

## مقارنة بين مقاومة ضغط الخرسانة باستخدام الركام الخفيف (السكوريا - ألطف البركاني)

### من منطقة العرقوب والخرسانة العادية

ابوبكر محمد بارحيم

قسم الهندسة المدنية - كلية الهندسة - جامعة عدن

البريد الإلكتروني : barahim718@yahoo.com

#### الملخص

هذه الورقة تتناول نتائج ملامحة استخدام الركام الخفيف ( ألطف البركاني - سكوريا) من منطقة العرقوب لإنتاج خرسانة خفيفة ذات مقاومة ضغط جيدة . حيث تناقش سلوك مقاومة ضغط الخرسانة باستخدام الخبث البركاني(الركام الخفيف) من خلال عمل خلطات خرسانية ذات مقاومات ضغط مختلفة مستخدمين ثلاث مصادر من الاسمنت البورتلاندي العادي (اسمنت بيت اليمن ، اسمنت ريسوت ، اسمنت البرح ) ومقارنتها بالخرسانة العادية باستخدام الركام (الحصى)العادي .

كلمات مفتاحيه :خرسانة خفيفة ، خبث بركاني (ألطف البركاني- سكوريا ) ، ركام عادي ، مقاومة ضغط

#### 1. المقدمة

الخرسانة هي بنيان يتركب من عدة مواد والجزء الأكبر في هذا البنيان هو الركام ( aggregate) الذي يكون كتلة ذات خواص مع العجينة الإسمنتية (cement paste) التي تتصلد بفعل التفاعل الكيميائي بين الاسمنت والماء . والخرسانة كمادة إنشائية تبدو كمادة ذات مقاومة عالية الضغط . ومما لاشك فيه إن الخرسانة تعتبر من أهم المواد الإنشائية . إن المطلب الأساسي للخرسانة الجيدة بحالتها الصلبة هو أن تكون تلك الخرسانة بمقاومة ضغط مقبولة . علما بان الهدف ليس لغرض تأمين الخرسانة الناتجة ستتحمل مقاومة ضغط محددة فحسب وإنما لان العديد من الخواص الأخرى المرغوبة للخرسانة تتوافق مع المقاومة العالية مثل الكثافة والتحميلية وغيرها من الخواص .لذلك إن الإلمام بخواص الخرسانة يمكننا من اختيار خلطة أكثر ملائمة واقتصادا . هذا إضافة إلى تطور الأجهزة المستخدمة في صناعة الخرسانة التي تؤدي إلى تحسين تجانس الخرسانة إضافة لما توفره تلك الأجهزة من فوائد تكنولوجية واقتصادية قد ساعدت في زيادة الاهتمام بتصنيع الخرسانة وأخذت مسميات كثيرة ومنها الخرسانة الخفيفة الوزن وهي عبارة عن خرسانة عادية ذات كثافة ومقاومة مختلفة تتوقف على نوع وتدرج الركام ونسبة الخلطة وكمية وطريقة دمك الخرسانة الأمر الذي يمكن أن تنتج خرسانات ذات أنواع مختلفة من هذا النوع منها: الخرسانة الإنشائية الخفيفة الوزن وهو موضوع بحثنا هذا وخرسانة التحميل والخرسانة العازلة. والخرسانة الإنشائية الخفيفة الوزن هي خرسانة ماثلة للخرسانة العادية ولكن مع استخدام ركام خفيف الوزن ( light weight aggregate) بدلا من الركام العادي أو كسر الصخور [3],[4],[5]

## 2. أهداف البحث

إن هذا البحث خصص لدراسة خاصة مقاومة ضغط الخرسانة الإنشائية الخفيفة الوزن باستخدام الركام الطبيعي خفيف الوزن السكوريا - الطف البركاني - ( Scoria-Tuff volcanic ) من خلال عمل خلطات خرسانية ذات مقاومات ضغط مختلفة (مقاومة ضغط اسمية-رتبة الخرسانة - C30,C25,C20,C15) مستخدمين ثلاث مصادر من الاسمنت البورتلاندي العادي ( اسمنت بيت اليمن - اسمنت ريسوت المكلا - اسمنت البرح ) الشائعة الاستخدام في محافظة عدن ومقارنتها بالخرسانة العادية المستخدم فيها الركام العادي .

## 3. المواد المستخدمة وطرق تحضيرها :

### 3.1 الاسمنت

الاسمنت المستخدم في هذا البحث هو اسمنت بورتلاند عادي ( Portland cement ) مثل ثلاث مصادر مختلفة ( بيت اليمن - ريسوت المكلا - البرح ) ، حيث أجريت عليها بعض الاختبارات الفيزيوميكانية اللازمة والموضحة في جدول (1) ، وشكل رقم (5) للتأكد من جودة الاسمنت لما لها تأثير مباشر على مقاومة الخرسانة الناتجة ومطابقتها بالموصفات البريطانية ( BS 12 ) .

