كلية هندسة العمارة – جامعة المنارة

إعداد

أ.د. بسام حويجة

9- السهوم في العناصر البيتونية المسلحة الخاضعة لانعطاف

(حالة الحد من السهم المعيب)

9-1- مقدمة - عموميات

تعتبر دراسة السهوم ذات أهمية كبيرة فيما يخص المباني العادية، إذ إنه لاعتبارات معمارية هناك ميول لأخذ ارتفاعات صغيرة للجوائز في بعض الأحيان، كما أن تلك الجوائز تحمل القواطع والإكساءات (عناصر غير إنشائية)، بالتالي تؤدي زيادة السهوم عن الحدود المسموحة، ليس فقط إلى تشويه الشكل العام أمام الناظرين، وإنما أيضاً إلى تشقق هذه العناصر غير الإنشائية وبالتالي يجب أن تكون العناصر الإنشائية المعرضة لعزوم انعطاف ذات صلابة كافية لمنع حدوث السهوم الضارة التي تؤثر على مقاومة هذه العناصر غير الإنشائية أو على صلاحيتها للاستثمار.

في الواقع، إن هذه السهوم والتشوهات المفرطة في البلاطات والجوائز، كثيراً ما تسبب العيوب التالية:

- تشققات العناصر الإنشائية ذاتها (المناطق المشدودة).
- تشققات القواطع وطبقات الإكساء المحمولة.
- تخريب إكساءات السقوف والأرضيات.

عند تصميم عناصر المنشآت البيتونية المسلحة بطريقة المرونة، تكون المقاطع الناتجة عن التصميم ذات صلابة عالية نسبياً لأن البيتون والفولاذ يعملان في المرحلة المرنة مما يؤدي إلى حدوث سهوم صغيرة يمكن إهمال أثرها، أما عند التصميم بطريقة الحد الأقصى فإن البيتون والفولاذ يعملان في مرحلة اللدونة ومع استخدام بيتون وفولاذ بمقاومات عالية تصبح المقاطع أصغر وبالتالي يتزايد أثر السهوم الناتجة عن التشوهات في مرحلة الاستثمار.

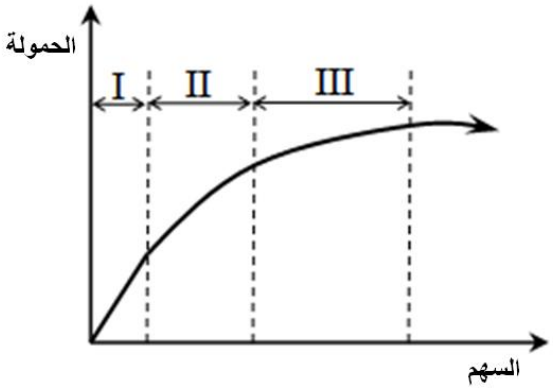
إذا وصلت المنشأة أو العنصر الإنشائي إلى وضعية حدية تتجاوز السهوم فيه قيماً معينة تحددها الكودات الخاصة (السوري مثلاً)، فإنه يخرج بعدها عن العمل ويصبح غير قابل للاستثمار. ولتلافي خطر تجاوز السهوم لتلك الحدود تفرض الأنظمة التحقق من السهوم، وهذا ما يسمى حالة الحد من السهم المعيب. وليس من الضروري تحديد قيم السهوم في جميع العناصر وإنما يكتفى فقط بتحقيقها وحساب تأثيرها على العناصر الرئيسية الحاملة والتي يمكن أن تتأثر بالسهوم الكبيرة الناتجة عن الأحمال اللحظية أو طويلة الأمد.

يؤثر على قيم السهوم عدة عوامل أهمها طبيعة المنشأ وتوزع العناصر الإنشائية ومدى تأثر المنشأ بالاهتزازات وفترة تواجد الحمولات الحية.

وبشكل عام، نلاحظ أن أي عنصر يصمم ضمن الحدود الاقتصادية ستكون السهوم فيه محققة، إلاّ أنه في بعض الحالات التي نضطر فيها إلى اختيار أبعاداً صغيرة للمقاطع أو عندما تكون الحمولات المطبقة كبيرة جداً فلا بد من حساب السهوم للتحقق منها.

2-9- مراحل تطور السهم في الجوائز البيتونية المسلحة

تبين الدراسات والأبحاث وجود ثلاث مناطق لعلاقة الحمولة – السهم، لجائز بيتوني مسلح، كما هو موضح في الشكل (1-9).



