نقابة المهندسين
في الجمهورية العربية السورية

لجنة التدريب والتأهيل المركزية

الفريق الوطني للتأهيل والتدريب
للاختصاص الإنشائي

دورة تأهيلية في الدراسات الإنشائية

وإعداد المهندسين المتقدمين

إلى مرتبة الإستشاري (الرأي)

بالدراسات

في الاختصاص الإنشائي

٢٠١٩

محاضرة :

خطوات الدراسة الأولية الإنشائية في المباني

إعداد : المهندس الدكتور / أحمد الحسن

استشاري وأستاذ في الهندسة الانشائية

الخطوات الرئيسة للدراسة الأولية الإنشائية للمباني

١. تقدير الأحمال.
٢. رسم مساقط القالب للمناسيب المختلفة.
٣. اختيار الجملة الإنشائية المناسبة.
٤. تعيين المجازات الفعالة للبلاطات والجوائز، وأطوال التحنيب للأعمدة.
٥. تقدير أبعاد المقطع العرضي بصورة أولية.
٦. التحليل الإنشائي (حساب العزوم وقوى القص والقوى الناظمية) بصورة أولية وبطرائق تقريبية.

الخطوات الرئيسة للدراسة النهائية الإنشائية

١. تقدير الأحمال.

٢. رسم مساقط القالب للمناسيب المختلفة.

٣. اختيار الجملة الإنشائية المناسبة.

٤. تعيين المجازات الفعالة للبلاطات والجوائز، وأطوال التحنيب للأعمدة.

٥. الاعتماد على أبعاد المقطع العرضي بصورة أولية.

٦. التحليل الإنشائي (حساب العزوم وقوى القص والقوى الناظمية) لجميع العناصر بصورة نهائية.

الخطوات الرئيسة للدراسة النهائية - تابع

٧. تصميم المقاطع العرضية للعناصر الإنشائية وحساب قيم التسليح لها.

٨. رسم المقاطع الطولية والمقاطع العرضية والتفصيلات، وتفريد التسليح، مع الأخذ بالحسبان الاشتراطات المتعلقة بالتسليح الواردة بالكود (النسب الدنيا والعظمى وترتيبات التسليح).

١) الأحمال

١- الأحمال الميتة وتشمل:

- الوزن الذاتي، وتُـؤخذ من الدراسة الإنشائية (تُـعتمد الأبعاد من الاشتراطات البعدية في الدراسة الأولية)
- التغطيات والقواطع وغيرها، وتؤخذ من الدراسة المعمارية. تُـؤخذ الكثافات من الملحق ١ الخاص بالأحمال.

الأحمال - تابع

٢- الأحمال الحية: تُـؤخذ من الكود العربي السوري (الكود الأساس، أو من الملحق ١ الخاص بالأحمال).

الأحمال - تابع

٣- بقية أحمال القوى وتشمل:

أ - أحمال الرياح: تُؤخذ من الملحق ١ الخاص بالأحمال).

ب- أحمال الزلازل: تُؤخذ من الملحق ٢ الخاص بالزلازل).

ت- الضغط الجانبي للتربة أو للمياه.

الأحمال - تابع

٤- أحمال الانتقالات وتشمل:

أ - الأحمال الحرارية (إن وجدت).

ب- أحمال التشوهات القسرية (هبوط أو دوران أو إنزلاق مساند).

الأحمال - تابع

٥- أحمال الإنشاء والتركيب والأحمال الخاصة الأخرى.

على سبيل المثال: في حالة رفع جائز مسبق الاجهاد مسبق الصنع من الأرض لموقعه النهائي فوق الركائز، تتشكل عزوم سالبة بالطرفين، لأن الجملة الانشائية في هذه الحالة هي جائز بسيط مع ظفرين، بينما تكون في الوضع النهائي جائز بسيط

٢) رسم مسقط القالب للسقف

- **المساقط المعمارية الأساس**

- المسقط المعماري للطابق ذاته ويُـؤخذ منه العناصر الحاملة الشاقولية (أعمدة وجدران).
- المسقط المعماري للطابق الذي يعلوه، ويُـؤخذ منه الحدود الخارجية للسقف، والفتحات الموجودة في السقف.

رسم مسقط القالب للسقف - تابع

- **المعلومات المطلوب بيانها في مسقط قالب السقف**

- شبكة المحاور الإحداثية.
- الأعمدة والجدران.
- الحدود الخارجية للسقف والفتحات فيه.
- الجملة الإنشائية من بلاطات وجوائز.
- كتابة ابعاد البلاطات والجوائز.
- كتابة الأبعاد الجزئية للمسقط في خطين متعامدين.

٣) اختيار الجملة الإنشائية المناسبة

- يبدأ التصميم الإنشائي بعد تحديد الفكرة المعمارية، ويتضمن تصميم عمل المنشأة ككل (استراتيجية عمل المنشأة)، وهذا يشمل:
- وضع الفواصل (الحرارية والهبوط والزلزالية) بين الكتل.
- وضع الجملة الإنشائية (في كل كتلة) المقاومة للقوى الأفقية (رياح وهزات أرضية).

اختيار الجملة المناسبة - تابع

- يُمكن أن تكون الجملة المقاومة للقوى الأفقية: جملة **إطارات مقاومة للعزوم** أو جملة **جدران قص**، أو **جملة مختلطة** من إطارات وجدران قص، أو جملة أخرى. عندما تقاوم الإطارات المقاومة للعزوم (في الجملة المختلطة) ما لا يقل عن 25% من القوى الأفقية، تسمى الجملة **جملة ثنائية**.

اختيار الجملة المناسبة - تابع

يُـنصح في هذا المجال بالآتي:

- **مراعاة التناظر في الشكل ما أمكن (لتجنب الفتل).**
- **مراعاة تنزيل مركز ثقل المنشأة للأسفل ما أمكن، سواء من جهة الأحمال الحية أم من جهة الأحمال الميتة.**
- **مراعاة استعمال الجمل الإنشائية غير المقررة،**
- **مراعاة استعمال نوعيات جيدة من الخرسانة ومن فولاذ التسليح،**

اختيار الجملة المناسبة - تابع

- تكون جُملة الإطارات المقاومة للعزوم مناسبة عندما يكون المسقط الأفقي بشكل مستطيل، وحاوياً موديولات منتظمة، وإلا فالأنسب جملة جدران القص أو الجملة المختلطة؛
- في حالة استعمال جملة جدران القص، يجب أن تكون الجدران باتجاهين متعامدين، ومتناظرة ما أمكن.

إجراء الدراسة الأولية الإنشائية

- ترافق هذه المرحلة من الدراسة الإنشائية مرحلة الدراسة الأولية المعمارية.
- يجري في هذه المرحلة اختيار الجملة الإنشائية المناسبة لنقل الأوزان الشاقولية من حية وميتة إلى الأعمدة والجدران ومنها إلى الأساسات.

إجراء الدراسة الأولية - تابع

- قد تكون هناك حاجة لعمل عدة حلول إنشائية ثم إجراء مقارنة اقتصادية وفنية بينها، وهذا ما دعى البعض إلى تسمية هذه المرحلة **بمرحلة الحلول المقارنة.**

إجراء الدراسة الأولية - تابع

- بعد التوصل إلى الحل الأنسب، يلزم توضيح هذا الحل بالرسم عن طريق رسم مخططات القالب (الكوفراج) وبشكل يوضح طريقة عمل العناصر الإنشائية جميعها، كما يجب توضيح الأبعاد الأولية المختارة لجميع العناصر على مخططات القالب.
- من أجل إنجاز هذه المرحلة، يجب معرفة عدة أمور، يمكن تلخيصها في نقطتين هامتين:

إجراء الدراسة الأولية - تابع

- النقطة الأولى هي **المجازات المناسبة** لكل جملة من الجمل الإنشائية، وذلك لتخفيف عدد الحلول المقارنة الواجب دراستها،
- والنقطة الثانية هي كيفية **إجراء الدراسة التقريبية السريعة** لاختيار أبعاد العناصر الإنشائية للحل المقترح. سيتم فيما يلي إلقاء بعض الضوء على هاتين النقطتين.

المجازات المناسبة للعناصر الإنشائية من الخرسانة المسلحة

- **جائز ظفري:** حتى 4 متر.
- **جائز بسيط:** حتى 8-12 متر (وفقاً لمقاومة الخرسانة المسلحة).
- **جائز مستمر (أو إطار):** حتى: 12-18 متر (وفقاً لمقاومة الخرسانة المسلحة).

المجازات المناسبة للعناصر الخرسانية - تابع

- قوس: حتى 20-50 متر (وفقاً لمقاومة الخرسانة المسلحة).
- جائز مسبق الإجهاد مسبق الصنع: حتى 30-40 متر (وفقاً لمقاومة الخرسانة المسلحة).
- بلاطة مصمتة ظفرية: حتى 2 متر.
- بلاطة مصمتة باتجاه واحد: حتى 6 متر (وفقاً لمقاومة الخرسانة المسلحة).
- بلاطة مصمتة باتجاهين: حتى 8×8 متر (وفقاً لمقاومة الخرسانة المسلحة).

المجازات المناسبة للعناصر الخرسانية - تابع

- بلاطة ذات قوالب مفرغة (هوردي) **باتجاه واحد:** بين 4- 9 متر.
- بلاطة ذات قوالب مفرغة (هوردي) **باتجاهين:** بين 6 × 6 متر و10 × 10 متر

المجازات المناسبة للعناصر الفولاذية

- **جائز بسيط من مقطع مسحوب (بروفيلية):**
  حتى 12 - 15 متر (وفقاً للأحمال ومقاومة الفولاذ).
- **جائز مستمر (أو إطار) من مقطع مسحوب (بروفيلية): حتى 15 - 18 متر (وفقاً للأحمال ومقاومة الفولاذ).**
- **جائز بسيط من مقطع صفائحي: حتى 30 - 25 متر (وفقاً للأحمال ومقاومة الفولاذ).**

المجازات المناسبة للعناصر الفولاذية - تابع

- جائز مستمر (أو إطار) من مقطع صفائحي: حتى 35 - 30 متر (وفقاً للأحمال ومقاومة الفولاذ).

- شبكي Truss بشكل جائز بسيط:

حتى 30 متر.

- شبكي Truss بشكل جائز مستمر أو إطار:

حتى 40 متر.

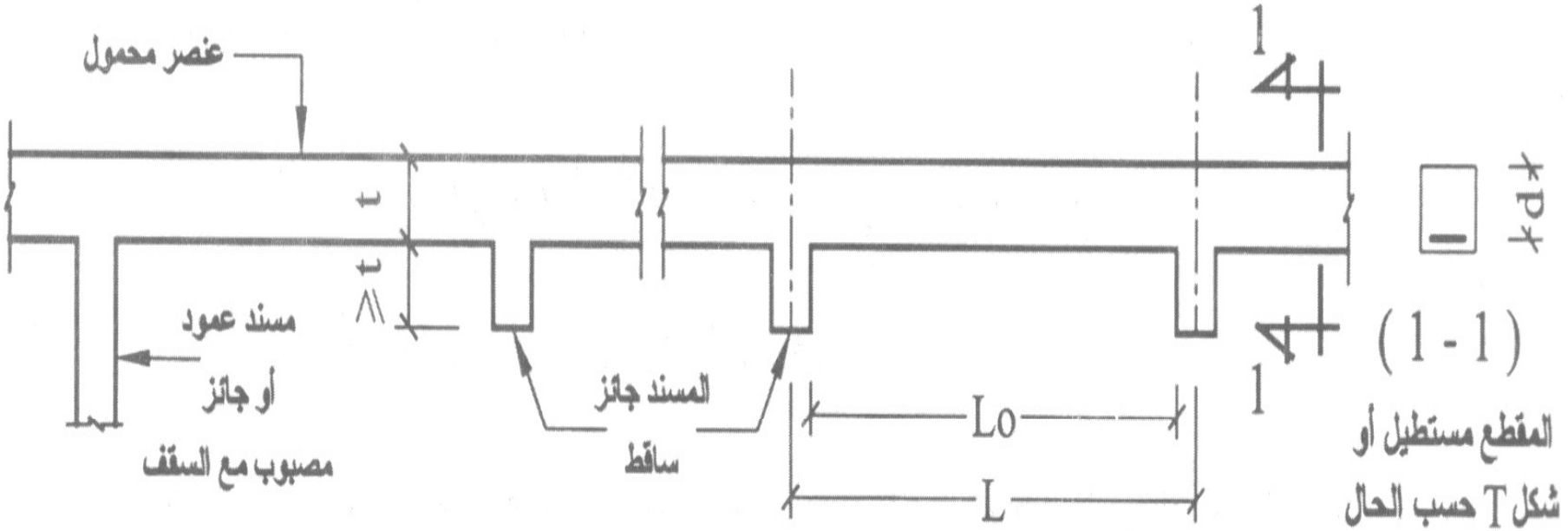
- شبكي Truss بشكل قوس: حتى 50 متر.

٤) تعيين المجازات الفعالة

١- المجاز الفعال للبلاطات والأعصاب والجوائز

آ) **المسند مصبوب مستمراً (ميليثياً) مع العنصر المحمول، ويكون المسند عموداً أو جداراً أو جائزاً ساقطاً ذا ارتفاع لا يقل عن مثلي ارتفاع العنصر المحمول.**

تعيين المجازات الفعالة - تابع



الشكل (٧-٥-أ) مجاز الجائز المستند على أعمدة أو جوائز ساقطة ذوات ارتفاعات لا تقل عن مثلي ارتفاع الجائز المحمول

تعيين المجازات الفعالة - تابع

١) المسافة بين محوري الركيزتين (L).

٢) المسافة الحرة بين الركيزتين (L0) مضافاً إليها العمق الفعال d (L0 + d).

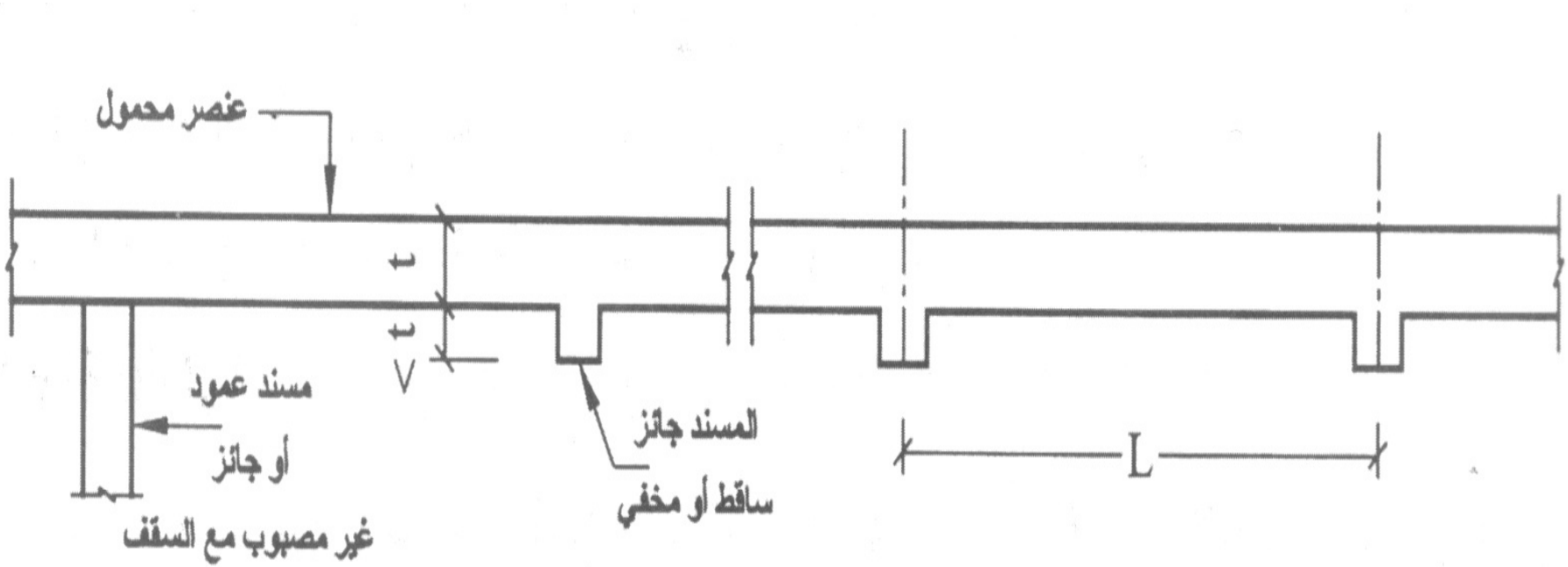
٣) المسافة الحرة بين المسندين مضروبة بالمعامل 1.05 (1.05 x L0).

تعيين المجازات الفعالة - تابع

ب) المسند هو جائز مصبوب مستمراً (ميليثياً) مع العنصر المحمول وذو ارتفاع يقل عن مثلي ارتفاع العنصر المحمول.

ت) المسند هو عمود أو جدار أو جائز ساقط غير مصبوب مستمراً (ميليثياً) مع العنصر المحمول.

تعيين المجازات الفعالة - تابع

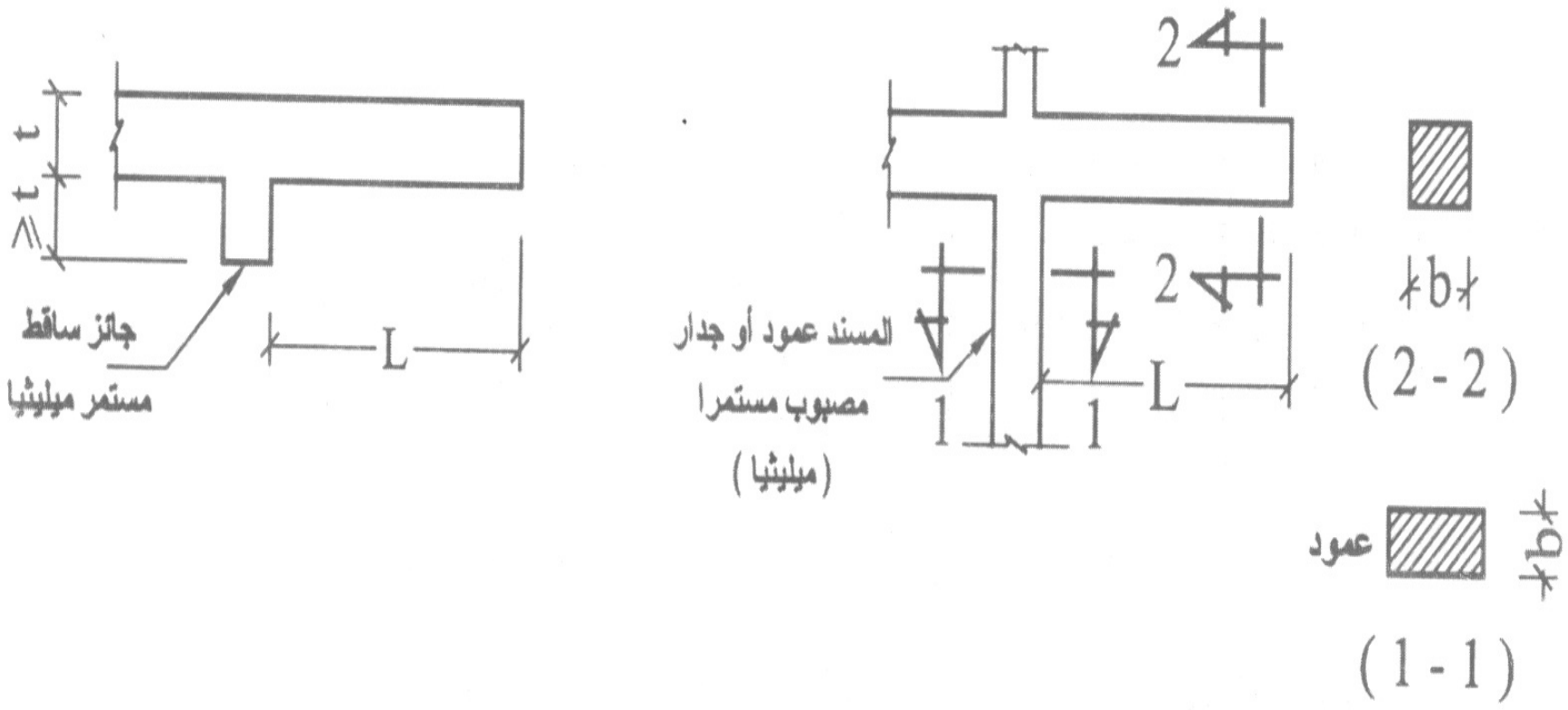


الشكل (٧-٥-ب) مجاز الجائز المستند على أعمدة غير مصبوبة معه أو على جوائز مخفية أو ساقطة بارتفاعات تقل عن مثلي ارتفاع الجائز المحمول

تعيين المجازات الفعالة - تابع

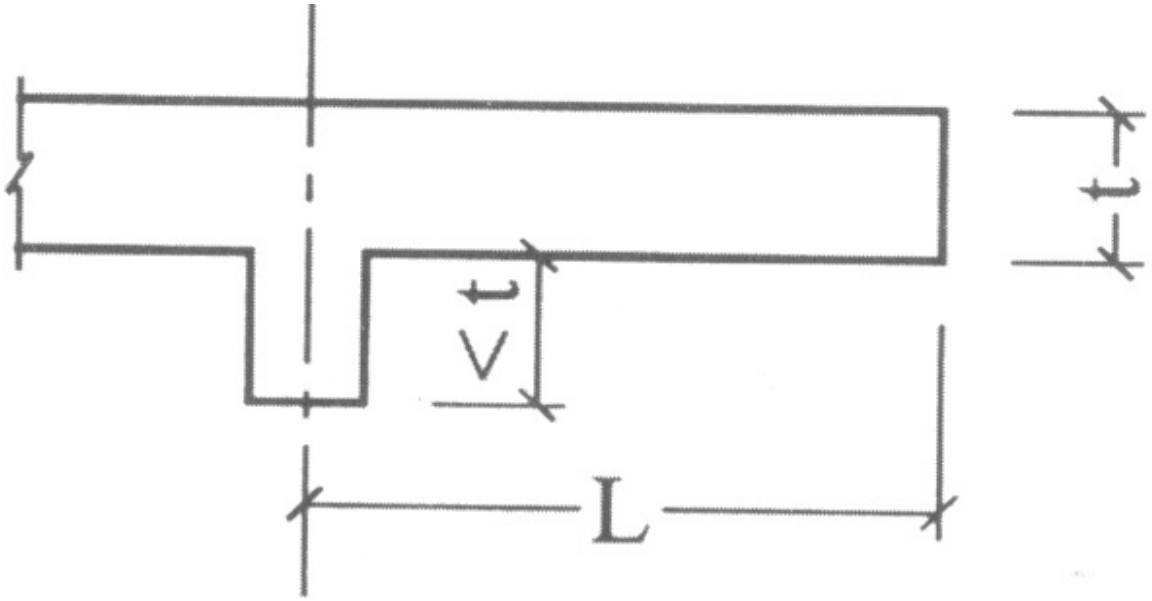
- يُــؤخذ المجاز الفعال لكل فتحة من الجائز أو العصب أو البلاطة حسب الحال (سواء كان الاستناد بسيطاً أو مستمراً) مساوياً المسافة بين محوري المسندين (L) ويمكن أن يؤخذ تأثير عرض المسند في تعديل قيمة العزم السالب عن محور المسند.

