التقنيات الحديثة واثرها في ترميم الاثار

عمر احمد شاكر

كلية الاثار– جامعة الموصل

(قدم للنشر في ٢٠٢١/٩/٣٠، قبل للنشر في ٢٠٢١/١١/٤)

المستخلص:

يُعدُّ علم الاثار وترميمهِ وصيانته ذو اهمية كبيرة, حيث يهدف الى الحفاظ على الدلائل المادية التي تكشف النقاب عن مراحل التطور الانساني لهذا العلم.

وان للتقنيات العلمية المعاصرة اثرها الكبير للمحافظة عليه من مايعتريه من عوامل بيئية تؤثر عليه.

Modern Technologies and Their Impact on the Restoration of Monuments

Omar Ahmed Shakir

College of Archaeology -University of Mosul

Abstract:

Archaeology, its restoration and conservation is of the great importance It aims to preserve the physical evidence that reveals the stages of human development of this science. Contemporary scientific techniques have a great impact to preserve it from the environmental factors that affect it.

المقدمة

الحمدلله والصلاة والسلام على رسول الله وعلى اله وصحبهِ اجمعين وبعد

إن علم ترميم وصيانة الآثار يحظى باهتمام الشعوب؛ لان هذا العلم بنظرياته وتطبيقاته يهدف الى الحفاظ على الدلائل المادية التي تكشف النقاب عن مراحل التطور الانساني. كما ان علم الترميم له علاقة وطيدة بالعلوم الأُخرى مثل (الكيمياء والفيزياء والأحياء والهندسة والجيولوجي) وغيرها.

إن عملية صيانة وترميم الآثار تحتاج الى العناية الخاصة والكبيرة بالأثر, كذلك تحتاج الى خبرات متميزة لإختيار المواد المستخدمة للترميم حيث أنها تحتاج الى دراسة دقيقة لتكون بنفس خواص ومواصفات المواد الأصلية.

تناولت في هذا البحث التقنيات الحديثة المستخدمة في ترميم الاثار حيث تضمن البحث ما يلي.

المبحث الأول:

يشتمل هذا المبحث تعريف التقنيات, وأهميتها في مجال الترميم والآثار. كما يشمل ايضاً أهم التقنيات المعاصرة والحديثة المستخدمة في ترميم الأثار ومنها الليزر ومجالات استخدامه في ترميم الأثار وبيان خصائصه ومميزاته وأنواعه وكذلك نبذة تاريخية عن اكتشاف أشعة الليزر.

والتقنية الثانية هي تقنية النانو والتي تعتبر من التقنيات المهمة في مجال ترميم الآثار, وان تكنولوجيا النانو تدرس خواص الجزئيات والمركبات التي لا تتجاوز مقاييسها (الـ ١٠٠ نانومتر).

إن تكنولوجيا النانو تعتبر من أحدث التقنيات العلمية لحل العديد من المشاكل والصعوبات في عملية تقوية وحماية الأثر.

وتضمن المبحث ايضاً نبذة تاريخية عن رواد تقنية النانو.

والتقنية الثالثة هي الفحص الميكروسكوبي, حيث يتم الفحص الميكروسكوبي للمقتنيات الأثرية باستخدام انواع مختلفة من الميكروسكوبات تختلف في خصائصها ونظرية عملها ومكوناتها على حسب الغرض منها.

التقنية الرابعة هي التصوير بالأشعة السينية (X-Ray) والتي تعتبر من التقنيات المهمة وتستخدم على نطاق واسع في علم الأثار لفحص تركيبة الاصباغ أو المعادن المستخدمة في المخطوطات واللوحات والعملات المعدنية والخزفيات وغيرها. والتصوير الاشعاعي الصناعي هو طريقة اختبار غير متلف تستخدم للتحقق من البنية الداخلية للأشياء وسلامتها.

المبحث الثاني:

يشتمل على دراسة تاريخية لعمليات الترميم في العصور المختلفة ومنها العصر القديم عندما كان الانسان القديم يقوم بإصلاح ما قد تلف من الآلات والادوات والملابس والمساكن البسيطة التي كان يسكنها. وهذه العلميات البدائية تعتبر البدايات الأولى لنشأة ترميم المنشآت المختلفة واصلاح ما قد تلف من الادوات المختلفة.

وفي وادي النيل وضع الفراعنة منذ أقدم العصور قواعد أقدم حضارة وأكثرها تقدماً, تقدماً, حيث عرف الفراعنة بمرور الزمن كيفية تحنيط اجساد الموتى وحفظها من البلى, التلف, وذلك بتحنيط هذه المومياوات.

وفي العراق القديم شهدت المراحل التطورية في كافة الأوجه الحضارية كماً هائلا من التنوع والانجاز الحضاري خاصة ما يتعلق بالجانب العماري المدني من تخطيط وانشاء واعادة بناء مدن وتجديد مرافقها البنائية بما تشمله من بيوت وقصور وأسوار وبوابات.

إن العديد من النصوص المسمارية لحكام وملوك العراق القديم قد أشارت الى قيامهم بمجموعة من عمليات الصيانة والترميم للأنهار وقنوات الري والسدود. أما في العصرين اليوناني والروماني فان اليونانيين والرومان قد اهتموا بإصلاح منشآتهم المعمارية التي تعرضت للتلف أو الانهيار لأسباب طبيعية أو بشرية مختلفة وحافظوا على التحف الفنية التي كانت تضمها هذه المنشآت.

وفي العصور الوسطى قام الفنانون المرممون في أوروبا بدور هام في إعادة تلوين معظم الايقونات وأعمال النحت الفنية المختلفة الموجودة داخل الكنائس. وقد ظلت هذه التقاليد الفنية مُتبعه في ترميم واصلاح الاعمال الفنية الدينية التي تعرضت للتلف سواء المحفوظة داخل الكنائس أو لدى اصحاب المجموعات الفنية الخاصة.

وفي القرنين السابع عشر والثامن عشر, كان المرممون في معظم البلاد الاوروبية يتبعون أسلوباً فنياً واحداً في ترميم وعلاج المنشآت الأثرية والمقتنيات الفنية, ويعتمد هذا الأسلوب على ضرورة علاج العناصر الزخرفية والمعمارية التي تعرضت للتلف الشديد والتي هي في أمس الحاجة للعلاج, وترك العناصر الزخرفية والمعمارية التي ليست في حاجة ماسة للعلاج حتى تحتفظ بقيمتها التاريخية والفنية أطول فترة ممكنه من الوقت.

وفي القرن العشرين تطورت أعمال الترميم للأثار, وشهدت هذه الفترة توافد العديد من الباحثين والمختصين بترميم الاثار الى دول الشرق الأوسط. وفي منتصف القرن العشرين شهد العراق العديد من أعمال الترميم قامت بها دائرة التراث والأثار العراقية في مدن أثرية مختلفة مثل نينوى والحضر وغيرها. ولاتزال أعمال الترميم مستمرة وخاصة في المدن والمواقع الأثرية التي تعرضت للخراب او الدمار.

اما خطة البحث فكانت كما يلي:

ثبت المحتويات

ت	الموضوع	الصفحة
١.	المقدمة	١
٢.	**المبحث الأول: مفهوم التقنيات المعاصرة**	٤
٣.	المطلب الأول: تعريف التقنيات	٤
٤.	المطلب الثاني: أهمية التقنيات	٥
٥.	المطلب الثالث: الليزر	٦
٦.	المطلب الرابع: تقنية النانو	٢٢
٧.	المطلب الخامس: الفحص الميكروسكوبي	٣٠
٨.	المطلب السادس: التصوير بالأشعة السينية	٣٧
٩.	**المبحث الثاني: تاريخ نشأة وتطور علم الترميم**	٤٣

١٠.	المطلب الاول: الترميم في العصر القديم(الانسان القديم)	٤٣
١١.	المطلب الثاني: الترميم في عصر الفراعنة (حضارة وادي النيل)	٤٤
١٢.	المطلب الثالث: الترميم في العراق القديم	٤٦
١٣.	المطلب الرابع: الترميم في العصرين اليوناني والروماني والعصور الوسطى	٤٨
١٤.	المطلب الخامس: ترميم بعضاً من القطع الاثرية في القرنين العشرين والحادي والعشرين	٥٣
١٥.	نشأة الترميم في القرن العشرين (١٩٠٠-١٩٥٠)	٥٣
١٦.	الخاتمة	٥٤
١٧.	ثبت الهوامش والمصادر والمراجع	٥٦

المبحث الاول

مفهوم التقنيات المعاصرة

المطلب الاول : تعريف التقنيات

المطلب الثاني: أهمية التقنيات

المطلب الثالث: الليزر

المطلب الرابع: تقنية النانو

المطلب الخامس: الفحص الميكروسكوبي

المطلب السادس: التصوير بالأشعة السينية

المطلب الاول

تعريف التقنيات

تعريف التقنيات لغة:

هي كلمة اصلها اغريقية قديمة وتعني(Technologic) وتنقسم الى مقطعين(Techno) وتعني المهارات الفنية, والمقطع الثاني(logo) وتعني دراسة, آي ان التقنية تعني دراسة وتنظيم المهارات التقنية.

وقد عرفته منظمة اليونسكو العالمية بأنه مصطلح يعني تطبيق المعارف لصنع وانتاج أعمال هادفه ومفيدة وهي تعبر عن ابراز قدرتنا لاستخدام مواردنا وطاقاتنا البشرية لكي تتيح لنا استخدام التقنيات الحديثة العملية منها وتطبيقها على العلوم التطبيقية وخاصة في مجال ترميم وصيانة القطع الاثرية والمنشأة العماريه لتساعدنا في صناعة أدوات متطورة في مجالات علم الاثار المختلفة.[١] تمثل التقنية الجانب التطبيقي من العلم, أي أنها عبارة عن ذلك النشاط الذي يترجم من خلاله العلم على ارض الواقع. وهي تترجم آخر ما توصل إليه العقل البشري من الأدوات والطرق التكنولوجية الحديثة والمتطورة التي من شأنها أن تسهل الحياة على البشر في مختلف المجالات, والتي تهدف بشكل رئيسي الى اختصار الوقت والجهد, كما تساهم هذه الطرق في تضييق المسافات التي تفصل بين العوالم حيث يستطيع الانسان الوصول الى كل ما يريد بأسهل السبل وأقلها حاجة للجهد البدني والعقلي.[٢]

---

(١) لبد, امل ابراهيم, إثراء بعض موضوعات منهاج العلوم بتطبيقات النانوتكنولوجي على مستوى الثقافة العلمية لطلبة الصف الحادي عشر في غزة, رسالة ماجستير, جامعة الازهر, غزة, ٢٠١٣, ص١٩

(٢) خضر, حيدر, مفهوم التقنية, دلالة المصطلح ومعانيه وطرق استخدامه, مجلة الاستغراب, ٢٠١٩, ص٢٨

المطلب الثاني

اهمية التقنيات

للتقنيات اهمية كبيرة نوجزها بما يلي:

١- لم يكن التنقيب عن الاثار تنقيباً عشوائياً في باطن الارض, وفي وقتنا الحاضر أصبح اهمية استخدام التقنيات الحديثة الدقيقة خاضعة للاعتبارات العلمية والقدرة العملية.

٢- اتجه معظم علماء الآثار الى استخدام كافة التقنيات والوسائل العلمية الحديثة لتساعدهم على تسهيل عملهم وتقليل الجهد البشري وتقليل أوقات عملهم ومالهم.

٣- ظهرت تقنيات النانو في مجالات الترميم والصيانة الاثرية واستخداماتها في تثبيت التماثيل واللوحات الجدارية التي استخدمها علماء الاثار في مجال الصيانة والترميم.

٤- استخدام بعض الاشعاعات الكهرومغناطيسية والكونية والسينية للاستفادة منها في الكشف عن المخلفات والطفيليات داخل القطع الاثرية والمنشأة المعمارية الأثرية وكذلك لمعرفة تاريخ هذه المقتنيات الأثرية وخاصة اللوحات الزيتية[١].

(١) الطلبي, جمعة حريز, دور التقنيات والعلوم التطبيقية في تطوير علم الاثار,Al-Adab Journal, ٢٠١٨, ص٧.

المطلب الثالث

الليزر LASER

وهي عملية تضخيم الضوء بانبعاثات الاشعاع المحفز.

وهي عبارة عن حزمة ضوئية ذات فوتونات تشترك في ترددتها وتتطابق موجاتها التي تنتج ظاهرة التداخل البناء بين موجاتها لتتحول الى نبضة ضوئية ذات طاقة عالية[١].

خصائص شعاع الليزر:

١- **أحادي اللون:** وتعني عرض طيفي ضيق ينتج عنه تردد مفرد نقي وهذه الصفة الموجية كانت تتميز بها الاشعة الراديوية.

٢- **توازي الحزم الضوئية:** وتعني التشتت أو التفريق في الحزمة يكون معدوماً, وهي بطبيعتها مركزة دون حاجة لاستخدام عدسات وقطرها قد يصل الى اقل من قطر الدبوس.

٣- **الترابط:** الترابط بين موجات الحزمة الواحدة عالي جداً ومتزامن وهذا يساعد الموجات الضوئية أو الفوتونات في تقوية بعضها البعض لتعطي طاقة وقدرة عالية للحزمة الواحدة.

٤- **الشدة الضوئية:** وهي شدة الشعاع العالية والمركزة في حزمة ذات قطر ضيق لا يتجاوز ١ملم[٢].

مميزات شعاع الليزر:

١- الحزمة الضوئية لشعاع الليزر لا تملك كتلة لان كتلة الفوتونات المكونة لشعاع الليزر تساوي صفراً.

٢- يمكن ان تكون الحزمة الضوئية مستمرة التدفقContinuous wave أو نبضة pulse, وتتخذ هذه النبضات اشكالاً متعددة ومعدلات إعادة مختلفة تبدأ من نبضه في الثانية الواحدة أو أجزائها الى ملايين النبضات في الثانية.

٣- سهولة السيطرة على حزمة الليزر خصوصاً ذات الترددات الضوئية المرئية للعين المجردة.

٤- سهولة ادارة وادامة الليزر اذا ما قورنت بالإشعاعات الذرية والنووية الاخرى[٣]

عيوب استخدام الليزر:

١- حزمة خطرة وخصوصاً عند تعرضها لحاسة البصر

٢- تحتاج الى قدرة عالية للتشغيل

٣- تحتاج الى دقة متناهيه في تطابق المستويات البصرية لبدء الانبعاث الليزري

---

(١) اللحياني, سعود بن حميد, الليزر وتطبيقاته, جامعة ام القرى, ٢٠١٢, ص٥

(٢) ابراهيم, نجوى, خصائص الليزر, MU/ Faculity. Site, ٢٠١٤, ص٢

(٣) اللحياني , سعود بن حميد, الليزر وتطبيقاته, جامعة أم القرى, ٢٠١٢, ص٩

تاريخ اكتشاف أشعة الليزر:

تنسب فكرة انبعاث الطيف المستشار الى عالم الفيزياء البرت اينشتاين في عام ١٩١٦. وأدت المجهودات الاولى لمحاولة استثارة الطيف في منطقة الموجات الدقيقة الى اكتشاف أشعة الميزر MASER وارتبط هذا الاكتشاف باسم عالم الفيزياء الامريكي تشارلزتاونز. وفي عام ١٩٥٣ استطاع العلماء تاونز وجيمس جوردن وألبرت زايجر الحصول على ميزر فعال. وفي عام ١٩٥٤ توصل كل من نيكولاي باسوف والكسندر بورخورف الى معلومات كاملة وتفصيلية للظروف المطلوبة لعمل الميزر.

تطورت الافكار ونشرت الابحاث العلمية عن الميزر خلال الخمسينات في عام ١٩٥٨ توصل كل من تاونز وآرثر سكاولو الى العديد من الاساسيات الهامة لإنتاج الليزر, وأشارت ابحاثهم الى الفروق بين الظروف الفيزيائية المطلوبة في كل من منطقة الضوء المرئي ومنطقة الموجات الدقيقة وخاصة التركيب الفجوي ومعدلات الانبعاث المتزامن وفرق الطاقة بين المستويات وآليات الاثارة. وفي نفس التوقيت كان أحد[١] خريجي جامعة كولومبيا ويدعى جوردن جولد يبحث امكانية انتاج الطيف المنبعث عند الاطوال الموجية المرئية (الليزر) والظروف المطلوبة لذلك. وقد جذبت نتائج أبحاث سكاولوتاونز وجولد انتباه العديد من العلماء لاختراع أجهزة الليزر. وقد تم تصنيع وانتاج أول جهاز ليزر في العالم عام١٩٦٠ بواسطة العالم مايمان Maiman الذي استخدم بلورة الياقوت المطعم بالكروميوم وقد انبعثت منها ومضات من الاشعة تحت الحمراء طولها الموجي ٦٩٤,٣ نانومتر متميزة ببريق شديد في اتجاه الاشعة ولا تفقد شدتها مع زيادة بعدها عن المصدر إلا ببطىء شديد.

وفي عام ١٩٦٠ اكتشف كل من ستيفنسون وبيترسوركين نوع آخر من ليزر المواد الصلبة بواسطة ايونات اليورانيوم الثلاثية التكافؤ المطعمة بفلوريد الكالسيوم, ثم بعد ذلك اكتشف ليزر الهليوم والنيون بواسطة العالم علي جافان واخرون عام ١٩٦١.

اكتشفت أول ليزر من أشباه الموصلات بواسطة ثلاث مجموعات من الباحثين في امريكا في نفس الوقت تقريبا, بعد ذلك توالت الاكتشافات لأنواع مختلفة من الليزرات مازالت مستخدمة حتى اليوم[٢]

---

(١) رؤوف وصفي, الليزر ضوء المستقبل, القاهرة ١٩٩٨, ص٤٥

(٢) بدوي, مجدي منصور, مبادئ الليزر وتطبيقاته في الآثار والترميم, القاهرة ,٢٠١٢, ص٣٠-٣١

انواع الليزرات:

تصنف الليزرات وبالتالي أجهزة الليزر طبقاً لنوع وطبيعة المادة الفعالة التي تعد الوسط المادي المولد للأشعة المحثوثة(الليزرية) والمضخم الاول لها. ويتم اختيار المادة الفعالة بعد دراستها طيفياً وتحديد جميع مستويات الطاقة بها والتعرف على مداراتها الالكترونية.

