طلابي الأعزاء:

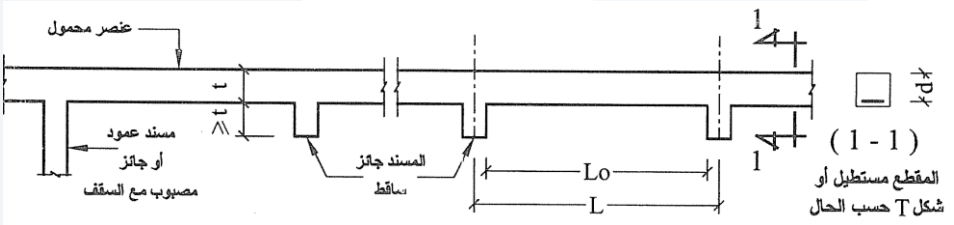
منعاً لعدم حصول أي التباس أو لغط في تعيين قيمة المجاز الفعال للعناصر البيتونية المسلحة من بلاطات وأعصاب وجوائز، نورد فيما يلي شرح مفصل لهذا الموضوع مع تطبيق شامل.

يرجى الاطلاع والتقيد بهذا الأمر، علماً بأن الطلاب الذين تابعوا والتزموا بحضور محاضرات النظري هم على بينة من هذا الأمر.

## أولاً - تعيين المجازات الفعالة

☒ المجازات الفعالة للبلاطات والأعصاب والجوائز:

أ- المسند مصبوب بشكل مستمر مع العنصر المحمول، ويكون المسند عموداً أو جداراً أو جائزاً ساقطاً ذا ارتفاع لا يقل عن مثلي ارتفاع العنصر المحمول، كما هو مبين في الشكل التالي:



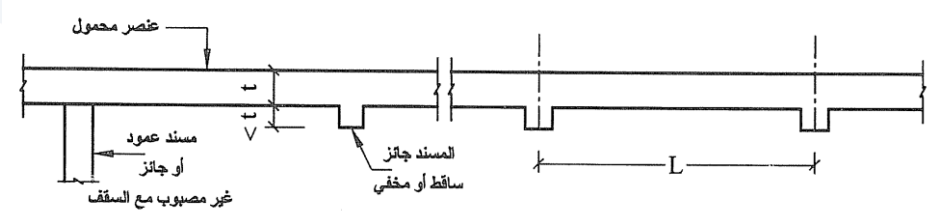

يؤخذ المجاز الفعال لكل فتحة من الجائز أو العصب أو البلاطة حسب الحال، سواءً كان الاستناد بسيطاً أو مستمراً، مساوياً القيمة الأدنى من القيم الثلاث التالية:

- المسافة بين محوري الركيزتين (L).
- المسافة الحرة بين المسندين (L0) مضروبة بالمعامل 1.05
- المسافة الحرة بين الركيزتين (L0) مضافاً إليها العمق الفعال d

علماً أن:

العمق الفعال d هو المسافة بين مركز تسليح الشد وحافة المقطع الأكثر انضغاطاً (للعنصر المدروس).

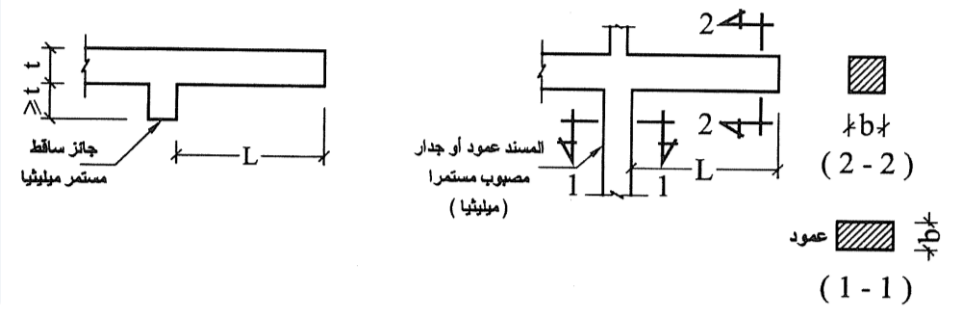
ب- المسند هو جائز مصبوب مستمراً مع العنصر المحمول وذو ارتفاع يقل عن مثلي ارتفاع العنصر المحمول، أو جائز مخفي، وكذلك عندما يكون المسند هو عمود أو جدار أو جائز ساقط غير مصبوب مستمراً مع العنصر المحمول، كما هو مبين في الشكل التالي:




