

طريقة طيفية لتقدير عنصر السلينيوم في نماذج من الأسمنت مختلفة المنشأ

مهند زهير عبد الرحمن دريد عيسى زناد سعد كريم زامل

وزارة العلوم والتكنولوجيا / دائرة بحوث المواد

بغداد-العراق

الخلاصة

تضمن البحث استخدام طريقة طيفية ذات دقة وحساسية عالية لتقدير نسبة عنصر السلينيوم في مادة الاسمنت المأخوذ من مناشيء مختلفة (عراقي – باكستاني- إماراتي- إيراني) الموجودة في السوق المحلية والذي يعتبر من العناصر المهمة والمؤثرة على صحة الانسان واستخدمت عدة طرق للإذابة للمقارنة وكانت أفضلها باستخدام الماء الملكي (1:3) (HNO₃:HCl)، واتضح من خلال النتائج النهائية إن أعلى نسبة لعنصر السلينيوم كانت في نموذج (سمنت الجسر عراقي المنشأ) حيث بلغت (194 جزء من المليون). استخدم جهاز مطياف الامتصاص الذري في تقدير العنصر وباستخدام منحنى المعايرة المباشر .

الكلمات المفتاحية: الاسمنت، تقدير ، المطياف الذري و سلينيوم

Spectrophotometric Method to Determine Selenium Metal in Different Samples of Cement from Different Origins

Muhaned Zuhair Abdul Rahman Doraid Essa Znad Saad Karem Zamel

Ministry of Science and Technology/Materials Researchs Directorate
Baghdad-Iraq

E-mail:muhaned_zuhair@yahoo.com

Abstract

In this research spectrophotometric method was used to determine Selenium element (Se) in cement which was taken from different origins (Iraq, Bakistan, EUA and Iran) that already existing in Iraqi market. The selenium is very important element that its effect on human health. Several methods were used to dissolve the samples ,the best way was using aquaregia (1:3)(HNO₃:HCl).From the final results ,the higher concentration was in the Al-Jisser Cement from Iraq was 194 ppm. The method used to measure Selenium was direct circumflex using atomic absorption.

Keywords: Cement , Determination , Atomic Absorption and Selenium

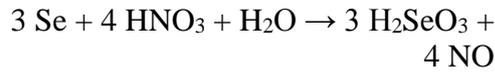
المقدمة

تظهر بصورة جدية، لكنها علامات على سمية السلينيوم. الحصول

على عناية طبية فورية إذا لاحظت أي من هذه الآثار الجانبية على الاستهلاك من السلينيوم. الغثيان والقيء وفقدان الشعر و تعب العضلات واحمرار في الوجه والسكتة القلبية وهشاشة الشعر و الأظافر وألم في البطن والحساسية مثل طفح الجلدي و صعوبة في التنفس أو تورم في الفم والحل

(Baralkiewicz 2005 and Lymbero poulou ; 2001)

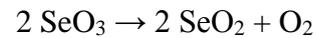
النسبة الطبيعية للسلينيوم في جسم الإنسان تقدر بحوالي 14 ملي غرام. يمكن إذابة أوكسيد السلينيوم أيضا بالماء وبوجود حامض النتريك كطريقة أخرى للإذابة كما في المعادلة



حوالي 2000 طن من السلينيوم تم إنتاجه عام 2011 في أنحاء العالم معظمه في ألمانيا (650 طن) و اليابان (630 طن) وبلجيكا (200 طن) و روسيا (140 طن) والاحتياطي الكلي يقدر بحوالي (93000) طن . (Gierzatowicz, 2000; Scur, 2002)

ان الهدف من هذا البحث هو تثبيت الطريقة المثلى لإذابة عنصر السلينيوم في مادة الأسمت ومعرفة اي من الانواع المختلفة والمطروحة في الاسواق العراقية هي الافضل اذ ان عنصر السلينيوم يزيد من نسبة الترابط بين جزيئات المادة الكونكريتية.

السلينيوم عنصر كيميائي بالرمز Se بالعدد الذري 34 نادرا ما نراه في حالته الحرة في الطبيعة ويعرف في اللغة اليونانية بمعنى القمر. اكتشف في سنة 1817 من قبل Jacob Berzelius الذي لاحظ الشبه بينه وبين عنصر التريلبيوم. السلينيوم يوجد بشكل ملوث في خامات السلفايد اذ يستبدل الكبريت جزئيا كنتاج عرضي من تصفية هذه الخامات. إن الاستعمالات التجارية الرئيسية للسلينيوم هي في صناعة الزجاج وفي الصبغات واشباه الموصلات فضلا عن انه يستعمل في خلايا الهواتف وفي مجال الالكترونيات. للسلينيوم نوعين من الأوكسيد هي (SeO2 و SeO3).



