الخزف الصينى (البورسلين)
صعوبات الانتاج وطرق تفاديها

بحث مقدم من:

ا.د /متولى إبراهيم الدسوقى — أستاذ الخزف المتفرغ بقسم التعبير المجسم — كلية التربية الفنية– جامعة حلوان

أ.د / طه يوسف طه — استاذ الخزف المتفرغ بقسم التعبير المجسم — كلية التربية الفنية– جامعة حلوان

م .د/هند جمال إبراهيم

المدرس المساعد بقسم علوم التربية الفنية

كلية التربية النوعية بأشمون– جامعة المنوفية

ملخص البحث

البورسلين طينة مصنعة لا توجد فى الطبيعة بل تركب من مقادير معينة، وله صفات الخزف الحجرى فى الصلابة والمتانة والتزجيج، إلا أنه يزيد عليه بياض اللون والشفافية الجزئية، وهو عبارة خليط لثلاثة مواد: الكاولين، الفلسبار والسيليكا ويحرق عند حوالي ١٢٦٠ – ١٣٠٠ درجة مئوية.

وقد راجت تجارة البورسلين فى عصر سونج Song وزادت فى عصر يان Yun 1368 – 1279م)، كذلك فى عصر مينج وكينج Ming and King حيث أقيمت الأسواق فى أماكن مختلفة وانتشرت على نطاق عالمي، وأثر ذلك على صناعة الخزف فى أغلب الدول المهتمة باقتناء هذه الصناعة.

والبورسلين فى مجال الإبداع الفني بوصفه أنقى أنواع الخزف بما يتميز به من شفافية جزئية وصلابة ويمكن تطبيق الطلاءات الكريستالية والبللورية وغيرها من تقنيات الطلاء الزجاجي عالي الجودة والقيمة الفنية دون غيره من الأجسام الطينية الأخرى، فقد جذب اليه العديد من الخزافين على مستوى العالم كوسيط تشكيلى يسهم فى تحقيق الكثير من القيم الفنية والجمالية بما يتماشى مع الاتجاهات الفنية الحديثة.

ومن المعروف فى مجال الخزف أنه إذا توافرت الخامات الطبيعية المناسبة يسهل معه الحصول على منتج من البورسلين الجيد، إلا إن اختلاف الخصائص والمواصفات لتلك الخامات من بلد إلى أخرى تلعب دورا أساسيا فى صعوبات إنتاج البورسلين، الأمر الذى يحتم علينا البحث دائما عن حلول لتفادى تلك المشكلات خاصة فى الإنتاج بالخامات المحلية .

تتحدد مشكلة البحث فى محاولة التوصل إلى إيجاد حلول للمشكلات التى تواجه مراحل التشغيل والحريق اعتمادا على الخصائص الفنية لخامة البورسلين وامكاناتها التشكيلية والجمالية.

وتهدف الدراسة إلى حصر المشكلات التى تواجه عمليات التشغيل للبورسلين فى كل من الخامات وطرق التشكيل والحريق والتوصل إلى طرق لتفادى مشكلات الإنتاج سواء على المستوى الانتاجى الكمي أو التشكيل اليدوى.

واعتمدت منهجية البحث فى التعريف بالخزف الصينى (البورسلين) تقنيا، جماليا والخامات التى يصنع منها البورسلين وإلقاء الضوء على المشكلات والصعوبات التي قد تحدث أثناء مراحل التشغيل المختلفة بداية من اختيار الخامات – تحضيرها– طرق التشكيل – التجفيف– الحريق الأول– الحريق الثاني) وتحليل المشكلات ووضع الحلول المناسبة لتجنبها.وانتهت الدراسة بالنتائج والتوصيات ومن أهمها أن البورسلين من العجائن الخزفية صعبة التشكيل يدويا للمبتدئين، لفقدها عامل اللدونة وتحتاج إلى خبرة نوعية للتعامل معها كما تحتاج إلى معرفة بخصاصها لتفادى الصعوبات والمشكلات التى تواجه عملية التشكيل والإنتاج ولذلك يجب رصد هذه الخصائص أثناء التصنيع باستخدام الأساليب الاحصائية وذلك من خلال عمليات التحضير والتجهيز للخامات والتشكيل على سبيل المثال وقت الطحن وضبط معدات التشكيل بالضغط أو الكبس، ويساعد ذلك فى تعديل عمليات التشغيل لتحقيق الجودة المطلوبة. وتوصى الباحثة بالاستمرار فى البحث عن طرق لتحسين منتجات البورسلين خاصة عند استخدام الخامات المحلية والتجريب فى الطلاءات الخاصة عالية الحريق على البورسلين كالسيلادون والطلاء الكريستالى ووضع مداخل تدريسية وتجريبية جديدة فى مجال الخزف المعاصر بخامات البورسلين.

مقدمة:

البورسلين طينة مصنعة لا توجد فى الطبيعة بل تركب من مقادير معينة، وله صفات الخزف الحجرى فى الصلابة والمتانة والتزجيج، الا أنه يزيد عليه بياض اللون والشفافية الجزئية، وهو عبارة خليط لثلاثة مواد: الكاولين، الفلسبار والسيليكا ويحرق عند حوالى ١٢٦٠ – ١٣٠٠ درجة مئوية.

ويرجع الفضل فى اكتشاف البورسلين الى الصينيين ولم يتم اكتشاف مكوناته فجأة وانما نتيجة تطور بطئ عبر آلاف السنين فقد عرفه الغرب في وقت مبكر من القرن الثاني عشر الميلادي عن طريق التجارة.

وقد راجت تجارة البورسلين فى عصر سونج Song وزادت فى عصر يان Yun 1368 – 1279م)، كذلك فى عصر مينج وكينج Ming and King حيث أقيمت الأسواق فى أماكن مختلفة وانتشرت على نطاق عالمى، وأثر ذلك على صناعة الخزف فى أغلب الدول المهتمة باقتناء هذه الصناعة.

واحتل الخزف الصينى الصدارة بمقارنته بانتاج الفخار والخزف فى باقى بلاد العالم، حيث انتزعت تلك الصناعة اعجاب مختلف الأمم وذاع صيتها فى أرجاء الدنيا وأصبحت فى ذلك الزمن ثانى أكبر صناعة تصدرها الصين الى باقى بلاد العالم العربى والغربى بعد الحرير،وقد وصفت بالنعومة والصفاء والنقاء كالزجاج بحيث يستطيع المرء أن يرى من خارجها ما بداخلها.

