

الوصول الى مظهر الاحجار الطبيعيه بتركيبات اجسام خزف حجري ملون ومزج ذاتيا مع التطبيق على البلاط الخزفي Attaining Natural Stone Appearance via Colored and Self-glazed Ceramics Stoneware Applied to Ceramics Tiles

م / أسماء رمضان حسنين

مصمم خزف

أ.د/تهانى محمد نصر العادلي

الأستاذ المتفرغ بقسم الخزف كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان

أ.م.د/علاء حمدي عطية

أستاذ مساعد بقسم الخزف كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان

كلمات دالة Keywords :

مظهر الاحجار الطبيعيه

Natural Stone
Appearance

خزف حجري ملون

Colored Ceramics
Stoneware

خزف مزج ذاتيا

Self-glazed Ceramics
Stoneware

البلاط الخزفي

Ceramics Tiles

ملخص البحث Abstract :

هناك شيوع واضح لافتقار العمارة الخارجية للمظهر الجمالى , ويعتبر تصميم السطح الخزفي والتقنيات المطبقة عليه مدخلا جماليا وقيمة مضافة لتصميم الاسطح الخزفيه فى العمارة الخارجية. كما ان استغلال طرق تشكيل جديدة فى إنتاج أجسام خزف حجري متزج ذاتيا يمكن أنتاجها صناعيا . وكذلك فإن عدم توافر دراسه تربط بين مظهر الخزف الحجري والاحجار الطبيعيه.

يهدف البحث الى تقنين العلاقة بين تركيبات الخزف الحجري والمظهر الجمالى للأحجار الطبيعيه بحيث نصل الى مظهر الاحجار الطبيعيه والذى اصبح شائع الاستخدام فى اغلب منتجات البلاطات الخزفيه , والربط بينه وبين تقنيات الخزف الحجري مثل تلوين الجسم والتزج الذاتى للوصول الى تصنيف علمى مناسب لهذه العلاقة. تكمن اهمية البحث فى ان مظهر الاحجار الطبيعيه من مصادر الهام المصممين فى صناعه البلاطات الخزفيه ومع ذلك لم توجد دراسه للاهتمام بالتعمق فى مظهر الاحجار الطبيعيه وذلك من خلال تركيبات الاجسام الخزفيه المنتجة فى درجات الحرارة المتوسطة من 1200-1300°م وذو المسامية المنخفضة صفر -2 % فى مدي الدرجات اللونية المختلفة .

وكتضمن البحث الكثير من التقنيات مثل استخدام اجسام خزف حجري ملونه والخط بين الالوان , استخدام تقنيه الاجسام المزججه , وذلك للدمج بين السطح اللامع والمطفا , واستغلال الأحجام الحبيبية المختلفة للحصول على مظهر بعض الاحجار الطبيعيه .

Paper received 11th July 2018, Accepted 13th August 2018, Published 1st of October 2018

مجال الخزف الرافى Fine أو الخشن Course , وأستخداماتها المتنوعه فى المجال الفنى والصناعى والمعمارى , وامكانيه إنتاجه فى احجام متنوعه تعطى الحريه فى تنفيذ منتج باحجام مختلفه دون حدوث تشوه نتيجته للتصميم , كما يرتبط الخزف الحجري ارتباطا كبيرا بالمنتجات الخزفيه المتنوعه . ولا تتميز منتجات الخزف الحجري بلون معين مثلما فى منتجات البورسلان الذى ينبغى أن يكون بلون أبيض أو عاجي, لكن يتواجد الخزف الحجري بجانب الأبيض والعاجي بألوان أخرى من البني الفاتح أو المحمر أو لون الرماد.

مشكلة البحث Statement of the problem :

- افتقار العمارة الخارجية للمظهر الجمالى , ويعتبر تصميم السطح الخزفي والتقنيات المطبقة عليه مدخلا جماليا وقيمة مضافة لتصميم الاسطح الخزفيه فى العمارة الخارجية.
- استغلال طرق تشكيل جديدة فى إنتاج أجسام خزف حجري متزج ذاتيا يمكن أنتاجها صناعيا .
- عدم توافر دراسه تربط بين مظهر الخزف الحجري والاحجار الطبيعيه.

أهداف البحث Objectives :

يهدف البحث الى تقنين العلاقة بين تركيبات الخزف الحجري والمظهر الجمالى للأحجار الطبيعيه بحيث نصل الى مظهر الاحجار الطبيعيه والذى اصبح شائع الاستخدام فى اغلب منتجات البلاطات الخزفيه , والربط بينه وبين تقنيات الخزف الحجري مثل تلوين الجسم والتزج الذاتى للوصول الى تصنيف علمى مناسب لهذه العلاقة.

أهمية البحث Study Significance :

تكمن اهمية البحث فى :

مقدمة Introduction :

اصبح مظهر الاحجار الطبيعيه له تفضيل كبير ومطلب من المستهلك فى مجال إنتاج البلاطات الخزفيه , سواء فى الارضيات او الحوائط . لما لها من مظهر لوني وملس يتمثل فى تعدد الالوان والخطوط المختلفه . فكان اتجاه معظم مصانع الخزف فى إنتاج هذه النوعيه من التصميمات من خلال الطباعه على البلاطات كتقنيه تنفيذيه وتصميميه . ولكن هناك الكثير من الاضافات تظهر لنا ناحية فلسفيه وتكنولوجيا نابعة من طبعة الخامات ومقوماتها ومرتبطة بالخبرات والدراسات والبحث فى كل تقنيه , لاحداث تغيير كبير فى المظهر الخارجى للمنتج .

فمثلا تقنيه التزج الذاتى (Self- Glazed) لأجسام الخزفيه لها القدرة على محاكاة مظهر الاحجار الطبيعيه . التي يتم فى اول حريق بتكوين طبقة زجاجية تماثل مظهر الطلاء الزجاجى الى حد كبير, مما يكون له قيمة استخدامية جمالية واقتصادية عالية , وعند التوصل الى تركيبات ينتج فيها الطلاء فى مرحلة واحدة يكون له جانب اقتصادى كبير فى الإنتاج . وقد أظهرت الأبحاث أن السيراميك المزج ذاتيا يمكن تطويره بالاستقرار الحراري الجيد من خلال الجمع الصحيح بين المواد الخام ودرجات حرارة التسوية. ومن المعروف جيدا أن الاستقرار الحراري الجيد للخزف يمكن أن يتحقق من خلال المواد الموصلة للحرارة مثل كربيد السيليكون أو مواد كربونية أو الجرافيت الحراري أو انخفاض معامل التمدد الحراري 2-4 في معظم الحالات (مثل المواد السيليكية التي تتمثل في زجاج الكورترز , مواد الكورديريت أو مواد السيراميك التي أساسها سيليكات الليثيوم) .

كما أن الخزف الحجري يتميز بمرونه فى مراحل التشغيل المختلفه مع الحريه فى مجال التصميم , وتميزه بالخصائص الجماليه بجانب مواصفاته فى المجالات المختلفه سواء كان فى

مكسرة ناعم لامع، ومنتجاته تتميز بصلابتها الشديدة ويستخدم في أغراض متنوعة من منتجات خزفية ثقيلة (heavy) مثل المواشير والقذور ومنتجات خزفية راقية (fine) مثل أواني المائدة والأواني الفنية متدرجا بذلك من أواني مسامية إلى مصمتة (dense). (5)

ويستخدم أيضا في صناعة أنابيب الصرف الصحي والعوازل الكهربائية والأدوات الصحية وغيرها. وتقع تراكيب جسم الخزف الحجري في مجال معدن الموليت ومعادن السيليكا المتبلورة في المنظومة الثلاثية.

