تلف وصيانة بعض النقوش الصخرية بوادي النصب، جنوب سيناء، مصر"دراسة حالة"

د. وليد كامل علي الغريب•

الملخص:
تعدالنقوش الصخرية بوادي النصب من أهم المواقع الأثرية بجنوب سيناء لما يحويه الوادي من نقوش مختلفة ترجع لعدة عصور بدءا من عصر ما قبل التاريخ حتي الدولة الحديثة، وتم إكتشافها بواسطة منطقة آثار جنوب سيناء، وتضم العديد من النقوش الصخرية المختلفة بالحز والحفر الغائر علي سطح جبل من الحجر الرملي حيث تعاني معظم النقوش الصخرية Rock Art من مظاهر تلف مختلفة وصلت الي حد تفتت الصخر وتشرخه.

وأجريت على النقوش الصخرية "دراسة الحالة " بعض وسائل الفحص و التحليل مثل الفحص بالميكروسكوب المجسم Stereo-Microscope والفحص البتروجرافي بالميكروسكوب المستقطب PLM و الفحص بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح المزود بوحدة تشتت طاقة الأشعة السينية(SEM-EDX) والتحليل بتفلور الأشعة السينية XRF و التحليل بطريقة حيود الأشعة السينية (XRD) وذلك بهدف معرفة التركيب المعدني للحجر الرملي وما حدث له من تغيرات معدنية وتفسير مظاهر تلف النقوش الصخرية بوادي النصب بجنوب سيناء لترميمها وصيانتها.

ولقد أثبت البحث أن النقوش الصخرية بوادي النصب تعاني من مظاهر تلف مختلفة مثل ظاهرة الكسر والتشرخ والتشقق والتفلق والتقشر والتفتت وتبلور الأملاح علي السطح وداخل الشروخ، فضلا عن ضعف وهشاشية الحجر الرملي لضعف تركيبه المعدني وتحلل المادة الرابطة بفعل عمليات التجوية الفيزوكيميائية وسقوط العديد من الكتل الصخرية التي تحمل العديد من الكتابات والنقوش بفعل التجوية الميكانيكية والزلازل، أما التلف البشري عبارة عن كتابات علي سطح النقوش الصخرية بالحز والحفر بآلة حادة أوالكتابة بالسناج أو الطباشير من جراء انخفاض الوعي الأثري عند الأهالي، ومعظم مظاهر التلف الفيزوكيميائية للنقوش الصخرية بوادي النصب ترجع لكون الموقع في بيئة صحراوية تضم عوامل التلف المباشرة وغير المباشرة .

• مدرس ترميم آثار - كلية الآثار – جامعة أسوان drwalidelghareb@yahoo.com

وبناءا علي نتائج الدراسات العلمية ونتائج الفحوص والتحاليل والزيارات الميدانية تم ترميم وصيانة النقوش الصخرية من تسجيل وتوثيق وترميم دقيق بإختيار المواد والطرق المناسبة والتي تتفق وطبيعة تلف النقوش الصخرية بجنوب سيناء كإستخدام طرق التنظيف الميكانيكي بالأدوات اليدوية Hand Tools والتنظيف الكيميائي بإستخدام خليط من الأسيتون والطولوين بنسبة ١:١ لإزالة الرواسب الطينية،واستخلاص الأملاح ميكانيكيا ثم كيميائيا بإستخدام كمادة من الماء المقطر ثم الاديتا EDTA، وتقوية النقوش الصخرية بإستخدام خليط النانو سليكا والفاكرH بطريقة الرش والفرشاة. كما توصل البحث الي ضرورة رفع الوعي الأثري لدي الأهالي والمتخصصين كأحد أدوات الحفاظ علي النقوش الصخرية بسيناء، وتأهيل الموقع وتنميته تنمية مستدامة، ووضعه علي الخريطة السياحية لما يمثله من أهمية أثرية وتاريخية بجنوب سيناء.

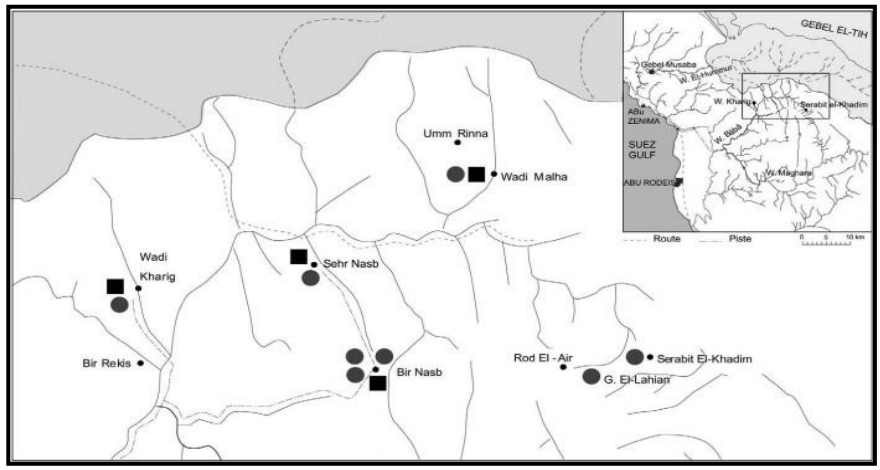
الكلمات الدالة :

الحجر الرملي، النقوش الصخرية،التجوية، التلف،التحلل، التفتت، التقشر، التقوية، الوعي الأثري

المقدمة : introduction

تتمتع سيناء بموقع إستراتيجي متميز فهي تمثل المدخل الشرقي لمصر، والمعبر البري بين قارتي آسيا وأفريقيا منذ عصور ما قبل التاريخ وحتي الآن، وكانت تعرف قديما بأسم "بيا" أو "بياو" أي المنجم، وعرفت ايضا بأسم "خيتومفكات " وتعني أرض الفيروز الجبلية، كما عرفت ايضا بأسم "تاشسمت" وتعني أرض المعدن الأخضر، حيث تضم العديد من مناجم الفيروز والنحاس، وسمي أهلها بأسم منيتو، وعرفت سيناء بأسم " توشرت" بمعني أرض العراء والجدب، ولقد أستوطن المصري القديم سيناء منذ أقدم العصور بدءا من العصر الحجري الحديث حيث شهدت تلك الفترة نشاط كبير في إستخراج النحاس والفيروز. ولقد زاد الأهتمام بسيناء في عصر الدولة القديمة، وأكد ذلك العديد من النقوش الصخرية التي وجدت بسيناء للملك ست نخت، زوسر، سنفرو، ساحورع، ني أوسر رع، بيبي الأول، ثم أستمر نفس الأهتمام في الدولة الوسطي بهدف إستخراج الفيروز والنحاس وتأمين التجارة بين مصر وجيرانها عبر سيناء حيث وصل عدد النقوش الصخرية بوادي مغارة ٤٥ نقشا " ٢٢ نقش للدولة القديمة،٢٠ نقش للدولة الوسطي ٣ للدولة الحديثة " فضلا عن نقوش صخرية بوادي النصب للملك امنمحات الثالث، ولقد ظل أهتمام ملوك الدولة الحديثة بسيناء ولاسيما في عهد حتشبسوت وتحتمس الثالث لمنطقة

المناجم في مغارة وسيرابيط الخادم وروض العير ووادي النصب [١]،كما في الشكل رقم (١) .



شكل (١) يمثل مناطق التعدين والنقوش الصخرية بجنوب سيناء(عن اسلام-٢٠١٦)

وتقع منطقة آثارالنصب Bir Nasib جنوب غرب شبة جزيرة سيناء الي الشرق من مدينة ابوزينمة بمحافظة جنوب سيناء، وهي تقع ضمن وادي النصب وهو عبارة عن أرض منبسطة flat quaternary terrace ومنحدراته من الحجر الرملي من نوع upper Paleozoic sand stone، ويرجع تاريخ بدء عمليات التعدين بتلك المنطقة الأثرية الي الدولة القديمة، وأستمر العمل بها في الدولتين الوسطي والحديثة، وتضم العديد من أفران صهر وأستخلاص النحاس، فضلا عن العديد من النقوش التي تركتها البعثات التعدينية القديمة، وتحتفظ المنطقة ببقايا عمليات التعدين القديمة، ويوجد بوادي النصب بعض النقوش الصخرية علي سطح منحدر جبلي للملك امنمحات الثالث Amenemhet III (Middle Kingdom)، والملك رمسيس الثاني Rameses II والملك مرنبتاح Merneptah (New Kingdom) [٢]. ويوجد بالقرب من وادي النصب العديد من النقوش الصخرية بوادي روض العير و المغارة والمكتب وعين حدرا، وهي عبارة عن تلال صخرية من الحجر

الرملي النوبي تضم مئات النقوش التي تعود الي فترات تاريخية مختلفة، وتضم كتابات هيروغليفية وسينائية ونبطية[٣]، كما في الشكل رقم (٢) .

