دراسة للمواد الملونة المعدنية العضوية وغير العضوية عند المصريين القدماء

إعداد

د. أسماء مصطفى

مدرس بقسم الترميم – كلية الفنون الجميلة –جامعة المنيا

مجلة البحوث في مجالات التربية النوعية

معرف البحث الرقمي DOI: 10.21608/jedu.2022.141644.1680

المجلد الثامن العدد 43 . نوفمبر 2022

الترقيم الدولي

P-ISSN: 1687-3424 **E- ISSN: 2735-3346**

موقع المجلة عبر بنك المعرفة المصري https://jedu.journals.ekb.eg/

موقع المجلة http://jrfse.minia.edu.eg/Hom

العنوان: كلية التربية النوعية . جامعة المنيا . جمهورية مصر العربية

دراسة للمواد الملونة المعدنية العضوية وغير العضوية عند المصريين القدماء

مستخلص البحث:

يتناول هذا البحث دراسة لأهم المواد الملونة ذات الأصل المعدني العضوية وغير العضوية التي استخدمها المصريين القدماء لزخرفة جدران المعابد والمقابر ولتزيين المقتنيات الأثرية، كما يتناول البحث نشأة هذه الألوان وتركيبها الكيميائي وطريقة تحضيرها، ولقد تعددت المواد الملونة التي استخدمها المصري القديم عبر العصور فمنها المواد الملونة البيضاء والحمراء والزرقاء والخضراء والسوداء حيث استخدم الهيماتيت كلون أحمر والأصفر الأوكر منذ عصر ما قبل الأسرات وفي الأسرة الرابعة استخدم اللون الأزرق المصري كأول لون صناعي في التاريخ وفي الدولة الحديثة ظهر الريلجار كلون برتقالي وفي العصر اليوناني الروماني كان أول ظهور للون الأحمر الرصاص، وفي العصور المتأخرة كان بداية استخدم اللون الأحمر السنبار.

ولقد كان المصرى القديم يقوم برسم وتسجيل اعماله اليومية التى كان يقوم بها علي جدران المقابر وأيضاً كان يقوم بتسجيل النصوص الدينية علي التوابيت وعلي البرديات حيث اعتقد بالبعث والخلود والحياة الأخري بعد الموت لذلك لجأ إلي رسم وتسجيل حياته اليومية على الجدران والمقابر والمعابد لهدفين احدهما دينى واخر دنيوى.

*** الكلمات الرئيسة:**

المواد الملونة – المصريين القدماء – المقتنيات الأثرية – الأزرق المصري

Study of organic and inorganic mineral pigments of the ancient Egyptians

This research deals with a study of the most important pigments of organic and inorganic mineral origin used by ancient Egyptians to decorate the walls of temples and cemeteries and to decorate archaeological collections. The research also deals with the origin of these colors, their chemical composition and the way they are prepared. There were many colored materials used by the ancient Egyptian throughout the ages, including white, red, blue, green and black materials, where hematite was used as a red color and yellow ochre since the pre-dynastic era. In the Fourth Dynasty, Egyptian blue was used as the first industrial color in history. The Greco-Roman era was the first appearance of the color red lead, and in the later times was the beginning of the use of the color red cinnabar.

The ancient Egyptian was drawing and recording his daily works that he performed on the walls of tombs and also he was recording religious texts on coffins and papyrus, where he believed in resurrection, immortality and the afterlife after death, so he resorted to drawing and recording his daily life on walls, tombs and temples for two purposes, one religious and the other worldly.

* مقدمة البحث:

لقد لعبت المواد الملونة دوراً هاماً في مختلف اوجه الحياة الفكرية والدينية بل والسياسية للحضارة المصرية القديمة حيث استخدم المصريون الألوان علي مر العصور للتعبير عن ثقافتهم وتقاليدهم ومعتقداتهم الدينية[1]

المواد الملونة pigments هي مركبات ملونة تكون في شكل جزيئات صلبة تطحن جيداً وتنتشر في الوسيط العضوي (مثل الصمغ العربي–الغراء الحيواني) الذي يربط اللون بسطح الأثر[2].

عرف استخدام المواد الملونة في الأعمال الفنية الملونة منذ عصر ما قبل التاريخ، حيث استخدمت علي نطاق واسع بسبب قدرتها العالية علي التلوين واستقرارها في ظل ظروف التجوية والإضاءة والأكسدة والتآكل[3].

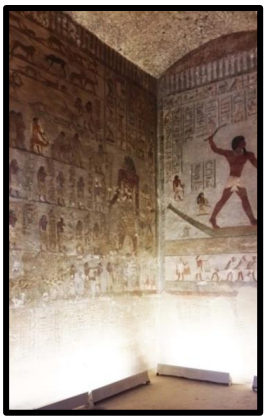
فقد قام المصرين القدماء بزخرفة وتزيين معابدهم ومقابرهم ومقتنياتهم الفنية من توابيت خشبية ومنسوجات وسيراميك وفخار وأقنعة سواء كانت أقنعة جصية أو كارتوناج وكتابات علي البرديات والجلود[4].

