جامعة الملك سعود
King Saud University

بحوث جغرافية

سلسلة محكمة دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية

129

أخطار التجوية الملحية على مباني التراث العمراني بمحافظة الأحساء دراسة جغرافية

د. أماني حسين محمد حسن

جامعة الملك سعود الرياض المملكة العربية السعودية

1442هـ / 2020م

الجمعية الجغرافية السعودية (ج ج س)

هيئة التحرير

أ.د. محمد بن عبد العزيز القباني	رئيساً
أ. د. أحمد بن عبدالله الدغيري	عضواً.
أ.د. محمد بن صالح الربدي	عضواً.
د. محمود بن إبراهيم الدوعان	عضواً.
د. مفرح بن ضايم القرادى	عضواً.

الهيئة الاستشارية

ا. د. رمزي بن أحمد الزهراني	جامعة أم القرى
أ. د. عبدالله بن يوسف الغنيم	جامعة الكويت
أ.د. محمد شوقي بن إبراهيم مكي	جامعة الملك سعود
أ.د محمد بن عبدالله الصالح	جامعة الملك سعود
أ.د. محمد بن مفرح القحطاني	جامعة الملك خالد

المراسلات

ص ب ٢٤٥٦ الرياض ١١٤٥١

هاتف: ٤٦٧٨٧٩٨ فاكس: ٤٦٧٧٧٣٢

بريد إليكترونى: sgs@ksu.edu.sa

تعبر البحوث والدراسات التي تنشر في بحوث جغرافية عن آراء كاتبيها، ولا تعبر بالضرورة عن وجهة نظر هيئة التحرير أو الجمعية الجغرافية السعودية .

بسم الله الرحمن الرحيم

بحـوث جغرافيـة

سلسلة محكمة دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية

129

أخطار التجوية الملحية على مباني التراث العمراني بمحافظة الأحساء
دراسة جغرافية

د. أماني حسين محمد حسن

جامعة الملك سعود الرياض المملكة العربية السعودية

1442هـ / 2020م

ISSN 1018-1423
Key title =Buhut Gugrafiyya

مجلس إدارة الجمعية الجغرافية السعودية

د. علي بن عبد الله الدوسري	رئيس مجلس الإدارة.
د. محمد بن عبد الحميد مشخص	نائب رئيس مجلس الإدارة.
د. ملهي بن علي الغزواني	أمين المجلس.
د. فهد بن عبد العزيز المطلق	أمين المال.
د. تغريد بنت حمدي الجهني	رئيسة وحدة إدارة الأخطار والكوارث.
د. أسماء بنت عبدالعزيز أبا الخيل	عضو مجلس الإدارة.
أ. محمد بن أحمد الراشد	عضو مجلس الإدارة.
أ. سلطان بن عياد الحربي	مقرر وحدة النشر الإلكتروني للرسائل العلمية.
أ. منى بنت صالح العدل	مسؤولة النشرة الجغرافية.

ح **الجمعية الجغرافية السعودية،١٤٤١هـ**

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

حسن، أماني حسين محمد

أخطار التجوية الملحية على مباني التراث العمراني بمحافظة الأحساء -دراسة جغرافية. / أماني حسين محمد حسن. – الرياض، ١٤٤١هـ

٨٠ص ؛ ٢٤ سم. - (سلسلة بحوث جغرافية ؛ ١٢٩)

ردمك : ٨ -٩ -٩١٢٨٢- ٦٠٣- ٩٧٨-

١ -العمارة -الاحساء (السعودية) ٢ - الاحساء (السعودية) -

آثار أ. العنوان ب. السلسلة

ديوي ٧٢٩.٠٩٥٣١٣٣ ١٤٤١/١١١٤٥

رقم الإيداع : ١٤٤١/١١١٤٥

ردمك : ٨ -٩ -٩١٢٨٢- ٦٠٣- ٩٧٨-

شكر وتقدير

نتقدم بجزيل الشكر للجمعية الجغرافية السعودية على دعم نشر بحثي ضمن سلسلة بحوث جغرافية.

د. أماني حسين محمد حسن

قواعد النشر في سلسلة بحوث جغرافية

١- يراعى في البحوث التي تتولى سلسلة بحوث جغرافية، نشرها ، الأصالة العلمية وصحة الإخراج العلمي وسلامة اللغة .

٢- يشترط في البحث المقدم للسلسلة ألا يكون قد سبق نشره من قبل.

٣- ترسل البحوث باسم رئيس هيئة التحرير.

٤- يقدم البحث على (على CD) مطبوع بنظام MS WORD بيئات النوافذ (Windows)، ويترك فراع ونصف بين كل سطر وآخر بخط AL-Hotham للمتن وبالخط Monotype Koufi للعناوين، وبنط ١٦ أبيض للمتن وبنط ١٢ أبيض للهوامش (بنط أسود للآيات القرآنية والأحاديث الشريفة)، ويرفق معه ثلاث نسخ مطبوعة على ورق بحجم A4 ، مع مراعاة أن يكون الحد الأعلى للبحث [٧٥]صفحة، والحد الأدنى [١٥] صفحة.

٥- يرسل أصل البحث وملخص في حدود (٢٥٠) كلمة بالغتين العربية والإنجليزية.

٦- يراعى أن تقدم الأشكال في هيئة رقمية تقرأ وتعرض بالحاسب الآلي، على برنامج Adobe Photoshop أو على هيئة ESO أو تنسيق TIFF على أن تكون أقل درجة وضوح للصور ٣٠٠ نقطة، ومقاس ١٢٠×١٨٠ ملم، وتكون الأشكال الملونة على صيغة RGB. وتقدم الاشكال بالأبيض والأسود على وضعية التنسيق الرمادي.

٧ -ترسل البحوث الصالحة للنشر والمختارة من قبل هيئة التحرير إلى محكمين اثنين -على الأقل - في مجال التخصص من داخل أو خارج المملكة قبل نشرها في السلسلة.

٨ -تقوم هيئة تحرير السلسلة بإبلاغ أصحاب البحوث بتاريخ تسلم بحوثهم. وكذلك إبلاغهم بالقرار النهائي المتعلق بقبول البحث للنشر من عدمه مع إعادة البحوث غير المقبولة إلى أصحابها.

٩ -يمنح كل باحث أو الباحث الرئيسي لمجموعة الباحثين المشتركين في البحث خمساً وعشرين نسخة من البحث المنشور .

١٠ -تطبق قواعد الإشارة إلى المصادر باستخدام نظام (اسم / تاريخ)، ويقتضي هذا النظام الإشارة إلى مصدر المعلومة في المتن بين قوسين باسم المؤلف متبوعاً بالتاريخ ورقم الصفحة. وإذا

تكرر المؤلف في مرجعين مختلفين ولكن لهما التاريخ نفسه يميز أحدهما بإضافة حرف إلى سنة المرجع. أما في قائمة المراجع فيستوجب ذلك ترتيبها هجائياً حسب نوعية المصدر كالتالي :

أ - الكتـــــب : يذكر اسم العائلة للمؤلف (المؤلف الأول إذا كان للمرجع أكثر من مؤلف واحد) متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الكتاب، فرقم الطبعة —إن وجد - ثم الناشر، وأخيراً مدينة النشر. ويفصل بين كل معلومة وأخرى فاصلة مقلوبة.

ب - الدوريـــــات : يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان المقالة، ثم عنوان الدورية، ثم رقم المجلد، ثم رقم العدد، ثم أرقام صفحات المقال، (ص ص ٥ -١٥).

ج - الكتب المحـررة : يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الفصل، ثم يكتب (في in) تحتها خط، ثم اسم عائلة المحرر متبوعاً بالأسماء الأولى، وكذلك بالنسبة للمحررين المشاركين، ثم (محرر .ed أو محررين .eds) ثم عنوان الكتاب، ثم رقم المجلد، فرقم الطبعة، وأخيراً الناشر، فمدينة النشر .

د - الرسائل غير المنشورة : يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة الحصول على الدرجة بين قوسين، ثم عنوان الرسالة، ثم يحدد نوع الرسالة (ماجستير/دكتوراه)، ثم اسم الجامعة والمدينة التي تقع فيها.

١١ -تستخدم الهوامش فقط عند الضرورة القصوى وتخصص للملاحظات والتطبيقات ذات القيمة في توضيح النص.

تعريف بالباحثة : د. أماني حسين محمد حسن، قسم الدراسات الاجتماعية، كلية الآداب، جامعة الملك فيصل، المملكة العربية السعودية، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة أسيوط، جمهورية مصر العربية.

الملخص

تعد التجوية الملحية من الأخطار الجيومورفولوجية التي تواجه مباني التراث العمراني بمحافظة الأحساء، ولذا يهدف البحث إلى دراسة العوامل المؤثرة في التجوية الملحية بتلك المباني، وتحليل خصائص مواد البناء المستخدمة فيها، ورصد مظاهر التلف الناشئ عن أخطار التجوية الملحية على مباني التراث العمراني بالمنطقة.

واتبع في الدراسة عدة مناهج علمية منها: المنهج الأصولي لدراسة العوامل المسببة لحدوث التجوية الملحية، والمنهج الاستقرائي في العمل الميداني، والمنهج التحليلي الكمي في دراسة خصائص مواد البناء بالمباني التراثية، كما أُستخدم منهج النظم الجيومورفولوجية القائم على رصد: المدخلات والعمليات والمخرجات، ومنها الظروف المناخية والمياه الجوفية والتركيب المعدني وغيره وأثرها في عمليات التجوية الملحية بالمباني التراثية. كما استخدم عدة أساليب منها: الأسلوب الاستقرائي وأسلوب الفحص الميداني، والأسلوب الكمي في تحليل البيانات المناخية والمعملية، والأسلوب الكارتوجرافي في تحويل البيانات الجغرافية إلى مجموعة من الخرائط والأشكال.

وتوصلتُ الدراسة إلى عدة نتائج أهمها: تنوع مصادر الأملاح بمنطقة الدراسة، منها ما هو داخلي مثل الأملاح كمكون طبيعي لمواد البناء، ومنها ما هو خارجي مثل مصادر الرطوبة المختلفة، علاوة على ذلك الترميم الخاطئ للمباني. هذا ويتباين تأثير مباني التراث العمراني في الأحساء بالتجوية الملحية؛ حيث يظهر أخطار تلك التجوية على المباني بدءاً بالنشع المائي ثم التزهر، كما أن الأنتقال بين المرحلتين أدى إلى أنهيار التماسك بين مكونات الحجر، وبالتالي ظهور التشقق والتقشر.

وتوصي الدراسة بضرورة استخدام الإسمنت المقاوم للأملاح في الأجزاء الأرضية من المنشآت المعرضة بشكل دائم للرطوبة والأملاح، مع التركيز على استخدام المواد العازلة للرطوبة والحرارة والتي لا تتأثر بالظروف المناخية المختلفة وتناسب أجزاء المنشأة.

الكلمات المفتاحية: الأخطار – التجوية الملحية – التراث العمراني – الأحساء - السعودية.

المقدمة:

التجوية الملحية نوع من التجوية الكيميائية والفيزيائية معاً، حيث تتضمن التجوية الملحية في الواقع عمليات كيميائية، ولكن دورها في تفكك الصخر يعد بداية لعمليات فيزيائية أو ميكانيكية (محسوب، ٢٠٠٢، ص٢٩٢)؛ حيث يتمثل خطر التجوية الملحية على مباني التراث العمراني في شقين: الأول كيميائي ويؤدي إلى تحول المكونات المعدنية الأصلية للجدران إلى معادن ذات خصائص كيميائية جديدة مختلفة في تركيبها وشكلها البلوري في عملية كيميائية معقدة تعرف بالتحلل الكيميائي. والثاني فيزيائي ميكانيكي ويؤدي إلى ما يعرف بعملية التزهر سواء على الأسطح الخارجية أو بين المسام وداخلها فيما يعرف بالتزهر الخفي، وبنمو بلورات الأملاح تحدث إجهادات على حدود الفواصل الخارجية وعلى حبيبات الصخر، مما يؤدي إلى تفكك حبيبي (عبد التواب،٢٠٠٣، ص ٢٠).

وأكثر أنواع الأملاح شيوعاً هي: الكلوريدات والكبريتات والنيترات والكربونات، ومن الأملاح ما هو قابل للذوبان في الماء أو ما هو غير القابل أو متوسط الذوبانية، كما أن لكثير منها خاصية هيجروسكوبية (القدرة على امتصاص الماء من الوسط المحيط)، هذا وطبيعة الأملاح تمكنها من الاحتفاظ بالماء، كما تؤدي هذه الخاصية في كثير من الأحيان إلى أن يأخذ الملح أشكالاً مائية مختلفة مثل: المحلول المائي، والملح المتميئ، والملح قابل للتميؤ، والملح اللامائي، مع قابلية التغير بين الصور المائية واللامائية (الحمصاني، ٢٠٠٧، ص ٩٦).

ولذا تعد التجوية الملحية من أهم وأخطر المشكلات التي تواجه التراث العمراني بمحافظة الأحساء، والتي تتوزع في مناطق متعددة؛ حيث تعد الأملاح من أهم عوامل تلف مكونات مواد البناء خاصة في ظل الظروف البيئية المتغيرة من رطوبة وجفاف وما يتبعها من تبلور وإعادة تبلور، بالإضافة إلى أن هجرتها وأنتقالها من مكان لآخر تؤدي إلى التأثير على متأنة وقوة الربط بين مادة البناء.

وقد أوضح أرنولد (Arnold,1987,p.17) أن التأثير المدمر لميكانيكية التجوية الملحية يتم من خلال أربع عمليات أساسية هي: الضغط الناشئ عن عملية التبلور لهذه الأملاح، والضغط الناشئ عن عملية التميؤ لبعض أنواع الأملاح، والضغط الناشئ عن عملية التمدد الحراري للأملاح، وفي الأخير التأثير الكيميائي للأملاح (عملية الإذابة).

أهداف الدراسة: تهدف الدراسة إلى ما يلي:

١ - دراسة العوامل المؤثرة في التجوية الملحية في مباني التراث العمراني في محافظة الأحساء.

٢ - رصد خصائص مواد البناء المستخدمة في مباني التراث العمراني في المحافظة.

٣ - تحليل أخطار التجوية الملحية في مباني التراث العمراني في المحافظة.

الدراسات السابقة:

تعددت الدراسات غير الجغرافية التي تناولت موضوع التجوية الملحية وأخطارها على مباني التراث العمراني، وتندر كثيراً الدراسات الجغرافية في

دراسة هذا الموضوع، في حين تناولت دراسات جغرافية الأحساء بصفة عامة، وأخرى غير جغرافية تناولت مباني التراث العمراني في الأحساء بصفة خاصة بغاية المحافظة عليها وتجديدها، ومن أهم تلك الدراسات:

ما قام به كوك وبرنسدين ودورنكامب وجونـــز (١٩٩٤)؛ حيث درس الأبعاد الجيومورفولوجية لتنمية الأراضي في الصحراء مع التركيز على المملكة العربية السعودية، ومن نتائجها أن تقوم الدراسات الهندسية والتخطيطية بمراعاة النظام الطبيعي، وسوف يسهم التصنيف الجيومورفولوجي للأرض على تجنب الأخطار.

كما درس حميده (٢٠٠٣)، التقييم العلمي لميكانيكية التجوية الملحية، وأهم مصادرها في بعض البيئات الأثرية المصرية وأخطارها على الأحجار الجيرية والرملية المستخدمة في المنشآت الأثرية، ومن أهم نتائجها أن أخطار التجوية الملحية في الأثار المصرية تمثلت في التقشر والفجوات وتساقط المحارة.

وتطرق المغنم (٢٠٠٦)، إلى دراسة جواثا ومسجدها: دراسة توثيقية حضارية أثرية، وقد تناولت دراسته بالتفصيل مسجد جواثا ومن نتائجها تحديد المكان والمنشأ والتكوين والأهمية الأثرية للمسجد.

وفي دراسة الحمصاني (٢٠٠٧)، حول مشكلة الأملاح وعلاجها في الصور والنقوش الجدارية بمنطقة سقارة تطبيقياً على إحدى المقابر المختارة في عصر الدولة القديمة، وأوضحت الدراسة أن أخطار الأملاح بمنطقة آثار سقارة تتمثل في التزهر والتلف بجدران المباني.

كما درس عبد اللطيف (٢٠١١)، المدارس الشرعية والمساجد الأثرية في الأحساء، وأهم نتائجها دراسة المدارس والمساجد الأثرية في الأحساء من حيث التكوين والنشأة والتاريخ.

من العرض السابق يتضح أن بعض هذه الدراسات تتشابه مع الدراسة الحالية في تناول أخطار التجوية على المباني التراثية من حيث التوزيع والتكوين والأخطار الناجمة عن الأملاح ومظاهرها في تزهر وتلف المباني أحيأناً، وتصدعها وأنهيارها في أحياناً أخرى، والبعض الآخر يختلف من حيث اقتصاره في الدراسة على توضيح نشأة وتاريخ المناطق التراثية فقط.

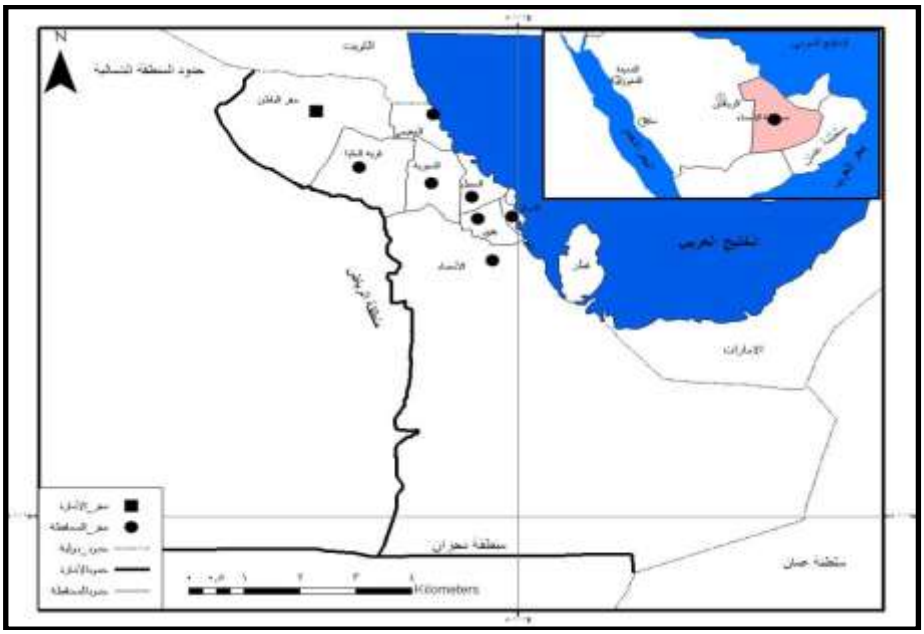
منطقة الدراسة:

تقع محافظة الأحساء في الجزء الشرقي من المملكة العربية السعودية فيما بين محافظات بقيق والنعيرية والعليا شمالاً، والخليج العربي وخليج سلوى ودولتي الإمارات وقطر شرقاً، ودولة عمان ونجران جنوباً، وصحراء الدهناء ومدينة الرياض غرباً، وتمتد بين دائرتي عرض ٢٣َ ٠٠ً ١٩ْ و٥١َ ٤٤ً ٢٦ْ شمالاً، وبين خطي طول ٣١٤٤ً ٤٧ْ و١٢َ ٤٢ً ٥٥ْ شرقاً (شكل١)، بمساحة تبلغ ٥٣٠ ألف كم٢ تقريباً؛ حيث تمثل ٦٨٪ من مساحة المنطقة الشرقية و٢٤٪ من مساحة المملكة.

منهج الدراسة:

اعتمدت الدراسة على عدة مناهج منها: المنهج الأصولي لدراسة العوامل المسببة لحدوث التجوية الملحية، والمنهج التحليلي الكمي في دراسة خصائص مواد البناء بالمباني التراثية، وكذلك في البحث عن أسباب مظاهر التلف

بالمباني التراثية من حيث تباينها وتغيرها، كما اُستخدم منهج النظم الجيومورفولوجية القائم على رصد: المدخلات والعمليات والمخرجات، ومنها الظروف المناخية والمياه الجوفية والتركيب المعدني وغيره وأثرها في عمليات التجوية الملحية بالمباني التراثية، الأمر الذي ترتب عليه مخرجات عدة، ومنها حدوث تشقق وتقشر بالمباني التراثية بالمنطقة، كما استخدم الأسلوب الاستقرائي وأسلوب الفحص الميداني، والأسلوب الكمي في تحليل البيانات المناخية والمعملية اعتماداً على برنامج Excel، بالإضافة إلى استخدام الأسلوب الكارتوجرافي في تحويل البيانات الجغرافية إلى مجموعة من الخرائط والأشكال.



