أخطار التجوية على المناطق الأثرية بمحافظة المنيا

نجلاء سيد محمد عبد الحليم (*)

تمهيد :

تعد التجوية من أهم الأخطار التى تواجه المناطق الأثرية بالمحافظة ، حيث تمثلت بأنواعها المختلفة – ميكانيكية ، كيميائية ، بيولوجية – فى جميع المناطق الأثرية بالمنطقة .

سيتم دراسة هذا الخطر من خلال دراسة العناصر الآتية :

أولاً :- العوامل المؤثرة على نشاط التجوية بمنطقة الدراسة .

ثانياً :- أنواع وأشكال التجوية بمنطقة الدراسة .

ثالثاً :- خطر التجوية على المناطق الأثرية بمنطقة الدراسة .

رابعاً :- طرق مواجهه خطر التجوية على المناطق الأثرية .

وفيما يلى عرض تفصيلى لهذه العناصر :

أولاً : العوامل المؤثرة على نشاط التجوية بمنطقة الدراسة :

تتعدد العوامل التى تساعد على نشاط التجوية ، فمنها : عوامل طبيعية ، تتمثل فى عناصر المناخ من حرارة ، رياح ، رطوبة نسبية ، وكذلك الأملاح ، الزلازل وخصائص الصخر ، كما توجد عوامل بشرية ومنها عمر المبنى الأثرى ، مواد البناء ، مواد الترميم الخاطئ ، استخدام المقابر الأثرية فى أغراض متنوعة ، بالإضافة إلى تأثير الكائنات الحية من حيوانات ، نباتات ، حشرات ولا نغفل دور الإنسان فى الإسراع من نشاط عمليات التجوية . ومن الصعب الفصل بين هذه العناصر أى أنه ليس من السهل إرجاع التجوية لعامل أو عاملين منفردين حيث تتشابك هذه العوامل معاً فى إنتاج الصور والأشكال المختلفة لنواتج التجوية . وفيما يلى شرح واف لهذه العوامل :

١- العوامل الطبيعية :

أ- الظروف المناخية[1] :

تلعب الظروف المناخية دوراً رئيسياً فى حدوث التجوية ، من خلال تأثير درجات الحرارة والرياح ، الأمطار ، الرطوبة النسبية ، وفيما يلى سيتم عرض دور كل عنصر منها :

- ***<u>الحرارة والإشعاع الشمسى :</u>***

تتفاوت درجات الحرارة بالمنطقة من فصل إلى آخر وكذلك المدى الحرارى اليومى والسنوى الذى بلغ الأخير٤٣,٠٣ْم ، كما تتميز منطقة الدراسة بالتطرف المناخى لدرجات الحرارة ، حيث وصلت أقصى درجة حرارة فى يوم ٢٠١٣/٦/٢ لتصل ٤٦,٣ْم وأقلها - ١,١ْم فى يوم ١٩٦٤/١/٢٧ .

كما تتزايد أعداد ساعات سطوع الشمس (الإشعاع) لتصل سنويا إلى ٣٧٨٦,٩ ساعة . مما يؤدى

إلى زيادة إنتقال الحرارة من الجو إلى الأثر من خلال ثلاثة طرق وهى الحمل ، التوصيل ، والإشعاع .

يؤدى التغير فى درجات الحرارة إلى حدوث عمليات التمدد والإنكماش لمكونات الصخر مما يؤدى إلى تفككه على المدى البعيد وذلك لإختلاف العناصر المعدنية المشكلة للصخر فى إكتساب درجات الحرارة وفقدها .

حيث أظهرت التجارب أن الزيادة فى الحجم بعد التبريد تتراوح ما بين ٠,٠٢ % و ٠,٠٤٥ % من الحجم الأصلى للصخر (Barros ,L.A.et al,2000,P.34) .

(*) هذا البحث من رسالة الدكتوراه الخاصة بالباحثة، وهي بعنوان: " الأخطار الجيومورفولوجية على المناطق الأثرية بمحافظة المنيا دراسة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد "، تحت إشراف أ.د. كريم مصلح صالح – كلية الآداب – جامعة سوهاج & د. أحمد فوزي ضاحي – كلية الآداب بالدمام – جامعة الإمام عبد الرحمن بن فيصل – المملكة العربية السعودية.

1- Htt://www.world climate.com.(minia station)

فالتمدد والإنكماش لمكونات الصور الجدارية أدى إلى إنفصال أرضية التصوير وما تحمله من ألوان فى صورة قشور رقيقة حيث يؤدى الجفاف الزائد فى موسم الصيف إلى ضعف قوى الربط للمواد العضوية فى الألوان .
بالإضافة إلى أن درجات الحرارة من العوامل المساعدة لنمو وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة بكل أنواعها فى وجود درجات الرطوبة النسبية وبالتالى تؤدى إلى إصابة الصخر بالتجوية البيولوجية(صخى محمد دويرى ، ٢٠١٣ ، ص ٤٧٤).
كما أن سطوع الشمس (ضوء الشمس) يؤدى إلى إزالة الألوان وضياع النقوش ، هذا بالإضافة إلى مصابيح الإضاءة الموجودة داخل المقابر وقد ظهر ذلك فى مقابر كل من مقبرة خيتى(صورة ١) وباكت ببنى حسن و مقبرتى ٢٥ ، ٤ بتل العمارنة، حيث يلاحظ فى الصورة رقم(١) وجود ٧ مصابيح فى أحد أركان المقبرة. كما يظهر أثر التجوية فى الصخور الجرانيتية التى تشكل تمثال القرد بابون الموجود بآثار الأشمونين حيث يتكون الجرانيت من معادن الكوارتز والفلسبار والميكا التى تختلف فى معاملات تمددها الحرارية مما يؤدى إلى حدوث التشقق .

صورة (١) مقبرة خيتى ببنى حسن حيث المصابيح الكهربائية التى تساهم فى ارتفاع درجات الحرارة ٢٠١٦/٢/٥

صورة (٢) تعرض الألواح الخشبية للتعفن بفعل الرطوبة بأحد جدران البوابة القبلية لمسجد العسقلانى بملوى.

- ***<u>الرطوبة النسبية :</u>***

تلعب الرطوبة دوراً كبيراً فى تلف وتدمير أسطح حوائط المقابر الأثرية وكذلك لها أثر واضح على الرسومات والنقوشات الموجودة على جدران المساجد والكنائس والأديرة وذلك بسبب دورها الكبير فى عمليات التبخر والتكثف (الندى) ومن دراسة هذا العنصر ، فقد تبين أن الحد الأقصى لمتوسط الرطوبة النسبية ٧٠,٨ % أثناء يناير بينما الحد الأدنى لمتوسط الرطوبة النسبية ٣٦,٧٥ % خلال شهرى مايو ويونيو ، بينما بلغ المتوسط العام ٥١,٤٣ %.
ولا شك أن شيوع الأحجار الجيرية فى المنطقة يجعل منها فريسة سهلة لعمليات التجوية الكيميائية مثل التكرين ، الإذابة ، التميؤ ، الأكسدة ، حيث تعتبر من أكثر أنواع الصخور قابلية للذوبان فى المحاليل الكيميائية مثل محلول حمض الكربونيك (كريم مصلح صالح ، ٢٠٠١، ص ٣٠٨) .
-ويظهر تأثير الرطوبة من خلال إمتصاص الصخر لها بواسطة المسام الصخرى مما يؤدى إلى حدوث تغيرات حجمية بداخل الصخر مما يولد ضغوط عالية على الصخر وبالتالى يتعرض للتفكك.
-كما أن الحجر الجيرى المشكل للمقابر يتعرض إلى التجوية الكيميائية بسبب زيادة الرطوبة حيث تعمل على إذابة الأملاح المتبلورة المترسبة داخل المسام ، كما هو الحال فى مقابر بنى حسن ، تل العمارنة.
وبالنسبة للحجر الرملى المشكل للسراديب بمنطقة تونا الجبل يتعرض مع الرطوبة إلى زيادة نفاذية المسام وبالتالى التغير فى محتوى الرطوبة بالصخر ، مما يؤدى إلى انتفاش وتمدد الصخر وتعرضه للتلف .

- كما تؤدى الرطوبة إلى ذوبان الألوان المستخدمة على جدران المقابر والمعابد والكنائس والمساجد . هذا بالإضافة إلى تعرض بعض الألواح الخشبية للتعفن ويتضح ذلك فى جدران البوابة القبلية لمسجد العسقلانى فى ملوى حيث يتبادل الخشب مع الطوب فى تكوين جدران البوابة .

- ***الأمطار :***

كميات المطر بالمنطقة قليلة للغاية ولكن تأثير هذا المطر يتوقف على مادة البناء وسمك الحوائط ، فالماء يخترق الصخور بشكل رأسى بسبب تأثير قوة الجذب وبالتالى يخترق الفواصل ، المسام والشقوق محدثاً التلف . ويزداد هذا التلف إذا ما كان الماء ملوثاً بثانى أكسيد الكبريت و بثانى أكسيد الكربون الذى يؤثر على بيكربونات الكالسيوم الموجود بالحجر الجيرى ، كما أن المطر قد يحمل معه حبيبات ترابية ، معادن ناعمة من الأملاح والتى بدورها تخترق الأحجار المسامية أو تتجمع على سطح الصخور مكونة طبقات ملحية وهو ما يطلق عليه تزهر الأملاح (Abd Elrahman,M.M.A.,2001,P.167).

ويظهر تأثير المطر على المناطق الأثرية المكشوفة مثل أعمدة صحن مسجد اليوسفى، وكذلك منطقة آثار الأشمونين والشيخ عبادة حيث المنازل الطينية القديمة والمعابد المكشوفة .

كما تأثرت مقبرة (٢٩) خنوم حتب الرابع ببنى حسن بمياة الأمطار (سمك سطح المقبرة ٦٠سم) مما أدى إلى سقوط طبقة الملاط من الجدران وضياع النقوش والألوان ، وسقوط طبقة الملاط التى كانت تكسوا السقف بالكامل(حسن محمد على ،١٩٩٣ ، ص ٢٩٦).

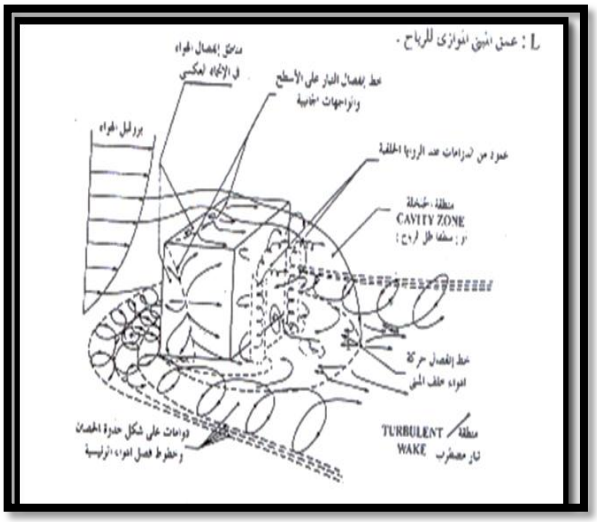
- ***الرياح :***

تكمن خطورة الرياح فى ارتفاع معدل سرعتها ، فالرياح التى تتراوح سرعتها ما بين ٣٢إلى ٤٨

كم / ساعة تكون قادرة على العمل من حيث نقل التربة وذرات الغبار (Zumberge,J.H.,1959,P.114).

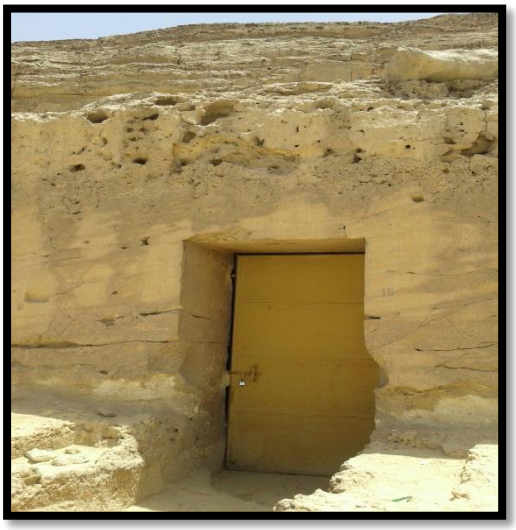
فتتراوح سرعة الرياح فى منطقة الدراسة ما بين ٩,٠٧ إلى ١٧,٠٤ كم (Metrological Authority 1980, Climatological Normals for A.R.E.,P168.) فهى رياح معتدلة ، لكن تكمن خطورتها فى قدرتها على حمل الرمال والأتربة وكذلك الأملاح خاصة مع هبوب رياح الخماسين التى تهب بقوة من نهاية فبراير حتى أبريل حيث تحمل معها الرمال التى تؤدى إلى حدوث تشوهات فى المبانى الأثرية بمنطقة الدراسة .

- وتكمن خطورة الرياح فى الدوامات المصاحبة لها والتى تؤدى إلى حدوث تغير مفاجئ فى درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية داخل المقابر.



المصدر : خالد سليم فجال ، ٢٠٠٢ ، ص٧٨.

شكل (١) تأثير حركة الرياح حول المقبرة على عمليات التجوية.



صورة (٢) مقبرة رقم ١٨ ببنى حسن توضح تأثير الرياح على واجهة المقبرة.

كما تؤدى الرياح إلى تحرك الهواء أمام واجهة المبنى محدثاً مناطق ضغط موجبة وسالبة حول المبنى، ويهرب الهواء إلى الجوانب حيث زوايا حروف المبنى ، فينفصل التيار المصطدم بالمبنى عند الأرض محدثاً سدوامات على شكل حدوة حصان ، والتى تلتف حول قاعدة المبنى . ويعاد انفصال خطوط تيار الهواء مرة أخرى على واجهة المبنى ، جزء إلى أعلى الواجهة والآخر إلى أسفل الواجهة (خالد سليم جمال ، ٢٠٠٢ ، ص ٧٨) كما هو موضح بالشكل١.
ويظهر تأثير الرياح فى إحداث التعرية على واجهات المقابر كما هو الحال فى بنى حسن ، تونا الجبل ، تل العمارنة حيث تسببت الرياح فى تشويه الرسومات والنقوشات التى على هذه الواجهات .

ب- الأملاح :
تعد الأملاح من أكثر الأخطار الجيومورفولوجية التى تتعرض لها المنشآت والطرق . ويكمن أثرها فى تراكم بلورات الملح داخل الشقوق والحفر المنتشرة فى الصخور وحوائط المبانى ، الأمر الذى يؤدى إلى خلق ضغوط على الصخر والحوائط (عبدالله محمد السايح ،٢٠١١ ، ص٢٩١).
حيث تتمدد هذه الأملاح بالحرارة داخل مسام الصخر وخاصة مع ارتفاع درجات الحرارة خلال ساعات النهار مما يؤدى إلى ترسب بلورات الملح فى التشققات قرب السطح (محمد صبرى محسوب ، ٢٠٠١، ٨٥) ومن ثم تتفكك وتتفتت الأجزاء السطحية من الجدران الأثرية .
من دراسة الجدول (١) الذى يوضح نتائج التحليل الهيدروكيميائى للأملاح الذائبة بعينات المبانى الأثرية بالمحافظة يتضح الآتى :
- يتراوح تركيز الأملاح المذابة ما بين ٢٥٤٢٠ (ببقايا معبد امنحتب الثانى) بمنطقة الأشمونين ، وأقل تركيز ١٠٠٨٩ جزء فى المليون بمقبرة الكاهن حت .
-تنتشر بالمنطقة أنواع عديدة من الأملاح وهى أملاح الكبريتات ، البيكربونات ، الكلوريدات
وتتمثل مصادر الأملاح فيما تحمله الرياح من أملاح فى هيئة مسحوق وأتربة ملحية ، حيث الصخور الجيرية المشكلة للهضبة الشرقية التى تحتوى على نسبة عالية من كلوريد الصوديوم ، وبفعل السيول والرطوبة تتكون بلورات الملح فى الطبقة السطحية من الصخر الجيرى ، وتعمل على تفتيت الصخر واتساع الشقوق .
وفى بعض الأحيان تساعد ظروف التربة ومكوناتها وما تحتويه من مياه جوفيه على تجمع الأملاح على شكل بللورات تغطى أسطحها وهذا بدورة يؤثر على أساسات المبانى الأثرية (نورة عبدالتواب السيد،
٢٠٠٨ ، ص ٦٣).

جدول(١٤) نتائج التحليل الهيدروكيميائى للأملاح الذائبة بعينات المبانى الأثرية بمنطقة الدراسة.

موقع العينة	الأملاح الذائبة جزء/ المليون	أملاح الكبريتات			أملاح البيكربونات		أملاح الكلوريدات	
		كبريتات الماغنسيوم $Mgso_4$	كبريتات الكالسيوم $Ca\ so_4$	كبريتات الصوديوم $Na_2\ so_4$	بيكربونات الماغنسيوم $Mg(Hco_3)_2$	بيكربونات الكالسيوم $Ca(Hco_3)_2$	كلوريد البوتاسيوم Kcl	كلوريد الصوديوم Nacl
مقبرة بانحسى (٦) تل العمارنة	٢١٩٩٤	١,٤٧	٥٤,٢١	١,٨	١,٢٧	٧,٤٩	٤,١٣	٢٩,٦٣
مقبرة سراف كا بالشيخ سعيد	١٩٢٤٥	٢,٠٣	٣٩,٤	٠,٤	٠,٦٣	٤,٠١	٢٧,٢٨	٢٦,٢٥
مقبرة جحوتى حتب (٢) بالبرشا	١١٤٠٣	٢,٤٢	٢٢,٧٣	١,٨٧	٥,٥٨	٢٣,٤٣	١٨,٥٨	٢٥,٣٩
كهف ارتميس باسطبل عنتر	١٤٢٩٤	٤,٥٩	٤٩,٨٤	٢,٣٩	٠,٤٢	٣٥,٤	٧,٤	٣٦,٤
مقبرة امنمحات(١) ببنى حسن	٢٤٠٧٨	٣٨,٢١	١,٣٤	١,٥٠	٠,٩٤	٢٢,٧	٢٤,٣	١١.٠١
مقابر أنتينوبوليس بالشيخ عبادة	٢٣٤٠٣	١,٤	٣١,٢٠	٠,٤٣	١,٢٣	١٥,١٠	٢١,٥	٢٩,١٤
معبد امنحتب الثانى بالأشمونين	٢٥٤٢٠	٣,١٥	٣٥,٧٢	١,٥٠	١,٧٨	٤,٤٩	٣٣,١٦	١٢,٢
مقبرة بيتوزيرس بتونا الجبل	١٠٤٤٩	٣,٠٥	٤٦,٠٧	٢,٣٥	٠,٦٤	١١,٥	١٢,١٩	٢٤,٢
مقابر فريزر بطهنا الجبل	١٠١٤٠	٢٤,٢	١٩,٢	٧,٩	٢,٤	١٧,٣	١٨,٧	١٠,٣
مقبرة الكاهن حت بالبهنسا	١٠٠٨٩	٤,٧٨	٢١,٠٩	١٨,٣٤	٧,٥	٢٧,٠٥	٩,١٥	١٢,٠٩
المتوسط	١٧٠٥١,٥	٨,٥٣	٣٢,٠٨	٣,٨٥	٢,٢٤	١٦,٨٥	١٧,٦٤	٢١,٦٦

المصدر : نتائج تحليل العينات بمعمل الرسوبيات ، قسم الجيولوجيا ، كلية العلوم ، جامعة المنيا.

