# استخدام خامات محلية
# في صناعة البوادق الحرارية

د. فوزي القيسي


## منخص البحث

تم استخدام المواد الأولية المحلية لتصنيع بوادق حرارية ، ودراسة تأثير إضافة كاربيد السليكون في المواصفات التركيبية والفيزيائية وقد استخدمت نوعين من الاطيان هي كاؤولين دويخلة وطينة ( Flin clay ) إضافة الى رمل الرطبة ( الرمل الأبيض ) فضلاً عن استخدام مادة الكروك مع استخدام مادة صاهرة هي فلد سبار البوتاسيوم كمادة رابطة ( مالئة ) وقد تم تشكيل عدد من النماذج المختبرية شكلت بالطريقة اللدنة وبقياس 4x4 سم وحسب متغيرات في نسب كاربيد السليكون لبيان أثر هذه المادة في المنتج بعدها تم اجراء الفحوصات الفيزيائية والميكانيكية على النماذج المختبرية التي خضعت تحت درجات حرق 1200م – 1300م – 1400م.

وتبين ان زيادة درجة الحرق تزيد من عملية التلبيد فضلا عن المتغيرات في نسبة المادة المالئة ( فلدسبار بوتاسيومي ) مع زيادة نسبة كاربيد السليكون في الخلطة أعطت نتائج جيدة من حيث المتانة ومقاومة الكسر والمسامية وامتصاص من الماء ، بعدها تم تشكيل نماذج مختبرية للبودقة الحرارية من الخلطات الناجحة في البحث . ثم تلي ذلك تشكيل نموذج قياسي.وللصورة الواردة في ملحق البحث توضح أشكال البوادق الحرارية.

## المقدمة

ان السيراميك الحديث يمثل المواد السيراميكية التي تتوفر فيها الصفات المحسنة مثل مقاومة الحرارة ، مقاومة التآكل ، قابلية العزل والخواص الكهربائية الجيدة والتي لا تتوفر في السيراميك التقليدي .

وقد ظهرت الحاجة الى السيراميك الحديث خلال العقود الثلاثة الأخيرة نتيجة تطور الاستخدامات التقنية للمواد السيراميكية حيث تغطي منتجات هذا النوع مجالات مهمة مثل آلات القطع ، المحركات التوربينية وتقنيات الفضاء كما يستخدم في صناعة الالكترونيات والعوازل الكهربائية .

ويشمل السيراميك الحديث الأكاسيد ( الالمونيا ، السيلكا ، الزركونيا ) والأكاسيد ( كاربيد السيلكون ، كاربيد البرون ، نتريد البورون ) ، أما الأسباب التي أدت الى ظهوره فهي تحمله لدرجات حرارة أعلى من درجة انصهار المعادن وتوفر كمية من مواده الأولية في جميع أنحاء العالم .

وقد اتفقت أغلب المصادر على تعريف السيراميك بأنه فن صناعة الأواني الخزفية أو تصنيع كافة المنتجات المصنوعة من التربة بواسطة الحرق .

وبتوسع المنتجات السيراميكية وزيادة الاهتمام بها وظهور السيراميك غير الطيني ( الحديث ) اصبح المفهوم الحديث للسيراميك أكثر شمولية فصار يعرف على انه المنتجات المصنوعة بواسطة المعاملات الحرارية للمادة او لخليط من المواد اللاعضوية واللافلزية .

## 1- تهيئة المواد الأولية :

تم تهيئة 100 كغم من طينة كاؤولين دويخلة المطحون بدرجة عالية جلب من مطاحن المشراق ، كما تم تهيئة 100 كغم من طينة( Flin clay)

وايضا خضعت للطحن في مطاحن بورسلينيه كذلك تم جلب (50) كغم من رمل السليكا المطحون كما تم تهيئة50 كغم من مادة الكروك المطحون ايضا،وهيئت 100 كغم من كاربيد السليكون وبحجم حبيبي ناعم جدا (280) مثل ( mush ) كذلك تهيئة 25 كغم من الفلدسبار البوتاسيومي .

## 2- فحص المواد الأولية :

### 2-1 – التحليل الكيميائي

ان المكونات الكيميائية للمواد الأولية تعطي مؤشرا مهما لطبيعة وخواص المنتجات السيراميكية التي يمكن انتاجها من هذه المواد ، ويبين الجدول (1 ) نتائج التحليل الكيمياوي لطينة الكاؤولين البيضاء وطينة ( Flin clay ) المستخدمة لانتاج البوادق الحرارية . وهذا يساعد في التعامل مع هذه المواد ونسبها في خلطات التجارب كذلك يبين التحليل الكيميائي نوع الشوائب الموجودة في المواد المستخدمة ونسبها المئوية مثل المواد العضوية والكبريت والأملاح الذائبة كذلك التي يجب التخلص منها او الحد من تأثيراتها على الأجسام الخزفية . كذلك يبين الجدول ( 1 ) نتائج التحليل لرمل الرطبة والفلدسبار .

