تقييم صلاحية ترب مختارة من العصر الرباعي في محافظة ذي قار لصناعة طابوق البناء

رسالة مقدمة الى

مجلس كلية العلوم – جامعة البصرة

وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير

علوم في علم الارض

من قبل

نها جواد حسن

بكالوريوس علوم – علم الارض (2005)

بإشراف

أ. م. د. ستار جبار الخفاجي

ذو القعدة 1432 هـ

تشرين الأول 2011م

بِسْمِ اللهِ الرَحمْنِ الرَحِيمِ

وفَوَق كُلِ ذِي عِلْمٍ عَلِيمٌ

صَدَقَ اللهُ العَظِيم

سورة يوسف/ الآيه 76

الإهداء

إلى بلسم الروح ونبض القلب وشمعة الدرب...

أختي

إلى من شد أزري وكان عضدي في مسيرتي مع الأيام ...

أخوتي

الباحثة

توصية الاستاذ المشرف

اقر ان هذه الرسالة قد تمت تحت اشرافي في قسم علم الارض/ كلية العلوم/جامعة البصرة وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير علوم في علم الارض تخصص (معادن وصخور صناعية).

التوقيع:

المشرف: د.ستار جبار الكفاجي

الدرجة العلمية: أستاذ مساعد

التاريخ: ٢/ ٢/ 2012

توصية رئيس القسم

اشارة الى التوصية من المشرف اعلاه احيل هذه الرسالة الى المناقشة لبيان الرأي فيها.

التوقيع:

الأسم: د. بدر نعمه عكاش البدران

المرتبة العلمية: استاذ

التاريخ: ٢/ ٢/ 2011

قرار لجنة المناقشة

نحن أعضاء لجنة المناقشة الموقعون أدناه نشهد بأننا قرأنا الرسالة الموسومة (**تقييم صلاحية ترب مختارة من العصر الرباعي في محافظة ذي قار لصناعة طابوق البناء**) المقدمة من قبل الطالبة (**نها جواد حسن**) كجزء من متطلبات نيل درجة ماجستير في علم الأرض تخصص (**معادن وصخور صناعية**)، وقد ناقشنا الطالبة في محتوياتها وكل ماله علاقة بها، ونقر بأنها (مستوفية) لمتطلبات الشهادة وعليه نوصي (بقبول) الرسالة.

رئيس اللجنة

التوقيع:

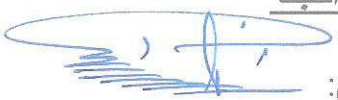
الأسم: د. مازن يوسف تمر آغا

المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان: جامعة بغداد/ كلية العلوم/قسم علم الأرض

التاريخ: ٢٠١٢/٥/٧

عضو اللجنة



التوقيع:

الاسم: د. زياد شهاب أحمد

المرتبة العلمية: رئيس فيزيائيين أقدم

العنوان: وزارة العلوم والتكنولوجيا

التاريخ: ٢٠١٢/٥/٧

عضو اللجنة

التوقيع:

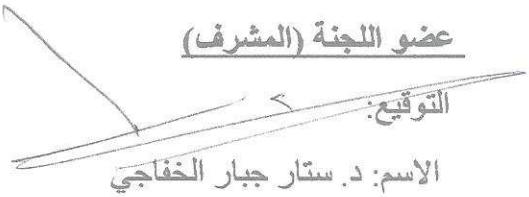
الاسم: د. رائد عزيز محمود

المرتبة العلمية: مدرس

العنوان: جامعة البصرة/ كلية العلوم/قسم علم الارض

التاريخ: ٢٠١٢/٥/١٢

عضو اللجنة (المشرف)



التوقيع:

الاسم: د. ستار جبار الخفاجي

المرتبة العلمية: أستاذ مساعد

العنوان: جامعة البصرة/كلية العلوم/قسم علم الارض

التاريخ: ٢٠١٢/٥/٩

مصادقة عمادة كلية العلوم

التوقيع:

الاسم: د. محمد جاسم الأسدي

المرتبة العلمية: أستاذ مساعد

العنوان: جامعة البصرة/ كلية العلوم

التاريخ: ٢٠١٢/٥/١٤

شكر وتقدير

الحمدلله رب العالمين والصلاة والسلام على خير الخلق اجمعين سيدنا محمد وعلى آله الطيبين الطاهرين واصحابه الغر الميامين.

بعد الانتهاء من هذا العمل لا يسعني الا ان اتقدم بجزيل الشكر وخالص الامتنان الى استاذي المشرف الاستاذ المساعد الدكتور ستار جبار الخفاجي لاقتراحه موضوع البحث وعلى ما قدمه من توجيهات بدءاً من العمل الحقلي حتى نهاية البحث. واتوجه بشكري وتقديري الى عميد كلية العلوم–جامعة البصرة ورئيس قسم علم الارض ووحدة الدراسات العليا لما قدموه من تسهيلات ومساعدات طوال فترة الدراسة.

كما اتقدم بجزيل شكري الى السيد حارث عبدالحليم السعد لتعاونه معي ومتابعته لي خلال فترتي كبس وحرق العينات وتزويده لي ببعض المصادر. وكذلك، اقدم امتناني الى السيد قاسم مزعل لما ابداه لي من عون في جلب مخلفات الذرة، واشكر منتسبي مختبرات التربة والكونكريت/كلية الهندسة واخص بالذكر منهم السيد سعيد خلف والسيد سموءل مهدي لما قدماه لي من عون وتسهيلات. اتوجه بالشكر وجزيل الاحترام الى الساده داود سلمان وميلاد علي ووسام رزاق واوسامة قاسم/ مركز علوم البحار لما قدموه لي من عون وتوجيهات خاصة بانجاز رسالتي.

كما اتقدم ببالغ الحب والاحترام الى صديقاتي ليال فاضل ونيان والي وياسمين ابراهيم وشيماء خالد وايمان مال الله وصبا قاسم لما قدمنه لي من مساعدة وعون معنوي خلال فترة البحث، واشكر السيد صفاء حسين لمرافقته لي في العمل الحقلي. لايفوتني ان اشكر عائلتي بدءاً من اختي واخوتي وانتهاءاً بزوجة اخي لما قدموه لي من دعم مادي ومعنوي خلال فترة البحث. وختاما اقدم شكري وتقديري الى منتسبي مختبر الاشعة السينية السيد فرقان قاسم والدكتور ستار جبار، والدكتورة وصال فخري/مختبرتحليل المياه/مركز علوم البحار والسيد فلاح حسن/موظف الاستعلامات في قسمنا والى كل من ساهم في انجاز هذا البحث وعذرا لمن فاتني ذكره....

الباحثة

المستخلص

يتناول البحث دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والمعدنية لـــ19عينة جمعت من 6 مواقع تحت سطحية من الترسبات الحديثة لمحافظة ذي قار/جنوب العراق لتقييمها لأغراض صناعة طابوق البناء الاعتيادي وخفيف الوزن. تبين الفحوصات الفيزيائية إن اغلب ترسبات المنطقة ذات طبيعة وحلية (طينية غرينية أو غرينية طينية) وبعضها ذات طبيعة غرينية أو رملية غرينية ، تتراوح لدونتها بين عالية اللدونة إلى قليلة اللدونة. كما تظهر نتائج التحليل الكيميائي زيادة نسبة السيليكا بين مكونات الاكاسيد فضلا عن ارتفاع نسبة الاكاسيد المصهرة نسبيا ($CaO, MgO, Fe_2O_3, Na_2O, k_2O$) وقلة في الالومينا. تبين نتائج تحليلات حيود الأشعة السينية لترسبات مناطق الدراسة شيوع معادن الكوارتز والكالسايت ووجود الدولومايت والفلدسبار بنسب قليلة، ودرجة اقل من الجبس والهالايت. اما المعادن الطينية فتتمثل بالمونتموريللونايت والكاؤلينايت والكلورايت والالايت والباليغورسكايت مع ظهور للمعادن المختلطة والمتمثلة بالمونتموريللونايت–كلورايت. حضرت ستة خلطات من ترسبات مناطق الدراسة المختلفة ثلاث منها لطابوق البناء الاعتيادي، الأولى بدون أي مضاف والثانية والثالثة لمضاف الرمل بنسبة إضافة 10% و15% على التوالي، وثلاث خلطات للطابوق خفيف الوزن بإضافة ماده مالئة من مخلفات الذرة (عرانيص الذرة) بنسبة 15%، 25%، 35% على التوالي. شكلت الخلطات بالطريقة شبه الجافة وبإضافة ماء تشكيل تراوح بين 8 و10% وزنا لخلطات طابوق البناء الاعتيادي و12 و20% وزنا لخلطات الطابوق الخفيف الوزن وبضغط تشكيل 200 كغم/سم^2، بعدها جففت تجفيفا بطيئا وحرقت بثلاث درجات حرارة 800، 900، 1000°م على التوالي. تظهر نتائج الفحوصات لعينات الطابوق الاعتيادي تحسنا بخواصها عند إضافة الرمل بنسبة 15% وعند درجة حرارة حرق 800°م لعموم مناطق الدراسة إذ تطابقت خواص الطابوق المصنع مع متطلبات المواصفة العراقية رقم 25 لسنة 1988 والأمريكية (ASTM C62-00, 2000) والبريطانية (BS: 3921, 1985) وبجميع درجات حرارة الحرق، في حين تم الحصول على أفضل خواص لعينات الطابوق الخفيف الوزن المصنع ومطابق للمواصفة الألمانية (DIN 4108) عند إضافة 15% مخلفات الذرة في اغلب مواقع الدراسة وبدرجة حرارة حرق 800 و900°م.

قائمة المحتويات

التسلسل	الموضوع	الصفحة
	الفصل الأول **المقدمة**	
1-1	تمهيد	1
2-1	منطقة الدراسة	1
3-1	الدراسات السابقة	1
4-1	اهداف الدراسة	5
5-1	مبررات الدراسة	5
6-1	جيولوجية منطقة الدراسة	7
1-6-1	رسوبية منطقة الدراسة	7
2-6-1	تركيبية وتكتونية منطقة الدراسة	8
3-6-1	جيومورفولوجية منطقة الدراسة	8
7-1	مواصفات التربة الصالحة لصناعة الطابوق	9
8-1	تصنيف المواد الداخلة في صناعة الطابوق	10
9-1	انواع طابوق البناء	10
10-1	طرائق انتاج الطابوق الخفيف المسامي	12
التسلسل	الموضوع	الصفحة
	الفصل الثاني طرائق البحث	
1-2	تمهيد	13
2-2	العمل الحقلي	13
3-2	فحوصات المواد الاولية	13
1-3-2	الفحوصات الفيزيائية	13
1-1-3-2	التحليل الحجمي الحبيبي	13
2-1-3-2	حدود أتربيرغ، حد اللصوقة ومعامل ريك	15
2-3-2	التحليل الكيميائي	16
3-3-2	التحليل المعدني	17
4-3-2	التقدير الشبه الكمي للمعادن الطينية	18

2-4	المواد الاولية	18
2-4-1	تهيئة المواد الاولية (ترسبات منطقة الدراسة)	18
2-4-2	المواد المضافة	20
2-5	تهيئة الخلطات	20
2-6	الخلط والتشكيل	21
2-7	عملية التجفيف	21
2-8	فحوصات مابعد التجفيف	22
2-8-1	المظهر الخارجي	22
2-8-2	الانكماش الخطي والحجمي	22
2-9	عملية الحرق	23
2-10	فحوصات مابعد الحرق	23
2-10-1	الفحوصات الفيزيائية	23
2-10-1-1	المظهر الخارجي واللون	23
2-10-1-2	الانكماش الخطي والحجمي	24
2-10-1-3	المسامية الظاهرية	25
2-10-1-4	امتصاص الماء	25
2-10-1-5	الكثافة الكلية	26
2-10-1-6	الكثافة الظاهرية	26
2-10-2	الفحوصات الكيميائية	27
2-10-2-1	التزهر	27
2-10-3	الفحوصات الميكانيكية	28
2-10-3-1	مقاومة الانضغاط	28
2-10-4	الفحوصات الحرارية	29
2-10-4-1	الايصالية الحرارية	29
2-10-5	التحليل المعدني	31
التسلسل	**الموضوع**	الصفحة
الفصل الثالث النتائج والمناقشة		
3-1	تمهيد	32

2-3	فحوصات المواد الاولية	32
1-2-3	الفحوصات الفيزيائية	32
1-1-2-3	التحليل الحجمي	32
2-1-2-3	التطبيقات الصناعية للتحليل الحجمي	35
3-1-2-3	حدود أتربيرغ، حد اللصوقة ومعامل ريك	37
4-1-2-3	التحليل الكيميائي	40
2-2-3	التحليل المعدني	42
3-2-3	التقدير الشبه الكمي للمعادن الطينية لمنطقة الدراسة	45
3-3	نتائج فحص مابعد التجفيف	46
1-3-3	المظهر الخارجي	46
2-3-3	الانكماش الخطي والحجمي	47
4-3	نتائج فحوصات ما بعد الحرق	50
1-4-3	الفحوصات الفيزيائية	50
1-1-4-3	المظهر الخارجي واللون	50
2-1-4-3	الانكماش الخطي والحجمي	53
3-1-4-3	المسامية الظاهرية وامتصاص الماء	56
4-1-4-3	الكثافة الكلية والظاهرية	65
2-4-3	الفحوصات الميكانيكية	69
1-2-4-3	مقاومة الانضغاط	69
3-4-3	الفحوصات الكيميائية	73
1-3-4-3	التزهر	73
4-4-3	الفحوصات الحرارية	76
1-4-4-3	الايصالية الحرارية	76
5-4-3	التحليل المعدني	79
5-3	تقييم العينات المختبرية المصنعة لغرض صناعة طابوق البناء	83

التسلسل	الموضوع	الصفحة
	الفصل الرابع **الاستنتاجات والتوصيات**	
1-4	الاستنتاجات	85
2-4	التوصيات	87
	المصادر	89
	الملاحق	
	الخلاصة بالانكليزي	

قائمة الاشكال

التسلسل	العنوان	الصفحة
1-1	خريطة منطقة الدراسة موضح عليها مواقع النمذجة	2
2-1	طابوق معمل العمر في غرفة الحرق /سوق الشيوخ	6
3−1	طابوق معمل العابر	7
1−2	النمذجة من احد مقالع الاصلاح	14
2−2	النمذجة من مقلع معمل الناصرية الحكومي	14
1-2	مخطط سير العمليات التصنيعية لطابوق البناء الاعتيادي والخفيف الوزن	19
2-2	مخطط توضيحي لجهاز التوصيلية الحرارية (قرص ليز)	31
1-3	التوزيع الحجمي الحبيبي الطيني−غريني لبعض نماذج مواقع الدراسة	34
2-3	مخطط وينكلر لتصنيف ترسبات مناطق الدراسة	37
3-3	مخطط اللدونة موضحا عليه نماذج منطقة الدراسة	39
4-3	مخططات حيود الأشعة السينية للمعادن الرئيسة لبعض نماذج مناطق الدراسة	42
5-3	مخططات حيود الأشعة السينية للمعادن الطينية لنموذج منطقة سيد دخيل	43
6-3	مخططات حيود الأشعة السينية للمعادن الطينية لنموذج منطقة الاصلاح	43
7-3	مخططات حيود الأشعة السينية للمعادن الطينية لنموذج منطقة الناصرية	44
8-3	مخطط حيود الأشعة السينية لمضاف الرمل	44
9-3	مخطط حيود الأشعة السينية لمضاف مخلفات الذرة	45
10-3	العلاقة بين الانكماش الخطي ودرجات حرارة الحرق لخلطات طابوق البناء الاعتيادي ولجميع مواقع الدراسة	55
11-3	العلاقة بين الانكماش الخطي ودرجات حرارة الحرق لخلطات طابق خفيف الوزن لجميع مواقع الدراسة	58

12-3	العلاقة بين المسامية الظاهرية ودرجات حرارة الحرق لخلطات طابوق البناء الاعتيادي ولجميع مواقع الدراسة	60
13-3	العلاقة بين امتصاص الماء ودرجات حرارة الحرق لخلطات طابوق البناء الاعتيادي ولجميع مواقع الدراسة	61
14-3	العلاقة بين المسامية الظاهرية ودرجات حرارة الحرق لخلطات طابوق خفيف الوزن ولجميع مواقع الدراسة	63
15-3	العلاقة بين امتصاص الماء ودرجات حرارة الحرق لخلطات طابوق خفيف الوزن ولجميع مواقع الدراسة	64
16-3	العلاقة بين الكثافة الكلية ودرجات حرارة الحرق لخلطات طابوق البناء الاعتيادي ولجميع مواقع الدراسة	66
17-3	العلاقة بين الكثافة الكلية ودرجات حرارة الحرق لخلطات طابوق خفيف الوزن ولجميع مواقع الدراسة	68
18-3	العلاقة بين مقاومة الانضغاط ودرجات حرارة الحرق لخلطات طابوق البناء الاعتيادي ولجميع مواقع الدراسة	70
19-3	العلاقة بين مقاومة الانضغاط ودرجات حرارة الحرق لخلطات طابوق خفيف الوزن ولجميع مواقع الدراسة	72
20-3	علاقة الايصالية الحرارية مع درجات حرارة الحرق لخلطات طابوق خفيف الوزن وللمواقع A, D, E, F	78
21-3	مخططات حيود الأشعة السينية للطابوق المصنع من الخلطة (E0) عند درجات حرارة حرق 800، 900, 1000°م	81
22-3	مخططات حيود الأشعة السينية للطابوق المصنع من الخلطة (E2) عند درجات حرارة حرق 800، 900, 1000	81
23-3	مخططات حيود الأشعة السينية للطابوق المصنع من الخلطة (AC1)عند درجات حرارة حرق 800، 900, 1000°م	82
24-3	مخططات حيود الأشعة السينية للطابوق المصنع من الخلطة (AC2) عند درجات حرارة حرق 800، 900, 1000°م	82

قائمة الجداول

التسلسل	العنوان	الصفحة
1-2	طرائق فحص الاكاسيد الرئيسة	17
2-2	ظروف تشغيل جهاز حيود الأشعة السينية	17
3-2	النسب الوزنية للمواد الاولية والمواد المضافة والمقترحة لتحضير الخلطات	20
1-3	نتائج فحص التحليل الحجمي الحبيبي وتصنيفها حسب (فولك، 1974)	33
2-3	تصنيف نماذج منطقة الدراسة حسب (Budnikov, 1964) اعتمادا على الحجم الحبيبي	35
3-3	نتائج التوزيع الحجمي الحبيبي لنماذج منطقة الدراسة لغرض تصنيفها صناعيا	36
4-3	نتائج فحص حدود اتربيرغ، حد اللصوقة ومعامل ريك	38
5-3	تصنيف نماذج مناطق الدراسة حسب مخطط اللدونة	39
6-3	نتائج التحليل الكيميائي	41
7-3	النسب الوزنية شبه الكمية للمعادن الطينية لترسبات منطقة الدراسة	46
8-3	نتائج الانكماش الخطي والحجمي لخلطات طابوق البناء الاعتيادي بعد التجفيف	48
9-3	نتائج الانكماش الخطي والحجمي لخلطات طابوق خفيف الوزن بعد التجفيف	49
10-3	نتائج فحص الخصائص الفيزيائية والميكانيكية لخلطات طابوق البناء الاعتيادي عند درجات حرق800، 9000، 1000°م	54
11-3	نتائج فحص الخصائص الفيزيائية والميكانيكية لخلطات الطابوق خفيف الوزن عند درجات حرق 800، 9000، 1000°م	57
12-3	نتائج فحص التزهر لخلطات طابوق البناء الاعتيادي عند درجات حرارة حرق 800، 9000، 1000°م	74
13-3	نتائج فحص التزهر لخلطات الطابوق خفيف الوزن عند درجات حرارة حرق 800، 9000، 1000°م	75
14-3	نتائج فحص الايصالية الحرارية لخلطات الطابوق خفيف الوزن وللمواقع A, D, E, F	77

15-3	متطلبات المواصفات القياسية العراقية والامريكية والبريطانية لصناعة طابوق البناء الاعتيادي	84
16-3	متطلبات المواصفة الالمانية لصناعة الطابوق الخفيف الوزن	84

قائمة اللوحات

التسلسل	العنوان	الصفحة
3-1	التطبقات في عينات الخلطة (5) للطابوق خفيف الوزن بعد الكبس والتجفيف	46
3-2	التدرج اللوني واستقامة الحافات لبعض لعينات طابوق البناء الاعتيادي بدرجات الحرارة المختلفة	51
3-3	التدرج اللوني واستقامة الحافات لعينات طابوق خفيف الوزن باختلاف درجات الحرق	51
3-4	عينات طابوق خفيف الوزن المتهشمة بعد الحرق عند اضافة (35%) من مخلفات الذرة	52
3-5	قصر لون عينات طابوق البناء الاعتيادي بواسطة مضاف الرمل باختلاف درجات الحرق	52

المقدمة

1-1 تمهيد : (Preface)

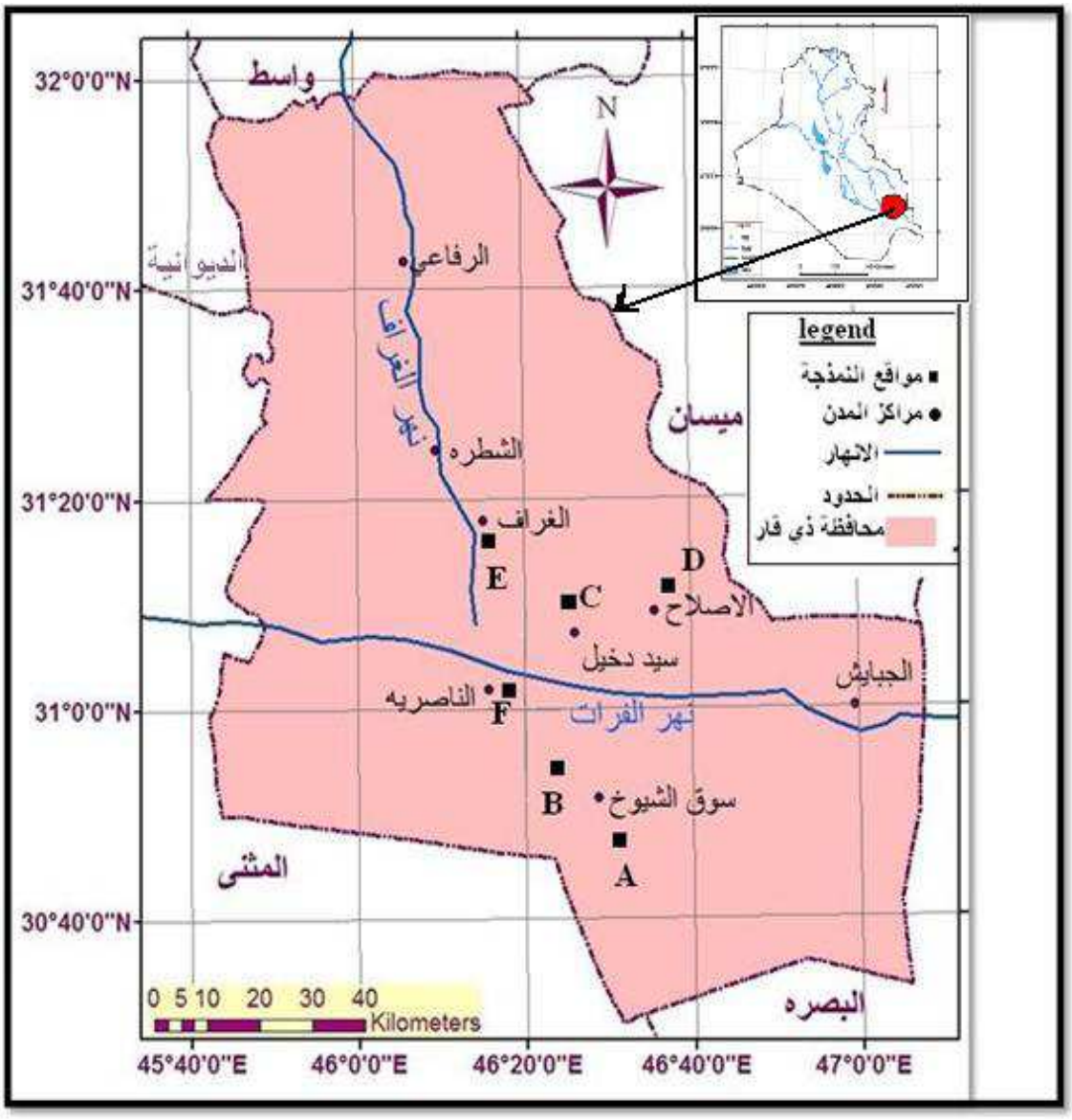
تعد الأطيان المادة الأولية الأساس الداخلة في الكثير من الصناعات السيراميكية التقليدية لاسيما في مجال صناعة طابوق البناء الاعتيادي وخفيف الوزن لما تمتاز به من خاصية اللدونة عند تعرضها للماء وتصلبها عند تجفيفها أو حرقها فضلا عن سهولة تصنيعها وقلة كلفة الإنتاج ووفرتها (Shackelford & Daremus , 2008)، إذ يستخدم حوالي70% من الأطيان سواءاً كانت على شكل مادة خام أو تلك المسوقة بشكل منتجات مصنعة نهائية، لذا كان لابد من استغلال الأراضي الطينية غير المستغلة زراعيا في مجال صناعة الطابوق كونه من المواد الإنشائية الأساسية اللازمة للبناء والذي يساهم مساهمة فعالة في دعم خطط التنمية وتطوير مشاريع الأعمار المختلفة.

2-1 منطقة الدراسة (The study area)

تقع منطقة الدراسة في محافظة ذي قار في الجزء الجنوبي من العراق بين دائرتي عرض ``0 `40 °30 و ``0 `18 °31 شمالاً وبين خطي طول``0 `13 °46 و ``0 `40 °46 شرقاً، شملت منطقة الدراسة الترسبات الحديثة في قضاء سوق الشيوخ ومدينة الناصرية وناحية سيد دخيل والإصلاح وناحية الغراف (شكل 1-1). تمتاز منطقة الدراسة كونها مقالع للترسبات الحديثة بعضها مستثمر من قبل المعامل الموجودة في منطقة الدراسة والبعض الآخر غير مستثمر، فضلا عن أراضي منبسطة طينية مغطاة بترسبات حديثة غير مستغلة زراعياً .

3-1 الدراسات السابقة: (Previous studies)

تناولت العديد من الدراسات المحلية الصناعات السيراميكية، ركز الكثير منها على صناعة طابوق البناء الاعتيادي والقليل من هذه الدراسات تناول صناعة الطابوق الخفيف الوزن العازل للحرارة. فيما يلي أهم هذه الدراسات:



شكل 1-1 خريطة منطقة الدراسة موضح عليها مواقع النمذجة محورة من قبل الباحث عن الغزي، 2005

دراسة (الهلالي، 1980) حول معدنية وجيوكيميائية منطقة بلدروز وكذلك الخواص الفيزيائية والميكانيكية لتلك الترسبات لغرض صناعة الطابوق الطيني. أظهرت النتائج بعد مقارنتها مع المواصفة القياسية العراقية رقم 25 لسنة 1969 إن الطابوق المنتج هو صنف B والذي يستعمل في البناء الاعتيادي والمنشآت المحملة بالأثقال وغير معرضة للتآكل .

دراسة (الراوي، 1984) حول صناعة الطابوق الخفيف الوزن العازل للحرارة من خلال إضافة مواد عضوية للترب الطينية. بينت الدراسة إن استخدام 15% من البكاز (مخلفات قصب السكر) و15% من نشارة الخشب و25% من السبوس كلٍ على حده تكفي لإنتاج طابوق خفيف وزن عازل للحرارة حسب المواصفة العالمية.

قام (الحديثي والرمضاني، 1987) بدراسة إمكانية معالجة أطيان الترب الملحية لأحد المقالع القريبة من بغداد والتي تصل نسبة الأملاح فيها أكثر من 12% بهدف صناعة الطابوق الطيني. وأوضحت النتائج الأولية إن المشكلة تتركز في تكسر الطابوق إثناء الحرق وارتفاع درجة التزهر، وتم معالجة هذه المشاكل عن طريق استخدام بعض المضافان الطبيعية (الرمل) والكيميائية (الكاربيدات).

تناول (رومي، 1988) دراسة إمكانية استغلال احد مواقع خور الزبير جنوب البصرة في الصناعات السيراميكية مستخدما طرائق تشكيل مختلفة. بينت الدراسة وجود تفاوت في خصائص العينات بين عينات عانت من ارتفاع درجة التزهر ونسبة امتصاص الماء والمسامية العالية وانخفاض مقاومة الانضغاط وبين عينات ذات خصائص جيدة وخاصة تلك التي حرقت بدرجة حرارة حرق واطئة والمشكلة بطريقة الكبس شبه الجافة.

درست (ميرزا، 1997) خواص بعض رواسب أطيان تكوينات الكريتاسي الأعلى الثلاثي شمال وشمال شرق العراق لغرض الصناعات السيراميكية. أوضحت نتائج الدراسة ان بعض العينات ممكن استخدامها لصناعة الطابوق الطيني بأنواعه المختلفة بعد مقارنتها بالمواصفة القياسية العراقية رقم 25 لسنة 1969.

قام (الحكيم، 1998) بدراسة خواص بعض اطيان النيوجين شمال وشمال شرق العراق وتقييمها للأغراض السيراميكية. أظهرت نتائج الدراسة إن العينات المحضرة بطريقة الكبس شبه الجاف والمحروقة بدرجات حرارة حرق 1000°م و1100°م والعينات المحضرة بطريقة البثق والمحروقة بدرجة حرارة حرق 1000°م صالحة للاستخدام كطابوق بناء. أما بعض العينات المحضرة بطريقة الكبس شبه الجافة والمحروقة بدرجة حرارة 1100°م يمكن استخدامها كبلاطات و بأنواع مختلفة.

تطرق (رافع وآخرون، 2001) إلى عدة تجارب معملية لإنتاج طابوق خفيف الوزن وعازل للحرارة وذلك بخلط الأطيان المحلية بنسب محددة من قشور الرز. أظهرت النتائج إمكانية الحصول على طابوق خفيف الوزن ضمن القيم المسموح بها.

تناول (الزبيدي، 2004) دراسة الصخور الطينية لتكوين انجانة (المايوسين – الاعلى) رسوبياً ومعدنياً وجيوكيميائياً لتقييم هذه الأطيان للصناعات السيراميكية. بينت النتائج بعد مقارنتها مع المواصفة القياسية العراقية رقم 25 لسنة 1988 تصنيف هذه العينات السيراميكية إلى الأصناف أ، ب، ج.

أجرى (السعد، 2006) تقييم وتحسين 22 عينة من الترسبات الحديثة شمال مدينة البصرة جنوب العراق لغرض صناعة طابوق البناء الاعتيادي. تطابقت نتائج الدراسة مع المواصفة القياسية العراقية و الأردنية والبريطانية والامريكية خاصةً فيما يتعلق بخاصية امتصاص الماء ومقاومة الانضغاط والتزهر، وشذت العينات التي صنعت دون مضاف والعينات التي حرقت عند درجة حرارة 1000°م عن متطلبات تلك المواصفات.

أشارت (علي، 2009) إلى أسباب زيادة نسبة التلف والتشقق في اللبن الجاف وظاهرة التزهر للطا بوق الفخاري المصنوع في معمل طابوق أبي نؤاس في بغداد ومعالجتها. بينت النتائج حصول تحسن واضح في خواص الطابوق من حيث القوة وامتصاص الماء والتزهر وذلك عند إضافة أطيان الكاؤولين بنسبة 30 – 40 % وبدرجة حرارة حرق 950 – 1000°م.

ومن الدراسات العالمية التي اهتمت بدراسة الطابوق الخفيف الوزن العازل للحرارة فهي:

دراسة (Veiseh and Yousefi, 2003) في إيران حول إضافة رغوة البولي ستيرين (Polystyrene foam) إلى الترب الطينية لغرض صناعة الطابوق الطيني الخفيف الوزن. بينت النتائج ان إضافة 2% من رغوة البوليستيرين كافية للحصول على طابوق خفيف الوزن مطابق للمواصفة الإيرانية.

دراسة (Ducman and Kopar, 2007) حول تأثير استخدام أنواع مختلفة من المخلفات كمضافات في خلطات الأطيان. أثبتت نتائج الدراسة إن استخدام مخلفات معمل الورق و نشارة الخشب بكميات مختارة تصل إلى 50% من كتلة الجسم الطيني تحسن كل من عملية التجفيف والعزل الحراري، أما إضافة مخلفات أحجار السيليكا ومخلفات الكرانايت الشبيهة بالأطيان و بالنسب نفسها تقلل من لدونه الطين وتختزل التقلص بعد التجفيف وبعد الحرق.

دراسة (Tonnayopas *et al.,* 2008) حول تأثير استخدام رماد قشور الرز على خصائص الطابوق الطيني الخفيف الوزن في تايلاند، إذ بينت الدراسة إن إضافة 30% من رماد قشور الرز أعطت نتائج مطابقة للمواصفة القياسية التايلندية للطا بوق الخفيف الوزن.

أشـــار (Abd Al-Kadir *et al.*, 2010) إلى إمكانية استخدام قطوف السجائر في صناعة طابوق خفيف الوزن ذو كثافة واطئة وعزل حراري جيد عند إضافة 2.5 إلى 10% من قطوف السجائر.

دراسة (Chan, 2011) في ماليزيا حول إضافة الألياف الطبيعية الناتجة من المخلفات الزراعية في الأطيان لغرض صناعة الطابوق. بينت نتائج الدراسة إن إضافة 25-75% مـــن أوراق الأنانـــاس أعطى مقاومة انضغاط كبيرة للعينات غير المشوية مقارنة مع العينـــات المشـــوية والمضـــافة لهـــا الإسمنت كمادة رابطة.

4-1 أهداف الدراسة: (Aims of the study)

تهدف الدراسة إلى:

1. دراســـة الخصائـــص الفيزيائيـــة والكيميائية والمعدنية للترسبـــات الحديثـــة لمواقـــع (سوق الشيوخ، سيد دخيل، الإصلاح، الغراف، الناصرية) ضمن محافظة ذي قار، وتحديد المشاكل التي تعاني منها صناعة الطابوق في تلك المحافظة خاصة المواد الأولية.
2. تحسين خصائص تلك الترسبات باستخدام بعض المضافات الطبيعية بهدف صناعة وحدات إنشائية (طابوق بناء اعتيادي) مطابقة للمواصفات.
3. محاولة تصنيع طابوق خفيف وزن عازل للحرارة من الترسبات نفسها باستخدام مخلفات الذرة (عرانيص الذرة) كمضاف ولأول مرة رخيص ومتوفر محليا وبكميات اقتصادية ومعرفة مدى مطابقته للمواصفات.