يؤخذ المجاز الفعال لكل فتحة من الجائز أو العصب أو البلاطة حسب الحال (سواء كان الاستناد بسيطاً أو مستمراً) مساوياً المسافة بين محوري المسندين، ويمكن أن يؤخذ تأثير عرض المسند في تعديل قيمة العزم السالب عن القيمة عند محور المسند.

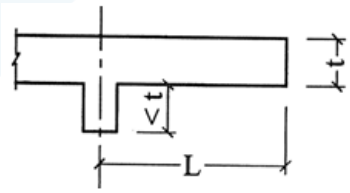
☒ **المجازات الفعالة للعناصر الظفرية:**

**أ)** المسند مصبوب مستمر مع الظفر المحمول، ويكون المسند عموداً له نفس العرض، أو جداراً أو جائزاً ساقطاً لا يقل ارتفاعه عن مثلي ارتفاع الظفر المحمول، كما هو مبين في الشكل التالي:

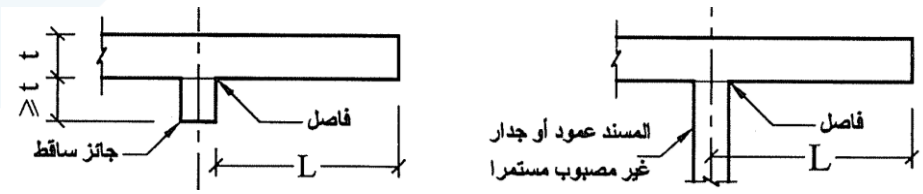



يؤخذ المجاز الفعال للعنصر الظفري حسب الحال مساوياً إلى مجازه من الطرف الحر حتى وجه المسند.

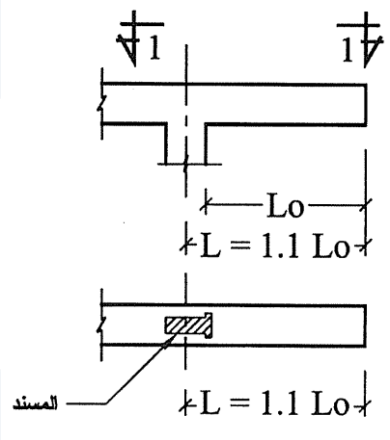
**ب)** الظفر المستند على جائز مخفي أو على جائز ساقط بارتفاع يقل عن مثلي ارتفاع الظفر المحمول:




