مجلة العلوم الهندسية
FES Journal of Engineering Sciences
http://journal.oiu.edu.sd/ojs/index.php/fjes/index
FJES
FES Journal of Engineering Sciences

اثر استخدام الرمل السيليكي على مقاومة الخرسانة

Fathelrahman M. Adam[1,*], Omer E. A.[2], Mohammed I. Ali[2], and Salih E. M.[3]

[1] *Civil Engineering Department, Nile Valley University, Atbara, Sudan*
[2] *Civil Engineering Department, Kordofan University, El-Obied, Sudan.*
[3] *Civil Engineering Department, Sudan University of Science and Technology, Khartoum, Sudan*
* Corresponding author: Fathelrahman M. Adam (e-mail: fat470@yahoo.com).

Article history: Received 25 April 2020, Received in revised form 4 November 2020, Accepted 11 November 2020

الملخص: تم في هذا البحث عمل دراسة باستخدام الرمل السيليكي بنقاوة 95% ومعرفة مدى تأثيره على مقاومة الخرسانة عند استخدامه بديلاً عن الرمل العادي بنسب مختلفة وهي 25%، 50%، 75% و 100%. تمت الدراسة باستخدام اسمنت بورتلاندي عادي وبنسبة أسمنت للماء 0.52 وباعتماد المواصفات البريطانية في تصميم الخلطة. أستخدمت النسبة 1:1.5:3 للنسب المختلفة للمواد المكونة للخلطة. تم استخدام خلطة مرجعية خالية من الرمل السيليكي بما يعني نسبة 0% من الرمل السيليكي. أجريت اختبارات مقاومة الخرسانة للمكعبات بعمر 7 يوم و 28 يوم وأظهرت النتائج المتحصل عليها أن استخدام الرمل السيليكي يزيد من مقاومة الخرسانة حيث بلغت ذروتها عند استخدامه بنسبة 50% حيث زادت المقاومة عن المقاومة المرجعية بنسبة 10% لعمر 7 يوم وبنسبة 11% لعمر 28 يوم. كما وأظهرت الدراسة أن زيادة نسبة الرمل السيليكي بأكثر من 50% يؤدي إلي هشاشة الخرسانة وظهر ذلك جلياً عندما كانت نسبة الرمل السيليكي 100%حيث قلت مقاومة الخرسانة بنسبة 31% لعمر 7 يوم و 16% لعمر 28 يوم.

الكلمات المفتاحية: الرمل السيليكي، تصميم الخلطة، خواص الخرسانة، مقاومة الخرسانة.

ABSTRACT In this research, a study of using silica sand of a purity reaches 95% was done in order to know its effects on the strength of concrete when it used as an alternative to the normal sand by a different ratio of 25%, 50%, 75% and 100%. The study was done using Normal Portland Cement with a water/cement ratio of 0.52 and the mix design was done according to the British Standard Method. The ratio 1:1.5:3 was used for the different materials composed of the mix design. A reference mix design was used without containing any silica sand by means of 0% ratio of silica sand. Compression tests for the strength of concrete have been done for cubes of 7 days and 28 days age of curing and the results obtained appeared that the using of silica sand increases the concrete strength with reaching the peak at a ratio of 50% of silica sand where the strength was increased for the 7 days and 28 days by a ratio of 10% and 11% more than the strength of reference mix design respectively. Also, the study appears that the increase of silica sand by more than 50%, leads to the brittleness of concrete and this has been seen clearly when the ratio of silica sand reached 100% since the strength of concrete be down by 31% for 7 days and by 16% for the 28 days.

Keywords: Silica Sand, Mix Design, Properties of Concrete, Strength of Concrete.

1.مقدمة

رمال السيليكا أو رمال الكوارتز هي صخور رملية بيضاء نقية تحتوي على نسبة عالية من السيليكا وهو ثاني أكسيد السيلكونSio2 شكل (1)، إضافة إلى كمية قليلة من الشوائب والمعادن الثقيلة ، وتزداد قيمة هذا الرمل كلما انخفضت نسبة الشوائب التي يحتوي عليها. يوجد مصدران للسيلكا، الأول عضوي مثله مثل النفط والفوسفات تكون على مدى ملايين السنين، وذلك عن طريق تكوينها من بقايا الهياكل العظمية للحيوانات بعد تحجرها، والمصدر الثاني معدني وهو الأكثر شيوعا. رمال السيليكا لها استخدامات متعددة فهي تستخدم في تصنيع الدارات الإلكترونية المتكاملة والألياف البصرية ويستعمل في العديد من التطبيقات الطبية وصناعة الزجاج وفي تنقية المياه. استخدمت رمال السيليكا بواسطة كثير من الباحثين كمادة أساسية في الخرسانة بنسبة نقاوة تبلغ % 95 وهي نسبة متوفرة طبيعيا في العديد من المناطق في العالم وتعتبر منطقة بارا في شمال كردفان بالسودان

غنية بهذه الرمال وتتواجد تحت سطح الأرض بعمق يتراوح من متر إلى متر ونصف..