استخدمت عدة طرق لتقدير عنصر السلينيوم في مادة الاسمنت مثل (Plasma Mass Spectrometry Electro Thermal Atomic (Absorption) Spectrometry (Dias, 2002; Amin , 2003 and Pergamon 2004)

على الرغم من أن العديد من الناس يحصلون على 5 إلى 200 ميكرو غرام من السلينيوم يوميا من نظامهم الغذائي. فإن الجرعة اليومية الموصى بها هي 200-400 ميكرو غرام تأخذ من فيتامين A و C و E لامتناس أفضل ولتأثير أقوى. إن امتصاص السلينيوم يتأثر تأثيراً مباشراً بالمعادن الثقيلة وخاصة الزنك، وأيضا بتناول جرعات كبيرة من الفيتامين C. السلينيوم معدن سام والكثير من نسبه يمكن أن تكون خطيرة جدا. أن بعض الآثار الجانبية للسلينيوم قد لا

● ميزان حساس نوع

Mettler Semimicro Balance Model
HL-52

● هيتز كهربائي لإجراء عملية الإذابة، هود لسحب الأبخرة، زجاجيات مختلفة، فرن كهربائي لإجراء عملية الحرق.
طرق الإذابة المتبعة

الإذابة بالماء الملكي ($HCl+HNO_3$)

يؤخذ وزن (1 غرام) من مادة الاسمنت ويحرق في فرن كهربائي بدرجة حرارة 650 درجة مئوية لمدة ستة ساعات ثم يضاف إليه (5 مل) من الماء الملكي المحضر من مزج ثلاثة حجوم من حامض الهيدروكلوريك المركز مع حجم واحد من حامض النتريك المركز ويسخن مع التحريك بدرجة 70 مئوية ثم رشح في قنينة حجمه سعة 50 مل (Scur,2002)

الإذابة بحامض النتريك (HNO_3)

وزن 1غم من مادة الاسمنت وحرق في فرن كهربائي بدرجة حرارة 650 درجة مئوية لمدة ستة ساعات اضيف إليه (5 مل) من حامض النتريك المركز وسخن مع التحريك بدرجة حرارة 70 م ثم رشح في قنينة حجمه سعة 50 مل.

الإذابة بحامض الهيدروفلوريك (HF)

وزن 1 غرام من مادة الاسمنت وحرق في فرن كهربائي بدرجة حرارة 650 درجة مئوية لمدة ستة ساعات اضيف إليه 5 مل من حامض الهيدروفلوريك وسخن مع التحريك بدرجة حرارة 70 م ثم رشح في قنينة حجمه سعة 50 مل مصنوعة من مادة التفلون او البلاستيك .

الإذابة بحامض الهيدروكلوريك (HCl)

اخذ 1 غرام من مادة الاسمنت ووضع في جفنة خزفية بدون أي إضافات وضعت في فرن الحرق في درجة حرارة 650 م لمدة ستة ساعات وبعدها اضيف إلى كل نموذج 5مل من حامض الهيدروكلوريك مع التسخين والتحريك بدرجة حرارة 70 م ثم رشح في قناني حجمه سعة 50 مل لغرض القياس.

المواد وطرائق العمل

المواد الكيميائية المستعملة

استعملت مواد كيميائية ذات نقاوة عالية وحسب المواصفات العالمية وكما مبين في الجدول (1).

جدول (1) المواد الكيميائية المستعملة وجهات تصنيعها

| الشركة | الصيغة الكيميائية | الحامض |
|--------|-------------------|-------------------|
| Fluka | HNO_3 | Nitric acid |
| Fluka | HCl | Hydrochloric acid |
| Fluka | HF | Hydrofluoric acid |

المحاليل المستعملة

المحلول الأم القياسي تركيز (1000 مايكرو غرام/ مل). حضر محلول العنصر (Se) بتكملة محتويات الحاوية التي تحتوي على (1 غرام من العنصر أو ما يكافئ) واحد غرام من العنصر في الملح مذابة بأحد الحوامض المناسبة) في قنينة حجمه سعة (1000 مل) وأكمل الحجم إلى العلامة ومنه تم تحضير سلسلة من المحاليل المخففة بما يناسب كل نموذج لعمل منحنى المعايرة المباشر.