5-1 مبررات الدراسة (Reasons of the study)

توجد أسباب عديدة تبرر دراسة الترسبات الحديثة لمحافظة ذي قار وهي كالآتي:

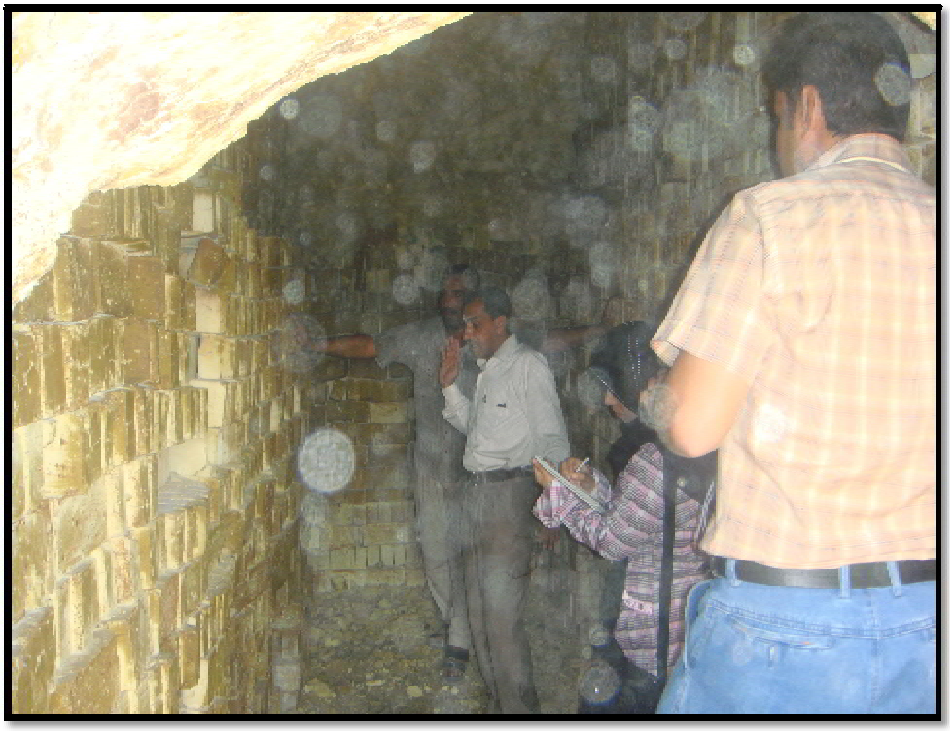
1. قلة الدراسات والمصادر المتناولة دراسة خصائص ترســـبات محافظـــة ذي قـــار وخاصة من الناحية الصناعية.

2. وجود عدد كبير من المقالع فضلا عن وجود مساحات واسعة من الأراضي الطينية غير صالحة للزراعة خاصة تلك البعيدة عن المدن والتي يمكن استغلالها صناعيا وخاصة في مجال صناعة الطابوق، إذ تصلح لأن تكون معامل لصناعة الطابوق مستقبلا.

3. يعاني الطابوق المنتج من معامل الطابوق الحكومية والأهلية في المنطقة جملة من المشاكل كالتشقق إثناء التجفيف وتكسر الطابوق بعد الحرق وظهور الألوان غير المرغوب فيها كاللون الأخضر والأحمر فضلا عن عدم استواء حافات وأسطح الطابوق (الأشكال1-2 و2-2) وبالتالي عدم مطابقته للمواصفة العراقية رقم 25 لعام 1988 كما لوحظ من خلال الزيارات الميدانية.

4. ازدياد حركة العمران في الوقت الراهن وإنشاء الدور والمباني خاصة بعد عام2003 مما أدى إلى زيادة الحاجة إلى الطابوق.

5. ارتفاع درجات الحرارة نتيجة للاحتباس الحراري الأمر الذي أدى إلى البحث عن تصنيع طابوق خفيف عازل للحرارة وبكلفة اقل من خلال استخدام المخلفات المطروحة في البيئة وخاصة العضوية.



شكل 1-2 طابوق معمل العمر في غرفة الحرق

شكل 2-2 طابوق معمل العابر/سوق الشيوخ

جيولوجية منطقة الدراسة (Geology of the study area)

رسوبية منطقة الدراسة: (Sedimentology of the study area)

تعد ترسبات منطقة الدراسة من الترسبات الحديثة التابعة إلى العصر الرباعي(Quaternary period)، وهي جزء من منطقة السهل الرسوبي الذي يتألف من الرواسب البحيرية والدلتاوية والنهرية والمتميزة بتغير السحنات أفقياً وعمودياً . إن الجزء العلوي من التتابع الطباقي للسهل الرسوبي يتكون من طمى الفيضانات النهرية مع خليط متراص من الرواسب الريحية (Buday,1980). يعتقد إن سهل مابين النهرين تكون نتيجة لتراكم الرواسب النهرية الهائلة من الطين والغرين الذي حملته انهار دجلة والفرات والكارون، فضلا عن نهر الكرخة القادم من شرق وادي الباطن القديم والمتدفق خلال عصر البلايستوسين والذي لعب دورا مهما في تكوين دلتا وادي الرافدين (كريم، 1988). أكد (Aqrawi, 2001) إن الترسبات النهرية للسهل الرسوبي في المنطقة هي عبارة عن ترسبات طينية غرينية وغرينية طينية.

2-5-1 تركيبية وتكتونية منطقة الدراسة

(Structural and tectonism of the study area)

تقع منطقة الدراسة حسب تقسيمات (Buday and Jassim ,1987) في نطاق الفرات الثانوي (Euphrates Subzone) الواقع في الرصيف غير المستقر (Unstable Shelf) ضمن نطاق وادي الرافدين (Mesopotamian Zone). يحتل نطاق الفرات الثانوي الجزء الأوسط من نطاق وادي الرافدين، و هو عبارة عن نطاق أحادي الميل (Monocline) يميل باتجاه شمال– شرق مع تراكيب محلية متفرقة متمثلة بطيات محدبة قصيرة ذات اتجاهات مختلفة. ويعد نطاق الفرات الثانوي النطاق الأكثر ضحالة في نطاق وادي الرافدين، إذ توجد صخور القاعدة الواقعة تحت هذا النطاق على عمق 10 كم وتفوق هذا العمق في الأجزاء الشرقية من النطاق، ولكنها تحتوي على ترسبات العصر الرباعي أكثر سمكاً مقارنةً مع شبه نطاق دجلة (Jassim and Goff, 2006).

أما تكتونياً فقد تكون السهل الرسوبي في المناطق التي حدث فيها تجلّس أو هبوط (Subsidence) نتيجة للحركات البانية للجبال التي بلغت ذروتها قبل حوالي مليوني سنة ومستمرة لحد الآن ولكن بشدة اقل، وإن الدليل الجيولوجي للتاريخ الحديث للأراضي الهابطة (Sankland) في العراق يشير إلى استمرار هذا الانخفاض والذي يعد تفسيراً بسيطاً لوجود الاهوار في جنوب العراق فضلا عن جفاف وانقطاع وتغيير مجاري الأنهار (Less & Falcon, 1952 و الساكني، 1993).

3-5-1 جيومورفولوجية منطقة الدراسة (Geomorphology of the study area)

تقع منطقة الدراسة من الناحية الجيومورفولوجية ضمن منطقة السهل الفيضي (Flood plain)الواقعة ضمن الوحدة الجيومورفولوجية ذات الأصل النهري(Units of fluvial origin). تتميز منطقة السهل الفيضي بترسب دورات من الرمل والغرين والطين الغريني والطين على شكل طبقات وحزم وعدسات وصفائح أو طبقات رقيقة (Lamina) (Hamza,1997). أشار (الغزي، 2005) إلى إن مظاهر السطح في منطقة سهل ما بين النهرين (السهل الفيضي) الواقعة ضمنها مناطق الدراسة ذات تباين تضاريسي ضئيل وان

سطح السهل الرسوبي ذو انحدار قليل ففي قسمه الشمالي يرتفع حوالي91 م فوق سطح البحر في حين يرتفع عدة سنتيمترات فوق سطح البحر في أجزائه الجنوبية، وان هذا الانبساط أدى إلى انحدار بطيء في مجاري الأنهار في المنطقة.

1-6 مواصفات التربة الصالحة لصناعة الطابوق

(Specifications of suitable soils for brick industry)

ينبغي إن تتوافر الشروط التالية لأي تربة يراد منها صناعة طابوق البناء (التميمي، 1999):

1. وجوب توافرها بكميات اقتصادية تضمن إنتاجاً وافراً لخمس وعشرين سنة على الأقل.
2. يجب إن تكون ذات خاصية لدونه كي يسهل عجنها وتشكيل الشكل المراد منها ، بحيث تحتفظ بهذا الشكل عندما تكون رطبة وبعد جفافها.
3. يجب أن تصل مرحلة التزجج (Vitrification stage) عند مدى حراري يتراوح بين درجتي(950-1100)°م ليشكل منها طابوق صلد غير مشوه. إذ إن الاضطرار إلى إجراء عملية الحرق عند درجات حرارية أعلى يعني زيادة كمية الوقود الواجب استعمالها لإتمام ذلك وهذا يعني كلفة مضافة لا بد منها.

وهناك متطلبات أساسية أخرى ينبغي توفرها فيما يخص التركيبين المعدني والكيميائي للتربة المرادة، وهي:

1. يجب إن تحتوي نسبة عالية من المعادن الطينية (Clay minerals) التي ستوفر لها خاصية اللدونة المطلوبة.
2. إن وجود نسبة كافية من المواد غير اللدنة وغير المساعدة على الانصهار المبكر مهم، إذ يساعد ذلك على حماية الطابوق من التقلص المفرط الحاصل عند التجفيف أو الحرق، فالكوارتز متوفر بكمية كافية، غير إن وجود حبيبات كبيرة الحجم من معدن الفلدسبار قد يؤدي الغرض نفسه.
3. يجب إن تحتوي على نسبة كافية من اكاسيد المواد المساعدة على الانصهار المبكر التي تقصر مدى مرحلة التلبيد ، مثل أوكسيدي الحديد والصوديوم وأوكسيد الكالسيوم والمغنيسيوم . على النقيض من ذلك لاكاسيد المواد التي تزيد من مدى مرحلة التلبيد مثل أوكسيد الألمنيوم(Nayakairu, 2002).

7-1 تصنيف المواد الداخلة في صناعة الطابوق (Classification of bricks earth)

تصنف المواد الداخلة في صناعة الطابوق إلى عدة مجاميع اعتمادا على نوع المكون السائد للمادة (Singh and Singh, 2009) كما يأتي:

1. الطين الرملي (Sandy clay): هذا النوع من المواد يتكون من كمية كبيرة من الرمل(Sand) والذي يتكون بصورة رئيسة من السيليكا الحرة فضلا عن الطين، إذ إن الكميات الكبيرة من السيليكا تقوم بدور أساسي في منع حدوث التشقق والتقلص والانحناء في جسم الطابوقة. يتطلب هذا النوع من المواد إضافة الكلس (Lime) وذلك لمساعدة الرمل على الانصهار في درجات حرارية مبكرة. إن الرمل المنصهر يسلك سلوك مادة لاحمة قوية تعمل على ربط حبيبات الطابوق، وان الطابوق المنتج من هذا النوع من المواد يمتاز بصلابة عالية جداً.

2. الأطيان الكلسية (Calcareous clays): تتكون من كميات كبيرة من كاربونات الكالسيوم مع سيليكا و ألومينا. يتطلب هذا النوع من المواد إضافة الرمل وذلك للتخلص من تأثيرات السلبية للكميات الكبيرة من الكاربونات. يمتاز الطابوق المنتج من هذا النوع من المواد بجودته العالية.

3. الأطيان النقية (Pure clays): يتكون هذا النوع من الأطيان بصور أساسية من السيليكا و الألومينا مع نسب قليلة من أوكسيدي الكالسيوم والمغنيسيوم والأملاح الأخرى. الطابوق المنتج من هذه الأطيان يتشقق، يتقلص وينحني إثناء التجفيف، لذا فأن هذا النوع من الأطيان يتطلب إضافة رمل أو رماد لتحسين خصائصها. تؤدي إضافة الرمل بكميات كبيرة إلى منع من حدوث التقلص في حين يدعم الرماد أوكسيد الكالسيوم ليسلك سلوك مادة مصهرة (Flux).

8-1 أنواع طابوق البناء (Types of building bricks)

يعرف الطابوق انه وحدات بنائية مستطيلة ومنتظمة الحجم تستخدم في البناء كبديل للحجر (stone) عندما يكون الحجر غير متوفر (Singh and Singh , 2009).

يصنف الطابوق الطيني إلى أربعة أصناف حسب المواصفة القياسية البريطانية (BS 3921 part 2: 1969 in Daniel, 1977)كالآتي:

1. مصمت Solid: طابوق يحتوي على ثقوب صغيرة لا تزيد عن 25% من الحجم الكلي للطابوقة.

2. مثقب Perforated: يحتوي على ثقوب صغيرة تزيد عن 25% من الحجم الكلي للطابوقة.
3. مجوف Hollow : الثقوب ليست صغيرة وتزيد عن 25% من الحجم الكلي للطابوقة.
4. خلوي Cellular: يحتوي على ثقوب تغلق عند نهاية واحدة وتزيد عن 20% من الحجم الكلي للطابوقة.

كما صنف (ليفون وساكو، 1986) الطابوق الطيني على الأنواع الآتية:

1. اللبن: طابوق مصنوع يدويا عن طريق خلط الطين والماء مع كمية قليلة من التبن.
2. طابوق التربة المثبتة: احد أنواع الطابوق الطيني المصنوع من خلط الطين مع نسبة قليلة من الاسمنت أو النورة لغرض تحسين الخصائص الهندسية للطين.
3. الطابوق المفخور الاعتيادي: هو الطابوق الأكثر شيوعا واستخداما في البناء
4. الطابوق الناري: طابوق يستخدم لتبطين الأفران والمداخن والمصاهر الحرارية.

يعد الطابوق الخفيف الوزن أحد أنواع الطابوق الفخاري وهو عبارة عن منتج طيني واطئ الكثافة والتي يمكن استخدامها كمواد بناء (Al-Marahleh, 2005). يصنف الطابوق الخفيف الوزن إلى ثلاثة أنواع اعتماداً على طريقة التصنيع (الموسوي، 2000) وهي:

1. الطابوق المجوف أو المثقب (Hollow or perforated brick)
2. الطابوق العالي المسامية (Bricks of high porosity).
3. الطابوق المثقب العالي المسامية(Bricks of high porosity with perforation)

يمتاز الطابوق الخفيف الوزن بخاصية العزل الحراري التي يمكن تحسينها عن طريق تخفيض الكثافة الكلية للكتلة المشكلة بواسطة تكوين مسامات نتيجة لاحتراق العوامل المكونة للمسامات أو مواد قابلة للاحتراق وبالتالي تمتلئ هذه المسامات بالغازات والهواء الناتجة من احتراق تلك المواد مما يؤدي إلى خفض الايصاليه الحرارية وذلك لانخفاض معامل التوصيل الحراري للهواء إذ يبلغ 0.0209 كيلو سعره / م س م° (الراوي، 1984).

9-1 طرائق إنتاج الطابوق الخفيف المسامي

(Methods of light weight clay bricks manufacturing)

يمكن تصنيع الطابوق الخفيف الوزن بعدة طرائق تعتمد بالأساس على تقليل كثافة الطابوق نتيجة تكوين فجوات هوائية ومسام (الموسوي، 2000؛ رافع وآخرون، 2001):

أولا : تكوين الفجوات من مواد غير عضوية:

تستخدم في هذه الطريقة مواد غير عضوية مملوءة بالفجوات كالفيرميكيولايت (Vermiculite) والبرلايت (Perlite) والدايتومايت الأرضي (Diatomeceous_earth)، فمعادن الفيرميكيولايت والبرلايت لها قابلية التمدد وتكوين المسام عند تعرضها للتسخين وبذلك فإن إضافة هذه المواد إلى الطين المستخدم في صناعة الطابوق يؤدي إلى تقليل كثافة الطابوق إلى 800 كغم/م٣ وبالتالي إنتاج طابوق خفيف الوزن وعازل للحرارة.

ثانياً : تكوين الفجوات نتيجة لإضافة مواد قابلة للاحتراق:

تشمل هذه الطريقة استخدام مواد عضوية قابلة للاحتراق إثناء عملية حرق الأطيان في الأفران مكونةً فراغات هواء داخل مادة الطين، واهم هذه المواد نشارة الخشب (Saw dust) والتبن(Straw) وقشور الرز(Rice husk) والفحم(Coal) والمطاط(Rubber) والبكاز(Baggase)، والبولي ستيرين (Polystyrene) .

ثالثاً : تكوين الفقاعات الغازية بواسطة التفاعلات الكيميائية

تعتمد هذه الطريقة أما على توزيع مادتين كيميائيتين داخل كتلة الطين المشكلة وتكوين الفقاعات الغازية بواسطة تفاعل تلك المادتين مع بعضهما داخل الطين وتحرير الغازات، إذ ان وجود الغاز داخل الطين يقلل الكثافة ويحسن خواص العزل الحراري. ومن المواد المستعملة في هذا المجال هي الكاربونات مع الحوامض، الكاربيد مع الماء، الفلزات المسحوقة الناعمة مع الحوامض والقواعد، أو تعتمد هذه الطريقة على تكوين المسام بواسطة إضافة حجر الكلس المسحوق بنسبة لا تزيد عن 35% لأن زيادة أوكسيد الكالسيوم الناتج من تحرر حجر الكلس إثناء عملية الحرق يقلل من ثبات الطابوق، أو استخدام طين يحتوي على كاربونات الكالسيوم.p

طرائق العمل

1-2 مقدمة : (Introduction)

يشتمل هذا الفصل على طرائق العمل الحقلي وطرائق فحص الخصائص الفيزيائية والكيميائية والمعدنية للمواد الأولية وذلك لتقييمها وإعدادها لمرحلة صناعة الطابوق بدءاً من مرحلة التشكيل وانتهاءاً بمرحلة الحرق وإجراء فحوصات ما بعد الحرق، إذ إن نوع المادة الأولية، طريقة التشكيل، عمليتي التجفيف وعملية الحرق تعد عوامل مؤثرة في صناعة الطابوق(Johari *et al.,* 2010).

2-2 العمل الحقلي (Field work)

تضمن العمل الحقلي القيام بعد عدة جولات استطلاعية لمنطقة الدراسة والتي شملت مناطق سوق الشيوخ والناصرية والإصلاح وسيد دخيل والغراف وزيارة المقالع والمعامل الموجودة فيها. جمعت 19 عينة تراوح وزن كل منها بين 3-5 كغم اغلبها من المقالع المستثمرة وغير المستثمرة وبمعدل عينة واحد من كل طبقة وبالتحديد من منتصف الطبقة بعد حساب سماكات الطبقات الظاهرة والتي تراوحت بين 1-2 م (شكل 2-1)، كما أخذت عينة واحد تحت سطحي من عمق 60 سم من منطقة الغراف بعد إزالة الطبقة السطحية البالغ سمكها 30 سم لتركز الأملاح فيها، بينما جمعت عينات من المادة الأولية لمعمل الناصرية الحكومي من عمق 3 متر (شكل 2-2). وضعت العينات مباشرة في أكياس نايلون محكمة الإغلاق للحفاظ على رطوبة العينات وسجل على كل منها رمز العينة والتاريخ وبعض الملاحظات الحقلية.

3-2 فحوصات المواد الأولية (Raw materials tests)

1-3-2 الفحوصات الفيزيائية (Physical tests)

1-1-3-2: التحليل الحجمي الحبيبي (Particle size analysis)

إن حجم الحبيبات في العينة الطينية وتوزيعها يعد عامل تقييمي مهم في استخدام الأطيان للصناعات السيراميكية، إذ يمكن إيجاد عامل سيطرة على اللدونة من خلال حجم الحبيبات وبدرجات معينة حسب ما هو مطلوب صناعياً للمنتج (Ryan, 1978).

شكل 2-1 النمذجة من احد مقالع منطقة الإصلاح

شكل2–2 النمذجة من مقلع معمل الناصرية الحكومي

استخدمت طريقة الغربلة الرطبة (Wet Sieving) لفصل الجزء الرملي عن العينة باستخدام منخل قياس حجم فتحاته 63 مايكرون حسب (Folk, 1974) بعد اخذ 200 غراماً من النموذج وغسله على المنخل، وبذلك تم فصل الرمل عن الغرين والطين، جفف الرمل المتبقي على المنخل ووزن لغرض حساب نسبة الرمل في العينة، أما الجزء المار من المنخل الذي يمثل الغرين والطين، فقد استخدمت طريقة المكثاف حسب المواصفة البريطانية (BS 1377-2:1990) في مختبرات كلية الهندسة/ جامعة البصرة وذلك بأخذ وزن 50 غم من العينة ووضعها في وعاء سعة 250 مل وبعد ذلك خلطت بالماء المقطر عدة مرات لغرض التخلص من الأملاح الموجودة في العينة ثم أضيفت إليها خمسة غرامات من مادة (Sodium hexametaphosphate) لغرض التشتيت وتركت لمدة 16 - 24 ساعة، خلط بعدها العالق بواسطة خلاط مرة أخرى لمدة 15 دقيقة ثم فرغ في اسطوانة حجميه سعة 1000 مل وأكمل الحجم إلى 1000 مل بالماء المقطر، ثم غلقت الاسطوانة عدة مرات ووضع المكثاف في الاسطوانة للبدء بأخذ القراءات وتسجيلها حسب الأزمان 15ثا، 30ثا، 1د، 2د، 5د، 10د، 20د، 40د، 60د، 80د، 100د، 120د، 240د، 24سا، 48سا، 72سا، مع مراعاة إخراج المكثاف بعد كل قراءة ووضعه في اسطوانة أخرى تحتوي على الماء المقطر عدا القراءات الأربعة الأولى، فضلاً عن قياس درجة حرارة المحلول بمحرار زئبقي، ثم أجريت الحسابات لمعرفة نسب الرمل والغرين والطين في العينة لاستخدامها في تصنيف التربة حسب تصنيف (Folk, 1974).

2-3-1-2: حدود أتربيرك، حد اللصوقة، ومعامل ريك

(Atterberg Limits, Sticky limits and Rieke Index)

تعد اللدونة صفة مهمة للأطيان وذلك لدورها في إعطاء الجسم السيراميكي المتانة والقوة عند تجفيفه وحرقه، وهي صفة أساسية لكثير من طرائق التشكيل المختلفة (Kingery, 1976)، ويعزى سبب لدونه الأطيان إلى نعومة حجمها الحبيبي وبنيتها الصفائحية الذي يساعد على امتصاص الماء وانزلاق طبقات الطين بعضها على بعض مما يسهل قابلية كتلة الطين على التشوه (Grim, 1962) تحت تأثير أي إجهاد يسلط عليها. ويعرف المحتوى المائي الذي تنتقل عنده الأطيان من حالة إلى أخرى بحدود أتربيرك، أما حد اللدونة فهو أقل محتوى مائي يجعل الطين يتحول إلى قضيب رفيع بقطر 3ملم دون حدوث تشققات وهو الحد الفاصل بين الحالة شبه الصلبة والحالة

اللدنة، وأما حد السيولة فهو أقل محتوى من الماء يبدأ الطين عنده بالسيلان وهو الحد الفاصل بين الحالة اللدنة والحالة السائلة، والفرق بين حدي السيولة و اللدونة يسمى بمعامل اللدونة (Plasticity index)، كما إن هناك حداً آخر يعرف بحد اللصوقة (Sticky Limit) والذي يعرف أنه المحتوى المائي الذي يبدأ عنده الطين بالالتصاق باليد عند عجنه وهو قيمة وسطية بين حدي السيولة واللدونة (Grim, 1962). وقد تم فحص حدي السيولة واللدونة بجهاز كازاكراندي (Gasagrandi) حسب المواصفة الأمريكية (ASTM D4318-00) في مختبرات كلية الهندسة/جامعة البصرة، فضلاً عن حساب معامل اللدونة ومعامل ريك وفقاً للمعادلات الآتية:

$$I_p = W_L - W_p \quad \text{..... 1-2}$$

$$I_r = W_s - W_p \quad \text{..... 2-2}$$

إذ إن:

I_p: معامل اللدونة

W_s: حد السيولة

W_p : حد اللدونة

I_r: معامل ريك وw_s :حد اللصوقة

2-3-2: التحليل الكيميائي (Chemical analysis)

تشمل التحاليل الكيميائية للعينات قيد الدراسة معرفة نسبة أكاسيد العناصر الرئيسة المكونة لها والتي تم إجراؤها في مختبرات الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين في بغداد، وأهم هذه الأكاسيد (SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O, CaO, MgO, K_2O, Na_2O, SO_3) يوضح الجدول 2-1 طرائق تحليل هذه الأكاسيد. يتضمن التحليل الكيميائي أيضاً فحوصات النسبة المئوية للمادة العضوية (T.O.C.%) وكمية الأملاح القابلة للذوبان (T.S.S. ppm) التي أُجريت في مختبرات قسم الكيمياء في مركز علوم البحار/ جامعة البصرة، فضلاً عن فحص الفقدان بالوزن نتيجة الحرق

(L.O.I.%) وذلك بحرق العينة في فرن بدرجة حرارة حرق 1000م° في مختبر الجيوكيمياء/ قسم علم الأرض/ جامعة البصرة.

جدول 2-1 طرائق فحص الأكاسيد الرئيسة (وفق سياق الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين / المختبرات الكيمياوية

Oxides	Analysis methods
SiO_2, SO_3	Gravimetric method
$Al2O_3$	Colourimetric method
Fe_2O_3	Atomic absorption spectrometry
CaO, MgO	Volumetric method
K_2O, Na_2O	Flame photometry

2-3-3: التحليل المعدني (Mineralogical analysis)

يتضمن التحليل المعدني تشخيص المعادن في العينات قيد الدراسة بطريقة حيود الأشعة السينية (XRD) وباستخدام جهاز حيود الأشعة السينية في قسم الفيزياء/ جامعة البصرة نوع (Panalytical Xpert PRO MDP) وحسب ظروف التشغيل الموضحة في (الجدول2-2).

جدول 2-2 ظروف تشغيل جهاز الأشعة السينية الحائدة التابع لقسم الفيزياء/ جامعة البصرة

سرعة الكاشف	2°/min
التيار	30MA
الفولتية	40kv
المرشح	النيكل
العنصر المشع	Cukα

تم تحضير نوعين من العينات:

1. العينات الكلية (Bulk samples) : حُضِّر مسحوق لجميع عينات منطقة الدراسة بواسطة طحن العينة بهاون عقيق ولحجم 75 مايكرون وفحصت مباشرة بجهاز حيود الأشعة السينية بدون أي معاملة في مدى الزاوية 2θº مابين 2º-40º لغرض تشخيص المعادن غير الطينية.

الشرائح الموجهة (Oriented Slides): تم تهيئة هذه الشرائح (بأنواعها الأعتياديه (N) والمعاملة بالتسخين(H) والمعاملة بالأثيلين كلايكول (EG) حسب (Folk,1974 ;Carrol, 1970) و(الملحق 1) يوضح طريقة فصل المعادن الطينية وتحضير الشرائح الموجهة، ثم فحصت الشرائح في مدى الزاوية (2θº) مابين2º-20º لغرض تشخيص المعادن الطينية.

كما تم تشخيص كل من المعادن الطينية وغير الطينية بالاعتماد على (Carrol, 1971 ;Chao, 1969).

2-3-4: التقدير الشبه الكمي للمعادن الطينية

(The semiquantitave estimation of clay minerals)

استخدمت الطريقة شبه الكمية (Semiquantitave) لتخمين النسب التقريبية للمعادن الطينية لترسبات منطقة الدراسة وذلك بحساب المساحة تحت منحني الانعكاس (Area under the peak) للمعدن الطيني حسب (Carver,1971 في الخفاجي، 1989).

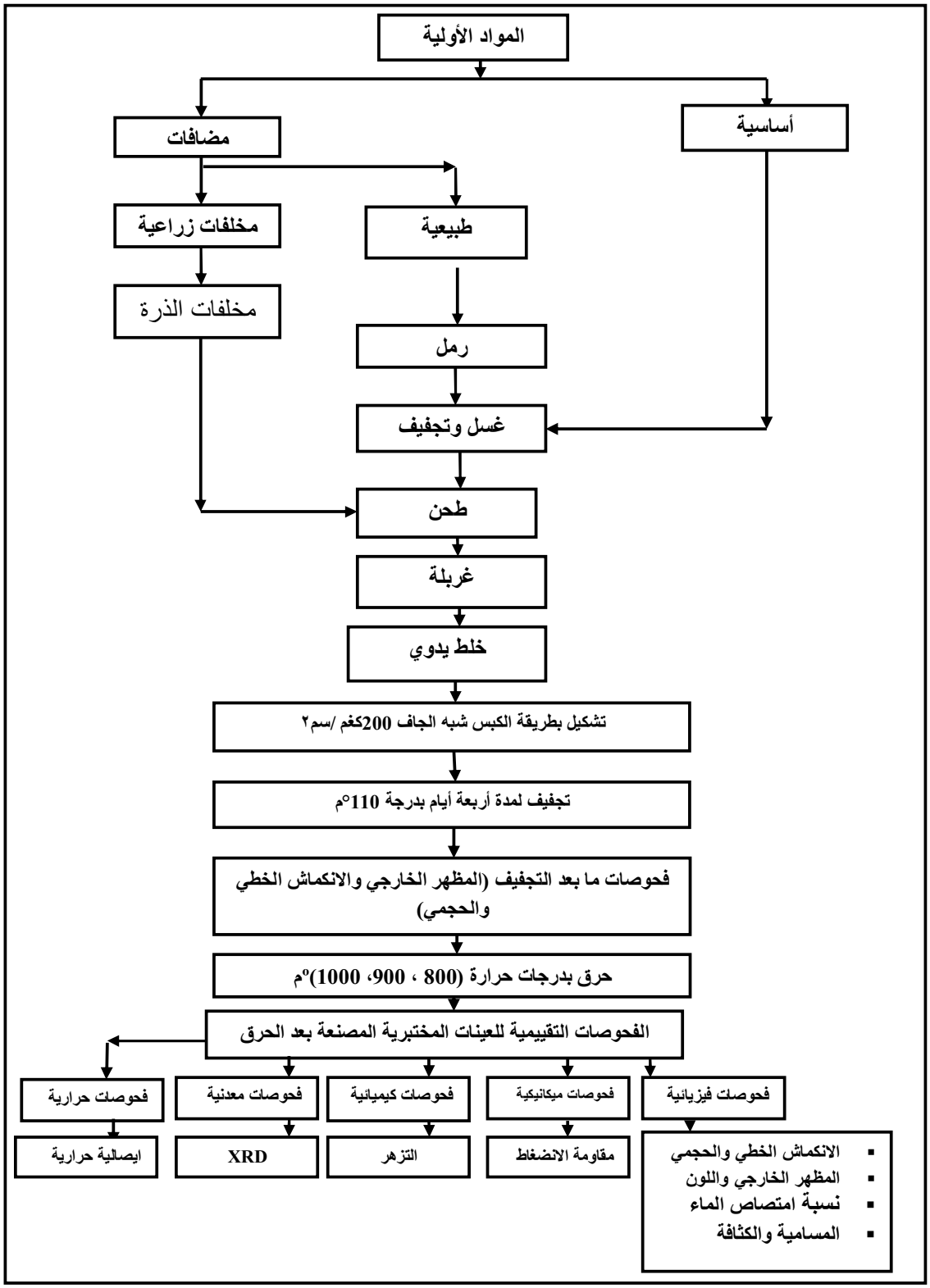
4-2 المواد الأولية المستخدمة (Raw materials)

تشمل المواد الأولية ترسبات منطقة الدراسة فضلاً عن المواد المضافة التي أُضيفت إليها لغرض تحسين خصائصها وهذه المواد متوفرة محلياً بكميات اقتصادية منها طبيعية متمثلة بالرمل (جلبت من ترسبات الكثبان الرملية من محافظة ذي قار)، وأخرى مخلفات زراعية متمثلة بالمخلفات المتبقية من الذرة وهي عرانيص الذرة (Corn cops) والتي (جلبت من مناطق جمع المخلفات لأغراض علف الحيوان والموجودة بكميات كبيرة جدا قرب الدير في محافظة البصرة).

2-4-1تهيئة المواد الأولية (ترسبات منطقة الدراسة)

(Preparation of Raw materials)

وزن 2 كغم تقريبا من كل عينة بعد تجفيفها بالهواء وفتت يدوياً بهدف تسهيل عملية غسلها بالماء المقطر وبالتالي التخلص من الشوائب وتقليل كمية الأملاح الذائبة (السعد، 2006)، ثم نقعت بالماء لمدة 72 ساعة لضمان تفكك جزيئاتها بالكامل (الخفاجي وآخرون، 2011) ومررت من منخل 1 ملم بعدها جفف النازل من المنخل بالهواء وطحن بهاون عقيق ثم مرر من منخل 200 مايكرون لغرض تهيئتها للخلط والتشكيل. ويوضح الشكل 2-1مخطط سير العمليات التصنيعية المختبرية لصناعة طابوق البناء الاعتيادي والخفيف الوزن.



شكل 2-1 مخطط سير العمليات التصنيعية المختبرية لطابوق البناء الاعتيادي والخفيف الوزن

2-4-2: المواد المضافة (Additive materials)

تتمثل المواد المضافة بمضاف الرمل لتحسين خصائص طابوق البناء الاعتيادي كالتشققات والتثلمات وتفتت حواف الطابوق والتقلصات التي يعاني منها طابوق المعامل في محافظة ذي قار. غسل الرمل عدة مرات للتخلص من الشوائب، وجفف هوائياً وطحن بهاون عقيق ليمرر من منخل 150 مايكرون. اجري التحليل المعدني للرمل المضاف للتأكد من نقاوته وخلوه من الأملاح القابلة للذوبان، فضلاً عن استخدام مخلفات عضوية وهي مخلفات الذرة (عرانيص الذرة) لغرض صناعة طابوق بناء خفيف الوزن لما له من أهمية في التخلص من المخلفات المطروحة في البيئة وتطوير الصناعات المعتمدة على المخلفات الزراعية (Agro- based industries). جففت مخلفات الذرة في فرن بدرجة حرارة 100°م للتخلص من الرطوبة وتسهيل عملية الطحن، ثم طحنت بواسطة مطحنة كهربائية ومررت من منخل 300 مايكرون، إذ لم نتمكن من الحصول على حجم حبيبي اصغر لصعوبة طحنها وبذلك تم تهيئتها لأغراض الخلط والتشكيل. علما ان هذه المخلفات استخدمت كمضاف لإنتاج طابوق خفيف الوزن لأول مرة في العراق، كما اجري التحليل المعدني لمخلفات الذرة لمعرفة المكونات المعدنية التي تتكون منها الذرة.

