Syrian Arab Republic
Al-wataniya Private University
Hama

الجمهورية العربية السورية
الجامعة الوطنية الخاصة
حماه

السقوف المستوية من البيتون المسلح (3)
البلاطات العاملة باتجاهين

مهندس الرأي، الأستاذ الدكتور أحمد عبود*
الدكتورة بشرى العكاري **

الكلمات المفتاحية: البلاطات العاملة باتجاهين ، استناد البلاطة، توزع الحمولة، مفصل لدن، التسليح الموجب، التسليح السالب.

الملخص:

الهدف من هذا المقال هو التعريف بالبلاطات العاملة باتجاهين، وآلية عملها، وتحديد سماكتها، والاشتراطات البعدية، ومساحات التسليح الدنيا والقصوى، وترتيبات التسليح، وكذلك شكل الانهيار. ثم استعراض علاقات حساب البلاطات العاملة باتجاهين، ومعالجة بعض الحالات الشائعة للبلاطة كالبلاطة المستطيلة والمستندة استناداً حراً، والمستمرة من طرف أو أكثر ....ثم حساب الجوائز الحاملة للبلاطة العاملة باتجاهين.

Flat roofs made of reinforced concrete (3)
Slabs working in 2 direction

* Professor Dr. Ahmad Abboud*
** Dr. Boushra Alakkari

Keywords: two-way slabs , slab support, load distribution, plastic joint, positive reinforcement, negative reinforcement.

Abstract:

The aim of this article is to introduce the two-way slabs, their working mechanism, determine their thickness, dimensional requirements, minimum and maximum reinforcement areas, reinforcement arrangements, as well as the collapse form. Then review the calculation relationships of the two-way slabs, and address some common cases of the slab such as the rectangular slab, the freely supported slab, and the continuous slab from one or more sides.... Then calculate the bearing beams of the two-way slab.

* أستاذ دكتور الهندسة الإنشائية في الجامعة الوطنية الخاصة ،حماه ، الجمهورية العربية السورية.
** د دكتوره في الهندسة الإنشائية في الجامعة الوطنية الخاصة، حماه، الجمهورية العربية السورية.
* Professor of Structural Engineering at the National Private University - Hama - Syrian Arab Republic.
**Dr. Engineer at the National Private University - Hama - Syrian Arab Republic .

Syrian Arab Republic
Al-wataniya Private University
Hama

الجمهورية العربية السورية
الجامعة الوطنية الخاصة
حماه

السقوف المستوية من البيتون المسلح (3)
البلاطات العاملة باتجاهين

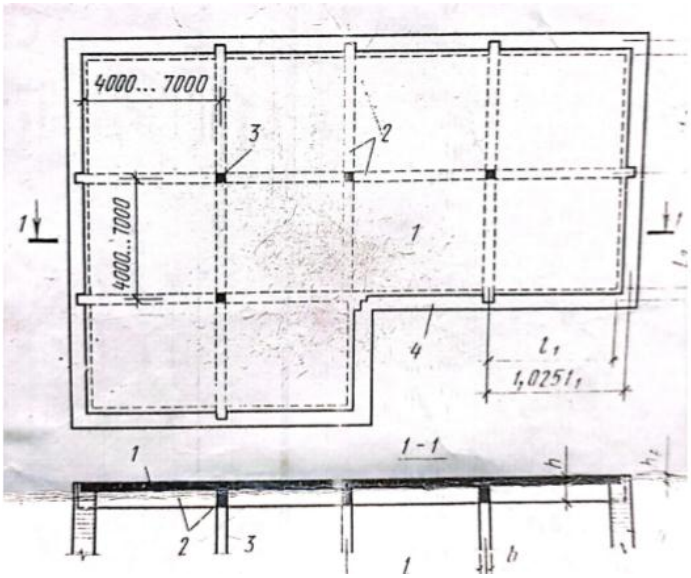
مهندس الرأي، الأستاذ الدكتور أحمد عبود*
الدكتورة بشرى العكاري **

1- مقدمة :

البلاطات العاملة باتجاهين هي البلاطات المستندة على كافة أطرافها ، والتي لا تزيد نسبة بعدها الأكبر إلى بعدها الأصغر عن 2 أي $L_2/L_1 \leq 2$.

