مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم الهندسية المجلد (17) العدد (3) 1995
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Engineering Science Series Vol. (17) No (3) 1995

دراسة لواقع معمل إسمنت برج إسلام وترميمه

الدكتور أحمد عبود*

☐ الملخّص ☐

يتضمن البحث دراسة لمعمل إسمنت يقع شمال اللاذقية (معمل إسمنت برج إسلام)، بني هذا المعمل عام 1960، تصدعت بعض منشآته وخرج من الاستثمار. وطرح موضوع استثمار المعمل على بساط البحث، إما بترميم ما تصدع من منشآته وإعادة استثمارها من جديد، أو الاستغناء عن تشغيلها واستثمارها.

وتم تكليفنا بإجراء الدراسة اللازمة لتقييم الأضرار وتقديم الحلول والمقترحات.

بعد الكشف على المعمل تبين وجود التأثيرات المخربة التالية:

1- بني المعمل على شاطئ البحر، فأثر الوسط البحري (الهواء الرطب) المشبع بالأملاح على تآكل المنشآت.

2- تراكم الغبار على جميع الأسقف المستوية، ووصلت سماكة التوضعات متراً واحداً تقريباً في بعض الأمكنة.

3- تعرضت المنشآت القريبة من الفرن إلى تأثير الحرارة باستمرار.

4- قلة جودة أعمال البيتون، وقلة سماكة طبقات تغطية التسليح، وقلة اكتناز البيتون.

5- استخدام المواد غير المناسبة لتنفيذ الأعمال.

تضافر عاملان أو أكثر من العوامل السابقة أدى إلى تصدعات متباينة في العناصر فتقشرت طبقة التغطية البيتونية تماماً في بعض الأسقف، وتآكل التسليح، وتقشرت هذه الطبقات في الأعمدة أيضاً بدءاً من مستوى اتصال هذه الأعمدة مع سطح الأرض وظهرت تشققات طولية في مدخنة الفرن وفي صوامع الطين وظهرت تصدعات مختلفة في عناصر أخرى.

أعطيت المقترحات والحلول المناسبة لإعادة هذه العناصر إلى الاستثمار آخذين بالاعتبار طبيعة العنصر وتأثير العوامل المخربة والعمل على تلافي تأثيرات التخريب أو الحد منها قدر المستطاع.

---

* مدرس في قسم الهندسة الإنشائية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم الهندسية المجلد (17) العدد (3) 1995
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Engineering Science Series Vol. (17) No (3) 1995

A Biographic Study for Berj Eslam's Cement Factory and its Retreatment

Dr. Ahmad ABOUD*

❐ ABSTRACT ❐

The study includes a research on a factory on the north of Lattakia, Berj Eslam's Cement Factory. This factory was built in 1960. Some of its sections were knocked down and got out of use. To get use of this factory it was agreed either rebuilding what had been smashed down and getting use of it again, or by ignoring everything about it.

We were asked to make the needed study to correct the mistakes committed and offer the solutions and suggestions: on examining the factory, it had been set clear that there exists certain destroying influences as follows:

1- The factory was buit at the sea shore, so the seaborne atmosphere (the wet salty air) helped a lot to make the building be corro.

2- The dust is gathered on all flat ceilings and the thickness of rubish, was about one meter in some places.

3- Some structures near the oven were continuously affected by heat.

4- The less fidelity of cement and the little thickness of the layers covering the iron and the little amount of cement.

5- Using unfit materials

Excuted actions of the previous cooperated factors or more, caused different fissures in the materials so the covering layer of cement peeled to show out the iron in some ceilings as well in pillers from the foot.

*Lecturer at Structural Department, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

1- مقدمة:

يقتضي الاستثمار الأمثل للمنشآت وإطالة عمرها صيانتها وإصلاحها، ويتطلب هذا معرفة شاملة لأسباب التخريب وطرق نفاذية.

