

تأثير بيئة الدفن على هيكل عظمى حيوانى بحفائر تل غزالة الأثرى - دقهلية

حمدى أحمد عمر الإبيارى

كلية الآثار - جامعة جنوب الوادى

drhamdybeary@yahoo.com

المخلص: في عام ٢٠١٢م كشفت البعثة الأثرية المصرية التابعة لوزارة الآثار والعاملة بتل آثار غزالة في مركز السنبلوين بمحافظة الدقهلية (بدلنا مصر) عن هيكل عظمى لكلب صيد من فصيلة السلوقية بحجرة مشيدة من الطوب اللبن يؤرخ بعصر ما قبل الاسرات (نقادة الثالثة) وكان من المعروف أن هذا النوع من الكلاب لم يكن يقتنيه سوى فئة معينة من البشر الذين يتمتعون بالثراء حيث صورت بعض هذه الكلاب على صلايات عصر ما قبل الاسرات والعصر العتيق وهى تطارد الغزلان ، ويعانى الهيكل العظمى من مظاهر التدهور الناجمة عن مؤثرات بيئة الدفن تتضمن اتساعات وتغير لوني ، بقع لونية ميكروبيولوجية ، تبلور املاح ، تآكل وهشاشة بالسطح ، حدوث كسور وانفصالات بوحدات الهيكل ، ونظرا لأهمية هذه الدفنة لكونها الاولى من نوعها في دلتا مصر ، واعتبارها سجلا مثلها مثل البرديات القديمة يوفر لنا المعرفة التى نتطوق إليها عن الماضى حيث تمدنا بمعلومات اجتماعية واقتصادية عن الأسلاف وطرق معيشتهم وتطور السلالات الحيوانية فهى مصادر علمية هامة لعلماء الآثار والأنثروبولوجي والحيوان ، لذا يتحتم بقائها فى حالة جيدة وتعتبر دراسة التغيرات التى طرأت عليها من بيئة الدفن أمر ضرورى فهو من أولويات الحفاظ ، لذا تهدف هذه الدراسة الى شرح أشكال التدهور وميكانيكية التدهور وتحقق ذلك من خلال الفحوص والتحليل بالميكروسكوب المستقطب Polarizing Microscope والميكروسكوب الإلكتروني الماسح Scanning Electron Microscope والتحليل بحيود الأشعة السينية X-Ray Diffraction والتحليل بوحدة Energy dispersive X-ray analysis المرفقة بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح والتحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء Fourier Transform Infra-red Spectrometry والفحص الميكروبيولوجي وقد أظهرت النتائج التغيرات بمنظومة العظم غير العضوية والعضوية وعدم الاندماج بين النسيج العظمى وأثبتت أن التدهور كان سببه تبلور الاملاح ومحاليلها الحمضية وعمليات الأكسده والتميو الحمضى ، نشأت عن مؤثرات بيئة الدفن من الرطوبة والحرارة والهجوم الميكروبي وكيميائية التربة.

الكلمات الدالة: هيكل عظمى أثرى- حيوانى سلوقى- بيئة الدفن- تدهور- الميكروسكوب المستقطب- الميكروسكوب الالكترونى الماسح- حيود الأشعة السينية (XRD)-وحدة الميكروسكوب الالكترونى الماسح (EDX) - الأشعة تحت الحمراء - ميكروبيولوجى.

THE EFFECT OF BURIAL ENVIRONMENT ON AN ANIMAL SKELETON IN THE EXCAVATIONS OF ARCHAEOLOGY TEL-GHAZALEH- DAKAHLIA

Hamdy A. El-Ebiary

Faculty of Archaeology, South Valley University, Egypt

drhamdybeary@yahoo.com

Abstract: In the year 2012 AD, the Egyptian archaeological mission incident the Ministry of Antiquities which works in Tel -Ghazala Monument in the Sinbillawain Center in Dakahlia (Delta of Egypt) revealed a skeleton of a hunting dog from the Saluki family in a mud-brick room dating to the pre-dynastic era (Naqada III) and it was

known that this The type of dog was only owned by a certain class of people who enjoyed wealth, as some of these dogs were depicted on the pre-dynastic and antiquated salads that chased deer, and the skeleton suffers from the deterioration by the effects of the burial environment including dirt and discoloration, microbiological color spots ,salts crystallization, corrosion and surface brittleness, fractures and separations in body units, Given the importance of this burial as it is the first of its kind in the Delta of Egypt, and considering it as a record like the ancient papyrus provides us the knowledge which we aspire to about the past as it provides us with social and economic information about the ancestors and their ways of life and the development of animal breeds, it is an important scientific sources for archaeologists, anthropologists and animals, so it is imperative to stay In good condition, studying the changes that intervene from the burial environment is necessary, as it is one of the priorities of conservation ,Therefore, this study focused on describing the deterioration and explaining its mechanisms and causes, and this was achieved through many examination and analyzes using the Polarizing Microscope, Scanning Electron Microscope, X-Ray Diffraction Analysis and the Energy Dispersive X-ray Analysis Unit attached to the electron microscope and Fourier Transform Infra-red Spectrometry and microbiological examination. The research concluded a set of results and conclusions, and the study ended with the approval of some recommendations necessary for the purpose of preservation.

Key words: archaeological skeleton- Sloughi animal- burial environment- deterioration- PM- SEM- XRD- EDX/SEM- FTIR- microbiology

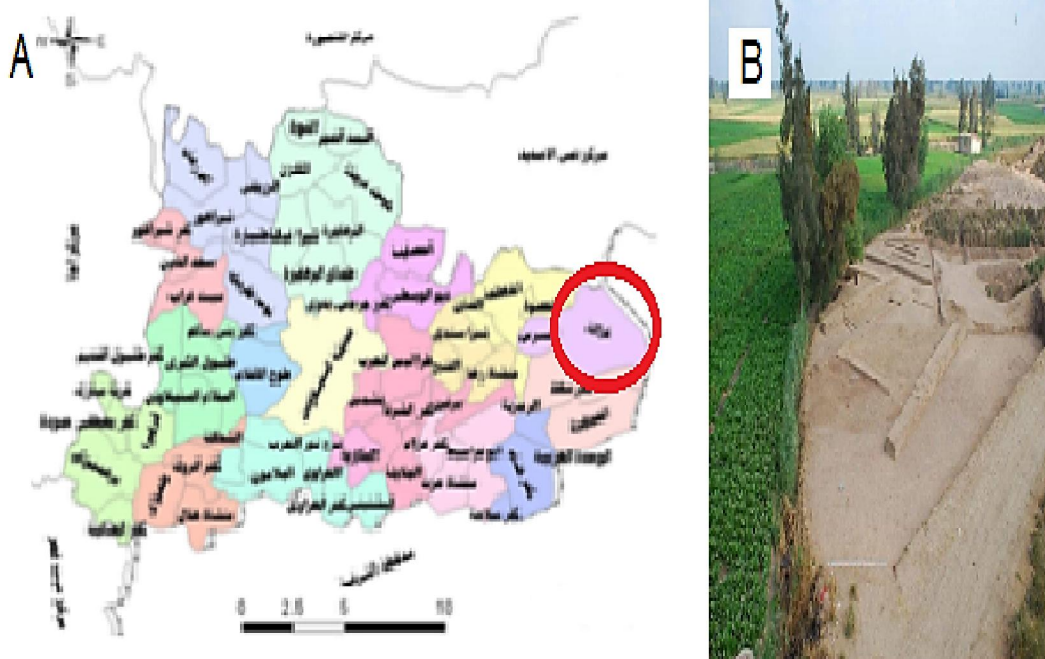
Introduction

١- مقدمة

يعتبر تل آثار غزالة من التلال الأثرية الهامة بالوجه البحرى فى مصر، ويقع التل شرق مركز السنبلوين بمحافظة الدقهلية فى القطاع الشمالى الشرقى لدلتا النيل حول فرع دمياط بين خطى عرض ٣٠.٥، ٣١.٥ شمالاً وخطى طول ٣٠ و٣٢ شرقاً ويحيط بالتل الأراضى الزراعية المجاورة من جميع الجهات.

ويمثل تل آثار غزالة احدى المدن المصرية القديمة من عصر ما قبل الاسرات (حضارة نقادة الثالثة) التى عثر فيها على كثير من اسرار تاريخ عصر ما قبل الأسرات بالوجه البحرى ، وأيضاً بعلاقته بحضارات ما قبل الأسرات فى الوجه القبلى حيث يقسم علماء الآثار تاريخ مصر الى فترة مبكرة هى حضارة نقادة قبل توحيد البلاد جغرافياً وادارياً تحت حكم مركزى نحو عام ٣١٠٠ ق.م على يد الملك مينا، وقد مرت حضارة نقادة بثلاث مراحل حضارية انتهت بتوحيد البلاد(الطلاوى، ٢٠١٤).

