

## اكتشاف الزجاج وطرق وتقنيات صناعته قديما.

## The discovery of glass and the methods and techniques of its manufacture in the antiquity.

رزيق فائزة\*

1 معهد الآثار جامعة الجزائر 02 أبو القاسم سعد الله rezzigfaiza02@gmail.com

تاريخ النشر: 2021/01/16

تاريخ القبول: 2020/12/06

تاريخ الاستلام: 2019/07/25

## ملخص:

يعتبر الزجاج مادة مألوفة بالنسبة لنا، حتى أن وجوده يبدو لنا أكثر طبيعية. ومع ذلك، فإن النجاح في تحويل الرمال إلى زجاج ثم العمل به بألف طريقة مختلفة قد تتطلب عدة ابتكارات وتقنيات، كما أن مسألة اكتشاف مادة الزجاج اختلفت وتعددت الآراء حولها فمنهم من ينسبها إلى الفينيقيين ومنهم من ينسبها إلى بلدان الشرق الأدنى القديم، فمن خلال دراستنا التاريخية والأثرية هاته سنحاول التطرق إلى مختلف هاته الآراء، وتتعرف على طرق صناعة الزجاج عبر العصور ومراحل تطورها، بالإضافة إلى الأساليب المستعملة في زخرفة الزجاج و نوع الأكاسيد المستخدمة في تلوينه. كلمات مفتاحية:الزجاج الأثري. اكتشاف الزجاج، مكونات الزجاج، صناعة الزجاج، زخرفة الزجاج.

## Abstract:

The Glass is considered to be known certainly, even though its existence not appears natural. However, the successful transformation of glass into sand, then its use by multiples and different ways requires a lot of creativity and techniques. Also the question of discovery of the glass material had caused divergence and multiple points of view, so some opinions attribute it to the Phoenician, while other attribute the discovery of glass to ancient near East. Through the following historical and archeological study, we will try to approach its different opinions in order to know the ways of the glass through the epochs and stages of its development, in addition to the methods used for the ornament of glass and nature of oxides used in its decoration.

**Keywords:** archaeological glass, discover the glass, glass components, glass industry, glass decoration.

## Résumé :

Le verre est considéré comme matière connue notoirement, même si son existence ne paraît naturelle. Cependant la réussite de la transformation des sables en verre puis son utilisation par des voies multiples et différentes nécessite beaucoup de créativité et techniques. Aussi la question de découverte de la matière du verre a suscité de divergences et de multiples points de vue, ainsi certains avis l'attribuent aux phéniciens, pendant que d'autres attribuent la découverte du verre au Proche-Orient ancien. A travers cette étude historique et archéologique, nous allons essayer d'approcher ces différents avis pour connaître les voies de l'industrie du verre à travers les époques et les étapes de son développement, en plus les méthodes utilisées pour l'ornement du verre et la nature des oxydes utilisés dans sa décoration.

**Mots clés:** verre archéologique, découvrez le verre, composants en verre , l'industrie du verre, décoration en verre.

### ● مقدمة

لقد عرف الزجاج أولاً في شكله الطبيعي وهو الزجاج الناتج عن تجمد الحمم البركانية التي بردت بسرعة مما أدى إلى تجمدها بعد ملامستها لسطح الأرض (البلور الصخري) ولكن هذه المعرفة لم تؤدي إلى معرفة كيفية الصناعة والتي بدأت معرفتها بعد ذلك، ولقد تعددت الآراء وتضاربت حول تحديد فترة ومكان بداية ممارسة هذه الحرفة، ولقد عمل الإنسان على تطويرها نظراً لاستخدامها في العديد من أغراض الحياة اليومية، مما أدى إلى تنوع أشكالها وتعدد زخارفها وألوانها. فما هو أصل وموطن اكتشاف مادة الزجاج؟ وما هي المراحل والطرق المتبعة في صناعة الزجاج عبر العصور وزخرفته؟.

إن الهدف من هذه الدراسة هو معرفة طبيعة ومكونات مادة الزجاج الخام ومعرفة الطرق والتقنيات المستخدمة في صناعة الزجاج وزخرفتها. حيث استهلينا دراستنا هاته بتعريف لمادة الزجاج واكتشافها وتطرقنا بعدها إلى المواد الخام والأدوات اللازمة في صناعة الزجاج، ثم تحدثنا عن مراحل وطرق صناعة وتلوين الزجاج وزخرفته.

### 1. تعريف الزجاج:

. لغة:

"الزجاج بالضم طرف المرفق، والحديدة في أسفل الرمح" (الزاوي، دنت، ص 435) "والزجاج والجيم أصل يدل على رقة في شيء، من ذلك زجاج الرمح والسهم، وجمعه زجاج بكسر الزاء" (أبي الحسن، دنت، ص 07). " وكلمة الزجاج بضم الزاي أو كسره أو فتحه على القناديل" (دفتر القيسي، دنت، ص 59).

"ومفردها زجاجة والزجاجة مضمومة الأول، وإن شئت مكسورة، وإن شئت مفتوحة، وجمعها زجاج" (ابن منظور، 1988م، ص1811) و"الزجاج: عامله، والزجاجي: بائعه" (الزاوي، دنت، ص 435) وقد وردت في القرآن الكريم في قوله تعالى " } قيل لها ادخلي الصبح } فلما درت به حبيبه لجة وكشفت عن ساقها } قال } له } صبح } معدم } من } قوارير } قلت } وليني } رطبت } قسي } وللمت } مع } سليمان } لله } رب } العالمين }" (القرآن الكريم، سورة النمل، الآية 44). و" القوارير هي جسم شفاف صلب سهل الكسر، يصنع من الرمل والزجاجة تعني القطعة من الزجاج أو الإناء أو القدح أو القنديل" (الطايش، دنت، ص45).

وأيضاً في قوله تعالى " } لله نور السماوات والأرض } مثل } نوره } كمشكاة فيها مصباح } المصباح } في زجاجة } الزجاج } كلها } كوكب } روي } يوقد } من شجرة } مباركة } تنورة } لا } شرقية } ولا } غربية } يكاد } زيتها } يضئ } ولو } لم } تفسسه } نور } على } نور } يهدي } الله } لنوره } من } يشاء } ويضرب } الله } الأمثال } للناس } والله } ربك } شيء } عليم }" (القرآن الكريم، سورة النور، الآية 44).

و"كلمة زجاج باللغة الفرنسية "le verre" وهي مشتقة من اللغة اللاتينية "vitrum" والتي تعني مادة صلبة شفافة موحدة الخواص" (Ayadi. 2004. P11).

اصطلاحاً:

"الزجاج هو مادة صلبة شفافة" (دفتر القيسي، دنت، ص 57) يتركب أساساً من السليكا وأكسيد الصوديوم (أو البوتاسيوم)، وللزجاج الأثري مجموعة من الخواص أهمها قابليته للكسر والتفاعل الكيميائي مع البيئة المحيطة به (حجازي، 2005م، ص 26). صناعة الزجاج تتطلب الانصهار عند درجة حرارة فيما بين 1400 و 1500 درجة سلسيوز (بارديكو، 1990م، ص 148). "وصلاية الزجاج من 06 إلى 07 مقياس موس" (Philippe, 2010, p 08) ومادة الزجاج لا تتميز ذراتها بتتيب داخلي محدد (إبراهيم، 2012، ص112).