المجازات الفعالة للأظفار



شكل (٧-٥-ج) مجاز الظفر المستند على عمود أو جدار مصبوب معه ميليثيا أو على جائز ساقط لا يقل ارتفاعه عن مثلي ارتفاع الظفر المحمول

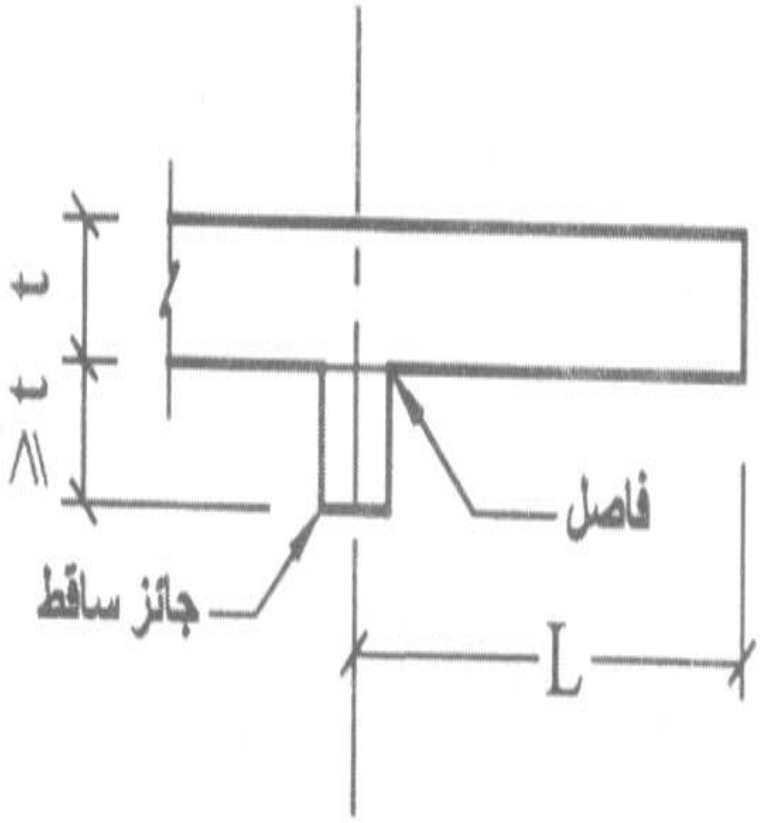
المجازات الفعالة للأظفار - تابع

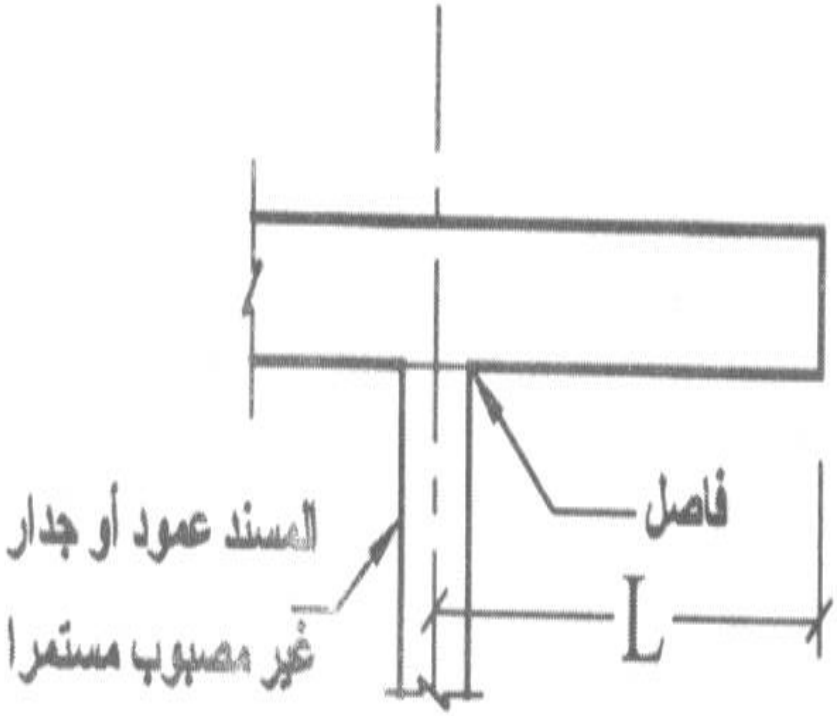


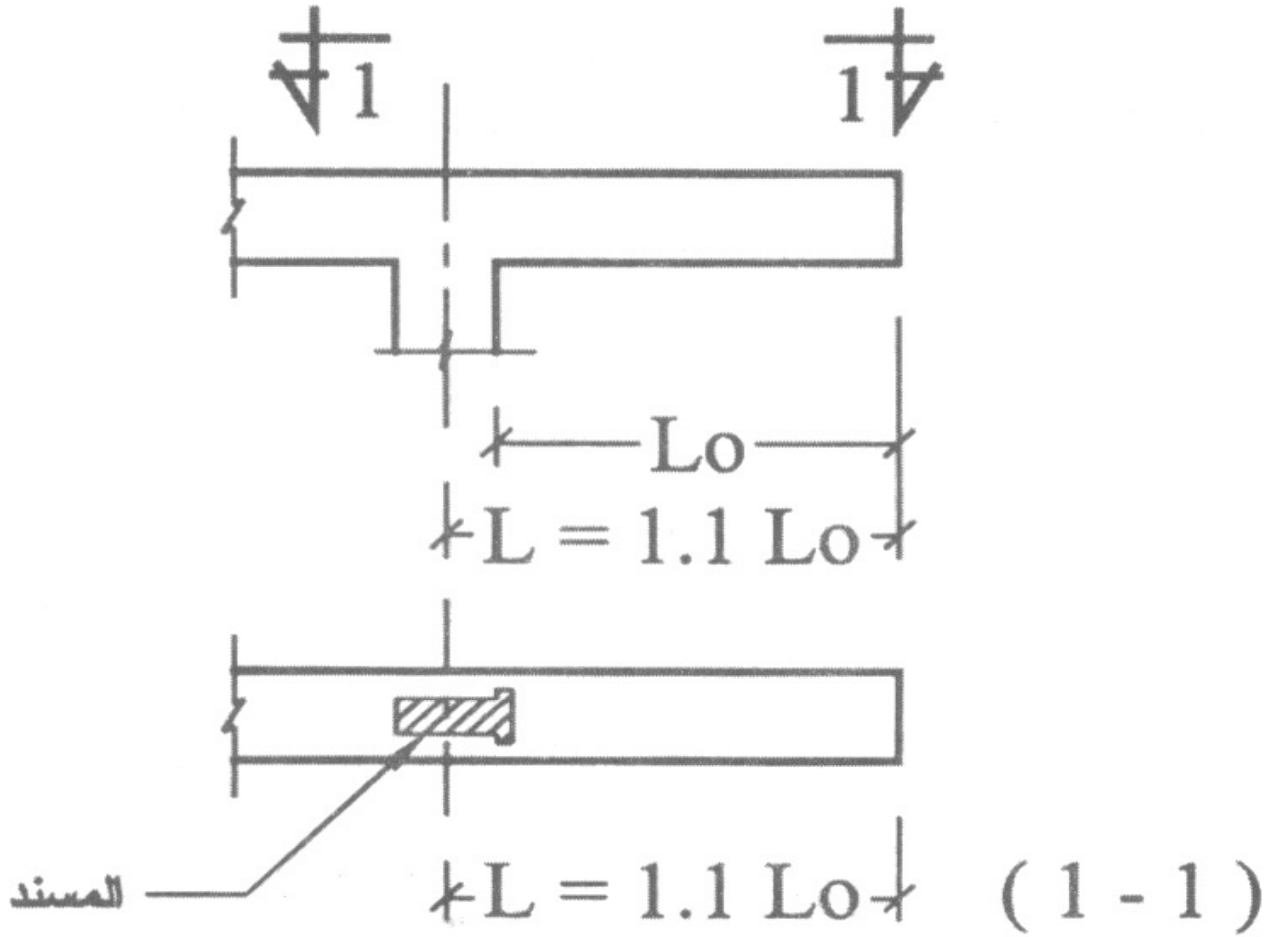
مجاز الظفر المستند على جائز مخفي أو على جائز

ساقط بارتفاع يقل عن مثلي ارتفاع الظفر المحمول

مجاز الظفر المستند على عمود أو جدار أو جائز ساقط غير مصبوب ميليثياً مع الظفر







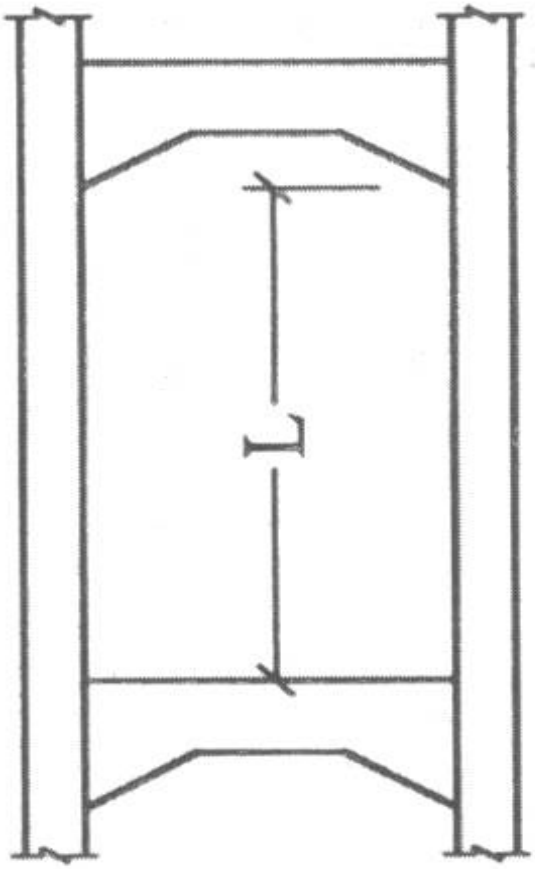
الشكل (٧–٥–و) مجاز الظفر المستند على مسند ذي عرض يقل عن 70% من عرض الظفر

- أطوال التحنيب للأعمدة

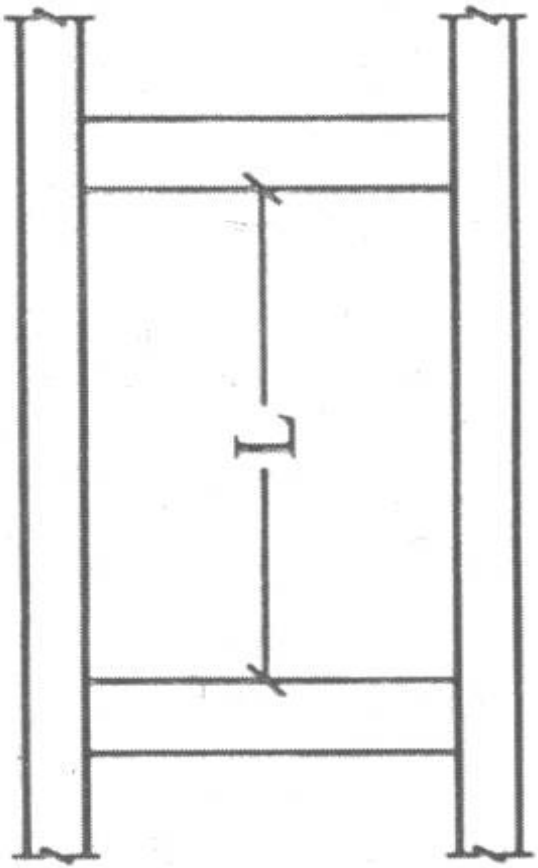
١- الطول الحسابي

أ - يُـؤخذ L فيما يلي مساوياً للطول الحر للعنصر في الاتجاه المدروس للتحنيب، كما في الشكل (٧-٣) من الكود (والوارد أدناه).

أطوال التحنيب للأعمدة - تابع

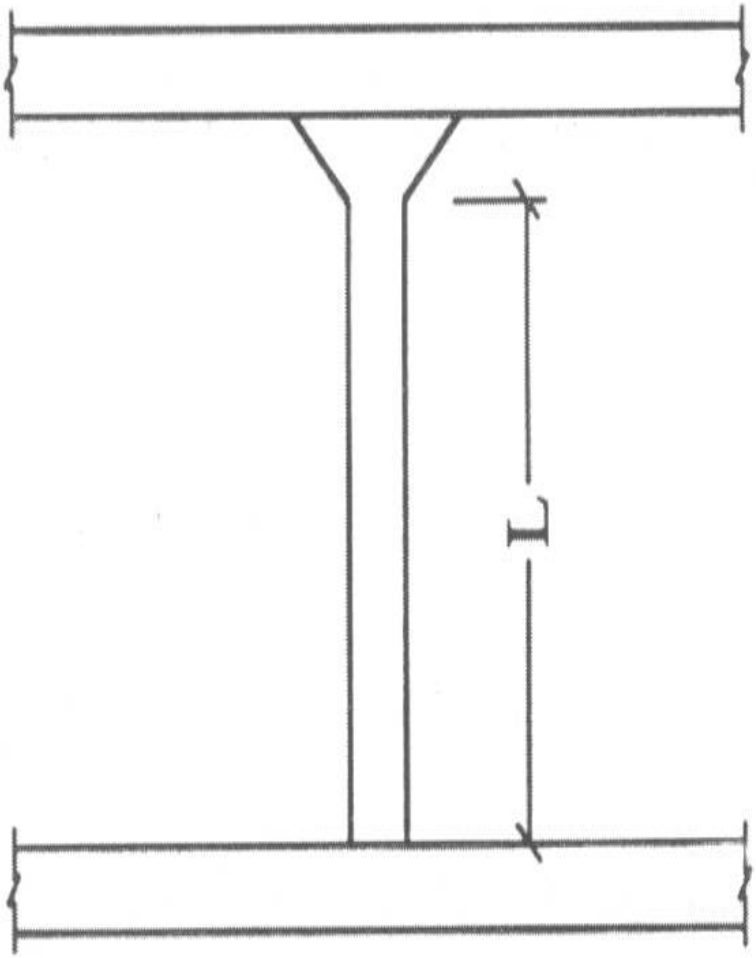


كمرات مع مشاطيف

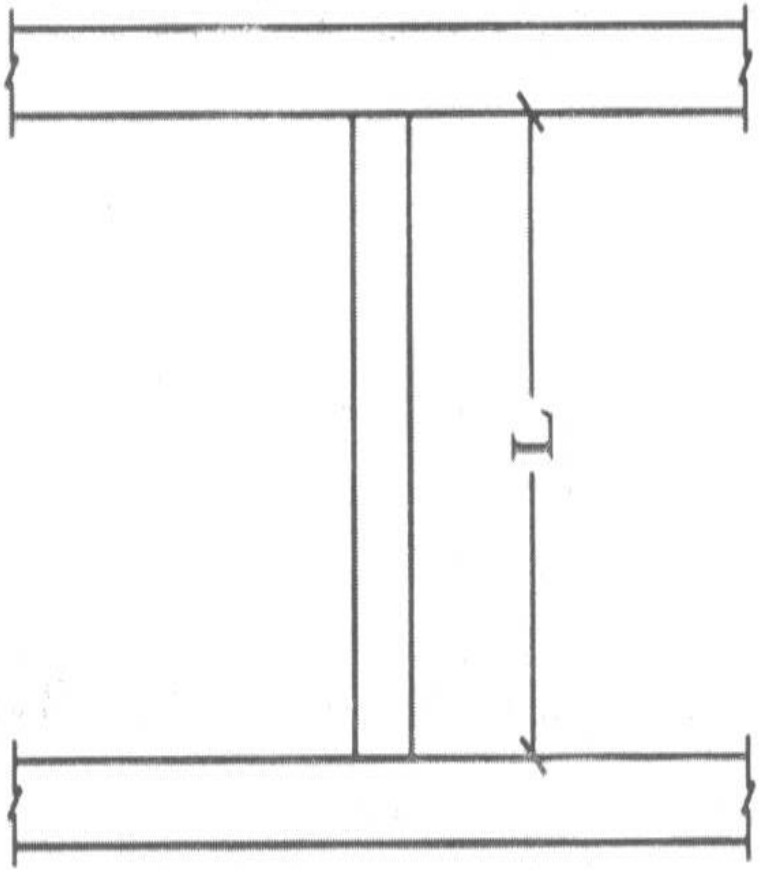


كمرات بدون مشاطيف

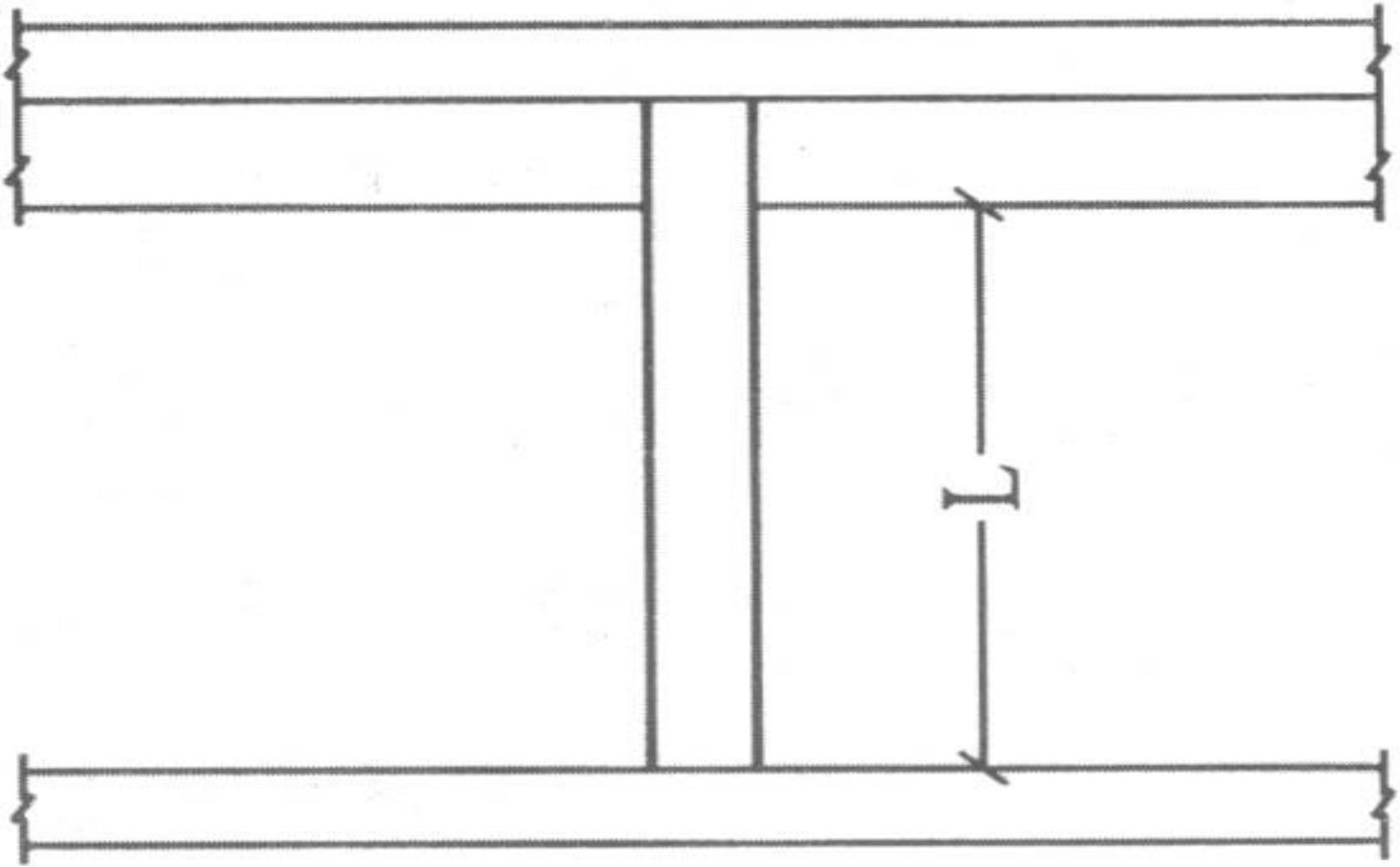
طوال التحنيب للأعمدة - تابع أ



أسقف لاكمر بة مع تبحان



أسقف لاكمر بة بدو ن تبحان



أسقف كمرية (جائزية)

أطوال التحنيب للأعمدة - تابع

ب- يُفرق ما بين العناصر في الهياكل (الإطارات) المسندة جانبياً والهياكل غير المسندة جانبياً:

١) الهياكل المسندة جانبياً هي الهياكل المقواة بعناصر لمقاومة الانزياح الجانبي، كأن تحتوي على جدران أو رباطات شبكية تساوي قساواتها ما لا يقل عن ستة أضعاف مجموع قساوات الأعمدة في كل طابق وفي الاتجاه المدروس.

