Journal of Engineering and Development

www.jead.org
Vol. 19, No. 06, November 2015
ISSN 1813-7822

تحسين خواص الطابوق الطيني المحلي بإضافة رماد قشور الرز ونشارة الخشب

جاسم عطية علوان *

مدرس/ قسم التقنيات المساحية - المعهد التقني/ بابل
(استلمت في : ٢٥ / ١ /٢٠١٥ ، قبلت للنشر في : ٢١/ ٦ / ٢٠١٥)

الخلاصة : يهدف البحث الى دراسة تأثير اضافة رماد قشور الرز او رماد نشارة الخشب الى تربة الطابوق الطيني المحلي على خواصه كمقاومة الانضغاط، معاير الكسر، امتصاص الماء ،التزهر والكثافة. جلبت كمية (٦٠) طابوقة من معمل طابوق المحاويل الحكومي في محافظة بابل لأجراء الفحوصات المرجعية المذكورة أنفا. جلبت تربة مطحونة من مراحل تصنيع الطابوق من المعمل المذكور واضيف اليها الرماد بنوعية بشكل منفرد بنسبة (٢، ٣,٥، ٥ و٦,٥)% من وزن التربة. تم تصنيع لبن الطابوق المخلوط بالرماد بظروف عمل مماثلة لإنتاجه بالمعمل ثم حرقه في افران نفس المعمل بدرجة حرارة (٩٠٠) مْ. تطلب البحث تصنيع (٤٨٠) طابوقة مخلوطة بمختلف النسب لنوعي الرماد لأجراء تلك الفحوصات. أظهرت النتائج ان افضل نسبة لأضافه رماد قشور الرز هي (٣,٥)%من وزن تربة الطابوق حيث زادت مقاومة الانضغاط للطابوق بنسبة (١٦,٥٣) % وزاد معاير الكسر بنسبة (١٠,٨٠)% كمعدل لحالتي الفحص عند مليء ثقوب الطابوق بالمونة وعند عدمها كما زاد امتصاص الماء بنسبة (١٢,٣١) %، وزاد التزهر بنسبة (٣,٨٦)% وقلت الكثافة بنسبة (٦,٣٩)% مقارنة بالقيم المرجعية ، وان افضل نسبة لأضافه رماد نشارة الخشب هي (٥)% حيث زادت مقاومة الانضغاط بنسبة (٩,١٥)%، معاير الكسر بنسبة (٦,٤٨)% ، زاد امتصاص الماء بنسبة (٢٣,٤٠) % وزاد التزهر بنسبة (٥,٥٢)% وقلت الكثافة بنسبة (١١,٦٢)%مقارنة بالقيم المرجعية.

الكلمات الدالة : *خواص الطابوق الطيني ، رماد قشور الرز أو نشارة الخشب.*

IMPROVEMENT OF LOCAL CLAYEY BRICK PROPERTIES BY RICE HUSKS ASH ANDSAWDUST ADDITION

Abstract: The research aims to study the effect of rice husks ash or sawdust ash addition to the soil of locally produced clayey bricks on its properties like compressive Strength, flexural Strength, Water absorption, efflorescence and density. A(60) bricks were brought from Mahaweel governmental bricks factory in Babylon governorate for executing the above mentioned reference tests. Crushed soil was brought from bricks manufacturing stages of the mentioned factory for individual addition of the two ash types to the soil at ratio of (2,3.5,5 and 6.5)% from soil weight. The mixed raw bricks with ashes were manufactured in similar factory work circumstances and burnt in same factory kiln at a temperature of (900)C°. A(480) mixed bricks were manufactured to execute the tests of the mixed bricks with the two ash types at different addition ratios. The results showed that the best rice husks ash addition ratio was (3.5)% of bricks soil weight for the compressive Strength was increased by(16.5٣)%, flexural Strength was increased by(10.80)% as average for the test cases at filling the brick holes with mortar and without filling, Water absorption was also increased by(12.31)% , the efflorescence was increased by(3.86)% and the density was decreased by (6.39)% compared with the reference

Jassimatiya@yahoo.com *

values , the best sawdust ash addition ratio was (5)% of bricks soil weight for the compressive Strength was increased by(9.15)%, flexural Strength was increased by(6.48)%,Water absorption was increased by (23.40)%, the efflorescence was increased by (5.٥٢)% and the density was decreased by(11.62)% compared with the reference values.

1. المقدمة:

يعتبر الطابوق من المواد البنائية التي عرفها الانسان في العالم منذ القدم وذلك لتوفرها بالطبيعة ولسهولة تصنيعها. ذكر Christine [١] وكذلك Lynch [2] بأنه تم العثور في الطبقات السفلى لترسبات النيل في مصر على الطابوق الطيني والذي تم تصنيعه يدويا وتجفيفه بالشمس قبل حوالي (١٤٠٠٠) سنه قبل الميلاد. ذكر رشيد [٣] ان الطابوق الطيني هو من اقدم المواد البنائية الذي استخدمها الانسان في بلاد وادي الرافدين حيث استخدمه السومريون منذ اكثر من حوالي (٥٠٠٠) سنة قبل الميلاد واستمر استعماله في العصور اللاحقة بنوعيه المفخور وغير المفخور، فقد استعمله البابليون قبل حوالي (٧٠٠٠) سنة وكذلك تم استخدامه في زقورة اور(١٩٠) كم جنوب بغداد وكذلك في عكركوف (٥) كم شمال بغداد قبل حوالي(٥٠٠٠) سنه، وبينت نتائج الدراسات التحليلية لنماذج بقايا اللبن من العصور القديمة بأن احسن طين تم استخدامه كانت نسبة الطين فيه مساوية لنسبة الغرين(Silt). ذكر ساكو وليفون[٤] بأن نوعية الطابوق تعتمد على المواد الخام الذي تستعمل في تصنيعه، طريقة تصنيعه ودرجة حرارة حرقه. ذكر سرسم، ،عبد المجيد، وجابر [5] بأن درجة حرارة حرق الطابوق تتراوح من (٧٥٠- ١٠٠٠)مْ وانه يتم بمراحل حرارية متعاقبة من تبخير الماء، الاكسدة ثم عملية الانصهار لمحتويات الطابوقة بعد درجة (٨٠٠) مْ حيث تتحول جزيئاتها الى مادة زجاجية كثيفة لتنتج التماسك والصلابة المطلوبة. اشار سكر[6] بأن المقادير القليلة من الاملاح الغير قابلة للذوبان بالماء وهي كربونات المغنسيوم ضرورية جدا في عملية تصنيع الطابوق كي لا تجعل الطين ينصهر ويلتصق مع بعضه في درجة الحرارة الواطئة. ذكرت دراسة بحوث البناء [٧] بأن نوعية الطابوق الطيني تعتمد على عدة عوامل اهمها نوعية التربة ، قلة تركيز الاملاح ونظافته من الشوائب والعناصر غير القابلة للتماثل في الطينة كالأحجار والحصى والجذور وغيرها، ومن ثم مراحل عملية التصنيع كالخلط المتجانس، التقطيع المنتظم، التجفيف والحرق وذلك لتحقيق مواصفات عالية في الطابوق. ذكر Grimshaw[٨] بأنه يجب ان تحتوي تربة الطابوق على مواد بمقادير معينة وملائمة كالرمل بحيث تقلل التقلص أو نمو اي شقوق في الطابوق وان توجد اثناء التصنيع احتياطات وذلك بعمل ممرات لخروج الغازات الضارة كأكاسيد الحديد والاكاسيد القلوية. اجريت عدة بحوث محلية وعالمية لتحسين خواص الطابوق واستخدم اغلبها مضافات المخلفات المختلفة. قام Kayali [9] بإضافة الغبار المتطاير (Fly Ash) بنسبة (١٠٠%) الى تربة الطابوق وحرقه بدرجة (١٣٠٠- ١٠٠٠) مْ وهذا ادى الى زيادة مقاومة الانضغاط بنسبة(٧,٥)%، قلة وزن الطابوق بنسبة (٢٨)%وامتصاصه للماء بنسبة (٢٠)% مقارنة بالطابوق الاصلي .اجرى Liew,Idris,Samad] Galvin, Wong , Jaafar and Aminuddin١٠] دراسة بإضافة مخلفات المجاري لتربة الطابوق بنسبة (١٠- ٤٠)% من وزن تربة الطابوق وتم التوصل الى ان نسبة الاضافة يجب ان لا تزيد عن (٢٠)% والتي تم فيها المحافظة على خصائص الطابوق العامة اذ ان زيادة نسبة الاضافة الى(٤٠)% ادت الى زيادة امتصاص الماء بالطابوق بنسبة (١٣,٤)% وقللت مقاومة الانضغاط بنسبة (٨٧,٣٤)% وادت الى زيادة انبعاث غازات المواد العضوية اثناء عملية حرق الطابوق وظهرت تشققات واضحة في الطابوق. قام الباحث Binici [11] باستخدام مزيج من مخلفات الالياف البلاستيكية بنسبة (٠,٢) %، القش(Straw) بنسبة (٢%)والبولسترين بنسبة (٠,٦) % وتم اضافتها لتربة الطابوق فزادت مقاومة الانضغاط بنسبة تتراوح من (١٢٧-٢٩١)% وقل الامتصاص بنسبة تتراوح من(١٩,٦– ١٠)%.قام Demir[12]ببحث وذلك بإضافة مخلفات الشاي المصنع بنسبة(٢,٥ و٥)% وزنيا لتربة الطابوق فزادت مقاومة الانضغاط بنسبة من(٢٥,٨- ٤٦,٤)%وقل الامتصاص من(٢٥,٣– ٥٤,٦)%. اجرى Demir [13] بحث وذلك بإضافة مخلفات نشارة الخشب ،التبغ والحشيش بنسبة (٢,٥،٥ و١٠) % لتربة الطابوق وحرقها بدرجة (٩٠٠) مْ فقللت هذه المخلفات من الكثافة ومقاومة الانضغاط وحسنت العزل الحراري وزادت امتصاص الطابوق للماء في نماذج الاضافة لهذه المخلفات الثلاثة وكانت نسبة الاضافة الفعالة هي(٥) % من وزن التربة الا انه ومع ذلك فأن نتائج فحص الطابوق كانت مطابقة للمواصفات التركية . قام Dhanapandian and Ganavel[١٤] بدراسة اضافة مزيج من نشارة احجار المرمر والكرانيت الى تربة الطابوق بنسبة (١٠،٢٠،٣٠،٤٠ و٥٠)%وزنيا وتم الحرق بدرجة من(٥٠٠– ٩٠٠) مْ فزاد ذلك من مقاومة الانضغاط ومعاير الكسر وكانت افضل النتائج بنسبة الاضافة للمزيج بنسبة (٢٠) %. قام Emmanuel [15] بدراسة اضافة مزيج نشارة الخشب ورماد الخشب بنسبة (٣٠:٧٠)% الى تربة الطابوق فأدت الى زيادة المسامية وتقليل كثافة الطابوق وتبين بأن زيادة نسبة نشارة الخشب عن نسبة (١٠) % ادت الى نتائج عكسية بينما اعطت طبيعة الرماد البوزلانيه مقاومة اكثر للطابوق وقللت من امتصاصه للماء لاسيما اذا تم حرقه في درجات حرارة عليا لأنه ينتج مركبات مالئه تزيد من كثافة ومقاومة الطابوق .اجرى Ducman and Kopar[١٦]بحث بإضافة مزيج مخلفات نشارة الخشب ومعامل الورق لتربة الطابوق وبنسبة (٣٠) % وحرقها بدرجة(٨٥٠ – ٩٢٠) مْ ووجد بأنها زادت من مقاومة الانضغاط بنسبة (٢٢,٦) % وقللت الكثافة وزادت امتصاص الماء بنسبة (١٣,٨)%. Hegazy,Fouad and [17]

