

# علاج وصيانة الأحافير الخشبية من الحقب الرابع (عصر البلايستوسين)

## إعداد

د. حمدى أحمد عمر الأبيارى  
مدرس ترميم الآثار بقسم ترميم الآثار  
كلية الآثار- جامعة جنوب الوادى



## ملخص البحث

## Abstract

تعانى الأحافير الخشبية من الحقب الرابع (عصر البلايستوسين) من مظاهر تلف مختلفة تتمثل في وجود تكلسات ، وتزهر ملحي ، و تآكل وتفتت ، ونقشير بما يشبه الأشرطة المتموجة ، وتشرخات دقيقة ، و تشققات عميقة تشبه التفسخ ، وتقع لوني ميكروبيولوجي ، وضعف وانحلال في البنية الداخلية ، و تشوهات وانهيار للخلايا النباتية حيث نالت أحافير تلك الفترة حفظا سينا نظرا لتأثيرات الظروف المناخية غير المستقرة في تلك الفترة ، ومؤثرات بيئة الدفن ، والتقدم في عمرها ، وتكمن أهمية البحث في البقاء على الحالة الجيدة لتلك الأحافير من تفاصيل خارجية وتركيب داخلي وتوفير الحماية المستقبلية لها لكونها قيمة جمالية وتراث علمي وتعليمي ، حيث تؤثر عيوب السطح وكذلك تشوه بنية الخلية على تحديد نوعية الخشب المتحجر وماهيته.

لذا فقد إستخدم مواد وطرق فحصية باستخدام الميكروسكوب المستقطب Polarizing Microscope (PM) والميكروسكوب الإلكتروني الماسح Scanning Electron Microscope ( SEM) وتحليلية باستخدام حيود الأشعة السينية ( XRD ) و وحدة التحليل المرفقة بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح Energy Dispersive X-rayanalysis (EDX) والتحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء Fourier Transform Infra-red Spectrometry (FTIR) لمعرفة التركيب المعدني والمكون العنصري والحالة التي عليه من تدهور وحالة الخلايا وما اعترأها من تغيير أو انهيار بالإضافة إلى بعض التجارب وقد شملت تجريب ميكروبيولوجي للتعرف على الأنواع الفطرية والبكتيرية التي أصابت تلك النوعية من الأحافير بالتلف وأفضل المواد المبيدة لها وتجريب لتقييم المواد الكيميائية من الأحماض المستخدمة في التنظيف لتلافي ضررها وتجريب لتقييم بعض مواد التقوية لمعرفة أفضلها ثم المعالجات والصيانة تطبيقا على أحفورة خشبية تعود إلى تلك الفترة وينتهي البحث بإقرار التوصيات للحفاظ .

## Introduction

## مقدمة

وجدت الأحافير الخشبية في أنحاء متعددة من العالم واستخدمت كسجلات تاريخية وهي هامة جدا لعلماء الجيولوجيا والنبات والآثار والبيئة والحشرات وفي العادة يتم العثور عليها كأجزاء منفصلة أو أجزاء صغيرة من النباتات الأصلية (Taylor,1981) ٠ وفي عام ١٩٩٠ كشفت الجمعية الجيولوجية المصرية عن أحفورة خشبية توضحها الصورة رقم (١) بمنخفض الواحات الخارجة تعود إلى الحقب الرابع في الزمن الجيولوجي (عصر البلايستوسين pliestocene) ومن خلال الدراسات التشريحية لعينات الأخشاب المتحجرة التي تم العثور عليها في منطقة الواحات الخارجة تم تحديد الفصيلة والنوع التي تنتمي إليه والتي أثبتت أن كلها تنتمي إلى خشب عاريات البذور وكلها تمثل جنس واحد ونوع واحد Lifiyii Agathoxylon فصيلة (Mostafa, 2009) Araucariaceae .



صورة رقم (١) تبين الأحفورة الخشبية قبل العلاج

### وصف الحالة Description of the state

الأحفورة هي عبارة عن قطعة من ساق شجرة متحجرة (Petrified)، طول القطعة ٥٤ سم، ونصف قطرها ١٧ سم، مسجلة برقم (٢٤٧) (Stewart 1983) من مقتنيات متحف قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة طنطا، وقد نالت حفظا سينا نظرا لتأثيرات الظروف المناخية غير المستقرة في تلك الفترة ومؤثرات بيئة الدفن والتقدم في العمر تسببت في تدهورها .  
مظاهر تدهور الأحفورة الخشبية :

تلاحظ من خلال الأشكال أرقام (١ و ٢) أن الأحفورة الخشبية تعاني من مظاهر التدهور الآتية :

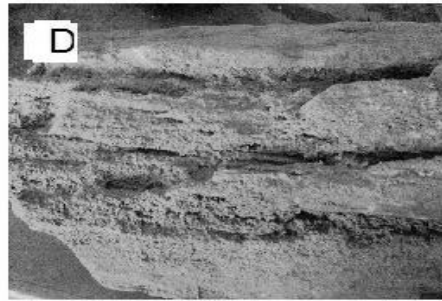
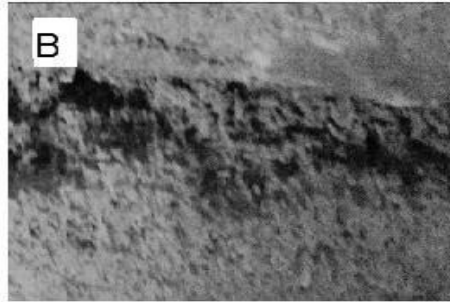
- رواسب واتساخات وما يطلق عليه ورنيش الصحراء تطمس مورفولوجية السطح.
- تزهز ملحى بالسطح .
- تشرخات دقيقة وتشققات عميقة تشبه التفسخ .
- تآكل وتفتت بالسطح .
- قشور نتج عنها أشرطة متموجة للسطح .
- تبقع لوني بعضه ناتج عن رواسب حديدية والبعض الآخر ناتج عن العفن الميكروبيولوجي .





شكل رقم ( ١ : A, B, C, D, E, F ) يبين مظاهر التلف المختلفة بالتصوير الفوتوغرافي الملون:

- (A,B) رواسب واتساخات ملتصقة بالسطح وما يطلق عليه ورنيش الصحراء
- ( C ) تشققات عميقة تشبه التفسخ وتفسير للسطح
- ( D ) تفسير وتآكل وتفتت في سمك الخشب
- (E,F) تزهر ملحي وتشرخات دقيقة



شكل رقم (٢ : A, B, C, D ) يبين مظاهر التلف المختلفة بالتصوير الفوتوغرافي

- الأبيض والأسود :
- (A) رواسب واتساخات ملتصقة بالسطح

(B) تأكل وتفتت

(C) تشققات عميقة تشبه التفسخ بالسطح

(D) تقشير نتج عنه أشرطة متموجة

## Materials & Methods

## مواد وطرق

اجريت العديد من الفحوص و التحاليل لعينات من الأحفورة الخشبية للتعرف على مورفولوجيا السطح والتركيب المعدني والمكون العنصرى الداخلى ومدى استبقاء المواد النباتية فى المصفوفة الأحفورية من عدمه فضلا عن حالة البنية التشريحية والوقوف على خصائص التدهور كما يلى :

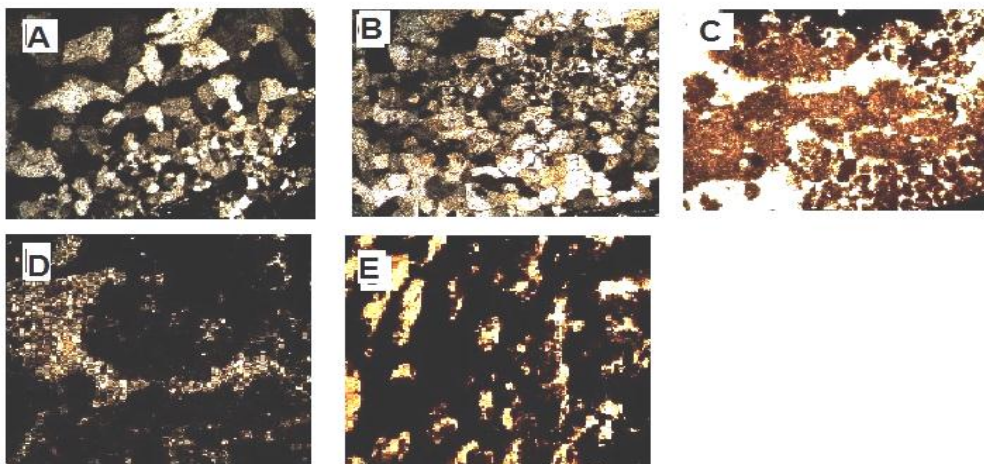
## Investigations

## أولا : الفحوص

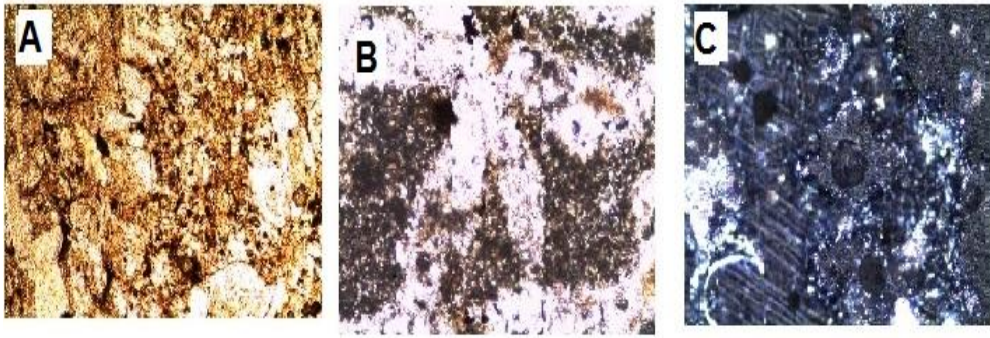
### ١- الفحص البتروجرافى بالميكروسكوب المستقطب

