

دراسة تجريبية وتحليلية لرفع كفاءة البلاطات البيتونية المسلحة

المستخدمة في الظروف المحلية

د.م عبد الحميد كيخيا . كلية الهندسة المدنية-جامعة دمشق

١- المقدمة :

تعتبر البلاطات من أهم العناصر في الجملة الإنشائية ، إذ إنها تشكل بحدود 60% من حجم البيتون المسلح الإجمالي للبناء [1] . من هنا فإن اختيار التصميم المناسب للبلاطات يعتبر من المسائل الأساسية التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند تصميم الأبنية . من جهة أخرى فإن حمولات الزلازل تتعلق بشكل رئيسي بالوزن الذاتي للبناء ، وبالتالي فإن حجم البلاطات تلعب الدور الرئيس في تصميم العناصر الإنشائية الأخرى (الجوائز ، الأعمدة ، جدران القص ، القواعد) للبناء .

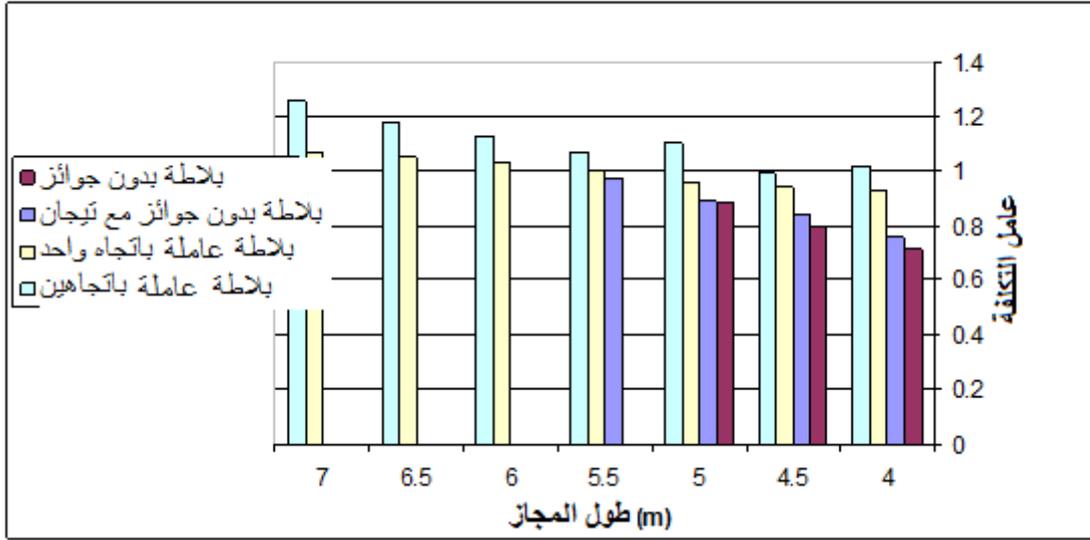
هدف هذا البحث هو السعي للوصول إلى تصميم أفضل (اختيار الأبعاد المناسبة) للبلاطات البيتونية المسلحة لرفع كفاءتها لتحمل الحمولات الخارجية المطبقة وتحقيق أكبر ريعية اقتصادية في استخدام المواد ، وتلافي أي احتمال لظهور تشوهات قد تحدث خلال عملية استثمار المبنى ، تؤثر سلباً في الناحية الوظيفية والجمالية للمبنى .

٢- أنواع البلاطات المستخدمة في الأبنية :

أنتجت الخبرة العالمية أنواعاً كثيرة من البلاطات المستخدمة في إنشاء الأبنية . إن اختيار نوعية البلاطات في بناء ما يخضع لمجموعة من الاعتبارات من أهمها : - وظيفة البناء ، - قيمة وطبيعة الحمولات ، - مدة التنفيذ المطلوبة ، - مجازات البلاطة ، - الظروف المحلية .

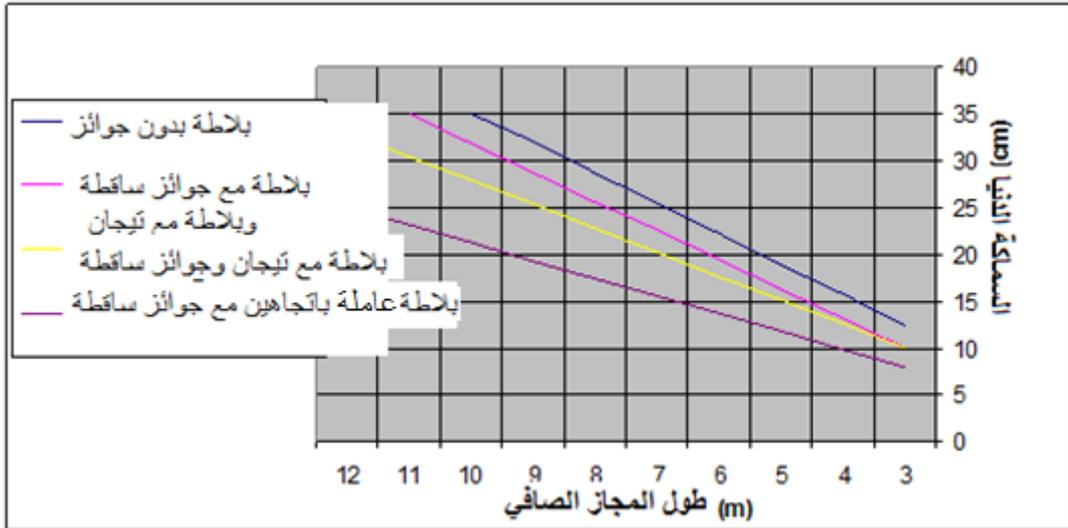
يبين الشكل (١) يبين مقارنة بين تكلفة بعض أنواع البلاطات بالعلاقة مع المجاز ، وذلك في حالة كون الحمولات الحية المطبقة لا تزيد على $LL=5KN/m^2$ [2] .

من خلال الخبرة العملية المكتسبة ، وإجراء العديد من الدراسات تبين بأن حجم البيتون المسلح المستخدم في البلاطات يشكل بحدود 60% من الحجم الكلي للبيتون المسلح للبناء ، بينما نفقات اليد العاملة اللازمة لتنفيذ البلاطات تشكل فقط 30% من النفقات اللازمة لليد العاملة للبناء ككل [5] . من هنا فإن السعي لتخفيض سماكة البلاطات وبالتالي حجم البيتون المستخدم فيها يعتبر مسألة مهمة جداً .

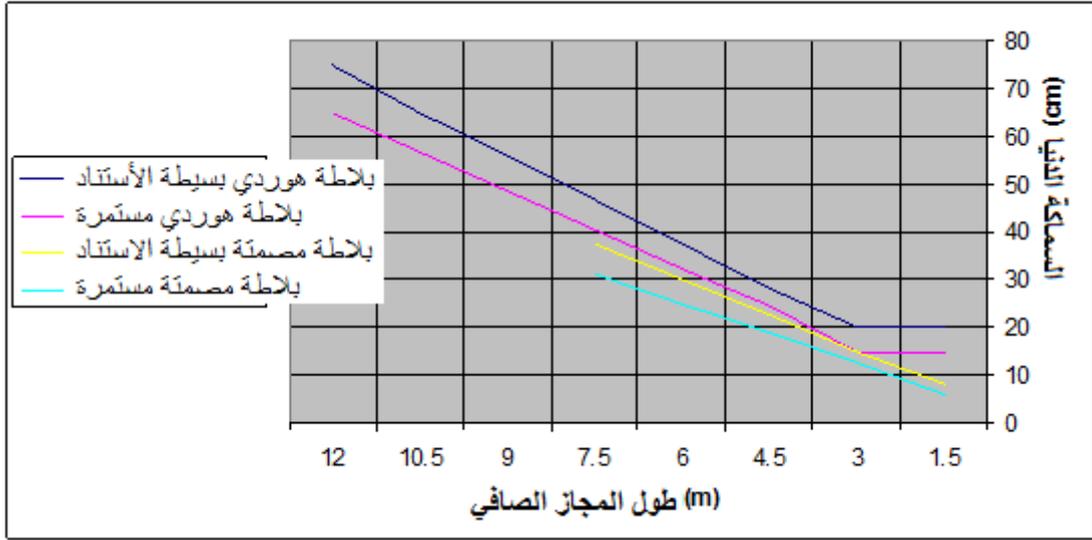


الشكل (١) عامل التكلفة لبعض أنواع البلاطات [2]

تتضمن أغلب الكودات العالمية لتنفيذ الأبنية القيمة الدنيا لسماكة البلاطات والتي ترتبط بعدد من المتحولات الأساسية من أهمها : قيمة السهم الحدي المسموح به ، أبعاد البلاطات ، قيمة الحمولات وطبيعتها ، مقاومة الحريق ، عازلية الصوت الخ . الأشكال (٢-٣) تبين السماكة الدنيا المسموحة لبعض أنواع من البلاطات وفق [2] .



