دراسة تحليلية لأنواع الأسمنت المتوفرة في السوق المحلية

صادق جعفر باقر صالح هادي كاظم عباس جاسم عطية
احمد فوزي حلبوص وسام عبد الكاظم حسين
جامعة بابل ـ كلية العلوم ـ قسم الكيمياء

الخلاصة:

يتضمن البحث إجراء دراسة تحليلية لأنواع من الإسمنت مختلفة المنشأ إذ تم تقدير تركيز القلويات والكبريتات وتقدير تركيز بعض العناصر (الحديد ، النحاس ، الخارصين ، المنغنيز) وتحديد الأنواع التي تمتلك مواصفات مطابقة للمواصفات العالمية .يتضح من نتائج الدراسة أن نماذج اسمنت دبي ,اسمنت الكوفة العادي,اسمنت الجنوب العادي ,الاسمنت الكويتي المقاوم واسمنت كربلاء المقاوم تحتوي على نسبة مئوية عالية من اوكسيد الصوديوم . أما اوكسيد البوتاسيوم فتكون نسبته المئوية مرتفعة في نموذج اسمنت الكوفة المقاوم.تكون النسبة المئوية لا وكسيد المغنيسيوم مرتفعة في نماذج اسمنت الجنوب العادي واسمنت النجف العادي, أما النسبة المئوية لا وكسيد الحديد فتكون مرتفعة في نماذج اسمنت الكوفة العادي ,الاسمنت السعودي المقاوم واسمنت أم قصر. يتضح من الدراسة أن النسبة المئوية للكبريتات في نماذج الاسمنت تكون ضمن الحدود المسموح بها .

Analytical Study of the different types of Cement available in the the local market

:Abstract

Research includes an analytical study of the types of cement of different origins have been estimated as alkali and sulphate and determine of some heavy metals concentration (iron, copper, zinc, manganese) and the appointment of species that has the specifications to meet international standards. Is clear from the results of the study of models of cement Dubai, ordinary Kufa Cement, ordinary South cement, and resistant Kuwaiti cement , resistant Karbala cement contain a high percentage of sodium oxide. A high percentage of potassium oxide is in the form of resistant Kufa Cement. The percentage of magnesium oxide is high in the models of south ordinary cement and ordinary Najaf cement. The percentage of iron oxide would be higher in the normal models Kufa Cement, Saudi Cement and cement-resistant Umm Qasr. Is clear from the study that the percentage of sulfate in the cement samples to be within the permissible limits

.

:المقدمة

الاسمنت : وهو عبارة عن مسحوق غير عضوي[1-3] متعدد الأطوار يمتلك خواصا تماسكية وتلاصقية بوجود الماء وهذه الخواص تجعله قادرا على ربط الأجزاء مع بعضها البعض وتحوله إلى وحدة متكاملة متراصة لذلك يعرف بالاسمنت الهيدروليكي، ويعد الاسمنت البورتلاندي cement Portland أكثر الأنواع انتشارا وسمي بهذا الاسم نسبة إلى الصخر المستعمل في البناء الذي يحصل عليه من جزيرة بورتلاند القريبة من انكلترا وأول من سجل صناعة الاسمنت الصناعي عام 1824 هو Joseph Aspdin وهي بداية صناعة الاسمنت المعروفة. نشأت صناعة الاسمنت في البلاد واتسعت على أساس من ترسبات كلسية تعرف جيولوجيا بكلس الفرات وأقيمت بعض مشاريعها على غير كلس الفرات . وكان الإنتاج الأول من الاسمنت في شهر آب من سنة 1949 .

التركيب الكيميائي للاسمنت : يتألف مسحوق الاسمنت من المركبات الأربعة التالية[4- 6] :

1- سيليكات ثلاثي الكالسيوم tri calcium silicate وصيغته الكيميائية $3CaO.SiO_2$ أو Ca_3SiO_5 وتختصر ب C_3S . تبلغ نسبة C_3S في الاسمنت البورتلاندي الاعتيادي حوالي 45 % .

2- سيليكات ثنائي الكالسيوم dicalcium Silicate وصيغته الكيميائية $2CaO.SiO_2$ أو Ca_2SiO_4 وتختصر بـ C_2S وتبلغ نسبة C_2S في الاسمنت حوالي 25 % وزنا .

