https://majs.journals.ekb.eg
2023; Dec (12): 223:229.
Doi: 8.24394 /JAH.2023 MJAS-2306-1157
ISSN: 2735-430X (Print); ISSN: 2735-4318 (Online)

استخدام جل الزانثان والأجاروز كمونة بناء مع البكتريا المنتجة للكالسيت

Xanthan gel and agarose using as a building agent with calcite-producing bacteria.

منى سيد علي [1]، حسين محمد علي [2]، مايسه محمد علي [3]

[1] باحثة، [2] أستاذ الترميم – كلية الفنون الجميلة – جامعة المنيا، 3 أستاذ مساعد بقسم الترميم – كلية الآثار – جامعة القاهرة.

Email address: thesonofnile2009@yahoo.com

To cite this article:
Mona Sayed Journal of Arts & Humanities.
Vol. 12, 2023, pp. 223-229. Doi: 8.24394/ JAH.2023 MJAS-2306-1157
Received:17,06, 2023; **Accepted**: 19, 07, 2023**; published**: Dec 2023

الملخص:

الهدف من الدراسة هو تقوية الآثار الحجرية الجيرية وذلك نظرا للتغيرات المناخية وتأثيراتها السلبية على الأثارلذلك من الضرورى اللجوء إلى مواد جديدة تحقق تنمية مستدامة فقد تطرقت الورقة البحثية هذه إلى استخدام أنواع جل مختلفة مع البكتريا المنتجة للكالسيت مثل (Xanthan, Agaroze)، لتحميل البكتيريا عليها وعلاج مشاكل الاحجار من (ملئ الفرغات و الشروخ بالحجر الجيري، حيث يقوم كلا منهما بدور المونة الرابطة للبكتريا لملئ الشروخ والفراغات الرأسية لكي نتمكن من خلالها من ملئ الشروخ. كما يتم عمل مقارنة بين كل نوع منهم وطريقة تطبيقه وأختيار أفضل نوع فيهم، ودراسة مدي تأثير كل منهما علي تكوين وشكل وحجم كريستالات الكالسيت الناتجة من البكتريا وذلك من خلال الفحص بالميكروسكوب الضوئي، فقد كانت النتائج جيدة لكلاهما كما أنهم يمتازوا بدرجة أمان على صحة المرمم، واتضح أن الكريستالات نمت بشكل جيد عند إستخدام جل الزانثان، عند أستخدام جل الأجار مع البكتريا المنتجة للكالسيت لم يؤثر وجودة علي تكوين وشكل وحجم كريستالات الكالسيت الناتجة، من عيوب أستخدام الاجاروز كجل لملئ الفراغ أنه يحتاج إلي درجات حرارة عالية جدا لكي يذوب وذلك قد يكون غير متوفر في الأماكن الأثرية حال التطبيق مما سوف يكون عائق أمام المرمم أثناء الأستخدام.

الكلمات الدالة:

بكتريا، جل الزانثان، الأجاروز، كالسيت.

المقدمة:

تتعرض أثارنا الحجرية بشكل مستمر للعديد من عوامل التلف المختلفة عوامل تلف مباشرة"بسيطة"- عوامل تلف غير مباشرة "مركبة. تعد مظاهر التلف الموجودة على أسطح الاثار الحجرية بمثابة كتاب مفتوح خطت فيه كل الأحداث التي تعرض لها هذا الأثر سواء من عوامل تعرية أو عوامل تلف مختلفة (Piero Tiano, 1994). كذلك ما يتعرض له الاثر من تعديات بشرية. التي تؤثر بالسلب علي هذه الأحجار بأنواعها المختلفة خاصة الحجر الجيري وذلك نظرا لطبيعته الحساسة لكثير من عوامل التدهور والتجوية والتلوث والأكسدة وغيرها من العوامل الهدامة التي تؤثر علي الحجر وتتسبب في العديد من الشروخ والفجوات التي تؤدي في النهاية الي فناء الحجر (محمد أحمد عوض 2002) ، ومما لا شك فيه ان عملية تلف المباني الأثرية المشيدة من الأحجار تعتبر من المشاكل الكبيرة متعددة الزوايا وكانت دوما محط اهتمام الانشطة البحثية في السنوات الاخيرة التي اوضحت بدورها ان مقاومة الأحجار لعوامل التلف المختلفة تعتمد علي خواص الحجر الميكانيكية والفيزيائية والكيميائية بالاضافة إلي أعتمادها علي الظروف المحيطة بها ومنها الرطوبة والحرارة كما يرجع ذلك ايضا إلي اختلاف نوع الحجر(عبد القادر عبد العزيز علي 1982) .