### 2-2 – الفحص المعدني :

من الفحوصات المختبرية والمهمة جداً هو الفحص المعدني لما له من اهمية كبيرة في تحديد نوع الطين والمواد الأخرى الداخلة في خلطات التجارب لهذا البحث وما تحتويه كل مادة من هذه المواد وأهمها أطيان الكاؤولين وما يحتويه من معادن الكاؤولينات او المونتموريونايت كذلك معرفة نسبة السليكا الحرة الداخلة فيها ومعرفة نوع الشوائب التي تدخل في

تكوينها لكي نتمكن من معالجتها حتى نتمكن من تحديد المضافات من المواد الأخرى التي تدخل في خلطات التجارب .

وقد تم اجراءها الفحص المختبري ( التحليل المعدني ) لطينة كاؤولين دويخلة والرمل الأبيض وطينة ( Flin clay ) والفلدسبار .

الأشعة السينية :

تم اجراء هذا الفحص في مديرية المسح الجيولوجي لمعرفة المعادن الطينية وغير الطينية علما ان اكثر المعادن لها تأثير تراكيب بلورية ذات ابعاد داخلية ثابتة .

## 3-2 – المكونات المعدنية :

من الفحوصات المختبرية والمهمة هو التحليل المعدني فقد اظهرت نتائج الأشعة السينية الحائدة كما موضح في الشكل (2،1 ) ان المعادن الرئيسية الموجودة في الاطيان هي الكاؤولينايت والكوارتز . اما رمل الرطبة فلم يظهر أي معدن غير معدن الموارتز شكل ( 3 ) ونتائج التحليل الكيمياوي للفلدسبار اظهرت انه من نوع ( pottash ) اذ بلغت نسبة البوتاسيوم $k_2o$ ( %7,4 ) ونسبة $Na_2o$ (%4,2) شكل ( 4 ) .

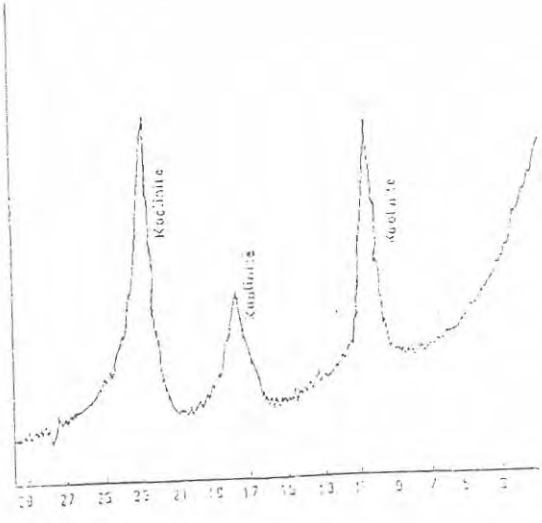
## 3- تحضير خلطات التجارب المختبرية :

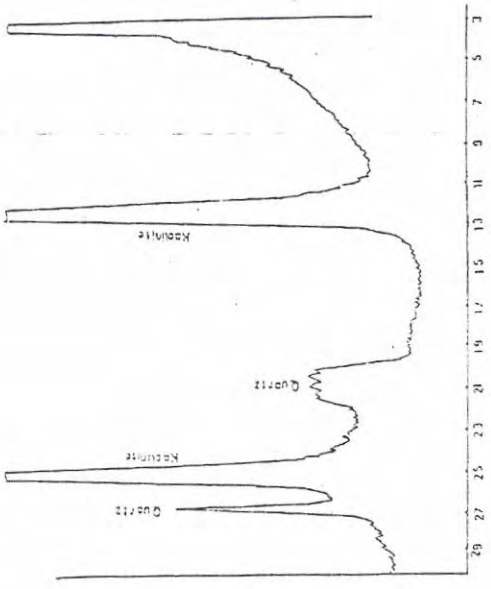
بعد اجراء الفحوصات المختبرية للمواد الداخلة في تركيبة خلطات التجارب حيث تم تحضير عشرة خلطات من طينية دويخلة البيضاء وطينة الفلنت كلي (Filnt clay ) والجدول ( 2 ) و ( 3 ) يبينان خلطات التجارب.

