

دراسة تكنولوجيا مواد بناء المعبد الدوري بوابة سيوه لترميمه وصيانته وكيفية الارتقاء بالمنطقة

أ.م.د إبراهيم محمد عبد الله
د. سمر يسري أمين مرجان

تمهيد Abstract

يعتبر المعبد الدوري من أهم المناطق الأثرية في غرب واحة سيوه وهو المعبد الدوري الوحيد غرب الإسكندرية حيث يحمل هذا المعبد واجهة على الطراز الدوري وأعمدة ذات قنوات دورية تحمل فوقها كورنيشًا على الطراز الدوري وتتجه واجهة المعبد ناحية الجنوب حيث يتكون من ثلاثة أفنية تقدمها صالة الأعمدة وطولها ٣٤ مً إذا يعتبر من أهم المعابد وأضخمها ولا توجد على جدارنه أيه نقوش ويؤرخ بالقرن الأول الميلادي وتكمم أهمية المعبد في الاكتشافات الأثرية الأخيرة التي يعتقد بها البعض مقدمه لاكتشاف مقبرة الأسكندر الأكبر في هذا الموقع.

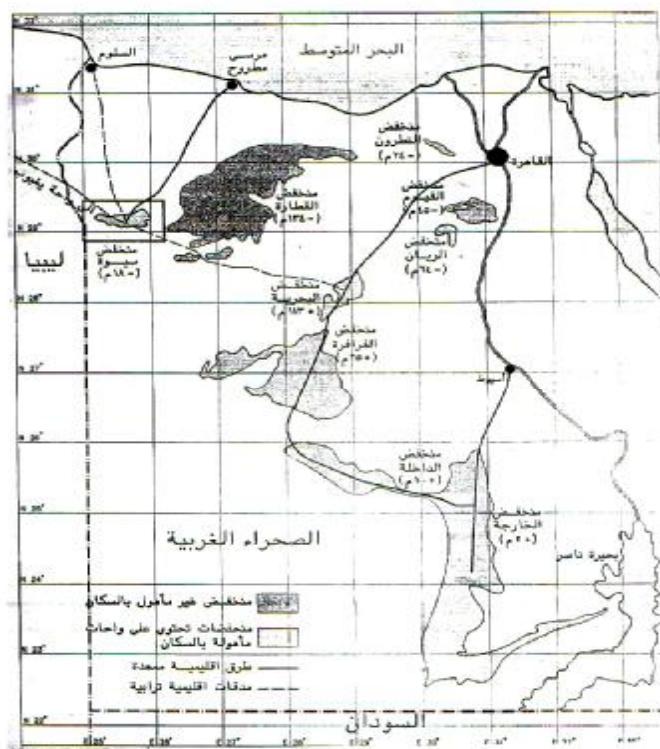
وقد أجريت الفحوص التحاليل وإختبارات المواد Investigation & analysis and materials testing.

لمواد البناء المستخدمة في تشييد المعبد وذلك للتعرف على نوعية الحجر الجيري ، والمونة الرابطة باستخدام طرق حيود وتقلور الأشعة السينية X-Ray diffraction & الفحوص بإستخدام الميكروسكوب المستقطب (P.M) والميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM) واستخدام وحدة التحاليل الملحقة EDEX وذلك للتعرف على التركيب المعدني والعنصري وأكاسيد العناصر المكونة لمواد البناء المختلفة وتعيين الخواص الفيزيوميكانيكية لها- Physio-Mechanical properties للتعرف على التغيرات المعدنية والتآثيرات البيئية المحيطة على مواد البناء المستخدمة في تشييد المعبد الدوري لتحديد المشاكل وأسباب التدهور وتحليلها لإختيار أنساب المواد والطرق لحفظ على العناصر المعمارية للمعبد وإجراء أعمال الترميم والصيانة وإعادة التأهيل وكيفية الارتقاء بالمحيط البيئي للمعبد لوضعه على خريطة السياحة العالمية .

- ألقى ملخص البحث د.إبراهيم محمد عبد الله نيابة عن د. سمر يسري أمين - المعهد العالي للسياحة والفنادق وترميم الآثار - أبو قير - الإسكندرية
- كلية الأداب جامعة الإسكندرية

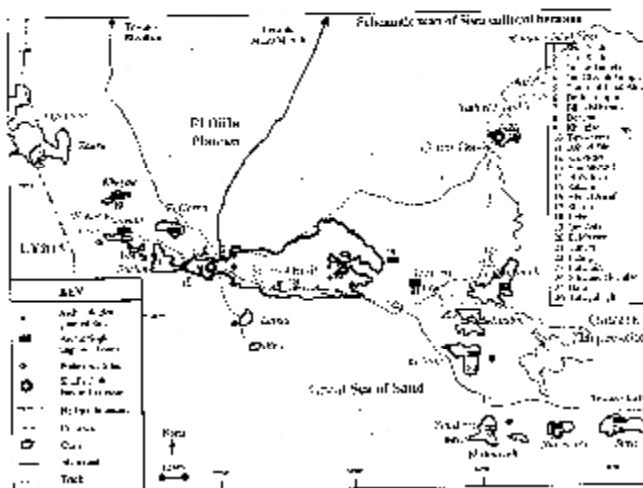
مقدمة Introduction

تعتبر واحة سيوة أبعد الواحات المصرية عن وادي النيل حيث تقع في الشمال الغربي للصحراء الغربية تبعد عن البحر المتوسط حوالي ٣٠٠ كم وهي عبارة عن منخفض طولي يمتد من الشرق إلى الغرب بطول ٨٠ كم ويقاوِل عرضه بين ٨ كم في الشرق و٩٦ كم في الغرب تبلغ مساحة المنخفض حوالي ١٠٨٨ كم^٢ بإنخفاض يتراوح بين ١٨ - ٤٢ م تحت سطح البحر وهي محصورة بين حافة الشمال الحادة والثبان الرملية (رشدي ٢٠٠٤) الأتية من بحر الرمال العظيم والذي يمتد من الشمال إلى الجنوب بطول ٥٥٠ كم ، ٨٠ كم من الشرق إلى الغرب حيث يقع المنخفض على الحافة الشمالية الغربية (Cassandra 2000) (خرطة رقم (١))



خريطة (١) توضح واحة سيوه في أقصى شمال غرب الصحراء الغربية لمصر والواحة هي المنخفض الطبيعي المعمر والمأهول بالسكان والذي يحتوي على العديد من المواقع الأثرية من أهمها معبد الوحي ومقابر جبل الموتى والمعبد الدوري والذي يقع في أقصى الغرب (Hany 2006) خريطة رقم (٢)

مع تزايد الاهتمام العالمي بالمناطق ذات الطبيعة الخاصة واهتمام الدولة بالبيئة وصدور قرار رئيس الوزراء رقم ١٢١٩ لسنة ٢٠٠٢ الخاص باعلان محمية واحدة سيوة للحفاظ على التراث الطبيعي والثقافة مما أدى وجود دراسات وأبحاث لمعالجة التدهور الحالي بيئية واحدة سيوة مع إمكانية دعوة الهيئات العالمية للمشاركة في حماية البيئة مما أدى إلى ظهور فكر ربط المناطق ذات الحساسية البيئية في محور بيئي يربط موقع التراث والمناطق الطبيعية Environmental Corridor المميز (رشدي ٢٠٠٤)



خرائط (٢) توضح واحة سيوة وموقعها الأثري ووجود المعد الدوري في أقصى الغرب

طبيعة موقع سيوة

يتتميز موقع سيوة في عمق الصحراء الغربية بين المراقي غرباً وخطبة الزيتون شرقاً وتتصف طبيعة الأرض المحيطة بالواحة بالتلل والأودية والترابية الصلبة بصورة عامة في الأراضي المرتفعة عنها في المناطق المنخفضة وخاصة على طول مجاري المياه الطبيعية ويغلب على أرض الواحة وجود الكبريتات التي تترسب مع الينابيع الكبريتية الأرتوازية .

كما توجد مساحات من الأرض السبخة والتي تكونت على سطحها طبقة من الأملاح من أهم مكوناتها كلوريد الصوديوم وكبريتات الكالسيوم وهذه الطبقة تسمى القرشيف وفي بعض المواقع تكون هذه الطبقة من كلوريد الصوديوم (عبد الباري ٢٠٠٤)

جيولوجية سيوة

تقع واحة سيوة في أقصى شمال غرب الصحراء الغربية والتي تمتد من وادي النيل حتى الحدود الغربية لمصر ومن البحر المتوسط شمالاً حتى حدود السودان جنوباً وتبلغ مساحتها ثلثي مساحة مصر وهي هضبة صحراوية متعددة ذات ارتفاع

معدل يبلغ متوسطه ٤٠٠ م فوق مستوى سطح البحر وهي تحتوي على عدد كبير من المنخفضات التي يهبط مستواها عن المستوى العام للهضبة وقد يهبط مستوى بعضها إلى مادون مستوى البحر وأهمها المنخفض الكبير الذي تشغله القطارة وانخفاض سيبة في إتجاه شرقى غربى إلى الجنوب مباشرة من تكوينات الحجر الجيرى الميوسیني (متولى . ١٩٧٧) والتي حدثت نتيجة لحركات تكتونية خلال العصر الميوسیني الأوسط والتي أدت إلى حدوث المنخفض Depression وهو الذي يشبه الطيبة المقعرة Syncline والتي تمتد أكثر من ٨٠ كم في قوس جيومورفولوجي Geomorphic arc لمنخفضات القطاره - سيبة - جبوب (Amin 1969) والتكونيات المتعاقبة من طبقات الصخور الجيرية والرملية والحرفيات التي توجد فيها الأنواع البحرية من الفلورا الدقيقة Microflora والتي تتضمن:

Leispheres and a few other Polynomorphs such as Leiofusa CF. Tumido, Microhystridium SP. and spore like microfossils CF. tetrahedrelates of Possible early Liandovery age (Ezzat 2001)

ويعتبر المنخفض على الحافة الشمالية الغربية لبحر الرمال العظيم مما يعرض المنخفض للكثبان الرملية Dunes وتحتوي سيبة على العديد من التلال أهمها جبل الذكور، خميسة ، الغير ، جبل الموتى (Watson 2004) والتي تتعرض للتصدعات والشروخ نتيجة لعمليات التمدد والانكماس لاحتواها على معادن الطين وأهمها معدن سمكتيت (Hani 2006)

هيدروجيولوجية سيبة Siwa Hydrogeology

يوجد في واحة سيبة ثلاثة أنظمة رئيسية Three main aquifer systems النظام الأول مرتبط بسطح الأرض

- نظام الكربونات Acarbonate System سمكه ٧٠٠ م مع شبكة معقدة من الشروخ والروابط وظاهرة Karst phenomena والذي يقسم إلى القسم العلوي (الميوسین الأوسط) Middle Miocene والقسم الثاني (الأيوسیني والكريتاس) Eocene and Cretaceous

- نظام الحجر الرملي المسامي Aporous Sandstone System والذي يرجع إلى عصر Mesozoic and Paleozoic Age بسمك حوالي ٣٠٠ م - الخزان الأساسي من الصخور الصلبة

Afissured and weathered hard Rock System, the basement aquifer intensively

ومن خلال التركيب الجيولوجي فإن هيدرولوجية الماء في واحة سيبة تحتوي على طبقات الماء العذب في الخزان النبوي Nubian تحت الماء المالح كما أن أنظمة

الكربونات تحتوي أيضا على الماء المالح Saline ground water من الطبقات العليا والسفلية (shata 1982).

