الحوض الجاف بالدخيلة "دراسة أثرية معمارية وتقييم للوضع الراهن ومتطلبات الترميم والصيانة "

د. محمد كمال خلاف •
د. أحمد محمد أمين•• •

ملخص البحث

يهدف البحث إلي دراسة الحوض الجاف الأثري الواقع بمدينة الدخيلة بالإسكندرية وتنبع أهميته من أنه نمط متميز وغير تقليدي في العمارة الإسلامية كما أن النماذج الباقية منه نادرة، وقد أمر محمد علي باشا بإنشاء الحوض الجاف بالدخيلة بالإسكندرية سنة ١٨٣٥م لعمارة السفن وإصلاحها ضمن اهتمامه الاستراتيجي بتعزيز القوي البحرية وزيادة الأسطول وقد تناول البحث الحوض الجاف من الناحية الأثرية والمعمارية مع دراسة الوضع الراهن له ومظاهر التلف والتدهور التي يعاني منها وقد تم عمل دراسة تحليلية لمكونات ومظاهر تلف مواد البناء للحوض الجاف، حيث تم أخذ عينات من الأحجار والمونات وطبقات البياض وذلك لدراسة تركيبها المعدني باستخدام الميكروسكوب المستقطب والميكروسكوب الالكتروني الماسح وطريقة حيود الأشعة السينية، كما تم دراسة الخواص الفيزيائية والميكانيكية للأحجار الجيرية المستخدمة في تشيده للتعرف علي حالتها، وقد بينت نتائج هذه الدراسة أن الأحجار الجيرية المستخدمة في البناء أحجار جيرية أوليتية والتي تحتوي علي الحفريات ذات الشكل البطروخي ، كما أوضح الفحص بالميكروسكوب الالكتروني الماسح تفكك مكونات الاحجار وتعرض بعض أجزائها للإذابة ووجود أملاح متبلورة بين المكونات المعدنية ووجود فجوات وانفصالات .

أظهرت نتائج التحليل بحيود الآشعة السينية أن الأحجار الجيرية المستخدمة في بناء الحوض تتكون أساسا من معدن الكالسيت $CaCO_3$ Calcite ونسبة ضئيلة من معدن الكوارتز SiO_2 Quartz إضافة إلى بعض أكاسيد الحديد Iron Oxides ، ونسبة ضئيلة من معدني الدولوميت Dolomite Ca,Mg $(CO_3)_2$ والهاليت Halite NaCl، كما وجد أن المونة المستخدمة بالحوض عبارة عن خليط من الجير والرمل، أما بالنسبة لطبقات البياض فقد تبين أنها تتكون من معدني الكالسيت والكوارتز، وقد احتوت كل من المونة وطبقات البياض علي معدن الهاليت (كلوريد الصوديوم) نتيجة تعرض الأحجار لماء البحر مما أدي إلي تلف وتدهور المونة وطبقات البياض ، كما أظهرت نتائج دراسة خواص الخواص الفيزيائية والميكانيكية للأحجار الجيرية

• أستاذ مساعد – بقسم الترميم كلية الآثار – جامعة الفيوم
•• مدرس بقسم الاثار الاسلامية كلية الاثار جامعة الفيوم

المستخدمة في بناء الحوض انخفاض قوة تحمل الضغط للأحجار مع زيادة نسبة إمتصاصها للماء ومساميتها ، وذلك بسبب ما تتعرض له من عوامل تلف داخلية وخارجية متنوعة أدت بدورها للعديد من مظاهر التلف وقد أتضح من الدراسة مدي التأثير المتلف لمياة البحر والرياح المحملة بالرمال في تلف وتدهور مواد بناء الحوض الجاف وقد أختتم البحث بتوصيات ترميم وعلاج وصيانة الحوض الجاف من مظاهر التلف والتدهور للحفاظ عليه وحمايته كمثال نادر في مصر لهذا النوع من العمارة.

١- مقدمة

الحوض الجاف هو بناء متين مبني من أحجار صلبة بناحية من البحر متسعة عميقة تُختار بقرب البر، يستخدم لاستيعاب السفن التي تخرج من الماء بهدف عمارتها أي القيام بأعمال الإصلاح للأجزاء المغمورة من السفينة و تنظيفها و إعادة دهانها و من ثم إعادة السفينة إلى البحر. ويصمم الحوض الجاف تلبية لهذا الغرض الوظيفي؛ فيجعل طوله بحيث يتسع لأكبر سفينة أو حجم نوع معين من السفن وعرضه بنسبة معينة، وله فتحة من جهة البحر تُسد بباب بهيئة مخصوصة، وتجعل فيه منافذ صغيرة تفتح وتقفل بحسب الحاجة، فإذا أريد إدخال سفينة فيه للإصلاح والصيانة يُفتح الباب فتدخل السفينة بسهولة، ثم يسد فينزع الماء منه حتى يجف، وبعد تمام العمارة يملأ الحوض ثانية ويفتح الباب فتخرج السفينة[١].

يمثل الحوض الجاف بهذا الشكل نمط معماري غير تقليدي في العمارة بصفة عامة والعمارة الإسلامية بصفة خاصة، والنماذج الأثرية الباقية منه بصفة عامة قليلة للغاية، ويمثل الحوض الجاف بالدخيلة – موضوع البحث – النموذج الأثري الوحيد الباقي في مصر ومن هنا تأتي أهميته وضرورة الحفاظ عليه وترميمه، واستغلاله سياحياً. ويمكن إعتباره عمارة نوعية لغرض وظيفي محدد دعت الحاجة لإنشائه.

تبوأت مصر الصدارة في ركوب البحر وصناعة السفن[٢] بين شعوب العالم القديم. وهذه الريادة جاءت كنتيجة مباشرة لموقعها الجغرافي الفريد بين قارات العالم القديم الثلاث؛ آسيا وإفريقيا وأوربا. فكان إتصالها بمن حولها من شعوب تلك القارات شمالاً وشرقاً عبر البحر ممثلة في البحرين الأبيض المتوسط والأحمر، وجنوباً مع شعوب إفريقيا عبر نهر النيل الذي يجري بامتداد طولها، ويربط كذلك بين أجزائها.

---

[1] - <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/172248/dry-dock>; "Dry-dock", an article in *Encyclopaedia Britannica*,15 July, 2013.

[٢] - ماهر، سعاد. البحرية في مصر الإسلامية وآثارها الباقية، القاهرة: دار الكاتب العربي،١٩٦٧م، ص ١٥-١٦.

وطبقاً للمؤرخ اليوناني أثينايوس فإن البطالمة في مصر (بالإسكندرية) هم أول من ابتكروا الحوض الجاف لصيانة السفن وبنائها في الفترة عقب وفاة بطليموس الرابع (٢٢١-٢٠٤ق.م)[٣]، ويدعم هذا القول شهرة مدينة وميناء الإسكندرية التي أنشأها الإسكندر الأكبر كعاصمة لمصر، وازدهار مدرسة الإسكندرية القديمة ومكتبتها الشهيرة خلال العصر الهليني، حيث ازدهرت علوم الرياضة والطبيعة والفلك على أيدي علماء من أمثال بطليموس القلوذي وأرشميدس، ومنها تخرج مهندسون برعوا في تخطيط ا لموانئ ورسم الخرائط، واستمرت الإسكندرية الميناء البحري الرئيسي والأكثر أهمية في مصر منذ نشأتها وحتى الآن[٤].

في الواقع إن تاريخ صناعة السفن بمصر عريق، فكانت مصر على صلات تجارية قوية بجزر كريت وصقلية منذ عهد الأسرتين الأولى والثانية، وعلى صلات بحرية كذلك ببلاد بنت (الصومال) منذ عهد الأسرتين الرابعة والخامسة (٢٤٧٠-٢٣٤٠ ق. م). فضلاً عن بعثة الملكة حتشبسوت البحرية الشهيرة في عهد الدولة الحديثة (الأسرة ١٨) إلى بلاد بنت وذلك في عام ١٤٩٥ق. م، والتي نقشت أخبارها على جدران معبد الدير البحري[٥].

ويهدف البحث إلي دراسة الحوض الجاف بالدخيلة من الناحية الأثرية والمعمارية من حيث تخطيطه وعمارته، بالإضافة إلي دراسة مكونات مواد البناء ومظاهر وعوامل التلف والتدهور والوضع الراهن له وأهم الإستنتاجات والتوصيات الخاصة بترميم وعلاج وصيانة الحوض الجاف بعناصره المعمارية المختلفة.

---

[3]- Athenaeus of Naucratis, *The deipnosophists or Banquet of the learned of Athenæus*, translated by: Yonge, C.D., 3 volumes, London: Henry G. Bohn, vol. I, p.325 .

وبعد البطالمة، يأتي ذكر الفينيقيون –ذائعو الصيت كذلك في صناعة السفن من أجود الأخشاب والتي تمتاز بها فينيقيا– حيث ابتكروا نمط جديد عبارة عن حفر خندق عميق،بجهة البحر قريب من الميناء، في باطن الأرض مساوي لأبعاد السفينة، وعلي عمق حوالي ٥ أذرع من الخندق تبني دعائم من الحجر الجيد ويثبت بهذه الدعائم روابط عرضية متكررة بامتداد عرض الخندق ويفصل بينها مسافات بنحو أربعة أذرع(مثل فلنكات القطار). وعبر قناة من البحر مباشرة يم ملئ الخندق بالماء، ومن ثم وبمساعدة بعض الرجال يتم سحب السفينة حتي ترسو أعلي الخندق بالضبط، ثم يتم غلق القناة وفتحة الخندق التي بجهة البحر، ثم يتم صرف المياه من داخل الخندق بواسطة آلات. ومن ثم ترسو السفينة علي الروابط بالخندق ويتم التعامل مع السفينة بسهولة.

[٤] - عبد العليم، أنور. الملاحة وعلوم البحار عند العرب، عالم المعرفة (العدد ١٣)، الكويت، يناير ١٩٧٩م، ص١٩.

[٥] - عن البحرية في مصر القديمة انظر: ماهر، البحرية في مصر، مرجع سابق، ص ١٥-٢٩ ؛ عبد العليم، الملاحة وعلوم البحار، مرجع سابق، ص١٥-١٦.

٢- الاهتمام بالبحرية وبناء دور صناعة السفن في مصر "العصر الإسلامي".

أول من ركب البحر من المسلمين هو الصحابي العلاء بن الحضرمي وكان ذلك من جهة الشرق في الخليج الفارسي من عمان والبحرين. وأول من ركب بحر الروم (البحر الأبيض المتوسط) هو معاوية بن أبي سفيان ويُنسب إليه الفضل الأكبر في إنشاء الأسطول العربي الإسلامي[٦]. فهو أول من أنشأ دارا لصناعة السفن[٧] في عكا، وبني بها أسطولاً عندما كان عاملاً على الشام زمن الخليفة الراشد عثمان بن عفان رضي الله عنه[٨].

ولفظة "دار صناعة[٩]" إستخدمت في الدولة العربية الإسلامية للدلالة على مكان صناعة السفن دون غيرها من الصناعات رغم عموم معني اللفظة الحرفي، وفي هذا إشارة واضحة لمبلغ إهتمام الدولة الإسلامية بالقوي البحرية[١٠]. ويقابل لفظة "دار الصناعة" اليوم "الترسانة"، ويعكس التطور التاريخي لهذه اللفظة فترات الإزدهار والإضمحلال في هذه الصناعة في الدولة الإسلامية؛ ففي الأولي أخذت أوربا عنهم اللفظة، وفي الثانية أعاد العرب إستعارتها من اللغات الأوروبية. فسمي الأسبان "دار الصناعة" "Darcinah" وأخذتها عن الأسبان سائر الدول الأوربية؛ فنقلتها البرتغال "Tarsanah"، وفي الإيطالية "Darsena" ثم "Terzana" ثم "Arzana" ثم "Arzanale"،وإنتقلت إلي الفرنسية والإنجليزية فأصبحت "Arsenal". وإستعاد العرب الكلمة عن الأسبان "Tarsanah" عبر التأثير التركي علي مفردات اللغة العربية فترجمت "ترسانة"[١١].

---

[٦] - العبادى، أحمد مختار ؛ سالم، السيد عبد العزيز. تاريخ البحرية الإسلامية فى مصر والشام، جامعة بيروت العربية، ١٩٧٢م، ص ١٥.

[٧] - عبادة، عبد الفتاح. كتاب سفن الأسطول الإسلامي وأنواعها ومعداتها في الإسلام، القاهرة: مطبعة الهلال، ١٩١٣، ص ٢٠.