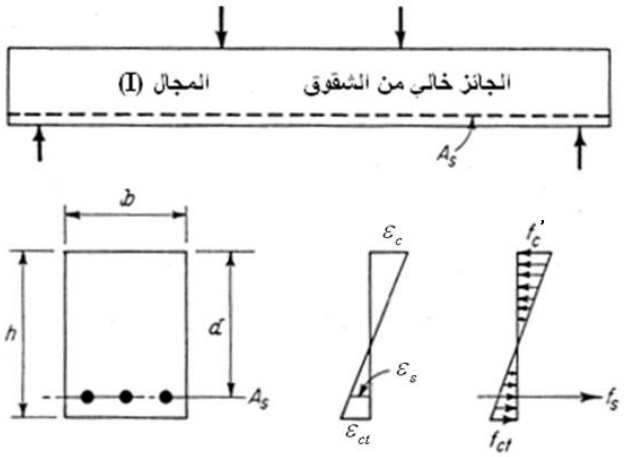
الشكل (9-1): علاقة الحمولة - السهم لجائز من البيتون المسلح

- المجال (I): مرحلة ما قبل التشقق

في هذا المجال، يكون الجائز فيها خالياً من الشقوق (الشكل 9-2)، ويكون المنحني حمولة - سهم مستقيم، بالتالي يكون سلوك الجائز مرن بشكل كامل، أي إن إجهاد الشد الأعظمي في الجائز أقل من مقاومة البيتون على الشد بالانعطاف.

يعبر عن صلابة الجائز بالانعطاف بالقيمة EI ، حيث $E = E_c$ يمثل عامل مرونة البيتون، و $I = I_g$ هو عزم عطالة المقطع البيتوني غير المتشقق (يؤخذ بإهمال فولاذ التسليح)، وفي حال حساب عزم العطالة I_g بدقة يجب إدخال عزم عطالة فولاذ التسليح وذلك بتحويل مقطع التسليح A_s إلى مقطع مكافئ من البيتون بالضرب بعامل التعادل $n = \frac{E_s}{E_c}$

فيصبح: $\frac{E_s}{E_c} \times A_s = nA_s$ المقطع المكافئ، حيث E_s عامل مرونة فولاذ التسليح، نحسب مركز ثقله ثم عزم عطالته.



الشكل (9-2): جائز محمل بحمولات مركزة في مرحلة ما قبل التشقق

وعند وصول اجهادات الشد في البيتون إلى مقاومة البيتون على الشد بالانعطاف (مقاومة الشد الأقصى للبيتون)، يظهر الشق الأول الناتج عن الانعطاف مؤدياً إلى نهاية المنطقة (I) وبداية المنطقة (II) .

وتحسب مقاومة الشد الأقصى للبيتون بالانعطاف في حالة البيتون العادي كتابع للمقاومة المميزة للبيتون على الضغط :

$$f_{cb} = 0.74\sqrt{f'_c}\left(N/mm^2\right)$$

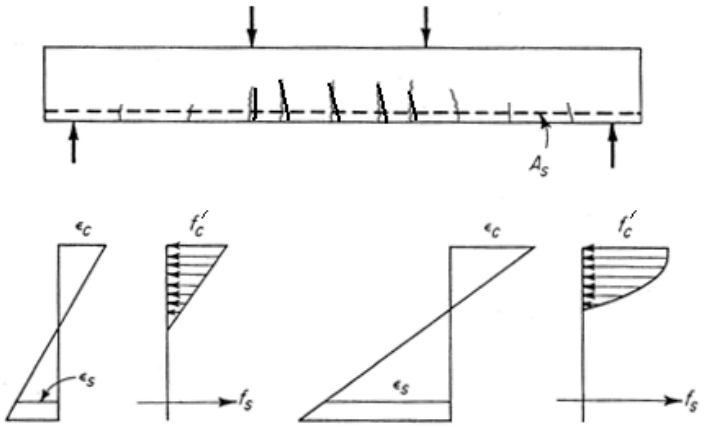
وبالتالي يكون عزم الانعطاف الأصغري المسبب للتشقق:

$$M_{cr} = \frac{f_{cb}\, I_g}{y_t}$$

حيث y_t يمثل البعد من مركز ثقل المقطع حتى الطرف الأقصى لليف المشدود من المقطع غير المتشقق (بعد الليف الأقصى المشدود عن مركز الثقل) ويساوي في حالة المقاطع المستقيمة: $y_t = \frac{h}{2}$.

