وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة ديالى
كلية الهندسة
القسم المدني
فرع الانشاءات

Experimental Study of Deflection for Two-way R.C. Slabs Using Varies Roofing Systems

أ.م.د.
المهندس الاستشاري: أحمد عبد الله منصور المشهداني

١٥/ تشرين ثاني/٢٠١٧

مقدمة

أن التطور الحاصل في العلوم والتكنولوجيا الحديثة، اثبت ان استخدام الطريقة التقليدية في صب البلاطات بالخرسانة المسلحة في المباني غير مرغوب لما فيه من أثار سلبية على المباني من حيث الاوزان العالية وقابلية العزل المحدودة وغيرها.

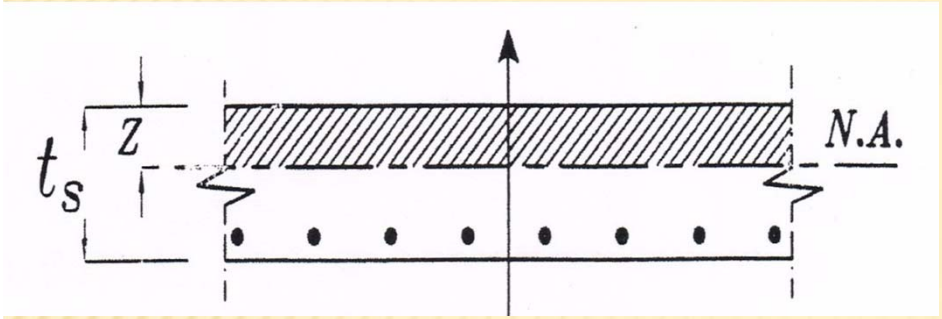
أن الخرسانة المسلحة تمثل الوحدة المنطقية لمادتين: الخرسانة الاعتيادية التي تمتلك مقاومة أنضغاط عالية مع مقاومة شد ضئيلة وقضبان حديد التسليح المدفونة في الخرسانة والتي بأستطاعتها توفير مقاومة الشد اللازمة.

أما في حالة استخدام الخرسانة في صب البلاطات المصمتة Solid Slab فتكون الخرسانة الواقعة تحت خط التعادل Neutral axis (N.A) عديمة الفائدة وذلك لان الخرسانة مهملة في مناطق الشد .

لذا فعند صب بلاطات بسمك اكبر من ١٦٠ملم لا يحبذ استخدام هذا النوع من الخرسانة، بل يتم استخدام انواع أخرى مثل: بلاطات مجوفة اللب Hollow Core Slab و البلاطات المعصبة Ribbed Slab و بلاطات البلوكات المجوفة Hollow Block Slab

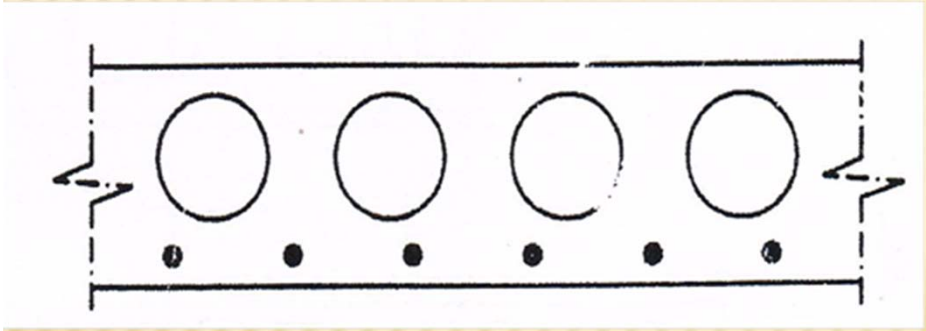
أن استخدام نظام البناء باستخدام مقاطع البلوك المجوف سواء كان من الخرسانة او الفلين هو نظام متطور يقوم على اساس تقليل كافة المواد البنائية مما يؤدي الى تقليل الاحمال الكلية للابنية واضافة الى كونه سريع التنفيذ وبذا يوفر عامل الجهد والوقت اثناء فترة التنفيذ ويوفر بشكل كبير مصروفات الطاقة والوقود نتيجة العزل الحراري الممتاز الذي يوفره هذا النوع من الانظمة.

