محاضرات مادة خرسانة مسلحة /1/

لطلاب السنة الثالثة

(هندسة مدنية)

الدكتورنزيه يعقوب منصور

2026 - 2025

المحاضرة الثانية عشرة

التماسك والارساء والرسوم التفصيلية وتفريد التسليح في الخرسانة المسلحة

١١-١- تعريف التماسك:

التماسك هو الخاصة المميزة التي تؤمّن تناقل الإجهادات ما بين مادتي الخرسانة والفولاذ تلقائياً. لذا وجب تصميم المقطع وقضبان التسليح بطريقة تؤمّن تلاحم هاتين المادتين المتواصل، وعدم إفلات (تمليص) أو انفصال الواحدة عن الأخرى، في أي مكان تحت وطأة الإجهادات المرتقبة، وحتى بلوغ العنصر حالات الحدود المصمم عليها.

١١-٢- عوامل أساسية في التماسك والإرساء (التثبيت) وتفاصيل التسليح:

تولد حالات التحميل المختلفة التي يتعرّض لها العنصر الخرساني قوى داخلية في المقاطع المختلفة للعنصر، على شكل قوى شدّ أو ضغط داخلية.

تشكل قوة الشدّ أو الضغط الحاصلة في كل مقطع من كل قضيب تسليح، قوة فاعلة قد تؤدي إلى كسر طوق غلاف الخرسانة من حوله وعلى طوله، ويحدث من جرّاء ذلك الإفلات أو الانفصال.

وتتأثر المقاومة ضد انهيار التماسك، بعوامل متعددة، أهمها ما يلي:

- نوعية قضبان التسليح، إذا كانت بنتوءات (عالية التماسك) أو من دونها (ملساء).
- شكل القضيب، إذا كان مستقيماً أو معكوفاً.
- موقع التسليح الطولي بالنسبة لسمك الخرسانة من حوله.
- نوعية الخرسانة وقوة مقاومتها للكسر.
- التسليح العرضي ونسبته.

تحدد هذه العوامل مجتمعة، طول التثبيت لقضيب التسليح في الخرسانة، وإذا ما تأمّن هذا الطول تأمّنت معه على الإجمال، المقاومة اللازمة ضد الإفلات مع كل متطلبات التماسك والالتحام التام ما بين الفولاذ والخرسانة.

١١-٣- أطوال التثبيت الأساسية:

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

أ - القضبان العالية التماسك (ذات النتوءات):

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

أو 300 mm، أيهما أكبر.

على ألا يزيد قطر القضيب المستعمل على 35 mm.

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

(في النظام المتري:

$$(\min L_b = 0.005 \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}} \phi^2 \geq 0.0075 \phi f_y$$

حيث l_b, ϕ بـ mm و f_y , $f`_c$ بـ kgf/cm^2.

ب- القضبان الملساء:

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

أو 300 mm، أيهما أكبر.

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

على ألا يزيد قطر القضيب المستعمل على 25mm، كما يُشترط أن ينتهي طرف القضيب بعكفة.

$$(\min l_b = 0.25 \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}} \phi \geq 0.015 \phi f_y$$ (في النظام المتري:

حيث l_b, ϕ بـ mm و f_y , $f`_c$ بـ kgf/cm^2.

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.

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

أ - القضبان العالية التماسك (ذات النتوءات):

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

والوحدات كما ورد في البند (١١-٣-١).

(في النظام المتري:

$$\left(\min L'_b = 0.08 \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}} \phi \geq 0.005 \left(f_y \phi \right)\right.$$

ب- القضبان الملساء:

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

حيث: L_b تؤخذ من البند (١-٣-١١- ب).

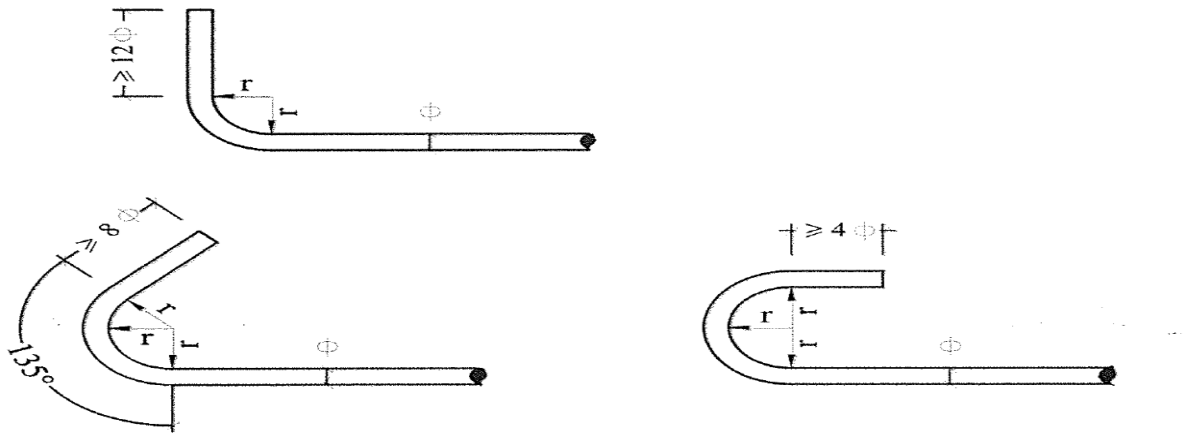
ملاحظة: يتم حساب أطوال التماسك في الأعمدة لاحتمال حصول إجهادات شد فيها وذلك في حالة الزلازل.

الجدول (١-١١): معاملات تعديل طول التثبيت الأساسي

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

١١-٣-٣- استعمال العكفات النظاميّة في تأمين طول تثبيت التسليح:

أ - تعمل العكفات النظاميّة في زيادة طول التثبيت لقضيب ما عندما يتعذر تأمين ذلك بالامتداد المستقيم للقضيب، وذلك باستناده بالضغط على الخرسانة ضمن مجال انحناء العكفة. وتحدّد زوايا العكفات النظامية بـ 90°، 135°، 180° ويُبيّن الشكل (١-١١)، أشكال العكفات النظامية للحالات الثلاث.



الشكل (١-١١): أشكال العكفات النظاميّة

ب- يُحدّد نصف قطر الانحناء r في العكفات النظامية، مقيساً من المولّد الداخلي للقضيب، وفق ما هو مُبيّن في الجدول (٢-١١)، ولا يزيد على 6 أمثال قطر القضيب:

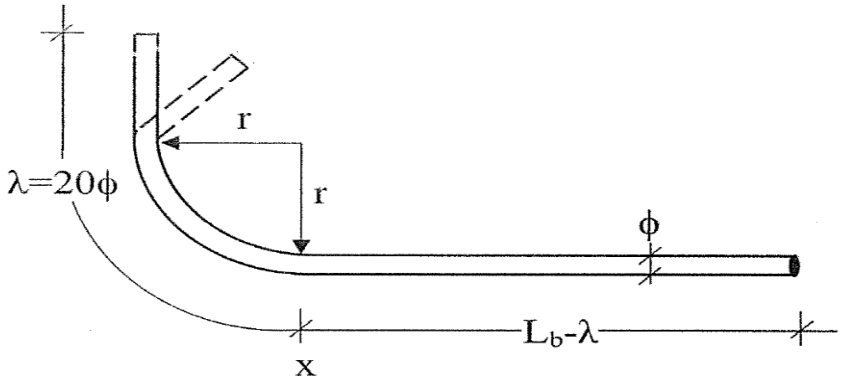
الجدول (٢-١١): نصف قطر الانحناء (r) للعكفات النظامية

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

ج- يُؤخذ طول التثبيت المكافئ (λ) للعكفة النظامية من نوع 90° أو 135°، مساوياً إلى 4r في حالة التسليح العلوي، و6r في الحالات الأخرى، وعلى ألا يزيد هذا الطول في جميع الأحوال على 24 مرّة قطر القضيب، وحيث (r) تساوي إلى نصف قطر الانحناء، كما حُدّدت في الجدول (٢-١١) أعلاه.

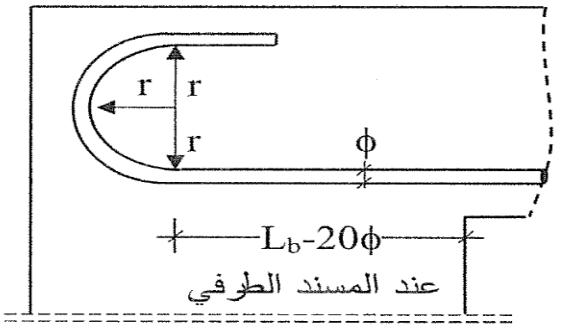
ويُحسب الطول المكافئ للعكفة ابتداء من بداية الانحناء، بحيث يجب تأمين الطول (L_b-λ) بعد هذه النقطة، وباتجاه الجزء المستقيم من القضيب، لضمان الإرساء الكامل له ابتداء من النقطة x المُبيّنة في الشكل (٢-١١).

ولا يمكن زيادة طول التثبيت المكافئ للعكفة النظامية، بزيادة طول جزئها المستقيم بعد الانحناء، عن القيم المحددة في الشكل (٢-١١).



الشكل (٢-١١): طول الإرساء في حال وجود عكفة

د- لا تستعمل العكفة النظاميّة 180° إلا في القضبان من الفولاذ الأملس الطري، حيث يكون استعمالها إلزامياً في نهاية كل قضيب مشدود، وفي هذه الحالة يُقاس طول التثبيت L_b ابتداء من نهاية القضيب المعكوفة، كما في الشكل (٣-١١)، إلا عند المسند الطرفي، فتقاس كما في الشكل (٣-١١)، حيث $\lambda = 20\ \phi$.



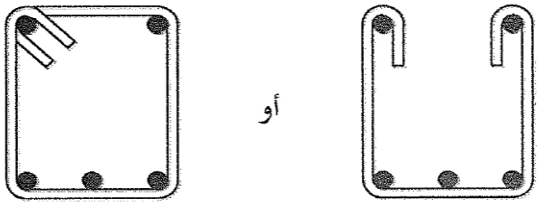
الشكل (٣-١١): طول الإرساء عند المسند الطرفي في حال وجود عكفة

هـ- لا تستعمل العكفات النظامية في القضبان المعرّضة للضغط دائماً، ولا تساهم إن وُجدَت في زيادة طول التثبيت في الضغط.

١١-٣-٤- تثبيت الأساور:

يتوجّب استعمال العكفات في الأساور مهما كانت نوعية التسليح المستعمل، ويجب ألا يقلّ نصف قطر الانحناء في الأساور عن القيم المحدّدة في الجدول (٢-١١).

ويكون التماسك مُحقّقاً في حالة الأساور التي تحتضن التسليح السفلي، وتكون معكوفة أو مُلتفّة حول التسليح العلوي، كما هو مُبيّن في الشكل (١١-٤). ويكون استعمال الأساور المغلقة إلزامياً في حال تعرض المقطع لعزم فتل.



