محاضرات مادة خرسانة مسلحة /2/

لطلاب السنة الثالثة

(هندسة مدنية)

الدكتورنزيه يعقوب منصور

2026 - 2025

المحاضرة الثامنة –العاشرة

الفصل الثالث
تصميم البلاطات المعصبة

3-1- مقدمة :

كما هو معروف فإن البيتون ذو مقاومة ضعيفة على الشد , لذلك يهمل البيتون المشدود عند حساب مختلف المقاطع الخاضعة للانعطاف البسيط أو للانعطاف المركب . ويكون ذلك بتنفيذ فراغات مناسبة في منطقة البيتون المشدود أي في الطبقات السفلية من البلاطة التي تتحمل عزم انعطاف موجب , و من ثم تجميع قضبان التسليح المشدودة في أماكن متجاورة من البلاطة , أو ما يسمى بالأعصاب وتحتوي البلاطة عند ذلك فراغات وتدعى بالبلاطة المعصبة أو المفرغة .

تنقل البلاطات حمولات المنشأة الإضافية , بالإضافة إلى الأوزان الذاتية لهذه البلاطات و حمولات الإكساءات التي تعلوها , و ذلك إلى الجوائز البارزة أو المخفية و الجدران الحاملة حيث تؤمن تغطية أسقف المباني و القاعات و المساحات الواسعة في منشآت البيتون المسلح .

تنتقل بعدها الحمولات إلى العناصر الحاملة الشاقولية : الأعمدة والجدران, ومن ثم إلى الأساسات , كما تم إيضاحه في الفصل الثاني.

يمكن التمييز بين نوعين من البلاطات المعصبة (المفرغة) :

3-1-1- البلاطات المعصبة ذات القوالب الدائمة (مثل بلوك أو قرميد الهوردي) :

تقسم هذه البلاطات إلى نوعين حسب آلية عملها :

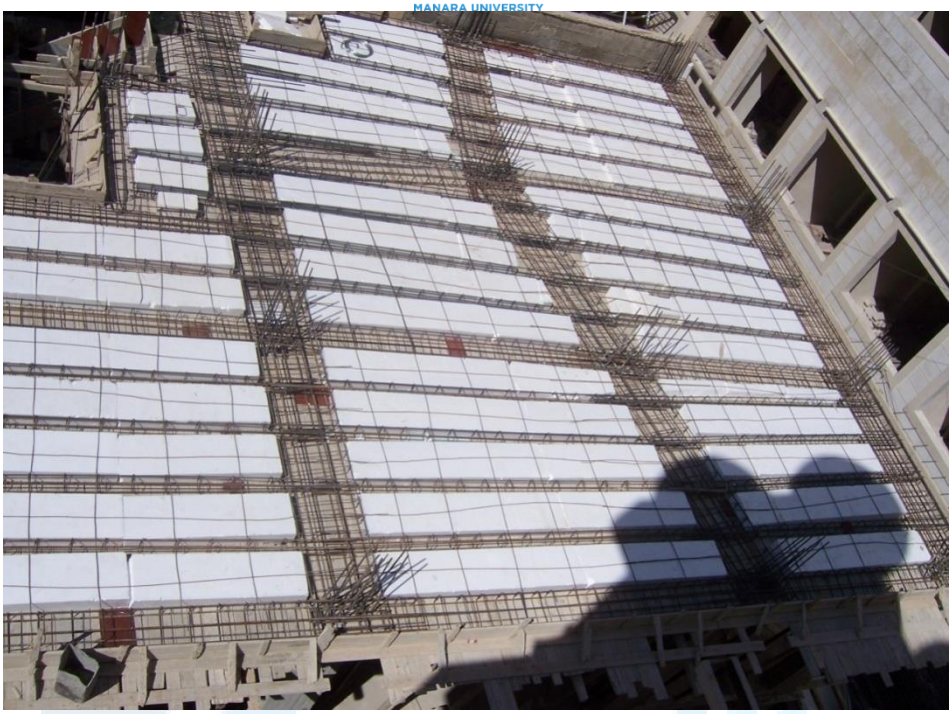
1- بلاطات معصبة تعمل باتجاه واحد , مستندة على جدار أو على جوائز متدلية, أو على جوائزمن سمك البلاطة ذاته تسمى جوائز مخفية كما يظهر الشكل (3 – 1), الشكل (3 – 2), الشكل (3 – 3) .

2- بلاطات معصبة تعمل باتجاهين , مستندة على جدار أو على جوائز متدلية, أو على جوائز من سمك البلاطة ذاته تسمى جوائز مخفية كما يظهر الشكل (3 – 4).

الشكل(3 – 1): تمديد الأعصاب بين بلوكات الهوردي

الشكل(3 – 2) : صب أعصاب وجوائز بلاطة الهوردي

MANARA UNIVERSITY



الشكل(3 – 3): تسليح الجوائز والأعصاب وتسليح التوزيع

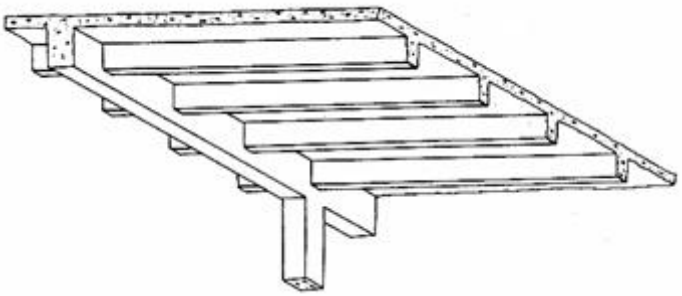
الشكل(3 – 4): بلاطة هوردي معصبة باتجاهين

MANARA UNIVERSITY

3-1-2- البلاطات المعصبة ذات القوالب المؤقتة :

يمكن التمييز بين الأنواع التالية من البلاطات المعصبة ذات القوالب المؤقتة :

3-1-2-1- البلاطات المعصبة باتجاه واحد والمستندة على جوائز متدلية أو على جوائز من سمك البلاطة ذاته, كما يظهر الشكل (3 – 5).



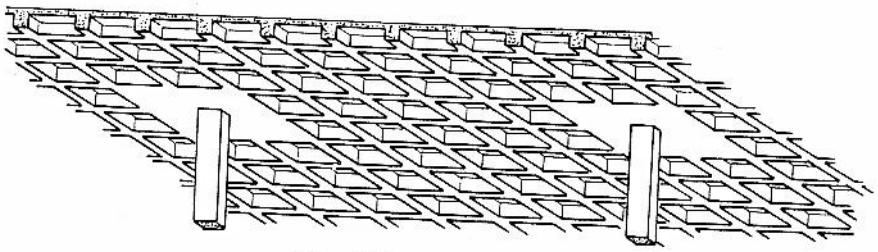
الشكل(3 – 5): بلاطة معصبة باتجاه واحد مستندة على جوائز متدلية

3-1-2-2- البلاطات المعصبة باتجاهين و المستندة على جوائز متدلية, أو على جوائز من سمك البلاطة ذاته , كما يظهر الشكل (3 – 6) و الشكل (3 – 7).

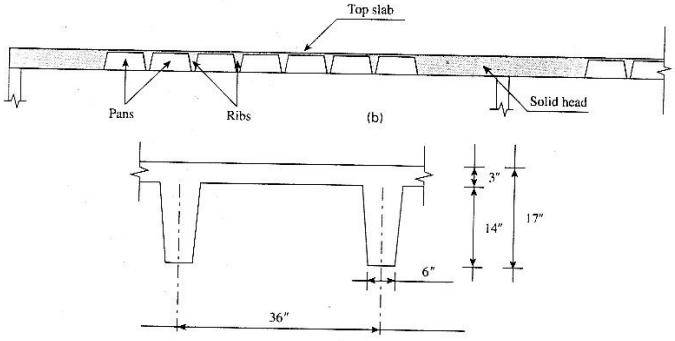
الشكل (3 – 6): بلاطة معصبة باتجاهين تستند على جوائز جوائز من سمك البلاطة ذاته

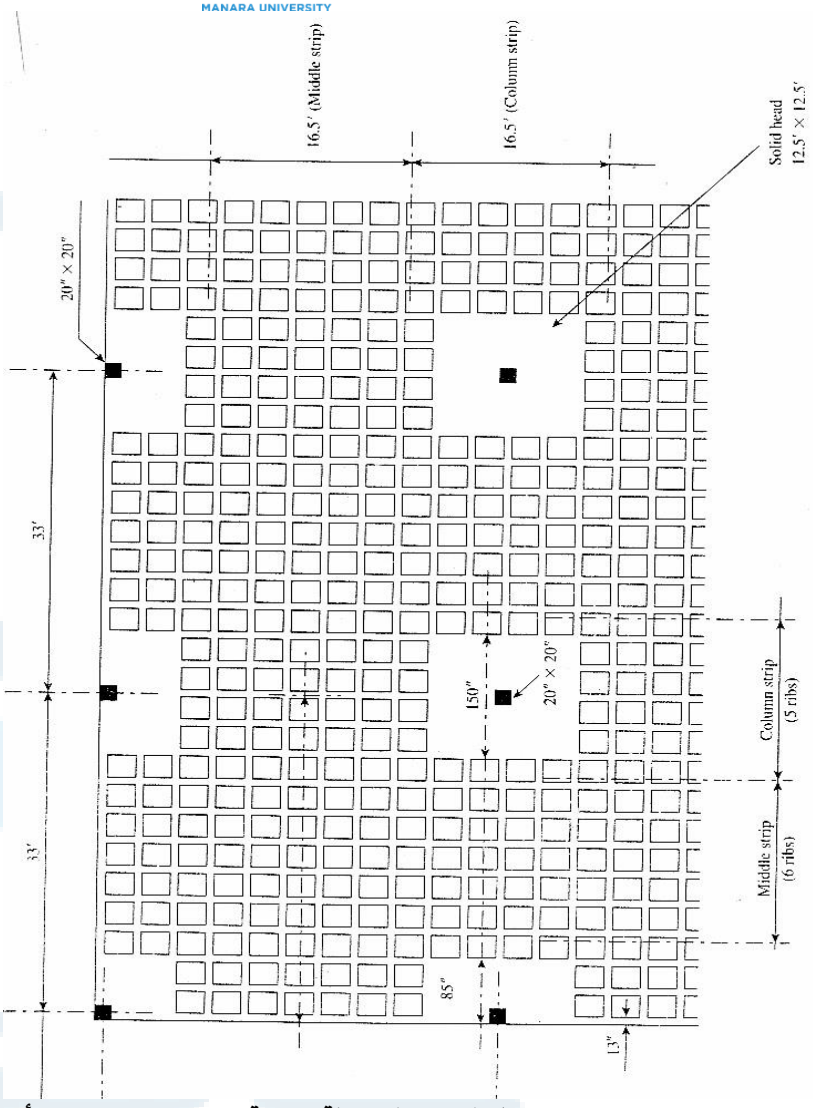
الشكل (3 – 7): بلاطة معصبة باتجاهين تستند على جوائز متدلية

3-1-2-3- البلاطات المعصبة باتجاهين و المستندة على الأعمدة , كما يظهر الشكل (3 – 8) و الشكل (3 – 9).



الشكل (3 – 8): بلاطة معصبة باتجاهين تستند على الأعمدة





الشكل (3 – 9): بلاطة معصبة باتجاهين تستند على الأعمدة

من الجدير هنا ان نستعرض ما نص عليه الكود العربي السوري في اعادة توزيع القوى الداخلية للعناصر الخرسانية المسلحة في فقرته 8-2-5-

نتيجة لعدم انسجام سلوك مادة الخرسانة المسلحة مع فرضيات نظرية المرونة، ولعدم تجانس هذه المادة، يُفترض أن توزّع القوى الداخلية، الناتجة عن حساب المنشآت الهيكلية وفق نظرية المرونة، لا يُمثل بالضرورة التوزّع الحقيقي في المنشأة، ولكن يمكن أن يُعدّ هذا التوزّع حلاً مقبولاً من الناحية التوازنية. يُسمح (ضمن مجال محدود) بالابتعاد عن التوزّع المرن للقوى الداخلية، بإعادة توزيع عزوم الانحناء على الشكل الآتي:

١- تحسب عزوم الانحناء بالطرائق التي تعتمد على فرضيات نظرية المرونة.

٢- مع مراعاة مضمون الفقرة (هـ-) من البند (٧-١-٢-٧)، تُعدّل قيم العزوم الناتجة في محاور المساند زيادة أو نقصاناً بنسبة مئوية لا تتجاوز ما يلي:

$$30\left[1-\frac{(A_s-A'_s)}{A_{sb}}\right]$$

بحيث ($A_s - A'_s$) لا تتجاوز $0.5\ A_{sb}$.

حيث: A_s = مساحة تسليح الشد في القطاع عند المسند.

A'_s = مساحة تسليح الضغط في القطاع عند المسند.

A_{sb} = مساحة تسليح الشد التوازنية للقطاع الأحادي التسليح، عند المسند.

٣- لا يقلّ مجموع العزوم في المجاز الواحد، عن العزم الكامل للمجاز البسيط الاستناد، أي يبقى شرط التوازن محققاً للعنصر، وتكون المساند التي تحوّل إليها عزوم سالبة، قادرة على تحمل هذه العزوم.

٤- بعد تعديل العزوم عند المساند، يُعاد حساب العزوم في القطاعات الأخرى.

٥- يتم إجراء تعديل قيم العزوم لكل حالة تحميل على حدة.

٦- يُؤخذ تأثير قيم العزوم المعدّلة في حساب قوى القص وردود الأفعال.

٧- يتم حساب القطاعات اعتماداً على عزوم الانحناء وقوى القص المعدّلة.

٨- لا تعدّل عزوم الانحناء بموجب ما ورد في هذا البند، إذا تم حساب القوى وعزوم الانحناء بطريقة العوامل التقريبية.

٩- لا يُسمح بإجراء أي تعديل في عزوم الانحناء، عند حساب حالة التشقق وحالة حد التشكل.

سنستعرض في الفقرات التالية تحليل القوى في البلاطات المفرغة بأنواعها وتحديد قوى المقطع فيها وحسابها انطلاقا من الاشتراطات التي تم ذكرها في الفصل الأول .

3-2- تصميم البلاطات المعصبة باتجاه وحيد :

تمثل البلاطات المعصبة مجموعة من الأعصاب البيتونية المسلحة ذات المقطع T, فإن كانت تستند على مسندين بسيطين, فتكون عبارة عن عنصر بسيط. وإن كانت تستند على أكثر من مسندين, فتكون عبارة عن عنصر مستمر.

إن تصميم البلاطات المعصبة يعود إلى تصميم المقاطع المستطيلة عند العزوم السالبة في المساند وتصميم المقاطع بشكل T عند العزوم الموجبة في المجازات.

إن تصميم الأعصاب في البلاطات المعصبة باتجاه وحيد ما هو إلا تصميم عنصر يخضع إلى عزم انعطاف وقوى قاطعة. وتطبق قواعد البند الخاص بتحليل البلاطات المليئة العاملة باتجاه واحد (كما هو مبين في الفصل الثاني) في حساب العزوم و يركز التسليح الناتج في الحساب ضمن الأعصاب الواقعة بواحدة الطول. أو يمكن اعتماد شريحة البلاطة بالعرض المساوي للمسافة بين محاور الأعصاب المتتالية ، ويركز التسليح الناتج في الحساب ضمن العصب ، مع التأكيد على المحافظة على قيمة العزم الموجب الأدنى في كل مجاز كما ورد سابقاً.