تتعرض جميع المنشآت للتخريب والتآكل والحت. ويمكن تقسيم التخريب إلى:

- فيزيائي بتأثير الحرارة، تغيراتها، الرطوبة، الأمطار والرياح والغبار.
- كيميائي بتأثير الأملاح، الأحماض، القلويات، المواد العضوية، غازات الاحتراق وغيرها.
- حيوي بتأثير البكتيريا، الفطور، الأشنيات، الرخويات، والنباتات.

وأهم الأسباب جميعا هو الماء.

تتعرض المنشآت الخرسانية المسلحة للتخريب كغيرها من المنشآت، وأهم أسباب تآكلها هي:

- استخدام إسمنت للحصول على مقاومة عالية، وتصلب سريع يغلب فيه ثلاثي سيليكات الكالسيوم C_3S الذي يعطي بالإماهة مركبات حساسة للتآكل، مثل $Ca(OH)_2$ و$6H_2O$ و$A\ell_2O_3$ و$3CaO$.
- نعومة إسمنت زائدة، ومعالجة ناقصة لاحقة للخرسانة (خرسانة مسامية، أو ذات شقوق دقيقة).
- استخدام حصويات ذات أقطار غير متدرجة، مشوبة، أو تحوي نسبة عالية من المواد الناعمة.
- استخدام خلطات مائعة تعطي خرسانة ذات مسامات مفتوحة تساعد على نشاط الأوساط الكيميائية المخربة.
- عدم اتخاذ الإجراءات اللازمة للتخلص من النواتج الصناعية.

يضاف إلى ذلك أخطاء التصميم، والتنفيذ، والاستثمار[1].

تستخدم عند تنفيذ الخرسانة حصويات مقاومة لتأثير الأوساط المخربة فيظهر التآكل على الحجر الإسمنتي فقط حيث ينحل الحجر الإسمنتي -حسب نوع الإسمنت- في أحماض ذات تراكيز معينة، كحمض كلور الماء، وحمض الآزوت، وغيرهما.

تحتوي مياه البحر الأبيض المتوسط 3.8-4% أملاحا[2،3]. ويبين الجدول رقم (1) الشوارد الموجبة والسالبة في مياه هذا البحر على بعد 1300m من شاطئ اللاذقية، كما أن الباقي الجاف هو 45g/l ، و pH = 7.2، وتتراوح درجات الحرارة على الشاطئ بين 15°C و30°C على مدار العام.

الجدول (1): الشوراد الموجبة والسالبة في مياه البحر الأبيض المتوسط

Anion & Cation	g/L	m mol/L	%
Cl^-	26.904	758.69	91.89
SO_4^{--}	3.098	64.50	7.82
HCO^-	0.146	2.39	0.29
$Na^+ + K^+$	15.652	680.52	82.42
Ca^{++}	0.511	25.50	3.09
Mg^{++}	1.454	119.56	14.49

يتجلى تأثير تخريب الموسط البحري على المنشآت حتى مسافة 5Km، وذلك من خلال:

- شوارد SO_4^{--} التي تحول $Ca(OH)_2$ إلى $CaSO_4$، ثم إلى الجيبس $CaSO_4.2H_2O$ وهو ناتج أكبر حجماً، فتتولد اجهادات شد داخلية تؤدي إلى تشقق الخرسانة، وتفتح الطريقة أمام الأوساط المخربة للنفاذ إلى عمق الخرسانة والتسليح، وتعطي الغازات الكبريتية SO_4, SO_3, H_2O بوجود الهواء الرطب أحماضاً تخرب بنية الخرسانة.
- تآكل كربوني نتيجة انحلال $CaCO_3$ وإنتاج CO_2 وثاني كربونات الكالسيوم.
- تآكل (انحلال وترسيب) نتيجة إزاحة شوارد Ca^{++} عند الصعود الشعري للمياه في الخرسانة[3].

في الأوساط البحرية يفضل استخدام إسمنت غني بـSiO_2 ويحتوي على القليل من ثلاثي ألومينات الكالسيوم C_3A. كما أن اكتناز الخرسانة يلعب دوراً هاماً في ديمومتها[3،4،5،6،7].