وقد درست مصادرها (Dabous 2001) من الجنوب والشمال والغرب من خلال دراسة النظائر المشعة لليورانيوم ومحتوى الماء منها وهما :

^{238}U ، ^{234}U على أعمق مختلفة للخزان الجوفي التوبي، من خلال معدل النشاط (Activity Ratio) AR حيث يتم تغذيته من الجنوب وحتى الحدود الشمالية الغربية للسودان ومن الشمال والشمال الغربي حيث يتميز الخزان الجوفي درجة تركيز مخفضة من اليورانيوم U ($<0.05 \text{ ppb}$) ومعدل عالي من ^{238}U (> 1.5) كما أن الخزان الجوفي الشمالي الغربي يتميز بارتفاع تركيز U، وماء المطر له تركيز عالي من U ($>0.1 \text{ ppb}$) والخزان الجوفي التوبي يتميز بانخفاض نسبة ^{234}U ($<0.02 \text{ ppb}$) بينما ماء سيبة السطحي the shallow siwa water يتميز بارتفاع ^{234}U While the shallow siwa water has a very high excess U²³⁴ وينسب الماء الجوفي ground water من 1199 بئر وعين في الواحة عبر الشقوق والشروخ في الصخور من أهمها عين فريشت والجوبه وعين الشمس أو حمام كليوباترا تعطي حوالي ٢٥٥ مليون متر مكعب من الماء شتويا منها ٢٢٢ مليون متر مكعب تفقد بالبخر بينما النسبة المتبقية تذهب إلى البحيرات والتي رصدت في ١٩٩٧ وهي نسبة ٣٣ مليون متر مكعب، والتي تذهب إلى البحيرات وأهمها بحيرة سيبة ، الأغورمي ، المرافقي و الزيتون (Gad 2000) والتي أدت إلى ارتفاع مستوى الماء حوالي (4.5Cm/Year) مؤدية إلى ارتفاع ملوحة التربة Soil salinization وذلك لسوء التخطيط وعدم التحكم في عمليات الحفر للأبار والعيون (Al-Kadi 2003) مما أدي إلى زيادة مساحة البحيرات المالحة والمستنقعات Saltwater lakes and marches والتي زادت من مساحة ٥٤ و ٢٠ كم^٢ ٧٥,٥٤ كم^٢ خلال الفترة من ١٩٩٠ - ٢٠٠٨ وقدرت مساحة المستنقعات ٣٣٥,٠٠ كم^٢ في عام ١٩٩٠ زادت إلى ١٩٩٠ كم^٢ في ٢٠٠٨ وقدرت المساحات المترسبة بحوالي ٥٠,٠٠ كم^٢ في عام ١٩٩٠ وأرتفعت إلى حوالي ٨٧,٩٥ كم^٢ في ٢٠٠٨ ومساحة التجمعات الحضرية قدرت بحوالي ٦,٧٠ كم^٢ في ١٩٩٠ وأرتفعت إلى ١٠,٠٠ كم^٢ في عام ٢٠٠٨ ويبلغ عدد السكان حوالي ٤٤٨٢ عام ٢٠٠٦ (Siwa information Center 2009) ويعود تاريخ ماء سيبة إلى ٣٠,٠٠٠ سنة Late Pleistocene وتنتروح سمك الأحجار الجيرية بين ٥٠,٠٠٠ - ٣٠,٠٠٠ م وملوحة الماء بها بين ٨٠٠٠ - ١٦٠٠ جزء في المليون ودرجة الحرارة

بين ٣٠-٢٦ درجة مئوية والطبقة التي تقع بين ٦٠٠-١٥٠٠ م تترواح الملوحة بين ٣٠٠-٤٠٠ جزء في المليون ودرجة الحرارة ٥٠ درجة مئوية (Abd Elaziz 2005). وتعاني سيوة اليوم من ارتفاع معدل المياه الجوفية Subsoil water والتي كان معدلها بين عامي ١٩٦٢ - ١٩٧٧ حوالي ٣-١ سم / سنة بينما من ١٩٧٧ - ١٩٩٠ ارتفع المعدل الى ٦-٤ سم / سنة (Misak 1997) وقد وصل متوسط ارتفاعها من عام ١٩٩٠ ٢٠٠٨ م حوالي ٤,٦ سم / سنة (Abo-Ragab 2008) .

مناخ سيوة Climate

تقع سيوة ضمن الحزام القاحل شديد الجفاف والذي يمتد بين خطى عرض ٣٠، ٢٠ درجة شمال خط الأستواء حيث يتميز المناخ الصحراوي ويمكن استعراضه كالتالي :-

درجة الحرارة Temperature

تبلغ أقل قيمة لمتوسط الحرارة العظمى خلال شهر يناير ١٩,٦ درجة مئوية ثم تزداد تدريجيا لتصل لأعلى قيمة خلال شهر يوليو ٤٨ درجة مئوية ويعتبر مناخ سيوة الصحراوي حار جدا خلال الصيف حيث تتراوح درجة الحرارة خلال الليل ٢١,٧ درجة مئوية وحتى ٣٨ درجة مئوية .

الرياح Wind

الرياح في واحة سيوة أغلبها شمالية في شهر يوليو وأغسطس وشرقية وجنوبية شرقية وجنبوبية في شهر مارس وابريل ومايو أما الرياح الجنوبية الغربية والغربية أغلبها في شهر ديسمبر ويناير وفبراير وتتعرض سيوة لرياح الخمسين والتي تهب من الجهات الصحراوية الجنوبية في شهر ابريل وقد تصل سرعة الرياح خلال الشتاء الى ٤٠ كم/ساعة (Toakim 2000)

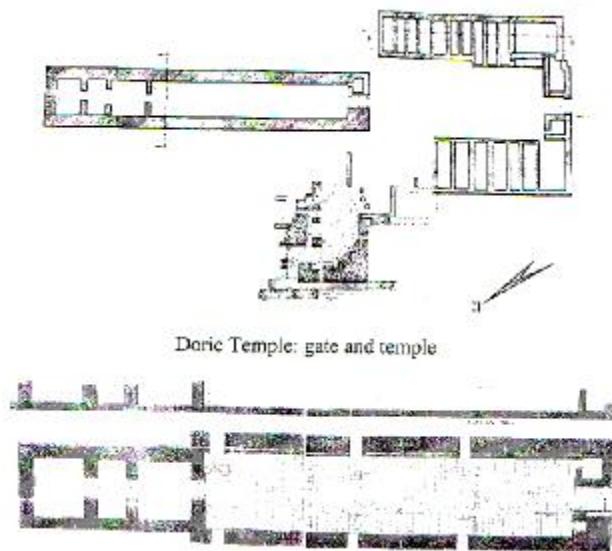
الرطوبة والأمطار Moisture & Rains

يتتصف مناخ سيوة بالانخفاض في درجة الرطوبة وتنقاوت الرطوبة النسبية على مدار السنة بحيث تصل الى أعلى درجاتها خلال فصل الشتاء والربيع أما بالنسبة للأمطار فتعتبر شديدة الجفاف حيث يصل المعدل السنوى للمطر ١١ مليمتر/م (عبد الباري ٢٠٠٤) وقد رصدت نسب تساقط أمطار ووصلت الى ٢٨ ملم في يوم واحد في ٢٤ ديسمبر ١٩٣٦م وممكن أن تحدث الأمطار الغزيرة في فترات مختلفة في عام ١٩٣٠م ، ١٩٧٠م و ١٩٨٦م وممكن أن يحدث الصقعي وتصل الرطوبة النسبية في نوفمبر ، ديسمبر ويناير ٥٣% نسبيا تقريبا (Abd Elaziz 2005)

وصف الحالة Description of the state

يقع المعبد الدورى في المراغي / بلاد الروم في أقصى الغرب كما توضحة الخريطة رقم (٢) والخاصة بالموقع الأثري الموجود بالواحة ، حيث يقع على بعد ١٨٦٩ م غرب بلاد الروم وقد كان موجود عندما زار المكان Rohlf عام ١٨٦٩

والذي وصفه على أنه أحسن المعابد الموجودة في الواحة ولكن بعض حوائطه منهاره يعتبر المعبد الوحيد غرب الإسكندرية ويحمل واجهة على الطراز الدوري والأعمدة ذات قنوات وتحمل كورنيشا يتكون من الترجليف والميتوب والتي تحمل الواجهة المثلثة واجهة هذا المعبد تقع إلى الجنوب ويتكون من ٣ أبهاء تتقدمها صالة الأعمدة وطولها ٣٤ م والمدخل إلى الأبهاء الثلاثة مزينة بالنقوش ولا توجد على جدران هذا المعبد أية نقوش وهذا المعبد يُؤرخ بالقرن الأول الميلادي وفي المحاجر التي عثر عليها بالمنطقة وجد فيها كل لتيجان أعمدة دورية ربما كانت هذه التيجان مجهزة لنقلها إلى المعبد الدوري (قادوس . ٢٠٠٥) ، وفي عام ١٩٩٠ بدأت حفائر البعثة اليونانية برئاسة Liana Souvaltzis حيث وجدت مبنى ضخم محاط بسياج والواجهة الجنوبية تبدأ بثلاثة سلاسل تؤدي إلى جدار Podium شكل (١) وعلى جانبي المدخل تماثلين لأسد رابض متوجه إلى الجنوب وعلى بوابة الرئيسية pylon توجد زخرفة من الطراز الفرعوني لقرص الشمس وحية الكوبرا على جانبيه وقد كسرت إلى جزئين كبيرين وقد أدعت Souvaltzis نتيجة لوجود نص يوناني أنها نحتت لأجل الأسكندر الأكبر ولكن العلماء يصعب عليهم إتباع رأيها ويؤدي المدخل الرئيسي إلى السرداد Crypt والذي غطي بكل حجرية ضخمة وهذا السرداد يمتد إلى الجنوب مساحة ٦م وداخل المدخل توجد حجرات مستطيلة في الشرق وحجرات مربعة في الغرب والمدخل يطل على الفناء والذي رصف بالأحجار المنحوته وأبعاده ٢٥ م من الشمال إلى الجنوب وعلى جانبيه حجرات مستطيلة وخلف الفناء مدخل يؤدي إلى دهليز شبه الصالة Corridor like hall غطيت بأسقف بعقودة محمولة على عمودين على الجانبين والدهليز أبعاده ٣٦ م × ٧ م وفي داخلة على الجانب الشرقي حجرات مربعة صغيرة، في وسطه عمود وسلام حزازية تؤدي إلى السطح وقد رصف الدهليز بال بلاطات الحجرية وفي نهاية الدهليز إلى المدخل أنصاف أعمدة أدمجت في الواجهة لتدعم السقف، وحجرات المعبد تعلو أبوابها زخارف يونانية الطراز وأفاريز بها وريقات ووريقات وزخارف نباتية وقد أظهرت الحفائر أن سمك حوائط المعبد حوالي ٢,٥ م بارتفاع ٨ م وقد ظهرت زخارف الترجليف Triglyphs والميتوب Metopes، كما وضعت روؤس أسود أعلى الكورنيش والتي لم تستخدم كميزاب للصرف Drain وقد تم العثور على رؤس لتماثيل مكسورة بالمنطقة إحداها يرتدي لباس الرأس الفرعوني (النمس) (nms) Pharaonic head-Cloth أبعاده ٢١×١٦ سم عند أساسات حجرة الفناء Courtyard Room ربما يشير إلى مبني مختلفي الطراز في المعبد وتماثلين لاوزورييس وعملات برونزية .



