تأثير الركام الناعم المستخدم في مناطق الجبل على تشغيلية ومقاومة الخرسانة للضغط

[1*]**مارن امحمد إسماعيل المجدم** * قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة نالوت، ليبيا
maren_amhamed@yahoo.com

الملخص

يعتبر الركام المادة الأساسية في صناعة الخرسانة بأنواعها المختلفة، حيث تشغل الجزء الأكبر من حجم الخلطة الخرسانية بنسبة تتراوح من (70 – 75%). في هذه الورقة تم انتاج الخرسانة من ثلاثة أنواع مختلفة من الركام الناعم، حيث ان الركام الناعم (رمل) يتم الحصول عليه من محاجر خاصة بإنتاج الركام الناعم، تم اختيار ثلاثة مناطق للركام الناعم وهي محجر من غريان و محجر من جادو و محجر من نالوت. تم دارسة تأثير الرمل على كل من قابلية التشغيلية ومقاومة الضغط. حيث أجريت اختبارات التحليل المنخلي للركام الناعم والخشن و اختبار الوزن النوعي و النعومة للركام الناعم و اختبار الهبوط و مقاومة الضغط للخرسانة، و تم عمل ثلاثة خلطات خرسانة بنسب خلط ثابتة 4:2:1 لكل نوع من الرمل مع تثبيت نوع الاسمنت و الركام الخشن و نفس كمية الماء. وصب 27 مكعب بحجم (150 × 150 × 150 mm) ليتم اختبار مقاومة الضغط خلال 7 و14 و28 يوما. اظهرت نتائج الدراسة ان الخرسانة المصنوعة من رمل نالوت لها اعلى قابلية تشغيل و لوحظت اعلى مقاومة للضغط الخرسانة على طول مدة الاختبارات كانت للخرسانة المصنعة من رمل نالوت تليها الخرسانة المصنوعة من رمل جادو ثم الخرسانة المصنوعة من رمل غريان وتم عرض نتائج قوة الانضغاط كدالة للعمر عند المعالجة.

الكلمات الدالة: التشغيلية، مقاومة الضغط ، خصائص الخرسانة، رمل ،خلطة خرسانية، ركام الناعم .

المقدمة

أدى النمو السريع في البنية التحتية على مستوي العالم الى جعل الخرسانة اكثر مواد البناء استخداما على نطاق واسع [1] . حيث تلعب جودة المواد المستخدمة في تحضير الخرسانة دورا أساسيا في تطوير الخصائص الفيزيائية و قوة مقاومة الخرسانة الناتجة وقابلية التشغيل [2] . و الخرسانة تظهر العديد من المزايا فيما يتعلق بالخواص الميكانيكية و الجوانب الاقتصادية للبناء،

الا ان السلوك الهش للمادة لا يزال يمثل عائقا كبيرا [3]. و الامر الذي يجعلنا بحاجة الى المزيد من تركيز البحث حول طرق تطوير خواصها. يكوّن الركام جسم الخرسانة الذي يستطيع أن يقاوم الأحمال التي تتعرض لها، ومقاومة العوامل الجوية من حرارة وبرودة و جفاف لذا فإن الركام يعطي للخرسانة متانة افضل مما لو استعملت عجينة اسمنتية لوحدها. اجريت العديد من الدراسات حول تاثير رمال الكثبان الرملية و رمال البحر على قوة الخرسانة حيث أعطت رمال البحر نتائج افضل مقارنة برمال الكثبان الرملية [2]. كما اظهرت دراسات على الركام الناعم المنتج من مسحوق الكوارتزيت و الجرانيت و الحصى النهري وكانت الخرسانة المصنوعة من الحصي النهري تتمتع باعلى قابلية تشغيل تليه ركام الكوارتزيت و ركام الجرانيت ، و ركام الكوارتزيت اعطي اعلى مقاومة للضغط في جميع اعمار الخرسانة [3]. في هذه الدراسة تم التركيز على الركام الناعم (الرمل) المستخدم في السوق المحلية حيث ينحصر الركام الناعم بالحبيبات التي تمر بالمنخل القياسي بقطر 2.36 mm ، حيث يجب ان يكون التدرج الحبيبي مناسبا ليساعد على تشغيلية افضل للخلطة الخرسانية و هدفت هذه الدراسة لمعرفة جودة الركام الناعم المستخدم في مناطق الجبل و اختيرت كعينات رمل غريان و جادو ونالوت من حيث قابلية التشغيل و مقاومة الضغط .