طرق التسقيف



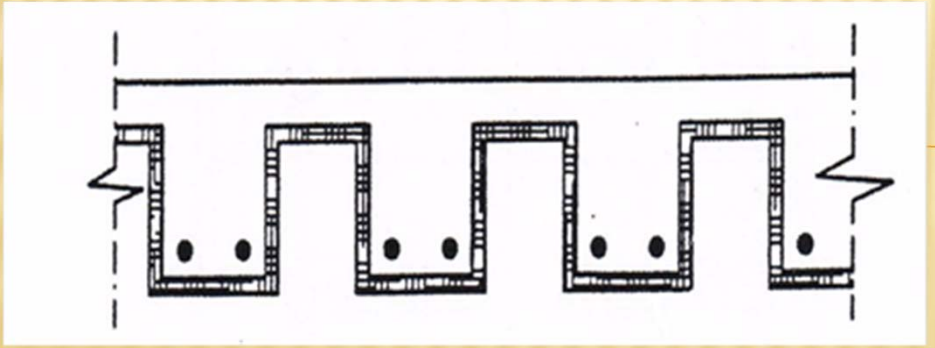
١. التسقيف التقليدي:

عند القيام بالتسقيف بالطريقة التقليدية Solid Slab فيتم صب السقوف بسمك لا يقل عن ١٥٠ملم ويصل احيانا الى ٣٠٠ملم، فتكون الاجزاء الخرسانية الواقعة تحت محور التعادل N.A. عديمة الفائدة كون الاجزاء الخرسانية الواقعة في منطقة الشد تكون مهملة



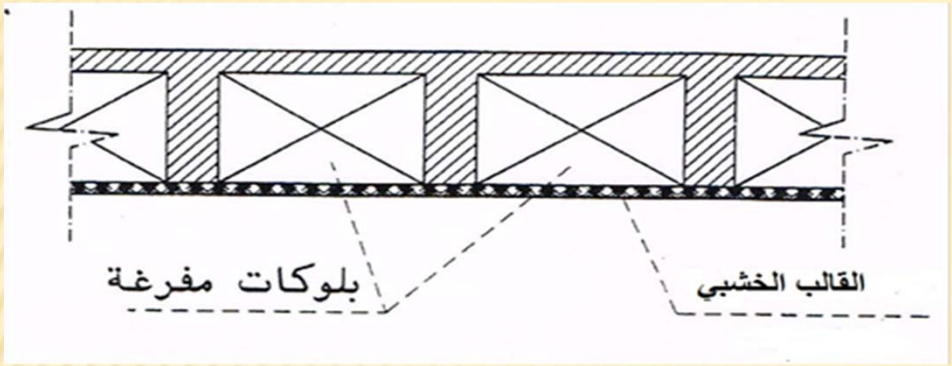
٢. التسقيف بالبلاطات المجوفة Hollow Core Slab:

وتكون هذه البلاطات مفرغه تصنع من خرسانة مسبقة الصب Precast Concrete وميزتها انها خفيفة الوزن وامكانية استخدامها مع الجسور التي تحتاج الى سمك كبير، وتكون غالية الثمن مقارنة مع الانواع الاخرى من البلاطات



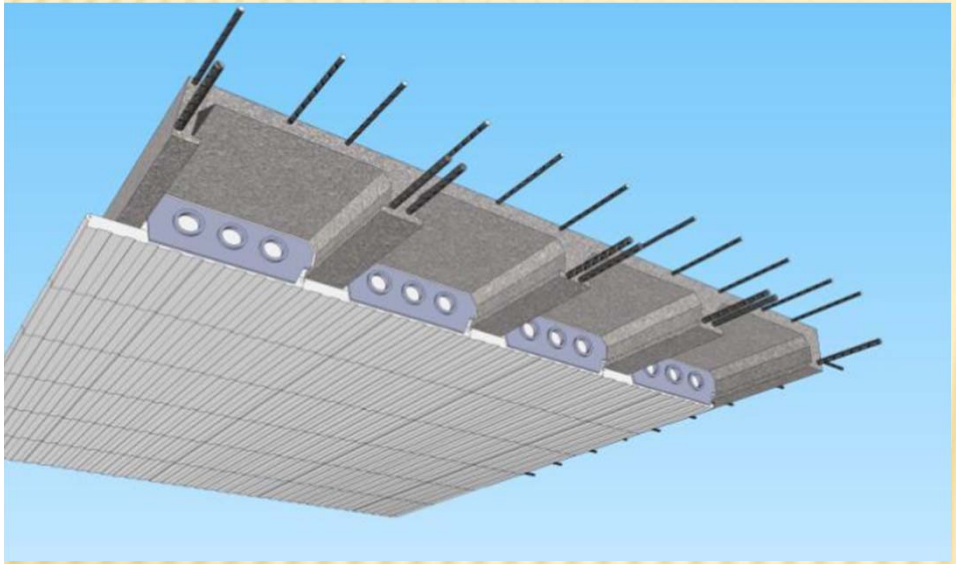
٣. التسقيف بالبلاطات المعصبة Ribbed Slab