### Polarizing Microscope (P.M. )

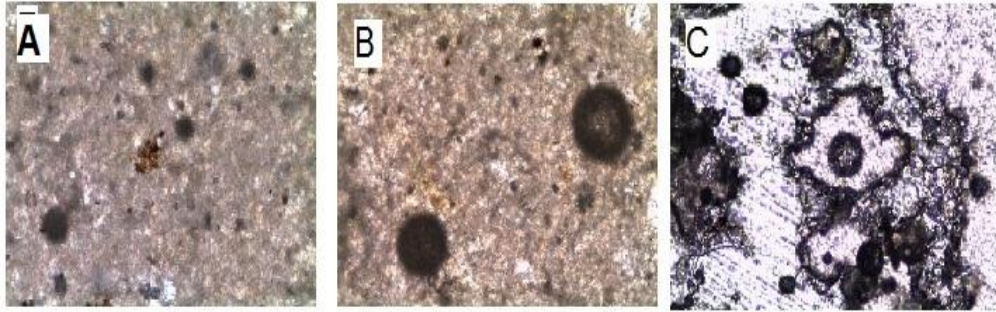
أخذت عينات من الأحفورة الخشبية وأعدت مقاطع لها Thin Section فى صورة رقيقة سمك ٢ مم حتى يسهل مرور الضوء وتظهر تفاصيل الخلايا مع مراعاة اجراء عملية الصقل والتغطية لمقاطع العينات بما يكفى لتحقيق الأهداف التحليلية بحيث لم يزيد حجم التغطية عن ١،٠ مل وبعد التأكد من سلامة مقاطع العينات بالتحقق من سلامة اللون واللمس والمظهر الخارجى السطحى والداخلى ومدى تماسك البنية الداخلية للخلايا ، فحصت تلك المقاطع تحت الميكروسكوب المستقطب من نوع Olympus BX 51 بمركز التحاليل الدقيقة - جامعة طنطا للتعرف على مكون الأحفورة والتركيب الخلوى والحالة التى عليهما وكلاهما يوضحه الأشكال التالية أرقام ( ٣ ، ٤ ، ٥ )



شكل رقم (٣ : A,B,C,D,E) ميكروسكوبي تحت الضوء المستقطب  
(A,B) تظهر المكون المعدنى غير المتجانس للعينات من معادن كالسيت وكاولينيت وبيريت ودولوميت وسيلفيت وسيلستيت وأنهديت بالإضافة إلى الأملاح من الكربونات والكبريتات كما يظهر المادة العضوية جزأ لايتجزأ من المعادن  
(C) تظهر معدن البيريت وقد حدث له بيرته ويتواجد الحديد على شكل صبغات  
(D,E) يظهر تمعدن الخشب تمعدن كامل داخل الخلايا وأن هيكل الخلية العضوية من الخشب كان بمثابة قالب .



شكل رقم ( ٤ : A,B,C ) ميكروسكوبى تحت الضوء المستقطب (A) تظهر شروخ دقيقة وتفكك حبيبي لمعدن الكالسيت (B) تظهر تداخل معدن كالسيت مع معدن أنهدريت والكاولينيت مع وجود تفكك حبيبي وتبلور ملحى بين الحبيبات مع المادة العضوية للخشب (C) تظهر الاملاح من الكربونات والجبس (Matrix)

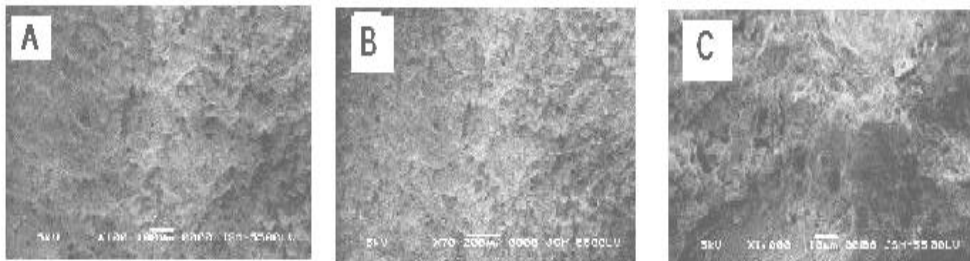


شكل رقم ( ٥ : A,B,C ) ميكروسكوبى تحت الضوء المستقطب ، وتظهر الخلايا وما حدث لبعضها من تشويه وانهيار بشكل كامل

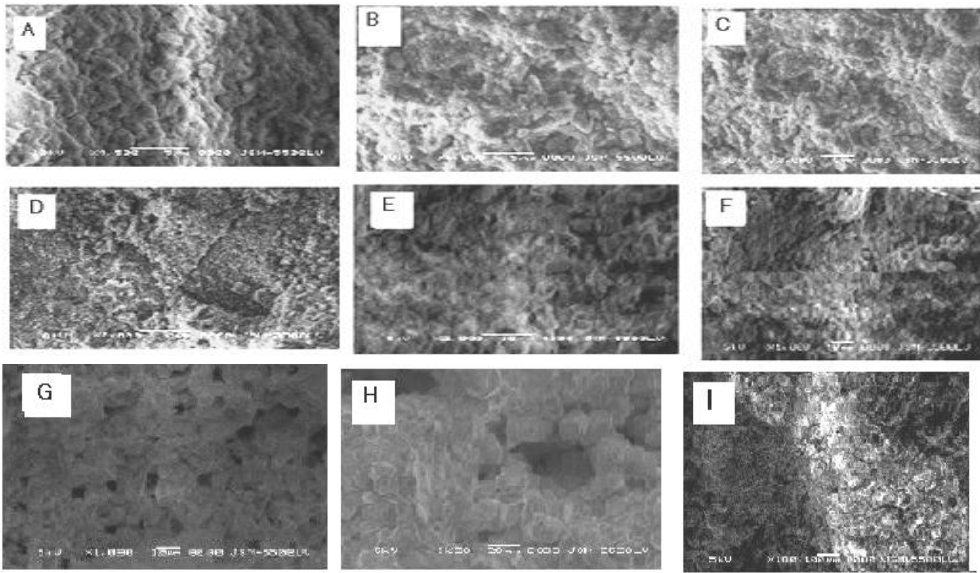
## ٢- الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح

### Scanning Electron Microscope (SEM)

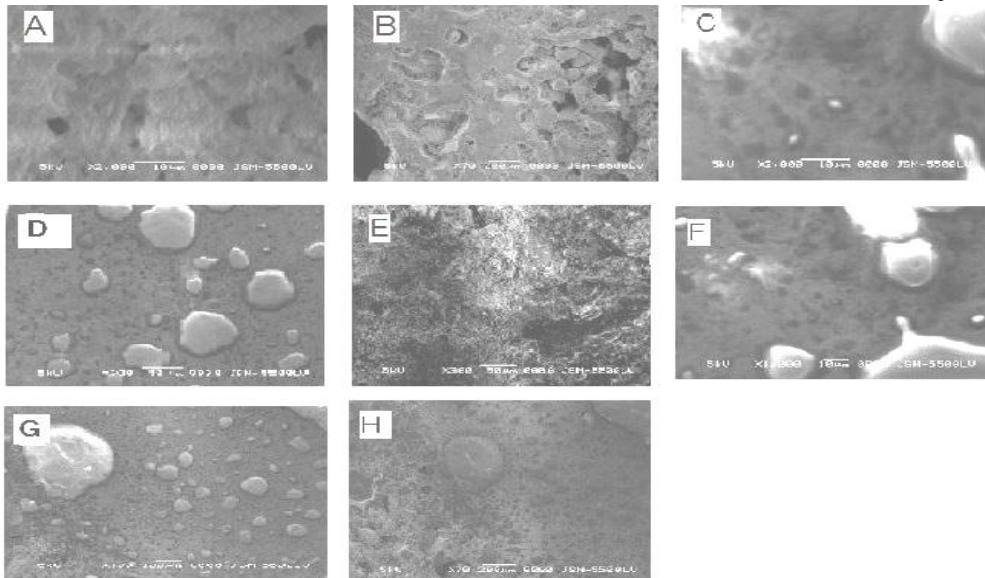
فحصت عينات من الأحفورة الخشبية بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني الماسح Jeol 5500LV SEM بالمعمل المركزى - جامعة جنوب الوادى للتعرف على التركيب الداخلى والسطحى وخصائص تدهوره ومورفولوجية الخلايا النباتية الوعائية وما اعترها من تغير وتلف وتبين الأشكال أرقام ( ٦ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ) نتائج الفحص .



شكل رقم ( ٦ - A,B,C ) ميكروسكوبى (SEM.) بتكبيرات من الشمال إلى اليمين ( 100x, 70x, 1000x ) يظهر الرواسب المتكلسة بالسطح من طين ورمل مختلطة بالأملاح من الكربونات والكبريتات