أطوال التحنيب للأعمدة - تابع

٢) الهياكل غير المسندة جانبياً هي الهياكل غير المقواة بعناصر لمقاومة الانزياح الجانبي، والتي تعتمد على قساوات أعمدتها فقط في مقاومة الأفعال الناتجة عن الانزياح الجانبي.

أطوال التحنيب للأعمدة - تابع

٣) يؤخذ الطول الحسابي L0 لأعمدة الهياكل المسندة جانبياً كما يلي:

L0 = L حالة عنصر متمفصل من طرفيه؛

L0 = 0.85 L حالة عنصر متمفصل من طرف ومثبت من الطرف الآخر (وثاقة جزئية)؛

أطوال التحنيب للأعمدة - تابع

- $L0 = 0.70\ L$ حالة عنصر مثبت (وثاقة جزئية) من الطرفين؛
- $L0 = L$ في حالة الأبنية العادية.

٤) يؤخذ الطول الحسابي $L0$ لأعمدة الهياكل غير المسندة جانبياً كما يلي:

- $L0 = \alpha \cdot L$

أطوال التحنيب للأعمدة - تابع

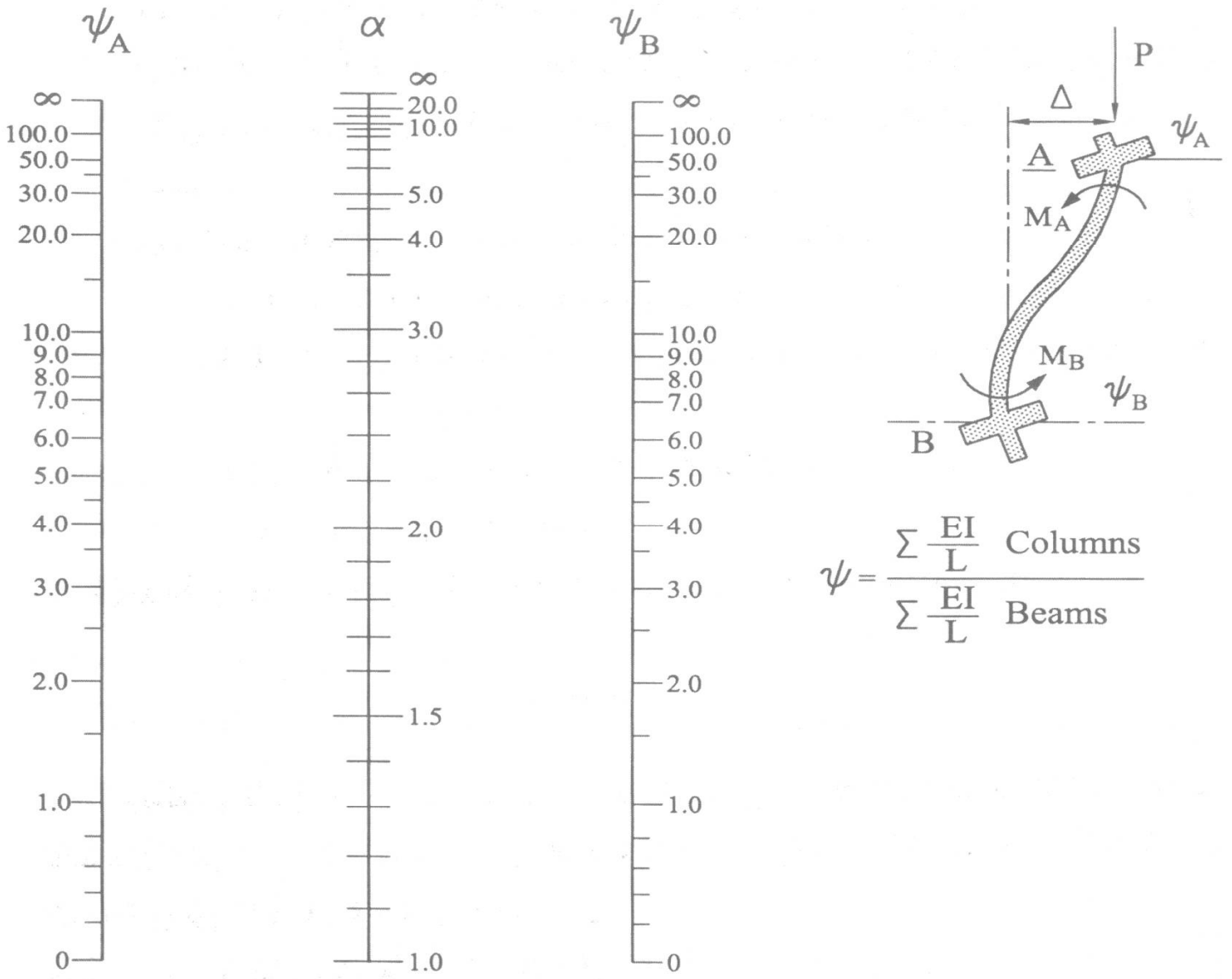
حيث:

α = معامل يؤخذ من الشكل (٧-٤) في الكود، والمدرج أدناه؛

ψ_A = مجموع قساوات الأعمدة مقسومة على مجموع قساوات العناصر الخاضعة للانعطاف (الجوائز) لأحد طرفي العنصر؛

أطوال التحنيب للأعمدة - تابع

- ψ_B = مجموع قساوات الأعمدة مقسومة على مجموع قساوات العناصر الخاضعة للانعطاف (الجوائز) عند الطرف الآخر للعنصر.
- مع التذكير بضرورة تخفيض عزم عطالة الجائز بالقيمة **0.60** لأخذ تأثير التشقق بالحسبان.



الشكل (٧-٤) قيم المعامل α لحساب Ψ في الأعمدة غير المسندة جانبياً (غير المقواة)

أطوال التحنيب للأعمدة - تابع

- ويمكن بدلاً من حساب L0 ، اعتماد التحليل الإنشائي من الدرجة الثانية، الذي يأخذ بالحسبان تأثير P - Δ (أي تحسب القوى الداخلية والعزوم الإضافية الناتجة من الانزياحات، الجانبية وتأثير الأحمال الشاقولية عليها)؛

الطول الفعال لتحنيب الجدران الحاملة

يمكن في الأبنية العادية، التي لا يزيد ارتفاعها على 50 متر، والتي جدرانها مقواة ضد الانزياح الجانبي، اعتماد الآتي:

١) المسافة الشاقولية بين طابقين متتالين؛

٢) المسافة الأفقية بين عنصرين شاقوليين ساندين للجدار الحامل.

- أما في غير هذه الحالة الخاصة، فيُـــرجع للكود وللتحاليل الأكثر دقة.

٥) التقدير الاولي لابعاد المقاطع العرضيه

١- المعيار المعماري، ويتعلق بالأبعاد التي تناسب الدراسة المعمارية.

٢- معيار السهم، ويتعلق أساساً بالعناصر المعرضة لعزوم انحناء.

٣- معيار التحنيب، ويتعلق أساساً بالعناصر المعرضة لإجهادات الضغط، كالأعمدة، وكالجوائز عندما يكون جناحها المضغوط ذي عرض قليل، ويُسمى عندها التحنيب الجانبي.

التقدير الأولي لأبعاد المقاطع العرضية - تابع

٤- معيار **الصلادة**، ويتعلق أساساً بالأساسات، وذلك لتأمين صلادة مناسبة لتوزيع الأحمال توزيعاً منتظماً.

٥- معيار **التشقق**، ويتعلق أساساً بالعناصر الحاملة (أو التي يمكن أن تتعرض) للسوائل، وخاصة الماء.

التقدير الأولي لأبعاد المقاطع العرضية - تابع

٦- معيار **المقاومة** للقوى التي يُمكن أن يتعرض لها المقطع، وهي لا تتعدى:

أ - عزما انحناء هما: **Mx- My**؛

ب- عزم فتل **T** (أي عزم حول المحور z).

ت- قوة ناظمية **N** (على المحور z)؛

ث- قوتا قص هما **Qx- Qy**.

١ـ الأبعاد من المعيار المعماري

- يُمكن أن يُحدد المعماري حدوداً قصوى للأبعاد
- كما يمكن أن يُحدد أبعاداً مرغوبة قد تزيد على المطلوب إنشائياً
- كما يُنصح باختيار ارتفاع للجائز المحيطي بحيث يصل حتى العتب

٢- الأبعاد من معيار السهم

- نص الكود على ارتفاعات دنيا لتحقيق شرط السهم، وفي حال اعتماد ارتفاعات أقل منها، يطلب الكود تحقيق السهم حسابياً. ويُنصح باعتماد الارتفاعات المطلوبة لشرط السهم (ما دام ذلك ممكناً)، خاصة وأن النزول عنها يعني زيادة في كمية التسليح، إضافة لضرورة التحقيق الحسابي.

الأبعاد من معيار السهم - تابع

السمك الأدنى 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

السمك الأدنى للبلاطات المصمتة ذات الإتجاهين

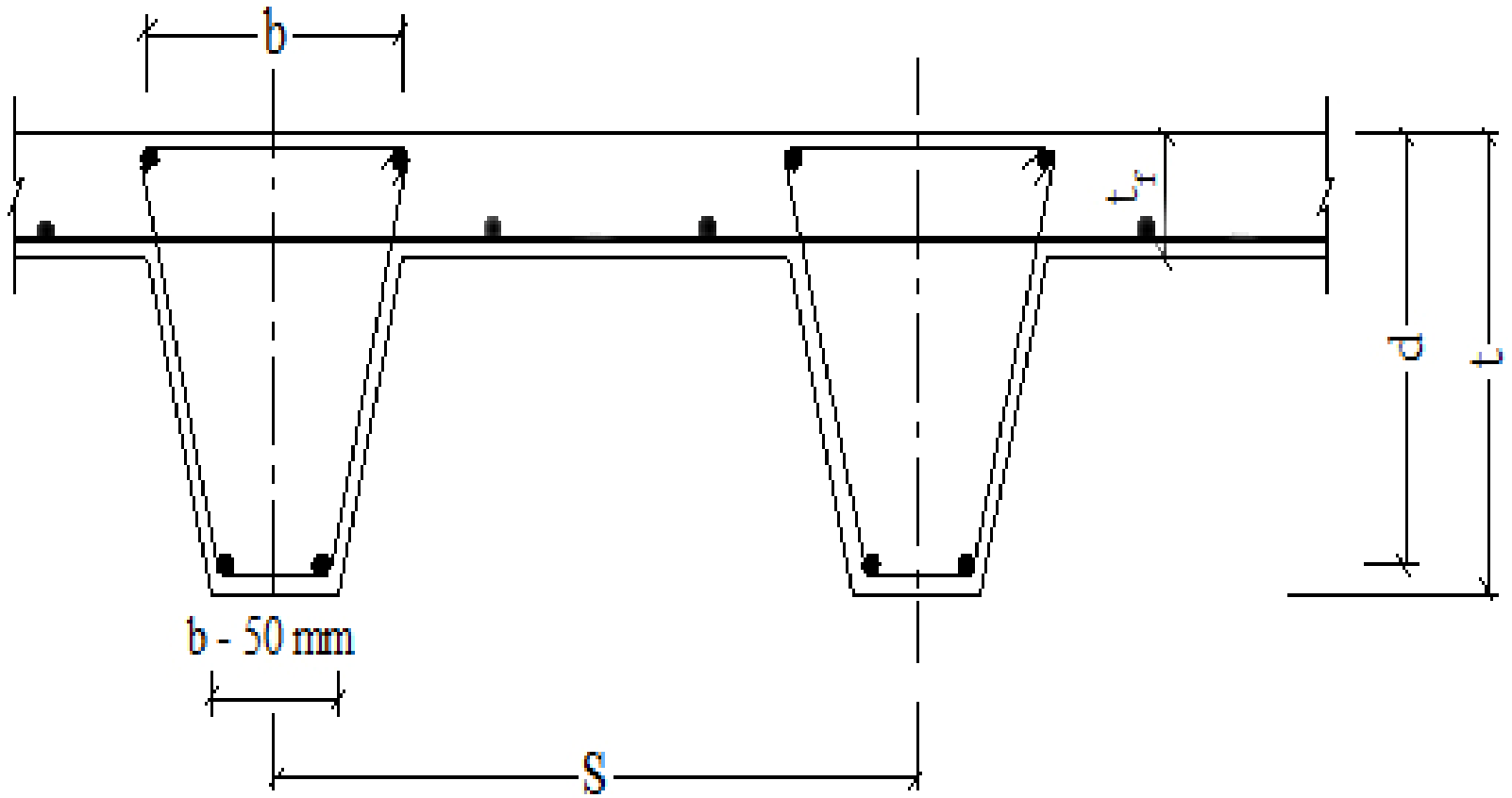
- يجب ألا يقلّ سمك البلاطة المصمتة ذات الاتجاهين عن محيطها المكافئ مقسوماً على **140**

سماكات البلاطات ذات الاتجاهين - تابع

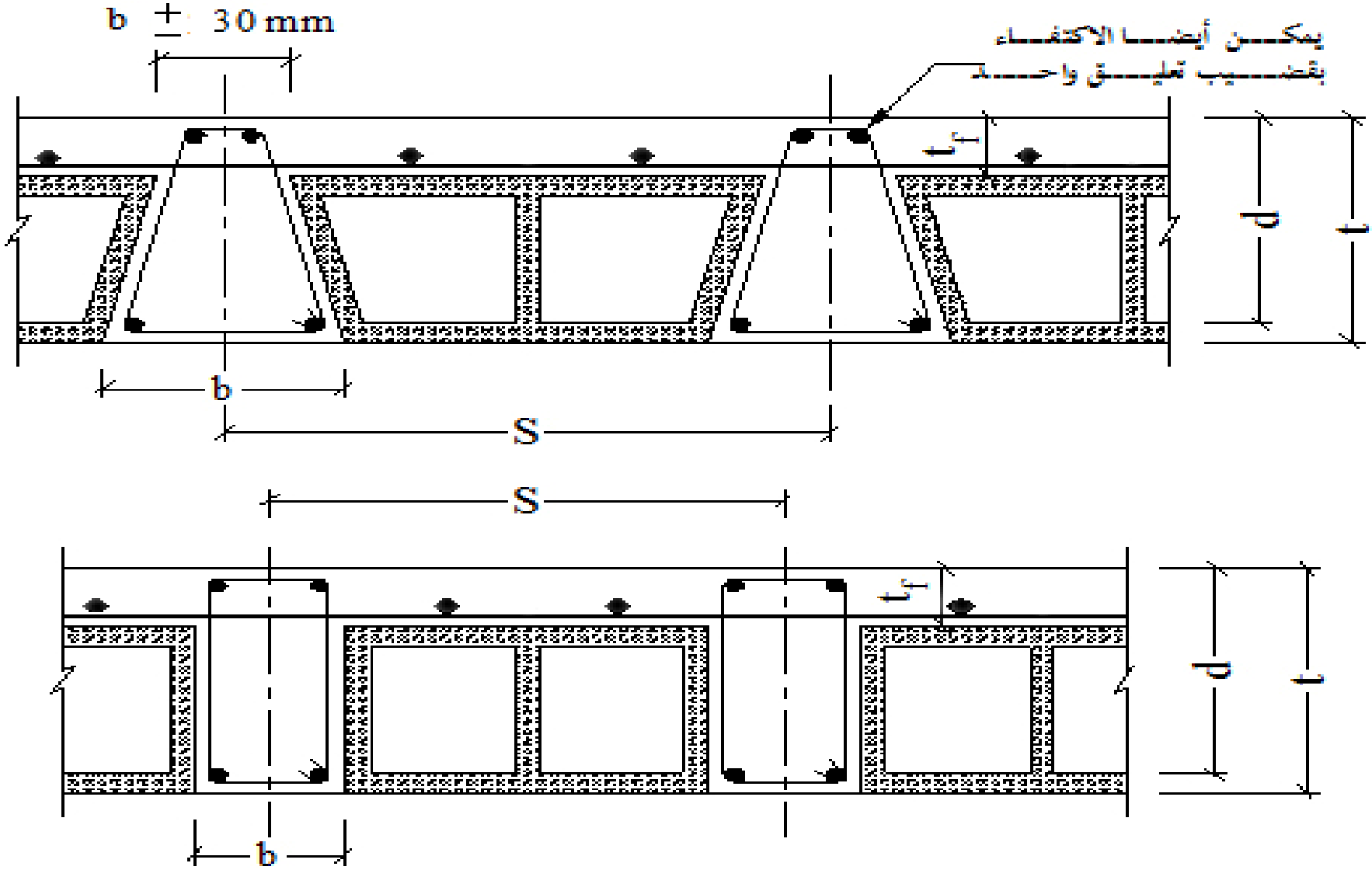
- يُعرّف المحيط المكافئ بأنه مجموع الأطوال المكافئة لأضلاع البلاطة. يُـؤخذ الطول المكافئ لضلع ما من البلاطة، مساوياً إلى طوله الفعلي عند الوجه الداخلي للاستناد، إذا كانت البلاطة مستندة استناداً بسيطاً على هذا الضلع، و **0.76** من الطول الفعلي عند الوجه الداخلي للاستناد، إذا كانت البلاطة مستمرة عند هذا الضلع.

