

انتخاب الطريقة المثلى لإذابة مادة الاسمنت عن طريق تقدير بعض العناصر في المنتج المأخوذ من مناشيء مختلفة

مهند زهير عبد الرحمن جنان حسين محمد إيمان وجيه أمين

وزارة العلوم والتكنولوجيا / دائرة بحوث المواد
بغداد - العراق

الخلاصة

تضمن البحث اختيار أفضل طريقة لإذابة لتقدير العناصر التالية Fe،Mg،Ca و Na من خلال إتباع أربعة طرق لإذابة النماذج المأخوذة من مناشيء مختلفة (عراقي - باكستاني - إماراتي - إيراني) الموجودة في السوق المحلية وهذه الطرق هي (الإذابة بحامض النتريك المركز (HNO₃)، الماء الملكي (1:3) (HNO₃:HCl)، حامض الهيدروفلوريك (Hf) وأخيرا الترميد في درجة حرارة 650 °م للهيدروليك ولمدة ستة ساعات ومن ثم الإذابة بحامض (HCl). استخدم جهاز مطياف الامتصاص الذري اللهب في تقدير العناصر وباستخدام منحنى المعايرة المباشر إذ اتضح من خلال النتائج النهائية إن أفضل طريقة لإذابة لتقدير العناصر Fe،Mg،Ca و Na هي طريقة الترميد ومن ثم الإذابة بحامض الهيدروكلوريك المركز حيث أعطت نتائج مقارنة جدا للقياسات العالمية للإسمنت البورتلاندي .
الكلمات المفتاحية : الأسمنت ، تقدير ، الإذابة و عناصر

Selecting the Best Method to Dissolve Cement by Determinate Some Elements Taken from Different Matrix

Muhaned Zuhair Abdul Al-Rahman Jinan Hussien Mohammed
Eman Wejeh Ammen

Material Research Directorate/Ministry of Science and Technology
Baghdad-Iraq
E-mail:muhaned_zuhair@yahoo.com

Abstract

The research gain to chose the best dissolving method to determinate the element Ca,Mg,Fe,Na by using four methods to dissolve samples were taken from different matrix (Iraq,Bakistan,UAE and Iran),which already existing in market. Dissolving method depended upon using concentrated Nitric acid (HNO₃), aquaregia (1:3)(HNO₃:HCl),concentrated hydrofluoric acid (Hf) and Ashing. The technique used to measure these elements is atomic absorption and direct circumflex and it showed from the final result that the best way to dissolve these elements Ca,Mg,Fe,Na was using Ashing then dissolving with (HCl) that its gave the convergent results to the Portland cement.

Key words: Cement , Determination , Dissolve and Element

المقدمة

الأسمنت هو تلك المادة الرابطة الناعمة التي تتصلب وتقسى فتمتلك بذلك خواصا تماسكية وتلاصقية بوجود الماء مما يجعله قادرا على ربط مكونات الخرسانة بعضها ببعض. وأهم استخدام للأسمنت هو الخرسانة حيث يربط المواد الاصطناعية أو الطبيعية لتشكل مواد بناء قوية مقاومة للتأثيرات البيئية العادية. يجب عدم الخلط بين الخرسانة و الأسمنت، فالأسمنت يشير إلى المسحوق الجاف المستخدم في ربط المواد الكلية للخرسانة. وللأسمنت المستخدم في البناء نوعين هما الأسمنت المائي والأسمنت غير المائي. يتكون الخليط الأساسي لصناعة الاسمنت من الحجر الجيري(Calcaire)والصلصال (Dargiles)والجير الطيني يملك مواصفات تقارب 80% من الجير و20% من الطين، ومواد علاجية مثل أكاسيد الحديد (Fe_2O_3) ، واليوكسيت (Al_2O_3) ، الرمل (SiO_2) وهذه المواد تضاف للوصول إلى التركيبة المرغوبة .

(Gierzatowicz,2000;Ziegler,2001; Shimadzu *et al.* ,2008)

يحتوي الاسمنت على مادتين أساسيتين هما الكلس والطين و الأخير نظيف إليه مواد أساسية هي السليس والألمين وأكسيد الحديد. مادتي الكلس والطين تسحقان في آلات السحق وتمزجان مع بعضهما البعض بنسب يحددها المصنع ويطحنان في آلات الطحن ثم تمرران عبر الفرن الذي تبلغ درجة حرارته حوالي 1430م°. يحصل حينئذ على مادة الكلنكر.تضاف لهذه المادة مواد أخرى وتطحن في آلة الطحن من بعدها نحصل على مادة الاسمنت التي تعبأ بأكياس .