و ميزتها انها خفيفة الوزن وتحتاج الى تقنية عالية في اعداد القوالب الخشبية، لذا تكون هناك صعوبة في تنفيذها اضافة الى كونها غالية الثمن



٤. التسقيف بالبلوك المجوف Hollow Block Slab:

وتشبه هذه النوعية البلاطات المعصبة Ribbed Slab لكن مع استخدام بلوكات مفرغة (خفيفة الوزن) ، و ميزتها انها خفيفة الوزن وعملية اعداد القوالب الخشبية سهلة التنفيذ.



٥. التسقيف بالفلين المعزول Slab Isolated Concrete Foam:

وتشبه هذه النوعية التسقيف باستخدام البلوك Hollow Block Slab لكن مع استخدام بلوكات مفرغة (خفيفة الوزن) من الفلين، و ميزتها انها خفيفة الوزن وعملية اعداد القوالب الخشبية سهلة التنفيذ.

٦. التسقيف بالثرمستون:

وتشبه هذه النوعية التسقيف باستخدام البلوك Hollow Block Slab لكن مع استخدام بلوكات من مادة الثرمستون (خفيفة الوزن) ، و ميزتها انها خفيفة الوزن وعملية اعداد القوالب الخشبية سهلة التنفيذ.

مفردات الدراسة

تتضمن الحلقة النقاشية دراسة هبوط البلاطات الخرسانية من خلال أستخدام مواد انشائية محلية مختلفة واطئة الكلفة في أنشاء الابنية التقليدية بالاضافة الى دراسة وزن كل بلاطة.

تقوم خطة البحث على أنشاء ثلاث نماذج من الغرف بابعاد (٤×٥)متر وبارتفاع ٣متر :-

النموذج الاول: تم تشييد جدران الغرفة من مادة البلوك المجوف وصب البلاطة باستخدام الخرسانة المسلحة بسمك ٢٠سم

النموذج الثاني فتم تشييد الجدران والبلاطة من مادة الثرمستون مع عمل جسور من الخرسانة المسلحة بعرض ١٥سم وصب البلاطة بالخرسانة المسلحة بارتفاع ٧سم .

النموذج الثالث فتم تشييد الجدران من مادة الطابوق والسمنت وتم صب البلاطة باستخدام الفلين بارتفاع ١٧سم مع عمل جسور من الخرسانة المسلحة بعرض ١٠سم (رباطات) وصب البلاطة بالخرسانة المسلحة بارتفاع ٧ سم

البرنامج العملي

أولا:الخواص الميكانيكية للمواد المستخدمة

١. السمنت: تم استخدام السمنت البورتلاندي الاعتيادي من منشا عراقي نوع الماس، وقد تم أجراء الفحوصات الفيزيائية والكيميائية بموجب المواصفة العراقية رقم ٥ لعام ١٩٨٤، وكانت النتائج مطابقة للمواصفة.

٢. الرمل:تم أستخدام رمل (الاخيضر) في أعمال البناء والصب وتم أجراء الفحوصات الخاصه به بموجب المواصفات القياسية العراقية رقم ٤٥ لعام ١٩٨٤، وكانت النتائج مطابقة للمواصفة.

٣ الحصى:تم أستخدام حصى مكسر من مقالع الصدور وتم أجراء الفحوصات الخاصه به بموجب المواصفات القياسية العراقية رقم ٤٥ لعام ١٩٨٤،وكانت النتائج مطابقة للمواصفة.

