مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (40) العدد (3) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (40) No. (3) 2018

"دراسة بحثية لتأثير استخدام الحصويات البازلتية المحلية على مواصفات الخرسانة المتصلبة "

الدكتور رياض العيسى*
الدكتور أندراوس سعود**
علي نظير محمد***

(تاريخ الإيداع 13 / 5 / 2018. قُبِل للنشر في 20/ 6 / 2018)

□ ملخّص □

تبحث هذه الورقة دراسة عملية مخبرية لإمكانية الاستفادة من مورد هام من الموارد الطبيعية المتوفرة في القطر، وهو البازلت المتواجد بكميات كبيرة في المنطقة الجنوبية (السويداء)، لبيان مدى تحقيقه لمتطلبات المواصفات القياسية لاستعماله في تصنيع الخرسانة وذلك من خلال اختبار مقاومة الضغط والشد بالانفلاق ومعامل المرونة للخرسانة المتصلبة بأعمار مختلفة (28-7-3) يوم.

وفي النتيجة تبين أن اختبارات المقاومة على الضغط ازدادت بنسبة 20% تقريباً مع تقدم عمر الانضاج للخلطات الخرسانية.

كما أن المقاومة على الضغط للخلطات الخرسانية المحضرة باستعمال الحصويات البازلتية المدروسة كانت أعلى بنسبة 18 % تقريباً من مقاومة الضغط للخرسانة المصنعة باستعمال الحصويات الكلسية في الأعمار فوق (7) يوم.

كما تبين انخفاض طفيف بنسبة 8% في مقاومة الشد بالانفلاق للعينات المحضرة بالحصويات البازلتية المدروسة على العينات المحضرة باستعمال حصويات كلسية وازدياد هذه المقاومة مع الزمن.

أما معامل المرونة فقد لوحظ ازدياد معامل المرونة للبيتون بنسبة 20% مع تقدم عمر الإنضاج للخلطات الخرسانية مقارنة بالخلطة المرجعية.

الكلمات المفتاحية: بازلت – حصويات بازلتية – مكونات الخرسانة

* **أستاذ – قسم الهندسة الإنشائية – كلية الهندسة المدنية – جامعة دمشق – دمشق– سورية.**
** **أستاذ – قسم هندسة النقل – كلية الهندسة المدنية – جامعة دمشق – دمشق– سورية.**
*** **طالب دراسات عليا (دكتوراه) – قسم الهندسة الإنشائية – كلية الهندسة المدنية – جامعة دمشق – دمشق– سورية.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (40) العدد (3) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (40) No. (3) 2018

A Research study of the effect of using basalt local pebbles (graves) on hardened (rigid) concrete specification.

Dr. Read ALisa*
Dr. Anderwas Sawod**
Ali Mohammad***

(Received 13 / 5 / 2018. Accepted 20 / 6 / 2018)

□ ABSTRACT □

This paper studies a practical laboratory research of the possibility of utilizing the natural resources available in the country, namely Basalt, which is available in large quantities in the southern region (Al-Suwayda) in order to demonstrate the extent to which it meets the requirements of standard specifications for use in the manufacture of (Reinforced) concrete by means of testing the resistance of pressure and tensile by splitting and the elasticity coefficient of hardened (rigid concrete) at Different ages (3-7-28) days.

As a result, pressure resistance tests increased by approximately 20 % with the maturating period progress of concrete mixtures.

The pressure resistance of concrete mixtures prepared using basalt pebbles was approximately 18% higher than the pressure resistance of concrete formed usingcalcite(calcareous) pebbles in ages above 7 days

There was also a slight decrease of 8% in the split tensile resistance of the studied samples prepared with basalt minerals , compared with the samples prepared using calcite (calcareous) pebble and this resistance increases over time .

As for the elasticity coefficient , a 20% increase in the elasticity coefficient of the concrete was noticed with the maturating of the concrete mixtures compared to the referential mixture.

Key Words: Basalt - Basalt pebbles(gravels) - Concrete components

* **Professor, Faculty of Civil Engineering , Damascus University, Damascus, Syria.**
** **Professor, Faculty of Civil Engineering , Damascus University, Damascus, Syria.**
*** **Postgraduate Student, Faculty of Civil Engineering , Damascus University, Damascus, Syria.**

مقدمة:

استخدم الحجر البازلتي على مر العصور في بناء البيوت الشعبية والأوابد التاريخية والقصور والمعابد الرائعة التي نحتت من أحجار البازلت التي ما زالت شاهدة على روعة هذه المادة وجمالها حتى الآن، وتشهد قلاع كثيرة ظلت شاهدة على عظمة هذا الحجر وشموخه. وتشهد حالة الجدران والسقوف الجيدة على مدى عقود المبنية من البازلت بأعمال الخرسانات على أهمية استثمار البازلت. تتوفر أحجار البازلت بشكل واسع في المنطقة الجنوبية من القطر العربي السوري حيث تتكشف على سطح الأرض وتتدرج أحجامها بمناطق شرق مدينة السويداء بأبعاد من 10 – 100 م.