(Sereenonchai,2010)هناك عدة طرق

لتقدير العناصر الفلزية الموجبة في مادة الاسمنت

ومنها تقدير عناصر Ca,Zn,Mg,Cu,Fe باستخدام حامض (0.5 ml HNO_3 + 1 ml $HClO_4$).

أما عناصر مثل Sb,Cd,Cr,Co,Mn,Zn فقد استخدمت طريقة إضافة حامض HNO_3 والتي تم استخدامها كأحد الطرق في الإذابة،وبعد عملية الإذابة يتم قياس هذه العناصر بجهاز الامتصاص الذري اللهبى (AAs) شكل (1).

كما تستخدم طريقة القياس بتقنية ICP-AES وتقنية ICP-MS في تقدير العناصر الثقيلة أيضا. (Poletini *et al.*,2000;Christoph and Lymberopoulou 2001; Pergamon,2004)

ويهدف البحث الى ايجاد افضل طريقة لتقدير العناصر الاساسية في السمنت

المواد وطرائق العمل

المواد الكيماوية المستعملة

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

جدول (1) المواد الكيماوية المستعملة وجهات تصنيعها

الشركة	الصيغة الكيماوية	الحامض
Fluka	HNO_3	Nitric acid
Fluka	HCl	Hydrochloric acid
Fluka	Hf	Hydrofluoric acid

المحاليل المستعملة

المحاليل ألام القياسية تركيز 1000 مايكرو غرام/مل حظرت محاليل العناصر Ca,Mg,Fe,Na بتفريغ محتويات حاوية لكل منهم تحتوي على 1 غرام من العنصر أو احد أملاحه النقية مذابة بأحد الحوامض المناسبة في قنينة حجمه سعة 1000 مل وأكمل الحجم إلى العلامة

الإذابة بالماء الملكي ($HCL+HNO_3$)

حضر الماء الملكي من مزج ثلاثة حجوم من حامض الهيدروكلوريك المركز مع حجم واحد من حامض النتريك المركز ($1HNO_3+3HCL$) ، وزن 1غم من مادة الاسمنت وأضيف إليه الماء الملكي بمقدار 5 مل وسخن مع التحريك لمدة 15 دقيقة ثم رشح في قنينة حجمه سعة 50 مل وأكمل الحجم الى العلامة بالماء اللايوني لغرض القياس. وكان ناتج الإذابة كما في الجدول (6) والشكل (4).

الإذابة بحامض النتريك (HNO_3)

وزن 1غرام من مادة الاسمنت وأضيف إليه 5 مل من حامض النتريك وسخن مع التحريك لمدة 15 دقيقة ثم رشح في قنينة حجمه سعة 50 مل وأكمل الحجم الى العلامة بالماء اللايوني لغرض القياس. وكان ناتج الإذابة كما في الجدول (8) وشكل (5).

(Scur,2002)

استخدام البرنامج الاحصائي لتحليل النتائج المشار اليها في الجداول 3،5،7،9

النتائج والمناقشة

تشير النتائج إلى إن أفضل تركيز لأكسيد الكالسيوم هي في طريقة الترميد حيث كان اعلى تركيز 60.3% في سمنت الجسر العراقي المقاوم واقل تركيز 52.4% في سمنت بهبهان الإيراني المقاوم. بينما لأكسيد الصوديوم فكان تركيزه يتراوح بين 0.09-0.16% ولأكسيد المغنيسيوم 0.91-1.89% .

وأخيرا لأكسيد الحديد كان تركيزه 1.2-4.0%. وكما في جدول (2) والذي هو حاصل معدل ثلاث تراكيز لكل نموذج وشكل (2) الذي يبين معدل تركيز أكاسيد العناصر والجدول (3) الذي يشير الى التحليل الاحصائي للنتائج .

ومنه تم تحضير سلسلة من المحاليل المخففة بما يناسب كل عنصر .