أطلق العرب على منتجات الخزف لفظ "الصينى" نسبة الى الصين ثم أصبحت تسمية منتجات الخزف تحمل هذا الاسم الى يومنا هذا، ولو لم ينتج أصلا فى الصين تقديرا لريادة ومكانة الصين فى انتاج وتطوير فن الخزف.

وقد وصف "ابن بطوطة" الخزف الصينى بأنه أبدع أنواع الفخار، كما قال لى تشاو فى (تكملة تاريخ تانغ) أيضا أن الخزف الصينى لازوردى كلون السماء ورقيق كأنه الورق وله رنين كرنين الجرس.

وكانت صناعة البورسلين محاطة بالسرية لفترة طويلة حتى اكتشفها الأوربيون عن طريق ماركو بولوMarco Polo" " الذى كان يعمل لدى الامبراطور الصينى قوبلاى خان (khublai khan) منذ عام ١٢٧٥–١٢٩٢م حيث تعرف على أسرار هذه الصناعة ونقلها الى فينيسيا بايطاليا، وترجع تسمية البورسلين الي ماركو حيث رأى أنها تتشابه مع أصداف البحر أو القواقع أو (أم اللؤلؤ)، واستخدم مصطلح البورسلين على أنواع الخزف الأبيض والنصف شفاف ذو خاصية الصلابة الكبيرة بعد الحريق العالى" (Hugh Tait - 1972, P.8 –٨) .

وفي القرن الثامن عشر الميلادي بدأ البورسلين المصنع في أجزاء عديدة من أوروبا في التنافس مع الخزف الصيني وقد أصبحت كل من فرنسا وألمانيا، وإيطاليا وإنجلترا

مراكز رئيسية لإنتاج البورسلين الأوروبي. ونتيجة للتطورات الفكرية والفلسفية المعاصرة كان على الفنان الخزاف أن يكون على دراية وعلى مقدرة فنية وعلمية بكل الاتجاهات لادراك ما وراء ذلك الانتاج من معانى جمالية وفلسفية وتعبيرية (٢- جمال عبود-١٩٨٧، ص ٣٣).

ولأن الخزاف المعاصر أصبح متأثرا بالاتجاهات والمفاهيم الفنية الحديثة الأمر الذى جعله دائم البحث عن وسائط وتقنيات جديدة ليزيد من خبرته ما يؤهله ويمكنه من تقديم رؤيته الخاصة تعبيرية كانت أو رمزية، كل هذا أدى الى وجود أنواع متعددة من الانتاج الخزفى لكل منه خصائص وسمات تعبيرية محملة بقيم عصره مما يجعله يختلف عن غيره من أنواع الخزف.

والبورسلين فى مجال الابداع الفنى بوصفه أنقى أنواع الخزف بما يتميز به من شفافية جزئية وصلابة ويمكن تطبيق الطلاءات الكريستالية والبللورية وغيرها من تقنيات الطلاء الزجاجى عالى الجودة والقيمة الفنية دون غيره من الأجسام الطينية الأخرى، فقد جذب اليه العديد من الخزافين على مستوى العالم كوسيط تشكيلى يسهم فى تحقيق الكثير من القيم الفنية والجمالية بما يتماشى مع الاتجاهات الفنية الحديثة شكل رقم (١-٤).

ومن المعروف فى مجال الخزف أنه اذا توافرت الخامات الطبيعية المناسبة يسهل معه الحصول على منتج من البورسلين الجيد، الا ان اختلاف الخصائص والمواصفات لتلك الخامات من بلد الى أخرى تلعب دورا أساسيا فى صعوبات انتاج البورسلين، الأمر الذى يحتم علينا البحث دائما عن حلول لتفادى تلك المشكلات خاصة فى الانتاج بالخامات المحلية .

مشكلة البحث:

تتحدد مشكلة البحث فى محاولة التوصل الى ايجاد حلول للمشكلات التى تواجه مراحل التشغيل والحريق اعتمادا على الخصائص الفنية لخامة البورسلين وامكاناتها التشكيلية والجمالية.

أهداف البحث:

١- حصر المشكلات التى تواجه عمليات التشغيل للبورسلين فى كل من الخامات وطرق التشكيل والحريق.
٢- التوصل الى طرق لتفادى مشكلات الانتاج سواء على المستوى الانتاجى الكمى أو التشكيل اليدوى.

فروض البحث:

١- يمكن تحديد المشكلات والصعوبات التى تواجه انتاج البورسلين من خلال ملاحظتها أثناء عمليات ومراحل التشغيل المختلفة لخامات البورسلين.
٢- يمكن وضع حلول لتفادى مشكلات وصعوبات انتاج البورسلين.

أهمية البحث:

١- تجنب المشاكل التي يمكن أن تحدث أثناء التشغيل بخامات البورسلين.
٢- القاء الضوء على البعد الجمالى لخواص الأجسام الخزفية المصنعة بخامات البورسلين.
٣- وضع مداخل تدريسية جديدة فى مجال الخزف المعاصر بخامات البورسلين.

حدود البحث:

يقتصر البحث على دراسة الخامات التى يصنع منها البورسلين والقاء الضوء على المشكلات التي قد تحدث أثناء مراحل التشغيل المختلفة (اختيار الخامات- تحضير الخامات - طرق التشكيل- التجفيف- الحريق الأول - الحريق الثانى).

منهجية البحث:

يتبع البحث المنهج الوصفى التحليلى وذلك من خلال:

١- التعريف بالخزف الصينى (البورسلين) تقنيا، جماليا.
٢- دراسة وصفية لنماذج من منتجات البورسلين قديما وحديثا للتعرف على الامكانات التشكيلية والتعبيرية والجمالية.
٣- عرض الخطوات المختلفة لعمليات انتاج البورسلين للوقوف على المشكلات والصعوبات التى تطرأ فى مراحل التشغيل المختلفة.
٤- تحليل المشكلات ووضع الحلول المناسبة لتجنبها.
٥- النتائج والتوصيات.

أولا:- الخزف الصينى:-

كانت صناعة الخزف عند الصينيون فنا من الفنون الكبرى، فقد حاذ على رعاية واهتمام امبراطورى ما جعل منه فنا كرثت له كافة الامكانات المادية والبشرية ليحظى بمكانة عليا بين كافة الصناعات والفنون الأخرى، بل يمكننا القول بأن الصين امتازت بصناعة الخزف عن سائر الامم وخاصة البورسلين الذى حملت وحدها لوائه فى العالم كله لقرون عديدة، الى أن سعت الدول الصناعية الكبرى الى معرفة أسرارة ومحاولة تقليدة للحد من استيراده، حيث ظل الصينيون محتكرين صناعته لسنوات عديدة.