الشكل (٢) : يبين السماكة الدنيا لبعض أنواع البلاطات العاملة بالأتجاهين الأكثر انتشاراً [2].



الشكل (٣) : يبين السماكة الدنيا لبعض أنواع البلاطات العاملة باتجاه واحد الأكثر انتشارا [2].

٣- فكرة البحث والغاية منه .

تعتبر بلاطات الهوردي الأكثر استخداما في إنشاء الأبنية في القطر العربي السوري لما تتمتع به من مزايا ولسهولة تنفيذها . من هنا أتت فكرة البحث ، التي تتلخص بالسعي لتحسين إداء وكفاءة هذا النوع من البلاطات وذلك بإجراء تجربة فعلية على بلاطات هوردي في إحدى المشاريع الهندسية في مرحلة تنفيذها .

لو فرضنا بأننا أحدثنا سهم معاكس في مرحلة إنشاء البلاطة بمقدار f ، بحيث أنه عند تطبيق الحملات الاستثمارية تصبح البلاطة بشكل أفقي تماماً ، ويفرض أن البلاطة محاطة من جميع أطرافها بجوائز ذات صلابة كبيرة نسبياً ، ويفرض أنها ثابتة لا تتحرك ، في هذه الحالة تتعرض مقاطع البلاطة إلى قوة ضغط N تحسب كما يلي :

من الشكل (4) نلاحظ بأن :

$$f^2 + \frac{l^2}{4} = \frac{S^2}{4} \quad (1)$$

حيث : S, L - طول قوس ومجاز البلاطة بعد التشوه ، f - السهم المعاكس المنفذ في البلاطة .

من جهة أخرى لدينا مقدار انضغاطية (تشوه) البلاطة $\Delta = S - L$ ، ويتبدله في العلاقة (1) نحصل :

$$f^2 = \frac{2 \cdot \Delta \cdot l + \Delta^2}{4} \quad (2)$$

ان القيمة Δ تتعلق بشروط الاستناد الطرفية للبلاطة ونوعية البيتون ونسبة التسليح وتساوي :

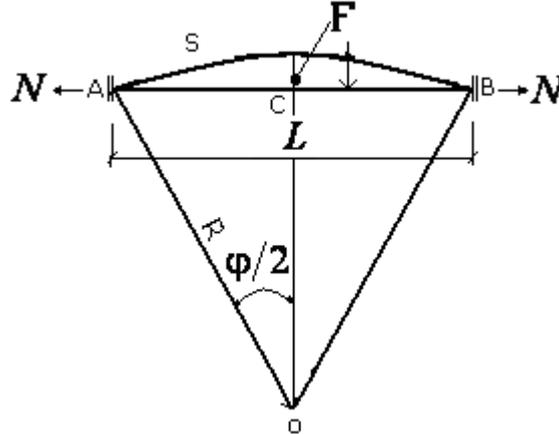
$$\Delta = \varepsilon \cdot l \quad (3)$$

دراسة تجريبية وتحليلية لرفع كفاءة البلاطات البيتونية المسلحة المستخدمة في الظروف المحلية .
أ.د.م عبد الحميد كيخيا

ϵ - معامل التشوه الكلي للبلاطة بالأخذ بعين الإعتبار تأثير الزحف والتقلص ونسبة التسليح والظروف المحيطة للبيتون .

أن العلاقة (2) يمكن ان يعبر عنها بالشكل التالي :

$$\frac{f^2}{L^2} = \frac{\Delta}{2L} + \frac{\Delta^2}{4L^2} \quad (4)$$



الشكل (٤) : رسم توضيحي لحساب تشوه البلاطة بتنفيذ سهم معاكس .

إن القوة N يمكن أن تحسب وفق العلاقة المعروفة في مقاومة المواد التالية :

$$N = \frac{\Delta}{L} \cdot A_b \cdot E_b \cdot \frac{\lambda}{a} \quad (5)$$

حيث : $A_b = b \cdot h$ - أبعاد المقطع البيتوني للبلاطة ، E_b - معامل المرونة للبيتون ، Δ - مقدار انضغاطية البلاطة وتحسب من العلاقة (٤) بدلالة السهم المعاكس F المنفذ ، α - عامل يأخذ بعين الإعتبار انخفاض صلابة المقطع البيتوني الغير متشقق نتيجة زحف البيتون مع الزمن تحت تأثير الحمولات الدائمة ويتعلق برطوبة الوسط المحيط ، ويساوي ٢ في حالة كون الرطوبة ٤٠.....٧٠ % ويساوي ٣ في حالة كون الرطوبة أقل من ٤٠ % [4] . في الكود العربي السوري $\alpha = 2$. λ - معامل صلابة محيط الإستناد الطرفية للبلاطة ويساوي $\lambda = 1$ في حالة كانت البلاطة موثوقة بشكل كامل على محيطها ، $\lambda = 0$ في حال كون البلاطة مستندة بشكل حر على أطرافها ، $\lambda = 0,5$ في حالة كون البلاطة وسطية ومستمرة من جميع أطرافها أو كانت محاطة بجوائز ساقطة من جميع أطرافها. بشكل دقيق يحسب العامل λ وفق العلاقة التالية [4]:

$$\lambda = \frac{0.125 (h_b - 0.5 f_u^o) R_b l^2 b}{f_u^i (h_b - f_u^i) E_b A_b} \quad (6)$$

حيث : f_u^i - الانتقالات الحدية للبلاطة بدون الأخذ بعين الاعتبار إعادة توزيع القوى ، $E_b A_b$ - صلابة المقطع البيتوني محيط البلاطة على الشد . f_u^o - الانتقال الحدي للبلاطة في حالة إعادة التوزيع الأعظمي

دراسة تجريبية وتحليلية لرفع كفاءة البلاطات البيتونية المسلحة المستخدمة في الظروف المحلية .
أ.د.م عبد الحميد كيخيا

للقوى وذلك باعتبار المحيط صلب جداً، أي ($\lambda=1$) ، -L طول مجاز البلاطة باتجاه إعادة توزيع القوى ، -b طول مجاز البلاطة بالاتجاه العمودي . إذا كانت البلاطة محاطة بجوائز من اربعة اتجاهات ، أو كانت مستمرة فإنه يجب إجراء الحساب مرتين وذلك باعتبار $l=l_1 \dots b=l_2$ و $l=l_2 \dots b=l_1$.