- ***أملاح الكبريتات :*** **وتشمل كل من :**

- كبريتات الماغنسيوم $MgSo_4$: بلغت أعلى نسبة لهذه الأملاح فى مقبرة إمنمحات ببنى حسن ٣٨,٢١ % وأقلها بمقابر الشيخ عبادة ١,٤ % ، وترجع خطورتها إلى تبلور الأملاح تحت أسطح الحجر الجيرى مباشرة مما يؤدى إلى تفتتها وتدمير الزخارف والنقوش الموجودة على تلك الأسطح (هويدا توفيق ، ٢٠١٤ ، ص ٨٤)

- كبريتات الكالسيوم $CaSo_4$: تتراوح نسب تركيزها ما بين ٥٤,٢١ % بمقبرة بانحسى و١,٣٤% بمقبرة إمنمحات ببنى حسن ، وتكمن خطورتها فى قدرتها على التميؤ ، حيث تتحول بإتخاذها مع الماء إلى أنهيدريت Anhydrite (أى أن كبريتات الكالسيوم اللامائية تتحول إلى الجبس أى كبريتات الكالسيوم المائية) والأخيرة بدورها يزداد حجمها وتتمدد مما يمثل ضغط على الصخر وبالتالى يعمل على إضعافه (جودة حسنين جودة ، ٢٠٠٠، ص ٦٤).

- كبريتات الصوديوم Na_2So_4: أقل أملاح الكبريتات تركيزاً ، حيث بلغ متوسط تركيزها ٣,٨٥ % ، ويرجع خطورته إلى كونه من الأملاح المتميعة ، التى يتغير حجمها بإختلاف الحرارة والرطوبة مما يؤدى إلى زيادة حجم بلوراتها وبالتالى زيادة الضغط على جدران مسام الأحجار المشكلة للمبانى الأثرية وهذا

بدوره يؤدى فى النهاية إلى تدهورها (حسن محمد على، ١٩٩٣ ، ص ٧٩).

- *أملاح البيكربونات :* وتشمل كل من بيكربونات الكالسيوم ١٦,٨٥% وبيكربونات الماغنسيوم ٢,٢٤% وترجع خطورة هذه الأملاح إلى سرعة ذوبانها فى الماء أكثر من كربوناتها .
- *أملاح الكلوريدات :* وتشمل كلوريدات البوتاسيوم : (السيلفيت) متوسط تركيزه ١٧,٦٤% ،

يزداد هذا التركيز فى معبد امنحتب الثانى بالأشمونين ويرجع ذلك إلى وجود هذه المنطقة الأثرية فى السهل الفيضى تحيط بها الحقول (التربة الطينية التى يتم تسميدها بهذه الأملاح) .

كلوريدات الصوديوم : (الهاليت) وهى أملاح شرهة جداً للذوبان فى الماء ، ويعتبر من الأملاح المكونة للتربة ، وهى تنمو بإمتصاصها للماء داخل مسام التربة مما يؤدى إلى إحداث ضغوط جانبية على جدران المسام أو الفجوات الحاملة للبلورة الملحية ، ينتج عنها تمزق للمادة الرابطة لحبيبات الحجر، وباتساع التشققات الدقيقة تنهار البنية الداخلية للحجر(محمد فوزى محمد ، ١٩٩٥، ص ٣٠١).

جـ- الزلازل :

تعد الزلازل من أخطر عوامل التلف الميكانيكى ، إذ تصيب المبانى الأثرية بأضرار جسيمة من تردى وضعف بسبب ما تسببه من إهتزازات قوية .

وتشير نقطة رصد الزلزال الموجودة فى البر الغربى من مدينة المنيا إلى أن منطقة الدراسة تدخل فى النطاق الزلزالى الذى قوته ٥ بمقياس ريختر(عبدالرحمن حلمى وآخرون، ١٩٩١، ص ٤). ولعل خير دليل خطر الزلازل، هو ما أصاب منطقة آثار الأشمونين جراء زلزال ١٩٩٢م(حسن محمد على إبراهيم ، ١٩٩٣ ، ص ٩٣). وكذلك ما تعرضت له مقبرة جحوتى حتب (رقم ٢) بمقابر البرشا من تدمير بسبب الزلازل(هدى محمد عبد المقصود ، ب ت ، ص ٧١). كما تعرضت مقبرة رقم (١) تحوتى نخب و مقبرة (٥) آحا نخت للتحطم بسبب الزلزال (Griffith,F.L.,Part2,P.1,30.).

كما حدث نفس الشئ لمقبرة رقم ٢٤ (سراف كا) بمقابر الشيخ سعيد ، حيث سقط الحائط الأمامى والحجرة الخارجية، وكذلك مقبرة ١٥ (امحتب) حيث سقط جزء كبير من الجانب الأيسر للباب (Davies,G.,1901,P.11,32)

ويتوقف تأثير الزلازل على عدد من الاعتبارات أهمها : نوعية التربة ، قوى الارتباط والتماسك بين الجدران والأسقف مع غيرها من العناصر المعمارية(وفاء أحمد أبو السعود ، ٢٠١٢ ، ص ٨).

د- خصائص الصخر ومادة البناء المستخدمة :

وفيها سيتم دراسة خصائص الحجر الجيرى الذى نحتت فيه المقابر وبعض الأديرة والكنائس ، وكذلك دراسة مادة البناء التى بنيت منها المعابد والبيوت ، وفيما يلى عرض لذلك :

* خصائص الصخر :[1]

نوع الصخر الذى تتكون منه المنطقة من درجة نفاذية الصخر ومساميته وكذلك نقط الضعف الميكانيكية فى الصخر (الشقوق ، الفواصل ، التصدعات) يؤثر على عمليات الإذابة للعناصر الصخرية ، وبالتالى حملها معها فى طريقها الرأسى وهى متسربة فى الصخر(على عبدالوهاب شاهين ، ١٩٨٠ ، ص ٦٩).

- *المسامية Porosity :*

ويقصد بها نسبة حجم الفراغات البينية بين حبيبات الصخر ، تم نحت كل مقابر منطقة الدراسة دون استثناء فى صخور الحجر الجيرى (مقابر فريزر ، بنى حسن ، اسطبل عنتر ، الشيخ عبادة ، الشيخ سعيد ، البرشا ، تل العمارنة) .

[1]- تم أخذ عينات الصخر من خلال واجهات المقابر الخارجية ، الرواسب المجوية الموجودة بداخل المقابر أسفل حوائطها.

جدول (٢) قيم الخواص الفيزيائية لصخور الحجر الجيرى بمنطقة الدراسة.

القيمة	المسامية (%)	الكثافة الكلية(جم/سم^{٣})	جهد الكسر(كجم/سم^{٢})
أقل قيمة سُجلت	٠,٢٤	١,٥٩	١٦,٩٤
أعلى قيمة سُجلت	٣٣,١٢	٢,٦	١٨٠
المتوسط	١٦,٦٨	٢,٠٩٥	٩٨,٤٧

المصدر: حسين عبدالمحسن وآخرون ، ١٩٩٠، ص ١٤٣ بتصريف.

ومن دراسة الجدول السابق يتضح أن صخور منطقة الدراسة تتدرج فى نسبة المسامية ما بين ٠,٢٤%، ٣٣,١٢% بمتوسط ١٦,٦٨ % ، أى أن نسبة المسامية مرتفعة بالمنطقة وهذا دليل على نشاط عمليات التجوية الكيميائية التى أدت إلى اتساع المسام بالصخر من خلال إذابة بعض الأملاح الموجودة بالصخور . كما أن المسامية لها دور فى زيادة امتصاص الماء حيث العلاقة طردية بين نسبة المسامية ، وامتصاص المياه ، وهذا بدوره يسمح بتسرب المياه ورشحه سريعاً أى أنها تصبح أقل تعرضاً للتبخر .

- ***الكثافة الكلية Bulk density :***

كلما زادت الكثافة الكلية للصخر كلما زادت مقاومة الصخر لعمليات التجوية المختلفة . وتتراوح قيم الكثافة الكلية فى منطقة الدراسة ما بين ١,٥٩ ، ٢,٦ جم/سم^{٣} بمتوسط ٢,٠٩٥جم/سم^{٣} . أى أن الأحجار التى نحتت فيها المقابر تندرج فى الصلابة ما بين اللينة (أقل من ١,٧٠ جم/سم^{٣}) والمتوسط الصلابة (أقل من ٢,٢٠ جم/سم^{٣}) وهذا يعنى أن هذه الصخور تكون أكثر عرضة لفعل التجوية [١].

- ***الخصائص المعدنية للصخر:*** [٢]

تم التعرف عليها من خلال وضع حبيبات العينة تحت الميكروسكوب والتعرف على كل حبة من حبيبات العينة ، كما تم إضافة حمض الهيدروكلوريك لبعضها للكشف عن وجود الكربونات ، ومن دراسة

أربع عينات لمقابر كل من (تل العمارنة ، اسطبل عنتر ، طهنا الجبل (فريزر) ، وبنى حسن يتضح الآتى :

- **وجود الحفريات وخصوصاً النيموليت (قروش الملائكة) بكثرة خاصة فى عينة اسطبل عنتر.**
- **وجود الكالسيت فى كل العينات حيث المكون الرئيسى للحجر الجيرى .**
- **وجود الصوان Cherts وهو عبارة عن عقد Noudles متداخلة فى الحجر الجيرى ، تتكون من السيليكا خاصة فى عينات مقابر طهنا الجبل ، اسطبل عنتر ، بنى حسن .**
- **وجود الدولوميت (عبارة عن حجر جيرى ترتفع به نسبة كربونات الكالسيوم مع الماغنسيوم عن ٥٠%).**
- **ظهور فوراناً عند إضافة حمض الهيدروكلوريك للعينات ، دليلاً على وجود كربونات الكالسيوم المشكلة للحجر الجيرى .**
- **وجود الجبس والفلسبار بكميات قليلة وذلك بسبب إذابة بعض الكبريتات فى مياه المطر لتعرض كربونات الكالسيوم للإذابة .**
- **وجود الكوارتز فى كل العينات ولكنها بنسب بسيطة وهذا يساعد على إضعاف الصخور المشكلة للمقابر الأثرية وبالتالى سرعة تجويتها ، وعلى العكس إن وجد الكوارتز كمادة لاحمة فهذا سيزيد من مقاومة الصخر للتجوية .**

- ***الخصائص الكيميائية للصخر :***

من دراسة الجدول (٣) يتضح الآتى :

---

[١] تصنيف (Moen,1983,P7) ذكر أن نسبة أقل درجة كثافة إلى أعلى درجة كثافة للأحجار المستخدمة فى المبانى الأثرية تتراوح بين ١,٧ : ٢,٥ جم/سم^{٣} ، وأن الأحجار التى تتعدى كثافتها ٢,٢٠ جم/سم^{٣} تكون أحجاراً صلبة وتتحمل الظروف الجوية ، بينما التى تقل كثافتها عن ١,٧٠ جم/سم^{٣} تكون لينة ومن السهل تأثرها بالتجوية . (هويدا توفيق أحمد حسن ، ٢٠١٤ ، ص ٩٩)

[٢] تم بمعمل الرسوبيات بكلية العلوم ، جامعة المنيا .

- تتباين مكونات الصخر مما يؤدى إلى تباين إكتساب وفقد درجات الحرارة وبالتالى إختلاف معدلات التمدد والإنكماش للمعادن المكونة للصخر وهذا بدوره يسرع من استجابة الصخر وتأثره لحدوث التجوية الميكانيكية .

- وجود الأكسجين ، أكاسيد المعادن دليل على استجابة الصخر للتجوية الكيميائية من خلال اتحاد المعادن بالأكسجين (الأكسدة) وتكوين أكاسيد المعادن مثل أكسيد الكالسيوم ،أكسيد الحديد، أكاسيد الماغنسيوم ،الصوديوم وغيرها، ومع وجود الرطوبة والأكسجين يمكن لأكسيد الحديدوز أن يتحول إلي الليمونيت

$$4Feo + 3H_2O + O_2 \rightarrow 2Fe_2O_2 + 3H_2O$$

وغالباً ما تتضمن عمليات الأكسدة موت بعض المواد العضوية وتحللها واختلاطها ببعض المعادن الأخرى (محمد صبرى محسوب ، محمود دياب راضى ، ١٩٨٩ ، ص ١٨). وكل هذه التفاعلات من دورها الإسراع بعمليات التجوية.

- تزداد نسبة ثانى أكسيد السيليكون (الكوارتز) فى عينات مقابر اسطبل عنتر (٣٤,٦٥%) وتل العمارنة (٣٦,٤٣%) ، وهذا بدوره يزيد من مقاومة الصخر لفعل التجوية لأن الكوارتز يعمل كمادة لاحمة تقوى من درجة المقاومة . وعلى العكس تقل نسبة الكوارتز فى مقابر بنى حسن (٢٠,٤٨%) وطهنا الجبل (٧,٤٢%) أى أنها أكثر استجابة للتجوية .

جدول (٣) نتائج التحليل الكيميائى لعينات الحجر الجيرى للمقابر بمنطقة الدراسة.

العناصر	النسب المئوية للكاتيونات والآيونات				أكاسيد العناصر	النسب المئوية للأكاسيد			
	بنى حسن	طهنا الجبل	اسطبل عنتر	تل العمارنة		بنى حسن	طهنا الجبل	اسطبل عنتر	تل العمارنة
كالسيوم	٤٥,٩	٥٦,٠٣	٢٨,٠٤	٣٠,١٤	أكسيد كالسيوم	٤٩,٠٢	٧٨,٤٢	٤١,٤٥	٤٩,٥٣
سليكون	٤,٢٣	٣,٩٢	١٦,٩	١٢,٥٦	ثانى أكسيد سليكون	٢٠,٤٨	٧,٤٢	٣٤,٦٥	٣٦,٤٣
المونيوم	٠,٩٧	٢,٥٣	٧,٠٤	٢,٨	ثالث أكسيد الألمونيوم	٩,١	٣,٧٦	١١,٤٢	٣,٥٤
حديد	٤,٣	١,٣	٣,٦٤	٣,١١	ثالث أكسيد الحديد	٣,٢٨	١,٢١	٤,٥٩	٣،٥٢
بوتاسيوم	٥,١٢	٠,٣٥	١,٢٨	٢,١	ثانى أكسيد البوتاسيوم	٠,٦٤	٠,٩٣	٢,٥٢	٢,٤٦
كلوريد	١,٠٣	١,٣	٠,٢٤	٠,١٤	أكسيد الكلوريد	٠	٠	٠	٠
فسفور	٠,١٤	٠,١٣	١,١	١,١٢	خامس أكسيد الفسفور	٠,٢٣	٠,٢٤	٢,٤٥	٣,١٢
نحاس	٠,٥٢	٠,٢١	٠,٤٢	٠,٤٣	أكسيد نحاس	٠,٣٧	٠,٣٤	٠,٨٨	٠,٨٦
كبريت	٥,٠١	٢,١٩	٠,١١	٠,٣٥	ثالث أكسيد الكبريت	٤,٠٥	٤,٤٥	٠,٤١	٠,٢١
ماغنسيوم	٧,٢	٠,٣٨	٠,٦٦	١,٨	أكسيد ماغنسيوم	١٢,٧٦	٢,٦٢	٠,٧٧	٠,٢٢
زنك	٠,٠٥	٠,١٥	٠,٧٧	٠,٤٢	أكسيد زنك	٠,٠٧	٠,٠٧	٠,٨٦	٠,١١
أكسجين	٣١,٢	٣٠,٣٧	٣٩,٨	٤٥,٠٣	—	—	—	—	—
صوديوم	٥,٦٧	١,١٤	٠	٠	أكسيد صوديوم	٠	٠,٥٤	٠	٠

المصدر : نتائج التحليل الكيميائى الذى تم بوحدة المسح الإلكترونى بجامعة أسيوط .

*مادة البناء :

- تل العمارنة : بُني القصران الشمالي والجنوبي من الطوب اللبن ، كما بني المعبد والسور المحيط به من الطوب اللبن، كذلك الأحياء السكنية التي اختلط فيها مساكن النبلاء بمساكن العمال والحرفيين بنيت جميعها من الطوب اللبن المغطي بالجص .

صورة (٣) مادة بناء القصر الشمالى والجنوبى تل العمارنة من الطوب اللبن .

صورة (٤) مادة بناء بقايا المنشآت السكنية بمنطقة الأشمونين من الطوب اللبن .

كما اكتشف المساكن من الشرق بسور (حوائط) سميكة صنعت من الطوب اللبن (Frankfort,H.& Penlebury,J.D.S.,1933,P.47).

-الشيخ عبادة : بنيت الوحدات السكنية في مدينة أنطونيوبوليس من الطوب اللبن ،أما المنشآت العامة فمن الحجارة ، كما كانت تغطي أرضيات الحمامات والمنازل بالملاط[1] . ونفس الشئ في مدينة أوكسير نخوس بالبهنسا (زبيدة محمد عطا ، ١٩٨٢ ، ص ٢٧ ، ١٢٥).

- الأشمونين : مدخل المدينة (هرموبوليس ،اليونانية الرومانية كانت أرضيته مغطاه بالحجر الجيري ، وعلي جانبي المدخل توجد قنوات الصرف المغطي والمكشوف والحمامات الرومانية وكلها مشيدة بالطوب الأحمر . كما عثر علي أطلال بعض المنشآت السكنية المشيدة بالطوب اللبن، إلي جانب الأعمدة الجرانيتية التي تمثل أجزاء من بعض صالات السوق، كما نحتت أربعة تماثيل جرانيتية ضخمة للإلة جحوتي علي شكل قرد البابون .

صورة (٥) مادة بناء الساقية بتونا الجبل (الطوب الأحمر) .

صورة (٦) مادة بناء المقابر الرومانية بتونا الجبل (الطوب اللبن المغطى بطبقة من الجص).

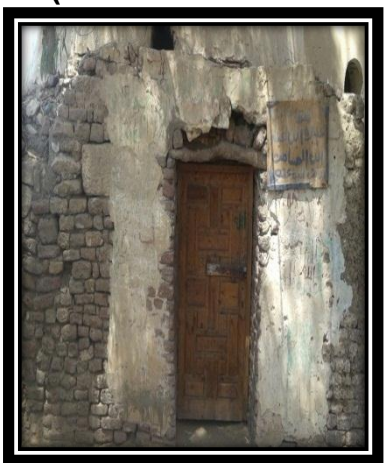
-تونا الجبل : مقابر المجموعة الأولي كانت على شكل معابد (مثل مقبرة بيتوزيرس) بنيت من الحجر الجيري المصقول ،أما مقابر المجموعة الثانية (مقابر رومانية) بنيت علي هيئة بيوت من الطوب اللبن وغطيت الجدران بطبقة من الملاط. كما أن البيوت الجنائزية تشمل علي نوعين ، أقيم الأول بالطوب اللبن وغطيت جدرانه بطبقه من الملاط الأبيض ، أما النوع الثاني فقد أقيم بالحجر .

وبنيت الساقية بالطوب الأحمر ، وكذلك الصهريج اليوناني بالطوب المحروق ، أما المنازل (مثل منزل سي إيزيس) فبنيت بالطوب المغطي بالجص، وبالنسبة لمنزل ايزادورا فبني الجزء العلوي والسفلي من الطوب اللبن وغطيت الجدران بملاط يشبه الرخام(محمود أحمد درويش، ٢٠٠٥،ص ص ١٦ : ٤٦).