لذلك كان لابد من التدخل لإيجاد حلول تزيد من المقاومة الميكانيكية للحجروذلك بعد تعرضه للعديد من قوي التلف التي تؤدي إلي إضعاف بنية الأحجار وذلك عن طريق إضعاف او كسر الروابط بين حبيباتها. لذلك كانت الحاجة إلي اتخاذ قرار بمرحلة التقوية باستخدام مواد التقوية المناسبة والتي تعيد تماسك حبيبات وطبقات الأحجار وتقوي البنية الداخلية للمواد الآثرية (Daehne1 A., et al, 2013). وذلك بإختيار أنسب المواد لتقوية الأحجار وصيانتها مع مراعاة نوع الأحجار والخواص الطبيعية لمكوناتها خاصة المسامية والنفاذية، وكذلك الظروف الجوية التي ستتواجد بها الأحجار بعد العلاج (حسين محمد علي، 2007). وكان لابد من عمليات التقوية بالاستكمال إلى تدعيم المادة الآثرية وربط الجزيئات المفتتة وإعادة تشكيل الأحجار التالفة عن طريق ربط الحبيبات وملئ الفراغ، ولا يجب النظر إلى عملية التقوية باعتبارها عملية مفردة، فهي جزء من سلسلة من العمليات والتي تشتمل على التشخيص والتنظيف والتقوية الأولية والمحافظة على السطح (Arthur L., et al, 2005). ومن المواد المستخدمة قديما في التقوية:

المقويات العضوية الطبيعية Organic consolidation

هي أقدم المواد التي أستخدمت في هذا المجال وتشمل اللاك وزلال البيض والزيوت والراتنجات الطبيعية وشمع النحل وشمع البارافين والأصباغ الطبيعية والدكسترين والغراء الحيواني. وقد أصبحت هذه المقويات من المواد النادرة، بل عديمة الأستعمال خاصة بعد اكتشاف المقويات الحديثة وكذلك لعيوبها (محمد عبد الهادي 1996).

المقويات العضوية الصناعية أو الراتنجات الصناعية Synthetic Resins

تعتمد أساساً على الراتنجات التي تتصلب بالحرارة مثل المواد الأكريليكية والثيرموسيتينج التي تمثل القدر الأكبر بالنسبة للمواد المستخدمة في حقل علاج وصيانة الآثار (محمد عبد الهادي محمد، 1996)، ويلاحظ ان المقويات العضوية تعمل على تحسين الخواص الميكانيكية للحجر المقوى إلا ان الراتنجات نفسها تتحلل ببطء تحت تأثير الأكسجين والضوء على عكس المقويات غير العضوية، كما أن المقويات العضوية تبقى داخل مسام الحجر لفترة طويلة جدا وتعمل كمادة واقية او حافظة ضد عوامل التجوية (جورجيوتوراكا، 2003).

حتى الأن لم تحظ تقوية الحجر الجيري بإستخدام المواد غير العضوية على نجاح كبير، ويرجع أسباب عدم النجاح هذا إلي عدم قدرة المركبات غير العضوية علي التغلغل بشكل كاف خلال مسام الحجر وإلى تكوين بعض الأملاح الذائبة كنواتج تفاعلات ثانوية مع مكونات الحجر وكذلك إلى مدي نمو البللورات المتكونة وقدرتها المشكوك فيها علي ربط حبيبات الحجر ببعضها البعض (Clifton, J.R.and Frohnsdroff,G.J.C, 1982). تعتمد تجربة إعادة إدخال الكالسيت إلى مسام الحجر علي أنتاج العديد من البللورات الصغيرة (Tiano, P. et al, 2006).

- حيث ان من عيوب أستخدام المقويات غير العضوية انها غير استرجاعية وصعبة التطبيق، كما انها تحتاج إلي وقت طويل في التطبيق خاصة إذا كانت المساحة المقواة كبيرة وتتطلب أيضا كميات كثيرة من الماء طوال عملية التقوية (مني فؤاد 2003).