البلاطات المفرغة ذات الاتجاه الواحد

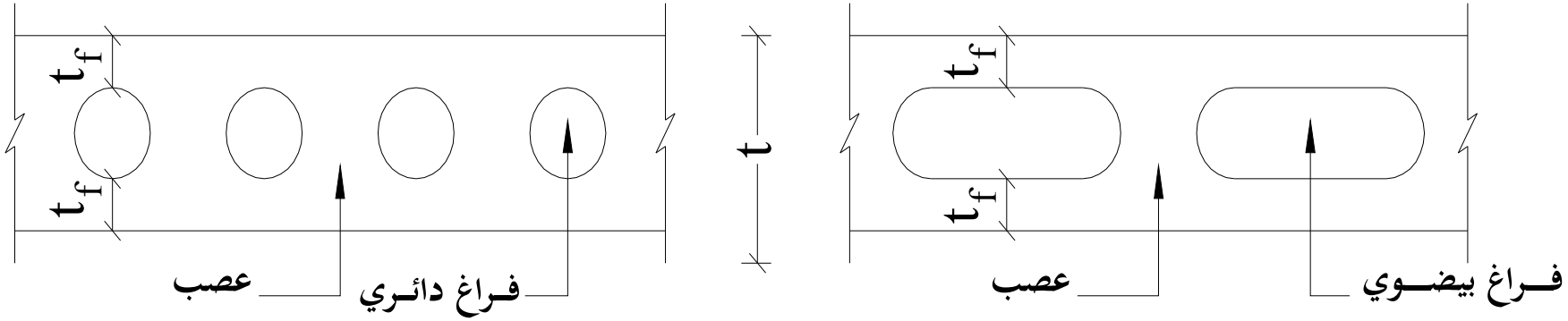
آ) ذات القوالب المؤقتة



ب) البلاطات المفرغة ذات القوالب الدائمة



ت) البلاطات ذات الفراغات الداخلية



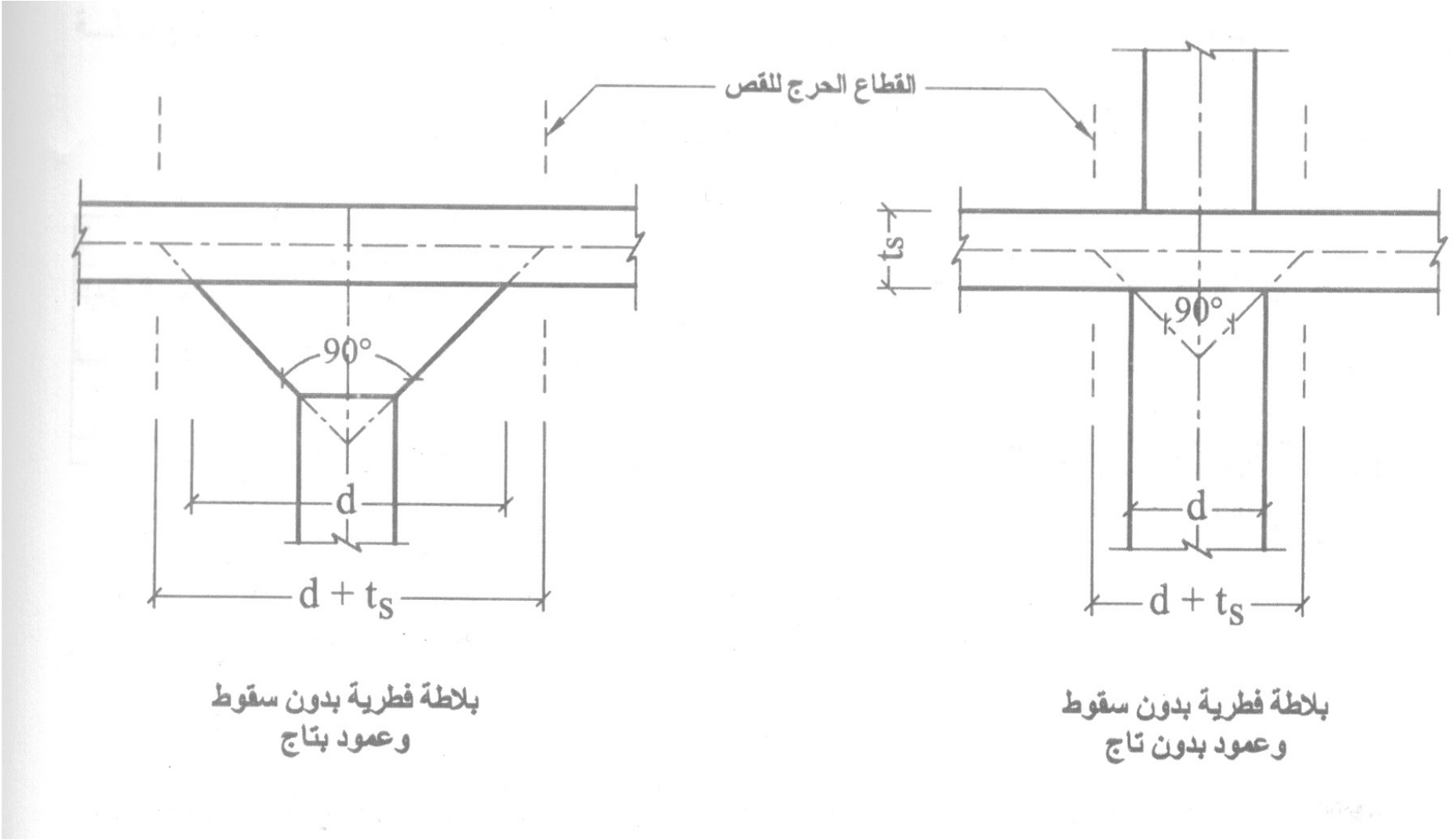
السمك الأدنى للبلاطات المفرغة ذات الاتجاه الواحد

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

السمك الأدنى للبلاطات المفرغة ذات الأعصاب بإتجاهين والمستندة على جوائز مخفية

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

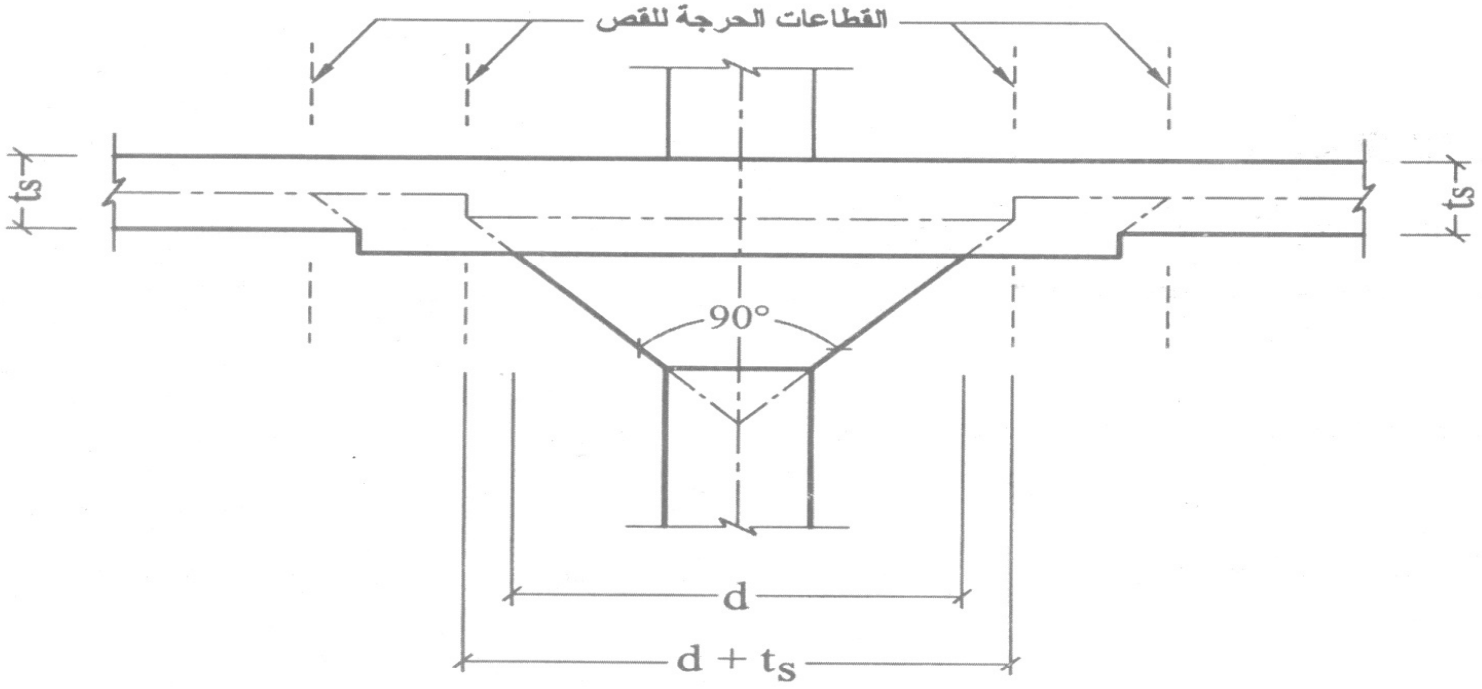
البلاطات الفطرية (اللا جائزية)



بلاطة فطرية بدون سقوط
وعمود بتاج

بلاطة فطرية بدون سقوط
وعمود بدون تاج

البلاطات الفطرية - تابع



بلاطة فطرية بسقوط وعمود بتاج

الشكل (٧-١٤) السقوط والتاج في البلاطة الفطرية

السمك الأدنى للبلاطات الفطرية

- يجب ألا يقلّ أدنى سمك كلي ts للبلاطة الفطرية، بأي حال عن أكبر القيم التالية:

١) L/32 للفتحات الطرفية دون سقوط.

٢) L/35 للفتحات الداخلية المستمرة بالكامل دون سقوط، أو للمجازات الطرفية التي لها سقوط.

٣) L/38 للفتحات الداخلية المستمرة بالكامل والتي لها سقوط.

٤) كما يجب أن لا يقلّ السمك عن 50 mm

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 مقاومتها المميزة 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

أعماق الجوائز - تابع

- تكون الارتفاعات السابقة مناسبة لحالات الجوائز العريضة (مثل الجوائز المخفية)، حيث يكون العرض من مرتبة الارتفاع، أو أكثر.
- في الحالات العادية للجوائز المتدلية، تكون ارتفاعات الجوائز من مرتبة:

من المجاز. **(1/10 – 1/12)**

عروض الجوائز

- أما عروض الجوائز فتكون من مرتبة
- (0.25 – 0.50) من الارتفاع.
- تُـؤخذ النسبة 0.50 عندما تكون الارتفاعات قليلة نسبياً (60 سم أو أقل مثلاً).
- وتُـؤخذ النسبة 0.25 عندما تكون الارتفاعات كبيرة نسبياً (150 سم أو أكبر)، بشرط تحقق إجهادات القص.

عروض الجوائز - تابع

- هناك شرط آخر يحكم عروض الجوائز، حيث يجب ألا يزيد العرض الفعال للجائز على:
- L/4 في حالة الجوائز المعرّضة لأحمال موزّعة بصورة رئيسية.
- L/5 في حالة الجوائز المعرّضة لأحمال مركّزة بصورة رئيسية.

عروض الجوائز - تابع

- حيث: L = المسافة بين نقطتي انعدام العزم، ويمكن أن تقاس من مخطط العزم، أو تؤخذ 0.76 من المجاز في الفتحات الداخلية من الجوائز المستمرة ذات المجازات المتقاربة، و 0.87 من المجاز في الفتحات الطرفية، وتساوي المجاز في الجوائز البسيطة.

الاشتراطات البعدية للشيناجات

١. لا يقل أي من بُعدي المقطع العرضي للشيناج عن 250mm (لأن سماكة التغطية الخرسانية للتسليح في العناصر المطمورة لا تقل عن 40 mm).
٢. إذا كان الشيناج حاملاً لجدار (من البلوك أو الآجر أو الحجر)، وكانت المسافة بين أساسات الأعمدة كبيرة، فيمكن تخفيف أبعاد الشيناج بوضع أساس وسطي (أو أكثر) إضافي تحت الشيناج، من الخرسانة العادية بأبعاد لا تقل عن 0.6m×0.6m وبعمق يصل حتى تربة التأسيس المناسبة.

الارتفاعات الأولية للعناصر الفولاذية من معيار السهم

لا يقل ارتفاع العنصر الفولاذي عن:

أ - في المدادت: (1/30 – 1/40) من المجاز، حسب الأحمال ونوعية الفولاذ.

ب- في الجوائز الثانوية:

(1/25 – 1/30) من المجاز، حسب الأحمال ونوعية الفولاذ.

ارتفاعات العناصر الفولاذية من معيار السهم - تابع

ت- في الجوائز الرئيسة:

(1/25 – 1/20) من المجاز، حسب الأحمال، ونوعية الفولاذ.

ث- الشبكي بشكل جائز بسيط (ارتفاع كلي): (1/12 – 1/10) من المجاز، حسب الأحمال، ونوعية الفولاذ.

ارتفاعات العناصر الفولاذية - تابع

- نسبة نهوض القوس (Rise of arch) إلى المجاز (في الشبكيات القوسية):

يُمكن أن يُؤخذ:

من 1 : 2 إلى 1 : 6

٣- الأبعاد من معيار التحنيب الجانبي للجوائز

- إذا كانت الجهة المعرضة للضغط من الجائز **غير مسنودة جانبياً**، فيمكن أن يتعرض الجائز للتحنيب الجانبي، ولذا يلزم **تخفيض** مقاومته، وفقاً للجدول الآتي:

تخفيض المقاومات للتحنيب الجانبي للجوائز $\frac{L}{b_w}$

L/b_w	≥ 30	35	40	45	50	55	60
عامل التخفيض	1	0.875	0.75	0.625	0.5	0.375	0.25

- الاشتراطات البعدية للأعمدة

١- لا يقل أصغر بُـــعد لكل عمود مستطيل عن 200 mm، ولا تقل مساحته عن 0.09 m2

٢- لا يقل قطر كل عمود دائري عن:

350 mm

شروط أبعاد أعمدة البلاطة الفطرية

- يجب ألا يقلّ قطر العمود (الدائري القطاع، أو طول كل من جانبي العمود المستطيل القطاع)، عن أكبر القيم الآتية:

١) 1/20 من طول المجاز في الاتجاه المدروس.

٢) 1/25 من ارتفاع الطابق الكلي.

٣) 350 mm ويمكن تخفيضه إلى 300 mm في حال وجود جملة أخرى مقاومة للزلازل.

التحنيب في الأعمدة (الأعمدة الطويلة والأعمدة القصيرة)

- يُـعد العنصر المضغوط (العمود):

١- طويلاً إذا زادت نسبة أحد طوليه الحسابيين (بالاتجاهين المتعامدين) على سمك قطاعه في الاتجاه المعتمد على 12 بالنسبة لعمود ذي قطاع مستطيل أو مربع و 10 بالنسبة لعمود ذي قطاع دائري.

التحنيب في الأعمدة الطويلة ـ تابع

٢ـ قصيراً إذا لم تزد النسبة عن القيم المحددة أعلاه.

٣ـ في حالة الأعمدة ذات القطاعات غير المستطيلة أو الدائرية، يُـعد العمود طويلاً إذا زادت نحافته $(\lambda = L0/i)$ على 40، حيث: $i = \sqrt{(I/A)}$ هي نصف قطر العطالة في الاتجاه المدروس.

تخفيض مقاومات الأعمدة الطويلة
(معامل التحنيب kb)

- في حال العناصر المضغوطة (الأعمدة) الطويلة، المعرضة للضغط البسيط (وما في حكمها)، يمكن أخذ تأثير التحنيب بتقسيم قدرة تحمل العنصر على معامل التحنيب **kb** الوارد في الجدول (١٠-٣) في الكود، وهو الآتي:

معامل التحنيب kb

$\lambda = L/i$	40	42	44	46	48	50	55	60	65	70	75	80
مقطع مستطيل L/b	11.5	12.1	12.7	13.3	13.9	14.4	15.9	17.3	18.8	20.2	21.7	23.1
مقطع دائري L/d	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.7	15.0	16.2	17.5	18.7	20.0
معامل التحنيب k_b	1.00	1.02	1.04	1.07	1.10	1.13	1.20	1.35	1.60	1.95	2.40	3.00

تحنيب لأعمدة الطويلة - تابع

- شريطة تحقق ما يلي:

١) أن يكون مقطع العضو المضغوط مربعاً أو مستطيلاً أو متناظراً.

٢) أن لا تقل مساحة التسليح الموجودة في كل طرف من طرفي المقطع بالاتجاه المقاوم للتحنيب عن **0.003** من مساحة المقطع الكلية، وألا تزيد نحافة العمود λ على **80**

السماكات الدنيا للجدران الحاملة ولجدران القص

١- لا يقل سمك الجدران الخرسانية المسلحة في المباني عن 150 mm

٢- إذا كان البناء من طابقين فقط، يمكن الاكتفاء بالسمك 150 mm، على كامل الارتفاع للمبنى.

سماكات الجدران الحاملة وجدران القص-تابع

٣. إذا كان البناء مؤلفاً من عدة طوابق، فيكون السمك الأدنى للجدران المسلحة الحاملة كما يلي:

أ- 150 mm لأعلى 5 أمتار من الارتفاع.

ب- يُـزاد 50 mm لكل 20 متراً من الارتفاعات التالية للخمسة أمتار السابقة، أو جزء منها باتجاه الأسفل. ويمكن الاستغناء عن هذا الشرط في جدران النواة الصندوقية.

تابع سماكات الجدران

٤- لا يقلّ سمك جدران القص من الخرسانة المسلحة عن (1/25) من الطول الفعّال للتحنيب، المعرّف في البند (٧-٤-٣) من الكود، والذي سبق ذكره أعلاه

سماكات الجدران - تابع

٥- لا يقلّ السمك الأدنى لجدران القص المستعملة في الأقبية (جدران خارجية)، وجدران الأساسات، وجدران مقاومة الحريق، عن **250 mm**

سماكات الجدران (الألواح الخرسانية)-تابع

٦ - لا يقلّ السمك الأدنى للجدران الحاملة، وجدران القص، بشكل ألواح خرسانية مسبقة الصب، عن **100 mm**، كما لا يقلّ عن (1/30) من المسافة الدنيا بين العناصر الحاملة (التي هي عملياً طول التحنيب).

طول المقطع الأفقي لمساقط الجدران

٧- يُـفضل ألا يقل طول (عمق) القطاع العرضي الأفقي لجدار القص، دون فتحات بشكل ظفر، عن **1/10** من الارتفاع الكلي للجدار، إلا إذا تحققت السهوم. ويعتمد الجدول التالي كدليل، مع ضرورة زيادة الطول في حال وجود فتحات.

أطوال جدران القص في المسقط الأفقي

الإرتفاع H من ظهر الأساسات حتى منسوب السقف الأخير	الطول (العمق) للقطاع الأفقي لجدار القص
حتى 10 m	H /4
أكبر من 10 m وحتى 20 m	H /5.5
أكبر من 20 m وحتى 30 m	H /7
أكبر من 30 m وحتى 50 m	H / 8.5
أكبر من 50 m	H / 10

٤- الأبعاد من شرط الصلادة

الأساسات

أ - لا يقل العمق الكلي للخرسانة في الأساس الملاصق لخرسانة النظافة مباشرة عن 250mm، كما لا يقل العمق الكلي لقبعة الأوتاد عن 400mm

ب- لا يقل البعد الأصغر لأساسات الأعمدة عن 1000 mm في التربة القوية (تحمل لا يقل عن 0.3 MPa) وعن 1200mm في التربة الضعيفة (تحمل أقل من 0.3 MPa).

تابع صلادة الأساسات - تابع

ت-لا يقل عرض الأساس الشريطي عن 600mm في التربة القوية، وعن 900mm في التربة الضعيفة. أما في التربة القاسية فيمكن اعتماد قيم أصغر من ذلك.

ث- من أجل تأمين قساوة مناسبة للأساسات المنفردة فيجب أن لا يقل العمق الكلي للأساس عن نصف (1/2) مقدار بروز الأساس عن قاعدة العمود (أو عن العمود أو الجدار).

صلادة الأساسات - تابع

ج- يُـطبق الشرط السابق ذاته على الجزء البارز (الظفر) من البلاطات في بقية أنواع الأساسات. أما في حالة الجائز (الكمرة) بشكل ظفر في أساسات الحصيرة، فيجب ألا يقل العمق عن البروز من وجه القاعدة (أو العمود).

صلادة الأساسات - تابع

ح- لا يقل عمق جوائز (كمرات) الحصيرة عن رُبع (1/4) المجاز للجوائز البسيطة، وعن الخُمس (1/5) للجوائز المستمرة.

خ- لا يقل السمك في بلاطات الحصيرة المستندة على كامل محيطها عن ثُمن (1/8) المجاز للبلاطات ذات الاتجاه الواحد، وعن العُشر (1/10) للبلاطات ذات الاتجاهين.

