Received at: 2025-02-01 **Accepted at:** 2025-05-19 **Available online:** 2025-05-21

رصد تأثير التغييرات المناخية على أديرة وادي النطرون: دراسة حالة لدير القديس أنبا مقار

Monitoring the impact of climate change on the monasteries of Wadi El Natrun: A case study of the Monastery of St. Macarius

راندا وجدى نصر (مصر)
أستاذ مساعد بكلية السياحة والفنادق
جامعة الفيوم
Randa Wagdy Nasr
(Egypt)
associate professor, Faculty of Tourism and Hotels, Fayoum University
rwn00@fayoum.edu.eg

سوتى بسخيرون (مصر)
مدرس بكلية الاثار جامعة الفيوم
Souty Beskhyroun
(Egypt)
Lecturer at the Faculty of Archaeology, Fayoum University
san11@fayoum.edu.eg

مكارى المقارى (مصر)
باحث ماجستير بدير الأنبا مقار وادى النطرون
Makari Al-Maqari
(Egypt)
MA researcher at the Monastery of Anba Makar, Wadi El Natrun
makarymki@gmail.com

الملخص:

تواجه المباني التاريخية والأثرية تهديدًا كبيرًا بسبب التغيرات المناخية، ما يهدد استدامتها وبقاءها. يبحث هذا البحث في تأثيرات هذه التغيرات على منطقة وادي النطرون، وخاصة الأديرة التاريخية هناك، من خلال دراسة مظاهر التغيرات المناخية مثل ارتفاع درجات الحرارة، الرطوبة، الأمطار الغزيرة، الفيضانات والرياح، يركز البحث على الأضرار الناتجة عن هذه التغيرات، مثل تصدعات المباني، انهيارها، وتساقط طبقات التكسية، مثل ما حدث في سيول عام ٢٠١٥م بأديرة وادي النطرون.

اتبعت الدراسة المنهجية التاريخية لرصد تغيرات المناخ بالمنطقة، إضافة إلى المنهج الوصفي لتقييم حالة المباني الحالية، تبين أن دير القديس أنبا مقار هو الأكثر تضررًا، ما تطلب إجراء تحاليل وفحوصات للتربة ومواد البناء. أثبتت النتائج أن التربة رملية قليلة المعادن الطينية، ما يجعلها عرضة لتأثيرات الأمطار الغزيرة، كما رصدت التحاليل تحولات كيميائية بمادة البناء ووجود أملاح الهالايت بطبقات التكسية الخارجية، ما أدى لظهور شروخ وفقد جزئي بها، الأمر الذي يستدعي اقتراح حلول مستقبلية لحماية هذه المباني التاريخية.

الكلمات الدالة: التغيرات المناخية، وادي النطرون، الصيانة، التنمية المستدامة.

Abstract:

Historical and archaeological buildings face significant threats due to climate change, endangering their sustainability and preservation. This research explores the impacts of climate changes on the Wadi El-Natrun region, particularly focusing on the historic monasteries there, by studying the manifestations of these changes—like increased temperatures, humidity, heavy rainfall, floods, and winds. The research highlights the resulting damages, such as deep cracks, structural collapses, and detachment of external finishing layers, as seen during the 2015 floods in the monasteries of Wadi El-Natrun.

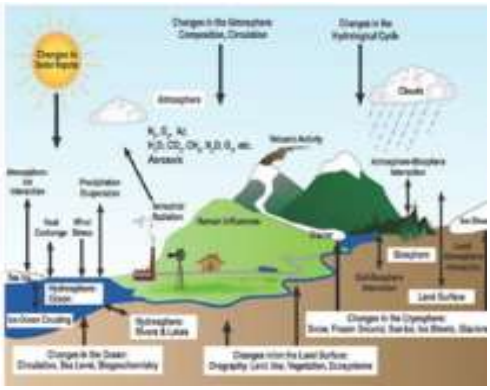
The study relied on the historical methodology to track climate changes in the area, and the descriptive methodology to assess the current condition of the buildings, It was found that the Monastery of St. Anba Macarius was the most affected, prompting detailed studies of the damage caused by environmental changes. Soil and construction material analyses revealed that the sandy soil has low clay mineral content, making it more vulnerable to heavy rain, The analyses also showed chemical changes in the original building material, along with the presence of halite salts in the external finishing layer, causing cracks and partial loss. This necessitates proposing future solutions to protect these historical buildings from climate change effects.

Keywords: Climate change, Wadi El-Natrun, conservation, sustainable development.

DOI: 10.21608/cguaa.2025.353229.1254

المقدمة:

شهدت العقود الأخيرة حدوث تغيرات مناخية مستمرة ومفاجئة كان لها تأثير كبير ليس على الطبيعة والنظم البيئية فحسب، بل امتدت لتشكل تهديدًا للمواقع التراثية والأثرية سواء الثابتة أو المنقولة وبقائها كإرث حضاري عالمي[١] مما يستدعى أن تكون هناك استراتيجيات لمواجهة تأثيرات التغيرات المناخية على المواقع الأثرية.



(شكل ١) تخطيط لمكونات نظام المناخ العالمي وتفاعلاته

STOCK, CH.A., ALEXANDER, M.A., BOND, N.A., WERNER, F.E, «On the use IPCC- class models to assess the impact of climate on living marine resources», *Progress in oceanography* 88, №.1-4, DOI; https://doi.org/10.1016/j.pocean.2010.09.001/

لقد بدأت تداعيات التغيرات المناخية في الظهور محليًا وعالميًا نتيجة الخلل الذي أحدثه النشاط البشرى في التوازن البيئي من استغلال وتدمير للموارد الطبيعية والاستخدام المفرط للوقود وإزالة الغابات والذى أدى بدوره إلى زيادة النسب المئوية لغازات الاحتباس الحراري بشكل كبير، والذى أدى في المقابل إلى ارتفاع شديد في درجات الحرارة[٢] ومستويات الرطوبة وشدة الرياح وزيادة هطول الأمطار مما يعرض بعض المناطق ومنها دلتا النيل في مصر لخطر الغرق[٣]، وحيث إن المواقع التراثية والأثرية تظل دائما خاضعة إلى التفاعلات مع البيئة المحيطة بها والتي غالبًا ما يُشار إليها بعمليات التجوية (شكل ١) فإن ذلك يؤدى إلى تفاقم التغيرات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية في بنية وتكوين المواد الأثرية المتأثرة[٤].

ومما لاشك فيه أن حماية المواقع الأثرية والحفاظ عليها أمر بالغ الأهمية ليس فقط لقيمتها التاريخية والثقافية ولكن أيضًا باعتبارها مناطق جذب سياحي ومن أهم مصادر الدخل القومي؛ وفي هذا الإطار فإن دراسة المناخ والتعرف على خصائصه ودراسة تأثيراته على المواقع والمباني الأثرية يعد من الدراسات المهمة لإيجاد الحلول

[1] EL-GABBAS, A., BAHA EL DIN, Sh., ZALAT, S.& GILBERT, F., «Conserving Egypt's reptiles under climate change», *Journal of Arid Environments* 127, 2016, 211-221, DOI; https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2015.12.007

[2] KHATER, M., ZOAIR, N.& FAIK, M.,«Climate change and Egyptian Heritage; Vulnerability and adoption strategies (A case study on the catatombs of Kom El Shouquafa, Alexandria, Egypt)», *Egyptian Journal of Archaeological and restoration studies*24, №2, 2024, 207-216, DOI; 10.21608/ejars.2024.396687

[٣] محمد، صبحي، "دور الصيانة الوقائية في حماية المباني التراثية وذات القيمة من مخاطر التغير المناخي"، *المجلة الدولية للدراسات متعددة التخصصات في العمارة والتراث الثقافي*، مج.٦، ع.١، ٢٠٢٣ م، ١١٧-١٥٢.

DOI:10.21608/ijmsac.2023.159509.1002

[4] SESANA, E., GAGNON, A.S., CIANTELLI, Ch., CASSAR, J. & HUGHES, J.J.« Climate change impacts on cultural heritage; A literature review», *Wiley Interdisciplinary Reviews: WIREs Climate Change,* Vol. 12(4), 2021, 1-29, DOI; https://doi.org/10.1002/wcc.710

المناسبة للحفاظ علي هذه المواقع والمباني وإدارتها بصورة علمية[٥]؛ وذلك في إطار تلبية أهداف السياحة المستدامة والتي تعني تطوير الأنشطة السياحية بطريقة تُلبِّي احتياجات السياح والمجتمعات المضيفة، مع حماية وتعزيز الفرص للمستقبل، وترتكز على ثلاث ركائز رئيسية وهى الحفاظ على البيئة، ودعم المجتمعات المحلية، وتحقيق التنمية الاقتصادية دون الإضرار بالمصادر الطبيعية.

فالتغيرات المناخية تؤثر على المواقع التراثية بطرق مباشرة وغير مباشرة، مما يؤدى إلى التأثير على قدرة الدول في تحقيق سياحة مستدامة قائمة على الحفاظ على التراث الثقافي والطبيعي؛ ومن أبرز أوجه الضرر الناتج عن التغيرات المناخية هي تراجع أعداد السائحين بسبب فقدان جاذبية المواقع المتضررة أو إغلاقها لأغراض الترميم المعماري، وارتفاع تكلفة الترميم والصيانة، مما يُشكِّل عبئًا على ميزانيات الدول النامية، فضلًا عن الإضرار بسمعة المقاصد السياحية نتيجة التغطية الإعلامية السلبية أو تحذيرات السفر، مما يشكل ضغوطًا على المجتمعات المحلية التي تعتمد على هذه المواقع كمصدر من مصادر الدخل الرئيسية[٦].

١.١. التغيرات المناخية وتأثيرها على المباني الأثرية:

تلعب التغيرات المستمرة في معدلات الرطوبة دورًا مهمًا في تلف المباني الأثرية، حيث إن تجمعها على الأسطح الخارجية، وتسربها إلى المسام الداخلية للأحجار تتسبب في إذابة المواد الرابطة بين الحبيبات في طبقات التكسية والمونة والمواد الملونة، ومع ارتفاع درجات الحرارة تنزح هذه المياه إلى سطح الحجر حاملة معها الأملاح التي تتبلور بدورها على الأسطح، وبتكرار هذه العملية تنتج ضغوطًا شديدة على الطبقات السطحية مؤدية في النهاية إلى تساقطها [٧].

أما فيما يخص زيادة هطول الأمطار الموسمية فتعد من أهم التغيرات التي تؤدى إلى حدوث تلف لكلٍّ من العناصر الإنشائية والمعمارية، حيث إن تسرب مياه الأمطار بشكل مباشر داخل مواد البناء من خلال تساقطها مباشرة على أسطح الجدران أو بشكل غير مباشر من خلال تسربها من الأسقف أو الشروخ يؤدى إلى إذابة الأملاح وتبلورها بعد البخر، بالإضافة إلى قدرتها على تفكيك وإذابة مواد البناء، كما تعمل مياه الأمطار أيضا على إذابة الغازات الجوية وعند سقوطها على أسطح المباني تكون في صورة أمطار حمضية تتسبب في حدوث أضرار كثيرة للمباني الأثرية علاوة على إزالة النقوش الملونة المستخدمة في زخرفة الجدران. وتتفاقم التأثيرات السلبية للأمطار عندما تزداد وتصل إلى حد الفيضان مما قد يتسبب في تحريك

---

[5] DE SILVA, M.& HENDERSON, J., «Sustainability in conservation practice», *Journal of Institute of Conservation34*, №.1, 2011, 5-15, DOI: https://doi.org/10.1080/19455224.2011.566013

[٦] عبد القادر، فؤاد، "السياحة المستدامة في الوطن العربي في ظل التغيرات المناخية"، *المجلة العربية للبيئة والتنمية*، ع. ٢٨، ٢٠٢١م، ٦٣.

[٧] عبد الهادي، محمد، *دراسة علمية في ترميم وصيانة الأثار غير العضوية*، القاهرة: زهراء الشرق، د.ت،٩٢.