[1] -سعيد عبد الحميد حسن: الأساليب العلمية لترميم الآثار الخشبية الملونة والمذهبة القبطية والإسلامية،2017، ص 35

[2] - Stuart, B. H., Analytical Techniques in Materials Conservation, John Wiley & Sons Ltd, England,2007, p. 23

[3] - Bikiaris, D. & Daniilia, S. & Sotiropoulou, S. & Katsimbiri, O. & Pavlidou, E. & Moutsatsou, A. P. & Chryssoulakis, Y., Ochre-differentiation through micro-Raman and micro-FTIR spectroscopies: application on wall paintings at Meteora and Mount Athos, Greece, Spectrochimica Acta Part A 56, 1999, PP. 3–18

[4] -حسين محمد علي: أساسيات ترميم الآثار والمقتنيات الفنية،دار الكتب المصرية، القاهرة،2002، ص 20



صورة رقم (1) صور جدارية بمقبرة (خنوم حتب) ببني حسن-المنيا (تصوير الباحث)

صورة رقم (2) قطعة كارتوناج متحف سوهاج (تصوير الباحث)

ويمكن تصنيف المواد الملونة الي عدة أنواع من التصنيفات منها ما يعتمد علي اللون أو علي طبيعة الإستخدام أو علي حسب درجة الثبات والمقاومة وغير ذلك، إلا أن أكثر أنواع تصنيفات المواد الملونة شيوعاً هو ذلك التصنيف الذي يعتمد علي أصل اللون ومصدره[1،2]، حيث تصنف الي قسمين رئيسيين هما:

1- مواد ملونة ذات اصل غير عضوي:

عبارة عن مركبات لونية تشمل العناصر والأكاسيد والأملاح المعقدة ووتتميز اغلب هذه المواد الملونة بدرجة ثباتها العالية وبصفة عامة يوجد ثلاثة انواع من المواد

[1] - Learner, T., Analysis of Modern Paints, Getty Publications, 2004 , p.24

2 -Lewis, P. A., Colorants: Organic and Inorganic Pigments, In: Color for Science, Art and Technology, Edited By: Nassau, K., Volume 1, Elsevier, 1998, p. 288

الملونة غير العضوية هما المواد الملونة الأرضية التي تتضمن النواتج الطبيعية لعمليات التجوية لخامات الحديد والمنجنيز والصخور المحتوية علي الفلسبار مثل اللون الأصفر والأحمر الأوكر ، ومواد ملونة معدنية استخدمت هذه المواد الملونة قديماً بكثرة من جانب الفنانيين الأوائل مثل امبر المحروق، ومواد ملونة صناعية غير عضوية عبارة عن مواد ملونة غير عضوية لا تستخلص بصورة طبيعية وانما يتم تصنيعها في المعمل وهي تتشابه بدرجة كبيرة في اللون والمظهر مع المواد الملونة الطبيعية ذات الأصل المعدني مثل الأزرق المصري.

2- مواد ملونة ذات اصل عضوي:

عبارة عن مواد ملونة تستخلص من مصادر طبيعية الأصل إما حيوانية أو نباتية وتحتوي هذه المواد الملونة بصفة رئيسية علي ذرات الكربون في تركيبها، وتنقسم المواد الملونة العضوية الي مواد ملونة عضوية من أصل حيواني: تستخلص أساساً من البقايا الحيوانية كلون أسود العظام المحضر عن طريق حرق عظام الحيوان، ومواد ملونة عضوية من اصل نباتي تستخلص من مواد نباتية الأصل مثل لون الإنديجو[1].

1-1- المواد الملونة البيضاء:

1-1-1- الجبس: Gypsum

لا يعرف تحديداً تاريخ بدأ استخدام الجبس في مصر إلا أنه استخدم كمونة وملاط في أهرامات الجيزة منذ 4500 عام، ويتواجد الجبس الخام في الصخور الرسوبية علي هيئة طبقات متداخلة مع طبقات الحجر الجيري ومختلطاً مع العديد من المعادن مثل الهاليت والكالسيت والدولوميت بالإضافة إلي معادن الطفلة.

ولقد استخدم الجبس كلون في الفن المصري القديم علي مر العصور، وكلمة جبس مشتقة من كلمة إغريقية هي *gypsos* بمعني معدن محروق وربما يرجع ذلك إلي الطريقة التي يتم صناعة الجبس من خلال عملية الحرق أو التكليس بها[2].

[1] -اسامة الفقي: فكر ترميم اللوحات الزيتية، مكتبة الانجلو المصرية،2004، ص 34-36.

[2] - Eastaugh,N. & Walsh,V. & Chaplin, T. & Ruth Siddall, R., Pigment Compendium "A Dictionary and Optical Microscopy of Historical Pigments", Elsevier, 2008, pp.86-184.

التركيب الكيمائي للجبس هو كبريتات الكالسيوم المائية $CaSO_4.2H_2O$ ويتواجد في الطبيعة علي هيئة انهيدريت $CaSO_4$ ونادراً ما يتواجد علي هيئة باسنيت ($CaSO_4.½H2O$)، وتصل صلادته إلي 2 وكثافته إلي 2,32[1] .

– تجهيز الجبس الخام: يتم استخلاص الجبس الخام من أماكن تواجده فيكون عبارة عن كتل غير متجانسة الأحجام ومليئة بالشوائب ولكي تصبح جاهزة لعملية الحرق يتم تجفيفها تحت أشعة الشمس عدة أيام ثم يتم تكسيرها باستخدام آلات مخصصة لتصبح ذات حجم صغير ومتجانس، بعدها يتم تمرير الجبس الخام علي غربال كبير بحيث يتم التخلص من الشوائب المصاحبة للجبس والحصول علي أحجام أكثر تجانس.