الأجهزة والأدوات المستعملة

- مطياف الامتصاص الذري اللهي نوع Phoenix-986-AA-Spectrophotometer المزود بالأجزاء التالية
- أ- مصابيح كاثودية مجوفة (H.C.L) لكل عنصر من العناصر المقاسة نوع Phoenix Hallow Cathode lamp
- ب- مصباح تصحيح الخلفية نوع PhoenixDeuterium ARC(Deuterium Contniim lamp)

- ميزان حساس نوع Metter Semimicro Balance Model HL-52

- هيتز كهربائي لإجراء عملية الإذابة .
- هود لسحب الأبخرة.
- زجاجيات مختلفة.

طرق الإذابة المتبعة**الإذابة بواسطة الترميد (الحرق)**

أخذ 1 غرام من مادة الاسمنت وضع في جفنه خزفية بدون أي إضافات التي وضعت في فرن الحرق في درجة حرارة 650 درجة مئوية لمدة ستة ساعات وبعدها أضيف إلى كل نموذج 5مل من حامض الهيدروكلوريك مع التسخين والتحريك ثم رشح في قناني حجمه سعة 50 مل وأكمل الحجم الى العلامة بالماء اللايوني لغرض القياس. وكان ناتج الإذابة كما في جدول (2) والشكل (2) (Bibby,2012)

الإذابة بحامض الهيدروفلوريك (Hf)

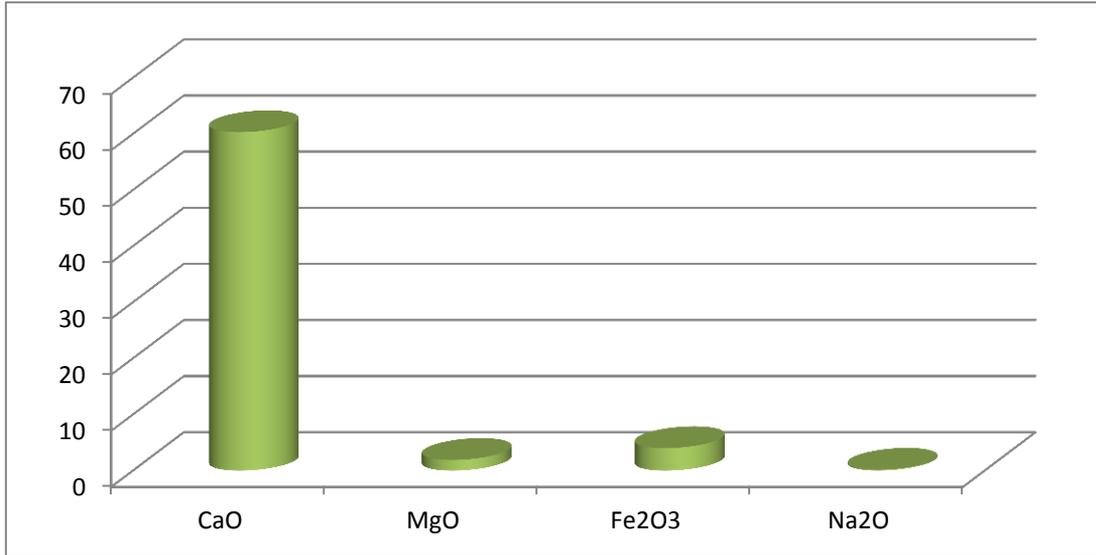
وزن 1غرام من مادة الاسمنت وأضيف إليه 5 مل من حامض الهيدروفلوريك وسخن مع التحريك لمدة 15 دقيقة ثم رشح في قنينة حجمه سعة 50 مل وأكمل الحجم الى العلامة بالماء اللايوني لغرض القياس. وكان ناتج الإذابة كما في جدول (4) والشكل (3).



شكل (1) جهاز المطياف الذري اللهبني والمحاليل القياسية المستخدمة في القياس

جدول (2) معدل التراكيز المستحصلة من الإذابة الأولى (الترميز) وحامض (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 المثنى عراقي مقاوم	كرسته اماراتي عادي	شيلد اماراتي مقاوم
Fe ₂ O ₃	2.0	2.8	1.3	2.6	1.2	2.5	4.0	2.5	1.7	2.1
MgO	0.95	0.93	1.49	1.34	1.76	0.91	1.40	1.30	1.89	1.49
Na ₂ O	0.12	0.11	0.09	0.14	0.15	0.09	0.16	0.12	0.09	0.15
CaO	59.4	55.9	58.2	52.4	56.8	59.4	60.3	55.9	57.9	53.5



شكل (2) التوزيع الاحصائي لأكاسيد العناصر المذابة بواسطة الترميد واستعمال HCl في النماذج المختلفة