Hassanain بدراسة مزج مخلفات محطة معالجة المياه ورماد قشور الرز واضافتها لتربة الطابوق بنسبة (٢٥%، ٥٠%،٧٥%) وتم تعريض نماذج كل نسبة لدرجات الحرارة ٩٠٠ مْ، ١٠٠٠مْ، ١١٠٠مْ ،١٢٠٠مْ ووجد بان افضل نسبة اضافة لمخلفات المحطة ورماد الرز هي (٧٥) % حيث ادى ذلك الى تقليل كثافة الطابوق وزيادة امتصاصه للماء وادى انصهارهما بدرجات الحرارة العليا الى زيادة الكثافة والانضغاط وقللت من الامتصاص وطابقت خواصه المواصفات المصرية. قام .Lert. and Chok [18] بدراسة اضافة قشور الرز و ال (Bagasse) الى تربة الطابوق بنسبة هي (٦،٣،٢،١) % وزنيا لكل من قشور الرز وال (Bagasse) بشكل منفرد فتوصل الى ان مسامية الطابوق قد زادت وقلت كثافته وزادت مقاومة الانضغاط بنسبة (٣٧,٥)% و(١٠٠)% وعلى التوالي لهاتين المادتين ولأفضل نسبة لأضافتهما وهي (٣) % لقشور الرز و(٦) % لل(Bagasse) .

٢. اهمية اجراء البحث :

تعتبر اضافة المخلفات المتنوعة الى مادة الطابوق الطيني الخام من المواد التي شاع استخدامها وتناولها العديد من الباحثين محليا وعالميا وذلك لغرض السعي لتحسين خواص الطابوق من جهة وللتخلص من هذه المخلفات وتأثيرها البيئي من ناحية اخرى. اما بالنسبة لمادتي البحث وهما رماد قشور الرز و رماد نشارة الخشب فأننا نلاحظ ندرة استخدامهما بالإضافة الى الطابوق الطيني بشكل منفرد بل تضاف مع مخلفات اخرى وان تم استخدامهما في بعض البحوث العالمية فهو قبل حرقهما وتحويلهما الى مادة بوزلانية . استخدمت المواد البوزلانية النشطة كبديل جزئي للسمنت في الخرسانة لتكسب الخليط مقاومة اضافية ضد هجوم الاملاح الكبريتية وتحسن من خواص الخرسانة الميكانيكية ومتانتها اما في هذا البحث فانه تم اضافة كل نوع من نوعي الرماد ذو الخصائص البوزلانية بشكل منفرد الى تربة الطابوق الطيني لمعرفة تأثيرهما على بعض خواصه.

٣. البرنامج العملي :

١,٣- المواد المستعملة بالبحث:

١- **التربة الطينية** :

تم جلب كمية كافية من تربة معمل طابوق المحاويل بعد اتمام مرحلتي الطحن في المعمل وذلك لعمل كمية من الطابوق تكفي لأجراء مختلف الفحوصات عند اضافة نوعي الرماد اليها . تم تحليل نموذج التربة قبل طحنه في مختبر جامعة بابل/ المكتب الاستشاري الهندسي لغرض معرفة خواصه الفيزيائية والكيميائية. الجدولين رقم (١) و (٢) ادناه يبينان نتائج الفحص لهذه التربة والتحليل الحجمي الحبيبي والنسب المارة الناعمة للتربة قبل طحنها والمبين في الشكل البياني اللوغاريتمي رقم (١).

٢- قوالب الطابوق :

صنعت قوالب خشبيه ذو اوجه داخلية ملساء بقياس (٢٤,٢٥×١١,٧٥×٧,٣٠) سم للحصول على الطابوق بهذه الأبعاد وهي ابعاد الطابوق المرجعي المصنع بالمعمل وذلك لأجل المقارنة.

3- رماد قشور الرز :

القشور الناتجة بشكل عرضي في معامل تقشير الشلب للحصول على الرز والذي لا يتم الاستفادة منها عادة مسببة تلوثا بيئيا اذ انها من الفضلات الصلبة المتطايرة بالهواء . يتم في هذه المعامل الحصول على(٢٠٠) كغم من القشورلكل طن من الشلب وعند حرق هذه القشور فأنه يتم الحصول على (٤٠) كغم من الرماد. تتكون قشور الرز من Ndazi، Nyahumwa، لجنين وسليكا. (Hemicellulose)الياف نباتية مكونة من السليلوز، النصف سليلوز
تم حرق هذه القشور بدرجة حرارة (٥٠٠) مْ لمدة ساعتين في فرن ذو منظم] .١٩ Christian and Tesha[
لضبط درجة الحرارة وتم فرشها في اناء الحرق بسمك حوالي (٥)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.
.تم اجراء التدرج الحبيبي للرماد كما مبين في الجدول رقم (٢)والشكل رقم(١). Cook and Suwanitaya[20]

طحنت جزيئات الرماد بمطحنة بحيث يطحن كل (٠,٥) كغم من الرماد لمدة (٢٠) ساعه وبذلك تتحول الى مادة تم تم قياس النعومة بطريقة بلين وحسب المواصفة الامريكية رقم ,Yousif[21] .بوزلانية ناعمة جدا ونشطة (ASTM C204 -07) [22] بحيث كانت المساحة التي تم الحصول عليها (٢٨٠٠) سم^{٢} /غم . أن الرماد الناتج تم فحصه بحيث كان مطابقا للمتطلبات الفيزيائية والكيميائية الواردة بالمواصفة رقم(ASTM C618-2012a) [٢٣] الصنف (N) بوزلاني وتحديد فعاليته حسب المواصفة الامريكية (ASTM C311- 07)[٢٤] وكما مبين في الجدولين رقم (٣) و(٤) ادناه.

4- رماد نشارة الخشب :

وهي نشارة الخشب الجام والذي يتم الحصول عليه من تشريح اشجار من فصيلة الصنوبر وهو اكثر الاخشاب استعمالا في الاعمال الانشائية. ان النوعية التي تم استخدامها هي عبارة عن حبيبات ناعمة متجانسة ونظيفة تماما وتم غربلتها بحيث كان تدرجها من (٠,٥ - ١) ملم قبل حرقها ، تم حرق النشارة بحاوية معدنية مفتوحة وتم تغذية المصدر الحراري بالغاز المستعمل بالطبخ مع محارير الكترونية لقياس درجة الحرارة وتم جراء التدرج الحبيبي للرماد وكما مبين في الجدول رقم(٢) والشكل رقم(١) ثم طحنت كما تم في قشور الرز لنحصل على نفس النعومة المذكورة اعلاه. تم اجراء الفحوصات الكيميائية والفيزيائية للرماد وكما مبين في الجدولين رقم (٣) و(٤) وقد تمت هذه الفحوصات لنوعي الرماد في مختبرات مديرية المسح الجيولوجي والتعدين – بغداد.

٥- الماء: وهو ماء الاسالة الصالح للشرب.

جدول رقم(١): يبين الخصائص الفيزيائية والكيميائية لنموذج التربة قبل طحنه

نوع الفحص	*النتيجة*	*مواصفات الفحص*	*حدود المواصفة*
% Moisture Content محتوى الرطوبة	%19.5		-
Atterberg Limits حدود اتيربرج :			
% حد السيولة (L.L)	٦32.	[25] ASTM D4318	55لا يزيد عن
% حد اللدونة (P.L)	٢١,٣	ASTM D4318	55لا يزيد عن
(P.I) معاد	١١,٣	=	30 لا يزيد عن
التحليل الحجمي الحبيبي للتربة:			
% (Silt)الغرين	٨3	[26] ASTM D422	-
% (Clay) الطين	٣4	ASTM D422	-
% (Sand الرمل (	19	ASTM D422	-
تصنيف التربة	CL	[27] ASTM D2487	
% (Sulphate (SO3نسبة الكبريتات بدلالة	0.32	[28] ASTM D4327	لا يزيد عن ٥
T.S.S نسبة الاملاح الذائبة الكلية %	0.65	ASTM D4327	لا يزيد عن ١٠
% Chlorideنسبة الكلوريدات	0.02	ASTM D4327	-
% Gypsumنسبة الجبس	0.85	[29] BS1377	-
% Carbonate نسبة الكاربونات	23	BS1377	-
S.Gالكثافة النوعية	٩2.5	[30] ASTM D854	-
Organic Matter نسبة المواد العضوية %	0.681	[31] ASTM D2974	لا يزيد عن ٢
PH دليل الحامضية	7.6	[32] ASTM D4972	-