تستخدم هذه الصخور حالياً عن طريق تكسير الحجر البازلتي ذو الأحجام الكبيرة أبعادها 1 – 10 م من مقالع كثيرة وطحنه بهدف إنتاج الزلط والرمل لاستخدامها في كافة أعمال البناء والردم وصناعة الإسمنت وفرش الطرق وغيرها.

للحجر البازلتي مواصفات عالية حيث لا يزيد وزنه الحجمي عما هو للصخور الرسوبية والمكافئ الرملي للرمل البازلتي هو 85%، وهو يحقق مؤشرات أفضل لجهة النفوذية ومقاومة الحريق والأحماض مما أدى إلى استخدامه في السيراميك المزجج كما أن المقاومة على الشد تضاعفت في البلوك البازلتي حتى 81 كغ/سم2، وإن الخرسانة البازلتية لها قابلية تشغيل مقبولة عند تأمين التدرج الحبي المناسب.

وسعى الاختصاصيون في قطاع التشييد في شتى بقاع الأرض، إلى الوصول إلى طرائق استثمار مثلى للموارد الطبيعية .مع التطور التقني الهائل في شتى المجالات، يحاول هذا البحث توجيه الأنظار إلى ضرورة الاستفادة من الموارد الطبيعية المحلية في القطر ومحاولة استثمارها بالشكل الأمثل، نظراً للإمكانيات والمزايا العديدة التي تقدمها، بما فيها الاقتصادية والبيئية .من هذه المزايا على سبيل المثال: تخفيض الكلف المتأتية من استجرار الحصويات الكلسية من أماكن بعيدة، وتحقيق وفر في استهلاك الطاقة (وقود، زيوت) ووفر في اهتلاك وصيانة الآليات، وتخفيف الضغط المروري على الشبكة الطرقية الخارجية (أتوسترادات)، كذلك إمكانية تحقيق وفر اقتصادي غير مباشر عبر الحصول على خواص أداء يمكن أن تكون أفضل عند استعمال الحصويات البازلتية في تصنيع الخرسانة كبديل عن الحصويات الكلسية و استصلاح الأراضي بعد استخراج البازلت، مما يؤدي إلى زيادة مساحة الأراضي القابلة للزراعة مما يساهم في تنمية وتنشيط الاقتصاد الوطني.

مواصفات وخصائص البازلت:

- عازل حراري.
- عازل رطوبة بالنسبة للسوائل.
- مقاوم للعوامل الميكانيكية كالنحت والتآكل.
- مقاوم للصقيع.
- مقاوم للحريق.
- مقاوم للعوامل الكيميائية كالأحماض والقلويات.
- مواصفاته ثابتة للتبدلات الحرارية حتى 700 درجة.
- تعطي هذه المزايا مجتمعة، المجبولات البازلتية صفة الديمومة، حيث أن العمر الحسابي يفوق القرن الواحد.

ومما يجب معرفته أن الحصويات الخشنة تلعب دوراً مهماً في سلوك البيتون حيث أنها تمثل تقريباً ما يزيد عن ثلث حجم البيتون وجميع الأبحاث السابقة تشير إلى أن التغير بالحصويات الخشنة من حيث النوع والحجم والمحتوى يؤدي إلى تغير مقاومة وشكل انهيار البيتون وبالتالي هناك تأثير كبير للحصويات على سلوك العناصر الإنشائية المسلحة المعرضة للقص والانعطاف.

أهمية البحث وأهدافه:

تفتقر بعض المحافظات في القطر العربي السوري (السويداء–درعا– والحسكة) إلى وجود الحصويات الكلسية الدولوميتية المستخدمة في تصميم الخلطات الخرسانية وتؤدي عملية استجرارها إلى زيادة التكلفة واستهلاك الطاقة واهتراء الآلات.

لذلك لابد من الاستفادة من الموارد الطبيعية المحلية (كالبازلت مثلاً) ومحاولة استثمارها بالشكل الأمثل نظراً للإمكانيات والمزايا العديدة التي تقدمها بهدف:

- الحصول على بيتون عالي المقاومة بحصويات بازلتية يمكن استخدامها في المناطق التي لا تتوفر فيها حصويات كلسية دولوميتية ويكثر فيها صخور بازلتية مما يؤدي إلى التوفير في كلفة انتاج المتر المكعب من البيتون.