وفى عام ٢٠١٢ م كشفت البعثة الأثرية المصرية التابعة لوزارة الآثار والعاملة بتل آثار غزالة عن دفنة حيوانية وأخرى آدمية بوضع القرفصاء بجوارها المتاع الجنائزى فى حجرات مشيدة من الطوب اللبن بالجزء الغربى من التل ، هذه الدفنة الحيوانية هى الأولى من نوعها تخص كلب صيد تؤرخ بعصر ما قبل الاسرات (نقادة الثالثة) وكان معروف ان هذا النوع من كلاب الصيد لم يكن يقتنيه سوى فئة من البشر الذين يتمتعون بالثراء وصورت هذه الكلاب على صلايات عصر ما قبل الاسرات والعصر العتيق وهى تطارد الغزلان وهى عبارة عن هيكل عظمى بحالة سيئة ويبين الشكل رقم (1:A,B) تل آثار غزالة.



شكل رقم (1:A,B) يظهر (A) خارطة لموقع قرية غزالة (وحدة الخرائط والمساحة بمحافظة الدقهلية) شكل رقم (1:A,B) يظهر (B) يظهر تل آثار غزالة محاط بالزراعات (موقع الحفائر).

Environmental study

١:١ دراسة بيئة الدفن بتل آثار غزالة

تهدف هذه الدراسة للحصول على معلومات عن طبيعة بيئة الدفن ومؤثراتها التي هي عامل أساسى في استقرار الهيكل العظمى الحيوانى وقامت الدراسة على جمع عينات من أماكن مختلفة بتربة التل وإجراء بعض التحاليل الكيميائية لها بوحدة تحاليل التربة والمياه - مركز بحوث سحا التابع لوزارة الزراعة ، لتقدير محتوى التربة المائى وتعين Ph. وتقدير محتواها من العناصر المعدنية والأملاح والمادة العضوية وبيين الجدول التالى رقم (١) نتائج تحليل عينات تربة تل آثار غزالة.

Ca ⁺² (Ppm)	P ⁺ (Ppm)	Mg ⁺² (Ppm)	Cl ⁻ (Ppm)	So ₄ ⁻² (Ppm)	W.C (%)	Ph	T.SS (%)	O.M (%)	نوع التربة
577.3	395.8	511.25	2184.1	6271.3	59.16	3.6	51	2.18	طينيه

W.C. = Water content

O. M =Organic matter

T.SS = Total soluble salts

جدول رقم (١)

ويوضح الجدول نوع التربة طينية مرتفعة فى عناصرها المعدنية من الكالسيوم والمغنسيوم ، غنية بأملاح الكلوريدات والكبريتات ، وتحتوى علي نسبة مرتفعة من الرطوبة النسبية ويعزى ذلك لشراهة ارتباط معادن الطفلة للرطوبة النسبية بكافة صورها ، وبيين الرقم الهيدروجيني Ph. حموضة التربة ، وأيضاً يتضح الارتفاع فى وجود المادة العضوية بالعينات وهذا يدل على انتشار الكائنات الحية الدقيقة بالتربة ، وتشير نتائج التحاليل الكيميائية أن

هناك كانت معاملة قاسية لمؤثرات بيئة الدفن بالهيكل العظمى أدت الى تدهوره ساعد عليها طبيعة العظم المعقدة نفسرها فى الآتى :

- مادة الأثر .

العظم الحيوانى وهو مادة معقدة التركيب كثيفة خلوية غير متجانسة تتكون من طورين عضوى وغير العضوى (O'Connor, 1987) (Whyte, 2001) ، ويتميز بالخاصية الهيجروسكوبية التى تجعله أكثر استجابة لمؤثرات بيئة الدفن من رطوبة وحرارة وعمليات نقل مائى لمحتواها الكيمائى والميكروبيولوجى مما يؤدى الى تدهوره بسبب ما تحدثه من عمليات تحلل مائى وتميؤ حمضى وأكسده بمصفوفة العظم كما أن هذه الخاصية الهيجروسكوبية التى تفقد بسببها المادة محتواها المائى في ظروف الجفاف يصيبها بالهشاشة والتشخات (Mays, 2009).

- مؤثرات بيئة الدفن.

تعتبر بيئة الدفن للهيكل العظمى من أكثر البيئات خطورة على العظام لا تحافظ عليها ، فهى طينية مستوى الماء الارضى بها مرتفع حيث أنها محاطة بالأراضى الزراعية والترع والمصارف ومن خصائصها القدرة العالية للاحتفاظ بالرطوبة والماء لمدة طويلة ، والرطوبة والماء هى الأكثر مسئولية فى تلف الهيكل العظمى ، فعند تعرض العظام للظروف الرطبة والمياه الموجودة فى بيئة الدفن تضعف الروابط بين المكونات العضوية وغير العضوية ويتم كسرها بمصفوفة العظم حيث يحلل المواد القابلة للذوبان مثل الأوسيين وتتآكل المواد الرقيقة ، ويعمل على انحلال معدن العظم كيميائيا وزيادة الماء فى المسام تزيد من معدل الانحلال (Trujillo-Mederos, et al, 2001) (Pike et al 2011) خاصة إذا كان الماء حمضى وهذا ما أثبتته الدراسة التحليلية $Ph. value = 3.6$ وهذا المعدل يشير إلى حمضية بيئة الدفن التى تعمل على تحلل وفقد المادة العضوية والتى تكون ذات صلة بانحلال الطور المعدنى حيث معدن أبانيت بالعظم ينحل فى هذا المعدل من حموضة التربة ويزداد ذوبانه بزيادة الحموضة ، وتكون أساسى فى التفاعلات الكيميائية المؤدية للتحويلات الطورية بالهيكل العظمى اعتمادا على التركيب الكيمائى لمادة العظم ، ويرجع ذلك إلى السوائل الحمضية وانتقال الأيونات المعدنية (Turner-Walker, 2008) وتكون السطوح الخارجية المتصلة بالتربة هى الأكثر تأثرا الأمر الذى يفسر وجود تآكل بالسطح الخارجى للعظم طبقة Periosteum ، وأيضا ، يقوم الماء بحمل رواسب بيئة الدفن من الأملاح المعدنية خاصة رواسب المتبخرات من الكربونات والكبريتات والكلوريدات إلى مسام العظم ، وارتفاع نشاطها للتبادل الأيونى يمثل عاملا متلغا يبدو فى تبلورها بالفعل الحرارى الذى يؤدى الى ضغوط تسبب تشخات بمنظومة تركيب العظم (Smith, et al, 2007).

ويبدو تأثير الفعل الحرارى لبيئة الدفن فى حدوث تغيرات بالتركيب المعدنى للعظم بإعادة تبلوره فى تشكيلات معدنية أخرى للكالسيوم والفوسفات وتصبح بلوراته كبيرة الحجم عكس طبيعته (Myes, 2009) ، ويسرع من معدل تحول المواد العضوية إلى مواد صلبة سوداء متقحمة و يظهر بالعظم مظاهر الجفاف من تصلب وتشقق وهشاشة وتغير فى لون العظم (Thompson, 2005).

وتعتبر الرطوبة والماء وارتفاع محتوى المواد العضوية ($O. M = 2.18$) ببيئة الدفن عوامل متلفة للهيكل العظمى فى مجملها فهى بيئة مشجعة لانتشار النشاط الحيوى المتلف بالهيكل فيزيائيا وكيمائيا ، متمثلا فى تأثير الفطريات والبكتريا اللاهوائية حيث تصبح أكثر نشاطا فى وجود الماء من خلال ممارستها الحياتية وإفرازاتها الكيميائية

الحمضية (Grupe, et al, 1989) ، التي تسبب أكسدة وتحلل تركيب العظم مؤدية الى حدوث تشرخات دقيقة وتغير لوني ناتج عن أكسدة المركبات العضوية وتشوهات سطحية من بقع لونية. ويمكن ارجاع الكسور والانفصالات فى وحدات الهيكل العظمى للضغط الناشئ عن رواسب بيئة الدفن واستجابة الهيكل العظمى لهذا المؤثر والذي قد يساهم أيضا تشوه خلاياه .