شكل (١) رسم تخطيطي للمسقط الأفقي للمعبد الدوري

وقد أقطعـت أحـجـارـ المـعـبـدـ منـ عـلـىـ بـعـدـ ١ـ كـمـ شـمـالـ الـحـوـائـطـ وـقـدـ إـسـتـخـدـمـ طـرـيـقـةـ Opus quaetratumـ وـقـدـ مـلـأـتـ الفـرـاغـاتـ بـيـنـ الـكـلـلـ بـالـكـسـرـ وـالـجـبـسـ ،ـوـقـدـ عـثـرـ عـلـىـ العـدـيدـ مـنـ الـقـطـعـ الـحـجـرـيـةـ الـمـنـحـوـتـهـ وـمـفـاتـيحـ الـأـحـجـارـ Keystonesـ فـيـ مـنـطـقـةـ الـدـهـلـيـزـ Corridorـ أـنـظـرـ الرـسـمـ التـخـطـيـطـيـ لـلـمـعـبـدـ رـقـمـ (١)ـ ،ـوـمـنـ خـلـالـ النـقـوـشـ فـقـدـ شـيـدـ الـمـعـبـدـ خـلـالـ عـصـرـ الـأـمـبـرـاطـورـ تـرـاجـانـ ١٠٨ـ١١٧ـ مـ وـقـدـ ذـكـرـ السـيـوـيـنـ مـنـ ٤٠٠ـ عـامـ أـنـهـ كـانـ هـنـاكـ عـيـنـ مـيـاهـ تـسـمـيـ Iksalـ تـقـعـ عـلـىـ بـعـدـ ١،٥ـ كـمـ شـمـالـ الـمـعـبـدـ الدـوـرـيـ (Abd El Aziz 2005)

مظاهر تلف المعبد الدوري

من خلال الصور أرقام (١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٧ ، ٨) يمكن أن نلاحظ مظاهر التلف كالتالي :-

- ١ - ارتفاع نسبة المياه الأرضية أسفل أساسات المعبد
- ٢ - إنهيار أجزاء كثيرة من العناصر المعمارية والحوائط واسقف المعبد .
- ٣ - وجود أجزاء مت�اثرة من الكتل الحجرية المستخدمة في تشييد المعبد في أماكن متفرقة من الموقع .
- ٤ - تراكم الأتربة والرمال على أجزاء كثيرة من حوائط المعبد وب خاصة عند الأجزاء الجنوبية .

- ٥- تبلور الأملاح على الحوائط والموانات المستخدمة في ربط مداميك الكتل الحجرية للمعبد .
- ٦- وجود الشروخ الدقيقة بالكتل الحجرية لحوائط المعبد .
- ٧- تأكل وتحطم العناصر الزخرفية بالكتل الحجرية .
- ٨- وجود ظاهرة تزييف الحجر ببعض الكتل الحجرية .
- ٩- نمو النباتات والشجيرات بموقع المعبد .



صورة (١) توضح تسوين الكتل الحجرية للمعبد الدوري



صورة (٢) توضح أرتفاع منسوب المياه الأرضية أسفل اساسات المعبد
ومدخل السرداب في الواجهة الجنوبية



صورة (٣) توضح تصدع أجزاء من أطلال المعبد وتراكم الكثبان الرملية
على الواجهة الجنوبية للمعبد



صورة (٤) توضح بعض أعمال درء الخطورة والتنظيف وإزالة المخلفات
حول أطلال المعبد



صورة (٥) توضح تحطم أطلال المعبد تحت مخلفات الأتربة والرمال المتراكمة وعمليات تبلور الأملاح خلالها وأهمها معن الهاليت والجبس والأنهيدريت



صورة (٦) توضح ظاهرة نزيف الحجر نتيجة تغيرات درجة الحرارة والرطوبة نتيجة المناخ الصحراوي الواقع به المعبد الدوري



صورة (٧) توضح مظاهر تلف مختلفة نتيجة تكامل الظروف البيئية
المحيطة بأطلال المعبد ووجود الشروخ المتعددة نتيجة للأجهادات
الداخلية وعمليات التمدد والأنكماش للبلورات الملحة



صورة (٨) توضح تبلور الأملاح على أطلال المعبد الدوري نتيجة ارتفاع
نسبة الملوحة وبخاصة كلوريد الصوديوم وكبريتات الكالسيوم أسفل أساسات
المعبد

المواد والطرق Materials & Methods

أخذت عينات من مواد البناء المستخدمة في تشيد المعبد الدوري من الأحجار والمعونات وقد إجريت التحاليل والفحوص Analysis and Investigations وذلك للتعرف على التركيب المعدني والداخلي ومدى تأثرهما بالمتغيرات البيئية كما يلي :-

أولاً التحاليل Analysis

١ - التحليل باستخدام طريقة حيود الأشعة السينية X-Ray diffraction

X.R.D philiphis. Diffractometer analysis Methods

type is PW 1840

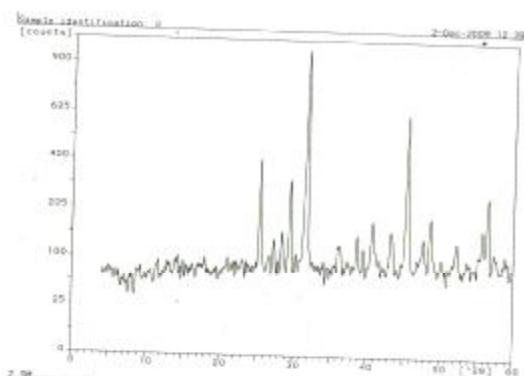
أ. أخذت عينات من الأحجار الجيرية من واجهة المعبد الجنوبية والحوائط والعناصر الزخرفية وتبيين الجداول (١) والأشكال المرفقة لأرقام (١ ، ٢ ، ٣) التركيب المعدني لها .

جدول (١) يوضح التركيب المعدني لعينات من لأحجار الجيرية المشيد بها المعبد الدوري حللت بواسطة X.R.D

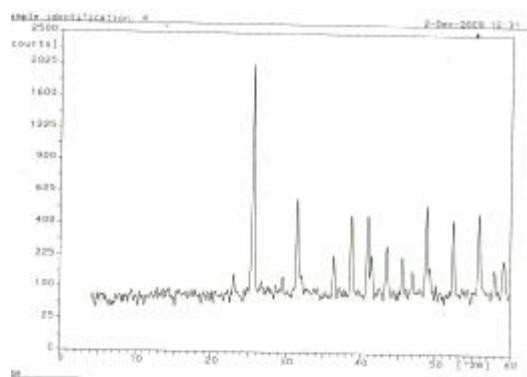
No. Of samples	Mineral Compositions	%
١	Calcite Ca CO ₃ Halite NaCl Albite NaAl Si ₃ O ₈ Microcline KALSi ₃ O ₈ Quartz SiO ₂ Anhydrite Ca SO ₄ Gypsum CaSO ₄ .2H ₂ O	26.8 100 8.5 7.9 2.7 35.1 3.1
٢	Calcite CO ₃ Nontronite Ca₅(si₇ Al₈ Fe₂) Fe₂ Al₄ Mg) O₂₀(OH)₄ Gypsum CaSO ₄ .2H ₂ O Halite NaCl Anhydrite Ca So ₄	100 1.6 7.5 20.5 6.7
٣	Calcite CaCO ₃ Gypsum Ca SO ₄ .2H ₂ O Goethite Feo(OH) Anhydrite CaSo ₄	100 4.5 2.7 9.11

جدول (٢) يوضح التركيب المعدني لعينات المونة الرابطة للكتل الحجرية بالمعبد الدوري.

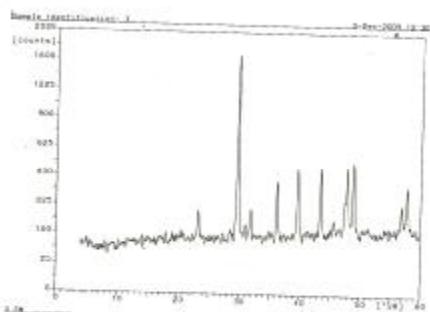
No.of samples	Mineral composition	%
1	Anhydrite CaSO_4	100
	Gypsum $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	58.5%
	Halite NaCl	33.0
2	Anhydrite CaSO_4	100
	Calcite CaCO_3	2.8
	Quartz SiO_2	2.1
	Halite NaCl	25.2



شكل (١) نمط حيود الأشعة السينية X.R.D لعينة الحجر الجيري (١)

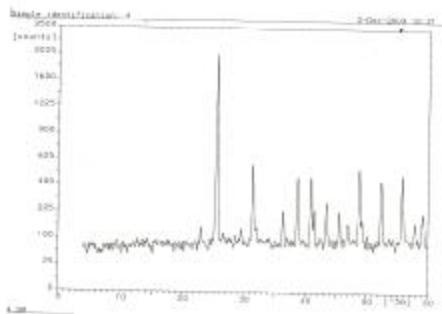


شكل (٢) نمط حيود الأشعة السينية X.R.D لعينة رقم (٢) من الحجر الجيري

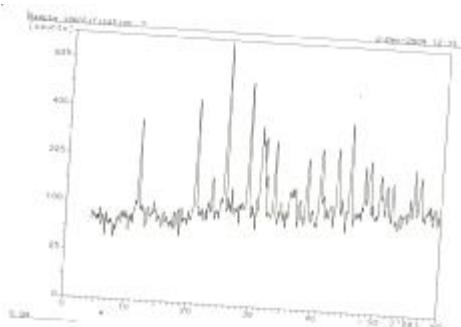


شكل (٣) نمط حيود الأشعة السينية X.R.D لعينة رقم (٣) من الحجر الجيري

ب- أخذت عينات من المونة الرابطة للمداميك والكتل الحجرية وتبين الجداول أرقام (٢) والشكل المرفق لها (٤ ، ٥) التركيب المعدني لها .



شكل (٤) نمط حيود الأشعة السينية X.R.D لعينة مونة رقم (١)



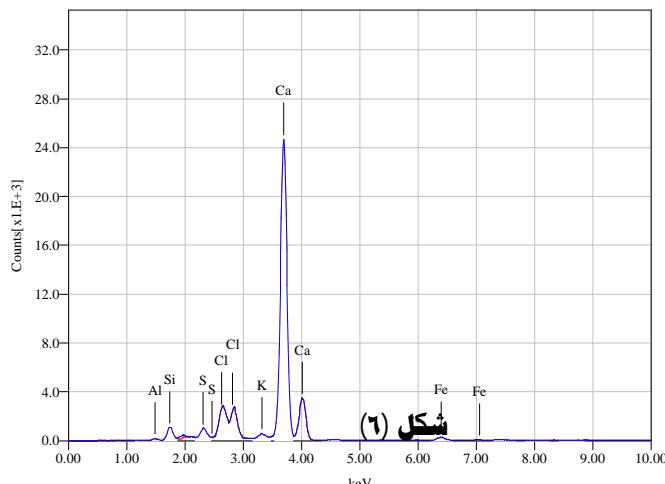
شكل (٥) نمط حيود الأشعة السينية X.R.D لعينة مونة رقم (٢)

٢ - التحليل بوحدة التحاليل (EDEX) المرفقة بالميكروسكوب الإلكتروني Scanning Electron- Microscope (SEM)

وقد أجريت بوحدة التحاليل (EDEX) المرفقة بالميكروسكوب الإلكتروني SEM وتوضح الجداول (٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٧) والأشكال المرفقة لها (٦ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠ ، ١١) أكسيد العناصر لعينات الأحجار الجيرية والمعونات المستخدمة في المعدب .

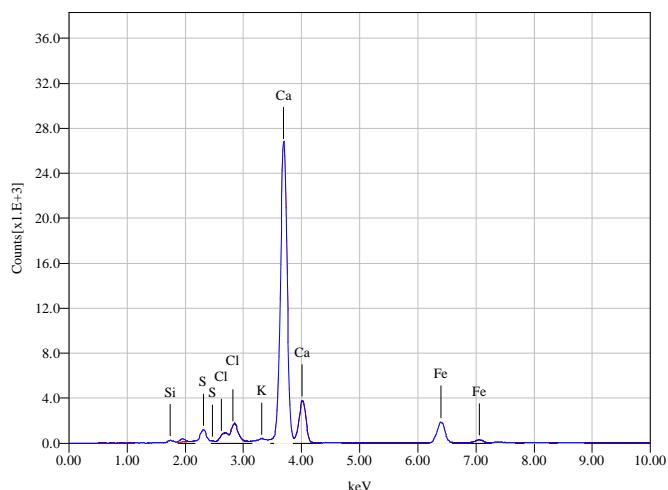
٣ - التحليل الحراري (D.T.A.)