بعدها تأتي مرحلة تكليس أو إحراق الجبس بطريقتين هما الإحراق المباشر والإحراق الغير مباشر، وينتج عن عملية التكليس العديد من النواتج التي تختلف في خواصها وتركيبها الكيميائي طبقاً لدرجة الحرارة المستخدمة في التكليس ومدة الإحراق التي يتعرض لها الجبس ومن هذه النواتج جبس الهيمي انهيدريت والأنهيدريت القابل للذوبان في الماء والغير قابل للذوبان في الماء.

1-1-2- الجير: Lime

كلمة Lime أصلها اللاتيني *Calx* والتي اشتقت منها كلمة Calcium بالإنجليزية حيث يتم الحصول علي الجير من خلال عملية تكليس Calcinations لكربونات الكالسيوم عند درجة حرارة 1000° تقريباً، ومن مصادر كربونات الكالسيوم الحجر الجيري والرخام.

إن المكون الأساسي للحجر الجيري الكالسيت وقد يحتوي علي الماغنسيوم بصورة كبيرة فبالتالي يسمي حجر جيري دولوميتي، ويصنف الجير الذي ينتج من الحجر الجيري الذي يحتوي علي أكثر من 20% من كربونات ماغنسيوم بالجير الدولوميتي، أما الحجر الجيري الذي لا يحتوي علي أكثر من 5% من كربونات الماغنسيوم يسمي الجير عالي الجودة.

[1] -Rapp, G., Archaeomineralogy, Second edition, Springer, 2009, pp. 114-263.

– تصنيع الجير: يتم الحصول علي الجير من خلال تكسير مواده خام (الحجر الجيري والرخام ومن القواقع البحرية والشعب المرجانية المجففة في أفران) إلي كتل صغيرة يتم تعريضها في قمائن (أفران) مخصصة عند درجة حرارة بين 900–1000°م حيث يتم التخلص من ثاني أكسيد الكربون ليكون الناتج النهائي هو أكسيد الكالسيوم CaO (الجير الحي Quick lime)[1].

وتعتمد درجة حرارة التكليس والوقت المطلوب علي حجم كتل الخام فالأجزاء الصغيرة يتم تكليسها بسرعة بينما الأجزاء الأكبر تحتاج إلي وقت أطول ودرجة حرارة أكبر.

1–1–3– أبيض الرصاص: Lead white

يعتبر أبيض الرصاص من أهم المواد الملونة التي استخدمت للحصول علي اللون الأبيض حيث أنه واحد من اقدم الألوان الصناعية ، ولقد استخدم حتي القرن 19.

إن التركيب الكيميائي لأبيض الرصاص هو كربونات الرصاص القاعدية $PbCO_3.Pb(OH)_2$، يحتوي تقريباً علي 80% معدن رصاص و 20% حمض كربونيك وماء[2] ، وكان يحضر صناعياً من خلال وضع ألواح الرصاص داخل وعاء يحتوي علي الخل أو يحتوي علي بقايا تصنيع العنب الناتج عن عصره وذلك لمدة شهر أو أكثر حتي تتم عملية التخمر في جو مغلق وبفعل ثاني أكسيد الكربون يتحول إلي كربونات الرصاص القاعدية نتيجة لتصاعد حمض الكربونيك وحمض الخليك بالإضافة إلي كمية من الرطوبة الموجودة في بقايا العنب المتخمر، وتؤخذ المادة البيضاء وتغسل عدة مرات للتخلص من الأحماض والأملاح الذائبة ثم يتم تجفيفها بتعريضها لأشعة الشمس لمدة يومان إلي ثلاثة[3].

1–1–4– الهونتيت: Huntite

[1] - Forsyth, M., Materials & skills for historic building conservation, Blackwell publishing, 2008, pp. 56-261

[2] -Gardner, H. A. & Schaeffer, J., The Analysis of Paints and Painting Materials, McGraw-Hill Book Company, New York,1911 , p.3

[3] - Barnett, J.R. & Miller, S. & Pearce, E., Colour and art: A brief history of pigments, Optics & Laser Technology 38, 2006, p. 447.

الهونتيت مادة بيضاء نقية يتركب من كربونات كالسيوم وماغنسيوم وصيغته الكيميائية $Mg_3Ca(CO_3)_4$،[1] وهو ينتمي الي مجموعة معادن الكربونات و تركيبه الكيميائي مماثل للكالسيت والماغنسيوم والدولوميت والتي تنتمي ايضا الي هذه المجموعة، وكان أول استخدام للهونتيت في عصر الدولة الحديثة، والهونتيت تصاحب رواسب الدولوميت والماغنسيوم التي تقع بالقرب من ابو رواش بالصحراء الشمالية الغربية[2].

1-2- المواد الملونة الحمراء:

1-2-1- الأحمر الأوكر (المغرة الحمراء): Red Ocher

المغرات مركبات ترابية طبيعية غير عضوية تتكون أساساً من معادن الطفلة وتكتسب ألوانها بفعل أكاسيد الحديد التي توجد عادة ضمن مكوناتها الكيميائية، وتختلف ألوان المغرة لإختلاف الحالة الطبيعية التي تتواجد عليها أكاسيد الحديد، وتحتوي المغرة الحمراء علي حوالي 95% أكسيد حديديك (الهيماتيت Hematite) Fe_2O_3، 1,24% ألومنيا Al_2O_3، 1,49% سيليكا ، 1,35% ماء متحد كيميائياً مع أكسيد الحديد بالإضافة إلي بعض المواد المعدنية الأخري، والرواسب الكثيفة لأكاسيد الحديد تتوجد بكثرة في الطبيعة وتظهر بدرجات لونية متفاوتة.