Description of the case

٢:١ وصف الحالة

الدفنة الحيوانية هي عبارة عن هيكل عظمى لمومياء كلب صيد غزلان وجدت بأطلال حجرة للدفن مشيدة من الطوب اللبن ، تم تصنيفه من قبل قسم الحيوان بكلية العلوم جامعة المنصورة طبقا لسماته التشريحية بانتمائه لفصيلة السلوقية حيث الجمجمة تتميز بمساحة الوجه الكبيرة ، وتحتوى على أنف بارزة ، وفك سفلى يأخذ حرف (V) ، وعدد الأسنان ٣ قواطع ، و ٤ أنياب ، و ٣ طواحن ، القواطع أكبر من الأسنان ، الأنياب مخروطية الشكل كبيرة الحجم آكلة للحوم ، الأسنان حادة ومدببة عريضة ومسطحة بحواف متوازية ، العمود الفقري منحنى، الفقرات صغيرة الحجم مقعرة ذو زوائد جانبية طويلة ، الحوض طويل وضيق ، الأطراف العلوية قوية ، وبالفحص البصرى يتبين أن الهيكل العظمى يعانى من مظاهر للتدهور مختلفة ناتجة عن مؤثرات بيئة الدفن تم توثيقها بالتصوير الفوتوغرافى مبينة بالشكل رقم (2) وتتضمن الآتى :

- اتساخات وتغير لوني
- تبلور أملاح
- بقع لونية مكروبيولوجية
- تآكل سطحي
- تشرخات دقيقة
- كسور والانفصالات بوحدات الهيكل



شكل رقم (2) فوتوغرافى يظهر أشكال التدهور بالهيكل العظمى من تراكم الغبار وتغير لوني ، ويقع لأكاسيد الحديد ، وتبلور ملحي ، وتآكل سطحي بالجمجمة وعظمي الساق و بعض الفقرات وقد تحول أجزاء منها إلى ما يشبه المسحوق ، وبقع لونية مكروبيولوجية ، وكسور بالأطراف وضلع الصدر والعمود الفقري وانفصالات بوحدات الهيكل العظمى. (ادارة التسجيل الأثرى تفتيش آثار الدقهلية - الطلحوى ، ٢٠١٤)

Materials and methods

٢- المواد والطرق

استخدمت بعض الفحوص والتحليلات قام بها الباحث عام ٢٠١٩م والتي تعتبر أداة حيوية تعطي الكثير من المعلومات التفصيلية عن التدهور بالهيكل العظمى الحيوانى بالكشف عن التغيرات التي طرأت عليه في بيئة الدفن بسبب مؤثراتها.

Investigations

٢: ١ - الفحوص

Polarizing Microscope (PM)

٢: ١: ١ - الفحص بالميكروسكوب المستقطب

أخذت عينة من الهيكل العظمى ، وتم اعداد قطاعات طولية وعرضية Microtome بسمك 5 mm (Dodd,2003) ، وفحصت بجهاز ماركة Olympus BX51 بكلية العلوم جامعة جنوب الوادى لغرض الكشف عن الحالة التي عليها التركيب المعدنى والتشريحي ببنية الهيكل وما اعتراه من تغيرات ببيئة الدفن .

٢: ١: ٢ - الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح

Scanning Electron Microscope (SEM)

تم فحص عينات من الهيكل العظمى بجهاز ماركة Joel JSM-5500LV بوحدة التحاليل الدقيقة جامعة جنوب الوادى للكشف عن التدهور الذى أصاب الهيكل من تغيرات بنسيج مكون العظم العضوى والغير عضوى (Goldstien,2003).

Analysis

٢: ٢ - التحاليل

X-Ray Diffraction (XRD)

٢: ٢: ١ - التحليل بحيود الأشعة السينية

أجرى تحليل عينة من الهيكل العظمى باستخدام جهاز ماركة Philips PW1840 (Cu K radiation with nickel -filter) بمركز التحاليل الدقيقة - جامعة طنطا لمعرفة التركيب المعدنى بمكون العينة ، والوقوف على التغيرات الناتجة عن مؤثرات بيئة الدفن (Piga et al, 2008) (Srdan et al, 2014) .

Energy Dispersive X- Ray analysis

٢: ٢: ٢ - التحليل بوحدة (EDX).

تم الإستفادة من هذه التقنية بتحليل عينة من الهيكل العظمى بوحدة التحليل EDX للميكروسكوب الإلكتروني الماسح ماركة Oxford ISIS Link بوحدة التحاليل الدقيقة - جامعة جنوب الوادى وذلك لمعرفة المكون العنصرى للعينة الذى يكشف عن الأيونات والكاتيونات المعدنية التى تسربت الى مصفوفة العظم من بيئة الدفن، وتأثيراتها على معدن أباتيت بالتبادل الأيونى (Piga et al, 2011).

٢: ٢: ٣ - التحليل الطيفى بالأشعة تحت الحمراء

Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

تم تحليل عينة من الهيكل العظمى الحيوانى بعد تحضيرها في صورة بودرية وخلطها ببروميد البوتاسيوم K Br باستخدام جهاز ماركة Jasco FTIR 4100 بمركز التحاليل الدقيقة- جامعة جنوب الوادى ، وأجرى التحليل في مدى موجى ($400-4000\text{cm}^{-1}$) لمعرفة التدهور بنسيج العظم من المحتوى الكولاجينى بوصف

الإختلاف في طبيعته الجزيئية من خلال المجموعات الفعالة التي يظهرها طيف الإمتصاص للأشعة تحت الحمراء (Greene et al, 2004)(Piga et al, 2011).

Microbiological examination

٣:٢- المسح الفحصى الميكروبيولوجي

تم أخذ مساحات قطنية معقمة Swabs من الأماكن المصابة وعمل مزارع لها بأوساط غذائية مناسبة للتعرف على الأنواع من الفطريات والبكتيريا التي سببت تدهور العظم ببيئة الدفن ، وكانت البيئة الغذائية المستخدمة في تنمية الفطريات تشابكس دو كس آجار وهي بيئة صلبة تتكون من ملح نترات الصوديوم ٢ جرام $NaNO_3$ ، ملح كلوريد البوتاسيوم ٠.٣ جرام KCl ، كبريتات الماغنسيوم ٠.٥ جرام $MgSO_4$ ، فوسفات ثنائي هيدروجين البوتاس ١ جرام KH_2PO_4 ، جلوكوز ١٠ جرام $Glucose$ ، آجار ١٥ جرام $Agar$ ، روز بنغال ٠.٠٠١ جرام $Rose\ Bengal$ استعمل كمضاد لمنع نمو البكتريا $Antibiotic$ ، وأضيفت لهذه الكميات لتر من الماء المقطر ، تم تعبئة أطباق بتري بالوسط الغذائي داخل كابينة الحقن المعقمة $Laminar\ Flow\ Hood$ وتركها حتى التصلب ، ثم مرور المساحات القطنية على الوسط الغذائي في ظروف معقمة ، ووضع أطباق بتري داخل حضان عند درجة حرارة ٢٥م ولمدة ٧ أيام .

بظهور نتائج ايجابية بأطباق بتري تم تقوية الفطريات لتسهيل عملية التعرف على الفطر النامي ، عن طريق صب وسط غذائي بأطباق بتري جديدة وذلك داخل كابينة الحقن المعقمة وتركها لتجف ، ثم باستخدام ابرة التلقيح المعقمة أخذت هيفات فطر واحد من طبق بتري النامي به أكثر من فطر ومرور الابرة داخل الطبق الحديث ثم وضعها بالحضان لمدة ٧ أيام في درجة حرارة ٢٥م.

بدراسة الصفات المورفولوجية لكل فطر من خلال الفحص بالميكروسكوب الضوئي بقوة تكبير X40 والاستعانة بالمفاتيح العلمية طبقا لما ذكره (Kendrick, 1971)(Lawrence,1989)(David,1989) تم تعريف أنواع الفطريات.

وأيضًا، استخدم لتنمية البكتيريا بيئة الآجار المغذي وتتكون من $Peptone\ 5g$, $Beef\ Extract\ 3g$, $NaCl\ 5g$, $Agar\ 15g$, $Dist.\ H_2O\ 1000\ ml$ تم صب هذا الوسط الغذائي في أطباق بتري داخل كابينة الحقن المعقمة وتركت حتى الجفاف ثم مرور المساحات القطنية على الوسط الغذائي ووضع تلك الأطباق في الحضان عند ٢٥م ولمدة ٤٨ ساعة، تم تقوية البكتيريا بزراعة كل نوع من البكتيريا النامية التي تحتوى على أكثر من نوع في أطباق جديدة ثم وضعها في الحضان لمدة ٤٨ ساعة في درجة حرارة ٢٥م، تم اعداد شرائح وصبغها بصبغة جرام وفحصها تحت الميكروسكوب الضوئي بقوة تكبير X100 وتم تعريفها طبقا لما ذكره (Cowan, et al 1974).