طرائق البحث ومواده:

1. للوصول إلى هدف البحث تم اختبار خمس خلطات تصميمية للبيتون بنسب مختلفة للحصويات البازلتية والكلسية الدولوميتية المستخدمة فيها كالتالي (0% بازلت و100% كلس)، (25% بازلت و75% كلس)، (50% بازلت و50% كلس)، (75% بازلت و25% كلس)، (100% بازلت و0% كلس).
2. البازلت المستعمل في الدراسة تم استجراره من مصدر محلي (محافظة السويداء من بلدة عريقة، ومنطقة حوط).
3. الحصويات الكلسية المستعملة لأغراض المقارنة، تم استجرارها من منطقة حسياء التي تقع جنوب غرب محافظة حمص.
4. الأسمنت المستعمل في الدراسة هو اسمنت بورتلاندي عادي TYPE I ماركة 42.5 وزنه النوعي 3100 كغ/م3 تم استجراره من معامل لبنان.
5. تم صب عينات خرسانية تقليدية (Conventional concrete samples)، مع استخدام ملدن عالي الأداء من الجيل الثالث مطابق للمواصفات الأمريكية ASTM–C494 (TYPE–G).
6. نسب خلط الخرسانة، هي نسب خلط شائعة الاستعمال في الورشات المحلية أو الخرسانة التقليدية، وليست نسب خلط تختص بأنواع أخرى من الخرسانة (الخرسانة عالية الأداء، الخرسانة ذاتية الإرتصاص..... الخ).
7. لا يشمل هذا البحث اختبار أداء حصويات بازلتية محلية من مواقع أخرى (القنيطرة، أو درعا أو حمص....).
8. لا يشمل هذا البحث تنفيذ أية اختبارات أو معالجات في الموقع، وإنما سينصب التركيز فقط على تنفيذ الاختبارات المخبرية في مخابر جامعة دمشق.
9. تم إجراء هذا البحث في مختبرات جامعة دمشق في عام 2017.

10. تم صب خمس خلطات بيتونية في مخابر جامعة دمشق بنسب مختلفة للحصويات البازلتية والكلسية الدولوميتية المستخدمة فيها كالتالي (0% بازلت و100% كلس)، (25% بازلت و75% كلس)، (50% بازلت و50% كلس)، (75% بازلت و25% كلس)، (100% بازلت و0% كلس).

ويوضح الشكلان (1،2) بعض العينات البيتونية المكعبية والاسطوانية المصبوبة في مخابر جامعة دمشق:

الشكل (1) بعض العينات البيتونية المكعبية (بابعاد 15*15*15) المصبوبة في مخابر جامعة دمشق وفق نسب خلط مختلفة

الشكل (2) بعض العينات البيتونية الاسطوانية (بأبعاد 15*30) المصبوبة في مخابر جامعة دمشق وفق نسب خلط مختلفة

النتائج والمناقشة:

تم إجراء الاختبارات التالية على العينات البيتونية:

a. تحديد المقاومة على الضغط (Compressive strength): عبر كسر ثلاث عينات مكعبية (15cm X 15cm X 15cm) من كل خلطة بيتونية حيث كل خلطة تحتوي نسبة متغيرة من الحصويات البازلتية والكلسية وفق ما تم بيانه سابقاً.

b. تحديد معامل المرونة: عبر اختبار ثلاث عينات اسطوانية قطرها 15cm وارتفاعها 30cm.

c. تحديد مقاومة الشد: عبر اختبار ثلاث عينات اسطوانية قطرها 15cm وارتفاعها 30cm.

a. تحديد مقاومة الضغط للعينات البيتونية وفق نسب الحصويات في الخلطة:

تم اختبار تسع عينات بيتونية بنسب خلط مختلفة للحصويات وبأعمار مختلفة وكانت النتائج حسب الجدول من (1) وحتى (5) كالتالي:

الجدول (1) اختبار مقاومة الضغط للخلطة المرجعية مع ملدن (100% كلسي+0% بازلتي)

ترميز المخبر		A	A	A	A	A	A	A	A
رقم العينة		1	2	3	4	5	6	7	8	9
شكل العينة		مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم
أبعاد العينة (مم)	الطول	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	العرض/القطر	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	الارتفاع	150	150	150	150	150	150	150	150	150
وزن العينة (غ)		8325	8335	8330	8370	8380	8320	8175	8180	8290
حمل الانهيار (كغ)		57520	59830	58720	69510	71400	74280	102200	102400	100700
عمر العينة (يوم)		3	3	3	7	7	7	28	28	28
مقاومة الكسر (كغ/سم2)		256	266	261	309	317	330	454	455	448
معامل التحويل للأسطوانية		0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
المقاومة الاسطوانية (كغ/سم2)		205	213	209	247	254	264	363	364	358
الكثافة الظاهرية (غ/سم3)		2.467	2.470	2.468	2.480	2.483	2.465	2.422	2.424	2.456
شكل الانهيار		نظامي	نظامي	نظامي	نظامي	نظامي	نظامي	نظامي	نظامي	نظامي

