مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الأساسية المجلد (26) العدد (1)2004
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Basic Science Series Vol (26) No (1) 2004

تحديد التأثيرات الرئيسة لبعض المواد القلوية على الإسمنت

الدكتورة سميرة سليمان *

(قبل للنشر في 2004/1/21)

□ الملخّص □

إن كثيراً من المواد الكيميائية تؤثر في مقاومات وديمومة البيتون الإسمنتي الذي يشكل بدوره مادة البناء الرئيسة في أنابيب مياه الصرف الصحي والصناعي في بلادنا، لذلك يعالج هذا البحث تأثير بعض مواد المنظفات في مقاومة البيتون وبشكل خاص المواد القلوية التي تشكل كحد أدنى 40% من المنظف.

بعد تعريض المونة الإسمنتية لخمسة محاليل من المواد القلوية التالية بتركيز1%: هيدروكسيد الصوديوم، كربونات الصوديوم، فوسفات ثلاثي الصوديوم، تريبولي فوسفات الصوديوم وسيليكات الصوديوم وفضلا عن تعريض عينات من المونة الإسمنتية نفسها لتأثير الماء فقط (نفس الماء المستخدم في تحضير المواد السابقة) بوصفهاعينات.

تم إجراء ست دورات من التجارب الكيميائية والميكانيكية على كل من المحاليل الستة ومدة كل دورة أسبوع. وأجريت القياسات قبل وبعد كل دورة حيث تم قياس ال pH وتحديد تركيز شوارد الكالسيوم المنحلة بالماء ومن ثم كسر المونة الإسمنتية من خلال تجارب الإنعطاف وتجارب الضغط.

تبين أن مادة فوسفات ثلاثي الصوديوم ليس لها أي تأثير سلبي في مقاومة المونة الإسمنتية بل على العكس، لها تأثير إيجابي يتمثل بزيادة مقاومة المونة بمقدار 8% وسطياً في حين أن للمواد الأربعة الباقية تأثيرا سلبيا. سيكون لنتائج هذه الدراسة فوائد تطبيقية من أجل تطوير أساليب زيادة ديمومة البيتون عموماً ومنظومات الصرف الصحي البيتونية خصوصاً .

* مدرسة في قسم الكيمياء – كلية العلوم – جامعة تشرين– اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الأساسية المجلد (26) العدد (1)2004
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Basic Science Series Vol (26) No (1) 2004

Détérmination Des Effets Principaux De Quelques Matériaux Alcalins Sur Le Ciment

Dr. Samira Soleiman*

(Accepté 21/1/2004)

□ RÉSUMÉ □

Plusieurs matières chimiques influencent la résistance et donc la durabilité du béton .Ce dernier forme le matériau essentiel des canalisations d'égout. Cet article traite l'influence des composants alcalins des détergents (lessives ménagères) qui représentent plus que 40 % en masse.

Nous avons étudié l'influence de cinq solutions alcalines de concentration de 1%, sur le mortier de ciment. Ces solutions sont les suivantes: NaOH , Na2SiO3 , Na3PO4 , Na2CO3 , Na5P3O10 . Nous avons déterminé la variation de pH et la concentration des cations du calcium, pendant six cycles (un cycle représente une durée d'une semaine) et nous avons également, déterminé la résistance en compression de mortier après six cycles. Et pour se referer, nous avons étudié, dans toutes nos expériences, l'influence de l'eau sur le mortier.

Nous avons montré l'influence négative de toutes les solutions à l'exception de la solution Na3PO4 qui a eu une influence positive.

Ces résultats auront, peut-être, des intérêts appliqués, dans l'objectif d'améliorer des méthodes d'augmentation de la durabilité du béton ,généralement et des canalisations d'égout ,spécialement.

***Maître De Conférences Au Département De Chimie, Faculté Des Sciences, Université De Tichrine, Lattaquié, Syrie.**

مقدمة:

تدخل في بناء المنشآت المدنية مواد مختلفة، من أهمها البيتون والفولاذ، وتتآكل المنشآت البيتونية (غير المسلحة أو المسلحة بالفولاذ) والتي هي أكثر انتشاراً من غيرها، بتأثير الرطوبة والحرارة وكذلك بتأثير المواد الكيميائية.