عملية التعدين البيولوجي لترميم الحجر:

يعد الترسيب البيولوجي لكربونات الكالسيوم ظاهرة عامة في التربة وكل من المياه العذبة والمالحة (Boquet, E,. Boronat. ,A., Ramos C., 1973) ويعتقد انه ليس فقط بالحل الممكن ولكن أكثر ملائمة للحفاظ علي الآثار نظرا لمحافظته علي مادة الحجر . أولي محاولات أستحثاث ترسيب كربونات الكالسيوم بيولوجيا تمت عن طريق استخدام بعض المركبات العضوية المستخلصة من المحار (Tiano, P. et al., 1992). ثبت أن البكتريا من مختلف البيئات الطبيعية تستطيع غالبا ترسيب كربونات الكالسيوم سواء في الظروف الطبيعية أو في التجارب المعملية (Chafetz, H. et al., 1992)، حيث تستطيع الأنواع المختلفة من البكتريا وأيضا بعض العوامل غير البيولوجية (الملوحة وتركيب الوسط الغذائي) أن تشارك بطرق متعددة في ترسيب كربونات الكالسيوم في البيئات المختلفة (Rivadeneyra, M. et al, 2004).

يعتمد التوجه الحديث علي إستحثاث تكوين بللورات كالسيت جديدة بإستخدام البكتريا داخل مسام الحجر بإستخدام مزرعة حية من بكتريا الكالسيت Calcinogenic bacteria، أما بالنسبة لإصلاح الشروخ، فالعديد من التقنيات متاحة بالرغم من انه نظام إصلاحها التقليدي له العديد من السلبيات كاختلاف معامل التمدد الحراري لها مقارنة بالأحجار المراد علاجها وتأثيرها السلبي

علي البيئة وصحة الانسان. ولهذا يعد الإستحثاث البيولوجي لتكوين بللورات الكالسيت هو الحل الملائم بيئيا لإصلاح الشروخ.

استخدام كل من الاجاروز، جل الزانثان لعلاج الشروخ والفجوات:

يعود تاريخ اكتشاف الزانثان إلى عام 1963م، ومنذ ذلك الحين أجرى العلماء العديد من الدراسات عليه، لتحديد درجة أمانه على صحة الإنسان، وقد توصّلوا إلى أنّه آمن (BRUNA DE MÔNACO LOPES, et al, 2015)، ويمكن استخدامه دون قيود، وبأي كمية مرغوبة في أي صنف غذائي، وعليه حصل على موافقة إدارة الغذاء والدواء الأمريكي (ابتسام فاضل موسي، 2018).

وبالدراسة التي تم اجراؤها تم استخدام كل من الاجاروز، جل الزانثان حيث أن الاجاروز Agaroz هو نوع من أنواع الجيلاتين المستخرج من الطحالب الحمراء أو الأرجوانية، وله ملمس ومظهر مشابه للجيلي لكنه أخف منه لذلك فهو قادر علي عمل سمك يشبه مونه البناء لملئ الفراغات. اما بالنسبة لجل الزانثان فهو متعددة، حيث إن صمغ الزانثان أمن جدا فهو إحدى المواد التي تتم إضافتها إلى المنتجات الغذائية المصنعة، كما أنه يرجح أنك تتناولها بصورة مستمرة دون أن تعرف ذلك، لأن تلك المادة تستخدم على نطاق واسع في الكثير من المنتجات المصنعة (Faria, S. – Petkowicz, C. L. O., et al, 2011).

ولذلك اعتمدت فكرة البحث علي أستخدام جل هلامي يعطي سمكا او قوام متماسك حتي نتمكن من عمل مونة ذات قوام مناسب تمكنا من ملئ الفراغات والشقوق الموجودة داخل الحجر .حيث أن استخدام كل من الكالسيوم كلوريد والصوديوم بيكربونات والبكتريا كل ذلك يكون في صورة محلول سائل لا يمكن من خلاله القدرة علي ملئ الشروخ والفجوات خصوصا الرأسية لذلك عمدت فكرة البحث علي أستخدام نوع من أنواع الجل يمكننا من عمل مونة مناسبة وفي نفس الوقت دون أن تؤثر علي تكوين الكريستالات الناتجة حتي لا تؤثر بالسلب علي دور البكتريا في الترسيب وتكوين حبيبات الكالسيت حال الترسيب .

ومن هنا يأتي دوره حيث إنه أمن وليس له أثار جانبية قد تضر بالحجر عند تطبيقة وهذا هو الهدف من البحث أن يتم الوصول إلى طريقة امنه للحفاظ علي الاثار الحجرية.