3-الومينات ثلاثي الكالسيوم tricalcium aluminate وصيغته الكيميائية $3CaO.Al_2O_3$ أو $Ca_3Al_2O_6$ وتختصر C_3A وتبلغ نسبتها حوالي 7- 15 % وزنا . عند تفاعل C_3A مع الماء يعطي قوة انضغاط قليلة . يرافق ذلك التفاعل حرارة كبيرة وفي الاسمنت البورتلاندي يؤدي هذا النوع إلى التجمد الفجائي Flush-setting . ويستفاد من C_3A في صناعة الاسمنت لكونه مادة مساعدة للانصهار

4- الومنيو حديديت رباعي الكالسيوم tetra calcium alumio Ferrite وصيغته الكيميائية $CaO. Al_2O_3.Fe_2O_3$وتختصر C_4AF 4 وتبلغ نسبته 5-10% وزنا" وتتفاعل مع الماء بسرعة ويحدث التجمد بعد بضع دقائق وتعطي قيما" متغيرة لقوة الانضغاط .

ويتكون الاسمنت البورتلاندي الاعتيادي[4،1-6] من اوكسيد الكالسيوم بنسبة(67-60) % ، SiO_2 (25-17)% ، اوكسيد الالمنيوم (8-3)%، اوكسيد الحديديك Fe_2O_3(6-0.5)% ، اوكسيد المغنيسيوم MgO(5.5-0.1)% وهومشتق من MgCO3 الموجودة في المواد الخام والتي تستخدم في تصنيع الكلنكر و تبلغ نسبة MgO المسموح بها في الاسمنت بمقدار 4 % وذلك حسب المواصفة البريطانية رقم 12 لسنة 1971، الاكاسيد القلوية SO_3(3-1)% ، Na_2O 1.3-0.5)% (+ K_2O)% ، ثنائي اوكسيد التيتانيوم TiO_2 تتراوح نسبتة في الاسمنت البورتلاندي ما بين 0.4-0.1 %، خماسي اوكسيد الفسفور P_2O_5 ان نسبة P_2O_5 في الاسمنت لاتزيد على 0.2 % وزنا كنسب مئوية من وزن السمنت اضافة الى الجبس . Gypsum ($CaSO_4$. $2H_2O$) الذي يضاف الى الاسمنت أثناء طحن الكلنكر . ويجب أن تكون كمية الجبس المضافة إلى الاسمنت محددة لان الزيادة تؤدي إلى تشقق وتجمد الاسمنت.

أنواع الاسمنت الرئيسية:

توجد خمسة أنواع رئيسية من الاسمنت[4,7] وهذه الأنواع تكون مختلفة في نسب مكوناتها (مكونات الاسمنت) حيث يمكن إنتاج النوع المطلوب منها عن طريق التحكم في نسبة المواد المستخدمة في عملية التصنيع وهذه الأنواع هي:

1- **الاسمنت البورتلاندي الاعتيادي** : يستخدم بصورة واسعة في معظم المنشآت الخرسانية غير المعرضة لأملاح الكبريتات في التربة ، وهناك أصناف مختلفه منها مثل الاسمنت الأبيض الذي يحتوي على نسبة اقل من اوكسيد الحديديك.

2- **الاسمنت البورتلاندي المقاوم للكبريتات** : يمتاز بقدرته العالية على مقاومته الكبريتات[1] ويحتوي على نسبة قليلة من الومينات ثلاثي الكالسيوم التي تكون شديدة التأثر بالكبريتات ويستخدم في الإنشاءات التي تتطلب مقاومة عاليه للكبريتات.

3- **الإسمنت بورتلاندي منخفض الحرارة :** يحتوي هذا الاسمنت على نسبة منخفضة من C_3S,C_3A ونسبة عالية من C_4AF, C_2S أن إضافة اكاسيد الحديد إلى مزيج خام الاسمنت تؤدي إلى تحول الالومينات في مادة الطين إلىC_4AF بدلا من تحولها إلى C_3A .