[٨]- وتمكن المسلمون خلال سنوات قليلة من تحقيق انتصارات بحرية عظيمة؛ فتم فتح جزيرة قبرص عام (٢٨-٢٩هـ-٦٤٨-٦٤٩م، ٣٢هـ-٦٥٣م)، جزيرة رودس عام (٥٢هـ-٦٧٢م)، ثم جزيرة كريت من بعدها. انظر: بركات، وفيق. فن الحرب البحرية في التاريخ العربي الإسلامي، منشورات جامعة حلب: معهد التراث العلمي العربي، ١٩٩٥م، ص ٤١-٤٤.

[٩] - فهمي، علي محمود. التنظيم البحري الإسلامي في شرق المتوسط من القرن السابع حتى القرن العاشر الميلادي، ترجمة: قاسم، قاسم عبده، القاهرة، ط١، ١٩٩٧م، ص ٤٢-٤٤.

[١٠] - ماهر، البحرية في مصر، مرجع سابق، ص ٣١١.

[١١] - عبادة، كتاب سفن الأسطول، ص ٣-٤ حاشية ٤. للمزيد عن المصطلحات العربية في الملاحة انظر، عبد العليم، الملاحة وعلوم البحار، مرجع سابق، ص٢٩.

وأنشئت في مصر أول[١٢] دار لصناعة السفن في العصر الإسلامي سنة ٥٤هـ/٦٧٤م في عهد مسلمة بن مخلد والي مصر من قبل الخليفة معاوية بن أبي سفيان (٤١هـ-٦٦١م)، وعرفت باسم "صناعة الروضة" نسبة لجزيرة الروضة حيث مكانها. وكان يدير دور الصناعة في مصر أقباط لما لديهم من خبرات[١٣]، وظلت خبرات الأقباط في صناعة السفن دعماً قوياً للبحرية الإسلامية داخل مصر وخارجها. فنري عبد العزيز بن مروان والى مصر -بناءاً علي طلب من حسان بن النعمان- يرسل ألف قبطي من بنائي السفن مع عائلاتهم إلى تونس ليبنوا له دار صناعة بحرية[١٤] إثر مواجهات بحرية عنيفة بين حسان بن النعمان مع الروم عقب فتحه لقرطاجنة.

وظلت مصر مركزاً قوياً لصناعة السفن إبان العصر الإسلامي، فشجع أحمد بن طولون (٢٥٤هـ-٨٦٨م) صناعة السفن ووسع دار الصناعة في جزيرة الروضة وكانت تعرف باسم "صناعة الجزيرة "[١٥]، وأنشأ الأمير أبو بكر محمد بن طغج الإخشيدي (٣٢٣هـ-٩٣٥م) دارا للصناعة بساحل فسطاط مصر[١٦].وعنيت الدولة الفاطمية عناية فائقة بصناعة السفن حتى صارت من أقوى الدول البحرية في البحر الأبيض المتوسط أواخر القرن السادس الهجري. ومن مظاهر تفوق الفاطميين البحري سيطرتهم علي معظم الجزر غربي البحر الأبيض المتوسط (أهمها صقلية و سردينية)، وإنشاء ديوان الجهاد أو العمائر ويختص بالأسطول وكان مقره دار الصناعة بمصر، وإنشاء دور جديدة لصناعة السفن في الإسكندرية ودمياط وجزيرة الروضة[١٧].

إتسم العصر الأيوبي بالجهاد ضد الصليبين في مصر والشام مما أكسبه طابعاً حربياً؛ الأمر الذي إنعكس علي إهتمام صلاح الدين بالأسطول حيث أفرد له ديواناً خاصاً وأسماه "ديوان الأسطول" وإختص بالنفقة علي كافة شئون القوات البحرية، ودور الصناعة التي تقوم بأعمال الصيانة اللازمة للأسطول[١٨].

---

[١٢] - ماهر، البحرية في مصر، مرجع سابق، ص ٣١٣.

[١٣] - فهمي، علي محمود. التنظيم البحري، مرجع سابق، ص ٣٦.

[١٤] - عبد العليم، الملاحة وعلوم البحار، مرجع سابق، ص٨٢.

[١٥] - ماهر، البحرية في مصر، مرجع سابق، ص ٩١-٩٢ ؛ عبد العليم، الملاحة وعلوم البحار، مرجع سابق، ص٧٨ ؛فهمي، التنظيم البحري، ص ٤٢-٤٤.

[١٦] - فهمي، التنظيم البحري، مرجع سابق، ص ٤٧.

[١٧] - العبادى، تاريخ البحرية، مرجع سابق، ص ٦٣-٦٩.

[١٨] - خصص صلاح الدين لديوان الأسطول خراج إقليم الفيوم، والحبس الجيوشي، وخراج السنط، وحصيلة النظرون، وعين أخاه العادل رئيساً عاماً لديوان الأسطول، وعمل علي زيادة رواتب المشتغلين به. للاستزادة انظر، ماهر، البحرية في مصر، مرجع سابق، ص١٠١؛ العبادى، تاريخ البحرية، مرجع سابق، ص ٢٠٢-٢٠٣ ؛ بركات، فن الحرب البحرية، مرجع سابق، ص ٧٤.

وحرص سلاطين المماليك على الإحتفاظ بأسطول قوي لمواجهة المغول والصليبيين. وتمكن المماليك من تحرير بلاد الشام نهائياً من الصليبيين بعد انتصار الأسطول المصري عليهم سنة ١٢٩١م، واستطاع المماليك تحرير عكا آخر معاقل الصليبيين بالشام. وبعد نحو قرن من الزمان عاود الصليبيون الهجوم علي مصر ولكن هذه المرة جاءوا من جزيرة قبرص والتي مثلت مركز حصين للصليبيين ونقطة انطلاقهم لضرب الثغور الإسلامية. وقام ملك قبرص المعروف باسم بطرس الأول لوزنيان (١٣٥٠-١٣٦٩م) من الإغارة على الإسكندرية بأسطول قوى عام (٧٦٧هـ/١٣٦٥م)، وأعمل القتل والنهب في المدينة لمدة أسبوع كامل، وكانت الحملة الصليبية تضم جماعة دولية من الفرسان من إنجليز وفرنسيين... وكان صدي هذه الهجمة الوحشية كبير في أرجاء العالم الإسلامي[١٩]. بعد هذه الهجمة عمل المماليك علي إعادة العناية بالإسكندرية بصفة عامة، وبالأسطول بصفة خاصة حيث يذكر النويري أن دور الصناعة[٢٠] في مصر إستطاعت أن تبني في عام واحد مائة مركب حربي وذلك إستعداداً لغزو جزيرة قبرص والإنتقام لما حدث. حيث جاء الرد علي هذا الهجوم الوحشي في عصر السلطان المملوكي الأشرف برسباي (٨٢٥-٨٤٢هـ/١٤٢٢-١٤٣٨م) بعد نحو ٦٠سنة من تاريخ هذا العدوان، فأرسل ثلاث حملات متتابعة لغزو جزيرة قبرص في سنوات (٨٢٧هـ/١٤٢٤م،٨٢٨هـ/١٤٢٥م،٨٢٩هـ/١٤٢٦م) على التوالي؛ وتمكن جيش المصريين في الحملة الأخيرة من دخول العاصمة نيقوسيا ودارت معركة حاسمة هُزم فيها القبارصة وأُسر ملكهم جانوس، كما هُزم القبارصة في البحر أيضا وصارت قبرص تابعة للدولة المملوكية بمصر[٢١].

إن تحول مصر في العصر العثماني من مقر للسلطنة إلي كونها مجرد ولاية تابعة للدولة العثمانية، وإنعكس ذلك التحول علي الإهتمام بالأسطول؛ حيث أهمل أمر الأسطول وصناعته. وطوال العصر العثماني وحتى مجيء الحملة الفرنسية (١٥١٧-١٧٩٨م) صار القوة البحرية المصرية تعمل لخدمة الأسطول العثماني والقيام بمهام محددة بغرض دعم الأسطول أو المشاركة في بعض الأعمال. ومن أهم إنجازات الأسطول المصري في هذه الفترة مشاركته في فتح جزيرة كريت سنة ١٦٦٩م[٢٢].

---

[١٩] - ماهر، البحرية في مصر، مرجع سابق، ص ١٢٠-١٢١ ؛ العبادى، تاريخ البحرية، مرجع سابق، ص ٣١٢-٣١٦.

[٢٠] - العبادى، تاريخ البحرية، مرجع سابق، ص ٣٢٠.

[٢١] - ماهر، البحرية في مصر، مرجع سابق، ص ١٢١-١٢٣ ؛ العبادى، تاريخ البحرية، مرجع سابق، ص ٣٢٩-٣٣٦.

[٢٢] - ماهر، البحرية في مصر، مرجع سابق، ص ١٣٥-١٤٣.

ومع بداية القرن ١٩م حدثت تغييرات جذرية في تاريخ مصر بصفة عامة، وتاريخها العسكري بصفة خاصة من حيث مجي الحملة الفرنسية ومكوثها في مصر نحو ثلاث سنوات (١٧٩٨-١٨٠١م) ثم إندحارها، ثم ظهور محمد علي وتسلمه مقاليد أمور مصر كوالي عليها (١٨٠٥-١٨٤٩م)، ونهج محمد علي سياسة غيرت من وجه مصر فصارت في نحو أربع عقود واحدة من أكبر المدنيات وأهم الدول في العالم. وفي سبيل تحقيق هذه النهضة إهتم محمد علي باشا اهتمام عظيماً بالجيش البري والبحري علي السواء، وانعكس هذا الاهتمام علي تطوير كافة القطاعات في مصر مثل الزراعة والري، والصناعة، والتجارة، والتعليم فازدهر كل ما يتعلق بذلك من هندسة وعمارة وبناء وحرف وفنون وآلات ومعدات وأسلحة ومركبات وسفن

وكان باكورة إهتمامه بالقوي البحرية كما يذكر سرهنك[٢٣] هو توسيع وإصلاح ميناء الإسكندرية لقلة عمقها وعدم كفاية السفن، مما يضطرها للرسو بعيداً عن الشاطئ. فأحضر الكراكات من أوروبا لإنجاز هذا العمل، وبعد إتمامه جعل للميناء إدارة مخصوصة اسماها إدارة ليمان رئيس.

٣- الحوض الجاف بالدخيلة.

٣-١ الموقع ودلالته. يقع الحوض الجاف بشاطئ الدخيلة حي العجمي بالإسكندرية، ويطل مباشرة علي شاطئ الدخيلة. ويحد الحوض من الجهة الشمالية خط الساحل مباشرة، وجنوباً طريق الكورنيش، وشرقاً الشاطئ الرملي، وغرباً طابية الدخيلة وتبعد عن الحوض بنحو ٦٥متر. ويمكن سحب السفن للحوض من كلا الجهتين الشمالية والغربية حيث يوجد مرفأ طبيعي يسهل رسو السفن فيه (لوحة رقم١).

[٢٣] - سرهنك، إسماعيل. حقائق الأخبار عن دول البحار، الجزء الثاني، القاهرة: ١٣١٢هـ، ص ٢٤١ ؛ طوسون، عمر. الجيش المصري البري والبحري في عهد محمد علي باشا، الإسكندرية: مطبعة المستقبل، ط٣ (١٩٣٥م)، ص ١٦.

(لوحة رقم١) صورة بالقمر الصناعي توضح موقع الحوض الجاف بالدخيلة
(١ الحوض الجاف، ٢ طابية الدخيلة)، عن موقع Google

٣-٢ المنشئ وتاريخ إنشاء وعمارة الحوض. بعد موقعة المورة أخذ محمد علي باشا يعمل علي إعادة بناء القوي البحرية، فوجه عنايته أولاً إلي تشييد دار صناعة لإنشاء وإصلاح السفن مع ما تحتاجه من معامل ومصانع[٢٤]، وشرع في ذلك سنة ١٢٤٢هـ-١٨٢٦م وتمت سنة ١٢٤٥هـ-١٨٢٩م. وأحضر لها سنة ١٨٣١م من مدينة طولون مهندساً ماهراً يدعي سريزي، فجعله باشمهندس ورقاه لرتبة البكوية. ويفيد تقرير من الرسول البابوي اوتينفيلس Ottenfles إلي أمير ميترنيخ بتاريخ ١٦ نوفمبر ١٨٢٦م أن محمد علي شرع في إنشاء الحوض الجاف لإصلاح السفن بالإسكندرية بغرض إصلاح السفن الحربية واستعادة القوية منها، وذكر اوتينفيلس Ottenfles اهتمام محمد علي باشا الملحوظ بزيادة الأسطول[٢٥]. وقدم سريزي إلي محمد علي باشا مشروعاً بإنشاء

[٢٤] - طوسون، الجيش المصري، مرجع سابق، ص ١٦-١٧.
[٢٥] - <تحركات الأسطولين المصري والتركي>، مجموعة وثائق مكتبة الإسكندرية، *وثيقة* رقم ٢١٥٣٣ (الإسكندرية: ١٥-١١-١٨٢٦م)، منشورة في كتاب الوثائق الإيطالية للبحرية المصرية.

