The Origin of Glass and its Types In Ancient Mesopotamia

Prof. Dr. Munther Ali Abdul Malik
University of Baghdad- College of Arts History Department

Asst. Prof. Dr. Maha Abd Al-Wahab
College of Iben Al-Haytham
Department of Chemistry

Master Student
Hussein Mohammed Radhi

DOI: 10.31973/aj.v3i138.1783

Introduction

One of the facts that is indisputable that the human being, he does not do anything except for an urgent need, as they said: that necessity is the mother of invention. So, the ancient man deliberately exploited all the resources of nature for serve him or recruiting or re-forming it as according to his wish, in order to benefit from it in his daily life. He deliberately used stones for a very long period of his life, and then he was guided to making pottery made of clay, because it was easy to work with it, and it is better than solid stones that require very much effort in manufacturing. The ancient man discovered means and materials that could be manufactured and converted from their raw state to a new state, so that he can used it better. Among the many discoveries that man invented was glass.

Keywords: Ancient Mesopotamia, Glass, Glazed, manufacture.

أصل الزجاج وأنواعه في بلاد الرافدين

أ.د. منذر علي عبد المالك
جامعة بغداد – كلية الآداب قسم التاريخ

أ.م.د. مها عبد الوهاب الدباغ
جامعة بغداد – كلية التربية ابن الهيثم قسم الكيمياء

الباحث حسين محمد راضي

(مُلَخَّصُ البَحث)

من الحقائق التي لا جدال فيها هو أن الإنسان لا يقدم على شيء إلا لحاجة ملحة له، أي كما يقال إن (الحاجة أُم الاختراع)، لذا عمد الإنسان القديم على استغلال جميع موارد الطبيعة لخدمته وتطويعها أو تشكيلها وفقاً لرغبته من أجل الافادة منها في حياته اليومية، فقد عمد على استعمال أنواع الحجارة لمدة طويلة جداً ومن ثم اهتدى إلى عمل الفخار من الطين والصلصال لسهولة العمل به وخفته قياساً إلى الحجارة الصلبة والقاسية والتي تحتاج

إلى جهد كبير جداً في تصنيعها، وبعد تطور وسائل الحياة الأخرى، اكشف الإنسان القديم وسائل ومواد أمكن تصنيعها وتحويل طبيعتها من حال إلى حال حتى يتم استغلالها بشكل أفضل وكان من بين المكتشفات التي ابتكرها سكان بلاد الرافدين القدماء هو الزجاج.

الكلمات المفتاحية: بلاد الرافدين، الزجاج، التزجيج، الصناعة.

البدايات الأولى للزجاج:

قبل الولوج إلى هذا الموضوع لابدَّ لنا من معرفة أن هنالك ثلاث نظريات متباينة في الموطن الأول للزجاج أو طرائق اختراع الزجاج ((الموسوعة العربية ج ١١، ١٩٩٩، ص٥٠٣))، فجاءت النظرية الأولى لتبين أن ظهور صناعة الزجاج لأول مرة كان في بلاد الرافدين وهو الموطن الأول للزجاج، وهذا ما سوف نثبته عن طريق القطع الزجاجية الأولى التي تم الكشف عنها في بلاد الرافدين. أمَّا النظرية الثانية فتذكر أن الموطن الأول للزجاج كان في بلاد وادي النيل (مصر) وهناك من يدعم هذه النظرية لوجود أدلة مادية تم الكشف عنها هناك. وجاءت النظرية الثالثة التي تقول إن موطن الزجاج كان في بلاد سوريا ولا سيَّما في الجزء الشمالي منها، ولكن أغلب القطع الزجاجية ترجع إلى عصور مبكرة وهذه أضعف النظريات الثلاث أعلاه، ولكن هناك من الباحثين من يقول: ((**إن هنالك اختلاف في أصل الزجاج تتأرجح بين بلاد الرافدين ووادي النيل**)) ((عبد العزيز ١٩٨٠، ص ٣٤٥)).

وفي ضوء الإشارات النصية والمواد الأثرية التي تبين أن بلاد الرافدين هو أول وأقدم الحضارات التي عرفت صناعة الزجاج، إذْ تم الحصول عليه من مادة الفرت (Frit) [١] ((هناء، ١٩٧٦، ص ١٣)) وهي (مادة العجينة الزجاجية) غير متجانسة الاجزاء، فقد تم الكشف عنها على شكل خرزات زرقاء اللون مصنوعة من هذه العجينة ((هناء، ١٩٧٤، ص ١٣٧))، والتي عُثر عليها في تل الصوان [٢] ((الدباغ، ١٩٨٣، ص٣٢٣)) في الألف السادس قبل الميلاد ((هناء، ١٩٧٤، ص ١٣٨)). وكذلك تم العثور على أولى أشكال الطلاء الزجاجي شبه الشفاف على الأواني الفخارية ((الموسوعة العربية ج ١١، ١٩٩٩، ص٥١٠)).

يشير بعض الباحثين من جانب آخر إلى أن صناعة الزجاج وجدت في مصر في عصور ما قبل التاريخ، ومما يجدر الإشارة إليه أنه لا توجد أي أوعية زجاجية في مصر قبل سنة (١٥٠٠ ق.م)، وهذا ما قاد الباحثين ومنهم (ساكز، هـ) الذي توصل إلى أن المصريين

---

[١] الفرت (Frit): كلمة انكليزية تطلق على المادة العجينية التي تبدو كالمادة الجصية لأنها لم تحرق الى درجة حرارة كافية لتتحول الى زجاج وتركيبها شبيه بتركيب الزجاج. للمزيد ينظر: هناء عبد الخالق، الزجاج الاسلامي في متحف ومخازن الاثار العراق، (بغداد، دار الحرية للطباعة: ١٩٧٦م)، ص١٣.

[٢] تل الصوان: يعد هذا التل من أكبر المستوطنات الذي يرجع الى العصر الحجري الحديث يبعد عن سامراء جنوبا حوالي أحد عشر كيلو متر. للتفصيل ينظر:
- تقي الدباغ، طرق التنقيبات الأثرية، (بغداد: ١٩٨٣م)، ص٣٢٣.

تعلموا حرفة تصنيع الزجاج من بلاد الرافدين، إذْ وجدت قطع من زجاج جيدة الصنع في أواسط الألف الثالث قبل الميلاد، وأشارت بعض النصوص المسمارية إلى وجود وصفات لصنع الزجاج والتزجيج التي يرقى قدمها إلى سنة (١٧٠٠ ق.م) ((ساكز، ٢٠٠٠، ص ١٥٥)).