2- واقع معمل إسمنت برج إسلام:

يعكس واقع معمل إسمنت برج إسلام صورة واضحة للفعل التخريبي للوسط البحري. بني المعمل عام 1960 على شاطئ البحر الأبيض المتوسط، على بعد 15Km شمال مدينة اللاذقية، ويبين الشكل رقم (1) منظراً عاماً للمعمل.

تم الإطلاع على واقع المعمل عام 1990، ومدى التصدع، وتأثير ذلك على استثمار المنشأة، وإمكانية إصلاحها في غياب المخططات الإنشائية للمعمل.

2-1: سقف المخبر والمستودع والمكاتب:

بنيت هذه الأسقف من الخرسانة المسلحة، وهي في حالة غير صالحة للاستثمار. فقد ظهرت شبكة تسليح الأسقف معرّاة تماماً في مساحات متفرقة تصل نسبتها إلى 60% من المساحة الإجمالية، وظهرت طبقة تغطية التسليح في مساحات أخرى منفصلة عن شبكة التسليح، وتنتظر قطع كبيرة منها السقوط، وستشكل بسقوطها خطراً على الأرواح، وعلى الأجهزة والموجودات. كما أن الغبار وحبات الرمل تسقط باستمرار، وبدا التسليح صدءاً في المناطق المكشوفة، وقد أنقص التآكل حتى 60% من مساحة مقطعه في بعض المناطق، وبدت سماكة طبقة التغطية لا تزيد عن 10mm في مناطق متفرقة، الشكل رقم (2).

يمكن حصر بعض أسباب تصدع هذه العناصر بما يلي:

- استخدام مياه الآبار القريبة من سطح البحر المشوبة بالأملاح والشوارد.
- استخدام حصويات كلسية وإسمنت بورتلاندي عادي.
- سماكة طبقة التغطية لفولاذ التسليح غير كافية.
- تنفيذ الخرسانة بشكل سيئ (نسبة الماء للإسمنت كبيرة، ورص غير كاف)، ومعالجة لاحقة ناقصة.
- تأثير الوسط البحري.
- تراكم الغبار والأتربة بسماكة تزيد عن 30Cm شكل حمولات إضافية أدت إلى زيادة عرض التشققات، وسهلت نفاذ الأغبرة والغازات ضمن كتلة الخرسانة.

تضافرت هذه الأسباب، وربما أسباب أخرى معها، لتوصل الأسقف إلى حالة لا يمكن فيها استمرار استثمارها أو ترميمها، بينما كانت العناصر الأخرى المجاورة سليمة كالجوائز والأعمدة وغيرها. فأجريت الدراسات لهدم السقف، وبناء سقف آخر، واتخذت الاحتياطات اللازمة لضمان حسن تنفيذ الخرسانة.

2-2: سقف حرّاق الفرن:

أثرت عومل التخريب المذكورة سابقاً على سقف حرّاق الفرن بالإضافة إلى عامل تخريبي آخر هو الحرارة الناتجة عن الاحتراق والتي تصل أحياناً إلى $60^{\circ}C$ على سطح العناصر الخرسانية المجاورة.

بدت آثار التخريب عنيفة هنا حيث أدت إلى تعرية شبكة التسليح وفصلها تماماً عن الخرسانة، وأتى الصدأ على 80% تقريباً من مقاطع القضبان الفولاذية، وبدت بلاطة السقف مدلاة، تتساقط مكوناتها من الرمل والحصى بغزارة. وكانت الجوائز التي تحمل بلاطة السقف سليمة عدا الجائز الطرفي، حيث تشققت طبقة تغطية التسليح في مواقع عدة. والسبب الرئيسي لهذا

التصدع هو التغيرات الكبيرة في الحرارة والرطوبة عند الطرف المفتوح للسقف.

تم الإصلاح بهدم السقف مع اتخاذ الاحتياطات اللازمة من أجل السلامة البشرية وسلامة المنشآت تحت السقف، وأعيد بناء السقف بالخرسانة المسلحة الجيدة، ولحظت فتحات تهوية سفلية وعلوية تمنع انحباس الأبخرة والحرارة داخل المبنى، ويبين الشكل رقم (3) مقطعاً في المبنى قبل الإصلاح وبعده.

