دراسة تقييمية لبعض أنواع الاسمنت المحلي والمستورد

زينا محمد كاظم /قسم الكيمياء/كلية العلوم /جامعة كربلاء

الخلاصة

تم في هذه الدراسة اختيار عدة نماذج من الاسمنت المحلي والمستورد وبنوعيه البورتلاندي (العادي) والمقاوم وتم أجراء الفحص الكامل على النماذج لمعرفة وتقيم التغييرات الكيميائية والفيزيائية التي تحدث نتيجة ارتفاع أو انخفاض نسب المكونات الكيميائية الرئيسية والثانوية في الاسمنت ومدى تأثيرها على نوعية وكفاءة الاسمنت وبالتالي تأثيرها على الأبنية المستخدمة فيها هذه الأنواع من الاسمنت . والذي يشمل الفحوصات الكيمياوية الخاصة بتعيين نسبة السيليكا ، الالومينا , اوكسيد الكالسيوم ، اوكسيد المغنيسيوم ، ثالث اوكسيد الكبريت ، اوكسيد الحديد وتم مقارنة النتائج التي حصلنا عليها مع المواصفة البريطانية ووجد بان أفضل الأنواع المدروسة هو اسمنت أمارتي الخليج بالنسبة للاسمنت البورتلانـــــدي (العادي) إما بالنسبة للاسمنت المقاوم فوجد بان أفضل أنواعه هو اسمنت كربلاء .

Abstract

In this study, we selected many samples from local and imported cement in two types Portland (normal) and resistant, and action of the complete test of these samples to know and determine the chemical, physical changes which happened as a result of high and low ratio of main and secondary chemical components in cement, and the effect of these components on the type and the efficiency of cement. Later the effect on the constructions.

These chemical tests including ,determine the ratio of SiO_2,Al_2O_3,CaO,MgO,SO_3,FeO,and compare these ratio with result of British specification, It's found that the best type which is the cement of Emirate Gulf for Portland cement (normal) while the best resistant cement was Karballa cement.

(1)المقدمـة Introduction

الاسمنت هو تلك المادة التي تمتلك خواصا تماسكية cohesive و تلاصقية adhesive بوجود الماء , وهذه الخواص تجعله قادرا على ربط الأجزاء مع بعضها البعض و تحوله إلى وحدة متكاملة متراصة .

وترجع تسمية الاسمنت البورتلانيدي Portland cement إلى تشابه لون وجودة الاسمنت البورتلاندي Portland cement المتجمد مع بعض أحجار البناء المسماة بأحجار بورتلاند Portland stone الموجودة في جزيرة بورتلاند بإنكلترا[1] .اما الأنواع الرئيسية من الاسمنت البورتلاندي هي الاسمنت البورتلاندي الاعتيادي ، الاسمنت البورتلاندي المقاوم للكبريتات ، الاسمنت منخفض الحرارة ، الاسمنت الأبيض و الاسمنت السريع التصلب

فضلا عن الأنواع الخمسة أعلاه , هناك أنواع أخرى من الاسمنت البورتلاندي هي الاسمنت المعدل ، الاسمنت البورتلاندي الملون ، الاسمنت البورتلاندي خبث الأفران العالية والاسمنت البورتلاندي الملون.

كما إن هناك من الاسمنت غير البورتلاندي و هو الاسمنت العالي الالومينا ، الاسمنت التمددي ، الاسمنت ذو المقاومة المتفوقة للكبريتات و الاسمنت الطبيعي.

الجدول (1-1) يبين النسب المئوية الوزنية لأنواع الاسمنت الخمسة وفق للمواصفات البريطانية رقم 12 لسنة 1971[2-3].

العينة	المكونات %									
	CaO	MgO	AL_2O_3	Fe_2O_3	SiO_2	SO_3	C_4AF	C_3A	C_3S	C_2S
الاعتيادي	65.5	0.7	4.31	2.55	23.23	81	7	47	32	
السريع التصلب	64.5	1.02	5.19	2.91	20.6	2.66	9	9	50	21

		0			6					
المقاوم للأملاح	63.8	0.920	4.07	4.65	21.09	2.56	14	3	58	17
المنخفض الحرارة	61.8	1.069	4.60	2.07	25.08	2.57	6	9	15	63
الأبيض	67.7	0.460	4.07	0.46	22.13	2.39				

(1-1) المركبات الكيميائية الرئيسية في الاسمنت البورتلاندي

(1-1-1) سيليكات ثلاثي الكالسيوم(C_3S) Tri calcium Silicate

وصيغته الكيميائية $3CaOSiO_6$ أو Ca_3SiO_2 و تختصر بـ C_3S تكون مستقرة بين 1200-1800 مْ وتنصهر في 2150 مْ وهنالك سبعة أشكال من C_3S ثلاثة منها ثلاثية الميل Triclinic - T , وثلاثة أحادية الميل Monoclinic -Mوواحد ثلاثي المستوي Trigonal – R والأشكال ثلاثية الميل هي الموجودة عادة في الاسمنت البورتلاندي الاعتيادي Ordinary Portland cement (opc). [3]

(2-1-1) سيليكات ثنائي الكالسيوم C_2S Di calcium Silicate

صيغته الكيميائية $2CaO.SiO_2$ أو Ca_2SiO_4 وتختصر بـ(C_2S) يوجد بخمسة أشكال و يشار أليها بـ α , γ , β , αH , αL ما عدا (γ C_2S) كل الأشكال الأخرى في الحالة النقية تكون مستقرة في درجات الحرارة العالية .
تكتسب العجينة المتصلبة قوة الثبات و ببطأ خلال أسابيع و أشهر[1-2] و لا يعد (γ C_2S) ناتج أسمنتياً لكونه لا يتفاعل مع الماء, لكن βC_2S يعد ناتجا أسمنتياً لتفاعله مع الماء [4] و تبلغ نسبته (C_2S) في الاسمنت OPC حوالي 25٪ وزناً [5-6].