### 3.2 ركام السكوريا ( الطف البركاني )

ركام السكوريا المستخدم تم جلبه من كسارات منطقة العرقوب بمحافظة أبين كونه يمتاز من حيث الكمية والنوعية والموصفات الفيزيائية والميكانيكية . وهو نواتج المقذوفات البركانية ذات مسامية عالية ووزن حتمي قليل وعازلية كبيرة ويتواجد على هيئة مخاريط بركانية مع صخور البازلت والاجنمبرايت وأحيانا مع الرماد البركاني وتتميز صخور الخبث البركاني بكثرة الفراغات ، وتعدد الألوان من الأحمر الداكن ، والأحمر المصفر إلى الأسود ، ذات تكوين انديزيتي - بازلتي . حيث أجريت بعض الاختبارات الفيزيائية والميكانيكية الموضحة في جدول رقم (2) . [1],[2]

### 3.3 الركام العادي

لقد تم دراسة الخواص الفيزيائية والميكانيكية ( التدرج الحبي ، الكثافة الحجمية والكثافة النوعية ونسبة الامتصاص ونسبة الغبار ونسبة النقلح ونسبة التفتت ) لبعض الكسارات الشائعة الاستخدام في محافظة عدن ومن خلال تلك الدراسة وجد إن ركام كسارة منيف ملائم ومطابق للمواصفات البريطانية ( BS 812 ) . جدول رقم (2) يوضح الخواص الفيزيائية والميكانيكية للركام العادي المستخدم .

### 3.4 الرمل

الرمل المستخدم رمل طبيعي من وادي الرجاء ( منطقة الرجاء - محافظة لحج ) ، حيث تم استخدام هذا الرمل لما يتوفر فيه من تدرج حبي ملائم وهو رمل متوسط الخشونة ومطابق للمواصفات البريطانية ( BS 812 ) ( راجع جدول رقم (3) ) ونسبة امتصاص 2% ونسبة الطمي 3% أما الشوائب فيه بسيطة إلى متوسطة .

### 3.5 الماء

تم استخدام الماء الصالح للشرب والخالي من الشوائب لما له تأثير مباشر على زمن الشك وتصلد الخرسانة ومقاومتها .

### 3.6 متطلبات التدرج الحبي لخليط الرمل مع ركام السكوريا

حيث أن نمو مقاومة الخرسانة المناظرة لنسبة ماء إلى الاسمنت المعينة تتطلب رصا كاملا ، وبما انه يمكن التوصل لذلك فقط في حالة كون الخلطة ذات قابلية تشغيل كافية لذلك فانه من الضروري مراعاة أن يكون التدرج الحبي لخليط الرم مع الركام مطابقا للمواصفات لما له تأثير على قابلية تشغيل الخرسانة . جدول (4) يوضح التدرج الحبي لخليط الرمل مع ركام السكوريا ( الطف البركاني ) .

### 3.7 الخلطات التصميمية

إن مبادئ تصميم أي خلطة خرسانية هو الحصول على نسب مكونات هذه الخلطة بحيث تحقق الحد الأدنى المرغوب فيه من خواص الخرسانة في مرحلتها وهي طازجة مثل قابلية التشغيل المطلوبة وكذلك متصلبة مثل المقاومة وهو موضوع بحثنا. حيث إن أي خرسانة يدخل فيها مجموعة متغيرات كبيرة سواء في نوعية وخواص موادها أو في طريقة صناعتها وغيرها من العوامل وأهمها تحديد نسبة الماء إلى الاسمنت التي تؤثر بشكل مباشر على مقاومة الخرسانة التي تعتبر من أوليات متطلبات الخرسانة الجيدة ، كما إن تدرج الركام وقابلية التشغيل ونسبة الركام إلى الاسمنت وحجم الركام المستخدم في الخلطة وغيرها من العوامل هي التي تحقق المقاومة المرغوبة للخرسانة . في بحثنا هذا وبعد إجراء عدة تجارب تحضيرية أولية بدراسة كلا من قابلية التشغيل والمقاومة للوصول إلى نسبة الماء إلى الاسمنت التي تحقق مقاومة الضغط الاسمية الشائعة الاستخدام في محافظة عدن (C30,C25,20,15) تم التوصل إلى الخلطات التأكيديّة الموضحة في جداول رقم (5) و(6) لكل من خرسانة الخبث البركاني والخرسانة العادية.[4],[6],[7]

### 4. النتائج والتحليل

تم تلخيص نتائج فحص المكعبات الخرسانية القياسية في الجداول (7)،(8)،(9)،(10)،(11)،(12)،(14) والأشكال رقم (1)،(2)،(3) والتي توضح مايلي :

1. جدول(7)،(8)،(9) يوضح نتائج مقاومة ضغط خرسانة الخبث البركاني باستخدام اسمنت بيت اليمن ، اسمنت ريسوت المكلا واسمنت البرح للأعمار 7،3،28 يوما لرتب الخرسانة C30,C25,C20,C15. حيث يلاحظ زيادة مقاومة خرسانة الخبث البركاني مع الزمن الذي يتوافق مع الخرسانة العادية فيما يتعلق بمعدل اكتساب المقاومة قياسيّا مع الزمن .