2-5 تهيئة الخلطات (Preparation of mixtures)

بعد طحن المواد الأولية والمواد المضافة واختيار الأحجام الحبيبية المناسبة، جرت عملية تعيين الخلطات وبالنسب الموضحة بالجدول2-3:

جدول 2-3 النسب الوزنية للمواد الأولية والمضافة المستخدمة في تحضير الخلطات المقترحة

Mixture number	Raw materials% by weight	Additives materials% by weight	
		Sand	Corn waste
0	100	-	-
1	90	10	-
2	85	15	-
3	85	-	15
4	75	-	25
5	65	-	35

6-2 الخلط والتشكيل (Mixing and forming)

خلط 50 غم للعينة الواحدة وبصورة جافة أولاً لضمان مزج وتجانس حبيبات المادة الأولية، ثم أضيف ماء تشكيل بنسبة 8-10% من وزن العينة لعينات طابوق البناء الاعتيادي، ونسبة 12-20% من وزن العينة لعينات طابوق خفيف الوزن وبصورة تدريجية مع الخلط الجيد يدوياً، ولزيادة مجانسة الخليط تم إمراره من منخل 1 ملم، بعدها وضع في أكياس نايلون محكمة الإغلاق لمدة 24-48 ساعة لغرض الحصول على أفضل توزيع للمحتوى الرطوبي لمكونات الخليط قبل البدء بعملية الكبس، إذ إن ماء التشكيل يساعد على زيادة تجانس وتلاحم حبيبات الخليط مع بعضها إثناء عملية التشكيل(Kingery, 1963). كبست العينات بطريقة الكبس شبه الجاف باستخدام قالب فولاذي اسطواني الشكل بقطر 3,82 سم ومكبس هيدروليكي أحادي المحور نوع (Testing machine, England)، وبضغط تشكيل 200 كغم/سم٢ في مختبر الخرسانة بكلية الهندسة/ جامعة البصرة، وبذلك شكلت540 عينة. ومن الجدير بالذكر انه عند إضافة مخلفات الذرة بنسبة 35% ظهرت مستويات تطبق صفائحية (Lamination) بعد الكبس مباشرة، ويعزى سبب ظهورها إلى زيادة كمية المادة العضوية بالنسبة لمكونات الخلطة، إذ تعمل الزيادة في المادة العضوية إلى تقليل الترابط بين الحبيبات مؤدية إلى حصول هذه التشققات (Tonnayopas *et al.*, 2008)، وليس بسبب زيادة سرعة الكبس والضغط (Rayan & Radford ,1987)، إذ تم تغيير سرعة الكبس إلى أبطأ ما يمكن وتسليط ضغط أقل لمعرفة فيما إذا كان السبب يعود إلى إن مقدار الضغط وسرعة الكبس غير متوافقتين مع عينات هذه الخلطة.

7-2 عملية التجفيف (Drying process)

يقصد بالتجفيف عملية إزالة الماء من الجسم السيراميكي الرطب لغرض إكسابه المتانة الكافية لتحمل عملية النقل إلى المرحلة اللاحقة (عملية الحرق)، فضلاً عن المحافظة على العينات من التكسر والتشقق إثناء عملية الحرق وبعدها (الحكيم، 1998; سعيد، 2003). جففت العينات بعد الكبس هوائياً لمدة أسبوع(Chan, 2011) ، بعدها جففت تجفيف بطيء في الفرن بدرجة 110°م لمدة أربعة أيام متتالية وذلك لتجنب حدوث تشققات في الطابوق لما أظهرته الدراسات المعدنية

لترسبات منطقة الدراسة من وجود معادن منتفخة مثل المونتموريللونايت والذي يبدي حساسية تجاه التجفيف(Al- Kass & Al-Khalissi, 1983).

8-2 فحوصات ما بعد التجفيف (After drying tests)

أجريت فحوصات المظهر الخارجي والانكماش الخطي والحجمي لعينات الطابوق بعد عملية التجفيف وذلك لكونها من الخواص المهمة التي تتوقف عليها دقة أبعاد الطابوق النهائية (آل سميسم، 1984).

1-8-2 المظهر الخارجي (External appearance)

يخضع الشكل الخارجي للعينات المجففة لبعض التغييرات كانحناء الأسطح وظهور التشققات نتيجة لوجود معادن تتميز بحساسيتها تجاه التجفيف أو نتيجة لاستخدام طرائق تشكيل مختلفة كالقولبة اليدوية وطريقة البثق أو نتيجة لعدم حصول عملية تجفيف صحيحة.

2-8-2 الانكماش الخطي والحجمي (Linear and volume shrinkage)

يعرف الانكماش الخطي والحجمي أنه مقدار النقص الحاصل في طول العينة وحجمها نتيجة التجفيف. حسبت نسبة الانكماش الخطي والحجمي من خلال قياس أبعاد العينة (القطر والارتفاع) من جهتين قبل وبعد التجفيف باستخدام القدمة الفكية (Vernier caliper) وأخذ معدل لهما وبالتالي حساب الانكماش الخطي والحجمي اعتماداً على المواصفة الأمريكية (ASTM C326-2009) وفقاً للمعادلات الآتية:

$$L.S.\% = \frac{Lo - L}{Lo} \times 100 \quad \text{..... 3-2}$$

$$V.S.\% = \frac{Vo - V}{Vo} \times 100 \quad \text{..... 4-2}$$

إذ إن:

L.S., V. S: النسبة المئوية للانكماش الخطي والحجمي على التوالي.

Lo, Vo: الحجم والطول قبل التجفيف.

L, V: الحجم والطول بعد التجفيف.

واعتمد المعدل لـ(3) عينات.

2-9 عملية الحرق (Firing process)

تعد عملية الحرق العملية الأكثر تعقيداً وأهمية فهي تتضمن عدداً من العمليات الفيزيائية-الكيميائية المعقدة، وسلسلة من التحولات المعدنية مكونةً خلال مرحلة التلبيد مركبات معقدة وبالتالي فإنها تحدد الخصائص النهائية للطابوق المنتج (Budnikov,1964; Johari *et al.*, 2010). حرقت العينات المشكلة والمجففة بثلاث درجات حرارة حرق (800، 900، 1000)°م على التوالي وذلك برفع درجة الحرارة 3°م لكل دقيقة لحين الوصول لدرجة حرارة الحرق النهائية وبزمن إنضاجي قدره ساعة ونصف. بعدها تركت العينات بصورة بطيئة جداً لفترة استمرت أكثر من 24 ساعة حتى الوصول إلى درجة حرارة المختبر لمنع حدوث التشققات وضمان حصول تبلور للأطوار المعدنية الجديدة. حرقت العينات في مختبر الجيوكيمياء/ قسم علم الأرض/جامعة البصرة في فرن حرق كهربائي اعتيادي وتحت ظروف الهواء الاعتيادي.

2-10 فحوصات ما بعد الحرق (After firing evaluation tests)

بعد عملية حرق عينات طابوق البناء الاعتيادي وخفيف الوزن، أُجريت عليها العديد من الفحوصات التقييمية تمثلت بفحوصات فيزيائية كتحديد المظهر الخارجي واللون، الانكماش الخطي والحجمي، نسبة امتصاص الماء والكثافة الكلية والظاهرية، فضلا عن فحوصات كيميائية (التزهر)، فحوصات ميكانيكية (مقاومة الانضغاط)، فحوصات معدنية باستخدام طريقة حيود الأشعة السينية (XRD) لتشخيص الأطوار المعدنية المتكونة بعد الحرق. وكذلك، جرى قياس الايصالية الحرارية للطابوق خفيف الوزن لتحديد كفاءته الحرارية بشكل تقريبي.

2-10-1 الفحوصات الفيزيائية (Physical tests)

2-10-1-1 المظهر الخارجي واللون (External Appearance and colour)

يخضع الشكل الخارجي للعينات لبعض التغييرات نتيجة الحرق وبدرجات حرارية مختلفة، إذ تظهر هذه التغييرات بشكل واضح على العينات المحروقة مثل انحناء الأسطح والحافات والتشققات نتيجة للانكماش أو التمدد الحاصل في عينة الطابوق، فضلاً عن التغييرات اللونية والتي تعتمد بالدرجة الأساس على نوع المعادن غير الطينية المرافقة للأطيان مثل أكاسيد الحديد التي تعطي

اللون الأحمر، واللون الأصفر المتكونين من تفاعل اوكسيد الكالسيوم مع اوكسيد الحديد مما يؤدي إلى قصر اللون الأحمر، أما اللون البني فينتج من تداخل اللون الأحمر الناتج من اوكسيد الحديد مع اللون الأبيض الناتج من اوكسيد الكالسيوم (الزبيدي، 2004).

2-10-1-2 الانكماش الخطي والحجمي (Linear and volume shrinkage)

هو النسبة المئوية لمقدار النقص الحاصل في طول وحجم الجسم السيراميكي نتيجة الحرق، إذ تحدث تفاعلات بين المواد المكونة للجسم السيراميكي في درجات الحرارة العالي تكون أطوار معدنية جديدة خلال عملية التلبيد (Sintering) التي تعد من العمليات المهمة في تحديد خواص الجسم السيراميكي وتعرف بأنها عملية تصلب الأجسام السيراميكية المنتجة من كبس مساحيق المواد الأولية وحرقها بدرجات حرارية عالية. هناك نوعان من التلبيد وهما تلبيد طور الصلب (Solid state sintering) ويحدث هذا النوع التلبيد في درجات حرارة اقل من درجة انصهار أي مادة من مكونات الخلطة ودون ظهور الطور السائل مؤدية إلى تغير في شكل الحبيبة وحجمها وتغير شكل المسامات وحجمها يرافق ذلك اختزال المسامات. أما النوع الثاني من التلبيد فهو تلبيد الطور السائل (التزجج) (Vitrification) ويحدث عند درجة حرارة أعلى من أي مادة من مكونات المواد الأولية للخلطة ويتكون أما بوجود كمية قليلة من الطور السائل الذي يرطب الحبيبات بنسبة بسيطة ولا يذيبها أو بوجود طور سائل يرطب الحبيبات ويسحبها إلى بعضها البعض ويذيبها في بعض الحالات ممل يؤدي إلى غلق جميع المسامات وتكوين أجسام كثيفة يطلق عليها الأجسام المزججة مؤدية إلى حصول انكماش. أما العوامل المؤثرة على الأجسام السيراميكية اثناء الحرق هي حجم الحبيبات وتوزيعها وطريقة التشكيل. إن نسبة الانكماش تنخفض في حالة الكبس الجاف وشبه الجاف بينما تزداد في حالة الكبس الرطب بسبب زيادة نسبة الماء في الحالة الرطبة وتبخره عند الحرق(الحكيم،1998 ; Cultrone *et al.*, 2004)

حسبت نسبة الانكماش الخطي والحجمي وفق المواصفة الأمريكية (ASTM C326, 2009)،عن طريق قياس أبعاد الجسم السيراميكي قبل الحرق وبعده من جهتين بواسطة القدمة الفكية وأخذ معدل لهما تبعاً للمعادلات الآتية:

$$L.S.\% = \frac{Lo-L}{Lo} \times 100 \ldots\ldots\ldots\ldots 5\text{-}2$$

$$V.S.\% = \frac{Vo - V}{Vo} \times 100 \ldots\ldots\ldots\ldots 6\text{-}2$$

إذ إن:

V.S.%, L.S.% : النسبة المئوية للانكماش الخطي والحجمي.

V_o, L_o: الطول والحجم قبل الحرق.

V., L.: الطول والحجم بعد الحرق.

اعتمد المعدل لثلاث عينات لكل درجة حرارة حرق.

2-10-1-3 المسامية الظاهرية (Apparent porosity)

تعرف المسامية الظاهرية على إنها النسبة المئوية لحجم المسامات أو الفراغات المفتوحة في كتلة الجسم السيراميكي. وتعتمد المسامية الظاهرية في الطابوق على حجم الحبيبات وتوزيعها وطريقة وضغط التشكيل وتحلل كاربونات الكالسيوم إثناء الحرق مكونةً فراغات في الجسم السيراميكي (AlKass & AlKhalissi,1984 وسرسم، 2004)، كما تعتمد على درجة حرارة الحرق (الخفاجي،2001; Cultrone,2009)، تكتسب أهميتها في تكوينها قنوات تسهل خروج الماء من الأجسام السيراميكية بسبب اتصال المسامات بالسطح الخارجي(رومي، 1988) ويكون لها تأثير على الصفات الميكانيكية، الكهربائية والحرارية والكيميائية، بينما المسامات المغلقة لا تبدي أي تأثير ظاهري على تلك الخواص. حسبت المسامية الظاهرية حسب المواصفة الأمريكية (ASTM C 20-00, 2010) و يوضح (الملحق 2) طريقة قياس المسامية الظاهرية. اعتمد المعدل لثلاث عينات لكل درجة حرارة حرق.

2-10-1-4 امتصاص الماء (Water absorption)

يعرف امتصاص الماء انه النسبة المئوية للماء الممتص الذي يشغل مسامات الجسم السيراميكي. يعد امتصاص الماء العامل الأساس الذي يؤثر على متانة الطابوق فكلما كانت كمية امتصاص الماء قليلة زادت متانة الطابوق وبذلك تزداد مقاومته للتغيرات البيئية (Karaman *et al.,* 2008)، ويعتمد امتصاص الجسم السيراميكي للماء على حجم الحبيبات

وتوزيعها وطريقة وضغط التشكيل. كما إن نسبة كاربونات الكالسيوم ومدى تكون الطور الزجاجي لهما تأثير على نسبة امتصاص الماء بعد الحرق(عبد، 2007). حسبت نسبة امتصاص الماء وفق المواصفة الأمريكية (ASTM C20-00, 2010) و يوضح (الملحق 2) طريقة العمل.

اعتمد المعدل ثلاث عينات لكل درجة حرارة حرق.

2-10-1-5 الكثافة الكلية (Bulk density)

تعرف الكثافة الكلية أنها نسبة وزن العينة إلى حجمها الكلي (المسامات والجزء الصلب). تتأثر قيم الكثافة بنوعية المادة الأولية وطريقة وضغط التشكيل ودرجة حرارة الحرق وزمن الإنضاج (حمادي، 2007). ترتبط الكثافة بعلاقة مباشرة مع المسامية وامتصاص الماء ومقاومة الانضغاط، إذ كلما كانت المسامية قليلة أصبحت الكثافة الكلية اكبر فتزداد مقاومة الانضغاط ويقل امتصاص الماء (الزبيدي، 2004). إن للكثافة الكلية أهمية في تحديد جودة المنتجات السيراميكية المستخدمة في الأعمال الإنشائية. تم حساب الكثافة الكلية اعتماداً على المواصفة الأمريكية (ASTM C20-00, 2010) وحسب الطريقة الموضحة في(الملحق 2). اعتمد المعدل لثلاث عينات لكل درجة حرارة حرق.

2-10-1-6 الكثافة الظاهرية (Apparent density)

تعرف الكثافة الظاهرية على إنها نسبة وزن العينة إلى حجمها الخارجي. وللكثافة الظاهرية تأثير كبير على الخصائص الميكانيكية والحرارية، إذ إن زيادة المسامية تؤدي إلى خفض الكثافة وبالتالي زيادة قابلية الطابوق على العزل الحراري وانخفاض قابلية تحمل الطابوق للانضغاط (جابر، 2010). تتأثر الكثافة بعوامل عديدة أهمها الحجم الحبيبي وضغط التشكيل وطبيعة ونسبة المواد الأولية والرابطة ودرجة حرارة الحرق وزمن الإنضاج. وحسبت الكثافة الظاهرية حسب المعادلة التالية:

$$A.\ D. = \frac{W}{V} \quad \text{.....7-2}$$

إذ إن:

A. .D: الكثافة الظاهرية (غم/سم٣).

W: وزن العينة الجاف(غم).

V: الحجم الخارجي للعينة ممثلاً بأبعادها (سم٣).

اعتمد المعدل لثلاث عينات لكل درجة حرارة حرق.

2-10-2 فحوصات كيميائية (The chemical tests)

2-10-2-1 التزهر (Efflorescence)

يقصد بالتزهر ظاهرة تكون البلورات الملحية على السطح الخارجي للطابوق عند تعرضه للماء ومن ثم الجفاف. يمكن ملاحظة هذه الظاهرة على طابوق المباني وخاصة خلال موسم المطر، إذ تؤدي إلى تشوه منظر البناء وقد تؤدي إلى تقشر الطابوق وتفتته وبالتالي تؤثر على متانة المنشأ. إن أهم العوامل التي تؤثر على ظهور الأملاح على سطح الطابوق في المباني هي: الماء الداخل إلى الطابوق خلال عمليات البناء أو من الرطوبة في موسم الأمطار، فضلاً عن الأملاح القابلة للذوبان في التربة والأملاح الذائبة بالماء. واهم هذه الأملاح الذائبة هي كاربونات وكبريتات الكالسيوم الصوديوم والبوتاسيوم وكلوريدات الصوديوم والكالسيوم وتمتاز هذه الأملاح كونها ذات لون ابيض في حين تعطي مركبات الفناديوم والموليبدنيوم لون اخضر، كما يتأثر التزهر في الطابوق بالتوزيع الحجمي الحبيبي وامتصاص الماء والمسامية الظاهرية (Davision, 1967) . اجري فحص التزهر اعتماداً على المواصفة البريطانية (BS 3921, 85) بوضع العينة على قاعدته الصغرى في إناء ضحل وغمرها بالماء لعمق 1 سم على إن يبقى على هذا الارتفاع لمدة 7 أيام، ثم جفف في الإناء نفسه ليتم بعدها تسجيل درجة التزهر وفق الدرجات الآتية:

- معدوم (Nill) ويرمز له (N): عندما لا يظهر تزهر
- خفيف (Slight) ويرمز له (S): عندما لا تزيد مساحة السطح المغطى عن10% من مجموع سطح العينة.

- متوسط (Moderate) ويرمز له (M): عندما تكون مساحة السطح المغطى تتراوح بين 10- 50 % من سطح العينة.
- كثيف (Heavy) ويرمز له (H): عندما تكون طبقة الملح كثيفة جداً وتغطي 50% من سطح العينة دون إن يصاحب ذلك تقشر في سطح العينة.
- كثيف جداً (Very heavy) ويرمز له (V): عندما تكون طبقة الملح كثيفة جداً ويصاحب ذلك تفتت وتقشر سطح العينة.

اعتمد المعدل لثلاث عينات لكل درجة حرارة حرق.

2-10-3 الفحوصات الميكانيكية (Mechanical test)

2-10-3-1 مقاومة الانضغاط (Compressive strength)

يمكن تعريف مقاومة الانضغاط على إنها مقدار تحمل الجسم السيراميكي للضغط الخارجي المسلط عليه. وتعد احد أهم الخواص الميكانيكية والتي تحدد تحمل الطابوق للكسر وخاصةً عند نقل الطابوق المنتج من معمل صناعته إلى مواقع استخدامه (Shaw,1972). تعتمد مقاومة الانضغاط على التركيب المعدني والكيميائي للمواد الأولية وضغط التشكيل وطريقة التشكيل ودرجة حرارة الحرق (الخفاجي، 2001 ؛ Karaman *et al.*,2006).

قيست مقاومة الانضغاط حسب المواصفة الأمريكية (ASTM C773-88, 2006) باستخدام مكبس هيدروليكي أحادي المحور نوع (Maruto, Tokyo) ياباني الصنع ذو قوة تحمل قصوى تبلغ 20 طن في كلية الهندسة/ جامعة البصرة، وذلك بوضع العينة بين فكي المكبس شرط إن يكون الضغط موزعاً بصورة متساوية على سطح العينة وأخذت القراءات عندما يتوقف مؤشر القوة في الجهاز والذي يكون ملازما لانهيار العينة، وبعدها حسبت مقاومة الانضغاط تبعاً للمواصفة الأمريكية (ASTM C 773-88, 2006) وفقاً للمعادلة الآتية:

$$C = \frac{P}{A} \quad \text{.....8-2}$$

إذ إن:

C: مقاومة الانضغاط (كغم/سم٢) .

P: القوة المسلطة (كغم) .

A: مساحة سطح العينة (سم٢).

اعتمد المعدل لثلاث عينات لكل درجة حرارة حرق.

2-9-4 الفحوصات الحرارية (Thermal tests)

2-10-4-1 الايصالية الحرارية (Thermal conductivity)

اجري هذا الفحص على عينات الطابوق خفيف الوزن في قسم الفيزياء/كلية العلوم/جامعة البصرة وذلك لمعرفة مدى قابليتها على التوصيل الحراري وباستخدام طريقة قرص ليز (Lee's disc). تعتمد قابلية التوصيل الحراري للمواد على معامل التوصيل الحراري (K) الذي يعرف على انه كمية الحرارة التي تجري خلال مساحة 1 م٢ وخلال جدار سمكه 1م وبفرق درجة حرارة مقدارها 1°م/ساعة بين سطحين حار وبارد (Shaw, 1972)، ويعبر عنها بوحدات $K=kcal/m.h.C^{o}$ و $W/m^{2}.K$.

إذ إن:

K: كلفن

Kcal: كيلو سعره.

m: متر.

h: ساعة.

C^{o}: درجة مئوية و W: واط و m^{2}: متر مربع

تعتمد الايصالية الحرارية على التركيب المعدني للطابوق وعلى المسامية، فبزيادة المسامية تنخفض التوصيلية الحرارية وتزداد قابليته للعزل الحراري نتيجة لزيادة نسبة الهواء في المسامات

(Budnikov,1964). يجب إن يكون معامل الايصالية الحرارية لطابوق خفيف الوزن اقل من (0.45) كيلو سعره/م س م° حسب المواصفة الألمانية (DIN 4108 في الراوي، 1984). قيست التوصيلية الحرارية بالاعتماد على (Tyler, 1970) بوضع العينة بين قرصين نحاسيين سمك القرص الواحد 1سم ونصف قطره 15 سم، يتصل المسخن (Heater) بالقرص العلوي والذي يكون مربوط بمجهز طاقه (Power supply) (الشكل2−4)، وبعد الوصول إلى حالة الاتزان الحراري بفترة زمنية تتراوح بين 30 إلى 60 دقيقة يتم اخذ درجة حرارة المحيط والتي تمثل T_0 وقراءة القرص العلوي والتي تمثل T_1 وقراءة القرص السفلي والتي تمثل T_2 وبعد ذلك تحسب الايصالية الحرارية من المعادلة الآتية:

$$K = K' \frac{d(T_2 - T_o)(T_1{}' - T_2{}')A'}{d'(T_2{}' - T_o)(T_1 - T_2)A} \dots\dots\dots\dots\dots\dots 9-2$$

إذ إن: K معامل التوصيل الحراري للمادة العازلة$w/m^2.h$.

k': معامل التوصيل الحراري لقرص المادة العازلة القياسية $w/m^2.h$.

d, d': سمك المادة العازلة والمادة العازلة القياسية (سم).

To : درجة حرارة المحيط °م.

$T_1{}'$: درجة حرارة القرص العلوي للمادة القياسية العازلة.

$T_2{}'$: درجة حرارة القرص السفلي للمادة العازلة م°.

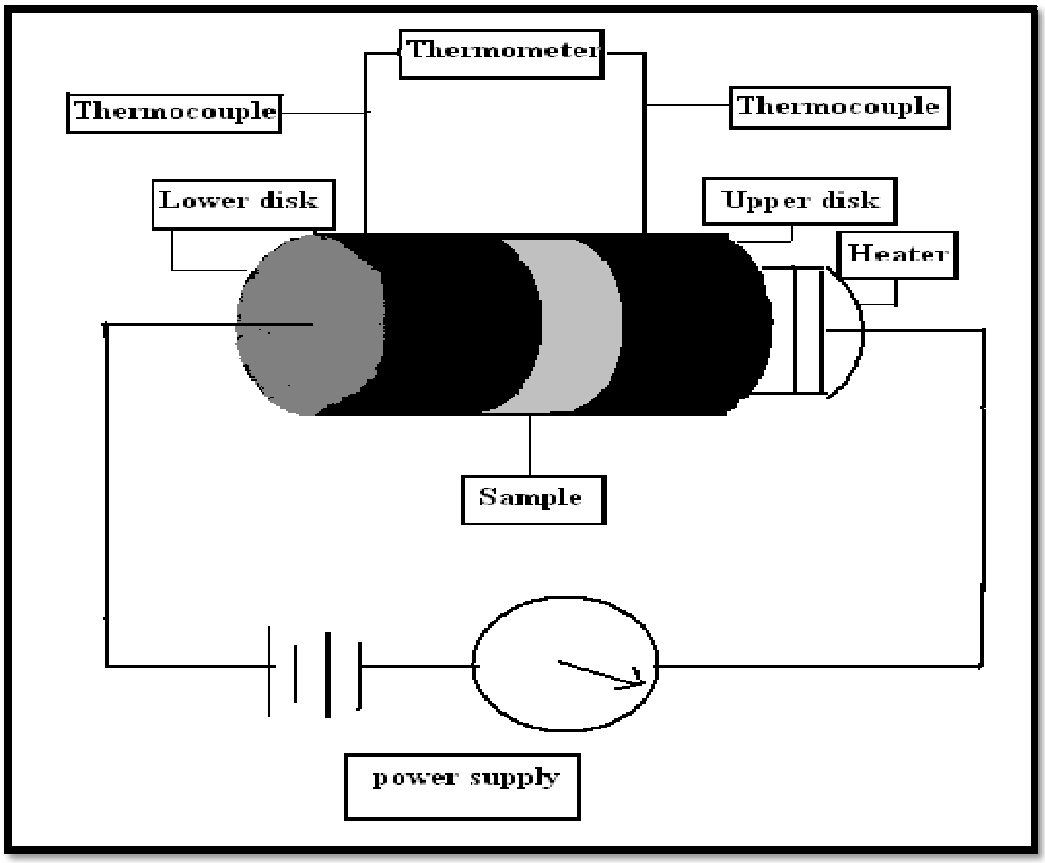
T_1: درجة حرارة القرص العلوي للعينة م°.

T_2: درجة حرارة القرص السفلي للعينة °م.

A': مساحة قرص المادة العازلة القياسية سم^2.

A: مساحة قرص العينة سم.

ومن الجدير بالذكر انه قد تمت معايرة جهاز قرص ليز مسبقاً وذلك باستخدام قرص مادة عازلة معلومة معامل التوصيل الحراري والبالغ قيمته $w/m^2.k$ 0.23.



شكل 2-4 مخطط توضيحي لجهاز التوصيلية الحرارية (قرص ليز)

2-10-5 التحليل المعدني (Mineralogical analysis)

اجري فحص التحليل المعدني لبعض العينات المحروقة للطابوق المصنع في درجات حرارية مختلفة (800، 900، 1000)°م بطريقة حيود الأشعة السينية (XRD) وباستخدام جهاز الأشعة السينية الحائدة الموجود في قسم الفيزياء/ جامعة البصرة السابق ذكر مواصفاته في الفقرة (2-3-3) وذلك للتعرف على الأطوار المعدنية الجديدة المتكونة بعد الحرق.

النتائج والمناقشة

3-1 مقدمة: (Introduction)

يشتمل هذا الفصل على عرض ومناقشة نتائج فحوصات المواد الأولية لترسبات مناطق الدراسة والفحوصات التقييمية للعينات المصنعة بعد عملية التجفيف والحرق ومقارنتها مع متطلبات المواصفات القياسية العراقية والعالمية.

3-2 فحوصات المواد الأولية (Raw Material tests)

3-2-1 الفحوصات الفيزيائية (Physical tests)

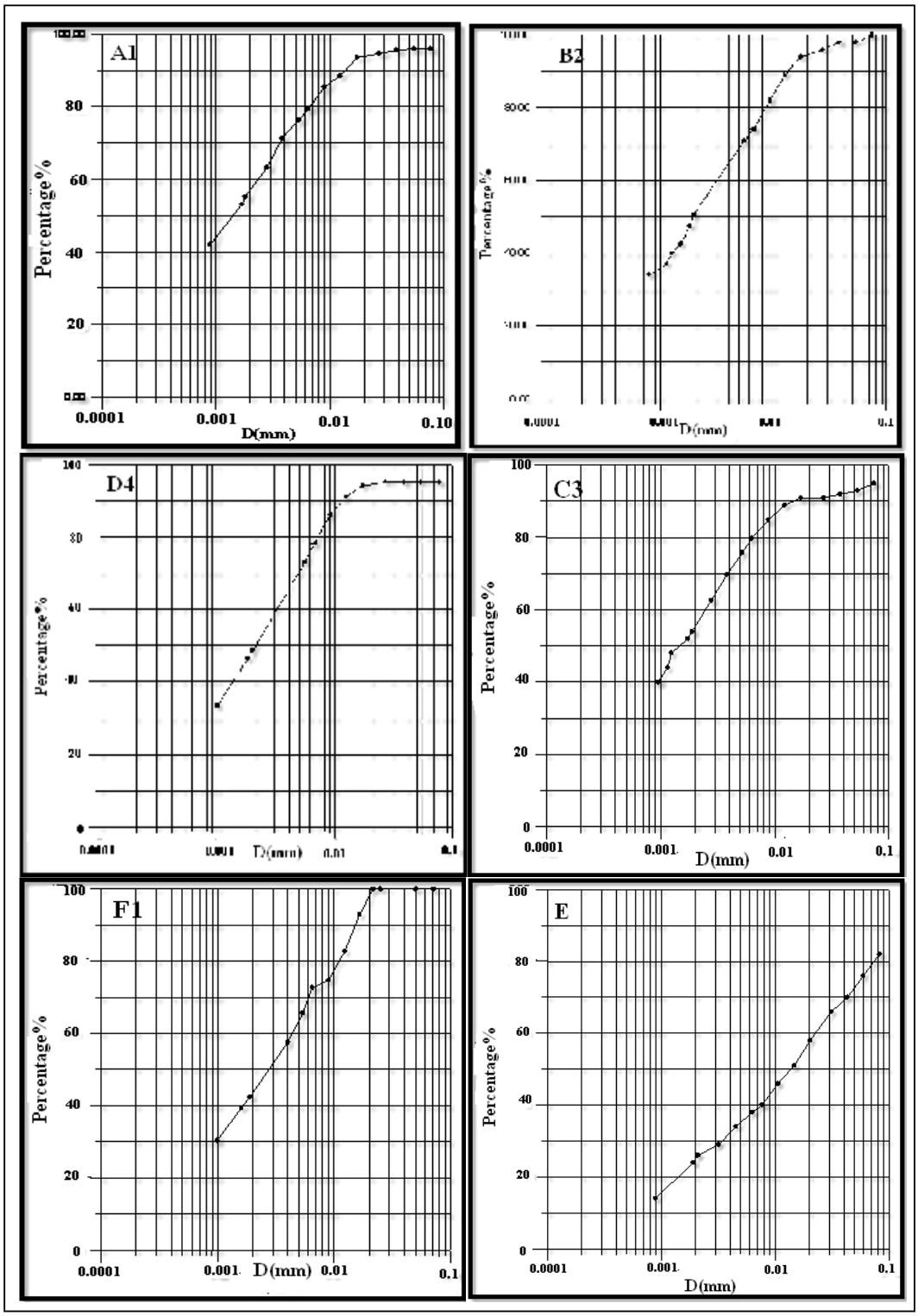
3-2-1-1 التحليل الحجمي الحبيبي (Particle size analysis)

تتميز نتائج التحليل الحجمي الحبيبي لعينات منطقة سوق الشيوخ(A) (A1, A2,A3, A4) بارتفاع محتواها من الطين إذ تتراوح نسبته ما بين 52و59%، بينما تتراوح نسبة الغرين بين 40 و47% فضلاً عن وجود علاقة عكسية بين الطين والغرين أي زيادة نسبة الطين على حساب نسبة الغرين بينما يبلغ محتواها من الرمل 1%، وصُنفت عينات هذه المنطقة ضمن صنف الوحل (Mud) حسب تصنيف (Folk, 1974). أما عينات منطقة سوق الشيوخ(B) فتبلغ أعلى نسبة للرمل فيه88% ونسبة الطين والغرين 12% عند أعلى المقطع بينما تمتاز العينات الأخرى من وسط وأسفل المقطع والمتمثلة بـ B1 و B2 بزيادة المحتوى الطيني مابين 45 و50% والمحتوى الغريني 48 و54% وتقع هذه العينات ضمن صنف الوحل (Mud) أيضاً . أما عينات منطقة سيد دخيل فتتميز بكونها ذات محتوى غريني عالي تتراوح نسبته بين 66 و74% وتزداد نسبته عموما باتجاه أعلى المقطع بينما كانت نسبة الطين فيها بين18و31% ونسبة الرمل بين 3 و8% وتقع ضمن صنف الغرين(Silt). تمتاز ترسبات منطقة الاصلاح بالتغاير مابين عينات ذات محتوى غريني عالي متمثلة بـD1-a,b إذ تتراوح نسبته بين 80 و89% ونسبة الرمل ما بين 10 و12% ونسبة الطين كانت قليلة بين 1 و8% على التوالي وتقع ضمن صنف الغرين الرملي (Sandy silt)، وعينات تقع ضمن صنف الوحل (Mud) متمثلة بـD2 و D4 تتراوح نسبة الطين بين 46 و49% ونسبة الغرين بين 45 و46% على التوالي وأما الرمل فتبلغ نسبته 1%،

وعينة ذات محتوى رملي عالي والمتمثلة بـــD3 تبلغ نسبة الرمل فيه 80% ونسبة الطين والغـــرين 20%. تمتاز ترسبات منطقة الغرافE بمحتوى غريني عالي تبلغ نسبته 59% ويبلغ محتوى الطين 30% والرمل 11% وتقع ضمن الصنف (Sandy mud). أما عينات منطقة الناصرية (F1, F2) فإنها تقع ضمن الصنف (Mud) تتراوح نسبة الطين 46 و54 % والغرين بين 45 و53 % أمـــا الرمل فتبلغ نسبته 1%. يبيـــن الجدول3-1 نتائج التحليل الحجمي الحبيبي لعينات مناطق الدراســـة وتصنيفها حسب (Folk, 1974)، ويبين الشكل3-1 منحنيات التوزيع الحجمـــي الحبيبـــي لـــبعض عينات مناطق الدراسة

جدول 3-1 يبين نتائج التحليل الحجمي الحبيبي لعينات مناطق الدراســـة وتصنيفهـــا حســـب (Folk, 1974)

Location	Sample Symb.	Sand%	Silt%	Clay%	Classification
A	A1	1	40	59	Mud
	A2	1	43	56	Mud
	A3	1	43	56	Mud
	A4	1	47	52	Mud
B	B1	1	54	45	Mud
	B2	2	48	50	Mud
	B3	88	12		Sand
C	C1	3	74	23	Silt
	C2	7	75	18	Silt
	C3	8	70	22	Silt
	C4	3	66	31	Mud
D	D1-a	12	80	8	Sandy silt
	D1-B	10	89	1	Sandy silt
	D2	1	47	52	Mud
	D3	80	20		Sand
	D4	1	46	53	Mud
E	E	11	59	30	Sandy mud
F	F1	1	53	46	Mud
	F2	1	45	54	Mud



شكل 3-1 منحنيات التوزيع الحجمي الحبيبي للجزء الطيني الغريني لبعض عينات ترسبات مناطق الدراسة

2-1-2-3 التطبيقات الصناعية للتحليل الحجمي الحبيبي

(Industrial application based on grain size analysis)

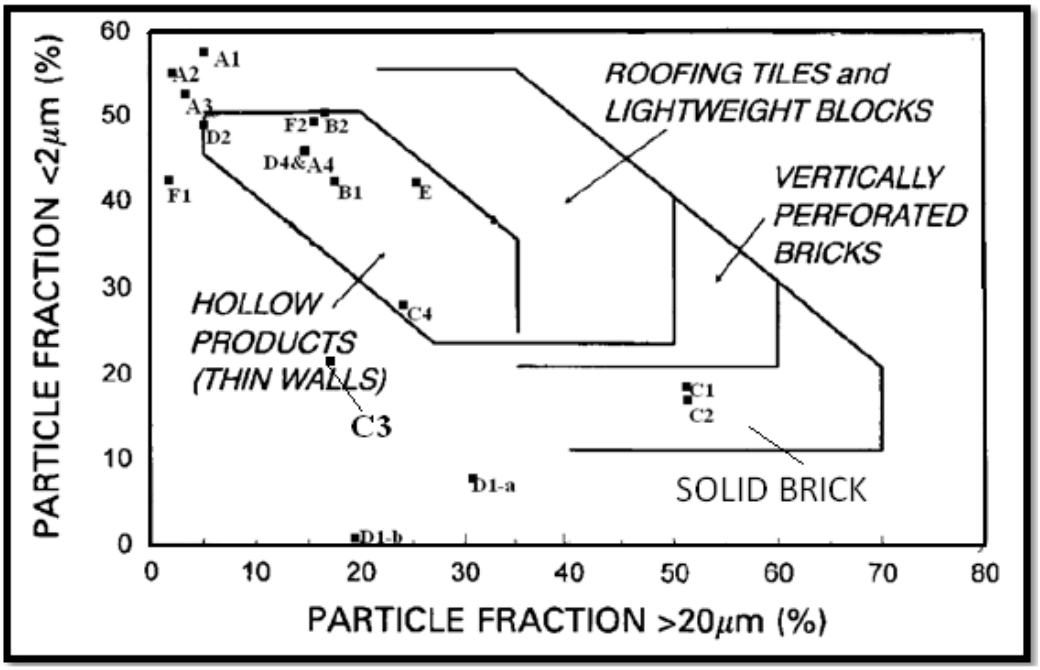
صنفت عينات مناطق الدراسة اعتمادا على الأحجام الحبيبية الأقل من 1 مـايكرون حسـب تصـنيف (Budnikov, 1964) للأغـراض السيراميكيـة (الجـدول 3-2) ووجـد ن العينـات A1, A2, A3, A4, B1, B2, D2, D4, F1. F2 تقـع ضـمن الصـنف المتشـتت (Dispersed) بينما العينـات C1, C2, C3, C4, E تقـع ضـمن الصنـف خشـن التشـتت (Coarsely dispersed) مما يدل على إنها صالحة للاستخدام في الصناعات السـيراميكية. كمـا صنفت العينات قيد الدراسة اعتمادا على الأحجام الحبيبية الأقل من 2مـايكرون والأكبـر مـن 20 مايكرون حسـب مخطـط (Winkler diagram, 1954 in Dondi *et al*., 1999) لتصـنيف وحدات البناء(الشكل3-2) وتبين أن العينات A4, B1, B2, C4, D2, D4, E, F2 واقعة ضـمن وحدات البناء المجوفة (رقيقة الجدران) (Hollow products "Thin walls") والعينـات C1, C2تقع ضمن وحدات طابوق البناء الاعتيادي (Clay brick)، أما العينـات A1, A2, A3, C3, D1-a, D1-b, F1 فتقع خارج حدود وحدات التصنيف ويمكن جعلها صالحة للاستخدام كطـابوق بناء بزيادة نسبة المواد غير اللدنة كالرمل مثلا (الجـدول 3-3).

