Kufa Journal of Engineering
Vol. 6, No. 2, June, P.P.115- 131
Received 7 September 2014, accepted 15 December 2014

تحسين بعض خواص مونة السمنت الحاوية على الميتاكاؤلين النانوني أو رماد قشور الرز

جاسم عطية علوان

مدرس / المعهد التقني – بابل، هندسة مدنية

البريد الالكتروني : Jassimatiya@yahoo.com

الخلاصة

هدف البحث معرفة مدى تحسن بعض خواص مونة السمنت كمقاومة الانضغاط ، الشد ومعاير الكسر بسبب الاستبدال الجزئي لسمنت المونة بالمواد البوزلانية الطبيعية العالية الفعالية كالميتاكاؤلين النانوني او رماد قشور الرز بنسبة (2%)، (3%)، (4%)، (5%) و(6%) من وزن السمنت فيها. تطلب البحث (205) نموذج،(25) للقوام القياسي ووقت التصلب لعجينة السمنت المرجعية ومقاومة الانضغاط ،الشد ومعاير الكسر للمونة المرجعية.(180) نموذج لفحص الانضغاط ،الشد ومعاير الكسر لمونة السمنت الممزوجة بنسب الاستبدال اعلاه لعمر (3) و(7) أيام.

أظهرت النتائج ان افضل نسبه للاستبدال بالميتاكاؤلين النانوني (3 %) من وزن سمنت المونة اذ زادت مقاومة الانضغاط للمونة بنسبة (110.11%)والشد بنسبة (90.49%) ومعاير الكسر بنسبة (85.59 %) اكثر من مقاومة المونة المرجعية وان افضل نسبه لأستبدال برماد قشور الرز هي (4 %) من وزن سمنت المونة اذ زادت مقاومة الانضغاط للمونة بنسبة (83.34%) والشد بنسبة (75.67%) ومعاير الكسر بنسبة (66.53%)اكثر من المونة المرجعية وقد احتفظت المونة بقابليتها التشغيلية الجيدة اثناء العمل.

الكلمات الرئيسية

مونة السمنت، الميتاكاؤلين النانوني، رماد قشور الرز، قوة الانضغاط، الشد ومعايرالكسر

IMPROVEMENT SOME OF CEMENT MORTAR PROPERTIES CONTAINING NANO METAKAOLINE OR RICE HUSKS ASH

Lecturer Jassim Atiya Alwan

Babylon of Technical Institute, Email; Jassimatiya@yahoo.com

ABSTRACT

The research aim is to know the improvement extent of some mortar properties like compressive, tensile and flexural strength for the partial substitution of mortar cement by the natural pozzolanic materials of high activity as Nano metakaoline or rice husks ash at ratios of 2%, 3%, 4%, 5% and 6% of its cement weight. Research requirement are (205) samples, (25) samples for reference cement paste standard consistency with initial & final setting time and reference mortar compressive , tensile and flexural strength. (180) Samples are the mixed cement mortar samples for compressive , tensile and flexural strength as per the above substitution ratios for ages of (3) and (7) days. Results showed that the best substitution ratio by Nano metakaoline is (3%) of cement weight for the compressive strength was increased by (110.11%), tensile by (90.49%) and flexural strength by (85.59%) more than their reference mortar strength and the best substitution ratio by rice husks ash is(4%) of cement weight for the compressive strength was increasing by (83.34%) , tensile by (75.67%) and flexural strength by (66.53%) more than their reference mortar strength and the mortar has its good workability during the work.

KEY WORDS

Cement Mortar, Nano metakaoline, Rice husks ash, compressive, Tensile and Flexural Strength.

المقدمة

ان المضافات السمنتية هي مواد ناعمة صلبة واصلها من الارض وتضاف للمونة او الخرسانة كاستبدال جزئي من السمنت في الخلطة. ان مصطلح البوزلانا يطلق على المواد السليكونية او السليكونية الالومينية والمتوفر منها محليا هو الميتاكاؤلين ، الفلدسبار، خبث الافران ، رماد قشور الرز وكذلك دقيق السليكا . ان المواد البوزلانية لا تمتلك لوحدها الامكانية السمنتية او انها تمتلكها بنسبة قليلة ولكنها عندما تكون بشكل مسحوق دقيق عالي النعومة وتضاف الى السمنت او النورة وبوجود الماء فأنها تتفاعل كيميائيا مع هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ بدرجات الحرارة الاعتيادية لتكون مركبات تمتلك خصائص سمنتية (**Joy,2005**).

ان المضافات السمنتية قد تمتلك البوزلانية او التفاعلية المائية الكامنة او الاثنين معا لذا فأن المواد البوزلانية يجب ان تكون نشطة وعند التأكد من نشاطها فأنها تخلط مع السمنت او الجير(النورة) لتكسب الخليط مقاومة اضافية ضد هجوم الاملاح الكبريتية وتحسن من خواصه الميكانيكية وكذلك متانته(**Neville,2010**).

الكاؤلين هو طين معدني بشكل مادة بيضاء اللون ناعمة تستعمل تجاريا في صناعة البورسلين ويتم حرقه بدرجات حرارة تتراوح من (650 – 800) مْ لمدة ساعتين وتنعيمه للحصول على الميتاكاؤلين النانوني المنشط والذي يحتوي في تركيبه الكيمياوي على السليكا والالومينا كمواد رئيسية واوكسيد الحديد..الخ.