2-3: أعمدة الفرن، والجسر المتحرك:

نفذت أعمدة حرّاق الفرن من الخرسانة المسلحة، وهي سليمة إنشائيا عدا أربعة منها تصدعت على ارتفاع مترين بدءاً من سطح الأرض الطبيعية وحتى عمق 30Cm تحت مستوى الأرض وبلغ تخريب الخرسانة مسافة 10Cm تقريباً في عمق مقطع العمود، وتآكلت قضبان التسليح تماماً. والعمل الرئيسي لهذا التصدع هو ترطيب أسفل الأعمدة نتيجة الصعود الشعري للماء المحمل بالشوارد.

تأثرت أعمدة الجسر المتحرك الطرفية بصورة أقل من أعمدة حرّاق الفرن، وظهر التخريب في الأمكنة التي يمكن فيها للماء المحمل بالشوارد من الصعود الشعري في كتلة الخرسانة، حيث تراكم الغبار بسماكة متر واحد تقريباً على البلاطات الوسطية الرابطة للأعمدة وساهم بالاحتفاظ بالرطوبة لفترة أطول. ويبين الشكل رقم (4) الغبار المتراكم على البلاطات الوسطية.

تم إصلاح هذه الأعمدة بالكشف عن المنطقة المتصدعة، وتعرية التسليح حتى ظهرت الأجزاء السليمة له، ولحمت بالقوس الكهربائية مع هيكل فولاذي جديد، ثم صب البيتون بشروط صارمة، وغلف بصفائح اسبستوس تقاوم الحرارة وتعزل الرطوبة وفق المخطط المبين بالشكل رقم (5).

يبين الشكل رقم (6) أعمدة الجسر المتحرك قبل الإصلاح وبعده.

2-4: المدخنة:

نفذت المدخنة من الخرسانة المسلحة بارتفاع 45m، مقطعها دائري قطره 3.6m و1.5m عند القمة، وقد بدت فيها تشققات طولية بدءاً من القاعدة ومتجهة نحو الأعلى، شكل رقم (7).

نشأت هذه التشققات بسبب اجهادات الشد الحلقي المتولدة في مقطع المدخنة الناتجة عن القوى الشاقولية (الوزن الذاتي)، وتشكل هذه التشققات طريقاً مفتوحاً للرطوبة المحملة بالشوارد لكي تصل إلى قضبان التسليح العرضية وتؤدي إلى تآكلها وضعف مقاومتها، ويؤدي هذا إلى زيادة عرض التشققات.

تم اقتراح تنفيذ أطواق فولاذية مسبقة الإجهاد لمقاومة الشد المحيطي،

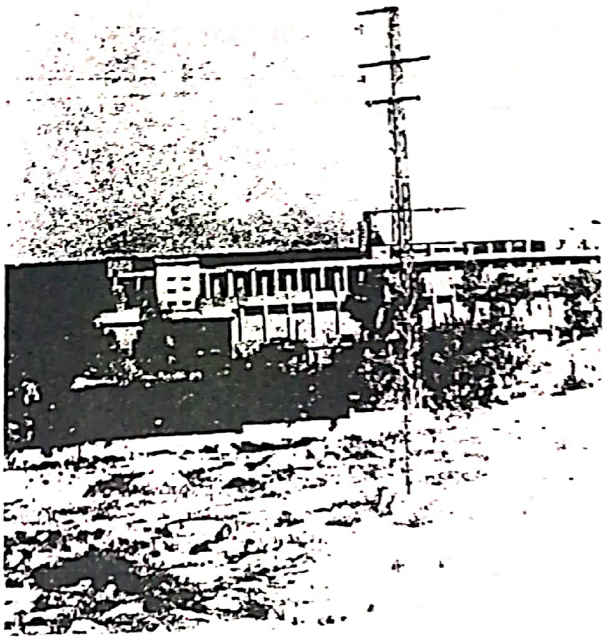
ومعالجة هذه الأطواق لحمايتها من الصدأ، وفق المخطط المبين بالشكل رقم (7)، وما تزال هذه المقترحات قيد التنفيذ.