الشكل (١١- ٤): طرائق تثبيت الأساور

١١-٣-٥- استعمال طرائق أخرى لتثبيت القضبان المشدودة:

عندما لا تكفي العكفات النظاميّة لتأمين طول التثبيت اللازم، ولا يتأمّن كذلك مجال كاف للإرساء المستقيم، يمكن اللجوء إلى واحد أو أكثر من الإجراءات الآتية:

أ - استعمال الثنيات التي يزيد قطر انحنائها على 5 مرّات قطر القضيب، في حالة التسليح الأملس الطري، و8 مرّات القطر، في حالة التسليح ذي النتوءات العالي المقاومة. في هذه الحالة يمكن افتراض الجزء المثْني من القضيب، وكذلك الجزء المستقيم الذي يليه، بمثابة استمرار طبيعي للقضيب، في حساب طول التثبيت.

ب- استعمال الطرائق الميكانيكية للتثبيت، التي تعتمد على ربط القضيب المراد تثبيته بوسيط عرضي، يُؤلّف زاوية قائمة مع اتجاه الشدّ، ويُؤمّن الاستناد الكافي بوساطة الضغط على الخرسانة المجاورة. (راجع الشكل ٧-٢٢- ج في البند ٧-٧-٤).

ج- في الحالتين (أ) و(ب) أعلاه، يجب تحقيق إجهادات الضغط الموضعيّة المتولّدة في الخرسانة، بحيث لا تزيد على الإجهادات المسموح بها، أو التي يمكن للخرسانة تحمّلها على الضغط الموضعي، في الحالة الحديّة المدروسة.

١١-٤- وصل القضبان:

١١-٤-١- وصلات الركوب:

يتم تنفيذها بالنسبة للقضبان التي لا يزيد قطرها على 32mm، ولا يقلّ طول الركوب فيها عن القيم المُبيّنة في الجدول (٣-١١):

الجدول (٣-١١): أطوال تراكب قضبان التسليح

	التسليح المستعمل / التسليح المطلوب	طول التراكب	الحد الأدنى للتراكب
حالة الشد	أقل من 2	1.3 L_b	35 ϕ + 100 mm
	أكثر أو تساوي 2	1.0 L_b	30 ϕ + 100 mm
حالة الضغط	جميع الحالات	1.3 L_b	25 ϕ + 150 mm

ويجب ألا يزيد عدد القضبان الموصولة في المكان الواحد على $\frac{1}{2}$ عدد القضبان بالمقطع، إذا كان مُعرّضاً لعزم انعطاف، مع أو من دون قوة ضغط محورية مرافقة، ويجب ألا يزيد على $\frac{1}{3}$ عدد القضبان بالمقطع في الأعضاء المعرّضة لقوى شدّ محورية، مع أو من دون عزم انعطاف مرافق. على أنه في العناصر المشدودة بقوى شدّ مُطبّقة على كامل مقطعها، لا يُفضّل فيها استعمال الوصلات بالركوب، ويُستحسن اللجوء إلى الوصل باللحام، أو بالوسائل الميكانيكية المناسبة، إن أمكن ذلك.

١١-٤-٢- وصلات اللحام:

يُسمح بعمل وصلات باللحام للفولاذ الذي حد مرونته الاصطلاحي، أقلّ من أو مساوٍ لـ 500 MPa، كما يجب ألا يؤدي اللحام إلى تقليص الخواص الميكانيكية للفولاذ. ولذلك لا يُسمح بلحام قضبان الفولاذ المعالج على البارد، إلا إذا أُخذ بالحسبان انخفاض مقاومتها. واللحام يجب أن يكون حسب المواصفات الإقليمية المعمول بها.

والقضبان الملحومة يجب أن تظلّ محاورها على استقامة واحدة عند موضع اللحام، ويجب أن تُختبر عينات من القضبان الملحومة لإثبات صلاحيتها، ويكون عدد القضبان المسموح بوصلها في مكان واحد من المقطع طبقاً للبند (١-٤-١١).

يجب أيضاً أن تنسجم وصلات اللحام مع ما ورد في البند (ز-١-٧) من الملحق (ز) لهذا الكود الأساس.

١١-٤-٣- وصلات ميكانيكية:

يتم وصل القضبان ميكانيكياً عن طريق قلوظة نهاياتها، وتثبيتها بوساطة عزقات وصفائح، وبأبعاد كافية لتأمين انتقال الإجهادات على نحو كامل، أو بوسائط ميكانيكية أخرى مُجرّبة ومُصنّفة بصورة خاصة لهذا الغرض، ولا يجوز استعمال الوصلات الميكانيكية إلا بعد إجراء تجارب خاصّة على عيّنات لإثبات صلاحية الأسلوب المستعمل.

يجب أيضاً أن تنسجم الوصلات الميكانيكية مع ما ورد في البند (ز-١-٦) من الملحق (ز) لهذا الكود الأساس.

١١-٥- كيفية التحقّق من التماسك:

توجد نقاط رئيسية لكل قضيب تسليح، تشكّل خطورة على انهيار التماسك، أكثر من غيرها. وهذه المراكز تحدّد بنقاط إجهادات الشدّ أو الضغط القصوى في القضيب المعني (تؤخذ من مغلّف قوى الشدّ أو الضغط للعنصر المدروس)، والنقاط التي تقطع أو تحنى فيها قضبان أخرى بجوارها، كما أنه يجب التحقق من التماسك في حال قضبان التسليح الموجبة، علاوة على المقاطع الآنفة الذكر، في مراكز انعدام العزم، والنقاط التي تنتهي فيها القضبان الموجبة عند المساند غير المستمرة.

١١-٥-١- التحقق في حالة قضبان تسليح الشدّ السالبة:

يتم التحقق من التماسك في هذه الحالة، بالتأكّد من أن طول القضيب ما بين المقطع الحرج وطرف القضيب، لا يقلّ عن الطول ((12 ϕ أو d) + L_b)، إذ إن الطول L_b مُحدّد في البند (٣-١١)، وتدرس النقاط الخطرة في مقطع العزم السالب الأقصى، وكذلك النقاط التي يمكن نظرياً إيقاف بعض القضبان فيها، وذلك بالنسبة للقضبان الأخرى المستمرة، لأنه يتوجب ألا يقلّ طول القضبان الأخرى المستمرة ما بين نقطة الإيقاف النظرية وطرفها الحر، عن ((12ϕ أو d)+L_b) إذا كان الحد الأقصى لإجهاد الشدّ في هذه القضبان الأخيرة، في نقطة الإيقاف النظرية.

حيث: d = الارتفاع الفعّال للمقطع.

ϕ = قطر قضيب التسليح.

L_b = طول التثبيت الأساسي في حالة الشدّ، ويؤخذ من البند (٣-١١).

١١-٥-٢- التحقق في حالة قضبان تسليح الشدّ الموجبة:

في هذه الحالة يجب التفريق بين نقاط إجهادات الشدّ القصوى، ونقاط انعدام العزم، والنقاط عند المساند غير المستمرة.

١- نقاط إجهادات الشدّ القصوى:

في هذه الحالة يجب التأكّد من أن طول قضيب التسليح ما بين نقطة إجهاد الشدّ الأقصى وطرف القضيب لا يقلّ عن ((12ϕ أو d)+L_b)، إذ أن الطول l_b مُحدّد في البند (١١-٣-١).

كما أنه في حال إيقاف بعض القضبان قبل وصولها إلى المسند المجاور، يجب ألا يقلّ طول القضبان الأخرى المستمرة ما بين نقطة الإيقاف النظرية وطرفها الحر عن:

((12ϕأو d)+L_b)، وذلك فيما إذا كان إجهاد الشدّ في هذه القضبان في حدّه الأقصى في نقطة الإيقاف النظرية.

حيث: d = الارتفاع الفعّال للمقطع.

ϕ = قطر قضيب التسليح.

L_b = طول التثبيت الأساسي في حالة الشدّ، وتؤخذ من البند (١١-٣).

٢- نقاط انعدام العزم:

قد تكون إجهادات التماسك عالية بجوار هذه النقاط، حيث يجب أن تحقق مساحة التسليح الموجب A_s وثخانة قضبانه، الشرط الآتي:

$$\frac{M_u}{V_u} + [\ d \text{ أو } 12\ \phi\ ] \geq L_b$$

حيث: M_u = طاقة المقطع عند انعدام العزم، هي مقاومة أكبر عزم انعطاف تتمكّن قضبان تسليحه الموجبة من مقاومته، وبافتراض إجهاد الشدّ في هذه القضبان مساوياً لـ f_y، وتحسب M_u باستعمال معامل تخفيض المقاومة Ω مساوياً إلى الواحد. ويمكن أيضاً حساب M_u بافتراض ذراع المزدوجة الداخلية في المقطع مساوياً إلى 0.9 d.

V_u = قوة القصّ الحدّية القصوى المُطبّقة على هذا المقطع. وعند الحساب على الوضعية الحدّية الاستثمارية، يمكن افتراض V_u مساوية إلى قوة القصّ في الوضعيّة الاستثمارية مضروبة بالمعامل 1.6

L_b = طول التثبيت لأثخن قضيب تسليح من القضبان الموجبة الكائنة في هذا المقطع.

٣ – النقاط عند المساند غير المستمرة:

أ – إذا وُجدَت مساند غير مستمرة للجوائز، يجب أن تحقِق مساحة القضبان الموجبة الداخلة في المسند وثخانتها، الشرط الآتي:

$$\frac{M_u}{V_u} + L_a \geq L_b$$

حيث:

M_u = طاقة المقطع عند المسند على تحمّل عزوم الانعطاف الموجبة، بافتراض أن إجهاد الشدّ في القضبان المستمرة في محور المسند، مساو لـ f_y، ويُراعى في حساب M_u نفس ما ورد في (٢) أعلاه بالنسبة لنقاط انعدام العزم.

V_u = قوة القصّ الحدّية القصوى عند محور المسند. وعند الحساب على الحالات الاستثمارية تحسَب V_u كما ورد في (ب) أعلاه.

L_b = طول التثبيت المحدّد في البند (١–٣–١١).

L_a = طول الاستمرار المستقيم للقضبان الموجبة ما بعد وجه المسند. ويُسمح بحساب الطول المكافئ للعكفات والثنيات عند حساب l_a، على أن تؤخذ قيمة L_a بما لا يقلّ عن إحدى القيمتين:

– نصف عرض الركيزة (باتجاه الجائز) + 12ϕ.

– $(12\ \phi + d/2)$ على ألا تقلّ عن $30\ \phi$ في جميع الأحوال.

ب– ويمكن الاستغناء عن التحقق من الشرط الوارد في الفقرة (أ) أعلاه، إذا تحقق الشرطان الآتيان معاً:

– ألا تقلّ مساحة قضبان التسليح الداخلة ضمن المسند غير المستمر، عند الحساب في حالة الحدّ الأقصى، عن $\left(\frac{V_u}{0.9\ f_y}\right)$ أو لا تقلّ تلك المساحة، عند الحساب في الحالة الحدّية الاستثمارية، عن $\left(\frac{V}{0.55 f_y}\right)$.