4- **الاسمنت سريع التصلب** : هذا الاسمنت يكون مشابه إلى الاسمنت البورتلاندي الاعتيادي ويختلف عن البورتلاندي العادي من حيث : نسبة الحجر الجيري إلى السيليكات ونسبة C_3S في الاسمنت سريع التصلب تكون اكبر من مثيلاتها في الاسمنت العادي ويمتاز هذا النوع بدرجة نعومة اكبر من الاسمنت العادي مما يؤدي إلى سرعة التصلب وتولد سريع للحرارة ويستخدم الاسمنت سريع التصلب في إنشاء الطرق .

5- **الاسمنت البورتلاندي المتصلب في درجة الحرارة العالية والمقاوم للكبريتات** : يستخدم في الحالات التي تتطلب حرارة تميؤ معتدلة أو في الانشأءات الخرسانية المعرضة لتأثيرات متوسطة من الكبريتات .

كما أن هناك أنواع أخرى من الاسمنت غير البورتلاندي[8,4] وهي : **الاسمنت عالي الالومينا** وهو أسمنت الومينات الكالسيوم يصنع من صهر خليط صخور اللايم مع البوكسايت ، **الاسمنت التمددي أو المقاوم للتكسر** و يتكون من اتحاد 20-10 % سلفو الومينات الكالسيوم مع سمنت بورتلاند ، **الاسمنت الطبيعي** و ينتج من حرق الأحجار الجيرية الطينية في درجة الحرارة مناسبة دون أي معاملة ابتدائية مثل الطحن . يستعمل في المنشآت التي تحت الماء والتي تحتاج إلى سرعة تصلب و**الاسمنت الخاص أو المقاوم للتآكل** .و يستعمل عادة لصنع بطانة الأجهزة الكيمياوية . وهناك أنواع عديدة من هذا الاسمنت منها السيليكات

: طريقة صناعة الاسمنت

يصنع الاسمنت[7,4] من خامين رئيسين هما حجر الكلس والصلصال وهو المادة الطينية وتتفاعل كاربونات الكالسيوم في حجر الكلس مع السيليكات واكاسيد الحديد والالومنيوم في الخام الصلصالي وذلك في درجات حرارة عالية ضمن كور دوار . وتتلخص الخطوات التكنولوجية المستعملة في صناعة الاسمنت في ما يأتي :

1- تجهيز الخامات وتحضير الخلطة.

2- حرق الخلطة وتكوين الكلنكر (يتكون الكلنكر[2،7] من سيليكات ثلاثي الكالسيوم $3CaO.SiO_2$ بنسبة تتراوح بين 50- 25 % ، سيليكات ثنائي الكالسيوم $2CaO.SiO_2$ بنسبة تتراوح بين 45- 21 % ، الومينات ثلاثي الكالسيوم $3CaO.Al_2O_3$ بنسبة تتراوح بين 11- 5 % ومن فريت والومينات رباعي الكالسيوم $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$ بنسبة تتراوح بين 11-9 % .

2- طحن الكلنكر مع الإضافات : هناك خمسة أنواع من الأفران المستخدمة في صناعة الاسمنت [7] :

العمليات الرطبة ، العمليات الجافة ، السخان الابتدائي ، المكلس الابتدائي وافران العمليات شبه الجافة .

مزيج الخام : يحضر مزيج الخام لأنواع الاسمنت الخمسة[5] من خامات رئيسية أربعة هي حجر الكلس والصلصال والرمل وخام الحديد وتختلف نسب مزيج الخام باختلاف أنواع الاسمنت .

: [**مراحل عملية التصنيع :** توجد طريقتان أساسيتان في صناعة الاسمنت[8,4]

1- الطريقة الرطبة Wet processes وتتضمن الطريقة الخطوات التالية:

أ- التكسير وخلط نسب المواد الخام : تكسر المواد الخام من حجر جيري وسيليكات وأتربة وتطحن بواسطة الكسارات و تنخل (Screening) وتنقل ليتم تخزينها على هيئة أكوام في مناطق مفتوحة او مغطاة .