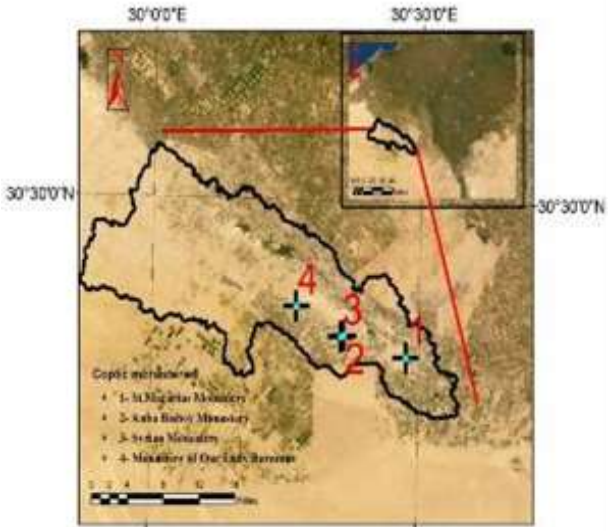
DOI: 10.21608/cguaa.2025.353229.1254

أساسات المباني الأثرية[٨] وخاصة إذا كانت التربة بها نسبة من المعادن الطينية؛ وذلك لأنه عند امتصاصها للمياه يحدث لها انتفاش مما يُشكل ضغطًا على أساسات المبنى، ومع تكرار حدوث الانتفاخ والانكماش للتربة يكون المبنى في حالة من عدم الاستقرار مما يُحدِث هبوطًا وشروخًا عميقةً ونشطةً بالجدران [٩].

وتعد الرياح والعواصف من الأسباب الرئيسية في عملية نحر وهدم المباني الأثرية وخاصة عندما تحمل أثناء مرورها على سطح الأرض حبيبات الرمال ذات الصلابة العالية التي تشوه وتتلف الأسطح الحجرية بالإضافة الى التأثير الكيميائي للرياح ودورها في نقل غازات التلوث الجوي حيث تتحول هذه الغازات إلى أحماض في وجود الرطوبة[١٠] والتي تقوم بدورها بمهاجمة هذه الأسطح مسببة تأكلها وضعف بنيتها[١١].

٢.١. موقع منطقة وادي النطرون:

تقع منطقة وادي النطرون غرب الدلتا حيث تُعد امتدادا طبيعيًّا لدلتا النيل، ويقع منخفض وادي النطرون على الهامش الصحراوي الغربي للدلتا بين خطى طول ″٣١ ″٨٠ °٢٩ شرقا و″٨٠ ″٣٠ °٣٠ شرقا وبين دائرتي عرض ″٠٠ ″٠٠ °٣٠ و″٠٠ ″٥٠ °٣٠ شمالا تقريبا في منتصف الطريق بين القاهرة والإسكندرية[١٢]، على بعد ١١٠كم شمال غرب القاهرة، و١٠٠ كيلو متر من الإسكندرية.



(شكل٢) يوضح مواقع أديرة وادي النطرون
ABO EL-KHEAR, , «Risk Assessment ..», 27

يبلغ عمق قاع المنخفض ٣٨ مترًا تحت مستوى سطح مياه فرع رشيد و٢٣-٢٤مترًا تحت مستوى سطح البحر[١٣]، وتبلغ مساحة المنطقة التي توجد بها الأديرة حوالي ١١٢٤ كيلو متر^2 أي ما يعادل حوالي ٢٦٧٦١٩ فدانًا، ويوجد في منطقة وادي النطرون أربعة أديرة

---

[٨] أحمد، محمد وآخرون، "عوامل ومظاهر التلف المؤثرة على التماثيل الحجرية"، *المجلة الدولية للدراسات المتعددة التخصصات في العمارة والتراث الثقافي*، مج.٤، ع.٢، ٢٠٢١م، ٤١-٦٤.

[9] SESANA, E., GAGNON, A.S., CIANTELLI, Ch., CASSAR, J. & HUGHES, J.J.« Climate change impacts on cultural heritage; A literature review», 2021, 1-29.

[١٠] عبد الهادي، *دراسة علمية في ترميم وصيانة الأثار غير العضوية*، ٩٢.

[١١] الجوهري، محمد، *المؤثرات البيئية على المواقع والمباني الأثرية*، جامعة سوهاج، ٢٠١٨م ، ٢٢-٢٣.
https://staffsites.sohag-univ.edu.eg/uploads/500, accessed on /12/ 2024

[12] ABO EL-KHEAR, MOSTAFA, «Risk Assessment Study for the Climate Change Impacts and Its Related Hydrological Extreme Events in Wadi El-Natrun», *Master thesis*, Civil Engineering Department, Banha University, 2019, 27

[١٣] متولي، منال، "التغييرات البيئية بمنخفض وادي النطرون: دراسة جغرافية تطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد"، *رسالة ماجستير*، كلية الآداب قسم الجغرافيا/ جامعة بنها، ٢٠٠٨ م ، ١.

وهي: دير القديس الأنبا مقار عند خط طول ٣٠.٤٧٦٤٣ وخط عرض ٣٠,٢٩١٣٩، ودير الأنبا بيشوي عند خط طول ٣٠,٣١٩٠٨ وخط عرض ٣٠,٣١٩٧٥، ودير السيدة العذراء مريم (السريان) عند خط طول ٣٠,٣٥٤٨١ وخط عرض٣٠,٣١٩٧١، ودير البراموس عند خط طول ٣٠,٢٧٠٦٩ وخط عرض ٣٠,٣٥٧٢٢ [١٤](شكل ٢).

٣.١. الأهمية الدينية لمنطقة وادي النطرون:

اشتهرت منطقة وادي النطرون بأديرتها ورهبانها منذ القرن الرابع الميلادي، حيث يُذكَر أنه كان بوادي النطرون خمسون ديرًا يقطن بها خمسة آلاف راهب، وقد سكن الرهبان في الصحراء المحيطة بوادي النطرون وقد أطلق على هذه الصحراء صحراء القلايات، وقد اكتسبت هذه المنطقة مكانة بارزة في مصر طوال العصر المسيحي المبكر [١٥]، ومن أشهر الرهبان الذين سكنوا صحراء وادي النطرون الأنبا مقار الكبير وهو واحد من الثلاثة مقارات المعروفين (مكاريوس السكندري مؤسس منطقة القلايات، ومكاريوس أسقف إدكو أو إدكاو وهى مدينة قاو حاليًا بجوار أسيوط، ومكاريوس الكبير مؤسس دير الأنبا مقار).

تمثل أديرة وادي النطرون مكانة استثنائية في الرهبنة المسيحية تمتد إلى ١٧ قرنًا؛ وذلك لوجود كنوز التاريخ المسيحي في داخل هذه الأديرة والتي انخفض عددها من عشرًا إلى أربعة أديرة وهي دير الأنبا مقار الكبير، دير الأنبا بيشوي، دير البراموس، ودير السريان[١٦].

٤.١. الظروف المناخية لمنطقة وادي النطرون:

١.٤.١. التغيرات في درجات الحرارة ومستويات الرطوبة:

تتراوح درجات الحرارة في منطقة وادي النطرون داخل المباني ما بين ١٢.٤ °درجة حرارة مئوية في يناير و٢٨.٣ °درجة حرارة مئوية في أغسطس[١٧] هذا بالإضافة إلى التغيرات في مستوى الرطوبة النسبية في منطقة وادي النطرون والتي تتراوح ما بين ٥٠.٠٠% في شهر مايو و ٦٤.٠٠ % في شهر نوفمبر [١٨] (جدول ١) مما يوضح أن التغييرات الحادثة في درجات الحرارة والرطوبة النسبية متفاوتة نسبيًا مما يعرض المباني الأثرية في وادي النطرون إلى تغيرات كبيرة في معدلات التمدد والانكماش لمواد البناء، مما يؤدى

---

14 ABO EL-KHEAR, «Risk Assessment Study for the Climate Change Impacts and Its Related Hydrological Extreme Events in Wadi El-Natrun», 28.

15 ABUALYAZED, J.M., «Assessment of potential inscription of Wadi El-Natruon monasteries in world heritage list and the possibilities of development its religious and heritage tourism», *Dirasat: Human and Social Sciences*, Vol. 50, №.2, 2023, 218–235. DOI: https://doi.org/10.35516/hum.v50i2.4932/

١٦ الصاوي، جيهان، " السياحة الدينية لأديرة وادي النطرون : دراسة في جغرافية السياحة"، *المجلة الجغرافية العربية*، مج.٤٨، ع.٢، ٢٠١٧م، ١٤٣-١٨٤.

١٧ هذا في داخل المباني أما خارجها فتكون درجات الحرارة أعلى كثرًا وتصل حتى ٤٥ درجة في فصول الصيف.

١٨ عبد الستار، ريهام، "طريق وادي النطرون–العلمين ودوره في التنمية المستدامة: دراسة في جغرافية النقل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية"، *مجلة كلية الأداب*، جامعة بورسعيد، مج.٢٩،ع.٢٩، ٢٠٢٤م،٦٢-١٢٣.

DOI: 10.21608/cguaa.2025.353229.1254

إلى حدوث الشروخ والتصدعات لأحجار المباني الأثرية وتبلور الأملاح بين مسام مواد البناء الحجرية وتزهرها على السطح[١٩] علاوة على حدوث فقد في المونة الرابطة بين الكتل الحجرية.

٢.٤.١. الرياح والأمطار:

تعد الرياح من الأسباب الرئيسة في عمليات النحر والهدم للمباني الأثرية وخاصة المباني ذات الأحجار الرسوبية[٢٠]، ويبلغ متوسط سرعة الرياح في منطقة وادي النطرون ٩.٥ كم/ساعة وتشتد سرعة الرياح في فبراير ومارس أي في شهور الشتاء والربيع لتصل إلى ١١ كم/ ساعة وغالبًا ما يكون اتجاه الرياح شمالي غربي في فصلي الشتاء والصيف، أما في فصل الربيع فتكون من الجنوب الغربي وتكون جافة ومحملة بالأتربة[٢١] (جدول ١).

فيما يخص الأمطار، فإن أقصى كمية أمطار في منطقة وادي النطرون تم تسجيلها في شهر مارس، حيث بلغت ٩.٧ ملم، بينما أقل كمية من الأمطار تم تسجيلها في شهر أكتوبر حيث بلغت ٣.١ ملم، وانعدمت في أشهر الصيف[٢٠]. وبالرغم من التفاوت الكبير في كمية الأمطار التي تم تسجيلها خلال أشهر السنة إلا أن تركيز كميات كبيرة من الأمطار خلال فترات زمنية قصيرة يشكل أحد المخاطر الطبيعية للفيضانات والتي تم تسجيلها بشكل متكرر في الصحاري المصرية كما حدث في نوفمبر ٢٠١٥م (لوحة ١) حيث حدثت عاصفة مطرية شديدة أدت إلى تغطية معظم منطقة دلتا النيل وامتدت إلى وادي النطرون، مما أسفر عن حدوث أضرار جسيمة طالت المباني الأثرية للأديرة محل الدراسة بسبب زيادة انحدار السطح وانخفاض معدل التسرب المائي بمنطقة وادي النطرون.

(جدول ١) يوضح المعدلات الشهرية للتغيرات المناخية لمنطقة وادي النطرون من (١٩٩٦-٢٠٢٢)

العناصر / الشهر	التغيرات في درجات الحرارة (درجة مئوية)	التغيرات في مستويات الرطوبة النسبية (%)	سرعة الرياح (كم\ ساعة)	الأمطار (ملم)
يناير	12.4	66	10.8	7.7
فبراير	13.3	63	11	7.3
مارس	15.8	59	11	9.7
إبريل	19.4	53	10.6	9.1

[19] MOUSSA, A., KANTIRANIS, N., VOUDOURIS, K.S., STRATIS, J.A., ALI, M.F.& CHRISTARAS, V. «Diagnosis of weathered Coptic wall paintings in the wadi El-Natrun region», *Journal of Cultural Heritage*, Vol. 10, 2009, 152-157. DOI: 10.1016/j.culher.2008.09.005.