صلادة الأساسات - تابع

د- يُـنصح، في الأساسات المنفردة، بجعل بروزات الأساسات من أوجه القواعد (أو الأعمدة) بقدر الإمكان متساوية.

ذ- بالنسبة للأساسات الكتلية من الخرسانة العادية يجب ألا يقل عمق الأساس عن مرة ونصف (1.5) مقدار بروز الأساس من طرف القاعدة أو العمود.

صلادة الأساسات - تابع

ر- يُـمكن أن يكون السطح العلوي للأساس أفقياً، كما يمكن أن يكون مائلاً، ويشترط في الحالة الأخيرة ألا يزيد ميل سطح الأساس عن: (2 شاقولي : 2.5 أفقي)
للأساسات من الخرسانة المسلحة، وعن: (1 شاقولي : 1.4 أفقي)
للأساسات من الخرسانة العادية (الكتلية).

صلادة الأساسات - تابع

ز- يُـشترط في الأساسات ذات السطح العلوي المائل أن لا يقل سمك الأساس عند الطرف عن نصف (1/2) سمكه عند وجه القاعدة أو العمود.

الاشتراطات البعدية لقواعد الأعمدة المعدنية

أ- لا يقل العمق الكلي للخرسانة في قاعدة العمود المعدني عن 250 mm

ب- لا يقل البعد الأصغر لقواعد الأعمدة المعدنية عن 600 mm

٥- الأبعاد من شرط التشقق

- هذا الشرط غالباً ما يحكم التصميم في خزانات السوائل، خاصة خزانات المياه. يلزم حساب السماكات للعناصر الواقعة بتماس مع الماء بحيث لا يزيد عرض الشق على: **0.1 mm**، بينما في المنشآت العادية، يمكن أن يصل عرض الشق إلى **0.3 mm**

شرط التشقق - تابع

- إذا كان التصميم يتم بطريقة حد الاستثمار، فإن السماكة (t) اللازمة في البلاطات، لتحقيق شرط التشقق، يمكن أن تُـؤخذ من العلاقة :

- $t = \sqrt{(M/3)} + 2$ ، حيث M هي عزم الانحناء المطبق على متر واحد، مقدراً بالـ: kgf.m، و السماكة t مقدرة بالـ cm.

٦- الأبعاد من معيار المقاومة

- بعد اختيار الأبعاد الأولية للعناصر الإنشائية من المعايير الخمسة السابقة، يتم حساب الأحمال على العناصر، ثم يتم التحليل الإنشائي لهذه العناصر وحساب القوى المعرضة لها من عزوم وقوى قص وقوى ناظمية، وبعدها يتم التحقق من كفاية هذه الأبعاد وحساب التسليح اللازم.

الأبعاد من معيار المقاومة - تابع

إن القوى التي يمكن أن يتعرض لها أي مقطع عرضي، لا تتعدى ست قوى هي:

أ - عزما انحناء هما: Mx- My؛

ب- عزم فتل T (أي عزم حول المحور z).

ت- قوة ناظمية N (على المحور z)؛

ث- قوتا قص هما Qx- Qy.

الأبعاد من معيار المقاومة - تابع

- من المعروف أن عزم الفتل يؤدي إلى إجهادات قص، وهكذا يمكن تلخيص القوى التي يتعرض لها المقطع ويحتاج للتحقيق عليها إلى القوى الآتية: عزم انحناء (انعطاف)- قوة قص- قوة ناظمية.

الأبعاد من معيار المقاومة - تابع

١- معيار العزم، وهو الذي يحكم التصميم عادة بالعناصر المنحنية (المنعطفة) ذات المجازات الطويلة نسبياً والأحمال غير الثقيلة.

٢- معيار القص، وهو الذي يحكم التصميم عادة بالعناصر المنحنية (المنعطفة) ذات المجازات القصيرة نسبياً والأحمال الثقيلة.

٣- معيار الضغط، وهو الذي يحكم التصميم عادة بالعناصر المضغوطة كالأعمدة.

الأبعاد من معيار المقاومة - تابع

* يُمكن أن يتعرض العنصر الإنشائي **لأكثر من قوة**، من القوى السابقة بالوقت ذاته.

- أما إذا ثبت أن الأبعاد المختارة من الشروط الخمسة السابقة غير كافية لمقاومة القوى والعزوم الناتجة عن التحليل الإنشائي، **يلزم زيادة** هذه الأبعاد حتى الوصول للأبعاد المناسبة التي تحقق جميع المعايير.

الأبعاد من شرط المقاومة - تابع

- إذا احتجنا لزيادة الأبعاد بنسبة لا تتعدى 25%، يمكن إهمال الزيادة في الوزن الذاتي، ولا حاجة لإعادة التحليل الإنشائي. أما إذا تعدت الزيادة المطلوبة في الأبعاد نسبة 25% فيلزم أخذ زيادة الوزن الذاتي للعنصر بالحسبان وإعادة التحليل الإنشائي للأحمال المعدلة.

التحليل الإنشائي لإيجاد عزوم الإنحناء (الانعطاف) وقوى القص والقوى الناظمية

عوامل توزيع الأحمال بالاتجاهين للبلاطات المصمتة

الجدول (٨-٧)

معاملات توزيع الأحمال في البلاطات المصمتة ذات الاتجاهين

نسبة الاستطالة r						0.76	0.80	0.90	1.00
α_1						0.52	0.48	0.40	0.33
α_2						0.19	0.21	0.27	0.33
نسبة الاستطالة r	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.8	2.0	∞
α_1	0.28	0.23	0.19	0.16	0.14	0.12	0.08	0.06	0.00
α_2	0.39	0.45	0.51	0.57	0.61	0.66	0.79	0.89	1.00

وتحدد نسبة الاستطالة كما ورد في الفقرة (٧-٣-١-٥-ج).

عوامل توزيع الأحمال للبلاطات المفرغة باتجاهين (جوائز ساقطة)

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
α_1						0.614	0.575	0.481	0.396
α_2						0.207	0.237	0.316	0.396
نسبة الاستطالة r	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.8	2.0	∞
α_1	0.323	0.262	0.212	0.172	0.140	0.113	0.077	0.053	0.000
α_2	0.473	0.543	0.606	0.660	0.706	0.746	0.806	0.819	1.000

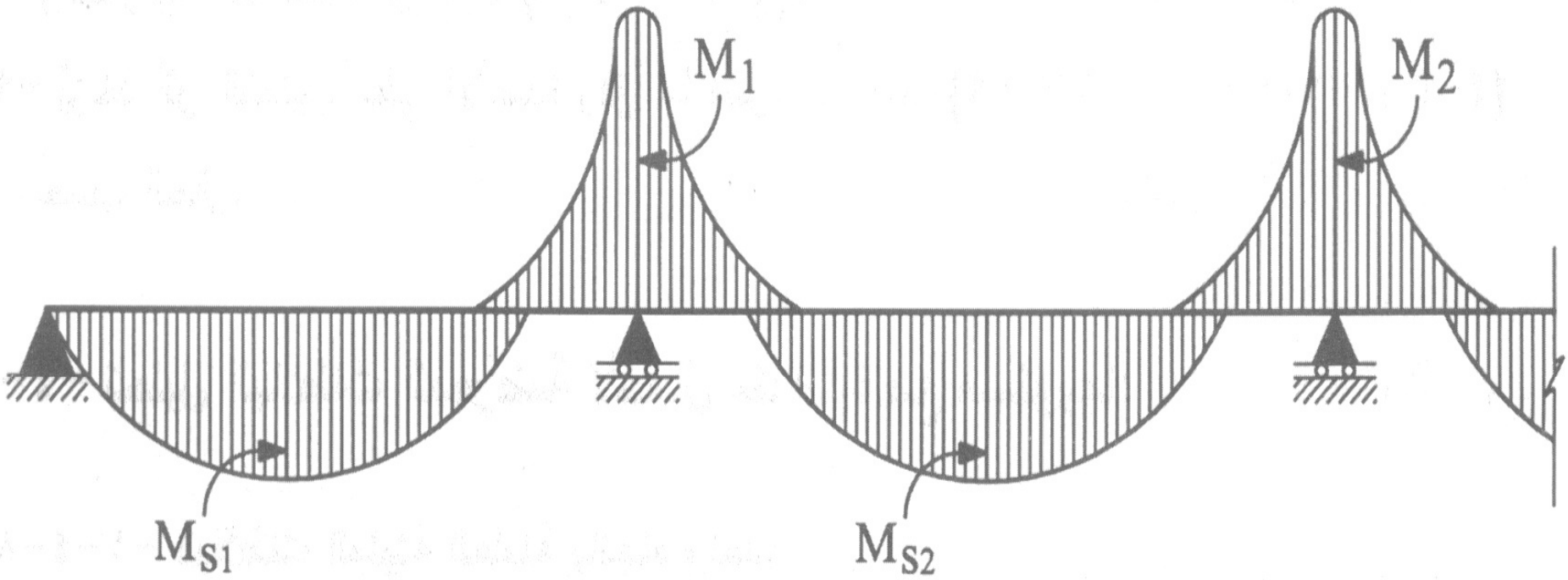
عوامل توزيع الأحمال للبلاطات المفرغة باتجاهين (جوائز مخفية)

الجدول (٨-١٠)

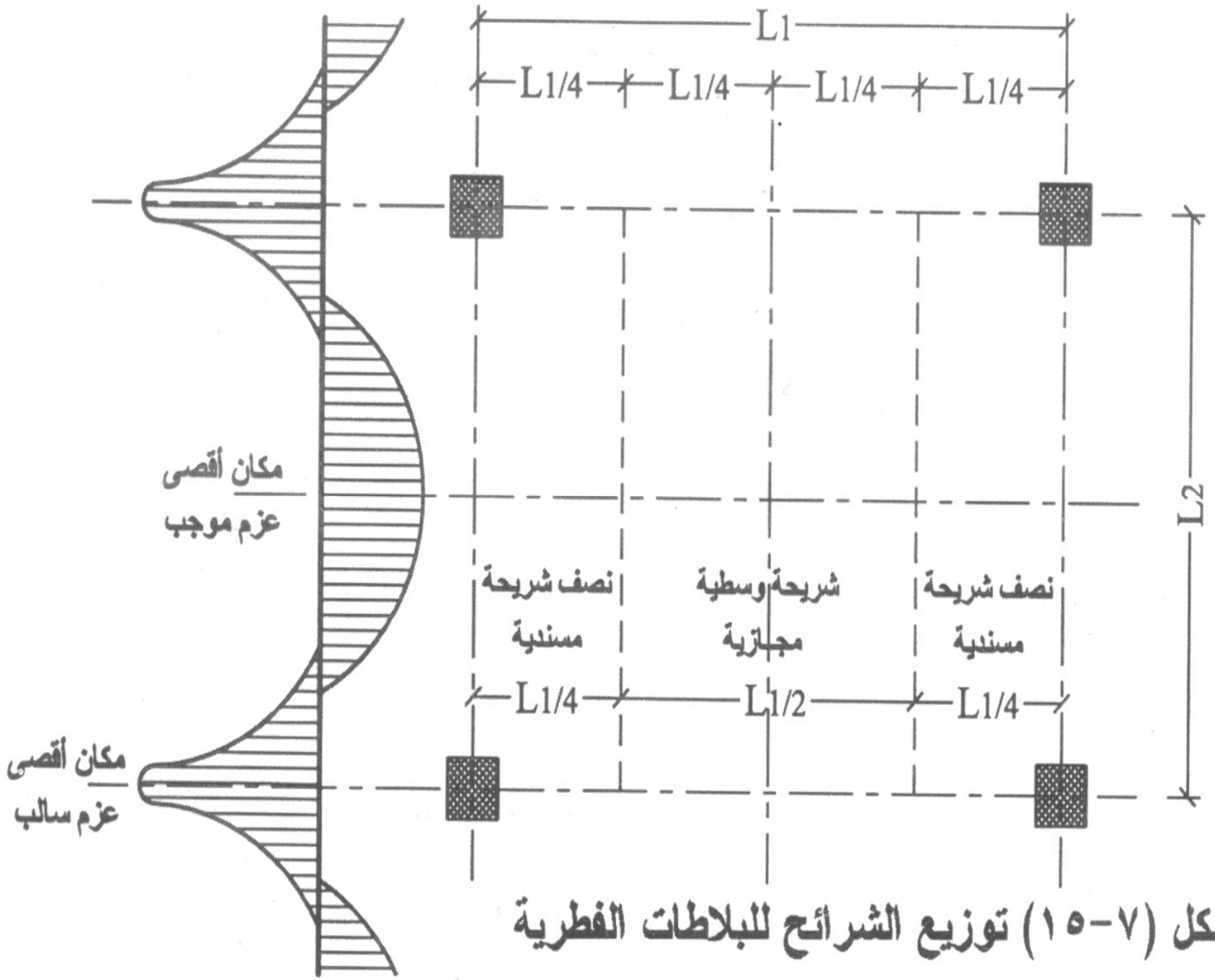
معاملات توزيع الأحمال في البلاطات ذات الجوائز المتصالبة أو البلاطات المفرغة باتجاهين عندما تكون الجوائز الرئيسة مخفية

نسبة الاستطالة r						0.76	0.80	0.90	1.00
α_1						0.747	0.707	0.604	0.500
α_2						0.253	0.293	0.396	0.500
نسبة الاستطالة r	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.8	2.0	∞
α_1	0.405	0.328	0.258	0.203	0.166	0.131	0.086	0.059	0.000
α_2	0.595	0.672	0.742	0.797	0.834	0.869	0.914	0.941	1.000

العزوم في البلاطات المستمرة

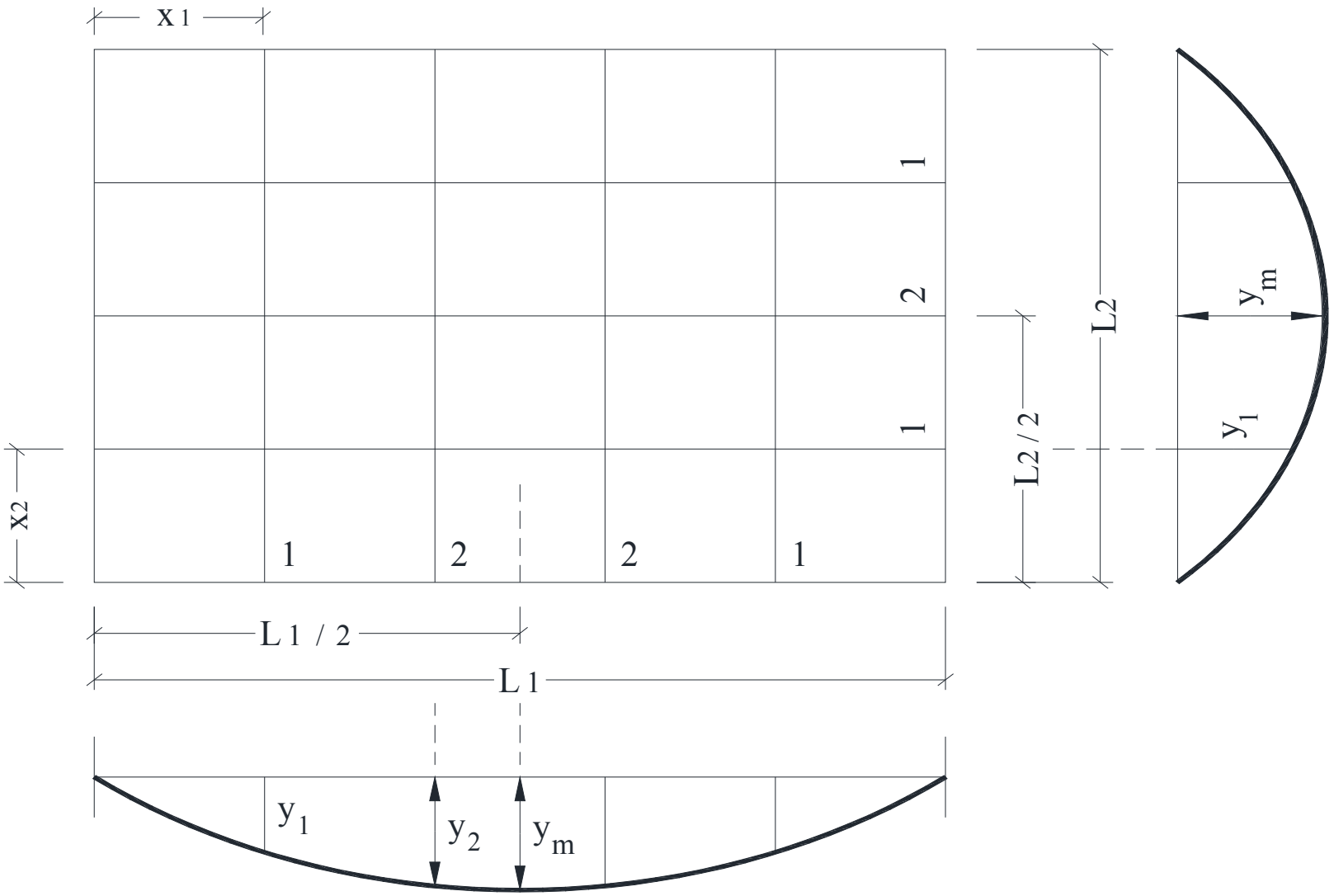


الشكل (٨-٩) حساب العزوم الموجبة في البلاطة المستمرة



الشكل (٧-١٥) توزيع الشرائح للبلاطات الفطرية

البلاطات ذات الجوائز المتصالبة

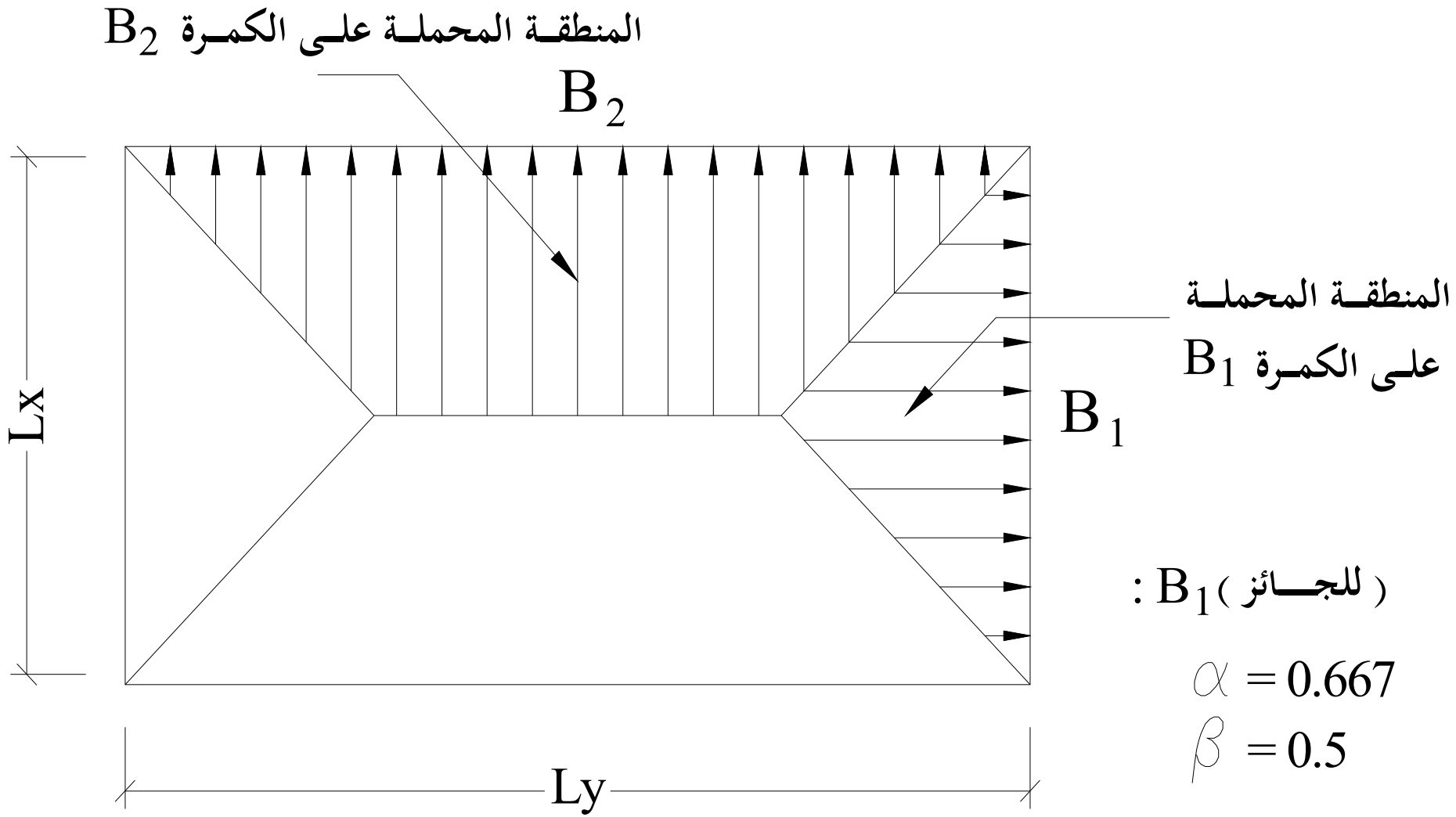


نسب عزوم الجوائز غير الوسطية إلى الجوائز الوسطية

الجدول (٨-١١)