وجسم الخزف الحجري ألوانه متنوعة تبعا لمكوناته وخاماته من الاملاح والأكاسيد المكونة في الطفلة، وعادة ما تكون من الطينات اللدنة دقيقة الحبيبات. (6)

أصل التسمية بهذا الاسم

يترجم المصطلح الانجليزي (Stoneware) بالمراجع العربية إما "بالخزف الحجري" أو "الخزف الزلطي" وذلك لتشابه مظهره وخواص المنتج بالاحجار الطبيعية كما في الجاسبر (Jasper) والبازلت (Basalt)، وترجع الترجمة بالمصطلح "الخزف الزلطي" لتشابه مكسرة بمكسر الزلط ورنية عندما يطرق.

البلاطات الخزفية الحجرية

من المنتجات الخزفية عالية الصلابة والكثافة - حيث تكون أجسام تلك البلاطات كثيفة غير مسامية - وتكون غالبا غير مطلية ويكون سطحها أملس ومكسرها ناعم - وتشابه في خواصها مع البورسلين إلا أنها تشكل من مواد طينية لدنة بينما يصنع البورسلين من الكاولينات النقية وينتج جسم أبيض بعد الحريق.

أما البلاطات من الخزف الحجري تكون عادة ملونة - حيث أحتواء الخامات على نسبة من الشوائب والتي ينتج عنها درجات لونية بعد الحريق من درجات الرمادي أو البني القاتم أو درجات مائلة للأصفرار وغيرها مما يعطي تنوع يمكن استخدامه جماليا. (7)

كما تحتوي تلك الطينات على مواد مساعدة على الصهر في تركيبها مثل الماغنيسيا والجير والميكا ونسب من الفلسبار مما يساعد على تزجج الجسم بعد الحريق وأعطائه مواصفات الخزف الحجري المتزجج في مدي حراري (1200-1300°م).

وتستخدم بلاطات الخزف الحجري في العمارة الداخلية وأكثر ملائمة للعمارة الخارجية بمقاومتها لفعل الأحتكاك والتآكل والعوامل الجوية مما يجعلها أفضل من الكثير من الخامات للعمارة الخارجية ويمكن الاستفادة منها في تجميل الواجهات المعمارية. (8)

الخامات المستخدمة في إنتاج الخزف الحجري:

تستخدم خامات مختلفة لإنتاج أجسام الخزف الحجري من أهمها الطفلة مع إضافة مواد أخرى مساعدة على الصهر ومواد مائنة، ويمكن توضيحها في صنفية ثلاثية لتركيبات الأجسام الخزفية المختلفة والتي تعطي صورة واضحة عن نسب الخامات المستخدمة في كل نوعية وتتكون أجسام الخزف الحجري عامة من نسبة طفلة حوالي (40-50)% ونسب المادة المصهرة (الفلسبار) تتراوح ما بين (10-20)% في حين تصل نسبة المادة المائنة (الكوارتز) إلى (35-45)% وتحدد نسبة الطفلة والخامات الأخرى المستخدمة تبعا لنسب أكاسيد السيليكا والألومنيا والفلويات المكونة لها والتي تؤثر على درجة حريق المنتج وخواصه المختلفة، وباستخدام تلك الخامات يقع تركيب الخزف الحجري في مجال معدن الموليت أي أن جسم الخزف الحجري المحروق يحتوي على بلورات من معدن الموليت ونوع من معادن السيليكا المتبلورة وكذلك مادة زجاجية

مظهر الاحجار الطبيعيه من مصادر الهام المصممين في صناعة البلاطات الخزفيه ومع ذلك لم توجد دراسه للاهتمام بالتعمق في مظهر الاحجار الطبيعيه وذلك من خلال تركيبات الاجسام الخزفيه المنتجة في درجات الحرارة المتوسطة من 1200-1300°م وذو المسامية المنخفضة صفر -2% في مدي الدرجات اللونية المختلفة.

فتضمن اهمية البحث الكثير من التقنيات مثل استخدام اجسام خزف حجري ملونه والخط بين الالوان، استخدام تقنية الاجسام المزججه، وذلك للدمج بين السطح اللامع والمطفأ، واستغلال الأحجام الحبيبية المختلفة للحصول على مظهر بعض الاحجار الطبيعيه.

منهج البحث Methodology:

يستخدم البحث المنهج التحليلي والتجريبي.

الإطار النظري Theoretical framework

الأجسام الخزفية الحجرية

تعريف الجسم الخزفي (ceramic Body)

هو خليط من طينة رئيسية مع مجموعة من الطينات الأخرى، أو عدد من الطينات المخلوطة مع عدد من الخامات الأخرى يشكل ويحرق ليتواءم مع الغرض المصنوع من اجله والحصول على المنتج الخزفي المطلوب.

والخامات الأخرى تضاف بغرض تحسين خواص الاجسام الخزفية او للحصول على أجسام خزفية ذات خصائص معينة. (1)

العوامل المؤثرة على تكوين الأجسام الخزفية

تتأثر الأجسام الخزفية بعوامل كثيرة منها الآتي:

1. طبيعة وكمية المواد الخام الموجودة في التركيبات المطلوبة للأجسام.
2. الحالة الفيزيائية للمواد الخام وخاصة الحجم الحبيبي.
3. طريقة تحضير المواد الخام
4. طريقة التشكيل.
5. الحريق
6. معالجة السطح. (2)

تصنيف الاجسام الخزفية

تصنف الاجسام الخزفية تبعا لدرجات الحرارة او نسبة المسامية او نوعية الاستخدام.... الخ الى

- 1- الخزف الأرضي
- 2- الخزف الحجري
- 3- البورسلين

منتجات أجسام الخزف الحجري (Stoneware Bodies)

تعتبر منتجات أجسام الخزف الحجري حلقة الوصل بين منتجات الخزف الارضي (Earthen ware) ومنتجات البورسلين (Porcelain)، فهو بطبيعته مزجج أصم بالنسبة للماء وحتى بالنسبة للأحماض كما أنه شديد الصلابة والكثافة سواء كان مغطي بطلاء زجاجي أو بدون طلاء، وللخزف الحجري الملون مواصفات تفصيلية بجانب المميزات الجمالية وذلك حيث يمكن إنتاجه في مرحلة الحريق الأول والاستغناء عن الطلاء الزجاجي مع اكتساب مواصفات جمالية وفنية. (3)

لذلك فهي أجسام خزفية كثيفة تتضح في درجات حرارة أعلى من الخزف الارضي تتراوح بين (1200-1300°) ذو بنية معتمة وغير منفذة للضوء تكاد تكون صماء وفي معظم الاحيان يكون مزججا وقد تصل درجة امتصاص الماء في بعض الانواع الراقية بين (0-5)% . (4)

company,USA,1956,P149

Singer,S,S"Industrial Ceramics"Chapman and Hall London,1963,p.394 -5

6- محمد نبيل طه فودة" تقنين المواد الخام المحلية لإيجاد أجسام متزججة جديدة لمنتجات الأدوات الصحية في مصر " رسالة دكتوراه/ كلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان- القاهرة - 1993-ص85

7- تهاني محمد نصر العادلي (دكتور) " الخزف الحجري في مصر وإمكانية إستخدامه في الأدوات المنزلية" ماجستير - كلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان -1979.