وينتج الأحمر الأوكر من تسخين الأصفر الأوكر الذي يفقد الماء وينتج اكسيد حديديدك غير مائي، وعن طريق التحكم في درجات التسجين يمكن انتاج درجات تتراوح من الأصفر الغامق الي الأحمر الساطع [3]

والهيماتيت هو أحد معادن أكسيد الحديديك اللامائي، ويأتي اسم الهيماتيت من الكلمة اليونانية *haimatitis* ،وتتراوح صلادته من 5 الي 6 وكثافته 5.26 ، وقد استخدم منذ عصور ما قبل التاريخ ، وكان يحصل المصريين القدماء عليه من مناطق بالقرب من أسوان وفي واحات الصحراء الغربية[4].

1 - عبداللطيف افندي: البردي دراسة اثرية وتاريخية طرق الترميم والصيانة، مكتبة الانجلو المصرية،القاهرة،2008، ص 47.

[2]- Stefano, L. M. & Fuchs, R., Characterisation of the pigments in a Ptolemaic Egyptian Book of the Dead papyrus, Archaeol Anthropol Sci, Volume 3, 2011, PP.229–244

[3] Barnett, J.R. & Miller, S. & Pearce, E., Op.cit,2006, pp. 445–453

4 -Rapp, G., Op.cit, 2009, p.196

1-2-2- أحمر الرصاص: Red Lead

هو عبارة عن ثالث أكسيد الرصاص Pb_3O_4 (السلاقون) الذي ينتمي إلي فصيلة التبلور الرباعي حيث يتكون من سلاسل ثمانية الشكل وهذه السلاسل متصلة مع بعضها بواسطة Pb11 وكل منها متصل بشكل هرمي مكون من ذرات من الأكسجين، ولم يستخدم أحمر الرصاص في مصر إلا في العصر اليوناني الروماني، ووجد كمعدن minium بعد نهر الماينيز Minius في شمال غرب اسبانيا[1].

1-2-3- السنبار: Cinnabar

السنبار عبارة عن كبريتيد الزئبق الأحمر HgS ، وتتراوح صلادته من 2 الي 2,5 وتصل كثافته إلي 8,1 ، ويتميز السنبار بكثافته العالية ومقاومته للاكسدة[2]،وبلوراته عادة معينة الشكل، وغالباً علي هيئة كتلة حبيبية أو ترابية أو قشور أو حبيبات منتشرة في الصخر، ولونه أحمر فاقع عندما يكون نقياً أو أحمر مائل للبني عندما يكون غير نقي[3].

1-2-4- الريلجار: Realgar

الريلجار هو لون احمر برتقالي، ويأتي اسمه من الكلمة الفارسية *rahj al ghar* بمعني بودرة المنجم powder of the mine [4]، ويحتوي الريلجار علي 70% من الزرنيخ، ويصنع الريلجار بسهولة بتسخين الإوربمنت في بوتقة مغلقة لمدة 5 ساعات، وعثر عليه في الينابيع البركانية الساخنة ومناجم الذهب والفضة[5].

استخدم كحبر كتابة هيروغليفي من الأسرة 18 علي برديات، ولم يدخل الريلجار قبل الدولة الحديثة[6].

1 - Barnett, J.R. & Miller, S. & Pearce, E., Op.Cit, 2006, pp. 445–453
2 Nöller, R., Cinnabar reviewed: characterization of the red pigment and its reactions, The International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, 2013, p.1
3 - Eastaugh,N. & Walsh,V. & Chaplin, T. & Ruth Siddall, R., Op.Cit, 2008 , p. 111.
4 - Frost, R. L. & Edwards, H. G. M. & Duong, L. & Kloprogge, J. T. & Martens, W. N., Raman spectroscopic and SEM study of cinnabar from Herod's palace and its likely origin, Analyst 127(2), 2002, pp. 293-296.
5 - Eastaugh,N. & Walsh,V. & Chaplin, T. & Ruth Siddall, R., Op.Cit, 2008 , p. 324
6 Stefano, L. M. & Fuchs, R., Op.cit, 2011, PP.229–244

1-3- المواد الملونة الصفراء:

عرف استخدام اللون الأصفر في التصوير منذ الدولة القديمة ولكن بلغ قمة انتشاره في عصر الدولة الحديثة خاصة مع بداية الأسرة الثامنة عشر.

1-3-1- المغرة الصفراء: Yellow Ochre

كلمة أوكر ochre تأتي من الكلمة اليونانية *ochros* (تعني أصفر) لذلك اسم الأصفر اوكر هو tautologous ، وتتكون المغرة الصفراء من مادتي السيليكا والطفلة وتكتسب اللون الأصفر نتيجة لتواجد أكاسيد (مثل الليمونيت والجيوثيت) التي تكسبها اللون الأصفر، وأكثر أنواع المغرة الصفراء انتشاراً هو النوع الذي يتواجد به أكسيد الحديد في صورة معدن الجيوثيت $Fe_2O_3.H_2O$[1].

واستخدم الأصفر أوكر علي نطاق واسع في منذ عصور ما قبل التاريخ وزادت أهميته في العصر اليوناني الروماني.