ب-الطحن : تنقل المواد الخام في طواحين المعلقات حيث تخلط بالمياه ويستمر طحن المعلق حتى يصل إلى درجة النعومة المطلوبة .بعدها ينقل المعلق إلى صوامع التخزين ثم ينقل إلى أحواض المعلقات (Slurry basins rupture) حيث تقوم طواحين الشواكيش (Rotating arms) بتحويله إلى خليط متجانس .

ج- الفرن المبرد : يسحب العلق من قاع الأحواض إلى فتحة تغذية الفرن الدوار (Rotary kiln) . والفرن الدوار هو فرن اسطواني طويل مبطن من الداخل بطوب حراري ويدور ببطء حول محور يميل قليلا عن المستوى الأفقي. وتتولد عند الطرف الأمامي (الأسفل) من الفرن غازات احتراق عالي الحرارة تتدفق الى الجزء الأعلى (الخلفي) من الفرن في تيار معاكس لحركة محتويات الفرن المتدفقة إلى أسفل . ويتم تبريد الكلنكر (Clinker) المتكون بواسطة مبرد هوائي من 1400م° إلى مابين 60 و 200 م° .

د- الطحن النهائي والتعبئة : ينقل الكنلكر إلى طواحين كروية (Ball mills) حيث يضاف إليه الجبس و ينقل ثم يعبا في أكياس من الورق او البلاستك .

3- الطريقة الجافة: في هذه الطريقة[7,3] فان مزيج الخام يعد على شكل مسحوق جاف من الخامين وتجفف الخامات وتمزج بنسب تتحدد بتركيب كل منها ويعدل تركيب المزيج ويضخ إلى أوعية خزن ومنها يرسل إلى الكور حيث يضاف الجبس الى الكلنكر في الأكياس .

يهدف هذا البحث الى إجراء دراسة تحليلية تقويمية لنماذج الاسمنت المتوفرة في السوق المحلية لتقدير مدى صلاحيتها في تشييد الأبنية والجسور وغيرها من الأعمال الإنشائية.

2- الجزء العملي:

تم اخذ وزن معلوم من كل نموذج من نماذج الاسمنت و أجريت عملية الهضم لها كلا على حدة و ذلك باضا فه مزيج من حامض HNO_3 -$HClO_4$(مجهزة من شركة(Fluka و بنسبة 3 : 1 على التوالي وتم تسخن النماذج على حمام مائي بدرجة 70 مئوي ولمدة ساعة بعدها يرشح كل نموذج بواسطة جهاز الترشيح مخلخل الضغط ثم يؤخذ الراشح ويوضع في قنينة حجمية سعة 100 مللتر و يكمل إلى العلامة بالماء المقطر وكما موضح في الجدول(1).

جدول(1):الأوزان المأخوذة من نماذج الاسمنت والحجوم التي أكملت إليها

ت	اسم النموذج الاسمنت	الوزن بالملغرام (mg)	الحجم بالمليليتر (ml)
1	سمنت عادي دبي	507.4	100مل
2	سمنت أمريكي	502.3	100مل
3	كوفة عادي	504.0	100مل
4	سعودي مقاوم	506.0	50 مل
5	سمنت أم قصر	504.1	100مل
6	سمنت مثنى مقاوم	500.7	100مل
7	جنوب عادي	504.5	100مل
8	نجف عادي	503.7	100مل
9	كويتي مقاوم	500.0	100مل
10	سمنت مقاوم	505.2	100مل
11	سمنت إيراني	509.0	100مل
12	سمنت هندي عادي	501.3	100مل
13	كربلاء مقاوم	505.1	100مل
14	السدة عادي	500.0	100مل
15	صيني عادي	500.0	100مل

1- تقدير تركيز العناصر (Fe,Mn,Cu,Zn.Mg) في نماذج السمنت: تم تقدير تركيز عناصر المغنيسيوم والخارصين والنحاس والمنغنيز والحديد في نماذج الاسمنت باستخدام جهاز قياس الامتصاص الذري Pye Unicom SP9)مجهز من شركة Phillips) وذلك بالاستعانة بالمنحنيات القياسية لهذة العناصر , اذ تم تحضير محاليل قياسية بتراكيز مختلفة لكل عنصر باستخدام احد املاح هذه العناصروهي كلوريد المغنيسيوم وكبريتات الخارصين ونترات النحاس و كلوريد المنغنيز والحديد(مجهزة من شركة Fluka وBDH وبنقاوة 99-99.5%)

