

## فحص مواد البناء ونواتج تلف المقابر الملكية بتانيس (صان الحجر)

| Received March 17<sup>th</sup> 2023 | Accepted May 28<sup>th</sup> 2023 | Available online June 16<sup>th</sup> 2023 |  
| DOI 10.21608/jatmust.2023.303821 |

### المخلص

مدينة تانيس واحدة من أهم المدن في مصر القديمة، كانت العاصمة الشمالية لمصر والمقر الملكي لملوك الأسرتين الحادية والعشرين والثانية والعشرين، وتقع في شرق الدلتا على بعد حوالي 150 كيلومتر شمال شرق القاهرة، على الفرع التانيسي القديم لنهر النيل، وتم اكتشاف المقابر الملكية للأسرتين 21 و 22 بتانيس عام 1939 بواسطة الأثرى الفرنسى بيير مونتييه. تعاني مواد بناء المقابر الملكية في الوقت الراهن بسبب العديد من مظاهر وعوامل التلف الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية والبشرية مثل تدهور وفقد العديد من الكتل الحجرية والمونة الرابطة والوحدات الزخرفية، تبلور الأملاح علي السطح وبين الطبقات مما أدى إلي انفصال وتفتت وتقرش سطح الحجر وإختفاء العديد من العناصر الزخرفية والمناظر والنقوش الملونة، وتم إجراء العديد من الفحوص والاختبارات علي مواد بناء المقابر للتعرف علي التركيب الكيميائي والفيزيائي لها ومظاهر واسباب تلفها، مثل التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية XRD، الفحص باستخدام الميكروسكوب المستقطب، التحليل بطريقة الامتصاص الذري AAS، الفحص باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح SEM، التحليل باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح بوحدة EDX، وقد أوضحت النتائج، أن المقابر شيدت باستخدام كتل من الأحجار الجيرية المعاد استخدامها وتم ربطها بمونة من الجبس والرمل وبدره الحجر واستخدمت بعض القطع الجرانيتية في الأعتاب فوق المداخل، والسبب الرئيسي لتلف مواد البناء هو مجموعة من العوامل الطبيعية من أهمها مياه الأمطار والمياه الأرضية وما تحتوي عليه من أملاح متنوعة نظراً لموقع المقابر المنخفض داخل التل الأثرى، وكذلك قرب التل الأثرى من مصادر المياه المالحة ممثلة في بحيرة المنزلة والأراضى الزراعية والمجارى المائية والمصارف الزراعية.

رجب أبو الحسن محمد مرعى  
أستاذ ترميم وصيانة الآثار  
كلية الآثار والإرشاد السياحي  
جامعة مصر للعلوم والتكنولوجيا  
6 أكتوبر، مصر  
[Ragab.sayed@must.edu.eg](mailto:Ragab.sayed@must.edu.eg)

### الكلمات الدالة:

صان الحجر؛ المقابر الملكية؛ المياه الأرضية؛ الأحجار الجيرية.



## EXAMINATION OF BUILDING MATERIALS AND DAMAGE PRODUCTS OF THE ROYAL TOMBS IN TANIS (SAN EL-HAGAR)

| Received March 17<sup>th</sup> 2023 | Accepted May 28<sup>th</sup> 2023 | Available online June 16<sup>th</sup> 2023 |  
| DOI 10.21608/jatmust.2023.303821 |

**Ragab Abou El-Hassan**  
Professor of Restoration and Conservation of Antiquities, Faculty of Archeology and Tourism Guidance  
Misr University for Science and Technology, October 6, Egypt  
[Ragab.sayed@must.edu.eg](mailto:Ragab.sayed@must.edu.eg)

### ABSTRACT

The city of Tanis is one of the most important cities in ancient Egypt. It was the northern capital of Egypt and the royal residence of the kings of the twenty-first and twenty-second dynasties. It is in the eastern delta, about 150 km north-east of Cairo, on the ancient Tanis branch of the Nile River. The royal tombs of families 21 and 22 in Tanis were discovered in 1939 by the French archaeologist Pierre Montet. The building materials of the royal tombs are suffering at the present time due to many manifestations and factors of physical, chemical, biological and human damage such as deterioration and loss of many stone blocks, bonding mortar and decorative units, crystallization of salts on the surface and between layers, which led to separation, fragmentation and peeling of the surface of the stone and the disappearance of many decorative elements, scenes and colored inscriptions. Many examinations and tests were conducted on the building materials of the tombs to identify the chemical and physical composition of them and the manifestations and causes of their damage, such as analysis using X-ray diffraction (XRD), examination using a polarizing microscope, analysis using the atomic absorption method (AAS), examination using a scanning electron microscope (SEM), analysis using a scanning electron microscope equipped with the EDX unit. The results showed that the tombs were constructed using blocks of reused limestone and were linked with a mortar of gypsum, sand and powdered stone. Some granite pieces were used in the thresholds above the entrances, and the main reason for the damage of building materials is a group of natural factors, the most important of which are rain water and ground water and the various salts they contain due to the low location of the tombs inside the archaeological hill, as well as the proximity of the archaeological hill to the sources of salty water represented in Lake Manzala, agricultural lands, waterways and agricultural drains.

### KEYWORDS:

San El-Hagar; Royal tombs; Groundwater; Limestones.

## مقدمة:

تقع (تانيس) في مدخل مدينة صان الحجر وتتبع مركز الحسينية محافظة الشرقية، شمال شرق مدينة القاهرة وتبعد عنها حوالي 130 كم وتبعد حوالي 20 كم جنوب بحيرة المنزلة كما يوضحها الشكل رقم (1)<sup>1</sup> وتبلغ مساحة التل حوالي 3 كم شمال جنوب، 1.5 كم شرق غرب، ويبلغ أقصى ارتفاع له حوالي 30م.



شكل رقم (1) خريطة توضح موقع تانيس في شرق الدلتا معدلة عن:

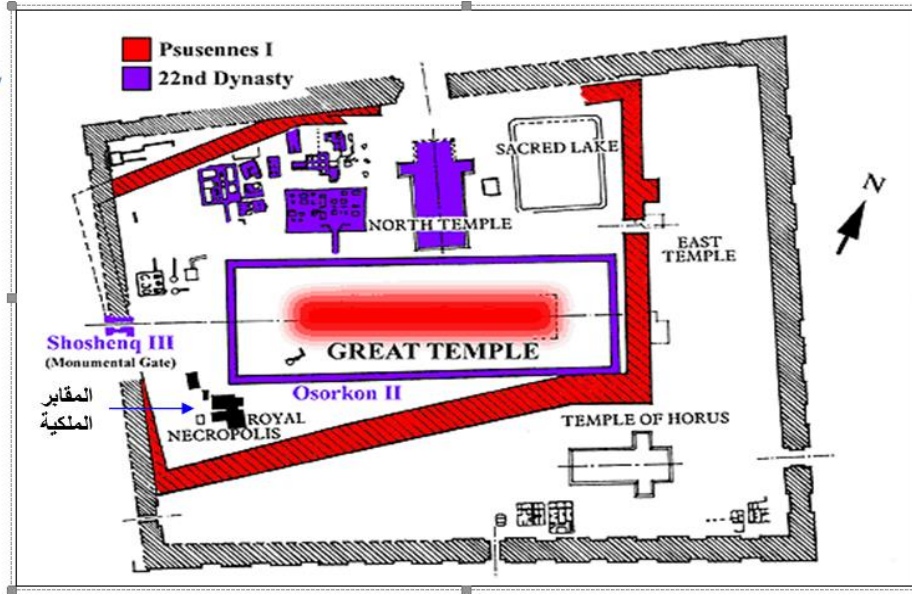
<https://en.wikipedia.org/wiki/File:LowerEgypt-en.png>

تل صان الحجر ناتج جزئياً عن تراكمات مصدرها آدمي متمثلاً في بقايا الحياة اليومية ومخلفات مواد البناء، ولذلك يمكن رؤية مناظر متكررة عند حدوث أمطار وسيول فنشاهد نحر لجدران لبنية يهبط معها كسرات فخارية وقطع عمله وأجزاء من تماثيل ومسلات ... الخ. ولا يعني هذا أن تضاريس الأرض بتل صان الحجر عبارة عن تراكمات مصدرها آدمي فقط حيث كان يوجد أساس طبيعي وجيولوجي يتكون من كتبان رملية ترجع للحقبة البليستوسينية على شكل "جزيرة رملية" ويمكن بسهولة رؤية الرمال حيث يهبط التقيب الأثري قدراً كافياً لبلوغ مستواها ويبدو ذلك واضحاً في منطقة المقابر<sup>2</sup> ويرجع الفضل في الكشف عن المقابر الملكية بتانيس إلى بعثة الآثار الفرنسية التي كانت تعمل في تانيس برئاسة الأثري "بيير مونتيه" حيث قامت البعثة في موسم عام 1939

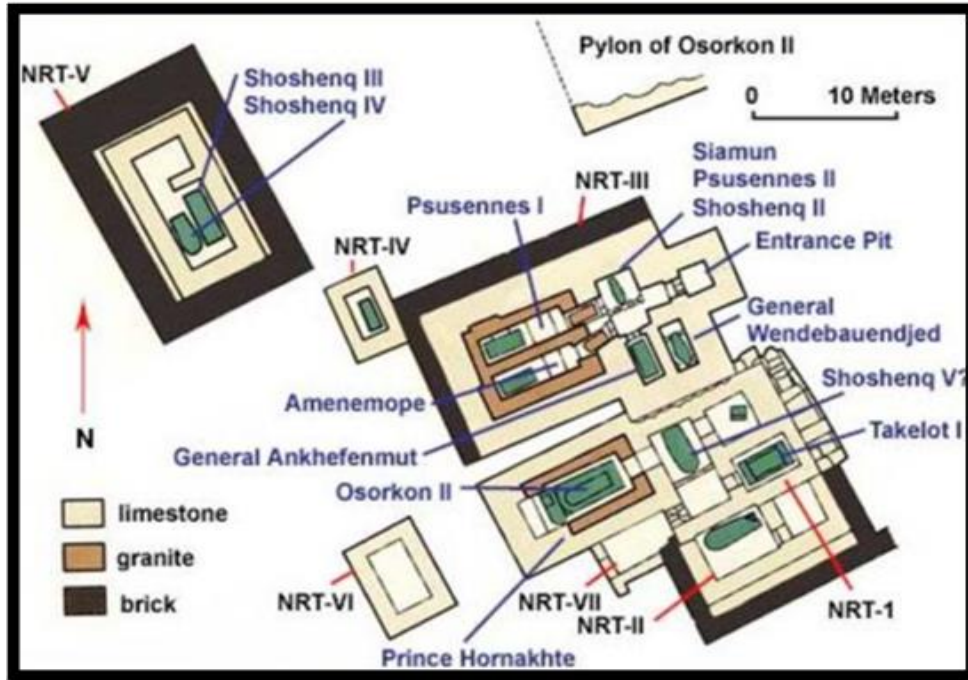
<sup>1</sup> عبد الحليم نور الدين، مواقع ومتاحف الآثار المصرية، الخليج العربي للطباعة والنشر القاهرة 1998 ص41-42.