(3-1-1) ألومينات ثلاثي الكالسيوم C_3A Tri calcium Aluminate

وصيغته الكيميائية $3CaO.Al_2O_3$ وتختصر بـ C_3A توجد C_3A بخمسة أشكال فالاسمنت OPC منهما اثنان مكعبان و اثنان آخران معينيان وواحد أحادي الميل وعند تفاعل C_3A مع الماء يعطي قوة انضغاط قليلة يرافق ذلك التفاعل حرارة كبيرة و في الاسمنت البورتلاندي يؤدي هذا النوع من التفاعل إلى حدوث التجمد الفجائي Flush-setting لكن وجود الجبس يمنع حدوث هذا النوع من التجمد و يستفاد من C_3A في صناعة الاسمنت لكونه مادة مساعدة للانصهار و بذلك يقلل من درجة الحرارة اللازمة لتكوين الكلنكر كما يسهل اتحاد الجير مع السيليكا تبلغ نسبة C_3A في الاسمنت ألـ OPC حوالي 7-15٪ وزناً [7].

(4-1-1)الومينات حديدات رباعي الكالسيوم C_4AF Tetra calcium alumio ferrite

تتفاعل C_4AF بسرعة مع الماء و يحدث التجمد خلال بضع دقائق و تعطي قيم متغيرة لقوة الانضغاط . إن C_4AF تعمل كمادة مساعدة للانصهار كما قد تسرع في عملية اماهة السيليكات . و تبلغ C_4AF في الاسمنت ألـ opc حوالي 5- 10 ٪ وزناً[8].

(2-1) المكونات الثانوية للاسمنت البورتلاندي Minor constituents of pc

(1-2-1) المغنيسيا MgO Magnesia

تتميع هذه المادة ببطأ في الماء عند درجة الحرارة الملائمة و تعطي هيدروكسيد المغنسيوم [7] .إن تميأ MgO أبطأ بكثير من CaO وعند تفاعله مع الماء يكوّن $Mg(OH)_2$ الذي يؤدي إلى تمدد حجمي .لذلك فان اماهة مقدار كاف منه في داخل كتلة عجينة الاسمنت أو الخرسانة المتصلبة يسبب تشقق الخرسانة و تلفها وهذا ما يعرف بتكنلوجيا الاسمنت unsoundness كذلك إن MgO هو عبارة عن أوكسيد قاعدي يتفاعل مع CO_2 الموجود في الجو ويكون كاربونات المغنيسيوم وهذه مشكلة أخرى حيث تسبب كذلك تمدد الكتلة الأسمنتية وتشققها[9-10] لذلك حددت كمية MgO المسموح بها في الإسمنت بمقدار 4٪ حسب المواصفة البريطانية رقم 12 لسنة 1971 .

(2-2-1) الاكاسيد القلوية K_2O و Na_2O Alkali oxides

تبلغ نسبة الاكاسيد القلوية في الاسمنت ألـ opc ما بين 0.5 إلى 1.3 ٪ وزناًُ.

(3-2-1) ثنائي اوكسيد التيتانيوم TiO_2 Titanium dioxide

تتراوح نسبة TiO_2 في الاسمنت ألـ opc ما بين 0.1 - 0.4 ٪ وزناً وهذا الاوكسيد موجود في الطين الذي يدخل في صناعة الاسمنت و له خاصية خفض درجة حرارة الكلنكر بحوالي 100 م° و لهذا فهو يقلل من لزوجة المنصهر [11] .

(4-2-1)خماسي اوكسيد الفسفور P_2O_5 phosphorus pentoxide

إن نسبة P_2O_5 في الاسمنت opc لا تزيد على 0.2٪ وزنا و هو موجود في الحجر الجيري و له تأثيران في الاسمنت :-
التأثير الأول كونه يؤخر من تجمد الاسمنت أو تصلبه لعمله على تحويل جزء من C_3S ألـ C_2S
التأثير الثاني وجود كمية كبيرة منه تؤدي إلى عدم سلامة التركيب المجهري micro structure unsound [9].

(5-2-1) الجبس $CaSO_4.2H_2O$ Gypsum

يضاف الجبس أثناء طحن الكلنكر و هو يعمل على تنظيم عملية التجمد للاسمنت و يؤخر تفاعل C_3A مكون سلفو الومينات الكالسيوم غير الذائبة حول حبيبات C_3A مما يعطي وقت كافٍ لأماهة C_3S الذي يكون تفاعله أبطا من C_3A و يجب أن تكون كمية الجبس المضافة إلى الاسمنت محددة لان الزيادة منها تؤدي إلى تشقق وتجمد الاسمنت و فشله [12-13].