جدول 3-2 تصنيف ترسبات منطقة الدراسة حسب تصنيف (Budnikov, 1964)

Classification	Grain size <1µ	Sample No.
High dispersed	>60	-
Dispersed	60-20	A1, A2, A3, A4, B1, B2, D2, D4, F1,F2
Coarsely dispersed	<20	C1,C2,C3,C4,E

جدول 3-3 يبين التوزيع الحجمي الحبيبي لعينات مناطق الدراسة لتصنيفها للأغراض السيراميكية

Location	Sample Symbol	>20 µm%	<2 µM%	<1 µ M%
سوق الشيوخ/A	A1	6	58	44
	A2	3	56	51
	A3	6	54	42
	A4	15	46	31
سوق الشيوخ/B	B1	18	42	31
	B2	17	50	31
	B3	–	–	–
سيد دخيل (C)	C1	51	18	11
	C2	51	16	10
	C3	17	21	12
	C4	24	28	18
الاصلاح (D)	D1-a	31	8	–
	D1-b	19	1	–
	D2	6	49	34
	D3	–	–	–
	D4	15	46	41
الغراف (E)	E	42	26	15
الناصرية(F)	F1	2	42	30
	F2	16	49	35
Range		2-51	1-58	10-51
Mean		19.94	35.88	28.93



شكل 3−2 تصنيف ترسبات منطقة الدراسة اعتمادا على الحجم الحبيبي حسب مخطط وينكلر للاغراض السيراميكية في (Dondi, 1999)

3-1-2-3 حدود اتربيرغ، حد اللصوقة ومعامل ريك

(Atterberg limits, Sticky limit and Reike index)

يبين الجدول3−4 نتائج تحليل حدود اتربيرغ وحد اللصوقة مع معامل ريك لعينات مناطق الدراسة. ويوضح (الشكل 3−3) توزيع عينات الدراسة على مخطط اللدونة والذي يمثل العلاقة بين معامل اللدونة وحد السيولة (Ramamurthy & Sitharan, 2010) وعلى أساسها صنفت العينات إلى قليلة اللدونة وعالية اللدونة وكما موضح في الجدول3− 5. يعزى ذلك إلى محتواها من الطين والغرين والرمل فهي عالية اللدونة في العينات ذات المحتوى الطيني العالي وقليلة اللدونة في العينات ذات المحتوى الغريني العالي، إذ إن هناك علاقة طردية بين الحجم الحبيبي الناعم واللدونة (Grim, 1967). أما معامل ريك الذي يجب إن تكون قيمته اقل من 10 كي تكون العينات أكثر ملائمة للصناعات السيراميكية (Grim,1962)، فقد بينت الدراسة إن عينات منطقة سوق الشيوخ(B1, B2)، سيد دخيل(C1, C2, C3, C4) والغراف (E) وجزء من عينات سوق الشيوخ/A المتمثلة بـ A4 ضمن هذه الحدود، بينما تتراوح قيمة معامل ريك لباقي العينات بين

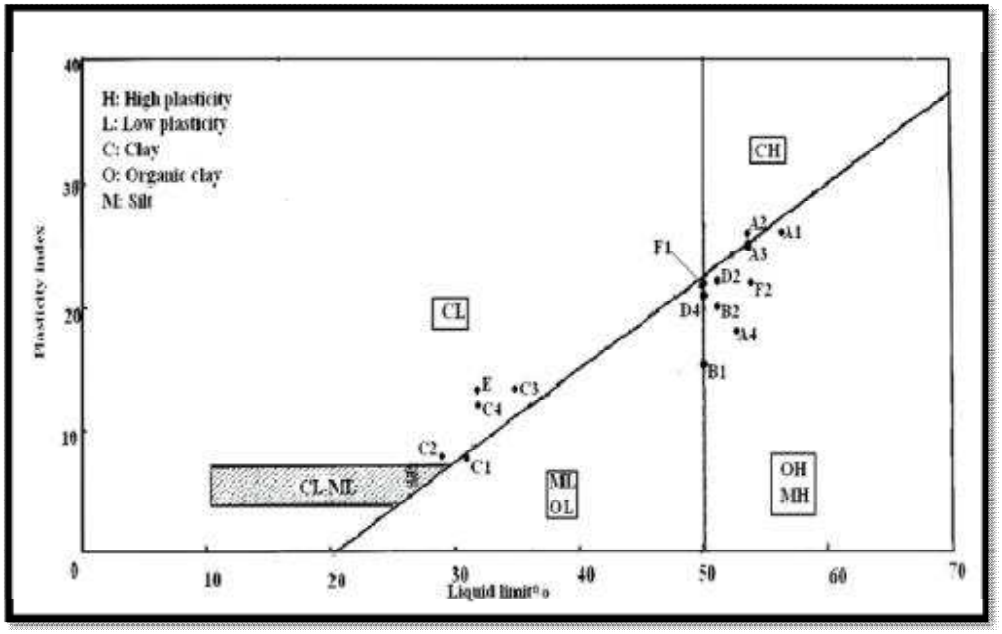
10 و12. من الجدير بالذكر إن العينات B3, D1-a, D1-b, D3 غير صالحة لتحليل حدود اتربيرغ وذلك لكونها ذات طبيعة رملية وغرينية، إذ يمر أكثر من نصف العينة من منخل رقم 200 حسب المواصفة الأمريكية (D4318-00) وبذلك فهي غير صالحة للصناعات السيراميكية المعتمدة على الأطيان.

جدول 3–4 نتائج حدود اتربيرغ مع حد اللصوقة ومعامل ريك

Location	Sample symbol	Liquid limit	Plastic limit	Plasticity index	Sticky limit	Reike index
سوق الشيوخ/A	A1	56	32	24	44	10
	A2	54	30	24	42	12
	A3	54	31	23	43	12
	A4	52	35	17	44	9
سوق الشيوخ/B	B1	50	35	15	43	8
	B2	51	32	19	42	8
	B3	-	-	-	-	-
سيد دخيل/C	C1	31	22	9	27	5
	C2	29	21	9	25	4
	C3	35	22	13	29	7
	C4	32	20	12	26	6
الاصلاح/D	D1-a	-	-	-	-	-
	D1-b	-	-	-	-	-
	D2	51	30	21	41	11
	D3	-	-	-	-	-
	D4	50	30	20	40	10
الغراف/E	E	32	17	15	25	8
الناصرية/F	F1	50	29	21	40	11
	F2	54	33	21	44	11

جدول 3-5 تصنيف العينات حسب مخطط اللدونة في (Ramamurthy & Sitharan, 2010)

Samples	Classification
A2	Clay of high plasticity
C2, C3, C4, E	Clay of low plasticity
A1, A3, A4, B1, B2, D2, D4,F1, F2	Organic clay and silt of high plasticity
C1	Silt and organic clay of low plasticity



شكل 3-3 توزيع عينات منطقة الدراسة على مخطط اللدونة في

(Ramamurthy & Sitharan, 2010)

2-2-3 التحليل الكيميائي Chemical analysis

تظهر نتائج التحليل الكيميائي لترسبات مناطق الدراسة إن نسبة السيليكا (SiO_2) تشكل النسبة الأعلى بين نسب الاكاسيد ولجميع مناطق الدراسة، اذ تتراوح نسبتها بين 37.34 و45.64%، ويوجد هذا الاوكسيد أما متحد مع العناصر الأخرى مكونا المعادن الطينية او يكون بشكل حر على هيئة معدن الكوارتز أو يدخل ضمن البنية التركيبية لمعدن الفلدسبار أو يتحد مع الالومينا مكونا المعادن الطينية وهذا ينطبق مع نتائج التحليل المعدني باستخدام حيود الأشعة السينية، اذ تظهر الدراسة المعدنية وجوداً مميزاً لمعدن الكوارتز وقليل من الفلدسبار فضلا عن وجود معادن المونتموريللونايت والكلورايت والكلورايت–كاؤولينايت والالايت والباليغورسكايت الداخل في بنيتهم التركيبية، بينما تتراوح نسبة الالومينا (Al_2O_3) بين 9.03– 12.2% وتدخل في البنية التركيبية للمعادن الطينية والفلدسبار(Nayakairu *et al.*, 2002). يعد كلاً من اوكسيد السيليكون (SiO_2) والذي يكون بشكل حر متمثل بمعدن الكوارتز وأوكسيد الألمنيوم (Al_2O_3) من الاكاسيد المقاومة للانصهار التي ترفع درجة حرارة الانصهار واللازمة للوصول إلى الطور الزجاجي في العينات الحاوية على نسبة عالية منهما (Grimshaw, 1971 ;Budnikov, 1964). توجد أعلى نسبة من السيليكا في عينات منطقة سيد دخيل (C) والغراف (E) ويمكن الاستنتاج بأنها تحتوي على نسبة عالية من السيليكا الحرة لما أظهرته نتائج التحليل الحجمي لهاتين المنطقتين من احتوائهما نسبة عالية من الغرين (جدول3–1)، بينما توجد أعلى نسبة من الالومينا في منطقة سوق الشيوخ (A) والإصلاح (D). أما اوكسيد الحديد فتتراوح نسبته بين 5.33–6.93% وهي قيمة مرتفعة نسبيا ويعتبر هذا الاوكسيد العامل الملون للمنتجات السيراميكية باللون الأحمر عندما لا تقل نسبته عن 6% (Malinovzsky, 1921 ;Nayakairu *at el.,*2002). كما تتراوح نسبة اوكسيد الكالسيوم بين11.35–15.39% وهي قيمة مرتفعة نسبيا ويدعم هذه النتيجة توافر معدن الكالسايت بكميات كبيرة في منحنيات حيود الأشعة السينية فضلا عن وجود نسبة منخفضة من اوكسيد الكبريت (SO_3) والذي تتراوح نسبته بين 0.13–1.36% مما يدل على وجود اوكسيد الكالسيوم على هيئة كاربونات وليس على هيئة كبريتات، اذ تظهر نتائج حيود الأشعة السينية وجود نسبة قليلة جدا من معدن الجبس. تتراوح نسبة اوكسيد المغنيسيوم (MgO) بين 4.88–6.52% وهي قيمة مرتفعة نسبيا اذ يدخل هذا الاوكسيد في البنية التركيبية لمعدن الدولومايت والمونتموريللونايت

والباليغورسكايت والمثبت وجودهم في مخططات حيود الأشعة السينية. وتجدر الإشارة إلى ان وجود كل من كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم بوفرة يؤدي إلى زيادة مسامية المنتج السيراميكي وبذلك يؤثر على خصائصه الفيزيائية والميكانيكية (AL-kass *et al.* 1984; Cultrone *et al.*, 2005) كما تتراوح نسبة اوكسيد الصوديوم (Na_2O) و اوكسيد البوتاسيوم (K_2O) بين 1.08–1.75% و1.26–1.73% على التوالي.

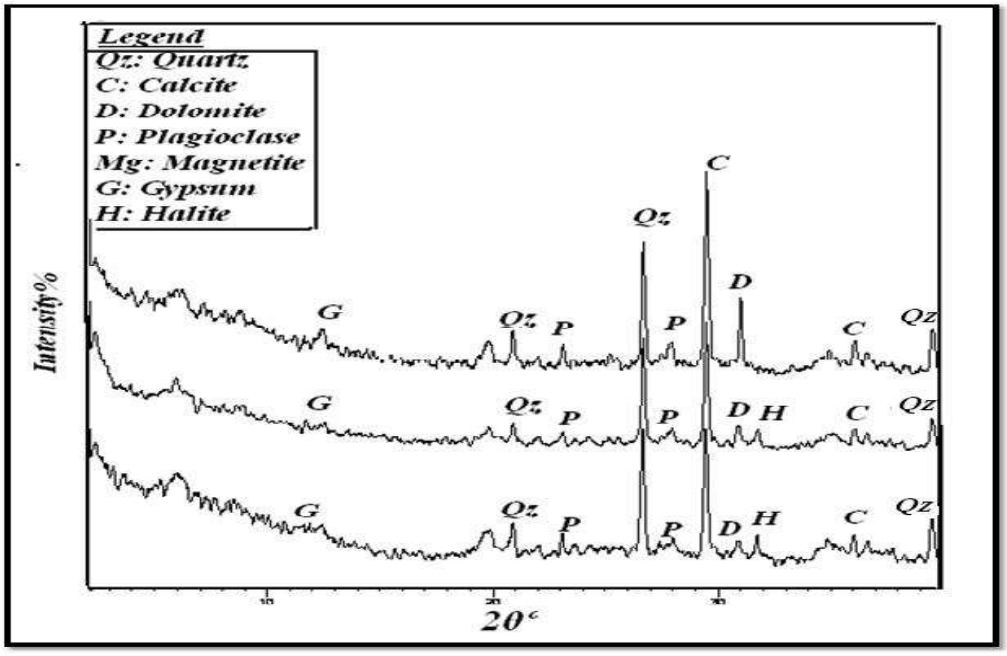
أما نتائج الفقدان بالوزن [Loss on Ignition (L.O.I)%] والذي يمثل كمية الفقدان نتيجة لتحرر الغازات الناتجة من احتراق المادة العضوية وتبخر الماء المسامي والبلوري فتتراوح بين 18.45و 24.25% وبمعدل 20.4%، بينما تتراوح نسبة المادة العضوية بين 0.462 و1.3% وبمعدل 0.9%، في حين تتراوح نسبة الأملاح القابلة للذوبان في الماء بين 8109و17174 ppm والتي يمكن التقليل منها بواسطة غسل المادة الأولية قبل عملية تصنيع العينات السيراميكية. يبين الجدول3–6 نتائج التحليل الكيميائي للعناصر الرئيسة، الفقدان بالوزن(L.O.I.) ، نسبة الأملاح القابله للذوبان في الماء ونسبة المادة العضوية في عينات ترسبات مناطق الدراسة.

جدول (3–6) نتائج التحليل الكيميائي لترسبات منطقة الدراسة

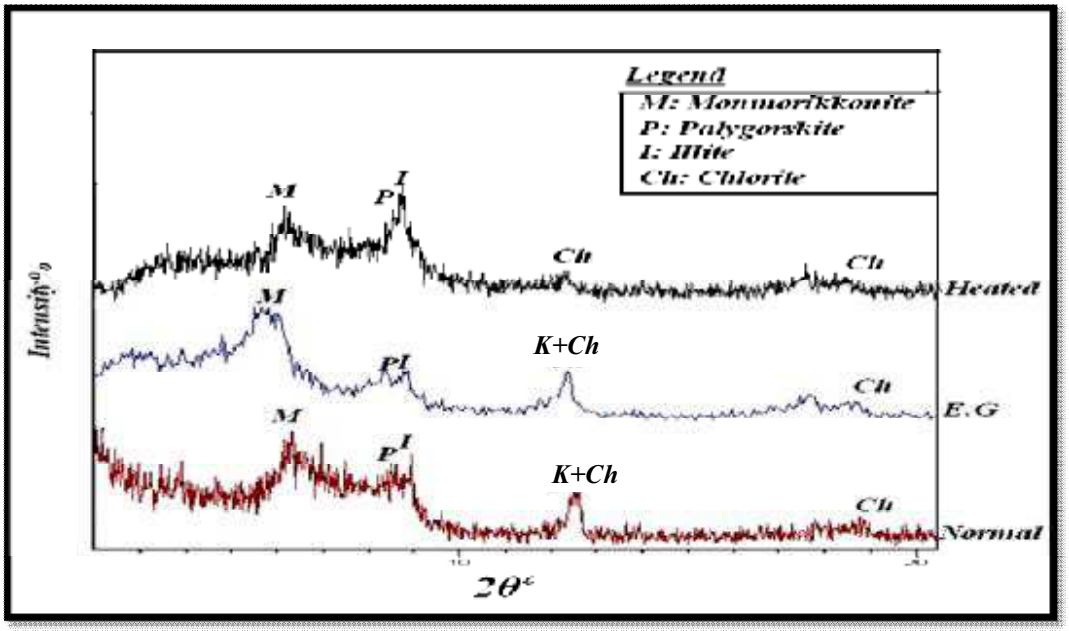
location	Sample symb.	Percentage of major elements%								L.O.I. %	T.O.C. %	T.D.S. (ppm)
		SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SO_3			
A	A2	41.01	6.01	12.2	11.35	5.98	1.73	1.75	1.36	37	3.18	8408
	A3	38.01	6.87	11.32	13.71	6.01	1.59	1.50	1.06	21	0.29	14026
B	B2	38.51	6.62	10.68	14.09	6.52	1.49	1.36	0.87	20	0.35	10812
C	C1	43.23	5.91	10.22	14.48	5.52	1.30	1.92	1.11	20	1.19	13992
	C2	45.64	5.38	9.03	14.84	5.48	1.26	1.59	0.61	20	0.76	9486
	C3	42.59	5.87	9.73	15.09	5.9	1.42	1.36	0.78	19	0.96	4438
	C4	39.37	6.71	10.32	15.39	5.78	1.52	1.16	0.51	18	0.702	4536
D	D2	37.34	5.67	10.01	15.28	5.74	1.46	1.08	0.17	24	0.78	14528
	D4	40.63	6.93	11.55	14.24	5.53	1.63	1.17	0.13	20	0.88	4848
E	E	42.92	5.33	9.69	15.01	4.88	1.42	1.62	1.25	20	0.62	9384
F	F1	42.03	6.21	10.65	14.74	5.21	1.56	1.21	0.46	18	0.96	5368
Range		37.34-45.64	5.33-6.93	9.03-12.2	15.39-11.35	6.52-4.88	1.26-1.73	1.08-1.75	1.36-0.13	18-37	0.29-3.18	4438-14528
Mean		41.03	6.14	10.49	14.38	5.69	1.49	1.43	0.76	21.55	0.97	9075.09

4-2-3 التحليل المعدني (Mineralogical analysis)

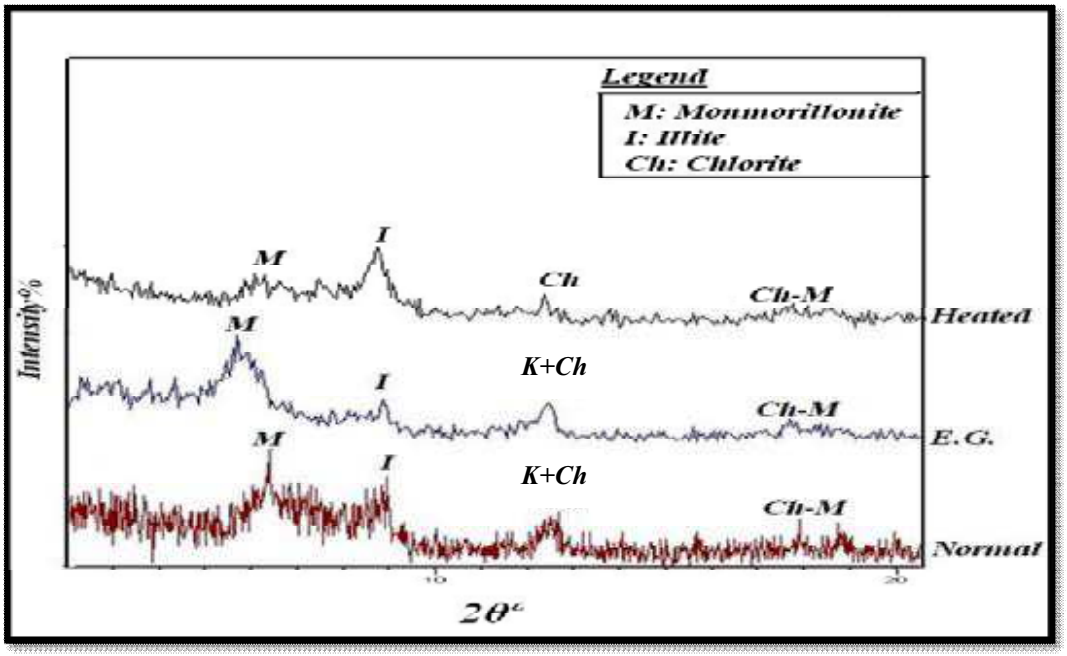
تبين نتائج التحليل المعدني للمعادن الرئيسة لعينات مختارة من المواد الأولية إن معدن الكالسايت يشكل أعلى شدة وظهر عند زاويا انعكاس 29.43º و36.00º، يليها من حيث الشدة معدن الكوارتز والذي ظهر عند زاويا الانعكاس 26.66º و20.85º، فضلا عن ظهور كل من معدن البلاجيوكليز، الدولومايت، الجبس، الهالايت والمغنتايت عند زوايا الانعكاس 27.88º، 30.9º، 11.7º، 31.7º و39.52º على التوالي(الشكل3-4). بينما تبين نتائج التحليل المعدني للمعادن الطينية (الأشكال 3-5، 3-6، 3-7) ظهور معدن المونتموريللونايت عند زاوية انعكاس 6.5º الذي يتأثر عند معاملته بالأثيلين كلايكول فيتحول موقع الزاوية إلى 5.8º ، كما ظهر معدني الإلايت والباليغورسكايت عند زوايا الانعكاس 8.9º و8.5º على التوالي، في حين ظهر معدن الكلورايت عند زاوية انعكاس 12.38º و18.29º على التوالي و ظهر معدن الكاؤولينايت مع الكلورايت عند زاوية انعكاس 12.33º عند معاملته بالأثيلين كلايكول وفي الشرائح غير المعاملة في حين يختفي بالتسخين بدرجة 550ºم مع بقاء الكلورايت ثابتا عند التسخين، كما ظهرت معادن الطبقات المختلطة (كلورايت- مونتموريللونايت) عند زوايا الانعكاس 17.85º و19.60º.



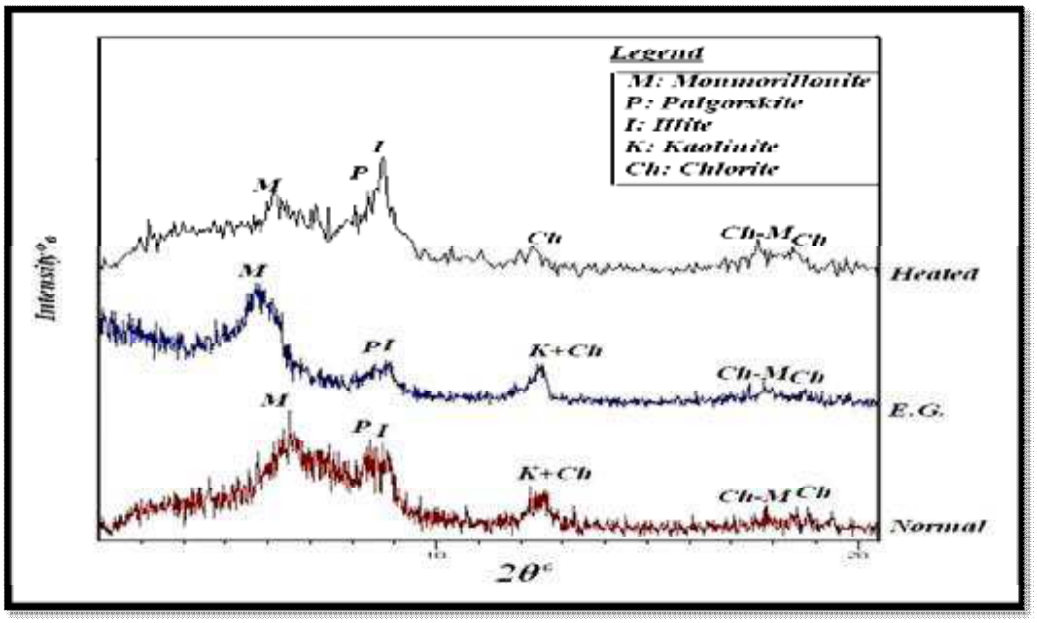
شكل 3-4 مخططات حيود الأشعة السينية للمعادن الرئيسة لعينات (C2, D2, A3) والمختارة من مناطق الدراسة



شكل 3-5 مخططات حيود الأشعه السينية للمعادن الطينيه لعينة (C3) في منطقة سيد دخيل

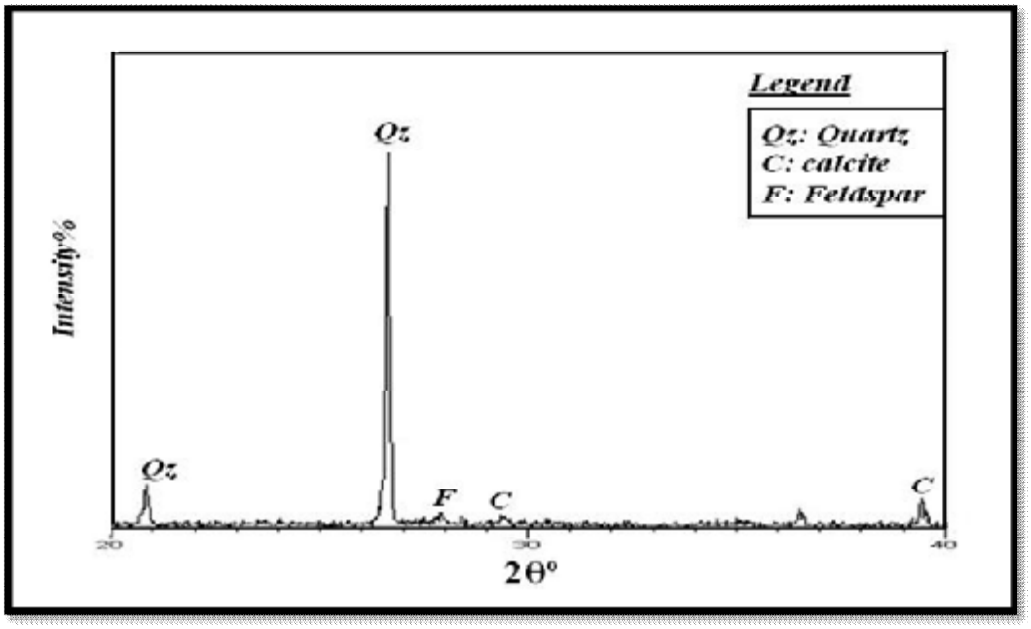


شكل 3-6 مخططات حيود الأشعة السينية لعينة من منطقة الاصلاح (D2)

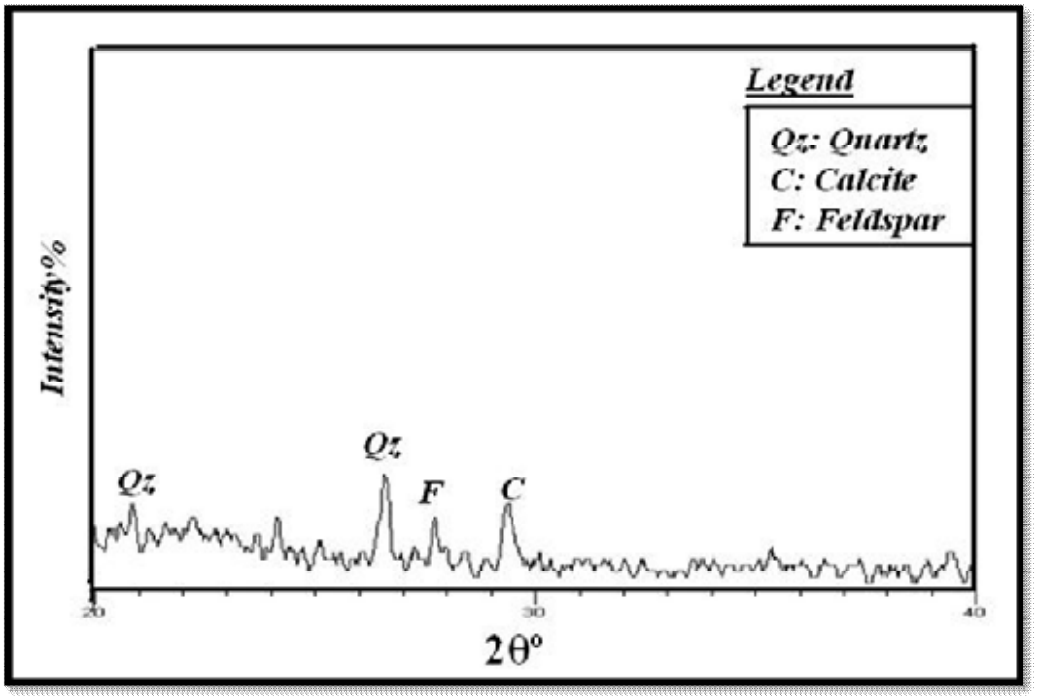


شكل 3–7 مخططات حيود الأشعة السينية للمعادن الطينية لعينة منطقة الناصرية (F1)

أما نتائج التحليل المعدني للمواد المضافة فقد اظهر مضاف الرمل شيوع معدن الكوارتز مع ظهور نسبة قليلة جدا من الكالسايت والفلدسبار(الشكل 3–8)، بينما تظهر نتائج التحليل المعدني لمخلفات الذرة نفس المعادن ولكن بكميات مختلفة (الشكل 3–9).



شكل 3–8 مخطط الأشعة السينية الحائدة لمضاف الرمل



شكل 3–9 مخطط الأشعة السينية الحائدة لمضاف مخلفات الذرة

3-2-5 التقدير الشبه الكمي للمعادن الطينية لترسبات منطقة الدراسة

(Semi quantitative estimation of clay minerals)

يبين الجدول 3–7 النسب المئوية شبه الكمية للمعادن الطينية لترسبات منطقة الدراسة والذي يبين ان معدن المونموريللونايت هو المعدن الشائع لترسبات مناطق الدراسة يليه معادن الالايت، كاؤلينايت، باليغورسكايت و كلورايت، ومعادن الطبقات المختلطة مونتموريللونايت–كلورايت المختلطة على التوالي.