<sup>2</sup> Brissaud, ph et al., *Tanis travaux Recents sur Le Tell San EL- Hagar*. Mission Francaise Des Fouilles De Tanis 1987- 1997 , paris – 1997. pp.198 – 240.

أثناء رفع الأتربة من جانب الجدار الجنوبي للمعبد الكبير الشكل رقم (2). ويوضح الشكل رقم (3) تخطيط أفقي للمقابر الملكية بتانيس<sup>3</sup> -



شكل رقم (2) يوضح موقع المقابر الملكية بتانيس داخل معبد آمون معدل ( عن Brissaud, 1997 )



شكل رقم (3) يوضح مسقط أفقي للمقابر الملكية بتانيس معدل عن ( Jimmy Dunn )

<sup>3</sup> Brissaud, ph et al., *Tanis travaux Recents sur Le Tell San EL- Hagar*. Mission Francaise Des Fouilles De Tanis 1987- 1997 , paris – 1997. PP.198 – 240.

**المقبرة I :- والمسماة بمقبرة " أوسركون الثاني " ( 945-712 ق.م )** وهي تتكون من حجرة جرانيتية محاطة بالحجر الجيري وبالشرق حجرة تفتح على حجرات 2، 3 ويبدو أن مدخل المقبرة في البداية كان إلى الشرق مثل مقبرة بوسنس الأول، ويرى "مونتيه"<sup>4</sup> أن هذه المقبرة كانت موجودة قبل عهد أوسركون والذي استولى عليها حيث أنها كانت محطة ورأى فيها مقبرة في بدايتها "لسمندس" مؤسس الأسرة 21. ويرى "بريسو"<sup>5</sup> أن المقبرة لاحقة للمقبرة III وبذلك ينفي تواجدها قبل حكم "بسوسنس" أما عن مدخلها الحالي ناحية الغرب فقد حدث نتيجة تعديلات داخلية تمت في الحجرة رقم 4 مما أدى إلى تغيير داخل المقبرة، ويبدو أن هناك تعديلات كثيرة حدثت في المقبرة ولكن يصعب تحديدها الزمني. والمقبرة مازالت تمثل لغزا وحيرة بالنسبة لتاريخها وأيضاً بالنسبة لما كشف بها، وذلك نظراً لتعرضها للسرقة قديماً وكذلك كثرة التعديلات والتغيرات سواء من ملوك الأسرة أنفسهم أو بعدها. والمقبرة غنية بالنقوش الدينية التي تلقي النظر على الأفكار الدينية المنتشرة في مصر في تلك الفترات من الإيمان بالحساب والعقاب ومحاكمة الموتى ورحلة المتوفى في العالم الآخر<sup>6</sup>.

**المقبرة III :-** والمسماة مقبرة "بسوسنس الأول" وتتكون من بئر وممر من الناحية الشرقية وحجرتان من الجرانيت وحجرتان تمت إضافتها في عصر لاحق والمقبرة مشيدة للفرعون "بسوسنس" وأثاثه الجنائزي بالحجرة رقم 1 وكذلك لزوجته "موت نجمت" بالحجرة رقم 2 وقد كشف "مونتيه" عن نقوشها وألقابها على التابوت الخاص بها وكل ما تبقى من عملية السرقة "وموت نجمت" ملكة معظمة وشخصية قوية وهي زوجة الملك "بسوسنس" الرئيسية وحملت كل الألقاب الملكية الكبرى. وضمت المقبرة III شيء جديد مبتكر حيث ضم الفرعون مكانا بمقبرته لزوجته "موت نجمت" ومن المعروف أن الفراعنة في الدولة الحديثة لم يضموا زوجاتهم بمقابرهم<sup>7</sup>.

**المقبرة V:- والمسماة مقبرة شيشنق الثالث : ( 945-712 ق.م )** وتتميز هذه المقبرة ببساطة البناء وبأن مستوى قاعدتها يقع بمحاذاة مستوى سقف المقابر الأخرى، وتتكون من بئر حوالي 2 × 3م وحجرة جنائزية حوالي 3×5م يتصلا ببعضهما من خلال ممر ضيق عرضه حوالي 1م والمقبرة مشيدة من الحجر الجيري المغتصب من مقابر الأفراد احتمالاً للأسرة 21<sup>8</sup>. السبب الرئيسي

<sup>4</sup>Jimmy Dunn., The Royal Tombs of Tanis.,  
<http://www.touregypt.net/featurestories/tanistombs.htm>

<sup>5</sup> Brissaud, ph et al.,*Tanis travaux Recents sur Le Tell San EL- Hagar*. Mission Francaise Des Fouilles De Tanis 1987- 1997 , paris – 1997. pp .198 – 240.

<sup>6</sup> Brissaud ph ., TTR, p.22.

<sup>7</sup> Jimmy Dunn., The Royal Tombs of Tanis.,  
<http://www.touregypt.net/featurestories/tanistombs.htm>

<sup>8</sup> حسن محمد سليمان، دور الكهنة في تانيس منذ الأسرة الحادية والعشرين وحتى نهاية الأسرة الثالثة والعشرين ، رسالة ماجستير ، قسم الآثار المصرية ، كلية الآثار ، جامعة القاهرة . 2005 ، ص 105-120.

والمباشر في تلف وتدمير الآثار بمنطقة صان الحجر وخاصة المقابر الملكية أرتفاع منسوب المياه تحت السطحية وما بها من نسب مرتفعة من الأملاح المتنوعة وذلك بسبب وجود المقابر في مكان منخفض جدا من التل الأثري تكاد تكون مدفونة تحت مستوى سطح الأرض داخل التربة الطينية وتشبه الى حد كبير المقابر الكهفية، حيث تتأثر المواد المسامية بشكل كبير بأي رطوبة وعوامل ملوثة تحتوي عليها، عندما تذوب الأملاح في الماء الذي تمتصه المادة الأثرية، فإنها تتبلور مع جفاف المادة وتبخر الماء منها ويؤدي التبلور داخل الهيكل المسامي إلى قوى توسعية في المادة يمكن أن تؤدي في النهاية إلى التلف والتشقق والتفشر ثم الانهيار والتدمير.<sup>9</sup>

وتتنوع مصادر المياه تحت السطحية وتختلف من مكان لآخر فمنها على سبيل المثال ، مياه الأمطار والري والزراعة والترع والمصارف والبحار والبحيرات، حيث تتسرب المياه من المناطق الحاوية للماء تحت القشرة الأرضية خلال مسام التربة إلى المناطق القريبة منها، وتصعد إلى المباني الأثرية في هذه المناطق بواسطة الخاصة الشعرية حاملة معها كميات من الأملاح الذاتية.<sup>10</sup>

### مصادر المياه الأرضية بمنطقة صان الحجر (تانيس)

هناك عدد من المصادر المتنوعة والمتباينة والتي تسهم في زيادة المياه الأرضية تحت السطحية وما بها من أملاح متنوعة والتي تعتبر السبب الرئيسي والمباشر في تلف وتدمير الآثار بمنطقة صان الحجر وخاصة المقابر وذلك لأن المقابر تقع في مكان منخفض جدا من التل الأثري تكاد تكون مدفونة تحت مستوى سطح الأرض داخل التربة الطينية تشبه على حد كبير المقابر الكهفية.

**مياه المصارف:** يمر بمنطقة صان الحجر عدد كبير من المصارف وتتعدى نسبة ملوحة المياه في هذه المصاريف 6000 جزء في المليون وتحيط بالموقع الأثري مجموعة من تلك المصارف.<sup>11</sup>

**مياه الترع والقنوات:** يحيط بالموقع الأثري شبكة من الترع والقنوات وهي تعتبر نهايات الترع وتتركز فيها الأملاح، وحيث أن الموقع الأثري عبارة عن جزيرة رملية تتميز بمساميتها ونفاذيتها

<sup>9</sup> H. Derluyn1, A.S. Poupeleer1 , D. Van Gemert1 and J. Carmeliet1., Salt Crystallization in *Hydrophobic Porous Materials* - 5<sup>th</sup> International Conference on Water Repellent Treatment of Building Materials Aedificatio Publishers, 97-106 (2008)

<sup>10</sup> Amoroso, G and Fassina, V: Stone Decay and conservation : Atmospheric pollution, cleaning, consolidation and protection, New York, 1983, pp. 14-15.

<sup>11</sup> ربيع عبد الرحمن عمر ، مركز الحسينية، دراسة في استخدام الأرض، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية الآداب جامعة الزقازيق 1999، ص 64 ، 65.

العالية مما يجعلها ملتحى لكثير من المياه التي تتسرب إليها من مصادر مختلفة حاملة كميات هائلة من الأملاح المتنوعة<sup>12</sup>.