حيث: V_u = قوة القصّ الحدّية القصوى.

V = قوة القصّ الاستثمارية عند المقطع الواقع على وجه المسند.

– أن تنتهي قضبان التسليح الموجبة الداخلة ضمن المسند بعكفة نظامية، تبدأ استدارتها بعد محور المسند، وألا يقلّ طول الإرساء المستقيم لهذه القضبان ضمن المسند عن 25 مرّة قطرها ابتداء من وجه المسند (وذلك في حال عدم وجود عكفة نظامية).

ج– يُستثنى مما سبق، النهايات الطرفية للجوائز التي تُشكّل جزءاً من الهياكل (الإطارات) المصمتة، لتحمّل القوى الأفقية ذات الطبيعة المتناوبة كالرياح والهزّات الأرضية، وذلك عندما يُبيّن التحليل الإنشائي إمكانية تعرّض التسليح السفلي في هذه الجوائز لقوى شادّة

عند العقد الطرفية، تحت تأثير كل حالة من حالات التحميل التي تشمل تأثير القوى الأفقية، وفي هذه الحالة يجب تأمين إرساء كامل للتسليح السفلي ضمن المسند، لا يقلّ طوله عن طول التثبيت l_b، بدءاً من وجه المسند. وفي جميع الأحوال عندما يمتد تسليح الجائز ضمن عقدة عمود-جائز، يجب ألا يقل بعد العمود بالاتجاه الموازي للتسليح الطولي للجائز عن 20 مرة قطر أكبر تسليح طولي للجائز.

١١-٥-٣- التحقق في حالة قضبان تسليح الضغط:

يتم التحقق من التماسك، في هذه الحالة، بالتأكّد من أن طول القضيب ما بين مقطع الضغط الأقصى، وطرف القضيب الحر، لا يقلّ عن طول التثبيت المحدّد في البند (٢-٣-١١).

١١-٦- توقيف أطراف القضبان:

١١-٦-١- قضبان التسليح التي ليس هناك حاجة لها لمقاومة عزم الانعطاف في مقطع ما، يجب أن تستمر مسافة إضافية (قبل قطعها أو انحنائها) تساوي إمّا d أو 12 ϕ أيهما أكبر.

١١-٦-٢- يجب أن يستمر 1/3 التسليح السفلي على الأقلّ، في الجوائز المستمرة، و0.5 في الجوائز البسيطة، إلى ما لا يقلّ عن 150 mm داخل المسند، مع أخذ أطوال التثبيت اللازمة بالحسبان أيضاً وفقاً لما ورد في البند (٢-٥-١١).

١١-٦-٣- يجب أن يستمر 1/3 التسليح السالب على الأقلّ، إلى ما بعد نقطة انعدام العزم بمسافة تعادل 12 ϕ أو 1/16 من البعد بين المسندين المتجاورين، أو d، أيهم أكبر.

١١-٦-٤- يجب ألا يُوقف جزء من قضبان التسليح الطولي في مقطع ما في منطقة الشدّ – عند تبيّن عدم الحاجة إليه بموجب الرسوم البيانية لعزم الانعطاف – إلا إذا كان جهد القصّ في هذا المقطع، لا يتجاوز 2/3 جهد القصّ الأقصى الذي يمكن أن يقاومه هذا المقطع، أو إذا كانت مساحة التسليح المستمر بعد نقطة الإيقاف، لا تقلّ عن ضعف المساحة المطلوبة نظرياً، في المقطع المطابق للنقطة المذكورة.

١١-٦-٥- عند إهمال مساهمة الخرسانة في تحمّل إجهادات القصّ τ_{ou} أو τ_o المعرّفة بالشكلين (٩-١٦ و ١٠-٢)، عند حساب التسليح اللازم لمقاومة إجهادات القصّ، يمكن الاستعاضة عن تمديد القضبان، بالمقدار d/2 عوضاً عن d، فتصبح القيمة (12 ϕ أو d) حيثما وردت (12 ϕ أو d/2).

١١-٧- المسافات بين قضبان التسليح:

يُراعى أن تكون المسافات بين قضبان التسليح – داخل المقطع – كافية لتسمح بتنفيذ غير معيب لأعمال الخرسانة، وتسمح بدمك الخرسانة، وتجنّب الانفصال الحبيبي لها، ويجب ألا تقلّ المسافة المتروكة بين القضبان عن:

١١-٧-١- المسافات الرأسية بين القضبان:

تعتمد المسافة الأكبر من:

- 20 mm.
- 0.75 أكبر قطر للقضبان.
- القياس (الأبعاد) الافتراضي الأكبر للركام.

١١-٧-٢- المسافات الأفقية بين القضبان:

تعتمد المسافة الأكبر من:

- 25 mm.
- أكبر قطر للقضبان.
- 1.5 مرة القياس الافتراضي للركام.

١١-٨- رزم القضبان:

- رأسياً، يُسمح بوضع قضيبين متلاصقين، الواحد فوق الآخر.
- أفقياً، يُسمح بوضع قضيبين متلاصقين، الواحد بجانب الآخر، أو 3 قضبان، تشكّل مراكزها رؤوس مثلث، وذلك بشرط وجود مكان كاف حول القضبان لإدخال هزاز الدمك، وضمان ملء الفراغات حول القضبان، وتطبّق عند استعمال رزم القضبان، معاملات تصحيح طول التثبيت المناسبة وفقاً للجدول (١١-١).

١١-٩- الغطاء الخرساني للتسليح:

١١-٩-١- يجب أن يكون الغطاء الخرساني لقضبان التسليح كافياً ليسمح بمرور الخرسانة، ولتوفير الحماية اللازمة للتسليح ضد عوامل التآكل، والسمك الأدنى للغطاء الخرساني بالنسبة للمنشآت

الداخلية التي لا تتعرّض مباشرة لتأثيرات جويّة، أو الخارجية المحمية من هذه التأثيرات بالإكساء، هو 15mm للبلاطات والجدران، و25mm للجوائز والأعصاب والأعمدة.

أما بالنسبة للمنشآت الخارجية المعرّضة مباشرة لتأثيرات جويّة، فيجب ألا يقلّ الغطاء الخرساني عن 20mm للبلاطات والجدران، و30mm للجوائز والأعمدة، على أن تزاد هذه الأرقام إلى 30mm، 40mm على التوالي، إذا كان الجو الخارجي حاوياً على رطوبة ملحية.

١١-٩-٢- يجب ألا يقلّ سمك الغطاء الخرساني لأعمال الخرسانة المعرّضة للتماس مع التربة بشكل مستمر عن 50mm، ولا داعي لاستعمال الشبكة في هذا الغطاء الخرساني الملامس للتربة.

١١-٩-٣- يُحدّد سمك الغطاء الخرساني المناسب للمنشآت المعرّضة لتأثير العوامل الكيميائية حسب كل حالة، وعلى ألا يقلّ هذا السمك عن 50mm. وفي حالة العناصر المعرّضة باستمرار لتربة تحتوي على مواد كبريتية، يجب استعمال الإسمنت المقاوم للكبريتات.

١١-٩-٤- إذا زاد سمك الغطاء الخرساني على 40mm في السطوح المكشوفة وغير المطمورة، يجب استعمال تسليح شبكي خفيف لحمايته من التشقق، ولا يدخل في الحسابات الاستاتيكية.

١١-٩-٥- في جميع الأحوال، يجب ألا يقلّ سمك الغطاء الخرساني، عن الحدّ المناسب لمتطلبات الحماية من الحريق لما ورد في الباب الرابع.

١١-١٠- وصل قضبان الأعمدة:

يفضل نظرياً أخذ وصلات قضبان الأعمدة في منتصفات ارتفاعاتها، إلا أن الواقع العملي حالياً لا يتيح الالتزام بها إلا إذا كانت وصلات ميكانيكية أو ملحومة بشكل متناظر. وبالمقابل، يُعوّض عن ذلك بزيادة طول التراكب ليصبح 50 مرة القطر، علماً بأن الوصل بمنتصف الارتفاع غير ممكن عملياً عندما تكون مقاطع الأعمدة متغيرة بين الطابقين.

إعداد الرسومات الانشائية و التفصيلية:

١٢-١- الرسومات والترخيص:

قبل الحصول على ترخيص لإقامة كل منشأة، يلزم أن تقدم رسومات كاملة واضحة لأعمال الخرسانة المسلحة تعدّ وفقاً لحسابات ساكنة (ستاتيكية)، بمعرفة مهندسين مؤهلين جامعياً يتولون أعمال التصميم والحسابات والمراجعة والإشراف على التنفيذ، كما يجب عليهم أن يُرفقوا بها مواصفات خاصّة بنوع الخرسانة والإسمنت وفولاذ التسليح.

١٢-٢- رسومات المشروع الابتدائي:

يجب أن تعطي هذه الرسومات فكرة واضحة عن المشروع، من حيث الوحدات المختلفة، وشكل كل وحدة ونظامها الإنشائي، والأبعاد الأساسية للخرسانة، وتكون بمقياس رسم مناسب للإيضاحات المطلوبة من دون تفاصيل فولاذ التسليح أو التفصيلات الدقيقة، ويُرفق بهذه الرسومات مقايسة (كميّات) ابتدائية عند الطلب.

١٢-٣- الرسومات التنفيذية:

تحوي هذه الرسومات جميع الأبعاد والتفاصيل والمواصفات والبيانات الأخرى اللازمة لتنفيذ المنشأة، بيسر من دون الرجوع إلى المصمم. ويُرفق بهذه الرسومات بيان بالكميّات ومواصفات البنود المختلفة اللازمة للتنفيذ، والتي تمكن المقاول من وضع أسعاره لها. هذا ويتناول الملحق رقم (٣) تفاصيل نموذجية للرسومات الإنشائية التنفيذية.

١٢-٣-١- تحضير الرسومات التنفيذية:

تبيّن الرسومات التنفيذية المطلوبة ما يلي:

١ – الأبعاد الخرسانية للعناصر الإنشائية من دون الطينة، ويُبيّن عليها المحاور وسمك البلاطات وأبعاد الجوائز وقياسات الأعمدة، كما يُبيّن عليها المناسيب المختلفة، ومقاومة الخرسانة

المستعملة. أما نوع الإسمنت ونسبته في المتر المكعب من الخرسانة المنهية، ونوع الركام المستعمل وقياسه، وكذلك نسبة الخلط وطريقته وطريقة الدمك، فيُنَصّ عليها في دفتر شروط المشروع. وفي حال استعمال الخرسانة الخاصّة، تذكر مواصفاتها في دفتر الشروط، كما يجب أن يُحدد على الرسم في المنشآت الخاصّة قيمة الغطاء الخرساني المطلوب. وفي حالة وجود فواصل صب للمنشآت المعقّدة، أو فواصل انكماش، يلزم بيانها على الرسومات وفقاً للبندين (١٣-٥-٧) و(٨-٥-١٣).