ان اضافة مادة البوزلان النانوية هي من التقنيات الحديثة التي استخدمت في تصاميم الخرسانة لتطوير مقاومة التحمل لبلورات عجينة السمنت حيث يمكن زيادتها او السيطرة عليها (**Jonathan et. al.,2010**).

ان كلمة (نانو) تعني(10^{-9}) لذا فالنانوميتر هو واحد من البليون من المتر و(النانو)هو الانسب عند وصف حجم الجزيئة الواحدة والذي يستحيل رؤيته بالعين المجردة (**Syeda et. al.,2008**).

اما قشور الرز فتنتج بشكل عرضي في معامل تقشير الشلب (Rice Hulling) في المجارش وهي الياف نباتية تتكون من السيليلوز،النصف سيليلوز(Hemicellulose)، لجنين وسيليكا. ان كل طن من الشلب ينتج حوالي (200) كغم من قشور الرز وعند حرقها فأنها تنتج حوالي(40) كغم من الرماد (Yousif,1978).

تبين من خلال البحوث بأنه يتم الحصول على رماد قشور الرز بحرق هذه القشور بدرجة حرارة مقدارها (500) مْ لمدة ساعتين في فرن ذو منظم للسيطرة على درجة الحرارة والحصول على مادة بوزلانية تحتوي على السليكا غير المتبلورة مع اقل ما يمكن من الكاربون غير المحروق والذي يزداد بقلة درجة الحرارة عن هذه الدرجة والذي سيكون تأثيره ضار على الفعالية البوزلانية للرماد. (**Al-**Kalaf & Yousif,1984

ان استخدام المضافات المختلفة تهدف الى تطوير الاداء للخرسانة او المونة وقد عرف الاتحاد الدولي لمختبرات فحوص المواد والبحوث (RTEM) الاداء بأنه دالة تصف سلوكية وحدات او مادة انشائية يمكن متابعتها بمرور الزمن. وفي احد الدراسات تم التوصل الى ان اضافة مادة الفلدسبار البوزلانية (من السليكات الثلاثية الهيكل) غير النشط حسنت من خواص الخرسانة مقارنة مع الخرسانة غير الحاوية على دقيق الفلدسبار، وان استخدام الفلدسبار المحروق بدرجة الحرارة المثلى(650 مْ) اعطت نتائج افضل في تحسن خواص الخرسانة مقارنة بالفلدسبار غير المحروق (حسين،2005)

وفي بحث آخر اضيف رماد قشور الرز ودقيق السليكا للخرسانة وتم التوصل الى ان افضل نسبة اضافة لرماد قشور الرز هي(3.5%) من وزن السمنت بينما افضل نسبة اضافة لدقيق السليكا هي(2%) (البدري، 2001)

البرنامج العملي

اولا: الفحوصات المرجعية للمواد المستخدمة

تم إجراء الفحوصات المختبريه المدرجة ادناه وحسب المواصفات المبينة ازاء كل منها:

1- السمنت: هو السمنت البورتلاندي الاعتيادي انتاج شركة السمنت المتحدة والمعروف بالأسواق المحلية بسمنت (طاسلوجه– بازيان) وتم فحصه وثبتت مطابقته للمواصفات العراقية رقم (5) لسنة (1984) وحسب الفحوصات الفيزيائية والكيميائية المبينة في الجدول رقم(1) و (3) لنموذج السمنت.

2- رماد قشور الرز: تم حرق القشور بدرجة حرارة (500) مْ لمدة ساعتين في فرن ذو منظم لضبط درجة الحرارة وتم فرشه في اناء الحرق بالفرن بسمك حوالي (5) سم للحصول على حرق بشكل تام للقشور وبذلك حصلنا على مادة بوزلانية ذو نسبة عالية من السليكا غير المتبلورة وخالية من الكاربون غير المحروق تقريبا لنتجنب تأثيره الضار (Cook and Suwanitaya,1983).

تم تحويل هذه الجزيئات غير المتبلورة بطحنها بمطحنه بحيث يطحن كل(0.5) كغم من الرماد لمدة (20) ساعه وبذلك تحول الى جزيئات بوزلانية ناعمة جدا ونشطة (Yousif,1997).

تم قياس النعومة بطريقة بلين (Blaine) وحسب المواصفة ASTM C204-84 (1989) بحيث تم الحصول على مساحة سطحية نوعية(28000) سم2 \غم من الرماد. أن الرماد الناتج تم فحصه ووجد انه يطابق للمتطلبات الفيزيائية والكيميائية للمواصفة الامريكية ASTM C618 (1989) الصنف (N) بوزلاني ومعرفة فعاليته حسب المواصفة (ASTM C311- 02) وكما مبين ادناه في الجدولين رقم (4 و7).

3- الميتاكاؤلين النانوني: مادة الطين المعدني الناعمة ، بيضاء اللون تم حرقها(calcined)بدرجة حرارة(750) مْ لتكون المادة البوزلانية الفعالة والمناسبة لاستعمالها كبديل جزئي للسمنت في الخرسانة او

المونة وان نعومتها بمقياس بلين(Blaine) بمساحه سطحية (480000) سم^2/غم لأبعاد بمعدل (20×100×200) nm وحسب تعليمات الشركة المصدرة.

الجدول رقم(3) و(4) توضحان الخواص الفيزيائية والكيميائية للميتاكاؤلين النانوني وحسب متطلبات المواصفة الامريكية (1989) ASTM C618 والخاصة بهذا الشأن.