كذلك فإن التشوهات في مقاطع البلاطة تحسب كما يلي :

$$\varepsilon_{s1} = \frac{M_s \cdot \psi_s}{A_s \cdot E_s \cdot Z} - \frac{N \cdot \psi_s}{A_s \cdot E_s} \quad (7)$$

$$\varepsilon_{b1} = \left(\frac{M_s \cdot \psi_b}{A_{bc} \cdot \beta \cdot E_b \cdot Z} \right) \quad (8)$$

$$M_s = A_{bc} \cdot \sigma_b \cdot Z \quad (9)$$

حيث : $\varepsilon_{s1} \dots \varepsilon_{b1}$ - التشوهات في الليف العلوي للبيتون ، وحديد التسليح المشدود ، وذلك باعتبار ان البلاطة في وضع أفقي ، A_{bc} - المساحة المكافئة لمنطقة الضغط في المقطع ، -Z ذراع مزدوجة القوى الداخلية في منطقة الشق (المسافة بين محور قضبان التسليح ونقطة تطبيق محصلة قوى الضغط في البيتون) ، ψ_b - عامل يأخذ بعين الاعتبار عدم انتظام توزع الإجهادات والتشوهات في منطقة البيتون المنضغطة بين الشقوق ، ويساوي ٠،٩ للبيتون العادي و ٠،٧ للبيتون الخفيف ، ويساوي ١ في حال كون الحملات المطبقة مكررة ومتغيرة باستمرار ، ψ_s - عامل يأخذ بعين الاعتبار عدم انتظام توزع التشوهات والاجهادات في حديد التسليح في المنطقة بين الشقوق ، تتعلق قيمته بنوعية البيتون وشكل قضبان التسليح ، طبيعة وشدة الحملات المطبقة ،

$\beta = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon}$ - عامل يأخذ بعين الاعتبار نسبة التشوهات المرنة لأقصى ليف مضغوط على التشوهات الكلية ، ويساوي ٠،٤٥ في حال كون الحملات مكررة ومتغيرة باستمرار ، ويساوي ٠،١٥ في حالة كون الحملات دائمة ونسبة الرطوبة في الوسط المحيط أعلى من ٤٠ % ويساوي ٠،١ في حالة كون الرطوبة أقل من ٤٠ % [4].

الإجهادات في حديد التسليح المشدود والبيتون المضغوط في هذه الحالة :

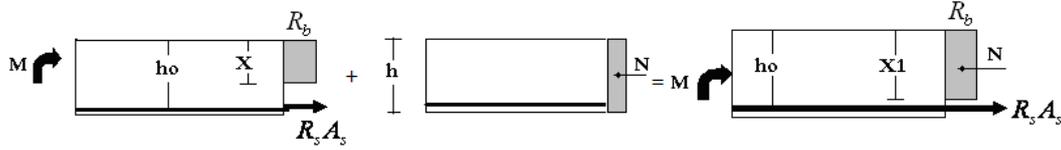
$$\sigma_s = \varepsilon_{s1} \cdot E_s \quad (10)$$

$$\sigma_b = \varepsilon_{b1} \cdot E_b = \varepsilon_{b1} \cdot \beta E_b \quad (11)$$

بهذا الشكل نلاحظ بان تشكيل سهم معاكس في البلاطة نحو الأعلى يؤدي الى تغير الحالة الإجهادية للمقطع تحت تأثير الحملات ، اذ يتحول المقطع من مقطع معرض لعزم انعطاف فقط إلى مقطع معرض الى قوى ضغط بالإضافة لعزم إنعطاف ، مما يؤدي الى تشغيل المقطع البيتوني على الضغط بشكل أكبر، وبالتالي تقليل الإجهادات في حديد التسليح .

دراسة تجريبية وتحليلية لرفع كفاءة البلاطات البيتونية المسلحة المستخدمة في الظروف المحلية .
أ.د.م عبد الحميد كيخيا

تحسب القيمة Z من مخطط الإجهادات المبين على الشكل (٥) ، والذي هو عبارة عن مخطط الإجهادات في المقطع المعرض لعزم إنعطاف مضافاً إليه الإجهادات والتشوهات الناتجة عن القوة N بسبب السهم المعاكس .



الشكل (٥) مخطط الإجهادات والتشوهات لمقطع البلاطة نتيجة السهم المعاكس مع عزم الإنعطاف .

$$R_b \cdot b \cdot x(h_0 - 0,5x) = M \quad (12)$$

$$R_b \cdot b \cdot x_1(h_0 - 0,5X_1) = M_1 \quad (13)$$

لتحديد X_1 ارتفاع منطقة الضغط ، مع وجود القوة N وبدونها ، لدينا :

$$R_s \cdot A_s = x \cdot R_b \cdot b \rightarrow X = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b} \quad (14)$$

لتحديد X_1 لدينا :

$$\xi \leq \xi_R \rightarrow R_b \cdot b \cdot X_1 = A_s \cdot R_s + N \quad (15)$$

$$\xi > \xi_R \rightarrow R_b \cdot b \cdot X_1 = A_s \cdot \sigma_s + N \quad (16)$$

حيث σ_s - الاجهادات في حديد التسليح وتساوي [٥] :

$$\sigma_s = \left(2 \frac{1 - \frac{x}{h_0}}{1 - \xi_R} - 1 \right) R_s \quad (17)$$

ξ_R - تحسب من العلاقة التالية :

$$\xi_R = \frac{x_R}{h_0} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_s}{R_s} \left(1 - \frac{\omega}{1,1} \right)} \quad (18)$$

$$\omega = \alpha - 0,008R_b \quad (19)$$

حيث: α - عامل يساوي 0,85٠ للبيتون العادي .

الإجهادات في حديد التسليح σ_s تتراوح قيمتها بين $R_s - R_s \dots$ وتتعلق بارتفاع منطقة الضغط في البيتون وتؤخذ كما يلي :

دراسة تجريبية وتحليلية لرفع كفاءة البلاطات البيتونية المسلحة المستخدمة في الظروف المحلية .
أ.د.م عبد الحميد كيخيا

$$X = \xi_R \cdot h_0 \rightarrow \sigma_s = R_s$$

$$X \geq h_0 \rightarrow \sigma_s = -R_s$$

إن قيمة القوة N في العلاقات (15-16) تتعلق بعوامل كثيرة من أهمها: شروط الإستناد الطرفية للبلاطة ، أبعاد البلاطة ، نوعية البيتون وظروف تصلبه... الخ .

بتبديل قيمة N المحسوبة وفق العلاقة (5) بالعلاقات (15-16) نجد أن قيمة x_1 تحسب وفق العلاقة التالية :

$$\xi \leq \xi_R \rightarrow x_1 = \frac{A_s R_s + \frac{\Delta}{L} A_c E_c \frac{\lambda}{\alpha}}{R_b b} \quad (20)$$

$$\xi > \xi_R \rightarrow x_1 = \frac{A_s \sigma_s + \frac{\Delta}{L} A_c E_c \frac{\lambda}{\alpha}}{R_b b} \quad (21)$$

نلاحظ بأن ارتفاع منطقة الضغط تزداد بزيادة السهم المعاكس وبالتالي يزداد العزم المقاوم للمقطع . كما نلاحظ بأن العلاقات السابقة مرتبطة مع بعضها بشكل تبادلي ، وهي تتغير حسب الحالة الإجهادية للمقطع ، لذلك فإن حل هذه العلاقات يتم بطريقة الخطوة - خطوة ، ونقترح المنهجية التالية للحل :