شكل (١): موقع منطقة الدراسة

المصادر: (١) إدارة المساحة الجوية، وزارة البترول والثروة المعدنية، عام١٩٨٠م.

(٢) وزارة الشئون البلدية والقروية، بلدية الأحساء، عام ٢٠١٢.

مصادر بيانات الدراسة:

اعتمدت الباحثة على الدراسة الميدانية في أخذ عينات من الحجر الجيري في الحوائط الداخلية والخارجية القديمة والحديثة – بمباني قصر إبراهيم والمدرسة الأميرية وقلعة بنت قنيص وقلعة الوزية وبيت البيعة والرصيف البحري ومسجد جواثا ومسجد الجعلانية - وذلك بمساعدة المسئولين في الهيئة العامة للسياحة والتراث الوطني وباستخدام بعض الأدوات اليدوية منها: الجاروف صغير الحجم، ومن ثَم وضعها في أكياس بلاستيكية ونقلها للمختبرات في كليتي الزراعة والعلوم - جامعة أسيوط للفحص من حيث قوة الضغط وقوة الشد وإجراء اختبارات كيميائية وفيزيائية لمعرفة نسب المكونات من المعادن، كما تم عمل التحليل المعملي لمعرفة مصادر الملوحة ومظاهر التلف والتدهور في مباني التراث العمراني.

كذلك تم خلال الفترة نفسها دراسة مناسيب المياه الجوفية تحت السطحية بمنطقة البحث، وذلك بالأستعانة ببيانات هيئة الري والصرف وعن طريق عمل مجسات للتربة عن طريق حُفر الاختبارات المكشوفة باستخدام المثقاب وهو آلة مصنوعة من الفولاذ ولها حافة حادة قادرة على حفر التربة، والحفر بالطرق بجهاز حفر متنقل يقوم بكسر بنية التربة عبر الطرق المتكرر على سكين أو إسفين للحفر، والحفر الدوراني. ويتم الحفر بواسطة لقمة دوارة تبقى في تلامس قوي مع قاع الحفر، وقد تم ذلك في منطقة قصر خزام ومحيرس ومسجد جواثا والجعلانية وقلعة بنت قنيص والوزية والرصيف البحري والخان ومجلس الإمارة ومسجد العقير. كما تم استخدام مسجلات يدوية لمنسوب المياه الجوفية والتي

تعطي إشارة سمعية وبصرية عندما يتم غمر مجسها في المياه، بالإضافة إلى قياس مستويات الرطوبة والرشح في المباني، ودراسة أخطار وأشكال التدهور المختلفة في مواد البناء الناجمة عن التجوية الملحية.

أساليب تحليل بيانات الدراسة:

استعنتُ بمختبرات كليتي العلوم والزراعة – جامعة أسيوط لفحص العينات بواسطة أجهزة التحليل لتحديد مظاهر أخطار التجوية في مباني التراث العمراني وعوامل وجودها المختلفة، كما تم الأستعانة بأحد أعضاء هيئة التدريس في قسم الفيزياء توضيح وتحليل النتائج، ومنها ما يلي:

-الميكروسكوب المستقطب: يستخدم في التعرف على التركيب المعدني للعينة ونسيجها، وكذلك في فحص أي عمليات تلف مبدئية، كذلك الكشف عن التلف الميكانيكي الذي يمكن أن يحدث داخل حبيبات المعادن للعينة نتيجة زيادة الضغط المؤثر عليها والتعرف على وجود الأملاح.

-الميكروسكوب الألكتروني الماسح: يستخدم في تشخيص نواتج ومظاهر التلف داخل مواد البناء، كما يستخدم في دراسة عمليات التلف الميكروبيولوجي الذي يحدث للأحجار الكربونية، بالإضافة إلى دراسة طبقة إكسالات الكالسيوم التي تتكون على أسطح الأحجار الجيرية داخل المباني.

-حيود الأشعة السينية: وهي طريقة تعطي مباشرة اسم المركبات أو المعادن وذلك لأنها تتعامل مع البناء البلوري للمادة، كما يمكن بواسطتها تحديد كمية المركبات داخل العينة، كما تستخدم في التعرف على معظم المعادن السليكات

ومظاهر التلف وعوامله، بالإضافة إلى التعرف على درجة مقاومة الأثر لعمليات التجوية المختلفة (مصطفى، ٢٠٠٩، ص ص ١٦٥ - ١٦٦).

-التحليل البتروفيزيائي: ويشمل المسامية فقط ودرجة امتصاص المياه وقدرة تحمل الصخر للضغوط.

-التحليل الهيدروكيميائي: منها: تحليل نسبة الأملاح الذائبة، والكاتيونات، والأنيونات.

التحليل والنتائج:

أولاً: العوامل المؤثرة في التجوية الملحية بمباني التراث العمراني:

تتعدد العوامل التي تؤثر في حدوث التجوية الملحية بمنطقة الدراسة؛ حيث تتمثل أساساً في كلا من المناخ بعناصره المختلفة، والمياه الأرضية، والتفاعلات الفيزيوكيميائية بين عناصر التلوث الجوي والمطر ومواد البناء، ومواد الترميم الخاطئ، والخصائص الكيميائية والفيزيائية لمواد البناء، والتفاعلات الداخلية للأملاح داخل حوائط منشآت التراث العمراني، وغيرها من العوامل المتعددة والمتشابكة لدرجة يصعب معها تحديد عامل واحد يكون مسئولاً عن نشاط التجوية الملحية. وفيما يلي دراسة وتحليل أهم تلك العوامل:

(أ) الظروف المناخية:

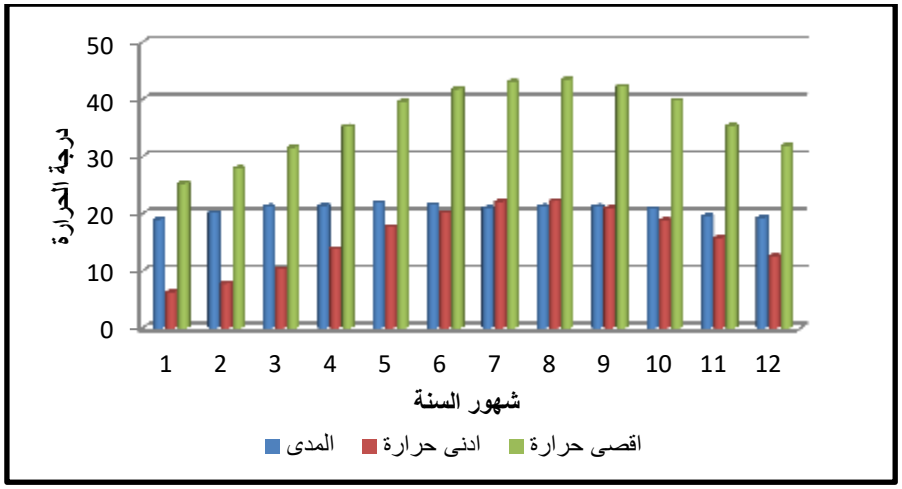
تسهم الظروف المناخية باعتبارها أحد العوامل الطبيعية المهمة في تفعيل دور التجوية الملحية، وتتمثل في درجة حرارة الهواء والتبخر والرياح والمطر والرطوبة، وفيما يلي عرض وتحليل لتلك العناصر:

١ - درجة حرارة الهواء:

تعد درجة الحرارة من أهم العوامل المؤثرة على التجوية الملحية؛ حيث تعد التغيرات المستمرة في قيم الحرارة يومياً وموسمياً وسنوياً من أسباب تلف مواد البناء المختلفة؛ حيث يؤدي تغيرها المستمر إلى فقدان حالة التوازن التي كانت قائمة بين الأثر والجو المحيط، من حيث الثبات في عناصر مواد البناء مما يترتب عنه أضرار كيميائية وفيزيائية نتيجة لتبلور وإعادة تبلور الأملاح، ويوضح (الشكل ٢) المعدلات الشهرية والفصلية لدرجات حرارة الهواء بمنطقة الدراسة، ويتبين من تحليلها الآتي:

- يبلغ المعدل السنوي لدرجة الحرارة ٢٥.٥مْ، ويعد شهر أغسطس أكثر شهور العام ارتفاعاً في درجات الحرارة إذ يبلغ معدله ٣٢.٦مْ، في حين يعد شهر يناير أكثر الشهور انخفاضا في درجة الحرارة؛ حيث يبلغ معدله ١٤.٩مْ، هذا وسجلت أقصى درجة حرارة للهواء ٥٢.٨مْ في عام ٢٠١٠م.
- بلغ المعدل الفصلي لدرجات الحرارة أقصى قيمة له في فصل الصيف ٤٣مْ، بينما بلغ أدنى قيمة له في فصل الشتاء بمعدل ١٧.٨مْ.

ولا شك أن هذا التغير في درجات الحرارة بمنطقة الدراسة يؤثر تأثيراً مباشراً في نشاط الأملاح بمباني التراث العمراني، فالارتفاع الكبير في درجات الحرارة في فصل الصيف يؤدي إلى سرعة تبخر المحاليل الملحية داخل الجدران؛ حيث تتحرك داخل مسام المبنى في اتجاه مخارج تلك المسام، فتتبخر السوائل وتتبلور الأملاح تدريجياً إما على السطح أو داخل الجدران، مما يؤدي إلى حدوث ضغوط موضعية تتسبب في تلف وتفتت السطوح.



شكل (٢): معدلات درجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحراري بمنطقة الدراسة

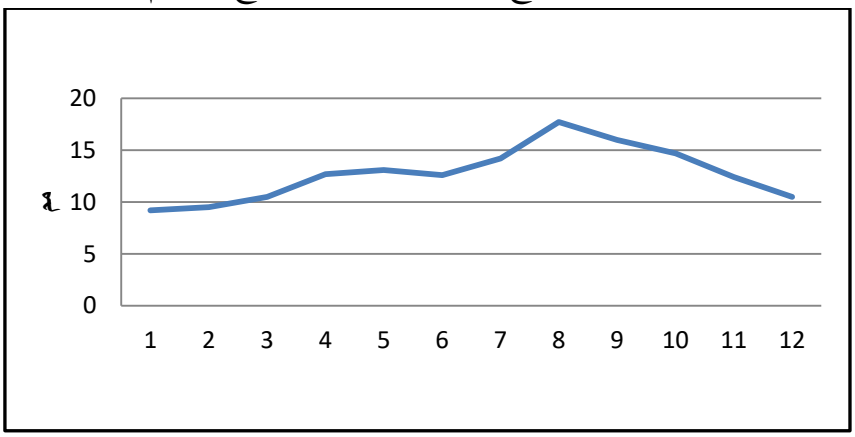
المصدر: الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، خلال الفترة ١٩٨٥ -٢٠١٥م.

٢ - التبخر:

تهدف دراسة عنصر التبخر إلى الوصول إلى للتقدير النهائي للقيمة الفعلية للمطر والتي تعتمد بشكل أساسي على كمية التبخر، كما أن ارتفاع معدلات التبخر تساعد على زيادة نسبة الملوحة سواء بالتربة أو المباني، فارتفاع درجات الحرارة وزيادة معدلات الجفاف مع ارتفاع منسوب الماء الجوفي عن طريق الخاصية الشعرية يؤدئ إلى تكوين بلورات ملحية سواء على السطح أو داخل الحوائط.

ويتضح من الشكل (٣) أن فصل الصيف أكثر الفصول ارتفاعاً في معدلات التبخر، حيث تبلغ ١٤.٨مم، ويعد شهر أغسطس أكثر الشهور ارتفاعاً؛ حيث يبلغ معدله ١٧.٧مم، ويعزى ذلك إلى جفاف الهواء وارتفاع

درجة الحرارة هذا إلى جانب خلو السطح من النبات الطبيعي، ومع حلول فصل الشتاء تهبط معدلات التبخر لتبلغ أدنى معدل؛ حيث يبلغ ٩.٧مم.



شكل (٣): معدلات التبخر الشهرية بمنطقة الدراسة

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، خلال الفترة ١٩٨٥ -٢٠١٥م.

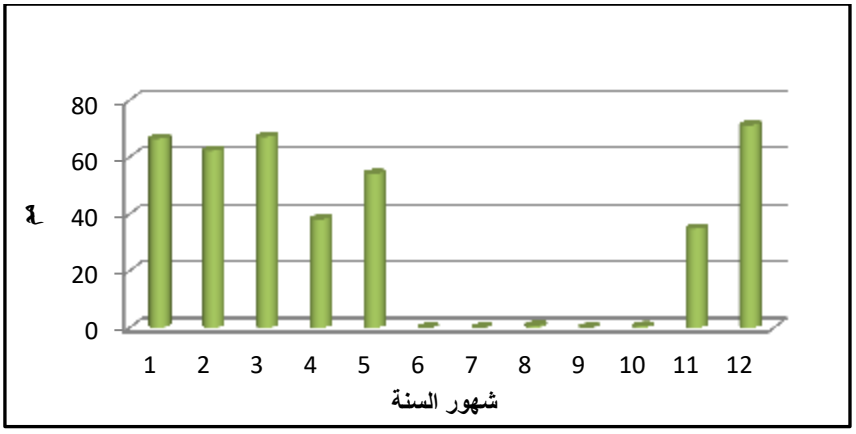
وبناءً على ما سبق يمكن القول بأن عملية التجوية الملحية بمنطقة الدراسة تشتد أخطارها وفاعليتها في فصل الصيف؛ حيث يقترن ارتفاع درجة الحرارة بارتفاع التبخر، وبالتالي فأن ارتفاع درجة الحرارة خلال ساعات النهار، وبخاصة في فصل الصيف يؤدي إلى ارتفاع محاليل الملح نحو السطح بفعل الخاصية الشعرية فتتعرض للتبخر عند السطح أو بالقرب منه مرسبة ما بها من أملاح، وباستمرار هذه العملية تنمو البللورات الملحية مسببة اجهادات كبيرة على الحبات التي تلامسها مما يؤدي إلى تفكك الصخر، كما هو الحال في مبني الخان والميناء بالعقير، وقصر إبراهيم، ومسجد جواثا.

٣ - المطر:

يعد المطر الذي يسقط على أسطح مباني التراث العمراني أحد مصادر الرطوبة داخل مواد البناء، وهي تتغلغل وتتسرب داخلها خلال الشقوق والمسام مما يؤدي إلى ارتفاع المحتوى المائي لمواد البناء، وعملية تغلغل مياه المطر داخل مواد البناء تعمل على إذابة الأملاح بها بعد أنتهاء التساقط وجفاف الحائط الذي يتوقف على درجة الحرارة وسرعة الرياح والمدة الزمنية بين كل تساقط وآخر؛ مما يؤدي إلى هجرة المحلول الملحي وتبلور الأملاح على سطح الحائط (عبد الله، ٢٠٠٠، ص ص ١٨٥ - ١٨٦).

وتصبح مياه المطر أكثر خطورة بتفاعل مكوناتها مع مواد البناء إذا كانت مياه المطر حامضية، فنتيجة وجود ثاني أكسيد الكربون Co_2 كمكون طبيعي في الجو، فأن حمض الكربونيك يذاب في مياه المطر التي تتحول إلى محلول حمض الكربونيك، والذي يحول مادة كربونات الكالسيوم $CaCo_3$ سواء كانت موجودة في مونة الجير، أو كشوائب في مونة الجبس أو مواد البناء المختلطة إلى مادة بيكربونات الكالسيوم $Ca(Hco_3)^2$ القابلة للذوبان في الماء التي يتم نزحها بواسطة المياه، مما يؤدي إلى مزيد من عمليات التفكك والضعف لمواد البناء.

يتصف نظام المطر في محافظة الأحساء بالنمط الصحراوي، وصغر متوسطاته السنوية، والتباين الشديد في كمياته من سنة إلى أخرى وسقوطه بصورة مفاجئة ومركزة. وتبين من تحليل الشكل (٤) الذي يوضح المتوسطات الشهرية والفصلية لكميات الأمطار بمنطقة الدراسة ما يلي:



شكل (٤): متوسطات كمية المطر الشهرية بمنطقة الدراسة

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، خلال الفترة ١٩٨٥ -٢٠١٥م.

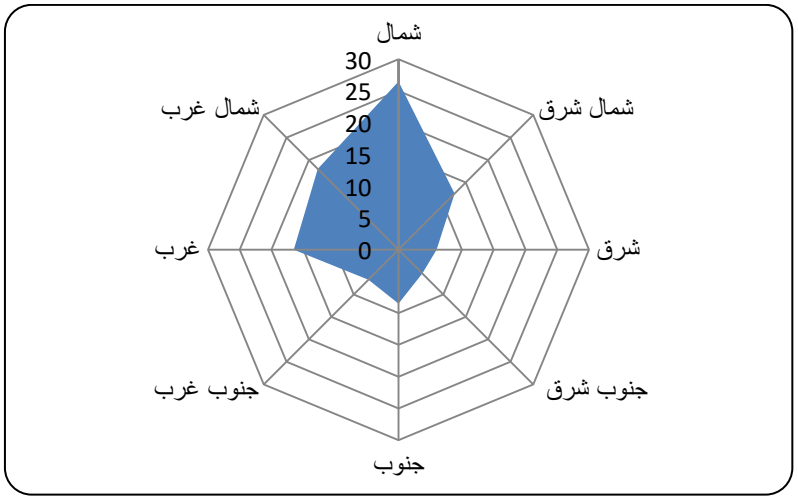
- يمتد موسم سقوط المطر في منطقة الدراسة خلال ثلاثة فصول في السنة هي: الخريف والشتاء والربيع، بمتوسط سنوي يبلغ ٣٢.٩ ملم.
- تسقط أكبر كمية مطر فصلية على منطقة الدراسة في الشتاء بمتوسط ٦٦.٦ ملم، يليه الربيع بمتوسط ٥٣.١ ملم، ثم الخريف بمتوسط ١١.٨ملم، ويكاد ينعدم المطر في فصل الصيف؛ حيث لم تتعد كمية المطر الساقطة ٠.٢ ملم، ويرجع ذلك إلى كثرة مرور المنخفضات الجوية في فصل الشتاء عن باقي الفصول.
- تسقط أحيانا كميات فجائية من المطر تفوق قدرة التربة على التبخر والتسرب؛ مما يؤدي إلى حدوث السيول، كما حدث عام ١٩٩٢م، وبالتالي يظهر أخطارها على المباني.

وعلى الرغم من أنخفاض كمية المطر الساقطة على منطقة الدراسة، وعدم أنتظام سقوطها غالباً إلا أن تركز التساقط في فصل الشتاء، وهو فصل

أنخفاض درجة الحرارة قد يزيد من فاعلية الكميات القليلة؛ حيث تحتفظ الأحجار بالماء لفترة أطول، مما يزيد من نشاط عملية الإذابة بالإضافة إلى احتواء المطر على العديد من أيونات الأملاح التي تتلف الأحجار.

٤ - الرياح:

يلاحظ من الشكل (٥) أن الرياح الشمالية هي الرياح السائدة على محافظة الأحساء، هذا وتقدر معدل سرعة هبوبها سنوياً ١٦.٢كم/الساعة، بينما يبلغ متوسط سرعة الرياح الشمالية الغربية ١٤.٤كم/الساعة، أما اتجاهات الرياح الجنوبية فأن تأثير كل منها يكاد يكون منعدماً، هذا وتتراوح أقصى سرعة للرياح بين١٤٤كم/الساعة للرياح الشمالية و٧٥.٦كم/الساعة للرياح الشمالية الغربية.



شكل (٥): المتوسط السنوي لاتجاهات الرياح وسرعتها بمنطقة الدراسة

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، خلال الفترة ١٩٨٥ -٢٠١٥م.

وبوجه عام يمكن القول أن تأثير الرياح يقتصر على دورها كعامل نحت، فتؤدي إلى إحداث وتعميق بعض الثقوب والحفر في الصخور اللينة بمباني التراث العمراني بمنطقة الدراسة، وظهر ذلك في جدران قصر محيرس ومسجد جواثا (صورة ١). هذا إلى جانب أنها تقوم بنقل ذرات الأملاح سواء من مياه الخليج العربي أو السبخات الملحية القريبة من إحدى مباني التراث العمراني متمثلة في ميناء العقير وما به من مباني الرصيف البحري والخان ومسجد العقير ومجلس الإمارة وإعادة توزيعها على واجهات وحوائط مباني، وبالتالي تسهم في تفعيل دور التجوية الملحية.