وتصنف الليزرات الى الانواع الآتية:

١- الليزر الغازي:

تعتبر الاشعة الصادرة من أجهزة الليزر الغازي أفضل من تلك التي تصدر من أجهزة ليزر المواد الصلبة وذلك لشدة تماسك ضوئها وأيضاً لمداها الكبير وطاقتها العالية. وتستخدم ليزر أشعة ليزر الغاز في الابحاث العلمية والاغراض الصناعية. وقد تم الحصول على أول ليزر غازي في عام ١٩٦٢. وقد قام جولد ومعاونوه بإنتاج ليزر السيزيوم المثار بواسطة أشعة لمبة هليوم[١]. إن ليزرات الغاز تستمد اثارتها من عمليات معقدة متعلقة بتفريغ الشحنات الكهربائية وبصفة أساسية من الاثارة بواسطة التصادم الالكتروني ونقل الاثارة بين الذرات المتصادمة والجزيئات. ويعتمد الطول الموجي لأشعة الليزر المنتجة على نوعية الغاز المستخدم كوسيط منتج لليزر. وقد أنتج ليزر هليوم- نيون قادر على توليد ثلاثة خطوط طيفية مختلفة يمكن اختيار اي منها بواسطة منشور ثلاثي وليزر الهليوم- نيون له استخدام رئيسي في مجال التصوير المجسم وتشفير الصور أما ليزر ثاني اوكسيد الكربون فيستخدم في الصناعة. وقد توصلت البحوث الى انتاج ليزر ثاني اوكسيد الكربون له طاقة خروج حوالي١٠٠ وات لاستخدامه في الاغراض الطبية, مع توفير الياف ضوئية تعمل عند الطول الموجي ١٠,٦ مايكرون[٢]

٢- ليزر المواد الصلبة:

تكون المادة الفعالة فيه مادة صلبة غير موصلة للكهرباء, مادة متبلوره أو زجاج مشوب بمادة أخرى لها القدرة على اصدار ضوء الليزر. وتنتج أجهزة ليزر المواد الصلبة ليزر بأطوال موجية تتراوح بين الاشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء. في حالة ليزر المواد الصلبة الزجاجية أو المتبلورة تكون المادة النشطة عبارة عن أيون موضوع في شكل صفوف على مادة أخرى تسمى العائل أو المضيف وتثار المادة بواسطة الضوء من مصدر خارجي[٣] ومن أفضل

---

(1)Bela A.Lengyel and others, 1971, LASERS, second edition new york, pp. 50-51

(2)Margaret A. and john T.,1997, "A Review of Art of Laser cleaning in Conservation" The National Center for Preservation Technology and Training. Louisiana, pp.7

(3) Hecht J,1992, The Laser Guidebook,2nd edition, New york pp.96-97.

المواد الصلبة بلورة الياقوت والعقيق الصناعي الاحمر. وكمثال لليزرات المواد الصلبة هو الليزر الياقوتي , المادة الفعالة فيه هي قضيب من الياقوت الصناعي ويتم الحصول عليه من بلورة أكسيد الالمنيوم وبعد ذلك تجرى عملية تطعيمه بشوراد الكروم, وهذه الشائبة هي التي تصدر الاشعة الليزرية[١].

مثال آخر لليزرات المواد الصلبة هو ليزر النيوديميوم ياج, ويقع في منطقة الاشعة تحت الحمراء القريبة من الطيف الكهرومغناطيسي وطوله الموجي ١٠٦٤ نانومتر. وينتج ليزر النيوديميوم ياج من تعريض بلورة صلبة من اليتريوم والالمنيوم والجارنت (مشوبة أو مغشاة بعنصر أرضي نادر يعرف بالنيوديميوم الى لمبة ضوء خاطف. ولما كانت اشعة الليزر المنتجة بهذه الطريقة غير مرئية فكان من الضروري وجود شعاع مرئي مواز لشعاع الليزر لإمكانية استخدامه في التطبيقات المختلفة وامكانية تصويبه نحو الهدف, ويستخدم لذلك ليزر الهليوم نيون[٢]

٣- ليزر المواد السائلة:

يتميز بسهولة تحضيره في المختبرات وتكون المواد المستخدمة فيه اقتصادية مقارنة بأجهزة الليزر الاخرى. يمكن تغيير السائل المستخدم بسهولة للحصول على أشعة ليزر ذات مواصفات جديدة دون تغيير جهاز الليزر. ويمكن لجهاز ليزر السوائل أن ينتج أشعة ليزر بألوان مختلفة وبموجات ضوئية ذات أطوال متباينة.

والسوائل المستخدمة تعتمد في تركيبها على مادة الصبغة العضوية الكيميائية التي توجد في الطبيعة على هيئة اجسام صلبة تختلف في التركيب الكيميائي[٣].

٤- ليزر الأشعة السينية X-Ray Laser:

وهو ليزر بالغ الخطورة والأثر, وأشعة X ذات تردد أعلى بكثير من الاشعة الضوئية ولها قدرة عالية جداً على اختراق الاجسام التي لا يخترقها الضوء العادي. وتكمن الصعوبة في تحويل المادة الى حالة البلازما للحصول على أشعةX الليزرية, وهذا يتطلب درجة حرارة عالية جداً لا يمكن الحصول عليها إلا من خلال تفاعل نووي.

٥- ليزر أشباه الموصلات:

اشباه الموصلات هي المواد التي تسمح بمرور التيار الكهربائي في اتجاه دون الآخر اذا عكس التيار المار فيها. ومن هذه المواد بلورة الجيرمانيوم أو السليكون, ولهذا النوع من البلورات

---

(١) الريس, مخلص عبد الحليم, الليزر وتطبيقاته, دار الفكر, دمشق,١٩٨٩, ص٤٩

(2) Kay A.Ball, 1987, Laser the preoperative, second edition, USA,pp.39.

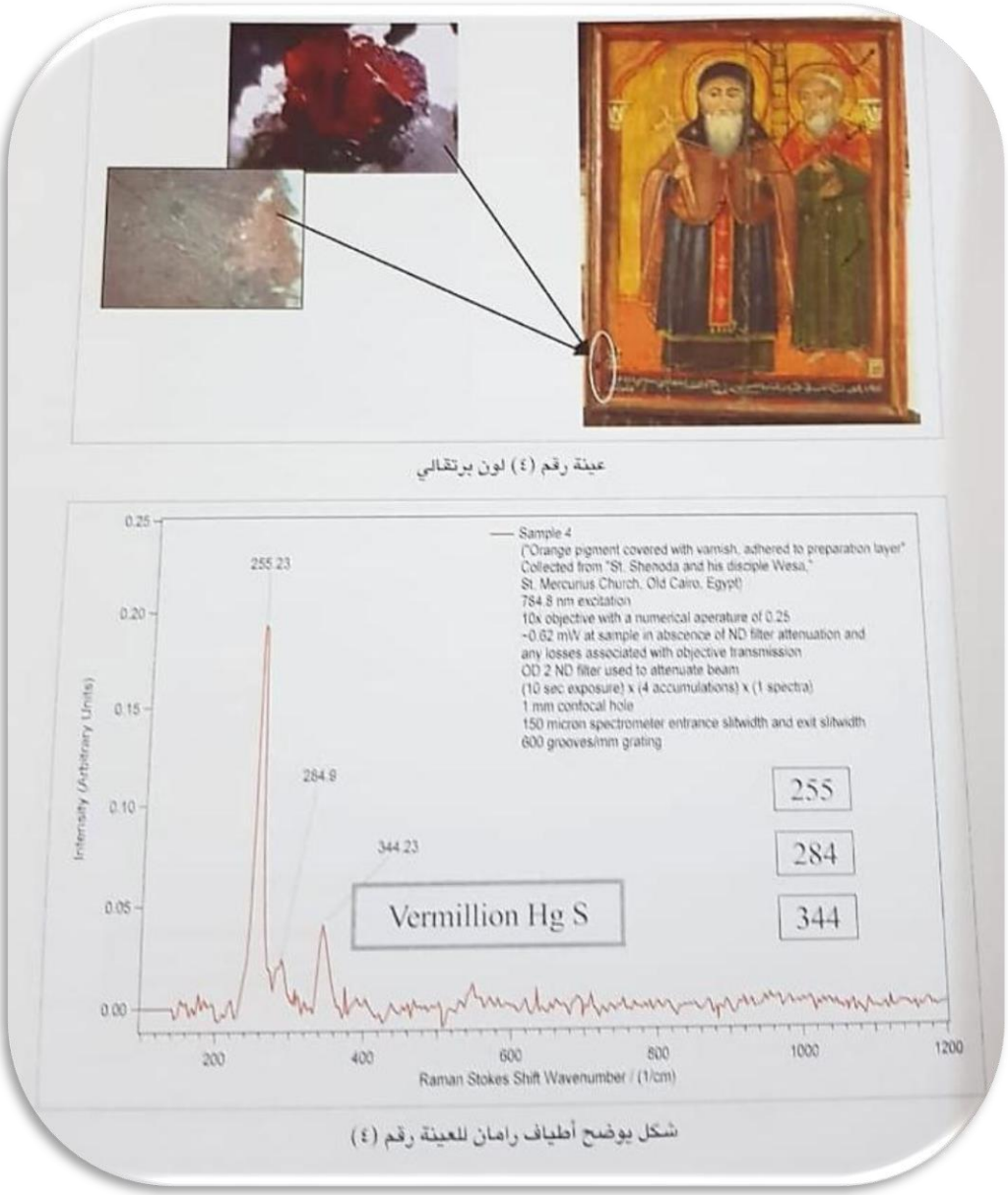
(3) Kay A.Ball, 1987, Laser the preoperative, second edition, USA, pp. 54.

نموذجان الاول غنياً بالإلكترونات وله شحنة سالبة ويدعى بالنوع(n), والنوع الاخر يكون شحيحاً بالإلكترونات وغنياً بأماكن فارغة من الالكترونات تعرف بالثقوب. وتتميز اشباه الموصلات بأنها تتحول كهربائياً الى ضوء بشكل مباشر, ويمكن حدوث ذلك عند عدد من الاطوال الموجية[١]

انواع التحليل الطيفي باستخدام الليزر:

١- أطياف رامان:

تعود هذه التسمية الى مكتشفها العالم الهندي Raman الذي قام بقياس التشتت الناتج عن ضوء أحادي اللون عندما يسقط على العينة. ينظر صورة رقم٢



صورة رقم٢

(١) الريس, مخلص عبد الرحيم, الليزر وتطبيقاته, دار الفكر, دمشق ١٩٨٩, ص٥٦-٥٧.

٢- الوميض:

تسمية الوميض تعود الاشعاع المرئي المنبعث من بعض المواد بسبب سقوط اشعاع ذو طول موجي قصير على المادة في الوميض المستحث بواسطة الليزر.

٣- الانتزاع بواسطة الليزر المصحوب بانبعاث طيفي من البلازما الناتجة:

ويعرف بالاختصار AL-ICP-OES. المصطلح ICP والذي يعتبر أساس تقنية التحليل, الحرف P يعود الى البلازما والتي هي عبارة عن غاز في حالة تأني أي يحتوي على أيونات موجبة والكترونات حرة.

٤- الطيف المستحث بواسطة الليزر:

هو تقنية تشبه AL-ICP-OES, إلا أنه في هذه التقنية يستخدم الليزر لانتزاع الجسيمات من المادة وايضاً للحصول على البلازما. وهذه الطريقة لها أهمة في التعرف على مكونات المواد الأثرية سواء العضوية أو غير العضوية دون أخذ عينة من مادة الأثر[١].

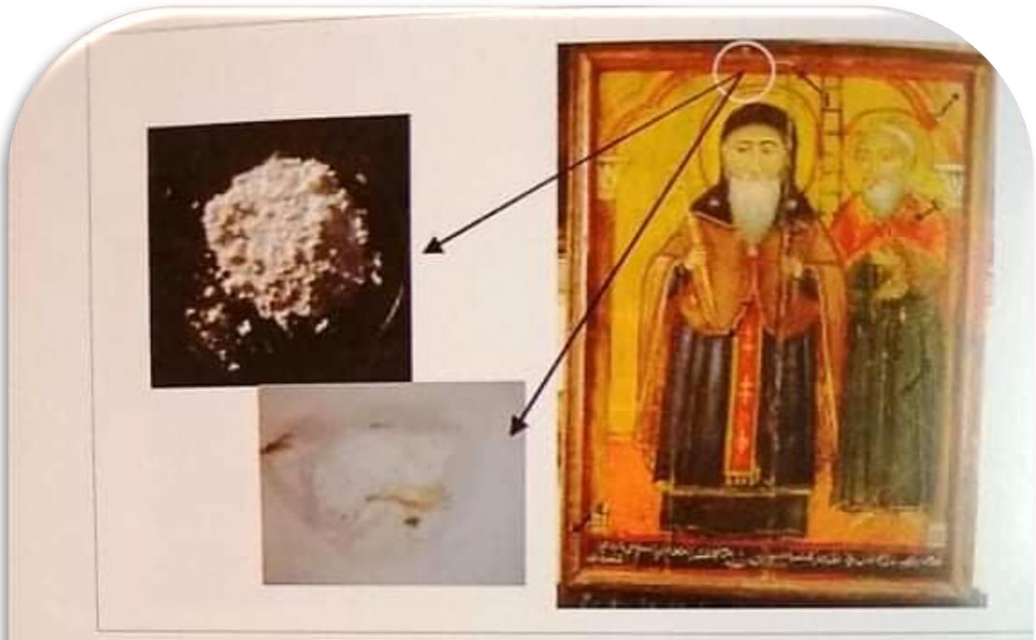
تقنية التحليل الطيفي المستحث بواسطة الليزر:

ويطلق عليهLIBS , ويعتبر تقنية متقدمة ومهمة في تحليل المواد الصلبة والسائلة والغازية والحصول على نتائج بسرعة كبيرة ودقة عالية بدون أن تسبب أي ضرر للعينة ويمكن ان تعمل على مسافة أكبر نسبياً من التقنيات الاخرى التي تتطلب احضار العينة الى المختبر لتحليلها, وتسمح هذه التقنية العمل خلف جدار واقي من الاشعاع بالاعتماد على المرايا والعدسات لتوجيه شعاع الليزر للمنطقة المراد فحصها. تعتمد تقنية LIBS على اربعة اجزاء اساسية وهي:

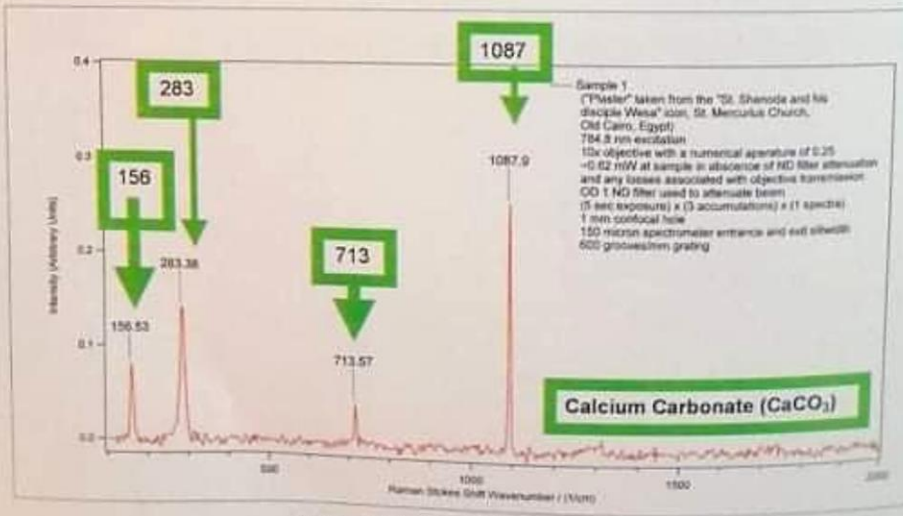
١- الجزء الرئيسي وهو الليزر, ويستخدم ليزر النيوديميوم ياج طوله الموجي ١٠٦٤نانومتر, يعمل الليزر بنظام النبضات كل نبضة تصل الى العينة يكون لها زمن من ٥- ٢٠ نانوثانية

٢- يمر شعاع الليزر عبر عدسة تقوم بتجميع طاقة الليزر على العينة. كلما كان تركيز أشعة الليزر اكبر كلما كانت الطاقة اللازمة لانتزاع الجسيمات من سطح العينة أقل. كل نبضه من نبضات الليزر تحمل طاقة في حدود ١٠ الى ١٠٠ ملي جول, وهذه الطاقة كافيه لانتزاع بعض جسيمات المادة. وهذه الجسيمات تكون متأينه وتكون ما يُعرف بسحابة البلازما. ينظر صورة رقم(٢- ب)

(1) Robin J.H. 1995, Raman Microscopy: Application to the Identification of pigments on Medieval Manuscriptsm Chemical society Reveiws, pp. 187



عينة رقم (١) مادة مالئة أضيفت أثناء أعمال الترميم السابقة



شكل يوضح أطياف رامان للعينة رقم (١)

صورة رقم(٢- ب)

٣- تتمدد سحابة البلازما المكونة من الغاز المتأين وخلال فترة زمنية في حدود ميكروثانيه تبدأ الذرات في الاسترخاء وتنتقل الى المدارات الارضية مطلقة فوتونات ضوئية تعرف باسم طيف الانبعاث. تسقط هذه الفوتونات الضوئية على عدسات تجمعها وتركزها على نظام من الالياف البصرية يقوم نظام الالياف البصرية بنقل الضوء الى المطياف.