حوضين لإصلاح السفن، ولكن هذه الأعمال لم تتم في حينها حيث كانت في حاجة إلي مهندسين بارعين وعمل كثير[٢٦].

وحوالي سنة ١٨٣٥م أمر محمد علي باشا بإنشاء الحوض الجاف بالدخيلة بالإسكندرية لعمارة السفن وإصلاحها ضمن إهتمامه الإستراتيجي بتعزيز القوي البحرية وزيادة الأسطول. فأصدر محمد علي باشا أوامره إلي شاكر أفندي بالعمل علي بناء الحوض الجاف، ولكنه فصل من الخدمة، وتوقف العمل[٢٧].

وأصدر الباشا أمر إلي مصطفي مُطوش باشا ناظر البحرية بترسانة الإسكندرية[٢٨] بجمع مهندسي الترسانة للمعاونة في إنشاء الحوض الجاف، وإتخاذ أقرب الطرق لإتمام العمل في أقصر مدة ممكنة. وكان حرص محمد علي باشا علي إتمام العمل بأسرع وقت ظاهر، ولما كان عدد العمال المخصصين لهذا العمل غير كاف لإتمامه بالسرعة المطلوبة، فقد أمر محمد علي باشا بتشغيل أفراد الغليون رقم (٥) في عملية إنشاء الحوض، وأوصي بترتيب أفراد الغليونات الأخرى لإتمام بناء الحوض[٢٩]. ومع اهتمام محمد علي بسرعة انجاز البناء في أقل وقت ممكن، وشدة إنزعاجه عند حدوث أي تعطيل للبناء، فقد كان حريص كذلك علي أن يكون البناء متيناً، وأصدر أوامره إلي ناظر البناء مُطوش باشا بهذا المعني[٣٠].

وفي هذا السياق أرسل محمد علي مهندساً يدعى هنري إلي ميناء طولون لدراسة النظام المتبع في الموانئ الفرنسية، وأعطته الحكومة الفرنسية التسهيلات اللازمة. ثم أوفدت الحكومة الفرنسية عام ١٨٣٨م المهندس موجيل Mougelللمشاركة في بناء الحوض الجاف، وبدأ العمل في بناء الحوض إلا أن العمل قد توقف بسبب الحرب السورية الثانية، ولم يتم إستكمال البناء إلا في عام ١٨٤٤م. وتؤرخ وثيقة[٣١] لتولي موجيل إدارة الأعمال بتشييد حوض

---

[٢٦] - هريدي، صلاح أحمد. الحرف والصناعات في عهد محمد علي، تقديم: عمر، عبد العزيز عمر، القاهرة: دار المعارف، ١٩٨٥م، ص ١٨٨.

[٢٧] - شكري، محمد فؤاد. بناء دولة مصر محمد علي – السياسة الداخلية، القاهرة، ١٩٥٠، ص ٤٨٨.

[٢٨] - سر عسكر الدونما المصرية ، أصله من مدينة قوله، طوسون، الجيش المصري، مرجع سابق، ص ٢٤.

[٢٩] - هريدي، الحرف والصناعات، مرجع سابق، ص ١٨٠؛ دفتر ٧٦ معية تركي، ص ١٠، بتاريخ ٢٤ ذي الحجة عام ١٢٥١هـ : أمر من المعية إلي مُطوش باشا.

[٣٠] - هريدي، الحرف والصناعات، ص ١٨٠-١٨١؛ دفتر ٧٦ معية تركي، ص ٧، بتاريخ ٩ ذي الحجة عام ١٢٥١هـ : أمر من المعية إلي مُطوش باشا.

[٣١] - <مهندس فرنسي يتولى إدارة الأعمال الخاصة بتشييد حوض إصلاح السفن>، مجموعة مجموعة وثائق مكتبة الإسكندرية، *وثيقة رقم ٢١٧٧٥* (الإسكندرية: ٦ ديسمبر ١٨٣٨م)، وتمثل خطاب من القنصل فانتوتسي إلى وزير الشئون الخارجية بنابولي ، ويذكر الخطاب =

إصلاح السفن وتبين طبيعة عمله كونه يهتم في الوقت نفسه ببناء الآلات والمرافئ تحت الماء حتى يمكن جر السفن الضخمة إلى البر بالآلات الرافعة لإصلاح ما بها من عيوب بحاجه ماسة إلى الإصلاح.

ويبدو أن مجمل الأعمال التي تمت بالحوض حتى سنة ١٨٤٠م لم تكن تسمح له بالعمل بعد، فتذكر وثيقة مؤرخة بـ٢٦ يناير ١٨٤٠م أن أول سفينة تم سحبها إلى البر لإصلاحها كان في دار صناعة السفن بالإسكندرية، ويصرح موجيل في نهاية الوثيقة أن إنشاء حوض جديد لإصلاح السفن لن يتم بسهولة[٣٢].

٣- ٣ استئناف البناء بالحوض. تم إستئناف العمل بالحوض الجاف في الشهور الأولي من سنة ١٨٤٢م كما يستدل من الوثيقة المؤرخة بـ ٥ إبريل ١٨٤٢م وفيها يبدي محمد على باشا إستحسانه لسير الأعمال في حوض إصلاح السفن تحت إشراف المهندس الفرنسي موجيل[٣٣]. وفي هذه المرحلة تمت تعديلات على تصميم[٣٤] الحوض والطريقة التي ينفذ بها من قبل المهندسين محمد مظهر باشا ولينان بك وبهجت باشا بناءاً علي طلب المشورة من محمد علي باشا حول إنشاء حوض جاف لإصلاح السفن في الإسكندرية. وصار العمل علي إنشاء الحوض بهمة وعزيمة عالية وكان محمد علي باشا يتفقد بنفسه أعمال البناء، واستحضرت الأخشاب والمواد اللازمة، وكذلك الآلات البخارية التي تقوم بتفريغ الماء من الحوض، وركبت في المكان المعد لها، وقامت الكراكات بحفر القاع كما وضعت الأوتاد بواسطة الآلات ، وقد تم إنجاز هذا العمل بسرعة رغم صعوبته ودقته البالغة[٣٥]. وفي يونيو ١٨٤٢م توقف العمل بالحوض وذلك لإعطاء الأعمال التي تمت فترة حتى تتماسك وتقوى[٣٦].

=كذلك راتب موجيل فتقول أن رواتبهم مع الحكومة المصرية تصل إلى ٣٧٠٠٠ فرنك في العام فضلا عن هدية تقدر ب ٦٠٠٠٠ فرنك إلى أن ينتهي العمل بالحوض طبقا لنص العقد، و١٥٠٠٠ فرنك سنويا لمساعد المهندس الذي جاء معه.

[٣٢] - <سحب أول سفينة إلى البر في دار صناعة السفن بالإسكندرية لإصلاحها>، مجموعة وثائق مكتبة الإسكندرية، *وثيقة رقم ٢١٧٧٨* (الإسكندرية: ٢٦ يناير ١٨٤٠م).

[٣٣] - <محمد على باشا يبدي استحسانه لسير الأعمال في حوض إصلاح السفن>، مجموعة وثائق مكتبة الإسكندرية، *وثيقة رقم ٢١٩٣٨* (الإسكندرية: ٥ إبريل ١٨٤٢م).

٣٤ - طوسون، الجيش المصري، مرجع سابق، ص ٢٥. كلوت بك، أ. ب. لمحة عامة إلي مصر ، تعريب محمد مسعود، د.ت، ج ٢ ، ص ٣٨٠.

[٣٥] - هريدي، الحرف والصناعات، ص ١٨١؛ كلوت بك، لمحة عامة إلي مصر، مرجع سابق، ص ٣٨٠-٣٨٣.

[٣٦] - <توقف العمل في حوض إصلاح السفن، ومحمد على باشا يأمر بوضع وإعداد خطة جديدة للسدود في مصر السفلى>، مجموعة وثائق مكتبة الإسكندرية، *وثيقة رقم ٢١٩٤١* (الإسكندرية: ٢٦ يونيو ١٨٤٢).

أثناء العمل بالحوض كانت تظهر مشاكل كثيرة تعوق العمل أهمها ظهور منابع جديدة للماء بعد تجفيف الحوض. وتوضح أربع وثائق مؤرخة بأشهر مارس[٣٧] وأبريل[٣٨] ومايو[٣٩] ويوليو[٤٠] لسنة ١٨٤٣ علي الترتيب. وفي الوثيقة الأخيرة المؤرخة بـ ٢٦ يوليو ١٨٤٣م (الإسكندرية) تذكر ظهور منابع جديدة للمياه بالحوض تعوق عملية إتمام العمل في الحوض، وتذكر كذلك بأن المهندس موجيل كان مسافراً إلي عطيفة Atefe وأنه إضطر للعودة إلي الإسكندرية بعد ذلك الحادث الذي وقع. وتنتهي بإظهار ضيق محمد علي باشا لهذا الحادث ولهفته إلي رؤية الحوض يعمل.

وكان تمام عمارة الحوض والانتهاء منه في ١٢٦٠هـ-١٨٤٤م. وقام الخديوي إسماعيل في الفترة بين ١٨٦٩-١٨٧٣م بتزويد الحوض الجاف بمدفعين طراز أرمسترونج (لوحة رقم٢). وتم تسجيل الحوض الجاف كأثر بقرار رقم ٢١٤ لسنة ١٩٦٤م.

---

[٣٧] - <مشاكل جسيمة من أجل تجفيف المياه في حوض إصلاح السفن>." مجموعة وثائق مكتبة الإسكندرية، *وثيقة رقم ٢١٩٤٨* (الإسكندرية: ٦ مارس ١٨٤٣).

[٣٨] - <نزح المياه، واستئناف العمل بأقصى جهد ونشاط في الحوض>." مجموعة وثائق مكتبة الإسكندرية، *وثيقة رقم ٢١٩٤٩* (الإسكندرية: ٦ أبريل ١٨٤٣).

[٣٩] - <ظهور مصدر آخر للمياه في المنتصف وإغلاقه بعد عناء>." مجموعة وثائق مكتبة الإسكندرية، *وثيقة رقم٢١٩٦٣* (الإسكندرية: ٢٦ مايو ١٨٤٣)، انظر.

[٤٠] - <مصادر ومنابع جديدة للمياه تعوق عملية إتمام العمل في الحوض>، مجموعة وثائق مكتبة الإسكندرية، *وثيقة رقم ٢١٩٦٤* (الإسكندرية: ٢٦ يوليو ١٨٤٣).

(لوحة رقم٢) الحوض الجاف والمدفعين طراز أرمسترونج

٤- تخطيط وعمارة الحوض.

بناء مستطيل الشكل مساحته ١٧٣.٦م^{٢}. يمتد الضلع الطولي من الشرق إلي الغرب بطول ١٧.٨×٩.٥م، ويمتد ضلعه العرضي من الشمال إلي الجنوب بعرض حوالي ٩.٥م. مع وجود إنكسار في الجهة الشرقية (شكل رقم١). وكانت تُسحب السفن بواسطة الأوناش والجرارات وتسحب بالعرض وليس بالطول، نظرا لخطورة طريقة السحب الطولية، ومن ثم فإن تصميم الحوض ومحوره الطولي جهة البحر أنسب عملياً. البناء مكون من طابق واحد يمثل صهريج الحوض، وترتفع الجدران الخارجية لهذا الجزء – الجزء الظاهر منها حالياً – نحو ±١.٤٠م، بينما ترتفع الواجهة الرئيسية (لوحة رقم٣)؛ وهي الواجهة الوحيدة المتبقي منها جزء يرتفع بإرتفاع طابقين نحو ٧.٨م عند أقصى نقطة إرتفاع (شكل رقم٣). البناء مكون من مداميك منتظمة البناء من الحجر الجيري الأبيض، وتدل نقاط إلتقاء الجدران عند زوايا البناء علي تواصل نسيج البناء كوحدة واحدة (لوحة رقم٢ ،٤). سمك الجدران حوالي ±٥٠سم.