جدول (١)

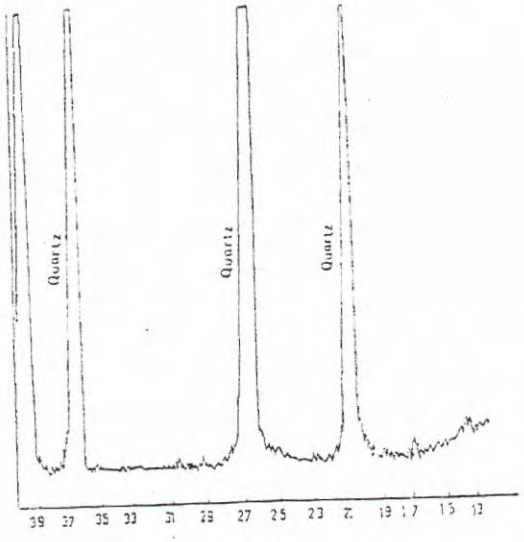
التحليل الكيميائي للمواد الاولية المستعملة في خلطات التجارب

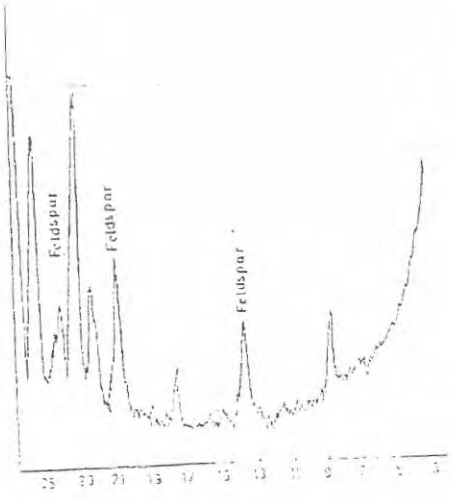
| الاكاسيد | المواد الاولية | | | |
|---|---|---|---|---|
| | طينة دويخله البيضاء | Flint Clay % | رمل الرطبه % | فلد سبار بوتاسيوم |
| $SiO_2$ | 47.72 | 44.63 | 98.08 | 69.84 |
| $Al_2O_3$ | 33.21 | 36.42 | 0.33 | 16.80 |
| $Fe_2O_3$ | 0.67 | 0.89 | 0.16 | 0.16 |
| $TiO_2$ | 0.98 | 1.78 | 0.03 | 0.03 |
| CaO | 0.22 | 0.18 | 0.09 | 0.11 |
| MgO | 0.27 | 0.16 | 0.03 | 0.39 |
| $Na_2O$ | 0.32 | 0.13 | 0.03 | 4.2 |
| $K_2O$ | 0.24 | - | 0.02 | 7.4 |
| L.O.I | 12.25 | 14.59 | 0.22 | 0.47 |
| Total | 95. 88 | 98.78 | 98.79 | 98.4 |






الشكل (1) التحليل المعدني لطينة دوخلة البيضاء باستخدام حيود الاشعة السينية .






4 – تشكيل النماذج المختبرية :

بعد تهيئة المواد الاولية من طحن وغربلة ، تم اعداد الخلطات بوزن نصف كغم لكل خلطة وزنت بميزان ، واعتمدن الطريقة اللدنة في تشكيل النماذج المختبرية ، حيث تم اعداد ثلاثة نماذج من كل خلطة بابعاد 4سم × 4 سم .

| رقم الخلطة | طينة دويخلة | كروك | رقم السليكا | كاربيد السليكون | فلدسبار بوتاسيوم |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 80 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 2 | 75 | 5 | 5 | 10 | 5 |
| 3 | 70 | 5 | 5 | 10 | 5 |
| 4 | 60 | 5 | 5 | 20 | 10 |
| 5 | 55 | 5 | 5 | 25 | 10 |

جدول (2) خلطات طينية دويخلة البيضاء

| رقم الخلطة | Flint clay فلنت كلي | كروك | رقم السليكا | كاربيد السليكون | فلدسبار بوتاسيوم |
|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 80 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 7 | 75 | 5 | 5 | 10 | 5 |
| 8 | 70 | 5 | 5 | 15 | 5 |
| 9 | 60 | 5 | 5 | 20 | 10 |
| 10 | 55 | 5 | 5 | 25 | 10 |

جدول (3) خلطات طينية فلنت كلي ( Flint clay )

فلنت كلي (Flint clay) : طينة تحتوي على معدن الكاؤولينايت ، الا انه اشد صلابة من طينة دويخلة البيضاء اذ لا يتعثر سهولة مثلما يتبعثر كاؤولين دويخلة في الماء وبذلك اطلق عليه اسم فلنت كلي ( Flint clay) استنادا الى صلابة كمادة ( Flint ) وهو منخفض .