ويمكن أن تكون مستنده على أطرافها بأشكال مختلفة، كأن تكون موثوقة من جميع الأطراف، أو موثوقة من عدة أطراف ومستندة استناداً بسيطاً من أطراف أخرى، وقد تكون مستندة استناداً بسيطاً من جميع الأطراف. ويمكن أن تكون مستطيلة أو مربعة كما في بلاطات الأبنية السكنية وبلاطات الأبنية الصناعية وجدران الأنفاق وغيرها، وقد تكون دائرية كأسقف الخزانات الدائرية أو مثلثية أو بأشكال أخرى .

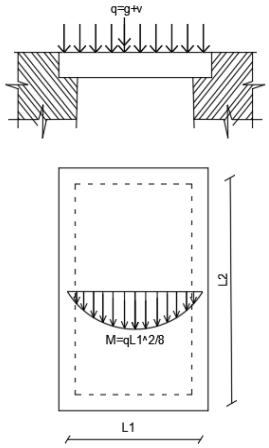
وسوف تتناول البلاطات المستطيلة أو المربعة كحالة خاصة للبلاطات المستطيلة كما في الشكل (1)



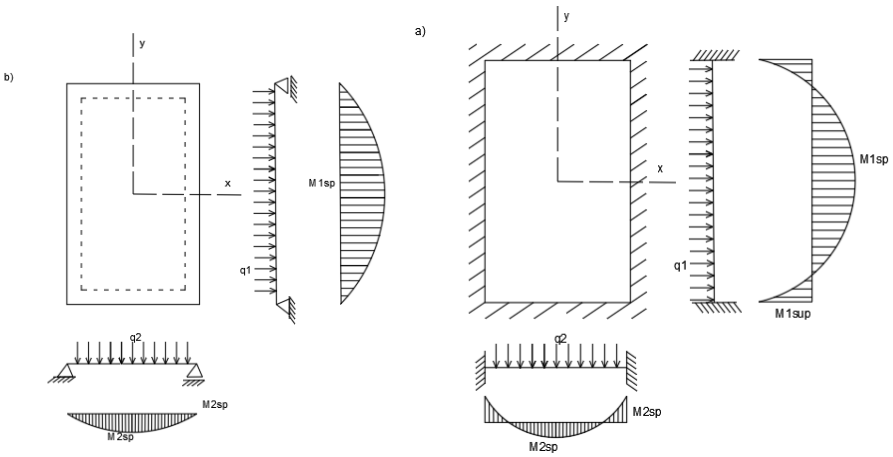
الشكل (1) البلاطات العاملة باتجاهين
1 – البلاطة . 2 – الجوائز الحاملة لها . 3 – عمود . 4 – جدار حامل .

عندما يكون $2 \leq L2/L1$ ، تكون طاقة تحمل البلاطة إذا كانت مستندة على جميع الأطراف أكبر من طاقة تحمل البلاطة المماثلة المستندة على طرفين طويلين بنسبة لا تزيد عن 20%. لذلك يمكن اعتبارها مستندة على طرفين متقابلين فقط (عاملة باتجاه واحد) دون خطأ كبير . أما إذا كان $L_2/L_1 < 2$ فتكون طاقة تحمل البلاطة العاملة باتجاهين أكبر من طاقة تحمل البلاطة المماثلة العاملة باتجاه واحد بنسبة أكبر من 20% ويصل إلى 100% عندما تكون البلاطة مربعة أي $L_2/L_1 = 1$. وتعليل ذلك أنه إذا كانت البلاطة عاملة باتجاه واحد فإن الشكل الإنشائي لها هو جائز عرضه واحدة الطول وارتفاعه سماكة البلاطة ومجازه مجاز البلاطة، كما في الشكل (2)، ويتحمل كامل الحمولة المطبقة على البلاطة . أما إذا كانت البلاطة عاملة باتجاهين فإن الحمولة توزع على جائزين مستندين على أطراف البلاطة، ومتصلين مع بعضها لبعض الشكل (3).

* أستاذ دكتور الهندسة الإنشائية في الجامعة الوطنية الخاصة ،حماه ، الجمهورية العربية السورية.
** د دكتوره في الهندسة الإنشائية في الجامعة الوطنية الخاصة، حماه، الجمهورية العربية السورية.
* Professor of Structural Engineering at the National Private University - Hama - Syrian Arab Republic.
**Dr. Engineer at the National Private University - Hama - Syrian Arab Republic .