Results & Discussions

٣-النتائج والمناقشات

Investigations

١:٣- الفحوص

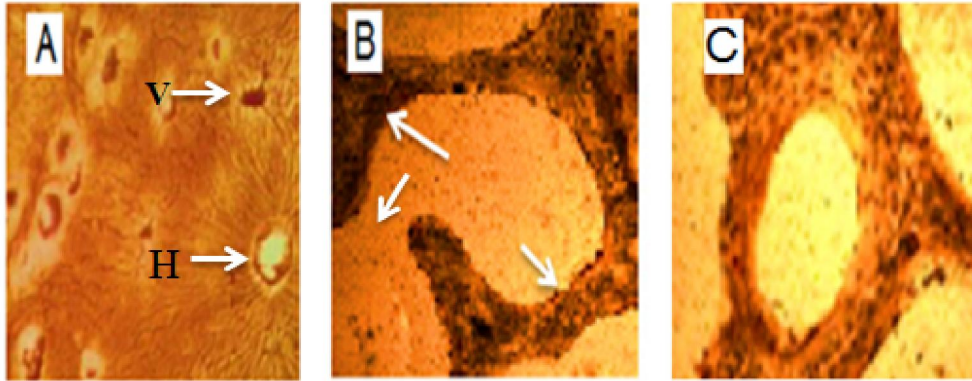
١:١:٣-الفحص بالميكروسكوب المستقطب (PM)

تدل الدراسة البتروجرافية والأشكال رقم (3,4,5) بقوة تكبير مختلفة 40X, 70X,100X على تغيرات بمنظومة الهيكل العظمى ترجع الى مؤثرات بيئة الدفن ويظهر الفحص بالقطاعات العرضية والطولية تحول مكون العظم المعدنى هيدروكسى ابانيت $(OH)_2$ $Ca_{10}(PO_4)_6\ HA$ إلى تشكيلات معدنية أخرى للكالسيوم والفوسفور من معادن β -tricalcium phosphate $\beta-Ca_3(PO_4)_2$, $Cloro\ apatite\ Cl\ Ca_5(PO_4)_3$, $Calcite\ Ca\ CO_3$,

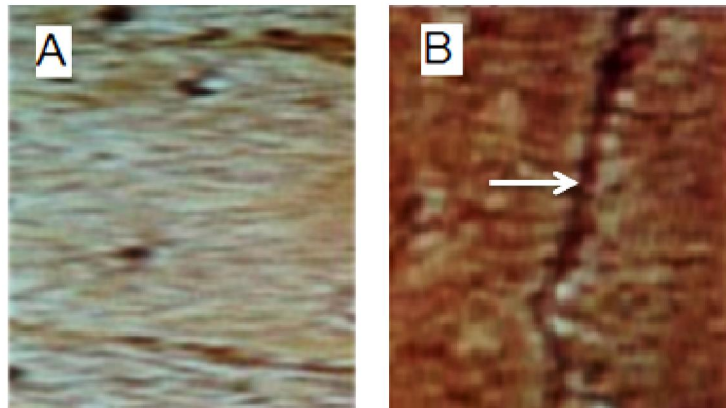
تأثير بيئة الدفن على هيكل عظمى حيوانى بحفائر تل غزالة الأثرى - دقهلية

Anhydrite $Ca SO_4$ وقد بدت بلوراتها كبيرة الحجم غير متقاربة و فى شكل غير منتظم على عكس طبيعة الأباتيت النقى الذى يتميز بدقة حجم بلوراته وأيضاً تبلور أملاح من Gypsum $Ca SO_4 \cdot 2H_2O$ ، Calcite $Ca CO_3$ ، SO₄.2H₂O منتشرة داخل المصفوفة العظمية فضلاً عن وجود نسبة ضئيلة لكاتيونات معدنية من السليكا والألومينا فى صورة شوائب حرة غير متبلورة وتشير النتائج الى حدوث عملية انحلال وتبلور لمعدن أباتيت انتجت هذه المعادن بسبب عمليات النقل المائى لكيميائية رواسب بيئة الدفن بمسام العظم فى معدل من الحموضة (Dodd,2003) والتحلل الحرارى(Thompson, 2005) ، وأيضاً يظهر الفحص للقطاعات العرضية والطولية قلة كثافته العظام عكس ما هو الحال بالعظام الحيوانية (Whyte, 2001) والتحلل بالطور العضوى الكولاجينى والتباعد بين أليافه وضعف الترابط والاندماج بين نسيج مكون العظم العضوى والغير عضوى الذى من اسبابه الانحلال والتبلور لمعدن أباتيت (Pike et al 2001) وتبدو تركيزات قليلة جداً لبعض قنوات هافرس والتي يحتوى كل منها على عدة صفائح عظمية حول فتحة دائرية منتظمة بحالة جيدة وأغلبها اعتراه التلف حيث بدت الخلايا فى شكل غير منتظم، متآكلة الجدران والحواف ، ومدمجة مع الخلايا المجاورة لها بسبب تحلل وتآكل جدران الخلايا، مشغولة بالأملاح، وبين الفحص الهيستولوجى هشاشة وضعف العظم الإسفنجى وتلوثه بالأملاح.

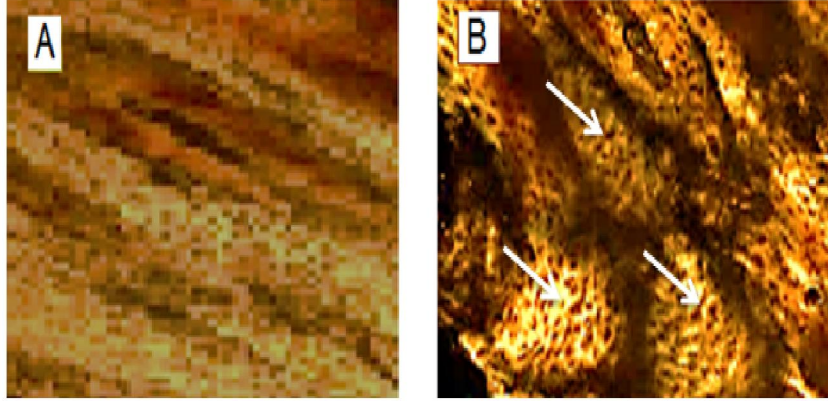
ويتضح من هذه النتائج خضوع الهيكل لمؤثرات بيئة الدفن من ماء ورطوبة وحرارة والهجوم الكيميائى المعدنى لرواسبها وكذلك الحيوى المتواجد هيفاته الفطرية بالخلايا والتي أدت الى عمليات تحلل مائى وتميؤ حمضى وأكسدة وتبلور ملهى سببت تغيرات بمكون الهيكل (Smith et al, 2007) ،نتج عنها مظاهر التدهور من تشوه للسطح حيث بدى سطح العظم وهو سطح حبيبي خشن ملوث بالأملاح وتغير لوني وتشرخات دقيقة وتآكل جدران وحواف الخلايا يظهرها الفحص بالقطاعات العرضية والطولية.



شكل رقم (3:A,B,C) ميكروسكوبى مستقطب لقطاع عرضى بالعظم (A) يظهر التركيب الهيستولوجى من قنوات هافرس H= Haversian canal ، وقنات فولكمان V= Volkman canal وتباعدها عن بعضها عكس طبيعتها المركزه (B) ويظهر التدهور فى شكل الخلايا العظمية بتآكل جدرانها، والمشار إليها بالأسهم