- ١- نحسب السهم الأعظمي الناتج في البلاطة تحت تأثير الحمولات الحسابية بموجب العلاقات المعروفة لحساب الإنشاءات ، وذلك بعد اختيار مقطع البلاطة وحديد التسليح .
 - ٢- نفترض بأننا نفذنا البلاطة بسهم معاكس مقداره القيمة المحسوبة من (١) ، ثم نحسب قيمة الإجهادات في حديد التسليح والبيتون بموجب العلاقات (١٠) (١١) وذلك بعد حساب التشوهات بموجب العلاقات (٧) (٨) .
 - ٣- نحسب قيمة السهم الحاصل بالأخذ بعين الاعتبار السهم العكسي .
 - ٤- نختر كمية حديد تسليح جديدة وذلك بتقليل الكمية الأساسية بنسبة $\frac{R_s}{\sigma_s}$ (محسوبة من العلاقة 10) .
 - ٥- نعيد حساب السهم الجديد بموجب كمية حديد التسليح الجديدة وذلك بفرض تنفيذ سهم معاكس جديد بموجب (٢) .
 - ٦- وهكذا إلى أن نتقارب قيمة السهم المعاكس مع القيمة الفعلية للسهم الحاصل تحت تأثير الحمولات الحسابية ، بالأخذ بعين الاعتبار الانحناء العكسي (أي تصبح البلاطة بوضع أفقي تحت تأثير الحمولات الحسابية) .
- من خلال إجراء بعض الحسابات نلاحظ بأن تنفيذ البلاطة بسهم معاكس يؤدي إلى ما يلي :

- ١- تقليل الإجهادات في حديد التسليح المشدود ، أي رفع مقدرة البلاطة لمقاومة الحمولات الخارجية المطبقة .
- ٢- تقليل أو حذف السهم الحاصل بعد تطبيق الحمولات الحسابية ، وبالتالي التخلص من العيوب التي قد تنشأ مع الزمن ، تحت تأثير الحمولات .
- ٣- التقليل ما أمكن من تشكل إجهادات الشد في البيتون وبالتالي التقليل أو التخلص من احتمال تشكل الشقوق في البلاطة ، مما يؤدي إلى زيادة ديمومة حديد التسليح وبالتالي البلاطة بشكل عام .

٤- التجربة

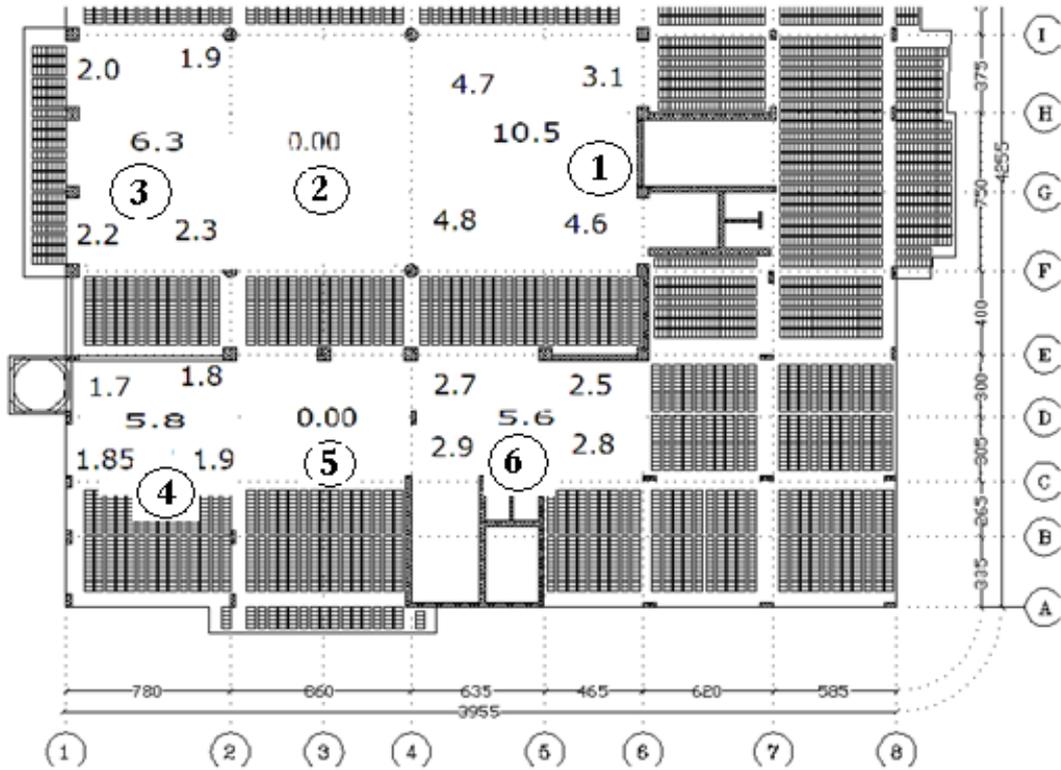
للقوف على حقيقة النتائج السابقة ،وبهدف تحديد مقدار التشوهات الفعلية التي يمكن أن تحدث في البلاطات ،
نتيجة تطبيق الحمولات الاستثنائية وتشوهات التقلص والزحف في البيتون ، وللد من بعض الظواهر السلبية التي
تنتج عنها، قمنا بإجراء تجارب حقلية فعلية على بعض البلاطات في أحد المشاريع في مرحلة التنفيذ .

لقد تم إجراء التجارب على نموذجين أنظر الشكل (٦) :

١- النموذج الأول : ثلاث بلاطات (١-٢-٣) بأبعاد ١١×١١،٢٥ م - ٨،٦×١١،٢٥ م - ١١،٢٥ ×١١،٢٥ م
٧،٨ م - بلاطات هوردي معصبة باتجاهين . تم تنفيذ سهم معاكس في اثنتين منها ، ونفذت الأخرى
بشكل أفقي للمقارنة .

٢- النموذج الثاني : ثلاث بلاطات (٤-٥-٦) بلاطات هوردي معصبة باتجاه واحد ، طول مجازها ٦ م
نفذت اثنتان منها بسهم معاكس ، بينما بقيت الأخرى أفقية .

البلاطات المجربة داخلية محاطة من جميع جوانبها بجوائز ساقطة وبلاطات أخرى ، وهي عبارة عن بلاطات
هوردي ذات مقطع مبين في الشكل (٧) .

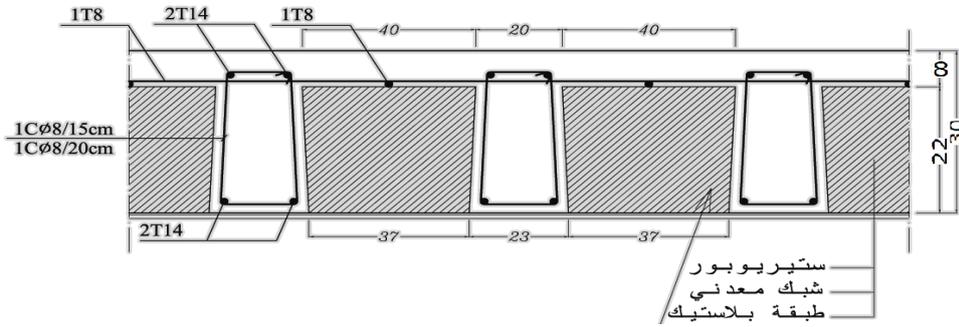


الشكل (٦) يبين مقدار السهم المعاكس في البلاطات المجربة مقدرة بالسهم

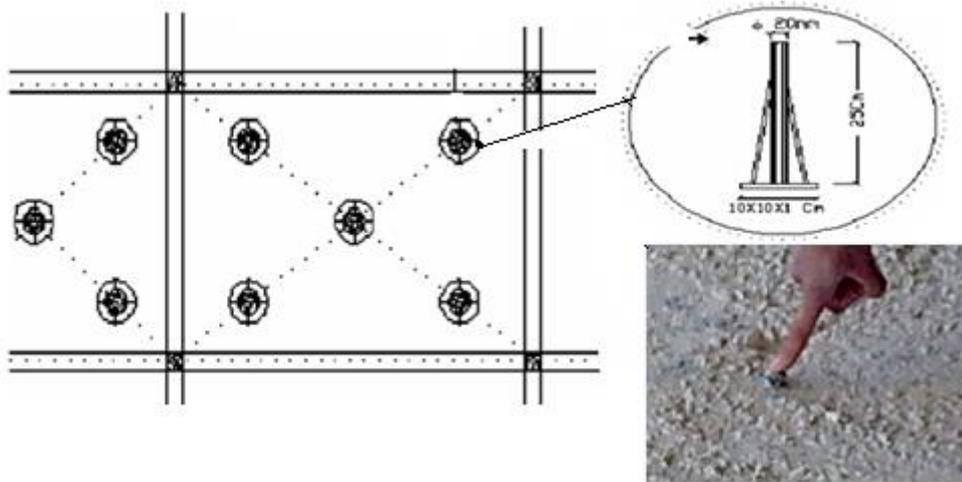
أخذت عينات نظامية من حديد التسليح والبيتون أثناء الصب وأجريت عليها تجارب عديدة في مخبر البيتون في
جامعة البعث لمعرفة الخواص الأساسية للبيتون وحديد التسليح . مساحة حديد التسليح والمقطع البيتوني كما مبين