2. جدول (14) والأشكال (1)،(2)،(3) يوضح إن الفروقات بين مقاومة ضغط خرسانة الخبث البركاني والخرسانة العادية محدودة ، حيث تتراوح بالزيادة أو النقصان في حدود 2% كحد أدنى و16.7% كحد أقصى .

3. جدول (13) والشكل رقم (5) يؤكد بأن المتوسط العام للكثافة الحجمية لخرسانة الخبث البركاني المستخدمة في هذا البحث تقدر بحوالي 2089 كجم/م<sup>3</sup> بينما المتوسط العام للكثافة الحجمية بالخرسانة العادية بحوالي 2398 كجم/م<sup>3</sup> وان الفرق بينهما يقدر بحوالي 14.1%

## 5. الخلاصة

1. تشير النتائج على ملائمة خرسانة الخبث البركاني باستخدام ركام السكور يا ( أطف البركاني) من حيث مقاومة الضغط الجيدة التي تم التوصل إليها وتتوافق مع الخرسانة العادية إلى حد ما ، حيث الفروقات محدودة تراوحت بين 2% كحد أدنى و 16.1% كحد أقصى .
2. كثافة خرسانة الخبث البركاني باستخدام ركام السكوريا اقل من كثافة الخرسانة العادية بمقدار 14.1% .
3. نتيجة لما ورد في (1) و(2) فان استخدام خرسانة الخبث البركاني كمادة إنشائية لها فوائدها الواضحة من خلال ارتفاع المقاومة وانخفاض وزنها مقارنة بالخرسانة العادية الذي يؤدي في الأخير إلى تقليل الأحمال الميتة ( Dead load ) في المنشآت وتقليل مقاطع العناصر الإنشائية، كما تمتاز خرسانة الخبث البركاني بخاصية العزل الحراري والصوت نتيجة للفراغات الهوائية الموجودة في ركام السكوريا .<sup>[9],[8]</sup>

## 6. التوصيات

1. نوصي في استثمار واستغلال خام السكوريا ( الطف البركاني) في صناعة خرسانة الخبث البركاني كمادة إنشائية لما لها من مزايا جعلها تنتشر في كثير من دول العالم المتقدم ، حيث يقدر احتياطي خام السكوريا في اليمن بأكثر من 613 مليون متر مكعب<sup>[2]</sup>
2. نوصي مزيدا من البحث في دراسة خواصها الأخرى المتعلقة بديمومتها وتحملها مع الزمن (Durability) وقابلية التشغيل (Workability) والسدودية للماء ( Water tightness ) وغيرها من الخواص .

## شكر و عرفان ( Acknowledgments )

أقدم بالشكر إلى مختبر وزارة الأشغال والطرق - محافظة عدن ومديرها منير خان والطاقم الهندسي ثمني حسن خان والمهندسة اميمة محمد شرف وجميع الفنيين في المختبر ومساهماتهم في إعداد الخلطات الخرسانية واختباراتها وكذلك الاستشاري المهندس الجيولوجي معروف عقبة .

## 7. المراجع :

1. احمد صالح عبدالله ، خصائص الخرسانة الخفيفة الوزن العادية والمسلحة التي يدخل في تركيبها الركام المحلي ، تقنية المعلومات ن عمادة الدراسات العليا ن جامعة الملك عبدالعزيز ، 1410هـ -
2. المعادن والصخور الصناعية والإنشائية في اليمن ، وزارة النفط والمعادن - اليمن
3. عبدالرحمن مجاهد احمد ، دليل المهندس الإنشائي لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية ، مطبعة مختار باسيوط ، الجزء الثاني ، مصر ، 1999م .

4. A.A.Sabtan and W.M.Shahata , Evaluation of engineering properties of Scoria un Central Harrat Rahat , Saoudia Arabia , Springer Berlin / Heideklberg , Vol.59.No.3 , 2000.
5. A.M.Neville ,Properties of concrete , Longman Scientific & Technical , Nework,1991 .
6. Ergul Yasar , High strength light weight concrete made with ternary mixtures of cement – Fly Ash –Silica Fume and Scoria as aggregate ,Tarkish , J,Env.Sci .2003 .
7. Hossan , Khandaker .M.A, lachemi , Mohamed , Mixture Design , Strength , Durability and Fire Resistance of lightweight Pumice concrete ,ACI Materials Journal ,Sep/Oct.2007
8. Khandakr ,M.Anwar HOOSAIN , Blended cement and lightweight concrete using Scoria : mix design , strength , durability and durability and heat insulation characteristics , International Journal of Physical Sciences Vol.1 , Toronto ,Canada ,2006 .
9. K.M.A.Hosian ,Properties of Volcanic Scoria based lightweight concrete , Magazine of Concrete Research , Toronto , Canada , 2004.