**ت)** الظفر المستند على عمود أو جدار أو جائز ساقط غير مصبوب معه بشكل مستمر:



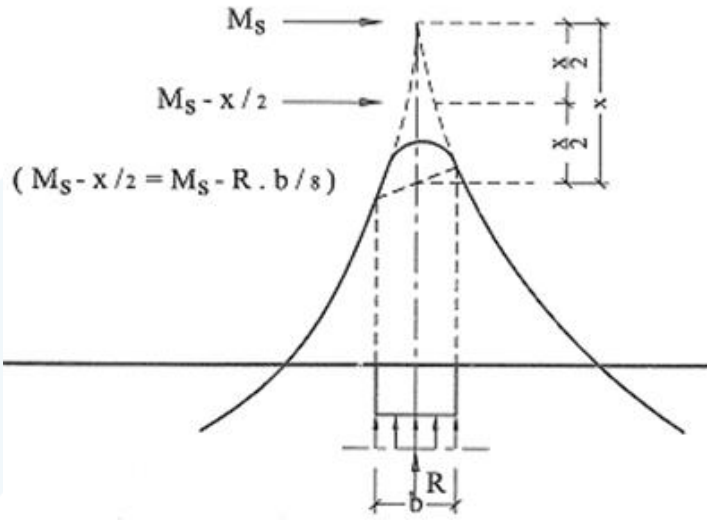

**ث)** الظفر المستند على مسند ذي عرض يقل عن 70% من عرض الظفر:




**ملاحظة:** في حال تخشين السطح بين المسند والعنصر المحمول ومن ثم تنظيفه وتنفيذ روبة إسمنتية فوقه عند الصب فيمكن تصنيفه مصبوباً مستمراً.

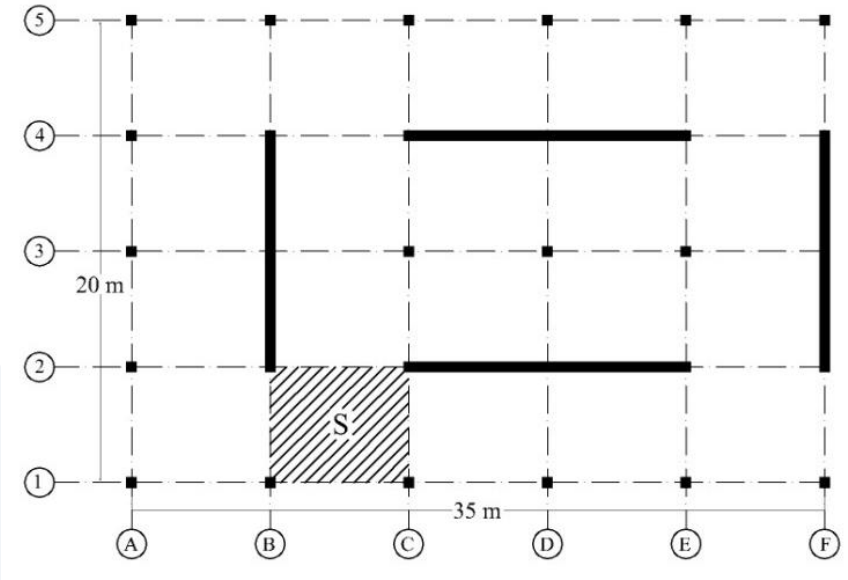
☒ **أخذ عرض المسند بالحسبان عند حساب العزوم السالبة (حالة الجوائز المستمرة):**

عندما تحسب العزوم في الجوائز المستمرة على أساس الأبعاد بين المحاور يمكن تعديل قيمة العزم السالب عند المسند باعتبار رد فعل هذا المسند موزعاً على عرضه بصورة منتظمة مما يسبب عزماً معاكساً للعزم السالب فوق المسند، وذلك كما هو مبين في الشكل التالي:



**ثانياً – تطبيق عام على حساب المجاز الفعال والسماكة (الارتفاع)**

بين كيفية حساب السماكة الدنيا للبلاطة **المصمتة** المهشرة والمسماة بالحرف S، المبينة في الشكل الآتي، مع العلم أن الجوائز **الساقطة** (المتدلية) موجودة على جميع المحاور بالاتجاهين، وعرض كل منها 30 cm.




**الحل:**

ندرس المسألة بشكل عام ليشكل الطالب أو المهندس فكرة واضحة عن كيفية حل مثل هذا النوع من المسائل.

- البلاطة المدروسة $(S)$ ، هي بلاطة مصمتة مستندة على أربع جوائز ساقطة، ولتحديد آلية عملها نعتمد ما ورد في الكود، من خلال حساب درجة استطالتها التي يعبر عنها بالعلاقة التالية:

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

حيث: $L_1$ المجاز الفعال بالاتجاه الطويل للبلاطة.

$L_2$ المجاز الفعال بالاتجاه القصير للبلاطة.

$m_1$ نسبة المسافة بين خطي الانقلاب في الاتجاه $L_1$ .