الجدول (2) اختبار مقاومة الضغط للخلطة البيتونية مع ملدن (75% كلسي+25% بازلتي)

ترميز المخبر		A	A	A	A	A	A	A	A	A
رقم العينة		1	2	3	4	5	6	7	8	9
شكل العينة		مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم
أبعاد العينة (مم)	الطول	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	العرض/القطر	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	الارتفاع	150	150	150	150	150	150	150	150	150
وزن العينة (غ)		8270	8295	8210	8190	8410	8230	8445	8180	8325
حمل الانهيار (كغ)		62290	65160	64530	88300	90940	84870	95780	100700	103700
عمر العينة (يوم)		3	3	3	7	7	7	28	28	28
مقاومة الكسر (كغ/سم2)		277	290	287	392	404	377	426	448	461
معامل التحويل للأسطوانية		0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

المقاومة الاسطوانية (كغ/سم2)	221	232	229	314	323	302	341	358	369
الكثافة الظاهرية (غ/سم3)	2.450	2.458	2.433	2.427	2.492	2.439	2.502	2.424	2.467
شكل الانهيار	نظامي	نظامي	نظامي	نظامي	نظامي	نظامي	نظامي	نظامي	نظامي

الجدول (3) اختبار مقاومة الضغط للخلطة البيتونية مع ملدن (50% كلسي+50% بازلتي)

ترميز المخبر		A	A	A	A	A	A	A	A	A
رقم العينة		1	2	3	4	5	6	7	8	9
شكل العينة		مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم
أبعاد العينة (مم)	الطول	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	العرض/القطر	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	الارتفاع	150	150	150	150	150	150	150	150	150
وزن العينة (غ)		8280	8290	8275	8120	8245	8250	8285	8260	8190
حمل الانهيار (كغ)		63900	65300	64640	82020	78120	88110	108800	111900	109100
عمر العينة (يوم)		3	3	3	7	7	7	28	28	28
مقاومة الكسر (كغ/سم2)		284	290	287	365	347	392	484	497	485
معامل التحويل للأسطوانية		0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
المقاومة الاسطوانية (كغ/سم2)		227	232	230	292	278	313	387	398	388
الكثافة الظاهرية (غ/سم3)		2.453	2.456	2.452	2.406	2.443	2.444	2.455	2.447	2.427

الجدول (4) اختبار مقاومة الضغط للخلطة البيتونية مع ملدن (25% كلسي+75% بازلتي)

ترميز المخبر		A	A	A	A	A	A	A	A	A
رقم العينة		1	2	3	4	5	6	7	8	9
شكل العينة		مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم
أبعاد العينة (مم)	الطول	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	العرض/القطر	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	الارتفاع	150	150	150	150	150	150	150	150	150

وزن العينة (غ)	8280	8290	8275	8455	8380	8370	8435	8375	8355
حمل الانهيار (كغ)	67900	65300	65640	87190	89940	86310	116700	113820	117200
عمر العينة (يوم)	3	3	3	7	7	7	28	28	28
مقاومة الكسر (كغ/سم2)	284	290	287	388	400	384	519	506	521
معامل التحويل للأسطوانية	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
المقاومة الاسطوانية (كغ/سم2)	227	232	230	310	320	307	415	405	417
الكثافة الظاهرية (غ/سم3)	2.453	2.456	2.452	2.505	2.483	2.480	2.499	2.481	2.476
شكل الانهيار	نظامي	نظامي	نظامي	نظامي	نظامي	نظامي	نظامي	نظامي	نظامي

الجدول (5) اختبار مقاومة الضغط للخلطة البيتونية مع ملدن (0% كلسي+100% بازلتي)

ترميز المخبر		A	A	A	A	A	A	A	A	A
رقم العينة		1	2	3	4	5	6	7	8	9
شكل العينة		مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم	مكعبية 150 مم
أبعاد العينة (مم)	الطول	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	العرض/القطر	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	الارتفاع	150	150	150	150	150	150	150	150	150
وزن العينة (غ)		8280	8290	8275	8420	8525	8420	8370	8325	8320
حمل الانهيار (كغ)		68900	66300	67640	87090	87120	84850	122400	121800	116700
عمر العينة (يوم)		3	3	3	7	7	7	28	28	28
مقاومة الكسر (كغ/سم2)		296	290	292	387	387	377	544	541	519
معامل التحويل للأسطوانية		0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
المقاومة الاسطوانية (كغ/سم2)		231	229	230	310	310	302	435	433	415
الكثافة الظاهرية (غ/سم3)		2.453	2.456	2.452	2.495	2.526	2.495	2.480	2.467	2.465