**مياه الزراعة والري:** من المعروف أن مستوى الماء الأرض قد بدأ في الارتفاع التدريجي منذ أوائل هذا القرن بعد تحويل ري الحياض إلى ري دائم والإسراف في استخدام المياه، حيث أصبح مستوى الماء الأرضي قريباً جداً من السطح في مناطق شمال الدلتا، وقد لوحظ أن تركيز الأملاح يزداد في الماء الأرضي كلما قرب من سطح الأرض وكلما قرب من البحر في مناطق شمال الدلتا.<sup>13</sup>

ويتسرب الفائض من مياه الري محملاً بالأملاح وذلك بعد اختلاط مياه الري بالمياه المتسربة من المصارف وكذا المياه المتسربة من بحيرة المنزلة والبحر المتوسط من خلال قنوات صغيرة إلى المناطق القريبة منها وتبعد إلى المباني الأثرية في هذه المناطق بواسطة الخاصة الشعرية من خلال المسام ويعتبر الأرز المحصول الرئيسي بمركز الحسينية حيث يمثل حوالي 40% من مساحة الأرض المنزرعة.<sup>14,15</sup>

**مياه بحيرة المنزلة:** تعتبر بحيرة المنزلة الحد الشمالي لمركز الحسينية حيث يشتهر شمال المركز بزراعة الأرز وانتشار البحيرات والمزارع السمكية، ومدينة تانيس تقع شمال المركز بالقرب من بحيرة المنزلة (20 كم) حيث تتسرب مياه البحيرة وتتداخل مع مياه الري والصرف مما أدى إلى ارتفاع منسوب الماء تحت السطحي بالمنطقة وارتفاع نسبة الملوحة به. بالإضافة إلى ذلك فإن بحيرة المنزلة تعتبر المستقبل الرئيسي لمياه مصارف الصرف الصحي والصرف الزراعي لأكبر وأهم المصارف في مصر مما يزيد من تلوث مياه البحيرة والمناطق المحيطة بها. ويظهر هذا التأثير المتلف بوضوح في المقابر الملكية بتانيس ومجموعة المعابد المحيطة بها ونظراً لوقوع المقابر في منطقة منخفضة نسبياً مما جعلها هدفاً سهلاً ومركزاً لتبلور وتزهر الأملاح على أسطحها الداخلية والخارجية ومن أهم هذه الأملاح ملح كلوريد الصوديوم NaCl (20 جم / لتر) مما يبرهن على أن مصدر هذا الملح مصدراً أرضياً متصل بمياه البحر.<sup>16</sup>

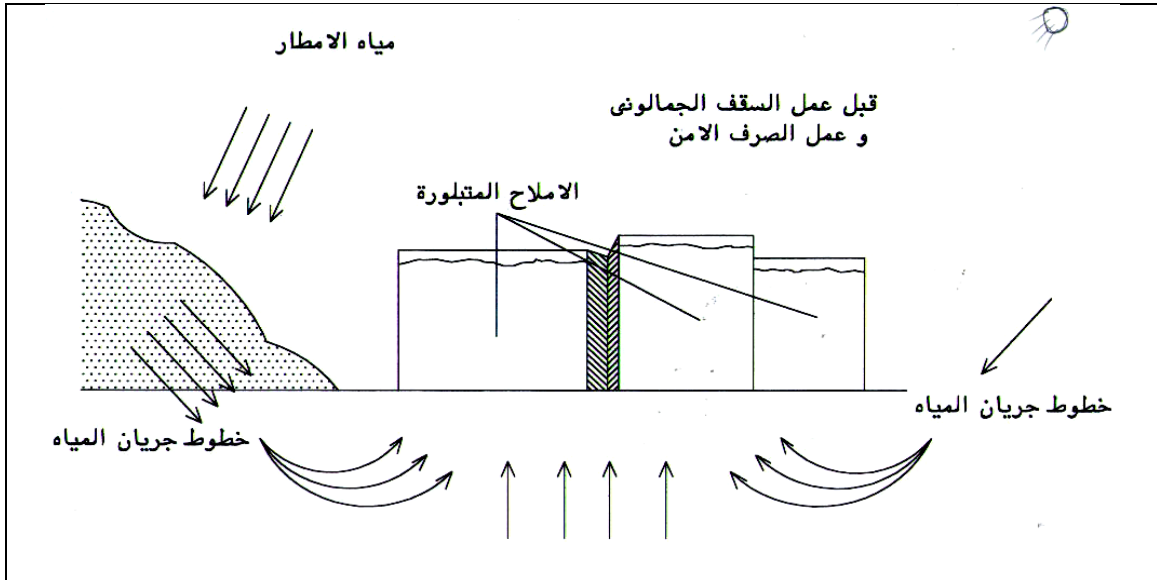
<sup>12</sup> محمد فوزي الشايب، تأثير العوامل البيئية على منطقة شرق الدلتا، دكتوراه، جامعة الزقازيق، المعهد العالي لحضارات الشرق الأدنى القديم 1995، ص 221.

<sup>13</sup> محمد فخري قنديل، المياه الجوفية ودور الصرف الزراعي، الرؤية العلمية للحفاظ على الآثار ندوة جامعة القاهرة 1990، ص 49.

<sup>14</sup> Fathi , A , F , Abd El Samie, A, G, and Ahmed, L.,A., The influence of various levels of saline irrigation water on salt accumulation and plant growth in sandy soil " *A.R.E.J Desert inst*, 12 No1, 1971 pp.110-120.

<sup>15</sup> ربيع عبد الرحمن عمر، المرجع السابق، ص 26 – 28.  
<sup>16</sup> عاطف عبد اللطيف، دور عوامل التلف في تدهور مقبرة أوسركون الثاني بتانيس "صان الحجر" وطرق الصيانة مؤتمر جامعة الفيوم 2003 ص 560 – 565.

**ماء المطر:** تعتبر مياه الأمطار المصدر المباشر للرطوبة داخل المقابر الملكية بصان الحجر بعد المياه الأرضية وخاصة في فصل الشتاء، حيث تقع منطقة صان الحجر داخل حزام المطر وذلك لقربها من البحر المتوسط حيث يسقط عليها كمية كبيرة من الأمطار سنويا. ويأتي فصل الشتاء في مقدمة فصول السنة من حيث كمية الأمطار التي تسقط فيه على منطقة الدراسة<sup>17</sup> وعند سقوط الأمطار على التل الأثري فإنها تنحدر في اتجاه أكثر المناطق انخفاضا بالتل وهي المنطقة التي توجد بها المقابر الملكية حيث تتجمع داخل مقبرتي بسوسنس وأوسركون حاملة معها الأملاح الموجود في التل الأثري لتركزها داخل المقابر، حيث تأخذ طريقها إلى الجدران من خلال المسام مما يزيد حالة المقابر سوءا وتدهورا. وتسبب الأمطار أخطارا جسيمة عندما تسقط على المقابر الملكية بتانيس حيث يملأ المطر مقبرة شاشانق بالماء لأنها غير مسقوفة مما دعي المسئولين إلى عمل سقيفة فوقها من الحديد الصلب لحمايتها من المطر ولكن مع الوقت أصبحت السقيفة الآن عامل تلف وليس عامل حفظ.



شكل رقم (4) يوضح عوامل التلف المؤثرة على مقابر صان الحجر (عمل الباحث)

<sup>17</sup> ربيع عبد الرحمن عمر، المرجع السابق ص 27.





صورة رقم (1) (أ،ب، ج،د، هـ، و) توضح كثافة الأملاح داخل المقابر الملكية بتانيس

## مواد وطرق الدراسة

تم تجميع مجموعة من العينات التالفة والمتساقطة من بعض أجزاء المقابر، وذلك لدراسة مواد البناء ومظاهر التلف الموجودة بها. وتم إجراء العديد من الفحوص والاختبارات علي مواد بناء المقابر للتعرف علي التركيب الكيميائي والفيزيائي لها ومظاهر واسباب تلفها، مثل التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية XRD، الفحص باستخدام الميكروسكوب المستقطب، التحليل بطريقة الامتصاص الذري AAS، الفحص باستخدام الميكروسكوب الالكتروني الماسح SEM، التحليل باستخدام الميكروسكوب الالكتروني الماسح المزود بوحدة EDX.

## نتائج الدراسة

### أولاً: نتائج الدراسة بطريقة حيود الأشعة السينية (XRD)

تم دراسة تركيب المونات والملاط وبعض نواتج التلف والحجر الجيري والجرانيت المستخدمة في تشييد المقابر وكذلك التربة المشيدة عليها، وقد استخدم جهاز الدايفر اكتروميتر. ماركة فيليبس Philips Analytical X-Ray. وفيما يلي نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية:-

#### 1- عينات الأملاح:

تم أخذ (7) عينات من الأملاح المختلفة والتي وجدت متبلورة على النقوش والجران الداخلية والخارجية للمقابر الملكية بتانيس، وبدراسة نمط حيود الأشعة السينية، أتضح أن جميع العينات الملحية تتكون بصفة أساسية من معدن الهاليت بنسبة 100 % والتي يوضحها الجدول رقم (2).

#### 2- عينات المونة:

تم أخذ (5) عينات من المونة المستخدمة في بناء المقابر من أماكن متفرقة تمثل جميع المقابر وبدراسة نمط حيود الأشعة السينية أتضح أنها تتكون بصفة أساسية من الجبس والكالسيت والدولوميت والهيمايت والكوارتز كما يوضحها الجدول رقم (3).

#### 3- عينات الأحجار:

تم أخذ عينة من الحجر الجيري المستخدم في بناء المقابر وبدراسة نمط حيود الأشعة السينية أتضح أنها تتكون بصفة أساسية من الكالسيت والدولوميت كما يوضحها الجدول رقم (4). كما تم أخذ عينة من صخر الجرانيت المستخدم في بناء المقابر وبدراسة نمط حيود الأشعة السينية، إتضح

أنها تتكون بصفة أساسية من الكوارتز والميكروكلين والأرثوكليز . كما وجد الجبس والهاليت كشوائب تلف على الجرانيت والتي يوضحها الجدول رقم (4).