البرنامج العلمي

1 – المواد المستعملة

1.1 الركام الناعم: الركام الناعم (الرمل) المستخدم في هذه الدراسة تم اختياره من ثلاثة مناطق مختلفة بها محاجر للرمل تم لإشارة الى الرمل المتحصل علية من محجر منطقة غريان (رمل A) ، و الرمل من محجر منطقة جادو (رملB) و الرمل من محجر نالوت (رمل C) و قد تم اجراء بعض الاختبارات المعملية لتحديد التحليل النخلي للرمل كما في الجدول 2 و الوزن النوعي و النعومة كما في الجدول 4 .

2.1 الركام الخشن: تم الحصول على الركام الخشن من محجر منطقة جادو وهو ركام نظيف وغير مغطى بأي نوع من أنواع الطين او الطمي و قد تم غسله بالماء العذب لازالت أي غار من سطحه.

3.1 الاسمنت : استخدم الاسمنت البورتلاندي نوع (42.5 N) المتوفر في الأسواق المحلية و الذي تم انتاجه في مصنع الاتحاد العربي للمقاولات، جدول **1** يبين الخواص الفيزيائية للإسمنت المستخدم .

جدول 1: الخواص الفيزيائية للإسمنت

الاختبارات المعملية	النتائج	المواصفة
نسبة الماء القياسية	%26	%32 – 26
زمن الشك الابتدائي	137 دقيقة	لا يقل عن 45 دقيقة
زمن الشك النهائي	250 دقيقة	لا يزيد عن 10 ساعات
الوزن النوعي	3.14	3.16 – 3.12
النعومة	(%)5	لا يزيد عن (%)10
ثبات الحجم	1 mm	لا يزيد عن 10mm

4.1 الماء: استخدم في الخلط ماء صالح لشرب خالي من الاحماض و الاملاح و المواد العضوية.

2 – إعداد العينات

تم اعداد الخلطات الخرسانية التي تحتوي على الانواع المختلفة A (رمل غريان) ، B (رمل جادو) ، C (رمل نالوت) من الركام الناعم و في جميع الخلطات تم تثبيت نسبة الركام الخشن و كمية الماء و كمية الاسمنت و كمية الرمل أيضا حيث تركز الاختلاف في العينات على استخدام ركام ناعم من محاجر مختلفة . تم تحضير ثلاثة عينات من كل خلطة خرسانية و كانت نسب الخلط 4:2:1 (الاسمنت : الركام الناعم : الركام الخشن) على التوالي و كانت ابعاد المكعب الخرساني 150 × 150 × 150 mm لاختبار مقاومة الضغط للخرسانة ، تم معالجة المكعبات الخرسانية بالغمر في الماء لمدة 7 أيام و 14 يوم و28 يوم .

الاختبارات:

1 – التحليل المنخلي

أجريت اختبارات المناخل على العينات A ، B ، C لتحديد التدرج الحبيبي لكل عينة. استخدم في هذا الاختبار مجموعة من المناخل تراوح الحجم الحبيبي لها من 0.15 mm الى 2.36 mm (0.15 ، 0.3 ، 0.6 ، 1.18 ، 2.36) mm .

كما اجري أيضا التحليل المنخلي للركام الخشن والذي استخدم في اعداد جميع خلطات الخرسانة حيث استخدم مناخل ذات احجام مختلفة تراوحت من 5 mm الي 37.5 mm .