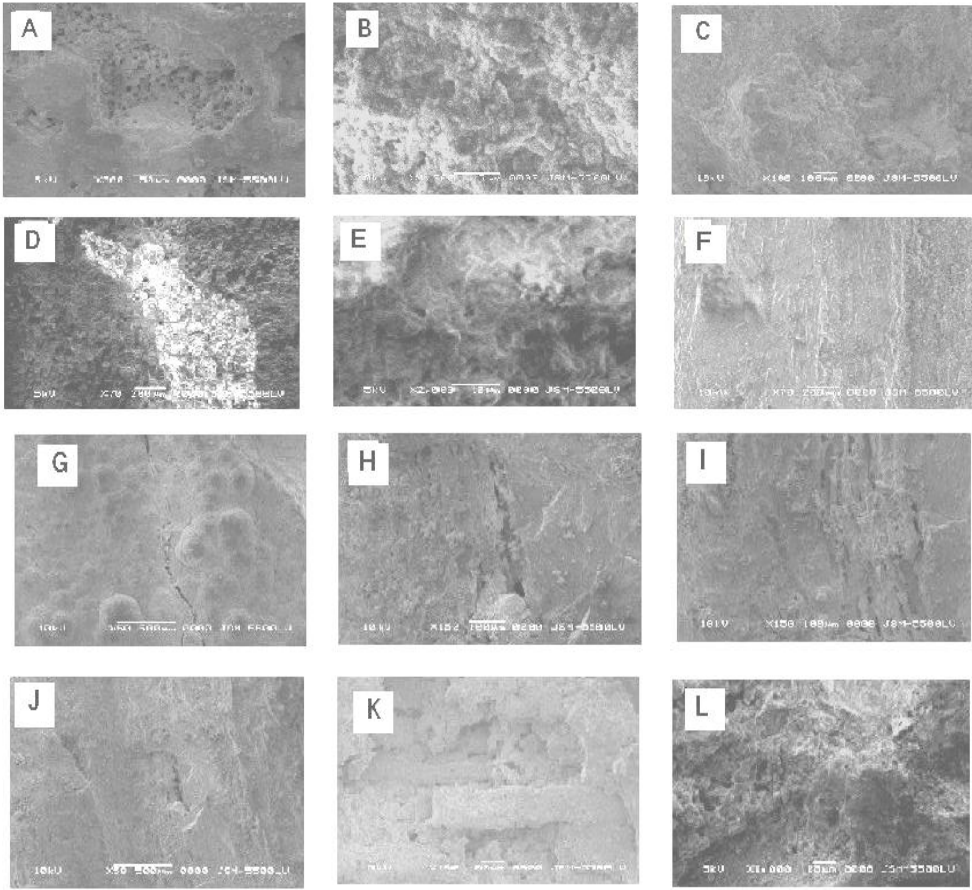


شكل رقم ( ٧ - A,B,C,D,E,F,G,H,I ) ميكروسكوبى (SEM) بتكبيرات من الشمال إلى اليمين ومن أعلى إلى أسفل (100X, 600X, 1000X, 3000X, 4000X, 4.500X) وجميعها تظهر مكون العينات من معدن الكالسيت والكاولينيت و البيريت والدولوميت وسلفيت والسيلستيت و انهدرت والأملاح من الكربونات والكبريتات فى شكل تجمعات كما يظهر المادة العضوية للخشب متداخلة مع المعادن كجزء لا يتجزأ من النسيج المتحجر



شكل رقم ( ٨ - A,B,C,D,E,F,G,H ) ميكروسكوبى (SEM) ( A,B,C ) بقوة تكبير من الشمال إلى اليمين ( 1000x , 70x , 2000x ) يبين الخلايا الوعائية النباتية مملوءة بالمعادن والمساحات بين الخلايا ( D,E,F,H ) بقوة تكبير من الشمال إلى اليمين ومن أعلى إلى أسفل ( 70x , 100x , 1000x , 300x , 300x ) تبين تدهور الخلايا والتي ظهرت مستطيلة وبعضها حدث له اندماج مع الآخر وبعضها حدث له انهيار نتيجة لضغط رواسب التربة .





شكل رقم ( ٩ - A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L ) ميكروسكوبي (SEM) بقوة تكبير من الشمال إلى اليمين ( 100x , 300x , 4000x ) تبين وجود تآكل وعدم تماسك في بنية العينة ( D,E,F ) بقوة تكبير من الشمال إلى اليمين ( 100x , 2000x , 70x ) يبين التزهير الملحي لأملاح الكربونات والكبريتات ( G,H,I ) بقوة تكبير من الشمال إلى اليمين ( 150x , 150x , 50x ) تبين تشرخات دقيقة وشقوق عميقة ( J,K , ) بقوة تكبير ( 100x , 50x ) تبين تقشير ( L ) بقوة تكبير ( 1000x ) تبين وجود عفن بكتيري .

## Analysis

## ثانياً : التحاليل

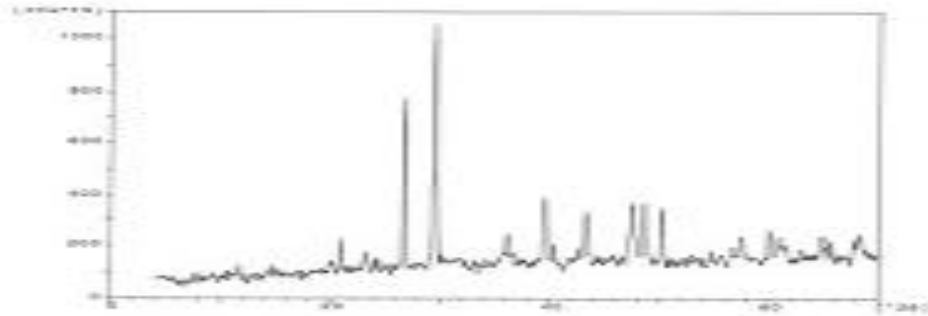
### ١- التحليل بحيود الأشعة السينية (XRD)

أخذت عينة من الأحفورة الخشبية وتم تحليلها بجهاز حيود الأشعة السينية ماركة Philips Diffractometer type is PW 1840 ، بمركز التحليل الدقيقة - جامعة طنطا حيث أعطى التركيب المعدني للعينة ومعلومات عن ما أصابه من تحولات معدنية ، وهذا يتبين بالجدول رقم (١) والشكل المرفق رقم (١٠) .

جدول رقم (١) يوضح التركيب المعدني للعينة حلت بواسطة (XRD)

نوع العينة Kind of sample	مكان العينة Locution	المعادن المتعرف عليها Identified Minerals	النسبة المئوية Percentage%
------------------------------	-------------------------	--	-------------------------------

خشب متحجر (عصر البلاستوسين)	تم العثور عليها	Calcite ( Ca Co <sub>3</sub> )	58.83
	بمنخفض الواحات الخارجة	Kaolinite Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ( OH) <sub>4</sub>	43.21
		Pyrite Fe S <sub>2</sub>	32.06
		Dolomite Ca Mg ( Co <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	25
		Sylvite K Cl	10
		Celestite Sr So <sub>4</sub>	6.33
		Anhydrite Ca So <sub>4</sub>	5.75
		Gypsum Ca So <sub>4</sub>	3.1



شكل رقم ( ١٠ ) يبين نمط حيود الأشعة السينية للعينة

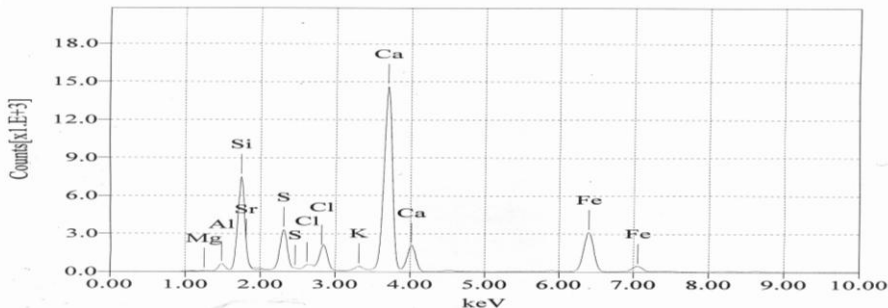
## ٢- التحليل بوحدة ( EDX )

### Energy dispersive X-Ray analysis ( EDX )

تم تحليل عينة من الأحفورة الخشبية بوحدة التحليل ( EDX ) المرفقة بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح ( Oxford ISIS Link ) بالمعمل المركزى لجامعة جنوب الوادى وقد أعطى العناصر المكونة للعينة ونسبها ويبين الجدول رقم (٢) والشكل المرفق له رقم (١١) هذه العناصر .

جدول رقم (٢) يوضح نتيجة التحليل العنصرى للعينة بوحدة ( EDX )

Element	Line Type	Energy	ms%	mol%	K	Net	Error%
Mg	K	1.25	0.9470	1.4087	0.0015525	463	1.5870
Al	K	1.49	3.8236	5.1248	0.0091453	5838	0.2123
Si	K	1.74	23.7225	30.5454	0.0685075	81630	0.2121
S	K	2.31	5.8561	6.6049	0.0201671	42676	0.0563
Cl	K	2.62	1.1683	1.1917	0.0037695	6148	0.1380
K	K	3.31	1.2447	1.1511	0.0039480	4547	0.1809
Ca	K	3.69	53.1013	47.9130	0.1565994	215026	0.1578
Fe	K	6.40	7.9920	5.1752	0.0222342	55029	0.0855
Sr	K	14.14	2.1446	0.8851	0.0176974	30486	0.0836



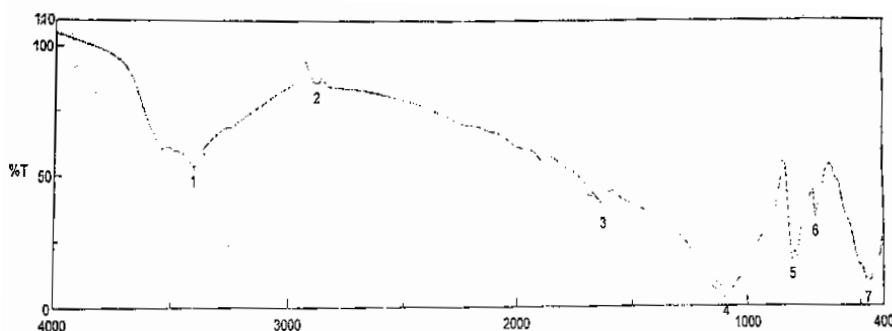
شكل ( ١١ ) يبين نمط تحليل العينة بوحدة EDX

### ٣ - التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء

#### Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR )

تم أخذ عينة من الأحفورة الخشبية واعدادها بطريقة تناسب مع حالتها الصلبة حيث سحقت وشكلت في صورة قرص بعد خلطها ببروميدي البوتاسيوم K Br ثم حلت بجهاز Jasco FTIR 4100 بوحدة التحليل الطيفي بمركز التحاليل الدقيقة - جامعة جنوب الوادي وقد تم تشغيل الجهاز ما بين  $4000\text{Cm}^{-1}$ :  $400\text{Cm}^{-1}$  لتحديد مدى استبقاء المواد العضوية المكونة للخشب بالأحفورة من عدمه وسلوكها أثناء عملية التآخر والصورة التي عليها وكذلك الحصول على معلومات عن مدى ثباتها في ظل وجود المؤثرات المحيطة لبيئة الدفن ويبين الجدول رقم (٣) والشكل المرافق له رقم (١٢) المجموعات الفعالة في مكون الأحفورة والتي أظهرها التحليل .  
جدول رقم (٣) يوضح المجاميع الفعالة في مكون عينة الأحفورة الخشبية