صورة (١): الثقوب والحفر في الجدران الخارجية بمسجد جواثا نتيجة فعل الرياح.

المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية، ٢٠١٨.

وحيث أن رذاذ البحر يتميز باحتوائه على نسبة عالية من أملاح الكلوريدات والكبريتات وغيرها من الأملاح والمواد الضارة، ونظراً لأن مباني التراث العمراني قد شيدت من مواد بناء عالية المسامية لها القدرة على امتصاص

أكبر قدر من الرطوبة الجوية أو الأرضية، فأن هذه الرذاذ المالح ينفذ بسهولة ويسر إلى داخل مكونات مواد البناء وطبقاتها المختلفة، فيحدث بها أضرار فيزيوكيميائية خاصة عندما تتبللور الأملاح الذائبة فيه بأحجام بللورية مختلفة داخل مواد البناء؛ حيث يؤدي إلى نشأة ضغوط داخلية يكون من شأنها أنتشار التشققات في هذه المواد الأنشائية (عبد الهادي، ١٩٩٥، ص١٥).

٥ - الرطوبة النسبية:

تعد الرطوبة النسبية عنصراً فعالاً ومؤثراً في نشاط العمليات الطبيعية وبخاصة التجوية الملحية، حيث تعتبر من أقوى العوامل في نشاط الأملاح، مما تتميز به من قدرة على الاحتفاظ بالحرارة الكامنة وتكوين الظاهرات المائية بالغلاف الجوي، بالإضافة إلى أنها تعطي صورة مباشرة عن إمكانية التبخر، الذي يلعب دوراً رئيسياً في نشاط التجوية الملحية (كامل، ١٩٩٨، ص ٢٣٠). وتعد الرطوبة من أخطر عوامل التلف الفيزيوكيميائية؛ حيث تسهم في معظم عمليات التجوية الكيميائية سواء الأكسدة أو التكربن أو الإذابة أو التحلل المائي، والذي يترتب على وجودها داخل مواد البناء أضرار جسيمة متمثلة في تصدع وأنهيار المباني، وقد تبين من دراسة بيانات الرطوبة النسبية بمنطقة الدراسة ما يلي:

- ارتفاع معدل الرطوبة النسبية في فصل الشتاء والخريف؛ حيث تبلغ ٤٩.٠٪ و٣٦.٧٪ على التوالي، ويليهما فصلا الربيع والصيف، إذ يبلغ ٣٩.١٪ و٣٠.٠٪ على التوالي.

- يبلغ المعدل السنوي ٣٨.٧٪ ؛ ويرجع ذلك إلى ارتفاع درجة حرارة الهواء بمنطقة الدراسة، مما يعني ارتفاع القدرة الاستيعابية للهواء من الرطوبة ؛ حيث تتناسب الرطوبة عكسياً مع متوسطها الحراري.

ويتضح مما سبق أن أكثر فصول السنة انخفاضا في معدلات الرطوبة النسبية هما فصلا الربيع والصيف ؛ ويعزى ذلك إلى الاضطرابات الجوية للرياح المحلية الحارة الجافة والتي بدورها تؤدي إلى أنخفاض الرطوبة، وبالتالي يقل تأثيرها على التجوية الملحية في هذه الفترة.

(ب) المياه الجوفية السطحية :

تتسرب المياه الجوفية السطحية المحتوية على نسب متفاوتة من الأملاح الذائبة من التربة إلى أساسات مباني التراث العمراني عبر المسام والشقوق والشروخ الدقيقة في مواد البناء بواسطة الخاصية الشعرية وقوة الامتصاص، وقوة الأنتشار. وتتفاوت الارتفاعات التي تبلغها المياه اعتماداً على مقدارها وحجم مساحات مواد البناء وتوزيعها واستمراريتها، وكذلك درجات حرارة الهواء والرطوبة الجوية في الوسط المحيط، بالإضافة إلى طبيعية مواد البناء وسمك الجدار الذي تتسرب إليه المياه (عبد الله، ٢٠٠٠، ص ١٨٩). وفيما يلي دراسة مناسيب ونوعية المياه الجوفية السطحية ومدى أخطارها بمباني التراث العمراني في منطقة الدراسة :

١ - مناسيب المياه الجوفية الاسطحية :

تتعرض مباني التراث العمراني في محافظة الأحساء لارتفاع وتذبذب مناسيب المياه الجوفية السطحية، مما يتسبب في عمليات التلف والتقليل من

الخواص الميكانيكية للحجر، ويتمثل الخطر الحقيقي لهذه المياه فيما تحمله من أملاح أو مواد عضوية موجودة في مصادرها أو التربة التي تختزنها. وتبين من تحليل الجدول (١) أن مستوى المياه الجوفية السطحية في المحافظة يتباين من مكان إلى آخر، ويتصف بالتغير حسب فصول التساقط، ويمكن تصنيف منطقة الدراسة طبقا لمناسيب المياه الجوفية السطحية على النحو التالي:

جدول (١): مناسيب المياه الجوفية السطحية بمحافظة الأحساء

الموقع	منسوب المياه الجوفية السطحية (متر)	الموقع	منسوب المياه الجوفية السطحية (متر)
قصر إبراهيم	-٠.٢٨	مسجد جواثا	-٠.٤٩
بيت البيعة	-١.٣	مسجد الجعلانية	-٠.٨٣
المدرسة الأميرية	-٠.٨٢	قصر الوزية	-٠.٧٢
مسجد القبة	-١.١	قلعة بنت قنيص	-٠.٦٥
قصر خزام	-٠.٩٥	مسجد التهيمية الشرقي	-٠.٦٣
مسجد خزام	-١.٠	مسجد التهيمية الجنوبي	-١.١
قصر صاهود	-٠.٨٢	ميناء العقير - الرصيف البحري	-٠.٣٢
مسجد صاهود	-٠.٧٧	ميناء العقير - الخان	-٠.٦٧
قصر محيرس	-١.٣	مجلس الإمارة	-٠.٨٨
مسجد الجبري	-٠.٨٠	مسجد العقير	-١.١
المتوسط العام	(-٠.٢٨)		

المصدر: هيئة الري والصرف، إدارة الري، بيانات غير منشورة، الأحساء، ٢٠١٦م.

- الدراسة الميدانية ٢٠١٨م.

- مناطق مناسيب المياه الجوفية السطحية أقل من متر تحت سطح الأرض: وتنشر في بعض المواقع؛ حيث تمثل ٧٠٪ من إجمالي المواقع، وتشمل قصر إبراهيم، المدرسة الأميرية، قصر خزام، قصر صاهود، مسجد صاهود

والجبـري، مسجد جواثا، مسجد الجعلانية، قصر الوزية، قلعة بنت قنيص، مسجد التهيمية الشرقي، ميناء العقير - الرصيف البحري، ميناء العقير - الخان، مجلس الإمارة.

- مناطق مناسيب المياه الجوفية السطحية أكثر من متر تحت سطح الأرض: وقد ظهرت في باقي المواقع، إذ بلغت ٦ مواقع بنسبة ٣٠٪ من إجمالي عدد المواقع بمنطقة الدراسة.

يتضح مما سبق ارتفاع مناسيب المياه الجوفية السطحية في العديد من المناطق، وبخاصة ميناء العقير ومدينة الهفوف وقرى الكلابية والبطالية والعيون، إذ يبلغ المتوسط العام – ٠.٢٨ متراً تحت سطح الأرض (صورة ٢).

ومما يجدر الإشارة إليه أن خطر التجوية الملحية تتزايد كلما تناقص العمق بالنسبة للماء الباطني والملوحة الزائدة، وهو ما يعرف بالنظام الملحي المائي؛ أي مستوى الماء الباطني، وارتفاع الخاصية الشعرية، وملوحة المياه الجوفية وتركيبها الكيماوي، وتدفق الملح (كوك، ر.يو. وآخرون. ١٩٩٤. ص ص ١٥٠ -١٥٢).

صورة (٢): ارتفاع منسوب المياه الجوفية السطحية بقصر إبراهيم.

المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية، ٢٠١٨.

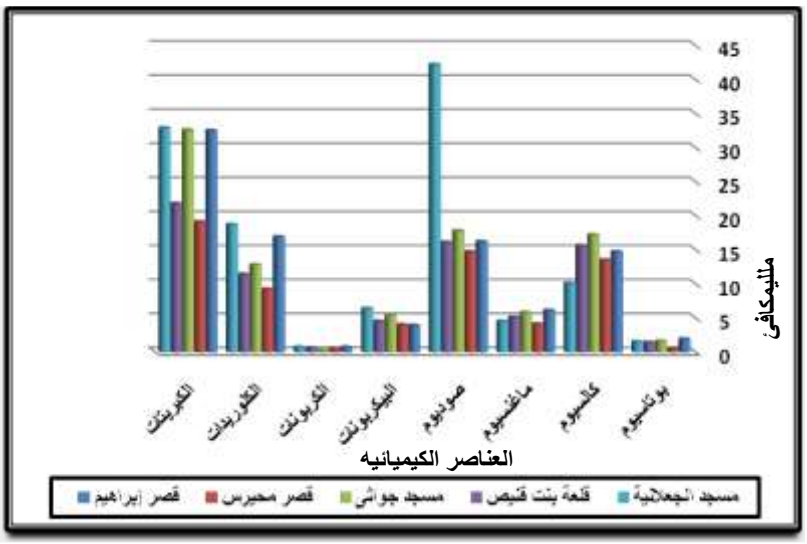
الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية السطحية:

تعد المياه الجوفية السطحية خطراً يهدد مباني التراث العمراني؛ حيث تسهم في تلف وتآكل مواد البناء نتيجة زيادة نسبة الأملاح الذائبة فيها، مما تؤدي النسبة العالية من الملوحة إلى تلف الأحجار ومكوناتها المعدنية تحت تأثير المياه الجوفية السطحية فيما يعرف بالتحطم الكيميائي. ومن أهم الأملاح الصوديوم والبيكربونات والكبريتات إلى جانب معامل الحموضة PH والتوصيل الكهربائي EC (صليب، ٢٠٠٨، ص ١١٤). وتبين من تحليل الشكل (٦) أن درجة تركيز البوتاسيوم تتراوح بين ٠.٥ و١.٩ ملليمكافئ بمنطقة الدراسة، في حين بلغت أعلى درجة تركيز في مسجد جواثا؛ حيث بلغت ١٧.٢ ملليمكافئ؛ ويرجع ذلك إلى زيادة تركيز المركبات التي تحتوي على عنصر الكالسيوم مما يعطي دلالة على تكوين أملاح الكالسيوم، في حين تتراوح تركيز الماغنسيوم بين ٤.١ و٦.١ ملليمكافئ.

أما درجة تركيز الأنيونات فقد لوحظ ارتفاع درجة تركيز الكلوريدات والكبريتات بمنطقة الدراسة؛ حيث تتراوح بين ٩.٢ و١٨.٧ ملليمكافئ، و١٩.١ و٣٢.٩ ملليمكافئ على التوالي، بينما تتراوح درجة تركيز الكربونات والبيكربونات بين ٠.٢ و٠.٧ ملليمكافئ، و٣.٩ و٦.٤ ملليمكافئ على التوالي.

كما أن معامل الحموضة PH يتراوح بين ٦.٦ و٧.٣، كما تتراوح درجة التوصيل الكهربائي EC بين ٣.٢ و٥.٩ بمنطقة الدراسة، ويدل هذا على ارتفاع درجة الملوحة؛ حيث تتراوح بين ١٥٦٠ إلى ١٦٢٥ ملليجرام/لتر في شرق منطقة الدراسة (الطاهر، ١٩٩٩، ص ٥٥)، بينما تبلغ ٦٠٤٥ ملليجرام/لتر في جنوبها

وغربها، في حين تبلغ في مدينتي الهفوف والمبرز إلى ٧٩٤٠ ملليجرام/لتر (الحوباني، ٢٠١١، ص ١٨).



شكل (٦): الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية السطحية في محافظة الأحساء

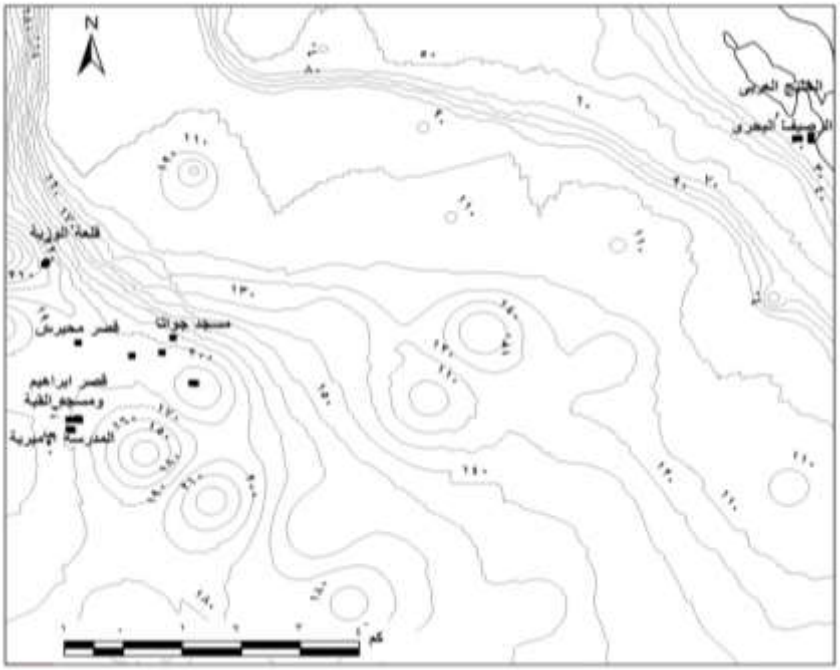
المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على الحميد، ٢٠١٢، ص ٣٨ -٣٩، و٨٤ -٨٥.

والجدير بالذكر أن ارتفاع منسوب المياه الجوفية السطحية وزيادة نسبة الأملاح بها في المباني التراثية في محافظة الأحساء يرجع إلى عدة عوامل تتمثل في الآتي:

- ارتباط منسوب المياه الجوفية بمنسوب البحر الذي ينخفض صيفاً ويرتفع شتاءً، بافضافة إلى أن شبكات الري والصرف في الأحساء تشكل مصدراً أساسياً لارتفاع منسوب المياه الجوفية، وقد لوحظ ذلك في حالة ارتفاع مسامية الطبقة السفلى للصرف، وبالتالي زيادة مستوى المياه الجوفية أسفل السطح الفاصل بين الطبقتين السطحية والسفلى، وخاصة أن بعض مباني التراث العمراني في محافظة

الأحساء تقع في مناطق ينخفض منسوبها عن المناطق المحيطة بها (الشكل ٧)، كما هو الحال في قصر إبراهيم ومسجدا الجبري وجواثا والرصيف البحري.

- تتصف بعض المباني بالهبوط بضع بدرجات من السلالم مثل: مسجد التهيمية الشرقي؛ مما يجعلها بؤراً لتجمع المياه المتسربة من شبكات الري والصرف، وارتفاع مناسيبها بداخلها، ومن ثم تتأثر بتلك المياه وما تحتويه من أملاح، مما يسبب أضرار بالمباني التراثية بأشكالها المختلفة.



شكل (٧): الخريطة الكنتورية موزع عليها مواقع التراث العمراني

المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على خريطة طبوغرافية، عام ١٩٨٠، خريطة الهيئة العامة للسياحة والآثار، ٢٠١٣.

- متاخمة بضع مباني التراث العمراني لساحل الخليج العربي، متمثلة في ميناء العقير، والذي يشمل الرصيف البحري، والخان، ومسجد العقير، ومجلس

الإمارة، الأمر الذي يتسبب في رفع منسوب المياه الجوفية السطحية وازدياد نسبة الأملاح بتلك المباني، وبالتالي إلحاق الضرر بها إلى حد أنهيارها.

- تعاني معظم مناطق التراث من عدم وجود شبكات صرف صحي من جهة، وتهالك شبكات الصرف الصحي من جهة أخرى، إذ يبلغ معدل استهلاك مياه الشرب بالأحساء نحو ٥١٢ ألف متر مكعب يومياً، ويبلغ كمية الصرف الصحي ٢٣٧ ألف متر مكعب يومياً (وزارة المياه والكهرباء، بيانات غير منشورة، ٢٠١٦)، مع الأخذ في اعتبار وجود دورات المياه داخل المباني التراثية، وترتب على ذلك ارتفاع منسوب المياه الجوفية السطحية؛ حيث أصبحت الجدران السفلية مغمورة بمياه الرشح والصرف الصحي مسببة تلف العديد من المباني التراثية (راجع صورة ٢).

(ب) العوامل البشرية:

تسهم العوامل البشرية في إحداث درجات مختلفة من التجوية في مباني التراث العمراني، مما يؤدي إلى تهديد المباني بالتفكك والأنهيار، ومن العوامل البشرية المؤثرة في ذلك ما يلي:

١ - عمر المبنى التراثي:

يؤدي عمر المبنى التراثي دوراً مهماً في درجة تأثره بعمليات التجوية الملحية؛ حيث يسهم قدم المبنى في زيادة المدة التي تتعرض فيها للخطر. ويرجع بعض مباني التراث العمراني في الأحساء إلى العصر الحجري (العصر الهيليني - الألف الثالثة قبل الميلاد) كما هو الحال في قلعة بنت قنيص، والبعض الآخر يرجع إلى العصر الإسلامي وتتمثل في القصور والمساجد مثل: قصر إبراهيم

ومسجد القبة وميناء العقير، وجميعها يزيد عمره عن ألف سنة (علي المغنم وأخرون، ١٩٧٨، ص ٨ -١٤).

٢ - شبكة الصرف الصحي القريبة من مباني التراث العمراني:

تشير البيانات الواردة من بلدية محافظة الأحساء أن شبكة الصرف الصحي تغطي ٤٠٪ من الكتلة العمرانية بكل من الهفوف والمبرز بالإضافة إلى البيارات الخاصة، وأن مدينتا الهفوف والمبرز تخدمها شبكة صرف صحي بطاقة تبلغ ١٠٥١١٦م^{٣}/اليوم، وقرية الشعبة بطاقة ٣٠٤٢م^{٣}/اليوم، أي أن إجمالي معدل الصرف بحاضرة الأحساء يبلغ ١٠٨١٥٨م^{٣}/اليوم، وعلى الرغم من ذلك فأن المنطقة القديمة بالمبرز والهفوف توجد بها شبكة صرف قديمة غير مطابقة للمواصفات، وتتكون من قنوات أسمنتية وخرسانية ومواسير فخار قديم أو بلاستيك ضعيف السماكة وتستخدم الآبار للصرف؛ مما يسبب الطفح والتلوث وارتفاع منسوب المياه الجوفية والأرضية (وزارة الشئون البلدية والقروية، ٢٠٠٩، ص ص ٢٩٢ -٢٩٧).

ويترتب على اختلاف منسوب الأرض في منطقة الأحساء أن تصبح مباني التراث العمراني القريبة من العمران أكثر عرضة للتأثر بمياه الصرف التي تحمل الأحماض المختلفة ويعرضها إلى التدهور، وبخاصة أن التفاعلات الكيميائية بين مياه الصرف الصحي ومكونات مواد البناء كبيرة، وذلك في ظل وجود العناصر الحمضية في مياه الصرف مثل: أيدروليك، واليدروفلورى، الموزيانيك، والنيريك، والكبريتات، مما يعنى ذلك انحلال مواد البناء بسرعة (جمعة، بدون تاريخ، ص ٩٧)، مما يسهم في زيادة فعل التجوية الملحية،

ويتضح هذا الأمر في قصر إبراهيم ومسجد الجبري في مدينة الهفوف، وقصرا صاهود ومحيرس في المبرز، بالإضافة إلى مسجد جواثا في قرية الشعبة.

وتحتوي مياه الصرف الصحي على ٤٠٪ مواد نيتروجينية، و٥٠٪ مواد كربوهيدراتية، و١٠٪ مواد دهنية، أما المواد غير العضوية فهي الكلوريدات والنيتروجين والفوسفات وأكاسيد الكالسيوم، وتوجد هذه المواد معلقة أو ذائبة في المياه، بالإضافة إلى الكائنات الحية الدقيقة (توفيق، ٢٠٠٥، ص ١٦٣)، كما تزيد محتوى التربة من الرطوبة مما يساعد على تبلور الأملاح.