الشكل (2) توزع الحمولات والعزوم في البلاطات العاملة باتجاه واحد



الشكل (3) توزع الحمولات والعزوم في البلاطات العاملة باتجاهين
a - البلاطة موثوقة من جميع الأطراف b - البلاطة مستندة من جميع الأطراف

2- إنشاء البلاطات العاملة باتجاهين:

إنشاء البلاطات العاملة باتجاهين حسب جميع الكودات مشابه لإنشاء البلاطات العاملة باتجاه واحد من حيث الاشتراطات البعدية ومساحات التسليح الدنيا والقصوى وترتيبات التسليح. ولكن سماكة البلاطة العاملة باتجاهين تتحد بطريقة مختلفة عن سماكة البلاطة العاملة باتجاه واحد حيث تحدد سماكة الأولى بالعلاقة التالية :

$$t = \Sigma L_i/140 \qquad (1)$$

حيث :

t - سماكة البلاطة .

L_i – المحيط المكافئ للبلاطة .

ويؤخذ طول كل ضلع مساوياً لطوله الفعلي في الضوء إذا كانت البلاطة مستندة استناداً بسيطاً عند نهايتي هذا الضلع هذا إذا كان ارتفاع الجائز الحامل للبلاطة أكبر من ضعف سماكة البلاطة، أما إذا كان ارتفاع الجائز الحامل للبلاطة أقل من ضعف سماكة البلاطة، فتحدد سماكتها من الجدول (1):

الجدول(1) تحديد سماكة البلاطة

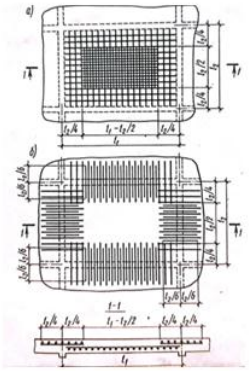
موقع البلاطة	المجازات الداخلية	المجازات الطرفية
سماكتها t	L/27	L/24

حيث تؤخذ L كقيمة متوسطة لبعديها L_2, L_1 .

وما عدا ذلك يتم إنشاء البلاطات العاملة باتجاهين بطريقة مشابهة تماماً لإنشاء البلاطات العاملة باتجاه واحد. ولكن لا بد من الإشـــارة إلى أن تســليح البلاطة العاملة باتجاهين يعتمد على ترتيبات أوســع من ترتيبات تســليح البلاطة العاملة باتجاه واحد، ولابد من مناقشة هذه الترتيبات .

يمكن تسليح البلاطة العاملة باتجاهين بشبكة تسليح موجب واحده محسوبة على أساس العزم الأعظمي الذي يمكن للبلاطة أن تتعرض له. ولكن نظراً لإمكانية توفير كمية كبيرة من فولاذ التســليح يمكن تســليح البلاطة بشبكتي تسليح تقاوم كل منها نصف العزم الموجب الأعظمي . تستمر إحدى هاتين الشبكتين على كامل مساحة البلاطة ويتم قطع البلاطة الثانية على بعد $L_2/4$ من طرف البلاطة . حيث L_2 البعد الأصـــغري للبلاطة .وبذلك تكون البلاطة مسلحة بشبكة مزدوجة في الوسط (في منطقة العزم الأعظمي) وشبكة مفردة عند الأطراف .

يتم تسليح البلاطات لمقاومة العزم السالب بنفس طريقة تسليحها لمقاومة العزم الموجب . وذلك بشبكتين من القضــبان مســتمرتين فوق المســاند الداخلية ، إحدى هاتين الشــبكتين بعرض $2L_2/6$ والأخرى بعرض $2L_2/4$ وبذلك تقاوم الشبكتين العزم السالب الأعظمي، وعلى مسافة $L_2/6$ من المسند تنتهي الشبكة الأولى وتكون الشبكة الثانية كافية لمقاومة العزم الباقي . ويوضـح الشكل (4) طريقة تسليح هذه البلاطات.



الشكل (4)

تسليح البلاطات العاملة باتجاهين

a - التسليح الموجب .

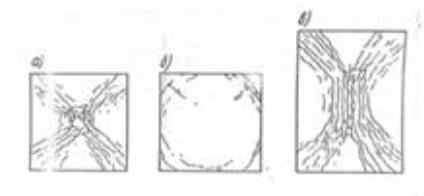
b - التسليح السالب .

3– حساب البلاطات العاملة باتجاهين:

<u>أولا :</u> شكل انهيار البلاطات العاملة باتجاهين:

أثبتت التجارب أنه أثناء تحميل البلاطات العاملة باتجاهين، ونتيجة لتشــوهها، تنشــأ تشــققات في البلاطة بشكل قطري إذا كانت البلاطة مربعة، وبشكل مشابه لما هو واضح في الشكل (5) إذا كانت البلاطة مستطيلة .