ومن الجدير بالذكر هنا أنه يمكننا تصميم بلاطات معصبة بارتفاعات مختلفة وذلك باستعمال بلوكات هوردي بسماكات وأوزان مناسبة . يبين الجدول (3-1)أوزان وأبعاد بلوكات الهوردي المستعملة في بلاطات الأسقف .

3-3- تصميم البلاطات المعصبة باتجاهين :

وجدنا سابقاً أن هذه البلاطات تتألف من نوعين من الأعصاب المتعامدة. حيث يتم توزيع الأحمال في الاتجاهين المتعامدين كما يلي (بشكل مشابه لفقرة توزيع الأحمال في البلاطات المليئة العاملة باتجاهين ، ولكن باستعمال المعاملات الخاصة بالبلاطات المعصبة ،كما سيرد لاحقا) :

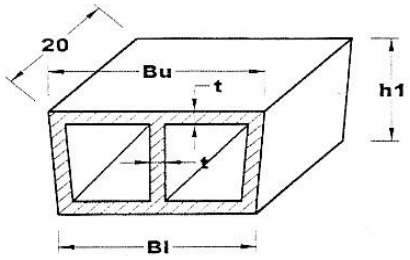
الحمل W_1 (بالاتجاه الطويل) $W_1 = \alpha_1 W$

الحمل W_2 (بالاتجاه القصير) $W_2 = \alpha_2 W$

حيث: α_1, α_2 معاملان من الجدول (3-2), في حالة البلاطات المعصبة باتجاهين والتي لا يزيد التباعد بين محاور أعصابها على متر واحد, والمستندة على جدران أو جوائز يزيد عمقها على مثلي سمك البلاطة.

و حيث: α_1, α_2 معاملان من الجدول (3–3), في حالة البلاطات المعصبة باتجاهين والتي لا يزيد التباعد بين محاور أعصابها على متر واحد, والمستندة على جوائز من سمك البلاطة نفسه .

الجدول (3–1) : أوزان وأبعاد بلوكات الهوردي المستعملة في بلاطات الأسقف



t = السماكة

أوزان البلوك من أجل سماكة 3 سم بافتراض وزن حجمي مصمت 2000 كغ / م3			أوزان البلوك من أجل سماكة2.5 سم بافتراض وزن حجمي مصمت 2000 كغ /		
وزن بلوك بأبعاد 35 / 38 سم	وزن بلوك بأبعاد 32 / 35 سم	h1 سم	وزن بلوك بأبعاد 35 / 38 سم	وزن بلوك بأبعاد 32 / 35 سم	h1 سم
11.6	10.9	14	10	9.4	14
12.4	11.6	16	10.6	10.0	16
13.1	12.4	18	11.2	10.6	18
13.8	13.1	20	11.8	11.2	20
14.5	13.8	22	12.4	11.8	22
15.2	14.5	24	13	12.4	24
15.6	14.9	25	13.3	12.7	25
16.0	15.2	26	13.6	13.0	26
16.7	16.0	28	14.2	13.6	28
17.4	16.7	30	14.8	14.2	30
18.1	17.4	32	15.4	14.8	32
18.8	18.1	34	16	15.4	34
19.6	18.8	36	16.6	16.0	36

الجدول (3–2) : المعاملان α_1, α_2

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

الجدول (3–3) : المعاملان α_1, α_2

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

بعد توزيع الأحمال على الأعصاب بالاتجاهين، نقوم بدراسة كل عصب لوحده حسب حصته من الحمولة حيث تطبق قواعد البند الخاص بتحليل البلاطات المليئة العاملة باتجاه واحد (كما هو مبين في الفصل الثاني) في حساب العزوم و يركز التسليح الناتج في الحساب، ضمن الأعصاب الواقعة بواحدة الطول. أو يمكن اخذ شرائح البلاطة بالاتجاهين مساويا للمسافة بين محاور الأعصاب المتتالية بكل اتجاه ، ويركز التسليح الناتج في الحساب ضمن العصب في كل اتجاه ، يعمم التسليح على باقي أعصاب الاتجاه ذاته .

3-4- تصميم البلاطات ذات الجيزان المتصالبة:

وهي بلاطات تستعمل في أرضيات وسقوف القاعات والصالات باعتبارها بلاطات كبيرة لا تحتوي على جسور أو أعمدة في وسطها, وتتميز بأن التباعدات بين الجوائز تزيد على 1m بالاتجاهين.

من المعروف أن هناك طرقاً خاصة لدراسة السقوف ذات الجيزان المتصالبة, إذ يعتمد تصميم هذا النوع من البلاطات على عدد الجيزان في كل من الاتجاهين المتعامدين الطولي والعرضي, وذلك على مبدأ تساوي السهوم في نقاط تقاطع الجيزان المتصالبة. يمكن بطرق رياضية خاصة حساب عزوم الانعطاف والقوى القاطعة كل لوحده. وتسهيلاً للحل فقد وضعت جداول عددية تعطي الدارس بعض الثوابت المستخدمة في حساب العزوم و القوى القاطعة.

حيث يتم توزيع الأحمال في الاتجاهين المتعامدين (الحساب على أساس شرائح بالاتجاهين بعرض واحدة الطول)كما يلي:

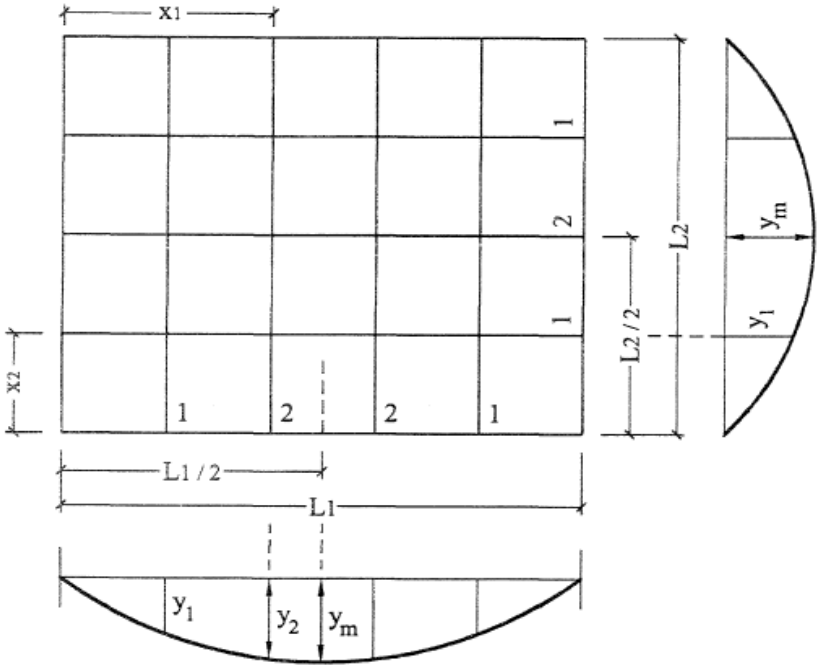
الحمل W_1 (بالاتجاه الطويل) $W_1 = \alpha_1 W$

الحمل W_2 (بالاتجاه القصير) $W_2 = \alpha_2 W$

حيث : α_1, α_2 معاملان من الجدول (3-3).

ويكون التسليح اللازم للجائز في وسط البلاطة في كل اتجاه مساوياً لكمية التسليح اللازم للشريحة بعرض واحدة الطول, مضروباً بالمسافة بين الجوائز, مع إمكانية تخفيض العزوم الناتجة فقط (وليس قوى القص) بمقدار لا يزيد على 20% نظراً لصلابة البلاطة. أما بلاطة التغطية للجوائز المتصالبة فتحسب مثل البلاطات المصممة بالاتجاهين.

أما بالنسبة للجوائز التي لا تقع في وسط البلاطة , فتكون كمية التسليح اللازمة لها أقل من المحسوبة, ويمكن استنتاجها من الجدول (3-4) وذلك بدلالة الشكل (3-10), طبقا لعدد الجوائز المتصالبة في كل اتجاه (ولشكل استناد البلاطة على محيطها, على أنه يمكن اعتماد القيم من أجل الاستناد البسيط).



الشكل (3–10) : مسقط أفقي لبلاطة ذات جوائز متصالبة

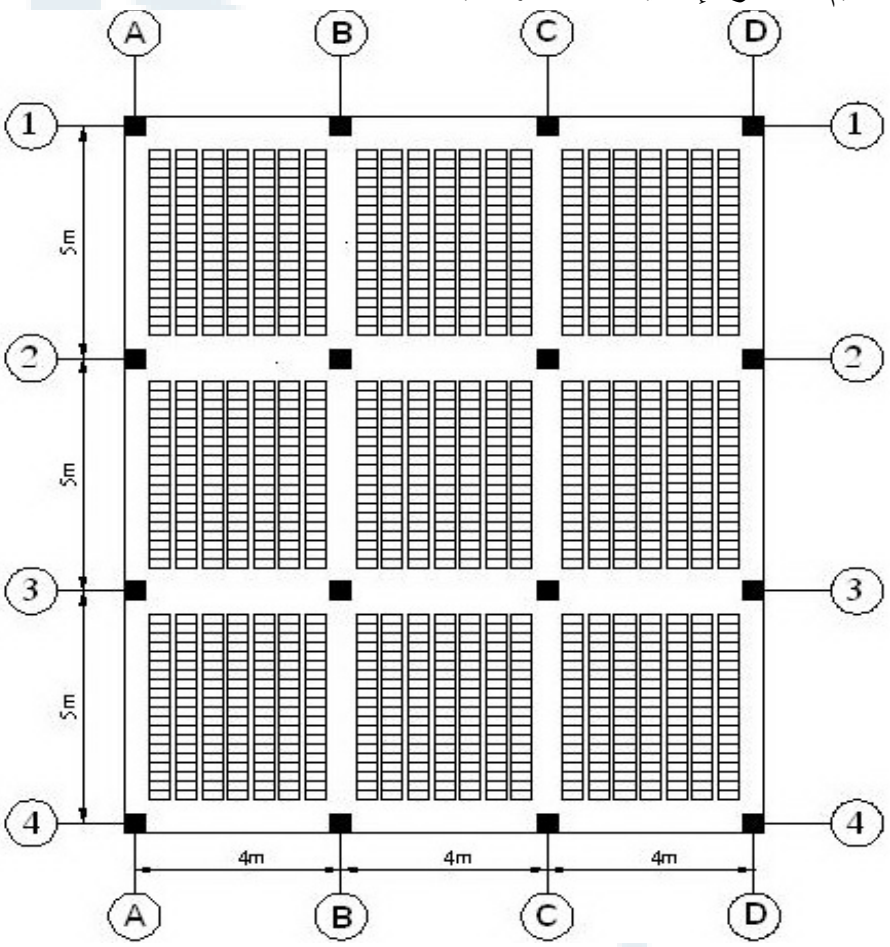
الجدول (3–4) :نسبة عزوم الجوائز غير الوسطية إلى عزم الجائز الوسطي

عدد الجوائز بالاتجاه L_2 أو L_1	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

3-5- أمثلة :

3-5-1- حساب بلاطة معصبة باتجاه واحد :

يبين الشكل (3-11) بلاطة مفرغة باتجاه واحد لسقف متكرر مع توزع الأعصاب والجوائز الرئيسية, يطلب حساب وتصميم العناصر الإنشائية المختلفة لهذه البلاطة.



المعطيات:

- أبعاد الأعمدة (400*400 mm)
- حمولة التغطية ($2\ kN/m^2$)
- الحمولة الحية ($3\ kN/m^2$)
- المقاومة المميزة للبيتون (f'_c= 20 Mpa)
- المقاومة المميزة لفولاذ التسليح الطولي (f_y = 400 Mpa)
- المقاومة المميزة لفولاذ التسليح العرضي (f_{yp}=240 Mpa)

1- اختيار أبعاد عناصر البلاطة:

- نختار التباعد بين الأعصاب S يساوي 500 mm وبالتالي سماكة بلاطة التغطية تساوي *70 mm* وباعتبار أن استناد الأعصاب إلى جوائز مخفية تحدد سماكة البلاطة الكلية من شرط السهم وبحسب الجدول (1-3).

$$t = \frac{5000}{20} = 250mm \rightarrow t = 250mm$$

نختار بلوكة بأبعاد (*180 *370*400*200*) ووزن (0.14 kN) *باعتبارها* من رمل مكسرة.

ويصبح عرض العصب (100*130 mm) وهذا يحقق شرط عرض العصب.

نختار عرض الجائز الرئيسي الوسطي 1m والجائز الرئيسي الطرفي 0.7m .

نضع عصب تقوية في وسط المجاز تحقيقاً لشرط الكود (إذا كان مجاز العصب الحامل, بين 4m و 6m يوضع عصب تقوية واحد في منتصف المجاز للعصب الحامل).

1- حساب عناصر البلاطة:

* بلاطة التغطية:

نختار تسليحاً رئيسياً (عمودياً على الأعصاب) $6\phi 6/m$ وتسليحاً ثانوياً $5\phi 6/m$ (موازياً للأعصاب).