Wave Number Cm-1	Assignment
3405.67	(OH ) stretch
2875.34	(CH) stretch bond in cellulose
1620.88	Aromatic (C-C) stretching bond in lignin
1092.87	( C-O) Stretch in lignin
797.42	Sulphonates ( S-O) stretch
693.28 -465.72	Halydes (Cl) stretch



شكل (١٢) يوضح نمط تحليل العينة بطيف الاشعة تحت الحمراء

#### Experimental

#### ثالثا : التجارب

##### ١- التجريب الميكروبيولوجي

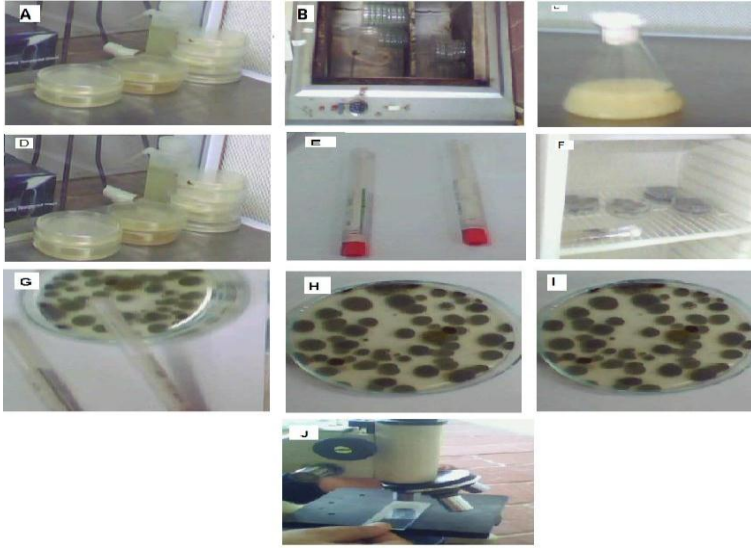
تم التعرف على الأنواع الفطرية والبكتيرية التي تتلف الأحافير الخشبية على النحو التالي :

- أ- إعداد سواب معقمة : وذلك لأخذ مسحات بطريقة غير مباشرة عليها تحت ظروف تعقيم مناسبة من الأحفورة الخشبية وزراعتها على بيئات غذائية .
- بيئة آجار المغذى Agar Mudium .
- بيئة دوكسى Czapek,s Dox Agar .

حيث تحت ظروف التعقيم صبت هذه الأوساط الغذائية في أطباق بترى المعقمة وتركت لتتصلب ثم زرعت السواب أو المسحة و وضعت الأطباق المعقمة في الحضانة عند درجة حراره ٣٠ م لمدة تتراوح من ٣ : ٢١ يوم .

ب- العزل والتنقية : أخذت النموات التي ظهرت بالأطباق بعد أنتهاء فترة التحضين كلا على حده وزراعتها على نفس البيئات السابقة وتحضينها عند نفس الظروف وتكررت هذه العملية إلى أن تم الحصول على الكائن الحى الدقيق فى صورة نقية تمكن من خلالها تم إجراء التعريف ويوضح الشكل (١٣) :

ج-التعريف : تم أخذ النموات النقية وعمل شرائح لها ثم فحصت الشرائح تحت الميكروسكوب الضوئى للتعرف على الصفات المورفولوجية لكل كائن ومقارنتها بالصفات المورفولوجية القياسية لتعريف الأنواع الفطرية والبكتيرية حيث تم تعريف الفطريات والبكتيريا بالإستعانة بالمفاتيح العلمية المتخصصة (Gilman 1965) و Cowan(1974) وتوضح بالجداول رقم ( ٤ , ٥) الأنواع الفطرية والبكتيرية التى تم التعرف عليها .



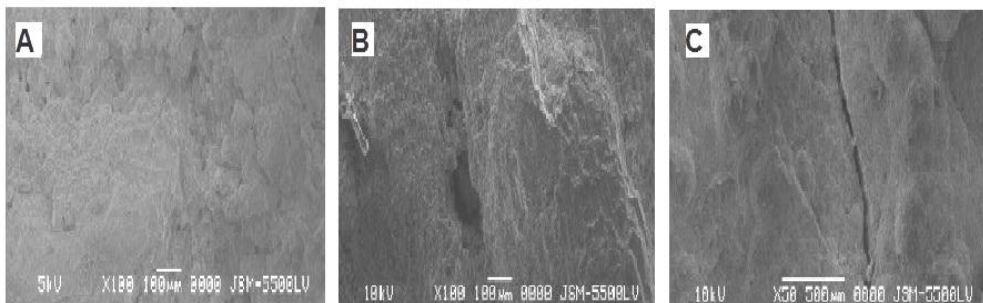
شكل رقم ( ١٣ : A,B,C,D,E,F,G,H,I,J ) تبين الطرق المتبعة فى إعداد الأوساط الغذائية وعملية الفحص

- وقد شمل الجانب التجريبي لمعرفة الأنواع الفطرية والبكتيرية تجريب بعض المواد المبيدة من بوفيدون (Povidone) بنسبة ٨% وأكسلين (Xylene) بنسبة ٨% لمعرفة مدى قوة مفعولها في القضاء على تلك الكائنات الحية .

## ٢- تجريب تقييم تأثير المعالجة بالأحماض :

تم تجريب بعض المحاليل الكيميائية لحمض الخليك والفورميك والهيدروكلوريك وهى أحماض يعول كثير من المرممين على استخدامها كأساس فى تنظيف الرواسب المتكلسة والأملاح غير القابلة للذوبان من سطوح هذه الأحافير لمعرفة ما قد تحدثه من تغير فى حالة الآثار النباتية المتحجرة مع الأخذ فى الإعتبار الآثار الجانبية الضارة اللاحقة بتطبيق محاليل هذه الأحماض على ثلاث عينات من الخشب

المتحجر عينة (١) عولجت بحمض الفورميك ٣% و عينة (٢) عولجت بحمض الأستيتك ٣% وعينة (٣) عولجت بحمض هيدروكلوريك ١% وهى النسب الأكثر استخداما في التنظيف عن طريق مسح سطح العينات بالمحلول الحمضى ثم الماء المقطر ثم فحصت العينات بالميكروسكوب الألكترونى الماسح بعد المعالجة ويوضح الشكل التالى رقم (١٤ : A,B,C ) نتائج المعالجات بتلك الأحماض وتأثيراتها .



شكل (١٤ : A,B,C) ميكروسكوبى SEM ، X100,X100,X70 يبين تأثير المعالجات بمحاليل الأحماض للعينات الثلاث ( A ) تبين ظهور راسب أبيض بالعينة (١) بعد المعالجة بمحلول حمض الفورميك ( ٣ % ) و ( B ) تبين حدوث تآكل وانحلال بالعينة (٢) بعد المعالجة بمحلول حمض الأستيتك ( ٣ % ) ( C ) تبين حدوث شروخ دقيقه بالعينة (٣) بعد المعالجة بمحلول حمض الهيدروكلوريك ( ١ % )

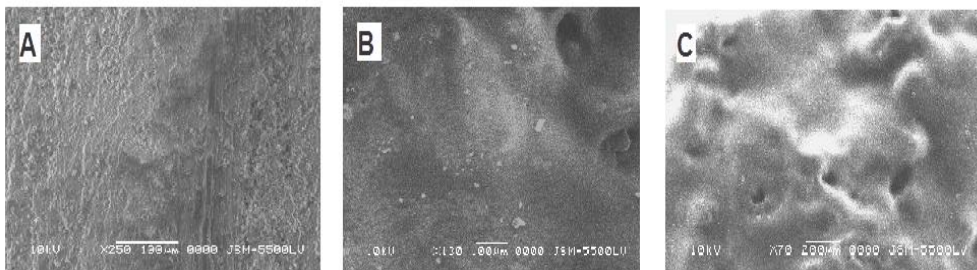
### ٣ - تجريب تقييم مواد التقوية

تم اجراء تجريبى للتحقق من أفضلية بعض مواد التقوية فى استعادة الأثر الضعيف تماسكه وقوته ومرونته بتغلغلها وعدم تغييرها للون الأثر حيث أن بعض مواد التقوية قد تسبب بعض المشاكل ولا تحقق الغرض المرجو منها فى تقوية البنية الداخلية لصعوبة تغللها أو بالسطح الخارجى بتكوينها طبقة غير مستوية وقد تحدث تغيير فى لون الأثر ومن هذه المواد التى خضعت للتجريب :

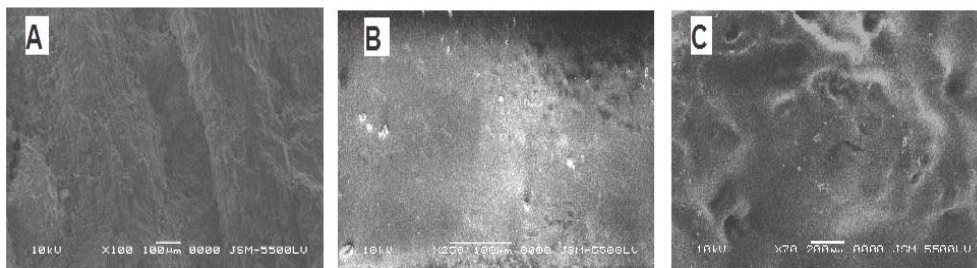
جولى فينيل بيوتيرال PVB ( Butvar B-76)

بارالويد ب ٧٢ Paraloid B72

حيث تم تطبيقها على عينات من الخشب الأحפורى بنسبة (٥%) وكان الأسلوب المستخدم فى المجال على العينات مباشرة وتم الإستعانة بالفحص الميكروسكوبى ( SEM) فى ملاحظة سلوك هذه المواد على العينات بعد المعالجة والتحقق من أفضليتها فى النتائج وتوضح الأشكال الميكروسكوبية رقم ( ١٤ ، ١٥ ) العينات بعد التقوية .