أولاً جل Xanthan:

تعريفه:

صمغ الزانثان هو مادة غذائية تضاف إلى الأصناف الغذائية المختلفة لإكسابها الثخانة، أو القوام السميك، وهو عبارة عن مادة لزجة تنتج عن تخمر السكر بفعل بكتيريا (Xanthomonas campestris) (Rottowa I, et al, 2009) ، ويستخدم هذا الصمغ في تصنيع العديد من المنتجات، بالإضافة إلى الاستخدامات الصحية العديدة له. وصمغ الزانثان يختلف عن الصمغ العربي، فصمغ الزانثان هو متعدد السكاريد المعقد، المصنّع داخل المختبرات، أما الصمغ العربي هو مستخلص طبيعي مستخرج من أشجار الأكاسيا البرية (Ahmet Şukru Demirc, et., al, 2010).

ثانياً جل Agaroze:

1-تعريفه:

الأجاروز Agaroz هو نوع من أنواع الجيلاتين المستخرج من الطحالب الحمراء أو الأرجوانية، وله ملمس ومظهر مشابه للجيلي لكنه أخف منه، توجد الطحالب التي تنتج الأجار على سواحل المحيط الهادئ في أسيا وكاليفورنيا، وهذه الطحالب هي من أجناس الجيليديوم والجراسيلاريا، ويمكن العثور على الأجار في المختبرات (Lee, P. Y.,Costumbrado, et., al, 2012).

يستخدم الأجار بشكلٍ شائع في المختبرات كوسيط لزراعة البكتريا والكائنات الدقيقة الأخرى فهو يساعد على إطعامها وتغذيتها دون أن تقوم بتناولها لأنه لا يمكنها هضمها، بل هي فقط وسيلة لتغذيتها عبرها، وهي توفر المكان المثالي لنمو هذه الكائنات بشكلٍ جيد.

2-طريقة تحضيره:

لتحضير أطباق بتري مليئة بالآجار عليك اتباع الطريقة التالية: يكون الأجار الذي تحضره على شكل أقراص وعليك أن تقوم بإذابة 10 أقراص أي ما يقارب 6.9 غرام أجار لكل 500 ملل من الماء، يمكن تذويب أقراص الأجار باستخدام الماكروويف، ثم يسكب المزيج في طبق بتري كبير قطره (100 ملم) أو عدة أطباق بتري صغيرة قطرها (60 ملم)، أما بالنسبة للأجار المعبأ في علب خاصة عليك أن تقوم بتسخين العلبة في حمام ماء ساخن أو في الماكروويف حتى يتحول الأجار للحالة السائلة دون أن تقوم بنزع الغطاء عن العلبة، ثم مرر عنق الزجاجة أمام لهبٍ لتعقمها، وعند صب الأجار إفتح غطاء طبق

بتري بأقل قدرٍ ممكنٍ وتأكد من الاحتفاظ بالغطاء فوق الوعاء مباشرةً، ثم صب كمية من الأجار في الوعاء ما يُغطي نسبة 1\8 من القاع وغطي طبق بتري بسرعة (Science ASSIST, 2016).

مواد وطرق العمل Materials and methods:

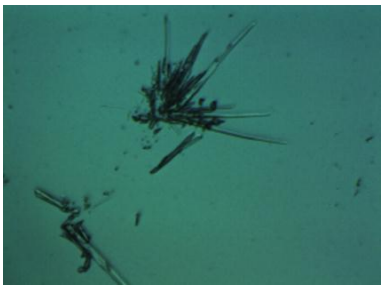
أولاً جل Xanthan:

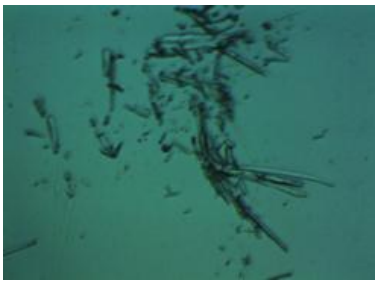
1-طريقة تحضيره:

تم تحضيره على البارد حيث أنه لا يحتاج الي درجات حرارة عالية لكي يذوب تم اضافة Xanthin بإضافة 8.8مللي مولار من محلول كلوريد الكالسيوم واعاده تعليق البكتريا به بإضافة 100 مللي مولار من Bacterial Suspension وتركها لمده خمس دقائق للتأكد من تشبع الشحنات السالبة علي سطح البكتريا بأيونات الكالسيوم الموجبة ويتم بعدها اضافة 12 مللي مولار من Xanthinيتبعة إضافة. 8..8 مللي مولار من محلول بيكربونات الصوديوم تم إضافة 25مللي مولار من الماء المقطر (Yaseen EL, Herald, et., al,2005).