* عصب رئيسي متكرر:

حسب الكود العربي السوري تعطى مساحة التسليح العظمى والدنيا للمقاطع بشكل T:

مساحة التسليح الدنيا :

لا تقل مساحة تسليح الشد الرئيسي عن :

$$A_{S\min} = \frac{0.9}{fy} * b * d$$

$$\mu_{S\min} = \frac{0.9}{fy} = \frac{0.9}{400} = 0.23\% \quad \Rightarrow A_{s\min} = \frac{0.23}{100} * 220 * 115 = 58\,mm^2$$

مساحة التسليح العظمى :

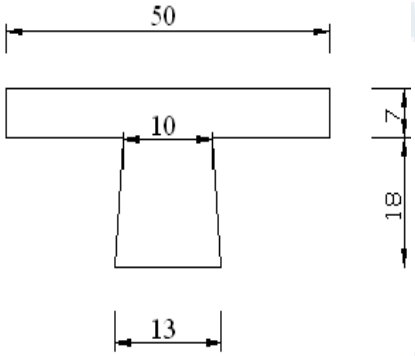
لا تزيد مساحة تسليح الشد الرئيسي في القطاعات الأحادية التسليح على نصف المساحة التوازنية :

$$\mu_{sb} = \frac{b_w}{b_f}\left[\frac{455}{630+fy} * \frac{f'c}{fy} + \frac{0.85 * f'c * (b_f - b_w) * t_f}{b_w * d * fy}\right] \Rightarrow A_{sb} = \mu_{sb} * b_f * d$$

$$\mu_{sb} = \frac{115}{500}\left[\frac{455}{630+400} * \frac{20}{400} + \frac{0.85*20*(500-115)*70}{115*220*400}\right] = 0.0155$$

$$A_{sb} = 0.0155*500*220 = 1704mm^2 \Rightarrow A_s \max = 0.5*A_{sb} = 852mm^2$$

يبين الشكل مقطع عرضي بالعصب



تصبح أبعاد العصب:

عرضه من الأعلى $50-40=10cm$

عرضه من الأسفل $50-37=13cm$

عرضه الوسطي $b = \frac{13+10}{2} = 11.5cm$

- الحمولات:
- وزن العصب g_1:

$$\boldsymbol{g_1 = \left(\frac{0.1+0.13}{2}\right)(0.25-0.07)*25 = 0.575kN/m}$$

- وزن البلوك g_2:

$$g_2 = 5*0.14 = 0.70kN/m$$

- وزن بلاطة التغطية g_3:

$$\boldsymbol{g_3 = 0.07*25*0.5 = 0.875kN/m}$$

- حمولة التغطية g_4:

$$\boldsymbol{g_4 = 2*0.5 = 1kN/m}$$

الحمولة الميتة الكلية:

$$\boldsymbol{g = g_1 + g_2 + g_3 + g_4 = 3.15kN/m}$$

الحمولة الميتة الكلية الحدية على العصب الواحد:

$$\boldsymbol{g_u} = 3.15*1.4 = 4.41kN/m$$

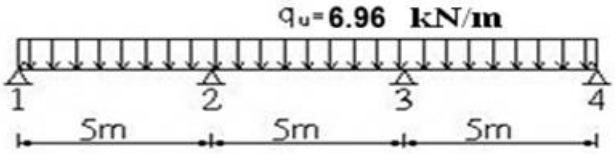
الحمولة الحية الحدية على العصب الواحد:

$$\boldsymbol{P_u} = 1.7*3*0.5 = 2.55\text{kN/m}$$

الحمولة الكلية الحدية المطبقة على العصب الواحد:

$$\boldsymbol{q_u} = 4.41 + 2.55 = 6.96kN/m$$

بعد معرفة الحمولات وتحديد الجملة الإنشائية يمكن رسم مخططات العزم والقص وحساب ردود الأفعال كما هو مبين حسب طريقة كاكو:



ويحسب العزم السالب لكل مسند داخلي اعتماداً على ما سبق , بطريقة العزوم الثلاثة ثم تحسب العزوم الموجبة باستعمال المجازات الفعالة الأصلية كما يلي :

$$M^- = \frac{q_{u1} * \grave{L_1}^3 + q_{u2} * \grave{L_2}^3}{8.5(\grave{L_1} + \grave{L_2})}$$

العزم فوق المسند 2 :

$$\grave{L_2} = 0.8L_2 = 4\ m \quad \grave{L_1} = L_1 = 5\ m$$

$$q_{u1} = q_{u2} = 6.96 kN/m$$

$$M_2^- = \frac{q_{u1}.\grave{L_1}^3 + q_{u2}.\grave{L_2}^3}{8.5(\grave{L_1} + \grave{L_2})} = \frac{6.96.5^3 + 6.96.4^3}{8.5(\grave{L_1} + \grave{L_2})} = 17.195kN.m$$

العزم فوق المسند 3 :

$$\grave{L_2} = 0.8L_2 = 4\ m L'_3 = L'_3 = 5m$$

$$q_{u3} = q_{u2} = 6.96 kN/m$$

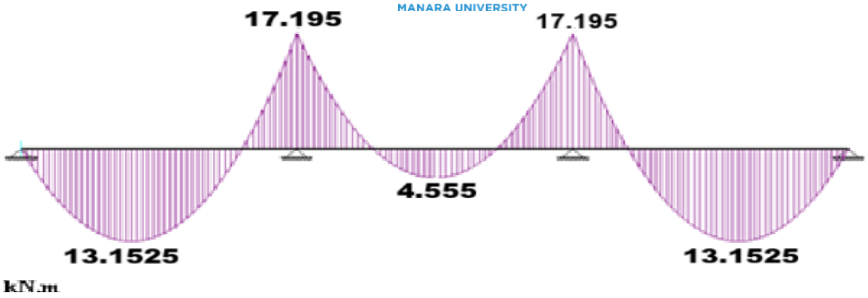
$$M_3^- = \frac{q_{u2}.\grave{L_2}^3 + q_{u3}.\grave{L_3}^3}{8.5(\grave{L_1} + \grave{L_2})} = \frac{6.96.4^3 + 6.96.5^3}{8.5(5+4)} = 17.195 kN.m$$

لحساب العزوم الموجبة :

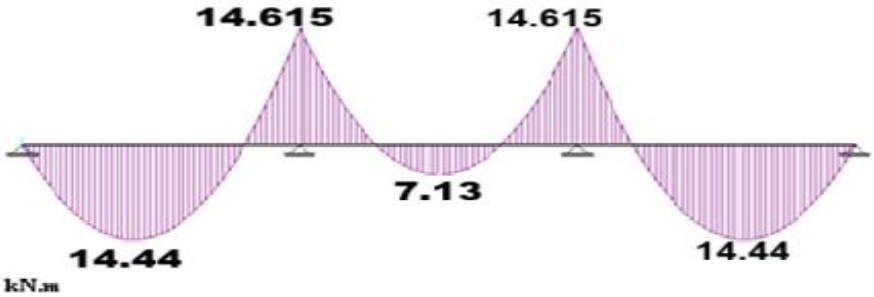
$$M_{1.2}^+ = \frac{q_{u1}.L_1^2}{8.0} - \frac{M_1^- + M_2^-}{2} = \frac{6.96.5^2}{8.0} - \frac{0 + 17.195}{2} = 13.1525kN.m$$

$$M_{2.3}^+ = \frac{q_{u2}.L_2^2}{8.0} - \frac{M_2^- + M_3^-}{2} = \frac{6.96.5^2}{8.0} - \frac{17.195 + 17.195}{2} = 4.555kN.m$$

$$M_{1.2}^+ = M_{3.4}^+ = 13.1525kN.m$$



مخطط العزوم



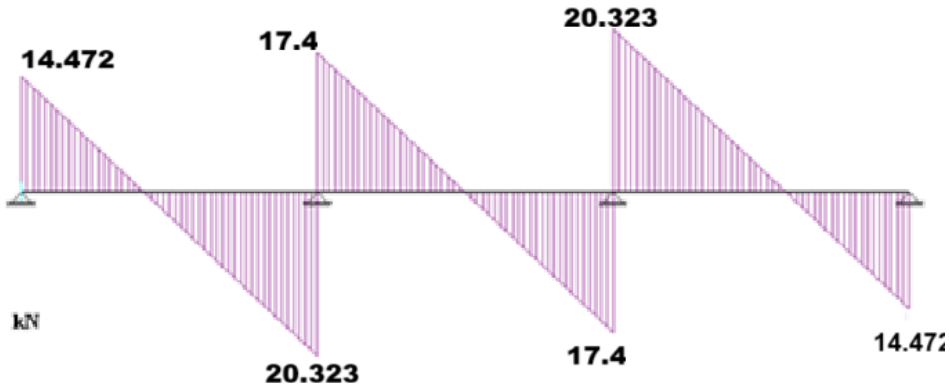
مخطط العزوم بعد التخفيض

من اجل حساب مخطط القص :

$$Q_{1.2} = \frac{q_{u1}.L_1}{2} + \frac{M_2^- + M_1^-}{L_1} = \frac{6.96 * 5}{2} - \frac{14.615 - 0}{5} = 14.477kN$$

$$Q_{2.1} = \frac{q_{u1}.L_2}{2} + \frac{M_1^- + M_2^-}{L_1} = \frac{6.96 * 5}{2} - \frac{0 - 14.615}{5} = 20.323kN$$

$$Q_{2.3} = \frac{q_{u2}.L_2}{2} + \frac{M_3^- + M_2^-}{L_2} = \frac{6.96 * 5}{2} - \frac{14.615 - 14.615}{5} = 17.4kN$$



مخطط القص

تصميم مقاطع العصب عند المساند الوسطية (مقطع مستطيل عرضه $\mathbf{b = 115mm}$):

$$\mathbf{M_u = 14.615kN.m, b = 115mm, h = 250mm, d = 220mm}$$

$$\mathbf{A_0 = \frac{M_u}{\Omega.0.85f'_c.b.d^2} = \frac{14.615 * 10^6}{0.9 * 0.85 ** 20 * 115 * (220)^2} = 0.1716}$$

$$\mathbf{\alpha = 0.1895 \Rightarrow \gamma_0 = 0.905}$$

$$\mathbf{A_s = \frac{M_u}{\Omega.\gamma_0.d.f_y} = \frac{14.615 * 10^6}{0.9 * 0.905 * 220 * 400} = 203.9mm^2}$$

$$\mathbf{use 2T12 = 2.26cm^2}$$

تصميم مقاطع العصب عند المجازات الطرفية (مقطع T عرضه $b_f = 500mm$):

$$\boldsymbol{M_u = 14.44kN.m, b = 500mm, h = 250mm, d = 220mm}$$

$$\boldsymbol{A_0 = \frac{M_u}{\Omega.0.85f'_c.b.d^2} = \frac{14.44 * 10^6}{0.9 * 0.85 ** 20 * 500 * (220)^2} = 0.039}$$

$$\boldsymbol{\alpha = 0.04 \Rightarrow \gamma_0 = 0.98}$$

$$\boldsymbol{A_s = \frac{M_u}{\Omega.\gamma_0.d.f_y} = \frac{14.44 * 10^6}{0.9 * 0.98 * 220 * 400} = 186mm^2}$$

$$use\, 2T\, 12 = 2.26cm^2$$

تصميم مقاطع العصب عند المجاز الوسطي(مقطع T عرضه $b_f = 500mm$):

$$\boldsymbol{M_u = 7.13kN.m, b = 500mm, h = 250mm, d = 220mm}$$

$$\boldsymbol{A_0 = \frac{M_u}{\Omega.0.85f'_c.b.d^2} = \frac{7.13 * 10^6}{0.9 * 0.85 ** 20 * 500 * (220)^2} = 0.019}$$

$$\boldsymbol{\alpha = 0.0194 \Rightarrow \gamma_0 = 0.99}$$

$$\boldsymbol{A_s = \frac{M_u}{\Omega.\gamma_0.d.f_y} = \frac{7.13 * 10^6}{0.9 * 0.99 * 220 * 400} = 90.9mm^2}$$

$$use\, 2T\, 12 = 2.26cm^2$$

تصميم مقاطع العصب على القص:

$$\boldsymbol{Q_u = 20.323kN, b = 115mm, h = 250mm, d = 220mm}$$

$$\boldsymbol{\tau_{cu} = 0.23\sqrt{f'_c} = 1.03Mpa}$$

$$\boldsymbol{\tau_u = \frac{Q_u}{0.85.b.d} = \frac{20.323 * 10^3}{0.85 * 115 * 220} = 0.94Mpa \leq \tau_{cu}}$$

إذاً تسليح القص إنشائي وبالتالي: $\boldsymbol{\mu_{smin} = \frac{0.35}{f_{yp}}}$ ونستخدم $\phi 6mm / 20cm$ على كامل طول العصب.

تصميم الجوائز :

* جائز رئيسي متوسط:

– الحمولات:

رد الفعل من الأعصاب بالمتر الطولي (R_q):

$$R_q = 6.96 * 2 * 5 = 69.6 kN/m$$

حمولة جدار ***W***:

$$W = 1.4 * (3 - 0.25) * 1 * 0.15 * 23 = 13.28\ kN/m$$

الوزن الذاتي للجائز ***(G)*** :

ويساوي الوزن الذاتي للجائز دون بلاطة التغطية مطروحاً منه الوزن الذاتي من الأعصاب والبلوك حيث تم وضعه في الحسبان.

$$G = (0.25 - 0.07) * 1 * 25 - 0.18 * 0.5 * 25 = 2.25\ kN/m$$

$$G_u = 1.4 * 2.25 = 3.15\ kN/m$$

وبالتالي:

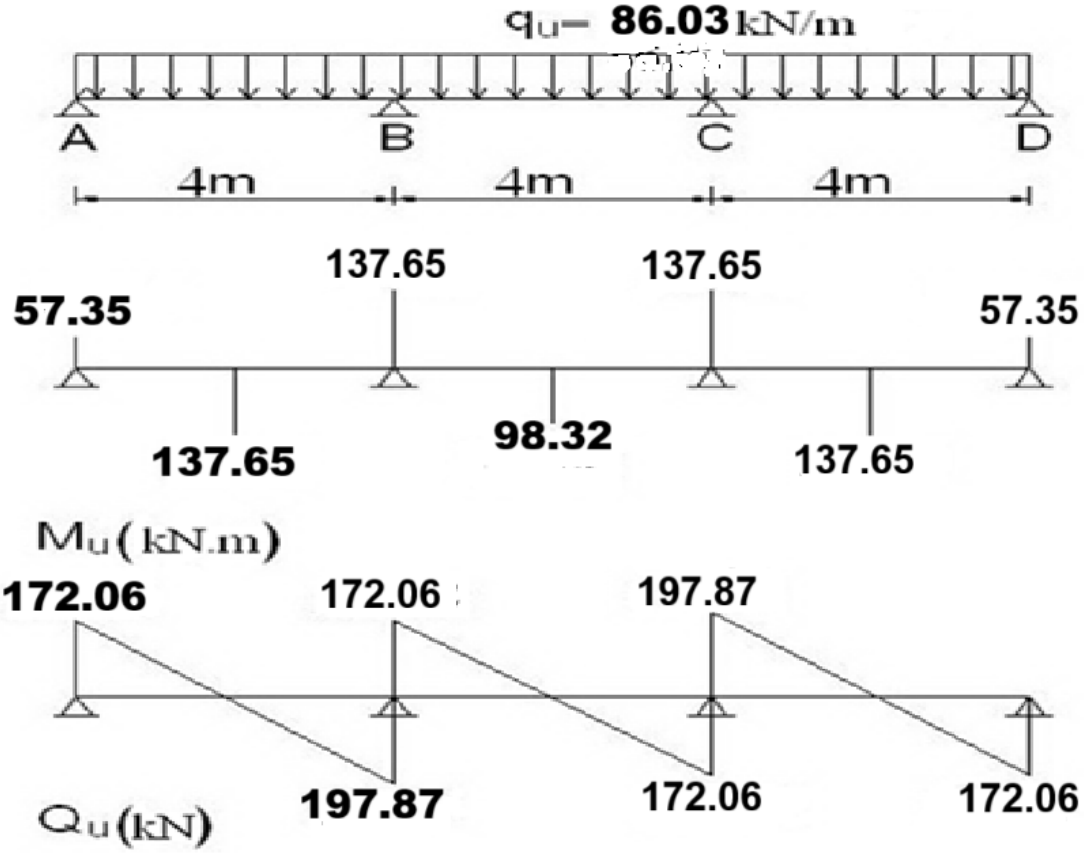
$$q_u = 69.6 + 13.28 + 3.15 = 86.03\ kN/m$$

يظهر الشكل التالي الجملة الإنشائية للجائز الرئيسي الوسطي حيث الأعمدة هي المساند إضافة لمخططات العزم والقص بحسب طريقة العوامل التقريبية , حيث لا نخفض العزوم السالبة ولا نزيد الموجبة لانها طريقة تقريبية بحسب الجدول 2–29–ب.

حيث L= 4m

$$q_u = 86.03\ kN/m$$

عند حساب العزم الموجب و السالب والقص .