عدد الجوائز بالاتجاه L_1 أو L_2	نسب عزوم الجوائز غير الوسطية إلى عزم الجائز الوسطي					
	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

نقل الأحمال من البلاطة للجائز



(للجائز) B_1 :

$\alpha = 0.667$

$\beta = 0.5$

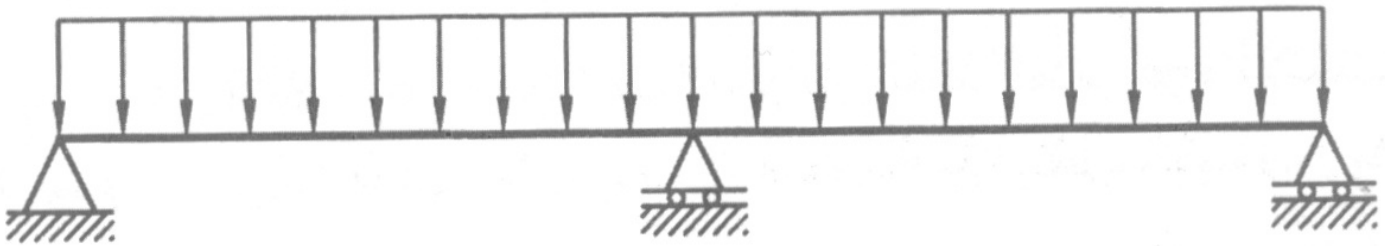
جدول عوامل النقل للأحمال على الجوائز

الجدول (٨-١) معاملات توزيع أحمال البلاطات على الجوائز

$\frac{l_y}{l_x}$	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

تحليل الجوائز بمجازين

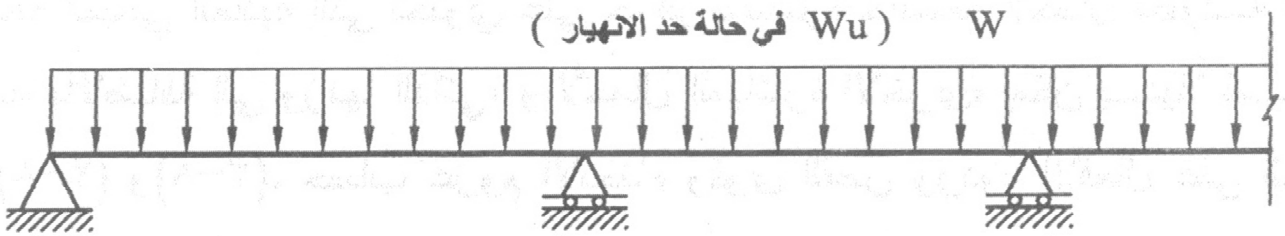
W (Wu في حالة حد الانهيار)



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

الشكل (٨-٦-أ) العزوم وقوى القص وردود الأفعال لجائز مستمر على مجازين فقط

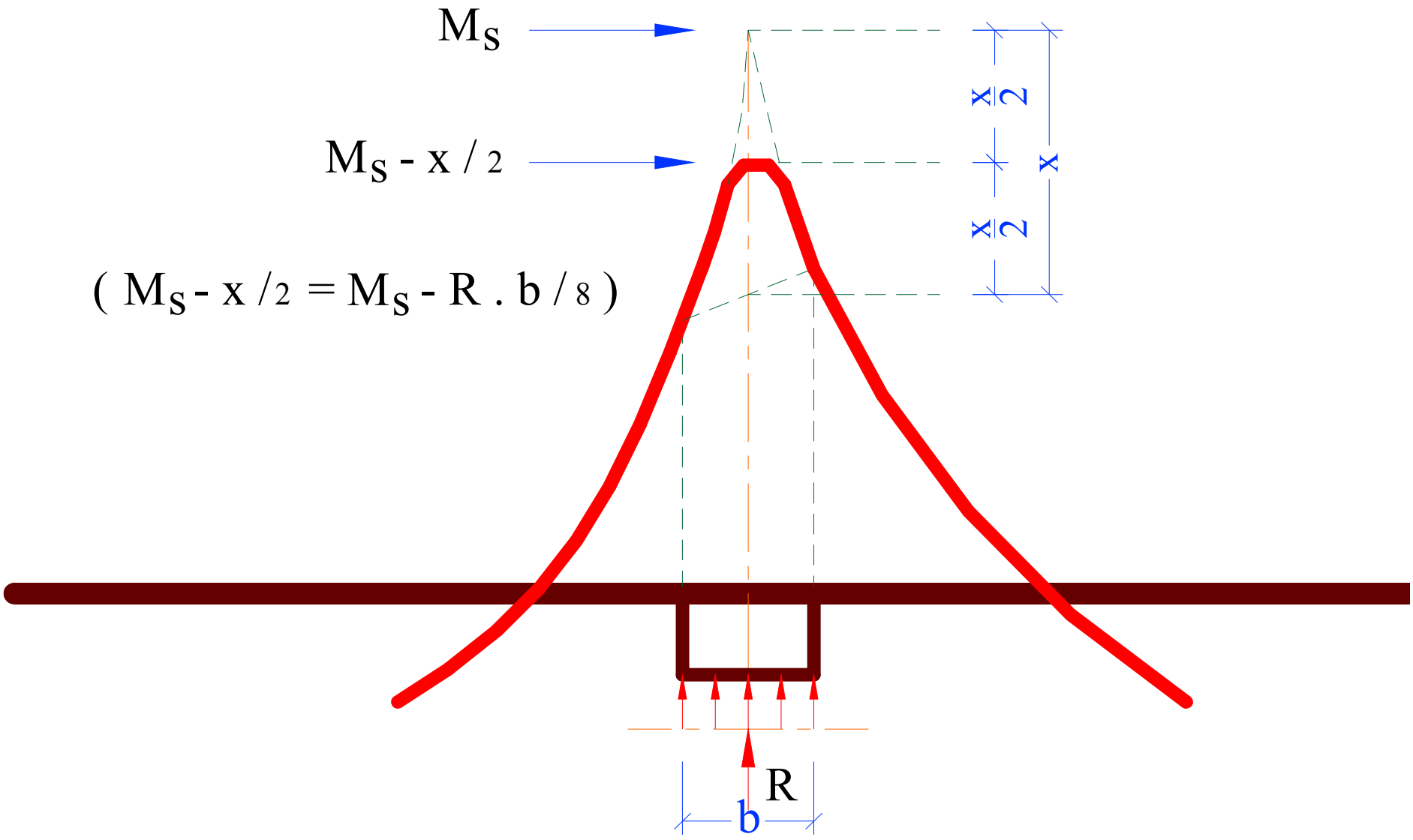
تحليل الجوائز المستمرة بأكثر من مجازين



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	$\frac{wl}{2}$		$1.15\frac{wl}{2}$ $\quad \frac{wl}{2}$		$\frac{wl}{2}$ $\quad \frac{wl}{2}$	
ردود الأفعال	$\frac{wl}{2}$		1.1 wl		1.0 wl	

الشكل (٨-٦-ب) العزوم وقوى القص وردود الأفعال لجائز مستمر على ثلاثة مجازات أو أكثر

أخذ تأثير عرض المسند بالحسبان



تحليل الشيناجات

أ - عندما توضع الشيناجات لتقصير طول التحنيب للأعمدة، تُصمم الشيناجات (سواء كانت حاملة لجدران أو لا) على قوى محورية (شادّة أو ضاغطة)، بقيمة لا تقلّ عن 5% من قيمة أكبر حمل من أحمال الأعمدة المرتبطة بالشيناج.

تحليل الشيناجات - تابع

ب- عندما توضع الشيناجات لمقاومة تأثير الزلازل (و ذلك عندما تكون بمنسوب الأساسات)، تُصمم الشيناجات على القوى الناتجة عن التحليل الإنشائي، شريطة أن لا تقلّ القوة المحورية التصميمية المعتمدة في الشيناج عن 10%، من قيمة أكبر حمل من أحمال الأعمدة المرتبطة بالشيناج.

تحليل الشيناجات - تابع

ت- إذا كان الشيناج حاملاً لجدار (من البلوك أو الآجر أو الحجر)، وكانت المسافة بين أساسات الأعمدة كبيرة، فيمكن تخفيف أبعاد الشيناج بوضع أساس وسطي (أو أكثر) إضافي تحت الشيناج، من الخرسانة العادية بأبعاد لا تقل عن 0.6m×0.6m ويصل حتى تربة التأسيس المناسبة.

عوامل التكافؤ للأعمدة (لتأثير العزوم) لحالة عدم وجود أظفار

الجدول (٨-٢-أ)، عامل التكافؤ k_e

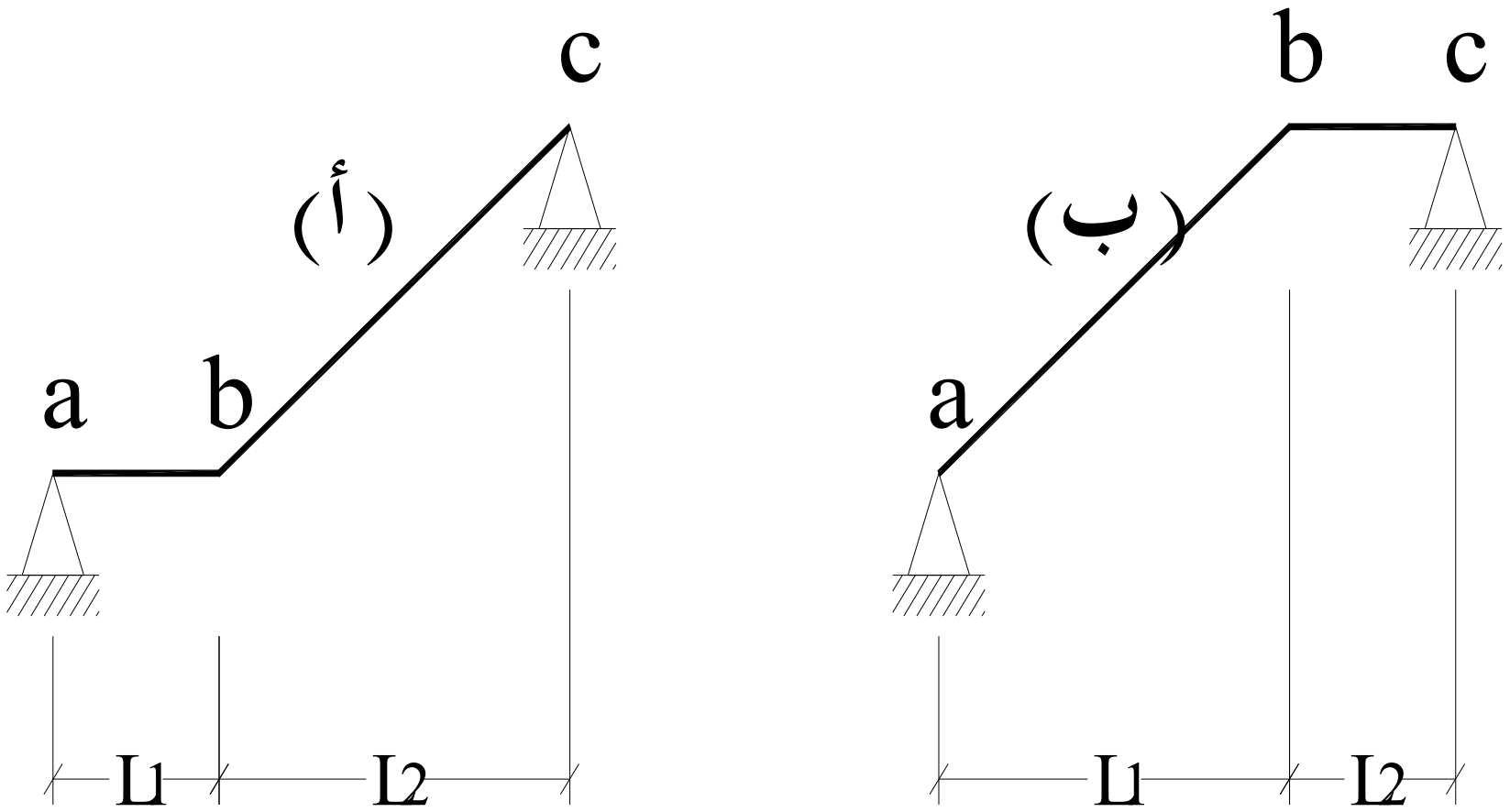
موقع العمود / الطابق	الأعمدة الوسطية	الأعمدة الطرفية	الأعمدة الركنية
الطابق الأخير	1.3	1.6	2.0
الطابق تحت الأخير	1.1	1.4	1.7
باقي الطوابق	1.0	1.15	1.30

عوامل التكافؤ (لتأثير العزوم) في حالة وجود أظفار

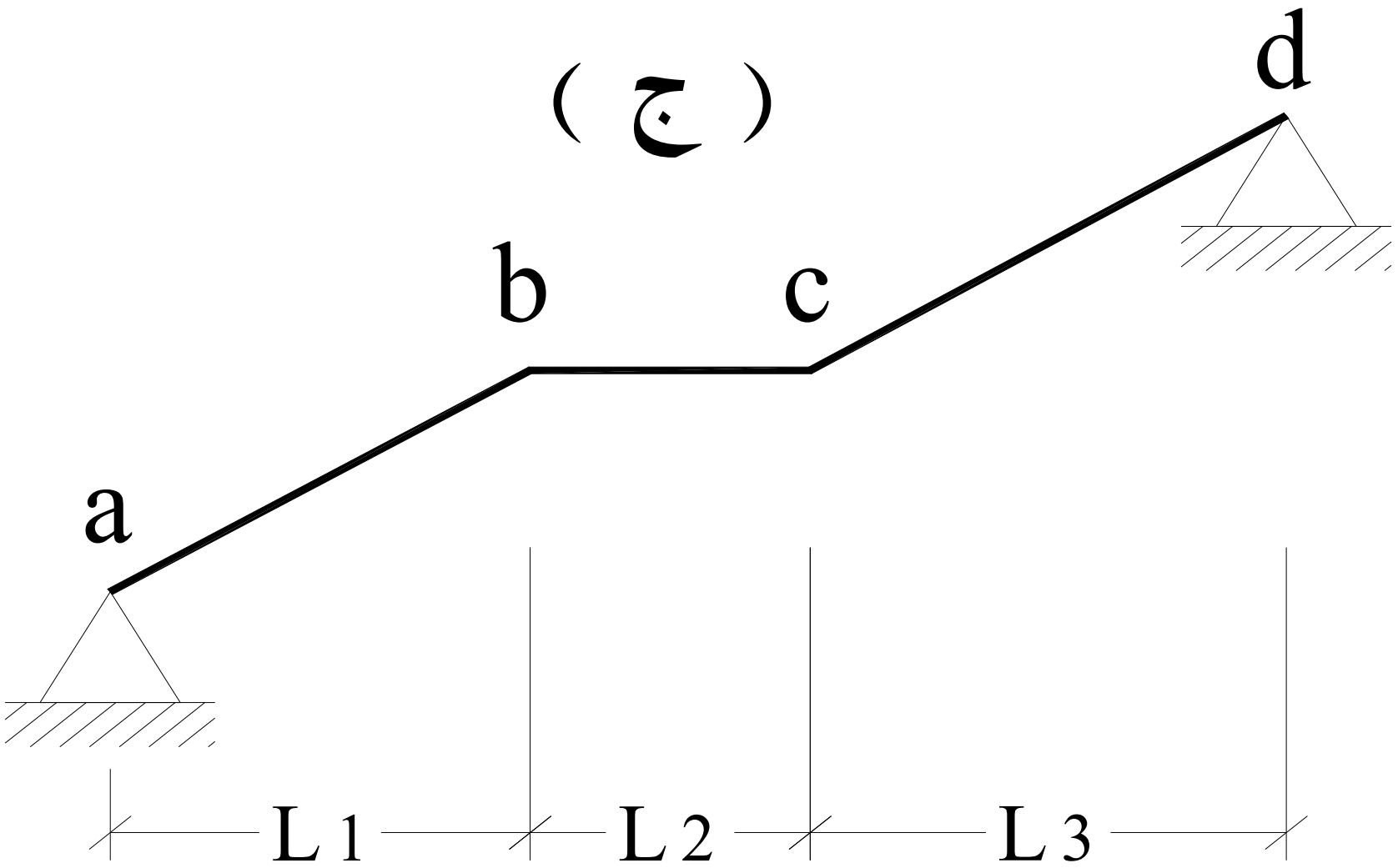
الجدول (٨-٢-ب)، عامل التكافؤ k_e

موقع العمود / الطابق	الأعمدة الوسطية	الأعمدة الطرفية	الأعمدة الركنية
الطابق الأخير	1.3	1.5	1.6
الطابق تحت الأخير	1.1	1.3	1.4
باقي الطوابق	1.0	1.1	1.2

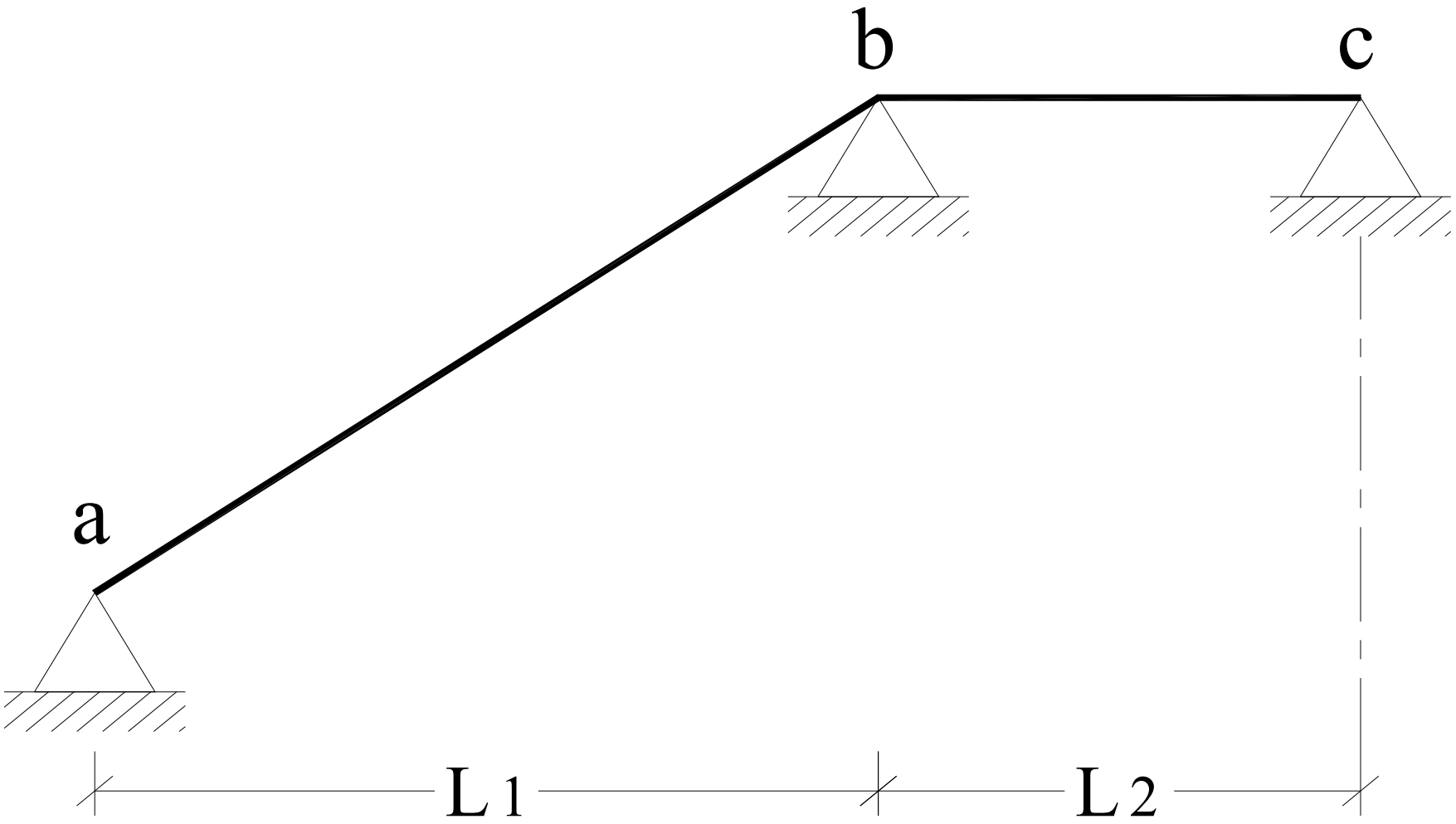
الجملة الإنشائية للأدراج البسيطة
الدرج الجائزي الطويل ذي الميدة الطرفية