من خلال حساب وسطي المقاومات للعينات البيتونية المختبرة عند عمر 28 يوم تم تنظيم الجدول (6) ورسم المنحني البياني المبين في الشكل (3) ومن خلالهما يمكننا مقارنة تأثير تغيير نسب الحصويات في الخلطة البيتونية على مقاومة الضغط ويلاحظ من الشكل ازياد في مقاومة الضغط للعينات البيتونية المصنعة من حصويات بازلتية بنسبة 20% تقريباً.

الجدول (6) ملخص اختبار مقاومة الضغط للخلطة البيتونية عند عمر 28 يوم

نسبة الحصويات البازلتية في الخلطة	عمر الخلطة (يوم)	حمولة الانهيار (كغ)	المقاومة المكعبية (كغ/سم2)	المقاومة الاسطوانية (كغ/سم2)
0% بازلت	28	101766	452	362
25% بازلت	28	104060	462	370
50% بازلت	28	109933	489	391
75% بازلت	28	115906	515	412
100% بازلت	28	120300	535	428

الشكل (3) تأثير نسب الحصويات البازلتية على المقاومة الاسطوانية

b. تحديد مقاومة الشد (الفلق) للعينات البيتونية وفق نسب الحصويات في الخلطة:

تم اختبار كسر لتسع عينات اسطوانية (30cm X 15cm) من كل خلطة بيتونية حيث كل خلطة تحتوي نسبة متغيرة من الحصويات البازلتية والكلسية وبأعمار مختلفة وفق ما تم تبيانه سابقاً والجداول من (7) وحتى (11) التالية توضح نتائج الاختبار.

الجدول (7) اختبار مقاومة الشد للخلطة المرجعية مع ملدن (100% كلسي+0% بازلتي)

رقم العينة		1	2	3	4	5	6	7	8	9
شكل العينة		اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15
أبعاد العينة (مم)	الطول	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	العرض/القطر	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	الارتفاع	300	300	300	300	300	300	300	300	300
وزن العينة (غ)		12925	12810	12955	12865	12690	12775	12680	12700	12975
حمل الانهيار (كغ)		15406	16093	13915	13670	13310	13980	17180	15165	16190
عمر العينة (يوم)		3	3	3	7	7	7	28	28	28
مقاومة الكسر (كغ/سم2)		22	23	20	20	19	20	25	22	23

الجدول (8) اختبار مقاومة الشد للخلطة البيتونية مع ملدن (75% كلسي+25% بازلتي)

رقم العينة		1	2	3	4	5	6	7	8	9
شكل العينة		اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15
أبعاد العينة (مم)	الطول	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	العرض/القطر	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	الارتفاع	300	300	300	300	300	300	300	300	300
وزن العينة (غ)		12780	12785	12780	12770	13640	13025	12915	12910	12910
حمل الانهيار (كغ)		14520	11860	16215	13190	14320	13915	14160	13650	13650
عمر العينة (يوم)		3	3	8	8	8	28	28	28	28
مقاومة الكسر (كغ/سم2)		21	17	23	19	20	20	20	20	20

الجدول (9) اختبار مقاومة الشد للخلطة البيتونية مع ملدن (50% كلسي+50% بازلتي)

رقم العينة		1	2	3	4	5	6	7	8	9
شكل العينة		اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15
	الطول	–	–	–	–	–	–	–	–	–

أبعاد العينة (مم)	العرض/القطر	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	الارتفاع	300	300	300	300	300	300	300	300	300
وزن العينة (غ)		12980	13155	12860	13020	13030	12965	12985	13015	13025
حمل الانهيار (كغ)		16100	17230	17040	13670	13430	13310	17980	16215	16780
عمر العينة (يوم)		3	3	3	7	7	7	28	28	28
مقاومة الكسر (كغ/سم2)		23	24	24	20	19	19	25	23	24

الجدول (10) اختبار مقاومة الشد للخلطة البيتونية مع ملدن (25% كلسي+75% بازلتي)