ويتم تحضيره بتجميع المادة الخام الأرضية ثم تسحن للحصول علي حبيبات دقيقة وبعدها تتم عملية الغسيل لتنقية مادة اللون وأخيراً عملي التجفيف، ويمكن استخدام المغرة الصفراء علي صورتها الخام بعد عملية التحميص للحصول علي درجات الأحمر البني حيث تفقد المغرة الماء متحد كيميائياً وبذلك يكون اللون أكثر تشبع.

1-3-2- الأوربمنت: Orpiment

اسم اوربمنت يأتي من الكلمة اللاتينية *auripigmentum* بمعني لون ذهبي[2] ، ويتركب كيميائياً من كبريتيد الزرنيخ As_2S_3 في حالته النقية، وتكون بلوراته مسطحة شفافة صفراء اللون، أما في حالته غير النقية فإنها تكون في صورة ترابية، ويعرف الأوربمنت باسم الرهج الأصفر، ويتميز بلون أصفر ذهبي ، ولقد استخدم الأوربمنت منذ القرن 16 قبل الميلاد واستمر حتي القرن 19[3] ، لكن استخدم بشكل أساسي في الأسرة الثامنة عشر.

1 Barnett, J.R. & Miller, S. & Pearce, E., Op.Cit, 2006, pp. 446
2 -Rapp, G., Op.cit, 2009, p.216
3 Barnett, J.R. & Miller, S. & Pearce, E., Op.cit, 2006, pp. 447

ويحضر المنتج الطبيعي منه عن طريق سحقه جيداً ثم يغسل وينقي من الشوائب ثم يجفف، أما المنتج الصناعي يحضر بطريقة الترسيب أو التكثيف، ولكن من عيوبه السمية العالية، وبوجد الأوربمنت في المناطق البركانية وعثر عليه بطول سواحل البحر الأحمر بالإضافة الي استيراده من كردستان ويوجد في بلاد أوربا وآسيا فهو يود في إيران وأرمينيا[1].

وعرف الأوربمنت في الصور الجدارية المصرية في تل العمارنة في مصر وذكر في كتابات الكتاب الرومان Vitruvius and Pliny [2].

1-3-4- الجيروسيت: Jarosite

الجيروسيت عادة يكون اصفر ولكن لوحظ انه متنوع من البني المصفر والبني[3] ، واكتشف في الأسرة الرابعة والخامسة ومن المحتمل أنه عرف أيضاً من نصوص الدولة الوسطي في الكرنك ولقد ذكر في النصوص المصرية استخدمه في التجميل في بومبي[4]، وهو عبارة عن potassium ferric sulphate hydroxide ورمزه الكيميائي $(KFe_3(SO_4)2(OH)_6)$.

وسمي جيورثيت باسم المكان الذي وجد به Jaroso Ravine في Sierra Almagrera بأسبانيا وهو يتشكل نتيجة تجوية الصخور البركانية [5].

1-3-5- الأكاجنيت: AKAGANÉITE

يتراوح لونه من الأصفر الفاتح الي البرتقالي والبني، وهو معدن هيدروكسيد حديد مركب من $Fe^{2+}(O,OH,Cl)$ ويشتق من تجوية المعادن الغنية بالحديد، ربما يحدث بالإشتراك مع هيدروكسيدات حديد اخري مثل الجيوثيت الأكاجنيت نادر وعادة يشكل علي هيئة مسحوق هش او كقشرة ثقيلة اكثر تماسك ، ويتشكل عادة في بيئات غنية بالكلور(خاصة في منجم المياه الحامضية). الأكاجنيت يمكن ان يصنع من قبل الأكسدة غير العضوية او البكتيرية.

1- Stefano, L. M. & Fuchs, R., Op.cit, 2011, pp..229–244
2 -Goffer, Z., Archaeological chemistry, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., Publications, 2007, p.74
3 - Eastaugh,N. & Walsh,V. & Chaplin, T. & Ruth Siddall, R., Op.Cit, 2008 , p. 121.
4- Stefano, L. M. & Fuchs, R., Op.cit, 2011, pp. 229–244
5 Barnett, J.R. & Miller, S. & Pearce, E., Op.cit, 2006, pp. 447

1-4- المواد الملونة الزرقاء:

1-4-1- الأزرق المصري: Egyptian blue

ويعتبر اللون الأزرق المصري أقدم لون صناعي صنعه الإنسان وكان أول استخدام له في الاسرة الرابعة وهو يتكون من سيليكا ونحاس وكالسيوم[1] ويصنع عن طريق تسخين كلاً من السيليكا مع سبيكة برادة النحاس أو النحاس الخام copper ore مثل الملاكيت ، والجير (اكسيد الكالسيوم) ، ومادة قلوية alkali مثل البوتاس أو النطرون الموجود طبيعياً في مصر ويتم التسخين عند درجة حرارة من 850-1000°م ، وتعتمد صلابة وملمس ولون الأزرق المصري علي المكونات الأولية والحجم الدقيق للجزئ بعد الطحن لانتاج اللون[2] ، وتتراوح ألوان الأزرق المصري بين الأزرق الغامق حيث تكون المادة القلوية به قليلة وبلورات الكوبرافيت خشنة ، وأزرق فاتح تكون المادة القلوية به قليلة أيضا لكن بلورات الكوبرافيت أصغر ومخلوط مع مركبات أخري ، وأزرق فاتح خفيف diluted light blue تكون به المادة القلوية أعلي ويحتوي علي نسبة عالية من الزجاج ، ووجود ظروف كيميائية وفيزيائية أخري مثل وجود الهواء والتحكم في نسب المواد تنتج مواد ذات جودة عالية [3]، ولقد وجد في بعض عينات اللون الأزرق الشاحب paler أنها تحتوي علي أبيض (كالسيت او جبس) وهذا ربما بقايا كالسيت في الأزرق المصري نفسه، الأزرق الباهت Pale blue يتم الحصول عليه من الحبيبات الصغيرة الأقل من 15 µm بينما اللون الأزرق الداكن يأتي من حبيبات حجمها 30 µm وهذا يعتمد علي منشأ النحاس (من معدن النحاس أم من حجر أم سبائك). [4]