الأجهزة والأدوات المستعملة

مطياف الامتصاص الذري نوع

● SHIMADZU AA-6800 Atomic

Absorption Spectrophotometer شكل (1).

أ- مصباح كاثود مجوف (H.C.L) لعنصر السيليونيوم.

ب- مصباح تصحيح الخلفية نوع

Deuterium

ARC (Deuterium Contniim Lamp)



شكل (1) جهاز المطياف الذري الغير لهبي

النتائج والمناقشة

فكانت قيمتها متقاربة وجدول (2) يبين حاصل معدل ثلاث قراءات لكل نموذج وشكل (2) يبين التوزيع الاحصائي لأكسيد السليسيوم اما جدول (3) فيشير الى نتائج الاذابة بالماء الملكي و التحليل الاحصائي للنتائج .

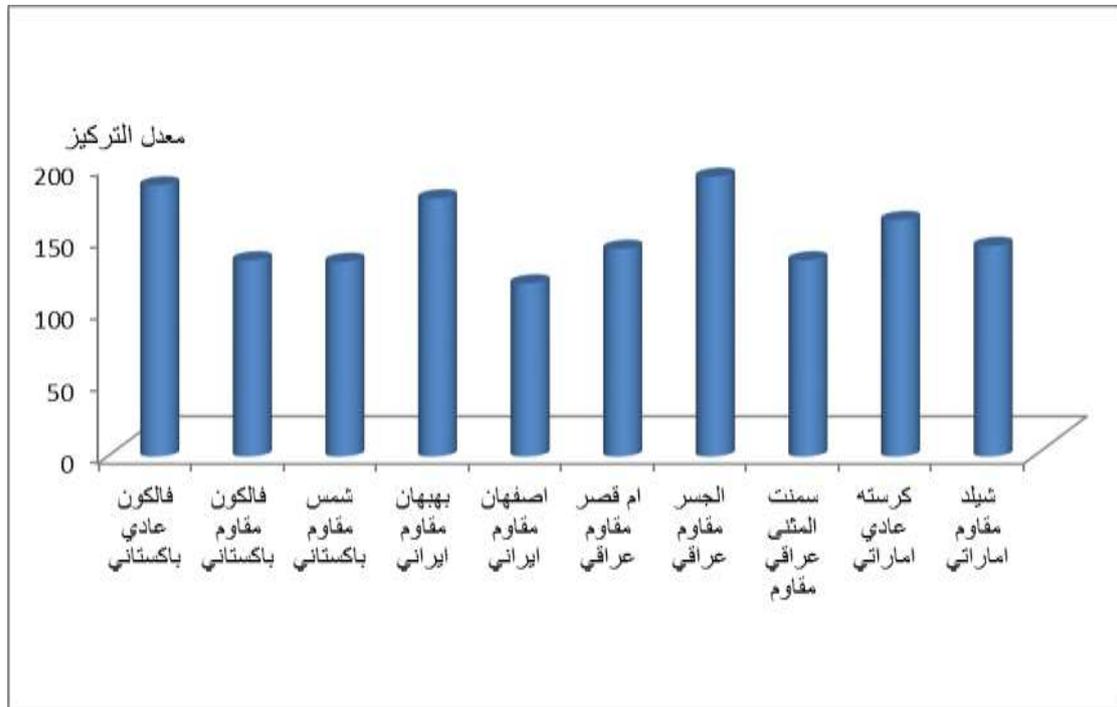
تشير النتائج باستعمال الماء الملكي إلى إن تركيز اوكسيد السليسيوم (SeO_2) يتراوح بين 120-194 جزء بالمليون . حيث كانت اعلى نسبة في سممت الجسر العراقي المقاوم و اقل نسبة في سممت اصفهان الايراني المنشأ اما بقية النماذج

جدول (2) معدل التراكيز المستحصلة من اذابة النماذج بالماء الملكي ($3HCl+1HNO_3$)

| النموذج ppm | فالكون باكستاني عادي | فالكون باكستاني مقاوم | شمس باكستاني مقاوم | بهبهان ايراني مقاوم | اصفهان ايراني مقاوم | سممت ام قصر عراقي مقاوم | الجسر عراقي مقاوم | سممت المتنى عراقي مقاوم | كرسته اماراتي عادي | شيلد اماراتي مقاوم |
|----------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| SeO_2 | 188 | 136 | 135 | 179 | 120 | 144 | 194 | 136 | 164 | 146 |