واستعمل الزجاج على نطاق واسع في بلاد الرافدين منذُ منتصف الألف الثاني قبل الميلاد وهو يقارب العصر الآشوري الوسيط (١٥٠٠-٩١٢ ق.م) ((هناء ، ١٩٧٤ ، ص ١٣٨)) ، إذْ استمرت صناعة الزجاج في بلاد الرافدين القديم لمدة طويلة وفي مختلف المدن ، ومن هذه المدن التي كثر فيها أنتاج الزجاج هي أريدو (تل أبو شهرين) عثر فيها على قطعة زجاج ذات لون أزرق تعود إلى نحو (٢٢٠٠ ق.م) ، ومدينة اشنونا (تل اسمر) بمنطقة ديالى يرجع تاريخها إلى نحو (٢٦٠٠ ق.م) ((Giass , 1968 , p.399))، ومن مدينة عقرقوف (دوركاريكالزو) ومدينة نوزي (يورغان تبه) وآشور وتل الرماح (كرانا) وتل براك (ناكار) ، وتل عطشانا (آلالاخ) ، وغيرها من المدن ((Shiyanthi , p.194)).

وبلغ التزجيج مرحلة متقدمة إذْ وجدت جدران مزججة ((ليفي ، ١٩٨٠ ، ص١٩)) في الكثير من الأبنية القديمة ، أمَّا في العصر البابلي الوسيط (العصر الكاشي بحدود ١٥٩٥-١١٦٢ ق.م)[٣] ((باقر ، ٢٠٠٩ ، ص٤٩٣)) ، قد افتقرت إلى قلة المعلومات التي ترد عن الزجاج ولكن وردت إشارات قليلة جاءت من المدن لذلك العصر ((أوتس ، ١٩٩٠ ، ص ١٥٢)) ، ومنها مدينة بابل[٤] ((سوسة ، ١٩٨٦،ص ٣٥١)) ، إذْ توجد آثار الاستيطان في هذه المدة تحت سطح الماء ، وعثر فيها على عدد من البيوت المشيدة والقبور وعلى مجموعة من حفر النار التي كانت مواقد لإنتاج أشياء من مادة خزفية تتكون من كوارتز متبلور مسحوق متماسك الأجزاء بمادة زجاجية ، وكان يستعمل الزجاج في الألف الثاني قبل الميلاد في صنع أشياء مختلفة ومنها الخرز والأختام الاسطوانية وألواح الزينة والأقنعة من بينها تلك الأقنعة التي عثر عليها في قبر كاهنة كبيرة في مقر الكاهنات الكيباركو ($GI.BAR.KU_3$) في مدينة اور ((أوتس ، ١٩٩٠ ، ص ١٥٢-١٥٣)) .

وكان الهدف من هذه الصناعة أن الإنسان في بلاد الرافدين استعمل بعض المواد التي يجب حفظها في أواني مصنوعة من مواد لا تسمح طبيعتها بالترشيح ولمدة طويلة، ويمكن

---

[٣] العصر الكاشي أو الكاشيون: هم أحد الاقوام الذين جاؤوا من منطقة الفرات الاوسط من منطقة عانة، الى بابل واقاموا سلالة حاكمة استقروا في دوركوريكالزو (عقرقوف حالياً)، واستمرت في حكمها اربعة قرون (١٥٩٥-١١٦٢ ق.م) ولا يعرف أصل هؤلاء الأقوام وربما كان موطنهم الذي نزحوا منه من الاجزاء الوسطى في جبال زاكروس، أو بالتحديد من منطقة التي تعرف باسم بلاد اللر أي لورستان جنوب إيران. للتفصيل ينظر: طه باقر، مقدمة في تاريخ الحضارات القديمة، ط (بغداد، دار الوراق: ٢٠٠٩م)، ص٤٩٣.

[٤] بابل: هي المدينة القديمة التي ورد ذكرها في التوراة تقع اطلالها على مسافة خمسة كيلو مترات من شمال الحلة الآن. للتفصيل ينظر: احمد سوسة، تاريخ حضارة بلاد الرافدين في ضوء مشاريع الري الزراعية والمكتشفات الاثارية والمصادر التاريخية، (بغداد، دار الحرية: ١٩٨٦م)، ج٢، ص٣٥١.

القول إن تلك الأواني لم تتأثر بالعوامل الطبيعية ولم تتغير ألوانها الزاهية، فضلاً عن ذلك الحصول على أشكال جميلة. فقد واكب استعمال هذه الأواني مع البدايات الأولى لظهور الزراعة في حياة الإنسان وتطورت عبر العصور وبالأخص منذُ أواخر القرن الثامن عشر قبل الميلاد فقد عرف الإنسان الحليب والجعة والخل وغيرها من المواد التي تم حفظها في أنواع وأشكال مختلفة من تلك الأواني الفخارية أو الزجاجية ((العلاق، ١٩٩٦، ص ٢٢)).

أنواع الزجاج وفقاً للطرائق الحديثة:

ورد في العلوم الحديثة طرائق ومسميات معروفة لدى الكيميائيين لأنواع الزجاج ، فقد عرف الزجاج بأنه مكون من كميات كبيرة من الرمل (السليكا) مع كميات قليلة من الجير والصودا (كربونات الصوديوم) أو يتم وضع كميات أقل من المواد ليعطي إلى الزجاج بعض الخواص ، وكانت المكونات الأخرى هي الألمونيوم وأوكسيد الزرنيخ الأبيض أو (كربونات البوتاسيوم) ، ويتم تسخين المزيج ليصل إلى درجة حرارة (١٤٠٠ درجة مئوية) ((الخفاجي ، ١٩٩١ ، ص ٣٣٤)) ، أو جزءاً منه في أفران خاصة حتى يصبح كتلة من السائل المتماسك الكثيف وعند تبريده يكون الزجاج ((الموسوعة العربية ، ج١١ ، ١٩٩٩ ، ص٥٠٤)) ، وعرف أنواع عديدة منه وفقاً للمواد التي تضاف له وهي كما يأتي :

١- زجاج الصودا والحجر الجيري:

يتكون من الرمل (السليكا) ٧٢ %، أوكسيد الصوديوم (الصودا) ١٥ %، وأوكسيد الكالسيوم (الجير) ٩ %، ومركبات أخرى لا تزيد عن ٤ %. يتم الحصول على السليكا من أماكن الحجر الرملي ثم يطحن جيداً ليتم الحصول على رمل ناعم ويغسل جيداً، أما أوكسيد الصوديوم يتم الحصول عليه من رماد الصودا الذي يستخرج من معدن الترونا أو الملح، أما أوكسيد الكالسيوم فيحصل عليه من الحجر الجيري أو حجر الدلوميت، والمعروف أن زجاج الصودا والجير غير مكلف ومن السهل صهره وتشكيله ، وكما إنه متين إلى حد معقول ((الموسوعة العربية، ج١١، ١٩٩٩، ص٥٠٤)).