٤ حديد التسليح: تم أستخدام حديد تسليح من منشأ اوكراني، وتم أجراء الفحوصات الخاصه به بموجب المواصفات الامريكية ASTM615Mوكانت النتائج مطابقة للمواصفة.

٥ الطابوق: تم استخدام طابوق طيني (غير مثقب) وتم اجراء الفحوصات الخاصة به بموجب المواصفات القياسية العراقية رقم ٢٥ لعام ١٩٨٨وكانت النتائج مطابقة للمواصفة.

٦ البلوك : تم استخدام بلوك خرساني بابعاد(٢٠×٢٠×٤٠)سم محلي الصنع وتم اجراء الفحوصات الخاصة به بموجب المواصفات القياسية العراقية رقم ١٠٧٧ لعام ١٩٨٧وكانت النتائج مطابقة للمواصفة.

٧ االثرمستون : تم استخدام ثرمستون بابعاد(٢٠×٢٠×٦٠)سم محلي الصنع وتم اجراء الفحوصات الخاصة به بموجب المواصفات القياسية العراقية رقم ١٤٤١ لعام ٢٠٠٠وكانت النتائج مطابقة للمواصفة.

صب الارضية بسمك
٢٠سم

تسليح الارضية بشبكتين من
BRC

حدل الارضية وفرش
وحدل طبقة من
السبيس ١٥سم

اعمال بناء الغرف
الثلاثة

المعالجة بالماء ٣ ايام
لاعمال البناء

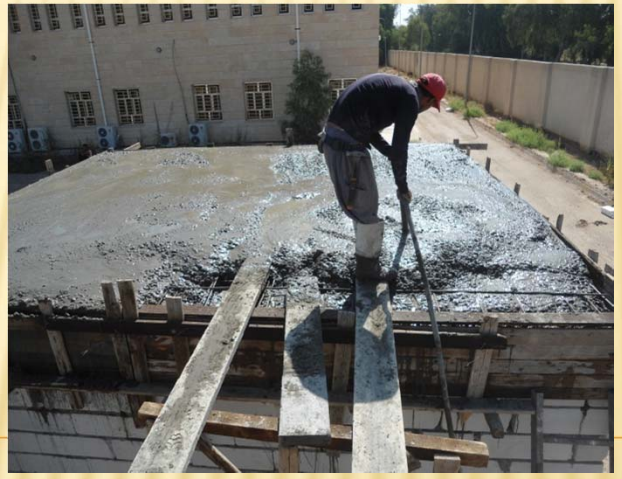
المعالجة بالماء ٧ ايام
لاعمال الصب

البلاطة الصلدة

التسقيف بالثرمستون

التسقيف بالستايروبور

صب البلاطة الصلدة



صب بلاطة الثرمستون

صب بلاطة الستايروبور

واجهة الغرف المواجهة للشمس

واجهة الغرف الخلفية

بلاطة الثرمستون من الداخل

بلاطة الفلين من الداخل

البلاطة الصلدة من الداخل

فحوصات التحميل:

تم اجراء فحوصات التحميل من خلال تحميل السقف باحمال تدريجية يتم خلالها تسجيل مقدار الهطول الحاصل في مركز كل سقف. وقد تم تهيأة أكياس مملوءة بالرمل الجاف بوزن ٣٠ كغم وبكمية ٣٣٤ كيس ، لضمان الحصول على حمل حي كلي مقدارة ١٠ طن لكل غرفة اي ٠.٥ طن / م٢ (٥كيلونيوتن/ م٢) ، وتم قراءة الهطول في منتصف كل غرفة من الغرف وتسجيل هذه القراءات لكل ١٥٠ كيلو غرام (١,٥ كيلو نيوتن) يتم البدء بتوزيع هذه الاحمال من مركز سقف البلاطة وينتشر باتجاه الاطراف

وقد تم الابقاء على الاحمال لمدة ١٠ ايام لكل بلاطة لقياس الهطول على المدى البعيد Long term deflection **اضافة الى قراءة الهطول المتبقي بعد رفع الاحمال** Residual deflection.