2- تقدير Kو Na في نماذج الاسمنت: تم تقدير تركيزي Kو Na في نماذج الاسمنت المدروسة بطريقة الانبعاث الذري اللهبي(باستخدام جهاز قياس الانبعاث الذري نوع Corning. EEL) ، اذ تم تحضير منحني قياسي من Kو Na(باستخدام ملحي كلوريد البوتاسيوم والصوديوم المجهزين من شركة BDH وبنقاوة 99%) و بالاستعانة به تم تقدير تركيزي Kو Na في نماذج الاسمنت المختلفة المنشأ .

3- تقدير الكبريتات SO_4^{-2} (الطريقة التعكيرية) :

1- تم تحضير المنحني القياسي للكبريتات بأخذ تراكيز مختلفه من (K_2SO_4) مجهزة من شركة BDH بنقاوة 99.5 %) و قياس شدة الامتصاص لهذه التراكيزباستخدام جهاز قياس الاشعة فوق البنفسجية والمرئية (نوعCintra5 GBC Scientific Equipment UV-Visible Spectrophotometer) و من رسم العلاقة بين شدة الامتصاص مقابل التركيز نحصل على المنحني القياسي للكبريتات .

2- تم تقدير تركيز الكبريتات في نماذج الاسمنت المختلفه بالاستعانة بالطريقة التعكرية المذكورة اعلاه

3-النتائج والمناقشة:

1- تقديرتركيز الكبريتات $SO4^{-2}$:

يوضح الجدول(2) تركيز الكبريتات في نماذج الاسمنت المختلفة والتي تم تقديرها باستخدام الطريقة التعكيرية.

جدول(2):تركيز الكبريتات(ملغم/لتر) في نماذج الاسمنت المختلفة

التسلسل	اسم نموذج الاسمنت	تركيز$SO4^{-2}$ (ملغم/لتر)	النسبة المئوية للكبريتات%
1	سمنت عادي دبي	17.5	0.344
2	سمنت أمريكي	4.5	0.089
3	كوفة عادي	11.5	0.228
4	سعودي مقاوم	1.5	0.014
5	سمنت أم قصر	6.5	0.129
6	سمنت مثنى مقاوم	12.5	0.249

7	جنوب عادي	37.0	0.733
8	نجف عادي	28.5	0.551
9	كويتي مقاوم	20.5	0.410
10	سمنت مقاوم	35.5	0.702
11	سمنت إيراني	38.5	0.756
12	سمنت هندي عادي	14.0	0.279
13	كربلاء مقاوم	13.5	0.267
14	السدة عادي	17.0	0.340
15	صيني عادي	16.0	0.320

2- تركيز القلويات K_2O))K(و Na_2O)Na(في نماذج الاسمنت:

تم تقدير تركيز العناصر القلوية من الصوديوم والبوتاسيوم واوكسيديهما Na_2O)و K_2O) في نماذج الاسمنت المختلفة وكما موضح في الجدول (3):

جدول(3):تركيز الصوديوم والبوتاسيوم (ملغم/لتر) والنسبة المئوية لا وكسيديهما في نماذج الاسمنت المختلفة

ت	اسم نموذج الاسمنت	تركيزK (ملغم/لتر)	النسبة المئوية K_2O	تركيزNa (ملغم/لتر	النسبة المئوية Na_2O	(Na_2O+K_2O) %
1	سمنت عادي دبي	0.28	0.67	0.52	1.40	2.07
2	سمنت أمريكى	0.28	0.67	0.28	0.75	1.42
3	كوفة عادي	0.28	0.67	0.76	2.04	2.71
4	سعودي مقاوم	0.14	0.33	0.15	0.40	0.73
5	سمنت أم قصر	0.26	0.62	0.81	0.48	1.10
6	سمنت مثنى مقاوم	0.22	0.53	0.52	1.40	1.93
7	جنوب عادي	0.25	0.60	0.76	2.04	2.64
8	نجف عادي	0.32	0.77	0.70	1.80	2.57
9	كويتي مقاوم	0.32	0.77	0.52	1.40	2.17
10	سمنت مقاوم	0.60	1.40	0.44	1.18	2.58
11	سمنت إيراني	0.26	0.62	0.57	1.53	2.15
12	سمنت هندي عادي	0.36	0.86	0.44	1.10	1.96
13	كربلاء مقاوم	0.30	0.72	0.60	1.62	2.34
14	السدة عادي	0.32	0.77	0.46	1.24	2.01
15	صيني عادي	0.35	0.84	0.47	1.26	2.10