2 – الوزن النوعي و معامل النعومة للرمل

اجري اختبار الوزن النوعي واختار معامل النعومة على عينات الرمل A ، B ، C .

3– الهبوط للخرسانة الطازجة:

اجريت اختبارات الهبوط طبقا للمواصفة القياسية البريطانية (B.C. 1881. Part 2: 1970) لقابلية التشغيلية للخرسانة حيث تم تطبيق المواصفة لجميع خلطات الخرسانة المختلفة والتي تحتوي على الركام الناعم A ، B ، C.

4 – اختبار مقاومة الضغط:

عرضت جميع المكعبات الخرسانية التي تحتوي على الأنواع المختلفة من الرمل لاختبار مقاومة الضغط باستخدام جهاز قياس مقاومة الضغط (ADR 2000) وتم حساب متوسط مقاومة الضغط لكل عينة كدالة في زمن الغمر تحت الماء.

النتائج و المناقشات

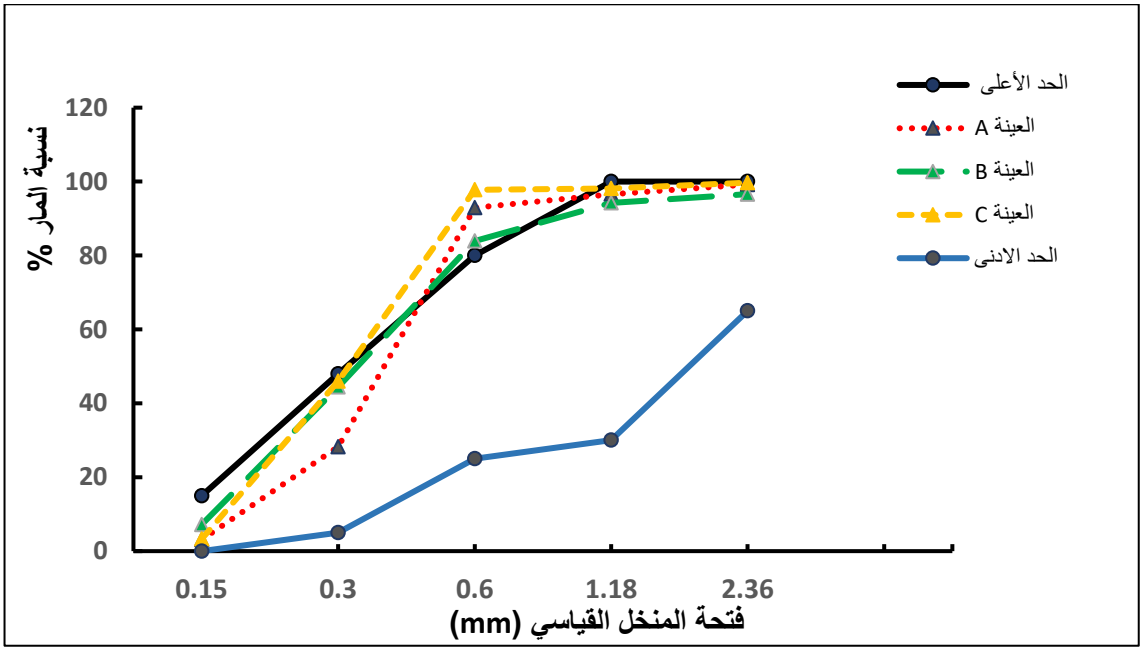
اجري اختبار التحليل المنخلي لعينات الرمل المختلفة و ذلك لتحديد التدرج الحبيبي لكل عينة من الركام الناعم، جدول 2 يبين التدرج الحبيبي لعينات الركام الناعم، حيث يتضح من الجدول ان نسبة 99.9% يمر من المنخل لعينة رمل A و 99.7 % لعينة الرمل B بينما حوالى 96.6 % لعينة رمل جادو يمر من فتحة المنخل 2.36 mm . و وجد ان هناك اختلاف أيضا في نتائج التحليل المنخلي لحجم المار من المنخل 0.6 mm و الذي يتضح فيه ان النسبة المئوية للرمل المار كانت 95.8 % لرمل C و 92.9 % لرمل A و 83.9 % لرمل B حيث كان رمل جادو