تصميم مقطع الجائز عند المساند الطرفية:

$$M_u = 57.35 kN.m, b = 1000mm, h = 250mm, d = 220mm$$

$$A_0 = \frac{M_u}{\Omega . 0.85 f'_c . b . d^2} = \frac{57.35 * 10^6}{0.9 * 0.85 * 20 * 1000 * (220)^2} = 0.07744$$

$$\alpha = 0.0807 \Rightarrow \gamma_0 = 0.959$$

$$A_s = \frac{M_u}{\Omega . \gamma_0 . d . f_y} = \frac{57.35 * 10^6}{0.9 * 0.959 * 220 * 400} = 754.56 mm^2$$

$$use 5T14 = 7.69 cm^2$$

تصميم مقطع الجائز عند المساند الوسطية:

$$M_u = 137.65kN.m, b = 1000mm, h = 250mm, d = 220mm$$
$$A_0 = \frac{M_u}{\Omega.0.85f'_c.b.d^2} = \frac{137.65 * 10^6}{0.9 * 0.85 * 20 * 1000 * (220)^2} = 0.18588$$
$$\alpha = 0.207 \Rightarrow \gamma_0 = 0.8963$$
$$A_s = \frac{M_u}{\Omega.\gamma_0.d.f_y} = \frac{137.65 * 10^6}{0.9 * 0.8963 * 220 * 400} = 1939.56mm^2$$
$$use8T18 = 20.35cm^2$$

تصميم مقطع الجائز عند المجازات الطرفية:

$$M_u = 137.65kN.m, b = 1000mm, h = 250mm, d = 220mm$$
$$A_0 = \frac{M_u}{\Omega.0.85f'_c.b.d^2} = \frac{137.65 * 10^6}{0.9 * 0.85 * 20 * 1000 * (220)^2} = 0.18588$$
$$\alpha = 0.207 \Rightarrow \gamma_0 = 0.8963$$
$$A_s = \frac{M_u}{\Omega.\gamma_0.d.f_y} = \frac{137.65 * 10^6}{0.9 * 0.8963 * 220 * 400} = 1939.56mm^2$$
$$use8T18 = 20.35cm^2$$

تصميم مقطع الجائز عند المجاز الوسطي:

$$M_u = 98.32kN.m, b = 1000mm, h = 250mm, d = 220mm$$
$$A_0 = \frac{M_u}{\Omega.0.85f'_c.b.d^2} = \frac{98.32 * 10^6}{0.9 * 0.85 * 20 * 1000 * (220)^2} = 0.13277$$
$$\alpha = 0.143 \Rightarrow \gamma_0 = 0.9285$$
$$A_s = \frac{M_u}{\Omega.\gamma_0.d.f_y} = \frac{98.32 * 10^6}{0.9 * 0.9285 * 220 * 400} = 1337.0mm^2$$
$$use6T18 = 15.26cm^2$$

تصميم الجائز لمقاومة قوى القص:

$$Q_u = 197.87kN, b = 1000mm, h = 250mm, d = 220mm$$

تعطى اجهادات القص الأعظمية : $\tau_{u\max} = 0.65\sqrt{f_c'} = 2.91Mpa$

$$\tau_{cu} = 0.23\sqrt{f_c'} = 1.03Mpa$$

$$\tau_u = \frac{Q_u}{0.75.b.d} = \frac{197.87 * 10^3}{0.75 * 1000 * 220} = 1.1992Mpa \geq \tau_{cu}$$

$$\tau_{u\,max} > \tau_u > \tau_{cu}\ \ Ok$$

$$\tau_{ou} = 0.16\sqrt{f_c'} = 0.7155\ Mpa$$

$$\tau_{st} = \tau_u - \tau_{ou} = 0.4836\ Mpa$$

نختار أساور بأرفع فروع بقطر 8mm(f_{yp}=240 Mpa):

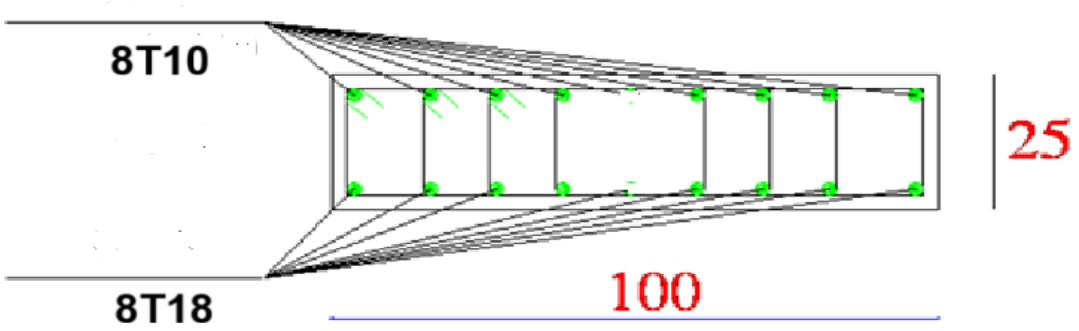
$$\tau_{st} = \frac{n.a_s * f_y}{b.S} \Longrightarrow S = \frac{4*50*240}{1000*0.4836} = 99.24\ mm$$

فيكون تسليح القص الاعظمي

$$Use\ 4\varphi 8/95\text{mm}$$

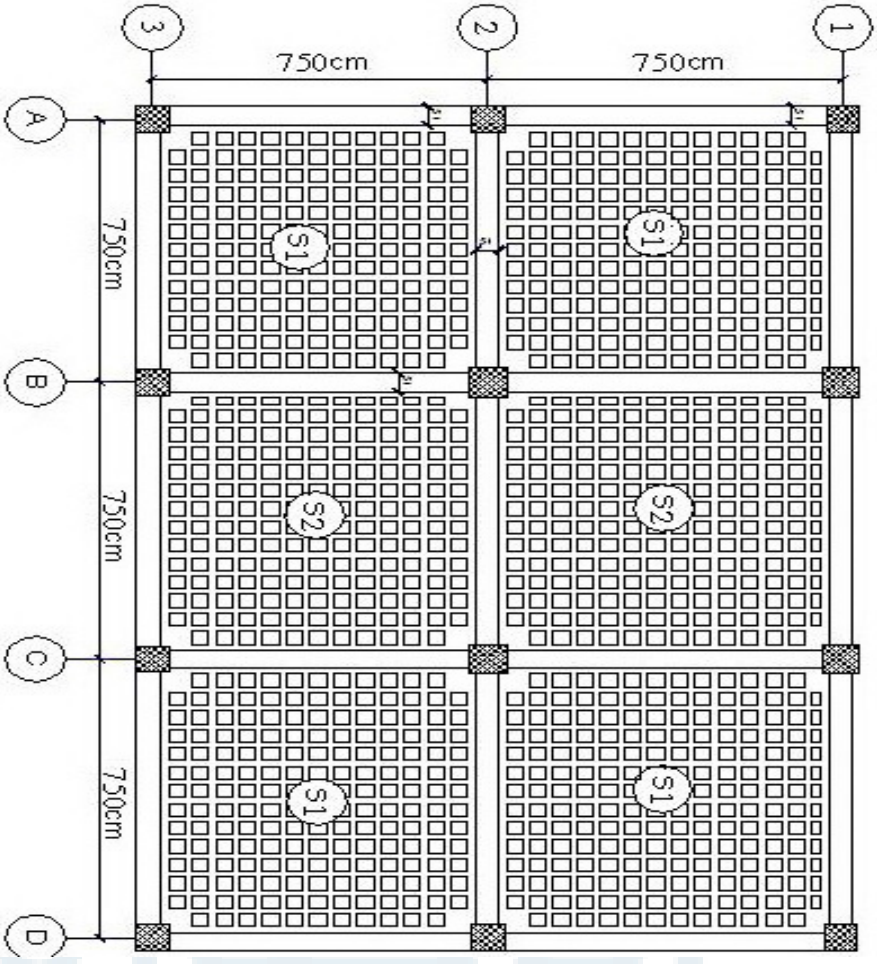
أما في منتصف المجاز يصبح تسليح القص إنشائي :

$$Use\ 4\phi 8\ /\ 20cm$$



3-5-2- حساب بلاطة معصبة بالاتجاهين :

يبين الشكل (3- 12) بلاطة مفرغة بالاتجاهين لسقف متكرر بتباعد بين محاور أعصابها لا يتجاوز متراً واحداً , التباعد بين محاور الأعمدة متساوٍ في الاتجاهين ويعادل ***(L1=L2= 7.5 m)*** يطلب حساب وتصميم العناصر الإنشائية المختلفة لهذه البلاطة.



الشكل (3-12) :مسقط بلاطة مفرغة بالاتجاهين في سقف متكرر

المعطيات:

- أبعاد الأعمدة (700*700 mm)
- حمولة التغطية ($3\ kN/m^2$)

- الحمولة الحية ($4\ kN/m^2$)
- المقاومة المميزة للبيتون (f'_c= 25 Mpa)
- المقاومة المميزة لفولاذ التسليح الطولي (f_y = 400 Mpa)
- المقاومة المميزة لفولاذ التسليح العرضي (f_{yp}=240 Mpa)

حساب العناصر الإنشائية للبلاطة:

- بلاطة التغطية:

هي بلاطة عاملة بالاتجاهين (بلاطة معصبة باتجاهين متقاربة الأعصاب لان التباعد بين الأعصاب أقل من متر) أبعادها (500*500 mm) ولا يتم حساب هذه البلاطة لصغر أبعادها, يؤخذ سمك هذه البلاطة بحيث لا يقل عن اشتراطات الكود, نعتبر t= 80 mm.

تسلّح هذه البلاطة إنشائيا بالاتجاهين $5\phi 6/m$ في كل اتجاه.

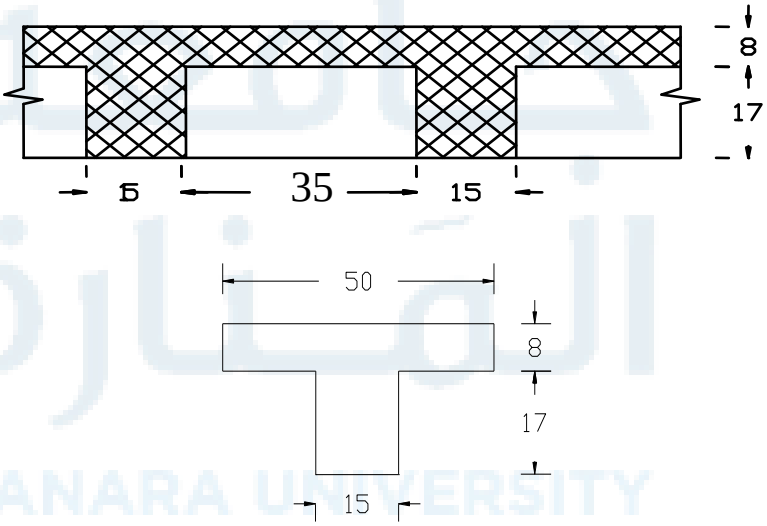
- الأعصاب:

تحدد السماكة الكلية للبلاطة من شرط السهم: باعتبار البلاطة تستند على جوائز متدلية ارتفاعها أكبر من ضعفي سماكة البلاطة

$$h_t = \frac{2*(0.76*7500)+2*7500}{120} = 220mm = 22cm$$

نفترض السماكة $h_t = 250mm = 25cm$

فرضنا أن التباعد بين الأعصاب **500 mm**



أبعاد العصب المبينة بالشكل (cm)

تحديد الحمولات:

* الحمولات الميتة:

الوزن الذاتي لبلاطة التغطية: $g_1 = 0.08*25 = 2kN\ /m^2$

الوزن الذاتي للأعصاب بالاتجاهين:

$$g_2 = \frac{1}{ab}\left[b_w\, b(h_t - t).\gamma_c + b_w.(a - b_w).(h_t - t).\gamma_c\right]$$

$$g_2 = \frac{1}{0.5*0.5}\left[0.15*0.5*(0.25-0.08)*25 + 0.15*(0.5-0.15)*(0.25-0.08)*25\right]$$

$$= 2.17kN\ /m^2$$

حمولة التغطية: $g_3 = 3kN\ /m^2$

وزن القرميد: $g_4 = 4*0.15 = 0.60kN\ /m^2$

فتصبح الحمولات الميتة الكلية:

$$G = 2 + 2.17 + 3 + 0.6 = 7.77\ kN/m^2$$

*الحمولات الحية: $P = 4kN\ /m^2$

فتصبح الحمولات الكلية:

$$q_u = 1.4 * 7.77 + 1.7 * 4 = 17.678\ \text{kN/m}$$

يتم حساب العزم والقص للأعصاب الوسطية في وفق ما يلي:

$$r = \frac{L_1}{L_2} = 1$$

نحدد معاملات توزيع الحمولات وفق الجدول (2-3) باعتبار الجوائز الرئيسية متدلية

$$\alpha_1 = \alpha_2 = 0.396$$

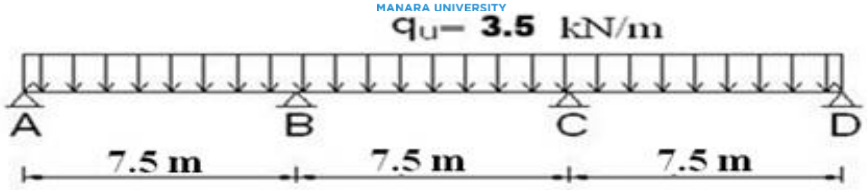
حصة الأعصاب من الحمولة بالاتجاه الطويل

$$q_1 = \alpha_1 * q_u * \text{a} = 0.396 * 17.678 * 0.5 = 3.5\ \text{kN/m}$$

حصة الأعصاب من الحمولة بالاتجاه القصير

$$q_2 = \alpha_2 * q_u * \text{b} = 0.396 * 17.678 * 0.5 = 3.5\ \text{kN/m}$$

1- الاعصاب في الاتجاه الطويل



نحسب القص والعزم باعتبار العصب الطويل جائز مستمر وفق علاقة كاكو :

حيث:

$$q_{u1} = q_{u2} = q_{u3} = 3.5 kN/m$$
$$L'_3 = L_3 \, , L'_2 = L_2$$

$$M_b^- = \frac{q_{u2}.\grave{L_2}^3 + q_{u3}.\grave{L_2}^3}{8.5(\grave{L_1} + \grave{L_2})}$$

$$M_b^- = \frac{q_{u2}.\grave{L_2}^3 + q_{u3}.\grave{L_2}^3}{8.5(\grave{L_1} + \grave{L_2})} = \frac{3.5.4^3 + 3.5.(0.8*7.5)^3}{8.5(7.5 + 0.8*7.5)} = 19.455 \text{ kN.m}$$

وبنفس الطريقة عند المسند C

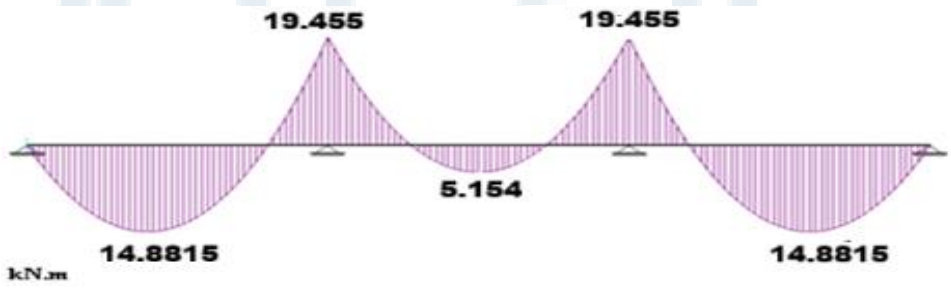
$$M_c^- = \frac{3.5.(0.8*7.5)^3 + 3.5.7.5^3}{8.5(0.8*7.5 + 7.5)} = 19.455 \text{ kN.m}$$