## 4- تهيئة وتشكيل النماذج المختبرية :

تم تشكيل تسعة نماذج مختبرية بالأبعاد 4سم × 4سم وبسمك 1 سم بالطريقة اللدنة لكل من الأطيان المستخدمة . وبما ان مجموع الخلطات لكل نموذج طيني (5) خلطات فكون مجموع النماذج لكل خلطة تمثلت ب 45 نموذج مختبري ثم جففت هذه النماذج في مجفف ( oven ) في درجة ( 110 ) م ولمدة ( 24 ) ساعة .

بعدها احرقت بدرجات الحرق الثلاثة ( 1200م ) ( 1300م ) . وبمعدل تسخين 100م / ساعة وزمن انضاج ( 2 ) ساعة .

## 5- تحديد الخواص العامة للنماذج بعد الحرق :

### 5-1 مقاومة الانضغاط

تعتبر مقاومة الانضغاط مؤشراً لمقاومة الاجسام الخزفية الحرارية لمقاومة القوى المسلطة عليها بعد الحرق كما انها توحي باحتمال وجود العيوب التركيبية . تم هذا الفحص على النماذج المشكلة بالطريقة اللدنة وباستخدام مكبس هيدروليكي يقوم بتسليط القوة على النموذج الذي يوضع بين فكي المكبس ، وبعد ذلك تؤخذ القراءة للقوة المسلطة عند أول توقف لمؤشر مقياس القوة في المكبس المستخدم وتحسب مقاومة الانضغاط من العلاقة التالية :

$$comp.st. = p/A$$

حيث ان

comp.st. مقاومة الانضغاط . ( كغم / سم$^2$ )

P: القوة المسلطة عند فشل النموذج ( كغم )

A: مساحة للنموذج المعرضة للقوة . ( سم$^2$ )

وقد اجري الفحص في مختبر مركز بحوث البناء .

### 5-2 الكثافة الظاهرية :

للكثافة تأثير على الخواص الميكانيكية والحرارية للاجسام الخزفية فزيادتها تؤدي الى انعدام المسامات في الجسم اما انخفاضها فيؤدي الى زيادة في المسامية وهذا يؤدي الى انخفاض قوة تحمل الجسم للصدمات وزيادة العزل الحراري . ان العامل الرئيسي الذي يؤدي الى زيادة القوة هو زيادة الكثافة في الجسم الخزفي .

وتم حساب الكثافة للنماذج بقياس ابعاد كل نموذج بواسطة القدمة الفكية (Vernia) ، ثم وزن النماذج بعد الحرق بميزان حساس واحتسبت الكثافة من العلاقة التالية :

$p=wd/v$

حيث :

p: الكثافة ( غم/سم$^3$ )

wd: وزن النموذج بعد الحرق (غم)

v: حجم النموذج (سم$^3$ )

حجم النموذج

3-5 المسامية الظاهرية وامتصاصية الماء :

تمثل المسامية الظاهرية نسبة حجم المسامات المفتوحة( Open pore) الى الحجم الكلي ، اما امتصاص الماء فهي نسبة حجم المسامات المفتوحة الى وزن النموذج .

وهناك عدة عوامل تزيد من خاصية المسامية الظاهرية وأخرى تؤدي الى خفضها ، فدرجة الحرارة العالية تؤدي الى انخفاض المسامية نتيجة لعملية التلبيد ، كذلك وجود مواد مصهورة ( Fluxes ) . وللمسامية تأثير كبير على خواص المواد الخزفية مثل امتصاص الماء وقوة التحمل ومقاومة التشقق حيث انه بزيادة المسامية تزداد امتصاصية الماء وتتردى الخواص الميكانيكية وتم حساب نسبة المسامية الظاهرية ونسبة امتصاص الماء من العلاقات التالية :

$$\% \text{ APPare. Porosity} = \frac{Ws-wd}{Ws-wn} \times 100$$

$$\% \text{ water Absorp} = \frac{Ws-wd}{wd} \times 100$$

حيث ان

%Appare porosity النسبة المئوية للمسامية الظاهرية

% water Absorb النسبة المئوية لامتصاصية الماء

ws: وزن النموذج شبعا بالماء ( غم )

wd: وزن النموذج المحروق جافاً ( غم )

wn: وزن النموذج مغمورا في الماء ( غم )

