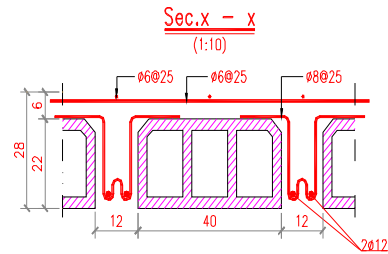
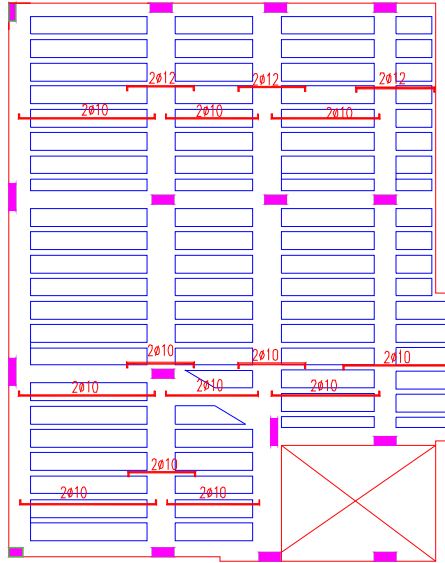


السادس

الأسقف



الأسقف

يمكن القول أن أول سقف حقيقي سكن تحته الإنسان تكون من جذوع الأشجار كجسور رئيسية، تمتد فوقها أغشية تشكل السقف، أما عن الأسقف الخرسانية فيمكن قول الآتي:
تنقسم الأسقف الخرسانية إلى ثلاثة أنواع حسب المسافة بين الأعمدة:
1. أسقف ذات مسافات قصيرة بين الأعمدة: وتعتبر المسافات بين الأعمدة قصيرة إذا كانت أقل من أو تساوي 9م تقريباً، ويمكن الحديث هنا عن نوعين من البلاطات:

- أولاً: البلاطات المصمتة (Solid Slab):

والبلاطة المصمتة هي بلاطة بسمك ثابت على امتدادها، وغالباً ما تكون مرتبطة بأحزمة ساقطة (Drop beam)، وتسلح بحديد علوي وسفلي حسب اتجاه العزم، ويمكن القول أن حديد البلاطات المصمتة يكون دائماً في الاتجاهين.
آلية عمل البلاطة المصمتة:

تعتمد هذه الآلية على نسبة الطول إلى العرض، حيث تتصرف البلاطة كبلطة في اتجاه واحد في حالة كون نسبة الطول إلى العرض أكبر من أو تساوي 2، وتتصرف كبلطة في اتجاهين في حالة كون النسبة المذكورة أصغر من 2.

في الحالة الأولى تنتقل الأحمال في الاتجاه القصير دائماً، وبالتالي تكون الأحزمة الرئيسية الحاملة هي المتعامدة على الاتجاه القصير، أي الأحزمة التي تمتد في الاتجاه الطويل.
بينما في الحالة الثانية تعتمد نسبة انتقال الأحمال بين الاتجاهين على نسبة الطول إلى العرض، فكلما زادت نسبة الطول إلى العرض ازداد فرق انتقال الحمل بين الاتجاهين.

ملاحظة(1): يمكن تعريف البلاطة على أنها كل سقف محصور بين 4 حزامات.

ملاحظة(2): في حالة التحميل في اتجاهين تكون أقل قيمة لنسبة الطول إلى العرض هي 1 أي تكون البلاطة مربعة، وتنتقل الأحمال بالتساوي في الاتجاهين، وتكون أكبر قيمة لهذه النسبة هي القيمة الأكثر تقارباً ل 2.

ملاحظة(3): في حالة البلاطات المصمتة لا يمكن التحكم في تصرف السقف من حيث كونه باتجاه واحد أو باتجاهين.