وفي الحالات الخاصّة كالمخازن والمصانع، يجب بيان الأحمال الحية، وذكر نوع الجدران ونوع الأرضيات عند اللزوم، كما يجب أن تذكر قيمة التحديب المطلوبة للبلاطات والجوائز والأظفار، وفقاً للبند (٢-١-١٣).

٢- تفاصيل التسليح، وتشمل جميع البيانات اللازمة للتنفيذ، مثل العدد والقطر والشكل ... الخ، ونوع الفولاذ المستعمل، على أن تبيّن العكفات والوصلات، وفقاً للبندين (٣-٣-١١) و(١١-٤)، ويكون اللحام إن لزم وفقاً لما جاء بالبند (١٣-٤-٤).

١٢-٣-٢- بيان الرسومات التنفيذية المطلوبة:

تبيّن الرسومات المطلوبة للتنفيذ ما يلي:

١ - المحاور الإحداثية.

٢- الأساسات.

٣- الأعمدة.

٤- الشيناجات (جيزان الأساس).

٥- أرضية وجدران وسقف القبو (إن وُجِد).

٦- الأسقف المختلفة.

٧- الأدراج.

٨- تفاصيل الأجزاء التي يتطلب الأمر بيانها بمقياس أكبر.

٩- تعمّل جداول تفاصيل التسليح، إذا لزم الأمر.

ويُوصى بعمل رسومات خاصّة للجوائز والبلاطات، بحيث تبيّن القضبان المستقيمة والمكسّحة وموضع تكسيحها، كلما لزم الأمر.

١٢-٣-٣- جدول عنوان الرسم ومشتملاته:

يجب أن يُجهّز جدول العنوان بحيث يظهر على الوجه عند ترتيب الرسم وتطبيقه، ويشمل الجدول ما يلي:

١- اسم المشروع ورقمه.
٢- عنوان الرسم.
٣- رقم الرسم.
٤- مقياس الرسم، ويَحسُن أن يكون كما يلي:
أ - لرسم الموقع 1:100 أو 1:200 أو 1:500.
ب- للمساقط الأفقية (أبعاد خرسانية وتسليح) 1:50.
وفي الأحوال التي يكون فيها مُسطّح المبنى كبيراً، يمكن عمل الرسومات بمقياس 1:100، أو بمقياس 1:50، مع عمل خطوط تطابق تمكن من تجميع الرسومات.
ج- للتفاصيل 1:50 أو 1:25 أو 1:20 أو 1:10.
٥- جدول البيانات ويُذكر فيه كل مصطلحات خاصّة استعملت في تجهيز الرسم، ومعناها.
٦- تاريخ عمل الرسم.
٧- المراجع، وتشمل أرقام الرسومات التي استعين بها في تجهيز الرسم الإنشائي، سواء أكانت من الرسومات المعمارية أو الميكانيكية أو الكهربائية أو المساحية ... الخ.
٨- التعديلات وتواريخها وملخص لها. ويجب على المهندس الاحتفاظ بنسخ من الرسومات قبل التعديل وبعده، ليمكن الرجوع إليها عند الحاجة.
٩- اسم المالك وعنوانه.
١٠- اسم المهندس الإنشائي المسؤول وعنوانه وتوقيعه.
١١- اسم المهندس المعماري إن وجد وعنوانه.
١٢- اسم المقاول (أو الجهة المسؤولة عن التنفيذ) وتوقيعه.

١٢-٣-٤- ترتيبات خاصّة برسومات القوالب:

يجب أن تمثل رسومات القوالب المستويات المختلفة، مقاطع وواجهات الأسطح الخام، من دون طبقات الإنهاء. كما يجب أن تتضمّن كل الأبعاد اللازمة للإنشاء السليم والتنفيذ الكامل لكل العناصر. ويجب أن توضّح رسومات القوالب الارتفاعات والسمك الكلي للخرسانة الخام.

١٢-٣-٥- ترتيبات خاصّة برسومات التسليح:

يفضل أن توضّح رسومات التسليح جميع التفاصيل والقياسات اللازمة لتصنيع التسليح وتركيبه في مكانه، ويجب أن تشير بدقة إلى أقلّ حد مرونة للفولاذ، ويفضل إعطاء أطوال القضبان، والخواص الهندسية للمنحنيات والثنيات والوصلات بين القضبان، وبصورة خاصّة عند تقاطع الجوائز

والأعمدة. وعند استعمال أكثر من نوع واحد من أنواع الفولاذ المختلفة، وفي حال استعمال رموز أو اختصارات لتجهيز هذه الأنواع، يجب أن تشرَح هذه الرموز والاختصارات شرحاً واضحاً جداً.

١٢-٣-٦- شروط تنفيذية تتعلّق بالرسومات:

يفضل أن توضّح الرسومات الشروط التنفيذية التي يمكن أن يكون لها تأثير على مقاومة المنشأة أو على اتزانها أو على سلوكها أثناء فترة الإنشاء أو مرحلة الخدمة، وبصفة خاصة يفضل أن يُوضّح ما يلي:

١- شروط تنفيذ القوالب واتزانها ومقاومتها لضغط الخرسانة الطازجة (الطرية).

٢- طريقة معالجة الأسطح الظاهرة، وما قد تتطلبه من شروط خاصة بسطوح القوالب.

٣- وسائل تثبيت قضبان التسليح بالنسبة للقوالب.

٤- سير التنفيذ بالأجزاء المتتالية، وما يتطلبه تحقيق مقاومة المنشأة واتزانها في جميع مراحل التنفيذ.

٥- استئناف عمليات صب الخرسانة وفواصل الصبّ.

٦- شروط فك القالب.

٧- فواصل الانكماش المؤقت.

١٣-٥-٧- فواصل الصبّ:

فاصل الصبّ: هو الفاصل بين صبّتين متجاورتين، انقضت بين إجرائهما فترة من الزمن، بسبب عدم أمكان إجراء الصبّ بأكمله في عملية مستمرة.

ويُراعى عند اختيار مواقع فواصل الصب وإجرائها، الشروط والاحتياطات الآتية:

١- أن تكون الفواصل في الجوائز، بعيدة ما أمكن عن مواقع عزوم الانعطاف الأعظمية، وعن مواقع قوى القصّ الأعظمية إلا في حالة إضافة بعض التسليح المعوض لمقاومة النقص في مقاومة الشد للخرسانة.

٢- يجب أن تكون الفواصل متعامدة مع القوى الداخلية المؤثرة.

٣- يجوز في حالة البلاطات، عمل الفواصل في منتصف عرض الجوائز الحاملة لها.

٤- تنفذ الفواصل بين الأعمدة والجوائز مع منسوب قاع تلك الجوائز أو قاع مشاطيفها إن وُجِدَت.

٥- تنفذ الفواصل بين الجوائز العميقة أو المقلوبة والبلاطات المتصلة بها عند هذا الاتصال، وعند وجود مشاطيف في البلاطات، يكون صبّها مع البلاطات.

٦- عند استئناف الصبّ بعد يوم أو أكثر، يُنحت سطح الخرسانة جيداً لإظهار الركام الكبير، ثم يُنظف السطح حتى تزول الأوساخ والمواد السائبة، ثم يُغسل بالماء حتى يتشبّع، وبعدئذ ترش روبة غنية بالإسمنت، ويُستأنف الصبّ.

١٣-٥-٨- فواصل الانكماش:

١- في الحالات التي يكون فيها تلافي شروخ (شقوق) الانكماش جوهرياً، كما في عمليات إنشاء الأقبية ذات المسطحات الكبيرة، يمكن الاستفادة من عمل فواصل الانكماش. وفي هذه الحالات يُوصى بتقسيم الأرضية إلى مجموعة من الأجزاء الباقية بعد أن تكون الأولى قد عولجت وجفت، وإلا فإنها تعالَج بطرائق فنية أخرى معتمَدة.

٢- يجب ألا تتعرّض الأقبية لضغط المياه الجوفية لمدة تتراوح من ٣ إلى ٥ أيام بعد الصبّ، وذلك لمنع تسرّب المياه خلال الخرسانة، أو لمدة تكفي لتصلد الخرسانة في حالة ما إذا كان ضغط الماء يُسبب إجهادات ذات بال في أعضاء المنشأة. وخلال هذه المدة يجب حفظ منسوب المياه الجوفية منخفضاً إلى مستوى مناسب، باستعمال المضخات، وإلا فإنه يلزم غمر المنشأة بالماء ليتعادل الضغطان الداخلي والخارجي.

١٣-٥-٩- فواصل التمدّد:

تكون المسافة القصوى بين فواصل التمدّد لكتلة المنشأة من دون البروزات، كما يلي:

45 متراً في المناطق العالية الرطوبة (القريبة من البحر أو البحيرات).

40 متراً في المناطق الرطبة (التي هطولها السنوي أكثر من **600 mm**).

35 متراً في المناطق المتوسطة الرطوبة (التي هطولها السنوي بين 200 و 600 mm).

30 متراً في المناطق الجافة (والتي هطولها السنوي أقل من 200 mm).

أما في حالة الجدران الاستنادية غير المرتبطة بمباني فيلزم تخفيض المسافات بين فواصل التمدد بمقدار 10 أمتار عن القيم المبينة أعلاه.

على أنه يُسمح بزيادة هذه المسافات بمقدار أعظمي لا يزيد على ثلث القيم المُبيّنة أعلاه، على أن يُؤخذ عندها تأثير التغيرات الحرارية وتقلص (انكماش) الخرسانة بالحسبان في تصميم العناصر المختلفة للمنشأة.

كما يُسمح بزيادة المسافات الأساسية المبينة أعلاه بمقدار أعظمي لا يزيد على ثلثي القيمة الأساسية، على أن تُؤخذ تأثير التغيرات الحرارية وتقلص (إنكماش) الخرسانة كما ذُكر أعلاه، وعلى أن تكون جميع الإكساءات خاصة، قابلة لتحمل التغيرات الحرارية، ولا تتأثر بالتمدد والتقلص الناتج عن هذه التغيرات، وعلى أن تُلحظ فواصل تمدد ضمن إكساء الأرضيات.