جدول رقم (٢):التدرج الحبيبي للتربة، رماد قشور الرز والنشارة قبل طحنها وحسب المواصفة (ASTM D422)

القطر(ملم)	*نسبة المار %*		
	التربة	رماد قشور الرز	رماد النشارة
4.76	100	100	100
2.38	100	100	100
0.841	98	100	100

98	100	٤9	0.42
٦9	99	87	0.149
٣9	95	81	0.074
٩8	92	77	0.053
٦8	89	73	0.0408
٤8	87	69	0.0296
٠8	83	65	0.0281
77	80	62	0.0184
٤7	76	57	0.0133
٨6	71	51	0.0098
٣6	68	47	0.0071
57	65	43	0.0012
0	0	0	0.0000
-	-	43	(Clay) فما دون طين ٠,٠٠١٣
-	-	38	(Silt) غرين0.0013 – 0.075
-	-	19	(Sand) رمل 0.075 – 1.4

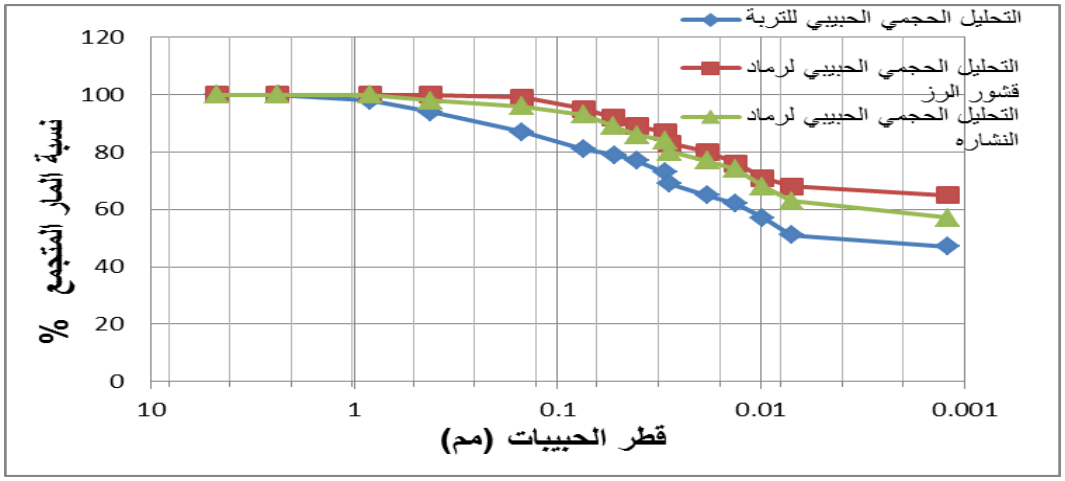
جدول رقم (٣): التحليل الكيميائي لرماد قشور الرز ونشارة الخشب

مركبات الاوكسيد	*محتوى الاوكسيد وزنيا %*		*حدود المواصفة*
	لرماد قشور الرز	لرماد نشارة الخشب	*ASTM C 618-12a [23]١*
SiO2	86.62	65.7	مجموع المركبات الثلاثة الحد
Al2O3	0.14	5.21	الادنى = ٧٠%
Fe2O3	0.37	2.10	
	المجموع =٨٧,١٣	المجموع =٧٣,٠١	
SO3	0.11	1.12	الحد الاعلى = ٤ %
Na2O	1.45	0.06	الحد الاعلى = ١,٥ %
CaO	-	9.60	-
MgO	-	4.10	-
K2O	-	2.41	-
CaCO3	-	7.86	-
L.O.I *	2.58	4.27	الحد الاعلى = ١٠ %
L.S.F *	-	1.70	-
SR(Solid Res.)	-	10.65	-

* Lime Saturation Factor = L.S.F و Loss of Ignition = L.O.I

جدول رقم(٤) : الخواص الفيزيائية لرماد قشور الرز ونشارة الخشب

الخاصية	*القيمة لرماد قشور الرز*	*القيمة لرماد نشارة الخشب*	*الوحدة*	*حدود المواصفة ASTM C 618- 12a [23]*
دليل الفعالية	103	85	%	الحد الادنى = ٧٥
فحص الانسياب(Flow)	101	-	%	الحد الاعلى = ١١٥
الكثافة النوعية	2.1	2.25	-	-
الكثافة العظمى	-	1050	Kg/m^3	-
محتوى الرطوبة	-	0.28	%	-
الفقدان بالاحتراق	-	4.27	%	-



الشكل رقم (١) : التحليل الحبيبي الحجمي(التدرج) للتربة ورماد قشور الرز والنشارة قبل طحنها والمستخدمة بالطابوق

٢,٣- فحوصات الطابوق المرجعية (Bricks Reference Tests):

جلبت كمية من الطابوق من معمل طابوق المحاويل الحكومي وبعدد (٦٠) طابوقة من النوع المثقب (الجمهوري) وعدد ثقوبه (١٠) بمعدل قطر (٢,٧٦) سم والذي تم انتاجه بالمعمل بالطريقة الميكانيكية . وفي هذه الطريقة يتم تنظيف التربة وطحنها بمرحلتين للحصول على تربة ناعمه ثم عجنها بمكائن خاصة والتحكم بكمية الماء بحيث تكون نسبة الرطوبة في الطين من (٢٢- ٢٤) % للحصول على اللدونة المناسبة ثم نقله الى ماكنة الكبس حيث يكبس الطين بضغط يتراوح من (٩- ١٠) بار ليخرج بأبعاد وجه الطابوقة ثم يقص بسمك الطابوقة وينقل الى غرفة التجفيف بالهواء الحار ومن ثم الى الفرن ليحرق بدرجة حرارة لا تقل عن (٩٠٠) مْ ولمدة لا تقل عن(٧٢) ساعة وباستخدام وقود الديزل. تم أجراء فحوصات الشكل والابعاد ، فحوصات الانضغاط ، معاير الكسر، الامتصاص ، التزهر والكثافة لنماذج الطابوق وحسب المواصفة الامريكية رقم(ASTM C78- 02)[٣٣] بالنسبة لمعاير الكسر وحسب المواصفات العراقية رقم(٢٤) لسنة ١٩٨٨وتقييم النتائج حسب متطلبات المواصفات العراقية رقم (٢٥) لسنة (١٩٨٨)[34] ، وكانت النتائج كما مبين في الجدولين رقم (٥) و(٦).

أ) الابعاد والشكل (Dimensions and Shape):

تم قياس ابعاد نماذج الطابوق التي جلبت من المعمل بإيجاد المتوسط الحسابي لأبعاد كمية من (٢٤) طابوقة تم رصها بشكل متلاصق ومستقيم وعلى سطح مستو ووجد بأن معدل ابعادها (٢٤,٢٥×١١,٧٥×٧,٣٠) سم وان شكل الطابوق جيد وزواياه قائمة وحافاته مستقيمة وسليمة واوجهه مستوية وخالية من الشقوق ومقطعه متجانس تام الحرق وهو بذلك كان مطابق لمتطلبات الفحص في المواصفات العراقية رقم (٢٥) لسنة (١٩٨٨) بعد الأخذ بعين الاعتبار التفاوت المسموح به في هذه المواصفات للأبعاد والبالغ (±٣%) وكما مبين في الجدول رقم (٥).

ب) مقاومة الانضغاط (Compressive Strength Test)

تم اختيار(٢٠) طابوقات وغمرها بالماء لمدة(٢٤) ساعة ثم اخراج العينات ومسح الماء العالق بقطعة قماش وملىء ثقوب (١٠) طابوقات بمونة السمنت (١,٥:١) ونسبة الماء/ السمنت (٠,٣٥) و(١٠) اخرى غير مملوءة الثقوب. تم غمر العينات بعد جفاف المونة بالماء لمدة (٣) ايام ثم وضعت كل عينة بين لوحين من الخشب الرقيق بسمك (٣) مم بحيث يكون محور عينة الفحص منطبق على مركز لوح جهاز الفحص ذو القاعدة الكروية ثم تم زيادة الضغط المسلط على العينة بمعدل(١٤) نيوتن/ مم^{٢}.تم حساب المقاومة لكل طابوقة بقسمة اعلى قيمة لقوة الانضغاط المسلطة على المساحة الصافية لوجه الطابوقة (طرح مساحة الثقوب غير المملؤة بالمونة) والمتجهة للأعلى ثم ايجاد المقاومة ل(١٠) طابوقات وبدون طرح لأي مساحة بالنسبة للنماذج مملؤة الثقوب. الجدول رقم (٦) يوضح النتائج.

ت) معاير الكسر (Flexure Strength Test) :

وباستخدام (٢٠) طابوقه منها (١٠) طابوقات (ASTM C78- 02)تم اجراء الفحص حسب المواصفة الامريكية رقم لم تملئ ثقوبها بالمونة اما ال (١٠) المتبقية فملئت بنفس المونة المذكورة بفحص الانضغاط للطابوق. تم وضع النماذج بحيث يكون مركزها منطبق على مركز لوح الضغط المسلط لجهاز الفحص بعد تغطيتها من الاعلى بقطعة معدنية بسمك (٦,٣٥) مم وبعرض (٣٨,١) مم وبطول لا يقل عن عرض النموذج. تم حساب معاير الكسر كالتالي :

حيث أن : $f = 3PL/2bd^2$

f = معاير الكسر نيوتن/ مم٢ P = أقصى حمل وسطي مسلط عند فشل النموذج(نيوتن)

b وd = عرض وارتفاع النموذج على التوالي (مم) L = الفضاء بين مراكز مساند النموذج (١٦١ مم)

الجدول رقم(٦) يوضح نتائج الفحص.

ث) امتصاص الماء (Water Absorption):

تم اختيار(١٠) طابوقات حيث وضعت في فرن مهوى بدرجة (١١٠) مْ حتى يثبت وزنها ثم تم اخراجها لتبرد لدرجة حرارة الغرفة ثم وزنت العينات لمعرفة وزنها الجاف ثم غمرت بالماء لمدة (٢٤) ساعة وتم تجفيف سطح العينات الخارجي بقطعة قماش لتوزن ثانية لمعرفة وزن الماء الممتص الذي بقسمته على وزن الطابوقة الجافة يمكن ايجاد نسبة الامتصاص في الطابوقة وحسب متطلبات المواصفات العراقية رقم (٢٥) لسنة (١٩٨٨) . الجدول رقم (6) يوضح نتائج الفحص.