الجدول(1-2) يوضح النسب المئوية لمكونات الاسمنت ألـ opc الرئيسية والثانوية

المركب الكيميائي	الصيغة الكيميائية	٪ وزناً
اوكسيد الكالسيوم	CaO	67 - 60
ثنائي اوكسيد السيلكون	SiO_2	25 - 17
اوكسيد الألمنيوم	Al_2O_3	8 - 3
اوكسيد المغنسيوم	MgO	5.5 - 0.1
اوكسيد الحد يديك	Fe_2O_3	6 - 0.5
اكاسيد القلويات	$Na_2O + K_2O$	1.3 -0.5
ثلاثي اوكسيد الكبريت	SO_3	3 -1

(3-1) مراحل اماهة الاسمنت .

(1-3-1) المرحلة الأولى :

و يحدث فيها تحلل لـ C_3S في الماء و بسرعة , حيث تتكون الاكاسيد CaO و SiO_2 في الماء و بسرعة , حيث تتكون الاكاسيد CaO و SiO_2 في المحلول بنسبة جزيئية 1:3 مماثلة إلى المركب غير المتميء . و تظهر حالاً بلورات $(OH)_2Ca$ مع جل سيليكات الكالسيوم المائية وان عملية الاماهة لهذا المركب تستغرق سنة واحدة أو أكثر[14-15] .
إن β -C_2S هو الموجود فقط في الاسمنت البورتلاندي إذ يتفاعل ببطء مع الماء وقد اظهر فحص الموجة [16] إن عجينة الاسمنت المتصلبة بعمر أكثر من أربع سنوات تحتوي على 15 ٪ من β-C_2S غير المتميئة وان كمية $Ca(OH)_2$ المتكونة من C_2S اقل مما هي عليه في C_3S وإن سرعة عملية الاماهة للمركبات الأربعة هي كالأتي :
معدل سرعة الاماهة $C_2S < C_3S < C_3A < C_4AF$
كذلك في هذه الخطوة ايونات $AL(III)$ تعاني من النض leaching من حبيبات الاسمنت و هذه الايونات سوف تقلل من إذابة السيليكات من الدقائق الموجودة في الطور الصلب .

(2-3-1) المرحلة الثانية :

و تدعى هذه المرحلة بدورة السبات dormant period لأن التفاعل خلالها يصبح بطيئاً جداً بمرور الزمن . و هذا يؤدي إلى النقصان في التحلل الذي يقود إلى عملية فوق الإشباع . و في هذه الخطوة تستمر ايونات Ca^{+2} بالإذابة من دقائق الاسمنت حتى تظهر و تنتقل في المحلول مسببة زيادة في الجهد الكيميائي لطبقة الجل التي سوف تنفصل من المحلول

مكونة غلافاً غنياً بأيونات (Ca (II و المطلوبة لمعادلة الشحنات في طبقة الجل .ويعود سبب ذلك لوجود المبطئات العضوية organic retarders[17].وإن المواد الكيميائية المستخدمة كمبطئات تتضمن phosphonate calcium lignoscolو مشتقات الكاربوهيدرات و الفوسفات و الأحماض الكاربوكسيلية متعددة الكاروكسيل و الحاوية كذلك على مجاميع هايدروكسيل و الأحماض غير العضوية والسكريات و مشتقاتها و البوليمرات والمواد الملدنة[18-19] .إن مثل هذه المـواد تعمل على إخماد أو تقليل اماهة مكونات الاسمنت في المراحل الأولية للتجميد [20 – 21] ويمكن استخدام السكريات بأنواعها المختزلة وغير المختزلة كمبطئات و اقترح كل من Bruere[22] و Mileston [23] إلى إن التباطؤ التي تسببه السكريات بمختلف أنواعها يعزى إلى قابليتها على انقلابها إلى للأحماض السكرية المقابلة في الوسط القاعدي الضعيف للأسمنت إذ تمتز بقوة على سطح دقائق C_3S و الاسمنت من خلال – α hydroxy carbonyl group .

(3-2-1) المرحلة الثالثة :

في هذه المرحلة يستمر ظهور أيونات Ca^{+2} في المحلول حيث تزداد سرعة تفاعل الاماهة مرة أخرى , و يحدث في هذه المرحلة ترسب $Ca(OH)_2$ بالقرب من سطح طبقة الجل المتكونة مسببة زيادة في قوة طبقة الجل .

وقد لوحظ باستخدام حيود الأشعة السينية انه في هذه المرحلة يتم نمو البلورات التي هي عبارة عن الاترينكايت Ettringite و بعدها تتكون طبقة الجل C-S-H بسرعة و بشكل صفائح و ألواح ترتبط مع سطح دقائق (OPC) التي تعطي القوة للأسمنت .

كيمياء الاسمنت البورتلاندي والتفاعل بداخل الخرسانة يبدء بالظهور في اول وجود للماء في الخلطة. وبالتالي فان الاسمنت والماء يشكلان العجينة الاسمنتية التي تغطي كل جزء من الرمل والحصى بداخل الخرسانة. طبعا هذا التفاعل الكميائي يسمي الامهه أو(Hydration) [24-25].