جدول (3) نتائج الأذابة بالماء الملكي

| النموذج SeO ₂ | فالكون باكستان ي عادي | فالكون باكستان ي مقاوم | شمس باكستان ي مقاوم | بهبهان ايراني مقاوم | اصفهان ايراني مقاوم | سمنت ام قصر عراقي مقاوم | الجسر عراقي مقاوم | سمنت المثلي عراقي مقاوم | كرسته اماراتي عادي | شيلد اماراتي مقاوم |
|-----------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| حد الكشف D.L | 1.006 | 1.006 | 1.006 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| الانحراف المعياري S.D | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 |
| الانحراف المعياري القياسي R.S.D % | 177. | 0.244 | 0.246 | 0.18 | 0.27 | 0.23 | 0.17 | 0.24 | 0.20 | 0.22 |



شكل (2) التوزيع الإحصائي لأكسيد السليسيوم في النماذج المختلفة باستخدام الماء الملكي

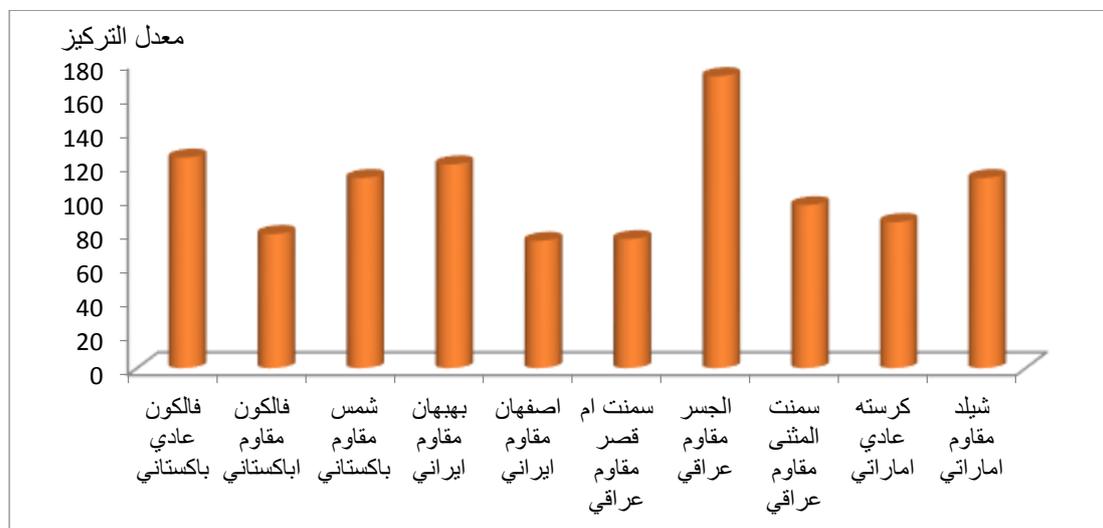
بالمليون وبيقية النماذج كانت نتائجها متقاربة كما هو مبين في جدول (4) والذي بين حاصل معدل ثلاث قراءات لكل نموذج وشكل (3) يشير الى التوزيع الاحصائي لأكسيد السليسيوم في حين جدول (5) يوضح نتائج الأذابة في حامض النتريك التحليل الاحصائي للنتائج.

اما نتائج الأذابة بحامض النتريك فإشارت الى ان تراكيز اوكسيد السليسيوم تتراوح بين 75 – 172 جزء بالمليون حيث يتضح ان تركيز اوكسيد السليسيوم في سمنت الجسر العراقي كان اقل من الأذابة بالماء الملكي حيث قلت النسبة الى 172 جزء بالمليون وكانت النسبة في سمنت اصفهان الايراني 75 جزء

| النموذج ppm | فالكون باكستاني عادي | فالكون باكستاني مقاوم | شمس باكستاني مقاوم | بهبهان ايراني مقاوم | اصفهان ايراني مقاوم | سمنت ام قصر عراقي مقاوم | الجسر عراقي مقاوم | سمنت المثنى عراقي مقاوم | كرسته اماراتي عادي | شيلد اماراتي مقاوم |
|------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| SeO ₂ | 124 | 79 | 112 | 120 | 75 | 76 | 172 | 96 | 86 | 112 |