المجال (II): مرحلة ما بعد التشقق – حمولات الخدمة (استثمارية)

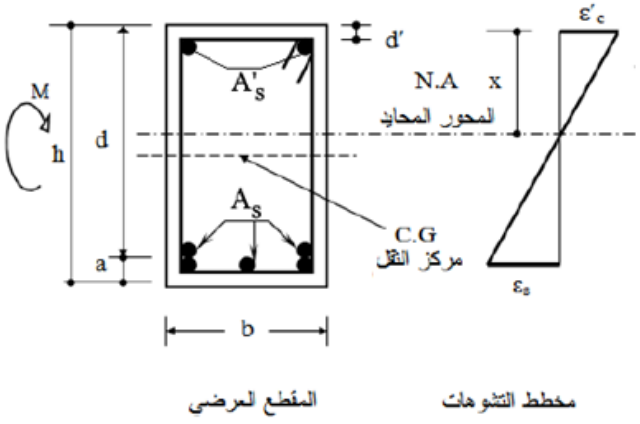
وهي المرحلة التي فيها يبدأ ظهور الشقوق في الجائز، ومن الملاحظ أن السلوك الفعلي لمعظم الجوائز في هذه المنطقة يكون عند حمولة التشغيل. ويبين الشكل (9-3) توزع الاجهادات والتشوهات في مقطع بيتوني مستطيل مسلح بتسليح شد فقط ومتشقق. تكون أبعاد الشقوق الناتجة عن الانعطاف متغيرة على طول المجاز وذلك تبعاً لمستوى الإجهاد في كل منطقة، إذ تكون الشقوق أطول وأوسع في منتصف الجائز حيث الإجهاد الأكبر الموافق لعزم الانعطاف الأعظمي، في حين تصبح ضيقة وثانوية بالقرب من المساند في جائز بسيط (تشققات ناجمة عن انعطاف).



الشكل (9-3): التشوهات المرنة وتوزع الاجهادات في مقطع بيتوني مسلح متشقق

تنخفض مساهمة البيتون في منطقة الشد بسبب خروج البيتون المتشقق من العمل، وبالتالي تنخفض صلابة المقطع، مما يؤدي إلى انخفاض ميل المنحني حمولة - سهم في هذه المنطقة (II) عنه في المنطقة (I).

ويستمر نقصان صلابة المقطع مع تزايد الشقوق وزيادة طول التشقق حتى الوصول إلى المحور السليم وبالتالي خروج كامل البيتون في منطقة الشد عن العمل وذلك تحت تأثير حمولة التشغيل (الشكل 9-4)، ونسمي القيمة الحدية الدنيا لعزم العطالة في هذه الحالة بعزم العطالة للمقطع الفعال المكافئ المتشقق $I_{cr} < I_g$ ، ويحسب من مبادئ ميكانيك الإنشاءات، فهو عبارة عن عزم عطالة البيتون المضغوط وعزم عطالة فولاذ تسليح الشد وفولاذ تسليح الضغط (إن وجد) بالنسبة للمحور السليم.



الشكل (9-4)

وفي حالة المقطع المستطيل بتسليح ضغط وتسليح شد يعطى بالعلاقة التالية:

$$I_{cr}=\frac{bx^3}{3}+nA'_s(x-d')^2+nA_s(d-x)^2<I_g$$

حيث:

b: عرض المقطع البيتوني.

x: ارتفاع منطقة الضغط : بعد المحور المحايد عن الليف الأقصى المضغوط.

$n=\frac{E_s}{E_c}$: عامل التعادل.

A'_s: مساحة التسليح المضغوط.

d': بعد مركز ثقل التسليح المضغوط عن الليف الأقصى المضغوط.

A_s: مساحة التسليح المشدود.

a: بعد مركز ثقل التسليح المشدود عن الليف الأقصى المشدود.

$d=h-a$: الارتفاع الفعال للمقطع.

نلاحظ أنه لتحديد I_{cr} ، يجب معرفة ارتفاع منطقة الضغط.

بالاعتماد على الفرضيات التالية:

- توزع التشوهات في المقطع العرضي خطياً.
- إهمال بيتون منطقة الشد.
- البيتون والفولاذ ضمن المجال المرن.

نجد من معادلة إسقاط القوى (إهمال مساهمة الفولاذ المضغوط):

$$A_s\ f_s=\frac{1}{2}b\,x\,f'_c$$

حيث:

$f_s=E_s\varepsilon_s$: الإجهاد في الفولاذ المشدود.