1-4-2- الأزوريت : Azurite

[1] -Moorey, P. R. S., Ancient Mesopotamian Materials and Industries: The archaeological Evidence, Eisenbrauns, 1999, pp.188-189.

[2] - Lee,L. & Quirke, S., Painting materials, In: Ancient Egyptian materials and technology, (Edited by: Paul T. Nicholson, P. and Shaw, I.), Cambridge University Press, 2000, p.109.

[3] - Berke, H., Portmann, A., Bouherour, S., Wild,F., Qinglin, M. and Wiedemann,H., The development of ancient synthetic copper-based blue and purple pigments,In: Conservation of ancient sites on the silk toad, (Edited by: Agnew, N.), The Getty Conservatuin Institute, Los Anglous, 2010, p.226.

[4] - Eastaugh, N., Walsh, V., Chaplin, T. and Siddall, R., Op.cit, 2008 p.153.

الأزوريت عبارة عن كربونات النحاس القاعدية $2CaCO_3.Cu(OH)_2$، وبدأ استخدامه كمادة ملونة منذ بداية الأسرة الرابعة، واستخدمه المصريين كمادة تجميل، وهو يوجد ضمن ترسيبات خام النحاس القاعدية في سيناء وفي الصحراء الشرقية[1،2].

ويشكل في مناطق الأكسدة العليا لرواسب كبريتيد النحاس بجانب الملاكيت حيث يتم الحصول عليه عن طريق سحن كتل المعدن ثم غسلها للتخلص من الطمي أو الشوائب ثم يتم فصل الحبيبات الأكثر خشونة بتعليقها في الماء ثم ينخل للحصول علي المادة اللونية مع ملاحظة أن الحبيبات الخشنة للأزوريت تعطي لون أزرق داكن أما الحبيبات الناعمة تعطي لون أزرق فاتح.

وسمي الأزوريت mountain blue وفي صورته الخام يكون لونه أزرق عميق يشبه حجر اللازورد Lapis Lazuli، وهو معدن غير مستقر ويتحول الي الملاكيت وله استقرار ضعيف اتجاه الضوء ويلاحظ انه يتلاشي مع مرور الوقت لذلك كان استخدامه محدودا إلي حد ما كلون[3].

1-5- المواد الملونة الخضراء:

1-5-1- الملاكيت: Malachite

استخدم الملاكيت من فترة ما قبل الأسرات حتي آوخر الأسرة 18، وتركيبه الكيميائي هو كربونات النحاس القاعدية $CuCO_3.Cu(OH)_2$، ويتراوح لونه من الأخضر الساطع الي الأخضر المسود، واسمه يشتق من الكلمة اليونانية *mallow* ، وتتراوح صلادته من 3,5 الي 4 وكثافته 4,05 [4]، ولقداستخدمت المرأة المصرية القديمة اللون الأخضر للجفون[5].

والملاكيت مشابه للتركيب الكيميائي للأزوريت، ويوجد علي هيئة كتل كبيرة مستديرة الشكل إلي حد ما، ولها تركيب ليفي دقيق وتتراوح ألوانها ما بين الأخضر

1 - Orna, M. V. & Low, M. J. D. & Baer, N. S., Synthetic Blue Pigments: Ninth to Sixteenth Centuries. I. Literature, Studies in Conservation, Vol. 25, No. 2, 1980, pp. 53-63

2 - Lee, L. & Quirke, S., Op.cit, 2000, p. 111

3 - Berke, H., The invention of blue and purple pigments in ancient times, journal of the Royal Society of Chemistry, Bolume 36, 2007, PP. 15-30

4 -Rapp, G., Op.cit, 2009, p. 113.

5 - Barnett, J.R. & Miller, S. & Pearce, E., Op.cit, 2006, pp. 446

المائل للإسود واللون الأخضر الباهت، وغالباً ما توجد حبيبات بعض المعادن الأخري كالأزوريت والكوبريت والكريزيكولا Chrysocolla مصاحبة لحبيبات معدن الملاكيت.

ويتواجد معدن الملاكيت في وادي عربة wadi araba وام Semiuki في الصحراء الغربية ضمن ترسيبات خامات النحاس، ومن المعروف جيولوجياً أن الملاكيت هو الطور المتحول عن الطور الأصلي وهو الأزوريت[1].

1-5-2- الأخضر المصري: Egyptian green

لجأ المصري القديم إلي تحضير مادة اللون الأخضر صناعياً والتي سميت بالأخضر المصري بنفس طريقة تحضير الأزرق المصري، وبتسخسن نفس الخليط لكن مع تغيير ظروف التشكيل المستخدمة لانتاج الأزرق المصري يمكن ان ينتج ما يسمي أخضر مصري، ويختلف اللون من الأخضر الزيتوني الي الأخضر المزرق معتمد علي تقنية الصناعة[2،3].

