الوصول الى مظهر الاحجار الطبيعيه بتركيبات أجسام خزف حجرى ملون ومزجج ذاتيا مع التطبيق على البلاط الخزفى

Attaining Natural Stone Appearance via Colored and Self-glazed Ceramics Stoneware Applied to Ceramics Tiles

م/ أسماء رمضان حسانين
مصمم خزف
أ.د/تهانى محمد نصر العادلي
الأستاذ المتفرغ بقسم الخزف كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان
أ.م.د/علا حمدي عطية
أستاذ مساعد بقسم الخزف كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان

ملخص البحث Abstract:
هناك شيوع واضح لافتقار العمارة الخارجية للمظهر الجمالى , ويعتبر تصميم السطح الخزفى والتقنيات المطبقه علية مدخلا جماليا وقيمة مضافه لتصميم الاسطح الخزفيه فى العمارة الخارجية. كما ان استغلال طرق تشكيل جديدة فى إنتاج أجسام خزف حجري متزجج ذاتيا يمكن أنتاجها صناعيا . وكذلك فإن عدم توافر دراسه تربط بين مظهر الخزف الحجرى والاحجار الطبيعيه.
يهدف البحث الى تقنين العلاقه بين تركيبات الخزف الحجرى والمظهر الجمالى للأحجار الطبيعيه بحيث نصل الى مظهر الاحجار الطبيعية والذى اصبح شائع الاستخدام فى اغلب منتجات البلاطات الخزفية , والربط بينة وبين تقنيات الخزف الحجرى مثل تلوين الجسم والتزجج الذاتى للوصول الى تصنيف علمى مناسب لهذة العلاقة.
تكمن اهمية البحث في 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 الأجسام الخزفية المنتجة فى درجات الحرارة المتوسطة من1200-1300°م وذو المسامية المنخفضة صفر -2 % في مدي الدرجات اللونية المختلفة .
وفتضمن البحث الكثير من التقنيات مثل استخدام اجسام خزف حجرى ملونه والخلط بين الالوان , استخدام تقنية الاجسام المزججه ، وذلك للدمج بين السطح اللامع والمطفأ , واستغلال الأحجام الحبيبة المختلفة للحصول على مظهر بعض الاحجار الطبيعيه .

كلمات دالة Keywords:
مظهر الاحجار الطبيعيه
Natural Stone Appearance
خزف حجرى ملون
Colored Ceramics Stoneware
خزف مزجج ذاتيا
Self-glazed Ceramics Stoneware
البلاط الخزفى
Ceramics Tiles

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

مقدمة Introduction:

اصبح مظهر الاحجار الطبيعيه له تفضيل كبير ومطلب من المستهلك فى مجال انتاج البلاطات الخزفيه , سواء فى الارضيات او الحوائط . لما لها من مظهر لونى وملمس يتمثل فى تعدد الالوان والخطوط المختلفه . فكان اتجاة معظم مصانع الخزف فى انتاج هذة النوعيه من التصميمات من خلال الطباعه على البلاطات كتقنيه تنفيذيه وتصميمه . ولكن هناك الكثير من الاضافات تظهر لنا ناحية فلسفية وتكنولوجيا نابعة من طبيعة الخامات ومقوماتها ومرتبطة بالخبرات والدراسات والبحث فى كل تقنية , لاحداث تغيير كبير فى المظهر الخارجى للمنتج .
فمثلا تقنية التزجج الذاتى (Self- Glazed) لأجسام الخزفية لها القدرة على محاكاة مظهر الاحجار الطبيعية . 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 لة جانب اقتصادى كبير فى الانتاج . وقد أظهرت الابحاث أن السيراميك المزجج ذاتيا يمكن تطويرة 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 إنخفاض معامل التمدد الحراري 2-4 في معظم الحالات (مثل المواد السيليكية التي تتمثل في زجاج الكورتز , مواد الكورديريت أو مواد السيراميك التي أساسها سيليكات الليثيوم) .
كما أن الخزف الحجرى يتميز بمرونه فى مراحل التشغيل المختلفه مع الحريه فى مجال التصميم , وتميزة بالخصائص الجماليه بجانب مواصفاته فى المجالات المختلفه سواء كان فى مجال الخزف الراقى Fine أو الخشن Course , وأستخداماتها المتنوعه فى المجال الفنى والصناعى والمعمارى , وامكانيه إنتاجه فى احجام متنوعه تعطى الحريه فى تنفيذ منتج باحجام مختلفة دون حدوث تشوه نتيجه للتصميم ، كما يرتبط الخزف الحجري ارتباطًا كبيرا بالمنتجات الخزفية المتنوعة . ولا تتميز منتجات الخزف الحجري بلون معين مثلما فى منتجات البورسيلان الذي ينبغي 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 الخزفى والتقنيات المطبقه علية مدخلا جماليا وقيمة مضافه لتصميم الاسطح الخزفيه فى العمارة الخارجية.
- استغلال طرق تشكيل جديدة في إنتاج أجسام خزف حجري متزجج ذاتيا يمكن أنتاجها صناعيا .
- عدم توافر دراسه تربط بين مظهر الخزف الحجرى والاحجار الطبيعيه.

أهداف البحث Objectives

يهدف البحث الى تقنين العلاقه بين تركيبات الخزف الحجرى والمظهر الجمالى للأحجار الطبيعيه بحيث نصل الى مظهر الاحجار الطبيعية والذى اصبح شائع الاستخدام فى اغلب منتجات البلاطات الخزفية , والربط بينة وبين تقنيات الخزف الحجرى مثل تلوين الجسم والتزجج الذاتي للوصول الى تصنيف علمى مناسب لهذة العلاقة.

