تحليل و تشخيص لمواد **النحـاس** الأثرية

Analysis and characterization of Archeological copper Materials

م. حميان• ، ر.عبد الصمد••

ملخص:

يعد النحاس من أكثر المعادن أهمية في صناعة الأدوات المعدنية و التحف الأثرية و قد استخدم في صناعة العملات و الأواني و أدوات الزينة ، تحمل هذه التحف في طياتها تاريخا غنيا و مراجع متعددة الأشكال .

و قد تمحورت إشكالية دراستنا حول قطع نقدية متفاوتة التآكل و لمعرفة عوامل التلف و مدى أثره على المعدن قمنا بدراسة لطبيعة طبقة التآكل و القطعة النقدية من خلال معرفة التركيبة المعدنية و التركيبة الكيميائية و معرفة الخصائص الفيزيائية لقطع النقدية و قد استعمل لهذا الغرض أجهزة مخبريه حديثة أهمها التحليل المعدني بواسطة الأشعة السينية (X) و التركيبة الكيميائية عن طريق جهاز الميكروسكوبي الإلكتروني(MEB) و معرفة الخصائص الفيزيائية بواسطة جهاز Accoupyc وGeopyc ، و قد أثبتت التحاليل أن القطع من معدن النحاس و طبقة التآكل متكونة أساسا من أكسيد النحاس و أهم عوامل تآكلها رطوبة التربة التي كانت تغمرها في الحفرية

الكلمات المفتاحية :

معدن النحاس –التآكل-قطع نقدية- التركيبة الكيميائية-الخصائص الفيزيائية-عوامل التلف- الصيانة.

مقدمة:

إن المواد المعدنية المختلفة لديها فترة محدودة للاستعمال و ذلك لأسباب تلفها و تحويلها تحت تأثير الرطوبة و الحرارة و عوامل طبيعة أخرى إضافة إلى نوع التركيبة المعدنية و الخصائص الفيزيوكيميائية و الفيزيوميكانيكية و مكان استعمالها ، معالم تاريخية و أثرية كثيرة و في مناطق متعددة من القطر الجزائري تملك آثار معدنية معرضة للتلف و الزوال تحت تأثير عوامل المحيط الطبيعي و الاجتماعي ، بينما الأعمال المخصصة لحمايتها و المحافظة عليها تبقى ضئيلة و محدودة مما تتطلبها التدخلات الأساسية التي أصبحت اليوم ضرورية أكثر من الأمس .

• جامعة بومرداس قسم هندسة المواد
•• جامعة الجزائر معهد الآثار

دراسة هذه المسائل تستدعي تقنيات خاصة لتشخيص البنية و معرفة الخصائص الفيزيوكيميائية لهذا المعدن و أسباب تلفه .

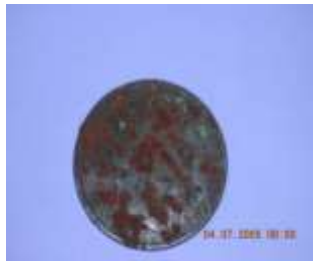
النحاس هو واحد من هذه المعادن ذا قيمة فنية و تاريخية ذات أهمية معتبرة احتوائه على العديد من الخفايا و الإشكاليات التي تستدعي البحث من أجل كشف الستار و رفعه عنه و مدى تعرضه لظاهرة تلف متقدمة جعلت منه الهدف الأساسي لهذه الدراسة.