وقد أخذ عينات من الأحجار الجيرية وحللت حراريا وقد إستخدم في هذه الطريقة جهاز من نوع Shimadzu DTA H50 ظروف التشغيل كان جو الفرن من غاز النيتروجين (N) وحامل العينة من النيكل (NI) ويبين الشكل رقم (١٢ ، ١١) نمط التحليل الحراري لعينة الحجر الجيري .



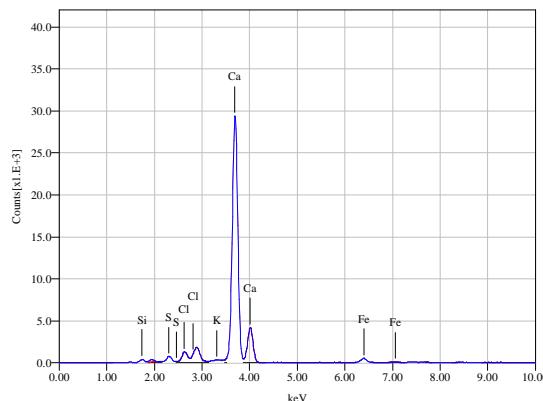
Element	Line Type	Energy	ms%	mol%	K	Net	Error%
Al ₂ O ₃	K	1.49	1.6879	0.9405	0.0006708	1538	0.5658
SiO ₂	K	1.74	5.9850	5.6591	0.0028759	12311	0.5688
SO ₃	K	2.31	1.9594	1.3904	0.0014408	10954	0.1178
Cl	K	2.62	2.8190	4.5173	0.0050052	29330	0.1119
K ₂ O	K	3.31	1.6357	0.9864	0.0020952	8670	0.1999
CaO	K	3.69	85.1066	86.2193	0.0729624	359923	0.2423

جدول (٣) تحليل عينة حجر جيري من المعدب الدوري باستخدام EDEX من المعدب الدوري
والشكل المرفق له (٦)



Element	Line	Type	Energy	ms%	mol%	K	Net	Error%
Si	K		1.74	0.7193	0.0394	2523	0.1827	
S	K		2.31	1.1906	1.5070	0.0061044	13874	0.0313
Cl	K		2.62	0.7154	0.8189	0.0035630	6242	0.0739
K	K		3.31	0.8425	0.8744	0.0036703	4541	0.1088
Ca	K		3.69	89.5977	90.7213	0.2688177	396455	0.1282
Fe	K		6.40	6.9344	5.0391	0.0126052	33509	0.1082

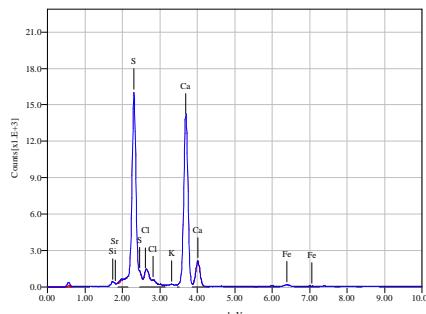
جدول (٤) تحليل عينة حجر جيري من المعبد الدوري باستخدام EDEX من المعبد الدوري
والشكل المرفق له (٧)



شكل (٨)

Element	Line Type	Energy	ms%	mol%	K	Net	Error%
Si	K	1.74	1.1104	1.5783	0.0040960	4338	0.1928
S	K	2.31	0.6611	0.8231	0.0045230	8508	0.0333
Cl	K	2.62	1.7142	1.9303	0.0113920	16517	0.0786
K	K	3.31	0.7345	0.7499	0.0041444	4243	0.1193
Ca	K	3.69	94.0595	93.6887	0.3568764	435579	0.1439
Fe	K	6.40	1.7204	1.2298	0.0039227	8630	0.1225

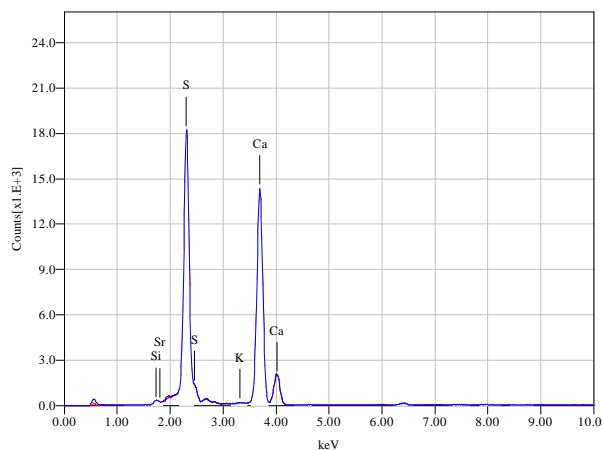
جدول (٥) تحليل عينة حجر جيري من المعبد الدوري باستخدام EDEX من المعبد الدوري
والشكل المرفق له (٨)



شكل (٩)

Element	Line Type	Energy	ms%	mol%	K	Net	Error%
Si	K	1.74	0.9846	1.3247	0.0014453	3125	0.1447
S	K	2.31	24.1036	28.4063	0.0536349	205975	0.0306
Cl	K	2.62	3.2750	3.4906	0.0047844	14163	0.1068
K	K	3.31	0.6920	0.6688	0.0009425	1970	0.1476
Ca	K	3.69	69.1601	65.2046	0.0838862	209038	0.1345
Fe	K	6.40	0.5515	0.3732	0.0005905	2652	0.0779
Sr	K	14.14	1.2333	0.5319	0.0044924	14044	0.0664

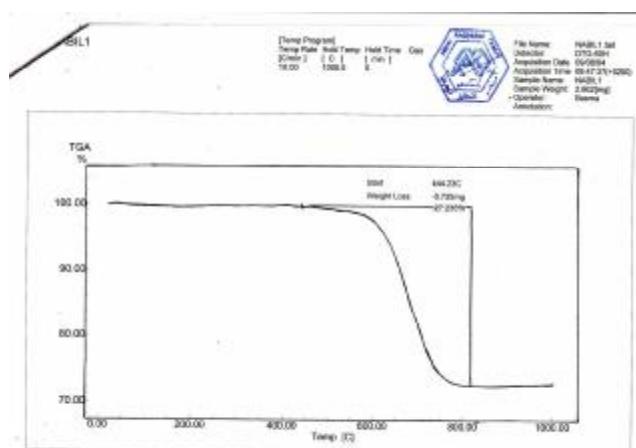
جدول (٦) تحليل عينة حجر جيري من المعبد الدوري باستخدام EDEX من المعبد
الدوري والشكل المرفق له (٩)



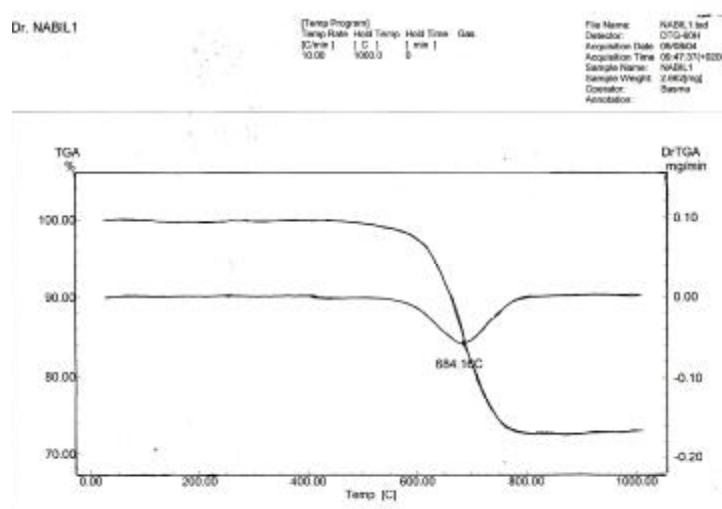
شكل (١٠)

Element	Line	Type	Energy	ms%	mol%	K	Net	Error%
Si	K		1.74	0.7347	0.9831	0.0021873	2317	0.1570
S	K		2.31	28.0958	32.9305	0.1251170	235342	0.0336
K	K		3.31	0.6512	0.6259	0.0018074	1850	0.1594
Ca	K		3.69	69.2172	64.9025	0.17114p90	208893	0.1451
Sr	K		14.14	1.3011	0.5580	0.0097519	14932	0.0710

جدول (٧) تحليل عينة حجر جيري من المعد الدوري باستخدام EDEX من المعد الدوري
والشكل المرفق له (١٠)



شكل (١١) التحليل الحراري D.T.A لعينة من الحجر الجيري من المعد الدوري



شكل (١٢) التحليل الحراري D.T.A لعينة من الحجر الجيري من المعدن الدوري

ثانياً : الفحوص Investigations

١ - الفحص بالميكروسكوب المستقطب Polarizing Microscope(P.M)

وقد أخذت عينات من الأحجار الجيرية والمونة الرابطة وتم عمل مقاطع thin section وفحصت تحت الضوء المستقطب للتعرف على المكونات المعدنية والتركيب الداخلي للعينات كما هي مبينة في الصور الميكروسكوبية أرقام (٩ ، ١٠ ، ١١ ، ١٢ ، ١٣ ، ١٤ ، ١٥ ، ١٦) .

٢ - الفحص بالميكروскоп الألكترونی الماسح Scanning Electron Microscope (S.E.M) .. Jeol.

وقد أخذت عينات من الأحجار الجيرية والمونة الرابطة وفحصت بواسطة جهاز SEM وذلك للتعرف على التركيب الداخلي لها ومدى تأثيره بالظروف البيئية المحيطة وتبيان الصور الميكروسكوبية أرقام (١٧ ، ١٨ ، ١٩ ، ٢٠ ، ٢١ ، ٢٢ ، ٢٣ ، ٢٤) نتائج هذه الفحوص .