والفن الصينى فن عريق فى القدم، احتفظ بكثير من أساليبه الفنية على كر العصور، وازدهر فى محيط اجتماعى واسع، وكانت له وحدة فنية منذ الألف الثالثة قبل المسيح الى

العصر الحاضر، وقد عرف المسلمون هذا الفن منذ فجر الاسلام، وأعجبوا بمنتجاته فتأثروا بها شكل رقم (٥ ، ٦) (٥ – زكى محمد – ٢٠١٤م ص ١٠). الا أن الفن الاسلامى قد أثر هو الآخر على فنون الصين – ولاسيما الطراز الايرانى – ففنانى الشرق الأقصى كانوا يعجبون بالأساليب الفنية الايرانية، وأن ملوك الصين كانوا يضمون التحف الايرانية الى أثمن التحف الصينية التى كانوا يحتفظون بها بين كنوزهم الفنية العظيمة، وأن تبادل التحف بين ملوك الصين وايران كان سببا فى انتسار بعض الأساليب الفنية والزخارف الايرانية فى فنون الشرق الأقصى، ولا سيما منذ القرن السابع الهجري (الثالث عشر الميلادى) فى الخزف والنسج وصناعة المعادن (٥ – المرجع السابق –ص٦٤) . وقد ظهرت الأساليب الفنية والايرانية فى رسوم بعض المصورين الصينيين فى العصر المغولى ، مثل المصور " شي ان هسوان ch ien Hsuan" قى القرن الثالث عشر الميلادي. والظاهر أن بعض الفخار الصينى كان يزخرف برسوم كوفية (٥ – المرجع السابق ص ٦٥).

والفخار لفظ يطلق على الصناعة التى تحول الطين بعد تشكيله وحرقه الى أدوات صالحه للاستعمال المنزلى وغير المنزلى، كما ارتبط الفخار أيضا بالفن نتيجه ما تحمله بعض منتجاته بالرسوم والنقوش البارزة والغائرة التى تجمل سطوحه، والخزف هو الفخار المزجج أى المطلى بالمواد الممزوجة بالمعادن والتى تتصهر اذا ما تعرضت الى درجة الحرارة المناسبة متحولة الى طبقة ملساء شبيهة بالزجاج. وصناعة الفخار عند الصينيين قديمة العهد قدم العصر الحجري، فقد عثر الاستاذ اندرسن على اواني من الفخار في هونان وكانسو "لايمكن ان تكون احدث عهداً من عام ٣٠٠٠ ق. م". وان ما تتصف به تلك المزهريات من جمال فائق في الشكل وفي الصقل ليدل دلالة قاطعة على ان هذه الصناعة قد اصبحت فناً من الفنون الجميلة قبل ذلك العهد بزمن طويل (٧– قصة الحضارة – ص ٢٠٨–٢٠٩).

استمرت العلاقة بين الشكل والوظيفة تصاحب الانسان فى حياته لأغراض مادية بحتة، وظيفية كانت أو نفعية أولأهداف روحية دينية كما كان الأمر عند قدماء المصريين، والفنان بمفهومه الحالى لم يكن معروفا فى الحضارات القديمة بل يعتبر حرفيا صانعا، شأن النجار والحداد وأى حرفى آخر. فالانسان فى طريقه الطويل الشاق منذ ملايين السنين قد غير من شكل الحياة ليس بالعلم فقط، ولكن بالفن أيضا، لقد تعلم مقاييس ومعايير الفن من الطبيعة ذاتها..وقد عبر أحد كبار فنانى القرن العشرين وهو " ماكس آرنست" الألمانى عن هذه الفكرة بقوله" ان الطبيعة تحدثنا بلغة صامتة، هى لغة الأشكال"(٦– مختار العطار– ٢٠٠٠–ص ٥) وهذا المعنى متأصل فى الفن الصينى.

١- تصنيف الأجسام الخزفية

فى مجال الخزف تصنف الأجسام على أنها منتجات ثلاثية المحور (Triaxial wares) لقيام بنائها التركيبى على ثلاث مكونات رئيسية وهى المادة الطينية والفلسبار والكوارتز. ولكل من هذه المواد دورها الخاص الذى تلعبه فى مراحل التصنيع المختلفة فعلى سبيل المثال، تضفى المواد الطينية خواص اللدونة (Plasticity) اللازمة لتشكيل الأجسام وأيضا تعمل على تماسك الأشكال بعد جفافها علاوة على تفككها الى أكسيدى السيليكون والألومنيوم اللذين يعملان من خلال تفاعلهما عند درجات الحرارة العالية على المساهمة فى تسوية وانضاج (Maturation) الأجسام المشكلة. ومن ناحية أخرى يعمل الفلسبار كمادة صهارة تسرع وتخفض من درجة الحرارة اللازمة للتسوية المطلوبة، بينما يؤدى الكوارتز دور العمود الفقرى المانع للالتواء أو انهيار الجسم المشكل أثناء حرقه. والأقسام المختلفة التى تميز المنتجات الخزفية تنتج من الاختلاف فى نوع وكمية كل من تلك المواد الثلاث المستخدمة، الأمر الذى يؤدى بالضرورة الى اختلاف درجة حرارة التسوية المناسبة وبالتالى الى تغيير فى مجمل خواص المنتجات المتحصل عليها.

واستنادا إلى ثلاث خواص أساسية وهى البياض (Whiteness) وعدم النفاذية (Impermeability) ونصف الشفافية (Translucency) تقسم المنتجات النهائية الى ثلاثة أنواع:

النوع الأول: الخزف الصينى (Porcelain) ويتميز بتوفر الثلاث خواص السابق ذكرها ، وعلى هذا يلزم لتصنيعه مكونات أولية عالية النقاء وتسويته تتم فى درجات حرارة مرتفعة نسبيا تصل الى ١٣٥٠م ، ومن أمثلة هذا النوع صينى المائدة الفاخر وبعض أنواع من التحف الفنية.