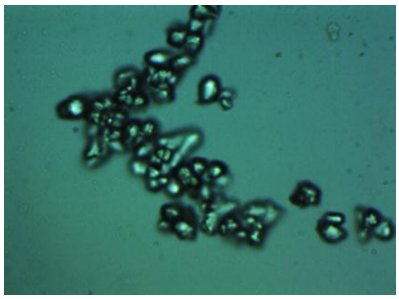
2-تأثيره على الكريستالات الناتجة:

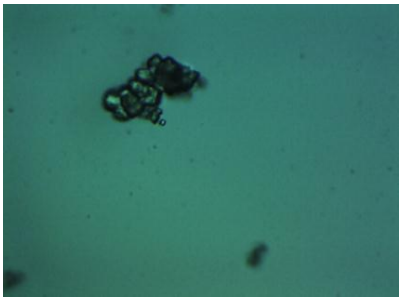
تم تطبيق جل الزانثان في وجود كل من كلوريد الكالسيوم وبيكربونات الصوديوم والبكتريا واتضح أن الكريستالات نمت بشكل جيد دون أن يؤثر وجود جل الزانثان على بنية وشكل وحجم الكريستالات الناتجة، وذلك يظهر في صور الفحص بالميكروسكوب الضوئي، كما يظهر في صورة رقم (1، 2).





صورة رقم (1): (A, B) توضح نتائج الفحص بواسطة الميكروسكوب الضوئي لبكتريا Shell التي اتضح من خلالها ظهور الاراجونيت في البداية وذلك قبل تحولها الي كالسيت .





صورة رقم (2): (A, B, C) توضح نتائج الفحص بواسطة الميكروسكوب الضوئي لبكتريا Shell ولاحظ تكون كريستالات الكالسيت في جل الزانثان.

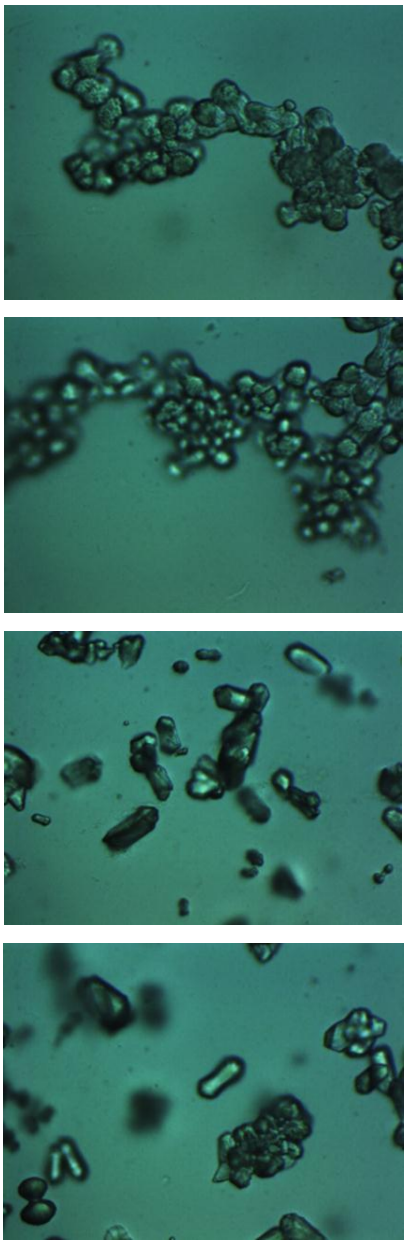
3-مميزاته:

- يتميز بقوامة السميك حيث يساعد في تكوين هلام او جل يعطي قوام مميز وملمسا سميكا فهو عبارة عن مادة لزجة تعطي السمك المطلوب كمونة للبناء عليها حال وجود شرخ راسي عند الترميم (Mahmoud, R. M, et., al, 2013).
- مستويات الأس الهيدروجيني لصمغ الزانثان تسمح بعدم أنفصال المكونات عن بعضها البعض ويحافظ عليها متماسكة (Russ, N., et., al, 2016).
- كما يدعّم تعليق الحبيبات الصلبة في السوائل كما أنه يتميز بالأستقرار الحراري: صمغ الزانثان تظل مستقرة عند تعرضها لدرجات الحرارة العالية، مما يجعلها مُلائمة للأستخدام في المنتجات التي تُخضع لمعالجة حراري (Leidi Daiana Preichardt, Paula Klaic, 2016).
- وكذلك لايحتاج الي الحرارة لكي يذوب عكس الاجاروز لذلك فهو سهل حال التطبيق في الحقل الاثري.