$f'_c=E_c\varepsilon'_c$: الإجهاد في البيتون المضغوط.

وبالتالي يكون:

$$A_s.E_s.\varepsilon_s=\frac{b\,x}{2}E_c.\varepsilon'_c$$

ومن تشابه المثلثات، يكون لدينا:

$$\frac{\varepsilon_c'}{x}=\frac{\varepsilon_s}{d-x}\Rightarrow\varepsilon_s=\varepsilon_c'\frac{d-x}{x}$$

$$\Rightarrow A_s\,E_s\,\varepsilon_c'\frac{d-x}{x}=\frac{b\,x}{2}E_c\,\varepsilon_c'\Rightarrow A_s\frac{E_s}{E_c}\frac{d-x}{x}=\frac{b\,x}{2}$$

$$A_s\,n\frac{d-x}{x}=\frac{bx}{2}\Rightarrow n\,A_s(d-x)=\frac{b\,x^2}{2}\Rightarrow\frac{b\,x^2}{2}-n\,A_s(d-x)=0$$

وينتج لدينا أن معادلة العزم الستاتيكي للمقطع المتشقق حول المحور المحايد:

$$\frac{b}{2}x^2+nA_s\,x-nA_s\,d=0$$

هي معادلة من الدرجة الثانية بالنسبة لـ x ، بحلها نحصل على x ، ثم نعوض في معادلة I_{cr} التي تصبح في حالة عدم وجود فولاذ مضغوط على الشكل التالي:

$$I_{cr}=\frac{bx^3}{3}+nA_s(d-x)^2<I_g$$

حيث

$\frac{bx^3}{3}$: عزم عطالة منطقة الضغط حول المحور المحايد (التي تمثل قاعدة مثلث الضغط) مع إهمال البيتون المشدود المتشقق أسفل المحور المحايد.

$nA_s(d-x)^2$: عزم عطالة فولاذ التسليح المشدود حول المحور المحايد مع إهمال عزم عطالته حول محور مار من مركز ثقله لأنه صغير.

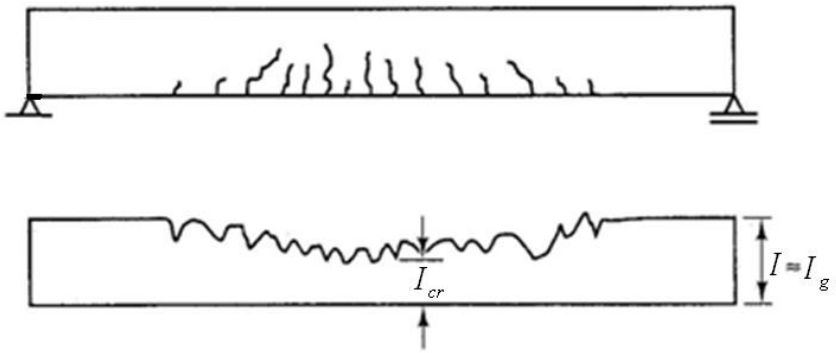
وفي هذه المرحلة، نلاحظ أن المقطع العرضي يكون متشققاً في جزء من الجائز فقط، وهو القسم الواقع تحت إجهادات الشد بالانعطاف الأعظمية (منطقة العزم الأعظمي)، أما باقي أجزاء الجائز فتكون غير متشققة، وبالتالي ذات صلابة أكبر من صلابة القسم المتشقق تساهم بها في زيادة صلابة الجائز ككل.

وتتراوح قيمة الصلابة الفعلية لجائز بين E_cI_g و E_cI_{cr} ، وتعتمد هذه الصلابة على ما يلي:

- مقدار التشقق.
- توزع الحمولات.
- مساهمة البيتون المتواجد بين الشقوق.

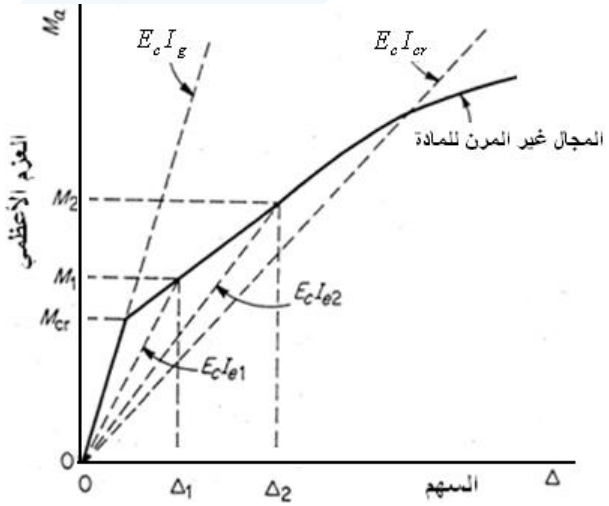
ونجد بشكل عام اقتراب قيمة الصلابة من قيمة E_cI_{cr} ، عندما تقترب الحمولة من الحمولة المسببة لوصول فولاذ التسليح إلى حد الخضوع.