النوع الثانى: الخزف الحجرى (Stoneware) ويشرط إظهاره لخاصية عدم النفاذية فقط دون تواجد خاصيتى البياض ونصف الشفافية. ولذلك يمكن انتاجه بخامات متوسطة الجودة والنقاء وعند درجات حرارة متوسطة لا تزيد عن ١٢٥٠م مثل الأدوات الصحية وبلاط الأرضيات وبلاط الموزاييك ومواسير الصرف الصحى والطوب المقاوم للاحماض والمنتجات الفنية الاخرى عالية الصلابة.

النوع الثالث: الخزف الأرضى (Earthenware) ولا يشترط لهذا النوع امتلاكه لأى من تلك الصفات المذكورة، وان تطلب الأمر ضرورة توفر حد أدنى لكل من النفاذية والمتانة الميكانيكية تبعا للمجالات التطبيقية المصصم لها، ولهذا فهو يجمع فى تصنيعه بين خامات أولية منخفضة الجودة وأيضا درجات حرارة منخفضة المستوى لا تزيد عن ١١٥٠م ومن أمثلة هذا النوع بلاط الحوائط وخزف المائدة الشعبى وبعض أنواع من المنتجات الفنية.

٢ – البورسلين:-

ابتكر الصينيون البورسلين بعد اكتشافهم للكاولين وهو طين أبيض نقى مكون من فتات الفلسبار والحجر الجرانيت ويضاف اليه نوع من الكوارتز القابل للانصهار، وهو الذى يكسب أوانى البورسلين درجة من الشفافية، وتسحق هذه المواد وتخلط بالماء فتتكون منها عجينة تشكل باليد أو على عجلة الخزاف أو بالصب أو غير ذلك من طرق التشكيل اليدوية والميكانيكية، ثم تعرض لدرجة حرارة مرتفعة تصهر العجينة وتتحول إلى مادة زجاجية براقة صلبة. وكان يحدث في بعض الاحيان ألا يقتنع الخزاف بهذا النوع الابيض البسيط، فكان يغطي "العجينة" اي الاناء قبل حرقه بطبقة من مسحوق الزجاج، ثم يحرق في الفرن. وكان في بعض الاحيان يضع هذه الطبقة الزجاجية على العجينة بعد حرقها قليلاً ثم يعيد حرق الاناء بعدئذ. وكانت الطبقة الزجاجية تلون في اغلب الاحيان، ولكن العجينة كثيراً ما كانت تنقش وتلون قبل ان تضاف اليها المادة الزجاجية الشفافة او تلون الطبقة الزجاجية بعد حرقها ثم تثبت عليها بحرقها مرة ثانية. اما الطلاء الزجاجى فقد كان يصنع من الزجاج الملون يدق ويسحق ثم يحول إلى مادة سائلة يضعها الرسام على الآنية بفرشاته الرفيعة. وكان من الصينيين اخصائيون قضوا حياتهم في التدريب على عملهم ؛ تخصص بعضهم في رسم المناظر الطبيعية، وغيرهم في رسم القديسين والحكماء المنقطعين للتأمل والتفكير بين الجبال، او الذين يمتطون ظهور حيوانات غريبة فوق امواج البحار (٧– ول وايريل ديورانت – ص ٢٠٨).

انتشرت صناعة البورسلين عن طريق التجارة الى سائر الامم، فاذا ذكرت كلمة "صينى" على لساننا ارتبطت فى عقولنا بالمطبخ وأدواته، واذا ذكرت كلمة "فاخورة" فهى تعنى المكان الذى يصنع فيه الفخار والخزف، ويراه الكثيرين مكانا يتم فيه مراحل التصنيع بطريقه مهنية للحصول على منتجات نفعية، الا أن نظرة الصينيون لهذه الصناعة ارتبطت بروابط عليا سامية وضعته فى مكانة الفنون الكبرى، تبتهج له نفوسهم بالجمال الذى يجمع بين النفع وبهاء المنظر، فقد انتجوا من هذا الفن آنية يستخدمونها فى شرابهم القومى الشهير " شراب الشاى" تتصف بجمال ملمسها ومنظرها وتحتفظ بقيمة عالية مرتبطة بعاداتهم وتقاليدهم الشعبية، وازدانت منازلهم بأنواع من الأشكال التى بلغت من الجمال حدا مكن أفقر الأسر من اقتناءه، فقد كان الخزف هو فن النحت عند الصينيين، الأمر الذى جعله يجمع بين المنفعة والجمال والتقاليد وأيضا المعتقدات، فقد سعى الخزاف دوما أن يصل بمنتجه الى مرتبة عالية من الكمال.

وفي سنة ١٧٠٨م، أصبح الكيميائي الألماني يوهان فريدريك بوتجر Johann Friedrich أول أوروبي يكتشف طريقة صنع الخزف الصينى، حيث كان الصينيون يرفضون مشاركة الآخرين سر صنع الخزف الصينى، وبعد أن أنشأ رجال الصناعة الأوروبيون مصانع لإنتاج الخزف الصيني، احتفظوا بسر طريقة صنع الخزف هم أيضا، كما أثرت الأواني الأوروبية على صناعة الخف فى جميع أنحاء العالم وخاصة

الصناعى منه، " وعرفت أوربا كيف تنتجه، بعد عمليات محاكاة تتسم بالدأب والمثابرة، لعينات من الخزف الصيني، ويرجع الفضل في هذا إلي عدد من الحرفيين الغربيين الذين نجحوا في مهمتهم أولا في (درسدن) Dresden عاصمة ولاية سكسونيا بألمانيا. ثم بعد ذلك في بريطانيا، حيث حقق وليام كوك William Cook أول نجاح له خلال ستينيات القرن الثامن عشر، إذ استطاع كوك عن طريق استخدام الطفلة الصينية المعروفة باسم الكاولين وإحراقها في درجة حرارة عالية أن يحدث التحول الكيميائي لينتج خزف نصف شفاف "(٤- ار. إيه. بوكانان ٢٠٠٠ص١٠٢) ، ويجدر بالذكر أهم التجمعات الخزفية التي انتشرت في أوربا بعد اكتشاف أسرار تركيبة الخامات الصينية، وعلي غرار ذلك قامت الصناعات الحديثة في هذا المجال فأنشأت المصانع في أنحاء الأرض وكان منها خزف مايسن Meissen بألمانيا ١٧١٠ ميلاديا كما بالشكل رقم (٧) ، وخزف وورستر Worcester بانجلترا ١٩٥١ ميلاديا كما بالشكل رقم (٨) ، وخزف سيفر SVRES بفرنسا ١٧٥٦ ميلاديا كما بالشكل رقم (٩) ، وخزف ليموج Limoges بألمانيا ١٧٧١ ميلاديا حيث اكتشفت رواسب من الكاولين. وبحلول القرن التاسع عشر الميلادي أصبحت ليموج واحدة من أكبر مراكز الخزف في أوروبا كما بالشكل رقم (١٠) (١-أحمد عبد الكريم٢٠١٢م- ص ٥٥) .