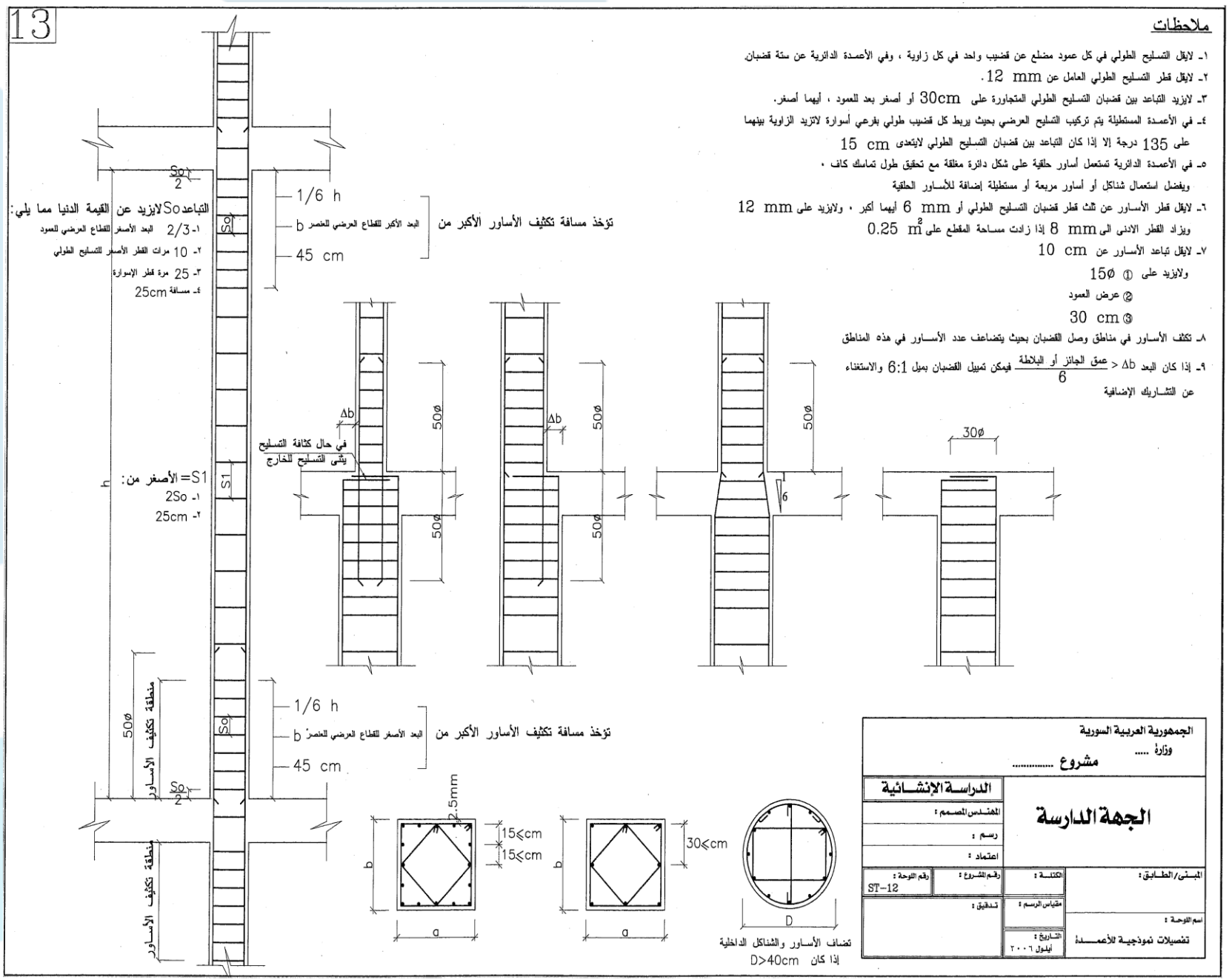
تفاصيل تسليح العناصر الخرسانية المسلحة :

الاعمدة :

13

ملاحظات

١ـ لايقل التسليح الطولي في كل عمود مضلع عن قضيب واحد في كل زاوية ، وفي الأعمدة الدائرية عن ستة قضبان.
٢ـ لايقل قطر التسليح الطولي العامل عن 12 mm.
٣ـ لايزيد التباعد بين قضبان التسليح الطولي المتجاورة على 30cm أو أصغر بعد للعمود ، أيهما أصغر.
٤ـ في الأعمدة المستطيلة يتم تركيب التسليح العرضي بحيث يربط كل قضيب طولي بفرعي أسوارة لاتزيد الزاوية بينهما على 135 درجة إلا إذا كان التباعد بين قضبان التسليح الطولي لايتعدى 15 cm
٥ـ في الأعمدة الدائرية تستعمل أساور حلقية على شكل دائرة مغلقة مع تحقيق طول تماسك كاف ،
ويفضل استعمال شناكل أو أساور مربعة أو مستطيلة إضافة للأساور الحلقية
٦ـ لايقل قطر الأساور عن ثلث قطر قضبان التسليح الطولي أو 6 mm أيهما أكبر ، ولايزيد على 12 mm
ويزاد القطر الادنى الى 8 mm إذا زادت مساحة المقطع على 0.25 m^2
٧ـ لايقل تباعد الأساور عن 10 cm
ولايزيد على ① 15ø
② عرض العمود
③ 30 cm
٨ـ تكثف الأساور في مناطق وصل القضبان بحيث يتضاعف عدد الأساور في هذه المناطق
٩ـ إذا كان البعد Δb < عمق الجائز أو البلاطة / 6 فيمكن تمييل القضبان بميل 6:1 والاستغناء عن التشاريك الإضافية



الجمهورية العربية السورية
وزارة .....
مشروع .....

الجهة الدارسة	الدراسة الإنشائية
	المهندس المصمم :
	رسم :
	اعتماد :
المبنى/الطابق :	الكتلة : / رقم المشروع : / رقم اللوحة : ST-12
اسم اللوحة : تفصيلات نموذجية للأعمدة	مقياس الرسم : / تدقيق :
	التاريخ : أيلول ٢٠٠٦

جامعة المنارة MANARA UNIVERSITY

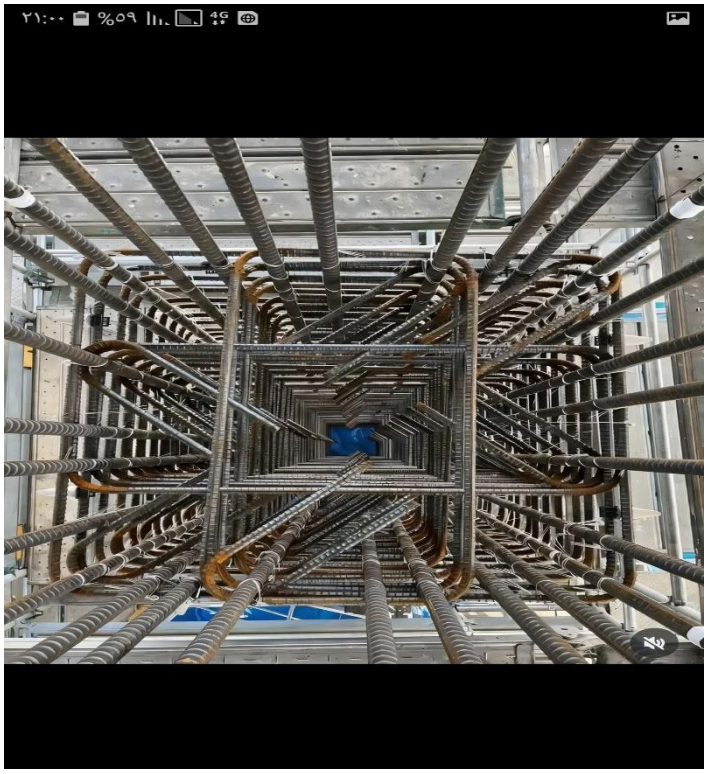
الجمهورية العربية السورية
وزارة .....
مشروع .....

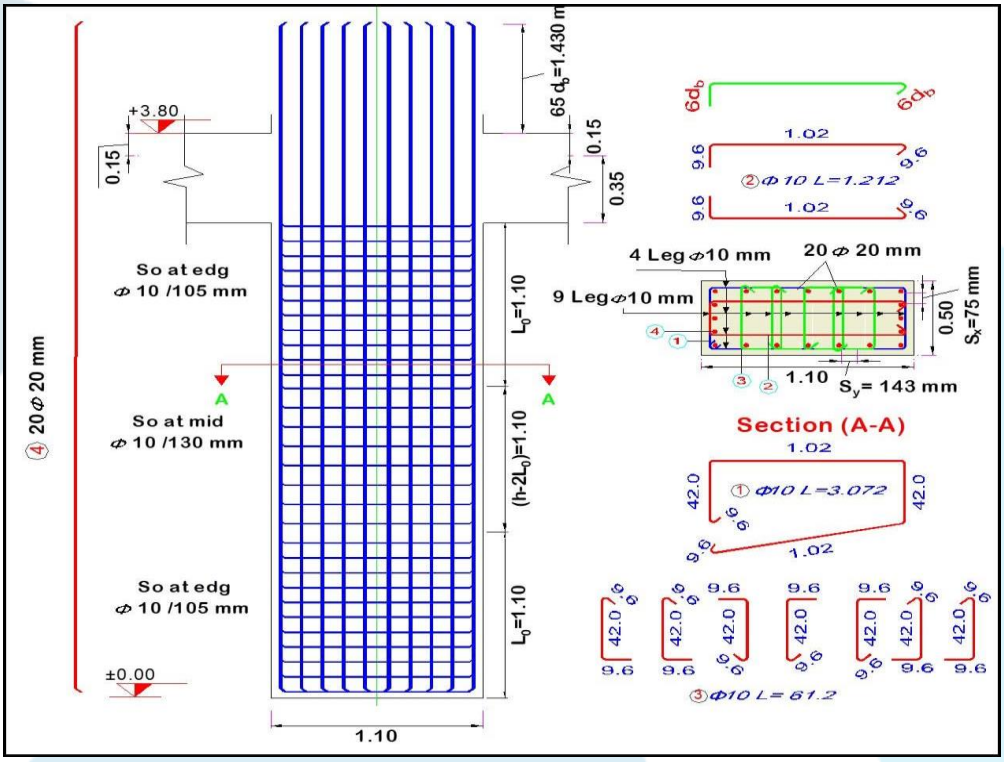
الدراسة الإنشائية	الجهة الدارسة	البنى/التطابيق :
المهندس المصمم :		الكتلة :
رسام :		مقياس الرسم :
اعتماد :	رقم المشروع :	تنفيذ :
رقم اللوحة : ST-16		التاريخ : أيلول ٢٠٠٦

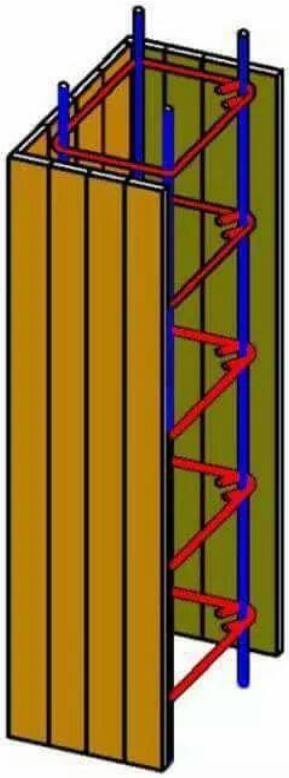
اسم اللوحة :
جدول الأعمـــــدة

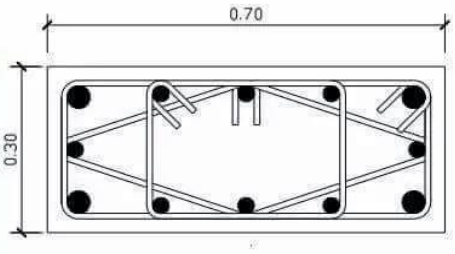
ملاحظات

١- انظر الملاحظات العامة في اللوحة رقم ....
٢- انظر مواقع الأعمـدة في المسقط في اللوحة رقم ....