ج) التزهر (Efflorescence Test)**:**

تم استخدام (١٠) طابوقات حيث وضعت كل طابوقة في اناء معدني مسطح بعمق (٥) سم ويحتوي على ماء مقطر بارتفاع (٢,٥) سم ووضعت نماذج الطابوق على نهايتها الصغرى وتركت في غرفة التجفيف لمدة (٧) أيام مع اضافة الماء عند نقصانه ثم جففت النماذج لمدة (٣) أيام بنفس الاواني الخالية من الماء. تم تحديد درجة التزهربواسطة حساب نسبة المساحة المغطاة بالطبقة الملحية الى المساحة السطحية لكل طابوقة ومقارنتها بحدود المواصفة العراقية رقم (٢٥) لسنة (١٩٨٨) لتحديد درجة التزهر. الجدول رقم(٦) يوضح نتائج الفحص.

ح) الكثافة الكلية (Bulk Density):

تم اجراء الفحص بوضع (١٠) طابوقات في فرن مهوى بدرجة حرارة (١١٠) مْ لمدة (٢٤) ساعة لكي تجف ويثبت وزنها ثم اخرجت من الفرن وتم تبريدها ثم وزنت ، تم طرح حجم ثقوب الطابوق وايجاد معدل الكثافة وكما مبين بالجدول رقم (٦).

جدول رقم(٥): نتائج فحص الابعاد لنماذج الطابوق المرجعية وحسب متطلبات م. ق.ع الرقم(25) لسنة(١٩٨٨)

نوع الفحص	*معدل نتيجة الفحص لكمية (٢٤) طابوقة*	*الوحدة*	*متطلبات م. ق .ع رقم ٢٥ لسنة ١٩٨٨*	*نتيجة الفحص*
الأبعاد	٢٤,٢٥×11.75×٣٠.٧	سم	٢٤×١١,٥×٧,٥	مطابقة

جدول رقم(٦): نتائج فحوصات بعض خواص الطابوق المرجعية وحسب متطلبات م. ق .ع رقم (٢٥) لسنة ١٩٨٨

ت	*نوع الفحص*	*معدل نتيجة الفحص لكمية (١٠) طابوقات*	*الوحدة*	*متطلبات م. ق .ع رقم ١٩٨٨/٢٥ الصنف ب*
1	مقاومة الانضغاط :			
	الثقوب مملوءة بالمونة	16.5	نيوتن/ ملم٢	13 لا يقل عن
	الثقوب فارغة من المونة	.20١٣	نيوتن/ ملم٢	13لا يقل عن

2	معاير الكسر :			
	الثقوب مملوءة بالمونة	.30٥	نيوتن/ ملم^{2}	-
	الثقوب فارغة من المونة	١٢.٤	نيوتن/ ملم^{2}	-
3	الامتصاص للماء:	.4١٩	وزنا" %	24 لا يزيد عن
4	التزهر :	46.3	%	خفيف- متوسط (١٠ – ٥٠)%
5	الكثافة الكلية :	٢1.7	غم/ سم^{3}	الحد الادنى = ١,٧

صورة رقم - ١: بعض نماذج الطابوق المرجعي من المعمل

3.3 - تصنيع الطابوق المخلوط برماد قشور الرز أو رماد نشارة الخشب:

لأجل القيام بتصنيع الطابوق المخلوط بالرماد فقد تم جلب التربة من تراب معمل طابوق المحاويل بعد اتمام مرحلتي الطحن في المعمل وبحيث تكفي لعمل (٤٨٠) طابوقة لأجراء مختلف الفحوصات حيث تم اضافة نوعي الرماد اليها بشكل منفرد اي اضافة كل نوع من انواع الرماد بشكل منفصل عن النوع الآخر وبنسبة (٢،٣،٥،٥ و٦,٥) % من وزن التربة المستخدمة ، وحسب الخطوات التالية :

١- تقسيم التربة الى (٨) مجموعات بوضعها في احواض بلاستيكية مناسبة واضافة الرماد اليها ومزجه الى ان يتجانس بحيث تكون كل مجموعة لنسبة معينه لاحد نوعي الرماد تكفي لعمل (٦٠) طابوقة لأجراء مختلف الفحوصات المطلوبة.

٢- تم اضافة الماء لمختلف المجاميع ثم مزجها جيدا لكي تتجانس وتركها لمدة اسبوع لكي تتحلل جزيئاتها وتتخمربشكل جيد.

٣- مزج الطين المخمر بعد ذلك جيدا واضيف اليها الماء بحيث حصلنا على اللدونة المناسبة للطين بمحاولات تجريبية بحيث تكون نسبة الرطوبة من(٢٢- ٢٤) % كما في طين الطابوق المرجعي بالمعمل ثم تم تهيئة قوالب خشبيه ذو وجوه داخلية ملساء بأبعاد (٢٤,٢٥×١١,٧٥×٧,٣٠) سم ودهنها بشكل ملائم ثم ملئها بالطين اي بضغط (١٠) بار متراصة ثم ضغطها بجهاز الضغط بالمختبر الممزوج بالرماد بحيث تكون كتلة الطين(145.038 PSI) وهو الضغط المستخدم في تصنيع طينة الطابوق المرجعي بالمعمل مع ترقيمها بوضوح.

٤- تم تجفيف لبن الطابوق لمدة اسبوعين مع تقليبه ليجف تماما ثم تجفيفه بفرن مهوى بدرجة (١١٠) مْ لمدة (٢٤) ساعة قبل نقله ووضعه في فرن نفس المعمل ليحرق بدرجة لا تقل عن (٩٠٠) مْ اي تم تصنيع الطابوق المخلوط بنوعي الرماد بظروف مشابهة لظروف تصنيع الطابوق المرجعية المذكورة اعلاه.

صورة رقم- ٢ : نماذج من لبن الطابوق المصنع الرطب

صورة رقم- ٣ : اللبن الجاف بفرن المعمل

١,٣,٣ - فحوصات الطابوق المخلوط بالرماد:

تم اجراء نفس الفحوصات الذي اجريت للطابوق المرجعي وبنفس شروطها وظروف عملها ومواصفة الفحص ASTM C78-02 واتباع المواصفة رقم المتبعة ومقارنة النتائج حسب المواصفة العراقية رقم(٢٥)لسنة(١٩٨٨) بالنسبة لفحص معاير الكسر. تم اجراء الفحص لنماذج بعدد (٤٨٠) طابوقة لمختلف الفحوصات وكما مبين في الجدول رقم (٧). نتائج الفحوصات المختلفة للطابوق المخلوط بالرماد كما مبينة في الجداول رقم (٨ - ١٣) .

جدول رقم (٧) : يبين اعداد الطابوق المخلوط بالرماد واللازمة لأجراء الفحوصات

ت	نوع الفحص	عدد نماذج الطابوق اللازمة	
		طابوق رماد القشور	طابوق رماد النشارة
1	الشكل والابعاد *	24	24
2	مقاومة الانضغاط	80	80
3	معاير الكسر	80	80
4	امتصاص الماء	40	40
5	التزهر	40	40
6	الكثافة الكلية *	40	40
	المجموع	240	240

* هذان الفحصان لم يتم عمل نماذج خاصة بهما بل تم اجرائهما بالاستفادة من بقية النماذج قبل اجراء الفحوصات عليها.

جدول رقم (٨): يبين نتائج فحص الابعاد لمجاميع الطابوق وحسب متطلبات م. ق .ع رقم (٢٥) لسنة (١٩٨٨)

نوع المجموعة	العدد	معدل الابعاد (سم)	(سم) متطلبات المواصفة	النتيجة
الطابوق المخلوط برماد القشور	24	٣٥24.٧,٦×١١,٧٥×	7.5×11.5×24	مطابق
الطابوق المخلوط برماد النشارة	24	24.40٧,٦٥×١١,٧٠×		

جدول رقم (٩) : يبين نتائج فحوصات الطابوق المخلوط برماد قشور الرز

نسبة الاضافة %	مقاومة الانضغاط (نيوتن/مم٢)		معاير الكسر(نيوتن/ مم٢)		امتصاص الماء %	التزهر %
	الثقوب مملوءة	الثقوب فارغة	الثقوب مملوءة	الثقوب فارغة		
٠ (المرجعية)	16.5	13.2	5.3	4.12	19.4	46.3

46.92	20.03	4.33	5.60	14.01	17.84	2
48.09	21.79	4.56	5.88	15.38	19.23	.5٣
48.53	23.46	٥4.4	٧٢5.	14.75	18.40	5
49.21	24.9	9٢4.	٥٠5.	13.84	17.35	6.5

جدول رقم (١٠) : نسبة الزيادة المئوية في خواص الطابوق المخلوط برماد قشور الرز

التزهر %	*امتصاص الماء %*	*معايير الكسر (%)*		*مقاومة الانضغاط (%)*		*نسبة الاضافة %*
		الثقوب فارغة	الثقوب مملوءة	الثقوب فارغة	الثقوب مملوءة	
1.33	3.24	5.09	5.66	6.13	8.12	2
3.86	12.31	10.67	10.94	16.515	16.545	3.5
4.81	20.92	8.00	7.92	11.74	11.51	5
6.28	28.35	4.12	3.77	4.84	5.15	6.5

جدول رقم (١١) : يبين نتائج فحوصات الطابوق المخلوط برماد نشارة الخشب

التزهر%	امتصاص	معاير الكسر(نيوتن/ مم٢)		مقاومة الضغط (نيوتن/ مم٢)(		نسبة الاضافة
	%الماء	الثقوب فارغة	الثقوب مملوءة	الثقوب فارغة	الثقوب مملوءة	%
46.3	19.40	4.12	5.30	13.20	16.50	0
47.24	٣٠.١2	4.21	5.40	13.62	16.98	2
48.52	٥٦22.	4.28	5.51	14.0	٦٥17.	3.5
48.86	٩٤23.	4.39	٠5.6	7٣14.	18.06	5
49.70	٧٨25.	7١4.	٥5.3	2٤13.	٦٧16.	6.5