لحساب العزوم الموجبة :

$$M_{1.2}^+ = \frac{q_{u1}.L_1^2}{8.0} - \frac{M_a^- + M_b^-}{2} = \frac{3.5*7.5^2}{8.0} - \frac{0 + 19.455}{2} = 14.8815 \, kN.m$$

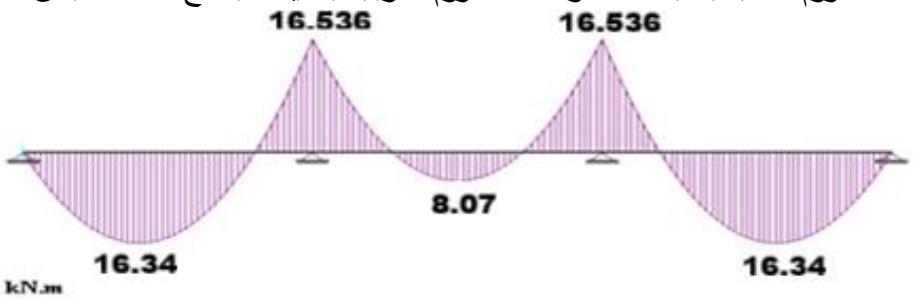
$$M_{a.b}^+ = \frac{q_{u2}.L_2^2}{8.0} - \frac{M_2^- + M_3^-}{2} = \frac{3.5*7.5^2}{8.0} - \frac{19.445 + 19.455}{2} = 5.154 \, kN.m$$

$$M_{c.d}^+ = M_{a.b}^+ = 14.8815 \, kN.m$$



العزوم قبل التخفيض

نجري تخفيضاً للعزوم السالبة بنسبة 15% و تعدل العزوم الموجبة بما يتناسب مع هذا التخفيض



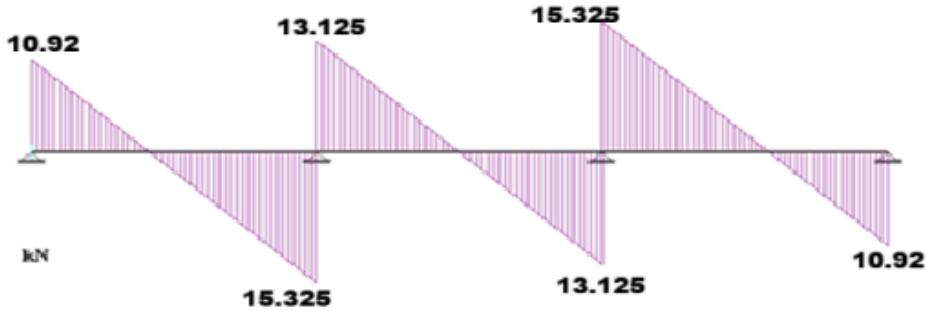
العزوم بعد التخفيض

نحسب الآن القص

$$Q_{a.b} = \frac{q_{u1}.L_1}{2} + \frac{M_b^- + M_a^-}{L_1} = \frac{3.5 * 7.5}{2} - \frac{16.536 - 0}{7.5} = 10.92\ kN$$

$$Q_{b.c} = \frac{q_{u1}.L_1}{2} + \frac{M_a^- + M_b^-}{L_2} = \frac{3.5 * 7.5}{2} + \frac{0 - 16.536}{7.5} = 15.325\ kN$$

$$Q_{b.c} = \frac{q_{u2}.L_2}{2} + \frac{M_c^- + M_b^-}{L_2} = \frac{3.5 * 7.5}{2} - \frac{16.536 - 16.536}{7.5} = 13.125\ kN$$



مخطط القص

نحسب العزم الذي يتحمله المقطع باعتبار المحور السليم يمر أسفل الجناح:

$$M_f = 0.9*0.85*25*80*500*(210 - 0.5*80)$$

$$= 130.05kN.m > M_u$$

وبالتالي المقطع يعمل مستطيل أبعاده ***(0.5*0.25m)***

حساب التسليح اللازم:

تصميم مقاطع العصب عند المجازات الطرفية (مقطع ***T*** عرضه $b_f = 500mm$):

$$M_u = 16.34kN.m, b = 500mm, h = 250mm, d = 210mm$$

$$A_0 = \frac{M_u}{\Omega.0.85f'_c.b.d^2} = \frac{16.34 * 10^6}{0.9 * 0.85 * 25 * 500 * (210)^2} = 0.0387$$

$$\alpha = 0.0394 \Rightarrow \gamma_0 = 0.98$$

$$A_s = \frac{M_u}{\Omega.\gamma_0.d.f_y} = \frac{16.34 * 10^6}{0.9 * 0.98 * 210 * 400} = 220.5\ mm^2$$

$$use\ 2T\ 12 = 2.26cm^2$$

تصميم مقاطع العصب عند المساند الوسطية (مقطع مستطيل عرضه $b = 150mm$):

$$M_u = 16.536\ kN.m, b = 150mm, h = 250mm, d = 210mm$$

$$A_0 = \frac{M_u}{\Omega.0.85f'_c.b.d^2} = \frac{16.536 * 10^6}{0.9 * 0.85 * 25 * 150 * (210)^2} = 0.1307$$

$$\alpha = 0.1405 \Rightarrow \gamma_0 = 0.929$$

$$A_s = \frac{M_u}{\Omega.\gamma_0.d.f_y} = \frac{16.536 * 10^6}{0.9 * 0.929 * 210 * 400} = 235.4mm^2$$

$$use2T14 = 3.08cm^2$$

حساب التسليح على القص:

تصميم مقاطع العصب على القص:

$$Q_u = 15.325\ kN, b = 150mm, h = 250mm, d = 210mm$$

$$\tau_{cu} = 0.23\sqrt{f'_c} = 1.15Mpa$$

$$\tau_u = \frac{Q_u}{0.75.b.d} = \frac{15.325 * 10^3}{0.75 * 150 * 210} = 0.648Mpa \leq \tau_{cu}$$

إذاً تسليح القص إنشائي وبالتالي: $\mu_{smin} = \frac{0.35}{f_{yp}}$ ونستخدم $\phi 6mm / 20cm$ على كامل طول العصب.

2- الاعصاب في الاتجاه القصير

نعتمد نفس الطريقة في حساب مخططات العزوم والقص

تصميم الجوائز الحاملة الرئيسية:

نفرض عرض الجائز b=500 mm

نحدد ارتفاع الجائز الرئيسي من شرط السهم: $h_t \geq \frac{7500}{15} = 500mm$

نأخذ $h_t = 750mm = 75cm$ و $d = 700\ mm$

الحمولات المؤثرة:

- الوزن الذاتي:

$$g_1 = 0.5*(0.75-0.08)*25 = 8.3751kN\ /\ m$$

$$g_{u1} = 1.4 * 8.375 = 11.725\ \text{kN/m}$$

-حمولة جدار ***W***:

$$W = 1.4 * (3.25 - 0.75) * 1 * 0.15 * 23 = 12.075\ \text{kN/m}$$

- الحمولة المكافئة للعزم من الحمولة الميتة:

$$\mathrm{g_3m} = \alpha . \mathrm{g_u} . \frac{\mathrm{a}}{2}$$

حيث $\alpha = 0.667, \mathrm{g_u} = 7.77\ \text{kN/m}^2, \mathrm{a} = 7.5\mathrm{m}$

$$\mathrm{g_3m} = 27.208\ \text{kN/m}$$

- الحمولة المكافئة للقص من الحمولة الميتة:

$$\mathrm{g_3}s = \beta . \mathrm{g_u} . \frac{\mathrm{a}}{2}$$

حيث $\beta = 0.5, \mathrm{g_u} = 40.7925\ \text{kN/m}^2, \mathrm{a} = 7.5\mathrm{m}$

$$\mathrm{g_3s} = 20.396\ \text{kN/m}$$

- الحمولة المكافئة للعزم من الحمولة الحية:

$$P_3\mathrm{m} = \alpha . \mathrm{P_u} . \frac{\mathrm{a}}{2}$$

حيث $\alpha = 0.667\ ,\ \mathrm{P_u} = 25.5\ \text{kN/m}^2, \mathrm{a} = 7.5\mathrm{m}$

$$\mathrm{P_3m} = 17.0\ \text{kN/m}$$

- الحمولة المكافئة للقص من الحمولة الحية:

$$\mathrm{P_3}s = \beta . \mathrm{P_u} . \frac{\mathrm{a}}{2}$$

حيث $\beta = 0.5\ ,\ \mathrm{P_u} = 25.5\ \text{kN/m}^2, \mathrm{a} = 7.5\mathrm{m}$

$$\mathrm{P_3s} = 12.737\ \text{kN/m}$$

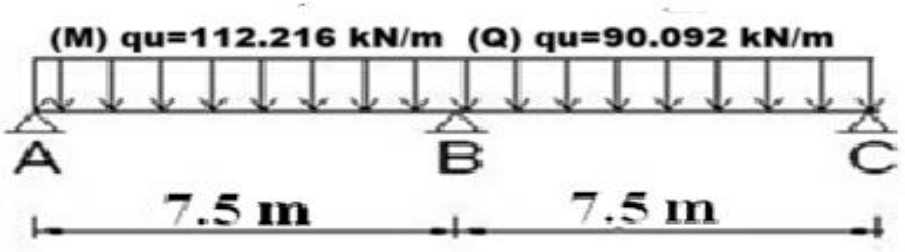
تصبح الحمولات الموزعة بانتظام الكلية للانعطاف حيث توجد حمولة المثلث من طرفي الجائز :

$$g_u = 11.725 + 12.075 + 2 * 27.208 + 2 * 17.0 = 112.216\ \text{kN/m}$$

وتصبح الحمولات الموزعة بانتظام الكلية للقص حيث توجد حمولة المثلث من طرفي الجائز :

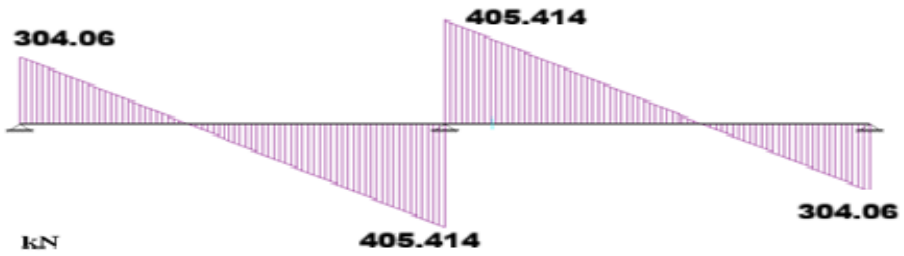
$$g_u = 11.725 + 12.075 + 2 * 20.396 + 2 * 12.75 = 90.092\ \text{kN/m}$$

نصمم الجائز الرئيسي الصغير ذو الفتحتين وفق المحور ***B*** :



نحسب العزوم والقص وفق طريقة العوامل التقريبية الواردة في الكود العربي السوري كل من حمولته المناسبة

مخطط العزم



مخطط القص

نصمم المقاطع لمقاومة العزوم المؤثرة فنجد العوامل اللازمة ونحسب التسليح اللازم لمقاومة هذه العزوم كما هو مبين في الجدول الآتي:

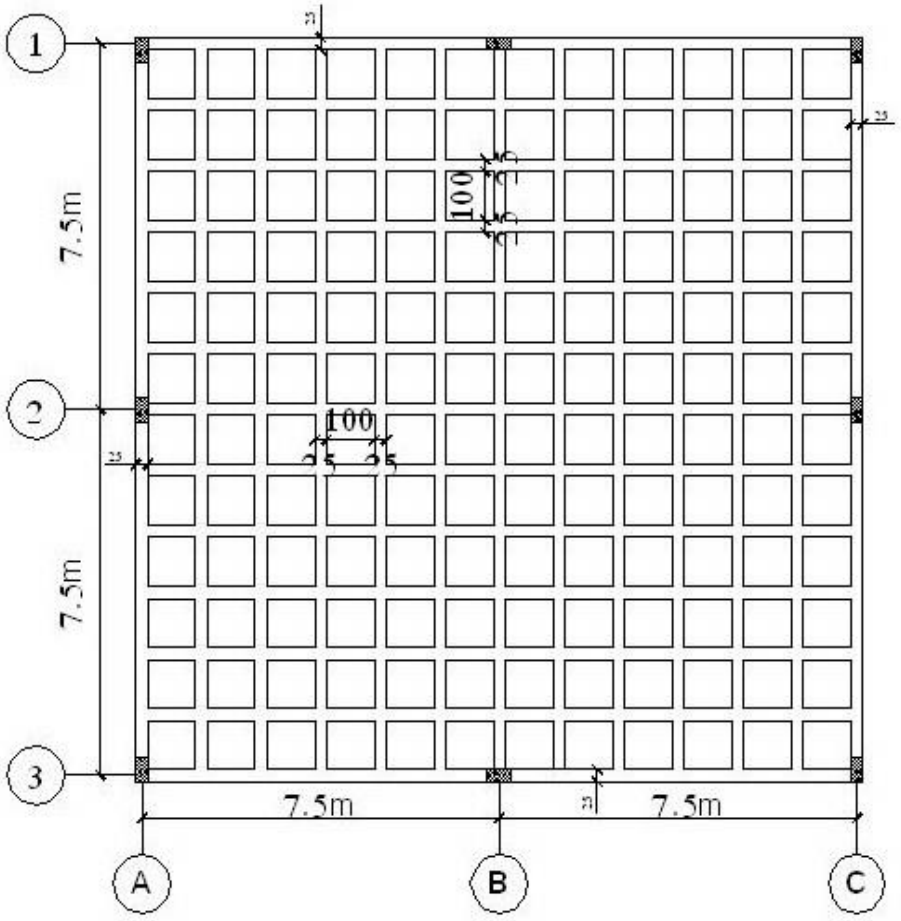
$M_u(Kn.m)$	A_0	α	γ_0	$A_s(cm^2)$	use A_s
701.35	0.14968	0.1629	0.9185	**30.30**	10T20
573.8318	0.1224	0.13105	0.9344	24.36	8T20

نصمم المقاطع لمقاومة القص فنجد العوامل اللازمة ونحسب التسليح اللازم لمقاومة هذه القوى كما هو مبين في الجدول الآتي:

$Q_u(kN)$	b mm	d mm	f_{yp}	$\tau_u(Mpa)$	$\tau_{cu}(Mpa)$	نوع التسليح	A_T
405.414	500	700	400	1.54	1.15	حسابي	4T8/100
304.06	500	700	400	1.15	1.15	انشائي	4T8/200

3-5-3-حساب بلاطة مفرغة بالاتجاهين لسقف متكرر بتباعد بين محاور أعصابها أكبر من متر واحد:

يبين الشكل (3-13) بلاطة مفرغة بالاتجاهين لسقف متكرر بتباعد بين محاور أعصابها أكبر من متر واحد, التباعد بين محاور الأعمدة متساوٍ في الاتجاهين ويعادل ***(L_1=L_2= 7.5 m)*** يطلب حساب وتصميم العناصر الإنشائية المختلفة لهذه البلاطة.