ملاحظة(4): يتعين سمك السقف اعتماداً على حسابات التشوه بشكل أساسي، وبحسب (ACI Code 9.5.2.1) فإن السمك الأدنى للسقف المصمت يكون كالآتي:

Element	Simply supported	One end continuous	Both ends cont.	Cantilever
t	L/20	L/24	L/28	L/10

L = Span length measured center to center.

لحساب سمك السقف، يتم حساب سمك كل بلاطة، وتؤخذ القيمة القصوى كسمك للسقف ككل في حالة تقارب القيم، أما في حالة وجود تشتت كبير في القيم الناتجة، فمن غير المجدي أن تؤخذ القيمة القصوى كسمك كلي للسقف، وبالتالي يمكن السماح بتفاوتات السماكات فيه، ويساعد في ذلك وجود نظام الأحزمة الساقطة في الأسقف المصمتة بكثرة، مما يجعل من تفاوت السماكات على جانبي الحزام أمراً غير مرئي تقريباً، ويكون الأمر أفضل في حالة وجود جدار تحت الحزام الساقط. ملاحظة(4): أقل سمك للسقف المصمت هو 8 سم، ويحبذ ألا يزيد السمك عن 20 سم.

- ثانياً: البلاطة المفرغة Ribbed Slab:

تقوم فكرة هذا النظام على محاولة تخفيف أوزان السقف مع الاحتفاظ بقيمة عالية لعزم القصور الذاتي (I)، وذلك عند الحاجة إلى تكبير السقف، ويتم ذلك بتفريغ منطقة السقف المعرضة للشد، أو ملئها بأحجار خفيفة يتم صفها على مسافات محسوبة على جوانب الأعصاب. وهنا يجب الانتباه إلى أن وظيفة هذه الأحجار هي تعبئة الفراغ ليس إلا، وبالتالي يمكن إزالتها واستبدالها بأي مادة أخرى تضمن منع وصول الخرسانة للمنطقة المقرر تفريغها.

آلية عمل البلاطة المفرغة:

تتصرف البلاطة المفرغة كبلاطة اتجاه واحد أو اتجاهين.

البلاطة ذات الاتجاه الواحد هي عبارة عن مجموعة أحزمة (الأعصاب) مصفوفة إلى جانب بعضها، تشكل بلاطة، بمعنى أنه يمكن اعتبار كل عصب حزام T، وتشكل هذه الأعصاب بلاطة كاملة عند اتصالها في منطقة ال (Flange) لكل عصب.

البلاطة ذات الاتجاهين يتم صف الأعصاب فيها في كلا الاتجاهين.

والجدير ذكره هنا أن تحديد كون البلاطة ذات اتجاه واحد أو اتجاهين يتم حسب اتجاه العصب، الأمر الذي يجعل من المهندس قادراً على التحكم في نوع البلاطة من حيث كونها ذات اتجاه واحد أو اتجاهين لأنه هو الذي يحدد اتجاه الأعصاب.

وبالتالي، يمكن جعل الأعصاب في اتجاه واحد (القصير أو الطويل حسب قناعة المصمم)، وبالتالي جعل البلاطة ذات اتجاه واحد، أو توزيع الأعصاب على الاتجاهين، وجعل البلاطة ذات اتجاهين.

ملاحظة(1): السمك الأدنى للسقف المصمت بحسب (ACI Code 9.5.2.1) هو:

Element	Simply supported	One end continuous	Both ends cont.	Cantilever
t	L/16	L/18.5	L/21	L/8

ملاحظة (2): إذا زاد سمك البلاطة المحسوب من الجدول السابق عن 30 سم، يفضل جعل البلاطة ذات اتجاهين، لأن ذلك يؤدي إلى تقليل السمك، ويلاحظ ذلك في حالة زيادة المسافات بين الأعمدة عن 6م.

ملاحظة (2): أقل سمك للبلاطة المفرغة هو 20 سم، وتمثل 14 سم حجر، و 6 سم خرسانة (Topping Slab).