قريبا من الحد الأعلى للمواصفة القياسية الليبية 80%. و عامتا فإن الأنواع الثلاثة من الرمل تقترب من الحد الأعلى للمواصفة بينما رمل جادو B يقترب اكثر من حدود المواصفة لجميع التدرج الحبيبي . جدول 3 يوضح نتائج التحليل المنخلي للركام الخشن حيث تبين النتائج ان التوزيع الحبيبي للركام الخشن تنطبق علية حدود المواصفة البريطانية (B.S.812:1975) ، كانت نسبة الركام الناعم في عينة الركام الخشن حوالى 0.8 % وقد تم استبعادها في جميع الخلطات الخرسانية ، تم أيضا تعين الوزن النوعي للركام الخشن ونسبة امتصاص الركام للماء حيث وجد ان الوزن النوعي لها 2.46 و نسبة امتصاص الماء 1.73 % وهي تعتبر ضمن حدود المواصفة الليبية كما في الجدول 4 كما بين ان الصلابة للركام الخشن 18.93% و معامل مرونته 2.01 %.الشكل 3 يبين نتائج اختبار الهبوط و الذي اجري طبقا للمواصفة القياسية الليبية لقابلية التشغيلية حيث يتضح من الشكل ان مقدار الهبوط لعينة الخرسانة المحضرة من الرمل A (رمل محجر غريان) و عينة الرمل B (محجر جادو) كانتا 3 cm بينما عينة الخرسانة الذي تم اعدادها باستخدام عينة رمل C (محجر نالوت) كانت اعلى من العينات الأخرى 3.5 cm حيث جميع قيم اختبار الهبوط التي تم قياسها تقع ضمن حدود مواصفة القوام اللدن للخرسانة (B.C. 1881. Part 2: 1970)، ربما يعود الاختلاف في مقدار الهبوط لعينات الخرسانة المختلفة الى الاختلاف في معامل النعومة لعينات الرمل A , B , C موضح بالجدول 5 أجريت العديد من الأبحاث العلمية لدراسة تأثير الرمل و مصادرة على مقدار الهبوط للخرسانة، حيث إشارة نتائج تلك الاعمال الى ان هناك اختلاف في مقدار الهبوط باختلاف مصدر الرمل. تم الحصول على عينات الخرسانة العادية التي تحتوي على الأنواع المختلفة من الركام الناعم وتم اجراء اختبار مقاومة الضغط لها بعد غمرها في الماء لمدة 7 أيام و 14 يوم و 28 يوم، شكل 4 يبين نتائج مقاومة ضغط الخرسانة باختلاف عينات الرمل حيث اتضح من الشكل ان مقاومة الضغط لعينات الخرسانة المعدة من رمل A بعد 7 أيام من الغمر كانت 35.90 MPa و عينة الخرسانة (رمل B) 36.97 MPa إلا أن عينات الخرسانة التي استخدم فيها (الرملC) كانت اعلى 40.84MPa من العينات الأخرى بنسبة وصلت الى حوالى 12 % ، وصلت قيمة مقاومة الضغط لعينات الخرسانة بعد مرور 28 يوم لعينة (رمل A) الى حوالى 43.03 MPa بينما خلطات الخرسانة لرمل B ، C كانت اعلى

بنسبة 15.64 % و 18.06 % على التوالي عند مقارنتها بخرسانة العينة A. من هذه النتائج يتضح ان هناك اختلاف في خصائص الرمل باختلاق محاجرة.

جدول 2 : يوضح التدرج الحبيبي لعينات الرمل (رمل غريان – رمل جادو – رمل نالوت).