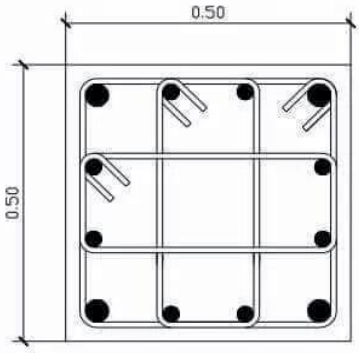



+3.80
0.15
So at edg
Φ 10 /105 mm
So at mid
Φ 10 /130 mm
So at edg
Φ 10 /105 mm
±0.00
20 Φ 20 mm
65 dp=1.430 m
0.15
0.35
L0=1.10
(h-2L0)=1.10
L0=1.10
1.10
A
A
6dp
6dp
1.02
9.6
②Φ 10 L=1.212
1.02
4 Leg Φ10 mm
9 Leg Φ10 mm
20 Φ 20 mm
0.50
Sx=75 mm
1.10
Sy= 143 mm
Section (A-A)
1.02
42.0
① Φ10 L=3.072
42.0
1.02
③Φ10 L= 61.2

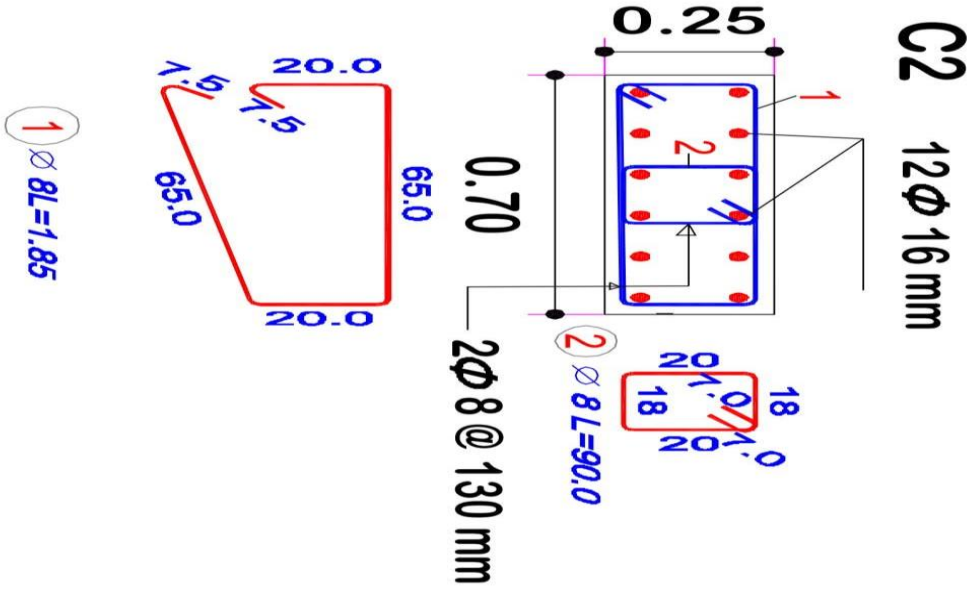


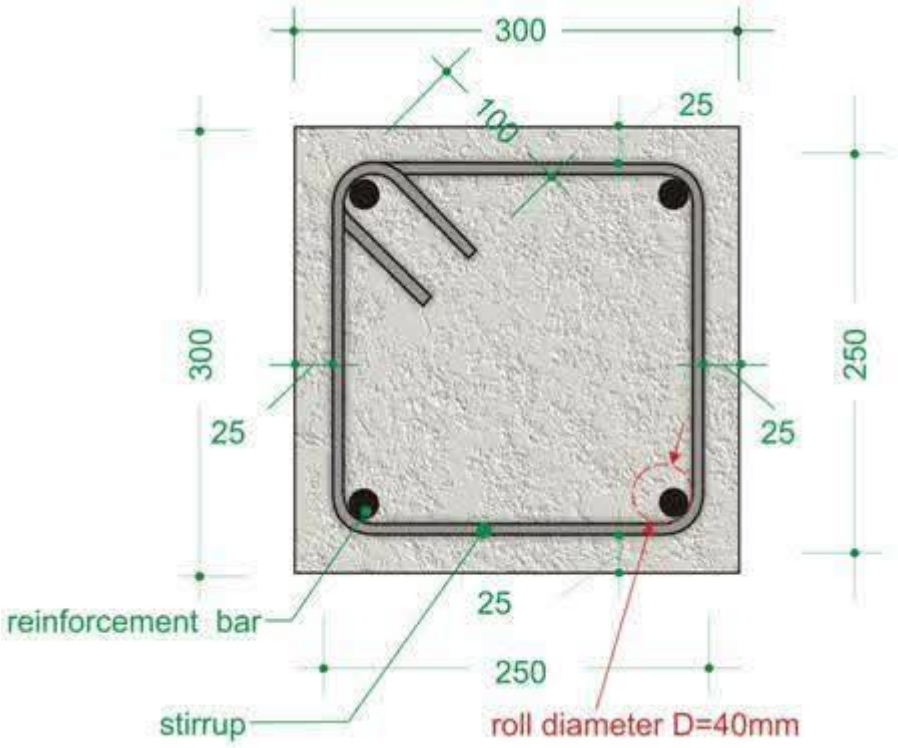


Cross-section of columns C1