المناقشات Discussions

أولاً التحاليل

١ - التحليل باستخدام (XRD)

أ- تحليل عينات الأحجار

من خلال الجداول (١) والأشكال المرفقة لها توضح أن الأحجار الجيرية المستخدمة في تشيد المعدن الدوري تتكون من معن الكالسيت Calcite CO_3 الذي يعتبر المكون الرئيسي في معظم الصخور الجيرية وواحد من المعادن الهمزة

المكونة للأصداف ويتبلور المعدن في فصيلة الثلاثي بالإضافة إلى معدن الأنهيدريت Ca SO_4 والذي يتواجد بنسوب كبيرة ويتبلور في فصيلة المعيني القائم وهو أحد المعادن الهامة في رواسب المتخرارات وغالباً ما يصاحب معادن الجبس الهاليت والكلسيت وهو يتواجد في الصخور الرسوبيّة أو العيون المائيّة الحارّة (بشادي ٢٠٠٣) لذا فقد تواجد معدن الجبس في التحليل أيضًا وقد يحدث تحول للأنهيدريت إلى الجبس (Kleinmger 1957) حيث يتفاعل الأنهيدريت ببطء مع الماء الأنهيدريت ثابت حراري

Thermodynamically stable up to 1180 C°

ولكن عملية التحول تحتاج إلى عامل منشط Activators مثل K_2SO_4 أو Ca(OH)_2 كمنشط عند ٢٠م حيث تزيد كمية الجبس ببطء في البداية ثم ينخفض معدل تكون الجبس عند ٤٠م حتى يحدث الأنتران (Sievert 2005) equilibrium ويتبلور الجبس في فصيلة إحادي الميل (بشادي ٢٠٠٣) ويترسب الأنهيدريت من الماء البحري المشبع به حيث يترسب مع الهاليت (Michael 1987) أو قد يترسب من العيون الحارّة المالحة في المناطق الحارة في وجود الجبس أو معدن البازانيت (Bassanite Cody 1980) أو يترسب نتيجة الأكسدة والتفاعل بين الكبريات والماء الأرضي الغني بالكلسيوم (Roger 1990) وعملية تميُّز الأنهيدريت Hydration of Anhydrite تنتج عنها زيادة في الحجم تصل إلى ٦٢% كما أن تحول الجبس إلى الأنهيدريت Dehydration of Gypsum يصاحبه نقص في الحجم بنسبة ٣٨,٥% وهذه التحوّلات ينتج عنها عملية التمدد والتي يتولد عنها ضغوط Stress تؤدي إلى تشوّه الحجر وحدوث شروخ دقيقة (Zanbak 2003) كما يؤثر وجود الهاليت ودرجة الحرارة على ذوبانية الأنهيدريت (Robert 2005) ومعاملات التمدد الحراري للأنهيدريت The Thermal expansion Coefficient of An hydrate بمعايرتها بالكوارتز كعينة قياسية عند درجة حرارة ٢٥م وجد أنها

$$\text{and } B \times 10^{14} \text{, } B \text{ in } \text{C}^{-2} \text{X}^{10^8}$$

وأن معامل التمدد للأنهيدريت أقل من الهاليت (Howard 2004) ، والذي يعتبر المكون الرئيسي لماء البحر ورواسب المتخرارات ويتبلور في فصيلة المكعب (بشادي ٢٠٠٣) ويتواجد بنسوب كبيرة في رواسب الماء الأرضي

Underground deposits (Kiril 1937)

كما يؤثر الهاليت على مسامية الكربونات (Jahannes 2008)

يتواجد معدن الألبيت $\text{Albite Na Al Si}_3\text{O}_8$ بنسبة 8.5 وهو من الفلسبارات البلاجيوكليزية $\text{Plagioclase feldspar}$ يتبلور في Triclinicpinacoid of form K-feldspars صلادته حوالي 6 - 6.5 بمقاييس موه Mos hardness فهو في نهاية $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ حتى $\text{KAl Si}_3\text{O}_8$ والتي تبدأ $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ حتى درجة الحرارة المنخفضة حيث ينفصل K-feldspars من الألبيت وهذه العملية تسمى Exsolution وغالباً ما يصاحب الكوارتز و (Dear 1963) وقد يتغير الألبيت مباشرة إلى الميكروكلين $\text{Microcline KAl Si}_3\text{O}_8$ (1951) ويذوب الألبيت Albite عند درجة حرارة 1134°م وت bx the الصودا Na_2O أثناء التسخين ترفع درجة الأداء (Lois 2005)، ويتوارد في الصخور الجيرية خلال عملية الترسيب والدمج Compaction للرواسب Sediment (Haness 1940) وقد يحدث عند تغير الألبيت تكون سمات Semectite من الطبقات النازحة (Motoharu 1994) ، ويلي الألبيت معدن الميكروكلين $\text{Microcline KAl Si}_3\text{O}_8$ وهو من المعادن الشائعة في الصخور النارية الحمضية والقلوية والجوفية ويوجد في الصخور الرسوبيبة الفاتحية يتبلور في فصيلة ثلاثي الميل (بشادي ٢٠٠٣) وهو غني

Potassuim – rich AlKali feldspares

حيث يحتوي على كمية ضئيلة من الصوديوم وقد يتكون الميكروكلين أثناء التبريد البطئ للأرثوكليز حيث يتتحول من $\text{monoclinic orthoclase}$ إلى orthoclase Microcline و هو يتواجد مصاحباً للكوارتز والبلاجيوكليز في الأحجار الجيرية limeslones و يتمدد الميكروكلين 10^{-6} Coefficients of linear expansion حيث يبلغ اقصى تمدد في المحور a من 1.18×10^{-6} ، بينما يبلغ تمدد المحور C 14.97×10^{-6} أما بالنسبة لـ B 1.30×10^{-6} مما يؤدي إلى تغير في الحجم يليه معدن الجواثيت Goethite FeO(OH) يتبلور في فصيلة المعيني القائم ويوجد بصورة عامة من نواتج التجوية للمعادن الحاملة للحديد مثل سيدريت و ماجيتيت و بيرييت و يتكون في بيئه مؤكسدة وقد يوجد أيضاً متربساً من مياه بحرية أو أرضية (بشادي ٢٠٠٣) وقد يتواجد في السرطيات الغنية بالحديد Iron rich $\text{Deep marine Oolites}$ والذي يدل على ظروف بيئية مختلفة من المياه العميقة إلى المياه الضحلة الساحلية (Kogbe 1978) يليه معدن الكوارتز Quartz Si O_2 وهو معدن أساسى في الصخور النارية و حيث أن الكوارتز له مقاومة مرتفعة لعمليات التجوية فإنه يوجد بكثرة كأحد المعادن الفاتحية الرسوبيبة و يعتبر المعدن الأول في كثير من أنواع الحجر الرملي وثانوي في الأحجار الجيرية (بشادي ٢٠٠٣) يليه بمعدن

نترونيت Notronite وهو معدن موجود في مجموعة سمكتيت Smectite والتي تضم المونتومويونيت Montmorillonite .

ولكن ليس شائع مثله وتركيبة $\text{Ca}_5 (\text{Si}_7 \text{Al}_8 \text{Fe}_2) (\text{Fe}_{3.5} \text{Al}_4 \text{Mg}_9)_4 \text{O}_{20}^{(\text{OH})_4}$ لليبوتيت والبازلت Weathering & Biotite & Bazalts .

كما قد ينتج عن الترسيب للمحاليل الحارة الغنية بالسيلكون والحديد Chlmann (2009) وينتاج في الرواسب البحرية الحديثة (Besson 1983) وقد تلعب الكائنات الحية الدقيقة دوراً في تكون Nontronite في طبقة الرواسب في البيئة البحرية العميقه وبخاصة عديده التسکر (Masato2001 Microbial Polyscacsrides)

ومن خلال ما سبق نستنتج أن الحجر الجيري يتكون من معدن الكالسيت Calcite Ca CO_3 بالإضافة إلى معدن الجبس والأنهيدريت والهاليت وهي معدن مصاحبة لرواسب المتاخرات وإرتقان نسبة تواجدهم بالمياه الأرضية لمنخفض سيه وهى معدن رئيسية في الحجر الجيري بالإضافة إلى معدن Albite ، Microcline Quartz وهي معدن تتوارد في الصخور النارية وتنتج عن عمليات التجوية Wealhering وترسب ضمن الأحجار الرسوبيه المتكونة كما أن معدن Goethite ونيترونيت Nontronite فتتوارد كمعدن ثانوية كشوائب وهي تميز الأحجار الرسوبيه الجيرية كما أن التركيب المعدني لعنات الأحجار الجيرية يعكس محلية المحاجر وأنها قطعت من محاجر الواحة لتشابة تركيبيها المعدني مع تكوينات الأحجار الجيرية بالمنطقة .

ب - تحليل المونه بطريقة X.R.D

من خلال الجداول (٢) والأشكال المرفقة لها (٤ ، ٥) وجد أن معدن الأنهيدريت CaSO_4 يتواجد بنسبة كبيرة يليه الجبس Gypsum بنسبة ٥٨,٥ % يليه معدن الهاليت NaCl Halite بنسبة ٣٣,٥ % بالجدول (٢) يليه معدن الكالسيت CaCO_3 Calcite بنسبة ٢٠,٨ % يليه معدن الكوراتز SiO_2 Quartz بنسبة ٢,١ % .

مما يدل على استخدام مونه الجبس ممثلاً في معدن الأنهيدريت كمونة للربط والذي قد يحدث تحول جزئي له بالإضافة الماء أو بارتفاع نسبة المياه الأرضية أو بواسطه ماء المطر الذي يتتساقط بصورة قليلة وعمليات التحول من الأنهيدريت إلى الجبس أو العكس تتحكم فيها الظروف البيئية وأرتفاع درجة الحرارة كما أن وجود أملاح الكبريتات والكلوريات مماثله في معدن الجبس والهاليت في المياه الأرضية لمنخفض سيه وتسرب هذه الأملاح من المياه الحاملة لها إلى أساسات المعبد كما أن تواجد

معدن الكالسيت بهذه النسبة القليلة وذلك لتواجده بتصوره شائبة ضمن مكونات الأنثيبريت والجبس الهاليت وذلك لتواجدهم ضمن معادن رواسب المتاخرات . وقد إضيف الكوارتز (الرمل) لتحسين خواص المونة (Karni 1977) وزيادة متانة مونة الجبس ورفع الخواص الميكانيكية (عبد الله ٢٠٠٠) .

٢ - تحليل العينات بواسطة EDEX

وقد تم تحليل عينات الأحجار الجيرية والمونه الرابطة لها بواسطة وحدة التحليل EDEX الملحة بجهاز الميكروسكوب الإلكتروني الماسح وبينت الجداول (٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٧) والأشكال المرفقة لها نسب أكسيد العناصر حيث لوحظ ارتفاع نسبة CaO من ٦٤,٩٠ % - ٩٣,٦٨ % تلاه عنصر السليكون Si حيث سجل في الجدول (٣) نسبة ٥,٦٥ % تلاه Fe بنسبة ٥٠,٣ % في الجدول (٤ ، ٥) تلاه عنصر Cl بالجدول (٣) وجدت عناصر مثل O₂K بنسبة ٠.٩٨ ، Al₂O₃ بنسبة ٠.٩٤ كما في الجداول بالإضافة إلى عنصر Sr بنسبة ٥٥,٥٠ وهذه العنصر له أربعة نظائر تتواجد طبيعياً من ⁴⁸⁻⁸⁸Rb حيث ينتج من تحلل ⁸⁷Rb ولله نصف عمر يقدر ٤,٨٨ × ١٠ سنة ويتوارث نسبته في الصخور من ٧,٠ - ٤,٤ % وهو يشبه عنصر Ca في نشاطه الذري ويتوارد بصورة شائعة في الطبيعة حيث يعتبر العنصر الخامس عشر ونسبة تواجده في معظم الصخور النارية igneous Rocks حوالي ٣٤,٠ . كما يتواجد أيضاً في الرواسب وماء البحر (Charles 2001) Sedimentary deposits من خلال نتائج التحليل باستخدام (EDEX) المراقبة على جهاز (SEM) أتضح أيضاً أن عنصر Ca هو المكون الرئيسي للأحجار الرسوبيّة الجيرية وأن تواجد عنصر السليكون الذي يتواجد بالرمال أو معادن الطين مثل معدن Nontronite أو معدن Albite والميكروكلين Microcline والذي يتواجد كشوائب بالحجر الجيري بالإضافة إلى عنصر Cl ، والتي يدل تواجدها على نوعية الأملاح المتواجدة بالحجر مثل أملاح الأنثيبريت والجبس والهاليت وهي من رواسب المتاخرات والأملاح الشائعة والتي يدل نسبتها المرتفعة على تواجدها بنسبة كبيرة وقيامها بدور الرا白衣 لمكونات الحجر في حالة الجفاف لحين تغير الظروف البيئية بالإضافة إلى عنصر Sr والذي يوجد في الصخور النارية ووجوده ضمن العناصر التي تكونت أثناء عملية تكوين الحجر يدل على طبيعة تكوين الحجر الجيري في البيئة البحرية .