جدول 3–7 النسب المئوية شبه الكمية للمعادن الطينية لترسبات مناطق الدراسة

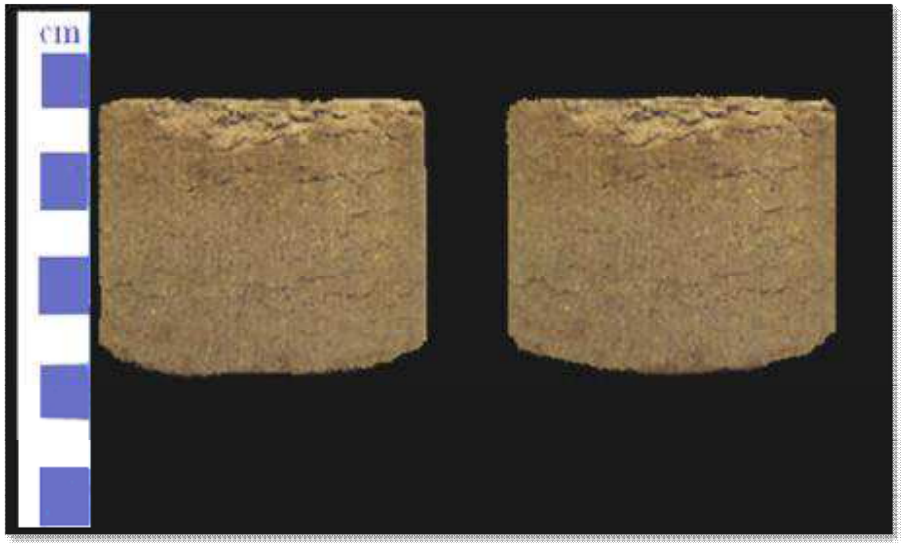
Location	symbol	Percentage of clay minerals%					
		Montmorillonite	Illite	palygorskite	Chlorite	Mont.-Chlorite	Kaolinite
سوق الشيوخ/A	A	37	20	7	14	6	13
سوق الشيوخ/B	B	38	25	6	8	2	17
سيد دخيل	C	42	24	4	6	3	19
الاصلاح	D	33	24	24	5	1	10
الغراف	E	35	24	-	6	18	15
الناصرية	F	44	28	-	13	-	17
Range		33- 44	20 - 28	4- 24	5 -14	1- 18	10-19.
Mean		38.496	20.475	10.543	9.053	6.39	15.848

3-3 نتائج فحص ما بعد التجفيف

3-3-1 المظهر الخارجي (External appearance)

تمتاز العينات المصنعة من خلطات طابوق البناء الاعتيادي (0، 1، 2) بعدم حصول تشققات على الرغم من كون العينات غنية بمعدن المونتموريللونايت المعروف بحساسيته اتجاه التجفيف وهذا يدل على حصول عملية تجفيف صحيحة نتيجة لاستخدام برنامج تجفيف بطيء جدا كما اشير اليه في الفصل السابق للسيطرة على خروج الماء المسامي ببطيء ومن دون حدوث تشققات. أما عينات خلطات طابوق خفيف الوزن (3، 4، 5) فتظهر عدم حصول تشققات في عينات الخلطتين 3 و4، بينما زاد حجم بالتطبقات (Lamination) بصورة اوضح من بعد الكبس في الخلطة 5، اذ تتراوح ما بين تطبق واضح جدا في عينات منطقة الغراف (E) وسيد دخيل (C) ، وتطبق قليل في عينات منطقة الناصرية (F) وسوق الشيوخ (B) ، ويعود سبب ذلك إلى زيادة نسبة المادة العضوية (مخلفات الذرة) بالنسبة لمكونات الخلطات الامر الذي ادى إلى زيادة حاجة تلك العينات من ماء التشكيل لحين الوصول إلى حالة التجانس وبالتالي حصول عدم تماسك وترابط بين الحبيبات مكونة

مسأمات كبيرة وتطبقات زاد حجمها واتضحت اكثر بعد عملية التجفيف وازالة الماء المسامي. توضح (لوحة 3-1) العينات المتطبقة بعد التجفيف.



لوحة 3-1 التطبقات في الطابوق خفيف الوزن بعد الكبس والتجفيف في عينات الخلطة (5)

3-3-2 الانكماش الخطي والحجمي (Linear and volume shrinkage)

تبين نتائج الدراسة حصول انكماش خطي وحجمي للعينات المحضرة من الخلطات (0، 1، 3، 4،5) ومعظم عينات الخلطة 2، وان إضافة الرمل وبالنسبتين 10 و 15% ادى إلى تقليل الإنكماش فضلا عن حصول حالة تمدد لبعض العينات المضاف اليها الرمل بنسبة 15% ويعزى ذلك إلى ان الرمل مادة غير لدنة تؤدي إلى تقليل لدونة الاطيان وبالتالي يقل الإنكماش، ويبين (الجدول3-8) نتائج الانكماش الخطي والحجمي. تتراوح قيمة الانكماش الخطي والحجمي لخلطات طابوق البناء الاعتيادي بين 0.29 و3.29% وبمعدل1.04%، وبين 0.64 و3.34% وبمعدل 1.04% على التوالي. في حين ادت إضافة مخلفات الذرة وبالنسب 15، 25، 35% إلى زيادة نسبة الإنكماش وقد يعزى ذلك إلى زيادة نسبة ماء التشكيل التي اضيفت في العينات المحضرة من مخلفات الذرة، اذ احتاج هذا النوع من المضاف إلى كميات اكبر من ماء التشكيل لحين الوصول إلى خلطة متجانسة الحبيبات وخاصة عند إضافة 35% مخلفات الذرة

(الجـــدول3-9). تتراوح قيمة الانكماش الخطي والحجمي لخلطات طابوق خفيف الوزن بين 1.33 و5.46% وبمعدل 3.33% وبين 0.71 و5.14% وبمعدل 2.69% على التوالي.

جدول 3-8 نتائج الإنكماش الحجمي والخطي لخلطات طابوق البناء الاعتيادي بعد التجفيف

Location	Mix. No.	Linear shrinkage%	Volume shrinkage%
A	0	3.297	3.341
	1	2.235	2.250
	2	1.408	1.871
B	0	1.124	2.020
	1	1.136	1.236
	2	1.043	1.283
C	0	1.074	2.286
	1	0.809	1.714
	2	-0.001	0.571
D	0	1.667	1.678
	1	0.378	0.387
	2	-0.294	-0.398
E	0	2.192	2.809
	1	1.475	1.705
	2	-0.289	-0.679
F	0	0.106	0.805
	1	0.129	1.136
	2	1.152	1.155
Range		-0.294- 3.297	-0.679-3.341
Mean		1.036	1.398

جدول 3-9 نتائج الإنكماش الخطي والحجمي لخلطات طابوق خفيف الوزن بعد التجفيف

Location	Mix. No.	Linear shrinkage	Volume shrinkage
A	3	1.111	1.884
	4	1.556	2.259
	5	2.838	3.695
B	3	0.708	1.381
	4	1.659	2.022
	5	1.744	2.789
C	3	2.700	3.709
	4	2.937	4.090
	5	5.029	5.376
D	3	2.017	3.304
	4	3.500	4.299
	5	4.286	5.464
E	3	3.211	3.220
	4	4.06	4.406
	5	5.136	5.139
F	3	1.167	1.330
	4	1.458	1.636
	5	3.250	3.999
Range		0.708– 5.136	1.33– 5.464
Mean		2.687	3.333

3-4 نتائج فحوصات ما بعد الحرق

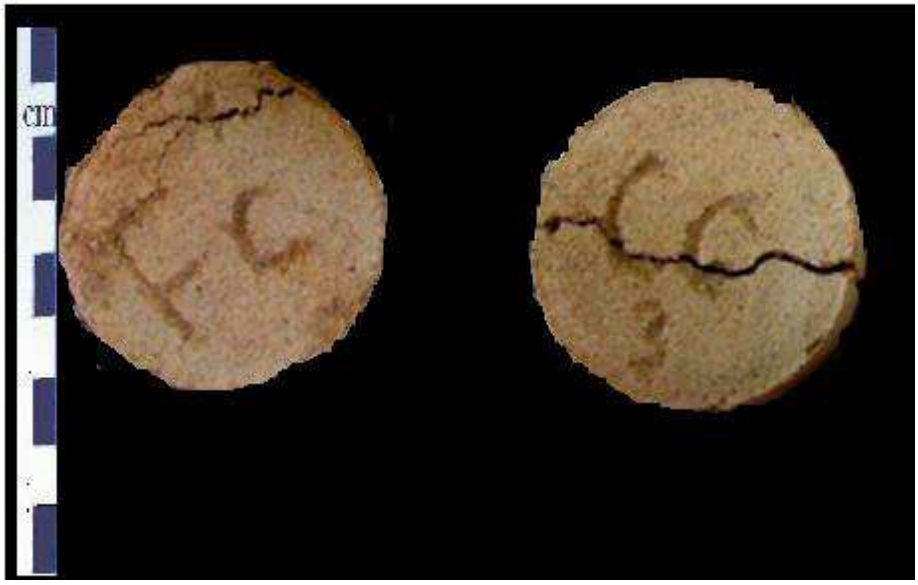
3-4-1 الفحوصات الفيزيائية

3-4-1-1 المظهر الخارجي واللون (External appearance & colour)

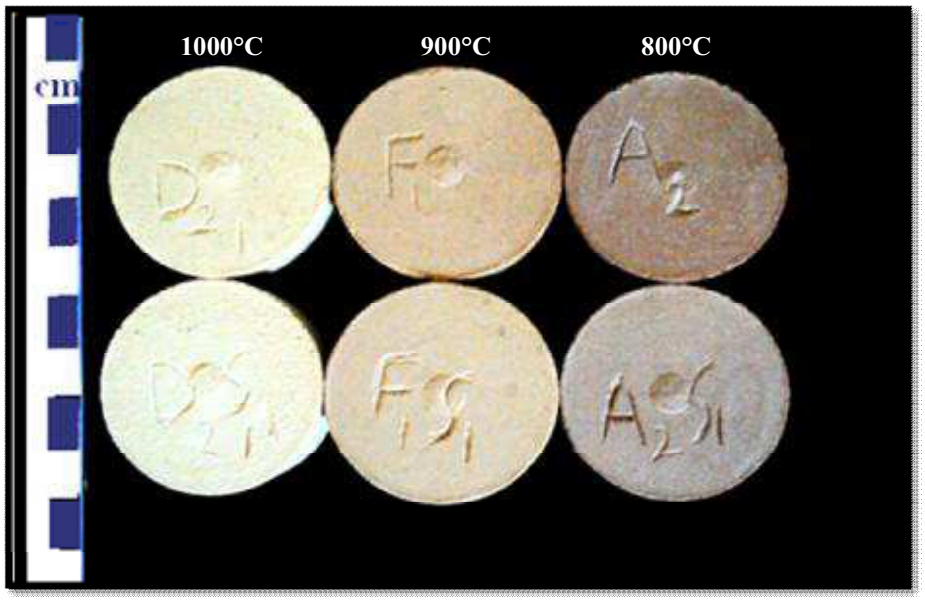
امتازت اغلب عينات خلطات طابوق البناء الاعتيادي (0، 1، 2) وبدرجات حرارة الحرق جميعها (800، 900، 1000)°م باستواء اسطحها واستقامة حافاتها (لوحة3-2). أما بالنسبة إلى خلطات طابوق الخفيف الوزن (3، 4،5) فقد اظهرت اغلب عينات الخلطات المحضرة استقامة الاسطح واستواء الحافات لجميع المواقع وعند درجات حرارة الحرق المختلفة (لوحة3-3) عدا عينات الخلطة الخامسة التي حصل فيها تطبق والذي بالاصل ظهر بعد عملية الكبس مباشرة. يعزى ذلك إلى حدوث ضعف في هذه الاجسام السيراميكية بعد عملية الحرق وتهشم معظمها أما داخل فرن الحرق لعدم تحملها ضغط العينات التي فوقها او بعد اخراجها من الفرن وتعرضها لابسط حركة او ضغط خارجي (لوحة 3-4). تتدرج الوان العينات السيراميكية المحروقة بدرجات حرارة الحرق جميعها (800، 900، 1000)°م بين البني المحمر والبني الغامق والبني الفاتح والاصفر، اذ يحدث التغيير في لون المنتجات السيراميكية بعد عملية الحرق نتيجة تحلل الكاربونات واكسدة مركبات الحديد المتواجدة فيها (Johari,2011). تمتاز العينات السيراميكية المحروقة عند درجة حرارة 800°م باللون البني المحمر والبني الغامق ويعود سبب ذلك إلى وجود اوكسيد الحديد بنسبة اكثر من 6% كما بينته دراسة التحليل الكيميائي لعينات الدراسة، اذ ان وجود اوكسيد الحديد بنسبة 6% تؤدي التى تلوين الجسم السيراميكي باللون الاحمر(Grimshaw, 1971)، أما عند ارتفاع درجات حرارة الحرق(900، 1000)°م فان الوان العينات السيراميكية ستتراوح بين البني الفاتح والاحمر الفاتح والاصفر نتيجة لتفاعل اوكسيد الكاليسيوم الناتج من تحلل كاربونات الكاليسيوم واوكسيد الحديد (Alkass *et al.,* 1984). من الجدير بالذكر ان عينات الخلطتين 1و 2 والمكونة من إضافة 10و 15% رمل على التوالي تتميز بألوان اقل دكانة من الخلطة 0 وذلك لأن الرمل المضاف ادى إلى زيادة نسبة السيليكا على حساب اكاسيد الحديد (اي تكون المركبات السيليكاتية ونموها مغلفة بذلك اكاسيد الحديد وتقصر لونه) مما ادى إلى قلة شدة اللون في عينات تلك الخلطتين (لوحة3-5).

لوحة3–2 التدرج اللوني واستقامة الحافات لبعض عينات طابوق البناء الاعتيادي بدرجات الحرارة المختلفة

لوحة 3-3 التدرج اللوني واستقامة الحافات لعينات مختارة من الطابوق خفيف الوزن باختلاف درجات الحرق



لوحة 3–4 عينات الطابوق خفيف الوزن المتهشمة بعد الحرق عند إضافة (35%) من مخلفات الذرة



لوحة 3–5 قصر لون عينات طابوق البناء الاعتيادي بواسطة مضاف الرمل باختلاف درجات الحرق

3-4-1-2 الانكماش الخطي والحجمي (Linear & volume shrinkage)

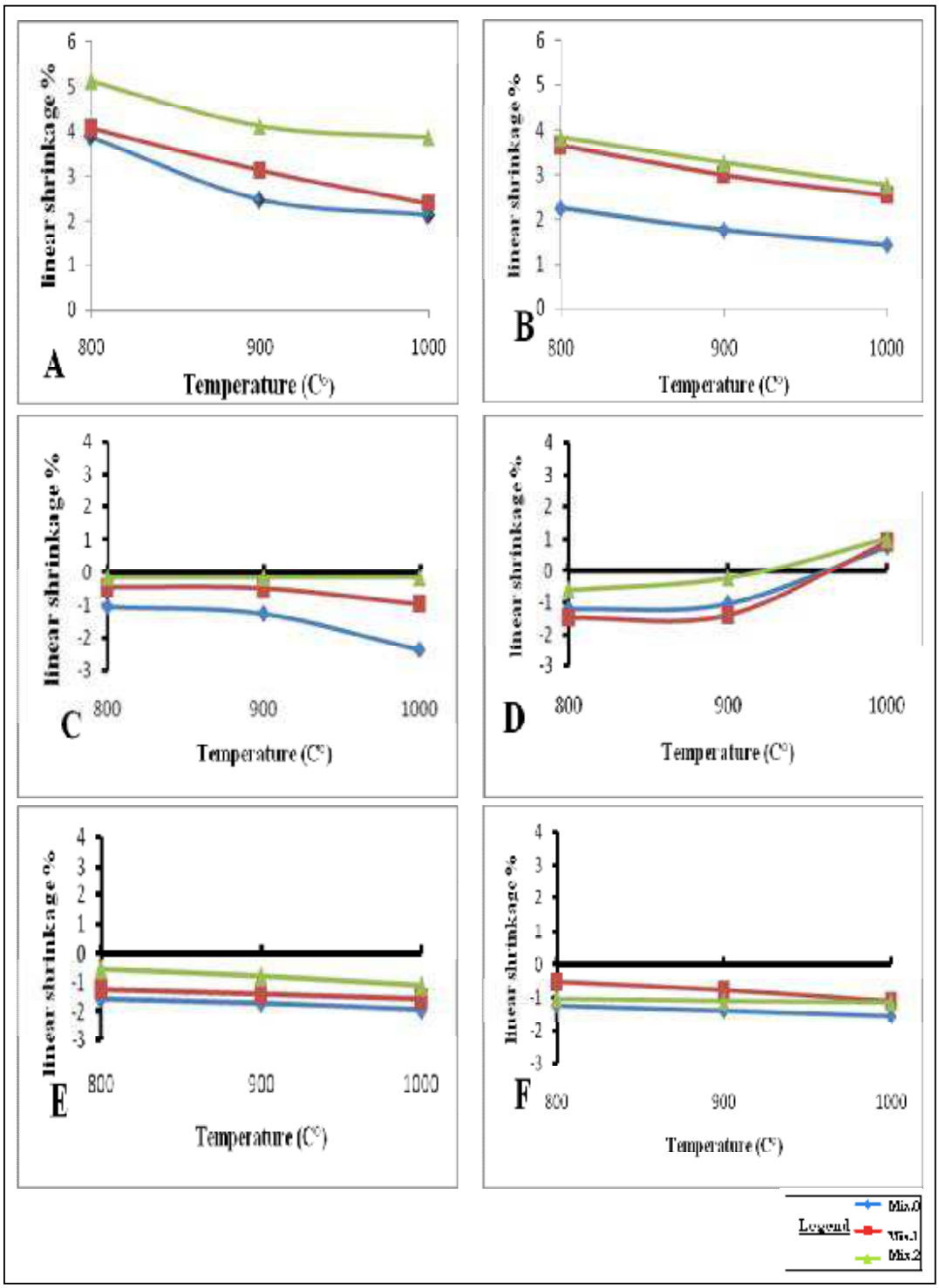
تظهر النتائج ان غالبية عينات خلطات طابوق البناء الأعتيادي (0، 1، 2) عانت من حصول تمدد (Expansion) بارتفاع درجة حرارة الحرق والبعض الاخر عانى من انخفاض الإنكماش بارتفاع درجة حرارة الحرق. يعود سبب ذلك إلى عدة عوامل منها تحرر الغازات واهمها غاز (CO_2) الناتج من اكسدة المواد العضوية و تحلل الكاربونات مؤديا إلى تكوين ضغط داخلي في بنية العينات المحروقة محاولا ايجاد مسالك لخروجه فضلا عن تكون معدن الجيلينايت (Gehlenite) كما اثبتته نتائج التحليل المعدني للعينات المحروقة، اذ ازداد تكونه بازدياد درجة حرارة الحرق ويمتاز هذا المعدن بتكوين هيكلا يعيق إنكماش العينات المحروقة نتجة لعملية التلبيد(Peters & Iberg, 1978)، كما تجدر الاشارة إلى دور انعكاس معدن الكوارتز في حصول التمدد، اذ ينعكس الكوارتز بين طوريه ألفا وبيتا كوارتز عند درجة حرارة 573°م ويتحول البيتا كوارتز إلى تريديمايت (Tridymite) عند درجة حرارة 870°م (Karaman *et al.*, 2006) وان هذا الانعكاس في اطوار الكوارتز لن ينعكس نهائيا اثناء عملية التبريد مسببا حصول تمدد في أجسام العينات المحروقة. يبين الجدول3-10 نتائج قياسات الانكماش الخطي والحجمي لخلطات طابوق البناء الاعتيادي (0، 1، 2) لعموم مواقع منطقة الدراسة وبجميع درجات حرارة المستخدمه (800، 900، 1000)°م. تتراوح قيم الانكماش الخطي والحجمي بين 1.55 و5.19% وبمعدل 0.87% وبين 2.52 و5.99% وبمعدل 0.85% على التوالي عند درجة حرارة 800°م وبين 1.704- و4.106% وبمعدل 0.431% وبين 2.596- و5.016% وبمعدل 0.6002% على التوالي عند درجة حرارة 900°م وبين 2.375- و3.854% وبمعدل 0.435% وبين 2.741- و3.432% وبمعدل 0.373% على التوالي عند درجة حرارة 1000°م. يوضح الشكل3-10علاقة الانكماش الخطي بدرجات حرارة الحرق المختلفه لخلطات طابوق البناء الاعتيادي

أما تأثير مضاف الرمل على إنكماش العينات المحروقة فتظهر النتائج زيادة الإنكماش عند إضافة الرمل ويعزى ذلك إلى ان الرمل يقلل نسبة الفاقد بالوزن اذ ان وزن الرمل لايتغير بعد الحرق فضلا عن دخوله في تكوين اطوار معدنية جديدة مثل الولاستونايت (Wallastonite)، الدايوبسايد(Diopside) والانورثايت (Anorthite) وبذلك تقل نسبة السيليكا الحرة.

جدول 3-10 نتائج فحص الخصائص الفيزيائية والميكانيكية لخلطات طابوق البناء الاعتيادي عند درجات حرق 800، 900، 1000°م

Group	Mix No.	Firing Temp. (C°)	Linear sh.%	Volume Sh%	Apparent Porosity %	Water abs.%	Bulk Density (gm/cm^3)	Apparent Dens. gm/cm^3	Compressive stren. (N/mm^2)
A	0	800	3.861	5.997	37.156	24.225	1.668	1.687	38.005
		900	2.479	5.016	38.389	24.53	1.578	1.563	32.519
		1000	2.135	3.432	39.121	24.977	1.555	1.552	28.798
	1	800	4.055	4.917	37.998	23.076	1.676	1.691	41.571
		900	3.126	3.222	38.916	23.616	1.622	1.632	36.302
		1000	2.392	2.871	39.223	23.976	1.598	1.595	31.474
	2	800	5.119	5.483	34.481	22.243	1.683	1.695	44.219
		900	4.106	4.556	36.780	22.977	1.641	1.644	38.482
		1000	3.854	3.072	37.588	23.314	1.621	1.632	35.416
B	0	800	2.256	2.878	38.708	25.492	1.540	1.558	35.652
		900	1.762	2.201	39.387	25.725	1.521	1.536	32.771
		1000	1.423	1.229	39.795	25.993	1.509	1.527	31.067
	1	800	3.654	4.226	37.162	25.081	1.551	1.581	38.659
		900	3.002	3.837	37.565	25.419	1.539	1.542	35.653
		1000	2.546	3.190	38.081	25.774	1.524	1.533	33.717
	2	800	3.841	4.592	36.386	23.252	1.588	1.598	42.951
		900	3.265	4.106	36.742	24.011	1.562	1.574	39.374
		1000	2.768	3.418	37.357	24.272	1.537	1.546	35.121
C	0	800	-1.044	-2.416	40.565	27.026	1.475	1.464	28.713
		900	-1.257	-2.542	43.671	27.481	1.455	1.452	25.428
		1000	-2.375	-2.741	45.824	28.739	1.428	1.431	22.169
	1	800	-0.473	-1.385	39.458	26.541	1.512	1.516	31.462
		900	-0.509	-1.447	40.791	26.712	1.506	1.510	29.739
		1000	-0.962	-1.999	41.931	26.904	1.501	1.504	24.246
	2	800	-0.151	0.965	38.693	25.396	1.535	1.533	34.560
		900	-0.019	1.249	39.718	25.548	1.522	1.521	32.782
		1000	0.775	1.398	40.882	25.770	1.509	1.505	26.992
D	0	800	-1.205	-2.388	39.490	26.415	1.535	1.538	33.672
		900	-1.043	-2.113	40.351	27.237	1.527	1.529	30.599
		1000	0.771	-1.964	43.694	27.502	1.510	1.512	28.459
	1	800	-1.473	-2.521	37.334	25.128	1.553	1.550	35.982
		900	-1.390	-1.876	39.712	26.099	1.538	1.541	33.261
		1000	0.911	-1.218	41.735	27.058	1.529	1.532	30.091
	2	800	-0.606	-1.162	34.991	23.989	1.572	1.575	37.699
		900	-0.234	-0.967	37.531	24.407	1.551	1.549	35.261
		1000	1.013	1.173	40.442	24.874	1.547	1.541	32.768
E	0	800	-1.555	-2.113	39.347	26.876	1.442	1.445	28.293
		900	-1.704	-2.596	40.892	27.514	1.421	1.426	26.246
		1000	-1.939	-2.328	42.231	27.991	1.409	1.415	23.908
	1	800	-1.219	-1.867	37.895	25.621	1.459	1.455	32.335
		900	-1.377	-1.912	38.542	26.837	1.449	1.446	29.461
		1000	-1.552	-1.990	40.623	27.091	1.437	1.440	24.976
	2	800	-0.528	-1.219	35.261	25.109	1.545	1.547	35.216
		900	-0.769	-1.181	37.110	25.672	1.537	1.539	32.414
		1000	-1.099	-1.752	38.254	26.221	1.520	1.529	27.778
F	0	800	-1.040	-1.147	38.221	25.761	1.562	1.559	34.362
		900	-1.095	-1.158	39.524	26.625	1.546	1.542	32.161
		1000	-1.132	-1.286	40.025	27.974	1.535	1.536	28.341
	1	800	0.972	1.202	37.638	24.324	1.570	1.572	35.957
		900	-0.862	1.138	38.842	24.989	1.567	1.565	34.456
		1000	-1.075	1.064	39.798	25.547	1.551	1.555	31.172
	2	800	1.252	1.412	35.651	22.857	1.587	1.583	38.121
		900	0.275	1.270	36.782	23.248	1.577	1.575	36.224
		1000	-0.618	1.146	37.828	24.173	1.563	1.565	34.101

*** القيم معدل لثلاث قراءات**



شكل 3-10العلاقة بين الانكماش الخطي ودرجات حرارة الحرق لخلطات طابوق البناء الاعتيادي ولجميع مواقع الدراسة

أما بالنسبة إلى خلطات طابوق خفيف الوزن فتظهر النتائج ازدياد نسبة الإنكماش بازدياد نسبة مخلفات الذرة وبازدياد درجة حرارة الحرق(الجدول3-11). يرجع سبب ذلك إلى تحلل المواد العضوية ومركبات الكاربونات مع زيادة نسبتها وبارتفاع درجة حرارة الحرق، اذ ان الاجسام السيراميكية المحتوية على مواد عضوية او مواد الكاربونات قد تعاني انكماشا او تمددا بعد الحرق (القس وآخرون، 1989 و2001 ,Tonnayopas,2008;Fatih& ümit). تتراوح قيم الانكماش الخطي والحجمي بين1.51 و5.21% وبمعدل 1.41% وبين 2.12 و5.79% وبمعدل 0.87% على التوالي عند درجة حرارة 800°م، وبين 1.44 و5.53% وبمعدل 1.63% و2.09 و5.88 وبمعدل 1.06% على التوالي عند درجة حرارة 900°م، وبين 0.73- و5.68% وبمعدل 1.98% و1.72- و6.03% وبمعدل 1.4% على التوالي عند درجة حرارة 1000°م. يوضح (الشكل 3-11) علاقة الانكماش الخطي لخلطات طابوق خفيف الوزن بدرجات حرارة الحرق ولمناطق الدراسة جميعها.

3-4-1-3 المسامية الظاهرية وامتصاص الماء

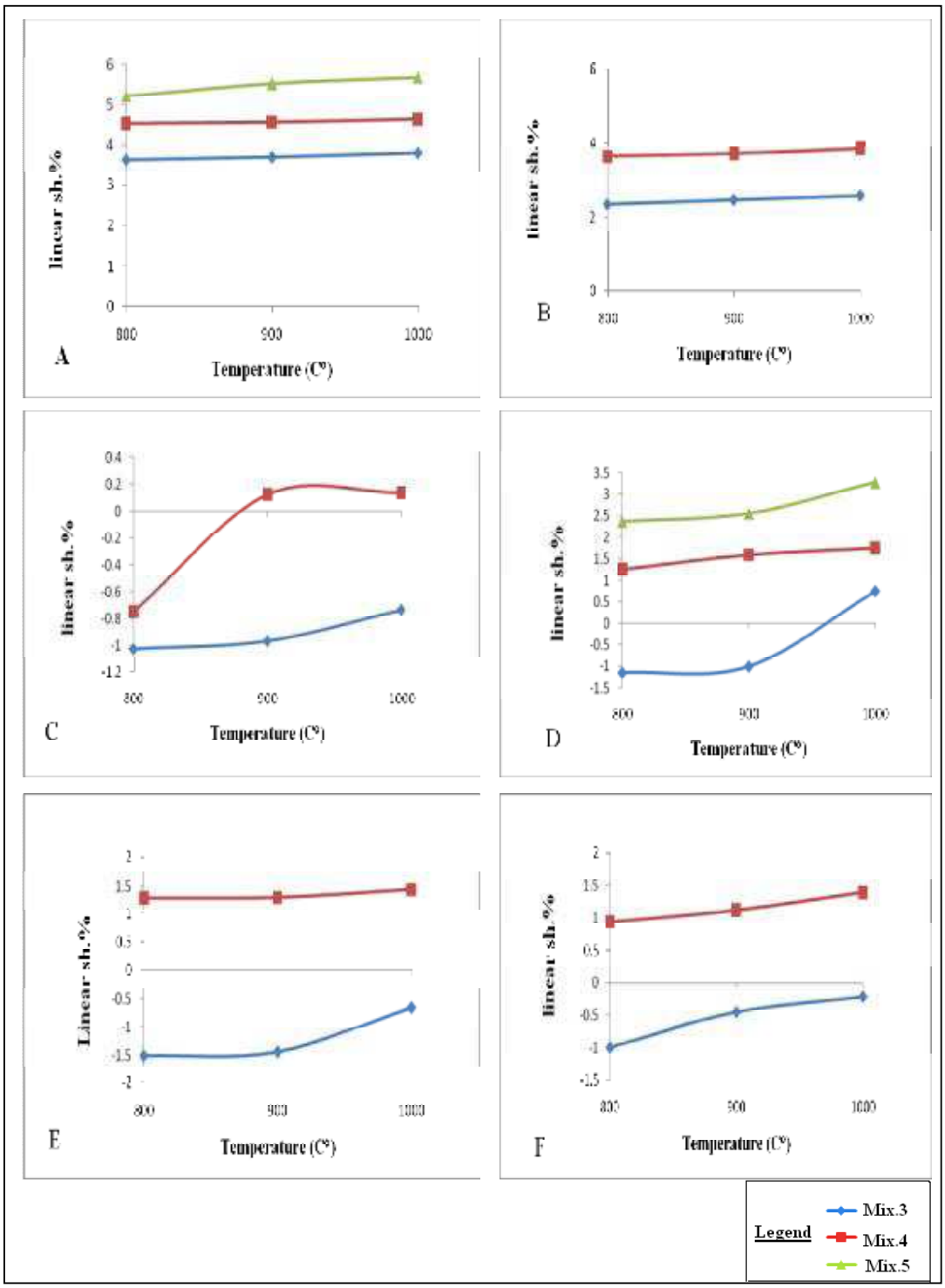
(Apparent porosity & water absorbtion)

تبين نتائج فحص المسامية الظاهرية وامتصاص الماء لخلطات طابوق البناء الاعتيادي (0، 1، 2) لكافة مواقع منطقة الدراسة وبدرجات حرارة الحرق 800، 900، 1000°م ازدياد قيم المسامية الظاهرية وامتصاص الماء بارتفاع درجة حرارة الحرق. ويعزى ذلك إلى زيادة المتحلل من المواد القابلة للتحلل بارتفاع درجات الحرارة كالمواد العضوية ومركبات الكاربونات (الكالسايت والدولومايت) فضلا عن الزيادة الحاصلة في مقدار الفقدان بالوزن مخلفة بذلك فراغات داخل جسم العينات المحروقة مؤدية إلى زيادة في امتصاص الماء (الزبيدي، 2004 و Cultrone *et al.*, 2005)، اذ ان قيم امتصاص الماء العالية تشير إلى إن المنتج عالي المسامية (Karaman *et al.*, 2006)، لوجود علاقة طردية بين امتصاص الماء والمسامية (الجدول3-10)، وتبين (الاشكال3-12، 3-13) علاقة كل من المسامية الظاهرية وامتصاص الماء لخلطات طابوق البناء الاعتيادي بدرجات حرارة الحرق جميعها ولكافة مواقع الدراسة.