-بالنسبة للكنائس والأديرة : فأغلبها أقيم بالطوب اللبن مثل كنيسة القديس أبو قسطور بيردنوها(بمركز

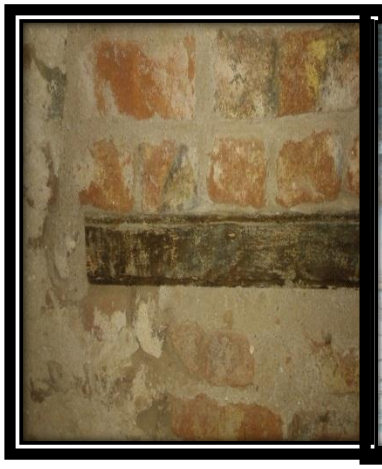
[1]) الملاط(المونات) Mortarst كان يتكون من:أ- ملاط الطين أو الطفله ،كان يستخدم فى المبانى المشيدة من الطوب اللبن وهو عباره عن طمى النيل العادى المكون من الطفلة والرمال حيث يمزج بالماء ليكون قوام مناسب للاستعمال .
ب- ملاط الجبس، استخدم فى مصر القديمة للربط بين الكتل الحجرية ، وهو عبارة عن كبريتات الكالسيوم المائية .
جـ) ملاط الجير، لم يستخدم فى مصر بصورة شائعة قبل العصر اليونانى الرومانى ، ويحضر الجير من احراق كربونات الكالسيوم .

مطاى) وكنيسة السيدة العذراء بنفس المكان . ما عدا دير السيدة العذراء بجبل الطير (سمالوط) نُحت صحن الكنيسة فى الصخر (المرجع السابق ، ص ٦٩ ، ٧٠) . وبالنسبة لدير أبو فانا (قرية هور بملوى) فيوجد فى منطقة رملية أسفل الجبل الغربى وبنى أيضاً من الطوب اللبن والآجر(زبيدة محمد
عطا ، ١٩٨٢ ، ص ١٢٨) .



صورة (٧) مقام عبيده بن عباد بن الصامت بالبهنسا من الطوب الأحمر.

صورة (٨) مادة بناء أحد جدران مسجد العسقلانى حيث يتضح التبادل بين طبقات الطوب الأحمر و الخشب.



صورة (٩) مادة بناء أحد جدران مسجد أبو سمرة بالبهنسا حيث يتضح التبادل بين طبقات الطوب الأحمر وعروق الخشب .

والبعض منها انشئ بمقابر ا ق
الشيخ سعيد ، البرشا (باسم سمير الشرقاوى ، ٢٠٠٩ ، ص ١٠٢) أى فى صخور الحجر الجيرى.
-وبالنسبة للمساجد : فأغلبها بنى من الطوب الأحمر أو الطوب اللبن ومنها المسجد اليوسفى بملوى بُنيت جدرانه بالطوب المحروق والطين المخلوط باللبن ، واستخدم الحجر فى بناء الواجهة العلوية للمدخل الشرقى ، لكن القبة تتخذ الشكل النصف الدائرى ويكتنفها عمودان من الجرانيت ، كما أن دكة المبلغ فى مواجهة المحراب ترتكز على أربعة أعمدة جرانيتية .
أما مسجد الشلقامى بآبا الوقف (مغاغة) أقيم بالحجر ، ولكن الأعمدة أقيمت بالطوب . وبالنسبة لجامع العمراوى بالمنيا فإن المدخل الرئيسى بنى من الحجر الملون ، والمحراب كذلك عبارة عن دخلة مستطيلة مجوفة من الحجر الجيرى (محمود أحمد درويش ، ٢٠٠٥ ، ص ص ٨٩ : ١٠٧).
وبالنسبة لمسجد العسقلانى بملوى مبنى من الطوب الذى يتخلله عروق خشبية مع الطين .
-أما القباب بالبهنسا : فبُنيت معظمها من الحجر والطوب مثل قبة على الجمام ، جعفر بن أبى طالب ، يحيى بن الحسن البصرى . وبعضها بنى بالطوب فقط مثل قبة السبع بنات ، كما أنشئ البعض الآخر من الطوب والآجر والحجر مثل قبة محمد بن أبى ذر الغفارى ، كما بنيت قبة خولة بنت الأزور بالحجر والآجر والطوب اللبن ، وأخيراً قبة الأمير زياد (مغاغة) حيث بنى الجدار الشمالى المتبقى منه بالحجر
ووضعت بين الصفوف روابط خشبية ، كما بنيت القبة بالطوب(المرجع السابق ، ص ص ٨٩ : ١٠٢).
-وبالنسبة لمواد البناء المستخدمة فى الصور الجدارية : فتتركب الصور من(الحامل ، أرضية التصوير ، طبقة التلوين)، فالحامل عبارة عن جدران المبنى الأثرى ذاتها (حيث تتكون من الحجر الجيرى ، الحجر الرملى والبعض الآخر من الطوب اللبن).
أرضية التصوير فتتكون فى الغالب من طبقتين هما :
الطبقة الداخلية والغرض منها تغطية أسطح الجدران وتسويتها وإخفاء عيوبها، أما الطبقة الخارجية فالغرض منها هو الحصول على سطح محضر بطريقة مناسبة لأسلوب التصوير الذى يرغب الفنان اتباعه . وأخيراً طبقة التلوين التى توجد فيها المادة الملونة ملتصقة بسطح البطانة الخارجية بوسيط لونى.

وتتكون أرضيات التصوير من الجص (الجبس) الذى استخدم كملاط لتحضير أسطح جدران معظم المقابر والمعابد القديمة فى كل من بنى حسن ، تل العمارنة وكذلك مقبرة بيتوزيرس والبيوت الجنائزية بتونا الجبل ، والأشمونين . كما استخدم ملاط الطين (طمى النيل المكون من الصلصال والرمل الممزوج بالماء) فى تونا الجبل والأشمونين لتغطية أسطح الأبنية(حسن محمد على، ١٩٩٣، ص ص ١٨٣ : ١٨٨). وتعتبر هذه الطريقة المتبعة فى التصوير عامل من عوامل نشاط التجوية، فمن السهل أن تنفصل أرضية التصوير وطبقة التلوين عن الحامل وذلك لاختلاف العناصر المكونة لكل منهم فى اكتساب أو فقد الحرارة وبالتالى معدلات التمدد بينها مختلفة .

جدول (٤) معامل توراكا Torraca لتمدد بعض أنواع الأحجار.

رخام	Marble	0,15mm
خرسانة	Cement concrete	0,3 : 0,4mm
حجر جيرى	Limestone	0,15mm
جرانيت	Granite	0,25mm
مونة رمل + جير	Lime sand mortar	0,3 : 0,4mm
طوب وتراكوتا	Brick and Terracotta	0,10 : 0,20mm

المصدر : حسن محمد على، ١٩٩٣، ص ٩٨ .

ومن دراسة الجدول السابق الذى يوضح معاملات التمدد لبعض أنواع الأحجار فى درجة حرارة ٣٠ ْم بطول متر واحد لكل نوع من الأحجار وكذلك من دراسة مادة البناء المستخدمة فى المبانى الأثرية يتضح الآتى :-

-تتفاوت معدلات تمدد مواد البناء مما يؤدى إلى حدوث تلفيات فيها .

-تفاوت معدلات تمدد وانكماش كل من حامل ، أرضية التصوير ، طبقة التلوين مما يؤدى إلى حدوث التقشر والتشويه للنقوشات الموجودة على جدران المعابد والمقابر والبيوت الجنائزية وكذلك جدران المساجد والكنائس والأديرة .

ومن خصائص الصخور الطينية والصلصالية أنها تقاوم فعل التجوية الكيميائية ، ذلك لأن المعادن التى تدخل فى تركيبها هى معادن غير قابلة للتحلل أو الذوبان . ولكن إذا تعرضت الصخور الطينية والصلصالية لفعل التجوية الميكانيكية أو عوامل التعرية الأخرى فإنها سرعان ما تتآكل وتزال فى وقت قصير تبعاً لليونة الصخور ورخاوتها (حسن سيد أحمد أبو العينين ، ١٩٩٥ ، ص ٣١٤) .

هـ - الغطاء النباتى :

زيادة الغطاء النباتى يساعد على نشاط التجوية بمختلف أنواعها (الميكانيكية – الكيميائية)، فالأولى من خلال امتداد الجذور النباتية فى بعض أسطح المبانى الأثرية وهذا بدوره يعمل على زيادة اتساع الشقوق . ويتضح ذلك فى بعض الحوائط الطينية بمنطقة آثار الأشمونين .

كما أن النوع الثانى (التجوية الكيميائية) يظهر من خلال زيادة معدلات الرطوبة الناتجة من النتح ، وهذا بدورة يسهم فى نشاط التجوية الكيميائية .

صورة (١٠) الغطاء النباتى بمنطقة آثار البهنسا .

صورة (١١) الغطاء النباتى بمنطقة آثار الأشمونين.

٢- العوامل البشرية :

تلعب العوامل البشرية دوراً فعالاً فى عمليات التجوية التى تهدد المبانى الأسرية ، وقد يقوم هذا العامل بإحداث الضرر بطريقة مباشرة على الصخر المشكل للمبنى أو قد يكون بطريقة غير مباشرة وغير متعمدة وفيما يلى عرض لأهم هذه العوامل :

أ- عمر المبنى :

يلعب عمر المبنى دوراً مؤثراً فى تفعيل دور عمليات التجوية التى تهدده بالتلف والإنهيار ، وذلك لأنه كلما زاد عمر المبنى الأثرى كلما زادت المدة التى يتعرض فيها الأثر لخطر التجوية ، لذلك نجد أن المبانى الأثرية القديمة (الفرعونية) هى أكثر المناطق تعرضاً لتلفيات التجوية ، على العكس المبانى الإسلامية هى أقلها تأثراً بخطر التجوية .

ب - شبكة الصرف الصحى :

حيث تتبع المنطقة نظام الخزانات للصرف الصحى مما يؤدى إلى تسرب بعض الأحماض للتربة الحاملة للمبنى الأثرى وبالتالى تتفاعل هذه الأحماض مع العناصر المشكلة للمبنى الأثرى مما يؤدى إلى
إضعافه وتدهوره خاصة فى الأساسات وأسفل الحوائط ، ويزداد هذا الخطر فى المناطق الأثرية الموجودة وسط المناطق العمرانية مثل منطقة آثار الأشمونين وعلى العكس يقل ذلك التأثير فى المناطق الأثرية التى تقع على هوامش الوادى (بالصحراء) مثل تونا الجبل .

جـ - التحجير :

انتشرت عمليات التحجير منذ القدم، حيث قام المصرى عبر العصور السابقة بالقيام بعمليات التحجير ومنها محاجر الحجر الرملى (بنى حسن) ، محاجر البازلت (جنوب شرق سمالوط) ، محاجر الحجر الجيرى (فى البرشا ، العمارنة ، بنى حسن) ، محاجر الصوان أو الشرت ، الأليستر ، الجص .

جدول (٥) بيان ببعض المحاجر العاملة بمنطقة الدراسة عن الفترة (٢٠١١/٧/١وحتي ٢٠١٢/٦/٣٠م .)

نوع الصخر	مواقع المحاجر	الكمية المستخرجة أو الجهة المنتفعة	عدد المحاجر
ألبستر	البرشا	٧٠٠ متر مكعب	١
حجرجيري	طهنا الجبل	٧٠٠ متر مكعب	٥
طوب جيري	طهنا الجبل	٤٠٠٠٠٠ طوبة	٥٠
حجر جيري	دير جبل الطير	٢محجر لشركة الحديد والصلب ببني خالد ١ محجر قطاع خاص	٣
طوب حجري	دير جبل الطير	٤٠٠٠٠٠ طوبة	٦٠
طوب حجري	السرايرية	٤٠٠٠٠٠ طوبة	٤٥
طوب حجري	الشيخ حسن	٤٠٠٠٠٠طوبة	٥٠
حجر جيري	شرق بني مزار	الشركة العربية الوطنية للأسمنت	١
حجر رمال بيضاء	الكيلو ١٧٠ طريق رأس غارب – الشيخ فضل	شركة أسمنت حلوان	١
حجر طفله	شرق مغاغة	الشركة العربية الوطنية للأسمنت	١

المصدر : إدارة المحاجر والمناجم ، مشروع مواد المحاجر ،بيانات غير منشورة .

حيث ساهمت الطرق البدائية المستخدمة فى التحجير ونقل البلوكات الحجرية فى تدمير الصخر المستخدم في المباني الأثرية ، حيث كانت تتم عمليات التحجير في البداية من خلال غرس أوتاد خشبية داخل الصخور وبعدها إستخدم الجاكوش والإزميل ، وهذا بدورة يؤثر علي الخصائص الميكانيكية والفيزيائية للصخر .

وأكبر دليل علي ذلك تهدم الحائط الخارجي لمقبرة (٥) Ahanekt بسبب الزلازل وأعمال التحجير حيث

قام رجال التحجير بتقطيع واجهات المقابر بمنطقة آثار البرشا (Griffith,F.L.,P.1).

ومن دراسة الجدول السابق(٥) يتضح وجود المحاجر الحالية في المناطق الأثرية بمنطقة الدراسة وهي

منطقة البرشا ، طهنا الجبل ، دير جبل الطير ،السرايرية ، الشيخ حسن ، شرق بني مزار ، شرق مغاغة ، وهذا بدوره يساهم في زيادة نشاط التجوية خاصة الميكانيكة ، والذي يزيد من هذا الخطر هو الطرق الحديثة المستخدمة في عمليات التحجير (بالمفرقعات).

د- إستخدام المقابر الأثرية في العصور التالية (للسكن – الكنائس):

حيث قام الرهبان الأقباط باستخدامها للسكن في العصر الروماني واليوناني ومنها مقابر بني حسن التي سكنها المتوحدون ، فنري صلبان وكتابات قبطية في المقابر أرقام ٢، ٣، ١٣، ١٤، ١٥، ١٧، ١٨، ١٩، ٢١، ٢٢، ٢٤، ٣٢، ٣٣ . كما تم تحويل المقبرة رقم ٢٨ إلي كنيسة في العصر القبطي تظهر فيها بعض الآثار المسيحية (باسم سمير الشرقاوي ،٢٠٠٦ ،ص ١٠٢).

كذلك سكن الأقباط مقبرة بانحسي الزنجي (رقم ٦) بتل العمارنة الأمر الذي نتج عنه تخريب حوائطها ،حيث قاموا بإستخدامها ككنيسة ،حيث أزالوا عمودين من أعمدتها الأربعة ، وأحالوا الباب الوهمي في الحائط الشمالي إلى قبوه نصف دائرية ذات درجات ، كما استخدموها كمسكن في بعض الأوقات (جيمس بيكي ،١٩٩٩، ص ١٦٥ ،ج٢).

كذلك مقبرة Mahu (ماحو) بتل العمارنة (من المقابر الجنوبية) وكذلك مقبرة بنتو (رقم ٥) حيث تعرضت جدرانها للكتابة عليها في العصر اليوناني ، كما تم إستخدامها كمكان للسكن ، حيث قاموا بعمل اثنين من المشكاة (كوة) في الحائط الجنوبي تتخذان الشكل المستدير ، كما عملوا مشكاة مربعة في الحائط الشمالي مما أدى إلي تدمير أجزاء كبيرة من الرسومات الموجودة على هذه الحوائط . وللحصول علي مزيد من الإضاءة للحجرة الخلفية كان هناك محاولة لإزالة وتدمير الباب الداخلي (المدخل الداخلي) بأكملة مما أدي إلي تدمير هذا المدخل بشكل جزئي، كما دمروا الأعمدة

((Davies,G.,1906,Part 4, P.1,12 وعامة فقد قام الأقباط بإشعال النيران للتدفئة ولطهي الطعام مما تخلف عنه طبقه من السناج تراكمت على حوائط المقابر وغطت الرسومات والنقوش كما هو الحال في مقبرة May .
(Davies ,G., 1908,Part5,P.1)

وبوجه عام ، لقد استخدمت كل مقابر محافظة المنيا للسكن من قبل المسحيين للهروب من اضطهاد الرومان لهم . والتي نتج عنها السناج المتخلف من استخدام النيران في الحياة اليومية أو بالحرائق التي تحدث تحولات كيميائية ومعدنية في مواد البناء (سواء كانت أحجار أو طوب لبن) حيث يتحول الحجر الجيري إلي جير حى قليل الصلابة سريع التفتت وسهل النزح بالماء وذلك بسبب ارتفاع الحرارة (حسن محمد على، ١٩٩٣ ، ص ٩٦) .

هـ - الزائرين وتصرفاتهم الخاطئة :

حيث لوحظ أثناء الدراسة الميدانية فى مقابر تل العمارنة اندفاع الزائرين إلى داخل المقابر ، فلا يوجد تنظيم لدخولهم ، حيث تكدست عشرات الطالبات (أثناء رحلة لمدرسة الأشمونين الثانوية) إلى مقبرة آى (٢٥) بتل العمارنة كما هو موضح بالصورة رقم (١٢) .

كما قاموا بلمس جدران المقابر ، واستخدام كاميرات التصوير ، كما نتج عن هذا التزاحم احتكاك بين حقائبهم وهذه الجدران . كل ذلك يؤدى إلى حدوث تلفيات خطيرة بالصور والنقوش الموجودة بها .

كما أن هذا التزاحم الشديد يؤدى إلى زيادة محتوى الرطوبة بداخل المقبرة الأمر الذى يؤدى إلى زيادة معدلات التجوية الكيميائية . وقد ذكر (Ransom,1981) أن قدر كبير من الرطوبة الموجودة فى المبانى الأثرية يرجع إلى النشاطات البشرية العادية ، فقط بواسطة تنفس شخص واحد فإنه ينتج ٠,٣ لترات من الرطوبة فى اليوم (Abd Elrahman,M.M.A.,2001,P.183) .

صورة (١٢) تزاحم الزائرين بمقبرة آى (٢٥) بتل العمارنة ، مما يؤدى إلى زيادة احتكاكهم بجدران المقبره ، كما يتم استخدام التصوير بالمقبرة .

صورة (١٣) تزاحم الزائرين على مشاعل النيران أمام أحد البيوت الجنائزية بتونا الجبل ، مما أدى إلى تهدم الجزء الأيسرمن قاعدتها.

صورة (١٤) السناج الناتج من احتراق الكتان المستخدم فى تحنيط الطيور والحيوانات فى أحد سراديب تونا الجبل.

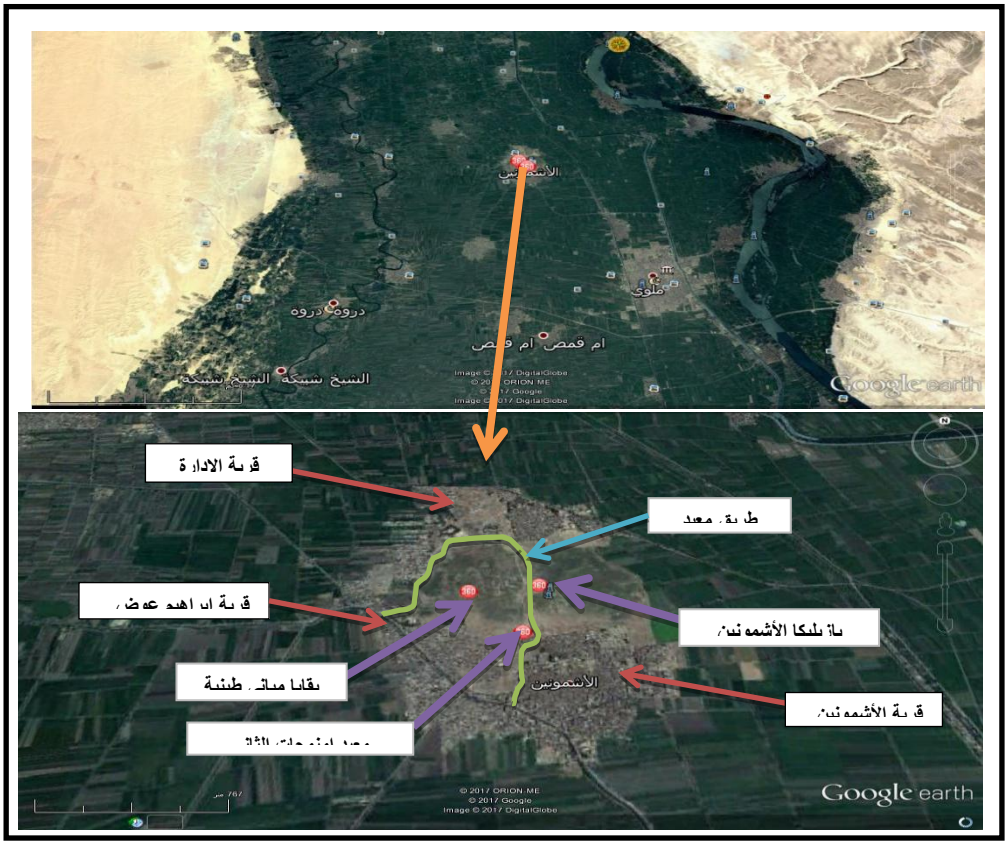
فعلى مدار ساعة واحدة يدخل للمقبرة ٦ زائر والذى بدوره ينتج ١٨ لتراً من الرطوبة يومياً أى ٠,٧٥ لتراً فى الساعة (فترة الزيارة) مما يؤدى إلى التأثير سلباًعلى النقوش والصور الموجودة على جدران المقابر. ويتعاظم هذا التأثير على مدار ساعات اليوم حسب أعداد الزائرين فى الرحلات المختلفة على مدار العام .