جدول (1) الخواص الفيزيوميكانيكية للاسمنت البورتلاندي العادي المستخدم

اسمنت الريح	اسمنت ريسوت المكلا	اسمنت بيت اليمن	الخواص
4	3	2	النوعية ( النسبة المحجوزة ) %
60	60	55	زمن الشك الابتدائي ( دقيقة )
4.3	5	4	زمن الشك النهائي ( ساعة )
20	22	24	مقاومة الضغط لعمر 3 أيام (N/mm <sup>2</sup> )
32	33	35	مقاومة الضغط لعمر 7 أيام (N/mm <sup>2</sup> )
40	41	43	مقاومة الضغط لعمر 28 يوما (N/mm <sup>2</sup> )

جدول رقم (2) الخواص الفيزيوميكانيكية لركام البركاني ( سكوريا ) والركام العادي

الركام العادي (كسارة منيف)	ركام الخبث البركاني ( سكوريا ) - العرقوب	الخواص
2395	1994	الكثافة الحجمية ( kg/m <sup>3</sup> )
2.699	1.798	الكثافة النوعية
1.3	5.5	نسبة الامتصاص (%)
	10.9	نسبة المسامية (%)
1.3	0.7	نسبة الغبار (%)
20	12	نسبة التفلطح (%)
19	37	نسبة التفتت (%)

جدول رقم (3) التدرج الحبي لرمل الرجاء المستخدم

مقاس المنخل (mm)	النسبة المئوية المارة (%)	حدود المواصفات البريطانية (BS 812)
5	100	100
2.36	88	100-65
1.18	73	100-45
0.60	55	80-25
0.30	11	48-5
1.50	1	-

جدول رقم (4) التدرج الحبي لخليط الرمل مع ركام السكوريا (الطف البركاني) ومطابقتها مع المواصفات

مقاس المناخل (mm)	التدرج الحبي (النسبة المئوية المارة)		النسبة المئوية للخليط		تدرج الخليط (النسبة المئوية المارة)		حدود المواصفات البريطانية
	رمل	خبث بركاني	%40 رمل	%60 سكوريا	الفعلي	النظري	
20	100	86	40	51.6	93	91.6	100-90
10	100	18	40	10.8	54	50.8	75-45
5	100	-	40	-	38	40	48-30
2.36	88	-	32.2	-	30	32.2	42-23
1.18	73	-	29.2	-	26	29.2	34-16
0.60	55	-	22	-	18	22	27-9
0.30	11	-	4.4	-	5	4	12-2
0.15	1	-	0.4	-	1	0.4	1.5 - صفر

جدول (5) خلطات خرسانية الخبث البركاني التأكدية

رتبة الخرسانة	مقاومة الضغط الاسمية (N/mm <sup>2</sup> )	الاسمنت (kg)	الرمل (kg)	ركام الخبث البركاني (kg)	الماء (لتر)	نسبة الماء إلى الاسمنت
C15	15	250	520	780	215	0.86
C20	20	300	500	785	215	0.72
C25	25	350	480	720	215	0.61
C30	30	400	460	690	215	0.54

جدول رقم (6) خلطات الخرسانة العادية

رتبة الخرسانة	مقاومة الضغط الاسمية N/mm <sup>2</sup>	الاسمنت (kg)	الرمل (kg)	الركام العادي (كسارة منيف) (kg)		نسبة الماء إلى الاسمنت
				مقاس 20 mm	مقاس 14 mm	
C15	15	250	785	585	590	0.86
C20	20	300	760	560	570	0.72
C25	25	350	740	559	560	0.62
C30	30	400	720	535	540	0.54

جدول رقم (7) نتائج مقاومة ضغط خرسانة الخبث البركاني باستخدام اسمنت بيت اليمن

مقاومة الكسر ( $N/mm^2$ ) لعمر			كمية الاسمنت (kg)	مقاومة الضغط الاسمية ( $N/mm^2$ )	رتبة الخرسانة
28 يوما	7 أيام	3 أيام			
24.5	16.7	12.5	250	15	C15
28.5	23.0	18.0	300	20	C20
30.0	27.0	21.0	350	25	C25
39.0	34.3	28.0	400	30	C30

جدول رقم (8) نتائج مقاومة ضغط خرسانة الخبث البركاني باستخدام اسمنت ريسوت المكلا

مقاومة الكسر ( $N/mm^2$ ) لعمر			كمية الاسمنت (kg)	مقاومة الضغط الاسمية ( $N/mm^2$ )	رتبة الخرسانة
28 يوما	7 أيام	3 أيام			
22.2	14.3	12.3	250	15	C15
27.0	21.0	15.0	300	20	C20
30.0	27.0	19.5	350	25	C25
39.5	29.0	20.5	400	30	C30

جدول رقم (9) نتائج مقاومة ضغط خرسانة الخبث البركاني باستخدام اسمنت البرح

مقاومة الكسر ( $N/mm^2$ ) لعمر			كمية الاسمنت (kg)	مقاومة الضغط الاسمية ( $N/mm^2$ )	رتبة الخرسانة
28 يوما	7 أيام	3 أيام			
27.0	19.3	12.0	250	15	C15
29.8	26.3	19.0	300	20	C20
33.2	27.3	21.0	350	25	C25
42.2	34.7	22.0	400	30	C30