معظم قوة الخرسانة وعملية الامهه تتم في الشهر الاول من حياة الخرسانة لكن عملية الامهه تستمر بمعدلات ابطيء لعدة سنوات اخرى. وبالتالي فان الخرسانة تستمر بأكتساب القوة كلما تقدم بها العمر [26].

(2) الجزء العملي **Experimemtal Part**

(1-2) الأجهزة المستخدمة **The Instruments**

ت	اسم الجهاز	اسم الشركة	الصناعة
1	هزاز ميكانيكي	BIRMINGHAM	England
2	فرن كهربائي	GALLENHAMB	England
3	ميزان حساس	Sartorius	Germany

(2 – 2) النماذج المختارة :-

تم اختيار عدة نماذج من الاسمنت المحلي والمستورد وهي :-

1. اسمنت السدة العادي .
2. اسمنت الكوفة العادي .
3. اسمنت لبناني عادي .
4. اسمنت مصري عادي .
5. اسمنت الكويت عادي .
6. اسمنت لبناني عادي .
7. اسمنت أمارات الخليج عادي .
8. اسمنت صيني عادي .
9. اسمنت هندي مقاوم .
10. اسمنت كربلاء مقاوم .

(3-2) الفحوصات الكيمياوية:-

(1-3-2) الفقدان بالحرق **Loss of Ignition**

تحرق عينة من النموذج معلومة الوزن في فرن كهربائي عند درجة حرارة (950) م° و باستخدام جفنة من البلاتين لحين ثبوت الوزن و تحسب النسبة المؤوية الوزنية للفقدان بالحرق من القانون الآتي :

$$\text{النسبة المئوية الوزنية للفقدان بالحرق} = \frac{\text{وزن النموذج بعد الحرق بالغرام}}{\text{وزن النموذج بالغرام}} \times 100\%$$

(2-3-2) المواد الغير قابلة للذوبان **Insoluble Reactant**

تعامل عينة من النموذج معلومة الوزن بحامض HCl ثم يعامل المتبقي (الراسب) بمحلول NaOH لتكوين معقدات مع المواد غير الذائبة حيث تترسب المواد غير القابلة للذوبان بالترشيح و يغسل المتبقي بـ NH_4NO_3 وتحرق بدرجة من(900-1000) م° في جفنة من البلاتين معلومة الوزن . و تحسب النسبة المئوية للمواد غير القابلة للذوبان من القانون الآتي :

النسبة المئوية الوزنية للمواد غير القابلة للذوبان = (وزن النموذج بعد الحرق بالغرام / وزن الراسب بالغرام) × ٪100

(3-3-2) ثاني أوكسيد السيلكون (السيلكا) SiO_2

أجري تفتيت السيليكات الذائبة بحامض HCl بوجود NH_4Cl الذي يفتت هلام السيلكا حال تكونه و بذلك يسمح بترسيب السيكا بسرعة بمجرد التسخين لمدة نصف ساعة على حمام مائي و يتم ترشيح الراسب و يغسل بحامض HCL ثم بالماء و يحرق في فرن كهربائي و بدرجة (950-1000) م° في جفنة من البلاتين و لمدة 45 دقيقة ثم تبرد الجفنة و توزن حيث يمثل الوزن مجموعة السيلكا و الشوائب.

و لتعيين السيلكا النقية يجري تبخير السيلكا على شكل SiF_2 بإستخدام حامض H_2SO_4 و يحرق الراسب بدرجة (1150-1200) م° و بعدها يبرد ويوزن و تحسب النسبة المئوية الوزنية للسيكا النقية من القانون الآتي :-

النسبة المئوية الوزنية للمواد الغير قابلة للذوبان = (الوزن الكلي – وزن الشوائب)/الوزن الكلي × ٪100

(4-3-2)مجموعة الاكاسيد المترسبة بـNH_4OH R_2O_3

ترسب مجموعة الاكاسيد باستعمال الامونيا و بوجود أملاح الامونيوم (NH_4CL) ثم يضاف NH_4OH لترسب الاكاسيد ويحرق الراسب و يحتفظ بالراشح لتقدير اوكسيد الكالسيوم CaO ثم يوزن و تعين النسبة المئوية الوزنية من القانون الآتي :-

النسبة المئوية الوزنية للاكاسيد (R_2O_3) = (وزن الراسب السيلكا مع الشوائب – وزن الاكاسيد / وزن النموذج) × ٪100

(5-3-2) أوكسيد الحديديك Fe_2O_3

يقدر الحديد بالطريقة الحجمية (المعايرة بمحلول $K_2Cr_2O_7$ القياسي) وباستخدام $SnCl_2$ و $HgCl_2$ لغرض الاختزال و إذابة الحديد وبتسحيح المحلول مع $K_2Cr_2O_7$ القياسي حتى ظهور اللون الأرجواني . و يتم حساب النسبة المئوية الوزنية Fe_2O_3 من القانون الأتي :-

النسبة المئوية الوزنية لـ Fe_2O_3 = 0.004 × Vml × ٪100

حيث Vml = حجم $K_2Cr_2O_7$ القياسي الذي يتطلبه 1 غرام/ مول من النموذج.