[20] ABUALYAZED, «Assessment of potential inscription of Wadi El-Natruon monasteries in world heritage list and the possibilities of development its religious and heritage tourism»,218–235.

مايو	23.6	50	10.6	0
يونيو	26.5	52	9.2	0
يوليو	28	55	8.6	0
أغسطس	28.3	57	8.1	0
سبتمبر	26.4	58	8.4	0
أكتوبر	23	61	8.2	3.1
نوفمبر	18.6	64	8.6	7.5
ديسمبر	14.2	66	10.2	5.6

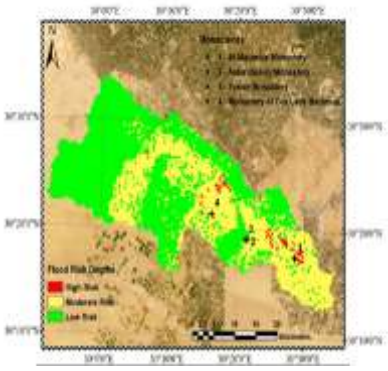
عبد الستار،" طريق وادي النطرون–العلمين ودوره في التنمية المستدامة..."، ٦٢–١٢٣.

(لوحة ١) توضح إرتفاع مستويات مياه فيضان ٢٠١٥م فى المبانى الآثرية لأديرة وادى النطرون
https://english.ahram.org.eg/News/162819.aspx/ accessed on 10/1/2025

ومن خلال الدراسات التحليلية التي أجراها أبو الخير لتحليل خطر الفيضانات في منطقة وادي النطرون تم تصنيفها إلى منطقة ذات مخاطر عالية وهى تلك المنطقة التي تبلغ مساحتها ١٤.٤٥ كم²، أي ما يعادل حوالي ١.٢٨٪ من إجمالي مساحة المنطقة، ومنطقة ذات مخاطر متوسطة وتغطي حوالي ٥٣٩.٥٤ كم²، أي ما يعادل حوالي ٤٨٪ من إجمالي المنطقة، ومنطقة ذات مخاطر منخفضة وتمثل أكبر مساحة حيث تبلغ ٥٧٠ كم²، أي ما يعادل حوالي ٥٠.٧٢٪ من إجمالي مساحة المنطقة[٢١] (شكل ٣) إذن فإن جميع الأديرة في منطقة وادي النطرون مثل دير الأنبا بيشوي، دير السريان، ودير السيدة العذراء البراموس تقع في منطقة ذات المخاطر المتوسطة في حين أن دير القديس الأنبا مقار يقع في المنطقة ذات المخاطر العالية.

[21] ABO EL-KHEAR, « Risk Assessment Study for the Climate Change Impacts and Its Related Hydrological Extreme Events in Wadi El-Natrun», 66.

DOI: 10.21608/cguaa.2025.353229.1254

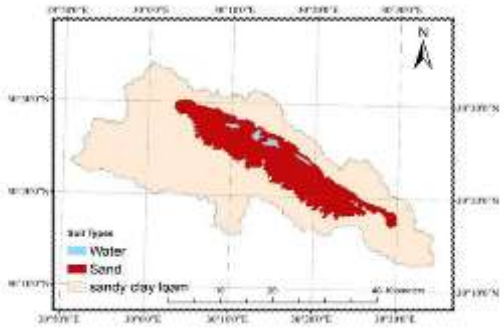


(شكل٣) خريطة توضح تحليل مخاطر الفيضانات على أديرة وادى النطرون

ABO EL-KHEAR, « Risk Assessment ..», 66

٥.١.الخصائص الجيولوجية لمنطقة وادي النطرون:

يغطي سطح منخفض وادي النطرون رواسب ترجع إلى العصر الجيولوجي بعصريه البليستوسين والحديث، وتعد هذه التكوينات من التكوينات المهمة الحاملة للمياة وتنتشر هذه الرواسب في جوانب المنخفض بالإضافة إلى إنها تغطى قاعه، وتتمثل أبرز رواسب الزمن الرابع في رواسب الأودية، الرواسب الرملية، الحصى، الرواسب النيلية القديمة، رواسب السبخات، القشرة الجيرية، ورواسب قيعان البحيرات [٢٢].



(شكل ٤) يوضح أنواع التربة في منطقة وادي النطرون

ABO EL-KHEAR, « Risk Assessment», 66.

ويتضح من الدراسات السابقة أن نسيج التربة في منطقة وادي النطرون رملي مع وجود نسبة منخفضة جدا من الطين والطمي، حيث تتراوح نسبة الرمل ما بين ٩٠.٧١ و٩٨.٥٢%، وأن نسبة الحصى في التربة السطحية تعتبر مرتفعة نسبيًّا حيث تبلغ نسبة الحصى حوالي ٣٤% (شكل٤)، كما تتراوح درجة حموضة التربة من ٨.٢ إلى ٨.٩، وتتراوح نسبة المحتويات العضوية في التربة من٠.٣ –٠.٨ %، ويتراوح محتوى كربونات الكالسيوم في التربة من ٩ إلى ١٧%. علاوة على ذلك فإن المنخفض يمثل سمة أرضية مميزة حيث يظهر سمات مورفولوجية مختلفة تعكس كلا من البيئتين الجيولوجية والطبوغرافية المحلية، حيث يتألف قاع المنخفض من مستنقعات وكثبان رملية فضلًا عن البحيرات المالحة الحالية والتي تمتد من الجنوب إلى الشمال [٢٣].

٢.مشكلة الدراسة:

إن التغيرات المناخية التي حدثت في مصر في العقد الماضي من ارتفاع درجات الحرارة وازدياد معدل الفيضانات خاصة في منطقة الدلتا أدت إلى حدوث تأثيرات سلبية على منطقة وادي النطرون بصفة عامة

[22] ISMAIL M. M., ABDEL GAFFAR, M.K. & AZZAM, M.A. «Geomorphological units and landcover map of Wadi El-Natrun area using remote sensing and GIS techniques, Western Desert, Egypt», *Fayoum journal of agriculture research and development*, Vol. 23 (2), 2009, 81-93. DOI: 10.21608/fjard.2009.197063

[٢٣] متولي، "التغييرات البيئية بمنخفض وادي النطرون: دراسة جغرافية تطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد"، ٤٩.

وعلى المباني الأثرية لأديرة وادي النطرون بصفة خاصة مما يتطلب تضافر الجهود العلمية لرصد أبعاد التأثيرات السلبية للتغيرات المناخية على الأديرة محل الدراسة، ووضع خطط مستقبلية للحد من تأثيراتها السلبية باعتبارها نقطة أثرية مهمة في مسار رحلة العائلة المقدسة وأقدم تجمع رهباني على مستوى العالم.

٣.أهداف الدراسة:

– رصد وتقييم تأثير التغيرات المناخية على أديرة وادي النطرون الأثرية بالتطبيق على دير السريان، دير البراموس، دير الأنبا بيشوي، ودير الأنبا مقار.

– إجراء دراسة تحليلية للتغيرات في درجات الحرارة والرطوبة بدير الأنبا مقار.

– إجراء تحاليل للتربة بالدير محل الدراسة.

– إجراء تحاليل لمواد البناء الأثرية بدير القديس الأنبا مقار باعتباره من أكثر الأديرة تضررًا.

– إلقاء الضوء على بعض الحلول الخاصة بحماية وصيانة المباني الأثرية.

٤.الطرق والمواد:

لتتبع ورصد وتحليل أثر التغيرات المناخية على المباني الأثرية لأديرة وادي النطرون، ولتحديد الوضع الراهن للمباني الأثرية بالأديرة وبالأخص دير الأنبا مقار، تم إجراء عدد من الفحوص والتحاليل-لبعض مواد البناء ونواتج التلف على المباني الأثرية بالدير، وبدأت الدراسة بقياس التغيرات في درجة الحرارة والرطوبة داخل الدير لمدة ٦ أشهر من أغسطس ٢٠٢٤م إلى فبراير٢٠٢٥م، كما تم دراسة عينتين من التربة أسفل المباني الأثرية على عمق للتعرف علي المركبات المعدنية المكونة للتربة أسفل كنيسة الـ٤٩ شهيدًا شيوخ شيهات، كما تم دراسة ثلاثة عينات من مواد البناء بالكنيسة للتعرف على مادة البناء والمونة وطبقة التكسية الخارجية المتواجدة على السطح:

١.٤. رصد التغيرات في درجات الحرارة والرطوبة النسبية باستخدام مسجل البيانات (Data logger)

تم رصد التغيرات في لكل من درجة الحرارة والرطوبة النسبية باستخدام مسجلات البيانات HOBO U12 من Onset لمدة ستة أشهر في الفترة من أغسطس ٢٠٢٤م حتى فبراير ٢٠٢٥م لرصد التغيرات في درجة الحرارة والرطوبة النسبية داخل مباني دير القديس أنبا مقار، حيث تتمتع هذه الأجهزة بقياس التغيرات يوميا بدقة عالية صباحًا ومساءً ويمكن توصيلها بالحاسب الآلي لاستخراج البيانات من خلال برنامج HOBO ومعالجتها بواسطة برنامج الإكسيلExcel.

٢.٤. الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM-EDX):

تم فحص العينات المأخوذة من مادة البناء الحجرية والمونة وطبقة التكسية الخارجية من كنيسة الـ ٤٩ شهيدًا شيوخ شيهات باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح المزود بوحدة تشتت الطاقة للأشعة السينية

DOI: 10.21608/cguaa.2025.353229.1254

من نوع Zeiss sigma scanning electron microscope، حيث يمكن لعدسات Gemini بالميكروسكوب الفحص في وضعي الإلكترون الثانوي والتشتت الخلفي في نطاق جهد EHT 3.00 kV و vacuum pressure 1.01e-09 mbar كما تم الحصول على التحليل العنصري للعينات بواسطة Zeiss sigma 500 EDS Unit.

٣.٤.التحليل بتفلور الأشعة السينية XRF:

تم استخدام تقنية التحليل بتفلور الأشعة السينية لدراسة التركيب العنصري للعينة التي تم الحصول عليها من التربة على بعد ٢ متر أسفل كنيسة الـ٤٩ شهيدًا شيوخ شيهات، وكذلك مادة البناء والمونة والتكسية الخارجية وذلك باستخدام جهاز (Spectro xSort, 2019) Combi (Kleve, Germany) المحمول، وقبل إجراء القياسات تم إجراء عملية توحيد المعايير التي تتم تلقائيًّا بواسطة الجهاز وكان مصدر الإثارة أنبوبًا من Rh بجهد ٥٠ كيلو فولت، يتم تغيير شدة التيار باختلاف المواد التي يتم تحليلها وكميتها في نطاق يتراوح بين ٢١ إلى ١٢٥ ميكرو أمبير مع استخدام كاشف عالي الحساسية والدقة high resolution Silicon drift detector (SSD)

٤.٤. التحليل بحيود الأشعة السينية XRD:

تم إجراء التحليل بحيود الأشعة السينية للتعرف على المركبات المعدنية المكونة لعينتي التربة، وكذلك مادة البناء والمونة وطبقة التكسية الخارجية وما بها من نواتج التلف؛ وذلك باستخدام جهاز من نوع X Pert PROوبالمواصفات التالية:

X pert PRO system with monochromator, Cu radiation (λ= 1.542 A) at 50 KV, 40 mA and scanning speed 0.02 /sec were used. The reflection peaks between $2\theta=2^{o}$ and 60^{o} corresponding spacing (d, A) and relative intensities (I/I^{o}) were obtained.

وتم الحصول على نمط حيود الأشعة السينية والكثافات النسبية ومقارنتها بملفات ICDD.