8- بحث - تهاني محمد نصر العادلي (دكتور)

Grimshaw,rex,The Chemistry And Physics Of Clays and Allied Ceramic -1

Materials,Ernest Benn Limited, London, Fourth Edition,1971,p15

2- أيمن على جودة (دكتور) "نظم إنتاج أواني طهو خزفية من خامات محلية"رسالة دكتوراه، كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان- 2000 - ص 64

3- الخزف فن وعلم - د/ محمد سعيد عبدالله - مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ص 48

Norton.F.H,"Ceramics for the Artist Potter",Addison Wesley Publishing -4

الفلسبار

هو سيليكات الألومينا Alumina Silicate مع كميات متنوعة من الصوديوم والبوتاسيوم أو الكالسيوم . وأغلب مكوناته توجد في الصخور البركانية ، والنارية ، المتحولة والرسوبية Sedimentary Deposit وتوجد بعض الأنواع منه هي :-

- الفلنبار البوتاسيومى (الأرتوكليز) $K_2O \cdot AL_2O_3 \cdot 6SiO_2$

- الفلنبار الصوديومى (الألبيت) $Na_2O \cdot AL_2O_3 \cdot 6SiO_2$

- الفلنبار الجبرى (الأثورثيت) $CaO \cdot AL_2O_3 \cdot 2SiO_2$

- الفلنبار الباريومى (السلزيان) $BaO \cdot AL_2O_3 \cdot 2SiO_2$ Celsain

ولا يوجد أى معدن فلنبار نقي بمفرده فى الطبيعة بل عادة يكون كخليط أى منهما مع الآخر فالفلنبار البوتاسيومى كثيرا ما يحتوى على أكسيد الصوديوم فيه عادة يكون ما بين 2.5% إلى 3.5% فى الوزن ، بينما الفلنبار الصوديومى يكون محتوى أكسيد البوتاسيوم فيه 0.5% إلى 3.2% من الوزن والفلنبار الجبرى (الكالسيومى) عامة يحتوى على نسبة عالية من أكسيد الصوديوم .⁽¹⁴⁾

ويعمل الفلنبار كمساعد صهر لخفض درجة الانصهار (Melting Point) للتركيب وتكوين الطور الزجاجى .

كما تعمل مساعدات الصهر عامة كمادة رابطة لجزيئات التركيب حيث تملأ الفراغات والمسام بمادة زجاجية فى درجات حرارة ملائمة وتفاعلها مع المكونات الأخرى مثل الكورتز أو مع بعض أنواع الفلنبارات مثل الصوديوم حيث يعمل على خفض درجة الحرارة أكثر .

وينتج عن ذلك انكماش الجسم نتيجة قرب المسافات بين الدقائق والتي ينتج عن التفاعل مع باقى المكونات من الطينيات والكورتز واختيار نوعين الفلنبار المستخدم هام كمساعد صهر حيث اختلاف التفاعل وتأثيره على النتيجة النهائية .⁽¹⁵⁾

مظهر الصخور وتركيبها :

يتكون سطح الأرض بأكمله من الصخور ففيه تعتبر الوحدة الأساسية المكونة للجزء الصلب من سطح القشرة الأرضية وتلك الصخور تختلف عن بعضها فى لونها وفى صلابتها وفى درجة تماسكها ونفاذيتها وشكلها وتدخل المعادن فى تركيب الصخور على هيئة تجمعات من جزيئاتها ويعرف منها حوالي 200 معدن إلا أن عددا قليلا منها هو الذى له أهمية فى تكوين الصخور وله أثر أيضا فى شكل ولون الصخور وتأتى السيليكات وهى شكل من أشكال ثاني أكسيد السيليكون فى مقدمة تلك المعادن ويقدر بأن 59% من صخور القشرة الأرضية يتكون من السيليكات .⁽¹⁶⁾

نشأت الصخور وتكونت منذ الأبد من إندفاعات الصهارة الصخرية (الماجما) من باطن الأرض. وتعتبر الصخور النارية أول أنواع الصخور ثم تكون فيما بعد النوعين الآخرين من الصخور وهما الصخور الرسوبية والصخور المتحولة .⁽¹⁷⁾

و تتكون الصخور من معادن بمعزل عن الكائنات الحية وأهم هذه العناصر المكونة للمعادن هي الأكسجين والالمنيوم والحديد والصوديوم والمغنسيوم والبوتاسيوم والكالسيوم الخ أما الموارد ذات الأصل العضوى فهي الفحم الحجرى واللؤلؤ والكهرمان والأحجار الكريمة .⁽¹⁸⁾ لذلك تتركب القشرة الأرضية من صخور مختلفة يمكن تقسيمها إلى قسمين رئيسيين :

رابطة. (9)

وتحتوي خامات الطفلة بجانب معادن الطفلة من الكاولين والمنتموريللونيت على شوائب مختلفة أهمها أكاسيد الحديد وكبريتات و كربونات الكالسيوم وأملاح الكلوريدات وغيرها والتي لها تأثير مباشر على مواصفات الجسم الخزفي وعلى أساسها يتم اختيار خام الطفلة تبعاً لدرجة نقاء الخامة ونوع المعدن المكون لها وكمية ونوع الشوائب الموجودة بها، فمثلاً لإنتاج نوعيات من الخزف الحجري الأبيض يتطلب اختيار أنواع خالية من الشوائب أو الأكاسيد الملونة تحتوي على معدن الكاولينيت.

وفي بعض الأحيان تحتوي خامات الطفلة على نسبة من الشوائب تعمل كمساعد صهر أو كمواد مألنة تفيد في استخدام الخامة بمفردها بدون الحاجة إلى إضافات أخرى. ما يمكن خلط نوعين أو أكثر من خامات الطفلة للحصول على خواص طبيعية معينة مثل إضافة طفلة لدنة البينتونيت إلى الكاولين لزيادة لدونته وتسهيل عملية التشكيل .⁽¹⁰⁾

ويستخدم الفلنبار بنوعيه الصوديومى والبوتاسيومى كمادة مساعدة على الصهر فى تركيبات الخزف الحجري، وكثيرا ما يضاف بعض النسب من خامات أخرى مثل الماجنيزيت أو الطباشير أو الدولوميت لتحسين بعض الخواص كما فى إنتاج الخزف الحجري الصحي والعوازل الكهربائية، كذلك يضاف أكسيد الباريوم لتحسين مقاومة المنتج للقلويات والمعادن المنصهرة.

ويمكن استخدام مواد أخرى مساعدة على الصهر مثل صخور الجرانيت والبازلت والتلك والباريت وكذلك الخبث أو بعض بقايا الصناعة .⁽¹¹⁾

ويضاف الكوارتز أو نسبة من الطفلة المحروقة (grog) كمادة مألنة فى تركيب الخزف الحجري لتقليل درجة انكماش الجسم بعد الحرق وتنظيم عملية التجفيف خاصة فى القطع الكبيرة لتلافي عيوب التجفيف من تشقق أو شروخ مع حفظ شكل المنتج من التشويه أثناء عملية الحرق .⁽¹²⁾

ويمكن إضافة بعض الأكاسيد فى صورة خاماتها مثل أكاسيد النحاس والكوبالت والمنجنيز والكروم.. وغيرها للحصول على ألوان مختلف للمنتج.

كما تضاف بعض المواد المصنعة لتحسين بعض الخواص وإعطاء مواصفات خاصة مثلما فى حالة إضافة الكورديريت (Cordierite) أو كربيد السيليكون (Silcon carbide) لتحسين الخواص الحرارية والكهربائية.

وتراعى خواص جميع المواد المضافة وتأثيرها على الأجسام الخزفية حيث تؤدي بعض الإضافات إلى تحسين بعض المواصفات مع تأثير عكسي على مواصفات أخرى وذلك كما فى حالة إضافة كربونات الكالسيوم التي تضاف لتقلل من نسبة انكماش المنتج وخفض درجة حرارة الحرق وتحسين التصاق الطلاء الزجاجي بالجسم الخزفي إلا أنها فى نفس الوقت تزيد المسامية وتقل التحمل الميكانيكي .⁽¹³⁾

ويؤثر نوع مساعد الصهر المستخدم والإضافات المختلفة فى تركيبات الجسم الخزفي على كمية الموليت المتكونة بعد الحرق ونوع المادة الزجاجية فى الجسم المحروق والتي تؤثر بالتالي على خواص الجسم الميكانيكية والحرارية والكهربائية ومقاومتها للكيمائيات.

المواد الخام الصهارة (Fulxes) المستخدمة فى البحث

14- "كتاب فصول فى الخزف" الجزء الثانى - تهانى العادلى (دكتور) - كلية الفنون التطبيقية - جامعه حلوان -

2001

15- أحمد مكي عامر شاهين " منهجية لتصميم البلاطات الخزفية تتوافق مع الطرق المتقدمة للإنتاج الكمي فى

مصر " رسالة ماجستير - كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان - 1999 - ص 55

16- محمد سامى عسل (دكتور) ، الجغرافيا الطبيعية مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة، أستاذ بمعهد علوم

الأرض والتكنولوجيا ، الجزائر ، 1984 ، ص 88.