4 - الماء: هو الماء الصالح للشرب والذي يتم الحصول عليه من ماء الأسالة.

5 - الرمل: وهو الرمل النظيف والمغسول المجهز من منطقة الاخيضر والمطابق للمواصفات العراقية رقم (45) لسنة 1984 المنطقة رقم (3) والبريطانية (B.S 882/1992) وكما في الجدول رقم (2) و (5).

ثانيا": فحوصات عجينة ومونة السمنت المرجعية:

القوام القياسي للعجينة المرجعية: (Reference Cement Paste Normal Consistency)

تم أجراء هذا الفحص بعمل(4) نماذج بقالب فايكت بنسب تجريبيه للماء مع السمنت للحصول على عجينة السمنت ذات القوام القياسي والتي تسمح للمرود الاسطواني لجهاز فايكت بالنفاذ بالعجينة لنقطة تبعد (7.5) ملم عن قاعدة القالب وحسب خطوات مواصفة الدليل الاسترشادي العراقي (198) لعام (1992) ، وقد كان القوام القياسي وهو النسبة المئوية لوزن الماء الى وزن السمنت بالعجينة مقداره (31%) (سرسم،1984).

وقت التصلب الابتدائي والنهائي لعجية السمنت المرجعية:

تم إجراء الفحص بعمل (3) قوالب بجهاز فايكت لعجينة السمنت ذات القوام القياسي حيث ان وقت التصلب الابتدائي هو الزمن من بدء اضافة الماء الى السمنت ولحين نفاذ ابرة جهاز فايكت النوع (أ) في عجينة السمنت لمسافة لا تزيد عن(5) ملم تقريبا من قاعدة القالب، اما في التصلب النهائي فهو الزمن من بدء اضافة الماء الى السمنت ولحين ترك ابرة جهاز فايكت النوع(ب) اثرا في العجينة دون ظهور الاثر الدائري للجزء المثبت حولها. الجدول رقم(1) ادناه يوضح معدل نتائج وقت التصلب لعجينة السمنت (سرسم، 1984).

تحديد نسبة الماء بالمونة المرجعية:

تم اجراء فحص الانسياب(Flow Test) للمونة لتحديد قوامها المناسب وحسب مواصفة الجمعية الامريكية (ASTM C-230-97)وكانت نسبة الماء للسمنت(W/c)بالمونة ولنسبة المزج 3:1 هي(0.4) (Kett,2000).

فحوصات مونة السمنت المرجعية: (Reference Mortar Tests)

مقاومة الانضغاط (Compressive Strength):

تم إجراء فحص الانضغاط باستخدام القوالب الحديدية بأبعاد (50×50×50) ملم بواقع (6) مكعبات وحسب مواصفة الفحص الامريكية(ASTM C109-02) للانضغاط وتم مزج المواد جيدا وبالنسب المحددة باستخدام الخلاطة الكهربائية ولفترة(2.5) دقيقة لأربعة فترات وبالسرع المحددة بهذه المواصفة، ثم مليء القوالب بالمونة بمرحلتين والرص ب(32) ضربة لكل طبقة بالمضرب الخاص لذلك وازالة الزائد عن وجه القالب ووضع القوالب بغرفة رطبة لمدة(24) ساعة لتجف مع تغطيتها بالبوليثين. تم فك القوالب وغمرت النماذج بالماء لحين موعد الفحص وحسب المواصفة (ASTM C511 -03) .فحصت(3) نماذج بعمر (3) أيام والباقي بعمر(7) أيام. يتم الفحص بضغط مناسب بحيث يتم خلال فترة من(20- 80)ثانية. النتائج في الجدول رقم (6) ادناه.

مقاومة الشد: (Tensile Strength)

تم إجراء فحص الشد بواقع(6) نماذج وباستخدام قوالب بريكت (Briquet) وحسب المواصفة الامريكية (ASTM C190) لفحص الشد ومزجت جيدا بنسبة السمنت للرمل(3:1) لمدة دقيقتين يدويا وبالمالج ومليء القوالب دفعة واحدة والضغط باليد ب(12) مرة لكل قالب وتسوية القالب وترك النماذج لتجف بغرفة رطبة لمدة(24) ساعة مع تغطيتها بالبوليثين. تم فك القوالب وغمرت النماذج بالماء لحين موعد الفحص. فحصت (3) نماذج بعمر(3) أيام والباقي بعمر(7) أيام وبضغط(2.67) كيلو نيوتن/دقيقة. النتائج في الجدول رقم (6) ادناه.

جدول رقم(1): نتائج الفحوصات الفيزيائية للسمنت طبقا للـ م. ق.ع رقم (5) لسنة (1984)

الفحص		نتيجة الفحص	حدود م. ق. ع رقم(45) لسنة 1984
وقت التصلب لعجينة السمنت (دقيقه):	ابتدائي	115	≤ 45 دقيقه
	نهائي	345	≥ 600 دقيقه
نعومة السمنت(بلين): م2/ كغم		305	≤ 230
الثبات :(الحمام الموصد Auto Clave) %		0.30	≥ 0.8

جدول رقم(2): الخواص الفيزيائية للرمل حسب المواصفات العراقية رقم (45) لسنة (1984)

الخواص الفيزيائية	القيمة	حدود م. ق. ع رقم (45) لسنة 1984
الكثافة العظمى كغم/ م3	1615	-
الوزن النوعي	2.60	-
امتصاص الماء %	0.74	-
محتوى املاح الكبريتات %	0.08	≥ 0.5
الطين %	0.73	≥ 1