واجهة الأثر الوحيدة تمثل الجدار الشمالي باتجاه البحر، وتأخذ الواجهة بعد مستوي الصهريج الأرضي شكل منحني بياني نتيجة تهدم الأجزاء الجانبية من كلا الناحيتين بحيث تكون في الوسط حنية معقودة تشبه الحنايا المعقودة بعقود

منكسرة الشائعة في العمارة الفاطمية(لوحة رقم٥ ،٦). يكتنف الدخلة دعامتين مبنيتين بنفس الحجر مادة بناء الحوض مكوناً من أعلي شكل تاج عمود بارز عن الدعامة ومن أسفل قاعدة بارزة. طاقية الحنية تجمعت بها الصنج الحجرية في شكل مشع من أسفل ومتوجة بعقد مدبب ويحدده من أعلي شكل عقد منكسر منفذ بإفريز حجري بارز(لوحة رقم٦). أسفل طاقية الحنية يوجد إطار مستطيل منفذ بإفريز حجري يأخذ من الجانبين شكل نصف عمود مدمج، ويذكر أن هذا الإطار كان يستخدم لوضع مرآة تستخدم لتعكس الضوء الواقع عليها لهداية السفن وإرشادها إلي المرسي حتى يتم إصلاحها. يقابل هذه الحنية بروز من جهة الداخل يبرز عن الجدار بشكل ثلاثي الأضلاع (لوحة رقم٦). وعلي نفس المحور بالضلع الجنوبي للحوض يوجد بروز خارجي بنفس الشكل (شكل رقم٢).

الوصف المعماري الداخلي للحوض

يؤدي إلي داخل الصهريج حالياً مدخلين يقعان علي المحور الشمالي الغربي– الجنوبي الشرقي ثلاث مداخل مشوهة المعالم ما عدا المدخل الذي يقع في الجدار فيأخذ شكل هندسي بارز عن الجدار، هذين المدخلين غير منتظمين (لوحة رقم٢، ٤)، ويوجد فتحة ثالثة غير منتظمة كذلك تتوسط الواجهة الجنوبية علي مستوي سقف الصهريج (لوحة رقم٢، شكل رقم٢).

ينقسم البناء من الداخل إلي عشر مساحات قسمت بواسطة أربع دعامات وسطي صليبية المسقط بالإضافة إلي أكتاف حجرية تقابل هذه الدعامات من جهة الجدران بحيث تحمل هذه الأكتاف مع نظائرها بالدعامات عقود نصف دائرية؛ مكونة في المنتصف علي المحور الطولي بائكة من خمسة عقود (شكل رقم٤) يتعامد عليها أربع بائكات كل منها من عقدين (شكل رقم٥)؛ مقسماً المساحة الداخلية إلي عشر مساحات قريبة من المربع (شكل رقم١) تحمل عشرة قباب ضحلة غير عميقة منفذة بقطع من الحجر الأبيض كذلك مع كمية كبيرة من الملاط (المونة) كمادة رابطة (لوحة رقم٧).

الدعامات ضخمة من الحجر الجيري وهي مركبة أي صليبية الشكل بحيث يمثل كل ذراع كتف يرتكز عليه العقد الذي يحمل القبة والتي ترتكز بدورها في الأركان في حنايا ركنية. الدعامة الشرقية نُحتت أو كُسرت من أعلاها بحيث أُزيلت الطبقة السميكة التي تغطي الأحجار وأُزيل أجزاء من الحجر كذلك (لوحة رقم٨).

كسيت الجدران والدعامات من الداخل بطبقة من الملاط تعرف بالخافقي وهي مونة من الجير ومسحوق الحجر تقاوم الرطوبة وتمنع تسرب الماء (لوحة رقم٧).

وأقرب الأشكال المعمارية المعروفة لعمارة الحوض الجاف هو صهريج السبيل[٤١] أو الجب[٤٢]. وعلي الأرجح هو مشتق منها. وتبني الصهاريج بالآجر والأحجار المقاومة للرطوبة ومونتها تكون من الخافقي وهي مونة من الجير والحمرة تقاوم الرطوبة. وهي غالباً مساحة مستطيلة مقسمة إلي مساحات مربعة (أو قريبة من المربع) بواسطة أعمدة أو دعامات في الوسط وأكتاف مبنية مدمجة في جدران الصهريج ينطلق منها عقود نصف دائرية تحمل قباب ضحلة غير عميقة – من الآجر الأحمر– ترتكز علي مثلثات كروية كمناطق إنتقال[٤٣].

يحدد الموقع ثم يتم الحفر للعمق المراد وبعد ذلك تحدد أماكن وضع الأساسات وتحاط بسد أو جملة سدود من الخشب أو الأتربة ويترك بينها وبين بعضها مسافات حتي يتم كسح الماء الموجود داخل السد من خلالها بواسطة السطول والشواديف، ومتي كشفت الأرض يعمل الأساسات وذلك بأن توضع الأحجار والدبش علي سطح الأرض وتدك جيداً، وقد تزداد كمية الدبش كلما كانت الأرض أكثر رخاوة، وفي هذه الحالة يجب توسيع الأساسات بنسبة الضغط الواقع عليها ثم يستمر البناء في الحوائط الجانبية، وإذا ظهر أثناء العمل عيون ماء يجب سدها بحيث لا تزداد كمية المياه المرشحة ، وأفضل طريقة لعلاجها أن تحاط العين التي تظهر وتسد بخرزة مستديرة من البناء إن أمكن[٤٤].

---

[٤١]- الصهريج مصطلح وثائقي وهو المصنع المبني تحت تخوم الأرض لخزن المياه فيه، فكلما فرغ ماء السبيل يملأ منه حتي ينفذ ماؤه علي ميعاد ملئه. انظر: الحسيني، محمود حامد. الأسبلة العثمانية بمدينة القاهرة ١٥١٧هـ/١٧٩٨م، القاهرة، ١٩٨٨م، ص ٤٢. وعمارة الصهاريج تقنية كانت شائعة في العمارة الرومانية، وتمثل الكسوة الهيدروليكية – ذات اللون الأحمر– للأجزاء الداخلية (الخافقي) للصهريج والتي تظهر في شكل حليات نصف اسطوانية عند نقطة تلاقي الجدارن والأرضيات بهدف أن تحول دون حدوث أي تسريب للمياه أو كسر في الزوايا، وتعد هذه التقنية القاسم المشترك بين العمارة الهيدروليكية الرومانية والعربية. انظر: مالدونادو، باسيليو بايون. العمارة الأندلسية: عمارة المياه، ترجمة: منوفي، علي إبراهيم علي، مراجعة وتقديم: الحداد، محمد حمزة، القاهرة: زهراء الشرق (٢٠٠٨)، ص ١١.

[٤٢]- الجب هو اللفظ المقابل للصهريج في العمارة الأندلسية وتتجمع فيه مياه الأمطار، وهي تُفضل عن مياه الأنهار والينابيع والآبار، ومثل هذه الأجباب أو الصهاريج كانت منتشرة في أفنية المنازل والمساجد والحصون والقلاع الأندلسية. انظر: مالدونادو، العمارة الأندلسية، ص ٩-١٠.

[٤٣]- الحسيني، الأسبلة العثمانية، ص ٤٤.

[٤٤]- الحسيني، الأسبلة العثمانية، ص ٤٢-٤٣.

٥- الملاحظات الحقلية

من خلال الزيارات الميدانية والحقلية لموقع الحوض الجاف تبين وجود مظاهر تلف وتدهور مختلفة في العناصر المعمارية للحوض وفي مواد بنائه ومن أهم مظاهر التلف والتدهور التي تم ملاحظتها مايلي:

- وجود فقدان جزئي وشبة كلي للعديد من الجدران المكونة للحوض.
- وجود تلف وتدهور شديد لأحجار العقود داخل الحوض وكذلك الأحجار والمونات في السقف والجدران .
- وجود تأثير شديد لرذاذ البحر بما يحمله من محتوي عالي من الأملاح نظراً لوقوع الحوض الجاف علي البحر مباشرة مما أثر علي الأحجار ومونة البناء التي امتصت المياة المحملة بالأملاح بالخاصية الشعرية وتبلورت بين المكونات المعدنية للأحجار وأسفل أسطح الأحجار مباشرة ، كما تزهرت الأملاح علي السطح وأدت إلي تلف وتدهور الأحجار وكذلك بتأثير الرياح وما تحمله من حبيبات الرمال.
- تدهور وتآكل شديد وفقدان في الكثير من كتل الأحجار المستخدمة في بناء الحوض ببسبب عدم وضع بعد الكتل الحجرية علي غير مرقدها الطبيعي في البناء وكذلك بفعل الرطوبة والتلوث الجوي وغيرها من عوامل التلف.
- تآكل وفقدان للمونة الرابطة بين كتل الأحجار وتحللها في الكثير من المواضع بالحوض.
- وجود فقدان كبير في طبقات البياض وتقشرها ، ووجود شروخ متنوعة بها .
- وجود شروخ طولية وعرضية متنوعة منتشرة في العناصر المعمارية المختلفة للحوض.
- وجود تآكل وتدهور في أسطح الأحجار وفجوات منتشرة بها بشكل غائر في الكثير من الكتل الحجرية ، مع وجود تفكك بين الحبيبات المعدنية المكونة للأحجار بسبب تبلور الأملاح وفقدان المادة الرابطة بين الحبيبات المعدنية ، وبالتالي ضعف البنية الداخلية للأحجار.
- وجود إتساخات وبعض البقع والكتابات الحديثة علي أسطح الأحجار الخارجية للحوض كتلف بشري.
- وجود طبقات من السناج علي أسطح الأجزاء السفلية من الجدران وفي داخل الحوض نتيجة حرق الأخشاب بداخله مما أدي إلي ترسب حبيبات الكربون علي السطح وكذلك التلف البشري عن طريق الاحتكاك به ووضع القمامة بداخله ومن حوله والكتابة علي جدرانه.

وتوضح اللوحات أرقام (٩- ١٤) مظاهر التلف والتدهور المختلفة بالحوض الجاف.

(لوحة رقم٣) الحوض الجاف، الواجهتين الشمالية والشرقية

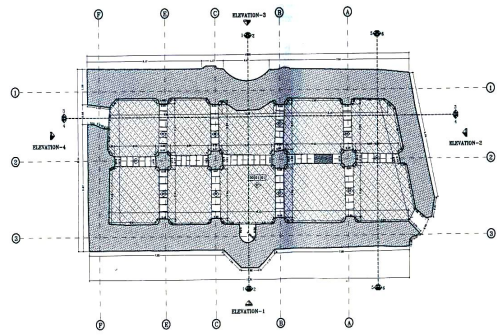
(لوحة رقم٤) الحوض الجاف، الزاوية الغربية للحوض، زاوية التقاء الواجهتين الشمالية والغربية

(لوحة رقم٥) الحوض الجاف، الواجهة الشمالية

(لوحة رقم٦) الحوض الجاف، الواجهة الشمالية، الحنية الوسطى

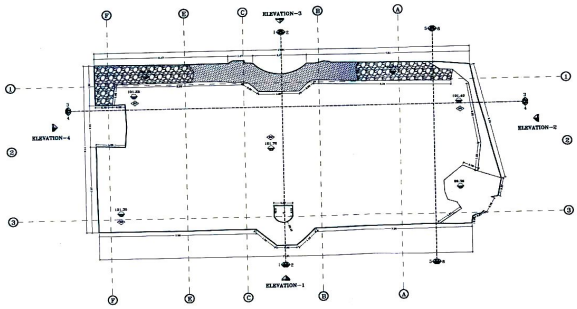
(لوحة رقم٧) الحوض الجاف، الصهريج من الداخل

(لوحة رقم٨) الحوض الجاف، الصهريج من الداخل، الدعامة الشرقية



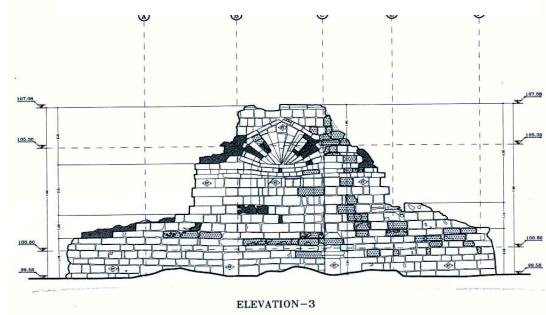
(شكل رقم١) مسقط أفقي للحوض الجاف بالدخيلة "مستوي الصهريج