4- تركيز العناصر Fe,Mn,Zn,Cu,Mg في نماذج الاسمنت:

تم تقدير تركيز العناصر المذكورة اعلاه في نماذج الاسمنت المختلفة باستخدام تقنية الامتصاص الذري اللهبي وكما موضح في الجدول (4).

جدول(4):تركيز عناصر Fe,Mn,Cu,Zn.Mg(ملغم/لتر) في نماذج الاسمنت

ت	اسم نموذج الاسمنت	تركيزMg (ملغم/لتر)	تركيزMn (ملغم/لتر)	تركيزCu (ملغم/لتر)	تركيزFe (ملغم/لتر)	تركيزZn (ملغم/لتر)
1	سمنت عادي دبي	23.5	2.2	0.1	41.0	0.80
2	سمنت أمريكي	3.5	1.5	0.1	23.0	0.70
3	كوفة عادي	1.5	1.7	0.1	115.0	0.75
4	سعودي مقاوم	19.0	2.2	0.4	115.0	0.73
5	سمنت أم قصر	17.5	0.8	0.2	120.0	0.75
6	سمنت مثنى مقاوم	7.5	1.2	0.1	53.0	1.20
7	جنوب عادي	39.5	0.5	0.1	40.0	0.65
8	نجف عادي	40.0	1.8	0.1	116.0	0.38
9	كويتي مقاوم	20.5	1.4	0.1	78.5	0.40
10	سمنت مقاوم	17.5	0.2	0.1	36.0	0.90
11	سمنت إيراني	16.0	1.9	0.4	47.5	0.45
12	سمنت هندي عادي	17.5	0.8	0.1	43.0	0.13
13	كربلاء مقاوم	18.0	2.2	0.1	105.0	0.50
14	السدة عادي	17.8	1.2	0.8	40.0	0.75
15	صيني عادي	17.8	1.9	0.7	25.5	0.23

5- **النسب المئوية للمغنيسيوم والحديد ولاوكسيديهما في نماذج الاسمنت:**

تم حساب النسب المئوية للمغنيسيوم والحديد ولاوكسيديهما في نماذج السمنت المدروسة لاهميتهما في سلامة الخرسانة والكتلة الكونكريتية وكما موضح في الجدول (5)

جدول(5):النسب المئوية للمغنيسيوم والحديد ولا وكسيديهما

ت	اسم نموذج الاسمنت	Mg%	MgO%	Fe%	Fe_2O_3%
1	سمنت عادي دبي	0.667	1.107	0.808	2.308
2	سمنت أمريكي	0.348	0.577	0.457	1.308
3	كوفة عادي	0.148	0.245	2.282	6.52
4	سعودي مقاوم	1.877	3.113	2.272	6.493
5	سمنت أم قصر	1.735	2.877	2.380	6.801
6	سمنت مثنى مقاوم	0.749	1.242	3.022	1.058
7	جنوب عادي	3.914	6.491	2.265	0.793
8	نجف عادي	3.970	6.584	6.580	2.303
9	كويتي مقاوم	2.050	3.400	4.485	1.570
10	سمنت مقاوم	1.732	2.872	2.034	0.712
11	سمنت إيراني	1.571	2.605	2.665	0.933
12	سمنت هندي عادي	1.745	2.894	2.448	0.857

13	كربلاء مقاوم	1.781	2.953	5.937	2.078
14	السدة عادي	1.780	2.952	2.285	0.800
15	صيني عادي	1.780	2.952	1.457	0.510