توجد دراسات متعددة لإستخدام الرمل السيليكي في الخرسانة حيث توصلت نهلة ناجي هلال وآخرون [1] إلى أن استبدال الرمل السيليكي بالرمل العادي بنسبة 75% يحسن من مقاومة الخرسانة بنسبة 42.9% كما توصلت لتحسن في خواص الخرسانة الأخرى بنسب متفاوتة Kerai . Jigneshو Shraddha R. Vaniya [2] توصلا إلى تحسن في مقاومة الخرسانة بنسبة 1.2% عند استخدام الرمل السيليكي بنسبة 50 Sravani Pachipala.%[3] تحصل على زيادة في مقاومة الخرسانة بنسبة 25% عند استخدام الرمل السيليكي بنسبة 15.%. يتضمن البحث أيضاً نتائج مأخوذة من مراجع أخري تم استخدام الرمل السيليكي فيها بنسب متفاوتة أدت إلي نتائج متباينة في قيم مقاومة الخرسنة وقد أُسْتُصحِبت هذه النتائج في هذا البحث لمقارنتها مع النتائج التي تم الحصول عليها.

يهدف هذا البحث إلي استخدام الرمل السيليكي بنسب مختلفة كبديل للرمل العادي في الخلطة الخرسانية وذلك لمعرفة أثر هذه النسب على مقاومة الخرسانة.

شكل (1): الرمل السيليكي

2. المواد

الخرسانة هي مادة مركبة تتكون من عدة مواد منها الركام الخشن (الحصى)، الركام الناعم (الرمل) مع استخدام الأسمنت كمادة تؤدي إلى لحم الركام مكوناً عجينة ذات قوام معين مع إمكانية استخدام مضافات لإضافة بعض الخواص ويستخدم الماء للخلط ويضاف بمقدار معين وهو لازم لعملية تفاعل الأسمنت للحصول على اللحم والربط اللازم بين مكونات مواد الخرسانة.

المواد المكونة للخرسانة لها خواص عديدة منها الكيميائي، الفيزيائي والميكانيكي ويتم تحديد هذه الخواص عن طريق التجارب المعملية. بعد إجراء التجارب المعملية يتم اختيار المواد وفق الخواص المطلوبة للخرسانة وتوجد تفاصيل وافية بالمرجع [4].

3. خواص الخرسان

تمتاز الخرسانة بمقاومتها العالية للضغط باعتبار أنها من المواد القاصفة في حين أن مقاومتها للشد ضعيفة جداً لدرجة أنها في معظم الأحوال يتم تجاهل هذه المقاومة. ولمقابلة ضعف الخرسانة في الشد يتم استخدام حديد يسمى بحديد التسليح ليعمل بالتوافق مع الخرسانة مكوناً مادة مركبة أخرى تسمى بالخرسانة المسلحة. مقاومة الضغط للخرسانة يتم التحكم بها حسب خواص المواد المكونة لها بالإضافة إلى نسبها وأهم نسبة هي نسبة الماء للأسمنت وهذه النسبة لها أهمية كبيرة في علو وانخفاض مقاومة الخرسانة بالإضافة للخواص الأخرى مثل الانكماش، ومقاومة التآكل والكثافة. يتم التحكم في مقاومة الخرسانة حسب استخداماتها المتعددة باختيار الخواص والنسب المحددة للمواد. يتم تحديد أقصى قوة تحمل للضغط في الخرسانة بعمل اختبار الضغط باستخدام ماكينة الكسر وذلك بعمل عينات قياسية منها المكعب كما في المواصفة البريطانية والأوربية أو الاسطوانية كما في المواصفة الأمريكية. تمر الخرسانة بمراحل متعددة ابتداءً من الخلط والتشكيل وتسمى في هذه المرحلة بالخرسانة الطرية أو الطازجة وبعدها تنتقل لمرحلة التصلد وتصاحب هذه المرحلة عملية مهمة تسمى بالمعالجة وهي القيام بعمل الترطيب اللازم للخرسانة بحيث يتم الحفاظ على نسبة الماء للأسمنت داخل الخرسانة بغرض الحصول على المقاومة المطلوبة بصورة مضطردة مع الزمن ولقد حددت معظم الدراسات أن مقاومة الخرسانة تبلغ ذروتها بعد 28 يوم مع استمرار اكتساب الخرسانة لمقاومة إضافية مع تقدم عمرها لكن بصورة أقل وأبطأ.