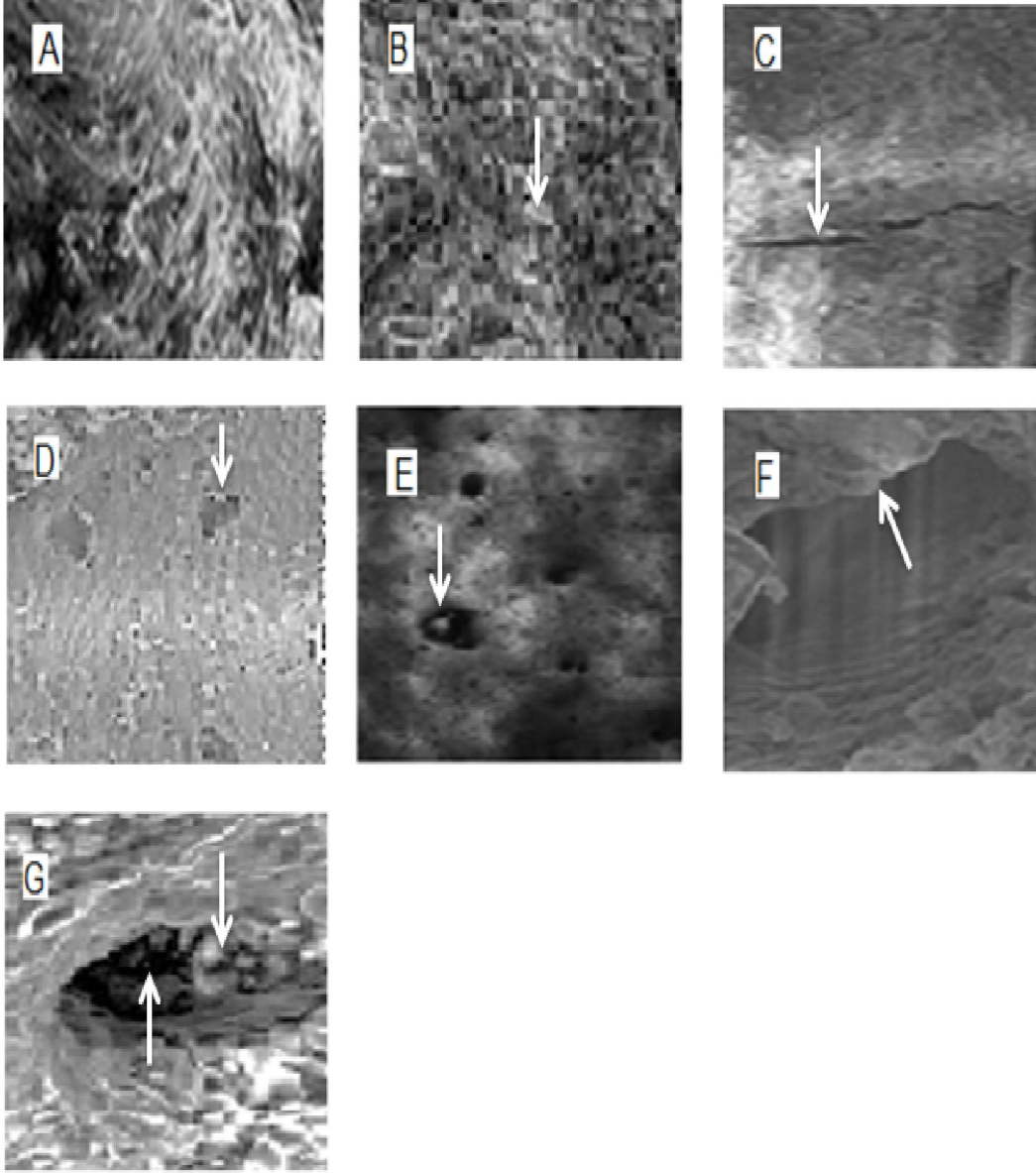
شكل رقم (4:A,B) ميكروسكوب مستقطب لقطاع عرضى (A) يظهر الشكل البلورى للتكوينات المعدنية من β -tricalcium phosphate β - $Ca_3 (PO_4)_2$, Cloro apatite $Cl Ca_5 (PO_4)_3$, Calcite $(Ca CO_3)$, Anhydrite $(Ca SO_4)$ تحول معدن أباتيت $HA (Ca_{10} (PO_4)_6(OH)_2)$ بسبب انحلاله وتبلوره وتبدو بلوراتها كبيرة الحجم ملوثة بالأملاح من الكالسيت والجبس وتوجد بالشبكة البلورية شوائب معدنية حرة بنسبة ضئيلة من عناصر السيليكا والألومينا وايضا تحلل الشبكة الليفية للكولاجين (B) يظهر الشروخ بالتركيب العظمى والتغير فى شكل الخلايا حيث يظهر الإنبعاج وعدم الإنتظام والتباعد بين بعضها بتركيب العظم والمشار اليها بالأسهم .



شكل رقم (5:A,B) ميكروسكوبى مستقطب لقطاع طولى (A) يظهر التغير بالمكون المعدنى HA للسطح من معادن مختلفة اساسها الكالسيوم والفسفور وتبدو البلورات المعدنية كبيرة الحجم خشنة ملوثة بالأملاح ويبدو السطح مشوه متغير اللون وبه تآكل (B) يظهر تلف العظم الإسفنجي Spongy Bone من تآكل وهشاشة وأيضا الأملاح المتبلورة والتحلل الميكروبيولوجى.

٣:١:٢ - الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM)

يتضح من نتائج الفحص والشكل رقم (6:A,B,C,D,E,F,G) لقطاعات طولية وعرضية من الهيكل العظمى بقوة تكبير X500 ، X1000 ، X1200 التدهور بالتركيب العظمى المعدنى والنسيج الليفى الكولاجينى حيث أظهر الفحص الطور المعدنى بالعظم فى تشكيلات معدنية ذات تبلور عالى من معادن β -tricalcium phosphate β - $Ca_3 (PO_4)_2$, Cloro apatite $Cl Ca_5 (PO_4)_3$, Calcite $Ca CO_3$, Anhydrite $Ca SO_4$ (Elliot, et al, 1994) ، وقد لوحظ التداخل البلورى للأملاح $Gypsum Ca SO_4.2H_2O$ ، $Calcite Ca CO_3$ ، ويزداد تركيزه كلما اقتربنا من التركيب الدقيق للسطح بالاضافة الى وجود شوائب حرة بنسبة ضئيلة من السيليكا والألومينا بالتركيب المعدنى لاتسمح بتكوين معادن مع الأباتيت HA وأيضا يظهر الفحص التدهور بالنسيج الكولاجينى الليفى حيث تبدو الألياف متباعدة منحللة أقل كثافة عكس طبيعتها بالعظام الحيوانية (Whyte, 2001) وبين الفحص تلف التركيب الهيستولوجى والتشوه الشكلى للخلايا العظمية حيث بدت قنوات هافرس ممتده بشكل عرضى بطبقة الأوسيين ، متحللة ومتآكلة الحواف والجدران ، ومشغولة بالاملاح المتبلورة والهيئات الفطرية ، وبعضها مدمج مع الخلايا المجاورة لها فى شكل ثنائى ، وتشير النتائج الى حدوث تغيرات بتركيب العظم وضعف بنية ترجع الى انحلال وتبلور الطور المعدنى ، وتحلل الطور العضوى الكولاجينى بسبب عمليات التحلل المائى والتميز الحمضى وأكسدة المادة العضوية الناجمة عن مؤثرات بيئة الدفن الأمر الذى أدى الى أشكال التدهور من تشوه السطح وتلوثه بالأملاح والتغير اللونى والتشوهات الدقيقة بالسطح والتركيب الداخلى للعظم ويعتبر سطح العظم أشد تأثرا نظرا لصلته المباشرة بمؤثرات بيئة الدفن.



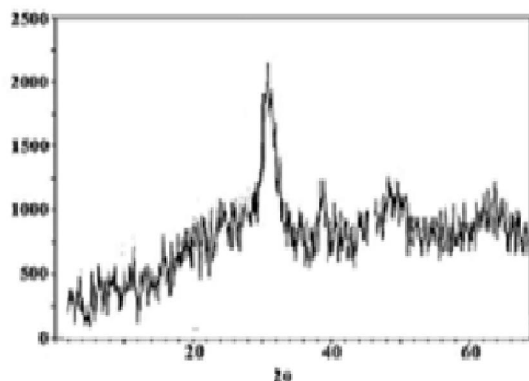
شكل رقم (6: A,B,C,D,E,F) ميكروسكوبي SEM (A,B) مقاطع عرضية للعظم ويظهر معادن مختلفة من β -tricalcium phosphate ذات بللورات كبيرة الحجم ناتجة عن التغيرات في مكون العظم الأباتيت $(Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2)$ HA بسبب انحلاله وتبلوره ، وهذه المعادن متداخلة مع أملاح الكالسيت والجبس المشار إليها بالسهم كما تبدو كاتيونات معدنية ضئيلة بالشبكة البلورية حرة من عناصر Si, Al ، وأيضاً يظهر التحلل في النسيج الكولاجيني (C,D) مقاطع طولية وتظهر التغير بالطور الغير عضوى HA لسطح العظم إلى معادن أخرى أساسها الكالسيوم والفوسفور وقد بدت بللوراتها خشنة كبيرة الحجم ملوثة بالأملاح ، وأيضاً التغير في الشكل المورفولوجى للخلايا واندماج بعضها ، فضلاً عن التشوه والشروخ بالسطح (E,F,G) مقاطع عرضية وتظهر التدهور بالخلايا العظمية من تغير بالشكل وتآكل الجدران والحواف وتشرخها تشير إليها الأسهم بسبب التبلور الملحي للكالسيت والجبس حيث تبدو الخلايا مشغولة بالأملاح ، والتحلل الحيوى والتي تبدو هيفاته بالخلايا تشير إليها الأسهم .