جدول رقم(3): نتائج التحليل الكيميائي لنموذج السمنت الاعتيادي (طبقا لـ م. ق.ع رقم (5) لسنة (1984)

الاوكسيد		نسبة المحتوى %	حدود م. ق. ع رقم (45) لسنة (1984)
الجير	CaO	62.40	-
السليكا	Sio_2	20.25	-
الالومينا	Al_2O_3	5.60	-
اوكسيد الحديد	Fe_2O_3	4.25	-
اوكسيد المغنيسيوم	MgO	2.55	% 5 ≥
اوكسيد البوتاسيوم	K_2O	0.77	-
اوكسيد الصوديوم	Na_2O	0.35	-
ثالث اوكسيد الكبريت	SO_3	2.40	% 5> C_3A اذا % 2.5 > % 5< C_3A اذا % 2.8 >
النورة غير المتحدة	(Free Lime)	0.65	-
فقدان الوزن بالاحتراق	(Loss on Ignition)	1.70	% 4.0 ≥
الشوائب غير الذائبة	(Insoluble Residue)	0.48	%1.5≥
عامل الاشباع الجيري	(L.S.F)	0.80	1.02 - 0.66
المجموع		99.70	-
سليكات الكالسيوم الثلاثي	% C_3S	49.50	-
سليكات الكالسيوم الثنائي	% C_2S	20.75	-
الومينات الكالسيوم الثلاثي	% C_3A	3.90	-
الومينات الكالسيوم الرباعي الحديدي	% C_4AF	13.25	-

* تم تحليل نموذج السمنت في مختبرات المكتب الاستشاري لجامعة بابل.

جدول رقم(4):التحليل الكيميائي لرماد قشور الرز والميتاكاؤلين العالي الفعالية

مركبات الاوكسيد	محتوى الاوكسيد وزنيا %				حدود المواصفة ASTM C618-89 pozzolan class N
	رماد قشور الرز		الميتاكاؤلين الفعال		
SiO_2	87.34	المجموع	55.86	المجموع	مجموع المركبات الثلاثة
Al_2O_3	0.12	= 87.8	37.35	= 94.84	الحد الادنى = 70 %
Fe_2O_3	0.34		1.63		
SO_3	0.1		-		الحد الاعلى = 4 %
Na_2O	1.43		0.04		الحد الاعلى = 1.5 %
L.O.I	2.54		1.29		الحد الاعلى = 10 %

* نموذج الميتاكاؤلين مستورد من مصر عن طريق الامارات وتم التحليل في مختبرات مديرية المسح الجيولوجي – بغداد.

جدول رقم(5): التحليل المنخلي لتدرج الرمل حسب المواصفات العراقية

رقم المنخل(ملم)	نسبة المار المتجمع %	م .ق .ع رقم (45) لسنة 1984- م رقم 3
10	100	100
4.75	96	100 – 90
2.36	85	100 – 85
1.18	78	100 – 75
0.6	65	79 – 60
0.3	24	40 – 12
0.15	3.5	10 – 0
معامل النعومة = 2.485		

<u>فحص معاير الكسر للمونة المرجعية :</u> (Reference Mortar flexural strength)

اجري هذا الفحص باستخدام(6) نماذج موشورية بأبعاد(40×40×160) ملم وكما في المواصفة الامريكية الرقم (ASTM 348-02) واستخدمت نفس المونة المعدة لفحص مقاومة الانضغاط المرجعية أي بنفس ظروفها وشروطها. تم التحميل من النقطتين الثلثية (بين نقطتي التحميل ثلث الفضاء بين المساند) وحساب معاير الكسر (f) من معادلة الانثناء للعتب البسيط (Simple Beam) وكما يلي:

$$f = PL/ b\ d2$$

حيث ان: L = طول الفضاء بين مساند النموذج (ملم) P = اعلى قيمة للحمل (نيوتن)

b & d = عرض وارتفاع النموذج (ملم)

تم فحص (3) نماذج بعمر(3) أيام والباقي بعمر(7) أيام ، الجدول رقم(6) ادناه يوضح النتائج.

الجدول رقم:(6) يبين نتائج فحوصات مقاومة الانضغاط ،الشد ومعاير الكسر لمونة السمنت المرجعية

نوع الفحص	الوحدة	معدل القيمة	متطلبات م. ق. ع رقم (5) لسنة (1984)
مقاومة الانضغاط:			
عمر (3) أيام	نيوتن/ملم2 (MPa)	18.2	لا تقل عن (15.0)
عمر (7) أيام	=	26.0	لا تقل عن (23.0)
مقاومة الشد:			-
عمر(3) أيام	نيوتن/ملم2(MPa)	6.0	-
عمر (7) أيام	=	8.1	
معاير الكسر:			
عمر(3) أيام	نيوتن/ملم2 (MPa)	8.75	-
عمر(7) أيام	=	12.7	-

فعالية المواد البوزلانية

فعالية المادة البوزلانية هي النسبة بين مقاومة الانضغاط لعمر(28) يوم للنموذج الحاوي على المادة البوزلانية الى مقاومة الانضغاط للخلطة المرجعية بدون اضافة المادة البوزلانية وحسب ما ذكر في المواصفة الامريكية (ASTM C311-02) بان دليل الفعالية (Activity index) وكذلك المواصفة (ASTM 618C-89) اكثر من (75%) عند استبدال جزء من السمنت وزنيا بمادة بوزلانية. لقد اجريت تجارب لنماذج الانضغاط لمعرفة المادة البوزلانية وتبين ان فعالية البولازنية في الميتاكاؤلين النانوني حوالي (125%) معدل الفعالية في نماذج وفي قشور الرز حوالي (105%) وعليه فقد تم استخدام المادتين وكما ذكر ذلك في الجدول رقم (7) ادناه.