عن : المجلس الأعلي للآثار – قطاع المشروعات



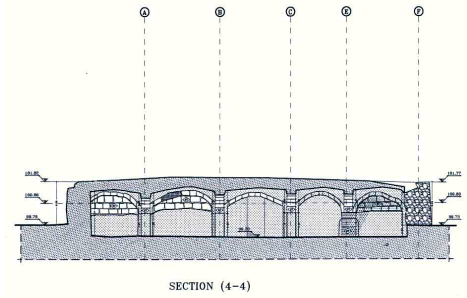
(شكل رقم٢) مسقط أفقي للحوض الجاف بالدخيلة "مستوي أعلي الصهريج"

عن : المجلس الأعلي للآثار – قطاع المشروعات



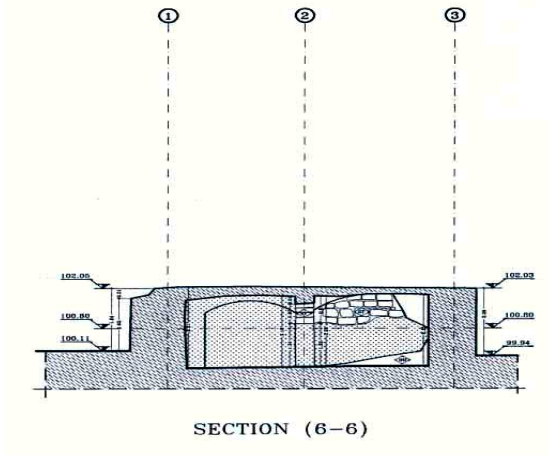
(شكل رقم٣) قطاع راسي للواجهة الشمالية للحوض الجاف بالدخيلة

عن : المجلس الأعلي للآثار – قطاع المشروعات



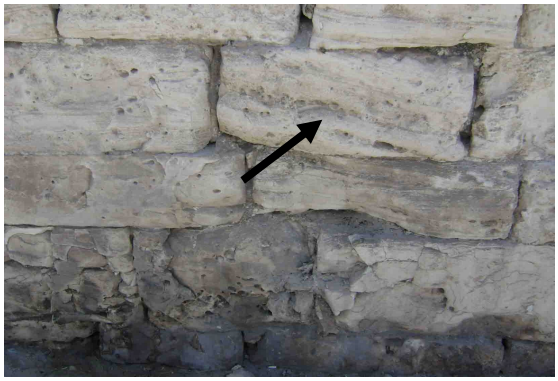
(شكل رقم٤) قطاع راسي لصهريج الحوض الجاف من الداخل باتجاه شرق-غرب

عن : المجلس الأعلي للآثار – قطاع المشروعات

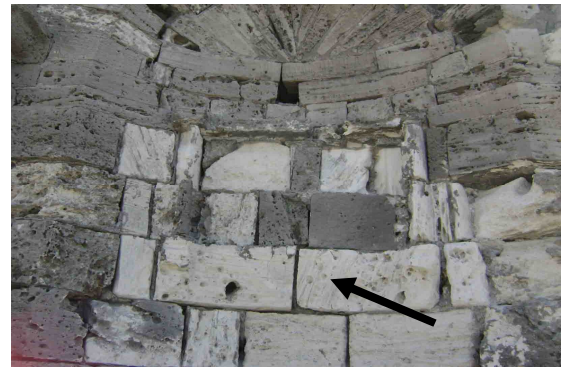


(شكل رقم٥) قطاع راسي لصهريج الحوض الجاف من الداخل باتجاه شمال- جنوب

(لوحة رقم٩) تآكل جدران الحوض الجاف وفقدان كتل حجرية منها

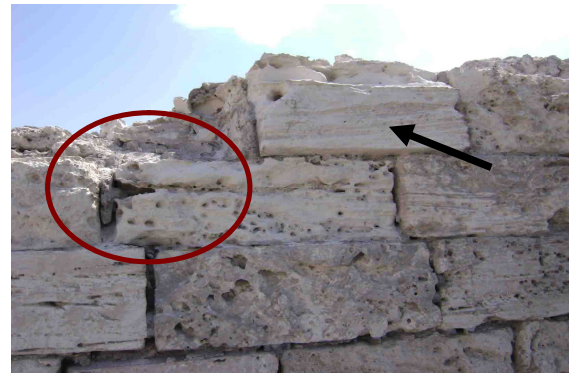


(لوحة رقم١٠) توضح وضع بعض الكتل الحجرية في البناء علي غير مرقدها الطبيعي مما أدي لتآكلها وتدهورها

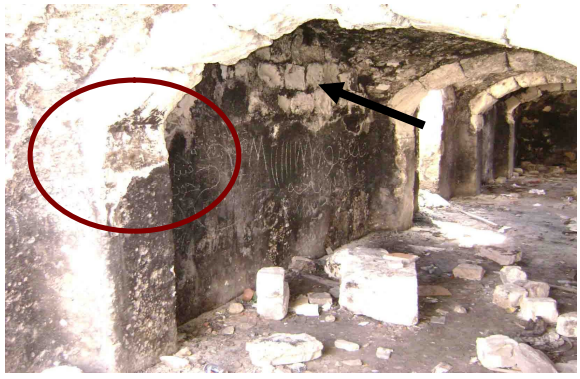


(لوحة رقم١١) تلف الكتل الحجرية وفقدان المونة من الواجهة الرئيسية للحوض الجاف.

(لوحة رقم١٢) توضح وجود شروخ في السقف وطبقات سناج كثيفة.



(لوحة رقم١٣) توضح تآكل الاحجار بفعل تأثير مياه البحر والرياح المحملة بالرمال.



(لوحة رقم١٤) توضح تلف وتساقط أجزاء كبيرة من طبقات البياض للحوض الجاف.

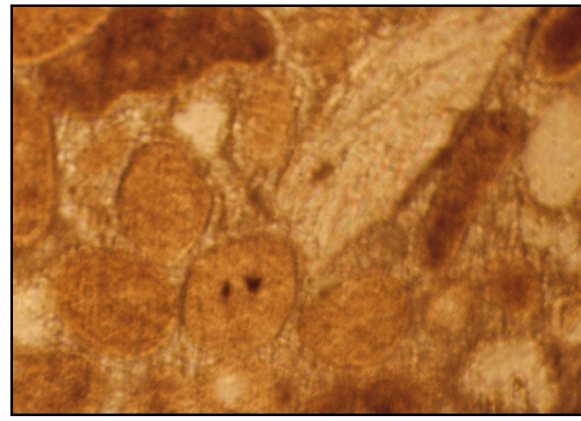
٦- المواد والطرق

استخدمت الأحجار الجيرية بالإضافة إلى المونة لبناء الحوض الجاف وكذلك طبقات البياض لتغطية أسطح جدرانه من الداخل وقد تم فحص الأحجار بواسطة الميكروسكوب المستقطب Polarizing Microscope والميكروسكوب الالكتروني الماسح Scanning Electron Microscope (SEM) ، كما تم التحليل بواسطة حيود الأشعة السينية X-Ray diffraction (XRD) لعينات من الحجر الجيري والمونة وطبقات البياض بالإضافة لقياس الخواص الفيزيائية والميكانيكية لأحجار البناء، وكانت النتائج كما يلي :-

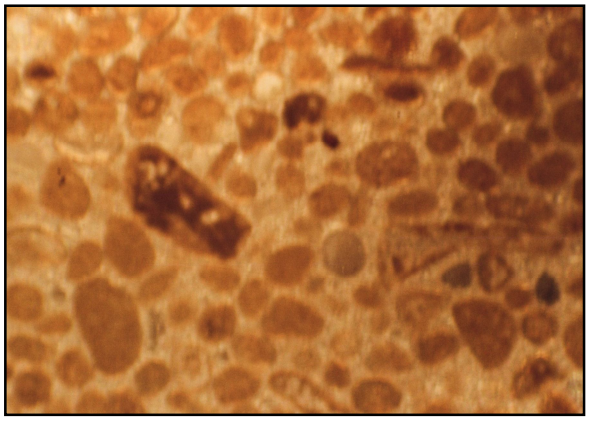
٦-١ الفحوص والتحاليل للأحجار الجيرية

٦-١-١ الدراسة البتروجرافية للأحجار الجيرية

تم إعداد قطاعات رقيقة Thin Sections من الحجر الجيري المستخدم لبناء الحوض الجاف ثم تم فحص هذه القطاعات ودراستها بواسطة الميكروسكوب المستقطب ، وهذه القطاعات ممثلة لأماكن مختلفة من الحوض وتبين من الفحص والدراسة أنها تتكون أساسا من معدن الكالسيت دقيق التحبب ، مع وجود نسبة عالية من الحفريات البطروخية (الأوليتية) Oolites ، كما ظهرت بعض أكاسيد الحديد ويطلق علي هذا النوع من الحجر اسم الحجر الجيري البطروخي نظراً لنوع الحفريات التي يحتويها وهو حجر جيري عضوي يتكون في البيئات البحرية مثل بيئة مدينة الإسكندرية ، ويتضح ذلك من خلال اللوحتين رقمي (١٥) ، (١٦).



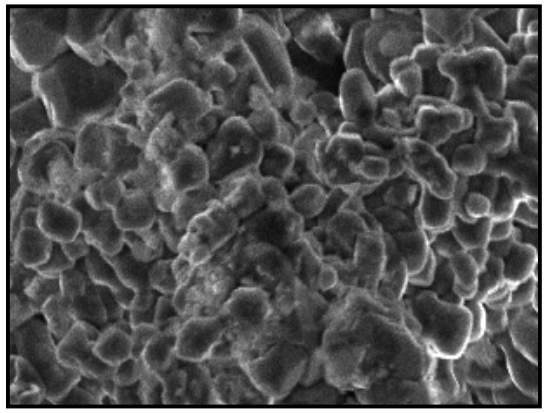
لوحة رقم (١٥) توضح فحص بالميكروسكوب المستقطب لعينة أحجار من الحوض الجاف وتظهر فيها حبيبات معدن الكالسيت دقيقة التحبب والحفريات ذات الشكل البطروخي ، أسفل المستقطبين المتعامدين ، X 160 .



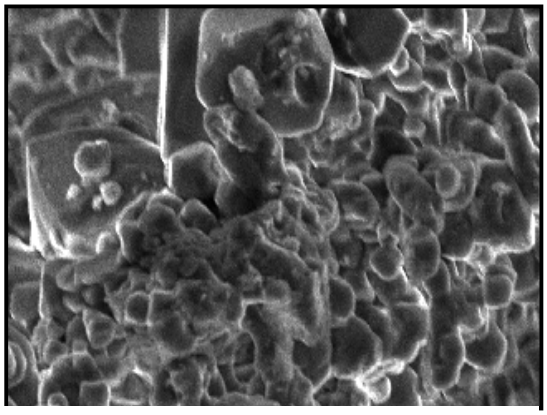
لوحة رقم (١٦) توضح فحص بالميكروسكوب المستقطب لعينة أحجار من الحوض الجاف وتظهر فيها نسبة كبيرة من الحفريات البطروخية و حبيبات معدن الكالسيت دقيقة التحبب ونسبة من أكاسيد الحديد ، أسفل المستقطبين المتعامدين ، X 64 .

٦-١-٢ فحص الأحجار بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني الماسح

اتضح من الفحص بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM) لعينات الحجر الجيري فقدانها للمادة اللاحمة بين الحبيبات المعدنية مع التأثير الشديد لتبلور الأملاح بين مكونات الأحجار ، مما أدى إلى تفككها وإنفصالها وبالتالي تآكل الأحجار وضعف البنية الداخلية لها ، كما ساهمت الرطوبة في إذابة بعض مكونات البلورات وتشويهها بالإضافة إلى وجود فجوات وفراغات أدت إلى إضعاف تماسك الحبيبات المعدنية للأحجار وإتلافها كما هو واضح من اللوحتين رقمي (١٧) ، (١٨).



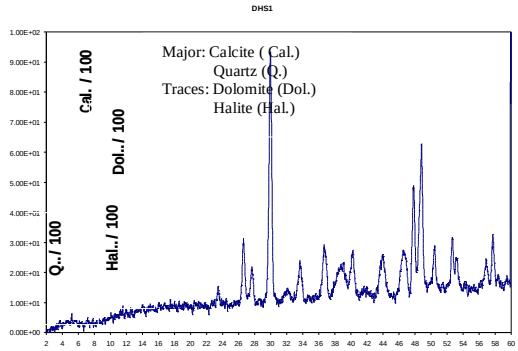
لوحة رقم (١٧) لعينة من أحجار الحوض الجيرية تحت SEM (X 1000) ويظهر بها وجود بعض الفجوات وذوبان بعض المكونات وفقدان للمادة الرابطة ووجود ترسيبات ملحية.