٣ - الترميم الخاطئ:

تهدف عملية الترميم إلى إعادة المبنى التراثي بقدر الإمكان إلى حالته الأصلية من خلال عملية علاج مظاهر التلف التي تسببها عوامل التلف المختلفة بأسلوب علمي صحيح، أما إذا أجريت العملية بطريقة خاطئة، فإما أن تسرع بزوال الأثر أو تغييره مظهره، خاصة وأن العملية الترميمية في كثير من الحالات لا تعتمد على دراسة علمية شاملة للمبنى وفهم العوامل المحيطة، وقد لاحظت الباحثة خلال الدراسة الميدانية وجود العديد من أوجه القصور في عمليات الترميم للمباني التراثية في منطقة الأحساء؛ حيث تبين استخدام الجص أو الجبس الأبيض في معظم المباني مثل: قصر إبراهيم وقصر خزام والمدرسة الأميرية وبيت البيعة (صورة ٣) وهو مادة صلبة ملونة من ثنائي هيدرات كبريتات الكالسيوم، كما يتم خلطها بالمياه الجوفية عالية الملوحة (٢٤٠٠ جزء في المليون)، وبذلك يكون لها أخطار كبيرة جداً على مباني التراث العمراني؛ حيث تتحد كبريتات الكالسيوم مع الأسمنت، فيصبح الحجر الجيري مع مرور الزمن هشاً جداً، مما

يؤدي إلى ظهور الشقوق وبالتالي تصدع الأبنية، كما يتم استخدام مونة الأسمنت الخطيرة والتي من أشهرها الأسمنت البورتلاندي، كالتي استخدمت في عمليات ترميم قصر محيرس والمدرسة الأميرية (صورة ٤) ومسجد جواثا وترتب عليها أنهيار جدران المبنى.

ويرجع التلف لاستخدام الأسمنت الذي يحتوي على سيليكات الكالسيوم وسيليكات الألومنيوم وكذلك كبريتات الكالسيوم وبعض الأملاح القلوية، التي تتغلغل داخل مواد البناء مسببة تلف خطير بها مثل: تبلور الأملاح بها، بالإضافة إلى ظهور التشققات الدقيقة والواسعة نتيجة الاختلاف في درجة الصلادة ومعامل التمدد والأنكماش بين مواد البناء القديمة والأسمنت المستخدم في الترميم (Lamei, 1995, p.147).

صورة (٣): استخدام الجبس الأبيض في ترميم جدران بيت البيعة.

(لاحظ التشققات).

المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية، ٢٠١٨.

صورة (٤): استخدام الأسمنت البورتلأندي في ترميم جدران المدرسة الأميرية.

المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية، ٢٠١٨.

ثانياً: خصائص مواد البناء المستخدمة في مباني التراث العمراني:

تعد خصائص مواد البناء من العوامل الحاكمة في تحديد ميكانيكية التلف التي تتعرض له المباني، بالإضافة إلى أنها تتحكم في نوع وطريقة إجراء عمليات العلاج لتلك المواد، وتتمثل الخصائص في مدى مقاومة مواد البناء للعوامل الطبيعية والبشرية سابقة الذكر، ولاسيما الأملاح، وحجم التلوث بالغبار الملحي. وتؤكد دراسة كوك ودورنكامب (Cooke & Doornkamp, 1982, p.145) أن تعرض مواد البناء للأملاح يحدث تغير في الخصائص الكيميائية لمواد البناء، وهو الأمر الذى يترتب عليه ضعف المنشآت، ويؤثر في عمرها.

وبناءً على هذا فأن حجم التلفيات بالمنشأة يتحدد أثره على حجم الغبار الملحي في مواد البناء. فقد تتعرض مواد البناء للتلوث الملحي نتيجة لرذاذ البحر،

أو التبخر الذى يحدث للمياه تحت الأرضية، ومن ثم تعرض المباني للتلف وأخطار التشقق والأنهيار؛ لذلك من الأهمية بمكان دراسة خصائص مواد البناء في منطقة الدراسة وتحديدها، وفيما يلي عرض لأهم هذه الخصائص (جدول٢):

١ -المسامية:

تشير معظم الدراسات إلى أن الضرر الواقع على مباني التراث العمراني يحدث نتيجة رشح المياه من المسام الموجودة في الكتل الصخرية المقامة منها تلك المباني. ويتم ذلك عند٢٠ درجة مئوية (Tsuia, et. al., 2003, p.p.112-113)؛ حيث يحدث تطور للشقوق والتصدعات نتيجة لتغيرات درجة حرارة الهواء بسبب تبخر المياه أو السوائل من الشقوق، وبالتالي تبلور الأملاح داخلها والتي تتطور خلال تلك التغيرات نتيجة الأنحلال الكيميائي وتشكيل الأنواع المعدنية الجديدة (Bourges, 2006, p.43).

هذا ويعتمد معدل وكمية امتصاص الأحجار الجيرية والرملية للمحاليل بشكل أساسي على مسامية الأحجار؛ حيث لوحظ أن ضغط التبلور للأملاح يكون مرتفعاً في حالة الأحجار ذات النسبة المئوية المرتفعة من المسامية الدقيقة، ويؤثر ذلك على الأحجار وما يصاحبه من مظاهر التلف الشديد الناتج عن ميكانيكية التبلور للأملاح، أما في حالة الأحجار والمونات ذات النسبة المنخفضة من المسام الدقيقة فتكون قيمة الضغط الناشئة عن تبلور الأملاح منخفضة، مما لا ينشأ عنه أنهيار ميكانيكي لتلك الأحجار (حميدة، ٢٠٠٣، ص ٢١٢).

جدول (٢): بعض الخصائص الفيزيائية لعينات الحجر الجيري بمباني التراث العمراني بمحافظة الأحساء

موقع العينة	المسامية (٪)	امتصاص المياه (٪)	موقع العينة	المسامية (٪)	امتصاص المياه (٪)
قصر إبراهيم (قديمة)	٤٦.٠٧	١٣.٩٨	**بيت البيعة (حديثة)**	٣٦.١٧	٢١.٤٢
قصر إبراهيم (حديثة)	٣٣.٢٨	٣٦.٨٢	**الرصيف البحري (قديمة)**	٢٧.٦٨	٢٢.٩٨
المدرسة الأميرية (قديمة)	٣١.٠٠	٢٣.٣٥	**الرصيف البحري (حديثة)**	٢٩.٧٢	٩.٠٧
قلعة بنت قنيص (قديمة)	٤٣.٣٦	٢٦.١٨	**مسجد جوائا (قديمة)**	٢٧.٣٢	٨.٧٨
قلعة الوزية (قديمة)	٤٢.٣٨	٢٠.٠٩	**مسجد جوائا (حديثة)**	٢٩.٨٧	١٣.٢٤
بيت البيعة (قديمة)	٣٧.١٠	٢٦.٣٢	**مسجد الجعلانية (قديمة)**	٣٧.٦٣	١٦.٩٤

المصدر: تم التحليل بمعمل الأراضي والمياه، كلية الزراعة، جامعة أسيوط، ٢٠١٨.

(قديمة): عينات من الحوائط المبنية من الحجر الأصلي.

(حديثة): عينات من حوائط تم لها ترميم.

ومن خلال فهم تقنيات المسامية والنفاذية وأثرهما في التجوية الملحية تبين أن التغيرات في سطح المباني الحجرية يمكن أن تحدث بسرعة أو ببطء نتيجة اختلاف معدلات استجابة خصائص الحـــجر إلى الظروف البيئية، اعتماداعلى نظام المسام وحركة الأملاح أثناء عمليات التجفيف (Buj, et.al.,2011, p.393).

وتبين من تحليل الجدول (٢) وجود تباين في درجة المسامية في الأحجار الجيرية المستخدمة في تشييد مباني التراث العمراني، حيث تتراوح بين ٢٧.٣٢٪

و٤٦.٠٧٪، هذا وسجلت أقل درجة للمسامية بمسجد جواثا بالعينة القديمة، وأعلى درجة مسامية بقصر إبراهيم بالعينة القديمة بمتوسط ٣٥.١٣٪.

ومن مقارنة درجة المسامية لعينات الأحجار القديمة والأحجار الحديثة لوحظ ارتفاع درجة المسامية بالأحجار القديمة في جميع عينات منطقة الدراسة، ماعدا العينتان المأخوذتان من الرصيف البحري ومسجد جواثا، وأن دل ذلك على شئ فأنما يدل على أن التجوية الملحية لها دور في زيادة المسامية؛ حيث تؤدي إلى إذابة بعض الأملاح الموجودة داخل المواد، كما أن الأنتقال بين عمليتي التبلور والتميؤ تؤدي إلى توسيع الفراغات داخل الحجر الجيري، ومن ثم تعمل على زيادة درجة المسامية للمباني وقدرتها على امتصاص المياه.

٢ - درجة امتصاص المياه:

من خصائص الحجر الجيري في منطقة الدراسة زيادة درجة المسامية – كما سبق الذكر – وبالتالي زيادة درجة امتصاص المياه، ومن ثم انخفاض مقاومة الصخر لعمليات التلف الناتجة عن التجوية الملحية؛ حيث أن امتصاص الصخر للمياه أو الرطوبة من أهم العوامل التي يتم عن طريقها معرفة مدى قابلية الصخر للتلف، هذا وتتراوح درجة امتصاص المياه بعينات الحجر الجيري بمنطقة الدراسة بين ٨.٧٨ و٣٦.٨٢٪ بمتوسط عام بلغ ١٩.٩٣٪، وتبلغ أقل قدرة امتصاص للمياه بمسجد جواثا بالعينة القديمة، وأعلى قدرة امتصاص بقصر إبراهيم بالعينة الحديثة، والتي تم استخدامها بعملية الترميم.

٣ - درجة الصلابة:

تعبر درجة الصلابة عن مقاومة الحجر الجيري للأحمال الواقعة عليه قبل

أن يتهشم أو قبل تحوله إلى حبيبات سائبة، وتقدر بعدد الكيلوجرامات/سم^{٣} (مصطفى، ٢٠٠٩، ص ٤٨). ويوضح الجدول (٣) قدرة تحمل صخور الحجر الجيري بمنطقة الدراسة للضغوط؛ حيث تم دراسة قدرة تحمل الحجر الجيري للضغوط لمعرفة قدرته على مقاومة الضغط الناتج عن نمو البلورات الملحية.

جدول (٣): قدرة تحمل صخور الحجر الجيري بمحافظة الأحساء للضغوط

موقع العينة	قدرة التحمل كجم/سم^{٣}	موقع العينة	قدرة التحمل كجم/سم^{٣}
قصر إبراهيم	٥٢.٦٣	مسجد جواثا	٤١.٨٢
المدرسة الأميرية	١٣.٨٠	مسجد الجعلانية	٥٠.٩٢
قلعة بنت قنيص	٢٣.٠٤	بيت البيعة	٨٨.٧٦
الرصيف البحري	٦.٢٣	قلعة الوزية	٨٢.٩٠

المصدر: تم التحليل بمعمل الأراضي - كلية الزراعة، جامعة أسيوط ،٢٠١٨.

وتبين من التحليل أن الأحجار الجيرية المشيد بها مباني بيت البيعة، وقلعة الوزية، سجلت أكبر قوة تحمل للضغوط؛ حيث ترتفع أكثر من ٨٠ كجم/سم^{٣}، في حين سجلت العينات المأخوذة من باقي المواقع أقل قوة تحمل، ومن ثم تكون أكثر عرضة للتلف والتفتت من العينات الأخرى في حالة تأثرها بالأملاح، كما هو الحال في الرصيف البحري، والمدرسة الأميرية، وقلعة بنت قنيص، ومسجد جواثا ومسجد الجعلانية وقصر إبراهيم.

ويرجع ذلك بطبيعة الأمر إلى أن مقاومة بعض الأحجار ضعيفة للضغوط، ومن ثم تصبح سهلة التفتت في حالة تبلور الأملاح نتيجة تأثرها بالعديد من العوامل أهمها: التركيب المعدني والكيميائي ووجود المواد غير الذائبة

وأنتشار الحفريات والمادة اللاحمة، بالإضافة إلى أن كثير من المباني التراثية بمنطقة الدراسة يتم تغطية الحجر الأصلي (الحجر الجيري) بطبقة من الطين.

٤ - النسيج المعدني والحفريات:

أُستخدم الميكروسكوب المستقطب بمعامل كلية العلوم جامعة أسيوط في تحليل العينات ودراسة النسيج المعدني والحفريات بالأحجار الجيرية المشيد بها مباني التراث العمراني بمنطقة الأحساء لمعرفة مدى تأثر الأحجار بنشاط التجوية الملحية، وقد تبين من نتائج التحليل أنتشار كسرات الحفريات وحبيبات الكوارتز بعينات الأحجار بالمدرسة الأميرية، والرصيف البحري، ومسجد جواثا، ومسجد الجعلانية، ويعرف نسيج الحجر الجيري في تلك العينات باسم Wackestone، أما عينات الأحجار من بيت البيعة فكانت تحتوي على حبيبات الكوارتز الناعمة من نسيج Succrose وشظايا كبيرة من نسيج Plecypodes.

كما تنتشر الحفريات في العينات منها: المحاريات والقواقع وحبيبات الكوارتز الغرينية بقصر إبراهيم ونسيجه يعرف Lim-Mud [١]، وهذا النسيج أكثر مقاومة لعمليات تبلور الأملاح عن النوع الأول؛ حيث يتسم هذا النسيج بالمرونة ومن ثم في حالة النمو البلوري للأملاح فأنه يضغط على هذا النسيج دون كسر أو تفتت، ثم في حالة عدم التبلور يعود الصخر إلى شكله الأساسي.

---

[١] يستخدم مصطلح Lim-Mud كمرادف لمصطلح الجير الدقيق الحبيبات أو كبديل لمصطلح الوحل الجيري أو حجر الطين ويشتمل على حبيبات حجمها أقل من ٢٠ ميكرون، أما Wackestone أو حجر الواكي فيتكون من حبيبات ذات أحجام أكبر من ٢٠ ميكرون، وبالنسبة Succrose و Plecypodes فهي أحجار شديدة الترابط مع بعضها ويتخللها لاحم طيني (عبد الغني، ١٩٨٧، ص ٣١٢).

٥ - التركيب المعدني:

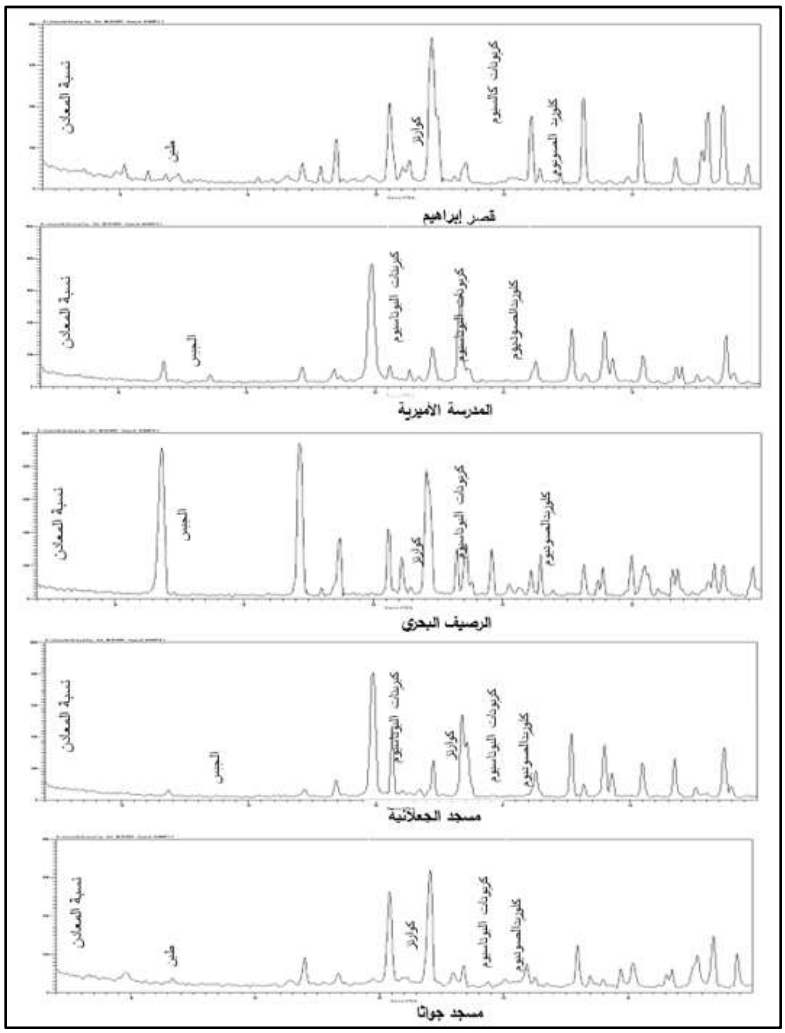
تعد دراسة التركيب المعدني للصخور المستخدمة في البناء ذات أهمية كبيرة ولاسيما في دراسة أخطار التجوية الملحية؛ حيث أن الاختلاف والتفاوت في نسبة المعادن المكونة لنسيج الصخور وكذلك المواد اللاحمة تؤثر في تفاوت درجة الإضرار بالمبنى التراثي.

والجدير بالذكر أن معظم الصخور تحتوي على بعض المكونات الأساسية من الأملاح أو العناصر الكيميائية التي يمكن أن تُكون الأملاح بعد انطلاقها من الشبكة البلورية للمعادن المكونة للصخر عن طريق التجوية الكيميائية لها (Goudie & Viles, 1997, p.69). فوجود الشوائب الثانوية سواء أكانت المعدنية أم العضوية ضمن التركيب الداخلي للأحجار والمونات يسهم بدوراً هاماً في زيادة نسبة المحتوى الملحي (Lehman, 1970, p.35).

وقد تبين للباحثة خلال الدراسة الميدانية استخدام الحجر الجيري والطفل والرمال في مباني التراث العمراني بمحافظة الأحساء، وقد تم تجميع خمس عينات من الأحجار الجيرية بمباني التراث العمراني ثم تحليلها عن طريق حيود الأشعة السينية (X-Ray)، للتعرف على التركيب المعدني لها (شكل ٨)، حيث تبين ما يلي:

أن المكون الرئيسي لعينات الحجر الجيري هو مادة كربونات الكالسيوم $CaCo_3$ التي تعد مادة الحجر الأساسية، إذ تتراوح بين ٣٨.٧٪ و ٥٥.٧٪ في قصر إبراهيم ومسجد جواثا على التوالي، مع وجود نسبة متوسطة من معدن الكوارتز Sio_2 في جميع عينات الدراسة؛ حيث تتراوح بين ٥.٦٪ و٣٨.٦٪،

وقد سجلت أقل نسبة بعينة مسجد المدرسة الأميرية، بينما أعلى نسبة فسجلت بمسجد جواثا.



شكل (٨): تحليل حيود الأشعة السينية (X-Ray) لعينات الأحجار الجيرية المشيد بها بمباني التراث العمراني بمحافظة الأحساء.

المصدر: تم التحليل بمعمل الفيزياء - كلية العلوم، جامعة أسيوط، ٢٠١٨.

كما تبين من التحليل وجود نسبة من معدن كلوريد الصوديوم Nacl (الهاليت) في معظم عينات الدراسة، إذ تتراوح بين ٨.٠٪ و٣٢.١٣٪ في قصر إبراهيم والمدرسة الأميرية على التوالي، بالإضافة إلى وجود كبريتات البوتاسيوم $CaSo_4$ بجميع عينات الدراسة وتتراوح بين ١١.٦٪ و٤٢.٢٪.

كما ظهرت معادن أخرى في شكل شوائب بعينات المدرسة الأميرية ومسجد الجعلانية والرصيف البحري - ميناء العقير، بالإضافة إلى نسبة من الطين والألومنيوم في عينات مسجدا الجعلانية وجواثا وقصر إبراهيم.