4. تصميم الخلطة الخرسانية

يقصد بتصميم الخلطة الخرسانية هو تحديد النسب المكونة لها بما يتفق مع المتطلبات المطلوبة وفق الاستخدامات المتعددة للخرسانة. ويتم ذلك بطرق حسابية تضع في الاعتبار خواص المواد المستخدمة والخواص المطلوبة في الخرسانة المتصلدة (مثل مدى المقاومة للأحمال أو المقاومة للبري ...الخ) مع الأخذ في الاعتبار التشكيل وسهولة الصب مع مراعاة التكاليف الاقتصادية حسب نوع العمل الإنشائي المطلوب.

توجد طرق متعددة لتصميم الخلطة منها الطريقة البريطانية حسب المواصف BS 1881-116:1983 ويتم فيها تصميم الخلطات الخرسانية من خلال خمسة مراحل أساسية يتم فيها تحديد العوامل المهمة في تصميم الخلطة مع تحديد كميات المواد المستخدمة وتوجد تفاصيل أكثر بالمرجع [5]. طريقة أخرى هي الطريقة الأمريكية حسب المواصفة ACI 211.1-91تتلخص هذه الطريقة في معرفة نتائج مجموعة من التجارب المعملية للحصول على معايير النعومة للرمل المستخدم والمقاس الأكبر

للركام الكبير ووحدة الحجم للركام الكبير الجاف المدكوك والوزن النوعي للركام.

5.التجارب المعملية:

تم عمل تصميم للخلطة وفق متطلبات المدونة البريطانية BS 1881-116:1983حسب المواد المكونة للخلطة بنسبة 1:1½:3. الأسمنت المستخدم هو أسمنت بورتلاندي عادي والمياه هي مياه نظيفة صالحة للشرب بنسبة من الأسمنت بمقدار 0.52.

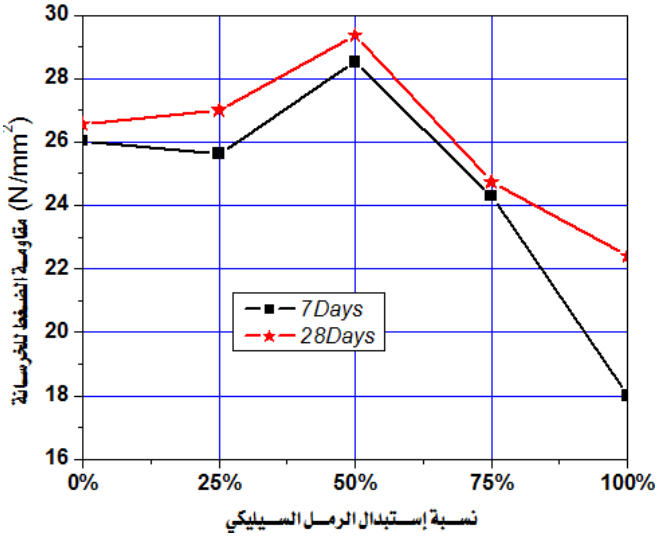
تم عمل عدة خلطات بإضافة الرمل السيليكي واستبداله بالرمل العادي بنسب مختلفة وهي 25%، 50%، 75%، 100%. مع اعتماد خلطة مرجعية بدون أي إضافة للرمل السيليكي.

تم إعداد الخلطات المتعددة بالطريقة المتبعة من خلط للمواد بالنسب حسب تصميم الخلطة ووضعها في القوالب القياسية 150x150x150 والدمك بالطريقة الموصوفة بالمواصفات ومن ثم المعالجة.

اختبار مقاومة الضغط للخرسانة تم عمله للمكعبات القياسية للخلطات المختلفة لعمر 7 يوم و28 يوم وجاءت النتائج كما موضح بالجدول (1) والشكل (2).