#### 5- عينات التربة أسفل المقابر :

تم أخذ (2) عينة من التربة أسفل المقابر الملكية بتانيس وبدراسة نمط حيود الأشعة السينية أتضح أنها تتكون بصفة أساسية من الكوارتز كما وجد بها الهاليت والكالسيت والجوثيت والأورثوكليز والتي يوضحها الجدول رقم (5).

جدول رقم (2) يوضح نتائج التحليل باستخدام طريقة حيود الأشعة السينية لعينات الأملاح

رقم ونوع العينة	مكان أخذ العينة	المكونات المعدنية	التركيب الكيميائي	النسبة المئوية التقريبية %
1- عينة ملح	مقبرة أوسركون الثاني حجره دفن تكلوت الثاني	الهاليت Halite	NaCl	100 %
2- عينة ملح	مقبرة ماوسركون الثاني حجره دفن أوسركون الثاني	الهاليت Halite	NaCl	100 %
3- عينة ملح	مقبرة اوسركون الثاني حجر حجره دفن شيشنق الثالث	الهاليت Halite	NaCl	100 %
4- عينة ملح	مقبرة باسوسنس الأول الصالة	الهاليت Halite	NaCl	100 %
5- عينة ملح	مقبرة شيشنق الثالث من الخارج الجدار الشرقي	الهاليت Halite الكالسيت Calcite	NaCl CaCO <sub>3</sub>	98 % 2 %
6- عينة ملح	مقبرة اوسركون الثاني من الخارج بجوار الباب	هاليت Halite كالسيت Calcite	NaCl CaCO <sub>3</sub>	98 % 2 %
7- عينة ملح	مقبرة باسوسنس الأول من الخارج الجدار الغربي	الهاليت Halite كالسيت Calcite جبس Gypsum	NaCl CaCO <sub>3</sub> CaSO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O	91 % 6 % 2.5 %

جدول رقم (3) يوضح نتائج التحليل باستخدام طريقة حيود الأشعة السينية لعينات المونة

النسبة المئوية التقريبية %	التركيب الكيميائي	المكونات المعدنية	مكان أخذ العينة	رقم ونوع العينة
% 27.5 % 15.5 % 29.3 % 8.9 % 6.9 % 1.9	NaCl CaCO <sub>3</sub> CaSO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Si <sub>2</sub> O	هاليت Halite كالسيت Calcite جبس Gypsum دولوميت Dolomite هيماتيت Hematite كوارتز Quartz	مقبرة اوسركون الثاني من البئر	1- عينة مونة رطبة عليها طبقة ملح
% 87 % 7 % 6	SiO <sub>2</sub> CaCO <sub>3</sub> CaSO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O	كوارتز Quartz كالسيت Calcite جبس Gypsum	مقبرة اوسركون الثاني الجدار الذي يقسم الصالة	2- عينة مونة جافة
% 40 % 21 % 18 % 11 % 10	NaCl CaCO <sub>3</sub> CaSO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	هاليت Halite كالسيت Calcite جبس Gypsum دولوميت Dolomite هيماتيت Hematite	مقبرة اوسركون الثاني حجره دفن اوسركون الثاني	3- عينة مونة رطبة عليها طبقة أملاح
% 22.9 % 35.1 % 19.6 % 11.8 % 10.4	NaCl CaSO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O CaCO <sub>3</sub> CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	هاليت Halite جبس Gypsum كالسيت Calcite دولوميت Dolomite هيماتيت Hematite	مقبرة باسوسنس الأول الصالة	4- عينة مونة رطبة بها أملاح
% 22.3 % 45.2 % 15.9 % 11.4 % 5.2	CaSO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O CaCO <sub>3</sub> CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> NaCl	جبس (1،2) Gypsum كالسيت Calcite دولوميت Dolomite هيماتيت Hematite هاليت Halite	مقبرة امنمابت الأصلية	5- عينة مونة جافة

جدول رقم (4) يوضح نتائج التحليل باستخدام طريقة حيود الأشعة السينية لعينات الأحجار

النسبة المئوية التقريبية %	التركيب الكيميائي	المكونات المعدنية	مكان أخذ العينة	رقم ونوع العينة
% 93 % 4.5 % 2	CaCO <sub>3</sub> NaCl CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	كالسيت هاليت Halite دولوميت Dolomite	مقبرة شيشنق الثالث	1- عينة حجر جيري تالف
% 55 % 18 % 14 % 8 % 3 % 2	SiO <sub>2</sub> KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O NaCl CaCO <sub>3</sub>	كوارتز Quartz أورثوكليز Orthoclase ميكروكلين Microcline جبس Gypsum هاليت Halite كالسيت Calcite	مقبرة اوسركون الثاني عتب البوابة	2- عينة جرانيت تالف

جدول رقم (5) يوضح نتائج التحليل باستخدام طريقة حيود الأشعة السينية لعينات الأملاح

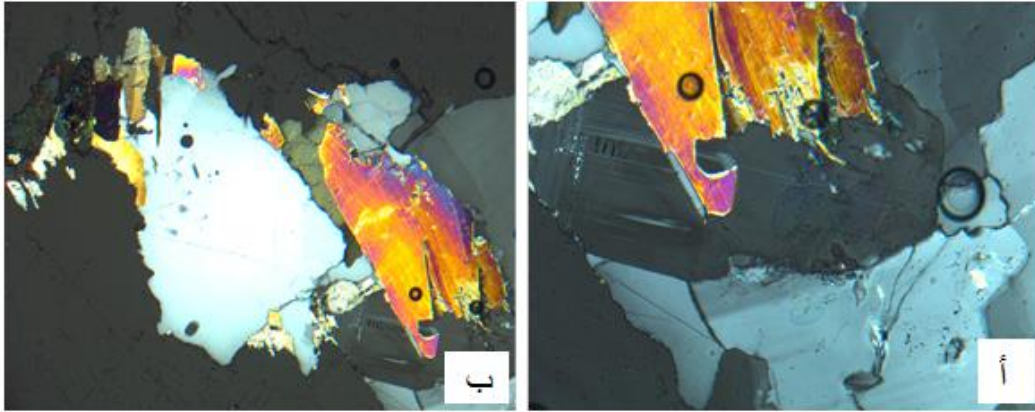
النسبة المئوية التقريبية %	التركيب الكيميائي	المكونات المعدنية	مكان أخذ العينة	رقم ونوع العينة
% 65 % 18 % 6 % 6 % 3 % 2	SiO <sub>2</sub> CaCO <sub>3</sub> NaCl CaMgSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub> SiO <sub>2</sub> AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ·K	كوارتز Quartz كالسيت Calcite هاليت Halite دايوسيد Diopside تريديميت Tridimite أورثوكليز Orthoclase	أسفل مقبرة باسوسنس الأول	1- عينة تربة
% 52 % 20 % 13 % 4	SiO <sub>2</sub> NaCl FeO. (OH) KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	كوارتز هاليت Halite جوثايت Gothaite أورثوكليز Orthoclase	أسفل مقبرة اوسركون الثاني	2- عينة تربة

## ثانياً: الفحص بالميكروسكوب المستقطب Examination by Polarizing microscope

تم فحص مجموعة من عينات الجرانيت والحجر الجيري المأخوذة من المقابر الملكية بصان الحجر باستخدام الميكروسكوب المستقطب وذلك للتعرف على نوعية المعادن المكونة للأحجار وشكل الحبيبات المعدنية وطريقة ارتباطها مع بعضها البعض ونوعية التلف الذي يعثرها كما يمكننا باستخدام هذا الفحص التعرف على نسيج المعادن وخواصها الفيزيائية وعلاقتها مع بعضها البعض.

### أ- فحص عينات الجرانيت

تم فحص عينتين من الجرانيت مأخوذة من مقبرتي أوسركون وباسوسنس الأول باستخدام الميكروسكوب المستقطب وتبين من الفحص أن هذا النوع من الجرانيت يتكون بشكل أساسي من معادن الكوارتز - الميكرولكين - البرثيت - البلاجيوكليز - البيوتيت - الهورنبلند، كما توضحها الصور أرقام (2، 3).

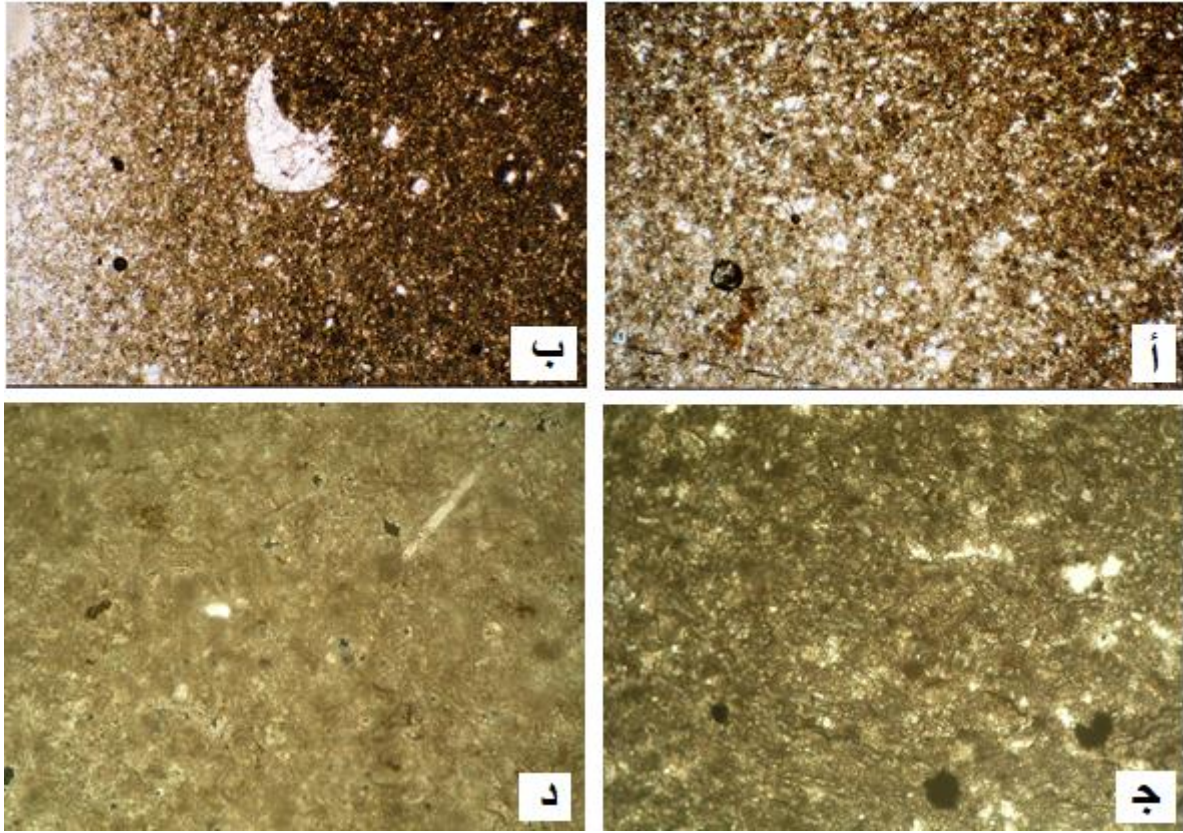


صورة رقم (2) توضح صورة بالميكروسكوب المستقطب لعينة جرانيت وردي يتضح عليها معادن الكوارتز - البلاجيوكليز - البيوتيت - البيروكسين