3- النتائج:

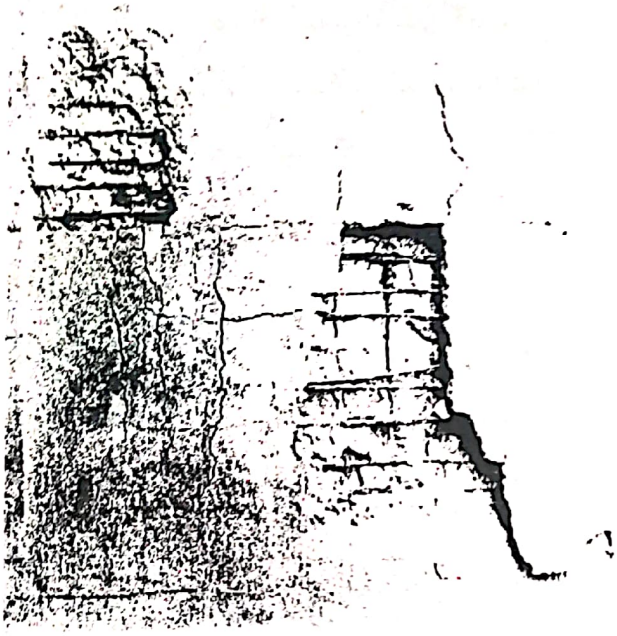
- تنتشر ظواهر تآكل المنشآت الخرسانية المسلحة وتخريبها بفعل تأثير الأوساط الطبيعية والصناعية في الأمكنة التي تتواجد فيها هذه الأوساط.
- تتباين عناصر المنشآت الخرسانية المسلحة في درجة تأثرها بالأوساط المخربة، فالأسقف قبل غيرها بالتخريب.
- إهمال الصيانة الدورية لمنشآت الخرسانة المسلحة، وعدم التخلص من النفايات الصناعية يساهم في زيادة فعالية الأوساط المخربة.

4- التوصيات والمقترحات:

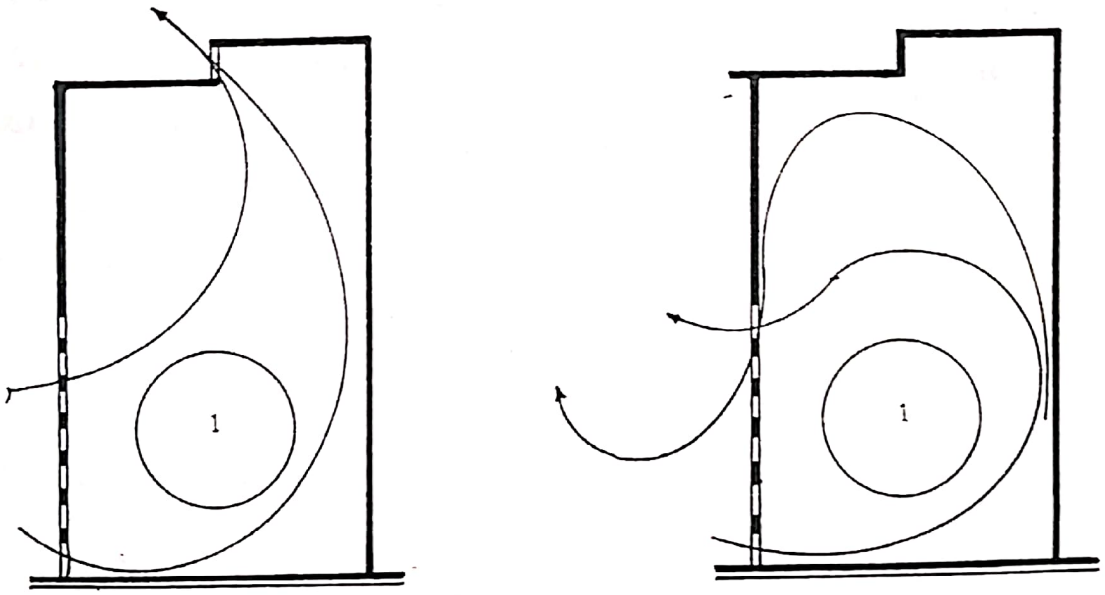
- استخدام مواد بناء مناسبة مقاومة للوسط المرخب.
- استخدام إسمنت غني بـ SiO_2 وفقير بـ C_3A في المنشآت الخاضعة لتأثير الأوساط البحرية.
- استخدام حصويات سليسية للخرسانة المنفذة في الوسط البحري.
- تنفيذ الخرسانة المسلحة بشكل صحيح، والاهتمام بأبعاد العناصر وخاصة سماكة طبقة التغطية لفولاذ التسليح.
- عزل عناصر الخرسانة المسلحة عن الماء والأبخرة المحملة بالشوارد.
- إجراء الصيانة الدورية لعناصر المنشآت الخرسانية المسلحة. والتخلص من النواتج الصناعية.