جدول (1): مقاومة ضغط الخرسانة للنسب المختلفة من الرمل السيليكي

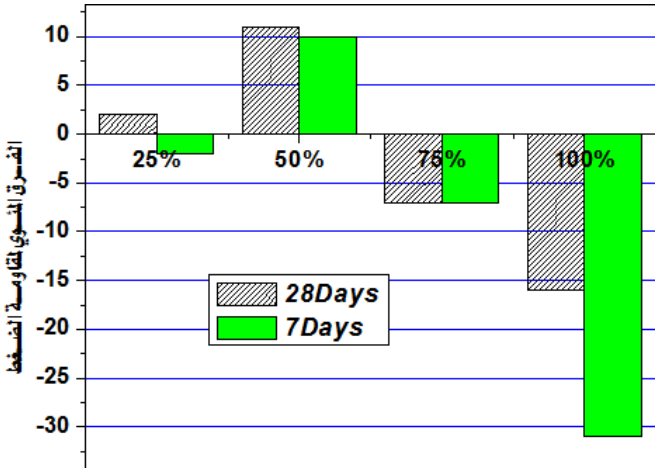
الخلطة	مقاومة الضغط للخرسانة	
	عمر 7 يوم	عمر 28 يوم
الخلطة المرجعية (0%)	26.03	26.57
25% رمل سيليكي	25.63	27.00
50% رمل سيليكي	28.53	29.37
75% رمل سيليكي	24.3	24.73
100% رمل سيليكي	18	22.4



شكل (2): مقاومة ضغط الخرسانة للنسب المختلفة من الرمل السيليكي

جدول (2): الفرق المئوي بين مقاومة الضغط للنسبة المختلفة من الرمل السيليكي مع المقاومة المرجعية

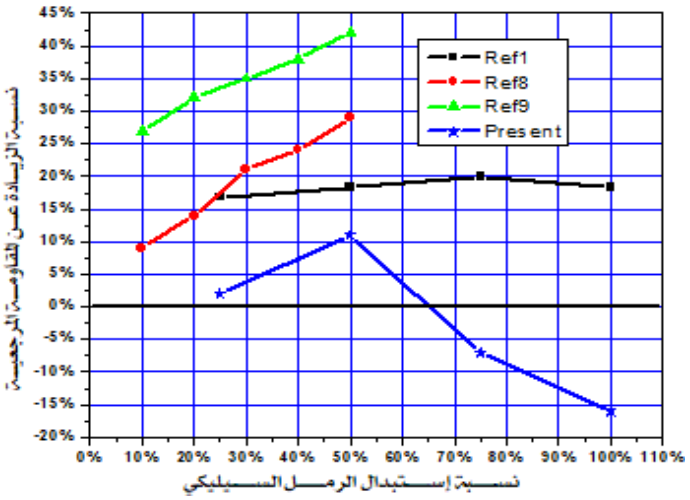
الخلطة	الفرق المئوي	
	عمر 7 يوم	عمر 28 يوم
25% رمل سيليكي	-2%	2%
50% رمل سيليكي	10%	11%
75% رمل سيليكي	-7%	-7%
100% رمل سيليكي	-31%	-16%



شكل (3): الفرق المئوي لمقاومة ضغط الخرسانة للنسب المختلفة من الرمل السيليكي مقارنة مع الخلطة المرجعية

6.مقارنة النتائج:

فيما يلي بالشكل (4) مقارنة للنتائج المتحصل عليها لمقاومة الخرسانة لمعالجة 28 يوم مع نتائج مأخوذة من المرجع (1)، المرجع (8) والمرجع (9) مع النتائج التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة وذلك للنسب المختلفة لإستبدال الرمل السيليكي بالرمل العادي والزيادة المئوية أو النقصان عن المقاومة المرجعية للخلطة التي يستخدم فيها الرمل العادي بنسبة 100%.



شكل (4): مقارنة نسبة الزيادة في مقاومة الخرسانة في 28 يوم عن المقاومة المرجعية للنتائج المتحصل عليها مع نتائج مأخوذة من عدة مراجع حسب نسبة الرمل السيليكي بالخلطة

7.مناقشة النتائج:

من خلال النتائج المتحصل عليها لمقاومة الضغط لكل خلطة ونتائج المقارنة مع مقاومة الضغط المتحصل عليها من الخلطة المرجعية. و بالرجوع للقيم الواردة بالجدول (2) وكما موضحة بالشكل (3)، نستخلص النقاط التالية:

- مقاومة الضغط المتحصل عليها في عمر 7 يوم قلت في كل النسب للرمل السيليكي ما عدا النسبة 50% زادت بمقدار 10% من المقاومة المرجعية.