لفهم ظاهرة تلف هذه القطع المعدنية و التمكن من ترميمها و صيانتها استعملنا طرق تقنية و علمية للوصول إلى حلول ملائمة، تطرقنا من خلالها إلى النقاط التالية :

- تعيين التركيبة المعدنية للقطع النقدية و طبقة التآكل
- تعيين الخصائص الفيزيائية للقطعة
- تشخيصا تلف القطع المعدنية
- أخذ بعين الاعتبار تأثير الخصائص على تلف المواد
- وضع اقتراحات لتنظيف القطع

1-تعريف التآكل

هو مجموع العمليات الفيزيوكيميائية التي تترسخ بين المعدن والوسط بداية من سطح المعدن و التي تسبب رجوع المعدن لحالة معدنية قريبة من حالة الخام المستقر ثرموديناميكيا فالتآكل هو حالة رجوعية لا تلقائية



شكل رقم (٠١) تمثل تأكل قطعة نقدية نحاسية

2-عوامل التآكل

نحد االعوامل الكيميائية كالماء، الأملاح المذابة، الغازات،الرطوبة ،الحرارة و العامل البيولوجي كالبكتيريا التي لها أثر بيوكيميائي و-العامل الفيزيائي باكتساب القطعة ظاهرة المسامية و هي في باطن الارض مما يؤدي الى انسياب الماء و الغازات التي لها دور في التطور الحركي

3- نتائج التآكل

أكاسيد النحاس: $Cu_2O \rightarrow H_2 + O_2$ $2CuO + H_2O$

هيدروكسيدات- كربونات النحاس: $2Cu^{2+} + Cu\,CO_3\,Cu(OH)_2 \rightarrow 2OH^- + CO_2 + \frac{1}{2}\,O_2$

هيدروكسيد – كبريتات النحاس: $Cu_4(SO_4)(OH)_6.H_2O$

4- التجارب:

لتحقيق هذه الدراسة أخذنا أربعة (٠٣) عينات متفاوتة في درجات التلف و لقيام بعملية تشخيص العوامل الداخلية و الخارجية المؤثرة في تلف المعدن قمنا بالمشاهدة الظاهرية باستعمال عن طريق الجهاز ميكروسكوب(X30)مع جهاز لقياس الأبعاد بدقة(10^{-2}مم)

الرؤية المجردة للمظهر الخارجي للقطعة أدى بنا الى التطرق للتحاليل الآتية :

- تحليل التركيبة المعدنية و الكيميائية للمعدن و طبقة التآكل
- تحليل الخصائص الفيزيوكيميائية و الفيزيوميكانيكية للعينات المعدنية

استعمل لهذا الغرض أجهزة مخبرية متنوعة منها الديفراكتومتر للأشعة السينيةRX و جهازAccupyc1330 و الجهاز الميكروسكوبي الإلكتروني(MEB)

5- نتائج التجارب :

1.5- التركيبة المعدنية و الكيميائية :

جدول رقم (٠١) يوضح التركيبة المعدنية و الكيميائية للقطعة النقدية رقم (01)

رقم الصور	01	
التركيبة الكيميائية	Pb. C. O. Cu. Cl. H	
التركيبة المعدنية	***سيروسيت،كوبريت النحاس،كلوريد،هيدروكسيد***	Cerussite .Cuprite Copper .Chloride .Hydroxide .

جدول رقم (٠٢) يوضح التركيبة المعدنية و الكيميائية للقطعة النقدية رقم (02)

رقم الصور	02

التركيبة الكيميائية	O. Cu. Sn. K. S. H

التركيبة المعدنية	***سيروسيت،كوبريت*** النحاس، سينوكروات	Cerussite .Cuprite Copper . .Cyanochroite

جدول رقم (٠٣) يوضح التركيبة المعدنية و الكيميائية للقطعة النقدية رقم (03)

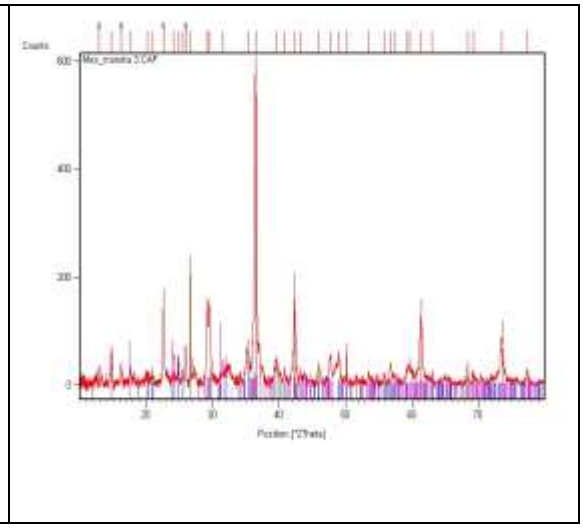
رقم الصور	03
التركيبة الكيميائية	Pb . C. O. Cu. H. Sn. Si. Fe