قياس الهطول في البلاطة الصلدة

قياس الهطول في بلاطة الفلين

قياس الهطول في بلاطة الثرمستون

مناقشة وتحليل النتائج

اولا: الخواص الميكانيكية للخرسانة المستخدمة

خرسانة صب الاسس:

نتائج مكعبات الخلطة الخرسانية المستخدمة في الصب هي ١٥ نت/مم٢ بعمر ٢٨ يوم.

خرسانة صب السقوف:

اما بالنسبة لصبة السقوف فكانت نتائج مكعبات الخلطة الخرسانية المستخدمة في الصب هي ٢٠ نت/مم٢ بعمر ٢٨ يوم.

حديد التسليح المستخدم:

مقاومة الشد للحديد المستخدم قياس ٨ ملم ٤٦٠ نت/مم٢.

مقاومة الشد للحديد المستخدم قياس ١٢ملم ٤٦٧ نت/مم٢.

ثانيا:تحليل الاوزان:

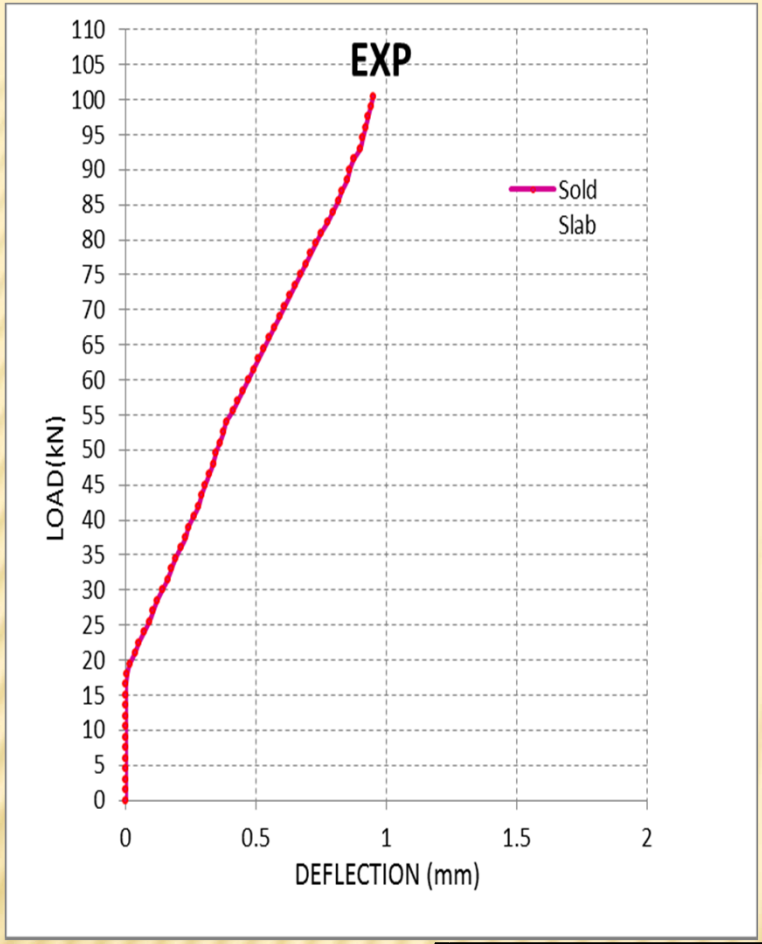
تم احتساب اوزان كل نوع من البلاطات بحسب الاعتبارت التالية:

- كثافة الخرسانة المسلحة ٢٤٠٠ كغم/ م٣
- كثافة الثرمستون ٦٦٠ كغم/ م٣
- كثافة الفلين ١٧ كغم/ م٣.

علما ان الخرسانة المسلحة البلاطات المصنعة من الفلين و الثرمستون اخف وزنا من الخرسانة الصلدة كونها تحوي على طبقة واحدة من التسليح وبقطر ١٠ملم.