٥.النتائج:

١.٥. رصد وتقييم تأثير التغيرات المناخية على المباني الأثرية لأديرة وادي النطرون:

أسفرت عاصفة الأمطار الغزيرة في نوفمبر ٢٠١٥م والتي غطت منطقة الدلتا بشكل كامل وامتدت إلى منطقة وادي النطرون عن حدوث فيضان واسع النطاق وتسببت في حدوث أضرار اقتصادية وخسائر بشرية إضافةً الى إلحاق الضرر بالطرق والمناطق الزراعية والقرى والأديرة، وقد تسبب هذا الفيضان المفاجئ في إلحاق الضرر الجسيم بالمباني الأثرية لأديرة وادي النطرون بسبب زيادة انحدار السطح وانخفاض معدل التسرب المائي ونوع التربة الرملية الطينية المقام عليها المباني، وفيما يلي رصد لتأثير التغيرات المناخية على المباني الأثرية للأديرة الأربعة في منطقة وادي النطرون.

١.١.٥. دير البراموس :

يعد دير البراموس هو الأقدم في أديرة وادي النطرون الأربعة، ومصطلح البراموس يرجع إلى الكلمة القبطية باروميوس أي المنسوب إلى الرومان أو الروميان، نسبة إلى القديسين مكسيموس ودوماديوس اللذان ترهبا به وكانا من أصل بيزنطي [٢٤] ، وينقسم الدير إلى قسمين القسم القديم: ويشمل الحصن ويوجد به كنائس قديمة بها العديد من الأيقونات الأثرية وأكبرها كنيسة السيدة العذراء بالإضافة إلى كنيسة القديسين مار جرجس والأمير ثيؤدور وكنيسة القوى الأنبا موسى الأسود وكنيسة الملاك ميخائيل أعلى الحصن؛ أما القسم الثاني وهو الحديث نسبيًّا فيشمل كنيسة يوحنا المعمدان وبيت ضيافة لاستقبال الضيوف وطافوس (مقابر الرهبان) [٢٥]**(لوحة ٢)**

(لوحة ٢) توضح المباني الأثرية لدير البراموس بوادي النطرون
©تصوير الراهب القمص كيرلس البراموسي.

ويظهر تأثير التغيرات المناخية على دير البراموس في تسرب مياه الفيضان في جدران السور البحري للدير، مما أدى إلى حدوث تفكك وإذابة للمواد الرابطة بين الأحجار، هذا بالإضافة إلى تداعى الأجزاء السفلية للتكسية الخارجية، وتدمير عدة أجزاء من سور الدير، كما تسبب حدوث انتفاش المعادن الطينية بالتربة إلى حدوث حركة في التربة، مما أدى إلى حدوث شرخ عميق نافذ بالسور البحري من الجهة الغربية يظهر من الجهة الداخلية (لوحة ٣)، هذا بالإضافة إلى تزهر الأملاح سواء في الأسقف أو الجزء السفلى للجدران وعلى الجدران والصور الجدارية نفسها، وذلك نتيجة للتغيرات المستمرة في درجات الحرارة ومستويات الرطوبة المحيطة (لوحة٤).

[24] ABUALYAZED, «Assessment of potential inscription of Wadi El-Natruon monasteries in world heritage list and the possibilities of development its religious and heritage tourism», 218–235.

[٢٥] الصاوي، جيهان، "السياحة الدينية لأديرة وادي النطرون: دراسة في جغرافية السياحة"، ٢٠١٧ ، ١٤٣-١٨٤.

DOI: 10.21608/cguaa.2025.353229.1254

(لوحة٣) توضح تفكك أحجار السور البحري وتداعى الأجزاء السفلية للتكسية الخارجية بالسور علاوة على وجود الشروخ العميقة نتيجة المشاكل الخاصة بالتربة ©تصوير الباحثين.

(لوحة ٤) توضح تزهر الأملاح سواء في الأسقف والجزء السفلى للجدران وعلى الجدران نفسها والصور الجدارية ©تصوير الباحثين

٢.١.٥. دير الأنبا بيشوي:

يرجع تاريخ تأسيس دير الأنبا بيشوي إلى نهاية القرن الرابع الميلادي حيث أسسه الأنبا بيشوي أحد تلاميذ القديس مكاريوس، وقد أعيد بناؤه مرة أخرى عام ٨٤٠ م [٢٦] ويضم الدير خمس كنائس أكبرها هي الكنيسة التي تحمل اسم الأنبا بيشوي، وأُجرى عليها العديد من التعديلات في القرن العاشر، هذا بالإضافة إلى كنيسة السيدة العذراء وكنيسة الشهيد مار جرجس وكنيسة أباسخيرون وكنيسة رئيس الملائكة ميخائيل[٢٧] .

[26] ABUALYAZED, «Assessment of potential inscription of Wadi El-Natruon monasteries in world heritage list and the possibilities of development its religious and heritage tourism», 218–235.

[٢٧] أبوعاصي، عمرو، دير *الأنبا بيشوي الأثري بوادي النطرون بمصر*، وزارة السياحة والأثار، قطاع الآثار الإسلامية والقبطية، إدارة البحث العلمي بمنطقة وادي النطرون، ٢٠٢٠ م، ٢.

علاوة على ذلك يضم الدير عددًا من المباني الأثرية مثل الحصن والذى يعود إلى القرن الخامس الميلادي وبئر الشهداء ومائدة أثرية بالإضافة إلى عدد من القلايات القديمة [٢٨] **(لوحة ٥)**

(لوحة ٥) توضح مباني دير الأنبا بيشوي، متى الأنبا بيشوي، ٢٠٢٤م

وقد تسببت الفيضانات في إحداث أضرار جسيمة في هذه الكنائس الأثرية، حيث انهارت بعض الأسوار المحيطة بالكنائس، وحدث تساقط في طبقات التكسية الخارجية، كما تسببت في إغراق المناطق الزراعية المحيطة بالدير، هذا بالإضافة إلى أن انتفاش المعادن الطينية المتواجدة في التربة أدى إلى حدوث حركة في التربة أسفل المباني، مما تسبب في حدوث شروخ عميقة في العقود المتواجدة بدير الأنبا بيشوي، مما استدعى التدخل السريع بعمل صلبات لوقف الانهيار (لوحة ٦). ومع التغيرات المستمرة في كلٍّ من درجات الحرارة ومستويات الرطوبة المحيطة ظهر تزهر للأملاح سواء بالأسقف أو بالأجزاء السفلية للجدران.

(لوحة ٦) توضح تساقط طبقات التكسية الخارجية وفقد المواد الرابطة بين الكتل الحجرية ووجود شروخ عميقة بالعقود مما أستدعى عمل صلبات لوقف الإنهيار وتزهر الأملاح © تصوير الباحثين

[٢٨] طوسون، عمر، *وادي النطرون ورهبانه وأديرته ومختصر تاريخ البطاركة*، القاهرة: الهيئة المصرية العامة للكتاب، ٢٠٠٩م، ١٩١.

DOI: 10.21608/cguaa.2025.353229.1254

٣.١.٥. دير السريان:

اختلفت العديد من المصادر في تاريخ بناء دير السيدة العذراء السريان، حيث ذكرت بعض المصادر أن الدير بُنى في القرن الخامس الميلادي، في حين أشارت بعض المصادر الأخرى إلى أن النواة الأولى للدير وعلى وجه التحديد كنيسة السيدة العذراء تعود إلى القرن التاسع الميلادي [٢٩]، ويذكر أيضاً أن الدير تم بناؤه بأيدي رهبان من دير الأنبا بيشوي المجاور له؛ وذلك في القرن السادس الميلادي حيث يقع دير السيدة العذراء على مسافة تبعد ٥٠٠ متر من دير الأنبا بيشوي ويفصل بينهما سور مشترك بُنى فوق المغارة الخاصة بالأنبا بيشوي، ثم انتقل إلى أيدى رهبان سوريين ربما في القرن الثامن أو التاسع، ومن أهم كنائس الدير كنيسة السيدة العذراء والمغارة المخصصة للسيدة العذراء [٣٠] (لوحة ٧)

(لوحة ٧) توضح مباني دير السريان بمنطقة وادي النطرون ©تصوير الراهب غريغوريوس السريانى

وقد تعرضت بعض القباب القديمة بدير السريان للعديد من مظاهر التلف جراء فيضان ٢٠١٥م، هذا بالإضافة إلى معظم جدران الكنائس حيث بلغ ارتفاع منسوب المياه إلى نصف متر داخل الكنيسة الأثرية ومتر كامل في أماكن أخرى، مما أدى إلى انهيار حائط في كنيسة السيدة العذراء الأثرية و حدوث تساقط وانهيارات لبعض مواد البناء، علاوة على وجود الشروخ العميقة في بعض الأجزاء كما هو موضح في (لوحة٨)، ومع استمرار التغيرات في درجات الحرارة والرطوبة لحق الضرر بطبقات التكسية الخارجية المتواجدة على سطح المباني نتيجة اختلاف معدلات التمدد والانكماش، مما أدى إلى حدوث شروخ وتساقط لها، علاوة على حدوث ضغوط ميكانيكية على مواد البناء الحجرية مما يسبب حدوث الشقوق والشروخ الدقيقة أو تحولها إلى حبيبات متفككة (لوحة ٩).

[29] MOUSSA, A. & ROSHDY, M. «Monitoring Coptic Masonry Affected by Clay Minerals and Microorganisms at the Church of Virgin Mary, Wadi El-Natrun (Egypt)», *Heritage*, Vol .4, 2021, 4056-4067. DOI: org/10.3390/heritage4040223

[30] ABUALYAZED, «Assessment of potential inscription of Wadi El-Natruon monasteries in world heritage list and the possibilities of development its religious and heritage tourism», 218–235.

(لوحة ٨)توضح حدوث تساقط وانهيارات لبعض مواد البناء علاوة على وجود الشروخ العميقة وانفصالات بالدران © تصوير الباحثين

(لوحة ٩) توضح حدوث شروخ وتساقط في طبقات التكسية الخارجية نتيجة إختلاف معدلات التمدد والإنكماش بين مواد البناء © تصوير الباحثين

(لوحة١٠) كنائس دير الأنبا مقار بوادي النطرون© تصوير الباحثين

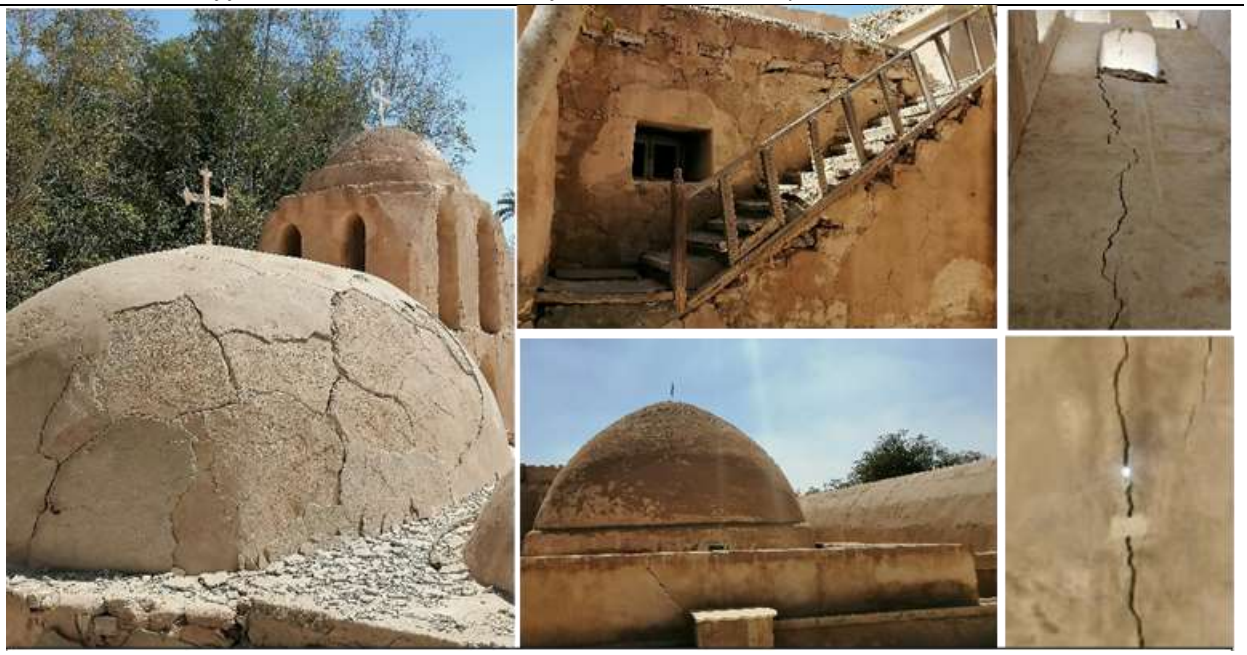
DOI: 10.21608/cguaa.2025.353229.1254

٤.١.٥. دير الأنبا مقار

ينسب دير الأنبا مقار إلى القديس مكاريوس الكبير ٣٠٠-٣٩٠م، ويعتبر دير القديس الأنبا مقار من أهم الأديرة من ناحية القيمة التاريخية والكنسية حيث أنه يضم رفات ١٦ بطريركًا قبطيًّا مصريًّا وأجساد ٤٩ شهيدًا قُتلوا بيد البربر ودُفنوا في كنيسة على اسمهم بالدير، كما يضم تابوتًا ضخماً (مقصورة) يضم رفات أليشع النبي والقديس يوحنا المعمدان وقديسين آخرين، ويحتوي الدير على عدة كنائس منها كنيسة أنبا مقار وكنيسة الشهيد أباسخيرون وكنيسة الـ٤٩ شهيدًا شيوخ شيهات، بالإضافة إلى أربعة كنائس أخرى في الحصن يرجع تاريخ بناؤها ما بين القرنين الرابع والتاسع عشر. (لوحة ١٠)