---

[١] زاهي حواس، سيناء ، صـ٢١-٣٠

[2] Ali Abdel-Motelib et al. ," Archaeometallurgical expeditions", pp. 3-59

[3] Hemada,S., and Walid,K., "Evaluating the rate of stone art deterioration",p.79

شكل (٢) يمثل منطقة آثار وادي النصب بجنوب سيناء (تصوير الباحث)

والحجر الرملي هو صخر رسوبي ميكانيكي يتكون من حبيبات مستديرة أو زاوية من السليكا تم ترسيبها والتحامها ببعضها بواسطة السليكا أو كربونات الكالسيوم أو أكسيد الحديد أو معادن الطفلة، ولذلك يختلف الحجر الرملي في لونه وصلابته ومتانته[٤]، وتكوينه الرئيسي السليكا[٥]. وتتعددعوامل ومظاهر تلف النقوش الصخرية بسيناء نظرا لطبيعة الصخر المنقوش عليه هذه الرسوم، وهو الحجر الرملي والذي يتسم بإختلاف مكوناته المعدنية مما ساهم في زيادة شدة عملية تجويته، وهي عملية تسبب تكسير أو تفتيت أو تحلل الصخور[٦]، والتجوية الطبيعية تقوم بتفتيت التكوينات الصخرية إلى جزيئات صغيرة، وهذه بدورها تتجزأ إلى أقسام أصغر فأصغر بمرور الزمن، ويطلق على عملية التفتت الطبيعي للصخور التفتت الصخري Rock Fragmentation،ويكثر أنتشار هذا النوع من التجوية في المناطق الجافة أو الشديدة البرودة[٧] وأولى خطوات تأثير عمليات التجوية الطبيعية على الصخور هي حدوث شروخ وفواصل بالكتل الصخرية، وبزيادة الإجهادات يزداد إتساع الشروخ وتحدث إنفصالات خلال الكتل الصخر وما تحمله من نقوش[٨].وتعتمد طبيعة عمليات التجوية وكذلك مدي تأثيرها علي الصخور المختلفة

---

[٤] أحمد إبراهيم عطية ، مبادئ الجيولوجيا ، ص ٩٠ .

[5] Dimes, F. , Sedimentary Rocks , P . 61 .

[6] Muthayya, V.D., Geology, PP. 1-2.

[٧] عادل محمد رفعت ، علم الصخور ، صـ١٠٧ .

[٨] حسن فهمي ،الجيولوجيا الهندسية ١٩٨٩ ، صـ١٢٩.

علي الظروف المناخية[٩]. وسيناء تتسم بمناخ صحراوي ما بين الجاف وشبه الجاف Arid and Semi-Arid Climate, وهي بشكل عام تعتبر من المناطق الجافة، وتفتقر الي سقوط الأمطار، ولكنها تشهد بعض السيول علي فترات غير منتظمة، وتصل درجة الحرارة في فصل الصيف ما بين" ٤٥:٤٠ م°" مما يحدث تغيرات شديدة Extensive Changes في درجات الحرارة ما بين الليل والنهار مما ينتج عنه تمدد Thermal Expansion لحبيبات الكوارتز Quartz Grains وانكماش اثناء الليل Contraction مما ينجم عنه تشرخ الحجر الرملي.

ومعامل التمدد الحراري غالبا من ٧ :٨ ميكرون لكل مم من الحجر الرملي والتمدد الكلي حوالي ١٤٠ :٢٠٠ ميكرون لكل متر من الحجر الرملي، وهذا التمدد الحراري يسبب ضغوط وأنفعالات تعمل علي ضعف الروابط بين الحبيبات المكونة للحجر الرملي[١٠] من جراء عمليات التمدد والإنكماش والتي بتكرارها تتسبب في حدوث شقوق دقيقة قد تسمح لعوامل التجوية الأخري أن تقوم بدورها الهدام[١١]، وتؤدي عمليات التمدد والإنكماش ايضا إلي حدوث خلخلة في أجزاء الصخوروتحولها إلى فتات صغيرة أو شظايا "Fragments" [١٢].ونظرا لأن الصخور ليست بطبيعتها موصلات جيدة للحرارة وتركيبها غير متجانس ينتج عن ذلك ما يسمي بتقشر الصخور Exfoliation of Rocks [١٣]. و تتعرض النقوش الصخرية للتلف الفيزوكيميائى من جراء التذبذب والتفاوت الكبير في درجات الحرارة والرطوبة النسبية،وهما من أكثر عوامل تلف النقوش الصخرية[١٤]. والرطوبة وتغيراتها اليومية والموسمية تعد واحدة من أهم عوامل تلف وتجوية الحجر الرملي[١٥]، ومن أهم مصادر الرطوبة بوادي النصب بجنوب بسيناء الأمطار والسيول والتكثف، وتصل الرطوبة النسبية ما بين ٦٠ :٨٠%،ولها تأثير كبير علي تلف الحجر الرملي، إذ تقل متانته ومقاومة إنضغاطه بمقدار ٦٠ % اذا نقع الحجر الرملي الجاف لمدة ١٢٠ دقيقة في الماء [١٦]. ويلعب الماء دورا هاما في تجوية الصخور ويسبب تلف فيزوكيميائي،فهو يلعب دورا مهما في إنتزاع الكتل الصخرية وتنتقل من مكانها فيحدث لها تأكل وبري وتكون معرضة للأنهيار والإنزلاق، فضلا

---

(9) Sinha, R., Geology, P. 93.

(10) Leisen H., et. al., " Aspects of conservation in site of the Athribis temple", pp.689–697

(١١) ويليام هـ ، ماثيور، ما هي الجيولوجيا، ص ١٢٦.

(12) Sealey,L., Earth , p. 338 .

(١٣) محمد فتحي عوض الله ، الجيولوجيا، ص ١٠١.

(14) Lourenc , P., et. al., "Defects and moisture problems in buildings " , p. 223.

(15) Oliver, A., Dampness in Buildings, p.18 .

(16) Jeng F.S., et. al., " Influence of petrographic parameters on geotechnical properties of sandstones" , pp 71–91

عن تجمده فيزداد حجمه حوالي (١٠%) عن حجمه الأصلي، وينجم عنه ضغوط مما يؤدي إلي تكسير الصخر وتفتيته [١٧].

والرياح ايضا تعد واحدة من أخطر عوامل تلف النقوش الصخرية بجنوب سيناء بما تحمله من رمال تتسبب في تلف السطح الأثري حيث تحدث به بعض البثرات والفجوات، وتتواجد بعض الكتل الصخريةأو الفتات الصخري عند قاعدة الجبل بفعل عمليات التجوية الميكانيكية أو السيزمية[١٨]، وبالإضافة إلي عوامل التجوية غير العضوية،فإننا نجد كمية هائلة من تكسير الصخور ترجع إلي النشاط العضوي للنباتات والأشجارحيث تحدث ضغوطا تتسبب في حدوث شقوق وشروخ وفواصل أو علي الأقل زيادتها وإتساعها[١٩].

وتسبب التجوية الكيميائية تغيرا كيميائيا في الصخرتبعا للعلاقة بين كل من المحيط البيئي والتركيب المعدني للصخر الأصلي[٢٠]، حيث تلعب غازات الغلاف الجوي دورا هاما في تحلل الصخر[٢١]، ومن أهم عملياتها الأكسدة Oxidation والكربنة Carbonation والتميؤ Hydration والذوبان Solution [٢٢] . ويختلف تأثير فعل التجوية الكيميائية Chemical Weathering في المعادن المكونة للحجر الرملي، فيبقي الكوارتز بدون تغيير[٢٣]. وغالبا ما تتكامل عوامل التجوية معا سواء طبيعية أو كيميائية في تفتت الصخر وتحلله، حيث يمكن أن تقوم التجوية الكيميائية بتكوين حفر Holes بإذابة معدن الفلسبار وتحلله، وتفتح المجال أمام التجوية الطبيعية لتقوم بدورها الهدام [٢٤].وتتجوى المعادن مثل معادن الأوليفين والبيروكسين والأمفيبول و البيوتيت إلـى أكاسيد الحديد[٢٥]. وكمية هائلة من تكسير الصخور وتحللها يرجع إلى النشاط الميكروبيولوجي لبعض الفطريات والبكتيريا[٢٦].

والتلف البشري ايضا يعد من العوامل المتلفة التي قد تفوق العوامل الطبيعية لأنه قد يحدث تلفا يصعب علاجه مثل الحريق الذي يعد من أهم عوامل تلف النقوش الصخرية، وينجم عنه تلف فيزوكيميائي من جراء التغير الحراري الفجائي Sudden Extreme Temperature Changes وهو ما يعرف بالصدمة الحرارية Thermal Shock ويتولد عنه ضغوط سطحية وتحت سطحية Surface to

---

(17) Rahn,P.H., Engineering Geology, P. 36.
(18) Foster, R.J.,: Geology, P. 68.
(19) Yaalon,D.H., Weathering, P.239.
(20) Arthur, H., and Brown, L., : Geochemistry, P.318.
(21) Craig, R., Soil Mechanics, P 1-2.
(22) Carla, W.M., and David, P., Earth, P.78.
(23) Wild, A., Soils, PP. 39-40
(24) Reineck, H., E., and Singh, I.B., Depositional Sedimentary Environment, PP.1-10.
(25) Simmons, L., H., Construction, P.92.
(26) McNamara , C., Mitchell , R., " Microbial Deterioration of Historic Stone", p. 447.

Sub-Surface Stress تسبب في تشرخ Cracking وانفصال وتفلق الصخر Spalling and Splitting من جراء إختلاف التمدد الحراري للمعادن التي يتكون منها الحجر الرملي .

أما تاثيرها الكيميائي فالحرارة العالية تسبب تغير في التركيب المعدني Mineral Composition أو في المادة الرابطةCementing Material مما يسبب ضعف التركيب الفيزيائي أو البنائي للحجر الرملي[٢٧]، ويزداد التلف بتواجد معادن الطفلة Clay Minerials في التركيب المعدني للحجر الرملي[٢٨]، وتتواجد العديد من الشقوق Fissures والكسور Fractures في الحجر الرملي وهي شروخ طولية وعرضية،فضلا التحبب Granular والتفتت Disintegration والتفكك DetachmentوالإنفصالAggregates والتفلق Splitting والتقشرExfoliation من جراء التجوية الشديدة[٢٩]، وترجع أهمية تلك الدراسة لكونها من الدراسات الأولية التي تتناول دراسة تشخيص تلف وترميم النقوش الصخرية بسيناء.