جدول رقم (١٢) : نسبة الزيادة المئوية في خواص الطابوق المخلوط برماد نشارة الخشب

التزهر %	*امتصاص الماء %*	*معايير الكسر (%)*		*مقاومة الضغط (%)*		*نسبة الاضافة %*
		فارغ الثقوب	مملوء الثقوب	فارغ الثقوب	مملوء الثقوب	
2.03	9.79	2.18	1.88	3.18	2.9	2
4.79	16.28	3.88	3.96	6.06	٦,٩٦	3.5
5.52	23.40	6.55	5.66	٧٨,٨	9.46	5
		Av. = 6.10		Av. = 9.16		
7.34	32.88	1.21	0.94	١,٦٧	٠٣1.	6.5

جدول رقم (١٣) : يبين الكثافة الكلية للطابوق المخلوط بنوعي الرماد

الكثافة الكلية في الطابوق المخلوط برماد نشارة الخشب(غم/سم٣)	*الكثافة الكلية في الطابوق المخلوط برماد قشور الرز(غم/سم٣)*	*نسبة الاضافة %*
1.72	1.72	المرجعية)(0
٤1.6	٧1.6	2
1.60	٣1.6	3.5
1.55	1.58	5
1.50	٤1.5	6.5

٤ – المناقشة :

اظهرت نتائج الفحوصات التي تمت ما يلي :

١.4- الفحوصات المرجعية لخواص الطابوق:

أظهرت نتائج الفحوصات المختلفة للأبعاد والشكل وكذلك مقاومة الانضغاط ، معاير الكسر سواء كانت الثقوب مملوءة بالمونة او فارغة في هذين الفحصين ثم امتصاص الماء ،التزهر والكثافة مطابقتها لمتطلبات المواصفات العراقية رقم (٢٥) لسنة (١٩٨٨) للصنف (ب) وكما مبين في الجدولين رقم(٥) و(٦) المذكورين آنفا واجراء فحص معاير الكسر طبقاً للمواصفات الامريكية رقم (ASTM C78- 02) ويلاحظ في فحصي الانضغاط ومعاير الكسر انهما قد اعطيا نتائج افضل عند مليء ثقوب الطابوق بالمونة حيث ازدادت مقاومة انضغاط المملوء الثقوب بالمونة بنسبة (٢٥) % اكثر من الطابوق الفارغ الثقوب وازداد معاير الكسر في الطابوق المملوء الثقوب بنسبة (٢٨,٦٤) % اكثر من معاير الطابوق

الفارغ الثقوب ولعل سبب ذلك يعود الى زيادة تماسك جزيئات الطابوق وتقويتها بالمونة لتقاوم جهد الانضغاط والثني (الكسر) بدل فراغات الثقوب وما تسببه من قلة تحمل جزيئات الطابوق وسرعة انهيارها امام هذه الاجهادات المختلفة.

٢,٤- فحوصات خواص الطابوق المخلوط بالرماد :

أظهرت النتائج المبينة في الجداول رقم(٨- ١٣) والاشكال رقم(٢ - ٦) ادناه تأثير اضافة الرماد الى تربة الطابوق وكما يلي :

١,٢,٤- اضافة رماد قشور الرز:

١- الابعاد والشكل:

اوضحت النتائج المينة في الجدول رقم (٨) اعلاه بأن فحص الطابوق المخلوط بهذا النوع من الرماد كان مطابقا لمتطلبات المواصفات العراقية رقم (٢٥) لسنة (١٩٨٨) من حيث الابعاد والشكل والمقطع الداخلي وان التفاوت الموجود بالأبعاد كان ضمن المدى المسموح به في هذه المواصفات.

٢- مقاومة الانضغاط:

اظهرت النتائج المبينة في الجدولين رقم (٩) و (١٠) و الشكل البياني رقم (٢) بان اضافة رماد قشور الرز للطابوق ادت الى زيادة مقاومة الانضغاط حتى بلغت بأفضل نسبة اضافة وهي(٣,٥)% من وزن تربة الطابوق القيمة(١٩,٢٣) نيوتن/ مم^{٢} عندما ملئت ثقوبه بالمونة حين الفحص اي بزيادة مقدارها (١٦,٥٤٥)% اكثر من قيمة مقاومة الانضغاط المرجعية البالغة (١٦,٥) نيوتن/ مم^{٢} وبلغت مقاومة الانضغاط بهذه النسبة من الاضافة عندما كانت ثقوب الطابوق فارغة من المونة القيمة (١٥,٣٨) نيوتن/ مم^{٢} اي بزيادة مقدارها(١٦,٥١٥)% اكثر من قيمتها المرجعية البالغة (١٣,٢) نيوتن/ مم^{٢} وبذلك بلغ معدل الزيادة في مقاومة الانضغاط للطابوق المملوءة ثقوبه بالمونة والفارغة النسبة (١٦,٥٣) % اكثر من معدل قيمتهما المرجعية. ان زيادة نسبة اضافة الرماد لتربة الطابوق قللت مقاومة الانضغاط وبلغت بنسبة الاضافة(٦,٥) % اقل مقاومة اذ بلغت قيمتها (١٧,٣٥) نيوتن/ مم^{٢} اي بزيادة مقدارها(٥,١٥) % اكثر من القيمة المرجعية عندما كانت ثقوب الطابوق مملوءة بالمونة عند الفحص في حين بلغت القيمة (١٣,٨٤) نيوتن/ مم^{٢} اي بزيادة مقدارها (٤,٨٤) % اكثر من القيمة المرجعية عندما كانت ثقوب الطابوق فارغة من المونة. ان التحسن في مقاومة الانضغاط يعود لتداخل ذرات الرماد الناعمة بين جزيئات طين الطابوق وانصهارهما معا بالإضافة الى التفاعل الايجابي بين الرماد ذو الطبيعة البوزلانية وبعض مكونات الطين بوجود الماء بدرجات الحرارة الاعتيادية والمتوقع ان هذا التفاعل يحدث اثناء مزج الرماد والتربة وتجانسهما عند مليء القوالب باللبن المخلوط بالرماد وكذلك الموجودة في التربة اثناء الاحتراق بالإضافة مع مثيلاتها ذلك فأن هناك نوع من التكتل بين مركبات السليكا(SiO_2) والالومينا (Al_2O_3) الموجودة في الرماد مما يحسن من مقاومة الانضغاط .ان زيادة الاضافة لرماد القشور بأكثر من نسبة (٣,٥) % ادت الى قلة مقاومة الانضغاط لزيادة المسامات بالطابوق وادت الى قلة كثافته ايضا.

٣- معاير الكسر:

اظهرت النتائج المبينة في الجدولين رقم (٩) و(١٠) والشكل البياني رقم (٣) بان اضافة رماد قشور الرز للطابوق ادت الى زيادة معاير الكسر حيث بلغت بنسبة الاضافة (٣,٥) % من وزن تربة الطابوق القيمة (٥,٨٨) نيوتن/ مم^{٢} في الطابوق المملوء الثقوب بهذه المونة اي بزيادة مقدارها (١٠,٩٤)% اكثر من قيمة معاير الكسر المرجعية البالغة (٥,٣) نيوتن/ مم^{٢} وبلغ معاير الكسر لهذه النسبة من الاضافة عندما كانت ثقوب الطابوق فارغة من المونة القيمة (٤,٥٦) نيوتن/ مم^{٢} اي بزيادة مقدارها (١٠,٦٧) % اكثر من قيمتها المرجعية البالغة (٤,١٢) نيوتن/ مم^{٢} وبذلك بلغ معدل الزيادة في معاير الكسر للطابوق المملوء الثقوب بالمونة والفارغة النسبة (١٠,٨٠) % اكثر من معدل قيمتهما المرجعية. وعند زيادة اضافة الرماد لتربة الطابوق فأنها ادت الى قلة معاير الكسر وبلغت بنسبة الاضافة (٦,٥)% اقل قيمة اذ بلغت قيمتها (٥,٥) نيوتن/ مم^{٢} عندما كانت ثقوب الطابوق مملوءة بالمونة اي بزيادة (٣,٧٧) % اكثر من قيمتها المرجعية والقيمة(٤,٢٩)نيوتن/ مم^{٢} عندما كانت الثقوب فارغة اي بزيادة مقدارها (٤,١٢) % اكثر من قيمتها المرجعية. ان

الزيادة في نسبة معاير الكسر كانت افضل عندما كانت ثقوب الطابوق مملوءة بالمونة اذ اعطى ذلك للطابوق حالة تماسك وتقوية افضل لمقاومة جهد الانثناء(الكسر).

٤ ــ امتصاص الماء:

وكما نلاحظ النتائج المبينة في الجدولين رقم (٩) و(١٠) والشكل البياني رقم(٤) بان اضافة رماد قشور الرز للطابوق ادت الى زيادة امتصاص الطابوق للماء حيث بلغت بنسبة الاضافة (٣,٥)% من وزن تربة الطابوق القيمة (٢١,٧٩)% اي انها زادت بنسبة(١٢,٣١)% اكثر من نسبة الامتصاص المرجعية البالغة (١٩,٤)% واستمرت بالزيادة مع زيادة نسبة الاضافة حتى بلغت بنسبة الاضافة (٦,٥)% النسبة (٢٤,٩)% اي بزيادة مقدارها (٢٨,٣٥) %. وبذلك يظهر من نتائج البحث بان اضافة الرماد الى تربة الطابوق ادت الى حدوث مسامات اضافية بين جزيئات الطابوق نتيجة تفاعل هذه المواد المضافة مع مكونات الطين بالإضافة الى تشكيل تركيب جزيئي جديد ونشوء اواصر ايونية جديدة تخللتها بعض المسامات التي تشغلها بعض الغازات المتولدة والهواء والملائمة لدخول الماء فيها مما ادى الى امتصاص الطابوق لكمية ماء اكثر الا ان هذا التغيير المحدود في الامتصاص كما يظهر لم يؤثر في زيادة المقاومة في افضل نسب الاضافة البالغة (٣,٥) % من وزن الطابوق.