جدول (5) نتائج الاذابة بحامض النتريك

| النموذج SeO ₂ | فالكون باكستاني عادي | فالكون باكستاني مقاوم | شمس باكستاني مقاوم | بهبهان ايراني مقاوم | اصفهان ايراني مقاوم | سمنت ام قصر عراقي مقاوم | الجسر عراقي مقاوم | سمنت المثنى عراقي مقاوم | كرسته اماراتي عادي | شيلد اماراتي مقاوم |
|-------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| حد الكشف D.L | 1.006 | 1.006 | 1.006 | 1.006 | 1.006 | 1.006 | 1.006 | 1.006 | 1.006 | 1.006 |
| الانحراف المعياري S.D | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 |
| الانحراف المعياري القياسي R.S.D% | 0.268 | 0.421 | 0.297 | 0.277 | 0.444 | 0.438 | 0.193 | 0.346 | 0.387 | 0.297 |



شكل (3) التوزيع الاحصائي لأكسيد السليسيوم في النماذج المختلفة باستخدام حامض النتريك

السليسيوم في النموذج وبذلك تعد هذه الطريقة غير ناجحة كما هو مبين في جدول (6) والذي يشير الى حاصل معدل ثلاث قراءات لكل نموذج وشكل (4) الذي يبين التوزيع الاحصائي لأكسيد السليسيوم في حين جدول (7) يوضح نتائج الاذابة في حامض الهيدروفلوريك والتحليل الاحصائي للنتائج .

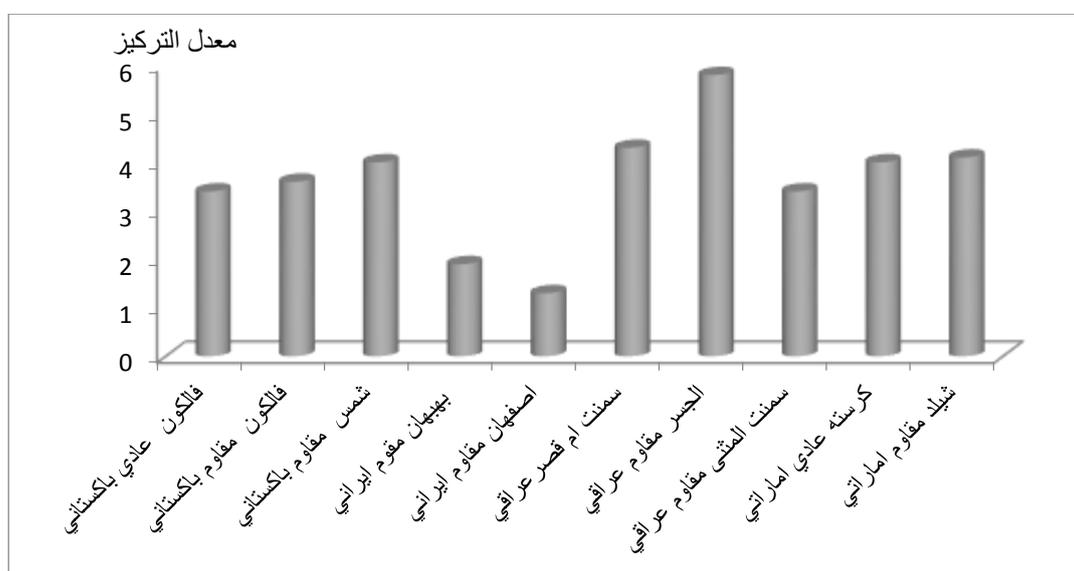
و بالنسبة لحامض الهيدروفلوريك فكانت النتائج تتراوح بين 1.3 – 5.8 جزء بالمليون اذ بلغ تركيز اوكسيد السليسيوم في أسمنت الجسر العراقي المقاوم 5.8 جزء بالمليون بينما كان تركيزه في اسمنت اصفهان الايراني 1.3 جزء بالمليون وهذا الفرق في التراكمات بين هذه الاذابة والاذابة بالماء الملكي التي هي ضعف حامض الهيدروفلوريك في اذابة عنصر