جدول (4) لنماذج نتائج الفحوصات المختبرية لنماذج طينة كاؤولين دويخلة البيضاء

| رقم الخلطة | درجة الحرق درجة م° | الخواص الفيزيائية والميكانيكية | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | امتصاص الماء | الكثافة الكلية | المسامية الظاهرية | مقاومة الكسر |
| 1 | 1200 | 6.50 | 2.24 | 15.11 | 175 |
| | 1300 | 6.00 | 2.29 | 14.29 | 218 |
| | 1400 | 4.16 | 2.39 | 10.31 | 264 |
| 2 | 1200 | 3.41 | 2.51 | 8.28 | 218 |
| | 1300 | 2.12 | 2.54 | 5.87 | 228 |
| | 1400 | 1.69 | 2.61 | 4.39 | 238 |
| 3 | 1200 | 2.52 | 2.70 | 6.15 | 295 |
| | 1300 | 1.59 | 2.79 | 4.31 | 3.8 |
| | 1400 | 0.64 | 2.86 | 1.74 | 235 |
| 4 | 1200 | 5.47 | 2.14 | 11.75 | 154 |
| | 1300 | 3.31 | 2.16 | 7.31 | 224 |
| | 1400 | 2.37 | 2.21 | 5.10 | 287 |
| 5 | 1200 | 3.13 | 2.29 | 6.31 | 217 |
| | 1300 | 3.08 | 2.34 | 3.50 | 225 |
| | 1400 | 1.13 | 2.36 | 2.47 | 237 |

جدول (5) نتائج الفحوصات المختبرية لنماذج طينية ( فلنت كلي )

(Flint clay)

| رقم الخلطة | درجة الحرق | الخواص الفيزيائية | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | امتصاص الماء | الكثافة الكلية | المسامية الظاهرية | مقاومة الكسر |
| 6 | 1200 | 6.21 | 2.01 | 13.60 | 164 |
| | 1300 | 5.50 | 2.07 | 11.80 | 178 |
| | 1400 | 3.88 | 2.16 | 9.73 | 179 |
| 7 | 1200 | 4.20 | 2.08 | 8.91 | 176 |
| | 1300 | 4.02 | 2.12 | 8.47 | 187 |
| | 1400 | 3.35 | 2.21 | 7.07 | 189 |
| 8 | 1200 | 2.42 | 2.15 | 5.26 | 250 |
| | 1300 | 2.12 | 2.18 | 4.56 | 275 |
| | 1400 | 1.04 | 2.27 | 2.18 | 308 |
| 9 | 1200 | 1.23 | 2.19 | 2.45 | 270 |
| | 1300 | 1.16 | 2.21 | 2.08 | 297 |
| | 1400 | 0.93 | 2.30 | 1085 | 318 |
| 10 | 1200 | 1.49 | 2.37 | 1.43 | 266 |
| | 1300 | 0.63 | 2.38 | 1.42 | 268 |
| | 1400 | 0.58 | 2.40 | 1.19 | 276 |

## مناقشة النتائج

- المكونات الكيمياوية :

تم المكونات الكيمياوية للمواد الاولية تعطي مؤشرا مهما لطبيعة وخواص المنتجات المصنعة من هذه المواد .

فقد اظهرت نتائج التحليل الكيمياوي والمبين بالجدول (1) ان المكونات الكيمياوية لاطيان دويخلة البيضاء و ( Flint clay ) هي ضمن مكونات الاطيان الحرارية العالية الانصهار وذلك لارتفاع نسبة وجود اوكسيد الالمنيوم ($Al_2o_3$) الذي يساعد على رفع درجة حرارة الانصهار للاطيان ، وكانت نسبة اوكسيد الالمنيوم ( 36.42-33.21 ) % لكلا الطبقتين ، كما تحتوي هذه الاطيان على نسبة عالية من السليكا تصل (44.63-47.72)% وتكون النسبة العظمى من السيليكا متحدة مع اوكسيد الالمنيوم مكونة تركيبا يدعى سليكات الالمنيوم المائية ( الكاؤلينات ) .

اما محتوى الاطيان من الاكاسيد المساعدة على الصهر مثل ( $Fe_2o_3$ , $K_2o$ ,$Na_2o$ , Mgo , Cao ) جاءن نسبها مابين ( 3.15-2.70 ) % .

اما بالنسبة الى لون الاطيان ، فكان لون طينة دويخلة بيضاء مائلة الى الرصاصي ويعود ذلك الى احتوائها على نسبة ضئيلة من اوكسيد الحديديك بلغت (0.67 ) % اما طينة ( Flint clay ) فلونها يميل الى الاصفر الفاتح وذلك لاحتوائها على نسبة من اوكسيد الحديديك اعلى بقليل من طينة دويخلة اذ بلغت (0.89) % .

اما نتائج التحليل الكيمياوي لمادة رمل الرطبة فتبين ان وجود اوكسيد الحديد بنسبة ( 0.16 ) % وهذا يعني صلاحية هذه المادة في صناعة الاجسام الخزفية .