٥ ــ التزهر:

اظهرت النتائج المبينة في الجدولين رقم (٩) و (١٠) والشكل البياني رقم (٥) بان اضافة رماد قشور الرز للطابوق ادت الى زيادة في نسبة التزهر حيث بلغت بنسبة الاضافة (٣,٥) % من وزن تربة الطابوق القيمة (٤٨,٠٩) % اي انها زادت بنسبة (٣,٨٦)% اكثر من نسبة التزهر المرجعية البالغة (٤٦,٣)% وزادت النسبة مع زيادة نسبة الاضافة حتى بلغت بنسبة الاضافة (٦,٥)% النسبة(٤٩,٢١)% اي بزيادة مقدارها(٦,٢٨)% عن القيمة المرجعية. ان هذه الزيادة في نسبة التزهر بعد اضافة رماد القشور لتربة الطابوق ينشأ بشكل طبيعي بسبب زيادة نسبة امتصاص الماء في الطابوق وبالتالي زيادة كمية وحركة الماء الحامل للأملاح الذائبة الى الوجوه الخارجية للطابوقة وعند تبخره فستبقى الاملاح على الاوجه مسببة زيادة في نسبة التزهر.

٦- الكثافة الكلية :

بينت النتائج المذكورة في الجدول رقم (١٣) والشكل البياني رقم (٦) ان الكثافة قد قلت كلما زادت نسبة اضافة الرماد للطابوق حتى كانت بنسبة اضافة الرماد البالغة (٣,٥) % القيمة(١,٦٣) غم/ سم^3 اي انها قلت بنسبة (٥,٢٣) % عن الكثافة المرجعية غم/سم^3 ثم استمرت بالنقصان كلما زادت نسبة الاضافة حتى بلغت بنسبة الاضافة (٦,٥) % القيمة (١,٥٤) غم/سم^3 (1.72) اي قلت بنسبة (١٠,٤٦)% عن الكثافة المرجعية. ان تداخل ذرات الرماد مع جزيئات وذرات الطين وتفاعلهما وتعرضهما وانصهار مكونات الطابوق بالحرارة العالية وما تحتله غازات تفاعل واحتراق المادتين من فراغات سيكون لدرجة حرارة عالية له الدور الفاعل في تقليل كثافة الطابوق. أن قلة الكثافة بزيادة اضافة الرماد قد يكون بسبب زيادة الفراغات مع زيادة اضافة الرماد لتربة الطابوق أو الى قلة كثافة جزيئات الرماد نسبة الى التربة والتي شغلت حيزا من مكونات الطابوق بعد الاضافة .

٢,٢,٤ - اضافة رماد نشارة الخشب:

1- الابعاد والشكل :

بينت النتائج المذكورة في الجدول رقم (٧) اعلاه بأن فحص الطابوق المخلوط برماد نشارة الخشب كان مطابقا لمتطلبات المواصفات العراقية رقم (٢٥) لسنة (١٩٨٨) لهذا الفحص والتفاوت ضمن المدى المسموح به في هذه المواصفات.

2- مقاومة الانضغاط :

اظهرت النتائج المبينة في الجدولين رقم(١١) و(١٢) والشكل البياني رقم(٢) بان اضافة رماد نشارة الخشب للطابوق ادت الى زيادة مقاومته للانضغاط حتى بلغت بأفضل نسبة اضافة وهي(٥)% من وزن تربة الطابوق القيمة (١٨,٠٦) نيوتن/ مم^{٢} وذلك عندما كانت ثقوبه مملوءة بالمونة حين الفحص اي بزيادة مقدارها (٩,٤٥٤)% اكثر من قيمة مقاومة الانضغاط المرجعية البالغة (١٦,٥) نيوتن/ مم^{٢} وبلغت مقاومة الانضغاط بهذه النسبة من الاضافة عندما كانت ثقوب الطابوق فارغة من المونة القيمة (١٤,٣٧) نيوتن/ مم^{٢} اي بزيادة مقدارها(٨,٨٦٣)% اكثر من قيمتها المرجعية البالغة (١٣,٢) نيوتن/ مم^{٢} وبذلك بلغ معدل الزيادة في مقاومة الانضغاط للطابوق المملوءة ثقوبه بالمونة والفارغة النسبة (٩,١٦) % اكثر من معدل قيمتهما المرجعية. ان زيادة نسبة اضافة الرماد لتربة الطابوق قللت مقاومة الانضغاط وبلغت بنسبة الاضافة (٦,٥) % اقل مقاومة اذ بلغت قيمتها (١٦,٦٧) نيوتن/ مم^{٢} اي بزيادة مقدارها(١,٠٣) % اكثر من القيمة المرجعية عندما كانت ثقوب الطابوق مملوءة بالمونة عند الفحص في حين بلغت القيمة (١٣,٤٢) نيوتن/ مم^{٢} اي بزيادة مقدارها (١,٦٧) % اكثر من القيمة المرجعية عندما كانت ثقوب الطابوق فارغة من المونة. هنالك زيادة في مقاومة الانضغاط بسبب تداخل مواد رماد النشارة مع طين الطابوق وتفاعلهما ثم انصهارهما بدرجة الحرارة العليا مما اكسب الطابوق بأفضل نسبة لأضافة الرماد وهي(٥)% معدل مقاومة اضافية الا انها اقل من معدل مقاومة الانضغاط للطابوق المخلوط بأفضل نسبة لأضافة رماد قشور الرز وهي (٣,٥) % بنسبة (٧,٣٧) % وهذه نسبة الزيادة مقاسة الى مقاومة الانضغاط المرجعية وذلك لكون تفاعل جزيئات رماد قشور الرز اكثر نشاطا من النشارة.

3- معاير الكسر :

اظهرت النتائج المبينة في الجدولين رقم(١١) و(١٢) والشكل البياني رقم(٣) بان اضافة رماد نشارة الخشب للطابوق ادت الى زيادة معاير الكسر حيث بلغت بنسبة الاضافة (٥) % من وزن تربة الطابوق القيمة (٥,٦٠) نيوتن/ مم^{٢} في الطابوق المملوء الثقوب بالمونة اي بزيادة مقدارها (٥,٦٦) % اكثر من قيمة معاير الكسر المرجعية البالغة (٥,٣) نيوتن/ مم^{٢} وبلغ معاير الكسر لهذه النسبة من الاضافة عندما كانت ثقوب الطابوق فارغة من المونة القيمة (٤,٣٩) نيوتن/ مم^{٢} اي بزيادة مقدارها (٦,٥٥) % اكثر من قيمتها المرجعية البالغة (٤,١٢) نيوتن/ مم^{٢} وبذلك بلغ معدل الزيادة في معاير الكسر للطابوق المملوء الثقوب بالمونة والفارغة النسبة (٦,١٠) % اكثر من معدل قيمتهما المرجعية. وعند زيادة اضافة الرماد لتربة الطابوق فأنها ادت الى قلة معاير الكسر وبلغت بنسبة الاضافة(٦,٥) % اقل قيمة اذ بلغت قيمتها (٥,٣٥) نيوتن/ مم^{٢} عندما كانت ثقوب الطابوق مملوءة بالمونة اي بزيادة مقدارها (٠,٩٤) % اكثر من قيمتها المرجعية والقيمة (٤,١٧) نيوتن/ مم^{٢} عندما كانت الثقوب فارغة اي بزيادة مقدارها (١,٢١) % اكثر من قيمتها المرجعية. ان الزيادة في نسبة معاير الكسر كانت افضل عندما كانت ثقوب الطابوق مملوءة بالمونة لزيادة تماسك جزيئات الطابوق وتقويتها بشكل افضل لمقاومة جهد الانثناء الا ان معدل هذه الزيادة بأفضل نسبة اضافة لرماد النشارة وهي (٥) % من وزن تربة الطابوق هي اقل من معدل الزيادة في معاير الكسر في الطابوق المخلوط برماد قشور الرز بأفضل نسبة للإضافة وهي(٣,٥) % بنسبة (٤,٧) % حيث ان الزيادة في نسبة المعاير مقاسة نسبة الى نسبة معاير الكسر المرجعية وذلك بسبب اختلاف تركيب مادتي الاضافة للرماد وتفاعل وتداخل رماد قشور الرز بشكل افضل مع طين الطابوق .

4- امتصاص الماء :

وكما نلاحظ النتائج المبينة في الجدولين رقم(١١) و(١٢) والشكل البياني رقم(٤) بان اضافة رماد نشارة الخشب للطابوق ادت الى زيادة امتصاص الطابوق للماء حيث بلغت بنسبة الاضافة (٥) % من وزن تربة الطابوق القيمة (٢٣,٩٤) % اي انها زادت بنسبة (٢٣,٤) % اكثر من نسبة الامتصاص المرجعية البالغة (١٩,٤) % واستمرت بالزيادة مع زيادة نسبة الاضافة حتى بلغت بنسبة الاضافة (٦,٥) % النسبة (٢٥,٧٨)% اي بزيادة مقدارها(٣٢,٨٨) %. وبذلك يظهر بان اضافة رماد نشارة الخشب وتفاعله مع مكونات الطين وما يسببه ذلك من خروج بعض الغازات اثناء التفاعل وعند احتراق مواد الطابوق بحرارة الفرن العالية قد زاد من الفراغات في الطابوق مما ادى الى زيادة امتصاصه للماء. لقد زاد معدل امتصاص الطابوق المخلوط برماد النشارة بأفضل نسبة مزج وهي(٥)% من وزن تربة الطابوق بمقدار(١١,٠٩) % اكثر من معدل امتصاص الطابوق المخلوط برماد قشور الرز بأفضل نسبة مزج وهي(٣,٥) % وان الزيادة في نسبة الامتصاص مقاسة الى النسبة المرجعية للامتصاص.