الشكل (1): منظر عام للمعمل



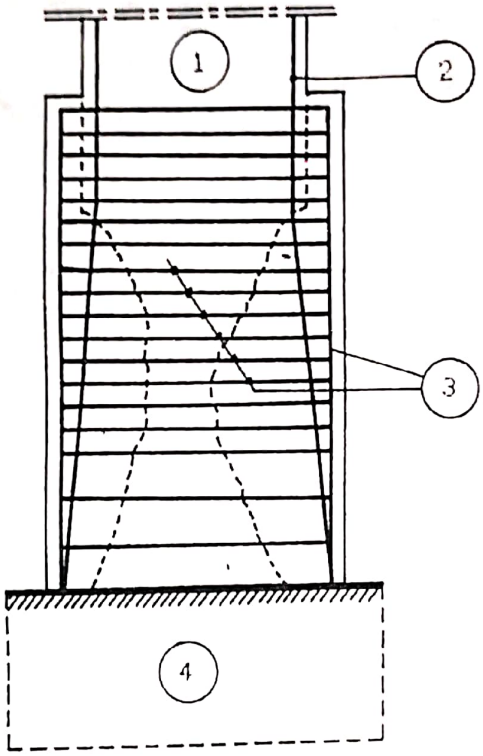
الشكل(2)



الشكل (3): مقطع في مبنى حرّاق الفرن قبل الإصلاح وبعده.