و- حركة المركبات :

تؤدى حركة المركبات إلى وجود اهتزازات بسطح الأرض وبالتالى تصل هذه الإهتزازات إلى جسم الأثر ومع تزايد وتكرار هذه الحركة يصاب الأثر بالتلف والتشقق . ويظهر ذلك فى الطرق الممتدة بين اسطبل عنتر وبنى حسن، وكذلك الطريق المار بمنطقة آثار الأشمونين الذى يربط قرى الأشمونين ، الإدارة ، وإبراهيم عوض، حيث يقوم هذا الطريق بخدمة هذه القرى ونقل الركاب والبضائع والحيوانات(شكل٢).

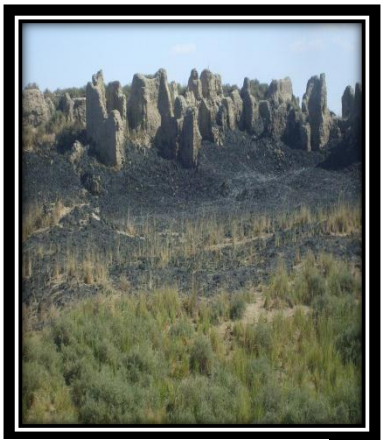
ز- الحرائق :

تؤدى الحرائق الناتجة عن إهمال الإنسان إلى السناج وتراكمه على جدران المقابر ، وقد لوحظ ذلك فى أحد سراديب تونا الجبل ، حيث نُشبت الحرائق فى الكتان المستخدم فى تحنيط الطيور والحيوانات مما أثر على جدران وأسقف هذه السراديب .



المصدر: إعداد الطالبة اعتماداً على مرئيات Digital globeمن Google earth بتاريخ ٢٠١٧/٧/١٠

شكل (٢٥) منطقة آثار الأشمونين والطريق المار بها.



صورة (١٥) حرق الأهالى للنباتات المجاورة لبقايا مدينة خمنو بمنطقة آثارالأشمونين.

صورة (١٦) تربية الحيوانات وإشعال الحرائق بمنطقة آثار الاشمونين .

صورة (١٧) النشاط الزراعى بالقرب من المناطق الأثرية. ١- بقايا المنازل اللأثرية بمنطقة الأشمونين
٢- استخدام الجرارات الزراعية بالقرب منها.

ح - الأنشطة الإقتصادية المختلفة :

- ***الزراعة :*** **رغبة الفلاحين فى الحصول على السباخ (وهو مادة سوداء غنية بالرواسب النيتروجينية من المستوطنات القديمة ، تكون بفعل تحلل الطوب اللبن) الذى يستخدمه الفلاحون كمخصبات للتربة (Bard,K.A.,2007,P.55).**

حيث قاموا بتقطيع المنشآت الطينية الأثرية بمنطقة الأشمونين ، واستخدموها كمخصبات للتربة[١].

- هذا بالإضافة إلى الأضرار الناتجة عن استخدام الطرق التقليدية أثناء عمليات الرى التى تساهم بدورها فى ارتفاع منسوب المياه الجوفية وبالتالى التأثير على أساسات جدران المبانى الأثرية، وحدوث التجوية الملحية ، الكيميائية .

كما أن إستخدام الجرارات الزراعية يؤثر أيضاً بالسلب على المواقع الأثرية. ويتضح الأثر السلبى للنشاط الزراعى على المناطق الأثرية بمنطقة آثار الأشمونين من خلال معرفة مساحة الزمام المزروع لقرى الأشمونين ، الحرية (قرية إبرهيم عوض سابقا) والإدارة – الزمام المنزرع حول هذه المنطقة الأثرية التى تقع بين هذه القرى - الذى بلغ ١٦٢٧، ٧١٠ ، ٤٢٧ فدان لكل منها على الترتيب (الإدارة الزراعية بملوى، بيانات غير منشورة).

- ***الورش :*** **وما يصاحبها من اهتزازات كلها تؤدى إلى الإضرار بالمناطق الأثرية ويلاحظ إنتشارها حول المنطقة الأثرية بالأشمونين (ورش نجارة) وكذلك حول مسجدى اليوسفى والعسقلانى بملوى.**
- ***الأسواق :*** **وما يصاحبها من ازدحام ونقل البضائع يؤثر على المناطق الأثرية ويظهر ذلك بوضوح حول منطقة آثار الأشمونين حيث سوق الخضروات كل يوم أحد ، وكذلك سوقى السبت والأربعاء من كل أسبوع حول مسجد العسقلانى بملوى .**
- ***المصانع :*** **إنتشار العصارات بالأشمونين وما تنتجه من غازات ورطوبة تؤثر بالسلب على المبانى الأثرية وتعمل على نشاط التجوية الكيميائية .**

بالإضافة إلى مكبرات الصوت واستخدام العبوات المتفجرة فى *المحاجر* (خاصة بتل العمارنة) وما تنتجه من اهتزازات تضعف المبانى الأثرية من خلال زيادة التشققات .

والجدير بالذكر أن حد التدارك للموجات يبدأ عندما يكون مقدار ترددها ٥ هرتز ، بينما تكون هذه الموجات أكثر شدة عندما يكون ترددها ٥٠ هرتز (حسن محمد على، ١٩٩٣ ، ص ٩٦) .

طـ الإهتزازات :

[١]) نتيجة مقابلة مع أحد سكان المنطقة.

يلعب هذا العامل دوراً هاماً فى العديد من الانهيارات التى تحدث للمنشآت الأثرية ، وينتج الإهتزاز بسبب المواصلات الثقيلة مثل الماكينات أو الصوت الناتج من الطائرات وكذلك عبور السيارات والعجلات التجارية وكذلك من المحاجر القريبة والانفجارات التى تسببها المفرقعات المستخدمة فى أعمال التحجير .

ويتوقف تأثير الإهتزاز على التردد الذى يقاس بالميكرون ، وأوضحت التجارب أن الحد الأدنى المسموح به للمبانى الأثرية هو ٢٠ ميكرون بل يصل إلى ١٠٠ ميكرون للمبانى الضعيفة إنشائياً ، كما يتوقف هذا التأثير أيضاً على المسافة بين مصدر الاهتزاز والموقع الأثرى. ويظهر تأثير الإهتزازات فى حدوث ضغوط الشد والضغط الواقع على المبنى حيث تنتقل الإهتزازات كموجات إلى المنشآت الأثرية وتسبب فرك أو صحن للمونه ، مما يؤدى إلى حدوث تشرخات للمبنى أو فقدان لبعض أجزاء عناصره المعمارية ، حيث تبعث الإهتزازات مجموعة من الصدمات والذبذبات المختلفة التى تتسرب داخل الأحجار عبر المسام وتؤثر تأثيراً ميكانيكياً على قوة الأحجار وخاصة على عناصر البناء المعمارية الصغيرة مثل الملاط (وفاء أحمد أبو السعود ، ٢٠١٢، ص ٢٨،٢٩).

ى- التوسع العمرانى :

وما يصحبه من انتشار العمران ، إنشاء الصرف ، حركة الطرق وحفر الأنفاق وأساسات المنازل وما يصحب ذلك من إهتزازات ناتجة عن حركة المرور وكذلك تسرب مياه الصرف الصحى ، كل ذلك من شأنه أن يلحق الضرر على أساسات المبانى الأثرية. وقد تم رصد ذلك بمنطقة أثار (خشم الوادى) جبل الطير(صورة ١٨) ومنطقة آثار الأشمونين بملوى.

صورة (١٨) التوسع العمرانى أعلى مقابر (خشم الوادى) جبل الطير .

صورة (١٩) استخدام الأسمنت البورتلاندى لترميم مقبرة بنتو (٥) بتل العمارنة .

ك- تلوث الهواء :

يعمل تلوث الهواء الناتج عن الأنشطة البشرية المختلفة على تدهور المبانى الأثرية والصور والنقوش الموجودة على جدرانها ويرجع ذلك إلى زيادة الملوثات من عوالق (جسيمات عالقة)، زيادة بعض الغازات مثل أول وثانى أكسيد الكربون ، الهيدروكربونات ، الأمطار الحامضية ، كلوريد الهيدروجين ، كبريتيد الهيدروجين ، كل هذه الملوثات تؤثر على صخور المبانى الأثرية من خلال : - التجوية الكيميائية، حيث التحلل الكيميائى لمكونات الصخر والصور والنقوشات وبالتالى تتغير خصائص هذه المكونات وتصبح أقل مقاومة. وأيضا التجوية الميكانيكية حيث يزداد حجم مكونات الصخر، وتزداد معه قوة الضغط خاصة مع وجود نواتج التجوية الكيميائية داخل مسام وشقوق الصخور المشكلة للمبانى الأثرية .

ل- مواد الترميم الخاطئ :

تؤدى طرق الترميم الخاطئة إلى زيادة إحداث التلفيات فى المبانى الأثرية ، خاصة مع استخدام الأسمنت البورتلاندى أو الجبس العادى .

فالممارسات غير السليمة والإصلاحات السيئة عن طريق إستخدام معززات غير مناسبة تكون هى المسئولة عن تلف الصخور وتساقط طبقة الجبس أو الأسمنت التى تم استخدامها فى عمليات الرميم

وبالتالى إحداث تشوهات بأسطح الجدران (Abd El Rahman ,M.M.A.,2001,P.179).
كما تتمثل خطورة الأسمنت أيضاً فى أنه أحد مصادر الأملاح، حيث يحتوى على ألومينات الكالسيوم الثنائية بنسب مختلفة ، وعند استخدامه فى عمليات الترميم فإنه يتفاعل مع معادن الطفلة الموجودة فى الصخور ويتحد كذلك مع المونات مكوناً ألومينات الكالسيوم الكبريتية والتى تسبب بلوراتها تحلل واتساع المادة اللاحمة الرابطة بين الكتل الصخرية مما يسبب تلفاً خطيراً للحوائط الصخرية وبالتالى سقوطها فيما بعد (هويدا توفيق، ٢٠١٤ ، ص ٨٨ ،٨٩).
ويتضح ذلك فى مقبرة بنتو (رقم ٥) بتل العمارنة صورة (١٩) ، حيث تم ترميمها بطرق خاطئة أدت إلى سقوط طبقة الجص أوالمحارة بأكملها تاركة بقايا خشنة الشكل (Davies,G.,1906,Part 4,P.2) ويظهر أيضاً فى مقبرة خنوم حتوب (رقم ٢) ببنى حسن وقباب البهنسا ببنى مزار.

ثانياً : أنواع وأشكال التجوية بمنطقة الدراسة :

مما سبق يتضح توافر العديد من العوامل التى ساعدت على نشاط التجوية بأنواعها المختلفة وفيما يلى عرض لهذه الأنواع والصور الناتجة عنها التى تصيب المناطق الأثرية بمحافظة المنيا :

١- التجوية الميكانيكية: Mechanical weathering

هى استجابة المادة الصخرية التى كانت فى حالة توازن ، مع ظروف الغلاف الصخرى المتغيرة على سطح الأرض، حيث يتم فيها تفكك الصخر وجرشة وتحويله إلى قطع ذات أحجام وأشكال مختلفة (محمد سامى عسل ، ١٩٨٤ ، ٢٣٤). وفيما يلى عرض لصور التجوية الميكانيكية بمنطقة الدراسة:

أ- التقشر : Exfoliation

صورة (٢٠) التقشر بأعمدة معابد الأشمونين .

صورة (٢١) تقشر طبقة الملاط بأحد قباب البهنسا ببنى مزار.

تحدث هذه الظاهرة بسبب توالى حدوث الحرارة نهاراً والبرودة ليلاً على سطح الصخر، حيث ينجم عنها تفتيت الصخر على شكل قشور تنفصل عن الصخر الأم بالتدريج وتسمى بالتقشر الصخرى (حسن سيد أحمد أبو العينين ، ١٩٩٥ ، ص ٢٩٦) .
وتتمثل ظاهرة التقشر فى سقوط طبقة الملاط وانفصالها عن الجدران الأصلية (الحامل) فى شكل راقات موازية لحوائط المبانى الأثرية ، وكذلك تتمثل فى تقشر الطلاء الخارجى (الألوان) لجدران هذه المبانى كما هو الحال فى أعمدة معابد الأشمونين صورة (٢٠)، قباب البهنسا صورة (٢١)، مقابر الزاوية صورة (٢٢)، سراديب ومقابر تونا الجبل (بيتوزيرس) صورة (٢٣)،(٢٤)، كنيسة يوحنا المعمدان صورة (٢٥)، معابد الشيخ عبادة ومسجد اليوسفى بملوى ومقبرة مرى رع الأول بتل العمارنة، كما لوحظ آثار التجوية فى تمثال القرد بابون ، الذى يتكون من الجرانيت.

صورة (٢٢) تقشر الطبقة الخارجية للجدار الشمالى لأحد مقابر الزاوية .

صورة (٢٣) التقشر بأحد سراديب تونا الجبل.

صورة (٢٤) التقشر بأحد جدران مقبرة بيتوزيرس بتونا الجبل.

صورة (٢٥) التقشر بجدران وأسقف كنيسة يوحنا المعمدان.

ب- التفكك الحبيبى : Granular disintegration

حيث يؤدى ارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط بالمنشآت الأثرية إلى انفراط وتفكك حبيبات الكالسيت نتيجة تمدد بلورات الكالسيت عند ارتفاع درجة الحرارة إلى ٣٠ °م ، فتتصرف كأنها بلورات مستقلة لها معاملات تمدد وانكماش خاصة، مما يؤدى إلى تفككها وانفصالها عن بعضها البعض (صخى محمد دويرى ، ٢٠١٣ ، ص ٤٨٢). ويرجع التباين فى معامل التمدد إلى اختلاف ألوان المعادن المكونة للصخر وبالتالى اختلاف قدراتها على امتصاص الحرارة (ممدوح تهامى عقل ، ١٩٩٦ ، ص ٣٥) .

صورة (٢٦) أثر التفكك الحبيبى عل جدران كهف اسطبل عنتر ببنى حسن.

صورة (٢٧) نواتج التفكك الحبيبى أسفل أحد جدران دير أباهور بسوادة .

الأثرية بهذه الصاهره ، ويتضح ذلك من خلال تساقط بعض الحبيبات الصخرية أسفل جدران المقابر الأثرية كما هو الحال فى مقابر تونا الجبل وتل بنى عمرن وبنى حسن ، ويظهر تأثير التفكك الحبيبى من خلال تخلف أسطح خشنة على جدران المبانى الأثرية كما هو الحال بالصورة (٢٦) بكهف اسطبل عنتر و الصورة (٢٧) بأسفل حوائط دير آباهور بسوادة .

جـ التفكك الكتلى :

حيث يتم انقسام الصخر إلى كتل على طول خطوط الشقوق والفواصل الموجودة بالصخر ، حيث تساعد كثرة الشقوق والفواصل الرأسية والأفقية على سقوط أجزاء كبيرة من المبانى الأثرية ، سواء كان ذلك فى واجهات المقابر أو أحد التماثيل والأعمدة فى الشيخ عبادة ومعبد نيرون بطهنا الجبل و قرد البابون بمنطقة الأشمونين صور (٢٨، ٢٩) .

صورة (٢٩) التفكك الكتلى لقواعد الثماثيل والأرضيات والدرج بمعبد نيرون بطهنا الجبل.

د- ظاهرات التجوية الملحية : Salt weathering

يقصد بالتجوية الملحية عملية تفكك الصخور الناتجة عن الإجهادات (أو الضغوط) المتتالية والتى يحدثها نمو وازدياد حجم بلورات الأملاح فى المسافات البينية بالصخور مثل المسامات والفواصل

والتشققات، أو نتيجة التفاعل الكيميائى بين الملح والصخر(أمانى حسين،٢٠٠٣، ص ١٩٤).

صورة (٣٠) شقوق نتيجة الاجهادات والضغوط الناتجة عن تكون بلورات الأملاح بمقبرة امنمحات ببنى حسن .

صورة (٣١) التأكسد و تزهر الأملاح بأسقف وجدران مقبرة (٤) ان كا اف بمقابر فريزر .

صورة (٣٢) التأكسد والتكربن بمقبرة رقم ٣ من مقابر فريزر بالمنيا .

أى أن التجوية الملحية لها تأثير ميكانيكى وكيميائى على الصخور المشكلة للمبانى الأثرية ، ومن أهم الأملاح التى تسبب هذا النوع من التجوية ، أملاح سلفات (كبريتات) الصوديوم ، كربونات الصوديوم ، نترات الصوديوم ، سلفات الماغنسيوم (Goudie , A.S.,2004,P.894) . ومن أهم صورها ما يلى :

- ***<u>نمو بلورات الأملاح :</u>***

تحدث هذه العملية نتيجة لإستمرار تراكم الأملاح الذائبة حول بلورات الأملاح ، وفيما بينها وبين جدار الصخور المحيطة بها ، مما يؤدى إلى ازدياد حجم البلورات الأصلية ، وحدوث ضغوط على الصخر ، مما يؤدى إلى تفككة (Hassan,H.A.A.,2005,P.269). كما هو الحال فى صورة (٣٠) بمقبرة امنمحات ببنى حسن .

- ***<u>التمدد الحرارى لبلورات الأملاح :</u>***

يحدث نتيجة تمدد الأملاح مع ارتفاع درجة الحرارة داخل مسام الصخر، فزيادة معدلات التمدد يؤدى إلى الضغط على جوانب التشققات المشكله للصخر، وبالتالى حدوث التلف للصخور المشكلة للمبانى الأثرية .

وتختلف معدلات التمدد تبعا لإختلاف الأملاح والمعادن المشكلة للصخر، فعلى سبيل المثال يتمدد كلوريد الصوديوم (الهاليت) بنسبة ٠,٥ % ، فى حين أن المعادن المكونة للجرانيت تتمدد بنسبة تتراوح ما بين ٠,٠١ إلى ٠,٢٠% (أمانى حسين محمد ، ٢٠٠٣ ، ص ١٩٥).

- ***تميؤ الأملاح :***

ويقصد بها تشبع بلوات الأملاح بالرطوبة ، مما يؤدى إلى تمددها وزيادة حجمها ولذلك يزداد الضغط على جدران المسام مما يؤدى إلى تشقق الصخور والمبانى ، ويزداد حجم سلفات الصوديوم وكربونات الصوديوم بزيادة تقدر بنحو ٠,٣ % من حجمها (Goudie,A.,1993,P.138).