## 2 لمحة تاريخية حول اكتشاف مادة الزجاج:

لقد تعددت الآراء حول اكتشاف مادة الزجاج وموطنها الأصلي فمنهم من نسب صناعة مادة الزجاج للفينيقيين (باقر، 1956م، ص 246) وهذا استناداً إلى ما ذكره بلين الأقدم (Pline Lancien) في مؤلفه التاريخ الطبيعي (Pline Lancien, 1948, p03). (ليبب، 1986م، ص 95) وروى في ذلك أن بعض التجار من الساحل الفينيقي خيموا عند شاطئ بيلوس وطبخوا طعامهم على قطع من النطرون كانت في حملتهم، وفي الصباح وجدوا أن الرمل والصودا التي تكونت منها تلك القطع اتحدت وكونت مادة زجاجية (جان، 1998م، ص 70.71).

لقد كان لهذه الأسطورة تأثير ظاهر في حينه، ورسخت في أذهان بعض الكتاب القدماء إذ يقول استرابون (Strabon)\* [ولد بمدينة أماسيه بقاندوفيا نحو سنة 50 ق.م ومات سنة 65 بعد الميلاد،

وألف كتاب الجغرافيا الكبير وجعل القسم الأخير منه في وصف إفريقيا الشمالية وقد درس هذا المبحث العلامة الألماني شترنفر في كتاب سماه استرابون ودراسته لجغرافيا ليبيا ونشره ببرلين بالألمانية سنة 1913م. وألف استرابون أيضا كتاب في التاريخ انظر: (الكفاف، دت، ص ص 20.21). أيضا ما يدعم هذه الفكرة بأن الساحل الشهير الذي يحتوي على رمال صالحة تماما للزجاج هو تلك المنطقة بين عكا وصور\* [تقع صور أي الصخرة على مبعده 40 كيلا جنوب صيدا، 95 كيلا جنوب بيروت وتعتبر من أعظم المدن الفينيقية جميعا، وطبقا لرواية هيرودوت فلقد أنشأت صور قبل قدومه إليها (حوالي 450ق.م) بألفين وثلاثمائة سنة. انظر: (مهران، 1990م، ص 165)]. (جان، 1998م، ص 71).

لكن اغلب الباحثين يرجحون أنها بدأت في نفس الفترة بمصر القديمة وبلاد الرافدين، يقول روبرت برل في كتابه عن الزجاج القديم أن هناك كمية من الأواني الزجاجية تم العثور عليها في مدينة ارباخا ببلاد الرافدين (كركوك الحالية) يمكن أن يوضع لها تاريخ مقارب لتلك الأواني المكتشفة في مصر القديمة والعائدة إلى السلالة الفرعونية الثامنة، لافتا أيضا إلى وجود معامل للزجاج في أماكن مختلفة لبلاد الرافدين. ويظن أن اكتشاف هذه المادة وطريقة استعمالها جاء نتيجة الصدفة المحضة وهذه الصدفة كانت كثيرة الحدوث وحولها آراء متعددة ومنها رأي روبرت برل أورده في البحث عن الزجاج القديم عن نظريتين مقبولتين في اكتشاف الزجاج:

النظرية الأولى: أنه جاء نتيجة بعض العمليات المعدنية مثل: إذابة النحاس أو القصدير أو الرصاص، فإذا بأي معدن من المعادن ينتج في الغالب فضلات زجاجية.

والنظرية الثانية: أنه عرف من التطور المتعاقب في مادة الفخار أي من المادة الفخارية الغنية بالسليكات المغطاة بتزجيج قلوي، والتي يؤرخ أقدمها بـ 3000 سنة قبل الميلاد في مصر القديمة، وهي تختلف عن مادة الطين المصنوع منها البدن الفخاري الذي لا يدخل في تركيبه عادة الزجاج. (جعفر زهير، 2006م، ص ص 61.62).

كما يرى العالم جورج سارتون\* (George sarton) [جورج الفريد ليون سارتون صيدلي ومؤرخ بلجيكي، ولد بمدينة خنت ببلجيكا عام 1884م وتخرج من الجامعة في عام 1906م، حاضر بجامعة هارفارد 1916-1918م، درس اللغة العربية وان من ابرز إنتاجه تأليفه لكتاب (تاريخ العلم) وله 15 كتاب آخر وأكثر من 300 مقالة بهذا المجال. انظر: (بكري، دت، ص 05)] أن سكان ما بين النهرين قد اشتغلوا بأنواع الصناعات الكيماوية ولاسيما صناعة الفخار والتزجيج [التزجيج أي أن يوضع الزجاج على شيء آخر.]. (جورج، 1957م، ص 220) حيث عثر على كتلة من الزجاج الأزرق في جنوب العراق، ما جعل بعض العلماء يعتقدون أن هذا الفن كان معروفا في بلاد الرافدين وهو مرتبط بتزجيج الفخار وليس كصناعة مستقلة (زهدي، 1960م، ص 106)، وقد تم العثور على قطعة زجاجية من مخلفات

أثار اشنونا\* [كانت اشنونا تتمتع بقدر كبير من الأهمية الإستراتيجية لأراضي تقع اليوم ضمن محافظتي بغداد وديالي بعاصمتها المتمثلة في أطلالها في موقع تل اسمر، كانت ذات أهمية خاصة في بلاد الرافدين حيث التقت فيها تأثيرات حضارة وادي الرافدين بالتأثيرات الآتية من الجهات الأخرى. انظر: (هديب، دنت، ص 131)] يعود تاريخها إلى عام 2600 ق.م. ويشير الشبه الموجود بين الزجاج الأشوري والزجاج المصري في نفس الفترة - في حدود الألف الأول قبل الميلاد إلى وجود تأثيرات فنية بينهما ( كجه جي، 2002م، ص 80).

### 3. المواد الخام المستخدمة في صناعة الزجاج:

للحصول على العجينة الزجاجية نحتاج إلى المواد الخام التالية:

أ. الرمال: (Sable) "تعتبر الرمال المادة الأساسية التي تدخل في تركيب الزجاج. وتكون حبيبات الرمال مفككة وغير متماسكة ويتراوح قطرها من 2 مم إلى 16/1 مم ومن هذه الصورة الرمال والتي تستخدم في صناعة الزجاج، وتحتوي الرمال على شوائب عديدة، أهمها في صناعة الزجاج كربونات الكالسيوم (CaCO<sub>3</sub>) اللازم لصناعة الزجاج، وأكاسيد الحديد، وهي تكسب الرمال لونها المميز كما تؤثر في لون الزجاج الناتج" (ابراهيم، 2012م، ص 117). كما سيلى شرحه فيما بعد.