1- الحرّاق

الشكل (4): أعمدة مبنى حرّاق الفرن المتآكلة



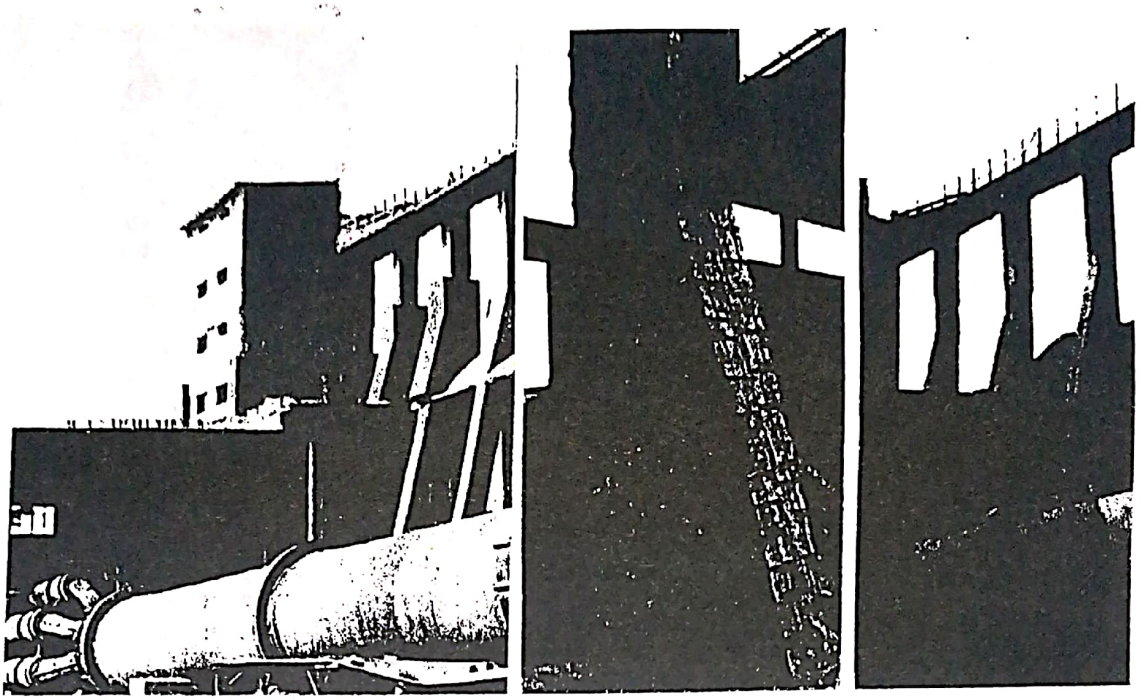
الشكل (5): صيانة أعمدة حرّاق الفرن

1- العمود السليم.

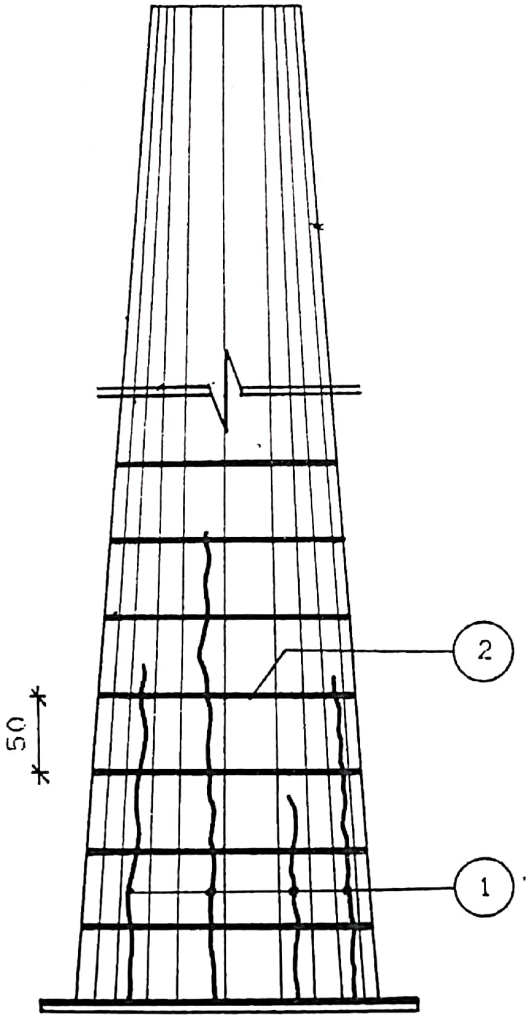
2- التسليح القديم.

3- التسليح الجديد.

4- القاعدة الأصلية للعمود.



الشكل (6): الجسر المتحرك قبل الإصلاح وبعده



الشكل (7): صيانة المدخنة

1-التشققات.

2- الأطواق الفولاذية.

REFERENCES المراجع

[1]- Nedecu, Caroziunea Si Combatarea ei Edituria Tehnica Bucuresti (1982).

[2]- دراسة تحليل مياه اللاذقية – شركة توسيع مرفأ اللاذقية (1975).

[3]- Teoreantt, V. Moldovan, L. Nicolescu, Durabiltatea Betonului, Editura Tehnica, Bucurest (1982).

[4]- Necolae Nedlcu, Protectu Anticorosive In Constructiile Industriale Si Civile, Editura Tehnica, Bucuresti (1986).

[5]- Indicativ. C-170-79.

[6]- Normatiu, C-140-79.

[7]- د. إبراهيم علي درويش، د. عبد الوهاب عوض، الخلطات الخرسانية – بيروت – لبنان (1986).