أهمية البحث Study Significance:

تكمن اهمية البحث في :

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

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 الأجسام الخزفية المنتجة في درجات الحرارة المتوسطة من1200-1300°م وذو المسامية المنخفضة صفر -2 % في مدي الدرجات اللونية المختلفة .

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

منهج البحث Methodology :

يستخدم البحث المنهج التحليلى والتجريبى .

الإطار النظرى Theoretical framework

الأجسام الخزفية الحجرية

تعريف الجسم الخزفى (ceramic Body)

هو خليط من طينة رئيسية مع مجموعة من الطينات الاخرى , أو عدد من الطينات المخلوطة مع عدد من الخامات الاخري يشكل ويحرق ليتوائم مع الغرض المصنوع من اجله والحصول على المنتج الخزفي المطلوب.

والخامات الاخرى 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 الأتي:

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 بطبيعتة مزجج أصم بالنسبة للماء وحتى بالنسبة للأحماض كما أنة شديد الصلابة والكثافة سواء كان مغطي بطلاء زجاجي أو بدون طلاء , وللخزف الحجري الملون مواصفات تفصيلية بجانب المميزات الجمالية وذلك حيث يمكن إنتاجة في مرحلة الحريق الأول والاستغناء عن الطلاء الزجاجي مع اكتساب مواصفات جمالية وفنية . [3]

لذلك فهي أجسام خزفية كثيفة تنضج في درجات حرارة اعلى 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]

مكسرة ناعم لامع ,ومنتجاتة تتميز بصلابتها الشديدة ويستخدم في أغراض متنوعة من منتجات خزفية ثقيلة (heavy) مثل المواسير والقدور ومنتجات خزفية راقية (fine) مثل أواني المائدة والأواني الفنية متدرجا بذلك من أواني مسامية الى مصمتة (dense) . [5]

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

وجسم الخزف الحجري ألوانة متنوعة تبعا لمكوناتة وخاماتة 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 لتشابة مظهرة وخواص المنتج بالاحجار الطبيعية كما في الجاسبر (Jasper) والبازلت (Basalt) ,وترجع الترجمة بالمصطلح "الخزف الزلطي لتشابة مكسرة بمكسر الزلط ورنينة 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 – وتتشابة 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 أستخدامة جماليا . [7]

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

وتستخدم بلاطات الخزف الحجري في العمارة الداخلية وأكثر ملائمة للعمارة الخارجية بمقاومتها لفعل الأحتكاك والتأكل والعوامل الجوية مما يجعلها أفضل من الكثير من الخامات للعمارة الخارجية ويمكن الأستفادة 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 مالئة، 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 المالئة (الكوارتز) الى (35-45)% وتحدد نسبة الطفلة والخامات الأخرى المستخدمة تبعا لنسب أكاسيد السيليكا والألومنيا والقلويات المكونة لها والتي تؤثر على درجة حريق المنتج وخواصه المختلفة، وباستخدام تلك الخامات يقع تركيب الخزف الحجري في مجال معدن المولايت أي أن جسم الخزف الحجري المحروق يحتوي على بلورات من معدن المولايت ونوع من معادن السيليكا المتبلورة وكذلك مادة زجاجية

1- Grimshaw,rex,The Chemistry And Physics Of Clays and Allied Ceramic Materials,Ernest Benn Limited, London, Fourth Edition,1971,p15

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

3- الخزف فن وعلم - د/ محمد سعيد عبدالله – مكتبة الأنجلو المصرية –القاهرة – ص48

4- Norton.F.H,"Ceramics for the Artist Potter",Addison Wesley Publishing company,USA,1956,P149

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

6- محمد نبيل طة فودة" تقنين المواد الخام المحلية لايجاد أجسام متزججة جديدة لمنتجات الادوات الصحية في مصر " رسالة دكتوراة/ كلية الفنون التطبيقة- جامعة حلوان- القاهرة – 1993-ص85

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

8- بحث – تهاني محمد نصر العادلي (دكتور)

رابطة. [9]
وتحتوي خامات الطفلة بجانب معادن الطفلة من الكاولين والمنتموريللونيت على شوائب مختلفة أهمها أكاسيد الحديد وكبريتات وكربونات الكالسيوم وأملاح الكلوريدات وغيرها والتي لها تأثير مباشر على مواصفات الجسم الخزفي وعلى أساسها يتم اختيار خام الطفلة تبعًا لدرجة نقاء الخامة ونوع المعدن المكون لها وكمية ونوع الشوائب الموجودة بها، فمثلا لإنتاج نوعيات من الخزف الحجري الأبيض يتطلب اختيار أنواع خالية من الشوائب او الاكاسيد الملونة تحتوي على معدن الكاولينيت.
وفي بعض الأحيان تحتوي خامات الطفلة على نسبة من الشوائب تعمل كمساعد صهر أو كمواد مالئة تفيد في استخدام الخامة بمفردها بدون الحاجة الى إضافات أخرى. ما يمكن خلط نوعين أو أكثر من خامات الطفلة للحصول على خواص طبيعية معينة مثل إضافة طفلة لدنة البنتونيت الى الكاولين لزيادة لدونته وتسهيل عملية التشكيل . [10]
ويستخدم الفلسبار بنوعيه الصوديومي والبوتاسيومي كمادة مساعدة على الصهر في تركيبات الخزف الحجري، وكثيرا ما يضاف بعض النسب من خامات أخرى مثل الماجنيزيت أو الطباشر أو الدولوميت لتحسين بعض الخواص كما في إنتاج الخزف الحجري الصحي والعوازل الكهربية، 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 مالئة في تركيب الخزف الحجري لتقليل درجة انكماش الجسم بعد الحريق وتنظيم عملية التجفيف خاصة في القطع الكبيرة لتلافي عيوب التجفيف من تشقق أو شروخ مع حفظ شكل المنتج من التشويه أثناء عملية الحريق. [12]
ويمكن إضافة بعض الأكاسيد في 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 في حالة إضافة الكورديريت (Cordierite) أوكربيد السيليكون (Silcon carbide) لتحسين الخواص الحرارية والكهربية.
وتراعي خواص جميع المواد المضافة وتأثيرها على الأجسام الخزفية حيث تؤدي بعض الإضافات الى تحسين بعض المواصفات مع تأثير عكسي على مواصفات أخرى وذلك كما في حالة إضافة كربونات الكالسيوم التي تضاف لتقلل من نسبة انكماش المنتج وخفض درجة حرارة الحريق وتحسين التصاق الطلاء الزجاجي بالجسم الخزفي إلا أنها في نفس الوقت تزيد المسامية وتقل التحمل الميكانيكي. [13]
ويؤثر نوع مساعد الصهر المستخدم والإضافات المختلفة في تركيبات الجسم الخزفي على كمية المولیت المتكونة بعد الحريق ونوع المادة الزجاجية في الجسم المحروق والتي تؤثر بالتالي على خواص الجسم الميكانيكية والحرارية والكهربية ومقاومتها للكيماويات.