شكل رقم (١) كلير ماكين Claire Muckian (توربين من البورسيلان) ٢٠١١	
شكل رقم (٢) جنيفر مكوردي Jennifer McCurdy	
شكل رقم (٣) جون تيلتون John Tilton طلاء كريستالى	

	شكل رقم (٤) ليلاش لوتان Lilach Lotan فقاعات الجدول (شفافية البورسلين مع الضوء)
	شكل (٥) آنية خزفية كبيرة رسمت بزخارف زرقاء تحت الطلاء underglaze انتاج جينغدتشن Jingdezhen ، الصين. سلالة مينغ، في الفترة ١٤٢٦-١٤٣٥. هدية من السير جون أبابا Gift of Sir John Addis المتحف البريطانى
	شكل (٦) مزهرية من البورسلين مزخرفة بالأزرق الكوبالت تحت الطلاء ، فترة يانج Yonge period ما بين ١٤٠٣-١٤٢٤، جينغدتشن وجيانغشى Jingdezhen, Jiangxi ، الصين – المتحف البريطانى
- http://blog.britishmuseum.org/tag/porcelain	
شكل (٧) أباريق الشاي ، مايسن عام ١٧٢٠، مزينة بالمشاهد الصينية	شكل (٨) علبة شاي، حوالي ١٧٦٨، مصنع وورستر الخزف
-http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Transparent_porcelain.jpg?uselang=ar	

شكل (٣) نموذج من خزف سيفر فرنسا (تم صنعه ١٨١٣-١٨٤٧)	شكل (٤) بورسلين ليموج،الألماني (وعاء الشوكولات) ١٧٧١ م
-http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Transparent_porcelain.jpg?uselang=ar	

ثانيا:- صعوبات إنتاج البورسلين

خلافا لما تتميز به الصناعات الفلزية وكذلك الصناعات البوليميرية العضوية من حيث اعتمادها على مواد أولية ثابتة الخواص مستخلصة من الخامات الطبيعية، تقوم الصناعات الخزفية أساسا على الاستخدام المباشر للخامات الطبيعية ذاتها، ونظرا لما قد يصاحب تلك الاخيرة من اختلافات وفروق مؤثرة فى التركيب الكيميائى والمعدنى بالنسبة للخامة الواحدة تبعا لمناطق وأماكن تواجدها، تفردت الصناعات الخزفية بمنظومة متكاملة محددة المعالم تجمع الأطوار المختلفة لعملية الانتاج المتمثلة بصفة جوهرية فى ثنايات التكسير والطحن – التنسيب والخلط– الربط والتشكيل – التجفيف والحرق، فى سياق خاص مميز لها.

من هنا نتناول بالتفصيل أهم العوامل المتحكمة فى انجاز مراحل التصنيع الأساسية بنجاح، بدءا من عمليات تحجير واستخراج الخامات الأولية من مصادرها الطبيعية مرورا بالعمليات المتتالية التى تعقب اعدادها وتجهيزها حتى الوصول الى المنتجات النهائية.

١- استخراج وتخزين الخامات:

تتواجد معظم الخامات الأولية اللازمة للصناعات الخزفية بكميات كبيرة فى القشرة الأرضية وهى اما أن تكون قريبة من السطح أو بعيدة عنه وعلى مسافات مختلفة الأعماق، الأمر الذى يحدد بدوره أنسب الأساليب والوسائل اللامة لاستخراجها، ولما كانت تلك المواد الطبيعية تظهر اختلافا بدرجات متفاوتة فى الخواص والصفات، فان عمليات التحجير وما يتبعها من اعداد أولى فى منطقة الاستخراج مثل التنقية اليدوية من الشوائب الظاهرة، وكذلك خلط أجزاء متفرقة رأسيا وأفقيا بنسب ثابتة لنفس الخامة لضمان حد أدنى من ثبات مواصفات أكبر كمية ممكنة منها عند التوريد بالاضافة الى توفير التكلفة فى نقل مواد غير صالحة اللى مواقع الانتاج. حيث يتم فى تلك المواقع تعظيم درجة ثبات مواصفات الخامات عن طريق تخزين كل منها على حدة بعمل طبقات أفقية مجمعة منها حسب ترتيب ورودها

الأحدث فوق الأقدم على هيئة بنية الكعكة (Cake Structure) على أن تؤخذ الكميات المراد تشغيلها بالقطع فى المستوى الرأسى.

وتواجه صناعة البورسلين فى مصر صعوبة الحصول على أنواع جيدة من الكاولين المحلى لاختلاطها بشوائب مختلفة كالحديد والأنتيمون والتى تؤثر سلبيا على جودة المنتج من حيث البياض والتشويه، ومن خلال التجارب تم التوصل الى نوع نت الكاولين المحلى شديد البياض تنتجه شركة "ممكو" تحت اسم كاولين "اكستريم" ويستخرج من القنطرة شرق بشمال سيناء، الا أنه عديم اللدونة ولا يصلح للتشكيل ويمكن استخدامه فى خلطات الطلاء الزجاجى فقط، كما أن سعره مرتفع ويتساى مع أسعار الكاولينات الجيدة المستوردة وبالتالى يفضل منتجى البورسلين عدم الاعتماد عليه بشكل اساسى،أما باقى مكونات البورسلين كالسليكا فيستخدم رمل الزعفران والفلسبار أيضا من الخامات المحلية الجيدة والمتوفرة بجنوب سيناء.

٢- اعداد خامات البورسلين:

قبل أن يتم استخدام الخامات الأولية وعمل خلطات متجانسة منها، لا بد من اعدادها وتحضيرها على هيئة مساحيق ذات أحجام حبيبية معينة متدرجة النعومة. ويستخدم للوصول الى هذا الغرض أنواع مختلفة من المعدات الميكانيكية مثل الكسارات الفكية Jaw Crushers والكسارات الدوارة Gyratory Crushers يتبعها طواحين التنعيم الجافة أو الرطبةمثل تلك العاملة بالمطارق Hammer Mills والأخرى ذات الكرات Ball Mills وفى بعض الأحيان يمكن تسهيل عملية الطحن الميكانيكى باستخدام عوامل التجوية الطبيعية Weathering كما فى حالة المواد الطينية أو بتحميص الخامة Calcination عند درجة حرارة مناسبة وتبريدها فجائيا Quenching فى الماء وهو الأمر المتبع مع كل من خامتى الكوارتز والفلسبار.