جدول (3) نتائج التحليل الاحصائي بطريقة الترميد واستعمال حامض الهيدروكلوريك

CaO RSD % D.L	Na ₂ O RSD % D.L	MgO RSD % D.L	Fe ₂ O ₃ RSD % D.L	النموذج
0.0055	2.75	0.02	0.166	فالكون باكستاني عادي
0.0059	6.0	0.35	0.47	فالكون باكستاني مقاوم
0.0056	3.6	0.22	0.25	شمس باكستاني مقاوم
0.0060	0.02	0.24	0.12	بهبهان ايراني مقاوم
0.0058	2.2	0.187	0.275	اصفهان ايراني مقاوم
0.0055	3.66	0.36	0.132	سمنت ام قصر عراقي مقاوم
0.0054	2.062	0.235	0.082	الجسر عراقي مقاوم
0.0059	2.75	0.253	0.132	سمنت المثني عراقي مقاوم
0.0056	3.666	0.174	0.194	كرسته اماراتي عادي
0.0061	2.2	0.2214	0.157	شيلد اماراتي مقاوم

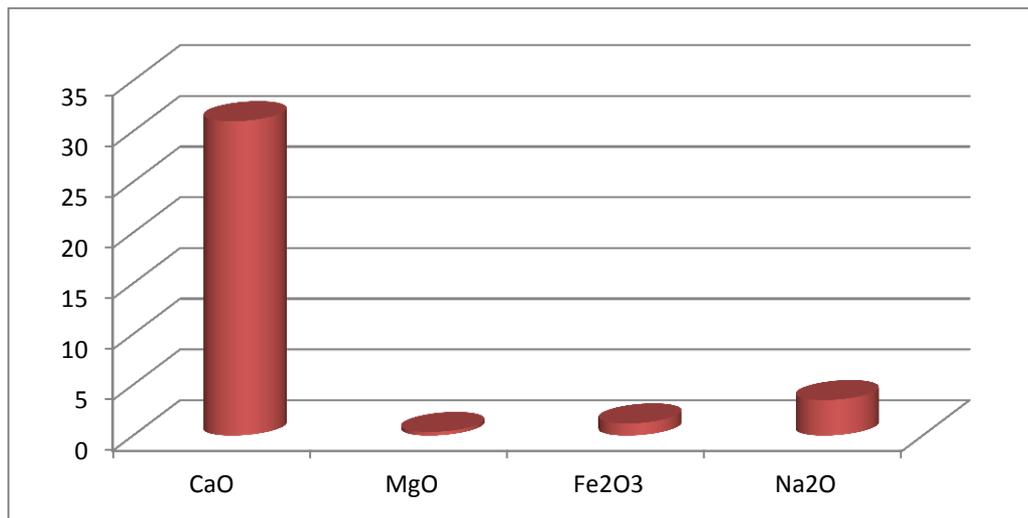
وكان تركيز اوكسيد الكالسيوم باستخدام الماء الملكي 50% في سممت الجسر العراقي المقاوم و 33% في سممت بهبهان الإيراني المقاوم ولأوكسيد الصوديوم 0.1-0.18% بينما كان تركيز أوكسيد المغنيسيوم 1.4-3.5% اما أوكسيد الحديد فكان تركيزه 1.33-2.44% وكما موضح في جدول (6) والذي هو حاصل معدل ثلاث تراكيز لكل نموذج وشكل (4) الذي يبين معدل تركيز اكاسيد العناصر اما الجدول (7) فإنه يشير الى التحليل الاحصائي للنتائج .

بينما باستخدام حامض الهيدروفلوريك فان تركيز اوكسيد الكالسيوم كان 35% في سممت الجسر العراقي المقاوم و 25% في سممت بهبهان الإيراني المقاوم ولأوكسيد الصوديوم فتراوح التركيز بين 0.3-3.5% بينما لأوكسيد المغنيسيوم فكان التركيز 0.15-2%

وأخيرا لأوكسيد الحديد 0.5-1.2%.
وجداول (4) هو حاصل معدل ثلاث تراكيز لكل نموذج وشكل (3) الذي يبين معدل تركيز اكاسيد العناصر بينما الجدول (5) الذي يشير الى التحليل الاحصائي للنتائج

جدول (4) معدل التراكيز المستحصلة من الإذابة الثانية (حامض Hf)