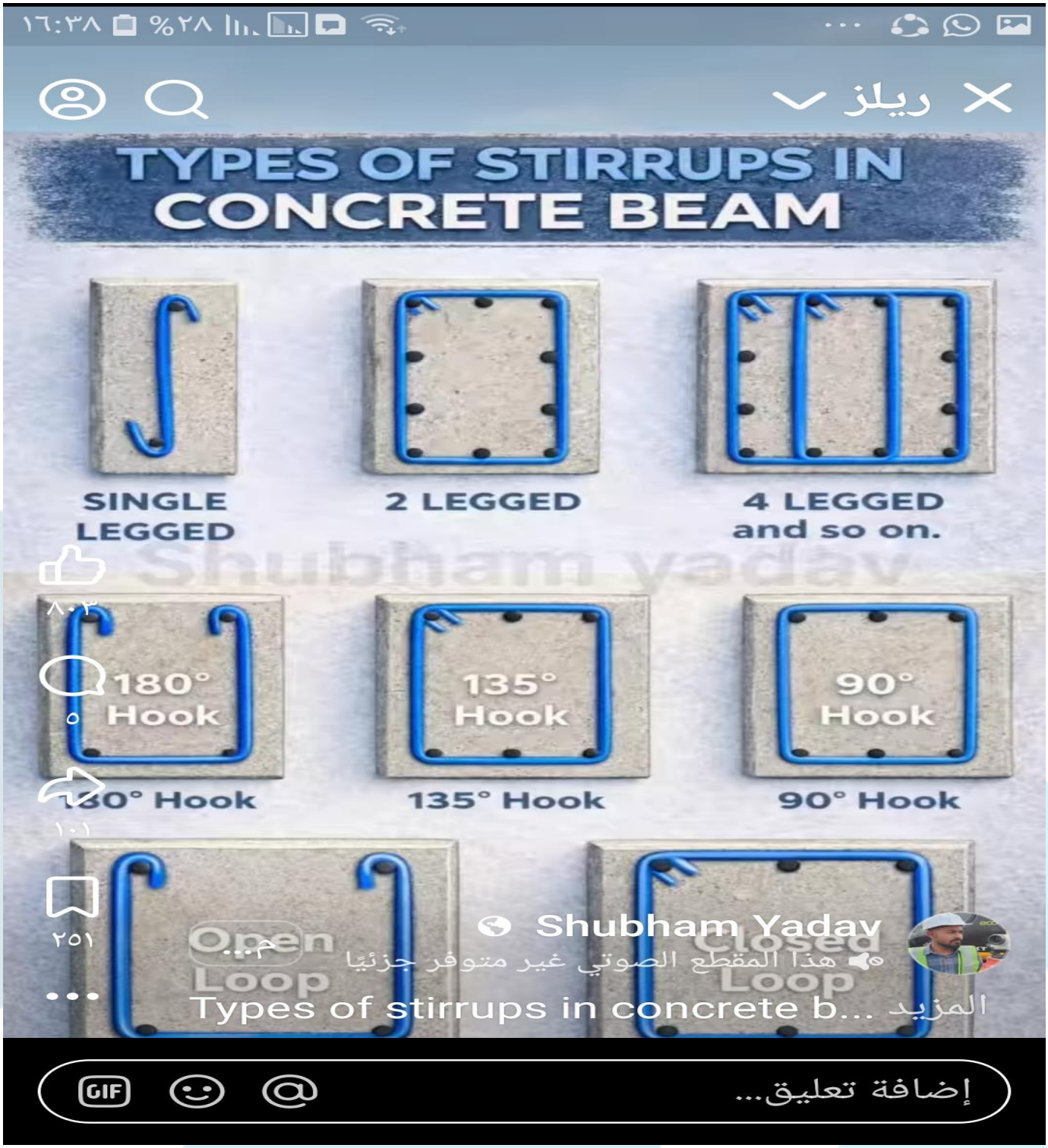


Cross-section of columns C7



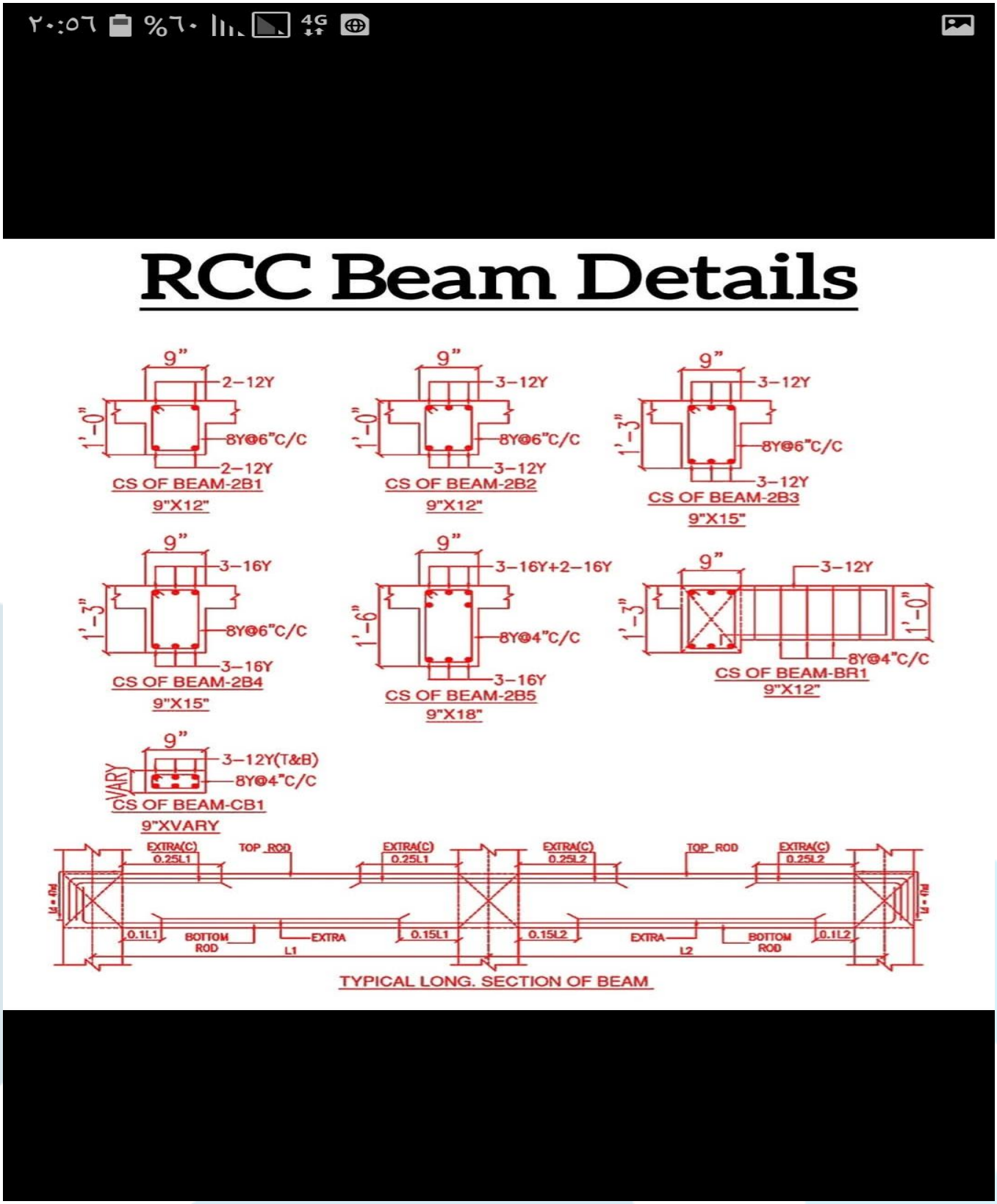

300
100
25
300
250
25
25
25
250
reinforcement bar
stirrup
roll diameter D=40mm

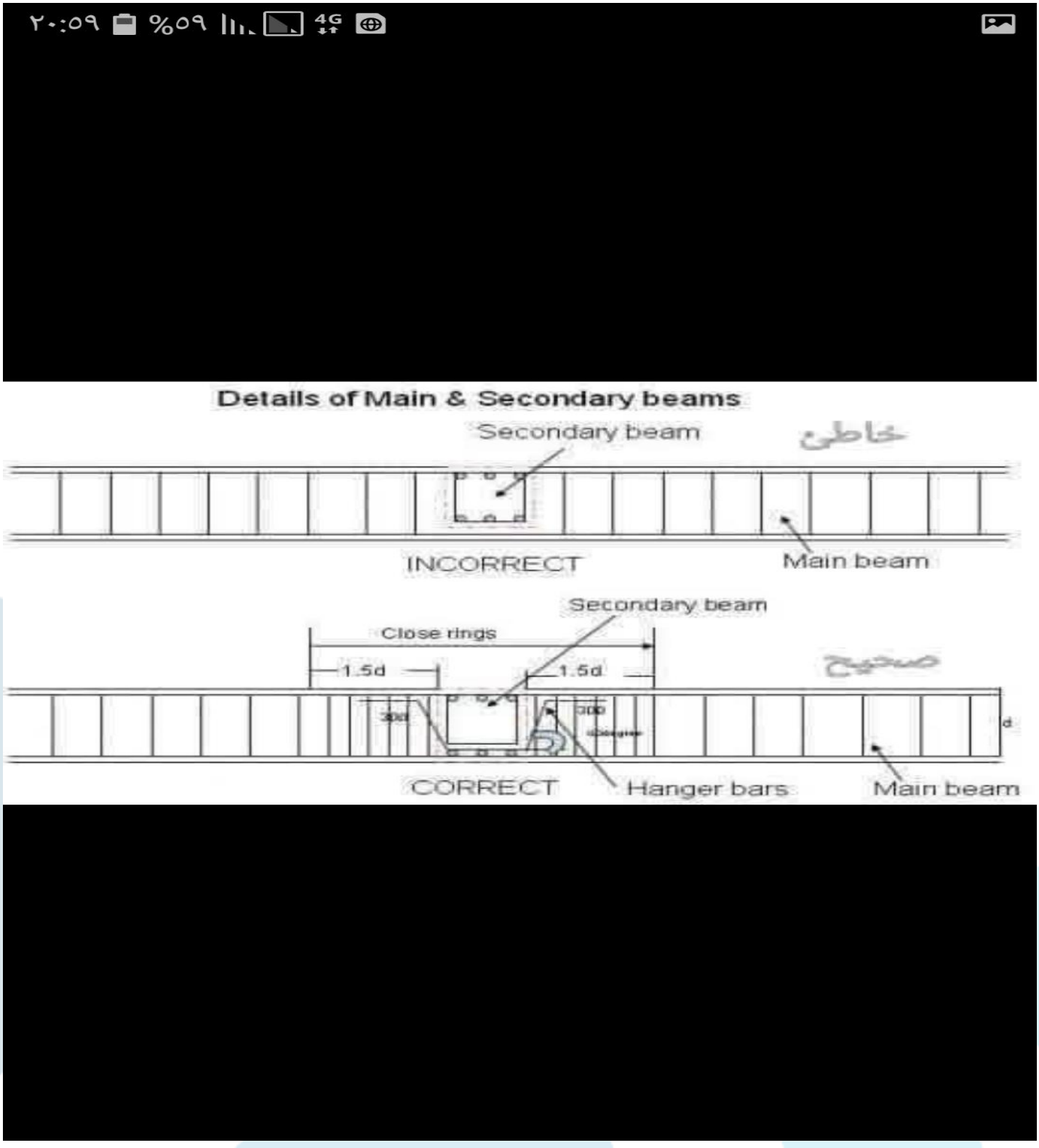
الجوائز :


ريلز
TYPES OF STIRRUPS IN CONCRETE BEAM
SINGLE LEGGED
2 LEGGED
4 LEGGED and so on.
180° Hook
135° Hook
90° Hook
180° Hook
135° Hook
90° Hook
Open Loop
Closed Loop
Shubham Yadav
هذا المقطع الصوتي غير متوفر جزئيًا
Types of stirrups in concrete b...
المزيد
إضافة تعليق...