دراسة تجريبية وتحليلية لرفع كفاءة البلاطات البيتونية المسلحة المستخدمة في الظروف المحلية .
أ.د.م عبد الحميد كخييا

في الشكل (٧) . لقد تم زرع بليتات معدنية على كامل سطح البلاطات . شكل هذه البليتات وأماكن توزيعها في البلاطة مبين في الشكل (٨) .



الشكل (٧) مقطع في بلاطة الهوردي



الشكل رقم (٨) : يبين أماكن توزيع البليتات في البلاطة وشكلها وطريقة تثبيتها .

نفذت البلاطات رقم (١-٣-٤-٦) بسهم معاكس ، بينما البلاطات (٢-٥) فنفذت بشكل أفقي للمقارنة . مقدار السهم المعاكس في أماكن البليتات مبين في الشكل (٦) . تم تثبيت البليتات بواسطة قضبان معدنية تأخذ شكل الهرم تثبت بشكل محكم على قضبان التسليح والقالب ، كما مبين على الشكل . لقد تم استخدام أجهزة مساحية دقيقة لقياس مناسيب البليتات بدقة ٠,١ مم ، أجريت القياسات في الفترات الزمنية التالية : عند تثبيت البليتات ، بعد صب البيتون ، قبل فك الكفراج ، بعد فك الكفراج مباشرة (تأثير الوزن الذاتي فقط) ، بعد شهر من تاريخ فك الكفراج ، بعد تنفيذ كفراج السقف الأعلى وصب بيتونه (تطبيق حمولة مؤقتة على البلاطات المجربة مقدارها وزن الكفراج ووزن بيتون السقف الأعلى) ، بعد فك كفراج السقف الأعلى (رفع الحمولة الإضافية) ، بعد شهرين من القياس السابق، في بداية تنفيذ الإكساءات في الطابق أعلى البلاطات المجربة ، بعد الانتهاء من تنفيذ البلاطة ، بعد شهرين من المرحلة السابقة ، وهكذا استمرت القياسات كل شهرين ولمدة سنتين اعتباراً من تاريخ صب البيتون .

يتلخص جوهر التجربة في إنشاء كفراج البلاطة المحدد بالجوائز المحيطية والأعمدة على شكل قبة بارتفاع قليل جداً ، بعد فك الكفراج ونتيجة التشوهات الحاصلة في البلاطة نتيجة الحمولات المطبقة وتشوهات التقلص وزحف

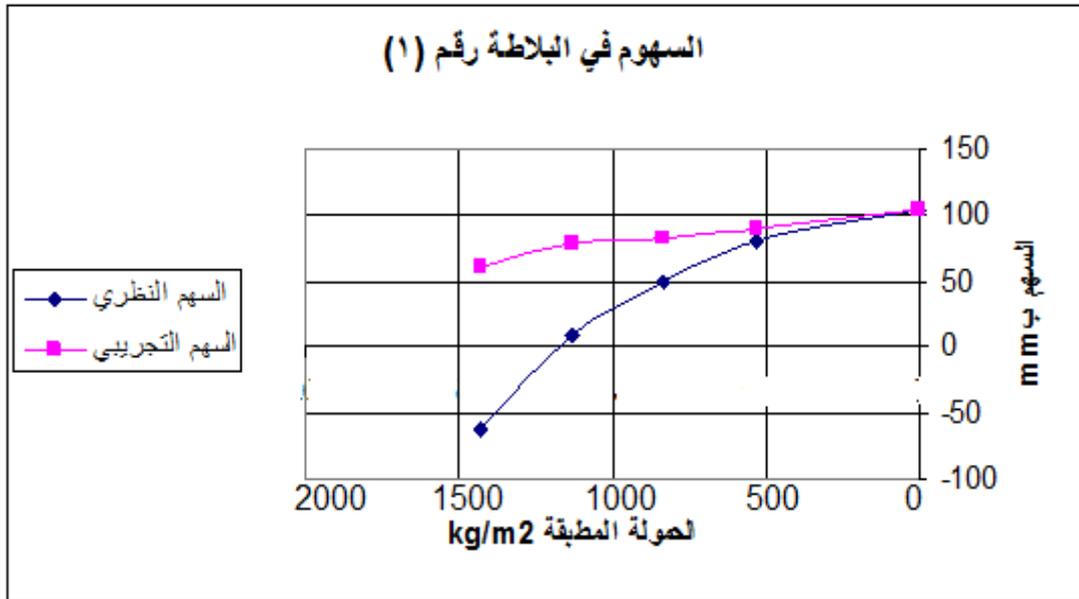
دراسة تجريبية وتحليلية لرفع كفاءة البلاطات البيتونية المسلحة المستخدمة في الظروف المحلية .
أ.د.م عبد الحميد كيخيا

البيتون مع الزمن تتحول القبة إلى الشكل المستوي ،حيث إن مقدار ارتفاع القبة يجب أن يكون مساوياً لمقدار التشوه (السهم) المتوقع حدوثه في البلاطة . باعتبار إن الجوائز المحيطية والأعمدة ثابتة غير متحركة تظهر في مقاطع البلاطة إجهادات ضغط تعاكس الإجهادات الناتجة عن تقلص وزحف البيتون ، ويمكن أن تنفيها ، وبالتالي الحد أو عدم ظهور شقوق التقلص،كذلك فإن إجهادات الضغط هذه ، تعاكس الإجهادات الناتجة في بعض مقاطع البلاطة عن الحمولات الخارجية المطبقة ، وبالتالي تحد من التشوهات الحاصلة في البلاطة نتيجة إعادة توزيع القوى في مقاطع البلاطة.

بسبب تعذر تحميل البلاطات بالحمولات التصميمية ،فقد تم تقدير التشوهات (السهم) الفعلية المتوقعة نتيجة الحمولات التصميمية بالقياس إلى نتائج التشوهات الفعلية التي تمت تحت تأثير الحمولات الفعلية المطبقة ،مع الأخذ بعين الاعتبار الخواص اللدنة للبيتون وتغيراتها مع الزمن

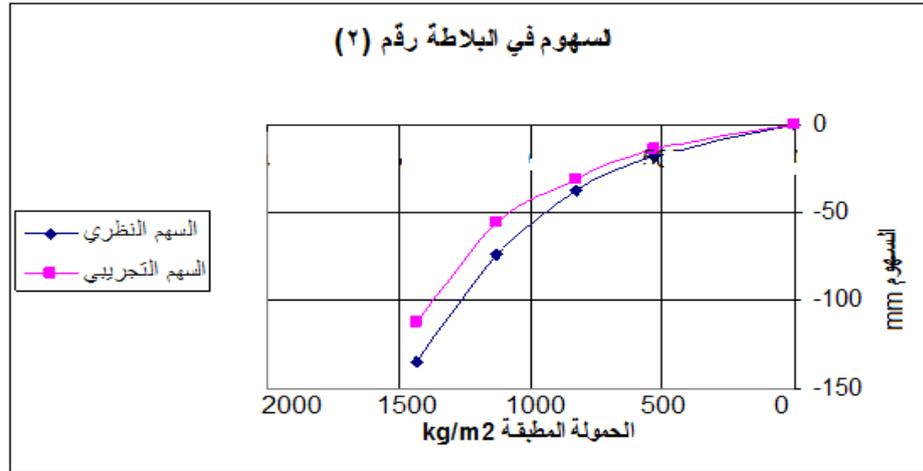
من جهة اخرى فقد لاحظنا تشكل شقوق تقلص في البلاطات رقم (٢-٥) (البلاطات المنفذة بشكل أفقي) ، وخصوصاً عند الاطراف والزوايا ، وقد تزايدت مباشرة بعد فك القالب .أما في البلاطات (١-٣-٤-٦) فلم تلاحظ هذه الشقوق ، مع مرور الزمن لاحظنا تشكل بعض الشقوق الصغيرة جداً ، والغير مرئية بالعين المجردة .