٢ - التحليل الحراري D.T.A

ومن خلال الأشكال (١١ ، ١٢) بين التحليل الحراري D.T.A

لعينة الحجر الجيري :

- ١ - سجل المونتمورلونيت قراءتين الأولى
أ. كانت عند درجة حرارة ٢٨٧° م
ب. كانت عند درجة حرارة ٥٢٤° م

٢ - سجل الجبس قراءة واحدة عند درجة حرارة ١٦٢° م

٣ - سجل الكلسيت قراءة عند درجة حرارة ٨٥٧° م

٤ - سجل الكوارتز قراءة عند درجة حرارة ٥٦٧° م

من خلال التحليل الحراري يتضح إحتواء العينة على معدن المونتمورلونيت

Montmorillonite Calcium , Aluminium , Magnesium Silicate
hydroxide (NaCa)_{0.3} (Al Mg)₂ Si₄ O₁₀ (OH)₂ n, H₂O.

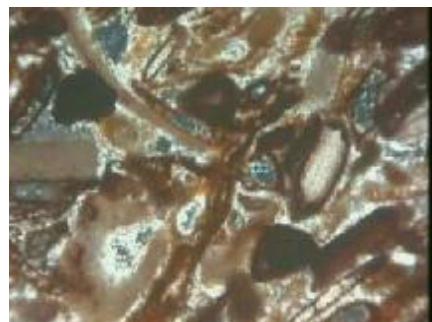
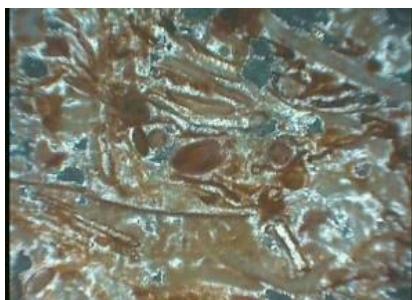
الفيلاوسليكات Smectite group phyllosilicate

ويتميز بشرابته للماء وزيادة حجمه وقد يتحول إلى معدن الكاولينيت Kaolinite خلال عملية التجوية Weathening (Al tschnler 1963) حيث يتولد عنه إجهادات داخلية في الحجر مؤدية إلى الشروخ الدقيقة Micro cracks وعملية التفتت للحجر وذلك لتغير الظروف من البلل إلى الجفاف وما يصاحب ذلك من عمليات التمدد والإإنكماش (Marlinez 2009)

ثانياً : الفحوص :

١ - الفحص بالميكروسkop المستقطب (P.M)

من خلال الدراسة البتروجرافية لقطاعات صخرية للأحجار الجيرية المشيد بها المعبد الدوري ومن خلال الصور الميكروسكوبية (٩ ، ١٠ ، ١١ ، ١٢ ، ١٣ ، ١٤ ، ١٥ ، ١٦) ذات درجات تكبير مختلفة وباستخدام الضوء العادي والمستقطب تبين أن الصخر هو حجر جيري ذو دعامات حبيبية تتكون من الكوارتز والالبيت والميكروكلين وأكسيد الحديد وقد لحمت حبيبات الصخر بالكلسيت اللامع الشفاف والحببيات غير متزاحمة Loosely – packed دالة على المسامية العالية اثناء الترسيب وقبل حدوث اللحام Cementation والتي حدثت قبل عملية التضاغط ودمج الحبيبات compactien ويحتوي الصخر على فتائيات حيوية النشأة skeletal particles على هيئة بقايا حفرية bioclasts مثل بقايا الحفريات اللافقارية وبقايا المحاريات pelecypods .



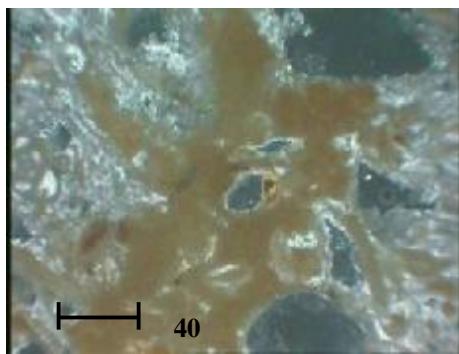
صورة (٩) ميكروسكوبية تحت الضوء

حيث نلاحظ الكالسيت الحبيبي Granular الحماريات Pelecypods وبقية فتائيات Skeletal particles حيوية النشأ Iso pachous والكالسيت العمودي Calcite والميكروفلورا Microfora cement calcite



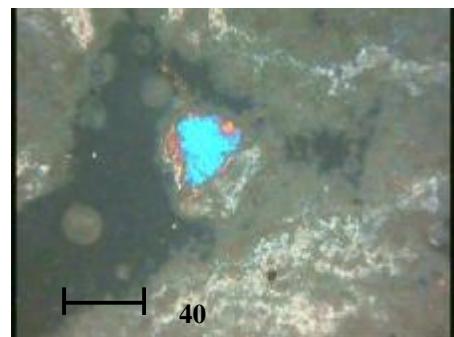
صورة (١٠) ميكروسكوبية تحت الضوء المتسقط

حيث نلاحظ وجود السرثيات Ooilites والروث المتحجر Coprolites



صورة (١١) ميكروسكوبية تحت الضوء المتسقط توضح معدن Goethite والكالسيت والكوارتز .

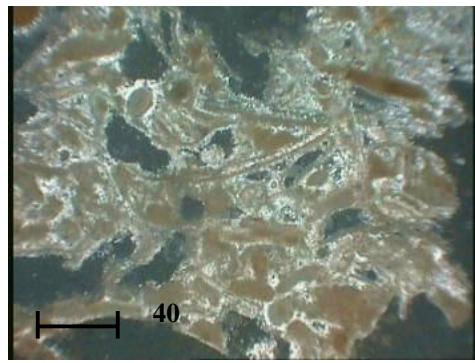
صورة (١٢) ميكروسكوبية تحت الضوء صورة المستقطب توضح تبلور الكالسيت الحبيبي في مسام الحجر ليقوم بدور الرابط .



صورة (١٣) ميكروسكوبية تحت الضوء المستقطب توضح الميكروفلورا ومعدن الكالسيت والكوارتز Microflora Calcite and Quartz.



صورة (١٦) ميكروسكوبية تحت الضوء المستقطب تبين معن الكوارتز ومعن الكالسيت

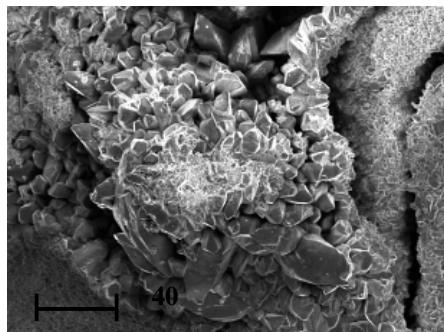


صورة (١٥) ميكروسكوبية تحت الضوء المستقطب بقایا الفتايات حیویة النشأة
Keletal particles

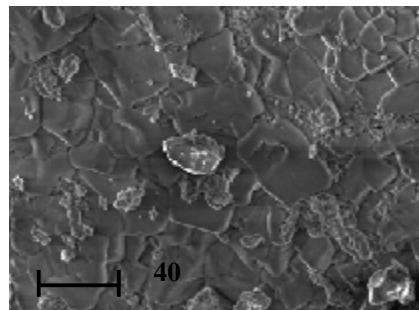
البطنقدميات bryozoa والشوكيات Echnioids والحزازيات Gastropods والفورمينفرا forminefera والقواقع الدقيقة Microfossils والميكروفلورا Microflora والسرئيات Microseriates وهي تتكون من حبيبات كروية إلى بيضاوية بالإضافة إلى الحبيبات الطينية peloids بالإضافة إلى الروث الحجري Coprolites وتحتوي على حبيبات طينية ذات تشكيلات داخلية من اكسيد الحديد وقد احتوت أيضاً على fossilsiferous وكسر shellfisls (Urals 1973) المسامية والنفاذية للحجر الجيري يتحكم بها الظروف البيئية مثل عملية الترسيب ويوجد الكالسيت كمادة لاحمة بين الحبيبات وهو الكالسيت العمودي calcite cement Iso pachous ويتاثر الكالسيت وينتسب بواسطة الماء الأرضي groundwater وقد لوحظ مراراً تبعاً لدرجة PH ودرجة حرارة الماء ،والتحلل الحراري للكالسيت وتغير النسيج للبلورات وتكون النسيج الحبيبي (Carlos 2009) Granular calcite و قد لوحظ وجود الكوارتز بنسبة قليلة وأن عملية الترسيب وبقايا الكائنات البحرية في تكوين الأحجار الجيرية كان في البيئة البحرية العميقة وبقايا التلال الحجرية المرتفعة بمنخفض سيه بالرغم من فعل عوامل التعرية weathering لذا ممكن أن يعرف الصخر الجيري بالرغم من فعل عوامل التعرية weathering لذا ممكن أن يعرف الصخر الجيري أكسيد الحديد أو حجر جيري صدفي Fossilsiferous limestones وكذلك لزيادة نسبة Goethite والأصداف Fossils بمكوناته .

٢ - الفحص بالميكروскоп الإلكتروني الماسح (S.E.M) من خلال الصور الميكروسكوبية لعينات الأحجار الجيرية المستخدمة في تشييد المعبد الدوري فقد لوحظ بلور معن الهايليت Calcite والكالسيت Halite والتحامهما نتيجة للبيئة الجافة وإعادة التبلور Recrystallization للبلورات الجبس والأنهيدريت الهايليت وما يصاحب

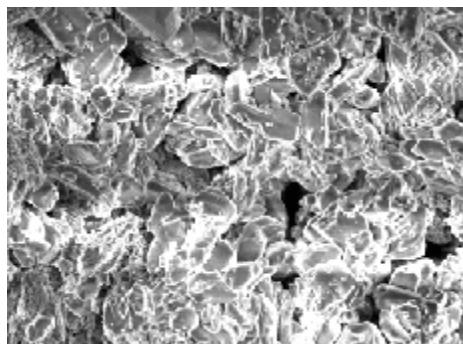
عملية النمو البلوري من زيادة الضغوط الجانبية وحدوث التشققات والإنفصالات الدقيقة لأجزاء من الحجر الجيري . وفي الصور (١٧ ، ١٨ ، ١٩ ، ٢٠ ، ٢١ ، ٢٢ ، ٢٣ ، ٢٤) نلاحظ نمو الكالسيت الحبيبي . Granular calcite cement والذى يتم تكوينه من خلال عمليات الأذابة الكالسيت العمودي Iso pacheous calcite cement بواسطة ماء المطر القليل التساقط أو تصاعد المياه الأرضية أسفل اساسات المعبد ونلاحظ التداخل بين بلورات الكالسيت والهاليت والجبس والأنهيدрит على اعتبار أنهم من رواسب المتبخرات ولذلك فإنه يحدث دمج بين بلوراتهم ، وقلة الفراغات والفتحات بين البلورات في معظم العينات وقد يحدث نمو بلورات الهاليت وما ينتج عنها من شروخ دقيقة Microcracks كما في الصور الميكروسكوبية (١٨ ، ١٩).