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 المثني عراقي مقاوم	كرسته اماراتي عادي	شيد اماراتي مقاوم
Fe ₂ O ₃	1.07	0.80	0.72	1.20	0.50	0.92	0.52	1.13	0.52	0.61
MgO	0.36	0.15	0.16	0.28	0.34	0.16	0.8	0.5	2.0	0.18
Na ₂ O	1.04	2.18	2.00	0.60	0.30	3.50	3.50	0.50	2.40	2.50
CaO	28	27	29	25	30	26	35	31	28	27



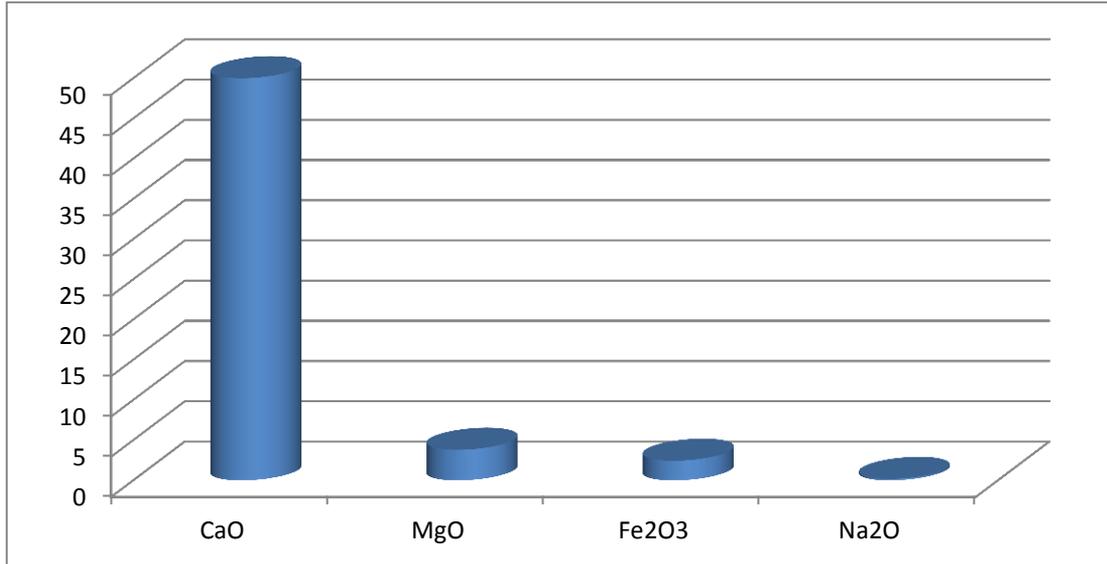
شكل (3) التوزيع الاحصائي لأكاسيد العناصر المذابة بحامض الهيدروفلوريك في النماذج المختلفة

جدول (5) نتائج التحليل الاحصائي باستعمال طريقة الاذابة بحامض الهيدروفلوريك

CaO		Na ₂ O		MgO		Fe ₂ O ₃		النموذج
RSD %	D.L %	RSD %	D.L %	RSD %	D.L %	RSD %	D.L %	
0.0117	0.009	0.3173	0.009	0.9166	0.009	0.3084	0.009	فالكون باكستاني عادي
0.0122	0.009	0.1513	0.009	2.2	0.009	0.4125	0.009	فالكون باكستاني مقاوم
0.0113	0.009	0.165	0.009	2.0625	0.009	0.4583	0.009	شمس باكستاني مقاوم
0.132	0.009	0.55	0.009	1.1785	0.009	0.275	0.009	بهبهان ايراني مقاوم
0.011	0.009	1.1	0.009	0.9705	0.009	0.66	0.009	اصفهان ايراني مقاوم
0.0126	0.009	0.0942	0.009	2.0625	0.009	0.3586	0.009	سمنت ام قصر عراقي مقاوم
0.0094	0.009	0.0942	0.009	0.4125	0.009	0.6346	0.009	الجسر عراقي مقاوم
0.0106	0.009	0.66	0.009	0.00	0.009	0.2920	0.009	سمنت المثنى عراقي مقاوم
0.0117	0.009	0.1375	0.009	0.165	0.009	0.6346	0.009	كرسته اماراتي عادي
0.0122	0.009	0.132	0.009	1.8333	0.009	0.5409	0.009	شيد اماراتي مقاوم

جدول (6) معدل التراكيز المستحصلة من الإذابة الثالثة (الماء الملكي)