(3-13) بلاطة مفرغة بالاتجاهين

المعطيات:

- أبعاد الأعمدة (500*400 mm)
- حمولة التغطية ($3\ kN/m^2$)
- الحمولة الحية ($4\ kN/m^2$)

- المقاومة المميزة للبيتون (f'_c= 25 Mpa)
- المقاومة المميزة لفولاذ التسليح الطولي (f_y = 400 Mpa)
- المقاومة المميزة لفولاذ التسليح العرضي (f_{yp}=240 Mpa)

الحل:

البلاطة متباعدة الأعصاب $\frac{a}{b} > 1$

باعتبار البلاطة مربعة نفرض أن $a = b = 1.25$

حساب العناصر الإنشائية للبلاطة:

سماكة البلاطة الكلية في هذه الحالة باعتبار أن الجوائز يزيد ارتفاعها عن ضعف سماكة البلاطة :

$$h_t = \frac{2*(7500)*4}{120} = 500mm = 50cm$$

- **بلاطة التغطية:**

هي بلاطة مصمتة عاملة بالاتجاهين أبعادها ***(125*125) cm***, تحدد سماكتها كما هو الحال في البلاطات المصمتة العاملة باتجاهين. نعتبر ***t= 10 cm***.

الحمولات: تحدد الحمولات على المتر المربع من سطح هذه البلاطة ونميز بين نوعين من الحمولات.

* الحمولات الميتة:

الوزن الذاتي لبلاطة التغطية:

$$g_1 = t*\gamma = 0.1*25 = 2.50kN/m^2$$

حمولة التغطية:

$$g_2 = 3kN/m^2$$

فتصبح الحمولات الميتة الكلية :

$$g = g_1 + g_2 = 5.50kN/m^2$$

* الحمولات الحية:

$$P = 4kN/m^2$$

الحمولة التصميمية:

$$q_u = 1.4 * 5.50 + 1.7 * 4 = 14.5\ \text{kN/m}$$

حساب العزوم في البلاطات:

باستخدام الطريقة المبسطة للبلاطات العاملة باتجاهين وفق الكود العربي السوري:

$$\rho = \frac{L_2}{L_1} = 1 \Rightarrow \mu_1 = 1, \mu_2 = 0.0423$$

ومنه يمكن تحديد عزوم الانعطاف المتولدة في مركز البلاطة بالاتجاهين كالآتي:

- باتجاه المجاز الصغير L_2:

$$\boldsymbol{M_{02} = \mu_2 * q_u * L_2^2 = 0.0423 * 14.5 * 1.25^2 = 0.95836\ kN.m}$$

- باتجاه المجاز الكبير L_1:

$$\boldsymbol{M_{01} = \mu_1 * M_{02} = 1 *.95836 = 0.95836\ kN.m}$$

تؤخذ عزوم الانعطاف السالبة عند المساند الداخلية مساوية:

- بالاتجاه $\boldsymbol{L_1}$:

$$\boldsymbol{0.6*M_{01} = 0.575\ kN.m}$$

- بالاتجاه $\boldsymbol{L_2}$:

$$\boldsymbol{0.6*M_{02} = 0.575\ kN.m}$$

أما عزوم الانعطاف الموجبة ضمن المجازات فتؤخذ بفرض أن البلاطة مستمرة من طرف واحد:

- بالاتجاه $\boldsymbol{L_1}$:

$$\boldsymbol{0.85*M_{01} = 0.8146\ kN.m}$$

- بالاتجاه $\boldsymbol{L_2}$:

$$\boldsymbol{0.85*M_{02} = 0.8146\ kN.m}$$

نصمم البلاطة على العزوم الموجبة (لأنها الأكبر) في كلا الاتجاهين ويتم بعدها اختيار التسليح اللازم

$$b = 1000\ mm, h = 100\ mm, d = 80\ mm$$

نتحقق من كفاية الارتفاع عند أكبر عزم وهو عزم $M_{max} = 0.8146\ kN.m$

$$A_0 = \frac{M_u}{\Omega.0.85f'_c.b.d^2} = \frac{0.8146*10^6}{0.9*0.85*25*1000*80^2} = 0.006655$$

$$\alpha = 0.006677 \rightarrow \gamma_0 = 0.99666 \leftrightarrow \alpha < \alpha_{max} = 0.259$$

وبالتالي المقطع كاف بتسليح أحادي قيمته عند العزم الأعظمي

$$\boldsymbol{A_s = \frac{0.8146 * 10^6}{0.9 * 0.9966 * 80 * 400} = 28.38\ mm^2/m}$$

نقارن مع التسليح الإنشائي :

$$A_{s\,min} = 0.002 * b * d = 160\ mm^2 \Rightarrow Use\ 5\varphi 8/m$$

- دراسة الأعصاب الرئيسية:

نوزع الحمولة بالاتجاهين باستخدام العوامل المناسبة حسب ما ورد في الكود العربي السوري :

نحسب درجة الاستطالة r :

$$r = \frac{L_1}{L_2} = 1$$

ثم نحدد عوامل توزع الحمولة وفق الجدول(3-**3**)

$$\alpha_1 = \alpha_2 = 0.5$$

حسب ما ورد في الكود العربي السوري في الفقرة 8-4-5 والجدول 8-10

و حسب الجدول (3-4) نحسب العامل ***C*** باعتبار لدينا 11 عصب في كل اتجاه أي ست نماذج من الأعصاب حسب موقعها :

$$C1 = 0.262, C2 = 0.506, C3 = 0.712,$$
$$C4 = 0.869, C5 = 0.967, C6 = 1$$

الحمولات:

* وزن ذاتي للأعصاب بالاتجاهين مع وزن البلاطة باعتبار أن عرض العصب $b_w = 25\ cm$

$$\frac{1}{a.b}\left[b_{w1}.b.(h_t - t) + b_{w2}(a - b_{w1}).(h_t - t)\right].\gamma_c \Rightarrow$$

$$\frac{1}{1.25*1.25}\left[0.25*1.25*(0.5-0.1) + 0.25(1.25-0.25)*(0.5-0.1)\right]*25$$
$$= 3.6kN\ /\ m^2$$

* حمولة بلاطة التغطية: $0.1*25 = 2.5kN\ /\ m^2$
* حمولة التغطية: $3kN\ /\ m^2$
* حمولة حية: $4kN\ /\ m^2$

الحمولة الميتة الكلية:

$$g_u = 1.4 * 9.1 = 12.74\ \text{kN/m}$$

الحمولة الحية الكلية :

$$p_u = 1.7 * 4 = 6.8\ \text{kN/m}$$

الحمولة الكلية:

$$q_u = 12.74 + 6.8 = 19.54\ \text{kN/m}$$

قيم العزم والقص للأعصاب باعتبار أن الأعصاب جوائز بسيطة بالاتجاه القصير:

$$M_1 = 0.125*\alpha_1*q_u*b*C*L_1^2$$
$$Q_1 = 0.5*\alpha_1*q_u*b*C*L_1$$

قيم العزم والقص للأعصاب بالاتجاه الطويل:

$$M_2 = 0.125 * \alpha_2 * q_u * a * C * L_2^2$$

$$Q_2 = 0.5 * \alpha_2 * q_u * a * C * L_2$$

رقم العصب	1	2	3	4	5	6
$M_u\ (kN.m)$	90	173.8	244..56	298.5	332.1	343.5
$Q_u\ (kN)$	24	46.33	65.21	79.58	88.57	91.59

نحدد العرض الفعال b_f بالاتجاهين:

$$b_f = \min \begin{Bmatrix} b_w + 12 * t_f = 25 + 12 * 10 = 145cm \\ a = 125cm \\ \frac{L}{4} = 375cm \end{Bmatrix} \Rightarrow b_f = 125cm$$

نحسب تحمل المقطع بفرض المحور السليم يمر أسفل الجناح:

$$M_f = \Omega . 0.85 f_c^{'} . t_f . b_f . (d - t_f / 2) = 880kN.m$$

وبالتالي جميع الأعصاب تعمل بشكل مستطيل أبعاده ***(125*50cm)*** ويبين الجدول تسليح الأعصاب:

رقم العصب	M_u	A_0	α	γ_0	$A_s\ (cm^2)$	$A_s\ Use$
6	343.5	0.071	0.07366	0.9631	22.01	**use9T18**
5	332.1	0.068	0.071	0.964	21.25	**use9T18**
4	298.5	0.061	0.063	0.968	19.03	**use8T18**
3	244.56	0.0505	0.0518	0.974	15.49	**use8T16**
2	173.8	0.036	0.0365	0.981	10.92	**use6T16**
1	90	0.0118	0.018	0.9906	5.6	**use3T16**

حساب تسليح القص للأعصاب:

رقم العصب	$Q_u\ (kN)$	$\tau_u\ (Mpa)$	$\tau_{cu}\ (Mpa)$	$A_t Use$
6	91.59	1.08	1.15	$2\varphi 8/20$
5	88.57	1.05	1.15	$2\varphi 8/20$
4	79.58	0.94	1.15	$2\varphi 8/20$
3	65.21	0.77	1.15	$2\varphi 8/20$
2	46.33	0.54	1.15	$2\varphi 8/20$
1	24	0.28	1.15	$2\varphi 8/20$

حيث نجد أن تسليح القص إنشائي

$$A_{st\ min} = n.a_s = \frac{0.35}{f_y} b_w.S$$

– دراسة الجائز الرئيسي:

نحدد ارتفاع الجائز من شرط السهم باعتبار أنه مستمر من طرف ولكن يجب أن يكون ارتفاعه الأولي اكبر قليلا بسبب الحمولة الكبيرة من البلاطات :

$$\boldsymbol{h_t \geq \frac{750}{15} = 50\ cm \ \mapsto h_t = 75}$$

ونختار عرض الجائز b = 40 cm

الحمولات:–الوزن الذاتي :

$$g_1 = 0.4 * (0.75 - 0.1) * 25 = 6.5\ \text{kN/m}$$
$$g_{u1} = 1.4 * 6.5 = 9.1\ \text{kN/m}$$

-حمولة مثلثية من البلاطة شدتها العظمى:

الميتة: $g_u.\frac{L_a}{2} = 12.74 * \frac{15}{2} = 95.55\ \text{kN/m}$

الحية: $P_u.\frac{L_a}{2} = 6.8 * \frac{15}{2} = 51.0\ \text{kN/m}$

نكافئ الحمولات المثلية من البلاطات على الجوائز بحمولات موزعة عن طريق ضربها بالمعامل ***0.667***

تصبح الحمولات بعد التعديل إلى حمولات موزعة بانتظام كما يلي

الميتة: $g^* = 0.667 * 95.55 = 63.731\ \text{kN/m}$

الحية: $P^* = 0.667 * 51.0 = 34.017\ \text{kN/m}$

تصبح الحمولات الكلية

$$\boldsymbol{q_u = 9.1 + 63.731 + 34.017 = 106.848\ \text{kN/m}}$$

نقوم بحساب العزوم وقوى القص الناتجة باستخدام إحدى طريقة العوامل التقريبية وفق الكود العربي السوري أو وفق طريقة كاكو وبعدها نقوم بتصميم المقاطع على العزم والقص كما مر معنا سابقاً.

3-6 – بعض الرسوم التفصيلية لتفريد التسليح في البلاطات المعصبة كما أعطاها الكود العربي السوري في الملحق 3 :

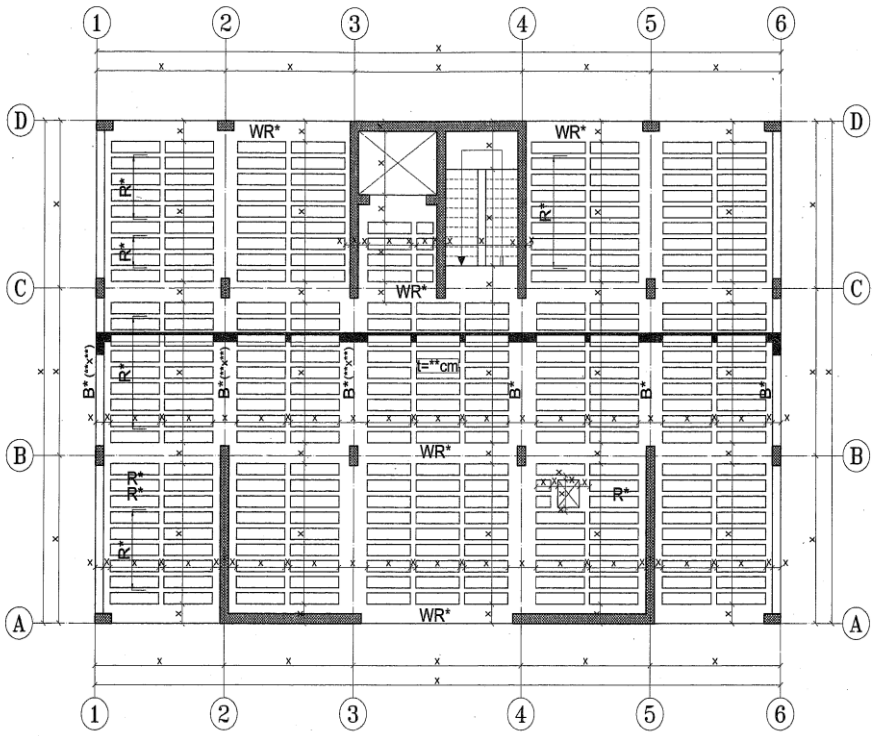
19

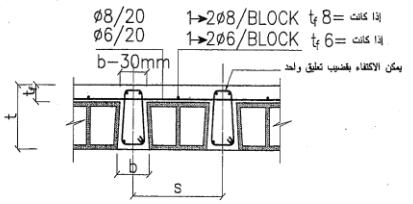
- يوقف وضع القوالب المفرغة على بعد 150mm على الأقل من الوجه الداخلي للجوائز البارزة أو الجدران الحاملة بحيث يكون هذا القسم من البلاطة مصمتاً
- أعصاب التقوية :
  - أ - إذا كان مجاز العصب الحامل أقل من 4m يمكن الاستغناء عن عصب التقوية
  - ب - إذا كان مجاز العصب الحامل بين 4m و 6m يوضع عصب تقوية واحد في منتصف المجاز للعصب الحامل
  - جـ - إذا كان مجاز العصب الحامل يزيد على 6m وحتى 10m توضع ثلاثة أعصاب تقوية بتباعدات متساوية
  - د - إذا كان مجاز العصب أكبر من 10m توضع أعصاب تقوية بحيث لاتقل عن ثلاثة أعصاب ، ولاتزيد المسافة بين محوري عصبين متجاورين عن 3m

ملاحظات

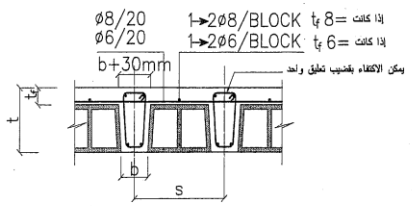
١- انظر الملاحظات العامة في اللوحة رقم ....

٢- انظر تفاصيل الأعصاب والجوائز في اللوحة رقم ....