أما في الوجه العلوي البلاطة فتظهر تشققات عند الزوايا، وتأخذ شكل شبه دائري على سطح البلاطة، ومع تزايد الحمولة تتزايد هذه التشــققات وتزداد وضــوحاً إلى أن يتم الانهيار وفق خطوط الانكســار المرفقة لهذه التشققات.



الشكل (5) شكل انهيار البلاطات العاملة باتجاهين .

a – منظر سفلي للبلاطة المربعة . b - منظر علوي للبلاطة المربعة .B – منظر سفلي للبلاطة المستطيلة .

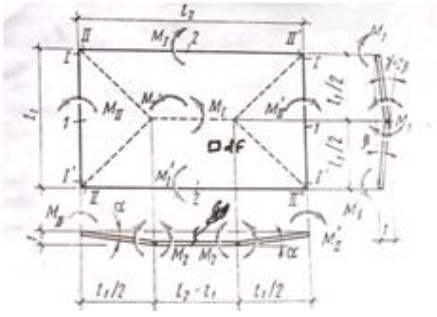
ونفسر ذلك أن التشققات تظهر في المناطق التي يكون فيها العزم أعظمياً. ومع تزايد الحمولة تتزايد قيمة العزم، وبالتالي قيمة الإجهادات في كل من فولاذ التسليح والبيتون إلى أن تصل قيمة هذه الإجهادات إلى حد المرونة ويبدأ العمل في مرحلة اللدونة، حيث تبدأ بالتشوه دون زيادة ملحوظة لقيمة الحمولة، فينشأ في مناطق العزم الأعظمي ما يسمى بالمفصل اللدن، وتحول البلاطة إلى مجموعة من الديسكات المرتبطة مع بعضها بواسطة هذه المفاصل المستمرة على طول خطوط الانكسار.

وقد بنيت التجارب أيضاً أن خطوط الانكسار تكون مستمرة على محيط البلاطة نتيجة لوجود العزم السالب الأعظمي على محيط البلاطة، وتكون المفاصل موزعة بشكل قطري في البلاطات المربعة بنتيجة توزع العزم الموجب الأعظمي على طول قطري هذه البلاطة، أما في البلاطات المستطيلة فتكون خطوط الانكسار ممتدة على محيط البلاطة نتيجة العزم السالب، ونتيجة العزم الموجب تكون ممتدة على شكل مثلثين متساويي الساقين عند الضلعين القصيرين وخط آخر يصل بين رأسي هذين المثلثين، وفي الحالة الخاصة، عندما تكون البلاطة المستطيلة مربعة، فإنها تقسم عند الانهيار إلى أربع مثلثات، أما في الحالة العامة تقسم البلاطة إلى مثلثين عند الضلعين القصيرين وشبهي منحرف عند الضلعين الكبيرين.

ثانياً: علاقات حساب البلاطات العاملة باتجاهين :

تتحمل المفاصل اللدنة عزما معينا مقداره M ، ولا يمكن زيادته، لأن المقطع غير قادر على تحمل عزم أكبر (تكون الإجهادات في الفولاذ والبيتون قد وصلت إلى مرحلة اللدونة)، ومع تزايد الحمولة، وعند وصول العزم في هذا المقطع إلى القيمة الحدية، يتبقى M ثابتاً رغم إمكانية تزايد العزم في المقاطع الأخرى إلى تلك المرحلة التي يصل فيها العزم في جميع المقاطع الخطيرة إلى قيمته الحدية، حيث تصبح المنشأة غير مستقرة إنشائيا ويتم الانهيار.

توجد في البلاطات العاملة باتجاهين ستة مقاطع خطره موزعه باتجاهين. حيث يوجد عزم موجب أعظمي واحد M_1 وعزمين سالبين عند المسندين M_I و M'_I بالاتجاه القصير . أما بالاتجاه الطويل فيوجد عزم موجب أعظمي M_2 وعزمين سالبين أعظمي عند المسندين M_{II} و M'_{II} . وتتوزع هذه العزوم الستة كما هو موضح بالشكل (6) .



الشكل (6) .