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 المثنى عراقي مقاوم	كرسته اماراتي عادي	شيد اماراتي مقاوم
Fe ₂ O ₃	1.33	1.55	1.30	2.12	1.51	1.45	1.50	2.44	1.43	1.85
MgO	1.8	1.5	2.8	2.7	3.8	1.4	3.5	2.6	3.4	1.8
Na ₂ O	0.15	0.13	0.10	0.16	0.15	0.11	0.15	0.18	0.13	0.13
CaO	42	39	36	33	40	34	50	41	35	48



شكل (4) التوزيع الاحصائي لأكاسيد العناصر المذابة بالماء الملكي في النماذج المختلفة

مادة الاسمنت بدرجة 650 درجة مئوية للتخلص من ماء التبلور وتكسير الأواصر بين أكاسيد العناصر ويعدها يتم إضافة حامض الهيدروكلوريك الى كل نموذج للإذابة وفي هذه الحالة فإن النتائج كانت مقارنة جدا للقياسات العالمية للإسمنت البورتلاندي. (Raaed,2008) وأخيرا ان الراسب الناتج من عملية الإذابة هو عبارة عن الشوائب الكربونية الموجودة في النموذج مع عنصر السليكون بالنسبة للأذابات (الترميد، الماء الملكي، حامض النتريك) أما الإذابة بحامض الهيدروفلوريك فهي شوائب كربونية فقط. لم يتم اعتماد القيمة % Ereal و % Reco في التحليل الإحصائي للجداول وذلك لعدم وجود التركيز الحقيقي لأكاسيد العناصر التي تم إضافتها من المنشأ وهي غير مثبتة على الأكياس الخاصة بالمنتج.

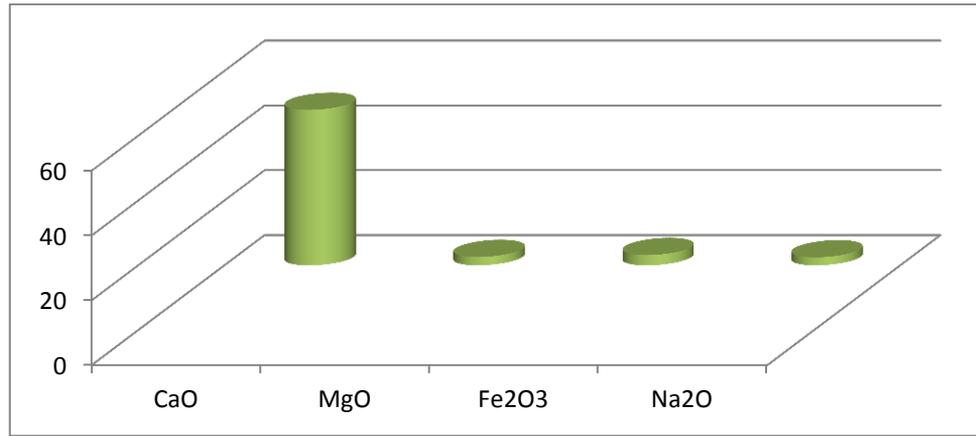
وأخيرا فان تركيز أكسيد الكالسيوم و باستخدام حامض النتريك كان 48% بالنسبة لسمنت الجسر العراقي المقاوم و 21% لسمنت بهيهان الإيراني المقاوم بينما لأوكسيد الصوديوم فكان 0.08-3.6% ولأوكسيد المغنيسيوم فإنه تراوح بين 0.1-2.6% وأخيرا لأوكسيد الحديد فهو 0.35-3.2% وكما مبين في جدول (8) والذي هو حاصل معدل ثلاث تراكيز لكل نموذج وشكل (5) الذي يبين معدل تركيز أكاسيد العناصر و الجدول (9) الذي يشير الى التحليل الاحصائي للنتائج. (Gierzatowicz,2000) بسبب كون الاسمنت مادة ماصة للرطوبة ويسبب وجود ماء التبلور بين جزيئات الاسمنت أدى إلى حصول إزاحة للنتائج ولذلك فان النسب العالية للعناصر التي تم الحصول عليها من الاذابات بالطرق (الماء الملكي، حامض النتريك، حامض الهيدروفلوريك) هي نسب غير دقيقة فكان من الضروري معاملة