5- التزهر :

اظهرت النتائج المبينة في الجدولين رقم(١١) و(١٢) والشكل البياني رقم(٥) بان اضافة رماد نشارة الخشب للطابوق ادت الى نسبة التزهر حيث بلغت بنسبة الاضافة (٥) % من وزن تربة الطابوق القيمة (٤٨,٨٦) % اي انها زادت بنسبة (٥,٥٢) % اكثر من نسبة التزهر المرجعية البالغة (٤٦,٣) % وزادت النسبة مع زيادة نسبة الاضافة حتى بلغت بنسبة الاضافة (٦,٥) % النسبة (٤٩,٧٠) % اي بزيادة مقدارها(٧,٣٤) % اكثر من القيمة المرجعية. لقد زاد معدل تزهر الطابوق المخلوط برماد النشارة بأفضل نسبة مزج وهي (٥) % من وزن تربة الطابوق بمقدار(١,٦٦) % اكثر من معدل تزهر الطابوق المخلوط برماد قشور الرز بأفضل نسبة مزج وهي (٣,٥) % وان الزيادة في نسبة التزهر مقاسة الى النسبة المرجعية لتزهر الطابوق وذلك لأن نسبة امتصاص الماء في الطابوق المخلوط برماد النشارة وحركة الاملاح الذائبة الى وجوه الطابوق الخارجية كانت بنسبة اكبر.

6 - الكثافة الكلية :

بينت النتائج المذكورة في الجدول رقم(١٣) والشكل البياني رقم(٦) ان الكثافة قد قلت كلما زادت نسبة اضافة الرماد للطابوق حتى كانت بنسبة اضافة الرماد البالغة (٥) % القيمة (١,٥٥)غم/سم^{٣} اي انها قلت بنسبة (٩,٨٨) % عن الكثافة المرجعية البالغة (١,٧٢) غم/سم^{٣} ثم استمرت بالنقصان كلما زادت نسبة الاضافة حتى بلغت بنسبة الاضافة (٦,٥) % القيمة (١,٥) غم/سم^{٣} اي انها قلت بنسبة (١٢,٧٩)% عن الكثافة المرجعية. لقد قل معدل كثافة الطابوق المخلوط برماد النشارة بأفضل نسبة اضافة وهي (٥) % من وزن تربة الطابوق بمقدار(٤,٦٥)% اكثر من معدل كثافة الطابوق المخلوط برماد قشور الرز بأفضل نسبة اضافة وهي (٣,٥)% حيث ان الزيادة مقاسة الى النسبة المرجعية لكثافة الطابوق. ان قلة كثافة الطابوق كانت بسبب احتلال وتداخل ذرات رماد النشارة مع جزيئات وذرات الطين وتفاعلهما بالحرارة العالية وما تسببه غازات التفاعل وكذلك غازات احتراق الطين المخلوط من مسامات وفراغات بالطابوق والتي ستؤدي الى تقليل كثافة الطابوق مع زيادة نسبة الاضافة.

٥ - الاستنتاجات:

من خلال نتائج البحث والاشكال البيانية يمكن ان نستنتج ما يلي:

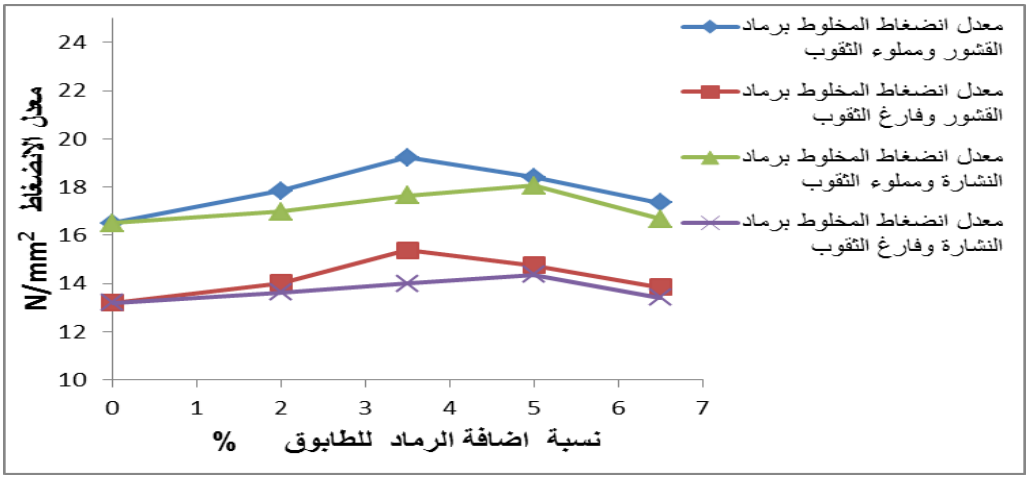
١- ان اضافة رماد قشور الرز ونشارة الخشب الى الطابوق فأن خواص الطابوق لازالت مطابقة لمتطلبات المواصفات العراقية رقم (٢٥) لسنة (١٩٨٨) ولنفس الصنف لنماذج الطابوق المرجعي وهو الصنف (ب). ٢- ان خواص الطابوق تأثرت بإضافة الرماد اليه وكان التأثر متفاوت وحسب نوع الرماد المضاف حيث ان افضل نسبة اضافة لرماد قشور الرز وهي (٣,٥)% من وزن تربة الطابوق ادت الى زيادة ايجابية في مقاومة الانضغاط ، معاير الكسر وقلة الكثافة وزيادة سلبية تتمثل في زيادة نسبة امتصاص الماء ونسبة التزهر في حين بأفضل نسبة اضافة لرماد نشارة الخشب وهي (٥) % فأن الزيادة الايجابية في تلك الخواص كانت بنسبة اقل وكانت زيادة الخواص السلبية بنسبة اكبر.

٣- لأجل الاستفادة من هذا التغيير في خواص الطابوق فيجب حماية الطابوق من الرطوبة والماء للحيلولة من امكانية امتصاص الطابوق للماء وظهور تزهره وذلك بأنهاء الجدران من الخارج بمونة السمنت او استخدام التغليف الخارجي المناسب مع طلائه بالفلنكوت وطبقة من القير بعد طبقة مونة السمنت عند استخدام الطابوق (D.P.C) بالبناء تحت مستوى مانع الرطوبة .

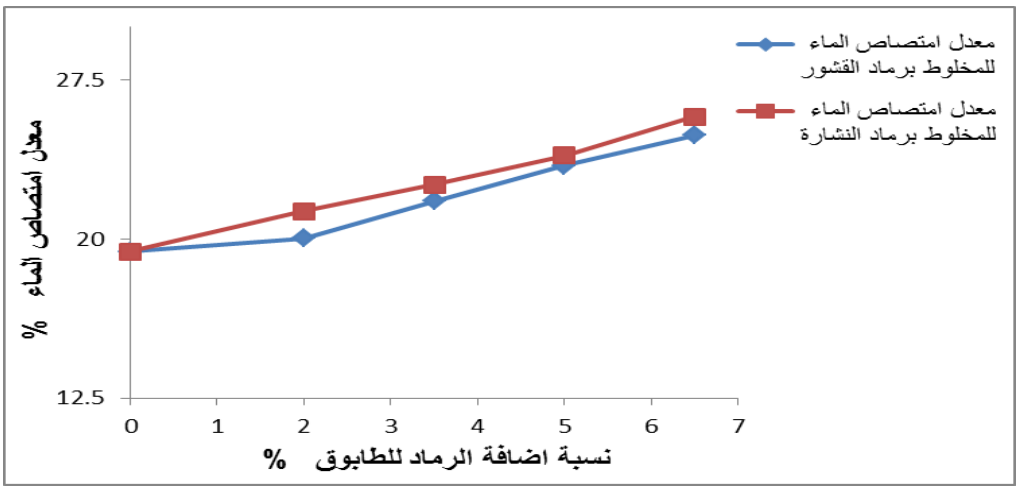
٤- لم تظهر تشققات شعرية في اوجه الطابوق بل كان ملمس الطابوق ولونه كما في نماذج الطابوق المرجعي اي بسبب مواد الاضافة وحرق الطابوق وتبريده. انه لم تحدث حالة الانكماش (Shrinkage) .

٥- يطحن الرماد لزيادة فعاليته عند استخدامه كمادة بوزلانية بديلة جزئيا للسمنت بالخرسانة وقد لا يكون ذلك ضروريا عند الاضافة للطابوق.

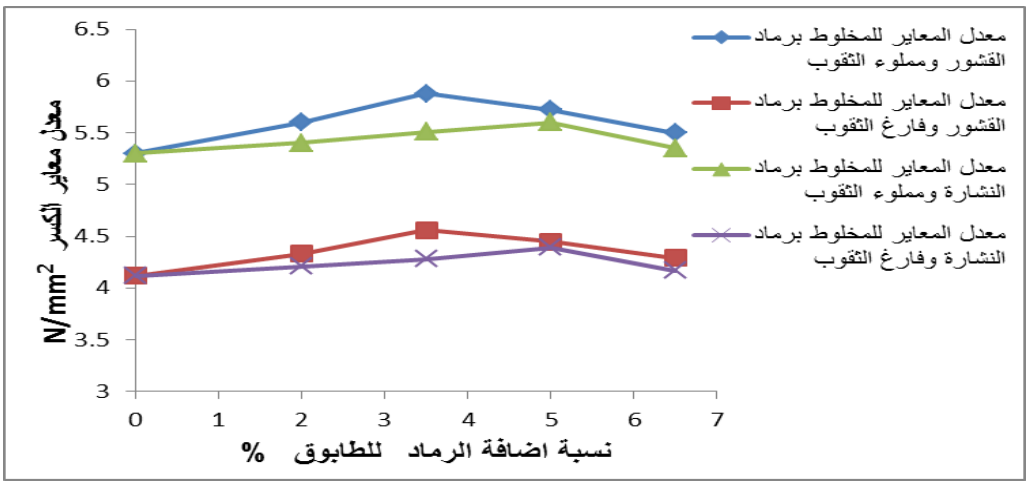
٦- ان زيادة الاضافة لرماد قشور الرز او رماد نشارة الخشب لأكثر من افضل نسبة تم التوصل اليها قد ادت الى قلة مقاومة الطابوق وقد يكون ذلك بسبب ضعف الترابط او التماسك بين جزيئات الطابوق المخلوط والذي قد يكون ادى ايضا الى زيادة امتصاص الماء.