Analysis

٢:٣ - التحاليل

١:٢:٣ - التحليل بحيود الأشعة السينية (XRD)

تظهر أطيف (XRD) بالشكل رقم (7) والجدول المرفق له رقم (2) المركب المعدنى للعينة من معادن β -tricalcium phosphate β -Ca₃ (PO₄)₂, Cloro apatite Cl Ca₅ (PO₄)₃, Calcite Ca CO₃, Anhydrite Ca SO₄ Gypsum Ca SO₄.2H₂O (Srđan et al 2014) (Piga et al 2008) ويعكس التركيب المعدنى حدوث عملية انحلال وتبلور لمعدن هيدروكسى أباتيت (OH)₂ Ca₁₀ (PO₄)₆ HA المكون الرئيسى بالعظم (Elliot, et al, 1994)، وهى ناتجة عن مؤثرات بيئة الدفن من المياه الأرضية التى حملت الأيونات من الكبريتات والكلوريدات ربونات وتشربها مسام العظم والتى انتجت بيئة حمضية عملت على انحلال هيدروكسى أباتيت HA وتكوين هذه المعادن (Smith, e al, 2007) ويستدل منه على الدور الذى لعبته مؤثرات بيئة الدفن من رطوبة ومياه فى تلف العظم بتبلور الأملاح من الكالسييت العمودى والجبس والتى يتولد عنها ضغوط محدثة شروخ بالتركيب المعدنى الداخلى والخارجى للطبقة السطحية، والتى تؤكد تحكم ظروف بيئة الدفن من البلل والجفاف بالهيكل العظمى الأمر الذى أدى الى ضعف بنية التركيب العظمى وهذا ما أكده الفحص الميكروسكوبى وقد لعبت الكائنات الحية الدقيقة دورا فى هذا الشأن.



شكل رقم (7) يظهر نمط تحليل حيود الانسعة (XRD) للعينة

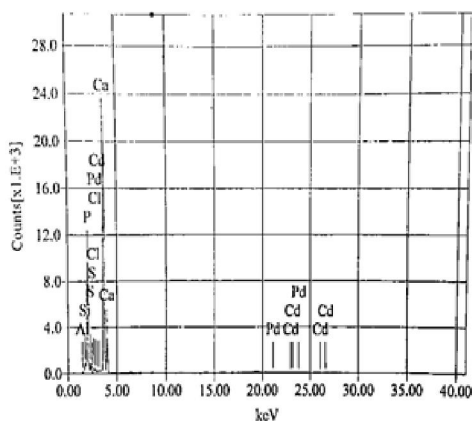
Compound	%
β -tricalcium phosphate β -Ca ₃ (PO ₄) ₂	100
Cloro apatite ClCa ₅ (PO ₄) ₃	23.1
calcite Ca CO ₃	19.7
Anhydrite Ca SO ₄	8.2
Gypsum Ca SO ₄ .2H ₂ O	3.4

جدول رقم (2) يبين التركيب المعدنى للعينة

٢:٢:٣ - التحليل بوحدة (SEM/ EDX)

توضح النتائج بالشكل رقم (8) والجدول المرفق له رقم (3) محتوى العينة من عناصر Ca, P, S, Cl, Al, SI, Pd, Cd، ويبلل وجود عنصرى الكالسيوم Ca بنسبة 70.5791 والفسفور p بنسبة 23.0275 على مكون العينة الأساسى لمعدن أباتيت HA، ويبين هذا الارتفاع فى نسبة Ca/P معدله غير الطبيعى بالعظم (White, et al, 1983) (Piga, et al, 2011)، ويظهر وجود عناصر الكلور Cl بنسبة 1.7111 والكبريت S بنسبة 1.4321 تبادلها الأيونى بسهولة بمصفوفة العظم فى ظل وجود الرطوبة والماء وهى عناصر تشربها مسام العظم من رواسب بيئة الدفن وتشير الى التحول بالطور المعدنى للعظم HA لأطوار معدنية أخرى لعنصرى الكالسيوم والفسفور أظهرها تحليل (XRD) وتحلل الكولاجين بالعظم لكونها تخلق بيئة حمضية (Ubeleker, 1999) (Shinomiya et al, 998)، وتكشف النتائج أيضا عن نوع الأملاح المتبلورة والتى يعزى إليها تشويه السطح والتلف الميكانيكى بالهيكل من شروخ

داخلية وخارجية نتيجة تبلورها أظهرها الفحص الميكروسكوبى، ويظهر التحليل وجود لعناصر الألومينا Al بنسبة 1.3590 والسيليكا Si بنسبة 0.7960 وعنصر الكادميوم Cd بنسبة 0.7760 وعنصر البالاديوم Pd بنسبة 0.3484 وهى نسب ضئيلة لا تسمح بتكون معادن مع الأباتيت (Shinomiya et al, 998)(Pike et al, 2001) أظهرها الفحص الميكروسكوبى فى صورة شوائب حرة بالشبكة البلورية وان كانت تعبر عن التلف لما يتولد عنها من اجهادات داخلية بالتركيب العظمى نتيجة البلل والجفاف (Generosi, et al, 2010).



شكل رقم (8) يظهر نمط التحليل بوحدة EDX للعينة

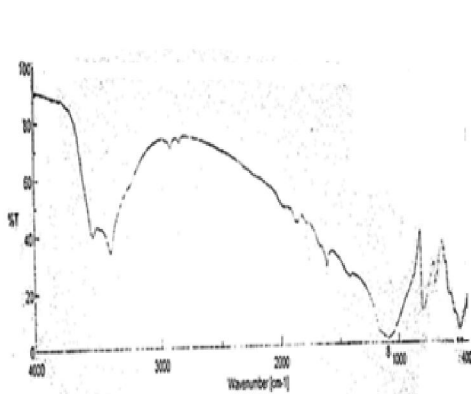
Element	%
AL	1.3590
Si	0.7960
P	23.0275
S	1.4321
Cl	1.7111
Ca	70.5791
Pd	0.3484
Cd	0.7768

جدول رقم (3) يبين المكون العنصرى للعينة

٣:٢:٣- التحليل الطيفى بالأشعة تحت الحمراء (FTIR)

فى واقع الأمر أطياف (FTIR) بالشكل رقم (9) والجدول المرفق له رقم (4) توضح التدهور فى التركيب الكيميائى ببنية العظم الكلية الناجم عن تأثير بيئة الدفن حيث تظهر امتصاص عند الطول الموجى 3430 cm^{-1} لمجموعة الهيدروكسيل (OH Stretch) وهى للرابطة الهيدروجينية وامتدادها يرجع لتركيز OH بمكون العينة وتظهر قمم امتصاص للطور العضوى عند طول موجى 2917 cm^{-1} لمجموعة (C-H stretch) وهى الكانات أليفاتية Aliphatic ترجع الى البقايا الدهنية ، والامتصاص عند طول موجى 1662 cm^{-1} لمجموعة (C=O stretch) وتدلل هذه المجموعات الفعالة على أنها نموذج للأحماض الأمينية القائمة على التركيب الثانوى للبروتين crosslinks وتشير الى Amide 11 (yevgeniya, 2014) ، كما أن الامتصاص عند طول موجى 1558 cm^{-1} لمجموعة (N-H bend -C-N stretch) يشير الى (Amide 111) ويعزى انخفاضهما إلى النقص والتغيرات بمنظومة الكولاجين الليفية الناتجة عن عمليات التحلل المائى والتميو الحمض والأكسدة وأيضا التحلل الحرارى الذى يسرع من معدل تدهورها (Collins et al 2002) وهى عمليات سببتها مؤثرات بيئة الدفن. وأيضا ، يظهر التحليل قمم الامتصاص للمكون المعدنى عند الطول الموجى 1080 cm^{-1} لمجموعة (PO₄ stretch) وهى للفسفور والتى تبدو منتقصة الشدة وتعتبر عن الانخفاض فى نسبته كما أن ظهور الفسفور فى هذه المنطقة يؤكد على هذا الانخفاض ، ووصول معدن العظم الى مرحلة التبلور (Surovell, et (Piga, et al 2011) (al, 2001) ، وظهور المجموعات من الكلور (Cl) عند طول موجى 556 cm^{-1} ، ومجموعة الكبريت (S₄) عند طول موجى 783 cm^{-1} والكربونات (CO₃) عند طول موجى 873 cm^{-1} ، مؤشر لمكون العظم من الأباتيت غير

النقى ويشير لتحول المكون المعدنى HA بمنظومة العظم الى معادن أخرى للفسفور والكالسيوم وهذا يتوافق مع نتائج تحاليل (XRD, SEM/EDX) ، وتدل نسبها على تواجد أملاحهما بالعظم الناتجة عن التردد فى مؤثر الحرارة والرطوبة لبيئة الدفن ، والتي كانت أحد العوامل الخطيرة فى احداث الشروخ بتبلورها وتدعم عملية تدهور الطور الكولاجينى حيث تحمله وانتقاصه (Thompson, 2005) (Wess, et al , 2002) ، ويتضح من النتائج أن الهيكل العظمى الحيوانى كان أشد تأثرا بظروف بيئة الدفن التى أدت الى تغيرات كيميائية بالأطوار المكونة للعظم الكولاجينى والمعدنى بشكل واسع النطاق.