جدول (7) نتائج التحليل الاحصائي باستعمال طريقة الإذابة بالماء الملكي

CaO		Na ₂ O		MgO		Fe ₂ O ₃		النموذج
RSD %	D.L %	RSD %	D.L %	RSD %	D.L %	RSD %	D.L %	
0.0078	0.009	2.2	0.009	0.1833	0.009	0.5409	0.009	فالكون باكستاني عادي
0.0084	0.009	2.5384	0.009	0.22	0.009	0.2129	0.009	فالكون باكستاني مقاوم
0.0091	0.009	3.3	0.009	0.1178	0.009	0.2538	0.009	شمس باكستاني مقاوم
0.01	0.009	2.0625	0.009	0.1222	0.009	0.1556	0.009	يهبهان ايراني مقاوم
0.0082	0.009	2.2	0.009	0.0868	0.009	0.2185	0.009	اصفهان ايراني مقاوم
0.0097	0.009	3.0	0.009	0.2357	0.009	0.2275	0.009	سمنت ام قصر عراقي مقاوم
0.0066	0.009	0.22	0.009	0.0942	0.009	0.22	0.009	الجسر عراقي مقاوم
0.0080	0.009	1.8333	0.009	0.1269	0.009	0.1352	0.009	سمنت المتنى عراقي مقاوم
0.0094	0.009	2.5384	0.009	0.0970	0.009	0.2307	0.009	كرسته اماراتي عادي
0.0071	0.009	2.75	0.009	0.1833	0.009	0.1783	0.009	شيلد اماراتي مقاوم

جدول (8) معدل التراكيز المستحصلة من الإذابة الرابعة (حامض النتريك)

النموذج	فالكون باكستاني عادي	فالكون باكستاني مقاوم	شمس باكستاني مقاوم	يهبهان ايراني مقاوم	اصفهان ايراني مقاوم	سمنت ام قصر عراقي مقاوم	الجسر عراقي مقاوم	سمنت المتنى عراقي مقاوم	كرسته اماراتي عادي	شيلد اماراتي مقاوم
Fe ₂ O ₃	2.0	1.7	1.8	3.2	0.35	2.3	0.53	2.1	1.2	0.47
MgO	1.7	0.9	2.1	2.6	0.10	1.3	0.11	1.9	2.4	0.10
Na ₂ O	0.12	0.08	0.06	0.14	2.5	0.10	2.3	0.13	0.09	1.8
CaO	46	27	38	21	33	44	48	39	36	22



شكل (5) التوزيع الاحصائي لأكاسيد العناصر المذابة بحامض النتريك في النماذج المختلفة

جدول (9) نتائج التحليل الاحصائي باستخدام طريقة الاذابة بحامض النتريك

CaO		Na ₂ O		MgO		Fe ₂ O ₃		النموذج
RSD %	D.L %	RSD %	D.L %	RSD %	D.L %	RSD %	D.L %	
0.0071	0.009	2.75	0.009	0.1941	0.009	0.165	0.009	فالكون باكستاني عادي
0.0122	0.009	4.125	0.009	0.3666	0.009	0.1941	0.009	فالكون باكستاني مقاوم
0.0086	0.009	5.5	0.009	0.1571	0.009	0.1833	0.009	شمس باكستاني مقاوم
0.0157	0.009	2.3571	0.009	0.1269	0.009	0.1031	0.009	بهبهان ايراني مقاوم
0.01	0.009	0.132	0.009	3.3	0.009	0.9428	0.009	اصفهان ايراني مقاوم
0.0075	0.009	3.3	0.009	0.2538	0.009	0.1434	0.009	سمنت ام قصر عراقي مقاوم
0.0068	0.009	0.1434	0.009	0.03	0.009	0.6226	0.009	الجسر عراقي مقاوم
0.0084	0.009	2.5384	0.009	0.1736	0.009	0.1571	0.009	سمنت المثنى عراقي مقاوم
0.0091	0.009	3.6666	0.009	0.1375	0.009	0.275	0.009	كرسته اماراتي عادي
0.015	0.009	0.1833	0.009	3.3	0.009	0.7021	0.009	شيلد اماراتي مقاوم

الاستنتاجات والتوصيات

مما سبق نلاحظ إن الطريقة الكلاسيكية المعتمدة لقياس العناصر في الاسمنت هي ليست الطريقة الوحيدة للقياس بل إن هناك عدة طرق غيرها وقد استخدمت في هذه الدراسة أربعة طرق للإذابة والتي هي أكثر استخداماً من بين الطرق البقية.