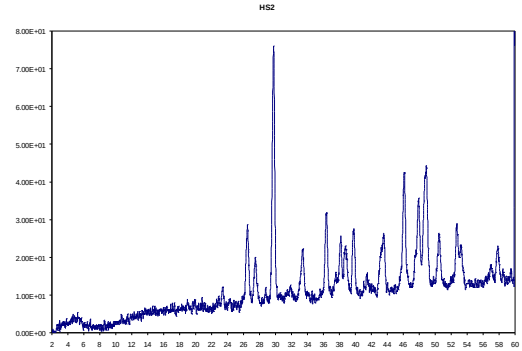
لوحة رقم (١٨) لعينة من أحجار الحوض الجيرية تحت SEM (X 1200) ويظهر بها انتشار الأملاح علي هيئة تجمعات أدت إلي حدوث ضغوط موضعية علي حبيبات الكالسيت، إضافة إلي وجود تآكل وتفتت لبعض الحبيبات مما أدي إلى ضعف بالحجر.

٦-١-٣ الدراسة المعدنية للأحجار بإستخدام حيود الأشعة السينية

أثبتت الدراسة المعدنية لأحجار البناء بإستخدام حيود الأشعة السينية ، أنها تتكون أساسا من معدن الكالسيت المكون الأساسي للحجر الجيري إلي جانب وجود نسبة من معدن الكوارتز ، ونسبة ضئيلة من معدني الدولوميت والهاليت(ملح كلوريد الصوديوم) ، ويوضح الشكلين رقمي (٦) ، (٧) نمطي حيود الآشعة السينية لعينتين من الأحجار الجيرية .



شكل رقم (٦) يوضح نمط حيود الآشعة السينية
لعينة أحجار من الحوض الجاف



شكل رقم (٧) يوضح نمط حيود الآشعة السينية
لعينة أخري من أحجار من الحوض الجاف

٦-١-٤ الخواص الفيزيائية والميكانيكية للأحجار الجيرية في الحوض الجاف

تم قياس الخواص الفيزيائية والميكانيكية للأحجار في الحوض الجاف ، حيث تم قياس الخواص الفيزيائية المتمثلة في الكثافة والمسامية وإمتصاص الماء ، بالإضافة إلي قياس الخواص الميكانيكية المتمثلة في قوة تحمل الضغط وقوة تحمل الشد ، وتعبر النتائج المقاسة سواء للخواص الفيزيائية أو الميكانيكية علي القيم المتوسطة لهذه الخواص نظراً لتعرض الأحجار إلي عوامل تلف وتدهور مختلفة أدت إلي وجود تأثيرات متنوعة من التلف والتدهور للأحجار مما يجعل هذه القيم تختلف وتتباين من عينة إلي أخري طبقاً لمعدلات التلف والتدهور التي تعرضت لها ، والنتائج كاملة لقياس العينات المختبرة موضحة في الجدولين رقمي (١) ، (٢).

جدول رقم (١)يوضح القيم المتوسطة للخواص الفيزيائية للأحجار في الحوض الجاف.

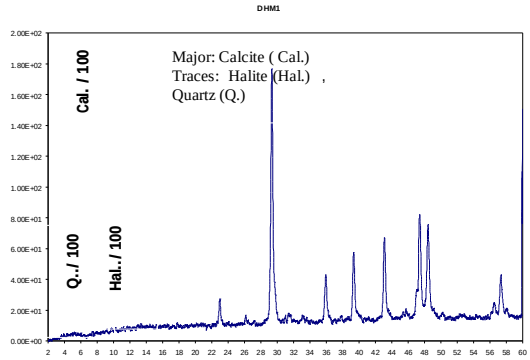
رقم العينة	الكثافة جم / سم٣	المتوسط جم / سم٣	إمتصاص الماء %	المتوسط %	المسامية %	المتوسط %
١	١,٩	٢,٢	١١	١٢,٦	٢٠,٩	٢٣,٩
٢	٢,٢		١٤		٢٥	
٣	١,٩٦		١٢,٨		٢٥,٨	

جدول رقم(٢)يوضح القيم المتوسطة للخواص الميكانيكية للأحجار في الحوض الجاف.

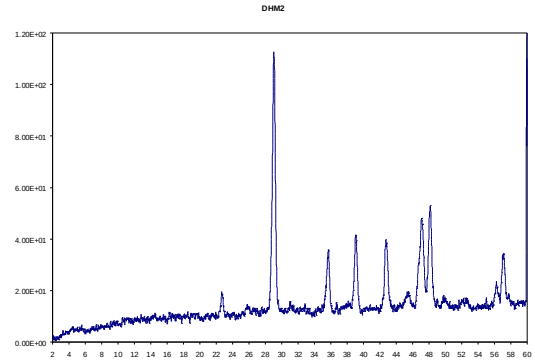
رقم العينة	قوة تحمل الضغط ميجا / باسكال	المتوسط ميجا / باسكال	قوة تحمل الشد ميجا / باسكال	المتوسط ميجا / باسكال
١	١٧	١٧,٢	٢,٤	٢,٥
٢	١٧,٣		٢,٦	
٣	١٧,١		٢,٤	

٦-١-٥ تحليل مونة البناء بواسطة حيود الآشعة السينية

تم إجراء تحليل بواسطة حيود الآشعة السينية (XRD) X- Ray Diffraction للتعرف علي المكونات المعدنية للمونات ، وما بها من مكونات قد تكون أدت إلي تدهور وتلف المونة المستخدمة في عمليات بناء الحوض الجاف، وقد تبين أن المونات تتكون أساسا من معدن الكالسيت المكون الأساسي للمونة الجيرية ، بالإضافة إلي نسبة من معدن الكوارتز المضاف في صورة رمل للمونة ، بالإضافة إلي وجود نسبة من معدن الهاليت وهو عبارة عن ملح كلوريد الصوديوم ، ويوضح الشكلين رقمي (٨) ، (٩) نمطي حيود الآشعة للعينتين اللتين تم تحليلهما.



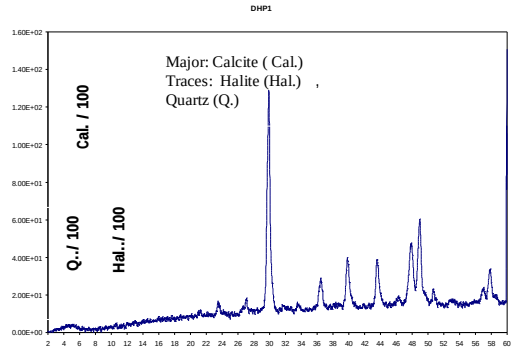
شكل رقم (٨) يوضح نمط حيود الآشعة السينية
لعينة مونة من الحوض الجاف.



شكل رقم (٩) يوضح نمط حيود الآشعة السينية
لعينة مونة أخري من الحوض الجاف

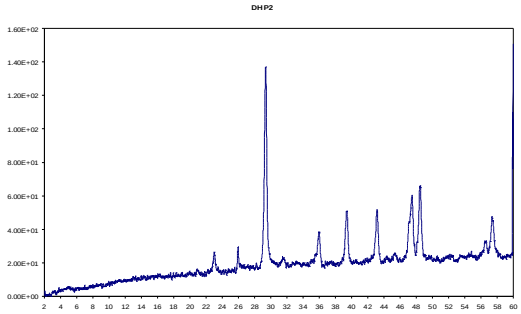
٦-١-٦ تحليل طبقات البياض بواسطة حيود الآشعة السينية

تم إجراء تحليل بواسطة حيود الآشعة السينية (XRD) X- Ray Diffraction للتعرف علي المكونات المعدنية لطبقات البياض ، وما بها من مكونات قد تكون أدت إلي تدهور وتلف طبقات البياض المستخدمة في الحوض الجاف، وقد تبين من التحليل أن طبقة البياض تتكون بشكل أساسي من معدن الكالسيت وهو الممثل لوجود الجير في طبقة البياض ، بالإضافة إلي وجود معدن الكوارتز ، ونسبة ضئيلة من معدن الهاليت الذي يوضح تلف طبقة البياض بتأثير تبلور الأملاح بين مكوناتها ، ويوضح الشكلين رقمي (١٠) ، (١١) نمطي حيود الآشعة للعينتين اللتين تم تحليلهما من طبقات البياض.



Major: Calcite (Cal.)
Traces: Halite (Hal.) ,
Quartz (Q.)
Cal. / 100
Q../ 100
Hal../ 100

شكل رقم (١٠) يوضح نمط حيود الآشعة السينية لعينة من طبقة البياض المستخدمة في الحوض الجاف.



شكل رقم (١١) يوضح نمط حيود الآشعة السينية لعينة أخري من طبقة البياض من الحوض الجاف

٦-١-٧ التحليل الحجمي لطبقه البياض

أحتوت طبقة البياض الداخلي للحوض الجاف والتي من المفروض أنها تكون علي احتكاك مباشر بماء البحر تبعا لوظيفة الحوض في إصلاح السفن علي حمرة وكسر طوب محروق وكسر أحجار بأحجام صغيرة وقد أطلق عليها المعمار المسلم اسم مونة الخافقي وتكون طبيعتها مقاومة لتأثير الماء وقد تم إجراء تحليل حجمي لمكونات هذه المونة عن طريق أخذ عينة وزنها ١٠ جم وإجراء التحليل الحجمي عليها لمعرفة النسب المختلفة لمكوناتها وذلك كما يلي:

وزن العينة الكلي = ١٠جم
وزن المكونات غير الذائبة فى الأحماض = ١.٤٠جم
نسبه المكونات غير الذائبة فى الأحماض = ١٤.٠٠%
التحليل الحجمى للمكونات غير الذائبه في الاحماض

جدول رقم (٣) يوضح التحليل الحجمي للمكونات غير الذائبة في الأحماض لطبقة البياض للحوض الجاف.

حجم الحبيبات (مم)	وزن المحجوز (جم)	نسبة وزن المحجوز بالنسبة لوزن المكونات غير الذائبة فى الأحماض %	نسبة وزن المحجوز بالنسبة للوزن الكلى للعينة %
+١	٠.١٠	٥.٥٦	١.٠
+١/٢	٠.١٢	٦.٦٧	١.٢
+١/٤	٠.٠٨	٤.٤٤	٠.٨
+١/٨	٠.٠٦	٣.٣٣	٠.٦
+١/١٦	٠.٠٤	٢.٢١	٠.٤
-١/١٦	١.٤	٧٧.٧٨	١٤.٠
المجموع	١.٨٠	١٠٠.٠٠	١٨.٠

المكونات الغير ذائبة فى الأحماض عبارة عن كسر طوب أحمر(حمرة) فقط .
ويتضح من التحليل السابق أن نسب مكونات العينة كما يلي:
- نسبة كسر الطوب أحمر (حمرة) بالنسبة للوزن الكلي للعينة= ٢٢.٠%
- نسبة المواد الجيرية بالنسبة للوزن الكلي للعينة = ٧٤.٠ % منها حوالى ٣٠% كسر حجر جيرى صغيرة الحجم.
- نسبة ٤ % من الوزن الكلي للعينة عبارة عن كوارتز وأملاح الهاليت (كلوريد الصوديوم).