شكل رقم ( ١٥ : A,B,C ) ميكروسكوبى SEM تكبير من الشمال إلى اليمين ( 250x , 70x 130x ) يظهر معالجة النقية لعينة خشب أحفورى بمادة بيتنار B76 وقد تبين مقدرة المادة فى ملأ الشقوق والفجوات والتغطية السطحية المستوية والتغلغل العميق بما يتناسب مع درجة التركيز للمادة .



شكل رقم ( ١٦ : A,B,C ) ميكروسكوبى SEM تكبير من الشمال إلى اليمين ( 70x,200x,100x ) يظهر معالجة النقية لعينة خشب أحفورى بمادة بارالويد ب٧٢ وقد تبين مقدرة المادة فى ملأ الشقوق والفجوات والتغطية السطحية المستوية الشفافة والتغلغل العميق بما يتناسب مع درجة التركيز للمادة .

## النتائج والمناقشات

### Results&Discussions

### أولاً : الفحوص

### Investigations

#### ١- الفحص بالميكروسكوب المستقطب (P.M)

بينت الدراسة البتروجرافية لقطاعات من العينات باستخدام الضوء المستقطب والأشكال الميكروسكوبية ( ٣ ، ٤ ، ٥ ) ذات درجات تكبير مختلفة تتراوح بين ( 40X ) و ( 60X ) , المكون المعدنى لهذه العينات من معادن الكالسيت (  $Ca Co_3$  ) Calcite والطين الكاولينى  $Kaolinite(Al_2Si_2O_5.(OH)_4$  بانتشار واسع ومعادن أخرى من البيريت  $Pyrite(Fe S_2)$  و الدولوميت  $(Ca Mg(Co_3)_2)$  Dolomite والسلفيت  $Sylvite(K Cl)$  والأنهدريت  $Anhydrite(Ca SO_4)$  والجبس  $Gypsum Ca SO_4.2H_2O$  فضلا عن معدن السيلستيت  $Celestite (Sr So_4)$  بنسبة قليلة وقد تلاحظ وجود حبيبات الكالسيت متآكلة الحواف ، وبللورات الكاولينيت مفتته ومنكسرة وتتخللها بللورات الأملاح من الكربونات والكبريتات، وتظهر هذه الأملاح فى شكل تجمعات محيطة بحبيبات المعادن ، وحبيبات معدن بيريت مفككة كما وجد انحلال لمعدن الأنهدريت ، ولوحظ أيضا وجود تشرخات دقيقة وعدم تماسك بين سطوح تلك المعادن يثبت وجود فوارق ضوئية بين منطقتى الحواف والسطوح المعدنية ويمكن استنباط أن خصائص التدهور فى المكون المعدنى ترجع لتأثر الكالسيت وذوبانه بواسطة الماء الأرضى وترسبه مرة أخرى تبعا لدرجة PH ودرجة حرارة الماء وقد أدى التحلل الحرارى للكالسيت إلى تغير النسيج للبلورات وتكوين النسيج الحبيبي الملحي للكالسيت ، وتحول معدن أنهدريت إلى الجبس بإضافة الماء إليه ، وقد صاحب عملية النمو البلورى للأملاح من الكالسيت والجبس زياده الضغوط الجانبية وحدوث التشرخات الدقيقة نتيجة لحالات الجفاف والبلل والتبلور وإعادة التبلور وساعد على ذلك إرتفاع نسبة المياه الأرضية والتي أدت

أيضا إلى تغير حجم معدن الكاولينيت والذي يتميز بشراسته في إمتصاص الماء من خلال عملية التجوية (Scott and Collinsson 1983) ، و حدوث عملية بيرتة للمعدن الحامل للحديد معدن بيريت في بيئة مؤكسدة حيث تتواجد الرطوبة العالية مما يؤدي إلى حدوث تشققات عميقة تشبه النفخ (Howie 1979) ووفقا لاعتقادنا نرى أن ميكانيكية التحول الصلب للمعادن تتم عند مناطق الإلتماس بين المعادن غير المتجانسة يساعد في ذلك إرتفاع درجة الحرارة مما يؤدي لعدم التماسك بين سطوح تلك المعادن حيث الإختلاف في معامل التمدد والانكماش لمعادن التحجر من التردد في درجات الحرارة والرطوبة .

- وبين الفحص أيضا المادة العضوية بهذه العينات في صورة خطوط رقيقة كجزء لا يتجزء من المعادن وعن طريق فحص أماكن الإظلام والإعتام أمكن رؤية الخلايا وجدرانها وإتجاهات الجدران والخلايا وقد ظهر بها عيوب حيث بدى بعضها مستطيل والبعض حدث له إندماج مع خلايا أخرى والبعض الآخر حدث له انهيار تماما وهذا يدل على حدوث تدهور جيولوجي ناتج عن ضغط رواسب التربة حيث كلما كانت الخلايا ذات استطالة بشكل رأسى دل على اتجاه الضغط للتربة على الأثر الخشبى المتحجر ومع زيادة الضغط الناتج عن التربة يؤدي إلى زيادة رقة جدران بعض الخلايا و انهيار بعضها تماما (Mustafa 2009) ويرجع أيضا الانهيار لبعض الخلايا إلى الاختلاف في التركيب بين جدران الخلايا والخلية نفسها حيث تختلف الجدران عن الخلايا في درجة التماسك والصلابة نتيجة الاختلاف في نسبة التمعدن والتشبع لمعادن التحجر والاختلاف في معامل التمدد والانكماش لمعادن التحجر من التردد في درجات الحرارة والرطوبة (Scott and Hemsley 1991) ويعكس الفحص بالميكروسكوب المستقطب أن عملية التآخر تمت بطريقة التشرب المعدني في شكل ترسبات سائلة لأيونات التربة المعدنية بالمواد النباتية والتي أعطتها دعما بنائيا بعد التبلور في صورة معادن فتم حفظها في معظم التفاصيل العضوية الأصل وأبقت على صورتها ، وتدل الألوان الداكنة للأحفورة على الزيادة في درجة التمعدن والتشبع وثقل المعادن .

## ٢ - الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM)

بينت الفحوص التي تمت لعينات من الأحفورة الخشبية باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح والأشكال أرقام ( ٦ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ) مكون الأحفورة من معادن مختلفة غير متجانسة للكاسيت والكاولين والبيريت والأنهدريت والدولوميت والسيلفيت والسيلستيت ونمو بلورات من معدن الكالسيت الحبيبي والجبس وأظهرت المكون المعدني وقد أثرت فيه الظروف البيئية للتربة (بيئة الدفن ) من رطوبة وحرارة ومياه أرضية حيث بدت حواف الحبيبات المعدنية من الكالسيت متآكلة و بلورات الكاولين مفتته ومتغيرة في حجمها وحبيبات البيريت مفككة ومترسبة أحيانا ، كما أظهرت تشرخات دقيقة وتشققات عميقة داخلية وخارجية وعمليات تفتت وتقسير سطحي فقد لوحظ تدهور في التركيب المعدني نستنتج خصائصه من عمليات النقل المائي (Hill 1990) وترسيب للأملاح من الجبس الناتج من تحول الأنهدريت والكالسيت الحبيبي الناتج من نمو أملاح الكربونات من خلال عملية الاذابة للكالسيت وقد صاحب عملية النمو البلوري ضغوطا أدت إلى إحداث التشرخات الدقيقة وأيضا

حدوث عملية البيرتة لمعدن بيريت في ظل الرطوبة النسبية المرتفعة نتج عنها شروخ عميقة بما يشبه التفسخ تسبب ضعف التركيب الداخلي (Walton 1993) .  
- وبين الفحص المادة العضوية للخشب متداخلة مع معادن التحجر كما أظهر مورفولوجية الخلايا النباتية الوعائية والاتصالات بينها وقد بدى بعضها محتفظ بشكله العام ببيضاوى والبعض الآخر به عيوب مستطيل كما تلاحظ اندماج بعض الخلايا مع بعضها البعض نتيجة كثافة التمعدن (Scott and Collinsson 1978) والبعض الآخر حدث له انهيار تماما نتيجة الضغط الناشئ عن الرواسب ولوحظ أيضا أثر إصابة ميكروبيولوجية في صورة بقع ناتجة عن الفعل الميكروبي .  
**ثانيا : التحاليل :**

### ١ - التحليل بحيود الأشعة السينية (XRD)

يتبين من خلال الجدول رقم (١) والشكل المرفق له (١٠) أن الأحفورة الخشبية تتكون من معدن كالسيت ( Calcite(Ca Co<sub>3</sub>) ويتبلور في فصيلة الثلاثى ومعدن الدولوميت ( Dolomite( Ca Mg(Co<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ويتبلور في فصيلة المعيني والطين الكاوليني Kaolinite(Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.(OH)<sub>4</sub>) ويتبلور في فصيلة السداسى وبيريت Pyrite(Fe S<sub>2</sub>) ويتبلور في فصيلة المكعب وسلفيت Sylvite(K Cl) ويتبلور في هيئة مكعبية وسيلستيت Celestite(Sr So<sub>4</sub>) بللوراته في شكل معيني قائم بالإضافة إلى الأنهدريت Anhydrite(Ca So<sub>4</sub>) ويتبلور في فصيلة المعيني القائم لذا فقد تواجد معدن الجبس Gypsum Ca So<sub>4</sub> في التحليل أيضا من تحول الأنهدريت حيث تفاعل الأنهدريت مع الماء ونستبين من هذا التركيب المعدنى غير المتجانس للعينة أن عملية التحجر تمت بطريقة التشرب المعدنى لجيوكيميائية التربة الغنى بأيونات هذه المعادن على عدة مراحل :  
- تخلل أيونات التربة المعدنية مسام الخشب .  
- اختراق مسام جدران الخلايا .  
- الإحلال التدريجى لمسام جدران الخلايا وبناء الإطار المعدنى للحفاظ على هيكل الخشب .