وتستخدم المصافى Screens للحصول على حبيبات ذات مدى معين أو يمكن فصل الحبيبات المطلوبة فى حالة الطحن المستمر Continuous Grinding باستخدام تيار مناسب من الهواء Air Elutriation فى حالة الطحن الجاف أو بتعليقها فى الماء فى حالة الطحن الرطب لقياس وتعيين التوزيع الحجمى للحبيبات، وتستعمل مجموعة من مناخل الاختبار الصغيرة مركبة فوق بعضها بحيث يتدرج عدد فتحاتها تصاعديا من أعلى الى أسفل ولزيادة كفاءة تلك المناخل بالطريقة الجافة فانها تعمل من خلال تعريضها لحركة اهتزازية ميكانيكية تؤدى الى سرعة مرور حبيبات المسحوق ذات الحجام المناسبة خلال الفتحات المناظرة.، ولتجهيز الخلطات من البورسلين يتبع الآتى:-

أ- وزن وخلط الخامات :

يعد اختيار المواد الخام المطلوبة لانتاج البورسلين من أولى الخطوات الهامة للحصول على منتج عالى الجودة وذلك بعد التعرف من خلال التجريب على الخواص الطبيعية والكيميائية والفيزيائية للثلاث مكونات الرئيسية لخامة البورسلين الكاولين، الفلسبار، الكوارتز، ويتم وزن النسب لكل منهما بدقة، ثم اجراء سلسلة من الاجراءات التحضيرية الهامة كعمليات الطحن والتنقية، حيث يتم خلط المكونات الجافة خلطا جيدا، ثم تحديد عمليات التشغيل المطلوبة فى الانتاج، فعمليات تجهيز الخامة تتوقف على نوع الأشكال والطريقة التى يتم بها التشكيل كالصب أو الضغط أو التشكيل بالطينات اللدنة أو الكبس بالخامات الرطبة، كل ذلك يتعين معرفته وتحديده قبل اجراء عملية تحضير الخامات.

ب- سحق المواد الخام:

من خلال عمليات السحق أو الطحن يتم تخفيض جزيئات المواد الخام إلى الحجم المطلوب، وتستخدم فى ذلك مجموعة متنوعة من المعدات خلال عدة خطوات. ويتم السحق الابتدائي في كسارات الفك التي تستخدم فكي المعادن وتعمل على تفتيت الخامات، ويستخدم فى المرحلة الثانوية معدات أخرى كمطاحن المطرقة الفولاذية كما يستخدم الحرفيون والخزافون طاحونة الكرات التى تتكون من اسطوانات دوارة مختلفة الأحجام باخلها كرات من الحديد أو البورسلين تعمل خلال دورانها من طحن الخامات التى بداخلها الى الجزيئات المطلوبة لعمليات التشغيل المختلفة.

ويتم طحن الخامات بواسطة طاحون الكرات لمدة ٢٠ ساعة للتأكد من تجانس المخلوط، ثم تؤخذ عينة للاختبار قبل تفريغ الطاحونة، ثم يعقبه اجراء الخلط السريع.

ت- التنقية:

يتم تمرير المكونات من خلال سلسلة من الشاشات لإزالة أي مواد أقل أو أكثر الحجم. الشاشات، وتعمل عادة في وضع منحدر، وصدي ميكانيكيا أو الكتروميكانيكية لتحسين التدفق.ثم يتم اضافة المكونات مع الماء لينتج على القوام المطلوب. ويتم استخدام الترشيح المغناطيسي لإزالة الحديد من عجائن البورسللن، حتى لايتسبب فى تشويه الاجسام البيضاء .

وبناءا على ما تقدم، فانه بعد معرفة نوع التشغيل المطلوب انتاجه يمكن تحديد طبيعة ومقدار كل من الخامات الثلاث الرئيسية المكونة لتركيبته وكذلك المدى التقريبى لدرجات الحرارة المناسبة لحرقه بعد الخلط الجيد لمكونات الجسم للحصول على درجة عالية من التجانس، يضاف مقدار مناسب من الماء (إلى الخلط الجاف) أو يزال منها مقدار من الماء الزائد (فى حالة الخلط الرطب) حتى يتم الحصول على خليط ذى محتوى مائى مناسب لطريقة التشكيل المزمع استخدامها، والجدول التالى يوضح المحتوى المائى المطلوب لعمليات التشكيل المختلفة فى انتاج الخزف.

جدول:١

طريقة التشكيل	المحتوى المائى لخلطة الجسم(%)
طينة الصب (Slip Casting)	٢٨ – ٣٠
الكبس اللدن (Plastic Pressing)	٢٠ – ٢٤
الكبس شبه اللدن (Semi plastic Pressing)	١٥-٢٠
الكبس الجاف (Dry or Dust Pressing)	٥-٧
الكبس الساخن (Hot Pressing)	صفر

١ – تقنيات التشكيل :

تستخدم فى صناعة البورسلين عدة طرق أو أساليب فى التشكيل وهذا يتوقف على نوع المنتج وهيئته أشهرهما:

أ– التشكيل بالطينات السائلة بواسطة الصب اليدوى وهى من الطرق المعروفة والتى تساعد على استنساخ العديد من النماذج المتشابهة والتي يتم سكب المزيج في قالب من الجص لسهولة امتصاص المياة وتكوين الجدار. ويتم تصفية السائل من خلال القالب، وترك الطبقة المتكونة داخل القالب للتصلب. حيث يمتص قالب الجص المياه من الجدار الطينى المتكون حتى تصبح طبقة جامدة ويمكن إزالتها،، ويجب مراعاة حساسية طين البورسلين، بحيث يجب تركه لمدة كافية قبل اخراجه من القالب، ويتم التقاطه بطريقة صحيحة دون احداث ضررا على حوافه كالاعوجاج أو الشروخ، حيث تحتفظ خامة البورسلين بهذه الذاكرة وتعود الى نفس الحالة بعد الحريق حتى ولو تم العلاج والاصلاح اثناء لدونة الطين، ويطلق على هذه الظاهرة ب "ذاكرة البورسلين".