جدول رقم (10) نتائج مقاومة ضغط الخرسانة العادية باستخدام اسمنت بيت اليمن

مقاومة الكسر ( $N/mm^2$ ) لعمر			كمية الاسمنت (kg)	مقاومة الضغط الاسمية ( $N/mm^2$ )	رتبة الخرسانة
28 يوما	7 أيام	3 أيام			
21.0	16.0	13.0	250	15	C15
28.0	20.0	14.0	300	20	C20
34.0	26.0	20.0	350	25	C25
40.7	31.0	24.0	400	30	C30

جدول رقم (11) نتائج مقاومة ضغط الخرسانة العادية باستخدام اسمنت ريسوت المكلا

مقاومة الكسر ( $N/mm^2$ ) لعمر			كمية الاسمنت (kg)	مقاومة الضغط الاسمية ( $N/mm^2$ )	رتبة الخرسانة
28 يوما	7 أيام	3 أيام			
20.3	15.0	11.0	250	15	C15
23.6	20.3	13.0	300	20	C20
31.0	25.3	19.0	350	25	C25
38.7	29.0	23.0	400	30	C30

جدول رقم (12) نتائج مقاومة ضغط الخرسانة العادية باستخدام اسمنت البرح

مقاومة الكسر ( $N/mm^2$ ) لعمر			كمية الاسمنت (kg)	مقاومة الضغط الاسمية ( $N/mm^2$ )	رتبة الخرسانة
28 يوما	7 أيام	3 أيام			
24.6	16.9	14.0	250	15	C15
30.4	21.0	17.0	300	20	C20
38.4	26.7	21.0	350	25	C25
43.4	30.3	25.0	400	30	C30

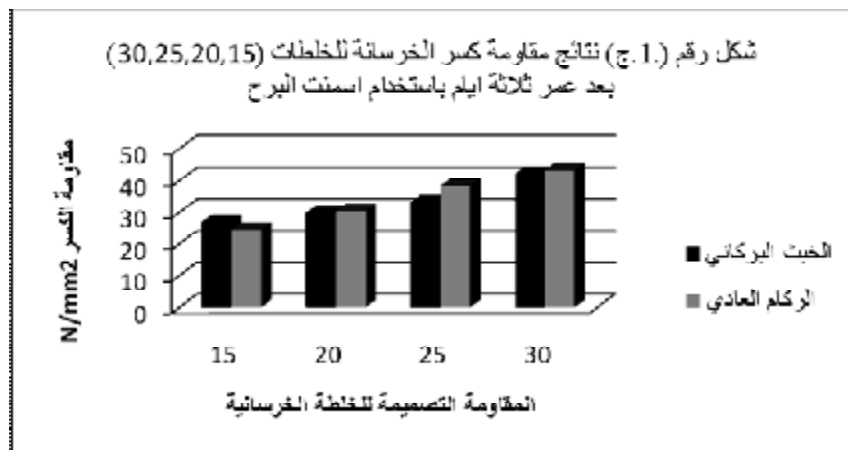
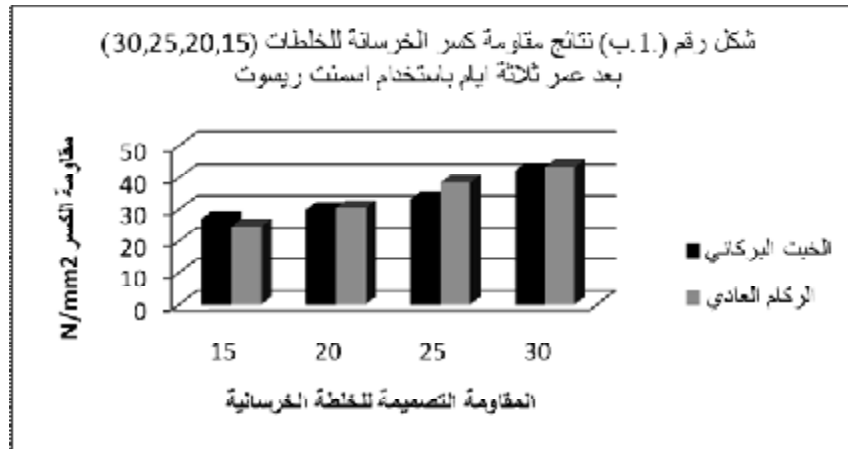
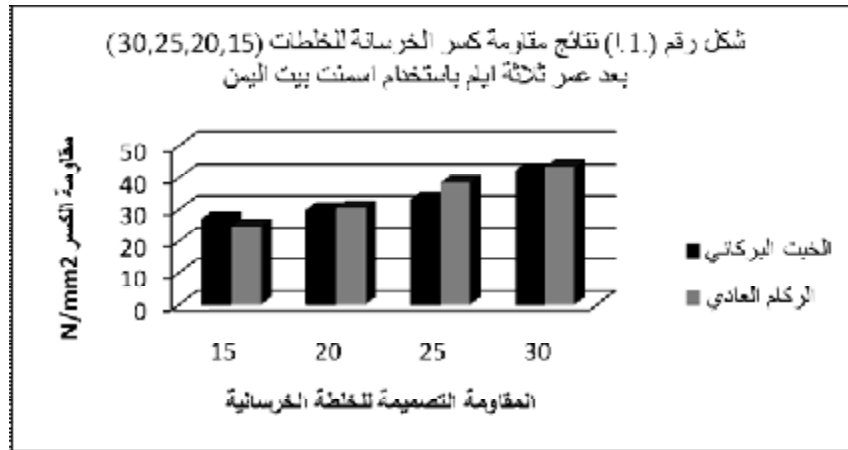
جدول رقم (13) الكثافة الحجمية لخرسانة الخبث البركاني والخرسانة العادية