- المكونات المعدنية :

تبين من نتائج هذا الفحص والمبينة في الاشكال (1) (2) ان المعادن الرئيسية الموجودة في هذه الاطيان هي الكاؤولينايت والكوارتز ، اما رمل الرطبة فلم يظهر في أي معدن اخر غير معدن الكوارتز شكل (3) ، وتبين كذلك ان الفلدسبار المستخدم هو نوع بوتاسيوم شكل (4) .

- نتائج خلطات طينية دويخلة البيضاء :

تشمل خلطات دويخلة البيضاء خمسة خلطات والمستخدم فيها طينة دويخلة والكروك ورمل السليكا وكاربيد السليكون والفلدسبار البوتاسيومي .

ومن خلال نتائج الفحوصات المختبرية لنماذج الخلطة رقم (1) والحاوية على 80% طينة دويخلة و 5% رمل السليكا و 5% كاربيد السليكون و 5% من الفلدسبار البوتاسيومي .

نلاحظ ان قيم الكثافة قد بلغت (2.24) (2.39) وبدرجة حرق 1200/م°و1300م° و 1400 وعلى التوالي . في حين بلغت قيم المقاومة (175) (218) (264) .

ومن خلال نتائج الفحوصات المختبرية للنماذج والمبينة خلطاتها في الجدول (2) نلاحظ مدى تأثير مادة كاربيد السليكون والفلدسبار البوتاسيومي وبدرجات حرق 1200م° ، 1300م° ، 1400م°وثبات درجة الحرارة ( ساعتان ) عند الدرجة الحرارية القصوى فلوحظ ان كثافة الخلطات (4) ، (5) تزداد مع زيادة نسبة كاربيد السليكون ونسبة الفلدسبار البوتاسيومي في الخلطة والسبب في هذا تكون المولايت نتيجة التحولات الطورية

للكاؤولين مع وجود مادة مالئة من الفلدسبار ووجود نسبة كاربيد السليكون ذو الوزن النوعي العالي وقدرة عالية على التحمل لدرجات الحرارة العالية ادى الى زيادة في الكثافة ومقاومة الكسر .

- نتائج خلطات طينية ( Flint clay ) :

اشتملت مجموعة خلطات طينية ( Flint clay ) خمسة خلطات والتي تمثلت بالخلطات ( 6 , 7 , 8 , 9, 10 ) والتي تحتوي على نسب مختلفة من طينة فلنت كلي ( Flint clay ) والكروك وكاربيد السليكون ورمل السليكا والفلدسبار البوتاسيومي .

وهي تقابل مجموعة خلطات طينية دويخلة البيضاء ولكن باستخدام مادة (Flint clay ) بدلا من طينة دويخلة البيضاء وبنفس النسب للمواد الداخلة بالخلطة.

واخضعت النماذج المختبرية تحت درجات حرق 1200م ، 1300م ، 1400م وبزمن انضاجي ( ساعتان ) ، فوجد ان الكثافة الحجمية للخلطات (9) ، (10) تزداد كما مبين في الجدول رقم ( ) فقد بلغت قيم الكثافة للخلطة رقم (9) (219) ، (2.21) ، (2.30) عند التلبيد وبدرجات حرق 1200م ، 1300م ، 1400م وعلى التوالي (2.23) ، (2.25) ، (2.32) غم/سم$^3$ .

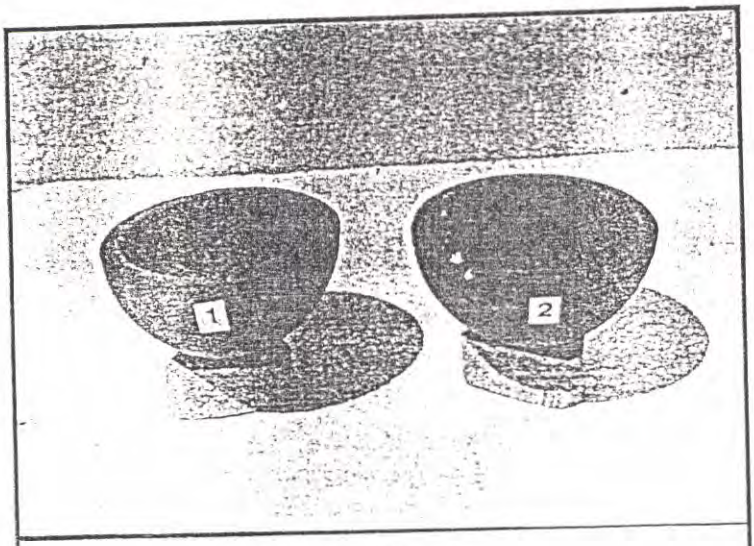
اما قيم مقاومة الكسر فقد بلغت للخلطتين وعلى التوالي (272)، (291)، (315) للخلطة رقم (9) و (323) ، (336) ، (354) للخلطة رقم (10) ويمكننا تفسير هذه الحالة في زيادة الكثافة ومقاومة الكسر الى عدة عوامل تؤثر في بنية الجسم الخزفي فتغير من خواصه الفيزيائية والميكانيكية ، فمن العوامل التي تؤثر في الكثافة الكلية عملية التلبيد التي تحدث نتيجة ارتفاع