٤- يحتوي المطياف على منشور يعمل على تشتيت الضوء حسب طوله الموجي وتقوم كاميرا خاصة بتسجيل الطيف لمزيد من الدراسة والتحليل.

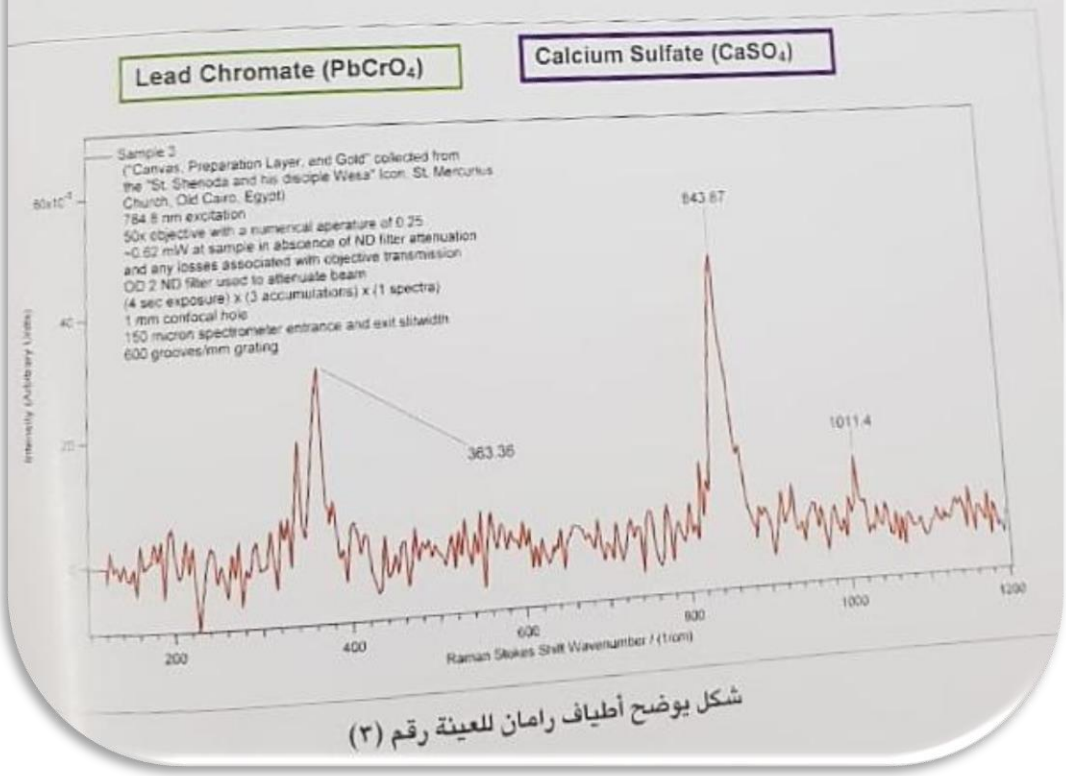
إن هذه التقنية تتميز بخصائص ومميزات تجعلها من أفضل تقنيات التحليل الطيفي, حيث ان العينة لا يلزم لها أي تجهيزات مسبقه, كما أن التقينه غير مكلفه واستخدامها سهل, ويمكن استخدامها لتحديد مكونات عناصر أي نوع من العينات, كما ان هذه التقنية لا تحدث أي ضرر على العينة تحت الفحص لان ما ينتزعه الليزر من سطح المادة غير مرئي[١].

استخدام اطياف رامان في فحص وتحليل مكونات أيقونة أثرية:

تعد دراسة وفحص مكونات الالوان في الرسوم الجدارية واللوحات الزيتية والأيقونات باستخدام أطياف رامان من اهم تقنيات الفحص والتحليل في القرن الحادي والعشرين. إذ أنها تمدنا بمعلومات دقيقة عن مكونات المواد الملونة وطبقات التحضير, والمواد التي أضيفت لسطح الأيقونة في عصور لاحقة اثناء أعمال الترميم, كما تمدنا ايضاً بمعلومات هامة عن نوعية الملوثات والبقع والتراكمات التي تكونت بمرور الزمن على سطح الأيقونات واللوحات الزيتية والرسومات الجدارية, وكل هذه المعلومات تساعد المرمم في وضع خطة الترميم واختيار أنسب المواد والاساليب. بنظر صورة رقم ٢- جـ

(1)Tracey D. Chaplin and Robin J.H, ‹‹Raman Microscopy Techniques for the Characterization of pigments›› , focus, Issue 3, September 2006, pp.87

عينة رقم (٣) مادة مالئة أضيفت حديثاً أثناء أعمال الترميم السابقة



شكل يوضح أطياف رامان للعينة رقم (٣)

صورة رقم ٢ – جـ

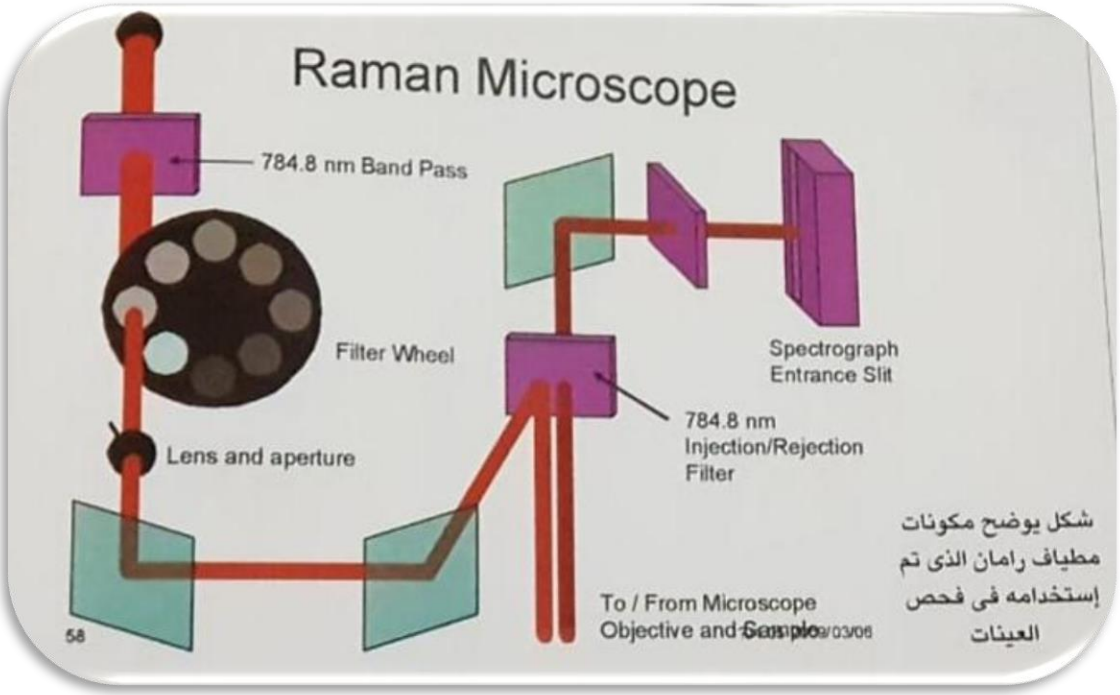
أيقونة الأنبا شنودة وتلميذهُ ويصا:

وهي تعد من الأيقونات الهامة في الكنيسة القبطية لندرة موضوعها وأهمية هذا القديس التاريخية والروحية والدينية لدى أقباط مصر. وهي محفوظة بكنيسة أبي سيفين الاثرية بمنطقة مصر القديمة ومنفذة بأسلوب التمبرا ويرجع تاريخها للقرن الثامن عشر الميلادي, وقد تعرضت الأيقونة لعمليات ترميم مختلفة باستخدام مواد وخامات لا تتناسب وطبيعة الأيقونة. وقبل وضع برنامج علمي لترميمها وصيانتها لزم اجراء بعض الدراسات والفحوص العلمية للتعرف على المواد الاصلية المستخدمة في صنع الأيقونة وبصفة خاصة طبقتي التصوير والتحضير, بالإضافة الى دراسة وفحص المواد التي استخدمت في الترميمات السابقة خاصة المواد المالئة والمقوية والألوان التي استخدمت في اعادة تلوين بعض الاجزاء. ينظر صورة رقم (٢– د)

صورة رقم (٢–د) أيقونة الأنبا شنودة وتلمذة ويصا وتوضح عليها أرقام ومواقع العينات التي تم فحصها بأطياف رامان

وقد تم تفضيل مطياف رامان على الانواع الاخرى من الفحوص للأسباب الاتية:

١- لا يتطلب التحليل بأطياف رامان الى عينات كبيرة, كما يمكن استخدام ذات العينات لأجراء فحوص اخرى عليها. كما يمكن اجراء التحليل باستخدام أجهزة رامان بالموقع دون الحاجة لأخذ أي عينات. ينظر صورة رقم ٣



صورة (٣) توضح استخدام أطياف رامان

٢- عند مستويات الطاقة المنخفضة تكون قياسات طيف رامان المتشتت غير متلفة للعينة.

٣- يعطي طيف رامان بصمة جزيئية فريدة ومميزة تحدد وبدون أدنى شك العناصر التي تعبر عنها هذه الاطياف.

٤- سهولة الحصول على أطياف رامان واستقبالها بعد انعكاسها من الاسطح المنتظمة وغير المنتظمة[١].

استخدامات الليزر في تنظيف وترميم الآثار

قال فتحي الأحمدي, أخصائي ترميم الآثار, إن الليزر له عدة استخدامات في مجال الآثار منها التصوير والتسجيل ثلاثي الأبعادd laser scaning3 ومنها التنظيف ويستخدم في تنظيف الآثار العضوية وغير العضوية(مثل الأحجار والصور الجدارية واللوحات الزيتية والأيقونات)

(1) Tracey D. Chaplin and Robin J.H. ‹‹Raman Microscopy Techniques for the Characterization of pigments›› , focus, Issue 3, September 2006, pp. 88-89

والنتائج مرضية لحد كبير وحل لأصعب المشكلات الموجودة في القطع الأثرية, كما أن التصوير والتسجيل بالليزر يساعد في عمليات الترميم التخيلي للأجراء الناقصة ويكون بدقة عالية. وأكد الاحمدي, أن هناك فرقا بين استخدام الليزر في تنظيف المواد العضوية وغير العضوية من حيث نوع وقوة شعاع الليزر المستخدم ومدة تعريض الأثر العضوي لضوء الليزر حيث ان حساسية المواد العضوية كبيره جدا وتتأثر بأي تدخل لذا يكون هناك حرص عال جدا أثناء العلاج يتمثل في قلة وقت التعريض وقلة قوة الشعاع المستخدم وبعد المسافة.

ومن جانبه قال وائل جمال, أخصائي الترميم, في الغالب تكون المنسوجات الأثرية محملة بالاتساخات والبقع والمواد الغريبة سواء كانت هذه المواد مستخرجة من الحفائر أو موجودة داخل المتاحف ويرجع ذلك الى طبيعة المنسوجات الفيزيائية إذ أنها سريعة التأثير وارتباطها بهذه الاتساخات إذ أن هذه الاتساخات تستقر في الفراغات الكائنة بين الشعيرات بعضها ببعض وكذلك في الفراغات البينية الموجودة بين الخيوط وبعضها مما يؤدي في النهاية إلى تراكم الأتربة الاتساخات على سطح المنسوجات وتتوقف كمية الاتساخات على طبيعة الألياف والتصميم النسجي للقطعة والتكنيك الصناعي المستخدم في صناعة القطعة.

وأكد جمال, أن إجراء عمليات التنظيف يعتبر أمراً ضروريا للأسباب الآتية:

١- أن الاتساخات الموجودة على سطح المنسوخ يعطي مظهرا غير مقبول.
٢- أن هذه الاتساخات تؤدي إلى طمس معالم القطعة.
٣- هذه الاتساخات تزيد من حامضية هذه المنسوجات.
٤- هذه الاتساخات تقلل من مرونة المنسوجات مما يؤدي الى هشاشتها.
٥- الاتساخات تشجع على نمو الحشرات والكائنات الحية الدقيقة.

ويتوقف نجاح اختيار الطريقة الملائمة لعملية التنظيف على الآتي:

١- التركيب الكيميائي المكون للقطعة المراد تنظيفها.
٢- الخواص الفيزيائية للألياف والخيوط المكونة للقطعة.
٣- الترميمات والمعالجات الباقية.
٤- نوعية الاتساخات والبقع الموجودة.
٥- أهم المنظفات الآمنة التي يمكن استخدامها بدون ضرر.
٦- نوعيه الألوان والاصباغ ومدى تأثرها بمحاليل التنظيف.
٧- مدى تحمل القطعة للتأثيرات والميكانيكية المختلفة.
٨- المدة التي يمكن أن تبقى فيها القطعة مغمورة في محاليل التنظيف.

التنظيف بالإنزيمات:

تستخدم الإنزيمات في إزالة البقع التي لا تجدى معها طرق التنظيف الأخرى وتستخدم في إزالة الزيوت والدهون والشحوم واللواصق والبلاستيكيات والربر والورنيشات وبقايا الدم

والبروتينات والبقع الفطرية والبكتيرية ويجب أن يكون استخدام الإنزيمات في التنظيف بل يجب أن تمنع من مجال المنسوجات الاثرية وذلك لما تسببها من اضرار لهذه المنسوجات وفي حالة استخدامها للضرورة لعملها يجب ان تكون في اضيق الحدود وتكون بتركيزات ضعيفة ويجب أن يُراعي جيداً الظروف القياسية لعملها إذا ان لكل إنزيم درجة PH خاصة به فإذا تغيرت هذه الظروف فأنها قد تؤدي إلى حدوث إتلاف للمنسوجات الأثرية[1] .

استخدم الليزر في مجال الآثار في العديد من الحالات نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر:

- **استخدام تحليل الليزر لدراسة الرسومات الفنية.**

لفهم كيف يستخدم تحليل الليزر بطريقة عملية, افترض أنه في متحف يمتلك لوحة فنية ثمينة تعود للقرن السابع عشر, وبمرور السنين جرت العديد من عمليات الصيانة والترميم على اللوحة مما أضاف طبقة جديدة قد تكون غير مرئية فوق الألوان الأصلية التي استخدمها الفنان, وباستخدام تقنية الطيف المستحث بواسطة الليزر laser- induced break down spectroscopy يمكن أن تتم عملية التنظيف بدون أن تمس الألوان الأصلية للوحة.

- **الليزر يستخدم في تحديد عمر الفخار والقطع الأثرية والحماية من التزوير.**

توصل العلماء إلى تحديد العناصر المكونة للمادة الأثرية بدون أخذ عينات وذلك عن طريق تسليط شعاع من الليزر مرة واحدة وفي جزء من الثانية ويمكن التعرف على العناصر المكونة للطبقات المختلفة للمادة الأثرية في حالة اللوحات الزيتية والصور الجدارية(الأيقونات– البورتريهات– الآثار المعدنية– الفخار والسيراميك).

استخدام الليزر في التصوير الجوي للمناطق الأثرية.

انتهى المجلس الأعلى للآثار من أعمال التسجيل الأثري لمنطقة آثار مدينة هابو بالبر الغربي بالأقصر في إطار مشروع التصوير الجوي والأرضي بالليزر والأقمار الصناعية للمناطق الأثرية, وأن هذه المشروع يهدف إلى استخدام اساليب وإمكانيات التطور العلمي الحديث والتقنيات المتطورة في التصوير الجوي بالطائرة والتصوير الثلاثي الابعاد لتوثيق وترميم المناطق

---

1. (1)B. S. Wherrett, "LASER: Advances and Applications", JOHN WILEY and SONS, Chichester, New York, 1979, First Edition.

الأثرية في مصر والمساعدة بشكل علمي وتقني في الكشف عن مواقع أثرية جديدة, ولاستنباط خرائط ونماذج ثلاثية الابعاد والاستفادة من الأبحاث والدراسات المهمة لأربع مناطق اثرية هي منطقة آثار الأقصر ووادي الملوك والملكات بالبر الغربي بالأقصر, وهضبة الأهرام بالجيزة ومنطقة اثار سقارة.

- **استخدام الليزر في فحص الآثار المكتشفة المصنوعة من السيراميك أو المعدن.**

يقوم الباحثون في مختبر" راثجين" باستخدام التحليل الطيفي لامتصاص الذرّة لتحديد التركيب الدقيق للمعدن, فبعض الخلطات تشكل ميزة عصور ومناطق مختلفة, ومن المهم تحديد أنواع وكميات المعادن الموجودة في القطعة الأثرية, غالباً ما تمكن هذه المعلومات الباحثين من تحديد إذا ما كانوا يتعاملون مع قطعة أثرية حقيقية أو مزيفة.

- **استخدام الليزر في عمليات تنظيف الآثار.**

اشعة الليزر عبارة عن موجات تحمل طاقة وتعتبر من أحدث طرق التنظيف التي تم استخدامها في المتاحف العالمية ويرجع السبب في ذلك لنقائها وتركيزها وتماسك جزيئتها مما يساعد على تفتيت الاتساخات العضوية وقد استخدمت هذه الطريقة على الاخشاب والزجاج والرخام, وأعطت نتيجة جيدة جدا لعدم تأثيرها على الآثار التي تم تنظيفها, وتستخدم إما في صورة احواض أو في صورة أداة تطلق الموجات فوق الصوتية Ultrasonic waves ولكن قبل استخدام هذه التقنيات الحديثة لابد من إجراء التجارب المعملية لها بصفة مبدئية على عينات تجريبية في المعمل واذا أعطت نتائج جيدة يتم تطبيقها على الأثر تفاديا لحدوث أضرارٍ غير مسترجعة للأثر وفي حالة وجود بعض الاتساخات التي يصعب إزالتها بالتنظيف الميكانيكي يلجأ المرمم إلى طرق أخرى.