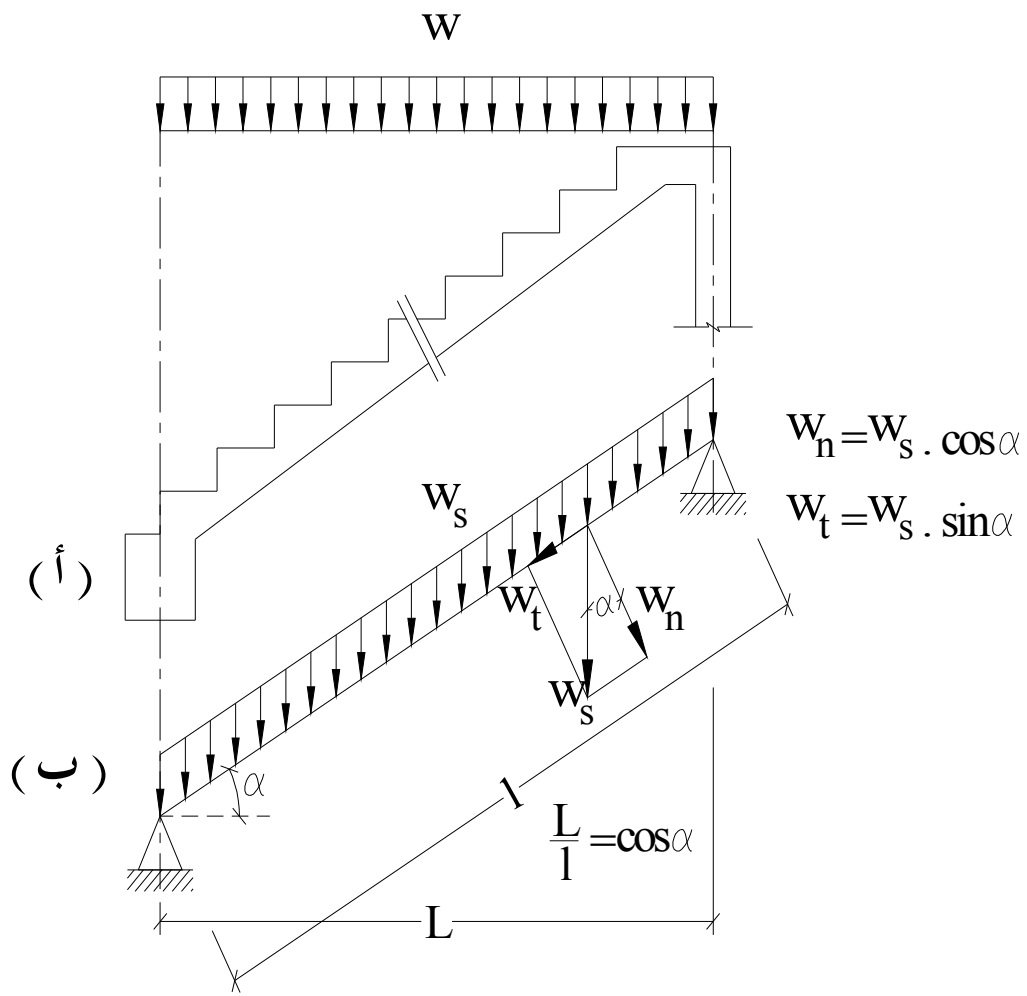
الدرج الجائزي الطويل ذي الميدة الوسطية



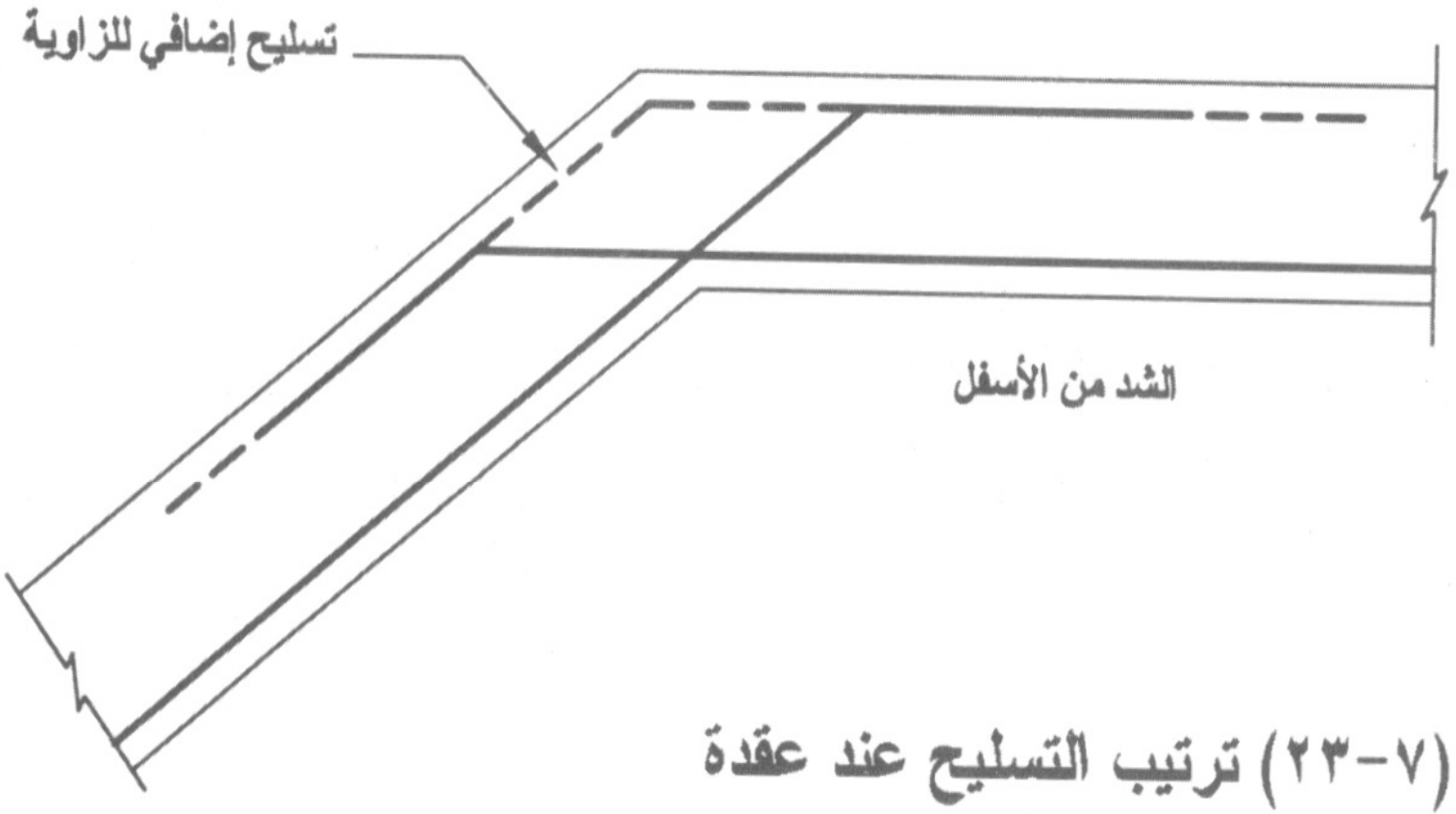
شاحط مستمر مع الميدة بمسند وسطي



الأحمال على شواحط الأدراج

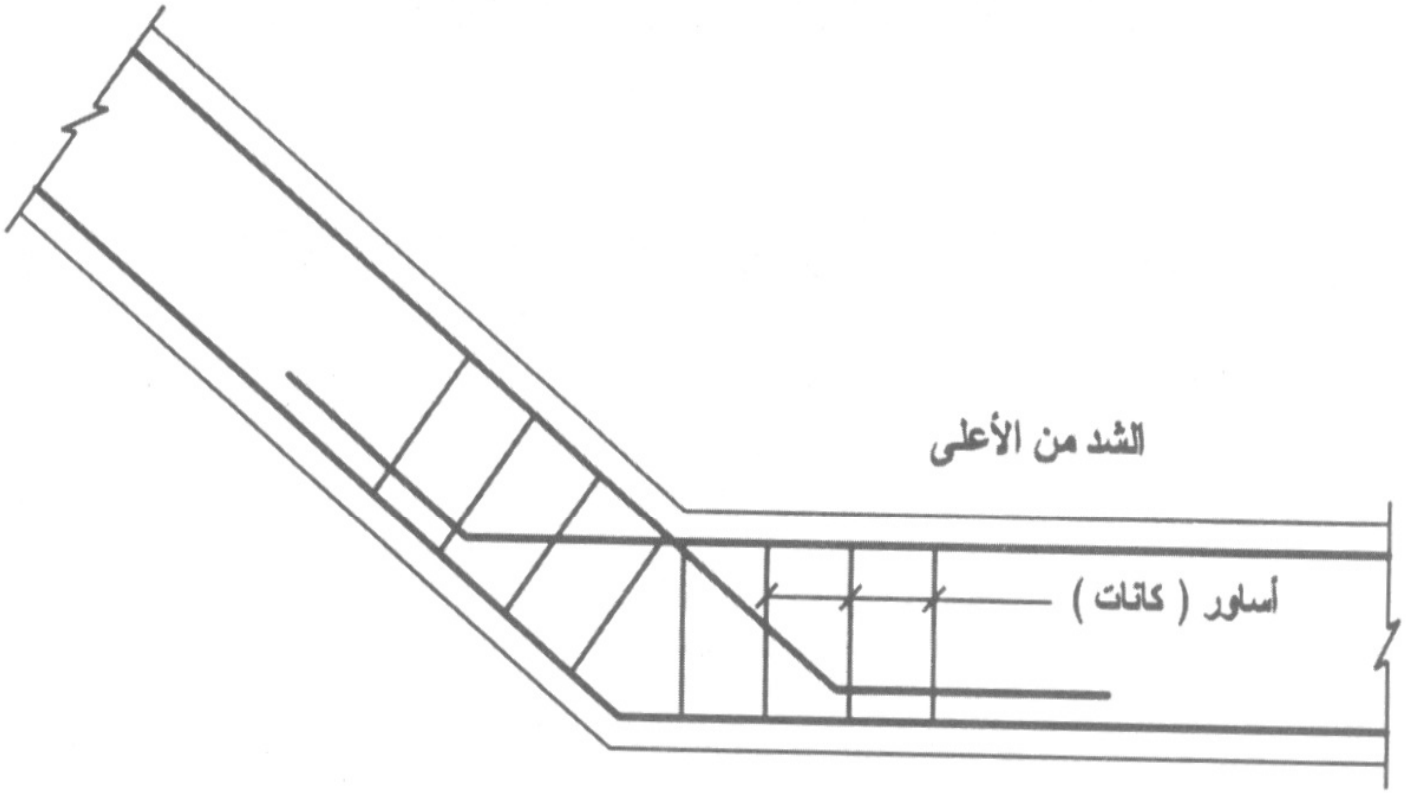


تسليح العقدات في الأدراج



الشكل (٧-٢٣) ترتيب التسليح عند عقدة الدرج عندما تكون الميدة بالأعلى

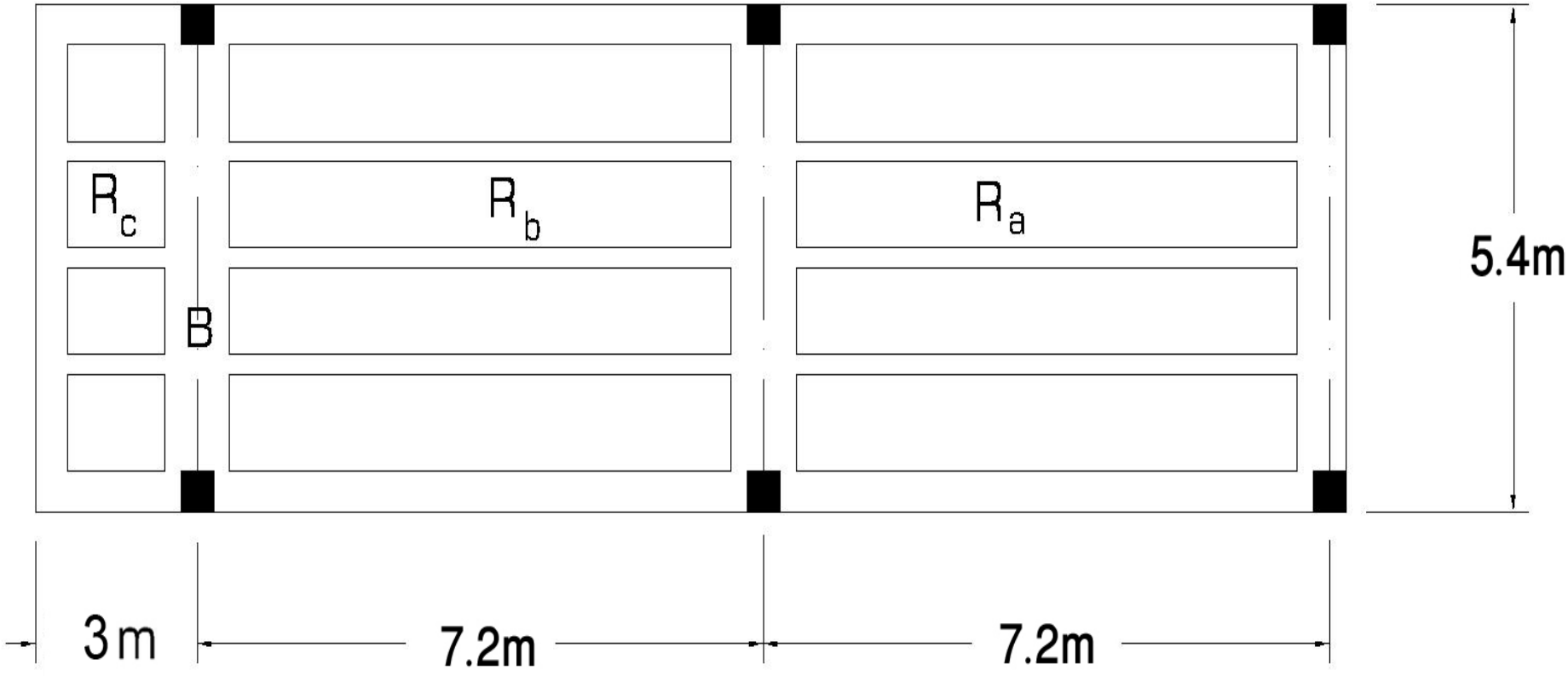
تابع تسليح العقدات في الأدراج



الشكل (٧-٢٤) ترتيب التسليح عند عقدة الدرج عندما تكون الميدة بالأسفل

٧- مثال محلول على تصميم بلاطة هوردي

مطلوب تصميم العصب الوسطي المستمر (Rc-Rb-Ra)، والجائز B



أبعاد الأعمدة جميعها 0.4m × 0.4m

حمل التغطية = 300kgf/ m²،

- والحمل الحي = 300kgf / m²

وعلى الأظفار = 400kgf / m²

- المقاومة المميزة للخرسانة =

- fc' = 200 kgf / cm²

- والمقاومة المميزة للفولاذ (حد الخضوع) =

- fy = 4000 kgf / cm²

أ . المجازات الفعالة

- مجاز العصب = 7.2m
- مجاز الظفر = 3.0m
- مجاز الجائز = القيمة الأصغر من القيم الثلاث الآتية:

1) $5.4 - 2 \times 0.4/2 = 5.0\text{m}$
2) $1.05 \times (5.4 - 2 \times 0.4) = 4.83\text{m}$
3) $(5.4 - 2 \times 0.4) + (0.36 - 0.04)$

$= 4.92\ \text{m}$

$L = 4.83\ \text{m}$

ب. الارتفاعات (السماكات) من شرط السهم

- ارتفاع العصب (من الجدول ٧-٣ب من الكود) مساوياً إلى 0.40 m = 7.2/18 :
- ارتفاع الظفر يساوي 0.375m = 3.0/8
- ارتفاع الجائز (من الجدول ٧-١ب) يساوي

• 4.83 ÷ 16 = 0.31 m

- يجب أن لا تقل القيمة المعتمدة عن الأكبر من القيم الثلاث السابقة، أي لا تقل عن: 0.40 m.
- نعتمد: t = 6 + 35= 41 cm .

نأخذ عرض العصب 18/15

فيكون التباعد بين محاور الأعصاب

50 cm = 0.5 m=

- **يتم استعمال 3 أعصاب تقوية (لأن المجاز أكبر من 6m).**

حساب الأحمال على المتر المربع

- الحمل الميت = وزن بلاطة التغطية (6 × 25) + وزن عصبين (0.33 × 0.35 × 2500) + وزن بلوك الهوردي (10 × 18) + وزن ثلاثة أعصاب تقوية (3 × 0.2× 0.35×2500\7.2) + التغطية (300) = 150 + 290 + 180 + 73 + 300 = 993 kgf/ m^2، تُعتمد 1000kgf/m^2.
- الحمل الحي = 300kgf/ m^2 (يُزاد في الظفر إلى 400kgf/ m^2)

أ . الحمل على المتر الطولي للعصب

- الحمل الميت = 500kgf/m

و الحمل الحي = 150kgf/m(أو 200)

ب. العزوم السالبة للعصب

- العزم الميت للظفر = $500 \times 3^2 /2 = 2250$ kgf.

- العزم الحي للظفر = $200 \times 3^2 /2 = 900$ kgf.m

- العزم الميت للمسند الوسطي =

$500 \times 7.2^2 /9 = 2880$ kgf.m

(مع إهمال التخفيض من الحمل الميت فوق الظفر)

العزم الحي للمسند الوسطي =

$150 \times 7.2^2 / 9 = 864$ kgf.m

ت. العزم الموجب للعصب

- العزم الميت في المجاز الأول الطرفي =

$500 \times 7.2^2 / 11 = 2356$ kgf.m

- العزم الحي في المجاز الأول الطرفي =

$150 \times 7.2^2 / 11 = 707$ kgf.m

ث. تصميم مقاطع العصب لمقاومة العزوم

- إذا كان التصميم سيتم بطريقة حد الاستثمار، فيتم جمع العزوم من الأحمال الميتة للعزوم من الأحمال الحية، ويتم التصميم وفق الطريقة المشروحة في الكود لحالة حد الاستثمار.

- وإذا كان التصميم سيتم بطريقة الحد الأقصى، فيتم تصعيد العزوم بالمعامل 1.4 للعزوم الميتة وبالمعامل 1.7 للعزوم الحية، ثم يتم جمع العزوم الميتة المصعدة للعزوم الحية المصعدة، ويتم التصميم وفق الطريقة المشروحة في الكود لحالة الحد الأقصى.

قوى القص في مقاطع العصب

- القص الميت للظفر $500 \times 3 = 1500$ kgf
- القص الحي للظفر $200 \times 3 = 600$ kgf =
- القص الميت الأعظمي للجائز =

$$0.6 \times 500 \times 7.2 = 2160 \text{ kgf}$$

- القص الحي الأعظمي للجائز =

$$0.6 \times 150 \times 7.2 = 648 \text{ kgf}$$

تصميم مقاطع العصب لمقاومة قوى القص

- إذا كان التصميم سيتم بطريقة حد الاستثمار فيتم جمع قوى القص الميتة لقوى القص الحية، ويتم التصميم وفق الطريقة المشروحة في الكود لحالة حد الاستثمار.
- وإذا كان التصميم سيتم بطريقة الحد الأقصى فيتم تصعيد قوى القص بمعامل 1.4 لقوى القص الميتة وبمعامل 1.7 لقوى القص الحية، ثم يتم جمع قوى القص المصعدة والتصميم وفق الطريقة المشروحة في الكود لحالة الحد الأقصى.

تصميم الجائز

- يجب أن لا يزيد عرض الجائز على خُـمس المجاز الفعال = 4.83/5 = 0.965 m
- كما يجب أن تكون المسافة الصافية للبلوك تسمح باستعمال عدد صحيح من البلوكات (أي تكون من مضاعفات الـ 20 cm)

نعتمد عرض = 0.5 + 0.4 = 0.9 m .