ولقد تم توضيح أهم الأملاح ونسبها بمنطقة الدراسة مسبقا، وبوجه عام تظهر آثار التجوية الملحية فى تراكم الأملاح فى الشقوق والفواصل وكذلك تزهر بعض أسطح جدران المقابر (أسفلها) وبعض جدران المساجد مثل مسجد العسقلانى واليوسفى بملوى ، وكذلك تزهر الأملاح على جدران المبانى الأثرية بمنطقة تونا الجبل، معبد نيرون بطهنا الجبل، مقبرة رقم ٣ و مقبرة رقم ٤ (إن كا إف) بمقابر فريزر بصورتى (٣١، ٣٢). ورغم بعض الجوانب الكيميائية للتجوية الملحية إلا أن دورها فى تفكك الصخر دور فيزيائى ميكانيكى فى المقام الأول (محمد صبرى محسوب ، ١٩٩٧ ، ص ٨٤) .

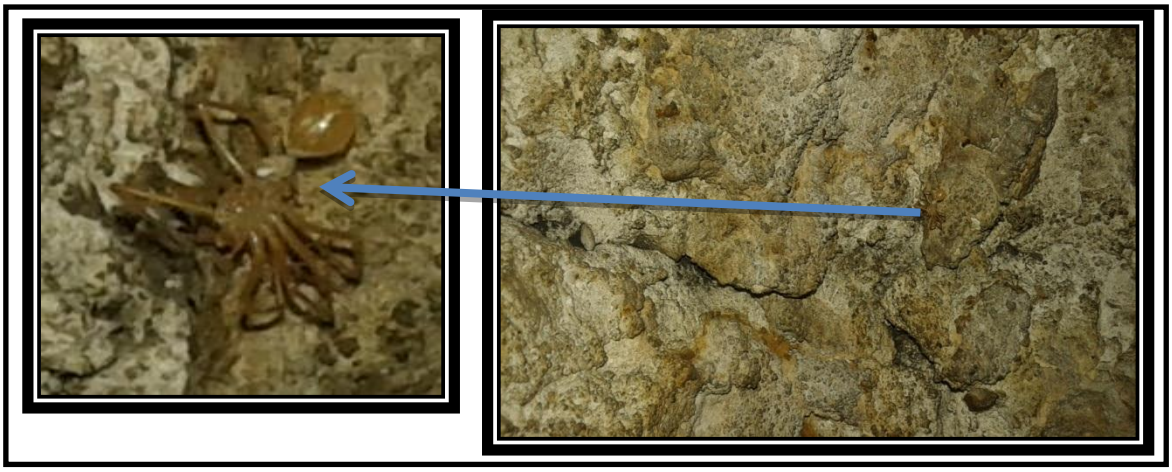
٢- التجوية الكيميائية : Chemical weathering

يقصد بها عمليات تفتيت الصخر التى تكون مصحوبة بتغير فى التكوينات المعدنية للصخر الأم ، وتحدث نتيجة لتفاعل مكونات الصخر المعدنية مع الغازات التى توجد بالغلاف الجوى وأهمها الأكسجين ، ثانى أكسيد الكربون ، النيتروجين ، بخار الماء بالإضافة إلى المواد العضوية الموجودة بالصخر . وتتعدد عمليات التجوية الكيميائية ما بين عمليات الأكسدة ، التكربن ، التميؤ والإذابة (Craghan,M.,2003,P.166) وفيما يلى عرض لهذه العمليات :

أ- الأكسدة : Oxidation

ويقصد بها عملية تفاعل الأكسجين- المذاب فى الماء أو الموجود فى الهواء- مع المعادن المشكلة للصخر مكوناً أكسيد المعدن ، الذى يكون أقل مقاومة لعمليات التعرية . ، وغالباً ما يصحبة تغير لون الصخر إلى اللون البنى كما فى حالة تكون Fe_2O_3 ثالث أكسيد الحديدوز (Craghan ,M.,Op,cit,Loc.cit).

وقد تبين من خلال التحليل الكيميائى لعينات بعض المقابر (جدول ٣) أنها تحتوى على نسب مختلفة من أكاسيد الحديد ، الكالسيوم ، السيليكون ، الألمونيوم، البوتاسيوم والماغنسيوم . وهذا دليل على إصابة جدران وأسقف المقابر بالأكسدة التى أضعفت من الصخور المشكلة لها وبالتالى تفتتها وإضعافها . ويتضح ذلك من اللون البنى إلى المحمر الذى ينتشر بعصارات الزيتون بطهنا الجبل، جدران معبد نيرون بطهنا الجبل، المقابر ومنها مقبرة آى (٢٥) بتل العمارنة (صورة ٣٣) وكنيسة يوحنس القصير.



صورة (٣٣) الأكسدة وتزهر الأملاح بمقبرة آى (٢٥) بتل العمارنة ، كما يوجد بها العناكب الجبلية .

ب- التكربن : Carbonization

يتم عن طريق التفاعل ما بين الصخور الجيرية وغاز ثانى أكسيد الكربون ، حيث يمثل ٠,٠٠٣ % من الغلاف الغازى وبتعرضه أو تحوله إلى مياه تزداد نسبته إلى ٠,٠١٢ % ، وبإختلاطه بمياه المطر يتحول إلى حمض كربونيك مخفف ، ومن الملاحظ أن حمض الكربونيك المخفف ذو تأثير كبير على الصخور ، لكنه عدواً لدوداً للصخور الجيرية (كربونات الكالسيوم) على الأخص ، حيث يحول كربونات الكالسيوم إلى بيكربونات الكالسيوم وهى مادة هشة ومن السهل تآكلها(نورة عبدالتواب السيد ، ٢٠٠٨، ص ٦٥) .

$$CaCO_3+H_2CO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

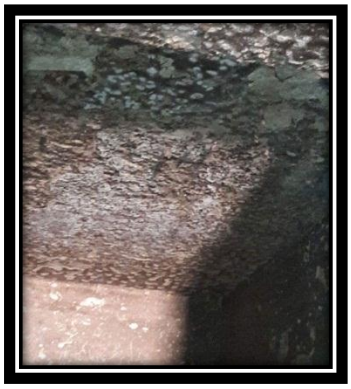
بيكربونات كالسيوم ← حمض الكربونيك + كربونات كالسيوم

وقد ينساب بيكربونات الكالسيوم إلى داخل الشقوق مكوناً الفجوات والكهوف (محمد صبرى محسوب ، ١٩٩٧ ، ص ٩٤) . ومع ارتفاع درجة الحرارة يرتفع المحلول إلى سطح الصخر بسبب الخاصية الشعرية وعندما تجف المياه يتطاير ثانى أكسيد الكربون فى الهواء ، ثم تترسب قشرة كربونات الكالسيوم على الجدران الخارجية للمبانى الأثرية المكونة من الحجر الجيرى ، وتعرف هذه الطبقة بأفق الجير Lime Horizon (الطاهر محمد محمود بسيونى ، ٢٠٠٨، ص ١٣٧) وقد لوحظ ذلك بمنطقة آثار الأشمونين ، خاصة مع زيادة الغطاء النباتى الذى يعمل على زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون أثناء عملية البناء الضوئى .

صورة (٣٤) أثر التجوية الكيميائة على تكون الأعمدة الهابطة بسقف أحد مغارات دير البرشا .

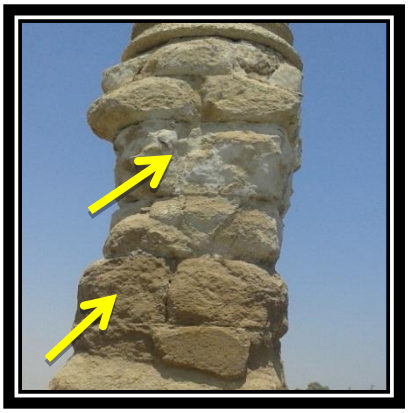
صورة (٣٥) أثر التجوية (التأكسد والتكربن و التقشر) بكنيسة يوحنس القصير.

صورة (٣٦) التكربن بسقف كهف اصطبل عنتر ببنى حسن.



صورة (٣٧) أثر التكربن وتزهر الأملاح بمعبد نيرون بطهنا الجبل.

صورة (٣٨) أثر التجوية الكيميائية بمقبرة نختى (٢١) ببنى حسن ، حيث أثار التكربن والأكسدة وتزهر الأملاح على الجدران والسقف.



صورة (٣٩) ظاهرتى التميؤ والتملح بعمود القطيع بالبهنسا .

جـ - التميؤ : Hydration

ويقصد به إضافة كيميائية للماء إلى المعادن التى يتكون منها الصخر ، ليكون معادن جديدة تتكون من سيليكات الهيدروجين وأكاسيد الهيدروجين، وتؤدى هذه العملية إلى زيادة حجم المعادن المشكلة للصخر وبالتالى يؤدى إلى تولد إجهادات داخل مسام الصخر ثم تفككة (Emmons,W.H.,and Others,1955,P.83) كما هو الحال بعمود القطيع بالبهنسا صورة .

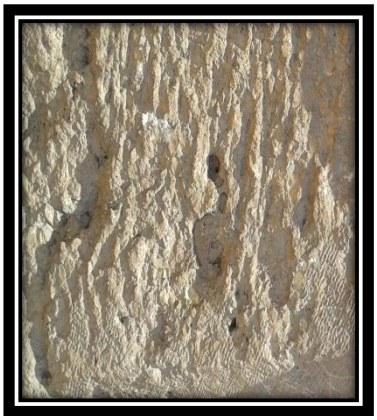
د- حفر الإذابة (حفر التجوية) : Weathering Pits

وهى عبارة عن حفر تكونت بسبب عمليات الإذابة على أسطح الصخور ، وترجع فى نشأتها إلى وجود

قطرات المطر أو الندى الذى يعمل على إذابة بعض الصخور والمعادن . تتخذ هذه الحفر أشكال متعددة منها البيضاوى ، الدائرى، وهى غالباً ما تتكون على الأسطح قليلة الإنحدار فى صخور الحجر الجيرى (Huggett , R.J.,2007,P.157) .

صورة (٤٠) حفر الإذابة بمقبرة آى (٢٥) بتل العمارنة .

صورة (٤١) حفرالإذابة بأرضية مقبرة نفر سخرو بمنطقة آثارالزاوية .



صورة (٤٢) حفرالإذابة بأرضية مقبرة باكت ببنى حسن .

جدول (٦) أبعاد حفر الإذابة بمنطقة الدراسة.

المقبرة	المنطقة الأثرية	متوسط القطر مللم	متوسط العمق مللم
بانحسى	تل العمارنة	٧	٣٠
مرى رع الأول		١٥	٢٥
آى		٢٥	٢٠
باكت	بنى حسن	٣٠	٢٥
خنوم حتب		٥	١٠
كهف أرتميس		٢٠	١٥
معبد نيرون	طهنا الجبل	٢٥	٣٥
نفر سخرو	الزاوية	٣٠	٣
المتوسط العام		١٩.٦٣	٢١,٦٣

المصدر:من عمل الطالبة طبقا للقياسات الميدانية.

ويعد معدن الكالسيت من أكثر المعادن المكونة للصخور الجيرية داخل منطقة الدراسة ، وبالتالى تسيطر حفر الإذابة على جميع المبانى الأثرية بمحافظة المنيا فى مقابر آى صورة (٤٠) و بانحسى بتل العمارنة، نفر سخرو بالزاوية صورة (٤١)، باكت ببنى حسن صورة (٤٢)، وأخيرا معبد نيرون بطهنا الجبل .

من الجدير بالذكر أن هذه الحفر قد تتقارب وتشكل ظاهرة أقراص عسل النحل ، كما أن الجدران ما بين هذه الحفر قد تتهالك أو تتعرض للإذابة وتتصل الحفر ببعضها لتشكل تكهفات التجوية(التافونى).

والجدير بالذكر أن هذه الفجوات (حفر الإذابة أو أقراص عسل النحل أو التافونى) قد تسبب ظلاً تسببه

جوانب تلك الفجوات مما يعمل على زيادة الاحتفاظ بالرطوبة وزيادة عملية التجوية (كنيث والطون ، ١٩٧٦ ، مترجم ، ص ١٠٧) .

ومن تحليل الجدول السابق(٦)، يلاحظ اختلاف متوسط أبعاد حفر الإذابة بمنطقة الدراسة ، حيث تتراوح

أقطارها ما بين ٥ مللم بمقبرة خنوم حتب و ٣٠مللم بمقبرة باكت ببنى حسن، بمتوسط عام بمنطقة الدراسة بلغ ١٩,٦٣ مللم .أما بالنسبة لأعماق حفر الإذابة بالمنطقة فيتراوح مابين ٣ مللم بمقبرة نفر سخرو بالزاوية و ٣٥ مللم بمعبد نيرون بطهنا الجبل .

٣- التجوية البيولوجية : Biotic weathering

تمثل الأحياء الحيوانية والنباتية عناصر أساسية فى العديد من جوانب التجوية الكيماوية ، وذلك لكونها تلعب دوراً رئيسياً فى تحديد كمية المواد القابلة للإذابة من خلال عملية التحلل العضوى ، والتى بدورها تزيد من إمكانية إذابة بعض العناصر المعدنية (محمد صبرى محسوب ، ٢٠٠١ ، ص ٩٧) .

وفيما يلى عرض لأهم صور وأشكال التجوية البيولوجية :

أ- الحشرات : Insects

تتنوع الحشرات التى تمثل خطراً حيوياً على المبانى الأثرية بمنطقة الدراسة ، وأكثرها انتشاراً هو النحل البرى ، الدبابير .

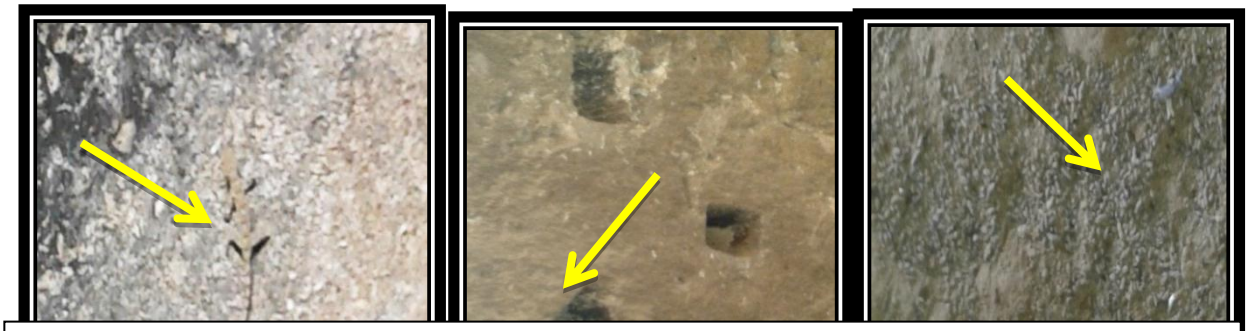
صورة (٤٣) بيوت النحل بمقبرة باكت ببنى حسن .

صورة (٤٤) بقايا بيوت النحل والدبابير بمقبرة خنوم حتوب (٤) ببنى حسن .

صورة (٤٥) بقايا بيوت النحل والدبابير بكهف ارتميتس (اسطبل عنتر) ببنى حسن .

فالدبابير تصنع أعشاشها من الطمى والصلصال والرمال المختلطة بقليل من المواد العضوية " القش أو التبن" ثم تفرز عليها إفرازات لعابية فتصبح عجينة متماسكة وعند جفافها تكون شديدة الصلابة لدرجة أنها يصعب إزالتها ، وحتى عند إزالتها بالقوة فإنها تترك السطح مشوهاً ، بل يصل الأمر إلى ظهور تجاويف فى الحجر الجيرى ، وكذلك ***نحل العسل*** يقوم بنفس دور الدبابير من تلف وتخريب للطبقات السطحية الأثرية (محمد عبدالمعتمد عبدالرسول عبداللاة ،٢٠١١، ص ١٨٢، ١٨٣).

وقد لوحظ وجود أعشاش الدبابير فى جدران الساقية الرومانية ومقبرة بيتوزيرس بمنطقة آثار تونا الجبل ، كما لوحظ أثناء الدراسة الميدانية أيضاً وجود أعشاش للنحل فى منطقة آثار الأشمونين وذلك ببقايا المساكن الطينية القديمة ، وفى مقبرتى باكت صورة (٤٣) ، خنوم حتوب صورة (٤٤) ، كهف اسطبل عنتر ببنى حسن صورة (٤٥) وقباب البهنسا ومنها قبة محمد الخرسى صورة .



أ- فضلات الخفافيش ب- أعشاش الطيور ج- الزواحف (الحرباء)

صورة (٤٦) التجوية بفعل الطيور والزواحف و الحشرات بمعبد نيرون بطهنا الجبل .

ب- الطيور :

تنتشر ببعض المقابر الأثرية العديد من الطيور منها الحمام الجبلى ، الخفافيش بالإضافة إلى بعض أنواع العصافير ، حيث تنتشر العصافير فى مقبرة بيتزيروس بتونا الجبل حيث قامت بعمل أعشاشها فى جدران المقبرة وكذلك فى بعض قباب البهنسا ، كما وجدت الخفافيش فى مقابر بنى حسن

وكهف ارتميس (مقصورة الإله باخت) ومقابر فريزر ومعبد نيرون بطهنا الجبل. وهى بكونها من الثدييات فإنها تحيض مما يؤدى إلى تشويه الصور والنقوش الموجودة على الجدران،بالإضافة إلى رائحتها الكريهة.

كما تكمن خطورة الخفافيش والطيور عامة فى توفير بعض المواد العضوية (الفضلات) التى تعتبر غذاء لبعض البكتريا (البكتريا النيتروجينية).

كما أن أملاح النيترات والفوسفات التى تتراكم على الأحجار تجذب الطيور لأنها طعام محبب لها وينتج عن ذلك نقر وتشوهات على أسطح الأحجار والمبانى الأثرية (محمد فوزى محمد الشايب ، ١٩٩٥ ، ص ٣٠٥) .

جـ - الكائنات الدقيقة :

ومنها :

- *الطحالب* : حيث يمكن أن تنمو وتزدهر فى الصخور الكربونية المشبعة بالمياة ، ويقوم الطحلب بفرز السكر ومواد حيوية أخرى تكون طبقة رقيقة فوق أسطح الصخور وهذا بدوره يساهم فى تحلل الصخور وما عليها من نقوشات ، حيث أن مكونات الصخور الكربونية يمكن أن تذاب عن طريق

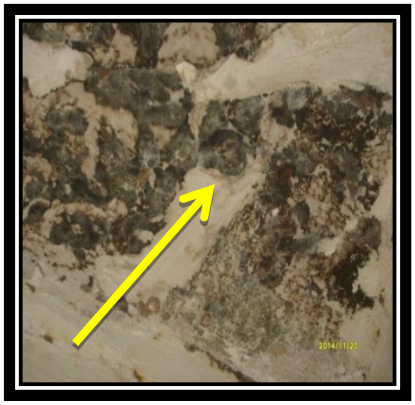
الأحماض الأيضية الناتجة عن الطحلب أكثر من الأحماض الأيضية الناتجة عن البكتريا .

- *البكتريا* : حيث توجد البكتريا النيتروجينية (الأزوتية) التى تعيش على بول الطيور، كما أن هناك البكتريا التى تتفاعل مع الكبريت وتحد منه من أجل استخدام الأكسجين فى أكسدة الهيدروجين وهذا بدوره يقلل من أول أكسيد الكربون ، ويحول كربونات الكالسيوم إلى الجبس (كبريتات الكالسيوم)

الذى يتبلور داخل مسام الصخر ويزيد من الضغط عليها ويؤدى إلى تشقق وانفصال المبانى (Abd El Rahman ,M.M.A.,2001,P.177) .

صورة (٤٧) عش للطيور بسقف أحد قباب البهنسا .