ثانياً جل Agaroze:

1- تأثيره على الكريستالات الناتجة:

تم إضافة الاجاروز كنوع من الجل لعمل مونة لملئ الشقوق الرأسية للحجر وتم ذلك بإضافة 7.35 مللي مولار من محلول كلوريد الكالسيوم واعاده تعليق البكتريا به بإضافة 100 مللي مولار من Bacterial Suspension وتركها لمده خمس دقائق للتأكد من تشبع الشحنات السالبة علي سطح البكتريا بأيونات الكالسيوم الموجبة ويتم بعدها اضافة 0.9 مللي مولار من الاجاروز يتبعة إضافة 2.4 مللي مولار من محلول بيكربونات الصوديوم تم إضافة 4.8 من الماء المقطر المعقم وتم ترك الدورق في درجة حرارة الغرفة والتي تتراوح ما بين 20: 25م، وهذا يظهر في صور رقم (3).



صورة رقم (3): (A, B, C, D) توضح نتائج الفحص بواسطة الميكروسكوب الضوئي لبكتريا Azetobacterولاحظ تكون كريستالات الكالسيت في وجود الاجاروز واتضح أن الكريستالات نمت بشكل جيد دون أن يؤثر وجود الاجاروز علي بنية وشكل وحجم الكريستالات.

2- مميزاته:

الأجاروز Agaroze هو مادةٌ هلاميةٌ جلاتينيةٌ تحتوي على مزيج من الكربوهيدرات وتشتق من الطحالب الحمراء، والتي تنمو في سواحل بعض البلدان مثل ماليزيا واندونيسيا، وهو نوعٌ من أنواع الجلاتين يستخدم في العديد من الوصفات الغذائية، ويعتبر بديلاً نباتياً لاستخدام الجلاتين العادية، والتي تستخرج من مصادر حيوانيةٍ، كما يستخدم الأجار في الوصفات الخالية من الغلوتين وذلك باعتباره سميكاً ومغذياً جداً.

ويتميز الأجار بأنه قابلٌ للإذابة في الماء في درجة الغليان، لكنه لايذوب في الماء البارد، ولا في المذيبات العضوية، ويتجمد في درجات الحرارة الأقل من 50 درجةٍ مئويةٍ، ويتميز بقوامه الهلاميِّ كالجلاتين، وأحياناً يمكن غشّه بإضافة الجلاتين له أو الصمغ العربي (Ambra Giordano1, et., al,2022).

وأيضا عندما تم استخدامة مع البكتريا المنتجة للكالسيت لم يؤثر وجودة على تكوين وشكل وحجم كريستالات الكالسيت الناتجة.

3-عيوبه:

يبقى الآجار هلامي في درجة حرارة الغرفة ويبقى هلاميًا حتى درجة الحرارة 65 درجة مئوية، يذوب عند درجة الحرارة 85 درجة مئوية، ويتصلب عند وصوله إلى درجة الحرارة 32-45 درجة مئوية، وتعرف هذه الخاصية بإسم التباطؤ. لذلك يعتبر من عيوب أستخدام الاجاروز كجل لملئ الفراغ أنه يحتاج الي درجات حرارة عالية جدا لكي يذوب وذلك قد يكون غير متوفر في الأماكن الآثرية حال التطبيق مما سوف يكون عائق أمام المرمم اثناء الاستخدام (Giordano A, Cremonesi P,2019).

النتائج والمناقشة Result and Discussion:

- تعتبر الشروخ والصدوع هي من أكثر المشاكل الشائعة في بناء الهياكل والآثار التاريخية وغالبا ما تستخدم البوليمرات الصناعية لعلاج الشروخ، وقد تم إدخال تقنية جديدة في أصلاح الشروخ عن طريق أستخدام العمليات البيولوجية الصديقة للبيئة الا وهي إعادة ادخال الكالسيت إلي الحجر الجيري لإعادة ملئ مسامه (Gollapudi et al., 1995).