(6-3-2) أوكسيد الألمنيوم (الومينا) Al_2O_3

يتم حساب اوكسيد الألمنيوم من خلال حساب الفرق بين النسبة المئوية لمجموعة الاكاسيد المترسبة بـNH_4OH والنسبة المئوية لـ Al_2O_3 من القانون الآتي :- $Al_2O_3 = R_2O_3 - Fe_2O_3$

(7-3-2) اوكسيد الكالسيوم CaO

يتم ترسيب الكالسيوم من الراشح المحتفظ به من تقدير مجموعة الاكاسيد المترسبة بـNH_4OH وذلك باستخدام اوكزالات الامونيوم $NH_4C_2O_4$ و يحرق الراسب بدرجة لاتقل عن 1100 م° و لمدة 20 دقيقة ثم يبرد و تحسب النسبة المئوية لأوكسيد الكالسيوم من القانون الآتي :

النسبة المئوية لـ (CaO) = (وزن النموذج بعد الحرق بالغرام / وزن النموذج بالغرام) × 100٪

(2-3-8) اوكسيد المغنيسيوم MgO

يرسب المغنيسيوم من الراشح المحتفظ به من تقدير الكالسيوم باستخدام فوسفات الامونيوم أحادية الهيدروجين ويحرق الراسب و تعين نسبته على شكل بيرفوسفات المغنيسيوم $Mg_2P_2O_7$

النسبة المئوية لـ (MgO) = (وزن $Mg_2P_2O_7$ بعد الحرق × نسبة MgO في $Mg_2P_2O_7$ / وزن النموذج) × 100٪

(2-3-9) ثالث أوكسيد الكبريت SO_3

تترسب الكبريتات بـ $BaCl_2$ على شكل $BaSO_4$ و يحرق الراسب بدرجة حرارة (800-900) م° في فرن كهربائي ثم يبرد و يوزن و تحسب النسبة المئوية لـ SO_3 من القانون التالي:

النسبة المئوية لـ (SO_3) = (وزن SO_4 Ba بعد الحرق x نسبة SO_3 في $BaSO_4$ / وزن العينة بالغرام) × 100٪

(2-3-10) اوكسيد الكالسيوم الحر Free lime

يتم تقدير CaO الحر بالطريقة الحجمية حيث يذاب كل من CaO و $Ca(OH)_2$ الموجودين في الاسمنت في الاثلين كلايكول الجاف ثم يسحح المحلول القاعدي مقابل حامض قوي (HCl) 0.1N و باستخدام دليل مركب مكون من (مثيل احمر + برومركريزول)
و تحسب النسبة المئوية لـ CaO النقي من القانون الآتي :-

النسبة المئوية لـ (CaO) = (2.8 × حجم الحامض / 0.75 × 10) × 100٪

ونشير هنا الى المعادلات الحسابية الخاصة بتعيين الحسابات النظرية و التي تعتمد على الحسابات العملية :- [27]

1- تعيين معدل الإشباع الجيري L.S.F

$$L.S.F = \frac{CaO - 0.7\ SO_3}{2.8\ SiO_2 + 1.2\ Al_2O_3 + 0.65\ Fe_2O_3}$$

2- معامل السيلكا M.S

$$M.S = \frac{SiO_2}{R_2O_3} = \frac{SiO_2}{Al_2O_3+Fe_2O_3}$$

3-معامل الالومينا M.A

$$M.A = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$$

4- الومينا ثلاثي السيليكات C_3A

$C_3A = 2.65\ Al_2O_3 - 1.692\ Fe_2O_3$

5 - الومينا حديديك رباعي الكالسيوم C_4AF

$C_4AF = 3.043\ Fe_2O_3$

6 - سيلكات ثلاثي الكالسيوم C_3S

$C_3S = 4.071CaO - (7.6\ SiO_2 + 6.718\ Al_2O_3 + 1.43Fe_2O_3 + 2.852SO_3)$

7 - سيلكات ثنائي الكالسيوم C_2S

$C_2S = (0.7544\ C_3S) - (2.867\ SiO_2)$

8 - الكلي

$Total = SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3 + SO_3 + L.O.I + CaO$

$Res = Total + MgO$

(3) النتائج والمناقشة

(1-3) النتائج : -

(1-1-3) نتائج التحليل الكيميائي لنماذج من الاسمنت العراقي :

جدول رقم (3-1 -1) نتائج التحليل الكيميائي لنماذج من الاسمنت المحلي:

	MATERIAL نوع الاسمنت		
الفحص	السدة عادي	الكوفة عادي	كربلاء مقاوم
SiO_2	20.82	20.4	20.56
AL_2O_3	6.26	5.76	4.36
Fe_2O_3	3.20	3.12	5.76
CaO	62.11	62.29	63.22
MgO	3.28	3.90	2.09
SO_3	2.37	2.40	2.18
L.O.i	1.56	2.13	1.21
Total	96.32	95.74	97.29
Free Lime	1.27	1.23	1.21
Res.	99.6	99.64	99.38
Ms	2.20	2.26	2.03
Ma	1.96	1.85	0.76
L.S.F	0.89	0.93	0.92
C_3S	36.06	46.27	51.99
C_2S	32.49	22.5	19.72
C_3S	11.17	9.98	1.81
C_4AF	9.74	9.49	17.53