٢- مـواد وطرق الدراسة : Materials and Methods

٢-١- مواد الدراسـة : Study Materials

تم إختيار عدد (٣) عينة من الحجر الرملي بوادي النصب بجنوب سيناء، كما تم أخذ عينة من الأملاح المتبلورة علي السطح حيث أجريت عليها العديد من الفحوص والتحاليل والأختبارات بغرض فحصها وتحليلها للتعرف على تكوينها المعدنى والكيميائي وما حدث لها من تغيرات بهدف تفسير مظاهر تلف النقوش الصخرية بوادي النصب بجنوب سيناء، وبناءا علي تلك الفحوص والتحاليل يتم ترميمها وصيانتها.

٢-٢- طرق الدراسة : ٢Study Methods

٢-١-٢- الفحص البصري Visual Examination

تعتبر طريقة الفحص البصرى Visual Examination أولى مراحل عملية الفحص لتقييم حالةالنقوش الصخرية الأثرية وتشخيص تلفها من جراءعوامل التلف المختلفة التي تعرضت لها.

---

(27) McCabe S., et. al.," Exploitation of inherited weakness in fire-damaged building sandstone" , pp. 217–225.

(28) Sebastian, E., et. al.," Swelling damage in clay-rich sandstones",pp. 66–76.

(29) Siedel H, et. al., " Sandstone weathering in tropical climate" , pp. 182–192.

٢-٢-٢- الفحص بالميكروسكوب المجسم Usb Stereo-Microscope

يعتبر الفحص بالميكروسكوب المجسم Usb Stereo–Microscope من الطرق الهامة في دراسة الشكل المورفولوجي للحجر الرملي.ويوضح الفحص ما حدث للعينات من تغيرات وتلف،كما يوضح شكل وحجم الحبيبات المعدنية وعلاقتها مع بعضها البعض وتوزيعها. وقد تم فحص العينات علي حالتها بإستخدام الميكروسكوب المجسم ماركة **SZ 680/780 Stereo zoom Microscope**، وتم إجراء هذا الفحص بكلية العلوم بجامعة القاهرة.

٢-٢-٣- الفحص البتروجرافي Petrographic Examination

يعتبر الفحص بالميكروسكوب المستقطب Polarizing Microscope من الطرق الهامة في دراسة التركيب البتروجرافي للمكونات المعدنية الذي يتكون منها الحجر الرملي.ويوضح الفحص البتروجرافي للعينات الحجرية ما حدث لها من تغيرات وتلف، كما يوضح شكل وحجم الحبيبات المعدنية وتوزيعها. وقد تم إعداد العينات في صورة شرائح رقيقة Thin Section للفحص البتروجرافي بإستخدام الميكروسكوب المستقطب ماركة (Olympus BX51 TF japan attached with digital camera under magnification 4X up to 40X) وتم إجراء هذا الفحص بكلية العلوم بجامعة القاهرة.

٢-٢-٤-الفحص والتحليل بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح المزود بوحدة EDX

يمدنا الميكروسكوب الإلكترونى الماسح المزود بوحدة EDX بمعلومات دقيقة عن مورفولوجية السطح والشكل البلوري وحجم الحبيبات Grains Size وتوزيعها Distribution of Grains وطبيعة النسيج وماهية التلف، فضلا عن التركيب المعدني سواء في صورة عناصر أو أكاسيد للمكونات المعدنية التي يتكون منها الحجر الرملي بسيناء، وتم فحص العينات علي حالتها بإستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح البيئي ماركة " SEM FEI Quanta 250 " وكانت ظروف التشغيل " $20\ kV\ and\ 1 \times 10^{-9}A$"، وتم إجراء هذا الفحص بوحدة الميكروسكوب الإلكتروني الماسح البيئي المزود بوحدةEDX بالمركز القومي للبحوث بالقاهرة.

٢-٢-٥- التحليل بطريقة حيود الأشعة السينية XRD

يعطي التحليل بحيود الأشعة السينية XRD التركيب في صورة مركبات للمكونات المعدنية التي يتكون منهاالحجر الرملي بسيناء، مما يساعد على تشخيص مظاهر تلف الحجر الرملي و فهم طبيعة الحجر وما حدث له من تغيرات معدنية من جراء المحيط البيئي وعمليات التجوية الفيزوكيميائية بغرض التعرف علي معدل وتقييم تلف وتجوية الحجر الرملي "دراسة الحالة " .وتم إجراء هذا التحليل بجهاز

بحيود الأشعة السينية XRD موديل EMMA شركةGBC بالمعمل المركزي بجامعة جنوب الوادي .

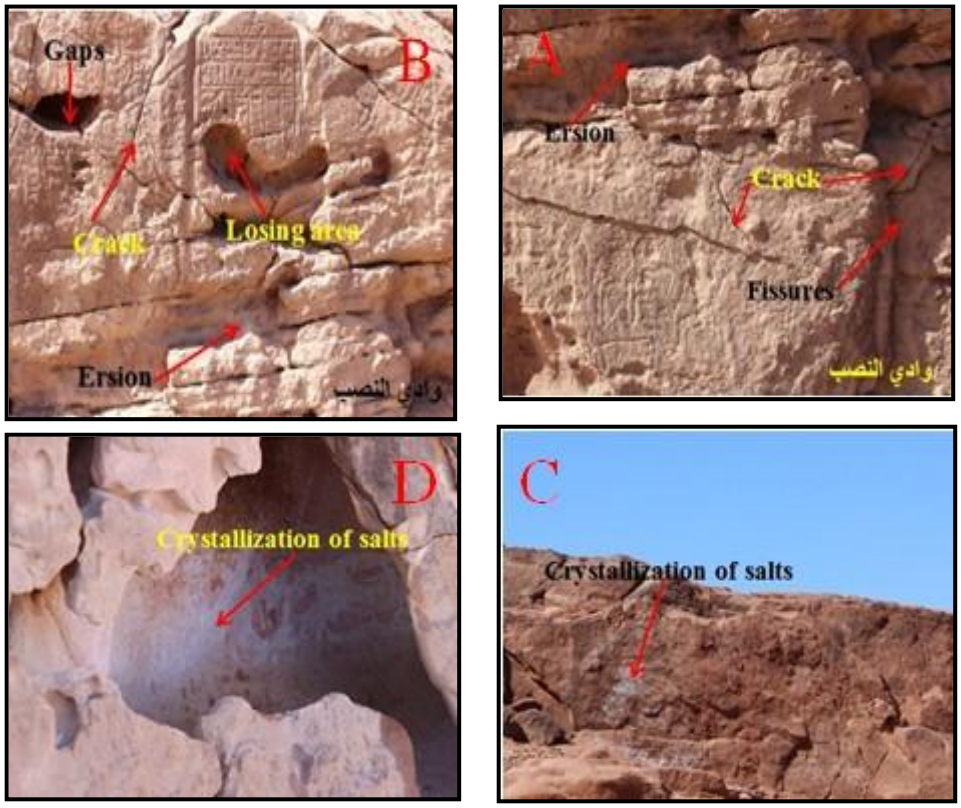
٢-٢-٦- التحليل بطريقة تفلور الأشعة السينية XRF

يعطي التحليل بتفلورالأشعة السينية XRF التركيب في صورة عناصر للمكونات المعدنية التي يتكون منهاالحجر الرملي بسيناء، مما يساعد على تشخيص مظاهر تلف الحجر الرملي .وتم إجراء هذا التحليل بإستخدام جهازتفلور الأشعة السينية ماركة Philips PW 1606 XRF وتم إجراء هذا التحليل بكلية العلوم بجامعة القاهرة.

٣- النتـائج : Results

٣-١- الفحص البصري : Visual Examination

لقد اتضح من الفحص العينى أن أغلب النقوش الصخرية بوادي النصب بسيناء تعانى من تراكم الرواسب الرملية، فضلا على تأثر النقوش الصخرية بالمحيط البيئى لها (بيئة صحراوية)، و قد أظهر الفحص وجود بعض الأملاح المتبلورة على أسطح النقوش الصخرية وداحل الشروخ، كما تلاحظ ضعف وهشاشية الحجر الرملى حيث أنه يتفتت بسهولة باليد لضعف تركيبه المعدني وتحلل المادة الرابطة مما تسبب فى فقد التماسك والترابط بين الحبيبات، كما أظهر الفحص العيني تساقط بعض الكتل الصخرية أسفل الجبل وما تحمله من نقوش صخرية، كما وضح الفحص ظاهرة التقشر والتشرخ والفجوات والنحر وفقد الأجزاء وتبلور الأملاح للنقوش الصخرية كما في الشكل رقم (٣ D-C-B-A).