17- غازي عطية زرك" جيولوجيا المناجم والاستكشاف المعدني " كلية العلوم / قسم علوم الأرض التطبيقية -

جامعة تكريت (العراق) - 2014 . ص 17

18- (المدخل إلى علم الجغرافية الطبيعية) حسن أبو سمور، على غانم (P.116/1998)

9- نهى عبدالوهاب محمد (دكتور) " استخدام بعض المخلفات الصناعية كمساعدات صهر فى الاجسام الخزفية

- دكتوراة - فنون تطبيقية - حلوان - 2013 - ص 79، 80

10- مرجع سابق - تهانى محمد نصر العادلى (دكتور) - ماجستير - ص 6

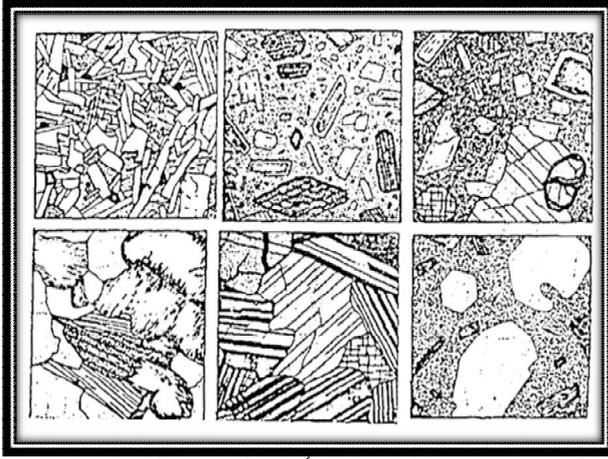
11- مرجع سابق - تهانى محمد نصر لعادلى (دكتور) - ماجستير - ص 8

12- Hamer, Frank and Sanet, " The Potter's Dictionary of Materials and Techniques" -

(pit Man Publishing, London/1975/P.150

13- Hamer, Frank and Sanet, " The Potter's Dictionary of Materials and Techniques" -

pit Man Publishing, London/P.150/1977



شكل (2) يوضح مقاطع متباينة لأنواع الصخور النارية حسب نوع وشكل المعادن المكونة لها وحالة التبلور .

تصنيف الصخور

يمكن تقسيم الصخور في الوقت الحاضر حسب أصلها ونشأتها وتكوينها الى ثلاثة أنواع :

- 1- الصخور النارية (Igneous Rocks)
- 2- الصخور الرسوبية (Sedimentary Rocks)
- 3- الصخور المتحولة (Metamorphic Rocks)

الصخور النارية (Igneous Rocks)

الصخور النارية هي التي تكونت من تصلب الصهير الناري (magma) داخل طبقات القشرة الأرضية أو فوق سطحها بعد خروج الصهير على السطح من خلال مناطق الضعف في القشرة الأرضية ، هذه العملية، تسمى التبلور، ويمكن أن تحدث تحت سطح الأرض أيضا . وهذا الصهير – أو ما يعرف بالماجما أو اللافا- عبارة عن مواد معدنية منصهرة قادمة من طبقة المانتل باتجاه القشرة الأرضية.

ويتوقف نوع الصخور النارية على مكونات هذا الصهير ومعدلات تبريده وعلى نوع الغازات المصاحبة له ، فمعدل التبريد يؤثر على معدل تبلورها وبالتالي على حجم ونمو البلورات ، وعلى ذلك نجد التبريد السريع على السطح ينتج عنه صخور دقيقة البلورات أو قد تكون خالية من البلورات بحيث تأخذ المظهر الزجاجي (glassy)، أما الصهير الذي يكون الجرانيت خشن الحبيبات فإنه يكون قد استغرق عشرات الآلاف من السنين لكي يبرد عند أعماق بعيدة في القشرة على عكس الحال مع الزجاج البركاني والأوبيسدان الذي تكون من صهير قليل الغازات يبرد بسرعة فوق سطح مكشوف . وتختلف أنواع الصخور النارية تبعا لكميات السيليكا في الصخر أو تبعا لدرجة التشعب بها ، وكذلك تختلف من حيث أنواع المعادن المكونة لها ومن حيث اللون الذي يرتبط أساسا بالمعادن التي يتكون منها الصخر. (22)

ومن الصخور النارية ما تجمد بسرعة عند خروج مصهورة على سطح الأرض، نتيجة اندفاع الماجما (Magma) وإنسيابها كسيل متدفق من البراكين أو أن تقذف في الهواء على هيئة حمم بركانية ورماد بركاني حيث تتصلب على سطح الأرض أو بالقرب منة وتعرف تلك الصخور (بالصخور البركانية) وتكون بنيتها زجاجية أو دقيقة البلورات ومنها حجر البازلت. (23)

من أمثلة الصخور النارية ، الجرانيت والبازلت والجابرو والسيانيت والريولايت . (24)

نسيج الصخر الناري:

يعرف النسيج بأنه وصف المظهر الكلي للصخر الناري تبعا لحجم بلورتها وترتيبها وأشكالها، ويعكس النسيج العلاقة الأساسية

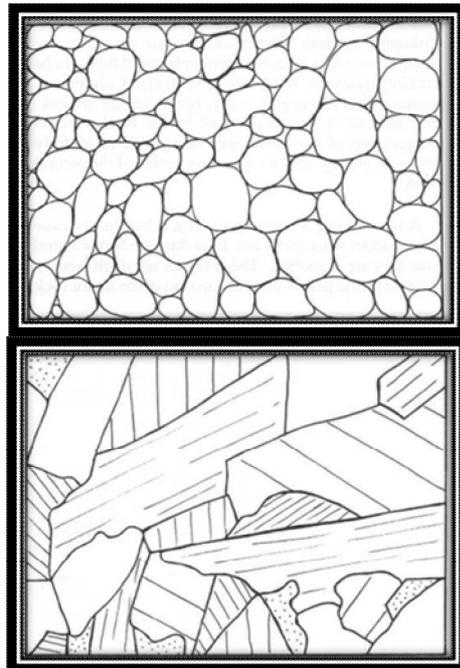
1- صخور عضوية (Organic) وهي مواد صخرية والتي تتكون من بقايا حيوان أو نبات كأجزاء النبات وعظام الحيوانات.

2- صخور غير عضوية (InOrganic) ويقصد بها المواد التي تكونت في الطبيعة مستقلة عن بقايا الإنسان أو الحيوان أو النبات كالصخور الجرانيتية والبازلتية. (19)

تتكون الصخور من المعادن التي تعتبر إنها الوحدات البنائية لهذه الصخور فتتكون تجمع معدنيين أو أكثر، وفي كثير من الحالات تتشكل الصخور من عدد من المعادن لا يقل عن عشرة معادن . وبعض أنواع المعادن يشغل مساحة واسعة من سطح القشرة الأرضية وتغطي مساحة كبيرة منها مثل معدن الجبس ومعدن الدولوميت . وبعض هذه المعادن تشكل طبقات أو تراكيب صخرية واسعة تعرف بالصخور الجيرية وتتكون بشكل خاص من معدن الكالسيت (CaCO3) ومعدن ملح الطعام (NaCl). (20)

يوجد أنواع كثيرة مختلفة من الصخور وقد يوجد تشابهات شائعة بين بعض الصخور ولكن في الطبيعة كل نوع من الصخور معقد في تركيبه بالنسبة لأي صخر آخر . وعلى سبيل المثال وجود تدرج وتشابه بين الحجر الرملي (sandstone) والحجر الطيني الصفائحي (shale) بإحتوائهم على دقائق الرمال (sandy) ودقائق الطينة (shale) وأيضا بين الجرانيت (granite) والجابرو (gabbro) . وبالإضافة إلى ذلك قد يوجد تنوع في المظهر الخارجي لنوع صخر واحد .