تعتبر الأنابيب البيتونية أقل مقاومة للتآكل من الأنواع الأخرى، مثل الأنابيب الحجرية، أو أنابيب الفونت المرن المطلية من الداخل والخارج بطبقة من الإسفلت أو القطران، أو أنابيب الفولاذ المطلية من الداخل والخارج بمادة بوليميرية، إلا أن الأنابيب أو القساطل البيتونية هي الأكثر اقتصادية .

يؤثر العديد من المواد الكيميائية على مقاومات وديمومة البيتون الإسمنتي الذي يشكل المادة الرئيسة لأنابيب مياه الصرف الصحي في بلادنا، ونذكر منها المواد التي تدخل في تركيب المنظفات الكيميائية والتي تجري ضمن هذه الأنابيب[2.1] .

تتركب المنظفات الصناعية من عدة مكونات وهي مواد فعالة، مواد قلوية، مواد قاصرة، مبيضات أصباغ، عطورات، مواد مالئة ومازجة، مواد حافظة، أنزيمات، مواد مساعدة على الذوبان ومواد مالئة عضوية مختلفة مزيلة لعسرة الماء. وقد تبين أن نسبة المواد القلوية في المنظفات السورية تشكل كحد أدنى 40% من وزن المسحوق المنظف[4.3] وهذه المواد هي: هيدروكسيد الصوديوم، كربونات الصوديوم، فوسفات ثلاثي الصوديوم، تريبولي فوسفات الصوديوم وسيليكات الصوديوم.

ويتكون البيتون الإسمنتي المتصلب الجاف من الإسمنت المتصلب والحصويات السيليسية (بحص ورمل) وتكون مقاومتها الميكانيكية والكيميائية أكبر من مقاومات الإسمنت المتصلب [5.2]، ويفضل استبعاد استعمال الحصويات الكلسية في صنع الأنابيب لضعف مقاومتها كيميائياً وخاصة تجاه الحموض والأسس.

يحتوي الإسمنت المتصلب على أكسيد الكالسيوم الحر CaO وأكسيد الكالسيوم المرتبط بالسيليكات أوالألومينات. يتفاعل أوكسيد الكالسيوم الحر مع الماء ليشكل هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ مما يؤدي إلى تشكل انتفاخات مختلفة تؤدي للتفسخ والتشقق ، وهذه بداية تخرب البيتون[6]:

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

ويساعد على ذلك أيضاً التآكل الناجم عن عملية التبادل الشاردي التي تحصل بين الكلس الحر في الإسمنت المتصلب و الشوائب الموجودة بالماء الملامس للبيتون.

فعندما يحتوي الماء على شوارد الكبريتات فإنها تتفاعل بشكل مباشر أوغير مباشر مع البيتون السيليسي (الإسمنت المتصلب) [8.7.6] وفق التفاعلات التالية:

$$4CaO.Al_2O_3 . H_2O + 3(CaSO_4. 2H_2O) + 27H2O \rightarrow 3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.32H_2O + Ca(OH)_2$$

$$3CaO.2SiO_2.3H_2O + 3MgSO_4 + (6+2n)\ H_2O \rightarrow 3CaSO_4.2H_2O + 3Mg(OH)_2 + 2(SiO_2.nH_2O)$$

مما يؤدي لزيادة الحجم ويؤثر ذلك على بنية البيتون الداخلية مما يؤدي للتشقق والتفسخ وبالتالي تخرب البيتون [10.9.8.7.6].

هدف البحث وأهميته:

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير المنظفات الكيميائية ومركباتها على البيتون كما سيكون له فوائد هامة تكمن في تقديم خلاصة هذا البحث التجريبي مع مقترحاته للجهات المختصة بغية الاستفادة منها من أجل تطوير أساليب زيادة ديمومة البيتون عموماً ومنظومات الصرف الصحي البيتونية خصوصاً، وذلك نظراً لما تقدمه زيادة الديمومة من فوائد اقتصادية كبيرة وحماية البيئة من مصادر التلوث الناجم عن تسرب مواد كيميائية عبر أنابيب بيتونية متخربة والذي يؤدي بدوره إلى تلوث التربة والمياه الجوفية.

علماً أن هذا البحث ما زال مستمراً لتحديد تأثيرات عناصر أخرى تدخل في تركيب المنظفات وذلك بهدف الحصول على نتائج أكثر شمولاً ووضوحاً.