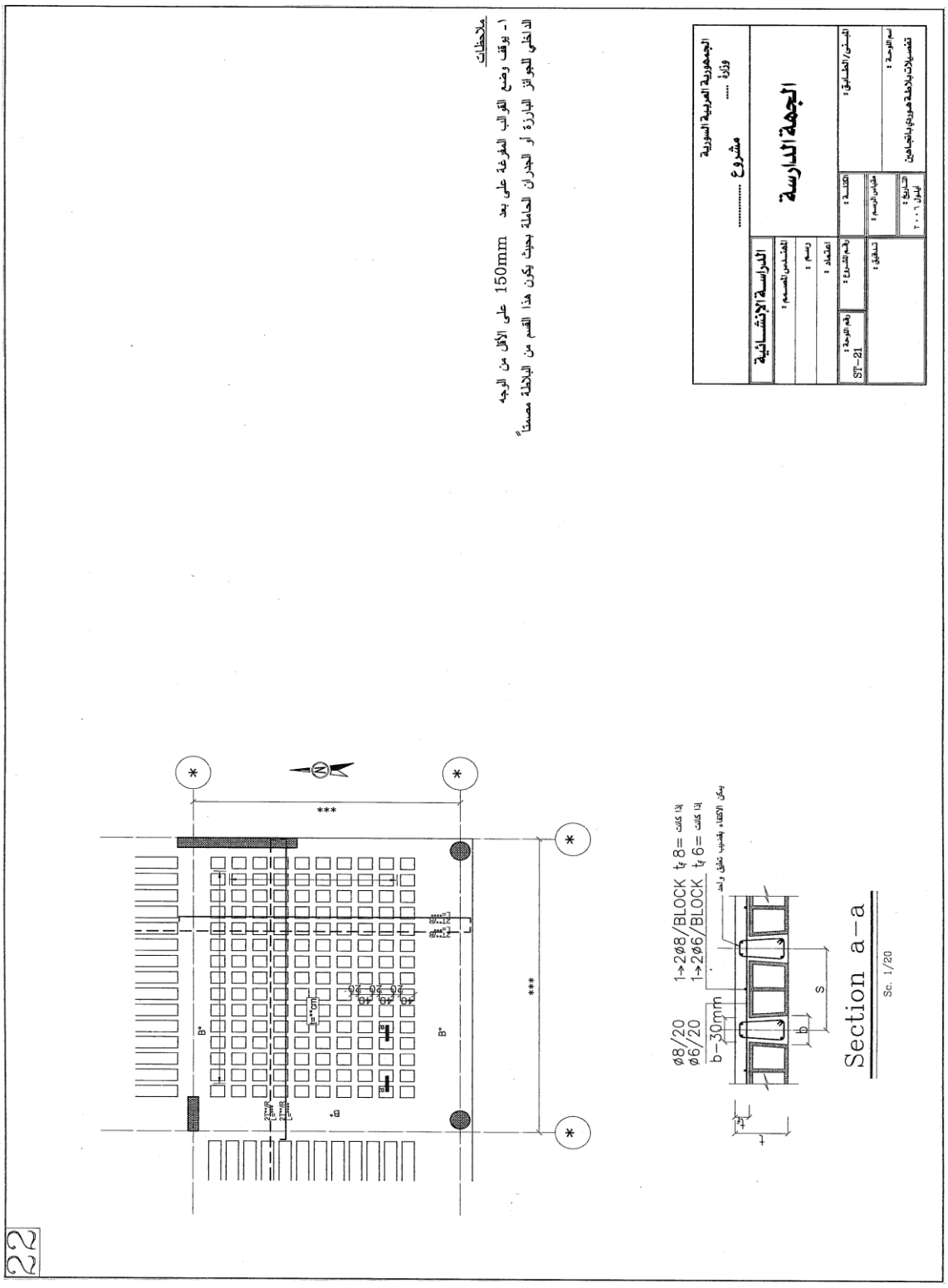
مقطع في بلاطة الهوردي



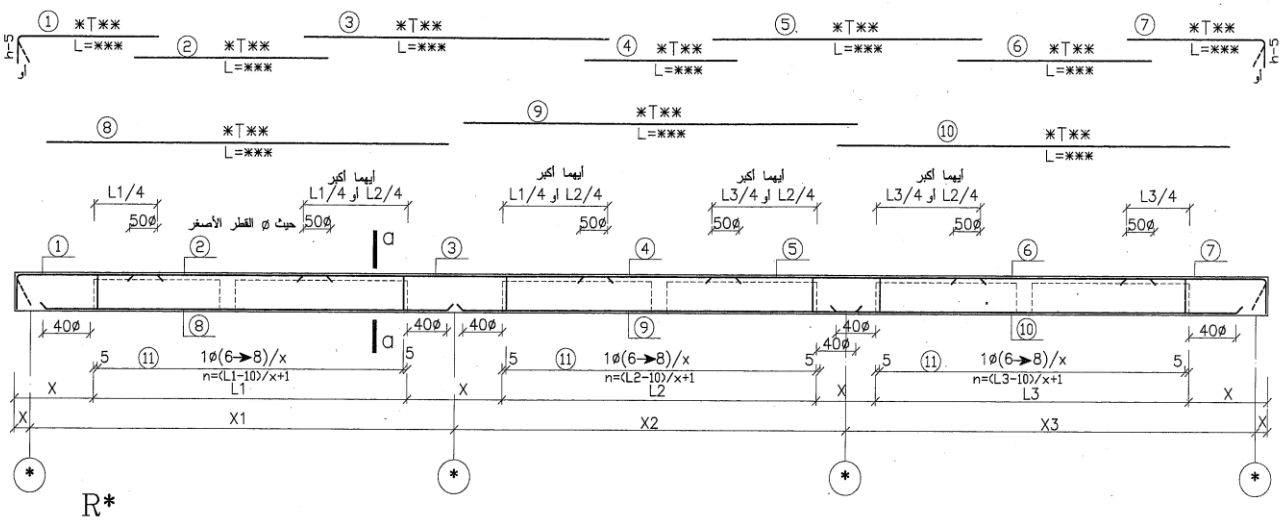
مقطع في بلاطة الهوردي

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

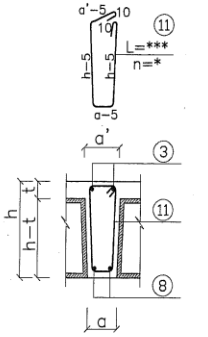
الدراسة الإنشائية	الجهة الدارسة
المهندس المصمم :	
رسم :	
اعتماد :	
المبنى/الطابق :	الكتلة :
اسم اللوحة : مسقط كوفراج وتسليح سقف الطابق	مقياس الرسم :
رقم الوحة : ST-18	رقم المشروع :
تاريخ : أيلول ٢٠٠٦	تدقيق :


الجمهورية العربية السورية
وزارة .....
مشروع .....
الدراسة الإنشائية
المهندس المصمم :
رسم :
اعتماد :
الجهة الدارسة
المدينة / المخطط :
المكتب :
مقياس الرسم :
التاريخ :
أيلول ٢٠٠٦
اسم اللوحة :
تفصيلات بلاطة مدروش باتجاهين
رقم اللوحة :
ST-21
رقم المشروع :
تدقيق :
ملاحظات
١- يوقف وضع القوالب المفرغة على بعد 150mm على الأقل من الوجه
الداخلي للجوائز البارزة أو الجدران الحاملة بحيث يكون هذا القسم من البلاطة مصمتاً
***
***
B*
B*
Section a-a
Sc. 1/20
Ø8/20
Ø6/20
b-30mm
1->2Ø8/BLOCK إذا كانت ↳ 8=
1->2Ø6/BLOCK إذا كانت ↳ 6=
يمكن الاكتفاء بقضيب تعليق واحد
b
s
22

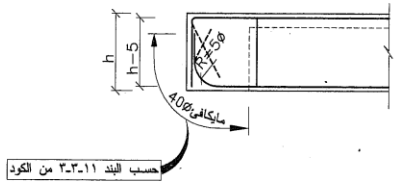
26



Sc. 1/50



Sc. 1/20



- 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

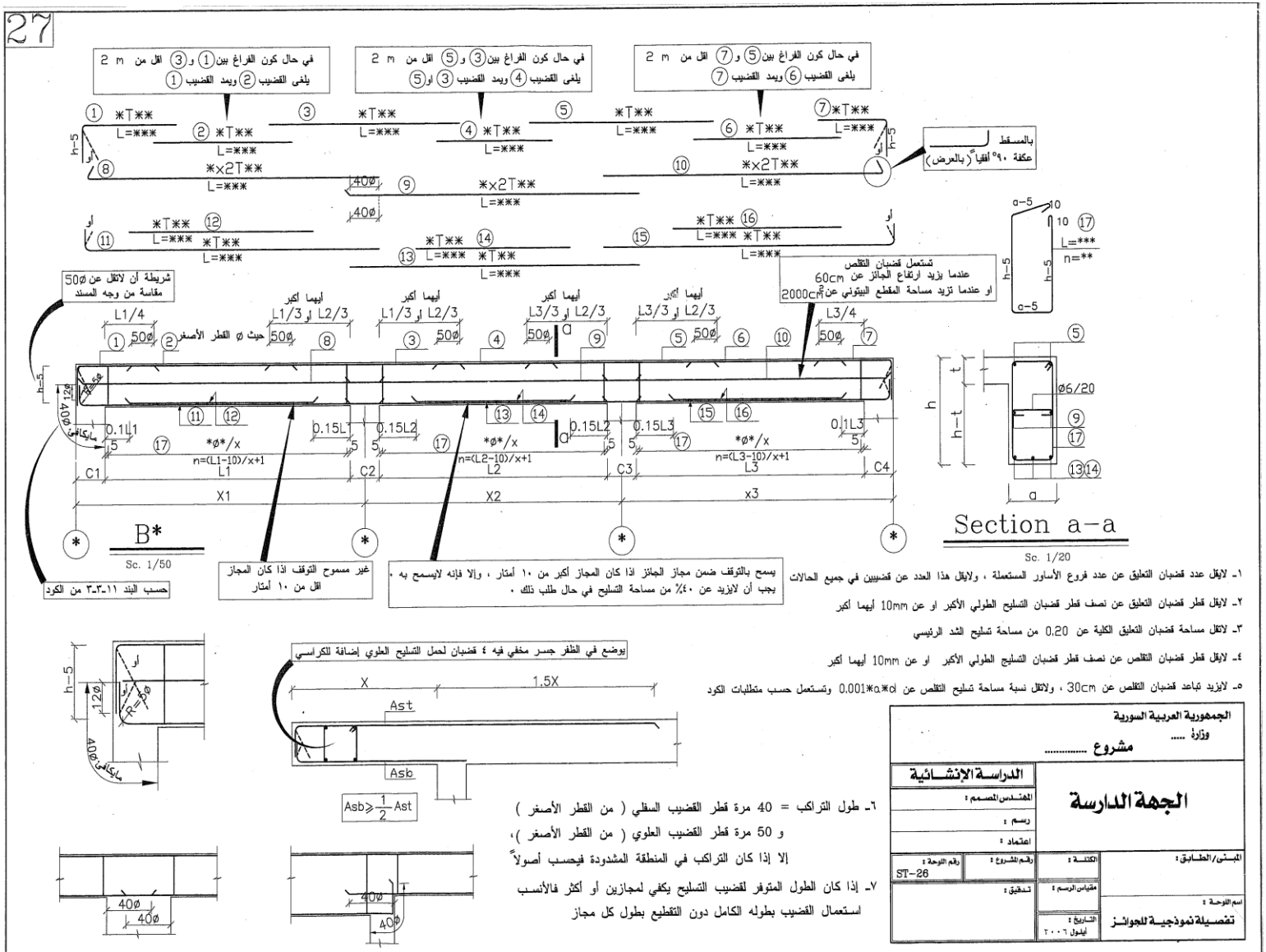
- إذا كان الطول المتوفر لقضيب التسليح يكفي لمجازين أو أكثر فالأنسب استعمال القضيب بطوله الكامل دون التقطيع بطول كل مجاز

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

الدراسة الإنشائية	الجهة الدارسة
المهندس المصمم :	
رسم :	
اعتماد :	
رقم اللوحة : ST-25	رقم المشروع :
تدقيق :	
الكتلة :	المبنى/الطابق :
مقياس الرسم :	اسم اللوحة : تفصيلة نموذجية لأعصاب الهوردي
التاريخ : أيلول ٢٠٠٦	

جامعة المنارة
MANARA UNIVERSITY

27



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

٢- لايقل قطر قضبان التعليق عن نصف قطر قضبان التسليح الطولي الأكبر او عن 10mm أيهما أكبر

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

٤- لايقل قطر قضبان التقلص عن نصف قطر قضبان التسليح الطولي الأكبر او عن 10mm أيهما أكبر

٥- لايزيد تباعد قضبان التقلص عن 30cm ، ولاتقل نسبة مساحة تسليح التقلص عن 0.001*a*d وتستعمل حسب متطلبات الكود

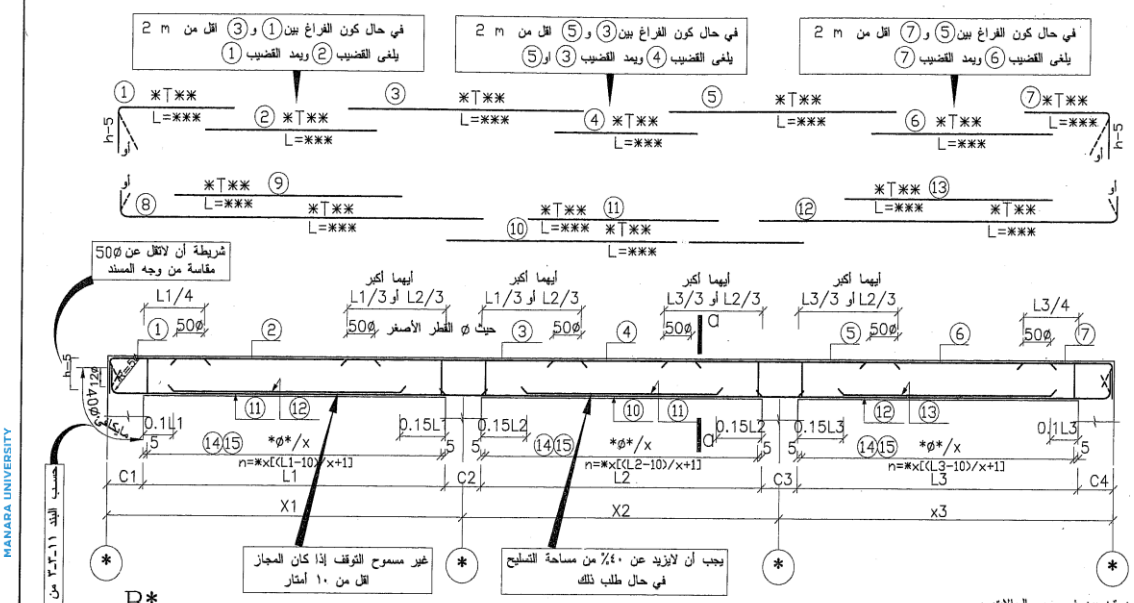
٦- طول التراكب = 40 مرة قطر القضيب السفلي (من القطر الأصغر)
و 50 مرة قطر القضيب العلوي (من القطر الأصغر)،
إلا إذا كان التراكب في المنطقة المشدودة فيحسب أصولاً

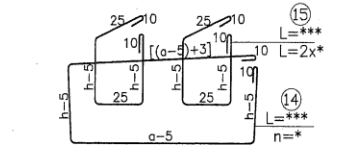
٧- إذا كان الطول المتوفر لقضيب التسليح يكفي لمجازين أو أكثر فالأنسب استعمال القضيب بطوله الكامل دون التقطيع بطول كل مجاز

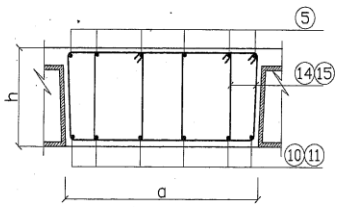
الجمهورية العربية السورية
وزارة .....
مشروع .....