المعادن المكونة للصخور لها أشكال مختلفة قد تكون مستديرة أو غير منتظمة ، ومجموعات المعادن التي تجمعت مكونة هذا الصخر مترابطة معا لا تتفكك أبدا بأي عوامل طبيعية تمر عليها (بالتالي الرمال والطينة ليست صخور) ، مثل صخر الجرانيت المكون من الكورتز (quartz) والفلسبار (feldspar) والمسكوفيت (muscovite) والبيوتيت ، أو قد تكون مكونة من معدن واحد مثل الكورتز المكون للرمال . (21)



شكل (1) يوضح حبيبات الكورتز الدائرية المنتظمة والحبيبات المكونة صخر الجرانيت الغير منتظمة

19- يسرى عبد الرازق الجوهري (دكتور) ، أسس الجغرافيا الطبيعية ، منشأة المعارف بالإسكندرية ، 1988، ص 97 .

20- (أساسيات الجيولوجيا/ميشيل كامل عطاالله/2000/P.225)

Eileen Van der Flier-Keller and William J. McMillan "The Identification Of Common Rocks" Information Circular 1987, Province of British Columbia Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources MINERAL RESOURCES DIVISION - Geological Survey Branch – p3

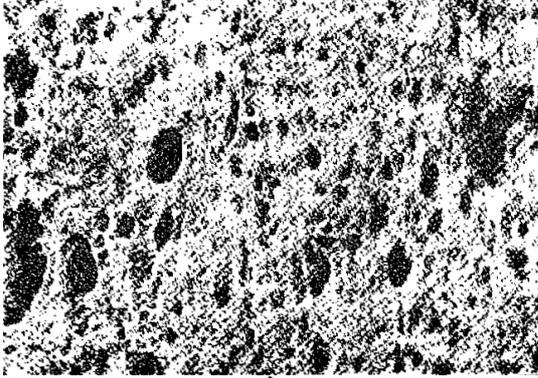
22- (الجغرافيا الطبيعية أسس ومفاهيم حديثة/محمد صبري محسوب سليم/1996/ص 31)

23- (فصول في الخزف (الجزء الأول) – أ.د/ تهاني العادلي - القاهرة – 2001 - ص8)

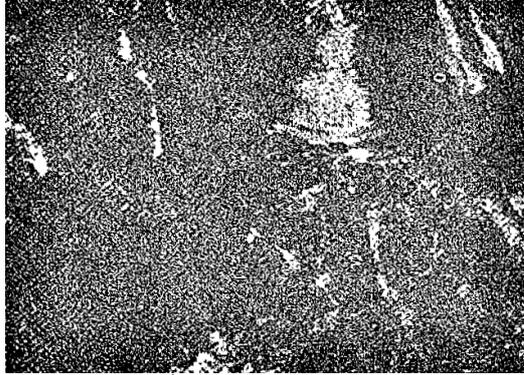
24- (أساسيات الجيولوجيا/ميشيل كامل عطاالله/2000/ص 228)

5-النسيج الاسفنجي:

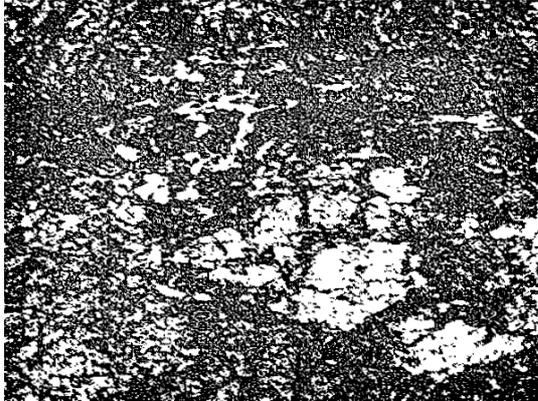
ويكون عندما تحتوي الصهارة الصخرية على كمية كبيرة من الغازات التي تظهر على صورة فقاعات في داخل الصهارة ثم تفقد الصهارة هذه الفقاعات ومن الأمثلة عليه حجر الخفاف (31)



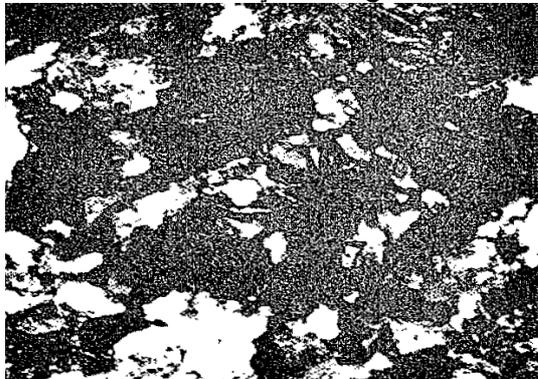
النسيج الاسفنجي في صخر البيومس



النسيج الزجاجي في صخر الأوبسيدان



النسيج الدقيق في صخر البازلت



النسيج الخشن في صخر الجرانيت

صورة (1) توضح أنواع النسيج المختلفة للصخور النارية

والمبادلة بين بلورات المعادن. ويلعب التركيب الكيميائي والمعدني للصخور النارية دوراً هاماً في اختلاف حجم بلوراتها وترتيبها، ويتوقف هذا على سرعة تبلور معادن الصهارة. (25)

فتنشأ هذه الصفات نتيجة تبلور المعادن من الصهار وتراكمها على بعضها أو التحامها مع بعضها بطرق وأنماط مختلفة.

تقسيم أنسجة الصخور النارية

تنقسم إلى:

1- النسيج الدقيق الناعم

ويكون هذا النسيج ذو بلورات دقيقة جداً بسبب تدفق الصهير الصخري على سطح الأرض وبرودته بصورة سريعة ومن أمثلة البازلت والريولايت. (26)

الصخور ذات النسيج الدقيق حبيباتها دقيقة جداً لا يمكن تمييزها بالعين المجردة. ورغم أنه لا يمكن تحديد المعادن المكونة للصخور ذات النسيج الدقيق، فإنه يمكن تصنيفها إلى صخور ذات لون فاتح أو متوسط أو غامق. وباستعمال هذه الطريقة للتصنيف نجد الصخور ذات اللون الفاتح هي تلك المكونة من معادن سيليكات غير الحديد والماغنسيوم. (27)

2-النسيج الخشن

ويمثل الصخور التي بردت وتبلورت في جوف الأرض، وتكون نتيجة لذلك بلورات خشنة أو كبيرة الحجم وتميزت بترتيب خاص (28)، تبدو على هيئة كتل متراسة تتساوي في الحجم تقريباً، حيث يمكن تحديد المعادن التي تحتويها بالعين المجردة. ونظراً لأن الصخور ذات النسيج الخشن تنشأ عادة عند أعماق كبيرة من سطح الأرض. فإن اكتشافها على السطح ينتج عن إزالة التعرية للصخور التي كانت فوقها والتي كانت تحيط بغرفة الصهير. ومن أمثلة الصخور الجرانيت والجابرو والسيانيت.

وقد تتطلب الكتل الكبيرة من الصهير الموجودة على عمق كبير عشرات آلاف أو ملايين السنين لتتصلب. وحيث أن معادن الصهير لا تتصلب بمعدلات واحدة فقد يكون بعضها أحجاماً كبيرة من البلورات قبل أن يبدأ بعضها الآخر في التبلر. فلو حدث أن تغيرت بيئة التبلر لكمية من الصهير يحتوي على بلورات كبيرة، كأن تصعد على السطح مثلاً فإن الجزء المنصهر من اللابة يبرد بسرعة. والنسيج الناتج الذي يتكون من بلورات كبيرة مغمورة في وسط من البلورات يسمى بالنسيج المتباين. وتسمى البلورات الكبيرة في مثل هذا الصخر بالبلورات الموروثة (بلوثة) بينما يسمى هلام البلورات الدقيقة بالكتلة الأساسية. ويسمى الصخر الذي يتصف بهذا النسيج بالصخر ذي النسيج المتباين. (29)

3- النسيج الزجاجي:

ويتكون هذا النسيج نتيجة التبريد السريع والمفاجيء للصهارة الصخرية، وحيث أن هذا النوع من التبريد لا يعطي لأيونات وقتاً كافياً لتكوين بنية بلورية.