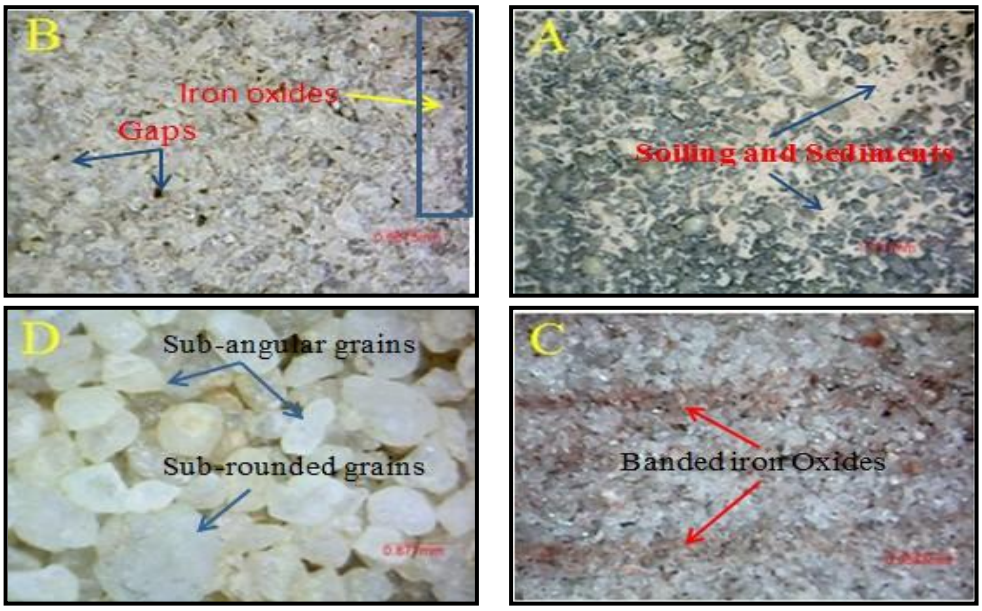


شكل (٣) يمثل مظاهر تلف النقوش الصخرية بوادي النصب A :النحر والشقوق B :الأجزاء المفقودة ,التشرخ والفجوات C:تبلور الاملاح D : تبلور الاملاح داخل الفجوات (تصوير الباحث).

٣-٢- الفحص بالميكروسكوب المجسم Usb Stereo-Microscope

لقد تم فحص بعض عينات الحجر الرملي بالميكروسكوب المجسم المحمول Usb Stereo-Microscope حيث أظهر الفحص للعينة الأولي وجود حبيبات الكوارتز ومعظمها خشنة الحبيبات Coarse Grains مختلفة الأحجام والأشكال بعضها دائري والبعض الآخر حاد الزاوية كما في الشكل رقم (٤-A)، فضلا عن وجود وجودأكاسيد الحديد والطفلة وأملاح متبلورة علي السطح والعديد من الفجوات والشروخ كما في الشكل (٤-B) . كما تم فحص عينة أخري بوادي النصب حيث وضح الفحص وجود أكاسيد الحديد بنسبة عالية banded iron oxides كما في الشكل رقم (٤-C)، في حين أظهر الفحص للعينة الثالثة المفتتة

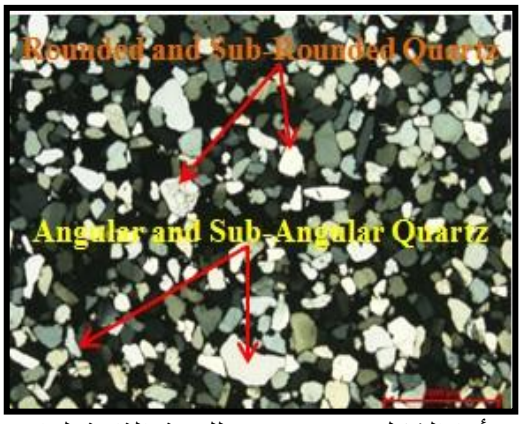
أختلاف حجم حبيبات الكوارتز ما بين دائرية وشبه دائرية وحادة الزوايا من جراء عمليات التجوية المختلفة بوادي النصب كما في الشكل (٤-D).



شكل (٤) بالميكروسكوب المجسم لعينة من الحجر الرملي A : حبيبات كوارتز أرانيت ورواسب رملية B : حبيبات كوارتز ارانيت وأكاسيد الحديد وبعض الفجوات C : عروق أكاسيد الحديد D : حبيبات كوارتز مختلفة الأشكال والأحجام. (تصوير الباحث).

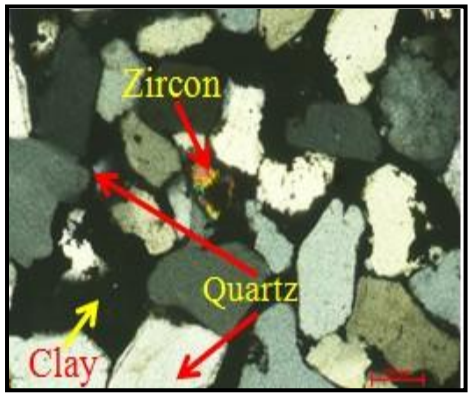
٣ -٣- الفحص بالميكروسكوب المستقطب Polarizing Microscope

لقد تم فحص بعض العينات الحجرية بالميكروسكوب المستقطب حيث أظهر الفحص للعينة الأولي بالميكروسكوب المستقطب كما في الشكل رقم (٥) حيث أظهر الفحص وجود حبيبات الكوارتز ومعظمها خشنة الحبيبات Coarse Grains مختلفة الأحجام والأشكال بعضها دائري round والبعض الآخر حاد الزاويةangular، فضلا عن وجود بعض حبيبات كوارتز أحادية التبلور monocrystalline، وبعض حبيبات الكوارتز من النوع عديد التبلور polycrystalline بقوة تكبير(10X – CN).

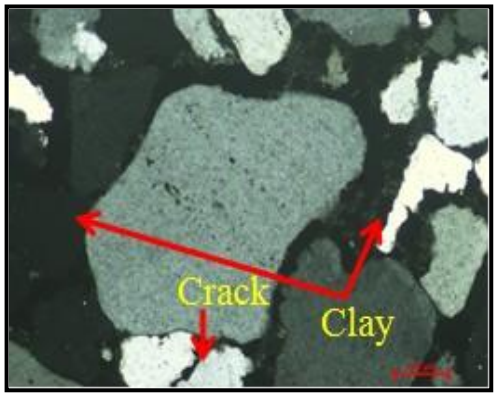


شكل (٥) صورة بالميكروسكوب المستقطب توضح وجود حبيبات الكوارتز مختلفة الأشكال والأحجام بعضها دائري والبعض حاد الزوايابقوة تكبير(10X – CN). (تصوير الباحث)

أما الشكل رقم (٦) للعينة الثانية لوادي النصب بجنوب سيناء يوضح وجود حبيبات الكوارتز ومعظمها خشنة الحبيبات Coarse Grainsمختلفة الأحجام والأشكال بعضها دائري أو شبه دائري rounded and sub-rounded grains والبعض الآخرمن شبه الي حاد الزاويا angular and sub-angular quartz grains، فضلا عن وجود الذركون zircon grains بقوة تكبير(10X – CN). أما الشكل رقم (٧) يوضح وجود حبيبات الكوارتز ومعادن الطفلة كمادة رابطة، فضلا عن تشرخ بعض حبيبات الكوارتز بقوة تكبير(10X – CN).



شكل (٦) صورة بالميكروسكوب المستقطب توضح وجود حبيبات كوارتز أحادية التبلور، واكاسيد الحديد و معادن الذركون بقوة تكبير(10X – CN). (تصوير الباحث)



شكل (٧) صورة بالميكروسكوب المستقطب توضح وجود حبيبات الكوارتز، ومعادن الطفلة كمادة رابطة للحبيبات وبعض الشروخ بقوة تكبير(10X – CN). (تصوير الباحث)

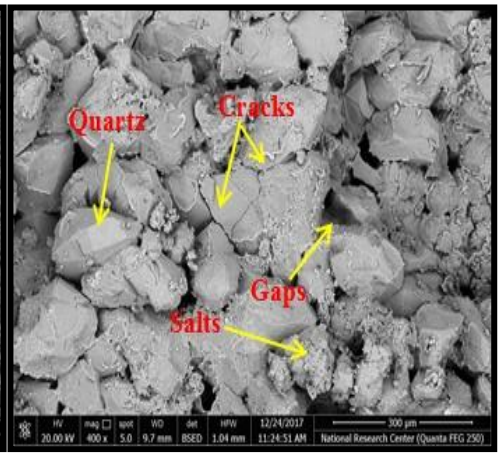
٣-٣- الفحص و التحليل بالميكرسكوب الالكترونى الماسح المزود بوحدة EDX

تم فحص عدد (٣) عينة من الحجر الرملي بوادي النصب بجنوب سيناء وذلك بإستخدام طريقة الفحص والتحليل بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح البيئي المزود بوحدة EDX، وهو يتعامل مع العينات دون إعداد مسبق لها أي علي حالتها وكانت النتائج كما يلي :

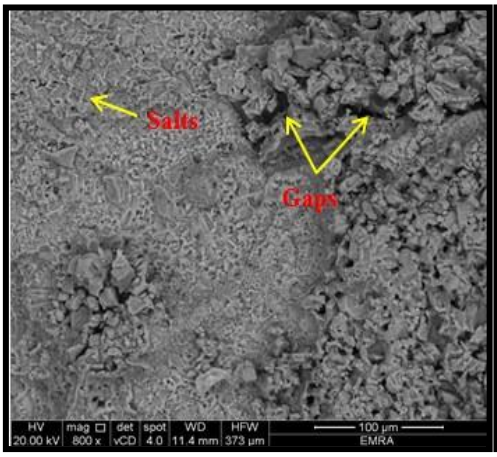
٣-٣-١- الفحص والتحليل بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح

لقد تم فحص العينة الأولي تحت الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM) حيث يوضح الشكل رقم (٨) للعينة الأولي أن العينة ذات نسيج خشن حيث تبدو بلورات الكوارتز بعضها دائري وبعضها حاد الزاويا وتعاني من التأكل حيث توجد العديد من الفجوات وتبلور الأملاح بقوة تكبير(400 X).