طريقة العمل:

تمت كافة التجارب على عينات من المونة الإسمنتية ذات أبعاد نظامية (16. 4. 4.cm) وصنعت وفق شروط المواصفات [5] حيث يساوي وزن الإسمنت ثلث وزن الرمل ونسبة الماء للإسمنت 0.45 في عينة المونة المصنعة، وأن الإسمنت المستخدم هو من إنتاج معمل إسمنت طرطوس وهو إسمنت بورتلاندي عادي، واستخدمت مياه الشرب (من نهر السن) بعملية الجبل، أما الرمل المستخدم فهو من النوع النهري (من نهر الكبير الشمالي)، وبين التحليل الحبي له أنه ناعم قليلاً (µ 200 >). تم فك عينات المونة من القوالب بعد الصب بحوالي 24 ساعة وتم حفظها بالماء حتى عمر 42 يوماً وبعد ذلك تم إخضاعها لتأثير ست دورات من الغمر بخمسة محاليل قلوية تركيزها 1%، مدّة كل دورة أسبوع، بالإضافة لغمر عينات من المونة في الماء فقط كعينات مرجعية. تم أخذ عينات من محلول أو ماء الغمر للدراسة في بداية ونهاية كل دورة .

من أجل إجراء الدراسة تم استخدام الأدوات و الأجهزة التالية:

مناخل متدرجة الفتحات من أجل التحليل الحبي للرمل، قوالب معدنية للمونة، أداة قياس الأبعاد بدقة 1daN وكذلك جهاز حديث للضغط خاص بالمونة بدقة daN 10 وجهاز لقياس الـ pH بدقة 0.01 مقياس الطيف ياباني الصنع من نوع (**Spectrophotometer UV 720.11**) لإجراء التحليل الكيميائي، ممص 1 ml، ممص تحليلي 20 μl ، أنابيب بلاستيكية خاصة بمقياس الطيف .

كما تم إجراء التحاليل الكيميائية لتحديد تركيز شوارد الكالسيوم المنحلة بالماء لكافة العينات وذلك عن طريق قياس شدة اللون بمقياس الطيف عند طول موجة 650 nm باستخدام محلول عياري من كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ (12.5 mg/100ml) وبوجود كاشف Calcium Spectrophotometer Arsenaso ذي اللون الخمري، وهو يعطي بتفاعله مع شوارد الكالسيوم لوناً أزرق تقريباً (تفاعله بطيء نسبياً).

تم العمل بأخذ 1 ml من الكاشف الملون في أنبوب من البلاستيك خاص بالجهاز المستخدم توضع في مكانها في جهاز الطيف وذلك لمعايرة الجهاز ومن ثم تضاف إلى نفس الأنبوب 20 µl من المحلول العياري وبعد حوالي 5 دقائق تؤخذ قراءة امتصاصية المحلول المتفاعل (كاشف Ca^{2+})، تكرر العملية عدة مرات ويؤخذ وسطي القراءات. ومن ثم تكرر العملية من أجل العينات المدروسة وذلك بأخذ قراءة امتصاصية المحلول المتفاعل (1 ml كاشف مع 20 μl لمحلول العينة المدروسة) ويحسب تركيز الكالسيوم في العينة معبراً عنه بـ mg/100 ml وذلك من العلاقة التالية [11] :

$$A_1 / A_2 = C_1 / C_2$$

حيث: A_1: امتصاصية المحلول المدروس.

A_2: امتصاصية المحلول العياري.

C_1: تركيز المحلول العياري= 12,5 mg/100ml

C_2: تركيزشوارد Ca^{2+} في المحلول المدروس.

النتائج والمناقشة:

1- دراسة تغيرات الـ pH :

حضرت محاليل من المواد المستخدمة بتركيز 1%وزناً في الماء المستخدم وأخذت قراءات الـ pH لهذه المحاليل قبل وضعها على تماس مع عينات المونة الإسمنتية وبعد غمر هذه العينات 42 يوماً، يؤخذ قياس الـ pH لهذه المحاليل كل أسبوع، وفيما يلي جدولاً يبين تغيرات الـpH لأربع دورات:

الجدول (1) تغيرات الـ pH .