المواد الخام الصهارة (Fulxes) المستخدمة في البحث

الفلسبار
هو سيليكات الألومنيا Alumina Silicate مع كميات متنوعة من الصوديوم والبوتاسيوم أو الكالسيوم . وأغلب مكوناته توجد فى الصخور البركانية , والنارية , المتحولة والرسوبية Sedimentary Deposit وتوجد بعض الأنواع منه هى :-
- الفلسبار البوتاسيومى (الأرثوكليز) $K2O.AL2O3.6SiO2$
- الفلسبار الصوديومى (الألبيت) $Na2O. AL2O3.6SiO2$
- الفلسبار الجيرى (الأنوريثيت) $Cao .AL2O3. 2SiO2$
- الفلسبار الباريومى (السلزيان) $BaO .AL2O3.2SiO2$ Celsain
ولا يوجد أى معدن فلسبار نقى بمفرده فى الطبيعة بل عادة يكون كخليط أى منهما مع الأخر فالفلسبار البوتاسيومى كثيرا مايحتوى على أكسيد الصوديوم فيه عادة يكون مابين 2.5% 3.5% فى الوزن , بينما الفلسبار الصوديومى يكون محتوى أكسيد البوتاسيوم فيه 0.5الى 3.2% من الوزن والفلسبار الجيرى (الكالسيومى) عامة يحتوى على نسبة عالية من أكسيد الصوديوم . [14]
ويعمل الفلسبار كمساعد صهر لخفض درجة الأنصهار (Melting Point) للتركيب وتكوين الطور الزجاجي .
كما تعمل مساعدات الصهر عامة كمادة رابطة لجزيئات التركيب حيث تملاء الفراغات والمسام بمادة زجاجية في درجات حرارة ملائمة وتفاعلها مع المكونات الأخرى مثل الكورتز أو مع بعض أنواع الفلسبارات مثل الصوديوم حيث يعمل على خفض درجة الحرارة أكثر .
وينتج عن ذلك أنكماش الجسم نتيجة قرب المسافات بين الدقائق والتي ينتج عن التفاعل مع باقي المكونات من الطينات والكورتز وأختيار نوعين الفلسبار المستخدم هام كمساعد صهر حيث أختلاف التفاعل وتأثيرة على النتيجة النهائية . [15]

مظهر الصخور وتركيبها :
يتكون سطح الأرض بأكملة من الصخور فهي تعتبر الوحدة الاساسية المكونة للجزء الصلب من سطح القشرة الارضية وتلك الصخور تختلف عن بعضها في لونها وفى صلابتها وفى درجة تماسكها ونفاذيتها وشكلها وتدخل المعادن في تركيب الصخور على هيئة تجمعات من جزئياتها ويعرف منها حوالي 200 معدن إلا أن عددا قليلا منها هو الذي له أهمية في تكوين الصخور وله أثر أيضا في شكل ولون الصخور وتأتى السيليكا وهى شكل من أشكال ثاني أكسيد السيليكون في مقدمة تلك المعادن ويقدر بأن 59 % من صخور القشرة الأرضية يتكون من السيليكا. [16]
نشأت الصخور وتكونت منذ الأبد من إندفاعات الصهارة الصخرية (الماجما) من باطن الارض. وتعتبر الصخور النارية أول أنواع الصخور ثم تكون فيما بعد النوعين الاخرين من الصخور وهما الصخور الرسوبية والصخور المتحولة . [17]
و تتكون الصخور من معادن بمعزل عن الكائنات الحية وأهم هذة العناصر المكونة للمعادن هي الاكسجين والالمنيوم والحديد والصوديوم والمغنسيوم والبوتاسيوم والكالسيوم .....الخ
أما الموارد ذات الأصل العضوي فهي الفحم الحجري واللؤلؤ والكهرمان والاحجار الكريمة . [18]
لذلك تتركب القشرة الأرضية من صخور مختلفة يمكن تقسيمها إلى قسمين رئيسيين :

9- نهى عبدالوهاب محمد (دكتور) " استخدام بعض المخلفات الصناعية كمساعدات صهر فى الاجسام الخزفية – دكتوراة – فنون تطبيقية – حلوان – 2013 –ص79 ,80

10- مرجع سابق - تهاني محمد نصر العادلي (دكتور) - ماجستير- ص6

11- مرجع سابق ، تهاني محمد نصر لعادلي (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

14- "كتاب فصول في الخزف" الجزء الثاني - تهاني العادلي(دكتور)– كليه الفنون التطبيقية – جامعه حلوان - 2001

15- أحمد مكي عامر شاهين " منهجية لتصميم البلاطات الخزفية تتوافق مع الطرق المتقدمة للأنتاج الكمي في مصر " رسالة ماجستير- كلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان- 1999- ص55

16- محمد سامى عسل(دكتور) ، الجغرفيا الطبيعية ،مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة، أستاذ بمعهد علوم الأرض والتكنولوجيا ، الجزائر ، 1984، ص 88.