إن عزم العطالة لمقطع بيتوني مسلح لا يمكن أن يبقى ثابتاً على طول المجاز. حيث إن ارتفاع المنطقة المعرضة لإجهادات ضغط وبالتالي ارتفاع الجزء المتشقق من المقطع يتأثر باختلاف قيم عزوم الانعطاف على طول المجاز مما يؤدي إلى اختلاف المقطع المكافئ وعزم العطالة للمقطع، وكذلك فإن مساحات التسليح المستخدم تتغير في معظم الحالات على طول المجاز مما يؤدي أيضاً إلى تغير الخواص الهندسية للمقطع المكافئ بما فيها عزم العطالة، كما هو مبين في الشكل (9-5).



الشكل (9-5): تغير عزم العطالة في جائز متشقق

ونستنتج من ذلك أن السهوم في العنصر الإنشائي تتأثر بتغيرات عزم عطالة المقطع المتشقق، فعندما تكون الحمولات أقل من الحمولات المؤدية للتشققات فإن السهوم تتناسب مع عزم عطالة المقطع الكلي I_g (غير المتشقق)، وبزيادة الحمولات تصبح السهوم متناسبة مع عزم عطالة المقطع المتشقق المكافئ، وبالتالي تكون العلاقة بين الحمولات (أو العزوم) المطبقة على العنصر وبين السهوم الفعلية الناتجة كما هو مبين في الشكل (9-6):



الشكل (9-6): العلاقة بين العزم المطبق والسهم في جائز بيتوني مسلح

نلاحظ من الشكل السابق أن السهوم المحسوبة باعتبار عزم عطالة المقطع غير المتشقق أصغر من القيم الفعلية، كما أن السهوم المحسوبة باعتبار عزم عطالة المقطع المكافئ المتشقق أكبر من القيم الفعلية إلاّ أن الفروق الناتجة تتناقص كلما اقتربنا من الحمولة (العزم) المسببة للتشقق أو حمولة الاستثمار (التشغيل).

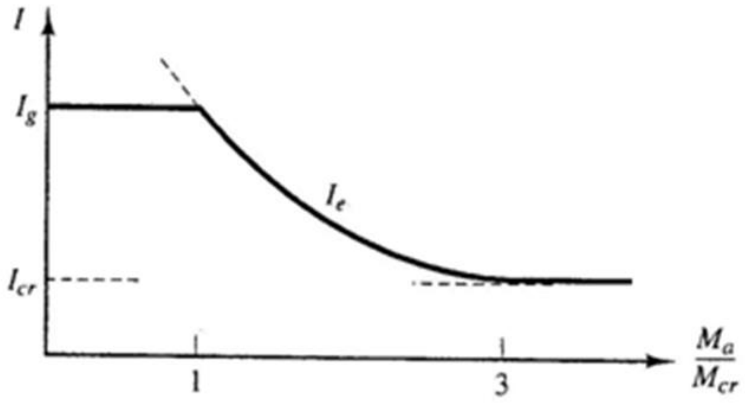
وتبين الدراسات المقامة حول هذا الموضوع أنه يمكن الحصول على قيم السهوم حسابياً بدرجة كافية من الدقة إذا اعتبرنا في الحساب عزم العطالة الفعال للمقطع المعرض لعزم انعطاف M_a ، وذلك وفق العلاقة التالية:

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr} \le I_g$$

ويمكن أن تكتب هذه المعادلة أيضا بالشكل التالي:

$$I_e = I_{cr} + \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 \left(I_g - I_{cr}\right) \le I_g$$

ويوضح الشكل (9-7) العلاقة بين عزم العطالة الفعال I_e والنسبة $\left(\frac{M_a}{M_{cr}}\right)$.