التركيبة المعدنية	***سيروسيت،كوبريت النحاس ،هيدروكسيد*** كوارتز ،هيماتيت، ملاخيت سينوكروات	Cerussite .Cuprite .Quartz. Hematite .Malachite .

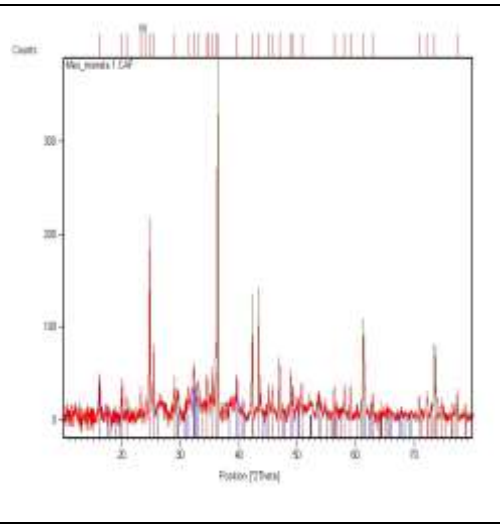
جدول رقم (٠٤) يوضح التركيبة المعدنية و الكيميائية للقطعة النقدية رقم (04)

رقم الصور	04
التركيبة الكيميائية	Pb . C. O. Cu. Cl. H. Sn. K. S. Si. Fe

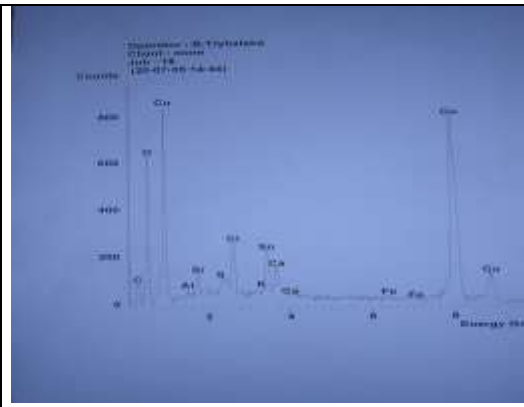
التركيبة المعدنية	***سيروسيت،كوبريت النحاس،كلوريد، هيدروكسيد*** كوارتز ،هيماتيت، ملاخيت سينوكروات	Cerussite .Cuprite Copper .Chloride .Hydroxide .Quartz. Hematite .Malachite .Cyanochroite



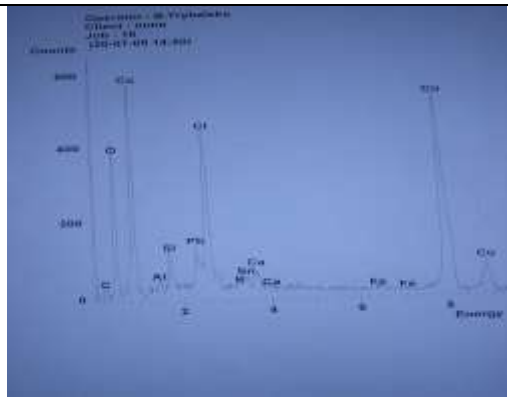
شكل رقم (١١) راديو غرام للقطعة رقم (03)
(Radio gramme RX (Cerussite .Cuprite .Quartz. Hematite . Malachite .Sn)