شكل رقم (9) يظهر نمط تحليل (FTIR) لعينة العظم

Wave number (cm ⁻¹) / Absorbance	Assignments
3430	O-H stretch vibrations (Hydroxyl)
2928	C-H stretch (aliphatic compound)
1662	C=O stretch (Amide I) B-sheet, from proteoglycans
1558	N-H bend C-N stretch (Amide II)
1080	PO ₄ , stretch
873	CO ₃
783	SO ₄
556	Cl

جدول رقم (4) يوضح المجموعات الفعالة بعينة العظم

Microbiological examination

٣:٣ - المسح الفحصى الميكروبيولوجى

أسفرت نتائج العزلات الميكروبيولوجية بالجدول رقم (5) عن تواجد أنواع فطرية من *Aspergillus* ، *Penicillium* ، *Cladosporium* ، *Fusarium* وهى فطريات غير ذاتية التغذية تعتبر طبيعة بيئة الدفن الطينية وظروفها من رطوبة وماء وحرارة بيئة خصبة لنموها وانتشارها (Henry, et al, 1996) ، وقد انتقلت هذه الأنواع الفطرية بمسام العظم عن طريق الماء ، وساعد على انتشارها توافر عائل العظم الغنى بالعناصر الغذائية من الكالسيوم والفسفور والكبريت والنتروجين والكربون تستمد منها الطاقة اللازمة ، وتشير النتائج الى حدوث تدهور بالعظم ناتج عن نشاطها الذى يؤدى الى عمليات أكسدة وتحلل حمضى بمكون العظم بسبب ما تنتجه من مخلفات حمضية ذات تركيزات عالية مثل حمض الجلوكونيك ، حمض الأوكساليك ، حمض الفورميك ، حمض الكبريتيك ، حمض اللاكتيك وحمض النيتريك ، فضلا عن ثانى اكسيد الكربون الناتج عن تنفس الفطريات Respiration والذى يتحول فى وجود الرطوبة الى حمض الكربونيك والذى له القدرة على تحويل كربونات الكالسيوم الى بيكربونات كالسيوم القابلة للذوبان فى الماء وتكوين املاحها ، وتعمل هذه الأحماض على تحلل HA والكولاجين بمكون العظم وتعزى مظاهر تلف العظم بالسطح من شروخ وفقدان تماسك والبقع اللونية والتآكل الى التغيرات بمكون العظم العضوية والمعدنية والتي شارك فيها النشاط الفطرى.

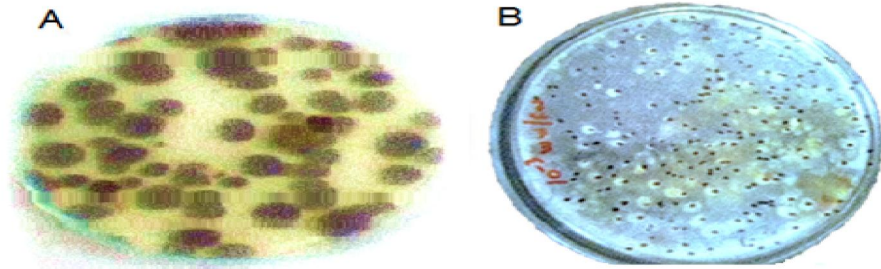
نوع الفطر	عدد العزلات
<i>Aspergillus</i>	19
<i>Penicillium</i>	16
<i>Cladosporium</i>	13
<i>Fusarium</i>	8

جدول رقم (5) يوضح الأنواع الفطرية

وأيضاً، توضح النتائج بالجدول رقم (6) الأنواع البكتيرية المنتشرة بالهيكل العظمى موجبة الجرام من *Bacillus, cocci, Clostridium* وسالبة الجرام من *Thiobacillus, Pseudomonas, Streptomyces*، وينتمى نوع *Thiobacillus* الى البكتيريا ذاتية التغذية التى تستمد طاقتها من عناصر الكربون والكبريت، وتنتمى الأنواع *Pseudomonas, Bacillus, Clostridium, cocci* الى البكتيريا غير ذاتية التغذية والتي تستمد طاقتها من الكربون، وينتمى نوع *Streptomyces* الى البكتيريا الشعية وتستخدم نطاق واسع من عناصر الكربون والنتروجين فى بناء أغشية خلاياها (Dennison et al, 1986)، ويتوافق وجود هذه الانواع البكتيرية التى أوضحتها النتائج بالفعل مع طبيعة بيئة الدفن الرسوبية الغنية بمثل هذه الانواع (Caneva 2001)، فمن المرجح أن أغلبها انتقل بمسام العظم عن طريق الماء، وشجع على ممارسة نشاطها عائل العظم المناسب الغنى بالعناصر الغذائية من الكربون والنتروجين والكبريت التى تستخدمها البكتيريا للحصول على الطاقة اللازمة لها فى نموها وبناء اجسامها مع توافر الرطوبة والماء الذى يشكل نسبة كبيرة من مكونات الخلية البكتيرية وتعتبر درجة حموضة بيئة الدفن $Ph=3.6$ كما أوضحتها الدراسة لبيئة الدفن مناسبة لممارسة نشاطها الهدمى (Child, 1995)، وتكشف النتائج لهذا التجمع البكتيرى عن حدوث عمليات أكسده وتحلل حمضى بمكون العظم العضوى والغير عضوى شاركت فى تدهوره بممارسة نشاطها الذى ينتج عنه مخلفات من أحماض عملت على انحلال المكون المعدنى وتحلل وتفنت الجزيئات العضوية بالنسيج البروتينى الكولاجينى الى جزيئات أصغر يذوب فى الماء (Turner, 2008) الأمر الذى أدى إلى تغيير وضعف التركيب العظمى وعدم الترابط والإندماج بمصفوفة العظم وظهور الشروخ والتآكل والبقع بالسطح.

اسم الصبغ	النوع البكتيرى
Gram positive	<i>Bacillus, cocci, Clostridium</i>
Gram negative	<i>Thiobacillus, Pseudomonas, Streptomyces</i>

جدول رقم (6) يوضح الأنواع البكتيرية



شكل رقم (10;A,B) يظهر (A) المنبت الفطرى (B) المنبت البكتيرى

Conclusions

٤ - الإستنتاجات

توضح النتائج أن كل أشكال التدهور التي طرأت بالهيكل العظمى الحيوانى ناتجة عن نوع بيئة الدفن الطينية ومؤثراتها من الرطوبة والمياه والحرارة والأملاح والحموضة وكتائنها الحية الدقيقة وهي ظروف فرضتها طبيعة موقع التل المحاط بالأراضى الزراعية والترع والمصارف ساعد فيها استجابة الهيكل لهذه المؤثرات وصلاحيته للنشاط الميكروبيولوجى المتألف خلال فترة الدفن والتي أدت الى عمليات تبلور الأملاح وتحلل مائى وأكسده وتميؤ حمضى عضوى ومعدى ناشئ عن محاليل الأملاح خضع لها الهيكل العظمى فسببت تدهور نسيج بنية العظم بحدوث تغيرات بالتركيب المعدنى وتطل قنوات هافرس وانتاج تشوه سطحى وتغير لون العظم وتبلور ملحى وتآكل وشروخ دقيقة بالسطح وضحت فى مجال الملاحظة بالفحوص المجهرية حيث كشفت فى مجملها عن ضعف الترابط بين المكون العضوى وغير العضوى ناتج عن انحلال وتبلور مكون العظم المعدنى وتحلل المكون العضوى، ويؤكد تحليل (XRD) من خلال التشكيلات المعدنية التي انتجها ومكونها الأساسى الكالسيوم والفوسفور، التغير فى التركيب المعدنى للعظم الذى يرجع الى انحلال واعادة تبلور الأباتيت Bio-apatite وهذا يثبتته أيضا التحليل العنصرى بوحدة (EDX) حيث بين الزيادة فى نسبة الكالسيوم للفوسفور بمكون العظم المعدنى نتيجة تبلور الأباتيت، ويوحى هذا بعدم اندماج الكولاجين مع الأباتيت المتبلور وحدوث تغيرات كيميائية أيضا بالمحتوى الكولاجينى ، وهذا الانطباع أكده تحليل (FTIR) الذى أوضح تغيرات التركيب الطبيعى للطورين المعدنى والعضوى لمنظومة العظم حيث يبين انخفاض شدة روابط الفسفور الإخفاض فى نسبته ووصوله الى مرحلة التبلور وتكوين الأباتيت غير النقى كما بين حدوث تطل ونقص فى الهيكل النسيجى للكولاجين.