$m_2$ نسبة المسافة بين خطي الانقلاب في الاتجاه $L_2$ .

وللتبسيط يمكن اعتماد $m=0.87$ للفتحات الطرفية، و $m=0.76$ للفتحات الوسطية، وذلك لحالة البلاطات المستمرة المستعملة في المباني العادية، ذات الحمولات الحية الموزعة بانتظام والتي لا تتعدى $(5kN/m^2)$ ، وعندما يكون المجاز $L_1$ أو $L_2$ لا يقل عن ثلثي المجاز أو المجازات المجاورة، ولا يزيد عن مرة ونصف منه $(2/3 \rightarrow 3/2)$.

في حالة البلاطات المستطيلة المستندة بشكل بسيط على حوافها الأربع، يكون لدينا: $(m = m_1 = m_2 = 1)$. بالتالي يكون:

$r > 2$ : البلاطة تعمل باتجاه واحد، واتجاه عملها هو اتجاه المجاز الصغير.

$r \le 2$ : البلاطة تعمل باتجاهين.

**1- تعيين المجازات الفعالة:**

يؤخذ المجاز الفعال مساوياً القيمة الأدنى من القيم الثلاث التالية:

- المسافة بين محوري الركيزتين (L).
- المسافة الحرة بين المسندين (L0) مضروبة بالمعامل 1.05
- المسافة الحرة بين الركيزتين (L0) مضافاً إليها العمق (الارتفاع) الفعال d **للعنصر المدروس**.

وبما أن المطلوب هو تحديد سمك البلاطة $(t)$ فإن ارتفاعها الفعال $(d)$ غير معلوم، بالتالي نأخذ القيمة الدنيا من القيمتين التاليتين:

- المسافة بين محوري الركيزتين (L).
- المسافة الحرة بين المسندين (L0) مضروبة بالمعامل 1.05

يمكن أن نصادف مثل هذه الحالة عندما يكون لدينا إطار مكون من عمودين وجائز (مثلا)، فلتحديد المجاز الفعال للجائز يتم كما هو مبين أعلاه كون ارتفاعه الفعال $(d)$ غير معلوم.

☒ **المجاز الفعال بالاتجاه الطويل للبلاطة $(S)$:**

$$L_1 = \min\begin{cases} - \ \dfrac{35}{5} = 7m \\ - \ (1.05 \times L_0) = 1.05 \times (7 - 0.15 - 0.15) = 7.035m \end{cases}$$ ، ويكون $m_1 = 0.76$

☒ **المجاز بالاتجاه القصير للبلاطة $(S)$:**

$$L_2 = \min\begin{cases} - \ \dfrac{20}{4} = 5m \\ - \ (1.05 \times L_0) = 1.05 \times (5 - 0.15 - 0.15) = 4.935m \end{cases}$$ ، ويكون $m_1 = 0.87$

بالتالي نحدد درجة أو نسبة الاستطالة: $r = \dfrac{0.76 \times 7}{0.87 \times 4.935} = 1.24 \le 2$

وهكذا تكون البلاطة $(S)$ عاملة باتجاهين.

**ملاحظة:** عندما لا يكون ارتفاع الجائز الحامل معلوم $(h)$ فإنه يحدد انطلاقاً من شرط السهم، وهذا الأمر يعطينا فكرة أولية عن النسبة $\left(\frac{h}{t}\right)$ ، حيث تمثل $t$ سماكة البلاطة المصمتة.