الشكل (9-7)

تحدث السهوم اللحظية مباشرة عند تطبيق الحمولات الدائمة أو المؤقتة، وتحسب السهوم للمقاطع المرنة حسب النظريات الأساسية في مقاومة المواد وحساب الإنشاءات، ففي حالة الجوائز المستمرة ثابتة المقطع على طول المجاز، يمكن حساب السهوم في منتصف المجاز حسب العلاقة التالية:

$$\delta = \frac{5L^2}{48E_cI_e}\left[M_t - \frac{1}{10}\left(M_R + M_L\right)\right]$$

حيث:

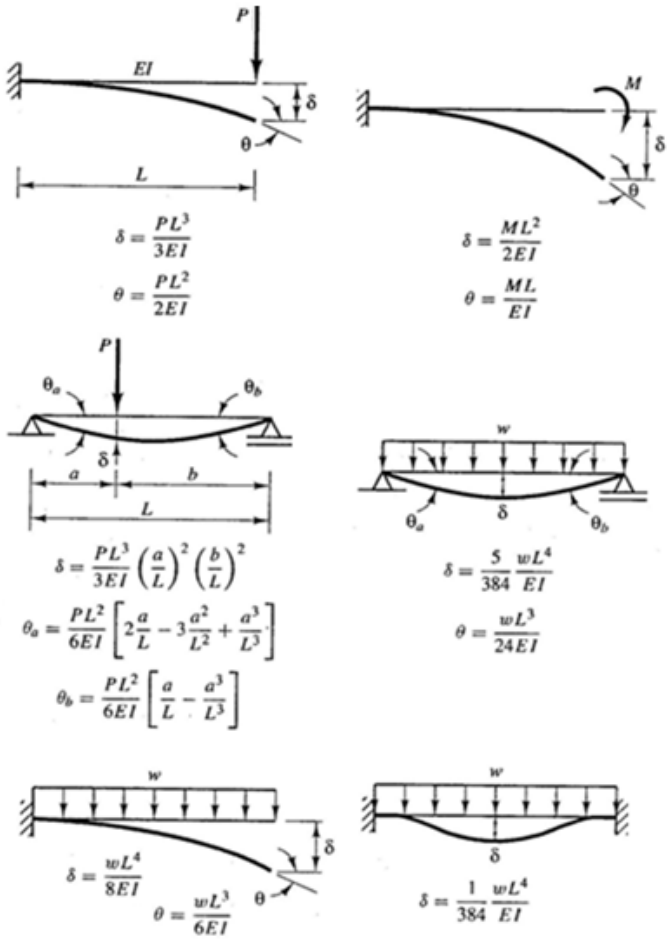
M_t : العزم الموجب في منتصف الجائز.

M_R & M_L : العزوم السالبة عند المساند وتؤخذ بالقيم المطلقة.

L : طول المجاز.

$E_c = 4750\sqrt{f'_c}\,(MPa)$: قيمة عامل مرونة البيتون عند حساب السهم.

ونبين في الشكل (8-9) قيم السهوم الآنية لحالات مختلفة من حيث الاستناد والتحميل، مع الإشارة إلى أن هذه العلاقات أعدت من أجل العناصر المتجانسة، لذا فهي تفرض صعوبات كثيرة عندما يراد تطبيقها على العناصر من البيتون المسلح، حيث هناك صعوبة في تحديد قيمة عامل المرونة بشكل دقيق والذي يتغير كتابع للحمولة ولسرعة التحميل، وأكثر من ذلك يتغير، كما رأينا سابقاً، عزم العطالة من مقطع إلى آخر، حتى ولو بقي المقطع الهندسي ثابتاً، تبعاً لتغير مقطع التسليح على طول الجائز. وأخيراً لا يسلك البيتون المسلح في الأجزاء المضغوطة أو المشدودة السلوك نفسه، وبصورة خاصة إذا كان البيتون متشققاً حيث يخص تطاول الأجزاء المشدودة الفولاذ فقط وليس له أية علاقة بتطاول البيتون. نستنتج أنه يجب اعتماد قيم متغيرة لعامل المرونة تبعاً للحالة الإجهادية.



الشكل (8-9): قيم السهوم والدورانات الآنية لحالات مختلفة من حيث الاستناد والتحميل

ولتبسيط الحل يمكن أن نستخدم عند حساب السهوم العلاقات السابقة مع اعتماد مفهوم الصلابة الفعالة $E_c I_e$.

هذا ويمكننا استخدام العلاقات التالية (الكود الفرنسي) في تحديد قيم السهوم، على أن يضاف إليها قيم الانتقالات الناجمة عن دوران مقطع الوثاقة إذا لم يكن هذا الدوران صغيراً بحيث يمكن إهماله.