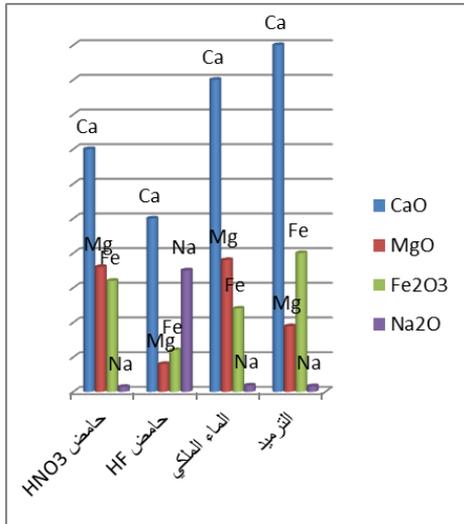
وبالمقارنة مع النسب المعتمدة للإسمنت البورتلاندي لبعض العناصر والموضحة في جدول (10)

نلاحظ إن أفضل طريقة من الطرق الأربعة المستخدمة في عملية الإذابة والتي كانت نتائجها مقارنة للنتائج المعتمدة عالمياً للإسمنت البورتلاندي هي باستخدام طريقة الترميد والإذابة بحامض الهيدروكلوريك حيث كان معدل تركيز أكسيد الحديد (Fe_2O_3) قد تراوح بين 1.2-4 % و معدل تركيز أكسيد المغنيسيوم تراوح بين 0.91-1.89 % بينما معدل تركيز أكسيد الكالسيوم فتراوح بين 52.4-60.3 % وأخيراً فإن معدل

تركيز أكسيد الصوديوم بهذه الدراسة تراوح بين 0.09-0.16 % . وشكل (6) يبين مقارنة بين التوزيع الإحصائي للأذابات الأربعة. لذلك نوصي باستخدام هذه الطريقة واعتمادها كطريقة إذابة لمادة الاسمنت كما وإن أفضل أنواع الاسمنت بين الأنواع المستخدمة في عملية الإذابة كان أسمنت الجسر العراقي المقاوم.

جدول (10) النسب المعتمدة للإسمنت البورتلاندي

العنصر	%
Fe_2O_3	3.3
MgO	1.1
CaO	65.6
Na_2O_3	0.17



شكل (6) مقارنة بين التوزيع الإحصائي للأذابات الأربعة

Refrence

- Sereenonchai,k.(2010).A Low-Cost Method for Determenation of Calcium Carbonate in Cement,53-56
- Shimadzu Solution for Scince.(2008).Determenation of Calcium Carbonate in Secondary Cement Products.APPLICATION NEWS. 12
Pergamon;Cement and Concrete Research.(2004).A new Chemical Method for Analyzing Free Calcium Hydroxid Content in Cementing Material. 34, 1161-1165.
- VomBerg,W.(2002).Flugacche Als Betonzusatz staff.VDB Information 87
- Ziegler,F;Giere,R.andJohnson,C.A.(2001) Sorption Mechanisms of Zinc to Calcium Silicate Hydrate,Environ.Sci.Technol.35, 4556-4561
- Bibby Scintific.(2010).Determenation of Calcium Biscuits by Flame Photometer.Protoco,l, 05-007A.
- Christoph Moor;Theopisti Lymberopoulou,(2001).Determenatio n of Heavy Metals in Soil,Sediments and Geological Materials by ICP-AES and ICP-MS.Mikrochim Acta 136,123-128
- Federal Environment Agency, (1997) Basic Criteria for BAT-Cement, Austria, UBA-IB-560
- Gierzatowicz,R. ,(2000) The Environmental Influence of Heavy Metals Introduced to the Clinkering Process with Wastes.Environmental Science Research 58, 55-66
- Polettini,A.;Pomi,R.andSirini,P.,(200 0) Fractional Factorial Design to Investigate the Influence of Heavy Metals and Anions on Acid Neutralization Behavior of Cement-BacedProducts.EnvironSci.Teechnol. 1.36, 1584-1591
- Raaed,T.(2008). Comparison Between The Characteristics ofMuthanna Iraqi Cement and Different Types ofPortland Importted Cement.Dyala magazine
- Scur,P.(2002).Mitverbrennung Von Sekundarbrenn Stiffen in Beton Technisch and Okologische Anforderungen.Betonwerk and Fertigteil-Technik 66 (11) 76-84