- تبلور المعادن فى الفراغات والمساحات بين الخلايا .  
- حدوث عملية تحجر Lithification الخلية بعد فقد الماء وظهور العناصر فى شكل آخر بإعادة التبلور Pseudomorphic والتي أصبحت دعامة أساسية للمواد العضوية بالخشب ، و يتفق التركيب المعدنى للأحفورة الخشبية مع جيولوجية منخفض الواحات الخارجية (بيئة الدفن) فى الحقب الرابع عصر البلايستوسين بأنها كانت سبخات رواسب التلال الجيرية ، تظهر فى بطونها رواسب طينية مختلطة بالأملاح (ملاحظات) (Said, 1962) فقد عملت الظروف البيئية التى كانت سائدة فى تلك الفترة من هطول أمطار غزيرة علي حدوث تعرية مائية للصخور الجيرية والطفلية والرملية الموجودة بالهضاب المحيطة وحائط الواحة وترسيب ما تحمله من



فئات صخرى بالمنخفض مكونة مسطح طيني مشبع بالماء ونتيجة لكثرة هطول المطر تكونت الملاحات داخل أراضي المنخفض (Fakhry, 2003).  
 - ومن خلال ما سبق نتبين أن مظاهر التدهور بالأحفورة كان سببها التركيب المعدني غير المتجانس للأحفورة فالإختلاف في معامل التمدد والإنكماش لهذه المعادن أدى إلى حدوث تشرخات دقيقة وساعد في ذلك تبلور الأملاح من الكربونات الناتجة عن حدوث عملية الكربنة لمكون الأحفورة من الكالسيوم و الكبريتات الناتجة عن تأدرت معدن الأنهدريت تحت ظروف بيئية محيطة غير مستقرة (بيئة الدفن) من رطوبة وحرارة وأن ماحدث بالأحفورة من تشققات عميقة تشبه التفسخ ناتجة عن عملية البيرتة (الأكسدة لمعدن بيريت) في وجود الرطوبة العالية (Matten 1973) وساهم كل هذا في إضعاف بنية الأحفورة وحدثت تفتت وتآكل وتقسير بمورفولوجية السطح .

## ٢ - التحليل بوحددة (EDX)

بين الجدول (٢) والشكل المرفق له (١١) العناصر المكونة للعينة ونسبها حيث لوحظ ارتفاع نسبة الكالسيوم Ca بنسبه "٤٧,٩١" وتلاه عنصر السيليكون "Si" بنسبة "٣٠,٥٤" وتلاه عناصر الكبريت "S" بنسبة "٦,٦" والحديد "Fe" بنسبة "١,١٧" والألومنيوم "AL" بنسبه "٥,١٢" والماغنسيوم "Mg" بنسبة "١,٤٠" والكلور "Cl" بنسبة "١,١٤" والبوتاسيوم "K" بنسبة "١,١٥" بالإضافة إلى عنصر الأسترانشيوم Sr بنسبة "٠,٨٨" ومن خلال نتائج التحليل يتضح أن الكاتيونات المعدنية التي وجدت طريقها إلى مسام الخشب من عنصر الكالسيوم Ca وقد سجل أعلى نسبة تواجد والماغنسيوم "Mg" والبوتاسيوم "K" و تأثيرها المباشر في تركيز أيون (OH) نتج عنها تأثير قلوئ شديد حل مكون الخشب تحللا مائيا (Kamal El-Din. 1996) وأدت إلى تكون معادنها من الكالسيوم والدولوميت بالخشب وأعطت فرصة لاستبدال جزئيات مكون الخشب بعد تحللها ببطء بالعناصر المعدنية الأخرى المتواجدة برواسب التربة (بيئة الدفن) من السيليكون "Si" والألومنيوم "AL" والحديد "Fe" والكبريت (S) والكلور "Cl" والاسترانشيوم (Sr) ساعد الماء في حملها لمسام الخشب والتي بتبلورها بعد فقد الماء كونت معادنها من الطين الكاوليني (Kaolinite) و بيريت (Pyrite) وسلفيت (Sylvite) وسيلستيت (Celestite) وأنهدريت (Anhydrite) بمكون الأحفورة بواسطة كلا من الذوبان وإعادة التبلور وهذا يتفق مع نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية (XRD) ويتبين أيضا أن عملية التآحر اعتمدت على تركيز الرواسب الجيرية للتربة (بيئة الدفن) ودرجة المحتوى المائي في ظل قلوئية التربة الشديدة التي وجدت طريقها إلى مسام الخشب حيث توافرت الظروف المناسبة للتآحر من دفن سريع حال دون فناء قطعة الخشب (Youssef 1993) .

- ويستدل من تواجد العناصر الملحية مثل الكبريت "S" والتي يدل نسبته المرتفعة "٦,٦" على تواجده بنسبة كبيرة وعنصر الكلور "Cl" على نوعية الأملاح المتواجدة من الكبريتات والكلوريدات.

## ٣ - التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء (FTIR)

يبين الجدول (٣) والشكل المرفق له رقم (١٢) المجاميع الفعالة الموجوده بجزيئات المواد العضوية لمكون العينة والتي ظهرت حزم امتصاصها قليلة ومتباينة فى الشدة عند أطوال موجية  $3405.67^{cm-1}$  ،  $1620.88^{cm-1}$  ،  $2875.34^{cm-1}$  ،  $1092.84^{cm-1}$  ،  $797.42^{cm-1}$  ،  $693.28^{cm-1}$  ،  $465.72^{cm-1}$  وهى مجموعة الهيدروكسيل ( OH ) عند طول موجى  $3405.67^{cm-1}$  وتتواجد مجموعة الهيدروكسيل فى سلاسل جزيئات السيليلوز المحبة للماء ، ومجموعة ( CH ) عند طول موجى  $2876.34^{cm-1}$  و رابطة الكربون والهيدروجين مؤشر على وجود السيليلوز ولكن بنسبة منخفضة ، وتظهر مجموعة (C=C) عند طول موجى  $1620.88^{cm-1}$  و مجموعة ( C-o-R ) عند طول موجى  $1092.48^{cm-1}$  وتكون مجموعة الكربونيل نتيجة تحلل اللجنين وهى منخفضة فى الامتصاص (الحازمى وليب ٢٠١٣) ، ويتضح من هذه النتائج حدوث فقدان كبير فى كمية السيليلوز واللجنين يستدل عليه من عدد المجموعات الفعالة القليل لجزيئات المواد العضوية بمكون الأحفورة ، و غياب طيف الامتصاص لمجموعة الكربونيل فى Cellulose 11 حيث ظهرت مجموعة CH فقط ووجودها فقط يدل على انخفاض نسبة السيليلوز ، فضلا عن انخفاض الامتصاص لروابط اللجنين يدل على وجوده بنسبة قليلة (Moharram, et al 1980) ، ويعزى هذا الفقد ليس فقط للتحلل والذوبان أثناء عملية التآخر بل أيضا لتعرض مكون الأحفورة لمؤثرات بيئية وكيميائية فى بيئة الدفن خاصة الأملاح الحمضية من حمض  $So_4$  أو محاليل أملاح تنشط من تفاعل مكونات الخشب مع الماء (Reese and Mandeels 1980) ويؤكد ذلك نتائج التحليل حيث أظهرت روابط الكبريت (S-O) عند طول موجى  $797.42^{cm-1}$  وروابط الهاليد من الكلور (Cl) عند طول موجى  $693.28^{cm-1}$  وتواجد الكلور والكبريت يدل على تواجد أملاحهما بالعينة وهذا يتوافق مع نتائج التحليل XRD و EDX ويعتقد أن التأثير الرمادى ناتج عن طرد منتجات اللجنين القابلة للذوبان أو المذابة للخارج.

ومن خلال ماسبق يتأكد احتواء عينة الخشب الأحفورى على بقايا المواد العضوية المكونة للخشب ، ويرجع ثبات هذه البقايا فى مواجهة التأثير الهدمى للخشب عندما يكون الخشب على اتصال مباشر مع الماء لفترة طويلة أثناء اتمام عملية التآخر إلى ارتفاع تركيز المحتوى الجيرى للتربة فالسيليلوز غير قابل للذوبان فى القلويات القوية كما أن روابط C-C فى تكوين اللجنين مقاومة لعمليات التميؤ (Michele, et al. 1999).

## Expermental

## ثالثا : التجارب

### ١- التجريب الميكروبيولوجى

يبين الجدول التالى رقم (٤) الأنواع الفطرية التى تم التعرف عليها بالفحص الميكروسكوبى طبقا لما ذكره Gilman(1965) ونسبة تواجدها :

الفطريات	%	مستوى التواجد
<i>Aspergillus niger</i> <i>A. Canadides</i>	27.26 42.56	+++ ++++
<i>Penicillium Chrylophilum</i> <i>P. Frequentans</i>	31.33 29.18	++++ +++
<i>Fusarium Fusariods</i> <i>F. Chlomydosporum</i>	13.87 34.71	+++ ++++
<i>Alternaria Altenata</i> <i>A. Stysanus</i>	23.54 35.41	+++ ++++
<i>Chatomium Globosum</i>	36.85	++++
<i>Coriolus Versicolor</i>	49.21	++++
<i>Fomes Ulmerius</i>	17.39	+++

\* نسبة التواجد : +++++مرتفع ، +++جيد ، ++متوسط

وتوضح الدراسة أن الفطريات من جنس *Aspergillus*, *Penicillium* *Coriolus*, *Alternaria*, *Chatomium*, *Fomes* *Fusarium*, الفطريات التي تهاجم تلك النوعية من الأحافير الخشبية و يطلق عليها فطريات العفن البنى والأبيض وهي فطريات بازيدية مثل فطر *Coriolus Versicolor* و أسكيه مثل فطر *Chatomium Globosum* وفطريات زقية مثل فطر *Aspergillus*, *Penicillium* وفطريات ناقصة *Fusarium* *Alternaria* *Stysanus* *Chlomydosporum*, *Fomes*, (Pournou and Bogomolova, 1991) التي تعتبر المصدر الرئيسي لهذه الكائنات الدقيقة التي تهاجر من التربة بمساعدة المياه الأرضية وقد شجع على نموها وإنتشارها الواسع وجود المركبات الكربونية من الكالسيوم والدولوميت والمركبات الكربونية من السيليلوز والرطوبة النسبية والأملاح بالأحفورة ، خاصة أن فطريات *Aspergillus* و *Fusarium* تعتبر من الفطريات المحبة للملوحة ( أحمد ٢٠١١)، وقد ظهر تأثيرها في ظهور بعض البقع وزيادة الشروخ الدقيقة والثقوب الناتجة عن التأثيرات الميكانيكية للخيوط الجرثومية حيث تداخل الهيفات الفطرية في الأثر والتأثيرات الكيميائية وهي الأكثر ضررا وتمثل في ما تفرزه من أجماض عضوية أهمها الكربونيك واللاكتيك والجلوكونيك والستريك والأوكساليك والتي تعمل على تفكك التكوين المعدني حيث يمكن بمقدرتها نزع الكاتيونات المعدنية مثل الكالسيوم والحديد وترسبها في صورة أكسالات الحديد ، ويعمل تحللها لمواد العضوية التي توجد بالأحفورة على أن يصبح المكون المعدني في وسط حامضى أو قلوى شديد الأمر الذى يؤدي إلى تنشيط التفاعلات الكيميائية بمكون الأحفوره المعدنى (Creber and Chalonar 1984)

- كما يبين الجدول التالي رقم (٥) الأنواع البكتيرية التي تم التعرف عليها طبقا لما ذكره (Cowan 1974).