إن الأشكال (9-10-11) تبين التشوهات (السهم) التجريبية والنظرية في منتصف البلاطات (١-٢-٣) الأشكال (12-13-14) تبين التشوهات (السهم) التجريبية والنظرية في منتصف البلاطات (٤-٥-٦) ، وذلك تحت تأثير حالات التحميل المختلفة مع مرور الزمن .

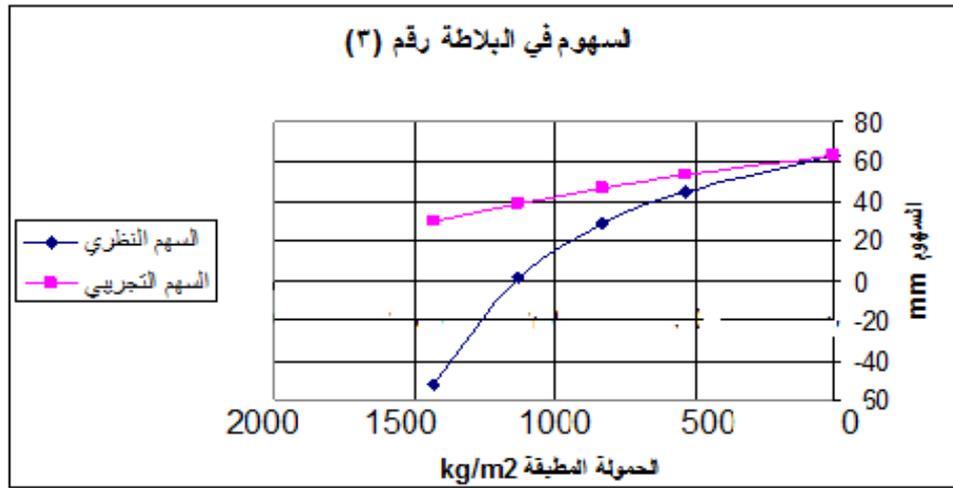


الشكل (9) : السهم النظري والتجربي في البلاطة (١)

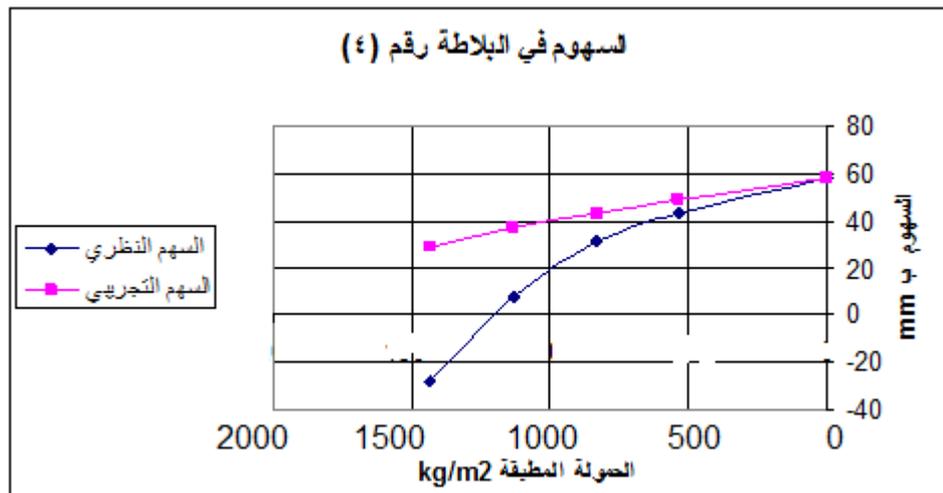
دراسة تجريبية وتحليلية لرفع كفاءة البلاطات البيتونية المسلحة المستخدمة في الظروف المحلية .
 أ.د.م عبد الحميد كيخيا



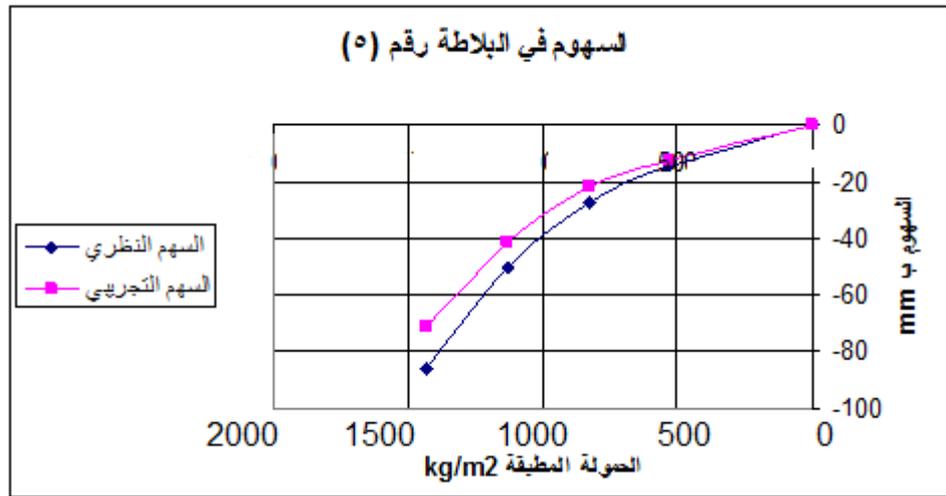
الشكل (10) : السهم النظري والتجريبي في البلاطة (٢)



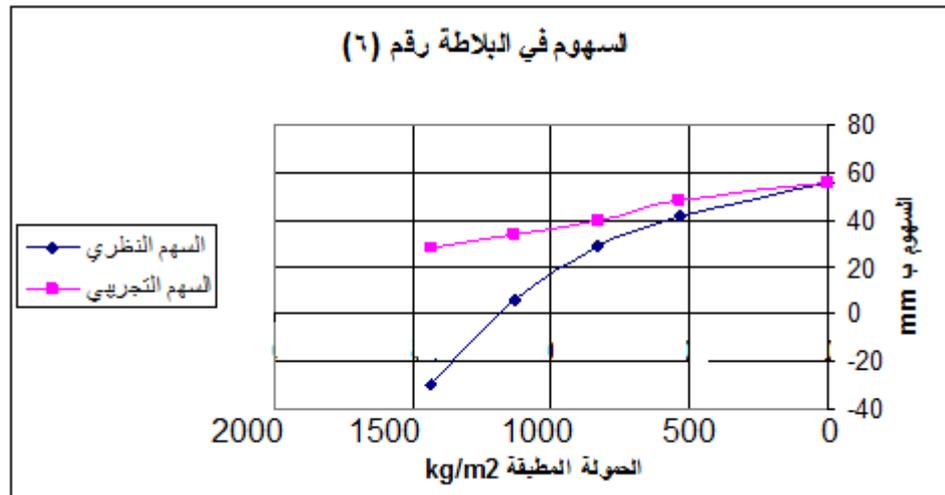
الشكل (11) : السهم النظري والتجريبي في البلاطة (٣)