استخدم علي نطاق واسع من الأسرة الرابعة حتي الدولة الوسطي ويتميز الأخضر المصري ببلوراته الشفافة الخضراء غير المنتظمة الشكل والتي تشبه مسحوق الزجاج الأخضر[4].

1-6- المواد الملونة السوداء:

1-6-1- أسود المصباح أو السناج: Lamp or soot black

هو عبارة عن كربون نقي بنسبة 99% وغير متبلور ، وكان يتم الحصول عليه في صورته النقية بعدة طرق وذلك عن طريق تعريض حرق الزيوت والراتنجات الطبيعية كالقلفونية وشمع عسل النحل واستقبال السناج المتصاعد علي سطح مصقول

[1] - Pagés-Camagna, S. & Guichard, H., Op.cit, 2010, pp. 25- 31

2 - Bianchetti, P. & Talarico, F. & Vigliano, M. G. & Ali, M. F., Production and characterization of Egyptian blue and Egyptian green frit, Journal of Cultural Heritage 1, 2000, PP. 179–188

[3] - Eastaugh, N., Walsh, V., Chaplin, T. and Siddall, R., Op.cit, 2008 p. 154.

[4] - عبداللطيف افندي: مرجع سابق،2008، ص 59.

بحيث يمكن كقشط السناج الناتج في صورته الناعمة للإستخدام في التصوير باللون الأسود[1،2].

1-6-2- أسود الفحم النباتي: Charcoal black

يعد الفحم النباتي المصدر الثاني للون الأسود، ولقد استخدم منذ عصر ما قبل الأسرات، كان يتم الحصول عليه عن طريق الحرق البطئ للأخشاب وخاصة فروع الأشجار الصغيرة داخل أفران مغلقة، وتعتبر أشجار الصفصاف أو الزيزفون من أفضل الأنواع للحصول علي نوع جيد من أسود الفحم النباتي، والذي يجب أن يغسل جيداً للتخلص من مادة البوتاس[3].

1-6-3- أسود العظام: Bone black

ينتج أسود العظام من حرق عظام حيوانية في حاويات مغلقة، وذلك بعد غلي العظام للتخلص من الدهون ويعطي أسود العظام لون مائل للزرقة ذو نسيج خشن وله كثافة أعلي من أسود السناج، ويحتوي أسود العظام علي 10% كربون، 48% فوسفات كالسيوم، 6% كربونات كالسيوم[4،5].

1-6-4- الماجنتيت: Magnetite

الماجنتيت هو أكسيد حديد مع تركيب $Fe^{2+}Fe_2^{3+}O_4$ (Fe_3O_4) وربما يحتوي شوائب مختلفة مثل المانجنيز والزنك والنيكل والكرومنيوم والألمونيوم او الفانديوم[6] ، وهو واحد من أكثر معادن الأكاسيد شيوعاً ووفرة في الصخور النارية والمتحولة، وتتراوح

---

[1] - Bersch, J., The Manufacture of Mineral and Lake Pigments: Containing Directions for the Manufacture of All Artificial Artists' and Painters' Colours, Enamel Colours, Soot and Metallic Pigments, Arthur Columbine Wright, Scott, 1901, p. 307

[2] - سعيد عبد الحميد حسن: مرجع سابق،2017، ص 38

[3] Winter, J., The Characterization of Pigments Based on Carbon, Studies in Conservation, Vol. 28, No. 2, May, 1983, pp. 49-66

[4] -Crespo, C. & Viñas, v., The Preservation and Restoration of Paper Records and Books: A Ramp Study With Guidelines, General Information Programme and UNISIST, Unesco, 1985, p. 17

[5] Maspero, G. C. C., Manual of Egyptian Archaeology and Guide to the Study of Antiquities in Egypt, Cornell University Library, London, Sixth Edition, 2005, p.228

[6] -Scott, D. A. & Eggert, G., Iron and Steel in Art "Corrosion, Colorants, Conservation", Archetype Publication, London, 2009, p. 47.

صلادته بين 5.5-6,5 وكافته 5,18، وهو يوجد في كميات صغيرة من الصخور النارية ويتركز أحياناً في العروق أو الرواسب الغريانية[1].

1-6-5- الجالينا: Galena

الجالينا هي معدن كبرتيد الرصاص وذات لون رمادي داكن ،واستخدمه المصريين القدماء لتلوين العين وككحل واستمر استخدامها كمادة للتجميل حتي الفترة الكلاسيكية، وتصل صلادته إلي 2,5 وكثافته 7,59.

اعطاه الرومان اسم جالينا لمعدن خام الرصاص ويمكن التعرف عليه بسهوله من خلال كثافته العالية ولونه المعدني الفضي، ويوجد في العروق الحرارية hydrothermal veins أو رواسب metasomatic الكبيرة أو كمعادن Detrital في العديد من أنواع الصخور[2،3].

[1] - Eastaugh, N., Walsh, V., Chaplin, T. and Siddall, R., Op.cit, 2008 p. 254.
[2] - Eastaugh, N., Walsh, V., Chaplin, T. and Siddall, R., Op.cit, 2008 p. 169.
3 -Rapp, G., Op.cit, 2009, p. 171.