- مقاومة الضغط المتحصل عليها في عمر 28 يوم زادت بنسبة بسيطة للنسبة 25% بينما زادت بنسبة أكبر نسبياً عند النسبة 50% حيث بلغت 11% من قيمة مقاومة الضغط للخلطة المرجعية.
- بزيادة الرمل السيليكي بأكثر من 50% تلاحظ تراجع قيمة المقاومة بصورة مضطردة بلغت ذروتها عند الاستبدال الكامل للرمل العادي بالرمل السيليكي حيث قلت المقاومة بمقدار 16% لعمر 28 يوم بينما قلت بمقدار 31% لعمر 7 يوم.
- حسب المقارنة بين النتائج المتحصل عليها مع نتائج مأخوذة من المراجع الأخري كما يبين الشكل (4)، نجد أن معظمها يتفق على أن الزيادة القصوى يُتحصل عليها عند استخدام رمل سيليكي مع رمل عادي بنسبة 50% لكل مع وجود تفاوت في نسبة زيادة المقاومة عن المقاومة المرجعية.

8.الخلاصة :

نخلص من هذه الدراسة إلى الآتي:

- أن استخدام الرمل السيليكي كبديل للرمل يزيد من مقاومة الخرسانة لكن يجب الانتباه إلى تحديد النسبة المناسبة للحصول على الزيادة ذات الأفضلية وفي هذه الدراسة وجد أن النسبة المناسبة لاستخدامه كبديل للرمل بنسبة 50.%
- في حالة استبدال الرمل بأكثر من 50% تزداد هشاشة الخرسانة باطراد وذلك واضح من شكل التهشيم كما في الشكل (5) ويصاحب ذلك في قلة المقاومة كما وضح من النتائج حيث قلت المقاومة بمقدار يقترب من الثلث عندما كانت نسبة استبدال الرمل السيليكي 100.%
- بالرجوع للنتائج المتحصل عليها من الدراسات السابقة نجد أن هناك تطابق في النتائج المتحصل عليها بواسطة Sravani المرجع [3]. حيث أعطت نسبة 50% أفضل النتائج بينما تباينت المراجع الأخرى في هذه النسبة بين أكثر منها وأقل منها مما يؤكد ضرورة تحديد هذه النسبة.
- من الضروري معرفة الخواص الأخرى للخرسانة المصاحبة لاستخدام الرمل السيليكي بنسبه المختلفة.

شكل (5): شكل التهشيم لمكعب الخرسانة للنسب المختلفة من الرمل السيليكي

المراجع:

[1]. نهلة ناجي ,هلال مجيد مطر ,الدليمي, اسيل حسام الدين عبدالله, "تأثير استخدام الرمل السيليكي على بعض الخواص الميكانيكية للخرسانة", مجلة تكريت للعلوم الهندسية, المجلد 19, العدد 4 , 22-44 , 2012.

[2]. Kerai Jignesh, Shraddha R. Vaniya, “Effect of use of Silica Sand as Fine Material in Concrete”, International Journal for Innovative Research in Science & Technology IJIRST, Volume 2, Issue 01, p266-271, 2015.

[3]. Sravani Pachipala, “A Study on Mechanical Properties of Concrete Using Silica Sand as Partial Replacement of Cement”, International Journal of Civil Engineering, Volume 4 Issue 5, p34-39, May 2017.

[4]. M. Neville, "Properties of Concrete", Pitman publishing limited, London, 3rd edn, 1981.

[5]. Kong F.K., Evans R.H., “Reinforced and Prestressed Concrete”, 3rd Edition, CRC Press, 2014.

[6]. ACI Standard 211.1-91,"Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight and Mass Concrete", American Concrete Institute – Farmington Hills, Michigan, 1991.

[7]. BS 1881-116:1983, “Method of Determination of Compressive Strength of Concrete Cube”, British Standard Institution.

[8]. Sawan B., Girirajsinh G., Uttam C., Harshil K., “A Parametric Study on Partial Replacement of Normal Sand by Silica Sand in Concrete”, Project Report, Atmiya Institute Of Technology And Science Rajkot, Gujarat Technological University, Ahmedabad, 2018.

[9]. Hanifi Binici, Orhan Aksogan, “Durability of concrete made with natural granular granite, silica sand and powders of waste marble and basalt as fine aggregate”, Journal of Building Engineering, Pages 109-121, https://doi.org/10.1016/j.jobe.2018.04.022, 2018.

Fathelrahman Mohamed Adam Associate professor, Department of Civil Engineering, Nile Valley University, I studied civil engineering at Sudan University of Science & Technology and received my postgraduate studies at the same University in the field of finite element method as application in shell analysis.
My Work in Nile Valley University is continued for 23 years, 5 years of that I join work at Jazan University (KSA).
My experience in teaching is concentrated in subjects, structural analysis especially numerical methods like flexibility, stiffness and finite element methods also reinforced concrete design, strength of materials, computer application and foundation engineering.
I standed in the head of exam committee (Control), head of civil engineering department and head of engineering management and now holding a dean of academic affairs.
I have many published papers and two books published in lap lambert academic publishing.