### ب- فحص عينات الحجر الجيري

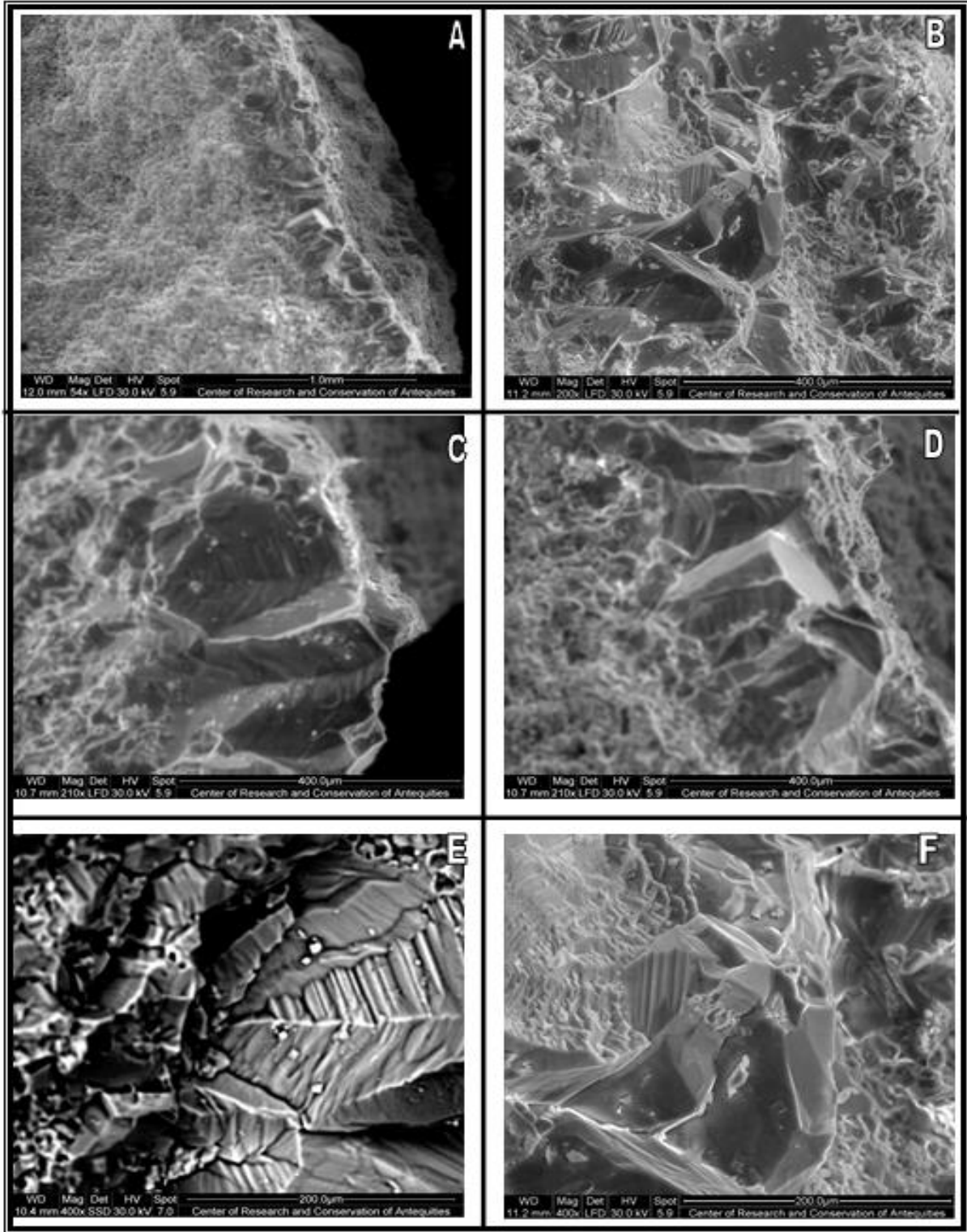
تم فحص عينتين من الحجر الجيري المأخوذة من مقبرتي أوسركون والثاني وباسوسنس الأول وتم فحصها باستخدام الميكروسكوب المستقطب. وقد تبين من الفحص بالميكروسكوب المستقطب للحجر الجيري أنه يتكون أساساً من معدن الكالسيت بالإضافة الى بقايا حفريات 5% وحببات رمل من 1-5% وكل هذه الحبيبات مغموسة ومتماسكة بمادة لاحمة من الكالسيت ونلاحظ أن معظم البقايا الحفرية تعاني من التغيرات المابعدية وخاصة ( اعادة التبلور، الدلمتة، المحاليل. وكل هذه العوامل تؤدي الى كبر أو صغر حجم الحبيبات والمتبوع بظهور شقوق أو فجوات أو كلاهما معاً في الحجر مما يسهل عمل المياه تحت السطحية وخاصة في المواقع الأثرية، كما نلاحظ أن معظم حبيبات الكوارتز كبيرة الى متوسطة حادة الى شبه حادة ضعيفة الفرز وغير متجانسة

ومعظم تلك الحبيبات بها تشققات ومتآكلة الحواف بتأثير المادة اللائحة (الكالسيوم). أنظر الصورة رقم (3).



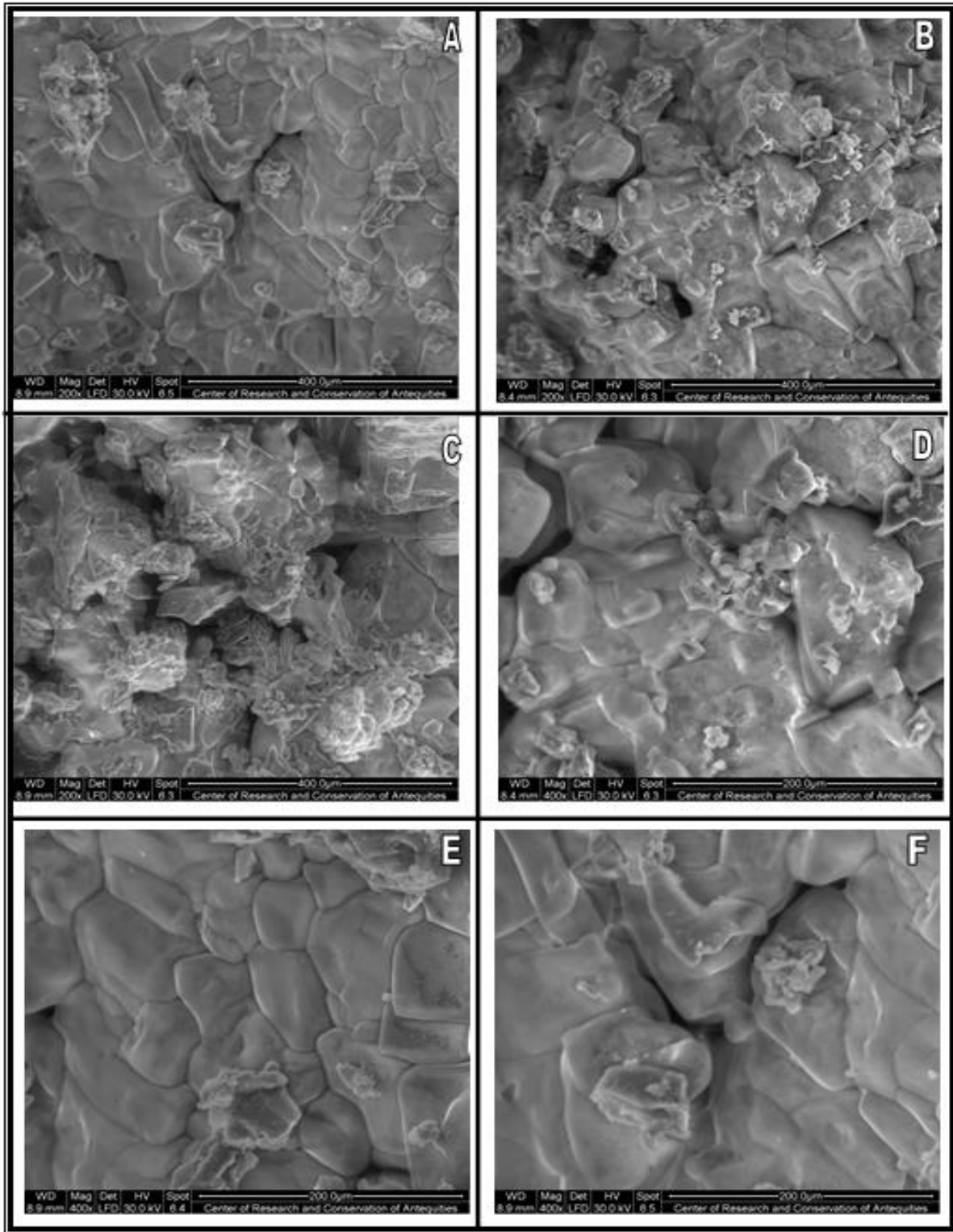
صورة رقم (3) أ، ب، ج، د: فحص بالميكروسكوب المستقطب لعينة حجر جيرى يتضح عليها اذابة البقايا الحفرية عن طريق التغيرات الما بعدية ( اعادة التبلور)

**ثالثاً: نتائج الفحص والتحليل باستخدام الميكروسكوب الالكتروني الماسح** اتضح من خلال الفحص بالميكروسكوب الالكتروني الماسح لعينة الحجر الجيري، أنها تعاني بدرجة كبيرة من التآكل السطحي و مترسب فوق سطحها طبقة سميكة من الملح والتي تساهم في تدمير وإخفاء سطح الحجر. أنظر الصورة رقم (4). كما اتضح من خلال الفحص لعينة جرانيت تالف، أنه ينتشر بها حبيبات الملح، كما يظهر بها انفصال حبيبي وتفكك وتشرخ. أنظر الصورة رقم (5). وكذلك فقد تبين من فحص عينة المونة أنها بها نسبة مرتفعة من الأملاح، يظهر فيها تغليف الملح لحبيبات المونة. كما يتضح طريقة خروج ملح الهاليت من داخل المونة على شكل فجوات تشبه فوهة البركان كما يظهر معدن الجبس وتأثره الشديد بالرطوبة. أنظر الصورة رقم (6).