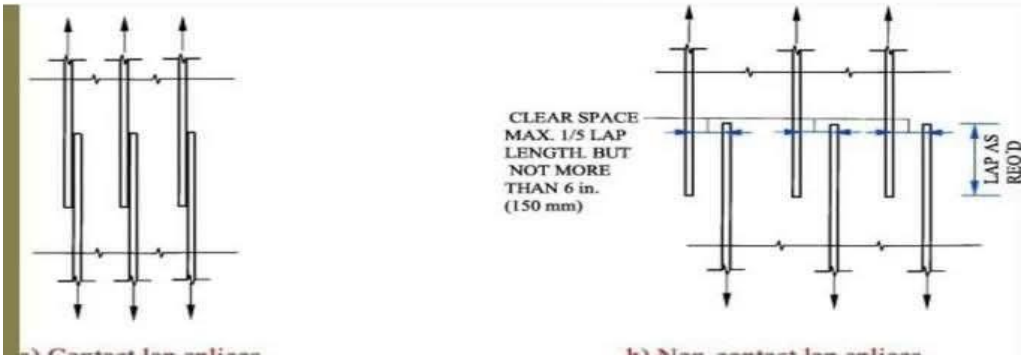
٢٠:٤٧ ٦٤% 4G

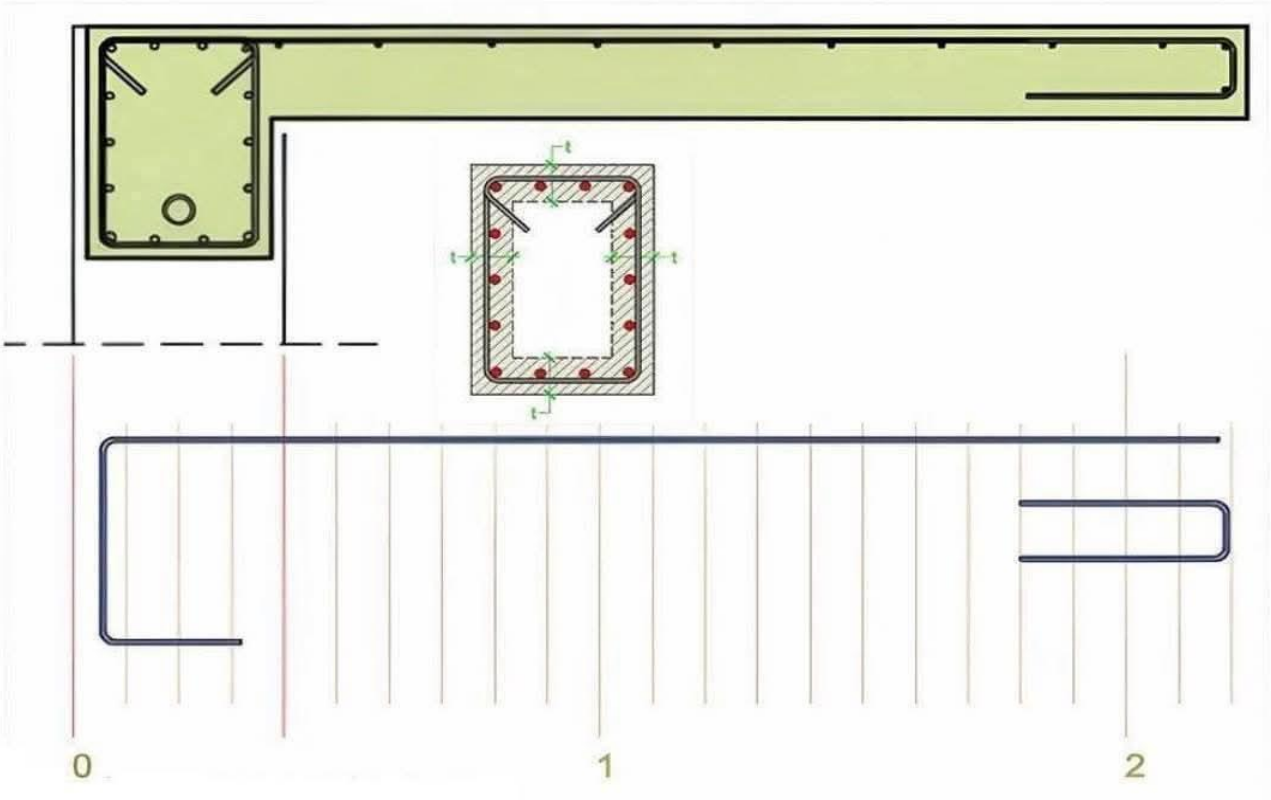
CamScanner الممسوحة ضوئيا بـ

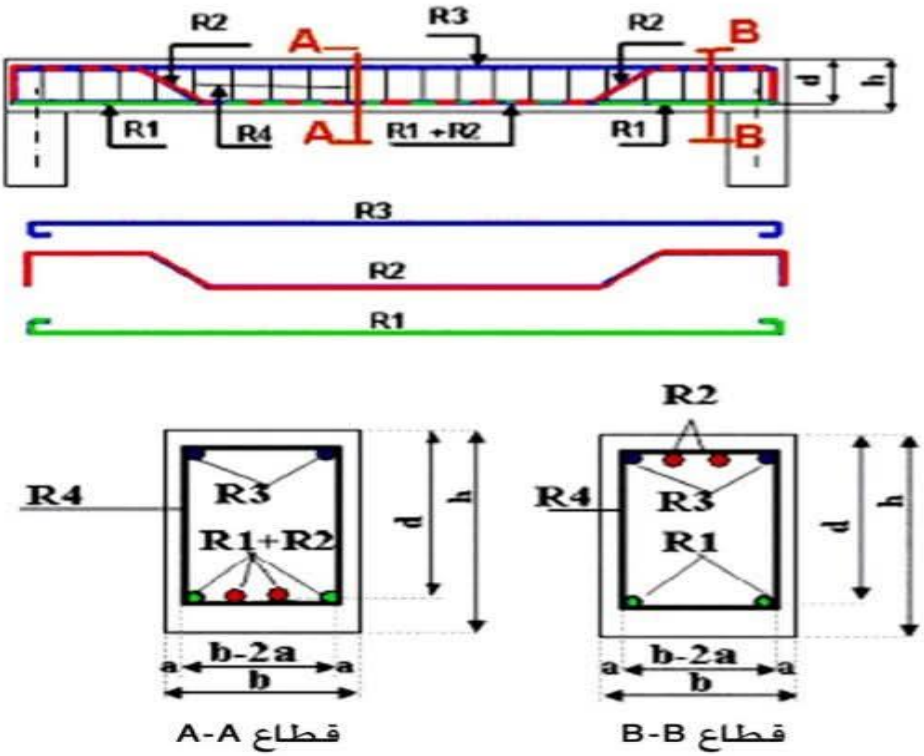

RCC Beam Details
9"
2–12Y
1'–0"
8Y@6"C/C
2–12Y
CS OF BEAM-2B1
9"X12"
9"
3–12Y
1'–0"
8Y@6"C/C
3–12Y
CS OF BEAM-2B2
9"X12"
9"
3–12Y
1'–3"
8Y@6"C/C
3–12Y
CS OF BEAM-2B3
9"X15"
9"
3–16Y
1'–3"
8Y@6"C/C
3–16Y
CS OF BEAM-2B4
9"X15"
9"
3–16Y+2–16Y
1'–6"
8Y@4"C/C
3–16Y
CS OF BEAM-2B5
9"X18"
9"
3–12Y
1'–3"
1'–0"
8Y@4"C/C
CS OF BEAM-BR1
9"X12"
9"
3–12Y(T&B)
VARY
8Y@4"C/C
CS OF BEAM-CB1
9"XVARY
EXTRA(C)
0.25L1
TOP ROD
EXTRA(C)
0.25L1
EXTRA(C)
0.25L2
TOP ROD
EXTRA(C)
0.25L2
0.1L1
BOTTOM
ROD
EXTRA
L1
0.15L1
0.15L2
EXTRA
L2
BOTTOM
ROD
0.1L2
TYPICAL LONG. SECTION OF BEAM


Details of Main & Secondary beams
Secondary beam
خاطئ
INCORRECT
Main beam
Secondary beam
Close rings
1.5d
1.5d
صحيح
CORRECT
Hanger bars
Main beam

25.5.1.3 For noncontact splices in flexural members, the transverse center-to-center spacing of spliced bars shall not exceed the lesser of one-fifth the required lap splice length and 150 mm.




t
t
t
t
0
1
2

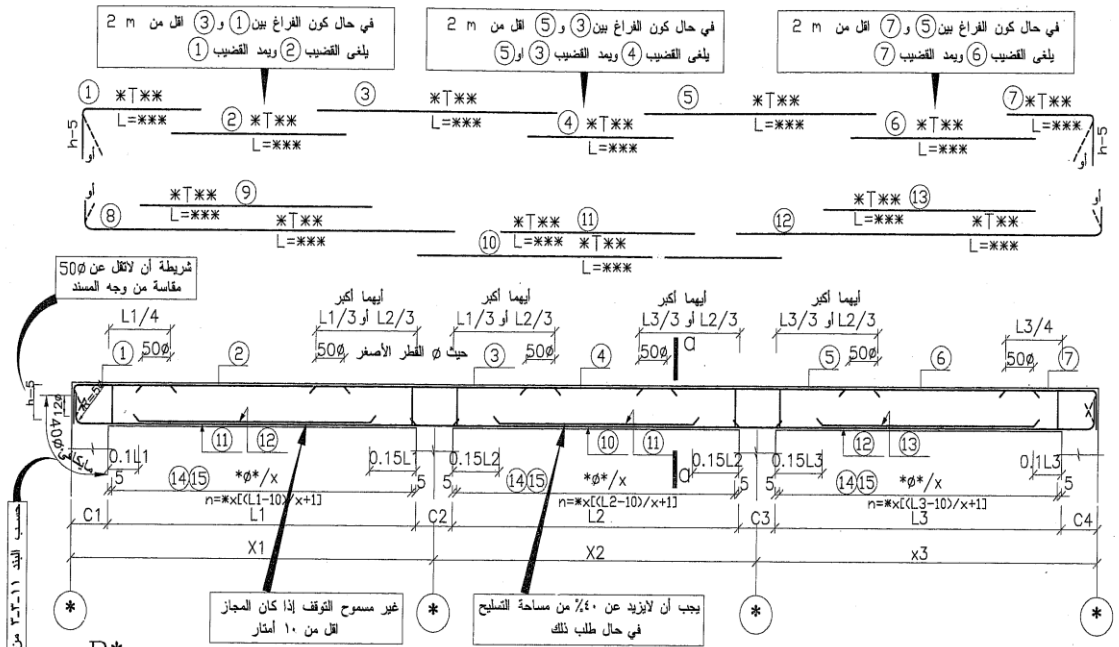


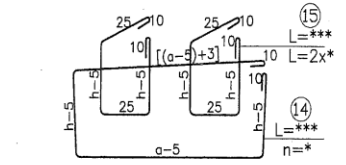
شكل (49)

تفريد حديد التسليح في الجسر

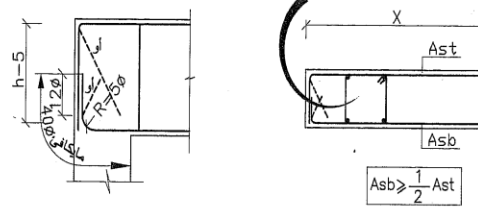
الجمهورية العربية السورية
وزارة .....
مشروع .....
الدراسة الإنشائية
المهندس المصمم:
رسم:
اعتماد:
الجهة الدارسة
المشروع/الطابق:
الكمية:
رقم الورقة: ST-26
رقم الشرح:
مقياس الرسم:
تدقيق:
التاريخ: أيلول ٢٠٠٦
اسم الورقة: تفصيلة نموذجية للجوائز
Section a-a
Sc. 1/20
B*
Sc. 1/50
1- لايقل عدد قضبان التعليق عن عدد فروع الأساور المتصلة ، ولايقل هذا العدد عن قضيبين في جميع الحالات .
2- لايقل قطر قضبان التعليق عن نصف قطر قضبان التسليح العلوي الأكبر أو عن 10mm أيهما أكبر .
3- لاتقل مساحة قضبان التعليق الكلية عن 0.20 من مساحة تسليح الشد الرئيسي .
4- لايقل قطر قضبان التقص عن نصف قطر قضبان التسليح العلوي الأكبر أو عن 10mm أيهما أكبر .
5- لايزيد تباعد قضبان التقص عن 30cm ، ولاتقل نسبة مساحة تسليح التقص عن 0.001*b*s وتحسب حسب متطلبات الكود .
6- طول التراكب = 40 مرة قطر القضيب السفلي (من القطر الأصغر) ،
و 50 مرة قطر القضيب العلوي (من القطر الأصغر) ،
الا إذا كان التراكب في المنطقة المشدودة فيحسب أصولاً .
7- إذا كان الطول المتوفر للقضيب التسليح يكفي لمجازين أو أكثر فالأنسب استعمال القضيب بطوله الكامل دون التقطيع بطول كل مجاز

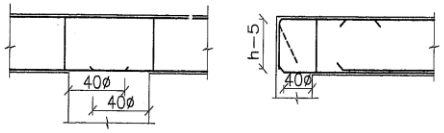
28





Sc. 1/20





١ـ لايقل عدد قضبان التعليق عن عدد فروع الأساور المستعملة ولايقل هذا العدد عن قضيبين في جميع الحالات ٠

٢ـ لايقل قطر قضبان التعليق عن نصف قطر قضبان التسليح الطولي الأكبر أو عن 10mm أيهما أكبر ٠

٣ـ لاتقل مساحة قضبان التعليق الكلية عن 0.20 من مساحة تسليح الشد الرئيسي ٠

٤ـ لاتزيد المسافة بين كل فرعين متجاورين للتسليح العرضي عن 300mm ٠

٥ـ طول التراكب = 40 مرة قطر القضيب السفلي (من القطر الأصغر)
و 50 مرة قطر القضيب العلوي (من القطر الأصغر)
إلا إذا كان التراكب في المنطقة المشدودة فيحسب أصولاً ٠

٦ـ إذا كان الطول المتوفر لقضيب التسليح يكفي لمجازين أو أكثر فالأنسب استعمال القضيب بطوله الكامل دون التقطيع بطول كل مجاز

الجمهورية العربية السورية
وزارة .....
مشروع .....

الجهة الدارسة		الدراسة الإنشائية	
		المهندس المصمم :	
		رسم :	
		اعتماد :	
المبنى/الطابق :	الكتلة :	رقم المشروع :	رقم اللوحة : ST-27
اسم اللوحة : تفصيلة نموذجية للجوائز المخفية	مقياس الرسم :	تدقيق :	
	التاريخ : أيلول ٢٠٠٦		