(لوحة ١١) توضح تأثير التغيرات المستمرة في مستويات الرطوبة ودرجات الحرارة من حدوث شروخ وانفصال في طبقات التكسية الخارجية وظهور الأملاح على السطح © تصوير الباحثين

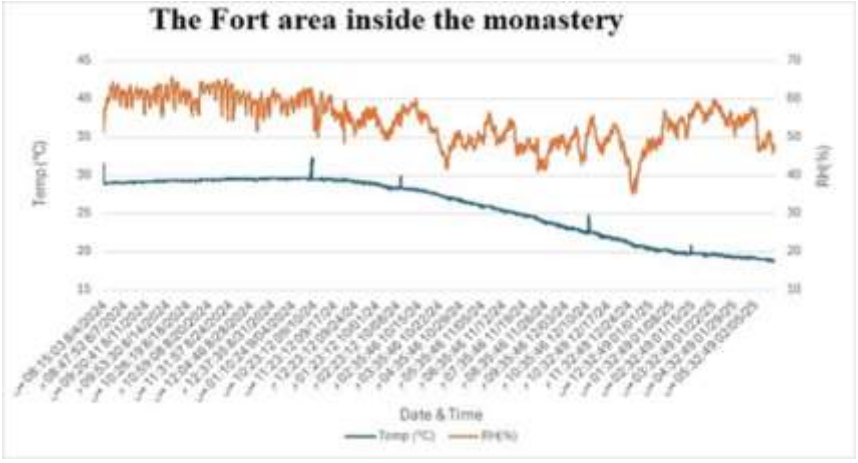
ومن خلال الزيارة والرصد تبين أن دير القديس الأنبا مقار من أكثر الأديرة تضررًا كما سبق وذكرنا، وكما هو موضح باللوحات التالية، حيث حدث كثير من التشققات في المباني وتقشير وتساقط لطبقات التكسية الخارجية، بالإضافة إلى وجود شروخ عميقة في جدران كنيسة الـ٤٩ شهيد شيوخ شيهات (لوحة ١١، ١٢)، وبناءً عليه تم إجراء عدد من الفحوص والتحاليل لرصد تأثير التغيرات المناخية على مواد البناء داخل منطقة الحصن بالدير وكنيسة الـ٤٩ شهيدًا شيوخ شيهات.



(لوحة ١٢) توضح الشروخ العميقة ى جدران وقبة كنيسة الشوخ نتيجة وجود حركات في التربة الطينية الرملية
©تصوير الباحثين

٢.٥. نتائج قياس التغيرات في درجات الحرارة والرطوبة النسبية بالحصن:

أظهرت نتائج التغيرات في درجة الحرارة والرطوبة النسبية في الفترة من أغسطس ٢٠٢٤م إلى فبراير ٢٠٢٥م حدوث تقلبات في درجات الحرارة، حيث بلغ الحد الأدنى لدرجة الحرارة ١٨ درجة مئوية في فصل الشتاء وبلغ الحد الأقصى ٤٦ درجة مئوية في نهاية فصل الصيف، وفي الفترة من شهر أغسطس إلى شهر سبتمبر شهدت درجات الحرارة ثباتا إلى حد كبير، إلا أنها ارتفعت إلى ٤٦ درجة مئوية في شهر أكتوبر ثم استمرت في الانخفاض حتى سجلت ١٨ درجة مئوية في فصل الشتاء.



(شكل ٥) يوضح التقلبات في درجات الحرارة والرطوبة في الفترة من أغسطس ٢٠٢٤م إلى فبراير ٢٠٢٥م في منطقة الحصن بدير أبو مقار الكبير
©عمل الباحثين

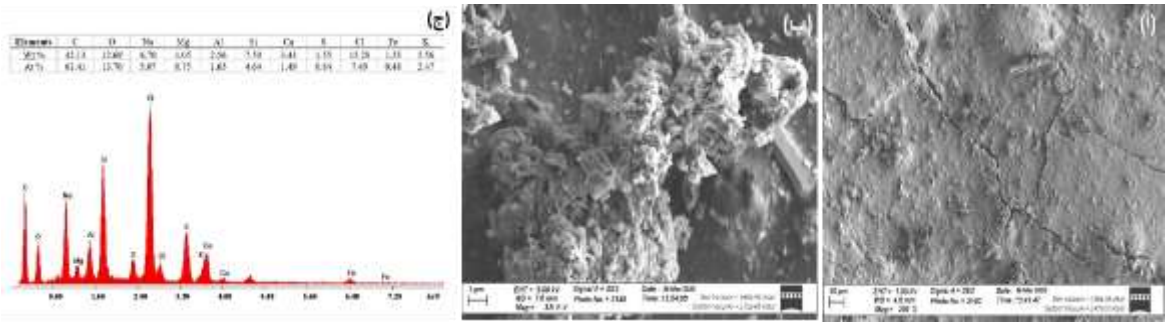
DOI: 10.21608/cguaa.2025.353229.1254

والجدير بالذكر أن التأثير التراكمي للتقلبات في درجات الحرارة بالدير لم يكن فقط على مدار العام، ولكن كانت هناك آثار سلبية تراكمية على المدى البعيد تظهر خاصة على طبقة التكسية الخارجية التي تُغطي أحجار البناء؛ ونظرا لاختلاف الخصائص الميكانيكية لهذه الطبقة عن أحجار البناء مما جعلها عرضة للتمدد والانكماش المستمر مؤدية في النهاية إلى حدوث شروخ وتشققات في طبقات التكسية الخارجية وبخاصة بعد سيول عام ٢٠١٥م وقد سبب ذلك حدوث تساقط لها في بعض الأجزاء.

أما التغيرات في الرطوبة النسبية فقد شهدت تقلبات كبيرة ليس فقط على مدار الشهور وإنما شهدت تقلبات يومية، حيث سجلت أدنى قيم الرطوبة النسبية ٣٥% بينما سجل الحد الأقصى ٦٥% في شهر أغسطس علاوة على التغيرات اليومية الملحوظة نتيجة إقامة القداسات والشعائر الدينية واختلاف أعداد الزوار بشكل مستمر، مما يعرض مواد البناء إلى دورات من الذوبان والتبلور والترسيب المتكررة للأنواع المختلفة من الأملاح (شكل ٥).

٣.٥. نتائج الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM-EDS):

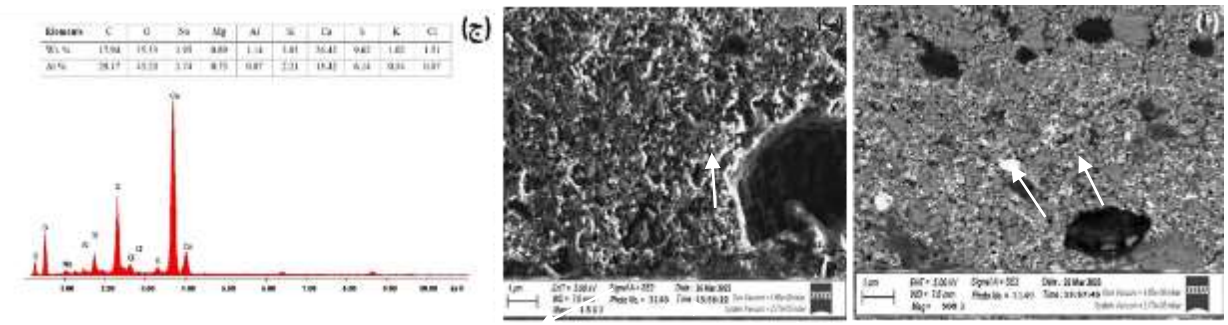
من خلال الفحص الميكروسكوبي بالميكروسكوب الإلكتروني لطبقة التكسية الخارجية المتواجدة على سطح حجر البناء الخاص بكنيسة الـ٤٩ شهيدًا شيوخ شيهات يتضح بها وجود شروخ و تكلسات، وبالتحليل العنصري لهذه التكلسات وجد أنها تحتوى على عناصر الصوديوم والكلور والسيلكا والكالسيوم والكربون والأكسجين والألومنيوم والبوتاسيوم ونسبة قليلة من الحديد **Na, Cl, Si, Ca, C, S, Fe O, Al, K** مما يرجح أن طبقة التكسية مكونة من الجبس والجير والكوارتز مع تواجد نسبة ملح الهاليت كمظهر تلف بشكل مرتفع في طبقة التكسية الخارجية (شكل ٦)، تواجد نسبة من عنصر الحديد ربما يُشير إلى وجود الهيماتيت مما يفسر اللون الوردى لطبقات التكسية الخارجية.



(شكل ٦) يوضح الفحص بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح لطبقة التكسية الخارجية بكنيسة الـ٤٩ شهيد شيوخ شيهات(أ) بتكبير ٢٥٠ توضح الشروخ بالطبقة و(ب) بتكبير ٢٥٠٠ للتكتلات الموجودة و(ج) التحليل العنصرى للتكتلات ©عمل الباحثين

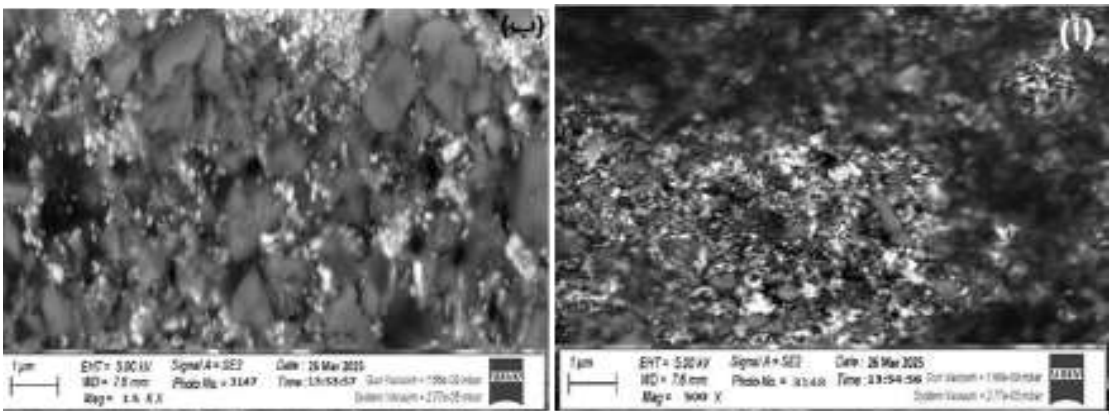
كما يتضح أيضا من خلال الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح لعينة من أحجار البناء تواجد الفجوات والثقوب به وبالتحليل العنصري باستخدام ال **EDS** وجد أنها تحتوى على عناصر الكالسيوم

والكبريت والكربون والأكسجين والصوديوم والكلور **Ca, S, C,O, Na, Cl** علاوة على وجود نسب قليلة من السيلكا والألومنيوم والبوتاسيوم **Si, Al, K**، مما يُشير إلى احتمالية حدوث تغيرات كيميائية في بنية الحجر الجيري المستخدم في البناء إلى كبريتات الكالسيوم نتيجة اتحاد غازات ثاني أكسيد الكبريت كملوث جوى مع الأمطار مكونًا أمطارًا حمضية تتفاعل مع الحجر الجيري مكونة كبريتات الكالسيوم علاوة على تواجد نسبة قليلة من ملح الهاليت (**شكل ٧**) هذا إضافةً إلى تراكم نسب من الأتربة والاتساخات على سطح الحجر.