ثالثا: فحوصات مونة السمنت الممزوجة بالمواد البوزلانية:

نسب اضافة المواد البوزلانية:

تم اختيار نسب اضافة المادتين البوزلانية (2%، 3%، 4%، 5% و 6%) من وزن السمنت كاستبدال جزئي لسمنت المونة لمعرفة تأثيره على مقاومة الانضغاط ،الشد ومعاير الكسر. تم اجراء فحوصات الانضغاط والشد للمونة الممزوجة حسب المواصفة الامريكية الرقم (ASTM C109-02) والمواصفة (ASTM 348-02) لفحص معاير الكسر وكما ذكر ذلك في فحوصات المونة المرجعية آنفا.

فحوص مقاومة الانضغاط ، الشد ومعاير الكسر لمونة السمنت الممزوجة:

تم إجراء فحصي الانضغاط ، الشد ومعاير الكسر بعمل (6) نماذج لكل نسبة من نسب الاضافة أي (30) نموذج للمونة الممزوجة بنسب الميتاكاؤلين المختلفة وعمل (30) نموذج للمونة الممزوجة بنسب رماد قشور الرز المختلفة اي عمل(60) نموذج لفحص الانضغاط وعمل (60) نموذج لفحص الشد وكذلك عمل (60) نموذج لفحص معاير الكسر. ان ابعاد النماذج ونسب المزج ومليء القوالب وكل ما يتعلق

بالعمل تم بنفس ظروف وشروط ومواصفة العمل لفحوص المونة المرجعية. تم الاستبدال الجزئي للسمنت بتقليل وزن السمنت بمقدار وزن المادة البوزلانية المضافة وحسب نسبة الاستبدال ووزنها بالمونة. تم فحص(3) نماذج بعمر(3) أيام والباقي بعمر(7) أيام لكل نسب الاضافة للمادتين البوزلانية المذكورة اعلاه. الجدول رقم (8) ادناه يوضح النتائج .

جدول رقم (7):الخواص الفيزيائية لرماد قشور الرز والميتاكاؤلين العالي الفعالية

الخواص الفيزيائية	القيمة لكل من		حدود المواصفة ASTM C 618 -89
	رماد قشور الرز	الميتاكاؤلين	
دليل الفعالية %	105	125	الحد الادنى = 75
فحص الانسياب (Flow)	103	92	الحد الاعلى = 115
الكثافة النوعية	2.10	2.61	-

جدول رقم (8): نتائج فحوصات مقاومة الانضغاط ،الشد ومعاير الكسر لمونة السمنت المرجعية والممزوجة *

نسبة الاستبدال من وزن السمنت %	العمر (بالأيام)	معدل الانضغاط نيوتن/ ملم2 (Mpa)		معدل مقاومة الشد نيوتن/ملم2 (Mpa)		معدل معاير الكسر نيوتن/ملم2 (Mpa)	
		رماد القشور	ميتاكاؤلين	رماد القشور	ميتاكاؤلين	رماد القشور	ميتاكاؤلين
مونة السمنت المرجعية	3	18.2		6.0		8.75	
	7	26.0		8.1		12.7	
% 2	3	27.71	32.88	7.15	9.08	8.58	11.8
	7	36.80	45.61	9.79	12.24	13.21	16.74
% 3	3	34.52	42.79	9.35	12.36	11.45	15.79
	7	45.54	**54.63**	11.42	**15.43**	16.84	**23.57**
% 4	3	37.20	39.51	10.70	11.31	14.48	13.14
	7	**47.67**	49.84	**14.23**	12.15	**21.15**	18.13
% 5	3	32.15	34.65	8.45	9.19	10.08	10.33
	7	39.79	42.53	9.74	10.98	15.16	15.42
% 6	3	24.93	29.85	6.69	7.84	8.43	9.45
	7	34.12	36.87	8.23	9.31	12.85	13.91

* نسب اضافة المادة البوزلانية (الميتاكاؤلين أو الرماد) المذكورة بالجدول اعلاه تم اختيارها بشكل تجريبي وكانت مناسبة.

ثالثا" : مناقشة النتائج:

1. فحوصات السمنت وعجينته ، المواد البوزلانية ومونة السمنت المرجعية:

أظهرت نتائج فحوصات عجينة السمنت ،مواد مونة السمنت المرجعية وكذلك مقاومتها للانضغاط ،الشد ومعاير

الكسر بأنها مطابقة للمواصفات العراقية رقم(5) و(45) لسنة(1984) ومواصفة فحص الدليل الاسترشادي العراقي(198)لعام (1992) وكما في الجداول رقم (1- 3)،(5)و(6).اما الميتاكاؤلين النانوني ورماد قشور الرز فظهر مطابقتهما للمواصفات الامريكية رقم ASTM- C618(1989) وكما في الجدولين رقم (4) و(7).