٢- زجاج الصودا والرصاص:

أو يطلق عليه زجاج الرصاص أو البلور الذي هو (الكريستال)، ويتم صنعه عن طريق الاستعاضة بأوكسيد الرصاص بدلاً عن أوكسيد الكالسيوم، وفي معظم الأحيان بدلاً عن جزء من السليكا المستعملة في زجاج الحجر الجيري، مع إنه يمتاز بكونه ليناً ناعماً وسهل الإنصهار، وتكون تكلفته أكثر بكثير من النوع الأول.

٣- زجاج البوروسليكات:

يحتوي هذا النوع على: سليكا ٨٠ %، قلويات ٤ %، الألومنيوم ٢ %،

أوكسيد البوريك ١٣ %، ويكون هذا النوع من الزجاج مقاوم للصدمات الحرارية أكثر من ثلاثة أضعاف من زجاج الصودا ((الموسوعة العربية، ج١١، ١٩٩٩، ص٥٠٤)).

٤- زجاج السليكا المنصهر:

يتكون هذا النوع كلياً من السليكا، إذْ يمكن تسخينه إلى درجات حرارية عالية ثم يوضع في ماء بارد جداً كالثلج من دون أن يتصدع، وهو عالي التكلفة، لأنَّ درجات الحرارة العالية تكون مستمرة طوال عملية تصنيع الزجاج ((الموسوعة العربية، ج١١، ١٩٩٩، ص٥٠٤)).

٥- زجاج ٩٦ % السليكا: يتكون من خليط خاص من مادة البوروسليكا.

٦- الزجاج الملون:

إن هذا النوع يصنع وفقاً لأحد الطرائق التي ذكرت في أعلاه، ولكن يتم إضافة المنغنيز أو الأثمد (الأنتيمون)، أو تضاف بعض الأكاسيد إلى الزجاج، فعلى سبيل المثال يتم إضافة جزء واحد من أوكسيد النيكل إلى (٥٠٠٠٠) جزء من الزجاج لينتج عنه لون خفيف يتراوح بين الأصفر أو البنفسجي، أو يتم إضافة جزء واحد من أوكسيد الكوبالت إلى (١٠٠٠٠) جزء من الزجاج لينتج اللون الأزرق الكثيف، أما اللون الذهبي الأحمر فيتم بإضافة أوكسيد الذهب أو النحاس أو السيلينيوم ((الموسوعة العربية، ج١١، ١٩٩٩، ص٥٠٥)).

إن كل أنواع الزجاج المذكور أعلاه تم تحليلها كيميائياً وحصلوا على نتائج مهمة فيما يتعلق بنسب استعمال هذه المواد الكيميائية ((Robert , 1970 , p.105-128)) التي أدرجت على شكل جداول في الملحق

زجاج بلون اللازورد $Cu_3(Co_3)_2(OH)_2$:

كان اللون الأزرق وأطيافه المتعددة (اللازوردي والغامق وغيرها) من أكثر الألوان التي استعمله السكان القدماء ((صباح ، ٢٠٠٢ ، ص٦٠)) ، إذْ عرفوا استعمال نوع من أنواع الأحجار التي استعملوها بكثرة وفي كثير من الأمور منها للأمور الطبية وكذلك للسحر ، ومن جانب آخر استعمل للزينة والتجميل وتزجيج القصور للونه الجميل الذي كان قريب من اللون الأزرق المائل للبنفسجي ، أما اللون البنفسجي فيتكون من مزج اللون الأحمر مع اللون الأزرق ، فقد عرفه الإنسان القديم هذا اللون عن طريق الطبيعة والتي تعكسها السماء في مدد الشتاء وكذلك وقت الغروب تصبح الشمس حمراء الذي يمتزج مع زرقة السماء ((العلاق، ١٩٩٦، ص ٣٥)) ، أو عن طريق خلط حجر اللازورد مع مسحوق الزجاج النقي الشفاف (لا لون له) ((عبد العزيز ، ١٩٨٠ ، ص ٣٥٩)) وأشار الدكتور ياسين خليل ان جوهر اللازورد هو ذو لون ازرق (النيل) مائل إلى الأسود ((ياسن ، ١٩٨٠ ، ص٢٥٦)) .

فقد عثر على نص آشوري فيما يخص هذا النوع من الزجاج الملون في مدينة نينوى بنحو (٦٦٩-٦٢٥ ق.م) جاء فيه:

((إذا أردت أن تعمل زجاجاً بلون اللازورد، عليك أن تدق بصورة جيدة عشرة منات من حجر امانكو (حجر رملي ابيض للون)، وخمس منات من نبات كاكاو (مادة غير عضوية) و $\frac{1}{2}$ منا من نبات ابيض للون وتمزج الخليط جيداً، ثم ضع المزيج في فرن له أربع فتحات للنار وعلى أن يتوسط المزيج الفتحات الأربعة بعد ذلك أشعل ناراً خالية من الدخان حتى يذوب المزيج وينصهر حينئذ عليك أن تخرج المادة المنصهرة من الفرن واتركها حتى تبرد. وبعد أن تبرد تماماً قم بصهرها ثانية، ثم ضع المادة المنصهرة في وعاء وضع الوعاء في خزانة الفرن الباردة. وبعد ذلك قُم بإشعال نار خالية من الدخان واستمر في الاشعال حتى يصبح المزيج اصفراً بلون الذهب وعند اخراج المزيج يتولد زجاج زوكو (zukû)، ((أي زجاج النقي القريب الشبه بحجر اللازورد)). **وبعد ذلك قم بصنع عشرة منات من النحاس في اناء خاص ثم ضع الاناء في حيز ساخن من الفرن، ثم تغلق فتحات الفرن ودع ناراً خالية من الدخان تشتعل حتى يتحول مركب النحاس إلى شعلة حمراء وبعد ذلك قم بطحن عشرة منات من زجاج زوكو، ثم أضف المسحوق إلى مركب النحاس في الفرن، واغلق باب الفرن عليه، وبعد ذلك قم بتحريك الخليط بالأداة الخاصة بذلك، وإذا تعلقت بعض فقاعات الزجاج على الأداة الخاصة بالمزج عندهم يكون المزيج قد حصل على لون قرمزي))** ((فوزي، ١٩٨٨، ص٤٢)) ((فوزي، ١٩٩١، ص٣٨٣)).

عرف القدماء حجر اللازورد وأطلقوا عليه مسميات عدة ، إذْ عرفت كلمة اللازورد بالسومرية ($NA_4.ZA.GIN_3$) ، ويرادفها بالأكدية (uqnû) ((Labat , MDA , p.241 , no.586 ; CDA , p. 424 .))، إذْ يَعدَّ جبل (بدخشان) في أفغانستان المصدر الأصلي لهذا الحجر ((أزهار ، ٢٠٠٦ ، ص٥٩)) ، وأوضحت النصوص بأن السومريين ولا سيَّما في زمن الأمير كوديا (٢١٤٤-٢١٢٤ ق.م) ، يحصلون عليه عن طريق تجارتهم مع مدن الخليج العربي (ميلوخا) التي تقع حالياً في القسم الجنوبي الشرقي من عمان ، أمَّا الآشوريون كانوا يحصلون عليه عن طريق الغنائم والجزية التي تفرض على المناطق الجبلية التابعة للدولة الآشورية ((العلاق ، ١٩٩٦ ، ص٣٢)) ، وكما عرف سكان بلاد الرافدين مصدراً آخر للون الأزرق ومشتقاته ، وهو أملاح الحديد لاستخراج الصبغة الزرقاء ((صباح ، ٢٠٠٢ ، ص٦٠)) .