Position	Solid Slab		Stairobor Slab		Thermistone Slab	
	Quantity (m^3)	Weight (kg)	Quantity (m^3)	Weight (kg)	Quantity (m^3)	Weight (kg)
Concrete(m^3)	5.12	12288	3.373	8095.2	4.07	9768
Stairobor(m^3)	---	---	2.448	41.616		
Thermiston(m^3)	---	---	---		2.592	1710.72
Total Weight(kg)		**12288**		**8137**		**11479**

وبذلك نستنتج ان وزن بلاطة مصنعة من الفلين (الستايروبور) اقل من وزن البلاطة الاعتيادية بنسبة ٣٣.٨% وان وزن بلاطة مصنعة من الثرمستون اقل من وزن البلاطة الاعتيادية بنسبة ٦.٦%.



ثالثا: تحليل الهطول:

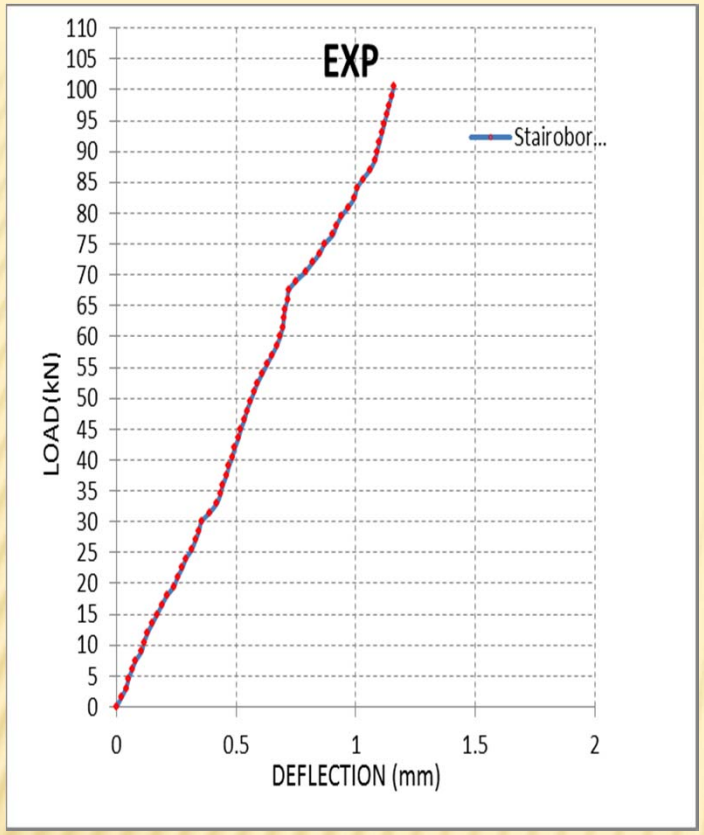
أ. الهطول في البلاطة الصلدة:

تم رسم علاقة الاحمال مع الهطول ، وكانت العلاقة خطية كما مبين في الشكل:

وكانت اعلى قراءة للهطول في مركز البلاطة ٠.٩٥ ملم وكان مقدار الهطول بعد مرور ١٠ ايام كان الهطول ١.٦١ ملم وكان مقدار الهطول المتبقي بعد رفع الاحمال ٠.٦٤ملم.

وبمقارنة النتائج العملية مع النتائج النظرية كانت النتائج:

Deflection	Sold Slab	
	Exp.(mm)	Theoretical (mm)
Immediate deflection	0.95	0.09117
Long term deflection	1.61	
Residual deflection	0.64	