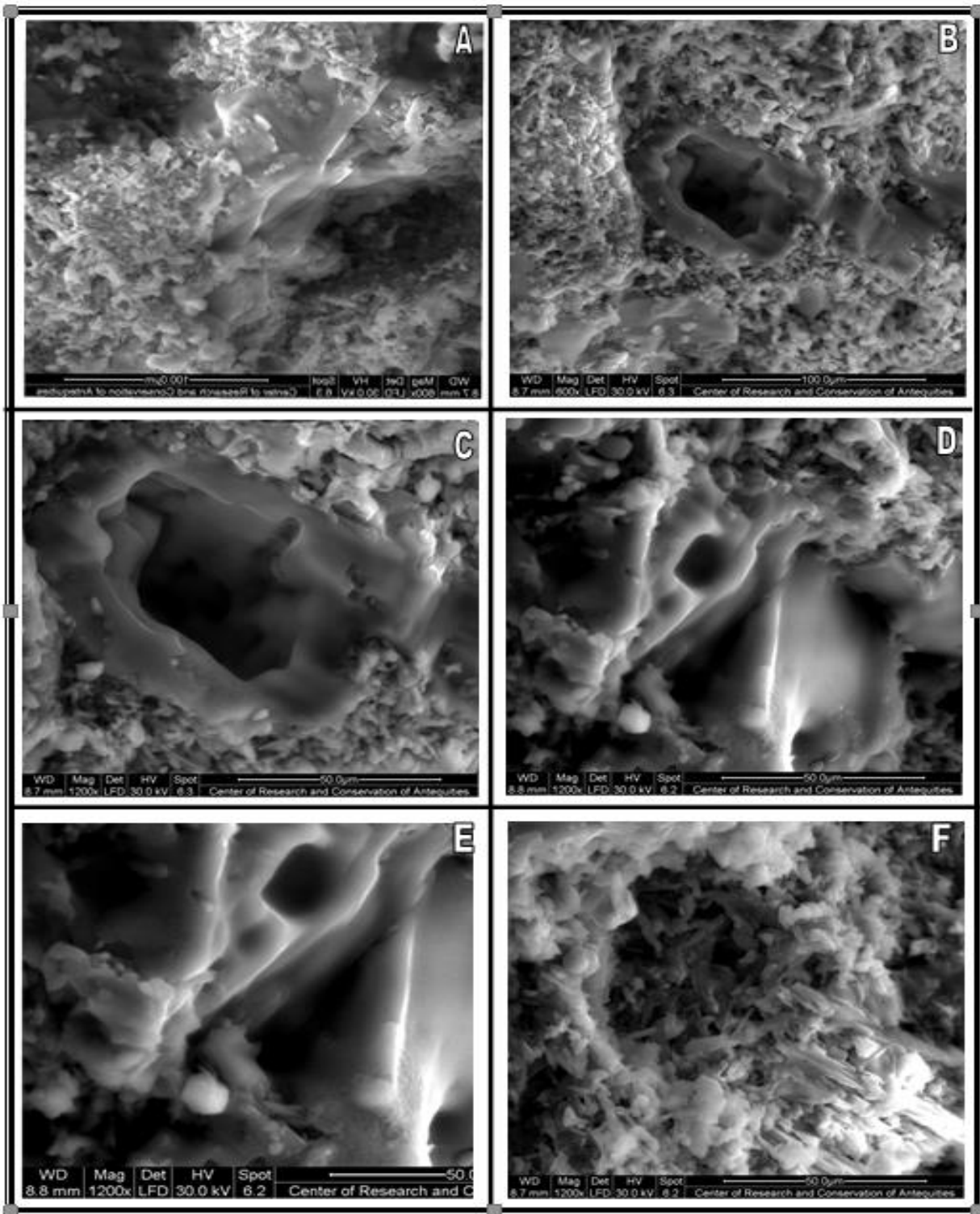


صورة رقم (4) أ، ب، ج، د، هـ، و: توضح صورة بالميكروسكوب الاليكتروني الماسح لعينة حجر جيرى بدرجات تكبير مختلفة مترسب فوق سطحها طبقة سميكة من ملح الهاليت ويظهر فيها تداخل بلورات الهاليت في سطح الحجر وتدمير وإخفاء سطح الحجر





صورة رقم (5) أ، ب، ج، د، هـ، و: توضح صورة بالميكروسكوب الاليكتروني الماسح لعينة جرانيت تالف بدرجات تكبير مختلفة يتضح فيها انتشار حبيبات الملح وترسبها على سطح حبيبات الجرانيت كما يظهر انفصال حبيبات الجرانيت وانتشار الشقوق والفجوات

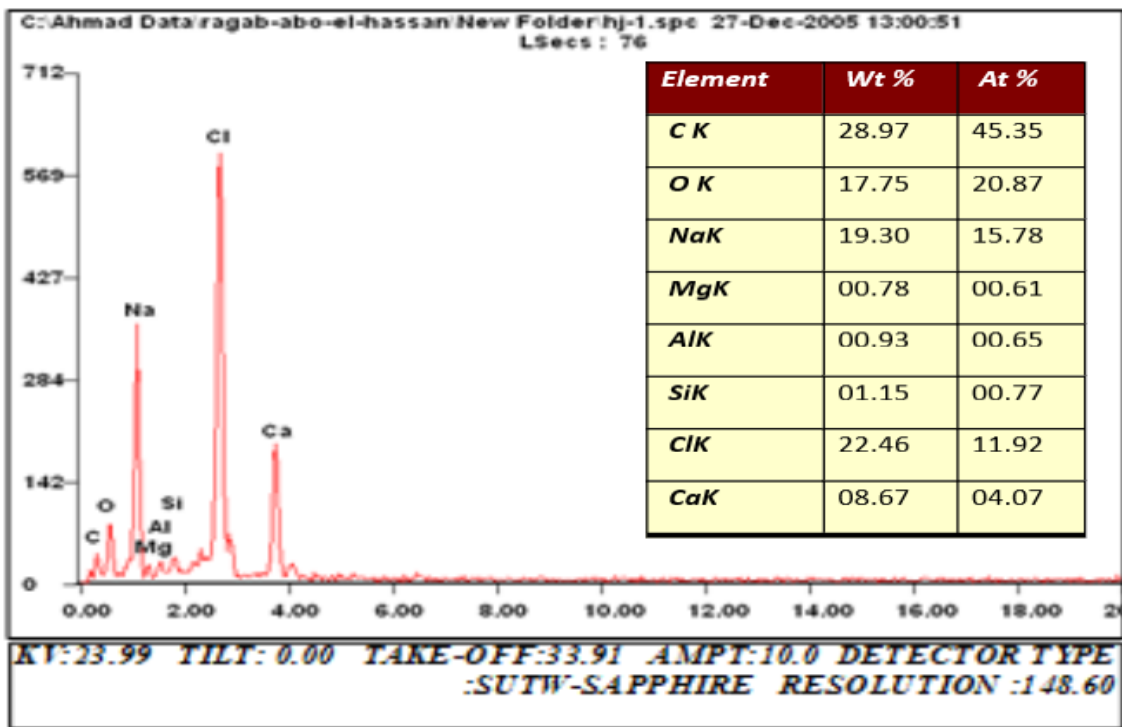


صورة رقم (6) أ، ب، ج، د، هـ، و: توضح صورة بالميكروسكوب الاليكتروني الماسح لعينة مونة رطبة بها نسبة مرتفعة من الأملاح بدرجات تكبير مختلفة يظهر فيها تغليف الملح لحبيبات المونة كما يتضح طريقة خروج ملح الهاليت من داخل المونة على شكل فجوات تشبه فوهة البركان كما يظهر معدن الجبس وتأثره الشديد بالرطوبة.