٧- مناقشة النتائج

تبين من الدراسة الأثرية والمعمارية التي أجريت للحوض الجاف أن المصريين كانوا متميزين في العلوم البحرية وقد تبين أيضاً من خلال تتبع ماورد من وثائق بشأن عمليات بناء الحوض وما تعرض له خلال الفترات التاريخية المختلفة أنه عاني من مشكلات بسبب تسرب المياه إليه وحاجته إلي إجراء عمليات صيانة مستمرة له أثناء فترات استخدامه وما كان له من أهميه كبيرة في عملية إصلاح وصيانة السفن لحاجه الأسطول البحري لذلك وما كان لهذا الأسطول من أهميه كبري في ذلك الوقت وظل كذلك لفترات طويله حتي أهمل ولم تعد تجري له عمليات صيانة أو عناية وهذا ما يتضح من التلف الشديد الذي أصاب عناصرة المعمارية، وقد أوضحت الملاحظات الحقلية والميدانية للحوض الجاف وجود مظاهر تلف متعددة تشمل تآكل وفقدان في الأحجار والمونات وطبقات البياض ووجود شروخ وتبلور للأملاح وسناج وغيرها ومما لاشك فيه أن وقوع الحوض الجاف علي شاطئ البحر الأبيض المتوسط وذلك يتعلق بوظيفته في إصلاح السفن قد تأثر بحركة مياه البحر والتى تظهر فى ثلاث مظاهر هى التيار البحرى و المد والجذر و الأمواج ، والتيار البحرى يسير من الغرب إلى الشرق بمحاذاة الساحل، مما أدي إلي وصول مياه البحر إلي المكونات المعمارية للحوض ومواد بنائه من خلال قوة إصطدام المياه وكذلك دور المياه في تنشيط التفاعلات الكيميائية المتلفة[٤٥] وكذلك إذابه بعض المكونات القابلة للذوبان من مواد البناء وما تحتويه ايضا مياه البحر من نسبة عالية من الأملاح، [٤٦]من جهة أخري نجد أن الرياح التى تهب من الشمال الغربى معظم أيام السنة من جهة والتى تهب على شكل إعصارى حاملة معها الرمال من الجنوب الغربى خلال فصل الربيع من جهة أخرى، أدت إلى تآكل الأحجار والمونات وطبقات البياض بالحوض الجاف، [٤٧] وتتوقف خطورة الرياح على مدى سرعتها واتجاهها فعندما تهب الرياح تجلب معها حبيبات الرمال ذات الصلابة العالية التى تصطدم بالأسطح الحجرية، وتؤدى إلى تلفها، مما ينتج عنه مظاهر تآكل مختلفة الشكل تعتمد أساساً على عدد الاتجاهات، صلابة الحبيبات العالقة فى الهواء و الرياح لها تأثير مباشر وغير مباشر فى التلف ، فتأثيرها المباشر يتمثل فى قدرة هذه الرياح على حمل كميات كبيرة من الرمال التى تتسبب فى تلف ونحر الحجر أثناء الدوامات والعواصف الرملية وفى هذه الحالة تكون العواصف الرملية الشديدة بمثابة آداه حادة

[45] Rose, W. B. 2005. Water in buildings: an architect's guide to moisture and mold. Wiley, Hoboken, NJ. ISBN 0-471-46850-9, Pp. 82 – 89.

46 Doehne, E. 2002. 'Salt weathering: a selective review'.In: Siegesmund, S., Weiss, T. & Vollbrecht, A. (eds). Natural stone, weathering phenomena, conservation strategies and case studies. Geological Society, London, Special Publications, 205, pp 51–64.

47 Richardson, B. 2001. Defects and deterioration in buildings: a practical guide to the science of material failure. 2nd edn, Taylor & Francis, London. ISBN 0-419-25210-X, Pp.122 – 130.

متحركة تشوه وتتلف الأسطح الحجرية [٤٨] كما أن الرياح تلعب دوراً هاماً فى نقل الغازات الملوثة مثل غاز ثانى أكسيد الكبريت SO_2 وغاز كبرتيد الهيدروجين H_2S وغاز ثانى أكسيد الكربون CO_2 الناتجة من مداخن المصانع وعوادم السيارات حيث تتحول هذه الغازات إلى أحماض فى وجود الرطوبة وتتسبب فى تلف الأحجار والمونات وطبقات البياض [٤٩] ويتضح لنا أن اتجاه هبوب الرياح عندما يكون عموديا على السطح يكون التأكل فى شكل تجاويف دائرية أما عندما يكون اتجاه هبوب الرياح موازيا للأسطح يكون التأكل فى شكل خطوط مستقيمة غائره تشوه الأسطح الحجرية ويؤدى إلى طمس معالمها [٥٠] وقد ساهمت الأمطار التي تسقط علي مدينة الإسكندرية في تلف مواد بناء الحوض الجاف وتآكلها وتلعب مصادر الرطوبة وأهمها الأمطار ومياه التكثف دوراً هاما كمذيب للغازات الملوثة الموجودة فى الهواء والمترسبة على أسطح جدران الحوض [٥١] مثل NOx (أكاسيد النيتروجين)، SO_2(ثانى أكسيد الكبريت) وغيرها يؤدى إلى تكون الأحماض التي تتحد مع مواد بناء الحوض وبالتالى تتكون طبقة سوداء بفعل التلوث الجوى على الأسطح الحجرية وتؤدي إلى تشويه مظهره الخارجى وتحتوى هذه الطبقة السوداء على مكونات مختلفة غالبا منها الجبس وأكاسيد الحديد والمواد الكربونية ونسب ضئيلة من عناصر أخرى مثل الباريوم والنحاس والزنك ، [٥٢] أما الأملاح نجد أنها تتبلور داخل بنية الأحجار و أسفل الطبقة السطحية فتحدث ضغوط موضعية وإجهادات تؤدى إلى تفكك وإنفصال الحبيبات المعدنية المكونة للأحجار والمونات وطبقات البياض فتتآكل [٥٣] وقد أثبتت ذلك نتيجة التحاليل التى أجريت بحيود الأشعة السينية لعينات الأحجار وما بها من أملاح حيث وجدت أملاح الهاليت

48 G. Barone, M.F. La Russa, A. Lo Giudice, P. Mazzoleni, A. Pezzino, The Cathedral of S. Giorgio in Ragusa Ibla (Italy): characterization of construction materials and their chromatic alteration, Environmental Geology 55 (2008), Pp. 499–504.

49 Cole, I. S. (2000). Mechanisms of atmospheric corrosion in tropical environments. ASTM STP 1399. In S. W. Dean, G. Hernandez-Duque Delgadillo & J. B. Bushman (Eds), American Society of Testing and Materials. West Conshohocken,PA,Pp.90-99.

50 Pio CA et al., (1998) Atmospheric aerosol and soiling of external surfaces in an urban environment. Atmos Env. 32, 1979–1989, Pp.60-66.

51 López-Arce, P., Doehne, E., Greenshields, J., Benavente, D. & Young, D. 2008. 'Treatment of rising damp and salt decay: the historic masonry buildings of Adelaide, South Australia'. Materials and Structures, Pp.122-132.

52 Tidblad, J., Mikhailov, A.,& Kucera, V. Acid deposition effects on materials in subtropical and tropical climates. Data compilation and temperate climate comparison. SCI Report 2000:8E, Swedish Corrosion Institute, Stockholm, Sweden. (2000).,Pp. 14 – 19.

53 Charola, A.E. 2000. 'Salts in the deterioration of porous materials: an overview'. Journal of the American Institute for Conservation, Volume 39, No 3. ,Pp. 155 – 158.

(كلوريد الصوديوم NaCl) وهو من الأملاح الهيجروسكوبية Hygroscopic Salt أى له القدرة على إمتصاص الماء بشراهة وكذلك فقدانه بشكل سريع مما يؤدى إلى إذابة ثم تبلور الأملاح ثم الإذابة وإعادة التبلور مرة أخرى فينشأ عن ذلك ضغوط موضعية كما ذكرنا تؤدى إلى تآكل الحجر وتلفه وتفككه[٥٤], وبالتالي التأثير علي خواصه الفيزيائية والميكانيكية والخواص الميكانيكية هي التي تبين مدي تأثر الحجر وتدهوره وهو ما تبين من نتائج قياس الخواص الميكانيكية من حيث إنخفاض كل من قوة تحمل الضغط وقوة تحمل الشد ولتفسير مظاهر التلف والتدهور للحوض الجاف بالدخيلة من خلال ما تم إجراءه من فحوص وتحاليل ومن الدراسة الميدانية للموقع وعوامل التلف المؤثرة عليه نجد أن وقوع الحوض الجاف علي ساحل البحر المتوسط وتعرضه لمياه البحر وما بها من أملاح وكذلك الرياح الشديدة في بعض الأوقات من العام وما تحمله من رمال قد ساهم بشكل كبير في تدهور حالته وتلفه من جهة أخري فقد أوضحت الفحوص التي أجريت للأحجار أنها أحجار جيرية عضوية تحتوية علي الحفريات الأوليتية ذات الشكل المستدير وبنسبة عالية والتي مع تعرضها للظروف المناخية وعوامل التلف المختلفة تعرضت للتلف والتدهور وذوبان بعض مكونات الأحجار وبالتالي فقدان هذه الحفريات لأماكنها والتي جعلت التجاويف والثقوب الغائرة تنتشر في الأحجار وبالتالي فقدانها لتماسكها والتأثير علي خواصها الفيزيائية المتمثلة في الكثافة وإمتصاص الماء والمسامية وكذلك خواصها الميكانيكية المتمثلة في قوة تحمل الضغط وقوة تحمل الشد وهذا ما أوضحه الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح ، أما المونة الرابطة وطبقات البياض الداخلي (الخافقي) فقد كان لأملاح الهاليت دوراً كبيراً في تلفها وتدهورها، من جهة أخري فقد تعرض الحوض الجاف للتلف البشري بسبب عدم وجود حرم له ووجوده مباشرة علي شاطئ البحر مما يجعله عرضه للإحتكاك المباشر من مرتادي الشاطئ ويظهر ذلك واضحاً من انتشار القمامة حوله وكذلك الكتابة (الجرافيتي) علي جدرانه، كما أن هناك بعض عمليات الترميم السابقة له والتي تتضح من استكمال بعض الكتل الحجرية والتي وإن كانت قد حافظت علي بعض اجزائه من الانهيار إلا أنها لم تثبت بشكل سليم في بعض الأجزاء ولم يراعي استخدام مونة جيدة في عمليات التثبيت ولذلك فقد تعرض بعضها للإنفصال مما يستوجب معه إجراء عمليات الترميم اللازمه لعلاج مظاهر التلف المتعددة الموجودة ولحمايته وصيانته والحفاظ عليه مستقبلاً من التلف والتدهور.

[54] Goudie, A. & Viles, H. 1997.Salt weathering hazards.Wiley,Chichester,Pp.44 – 54.

٨- الإستنتاجات وتوصيات العلاج والترميم والصيانة

طبقا لما أسفرت عنه الدراسات الأثرية والمعمارية للحوض الجاف و دراسات الوضع الرهن ورصد مظاهر التلف والتدهور للعناصر الزخرفية المنفذة من الحجر الجيرى ، نجد أن الأثر في حالة سيئة من الحفظ وبحاجة ماسة إلي الترميم و إعادة استكمال الأجزاء المتهدمة. ويقترح عمل حفائر أثرية علمية في منطقة الحوض بهدف الكشف عن أساسات الحوض ومن ثم التعرف علي تقنيات الإنشاء وفتحات تزويد الحوض بالماء وكذا تصريفها. وفي الحقيقة إن هذا الحوض يمثل أثر نادر وهو النموذج الأثري الوحيد الباقي في مصر ولذا يحتاج لوضعه علي الخريطة السياحية لمصر وللإسكندرية والإهتمام به بما يعكس قيمته الأثرية والتاريخية والمعمارية. وفيما يتعلق بعمليات العلاج والترميم والصيانة نجد أن الحوض الجاف يحتاج إلي إجراء عمليات تدعيم وإستكمال بأنواع جيدة من الأحجار الجيرية من حيث الخواص الفيزيائية والكيميائية مع استخدام المونات الجيرية [٥٥] ، كما أن مواد البناء المكونة للحوض الجاف تحتاج إلي إجراء عمليات الترميم الدقيق سواء الأحجار أو المونات أو طبقات البياض والتي تشمل إجراء عمليات التنظيف الميكانيكى والكيميائى باستخدام المواد المناسبة لهذا الغرض وذلك لطبقات الأتربة والإتساخات والعوالق الموجودة على السطح وبالإضافة لذلك إزالة طبقات السناج الكثيفة باستخدام المذيبات العضوية المناسبة [٥٦] وإجراء عملية استخلاص أملاح حيث أتضح أن الملح الموجود هو ملح الهاليت وهو قابل للذوبان فى الماء وهناك نوعين من الكمادات يتم تطبيقها حسب الحالة وهى الكمادات الطينية (كمادات معادن الطفلة) والكمادات الورقية ويفضل استخدام الكمادات الورقية في حالة الحوض الجاف نتيجة لخشونة سطح الأحجار ووجود أجزاء غائرة في أسطح الأحجار قد يكون من الصعب معها استخدام الكمادات الطينية والتي من الممكن أن تشوه السطح وتصعب إزالتها [٥٧] وهناك بعض المواد الحديثة التي تستخدم في حماية الأسطح الأثرية الحجرية و إعطائها خاصية التنظيف الذاتي ومن اشهرها مادة نانو أكسيد التيتانيوم. [٥٨] وتستخدم مركبات النانو المختلفة الأن في أغراض متعددة في تقوية وعزل الأسطح الحجرية ومن أهمها والتي من الممكن إستخدامها مع الأحجار الجيرية التالفة في الحوض الجاف مادة

[55] E. Doehne, C.A. Price, Stone Conservation: An Overview of Current Research ،Getty Publications, Los Angeles, 2010, 71 – 80.