ب. النطرون: (Netron) هو عبارة عن صخر صودي معدني، أصله من رمل البحيرات والسواحل السورية والفلسطينية، كما انه متواجد بكثرة في المناطق الساحلية للبحر الأبيض المتوسط وبلاد ما بين النهرين، ومصر القديمة والبحر الأحمر (Jasqueline, 2005, p22) وهو خام مأخوذ من أعماق البحيرات المالحة. (ابراهيم، 2012، ص 122).

ج. الصودا والبوتاسيوم: ويعتبران من المكونات الأساسية لعجينة الزجاج، لذا استعملتا بصفة مغايرة على حساب المواد المحلية كالنطرون، حيث تم استبدال النطرون بالبوتاسيوم القادم من رمال نباتات يسهل الحصول عليها كشجر البلوط، شجر التفاح..... وغيرها (Jasqueline, 2005, p22) وكانت تستخدم "رماد الكليس (Calis)" وهي نباتات غنية بالصودا وذلك لتصنيع الزجاج، وهذه النباتات ذات الأوراق الشوكية المشبعة بالأملاح كانت تنمو ليس فقط في صحاري البلاد الشرقية ولكن في مجمل حوض البحر المتوسط أيضا (بارديكو، 1990، ص 149.150) كانت تستغل لاحتوائها على عدة أنواع من الأملاح، تلك الأملاح علاوة على الصوديوم تعطي أيضا الجير، البوتاس، مغنيزيا والألومين، وهي عناصر أساسية للحصول على زجاج ثابت ومقاوم كيميائيا لأن النطرون مهما يكون صافيا يجعل الانصهار مع الرمل يعطي كتلة من زجاج غير مستقرة كيميائيا. مثل: (SALICORNES, SALSOLAS) Kéli وغيره (Jean. H, 2007, p 06).

د. الكلس: "ومن مصادر الكالسيوم خام الدولوميت (Dolomite) وهو الاسم الشائع لخام طبيعي يحتوي على كربونات الكالسيوم والمغنيزيوم بنسبة متفاوتة حسب مكان التواجد وظروف التكوين

للخام، وهذا الخام مصدر لأكسيد الكالسيوم وأكسيد المغنيزيوم" (ابراهيم، 2012م، ص ص 121.122) كما يستمد الكالسيوم من الجير (بارديكو، 1990م، ص 151).

#### 04 الأدوات المستخدمة في صناعة الزجاج:

تنقسم أدوات صناعة الزجاج من خلال استعمالها إلى ثلاث أقسام رئيسية على النحو التالي:

#### أولا/ أدوات تحضير وتجهيز المواد الخام:

. المناخل: (**tamis**) وهي أداة أولية بسيطة تستخدم في تحضير خلطة الزجاج، وذلك للحصول على

الحجم المناسب من حبيبات الرمل من خلال فتحاتها المحددة المقاس.

. الموازين (**balance**): تستخدم لإنتاج الزجاج الجيد، لذا كان يتحتم على الصانع خلط المكونات

بنسب معينة، باستخدام موازين إما خشبية أو معدنية.

. الأهوان (**balance**): وتستخدم في طحن المواد الخام وهذا لتحويلها إلى مسحوق ناعم يسهل في

عملية الصهر عند درجة الحرارة المتاحة، وكانت هذه الأخيرة أما مصنوعة من مادة الرخام أو البازلت،

أما أداة الطحن فتصنع من حجر صلب وهي كذلك من مادة الرخام أو البازلت ( يحيايوي، 2012/2011،

ص ص 60.61).

. البواتق (**creusets**): وهي عبارة عن بواتق تسخين المواد الأولية تصنع من الفخار ( james et

.(claudé, 2005, p 197).

ثانيا/ الأدوات المستخدمة في تشكيل المشغولات الزجاجية: (الشكل رقم 01).

من بين الأدوات التي استعان بها الصانع في تشكيل المشغولات الزجاجية نجد:

. أنبوب النفخ: (**canne de soufflage**) وهي المادة الأساسية المستخدمة في طريقة نفخ الكتلة

الزجاجية في الهواء وهناك رأي يرجح بان أنبوب النفخ ربما صنع من الطفلة، بعد ذلك تطور ليصنع

من الحديد وهذه الأداة عبارة عن أنبوب مجوف مصنوع من الحديد، يتراوح طوله ما بين المتر والمتر

ونصف (100سم، 150سم ) و له نهايتان، الأولى تنتهي بتغطية مطاطية ومن خلالها يقوم الصانع

بعملية النفخ، أما النهاية الأخرى فهي مفلطحة يتم بها التقاط العجينة الزجاجية ( james et claudé

.(2005, p 197).

. عمود البونتيل: (**pontil**) وهو عبارة عن عمود حديدي، مصمت له نفس طول أنبوب النفخ

تقريبا إلا انه اقل منه في القطر، بحيث يثبت هذا العمود أسفل قاعدة الإناء بواسطة كتلة صغيرة من

مصهور الزجاج، ووظيفة هذه الأداة هي أن الصانع يمسك الإناء بواسطتها بعد فصل أنبوب النفخ،

حتى يتيسر له إتمام عملية تشكيل الإناء. كما استعان الصانع بعدد من الأدوات المعدنية لإتمام عمالية

تشكيل الزجاج المنفذ بطريقة النفخ .

. الملاقط:**(minces a fleur)** وهي عبارة عن أداة مرنة تصنع من الحديد، تستخدم في تشكيل فوهات الأواني من حيث توسيعها أو تضيقها، وفي بعض الأحيان كانت هذه الأدوات تصنع من الخشب منعاً لاحتكاكها بشدة بسطح الزجاج.

. الكماشات:**(pinces)** وهي أداة معدنية تستخدم عند إضافة قطع من الزجاج إلى بدن الإناء أثناء عملية التشكيل.

. المقصاة:**(ciseaux)** وهي من الأدوات التي استعان بها الصانع لإزالة الزوائد من مادة الزجاج أثناء عملية التشكيل.

. أدوات التشكيل الخشبية: وهي عبارة عن كتل خشبية مجوفة مختلفة الأشكال والأحجام، يستعين بها الصانع أثناء تشكيل الأواني الزجاجية بالنفخ في الهواء، بحيث يتم تدوير الزجاج بها أثناء نفخه لإعطاء الإناء شكلاً مستديراً.

. القوالب الخشبية:**(moule en bois)** استعان بها الصانع للحصول على أواني زجاجية مشكلة بطريقة النفخ في القالب، وقد تتكون هذه القوالب من جزء أو جزأين حسب شكل الإناء.

. القوالب المعدنية:**(moule en métal)** وقد استعملت في العصر الروماني والعصر الإسلامي، إلا أنه بعد ذلك أصبحت القوالب تصنع من الجبس. (يحيايوي، 2012/2011، ص 61).

ثالثاً/الأدوات المستعملة في زخرفة المشغولات الزجاجية: (الشكل رقم 01).