درجات الحرق حيث تتحد جزيئات الجسم فيما بينها لتختـزل مـن نسـبة المسامات فتزيد من مقاومة الكسر وتزيد من الكثافة الكلية .

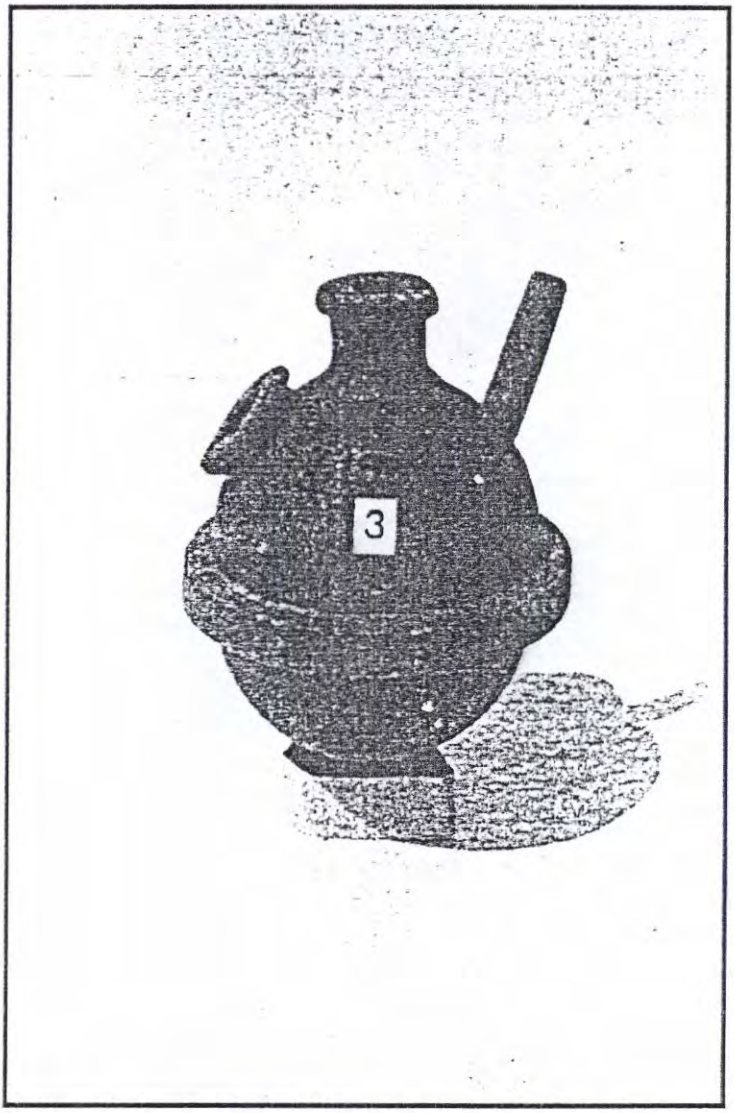
وتؤثر كذلك المكونات المعدنية والتفاعلات الكيميائية وما ينتج منها من اطوار عديدة من معادن متبلورة ومادة زجاجية التي تعمـل كمـادة رابطـة للجزيئات الصلبة في بنية الجسم الخزفي ، كذلك تاثير درجات الحرارة على سلوكية التحولات الطورية للجسم الخزفي ، ويمكننا تفسير سلوك خاصـية مقاومة الكسر والكثافة لجميع نماذج الخلطات بالاعتماد على عوامـل ومـا تبنيه من سلوك متزايد لمقاومة الكسر والكثافة الكلية منها رفع درجة حرارة الحرق الذي يسبب الانخفاض العالي للمسامية وهذا بدوره يؤدي الى ارتفاع قيم الكثافة ومقاومة الكسر .