17- غازي عطية زراك"جيولوجيا المناجم والاستكشاف المعدني" كلية العلوم / قسم علوم الارض التطبيقية - جامعة تكريت (العراق) – 2014 . ص 17

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

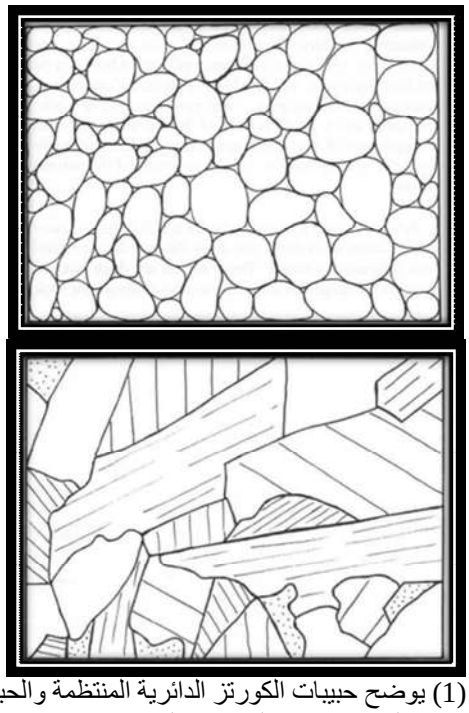
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

1- صخور عضوية (Organic) وهى 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 لهذة 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 هذة المعادن تشكل طبقات او تراكيب صخرية واسعة تعرف بالصخور الجيرية وتتكون بشكل خاص من معدن الكالسيت ($CaCO_3$) ومعدن ملح الطعام ($NaCl$). [20]

يوجد أنواع كثيرة مختلفة من الصخور وقد يوجد تشابهات شائعه بين بعض الصخور ولكن في الطبيعة كل نوع من الصخور معقد في تركيبة بالنسبة لأي صخر أخر . وعلى سبيل المثال وجود تدرج وتشابة بين الحجر الرملي (sandstone) والحجر الطيني الصفائحي (shale) بإحتوائهم على دقائق الرمال (sandy) ودقائق الطينة (shale) وأيضا بين الجرانيت (granite) والجابرو (gabbro) . وبالآضافة 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]

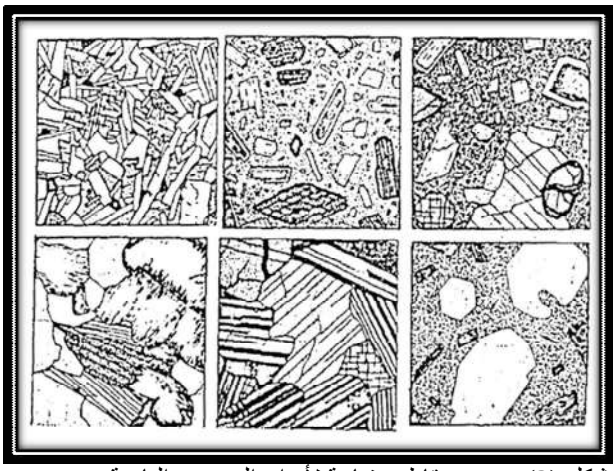


شكل (1) يوضح حبيبات الكورتز الدائرية المنتظمة والحبيبات المكونة صخر الجرانيت الغير منتظمة

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

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

21- 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



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 Rosks)
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 الارضية أو فوق سطحها بعد خروج الصهير على السطح من خلال مناطق الضعف في القشرة الارضية , هذه العملية، تسمى **التبلور**، وممكن أن تحدث تحت سطح الأرض أيضا . وهذا الصهير – او ما يعرف بالماجما او اللافا- عبارة عن مواد معدنية منصهرة قادمة من طبقة المانتل باتجاة القشرة الأرضية.

ويتوقف نوع الصخور النارية على مكونات هذا الصهير ومعدلات تبريدة وعلى نوع الغازات المصاحبة لة , فمعدل التبريد يؤثر على معدل تبلورها وبالتالي على حجم ونمو البلورات , وعلى ذلك نجد التبريد السريع على السطح ينتج عنة صخور دقيقة البلورات أو قد تكون خالية من البلورات بحيث تأخذ المظهر الزجاجي (glassy), أما الصهير الذي يكون الجرانيت خشن الحبيبات فأنة يكون قد استغرق عشرات الالاف من السنيين لكي يبرد عند أعماق بعيدة في القشرة على عكس الحال مع الزجاج البركاني والأوبيسدان الذي تكون من صهير قليل الغازات برد بسرعة فوق سطح مكشوف .

وتختلف أنواع الصخور النارية تبعا لكميات السيليكا في الصخر أو تبعا لدرجة التشبع 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 الارض, نتيجة اندفاع الماجما (Magma) وإنسيابها كسيل متدفق من البراكين أو أن تقذف في الهواء على هيئة حمم بركانية ورماد بركاني حيث تتصلب على سطح الارض أو بالقرب منة وتعرف تلك الصخور (بالصخور البركانية) وتكون بنيتها زجاجية او دقيقة البلورات ومنها حجر البازلت. [23]

من أمثلة الصخور النارية , الجرانيت والبازلت والجابرو والسيانايت والريولايت . [24]

نسيج الصخر الناري:

يعرف النسيج بأنة وصف المظهر الكلي للصخر الناري تبعاً لحجم بلورتها وترتيبها وأشكالها, ويعكس النسيج العلاقة الأساسية