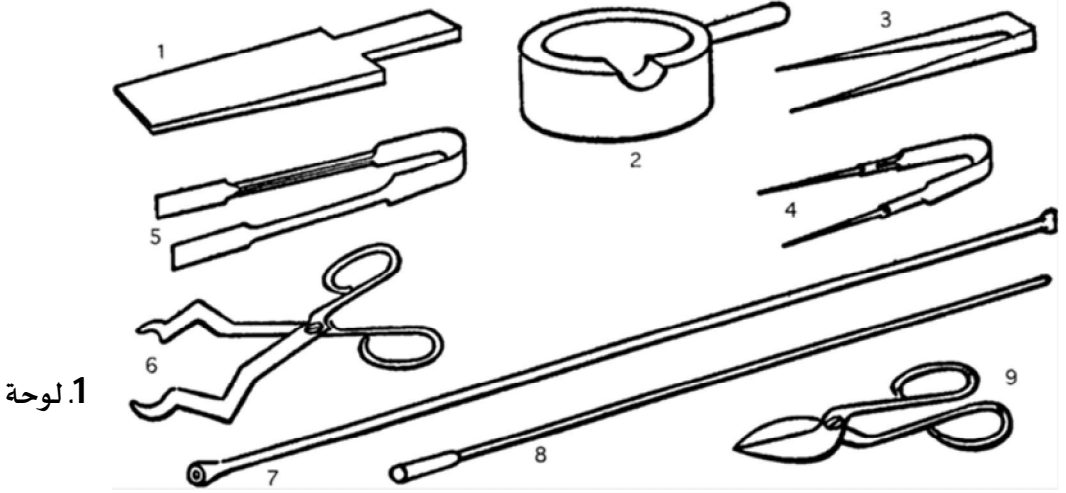
. عجلة القطع**(roue de coupe)**: استخدمت لتنفيذ الزخارف الكبيرة والعميقة، وهي عبارة عن قرص دوار من الحديد أو الخشب أو الحجر، يوضع على حافته مادة كاشطة مثل حبيبات من الرمل مزججة بمادة دهنية - زيت- وتدار العجلة بعد تثبيت القطعة الزجاجية أمامها بحيث تعمل المادة الكاشطة على إزالة المواد الزائدة من الزجاج حسب النمط الزخرفي المطلوب، وقد تطورت عجلة قطع الزجاج عبر العصور، حيث صنع القرص من معدن الرصاص أو الزنك، وبعد ذلك تطورت وأصبحت تدار بالقدم بدلاً من إدارتها باليد، وفي تطور آخر أصبحت تدار بقوة المياه ثم البخار.

. الملقط**(pince à épiler)**: ويستخدم في سحب الخيوط الزجاجية وأيضاً في لف هذه الخيوط الزجاجية حول بدن الإناء، وذلك على مسافات محدودة.

. الشوكة**(la fourchette)**: وهي أداة بسيطة ومسننة، استخدمها الصانع في سحب الخيوط الزجاجية الملفوفة حول بدن الإناء نحو الأسفل أثناء تدويره لإحداث زخارف ممزوجة.

. الإبر المعدنية**(aiguilles métalliques)**: وهي عبارة عن أدوات معدنية دقيقة ذات نهايات مدببة، استخدمها الصانع في توقيع الزخارف على رقائق معدن الذهب المثبتة على أسطح الأواني. (يحيايوي، 2012/2011، ص 62.61).

الشكل رقم.01 بعض أدوات صناعة وتشكيل الزجاج (James Barton et Claude Guillemin, 2005 ; P 198)



1. لوحة

تشكيل خشبي. 02. أداة تشكيل خشبية. 03. كماشة. 04. كماشة مسننة. 05. ملقط. 06. مقص. 07. أنبوب النفخ. 08. عمود البونتل. 09. مقص خاص بعملية القطع

05. مراحل وطرق صناعة الزجاج:

أولاً/ مراحل صناعة الزجاج: وتتمثل فيما يلي:

**Etape De Torréfaction Des Matières Premières** أ. مرحلة تحميص المواد الخام

في هذه المرحلة يتم وزن المكونات المختلفة بشكل فردي ومن ثمة ترطب حوالي (1,2) بالمائة (h2o) وتخلط ميكانيكياً (Gerard, 2007, p15) ثم توضع في بواتق في الفرن حيث يتم تحميص المواد الخام وانصهار جزء منها وليس بالكامل، في هذه المرحلة لم يكن هناك ضرورة لإضافة المواد الملونة أو المعتمة أو المزيلة للون، وبإخراج البوتقة من الفرن تتحول المواد الخام إلى كتلة من الزجاج المحمص، ويجمع إليها ما التصق بجدار البوتقة من مكونات منصهرة بكسرها من حوله (ابراهيم، 2012، ص 136).



## ب. مرحلة صهر الحميص إلى زجاج *l'étape de la fusion de la torréfaction dans un verre*

في هذه المرحلة يتم طحن كتلة الحميص للحصول على مسحوق متجانس يضاف إليه بعض النطرون، يلي ذلك وضع الحميص في الفرن (الشكل رقم 02) حتى ينصهر انصهاراً كاملاً هذه المرة، ويترك في حالة الانصهار لمدة طويلة تكفي لتخليصه من الغازات الداخلية فيما يسمى بالمعالجة الحرارية. وفي هذه المرحلة تضاف المواد الملونة أو المزيلة للون أو المعتمة لصهر الزجاج، ولذلك فإن هذه الطريقة في صناعة الزجاج تتميز بإمكانية الحصول على أكثر من لون للزجاج، وذلك بأخذ كميات منفصلة من الصهير وإضافة المواد الملونة لها بصورة منفصلة حسب الحاجة .

\_الأزرق الزهري (الممثل في اللازورد) عن طريق إضافة نسبة من أكسيد النحاس مع توفير جو مؤكسد بفرن الصهر (ابراهيم، 2012، ص 124.136) وأكسيد الكوبالت للحصول على اللون الأزرق الداكن (Slitine, p12).

\_الأزرق السماوي المخضر (الممثل في الفيروز) بإضافة نسبة من أكسيد النحاس تحت ظروف مؤكسدة أيضاً

\_الأحمر القاتم (الممثل في العتيق الأحمر واليشب والمرجان) بإضافة نسبة من أكسيد النحاس مع توفير جو مختزل بفرن الصهر بعد إضافة نسبة من أكسيد القصدير (ابراهيم، 2012، ص 124).

\_الأصفر المعتم (الممثل في الزبرجد الأصفر والكهرمان)، كان يضيف إلى خلطة الزجاج نسبة من أكسدي الرصاص والأنتيمون  $Pb_2 Sb_2 O_7$  (ابراهيم، 2012، ص 124) أو إضافة ثنائي أكسيد الحديد (Sain, p 12).

\_الأبيض المعتم (الممثل في الألوان من العتيق الأبيض) كان الصانع يضيف إلى خلطة الزجاج نسبة من أكسدي الكالسيوم والأنتيمون  $Ca_2 Sb_2 O_7$  أو نسبة من الزنك أو كربونات الكالسيوم (ابراهيم، 2012، ص 124).