- **استخدام الليزر في ترميم الاثار**

في بعض البلدان تم استخدام الليزر في عمليات ترميم الآثار كتقنية حديثة ومن امثلة هذه البلدان اسكوتلندا حيث قامت بتوجيه الليزر صوب المعالم الأثرية لتساعد على ترميمها, ويتم بفضلها إنتاج نماذج ثلاثية الأبعاد أفضل بملايين المرات من الصور الفوتوغرافية أو الأفلام.

استخدام الليزر في فحص المومياوات

وفي قسم الأشعة السينية في جامعة" هامبورج" يجري العمل على مشروع مشترك بين علماء الآثار والأطباء, وخبراء تقنية المعلومات, يتم تحضير التصوير بالأشعة لفحص المومياء, بواسطة نظام حاسوب متخصص, يتم تصوير المومياوات المصرية التي ماتت منذ آلاف السنوات لساعات, أي أنه يتم تعريضها لكمية كبيرة من الإشعاعات التي لا يستطيع للإنسان الحي تحملها, يأخذ الفريق مئات من الصور المفصلة للجسم المحنط, ليتم استخدامها لاحقاً

قاعدة للحصول على نظرة أقرب لما يوجد تحت الجلد, قام العلماء في المعهد بمعالجة البيانات في القسم الطبي لمستشفى الجامعة, بتطوير عملية تسمح لهم باستخدام صور" سي تي يو " لتطوير صور ثلاثية الأبعاد لما يوجد داخل المومياءات وهذا الأمر يوازي فك غلاف المومياء.

- **استخدام الليزر في دراسة الألوان والوسائط اللونية**

والجديد في مجال علوم الليزر استخدامه في ترميم وإصلاح الآثار, إذ يتعاون المعهد القومي لليزر مع المجلس الأعلى للآثار لعمل مشروع قومي لدراسة كيفية ترميم الآثار عن طريق علوم الليزر والنانو تكنولوجيا, والتي اكتشف حديثا أن قدماء المصريين استخدموا بشكل بدائي لتثبيت ألوان رسومات المعابد, وهو سر بقائها طوال هذه السنين, إذ توصل الفراعنة إلى ان استخدام بودرة ألوان من جزئيات متناهية الصغر يؤدي إلى ثبات أكبر للألوان واستخدام أدق وتحكم في الدرجات, وكذلك يستخدم الآن الليزر في تنظيف وترميم تمثال رمسيس بعد أن غطي بطبقة سوداء من الشوائب وعوادم السيارات طوال فترة بقائه بميدان رمسيس, ما سيوفر مئات من ساعات العمل بالطرق اليدوية, ويجري الآن البحث في مسألة غاية في الخطورة تهدف الى عمل بصمة ورمز سري بأشعة الليزر على كل قطعة آثار مصرية بهدف جدولتها وتسجيلها وضمان عدم تقليدها بالخارج, وهو تطبيق لليزر لن يضر بصحة الأثر وسيحد من عمليات سرقة الآثار وتزييفها وهو ما تتم دراسته حاليا.

- **استخدام الليزر في المسح التسجيل الفوتوجيومتري للآثار.**

في الماضي كان كل ما نكشفه من الآثار يسجل إما وصفا, فما تراه العين تكتبه اليد, وإما رسما ويتم بأكثر من طريقة, منها الأسلوب القديم وهو أسلوب عمل الطابعات عن طريق مادة سائلة كان يتم توزيعها على الجدار الذي يحمل نصا أو رسما, ثم تترك لتجف وبعدها تزال ويكون قد طبع عليها ما على الأثر وخطورتها تتجلى في أثرها السيئ على الألوان, أما الطريقة الأخرى للرسم, فهي عن طريق استعمال مادة خاصة من البلاستيك يتم فرشها على الأثر وشف النقش أو الرسم بأقلام ذات أحبار خاصة, وبعدها يتم تحبير هذا البلاستيك على ورق كلك وتعرض هذه الطريقة أيضا الأثر للخطورة نتيجة ملاصقة يد الرسام الأثري للأثر.

وهناك نوع ثالث يعرف بالتسجيل الفوتوجيومتري وهو وإن كان من أدق أساليب التسجيل, إلا أنه عملية صعبة جدا ومكلفة للغاية وتستغرق سنوات وسنوات في حالة الآثار الكبيرة مثل الأهرامات والتماثيل الضخمة مثل أبي الهول, ويعتمد هذا الاسلوب على تسجيل كل حجر سواء صغر أم كبر[١].

---

(١) عبد الباقي, محمود, استخدامات الليزر في تنظيف وترميم الآثار, فيتو ٢٠١٨

المطلب الرابع

تقنية النانو Nanotechnology

كلمة نانو هي كلمة مشتقة من الكلمة الاغريقية(Nanos) وتعني قزم ويقصد بها كل المواد المتناهية في الصغر(جزء من مليار)

علم النانو: هو علم يدرس الحجوم الصغيرة من الجزيئات ويهتم بدارسة وتوصيف وتطبيق مواد النانو. ويعتمد النانو على فصل الجزيئات عن بعضها للاستفادة بجميع صفاتها, وتتغير صفات وخصائص المواد بشكل كبير وهي في مقياس النانو عنها في الاحجام العادية حيث تتميز المواد النانوية بأنها أصغر وأخف وزناً ومواد أسرع وأفضل أداء, بمعنى أن المادة في مقياس النانو تختلف عن المادة في الحالة الطبيعية[١]

وظائف تكنولوجيا النانو:

١- تستخدم في مجالات تطبيقية مثل حماية وصيانة الآثار بمختلف أنواعها.

٢- استكشاف الاخطار البيئية ومعالجة الملوثات.

٣- تنقية المياه وتحليتها. ينظر صورة رقم (١) تقنية النانو

(١) أبو كرورة, أماني محمد, بعض التطبيقات العلمية الحديثة الواجب استخدامها في مجال ترميم وصيانة القطع الآثرية, مجلة العمارة والفنون, العدد العاشر, ص٥٧

صورة رقم (١) تقنية النانو

٤- في مجال انتاج الاجهزة والمواد المستخدمة في مجال الطاقة الجديدة والمتجددة

٥- في مجال الصيدلة والاجهزة الطبية.

٦- في مجال صناعة المحفزات الكيميائية المستخدمة في الصناعات الكيميائية وصناعة الاجهزة والمكونات الالكترونية.

٧- استخدمت حبيبات الذهب النانوية في تحديد سلاسل الحامض النووي للفايروسات التي تغزو جسم الانسان[١].

---

(١) يماني, زين بن حسن, النانوتكنولوجيا صيحة العصر وحلول المستقبل, اللقاء العلمي الثاني لكلية التربية, ص١٠

نبذة تاريخية عن تقنية النانو:

تاريخياً, النانو او استخدام الجسيمات والتركيب النانوية في الصناعة ليس جديداً, فقد استخدم منذ القدم في صناعات معينة أعطتها صفات خاصة بقيت حتى وقت قريب سراً من الاسرار, حيث تم كشف النقاب عنها بواسطة اجهزة فحص النانو حديثاً, ومن أمثلة الصناعات القديمة التي دخل النانو فيها من دون أن يعلم أصحابها أنهم يستخدمون تقنية من تقنيات النانو, فاقدم الامثلة هي كأس الملك الروماني(لايكورجوس) الذي يعود الى القرن الرابع الميلادي الموجود الان في المتحف البريطاني بلندن, والذي يتغير لونه تبعاً لزاوية سقوط الضوء عليه, وقد اكتشف أن هذا الكأس يحتوي على جسيمات الذهب النانوية, فقد كان الاغريق يخلطون جسيمات الذهب النانوية مع الزجاج لصناعة أواني يتغير لونها طبقاً لزاوية سقوط الاشعة عليها ايضاً. وفي العصور الوسطى استخدم صانعوا الزجاج والحرفيون في أوروبا حيبيبات الذهب النانوية الغروية في التلوين وفي صناعة الاوعية النفيسة, وكانت نوافذ الكنائس تتميز بتغير الوانها بسبب هذه الجسيمات النانوية, كما أن تقنية التصوير الفوتوغرافي التي كانت معروفة بالقرنين الثامن والتاسع عشر الميلادي قد اعتمدت على انتاج افلام تصوير واغشية مصنوعة من جسيمات فضية نانوية حساسة للضوء[١] ينظر صورة رقم (١-أ)

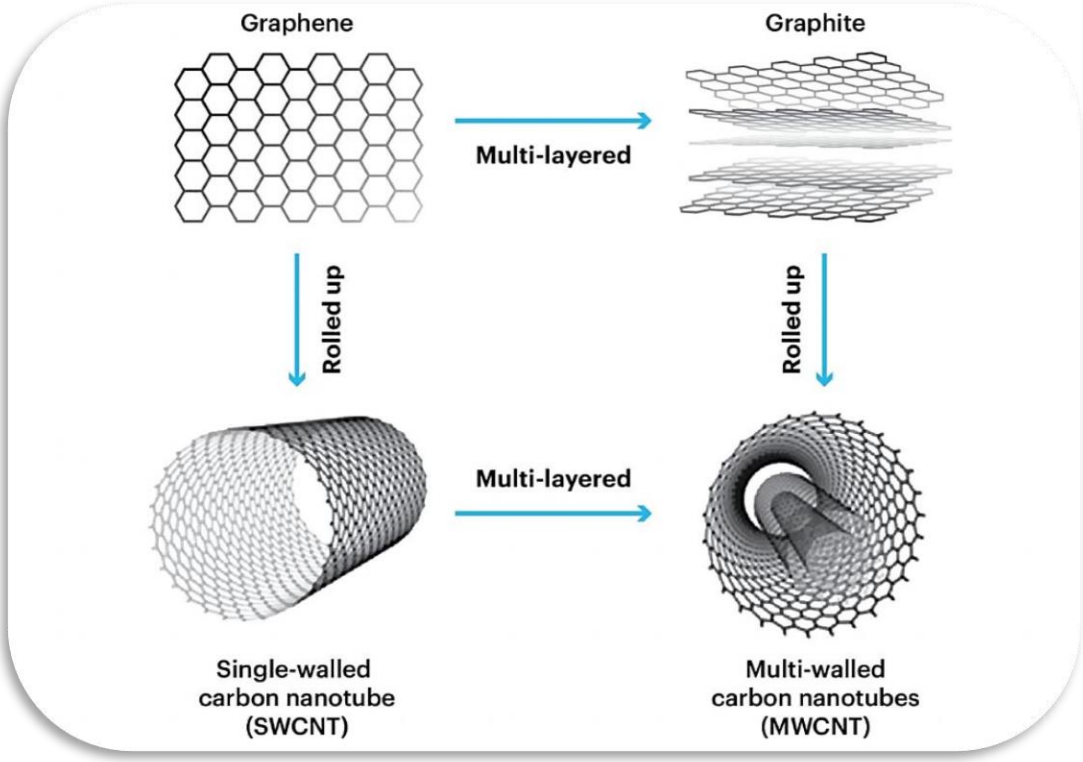
(١) عبدالله, رافد أحمد, مدخل الى عالم النانو, اصدارات إي كتب لندن ٢٠١٤, ص٨-٩.

صور رقم (١-أ)

رواد النانو:

في عام ١٩٥٩ أعطى العالم ريتشارد فينمان تصوراً خلافاً عن إمكانية تغيير خواص أي مادة عن طريق إعادة ترتيب ذراتها والتي كانت الشرارة الاولى لتفجير ثورة تقنية النانو.

وفي عام ١٩٧٤ أطلق العالم الياباني نوريوتانيجوتشي عليها لقب تقنية النانو Nanotechnology لتكون تكنولوجيا التصنيع الاولى للقرن الواحد والعشرين ومعياراً لتقدم الأمم. ينظر صورة رقم (١- ب)



ينظر صورة رقم (١- ب) انبوب النانو

وفي عام ١٩٨١ اخترع العالمان جيردبينيج وهيتريك روهرير الميكروسكوب النفقي الماسح Scanning Tunneling Microscopeوهو جهاز يقوم بتصوير الاجسام بحجم النانو.

وفي عام ١٩٨٦ نشر العالم اريك دريكسلر أول بحث في موضوع يتعلق بتطبيقات النانو.

وفي عام ١٩٩١ تمكن البروفيسور سوميو ليجما من اكتشاف أنابيب الكربون النانوية والتي أسهمت بشكل فعال في تطور تقنية النانو.

وفي عام ١٩٩٨ تم اكتشاف ترازستور أنابيب الكربون النانوية من قبل مجموعة من الباحثين في جامعة ديلفت.[١]

وفي عام ٢٠٠٠ تمكن العالم الفلسطيني منير نايفه من تصنيع عائلة من حيبيبات السليكون أصغرها ذات قطر ١ نانومتر, وهو العالم الذي رسم صورة لقلب بجانبه بحرف " p" باستخدام الذرات المفردة في الاشارة الى حبة لفلسطين[٢].

---

(١) عبدالله, رافد أحمد, مدخل الى عالم النانو, اصدارات إي – كتب لندن ٢٠١٤, ص٨-٩

(٢) حجازي, احمد, تكنولوجيا النانو الثورة التكنولوجية الجديدة, دار كنوز المعرفة للنشر والتوزيع, الدردن

استخدام تقنية النانو عبر التاريخ

السيف الدمشقي ظل سراً على مر العصور, فلم يُبح صناعهُ بالسر, وما استطاعت الحضارات أن تكشف سرهُ المكنون, لذلك سُمي ((سيف الآله)). ولكن بعد مرور الاف السنين ومع تطور الكيمياء تم تحديد تركيبته الكيميائية. وقد استخدم في الفترة (٩٠٠-١٧٥٠م).

تقول الاسطورة السورية أن الإله(حُدُد) كان يرسل الى الدمشقيين برقاً يضرب قاسيون, فيترك في ترابه آثاراً هي عبارة عن نترات حديدية كان يخرج السيوفيون(صناع السيوف) ليستخرجوها من ترابه وليبدؤوا أولى خطوات صناعة هذا السيف الخالد, حيث أن نترات الحديد التي يترك البرق في تراب الجبل كانت تشكل العنصر في صناعة السيف هذا, فتجُبل بمزيج لا يعرفه إلا شيخ الكار, فتخُرج العجينة التي يُشكل منها السيف وتوضع في الأتون حتى تنال منها النار فتصبح مطواعة بيدي الصانع, وبعدها يدق ذلك الحديد مرات عديدة حتى يرقّ ويتخذ الشكل المطلوب, ومن ثم يُجلخ حتى يصبح قادراً على شق الهواء, بحسب ما تقول الاسطورة, ومن ثم يُلَمع وُتنقش عليه كلمات مناجاة للإله(حُدُد), كالصلات التي تقول: ((حُدُد, لم يخسر حربهُ كُلَ من حمل سيفك)), واخرى تقول:((إله الحرب أعِنّا ليفتك سيفُك بالأعداء)), وبعد دخول الاسلام الى دمشق صارت الآيات القرآنية هي التي تُنقش على السيف قد حيّرٍ سر صناعة هذا السيف كل صانعي السيوف في أوروبا حيث حاولوا جاهدين على مر العصور اكتشاف كيف يصنع والمواد الداخلة في صناعته, إلا أن تلك المحاولات باءت بالفشل, وظل السر مقتصراً على صناع دمشق, واثناء الحملة الصليبية على بلاد الشام اعتكفت مجموعة مؤلفة من أمهر صُناع السيف الدمشقي لعدة أسابيع ليخرجوا بمجموعة تضم الاف السيوف الدمشقية ليستخدمها أهل المدينة في دفاعهم عن دمشق ضد الحملة الصليبية على المشرق, وكان لتلك السيوف أثر السحر, حيث أنها جعلت الصليبين يرتعدون خوفاً من هذا السلاح الصغير الحجم ذي المفعول القاتل, واكثر ما حيرهم أنه ليس كباقي السيوف التي كانت ترتطم بالدروع الغليظة فتنكسر إن لم تنجح بشقها, وانما كان يلتوي كجسد الافعى ويعود الى حالته السابقة دون أن ينكسر ويشق دروعهم ثم صدورهم أو رؤوسهم, وقام الصليبيون بعدها بإرسال مئات من الجواسيس بهيئة مستشرقين راغبين في تعلم المهنة لعلهم يصلون الى مبتغاهم في معرفة سر السيف, إلا أن جميع تلك المحاولات باءت بالفشل أيضاً.

ازدهرت صناعة السيوف الدمشقية ابتداء من القرن العاشر الميلادي, وكانت تصنع وفق أسلوب خاص أُطلق عليه((الدمشقة)). ودخل هذا المصطلح الى لغات عدة منها الفرنسية ((Damasquinage)) والانكليزية ((Damascening)), ومن أبرز نماذج هذه السيوف والتي سميت بأسماء الخلفاء الامويون والعباسيون مثل سيف معاوية وعمر بن عبد العزيز وسعد بن

عبادة وهارون الرشيد ولا يزال بعضها محفوظاً في متحف قصر ((طوب كابي سراي)) في اسطنبول.

ويتألف السيف الدمشقي من المقبض الذي يصنع من مواد خام اختيرت بدقة لضمان امتصاص العرق وثبات يد المقاتل, مثل قرن الجاموس أو وحيد القرن أو من العاج أو الاخشاب القاسية, كما يُغلف أحيانا بجلد طبيعي, وتأتي تحت المقبض واقية يد أو ما يسمى ((البلجق)) لحماية المقاتل من الضربات الساقطة على يده, ثم النصل الدمشقي الخاص الذي تميزه زخارف تكون في معظمها نباتيه مصاغة من الذهب أو الفضة. كما كانت تنقش عليه بعض الكتابات كالآيات القرآنية((اذا جاء نصر الله والفتح)) أو الأبيات الشعرية, وكذلك العبارة الشهيرة((لا فتى إلا علي ولا سيف إلا ذو الفقار)) وأخيراً الغمد والذي يُغطى بنقوش من صفائح معدنية فضية أو ذهبية.