صورة (٤٨) أحد أعشاش الطيور بمقبرة بيتوزيرس بتونا الجبل .



صورة (٤٩) أثر الكائنات الدقيقة بأحد سراديب بتونا الجبل .

د- النباتات :

النباتات لها دور ميكانيكى وكيميائى معاً فى التأثير على الصخور ، وذلك من خلال ذوبان الأحماض بواسطة أطراف جذورها أثناء امتصاصها للعناصر المختلفة من الصخر مثل الكالسيوم والبوتاسيوم ، الماغنسيوم ، الصوديوم ، الكبريت والألمونيوم والحديد وغيرها . كما أن جذورها التى تمتد أسفل التربة تعمل على زيادة تشقق التربة وأسطح الصخور (Gorshkov,G.& Yakushova,A.,1977,P.116). وقد تم رصد النباتات التى تنمو فى حوائط المساكن القديمة بمنطقة آثار الشيخ عبادة والأشمونين (مبنية من الطوب اللبن) صورة (٥٠) مما أدى إلى تشقق هذه الحوائط وتهدم معظمها، كما تم رصد النباتات تنمو فى قاعدة الهرم المدرج بالزاوية صورة (٥١) .

صورة (٥٠) نمو النبات الطبيعى على جدران بقايا المنازل الأثرية بالأشمونين .

صورة (٥١) نمو النبات الطبيعى بقاعدة الهرم المدرج بالزاوية .

صورة (٥٢) جحر لأحد الحيوانات بالجدار الخارجى لمقبرة بنتو (٥) بتل العمارنة .

حيث لوحظ وجود بقايا فضلات الحيوانات بجوار المبانى الحجرية (حجر جيرى) بالأشمونين وهذا بدوره يعمل على توفير بيئة مناسبة للبكتريا ، كما أن أيض هذه الحيوانات يؤثر تأثيراً كيميائياً من خلال تفاعلة مع أساسات الحوائط ومن هذه الحيوانات (الكلاب ، الحمير) صورة (٥٣).
هذا بالإضافة إلى وجود بعض القوارض التى تحفر أنفاق تستخدمها للسكن ، كما تستهلك كميات كبيرة من التربة بقصد استخلاص المواد الغذائية منها(فتحى محمد الشرقاوى ، ٢٠١٠ ، ص ٨٦) بالإضافة إلى قيام البعض برعى الحيوانات بمنطقة آثار الأشمونين وذلك لتوافر غطاء نباتى كثيف.

صورة (٥٣) منطقة آثار الأشمونين ملاز للحيوانات المستأنسة (الحمير و الكلاب).

صورة (٥٤) جحر للحيوانات بأحد جدران بقايا منازل منطقة الأشمونين الأثرية .

و-التجوية بفعل الإنسان :
لقد تم مناقشة بعض الممارسات البشرية التى تزيد من إلحاق الضرر بالمبانى الأثرية بمنطقة الدراسة وذلك فى عنصر " العوامل البشرية للتجوية " وهنا سنضيف إليها ما يلى :

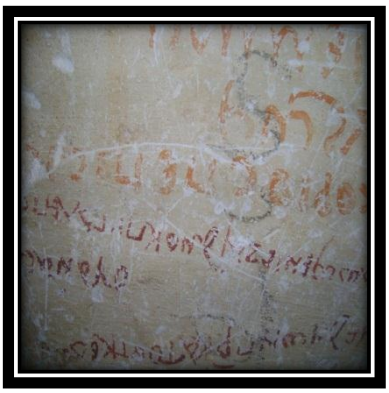
صورة (٥٥) التحجير خارج أحد جدران معبد ارتميتس ببنى حسن، يظهر بأعلى الجدارحفر الإذابة .

صورة (٥٦) قطع الإنسان لأعمدة كهف ارتميتس ببنى حسن .

صورة (٥٧) دور الإنسان فى التجوية بدير أباهور بسوادة ، من خلا ل توصيل أعمال

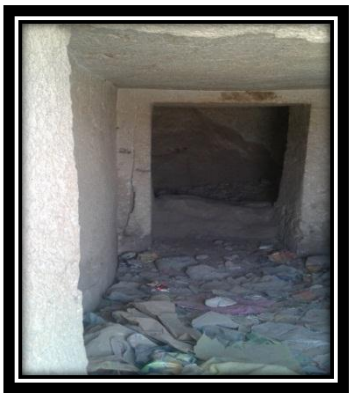
- **الكتابات والمخربشات على أسطح الجدران الأثرية :**

حيث يقوم زوار المناطق الأثرية بكتابة أسمائهم على أسطح جدران المبانى الأثرية ، وذلك بإستخدام الأقلام أو الطباشير، أو حتى نحت اسمائهم بأدوات حادة ، ويظهر ذلك فى منطقة آثار تونا الجبل ، بنى حسن ، تل العمارنة ، الأشمونين صورة (٥٩) .



صورة (٥٩) تشويه الكتابات بجدران بعض مغارات دير أبو حنس.

صورة (٦٠) مقابر زاوية الأموات بالقرب من منطقة آثار الزاوية.



صورة (٦١) إلقاء المخلفات بداخل أحد مقابر الزاوية .

- **قطع أجزاء من المبانى الأثرية :**

حيث قام البعض بقطع أجزاء من المقابر لاستخدامها مرة أخرى وذلك فى مقابر الشيخ سعيد التى تعرضت معظمها للتلف ، كما تم استخدام مقبرة أورينى (بالشيخ سعيد) كمساكن للرهبان الأقباط حيث قاموا بتغطية مناظرها بطبقة من الجص التى أخفت معالمها .

وبالمثل مقابر السطح العلوى من جبانات تل الشيخ سعيد رقم ٤٠ حتى ٨٩ أعيد استخدامها كلها كمقاصير للسكن والعبادة لعدة أجيال حتى القرن الرابع الميلادى (هدى محمد عبدالمقصود ، ب د ، ص ص ٦٦ – ٦٨).

صورة (٦٢) تشوية الأعمدة بمقبرة بانخسى بتل العمارنة .

صورة (٦٣) أثر الإنسان كعامل تجوية بدير أباهور بسوادة ، حيث إقتطع ثلاثة أعمدة داخلية .

صورة (٦٤) التحجير ببعض مغارات دير أبو حنس .

كما تحولت مقبرة بانحس (٦) بتل العمارنة ، إلى كنيسة فى أوائل العصر المسيحى حيث تم قطع عمودين من داخلها لتوسيعها وكذلك قام الأقباط بحفر حفراً أسفل الأعمدة الباقية لوضع إناء الماء صورة (٦٢) ، وكذلك وضعوا طبقة من الجص على النحت البارز الفرعونى. وقاموا بالكتابة عليها برسومات قبطية تسمى الفرسك (حديث مع رئيس تفتيش آثار تل العمارنة مع التجول داخل هذه المقابر فى يوم ٢٠١٦/٣/٣١ م) ونفس الوضع فى دير أباهور بسوادة صورة (٦٣). كما قام البعض حديثا بقطع أجزاء من مغارات دير أبو حنس صورة (٦٤) .

- السناج :

منها الذى نشأ من الحرائق بغير عمد ويظهر ذلك فى سراديب تونا الجبل . والبعض الآخر عمدا حيث تعرضت مقابر تل العمارنة وتل الشيخ سعيد ، بنى حسن واسطبل عنتر إلى اختفاء وتشويه الصور الجدارية بفعل السناج الناتج عن اشعال النيران من قبل الأقباط الذين استخدموها للسكن وكأديرة وكنائس ومنها مقبرة (٢٩) خنوم حتب الرابع ببنى حسن و دير أباهور بسوادة صورة (٦٥).

صورة (٦٥) أثر السناج الناتج من اشعال الشمع بدير أباهور بسوادة

صورة (٦٦) مواد الترميم الخاطئة ، وأثرها فى تشويه منظر أحد جدران ديرالعذراء بجبل الطير .

صورة (٦٧) الحائط الشرقى لمقبرة خنوم حتب ببنى حسن، حيث استخدام الأسمنت فى عمليات الترميم مما أدى إلى تشوه النقوشات وتساقط بعضها .

- **الترميم الخاطئ :**

أى الترميم السابق لعام ١٩٩٠م ، حيث تم إزالة طبقة الإتساخات بإستخدام المشارط مما أدى إلى إزالة الباتينا للصخرة الأم وكذلك إزالة طبقة الشيد التى تحمل طبقة الألوان ويظهر هذا بوضوح فى الجدار الشرقى لمقبرة (٢٩) خنوم حتب الرابع بمنطقة بنى حسن صورة (٦٧) وبعض الأجزاء من دير العذراء بجبل الطير صورة (٦٦) .

ثالثاً : درجات خطورة التجوية على المناطق الأثرية بمنطقة الدراسة :

تساعد دراسة درجات الخطورة على التحديد الكمى لتأثير التجوية على المبانى الأثرية وبالتالى
الوقوف على الإجراءات اللازمة لعمليات الترميم والصيانة للحفاظ على هذا التراث الثقافى .
ولتحديد درجات خطورة التجوية قامت الطالبة بالآتى :
-قياس أبعاد الأشكال المختلفة للتجوية فى الميدان والتى يتضمنها ملحق (٢) - تشمل أربعة مجموعات هى فقد أجزاء من مادة الصخر ، التغير فى لون سطح الصخر ، إنفصال أجزاء من الصخر ، أبعاد الشروخ – وذلك بناءا على نموذج استبيان كوتشنر لرصد اشكال التجوية بالمبانى والمقابر الأثرية (fitzner et al,2002)
-حساب مساحات هذه المتغيرات والأشكال وكذلك النسب المئوية لمساحاتها بالنسبة لمساحة المبنى الأثرى ، ثم تم مقارنة هذه القياسات والمساحات بتصنيف قمح ٢٠٠٩ ملحق (١).
-إعطاء عدد رقمى لكل درجة من درجات الخطورة ، حيث تم إعطاء العدد ٤ للمناطق الشديدة جدا للتعرض لخطر التجوية ، ٣ للخطر الشديد ، ٢ للمتوسطة الخطر ، ١ للمناطق الأقل خطرا أى المنخفضة (ملحق ٣).
-تجميع درجة خطورة المتغيرات المختلفة لكل مبنى أثرى وأخيراً تصنيف هذه المبانى (ملحق ٢) وفقا لدرجة خطورتها كالآتى :

١- مبانى ذات درجات خطورة شديدة جدا :

وتضم المبانى الأثرية ذات درجة أعلى من ٢٠ وهى : مقبرة بانحسى ، كهف ارتميتس و معبد نيرون ، حيث تعرضت هذه المبانى لإزالة النقوش والزخارف بمساحات تتراوح ما بين ٦٠ : ٨٠ % من مساحاتها ، كما غطت النقر والأجزاء الخشنه مساحات تتراوح ما بين ٤٥ :٦٥ % ، غطت أقراص عسل النحل ما بين ١٠: ٢٥% من مساحة مبانى هذه الفئة ، تعرض ٢٥% منها للتبلور الملحى ، ما بين ٤٠ : ٥٥% لخطر التجوية الكيميائية ، غطى السناج مساحة ٣٠ :٥٠ % ، وبلغ حجم الصخور المفقوده منها ٠,٠٢٢ : ٠,٠٤٦ م^{3}/ م^{2} ، انفصل عن جدرانها شرائح تتراوح مابين ٦ : ٥٥ % من مساحتها ، كما انتشرت بها الشروخ التى تتباين أطوالها - ٠,٦ : ٨ متر- وإتساع فوهتها ١٥ : ٤٢ ملليمتر .

٢- مبانى ذات درجات خطورة شديدة :

وتضم المبانى الأثرية ذات درجة تتراوح بين ١٥ : ٢٠ وهى : مقبرة مرى رع الأول، آى ، نختى ، باكت ، خنوم حتب ، مقبره (٣) من مقابر فريزر ، حيث تعرضت هذه المبانى لإزالة النقوش والزخارف بمساحات تتراوح ما بين ٤٠ : ٥٥ % من مساحاتها ، كما غطت النقر والأجزاء الخشنه مساحات تتراوح ما بين ١٥ :٤٠ % ، غطت أقراص عسل النحل ما بين ١٠: ٣٥% من مساحة مبانى هذه الفئة ، تعرض ما بين ٢٥ : ٤٠ % لخطر التجوية الكيميائية ، غطى السناج مساحة ١٠ :٣٥ % ، وبلغ حجم الصخور المفقوده منها ٠,٠٠١ : ٠,٠٩ م^{3}/ م^{2} ، انفصل عن جدرانها شرائح تتراوح مابين ٧ : ٣٥ % من مساحتها ، كما انتشرت بها الشروخ التى تتباين أطوالها - ٠,٥ : ١٠ متر- وإتساع فوهتها ٧ : ١٤٠ ملليمتر .

٣- مبانى ذات درجات خطورة متوسطة :

وتضم المبانى الأثرية ذات درجة تتراوح بين ١٠ : ١٥ وهى : مقابر ماحو، بنتو ، رقم٤ بمقابر فريزر ، نفر سخرو ، دير العذراء، يوحنا المعدان ، حيث تعرضت هذه المبانى لإزالة النقوش والزخارف بمساحات تتراوح ما بين ٢٠ : ٦٥ % من مساحاتها ، كما غطت النقر والأجزاء الخشنه مساحات تتراوح ما بين ١٥ :٤٥ % ، غطت أقراص عسل النحل ٢٥% من مقبرة نفر سخرو فقط و تعرض ١٤% من مساحة مقبرة ٤فقط للتبلور الملحى ، تعرض ما بين ٥ : ٣٥ % لخطر التجوية الكيميائية ، غطى السناج مساحة ٥ :١٠ % ، وبلغ حجم الصخور المفقوده من مبانى هذه الفئة ٠,٠٠٥ : ٠,٠١ م^{3}/ م^{2} ، انفصل عن جدرانها شرائح تتراوح مابين ٥ : ٣٥ % من مساحتها ، كما انتشرت بها الشروخ التى تتباين أطوالها - ٠,٥ : ٦,٢ متر- وإتساع فوهتها ٦ : ٨٥ ملليمتر .

٤- مبانى ذات درجات خطورة ضعيفة :

وتضم المبانى الأثرية ذات درجة أقل من ١٠ وهى : مقبرة بيتوزيرس ، دير أباهور ، كنيسة يوحنس القصير ومسجدى اليوسفى والعسقلانى، حيث تعرضت هذه المبانى لإزالة النقوش والزخارف بمساحات تتراوح ما بين ١٠ : ٧٠ % من مساحاتها ، كما غطت النقر والأجزاء الخشنه مساحات تتراوح ما بين ٥ :٢٠ % ، لا تغطى أقراص عسل النحل أية أجزاء من مبانى هذه الفئة ، تعرض مساحة تتراوح ما بين ١٠ : ٢٠ % منها للتبلور الملحى ، ما بين ٦ : ١٥% لخطر التجوية الكيميائية ، غطى السناج مساحة ٢٠ % فقط من مساحة كنيسة يوحنس القصير ، كما انتشرت بمبانى هذه الفئة الشروخ التى تتباين أطوالها – ٠,٧٨ : ١,٥ متر- وإتساع فوهتها ٢ : ٢٥ ملليمتر .

رابعاً: طرق مواجهة خطر التجوية على المناطق الأثرية :

يمكن معالجة المشكلات الناتجة عن التجوية من خلال ما يلى :

-وضع مرشحات بلاستيك للأشعة الفوق بنفسجية الضارة بطبقة الألوان فوق لمبات الفلورسنت المستخدمة فى إضاءة المقابر على أن توضع هذه اللمبات فوق حافة منخفضة من الخشب مثلاً مما يؤدى إلى إضاءة أفضل ، ويؤدى ذلك إلى إبتعاد الزائرين عن الجدران أيضاً ، مع ملاحظة عدم وضع ألواح من الزجاج فوق نقوش المقبرة لأنه فى هذه الحالة سوف يتواجد فى المنطقة بين الألواح الزجاجية والنقوش مناخاً مختلفاً تماماً عن المناخ العام للمقبرة مما يؤدى إلى إتلاف تلك النقوش (حسن محمد ، ١٩٩٣ ، ص ص ٣٠٩ – ٣١١) .

-تشديد الرقابة على السياح والزائرين بعدم لمس النقوش والجدران ، وكذلك ترك متعلقاتهم خارج المبنى الأثرى حتى لا تحتك بالجدران فتعمل على محو معالم الأثر وحدوث خدوش به .

-استخدام مواد ترميم حديثة تقاوم عوامل التجوية ، ويمكن ذلك من إضافة مادة إنتربلاست(Interplast ®–Z) للمونة المستخدمة فى الترميم ، حيث أنها غير قابلة للإنكماش ، تقاوم الصقيع وتقضى على

ظاهرة الإنكماش بعد الجفاف (www.sika.com.eg).

-حفر شبكات للصرف الزراعى لمنع الرشح على أساسات جدران المبانى الأثرية بالأشمونين .

-الإهتمام بشبكات الصرف الصحى بالقرب من المناطق الأثرية حتى يتم منع تسرب المياه منها – التى بدورها تزيد من عمليات التجوية الملحية – ويمكن ذلك من خلال إضافة مادة عازلة للماء إلى أنفاق الصرف الصحى وقنوات الصرف الزراعى وهذه المادة هى بلاستوكريت ®- إن(®-Plastocrete) N من منتجات شركة ®Sika .

-يجب استبدال الأجزاء المتأثرة بفعل التجوية فور ظهورها بأجزاء جديدة حتى لا تتأثر الأجزاء المجاورة ، أى معالجة مظاهر التجوية فى مراحلها الأولى حتى لا يتعرض المبنى الأثرى للتآكل والإنهيار مما يقلل من عمرة الافتراضى .

-ضخ مواد عازلة أسفل جدران المبانى الأثرية لمنع صعود المياة الباطنية المالحة إلى جدران المبانى الأثرية بالخاصية الشعرية (منا محمد عصام، ٢٠٠٨ ، ص ١٠٤) .

-إنشاء سور حول المناطق الأثرية التى توجد وسط العمران مثل منطقة آثار الأشمونين وذلك للحفاظ عليها من التعديات (إلقاء القمامة – الرعى – سكب مياة الصرف المنزلى الناتجة عن الاستخدام فى الحياة اليومية) .

-استخدام مادتى سيكا تل جروات (Sika tile Grout®) - وهو مسحوق ناعم يمكن حقنه - وسيكا توب ®-١٢١ (Sika to p®- 121)- وهى مونة لصق وترميم ذات قوام انسيابى– (www.sika.com.eg) فى ملء الثقوب وكافة الفراغات الدقيقة الناتجة عن التجوية .

-زيادة المساحات الخضراء حول المناطق الأثرية ، حيث تعمل النباتات على استنزاف الطاقة الحرارية للإشعاع الشمسى فى عملية التبخير الحرارى ، ومن ثم يقل تصاعد الهواء الساخن حول المبانى ، كما تنقى النباتات الهواء من الأتربة والملوثات العالقة – التى تزيد من عمليات التجوية – وأثبتت الدراسات أن المناطق الخضراء خفضت من درجة حرارة هواء المناطق السكنية بمعدل يتراوح بين ٥- ١٠ درجات مئوية ، مقارنة بهواء المناطق السكنية الخالية من الأشجار (زينهم السيد مجد ، ٢٠١٦ ، ص ١٠٩) وهذا بدوره يقلل من المدى الحرارى الذى يساهم فى نشاط عمليات التجوية .

-معالجة الشروخ من خلال تنظيفها وإزالة الأجزاء المفككة بالهواء المضغوط ثم ملء الشرخ بإحدى المواد الآتيه : المونة الأسمنتية البولمرية (الأيبوند ٦٥) ، المونة الأسمنتية البولمرية المسلحة بالالياف (كونفيس ٢ إف) المونة الأيبوكسية (كيما بوكس ١٦٥) (كمال مصطفى ، عزيز شنودة ، ٢٠٠٠، ص ٥٩) .