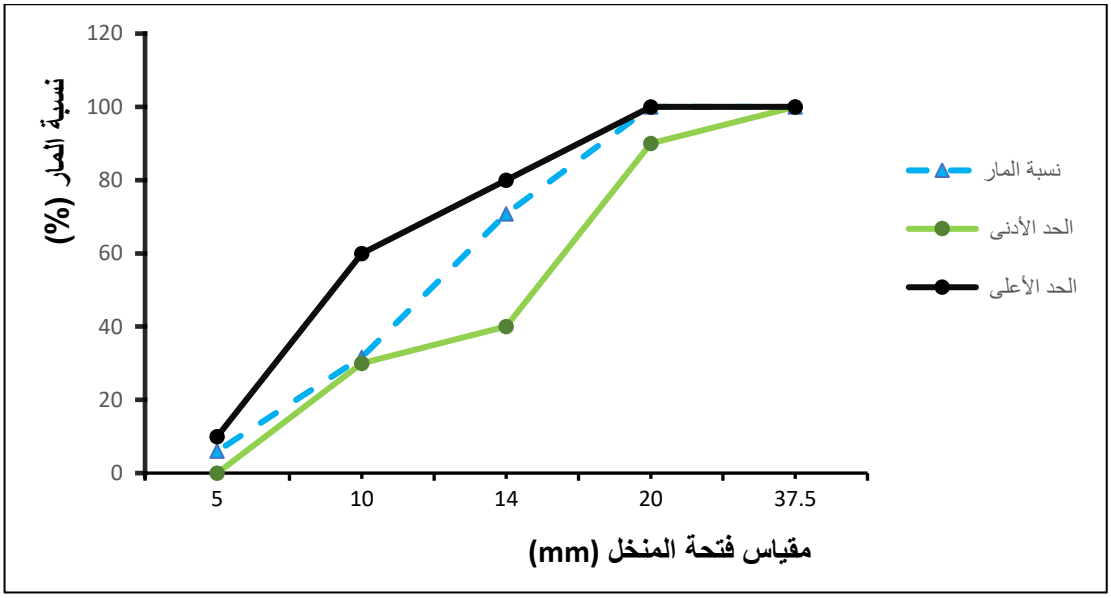
فتحة المنخل (mm)	النسبة المئوية للمار(%)		
	رمل غريان A	رمل جادو B	رمل نالوت C
2.36	99.2	96.6	99.7
1.18	96.6	94.2	98.1
0.6	92.9	83.9	95.8
0.3	28.2	44.4	46
0.15	3.1	7.2	3.3



الشكل **1**: التدرج الحبيبي لعينات الركام الناعم

الجدول **3**: نتائج التحليل المنخلي للركام الخشن

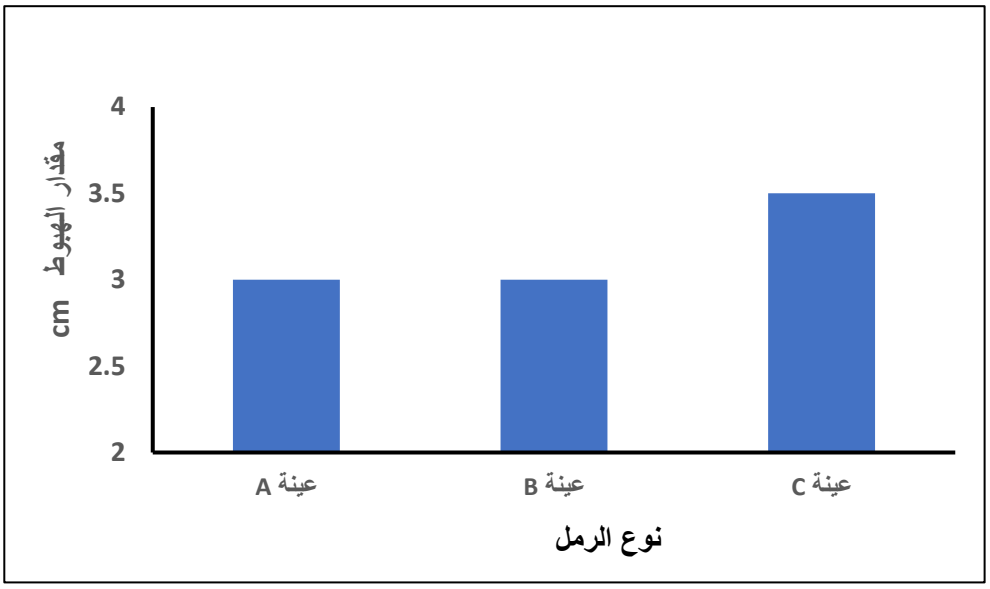
فتحة المنخل (mm)	الوزن المحجوز (Kg)	الوزن التراكمي (Kg)	نسبة المحجوز (%)	نسبة المار (%)
37.5	0	0	0	100
20	0	0	0	100
14	1.46	1.46	29.2	70.8
10	1.96	3.42	68.4	31.6
5	1.28	4.70	94	6
الوعاء	0.26	4.96		0.8