مما سبق تتضح الحقائق التالية:

- تعد مادة كربونات الكالسيوم مادة الحجر الأساسية بمباني التراث العمراني بمنطقة الأحساء.
- وجود الجبس بالعينات قد يكون ناتجاً كمظهر تلف من تحول كربونات الكالسيوم إلى كبريتات الكالسيوم نتيجة تفاعلها مع غاز ثاني أكسيد الكبريت في وجود المياه.
- وجود الهاليت (الملح الصخري) بنسبة كبيرة في قصر إبراهيم والمدرسة الأميرية، دلالة على وجود نسبة عالية من الأملاح بالعينات، وهو ما أكده بالفعل التحليل الكيميائي للأملاح الذائبة؛ حيث بلغت ٤٧٨٧٢ و٥٨٢٤٠ ملليجرام/جم على التوالي.
- وجود الأنهيدريت (كبريتات الكالسيوم غير المائية)، الناتج من تحول الجبس المائي بفعل الحرارة، وفقدان المياه إلى جبس لامائي.

كما يتضح من تحليل الجدول (٤) أن نسبة المواد غير الذائبة بعينات الحجر الجيري بمباني التراث العمراني بمنطقة الأحساء ظهرت في جميع العينات ؛ حيث تتراوح نسبتها بين ٨.٩١٪ و٨٢.٥٣٪. ووجود المواد غير الذائبة في عينات منطقة الدراسة حتى ولو بنسب صغيرة تضعف من صلابة الصخر، بمعنى تعرضها بشكل أكبر لجميع عمليات التجوية وخاصة التجوية الملحية، ومن ثم زيادة التلف والتدهور.

جدول (٤): نسبة المواد غير الذائبة بعينات الحجر الجيري بمباني التراث العمراني

الموقع	نسبة المواد غير الذائبة
قصر إبراهيم	٧٩.٨٣
المدرسة الأميرية	٩.٩٩
قلعة بنت قنيص	٧٩.٨٨
قلعة الوزية	٨٢.٥٣
بيت البيعة	٢١.٩٦
مسجد جواثا	٦٣.٤٢
مسجد الجعلانية	٨.٩١
الرصيف البحري – ميناء العقير	١٠.٩٤

المصدر: تم التحليل بمعمل الأراضي بكلية الزراعة، جامعة أسيوط، ٢٠١٨.

يتضح من التحليل السابق وجود شوائب عديدة ومتنوعة بعينات الأحجار الجيرية المشيد بها مباني التراث العمراني بمنطقة الأحساء، وتسهم تلك الشوائب سواء أكانت معدنية أم عضوية بدوراً مهماً في زيادة المحتوى الملحي لتلك الأحجار دون الاعتماد على المد الخارجي من الأحماض أو الأيونات الملحية في التربة أو المياه الجوفية السطحية.

ثالثاً: أخطار التجوية الملحية على مباني التراث العمراني في المحافظة:

تتباين مباني التراث العمراني بمحافظة الأحساء من حيث درجة أخطار التجوية الملحية ؛ حيث تظهر على المباني بدءاً بالنشع المائي ثم التزهر أي تتحول من الطور المائي إلى الطور الجاف لتبلور الأملاح على هيئة أشكال بلورية مختلفة ، والأنتقال المستمر بين المرحلتين أدى إلى أنهيار الترابط والتماسك بين مكونات الحجر بالإضافة إلى ظهور العديد من مظاهر التشقق ، والتقشر ، وتفكك النسيج الجداري ، وتآكل المادة اللاحمة بمباني التراث العمراني.

وما هو جدير بالذكر أن شدة الخطر لا تعتمد دائماً على زيادة المساحات المعرضة لعملية التجوية الملحية ، فليس معناه أن تكون عملية التبلور منتشرة في جميع أجزاء المبنى لكي تصبح شديدة الخطورة ، فقد تأخذ عملية التجوية الملحية مواضع صغيرة من المبنى ولكن درجة خطرها تكون أشد من المواضع والمساحات الكبيرة ، فقد لوحظ خلال الدراسة الميدانية أن أعمدة الرصيف البحري - العقير المشيدة من الحجر الجيري قد تأثرت بشدة بعملية التجوية الملحية مما أدى إلى ضعف تركيبها البنائي وتفتتها (الصورة ٥)، ومن ثم في حالة استمرار عملية التلف وعدم الصيانة والترميم فأن تدهورها سوف يعرض الميناء بالكامل للتساقط والأنهيار.

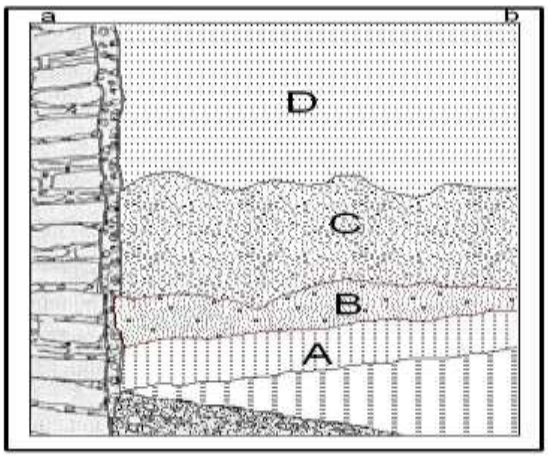
وقد قام ز. أرنولد (Arnold) بمراقبة العديد من الجدران في ظروف الرطوبة الصاعدة واستطاع أن يميز بين نطاقات أربعة مختلفة ، ويجدر الإشارة إلى أن هذا التقسيم للنطاقات قد يتطور كذلك بفعل المياه الساقطة أو المياه المترشحة

أو المياه الجارية أسفل الجدران لفترة طويلة من الزمن (الحمصاني، ٢٠٠٧، ص ص١١٦ – ١١٧).

ومن خلال الدراسات الميدانية وجدت أربعة نطاقات مختلفة للرطوبة بمنطقة الدراسة وبمقارنتها بتقسيم Arnold (شكل ٩) اتضح ما يأتي:

صورة (٥): تأثر أعمدة الرصيف البحري - العقير بالتجوية الملحية

المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية، ٢٠١٨



شكل (٩): المستويات المختلفة التي يمكن ملاحظتها في منطقة الرطوبة الصاعدة داخل إحدى الجدران

After: Zehnder, 2007, p.357

النطاق A : يقع فوق سطح الأرض مباشرة، وهو نطاق الرشح أو النشع ويظهر أعلى معامل للتلف. وينتشر هذا النطاق في نحو ٨٠٪ من مباني التراث العمراني التي تم دراستها ميدانيا بمنطقة الأحساء؛ ويرجع ذلك إلى ارتفاع مناسيب المياه الجوفية السطحية، وبالتالي ارتفاعها إلى أعلى بالخاصة الشعرية.

النطاق B : وهو نطاق التزهر وعادة يعد أكثر النطاقات تعرضاً للتلف؛ حيث تظهر التلفيات في شكل تفتتات حبيبية وتشققات متكررة، وتشمل التزهرات والقشور الملحية أملاح كبريتات الماغنسيوم وأملاح كبريتات الصوديوم، كما يوجد الجبس (كبريتات الكالسيوم المائية) بصفة دائمة، وينتشر هذا النطاق أيضاّ في عدد كبير من مباني التراث العمراني في الأحساء؛ ويرجع ذلك إلى زيادة المحلول الملحي به، ومع ارتفاع درجة الحرارة تتبللور الأملاح ويتم ظهورها على السطح أو داخل الحوائط ، وتطهر الأملاح في جميع مباني التراث العمراني بمنطقة الدراسة.

النطاق C : يظهر به تلفيات أقل، وقد لا تظهر، ويبدو النطاق بشكل مظلم يتغير مع الوقت فيكون أشد كثافة عندما يكون الجو المحيط رطباً، أو أقل كثافة عندما يكون الجو المحيط جافاً، ويرجع الظلام إلى الرطوبة الممتصة من الهواء بفعل بعض الأملاح ذات الخاصية الهيجروسكوبية، وقد يكون سمك النطاق بضعة سنتيمترات ارتفاعاً إلا أنه قد يصل في بعض الأحيان إلى بضع أمتار، وغالباً ما يظهر متقطعاً مما يدل على أنتشار الأملاح بشكل غير متجانس في هذا النطاق. وينتشر النطاق في بعض مباني التراث العمراني بمنطقة الدراسة لاسيما بالحوائط التي تمثل الواجهات الخارجية.

النطاق D: يمثل سطح الحجر الطبيعي الذي لم يطرأ عليه أي تغيير، وينتشر في بعض مباني التراث العمراني بمنطقة الأحساء وخاصة تلك التي تتصف بالارتفاع الشديد ؛ حيث تكون بعيدة عن مصادر الأملاح.

وجدير بالذكر تباين تلك النطاقات في مباني التراث العمراني التي تم دراستها ميدانيا في محافظة الأحساء (صورة ٦)؛ ويرجع ذلك إلى تباين مصادر الرطوبة، ولاسيما المياه الجوفية السطحية، وارتفاع درجة حرارة الهواء، والخصائص الفيزيائية، ونوع الأملاح بكل منطقة، وطبقا لوضعية الحوائط سواء أكانت الواجهات الخارجية أم الداخلية للمباني، وغيرها من العوامل التي تحدد درجة تأثر المبنى بعملية التجوية الملحية، والتي نصنفها على النحو التالي :

الفئة الأولى: مبان تشتمل على أربعة نطاقات وتنتشر في قصر إبراهيم، وبيت البيعة، ومسجد الجبري، والخان - العقير (صورة ٦ - أ)، وتمثل ٢٠٪ من إجمالي عدد مباني التراث العمراني التي تم دراستها ميدانيا والتي تبلغ ٢٠ مبنى تراثي.

الفئة الثانية: مبان تشتمل على ثلاثة نطاقات، وتتمثل في مسجد القبة، والمدرسة الأميرية، ومسجد جواثا، وقصر خزام ومسجد خزام، ومسجد العقير ومجلس الإمارة بالعقير (صورة ٦ - ب)، وتبلغ نسبتها ٤٠٪ من إجمالي عدد المباني المدروسة.

الفئة الثالثة: مبان تشتمل على نطاقي A وD ويبلغ نسبتها ٢٠٪ من إجمالي عدد المباني المدروسة وتشمل مسجد التهيمية الجنوبي، ومسجد التهيمية الشرقي، ومسجد الجعلانية، ومسجد صاهود.

أ- قصر إبراهيم

ب- الخان، العقير

صورة (٦): المستويات المختلفة لنطاقات الرطوبة داخل الجدران بمباني التراث العمراني بمحافظة الأحساء

المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية، ٢٠١٨

الفئة الرابعة: مبان تشمل نطاق واحد وتمثل ٢٠٪ من إجمالي عدد المباني المدروسة بالأحساء، وتشمل النطاق B وهو نطاق التزهر وتظهر في قصر محيرس، وقصر صاهود، وقلعة الوزية، وقلعة بنت قنيص.

وفيما يلي دراسة النطاقين A (نطاق الرشح) وB (نطاق التزهر أو التبلور) دراسة تفصيلية، حيث يمثلان الجزء التالف أو المتدهور بمباني التراث العمراني من عمليات التجوية الملحية.

نطاق الرشح (نطاق A):

تم قياس ارتفاع الرشح بمباني التراث العمراني من سطح الأرض إلى بداية خط التزهر فقط (جدول ٥ وشكل ١٠ وصورة ٧)، والتي يمكن تصنيفها على النحو التالي:

الفئة الأولي: مبان يقل بها الرشح عن ٠.٥ متر: تضم الفئة المباني التي يقل بها ارتفاع الرشح عن ٠.٥ متر من سطح الأرض، وقد بلغت نسبتها ٢٠٪ من إجمالي عينات الدراسة؛ حيث سجلت في أربعة مواقع هي: مسجد خزام، ومسجد الجعلانية، وقلعة الوزية، ومسجد التهيمية الشرقي؛ حيث يتراوح ارتفاع الرشح بها بين ٠.١٧ و٠.٤٨م.

الفئة الثانية: مبان يتراوح الرشح بها بين ٠.٥ – ١.٠ متر: وتشمل الفئة المباني التي يزيد ارتفاع الرشح بها عن ٠.٥ متر ويقل ارتفاعه عن ١.٠ متر، وقد بلغت نسبتها ٥٥٪ من إجمالي عينات الدراسة؛ حيث يتراوح الرشح بين ٠.٦٦ و٠.٩٦ متر، وسجلت بمباني قصر إبراهيم، ومسجد القبة، وبيت البيعة، والمدرسة الأميرية، وقصر خزام، وقصر محيرس، ومسجد الجبري، وقلعة بنت قنيص، ومسجد التهيمية الجنوبي، ومسجد العقير، ومجلس الإمارة بالعقير.

الفئة الثالثة: مبان يبلغ ارتفاع الرشح بها ١.٠ متر فأكثر: وسجلت هذه الفئة في باقي المواقع وعددها خمسة مباني بنسبة ٢٥٪ من إجمالي عينات الدراسة؛ حيث يتراوح ارتفاع الرشح بها بين ١.٠ و٢.٠ متر، وسجل أقصى ارتفاع بمبنى الخان في شاطئ العقير.

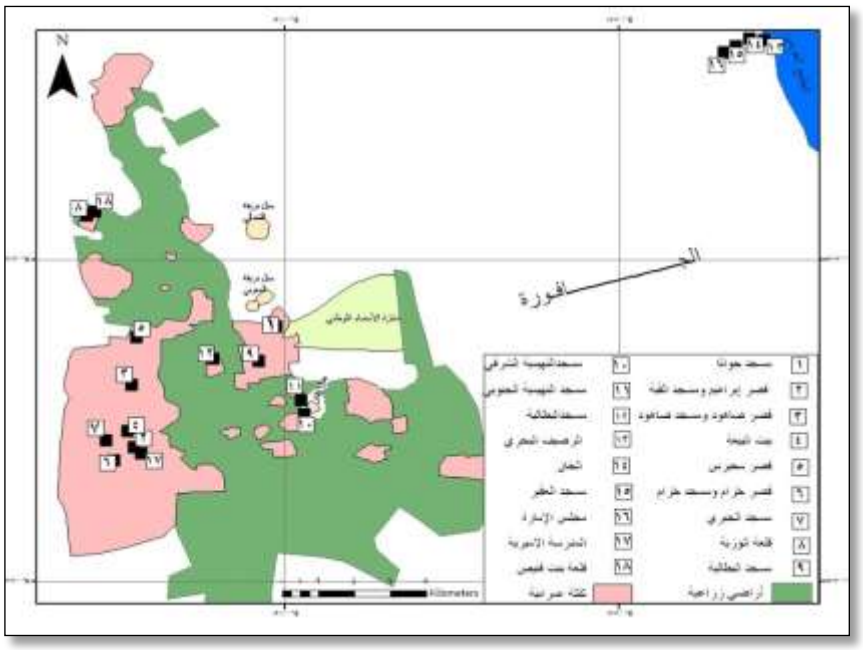
يتضح مما سبق تأثر جميع المباني التراثية التي تم دراستها ميدانيا بالرشح، بالإضافة إلى ذلك تم ملاحظة هذا في العديد من المباني التراثية الأخرى، ومن ثَم تم التوصل إلى أنه لا يوجد مبنى تراثي في منطقة الأحساء غير متأثر تماماً بالمياه الجوفية السطحية أو أي مصدر أخر من مصادر الرطوبة، وذلك على الرغم من المجهودات التي تقوم بها الهيئة الوطنية للتراث الوطني من عمليات ترميم وتجديد

للمباني التراثية، كما الحال في قصر إبراهيم وبيت البيعة والمدرسة الأميرية، إلا أن استمرار ارتفاع منسوب المياه الجوفية السطحية مازال يقف عقبة أمام تلك المجهودات.

جدول (٥): متوسط ارتفاع الرشح من سطح الأرض حتى بداية التزهر بمباني التراث العمراني بمحافظة الأحساء

اسم المبنى الأثري	ارتفاع الرشح (سم)		المتوسط (سم)
	أقل ارتفاع	أعلى ارتفاع	
قصر إبراهيم	٢٢	١١٠	٦٦
مسجد القبة	١٠	١٥٠	٨٠
بيت البيعة	١٥	١٢٠	٦٧.٥
المدرسة الأميرية	١٠	١٥٥	٨٢.٥
قصر خزام	٢٣	١٥٠	٨٦.٥
مسجد خزام	٢٠	٧٠	٤٥
قصر صاهود	٧	٢٣٠	١١٨.٥
مسجد صاهود	٥	٢٠٠	١٠٢.٥
قصر محيرس	٦	١٨٥	٩٥.٥
مسجد الجبري	١٥	١٥٠	٨٢.٥
مسجد الجعلانية	١٠	٥٠	٣٠
قلعة بنت قنيص	٦٠	١٠٠	٨٠
مسجد جواثا	٢٠	١٨٠	١٠٠
قلعة الوزية	٣	٣٠	١٦.٥
مسجد التهيمية الجنوبي	٥	١٨٣	٩٤
مسجد التهيمية الشرقي	٢٠	٧٥	٤٧.٥
الرصيف البحري - العقير	٣٦	٢٥٠	١٤٣
الخان	١٠٠	٢٩٨	١٩٩
مسجد العقير	٤١	١١٣	٧٧
مجلس الإمارة بالعقير	٤٨	٩٥	٧١.٥
المتوسط	٢٣.٨	١٤٤.٧	٨٤.٢٥

المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠١٨.



شكل (١٠): التوزيع الجغرافي لمباني التراث العمراني المدروسة في الأحساء

المصدر: - الهيئة العامة للسياحة والآثار، متحف الأحساء للآثار والتراث الشعبي ٢٠١٣.

- الدراسة الميدانية ٢٠١٨.

كما تجدر الإشارة إلى أن المباني التي تتصف بانخفاض ارتفاع الرشح بها ليس معناه أنها أقل خطورة من المباني الأخرى التي يرتفع بها الرشح إلى عدة أمتار؛ حيث تبين من الدراسة الميدانية أن معظم الجدران التي يقل بها الرشح هي جدران خارجية، ومن ثم أنكشاف سطح الجدار وتعرضه للشمس لفترة أطول من الجدار الداخلي، وبالتالي تتحول من نطاق الرشح إلى نطاق التزهر بشكل أكثر ارتفاعاً من الجدران التي يرتفع بها الرشح.

صورة (٧): ارتفاع نطاق الرشح بمباني التراث العمراني بمحافظة الأحساء

المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية، ٢٠١٨.

نطاق التزهر (نطاق B):

تكمن خطورة الأملاح في الضغط الناتج عن تميؤها ويعرف بضغط التميؤ أو نتيجة تبلورها ويعرف بضغط التبلور، والذي ينتج عنه اجهادات ثرموديناميكية (الحمصاني، ٢٠٠٧، ص ١٣٢). وتبلور الأملاح عبارة عن دالة بين تركيز الأيونات في المحلول الملحي ودرجة الحرارة في الوسط المحيط وبارتفاع

درجة الحرارة يزداد الأيونات الملحية حتى وصولها إلى درجة التشبع القصوى، وبالتالي تؤدي إلى حدوث تفتت الحجر، وتتبلور الأملاح، إما على السطح أو داخل الحجر في نظام متعاقب يبدأ بتبلور الأملاح شحيحة الذوبان مثل: الكربونات والكبريتات عند الأجزاء السفلى للمباني التراثية، يعقبها الأملاح متوسطة الذوبان يليها الأملاح شديدة الذوبان التي تتبلور في أعلى الجدران بما يشير إلى أقصى ارتفاع وصلت إليه بالمياه الأرضية (توفيق، ٢٠٠٥، ص ١٦٤-١٦٥). هذا وقد تم قياس ارتفاع نطاق التزهر بالمباني التراثية بمحافظة الأحساء من أقل منسوب إلى أعلى منسوب وصل إليه خط التزهر (جدول ٦ والصورة ٨)، وقد تم تصنيفها إلى الفئات الآتية:

جدول (٦): متوسط نطاق التزهر بمباني التراث العمراني بمحافظة الأحساء

م	اسم المبنى	متوسط الارتفاع (سم)	م	اسم المبنى	متوسط الارتفاع (سم)
١	قصر إبراهيم	٩٥	١١	مسجد الجعلانية	٩٠
٢	مسجد القبة	١٢٠	١٢	قلعة بنت قنيص	١٢٥
٣	بيت البيعة	١١٠	١٣	مسجد جواثا	١٧٠
٤	المدرسة الأميرية	١١٥	١٤	قلعة الوزية	٢٥٠
٥	قصر خزام	١٨٠	١٥	مسجد التهيمية الجنوبي	١٧٣
٦	مسجد خزام	١٣٠	١٦	مسجد التهيمية الشرقي	٧٥
٧	قصر صاهود	١٥٠	١٧	الرصيف البحري - العقير	٢٢٠
٨	مسجد صاهود	١٢٣	١٨	الخان – العقير	٣٥٥
٩	قصر محيرس	١٢٥	١٩	مسجد العقير	١٦٦
١٠	مسجد الجبري	٢٠٠	٢٠	مجلس الإمارة بالعقير	٢٥٠
المتوسط					١٦١

الفئة الأولى: مبان يقل بها ارتفاع نطاق التزهر عن ١ متر: بلغت نسبتها ١٥٪ من إجمالي عينات منطقة الدراسة ؛ حيث سجلت في ثلاثة مواقع هي: قصر إبراهيم ومسجد الجعلانية ومسجد التهيمية الشرقي، ويتراوح ارتفاع نطاق التزهر بها بين ٧٥ و٩٥ سم.