النتائج :

يتضح من دراسة أخطار التجوية على المناطق الأثرية بمحافظة المنيا ما يلى :

- تتوفر بمنطقة الدراسة العوامل اللازمة لنشاط التجوية ، والتى تتمثل فى : عوامل طبيعية وتضم كل من الظروف المناخية، الأملاح، الزلازل، خصائص الصخر ومادة البناء المستخدمة، والغطاء النباتى. والعوامل البشرية : عمر المبنى الأثرى ، شبكة الصرف الصحى التحجير ، استخدام المقابر فى العصور التالية للسكن ، التصرفات الخاطئة للزائرين ، حركة المركبات ، الحرائق ، الأنشطة الإقتصادية المختلفة ، التوسع العمرانى ، تلوث الهواء ، مواد الترميم الخاطئ .

-تتعدد أنواع وصور التجوية بمنطقة الدراسة حيث تمثلت كل أنواع التجوية بكافة المناطق الأثرية بمنطقة الدراسة سواء كانت تجوية ميكانيكية ، كيميائية وبيولوجية .

- تأثرت المبانى الأثرية بمنطقة الدراسة بالتجوية بدرجات خطورة متباينة تمثلت فى أربعة درجات للخطورة ، تتدرج فى خطورتها من الضعيفة إلى الشديدة جدا وهى كالآتى:

مبانى ذات درجات خطورة شديدة جدا : وتضم المبانى الأثرية ذات درجة أعلى من ٢٠ وهى : مقبرة بانحسى ، كهف ارتميتس و معبد نيرون .

مبانى ذات درجات خطورة شديدة : وتضم المبانى الأثرية ذات درجة تتراوح بين ١٥ : ٢٠ وهى : مقبرة مرى رع الأول، آى ، نختى ، باكت ، خنوم حتب ، مقبره (٣) من مقابر فريزر .

مبانى ذات درجات خطورة متوسطة : وتضم المبانى الأثرية ذات درجة تتراوح بين ١٠ : ١٥ وهى : مقابر ماحو، بنتو ، رقم٤ بمقابر فريزر ، نفر سخرو ، دير العذراء، يوحنا المعدان.

مبانى ذات درجات خطورة ضعيفة : وتضم المبانى الأثرية ذات درجة أقل من ١٠ وهى : مقبرة بيتوزيرس ، دير أباهور ، كنيسة يوحنس القصير ومسجدى اليوسفى والعسقلانى.

<u>الملاحق:</u>

ملحق (١) تصنيف (Kamh,G.M.E.,2009,P.P.25-29)[١] لدرجة التجوية على مستوى الظاهرة الواحدة.

التراجع الخلفي (إزالة النقوش/ ازالة الطلاء الخارجي)

ظاهرة التجوية	درجة التجوية	وحدة القياس	المدى
التراجع الخلفي (ازالة النقوش)	منخفضة	المساحة المتأثرة (%)	أقل من ٣ :٢٠
		عمق التراجع (ملليمتر)	أقل من ١ : ٢
	منخفضة - متوسطة	المساحة المتأثرة (%)	٥٠ : ٧٠
		عمق التراجع (ملليمتر)	أقل من١ : ٢
	متوسطة	المساحة المتأثرة (%)	أقل من ٣ :١٠ / ١٠ : ٢٠/ ٥٠ : ٧٠
		عمق التراجع (ملليمتر)	أقل من ١ :٢ / ٢ : ٤ / ١ : ٢
	متوسطة - شديدة	المساحة المتأثرة (%)	٣ : ١٠ / ٥٠ : ٧٠
		عمق التراجع (ملليمتر)	أقل من ١ : ٢ / ٨ : ٢٠
	شديدة	المساحة المتأثرة (%)	١٠ : ٢٠ / ٢٠ : ٥٠
		عمق التراجع (ملليمتر)	٢ : ٤ / ٤ : ٨
	شديدة جداً	المساحة المتأثرة (%)	١٠ : ٢٠ / ٢٠ : ٧٠
		عمق التراجع (ملليمتر)	٤ : ٨ / ٨ : ٢٠

أقراص عسل النحل

ظاهرة التجوية	درجة التجوية	وحدة القياس	المدى
أقراص عسل النحل	منخفضة	المساحة المتأثرة (%)	أقل من ١ :٢٠
		عمق الفجوة (ملليمتر)	أقل من ٥ : ١٠
		قطر الفجوة (ملليمتر)	أقل من ٥ : ١٠
	منخفضة – متوسطة	المساحة المتأثرة (%)	٤٠ : ٦٠
		عمق الفجوة (ملليمتر)	أقل من٥ : ١٠
		قطر الفجوة (ملليمتر)	أقل من٥ : ١٠
	متوسطة	المساحة المتأثرة (%)	أقل من ١٠ :٢٠ / ٢٠ : ٣٥/ ٤٠ : ٦٠
		عمق الفجوة (ملليمتر)	أقل من ٥ :١٠ / ٥ : ٨ / ١٠ : ٢٠
		قطر الفجوة (ملليمتر)	أقل من ٥ :١٠ / ١٠ : ١٥ / ١٥ : ٢٠
	متوسطة – شديدة	المساحة المتأثرة (%)	أقل من ١٠ : ٢٠ / ٤٠ : ٦٠
		عمق الفجوة (ملليمتر)	١٠ : ٢٠ / ٢٠ : ٤٠ / ٤٥ : ٥٠
		قطر الفجوة (ملليمتر)	١٠ : ٢٠ / ٢٠ : ٤٠ / ٤٥ : ٥٠
	شديدة	المساحة المتأثرة (%)	٥ : ٢٠ / ٢٥ : ٣٥ / ٤٠ : ٦٠
		عمق الفجوة (ملليمتر)	١٠ : ٢٠ /٢٥ : ٣٥ /٤٠ : ٤٥
		قطر الفجوة (ملليمتر)	١٠ : ٢٠ /٣٠ : ٤٠ /٤٥ : ٥٠
	شديدة جداً	المساحة المتأثرة (%)	١٠ : ٢٥/ ٣٠ : ٤٥ / ٥٠: ٦٠
		عمق الفجوة (ملليمتر)	٢٠ : ٣٠ / ٣٥ : ٤٥ / ٥٠ : ٦٠
		قطر الفجوة (ملليمتر)	٢٠ : ٣٥ / ٥٥ : ٦٥

[١] هويدا توفيق أحمد حسن ، ٢٠١٤، ص ص ٢٧٧: ٢٧٩.

الخشونة والنقر السطحى

ظاهرة التجوية	درجة التجوية	وحدة القياس	المدى
الخشونة والنقر السطحى	منخفضة	المساحة المتأثرة (%)	أقل ١٥ %
	منخفضة – متوسطة	المساحة المتأثرة (%)	من ١٥ إلى أقل من ٣٠
	متوسطة	المساحة المتأثرة (%)	من ٣٠ إلى أقل من ٤٠
	متوسطة – شديدة	المساحة المتأثرة (%)	من ٤٠ إلى أقل من ٥٥
	شديدة	المساحة المتأثرة (%)	من ٥٥ إلى أقل من ٦٥
	شديدة جدا	المساحة المتأثرة (%)	٦٥ أكثر

التقلور الملحى

ظاهرة التجوية	درجة التجوية	وحدة القياس	المدى
تقاطيع عسل النحل	منخفضة	المساحة المتأثرة (%)	أقل من ١٠ : ٢٥
		سمك الراقة الملحية (ملليمتر)	أكثر من ٠,١ : ٢
	منخفضة – متوسطة	المساحة المتأثرة (%)	٦٥ : ٩٠
		سمك الراقة الملحية (ملليمتر)	أكثر من ٠,١ : ٠,٥
	متوسطة	المساحة المتأثرة (%)	١٠ :١٥ / ١٥ : ٢٠/ ٢٠ : ٦٥
		سمك الراقة الملحية (ملليمتر)	أكثر من ٠,١ : ٠,٥ / ٠,٥ : ٢ / ٢ فأكثر
	متوسطة – شديدة	المساحة المتأثرة (%)	أكثر من ١٠ : ١٥ / ٦٥ : ٩٠
		سمك الراقة الملحية (ملليمتر)	أكثر من ٠,١ : ٠,٥ / ٠,٥ : ٥
	شديدة	المساحة المتأثرة (%)	١٥ : ٢٠ / ٢٠ : ٦٥
		سمك الراقة الملحية (ملليمتر)	٠,٥ :: ٢ / ٢ : ٥
	شديدة جداً	المساحة المتأثرة (%)	١٥ : ٩٠ / ٢ : ٩٠ / ٦٥ : ٩٠
		سمك الراقة الملحية (ملليمتر)	٠,٥ :: ٢ / ٢ : ٥ / أقل من ٥ : ٥

التجوية الكيميائية

ظاهرة التجوية	درجة التجوية	وحدة القياس	المدى
التجوية الكيميائية	منخفضة	المساحة المتأثرة (%)	أقل من ١٠
	منخفضة - متوسطة	المساحة المتأثرة (%)	١٠ إلى أقل من ٢٠
	متوسطة	المساحة المتأثرة (%)	٢٠ إلى أقل من ٣٠
	متوسطة – شديدة	المساحة المتأثرة (%)	٣٠ إلى أقل من ٤٠
	شديدة	المساحة المتأثرة (%)	٤٠ إلى أقل من ٥٠
	شديدة جدا	المساحة المتأثرة (%)	٥٠ فأكثر

الاتساخ بفعل الاتربة (السناج)

ظاهرة التجوية	درجة التجوية	وحدة القياس	المدى
الاتساخ بفعل الاتربة (السناج)	منخفضة	المساحة المتأثرة (%)	أقل من ٥ – ٢٠
	منخفضة - متوسطة	المساحة المتأثرة (%)	٢٠ إلى أقل من ٣٠
	متوسطة	المساحة المتأثرة (%)	٣٠إلى أقل من ٤٠
	متوسطة – شديدة	المساحة المتأثرة (%)	٤٠ إلى أقل من ٥٠
	شديدة	المساحة المتأثرة (%)	٥٠ إلى أقل من ٦٠
	شديدة جدا	المساحة المتأثرة (%)	٦٠ فأكثر

التفتت الحبيبى

ظاهرة التجوية	درجة التجوية	وحدة القياس	المدى
التفتت الحبيبى	منخفضة	متوسط الكمية المتساقطة (م^{٣}/ م^{٢})	أقل من ٠,٠٠٥
	منخفضة – متوسطة	متوسط الكمية المتساقطة (م^{٣}/ م^{٢})	٠,٠٠٥ : ٠,٠١٠
	متوسطة	متوسط الكمية المتساقطة (م^{٣}/ م^{٢})	٠,١٠ : ٠,٠٢٠
	متوسطة – شديدة	متوسط الكمية المتساقطة (م^{٣}/ م^{٢})	٠,٢٠ : ٠,٣٠
	شديدة	متوسط الكمية المتساقطة (م^{٣}/ م^{٢})	٠,٠٣٠ : ٠,٠٤٠
	شديدة جدا	متوسط الكمية المتساقطة (م^{٣}/ م^{٢})	٠,٠٤٠ فأكثر

انفصال شرائح موازية / غير موازية للتركيب الداخلى للصخر

ظاهرة التجوية	درجة التجوية	وحدة القياس	المدى
انفصال شرائح من الصخر موازية وغير موازية للتركيب الداخلى للصخر	منخفضة	المساحة المتأثرة (%)	أقل من ١٠
	منخفضة - متوسطة	المساحة المتأثرة (%)	١٠ : ٢٠
	متوسطة	المساحة المتأثرة (%)	٢٠ : ٣٠
	متوسطة - شديدة	المساحة المتأثرة (%)	٣٠ : ٤٠
	شديدة	المساحة المتأثرة (%)	٤٠ : ٥٠
	شديدة جدا	المساحة المتأثرة (%)	٥٠ فاكثر

الشروخ

ظاهرة التجوية	درجة التجوية	وحدة القياس	المدى
الشروخ	منخفضة	طول الشرخ (م)	٠,٥ : ١,٥
		اتساع فوهة الشرخ (ملليمتر)	أقل من ٢ : ٣
	منخفضة – متوسطة	طول الشرخ (م)	أقل من ٣: ٣
		اتساع فوهة الشرخ (ملليمتر)	من ١٥ : ٣٠
	متوسطة	طول الشرخ (م)	٠,٥ : ٠,٨ / ٠,٨ : ١,٥ / ١,٥ : ٣
		اتساع فوهة الشرخ (ملليمتر)	أقل من ٢ : ٢ / ٢ : ٣ / ٣ : ١٥
	متوسطة – شديدة	طول الشرخ (م)	أقل ٠,٥ : ٠,٨ / ٣ فاكثر
		اتساع فوهة الشرخ (ملليمتر)	أقل من ٢ : ٢ /١٥ : ٣٠
	شديدة	طول الشرخ (م)	٠,٨ : ١,٥ / ١,٥ : ٣
		اتساع فوهة الشرخ (ملليمتر)	٢ :٣ / ٣ : ١٥
	شديدة جدا	طول الشرخ (م)	٠,٨ : ٣ / ١,٥ : ٣ / ٣ فأكثر
		اتساع فوهة الشرخ (ملليمتر)	٢ : ٣٠ / ٣ : ٣٠ فأكثر

ملحق (٢) أشكال التجوية وأبعادها ببعض المبانى الأثرية بمحافظة المنيا بناءا على تقسيم (fitzner et al .,2002) لعمليات التجوية وأشكالها .

المبنى الأثرى	المنطقة	أشكال التجوية وأبعادها				
		المجموعة الأولى (فقد أجزاء من مادة الصخر)				
		التراجع الخلفى				
		إزالة النقوش والزخارف الأثرية (الطلاء الخارجى)		تصنيف قمح لدرجة التجوية ٢٠٠٩	النقر والخشونة السطحية	تصنيف قمح لدرجة التجوية ٢٠٠٩
		المساحة المتأثرة %	العمق ملليمتر		المساحة المتأثرة %	
مقبرة بانحسى	تل العمارنة	٦٠	١٥	شديدة جدا	٥٥	شديدة
مقبرة ماحو		٤٠	٨	شديدة	٣٠	متوسطة
مقبرة بنتو		٢٠	١٧	شديدة جدا	٣٠	متوسطة
مقبرة مرى رع الأول		٤٥	٥	شديدة	١٥	منخفضة-متوسطة
مقبرة آى		٤٠	١٤	شديدة جدا	٣٥	متوسطة
مقبرة نختى	بنى حسن	٥٠	٩	شديدة جدا	٢٥	منخفضة-متوسطة
مقبرة باكت		٥٥	١٧	شديدة جدا	٤٠	متوسطة-شديدة
مقبرة خنوم حتب		٤٠	٧	شديدة	١٥	منخفضة-متوسطة
كهف أرتميتس		٨٠	١٩	شديدة جدا	٤٥	متوسطة-شديدة
مقبرة بيتوزيرس	تونا الحبل	٧٠	١٤	شديدة جدا	١٠	منخفضة
مقبرة ٣	فريزر	٥٠	٢	متوسطة	١٥	منخفضة-متوسطة
مقبرة ٤		٦٥	٢	متوسطة	٢٠	منخفضة-متوسطة
معبد نيرون	طهنا الجبل	٨٠	٨	شديدة جدا	٦٥	شديدة جدا
مقبرة نفرسخرو	الزاوية	٦٠	٢	متوسطة	٤٥	متوسطة-شديدة
دير أباهور	سوادة	٣٠	٥	شديدة	٢٠	منخفضة-متوسطة
دير العذراء	جبل الطير	٤٥	٦	شديدة	٢٥	منخفضة-متوسطة
كنيسة يوحنا المعمدان	دير أبو حنس	٣٠	٤	شديدة	١٥	منخفضة-متوسطة
كنيسة يوحنس القصير		١٥	٢	منخفضة	٥	منخفضة
مسجد اليوسفى	ملوى	٢٠	٢	منخفضة	٢٠	منخفضة
مسجد العسقلانى		١٠	٢	منخفضة	١٠	منخفضة

المصدر: من عمل الطالبة.

تابع ملحق (٢) أشكال التجوية وأبعادها ببعض المبانى الأثرية بمحافظة المنيا بناءا على تقسيم (fitzner et al .,2002) لعمليات التجوية وأشكالها .

المبنى الأثرى	المنطقة الأثرية	أشكال التجوية وأبعادها					
		المجموعة الأولى (فقد أجزاء من مادة الصخر)					
		التراجع الخلفى					
		إزالة النقوش والزخارفالأثرية (الطلاء الخارجى)			تصنيف قمح لدرجة التجوية ٢٠٠٩	النقر والخشونة السطحية تصنيف قمح لدرجة التجوية ٢٠٠٩	
		المساحة المتأثرة %	قطر الفجوة (ملليمتر)	عمق الفجوة (ملليمتر)		المساحة المتأثرة %	العمق (ملليمتر)	الطول (ملليمتر)
مقبرة بانحسى	تل العمارنة	٢٥	٧	١٥	متوسطة	٣٠	٢	١٠
مقبرة ماحو		--	--	--	--	--	--	--
مقبرة بنتو		--	--	--	--	١٠	٣	٤٠
مقبرة مرى رع الأول		١٠	٣٠	٢٥	متوسطة-شديدة	١٥	٤	٢٠
مقبرة آى		٣٥	٢٥	٢٠	شديدة	٣٠	٤	١٠
مقبرة نختى	بنى حسن	--	--	--	--	--	--	--
مقبرة باكت		١٥	٣٠	٢٥	شديدة جدا	٢٠	٥	١٠٠
مقبرة خنوم حتب		١٠	٥	١٠	متوسطة	--	--	--
كهف أرتميتس		١٠	٢٠	١٥	شديدة	٤٠	١٤	٧٠
مقبرة بيتوزيرس	تونا الحبل	--	--	--	--	١٠	٣٠	٤٠
مقبرة ٣	فريزر	--	--	--	--	--	--	--
مقبرة ٤		--	--	--	--	--	--	--
معبد نيرون	طهنا الجبل	٣٠	٢٥	٣٥	شديدة	٣٠	٣٥	٤٠
مقبرة نفرسخرو	الزاوية	٢٥	٣٠	٣٠	شديدة جدا	٤٠	١٠	١٥٠
دير أباهور	سوادة	--	--	--	--	--	--	--
دير العذراء	جبل الطير	--	--	--	--	--	--	--
كنيسة يوحنا المعمدان	دير أبو حنس	--	--	--	--	--	--	--
كنيسة يوحنس القصير		--	--	--	--	--	--	--
مسجد اليوسفى	ملوى	--	--	--	--	--	--	--
مسجد العسقلانى		--	--	--	--	--	--	--

المصدر: من عمل الطالبة.

تابع ملحق (٢) أشكال التجوية وأبعادها ببعض المبانى الأثرية بمحافظة المنيا بناءا على تقسيم (fitzner et al .,2002) لعمليات التجوية وأشكالها .