الشكل **2:** التدرج الحبيبي للركام الخشن

الجدول **4:** الخواص الفيزيائية للركام الخشن

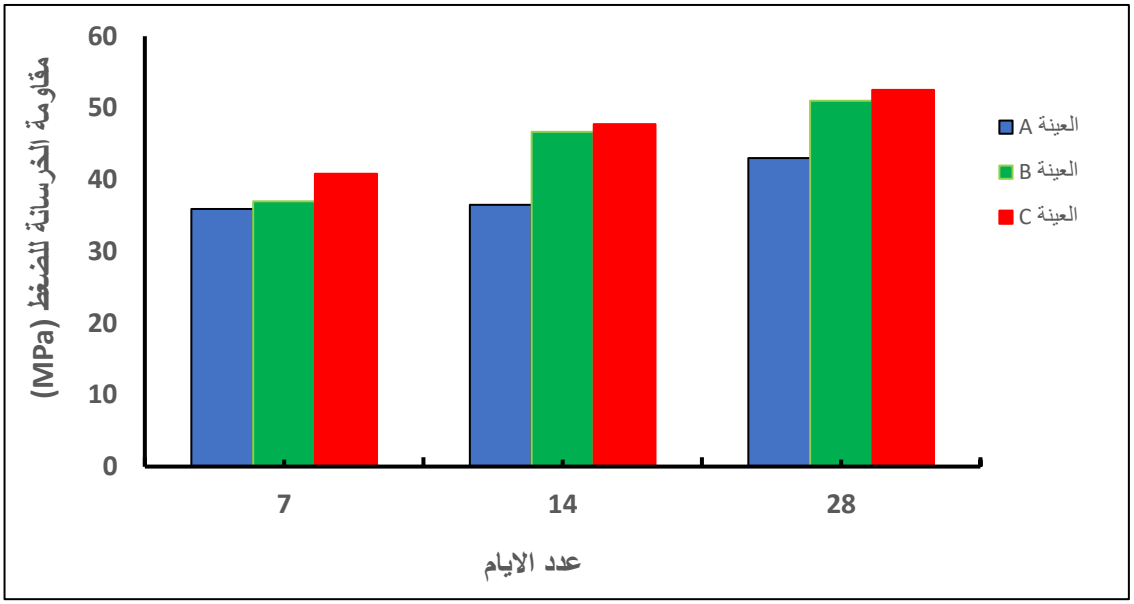
الاختبارات المعملية	النتائج	حدود المواصفة
الوزن النوعي	2.64	2.7 – 2.6
نسبة الامتصاص	%1.73	الحد الأقصى 3 %
اختبار الصدم	%18.93	الحد الأقصى 45%
معامل النعومة	%2.01	لا يزيد عن 10%



الشكل 3: مقارنة مقدار الهبوط للعينات

الجدول 5: الوزن النوعي ومعيار النعومة.