- حيث يعتمد التوجه الحديث على استحثاث تكوين بللورات كالسيت جديدة بإستخدام البكتريا داخل مسام الحجر بإستخدام مزرعة حية من بكتريا الكالسيت Calcinogenic bacteria، أما بالنسبة لإصلاح الشروخ، فالعديد من التقنيات متاحة بالرغم

من انه نظام إصلاحها التقليدي له العديد من السلبيات كاختلاف معامل التمدد الحراري لها مقارنة بالأحجار المراد علاجها وتأثيرها السلبي على البيئة وصحة الانسان. ويعد الإستحثاث البيولوجي لتكوين بللورات الكالسيت هو الحل الملائم بيئيا لإصلاح الشروخ.

- حيث ثبت في العديد من الدراسات السابقة أن البكتريا من مختلف البيئات الطبيعية تستطيع غالبا ترسيب كربونات الكالسيوم سواء في الظروف الطبيعية أو في التجارب المعملية، حيث تستطيع الأنواع المختلفة من البكتريا وأيضا بعض العوامل غير البيولوجية (الملوحة وتركيب الوسط الغذائي) أن تشارك بطرق متعددة في ترسيب كربونات الكالسيوم في البيئات المختلفة (Rivadeneyra, M. et al ،2004).

- وشاع أستخدام مصطلح المونة البيولوجية حيث تقوم بللورات كربونات الكالسيوم المنتج بيولوجيا بلصق حبيبات الحجر الجيري مع بعضها ويحدث اللصق في هذه الحالة نتيجة لتكوين أنوية بللورات كربونات الكالسيوم ومن ثم نموها إلى بللورات على سطح حبيبات الحجر الجيري وبالأخص على مسطحات التماس بينها. بالتاكيد سوف يؤدي تطوير المونة البيولوجية وبالأخص مكوناتها ونسبتها إلى رفع قيمة المونة البيولوجية في معالجة الأحجار. ظاهرة ترابط حبيبات الرمل consolidation باستخدام البكتريا يمكن لاستفادة منها فيصنع المونة المستخدمة في إصلاح الشقوق والشروخ في الحجر.

- لذلك عمدت فكرة البحث إلى استخدام أنواع جل مختلفة مع البكتريا مثل (Xanthan, Agaroze،)، كعامل مساعد علي ملئ الفرغات الموجودة في الشروخ بالحجر الجيري كمونة، ومقارنة بين كل نوع منهم وطريقة تطبيقه واختيار أفضلهم.

- اثبتت التجارب حدوث تبلور لكريستالات الكالسيت في وسط زراعة الاجاروز في وجود البكتريا الحية حيث ان الاجاروز يسمح بانتشار الكاتيونات والانيونات والمستقبلات البكتيرية المنتجة وفي ظل هذه الظروف يحدث التنوي والنمو للبلورات الكالسيت دون المساس بالحجم أو الشكل (González-M.et al 2000).

- كما ذكر سابقا ان بلورات الكالسيت كانت تنمو بشكل منفرد، ولكن عند استخدام الاجاروز مع البكتيريا عمل على تكوين شبكة رقيقة على السطح تكونت من خلالها مجموعات الكالسيت اختلفت خصائصها باختلاف نسبة الاجاروز المستخدمة اثناء التحضير.

- أعطى كلاً من جل الزانثان، والأجاروز سمكا او قوام متماسك مما مكنا من عمل مونة ذات قوام مناسب لملئ الفراغات والشقوق الموجودة داخل الحجر.

- الزانثان هو مادة غذائية تضاف إلى الأصناف الغذائية المختلفة لإكسابها الثخانة، أو القوام السميك، وهو عبارة عن مادة لزجة تنتج عن تخمر السكر بفعل بكتيريا (Xanthomonas campestris) (Rottowa I, et al, 2009, 65).

- أعطي جل الزانثان نتائج ممتازة مع البكتريا ولم يؤثر وجودة على دور البكتريا في الترسيب ولا على شكل وحجم الكريستالات التاتجة.

- يعتبر جل الزانثان من مميزاته ايضاً أنه لا يحتاج إلى الحرارة لكي يذوب فهو يذوب في الماء مما يجعل فكرة استخدامة سهلة التطبيق في الحقل

- أعطي الاجاروز نتائج جيدة ايضا مع البكتريا كما أن وجودة ايضا لم يؤثر على دور البكتريا في الترسيب او على شكل وحجم الكريستالات الناتجة.