الشكل (12) : السهم النظري والتجريبي في البلاطة (٤)



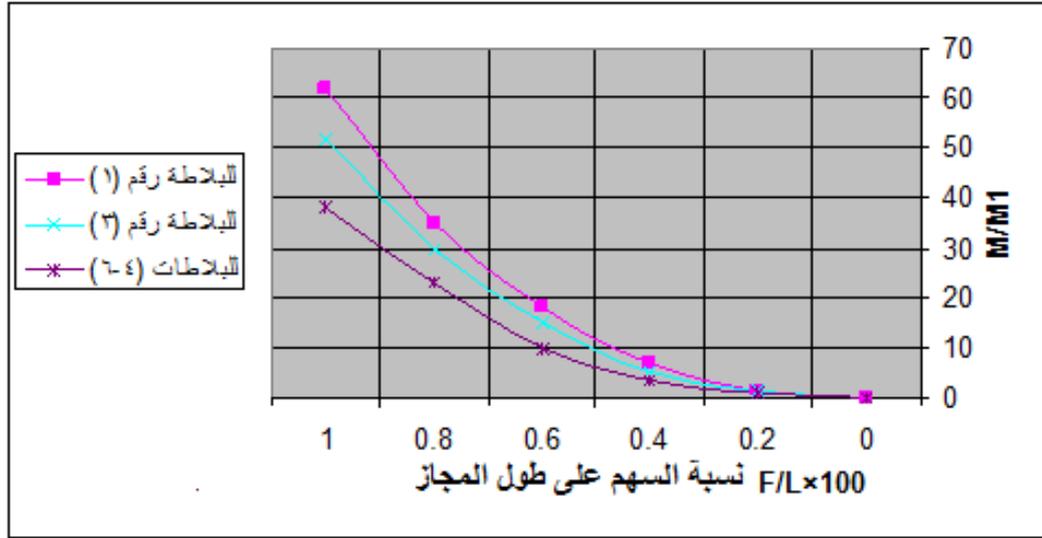
الشكل (13) : السهم النظري والتجريبي في البلاطة (٥)



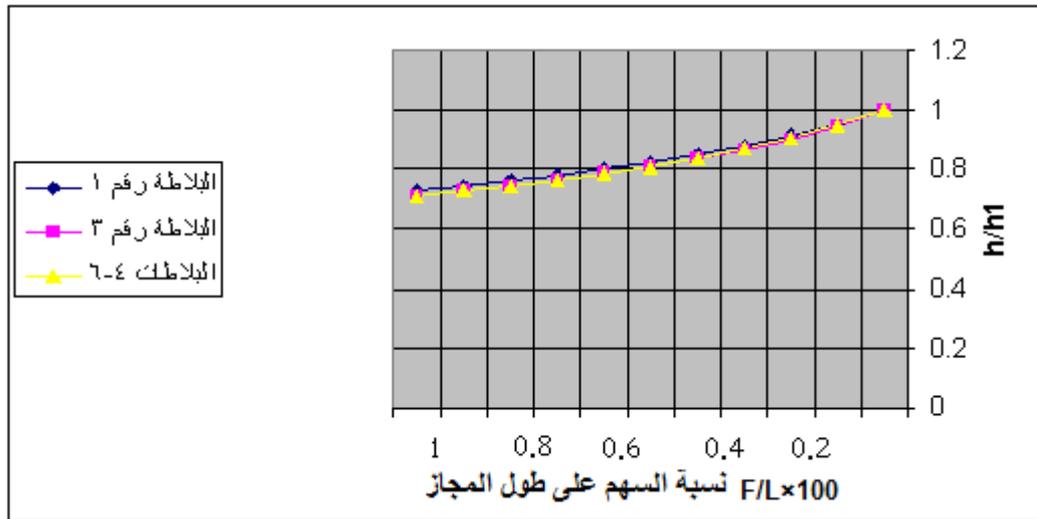
الشكل (١٤) : السهم النظري والتجريبي في البلاطة (٦)

من خلال تحليل النتائج المبينة على الأشكال السابقة يمكن استنتاج مايلي :

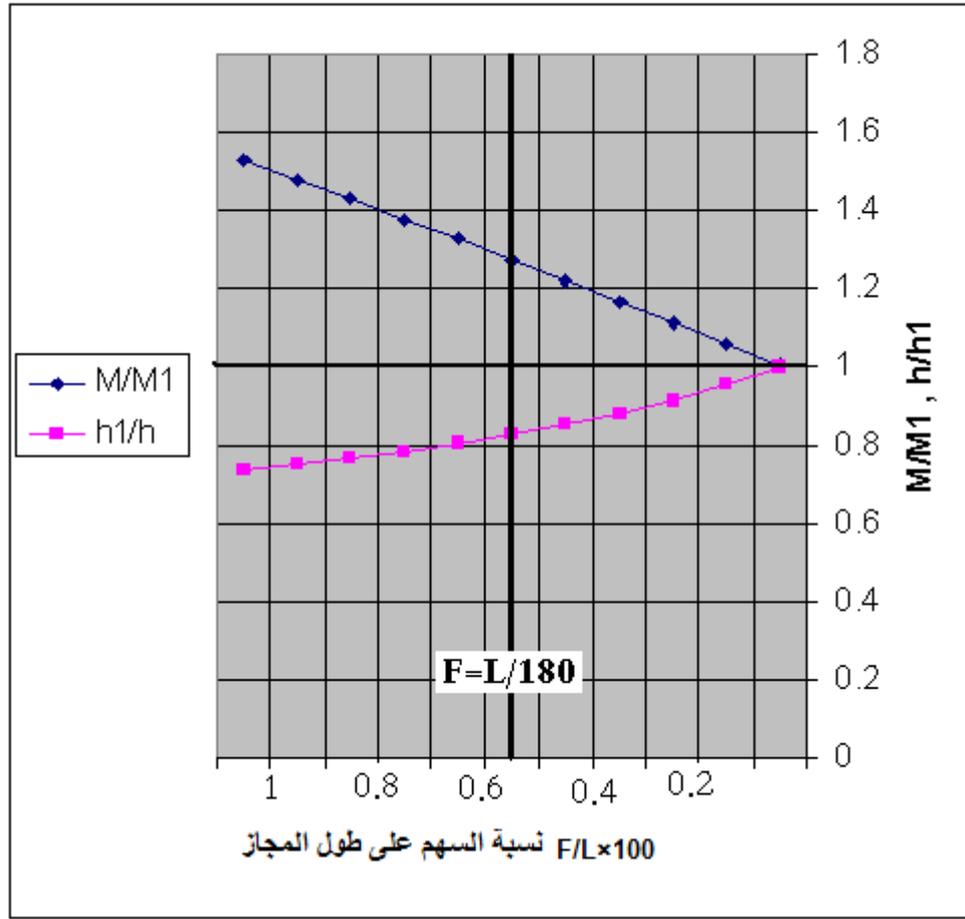
- ١- إن مقدار السهم الفعلية الحاصلة في البلاطات المنفذة بسهم معاكس لم تتجاوز قيمتها (٢٥---٣٥)% من قيمتها النظرية فيما لو نفذت البلاطات بشكل أفقي .
 - ٢- إن السهم الفعلية الحاصلة في البلاطات المنفذة بشكل أفقي وصلت إلى حدود ٨٥% من القيمة النظرية المتوقعة .
 - ٣- إن التباين بين القيم النظرية والتجريبية للسهم المبينة على الأشكال (٩، ١٠، ١٤...) ناتج عن تنفيذ سهم معاكس في البلاطة ، وذلك باعتبار إن القيم النظرية هي للبلاطة بشكل أفقي .
- لدراسة مقدار زيادة مقدرة البلاطة (زيادة العزم المقاوم) وإمكانية تخفيض سماكتها ، نتيجة السهم المعاكس ، قمنا بدراسة تحليلية على البلاطات (١-٣-٤-٦) وذلك بموجب العلاقات الواردة أعلاه ووفق البيانات الفعلية للبلاطات ، فكانت النتائج كما هو مبين في الشكلين (١٥-١٦)



الشكل (١٥) زيادة العزم المقاوم للبلاطات بالعلاقة مع نسبة السهم المعاكس الى المجاز ، M - العزم المقاوم بعد تنفيذ السهم المعاكس ، M_1 - العزم المقاوم قبل تنفيذ السهم المعاكس .