كما يوضح الشكل رقم (٩) للعينة الثانية وجود حبيبيات الكوارتز، فضلا عن انتشار ظاهرة الفجوات Gaps وتبلور الأملاح Crystallization of Salts بقوة تكبير (800 X) .

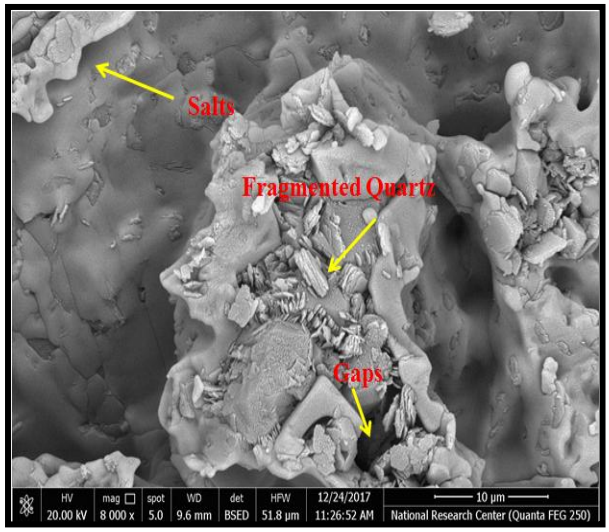


شكل(٨) بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح يوضح وجود بلورات كوارتز والعديد من الفجوات الشروخ بقوة تكبير (400 X). (تصوير الباحث)



شكل(٩) بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح يوضح وجود حبيبات الكوارتز وانتشار الفجوات وتبلور الأملاح بقوة تكبير (.800X)(تصوير الباحث)

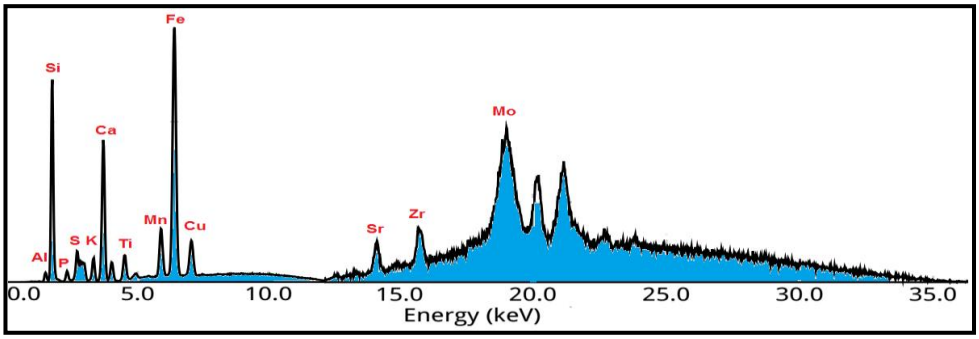
كما يوضح الشكل رقم (١٠) لعينة مصابة بالأملاح وجود حبيبيات الكوارتز، فضلا عن انتشار ظاهرة التفتتFragmentation والفجوات Gaps وتبلور الأملاح Crystallization of Salts بقوة تكبير (X 4000) .



شكل(١٠) بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح SEM يوضح وجود ظاهرة التفتت و الفجوات وتبلور الأملاح بقوة تكبير (8000X). (تصوير الباحث)

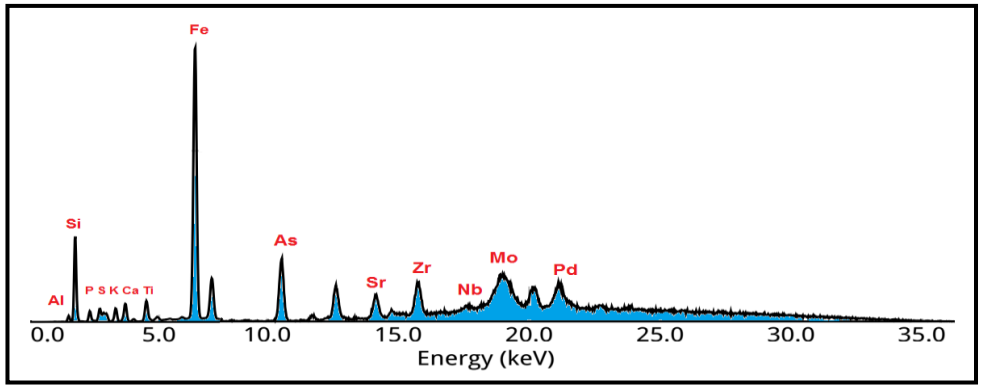
٣-٤- التحليل بتفلور الأشعة السينية XRF

لقد تم تحليل عدد (٢) عينة من الحجر الرملي لوادي النصب، وتم تحليل العينة الأولي للحجر الرملي بواسطة تفلور الأشعة السينية وكانت نتائج التحليل كما في الشكل رقم(١١) حيث أثبت وجود الالومنيا والسليكا والفوسفور والكبريت والبوتاسيوم والكالسيوم والتيتانيوم والمنجنيز والحديد والنحاس والاسترانشيوم والذركون والموابيدنيوم. ويتضح من التحليل أن التركيب الرئيسي للحجر الرملي هو السليكا حيث وصلت الي ما بين ٩٣:٩٥% مما يؤكد ان الحجر الرملي بوادي النصب من نوع كوارتز أرانيتQuartz Arenite ، بالإضافة الي وجود الحديد بنسبة عالية كمادة رابطةCementing Materials ، فضلا عن وجود الكالسيت وبعض العناصر الثقيلة مثل الذركون والأسترانشيوم والمولبيدنيوم.



شكل (١١) يمثل نمط تفلور الأشعة السينية XRF للعينة الأولي من الحجر الرملي بوادي النصب. (تحليل الباحث)

وتم تحليل العينة الثانية للحجر الرملي بوادي النصب بواسطة تفلور الأشعة السينية وكانت نتائج التحليل كما في الشكل رقم (١٢) حيث أثبت وجود الالومنيا والسليكا والفوسفور والكبريت والبوتاسيوم والكالسيوم والتيتانيوم والحديد والزرنيخ والاسترانشيوم والذركون والنبيليوم والموابيدنيوم. ويتضح من التحليل أن التركيب الرئيسي للحجر الرملي هو السليكا من نوع كوارتز أرانيتQuartz Arenite ، بالإضافة الي وجود الحديد بنسبة عالية كمادة رابطة، فضلا عن وجود بعض العناصر الثقيلة مثل الزرنيخ والذركون والأسترانشيوم والنبيليوم والمولبيدنيوم.

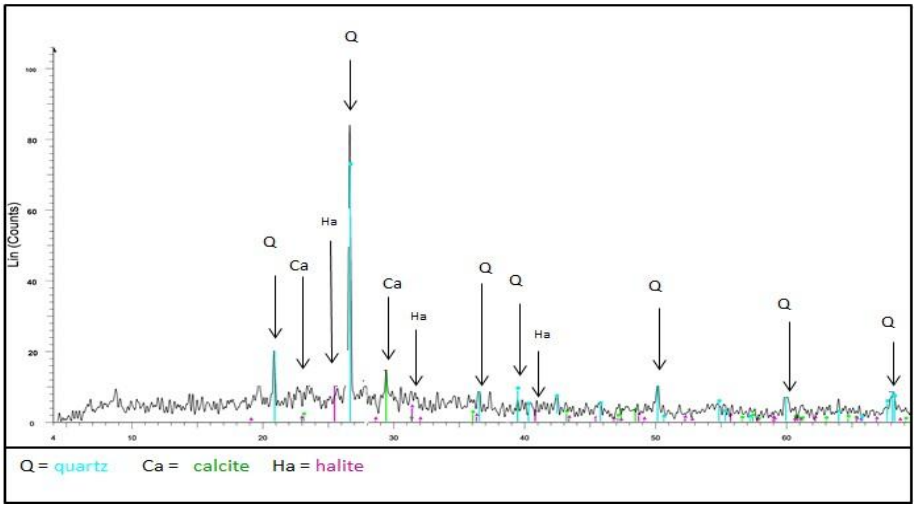


شكل (١٢) يمثل نمط تفلور الأشعة السينية للعينة الثانية بوادي النصب.(تحليل الباحث)

٣-٥- التحليل بطريقة حيود الاشعة السينية XRD

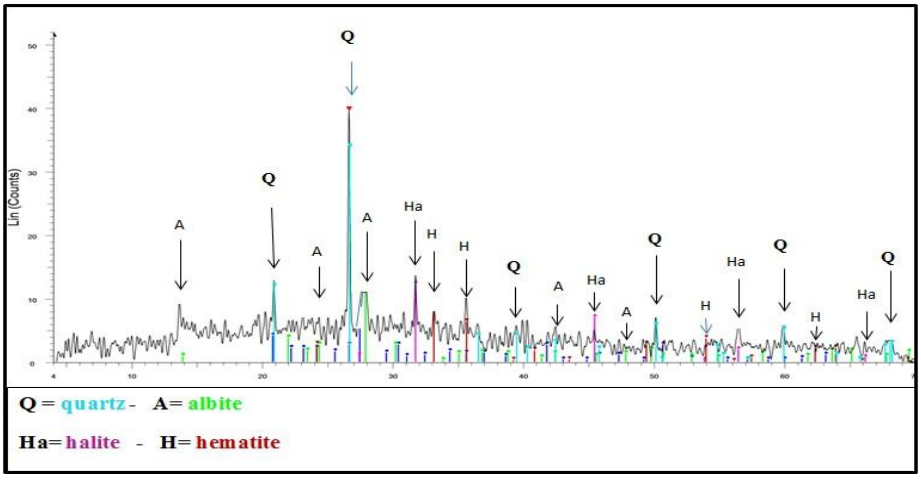
لقد تم تحليل عدد (٣) عينة منها **"٢"** عينة للحجر الرملى بوادي النصب والثالثة لعينة مصابةبالاملاح بوادي النصب، وقد اظهرالتحليل للعينة الأولي للحجر

الرملى بوادي النصب بجنوب سيناء وجود الكوارتز SiO_2 والكالسيت $CaCO_3$ والهاليتNaCl كما في الشكل رقم (١٣) .