جدول 3-11 نتائج فحص الخصائص الفيزيائية والميكانيكية لخلطات الطابوق خفيف الوزن وبدرجات حرارة الحرق 800، 900، 1000°م

Group	Mix No.	Firing Temp. (C°)	Linear sh.%	Volume Sh%	Apparent Porosity %	Water abs.%	Bulk Density (Kgm/cm^3)	Apparent Dens. Kgm/cm^3	Compressive stren. (N/mm^2)
A	3	800	3.646	4.531	44.237	38.982	1148	1142	4.77
		900	3.712	4.672	45.985	39.990	1022	1030	4.68
		1000	3.810	4.825	46.380	40.657	998	1009	3.44
	4	800	4.534	5.651	45.793	41.089	992	997	3.44
		900	4.567	5.766	47.248	42.783	958	962	2.92
		1000	4.638	5.894	48.178	43.332	921	923	2.23
	5	800	5.214	5.794	49.191	42.867	954	956	2.45
		900	5.532	5.899	50.271	43.995	927	931	2.26
		1000	5.684	6.036	52.105	45.552	906	909	1.75
B	3	800	2.350	3.541	46.483	40.872	1127	1134	3.65
		900	2.473	3.642	47.382	41.264	1116	1121	3.12
		1000	2.589	3.699	48.645	41.978	990	996	3.09
	4	800	3.648	4.226	48.836	42.035	1014	1017	1.99
		900	3.721	4.326	50.232	43.967	954	963	1.68
		1000	3.862	4.441	51.879	44.872	902	906	1.059
C	3	800	-1.024	-1.725	48.351	42.365	998	1011	1.94
		900	-0.965	-1.438	50.526	44.238	954	961	1.68
		1000	-0.734	-1.107	51.674	45.127	939	944	1.23
	4	800	-0.746	-1.239	50.459	44.984	962	967	0.71
		900	0.124	-1.211	53.202	47.105	923	928	0.66
		1000	0.137	-1.095	55.751	48.431	898	905	0.62
D	3	800	-1.143	-1.825	45.556	40.089	1133	1135	4.63
		900	-1.001	-1.542	46.873	41.344	1115	1120	3.35
		1000	0.753	-1.297	47.431	42.178	1078	1083	2.61
	4	800	1.252	-1.493	46.864	41.474	1124	1129	2.6
		900	1.588	-1.176	47.489	42.326	1103	1106	2.5
		1000	1.747	-0.587	48.235	42.977	1008	1012	2.2
	5	800	2.364	-1.209	48.631	43.561	987	992	1.82
		900	2.551	-1.099	49.935	44.212	975	981	1.55
		1000	3.272	-0.867	51.783	45.669	936	943	1.12
E	3	800	-1.515	-2.121	47.898	42.291	1037	1041	2.03
		900	-1.446	-2.091	48.345	42.754	1015	1019	1.94
		1000	-0.659	-1.723	49.782	43.582	999	1005	1.41
	4	800	1.291	-1.954	50.856	44.564	992	996	0.72
		900	1.301	-1.762	51.674	45.238	945	953	0.66
		1000	1.439	-1.285	52.939	47.874	909	911	0.64
F	3	800	-0.989	-1.181	46.781	40.769	1121	1129	2.65
		900	-0.451	-0.494	47.325	41.853	1018	1027	2.118
		1000	-0.212	1.179	48.469	42.674	995	1011	1.765
	4	800	0.941	1.256	48.635	42.626	1046	1059	0.88
		900	1.125	1.376	49.327	43.851	993	1005	0.79
		1000	1.395	1.512	50.108	45.653	983	989	0.75

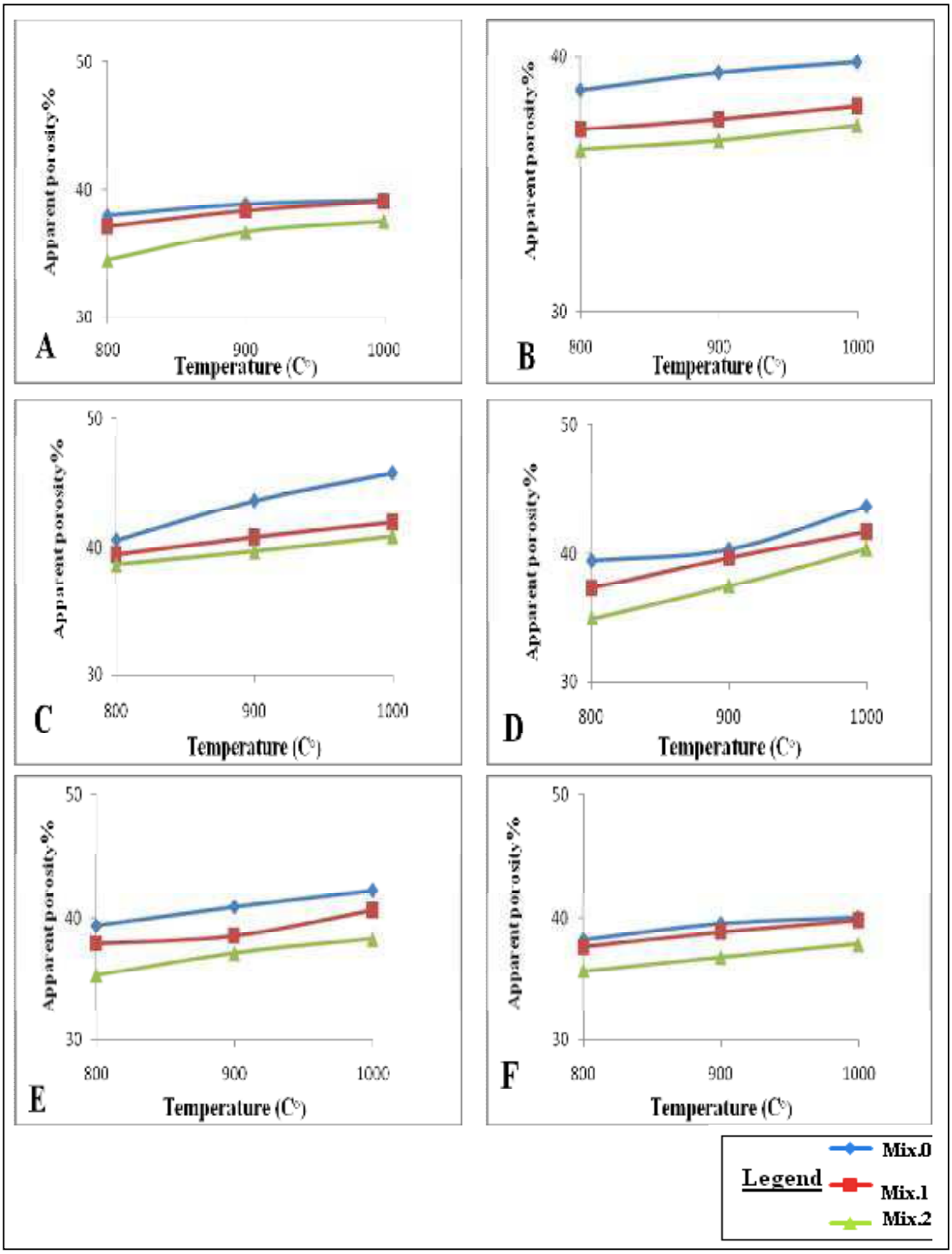
*القيم معدل لثلاث قراءات



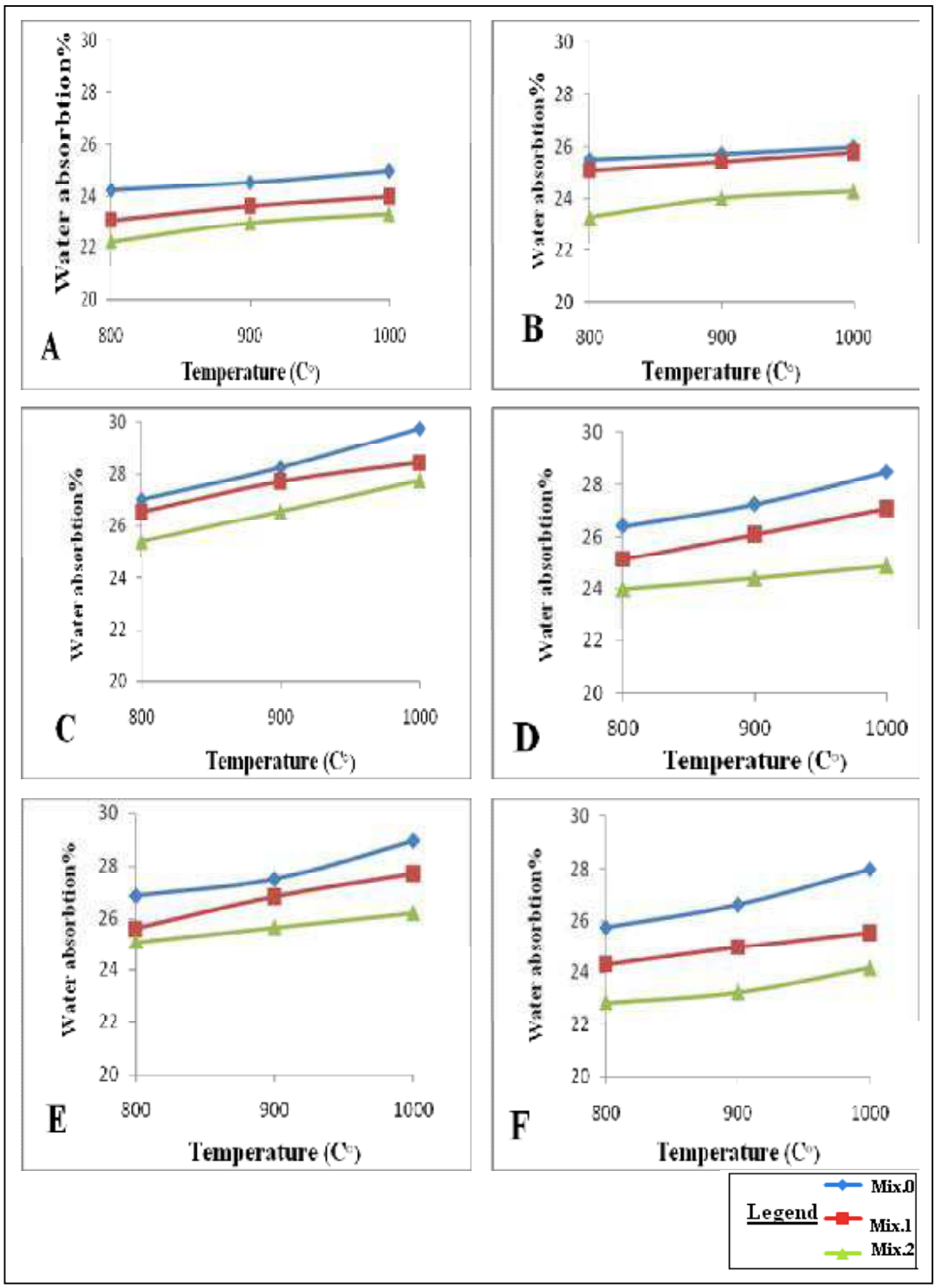
شكل 3-11 العلاقة بين الانكماش الخطي ودرجات حرارة الحرق لخلطات الطابوق خفيف الوزن لجميع مواقع الدراسة

تراوحت قيم المسامية الظاهرية وامتصاصية الماء بين 34.48 و40.56% وبمعدل 37.66% و22.24 و27.02% وبمعدل 25.03% على التوالي عند درجة حرارة 800°م، وبين 36.74 و43.67% وبمعدل 39.14% وبين22.97 و27.51% وبمعدل 25.59% على التوالي عند درجة حرارة 900°م، وبين 37.35 و45.82% وبمعدل 40.41% و 23.31 و28.73% وبمعدل 25.90% على التوالي عند درجة حرارة حرق 1000°م.

قلل الرمل المضاف من قيم المسامية الظاهرية وقيم امتصاص الماء وذلك يعود إلى صغر الحجم الحبيبي للرمل المطحون المضاف مقارنة مع الحجم الحبيبي للمادة الأولية والخلط الجيد لمكونات الخلطات الأمر الذي أدى إلى الحصول على توزيع حجمي حبيبي متجانس لتلك المكونات وبالتالي سد الفراغات في الخلطات وتقليل المسامية الظاهرية وامتصاص الماء. توجد اقل قيم لامتصاص الماء والمسامية الظاهرية لخلطات طابوق البناء الاعتيادي في الموقع A نتيجة لزيادة محتوى الأطيان في هذا الموقع وعند درجة حرارة حرق 800°م نتيجة لارتفاع نسبة الحجم الحبيبي الناعم في ذلك الموقع والتي تؤدي إلى زيادة المساحة السطحية للتفاعل وبالتالي تسريع عملية التلبيد فضلا عن قلة المتحلل من مركبات الكاربونات عند هذه الدرجة والتي يزداد تحللها بارتفاع درجات حرارة الحرق.



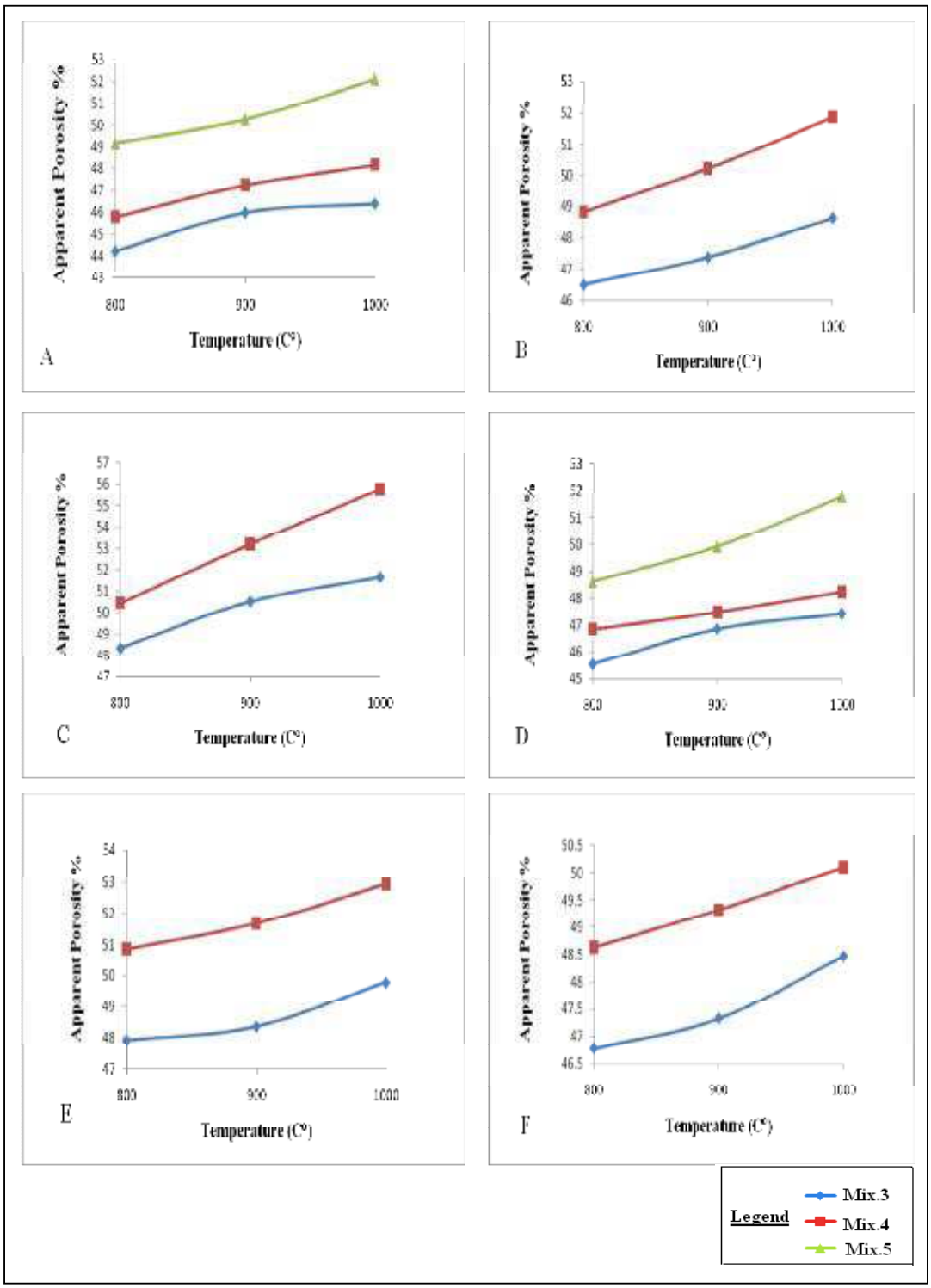
شكل 3-12 العلاقة بين المسامية الظاهرية ودرجات حرارة الحرق لخلطات طابوق البناء الاعتيادي لجميع مواقع الدراسة



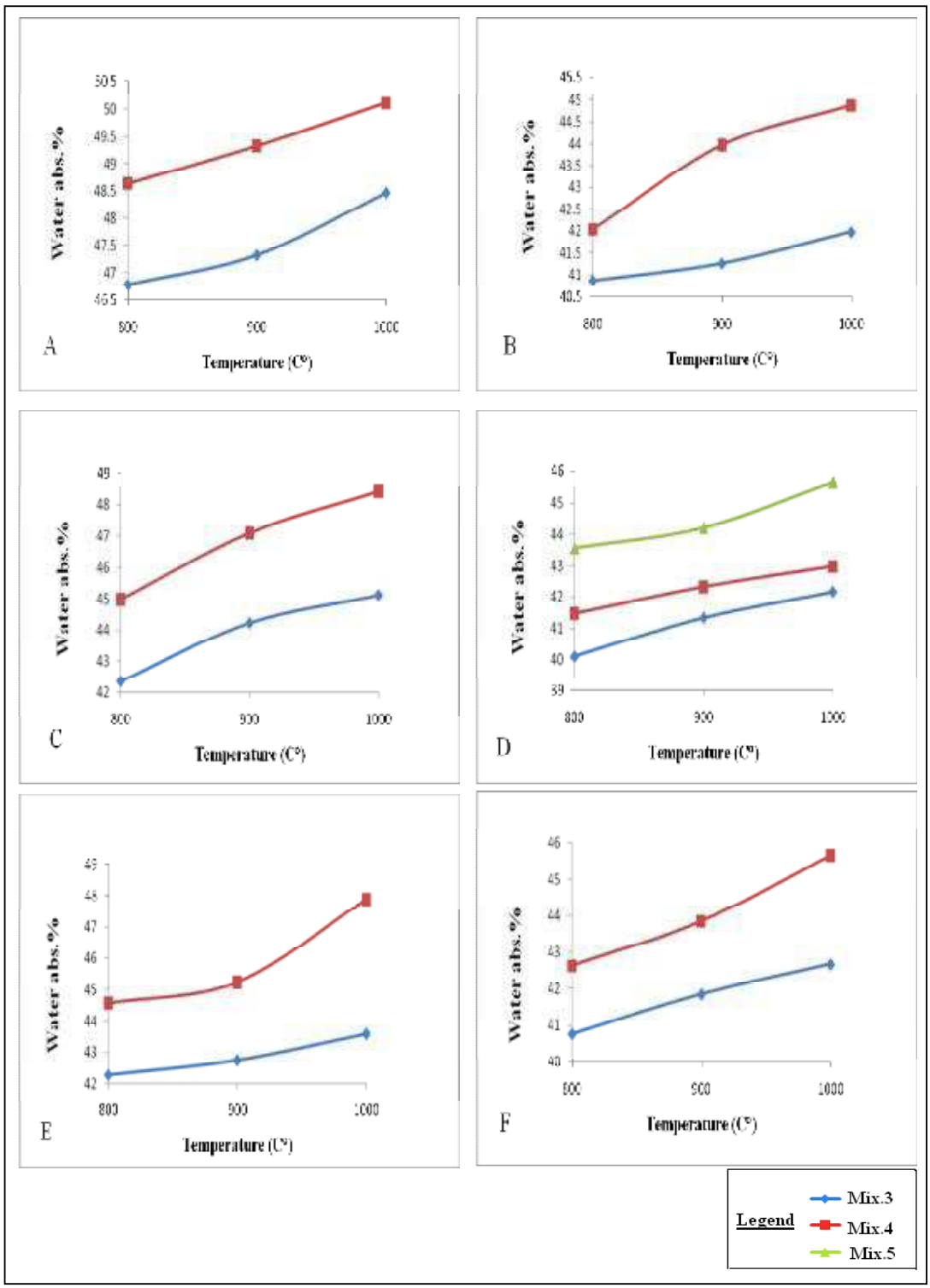
شكل 3-13 العلاقة بين امتصاص الماء ودرجات حرارة الحرق لخلطات طابوق البناء الاعتيادي

ولجميع مواقع الدراسة

أما بالنسبة لخلطات الطابوق الخفيف الوزن (3، 4) وبعض عينات الخلطة 5 فتظهر النتائج ازدياد المسامية الظاهرية وقيم امتصاص الماء بارتفاع درجات حرارة الحرق وبازدياد نسبة مخلفات الذرة، نتيجة لاحتراقها مخلفات الذرة كونها مادة عضوية قابلة للاحتراق وتحرير الغازات مخلفة ورائها فراغات داخل العينات المحروقة، اذ تزداد المسامية الظاهرية وامتصاص الماء بازدياد درجة حرارة الحرق وازدياد نسبة المادة العضوية (Chan, 2011 ;Fatih & Ümit, 2001) (الجدول3-11)، وتبين (الاشكال 3-14، 3-15) علاقة المسامية الظاهرية وامتصاص الماء لخلطات طابوق خفيف الوزن بكافة درجات حرارة الحرق 800، 900، 1000°م. تتراوح قيم المسامية الظاهرية وامتصاص الماء لخلطات الطابوق خفيف الوزن بين 44.23 و50.85% وبمعدل 47.75% و38.89 و44.98% وبمعدل 42.04% على التوالي عند درجة 800°م، وبين 45.98 و53.20% وبمعدل 48.98% و39.99 و47.10% وبمعدل 43.20% على التوالي عند درجة 1000°م، وبين 46.38 و55.75% وبمعدل 50.23% و40.65 و48.43% وبمعدل 44.32% على التوالي عند درجة حرارة 1000°م. و تعطي نسبة 15% من مضاف مخلفات الذرة وبدرجة حرارة حرق 800°م اقل قيم للمسامية في مناطق الدراسة وخاصة عند منطقة سوق الشيوخ (A) ويعود ذلك إلى ارتفاع محتواها من الطين والذي يؤدي إلى التسريع من عملية التلبيد نتيجة لصغر الحجم الحبيبي مؤديا بذلك إلى اختزال المسام في عينات الاجسام المحروقة.



شكل 3-14 العلاقة بين المسامية الظاهرية ودرجات حرارة الحرق لخلطات الطابوق خفيف الوزن ولجميع مواقع الدراسة

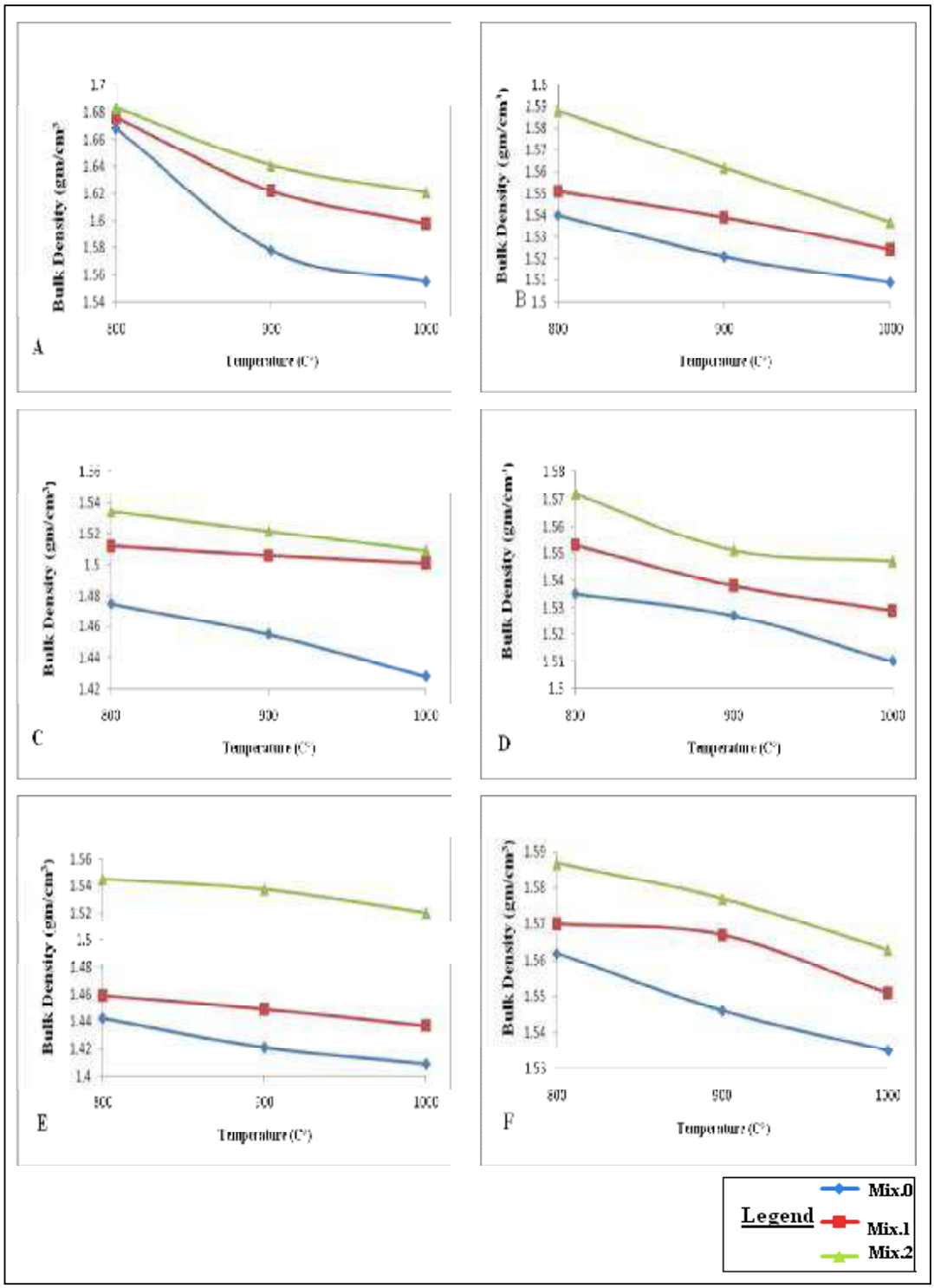


شكل 3-15العلاقة بين امتصاص الماء ودرجات حرارة الحرق لخلطات الطابوق خفيف الوزن ولجميع مواقع الدراسة

3-4-1-4 الكثافة الكلية والظاهرية (Bulk & apparent density)

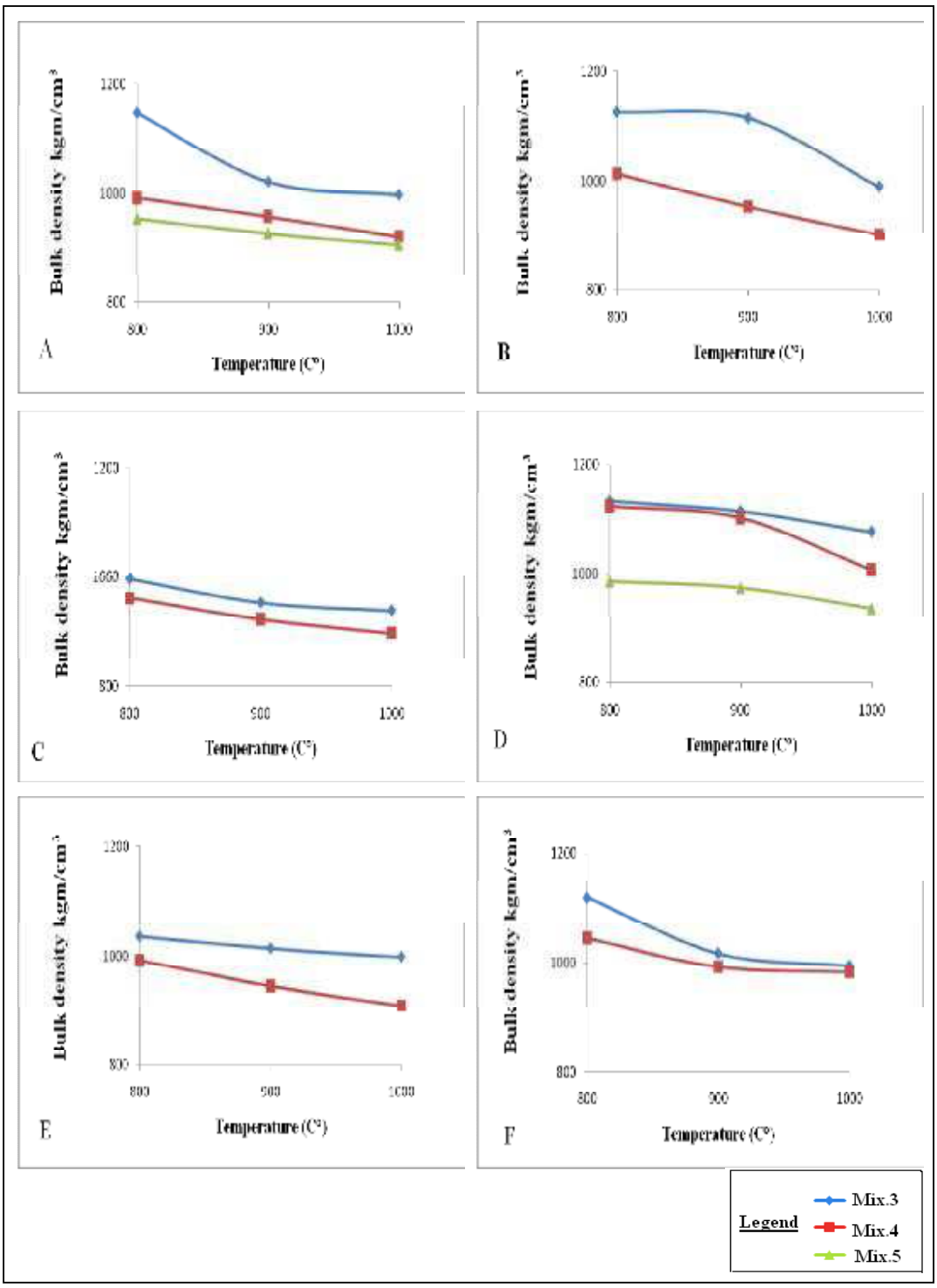
تظهر النتائج انخفاض الكثافة الكلية والظاهرية بارتفاع درجات حرارة الحرق، ويعود سبب ذلك إلى زيادة المسامية الظاهرية بارتفاع درجات حرارة الحرق كما ذكر آنفا. ويلاحظ تقارب قيم الكثافة الظاهرية والكلية مما يدل على ان اغلب المسام داخل العينات المحروقة هي من النوع المفتوح او المتصل (السعد، 2006)يبين الجدول 3-10 نتائج فحص الكثافة الكلية والظاهرية لعينات خلطات طابوق البناء الأعتيادي لجميع مواقع الدراسه، ويبين (الشكل 3-16) العلاقة بين الكثافة الكلية لعينات خلطات طابوق البناء الاعتيادي ودرجات حرارة الحرق جميعها لجميع مواقع الدراسة، تراوحت قيم الكثافة الكلية والظاهرية بين 1.44 و1.68 غم/سم^3 وبمعدل 1.55 غم/سم^3 و1.44 و1.69 غم/سم^3 وبمعدل 1.56 غم/سم^3 على التوالي عند درجة 800°م، وبين 1.42 و1.64 غم/سم^3 وبمعدل 1.53 غم/سم^3 وبين 1.42 و1.64 غم/سم^3 وبمعدل 1.53 غم/سم^3 على التوالي عند درجة 900°م، وبين 1.40 و1.62 غم/سم^3 وبمعدل 1.51 غم/سم^3 و1.41 و1.63 غم/سم^3 وبمعدل 1.52 غم/سم^3 على التوالي وعند درجة 1000°م.

كان لمضاف الرمل تأثير ايجابي لرفع قيم الكثافة الظاهرية والكلية ويعود سبب ذلك إلى كون المسامية الظاهرية قد انخفضت بتأثير إضافة الرمل للاسباب المذكورة آنفا فضلا عن كون وزن حبيبات الرمل لاتتغير عند رفع درجة حرارة الحرق مؤدية إلى تقليل ما تفقده العينات من وزنها بعد الحرق فتزداد كثافتها الظاهرية والكلية (Singer, 1963) .



شكل 3-16 العلاقة بين الكثافة الكلية ودرجات حرارة الحرق لخلطات طابوق البناء الاعتيادي ولجميع مواقع الدراسة

أما خلطات الطابوق الخفيف الوزن (3،4) وبعض عينات الخلطة 5 فهي تظهر تناقص في الكثافة الكلية والظاهرية بازدياد درجة حرارة الحرق وبازدياد نسبة مخلفات الذرة بسبب ازدياد قيم المسامية الظاهرية الناتجة من تحلل مركبات الكاربونات والعضوية بازدياد درجات حرارة الحرق وبازدياد نسبة مخلفات الذرة (القس وآخرون، 1989 ;2005 ,.Jung *et al*) (الجدول 3-11). يبين(الشكل 3-17) علاقة الكثافة الكلية لعينات خلطات الطابوق الخفيف الوزن بدرجات حرارة الحرق جميعها ولجميع مواقع الدراسة. تراوحت قيم الكثافة الكلية والظاهرية لخلطات طابوق خفيف الوزن بين 954 و1148 كغم/سم^3 وبمعدل 1045 كغم/سم^3 وبين 956 كغم/سم^3 و1142 كغم/سم^3 وبمعدل 1050 كغم/سم^3 على التوالي وعند درجة 800°م، وبين 923 و1116 كغم/سم^3 وبمعدل 1001 كغم/سم^3 وبين928 و 1121 كغم/سم^3 وبمعدل 1008 كغم/سم^3 على التوالي عند درجة 900°م، بين 898 و1078 كغم/سم^3 وبمعدل 961 كغم/سم^3 وبين905 و1083 كغم/سم^3 وبمعدل 976.6 كغم/سم^3 على التوالي عند درجة حرارة 1000°م، وكانت أعلى قيم للكثافة الكلية والظاهرية في منطقة سوق الشيوخ(A) لارتفاع نسبة الطين فيها واقل قيم في منطقة سيد دخيل (C) نتيجة لارتفاع نسبة الغرين في هذه المنطقة الامر الذي يؤدي زيادة نسبة المسامية الظاهرية في منطقة سيد دخيل (C) وقلتها في منطقة سوق الشيوخ (A) كما مر سابقا وبالتالي زيادة الكثافة في منطقة سوق الشيوخ (A) وقلتها في منطقة سيد دخيل (C) وان افضل نسبة مضافة هي 15% وبدرجة حرارة حرق 800°م.