الشكل (١٦) تخفيض سماكة البلاطة نتيجة السهم المعاكس مع بقاء العزم المقاوم ثابت ، h - سماكة البلاطة المطلوبة بعد تنفيذ السهم المعاكس ، h_1 - سماكة البلاطة بدون تنفيذ سهم معاكس .



الشكل (١٧) :متوسط التغير للعزم المقاوم لمقطع البلاطات ومتوسط قيمة التخفيض الممكن للسماكة ، بالعلاقة مع تغير نسبة السهم M ، العزم المقاوم بعد تنفيذ السهم المعاكس ، M_1 - العزم المقاوم قبل تنفيذ السهم المعاكس ، h - سماكة البلاطة المطلوبة بعد تنفيذ السهم المعاكس ، h_1 - سماكة البلاطة بدون تنفيذ سهم معاكس .

من الأشكال (١٦، ١٥، ١٧) يمكن أن استنتج ما يلي :

- ١- إن تنفيذ البلاطات بسهم معاكس يؤدي الى زيادة مقاومتها للحمولات الخارجية المطبقة وبالتالي إمكانية تخفيض سماكتها ، وذلك نتيجة تغير الحالة الإجهادية وإعادة توزيع القوى في مقاطع البلاطة وبالتالي رفع كفاءة البلاطة لمقاومة الحمولات الخارجية .
- ٢- إن مقدار زيادة مقاومة البلاطة للحمولات الخارجية وكذلك تخفيض سماكتها ، نتيجة السهم المعاكس يتناسب طردياً مع مقدار هذا السهم ، لكن هناك حدود عملية لهذا السهم تتعلق بوظيفة البلاطة ، مكانها ، علاقتها مع مواد الإكساء، علاقتها مع العناصر الإنشائية الأخرى الخ .
- ٣- تزداد مقدرة البلاطات نتيجة السهم المعاكس بزيادة طول مجاز البلاطة .
- ٤- إن مقدار إمكانية تخفيض سماكة البلاطات نتيجة السهم المعاكس لا يتعلق بأبعاد البلاطات .
- ٥- إن تنفيذ سهم معاكس بمقدار ١ سم لكل متر طول من مجاز البلاطة المحاطة بجوائز ساقطة على أطرافها (البلاطات التي لها ظروف مماثلة للبلاطات المجربة) يؤدي الى زيادة مقدرة البلاطة بمقدار ٤٠ - ٦٠ % ، على التوالي حسب مجاز البلاطة ، وإمكانية تخفيض سماكتها بحدود ٣٠%

دراسة تجريبية وتحليلية لرفع كفاءة البلاطات البيتونية المسلحة المستخدمة في الظروف المحلية .
أ.د.م عبد الحميد كيخيا

٦- إن إنشاء سهم معاكس بمقدار قيمة السهم الحدي المسموح به في البلاطات ($F=L/180=0.0055$) يمكن أن يؤدي إلى إمكانية تخفيض سماكة البلاطة بمقدار ١٥-٢٠% من سماكتها المطلوبة ، فيما لو نفذت بشكل أفقي ، بدون أن يؤدي إلى أية زيادة على كمية حديد التسليح .

٥- الاستنتاجات

مما ورد أعلاه ومن خلال نتائج التجربة يمكننا أن نلاحظ بأن إنشاء البلاطات البيتونية المسلحة بسهم معاكس يؤدي إلى النتائج التالية:

- ١- التخلص من تشوهات وتشققات التقلص أو الحد منها بشكل كبير جداً.
- ٢- التخلص من تشوهات الانعطاف الطبيعية التي تظهر بشكل انحناءات في السطوح المستوية والناجمة عن الحمولات الخارجية المطبقة على البلاطات وخصوصاً ذات المجازات الكبيرة التي تزيد على ٥ م .
- ٣- إن الطريقة المقترحة الواردة أعلاه في البحث يمكن أن تساعد في حساب مقدار السهم المعاكس الأمثل الممكن تنفيذه في البلاطة وذلك بحسب ظروف عمل البلاطة ووظيفتها وارتباطها مع العناصر الإنشائية الأخرى.
- ٤- في حالة عدم السماح بتشكيل سهم معاكس كبير نسبياً(لموس)، نتيجة ظروف الاستثمار (البلاطة بوضع أفقي) فإننا نقترح تنفيذ سهم معاكس بمقدار السهم الحدي المسموح ($F=L/180=0.005L$) ، وذلك باعتبار إن البلاطة منفذة بشكل أفقي وتخضع للحمولات التصميمية .
- ٥- إن إنشاء سهم معاكس في البلاطات بمقدار قيمة السهم الحدي المسموح ، يمكن أن يؤدي إلى إمكانية تخفيض سماكة البلاطة بمقدار ١٥% من سماكتها المطلوبة ، فيما لو نفذت بشكل أفقي ، بدون أن يؤدي إلى أية زيادة على كمية حديد التسليح .
- ٦- باعتبار أن حجم البيتون للبلاطات يشكل حدود 60% من حجم البيتون الكلي في الأبنية ، لذلك فإن تخفيض سماكة البلاطات بمقدار ١٥% نتيجة تنفيذ سهم معاكس فيها، يؤدي إلى تخفيض ٩% من حجم البيتون الكلي للبناء .
- ٧- إن تخفيض وزن البلاطات بمقدار ١٥% يؤدي إلى تخفيض حمولة الزلازل بنفس المقدار ، مما ينعكس إيجاباً على تصميم العناصر الإنشائية الأخرى في البناء (الأعمدة، جدران القص ، الأساسات)
- ٨- إن مقدار الزيادة في مقدرة البلاطات نتيجة السهم المعاكس تتعلق بشكل أساسي بمقدار هذا السهم ، ظروف الاستناد الطرفية للبلاطة ، مجاز البلاطة .

٦- التوصيات

ان النتائج السابقة تخص فقط البلاطات التي لها ظروف عمل مشابه لظروف عمل البلاطات المجراة عليها الاختبارات. للحصول على نتائج أكثر دقة ولأنواع أخرى من البلاطات لابد من إجراء المزيد من الاختبارات والتجارب العملية والدراسات النظرية لاستكمال البحث في هذا الموضوع .

٧- المراجع

1. REDDY J. N. *Theory and Analysis of Elastic Plates and Shells* , USA , 2007.
2. LYAD M. *Simplified Design Reinforced Concrete Buildings of Moderate Size and Height* , Portland Cement Association 2011.
3. كيخيا А.Х. *Способ повышения качества монолитных железобетонных плит перекрытий //Дороги і мости, 2010.– Вип. 10.– С.110–118.*
4. А.Б.Голышев, В.Я.Бачинский, В.П.Полищук и др. *Проектирование железобетонных конструкций: Справочное пособие* Под ред. А.Б.Голышева.– К.:Будівельник, 2005.–496с.
5. Бондаренко.В.М. *Железобетонные и каменные конструкции ;* Москва.: Высшая школа, 2007.–886 с.
6. Мурашкин Г. В. и др. *Проектирование плит перекрытия монолитного безбалочного каркаса с предварительным строительным подъемом. Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре. Материалы второй юбилейной научно-технической конференции по итогам НИР. Сам ГАСА. Часть – 2, Самара, 2008 г.*