المحلول	درجة الـ pH قبل التفاعل	درجة الـ pH بعد التفاعل			
		قياس1	قياس2	قياس3	قياس4	الوسطي
هيدروكسيد الصوديوم NaOH	12.21	12.14	12.16	12.13	12.11	12.15
سيليكات الصوديوم Na_2SiO_3	11.34	10.73	10.61	10.72	10.74	10.83
فوسفات ثلاثي الصوديوم Na_3PO_4	11.33	10.42	11.14	10.91	11.15	10.99
كربونات الصوديوم Na_2CO_3	10.34	10.44	10.31	10.35	10.42	10.37
تريبولي فوسفات الصوديوم $Na_5P_3O_{10}$	8.62	9.14	9.25	9.73	9.35	9.22
ماء الشرب	7.61	8.12	8.24	8.22	7.63	7.96

نتيجة تعرض المونة الإسمنتية للمحاليل الكيميائية السابقة، نلاحظ تغيرات طفيفة في قيمة pH المحاليل بشكل عام. عدا محلول تريبولي فوسفات الصوديوم الذي يبدي تزايداً واضحاً في قيمة الـ pH .

2- قياسات الامتصاصية:

تم تحديد شوارد الكالسيوم في 42 عينة مأخوذة من المحاليل الستة السابقة الذكر باستخدام جهاز الطيف اللوني (6عينات لحظة البدء و36 عينة بعد 6 دورات).

وفيما يلي جدولاً يبين تغير تركيز شوارد الكالسيوم:

الجدول (2): تغير تراكيز شوارد الكالسيوم Ca^{2+} في ماء الشرب والمحاليل المائية بتراكيز 1% قبل وبعد غمر عينة المونة الإسمنتية فيها (التركيز مقدراً بـ mg / l).

المحلول	الدورة						
	قبل التفاعل	1	2	3	4	5	6
هيدروكسيد الصوديوم	33.8	30.9	30.3	13.6	11.0	6.0	5.8
سيليكات الصوديوم	55.1	59.4	63.3	55.4	60.0	58.4	60.4
فوسفات ثلاثي الصوديوم	38.6	27.1	23.8	6.5	1.1	1.1	12.5
كربونات الصوديوم	37.5	20.6	20.5	15.3	13.4	16.8	16.0
تريبولي فوسفات الصوديوم	22.6	125.0	121.3	123.9	102.4	104.6	110.3
ماء الشرب	61.9	49.3	43.5	42.5	41.2	50.1	51.0

يبين الشكل(1) تغير تركيز شوارد الكالسيوم في المحاليل المستخدمة خلال الدورات الستة التي أجريت فيها الدراسة. نلاحظ من هذا الشكل ومن الجدول(2) أن محاليل هيدروكسيد الصوديوم وكربونات الصوديوم وفوسفات ثلاثية الصوديوم تؤدي إلى تناقص تركيز شوارد الكالسيوم عندما تكون على تماس مع البيتون خلال زمن دراستها، ويعتقد أن سبب ذلك يعود إلى ترسب الكالسيوم في هذه المحاليل على شكل هيدروكسيد الكالسيوم وكربونات الكالسيوم وفوسفات الكالسيوم على التوالي.

نلاحظ من الشكل (1) أيضاً أن تركيز شوارد الكالسيوم في المحلول المائي يتناقص أيضاً ويعود السبب إلى التبادل الشاردي الذي يتم بين المحلول والبيتون المغمور فيه حيث تتبادل شوارد الكالسيوم الموجودة في المياه المستخدمة مع شوارد الصوديوم المتواجدة في البيتون مما يؤدي إلى تناقص تركيز شوارد الكالسيوم في المحلول، بينما نلاحظ تزايد تركيز شوارد الكالسيوم في محلول السيليكات، وبما أن المحلول يحتوي على شوارد الكالسيوم المنحلة في المياه المستخدمة وبالتالي تحصل عملية تبادل شاردي مع شوارد الصوديوم المتواجدة في البيتون مما يؤدي إلى انخفاض تركيز شوارد الكالسيوم في المحلول، ومن جهة أخرى فإن شوارد الصوديوم المتواجدة في السيليكات تستطيع الاستبدال مع شوارد الكالسيوم المتواجدة في البيتون مما يؤدي إلى ازدياد تركيز الشوارد في المحلول، وبالتالي فإن منحني تغير تركيز الكالسيوم في محلول السيليكات يعبر عن العمليتين السابقتين ونلاحظ تزايداً طفيفاً في تركيز شوارد الكالسيوم والذي يدل على أن عملية التبادل الشاردي بين شوارد الصوديوم في المحلول وشوارد الكالسيوم في البيتون هي الغالبة.