الطراز الدمشقي:

يُعد السيف الدمشقي من أجود وأثمن السيوف, إذ يميزهُ حدهُ القاطع وظهره السميك العريض, مع وجود حدين في الثلث الاخير منه ونصله المصنوع من الفولاذ الدمشقي المتين ذو الصلابة والمرونة, وتزين سطحه نقوش دمشقية, ويساعد تصميمه المنحني على تفريغ الضربات بعيداً عن يد المقاتل. وأهم ما يميز السيف الدمشقي المعدن الخاص المصنوع منه والذي يتألف من اتحاد معدنين أساسيين, معدن أسود يحوي نسبة عالية من الكاربون ومعدن أبيض بنسبة منخفضة من الكاربون حيث يحافظ كل منهما على خواصه, وقد ساعد هذا التصميم السيف على الانحناء بمرونة وبدرجات.

التركيبة النانوية القديمة:

عند اجراء الباحثين لدراسات تحليليه على السيوف الدمشقية لمعرفة تركيبها الكيميائي وبنيتها الميكروية باستخدام تقنيات حديثة, وجدوا فيها تركيبه نانوية تسمى حديثاً بـ((الانابيب النانوية الكاربونية))، وقد تحدثت مجلة((Nature)) البريطانية في عددها ٧١١٧ الصارد في ١٥ نوفمبر (تشرين الثاني) ٢٠٠٦ عن أن النصال الفولاذية الدمشقية التي واجهها الصليبيون للمرة الاولى أثناء قتالهم المسلمين, كانت ذات سمات خاصة لم توجد قبلاً في الفولاذ الاوربي, وتحديداً نمط الخطوط المتوج المميز((Wavy banding pattern)) الذي يُعرف باسم ((damask)) ذو الخصائص الميكانيكية والحافة الحادة بشكل استثنائي. ويقول التقرير((وُجد باستخدام المجهر الالكتروني ذو النقل عالي الدقة, أثناء فحص عينة من الفولاذ الدمشقي(sabre) الذي يعود للقرن الـ١٧ أنها تحوي أنابيب نانوية كربونية, اضافة الى أسلاك

نانوية من كربيد الحديد الصلب Cementite)) على عكس سابقية من البرونز والنحاس.[1]
ينظر صورة رقم (١-جـ)

ينظر صورة رقم ١-جـ

(١) دبدوب, فيصل, رسالة الكندي في عمل السيوف, مطبعة العاني, ٢٠١٦, ص١-٥

المطلب الخامس

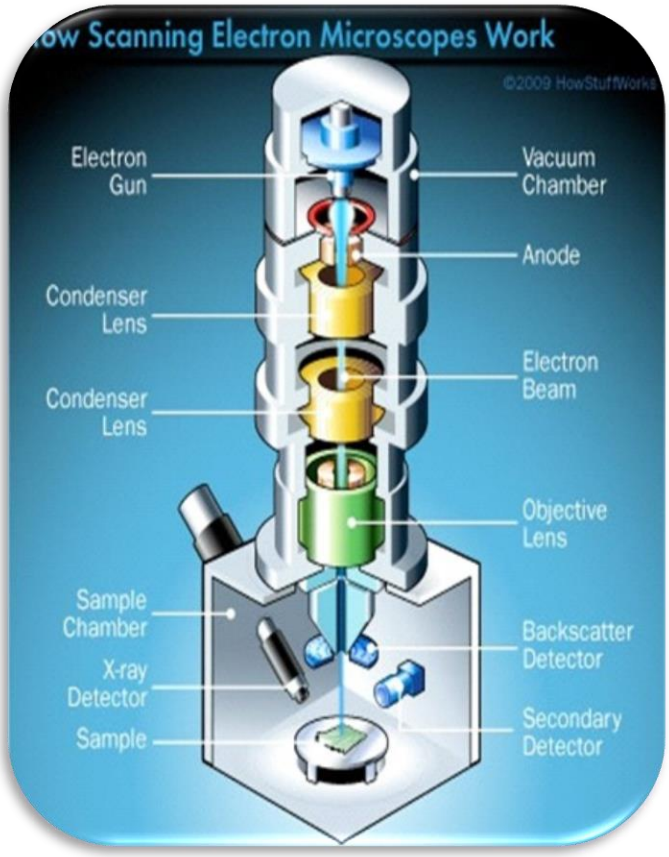
الفحص الميكروسكوبي Microscopic Investigation

١-الميكروسكوب الالكتروني الماسح: SEM Scanning Electron Microscope يعتبر من أهم التقنيات الحديثة الهامة التي لا غنى في مجال الترميم بصفه خاصة ومجال الاثار بصفه عامة وهو يعطينا صورة عميقة للشكل المورفولوجي للعينة الاثرية, ويعتبر من الطرق غير المتلفة لأنه لا يحتاج إلا كمية ضئيلة من العينة لفحصها.

الاساس العلمي: يعتمد على استخدام الالكترونات بدلاً من الضوء حيث أنه عند سقوط الالكترونات المنبعثة في صورة أشعة الكترونية تحت جهد كهربائي عالي على أي مادة متبلورة وذلك بزاوية معنية فأنه يحدث حيود لهذه الاشعة أي تحيد عن مسارها, ثم تطور الامر بعد ذلك واصبح هناك (الميكروسكوب الالكتروني الماسح) والذي يقوم بعمل مسح على الجسم المراد فحصه بالإلكترونات معطياً نبضات كهربية أو أشعة تتجمع لتكون الصورة التي تنتقل الى آلة التصوير المكبرة ومنها الى شاشة تلفزيونية وهذه الصورة يمكن فحصها ودراستها جيداً وطبعها على فيلم فوتوغرافي. والميكروسكوب الالكتروني الماسح يقوم بتكبير السطح بدرجة كبيرة تصل الى ٣٠٠٠٠٠ مرة حتى مع الاسطح غير المنتظمة ويحدث التكبير تدريجيا حتى يصل الى المرحلة المطلوبة وذلك على حسب نوعيات التلف والبلورات, كما أن الميكروسكوب ذو نظام مفرغ من الغازات والأبخرة.

مكونات الميكروسكوب الالكتروني الماسح: يتكون من مصدر للإلكترونات(فتيلة تنجستن) ومجموعة من العدسات (عدسة مجمعة- عدسة شيئية- عدسة متوسطة- عدسة عرض الصورة) ويوجد في النهاية مستقبل للصورة النهائية, والعدسات هنا عبارة عن عدسات مغناطيسية تغذى بالتيار الكهربائي من الخارج.

طريقة الاستخدام: تبلغ قوة التكبير للميكروسكوب الالكتروني الماسح ٣٠٠٠٠٠ مرة, وقد كانت طريقة الاختبار في البداية تعتمد على تغطية العينة بغطاء من الذهب المثار وذلك لإحداث توصيل كهربائي للعينة, أما في الاجهزة الحديثة فلم يعد يستخدم الغطاء الذهبي وبالتالي يتم اختبار العينة دون فقدها وحجم العينة التي يتم اختبارها لا يزيد عن ١٠ مايكرون.



ينظر صورة رقم (٤)

استخدامات الميكروسكوب الالكتروني الماسح في مجال الآثار:

١- فحص جميع المواد الاثرية العضوية وغير العضوية.

٢- يمكن من خلاله التعرف على نوعيات التلف مثل هيفات الفطر. والاصابة الميكروبيولوجية وكذلك البلورات الملحية.

٣- امكانية استخدامه في التحليل اذا كان مزوداً بوحدة EDAX.

٤- التعرف على تفكك المواد الرابطة في الصخور الرسوبية.

٥- تقييم مادة نجاح المواد المقوية وثباتها عن طريق عمل تقادم صناعي. وملاحظة اذا كان هناك انكماش او اثبات أو تلف للمواد المقوية.

٦- ملاحظة الشروخ والاملاح ومظاهر التلف المختلفة.

٧- بالنسبة للمعادن يستخدم لفحص نواتج الصدأ والسبائك.

٨- دراسة البهتان للأصباغ وتفكك المواد الملونة من سطح الالياف ودراسة التلف البيولوجي.

٩- التعرف على مدى تدهور الالياف السليلوزية في الاخشاب.

١٠- دراسة الملوثات الجوية سواء في التربة او على سطح الآثار.

١١- استخدامه لفحص مواد التقوية والتنظيف اثناء وبعد الترميم وذلك من خلال عمل تقادم صناعي للمواد المقوية.

١٢-التعرف على سلامة ومدى مناسبة المواد المقوية اثناء وبعد التطبيق.

١٣-فعالية مواد التنظيف من عدمها بالتقاط صور لعينة الاثر تحت الماسح قبل واثناء وبعد التنظيف.

١٤-التعرف على الفرق بين الترميمات القديمة والأثر نفسه.

١٥-التعرف على أماكن وجود أي يقع على السطح ومدى انتشارها ودرجة ارتباطها مع السطح

١٦-تكبير سطح العينة ويعطي صورة مجسمة بالأبعاد الثلاثية.

١٧-يعطي صورة كاملة لمكونات الأثر سواء عضوي أو غير عضوي.[١]

الميكروسكوب الالكتروني النافذTME:

Transmission Electron Microscopy

مع تطور أجهزة التكبير اصبح بالإمكان رؤية المواد على المستوى الذري مما (ينظر صورة رقم ٥):

صورة رقم (٥) المختبر

(١) سكيك, حازم فلاح, الميكروسكوب الالكتروني, جامعة الأزهر, غزة, ٢٠١٣م

فتح المجال لتكنولوجيا النانو لتتطور وتنتشر. بالنسبة للتقنية التي يعمل بها الميكروسكوب الالكتروني النافذ حيث ينفذ شعاع من الالكترونات من عينة رقيقة جداً ويتفاعل معها, وتتكون الصورة من تفاعل الالكترونات النافذة من العينة حيث يمكن ان تكبر الصورة وتركز على شاشة فلوريسنت أو على طبقة من فيلم, ويستطيع المكروسكوب الالكتروني النافذ أن يكون صور بدقة CCD فوتوغرافي, أو أن ترصد بواسطة كاميرا فيديو تحليلية عالية[١] جداً اكبر بكثير من تلك التي يمكن أن نحصل عليها من الميكروسكوب الضوئي التقليدي والسبب في ذلك يعود الى الطول الموجي القصير المصاحب للإلكترونات, وهذا يجعلنا نستخدم هذه الأداة لرؤية تفاصيل دقيقة تصل في دقتها الى رؤية صف من الذرات, وهذه الدقة جعلت هذا الجهاز أداة تحليلية هامة تستخدم في العديد من تطبيقات فحص الاثار, وكذلك يمكن استخدام أنماط تشغيل مختلفة في جهاز الميكروسكوب الالكتروني للتعرف على التراكيب الكيميائية للعينة والتركيب البلوري والالكتروني النافذ ايضاً.

الميكروسكوب المستقطب Polarizing Microscope

ويعرف بالميكروسكوب البتروجرافي , ويستخدم في دراسة الصفات البصرية للمواد المتبلورة ويساعد على التعرف على التغير الشديد في حجم الحبيبات, وهو يختلف عن الميكروسكوب العادي في احتوائه على جزئيين اضافيين يُعرفان باسم المستقطبين أو منشوري نيكول. ينظر صورة رقم (٦)

(١) رؤوف, وصفي– المصدر السابق, ص٦٥

ر صورة رقم (٦) الميكروسكوب المستقطب

المكونات الاساسية للميكروسكوب المستقطب: يتكون من أربع مكونات اساسية:

أ- المستوى الاول ويشتمل على مصدر للضوء والمستقطب وهما ثابتين.

ب- المستوى الثاني ويشمل العدسة المجمعة والمسرح الدوار.

ت- المستوى الثالث ويشمل فتحة الشرائح المساعدة والمحلل وعدسة برتراند.

ث- المستوى الرابع ويشمل العدسة العينية وبها شعرتان متعامدتان.

تطبيقات الميكروسكوب المستقطب في مجال الآثار:

١- التعرف على المعادن من خلال صفاتها البصرية[١].

٢- تحديد نوع مواد البناء الأثرية عن طريق دراسة المكونات المعدنية لها سواء الاساسية او الثانوية والمواد الرابطة لحبيبات المعادن.

٣- التعرف على التاريخ التشوهي الذي مربه الصخر.

٤- دراسة تأثير عمليات التجوية على المعادن.

٥- التعرف على طبيعة التفاعلات الكيميائية البينية للمعادن.

٦- ويمكن من خلال الفحص البتروجرافي التعرف على ما تعرضت له مواد البناء الاثرية من عمليات تلف أدت الى تغيرات فيزيائية وكيميائية وميكانيكية في خواص العينة الأثرية, كذلك يمكن التعرف على الاملاح الموجودة بالعينة.

الميكروسكوب الميتالوجرافي (ميكروسكوب الفلزات):

استخدامات ميكروسكوب الفلزات في مجال الآثار

١- التعرف على التركيب الفلزي للآثار المعدنية التي تتكون من فلزات.

٢- التعرف على طرق الصناعة والتشكيل حيث يظهر الشكل التشجيري عند استخدام طريقة الصب بينما تظهر بلورات التواميه عند استخدام طريقة الطرق على البارد. ينظر صورة رقم٧

(١) جاجاتي, سمير شيشرو, مقدمة في الفحص المجهري, المعهد الوطني للتكنولوجيا, أجارتالا ,٢٠١٧ ص١٠.

صورة رقم (٧) ميكروسكوب الفلزات

٣- التعرف على المعالجات التي تمت أثناء عملية التصنيع[١].

٤- يساعد في معرفة بعض مركبات الصدأ.

٥- معرفة نوع التأكل (صدأ حبيبي- صدأ في الحواف).

الميكروسكوب الضوئي والاستريوميكروسكوب:

يستخدم الاستريوميكروسكوب في الفحص الدقيق لمظاهر التلف مع إمكانية أخذ العديد من الصور للعينات التي يتم فحصها وحفظها على الكمبيوتر كأحد الوثائق التسجيلية المهمة لحالة الاثر.

أما الميكروسكوب الضوئي فيساعد على التعرف والتمييز بين الانواع المختلفة للأثر وكذلك التعرف على مظاهر التلف التي تغطي الاسطح الملونة والمذهبة تحت الميكروسكوب الضوئي الذي يتكون من العدسات[٢].

---

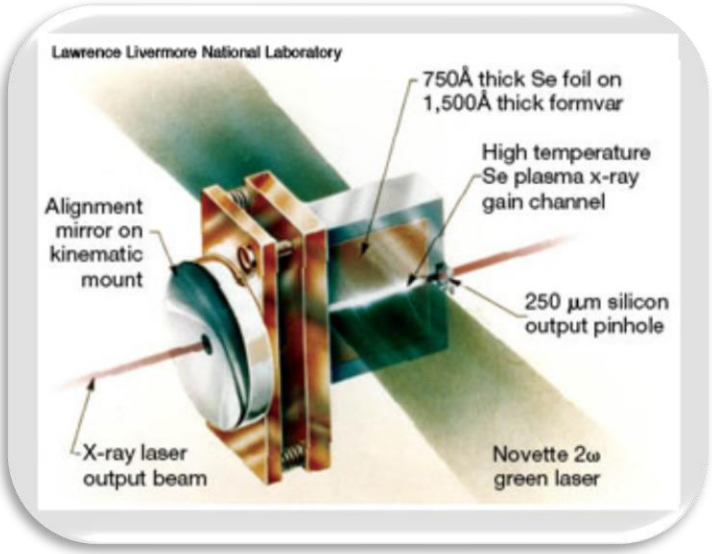
(١) عبد الباقي, محمود, الفحص الميكروسكوبي, فيتو, ٢٠١٨, ص٢-٣

(٢) سكيك, حازم فلاح, الميكروسكوب الالكتروني, جامعة الازهر, غزة, ٢٠١٣, ص٦-١٠

المطلب السادس

التصوير بالأشعة السينية X-Ray Radiography

الأساس العلمي: الاشعة السينية عبارة عن أشعة كهرومغناطيسية ذات أطوال موجية قصيرة جداً ولها نفس طبيعة الضوء, ويعتمد الاساس العلمي للتصوير بالأشعة السينية على قدرة الاشعة السينية على اختراق الاجسام والمواد المختلفة وإظهار ما يقع تحت الطبقة السطحية من طبقات تختلف في طبيعتها عن الطبقة السطحية وإظهار ما بها من عيوب مختلفة, ويتم التسجيل على افلام حساسة يتم من خلالها الحصول على صور بالحجم الطبيعي للجسم الذي يتم تصويره, وتعتمد قوة اختراق الاشعة السينية للأجسام على طاقة هذه الاشعة فكلما كانت طاقة الاشعة السينية كبيرة كانت قدرتها اكبر على الاختراق. ينظر صورة رقم (٨-أ)



ينظر صورة رقم (٨-أ) جهاز قياس موجات الاشعة السينية

وتتوقف عملية التصوير على عدة عوامل رئيسية هي:

١- سمك وكثافة الاثر.

٢- المسافة بين مصدر الاشعة والجسم المراد تصويره.

٣- زمن التعريض للأشعة.

٤- الوقت اللازم للتحميض.

٥- طاقة الاشعة السينية المستخدمة.

٦- نوع الفيلم.

٧- خبرة ومدة تحكم الاخصائي القائم بعملية التصوير والتحميض.

وتلك الاشعة قادرة على النفاذ واختراق الاجسام الصلبة للمواد المختلفة وإظهار ما تحت الطبقة السطحية ثم تسجيله على أفلام حساسة, فمثلاً الجزء الضعيف المحتوي على شروخ يظهر بلون أسود على الورق الحساس أما الاماكن ذات الحالة الجيدة فيمكن رؤيتها بلون فاتح على هذا الفيلم.