2. أسقف ذات مسافات متوسطة بين الأعمدة: أي تتحصر المسافة بين 9 – 12م.

في هذا النظام يتم إنشاء الأسقف بحيث يتم تحميلها في اتجاهين دائماً، وأشهر الأنظمة ذات الاتجاهين في هذا المضمار نظام (Waffle Slab) التي تصمم كالأسقف المفرغة ذات الاتجاهين، إلا أن الأحجار تستبدل بما يعرف بالصناديق.

3. أسقف ذات مسافات طويلة بين الأعمدة: المسافة فيها أكبر من 12م، وقد تصل في بعض الأحيان إلى 24 أو 30م.

في حالة الأسقف ذات المسافات الطويلة بين الأعمدة: تزداد التكلفة اللازمة للإنشاء مما يستدعي إيجاد حلول أقل تكلفة، ومن هذه الحلول:

1. الإطارات (Frames): وذلك بجعل العلاقة بين العמוד والجسر علاقة ارتكاز وتماسك، بحيث يحدث تأثير متبادل بينهما، مما يجعل العزم موزعاً بين العמוד والجسر. من خصائص الإطارات:

أ. يمكن استخدامها في طوابق متكررة.

ب. اقتصادية التكلفة من حيث التصميم والتنفيذ (العمالة).

ج. مكلفة من ناحية المواد.

د. الناحية الجمالية في الإطارات ضعيفة.

هـ. سهولة التنفيذ والتحليل نسبياً.

2. الصفائح المقواة (Folded plates): تقوم فكرة الصفائح المقواة على حقيقة التناسب العكسي بين عزم القصور الذاتي (I)، وقيمة الضغط الناتج عن العزم، والمطبق على المقطع، وذلك من العلاقة المعروفة $(Q = P/A \pm Mc/I)$.

وبالتالي يمكن من خلال تكبير قيمة (I) تقليل قيمة الضغط الواقع على المقطع وبالتالي تقليل كمية الحديد اللازمة للتسليح.

ولتكبير قيمة (I) يمكن عمل انحناءات في السقف تزيد من مقاومته للعزوم، وهذا ما يتم تطبيقه في فكرة الصفائح المقواة، وبأشكال مختلفة.

من خصائص الصفائح المقواة:

أ. لا يمكن استخدامها في طوابق متكررة، حيث يجب أن يكون السقف ذو الصفائح المقواة سقفاً نهائياً.

ب. ارتفاع تكلفة التصميم والتنفيذ.

ج. اقتصادية من ناحية المواد، حيث لا يزيد سمك السقف فيها عن 10-12سم.

د. تعطي منظرًا جمالياً أفضل.

3. القشريات: حيث يكون السقف ذا ميل في اتجاه واحد، أو اثنين، أو ثلاثة كما في قباب المساجد.

من خصائص القشريات:

أ. أقل الأنواع على الإطلاق تكلفةً من ناحية المواد، حيث تتحول العزوم المؤثرة على القشرية إلى ضغوط تتحملها الخرسانة وحدها دون الحاجة إلى حديد إلا لمقاومة الانكماش.

ب. تعطي منظرًا جمالياً متميزاً.

ج. معقدة في التصميم والتنفيذ.

أمور يجب مراعاتها قبل صب السقف:

عند استلام السقف هناك أمور يجب التحقق منها قبل بداية الصب، وذلك لضمان أكبر قدر من الأمان للأيدي العاملة وتجنباً للخسارة الاقتصادية، ومن هذه الأمور ما يلي:

أولاً الطوبار: وفيه يجب التأكد من الأمور الآتية:

(1) التدعيم: لكي يضمن المهندس المشرف تصرفاً سليماً للطوبار تحت تأثير الأحمال يجب أن يتأكد

بنفسه من الأمور الآتية قدر الإمكان:

- أن يكون السقف كاملاً مدعم.