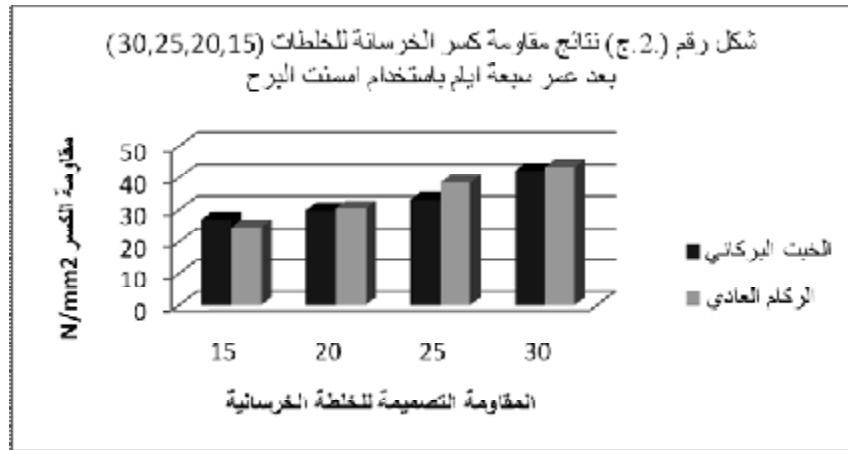
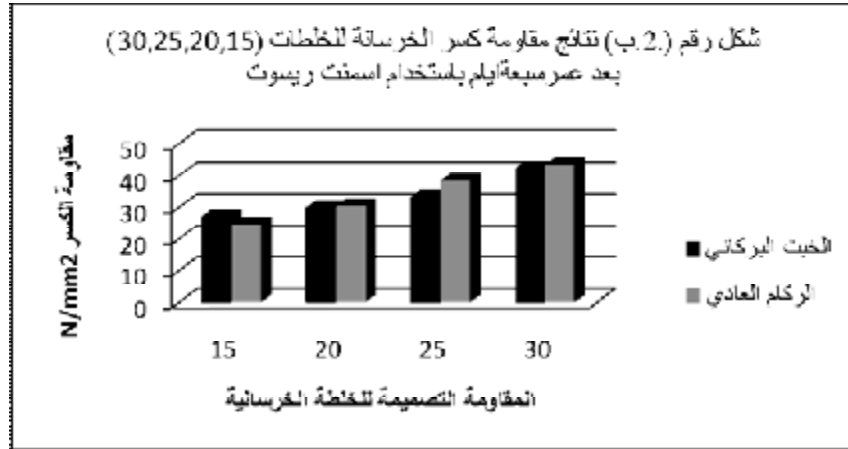
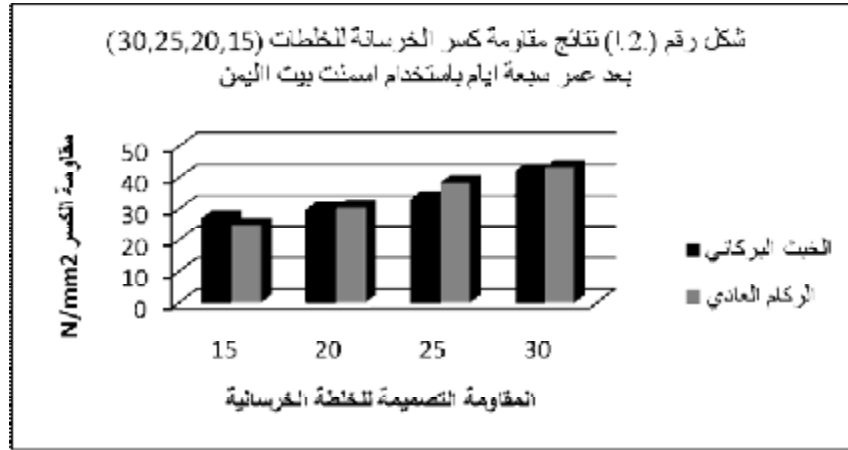
متوسط الكثافة ( $kg/m^3$ )	الكثافة الحجمية للخرسانة العادية باستخدام اسمنت ( $kg/m^3$ )			متوسط الكثافة ( $kg/m^3$ )	الكثافة الحجمية لخرسانة الخبث البركاني باستخدام اسمنت ( $kg/m^3$ )			رتبة الخرسانة
	البرح	ريسوت المكلا	بيت اليمن		البرح	ريسوت المكلا	بيت اليمن	
2369	2364	2380	2364	2061	2082	2052	2050	C15
2408	2401	2422	2401	2063	2104	2058	2027	C20
2407	2410	2401	2410	2048	2010	2076	2058	C25
2406	2413	2392	2413	2064	2020	2100	2073	C30
2398	المتوسط العام			2059	المتوسط العام			