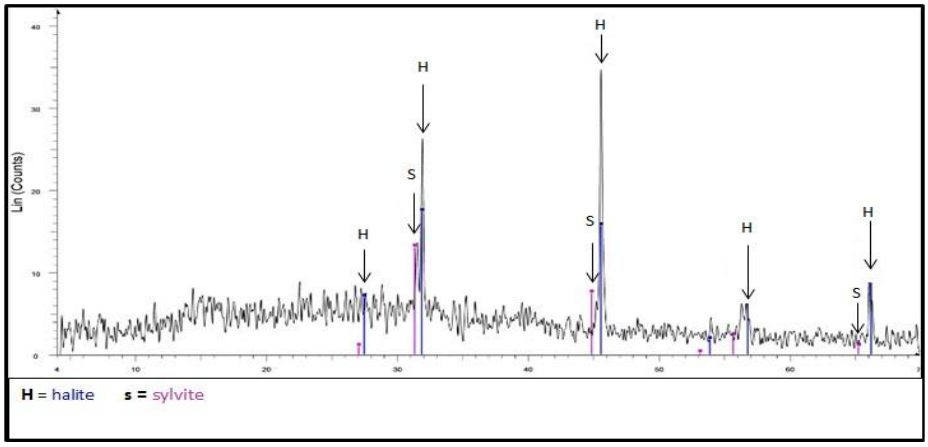
شكل (١٣) يمثل نمط حيود الأشعة السينية للعينة الأولي بوادي النصب ، (تحليل الباحث)

وقد اظهر التحليل للعينه الثانيه وجودالكوارتز SiO_2 والالبيت $NaAlSi_3O_8$ والهاليتNaCl والهيماتيت Fe_2O_3 كما في الشكل رقم (١٤).



شكل (١٤) يمثل نمط حيود الأشعة السينية للعينة الثانية بوادي النصب، سيناء.
(تحليل الباحث)

وأظهر التحليل للعينة الثالثة لعينة مصابة بالأملاح بوادي النصب وجود الهاليت NaCl وكلوريد البوتاسيومKCl كما في الشكل رقم (١٥).



شكل (١٥) يمثل نمط حيود الأشعة السينية للعينة الثالثة بوادي النصب، سيناء.
(تحليل الباحث)

٤ – مناقشة النتائج : Discussion Of The Results

- من خلال النتائج المستخلصة من البحث يتضح من الفحص العيني وجود بعض الرواسب الرملية على سطح أغلب النقوش الصخرية، فضلا عن ظهور بعض الأملاح المتبلورة علي سطح النقش الصخري وداخل الشقوق والفجوات، كما أظهر الفحص ضعف الحجر حيث أنه يتفتت بتطبيق أقل ضغط باليد .

- كما أثبت الفحص العيني تراكم بعض الرمال علي سطح النقوش الصخرية وداخل الفجوات من جراء الرياح وانتشار أكاسيد الحديد من نوع الهيماتيت .

- كما أثبت الفحص البصري للنقوش الصخرية أنها تعاني من وجود الفجوات والشروخ الراسية والمائلة ومعظمها من النوع العميق، بالإضافة الي انتشار ظاهرة الكسر والتقشر والأنفصالات والفجوات وتبلور الأملاح وفقد أجزاء كثيرة من الكتل الصخرية بما تحمله من نقوش من جراء نحرها او سقوطها علي الأرض بفعل التجوية الشديدة والزلازل .

- كما أثبت الفحص البصري للنقوش الصخرية التلف البشري بكتابة الأسماء علي النقوش الصخرية بالحز والحفر علي الحجر الرملي وكذلك بالأحجار الطباشيرية فضلا عن ظاهرة الحريق أسفل النقوش بغرض التدفئة والطهي .

- اثبت الفحص بالميكروسكوب المجسم وجود حبيبات الكوارتز مختلفة الأحجام والأشكال بعضها دائري والبعض الآخر حادالزوايا، فضلا عن وجود وجودأكاسيد الحديد والطفلة والعديد من الفجوات والشروخ والأملاح.

- أثبت الفحص بالميكرسكوب المستقطب أن الحجر الرملى من نوع " Quartz Arenite"، وتركيبه الرئيسي السليكا Silica، وهو من نوع الحجر الرملي الحديدي Ferruginous Sand Stone،ويتكون من حبيبات الكوارتزمختلفة الأحجام Quartz Grains،وتتدرج حجم حبيبات الحجر الرملى من حبيبات متوسطة الحجم الى كبيرة الحجم Medium to Coarse Quartz Grains .

- كما أوضح الفحص البتروجرافي طبيعة النسيج الصخري حيث تبدو الحبيبات من النوع الخشن غير المنتظم disordered Coarse Grains، والبعض الآخر علي صورة رقائق "laminated"،ويرجع ذلك إلى تدرج حجم الحبيبات و أختلاف المواد اللآحمة والضغوط التي تعرض لها الصخر اثناء التكوين وطوال فترة الترسيب .

- ولقد أثبت الفحص بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح أن الحجر الرملي ذو نسيج خشن حيث تبدو بلورات الكوارتز من النوع خشن الحبيبات disordered Coarse Grains بعضها دائري وبعضها حاد الزاويا، وتعاني من التأكل حيث توجد العديد من الفجوات والشروخ وتبلور الأملاح .

- أثبت التحليل بتفلور الأشعة السينية وجود الألومنيا والسليكا والفوسفور والكبريت والبوتاسيوم والكالسيوم والتيتانيوم والمنجنيز والحديد والنحاس والاسترانشيوم والذركون والموابيدنيوم.ويتضح من التحليل أن التركيب الرئيسي للحجر الرملي هو السليكا حيث وصلت نسبتها الي ما بين ٩٣:٩٥% مما يؤكد ان الحجر الرملي بوادي النصب من النوع كوارتز أرانيتQuartz Arenite ، بالإضافة الي وجود أكاسيدالحديد ومعادن الطفلة بنسبة عالية كمادة رابطةCementing Materials ، فضلا عن وجود الكالسيت كأملاح متبلورة وبعض العناصر الثقيلة مثل الذركون والأسترانشيوم والنبيليوم المولبيدنيوم.

- أثبت التحليل بحيود الأشعة السينية XRD للعينة الأولي وجود الكوارتز SiO_2 والكالسيت$CaCO_3$ والهاليت NaCl مما يدل علي تبلور الأملاح من نوع الهاليت والكالسيت.

- أثبت التحليل للعينة الثانية وجودالكوارتزSiO_2والألبيت$NaAlSi_3O_8$ والهاليتNaCl والهيماتيت Fe_2O_3 مما يدل علي ان المادة الرابطة هي أكاسيد الحديد، فضلا عن تبلور الاملاح من نوع الهاليت.

٥- الترميم والصيانة: Treatment and Conservation

لقد أثبتت الدراسة البتروجرافيةPLM والتحليل بتفلور الأشعة السينية XRF وحيود الأشعة السينية XRD للحجر الرملي بوادي النصب بجنوب سيناء وجودالرواسب الرملية، فضلا عن وجود أملاح الهاليت والكالسيت،بالإضافة إلي ضعف التركيب الحجر الرملي، وأنتشار ظاهرة التقشر والتشرخ والفجوات نتيجة التجوية الفيزوكيميائية،وبناءا علي تلك النتائج تم ترميم وصيانة النقوش الصخرية بوادي النصب وفقا لطبيعة تلفها ونتائج الفحوص والتحاليل والدراسات العلمية في مجال ترميم وعلاج وصيانة الآثار الحجرية الرملية حيث شملت عملية الترميم ما يلي :

٥-١- التسجيل والتوثيق : Recording and Ducomentation

وهما من العمليات الأساسية خاصة أنه يصعب أحيانا نسخ هذه النقوش الصخرية بسبب الشروخ والأنفصالات أوالإرتفاع أوالإنحدارات، وتمت عملية التوثيق الفوتوغرافي للنقوش الصخرية وما تحتويه من مظاهر تلف مختلفة، وأعقب ذلك عملية الترميم والصيانة [٣٠].