- حالة الجوائز والأعصاب والبلاطات العاملة باتجاه واحد: $\delta = \frac{M_a L^2}{10 E_c I_e}$
- حالة الأظفار: $\delta = \frac{M_a L^2}{4 E_c I_e}$

حيث:

M_a: عزم الانعطاف المؤثر في المقطع المدروس وفق حالة التحميل المعتمدة.

L: طول المجاز المقاس بين وجهي الفتحة المدروسة، أو طول مجاز الظفر.

المجال (III): مرحلة التشقق بعد صلاحية الجائزللاستثماروالحالة الحدية للسهوم عند الانهيار

يصل إجهاد فولاذ الشد في هذه المرحلة إلى حد الخضوع، حيث أصبح مخطط الحمولة – السهم، أقل ميلاً مقارنة مع المراحل السابقة (I & II)، ويعود ذلك للانخفاض الفعلي في صلابة المقطع الناتج عن زيادة التشقق واتساع الشقوق على طول المجاز، حيث يستمر التشوه في قضبان التسليح بالتزايد إلى ما بعد تشوه الخضوع ε_y ، وذلك مع تزايد الحمولة وبدون أي تزايد في الاجهادات. وفي هذه الحالة نعتبر أن الجائز قد انهار إنشائياً عن طريق الخضوع الأولي لفولاذ تسليح الشد. ويستمر الجائز بالتقوس دون أي تحميل إضافي وتستمر الشقوق بالاتساع، ويستمر المحور المحايد بالارتفاع نحو الألياف الخارجية المضغوطة. وأخيراً يبدأ انهيار ثانوي بالضغط مسبباً تحطم كامل البيتون في منطقة العزم الأعظمي يتبعه انهيار الجائز.

ففي جائز بسيط الاستناد يتراوح التزايد في حمولة الجائز من أول خضوع لفولاذ تسليح الشد إلى حمولة الانهيار بين (4-10)%.

ويمكن أن تكون قيمة السهم قبل الانهيار مساوية لعدة مرات قيمته عند الحمولة المسببة لخضوع الفولاذ المشدود، حيث تم من خلال الاختبارات العلمية تسجيل قيمة للسهم الأقصى تساوي (8-12) مرة قيمة السهم الموافق لأول خضوع، وذلك اعتماداً على نسبة (مجاز الجائز / الارتفاع)، والنسبة المئوية للتسليح، ونوع التحميل ودرجة تحديد مقطع الجائز الفعال. ولن نتوسع أكثر في مناقشة السهم ما بعد الخضوع وكذلك السهم الحدي عند الانهيار لأنه ليس لهما أهمية كبيرة في التصميم.

على كل حال من المهم أن ندرك أن السهم الاحتياطي (أو سعة احتياطي السهم) هو معيار مهم للمطاوعة في المنشآت الموجودة في المناطق الزلزالية وفي مناطق أخرى حيث يكون فيها احتمال تزايد الحمولة كبيراً.

3-9- حساب السهوم في العناصر الخاضعة لانعطاف

أ - متطلبات الاستغناء عن حساب السهوم:

يمكن الاستغناء عن حسابات السهوم في المقاطع الخاضعة لعزوم انعطاف في كل من الحالات التالية:

- عندما تحقق الحدود الدنيا، المتعلقة بنسبة الارتفاع الكلي للمقطع إلى طول مجازه.
- عندما لا تزيد نسبة تسليح الشد الناتجة حسابياً في المقطع عن $\mu_s = \frac{A_s}{b_w d} \le 0.18 \frac{f'_c}{f_y}$

ب - وعندما يكون العنصر المدروس غير محقق لأي من الاشتراطات السابقة، يجب دراسة السهم والتحقق من أنه أصغر من السهم المسموح المحدد من قبل الكود، بمعنى دراسة حالة الحد من السهم المعيب. وفي كل الأحوال يجب التحقق من السهوم للجوائز التي يزيد مجازها الفعال عن $(L > 15m)$، وللبلاطات عن $(L > 8m)$، حتى وإن تم تحقيق شرط الارتفاع.

ج - السهوم النهائية المفيدة عند المقارنة مع السهوم المسموحة:

- ✓ δ_{pi}: السهم الآني الناجم عن الحمولات الإضافية (P)، حيث مدة تطبيق الحمولة $t \le 24hours$.
- ✓ $\delta_{\max} = \delta_{gi} + \delta_{gf} + \delta_{pi}$: السهم الأعظمي الكلي.
- ✓ $\delta'_{\max} = \delta_{\max} - \delta_{g0i}$: السهم الكلي المؤثر بالقواطع والاكساءات.