مستوى التواجد	%	البكتيريا
++++	44.59	<i>Thiobacillus Thioxidans</i>
++++	37.11	<i>Leptospirillum Ferrooxidans</i>
++++	32.85	<i>Pseudomonas</i>
++	18.61	<i>Bacillus</i>
++++	41.22	<i>Micrococcus</i>
+++	28.61	<i>Celvibro</i>
++++	35.71	<i>Cellulomonas</i>
++	19.64	<i>Cytophaga</i>
++++	31.88	<i>Xanthomonas</i>

\*نسبة التواجد: ++++ مرتفع ، +++ جيد ، ++ متوسط

ويتضح من الجدول الأنواع البكتيرية التي تم التعرف عليها وهي : *Thiobacillus* ، *Bacillus* ، *Pseudomonas* ، *Thioxidans* ، *Leptospirillum Ferrooxidans* ، *Xanthomona* ، *Cytophaga* ، *Cellulomonas vibrio* ، *Micrococcus* ، وهي الأكثر تأثيرا على مادة الأحفورة العضوية والغير عضوية وهي أنواع غير ذاتية التغذية *Heterotrophic* تحصل على الكربون والطاقة من المواد العضوية الميتة من السيليولوز واللجنين مثل

*Psuedomonas, Bacillus, Cytophaga, Micrococcus* ، وأنواع ذاتية التغذية *outotrophic* وتستخدم المركبات غير العضوية كغذاء لها ومنها نوعان مؤكسدة للكبريت من نوع *Thiobacillus Thioxidans* والنوع الآخر مؤكسد للحديد من نوع *Leptospirillum Ferrooxidans* مما يؤدي إلى تغير في صور المركبات (أحمد ٢٠١٢) و يتمثل التلف الناتج عن البكتيريا في إنتاج أحماض عضوية وأحماض غير عضوية أهمها أحماض الأوكساليك والكبريتيك واللاكتيك والستريك والتي تتكون في وجود الرطوبة وتسبب التآكل والتفتت وظهور العديد من البقع البكتيرية على السطح (Banchette 2000).

- كما تبين من خلال التجريب للمواد المبيدة من بوفيدون (Povidone) وأكسلين (Xylene) مدى قوة مفعولها في القضاء على تلك الأنواع من البكتيريا والفطريات و تحقيق الإبادة الكاملة ر ولكن مبيد الفينول (Xylene) يعتبر أفضل من حيث كونه سريع المفعول .

## ٢- تجريب تقييم تأثير المعالجة بالأحماض

تبين نتائج التجريب من خلال الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح ( SEM ) والشكل رقم ( ١٤ ) : A, B, C) للعينات بعد المعالجات بالأحماض ، حدوث تلف بسطوح تلك العينات من جراء تلك المعالجات الحمضية يتمثل في ظهور راسب أبيض بسطح العينة (١) المعالجة بحمض الفورميك ، حدوث تآكل وإنحلال غير ملحوظ في بعض أجزاء من مكون سطح العينة (٢) المعالجة بحمض الأسيتيك ، وحدث شروخ دقيقة بسطح العينة (٣) المعالجة بحمض الهيدروكلوريك ، ويمكن إرجاع ما حدث من تلف بسطوح تلك العينات إلى تغير الحالة الكيميائية لسطوحها بتكون مركبات جديدة تختلف في تكوينها عن المركبات المكونة للأثر فقد ثبت أن المعالجة باستخدام حمض الخليك بنسبة ( ٣ % ) نتج عنه تكون خلات (أستيات) الكالسيوم فضلا عن حدوث إنحلال (الإذابة) من حمض الخليك والذي تسبب في إزالة بعض الحديد بالعينة مما يهدد بالخطر وأن حمض الفورميك ترك راسب بيضاء غير قابلة للإزالة من فورمات الكالسيوم على سطح العينة (٢) بعد العلاج بفترة طويلة الأمر الذي يعرض تفاصيل الأحافير للطمس و كان حمض الهيدروكلوريك من عيوبه الأثار الجانبية الضارة لتحرير الفقاعات المدمرة إلى جانب الإمتصاص لأيون الكلوريد بالسطح وإن كان بطيء في التواصل مع السيليكا بالطين الكاوليني .

وتعتبر هذه التجارب بمثابة تحذيرات ضد الإستخدام العشوائى لهذه المواد الكيميائية وأن زيادة التركيز نسبيا لهذا الأحماض ممكن أن يسبب ضرر أكبر حيث يفقد سطح الأحفور كلا من التركيب الرفيع والقوة ، لذلك يجب استخدامها بحذر أو تجنبها جميعا .

### ٣ - تجريب تقييم بعض مواد التقوية :

تبين نتائج التجريب والفحص بالميكروسكوب الألكترونى الماسح من خلال الشكل رقم ( ١٥ ، ١٦ ) نجاح المواد من البنفار Butvar B-76 والبارالويد Paraloid B72 إلى حد كبير في إعطاء العينات التى تم تقويتها التماسك والقوة بتغلغلها إلى عمق يتناسب مع درجة التركيز (٥%) مع عدم تغير لون هذه العينات المعالجة واعطائهما طبقة سطحية مستوية شفافة غير لامعة لاتحجب مورفولوجية السطح وقد تبين أيضا أن هذه المواد عالية الجودة فى ملء الشروخ والفجوات فضلا عما تتميز به من امكان ازالته بشكل كامل تحت أى دراسة للباحثين .

### معالجات وصيانة Treatments and Conservation

بناء على ما سبق من الفحوص والتحليل والتجارب اجريت أعمال العلاج كالتالى:

- **التنظيف :** استخدم بعض الأدوات الميكانيكية من الفرش الناعمة المختلفة الأحجام لفصل الرواسب الناعمة كى تتضح تفاصيل النموذج المبدئية ثم أتبع ذلك تنظيف كيميائى باستخدام الكحول المخفف بالماء متنوعا بالطولوين و تم الإستعانة أيضا باستخدام بيروكسيد الهيدروجين بنسبة ٢% مع الماء وحمض الفورميك المخفف بالماء (١%) فى إزالة الرواسب الحديدية واستبعد فى ذلك الماء الخالص لاحتواء الأحفورة على البيريت (Stein et al 1982) .

- إزالة الرواسب الملحية : استخدم بعض الأحماض مثل حمض الهيدروكلوريك مخفف بالماء ( ١ % ) في إزالة الأملاح الغير قابلة للذوبان من الكربونات وإستخدم في إزالة الأملاح الكبريتية كربونات الأمونيوم مع الاستعانة بالأدوات الميكانيكية من فرش وفرر من الخشب غير حادة ( Crowther 1983 ) .

- العلاج من الإصابة الميكروبيولوجية : استخدم في ذلك محلول مبيد الفينول (Xylene) مذاب في الماء بنسبة ٨% وهو مبيد سريع المفعول بطريقة الملامسة بالورق المبلل .

- التقوية و العزل : اجريت التقوية بطريقة التشريب باستخدام مادة Butvar76 بنسبة ٥% مذاب في الأسيتون حيث حققت تجارب التقوية أفضليتها في معالجة الأحافير الخشبية ثم استخدم في عزل الأحفورة البارالويد بـ٢٧ لمنع التقشير بطريقة الرش (Collins 1995) وتوضح الصورة رقم ( ٢ ) الأحفورة بعد المعالجات والصيانة .



صورة رقم (٢) تبين الأحفورة الخشبية بعد العلاج والصيانة

## Conclusions

## الإستنتاجات

نستنتج من خلال النتائج البحثية ومناقشاتنا أن هناك علاقة وارتباط وثيق بين الأثر وبيئته المحيطة في التكوين الأحفوري لقطعة الخشب وخصائص تدهورها حيث أشارت إلى أن عملية التآخر تمت بطريقة التشرب المعدني لجيوكيميائية التربة الغنى بأيونات هذه المعادن المكونه للأحفورة وتتفق الظروف المناخية لمنطقة الواحات في تلك الفترة من هطول أمطار شديدة و زيادة نسبة المياه الأرضية التي تعتبر العامل الأساسي في النقل والترسيب المعدني .

كما يمكن استنتاج أسباب التدهور والوقوف على خصائصه بالأحفورة كان سببها خضوع الأحفورة لظروف بيئية محيطة غير مستقرة (بيئة الدفن) من رطوبة نسبية وحرارة عملت على تبلور الأملاح من الكربونات و الكبريتات وحدوث عملية بيرتة في وجود الرطوبة العالية نتج عنهما حدوث تشرخات دقيقة و تشققات عميقة تشبه التفسخ وحدوث تفتت وتآكل وتقسير بمورفولوجية السطح وقد ساهم التركيب المعدني غير المتجانس لمكون الأحفورة في اضعاف بنية الأحفورة ، والتغير اللوني للخشب الذي غلب عليه اللون الرمادي الناتج عن طرد اللجنين وذوبانه للخارج فضلا على احداث تلف بالبنية التشريحية للخلايا وهذا ما أكدته الفحوص والتحليل السابقة .