الفئة الثانية: مبان يتراوح نطاق التزهر بها بين ١ و٢ متر: وسجلت في مسجد القبة وبيت البيعة والمدرسة الأميرية وقصر خزام ومسجد خزام وقصر صاهود ومسجد صاهود وقصر محيرس ومسجد الجبري وقلعة بنت قنيص ومسجد جواثا ومسجد التهيمية الشرقي ومسجد العقير. وبلغت نسبتها ٦٥٪ من إجمالي عينات الدراسة، ويتراوح ارتفاع التزهر بها بين ١١٠ و٢٠٠ سم.

الفئة الثالثة: مبان يبلغ نطاق التزهر بها أكثر من ٢ متر: وسجلت الفئة في أربعة مباني بنسبة ٢٠٪ من إجمالي العينات ؛ حيث يتراوح ارتفاع التزهر بها بين ٢٢٠ و٣٥٥ سم، وسجل أقصى ارتفاع في الخان بشاطئ العقير.

ويتضح مما سبق تأثر جميع المباني التراثية التي تم دراستها ميدانيا بالتزهر مع وجود تباين في درجة التأثر؛ ويعزى ذلك إلى ارتباط نطاق التزهر بنطاق الرشح، بالإضافة إلى أن درجة الحرارة المرتفعة في محافظة الأحساء تؤدي إلى سرعة تبخر الماء داخل الجدران وبلورة الأملاح تدريجياً، ومع تكرار العملية يترتب عليها ضعف التركيب البنائي لمواد البناء، ومن ثم تفككها وضعف قوة تماسكها وتساقطها.

وتتمثل أهم الأضرار الناتجة عن الطبقات في حجز الرطوبة داخل الأحجار وأسفلها، وينشأ عن ذلك تقشر وتشقق الطبقات السطحية

للأحجار(حميدة، ٢٠٠٣، ص ٢٩٥)، وبالتالي حدوث مزيد من التلف، ويرجع ذلك إلى أن تلك الطبقات تختلف في تكوينها من بيئة إلى أخرى، وذلك ما أكدته نتائج التحاليل الكيميائية للعينات المختلفة من المواقع التراثية موضع الدراسة (جدول ٧).

الأملاح الكلية الذائبة:

بناء على التحليل الكيميائي للعينات تبين وجود تباين كبير جداً في درجة الملوحة بين عينات منطقة الدراسة (الجدول ٧)؛ حيث يتراوح الفرق بين أعلى وأدنى درجة ملوحة ٤٥٦٣٢ ملليجرام/جم، إذ تتراوح درجة الملوحة بين٢٢٤٠و٥٨٢٤٠ ملليجرام/جم، وقدر أقل تركيز بقلعة بنت قنيص، وأعلى تركيز بقصر إبراهيم، أما باقي العينات فتتراوح درجة الملوحة بين ٢٤٩٦ و٤٧٨٧٢ ملليجرام/جم. وتم تصنيف أهم أنواع الأملاح المسببة لتلف وتفتت مواد البناء المستخدمة في مباني التراث العمراني إلى: أملاح الكلوريدات، والكبريتات، والكربونات، والنترات..

وفيما يلي دراسة لأهم الأملاح المنتشرة في المباني التراثية بمنطقة الدراسة:

١ -أملاح الكلوريدات:

تتصف الأحجار الجيرية المستخدمة في تشييد مباني التراث العمراني بمنطقة الدراسة باحتوائها على أملاح الكلوريدات بنسبة مرتفعة ولاسيما الطبقة الملحية الصلبة التي تعلو أسطح جدران المباني التراثية، وتتمثل في كلوريد الصوديوم NaCl، وكلوريد البوتاسيوم CaCl وكلوريد الكالسيوم Kcl؛

حيث تتميز هذه الأملاح بقدرتها على امتصاص المياه نظراً لمساميتها العالية مع سهولة فقدها مرة أخرى عند الجفاف، فتتسبب في تلف وتآكل الجدران بدرجة عالية؛ بخاصة في الأجزاء السفلية منها (الأغا، ٢٠٠٦، ص١٣٢)، وتظهر الكلوريدات في الجدران في صورة خط فاصل عند أنتهاء مستوى الرطوبة من الجدار (توفيق، ٢٠٠٥، ص ١٧٤)، كما هو الحال في ميناء العقير وقصر إبراهيم وخزام.

جدول (٧): الخصائص الكيميائية للأملاح بعينات الأحجار الجيرية من مباني التراث العمراني بمحافظة الأحساء.

الموقع	الأملاح الكلية (ملليجرام /جم)	الكاتيونات (ملليمكافئ/ كجم)				الأنيونات (ملليمكافئ/ كجم)				أملاح الكلوريدات (%)			أملاح البيكربونات (%)	أملاح الكبريتات (%)		
		K+	Ca++	Mg++	Na+	HCO3−	CO3	SO4−	Cl−	CaCl2	NaCl	KCl	Mg (HCO3)2	MgSO4	CaSO4	Na2SO4
قصر إبراهيم	٤٧٨٧٢	١٠٢.٠٠	٢٦٠.٠٠	٤٠.٠٠	٣٤٠.٠٠	٢٤.٠٠	٠.٠٠	٣٨١.٦٠	٣٠٠.٠٠	٣.١٧	٣٠.١٢	٢.١	١.١٣	٤.٨	٣٥.٥	٩.٧٧
المدرسة الأميرية	٥٨٢٤٠	٦١.٠٠	٤٠٨.٠٠	٥٠.٠٠	٣٩٠.٠٠	٤.٠٠	٠.٠٠	٩٥.٤٠	٨٠٠.٠٠	٢٧.٣	٢٦.١٩	٤.٩	٠	٢.٧	١٩.٨	٧.٠٦
قلعة بنت قنيص	٢٤٩٦	٩.٠٠	١٠.٨٠	٧.٠٠	١١.٠٠	٥.٠٠	٠.٠٠	٢١.٦٠	١٠.٢٠	١٠.١	٣٣.٠٠	٠	١.٥١	٢.٨	٤٣.٣٤	٢.١١
قلعة الوزية	٢٢٤٠	٦.٠٠	٩.٨٠	٢.٢٠	١٢.٠٠	٥.٠٠	٠.٠٠	٥.٥	١٤.٠٠	١١.٤٦	٢٨.٧٣	١٢.٠٩	٣.١٨	٢.٦٧	١٥.٣٥	٨.٠٤
بيت البيعة	١٠٤٩٦	٣.٥٠	٥٠.٠٠	٨.٠٠	١٠٢.٠٠	٨.٠٠	٠.٠٠	٨٤.٦٠	٧١.٢٠	١٧.١٨	٢٢.٠٩	٢.١٥	٢.١١	٢.٣٦	٢٣.٣٤	٨.٩٤
الرصيف البحري	٢٤٥٧٦	٥.٧٠	٨٠.٠٠	٢٠.٠٠	٢٧٠.٠٠	٤.٠٠	٠.٠٠	٦٣.٠٠	٣١٠.٠٠	١٢.١٦	٥٦.٨١	١.١٣	٠.١٣	٢.٠٩	١٠.٦٦	٨.٩٤
مسجد جواثا	١٣٩٧٧	٦.٦٠	٩٠.٠٠	٣٠.٠٠	٨١.٠٠	٦.٠٠	٠.٠٠	٥٦.٢٠	١٥٠.٠٠	٧.٥٨	٣١.٨٧	٠.٧١	٠	٨.٦١	٣٥.٧١	٧.٢٢
مسجد الجعلانية	٢٥٩٨٤	٣٣.٠٠	٢٣٠.٠٠	٣٠.٠٠	١١٠.٠٠	٦.٠٠	٠.٠٠	١١٧.٠٠	٢٧٠.٠٠	١٨.٢٩	٢١.١٥	٠.٧١	٠	٥.٢٩	٤١.٣٢	٦.١٩

المصدر: إعداد الباحثة بناءً على التحليل بمعمل الأراضي بكلية الزراعة، جامعة أسيوط، ٢٠١٨.

صورة (٨): نماذج من التملح بمباني التراث العمراني بمحافظة الأحساء

المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية، ٢٠١٨.

وتشير بيانات الجدول (٧) إلى وجود تباين واضح في درجة تركيز كلوريدات الصوديوم؛ حيث وجدت مباني تقل بها درجة تركيز كلوريدات الصوديوم عن ٣٠٪، وسجلت في قصر إبراهيم وقلعة بنت قنيص والرصيف البحري ومسجد جواثا، في حين زادت درجة تركيز كلوريدات الصوديوم على ٣٠٪ في باقي العينات؛ حيث تتراوح بين ٣٠.١٢٪ و٥٦.٨١ ٪، وسجلت أعلى درجة تركيز بالرصيف البحري.

كما تبين من التحليل الكيميائي لعينات الحجر الجيري وجود ملح كلوريد البوتاسيوم وكلوريد الكالسيوم؛ حيث تتراوح درجة تركيز كلوريد البوتاسيوم بين ٠.٧١٪ و١٢.٠٩٪، هذا وسجلت أقل درجة تركيز بمسجدا جواثا والجعلانية، وأعلى درجة تركيز بقلعة الوزية، أما باقي العينات فتتراوح بين ١.١٣٪ و٤.٩٪، كما توجد عينة واحدة لم يسجل بها أي تركيز.

أما عن درجة تركيز كلوريد الكالسيوم فقد لوحظ أنها تتراوح بين ٣.١٧٪ و٢٧.٣٪ بكل من قصر إبراهيم والمدرسة الأميرية على التوالي، أما باقي العينات فتراوح تركيزها بين ٧.٥٨٪ و١٨.٢٩٪.

وبناءً على ماسبق يمكن القول أن أملاح الكلوريدات توجد بتركيزات عالية في مادة الأساس للمباني التراثية في محافظة الأحساء، وأن مصدرها المياه الجوفية السطحية؛ حيث تحتوي رطوبة التربة على الأملاح الذائبة، ومع تحرك الأملاح بعد ذوبانها على هيئة محاليل ملحية داخل الجدران؛ وبخاصة عند تبخر الماء الحامل تترسب تاركة الأملاح لتتبللور على أسطح الحوائط أو أسفلها، مما

تؤدي إلى سد مسام الأسطح، وبالتالي يترتب عليها المزيد من مظاهر التلف في صورة قشور وبعض الثقوب والحفر داخل مواد البناء.

٢ -أملاح الكبريتات:

تتمثل أهم مصادر أملاح الكبريتات بصفة عامة في المياه الجوفية السطحية والتلوث الجوي. وتعد أملاح الكبريتات ولاسيما كبريتات الكالسيوم، وكبريتات الصوديوم، وكبريتات الماغنسيوم، وكبريتات البوتاسيوم من أهم الأملاح التي تسهم بدور خطير في تلف وتدمير المكونات المعدنية المختلفة للأحجار وطبقة الملاط وتحولها إلى مواد هشة (Feilden, 1982, p.105)؛ حيث تعد أول الأملاح التي تتبللور عند تبخر الماء. أما كلا من نترات وكلوريدات الكالسيوم والبوتاسيوم والصوديوم فتبقى لمدة أطول ذائبة على هيئة محاليل لأنها أكثر أذابة في الماء مقارنة بالكبريتات. وتتصف الأملاح بأنها هيجروسكوبية أي تتميز بقدرتها العالية على امتصاص الماء ومن الممكن أن تعود مرة أخرى إلى داخل جدران المباني التراثية بعد ذوبانها في بخار الماء تاركة الكبريتات على السطح.

وتبين من التحليلات أن أهم أملاح الكبريتات الموجودة في عينات منطقة الدراسة هي: كبريتات الصوديوم، وكبريتات الكالسيوم، وكبريتات الماغنسيوم (جدول ٨). وفيما يلي تحليل لتلك الأملاح:

تبين من تحليل البيانات زيادة نسبة تركيز كبريتات الصوديوم عن ٦٪ في سبعة عينات؛ حيث تتراوح بين ٦.١٩٪ و٩.٧٧٪، في حين قلت في عينة واحدة، وسجلت أقل نسبة تركيز بقلعة بنت قنيص، وأعلى نسبة تركيز ببيت البيعة والرصيف البحري.

جدول (٨): نسب تركيز أملاح الكلوريدات والكبريتات بمباني التراث العمراني

موقع العينة	الكلوريدات٪	الكبريتات٪	موقع العينة	الكلوريدات٪	الكبريتات٪
قصر إبراهيم	٣٦.٤٠	٥١.١٧	بيت البيعة	٤٢.٤٩	٣٤.٦٩
المدرسة الأميرية	٥٩.٣٩	٢٩.٩٦	الرصيف البحري	٧٠.١٨	٢٢.٦٩
قلعة بنت قنيص	٤٢.٥٠	٤٨.٨٥	مسجد جواثا	٤٢.٢٦	٥٢.٤٩
قلعة الوزية	٥٢.٣٦	٢٧.١٨	مسجد الجعلانية	٤١.٧٥	٥٢.٠٧

المصدر: تم التحليل بمعمل الأراضي بكلية الزراعة، جامعة أسيوط، ٢٠١٨م.

أما عن نسبة تركيز أملاح كبريتات الماغنسيوم فتتراوح بين ٢.٠٩٪ و٨.٦١٪، وسجلت أقل نسبة تركيز بالرصيف البحري، وأعلى نسبة تركيز بمسجد جواثا، بالإضافة إلى أنه لوحظ أن نسبة كبريتات الكالسيوم تتراوح بين ١٠.٦٦٪ بالرصيف البحري و٤٣.٣٤٪ بقلعة بنت قنيص، هذا وتتبلور الأملاح تحت السطح مباشرة مما يتسبب في تلف شديد لمواد البناء وخاصة المونات.

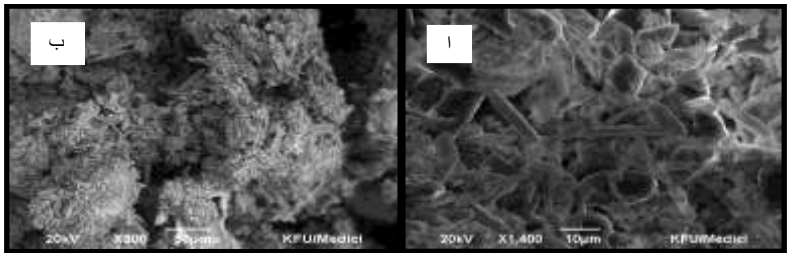
كما تبين أن نسبة تركيز أملاح الكلوريدات بمنطقة الدراسة تتراوح بين ٣٦.٤٠٪ و٧١.١٨٪، أما نسبة تركيز الكبريتات فتتراوح بين ٢٢.١٩ و٥٢.٠٧٪، مع ملاحظة أن نسبة تركيز أملاح الكلوريدات أعلى من نسبة تركيز الكبريتات بمنطقة الدراسة؛ حيث بلغ المتوسط العام لنسبة أملاح الكلوريدات ٤٨.٤٢٪، وتزيد إلى ٥٠٪ في ثلاث عينات. أما أملاح الكبريتات فقد بلغ المتوسط العام ٣٩.٨٩٪، وتعدت نسبة ٥٠٪ في ثلاث عينات أيضاً.

وجدير بالذكر أن وجود أملاح الكلوريدات والكبريتات معاً لها تأثير فيزيائي مدمر على سطح الحجر الجيري أو خلال الشروخ مسبباً تمزق عنيف وأنفصال الحجر في صورة شرائح مما يدمر السطح الحجري، وللتأكد من أن الأحجار المشيد بها مباني التراث العمراني بمنطقة الدراسة مجواة بالفعل من

الداخل والخارج تم استخدام جهاز الميكروسكوب الألكتروني الماسح، وقد تبين الآتي في عينات منطقة الدراسة:

الرصيف البحري – العقير:

يتضح من الصورة (٩ - أ) وجود أملاح الكبريتات منشورية الشكل ومتبللورة، مما يدل على التجوية الكيميائية وتحول كربونات الكالسيوم إلى كبريتات الكالسيوم، ذلك مع وجود فجوات على سطح الصخور، أما الصورة (٩ - ب) فيظهر بها أيضاً بللورات أملاح الكبريتات والفجوات والشقوق الكبيرة الضخمة.

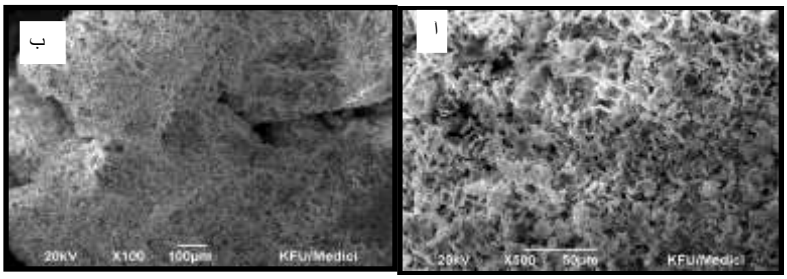


صورة (٩): عينة من الحجر الجيري بالرصيف البحري - العقير

المصدر: تم التصوير بمعمل الجيولوجيا – كلية العلوم – جامعة أسيوط ٢٢ -٩ -٢٠١٨م

قصر إبراهيم:

توضح الصورة (١٠ - أ) وجود بلورات ملحية كبيرة الحجم مع الحطام الصخري الناتج من التجوية الملحية، كما لوحظ وجود وفرة في المسام الدقيقة بالحجر مما يساعد على التلف بالنمو البللوري للأملاح، وتوجد في الصورة (١٠ - ب) سلفات بللورات الملح المتراكمة بشدة على الصخر مع وجود تفتيت ونقر بسبب الملح.

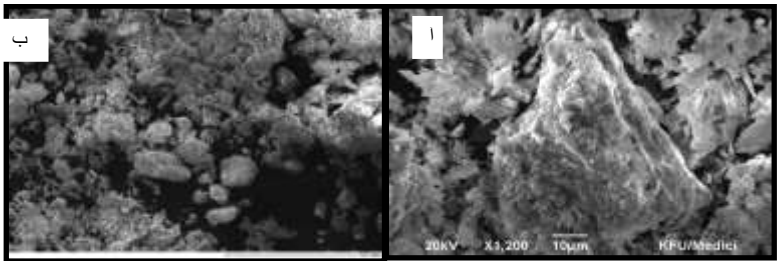


صورة (١٠): عينة من الحجر الجيري بقصر إبراهيم

المصدر: تم التصوير بمعمل الجيولوجيا – كلية العلوم – جامعة أسيوط ٢٢ -٩ -٢٠١٨م

المدرسة الأميرية:

تشير الصورة (١١ - أ وب) إلى تدهور شديد في نسيج الصخور في شكل جزيئات، وتساقط لمكونات الصخر، ووجود بلورات الملح إبرية في الغالب.



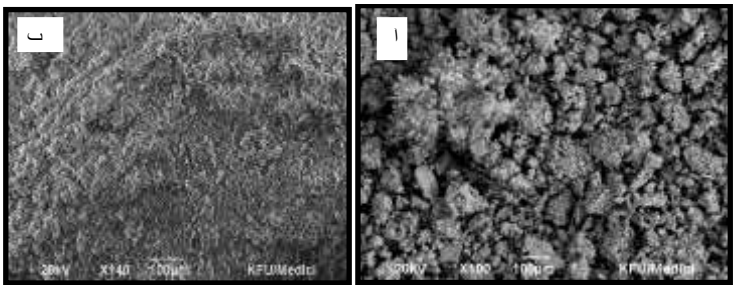
صورة (١١): عينة من الحجر الجيري بالمدرسة الأميرية

المصدر: تم التصوير بمعمل الجيولوجيا – كلية العلوم – جامعة أسيوط -٩ -٢٠١٨م

مسجد الجعلانية:

تبين الصورة (١٢ - أ) تجزئة شديدة للصخور مختلطة مع بللورات الملح، ويلاحظ وجود المسام الصغيرة على نطاق واسع في جميع أنحاء عينة الاختبار، كما توضح (الصورة ١٢ - ب) تدهور صغير وتفتيت الصخور

السطحية مع وجود حفر وفقدان لجزيئات الصخر السطحية بسبب تبللور الملح داخل المسام الصخرية.