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

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

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

والمتبادلة بين بلورات المعادن, ويلعب التركيب الكيميائي والمعدني للصخور النارية دوراً هاماً في اختلاف حجم بلوراتة 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 الارض وبرودتة بصورة سريعة ومن أمثلتة البازلت والريولايت. [26]
الصخور ذات النسيج الدقيق حبيباتها دقيقة جدا لا يمكن تميزها بالعين المجردة. ورغم انة لا يمكن تحديد المعادن المكونة للصخور ذات النسيج الدقيق, فأنة يمكن تصنيفها الى صخور ذات لون فاتح أو متوسط أو غامق.وباستعمال هذة الطريقة للتصنيف نجد الصخور ذات اللون الفاتح هي تلك المتكونة 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 متراصة تتساوي في الحجم تقريبا, حيث يمكن تحديد المعادن التي تحتويها بالعين المجردة . ونظرا لان الصخور ذات النسيج الخشن تنشأ عادة عند أعماق كبيرة من سطح الارض . فأن تكشفها على السطح ينتج عن إزالة التعرية للصخور التي كانت فوقها والتي كانت تحيط بغرفة الصهير. ومن أمثلتة صخور الجرانيت والجابرو والسيانيت.
وقد تتطلب الكتل الكبيرة من الصهير الموجودة على عمق كبير عشرات ألاف أو ملايين السنين لتتصلب. وحيث أن معادن الصهير لا تتصلب بمعدلات واحدة فقد يكون بعضها أحجاما كبيرة من البلورات قبل ان يبدأ بعضها الأخر في التبلر. فلو حدث أن تغيرت بيئة التبلر لكمية من الصهير يحتوي على بلورات كبيرة, كأن تصعد على السطح مثلا فأن الجزء المنصهر من اللابة يبرد بسرعة. والنسيج الناتج الذي يتكون من بلورات كبيرة مغمورة في وسط من البلورات يسمى بالنسيج المتباين. وتسمي البلورات الكبيرة في مثل هذا الصخر بالبلورات الموروثة (بلوثة) بينما يسمى هلام البلورات الدقيقة بالكتلة الاساسية . ووويسمى الصخر الذي يتصف بهذا النسيج بالصخر ذي النسيج المتباين . [29]

3- النسيج الزجاجي:

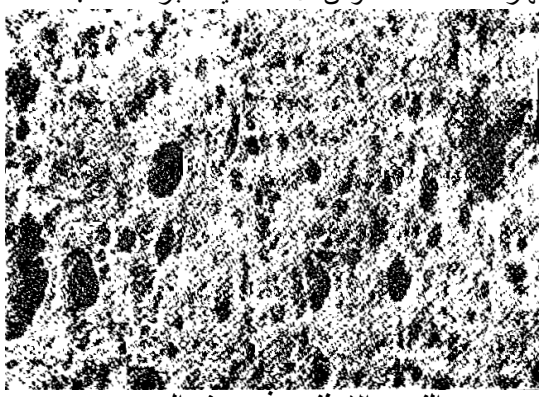
ويتكون هذا النسيج نتيجة التبريد السريع والمفاجيء للصهارة الصخرية,وحيث أن هذا النوع من التبريد لا يعطي للأيونات وقتاً كافيا لتكوين بنية بلورية.
أثناء اندلاع البراكين , تقذف الصخور المنصهرة الى الجو حيث تبرد بسرعة . وبهذة الطريقة تكسب الصخور المتكونة نسيجا زجاجيا. حيث أن الزجاج يتكون عندما لا تعطى الايونات وقاً كافيا لتتحد وتكون بنية بلورية مرتبة. فالنوع الشائع من الصخور ذات النسيج الزجاجي هو الأوبسيديان يشبة في مظهرة أي شظفة زجاج غامقة من صنع الانسان . [30]

4-النسيج المجهري:

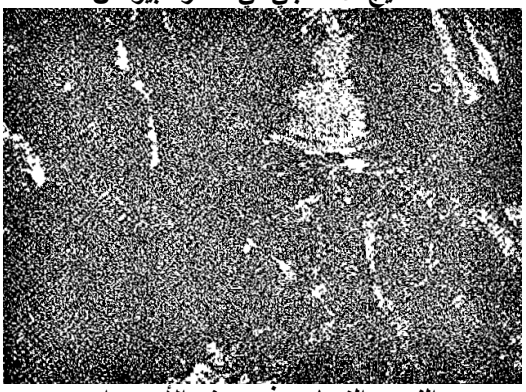
وينتج من برودة الصهارة الصخرية بسرعة فائقة مما ينتج عنها بلورات معينة صغيرة جداً لا يمكن رؤيتها إلا بالمجهر.

5-النسيج الاسفنجي:

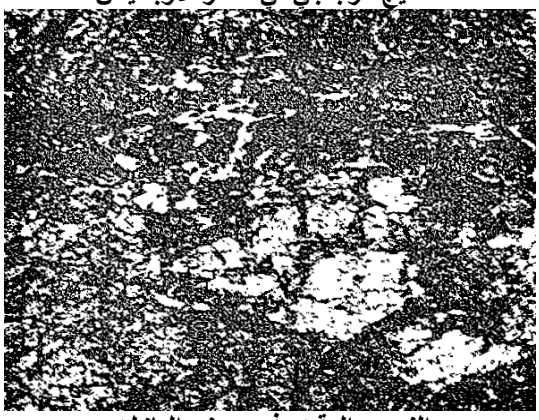
ويتكون عندما تحتوي الصهارة الصخرية على كمية كبيرة من الغازات التي تظهر على صورة فقاقيع في داخل الصهارة ثم تفقد الصهارة هذة الفقاعات ومن الأمثلة علية حجر الخفاف. [31]