الزجاج بلون البرونز:

تنوعت الأوان التي تم تصنيعها وخلطها مع الزجاج لاستخراج أنواعاً وألواناً جديدة ومنها اللون البرونزي وقد ذكر في أحد النصوص كما يأتي:

((إذا أردت أن تصنع (مزيج) البرونز المتماسك عليك ان تصنع ... مناً من رماد نبات "اخوسو-ahussu" ((CDA, p. 419)) (أي نبات قلوي) **وعشر منات من حصى الكوارتز في داخل فرن بارد، ثم عليك اشعال نار جيدة وتديم (.....) ثم عليك خلط المزيج ووضعه بعد ذلك في أوعية غير مستعملة وتضعها داخل الفرن ثم عليك خلط المزيج مرة أخرى وصبه بعد ذلك في ماء (بارد) وفي اليوم المناسب عليك ... وعليك بعد ذلك تقديم خروف ضحية أمام (الإله كوبر) وان تضع البخور في الجمر))** ((صباح، ٢٠٠٢، ص٦٦-٦٧)).

إن تكرار هذه العملية عند وضع المزيج في الفرن وذلك من أجل الحصول على نوعية جيدة من الزجاج والمزيج المتماسك، ويذكر النص أيضاً:

((كل ذلك عليك عمله ... وفي اليوم المناسب عليك ان تضيء التجويف الداخلي للفرن وتضع في داخله أوعية ثم عليك اضرام النار في المنتصف بالليل باستخدام خشب "الحور" الذي قطع في شهر ... ثم عليك أن تديم اشعال النار في موقد الفرن حتى (مطلع) الفجر)) ((العلاق، ١٩٩٦، ص٦٧)).

هذه أشارة مهمة جداً عن كمية النيران اللازمة ودرجة الحرارة المطلوبة لتصنيع هذا النوع من الزجاج ويستمر النص:

((وبعد ذلك عليك أن تضع ... مناً من (مركب) البرونز المتماسك بواسطة المغرفة وتضعها فوق اناء ، ثم عليك أن تديم (اشعال) نار حامية ، وتعمل على مراقبتها ، وحالما يبدأ (المزيج) بالفرقعة ، عليك أن تصب زجاج (زوكو-zukû) فوق "مركب" البرونز ، واحرص على استمرار اشعال النار ، حتى تبدأ الفرقعة ثانية ، وبعد ذلك تفقأ الفقاعات التي تتكون على سطح المزيج ثلاث مرات بواسطة أداة التحريك ، وبعد ذلك تضعه ثانية في الفرن، والمستحضر الناتج يدعى "تيرسيتو-tersitu" وهو من المناسب أن تعمل زجاج لونه بلون حجر اللازورد المائل إلى الحمرة)) ((العلاق ، ١٩٩٦ ، ص٦٧)).

نلاحظ من خلال النص أن لون الزجاج هو أزرق معتم قريب للون الأحمر ، من أجل تصنيع هذا الزجاج الملون يجب أتباع خطوات عدة للحصول على هذا اللون من الزجاج ، إذْ يُحضر رماد من نبات اخوسو (ahussu) القلوي ((CDA , p. 419)) ، إذْ لم تحدد كمية هذا الرماد بسبب تعرض النص للتلف ، مع كمية من حصى الكوارتز التي تساوي نحو (٥,٠٥٠ كيلوغرام) ، ثم يوضع هذا الخليط في الفرن إلى أن يبدأ بالغليان ويجب خلط

المزيج ثم بعد ذلك تبرد الخلطة بالماء ، وعند اتمام التفاعل بالطريقة الصحيحة من دون أي معرقل يحدث ، ثم يذبح خروف لدمية الإله كوبو واشعال البخور على الجمر ، ويبدو ان هذا العمل يكون خارج الفرن لكي لا يحدث تغيرات في الخلطة ، وقد خمن الباحث مهدي العلاق ان كمية الرماد من أخشاب آخوسو أيضاً عشرة منات أي يساوي (٥,٠٥٠ كيلو غرام)؛ لانَّ هذا الرماد يعطي المزيج اللون الأزرق ((العلاق ، ١٩٩٦ ، ص٧١)) .

نلاحظ ان رماد (نبات آخوسو) هو غني بعنصر الحديد الذي يتحول هذا الرماد في درجات حرارة عالية إلى ألوان مزرقة ، ثم بعد ذلك يوضع المزيج داخل الفرن واشعال نار الفرن باستعمال خشب الحور من منتصف الليل إلى الفجر ويضاف عليه مناً من البرونز (يساوي ٥٠٥ غرام) مع زيادة اشعال النار حتى يصل المزيج للفرقعة (الفقاعات) ثم يضاف زجاج زوكو مع زيادة درجة الحرار إلى أن يصل المزيج الى درجة الانصهار مع استمرار خلط المزيج وفي النهاية يوضع المزيج في ماء بارد في قوالب من أجل الحصول على الشكال المطلوب ويكو لون الزجاج أزرق مائل للأحمر .

الزجاج من نوع بوصو:

ورد في أحد النصوص المسمارية ذكر لنوع معين من الزجاج وهو نوع (الزجاج البوصو (pūṣu)، إذْ جاء فيه:

((إذا اردت أن تعمل زجاج من نوع "بوصو-Pūṣu" عليك أن تخلط خمس منات من رماد بذور نبات القلي وخمس منات من مسحوق حصى الكوارتز .... الخاص بزجاج "انزاخو" الرجولي مع أربعة شيقلات [٥] من نبات أبيض، ثم عليك وضع المزيج في وعاء خاراكو -"Haragu " وحرص على استمرار اشعال النار، ثم اخرج المزيج وصبه في الماء، وبذلك تصل على زجاج "بوصو" المجرب جيدا)) ((العلاق، ١٩٩٦، ص٦٧-٦٨)).

لعمل الزجاج من نوع بوصو يجب أن يخلط خمسة منات من رماد نبات القلي (الاشنان) وخمس منات من حصى الكوارتز نلاحظ الكميات متساوية، ثم يضاف عليه زجاج انزاخو الرجولي أربعة شيقلات أي نحو (٨,٤غم) وكان هذا النوع من الزجاج رجولي الذي كان عكسه الزجاج الانثوي الذي يعد من الدرجة الثانية لذلك استعمل الزجاج الرجولي لكونه أفضل الأنواع المستعملة، ثم يوضع الخليط في وعاء مع استمرار النار ثم يصب المزيج في ماء بارد لكي يتم الحصول على هذا النوع من الزجاج.