(3-1-2) نتائج التحليل الكيميائي لنماذج من الاسمنت المستورد :

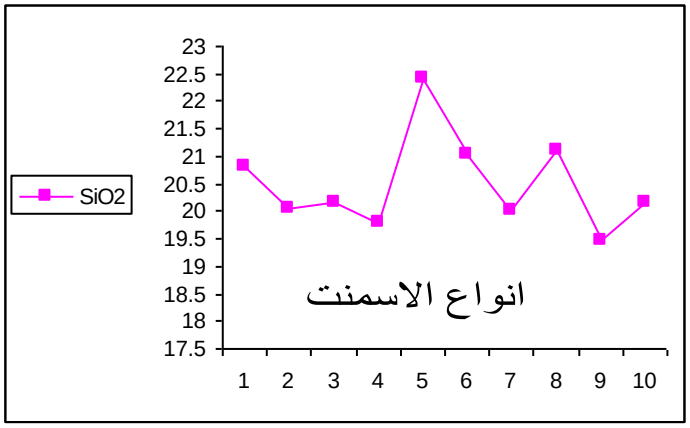
جدول رقم (3-2)

الفحص	هندي مقاوم	لبناني عادي	مصري عادي	لبناني عادي holsem	إماراتي الخليج عادي	صيني عادي	الكويت عادي
	MATERIAL نوع الاسمنت						
SiO_2	19.46	20.16	19.78	21.02	20.0	21.10	22.42
Al_2O_3	5.42	5.92	4.38	6.16	4.58	5.92	3.76
Fe_2O_3	3.80	3.48	3.44	3.16	3.40	3.28	5.36
CaO	62.70	63.09	62.52	62.19	63.93	62.0	61.99
MgO	2.09	2.40	3.44	3.50	1.59	3.10	2.90
SO_3	2.37	3.18	2.91	2.50	2.13	2.30	2.00
L.O.i	3.75	1.36	2.22	1.35	3.55	1.86	1.50
Total	97.5	97.19	95.25	96.38	97.59	96.46	97.03
Free Lime	2.65	1.53	0.93	1.44	0.82	1.49	1.49
Res.	99.59	99.59	98.69	99.88	99.18	99.56	99.93
Ms	2.11	2.14	2.53	2.26	2.51	2.29	2.46
Ma	1.43	1.70	1.27	1.25	1.35	1.80	0.70
L.S.F	0.97	0.92	0.96	0.88	0.98	0.88	0.86
C_3S	47.96	43.58	57.76	34.53	63.22	34.96	37.28
C_2S	19.16	24.92	13.13	34.21	9.65	34.12	36.15
C_3S	7.93	9.80	5.79	10.98	6.36	10.14	0.90
C_4AF	11.66	10.59	10.47	9.62	10.35	9.98	16.13

(3-2) المناقشة : -

(3-2-1) تاثير السيليكا

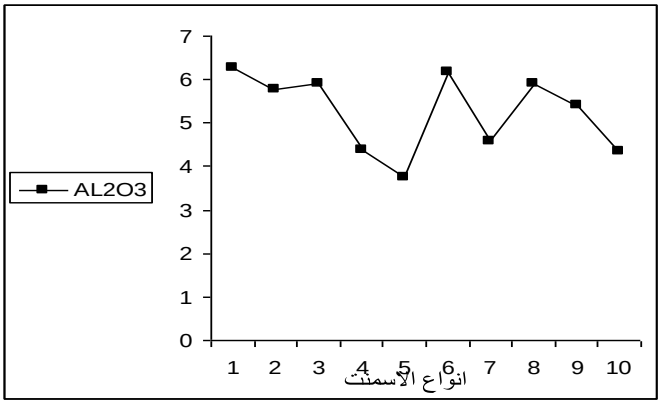
نلاحظ من خلال النتائج التي تم الحصول عليها في الجدولين (1) ، (2) والمبينة في شكل رقم (1) بان نسبة السيليكا في الاسمنت البورتلاندي (الاعتيادي) والاسمنت المقاوم تكون قريبة من المواصفة البريطانية والتي تكون فيها نسبة السيليكا للاسمنت العادي 23.23 والمقاوم 21.09 ويعود ذلك لاهمية السيليكا في تركيب الاسمنت فان الزيادة منها تحتاج الى درجة حرارة عالية جداً لكي تدخل السيليكا تفاعلات كيميائية لتكوين عجينة الاسمنت (الكلنكر) ولكن زيادة درجة الحرارة تؤدي الى اضرار منها تأكل بطانة الفرن وتلفها وكذلك تؤثر على المركبات الاخرى الداخلة في تركيب عجينة الاسمنت وتفقدها خواصها الكيميائية [28] .