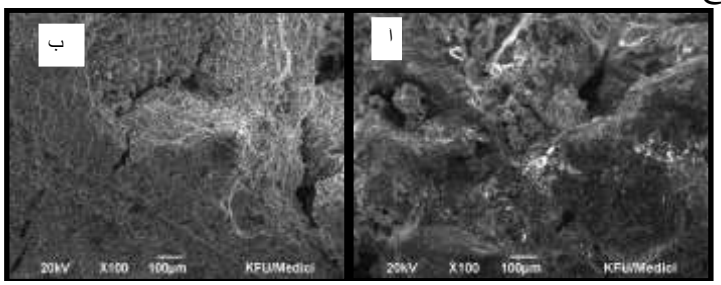


صورة (١٢): عينة من الحجر الجيري بمسجد الجعلانية

المصدر: تم التصوير بمعمل الجيولوجيا – كلية العلوم – جامعة أسيوط ٢٢ -٩ -٢٠١٨م

مسجد جواثا[٢]:

تظهر الصورة (١٣ - أ) مسام واسعة وشظايا السطح، مع وجود صدوع صغيرة ضيقة. كما توضح الصورة (١٣ - ب) سطح صخرة بيضاء مع طفح الملح، كما يمكن الكشف عن شقوق ضيقة طويلة ناتجة عن عملية التلف.



صورة (١٣): عينة من الحجر الجيري بمسجد جواثا

المصدر: تم التصوير بمعمل الجيولوجيا – كلية العلوم – جامعة أسيوط ٢٢ -٩ -٢٠١٨م

[٢] جؤاثا بالهمزة هو وعد أصله من جأث الرجل إذا فزع فهو مجؤوث أي مذعور فكان الأهالي لما كانوا يرجعون إليها عند الفزع سموها بذلك وهذا يؤيده وجود حصن بالموقع. وهو ثاني مسجد أقيمت فيه صلاة الجمعة في الإسلام، ويبعد عن الهفوف حوالي ١٧كم (زعزوع، ٢٠٠٩، ص ٣٩٠).

يتضح من التحليل السابق أن جميع عينات الدراسة قد تأثرت بعملية التجوية الملحية مع اختلاف درجة التأثر، مما أدى ظهور العديد من الآثار الجيومورفولوجية بالأحجار المشيد بها مباني التراث العمراني في الأحساء، وتتمثل في التقشر وظهور الفجوات، وبالتالي تدمير السطح الحجري وتساقط المحارة، ويمكن تفصيلها فيما يلي:

ظاهرة التقشر: يقصد بالتقشر أنفصال الأجزاء الخارجية من المبنى على شكل قشور. وترجع نشأة الظاهرة إلى عدد من العوامل المتشابكة منها: طبيعة مسام سطح الحجر، ودرجة الحرارة، والرطوبة النسبية، والتبخر، فإذا كان معدل تشبع السطح بالمحلول كافياً بحيث يجاري معدل التبخر فأن الملح سوف يترسب على السطح الخارجي وتوصف هذه العملية بالتزهر. وإذا كان معدل هجرة المحلول من خلال مسام البناء لا يجلب سائلاً جديداً إلى السطح بسرعة تتناسب مع سرعة التبخر، فتتكون منطقة جافة تدريجياً تحت السطح مباشرة، عندئذ تترسب الأملاح الذائبة داخل الحجر عند الحد الفاصل بين المنطقة الرطبة والمنطقة الجافة، مما ينتج عنه قشور (الحمصاني، ٢٠٠٧، ص ١٣٦).

كما يرتبط حدوث التقشر أيضاً باستخدام الصخور رديئة التوصيل للحرارة في إقامة المباني التراثية أو عمل طبقة الملاط الخارجية؛ حيث تسخن الأجزاء السطحية من الصخر بشكل أسرع من الأجزاء الداخلية، مما ينتج عنه اجهاد للأجزاء السطحية دون الأجزاء الداخلية للصخر فتنفصل الأجزاء السطحية وتسقط (Judy,2005,p.19).

صورة (١٤): التقشر الناتج عن عملية التجوية الملحية في مباني التراث العمراني

المصدر: الدراسة الميدانية، ٢٠١٨.

وقد تبين من الدراسة الميدانية تحقق الشروط السابقة؛ حيث لوحظ أنتشار ظاهرة التقشر في العديد من مباني التراث العمراني، ولاسيما قصر إبراهيم، والميناء البحري بالعقير، والخان بالعقير، ومسجد العقير؛ حيث حدث تقشر كنتوري يتراوح سمكه بين ٠.٣ و٣مم (صورة ١٤). ويعزى ذلك إلى وجود نطاقين جاف ورطب مما يساعد على عملية التقشر، بالإضافة إلى أنتشار أملاح الكبريتات ولاسيما أملاح كبريتات الصوديوم بالأحجار الجيرية المشيد بها المباني التراثية؛ حيث يزداد حجم أملاح كبريتات الصوديوم بنسبة ٣٠٠٪ وينتج ضغوط على جدران مسام الكتل الحجرية، مما يؤدي لحدوث اجهادات تميؤ مدمرة لبيئة الحجر وحدوث التقشر (عبد الهادي، ١٩٩٠، ص ١٠٤). كما يحدث ذلك أيضاً عند تبلور ملح كبريتات الماغنسيوم خلف سطح الحجر، مما يسبب تقشره وأنفصاله (عبد الله، ٢٠٠٠، ص ١٩٩).

الفجوات (أعشاش النحل): وتعد من أشهر مظاهر التلف الناشئة عن ميكانيكية التجوية الملحية، وتنتشر بشكل واسع بمباني التراث العمراني في الأحساء مثل: الميناء البحري – العقير، ومسجد الجعلانية، قلعة الوجاج (صورة ١٥)؛ حيث لوحظ تآكل غير منتظم للأسطح الحجرية مع تكوين فجوات متصلة ببعضها البعض في صورة تراكيب تشبه أعشاش النحل.

صورة (١٥): ظاهرة أعشاش النحل بمباني التراث العمراني بالأحساء نتيجة نشاط عملية التجوية الملحية

المصدر: الدراسة الميدانية، ٢٠١٨.

هذا ويعود أنتشار الظاهرة إلى وجود أملاح الصوديوم؛ حيث تنمو في اتجاه واحد لتأخذ الشكل الإبري، وبالتالي زيادة قوتها التدميرية لأحجار البناء بسبب الزيادة في الحجم وقابليتها للذوبان، مما يسبب تكون ما يعرف بأعشاش النحل البري. وتبين من التحليل الكيميائي لأملاح كبريتات الصوديوم المشيد بها مباني التراث العمراني أنها ترتفع إلى ٦٪ في هذه المباني عن المباني الأخرى التي تقل بها نسبة الكبريتات، وفي نفس الوقت تقل الفجوات بمباني التراث العمراني بمنطقة الدراسة.

تساقط المحارة: تتبلور الأملاح أسفل طبقة الملاط عندما يكون معدل تدفق المحاليل الملحية في اتجاه أسطح التبخر الخارجية بطيئاً بحيث لا تتمكن من الوصول إلى تلك الأسطح، وبالتالي تتكون مراكز من البلورات الملحية غير المرئية تؤدي إلى ضغوط موضوعية من الداخل إلى الخارج تنتهي بأنفصال وسقوط المحارة، ولاسيما في حالة وجود كبريتات وكلوريد الصوديوم (Flatt,2002,p.p.444-447)، كما تحدث هذه الحالة إذا ما كانت الفراغات في المسام غير كافية لترسب الأملاح ؛ حيث تولد بلوراتها ضغطاً على الحوائط في المناطق الضعيفة، مما يؤدي إلى أنفصال أجزاء من طبقة المحارة وتساقطها (الحمصاني، ٢٠٠٧، ص ١٣٣). وتبين من الدراسة الميدانية أنتشار ظاهرة تساقط المحارة في العديد من مباني التراث العمراني في الأحساء ؛ حيث رصدت في المدرسة الأميرية، ومسجد جواثا، ومسجد العقير والميناء - العقير، بنسبة تزيد عن ٦٠٪ من مساحة الحوائط التي حدث بها التساقط، كما رصدت بنسبة أقل في قصر خزام وقصر صاهود (صورة ١٦).

رابعاً: صيانة مباني التراث العمراني في المواثيق الدولية:

يعد الأخذ بالمبادئ والتوصيات المنبثقة عن المواثيق والاتفاقيات العالمية أمراً مهماً جداً لوضع خطط الترميم والصيانة وتنفيذها، ومن ضمن أهم الاتفاقيات والمواثيق ذات العلاقة بعملية الحفاظ على التراث العمراني (أنظر الملاحق):

(أ) الميثاق الدولي لترميم وصيانة المواقع والنصب التاريخية (ميثاق البندقية).

(ب) توصيات اليونسكو لعام ١٩٦٧م المتعلقة بحماية المناطق التاريخية.

(ج) ميثاق ايطاليا للترميم ١٩٧٢م.

(د) ميثاق بورا ١٩٧٩ Burra Charter.

(هـ) ميثاق صيانة المدن التاريخية والمناطق الحضرية "ميثاق واشنطن" ١٩٨٧.

(و) وثيقة مبادئ الحفاظ على المنشآت الخشبية ١٩٩٩م (الايكومو) .

(ز) ميثاق الايكوموس – مبادئ التحليل والصيانة والترميم المعماري للتراث المعماري ٢٠٠٣م.

صورة (١٦): سقوط الغطاءات الإسمنتية بمباني التراث العمراني بالأحساء

المصدر: الدراسة الميدانية، ٢٠١٨.

الخاتمة

أولاً: النتائج:

كشفت دراسة أخطار التجوية الملحية على مباني التراث العمراني في محافظة الأحساء عن عدد من النتائج أهمها ما يلي:

تعد الظروف المناخية السائدة بمحافظة الأحساء من أهم العوامل المؤثرة في حدوث التجوية الملحية في مباني التراث العمراني؛ وبخاصة الحرارة والتبخر والمطر والرياح والرطوبة، بالإضافة إلى ارتفاع منسوب المياه الجوفية السطحية (-٠.٢٨ سم)، وخصائصها الكيميائية - تتراوح ملوحتها بين ٦٠٤٥ - ٧٩٤٠٠ ملليجم/لتر - وشبكة الصرف القريبة من المباني التراثية، والترميم الخاطئ، لما يرتبط ذلك من عوامل منها تبلور الأملاح أو إعادة تبلورها وهجرتها وأنتقالها من مكان لآخر.

من أهم خصائص مواد البناء المستخدمة في مباني التراث العمراني – الحجر الجيري والطين – احتوائها على مادة كربونات الكالسيوم ومعادن الهاليت والجبس والكوارتز، والتي تسهم بدور مهم في زيادة المحتوى الملحي. وتتصف معظم تلك الأحجار بارتفاع المسامية وقدرتها على امتصاص المياه؛ حيث بلغ المتوسط العام ٣٥.١٣٪ و١٩.٩٣ ٪ على التوالي، مع ارتفاع درجة الحرارة وطاقة التبخر، إذ بلغ معدلتها ٢٥.٥مْ و١٢.٨مم على التوالي، الأمر الذي يسهم في تنشيط عملية التجوية الملحية، ومن ثم تعرض مواد البناء للتدهور والتساقط.

تتباين أخطار التجوية الملحية في مباني التراث العمراني في الأحساء بدءاً بالنشع المائي ثم التزهر، ويؤدي الأنتقال بين المرحلتين إلى أنهيار التماسك بين مكونات الحجر، وبالتالي ظهور التشقق والتقشر.

تبين من دراسة مباني التراث العمراني ميدانيا ظهور الرشح والتزهر في كثير من المواضع، وبخاصة مع ارتفاع درجة الحرارة؛ حيث تتبخر السوائل وتتبلور الأملاح تدريجياً. وقد أدى تكرار هذه العملية إلى تكوين طبقات ملحية على أسطح المباني التراثية يتراوح سمكها بين أقل من ٠.٢ إلى ١.٣سم، وبألوان تتباين بين اللون الأبيض واللون الأسود.

أثبتت التحليلات المعملية وجود أملاح الكلوريدات والكبريتات معاً، مما كان له أثر مدمر على سطح الحجر والتي كانت أهم مظاهرها التقشر وتساقط المحارة وظاهرة أعشاش النحل.

ثانياً: التوصيات:

بناء على نتائج الدراسة وتحقيق أهداف البحث نوصي بما يلي:

١. حث الهيئة العامة للآثار والتراث الوطني في محافظة الأحساء الاهتمام بالمباني التراثية وأحيائها وإعادة النشاط لها.
٢. وضع القوانين والأنظمة التي تضمن حماية المباني التراثية في الأحساء.
٣. تشجيع المشاريع البحثية التي تسعى إلى الحفاظ على تراث الأحساء.
٤. ضرورة استخدام النظم والبرامج الحديثة عند التعامل مع المواقع التراثية في المملكة بصفة عامة وفي محافظة الأحساء بصفة خاصة، مثل: نظم المعلومات

الجغرافية GIS، وبرامج التنمية السياحية المستدامة، لما لها من بالغ الأثر وعظيم النفع في عملية الحماية والارتقاء بالمواقع والتراثية.

٥. اهتمام الجهات المعنية بالمشاريع التي تدعم وتحافظ على حالة مباني التراث العمراني في محافظة الأحساء ؛وبخاصة المعرضة للأنهيار بشكل كلي أو جزئي.

المراجع

أولاً: المراجع باللغة العربية:

- إدارة المساحة الجوية، وزارة البترول والثروة المعدنية، المملكة العربية السعودية، لوحة الأحساء NG39-SW، مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠، عام ١٩٨٠.
- الأغا، عودة محمد (٢٠٠٦)، التآكل في المنشآت وآثاره السلبية، **مجلة جامعة الأقصى**، العدد ١٠، فلسطين.
- توفيق، أكمل على (٢٠٠٥)، تأثير بيئة الدلتا على تلف المنشآت الأثرية ومنهجية العلاج والصيانة تطبيقاً على معابد منطقة تل بسطة، **رسالة ماجستير غير منشورة**، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة.
- جمعة، حسين محمد (بدون تاريخ)، "**عزل وحماية المنشآت الخرسانية ضد الرطوبة، التآكل، الكيماويات، الحرارة**"، بدون مكان نشر.
- الحمصاني، خالد محمد أحمد (٢٠٠٧)، دراسة مشاكل الأملاح وعلاجها في الصور والنقوش الجدارية بمنطقة سقارة تطبيقاً على إحدى المقابر المختارة من عصر الدولة القديمة، **رسالة ماجستير غير منشورة**، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة.
- الحميد، عبد الله حسين مبارك (٢٠١٢)، دراسة تأثير جودة المياه لطبقتي النيوجين والدمام الجوفية على تآكل أنابيب الآبار في واحة الأحساء، المملكة العربية السعودية، **رسالة ماجستير غير منشورة**، قسم البيئة والمصادر الطبيعية الزراعية، كلية العلوم الزراعية والأغذية، جامعة الملك فيصل، الأحساء.

- حميدة، سيد محمد سيد (٢٠٠٣)، التقييم العلمي لميكانيكية التجوية الملحية وأهم مصادرها في بعض البيئات الأثرية المصرية وتأثيرها على الأحجار الجيرية والرملية المستخدمة في المنشآت الأثرية، **رسالة ماجستير غير منشورة**، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة.
- الحوباتي، خليل بن علي معبر (٢٠١١)، نمط التغير المكاني والزمأني في تقييم جودة المياه الجوفية في واحة الأحساء بالمملكة العربية السعودية، **رسالة ماجستير غير منشورة**، قسم البيئة والمصادر الطبيعية الزراعية، كلية العلوم الزراعية والأغذية، جامعة الملك فيصل، الأحساء.
- الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، بيانات غير منشورة، خلال الفترة من ١٩٨٥ -٢٠١٥م.
- زعزوع، ليلى بنت صالح محمد (٢٠٠٩)، مسجد جواثا: مركز سياحي في محافظة الأحساء. **المجلة الجغرافية العربية**، العدد ٥٤، الجزء الثاني، الجمعية الجغرافية المصرية، القاهرة.
- صليب، ميرفت ثابت (٢٠٠٨)، **تأثير المياه الجوفية على المباني الأثرية**، دار العالمية للنشر والتوزيع، القاهرة.
- الطاهر، عبد الله أحمد سعد (١٩٩٩)، **الأحساء – دراسة جغرافية**، مطابع الحسيني الحديثة، الأحساء، المملكة العربية السعودية.
- عبد التواب، نبيل (٢٠٠٣)، دراسة علمية تطبيقية في ترميم وصيانة النقوش الجدارية في واجهات بعض المقابر الأثرية من أثار التجوية الفيزيوكيميائية

والبيولوجية بمنطقة هضبة الجيزة، **رسالة دكتوراه غير منشورة**، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة.

- عبد الحميد، محمد مصطفى محمد (٢٠٠٩)، دراسة لأسباب تصدع وأنهيار المباني الأثرية الإسلامية والحلول المقترحة للآثار المختارة، **رسالة ماجستير غير منشورة**، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة.
- عبد الله، إبراهيم محمد محمد (٢٠٠٠)، دراسة علاج وصيانة مواد البناء والعناصر الزخرفية في بعض المباني الأثرية بمدينة رشيد، **رسالة دكتوراه غير منشورة**، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة.
- عبد الهادي، محمد (١٩٩٠)، تأثير البيئة البحرية على تلف المنشآت الأثرية بالإسكندرية، **المؤتمر الدولي الأول عن البيئة والتنمية في إفريقيا**، جامعة أسيوط، مصر.
- عبد الهادي، محمد (١٩٩٥)، **دراسات علمية في ترميم وصيانة الأثار غير العضوية**، مكتبة زهراء الشرق، القاهرة.
- كوك، ر. يو، وبرنسدين، د. ودورنكامب، جي.، وجونـــز، د. (١٩٩٤)، الأبعاد الجيومورفولوجية لتنمية الأراضي في الصحراء مع التركيز على المملكة العربية السعودية، ترجمة وتعليق د. عبد الله بن ناصر الوليعي، **سلسلة دراسات جغرافية**، ع (٢)، الجمعية الجغرافية السعودية، الرياض.
- محسوب، محمد صبري (٢٠٠٢)، **البيئة الطبيعية - خصائصها وتفاعل الأنسان معها**، دار الفكر العربي، القاهرة.

- مرغني، على مصطفى كامل (١٩٩٨)، ارتفاع منسوب المياه تحت الأرضية كخطر طبيعي في بعض قرى ومدن مصر من منظور جيومورفولوجي، **مجلة كلية الآداب**، العدد ٢٢، السنة ٧١، جامعة الزقازيق.
- مشرف، محمد بن عبد الغني (١٩٨٧)، **أسس علم الرسوبيات**، عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض.
- المغنم، على، دانيال بوتس، جوتري فراي، دونالد سأندرز، لامبرج كارلنسكي، ك.ك. (١٩٧٨)، **برنامج المسح الأثري الشامل لأراضي المملكة العربية السعودية**، التقرير المبدئي عن المرحلة الثانية لمسح المنطقة الشرقية، أطلال، حولية الآثار العربية السعودية، العدد الثاني، إدارة المتاحف بوزارة المعارف السعودية، الرياض.
- هيئة الري والصرف، إدارة الري (قسم المياه والتربة)، بيانات غير منشورة، الأحساء، ٢٠١٦م.
- الهيئة العامة للسياحة والآثار، متحف الأحساء للآثار والتراث الشعبي، ٢٠١٣م.
- وزارة الشئون البلدية والقروية (٢٠٠٩)، **مشروع إعداد المخطط الهيكلي لمحافظة الأحساء، التقرير الثاني**، المخطط الهيكلي لمحافظة الأحساء، الجزء الثاني: مخطط التنمية الشاملة، وكالة الوزارة لتخطيط المدن، بلدية الأحساء، الأحساء، السعودية.

- وزارة الشئون البلدية والقروية، (٢٠١٢)، وكالة الوزارة لتخطيط المدن، بلدية الأحساء – الإدارة العامة للتخطيط العمراني، خريطة الأحساء، مقياس ١: ٥٠٠٠٠٠.
- وزارة المياه والكهرباء، بيانات غير منشورة، الأحساء، ٢٠١٦م.