رقم العينة		1	2	3	4	5	6	7	8	9
شكل العينة		اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15
أبعاد العينة (مم)	الطول	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	العرض/القطر	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	الارتفاع	300	300	300	300	300	300	300	300	300
وزن العينة (غ)		12980	13155	12860	12865	13005	12890	13010	13070	13100
حمل الانهيار (كغ)		16100	17230	17040	15850	15610	15430	16335	16698	16820
عمر العينة (يوم)		3	3	3	7	7	7	28	28	28
مقاومة الكسر (كغ/سم2)		23	24	24	23	22	20	23	24	24

الجدول (11) اختبار مقاومة الشد للخلطة البيتونية مع ملدن (0% كلسي+100% بازلتي)

رقم العينة		1	2	3	4	5	6	7	8	9
شكل العينة		اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15
	الطول	–	–	–	–	–	–	–	–	–
أبعاد العينة (مم)	العرض/القطر	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	الارتفاع	300	300	300	300	300	300	300	300	300
وزن العينة (غ)		12980	13155	12860	12865	13005	12890	12995	13065	13100
حمل الانهيار (كغ)		16100	17230	17040	15850	15610	15430	15488	17908	17908
عمر العينة (يوم)		3	3	8	8	8	28	28	28	28
مقاومة الكسر (كغ/سم2)		23	24	24	23	22	20	22	25	25

من خلال حساب وسطي المقاومات للعينات البيتونية المختبرة عند عمر 28 يوم تم تنظيم الجدول (12) ورسم المنحني البياني المبين بالشكل (4) ومن خلالهما يمكننا مقارنة تأثير تغيير نسب الحصويات في الخلطة البيتونية على مقاومة الشد حيث لوحظ انخفاض طفيف بنسبة 8% في مقاومة الشد للعينات البيتونية المصنعة من حصويات بازلتية.

الجدول (12) ملخص اختبار مقاومة الشد للخلطة البيتونية عند عمر 28 يوم

نسبة الحصويات البازلتية في الخلطة	عمر الخلطة (يوم)	حمولة الانهيار (كغ)	مقاومة الشد (كغ/سم2)
0% بازلت	28	17900	26
25% بازلت	28	16850	24
50% بازلت	28	16990	24
75% بازلت	28	16617	24
100% بازلت	28	17100	24

الشكل (4) تأثير نسب الحصويات البازلتية على مقاومة الشد

c. تحديد معامل المرونـــة:

تم اختبار كسر لتسع عينات اسطوانية (30cm X 15cm) من كل خلطة بيتونية حيث كل خلطة تحتوي نسبة متغيرة من الحصويات البازلتية والكلسية وبأعمار مختلفة وفق ما تم تبيانه سابقاً والجداول من (13) وحتى (17) التالية توضح نتائج الاختبار.

الجدول (13) اختبار معامل المرونة للخلطة المرجعية مع ملدن (100% كلسي+0% بازلتي)

رقم العينة		1	2	3	4	5	6	7	8	9
شكل العينة		اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15
أبعاد العينة (مم)	الطول	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	العرض/ القطر	150	150	150	150	150	150	150	150	150

الارتفاع	300	300	300	300	300	300	300	300	300
وزن العينة (غ)	12895	12945	12885	12665	12930	12905	12790	13315	12725
حمل الانهيار(كغ)	25720	23000	28200	36000	51200	44210	37020	37210	39530
عمر العينة (يوم)	7	7	7	28	28	28	28	28	28
مقاومة الكسر (كغ/سم2)	146	131	160	204	290	250	210	211	224
معامل المرونة	253430	239610	264390	299830	357568	332265	304048	304827	314186

الجدول (14) اختبار معامل المرونة للخلطة البيتونية مع ملدن (75% كلسي+25% بازلتي)

رقم العينة		1	2	3	4	5	6	7	8	9
شكل العينة		اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15
أبعاد العينة (مم)	الطول	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	العرض/ القطر	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	الارتفاع	300	300	300	300	300	300	300	300	300
وزن العينة (غ)		12850	12890	13075	12885	12930	12935	13040	12910	12845
حمل الانهيار(كغ)		27030	25700	30100	43490	47910	45850	45470	47060	46260
عمر العينة (يوم)		7	7	7	28	28	28	28	28	28
مقاومة الكسر (كغ/سم2)		153	146	170	246	271	260	257	266	262
معامل المرونة		259805	253332	274162	329548	345889	338371	336966	342807	339881

الجدول (15) اختبار معامل المرونة للخلطة البيتونية مع ملدن (50% كلسي+50% بازلتي)

رقم العينة		1	2	3	4	5	6	7	8	9
شكل العينة		اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15
أبعاد العينة (مم)	الطول	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	العرض/القطر	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	الارتفاع	300	300	300	300	300	300	300	300	300
وزن العينة (غ)		13005	12975	12990	13090	13085	13040	13025	13170	13030
حمل الانهيار (كغ)		23070	25430	24690	38860	35120	37830	50130	48450	49790