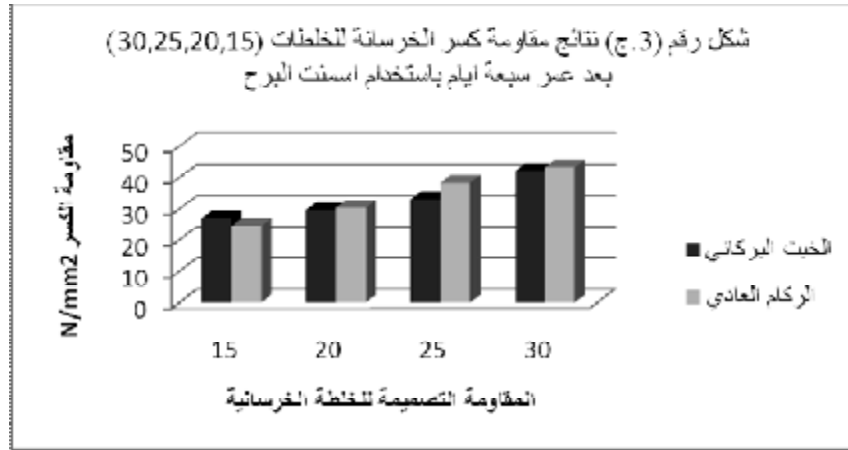
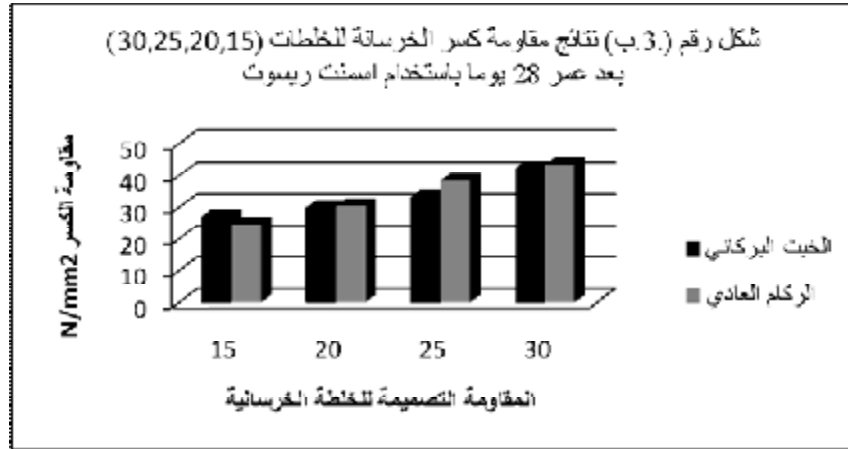
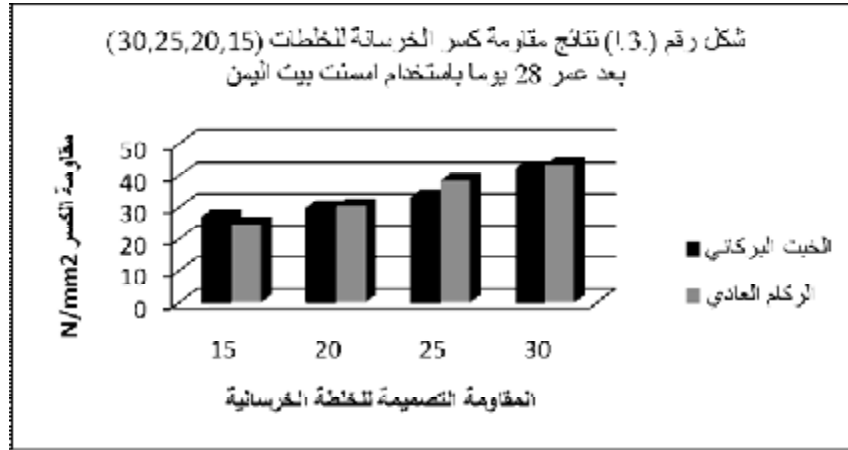
جدول رقم (14) الفروقات في مقاومة ضغط خرسانة الخبث البركاني والخرسانة العادية لعمر 28 يوما