ثانياً: المراجع باللغة الإنجليزية:

- Arnold, Z., (1987), **Moinitoring Wall Paintings Affected By Soluble Salts**, in Conservation of Wall Painting in Proceeding of Asymposium Organised by Courtould Institute of Art the Getty Conservation Institute, London.
- Bourgès, V.A., (2006), **Holistic Correlation Of Physical And Mechanical Properties Of Selected Natural Stones For Assessing Durability And Weathering In The Natural Environment**, Dissertation der Fakultät für Geowissenschaften der Ludwigs – Maximilians - Universität München.
- Buj, O., Gisbert, J., Mckinley, J.M., and Smith, B., (2011), **Spatial Characterization Of Salt Accumulation In Early Stage Limestone Weathering Using Probe Permeametry**, Earth Surf. Process. Landforms 36, John Wiley & Sons, Ltd.
- Cooke, R.U. & Doornkamp, J.C., (1982), **Urban Geomorphology in Dryland**. Oxford Univ. press, New York.
- Feilden, B., (1982), **Conservation of Historic Buildings - Technical studies in Arts**, Archaelogy and

Architecture, Butter Worth Co (Publishets) Ltd, England.

- Flatt, R.J., (2002), Salt Damage In Porous Material: How High Supersaturation Are Generated, **Journal of Crystal Growth 242**, Elsever. U.S.A.
- Goudie, A. & Viles, H., (1997), **Salt Weathering Hazards, John Wiley and Sons**, England.
- Judy, E., (2005), Above the weathering front: contrasting approaches to the study and classification of weathered mantle, **Geomorphology**, Volume 67, Issues 1–2, p.p. 7-21
- Lamei, S., (1995), Restoration of the Mosque of Al-Zahir Baybars in Cairo, in yhe Restoration and conservation of Islamic monuments in Egypt, the American univ. Cairo.
- Lehman, J., (1970), **Damage by Accumulation of Soluble Salts in Stone Work**, in Conservation of Stone, Second Edition. Vol.1, New York.
- Tsui, Nicholas., Flatt Robert J., Schere, George W., (2003), Crystallization damage by sodium sulfate, **Journal of Cultural Heritage**, Vol.4, p.p. 109–115, Elsevier SAS.
- Zehnder, K., (2007), Long-term monitoring of wall paintings affected by soluble salts, Environ geol., Vol 52, Issue 2, **Springer**, Verlag.
- http://www.icomos.org/en/charters-and-texts.

الملاحق

الاتفاقيات والمواثيق ذات العلاقة بعملية الحفاظ على التراث العمراني

(http://www.icomos.org/en/charters-and-texts):

(أ) الميثاق الدولي لترميم وصيانة المواقع والنصب التاريخية (ميثاق البندقية) ١٩٦٤ Charter Venice : جاء فيه ١٦ مادة نذكر أهمها فيما يلي:

المادة الأولى: مفهوم الآثار التاريخية لا يتضمن فقط العمل المعماري المنفرد، بل أيضا محيطه المدني والذي تتواجد به ملامح حضارية خاصة، ومدلولات تاريخية.

المادة السادسة: توضح أن صيانة الأثر تتضمن صيانة محيطه، والذي يجب اعتباره ضمن حدود ذلك الأثر وحينما يتواجد الموقع التقليدي يجب الحفاظ عليه. فلا مبان جديدة، أو تعديل من شأنها تغيير ترابط ذلك المحيط.

كما نص أيضاً على أنه يجب أن يهدف ترميم الآثار إلى الحفاظ على الأعمال من النواحي الفنية في المرتبة الأولى قبل الأحداث التاريخية. وتوضح **المادة الرابعة عشر:** أن المباني الأثرية يجب أن يكون لها عناية خاصة لحماية وصيانة تكاملها وتدخلها معاً.

(ب) توصيات اليونسكو لعام ١٩٦٧م (The 1976"UNESCO Recommendation) المتعلقة بحماية المناطق التاريخية: وتبنى المؤتمر ٥٤ توصية نذكر منها التوصيات التالية:

البند ٢: تعد المناطق التاريخية وبيئاتها المحيطة تراث عالمي لا غنى عنه، وينبغي على الحكومات والمواطنين المحيطين بها تحمل مسؤولية حمايتها واعتبارها جزء من حياتهم الاجتماعية.

البند ٣: ينبغي التعامل مع المنطقة التاريخية ومحيطها ككل متماسك/متكامل قائم على أنصهار وأندماج الأجزاء المكونة له مع بعضها والمتمثلة بشكل خاص في المباني والنشاط البشري واللذأن لا يمكن تجاهلهم.

(ج) ميثاق ايطاليا للترميم ١٩٧٢م: يتضمن هذا الميثاق بعض المواد التي حثت على أهمية العناية بالبيئة المحيطة بالآثار منها:

المادة السادسة "د": التي أوضحت أن الحفاظ منوط أيضاً بأية أعمال طارئة على البيئة منذ نشأتها حتى وصلت إلى عصرنا الحالي سواء على العمل الفني أو البيئة المحيطة أو الأثاث أو الحدائق.

المادة السابعة الفقرة " هـ ": التي نصت على وجوب تمييز جميع الأعمال الفنية قبل الحفاظ عليها وترميمها مع وجوب مراعاة عدم حدوث التداخلات بين أعمال تحديث البيئة المحيطة بتلك الأعمال الفنية عند اختفاء البيئة الأصلية، أو تهدمها تماماً مثل المبني الأثري الذي تغير النسيج العمراني حوله تماماً، ويعتبر هو الوحدة الباقية من النسيج الأصلي للمنطقة ويجب الحفاظ عليها.

كذلك نص الميثاق على أن أعمال الترميم يجب أن تتجنب تأثير الأخطاء الخارجية الأكثر ضرراً على الأثر والتي من أهمها ما يلي:

١. أعمال التكملة المعمارية أو التخطيطية بالطرق المبسطة، والتي كان يجب أن تستند على وثائق خطية، أو نماذج يمكن من خلالها تجديد الصورة النهائية التي كان عليها العمل الفني.
٢. الهبوط أو الأنهيارات بالعمل الفني يمحي التسلسل عبر العصور التاريخية القديمة إلا إذا كانت محددة وأيضا إذا كانت تشوه العمل الفني أو كانت تكملة بشكل مسموح.
٣. أعمال التكملة أو إعادة بناء أو إعادة تكوين للأعمال الفنية في أماكن خلاف أماكنها الأصلية إلا إذا كانت قد تمت بهدف أنقاذها والحفاظ عليها.

(د) ميثاق بورا ١٩٧٩ Burra Charter:

المادة ٢: الحفاظ والإدارة:

٤. ينبغي الحفاظ إلى المواقع التي تمتلك قيمة ثقافية.
٥. أن الهدف من الحفاظ هو المحافظة والإبقاء على القيمة الثقافية للموقع.
٦. الحفاظ: جزء متكامل ضمن عملية إدارة جيدة للموقع ذات القيمة الثقافية.
٧. من الضروري الحفاظ على المواقع ذات القيمة الثقافية وعدم تعريضها للخطر أو تركها في حالة غير مستقرة.

المادة ٣: المحاذير:

١. عملية الحفاظ تقوم أساساً على احترام ما تبقى من نسيج قديم، بالإضافة إلى استخدامات ومعينة للموقع، وهذا يتطلب أخذ الحيطة والحذر بالتقليل من إجراء اي تغيير قدر الإمكان؛ حيث أن بقايا الإضافات والتغييرات السابقة لمكونات ونسيج الموقع هي عبارة عن شواهد لتاريخه وأهميته؛

لذلك فأن عملية الحفاظ يجب أن تساعد على فهم أهمية الموقع وليس طمسه.

٢. يجب أن لاتشوه أعمال التغيير في الموقع على تكوينه أو أي شواهد يوفرها، ويجب أن لا تكون أعمال التغيير هذه قائمة على الحدس.

(هـ) ميثاق صيانة المدن التاريخية والمناطق الحضرية "ميثاق واشنطن" ١٩٨٧: نستخلص من هذا الميثاق بعض المبادئ ذات العالقة بصيانة المباني التاريخية منها :

المادة ٨: ينبغي أن تكون الوظائف والأنشطة الجديدة متلائمة مع طبيعة المنطقة التاريخية.

المادة ١٠: عندما يكون من الضروري أنشاء بناء جديد أو إعادة توظيف بناء قديم فأنه يجب احترام التخطيط المكاني من حيث المقاس وحجم الأرض.

(و) وثيقة مبادئ الحفاظ على المنشآت الخشبية ١٩٩٩م (الايكوموس) :

تم تبني هذه المبادئ في الاجتماع العام للايكوموس في المكسيك عام ١٩٩٩م، وتهدف الوثيقة إلى ايجاد مبادئ وممارسات عالمية يمكن استخدامها في الحفاظ على المنشآت الخشبية ذات القيمة التراثية أهمها :

بند ٢: يجب أن يسبق أي تدخل إجراء تشخيص دقيق وشامل لحالة المنشأ وأسباب التلف.

بند ٥: أي تدخل مقترح ينبغي أن يتجه إلى استخدام الأساليب التقليدية، قابلة للاسترجاع قدر الإمكان، أو على الأقل أن لا يمنع أعمال الحفظ مستقبلاً، وأن لا يعيق الوصول الأجزاء الأخرى في المنشأ.

(ز) ميثاق الايكوموس – مبادئ التحليل والصيانة والترميم المعماري للتراث المعماري ٢٠٠٣: تم التصديق على هذا الميثاق بواسطة الاجتماع العام للايكوموس في زيمبابوي عام ٢٠٠٣، وبني الميثاق على مجموعة من التوصيات في شكل أسس أو مبادئ توضح مفهوم الترميم، وهي موجه إلى المختصين في أعمال الترميم والصيانة ومنها:

١. أعمال الترميم والتدعيم والصيانة للتراث المعماري تتطلب نظرة متعددة التخصصات.
٢. يجب دائماً تعيين فريق متعدد التخصصات طبقاً لنوع وحجم المشكلة؛ حيث ينبغي عليهم العمل كفريق واحد منذ الخطوة الأولى للدراسة.
٣. ينبغي لعملية المعالجة أن تركز على تحديد جذور مسببات التلف أكثر من التركيز على مظاهره.
٤. يجب توثيق جميع أعمال الفحص والمراقبة وحفظها كجزء من تاريخ المنشأ.

عزيـــــــــزي

الباحث وصاحب العمل والمؤسسة

تتيح لك الجمعية الجغرافية السعودية فرصة التعريف

بإنتاجك العلمي وأجهزتك ومؤسستك وبرامجك التي

يمكن ان تخدم الجغرافيين والجغرافيا.

أسعـار الإعلانات

صفحة كاملة بمبلغ ١٠٠٠ ريال سعودي

نصف صفحة بمبلغ ٥٠٠ ريال سعودي

ربع صفحة ٢٥٠ ريالاً سعودياً

عزيزي عضو الجمعية الجغرافية السعودية
هل غيرت عنوأنك؟ فضلاً املأ الاستمارة المرفقة وأرسلها على عنوأن الجمعية
الاسم : ..... العنوأن : ..... ص. ب..... المدينة والرمز البريد..... البلد..... الاتصالات الهاتفية : عمل : ..... منزل : .....جوال : ..... بريد إلكتروني : .....
ترسل على العنوأن الآتي : الجمعية الجغرافية السعودية ص. ب ٢٤٥٦ - الرياض ١١٤٥١ المملكة العربية السعودية هاتف : ٤٦٧٨٧٩٨ ١١ ٠٠٩٦٦ - فاكس : ٤٦٧٧٧٣ ١١ ٠٠٩٦٦ بريد إلكتروني : sgs@ksu.edu.sa كما يمكنكم زيارة موقع الجمعية على الأنترنت على الرابط الآتي : www.saudigs.org

آخر إصدارات سلسلة بحوث جغرافية:

١٠٩ -واقع نقل التلاميذ والتلميذات ذوي الإعاقة الحركية في مدارس التعليم العام بمدينة الرياض، أ.د.عامر بن ناصر المطير، أ.د. عبد العزيز بن سعد بن حمد المقرن، د. زيد بن عبد الله المسلط المشاري، د. عبدالرحمن بن محمد بن عبد الكريم الصالح.

١١٠ -خصائص بعض عناصر مناخ المنطقة الشرقية بالمملكة العربية السعودية، أ.د. عبد الله بن أحمد الطاهر.

١١١ -مدن وادي فرناغة ودورها الحضاري في العالم الإسلامي (خلال القرون الأربعة الهجرية الأولى)، د. خليفة بن مصطفى غرايبة.

١١٢ -الخصائص الديموغرافية للقوى العاملة السعودية وتخطيها ومستقبلها. د. أيمن أحمد شلضم.

١١٣ -نمو السكان وتوزيعهم في محافظة بني سويف بجمهورية مصر العربية. د. أشرف محمد عبد المعطي.

١١٤ -تقدير متطلبات غسيل التربة من مياه الري للمحاصيل الزراعية في الأحساء. أ.د. ناصر بن عبد العزيز السعرأن

١١٥ -مستوى الخصوبة والعوامل المؤثرة فيها في مدينة عنيزة بمنطقة القصيم د. أحمد محمد البسام

١١٦ -الصناعات الصغيرة والمتوسطة في المملكة العربية السعودية. د. صفاء بنت صبح صبابحة

١١٧ -التباين المكاني لأسعار الأراضي في مدينة الرياض أ. نورة بنت قاعد العتيبي

١١٨ -هجرة يهود أوروبا الشرقية إلى فلسطين في الفترة من ١٨٨٢ -١٩٤٨م د. عبد العزيز بن راشد المطيردي

١١٩ -المؤسسات القفية في المشرق ودورها في خدمة الرحالة الجغرافيين د. أحمد بن محمد الشبعأن

١٢٠ - تحليل الأنماط المكانية لتوطن صناعة البلوك والخرسأنة في منطقة القصيم دراسة في جغرافية الصناعة، أ. هديل بنت محمد الفوزأن، د. محمد بن إبراهيم الدغيري.

١٢١ - أنماط المناخ السياحي في المملكة العربية السعودية بتطبيق معادلة ميكوسكي د. مطيرة بنت خويتم المطيري

١٢٢ - العمالة الوافدة في الأحياء القديمة في مدينة بريدة د. أحمد بن محمد عبد الرحمن البسام

١٢٣ - التحليل المكاني للعمر المتوقع عند الميلاد في المملكة العربية السعودية. زهور المعلم، د. مفرح بن ضايم القرادي.

١٢٤ - مدى اسهام القوى العاملة الوطنية في القطاعات السياحية بمدينة جدة وسبل تعزيزها، د. جميلة بنت ناصر آل محيا، د.محمد بن سعد المقري.

١٢٥ - العيون المائية وعلاقتها بأودية الحوض الأوسط لوادي السهباء، د. فرحأن بن حسين الجعيدي.

١٢٦ - مراقبة النمو العمراني في مدن الخرج باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد في الفترة من عام ١٩٧٣ -٢٠١٤م، د.عبدالله بن محمد المثيبي، د. فرحأن بن حسين الجعيدي.

١٢٧ - التحليل المكاني لحوادث المرور على طريق الرياض الدمام باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، د. آمنة بنت عبد الرحمن الأصقة.

١٢٨ - خصوبة السكان السعوديين في مدينة بريدة. أ. هاجر بنت حمود العتيبي

أسعار البيع:	Price:
سعر النسخة الواحدة للأفراد: ١٥ ريالاً سعودياً.	Individuals: 15 S.R.
للمؤسسات: ٢٠ ريالاً سعودياً.	Institutions: 20 S.R.
❖ تضاف إلى هذه الأسعار أجرة البريد.	*Handing & Mailing Charges Are Added on the Above Listing.

Salt Weathering Hazards on Urban Heritage Buildings in Al-Ahsa Governorate - A Geographical Study

Dr. Amani Hussein Mohamed Hassan
Geography Department / Faculty of Arts / King Faisal University & Assiut University
amhassan@kfu.edu.sa

Abstract

Salt weathering of geomorphological hazards facing the urban heritage buildings in the governorate of Al Ahsa', and therefore the research aims to study factors affecting the salt weathering those buildings, and analysis of the characteristics of the building materials used and the monitoring of the manifestations of the damage resulting from the hazards of salt weathering on urban heritage buildings in the area.

The researcher used several scientific curricula, including the fundamentalist approach to the study of the factors causing the occurrence of salt weathering, inductive approach in the field work, the analytical approach in the study of the properties of construction materials and heritage buildings, in addition to quantitative method in the analysis of climatic data and laboratory based on Excel, method to convert geographical data to a group of maps and forms.

The researcher has reached several findings, the most important are; the diversity of the sources of salt in the study area, some of which are internal, such as salt is a natural component of construction materials, including an outdoor pool, such as the sources of moisture, as well as to repair the wrong way. Urban heritage buildings in Al- Ahsa vary

where weathering affected by saline, where the effects of weathering of the buildings from the water and efflorescence, the transition between the two phases has led to the collapse of the coherence between the components of the stone, and thus the appearance of cracking and desquamation.

One of the important recommendations is the need for the use of the resistant cement salts in parts of the Earth from vulnerable facilities permanently moisture and salts, and the focus on the use of moisture and heat insulation material which is not affected by the various climate conditions suitable for the different parts of the treaty.

Key words:
Hazards - salt weathering - Architectural Heritage - Al-Ahsa – Saudi Arabia.

ISSN 1018-1423
Key title =Buhut Gugrafiyya

Administrative Board of the Saudi Geographical Society

Ali A. Al Dosari	Assis. Prof.	Chairman.
Mohammed A. Mishkhes	Assoc. Prof.	Vice-Chairman.
Malhi A. Al-Gazwani	Assis. Prof.	Secretary General.
Fahad A. Almutlaq	Assis. Prof.	Treasurer.
Tagreed H. Al-Juhani	Assis Prof.	Head of Risk and Disaster Management Unit.
Asma A. Aba Al Khail	Assis. Prof.	Member
Mohammed A. Alrashed	Assis. Mr.	Member
Sultan A. Alharbi	Assis. Mr.	**Head of unit of The electronic publishing vessel for scientific message.**
Mona S. Aladel	Assis. Mrs.	Editor of Geographical Newsletter

RESEARCH PAPERS IN GEOGRAPHY

REFEREED PERIODICAL PUBLISHED BY SAUDI GEOGRAPHICAL SOCIETY

129

Salt Weathering Hazards on Urban Heritage Buildings in Al-Ahsa Governorate - A Geographical Study

Dr. Amani Hussein Mohamed Hassan

King Saud University - Riyadh
Kingdom of Saudi Arabia
1442 A.H. - 2020A.D.

بسم الله الرحمن الرحيم

Saudi Geographical Society (S.G.S.)

Editorial Board

Editor-in-Chief:	Mohammed A. Al-Gabbani	(Ph.D.).
Editorial Board:	Ahmed A. Al-Doghairi	(Ph.D.).
	Mohammed S. Al-Rebdi	(Ph.D.).
	Mahmoud I. Al-Doaan	(Ph.D.).
	Mofareh D. Al-Qaradi	(Ph.D.).

Advisory Board

Ramzi A. Al-Zahrani	Umm Al-Qura University
Abdullah Y. Al-Ghunaim	Kuwait University
MuhammadShawqi I. Makki	King Saud University
Mohammed A. Al-Saleh	King Saud University
Mohammed M. Al-Qahtani	King Khalid University

Correspondence Address

All Research Papers and Editorial Correspondence Should be sent to
The Editor-in-Chief, Dept. of Geography
College of Arts, King Saud University
P.O.Box 2456 Riyadh 11451
Kingdom of Saudi Arabia
Tel: 4678798 Fax: 4677732
E-Mail: sgs@ksu.edu.sa

All Views Expressed by Contributors to the RESEARCH PAPERS IN GEOGRAPHY do not Necessarily Reflect the Position of the Editorial Board or the Saudi Geographical Society

RESEARCH PAPERS IN GEOGRAPHY

REFEREED PERIODICAL PUBLISHED BY SAUDI GEOGRAPHICAL SOCIETY

129

Salt Weathering Hazards on Urban Heritage Buildings in Al-Ahsa Governorate - A Geographical Study

Dr. Amani Hussein Mohamed Hassan

King Saud University - Riyadh
Kingdom of Saudi Arabia
1442 A.H. - 2020A.D.