[56] G. Rizzo, L. Ercoli, B. Megna, Effectiveness of preservative treatments on coloured ruditic building stones, Strain 45 (2009), Pp. 424–432.

[57] Trotman, P.,Sanders, C. & Harrison,H.2004. Understanding dampness:effects, causes,diagnosis and remedies. Building Research Establishment,Watford, Pp.35– 42.

[58] E. Quagliarini, F. Bondioli, G. Goffredo, A. Licciulli, P. Munafò, Self-cleaning materials on architectural heritage: compatibility of photo-induced hydrophilicity of TiO_2 coatings on stone surfaces, Journal of Cultural Heritage 13 (2012), Pp. 204–209.

نانو هيدروكسيد الكالسيوم ومادة النانو سيليكا [٥٩] ومن التطبيقات الهامة لمواد النانو ايضاً إستخدام خليط من مواد النانو مع البوليمرات لأغراض تقوية وعزل الأسطح الحجرية مثل استخدام النانو سيليكا مع مركب سيليكات الإيثيل في تقوية أسطح الأثار الحجرية بكفاءه عالية [٦٠] والتخلص من بعض عيوب البوليمرات مثل الشروخ الدقيقة التي تحدث بعد تبلمر مادة سيليكات الإيثيل [٦١] كذلك تستخدم مادة النانو سيليكا مع مواد السيلان والسيلوكسان الطاردة للماء مثل مركب ميثيل تراي – ميثوكسي سيلان لإعطاء خواص فوق طاردة للماء للأسطح الحجرية لحمايتها من تأثير الرطوبة ، [٦٢] كما يستخدم مركب نانو ثاني اكسيد التيتانيوم كذلك لحماية الأسطح الأثرية الحجرية ضد تأثير الكائنات الحية الدقيقة مثل الفطريات والبكتريا [٦٣] ولكن لابد عند إستخدام أي من هذه المواد سابقة الذكر سواء التقليدية أو الحديثة في أي عملية من عمليات العلاج والترميم والصيانة أن تجري عليها الدراسات التجريبية الكافية لإختبار تأثيرها واختيار أفضلها لعمليات العلاج والترميم والصيانة للحوض الجاف.

[59] Ziegenbalg, G., K. Brümmer, and J. Pianski. "Nano-Lime - a New Material for the Consolidation and Conservation of Historic Mortars." pp. 1301-1309 in Proceedings of the 2nd Historic Mortars Conference HMC 2010 and RILEM.

[60] Eun Kyung Kim, et al, Effects of silica nanoparticle and GPTMS addition on TEOS-based stone consolidants, Journal of Cultural Heritage 10 (2009), Pp. 214–221.

[61] Y. Huang, W. Liu, X. Zhou, Silicone / silica nanocomposites as culture-stone pro-tective materials, J. Appl. Polym. Sci. 125 (2012), Pp. 282–291.

[62] Lavinia de Ferri, et al, Study of silica nanoparticles – polysiloxane hydrophobic treatments for stone-based monument protection, Journal of Cultural Heritage 12 (2011), Pp. 356–363.

[63] Nikte Gó mez-Ortíz, et al : Antifungal Coatings Based on Ca (OH)2 Mixed with Zn O / Ti O_2 Nanomaterials for Protection of Limestone Monuments, Applied Material & Interface Jour.,Vol.1, 2013, Pp. 18-32.

٩- قائمة المراجع

العبادى، أحمد مختار ؛ سالم، السيد عبد العزيز. تاريخ البحرية الإسلامية فى مصر والشام، جامعة بيروت العربية، ١٩٧٢م، ص ١٥.
سرهنك، إسماعيل. حقائق الأخبار عن دول البحار، الجزء الثاني، القاهرة: ١٣١٢هـ.، ص ٢٤١
شكري، محمد فؤاد. بناء دولة مصر محمد علي – السياسة الداخلية، القاهرة، ١٩٥٠، ص ٤٨٨.
طوسون، عمر. الجيش المصري البري والبحري في عهد محمد علي باشا، الإسكندرية: مطبعة المستقبل، ط٣ (١٩٣٥م)، ص ١٦.
عبد العليم، أنور. الملاحة وعلوم البحار عند العرب، عالم المعرفة (العدد ١٣)، الكويت، يناير ١٩٧٩م، ص١٩.
عبادة، عبد الفتاح. كتاب سفن الأسطول الإسلامي وأنواعها ومعداتها في الإسلام، القاهرة: مطبعة الهلال، ١٩١٣، ص ٢٠.
فهمي، علي محمود. التنظيم البحري الإسلامي في شرق المتوسط من القرن السابع حتى القرن العاشر الميلادي، ترجمة: قاسم، قاسم عبده، القاهرة، ط١، ١٩٩٧م، ص ٤٢-٤٤.
ماهر، سعاد. البحرية في مصر الإسلامية وآثارها الباقية، القاهرة: دار الكاتب العربي،١٩٦٧م، ص ١٥-١٦.
هريدي، صلاح أحمد. الحرف والصناعات في عهد محمد علي، تقديم: عمر، عبد العزيز عمر، القاهرة: دار المعارف، ١٩٨٥م، ص ١٨٨.
<تحركات الأسطولين المصري والتركي>، مجموعة وثائق مكتبة الإسكندرية، وثيقة رقم ٢١٥٣٣ (الإسكندرية: ١٥-١١-١٨٢٦م)، منشورة في كتاب الوثائق الإيطالية للبحرية المصرية.
<مهندس فرنسي يتولى إدارة الأعمال الخاصة بتشييد حوض إصلاح السفن>، مجموعة وثائق مكتبة الإسكندرية، وثيقة رقم ٢١٧٧٥ (الإسكندرية: ٦ ديسمبر ١٨٣٨م)
<سحب أول سفينة إلى البر في دار صناعة السفن بالإسكندرية لإصلاحها>، مجموعة وثائق مكتبة الإسكندرية، وثيقة رقم ٢١٧٧٨ (الإسكندرية: ٢٦ يناير ١٨٤٠م).
<محمد على باشا يبدي استحسانه لسير الأعمال في حوض إصلاح السفن>، مجموعة وثائق مكتبة الإسكندرية، وثيقة رقم ٢١٩٣٨ (الإسكندرية: ٥ إبريل ١٨٤٢م).
<توقف العمل في حوض إصلاح السفن، ومحمد على باشا يأمر بوضع وإعداد خطة جديدة للسدود في مصر السفلى>، مجموعة وثائق مكتبة الإسكندرية، وثيقة رقم ٢١٩٤١ (الإسكندرية: ٢٦ يونيو ١٨٤٢).
<مشاكل جسيمة من أجل تجفيف المياه في حوض إصلاح السفن>." مجموعة وثائق مكتبة الإسكندرية، وثيقة رقم ٢١٩٤٨ (الإسكندرية: ٦ مارس ١٨٤٣).

‹نزح المياه، واستئناف العمل بأقصى جهد ونشاط في الحوض›." مجموعة وثائق مكتبة الإسكندرية، وثيقة رقم ٢١٩٤٩ (الإسكندرية: ٦ أبريل ١٨٤٣).
‹ظهور مصدر آخر للمياه في المنتصف وإغلاقه بعد عناء›." مجموعة وثائق مكتبة الإسكندرية، وثيقة رقم ٢١٩٦٣ (الإسكندرية: ٢٦ مايو ١٨٤٣).
‹مصادر ومنابع جديدة للمياه تعوق عملية إتمام العمل في الحوض›، مجموعة وثائق مكتبة الإسكندرية، وثيقة رقم ٢١٩٦٤ (الإسكندرية: ٢٦ يوليو ١٨٤٣).
Athenaeus of Naucratis, *The deipnosophists or Banquet of the learned of Athenæus*, translated by: Yonge, C.D., 3 volumes, London: Henry G. Bohn, vol. I, p.325 .

Charola, A.E. 2000. 'Salts in the deterioration of porous materials: an overview'. Journal of the American Institute for Conservation, Volume 39, No 3. , Pp. 155 – 158.

Cole, I. S. (2000). Mechanisms of atmospheric corrosion in tropical environments. ASTM STP 1399. In S. W. Dean, G. Hernandez-Duque Delgadillo & J. B. Bushman (Eds), American Society of Testing and Materials. West Conshohocken, PA, Pp.90-99.

Doehne, E. 2002. 'Salt weathering: a selective review'.In: Siegesmund, S., Weiss, T. & Vollbrecht, A. (eds). Natural stone, weathering phenomena, conservation strategies and case studies. Geological Society, London, Special Publications, 205, pp 51–64.

E. Doehne, C.A. Price, Stone Conservation: An Overview of Current Research ،Getty Publications, Los Angeles, 2010, 71 – 80.

E. Quagliarini, F. Bondioli, G. Goffredo, A. Licciulli, P. Munafò, Self-cleaning materials on architectural heritage: compatibility of photo-induced hydrophilicity of TiO_2 coatings on stone surfaces, Journal of Cultural Heritage 13 (2012), Pp. 204–209.

Eun Kyung Kim, et al, Effects of silica nanoparticle and GPTMS addition on TEOS-based stone consolidants, Journal of Cultural Heritage 10 (2009), Pp. 214–221.

G. Barone, M.F. La Russa, A. Lo Giudice, P. Mazzoleni, A. Pezzino, The Cathedral of S. Giorgio in Ragusa Ibla (Italy): characterization of construction materials and their chromatic alteration, Environmental Geology 55 (2008), Pp. 499–504.

Goudie, A. & Viles, H. 1997. Salt weathering hazards. Wiley, Chichester, Pp. 44 – 54.

G. Rizzo, L. Ercoli, B. Megna, Effectiveness of preservative treatments on coloured ruditic building stones, Strain 45 (2009), Pp. 424–432.

http://www.britannica.com/EBchecked/topic/172248/dry-dock; "Dry-dock", an article in *Encyclopaedia Britannica*,15 July, 2013.

López-Arce, P., Doehne, E., Greenshields, J., Benavente, D. & Young, D. 2008. 'Treatment of rising damp and salt decay: the historic masonry buildings of Adelaide, South Australia'. Materials and Structures, Pp.122-132.

Lavinia de Ferri, et al, Study of silica nanoparticles – polysiloxane hydrophobic treatments for stone-based monument protection, Journal of Cultural Heritage 12 (2011), Pp. 356–363.

Nikte Gó mez-Ortíz, et al : Antifungal Coatings Based on Ca (OH)2 Mixed with Zn O / Ti O_2 Nanomaterials for Protection of Limestone Monuments, Applied Material & Interface Jour.,Vol.1, 2013, Pp. 18-32.

Pio CA et al., (1998) Atmospheric aerosol and soiling of external surfaces in an urban environment. Atmos Env. 32, 1979–1989, Pp.60-66.

Rose, W. B. 2005. Water in buildings: an architect's guide to moisture and mold. Wiley, Hoboken, NJ. ISBN 0-471-46850-9, Pp. 82 – 89.

Richardson, B. 2001. Defects and deterioration in buildings: a practical guide to the science of material failure. 2nd edn, Taylor & Francis, London. ISBN 0-419-25210-X, Pp.122 – 130.

Tidblad, J., Mikhailov, A.,& Kucera, V. Acid deposition effects on materials in subtropical and tropical climates. Data compilation and temperate climate comparison. SCI Report 2000:8E, Swedish Corrosion Institute, Stockholm, Sweden. (2000).,Pp. 14 – 19.

Trotman, P., Sanders, C. & Harrison, H. 2004. Understanding dampness: effects, causes, diagnosis and remedies. Building Research Establishment, Watford, Pp. 35 – 42.

Y. Huang, W. Liu, X. Zhou, Silicone / silica nanocomposites as culture-stone pro-tective materials, J. Appl. Polym. Sci. 125 (2012), Pp. 282–291.

Ziegenbalg, G., K. Brümmer, and J. Pianski. "Nano-Lime - a New Material for the Consolidation and Conservation of Historic Mortars." pp. 1301-1309 in Proceedings of the 2nd Historic Mortars Conference HMC 2010 and RILEM.