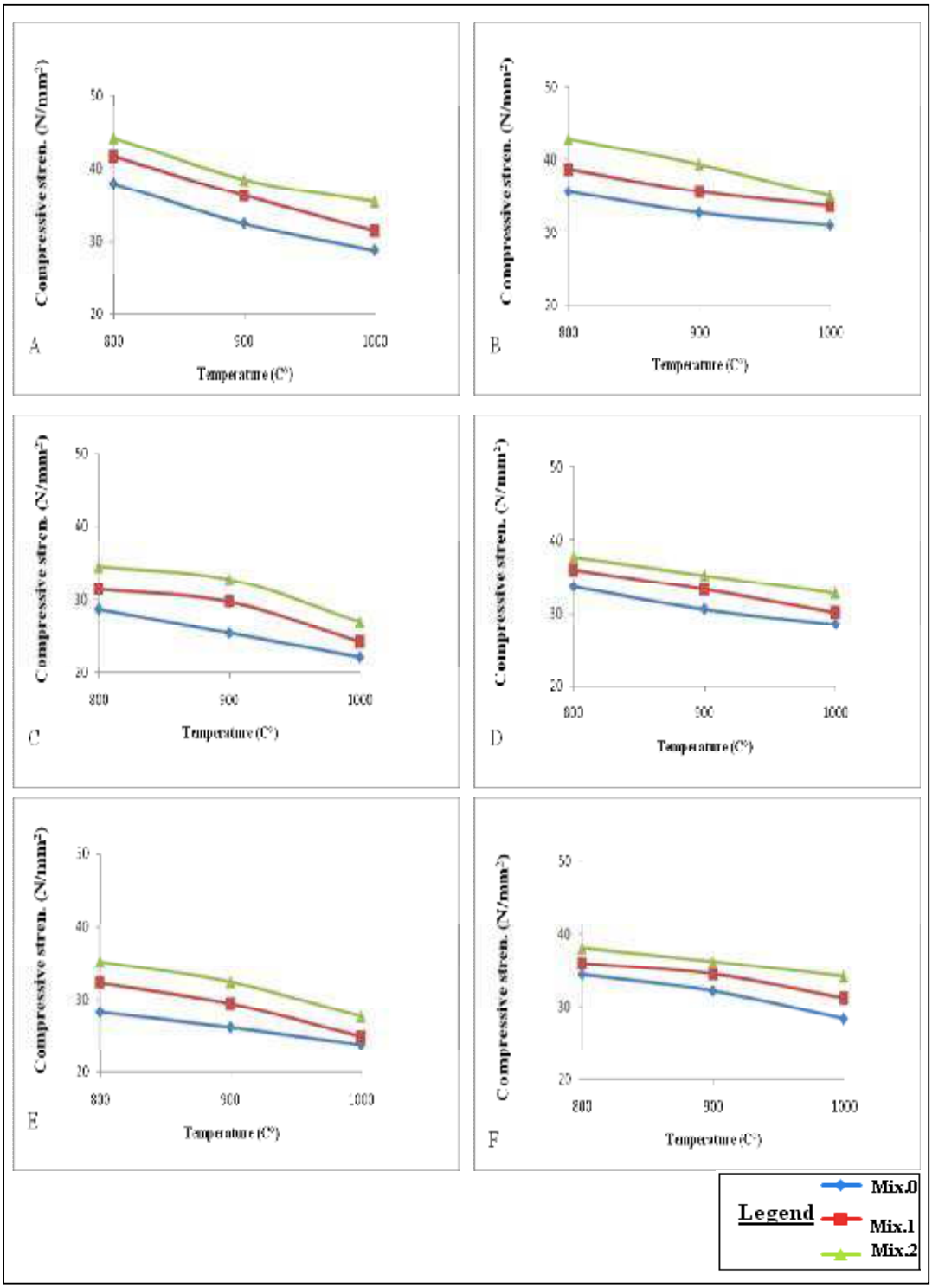
شكل 3-17 العلاقة بين الكثافة الكلية ودرجات حرارة الحرق لخلطات الطابوق خفيف الوزن ولجميع مواقع الدراسة

3-4-2 الفحوصات الميكانيكية (Mechanical tests)

3-4-2-1 مقاومة الانضغاط (Compressive strength)

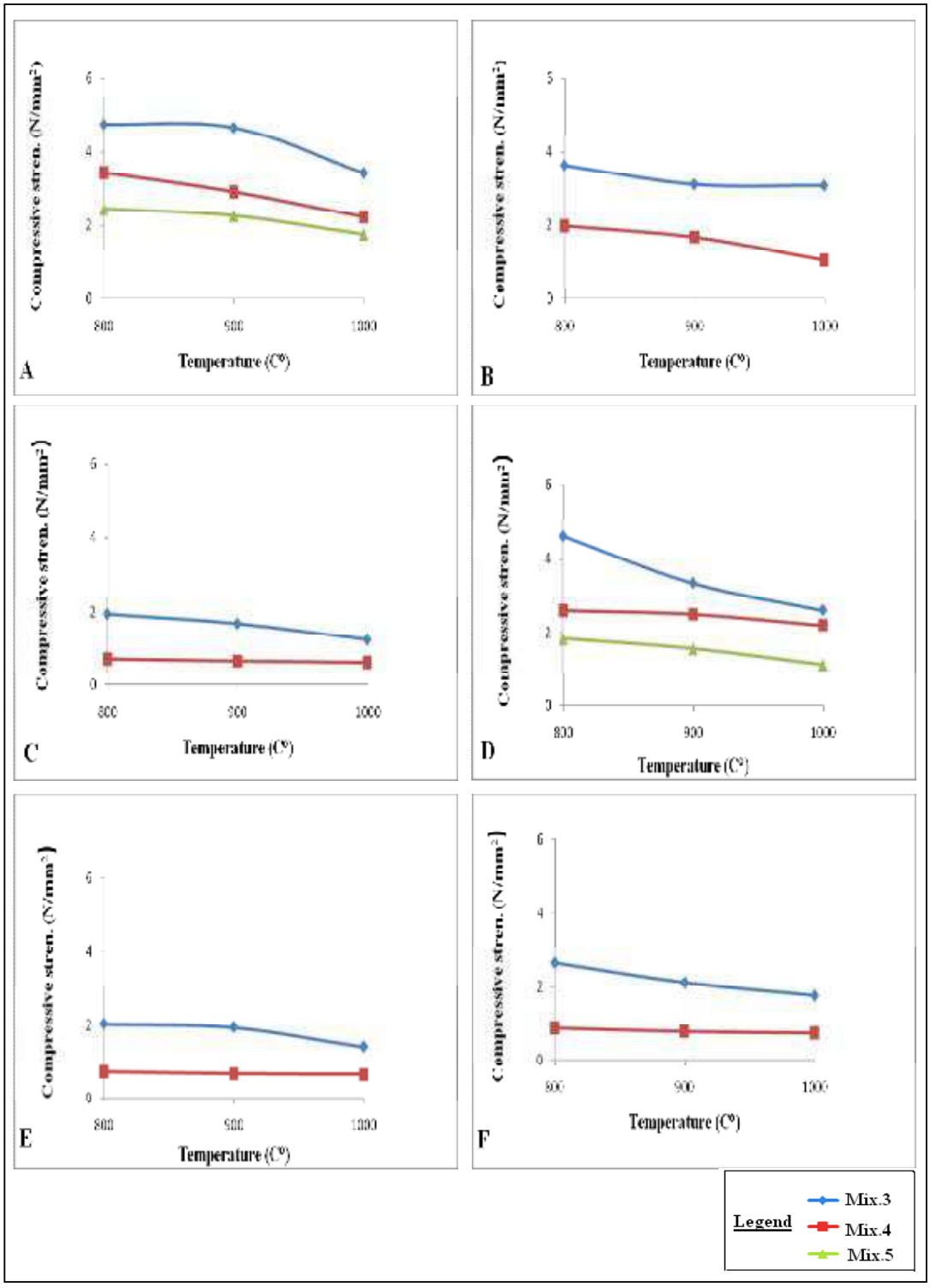
تبين النتائج انخفاض قيم مقاومة الانضغاط بارتفاع درجات حرارة الحرق بالرغم من تطور ونمو الاطوار المعدنية الجديدة بارتفاع درجات حرارة الحرق كالولاستونايت والانورثايت والدايوبسايد والتي تضفي صلابة للعينات المحروقة (Mason & Berry, 1968)، ويعزى ذلك إلى ارتفاع قيم المسامية الظاهرية وانخفاض الكثافة الكلية (Karman *et al.,* 2008) لجميع عينات مناطق الدراسة نتيجة لتحلل كاربونات الكاليسيوم وتحرير غاز(CO_2)، فضلا عن نشوء ونمو طور الجيلينايت بارتفاع درجة حرارة الحرق الذي يؤدي إلى اعاقة حصول التزجج وتكوين منصهر سيليكات الالمنيوم (Cultrone, 2005). يبين الجدول 3-10 نتائج فحص مقاومة الانضغاط لخلطات طابوق البناء الاعتيادي ولجميع درجات الحرق (800، 900، 1000)°م، و يبين الشكل 3-18 علاقة مقاومة الانضغاط لخلطات طابوق البناء الاعتيادي بجميع درجات حرارة الحرق ولجميع مواقع الدراسة، اذ تتراوح قيم مقاومة الانضغاط بين 28.29 و44.21 نيوتن/ملم^2 وبمعدل 35.78 نيوتن/ملم^2 عند درجة 800°م، وبين 25.42 و39.37 نيوتن/ملم^2 وبمعدل 32.81 نيوتن/ملم^2 عند درجة 900°م، وبين 22.16 و35.41 نيوتن/ملم^2 وبمعدل 29.22 نيوتن/ملم^2 عند درجة 1000°م.

كما لوحظ ان إضافة الرمل وبالنسبتين 10 و15% قد حسنت من مقاومة انضغاط العينات المحروقة لأن الرمل قد عمل على زيادة المتكون من معادن الولاستونايت، الانورثايت والدايوبسايد كما بينته نتائج التحليل المعدني للعينات المحروقة مما يؤدي إلى اعطاء قوة ومتانة اكثر لتلك العينات.



شكل3-18 العلاقة بين مقاومة الانضغاط لخلطات طابوق البناء الاعتيادي ودرجات حرارة الحرق ولجميع مواقع الدراسة

أما بالنسبة لخلطات الطابوق الخفيف الوزن (3 و4) وبعض عينات الخلطة 5 فقد لوحظ انخفاض قيم مقاومة الانضغاط بارتفاع درجة الحرارة وازدياد نسبة مخلفات الذرة ويعزى ذلك إلى ارتفاع نسبة المسامية الظاهرية وانخفاض الكثافة الكلية نتيجة لتحلل المادة العضوية (مخلفات الذرة) وتحرر غاز (CO_2) مسببة بذلك انخفاض مقاومة الانضغاط (Bànhidi & Gömze, 2008 ;Veiseh& Yousefi, 2003)، وبذلك فأن ارتفاع نسبة المتكون من الولاستونايت، الانورثايت والدايوبسايد المتكون نتيجة لزيادة نسبة المادة العضوية لن تظهر تأثير على تحسين خاصية مقاومة الانضغاط لعينات الطابوق الخفيف الوزن، اذ ان مخلفات الذرة قد ساهمت في إضافة نسبة معينة من كاربونات الكاليسيوم، السيليكا والفلدسبار إلى وسط التفاعل نظرا لتركيبها المعدني كما اثبتته نتائج التحليل المعدني لمخلفات الذرة مما ادى إلى زيادة نسبة المتكون من الولاستونايت، الانورثايت والدايوبسايد، و يبين الجدول 3-11 نتائج فحص مقاومة الانضغاط لخلطات الطابوق الخفيف الوزن بجميع درجات حرارة الحرق ولجميع مواقع الدراسة و يبين الشكل 3-19 علاقة مقاومة الانضغاط لعينات خلطات الطابوق الخفيف الوزن وبدرجات حرارة الحرق جميعها ولكافة مواقع الدراسة، اذ تتراوح قيم مقاومة الانضغاط بين 0.71 و4.63 نيوتن/ملم^2 وبمعدل 2.27 نيوتن/ملم^2 عند درجة 800°م، وبين 0.66 و3.35 نيوتن/ملم^2 وبمعدل 1.94 نيوتن/ملم^2 عند درجة 900°م، وبين 0.62 و3.44 نيوتن/ملم^2 وبمعدل 1.71 نيوتن/ملم^2 عند درجة حرارة 1000°م.



شكل 3-19 العلاقة بين مقاومة الانضغاط ودرجات حرارة الحرق لخلطات الطابوق خفيف الوزن ولجميع مواقع الدراسة

3-4-3 الفحوصات الكيميائية (Chemical tests)

3-4-3-1 التزهر (Efflorescence)

تظهر النتائج وجود تباين في سلوك درجات التزهر لخلطات مواقع مناطق الدراسة، اذ امتازت الخلطات الثلاثة للمواقع A، B، C بانخفاض درجة التزهر عند ارتفاع درجة حرارة الحرق، بينما امتازت الخلطات الثلاثة للمواقع E وF و الخلطتين 0 و 1 للموقع C ارتفاع درجة التزهر بارتفاع درجة حرارة الحرق. ان سبب انخفاض درجة التزهر في خلطات المواقع A, B, D بالرغم من ارتفاع المسامية الظاهرية وامتصاص الماء بارتفاع درجات حرارة الحرق يعود إلى كون الاملاح الذائبة في تلك الخلطات قد دخلت ضمن التفاعلات الكيميائية التي تحدث خلال عملية الحرق مكونة اطوار معدنية جديدة غير قابلة للذوبان في الماء كالجيلينايت، الولاستونايت والدايوبسايد وكما اظهرته نتائج التحليل المعدني للعينات المحروقة، اذ اعطى برنامج الحرق والتبريد المستخدمين الوقت الكافي لحدوث التفاعلات الكيميائية وتبلور الاطوار المعدنية الجديدة خلال التبريد. أما سبب ارتفاع درجة التزهر عند ارتفاع درجة الحرارة في خلطات المواقع F,E وخلطتي الموقع C، فيعود إلى ارتفاع نسبة المسامية الظاهرية وامتصاص الماء بارتفاع درجة حرارة الحرق مما يؤدي إلى خروج الاملاح القابلة للذوبان التي لم يحصل لها فرصة للدخول في التفاعلات الكيميائية لتكوين اطوار معدنية جديدة. تظهر النتائج ايضا ان إضافة الرمل قد قللت من التزهر وخاصة عند إضافة 15% رمل اي الخلطة 2 وبدرجة حرارة 1000°م عدا خلطة C2 التي اظهرت زيادة في التزهر وبارتفاع درجة حرارة الحرق مقارنة مع الخلطة C0, C1 ويعزى ذلك إلى ان هذه النسبة قد سببت اعاقة في سرعة التفاعلات الكيميائية نتيجة لزيادة نسبة الغرين في هذه المنطقة مما قلل فرصة الاملاح القابله للذوبان في الدخول في تلك التفاعلات (Singer, 1963). يبين الجدول 3-12 نتائج فحص التزهر لخلطات طابوق البناء الاعتيادي (0، 1، 2) ولدرجات حرارة الحرق جميعها (800، 900، 1000)°م. أما عينات خلطات الطابوق الخفيف الوزن (3،4) وبعض الخلطة 5 اظهرت انعدام التزهر في المواقع F, E بينما تظهر عينات باقي خلطات المواقع انخفاض التزهر بارتفاع درجة حرارة الحرق مما يعني ان المادة العضوية خلال الحرق عملت على توفير جو اختزالي يعمل على اختزال ثالث اوكسيد الكبريت (SO_3) واتحاده مع العناصر المتواجدة في المادة الاولية مكونا مواد غير ذائبة (القس وآخرون؛ 1989) (جدول 3-13).

جدول3-12 نتائج فحص التزهر لخلطات طابوق البناء الاعتيادي عند درجات حرارة حرق (800، 900، 1000)°م

Location	Mix No.	Firing tempreture (C°)	Efflorescence
A	0	800	S
		900	N
		1000	N
	1	800	S
		900	N
		1000	N
	2	800	N
		900	N
		1000	N
B	0	800	M-S
		900	S
		1000	N
	1	800	S
		900	S
		1000	N
	2	800	S
		900	N
		1000	N
C	0	800	S
		900	N
		1000	N
	1	800	S
		900	N
		1000	N
	2	800	M
		900	M
		1000	M
D	0	800	S
		900	S
		1000	N
	1	800	S
		900	S
		1000	N
	2	800	S
		900	M
		1000	M
E	0	800	N
		900	M
		1000	M
	1	800	N
		900	S
		1000	M
	2	800	N
		900	N
		1000	S
F	0	800	N
		900	S
		1000	M
	1	800	N
		900	S
		1000	S
	2	800	N
		900	N
		1000	N

***القيم معدل لثلاث قراءات/ *N: بدون تزهر، S:خفيف التزهر، M: متوسط التزهر**

جدول 3-13 نتائج فحص التزهر لخلطات الطابوق الخفيف الوزن عند درجات (800، 900، 1000)°م

Location	Mix No.	Firing temperature (C°)	efflorescence
A	3	800	S
		900	S
		1000	N
	4	800	N
		900	N
		1000	N
	5	800	N
		900	N
		1000	N
B	3	800	S
		900	S
		1000	N
	4	800	S
		900	S
		1000	N
C	3	800	S
		900	S
		1000	S
	4	800	N
		900	N
		1000	N
D	3	800	N
		900	N
		1000	N
	4	800	N
		900	N
		1000	N
	5	800	N
		900	N
		1000	N
E	3	800	N
		900	N
		1000	N
	4	800	N
		900	N
		1000	N
F	3	800	N
		900	N
		1000	N
	4	800	N
		900	N
		1000	N

*** القيم معدل لثلاث قراءات**

*** N: بدون تزهر، S: خفيف التزهر**

3-4-4 الفحوصات حرارية (The thermal tests)

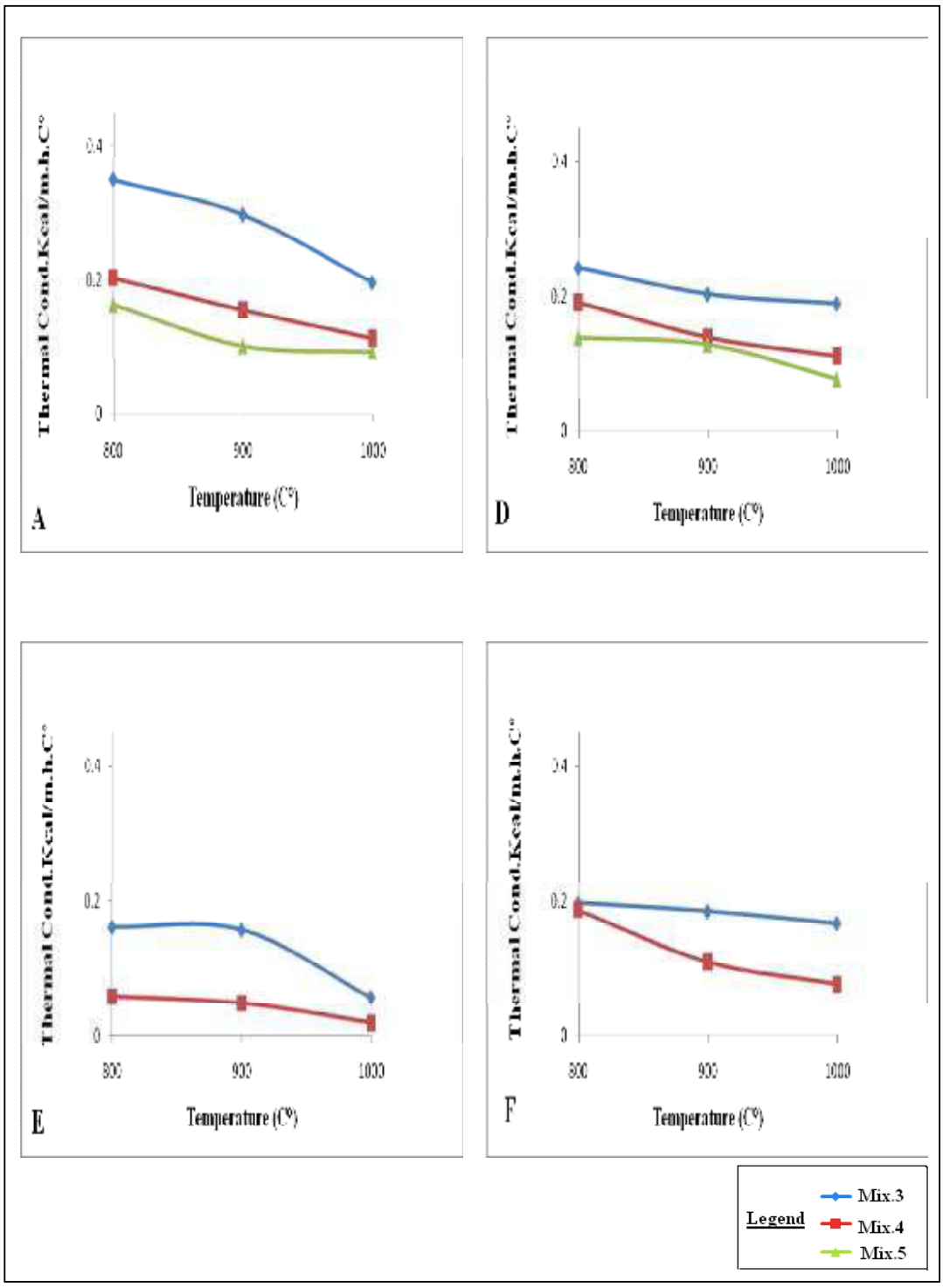
3-4-4-1 الايصالية الحرارية (Thermal conductivity)

تبين النتائج انخفاض الايصالية الحرارية بازياد نسبة مخلفات الذرة وبارتفاع درجات حرارة الحرق ويعزى ذلك إلى تأكسد المادة العضوية وتحرر غاز (CO_2) مخلفة فراغات داخل الجسم السيراميكي مما يؤدي إلى تحسين خاصية العزل الحراري، اذ تنخفض الايصالية الحرارية بارتفاع درجة حرارة الحرق وبازدياد نسبة المادة العضوية المضافة (Bànhidi & Gömze, 2008 ;Veiseh& Yousefi, 2003). يبين الجدول3-14نتائج العزل الحراري لعينات خلطات طابوق الخفيف الوزن ولدرجات حرارة الحرق جميعها ولكافة مواقع الدراسة و يبين الشكل 3-20 علاقة الايصالية الحرارية بدرجات حرارة الحرق لعينات خلطات طابوق الخفيف الوزن وللمواقع D, A, F, E، اذ تتراوح قيم الايصالية الحرارية بين 0.058 و0.351 كيلوسعرة/م س م° وبمعدل 0.189 كيلو سعره/م س م° عند درجة 800°م، وبين 0.048 و0.298 كيلوسعرة/م س م° وبمعدل 0.153 كيلو سعره/م س م° عند درجة حرارة 900°م، وبين 0.019 و0.196 كيلوسعرة/م س م° وبمعدل 0.114 كيلو سعره/م س م° عند درجة 1000°م. ان أعلى قيمة للإيصالية الحرارية سجلت في عينات منطقة سوق الشيوخ (A) وعند نسبة إضافة 15% وبدرجة حرارة 800°م واقل قيمة كانت في عينات منطقة الغراف (E) وعند نسبة إضافة 25% وبدرجة حرارة 1000°م، ويعود سبب ذلك إلى انخفاض قيم الكثافة الكلية نتيجة لارتفاع قيم المسامية الظاهرية في عينات منطقة الغراف مقارنة بعينات منطقة سوق الشيوخ والتي اظهرت أعلى قيم للكثافة الكلية واقل قيم للمسامية الظاهرية وبالتالي زيادة قيم العزل الحراري للعينات المصنعة من منطقة الغراف وانخفاضها في العينات المصنعة من منطقة سوق الشيوخ (A).

جدول 3-14 نتائج فحص الايصالية الحرارية للخلطات (3، 4) وبعض عينات الخلطة 5 للمواقع (F, E, D, A) **عند درجات حرارة الحرق (800، 900، 1000)°م**

Location	Mix No.	Firing Temperature. (C°)	Thermal Cond. Kcal/m.h.C°
A	3	800	0.351
		900	0.298
		1000	0.196
	4	800	0.204
		900	0.156
		1000	0.113
	5	800	0.164
		900	0.102
		1000	0.093
D	3	800	0.243
		900	0.203
		1000	0.189
	4	800	0.191
		900	0.139
		1000	0.111
	5	800	0.139
		900	0.129
		1000	0.077
E	3	800	0.161
		900	0.157
		1000	0.057
	4	800	0.058
		900	0.048
		1000	0.019
F	3	800	0.197
		900	0.185
		1000	0.167
	4	800	0.187
		900	0.109
		1000	0.076

*القيم معدل لثلاث قراءات



شكل 3-20 علاقة الايصالية الحرارية مع درجات حرارة الحرق لخلطات الطابوق الخفيف الوزن وللمواقع ((A, D, E, F).

3-4-5 التحليل المعدني (Mineralogical analysis)

تبين (الاشكال 3-21، 3-22) مخططات حيود الأشعة السينية لخلطات طابوق البناء الاعتيادي(0، 2) لعينة منطقة الغراف (E)، وتبين (الاشكال 3-23، 3-24) مخططات حيود الأشعة السينية لخلطات طابوق البناء الخفيف الوزن (3، 4) لعينة منطقة سوق الشيوخ (A) ولدرجات حرارة الحرق جميعها (800، 900، 1000) °م.

شخص معدن الكوارتز عند درجة حرارة حرق 800°م وبشدة انعكاس عالية عند الزاوية (2θ°) 26.66° فضلا عن ظهوره عند الزاوية 20.89° بشدة قليلة، كما شخص كل من معادن الولاستونايت (Wollastonite) والدايوبسايد (Diopside) والانورثايت (Anorthite) وبزوايا انعكاس 27.79°, 35.48°, 29.8° على التوالي فضلا عن ظهورهم بزوايا انعكاس أخرى لكن بشدة اقل، تتكون تلك المعادن نتيجة لتفاعل السيليكا الحرة الناتجة من الكوارتز مع المعادن الكاربوناتية (الكالسايت والدولومايت) الموجودة في المادة الأولية وتزداد شدة الانعكاس الزاوي لهذه الأطوار بارتفاع درجات حرارة الحرق مقابل انخفاض شدة معدن الكوارتز(Cultrone *et al.,* 2001 ;Peters & Iberg, 1978)، وكما هو واضح من مخططات حيود الأشعة السينية. شخص معدن الجيلينايت عند درجة حرارة 800°م عند الزاوية (2θ°) 31.39° فضلا عن ظهوره بزوايا انعكاس أخرى وبشدة اقل، ويبدأ هذا المعدن بالتبلور عند هذه الدرجة نتيجة لتفاعل السيليكا الحرة الناتجة من معدن الكوارتز مع الكلس المتحلل من كاربونات الكالسيوم والالومينا المشتقة من تحلل الإلايت كما في المعادلة الآتية:

$$3SiO_2.Al_2O_3 \text{ (الإلايت)} + 6CaO + SiO_2 \rightarrow 3Ca_2Al_2SiO_7\text{(الجيلينايت)}$$

تنخفض شدة معدن الجيلينايت عند الدرجات الحرارية الأعلى من 1000°م نتيجة لانتهاء تحلل كاربونات الكالسيوم مما يؤدي إلى تفاعل السيليكا مع (CaO) المتحلل من تحطم طور الجيلينايت مؤدية إلى زيادة تركيز معادن (الولاستونايت والدايوبسايد والانورثايت) ونقصان في شدة الجيلينايت والكوارتز في تلك المديات الحرارية.

أما الولاستونايت فيتكون عند درجة حرارة 800°م من تفاعل الكوارتز مع الكالسايت وكما في المعادلة الآتية:

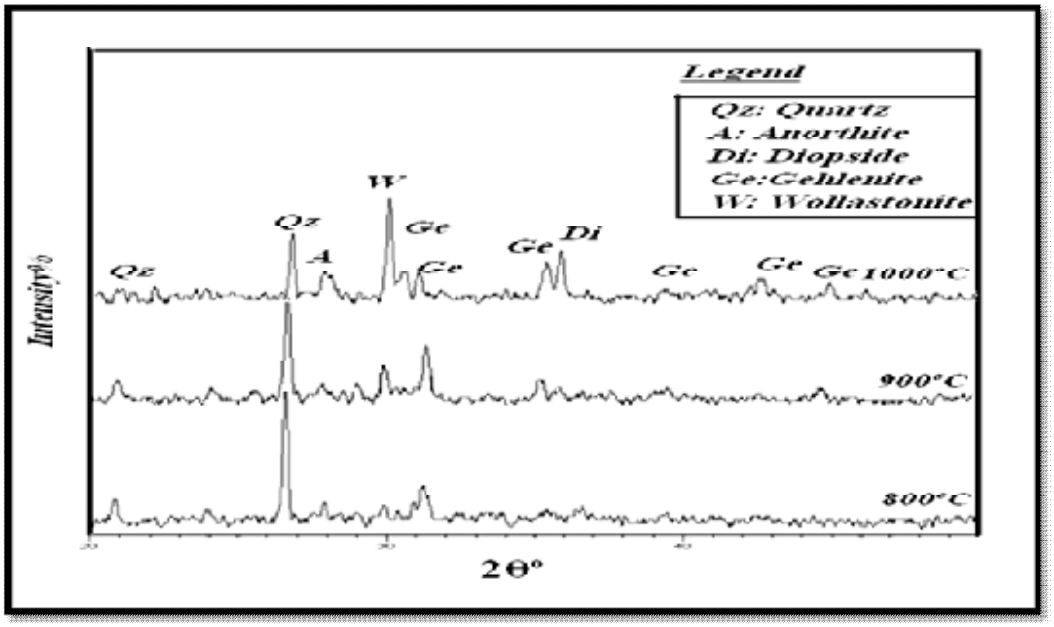
$$CaCO_3\,(Calcite) + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3\,(Wollastonite) + CO_2$$

يعتبر كل من الولاستونايت والجيلينايت مركبات وسطيه غير مستقرة عند وجود السيليكا اذ تتفاعل معها مكونة معادن الأنورثايت.

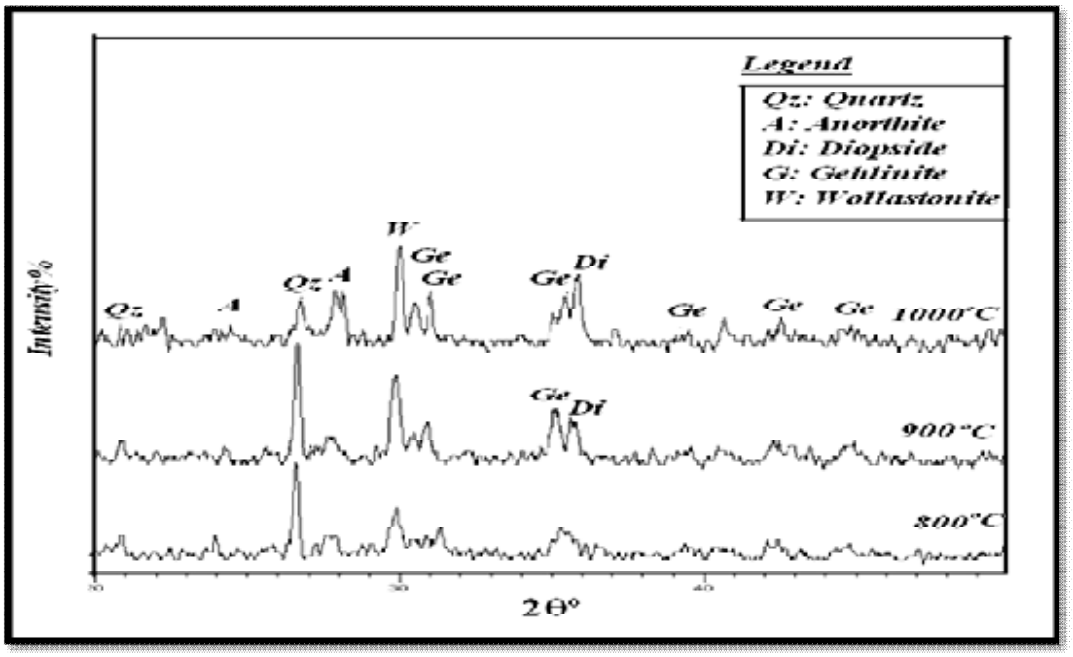
يتكون معدن الدايوبسايد من تفاعل الكلس الناتج من تحلل الكاربونات مع المغنيسيا المتحللة من الدولومايت مع السيليكا وكما موضح في المعادلة الآتية:

$$2SiO_2 + CaMg(CO_3)_2\,(Dolomite) \rightarrow CaMgSi_2O_6\,(Diopside) + CO_2$$

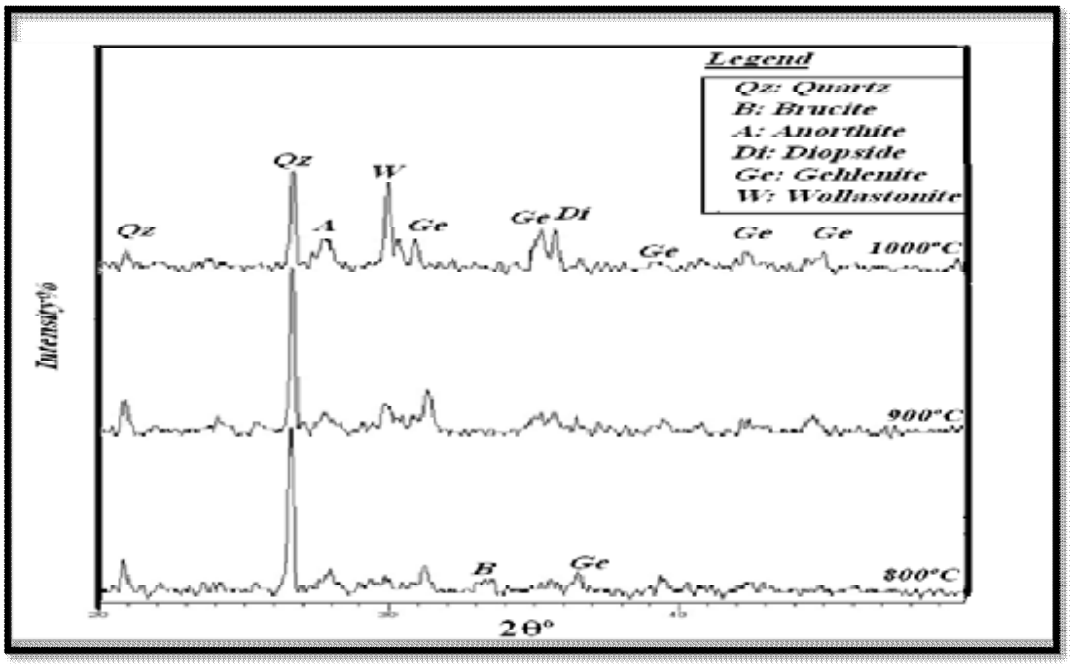
يلاحظ من مخططات حيود الأشعة السينية زيادة تركيز كل من الجيلينايت والولاستونايت والانورثايت والدايوبسايد عند إضافة الرمل لما يوفره من السيليكا الحرة وكذلك عند إضافة مخلفات الذرة التي توفر السيليكا و الكاربونات وكما هو واضح في مخططات الأشعة السينية.



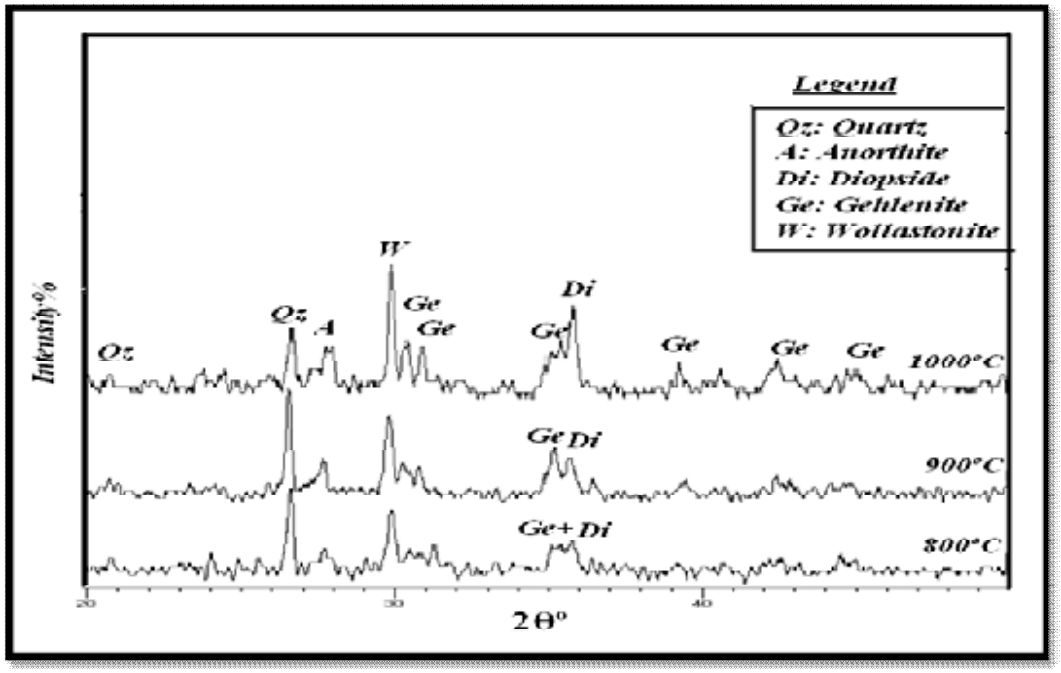
شكل 3-21 مخططات حيود الأشعة السينية لعينة E0 المحروقة عند درجات حرارة ,800 900 1000 م°



شكل 3-22 مخططات حيود الأشعة السينية لخلطة العينة E2 المحروقة عند درجة حرارة 800، 900، 1000°م



شكل 3–23 مخططات حيود الأشعة السينية لخلطة العينة AC1 المحروقة عند درجة حرارة ,800 900, 1000م°



شكل 3–24 مخططات حيود الأشعة السينية لخلطة العينة AC2 المحروقة عند درجة حرارة 800، 900، 1000°م

3-5 تقييم العينات المختبرية المصنعة لغرض صناعة طابوق البناء

اجري تقييم العينات المختبرية المصنعة لغرض صناعة طابوق البناء الاعتيادي بمقارنتها مع متطلبات المواصفات العالمية الخاصة بطابوق البناء الاعتيادي وهي المواصفة العراقية (25 لسنة 1988) والمواصفة البريطانية (BS: 3921, 1985) والمواصفة الأمريكية (ASTM C62, 2000) (جدول3-15). ومن خلال مطابقة خواص عينات طابوق البناء الاعتيادي مع المواصفة العراقية تبين ان جميع عينات طابوق البناء الاعتيادي ضمن حدود المواصفة، اذ اعطت العينات المصنعة من ترسبات منطقة سوق الشيوخ (A) طابوق صنف A للخلطة 2 وبدرجتي حرارة حرق 800 و900°م واعطت طابوق صنف B لباقي الخلطات وبدرجات حرارة الحرق جميعها، أما العينات المصنعة من ترسبات مناطق الاصلاح وسوق الشيوخ (B, D) فقد اعطت طابوق صنف A في الخلطة 2 بدرجة حرارة 800°م، كما اعطت العينات المصنعة من ترسبات منطقتي الغراف وسيد دخيل (C, E) طابوق صنف B وC باختلاف درجات حرارة الحرق، أما بالنسبة للعينات المصنعة من ترسبات منطقة الناصرية (F) فقد اعطت طابوق صنف A في الخلطة 2 وبدرجتي حرارة حرق 800 و900 °م واظهرت عينات الطابوق المصنعة من ترسبات مناطق الدراسة عموما تطابقا مع متطلبات المواصفة البريطانية والامريكية لصناعة طابوق البناء الاعتيادي.