عمر العينة (يوم)	3	3	3	7	7	7	28	28	28
مقاومة الكسر (كغ/سم2)	131	144	140	220	199	214	284	275	282
معامل المرونة	240020	251998	248304	311512	296143	307356	353813	347833	352610

الجدول (16) اختبار معامل المرونة للخلطة البيتونية مع ملدن (25% كلسي+75% بازلتي)

رقم العينة		1	2	3	4	5	6	7	8	9
شكل العينة		اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15
أبعاد العينة (مم)	الطول	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	العرض/القطر	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	الارتفاع	300	300	300	300	300	300	300	300	300
وزن العينة (غ)		13005	12975	12990	13055	13105	13015	13170	13125	13150
حمل الانهيار (كغ)		23070	25430	24690	38980	34670	41570	59150	58100	58990
عمر العينة (يوم)		3	3	3	7	7	7	28	28	28
مقاومة الكسر (كغ/سم2)		131	144	140	221	196	235	335	329	334
معامل المرونة		240020	251998	248304	312187	294000	321924	384327	380901	383807

الجدول (17) اختبار معامل المرونة للخلطة البيتونية مع ملدن (0% كلسي+100% بازلتي)

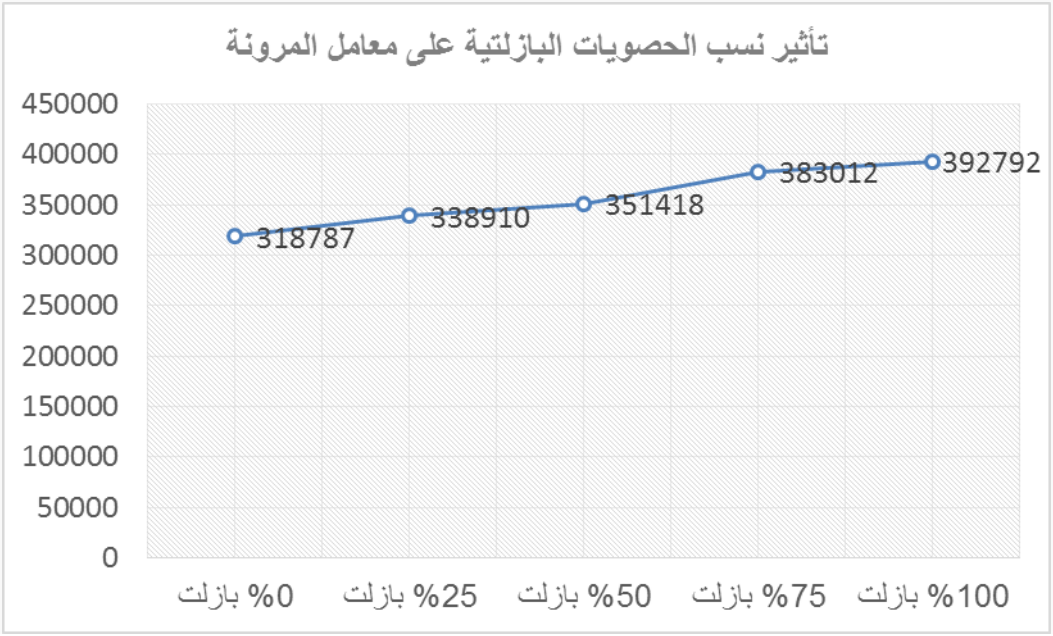
رقم العينة		1	2	3	4	5	6	7	8	9
شكل العينة		اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15	اسطوانية 30x15
أبعاد العينة (مم)	الطول	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	العرض/ القطر	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	الارتفاع	300	300	300	300	300	300	300	300	300
وزن العينة (غ)		13005	12975	12990	13055	13105	13015	13175	13550	13300
حمل الانهيار (كغ)		23070	25430	24690	38980	34670	41570	60020	58240	63600
عمر العينة (يوم)		3	3	3	7	7	7	28	28	28
مقاومة الكسر		131	144	140	221	196	235	340	330	360

(كغ/سم2)									
معامل المرونة	240020	251998	248304	312187	294000	321924	398446	381484	398446

من خلال حساب وسطي معامل المرونة للعينات البيتونية المختبرة عند عمر 28 يوم تم تنظيم الجدول (18) ورسم المنحني البياني المبين بالشكل (5) ومن خلالهما يمكننا مقارنة تأثير تغيير نسب الحصويات في الخلطة البيتونية على معامل المرونة حيث لوحظ ازياد في معامل للعينات البيتونية المصنعة من حصويات بازلتية بنسبة 20% تقريبا.