أثناء اندلاع البراكين، تقذف الصخور المنصهرة إلى الجو حيث تبرد بسرعة. وبهذه الطريقة تكسب الصخور المكونة نسيجاً زجاجياً. حيث أن الزجاج يتكون عندما لا تعطي الأيونات وقتاً كافياً لتتحد وتكون بنية بلورية مرتبة. فالنوع الشائع من الصخور ذات النسيج الزجاجي هو الأوبسيدان يشبه في مظهره أي شظفة زجاج غامقة من صنع الإنسان. (30)

4-النسيج المجهرى:

وينتج من برودة الصهارة الصخرية بسرعة فائقة مما ينتج عنها بلورات معينة صغيرة جداً لا يمكن رؤيتها إلا بالمجهر.

25- المرجع السابق - ميشيل كامل عطالله- ص 228

26- مرجع سابق . (مقالات علمية أبحاث علمية اخبار علوم /2009/7/25)

27- مرجع سابق . كتاب الأرض 78

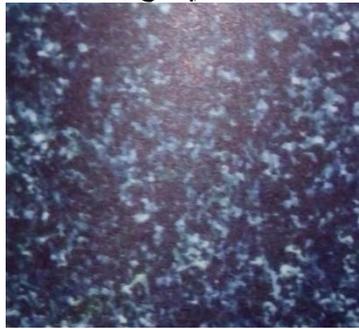
28- (أساسيات الجيولوجيا/ميشيل كامل عطالله/2000/P.228)

29- مرجع سابق . كتاب الأرض ص80

30- مرجع سابق . كتاب الأرض ص80



صخر جابرو (حبيبات خشنة)
مرقش بلون رمادي فاتح وأخضر داكن



جابر (حبيبات متوسطة)
مرقش بلون أبيض ورمادي فاتح وأخضر داكن .
مجموعة صور (4) توضح مقاطع لصخر الجابرو بأحجام حبيبيه
والوان مختلفة . (35)

التجربة العملية

تم تكوين تركيبة خزف حجري أبيض مكون من البولكلي والكاولين
والفلسبار الصوديومي والرمل بالنسب الآتية

جدول (1) يوضح تركيب الخزف الحجري المقترحة

الخامات	نسبة التركيبية	%
بولكلي		15
كاولين		10
فلسبار صوديومي		65
رمل		10

ثم إضافة نسبة من الصبغات الملونة لتلوين الجسم الخزفي للحصول
على درجات لونية متعددة حسب نسبة الصبغات المضافة إليه ، بعد
ذلك تستخدم الأجسام الخزفية الملونة في عمل تصميمات متنوعة
تحاكي مظهر الأحجار الطبيعية التي تعني عن استخدام معالجات
السطح. ومن الصبغات التي أضيفت إلى الأجسام المختارة ، الروز
والأسود والأزرق والأصفر والبني .

ظروف التشغيل :

تم وزن 2500 جم من التركيبية قبل إضافة أي صبغات إليها
ووضعها بطاحونة الكور سعه 2,5 كيلو جرام . مع إضافة ماء إلى
التركيبية بنسبة 56% أي إضافة 1400 جم لكل 2500 جم خامة
ونسبة من المواد المشتتة (مواد لتحسين الزوجة) وهي التراي بولي
فوسفات بنسبة 0,5% أي 12,5 جم . ثم طحن كل المكونات حتى
تمام الطحن والوصول إلى نسبة راسب مناسبة حوالي 0,5 جم لكل
100 جم للتركيبية . وكان زمن الطحن 16 ساعة . بعد تمام الطحن
وضبط الراسب أخذت كميات من الخامة السائلة حوالي (300 جم)
لكل لون وإضافة نسبة الصبغات المذكورة بالجدول رقم (2)
لتلوين التركيبية وطحنها مرة أخرى بطاحونة الكور لمدة 10 دقائق
ثم تجفيفها بمجفف عند 120°م ثم سحقها حسب الطريقة

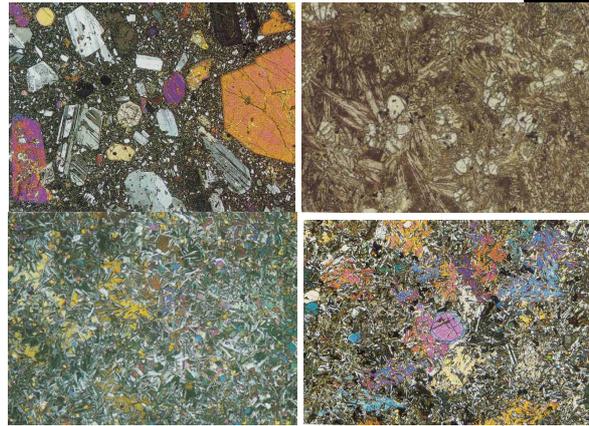
35- محمد عبدالمقصود (دكتور) " الصخور من المنشأ والتكوين إلى الحضارة والعمارة والفنون " الهيئة

المصرية للكتاب -2007

بعض النماذج المجهرية التي توضح مظهر بعض الصخور

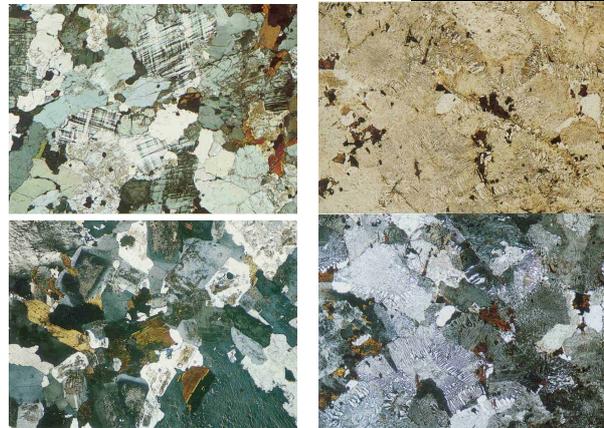
المختلفة مصورة بتقنيتي (32) PPL ,XPL

البازلت



مجموعة صور (2) توضح مقاطع لصخر البازلت تحت المجهر.
(33)

جرانيت (granite)



مجموعة صور (3) توضح مقاطع لصخر الجرانيت تحت المجهر .
(34)

الجابرو (gabbro)



صخر جابرو (حبيبات خشنة)



جابر (حبيبات ناعمة إلى متوسطة)

32 - ppl (Partially Polarized Light) هو تصوير بالضوء المستقطب بشكل جزئي

W.S.Mackenzie, C.H.Donaldson & "Atlas Of Agneous Rocks And Their Textures" - 33

C.Guilford -1982-London

34- المرجع السابق

المستخدمة في التشكيل والكبس بمكبس هيدروليكي عند 110 بار | والحرق عند 1205°م في زمن حريق 60 دقيقة .
جدول رقم (2) يوضح نسبة الصبغات المضافة على التركيبة المذكور بالنسبة المئوية

رقم التركيبة	1	2	3	4	5	6	7	8
صبغة روز	2.0	-	-	-	-	0.6	-	-
صبغة أسود	0.1	1.2	-	-	0.4	-	0.15	-
صبغة أزرق	1.2	-	-	-	-	-	2.0	1.0
صبغة أصفر	-	-	1.0	0.5	-	-	-	-
صبغة بني	-	-	-	0.7	-	1.0	-	-



عينة رقم (2)

عينة رقم (1)



عينة رقم (4)

عينة رقم (3)



عينة رقم (6)

عينة رقم (5)



عينة رقم (8)

عينة رقم (7)