أما تقييم الطابوق خفيف الوزن فقد قورنت خواصها من ناحية الكثافة ومقاومة الانضغاط خاصية العزل الحراري مع المواصفة الالمانية (DIN 4108) في الراوي، (1984) (الجدول3-16) وقد تطابقت خواص العينات المختبرية مع المواصفة الالمانية في اغلب عينات الخلطات 3 و4 في المواقع A, B, D، اذ تطابقت خواص العينات في الموقع A في الخلطة 3، 4 وبدرجات حرارة الحرق جميعها أما المواقع B وD فقد اعطت هذه المواصفات في الخلطة 3 وبجميع درجات الحرق أما المواقع C وE فقد اعطت طابوق ذو كثافة قليلة لكن مقاومة انضغاطه اقل من (2.5)نيوتن/ملم^2 في حين اعطى الموقع (F) طابوق خفيف وزن فقط عند الخلطة 3 وبدرجة حرارة حرق (800)°م.

جدول 3-15 متطلبات المواصفات القياسية العراقية والامريكية والبريطانية لصناعة طابوق البناء الاعتيادي

Requirments	Iraqi Standard 1988 لسنة 25			American Standard C 62-00, 2000			British Standard 3921, 1985
Classes	A	B	C	A	B	C	
water absorbtion%	22	26	28	-	-	-	No limit
Compressive strength (N/mm^2)	16	11	7	21.1	17.6	10.6	> 5
efflorescence	S	M	-	-	-	-	N-M

جدول 3-16 متطلبات المواصفة الالمانية (DIN4108) لصناعة الطابوق الخفيف الوزن

Requirments	DIN(4108)
Bulk density Kg/cm^2	800-1000
Compressive Strength N/mm^2	>2.5
Thermal insulation Kcal/h.m.c°	≤ 0.45

الاستنتاجات (Conclusions)

1. اظهرت نتائج التحليل الكيميائي سيادة السيليكا على باقي الاكاسيد يليها اوكسيد الكاليسيوم، كما وجد ارتفاع نسبي للاكاسيد المساعدة على الانصهار ($CaO, MgO, Fe_2O_3, Na_2O, k_2O$).

2. شيوع معادن (الكوارتز، الكالسايت، الفلدسبار، الدولومايت ونسبة قليلة جدا من الجبس والهالايت) فضلا عن المعادن الطينية (المونتموريللونايت، الكلورايت، الالايت، باليغورسكايت) ومعادن الطبقات المختلطة (كاؤولينايت+كلورايت، كلورايت–مونتموريللونايت).

3. وجد ان استخدام برنامج الحرق المقترح في البحث الذي يتضمن رفع درجة حرارة الحرق بمعدل 3°م لكل دقيقة وبدرجات حرارية 800، 900، 1000°م كان له الاثر الكبير في تحسين خصائص طابوق البناء وبدون أي مضافات بالمقارنة مع عينات الطابوق المعملي في معامل الطابوق التي تم زيارتها اثناء العمل الحقلي، اذ تم الحصول على طابوق بناء ذو مقاومة انضغاط جيدة، مسامية ظاهرية قليلة وكثافة جيدة، كما كان له الاثر الواضح في تقليل التزهر والحصول على طابوق مطابق للمواصفات العالمية والعراقية.ش

4. اعطت درجة حرارة حرق 800°م افضل النتائج بالنسبة لطابوق البناء الاعتيادي والخفيف خاصة بالنسبة للمسامية الظاهرية وامتصاص الماء والكثافة ومقاومة الانضغاط كون ان المسامية الظاهرية والكثافة الكلية ومقاومة الانضغاط تقل كلما ارتفعت درجة الحرارة نتيجة لتحلل المركبات العضوية والكاربونات بارتفاع درجة حرارة الحرق وعدم تكون الطور الزجاجي في درجات الحرارة المقترحة لموضوع البحث.

5. ساهم الرمل المضاف في تحسين خصائص عينات طابوق البناء الاعتيادي، اذ انخفض الانكماش الخطي والحجمي والمسامية الظاهرية وامتصاص الماء وازدادت الكثافة الكلية ومقاومة الانضغاط بازدياد نسبة الاضافة، وساهم الرمل في زيادة المتكون من الاطوار المعدنية الجديدة كالولاستونايت والجيلينايت والدايوبسايد والانورثايت فضلا عن تقليل درجة التزهر.

6. امكن الحصول على طابوق بناء اعتيادي صنف A عند اضافة الرمل بنسبة 15% وبدرجة حرارة حرق 800, 900°م من عينات منطقة سوق الشيوخ (A) ومن عينات سوق الشيوخ (B) والاصلاح والناصرية عند درجة حرارة حرق 800°م.

7. ساهمت مخلفات الذرة في انخفاض الكثافة الكلية ومقاومة الانضغاط ودرجة التزهر وزيادة المسامية الظاهرية وامتصاص الماء والمتكون من الاطوار المعدنية الجديدة بعد الحرق.

8. امكن الحصول على طابوق خفيف وزن عازل للحرارة مطابق للمواصفات العالمية خاصة عند اضافة 15% مخلفات الذرة وعند درجة حرارة حرق 800، 900°م لمناطق سوق الشيوخ والاصلاح والناصرية بينما اعطت الغراف افضل عازلية حرارية وبنسبة 25% من مخلفات الذرة عند درجة حرارة حرق 1000°م لارتفاع نسبة المسامية الظاهرية فيها الناتجة من ارتفاع نسبة الغرين في ترسبات تلك المنطقة فضلا عن وجود الكالسايت بكميات وفيرة.

9. ان اضافة 35 % مخلفات الذرة ادى الى حصول تطبقات (Lamination) بعد الكبس مباشرة نتيجة لزيادة نسبة مخلفات الذرة بالنسبة الى مكونات الخلطة فضلا عن الحاجة الى زيادة نسبة ماء التشكيل الى 20% الذي ادى الى عدم تماسك حبيبات الخلطة وظهور هذه التطبقات والتي زاد حجمها بعد التجفيف بسبب ازالة ماء التشكيل مما ادى الى حصول ضعف في بنية عينات الطابوق خفيف الوزن بعد الحرق وسهولة تهشمها.

10. تعد منطقة سوق الشيوخ (A) افضل مناطق الدراسة لانتاج طابوق البناء الاعتيادي والخفيف.

التوصيات **(Recommendation)**

1. اجراء دراسات جيوكيميائية وصناعية معمقة للمناطق الاخرى من محافظة ذي قار التي لم تتم تغطيتها في البحث.
2. استخدام درجة حرارة حرق 800°م في معامل منطقة الدراسة كون المنطقة غنية بمركبات الكاربونات والتي تؤدي الى تدني خصائص الطابوق بارتفاع درجات حرارة الحرق الى 1000°م وان استخدام درجات حرارية اعلى من 1000°م يؤدي الى هدر في الوقود ووقت الانتاج.
3. اطالة فترة التجفيف لطابوق المعامل تلافيا لمشاكل التشقق والتكسر اثناء التجفيف وبعد الحرق كون ترسبات المنطقة غنية بالمونتموريللونايت المعروف بحساسيته تجاه التجفيف والذي يؤدي الى حصول تشققات في الطابوق بعد التجفيف والحرق.
4. اجراء تجارب معملية لصناعة طابوق خفيف وزن عازل للحرارة يتناسب مع الجو الحار في المناطق الجنوبية وتزويد المعامل بمكائن طحن المخلفات العضوية واستخدام طريقة البثق لغرض تشكيل عينات طابوق خفيف الوزن لكون المخلفات العضوية محبة للماء اي تحتاج الى وفرة من ماء التشكيل لغرض الوصول الى تجانس في الخلط.
5. اعتماد اضافة نسبة 15% او من مخلفات الذرة للحصول على طابوق خفيف وزن مطابق للمواصفات وذو مقاومة انضغاط جيدة.

المصادر.....

المصادر العربية

- آل سميسم، رائد حسن عبود، 1984. تحري الطرق المختلفة لصناعة الطابوق وملائمتها لانواع مختلفة من التربة, رسالة ماجستير غير منشورة, كلية الهندسة , جامعة بغداد، 156ص.
- التميمي، دنيا صاحب، 1999. صناعة الطابوق الطيني في العراق، خواصه واهم مشاكله والطرق المقترحة كلها، بحث دبلوم عالي، هندسة تكنولوجيا الحراريات، الجامعة التكنولوجية، 30 ص.
- الحديثي، عادل ابراهيم؛ والرمضاني, خيرية عبد الله ,1987. صناعة الطابوق الطيني من الترب الملحية, مركز بحوث البناء ,مجلس البحث العلمي – بغداد ,العدد (1), (1–31) صفحة.
- رافع, زين العابدين رؤوف؛ الحديثي، عادل ابراهيم؛ والرمضاني, خيرية عبد الله، 2001 . تصنيع طابوق خفيف الوزن وعازل للحرارة, المجلة العراقية للهندسة المدنية, العدد 2 (1), (95–101) صفحة.
- الحكيم، فرهاد عبد الاحد، 1998 . تقييم بعض اطيان النيوجين من شمال العراق للاغراض السيراميكية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة بغداد، 100ص.
- الخفاجي، ستار جبار، 1989. جيوكيمائية العناصر الارضية النادرة في الترسبات الطينية الصناعية في العراق, رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة بغداد، 136ص.
- الخفاجي، ستار جبار، 2001. معدنية وجيوكيمائية اطيان الفلنت العراقية في الصحراء الغربية وصلاحيتها لصناعة الحراريات، اطروحة دكتوراه, جامعة بغداد، 153ص.

- الخفاجي, ستار جبار, السعد, حارث عبد الحليم, العلي, صفاء حسين, 2011. تحسين خواص الترسبات الطينية في مناطق مختارة, جنوب العراق لآغراض صناعة طابوق البناء, بحث غير منشور, كلية العلوم، جامعة البصرة، 20 صفحة.

- الراوي، صادق، 1984. صناعة الطابوق الخفيف في المواد المتوفرة محلياً والتطبيقات العملية, كتاب انماط البناء في الوطن العربي وصناعة الطابوق الطيني,اتحاد مجالس البحث العلمي العربية, بغداد، 778ص.

- الزبيدي، عقيل عباس احمد، 2004. دراسة معدنية وجيوكيميائية لصخور تكوين انجانة من مواقع مختارة وسط العراق وامكانية استخدامها للصناعات السيراميكية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم، جامعة بغداد، 140ص.

- الساكني، جعفر أحمد، 1986. جفاف وانقطاع أنهار البصرة القديمة وعلاقتها بقناة خور الزبير والتراكيب الجيولوجية التحت سطحية والتي تشكل حقول البصرة النفطية الحالية، وقائع الندوة الأولى حول الطبيعة البحرية لخور الزبير والمسطحات المجاورة ــ مركز علوم البحار ــجامعة البصرة، ص 145-146.

- السعد، حارث عبد الحليم سكر، 2006. تقييم وتحسين خواص بعض الترسبات الحديثة في مناطق مختارة شمال مدينة البصرة لصناعة طابوق البناء،رسالة ماجستير،كلية العلوم_قسم علم الأرض- جامعــة البصرة، 109ص.

- الغزي، حسن سوادي نجيبان، 2005. هيدرولوجية شط الغراف، رسالة ماجيستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة البصرة، 101ص.

- القس، رائد متي، الرمضاني، خيرية، 1984. تأثير حرارة الحرق معملياً على خواص الطابوق الطيني، تقرير غير منشور، مركز بحوث البناء، 29 صفحة.

- القس، رائد متي؛ كزير، بهاء جورج؛ عبد الاحد، نبيل؛ عواد، اقبال، 1989. الاستفادة من نفايا المطاط في صناعة الطابوق الفخاري. وقائع بحوث المؤتمر العلمي الخامس لمجلس البحث العلمي، المجلد 4، الجزء الاول، 151–173ص.

- القس، رائد متي؛ خضر, غازي فيصل؛ كزير, بهاء جورج, 1989. تأثير التدرج الحبيبي للتربة ونسب كاربونات الكالسيوم على خواص الطابوق الفخاري، مجلة بحوث البناء, المجلد8، العدد1، 11–32 ص.

- المواصفة القياسية العراقية رقم (25) لسنة (1988). الطابوق المصنوع من الطين (الآجر)، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية.

- الموسوي, سليم كاظم, 2000. الطابوق خفيف الوزن انواعة صناعتة استخداماتة, بحث دبلوم عالي,هندسة تكنلوجيا الحراريات, الجامعة التكنلوجية, 26 ص.

- الهلالي, مصعب عبد الحميد ,1980. دراسة بعض الخواص الجيوكيميائية والفيزيائية لاطيان منطقة بلدروز–محافظة ديالى ,رسالة ماجستير غير منشورة,كلية العلوم, جامعة بغداد، 151ص.

- بنات، خالد محمود، 1980. اسس المعادن الطينية، مطبعة جامعة بغداد، جامعة بغداد،138ص.

- جابر، مناف قاسم، 2010. دراسة الخواص الفيزياوية والحرارية لمادة السيليكا المعززة بكاربيد السيليكون واوكسيد المغنيسيوم، رسالة ماجيستير غيرمنشورة، كلية العلوم، جامعة البصرة، 100ص.

- حمادي، احمد عبد، 2007. تقييم أطيان الباليوجين في شمال وشمال شرق العراق واستخدامه للاغراض السيراميكية، اطروحة دكتوراه , جامعة بغداد، 146ص.

- رومي, سلمان سوادي، 1988. امكانية استغلال ترسبات خور الزبير في الصناعات السيراميكية, رسالة ماجستير غير منشورة, كلية الهندسة, جامعة البصرة، 123ص.

- سرسم، نجلة متي حنا، 2004، معدنية وجيوكيمياء ترسبات النيوجين قرب الرمادي وصلاحيتها للاغراض السيراميكية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة بغداد، 96ص.

- سعيد، علي محمد قائد، 2003. تقييم صلاحية بعض الخامات العراقية المحلية ومخلفات الزجاج لأغراض صناعة البورسلين الكيميائي، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة البصرة، 112ص.

- عبد, سهاد حسن، 2007. دراسة معدنية وجيوكيميائية وفيزيائية لترسبات منطقة النهروان واثرها في صناعة طابوق الطين الآجر، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة بغداد، 102ص.

- علي، هند باسل، 2009. دراسة اسباب زيادة نسبة التلف في اللبن الجاف وظاهرة التزهر للطابوق الفخاري، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد 27، العدد 12,423–437 صفحة.

- كريم ، حسين حميد ، 1988. جيولوجيا الخليج العربي ، منشورات مركز علوم البحار ، جامعة البصرة ، 128 ص.
- ليفون وساكو، 1986. إنشاء المباني. ط2، جامعة بغداد، كلية الهندسة، قسم الهندسة المدني، 598 ص.
- ميرزا، خولة احمد، 1997. تقييم بعض اطيان الكريتاسي الاعلى والثلاثي في شمال العراق للاغراض السيراميكية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة بغداد، 106ص.

English references

- Abdulkadir, A.; Mohajerani, A.; Roddick, F., and Bukeridage, J., 2010. Density, Strength, Thermal Conductivity and Leach Ate Characteristics of light- weight Fired Clay Bricks Incorporating Cigarette Butts, International Journal of Civil and Environmental Engineering,2,4 ,pp 179-184.

- AL-Kass,R.M. and AL -Khalissi, F.Q., 1983 ," Drying Properties of Brick Clay in Iraq" ,J. Bul .Res.,Vol.12,No.2,pp.1-16.

- AlKass, R. M.; Hadi, M. H.; N. I. and Al-Takarli, S. F., 1984. Effect of Fine Calcite Present in The Soil on The Properties of Clay Brick, Journal of Building Research Center, Vol. 67, No. 7, pp. 117-121.

- AL-Marahleh, G., 2005. Production of Light Weight Ceramic Tiles from Local Materials, American Journal of Applied Science, 2,4, pp.778-783.

- ASTM,(C62-2000). Standard Specification for Clay Building Bricks.

- ASTM,(C326), (2009). Drying and Firing Shrinkage of Ceramic Whiteware Clay.

- ASTM,(C773-88), (2006). Compressive (crushing) Strength of Fired of Whiteware Material.

- ASTM,(C20-2000), (2010). Apparent Porosity, Water Absorption, Apparent Spevific Gravity and Bulk Density of Burned Refractory Brick and Shapes by Boilling Water.

- ASTM, (D4318-00) . Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

- Aqrawi, A. A., 2001. Stratigraphic Signature During The Holocene Evolution of The Tigris – Euphrates Delta, Lower Mesopotamia, Global and Planetary Change, (28): pp 267-298.

- Bănhidi, V.and Gömze, L. A., 2008. Improvement of Insulation Properties of Brick Products, Vol. pp 589,1-6.

- Behravan, Gity, 2003. Brick and Ceramic Sectors, Regional Energy Resources Information Center, Asian Institute of Technology, Thailand, 64pp.

- BS, 1377-2, (1990). British Standard for Engineering Purposes.

- BS, 3921, (1985). British Standard Specification for Clay Bricks.

- Buday, T., 1980. The Regional Geology of Iraq, Stratigraphy & Palaeogeography, State organization of Minerals, Dar Al-Kutb Publishing House, Mosul, Iraq, 443P.

- Buday, T., and Jassim, S. Z., 1987. The Regional Geology of Iraqtectonism. (Magmatism and Metamorphism). GEOSURV Pub. Baghdad, 322P.

- Budinkov, P.P., 1964. The Technology of Ceramics and Refractories, Massachusetts Institute of Technology, 647pp.

- Carrol, D., 1970. Clay minerals: A guide to Their X-ray Identification, The Geol. Of Amer, Special Paper, 126, 80 pp.

- Chan, C. M., 2011. Effect of Natural Fibres in Clusion in Clay Bricks, Physio- Mechanical Properties, International Journal of Civil and Environmental Engineering, pp 51-57.

- Chao , G.Y. , 1969 , 2θ (Cu) Table for Common Minerals , Geological paper 69-2 , Carleton Univ. , Ottawa , Canada , 42 pp.

- Cultrone, G. and Sebastiăn E., 2009. Fly Ash Addition in Clayey Materials to Improve The Quality of Solid Bricks, Construction and Building Materials, 23, PP (1178-1184).

- Cultrone, G.; Sebastian E; and Torre M. J., 2005. Mineralogical and Physical Behavior of Solid Bricks with Additives, Construction and Building Materials, 19, pp(39-48).

- Cultrone, G.; Sebastian, E.; Cazalla, O.; Nechor, M.; Romero, R.,and Bagguar, M. G.,2001B, Uitra-sound and Mechanical Tests Combined with ANOVA to Evaluate Brick Quality, Ceramic International,27 pp.(401-406).

- Cultrone, G.; Sebastian, E.; Elert, K.; Torr, M.J.; Cazalla, O., and Navarro, C., 2004. Influence oF Mineralogy and Firing Temperature on The Porosity of Bricks, Journal of The European Ceramic Society, 24, pp.(547- 564).

- Daniel, A. R., 1977. Brick and Mortar, Building in Hot Climate, Aselection of Over Seas Notes, United Kingdom, 150pp.

- Davision, J. I., 1967. A Study of Efflorescence in Clay Bricks, The Journal of The Canadian Ceramic Society, Vo. 35, Research No. 322, pp. (85-92).

- Dondi, M., Marsigli, M., and Venturi, I., 1999. Microstructure and Mechanical Properties of Clay Bricks: Comparsion Between Fast Firing and Traditional Firing, British Ceramic Transaction 15, pp. (1-15).

- Ducman, V., and Kopar, T., 2007. The Influence of Different Waste Additions to Cla y- Product Mixtures, Material and Technology, Vol. (41) No.(6), pp(289-293).

- Fatih, T. and ümit, A. 2001. Utilization of Fly Ash in Manufacturing of Building Bricks, International Ash Utilization Symposium, Center for Applied Energy Research, University of Kentucky, paper No. 13.

- Folk, R.I., 1974. Petrology of Sedimentary Rock, hemphill publication Co., Texas, USA, 182pp.

- Grim, R.E., 1962. Applied Clay Mineralogy, Mc Graw Hill, New York, 422pp.

- Grim, R.E., 1968. Clay Mineralogy, 2nd ed., Mc Graw Hill, New York, 364pp.

- Grimshaw,R.W.,(1971).The Chemistry and Phys -Ics of Clays and Allied Ceramic Materials (4th. ed),Ernest Been,London, 1042pp.

- Hamza, 1997. Geomorphological Map of Iraq, Geological Survey and Mining, Ministry of Industry and Minerals, Sheet No.3.

- Harmathy, T.Z., 1988. Properties of Building Materials, The SPFE Handbook of Fire Protection Engineering, IRC Paper No. 1580, Canada, pp (378-391)

- Jassim,S. Z. and Goff, J. C, 2006. Geology of Iraq. Dolin ,Prague and Moravian Museum, Brno, 337 pp.

- Jega J., Ezzat C.A., and Aziz A.R., 2005. Effect of Firing Temperature on Industrial Waste Incorporated Clay Samples . Proceedings of The AEESEAP International Conference, .

- Johari, I.; Hasham, S. S.;Bakar, A. and Ahmed, Z. A., 2010. Effect of The Change Firing Temperature on Microstructure and Physical Properties of Clay Bricks, Malaysia Science of Sintering, 42,pp.(145-254).

- Johari, I.; Said, S.; Jaya, R. P., and Abu Bakar, B. H. and Ahmed, Z. A., 2011. Chemical and Physical Properties of Fired Clay Brick at Different Type of Rice Husk Ash, International Conference on Environmental Science and Engineering, pp.(171-174)

- Jung, J. H.; Yoo, J. W.; Lee; Jin-Uk and Kim, Hyung-Tae, 2005. Application of Coal Wastes to Clay Bricks and Investigation of Their Properties, J. Ind. Eng. Chem., Vo. 11, No. 2, pp. (175-179).

- Karaman, S.;Ersahin, S. and Gunal, H.,2006. Firing Temperature and Firing Time Influence on Mechanical and Physical Properties of Clay Bricks, Journal of Scientific & Industrial Research, Vol. 65,pp. (153-159).

- Karaman, S., Gunual, H. and Ersahin, S., 2008. Quantitave Analysis of Pumice Effect on Some Physical and Mechanical Proprteis of Clay Bricks, Journal of Appleid Science, Vol., 8, No., 7, pp.(1340-1345).

- Kingery, W. D., 1963. Introduction to Ceramics, Jhon Wiley and Sons, Inc. New York, 781pp.

- Kingery, W.D., 1976. Introduction to Ceramics, John Wiley and Sons., Inc. New York, 781pp.

- Lees, G.M., F. R. S., and falcon, N. L., 1952. The Geographical History of Mesopotamian Plains,Geogr. J., 16: pp. (24-25).

- Malinovzsky, A., 1921. Ceramics, D. Van Nostrand Company, New York, 216pp.

- Mason, B. and Berry, L. G.,1968. Elements of Mineralogy, W. H., Freeman&Company, San Francisco, 550pp.

- Nyakairu, George W. A., Kurzwel, H. and Koeberl, C., 2002. Mineralogical, Geochemical, and Sedimentological of Clay Deposits from Central Uganda and Their Applications, Journal of African Earth Sciences, 35: pp.(123–134).

- Perold, J., 2006. Ceramic Parameters in The Finencial Evaluation of Brick Clay Deposits, with References toT South Africa Examples, Master thesis, Pretoria Univesity, 151pp.

- Peters, T. and Iberg, R., 1978. Mineralogical Changes During Firing of Calcium- rich Brick Clays . Ceramic Bull, Vol. 57, No. 5, pp (503-506).

- Ramamurthy, T. N. and Sitharam, T.G., 2011. Geotechnical Engineering (Soil Mechanism), S.Chand & Conpany L.T.D., New Delhi, 291pp.

- Ryan, W., 1978. Properties of Ceramic Raw Materials, n 2nd Edition, Pergamon press, Oxford, 113pp.

- Rayan, W and Radford, C., 1987. Whiteware Production, Testing and Quality Control, 1st Edition , Pergamon Pross, Oxford, 333pp.

- Shackelford, J. F. and Doremus, R. H., 2008, Ceramic And Glass Materials structure, Properties and Processing, University California, 209pp.

- Shaw, K., 1972. Refractoreis and Their Uses, Appleid Science Publisher, London, 269pp.

- Singer, S., 1963.Indestrial Ceramic, Chemical Pub. Co. New York, 1188pp.

- Singh, G., and Singh, M. E., 2009. Building Material (Materials of Construction), Standard Publishers Distributers, Nai Sarak, Delhi, 121pp.

- Tonnayopas, D.; Tekasakul, F.and Jaritgnam, S., 2008. Effects of Rise Husk Ash on Characteristics of Light Weight Clay Brick,5: pp,36-39.

- Tyler, I, 1970. Laboratory Manual of Physics, 4th ed., Queen Elizabeth's Grammer School, 356pp.

- Veiseh, S., and Yousefi, Ali A., 2003. The Use of Polystyrene in Light Weight Brick Production, Iranian Polymer Journal, Vo. 12, No. 4, PP. 323-329.

الملاحق.....

ملحق (1) طريقة فصل الطين وعمل الشرائح الموجهة

1- يوزن 50 gm من مسحوق النموذج .

2- يوضع النموذج في وعاء سعة 500 ml ويضاف له حامض الخليك بتركيز 17% بشكل تدريجي مع التحريك المستمر لحين انتهاء التفاعل.

3- يترك فترة من الزمن تتراوح من يوم إلى عدة أيام لغرض التخلص من كاربونات الكالسيوم ويفضل عدم ترك الحامض بتماس مع النموذج لفترة طويلة من الزمن، يرشح النموذج من ورق الترشيح ويغسل الطين المتبقي عدة مرات بالماء المقطر للتخلص تماماً من أثار الحامض .

4- يتم إضافة كمية من محلول بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 للنموذج لغرض إذابة المواد العضوية، ومن ثم يغسل النموذج عدة مرات بالماء المقطر.

5- يتم فصل الطين والغرين عن أجزاء الرمل بطريقة الغربلة الرطبة ، بغربلة النموذج بغربال 63 مايكرون ، إذ تتخلف حبيبات الرمل فوق الغربال وتنزل أجزاء الطين والغرين من خلال الفتحات.

6- ينقل الطين النازل من الغربال إلى اسطوانة مدرجة سعة 1000 ml ويضاف 300 ml من الماء المقطر ويغسل النموذج عدة مرات بالماء المقطر بطريقة الصفق (Decantation) للتخلص من الأملاح الذائبة وزيادة تشتت وانتشار دقائق الطين .

7- بعد التخلص تماماً من الأملاح يكمل الحجم إلى حد العلامة بإضافة الماء المقطر، ثم يضاف إليه مادة مشتتة (Sodium hexameta phosphate) بوزن0.5 غم، ثم يحرك جيداً (Stirring) لفترة قصيرة ويترك لمدة 4 ساعات و 16 دقيقة ومن ثم نستعمل ماصة تدخل إلى الاسطوانة المدرجة بعمق 5cm ويسحب 20 ml من النموذج، تعاد عملية السحب عدة مرات للحصول على كمية من الطين تكفي لعمل الشرائح.

8- ينقل عالق الطين إلى فرن ويسخن بدرجة 50°C لتركيز عالق الطين والتخلص من الماء الزائـــــد .

9- تعمل ثلاث شرائح موجه لكل نموذج قيد الدراسة من خلال نقل عالق الطين بواسطة قطارة إلى الشريحة الزجاجية ذات السطح المستوي وتترك لتجف بدرجة حرارة الغرفة.

10- تبقى إحدى الشرائح دون أي معاملة وتدعى (Normal) وتفحص في الزاوية 2-32° ، والشريحة الثانية يتم تسخينها في فرن بدرجة حرارة 550°C ولمدة ساعتين ، وتعامل الشريحة الثالثة وللنموذج نفسه بمادة الاثيلين كلايكول إذ توضع في حاوية زجاجية تحتوي حوالي 100ml من هذه المادة ثم توضع في حمام مائي بدرجة حرارة 60°C ولمدة ساعة واحدة على الأقل بعدها تستخرج الشريحة من الحاوية وتفحص مباشرةً بالأشعة السينية الحائدة .

11- تقارن مخططات الأشعة السينية الحائدة مع بعضها وملاحظة التغيرات الحاصلة على المعادن الطينية جراء المعاملات المختلفة لها .

ملحق (2) قياس المسامية الظاهرية، وامتصاص الماء، والكثافة الكلية بحسب المواصفة الأمريكية (ASTM(C773-88), 2010)

لقد جرت عملية قياس الصفات الفيزيائية حسب المواصفة الأمريكية المذكورة أعلاه كالتالي:

1- الوزن الجاف(D) : تجفيف العينات السيراميكية في فرن بدرجة حرارة 105 درجة مئوية ولمدة 5 ساعات ، ثم توضع في وعاء تجفيف (desiccator) حتى تبرد، ثم توزن مباشرة بعد التبريد لحساب الوزن الجاف (D) بالغرام، ويقرب الوزن إلى 0.01 غرام.

2- تشبع العينات: توضع العينات السيراميكية في إناء واسع يحتوي على الماء المقطر، إذ تكون مفصولة قدر الامكان عن قاعدة وجدران الإناء، ثم تسخن إلى درجة الغليان لمدة 2 ساعة، إذ تكون العينات مغطاة بالماء طوال مدة التسخين، وبعد ذلك تترك لكي تبرد في درجة حرارة الغرفة لمدة 24 ساعة وهي مغطاة بالماء المقطر.

3- الوزن العالق (S): وزن العينات وهي معلقة بالماء المقطر (باستخدام سلك يعلق بأسفل الميزان، وبذلك يتم الحصول على وزن العينات وهي معلقة بالماء (S) مقاسة" بالغرام، ومقربة" إلى 0.01 غرام .

4- الوزن المشبع (W) : إخراج العينات من الماء المقطر ومسح سطوحها الخارجية بقطعة قماش قطنية رطبة، لإزالة الماء الموجود على السطح، وبعد ذلك توزن العينات المشبعة بالماء (W) بالغرام، مقربا" إلى (0.01) غرام وهي في الهواء.

5- الحسابات: حساب المسامية الظاهرية، وامتصاص الماء، والكثافة الكلية بحسب المعادلات الآتية :-

$V\ (cm^3) = W-S$

$P\% = [(W-D)/V] \times 100$

$A\% = [(W-D)/D \times 100$

$B = (g/cm^3) = D/V$

V=Exterior Volume

P= Apparent porosity

A = Water absorption

B = Bulk Density

Abstract

The study dealt with the physical, chemical and mineralogical properties of 19 subsurface recent sediment samples collected from six stations in Thi Qar governorate/south of Iraq. samples were evaluated in order to prepare ordinary and lightweight building bricks. The physical tests showed that most of the sediments of the study area were muddy in nature (clayey silt or silty clay) whereas the other was silt or silty sand. Their plasticity ranged from plastic to low plastic clays. The chemical tests revealed increasing of silica and flux oxide, and scarcity in Alumina and alkaline oxides. The mineralogical analysis by XRD revealed dominance of Quartz and Calcite with little percentage of Dolomite, and Feldspar with trace of Gypsum and Halite. The clay minerals represented by Montmorillonite, Kaolinite, Chlorite, Illite, and Palygorskite as well as the mixed layer minerals Monmorillonite-Chlorite.

Six mixtures were prepared from sediments for ordinary building brick and like it for lightweight bricks. The mixtures of ordinary building brick represented by a mixture without additives, and the others with sand additives of 10 and 15 % respectively. While the mixtures of lightweight bricks represent the addition of corn wastes (corn cobs) with 15, 25, and 35 % respectively. The mixtures were formed by semi-dried method with addition of 8-10% of formation water for ordinary bricks and 12-20% for light weight bricks, and using 200kg/cm^2 as forming pressure. The samples were dried and fired with firing program at 800, 900, 1000°C respectively. The physical, mechanical and chemical properties of the prepared ordinary building brick samples showed that there is an improvements in their properties especially when adding sand with ratio 15% at 800°C firing. The properties of manufactured ordinary bricks are within the limits of Iraqi standards specification No. 25 for the year of 1988 and British and American specifications, while the properties of the produced light weight bricks are within the limits of Germany standared specification specially when add 15% of corne waste at 800 and 900°C with good thermal insulation.

ASSESSMENT OF SUITABILITY OF SOME SELECTED QUATERNARY SOILS IN THI QAR GOVERNORATE FOR FABRICATION OF BUILDING BRICKS

A THESIS SUBMITTED TO

THE SCIENCE COLLEGE /BASRSH UNIVERSITY

IN PARTIAL FULFILLMENTS OF THE REQUIRMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

IN GEOLOGY

By

Nuha J. Hassan

B.Sc. in geology (2005)

Supervised by

Asst. prof. Dr. Sattar J. Al-khafaji

OCTOBER 2011