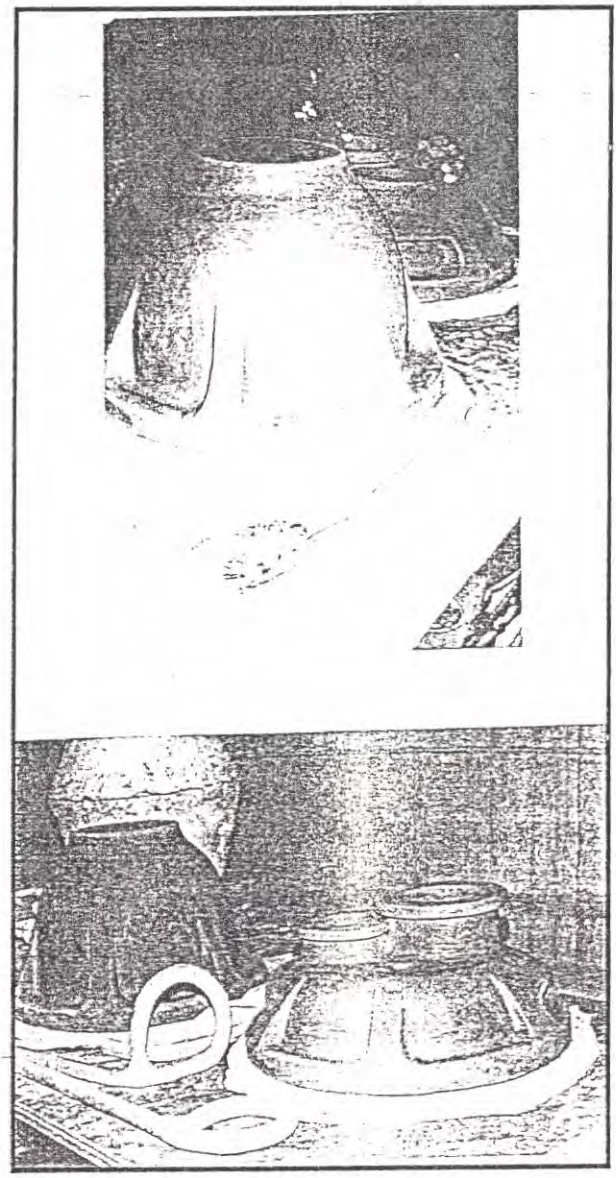
## الاستنتاجات

1. من خلال الفحوصات والتحاليل الكيميائية ام المواد الأولية المسـتخدمة في البحث صالحة للاستثدام في صناعة الحراريات ( البوادق الحرارية) والسيراميك الدقيق المنخفض المسامية .
2. تبين ان استخدام نسب عالية من كاربيد السليكون يزيد من كثافة المنتج مع زيادة في مقاومة الكسر .
3. زيادة نسبة الفلدسبار في الخلطة يقلل من نسبة المسامية وامتصـاص الماء .
4. ارتفاع درجات الحرق يؤدي الى زيادة واضحة في عملية التلبيد .
5. من خلال نتائج الخلطات تبين ان نتائج خلطات طينة دويخلة البيضـاء افضل من طينة ( Flint clay ) .
6. اتضح من نتائج البحث ان افضل خلطات هي الخلطة رقم (3)،(4) ،(5) المشكلة من طينة دويخلة البيضاءو( 8)،(9) من طينة (Flint clay) .




صناع هشكلة بالطريقة الثنية
نوالق حرارية


3



## قائمة المصادر


1-Ryan w. .Fric C. ,Properties of ceramic Raw Materials . John wiley and sons, Inc, New York, 1967 .

عبد الرحمن ،ليلى ، دراسة مرحلية عن اطيـــان الكـــاؤولين المؤســـسة العامـــة للمعادن، الدائرة -2الفنية ، بغداد 1984.

3-BudniKov p.p TheTechnology of Ceramic and Refractorise . M.I.T press , Ccambridge – 1967

4-Singer Felix , Singer sonjas , Industrial ceramics , Printed by Photolithography , German.

5-Grim E.R , clay Mineralogy , mc Graw Hill Ccomp . 1968.

6- 1987 ، محمد عبد الجواد احمد ، احمد سلمان ، تكنولوجياالمواد جامعة بغـــداد

Grim Shaw , Rexw , The Chemistry and Physics of clay , Ernestbeen , 1 td , London .1971

7- Riddle F.H ., Peck A.B., The Effect of Repeated Firing – up on the Specific Gravity and Smicrostructure , of Ssom Alumina – silicate minerals J.Am.ceram. soc. Vol .(18) . no (24).1935.

8- Boch J.c ., Porosity Effect on Mechanical Properties of ceramics on international ceramic review . no.(3) .June . 1984.

9- Shaw , Kenneth ., Refracrories and their Uses , 1st .ed .London . 1972

10- RyanS,w ., Properties of ceramic Raw Materials , 2 nd ed . London . Pergamorpress.