---

[٥] الشيقل: يعادل ٨,٤ غرام، اما الشيقل الصغير يعادل ٠,١٤٠.

- للمزيد ينظر: فوزي رشيد، الشرائع العراقية القديمة (بغداد: دار الحرية، ١٩٧٣م)، ص٢٦؛ هاري ساكز، عظمة بابل موجز حضارة وادي دجلة والفرات القديم، تر: عامر سليمان، (لندن:١٩٦٦م)، ص٢٦؛

- الشيقل: (٨/٤) هاري ساكز، عظمة بابل ....، ص٢٢٥.

الزجاج الأزرق:

يُعد اللون الأزرق من أهم الألوان المميزة والأساسية في بلاد الرافدين ((Shiyanthi , 2016 , p.198))، إذْ كانوا يحصلون عليه من حجر اللازورد وعثر على صبغات من هذا اللون التي استخلصت من حجر اللازورد في قصر سرجون الثاني في ((الجادر، ١٩٧٢، ص ١٧٠)) خورسباد (دورشروكين) [٦]، إذْ تَعدَّ أقدم قطعة زجاجية ملونة بلون الأزرق تم العثور عليها في مدينة أريدو التي تبعد عن مدينة الناصرية نحو ٤٠ كم ويرجع تاريخ هذه القطعة إلى نحو ٢٢٠٠ ق.م وجاء نص يبين كيفية تصنيع اللون الأزرق ((العلاق، ١٩٩٦، ص٢٦)):

((**من أجل مناً واحداً من مستحضر** "**تيرسيتو-tersitu**" (ينتج من خلط مركب اوكسيد النحاس مع العجينة الزجاجية) **لغرض عمل زجاج لون حجر اللازورد (المزرق)، عليك أن تجهز مناً واحداً من زجاج** "**بوصو-pūşu**" **وبعد ذلك عليك سحنها وخلطهما سوية ، ثم عليك وضع المسحوق في فرن بارد ، ثم اضرم النار واحرص على ادامة اشعالها حتى يبدأ الزجاج بعمل خيوط ، ثم ضع المزيج في وعاء** "**خاراكو haragu**" **ستعمل له غطاء وادخل إلى تجويف الفرن ، ثم عليك صب المزيج وهو ساخن في الماء ، وبعد ذلك ضع المزيج في وعاء جديد ثم اطفأ الضوء من خلال اغلاق الفرن ، ثم افتحه في اليوم الرابع وأخرج المزيج منه وبذلك تحصل على زجاج جيد وبلون حجر اللازورد ومعمول من مركب النحاس**)) ((العلاق ، ١٩٩٦ ، ص٦٨)) .

استعمل رماد نبات الأشنان في الخليط الزجاجي الذي يكون اللون الأزرق الفاتح وان نبات (القلاي) المقرن والذي يسمى بالآشورية (qanānu) وهو الاشنان أو الجلو كما يسمى باللغة العربية فينمو هذا النوع من النبات في الصحراء ومناطق تدمر وصحراء نجد، وكان يحرقونه سكان بلاد الرافدين من أجل الحصول على رماد (القلي) ((العلاق، ١٩٩٦، ص٥٩))، إذْ يدخل عنصر النحاس في تلوين هذا النوع من الزجاج. ويَعدَّ النحاس من المعادن المهمة في النتاجات الفنية في بلاد الرافدين القديم، وإنه أول معدن عرف في بلاد الرافدين وأكثر المعادن استعمالاً. جاءت التسمية بالمصطلح (اورودو/URUDU) بالسومرية ويقابله بالأكدية (erû) ((Labat, MDA, p.97, no.132)) وردت بالعلامة الدالة مع المواد المعمولة من النحاس باسمه وكذلك (ويرو / weru) أو (ويريو /weriu) ((Gelb,

[٦] مدينة خورسباد من العواصم الاشورية المهمة، دورشروكين اسمها القديم، أي مدينة الملك سرجون وخورسباد تسمية حديثة، ومن معالمها الحضارية هو سور المدينة التي تقوم على سبع مداخل ينظر: عبد الرحيم حنون عطية وأثير احمد حسين، فن التزجيج في تجميل الواجهات الجدارية في العراق القديم، جامعة ميسان، كلية التربية، مج ١٣٦-٧٤، ع ٥٨، (ميسان: ٢٠١٧م)، ص ١٣٢.

((CAD, E, p.321)). وذكر النحاس في النصوص المسمارية مقروناً بصفاته ((Landsberger, MSL, p.224))، وكما يأتي:

نحاس مرن	Aru	URUDU
نحاس جيد	Damqu	URUDU
نحاس مصقول	Damuqu	URUDU
نحاس نقي	Hummuşu	URUDU
نحاس أبيض	Peşu	URUDU
نحاس أحمر	Sāmu	URUDU
نحاس أسود	Şallamu	URUDU
نحاس مقطع (مجزأ)	Šubburu	URUDU
نحاس جيد	Tābu	URUDU
نحاس بالٍ (متهرأ)	Šikku	URUDU

وورد النحاس الأحمر في المصطلح السومري URUDU HUŠ.A ((CAD, A/1, p.86:b))، والنحاس دون الوسط، بالسومرية URUDU.ZA.RI$_2$.IN، وبالأكدية Zarinnu ((CDA, p. 445))، نحاس مطروق بالسومرية URUDU NIKAL$_3$.G.A، وبالأكدية eru dannu ((Labat, MDA, p.97, p.132)). وذكرت عبارة نحاس قديم في المصطلح السومري URUDU.BAD ((CAD, E, p.321:b)).

والنحاس في الطبيعة على هيئة كربونات أو سليكات أو اوكسيدات ((CAD , E , p.222)) ، إن أشهر خامات النحاس هي اكاسيد الملاكايت[٧] وكاربونات الملاكايت وكبريتات النحاس وهناك خامات أقل انتشاراً مثل كاربونات الازوريت [٨] ((Moory , p.242 , 1994)) ، خام الملاكايت أكثر اشكال النحاس شيوعاً وغالباً ما يحصل عليه مخلوطاً مع الشوائب واتربة ورواسب معدنية ، وإن اختلاف أنواع النحاس يؤثر في اللون الذي يحصل عليه عند مزجه مع المواد الأخرى ، إذْ أشارت النصوص المسمارية إلى ذلك بالمصطلح (اورودو، ساخار، خو، لوخ خا /URUDU.SAHAR.HU.LUH.HA) ويعني

---

[٧] الملاكايت Malachite: سمي بالأكدية mussarru وهو ذو لون اخضر وهو أحد معادن النحاس، خامات النحاس الرئيسة التي تتواجد على هيئة اكاسيد وكبريتات وكربونات، يتكون خام الملاكايت من ($cu_2co_3(oh)_2$). للمزيد ينظر:

- ازهار هاشم شيت، نماذج واستخدامات الأحجار ...، ص٦١.