(3-2-2) تاثير الالومنيا : -

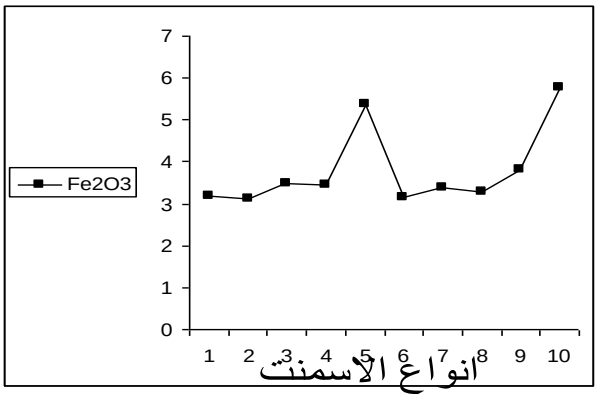
بعد ملاحظة النتائج التي تم الحصول عليها والمبينة في الجدولين (1) ، (2) والشكل رقم (2) ان نسبة الالومنيا في الاسمنت البورتلاندي (العادي) للنماذج العراقية والمستوردة اعلى من المواصفة البريطانية فيما عدا نموذج رقم (4 ، 7

) والتي كانت نسبة الالومينا لهم ضمن المواصفة المطلوبة . اما بالنسبة للاسمنت المقاوم فكان نموذج رقم (10) ضمن المواصفة المذكورة بينما نموذج رقم (9) اعلى من المواصفة المذكورة وبما ان الالومنيا تؤثر على C_3A وحسب المعادلة المذكورة في (2 – 5 – 4) لذلك يجب ان تكون نسبة الالومينا اوطأ ما يمكن لانه عندما يتميأ بفعل الماء فانه يحرر كميات كبيرة من الحرارة مؤدياً الى تبخر الماء اللازم لعملية التصلب و يسبب في حدوث تشققات وتصدعات في البناء . ولهذا نتوقع ان يكون الاسمنت الذي يحتوي على نسبة منخفضة من الالومنيا ذو قوة نهائية عالية ومقاومة عالية ضد التآكل بفعل البكتريا وبذلك يكون نموذج رقم (7 ، 6) اقرب نتيجة بمواصفة المذكورة بالنسبة للاسمنت العادي ونموذج رقم (10) بالنسبة للاسمنت المقاوم [29] .



(3-2-3) تاثير اوكسيد الحديد Fe_2O_3

لوحظ من خلال النتائج التي تم الحصول عليها والمبينة في الجدولين (1) ، (2) والشكل رقم (3) بان نسبة Fe_2O_3 في الاسمنت البورتلاندي (العادي) للنماذج العراقية والمستوردة تكون اعلى من المواصفة المذكورة ولكن اقرب نتيجة للمواصفة المذكورة كانت في نموذجي الاسمنت رقم (2) ، (3) . اما بالنسبة للاسمنت المقاوم فكانت نسبة Fe_2O_3 منخفضة جداً حيث ان الزيادة العالية من Fe_2O_3 تؤدي الى انتاج كلنكر صعب الطحن وان الاسمنت العادي يختلف عن الاسمنت المقاوم حيث ان الاسمنت المقاوم يمتلك نسبة عالية من Fe_2O_3 ونسبة قليلة من C_3A. وغالباً ما يستخدم الاسمنت المقاوم في مناطق ومواقع الانشاء المحتوية على نسبة عالية من الكبريتات وكذلك في انشاء المجاري والمنشات والتي تتعرض الى المياه الجوفية والظروف الجوية القاسية لذلك يلاحظ ان الأبنية الضخمة التي تعتمد على الاسمنت العادي تكون اقصر عمراً من تلك التي تحتوي على الاسمنت المقاوم [30] .



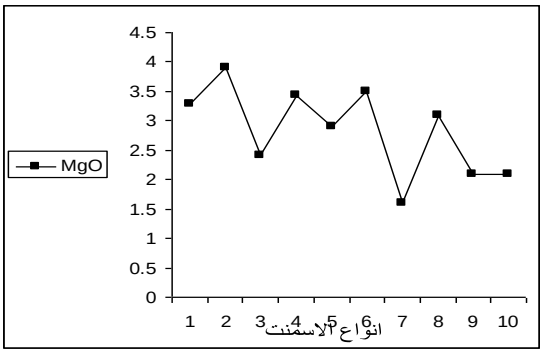
شكل رقم (3) يبين نسب Fe_2O_3 للنماذج المدروسة

(4-2-3) تاثير اوكسيد المغنيسيوم MgO

اما بالنسبة لفحص الـ MgO فان النتائج المبينة في الجدول رقم (1) ، (2) وشكل رقم **(4)** والتي نلحظ من خلالها بان نموذج رقم (7) هو الاقرب للمواصفة المذكورة بالنسبة للاسمنت البورتلاندي (العادي) ولذلك يعتبر من افضل النتائج المستوردة المدروسة اما بالنسبة للنماذج العراقية نلاحظ وجود ارتفاع في نسبة الـ MgO وخاصة في نموذج رقم (2) . وبما ان MgO يتميأ ببطئ مع الماء ويؤدي الى تكوين $Mg(OH)_2$ وبذلك بسبب تمدد حجمي لذلك فان اماهة

مقدار كافي منه داخل كتلة عجينة الاسمنت او الخرسانة المتصلبة يؤدي الى تلفها وهذا ما يعرف في تكنولوجيا الاسمنت بعدم السلامة .