(شكل ٧) يوضح الفحص بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح للحجر الجيرى كمادة بناء أساسية لكنيسة الـ٤٩ شهيد شيوخ شيهات (أ) بتكبير ٥٠٠ وتوضح وجود فجوات ووجود مكونات معدنية مختلفة و(ب) بتكبير ١٥٠٠ توضح الفجوات و(ج) التحليل العنصرى للمكونات المختلفة وترجح احتوائها على الجبس والهاليت بالإضافة إلى الحجر الجيرى ©عمل الباحثين

بفحص المادة الرابطة (المونة) بين أحجار البناء الجيرية باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح، يتضح تعدد المكونات المعدنية داخل المونة، مع ملاحظة أن توزيع هذه المكونات غير متجانس، كما لوحظ وجود فجوات داخل المادة الرابطة (شكل ٨).



(شكل٨) يوضح الفحص بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح للمونة الرابطة بين الكتل الحجرية لكنيسة الـ٤٩ شهيد شيوخ شيهات(أ) بتكبير ٥٠٠ توضح إختلاف المكونات المعدنية بها و(ب) بتكبير ١٥٠٠ توضح التوزيع الغير المتماثل للمكونات مع وجود فراغات وفجوات بها ©عمل الباحثين

DOI: 10.21608/cguaa.2025.353229.1254

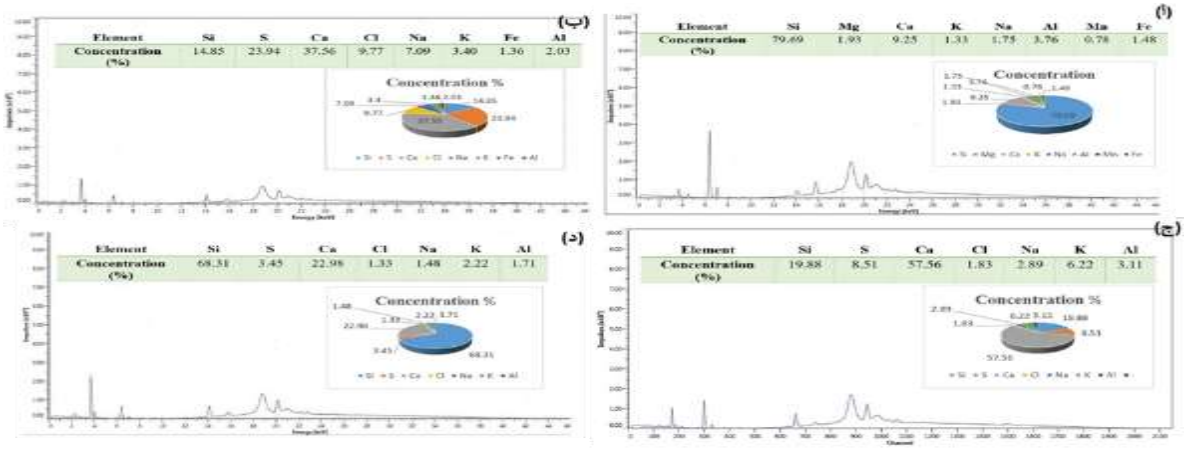
٤.٥. نتائج تحليل عينات التربة ومواد البناء باستخدام تقنية تفلور الأشعة السينية XRF:

بتحليل عينة التربة المأخوذة من على بعد ٢ متر أسفل كنيسة الـ٤٩ شهيدًا شيوخ شيهات بتقنية تفلور الأشعة السينية وجد أن العناصر المكونة للتربة هى السيلكا بنسبة ٧٩.٦٩%، وكالسيوم بنسبة ٩.٢٥%، وألومنيوم ٣.٧٦%، وماغنسيوم بنسبة ١.٩٣%، وصوديوم بنسبة ١.٧٥%، وبوتاسيوم بنسبة ١.٣٣% (شكل ٩ أ) مما يرجح ان التربة على بعد ٢ متر هي تربة رملية مع وجود نسب قليلة من المعادن الطينية.

بتحليل طبقة التكسية الخارجية بتقنية تفلور الأشعة السينية وجد أن العناصر المكونة للعينة هي الكالسيوم بنسبة ٣٧.٥٦%، والكبريت بنسبة ٢٣.٩٤%، والسيلكا بنسبة ١٤.٨٥%، والكلور بنسبة ٩.٧٧%، والصوديوم بنسبة ٧.٠٩%، وبوتاسيوم بنسبة ٣.٤٠%، والألومنيوم بنسبة ٢.٠٣%، والحديد بنسبة ١.٣٦ مما يرجح أن التكسية الخارجية مكونة أساسا من خليط من الجبس والكوارتز وربما الجير، مع وجود نسبة من أملاح الهاليت (شكل ٩ ب).

أما بتحليل مادة البناء الأساسية وجد أن نتيجة التحليل بتفلور الأشعة السينية له يتكون من الكالسيوم بنسبة ٥٧.٥٦% والسيلكا بنسبة ١٩.٨٨%، وكبريت بنسبة ٨.٥١%، وصوديوم بنسبة ٢.٨٩%، وكلور بنسبة ١.٨٣% مما يرجح أن مادة البناء هي من الحجر الجيري مع وجود نسبة عالية من الكوارتز به، كما يرجح أيضا وجود تحول لجزء من كربونات الكالسيوم إلى كبريتات كالسيوم ووجود نسبة من ملح الهاليت به (شكل ٩ ج).

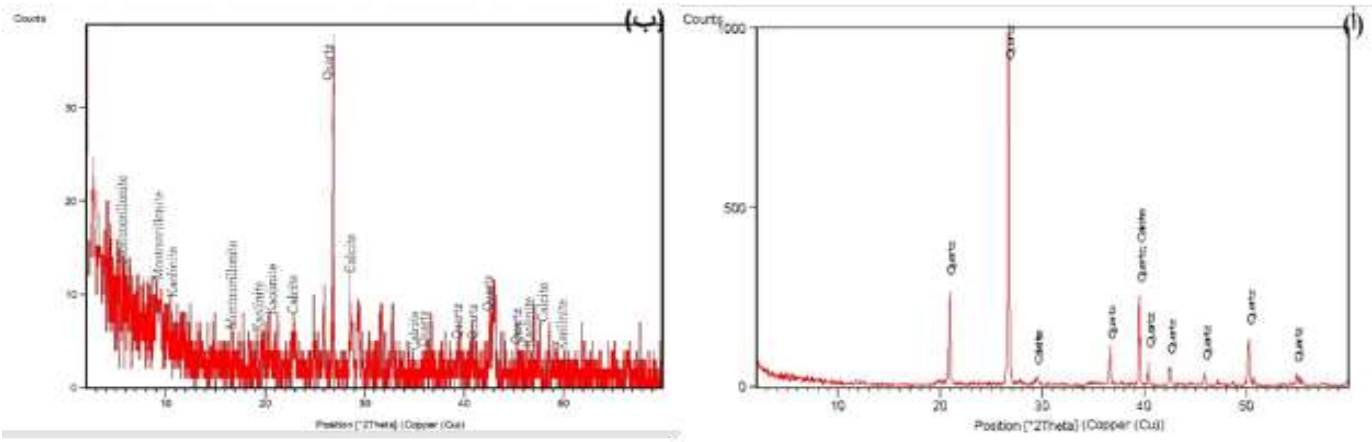
بتحليل عينة المونة المتواجدة بين الكتل الحجرية بواسطة تحليل تفلور الأشعة السينية وجد أنها تتكون من السيلكا بنسبة ٦٨.٣١%، والكالسيوم بنسبة ٢٢.٩٨%، والكبريت بنسبة ٣.٤٥%، والصوديوم بنسبة ١.٤٨%، والكلور بنسبة ١.٣٣% ومن المرجح لقلة نسبة الكبريت في العينة أن تكون المونة هي مونة جير مع تواجد نسبة من ملح الهاليت بها (شكل ٩ د).



(شكل ٩) يوضح نمط التحليل بتفلور الأشعةالسينية ل (أ) عينة التربة على بعد ٢ متر، (ب) طبقة التكسية الخارجية، (ج) مادة البناء الأساسية و(د) المونة الرابطة للكتل الحجرية بكنيسة الـ٤٩ شهيد شيوخ شيهات ©عمل الباحثين

٥. نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية XRD :

تمت دراسة التركيب المعدني للتربة حيث تم أخذ عينتين من التربة إحداهما على بعد ١ متر أسفل كنيسة الـ٤٩ شهيدًا شيوخ شيهات والأخرى على بعد ٢ متر، وبدراسة المكونات المعدنية للعينة على بعد ١ متر وجد أنها تتكون بشكل أساس من الكوارتز **SiO_2 (Card No. 46-1045)** بنسبة ٩٨% وكربونات الكالسيوم **$CaCO_3$ (Card No. 05-0586)** بنسبة ٢% **(شكل ١٠ أ)** أما بالنسبة للعينة على بعد ٢ متر فوجد أن التركيب المعدني لها من الكوارتز **SiO_2 (Card No. 46-1045)** بنسبة ٧٦.٧١% وكربونات الكالسيوم **$CaCO_3$ (Card No. 05-0586)** بنسبة ٩.٨٤% مع وجود نسبة منخفضة من المعادن الطينية من المونتمورلينيت $(Na,Ca)_{0.3}(Al,Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O$ والكاولينيت $Al_2Si\ O_5$ بنسبة ٨.٤٦% و٦.٩٩% (Card No. 12-0447) (Card No 02-0009)، على التوالي (شكل١٠ب) .