[57] Moory, P.R.S, Ancient Mesopotamian Materials and Industries, (AMMI), (Oxford, New York: 1994), p.242.

- الازوريت: أحد خامات معدن النحاس تركيبه $cu_3(co_3)_2(oh)_2$ لونه ازرق ذو بريق زجاجي ينصهر بسهولة وغالباً ما يوجد في الملاكايت ولكنه اقل انتشاراً منه. ينظر:

- احمد مصطفى البصيلي، المعادن والصخور، (بغداد: ١٩٨٠)، ص١٥٩-١٦٠.

خليط من التراب والنحاس ((المتولي ، ٢٠٠٧ ، ص٢٨٤)) ، وكذلك يوجد النحاس في خاماته على هيئة (كبريتيد النحاس /sus) ويتم تحويله إلى أوكسيد النحاس بوساطة الأكسدة داخل أفران الصهر الخاصة إن أغلب الاكاسيد والكبريتات التي تحتوي على معدن النحاس ظاهرة على سطح الارض لتعرضها للعوامل الجوية مثل التعرية ((فرج ، ١٩٦٩ ، ص١١٢)) .

كانت خامات النحاس تستعمل لتعطي اللون الأزرق وخامات الكوبلت لإعطاء درجات أغمق من اللون الأزرق ((هنري ، ١٩٨٨ ، ص١٣٧)) ، أما مصادره فهي كثيرة ، إذْ استورد سكان بلاد الرافدين النحاس من جزيرة العرب ولا سيَّما من (دلمون) البحرين حالياً ومن (مكان) عمان حالياً ((باقر ، ١٩٥٥ ، ص٤٤٠)) ، لم يقتصر استيراد معدن النحاس من البحر الأسفل (الخليج العربي) فقط ، بل استورد من المناطق الشمالية المتمثلة بجبال الأمانوس وهضبة الأناضول (تركيا)، وجبال زاكروس ومناطق شمال غرب ايران ولاسيَّما مدينة "تبريز" ووسط ايران في منطقة "اناراك" ((دانيال ، ٢٠٠٦ ، ص٢٤٧)) ، ومن مناطق غرب العراق ولا سيَّما المنطقة التي تعرف الآن بـ(الاردن)، إذْ أظهرت التنقيبات التي اجرتها بعثة (متحف المعادن) الألمانية في موقع (فينان feinan)[٩]، إن إنتاج النحاس في هذه المنطقة منذُ نحو ٥٠٠٠ خمسة آلاف سنة مضت. وكان الهدف الرئيس من البعثة هو دراسة الموقع الرئيس لمصدر النحاس لمنطقة الشرق الأدنى القديم ((Weisgerber , p.78 , 2003)). وأشار أحد النصوص المسمارية، من زمن الألف الأول قبل الميلاد لتحضير زجاج أزرق فاتح، إذْ جاء في النص:

((إذا أردت تحضير صبغة بلون ازرق فاتح، اسحق المقادير: (٥ كغم) من الحجر (immamnaku)، و (٧ كغم) ونصف من الرماد المستعمل في الغسيل، وحوالي (١ كغم) من نوع النبات الابيض، واخلط العناصر هذه، وضعها في فرن ذو اربعة ثقوب (فتحات) واعمل ناراً بدون دخان. وعندما يصبح لون الخليط أحمر-أبيض أخرجه واتركه ليبرد. واسحق الخليط بعد ذلك، وضعه على كمية من الملح، وضع من جديد الخليط على نار ضعيفة وبدون دخان، وعندما يصبح احمر اللون-برتقالي اسكبه على الآجر(الطابوق) ليصبح مزججا بلون أزرق فاتح)) ((الجادر، ١٩٧٢، ص١٨٠-١٨١)).

---

[٩] موقع فينان: يقع في منطقة عند وادي (غوير Ghuweir) ووادي شقير sheqer من جهة الجنوب ومن جهة الشمالية الغربية وادي دانه dana ومن الشمال وادي خالد Khalid بجانب وادي عبيد abiad، ووادي راضي ratiye في الجانب الشرقي لوادي عربة في الأردن. ينظر:

Weisgerber G., Sparial Organization of Mining and Smelting Feinan, Jordan Mining Archaeology beyond the History of Technology, In Mining and Metal Production through the ages, edited by Craddock, Pual and Long, Jonet, the British Museum press, (London: 2003), p.78.

نلاحظ أن مكونات الزجاج الأزرق يتكون في وقتنا الحاضر من أوكسيد الكوبلت من ١ إلى ١% وأوكسيد النيكل من ٢ الى ٤% وأوكسيد الحديد من ١ إلى ٢% وأوكسيد النحاس ٢% ((رؤوف، ١٩٦٨، ص٥٩)). وجاء في أحد النصوص لتحضير طلاء باللون الأزرق، وكان يتم ذلك التحضير على وفق وصفة جاءت في احدى النصوص:

((الرمل، القلي المقرن، العشبة الضارة البيضاء، جميعاً أخلطها معا. ضعها في تنور بارد، ذي أربعة تجاويف للتيار الهوائي، ثم ادفعها بين تجاويف التيار. اشغل ناراً خفيفة بلا دخان. اظهر (المواد) دعها تبرد، اشغل ناراً خفيفة بلا دخان. وحالما تبدو صفراء.. دعها تجر على الآجر وسيكون اسم ذلك الفرنية (المواد المتكلسة أو المنصهرة التي يصنع منها الزجاج)) ((ليفي، ١٩٨٠، ص ٢٣٣)).

الزجاج الاخضر:

كان يحضر هذا النوع من الزجاج الملون على وفق خلطة خاصة من أوكسيد النحاس ((عبد العزيز ، ١٩٨٠ ، ص٣٥٩)) ، أما للحصول على زجاج أخضر فاتح يمكن ذلك من إضافة اوكسيد النحاس مع قليل من الصودا وكذلك اوكسيد الكروم يعطي لون أخضر متميز ، أما عند اضافة شيء قليل من أوكسيد الرصاص على عجينة الزجاج تعطي لون أخضر مائل للأحمر المعتم ((عبد العزيز ، ١٩٨٠ ، ص٣٥٩)) ، وقد وجد أحد النصوص المسمارية المؤرخ إلى زمن الملك نبوخذ نصر الثاني (٦٠٥-٥٦٢ ق.م) يرد فيه تصنيع زجاج بلون أخضر مزرق أو زجاج أزرق (ينظر الشكل رقم ١٢) ((Oppenheim , 1966 , p.29-45)) . وفي نص آخر وردت تسمية الزجاج بالزاج الأخضر الذي كان يتألف من:

((ستين جزءً من الزجاج العادي، وعشرة اجزاء من الرصاص، وخمس عشر جزءً من النحاس، ونصف جزء من ملح البارود (نترات البوتاسيوم) ونصف جزء من الكلس. وإذا استعملت نفس المقادير وفق ٦٠ ،١٥، ١٤، ١، ٢، تكون النتيجة هي الحصول على ما يعرف ب (زاج أكدي))) ((كونتينو، ١٩٧٩، ص٣٥٨)).