المراجع والمصادر:

1- المراجع العربية:

1- أسامة الفقي (2004). فكر ترميم اللوحات الزيتية، مكتبة الإنجلو المصرية.

2- حسين محمد علي (2002). أساسيات ترميم الآثار والمقتنيات الفنية،دار الكتب المصرية، القاهرة،2002.

3- سعيد عبد الحميد حسن (2017). الأساليب العلمية لترميم الآثار الخشبية الملونة والمذهبة القبطية والإسلامية.

4- عبداللطيف افندي. (2008). البردي دراسة أثرية وتاريخية طرق الترميم والصيانة، مكتبة الإنجلو المصرية،القاهرة.

5- مصطفي مصطفي السيد يوسف. (2011). صيانة المخطوطات علماً وعملاً، عالم الكتب للنشر.

2- المراجع الأجنبية:

1- Barnett, J.R. & Miller, S. & Pearce, E., (2006). Colour and art: A brief history of pigments, Optics & Laser Technology 38.

2- Berke, H., (2007). The invention of blue and purple pigments in ancient times, journal of the Royal Society of Chemistry, Volume 36.

3- Berke, H., Portmann, A., Bouherour, S., Wild,F., Qinglin, M. and Wiedemann,H., (2010). The development of ancient synthetic copper-based blue and purple pigments, In: Conservation of ancient sites on the silk toad, (Edited by: Agnew, N.), The Getty Conservatuin Institute, Los Anglous.

4- Bersch, J., (1901). The Manufacture of Mineral and Lake Pigments: Containing Directions for the Manufacture of All Artificial Artists' and Painters' Colours, Enamel Colours, Soot and Metallic Pigments, Arthur Columbine Wright, Scott.

5- Bianchetti, P. & Talarico, F. & Vigliano, M. G. & Ali, M. F., (2000). Production and characterization of Egyptian blue and Egyptian green frit, Journal of Cultural Heritage 1.

6- Bikiaris, D. & Daniilia, S. & Sotiropoulou, S. & Katsimbiri, O. & Pavlidou, E. & Moutsatsou, A. P. & Chryssoulakis, Y. (1999). Ochre-differentiation through micro-Raman and micro-FTIR spectroscopies: application on wall paintings at Meteora and Mount Athos, Greece, Spectrochimica Acta Part A 56.

7- Crespo, C. & Viñas, v., (1985). The Preservation and Restoration of Paper Records and Books: A Ramp Study With Guidelines, General Information Program and UNISIST, Unesco.

8- Eastaugh,N. & Walsh,V. & Chaplin, T. & Ruth Siddall, R. (2008). Pigment Compendium "A Dictionary and Optical Microscopy of Historical Pigments", Elsevier.

9- Forsyth, M., (2008). Materials & skills for historic building conservation, Blackwell publishing.

10- Frost, R. L. & Edwards, H. G. M. & Duong, L. & Kloprogge, J. T. & Martens, W. N., (2002). Raman spectroscopic and SEM study of cinnabar from Herod's palace and its likely origin, Analyst 127(2).

11- Gardner, H. A. & Schaeffer, J. (1911). The Analysis of Paints and Painting Materials, McGraw-Hill Book Company, New York.

12- Goffer, Z., (2007). Archaeological chemistry, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., Publications.

13- Learner, T. (2004). Analysis of Modern Paints, Getty Publications.

14- Lee, L. & Quirke, S., (2000). Painting Materials, In: Ancient Egyptian Materials and Technology, Edited by: Nicholson, P. L. & Ian Shaw, I., Cambridge University Press.

15- Lewis, P. A. (1992). Colorants: Organic and Inorganic Pigments, In: Color for Science, Art and Technology, Edited By: Nassau, K., Volume 1, Elsevier.

16- Maspero, G. C. C., (2005). Manual of Egyptian Archaeology and Guide to the Study of Antiquities in Egypt, Cornell University Library, London, Sixth Edition.

17- Moorey, P. R. S., (1999). Ancient Mesopotamian Materials and Industries: The archaeological Evidence, Eisenbrauns.

18- Nöller, R., (2013). Cinnabar reviewed: characterization of the red pigment and its reactions, The International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works.

19- Orna, M. V. & Low, M. J. D. & Baer, N. S., (1980). Synthetic Blue Pigments: Ninth to Sixteenth Centuries. I. Literature, Studies in Conservation, Vol. 25, No. 2.

20- Pagés-Camagna, S. & Guichard, H., (2010). Egyptian Colours and Pigments in French collections: 30 Years of Physicochemical Analyses on 300 Objects, In: Decorated Surfaces on Ancient Egyptian Objects Technology, Deterioration and Conservation, Edited By: Dawson, J. & Rozeik, C. & Wright, M. M., Archetype Publications, London.

21- Rapp, G. (2009). Archaeomineralogy, Second edition, Springer.

22- Scott, D. A. & Eggert, G., (2009). Iron and Steel in Art "Corrosion, Colorants, Conservation", Archetype Publication, London.

23- Stefano, L. M. & Fuchs, R., (2011). Characterisation of the pigments in a Ptolemaic Egyptian Book of the Dead papyrus, Archaeol Anthropol Sci., Volume 3.

24- Stuart, B. H. (2007). Analytical Techniques in Materials Conservation, John Wiley & Sons Ltd, England.

25- Winter, J., (1983). The Characterization of Pigments Based on Carbon, Studies in Conservation, Vol. 28, No. 2.