مجموعة صور رقم (5) توضح الدرجات اللونية الناتجة لتركيبات
الأجسام الملونة من رقم 1 إلى رقم 8

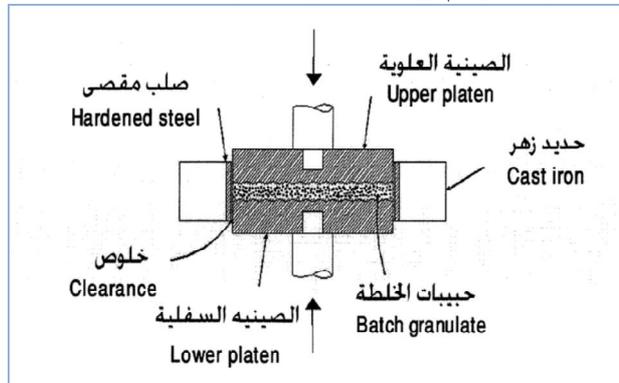
التشكيل

الغرض من كل المعالجات والتجهيزات السابق إجراءها على الخامات الأولية هو إعدادها لعملية التشكيل (Shaping) بالمكبس الهيدروليكي التي يتم فيها إكساب الجسم المشكل الهيئة الهندسية (Geometric Form) التي سيكون عليها بعد تحوله، من خلال الحرق، إلى منتج سيراميكي نهائي يملك كافة الصفات اللازمة لاستخدامه في مجالات تطبيقية بعينها.

الخطوات المتتابعة لعملية الكبس (Pressing process) (sequence)

كما في كل العمليات التكنولوجية، هناك خطوات متتابعة منضبطة التزامن.

- 1- الصينية السفلى للقالب في موضعها الصحيح مكونة مع الإطار الجانبي صندوق القالب، والصينية العليا مرتفعة.
 - 2- يأتي مغذي القالب Die feeder بحبيبات الخلطة ليملا الصندوق، وفي نفس الوقت يدفع البلاطة السابق كبسها إلى الأمام.
 - 3- الصينية العليا للقالب تهبط لعمل الضغط الأولي (Prepressing).
 - 4- تتحرك الصينية العليا لأعلى لتسمح للهواء المضغوط بالخروج (Deairing).
 - 5- تهبط الصينية العليا مرة أخرى لممارسة الضغط الأقصى النهائي (Final pressing).
 - 6- تتحرك كل من الصينية العليا والسفلى (الحاملة للبلاطة المكبوسة) إلى أعلى، يأتي مغذي القالب بالخلطة فيدفع إلى الأمام البلاطة المكبوسة، على الفور تهبط الصينية السفلية لموضعها مكونة الصندوق ليستقبل من جديد حبيبات الخلطة.
 - 7- تكرر الخطوات السابقة بنفس تتابعها.
- عادة يتم كبس البلاطة ووجهها (Good face) إلى أسفل، لهذا يلزم بعد خروجها من القالب ودفعها إلى الأمام أن يتم استبدالها قبل إجراء عمليات التهذيب والتنظيف (Trimming & cleaning) وإرسالها إلى المجفف. يعني هذا أن أي زخارف سواء كانت غائرة (Engraves) أو بارزة (Embossing) يراد عملها على سطح البلاطة يجب أن تتم بواسطة الصينية السفلية للقالب.



شكل (3) نموذج لقالب بمكوناته المختلفة يتعرض لكبس مزدوج .

تجارب التصميمات والتأثيرات الفنية

تم استخدام الأجسام الخزفية الملونة الناتجة بالدراسة في عمل تصميمات وتأثيرات جمالية على سطح البلاطة من خلال التشكيل والتي تستخدم وظيفيا في مجال العمارة سواء داخليا أو خارجيا . بحيث يمكن الأستغناء عن معالجات السطح بطبع تصميمات أو إعطاء تأثيرات زخرفية أو تطبيق طلاء زجاجي حيث أن الجسم مزجج ذاتيا نتيجة الدراسة .

والتجارب التي قام بها فريق البحث لعمل التصميمات إعدمت على ما يلي :

- 1- استخدام المساحيق الناعمة جدا للجسم الخزفي الملون في عمل تأثيرات جمالية
- 2- استخدام أحجام حبيبية مختلفة لمساحيق الأجسام الخزفية

الملونة.**التجربة الأولى استخدام المساحيق الناعمة جدا للجسم الخزفي الملون في عمل تأثيرات جمالية**

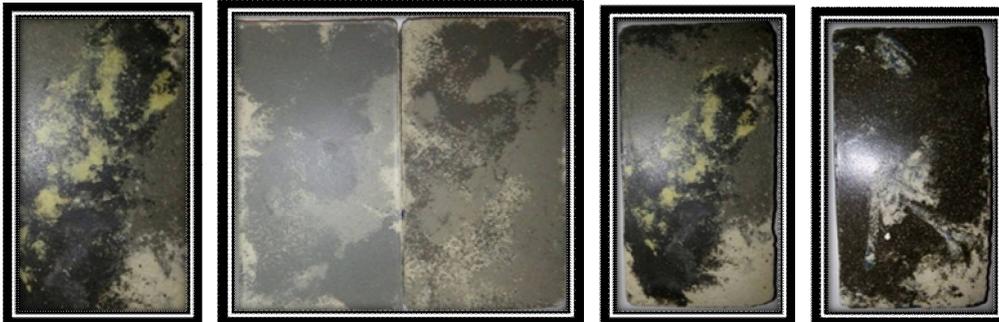
بعد تلوين الجسم الخزفي بألوان متعددة والموضحة في جدول رقم (2) يتم تجفيفها في المجفف عند درجة 120°م ثم سحقها جيدا وضبط نسبة الرطوبة بها بحيث تكون 5-6% ثم نخل الجسم الملون المسحوق بمنخل (600 ميكرون) ليخرج مسحوق ملون ذو حبيبات ناعمة جدا وتكون جاهزة للكبس والتشكيل . حيث تم توزيع التركيبات الملونة داخل المكبس الهيدروليكي للحصول على التأثيرات الجمالية المطلوبة ويمكن تطبيق هذه التصميمات إنتاجيا عن طريق أقماع وشبكات من خلالها يتم التحكم في تغذية المكبس وتوزيع الأجسام الملونة بصندوق القالب .



صورة رقم (6) توضح تأثيرات جمالية وتصميمية على سطح البلاطات من المسحوق الملون للتركيبات الملونة ارقام (2،4،6،7،8) .



صورة رقم (7) توضح تأثيرات جمالية على سطح البلاطة من المسحوق الملون بالدمج بين تركيبات ملونة (3،4،6،7،8) ولون الجسم الأصلي .



مجموعة من الصور رقم (8) توضح تأثيرات جمالية وتصميمية على سطح البلاطة من المسحوق الملون للتركيبات الملونة (2،3،5) ولون الجسم الأصلي .



مجموعة من الصور رقم (9) توضح مقاطع ملتقطة من التأثيرات التي تم عملها بالألوان الأبيض والأسود والرمادي والأصفر للتركيبات (1،3،2) ولون الجسم الأصلي .

والمناخل المستخدمة في عمل الأحجام الحبيبية هي 4000 ميكرون – 2000 ميكرون -1000 ميكرون وذلك بعد ضبط نسبة الرطوبة (5-6%) .

بعد ذلك يتم خلط نسب من الأحجام الحبيبية المختلفة ثم توزن منها مقدار وزن البلاطة (60 جم) ليتم كبسه بالمكبس الهيدروليكي عند 110 بار .