الزجاج الأبيض الشفاف:

يحضر هذا الزجاج من خلطة مكونة من حجر شفاف عديم اللون متبلور [١٠] الذي يسمى بالحجر البلور ويسمى بالسومرية (DU.SI.A) وباللغة الأكدية (dušu) ((أزهار، ٢٠٠٦، ص٦١))، أما الحصول على الزجاج المعتم فيمكن الحصول عليه عن طريق أوكسيد القصدير الذي يسبب العتمة للزجاج ((عبد العزيز، ١٩٨٠، ص٣١٠)).

[١٠] التبلور: ويقصد بالتبلور هو عملية فصل بلورات المادة المذابة عن المحلول بعد اذابة المادة في أحد المذيبات باستعمال الحرارة الشديدة ثم تبريد المحلول حتى تنفصل بلورات المادة وتبقى الشوائب ويعني ذلك تنقية المواد من الشوائب والاوساخ عن طريق ترشيح المحلول للمزيد ينظر: ياسين خليل، العلوم الطبيعية عند العرب، (بغداد: ١٩٨٠م)، ص٢٢٥.

الزجاج الأحمر:

وتذكر النصوص الأكدية أيضاً مصادر حيوانية أخرى عرفها الآشوريون عند استخلاص الصبغات منها لأغراض تلوين المنسوجات مثل أنواع من "الاشنات" الغنية بمادة الألمنيوم السهل التحليل ولا سيما كبريتات وترتارات الألمنيوم. وقد عرف الأكديون بعض أنواع الاشنات التي تنمو في الجبال على الصخور وكذلك الأنواع التي تنمو على لحاء نبات الأثل ((Thompson, DAB, p.279)).

ومن هذه المجموعة تعرف مواد يسمونها أشنة الصباغين التي تعطي صبغة حمراء مائلة إلى البنفسجي. كما عرف سكان بلاد الرافدين مصادر أخرى للصبغة الحمراء عن طريق اوكسيد الحديد ((عبد العزيز، ١٩٨٠، ص٣٥٩)) و((Thompson, DAB, p.72)).

فقد اكتشفوا بأن الحديد الذي يتأكسد بسهولة ينتج عنه أوكسيد الحديدوز الذي يثبت على الصوف بسهولة ويعطيه اللون الأحمر أو الأسمر القاتم، وأيضاً يمكن الحصول على اللون الأحمر من خامات الحديد (المغرة Ocher) واشتق منه اللون البني ((عبد الكريم، ١٩٧٣، ص٣٧-٣٨)). أما المصدر الآخر لها فهو مركبات الحديد المعقدة (تفاعل سيانيد الحديد في محلول قاعدي) ((صباح، ٢٠٠٢، ص٦٦-٦٧)).

الزجاج الاصفر:

يحصلون عليه عن طريق حامض الانتيمون ((عبد العزيز، ١٩٨٠، ص٣٥٩)) و ((الخفاجي، ١٩٩١، ص٣٣٢))، وكذلك يمكن الحصول عليه من أوكسيد الحديد ليعطي لون أصفر داكن قريب من البني ((عبد العزيز، ١٩٨٠، ص٣٠٩)).

الزجاج الاسود:

يَعدَّ من أقدم الألوان السائدة في الحضارات القديمة، فقد عُرفه سكان بلاد الرافدين عن طريق فحم الخشب ومركبات المنغنيز ((عبد الكريم، ١٩٧٣، ص٣٨))، وعادةً ما يكون فلز المغنيسيوم باللون أبيض رمادي وتبلغ درجة غليانه ١١٠٧°C أما انصهاره نحو ٦٥٠°C ((نسرين، ٢٠٠٤، ص٣))، ويحصلون عليه من خلط المنغنيز مع اوكسيد الحديد ((عبد العزيز، ١٩٨٠، ص٣٥٩)). وكذلك ويمكن استخرجه من ماء البحر أو من الدولومايت [١١]،

[١١] الدولومايت: وهو أحد الصخور الشائعة ويوجد على اشكال متنوعة يتكون من كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم ويوجد في الحالات الطبيعة بلون ابيض او اخضر او اصفر او عديم اللون ذات بريق زجاجي وان للدولومايت علاقة وثيقة بالحجر الجيري، اذ يكون أكثر من ٥٠% من الدولومايت، وعلى الرغم من ترسب الدولومايت مباشرةً من ماء البحر إلا أنه يعتقد معظمه ينشأ من تحلل ايونات المغنيسيوم في ماء البحر محل بعض ايونات الكالسيوم في الحجر الجيري وفق المعادلة الاتية:

$$CaMg(CO3)2+Ca^{+2}\ 2CaCO3+Mg^{+2} \rightarrow$$

المكلس من ماء البحر ((نسرين، ٢٠٠٤، ص٣))، وعند خلط الحديد بنسبة ٥% مع ١٠% من المنغنيز يعطي اللون الأسود مع وجود الرصاص ((فاروق، ١٩٨٩، ص١٠)).

الزجاج ذو اللون البرتقالي:

يمكن الحصول عليه من أوكسيد الرصاص ((عبد العزيز، ١٩٨٠، ص٣١٠)).

قائمة المصادر:

١-احمد سوسة، تاريخ حضارة بلاد الرافدين في ضوء مشاريع الري الزراعية والمكتشفات الاثارية والمصادر التاريخية، (بغداد، دار الحرية: ١٩٨٦م)، ج٢.

٢-احمد مصطفى البصيلي، المعادن والصخور، (بغداد: ١٩٨٠).

٣-ازهار هاشم شيت، نماذج واستخدامات الاحجار الكريمة عند الاشوريين، مجلة التربية والعلوم، مج١٣، العدد ١، (٢٠٠٦م).

٤-تقي الدباغ، طرق التنقيبات الأثرية، (بغداد: ١٩٨٣م).

٥-جواد كاظم الخفاجي وآخرون، الكيمياء الصناعية لطلبة الصفوف الثالثة، (بغداد:١٩٩١).

٦-جورج كونتينو، الحياة اليومية في بابل واشور، تر: سليم طه التكريتي وبرهان عبد التكريتي، (بغداد، وزارة الثقافة والاعلام: ١٩٧٩م).

٧-جون اوتس، بابل تاريخ مصور، تر: سمير عبد الحليم الجنابي، (بغداد، دار الشؤون الثقافية العامة: ١٩٩٠).