- أن تكون المسافات بين أعمدة الدعم متناسبة مع الأحمال بحيث تستطيع تحملها.

- ألا توجد فراغات في الدعم.
- إذا كان الدعم على طبقتين، يجب أن تكون الدعامات فوق بعضها تماماً.
- ملاحظة: الأحمال الواقعة على الدعم هي: الخشب، الأحجار، الحديد، الباطون، التأثير الديناميكي أثناء عملية الصب والناتج عن الآلات المستخدمة في الصب.
- (2) المحيط: وتكمن أهميته في أنه يعطي مؤشراً على شكل المبنى، ويجب أن يحقق الشروط الآتية:
 - أن يكون بأبعاد صحيحة.
 - أن يطابق المخططات.
 - أن يكون بزوايا صحيحة.
 - كما يجب أن يكون الدعم الجانبي للمحيط كافياً بحيث يستطيع تحمل الأحمال الواقعة عليه.

- (3) ميزانية السقف: يجب التأكد من كون السقف بمستوى واحد.
- ملاحظة: يجب دهن خشب الطوبار بالزيت قبل الصب لمنع التصاق الخرسانة به، ومنع تشرب الخشب لمياه الخرسانة. وتزال طبقة الزيت المتكونة على الخرسانة نتيجة هذه العملية بسهولة بعد فك الطوبار.

ثانياً الحديد: حيث يجب التأكد من مطابقة الحديد المستخدم للتصميم المقرر، وذلك كالاتي:

- عدد قضبان الحديد المستخدمة يجب أن يطابق العدد الموجود في المخططات.
- أقطار الحديد يجب أن تطابق التصميم.
- مساحة الحديد المستخدم ككل يجب أن تطابق المساحة المقررة في التصميم.
- أطوال قضبان الحديد كذلك يجب التأكد من مطابقتها للتصميم.
- المسافات بين قضبان الحديد يجب أن تكون صحيحة ومطابقة للكود.
- أماكن وضع الحديد يجب أن تكون صحيحة وفي مناطق الشد المقررة في التصميم.
- أماكن القطع في الحديد يجب أن تكون بعيدة عن المناطق الممنوع فيها القطع مثل مناطق العزم الأقصى.
- مناطق التشريك يجب التأكد منها ومن طريقة تنفيذها.
- التأكد من خلو الحديد من الأوساخ مثل الصدأ.
- يجب تنظيف الحديد من زيت خشب الطوبار، لأنه يؤدي إلى منع التصاق الخرسانة به. ويتم تنظيفه إما بإحدى مشتقات البترول كالجاز أو بالرمل.

ثالثاً الأعمال الصحية: حيث يجب التأكد من الآتي:

- أن تكون التمديدات الصحية في مواقعها قبل الصب.
- التمديدات الصحية يجب أن تكون مثبتة جيداً.
- القطع الصحية يجب أن تكون سالحة وغير مسربة للماء، ويتم التأكد من ذلك عن طريق إضافة كمية من المياه للقطعة ومراقبة ثبات أو اختلاف منسوبها.

رابعاً أعمال الكهرباء: وهي من اختصاص المهندس الكهربائي تحت إشراف ومسئولية المهندس المدني المشرف على المشروع، وفيها يتم التأكد من صحة التمديدات الكهربائية ومطابقتها للمخططات قبل البدء بعملية صب السقف.

خامساً أعمال عامة: مثل:

- التأكد من نظافة السقف وخلوه من الأتربة والنفائات.
- التأكد من خلو السقف من المواد الضارة بالخرسانة مثل المواد السكرية.
- التحقق من وجود عدد كافٍ من مكعبات الفحص قبل الصب.
- التأكد من وجود رجاكات ومضخات باطون بعدد كافٍ.
- كما يجب التأكد من وجود عدد كافٍ من العمال في الموقع قبل الصب.