خطوط الانكسار وتوزع العزوم الداخلية في البلاطات العاملة باتجاهين

تتشوه البلاطة تحت تأثير الحمولة، وتكون هذه الحمولة (القوي الخارجية) قد قامت بعمل معين وليكن W_q، وتكون العزوم الداخلية قد قامت بعمل معين وليكن W_M . وانطلاقاً من نظرية العمل الوهمي يجب أن يكون مجموع أعمال العزوم الداخلية والخارجية معدوماً. أي مجموعة أعمال العزوم الخارجية W_q يجب أن يساوي مجموع أعمال العزوم الداخلية W_M أي :

$$W_q=W_M \qquad (2)$$

نحسب أولاً قيمة عمل القوى الخارجية W_q .

إذا أخذنا مساحة صغيره dF من مساحة البلاطة ، فتكون القوة الخارجية المؤثرة عليها dq (حيث q هي الحمولة الموزعة بانتظام المؤثرة على البلاطة). وتنتقل هذه المساحة الصغيرة نتيجة التشوة بمقدار y، ويكون عمل القوة الخارجية dq مساوياً dW_q ، ويساوي مقدار هذه القوة الصغيرة dq مضروباً بالانتقال y . أي :

$$dW_q = dq.y \qquad (3)$$

ولكن : $$dq = q\ .dF \qquad (4)$$

نعوض dq بقيمتها من العلاقة (3-13) في العلاقة (4) فيكون :

$$dW_q = q\ .\ y\ .\ dF \qquad (5)$$

وللحصول على قيمة العمل W_q لابد من مكاملة العلاقة (5) على كامل مساحة البلاطة F .

نكامل فيكون : $$Wq=q\ .\int_f\ y\ .\ dF \qquad (6)$$

بعد التشوه نلاحظ أن البلاطة تتحول إلى شكل فراغي مؤلف من مجموعة ديسكات مرتبطة مع بعضها . وقيمة التكامل في العلاقة (6) يساوي حجم هذا الجسم الفراغي أي :

$$\int_F y.dF = \frac{L1}{2}(L2-L1)+\frac{1}{3}L^2 = \frac{L1.(3L2-L1)}{6} \qquad (7)$$

نعوض في العلاقة (6) نجد :

$$\mathbf{W_q = q * L_1(\frac{3\,L_2-L_1}{6})} \qquad \mathbf{(8)}$$

نحسب ثانياً قيمة عمل العزوم الداخلية .

مجموع أعمال العزوم الداخلية يساوي مجموع قيم بعد ضرب كل عزم بالزاوية التي يدورها، وبالعودة إلى الشكل (6) نجد :

$$W_M = {}_{i=1}^{6}\Sigma\ M_i * \emptyset_i) \qquad (9)$$

$$W_M = M_1.\gamma + (\ M_I + M'_I\ ).\ \beta + (\ 2M_2 + M_{II} + M'_{II}\ ).\ \alpha$$

وبافتراض أن البلاطة قد تشوهت بمقدار الواحدة (القيمة العظمى لـ y تساوي الواحدة) وبالعودة أيضاً إلى الشكل (6) نجد :

$$\alpha = \frac{1}{0.5L1} = 2/L1 \quad ; \quad \beta = 2/L1 \quad ; \quad \chi = 2.\beta = 4/L1$$

نعوض في العلاقة (9) يكون :

$$W_M = (4M_1+4M_2+2M_{II}+2M'_{II}+2M_I+2M'_I)/L_1 \qquad (10)$$

وانطلاقاً من نظرية العمل الوهمي يكون :

$$Wq = W_M \qquad (11)$$

نعوض Wq من العلاقة (8) وW_M من العلاقة (10) بقيمتها في العلاقة (11) يكون :

$$q.L_1 \frac{3L_2 - L_1}{6} = (4M_1 + 4M_2 + 2M_{II} + 2M'_{II} + 2M_I + 2M'_I)/L1 \qquad (12)$$

بإصلاح هذه العلاقة يكون:

$$q.L_1^2 \frac{3L_2 - L_1}{12} = (2M_1 + 2M_2 + M_{II} + M'_{II} + M_I + M'_I) \qquad (13)$$

وهذه هي العلاقة الأساسية لحساب البلاطات العاملة باتجاهين، وهي عبارة عن معادلة واحدة بستة مجاهيل، وهي غير ممكنة الحل رياضياً. وباعتبار أننا نستطيع أن نفرض أي نسبة بين هذه العزوم نستطيع أن نجد مجموعة معادلات أخرى تساعد في حل هذه المعادلة.