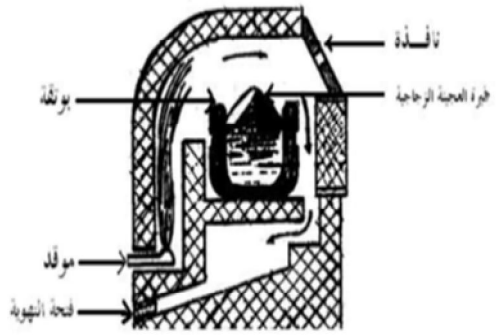
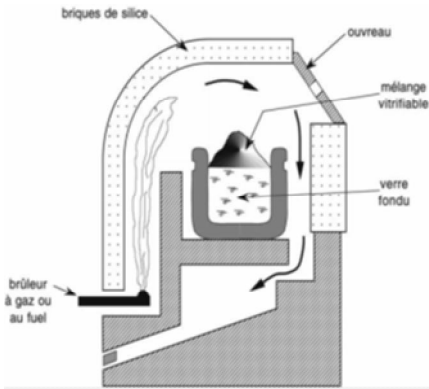
\_الأرجواني والبنفسجي: عن طريق إضافة أكسيد المنجنيز (مرزوق، دنت، ص 208).

و يجب أن تتم عملية التشكيل في وقت قصير جداً (محاسن، 2010م، ص 03) ففي بعض الجوانب فن الزجاج يشبه إلى حد ما فن الفخار إذ أن القاسم المشترك بينهما هو التراب والنار ولكن صانع الزجاج يستعمل الرمل عوضاً عن الطين، وهو بذوبانه يمكن من الحصول على مادة غضة تسمح بدورها إلى تشخيص الأشكال المرغوب فيها (اكلي، 2007م، ص 224).

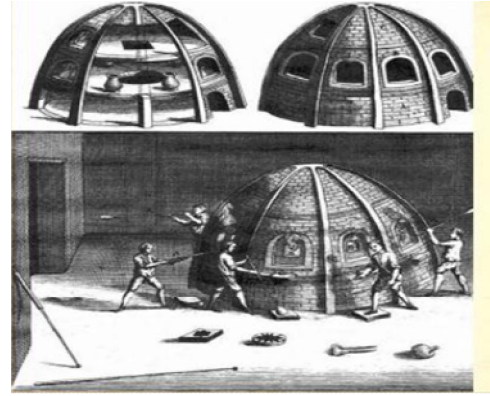
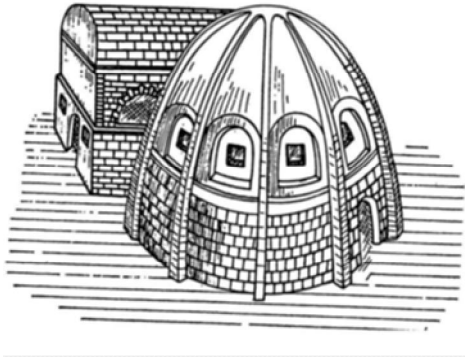
### phase de refroidissement .مرحلة التبريد

وهي عملية يتم فيها تبريد الزجاج للحصول على جسم صلب وتتم ببطء لتجنب تشققه وتكسره وتلفه، وتتم هذه العملية بوضع الأدوات الزجاجية في فرن التبريد (محاسن، 2010م، ص04) الذي يتكون من ثلاث طبقات إذ توضع الآنية في الطابق الأول ( الطائيش، دنت، ص 47) على درجة حرارة تتراوح ما بين 400\_ 600 درجة مئوية لفترة زمنية كافية، ثم توضع في الطابق الثاني لتبرد تدريجيا إلى الدرجة العادية من الحرارة، ثم توضع في الطابق العلوي لتبرد نهائيا. (محاسن، 2010م، ص04).

الشكل رقم 02. فرن حمص وصهر العجينة الزجاجية  
(James Barton et Claude Guillemet ,2005, p199)( Azzedine ayad,2004,p23)



الشكل رقم 03. فرن تبريد الأواني الزجاجية  
(James Barton et Claude Guillemet, 2005, p205)(pascal Richet, 2007, p09)



#### د. مرحلة الإنهاء *étape de résiliation*

يتم في هذه المرحلة تنظيف الأدوات الزجاجية وصلقلها وقطعها وتصنيفها (محاسن، 2010م، ص 05). ثانيا/ طرق تشكيل الأواني الزجاجية: مرت صناعة الزجاج بمراحل مختلفة، وذلك حسب الطرق التي استخدمها الزجاجون في تشكيل العجينة الزجاجية، وقد صنّفها الباحثون من خلال المصنوعات الزجاجية إلى ما يلي:

أ. الزجاج غير المنفوخ *verre non soufflé*: ويتم بطريقتين:

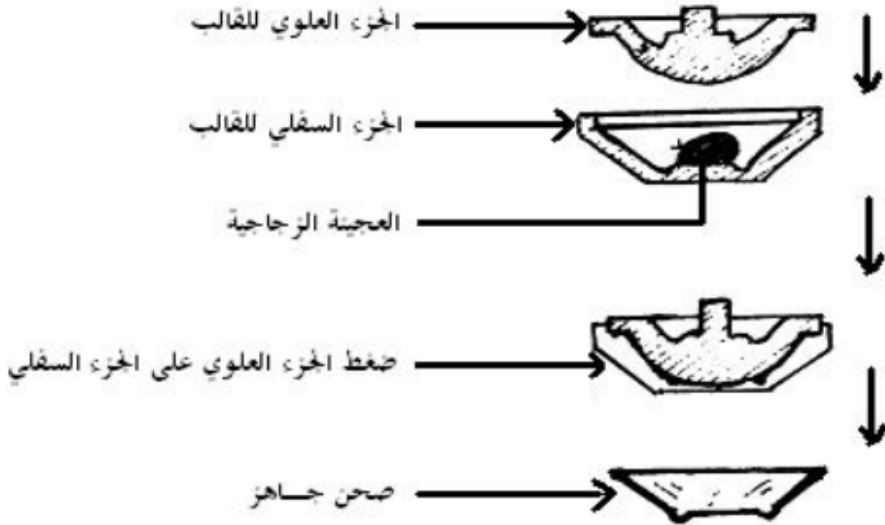
طريقة الصب على جسم رملي *méthode de lancer sur un objet sablonneux*.

المبدأ الأساسي المعتمد في هذه الطريقة هو أخذ قطعة معدنية طويلة ذات طرفين، الطرف الأول به مقبض ليتمكن الزجاج من مسكها والتحكم فيها، أما الطرف الثاني يشكل عليه جسم من الرمل والطين. ومن هذا المبدأ سميت طريقة الصب على جسم رملي، كما تسمى طريقة اللباب الرملي، والهدف من وضع الجسم الرملي أو اللباب الرملي هو إسناد العجينة الزجاجية عليه. الطريقة تتم بأخذ الزجاج القطعة المعدنية من مقبضها والطرف الثاني يغمس داخل العجينة الزجاجية حيث يحركها ويسحبها في حالتها اللزجة بحيث تكون معرضة للحرارة، وذلك برفع الزجاج على الجسم الرملي، ويكون نوعا ما أملسا، أما السطح الخارجي للأنية فيتم استخدام سطح من المعدن أو الحجارة حيث يصبح السطح الخارجي أملس. (اشلاف، 2017م/2018م، ص 77).