جدول (6) معدل التراكيز المستحصلة من اذابة النماذج بحامض HF

| النموذج ppm | فالكون باكستاني عادي | فالكون باكستاني مقاوم | شمس باكستاني مقاوم | بهبهان ايراني مقاوم | اصفهان ايراني مقاوم | سمنت ام قصر عراقي مقاوم | الجسر عراقي مقاوم | سمنت المتني عراقي مقاوم | كرسته اماراتي عادي | شيلد اماراتي مقاوم |
|------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| SeO ₂ | 3.4 | 3.6 | 4.0 | 1.9 | 1.3 | 4.3 | 5.8 | 3.4 | 4.0 | 4.1 |

جدول (7) نتائج الازابة بحامض الهيدروفلوريك

| النموذج SeO ₂ | فالكون باكستاني عادي | فالكون باكستاني مقاوم | شمس باكستاني مقاوم | بهبهان ايراني مقاوم | اصفهان ايراني مقاوم | سمنت ام قصر عراقي مقاوم | الجسر عراقي مقاوم | سمنت المتني عراقي مقاوم | كرسته اماراتي عادي | شيلد اماراتي مقاوم |
|-------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| حد الكشف D.L | 1.006 | 1.006 | 1.006 | 1.006 | 1.006 | 1.006 | 1.006 | 1.006 | 1.006 | 1.006 |
| الانحراف المعياري S.D | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 |
| الانحراف المعياري القياسي R.S.D% | 9.790 | 9.251 | 8.325 | 17.526 | 25.615 | 7.744 | 5.741 | 9.794 | 8.325 | 8.121 |



شكل (4) التوزيع الاحصائي لأكسيد السليسيوم في النماذج المختلفة باستخدام حامض الهيدروفلوريك

هو مبين في جدول (8) والذي يبين حاصل معدل ثلاث قراءات لكل نموذج وشكل (5) يشير الى التوزيع الاحصائي لأكسيد السليسيوم في حين جدول (9) يوضح نتائج الازابة في حامض الهيدروكلوريك والتحليل الاحصائي للنتائج..

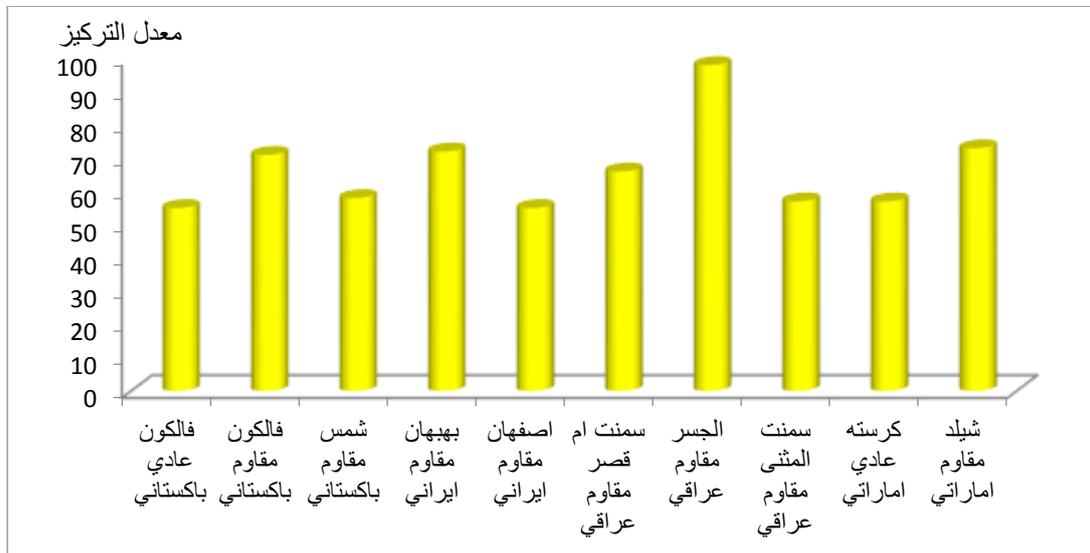
وأخيرا تشير نتائج استعمال حامض الهيدروكلوريك ان نسبة اوكسيد السليسيوم تراوحت بين 55 – 98 جزء بالمليون اذ كان تركيز اوكسيد السليسيوم في اسمنت الجسر العراقي المقاوم 98 جزء بالمليون بينما كانت نسبة سمنت اصفهان الايراني 55 جزء بالمليون كما