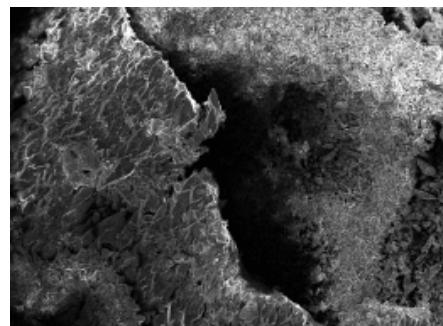
صورة (١٨) ميكروسكوبية SEM 800 توضح نمو بلورات الكالسيت والأنهيدрит والهاليت



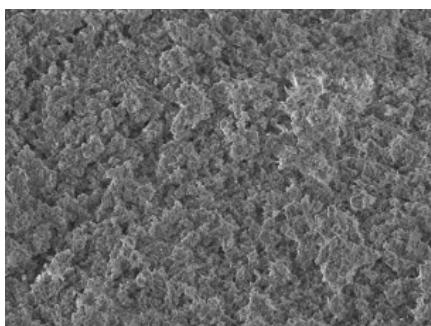
صورة (١٧) ميكروسكوبية 400 S.E.M توضح نمو بلورات الهاليت



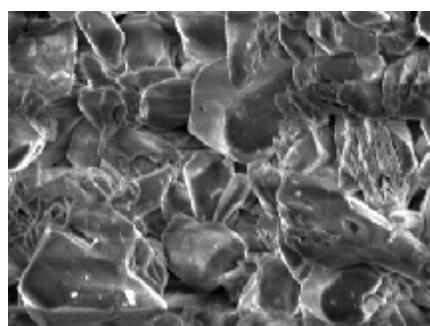
صورة (٢٠) ميكروسكوبية SEM 1000 S.E.M توضح التداخل بين بلورات الكالسيت والهاليت والأنهيدрит



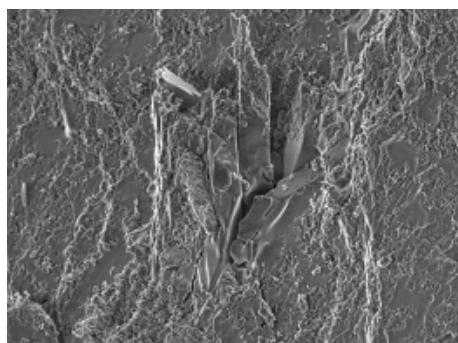
صورة (١٩) ميكروسكوبية SEM 1000 توضح ظهور الشروخ الدقيقة نتيجة نمو بلورات الأملاح



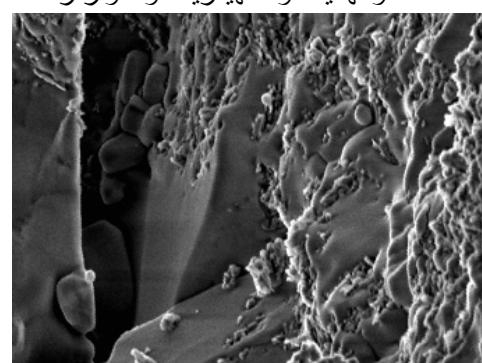
صورة (٢٢) ميكروسكوبية SEM 400 توضح نمو الكالسيت الحبيبي والتدخل بينه وبين بلورات الأنديريت والهاليت



صورة (٢١) ميكروسكوبية SEM 1000 توضح التداخل بين بلورات الكالسيت والهاليت والأنديريت والكورتر



صورة (٢٤) ميكروسكوبية SEM 800 نمو بلوره الهاليت وما ينتج عنها من شروخ دقيقة
Microcracks



صورة (٢٣) ميكروسكوبية SEM 1700 توضح النمو البلوري للهاليت والتدخل بين البلورات

Results النتائج

من خلال التحاليل باستخدام طريقة حيود الأشعة السينية X.R.D للأحجار الجيرية المستخدمة في تشيد المعدن الدوري تبين إحتوائها على معادن رئيسية Major minerals وهو معدن الكالسيت Calcite CaCO_3 وهو المعدن الرئيسي المكون لمعظم الأحجار الجيرية بالإضافة إلى معدن الأنديريت Anhydrite CaSO_4 والذى قد يتحول جزئياً إلى معدن الجبس Gypsum $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ بالإضافة الماء إليه أو قد يتحول الجبس إلى معدن الأنديريت في الأجواء الجافة بالإضافة إلى معدن الهاليت Halite NaCl ، والذي يعتبره الأنديريت والجبس والكالسيت من رواسب المتبخرات بالإضافة إلى المعادن التي توجد بنسبة ثانوية Minor minerals مثل

معدن الألبيت $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ والذي قد يتغير ويكون معدن سمكتيت Smectite أو قد يتغير إلى معدن الميكروكلين KAlSi_3O_8 Microcline وهمما من الفلسارات البلاجيوكليزية Plagioclase feldspars حيث يوجد الألبيت في أول السلسلة والميكروكلين في نهاياتها بالإضافة إلى معدن الجوثيت Goethite & $\text{FeO} \cdot \text{OH}$ وهو هيدروكسيد الحديد وهو ناتج من نواتج التجوية للمعادن الحاملة للحديد مثل سيدريت وмагنتيت وبيريت بالإضافة إلى معدن الكواونز وهذه الشوائب تعتبر معادن رئيسية في الصخور النارية والتي تتحلل بعمليات التجوية Weathering ويعاد ترسيبها مرة أخرى مكونة معدن ثانوية في الصخور الرسوبيبة ومنها الأحجار الجيرية بالإضافة إلى معدن نترونونيت Nontronite $\text{Ca}_5(\text{Si}_7\text{Al}_8\text{Fe}_2)(\text{Fe}_{3.5}\text{Al}_4\text{O}_{20})(\text{OH})_4$ وهو ناتج التجوية للبيوتيت والبازلت وهو من المعادن النادرة التي تتضمن لمجموعة معادن الطين ومنها مجموعة سمكتيت Smectite والذي يعتبر مونتمورلونيت من المعادن الشائعة بها.

ومن خلال تحليل عينات المونة باستخدام X.R.D يتضح تكونها من معادن رئيسة مثل معدن الأنثيديريت والجبس والهاليت، ومعادن ثانوية وهي معدن الكالسيت ومعدن الكوارتز مما يدل على استخدام مونة الجبس كمكونة رابطة لمداميك الحجر الجيري والذي يمكن أن يتحول إلى معدن الأنثيديريت ويفضف الكوارتز لتحسين خواص المونة الفيزيوميكانيكية وجود الكالسيت أما لتواجدة كشوائب في الجبس أو هجرة الكالسيت بعد إذابته بالمحاليل الأرضية من الحجر إلى المونة.

ومن خلال التحاليل لعينات الأحجار باستخدام وحدة التحاليل EDEX المركبة بجهاز الميكروسكوب الإلكتروني الماسح SEM يتضح وجود عناصر تتواجد بنسبة كبيرة مثل عنصر Ca تلاه عنصر السليكون Si و الحديد Fe والكلور Cl والكبريت S بالإضافة إلى عناصر تتواجد بنسبة ثانوية مثل K_2O , Al_2O_3 بالإضافة إلى عنصر Sr وهو ما يؤكد نتائج التحليل باستخدام X.R.D حيث أن تواجد هذه العناصر يعكس نوعية المركبات المعدنية والتي أكدتها التحاليل السابقة باستخدام X.R.D بالإضافة إلى عنصر Sr وهو من العناصر التي تواجد بصورة رئيسية أيضاً في الصخور النارية وتواجده في العينات يعكس أيضاً طبيعة تكوين الأحجار الجيرية في البيئة البحريّة وذلك لاحتواء المياه أيضاً على Sr

ومن خلال التحليل الحراري D.T.A فقد سجل المونتمورلونيت قراعتين عند درجة حرارة 162°C ، 524°C كما سجل الجبس قراءة عند درجة حرارة 162°C والكالسيت سجل قراءة عند درجة حرارة 857°C بينما سجل الكوارتز قراءة عند درجة حرارة 567°C وهو ما يؤكد نتائج التحاليل السابقة أيضاً بالإضافة إلى وجود معدن

الموتنومورلونيت $\text{Na Ca}_{0.3} (\text{Al.Mg})_2 \text{Si}_4\text{O}_{10} (\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ والذي يعتبر ضمن مجموعة Smetite وهو من المعادن الشائعة بالمجموعة وقد يتحول إلى معدن الكاولينيت Kaolinite خلال عملية التجوية كما أن شراحته في امتصاص الماء ، تغير حجمه وما يصاحب ذلك من ضغوط داخلية في الحجر نتيجة لعمليات التمدد والأنكماش مؤدية إلى الشروخ الدقيقة وإنفصال أجزاء من الحجر .

ومن خلال الدراسة البتروجرافية لقطاعات صخرية والأحجار الجيرية المشيد بها المعدن الدوري باستخدام الضوء العادي والمستقطب تبين أن الصخر يعرف بالحجر الجيري fossiliferous limestone حيث لحمت حبيبات الصخر بالكلسيت الامع الشفاف هو الكلسيت العمودي Iso pachaus calcite cement المتكون في البيئة البحرية والكلسيت الحبيبي Granular calcite cement المتكون في البيئة الخارجية وبفعل العوامل البيئية وأن الحبيبات غير متراحممة Losely-packed على المسامية العالية أثناء الترسيب Precipitation وقبل حدوث اللحام Compaction والتي حدثت قبل عملية تضاغط ودمج الحبيبات Cementation وأن أحتواء الصخر على فتائيات حيوية النشأة Skelctal particles على هيئة بقايا حفريات bioclasts مثل بقايا الحفريات اللاقارية وبقايا المحاريات Pelecypods والحزازيات bryozoa والفورميلا وقوع الدقيقة Microfossils والميكروفلورا Microflora وجود الكوارتز بنسبة قليلة وأن عملية الترسيب كانت في البيئة البحرية العميقa Deep marine ووجود التلال العالية لمحاجر الحجر الجيري بمنخفض سيه بالرغم من فعل عوامل التعرية Weathering لها وأن الأحجار الجيرية المستخدمة فيها تشتيد المعدن الدوري كانت من المحاجر المحلية وهو ما يؤكّد الدراسات الأثرية التي ذكرت أن الأحجار الجيرية المستخدمة في المعدن الدوري إقطعت من محاجر تبعد حوالي ١كم شمال حوائط المعدن .

كما بيّنت أيضاً الفحوص التي تمت لعينات الأحجار الجيرية باستخدام الميكروسکوب الإلكتروني الماسح SEM نمو بلورات الجبس والأنهيدрит والهاليت وما يصاحب عملية النمو البلوري من زيادة الضغوط الجانبية .

وحدث التشققات والأنصالات الدقيقة نتيجة لحالات البطل والجفاف والتبلور وإعادة التبلور لمعدن الكلسيت وما ينتج عن ذلك من شروخ دقيقة Microcracks مؤدية إلى مزيد من عمليات التفتت وتزيف الحجر وما يساعد على ذلك من ارتفاع نسبة المياه الأرضية أسفل أساسات المعدن .

وهذه الدراسة تعتبر من أولي الدراسات التي إهتمت بدراسة عوامل ظاهر تلف المعدن الدوري والتعرف على التركيب المعدني والداخلي للأحجار وال蒙نة الرابطة لها

والمستخدمة كمواد بناء للمعبد ومحاولة تفسير ميكانيكية التلف وذلك للتعرف على أفضل الطرق والمواد المستخدمة لعلاجه وترميمه .

الوصيات Recommendation

- ١ - إجراء مزيد من الدراسات الهيدروجيولوجية علي تربة تأسيس المعبد الدوري .
- ٢ - إجراء مزيد من الدراسات علي المواد والطرق المستخدمة في علاجه وترميمه .
- ٣ - سرعة إعداد مشروع للترميم المعماري والدقيق للمعبد وذلك لحمايته من تأثير الظروف البيئية المحيطة وباعتباره من الآثار الرومانية الفريدة ، وذلك لأنّه المعبد ذو الطراز الدوري الوحيد غرب الإسكندرية .
- ٤ - تأهيل المنطقة المحيطة بالمعبد وذلك من منطلق الاهتمام البيئي بجعل واحه سبوه من المحيطات الطبيعية ووضعها ضمن محور بيئي Environmental Corridor لجعلها منطقة جذب سياحي عالمي .