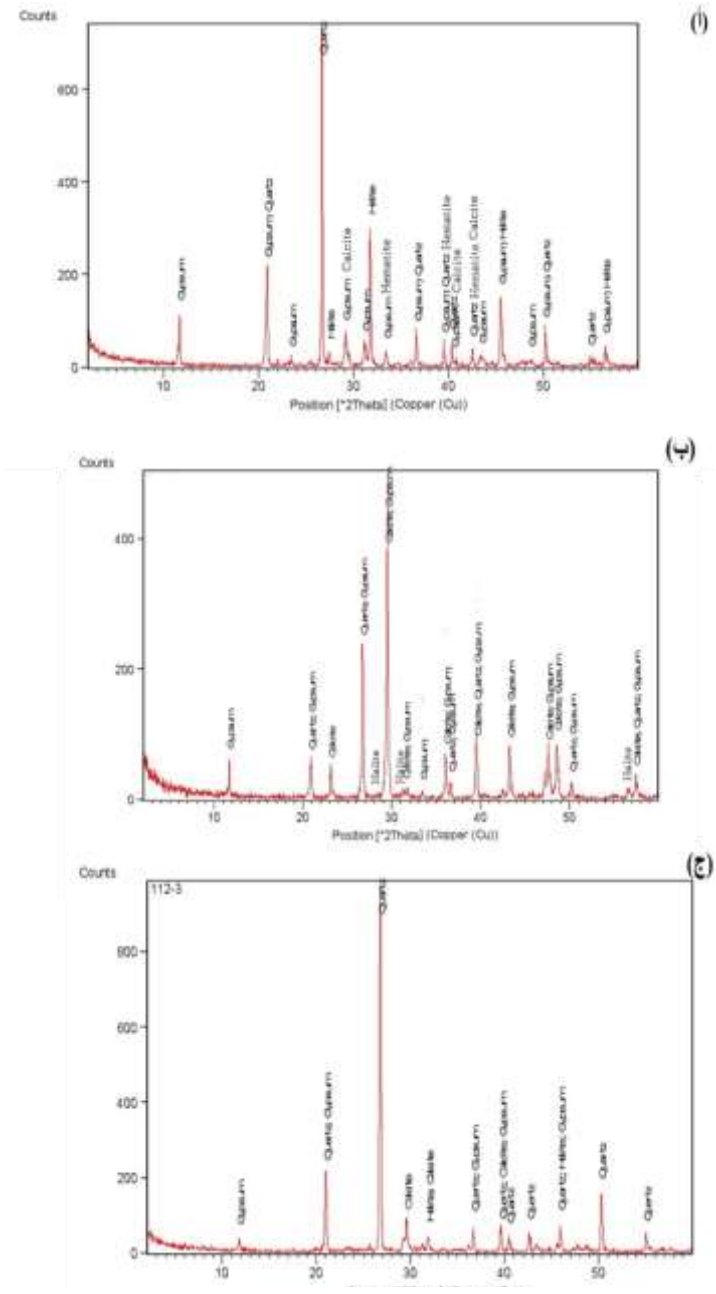
(شكل ١٠) يوضح (أ) نمط حيود الأشعةالسينية للتربة على بعد ١ متر و(ب) للتربة على بعد ٢ متر © عمل الباحثين

بتحليل طبقة التكسية الخارجية بحيود الأشعة السينية وجد أن المكونات المعدنية هي الكوارتز **SiO_2 (Card No. 46-1045)** بنسبة ٣٨% والجبس **$CaSO_4.2H_2O$ (Card No.33-0311)** بنسبة ٣٥% وكربونات كالسيوم **$CaCO_3$ (Card No. 05-0586)** بنسبة ٧% كما تواجد ملح الهاليت **NaCl (Card No.05-0628)** بنسبة ١٦% علاوة على وجود الهيماتيت **Fe_2O_3 (Card No.33-0664)** بنسبة ٤% مما يوضح أن طبقة التكسية الخارجية تتكون أساسا من خليط من الجبس والجير والكوارتز به نسبة من الهيماتيت المتسببة في اللون الوردى له، علاوة على تواجد نسبة كبيرة من ملح الهاليت كمسبب ومظهر تلف(شكل ١١ أ).

DOI: 10.21608/cguaa.2025.353229.1254

بتحليل حجر البناء المستخدم كمادة أساسية لبناء الكنيسة بتقنية حيود الأشعة السينية وجد أن المكون المعدني الأساسي به هو الكالسيت **$CaCO_3$ (Card No. 05-0586)** بنسبة ٥٧% والكوارتز **SiO_2 (Card No. 46-1045)** بنسبة ٢٩% مما يُشير إلى أن الحجر المستخدم من نوع الحجر الجيري السيليسى ربما لترسبه على أكثر من مرحلة، تواجد أيضًا الجبس **$CaSO_4.2H_2O$** بنسبة ١١% كمظهر تلف ناتج من تحول كربونات الكالسيوم إلى الجبس من خلال تفاعله مع الأمطار الحمضية، كما يوجد أيضا نسبة ٣% من ملح الهاليت كمظهر تلف (شكل ١١ ب).

أما تحليل مادة المونة الرابطة للكتل الحجرية وجد أنها مونة جيرية، حيث أن المكونات المعدنية المكونة لها هي الكوارتز **SiO_2** بنسبة ٨٥%، والكالسيت**$CaCO_3$** بنسبة ٨%، والجبس **$CaSO_4.2H_2O$** بنسبة ٥%، مع تواجد ملح الهاليت **NaCl** كمظهر تلف بنسبة ٢% (شكل ١١ ج) .



(شكل ١١) يوضح نمط حيود الأشعةالسينية ل (أ) المكونات المعدنية لطبقة التكسية الخارجية ،(ب) مادة البناء الأساسية،(ج) المادة الرابطة بين الكتل الحجرية ©عمل الباحثين

٦.مناقشة النتائج التي توصلت إليها الدراسة:

– أثبتت الدراسة أن التغيرات المناخية لمنطقة وادي النطرون قد شهدت تغيرًا كبيرًا في السنوات الأخيرة وذلك بمقارنة الدراسات السابقة بقياسات درجات الحرارة والرطوبة ما بين ١٩٩٦ و٢٠٢٢م والتي أشارت إلى أن أقصى درجة حرارة في هذه الفترة كانت ٢٨.٣ درجة مئوية وأدنى درجة كانت ١٢.٤، كما أن أقصى نسبة رطوبة في هذه الفترة كانت ٦٦% وأدنى نسبة كانت ٥٠%، في حين أن رصدنا الحالي لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية أشارت إلى أن أقصى درجة الحرارة كانت ٤٦ درجة مئوية وأدناها كانت ١٨ درجة مئوية، وكانت أقصى نسبة رطوبة نسبية كانت

٦٥% وأدناها ٣٥% مما يُشير إلى حدوث تغيرات مناخية مستمرة في معدلات الحرارة والرطوبة مما يؤثر بالسلب على المباني الأثرية بالمنطقة.

– النتائج المتعلقة بتحاليل التربة أشارت إلى أن التربة على بعد ١ متر لا تحتوى على مركبات طينية ولكنها كانت تحتوى على نسبة ٩٨% كوارتز و٢% من كربونات الكالسيوم مما يُشير إلى أن التربة رملية، في حين أن التربة على بعد ٢ متر وجد أن نسبة الكوارتز ٧٦.٧١% و ٩.٨٤% من كربونات الكالسيوم و٩.٨٤% من المونتمورلنيت و٦.٩٩% من الكاولينيت والتي تؤدى بدورها إلى انتفاش التربة في حالة سقوط الأمطار، بالإضافة إلى انحدار السطح في المنطقة مما يخفض من معدل التسريب المائي، ويفسر حدوث الشروخ العميقة في جدران كنيسة الـ٤٩ شهيدًا شيوخ شيهات نتيجة لذلك.

– مادة البناء الأساسية كانت من الحجر الجيري السيليسى مع وجود نسب منخفضة من كبريتات الكالسيوم المائية (الجبس) مما يُشير إلى حدوث تحولات كيميائية في مادة البناء الأساسية نتيجة الأمطار الحمضية.

– المونة المستخدمة لربط الكتل الحجرية هي مونة الجير، ووجد أن بها نسبة من ملح الهاليت كمسبب ومظهر للتلف.

– طبقة التكسية الخارجية تحتوي على نسبة مرتفعة من التكلسات الملحية (ملح الهاليت) كما أنها تتكون من خليط من الجبس والجير ونسبة مرتفعة من الكوارتز، وربما أسهم اختلاف تركيبها المعدني عن مادة البناء الأساسية في حدوث اختلاف لمعدلات التمدد والانكماش لها نتيجة التغيرات المستمرة في درجات الحرارة والرطوبة النسبية، مما أدى إلى حدوث الشروخ وفقد لأجزاء منها.

٧. الحلول المقترحة للحفاظ على أديرة وادي النطرون من تأثير التغيرات المناخية:

– إعداد خطة صيانة وقائية شاملة تعتمد على الفحص الدوري غير المتلف لكافة العناصر المعمارية والإنشائية لرصد مظاهر التدهور في مراحله المبكرة، مع إنشاء قاعدة بيانات رقمية لتوثيق نتائج هذه الفحوصات.

– تعزيز منظومة الرصد المناخي في المنطقة من خلال تركيب محطات مناخية مصغرة داخل الأديرة لقياس درجة الحرارة، الرطوبة، الملوثات الجوية، ومستوى الأمطار، مع ربطها بقاعدة بيانات تحليلية لاستخدامها في التنبؤ بالسيناريوهات المناخية المستقبلية.

– تصميم شبكات تصريف حديثة لتوجيه مياه الأمطار والسيول بعيدًا عن مباني الأديرة، والحد من ظاهرة الجريان السطحي الناتجة عن انخفاض نفاذية التربة وزيادة انحدار السطح.

– معالجة التربة المحيطة بالأديرة باستخدام تقنيات حديثة مثل الحقن بهيدروكسيد الكالسيوم أو الراتنجات السيليكونية الطاردة للماء، لتحسين خصائص التربة الميكانيكية ومقاومتها للتشبع بالمياه.

– استخدام مواد ترميم متوافقة تعتمد على خصائص البناء الأصلي في الأديرة وتراعي الأثر البيئي، مع تجنب المواد التي تحتوي على أملاح أو مركبات قد تتفاعل سلبًا مع الرطوبة.

DOI: 10.21608/cguaa.2025.353229.1254

– تطبيق العزل الخارجي للمباني الأثرية باستخدام راتنجات مقاومة للمياه وعوامل التعرية، لحماية الواجهات والأسطح المكشوفة من تأثير الأمطار والعواصف الرملية.

– إعادة تأهيل النوافذ والفتحات بما يضمن تدعيمها دون الإضرار بالقيمة التاريخية، مع استخدام دعائم خشبية وتقنيات تقليدية مدروسة للحد من انتقال الشروخ.

– تحزيم القباب والمنارات المعرضة للضعف باستخدام شبكات من الألياف الصناعية (الفايبر، البولي كربونيت) لضمان استقرارها الإنشائي دون التأثير على شكلها الجمالي أو التاريخي.

– دمج تقنيات النمذجة الحاسوبية المناخية في عملية اتخاذ القرار من خلال محاكاة تأثير المتغيرات المناخية على المدى الطويل واقتراح سيناريوهات للتدخل المبكر.

– نشر الوعي المجتمعي بأهمية حماية الأديرة عبر حملات إعلامية وتثقيفية تشارك فيها الكنيسة، المجتمع المحلي، وطلاب الآثار والهندسة، لتعزيز دور المجتمع في حماية تراثه.

– إدراج أديرة وادي النطرون ضمن الأولويات الوطنية لمشروعات حماية التراث بما يتماشى مع أهداف التنمية المستدامة، خاصةً تلك المتعلقة بحماية البيئة والتراث الثقافي.

الخاتمة والنتائج:

يتضح من خلال الدراسة أن تأثير التغيرات المناخية على منطقة وادي النطرون بصفة عامة وعلى المباني الأثرية لأديرة وادي النطرون (دير الأنبا مقار، دير البراموس، دير الأنبا بيشوي، ودير السريان) بصفة خاصة يشكل تهديدًا ملحوظًا على المنطقة ذات القيمة الأثرية والدينية المهمة، حيث أوضحت الدراسة أنه بالإضافة إلى التحديات المناخية التي تواجهها المنطقة من التفاوت الكبير في كلٍّ من درجات الحرارة ومستويات الرطوبة وأيضا التفاوت في كمية الأمطار على مدار السنة، إلا أن الطبيعة الجيولوجية للمنطقة من حيث زيادة انحدار السطح وانخفاض معدل التسرب المائي مع ارتفاع كثافة هطول الأمطار يتسبب في زيادة معدل الجريان السطحي، بالإضافة إلى نوع التربة المتواجدة في منطقة وادي النطرون من تربة رملية طينية أدى إلى تفاقم التأثير المتلف للتغيرات المناخية المستمرة على المباني الأثرية والتي تم رصد مظاهرها وتقييمها في الأديرة الأربعة، هذه التحديات تُبرز الحاجة إلى تعزيز الجهود البحثية وتضافر الجهات المعنية بحماية الآثار لتبنى استراتيجية شاملة تعتمد على الصيانة الوقائية والصيانة العلاجية لحماية منطقة وادي النطرون من تأثيرات التغيرات المناخية مع الحفاظ على قيمتها الأثرية والدينية للأجيال القادمة في ضوء تحقيق أهداف التنمية السياحية المستدامة.