2. فحوصات مونة السمنت الممزوجة بالمواد البوزلانية:

اظهرت نتائج الفحوصات المبينة في الجدول رقم (8) اعلاه والاشكال ((1- 3) ادناه ما يلي:

1- مونة السمنت الممزوجة بالميتاكاؤلين النانوني :

أ) مقاومة الانضغاط :

زادت مقاومة الانضغاط مع زيادة الاضافة وبلغت اعلى نسبة لها بنسبة الاضافة (3%) من وزن السمنت بالمونة وبلغت المقاومة (54.63) نيوتن/ ملم^2 لعمر (7) أيام أي بزيادة مقدارها(110.11%) اكثر من مقاومة المونة المرجعية ثم بدءت المقاومة تقل بزيادة الاضافة حيث بلغت مقاومة الانضغاط لنفس العمر لنسبة الاضافة (6%) القيمة (36.87) نيوتن/ملم^2 أي زادت بنسبة (41.8%) اكثر من المونة المرجعية.

ب) مقاومة الشد :

زادت مقاومة الشد ايضا مع زيادة الاضافة وبلغت اعلى نسبة لها بنسبة الاضافة(3%) من وزن السمنت بالمونة القيمة (15.43) نيوتن/ ملم^2 لعمر (7) أيام أي بزيادة مقدارها (90.49%) اكثر من مقاومة المونة المرجعية ثم قلت المقاومة بزيادة الاضافة حيث بلغت مقاومة الشد لنفس العمر لنسبة الاضافة (6%)القيمة (9.31) نيوتن/ ملم^2 أي زادت بنسبة (14.93%) اكثر من المونة المرجعية.

ت) معاير الكسر:

زاد معاير الكسر ايضا مع زيادة الاضافة وبلغت اعلى نسبة لها بنسبة الاضافة(3%) من وزن السمنت بالمونة كما في الانضغاط والشد وبلغ لعمر(7) أيام القيمة (23.57) نيوتن/ ملم^2 أي بزيادة مقدارها (85.59%) اكثر من المونة المرجعية. قل المعاير بزيادة الاضافة حيث بلغ المعاير لنفس العمر بإضافة (6%) القيمة (13.91) نيوتن/ ملم^2 أي زاد بنسبة (9.52%) اكثر من المونة المرجعية. ان الزيادة في مقاومة هذه المونة الممزوجة ضد الجهود المختلفة لتفاعل الميتاكاؤلين مع مركبات عجينة السمنت واكساب المونة هذه القوة الاضافية المقاومة.

ان الزيادة في هذه الخواص المذكورة اعلاه هو بسبب تحسن التداخل بين مكونات المونة لاحتلال ذرات مادة الميتاكاؤلين النانوني لفراغات المونة وتفاعلها الايجابي مع سمنت المونة بالإضافة الى زيادة كثافتها ايضا.

2- مونة السمنت الممزوجة برماد قشور الرز:

أ) مقاومة الانضغاط:

زادت مقاومة الانضغاط مع زيادة الاضافة وبلغت اعلى نسبة لها بنسبة الاضافة(4%) من وزن السمنت بالمونة وبلغت القيمة(47.67) نيوتن/ملم^2 لعمر(7) أيام أي بزيادة مقدارها (83.34%) اكثر من مقاومة المونة المرجعية. قلت المقاومة بزيادة الاضافة حيث بلغت مقاومة الانضغاط لنفس العمر لنسبة الاضافة (6%) القيمة (34.12) نيوتن/ملم^2 أي زاد بنسبة (31.23%) اكثر من المونة المرجعية.

ب) مقاومة الشد:

زادت مقاومة الشد ايضا مع زيادة الاضافة وبلغت اعلى نسبة لها بنسبة الاضافة(4%) من وزن السمنت بالمونة وبلغت القيمة(14.23) نيوتن/ملم^2 لعمر(7)أيام أي بزيادة مقدارها (75.67%) اكثر من مقاومة المونة المرجعية. قلت هذه المقاومة بزيادة الاضافة حيث بلغت مقاومة الشد لنفس العمر لنسبة الاضافة (6%) القيمة (8.22) نيوتن/ملم^2 أي زادت بنسبة (1.48%) اكثر من المونة المرجعية.

ت) معاير الكسر:

زاد معاير الكسر ايضا مع زيادة الاضافة وبلغت اعلى نسبة لها بنسبة الاضافة(4%) من وزن السمنت بالمونة كما بالانضغاط والشد وبلغ لعمر(7) أيام القيمة (21.15) نيوتن/ ملم^2 أي بزيادة مقدارها (66.53%) اكثر من قل المعاير بزيادة الاضافة حيث بلغ المعاير لنفس العمر لنسبة الاضافة(6%) القيمة معاير المونة المرجعية.(12.85) نيوتن/ ملم^2 زاد بنسبة (1.18%)اكثر من المونة المرجعية. ان زيادة خواص المونة الممزوجة بالرماد والمذكورة اعلاه هي لتفاعل ذرات رماد قشور الرز مع جزيئات سمنت المونة بشكل ايجابي وزيادة كثافة المونة الا ان فعالية ذرات الرماد اقل من فعالية ذرات الميتاكاؤلين النانوني وكما يتضح ذلك في نتائج الفقرة (1) اعلاه.