(العرض الفعلي للجائز الداخلي = 1.0 m ، بينما يلزم استعمال عرض فعال له = 0.965 m)

تصميم الجائز - تابع

الحمل الميت = الحمل من الظفر ((3.0- 0.40) × 1000) + الحمل من العصب (0.5 × (7.2 – 1.0) × 1000) + الوزن الذاتي للجائز (0.9 × 0.41 × 2500) + حمل التغطية فوق الجائز (0.9 × 300) =

6892.5 كغ\م.ط يساوي تقريباً 6.9 طن\متر طولي.

الحمل الحي = الحمل من الظفر ((3.0-
0.5) × (0.40 × 400) + الحمل من العصب (0.5
× (7.2 – 1.0) × 300) + الحمل الحي فوق
الجائز (0.9 × 300) = 2240 كغ\م.ط
يساوي 2.24 طن\متر طولي.

* العزم الموجب في الجائز

العزم الميت = 20.1t.m = 4.83^2 /8 × 6.9

- العزم الحي = 6.53 t.m =4.83^2 /8=2.24×

* تصميم مقطع الجائز لمقاومة العزم

- إذا كان التصميم سيتم بطريقة حد الاستثمار فيتم جمع العزم الميت للعزم الحي، ويتم التصميم وفق الطريقة المشروحة في الكود لحالة حد الاستثمار.
- وإذا كان التصميم سيتم بطريقة الحد الأقصى فيتم تصعيد العزوم بمعامل 1.4 للعزم الميت وبمعامل 1.7 للعزم الحي، ثم يتم جمع العزوم المصعدة، والتصميم وفق الطريقة المشروحة في الكود لحالة الحد الأقصى.

قوة القص في الجائز

- القص الميت = 15.87 ton = 6.9 × 4.6 / 2
- القص الحي = 5.15 ton = 2.24 × 4.6 / 2

لقد جرى حساب قوة القص عند وجه المسند للتسهيل، ولكن إذا كانت قوة القص أكبر من مقاومة المقطع العرضي، فيمكن عندها حساب قوة القص عند المقطع الحرج الواقع على بعد d/2 من وجه المسند.

- تصميم مقطع الجائز لمقاومة قوة القص

- إذا كان التصميم سيتم بطريقة حد الاستثمار فيتم جمع قوة القص الميتة لقوة القص الحية، ويتم التصميم وفق الطريقة المشروحة في الكود لحالة حد الاستثمار.
- وإذا سيتم التصميم سيتم بطريقة الحد الأقصى فيتم تصعيد قوى القص بمعامل 1.4 لقوة القص الميتة وبمعامل 1.7 لقوة القص الحية، ثم يتم جمع قوى القص المصعدة، والتصميم وفق الطريقة المشروحة في الكود لحالة الحد الأقصى.

رد فعل الجائز على المسند

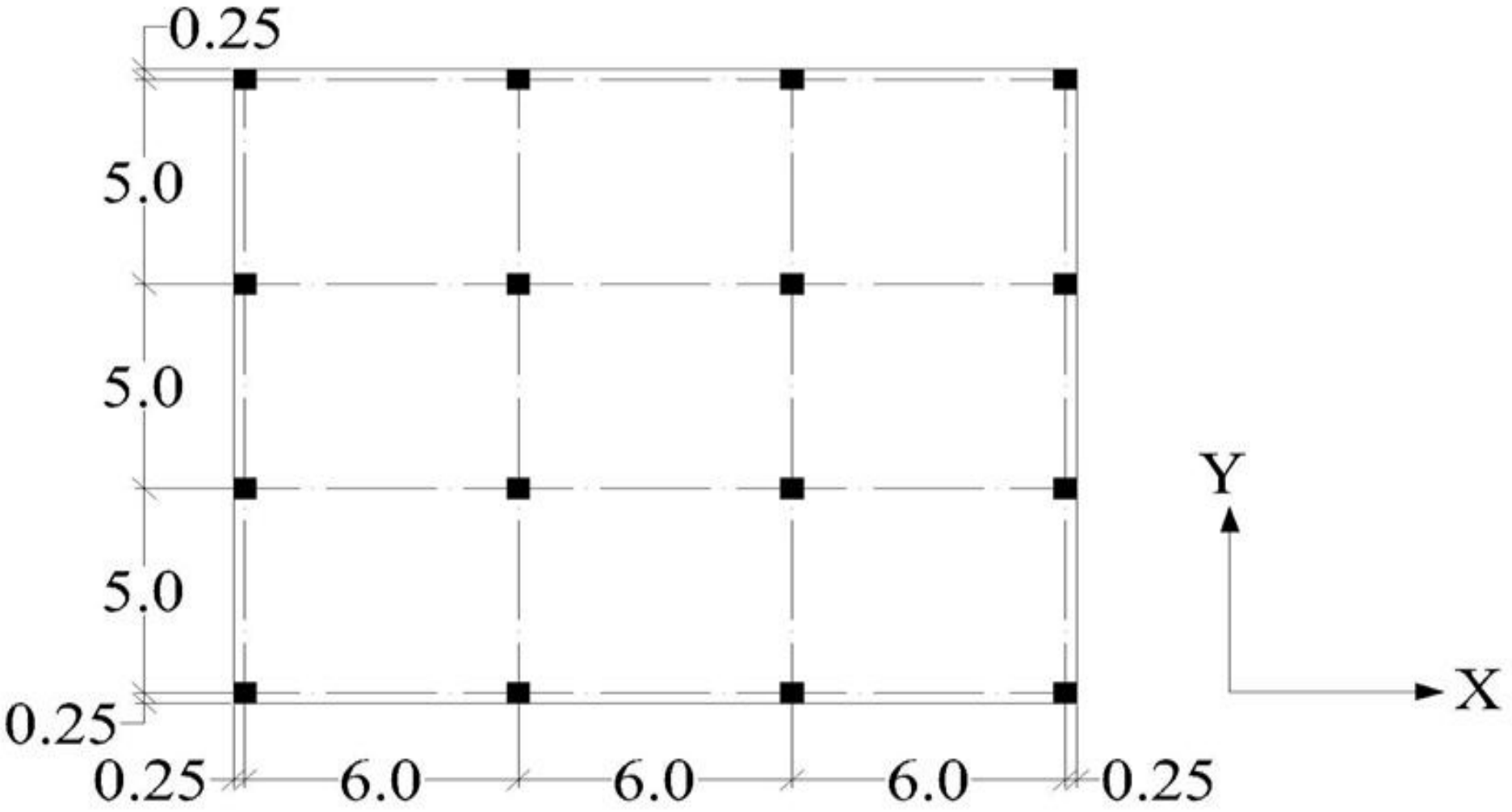
رد الفعل من الأحمال الميتة =

$$6.9 \times 5.4/2 = 18.63 \ \ ton$$

رد الفعل من الأحمال الحية =

$$2.24 \times 5.4/2 = 6.05 \ \ ton$$

٨- مثال على تصميم بلاطة فطرية



المعطيات

- حمل التغطية = $300 kgf/m^2$،
- والمقاومة المميزة للخرسانة = 200 = f_c' kgf/cm^2

- والمقاومة المميزة للفولاذ في التسليح الطولي (حد الخضوع) = f_y = 4000 kgf/cm^2

- والمقاومة المميزة للفولاذ في التسليح العرضي (حد الخضوع) = f_y = 2400 kgf/cm^2

إيجاد السماكات الدنيا للبلاطة والجوائز

$L = (6.0 + 5.0)/2 = 5.5$ m •

$t_{min} = 550/32 = 17.2$ cm •

Use $t = 20$ cm •

$t_{min} = 600/15 = 40$ cm •

$t = 3 * 20 = 60$ cm •

تصميم شريحة مسندية بالاتجاه X

أ ـ معلومات عامة:

- **B = 500 / 2 = 250 cm**
- **w = 20*25 + 300 + 600**

  = 1400 kgf/m²

حساب العزوم

$$M_0 = 1.4 * 5 * ((6.0 - (2/3) * 0.5)^2) / 8$$

$$= 28.1 \text{ t.m}$$

$$M_{01} = -0.3 * 28.1 = -8.43 \text{ t.m}$$

$$M_{02} = +0.3 * 28.1 = +8.43 \text{ t.m}$$

$$M_{03} = -0.45 * 28.1 = -12.65 \text{ t.m}$$

$$M_{04} = +0.25 * 28.1 = -7.03 \text{ t.m}$$

الإجهادات المسموحة

الإجهاد في الخرسانة، المسموح به في ضغط الإنعطاف: $\sigma_{cb} = 0.55 * 200 = 110\ kgf/cm^2$

الإجهاد في الخرسانة، المسموح به في الضغط البسيط:

- $\sigma_{c0} = 0.30 * 200 = 60\ kgf/cm^2$
- **إجهاد القص المسموح به في الخرسانة:**
- $\tau_c = 0.4 * \sqrt{200} = 5.66\ kgf/cm^2$

الإجهادات المسموحة - تابع

- الإجهاد المسموح به في الشد في التسليح الطولي:

$$\sigma_t = 0.55 * 4000 = 2200 \text{ kgf/cm}^2$$

- الإجهاد المسموح به في الشد في التسليح العرضي:

$$\sigma_t = 0.55 * 2400 = 1320 \text{ kgf/cm}^2$$

التحقق من الضغط في خرسانة البلاطات

$$k_1 = d * \sqrt{(B/M)} = 17 * \sqrt{(2.5/12.65)}$$
$$= 7.6$$

$$\sigma = 100 \text{ kgf/cm}^2 \quad \text{O.K}$$

ج- حساب التسليح:

- $A_{s01} = 0.53 * 8.43 / 0.17 = 26.3 \text{ cm}^2$

  $A_{s02} = A_{s01}$
- $A_{s03} = 0.53 * 12.65 / 0.17 = 39.4 \text{ cm}^2$
- $A_{s04} = 0.53 * 7.03 / 0.17 = 21.9 \text{ cm}^2$

التسليح المختار

- يُستعمل تسليح سفلي وعلوي مستمر على كامل طول الشريحة، قيمة كل منها:

1T12/ 12.5

- يُضاف لذلك 5T12 في الفتحة الأولى بالسالب والموجب، ويضاف 12T14 فوق أول مسند داخلي، وذلك على عرض الشريحة البالغ 250 cm

حساب التسليح في المجاز الطرفي للجائز

$w = 0.25 * (5.0 * 1.4) + 0.29 * 0.42 * 2.5 + 1.0 = 3.06\ t/m'$

- $M = 3.06 * 6.0^2/10 = 11.06\ t.m$
- $k_1 = d * \sqrt{(B/M)} = 56 * \sqrt{(0.25/11.06)}$
- $= 8.4$, $\sigma = 88\ kgf/cm^2$ o.k
- $A_{s01} = 0.52 * 11.06 / 0.56 = 10.3\ cm^2$

  Use 4T20 ($12.56\ cm^2$)

إجهاد القص بجوار أول مسند داخلي

- $Q_{max} = 0.6 * 3.06 * 6.0$

  $= 11.02$ ton

- $\tau_{max} = 11020 / (0.85 * 25 * 56)$

  $= 9.26$ kgf/cm^2

  > 5.66 kgf/cm^2

إجهاد القص بجوار المسند الطرفي

- $Q = 3.06 * (6.0/2 - 0.56/2) = 8.32$ t/m

$$\tau = 8320 / (0.85 * 25 * 56) =$$

$$6.99 \ \text{kgf/cm}^2 > 5.66 \ \text{kgf/cm}^2$$

- إذن يحتاج الجائز لتسليح قص محسوب. بالإشارة إلى الفقرة (١٠-٣-٥-٣- هـ)، سيتم حساب هذا التسليح بفرض أن:

$$\tau_0 = 0.35 \ \tau_c$$

$$= 0.35 * 5.66 = 2 \ \text{kgf/cm}^2$$

حساب الأساور اللازمة بجوار أول مسند داخلي

- $A_{st} = (25*100*(9.26- 2.0)) / 1320$

  $= 13.75 \ cm^2 /m$

- Use 1 φ 10 / 10 (15.7 cm^2 /m')

- الطول بجوار أول مسند داخلي (جهة المسند الخارجي) الذي يحتاج لتسليح محسوب:

$0.6 * 600 - 0.6 * 600 * 5.66 / 9.26) = 140$ cm

- أي تُستعمل أساور 1 φ 10 / 10 بربع المجاز الطرفي بجوار أول مسند داخلي (جهة المسند الخارجي).

حساب الأساور اللازمة بجوار المسند الطرفي

- $A_{st} = (25*100*(6.99 - 2.0)) / 1320$

  $= 9.45\ cm^2\ /m$

- **Use 1φ8 /10 (10.0 cm^2/m')**
  - تُــؤخذ الأساور خارج ما سبق بقيمة إنشائية، أي:
- $A_{st} = (3.5 / 2400) * (25 * 100) = 3.65\ cm^2/m'$

  Use 1φ8 /20 (5.0 cm^2/m')
  - إذن يُــستعمل 1φ8/10 بربع المجاز المجاور للمسند، باستثناء جوار أول مسند داخلي (جهة المسند الطرفي) حيث يُــستعمل 1φ10 /10، أما في أنصاف المجازات جميعها، فتُــستعمل أساور: 1φ8 /20

حساب الأعمدة – العمود الركني

$w_1 = (0.25 + 6.0/2) * (0.25 + 5.0/2) * 1.4 +$
$(0.25 + 6.0/2 + 5.0/2) * 1.0 + 0.54 *$
$0.54 * 3.5 * 2.5 = 20.8$ ton/floor

- $W_1 = 1.3 * 3 * 20.8 = 81.1$ ton
- $350/50 = 7 < 12$ o.k
- $\sigma = 81100 / 50 * 50$

$= 32.4$ kgf/cm^2 $<$ 60 kgf/cm^2 o.k

إذن يكفي استعمال تسليح بالقيمة الإنشائية

حساب العمود الركني - تابع

- $A_s = 0.01 * 50 * 50 = 25\ cm^2$

Use 8T20 (25.2 cm^2) + 2φ8 /20 (as stirrups)

- $w_2 = (5.0 * 1.1) * (6.0 * 1.1) * 1.4 + 0.54 * 0.54 * 3.5 * 2.5$

  $= 53.4$ ton/floor

- $W_2 = 1.0 * 3 * 53.4 = 160.2$ ton

حساب العمود الوسطي

$w_2 = (5.0 * 1.1) * (6.0 * 1.1) * 1.4 + 0.54 *$
$0.54 * 3.5 * 2.5 = 53.4$ ton/floor

- $W_2 = 1.0 * 3 * 53.4 = 160.2$ ton
- $\sigma = 160200 / 50 * 50 = 64.1$ kgf/cm^2

  > 60 kgf/cm^2

- إذن يحتاج العمود لتسليح، ولذا سنستعمل تسليح بالحد الأدنى (مثل العمود الركني) ونحسب قدرة تحمل العمود، مع أخذ مساهمة التسليح بالحسبان.

حساب العمود الوسطي - تابع

$$N = 0.3 * 200 * (50 * 50 * + 1.17 * (4000/200) * 25.2) \approx 185300 \text{ kgf}$$

$$= 185.3 \text{ ton} > 160.2 \text{ ton} \quad \text{o.k}$$

- لا بد من التنويه إلى أن هذا التصميم لم يأخذ تأثير القوى الأفقية (رياح وزلازل) بالحسبان، لأنها غير مطلوبة بنص السؤال.

٨- اقتراح حلول إنشائية أخرى بديلة للسقف

الإقترح البديل الأول: بلاطات مصمتة تعمل بالاتجاهين مع جوائز ساقطة

سيتم استعمال سمك ثابت لجميع البلاطات، ولذا فالبلاطة الركنية هي التي ستحكم السمك (راجع الفقرة (٧-٣-١-٥) من الكود الأساس).

لنفرض أن عروض الجوائز:

$$b = 20\ cm$$

الاقتراح البديل الأول - تابع

- تكون أبعاد البلاطة الركنية عند الوجوه الداخلية للمساند (الجوائز) تساوي:

- 500 - 20 = 480 cm
- 600 - 20 = 580 cm
- t_{min} = ((480 +580) + 0.76 *
(480+580)) / 140 = 13.3 cm

- **Use: t = 14 cm.**

الاقتراح البديل الأول - تابع

- وسيتم استعمال سمك ثابت أيضاً لجميع الجوائز، لذا فالفتحة الأولى من الجائز بالإتجاه X هي التي ستحدد هذا السمك الثابت (راجع الجدول (٧-١- أ) من الكود الأساس).

- $t_{min} = 600/ 15 = 40$ cm.
- هذا الارتفاع مقبول في حالة الجوائز المخفية، أما في حالة الجوائز الساقطة فالأنسب أن يكون:

$$t = 600/ 10 = 60 \text{ cm}$$

الإقترح البديل الثاني: بلاطات مصمتة تعمل باتجاه واحد مع جوائز ساقطة بالاتجاه الآخر

- في هذه الحالة نجعل الجوائز بالاتجاه X (مجازات 6.0m) والبلاطات بالاتجاه Y (مجازات 5.0m).
- تُستعمل أبعاد للجوائز مماثلة للأبعاد المستعملة بالاقتراح الأول. أما البلاطات فيُعتمد السمك كالآتي (حيث السمك الحرج هو لحالة الاستمرار من طرف واحد- راجع الجدول (٧-٢) من الكود الأساس):

- $t_{min} = 500/ 27 = 18.5$ cm.

Use: $t = 20$ cm •

الإقترح البديل الثالث: بلاطات مفرغة (هوردي) باتجاه واحد وجوائز مخفية

- نأخذ الأعصاب بالاتجاه الطويل (X) والجوائز المخفية بالإتجاه القصير (Y). راجع الجدول (٧-٣-ب) من الكود الأساس.

- **Rib:** $t_{min} = 600 / 18 = 33.3$ cm
- **Beam:** $t_{min} = 500 / 18 = 27.8$ cm

Us t = 34 cm •

الإقتراح البديل الرابع: بلاطات مفرغة باتجاه واحد وجوائز ساقطة

- في هذه الحالة، نأخذ الأعصاب بالاتجاه القصير (X) والجوائز الساقطة بالإتجاه الطويل (Y).
- تُستعمل أبعاد للجوائز مماثلة للأبعاد المستعملة بالاقتراح الأول. أما البلاطات فيُعتمد السمك كالآتي (حيث السمك الحرج هو لحالة الاستمرار من طرف واحد – راجع الجدول (٧-٣- أ) من الكود الأساس):

- **Rib:** $t_{min} = 500 / 22 = 22.7$ cm
- **Use** $t = 24$ cm

الإقتراح البديل الخامس: بلاطات مفرغة (هوردي) باتجاهين وذات جوائز مخفية، ودون سقوط (أي بلاطة فطرية مفرغة)

- إن الحالة التي تحكم التصميم هي حالة المجازات الطرفية دون سقوط في الجدول (٧-٤) من الكود الأساس.

- $L = (6.0 + 5.0) / 2 = 5.5$ m
- $t_{min} = 550 / 24 = 22.9$ cm
  - Use $t = 24$ cm
-

خاتمة

عن الدقة الهندسية في الحسابات الإنشائية

- في الحسابات الإنشائية لا نقوم بتحليل أو تصميم المسألة الإنشائية ذاتها.
- يتم أولاً نمذجة رياضية للمسألة الإنشائية ويتم تحليل النموذج الرياضي، وبعدها يتم أخذ النتائج الإنشائية من نتائج المسألة الرياضية.

مفهوم الدقة الهندسية
في الحسابات الانشائية - تابع

- إن النتائج التي يتم الحصول عليها من النموذج الرياضي هي صحيحة رياضياً وتقريبية إنشائياً بسبب التقريبات التي لا يمكن الهروب منها خلال النمذجة الرياضية.

مفهوم الدقة الهندسية
في الحسابات الانشائية - تابع

- إذا اختلفت نتيجتان من حسابات مهندسين مختلفين بنسبة:
- لا تتعدى 5% فهي متطابقة،
- فوق 5% ولا تتعدى 15% فهي متقاربة،
- فوق 15% ولا تتعدى 30% يكون فيها خطأ،
- فوق 30% تكون الحسابات غلط.

مفهوم الدقة الهندسية
في الحسابات الانشائية - تابع

- يُـنصح باعتماد أول ثلاثة أرقام مميزة من اليسار، من النتيجة التي تعطيها الحسابات، وتدوير بقية الأرقام، على أن يكون التدوير لصالح الأمان.

نهاية المحاضرة

شكراً لإصغائكم