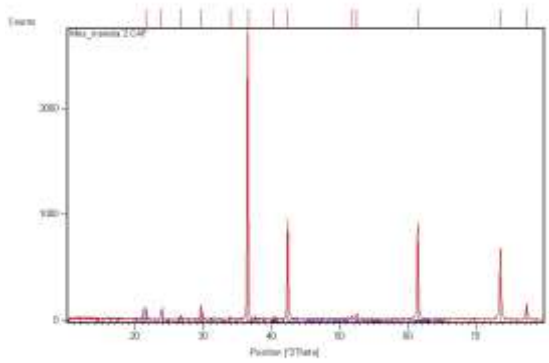
شكل رقم (١٢) راديو غرام للقطعة رقم (01)
(Radio gramme RX
(Cerussite .Cuprite .Copper .
.Chloride .Hydroxide)



شكل رقم (١٣) لوجه القطعة رقم (04) تحليل كيميائي بالمجهر



شكل رقم (١٤) لظهر القطعة رقم (04) تحليل كيميائي بالمجهر



شكل رقم (١٥) راديو غرام للقطعة رقم (02) (Radio gramme RX)
(Cerussite .Cuprite .Cyanochroite)

2.5 - الخصائص الفيزيائية:

قياس الكتلة الحجمية عن طريق جهاز Accupyc 1330

جدول رقم (٠٥) يمثل الكتلة الحجمية عن طريق جهاز Accupyc 1330

رقم العينة	حجم (سم٣)	دقة قياس (سم٣)	الكتلة الحجمية (غ/سم٣)	دقة القياس (غ/سم٣)
1	0.2772	0.0071	7.6604	0.2044
2	0.2677	0.0023	7.9306	0.0658
3	0.2694	0.0006	7.8818	0.0170
4	0.2662	0.0038	7.09753	0.1105
5	0.2696	0.0004	7.8759	0.0111

أبعاد و قياس الكتلة الحجمية بالطريقة التحليلية

جدول رقم (٠٦) يمثل الكتلة الحجمية بالطريقة التحليلة

رقم العينات	القطر ملم	السمك ملم	المساحة ملم٢	الحجم سم٣	الوزن غ	الكتلة الحجمية غ/سم٣
1	16.24	1.84	93.83	380.9	2.83	7.43
2	22.99	2.51	11965.78	1040.50	5.44	5.23
3	24.56	3.19	18548.78	1510.40	8.58	5.68

4	30.75	1.76	20079.20	1306.39	8.92	6.83
5	24.83	0.99	5946.07	478.72	3.89	8.12
6	20.07	1.45	46000.97	458.03	2.88	6.29

6- تأويل و تفسير النتائج :

تتوافق نتائج التحاليل على أن القطع النقدية كلها من معدن النحاس مع وجود أحيانا خليط من تركيبة نحاسية و برونزية .

كما أن التركيبة المعدنية لطبقة التآكل تتوافق و ميكانيزمات تآكل النحاس و البرونز

7- اقتراحات لتنظيف القطعة و معالجتها:

ليس من السهل معرفة معدن النحاس من البرونز للقطع الاثرية و بالخصوص إذا كانت القطع في حالة متقدمة من التآكل ، فعيناتنا النقدية وجدت متلفة تحت الأرض و لهذا كان من اللازم أن نلجأ الى التحاليل الكيميائية و المعدنية و الخصائص الفيزيوكيميائية لمعرفة طبقة التآكل سطح المعدن.

- و عموما فان النحاس يتاكسد بطريقة اقل من البرونز و طبقة التآكل تكون اكثر وضوحا ، فالنحاس الصافي يكون احمر اللون حيث تحت تاثير الرطوبة يتاكسد بارتباطه مع حمض الكاربونيك الموجود في الهواء و يكون ما يسمى (اخضر رمادي)