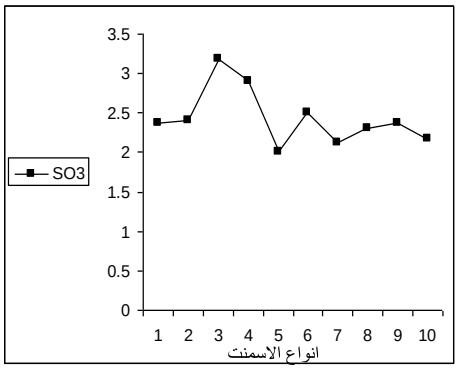
unsoundness [31] وكذلك وجود مشكلة اخرى ناتجة عن تفاعل MgO مع CO_2 وتكوين كاربونات المغنيسيوم والتي تسبب تمدد الكتلة الاسمنتية وتشققها . لذلك نتوقع قصر عمر البناء الذي يحتوي على نسبة عالية من MgO وهذا ما نلحظه في الابنية التي تعتمد على اسمنت الكوفة .



شكل رقم(4) يبين نسب MgO للنماذج المدروسة

(5-2-3) ثاثير ثالث اوكسيد الكبريت

من خلال النتائج المبينة في الجدولين (1) ، (2) وشكل رقم (5) لوحظ ان نسبة SO_3 لجميع نماذج الاسمنت العادي والمقاوم العراقي والمستورد تكون عالية بالمقارنة مع المواصفة البريطانية المذكورة وبما ان الكبريتات تتفاعل مع مركبات الاسمنت وتولد مركبات حجمها البلوري اكبر من حجم المواد المتفاعلة مما يسبب زيادة في التمدد وبالتالي حدوث التشقق حيث تنخفض مقاومة الخرسانة للانضغاط وتسمى هذه الظاهرة بمهاجمة الاملاح الكبريتية (salphate attack) وبما ان نسبة الكبريتات في الاسمنت المقاوم اعلى من نسبتها في الاسمنت العادي حسب المواصفة المذكورة لذلك يستخدم الاسمنت المقاوم في أسس الأبنية الضخمة[32-33] .



شكل رقم(5) يبين نسب SO_3 للنماذج المدروسة

ا لمصادر

References

1) A.M.Neville.Properties of concete,pitman,17(1978).
2) I.J.Ncolm,Ceramlc science for material Technology,Leonard hill,47(1983).
3) S.M.Chromy,Cem and concer.Res,8(4),407(1978).
4) J.Bensted,Cem.and concr.res,8(1),73(1978).
5) S.N.Chosh,J.mate.sci.,14(7),155(1979).
6) S.Suzuko and S.Nishi,Chem.Abs.Vol.59(1963).
7) M.Regourd,In cement broduction and use,J-skally enolnee rlng foundatlon,14(1979).
8) A.J.Majumder.British ceram.soc.,64,105(1965).
9) T.George earl,composition and Properties of concete,NewYork,16(1968).

10) N.B.Mileston,Cem.and Concr.Res.,V.45(1977).
11) A.K.Chatterjee,In advances of cement Technology,S.N ghosh.pergamon press,203(1983).
12) I.Jawed .In structure and Performance of cement,Applied science publlshers,298(1983).
13) د.م.ن.الخلف وه.ع.يوسف, تكنولوجيا الخرسانة , مركز التعريب والنشر-بغداد-الجامعة التكنولوجية 16(1984).
14) S.Brunguer,Cem.and Concer.Res.,3(1),129(1973).
15) Mohandes-Net [align=center:65ce8487a3].
16) D.Menetrler,Cem.and Concer.Res.,10(1),107(1980).
17) J.Anderen,Cem. and Concer.Res., 16(2),255(1968).
18)M.R.Rixon.Chemical Admixtures for Concrete,London,1ed 1(1978).
19) P.Russell.Concrete Admixtures,London(1983).
20) C.R.Wilding,A.Water and D.D.Double, Cem.and Concer.Res.14(2)185(1984).
21) M.R.Rixom and N.P.Mailvaganam,Chemical Admixture for Concrete,2ed,1(1986).
22) G.M.Bruere,Nature,212(1966).
23) N.B.Milestone,J.Am.Ceram.Soc.62,321(1979).
24)http://www.ktrt.com.tw/english/gcgd/..\..\chinese\ \20005.files\photo\p03.jpg
25) http://www.mowjeldoha.com/mix-pic/mix-pic.htm
26) http://www.mowjeldoha.com/mix-pic/mix-pic.htm
27) S.Suzuko and S.Nishi,Chem Abs.Vol.59(1963).
28) N.B.Milestone,Cem and Concr.Res.,Vol.45(1977).
29) وزارة التخطيط والجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية,جمهورية العراق,طرق التحاليل الكيمياوية للسمنت البورتلاندي, الدليل الاستشاري المركزي رقم 472/(1993).
30) م.ي.م.بكر ومزحزعبد المجيد,المدخل في علم الكيمياء للمهندسين,دار المعارف,(1979).
31) د.ط.ح.الشريفي ود.ي.ع.عزت,الكيمياء الهندسية,وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.
32) D.F.and R.N.Alberty, Physical Chemistry,John Wiley and sons ,inc.,New York(1970).
33) د.أ.س.منصور, مذكرات في الحركية الكيمياوية.