من ملاحظة النتائج الموضحة في الجدول(2) والخاصة بالكبريتات يتضح أن تركيز الكبريتات في نماذج الاسمنت قيد الدراسة تقع ضمن الحدود المسموح بها حسب المواصفة البريطانية رقم 12 لسنة 1971 (من 1-3 %)., إذ أن الزيادة تؤدي الى تشقق الكتل الكونكريتية ومن ملاحظة النسب المئوية لا وكسيدي الصوديوم والبوتاسيوم الموضحة في الجدول (3) نجد أن هنالك زيادة في تركيز اوكسيد الصوديوم في نماذج اسمنت الكوفة العادي(2.04%),اسمنت الجنوب العادي (2.04%) , اسمنت النجف (1.8 %) وفي اسمنت كربلاء كانت (1.6%) . ونلاحظ زيادة في تركيز اوكسيد البوتاسيوم في نموذج اسمنت الكوفة المقاوم (1.4%), عند مقارنتها مع النسب المسموح فيها (0.5-1.3%) حسب المواصفة المذكورة أعلاه, إذ أن ارتفاع نسبة هذين الاوكسيدين[4,1] يؤدي إلى تفاعلهما مع اوكسيد الكبريت وتظهر بشكل تزهر بهيئة كبريتات الصوديوم والبوتاسيوم على سطح الكونكريت عند جفافه وتسبب تآكل وتهشم السطوح الكونكريتية بمرور الزمن مسببة تلف ودمار تلك السطوح يتضح من الجدول(5) ,حصول زيادة في تركيز اوكسيد المغنيسيوم في نماذج اسمنت الجنوب العادي (6.491 %) واسمنت النجف العادي(6.584 %) وتعتبر هذه النسب عالية[9] عند مقارنتها مع النسب المسموح بها(4 %) حسب المواصفة البريطانية رقم 12 لسنة 1971 وهذا يؤدي إلى تفاعل MgO مع الماء[8] وتكوين $Mg(OH)_2$ الذي يؤدي إلى تمدد حجم الكتلة الإسمنتية وبالتالي تشقق الخرسانة وتلفها ويعرف هذا في تكنولوجيا الاسمنت بعدم السلامة , وكذلك يعتبر MgO اوكسيد قاعدي يتفاعل مع CO_2 من الجو ويكون $MgCO_3$ التي تسبب تمدد الكتلة الإسمنتية وتشققها .

ونلاحظ من نتائج اوكسيد الحديديك الموضحة في الجدول (6) حصول زيادة طفيفة في نسبته,في اسمنت الكوفة العادي (6.52 %),الاسمنت السعودي المقاوم (6.493) وفي اسمنت أم قصر (6.801 %) مقارنة" بنسبته المسموح بها (0.5-6.0 %). يعود السبب في زيادة نسبة بعض الاكاسيد عن نسبها المسموح بها الى عدم الدقة في التحكم في نسبة خلط المواد المستخدمة في عملية تصنيع الاسمنت[4].

المصادر:

1-I.J.Mccolm, ceramic science for material technology, Leonard Hill,1983,p.47.

2-H.G.Van and A.C.Padovani, **J.Industrial Ecology, 7(1)**, 94(2003).

3-M.Tate, International Building Lime Symposium, Orlando, Florida, March 9-11, 2005.

4-A.M.Neville,"properties of concret", 4th Ed., Longman House, Burnt Mill.Harlow, 1995, p.2

5- محمد محمد مجاهد و محمد يوسف البكر " مبادئ في الكيمياء الصناعيه للمهندسين ", شركة منشورات دار الراتب ألجامعيه - بيروت – لبنان -1984.

6- محمد موسى رمضان ، خالد احمد عبد الله الغنام و احمد عبد الكريم ذا النون " الكيمياء الصناعيه و التلوث الصناعي ", مطابع دار ألحكمه للطباعة , ص225-232.

7- شيت نعمان "مدخل إلى الكيمياء الصناعيه ", مديرية دار الكتب للطباعة و النشر, جامعة الموصل 1986 , ص277 -282 .

8- محمود شاكر عبد الحسين و فاضل بندر عيسى " الصناعات الكيمياوية " , مطابع التعليم العالي بغداد 1989 , ص97 -113 .

9-T.George, composition and properties of concret,New York,1968,p.16.