ب– التشكيل بالدولاب (عجلة الخزاف) وهى من الطرق القديمة والتي أحدثت ثورة ونقلة نوعية فى انتاج الفخار والخزف من حيث الكمية والجودة فى الانتاج وتحتاج هذه الطريقة الاعداد الجيد للطينات والمهارة العالية للصانع .

ت–الضغط قى قالب على عجلة الخزاف، وهى من الطرق الانتاجية الهامة التى تعتمد على تصميم وتنفيذ النماذج خاصة المفتوخة كالأطباق والسلاطين والفناجين واستنساخ القوالب الجصية منها ثم يوضع القالب حسب مواصفات التشغيل ليستقر على عجلة الخزاف المعدة لهذا النوع من الانتاج، ويتم وضع الطين على قالب الجص أفقيا، ثم يتم انزال السادف الرأسى ليضغط أثناء دوران الدولاب للحصول على الشكل المطلوب.

ث–التشكيل بالكبس داخل قوالب من الحديد تعتبر من احدى طرق الانتاج الصناعى خاصة صناعة البلاط وتستخدم الخامات فى حالة شبه جافة (رطبة نسبيا) بحيث توضع الكمية المناسبة من الخامات داخل القالب الحديدى ويتم الكبس الميكانيكى للحصول على المنتج المطلوب.

٢- الحريق الأول (البسكويت).

تستخدم عادة أفران لتجفيف منتجات البورسلين، وتكون الأجسام فيه رقيقة أى ضعيفة الاحتمال للحرارة، لذا يتم تسخينها عند درجة حرارة منخفضة لعدة ساعات قبل نقل المنتجات الى الفرن الرئيسى الذى يتم فيه عمليات الحريق تدريجيا لتبخير المياه والملوثات المتطايرة، والوصول بالتسوية الى درجة حرارة منخفضة نسبيا ١٠٠٠ درجة مئوية تقريبا يتصلب الجسم ويصبح مساميا يسمح بتطبيق الطلاء الزجاجى .

٣- الطلاء الزجاجي:-

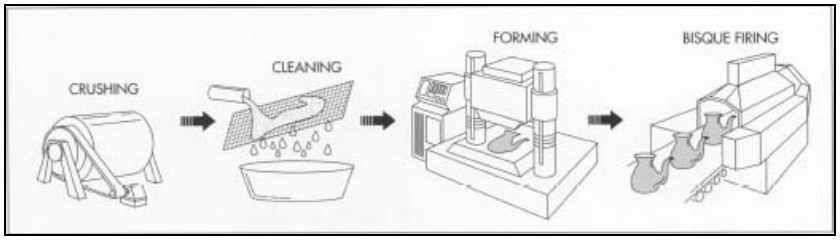
يستخدم فى تركيب الطلاء الزجاجى على أجسام البورسلين ثلاثة مكونات أساسية هى نفس مكونات الجسم البورسلينى الكاولين والكوارتز أوالسيليكا والفلسبار، وفيه يتم اختيار وفحص المواد الخام بعناية، ووزن تلك المكونات حسب النسب المقررة وإضافة الماء وإجراء عملية الطحن داخل طاحونة الكرات لمدة زمنية مناسبة، ثم تمرير المحلول على مرشحات مغناطيسية لازالة الملوثات، ثم يتم تطبيقه على أجسام البسكويت عن طريق الرش أو السكب أو التغطيس، وجدير بالذكر أنه يمكن الحصول على أنواع مختلفة من الطلاءات الزجاجية من خلال تغيير النسب الأساسية، مثل الألومينا والسيليكا والفلسبار، فعلى سبيل المثال زيادة الألومينا وخفض السيليكا ينتج طلاءا زجاجيا غير لامع.

٤- الحريق الثانى (تسوية الطلاء الزجاجى):-

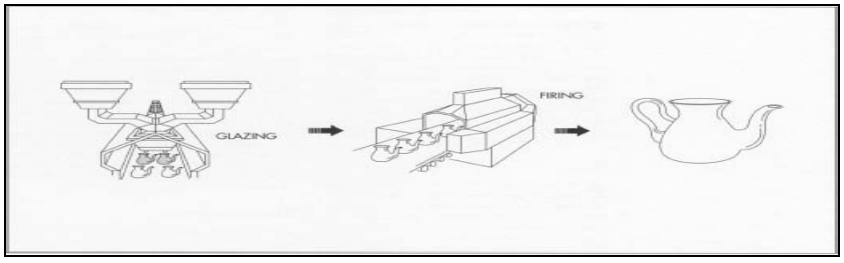
عملية الحريق هى آخر عميات انتاج الخزف وبنهايتها يتم الحصاد بعد الجهد والعناء الذى لازم كل مراحل التجهيز والتحضير والتشكيل والزخرفة، وفيه تستخدم احدى الأفران المتنوعة والتى تطورت عبر السنين نتيجة التطورات التكنولوجية، فعلى سبيل المثال يستخدم فى حريق البورسلين الأفران الكهربائية عالية الجودة والتى تتحمل درجات الحرارة ما بين ١٣٠٠- ١٤٠٠ درجة مئوية.وهى أفران ذات عوازل حرارية ومحكمة الاغلاق، ومن مميزاتها احتوائها على لوحة الكترونية تتحكم فى عمليات ومراحل التسخين المختلفة وكذلك السرعة فى الوصول للدرجة الحرارية المطلوبة، وهو أكثر مرونة وسهولة من أنواع الأفران الأخرى التى تتطلب الكثير من الجهد، كذلك يستحدم فى عمليات الحريق أفران النفق التى يصل طولها الى مئات الأقدام، ومن مميزاته الحفاظ على مناطق درجة الحرارة المعينة بشكل مستمر، بحيث يتم تحريك ودفع المنتجات المتراصة على عربات حرارية فوق قضبان حديدية من منطقة الى أخرى بشكل تدريجى حيث تدخل المنتجات منطقة التسخين والتحرك عبر منطقة الحريق المركزية قبل أن يغادر الفرن عبر منطقة التبريد، ويعتبر فرن النفق من أكثر الأفران اقتصادا وكفاءة فى استخدام الطاقة من الفرن الكهربائى. على سبيل المثال، توصلت شركة تصنيع أفرن ألمانية الى فرن نفق لانتاج الخزف سريع وعالى الجودة وتتم من خلاله اتمام الحريق في أقل من ٥ ساعات بنظام التحكم الآلى .