فإذا فرضنا أن البلاطة مربعة يكون $L_2=L_1$ وإذا اعتمدنا طريقة العزوم المتساوية، وكانت البلاطة مستمرة من جميع الأطراف يكون :

$$M_1 = M_2 = M_I = M'_I = M_{II} = M'_{II} = M \qquad (14)$$

نعوض في العلاقة (13) فيكون :

$$qL^3 / 6 = 8M \rightarrow M = qL^3/48 \qquad (15)$$

وهذا هو العزم الموجب الأعظمي والعزم السالب الأعظمي المؤثر على طول كل ضلع . وللحصول على العزم المؤثر على واحدة الطول $\bar{M}$ نقسم العزم M على الطول L فيكون :

$$M/L = qL^2 /48\bar{M} \qquad (16)$$

ونصمم مقطع البلاطة وكانه مقطع جائز خاضع للعزم $\bar{M}$ عرضه واحدة الطول وارتفاعه سماكة البلاطة، ونحسب مساحة التسليح ونختارها ونوزعها كما نرى مناسباً.

الجدير بالذكر أنه يمكننا أن نفرض قيما مختلفة عن القيم التي فرضناها بالعلاقة (14)، كان نفرض مثلاً العزوم السالبة تساوي نصف العزوم الموجبة أي :

$$M_1 = M_2 = 2M_I = 2M_{II} = 2M'_I = 2M'_{II} \qquad (17)$$

وعندها يكون:

$$M_1=M_2=M \qquad (18)$$

$$M_I = M_{II} = M'_I = M'_{II} = M/2 \qquad (19)$$

نعوض في العلاقة (13) فنحصل على قيمة M . ومن ثم نحصل على قيم Mi ونصمم مقطع البلاطة لمقاومة العزم المفروض .

إن العلاقة (13) هي العلاقة الأساسية لحساب البلاطات العاملة باتجاهين في جميع الحالات والأشكال التي يمكن أن نصادفها، وانطلاقاً من العلاقة نعالج جميع هذه الحالات والأشكال وفيما يلي طريقة معالجة بعض الحالات الشائعة.

1- ***حالة البلاطة المستطيلة :***

يمكننا أن نفرض أن جميع العزوم متساوية وتساوي M ، ونحسب قيمة M من العلاقة (13) التي تأخذ الشكل التالي بعد نفرض قيمة Mi=M فيها :

$$qL^2\,\frac{3*L_2-L_1}{12} = 8M \qquad \rightarrow \qquad M = qL_1^2\,\frac{3*L_2-L_1}{96} \qquad (20)$$

ونصمم مقطع البلاطة بالاتجاه الطويل لمقاومة العزم Ml_2 حيث :

$$Ml_2 = \frac{M}{L_2} = \frac{M_{II}}{L_2} = \frac{M'_{II}}{L_2} = \frac{M_2}{L_2} \qquad (21)$$

ونصمم مقطع البلاطة باتجاه القصير لمقاومة العزم $\overline{Ml}_1$ حيث :

$$Ml_1 = \frac{M}{L_1} = \frac{M_I}{L_1} = \frac{M'_I}{L_1} \qquad (22)$$

وإذا أردنا أن يكون التسليح ثابت في جميع الاتجاهات لمقاومة جميع أنواع العزوم نفرض أن :

$$M_2 = M_{II} = M'_{II} = M \qquad (23)$$

$$M_1 = M_I = M'_I + M.\frac{L_1}{L_2} \qquad (24)$$

ونعوض قيم Mi في العلاقة (13) فنجد :

$$ql^2\,\frac{3L_2-L_1}{6} = 2M + 2M\,\frac{L_1}{L_2} + M + M\,\frac{L_1}{L_2} + M + M.\frac{L_1}{L_2} \qquad (25)$$

$$ql^2.\frac{3L_2-L_1}{6} = 4M + 4M\,\frac{L_1}{L_2} \qquad (26)$$

$$ql^2\frac{3L_2-L_1}{24}=M(1+\frac{L_1}{L_2}) \qquad (27)$$

$$M=\frac{ql^2}{24}.\frac{3L_2-L_1}{1+L_2/L_1} \qquad (28)$$

نحسب قيمة M من العلاقة (22) وقيم Mi من العلاقتين (23) و (24) . ومن ثم نحسب قيم $i\overline{M}$ من العلاقة التالية :

$$i = Mi/L\overline{M} \qquad (29)$$

حيث :

L - طول الضلع الذي يؤثر عليه العزم Mi .

ونتيجة الحساب يجب أن تكون جميع قيم Mi متساوية . وبالتالي فإن تسليح البلاطة في جميع الاتجاهات يجب أن يكون متشابهاً.