كيفية توليد الاشعة السينية:

تتكون الذرة من نواة موجبة الشحنة تحتوي على (بروتونات موجبة ونيترونات متعادلة الشحنة), يدور حولها الكترونات سالبة الشحنة في سبع مدارات للطاقة, وعند اصطدام الذرة بأي شحنات أو طاقة خارجية تحدث عملية اثارة ويخرج من المدار k لأعلى ويترك فجوة بهذا المدار ويتم تعويض الخلل بسقوط الكترون من المدار L الذي طاقته أعلى فينطلق فرق الطاقة اثناء هبوطها من المدار L الى المدار k بهيئة أشعة سينية.[١] ينظر صورة رقم (٨-ب)

صورة رقم (٨- ب) فرن تجفيف بالأشعة تحت الحمراء

(1) MORTON, E.R, RADIOLOGY (X-Ray), ST. LOUIS, C.V. MOSBY COMPANY, 1918, P. 5-7

جهاز توليد الاشعة السينية: يتكون الهدف المعدني في جهاز توليد الاشعة السينية من مواد عديدة مثل(التنجستن– الكوبالت– النحاس). ٩٩٪ من الطاقة المتولدة تتحول الى طاقة حرارية و١٪ فقط يتحول الى أشعة سينية. القطب الموجب هو الهدف المعدني ويكون موصل بجهد كهربائي قيمته صفر أما القطب السالب فالجهد الكهربائي له عالي جداً مما يحدث فرق جهد كبير وينتج عن ذلك انطلاق الالكترونات مسرعة من القطب السالب الى القطب الموجب لتصطدم بالهدف المعدني فتنتج الاشعة السينية. ينظر صورة رقم(٩)

ينظر صورة رقم (٩)

تطبيقات التصوير بالأشعة السينية في مجال الاثار:

١– التعرف على أماكن وجود الشروخ والتشققات والفجوات في الأثر.

٢– تستخدم هذه الاشعة في فحص الاثار وتصويرها, ففي حالة المومياوات مثلاً عند تصويرها بهذه الطريقة يمكن الحصول على صورة للمومياوات ويتضح بها الشروخ ومناطق الضعف والقوة وشكل العظام والجمجمة وغيرها, وكل هذه المعلومات تعتبر على درجة عالية من الفائدة للمرمم سواء عند تناول الأثر وعلاجه كيميائياً.

٣- كما تستخدم هذه الطريقة في وسائل الكشف عن الاثار وكذلك الكشف عما بداخل المومياوات من تمائم.

٤- تحديد مناطق اللحام ومعرفة أماكن الصدأ وسمكها والتعرف على وجود زخارف اسفل طبقات نواتج التلف في المعادن.

٥- الكشف عن وجود رسومات أقدم تحت الرسومات المنفذة وكشف. التعديلات أو التغييرات التي يقوم بها الفنان اثناء الرسم كذلك رؤية توقيع الفنان.

٦- تحديد أماكن الترميمات السابقة.

٧- التعرف على الحدود الخارجية للأثر المستخرج مع جزء من التربة مغطى بالكامل لإمكانية التعرف على حدوده وكذلك ما بداخله ومعرفة ما قد تحويه تلك الآثار بداخلها قبل فتحها ودون الاضرار بها[١]

تكنولوجيا المستقبل للتنقيب عن الماضي.

تحت عنوان(تطبيقات التكنولوجيا والترميم في دراسات التراث الثقافي) نظمت وزارة الآثار المصرية مؤتمراً عرض فيه الباحثون احدث ما يجري الاعتماد عليه من تكنولوجيا, بدايةً من المسح الجيوفيزيائي مروراً باستخدام الليزر وانتهاءً بالنانوتكنولوجي وتطبيقاتها.

واستعرض محمد عبد المقصود- أمين المجلس الاعلى للآثار السابق, ورقة بحثية بعنوان (تقنية المسح الجيوفيزيائي في منطقة آثار تل حبوة) حيث استخدم وفريقه البحثي اجهزة القياس المغناطيسي الجوي(الماجنيتوميتر). وتقيس هذه الاجهزة التوزيع المختلف لعناصر مثل الصخور والتربة اعتماداً على محتواها من المعادن, بناءً على اختلاف كثافة المجال المغناطيسي للمعدن, وبذلك يمكنها الكشف عن وجود المعادن تحت الارض. وهذا الجهاز له دور مهم في قراءة العناصر المعمارية التي يكثر فيها عنصر الحديد مثل معظم المباني الاثرية القديمة المشيدة بالطوب اللبِن. ويعطي المسح بجهاز الماجنيتوميتر نتائج افضل في الريف مقارنة بالحضر لعدم وجود مؤثرات كالأسلاك الكهربائية والمعدات المعدنية مثل السيارات التي عادةً ما تضلل الجهاز.

وذكر عبد المقصود امثله للكشوفات التي جرت باستخدام المسح الجيوفيزيائي ففي عام ٢٠١٠ تمكنت بعثه اثريه من تحديد موقع مدينة(أواريس) عاصمة الهكسوس قديماً, بمنطقة(تل الضبعة) بمحافظة الشرقية(٨٠ كيلو متر شرق القاهرة), وتم رصد صورة للمدينة المدفونة بكل ما فيها من شوارع وبيوت ومعابد ومقابر. وفي قرية قنتير بالشرقية, رصد فريق مصري في عام ٢٠٠٢ من خلال المسح, وجود آثار متعددة اسفل القرية, فيما يعتقد أنها كانت مدينة (برعسيس) أو مدينة (رمسيس) التي بناها رمسيس الثاني.

---

(١) عبيد, سرى علاوي, Physics Of Diagnostic X-Ray, جامعة النهرين, ٢٠١٦-٢٠١٧

وفي سيناء أجريت كشوفات اثرية واسعة في مناطق: بني وزيم وتل حبوة وتل الابيض وتل الغابة وتمكن الفريق البحثي من استخراج مقر ملكي من عصر الاسرة التاسعة عشرة من عصر الدولة الحديثة والتي حكمت مصر من ١٢٩٢ الى ١١٨٥ق.م.

لذا تعُد هذه التقنيات ثورة في مجال التنقيب والكشف عن الاثار, فهي توفر عشرات السنين من التنقيب في باطن الارض.

وشرح سيد عبد العليم– مدير آثار القنطرة بشمال سيناء– أن اجهزة القياس ثلاثية الابعاد, أو الات التصوير الرقمية ونظام تحديد المواقع الجغرافية GPS من أهم التقنيات في هذا المجال. وأوضح أن هناك تطبيقات مجانية مثل جوجل إيرث– ساعدت العلماء خلال السنوات الاخيرة, يستعين الاثريون بالصور المتاحة عبر هذه التطبيقات, مثلا قادت الصور الجوية الى الكشف عن اكبر معابد الدلتا الواقع بقلعة الملك(بسماتيك الاول) من الاسرة السادسة والعشرين التي حكمت مصر في ٥٢٥ ق.م حتى ٦٦٣ ق.م, بمنطقة(تل دفنه) غرب قناة السويس باتجاه مدينة القنطرة.[١] تكنولوجيا اخرى تساعد على حماية القطع المعدنية الفضية والبرونزية من آثار الزمن وهو ما وجه اليه باحثون من كلية الهندسة بجامعة تورينو في ايطاليا مجهوداتهم, فعملوا على تطويع تطبيقات(تقنية البلازما) للحفاظ على القطع المعدنية.

وعرضت إيما انجليني– رئيسة الفريق البحثي– ما توصلوا اليه, وهو قدرة هذه التقنية الكيميائية على صنع طبقات حماية غير مرئية على القطع الاثرية المعدنية وتنظيف القطع دون الاضرار بتفاصيلها او تغيير تركيبها.

نشرت انجليني أبحاثها تحت عنوان:

(التآكل والمحافظة على التراث الثقافي للقطع الاثرية المعدنية**)** ضمن سلسلة صادرة عن (الاتحاد الاوربي للتآكل) في٢٠١٥, وتقول:

تعمل تقنية البلازما على تكوين طبقه لحماية الاثر من التآكل, وهي اما أن تكون شفافة او تحمل نفس لون الاثر, وتتحمل التغيرات الجوية, كما تستخدم في ترميم الاجزاء المتآكلة.

ويتفق طه مطر– مدير مركز تطوير الفلزات– مع انجليني على الدور المهم للتقنيات الحديثة في تنظيف الاثار وصيانتها مقارنة بالتقنيات الميكانيكية أو الكيميائية والتي غالباً ما تمثل خطورة على الاثر.

ويضيف: باستخدام تكنولوجيا الليزر يمكن صنع طبقة شفافة على سطح الاثر لحمايته, كما يمكن استخدام جهاز الفحص بالليزر للحصول على صورة ثلاثية الابعاد لأي قطعة اثرية,

---

(١) فاروق, داليا: التكنولوجيا المستقبل للتنقيب عن الماضي, للعلم, القاهرة, ٢٠١٦, ص١

ثم التعرف على التجاويف والشقوق الداخلية غير الظاهرة فيها. ويستخدم الليزر ايضاً وبمعاونة درجات الحرارة المرتفعة لعلاج الشقوق وتعويض الاجزاء الناقصة من القطع الاثرية بمواد مطابقة للمواد المصنوعة منها القطع وبنفس شكلها الاصلي.

وتشرح دوناتيلا كافيزالي- مدير المعهد العالي لترميم الاثار والحفاظ عليها بروما- دور الاشعة السينية, إذ تستخدم لفحص الاثر والكشف عن مكوناته الداخلية مما يسهل الكشف عن الشروخ الداخلية في القطع ومعرفة تركيبة الاثر بشكل واضح, مما يسهل ترميمه بنفس التقنية التي صنع بها.

واشارت كافيزالي الى ما تم انجازه في مجال الاشعة السينية ومنها الفلورية Ray-X fluorescence , وهو جهاز تحليل طيفي محمول يمكنه دراسة الاثار في مكانها دون أي تغيير من الصفات التركيبية واللونية للأثر.

واستعرضت ايضا دور الاشعة تحت الحمراء في فحص التركيبات الجزيئية للمواد المكونة للأثر. وخاصة الاحجار والاخشاب القديمة ومواد الطلاء بهدف تحليلها ومعرفة تركيبها الكيميائي, كخطوة مهمة باتجاه عملية الترميم.

أما حماية الاثار من الملوثات البيئية التي اصبحت تشكل خطراً حقيقياً عليها, فكان محور حديث عيسى زيدان- مدير عام معامل الترميم بالمتحف المصري الكبير, إذ استعرض النقلة التي احدثها تحضير العلماء لمواد نانومتريه جديدة يمكن استخدامها في عملية ترميم الاثار, لها أثر أقوى بكثير من المواد التقليدية, ومنها النانوبارا لويد والنانوسيليكا مع المواد الحجرية, والنانو سليلوز مع المواد الخشبية يقول عيسى زيدان: تتميز هذه المواد النانومترية بقدرتها الفائقة على التغلغل داخل الاثر ومن ثم اصلاح الشروخ العميقة التي لا تصل اليها المواد التقليدية مما يحد من احتمالية عودة الشرخ.

ويرى أنه بالرغم من المميزات العديدة للمواد النانومتريه. يشكل ارتفاع تكلفتها عائقاً امام استخدامها بكثافة في الترميم الاثري.

هناك مبادرات من مراكز البحوث في مصر لتحضير مواد نانومتريه رخيصة التكلفة يمكن استخدامها في طلاء الاثار وترميمها[١].

---

(١) فاروق, داليا, المصدر السابق.

المبحث الثاني
تاريخ نشأة وتطور علم الترميم

المطلب الاول: الترميم في العصر القديم (الانسان القديم)

المطلب الثاني: الترميم في عصر الفراعنة

المطلب الثالث: الترميم في العراق القديم

المطلب الرابع: الترميم في العصرين اليوناني والروماني والعصور الوسطى

المطلب الخامس: ترميم بعضاً من القطع الأثرية في القرنين العشرين والحادي والعشرين

- نشأة الترميم في القرن العشرين (١٩٠٠-١٩٥٠م)

المطلب الاول

الترميم في العصر القديم (الانسان القديم)

أول ما أستقر الانسان القديم عرف كيفية بناء المساكن حيث كان يسكن في كهوف صخريه, واتجه بعد مرور الوقت الى تعلم كيفية بناء المنازل والمباني والمقتنيات المختلفة من أثاث بسيطة وكانت البيوت مبينة على جذوع النخيل أو الاشجار مع تسقيف السطح الخارجي بسعف النخيل وتغطيته بنباتات جافة مختلفة مثل (الصفار– الخزام– الرقوق) التي استخدمها الانسان القديم في تسقيف الجدران الخارجية للسقف لأنها تساعد في خزن المياه وتقوية البناء مع اعطاء رائحة جميله في المناطق التي سكنها وأقام مستوطنات في المناطق السكنية, وبعد ذلك استخدم مادة الطين واللبن التي تساعد في عملية سد الثغرات والعيوب التي تتغلغل أو تظهر داخل جذوع النخيل والاشجار. بعد ذلك بفترات زمنية قام سكان العصر القديم(الانسان القديم) بتشييد بنايات كبيرة مثل القرى, وتمتاز تلك البنايات بالصلابة ومثالية اكثر من البنايات البسيطة ورغم ذلك فان عمليات الترميم البسيطة التي استخدمها الانسان القديم كانت مقتصرة على اصلاح بعض الاجزاء البسيطة التالفة من خياطة ثوبه وتصليح بعض جدران منازله وبعض الادوات المنزلية والزراعية ومقتنياته, لم يتمكن الانسان القديم من معالجة المنازل التي تعرضت للإتلاف بسبب الزلازل وفيضانات الانهار والاعاصير والصواعق الرعدية والحرائق وغيرها.

وكل تلك الفترات التي مر بها الانسان القديم في مجال الترميم يقال في الكثير من الروايات العالمية والى وقتنا الحاضر أن فترة العصر القديم(الانسان القديم) هي أول نشأت علم الترميم التي استخدمها في اصلاح منازله وفي حياته اليومية[١].

(١) محمد, محمد عبد الهادي, دراسات علمية في ترميم وصيانة الاثار غير العضوية, مكتبة زهراء الشرق, ص٣٠

المطلب الثاني

ترميم القطع في فترة الفراعنة(حضارة وادي النيل)

تعد فترة الفراعنة في مجال الترميم(علم الترميم) هي ثاني حقبة بعد الانسان القديم. وتعتبر فترة الفراعنة من أشهر وأبرز وأفضل فترات عناية واهتمام الفراعنة في اصلاح وترميم اعمالهم العمارية وخاصة موتاهم ومومياءات الكهنة والملوك, وهذه الاعمال عرفها الفراعنة بعد فترة قد تصل قرن أو قرنين أو أقل من القرن قد تصل الى فترة ثلاثة عقود أو عقدين من الزمن, وقد قام الفراعنة بهذه الاعمال للحفاظ على مومياءات حكامهم وحاكماتهم من التلف ووقوع السرقة من أعداء الأسر الحاكمة.

كان الفراعنة يستخرجون أحشائها والمتبقي من الاجزاء التي اذا تركت داخل جسم الموتى والمومياءات وهي أماكن الجمجمة والقفص الصدري سوف تسبب عفن وتلف المومياء, وبعد إزالة الاحشاء يتم اضافة حشوات داخل القفص الصدري وفراغات البطن وجمجمة الرأس بقطع أقمشة الكتان المنقوع(مغموس) بمادة الراتنج وأضافوا ملح النطرون لسد الفراغات لكي تعمل على امتصاص المياه الزائدة من اجسام الموتى حتى لا تسبب تلف وتعفن اجسام الموميات. بعد فترة وجيزة خاف الفراعنة القدماء من خطورة العوامل الطبيعية من أعاصير رملية واشعاعات الشمس خاصة حرارة الشمس ورطوبة المدافن الملكية التي تلتصق على النقوش الجدارية بسبب الالوان التي تحتوي على أكاسيد المعادن وكذلك دفن الحلي والاواني الفخارية التي تحتوي على المعادن كذلك أغطية معدنية بجانبها أوراق وأغصان نباتية وجرار معدنية في داخلها أزهار وأوراق العنب والزنبق, قام الفراعنة بعملية الترميم من خلال طلاء الجدران والمنحوتات والمقتنيات المعدنية والاغطية المعدنية واللوحات الجدارية التي تحتوي على الوان فيها اكاسيد معدنية حيث قام الفراعنة باستخدام مادة زلال البيض في عملية الترميم[1].

قام الفراعنة بترميم التماثيل والمعابد, ومن أبرز عمليات الترميم هي ترميم معبد وتمثال أبي الهول الذي تعرض الى عوامل تلف مختلفة وأبرزها عدم رؤية تمثال أبي الهول بوضوح بسبب تغطية التمثال بالكثبان الرملية التي سببتها الاعاصير الرملية. وأبرز فترة ظهرت في ترميم معبد وتمثال أبي الهول هي فترة حكم الاسرة الرابعة(٢٦٨٩-٢٦٦٤) ق.م. قام الفراعنة بعمليات الترميم في فترة الاسرة الرابعة بتنظيف رأس تمثال أبي الهول وإزالة الاتربة والكثبان الرملية وتنظيف بعض الاجسام الملتصقة على التمثال مثل براز الطيور. كان الحكام يأمرون المرممون

1- (1) Abd EL-Hady, M. (١٩٨٦), The duibility of the limes and sandstone monuments in atmospheric conditions in Egypt, warsaw univ. Poland, p. 52-54

على ترميم معبد أبي الهول والتمثال كل موسم من مواسم العواصف الرملية وترميم الاجزاء التالفة من التمثال, وحسب الروايات التاريخية هنالك حاكم أصدر أوامر بعمليات الترميم وتنظيف معبد وتمثال أبي الهول من الكثبان الرملية واصلاح الاجزاء التالفة من التمثال. وقام الملك تحتمس الرابع(١٤٢٠ ق.م) حسب ما ذكرته اللوحة الجدارية الهيروغليفية القديمة الجرانيتية المقامة أمام تمثال أبن الهول, قام هذا الملك ببناء سورٍ دفاعي حول المعبد والتمثال بسبب خوفه من سرقة وتخريب التمثال وسرقة كنوز معبد وجثث الحكام والكهنة من أعداء الفراعنة. كل تلك الفترة التي حدثت فيها عمليات الترميم إلا أن فترة حكم رمسيس الثاني(١٢٩٠-١٢٢٣ ق.م) حسب وجهة نظري سبقت كلاً من فترة حكم تحتمس الرابع (١٤٢٠ ق.م) وفترة حكم الاسرة الرابعة (٢٦٨٩-٢٦٦٤ ق.م) في عمليات ترميم تمثال ابي الهول لأنهُ لم تُحدد فترة الملك تحتمس الرابع هل هو نُصب حاكما في هذا التاريخ (١٤٢٠ ق.م) أم هل هو من سلالة الاسرة الاولى أم الثانية ام الثالثة أم الرابعة. وتحليلي لذلك لم يُذكر في الروايات العالمية والتاريخية فترة انتهاء حكمة او بدايات حكمه ووفاته.

