريقتين التاليتين:

### استخدام أساور شاقولية اضافية:

يتم توزيع أساور عرضية اضافية على مسافة انتشار الحمولة ab:

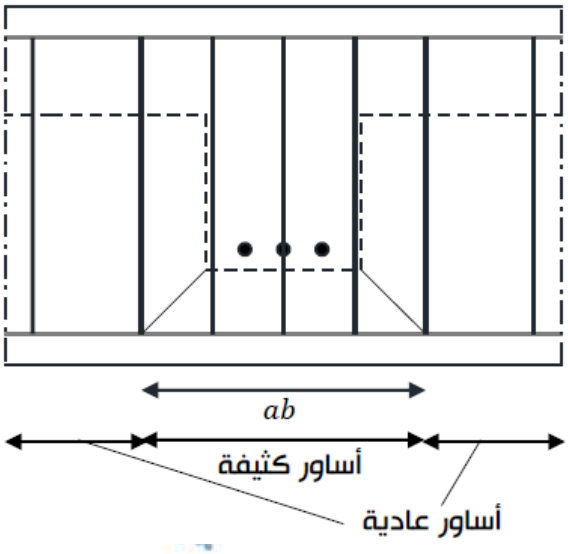
$$ab = b_{w2} + 2\,(d_1 - H_2)$$



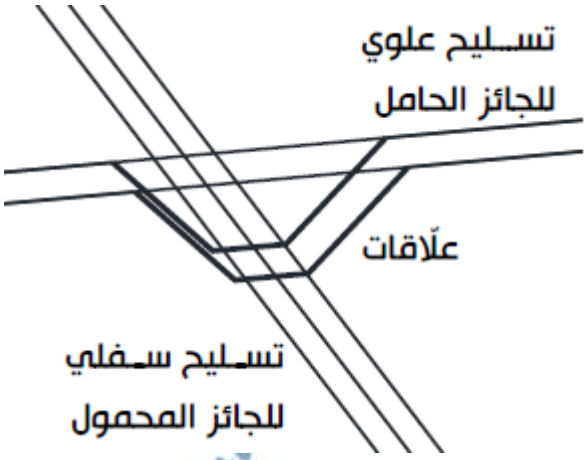

تحسب مساحة أفرع الأساور من العلاقة :

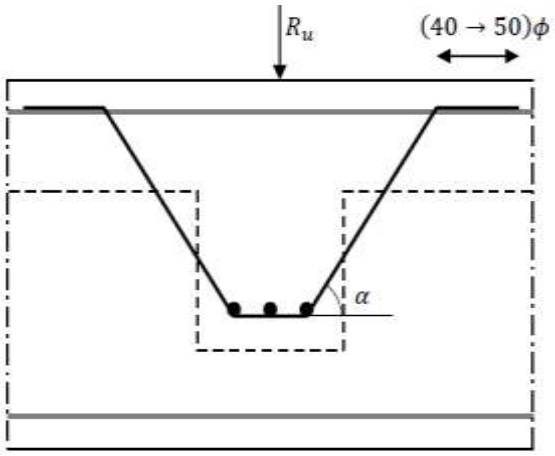
$$A_s = \frac{R_u}{0.9\,f_{ys}}$$

$$A_s = 2\,a_s.n$$

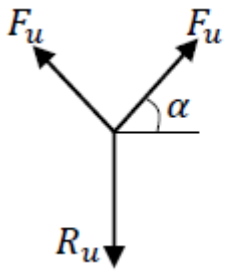


## استخدام علاقات V حاملة لقضبان التسليح الطولي في الجائز الثانوي:




يتم حساب مساحة أفرع العلاقات من العلاقة التالية:




$$F_u = \frac{R_u}{2.\sin\alpha}$$

$$A_s = \frac{F_u}{0.9\, f_y}$$