## طريقة الضغط على القالب la méthode de pressage du modèle

كان الإنسان قد عرف هذه الطريقة منذ القديم حيث استعمل القالب في صنع الدمى والآلات المعدنية، وتتلخص هذه الطريقة في انه بعد تحويل خلطة المواد الزجاجية في الفرن (زكي، 1986م، ص 413) يتم وضع العجينة الزجاجية داخل القالب ثم الضغط عليها من جوانب القالب المختلفة في سبيل الحصول على الشكل الذي صنع القالب من اجله (كجه جي، 2002م، ص 103) (الشكل رقم 04). وكانت القوالب تصنع بصورة عامة من عجينة قوامها خليط من الرمل والطين يسهل تفتيتها ثم استخراج القناني والأدوات الزجاجية المصنوعة (هنا، 1976م، ص 15) بعد أن تبرد العجينة الزجاجية (جورج، 1997، ص 269) ثم ينصرف صانعي الزجاج إلى وضع القواعد للأواني وتهذيبها بواسطة الملاقط (زهدي، 1960م، ص 121).

الشكل رقم 04. طريقة الضغط على القالب (AyadiAzzedine, 2004, p23)



ب. الزجاج المنفوخ (*verre soufflé*) ويتم بطريقتين :

. طريقة النفخ في القالب: المبدأ الأساسي المستخدم في هذه الطريقة يعتمد أساساً على قوالب مختلفة الأشكال والمصنوعة عادة من الطين أو الأخشاب وحتى من المعادن كالبرونز (زهدي، 1960م، ص 121) وقوام هذه الطريقة نفخ العجينة داخل القوالب المعدة أعداداً خاصاً لمثل هذا الغرض. وتكون الأواني المصنوعة بهذا الأسلوب أكثر انتظاماً (كجه جي، 2002م، ص ص 102.103) (الشكل رقم 05).

. طريقة النفخ الحر أو النفخ في الهواء الطلق *la méthode de souffler dans Lair*

لقد أدى استخدام تقنية النفخ داخل القوالب إلى تطور في صناعة الزجاج المنفوخ (الخوند، 2001، ص 920)، والرأي السائد بين الباحثين أنه خلال القرن الثاني والأول قبل الميلاد اهتدى الإنسان إلى طريقة النفخ الحر التي كانت بمثابة ثورة في صناعة الزجاج لأنها مكنت الصناع من عمل تحف رائعة قد تعتبر في عصرنا الحاضر من أروع ما أخرجته يد الإنسان (مرزوق، دنت، ص 106) وتتم هذه الطريقة عادة باستخدام أنبوب معدني (بن قرية، 2009م، ص 413) أو قصبه توضع العجينة الزجاجية بنهايته من الأتون أو (الفرن) وينفخ بالأنبوب من جهة ثانية فيندفع الهواء في وسط العجينة لتتحول إلى ما يشبه البالون الصغير ويتحرك الأنبوب بسرعة معتدلة إلى جهة اليمين واليسار والأعلى والأسفل بنسب ومقادير معلومة يتخذ "بالون الزجاج" الشكل المطلوب (كجه جي، 2002م، ص 108). ولعصاً أو قصبه النفخ دور كبير في التحكم في شكل وسمك الإناء، وتساعد أيضاً على تثبيت المقابض وغيرها من العناصر والأجزاء المشكّلة للأنية، وهناك العديد من الأدوات الأخرى ذات الاستخدامات المتعددة بما في ذلك الكلايب (jean p. É, p30).

وقد أمكن بهذه الطريقة صنع الأواني الرقيقة والجميلة مختلفة الزخارف وإنتاج واسع ولا تزال مستعملة على نطاق واسع في مختلف بلدان العالم وذلك في صناعة التحف الزجاجية ذات الأشكال الخاصة واليدوية الصنع (كجه جي، 2002م، ص 108) وقد بلغ المصريون القدماء ذروة إنتاجهم للزجاج بهذه الطريقة خلال القرن الأول قبل الميلاد، وأتقنها فيم بعد حرفيو الشام وأصبحت بلاد الشام بما فيها صيدا\* أهم مركز زجاجي في شرق البحر الأبيض المتوسط (jean .f.f, 1954,p 08) [يعود تأسيس صيدا (Sidon) إلى العهود الباكراً من توضع الفينيقيين على الساحل السوري أي حوالي الألف الثالث قبل الميلاد. أطلق عليها الفينيقيون اسم صيدا بسبب كثرة السمك، وقد نتج عن وجود موقع صيدا الاستراتيجي والقائم على رأس ممتد داخل البحر أن تزعمت مدينة صيدا المدن الفينيقية في الفترة الممتدة من القرن الرابع عشر قبل الميلاد حتى بداية القرن الثاني عشر قبل الميلاد فغدت من أشهر المراكز الفينيقية الهامة في شرق البحر الأبيض المتوسط، واستطاع بحارتها التجار أن يكونوا علاقات تجارة باكرة مع منطقة الدلتا في مصر القديمة وهناك أسسوا مراكزهم في منف. انظر: (غانم، 1982م، ص 25)].

الشكل رقم 5. عملية النفخ في القالب (James Barton et Claude Guillemet, 2005, p206)



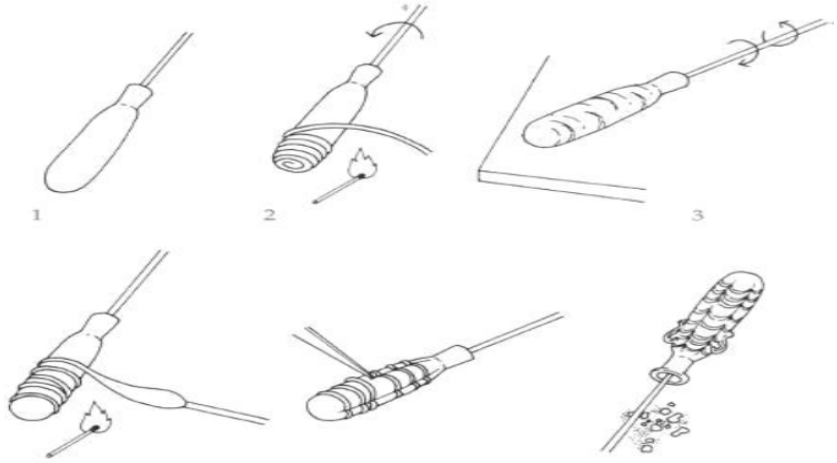
#### 6. أساليب زخرفة الزجاج : méthodes de décorations du verre

أما عن طرق زخرفة الزجاج فقد تعددت وامتدت عبر العصور، قد تمثلت في الأساليب التالية:

#### أ. الزخرفة بالإضافة: décorations en plus

وهي تعتمد على إضافة أجزاء زجاجية دقيقة جدا تجمع مع بعضها البعض للحصول على شكل وريادات صغيرة أو قد تكون بالإضافة في شكل عيدان زجاجية رفيعة، يشكل منها الصانع أشكال متموجة أو مستقيمة حول الإناء (ابراهيم، 2012م، ص 156) أو إضافة خيوط زجاجية (مرزوق، دنت، ض 209) (الشكل رقم 06).