أما محلول تريبولي فوسفات الصوديوم فيبدي اختلافاً واضحاً عن بقية المحاليل ونلاحظ زيادة كبيرة في تركيز شوارد الكالسيوم في المحلول وخاصة في الأسبوع الأول، وعلى ما يبدو فإن شوارد الكالسيوم تنتقل بشكل كبير من البيتون إلى المحلول، ويؤدي ذلك إلى ضعف مقاومة الإسمنت وهذا ما يظهر في الجدول (4) ويؤدي إلى تناقص في وزن العينة المستخدمة الجدول (3).

3- التجارب الميكانيكية:

3-1- تغير الوزن :

تشير نتائج مراقبة عينات المونة الإسمنتية الجافة بأن أكثر المحاليل تأثيراً كان محلول تريبولي فوسفات الصوديوم بسبب نقص أوزان عينات المونة المعرضة لهذا المحلول، عكس ما يحدث لعينات المونة المعرضة لماء الشرب فقط. والجدول التالي يبين تغيرات هذه الأوزان قبل وبعد غمر العينات في الوسط المدروس بعد ست دورات.

الجدول (3) تغيرات أوزان عينات المونة

وسط الغمر	أوزان عينات المونة m_1 (g)			أوزان عينات المونة بعد ست دورات m_2 (g)			تغيرات أوزان المونة Δm		
	مونة1	مونة2	مونة3	مونة1	مونة2	مونة3	مونة1	مونة2	مونة3
ماء الشرب	492.0	497.6	492.2	494.4	499.8	494.4	+1.6	+2.2	+2.2
تريبولي فوسفات الصوديوم	478.0	474.2	479.6	477.0	473.0	479.0	−1	−1.2	−0.6

نلاحظ انخفاض في أوزان عينات المونة المغمورة في محلول تريبولي فوسفات الصوديوم بسبب التآكل الناجم عن تأثير هذا المحلول وهذا ما يتفق مع نتائج قياسات الامتصاصية لتحديد شوارد الكالسيوم.على حين نلاحظ ارتفاعاً في أوزان عينات المونة المغمورة في ماء الشرب.

3-2- مقاومات الضغط:

يبين الجدول التالي القيم الوسطية لمقاومة الضغط على عينات المونة المدروسة وذلك بعد ست دورات:

الجدول (4): يبين مقاومة الضغط والنسبة المئوية (مقاومة الضغط) للعينات المدروسة في محاليل الغمر المختلفة.

المحلول	مقاومة الضغط (daN/cm)	النسبة المئوية (%)
هيدروكسيد الصوديوم	**214.4**	**82.7**
سيليكات الصوديوم	**229.8**	**88.6**
فوسفات ثلاثي الصوديوم	**282.0**	**108.7**
كربونات الصوديوم	**247.2**	**95.3**
تريبولي فوسفات الصوديوم	**246.6**	**95.1**
ماء الشرب	**259.4**	**100.0**

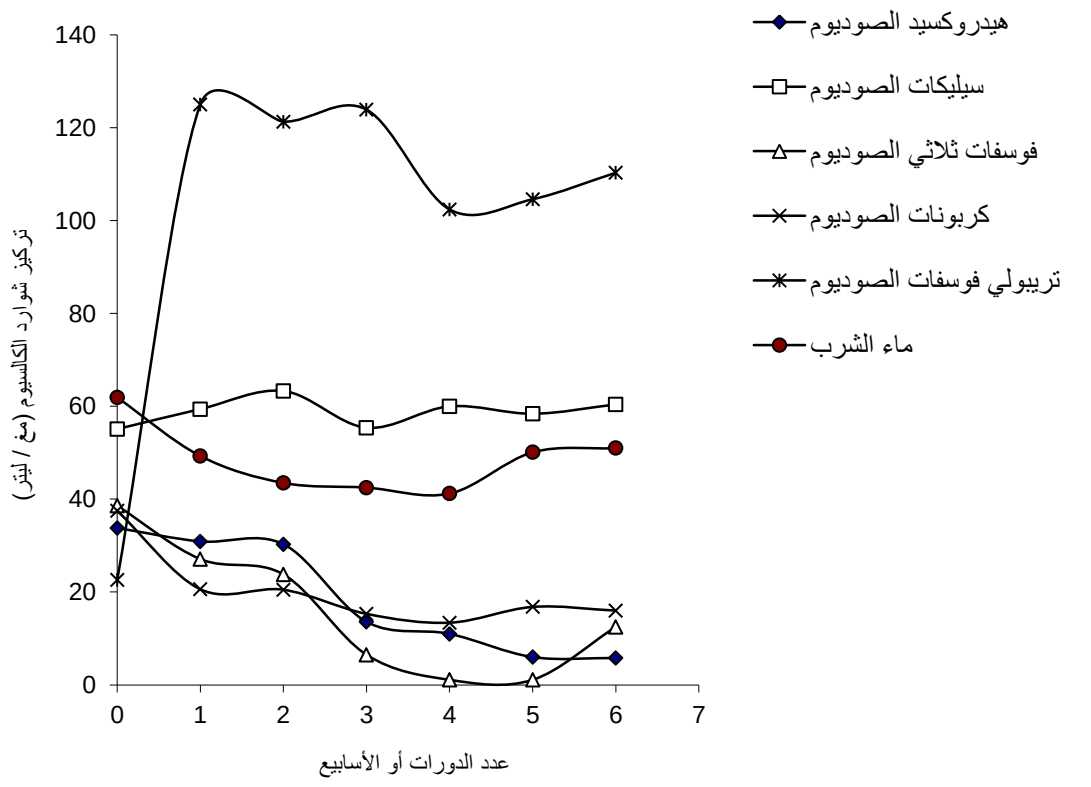
إن حساب النسبة المئوية لتغيرات الضغط يسمح بالحكم على مدى تأثير المواد القلوية على مقاومة المونة الإسمنتية للضغط البسيط ، وبنفس الأسلوب تمت معالجة نتائج تجارب الانعطاف وحصلنا على نفس التأثيرات تقريباً.