٥-٢ -التنظيف: Cleaning

تهدف عملية التنظيف إعادة السطح الأثري الي طبيعته والكشف عن تفاصيل النقوش الصخرية [٣١]، وتم إستخدم أسلوب التنظيف الميكانيكى لإزالة الرواسب الهشه Friable Dirties بإستخدام الفرش الناعمة Soft Brushes المتنوعة الأحجام و المقاسات بغرض إزالة الأتربة والرمال، كما تم إستخدام المنفاخ الهوائي ايضا لإزالة الرواسب السطحيةالسائبة، كما تم إستخدام بعض الفرر الخشبية و المعدنية Metallic and Wooden Spatulas وكذلك المشارط Scalpels لإزالة بعض الرواسب السطحية الصلبة شديدة الإلتصاق بالسطح بحرص شديد دون حدوث أي تلف للسطح الأثري و ذلك بعد تنديتها بالماء المقطر موضعيا حتي يسهل إزالتها ميكانيكيا، وتم العمل من أعلي إلي أسفل مع مراعاة الحرص الشديد لعدم خدش سطح الحجر الرملي لضعف تركيبه البنائي، وأستمرت عملية التنظيف الميكانيكي علي

(30) Nabil,A., and Walid,K.," Deterioration and Conservation Of The Rock Inscriptions",p.26.

(31) Maureen E. Young, et.al., " Maintenance and Repair for Stone ", pp.1125 – 1131.

نفس المنوال، ثم تم أستخدام التنظيف الكيميائي علي أساس طبيعة المواد المراد إزالتها والتي عجز التنظيف الميكانيكي في تنظيفها، واستخدم خليط من الأسيتون و الطولوين بنسبة ١ :٢ علي التوالي لإزالة الرواسب السائبة، وتم التنظيف الكيميائي موضعيا مع التجفيف[٣٢].

٥-٣- إزالة الأملاح Removal of Salts

أستخدم التنظيف الميكانيكي بالفرش الناعمة لأزالة الأملاح المتبلورة علي السطح، وأستخدمت الفرروالمشارط ايضا لإزالة ما تبقي علي السطح من الأملاح المتبلورة مع مراعاة أن يكون العمل بالمشارط أو الفرر تحت العدسات بقوة تكبير 4X لمراعاة الحرص والدقة لعدم خدش السطح الحجري، ثم أعقب ذلك عمل كمادات من الماء المقطرلإزالة أملاح الهاليت،وأستخدمت كمادة من الورق الياباني مشبعة بمحلول الاديتا EDTA " Tetra Sodium Salt Ethylene Diamine Tetra Acitic Acid" بغرض استخلاص أملاح الكربونات[٣٣].

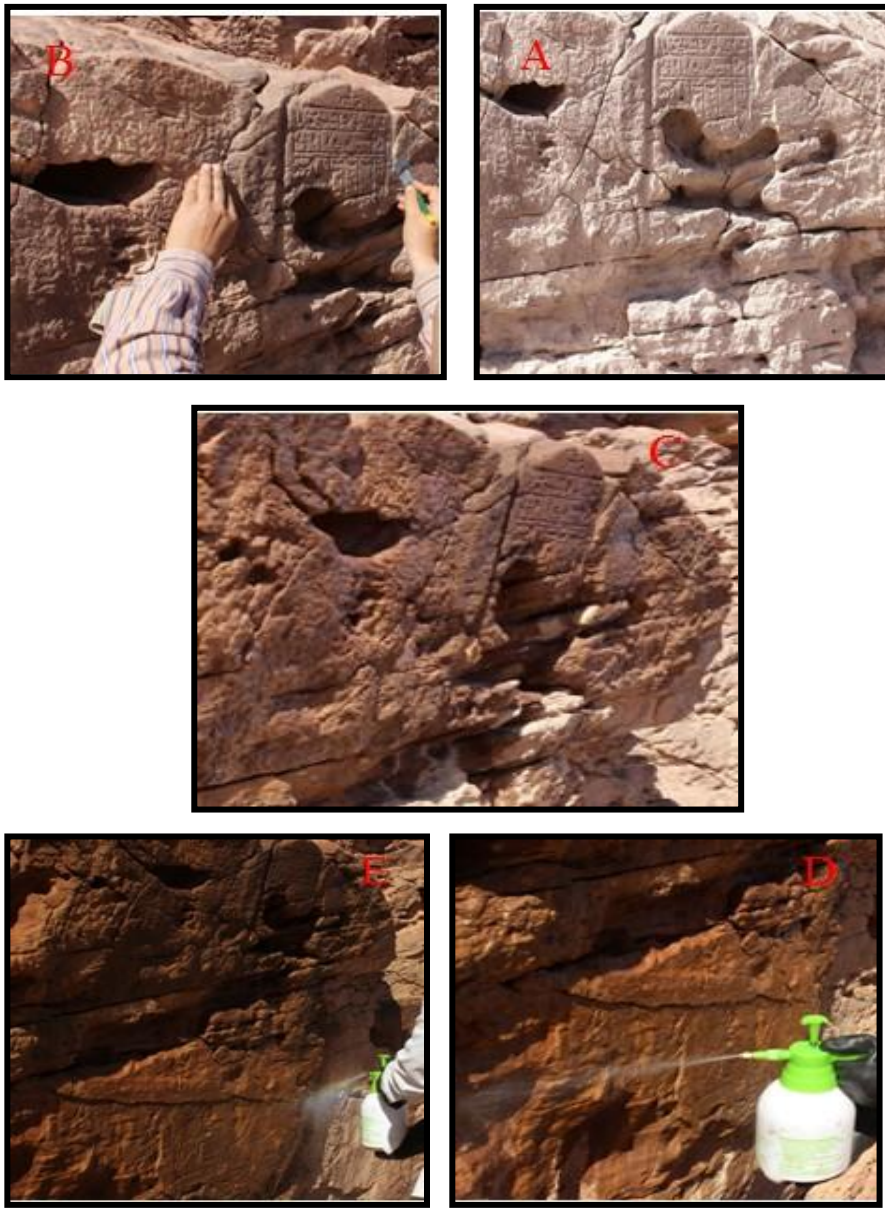
٥-٤-التقــوية: Consolidation

بعد التنظيف الميكانيكي والكيميائي للنقوش الصخرية، تم تقوية النقوش الصخرية "الحجر الرملي" بإستخدام محلول النانوسليكا والفاكرH بنسبة ١:١ علي التوالي بطريقة الرش spraying والفرشاة [٣٤]. وتتضح أعمال الترميم والصيانة كما في الشكل رقم (١٦-١٧).

(32) Nabil, A.,Bader, "The Dererioration Problems of The Wall Reliefs", p.217

(33) Eric Doehne and Clifford A. Price, Stone Conservation, pp.29-34.

(34) Eun Kyung Kim, et.al.," Effects of Silica nanoparticle and TEOS" , pp. 214-221.



شكل (١٦) يمثل أعمال الترميم للنقوش الصخرية بوادي النصب ،سيناء A : النقوش قبل الترميم B : النقش الصخري إثناء التنظيف الميكانيكي C : بعد التنظيف الكيميائي D : تقوية الجزء الغربي من النقش الصخري بالرشE :تقوية الجزء الشرقي من النقش الصخري. (تطبيق الباحث)

شكل (١٧) يمثل أعمال الترميم للنقوش الصخرية بوادي النصب ، سيناء A : النقش قبل الترميم B : النقش الصخري بعد التنظيف الميكانيكي C : بعد التنظيف الكيميائي D : أثناء التقوية بطريقة الرش E: النقش الصخري بعد الأنتهاء من أعمال الترميم والصيانة .
(تطبيق الباحث)

الخلاصة : Conclusion

لقد توصل البحث لمجموعة من النتائج علي قدر كبير من الأهمية في التعرف علي نوع الحجر الرملي وطبيعة النسيج وتشخيص تلفه، وهو حجر رملى من نوع "Quartz Arenite " ذو نسيج خشن Coarse Quartz Grains محتويا على نسبة ضئيلة من المواد الرابطة "Cementing Materials " وهي أكاسيد الحديد ومعادن الطفلة، و يتدرج نسيج وحجم الحبيبات الصخرية للحجر الرملى من حبيبات متوسطة الحجم الى كبيرة الحجم Medium to Coarse Quartz Grains وهي حبيبات غير منتظمة disordered Coarse Grains بعضها دائري أوحاد الزاويا والآخر علي شكل رقائق "laminated"، ويرجع ذلك إلى أختلاف المواد اللآحمة والضغوط التي تعرض لها الصخر في بيئات ترسيبه. ولقد أثبت البحث أن النقوش الصخرية بوادي النصب تعاني من مظاهر تلف مختلفة مثل ظاهرة الكسر والتشرخ والتشقق والتفلق والتقشر والتفتت وتبلور الأملاح علي السطح وداخل الشروخ والفجوات، فضلا عن ضعف وهشاشية الحجر الرملي لضعف تركيبه المعدني وتحلل المادة الرابطة بين الحبيبات المكونه للحجر بفعل عمليات التجوية الفيزوكيميائية وسقوط العديد من الكتل الصخرية التي تحمل العديد من الكتابات والنقوش، أما التلف البشري عبارة عن كتابات علي سطح النقوش الصخرية بالحز والحفر بآلة حادة أو الكتابة بالسناج أو الطباشير،ومعظم مظاهر تلف النقوش الصخرية بوادي النصب الفيزوكيميائية والبشرية ترجع لكون الموقع في بيئة صحراوية تضم عوامل التلف الديناميكية والأستاتيكيةالمباشرة وغير المباشرة .