الشكل رقم 06. طريقة الزخرفة بالإضافة (سباطي مراد، 2013/2014، ص 58).



ب. الزخرفة بالحفر *la décoration est par gravure*

أسلوب الزخرفة بالحفر من أهم أساليب زخرفة الزجاج إلا أن فن الحفر لم يزهرو ويبلغ أوجه إلا في القرن 15 و 16 ميلادي، والأسلوب الأمثل في تطبيق الزخارف المحفورة كان يتم بإحدى الطريقتين:

- الطريقة الميكانيكية: يحدد على الزجاج الشكل المراد حفره ثم يقوم باستخدام الأحجار

القوية والتي تتميز بوجود عروق معدنية بها.

ويلزم لهذا النوع من الزخرفة زجاج قوي ذو سمك يدخل في تركيبته عنصر الرصاص، وتعتمد هذه الطريقة بالكامل على مهارة الصانع وخبرته في تغيير اتجاه الحفر وعمل المنحنيات. وقد ظلت هذه الطريقة تستخدم حتى بداية القرن 17م.

- الطريقة الكيميائية: "بدأ استخدام هذا الأسلوب من الحفر على الزجاج في عصر متأخر نوعا

ما عن الأسلوب السابق ويمكن استخدام هذه الطريقة في أنواع الزجاج التي لا تتميز بالسمك الكبير،

حيث يتم غمر الإناء الزجاجي في الشمع السائل أولا حتى يتم تغطية الإناء بمادة عازلة، ثم يتم رسم

الأشكال المراد حفرها على الإناء وتزال الطبقة الشمعية من فوق الأجزاء المراد حفرها بعد التحديد

للشكل المرسم. ثم يوضع الزجاج في أحواض بها الماء الملكي (Aqua-Regia) وهو خليط من حمض

الهيدروكلوريك وحمض النيتريك بنسبة 3/1. ويختلف عمق الحفر الناتج من هذه الطريقة باختلاف

مدة التعرض للحمض فكلما زادت المدة ازداد عمق الحفر، ويتحد الحمض مع المواد السليكاتية

الموجودة بالزجاج وينتج عن ذلك مادة بيضاء يمكن إزالتها بالماء إذ أنها تحمل صفة الزجاج المائي". (ابراهيم، 2012م، ص ص 156.157).

ج . الزخرفة بالمينا: تثبت المينا\* مؤقتا على الأنية الزجاجية بمادة لاصقة وتدخل إلى الفرن لتنصهر وتلتصق بالزجاج، ويجب أن تكون درجة انصهارها اقل من درجة انصهار ال زجاج، وحتى يتحقق ذلك نقلل بها نسبة السليكا ونزيد بها نسبة القلوي، أما أكسيد الرصاص فإنه يجعل المينا تتحمل درجات الحرارة المختلفة في الوقت الذي يجعل معامل تمدد وانكماش قريبا منه في الزجاج الأم (ابراهيم، 2012م، ص 158) [المينا: هي تركيب هي مادة زجاجية تستخدم للزخرفة وتتركب أساسا من سليكات الصوديوم والرصاص، وقد تكون شفافة أو ملونة حسب ما يضاف لها من مواد ملونة" ولمزيد من المعلومات حول كيفية تجهيز المينا انظر: (ابراهيم ، 2012م، ص 158)].

#### د . الزخرفة بالتذهيب **la décorations est par dorure** :

هناك طريقتان كانتا تستعملان للتمويه بالذهب هما:

. التذهيب على الساخن:

وكان يتم بإدخال أكسيد الذهب أو احد مركباته، مع القلي على الأنية في الفرن حتى ينصهر القلوي مكونا طبقة زجاجية تقوم بدور الوسيط في الربط بين الذهب والأنية، هذا الربط والاتصال يكون أكثر ثباتا ولا يزول بسهولة (ابراهيم، 2012م، ص 158) ويعتقد انه ينزلق على ورقة رقيقة من الذهب بين طبقتين من الزجاج (jean.f.f, 1954, p 07) وقد استخدمت هذه الطريقة على المشكاواة في القرن 13م (ابراهيم، 2012م، ص 160).

. التذهيب على البارد:

وكان يتم دون استخدام حرارة، حيث يضاف محلول الذهب في أماكن الزخرفة على الأنية كدهان ، وبالتالي فهو يكون عرضة للإزالة بمرور الزمن، وكان التمويه على البارد يتم بإضافة حامض السيتريك إلى ثالث كلوريد الذهب  $Au Cl_3$  حيث يختزل الحامض المحلول إلى معدن الذهب في هيئة حبيبات دقيقة جدا تترسب في أماكن الزخرفة (ابراهيم، 2012م، ص 161).

. النتائج وتوصيات:

من خلال دراستنا هاته توصلنا إلى أن مادة الزجاج يتم تصنيعها بمواد خام طبيعية ممثلة أساسا في الرمال وذلك لاحتوائها على نسبة عالية من السلس، والصوديوم والبوتاسيوم مع إضافة بعض الأكاسيد من أجل الحصول على اللون المرغوب فيه، ولقد تطورت صناعة الزجاج وازدهرت عبر مختلف العصور ففي البداية كانت صناعة الزجاج تتم عن طريق الصب على جسم رملي، ثم صنعت



قوالب خصيصاً لها وبعدها اهتدى الإنسان إلى طريقة النفخ فأنتج العديد من المصنوعات الزجاجية سواء بالنفخ في الهواء أو داخل القوالب. وقد استمرت تقاليد وأساليب الصناعة إلى يومنا هذا. كما أن اكتشاف هذه المادة كان مرتبطاً بعدة عوامل واستناداً إلى الدلائل العلمية لا يمكن تأكيد أسبقية الفينيقيين لاكتشاف مادة الزجاج، والتفسير الوحيد لما ذكره بلين الأقدم هو نقله ربما لما كان يتداوله الفينيقيون الذين عاصروهم أو ربما شهرة المصنوعات الزجاجية في المدن الفينيقية، فعلى الأرجح أن الشعوب التي وصلت إليها المصنوعات الزجاجية كانت السبب في اعتقادهم أنها منتوجات فينيقية ويبقى هذا الأمر مفتوحاً للمزيد من الدراسات والأبحاث، وأرجوا أن تثير هذه المساهمة فضول الباحثين لمواصلة البحث في هذا الميدان.

قائمة المصادر والمراجع:

-القرآن الكريم.