ملاحظة: 1daN = 1,02kg

استنتاجات وتوصيات:

تبين نتائج التجارب الميكانيكية والكيميائية أن مادة فوسفات ثلاثي الصوديوم لها تأثير إيجابي يتمثل بزيادة مقاومة المونة للضغط بمقدار 8.7% بينما محاليل المواد الأربعة الأخرى المدروسة لها تأثير سلبي يتمثل بتخفيض المقاومة بشكل واضح، وقد وصل أكبر انخفاض لها بحوالي 17% في محلول هيدروكسيد الصوديوم، أما في محلولي كربونات الصوديوم وتريبولي فوسفات الصوديوم فإن انخفاض المقاومة يعادل حوالي 5% بينما محلول مادة سيليكات الصوديوم والتي يفترض نظرياً عدم تخريبها البيتون الإسمنتي فنلاحظ أنها خفضت مقاومة المونة للضغط بحوالي 11% وسطياً.

تبين هذه الدراسة التغيرات التي تحدثها محاليل المواد المستخدمة في المنظفات على مقاومة البيتون وذلك من خلال التفاعلات الكيميائية المختلفة التي تجري بين هذه المحاليل والمونة، ولكي نصل إلى نتائج أكثر شمولية فلابد من متابعة البحث والدراسة في هذا الاتجاه العوامل والشروط كافة التي تؤثر في الجملة المدروسة.



ا

الشكل (1) تغير تراكيز شوارد الكالسيوم في المحاليل المستخدمة خلال الدورات

المراجع:

.....

1- د شبلي الشامي، 1938، شبكات المياه ، كلية الهندسة المدنية، جامعة دمشق.

2- E. Leclerc , 1971, les detergents et la pollution des eaux, Belgique.

3- م. وحيد طحان ، م. عبد الكافي جنيات، 1992، صناعة المنظفات، طرائق علمية في صناعة المنظفات السائلة والبودرة والشامبو والصابون، دار الترمزي للطباعة والنشر والتوزيع، حمص 82 ص.

4- A. Davidson, B.M. Milwidsky, 1972, Synthetic detergents, London.

5- المواصفة القياسية السورية رقم 272 لعام 2001.

6- Dr.D. Sarnowski – SAR- POL- Sp.Zoo- Sertyfikat nr 115/2002.

7- R. Delorenzo, 1993, General Chemistry USA, page 111, Wm.C.Brown publishers.

8- F. Colin, N. Munk- koefed, 1987, Nancy, France, Rapport, 132p.

9- د. كميل بوراس وزملاؤه ,1994 ، دراسة تجريبية لترسب الملوثات السامة من شبكة المجاري، مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم الهندسية، المجلد 16 – العدد2 .

10 -Proffesseur titulaire au department de geologie de genie geologique de l'universite- Laval – ph .D .(1976) universite Laval.

11- د. محمد نبيل الشريف وزملاؤه، 1993، الكيمياء الفيزيائية الجزء الثاني، منشورات جامعة دمشق، ص128.