وبناءا علي نتائج الدراسات العلمية ونتائج الفحوص والتحاليل والزيارات الميدانية تم ترميم وصيانة النقوش الصخرية من تسجيل وتوثيق و ترميم دقيق بإختيار المواد والطرق المناسبة والتي تتفق وطبيعة تلف النقوش الصخرية كإستخدام طرق التنظيف الميكانيكي بالأدوات اليدوية والكيميائي بإستخدام خليط من الأسيتون و الطولوين بنسبة ١ :٢ علي التوالي لتنظيف الرواسب السائبة، وتم التنظيف الكيميائي موضعيا مع التجفيف، كما تم إزالة الرواسب الكلسية وأملاح الكربونات المشوهه لسطح الحجر الرملي بإستخدام كمادة الورق الياباني المشبعة بمحلول الإديتا بأس هيدروجيني ١١,٥.

(Tetra Sodium Salt Ethylene Diamine Tetra Acitic Acid)

.وتمت عملية التقوية بإستخدام خليط النانوسليكا والفاكرH بطريقة الرش spraying والفرشاة. كما توصل البحث الي ضرورة رفع الوعي الأثري لدي الأهالي والمتخصصين كأحد أدوات الحفاظ علي النقوش الصخرية بسيناء.

الشكر: Acknowledgement

أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلي ا.د / محمد عبد الرحمن، استاذ الجيواركيولوجي بكلية العلوم بجامعة القاهرة، كما أتقدم باسمي آيات الشكر والعرفان إلي ا. حسن عبد الخالق، مديرعام ترميم آثار جنوب سيناء بوزارة الاثار لمساعدته العملية وتسهيل العمل بالموقع الاثري.

المراجع:

- أحمد إبراهيم عطية، مبادئ الجيولوجيا، القاهرة،٢٠٠٢ .
- أسلام ابراهيم، المنهجيه العلمية لترميم وصيانة الأفران الأثرية لإستخلاص المعادن تطبيقا على بعض الأفران المختارة في السويس وسيناء، رسالة ماجستير، كلية الآثار – جامعة القاهرة، ٢٠١٦.
- حسن فهمي وآخرون، الجيولوجيا الهندسية، دار المعارف، ١٩٨٩ .
- زاهي حواس، سيناء عبر العصور، المجلس الأعلي للاثار،٢٠١٢ .
- عادل محمد رفعت، مقدمة في علم الصخور، دار القلم، الكويت، .
- محمد فتحي عوض الله، محاضرات في الجيولوجيا، دار المعارف، ١٩٨١ .
- ويليام هـ، ماثيور: ما هي الجيولوجيا؟ ترجمة دكتور مختار ناشد، الهيئة المصرية العامة للكتاب .
- Ali Abdel-Motelib, Michael Bode, Rita Hartmann, Ulrich HartungAndreas Hauptmann & Kristina Pfeiffer , Archaeometallurgical expeditions to the Sinai Peninsula and the Eastern Desert of Egypt, Metalla (Bochum) 19.1/2, 2012, 3-5.
- Arthur, H., and Brown, L., Geochemistry, U.S.A., 1979, P.318.
- Carla, W.M., and David, P., : Earth, Then and Now, 3rd edition, U.S.A., 2001, P.78.
- Craig, R.,: Soil Mechanics, London, 1993. P 1-2.
- Dimes, F. , Sedimentary Rocks , in Conservation of Building and Decorative Stone , Vol. 2 , London , 1998 , P . 61 .
- Eric Doehne and Clifford, A. Price, Stone Conservation , An Overview of Current Research, Second Edition, Getty Conservation Institute, Los Angeles, 2010 ,pp.29-34.
- Eun Kyung Kim, Jongok Won', Jin-young Do , Sa Dug Kim, Yong Soo Kang, Effects of silica nanoparticle and GPTMS addition on TEOS-based stone consolidants, Journal of Cultural Heritage, 10 , 2009,pp. 214-221.
- Foster, R.J.,: Geology, fifth Edition, London 1974, P. 68.
- Hemeda,S.,and walid ,K., Evaluating the rate of stone art deterioration in Wadi Maghara and Wadi Mukattab ,Sinai,Egypt , in international journal of conservation science ,Vol.3, Issue , 2 ,2012,p.79.
- Jeng F.S., Weng M.C. Lin M.L., Huang T.H. ,Influence of petrographic parameters on geotechnical properties of tertiary sandstones from Taiwan, Engineering Geology, No.73, 2004, pp 71–91.

- Leisen H., Verbeek C., Krause S., Aspects of conservation in the excavation site of the Athribistemple in Egypt, Environ Geol, N.56, 2008, pp.689–697.
- Lourenc , P., et. al., Defects and moisture problems in buildings from historical city centers: a case study in Portugal , in : Building and Environment 41 , 2006 , p. 223.
- Maureen E. Young, Urquhart D.C.M, Laing R.A., Maintenance and repair issues for stone cleaned sandstone and granite building facades, Building and Environment , N.38, 2003, pp.1125 – 1131.
- McCabe S.. Smith, B.J., Warke P.A., Exploitation of inherited weakness in fire-damaged building sandstone, the fatiguing of shocked stone , Journal of Engineering Geology, N.115, 2010, pp. 217–225.
- McNamara , C., Mitchell , R., Microbial Deterioration of Historic Stone in Frontiers in Ecology and the Environment, Vol. 3, No. 8 , 2005 , p. 447.
- Muthayya, V.D., : A text book of Geology, 4th edition, Oxford, 1999, PP. 1-2.
- Nabil, A.,Bader, The Dererioration Problems of The Wall Reliefs of Komir Temple , Esna,Egypt, in Mediterranean Archaeology and Archaeometry, Vol. 14 ,No.1,2013, p.217.
- Nabil,A., and Walid,K., Deterioration and Conservation Of The Rock Inscriptions In Ain- Hudra, South Sinai,Egypt, in journal of faculty of archaeology,Qena,2009,p.26.
- Oliver, A., Dampness in Buildings, Black well science ltd, London , 1997, p.18 .
- Rahn,P.H.,: Engineering Geology, New Jersey, 1990, P. 36.
- Reineck, H., E., and Singh, I.B., : Depositional Sedimentary Environment, 2nd edition, New York, 2000, PP.1-10.
- Sealey,L., Earth, Third Edition , London , 1986 , p. 338 .
- Sebastian, E., Cultrone, G., Benavente, D., Linares Fernandes, L., Elert, K., Rodriguez- Navarro, C.,Swelling damage in clay-rich sandstones used in the church of San Mateo in Tarifa (Spain). Journal of Cultural Heritage, N. 9, 2007,pp. 66–76.
- Siedel H, Pfefferkorn S., Plehwe-Leisen E., Leisen H., Sandstone weathering in tropical climate: Results of low-destructive investigations at the temple of Angkor Wat, Cambodia, Engineering Geology, N. 115, 2010, pp. 182–192.
- Simmons, L., H., Construction : Principles , Materials and Methods, 7th edition, NewYork, 2002, P.92.
- Sinha, R.K.,: An introduction to Geology, Oxford, 1992, P. 93.
- Wild, A., : Soils and Environment, London , 2001, PP. 39-40
- Yaalon,D.H.,: Weathering and Soil development, London, 1993, P.239.

Deterioration and Conservation of Some Rock Art in Wadi Nasib, South Sinai, Egypt, "Case Study "

Dr.walid Kamel Ali•

Abstract:

The rock art in the wadi Nasib are among the most important archaeological sites in South Sinai because The valley contained various inscriptions dating back to the prehistoric period until The new kingdom. It was discovered by the South Sinai Antiquities area. It includes many different incised and engraved rock inscriptions, where most of the Rock Art suffer from different phenomena of deterioration reaching disintegrating and cracking.

Some of methods of examinations and analysis were done on the rock art "case study", such as the Stereo-Microscope, polarized microscope " PLM", Scanning Electron Microscope SEM-EDX, X-ray fluorescence "XRF" and X-ray diffraction " XRD" to know the mineral composition and its changes that occurred and explain the manifestations of the deterioration of the rock inscriptions in Wadi Nasib in South Sinai.

The research proved that the rock inscriptions suffer from different phenomena of deterioration as fracture, cracking, scaling, peeling, fragmentation, honey comb, crystallization of salts on the surface and inside cracks, as well as weakness and fragile of sandstone being poor mineral composition, and decomposition of cementing material due to physio-chemical weathering processes, and because of falling The rock, which carries many inscriptions by mechanical weathering and Earthquakes, the man-made deterioration is the writings on the surface of the rock art with a sharp instrument or writing with the

•**lecturer of Conservation,faculty of Archaeology ,Aswan University, drwalidelghareb@yahoo.com**

soot or chalk due to the poor archaeological awareness of the people, most phenomena of physio-chemical deterioration to the stone art in wadi Nasib is Direct and indirect dynamic and static deterioration factors being the site is a desert environment .

Based on the results of scientific studies , The results of tests and analysis and Field survey, The restoration and conservation of rock art from the registration , documentation and the restoration have done by selection of suitable materials and methods appropriating to the nature of the damage of rock inscriptions in South Sinai, such as the use of mechanical cleaning methods with hand tools and chemical cleaning method where a mixture of acetone and Toluene " ratio of 1: 2" was used to remove the clay soil sediments, mechanically and chemically extraction of salts are done using a poultice of distilled water then EDTA, and consolidating of rock art using The mixture of Nano Silica and Wacker H by Methods of spraying and brushing. The Research finds the need to raise the archaeological awareness of the people and specialists as one of the tools for preserving the rock art in Sinai , Rehabilitating the site and its developing for sustainable development, and placing it on the tourist map because it represents archaeological and historical importance in South Sinai.

Key Words :

Sand Stone, Rock Art, Weathering, Deterioration, Decomposition, Disintegration, Peeling, Consolidation Archaeological Awareness.