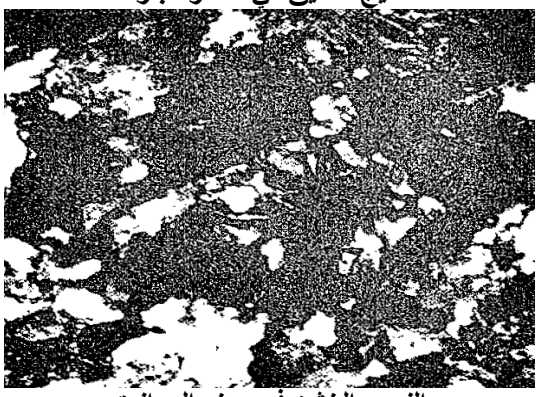
النسيج الاسفنجي في صخر البيومس



النسيج الزجاجي في صخر الأوبسيدان



النسيج الدقيق في صخر البازلت



النسيج الخشن في صخر الجرانيت

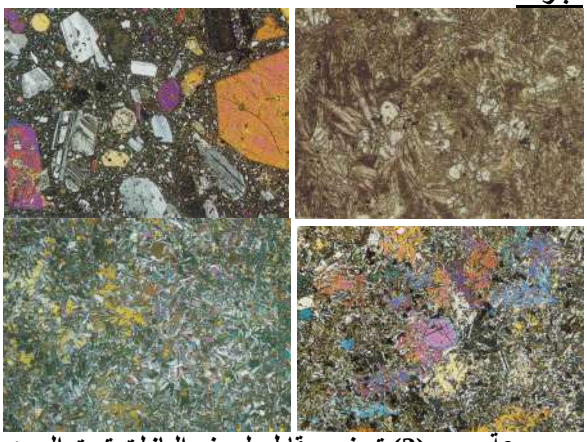
صورة (1) توضح أنواع النسيج المختلفة للصخور النارية

25- المرجع السابق - ميشيل كامل عطاالله– ص 228
26- مرجع سابق . (مقالات علمية أبحاث علمية اخبار علوم /2009/7/25)
27- مرجع سابق . كتاب الارض 78
28- (أساسيات الجيولوجيا/ميشيل كامل عطاالله/P.228/2000)
29- مرجع سابق . كتاب الارض ص80
30- مرجع سابق . كتاب الارض ص80
31- (أساسيات الجيولوجيا/ميشيل كامل عطاالله/P.228/2000)

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

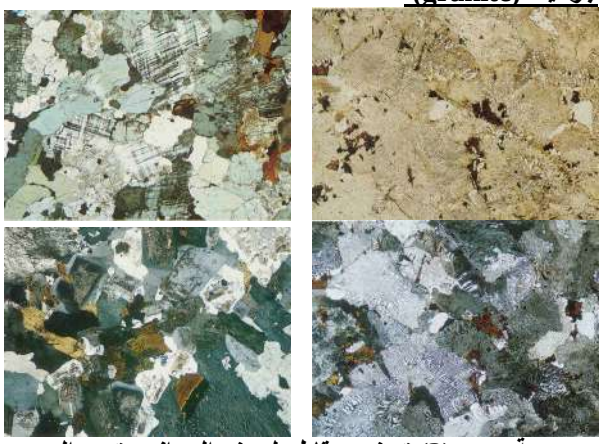
بعض النماذج المجهرية التي توضح مظهر بعض الصخور المختلفة مصورة بتقنيتي [32] PPL ,XPL

البازلت



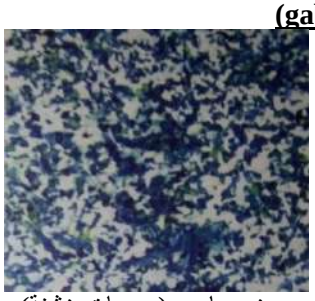
مجموعة صور (2) توضح مقاطع لصخر البازلت تحت المجهر. **(33)**

جرانيت (granite)

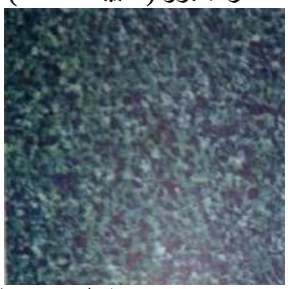


مجموعة صور (3) توضح مقاطع لصخر الجرانيت تحت المجهر . **(34)**

الجابرو (gabbro)

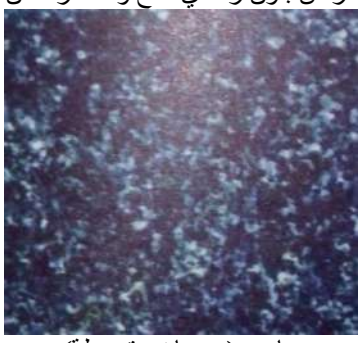


صخر جابرو (حبيبات خشنة)



جابرو (حبيبات ناعمة إلى متوسطة)

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



جابرو (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 الاتية

جدول (1) يوضح تركيب الخزف الحجري المقترحة

نسبة التركيبة / الخامات	%
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 الية ، بعد ذلك تستخدم الأجسام الخزفية الملونة في عمل تصميمات متنوعة تحاكي مظهر الأحجار الطبيعية التي تغني عن أستخدام معالجات السطح. ومن الصبغات التي أضيفت إلى الأجسام المختارة ، الروز والأسود والأزرق والأصفر والبني .