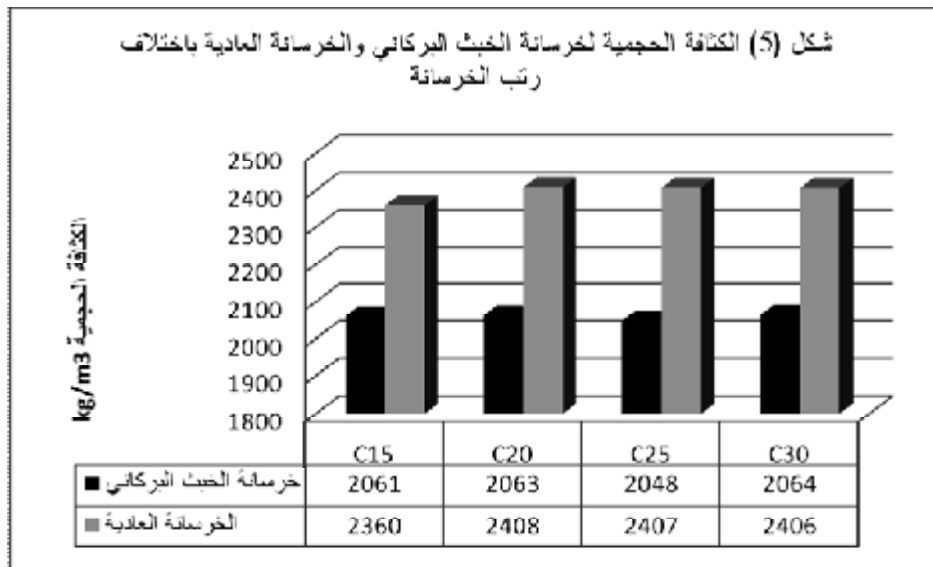
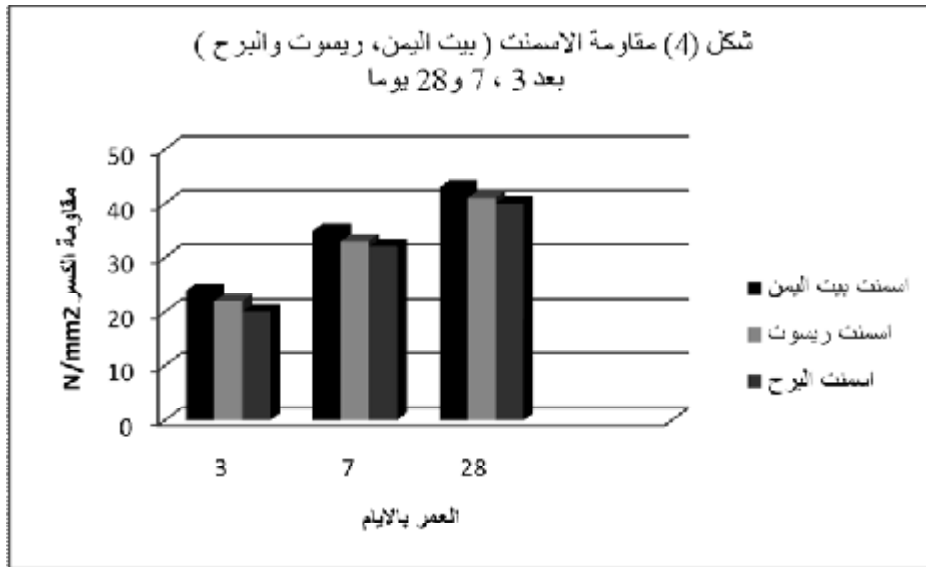
الفروقات (%)		مقاومة ضغط الخرسانة العادية $N/mm^2$	مقاومة ضغط خرسانة الخبث البركاني $N/mm^2$	مصدر الاسمنت	رتبة الخرسانة
-	+				
-	16.7	21.0	24.5	بيت اليمن	C15
-	1.9	28.0	28.5		C20
10.3	-	34.0	30.5		C25
4.2	-	40.7	39.0		C30
-	8.4	20.3	22.0	ريسوت المكلا	C15
-	14.4	23.6	27.0		C20
3.2	-	31.0	30.0		C25
-	2.1	38.7	39.5		C30
-	9.8	24.6	27.0	البرح	C15
2.0	-	30.4	29.8		C20
13.5	-	38.4	33.2		C25
2.8	-	43.4	42.2		C30











**Comparing compressive strength of concrete by using  
Light weight aggregate ( Scoria – Tuff volcanic ) from Al-argoub area with  
concrete of normal coarse aggregate**

**Abubaker Mohamed Barahim**

Civil Engineering Department – Faculty of engineering  
Aden university

E-mail : [barahim718@yahoo.com](mailto:barahim718@yahoo.com) or [ar-him@maktoob.com](mailto:ar-him@maktoob.com)

**Abstract**

This paper reports the results of suitability of using lightweight aggregate (Scoria – Tuff volcanic ) from Al-argoub area to produce light weight concrete of good compressive strength . It discusses the compressive strength behavior of different concrete mixtures of light weight concrete having different compressive strength by using three different sources of cement ( Yemen house cement ,Ressut house and Albarah cement,) comparing with concrete of normal coarse aggregate.

**Key words:** lightweight concrete, Scoria(Tuff volcanic),coarse aggregate ,compressive strength