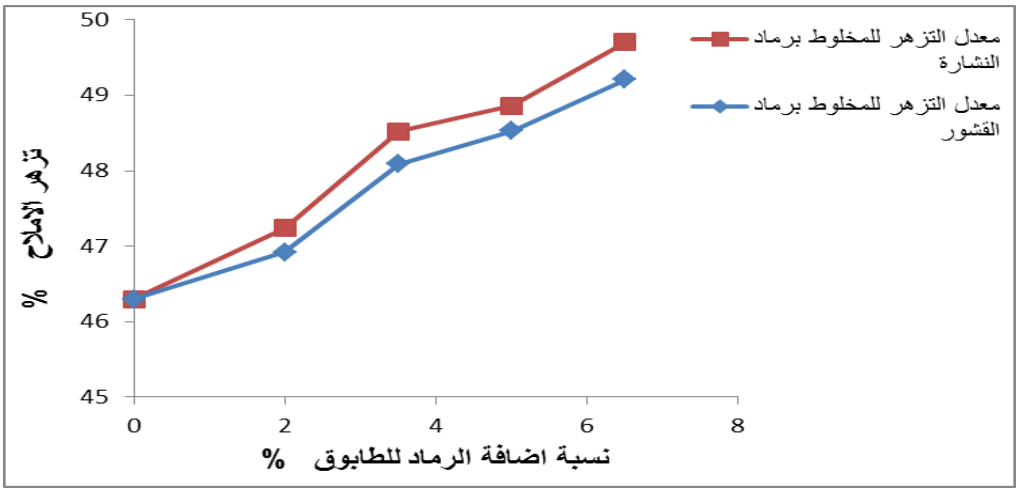
الشكل رقم(٢) : يبين العلاقة بين نسبة اضافة الرماد الى الطابوق ومقاومة الانضغاط



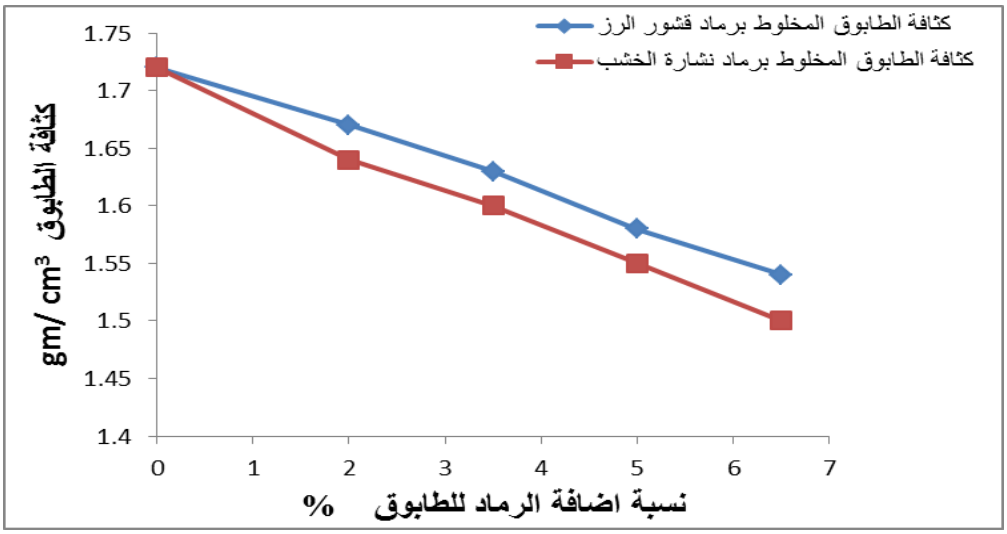
الشكل رقم(٣) : يبين العلاقة بين نسبة اضافة الرماد الى الطابوق ومعاير الكسر



الشكل رقم(٤) : يبين العلاقة بين نسبة اضافة الرماد الى الطابوق ونسبة امتصاص الماء



الشكل رقم(٥) : يبين العلاقة بين نسبة اضافة الرماد الى الطابوق ونسبة تزهر الاملاح



الشكل رقم(٦) : يبين العلاقة بين نسبة اضافة الرماد الى الطابوق وكثافته

٦ – المصادر :

1- Christine, B. (2004)."*Masonary Design and Detailing for Architects and Contractors*". 5th ed. New York,Mc Graw Hill.

2- Lynch G.C.J. (1994)."*Bricks Properties and Classifications*". Structural Survey.13 (4),15 – 20.

٣- رشيد، فوزي (١٩٨١)."*صناعة الطابوق في العراق القديم*". مجلة النفط والتنمية العدد ٧ و٨،السنة السادسة، ص ٤٤ - ٤٥.

٤- ساكو، زهير وليفون آرتين (١٩٨٦)."*انشاء المباني*". الطبعة الثانية ، منشورات دار الحكمة – جامعة بغداد.

٥- سرسم، جلال بشير،عبد المجيد، يوسف عبد وجابر،سعيد عبد العالي(١٩٩٠)."*المواد الانشائية*". الطبعة الاولى . دار التقني للنشر- بغداد.

٦- سكر، فريد (١٩٧٣) ."*نظرة عامة على المواصفات القياسية صناعة الطابوق في العراق*"، بحوث ودراسات ندوة الطابوق، الجزء الثالث، مركز بحوث البناء- مؤسسة البحث العلمي .

٧- مركز بحوث البناء العراقي (١٩٧٣) ."*دراسة عن صناعة الطابوق في العراق* "، اتحاد الصناعات العراقي، بحوث ودراسات ندوة الطابوق ، الجزء الثالث ، مؤسسة البحث العلمي.

٨- Grimshaw,R.W.(1971)."*The chemistry and physics of Clay*".4th Edition. Ernest Been Ltd.

٩- Kayali, O. (2005)."*High Performance Bricks from Fly Ash*". Proceedings of The World Ash Conference, Lexington, Kentucky.

١٠- Lewi A.G.,A.Idris,A.A.Samad,Galvin,H.K.Wong,M.S.Jaafar&M.B.Aminuddin, (2004)."*Incorporation Research of Sewage Sludge in Clay Brick and its Characterization*".Waste Management& Research ,pp. 226- 233.

١١- Binici, H.,O.Aksogan, M.N. Bodur, E.Akca&S.Kapur,(2006)." *Thermal Isolation and Mechanical Properties of Fiber Reinforced Mud Bricks as Wall Materials*". Construction and Building Materials,1-6.

1٢- Demir, I.(2006)."An Investigation on The production of Construction Brick with *Processed Waste Tea*". Building and Environment,41,1274-1278.

1٣- Demir, I. (2008)." *Effect of Organic Residues Addition on The Technological Properties of Clay Bricks*". Waste Management,28,622-627.

1٤- Dhanapandian, S. &B.Ganavel,(2009)."*Using Granite and Marble Sawing Powder Wastes in the Production of Bricks: Spectroscopic and Mechanical Analysis* ". Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, 2(1) ,73-86.

1٥- Emmanuel A.Okunade,(2008)."*The Effect of Wood Ash and Saw Dust Admixtures on the Engineering properties of a Burnt Laterite-Clay Brick* ". Journal of Applied Sciences, Asian Network for Scientific, pp.1042 – 1048.

1٦- Ducman ,V. &T.Kopar(2007)."*The Influence of Different Waste Additions to Clay Product Mixtures*". Materials and Technology ,41(6),289-293.

1٧- Hagazy B.E.E., H.A.Fouad & A.M. Hassanain ,(2012)*."Brick Manufacturing from Water Treatment Sludge and Rice Husk Ash*". Australian Journal of Basic and Applied Sciences,6(3),453 – 461.

1٨- Lertwattanaruk ,P. & J.Choksiriwanna,(2012)."*The Physical and Thermal Properties of Adobe Brick Containing Baggase for Earth Construction*". Journal of Architectural / Planning Research and Studies.5(1),187-199.

1٩- Ndazi,Bwire S. Nyahumwa,Christian and Tesha ,Joseph,(2007)."*Chemical and Thermal Stability of Rice Husks against Alkali Treatment*". University of Dar esalaam,Tenzania.www.Yahoo.com.

٢٠ - 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.

2١-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.

2٢- ASTM C204-07.(2007)."*Standard Test Method for Fineness of Hydraulic Cement by Air- permeability Apparatus*". ASTM International , West Conshohoken , PA ,USA.

2٣- ASTM C 618-12a.(2012) ."*Standard Specification for Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Uses as a Mineral Admixture in Portland Cement Concrete*", Annual Books of ASTM International , West Conshohoken , PA , USA.

2٤-ASTM C 311-07. (2007)." *Standard Test Method for Sampling and Testing Fly Ash or Natural Pozzolans for Use in Portland Cement Concrete*". ASTM International , West Conshohoken , PA ,USA.

2٥-ASTM D 4318-05.(2005) ." *Standard Test Method for liquid limit, Plastic limit and Plasticity Index of Soils*". ASTM International , West Conshohoken , PA ,USA .

26- ASTM D422-63 e2.(2007)." *Standard Test Method for Particle – Size Analysis of Soils*". ASTM International , West Conshohoken , PA ,USA

27-ASTM D2487-11.(2011)."*Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes* (Unified System)". ASTM International, West Conshohoken , PA ,USA.

28- ASTM D4327.(2013)."*Determining Chloride and Sulfate Contents in Soils*". ASTM International , West Conshohoken , PA ,USA.

29-BS 1377-2.(1990) ."*Methods of Test for Soils for Civil Engineering Purposes Chemical and Electro - Chemical Tests*" Classification tests. British Specification

Standards.

30 -ASTM D854-00.(2000). " *Standard Test Method for specific gravity of soils solids by Water Pycnometer*". ASTM International, West Conshohoken , PA ,USA.

31 -ASTM D2974-00.(2000)" *Standard Test Method for Moisture, Ash and Organic Matter of Peat and Other Organic Soils".* ASTM International, West Conshohoken , PA ,USA.

32- ASTM D4972.(2013)." *Standard Test Method for PH of Soils* .ASTM International, West Conshohoken , PA ,USA. . .

33- ASTM C 78.(2002)."*Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete*(*Using Simple Beam with Third- Point loading*)". ASTM International, West Conshohoken , PA ,USA. . .

٣٤- المواصفات القياسية العراقية رقم (٢٤) و (٢٥).(١٩٨٨)،الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، وزارة التخطيط.