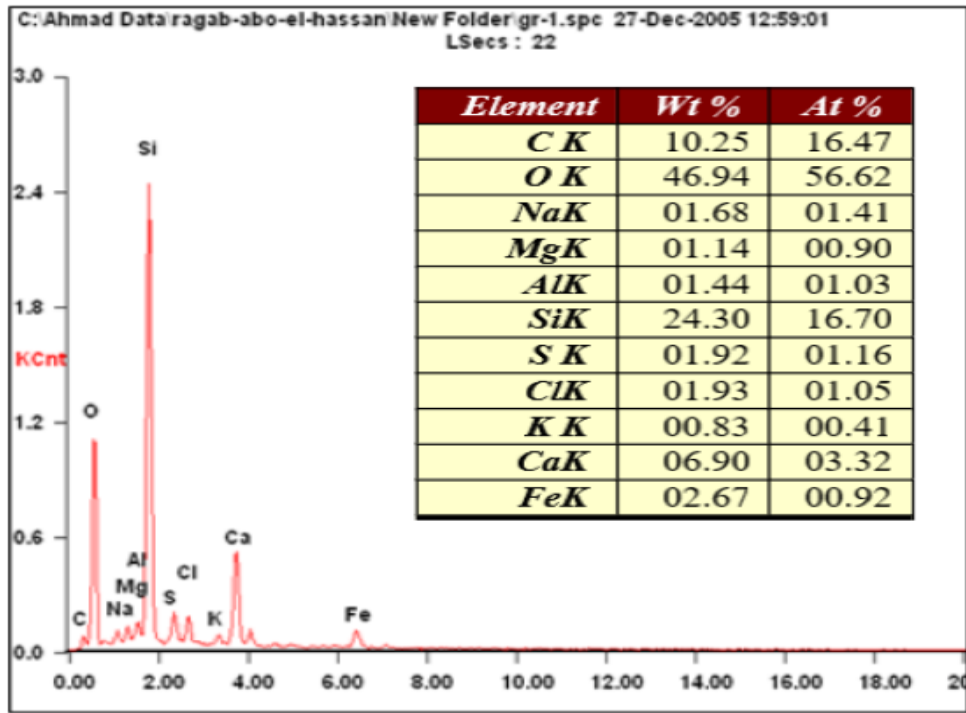
#### رابعاً: نتائج التحليل باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح المزود بوحدة EDAX

تم استخدام وحدة تشتيت الطاقة بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح في تحليل عينة حجر جيري من مقبرة أوسركون، وعينة جرانيت من مقبرة باسوسنس الأول، وعينه مونة من مقبرة أوسركون الثاني. وقد اتضح أن عينة الحجر الجيري تتكون من عناصر الكربون، الأكسجين، الصوديوم، الماغنسيوم، الألومنيوم، السيليكون، الكلور، الكالسيوم، ونسبتها كما يوضحها الشكل رقم (5). أما عينة الجرانيت تتكون من عناصر

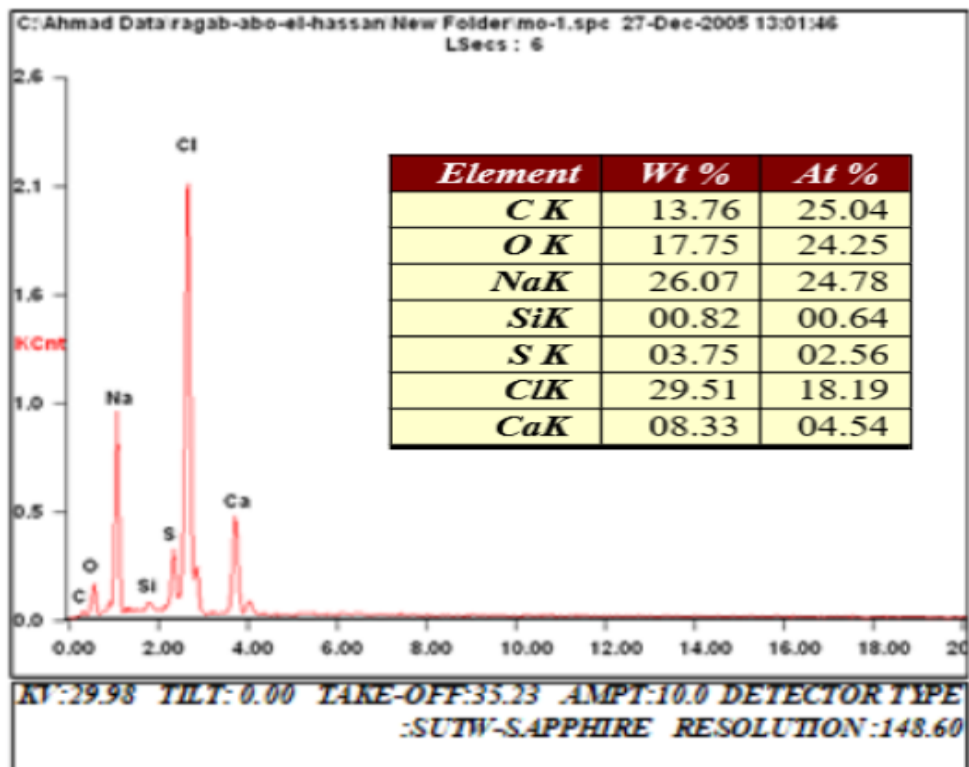
الكربون، الأكسجين، الصوديوم، الماغنسيوم، الألومنيوم، الكلور، البوتاسيوم، الكالسيوم، الحديد، ونسبتها كما يوضحها الشكل رقم (6). وبالنسبة لعينة المونة فتتكون من عناصر الكربون، الأكسجين، الصوديوم، السيليكون، الكبريت، الكلور، الكالسيوم، ونسبتها كما يوضحها الشكل رقم (7).



شكل رقم (5) يوضح نمط تحليل عينة حجر جيري من مقبرة أوسركون الثاني باستخدام وحدة تشتيت الطاقة



شكل رقم (6) يوضح نمط تحليل عينة جرانيت من بوابة مقبرة باسوسنس الأول باستخدام وحدة تشتيت الطاقة



شكل رقم (7) يوضح نمط تحليل عينة مونة من مقبرة أوسركون الثاني باستخدام وحدة تشتيت الطاقة

## خامساً: التحليل بطريقة الامتصاص الذري (AAS)

تم تحليل عينة من المياه الأرضية أسفل المقابر الملكية بسان الحجر وتم تحديد تركيز بعض العناصر مثل الصوديوم والكالسيوم والماغنسيوم والبوتاسيوم، وكانت نتيجة التحليل كما هي موضحة بالجدول رقم (6).

جدول رقم (6) يوضح نتائج تحليل عينة مياه أرضية بواسطة طريقة الامتصاص الذري

م	اسم العنصر	الرمز الكيميائي	نسبته بالوزن
1	كالسيوم	Ca <sup>++</sup>	51.552 Mg/L
2	ماغنسيوم	Mg <sup>++</sup>	22.325 Mg / L
3	صوديوم	Na +	141.513 Mg / L
4	بوتاسيوم	K +	10.226 Mg / L
5	المواد الصلبة الذائبة	TDS	28.608 g/L

## مناقشة النتائج Discussion

من خلال نتائج الدراسة بطريقة حيود الأشعة السينية لعينات الأحجار الجيرية اتضح أن الحجر الجيري المستخدم في بناء المقابر هو حجر جيري دلويميتي حيث يتكون بصفة أساسية من الكالسيت والدلوميت، ومن دراسة عينات الجرانيت أتضح انه يتكون بصفة اساسية من الكوارتز والميكروكلين والأرتوكليز. ومن دراسة المونة المستخدمة في بناء المقابر الملكية بسان الحجر أتضح أنها تتكون بصفة أساسية من مونة الجبس بنسبة 45 % مضافاً إليها معدن الكالسيت والدلوميت والهيماتيت بنسبة 22 % ، 15 % ، 11 % على التوالي. هذا بالنسبة لمونة الملاط أما مونة الربط فتتكون من الكوارتز والكالسيت والجبس بنسب 87 % ، 7 % ، 6 % على التوالي. وتختلف نسبة مكونات المونة من مكان لآخر وإن كانت في الغالب تزداد نسبة الجبس ولكن نسبة الكوارتز غير ثابتة في أغلب العينات حيث وجد بنسبة ضئيلة جداً في بعض العينات والبعض الآخر لم يعثر فيها على الكوارتز وفي عينة أخرى (مونه ربط) وجد بنسبة كبيرة 87 % ولكن في الغالب فإن مونه الملاط تكون خالية من الكوارتز أو يوجد فيها بنسبة ضئيلة جداً ، كما اتضح أن المونه تحتوي على نسبة عالية من الدلوميت وصلت إلى 15 % ومصدر الدلوميت في المونه هو مسحوق الحجر الجيري (الكالسيت) 22 % والدلوميت 15 % ويدل هذا على ان مسحوق الحجر المستخدمة كان مصدرها حجر جيري دولوميتي وهو يختلف عن نوعية الحجر المستخدم في بناء المقابر. كذلك اتضح أن نسبة الهيماتيت في المونة وصلت إلى 11 % في أغلب العينات وهو يدل على انه تم إضافة المغرة الحمراء عن عمد إلى المونة المستخدمة في الملاط