حيث:

δ_{g0i}: السهم الآني الناجم عن الوزن الذاتي والحمولات الدائمة قبل الاكساء إن وجدت.

δ_{gi}: السهم الآني الناجم عن الحمولات الدائمة (G).

$\delta_{gf} = \alpha\, \delta_{gi}$: السهم طويل الأمد الناجم عن الحمولات الدائمة (G) (جريان: $t > 24hours$).

$$\alpha = \frac{\xi}{1 + 50\frac{A'_s}{b_w d}} \ge 0.8$$

A'_s: مساحة تسليح الضغط في المقطع، عند منتصف المجاز للجوائز البسيطة أو المستمرة، وعند المسند للجائز الظفري.

$\xi = f(t,...)$: عامل تجريبي يتعلق بمدة التحميل للحمولات الدائمة المطبقة، التي انقضت وقت حساب السهم. ويؤخذ من الجدول (9-1).

ثلاث سنوات أو أكثر	سنة واحدة	ستة أشهر	شهر واحد	مدة التحميل (t)
2	1.4	1.2	1	ξ

الجدول (9-1)

ملاحظة: في حالة البلاطات العاملة باتجاهين نعتمد $\xi = 3$ ، عندما يكون $(t \geq 5\,years)$.

د - السهوم المسموحة وفق الكود السوري:

لا يجوز أن تتجاوز قيمة السهم المحسوب (السهم الكلي أو الآني)، القيم المسموحة الواردة في الجدول (9-2).

نوع العنصر	قيمة السهم المدروس	الحد الأعلى للسهم بدلالة L^*
السطوح الأخيرة غير المرتبطة بعناصر غير إنشائية يمكن أن تتأثر بالسهم الكبير.	السهم الآني الناتج عن الأحمال الحية فقط.	$\frac{L}{180}$
السقوف غير المرتبطة بعناصر غير إنشائية يمكن أن تتأثر بالسهم الكبير.	السهم الآني الناتج عن الأحمال الحية فقط.	$\frac{L}{360}$
السقوف أو السطوح الأخيرة المرتبطة أو الحاملة لعناصر غير إنشائية أو إكساءات عادية لا تتأثر كثيراً بالسهم الكبير.	السهم الكلي من الأحمال الميتة والحية والافعال غير المباشرة مطروحاً منه السهم الآني الناتج عن الوزن الذاتي. كما يمكن أن يطرح منه السهم الآني الناتج عن الجزء من الأحمال الثابتة التي يكون مؤكداً أنها ستطبق على المنشأة قبل تحميلها بالعناصر غير الإنشائية أو الإكساءات.	$\frac{L}{240}$
السقوف أو السطوح الأخيرة المرتبطة أو الحاملة لعناصر غير إنشائية أو تجهيزات دقيقة يمكن أن تتأثر إلى حد بالغ بالسهم الكبير (**)		$\frac{L}{480}$
جميع العنلصر (***)على أن يدرس تأثيره على العناصر الإنشائية وغير الإنشائية أيضاً.	السهم الكلي (ويمكن أن يطرح منه السهم المعاكس على أن يطلب تنفيذ هذا السهم المعاكس صراحة على المخططات).	$\frac{L}{180}$
الجائز الحامل للرافعة في المنشآت الصناعية	السهم الكلي من وزن الرافعة والحمل الحي	$\frac{L}{600}$

الجدول (9-2): السهوم المسموحة وفق الكود السوري

ملاحظات:

* تؤخذ قيمة L مساوية إلى مجاز العنصر الحر، للعناصر المستندة على أعمدة وجدران، ومجاز العنصر من المحور إلى المحور، بالنسبة للعناصر المستندة على عناصر أخرى معرّضة للانعطاف. أما بالنسبة للظفر فتؤخذ L مساوية لضعف مجاز الظفر.
** لا يُطبّق هذا الشرط، إلا في الحالات الاستثنائية للعناصر المرتبطة أو الحاملة لتجهيزات أو إنهاءات دقيقة، يمكن أن تتضرر نتيجة السهوم التي تزيد على الحدّ المعيّن، ويمكن أن يُخفض هذا الحدّ إذا أخذنا بالحسبان قيمة التسامح في الحركة، التي يمكن أن تسمح بها العناصر أو التجهيزات المتأثرة بالسهم.
*** هذا الشرط يُطبّق على الدوام، بالإضافة إلى ما يتوجب تطبيقه من الشروط الأخرى.