الدراسة الإنشائية	الجهة الدارسة
المهندس المصمم :	
رسم :	
اعتماد :	
المبنى/المطابق :	الكتلة :
اسم اللوحة : تفصيلة نموذجية للجوائز	مقياس الرسم :
رقم المشروع :	رقم اللوحة : ST-26
تدقيق :	التاريخ : أيلول ٢٠٠٦

28







Section a-a

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

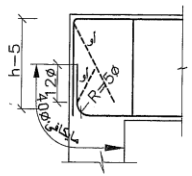
٣ـ لاتقل مساحة قضبان التعليق الكلية عن 0.20 من مساحة تسليح الشد الرئيسي ٠

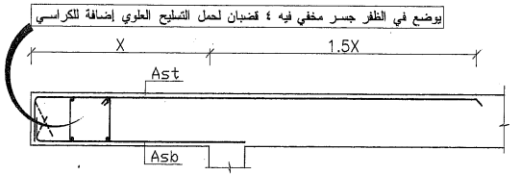
٤ـ لاتزيد المسافة بين كل فرعين متجاورين للتسليح العرضي عن 300mm ٠

٥ـ طول التراكب = 40 مرة قطر القضيب السفلي (من القطر الأصغر)

و 50 مرة قطر القضيب العلوي (من القطر الأصغر)

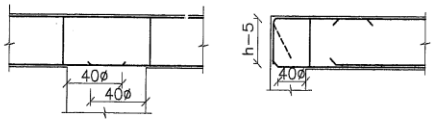
إلا إذا كان التراكب في المنطقة المشدودة فيحسب أصولاً ٠





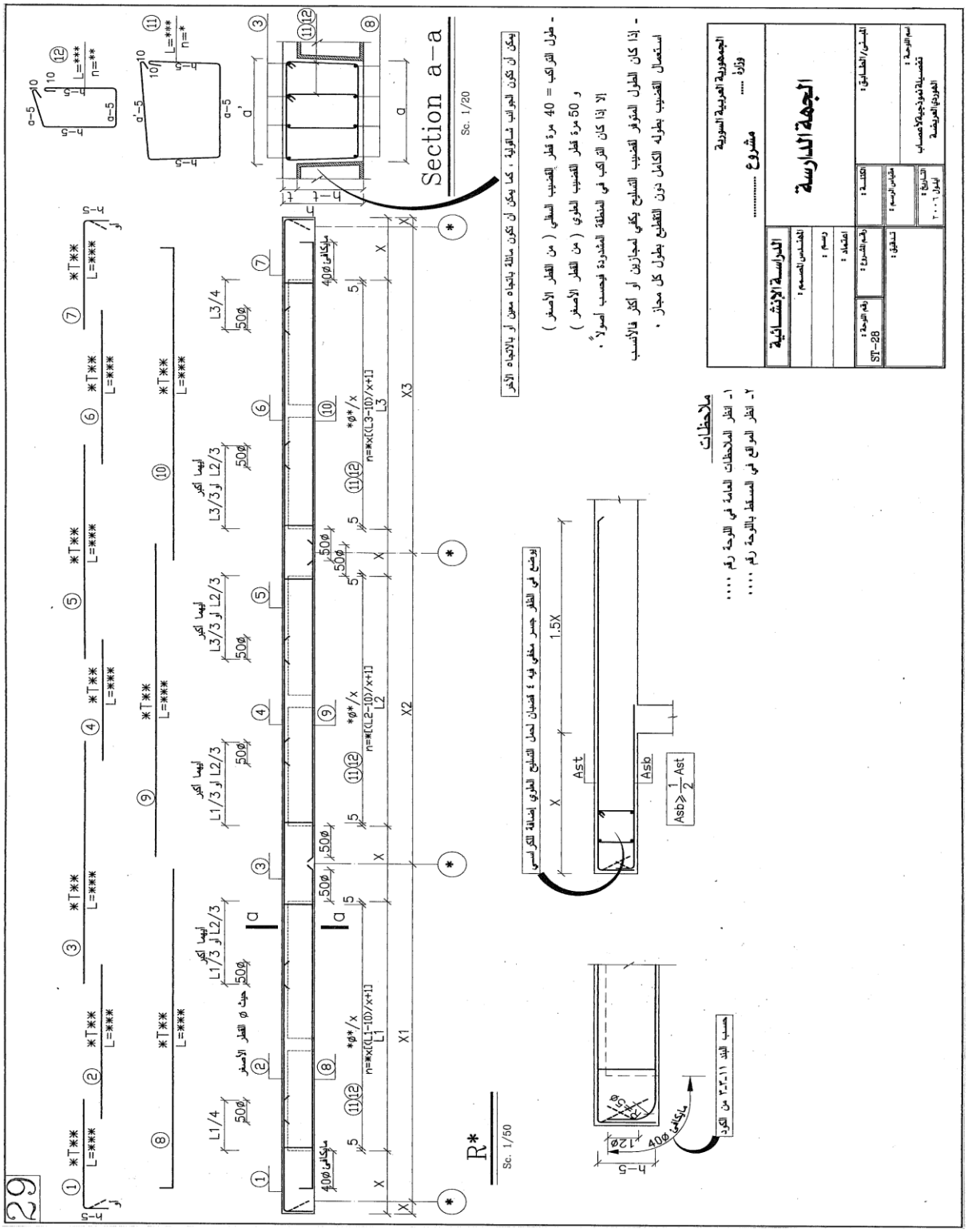
$Asb \geq \frac{1}{2} Ast$

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

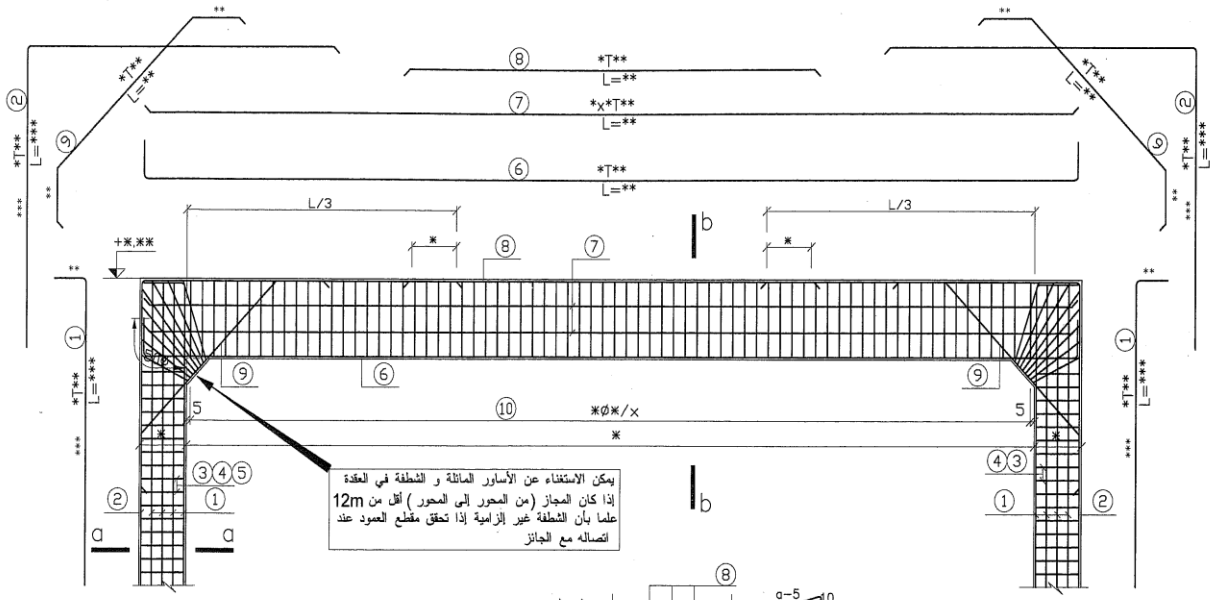


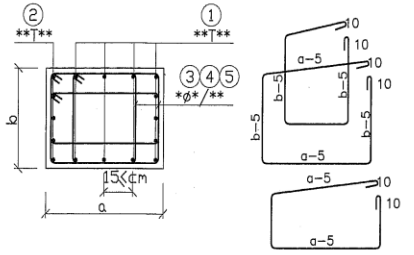
الجمهورية العربية السورية
وزارة .....
مشروع .....

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 : / التاريخ : أيلول ٢٠٠٦
	تدقيق :


الجمهورية العربية السورية
وزارة .....
مشروع .....
الدراسة الإنشائية
المهندس المصمم :
رسم :
اعتماد :
الجهة الدارسة
المبنى/المنطقة :
المخطط :
رقم اللوحة : ST-28
مقياس الرسم :
التاريخ : أيلول ٢٠٠٦
اسم اللوحة : تفصيلة تمويذجية لأعصاب العريض العريضة
ملاحظات
١- انظر الملاحظات العامة في اللوحة رقم ....
٢- انظر المواقع في المسقط بالوحة رقم ....
- 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 .
- إذا كان الطول المتوفر للقضيب السفلي يكفي لمجازين أو أكثر فالأنسب استعمال القضيب بطوله الكامل دون التقطيع بطول كل مجاز .
يمكن أن تكون الجوانب شاقولية ، كما يمكن أن تكون مائلة باتجاه معين أو بالاتجاه الآخر
Section a-a
Sc. 1/20
R*
Sc. 1/50
يوضع في الفتر جسر مطي فيه 4 قضبان لحمل السليح العلوي إضافة للكراسي
Asb≥1/2 Ast
حسب البند ٣٠٠.١١ من الكود
29

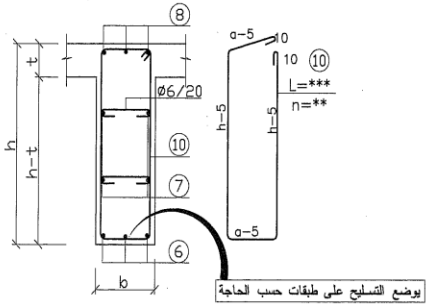
34





Section a–a

Sc. 1/20



Section b–b

Sc. 1/20

ملاحظات

١- انظر الملاحظات العامة في اللوحة رقم ••••

٢- انظر مواقع الإطارات في المسقط في اللوحة رقم ••••

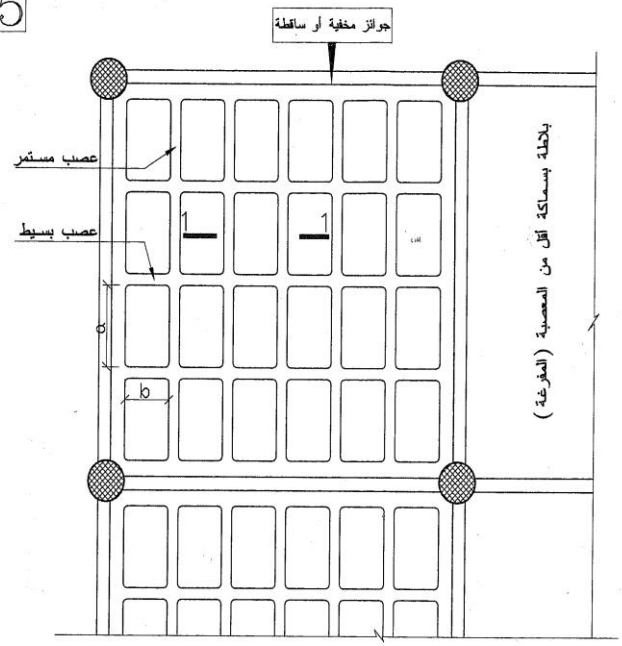
الجمهورية العربية السورية

وزارة .....

مشروع .....

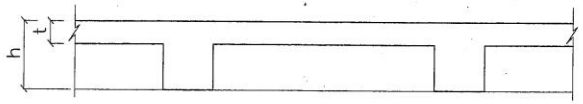
الدراسة الإنشائية	الجهة الدارسة
المهندس المصمم :	
رسم :	
اعتماد :	
المبنى/الطابق :	الكتلة :
رقم اللوحة : ST-33	رقم المشروع :
مقياس الرسم :	تدقيق :
اسم اللوحة : تفاصيل الإطارات	التاريخ : أيلول ٢٠٠٦

35



مسقط بلاطة مفرغة

Sc. 1/100



Section 1-1

Sc. 1/20

البلاطات المفرغة ذات الأعصاب بتباعد أقل من متر واحد

بلاطة التغطية :

- يؤخذ سمك بلاطة التغطية t بحيث لايقل عن الأكبر من القيم التالية :
  - a- 1/10 المسافة بين محاور الأعصاب
  - b- 60mm في حال البلاطات المفرغة ذات القوالب المؤقتة
  - c- 50mm في حال البلاطات المفرغة ذات القوالب الدائمة
- تسلح بلاطة التغطية إنشائياً بالاتجاهين بحيث لايقل التسليح في كل اتجاه عن 5ø6/m

الاعصاب :

- يجب أن لايقل العمق الكلي للعصب h عن سمك بلاطة التغطية مضافا اليه (100mm)
- ولايقل العرض الأدنى للعصب عن (100mm) أو (1/3) العمق الكلي أيهما أكبر ٠
- عندما تستند الأعصاب إلى جائز أو جدار فيجب ألا يقل عرض الجزء المصمت من البلاطة الموازي للمسند عن 1/3 عرض المسند أو عن (150mm) أيهما أكبر ٠

البلاطات المفرغة ذات الأعصاب بتباعد أكبر من متر واحد

بلاطة التغطية

- يؤخذ سمك بلاطة التغطية كما في البلاطات المصمتة العاملة باتجاهين ، وتطبق على هذه البلاطات اشتراطات وترتيبات التسليح ذاتها في البلاطات المصمتة العاملة باتجاهين ٠

الجوائز المتصالبة

- يتراوح التباعد بين هذه الجوائز من متر واحد إلى مترين ونصف ، وتطبق على هذه الجوائز اشتراطات وترتيبات التسليح المطبقة على الجوائز العادية ٠
- يؤخذ ارتفاع الجوائز المتصالبة ثابتاً بالاتجاهين وذلك لتسهيل عملية التنفيذ ٠

ملاحظات

١- انظر الملاحظات العامة في اللوحة رقم ٠٠٠٠

الجمهورية العربية السورية وزارة ..... مشروع		
الدراسة الإنشائية المهندس المصمم : رسم : اعتماد :	الجهة الدارسة	
رقم اللوحة : ST-34	الكتلة :	البنى/الطوابق :
رقم المشروع :	مقياس الرسم :	اسم اللوحة : البلاطات المعصبة
تدقيق :	التاريخ : أيلول ٢٠٠٦	