- بالرغم من أن الاجاروز اعطي نتائج جيدة الا أنه من أحد عيوبة أن الاجاروز يحتاج الي درجة حرارة عالية أكثر من 40م لكي يتم اذابتة.

- نلاحظ أنه في وجود جل الزانثان عند الفحص تبين وجود الأراجونيت في بداية الترسيب مع بكتريا Shell.

- اما عند فحص بكتريا Azetobacter لاحظ تكوين كريستالات الكالسيت بغزارة ولم يلاحظ اي ظهور للاراجونيت.

التوصيات Recommendations:

-يوصي الباحث الاهتمام بدراسة الحجر الجيري والاطلاع على الطرق العلمية الحديثة المستخدمة في الترميم.

-لابد أن تخضع اي مادة للدراسة والتجربة الكافية قبل استخدامها في الترميم.

-يجب أن يكون المرمم على دراية كافية بطبيعة وظروف كل مادة مستخدمة في الترميم للوصول الي أفضل النتائج.

-يوصى الباحث بجعل تلك الورقة العلمية نقطة انطلاق من حيث انتهى الآخرون للوصول إلى أفضل المواد لعلاج الحجر الجيري.

Abstract:

The aim of the study is to strengthen the effects of limestone, due to the climate changes facing them, which necessarily affect new products, and because of their growth, they began to relate to the appearance of these into different gel types with the use of calcite-producing bacteria such as (Xanthan, Agaroze,), and loading bacteria on them causes the causes of stones. From (the sunrise and vertical voids protocols, where each of them plays the role of mortar and bacterial bond for the sunrise attachments and vertical voids, as it is one of the reasons for this to happen. Their work is also compared between each type of them and the method of its application and the best type of them is chosen, and the extent of the influence of each of us on the choice, shape and size of the calcite crystals is studied. They arise from bacteria through the film with an optical microscope, and there were good results for both, as they are distinguished by their resistance to safety for the health of the restorer, and it turned out that the bottles grow well when using xanthan gel, when using agar gel with the producing bacteria. Calcite did not affect the presence of a specific group and the shape and quantity of the calcite crystals produced. Clearly, the use of agarose as a gel for the complete coating requires a very high degree of finalization to dissolve, and this may not be available in the effective places during application, which will be an obstacle to the restorer during use.

References المراجع

1.ابتسام فاضل موسي، مصطفي فلاح،2018: دراسة الظروف المثلي لإنتاج السكر المتعدد Exopolysaccharide من بكتريا Lactococcus lactis subsp. Lactis، العلوم التطبيقية مجل بابل، ص. 148: 158.

2.جورجيوتوراكا،2003، تكنولوجيا المواد وصيانة المباني الاثرية، ترجمة د/ أحمد إبراهيم عطية، دار الفجر للنشر والتوزيع، ص184

3.حسين محمد علي ،2007، اسس ترميم الاثار والمقتنيات الفنية، جهاز دعم الكتاب الجامعي، ص 160-161

4.عبد القادر عبد العزيز على،1982: أطلس مناخ مصر، الهيئة المصرية العامة.

5.محمد أحمد عوض،2002 ،ترميم المنشأت الاثرية، دار النهضة الشرق، ص 80.

6.محمد عبد الهادي محمد،1996، علاج وصيانة اطلال المباني الاثرية الطينية القبطية، مجلة كلية الاثار، جامعة القاهرة، العدد السابع.

7.مني فؤاد علي،2003 ، ترميم الصور الجدارية، الناشر مكتبة زهراء الشرق، ص 133.

8-Ahmet Şukru Demirci, Mustafa Mirik, Muhammet Arici;2010, Xanthan Gum Production of Xanthomonas spp. Isolated from Different Plants, Food Science and Biotechnology 19(1), pp. 201-206.

9-Ambra Giordano1, Maria Rita Caruso, Giuseppe Lazzara;2022, New tool for sustainable treatments: agar spray—research and practice, Heritage Science, pp. 1:16.

10- Arthur L., et alt.;2005, Repair and Maintenance of Historic Marble and Limestone Structures, Regular Maintenance key to longevity, Journal of architectural technology published by Hoffmann architects, inc, specialists in the rehabilitation of building exteriors. volume 22, p5 .