جدول (8) معدل التراكم المستحصلة من اذابة النماذج بحامض HCl

| النموذج | فالكون باكستاني عادي | فالكون باكستاني مقاوم | شمس باكستاني مقاوم | بهبهان ايراني مقاوم | اصفهان ايراني مقاوم | سمنت ام قصر عراقي مقاوم | الجسر عراقي مقاوم | سمنت المتنى عراقي مقاوم | كرسته اماراتي عادي | شيلد اماراتي مقاوم |
|------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| SeO ₂ | 55 | 71 | 58 | 72 | 55 | 66 | 98 | 57 | 57 | 73 |

جدول (9) نتائج الاذابة بالترميز واستعمال حامض الهيدروكلوريك

| النموذج | فالكون باكستاني عادي | فالكون باكستاني مقاوم | شمس باكستاني مقاوم | بهبهان ايراني مقاوم | اصفهان ايراني مقاوم | سمنت ام قصر عراقي مقاوم | الجسر عراقي مقاوم | سمنت المتنى عراقي مقاوم | كرسته اماراتي عادي | شيلد اماراتي مقاوم |
|-------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| حد الكشف D.L | 1.006 | 1.006 | 1.006 | 1.006 | 1.006 | 1.006 | 1.006 | 1.006 | 1.006 | 1.006 |
| الانحراف المعياري S.D | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 |
| الانحراف المعياري القياسي R.S.D% | 0.605 | 0.469 | 0.574 | 0.463 | 0.605 | 0.504 | 0.339 | 0.584 | 0.584 | 0.456 |



شكل (5) التوزيع الإحصائي لأكسيد السليسيوم في النماذج المختلفة باستخدام حامض الهيدروكلوريك

أفضل نتيجة تم الحصول عليها كانت باستخدام الماء الملكي إذ كانت النتائج مقاربة جدا للحد الأدنى للقياسات العالمية للإسمنت البورتلاندي والتي هي 140 – 215 جزء بالمليون. تم معاملة مادة الإسمنت بدرجة 650 م لإزالة ماء التبلور والرطوبة بالمنتج.

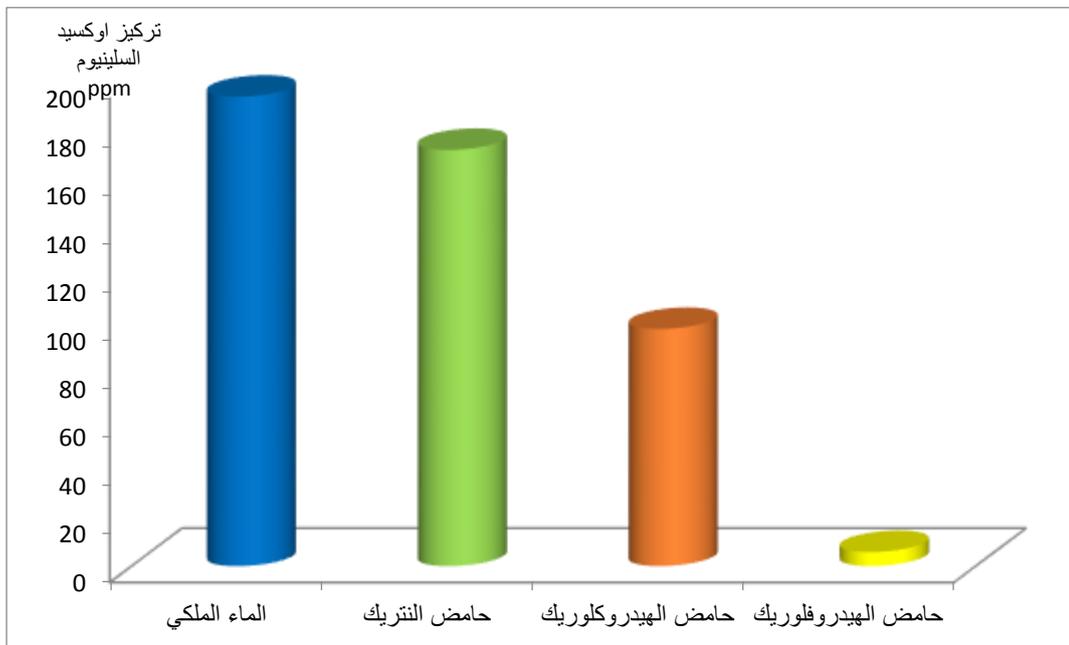
يتم اعتماد القيمة % Ereal و Reco% في التحليل الإحصائي للجداول وذلك لعدم وجود التركيز الحقيقي لأكسيدات العناصر التي تم إضافتها من المنشأ وهي غير مثبتة على الأكياس الخاصة بالمنتج.