وكذلك مونة الربط حتي يكون الملاط بنفس لون الحجر المستخدم في البناء. كما اتضح أن المونة مشبعة تماماً بملح الهاليت حيث تم رصد الملح في جميع عينات المونة بنسب كبيرة جداً وصلت في بعض العينات إلى 40 % مما يبرهن على شدة التجوية الملحية للمونة مما يفقدها في بعض الحالات خاصية الربط. هذا وقد اتضح من خلال الدراسة بطريقة حيود الأشعة السينية لعينات الهاليت Halite (NaCl) وصلت نسبتها إلى 100 % في أغلب العينات مما يبرهن على انه الملح الوحيد المسبب للتجوية الملحية بالمقابر، وهذا الأمر يعد شديد الخطورة لما يتمتع به هذا الملح من خواص هيجروسكوبية وخطورة عملية الذوبان وإعادة التبلور على ما تحمله حوائط المقابر من نقوش ملونة وطبقات ملاط، كذلك تم رصد وجود هذا الملح في عينات الحجر الجيري بنسبة وصلت إلى 7 % وهي نسبة كبيرة جداً، كما وجد كذلك في عينات حجر الجرانيت بنسبة وصلت إلى 3 % وعينات المونات بنسبة وصلت إلى 40 % وعينات التربة أسفل المقابر بنسبة وصلت إلى 30 % ويشير ذلك إلى مدي تدهور حالة المقابر وخاصة في حالة وجود مصدر دائم للرطوبة والأملاح. هذا ويعتبر وجود كلوريد الصوديوم في المقابر بهذا القدر دليلاً قوياً على حركة المياه داخل المقابر منذ فترات طويلة، كما تم رصد معدن الجبس في بعض عينات الجرانيت بنسبة وصلت إلى 8 % وهو يشير إلى انتقال معدن الجبس من المونة المستخدمة في ربط الكتل الحجرية إلى الجرانيت عن طريق المياه الأرضية "الرطوبة"، كما اتضح من تحليل عينات من التربة الموجودة أسفل المقابر الملكية أنها تتكون بصفة أساسية من معدن الكوارتز بنسبة وصلت إلى 65 % بالإضافة إلى الهاليت والارثوكليز والجوثيت. كما اتضح من خلال الدراسة بالامتصاص الذري أن المياه الأرضية بالمنطقة حول المقابر شديدة الملوحة الأمر الذي يعطي انطباع عن أنها تعد المصدر الرئيسي للأملاح المؤثرة في تدهور حالة المقابر بلغت (24 جم / لتر) وتم تحديد تركيز بعض العناصر مثل الصوديوم (141.5 ملجم / لتر) والكالسيوم (51.55 ملجم / لتر) والماغنسيوم والبوتاسيوم وبلغت نسبة المواد الصلبة الذائبة في هذه المياه إلى (28.6 جم / لتر) مما أدى إلى ارتفاع معامل التوصيل الكهربائي لتلك المياه حيث وصل إلى (44.7 مللموس / لتر). كما اتضح من خلال التحليل الكيميائي لعينات من التربة والمياه الأرضية ارتفاع نسبة الكلور والبيكربونات كما تم رصد الكبريتات والسيليكا داخل التربة والمياه الأرضية وقد بلغت نسبة Ph لها إلى (9). ويفسر وجود البوتاسيوم والماغنسيوم بنسبه عاليه فى المياه الأرضية يرجح الي تسرب مياه الصرف الزراعي من المصارف والاراضي الزراعية المحيطة بالموقع الاثري حيث يستخدم البوتاسيوم كسماد للاراضي الزراعية كما يمكن ان يرجع ارتفاع نسبه هذه العناصر الي تسرب المياه المالحة من بحيره المنزلة اما الكبريتات يرجع وجودها بنسبه عاليه الي تسربها من الاراضي الزراعية المحيطة حيث يستخدمها الفلاحون في معالجه ملوحه التربة وتسمي بالجبس الزراعي.

ومن خلال نتائج فحص عينات من صخر الجرانيت باستخدام الميكروسكوب المستقطب، وجد انه يتكون من معادن الكوارتز، الميكرولكين، البرثيت، البلاجيوكليز، الهورنبلند، البيوتيت. ومن فحص عينات من الحجر الجيري وجد أنه يتكون أساساً من معدن الكالسيت بالإضافة الى بقايا حفريات وحببات رمل وكل هذه الحبيبات متماسكة بمادة لاحمة من الكالسيت ونلاحظ أن معظم البقايا الحفرية تعاني من التغيرات المابعدية مثل (اعادة التبلور، الدلمتة، المحاليل). ومن نتائج الفحص والتحليل باستخدام الميكروسكوب الالكتروني الماسح المزود بوحده تحليل EDAX، جاءت النتائج متوافقة بدرجة كبيرة مع ما سبقها من نتائج، حيث اتضح أن الحجر الجيري المشيد به المقابر يتكون من حبيبات من معدن الكالسيت حيث ظهر تأكل شديد وتفكك لحبيبات الكالسيت وانفصال بعضها عن بعض مع وجود العديد من الحفر والفجوات والفواصل والتشققات ونزح المادة الرابطة للحبيبات ووجود حبيبات وبللورات الهاليت بدلا من المادة الرابطة والتغلغل الكامل لبللورات الملح داخل الحجر، كما اتضح تكون طبقات صلبة من بللورات الهاليت ذات الشكل المكعبي فوق سطح الحجر الجيري، كما اتضح أن بللورات الهاليت عندما تتبلور داخل الحجر تحدث ضغوط شديدة ومدمرة للحجر ينتج عنها شروخ وانفصال لطبقات الحجر. ومن فحص الجرانيت اتضح انه يتكون من حبيبات كبيرة الحجم من الكوارتز والارثوكليز مع وجود تأكل ونزح وانفصال بعض الحبيبات وانتشار الشروخ والفجوات مع وجود بللورات ملح الهاليت بين الحبيبات وأكد ذلك التحليل بـ EDX. ومن خلال فحص وتحليل المونات اتضح أنها تتكون من معدن الجبس والكالسيت كما ظهرت بها الفراغات والشروخ والفجوات الكبيرة مع انتشار بللورات الهاليت كبيرة الحجم داخل المونة بكثافة عالية وكذلك ظهر تغليف ملح الهاليت لحبيبات المونة بالكامل مع ظهور معدن الجبس كما ظهر تكون طبقات من الملح داخل وفوق سطح المونة. ومن خلال فحص عينات من الملح اتضح انه يتكون على شكل طبقات من بللورات مكعبة كما ظهرت حبيبات الكالسيت ملتصقة على سطح بللورات الهاليت مما يوضح كيفية نزح الحبيبات الحجرية بواسطة الملح. كما اتضح من التحليل بـ EDX وجود عناصر الصوديوم والكلور بنسب مرتفعة في معظم العينات.

## الخلاصة

من خلال نتائج دراسة مكونات ونواتج تلف المقابر الملكية بتانيس اتضح أنها تعاني من العديد من عوامل التلف والتي يظهر آثارها في الرطوبة المرتفعة في حوائط المقابر وخاصة مقبرتي باسوسنس الأول وأوسركون الثاني، وكذلك الأملاح المتبلورة بكثافة فوق أسطح المقابر بالإضافة إلى عمليات استخلاص الأملاح المستمرة دون عزل مصدر تلك الأملاح مما يساهم في مزيد من التدهور بهجرة مزيد من الأملاح للحوائط خاصة أنها من الأملاح سريعة الذوبان في الماء مما يضعف بنية الحجر الداخلية، ونظراً لقرب المقابر من بحيرة المنزلة وبحر البقر ووجود بعض

المصارف الزراعية والأراضي الزراعية شديدة الملوحة حول الموقع الأثري فإنها تعاني بشدة من تسرب الماء المالح إليها لوقوعها في منطقة منخفضة نسبياً داخل الموقع الأثري مما جعلها موقع لتجمع هذه المياه شديدة الملوحة.

## قائمة المراجع

1. حسن محمد سليمان، دور الكهنة في تانيس منذ الأسرة الحادية والعشرين وحتى نهاية الأسرة الثالثة والعشرين، رسالة ماجستير، قسم الآثار المصرية، كلية الآثار، جامعة القاهرة، 2005.
2. ربيع عبد الرحمن عمر، مركز الحسينية، دراسة في استخدام الأرض، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الزقازيق، 1999.
3. عاطف عبد اللطيف، دور عوامل التلف في تدهور مقبرة أوسركون الثاني بتانيس "صان الحجر" وطرق الصيانة مؤتمر جامعة الفيوم، 2003.
4. عبد الحليم نور الدين، مواقع ومتاحف الآثار المصرية، الخليج العربي للطباعة والنشر، القاهرة، 1998.
5. محمد فخري قنديل، المياه الجوفية ودور الصرف الزراعي، الرؤية العلمية للحفاظ على الآثار، ندوة جامعة القاهرة، 1990.
6. محمد فوزي الشايب، تأثير العوامل البيئية على منطقة شرق الدلتا، رسالة دكتوراه، المعهد العالي لحضارات الشرق الأدنى القديم، جامعة الزقازيق، 1995.
7. Amoroso, G and Fassina, V; Stone Decay and conservation: Atmospheric pollution, cleaning, consolidation and protection, New York, 1983.
8. Brissaud, ph et al.,Tanis travaux Recents sur Le Tell San EL- Hagar, Mission Francaise Des Fouilles De Tanis 1987- 1997, Paris – 1997.
9. Derluyn, H , Poupeleer, A. S , Van Gemert, D and Carmeliet, J., Salt Crystallization in Hydrophobic Porous Materials, 5<sup>th</sup> International Conference on Water Repellent Treatment of Building Materials Aedificatio Publishers, 2008.
10. Fathi, A , F. , Abd El Samie, A, G., and Ahmed, L.,A., The influence of various levels of saline irrigation water on salt accumulation and plant growth in sandy soil" A.R.E.J Desert inst, Vol. 12, 1971.
11. P. Maravelaki-Kalaitzaki., N. Kallithrakas-Kontos., Z. Agioutantis., S. Maurigiannakis., D. Korakaki., Comparative study of porous limestones



treated with silicon-based strengthening agents, *Progress in Organic Coatings*, Vol. 62, Issue 1, 2008.

12. Porter B. and Moss R. L. B., *Topographical Bibliography of Ancient Egyptian Hieroglyphic Texts, Reliefs, and Paintings, III2*. Memphis, Griffith Institute Ashmolean Museum, Oxford, 1978.

13. Remzova, M, Zouzelka, R., Lukes, J & Rathousky, J., *Potential of Advanced Consolidants for the Application on Sandstone*, *Applied Science*, 2019, 9.

14. Saleh. A. S, Helmi. F. M, Kamal. M. M and El-Banna. A., *Study and Consolidation of Sandstone: Temple of Karnak, Luxor, Egypt*, *Studies in Conservation*, Vol. 37, No. 2, 1992.

15. Striegel. M. F., Guin. E. B., Hallett .K., Sandoval. D., Swingle. R., Knox. K., Best. F., Fornea. S., *Air pollution, coatings, and cultural resources" progress in organic coatings 48*, 2003.

16. Tabasso. M. L., *conservation treatments of stone, notes from international Venetian courses on stone restoration*, 1988.

17. Torraca, G., *Lectures on materials science for architectural conservation*, Los Angeles, The Getty Conservation Institute, 2009.

18. Yong, M., Robert, G., *Sandstone Consolidates and Water Repellents*, The building Research Establishment, Scotland. ([http/ www.rgu.ac.uk](http://www.rgu.ac.uk)), 1992.