رابعا"- الاستنتاجات والتوصيات:

اظهرت النتائج التأثير الايجابي الواضح والفعال لإضافة المواد البوزلانية لمونة السمنت الاعتيادي وكمايلي:

1) ان اضافة الميتاكاؤلين النانوني بنسبة 3% من وزن السمنت كانت فعالة في زيادة مقاومة المونة في حين كانت نسبة الاضافة الفعالة لرماد قشور الرز هي 4% ولعل ذلك يعود لاختلاف نسب التركيب الكيميائي للمادتين كالألومينا واوكسيد الحديد مما يؤدي الى تباين في تفاعلهما في عجينة السمنت وتأثر مقاومتهما بذلك.

2- هناك تباين في نسبة تأثير هذه المواد البوزلانية على مقاومة المونة والخرسانة لاختلاف المواد المكونة لهما ونسبها مما يؤدي الى الاختلاف في نسبة التفاعل واكتساب القوة في المونة والخرسانة.

3- ان استخدام هذه المواد البوزلانية في المونة او الخرسانة وزيادتها لخواصهما سيكون مؤثر اقتصاديا لأنه سيطيل من عمرهما بسبب مقاومتهما العالية للجهود المسلطة عليهما وهناك أمكانية لتقليل مقاطع اعضاء الهياكل الخرسانية المسلحة، لذا نوصي باستخدام المواد البوزلانية في المونة بنسبة الاضافة المذكورة اعلاه.

خامسا": المصادر

1- Al- Kalaf,M.N.,and Yousif,H.A.1984."Use of rice husk ash in concrete", The International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete. Vol.6, pp. 241-248.

2- ASTM 311- 02,2002."Standard test method for sampling and testing fly ash or natural pozzolans for use in Portland cement concrete", Annual Book of ASTM Standard American Society for Testing and Materials, Vol.04.02,pp.182 – 186.

3- ASTM 384- 02."Standard test method for Flexural Strength of Hydraulic Cement Mortars", Annual Book of ASTM Standards, Vol.04- 01.

4-ASTM C618- 03,"Standard Specifications for Coal fly Ash and raw or Calcined Natural Pozzolans for use in Concrete". Annual Book of ASTM Standards, Vol.04 02,2004,PP 309- 312.

5- ASTM C618,1989."Standard Specifications for chemical admixtures for concrete", Annual Book of ASTM Standards American Society for Testing and Materials, Vol.04.02.1989,pp.291 – 293.

6- ASTM C204-84,1989."Standard test method for fineness of Portland cement by air permeability apparatus", Annual Book of ASTM Standard American Society for Testing and Materials, Vol.04.01,pp.157 – 162.

7- ASTM C109 - 1999."Standard Test Method for Compression Strength of Hydraulic Cement Mortar", American Society for Testing and Material.

8-ASTM C511 – 03,2003.” Standard Specifications for Moist Cabinets, Moist Room and Water tanks Used in the testing of Hydraulic Cement Mortar and Concrete”. Annual Book of ASTM Standards, Vol.04- 01.

9- ASTM C78,2005.” Standard Test method for Flexural Strength of Concrete” American Society for Testing and Materials. 1992.”Specification for aggregates from Natural Sources for Concrete”,/10- B.S 882 British Standards Institute.

11-Cook,D.J,and Suwanitaya.P.1983.”Properties and behavior of lime-rice husk ash Cements”, AC ASTM C109 - 1999I- SP-79-45.PP.831-845.

12- Dr. P Srinivasa Rao ,P.Stravana, Z. Abdul Rahim ,Dr. T.Seshadri Sekhar,Dr. Ms P.Aarathi ,2012."Cracking behavior of Metakaoline blended high strength concrete in flexure by using crimped steel fibers". Journal of Civil Engineering Science 9,Vol.1,15-19.

13- Joy M. Justic,2005.”Evaluation of Metakaolin for use as Supplementary Cementitious Material”, MSc., Thesis, The academic faculity; Malasysia,pp.(1,2,4).

14- Jonathan S. Belkowitz and Daniel Armentrout,2010.” An Investigation of Nano Silica in the Cement Hydration Process”, Concrete Sustainability Conference,pp(1-4).

15- Kett,Irving, (2000),"Engineering Concrete".CCR press LLC,USA.(Www.crcpress.com).

16- Syeda A. Yousaf and Salamat Ali,2008.”Why Nanoscience and Nanotechnology? What is there for us?”,Journal of faculty of Engineering & Technology,2007,pp(11,12).

17-Shakir A. Mishhadani,Amer M. Ibrahem ,Zeinab H.Naji,2013."The effect of NanoMetakaoline Material on Some Properties of Concrete".Diyala Journal of Engineering Science.Vol.6(1).50-61

18 - Neville,A.M., 2010,"Properties of Concrete**”,** Long Man Group Limited, London, Fourth Edition.

19 –Yousif,H.A.1978."An investigation into the use of Rice Husk Ash in Concrete", M.Sc. Thesis, University of Technology,PP.159.

20-Yousif,H.A.1997."Corrosion of reinforcement in concrete containing high range water reducing agent and rice husk ash",Ph.D. Thesis, University of Tech,P.35.

21- Vikas Srivastava ,Rakesh Kumar,Agarwal v.c.,Mehta p. k.2012." Effect of Silica Fume and Metakaoline Combination on Concrete".International Journal of Civil and Structural Engineering.Vol.2(3),893-900.

22- حسين، جعفر،2005." خواص الخرسانة عالية الاداء المسلحة بالألياف الفولاذية باستخدام دقيق الفلدسبار المحلي"، اطروحة ماجستير، كلية الهندسة جامعة بغداد.