ظروف التشغيل :

تم وزن 2500 جم من التركيبة قبل إضافة أي صبغات إليها ووضعها بطاحونة الكور سعه 2,5 كيلو جرام . مع إضافة ماء إلى التركيبة 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 للتركيبة وكان زمن الطحن 16 ساعه . بعد تمام الطحن وضبط الراسب أخذت كميات من الخامة السائلة حوالي (300جم) لكل لون وإضافة نسبة الصبغات المذكورة بالجدول رقم (2) لتلوين التركيبه وطحنها مرة أخري بطاحونة الكور لمدة 10 دقائق ثم تجفيفها بمجفف عند 120°م ثم سحقها حسب الطريقة

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

33- W.S.Mackenzie, C.H.Donaldson& "Atlas Of Agneous Rocks And Their Textures" C.Guilford –1982-London

34- المرجع السابق

35- محمد عبدالمقصود (دكتور) " الصخور من المنشأ والتكوين إلى الحضارة والعمارة والفنون " الهيئة المصرية للكتاب -2007

المستخدمة في التشكيل والكبس بمكبس هيدروليكي عند 110 بار والحريق عند 1205°م في زمن حريق 60 دقيقة .

جدول رقم (2) يوضح نسبة الصبغات المضافة على التركيبة المذكور بالنسبة المئوية

رقم التركيبة / الخامات	1	2	3	4	5	6	7	8
صبغه 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	-	-

التشكيل

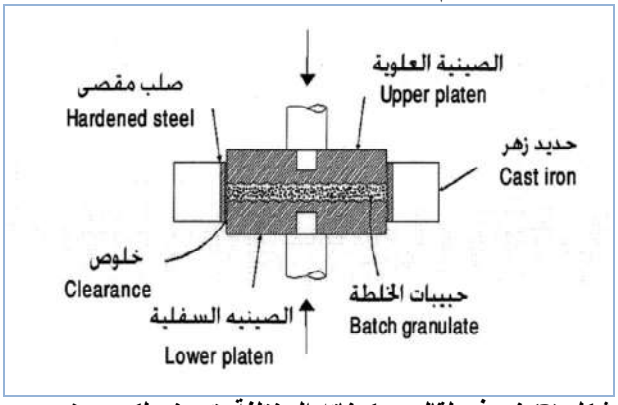
الغرض من كل المعالجات والتجهيزات السابق إجراءها على الخامات الأولية هو إعدادها لعملية التشكيل (Shaping) بالمكبس الهيدروليكي التي يتم فيها إكساب الجسم المشكل الهيئة الهندسية (Geometric Form) التي سيكون عليها بعد تحوله، من خلال الحرق، إلى منتج سيراميكي نهائي يملك كافة الصفات اللازمة لاستخدامه في مجالات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

عينة رقم (1)

عينة رقم (2)

عينة رقم (3)

عينة رقم (4)

عينة رقم (5)

عينة رقم (6)

عينة رقم (7)

عينة رقم (8)

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

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

تجارب التصميمات والتأثيرات الفنية

تم أستخدام الأجسام الخزفية الملونة الناتجة بالدراسة في عمل تصميمات وتأثيرات جمالية على سطح البلاطة من خلال التشكيل والتي تستخدم وظيفيا في مجال العمارة سؤاء 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 إعتمدت على ما يلي :

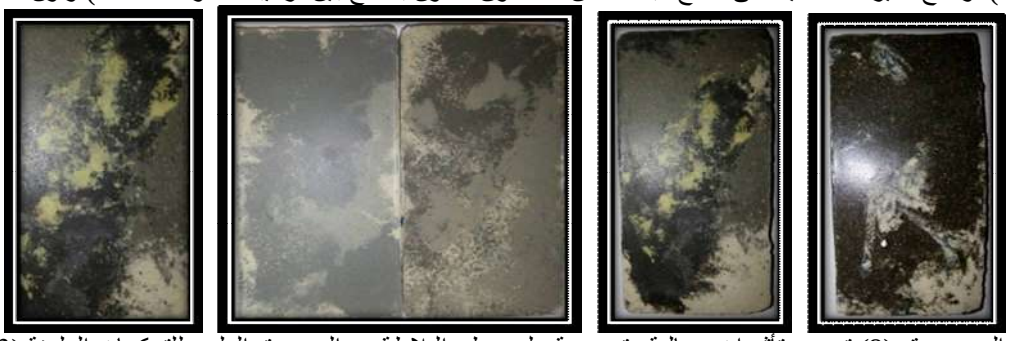
1- إستخدام المساحيق الناعمة جدا للجسم الخزفي الملون في عمل تأثيرات جمالية
2- إستخدام أحجام حبيبة مختلفة لمساحيق الأجسام الخزفية الملونة.

التجربة الأولى إستخدام المساحيق الناعمة جدا للجسم الخزفي الملون في عمل تأثيرات جمالية

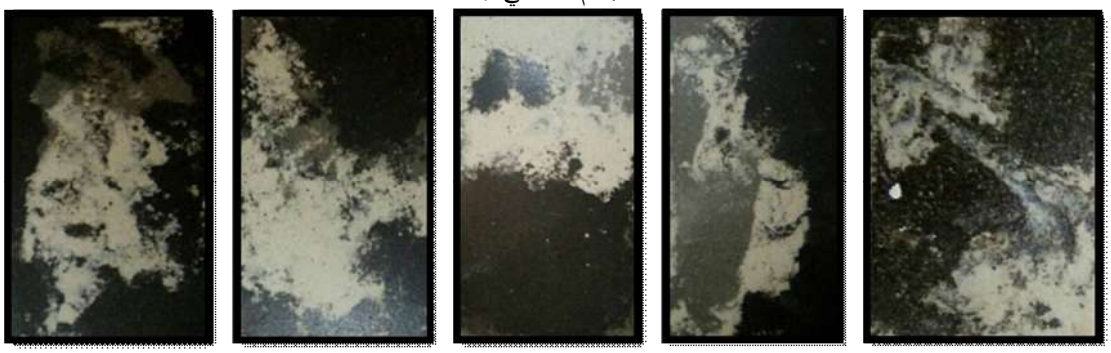
بعد تلوين الجسم الخزفي بألوان متعددة والموضحة في جدول رقم (2) يتم تجفيفها في المجفف عند درجة 120°م تم سحقها جيدا وضبط نسبة الرطوبة بها بحيث تكون 5-6% ثم نخل الجسم الملون المسحوق بمنخل (600 ميكرون) ليخرج مسحوق ملون ذو حبيبات ناعمة جدا وتكون جاهزة للكبس والتشكيل . حيث تم توزيع التركيبات الملونة داخل المكبس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

صورة رقم (6) توضح تأثيرات جمالية وتصميمة 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) ولون الجسم الأصلي .