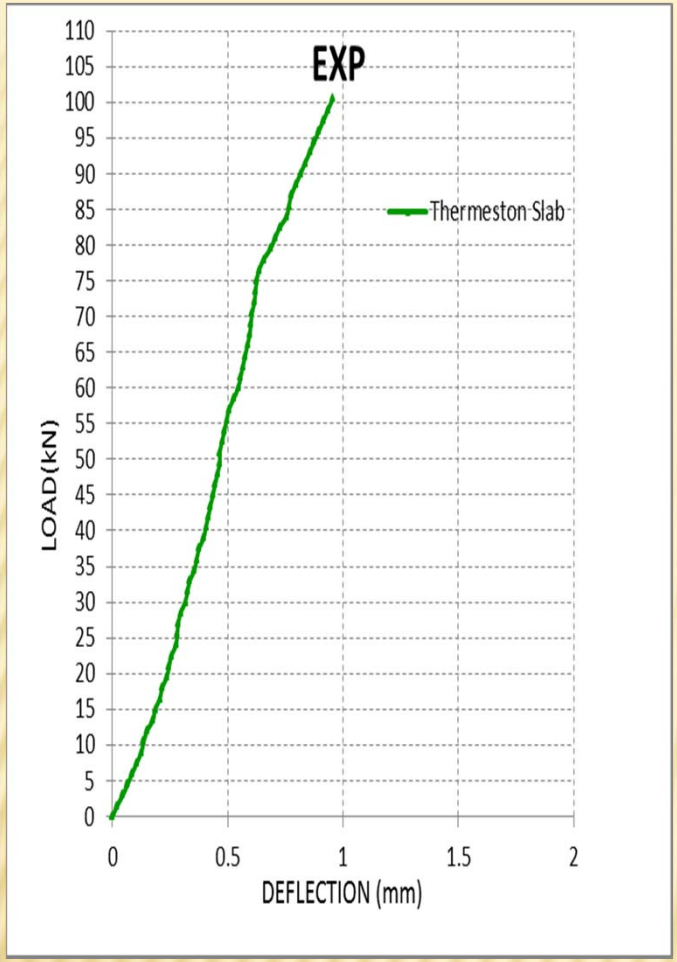
ب. الهطول في البلاطة المصنعة من الفلين (الستايروبور):

تم رسم علاقة الاحمال مع الهطول ، وكانت العلاقة خطية كما مبين في الشكل:

وكانت اعلى قراءة للهطول في مركز البلاطة ١.١٤ ملم وكان مقدار الهطول بعد مرور ١٠ ايام ٢.٤ ملم وكان مقدار الهطول المتبقي بعد رفع الاحمال ١.١٨ ملم.

مقارنة قيم الهطول العملية والنظرية لبلاطة الستايروبور

Deflection	Stirobore Slab	
	Exp.(mm)	Theoretical (mm)
Immediate deflection	1.14	2.126
Long term deflection	2.4	
Residual deflection	1.18	



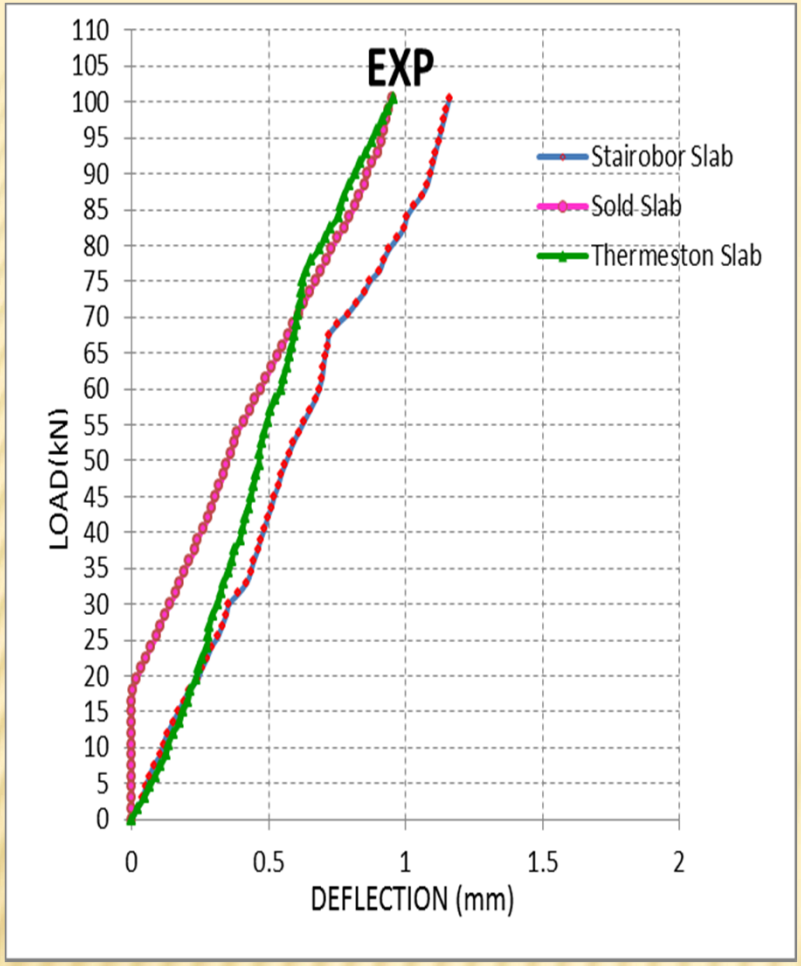
ج. الهطول في البلاطة المصنعة باستخدام الثرمستون:

تم رسم علاقة الاحمال مع الهطول ، وكانت العلاقة خطية كما مبين في الشكل

وكانت اعلى قراءة للهطول في مركز البلاطة ٠.٩٥٥ملم وكان مقدار الهطول بعد مرور ١٠ ايام ١.٦١٥ ملم وكان مقدار الهطول المتبقي بعد رفع الاحمال ٠.٦٩٥ ملم.

مقارنة قيم الهطول العملية والنظرية لبلاطة الثرمستون

Deflection	Thermestone Slab	
	Exp.(mm)	Theoretical (mm)
Immediate deflection	0.955	2.126
Long term deflection	1.615	
Residual deflection	0.695	



مقارنة الهطول للبلاطات الثلاثة:

تم رسم علاقة الاحمال مع الهطول للبلاطات الثلاثة،كما مبين في الشكل

ومقارنة قيم الهطول العملية والنظرية للبلاطات الثلاثة:

Deflection	Sold Slab		Stirobore Slab		Thermiston Slab	
	Exp.(mm)	Theo.(mm)	Exp.(mm)	Theo.(mm)	Exp.(mm)	Theo.(mm)
Immediate deflection	0.95	0.09117	1.14	2.126	0.955	2.126
Long term deflection	1.61	-----	2.4	-----	1.615	-----
Residual deflection	0.64	-----	1.18	-----	0.695	------

- **ووجد ان:**

- ان القيم العملية للهطول الاني لبلاطتي الستايروبور والثرمستون كانت اقل من القيم النظرية بنسبة ٨٦% و ١٢٢% على التوالي، اما بالنسبة للبلاطة الصلدة كانت القيم العملية اعلى من القيم النظرية بنسبة ٩٠%.

- ان القيم العملية للهطول الاني لبلاطتي الستايروبور والثرمستون كانت اعلى من القيم العملية للبلاطة الصلدة بنسبة ٢٠% و ٠.٥% على التوالي.

- ان القيم العملية للهطول طويل الامد (اسبوع) لبلاطة الستايروبور والثرمستون كانت اعلى من القيم العملية للبلاطة الصلدة بنسبة ٥٠% و ٠.٣% على التوالي.

- ان القيم العملية للهطول المتبقي بعد رفع الاحمال لبلاطة الستايروبور والثرمستون كانت اعلى من القيم العملية للبلاطة الصلدة بنسبة ٨٤% و ٨.٦% على التوالي.

- ان قيم الهطول الاني وطويل الامد والمتبقي لبلاطة الثرمستون تقترب كثيرا من قيم الهطول للبلاطة الطلدة منها مقارنة ببلاطة الستايروبور، ويمكن تفسير ذلك بسبب كون الجسور الوسطية Ribsفي بلاطة الثرمستون كانت بعرض ١٥سم وبارتفاع ٢٠سم، اما في بلاطة الستايروبور فكانت ابعاد Ribs بعرض ١٠سم وبارتفاع ١٥سم.

الاستنتاجات

١. ان وزن بلاطة مصنعة من الفلين (الستايروبور) و وزن بلاطة مصنعة من الثرمستون اقل من وزن البلاطة الاعتيادية بنسبة ٣٣.٨% و ٦.٦% على التوالي.

٢. قيم الهطول الاني لبلاطتي الفلين والثرمستون كانتا اعلى من القيم العملية للبلاطة الصلدة بنسبة ٢٠ % و ٠.٥%، وان الهطول طويل الامد (عشرة ايام) لبلاطة الستايروبور والثرمستون كانت اعلى من القيم العملية للبلاطة الصلدة بنسبة ٥٠% و ٠.٣% على التوالي وان الهطول المتبقي بعد رفع الاحمال لبلاطة الستايروبور والثرمستون كانت اعلى من القيم العملية للبلاطة الصلدة بنسبة ٨٤% و ٨.٦% على التوالي.

THANKS FOR YOUR ATTENTION