وخلال عملية الحريق تحدث مجموعة من التفاعلات التى تبدأ بحرق الشوائب القائمة على الكربون والبدء فى تطور نشاط المياه الكيميائية عند درجة حرارة ما بين ١٠٠-٢٠٠ درجة مئوية، والكربونات والكبريتات تبدأ فى التحلل فى درجة ما بين ٤٠٠-٧٠٠ درجة مئوية ويتم خلال ذلك انتاج الغازات التى تبدأ فى الخروج من الأجسام الخزفية مع الزيادة فى درجات الحرارة، كذلك تبدأ بعض المعادن فى التحلل والتفاعل مع الفلسبار والسيليكا بداية لتكوين الطبقة الزجاجية فى درجة حرارة ما بين ٧٠٠- ١١٠٠ درجة مئوية، حسب تركيب النسب المئوية فى تركيب الطلاء الزجاجى، وفى طلاءات البورسلين تحتاج المكونات الى درجة اكبر قد تصل الى ١٣٥٠ درجة مئوية لتجانس وانصهار الطلاء الزجاجى وتحقيق الكثافة المطلوبة، بعد ذلك يتم تبريد الأشكال فتتصلب الطبقة السائلة للطلاء الزجاجى مكونة رابطة قوية من الحبيبات الزجاجية البللورية على أسطح الأشكال الخزفية .

ويجب رص قطع البورسلين فى الفرن بعناية وذلك باستخدام المساند المطابقة لقاعدة المنتجات لتلافى الالتواء بسبب ما تحتاج اليه من درجات الحرارة العالية للتسوية التى ينجم عنها انكماش كبير،وبسبب وجود السيليكا بكثرة فى أجسام البورسلين فان نسبة كبيرة من الجسم تتحول الى الحالة الزجاجية المائعة والتى يمكن أن تتسبب فى الهبوط أثناء الحريق، ولذلك تكمن الصعوبة فى حريق الأشكال ذات النتوءات أو الممتدة للخارج حيث تحتاج الى سنادات من البسكويت المدببة فى أطرافها ليكون تماسها ضئيلا خاصة مع السطح المطلى الطلاء الزجاجى كما يفضل أن تطلى تلك الأطراف بالألومينا ليمنع التصاقها بالجسم المزجج.(١١- ف. ه. نورتن - ١٩٦٥. ص ٦٩)



لوحة رقم (١)
تبين مراحل الطحن والتنقية والتشكيل ثم حريق البسكويت



لوحة رقم (٢)
توضح مراحل الطلاء الزجاجى والحريق الثانى الى خروج المنتج غبر الفرن النفق

النتائج والتوصيات:-

يعتبر البورسلين من العجائن الخزفية صعبة التشكيل يدويا للمبتدئين، لفقدها عامل اللدونة وتحتاج إلى خبرة نوعية للتعامل معها كما تحتاج الى معرفة بخصاصها لتفادى الصعوبات والمشكلات التى تواجه عملية التشكيل والانتاج ولذلك يجب مراعاة الأتى:

١- الدقة فى اختيار المواد الخام واعدادها جيدا.

٢- معرفة الخواص الطبيعية والكيميائية للخامات وتحديد النسب المطلوبة لكل مادة من مكونات الجسم البورسلينى.

٣- تقييم وقياس خصائص المركبات من حيث اللزوجة واللدونة والانكماش والقوة والحريق والقوة الميكانيكية والمسامية واللون والتمدد الحرارى .

٤- رصد العديد من هذه الخصائص أثناء التصنيع باستخدام الأساليب الاحصائية وذلك من خلال عمليات التحضير والتجهيزللخامات والتشكيل على سبيل المثال وقت الطحن وضبط معدات التشكيل بالضغط أو الكبس، ويساعد ذلك تعديل عمليات التشغيل لتحقيق الجودة المطلوبة.

وتوصى الباحثة بالآتى:-

١- الاستمرار فى البحث عن طرق لتحسين منتجات البورسلين خاصة باستخدام الخامات المحلية .

٢- ضرورة توفير العوامل المختلفة كالخامات والأفران التى تتحمل درجات الحرارة العالية لتشجيع الفنانين الخزافين على انتاج أعمالهم الخزفية بخامة البورسلين لما يتميز به من خصائص فنية متميزة.

٣- التجريب فى الطلاءات الخاصة عالية الحريق على البورسلين كالسيلادون والطلاء الكريستالى.

٤- وضع مداخل تدريسية جديدة فى مجال الخزف المعاصر بخامات البورسلين.

المراجع:

١- أحمد عبد الكريم عبد النبي إبراهيم – دور الاعتبارات الوظيفية في تصميم المنتج الصناعي في ظل المتغيرات الاقتصادية – (دراسة تجريبية في مجال الخزف) رسالة دكتوراة غير منشورة كلية التربية النوعية – جامعة القاهرة –٢٠١٢م

٢- جمال الدين أحمد عبد الله عبود: ١٩٨٧، رؤية فنية معاصرة للأنية الخزفية، دراسات وبحوث، جامعة حلوان

٣- زكى محمد حسن – الصين وفنون الاسلام- مؤسسة هنداوى للتغليم والثقافة- ٢٠١٤م

٤- ار. إيه. بوكانان : الآلة قوة وسلطة ، التكنولوجيا والإنسان منذ القرن ١٧ حتى الوقت الحاضر ، ترجمة شوقي جلال ، عالم المعرفة ، العدد ٢٥٩ ، العام ٢٠٠٠

٥- ف. ه. نورتن: الخزفيات للفنان الخزاف- ترجمة سعيد الصدر- مؤسسة فرانكلين للطبع والنشر القاهرة – نيويورك – ١٩٦٥. ص ٦٩

٦- مختار العطار – آفاق الغن التشكيلى – دار الشروق- القاهرة- الطبعة الأولى ٢٠٠٠م

٧- ول وايريل ديورانت:-قصة الحضارة (الشرق الأقصى الصين) ترجمة : محمد بدران-الجزء الرابع من المجلد الأول- دار الجيل للطبع والنشر والتوريع – بيروت

8-Hugh Tait: Porcelain tradition and new visions; The Hamlyn Publishing Grope Limited, London, 1972,

9- http://www.britannica.com/art/Chinese- pottery/The-Yuan-dynasty - 1206-1368

10-http://www.madehow.com/Volume-:/Porcelain.html#ixzz3QbI4Cv610-