2- حالة البلاطة المستندة استناداً حراً على جميع الأطراف:

في هذه الحالة يكون :

$$M_I = M'_I = M_{II} = M'_{II} = 0 \qquad (30)$$

نختار نسبة معينة بين M_2,M_1, وعادة يكون $M_2=M_1*L_2/L_1$ وذلك للحصول على قيم متساوية للتسليح في المجازات . ويكون التسليح السالب معدوماً .

3- حالة البلاطة المستمرة من طرف واحد أو أكثر ومستندة استناداً حراً بقية الأطراف .

في هذه الحالة تكون العزوم عند المساند الحرة معدومة ، ونفرض نسبا معينة لقيم العزوم في الأطراف المستمرة ، وتتابع الحل بنفس الخطوات السابقة .

4- حالة البلاطات المتجاورة .

في هذه الحالة نقوم بحساب البلاطة الأولى ، ونحدد العزوم في المجازات وعند المساند . وعند حساب البلاطة المجاورة يكون العزم السالب المؤثر المسند المشترك معلوما . نعوضه في العلاقة (13) ونفرض نسباً بين بقية العزوم . وعند حساب البلاطة الثالثة تكون قيمتان لعزمين سالبين معروفتين .. . وهكذا نتابع الحل بنفس الخطوات السابقة.

ثالثاً : حساب الجائز الحاملة للبلاطات العاملة باتجاهين

تتعرض الجوائز الحاملة للبلاطات العاملة باتجاهين لنوعين من الحمولات، الأولى هي الحمولات الناتجة عن الوزن الذاتي وتكون على شكل قوة موزعه بانتظام شدتها q وتحسب قيمتها انطلاقاً من أبعاد المقطع وكثافة البيتون المستخدم، والحمولة الثانية هي الحمولة القادمة من البلاطة .

نعرف أن البلاطة العاملة باتجاهين تستند على أربع جوائز، وفي لحظة الانهيار تكون مؤلفة من أربع ديسكات، كل ديسك منها مرتبط بجائز وتنتقل إلى هذا الجائز الحمولة المطبقة القادمة من هذا الديسك. قد يكون هذا الديسك مثلثياً فتكون الحمولة التي ينقلها إلى هذا الجائز مثلثية شدتها G_2 حيث :

$$G_2 = O.5 \cdot g \cdot L_1 \qquad (31)$$

حيث :

g - الحمولة الموزعة بانتظام على سطح البلاطة .

L_1 - البعد الأصغر للبلاطة .

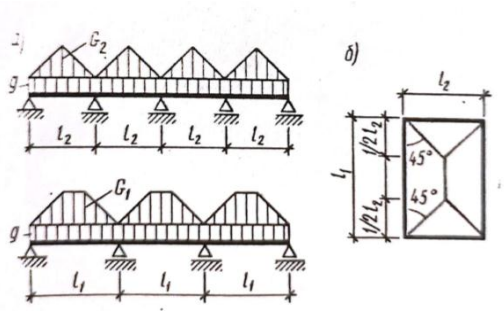
ويمكن أن يكون الديسك على شكل شبه منحرف، فتكون الحمولة التي ينقلها الديسك إلى الجائز على شكل منحرف أيضاً . وتكون شدتها G_1 حيث :

$$G_1=G_2=0.5 \cdot g \cdot L_1 \qquad (32)$$

بعد تحديد الحمولات على الجوائز الحاملة للبلاطات كما هي موضحة في الشكل (7) يتم حسابها بنفس طريقة حساب الجوائز المستمرة . حيث يمكن أن يتم حسابها بطريقة العزوم المتساوية، وعندها يكون عزم الجائز البسيط بالنسبة للحمولة المثلثية M_O حيث :

$$M_O=G_2 \cdot L_1^2 \ /12 \qquad (33)$$

وتحسب قيمة Mo بالنسبة للحمولات شبة المنحرفة بالطرق المعروفة .



الشكل (6) توزع الحمولات على الجوائز الحاملة للبلاطات العاملة باتجاهين .

كما يمكن أن تحسب الجوائز المستمرة بطريقة الكود العربي ، حيث يستعاض عن الحمولات الموزعة بشكل مثلث أو شبه منحرف بحمولات موزعة بانتظام مكافئة لهذه الحمولات . ويتم حساب الجائز بالطرق العادية .