أولا/ المصادر:

**01- المصادر باللغة العربية:**

--ابن منظور، جمال الدين أبو الفضل محمد بن مكرم بن علي بن احمد بن ابي القاسم بن حنبل (1988م). *لسان العرب في المحيط*، مج3. القاهرة: دار المعارف.

**02- المصادر باللغة الأجنبية:**

Peline, l'ancien (1948). *Histoire naturelle*. chapitre 36.

ثانيا/ المراجع:

**01- المراجع باللغة العربية:**

- الكتب:

1. -إبراهيم، محمد عبد الله (2012م). *ترميم تحف الفخار والزجاج والقشاني*. الإسكندرية: دار الوفاء لنديا الطباعة والنشر.
2. -الزاوي ، احمد الطاهر(د.ت) ترتيب قاموس المحيط على طريقة المصباح المنير وأساس البلاغة. ج02. (ط3). دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع.
3. -الطايش، علي احمد (د.ت). *الفنون الزخرفية الإسلامية المبكرة في العصرين الأموي والعباسي*. القاهرة: كلية الآثار.
4. -الكفاف، عثمان (د.ت). *البربر*. ج1. (د.ب).
5. -بارديكو، ماري ك (1990م). *الحفظ في علم الآثار الطرق والأساليب العلمية لحفظ وترميم المقتنيات الأثرية*. تر: محمد احمد الشاعر.
6. -باقر، طه (1956). *مقدمة في تاريخ الحضارات القديمة*، ج2. ط2. (د.ب): دار المعلمين العالمية.
7. -بن قربة، صالح يوسف (2009م). *تاريخ مدينتي المسيلة وقلعة بني حماد في العصر الإسلامي*. دراسة تاريخية وأثرية، ط1. الجزائر: منشورات الحضارة.
8. -جان، مازيل (1998م). *الحضارة الفينيقية الكنعانية*. تر: ربا الخش ، ط1. سورية: دار الحوار للنشر والتوزيع.
9. -جعفر زهير، فضل الله (2006م). *صيانة وترميم المكتشفات الأثرية احدث الوسائل والتقنيات العالمية*. دار قابس للطباعة والنشر والتوزيع.

10. -جورج، سارتون (1957م). تاريخ العلم. تر: خلف الله ومصطون الأمير و طه باقر (مج2). مصر: دار المعارف.
  11. -جورج، كونتنو (1997م). الحضارة الفينيقية تر: عبد الهادي شعيرة. الهيئة العامة للكتاب.
  12. -حجازي، ثروت محمد (2005). الأسس العلمية لعلاج وصيانة المكتشفات الأثرية في مواقع الحفائر. وزارة الثقافة، المجلس الأعلى للآثار.
  13. -دفتر قيسي، ناهض عبد الرزاق (د.ت). الفنون الزخرفية العربية والإسلامية. بغداد: دار المناهج.
  14. -زكي، محمد حسن (1986م). أطلس الفنون الزخرفية والتصاوير الإسلامية. بغداد.
  15. -غانم، محمد الصغير (1982م). التوسع الفينيقي في غربي البحر المتوسط. ط2. الجزائر: ديوان المطبوعات الجامعية.
  16. -كجج جي، صباح اسطفيان (2002م). الصناعة في تاريخ وادي الرافدين. (د.ب).
  17. -ليبب، عبد الستار (1986م). الحضارات. دمشق.
  18. -مرزوق، عبد العزيز محمد (د.ت). الفنون الزخرفية الإسلامية في المغرب والأندلس. بيروت: دار الثقافة.
  19. -هديب حياوي عبد الكريم (د.ت). دور حضارة العراق القديمة في بلاد الشام. (د.ب).
  20. -هناء، عبد الخالق (1976م). الزجاج الإسلامي في متاحف ومخازن العراق. ط1. بغداد.
- الدراسات الجامعية:
1. -أشلاف، فطومة (2018/2017). الاقتصاد الفينيقي في البحر المتوسط 1200 ق.م – 332 ق.م (رسالة لنيل شهادة دكتوراه العلوم في التاريخ القديم. جامعة الجزائر 02).
  2. -يحياوي، قدور (2012/2011). صناعة الأواني الزجاجية في الجزائر خلال العهد العثماني – دراسة أثرية فنية- لمجموعتين محفوظتين بالمتحف الوطني البارود والمتحف الوطني للآثار القديمة (مذكرة لنيل شهادة الماجستير في الآثار العثمانية، معهد الآثار، جامعة الجزائر (2012/2011).

المعاجم والقواميس:

1. أبي الحسين، احمد بن فارس بن زكريا (تح: عبد السلام و محمد هارون) (د.ت). معجم مقاييس اللغة. ج.03. دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع.

-المقالات:

2. محاسن، سيد احمد حمدي (2010). صناعة الزجاج مراحل صنع الزجاج وطرق وأشكال صنع الزجاج والمواد المستخدمة في صنع الزجاج. تم الاسترجاع من موقع <https://kenanaonline.com>
3. بكري، معتوق عساس (د.ت). جورج سارتون والحضارة الإسلامية. تم الاسترجاع من موقع : <https://WWW.AL-Madina.com/article/5>

-الموسوعات والمجلات

1. أكلي، نورية (2007م). الأنية الزجاجية البيونية المسواة على قاعدة في إفريقيا الشمالية على العموم وفي الجزائر القديمة على الخصوص، المكنون الحضاري الفينيقي القرطاجي في الجزائر الحالية من خلال الدلالات اللقى الأثرية الأنصاب النذرية. الجزائر: منشورات المركز الوطني للدراسات في الحركة الوطنية وثورة أول نوفمبر 1954م.
2. زهدي، بشير (1960م). الزجاج القديم وروائعه في المتحف الوطني بدمشق. المجلات السورية، مج 10 (العدد 01).
3. لخوند، مسعود (2001م). الموسوعة التاريخية الجغرافية. ج.16. لبنان.

02-المراجع باللغة الأجنبية:

-الكتب:

- James , Barton et Claude, Guillemet (2005). le verre science et technologie..
- Ayadi, Azzedine (2004). *Technologie du verre*. paris.
- Gérard Pajean (2007). *une petite encyclopédie du verre, l'élaboration du verre*. Vol 13 (n5).
- Jacqueline, Du Parquer Massin (2005). *Histoire du verre au moyen âge*. Paris.
- Jean ,Pierre-Éric. *Le verre antique: Usages et techniques*, le Proche-Orient, creuset de l'innovation verrerie, T1.

-Jean, Faider Faytmans (1954). *Musée de mariemont, catalogue des verres antiques de la collection ray Winfield Smith (08- mai, 15 septembre)*.

-Jean, Hartwing (2007). *de la découverte du verre, Découverte Légendes, Réalités ET Faisabilité*.

-Philippe B Romblet (2010). *guide « techniques de conservation de la pierre »*. Association medistone.

-Sain, Gobin. *Mâtereaux de construction (verre fibre de verre)*, paris.

-المقالات:

-Slitine, florence (octobre 2007) « *le verre antique une série de prouesses* », *revue de la société des Amis du musée national de céramique*, (n05).