الجدول (18) ملخص اختبار معامل المرونة للخلطة البيتونية عند عمر 28 يوم

نسبة الحصويات البازلتية في الخلطة	عمر الخلطة (يوم)	حمولة الانهيار (كغ)	مقاومة الكسر (كغ/سم2)	معامل المرونة (كغ/سم2)
0% بازلت	28	49035	280	318787
25% بازلت	28	46006	260	338910
50% بازلت	28	49456	280	351418
75% بازلت	28	58745	335	383012
100% بازلت	28	60620	345	392792



الشكل (5) تأثير نسب الحصويات البازلتية على معامل المرونة

الاستنتاجات والتوصيات:

مما تقدم يمكن استخلاص النتائج التالية:

أ- اختبارات مقاومة الضغط (Compression test):

* ازدياد المقاومة على الضغط بنسبة 20% تقريباً مع تقدم عمر الإنضاج للخلطات الخرسانية.

* أظهرت النتائج أن المقاومة على الضغط للخلطات الخرسانية المحضرة باستعمال الحصويات البازلتية المدروسة كانت أعلى بنسبة 18 % تقريباً من مقاومة الضغط للخرسانة المصنعة باستعمال الحصويات الكلسية في الأعمار فوق (7) يوم.

* أعطت الخلطات الخرسانية المحضرة باستعمال الحصويات البازلتية مقاومات على الضغط أعلى قليلاً بنسبة 11% تقريباً من مقاومة الخرسانة المقارنة المصنعة باستعمال الحصويات الكلسية في الأعمار أدنى من (7) يوم.

* لوحظت زيادة في مقاومة الضغط للعينات البازلتية عند أعمار متأخرة مقارنةً بمقاومة العينات الكلسية.

ب- بالنسبة لمقاومة الشد بالانفلاق:

* انخفاض طفيف بنسبة 8% في مقاومة الشد بالانفلاق للعينات المحضرة بالحصويات البازلتية المدروسة على العينات المحضرة باستعمال حصويات كلسية وازدياد هذه المقاومة مع الزمن.

ج- بالنسبة لمعامل المرونة:

* ازدياد معامل المرونة للبيتون بنسبة 20% مع تقدم عمر الإنضاج للخلطات الخرسانية مقارنة بالخلطة المرجعية.

التوصيات:

1. دراسة خواص الخرسانة الطازجة المصنعة باستخدام حصويات بازلتية.
2. دراسة الأثر الاقتصادي الحاصل من استخدام الحصويات البازلتية في الخلطة البيتونية وتحديد الوفر المباشر وغير المباشر من استخدامها.

المراجـــع:

المراجع العربية:

{1} الكود العربي السوري الطبعة الثالثة لعام (2004).

{2} "دراسة بحثية لإمكانية استخدام الحصويات البازلتية في الخرسانة"، وزارة الصناعة، هيئة المواصفات والمقاييس السورية،2011

المراجع الاجنبية:

[1]HAMAD ALLAH MOHAMMAD AL-BAIJAT, "*The Use of Basalt Aggregates in Concrete Mixes in Jordan"*، Jordan Journal of Civil Engineering, Volume 2, No. 1, 2008.

[2]EZELDIN, A. S. AND AITCIN, P.-C. "*Effect of Coarse Aggregate on the Behavior Of Normal and High-Strength Concretes*," Cement, Concrete, and Aggregates, CCAGDP, V. 13, No.2, 1991, 121-124.

[3]KAPLAN, M. F. "*Flexural and Compressive Strength of Concrete as Affected by The Properties of Coarse Aggregate*," ACI Journal, Proceedings V. 30, No. 11, 1959, 1193-1208.

[4]ROZALIJA KOZUL, DAVID DARWIN. () "*Effects Of Aggregate Type, Size, And Content On Concrete Strength And Fracture Energy"*, university of kansas center for research, inc. 1997

[5]ASTM 119-07 International American Society for testing and material.

[6]ASTM C33-97 International American Society for testing and material, standard specification for concrete Aggregates.

[7]ASTM C39-04 International American Society for testing and material, standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens.

[8] Letter No (219) Dated (2008) [In Arabic], Ministry of Industry, Minister of Industry Decision.

[9] Ministry Of Petroleum and Mineral Resources, the General Establishment. Of Geology and Min Resources, Citing online Available for. Www.geology-sy.org. accessed 2009.

[10] Letter No (1372/5/9) Dated (14/8/2008) [In Arabic], Ministry Of Petroleum and Mineral Resources, the General Est. Of Geology and Mineral Resources.

[11] Guide Mineral and non-Mineral Resources, The General Establishment. Of Geology and Mineral Resources, 2008.