من اشتراطات الكود، نحدد الارتفاع الكلي الأصغري للجوائز المحيطة بالبلاطة (الاتجاه القصير $L_2 = \frac{20}{4} = 5m$ ، مستمر باتجاه واحد):

| طبيعة الاستناد | غير مستمر من الجانبين | | مستمر من جانب واحد | | مستمر من الجانبين | | ظفري | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $f'_c(MPa)$ | $\geq 20$ | $< 20$ | $\geq 20$ | $< 20$ | $\geq 20$ | $< 20$ | $\geq 20$ | $< 20$ |
| جائز متدلي عادي | $\frac{L}{14}$ | $\frac{L}{12}$ | $\frac{L}{15}$ | $\frac{L}{13}$ | $\frac{L}{16}$ | $\frac{L}{14}$ | $\frac{L}{6}$ | $\frac{L}{6}$ |
| جائز مخفي (بلاطات مفرغة) | $\frac{L}{16}$ | $\frac{L}{14}$ | $\frac{L}{18}$ | $\frac{L}{16}$ | $\frac{L}{20}$ | $\frac{L}{18}$ | $\frac{L}{8}$ | $\frac{L}{8}$ |

$$h \geq \frac{L_2}{13 \rightarrow 15} = \frac{500}{15} = 33 \rightarrow 38cm$$

من ناحية أخرى، إن عرض الجائز **"الساقط"** هو مؤشر ما لارتفاعه حيث يتراوح ارتفاعه بين $(h = 2b \rightarrow 4b)$

بالتالي، يمكن القول بأن النسبة $\left(\frac{h}{t} \geq 2\right)$ محققة.

**2- تحديد سمك البلاطة المدروسة $(S)$:**

بهدف توضيح الأمر لدى الطالب أو المهندس، سنحدد السماكة الأولية للبلاطة التي تحقق شرط السهم على النحو التالي (كما هو وارد في الكود):

تتحدد السماكة الدنيا للبلاطة العاملة باتجاهين $(t)$ ، والمستندة على جدران أو جوائز تزيد أعماقها على ضعفي سماكة البلاطة $\left(\frac{h}{t} \geq 2\right)$ ، استناداً لتحقيق شرط السهم بحيث لا تقل هذه السماكة عن محيطها الفعال مقسوماً على 140.

ويحدد المحيط المكافئ بمجموع الأطوال المكافئة لأضلاع البلاطة بحيث يؤخذ الطول المكافئ لضلع ما من البلاطة، مساوياً إلى طوله الفعلي عند الوجه الداخلي للاستناد إذا كانت البلاطة مستندة استنادا بسيطاً على هذا الضلع، و 0.76 من الطول الفعلي عند الوجه الداخلي للاستناد إذا كانت البلاطة مستمرة عند هذا الضلع.

وعندما نكون في هذه الحالة، نحدد السماكة كما يلي:

المسافة بين محاور الاستناد بالاتجاه الطويل للمبنى: $\left(\frac{35}{5}=7m\right)$ ، ويكون الطول عند الوجه الداخلي للاستناد:

$$(700-15-15=670cm)$$

المسافة بين محاور الاستناد بالاتجاه القصير للمبنى: $\left(\frac{20}{4}=5m\right)$ ، ويكون الطول عند الوجه الداخلي للاستناد:

$$(500-15-15=470cm)$$

بالتالي:

$$t \geq \frac{\sum L_c}{140} = \frac{2\times(0.76\times 470)+0.76\times 670+670}{140} = 13.53cm \rightarrow USE \quad t=14\rightarrow 16cm$$

**3- حالة خاصة: تحديد سمك البلاطة المدروسة $(S)$: حالة $\left(\frac{h}{t}<2\right)$**

عندما يقل الارتفاع الكلي للجائز الحامل للبلاطة عن ضعف سماكتها $\left(\frac{h}{t}<2\right)$ ، تؤخذ السماكة الدنيا بفرضها مستندة على الأعمدة مباشرة، وذلك وفق الجدول التالي:

| موقع المجاز | المجازات الداخلية دون سقوط | المجازات الداخلية مع سقوط | المجازات الطرفية دون سقوط | المجازات الطرفية مع سقوط |
|---|---|---|---|---|
| $\frac{L}{t}$ | 27 | 30 | 24 | 27 |

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

وعندما نكون في هذه الحالة، نحدد السماكة كما يلي:

$$t \geq \frac{L}{27} = \frac{(500+700)/2}{27} = 22.22cm \rightarrow USE \quad t=23\rightarrow 25cm$$