الاختبارات المعملية	النتائج	حدود المواصفة
الوزن النوعي رمل عينة A	**2.67**	**2.7 – 2.6**
الوزن النوعي رمل عينة B	**2.6**	**2.7 – 2.6**
الوزن النوعي رمل عينة C	**2.56**	**2.7 – 2.6**
معامل النعومة رمل عينة A	**1.8**	**1.4 – 1.8**
معامل النعومة رمل عينة B	**1.74**	**1.4 – 1.8**
معامل النعومة رمل عينة C	**1.57**	**1.4 – 1.8**



الشكل 4: العلاقة بين مقاومة الضغط لعينة الخرسانة و عدد الأيام.

الاستنتاجات:

1- التدرج الحبيبي لرمال العينات الثلاثة كان متقارب من حيث النعومة كانت العينات الثلاثة خارج حدود المواصفات عند المنخل 0.6mm، و كان رمل نالوت الأكثر نعومة من رملي جادو و غريان.

2- الوزن النوعي لرملي غريان و جادو هما ضمن حدود المواصفات على عكس رمل نالوت فهو على الحد الأدنى لقيم المواصفات.

3- معامل النعومة لعينات الرمل كانت ضمن حدود المواصفات وعينة رمل نالوت الأفضل .

4- قابلية التشغيل للخلطات الخرسانية الثلاثة كانت متقاربة حيث كان الهبوط للخلطات الخرسانية لرملي جادو و غريان 3cm والخلطة الخرسانية لرمل نالوت 3.5cm هي الأفضل و هي ضمن حدود القوام اللدن للعينات .

5- أظهرت النتائج ان الخلطات الخرسانية للعينات الثلاثة ذات مقاومة جيدة و عالية للضغط.

6 – كانت نتائج عينة الخرسانة لرمل نالوت اكثر مقاومة للضغط من عينات الخرسانة لرملي جادو و غريان.

المراجع

1- S.Asadey, A.Omran, O.M. Elbasir " Compressive Strength of Dune Sand Reinforced Concrete " Journal of Engineering and Applied Sciences 16 (2): 54-47, 2021.

2- S.Asadey, A.Omran," Effect of the type of sand on the properties of concrete". Journal of Engineering and Applied Sciences VOL.16,March .(2021),pp.11-113.

3- Abdullahi. M "Effect of aggregate type on Compressive strength of concrete" No 3, 2012.

4- Lee, E.; Ko, J.; Yoo, J.; Park, S.; Nam, J. "Analysis of the Aggregate Effect on the Compressive Strength of Concrete Using Dune Sand". Appl. Sci. 2021.

5 -ASTM C150/C150M, 2012. "Standard specification for Portland cement. American Society for Testing and Materials (ASTM)" , ASTM International, West Conshohocken, Pennsylvania.

6- BS 1881: part 116 1983," Concrete Testing, Methods of Determination of Compressive Strength. Of Concrete Cubes" , British Standard Institution, London.

7-American Society for Test and Materials, ASTM C143-78, "Standards Test Method for Determining the Slump of Fresh Concrete".

8 - H.O. Ozioko and E. E. Ohazurike "Effect of Fine Aggregate Types on the Compressive Strength of Concrete" ,August 2020.

9- شريفة محمد، زينب عمر، ايمان امحمد، " تأثير الركام الناعم على مقاومة الضغط للخرسانة العادية و خرسانة ذاتية الدمك" المجلة الدولية للعلوم و التقنية العدد 26 ، يوليو 2021.

10-حسن المعطي ، احمد عاشور ، عبدالحميد محمد " تأثير نسبة الركام الناعم للركام الكلي على مقاومة الضغط والتشغيلية للخرسانة عالية المقاومة " المجلة الدولية للعلوم والتقنية ISTJ العدد27،اكتوبر 2021.

11-عبدالمجيد محمد، احمد محمد، فيصل عبداللطيف " دراسة تغير مواصفات الخرسانة باختلاف مصادر الرمل المستخدم في الجنوب لليبي" المؤتمر الوطني السادس لمواد البناء و الهندسة الانشائية 2016 .