شكر وتقدير:

يتقدم المؤلفون بخالص الشكر والتقدير للراهب القمص كيرلس البراموسي والراهب القس غريغوريوس السرياني لما قدماه من صور أرشيفية مباشرة بعد حدوث فيضان عام ٢٠١٥ وصور لاحقة لتأثيره المتلف على المباني الأثرية لدير البراموس و دير السيدة العذراء "السريان".

قائمة المصادر والمراجع

المراجع العربية والمعربة

- أبو عاصي، عمرو، *دير الأنبا بيشوي الأثري بوادي النطرون بمصر*، وزارة السياحة والأثار، قطاع الآثار الإسلامية والقبطية، إدارة البحث العلمى بمنطقة وادي النطرون، ٢٠٢٠م.
- أحمد، محمد، الدربي، عبده، جمال، جامه، "عوامل ومظاهر التلف المؤثرة على التماثيل الحجرية"، *المجلة الدولية للدراسات المتعددة التخصصات في العمارة والتراث الثقافي*، مجـ.٤، ع.٢، ٢٠٢١م.
- الأنبا بيشوي، متى، *مراحل الترميم والاكتشافات الحديثة في الكنيسة الأثرية بدير القديس الأنبا بيشوي*، وادي النطرون، دير القديس العظيم الأنبا بيشوي، ٢٠٢٤ م.
- الجوهري، محمد، *المؤثرات البيئية على المواقع والمباني الأثرية*، جامعة سوهاج ٢٠١٨ م.
- الصاوي، جيهان، " السياحة الدينية لأديرة وادي النطرون: دراسة في جغرافية السياحة"، *المجلة الجغرافية العربية*، مجـ.٤٨، ع.٢، ٢٠١٧م.
- المسكين، متى، *لمحة سريعة عن دير أنبا مقار والرهبنة في مصر*، ط.١ ،القاهرة: دار مجلة مرقص، ١٩٨١م.
- زكى، أحمد، *التنمية السياحية المستدامة بين الواقع والتطبيق*، القاهرة: دار الفكر العربى، ٢٠٢٠م.
- طوسون، عمر، *وادي النطرون ورهبانه وأديرته ومختصر تاريخ البطاركة*، القاهرة: الهيئة المصرية العامة للكتاب، ٢٠٠٩م.
- عبد الستار، ريهام، " طريق وادي النطرون–العلمين ودوره في التنمية المستدامة: دراسة في جغرافية النقل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية"، *مجلة كلية الآداب*، جامعة بورسعيد، مجـ.٢٩،ع.٢٩، ٢٠٢٤م، ٦٢–١٢٣.
- عبد القادر، فؤاد، "السياحة المستدامة في الوطن العربي في ظل التغيرات المناخية"، *المجلة العربية للبيئة والتنمية*، ع. ٢٨، ٢٠٢١م.
- عبد الهادي، محمد، *دراسة علمية في ترميم وصيانة الأثار غير العضوية*، القاهرة: زهراء الشرق، (د.ت).
- متولي، منال، "التغييرات البيئية بمنخفض وادي النطرون: دراسة جغرافية تطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد"، *رسالة ماجستير*، كلية الآداب قسم الجغرافيا/ جامعة بنها، ٢٠٠٨م.
- محمد، صبحي، "دور الصيانة الوقائية في حماية المباني التراثية وذات القيمة من مخاطر التغير المناخي"، المجلة الدولية للدراسات متعددة التخصصات في العمارة والتراث الثقافي، مجـ.٦، ع.١، ٢٠٢٣م.

ثانيًا: المراجع الأجنبية:

- ABO EL-KHEAR, MOSTAFA , «Risk Assessment Study for the Climate Change Impacts and Its Related Hydrological Extreme Events in Wadi El-Natrun», *Master thesis*, Civil Engineering Department, Banha University, 2019.
- ABUALYAZED, J.M., «Assessment of potential inscription of Wadi El-Natruon monasteries in world heritage list and the possibilities of development its religious and heritage tourism», *Dirasat: Human and Social Sciences*, Vol. 50, №.2, 2023, 218–235. DOI: https://doi.org/10.35516/hum.v50i2.4932/
- CASSAR, J., ″Climate change and archaeological sites; Adoption strategies in Cultural heritage from pollution to climate change″, *EDIPUGLIA*, Bari, 2016.
- DE SILVA, M.& HENDERSON, J., « Sustainability in conservation practice», *Journal of Institute of Conservation* 34, №.1, 2011, DOI: https://doi.org/10.1080/19455224.2011.566013/

DOI: 10.21608/cguaa.2025.353229.1254

- EL-RAMADY, H., BELAL, A.B., EL- MARSAFAWY, S.M., SHEHATA, S.A., YEHIA, S.Z.A.& BELAL, S., *Contemporary environmental readings volume 1 climate change a blessing or a curse of agriculture*, LAP Lambert Academic Publishing, 2012.
- ISMAIL, M. M., ABDEL GAFFAR, M.K. & AZZAM, M.A, «Geomorphological units and landcover map of Wadi El-Natrun area using remote sensing and GIS techniques, Western Desert, Egypt», *Fayoum journal of agriculture research and development* 23 , №.2, 2009.DOI: 10.21608/fjard.2009.197063
- KHATER, M., ZOAIR, N.& FAIK, M., «Climate change and Egyptian Heritage; Vulnerability and adoption strategies (A case study on the Catacombs of Kom El Shouquafa, Alexandria, Egypt)», *Egyptian Journal of Archaeological and restoration studies* 24, №.2, 2024, DOI; 10.21608/ejars.2024.396687
- MOUSSA, A., KANTIRANIS, N., VOUDOURIS, K.S., STRATIS, J.A., ALI, M.F.& CHRISTARAS, V.«Diagnosis of weathered Coptic wall paintings in the wadi El- Natrun region», *Journal of cultural heritage*, 10, 2009, DOI: 10.1016/j.culher.2008.09.005.
- MOUSSA, A. & ROSHDY, M.« Monitoring Coptic Masonry Affected by Clay Minerals and Microorganisms at the Church of Virgin Mary, Wadi El-Natrun (Egypt)», *Heritage* 4, 2021, DOI: org/10.3390/heritage4040223/
- SESANA, E., GAGNON, A.S., CIANTELLI, Ch., CASSAR, J. & HUGHES, J.J. «Climate change impacts on cultural heritage; A literature review», *Wiley Interdisciplinary Reviews: WIREs Climate Change* .12, №.4, 2021, DOI; https://doi.org/10.1002/wcc.710/
- STOCK, CH.A., ALEXANDER, M.A., BOND, N.A., WERNER, F.E, «On the use IPCC- class models to assess the impact of climate on living marine resources», *Progress in oceanography* 88, №.1-4, DOI; https://doi.org/10.1016/j.pocean.2010.09.001/
- EL-GABBAS, A., BAHA EL DIN, SH., ZALAT, S.& GILBERT, F.,« Conserving Egypt's reptiles under climate change», *Journal of Arid Environments* 127, 2016, DOI; https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2015.12.007/

ثالثًا: المواقع الالكترونية:

- https://www.youm7.com/story/2015/ accessed on 25/12/ 2024.
- https://staffsites.sohag-univ.edu.eg/uploads/500/ accessed on 30/12/ 2024 .
- https://english.ahram.org.eg/News/162819.aspx/ accessed on 10/1/2025

رابعًا: الترجمة الصوتية للمراجع العربية :

- MUḤAMMAD, ṢUBḤĪ, «Dawr al-ṣiyāna al-wiqāʿiya fī ḥimāyat al-mabānī at-turāṯiyya wa-ḏāt al-qīma min maḫāṭir al-taġayyur al-munāḫī», *al-maǧalla al-duwaliyyā liʾl-dirāsāt al-mutaʿaddida al-taḫaṣṣuṣāt fī al-miʿmār waʾl-turāṯ al-ṯaqāfī* 6, №. 1, 2023.

MUTAWALLĪ, MANĀL, «al-Taġyīrāt al-bīʾiya bi-munḫafaḍ Wādī al-Naṭrūn: dirāsa ǧuġrāfiyya taṭbīqiya bi-istiʿmāl nuẓum al-maʿlūmāt al-ǧuġrāfiyya waʾl-istishʿār ʿan buʿd», *Master's thesis*, Faculty of Arts, Department of Geography / Banha University, 2008.

-ʿABD AL-HĀDĪ, MUḤAMMAD, *Dirāsa ʿilmiya fī tarammīm wa-ṣiyānat al-āṯār ġayr al-ʿuḍwiyya*, Cairo: Zahraʾ ash-Sharq, (d.t.).

- ʿABD AL-QĀDIR, FUʾĀD, «As-siyāḥa al-mustadāma fī al-waṭan al-ʿArabī fī ẓill at-taġayyurāt al-munāḫiyya», *al-Maǧalla al-ʿArabiyya liʾl-Bīʾa waʾl-Tanmiya* 28, 2021.
- ʿABD AL-SATTĀR, RĪHĀM, «Ṭarīq Wādī al-Naṭrūn–al-ʿAlamayn wa-Dawruh fī al-Tanmiyya al-Mustadāma: Dirāsa fī Jughrafiyyat al-Naql Bi-Istikhdām Nuẓum al-Maʿlūmāt al-Jughrāfiyya», *Journal of Faculty of Arts/Port Said University* 29, №. 29, 2024.

– ṬŪSŪN, ʿUMAR, *Wādī al-Naṭrūn wa-Ruhbānah wa-Adīratuh wa Mukhtaṣar Tārīkh al-Baṭārika*, Cairo: al-Hayʾa al-Miṣriyya al-ʿĀmma lil-Kitāb, 2009.
– ZAKI, AḤMAD, *al-Tanmiyya al-Siyāḥiyya al-Mustadāma bayna al-Wāqiʿ wa-al-Taṭbīq*, Cairo: Dār al-Fikr al-ʿArabī, 2020.
– AL-MISKĪN, MATTĀ, *Lamḥa Šarīqa ʿan Dayr Anbā Maqār wa-al-Rahbana fī Miṣr*, 1st ed., Cairo: Dār Mağalla Marqos, 1981.
– AL-ṢĀWĪ, ĞIHĀN, «al-Siyāḥa al-dīnīya li-Adyira Wādī al-Naṭrūn: dirāsa fī ğuġrāfiyat al-siyāḥa», *al-Mağalla al-Ğuġrāfīya al-ʿArabīya* 48, №.2, 2017.
– AL-ĞAWHARĪ, MUḤAMMAD, *al-Muʾaṯṯirāt al-bīʾīya ʿalā al-mawāqiʿ wa-l-mabānī al-aṯarīya*, Sohag University, 2018.
– AL-ANBĀ BIŠWĪ, MATĀ, *Marāḥil al-tarmīm wa-l-iktišāfāt al-ḥadīṯa fī al-kanīsa al-aṯarīya bi-Dayr al-Qiddīs al-Anbā Bišwī, Wādī al-Naṭrūn*, Dayr al-Qiddīs al-ʿAẓīm al-Anbā Bišwī, 2024.
– AḤMAD, MUḤAMMAD, AL-DARBĪ, ʿABDUH, ĞAMĀL, ĞĀMAH, «ʿAwāmil wa-maẓāhir al-talaf al-muʾaṯṯira ʿalā al-tamāṯīl al-ḥağarīya», *Majallat al-Duwalīya liʾl-Dirāsāt al-Mutaʿaddida al-Taḫaṣṣuṣāt fī al-ʿImāra waʾl-Turāṯ al-Ṯaqāfī*, vol. 4, №. 2, 2021.
– Abū ʿĀṣī, ʿAmr, *Dayr al-Anbā Bišūy al-aṯarī bi-Wādī al-Naṭrūn bi-Miṣr*, Wizārat al-Siyāḥa waʾl-Āṯār, Qiṭāʿ al-Āṯār al-Islāmiyya wa-l-Qibṭiya, Idārat al-Baḥṯ al-ʿIlmī bi-Manṭiqat Wādī al-Naṭrūn, 2020.