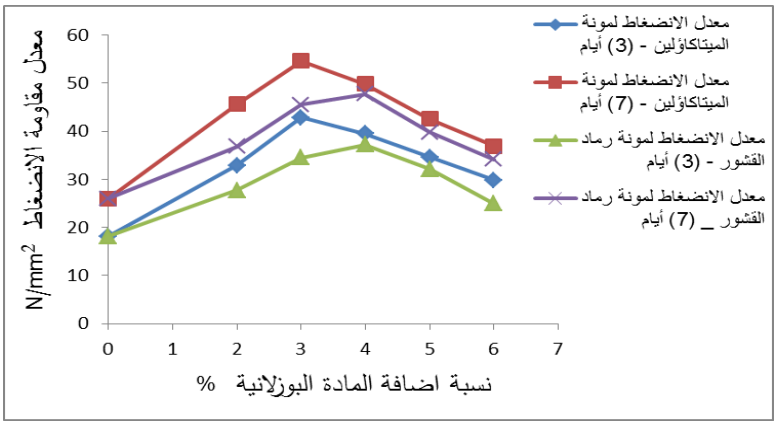
23- البدري، فراس فاضل 2001."تقييم الخرسانة عالية الاداء بطرق غير اتلافية"، اطروحة ماجستير، كلية الهندسة – جامعة بغداد.

24- سرسم ، جلال بشير 1984."تكنولوجيا الخرسانة ". مطبعة المعاهد الفنية- بغداد.

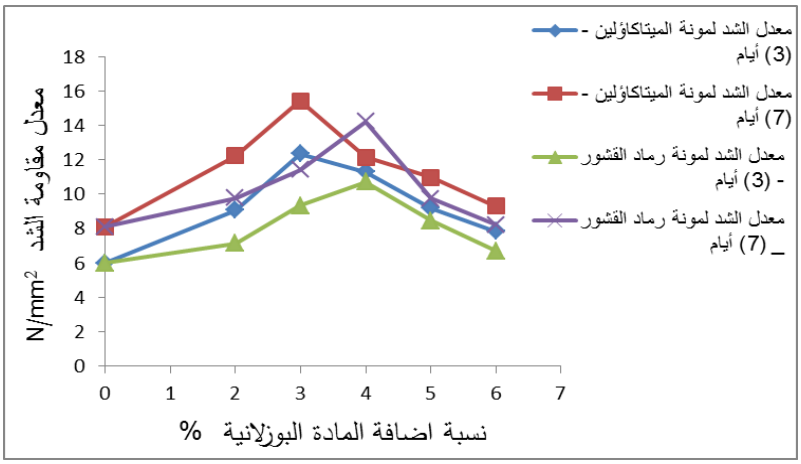
25- المشهدي، سامرعبد الامير 1999.مجلة جامعة بابل،" تشققات الانكماش في مونة السمنت الحاوية على رماد قشور الرز" .

26-المواصفات القياسية العراقية رقم (5) لسنة (1984) ."المتطلبات الفيزيائية والكيميائية للسمنت البورتلاندي".

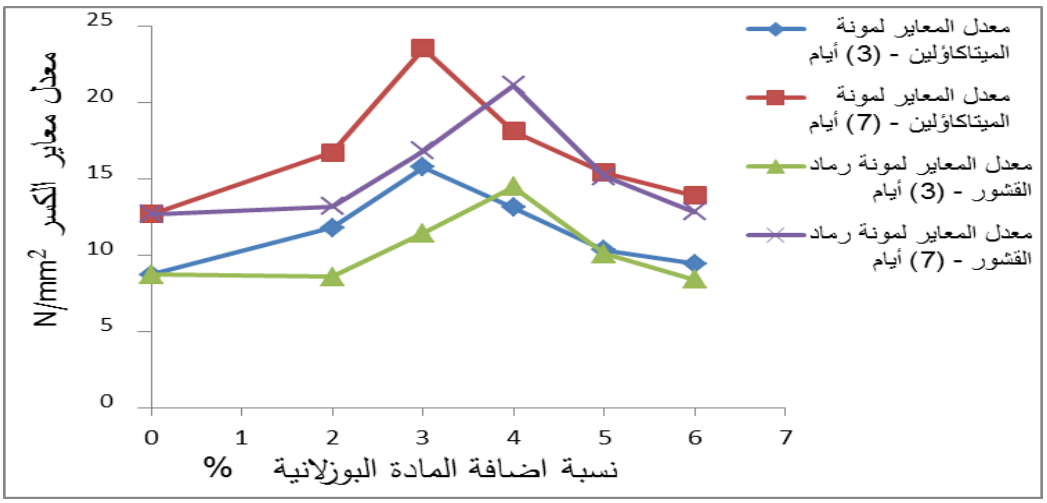
الاشكال والصور



الشكل رقم (1) : العلاقة بين نسبة اضافة المواد البوزلانية ومقاومة الانضغاط بمونة السمنت الممزوجة



الشكل رقم (2): العلاقة بين نسبة اضافة المواد البوزلانية ومقاومة الشد بمونة السمنت الممزوجة



الشكل رقم (3): العلاقة بين نسبة اضافة المواد البوزلانية ومعاير الكسر بالمونة الممزوجة

صور من رقم (1): نموذج لرماد قشور الرز قبل التنعيم

الصورة رقم(2): نموذج الميتاكاؤلين

الصورة رقم (3) :الفرن الكهربائي المستخدم بالبحث

الصورة رقم (4): بعض نماذج المونة