المبنى الأثرى	المنطقة الأثرية	أشكال التجوية وأبعادها					
		المجموعة الثانية (التغير فى لون سطح الصخر / رواسب على السطح)					
		تغير لون سطح الصخر عن لون الأصلى				الاتساخات على سطح الصخر	
		التبلور الملحى		تصنيف قمح لدرجة التجوية ٢٠٠٩	التجوية الكيميائية	الاتساخات بفعل الأتربة (السناج)	
		المساحة المتأثرة %	سمك الراقة الملحية على السطح (ملليمتر)		المساحة المتأثرة %	المساحة المتأثرة %	تصنيف قمح لدرجة التجوية ٢٠٠٩
مقبرة بانحسى	تل العمارنة	٢٥	٢	شديدة	٤٠	٣٠	متوسطة
مقبرة ماحو		--	--	--	--	٥	منخفضة
مقبرةبنتو		--	--	--	--	٩	منخفضة
مقبرة مرى رع الأول		--	--	--	٢٥	٢٥	منخفضة-متوسطة
مقبرة آى		--	--	--	--	١٠	منخفضة
مقبرة نختى	بنى حسن	١٥	٢	منخفضة	--	--	--
مقبرة باكت		--	--	--	--	--	--
مقبرة خنوم حتب		--	--	--	٤٠	٣٥	متوسطة
كهف أرتميتس		--	--	--	٥٥	٥٠	شديدة
مقبرة بيتوزيرس	تونا الحبل	--	--	--	--	--	--
مقبرة ٣	فريزر	١٠	٠,٤	متوسطة	٣٠	--	--
مقبرة ٤		١٤	٠,٥	متوسطة	٣٥	--	--
معبد نيرون	طهنا الجبل	٢٥	٤	شديدة جدا	٤٥	٣٠	متوسطة
مقبرة نفرسخرو	الزاوية	--	--	--	٥	--	--
دير أباهور	سوادة	--	--	--	١٥	--	--
دير العذراء	جبل الطير	--	--	--	--	١٠	منخفضة
كنيسة يوحنا المعمدان	دير أبو حنس	--	--	--	--	٥	منخفضة
كنيسة يوحنس القصير		١٥	٢	منخفضة	٦	٢٠	منخفضة-متوسطة
مسجد اليوسفى	ملوى	٢٠	١	منخفضة	١٥	--	--
مسجد العسقلانى		١٠	١.٥	منخفضة	٩	--	--

تابع ملحق (٢) أشكال التجوية وأبعادها ببعض المبانى الأثرية بمحافظة المنيا بناءا على تقسيم (fitzner et al .,2002) لعمليات التجوية وأشكالها .

المبنى الأثرى	المنطقة	أشكال التجوية وأبعادها					
		المجموعة الثالثة (إنفصال أجزاء من الصخر)					
		التفتت الحبيبى – الإنفصال الحبيبى (إنفصال حبيبات من سطح الصخر)					
		التفتت الحبيبى		تصنيف قمح لدرجة التجوية ٢٠٠٩	إنفصال شرائح من سطح الصخر موازية / غير موازية للتركيب الداخلى للصخر		تصنيف قمح لدرجة التجوية ٢٠٠٩
		شكل الفتات	متوسط الكمية المتساقطة (م٣/م٢)		شكل الشرائح	المساحة المتأثرة %	
مقبرة بانحسى	تل العمارنة	رمل ناعم	٠,٠٤٦	شديدة جدا	فردية	٦	منخفضة
مقبرة ماحو		رمل	٠,٠٣٤	شديدة	فردية	٥	منخفضة
مقبرة بنتو		بودرة ناعمة	٠,٠١٣	متوسطة	فردية	٢٥	متوسطة
مقبرة مرى رع الأول		بودرة ناعمة	٠,٠٨	شديدة جدا	فردية	١٠	منخفضة
مقبرة آى		رمل خشن	٠,٠٠٤	منخفضة	فردية	٧	منخفضة
مقبرة نختى	بنى حسن	رمل ناعم	٠,٠٩	شديدة جدا	فردية	٣٠	متوسطة-شديدة
مقبرة باكت		رمل ناعم	٠,٠٠٤	منخفضة	فردية	٢٣	متوسطة
مقبرة خنوم حتب		بودرة ناعمة	٠,٠٠١	منخفضة	فردية	١٠	منخفضة-متوسطة
كهف أرتميتس		خشن	٠,٠٤	شديدة جدا	فردية	٤٥	شديدة
مقبرة بيتوزيرس	تونا الحبل	رمل ناعم	٠,٠١	منخفضة-متوسطة	فردية	٢٠	متوسطة
مقبرة ٣	فريزر	بودرة ناعمة	٠,٠١٦	متوسطة	فردية	٣٥	متوسطة-شديدة
مقبرة ٤		بودرة ناعمة	٠,٠٠٥	منخفضة	فردية	١٥	منخفضة-متوسطة
معبد نيرون	طهنا الجبل	بودرة ناعمة	٠,٠٢٢	شديدة جدا	فردية	٥٥	شديدة جدا
مقبرة نفرسخرو	الزاوية	رمل خشم	٠,٠٠٩	منخفضة-متوسطة	فردية	١٢	منخفضة-متوسطة
دير أباهور	سوادة	خشن	٠,٠٣	شديدة	--	--	--
دير العذراء	جبل الطير	رمل ناعم	٠,٠١	متوسطة	--	--	--
كنيسة يوحنا المعمدان	دير أبو حنس	رمل خشن	٠,٠٢٥	متوسطة-شديدة	فردية	٣٥	متوسطة-شديدة
كنيسة يوحنس القصير		--	--	--	--	--	--
مسجد اليوسفى	ملوى	--	--	--	فردية	٤	منخفضة
مسجد العسقلانى		--	--	--	--	--	--

المصدر: من عمل الطالبة.

تابع ملحق (٢) أشكال التجوية وأبعادها ببعض المبانى الأثرية بمحافظة المنيا بناءا على تقسيم (fitzner et al .,2002) لعمليات التجوية وأشكالها .

المبنى الأثرى	المنطقة الأثرية	أشكال التجوية وأبعادها		
		المجموعة الرابعة (الشروخ / التشوه)		
		الشروخ مفردة أو مجموعات نتيجة لسبب طبيعي أو إنشائى		
		شروخ تعتمد / لا تعتمد على البناء الداخلى للصخر		تصنيف قمح لدرجة التجوية ٢٠٠٩
		طول الشرخ (م)	اتساع فوهة الشرح (ملليمتر)	
مقبرة بانحسى	تل العمارنة	٣	٢٠	منخفضة- متوسطة
مقبرة ماحو		٠,٥	٦	متوسطة
مقبرةبنتو		٤	٢٥	متوسطة-شديدة
مقبرة مرى رع الأول		١٠	٦٠ : ١٤٠	شديدة جدا
مقبرة آى		١	٢٤	شديدة جدا
مقبرة نختى	بنى حسن	٠,٦	٥٥	شديدة جدا
مقبرة باكت		٠,٩	٧٦	شديدة جدا
مقبرة خنوم حتب		٠,٥	٢٣	شديدة جدا
كهف أرتميتس		٨	٤٢	شديدة جدا
مقبرة بيتوزيرس	تونا الحبل	١,٥	٢	منخفضة
مقبرة ٣	فريزر	٣,٤	٧	شديدة جدا
مقبرة ٤		٦,٢	٩	شديدة جدا
معبد نيرون	طهنا الجبل	٠,٦	١٥	متوسطة
مقبرة نفرسخرو	الزاوية	٠,٧	٣٠	متوسطة-شديدة
دير أباهور	سوادة	٠.٩	٣	منخفضة
دير العذراء	جبل الطير	١,٥	٨٥	متوسطة
كنيسة يوحنا المعمدان	دير أبو حنس	٠,٢٢	١٥	شديدة
كنيسة يوحنس القصير		٠,٨	١٥	متوسطة
مسجد اليوسفى	ملوى	٠,٧٨	٢٢	متوسطة-شديدة
مسجد العسقلانى		٠,٩٩	٢٥	شديدة جدا

المصدر: من عمل الطالبة.

ملحق (٣) درجات خطورة التجوية على بعض المبانى الأثرية بمنطقة الدراسة .

المبنى الأثرى	درجة خطورة المتغير	التراجع الخلفى	التقشر والتشوقية السطحية	أقراص عسل النحل	التبلور الملحى	التجوية الكيميائية	السناج	التشقق الحبيبى	انفصال الشرائح	التروخ	مجموع قيم درجات المتغيرات	درجة الخطورة
مقبرة بانحسى	٤	٣	٢	٣	٣	٢	٤	١	١,٥	٢٣,٥	شديدة
مقبرة ماحو	٣	٢	--	--	--	--	١	٣	١	٢	١٢	متوسطة
مقبرةبنتو	٤	٢	--	--	--	--	١	٢	٢	٢,٥	١٣,٥	متوسطة
مقبرة مرى رع الأول	٣	١,٥	٢,٥	--	٢	١,٥	٤	١	٤	١٩,٥	شديدة
مقبرة آى	٤	٢	٣	--	--	--	١	١	١	٤	١٦	شديدة
مقبرة نختى	٤	١,٥	--	١	--	--	--	٤	٢,٥	٤	١٦	شديدة
مقبرة باكت	٤	٢,٥	٤	--	--	--	--	١	٢	٤	١٧,٥	شديدة
مقبرة خنوم حتب	٣	١,٥	٢	--	٣	٢	١	١,٥	٢,٥	١٦,٥	شديدة
كهف أرتميتس	٤	٢,٥	٣	--	٤	٣	٤	٣	٤	٢٧,٥	شديدة جدا
مقبرة بيتوزيرس	٤	١	--	--	--	--	١,٥	٢	١	٩,٥	منخفضة
مقبرة ٣	٢	١,٥	--	٢	٢	--	٢	٢,٥	٤	١٦	شديدة
مقبرة ٤	٢	١,٥	--	٢	٢,٥	--	١	١,٥	٤	١٤,٥	متوسطة
معبد نيرون	٤	٤	٣	٤	٣	٢	٤	٤	٢	٣٠	شديدة جدا
مقبرة نفرسخرو	٢	٢,٥	٤	١	١	--	١,٥	١,٥	٢,٥	١٤	متوسطة
دير أباهور	٣	١,٥	--	--	--	--	١	٣	--	٤	٩,٥	منخفضة
دير العذراء	٣	١,٥	--	--	--	--	١	٢	--	٣	١١,٥	متوسطة
كنيسة يوحنا المعمدان	٣	١,٥	--	--	--	--	١	٢,٥	٢,٥	٢,٥	١٣,٥	متوسطة
كنيسة يوحنس القصير	١	١	--	١	١	١	١,٥	--	--	٢	٧,٥	منخفضة
مسجد اليوسفى	١	١،٥	--	١	١,٥	--	--	--	١	٢,٥	٨,٥	منخفضة
مسجد العسقلانى	١	١	--	١	١		--	--	--	٤	٨	منخفضة

المصدر : من عمل الطالبة بناءا على ملحق (٢).

المراجع :

أولاً :- المراجع العربية :

١-الطاهر محمد محمود بسيونى، ٢٠٠٨، التجوية وأثرها فى تشكيل منطقة الضبعة – دراسة فى جيومورفولوجية التربة، رسالة ماجستير غير منشورة ، بقسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.

٢-أمانى حسين محمد حسن ، ٢٠٠٣ ، المشكلات البيئية بمنخفض الخارجة – دراسة جغرافية ، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة سوهاج.

٣-باسم سمير الشرقاوى، ٢٠٠٩ ، آثار وحضارة مصر القديمة ، ج١، ط ٨ .

٤-جودة حنسين جودة ، ٢٠٠٠ ، الجيومورفولوجيا – علم أشكال سطح الأرض مع التطبيق بأبحاث فى جيومورفولوجية العالم العربي ، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية .

٥-جيمس بيكى ، ١٩٩٩ ، الآثار المصرية فى وادى النيل ، ترجمة لبيب حبشى ، شفيق فريد ، ج٢ ، الإسكندرية.

٦-حسن محمد علي إبراهيم ،١٩٩٣، دراسة علاج الصور الجدارية وصيانتها بمنطقة آثار المنيا ، رسالة دكتوراه غير منشورة ،قسم الآثار ، كلية الآداب بسوهاج ، جامعة أسيوط .

٧-حسن سيد أحمد أبو العينين ، ١٩٩٥ ، أصول الجيومورفولوجيا ـــ دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض ، مؤسسة الثقافة الجامعية ، الإسكندرية ، ط ١١ .

٨-خالد سليم فجال ،٢٠٠٢، العمارة والبيئة فى المناطق الصحراوية الحارة، دار الفجر للنشر والتوزيع،القاهرة.

٩-زبيدة محمد عطا ، ١٩٨٢ ، إقليم المنيا فى العصر البيزنطى – فى ضوء أوراق البردى ، دار النشر العامة للكتاب.

١٠- زينهم السيد محمد ، ٢٠١٦، المعالجات المناخية للمبانى مع التطبيق على مدينة كفر الشيخ – دراسة فى المناخ التطبيقى ، المجلة الجغرافية العربية ، عن الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد ٦٧.

١١-ضحى محمد دويرى ، ٢٠١٣ ، أثر التجوية الفيزيائية على الآثار فى مصر ، المجلة الجغرافية العربية – عن الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد ٦٢، ج٢.

١٢-عبد الله محمد السايح محمد ، ٢٠١١ ، جيومورفولوجية المنطقة ما بين وادى أم غيج شمالاً ووادى أم خريقة جنوباً ـــ جنوبى محافظة البحر الأحمر ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة الإسكندرية .

١٣-على عبدالوهاب شاهين ، ١٩٨٠ ، محاضرات فى الجيومورفولوجيا ، دار الجامعات المصرية ،الإسكندرية .

١٤-فتحى محمد الشرقاوي ، ٢٠٠٩ / ٢٠١٠ ، أسس علم الجيومورفولوجيا – دراسة أشكال سطح الأرض ، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر ، الاسكندرية ، ط١ .

١٥-كريم مصلح صالح ، ٢٠٠١، جيومورفولوجية الجانب الشرقى لوادى النيل بمحافظة سوهاج ، المجلة الجغرافية العربية – عن الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد ٣٧ ، ج١ .

١٦-كمال مصطفى ، عزيز شنودة ، ٢٠٠٠ ، الطرق الحديثة لترميم وتقوية وحماية المنشآت الخرسانية، بدون نشر.

١٧-محمد سامى عسل ، ١٩٨٤ ، الجغرافيا الطبيعية (المدخل – السطح) الجزء الأول ، مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة .

١٨-محمد صبرى محسوب ، (١٩٩٧ ، ط ١) ، ٢٠٠١ ، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية ، دار الفكر العربى ، القاهرة .

١٩-محمد صبري محسوب ، ٢٠٠١ ، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية ، دار الفكر العربي ، القاهرة .

٢٠-محمد صبرى محسوب ، محمود دياب راضى ، ١٩٨٩ ، العمليات الجيومورفولوجية ، دار الثقافة للنشر والتوزيع ، القاهرة .
٢١-محمد عبدالمعتمد عبدالرسول عبداللاه ، ٢٠١١ ، الأخطار الجيومورفولوجية على المناطق الأثرية بمحافظة سوهاج – دراسة باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من بعد ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة كفر الشيخ .
٢٢-محمد فوزى محمد الشايب ، ١٩٩٥ ، تأثير العوامل البيئية على آثار منطقة شرق الدلتا ، رسالة دكتوراة غير منشورة
، قسم الحضارة المصرية – المعهد العالى لحضارات الشرق الأدنى القديم – جامعة الزقازيق .
٢٣-محمود أحمد درويش ، ٢٠٠٥ ، آثار المنيا عبر العصور، مركز البحوث والدراسات الأثرية – جامعة المنيا ، ط ٢.
٢٤-ممدوح تهامى عقل ، ١٩٩٦ ، الأشكال الناتجة عن تجوية الجرانيت المصرى ، مجلة كلية الآداب ، جامعة الإسكندرية ، المجلد ٤٤ .
٢٥-منا محمد عصام حسن العسال ، ٢٠٠٨ ، الأخطار الجيومورفولوجية فى النطاق الشمالى الغربى لدلتا النيل بين مصب رشيد والهوامش الغربية للدلتا – باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة كفر الشيخ .
٢٦-نورة عبدالتواب السيد، ٢٠٠٨ ، مبادئ الجيومورفولوجية ، مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة.
٢٧-هدى محمد عبدالمقصود ، ب ت ، المناطق الأثرية فى محافظة المنيا .
٢٨-هويدا توفيق أحمد حسن ، ٢٠١٤ ، الأخطار الجيومورفولوجية فى المناطق الأثرية بمحافظة أسيوط – دراسة فى الجيومورفولوجية التطبيقية ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية التربية ، جامعة عين شمس .
٢٩-وفاء أحمد أبو السعود ، ٢٠١٢ ، عوامل تلف الآثار من
http://civilization lovers. Wordpress.com/2012/09/04

ثانيا:المراجع الأجنبية :

1- Abd El rahman , M.M.A. ,2001, contribution to Engineering geophysical and geological studies of Tuna El Gabal and Tel El Amarna archaeological sities , El Minia governorate – Nile valley – Egypt , un published M.S.C. thesis , Geo . Dep ., science Fac. , El Minia univ .
2- Bard,K.A.,2007,An introduction to the archaeology of ancient of ancient Egypt , Blackwell publishing Ltd,London.
3-Craghan, M., 2003, Physical Geography – A self – teaching guide, john wiley & sons, inc . Hoboken , Newjersey , Canada.
4- Davies ,N.G.,1901,archaeological survey of Egypt , the rock tombs of Sheik said , edited by Griffith , F.L., London .
5- Emmons , W.H., thicl ,G.A., stauffer , C.R., Allison , I.S. , 1955, Geology : Principles and processes MC Graw – Hill Book com. , Inc.
6- Frankfort ,H. and Pendlebury , J.D.S. , 1933 , the city of Akhenaten , Part 2 – the north suburb and the desert altras, the excavation at tell El amarna during the season 1926 – 1932 , London.

7- Gorshkov , G. & Yakushova ,A.,1977 , Physical geology , translated by Shiffer , V.V., MIR Publishers , Moscow.
8- Griffith , F.L.,1893,W.D. Archaeological survey of Egypt , Egyption exploration fund Beni Hassan, Part 1 , London.
9- Griffith , F.L. & NewBerry, P.E.,W.D. Archaeological survey of Egypt , Egyption exploration fund , ElBersheh, Part 2 , London.
10- Goudie , A. , 1993 , the nature of environment . 3 rd edition , Blackwell, Oxford, u.k.
11- Goudie , A.S., 2004 , encyclopedia of geomorphology , Vol.1, raitledge , London .
12- Hassan ,H.A.A.,2005 , Astudy of the Aswan archaeological quarries – rates of weathering and deterioration of granites and the technology of petrifying in ancient Egyptions , un published M.S.C. thesis , Geo.dep., science Fac. Qena , south valley university.
13- Zumberge , J.H ., 1959 , elements of geology , 2nd edition , Tohn wiley sons , Inc ., London.

ثالثا: المصادر :-

١- الإدارة الزراعية بملوى، مساحة الزمام الزراعى بملوى ، بيانات غير منشورة.
٢-مجمع المصالح الحكومية – إدارة المحاجر والمناجم ، الثروات المحجرية كاملة على الطريق الصحراوى الشرقى (بمحافظة المنيا)– بيان بالمحاجر العاملة بمنطقة شرق محافظة المنيا عن الفترة من
٢٠١١/٧/١ م حتى٢٠١٢/٦/٣٠ م.
٣- معمل الرسوبيات بقسم الجيولوجيا بكلية العلوم ، جامعة المنيا.
٤- وحدة الميكروسكوب الإلكترونى بجامعة أسيوط .
٥-الهيئة العامة لبحوث الإسكان والتخطيط العمرانى – تقرير فنى عن دراسة صلاحية التربة فى موقع الحى الأول من مدينة المنيا الجديدة – عبدالرحمن حلمى الرملى وآخرون ، يونيو ١٩٩١ .
٦-هيئة المواد النووية ، أكتوبر ١٩٩٠ ، التقرير النهائى عن إختبار صلاحية موقع مدينة المنيا الجديدة ، حسين عبدالمحسن وآخرون .
7-Meteorological Authority ,1980,climatological normols for the Arab Rebublic of Egypt, up to 1975, Cairo,Egypt
8- Htt://www.world climate.com.(minia station)