المراجع

أولاً : المراجع العربية

١. إبراهيم محمد عبد الله ، علاج وصيانة العناصر المعمارية والزخرفية لمنازل رشيد الأثرية رسالة دكتوراه ، كلية الآثار ، قسم الترميم ، ٢٠٠٠ ، جامعة القاهرة ، ص ٢٤٥ .
٢. أحمد محمد بشادي ، د. ممدوح عبد الغفور حسن : المعادن تحت المجهر الإسكندرية ، مكتبة الفلاح ، ٢٠٠٣ ، ص ٤٥٢ .
٣. أحمد محمد رشدي رضوان : التوازن بين مفاهيم الحماية وتحديات متطلبات تنمية واحة سيوه بمؤتمر الفيوم الرابع العواصم والمدن الكبري في مصر منذ أقدم العصور وحتى العصر الحديث في الفترة من ٩-٧ إبريل ، ٢٠٠٤ ، ص ٣٧١ ، ٣٨٣ .
٤. حسين الشيخ : مصر تحت حكم اليونان والرومان ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ١٩٩٧ م ص ٢٥ .
٥. حسين علي الرفاعي : واحة سيوة من النواحي الاقتصادية والتاريخية والسياسية القاهرة ١٩٣٢ م ، ص ١٠٥ .
٦. سليم حسن : مصر القديمة ، الجزء الرابع عشر ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ١٩٩٤ م ص ١٥ .
٧. سلوى يوسف عبد الباري ، الإعتبارات البيئية في واحة سيوة وأثرها على التصميم المعماري بالمؤتمر الفيوم الرابع العواصم والمدن الكبري في مصر منذ أقدم العصور حتى العصر الحديث في الفترة من ٩-٧ إبريل ٢٠٠٤ ، ص ٨٥٠ - ٨٦٩ .
٨. عزت ذكي حامد قادوس : آثار مصر في العصورين اليوناني والروماني : دار البستانى للنشر والتوزيع - الإسكندرية ٢٠٠٥ ص ٤٩١ - ٥٠٨ .
٩. عزت ذكي حامد قادوس : مدخل إلى علم الآثار اليونانية والرومانية الإسكندرية ٢٠٠٥ ص ١٥ .
١٠. محبات الشرابي : أقاليم مصر السياحية ، الطبعة الأولى ، مطبع دار الفكر العربي ، القاهرة ١٩٩١ م ص ١٨ .
١١. محمد بيومي مهران : المدن الكبri في مصر والشرق الأدنى القديم ، الجزء الأول ، مصر دار المعرفة الجامعية الإسكندرية ١٩٩٩ ص ٢١١ .
١٢. محمد متولي : وجه الأرض ، القاهرة ، ١٩٧٧ ، ١٩٧٧ م ، ص ٤٥٩ .

References

- A.A. shata : Hydrogeology of the great Nubian Sandstone basin, Egypt in quaternary Journal of Engineering Geology and Hydogeology, 1982,V. 15. issue 2.P. 127-133 .
- A.A. Dabous and j.k Osmond : Uranium Isotopic study of artesian and pluvial contributions to Nubian aquifer , weastern Desert, Egypt, in Journal of Hydrology, volume 243, Tssues 3-4, 15 mach 2001 , p. 242-253.
- Al – Kadi (2003) : Environmental factors in the desert community and its effects on sustainable Development (An applied study in siwa Oasis)Ain shames Universty , Master Degree instatute of Environmental studies & Reseasch , P. 151 .
- Abo – Ragab, Samy Elsaied aly (2008): Water mangement of the Siwa Oosis Western Desert, Egypt , the 33 rd International Conference for statistics computer science and its application 6-17 april , p. 198 -223 .
- Abdel –Rahman M.A,N-S, Embabi, H.A. El.ETR, etal : Some geomorphological aspects of siwa Region Monograph on the Geology and prehistory of siwa Oasis, 1977,P.142.
- Amin R. Gindy, M.A. Elaskary , stratigraphy structure and origin of siwa Depression western Desert of Egypt, in, A APG bulletin, v.53 1969, P220 .
- Abd El – AzizelRahman aldumairy : Siwa past and present , Alexandria , 2005 . p.4 11 .
- BessonG ,A.S Bookin , L.G. Dainyak K.M . Rautureau S.I, Tsipurskyc. Tchoubar and V.A Drits Use of diffiraction on and Mossbauer Methods for the structural and crstallochemical characterization of Nontronite in Jouranal applied Gryst . 16, 1983, p.374. 383 .
- B.L , Chlmann , J.F Mustard . F. poulet : Modeling model Mineralogy of Laboratory Mixtures of nontronite and mafic

mineral from visible near infrared spectral Data in 40th lunar and planetary science conference, 2009, P.72-90 .

- Carlos Rodragez , Navarro, Encarnacion Ruiz Agudo, ana luque , Alejandro B Rodriguez Navarro and Migual orrtega . Huertas : Thermal decomposition of Calcite Mechanisms of formation and textural evolution of CaO non crystals in American mineralogist , April v. 94, n. 4 2009, P. 578 – 593 .
- Charles Ejones and Hugh C.TenKyns : Sea water strontium , Isotops , Oceanic anoxic events and sea floor Hydrothermal activity in Jurassic and Cretaceaus in American Journal of Science , vol. 30, February 2001 , P.112 – 149 .
- C.A. Kogbe : Origin and composition of ferruginous Oolites and leterites of North – western – Nigeria in Journal of Geologische Rundschau International Journal of Earth sciences, vol. 67.n.2,june,1978, P. 662 – 674 .
- C. Robertson Handford : Halite depositional facies in asolar salt pond : Akeyto waterpereting physical energy and water depth in Ancient Deposits , Journal of Geological society of America, v. 18 , n. 8, 1990 , P. 691 – 694 .
- Dear W.A, R. A Howie and Zussmanss in Rock – forming Minerals , 1963 , v. 4, p . 94 -165 .
- El FiQy , A. A : Wind in Egypt in Arabic unpublished M.SC. thesis Department of Geography , Faculty of Arts, Ain shames university , Cairo , Egypt , 1999, p.473.
- Ezzat towardras : Geology of Egypt and Libya 2001, P. 73-74 .
- Embabi N.S, 1998 : Sand seas of the western Desert of Egyptin Alsharhan A.S Glennie K.W. Whittle G.I and Kendall C. G. ST. C. editors Quaternary Deserts and Climatic change Balkema , Rotterdam , P. 495 . 509 .
- Fritz laves : A Revised Orientation of Microcline and its Geometrical Relation to Albite and Gryptoperthites in Journal of Geology, Chicago univ . 1951, 130-1461 .

- Gad M.I (2000): Water budget Analysis for the Top most aquifer for some Cultivated areas in the central part of Siwa Oasis , Western Desert , Egypt. Phd thesis , Faculty of Science, Azahar university . p. 22-28 .
- Hani A. M . Ibrahim and Gamal E. Kamh Geoenvironmental Studies on Conservation of archaeological sites at Siwa Oasis , Egypt in Environ , Geol n4 . v. 49, 2006, P.511 -519 .
- Honess , P. and Charles D. Jeffri: Anthigenic Albite from low ville limestone at Bellefonte Pennsylvania in jouinal of Sedimentary Research, vol. 10, 1940, P. 230 .
- Howard J. Evans Jr : The thermal Expansien of Anhydrite to 1000°C U.S in Journal of physics and chemistry of Minerals , Berlin / Heidebery , Volume 4 , n. 1 , March , 2004, p. 77-82 .
- R. K Leinmger , Robert F. Conley and Wayne M . Bundy : Rapid Conversion of Anhydrite to Gypsum in the American Chemical socity Journal, 1957 , 49 (5) p. 818 -821.
- R. D. Cody and A.B . Hull : Expermintal growth of primary anhydrite at low temperatures and water in Geological society of America , October 1980 , v. 8, n. 10, p. 505 -509 .
- Roger J. Bain : Diagenetic none vaporative origin for Gypsum in Geloogical society of America, Journal Geology , May 1990 , v. 18 . n . 5 P. 447 – 450 .
- Robert C. Newton and Craig E. Manning : Soluloitity of Anhydrite CaSO_4 in $\text{NaCl} - \text{H}_2\text{O}$. solutions at high pressures and temperatures applicatiens to fluid – Rock interaction, in Journal of petrology, 2005 v. 46 n. 4 , p. 701 – 716 .
- John Watson : on overview of the siwa Oasis in Egypt, part1 : Geology and Geography 2004,P.11 .
- Johannes Schoenherr, lars Reuning peter A . Kukla , Ralflitke , Janosl Urai, Michael Siemanns and Zuwena Rawahi : Halite Cementation and Carbonate diagensis of intra – salt reservoire from the late Neoperozoic to early Cambrian and group sowth

- oman salt Basin in the Journal association of Sedimentologists vol . 56, issue 2, p Jul, 2008, P. 567-589 .
- Kiril Spiroff : An Unusual occurrence of Halite in American Mineralogist , vo 22 , 1937 , P. 931 – 933 .
 - Lois A.Johnson and Ronald A.Mccauley : The thermal behavior of Albite as observed by D.T.A in thermochimica. Acta. Vo. 437, issue 1-2 , 5 October 2005 p. 134-139 .
 - Masato Ueshima and Kazue Tazaki: Possible role of Microbial polysaccharides in Nontronite Formation in, clay and clay mineral , august 2001, V.49 , n. 4 , P. 292 – 299 .
 - Motoharu kawano, and katsutoshi Tomita : Growth of semectite from leached layer during experimental alteration of Albite in journal of clay and clay minerals, February, 1994 , v. 42 . n .1 , p. 7-17 .
 - Michael . R. Carroll and Malcolm J. Rutherford : The stability of Igneous Anhydrite Experimental Results and implications for sulfar behavior in 1982 El Chichon Trachyandesite and Other Evolved magmas , Journal of petrology , vol , 28, n . 5, 1987 , Oxford univpress . p. 781-801 .
 - Misak R.F , abdel Baki, A.A and El Hakim M.S: On the Causes and control of the water phenomenon Siwa Oasis , northern western Desert , Egypt in Journal of Arid Environment , volume 37, nl, September, 1997 , P23 -32 .
 - urals – sarkgyan , M.A, politykina , G.V. Effect of postsedimentation processes on carbonates reservoir Rocks in Volga, AAPG bulletin V. 57, Issue 7, July, 1973 –P. 1305 - 1313.
 - SunQiang , Xie Hangsen , Zheng Haifei , Guotie& Ding Dongye : Experimental studies of interaction between water and Albite melts in " Journal of science" in china vol. 45, N. 11 , 2002, p. 730 . 750 .
 - Shiliang H.e and John W. Morse : Prediction of Halite, Gypsum and anhydrite solubility in natural brines under subssuface

conditions in computers & science , vol 19 issue 1 , January, 1993 . P. 1-22 .

- T. Sievert , A. wolter , N.B. Singh : Hydration of Anhydrite of Gypsum CaSO_4 (1) in aballmill in cement and concrete Research, 35 , 2005, p. 623 -630 .
- Toakin Donner and Nabil sayed Embabi : The sginificance of yardangs and ventifactied Rock out Crops in the Reconstruction of changes in the late Quaternary wind Regine in the western Desert of Egyptin Quaternaire, vo.11, issue 3-4 2000 , p.179 - 185.
- Vivian , Cassandra : The western Desert of Egypt in the American university in cairo press 2000 .
- W. Marlinez Molina , E.M Alonso Guzman J.C Rubio Avalos, F.A . Velasco Avalos , A. Manzono Ramirez and A. Torres Acosta in Mechanical affects of Mineral stabilization in montomorillonite clays one adop performance in proceeding of the 11th international conference on Non Conventional materials and ehilingarian Technologies No camt 2009, 5-9 September, P.104.
- Z.S. Altschuler, E.J.Dwornik ,and Henry kraner : Transformation of Montmorillonite to kaolinite duing weathering in Science,12 July, 1963 . V. 14 n . 3576 , p. 148 – 152 .
- Zanbak. Caner : Rock mechanics aspects of volume changes in calcium sulfate bearing Rocks due to Geochemical phase transitions in Rock Mechanics in productivity and protection – 25 th symposium on Rock Mechanics (2003), P.225-230.