الاستنتاجات والتوصيات

مما سبق نلاحظ إن الطريقة الكلاسيكية المعتمدة لقياس العناصر في الاسمنت هي ليست الطريقة الوحيدة للقياس بل إن هناك طرق غيرها وقد استخدمت في هذه الدراسة أربعة طرق للإذابة والتي هي أكثر استخداما من بين الطرق الأخرى. وبالمقارنة مع النسب المعتمدة للإسمنت البورتلاندي نلاحظ إن أفضل طريقة من الطرق الأربعة

المستخدمة في عملية الإذابة والتي كانت نتائجها مقارنة للنتائج المعتمدة عالميا هي باستخدام طريقة الترميد والإذابة بالماء الملكي لما لدى هذه الطريقة من قوة على تفكيك اواصر اوكسيد السليسيوم (SeO₂) وجعل عنصر السليسيوم ذائب.

شكل (6) يبين مقارنة بين المذيبات الأربعة المستخدمة لإذابة اوكسيد السليسيوم حيث اظهرت النتائج ان طريقة الترميد والاذابة بالماء الملكي هي افضل طريقة من بين الطرق الأخرى. حيث كان معدل تركيز اوكسيد السليسيوم قد تراوح بين 120 - 194 جزء بالمليون. كما وان أفضل أنواع الاسمنت بين الأنواع المستخدمة في عملية الإذابة كان أسمنت الجسر العراقي المقاوم. إن الغرض من وجود اوكسيد السليسيوم هو لزيادة نسبة الترابط بين جزيئات المادة الكونكريتية وجعلها أكثر تماسكا ضمن تراكيز معينة .



شكل (6) انواع المذيبات المستخدمة

References

Amin, M.N; Kaneco, S.; Suzuki, T. and Ohta, K.,(2003).Slurry Sampling Electro Thermal Atomic Absorption Spectrometric Determination of Copper in Herbal Medicine Samples with a Molybdenum Tube Atomizer, Micro chemical Journal, 74 (2), 181-186.

Baralkiewicz,D.;Gramowska ,H. and Kanecka, A. (2005). Determination of Mercury and Selenium in Sewage Sludge by Direct Graphite Furnace Atomic

Absorption Spectrometry, *Spectrochimica Acta*, part B: Atomic Spectroscopy, 60, 409-413.

Dias, L.F.; Saint'Pierre, T.D.; Maia, S.M.; Mesquita da Silva, M.A.; Frescura,V.L.A.; Welz, B. and Curtius, A.J., (2002) Determination of Arsenic, Lead, Selenium and Tin in Sediments by Slurry Sampling Electrothermal Vaporization Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry Using Ru as Permanent Modifier and NaCl as a Carrier, *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, 57(12) 2003-2015.

Gierzatowicz,R.(2000). The Environmental Influence of Heavy Metals Introduced to the Clanking Process with Wastes. *Environmental Science Research* 58,55-66

Lymberopoulou,T.,(2001).Determenation of Heavy Metals in Soil,Sediments and

Geological Materials by ICP-AES and ICP-MS.*Mikrochim Acta* 136,123-128

Pergamon .(2004).Cement and Concrete Research Anew Chemical Method for

Analyzing Free selenium oxide Content in Cementing Material.34,1161-1165.

Polettini,A.; Pomi, R .and Sirini,P.(2000)"Fractional Factorial Design to Investigate the Influence of Heavy Metals and Anions on Acid Neutralization Behavior of Cement-based Products. *Environ Sci.Technol.*36,1584-1591

Ribeiro,A.S.; Vieira, M.A. and Curtius, A.J. (2004). Determination of Hydride Forming Elements (As, Sb, Se, Sn) and Hg in Environmental Reference Materials as Acid Slurries by On-Line Hydride Generation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, 59 (2) 243-253.

Scur, P.(2002). Mitver Brenning Von Sekundarbrenn Stoffen in Beton Technisch and Okologische Anforderungen. *Betonwerk and Fertigteil-Technik* 66 (11)76-84

Shimadzu Solution for Science. (2008).Determination of Calcium Carbonate in Secondary Cement Products. *Application News*.12