المراجع المستخدمة:

1. د. أحمد عبود، منشآت البيتون المسلح (2)، كتاب مقرر لطلاب السنة الثالثة هندسة مدنية، كلية الهندسة المدنية، جامعة اللاذقية، 1999-2000.
2. د. أحمد عبود، د. غاندي جحجاح، منشآت البيتون المسلح (2)، كتاب مقرر لطلاب السنة الرابعة هندسة معمارية، كلية الهندسة المعمارية، جامعة اللاذقية، 2004-2005.
3. الكود العربي لتصكيم وتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة، نقابة المهندسين السوريين، 2012.
4. حساب وتصميم المنشآت البيتونية المسلحة (1) - الجوائز المستمرة (1) - مغلفات العزوم
https://wpu.edu.sy/wpua/%d8%ad%d8%b3%d8%a7%d8%a8-%d9%88%d8%aa%d8%b5%d9%85%d9%8a%d9%85-

%d8%a7%d9%84%d9%85%d9%86%d8%b4%d8%a2%d8%aa-
%d8%a7%d9%84%d8%a8%d9%8a%d8%aa%d9%88%d9%86%d9%8a%d8%a9-
%d8%a7%d9%84%d9%85%d8%b3%d9%84%d8%ad/

5. حساب وتصميم المنشآت البيتونية المسلحة (1) - الجوائز المستمرة (2) طريقة الجداول.

https://wpu.edu.sy/wpua/%d8%ad%d8%b3%d8%a7%d8%a8-
%d9%88%d8%aa%d8%b5%d9%85%d9%8a%d9%85-
%d8%a7%d9%84%d9%85%d9%86%d8%b4%d8%a2%d8%aa-
%d8%a7%d9%84%d8%a8%d9%8a%d8%aa%d9%88%d9%86%d9%8a%d8%a9-
%d8%a7%d9%84%d9%85%d8%b3%d9%84%d8%ad-2/

6. حساب وتصميم المنشآت البيتونية المسلحة (3) - الجوائز المستمرة (3) - طريقة معادلة العزوم الثلاثة (كلابيرون).

https://wpu.edu.sy/wpua/%d8%ad%d8%b3%d8%a7%d8%a8-
%d9%88%d8%aa%d8%b5%d9%85%d9%8a%d9%85-
%d8%a7%d9%84%d9%85%d9%86%d8%b4%d8%a2%d8%aa-
%d8%a7%d9%84%d8%a8%d9%8a%d8%aa%d9%88%d9%86%d9%8a%d8%a9-
%d8%a7%d9%84%d9%85%d8%b3%d9%84%d8%ad-3/

7. حساب وتصميم المنشآت البيتونية المسلحة (4) - الجوائز المستمرة (4) - طريقة اللدونة

https://wpu.edu.sy/wpua/%d8%ad%d8%b3%d8%a7%d8%a8-
%d9%88%d8%aa%d8%b5%d9%85%d9%8a%d9%85-
%d8%a7%d9%84%d9%85%d9%86%d8%b4%d8%a2%d8%aa-
%d8%a7%d9%84%d8%a8%d9%8a%d8%aa%d9%88%d9%86%d9%8a%d8%a9-
%d8%a7%d9%84%d9%85%d8%b3%d9%84%d8%ad-4/

8. الاستثمار الأمثل لفولاذ التسليح في العناصر البيتونية الخاضعة للشد المركزي (1)

https://wpu.edu.sy/wpua/%d8%a7%d9%84%d8%a7%d8%b3%d8%aa%d8%ab%d9%85%d8
%a7%d8%b1-%d8%a7%d9%84%d8%a3%d9%85%d8%ab%d9%84-
%d9%84%d9%81%d9%88%d9%84%d8%a7%d8%b0-
%d8%a7%d9%84%d8%aa%d8%b3%d9%84%d9%8a%d8%ad-%d9%81%d9%8a-
%d8%a7%d9%84/

9. الاستثمار الأمثل لفولاذ التسليح في العناصر البيتونية الخاضعة للشد المركزي (2)

https://wpu.edu.sy/wpua/%d8%a7%d9%84%d8%a7%d8%b3%d8%aa%d8%ab%d9%85%d8
%a7%d8%b1-%d8%a7%d9%84%d8%a3%d9%85%d8%ab%d9%84-
%d9%84%d9%81%d9%88%d9%84%d8%a7%d8%b0-
%d8%a7%d9%84%d8%aa%d8%b3%d9%84%d9%8a%d8%ad-%d9%81%d9%8a-
%d8%a7%d9%84-2/