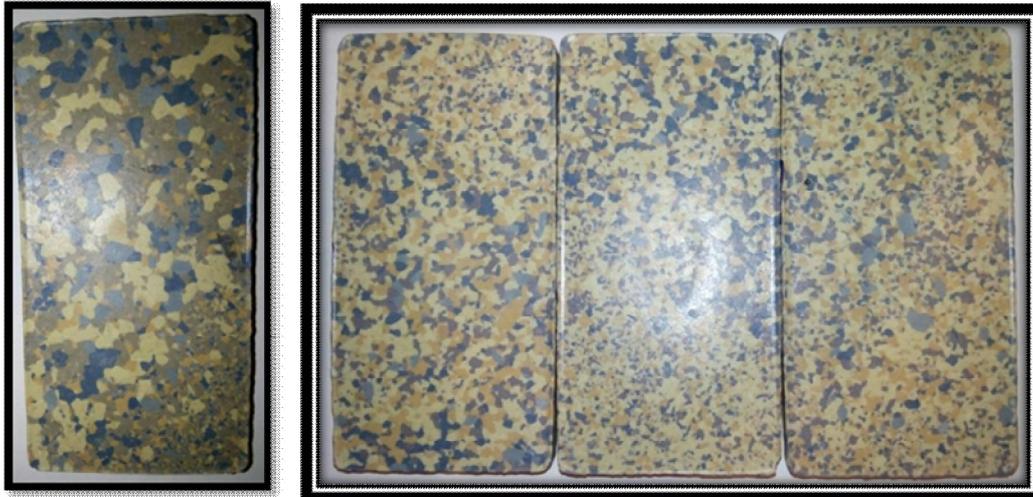
التجربة الثانية

2- استخدام أحجام حبيبية مختلفة لمساحيق الأجسام الخزفية الملونة للحصول على تأثيرات جمالية

بعد إعداد الأجسام الملونة وتجفيفها يؤخذ جزء منها ويتم تكسيه وسحقه بحيث نحصل على أحجام حبيبية كبيرة وصغيرة ومتوسطة الحجم من خلالها يتم عمل تأثيرات تعتمد على تنوع الأحجام الحبيبية للمسحوق الناتج مما يعطي تأثيرات جمالية مميزة.



مجموعة صور رقم (10) توضح تأثيرات جمالية وتصميمية على سطح البلاط من تنوع الأحجام الحبيبية للتركيبات الملونة



مجموعة صور رقم (11) توضح تأثيرات جمالية وتصميمية على سطح البلاط من تنوع الأحجام الحبيبية للتركيبات الملونة

الملونة لعمل منتجات يطلق عليها الجرانيتات

(Granites)

4- نتائج الأجسام الملونة المستخدم فيها التقنيات التي بالدراسة تستخدم معماريا (داخليا – وخارجيا) لما تتميز بمظهر طبيعي مميز يشبه مظهر بعض الصخور الطبيعية.

التوصيات Recommendations:

- الأهتمام بصناعة بلاط الخزف الحجري المزجج ذاتيا في مجال الصناعة لما لة من قيمة إقتصادية عالية في توفير تطبيق الطلاء الزجاجي والطباعة والمعالجات السطحية المطبقة عليه للوصول إلى منتج صناعي بأقل تكلفة .
- الأهتمام بالدراسات البحثية التي تبحث في تكنولوجيا تشكيل بلاط الخزف الحجري (البورسلين تجاريا) لمعالجة السطح وعمل تأثيرات فنية وجماليا متميزة يمكن الأستفادة منها في

نتائج البحث Results:

- 1- تتنوع النتائج التي توصلت إليها الباحثة والتي أثبتت صحة الفروض في أن الخزف الحجري يناسب إنتاج تركيبات اجسام متزججة ذاتيا ذات نسبة إمتصاص ماء تصل إلى صفر % .
- 2- استخدام الخامة اللدنة بحد أدني 30% والمواد الصهارة بحد أقصى 65% بالتركيبات المقترحة بالبحث للتوصل إلى التزجج الذاتي دون حدوث تشوة في الأجسام الناتجة .
- 3- عمل قاعدة علمية للربط بين التقنيات والمظهر الخارجي مما يوفر تنوع لمصممي الخزف للوصول لمنتجات ذات مظهر طبيعي مفضل للمستهلك مثل مظهر الصخور والتي شملت الأتي :
 - استخدام المساحيق الناعمة جدا للجسم الخزفي الملون في عمل تأثيرات جمالية مختلفة.
 - استخدام أحجام حبيبية مختلفة لمساحيق الأجسام الخزفية

- عمان - دار المسيرة
- 10- غازي عطية زراك "جيولوجيا المناجم والاستكشاف المعدني" كلية العلوم / قسم علوم الأرض التطبيقية - جامعة تكريت (العراق) - 2014م
- 11- محمد عبدالمقصود (دكتور) "الصخور من المنشأ والتكوين إلى الحضارة والعمارة والفنون" الهيئة المصرية للكتاب - 2007
- 12- محمد سامي عسل (دكتور)، الجغرافيا الطبيعية، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، أستاذ بمعهد علوم الأرض والتكنولوجيا، الجزائر 1984م
- 13- محمد سعيد عبدالله (دكتور) "الخزف فن وعلم" - مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة
- 14- ميشيل كامل عطالله "أساسيات الجيولوجيا" - 2000م .
- 15- Atlas Of Agneous Rocks And Their Textures "W.S.Mackenzie, C.H.Donaldson & C.Guilford -1982-London
- 16- Eileen Van der Flier-Keller and William J. McMillan "The Identification Of Common Rocks" Information Circular 1987, Province of British Columbia Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources MINERAL RESOURCES DIVISION - Geological Survey Branch
- 17- Frank and Janet Hamer: "Clays", Pitman, New York, USA, 1977.
- 18- Grimshaw, rex, The Chemistry And Physics Of Clays and Allied Ceramic Materials, Ernest Benn Limited, London, Fourth Edition, 1971.
- 19- Norton.F.H, "Ceramics for the Artist Potter", Addison Wesley Publishing company, USA, 1956.
- 20- Singer, S, S "Industrial Ceramics" Chapman and Hall London, 1963.

مجال الصناعة .

- الاستفادة بعمل أحجام حبيبية مختلفة لمسحوق الكبس لعمل تأثيرات تشبه الجرانيت والاستفادة منها صناعيا .
- الأهتمام بالدراسات البحثية في تلوين الأجسام الخزفية والاستفادة منها في صناعة بلاط السيراميك للوصول إلى الجانب الجمالي المميز .

المراجع References:

- 1- أحمد مكي عامر شاهين " منهجية لتصميم البلاطات الخزفية تتوافق مع الطرق المتقدمة للإنتاج الكمي في مصر " رسالة ماجستير- كلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان- 1999
- 2- أيمن على جودة (دكتور) "نظم إنتاج أواني طهو خزفية من خامات محلية" رسالة دكتوراة , كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان- 2000
- 3- تهاني محمد نصر العادلي (دكتور) " الخزف الحجري في مصر وإمكانية إستخدامة في الأدوات المنزلية" ماجستير- كلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان -1979.
- 4- محمد نبيل طة فودة" تقنين المواد الخام المحلية لإيجاد أجسام متزججة جديدة لمنتجات الأدوات الصحية في مصر " رسالة دكتوراة/ كلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان- القاهرة - 1993
- 5- نهى عبدالوهاب محمد (دكتور) " استخدام بعض المخلفات الصناعية كمساعدات صهر في الأجسام الخزفية - دكتوراة - فنون تطبيقية - حلوان - 2013
- 6- الك سمث : " علم الأرض" ترجمة فارس لطفى الخورى ، دار الشؤون الثقافية العامة ، بغداد، 1987م .
- 7- إدوارد جي تار بوك - فريدريك كي لوتجيس " مقّمة في الجيولوجيا الفيزيائية ، علم الأرض " المملكة العربية السعودية - تمت الترجمة والمراجعة بوزارة التعليم العالي - 2010
- 8- تهاني العادلي (دكتور)- كتاب فصول في الخزف " الجزء الثاني - كلية الفنون التطبيقية - جامعه حلوان - 2001
- 9- عبدالله محمد خطابية (دكتور) ، عبدالرؤوف محمد الديري (دكتور) ، حكم عبدالجبار صوالحة (دكتور) ، بركات البطاينة (دكتور) "العلوم الطبيعية" - جامعة اليرموك -