ونستنتج مما حققته التجارب الميكروبيولوجية أن الفعل الميكروبيولوجي هو أمر واقعي قد حقق ضررا بالأحفورة شجع عليه مكوناتها من جزيئات مواد عضوية ومواد غير عضوية فضلا عما وفرته بيئة الدفن من عوامل تساعد على النمو ويمكن استنتاج من خلال التجريب المعملی لمواد التنظيف من الأحماض أن مثل هذه المعالجات ينتج عنها تغيير بتركيب السطح ونشوء مركبات معدنية تزيد من الشروخ السطحية ، كما أن مواد التقوية التي خضعت للتجريب قد أعطت نتائج مرضية من حيث سهولة التطبيق وتوفير الحماية ولا تحجب مورفولوجية السطح أو تعوق البحث العلمي المستقبلي حيث بالإمكان ازالتها بشكل كامل تحت أي دراسة ، وأن هذه التجارب لأغراض التنظيف والتقوية والصيانة أسست لتوفير الحماية أثناء العرض .

### التوصيات Recommendations

من الضروري قبل بدأ معالجات الأحافير الخشبية الرطبة التخلص من الرطوبة و تجنب التجفيف السريع فقد يسبب تقشر أو انفصال .  
- يجب عدم استخدام الأدوات الحادة في التنظيف من المشارط والإبر أو الملاقط .  
- تجنب استخدام الغسيل بالماء في أعمال التنظيف من العوالق السطحية من رمال وطمى ومواد عضوية خاصة إذا كانت محتوية على البيريت (Croucher and Wooley, 1982) .  
- يجب عدم الإسراف في استخدام الأحماض عند التنظيف ويجب التخلص تماما من آثار هذه الأحماض بعد العلاج .  
- يجب حفظ هذه الأحافير الخشبية في ظل ظروف بيئية ذات درجة حرارة تتراوح من ٢٠ : ٢٢ م° و رطوبة تتراوح من ٤٥ : ٥٥ % والسيطرة على الرطوبة هو الحل لاستقرار هذه الأحافير على المدى الطويل بالمتاحف والمخازن وتكون شدة الاضاءة بالمتاحف ٥٠ لوكس / ساعة ( Howie, 1979) .  
- يجب تخزين الآثار الأحفورية في خزانات مناسبة حسب أحجامها بطريقة تمكن الباحثين والدارسين من الوصول إليها بسهولة وأمان من أجل الدراسة ويراعى بالنسبة للأحافير ذات الأحجام الكبيرة تخزين في خزائن خشبية مركبة من أبواب مغلقة تحتوي على مجموعة من الأدراج أو رفوف مناسبة للأحافير وينبغي منع حركة الآثار داخل الأدراج عن طريق تعبئة الدرج بحشو خامل مع الأثر ، أو عن طريق تقسيم الدرج إلى دعامات وأن يبقى التعامل مع الأحافير إلى أدنى حد ممكن أما الأحافير ذات الأحجام الصغيرة فيستخدم علب كرتونية من الورق المقوي الخالي من الحموضة بحجم مناسب أو يستخدم صناديق من البلاستيك بأغطية من الزجاج ولمنع حدوث خطر بسبب التنقل داخل الحاويات تخزين الأحافير داخل هذه الحاويات بشكل مستقيم Chapman, (1985) .

## قائمة المراجع أولا المراجع العربية

- ١ - أطلس علم الحفريات - مجلة كلية العلوم - جامعة المنوفية .
- ٢- أحمد مصطفى الشيخ (٢٠١١) ميكروبيولوجيا التربة البيئي - كلية الزراعة - جامعة الخرطوم .
- ٣ - حسن محمد الحازمي ومحمد سعاده لبيب (٢٠١٣) الكشف عن المجموعات الفعالة فى المركبات العضوية - دار الخريجين للنشر والتوزيع.
- ٤- محمود عبد الحافظ آدم (٢٠١٢) دراسة تحليلية مقارنة فى تلف وعلاج وصيانة المباني الأثرية متعددة مواد البناء بواحتى الخارجة والداخلة تطبيقا على بعض المباني الأثرية المختارة ، رسالة دكتوراه ، كلية الآثار ، جامعة القاهرة .
- ٥ - هويدا توفيق أحمد حسن (٢٠٠٩) المياه الجوفية فى منخفض الواحات البحرية ،دراسة فى الجغرافيا الطبيعية رسالة ماجستير - قسم الجغرافيا - كلية التربية - جامعة عين شمس .

## References

- **Banchette, R. A. (2000)** A review of microbial degradation found in archaeological wood from different environments, International Biodeterioration & Biodegradation 46(3) P.189-204.
- **Buurman, P. (1972)** Mineralization of Fossil Wood. Scripta Geologica, vol. 12, pp. 1-43.
- **Chapman, J.L. (1985)** preservation and durability of stored palynological specimens, pollen spores, 28, Pp. 113-20.
- **Collins ,C. (1995)**The care and conservation of palaeontological material , Butterworth-Heinemann , Britain.
- **Collinson,M. E.(1987)** Special problems in the conservation of palaeobotanical material ,Geol. Curator , Pp439- 45.
- **Cowan, S. T. (1974)** Manual for the identification of medical Bacteria "2 end Cambridge univ. press
- **Creber, G.T. and Chaloner, W.G. (1984)** Influence of environmental factors on the wood structure of living and fossil trees, Bot. Rev.50, Pp357-448.
- **Croucher,R.and Wooley,A.R. (1982)**fossils,minerals,and rocks:collection and preservation ,Cambridge Univ. Press.
- **Crowther, P.R. and Collins, C. J. (1983)** the conservation of geological material, Geol. Curator, 7, Pp.421-5.



- **Darwish, S. S. (2001).** "Biological studies on some cellulolytic microorganism isolated from old paper manuscripts. PhD. Thesis, Chemistry Dept. Fac. of science, Cairo Univ. Egypt.
- **El- Saadawi, W., Kamal El-din M. & Elisabeth, A. (2014)** Early Miocene wood of Egypt "Iowa J. Vol.35 Issue 1, PP41-50.
- **Fakhry, A.(2003)** The Oasis of Egypt: Bahriyah and Farafra Oases: he American Univ.in Cairo, Vol.11
- **Hill, C.R. (1990)** Scanning Electron microscopy in palaeobotany, Systematics Association Special Volume No.41, Clarendon press, Oxford.
- **Howie, F.M.P.(1979)** Physical conservation of fossils in existing collections ,Newsletter of the Geological curators groups ,2,Pp269-80.
- ----- (1979) Museum climatology and the conservation of palaeontological material, Spec. pap.palaeont. 22, Pp.103-93.
- **Janssens, K., & Van Grieken, R. (1998).** Analysis of petrified wood by electron, X-ray and optical microprobes. Journal of Analytical Atomic Spectrometry, vol. 14, pp. 435-446.
- **Joseph G Gilman (1957)"A Manual of soil fungi"**Iowa state college press, U.S.A.
- **Kamal El-din, M. (1996)** Studies on a petrefied wood at Gebel El-Khashab western desert Egypt, Thesis Bot. dept. fac. of Sci. Ain shams univ. Cairo Egypt.
- **Lacey, W.S. (1963)** Palaeobotany techniques Viewpoints in Biology, 2 PP202-43.
- **Matten, I. c. (1973)** Preparation of pyritized plant petrifications, Rev. Palaeobot. Palynol. 16, Pp.165-73.
- **Michele, R. , Dusan, S. and James, M. L. (1999)** Infrared spectroscopy in conservation science, The Getty Conservation Institute, Los Angeles.
- **Moharram, M.A. (1980)** Effect of crystalline structure on the infrared spectra of  $\gamma$ - irradiated cotton cellulose; Journal of Applied Polymer Science, vol. 25, pp.427-432.
- **Mostafa, R.M. (2009)** Anatomical studies on petrefied wood from Egypt , PhD Thesis, Bot. Dept. Fac. of Sci. Benha univ. Egypt.
- **Pournou, A. and Bogomolova, E. (2009)** fungal colonization on excavated prehistoric wood: Implications for in situ display, International Biodeterioration & Biodegradation, Athens.

- **Reese, E. T. and Mandels, M. (1980)** Stability of cellulose, Biotechnology 22 Pp. 323-336.
- **Said, R. (1962)** The geology of Egypt" Elsevier publishing company, New York.
- **Schopf, J.m. (1975)** Modes of fossil preservation, Rev. Palaeobot. Palynol. 8, Pp. 12-26.
- **Scott, A, C. and Collinsson M. E. (1978)** Organic sedimentary particles results from scanning electron microscope studies of fragmentary plant material Geoabstract, Norwich.
- ----- **(1983)** Investigating fossil plant bed, Geology teaching, 7, Pp. 27-35.
- ----- **and Hemsley, A. R. (1991)** A comparison of a new microscopical techniques for the study of fossil spore wall ultrastructure, Rev. Palaeobot. Palynol.67, Pp.133-9.
- **Sharpe, S. E. ( 1990)** Analysis of plant microfossil remains, Quarterly of San Bernardino County Museum Association, v.37, p. 39.
- **Shute, C.H, and Cleal, C.J. (1987)** Palaeobotany in museums, Geol. Curator, 4Pp.553-9.
- **Stein, W.E. Wight, D.C.Beck, C. B. (1982)** Techniques for the preparation of pyrite and limonite permineralization, Rew. Palaeobot. Palynol. 36, Pp. 185-94.
- **Stewart, W. N. (1983)** Palaeobotany and the evolution of plants, Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- **Taylor, T.N. (1981)** Palaeobotany an introduction to fossil plant Biology, McGraw-Hill, New York.
- **Walton, J. (1993)** On anew method of investigating fossil plant impressions or encrustations, Ann .Bot.37, P. 379.
- **Wagstaffe, R. and Fidler, J. (1968)** the preservation of natural history specimens Vol. 2, Witherby Ltd., London.
- **Youssef, S. G. (1993)** Studies on some Egyptian fossil woods "PhD. Thesis, Bot. Dept., Fac. of Sci. Benha Univ. Egypt.