وشهدت أقدم عمليات الترميم المقامة لجسم تمثال ابي الهول في فترة حكم اليونان والرومان حيث كُسيت جوانب التمثال السفلية ببناء كتلة حجرية من الحجر الجيري تشبه الطوب بسبب تعرض التمثال وجوانبه لعوامل الرياح والكثبان الرملية.

وقد حدثت عمليات الترميم هذه في فترة الملكين الرومانيين ماركوس (Marcus) (١٦١-١٨٠م) وأعقبه الملك سبتموس (septimus) (١٩١-٢١١م)[١].

(١) حسن, سليم, موسوعة مصر القديمة- الجزء الاول, مؤسسة هنداوي, ٢٠١٩, ص١٠-١١

المطلب الثالث

الترميم في العراق القديم

منذ أن عرف الانسان الاستقرار والمأوى وعايش العوامل البيئية والكوارث الطبيعية التي اضطرته للتحدي ومحاولته للبقاء وصيانة مأواه وحرصه على الحياة ان جذور عمليات الصيانة تمتد الى اكثر من عمر الحضارة ذاتها, وان نظرة الى تاريخ حضارة وادي الرافدين تؤكد أن هذه الفكرة كانت موجودة في هذه الحضارات متمثلة بأساليب عديدة أهمها فكرة العناية بالأبنية المهمة كالمعابد والزقورات والقصور[١].

وقد تجلت ظاهرة الصيانة في عصر الملك اورنمو مؤسس سلالة أور الثالثة حيث كشفت التنقيبات الأثرية عن تشييد معبد الايكور في مدينة أور الذي أعيد بناءه لمرات عديدة بدلالة الطبقات المتعاقبة التي تعلو الطبقة الاولى للبناء[٢].

واعاد بناء زقورته في مدينة نفر على أنقاض أبينة أقدم منها, وكذلك شيد الملك أورنمو مبنى بيت الالواح وجدد المبنى في عصر الملك امارسين[٣].

كما قام الملك البابلي حمورابي بأعمال عمرانية كبيرة منها صيانة أرضيات ساحة معبد الآله انليل وبناء دكاك ساحته[٤]. وفي العهد الاشوري ارتبط اسم الملك الاشوري سنحاريب بإعمار مدينة نينوى وتجديد أبنيتها القديمة, وفي فترة حكمه أصبحت نينوى من أعظم عواصم الشرق الادنى القديم, ومن اعمال التجديد التي قام بها الملك سنحاريب في معبد الآله نركال في تربيصو في مدينة نينوى, قيامه بإعادة بناء المعبد كما ورد في النص التالي ((في ذلك الوقت كان أيكال- مس- لام, معبد الآله نركال في مدينة تربيصو والذي بناه شلمنصر ابن أشور ناصربال الثاني ان توكلتي تنورتا الذي سبقني في الحكم أصبح مهدماً, هدمت ذلك المعبد كله ووصلت أسسه وملأت قطعه من الارض مساحتها اثنين أماتو [٥] وعرضها واحد اماتو واضافتها الى مساحة المعبد السابق ووسعت أيكال- مس- لام اكثر مما كان عليه

---

(١) كاظم, جنان عبد الوهاب, الحفاظ على التراث المعماري في العراق, دراسة تقويمية لتجارب الحفاظ على التراث المعماري في بغداد, رسالة ماجستير, غير منشورة, جامعة بغداد, كلية الهندسة, قسم معماري, ١٩٨٩, ص٦.

(٢) الشهواني, أزهار عبد اللطيف, أورنمو مؤسس سلالة اور الثالثة (٢١١٣-٢٠٩٦ ق.م), رسالة ماجستير غير منشورة, معهد التاريخ العربي والتراث العلمي للدراسات العليا, بغداد, ٢٠٠٣, ص١٠٢

(٣) جرك, أوسام بحر, الزقورة ظاهرة مميزة في العراق القديم, رسالة ماجستير, غير منشورة جامعة بغداد, كلية الاداب قسم الاثار, ١٩٩٨, ص٣٤.

(4) George, A.R, House, Most high the temples of Ancient Mesopotamia, Printin USA, 1993, P.23

(٥) أماتو أي ما يعادل متر من وحدة القياس المتري

سابقاً وبعمل البنائين المهرة شيدته وأكملته ابتداء من أسسه وانتهاء بقعته ووضعت في وسطه تمثال الآله نركال سيد القوة المحترم وأقمت مقامه المبجل))[١].

كما تذكر النصوص التذكارية والتي تشير الى قيام أشور بانيبال بترميم وبناء المعابد في العديد من مدن بلاد وادي الرافدين, كما وجه اهتمامه العمراني الى معابد مدينة بابل بشكل خاص وذلك لما تتمتع به هذه المدينة من مركز حضاري وديني في القسم الجنوبي من بلاد وادي الرافدين.

ولقد بدأ اشوربانيبال في السنوات المبكرة من حكمه بالسير على خطى أبيه الملك أسرحدون في اكمال ترميمات المباني القائمة في مدينة بابل وذلك عام(٦٨٨-٦٦٧ ق.م)[٢].

(١) حبيب, طالب منعم, سنحاريب سيرته ومنجزاته(٧٠٤-٦٨١ ق.م) رسالة ماجستير غير منشورة, جامعة بغداد, كلية الآداب, قسم الاثار, ١٩٨٦, ص٣٩

(٢) الدوري, رياض عبد الرحمن, أشور بانيبال سيرته ومنجزاته (٦٦٩-٦٢٧ ق.م) رسالة ماجستير, غير منشورة, جامعة بغداد, كلية الآداب, قسم الاثار, ١٩٨٦. ص٧٥

المطلب الرابع

١- ترميم القطع الاثرية في العصرين اليوناني والروماني.

تعد فترة اليونانيين والرومانيين ثالث فترة في مجال ترميم القطع الاثرية من بيوت سكنية وعمائر مختلفة وتماثيل ومعابد وقبور, وتعتبر فترة العهدين القديمين اليوناني والروماني من أفضل الفترات للمرممين والمهندسين في عمليات الاصلاحات والترميم. كان المهندسون والفنانون يقومون بترميم المنشآت والتحف التي تتعرض للتلف والعوامل الطبيعية المؤثرة, وكان هناك قانوناً يتبعونه الكهنة والملوك الذي يشير الى الاهتمام بترميم تماثيل الالهة والكهنة والملوك, ويعتقد الملوك بأن تلك القوانين المتعلقة بترميم الاثار والمعابد والمدن المشهورة في اليونان مثل اثينا وأولمبوس مُختارة من قبل الالهة, ويعتقد الناس بأن المهندسين والفنانين الذي يقومون بإعمال الترميم للمعابد وخاصة تماثيل الالهة بأنهم مُختارون من قبل اله الحدادة والاعمار (هيفست).

واستمرت هذه التقاليد حتى وصلت الى مدينة أثينا.

أثينا هي مدينة حكيمة الالهة وملكتها(أثينا)[١]. زاد حُب الناس للفنانين والمهندسين في مدينة أثينا. شكل الفنانون والمهندسون طوائف أو مجموعات حرفية ومعدات خاصة بهم في اعمال الترميم في مدينة أثينا. قام هؤلاء الفنانون والمهندسون بتقسيم أنفسهم الى مجاميع مختلفة, وكل مجموعة من هذه المجاميع تعمل بأسلوبها الخاص في اعمال الترميم لكي تبين كل مجموعة أن عملها الفني في مجال ترميم التماثيل والمعابد افضل واحسن من المجاميع الاخرى. كل هذه الاعمال التي قام بها المهندسون والفنانون وتقسيم أنفسهم الى مجاميع في اعمال الترميم أدت الى تدمير أهم وأشهر وأقدم اللوحات الزخرفية وأبرزها زخرفة (فريسكو).

ذكرت العالمة والباحثة الشهيرة(Batchlor) أن الفنانين والمهندسين اليونانيين قاموا بعمليات الترميم بما لديهم من خبرات ومهارات في أعمال الترميم بنزع اللوحة الزخرفية(فريسكو) التي كانت داخل معبد أثينا ومدنها وقصورها, كانت اللوحة مُعلقة بحوامل الجدران التي تعرضت لعوامل التلف الشديدة, بسبب قيامهم بانتزاع مساحات كبيرة من طبقات الالوان وأبرزها الاجزاء السفلية من الطبقات وقاموا بدمجها بقطعة واحدة, وأدت هذه العملية الى تعرض اللوحة الزخرفية(فريسكو) الى عوامل تلف شديدة في جميع أجزائها بسبب جهل الفنانين والمهندسين في كيفية التعامل مع هذه اللوحة الجدارية الزخرفية لأنها لا تحتاج الى انتزاع مساحات كبيرة من فوق الحوامل حيث انها تحتاج الى دقة ومهارة كبيرة وعمل فني عالي وخبرات في استخدام تقنيات خاصة في انتزاع اللوحة الزخرفية (فريسكو) في رأيي يجب أن لا نلقي اللوم على الفنانين

---

(١) قادوس, عزت زكي, مدخل الى علم الاثار اليونانية والرومانية, الاسكندرية, ٢٠٠٧, ص٢٣-٢٥

والمهندسين اليونانيين القدماء في تدمير بعض اجزاء الزخرفة لانهم لم يمتلكوا التقنيات الحديثة وعدم معرفتهم بأنواع عمليات الترميم.

٢- ترميم بعض من القطع الاثرية في العصور الوسطى.

أ- **حقبة أوربا:** أطلقوا في تلك الفترة (الكنائس الدينية) على المرممين لقب (الفنانون أو الخبراء المرممون), وكان لهم دور هام في إعادة تلوين معظم الواجهات واعمال النحت الفنية المختلفة الموجودة داخل الكنائس التاريخية, وأبرز الكنائس الدينية التاريخية السيدة العذراء وهي تحمل ابنها السيد المسيح عيسى(عليه السلام) وصورة القديسين والشهداء والملائكة, تلك المشاهد تمثل العناصر المعمارية والزخرفة الفنية المعروفة في الفن المسيحي.

وقد أضاف الفنانون المرممون الى اعمالهم في الترميم الواناً تشابه الالوان الاصلية ولكن ليست بنفس التدرج الاصلي للألوان للمنحوتات والتحف لأنها تعرضت لعملية التناثر الكيميائي بسبب إسقاط الاشعة فوق البنفسجية من الشمس مما أدى الى إظهار بعض التشوية وتلف واخفاء بعض الرسومات وأهمها الوجه والعيون وكانوا يقومون بتلك الاعمال استناداً الى حقيقة هامة معروفة في اوروبا الوسطى أن الفن مسخر لخدمة الرب والكنيسة.

كانت فترة الترميم في حقبة أوربا- الكنائس متنوعة في أعمال الترميم وأشهر ما تميزت به من أعمال العمارة التصويرية الفنية هي اللوحات الجدارية الدينية المختلفة مثل عملية أو قصة رفع النبي عيسى (عليه السلام) الى السماء قبل صلبه, ومعركة عيسى(عليه السلام) ضد المسيح الدجال(لوحة القيامة) التي كانت يُطلق عليها هذه التسمية في تلك الفترة. اعتقد كل من القساوسة والملوك أن أعمال الترميم التي يقوم بها المرممون الفنانون أنها واجب لخدمة بيوت الرب والمساكن العامة الاديرة. رغم هذه التقاليد المتبعة في أعمال الترميم وترميم الاثار الفنية الدينية التي تعرضت للتلف (المحفوظة داخل الكنائس) وأصحاب هذه المجموعات الفنية الخاصة فأن هذه الاعمال الفنية تعرضت الى عملية ترميم خاطئة, وتعرضت زخارفها ومشاهدها الفنية التي اختفت تحت طبقات سميكة من الورنيش الراتنجي والالوان والرسومات الجديدة التي رُسمت بدلاً من الرسومات الاصلية لانهم استخدموا هذه الادوات المذكورة (الورنيش الراتنجي) في اعمال الترميم, وقام المرممون بتلك الاعمال في تلك الفترة(اوروبا- الكنائس).

حسب رأي الباحثة والعالمة في الصيانة والترميم(Rossa Manaressi) لم تقتصر فترة أعمال تلوين المنحوتات القديمة على الفنانين المرممين على تلوين تلك المنحوتات أو الايقونات المتنوعة والمختلفة, مثال تماثيل السيدة مريم العذراء وهي حاملة ابنها عيسى(عليه السلام), ومشاهد القديسين والشهداء والمسيحيين. ولكن قام المرممون الفنانون وخاصةً شمال أوربا(فترة العصرين المزهيين القوطى والرومانسكى), قام المرممون بتلوين التماثيل الحجرية

ومن أبرزها تماثيل البوابة الغربية (الملكية) في كاتدرائية شارتر والتي تعود الى الفن القوطى (١١٤٥م) وتعتبر من اوائل التماثيل وتعتبر تماثيل ثورية في نحتها وتعتبر نموذجاً عريقاً من أجيال النحاتين, وتكون تلك التماثيل الحجرية داخل الكنائس الغاية منها ترميم اسطحها الخارجية بتغطيتها بطبقة من الورنيش والالوان لإعطائها منظراً براقاً وبث السرور في نفوس المشاهدين[١]

ب-ترميم القطع في الفترتين القرن الثالث عشر وأواخر الرابع عشر الميلادي :

بعد انتهاء الفترات الاولى من عمليات الترميم في عصر النهضة في أوربا والطوائف الدينية(كنائس أوربا) وشمال أوربا, مثال فترة عصر أو طائفة القوطى والرومانسكى . تُعد فترة القرن الثالث عشر وأواخر الرابع عشر أبرز أو أكثر تطوراً في اعمال الترميم لفترة عصر النهضة(كنائس أوربا).

اشتهرت ايطاليا بأعمال الترميم وظهور الفنانون المرممون الذين قاموا بأعمال الترميم لمنحوتات والتماثيل الحجرية الضخمة حول الكنائس وداخلها, وابرز مثال تمثال السيدة مريم العذراء وابنها عيسى (عليه السلام) ومشهد الصليب في مدخل الكنيسة.

اشتهرت ايطاليا بوجود حكام حيث قاموا بالإشراف على المرممين واعطائهم أوامر بالترميم. ذكر الباحثان Cinnio, Toesca ان عمال الترميم للمنحوتات الحجرية والتماثيل (تلوين المنحوتات بألوان مختلفة) في ايطاليا امتد من القرن الثالث عشر الميلادي الى أواخر القرن الرابع عشر الميلادي, أضاف الباحث Cinnio إنَ المسؤولين الايطاليين أصدروا أوامرهم الى المرممين في أواخر القرن الرابع عشر بإعادة تلوين أسطح التماثيل الحجرية المشيدة في الميادين العامة بإضافة الاكاسيد الذهبية لكي تعطي التماثيل بريقاً مُشعاً عندما تسقط عليها أشعة الشمس وتبهر الناس عند مشاهدة هذه التماثيل.[٢]

ت- ترميم القطع الاثرية في القرن الخامس عشر الميلادي:

أدرك حكام ايطاليا أن تلوين التماثيل الحجرية وجميع المنحوتات الحجرية بألوان مختلفة التي قام بها المرممون الذين تلقوا الامر من الحكام الايطاليين أدى الى فقدان تلك المنحوتات قيمتها الفنية والتاريخية, وقد ظهرت أحداث مهمة في القرن الخامس عشر الميلادي حيث حدث تطور في الذوق الفني العام عند المرممين الايطاليين تجاه ترميم المنحوتات الحجرية قاموا

---

(١) حسن , علي, الموجز في علم الاثار, الهيئة المصرية العامة للكتاب, ١٩٩٣, ص٦-٨

(٢) الزين , محمد – الطيار, محمد شعلان, أثار العصور الكلاسيكية الاغريقية, جامعة دمشق, مطبعة الداودي, ١٩٩٧-١٩٩٨

بتنظيف أسطح التماثيل والمنحوتات من الاتربة والاملاح وحبيبات السناج وغيرها, ولم يضيفوا الى تلك الاسطح الواناً جديدة تنفيذاً لأوامر المسؤولين بعد تلوين هذه المنحوتات الحجرية لكي تظل محتفظة بألوانها الطبيعية الاصلية القديمة وقيمتها الفنية التاريخية.

كانت المقتنيات الفنية والاثرية والاوربية التي قام بترميمها المرممون كُلاً حسب أفكاره الفنية الخاصة دون الاهتمام والحرص على ما تتميز به هذه المقتنيات الاثرية من قيم جمالية وافكار أثرية. تلك الاعمال التي قام بها المرممون أدت الى تعرض المنحوتات الحجرية والصور الجدارية التي زينت الكنائس القديمة في ايطاليا وهي تعود بعضها الى اوائل عصر النهضة وفن القوطى حيث تعرضت للتشويه واختفاء معظم عناصر الزخرفية بسبب اعمال الترميم الخاصة (قام بها المرممون من تلقاء انفسهم دون الرجوع الى أساسيات علمية وتاريخية وفنية). قام المرممون بتغطية أسطح تلك الاعمال الفنية بطبقات من الورنيش وقاموا برسم فوق هذه الطبقات مناظر مختلفة.