جدول رقم (٠٧) بطاقة تقنية

بطاقة تقنية لصيانة و ترميم المسكوكات النحاسية

تعريف وتشخيص للقطعة								وجه القطعة قبل الترميم
رقم القطعة	01							
طبيعة المادة	النحاس							
الفترة								
المقاسات	ق:16.94 مم / س:2.01 مم / ح:452.72مم3							
طبيعةالتلف	كيميائي	X	فيزيائي	X	ميكانيكي	X		ظهر القطعة قبل الترميم
نوع التآكل	عام	X	سطحي					
لون التآكل	رمادي	X	أخضر	X	أسود بني			
حالةالسطح	وجودترسبات	X	ظهور بقع					
حالة الحفظ	جيدة		متوسطة		سيئة	X		
التدخلات اللازمة								
التنظيف	كيميائي	X	ميكانيكي	X				
الوصف	الوجه و الظهر لا تظهر عليهما أية ملامح							

و قد نظفت القطعة التنظيف الميكانيكي سطح القطعة النقدية

التنظيف الكيميائي: Paralouid B44 ل التنظيف

بالامواج الصوتية Cuve ultrasons ، يتألف مبدا التنظيف بالامواج الصوتية باستخدام موجات ذات التردد العالي التي يولدها الجهاز ، يقوم بنشرها آليا داخل الوعاء حيث يؤدي الى تنظيف جزئي للقطعة ، تزيل هذه المغاطس الشوائب (الرمل، الاتربة،...الخ) من التحفة

- كانت النتيجة جد ايجابية و ذلك بابعاد كل المادة الطينية العالقة بالقطعة و طبقة التآكل ثم تنظيفها لتصبح خالية من كل شائبة و تآكل.

8- الخاتمة:

الإلمام بالمراجع العلمية و التقنية لمعدن النحاس ، سبائكه و خصائصهما يؤدي الى معرفة جيدة و شاملة للتحف الأثرية و تفاعلاتها مع المحيط و بالتالي الى تشخيص ، صيانة و ترميم ملائم حسب مقاييس علمية دقيقة .

- المجموعة النقدية متنوعة من حيث الأشكال و الأبعاد..
- كل التحف تظهر في حالة متقدمة من التلف .
- أثبتت التحاليل الكيميائية و المعدنية بأن معدن القطع هو النحاس .
-طبقات التآكل متنوعة الا أن كلها تحتوي على أكسيد النحاسوز(Cuprite . Cu2O)
- تغير السطح و تركيبة المعدن نتيجة تآكل القطعة المعدنية تحت تأثير المحيط .
- تغير بعض الخواص الفيزيوكيميائية تحت تأثير التآكل .
- في المرحلة الأولى يتكون على سطح القطعة النقدية أكاسيد أساسا كوبريت (Cu2O)، ذو اللون الأحمر البني و تنوريت (CuO)، ذو اللون المائل للسواد
- تحت تأثير المحيط الجوي يضاف الى طبقات الأكسيد السالفة تكوين سولفات النحاس القاعدية(Cu SO4 .3Cu (OH)2) ذات اللون الأخضر الفاتن أو تكوين الملاخيت ذات الون الأخضر الجميل (Cu2 (OH)2 CO3) .
- صيانة أو محافظة التحف النقدية النحاسية مرتبطة بالعوامل الآتية:
. السطح و البنية التي تتغير تحت تأثير المحيط الجوي و شدة التآكل.
. تغير المقاومة و الخصائص الفيزيوكيميائية المظهرية للتحفة .
- الهدف المنشود بعد التنظيف هو اعادة القيمة المظهرية للتحفة النقدية و الحفاظ عليها
- هناك تركيبات متعددة و متنوعة مستعملة في تنظيف القطعة النقدية النحاسية الا أنه من الأفضل أن يكون التنظيف الميكانيكي في المرحلة الأولى و التنظيف الكيميائي في المرحلة الثانية .

9-قائمة المصادر و المراجع

١- ر.عبد الصمد .مذكرة ليسانس في الصيانة ٢٠٠٤ .الجزائر

٢- م.برديكو .تر.محمد أحمد الشاعر . الحفظ في علم الآثار.القاهرة ٢٠٠٠