٨-دانيال تي بوتس، حضارة وادي الرافدين الأُسس المادية، تر: كاظم سعد الدين، الهيئة العامة للآثار والتراث، (بغداد: ٢٠٠٦).

٩-رؤوف مختار النحاس، صناعة الزجاج، (دار النهضة العربية، ١٩٦٨م).

١٠-صباح اسطيفان كجه جي، الصناعة في تاريخ وادي الرافدين، (بغداد:٢٠٠٢م).

١١-طه باقر، مقدمة في تاريخ الحضارات القديمة، ج ١، (بغداد: ١٩٥٥).

١٢-طه باقر، مقدمة في تاريخ الحضارات القديمة، ط (بغداد، دار الوراق: ٢٠٠٩م).

١٣- عبد الرحيم حنون عطية وأثير احمد حسين، فن التزجيج في تجميل الواجهات الجدارية في العراق القديم، جامعة ميسان، كلية التربية، مج ١٣٦-٧٤، ع ٥٨، (ميسان: ٢٠١٧م).

١٤- عبد العزيز حميد، الفنون الزخرفية (المبحث الخامس الزجاج)، حضارة العراق، ج ٩، (بغداد، دار الحرية: ١٩٨٠م).

١٥- عبد الكريم عبد الله، فنون الانسان القديم اساليبها ودوافعها، (بغداد، مطبعة المعارف: ١٩٧٣م).

١٦-فاروق محمد علي، القراميد العمارية في العراق إلى نهاية القرن السادس عشر، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة بغداد، كلية الآداب، قسم الاثار، (بغداد:١٩٨٩م).

١٧-فرج حبه، الكيمياء وتكنولوجيا الكيمياء في العراق القديم"، مجلة سومر، مج ٢٥ (بغداد:١٩٦٩)، ص١١٢.

١٨-فوزي رشيد، الشرائع العراقية القديمة (بغداد: دار الحرية، ١٩٧٣م).

١٩-فوزي رشيد، العلوم الإنسانية والطبيعية، موسوعة الموصل، (الموصل، دار الكتب للطباعة جامعة الموصل: ١٩٩١م).

٢٠-فوزي رشيد، صناعة الزجاج والبطاريات الكهربائية، بحوث الندوة القطرية الربعة لتاريخ العلوم عند العرب، جامعة بغداد مركز احياء التراث العلمي العربي، (١٩٨٨م)، ج١.
٢١-مارتن ليفي، الكيمياء والتكنولوجيا الكيميائية في وادي الرافدين، تر: محمود فياض المياحي، جواد سلمان البدري وجليل كمال الدين، (بغداد، دار الرشيد: ١٩٨٠م).
٢٢-مهدي موسى العلاق، دراسة تاريخية لمرحلة تطور صناعة الزجاج عند الاشوريين، رسالة ماجستير غير منشورة، مقدمة إلى قسم التاريخ، معهد التاريخ العربي والتراث العلمي، (بغداد: ١٩٩٦م).
٢٣-الموسوعة العربية العالمية، الجزء ١١، (حرف ر-ز)، الطبعة الثانية (الرياض:١٩٩٩).
٢٤-نسرين عبد الصاحب محمد البطيحي، استخلاص وتنقية بعض مركبات المغنيسيوم من الدولومايت العراقي والمخلفات الصناعية والنباتية الشديدة الخضرة لأغراض صناعة الادوية، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة بغداد، كلية العلوم للبنات، قسم علوم كيمياء، (بغداد: ٢٠٠٤م).
٢٥-نواله أحمد المتولي، مدخل في دراسة الحياة الاقتصادية لدولة أور الثالثة في ضوء الوثائق المسمارية المنشورة وغير المنشورة، جمهورية العراق، وزارة الدولة لشؤون السياحة، الهيئة العامة للآثار والتراث، (بغداد: ٢٠٠٧م).
٢٦-هاري ساكز، الحياة اليومية في العراق القديم (بلاد بابل وآشور)، ترجمة: كاظم سعد الدين (بغداد، وزارة الثقافة والإعلام: ٢٠٠٠م).
٢٧-هاري ساكز، عظمة بابل موجز حضارة وادي دجلة والفرات القديم، تر: عامر سليمان، (لندن:١٩٦٦م).
٢٨-هناء عبد الخالق، الزجاج الاسلامي في متحف ومخازن الاثار العراق، (بغداد، دار الحرية للطباعة: ١٩٧٦م).
٢٩-هناء عبد الخالق، مميزات الزجاج العراقي القديم، مجلة سومر، م ٣٠، (بغداد:١٩٧٤).
٣٠-هنري هودجن، التقنية في العالم القديم، تر: رندة قاقيش، مر: محمود ابو طالب، (عمان، الدار العربية: ١٩٨٨م).
٣١-وليد الجادر، الحرف والصناعات اليدوية في العصر الاشوري المتأخر، (بغداد، مطبعة الاديب البغدادي، ١٩٧٢م).
٣٢-ياسين خليل، العلوم الطبيعية عند العرب، (بغداد: ١٩٨٠م).

المصادر الأجنبية:

- Black, J. and Others, A Concise Dictionary of Akkadian, CDA, (Wiesbaden: 2000).
- Gelb and Others, The Assyrian Dictionary of the Oriental Institute of the University of Chicago, CAD, E, (USA: 1956).
- Giass, Encyclopedia Britannica, vol. 10, (British: 1968).
- Labat, R., Manuel D' Epigraphie Akkadienne, MDA, (Paris: 1994).
- Landsberger, B., "The Series HAR.RA=hubullu, tablets vv-xii" MSL (Roma :1959).
- Leo Oppenheim, A., Mesopotamia in the Early History of Alchemy, RA = Revue d' Assyriologie et d' archeologie Orientale, vol.60, no.1 (1966).

- Moory, P.R.S, Ancient Mesopotamian Materials and Industries, (AMMI), (Oxford, New York: 1994).
- Robert H. Brill, The Chemical Interpretation of the Texts, "Glass and Glassmaking in Ancient Mesopotamia, The Coming Museum of Glass (1970).
- Shiyanthi Thavapalan, Stones from the Mountain, Stones from the Kiln: Colour in the Glass Texts from Ancient Mesopotamia, (Berlin).
- Shiyanthi Thavapalan; Jens Stenger and Carol Snow, Color and Meaning in Ancient Mesopotamia: The Case of Egyptian Blue, Zeitschrift für Assyriologie, vol.106, N. 2, (2016).
- Thompson, R.C., A Dictionary of Assyrian Botany, DAB, (London :1949).
- Weisgerber G., Sparial Organization of Mining and Smelting Feinan, Jordan Mining Archaeology beyond the History of Technology, In Mining and Metal Production through the ages, edited by Craddock, Pual and Long, Jonet, the British Museum press, (London: 2003).