تتمثل جهود العالم vassari في الكشف عن الاعمال الخاطئة في مجال الترميم التي قام بها المرممون في تشويه بعض المقتنيات الاثرية والفنية في ايطاليا(فترة عصر النهضة)[1].

ث- ترميم القطع الاثرية في الصين(حضارة الصين القديمة في الفترتين القرن السادس عشر والسابع عشر):

تُعد هاتان الفترتان من أهم الفترات حيث ظهرت فيها أعظم أعمال الترميم في الحضارة الصينية القديمة, اشتهر بعض المرممين الصينيين بأعمال الترميم وخاصة ترميم الخزف(البورسلين) والاواني الزجاجية والمخطوطات واللوحات القديمة.

لقد سجل الصينيون أسماء المواد اللاصقة التي كانوا يستخدمونها في أعمال الترميم ولصق البورسلين المكسور واستخدموا أيضا المادة اللاصقة في لصق بعض المخطوطات الصينية القديمة. هنالك مخطوطة صينية قديمة تعود الى فترة القرن السادس عشر الميلادي التي قام بترجمتها العالم والباحث G.sayer تحت عنوان The potteries of china: ذكر أن المرممين الصينيين كانوا يستخدمون دقيق القمح المخلوط بماء الجير لعمل عجينة لزجة تُلصق بها الاواني البورسلينية المكسورة واستخدموا أيضاً مادة دقيق الأرز الممزوج بزلال البيض.

ومن الجديد بالذكر أن فترة القرن السابع عشر الميلادي تميزت بازدهار وتنوع في مجالات الترميم للمنشآت الاثرية في الصين وابرز تلك المنشآت هي سور الصين العظيم الذي خضع لأعمال الترميم في عهد الحضارة الصينية في العصر القديم(جنة المؤرخين) وتعتبر فترة

(1) Baldinucci, O.(١٩٨١) Vocabolario dell, art dell disegno, soc. Tip. Classici Italiani, Milano p.64

الصين القديمة (فترة العصور الوسطى القرن السابع عشر) هي آخر أعمال الترميم التي أُجريت لملأ الثغرات والعيوب والتشققات بمواد إسمنتية بدائية مثل السمنت البدائي الممزوج بدقيق الرز ومواد عشبية وخشبية حسب ما ذكرهُ العالم الصيني أو الياباني ياو أن فترة ترميم السور سبقت السلالة السابعة عشر ستة عشر سلالة والى يومنا هذا فقد سور الصين العظيم الكثير من جدرانه الثلاثة. لم يقُم الباحثين بترميم السور بشكل كامل وانما اكتفوا بترميم قواعد الجدران وبعض الثغرات والتشققات. [١]

2. (1)Mrs Beeton's Book of Household Management vintage cooking cookbook Recipes Mrs Beeton 2252 pages, LONDON. E. C, 1928.

المطلب الخامس

ترميم بعضاً من القطع الاثرية في القرنين العشرين والحادي والعشرين

نشأة الترميم في القرن العشرين(١٩٠٠-١٩٥٠م)

بدأت محاولات الترميم الاثرية في بدايات القرن العشرين وكانت متطورة اكثر من القرون السابقة. بدأت أعمال الترميم بعد انتهاء الحرب العالمية الاولى والثانية حيث توافد العديد من الباحثين والعلماء في مجال الترميم الى دول الشرق الاوسط, وأبرز تلك الدول:

مصر , العراق, سوريا, الاردن[١].

أولى أعمال الترميم في العراق تلك التي قامت بها دائرة التراث والاثار العراقية في مطلع اربعينات القرن العشرين في مدينة نينوى الاثرية عندما تم إعادة بناء بوابة نركال الواقعة شمال المدينة (تل النبي يونس) بأسلوب اعتمد على تخطيط تخيلي لبوابات مدينة بابل بعيداً عن ما اكتشف من بقايا البوابة الاصلية والتي اعيد بناؤها باستخدام مواد انشائية حديثة ومختلفة عن الاصلية. كما قامت دائرة الاثار والتراث بأعمال صيانة وترميم في موقع مدينة الحضر والذي لم تعمل به أي بعثة اجنبية إما لبعده عن مراكز المدن أو بسبب عدم فهمهم تاريخ نشوء مملكة الحضر. كما قامت دائرة الاثار والتراث بصيانة موقع المملكة (قره سراي) وترميم قبة مئذنة الحدباء في خمسينات القرن الماضي[٢].

---

(١) الجمال, مروان سالم, أساليب ترميم العمائر وصيانتها في منطقة الموصل اطروحة دكتوراه, جامعة الموصل, ٢٠١٠, ص١٨

(٢) سليمان, عامر, نتائج حضريات جامعة الموصل في اسوار نينوى, مجلة أداب الرافدين, جامعة الموصل, ١٩٧١, ص٤٥

الخاتمة

لقد تطور علم الآثار وأصبح يعتمد على استخدام التقنيات الحديثة وخاصة في مجال علم الترميم والصيانة الأثرية الذي له فائدة علمية وعملية للمحافظة على القطع الاثرية ومعالجتها وتقويتها.

وقد تطورت أساليب ترميم ومعالجة الأثار وخاصة أواخر القرن العشرين وبداية القرن الحادي والعشرين, وأصبح مجال الاثار بشكل عام والترميم والصيانة بشكل خاص يستفيد من بعض العلوم التطبيقية الأخرى مثل الفيزياء والكيمياء والاحياء والهندسة , المعمارية, وكذلك الفنون الجميلة لمعرفة تاريخ المنحوتات وأساليب النحت والرسم والأدوات المستخدمة. استنتجت من خلال هذا البحث المتواضع أن تقنية النانو هي تقنية أو عنصر طبيعي الذي يتواجد في التركيب الذري لعنصر الكاربون الذي تم اكتشافه عن طريق الصدفة من قبل الفراعنة القدماء عن طريق خلط بعض المركبات التي تحتوي على الكاربون, وأعقبهم اليونانيين الذين قاموا بطلاء الكؤوس الزجاجية التي تم اكتشافها في القرن الرابع الميلادي.

في الوقت الحالي تم دفع عنصر الكاربون النانوي مع أجهزة تحضير أنبوب الكاربون النانوي وجسيمات النانو واستخدامها في مجال الترميم وخاصة في ترميم المنحوتات الجدارية في المعابد والمقابر الأثرية وغيرها.

واستنتجت أن تحليل الاطياف الضوئية الحرارية والشديدة الحرارة والتي قد تصل الى جزء بسيط من شعاع الشمس الكوني, وتسمى هذه الاطياف بالإشعاعات الليزرية والتي تقسم الى خمسة أنواع حسب قوتها وتأثيرها. ويجب أخذ الحذر عن استخدامها في مجال الأثار وخاصة مجال الترميم في تنظيف القطع الأثرية مما يؤدي الى تدمير القطع الأثرية, وان عدم امتلاك المعلومات الكافية عن الليزر قد تؤدي الى حدوث تشوهات في الجسم لا يمكن الشفاء منها.

وقد كان لاختراع جهاز التحليل للعالم رامان أهمية كبيرة في مجال الترميم والذي استخدم في القرن الحادي والعشرين.

واستنتجت أن الميكروسكوبات تستخدم كأداة لتشخيص القطع الاثرية العضوية وغير العضوية لغرض دراسة العينات المأخوذة من بعض هذه القطع.

كذلك أن أجهزة الأشعة السينية تستخدم كأداة تشخيصية, وتعتبر من أهم الاجهزة التقنية الحديثة حيث تساعدنا على تفسيخ النسيج الداخلي للقطع الأثرية واكتشاف العيوب والثقوب والتشققات داخل هذه القطع الأثرية لكي نتمكن من معالجة تلك العيوب.

المقترحات

١- إقامة الدورات في مجالات ترميم الأثار والمشاركة في الدورات التي تقام في الدول الاخرى وذلك لتدريب الكوادر المتخصصة وتطوير المعلومات في هذا المجال.

٢- المشاركة في المؤتمرات المحلية والدولية من أجل الاطلاع على آخر مستجدات مجالات الترميم والبحوث والتقنيات الحديثة المستخدمة في ترميم الأثار.

٣- تجهيز دوائر التراث والأثار بالأجهزة الحديثة لاستخدامها في مجال ترميم الأثار وتدريب الكوادر المتخصصة عليها والاستفادة من خبرات المتخصصين في هذا المجال في دول العالم المختلفة.

٤- المتابعة الدورية للمباني الأثرية وعلاج حالات التلف في القطع الأثرية الناتجة عن التلوث والمياه والأحياء المجهرية الدقيقة.

٥- عقد الندوات من قبل منظمات المجتمع المدني والدوائر المهتمة بمجال الأثار وذلك لتعريف المجتمع بأهمية وقيمة الأثار باعتبارها واجهة حضارية وثقافية وسياحية للبلاد, واعطاء التوجيهات بالاهتمام بهذه الأثار وعدم العبث بها او تحويلها الى أماكن لرمي الاوساخ اورعي الماشية فيها مما يؤدي الى تغيير معالمها وملامحها الاثرية.

ثبت الهوامش والمصادر والمراجع

- **المصادر والمراجع العربية**

1- ابراهيم, نجوى, خصائص الليزر, MU/ Faculity. Site, ٢٠١٤م

2- أبو كرورة, أماني محمد, بعض التطبيقات العلمية الحديثة الواجب استخدامها في مجال ترميم وصيانة القطع الاثرية مجلة العمارة والفنون, العدد العاشر.

3- بدوي, مجدي منصور, مبادئ الليزر وتطبيقاته في الاثار والترميم, القاهرة, ٢٠١٢م,

4- جاجاتى, سمير شيشرو, مقدمة في الفحص المجهري, المعهد الوطني للتكنولوجيا, أجارتالا, نوفمبر ٢٠١٧

5- جرك, أوسام بحر, الزقورة ظاهرة مميزة في العراق القديم, رسالة ماجستير, غير منشورة, جامعة بغداد, كلية الآداب قسم الاثار, ١٩٩٨م.

6- الجمال, مروان سالم, أساليب ترميم العمائر وصيانتها في منطقة الموصل, أطروحة دكتوراه غير منشورة, جامعة الموصل, ٢٠١٠م.

7- حبيب, طالب منعم, سنحاريب سيرته ومنجزاته (٧٠٤-٦٨١ ق.م) رسالة ماجستير غير منشورة, جامعة بغداد/ كلية الآداب, قسم الاثار, ١٩٨٦م.

8- حجازي, أحمد, تكنولوجيا النانو الثورة التكنولوجية الجديدة, دار كنوز المعرفة للنشر والتوزيع, الاردن.

9- حسن, سليم, موسوعة مصر القديمة- الجزء الاول, مؤسسة هنداوي, ٢٠١٩م.

10-حسن, علي, الموجز في علم الاثار, الهيئة المصرية العامة للكتاب, ١٩٩٣م.

11-دبدوب, فيصل, رسالة الكندي في عمل السيوف, مطبعة العاني, ٢٠١٦م.

12- الدوري, رياض عبد الرحمن, أشوربانيبال سيرته ومنجزاته (٦٦٩-٦٢٧ ق.م), رسالة ماجستير, غير منشورة, جامعة بغداد, كلية الآداب, قسم الاثار, ١٩٨٦م.

13- رؤوف, وصفي, الليزر ضوء المستقبل, المؤسسة العربية الحديثة للطبع والنشر والتوزيع , القاهرةو ١٩٩٨م.

14-الريس, مخلص عبد الحليم, الليزر وتطبيقاته, دار الفكر, دمشق, ١٩٨٩م.

15- الزين, محمد- الطيار, محمد شعلان, أثار العصور الكلاسيكية الاغريقية, جامعة دمشق, مطبعة الداودي, ١٩٩٧-١٩٩٨.

16-سكيك, حازم فلاح, الميكروسكوب الالكتروني, جامعة الأزهر, غزة, ٢٠١٣م.

17- سليمان, عامر, نتائج حفريات جامعة الموصل في أسوار نينوى, مجلة أداب الرافدين, جامعة الموصل, ١٩٧١م.

18- الشهواني ازهار عبد اللطيف, أورنمو مؤسس سلالة آور الثالثة(٢١١٣-٢٠٩٦ ق.م), رسالة ماجستير غير منشورة, معهد التاريخ العربي والتراث العلمي للدراسات العليا, بغداد, ٢٠٠٣م.

19- شيبان, يوسف حسين, أشعة الليزر, كلية العلوم/ جامعة تكريت

20- الطلبي, جمعة حريز, دور التقنيات والعلوم التطبيقية في تطوير علم الاثار, Al-Adab Journal.٧, ص٢٠١٨ ,

21- عبد الباق, محمود, استخدامات الليزر في تنظيف وترميم الأثار, فيتو, ٢٠١٨م.

22- عبد الباقي, محمود, الفحص الميكروسكوبي, جامعة الازهر, غزة, ٢٠١٣م.

23- عبد الله, رافد أحمد, مدخل الى عالم النانو, اصدارات إي- كتب لندن, ٢٠١٤م.

24- عبيد, سرى علاوي, Physics of Diagnostic.م٢٠١٧ - ٢٠١٦ , جامعة النهرين,

25- فاروق, داليا, تكنولوجيا المستقبل للتنقيب عن الماضي, للعلم, القاهرة, ٢٠١٦م.

26- قادوس, عزت زكي, مدخل الى علم الاثار اليونانية والرومانية, الاسكندرية, ٢٠٠٧م.

27- كاظم, جنان عبد الوهاب, الحفاظ على التراث المعماري في العراق, دراسة تقويمية لتجارب الحفاظ على التراث المعماري في بغداد, رسالة ماجستير, غير منشورة, جامعة بغداد, كلية الهندسة, قسم معماري, ١٩٨٩م.

28- لبد, أمل ابراهيم, إثراء بعض موضوعات منهاج العلوم بتطبيقات النانوتكنولوجيا وأثره على مستوى الثقافة العلمية لطلبة الصف الحادي عشر في غزة, رسالة ماجستير, جامعة الأزهر- غزة, ٢٠١٣.

29- اللحياني, سعود بن حميد, الليزر وتطبيقاته, جامعة ام القرى, ٢٠١٢م

30- ميشيل تكلا, قصة الليزر, مؤسسة سجل العرب, بيروت, ١٩٨٧, ط٢

31- يماني, زين بن حسن, النانوتكنولوجيا صيحة العصر وحلول المستقبل, اللقاء العلمي الثاني لكلية التربية, ص١٠

٢. المصادر والمراجع الاجنبية:

1. Aaron N. Shugar, 2013, Portable X- ray Fluorescence and Archaeology: Limitations of the Instrument and Suggested Methods to Achieve Desired Results.
2. B. S. Wherrett, "LASER: Advances and Applications", JOHN WILEY and SONS, Chichester, New York, 1979, First Edition.
3. Bela A. Lengyel and others, 1971, LASER, Second edition, New York.
4. Donnyl. Hanition: Methos of conservation Archaeologyical materials culture, London, 1994.
5. George, A. R, House, Most High the temples of Antcient Mesopotamia Print in USA, 1993.
6. H. Khamseh, 2016, Conservation of leather historical object by nanotechnology in archaeology found (sample study cover leather book).
7. Hecht J. 1992, The Laser Guidebook, 2nd edition, New York.
8. J. ASHURST, 7 N. ASHURST, vactical Building conservation: English Heritage Technical Handbook 3, English Heritage, 1988.
9. Karadedos, GH. 2009. History and Theory of Restoration. Thessalonki: Mthexis publications [in Greek].
10. Kay A. Ball, 1987, Laser the preoperative, 2nd edition, New York.
11. M. Schreiner, b. Fruhmann, 2004, X- rays in art and archaeology: An overview.
12. M. Uda, Guy Demortier, 2005, X- rqys for Archaeology.
13. Margaret A. and Jhon T. 1971, "A Review of Art of laser Cleaning in conservation" The National Center for persevvation Technology and Training. Louisiana.
14. Mrs Beeton's Book of Household Management vintage cooking cookbook Recipes Mrs Beeton 2252 pages, LONDON. E. C, 1928.

15. Safa Hamed, 2013, Possibilities application of nanoscience and nanotechnology in conservation of archaeological wood.
16. Tracey D. Chaplin and Robin J. H, "Raman Microscopy Techniques for the characterization of pigments" Focus, Issue 3, September 2006.
17. Weaver, Martin and Frank Matero (1997), Conserving Buildings: A manual of Techniques and materials. New York: Jhon Wiley & Sons.
18. Robin J.H, 1995, Raman Microscopy: Application to the Identification of pigments on Medieval Manuscriptsm Chemical society Reveiws.
19. MORTON, E.R, RADIOLOGY(X- Ray) ,ST.LOUIS, C.V MOSBY COMPANY, 1918
20. Aad EL-Hady. M,1986,The duibility of the limes and sandstone mouument in atmospheric conditions in Egypt, warsaw univ. Poland
21. Baldinucci, o. 1981, vocabalolario dell, art dell disegno, soc. TIP.classici Italiani , melano.

٣. مواقع الانترنت

1. www.middle-ea.com.
2. www.ye.chaina-embassy.org.
3. www.vetogate.com.
4. www.geoclties.com.
5. www.avabicpost.com.
6. www.ar.m.wikipedia.com.
7. www.mawdoo3.com.
8. www.triangleinnovationhub.com.
9. www.altibbi.com.
10. www.archeologie.culture.fr/ORIENTCUNEIFORME.org.
11. www.noor.book.com.
12. www.Jlworld.com.