ونستنتج من المسح الفحصى الميكروبيولوجى أن الاستعمار الفطرى والبكتيرى للأنواع التي اسفرت عنها العزلات كان لها دور فاعل فى التدهور الذى لحق بالعظم من خلال عمليات الأكسدة والتحلل الحمضى وومرجعها بيئة الدفن وهى بيئة مشجعة على نموها وانتشارها بالهيكل العظمى وأكده الفحص المجهرى حيث كشف عن اختراق لخيوط فطرية بقنوات هافرس بالعظم فضلا عن آثاره من تآكل للخلايا وبقع لونية بالسطح.

Recommendations

٥ - التوصيات

- نظرا لأهمية هذه الدفنة الحيوانية علميا للمتخصصين فى علم الآثار والأنثروبولوجيا والحيوان خاصة أنها الأولى من نوعها ببلدنا مصر فمن الضرورى الإسراع فى أعمال الصيانة بمواد تتناسب حالتها الرطبة.
- توفير أساليب الحماية بالعزل بمواد لا تحجب الرؤية لأى تفاصيل حتى يتمكن الباحثين من القيام باستكمال دراستهم .
 - ضرورة الحفظ الجيد للحد من زيادة التدهور بتوفير بيئة مناسبة من حيث درجة الحرارة والرطوبة واجراء الصيانة الدورية بالتعقيم من آن لآخر .

قائمة المراجع

المراجع العربية:

- ١- السيد الطححاوى " تقارير حفائر تل آثار غزالة " ، أرشيف وزارة الآثار (٢٠١٤ م) :٦-١.
- ٢- حمدى أحمد الإبيارى "علاج وصيانة العظام القديمة " (رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم ترميم الآثار ، كلية الآثار ، جامعة القاهرة ، ٢٠٠١م) ، ٥٢ - ٥٧.

References:

- Caneva, G., *Plant Biology for culture heritage: Bio deterioration and conservation*, (Loss Anglos, Getty Conservation Institute, 2001), 260.
- Child, A." towards and understanding of the Microbial decomposition of archaeology bone in the burial environment in proceedings of the oxford Bone Digenesis" *Journal of archaeological Science*, no.22 (1995):165-174.
- David, J. C., *Dematiaceous Hyphomycetes Alternaria & Cladosporium*, (England, international Mycol. Ins. , 1989) ,17.
- Dennison K. J. Houghton P. "Amino acids in archaeological bone 2" *Journal of Archaeological Science* 13, no.4 (1986):397.
- Dodd, J. Large, d. J. Fortey, N.J. Kamp, S. Styles, M. Wetton, P. Milodowski, A. "Geochemistry and petrography of phosphorus in urban canal Bib. sediment" *Applied Geochemistry* 18, no.6 (2003):250-256.
- Elliot, J.C., *Structure and Chemistry of the Apatite's and Other Calcium Orthophosphates*, (Amsterdam Elsevier, 1994), 31.
- Generosi, A. Rau, J. V. Komlev, V. S. Albertini, V. R. Fedotov, A. Y. Barinov, S. M. "Anomalous Hardening Be-havior of a Calcium Phosphate Bone Cement" *J. Phys. Chem. B*, 114, (2010):973- 979.
- Goldstien, J. Newbury, D. Joy, D. Lyman, C. Echlin, P. Lifshin, E. Sawyer, L. Michael, J., *Scanning Electron Microscopy and X-Ray microanalysis* , (New York , Springer Science, Business Media Inc., 2003), 41.
- Green, M. Isaac, D.H., and Jenkins G. M. "The structure of bone mineral and its spatial relationship with Collagen" *American Society of Mechanical Engineers Boston* 5, no. 2 (1987):16.
- Greene, E.F. Touch, S. Webb, E. Amarasiri wardena, D. "Application of diffuse reflectance infrared Fourier transform spectroscopy (Drifts) for the identification of potential digenesis and crystallinity changes in teeth" *J. Microchemistry Vol. 76*. (2004):98.
- Grupe, G. Piepen Brink, H. "Impact of Microbial activity on trace element Concentrations in excavated bones" *Applied Geochemistry* 4, (1989): 293-298..
- Hedges, R. Millard, A." Bones and groundwater: Towards the modeling of digenetic processes" *Journal of Archaeology Science* 22 (1995):155-164.
- Henry L. E. Marcel, D., *Geo microbiology*, (London, 1996).

- Kendrick, B., *Taxonomy of fungi imperfecte*, (Canada, Toronto University, 1971).
- Lawence, Z. , *Aspergillus and Penicillium definition of genera* , (England ,C. A. B. Mycol. Ins. Ferry Lane, 1989) .
- Mayes, S., *Human bone*, (Loss Anglos, 2009), 89-11.
- Mary Jackes, Richard, S. David , L. Christina, B. Michael, W. "Destruction of Microstructure in Archaeological Bone: a Case Study from Portugal" *Int. J. Osteoarchaeo*11, (2001):415 – 423.
- Margolis, H.C. Moreno, E. C. "Kinetics of hydroxy apatite dissolution in acetic, lactic and phosphoric acid solutions calcified tissue " *international* 50 (1992):173-143.
- O'connor, T. P. , *On the structure, chemistry and decay of bone, antler and ivory, in archaeological bone, Antler, and ivory*, (London., United Kingdom institute for conservation, 1987) , 5.
- Piga, G. Malgosa, A. Thompson, T.J.U. Enzo, S. "A new calibration of the XRD technique for the study of archaeological burnt remains" *Journal of Archaeological Science* 35, (2008): 2171–2178
- Piga, G. Santos-Cubedo, A Brunetti, A. Piccinini, M. Napolitano, E. Malgosa, A. Enzo, S. "A multi-technique approach by XRD, XRF, FT-IR to characterize the diagenesis of dinosaur bones from Spain" *Journal of Palaeoecology* 310 , (2011): 92–107
- Pike, A. Nielsen-Marsh, C. M Hedges, R. E. M "Bone dissolution and hydrology" *Archaeological Science* 97, (2001):71-75.
- Schmidt, C.W. Symes, S.A., *the analysis of burned human remains*, (Athens, Academic press, 2008), 23-25.
- Smith, C. I. Nielsen-Marsh, C.M. Jans, M. M. Collins, M. J. "Bone diagnosis in the European, Holocene1: patterns and mechanisms" *Journal of archaeological Science*34, (2007)
- Trujillo-Mederos, A. Alemán, I. Botella, M. Bosch, P. "Changes in human bones boiled in seawater" *Journal of Archaeological Science* 39, (2011): 1072–1079.
- Shinomiya, T. Shinomiya, K. Orimoto, C. Minami, T. Tohno, Y. Yamada, M. "In- and out-flows of elements in bones embedded in reference soils" *Forensic Science International* 98, (1998): 109–118.
- Srđan D. Poštić "X-Ray Diffraction Technique in the Analysis of Phases of hydroxyl apatite and Calcium Phosphate in a Human Jaw" *International Journal of Biomedicine* 4, (2014):109-113.
- Surovell, T.A. Stiner, M. C. " Standardizing infra-red measures of bone mineral crystallinity: an experimental approach". *Journal of Archaeology Science* 28, (2001):633-642.
- Thompson, .J.U. "Heat-induced dimensional changes in bone and their consequences for forensic anthropology" *Journal of Forensic Science* 50, (2005): 1008–1015
- Turner-Walker, G., *the chemical and microbial degradation of bones and teeth*, (Oxford, Chi Chester, John Wiley 2008), 3-24.

- Ubeleker, M., *Human skeletal remains. Excavation, analysis, interpretation*, (Washington, Taraxacum, 1999), 81-84.
- Von Endt, D.W. Ortner, D. J. "Experimental effects of bone size and temperature on bone diagnosis" *Journal of Archeological Science* 11, (1984):247-253
- Weiner, S. Bar-Yosef, O. "States of preservation of bones from prehistoric sites in the near east: A survey" *Journal of Archaeology Science* 17 (1990):4-10
- Wess, T.J. Csapo, J. Millard, A.R. Turner-Walker, G. "the survival of organic matter in bone: A review" *Archaeometry* 44, no.3 (2002) :383-394
- White, E.M. Hannus, L.A. "Chemical weathering of bone in archaeological Soils" *American Antiquity* 48, No.2 (1983):.316-322
- Whyte, T. "Distinguishing remains of human cremations from burned animal bones" *Journal of Field Archaeology* 28 (2001): 437-448.
- Yevgeniya Kobrina, *Infrared spectroscopic cluster analysis of bone and cartilage*, (Finland, university of eastern Finland Dissertations in Forestry and natural Sciences, 2014), 13-17.