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



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

التجربة الثانية

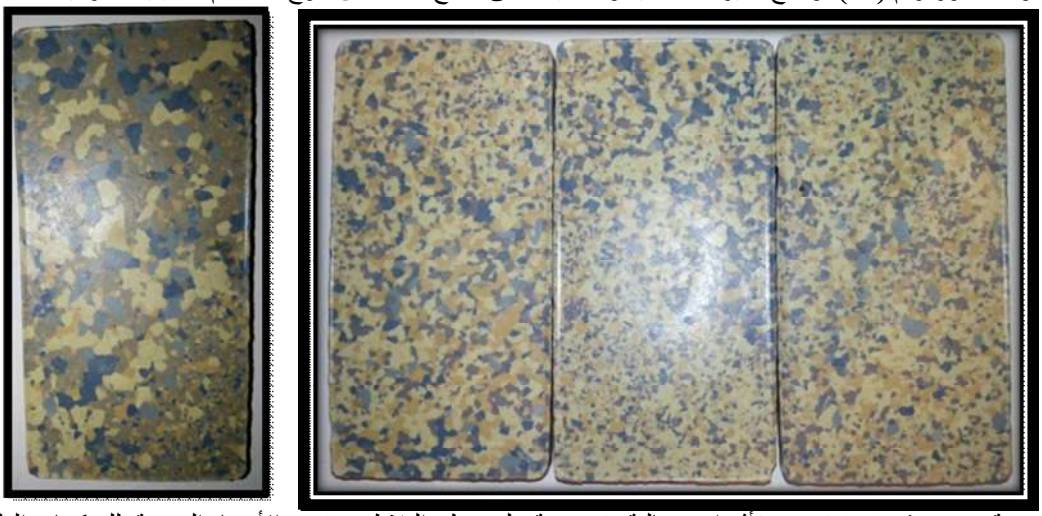
2- إستخدام أحجام حبيبية مختلفة لمساحيق الأجسام الخزفية الملونة للحصول على تأثيرات جمالية

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

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 الحبيبة المختلفة ثم توزن منها مقدار وزن البلاطة (60 جم) ليتم كبسه بالمكبس الهيدروليكي عند 110 بار .

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



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

نتائج البحث Results:

1- - تنوعت النتائج التي توصلت إليها الباحثة والتي أثبتت صحة الفروض في أن الخزف الحجرى يناسب إنتاج تركيبات اجسام متزججة ذاتيا ذات نسبة إمتصاص ماء تصل إلى صفر % .

2- استخدام الخامة اللدنة بحد أدني 30% والمواد الصهارة بحد أقصي 65% بالتركيبات المقترحة بالبحث للتوصل إلى التزجج الذاتي دون حدوث تشوة في الأجسام الناتجة .

3- عمل قاعدة علمية للربط بين التقنيات والمظهر الخارجى مما يوفر تنويع لمصممى الخزف للوصول لمنتجات ذات مظهر طبيعى مفضل للمستهلك مثل مظهر الصخور والتي شملت الأتي :
   - إستخدام المساحيق الناعمة جدا للجسم الخزفي الملون في عمل تأثيرات جمالية مختلفة.
   - إستخدام أحجام حبيبة مختلفة لمساحيق الأجسام الخزفية 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 يشبة مظهربعض 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 والطباعه والمعالجات السطحية المطبقة عليه للوصول إلى منتج صناعي بأقل تكلفة .
- الأهتمام بالدراسات البحثية التي تبحث في تكنولوجيا تشكيل بلاط الخزف الحجري (البورسلين تجاريا) لمعاجة السطح وعمل تأثيرات فنية وجماليا متميزة يمكن الأستفادة منها في

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

مجال الصناعة .

- الأستفادة بعمل أحجام حبيبية مختلفة لمسحوق الكبس لعمل تاثيرات تشبة الجرانيت والأستفادة منها صناعيا .
- الأهتمام بالدراسات البحثية في تلوين الأجسام الخزفية والأستفادة 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 للأنتاج 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 – حامعة 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 لايجاد أجسام متزججة جديدة لمنتجات الادوات الصحية في مصر " رسالة دكتوراة/ كلية الفنون التطبيقة- جامعة حلوان- القاهرة – 1993

5- نهى عبدالوهاب محمد (دكتور) " استخدام بعض المخلفات الصناعية كمساعدات صهر فى الاجسام الخزفية – دكتوراة – فنون تطبيقية – حلوان – 2013

6- الك سمث : " علم الأرض" ترجمة فارس لطفى الخورى ، دار الشئون الثقافية العامة ، بغداد، 1987م .

7- إدوارد جي تاربوك – فريددريك كي لوتجينس" مقدّمة 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 - كليه 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 - عمان -دار المسيرة

10- غازي عطية زراك"جيولوجيا المناجم والاستكشاف المعدني" كلية العلوم / قسم علوم الارض التطبيقية - جامعة تكريت (العراق) – 2014م

11- محمد عبدالمقصود (دكتور) " الصخور من المنشأ والتكوين إلى الحضارة والعمارة والفنون " الهيئة المصرية للكتاب - 2007

12- محمد سامى عسل(دكتور) ، الجغرفيا 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 عطاالله "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"Industerial Ceramics"Chapman and Hall London,1963.