Journal of Environmental Studies [JES] 2013. 12: 1 - 9

Original Paper

تأثير إضافة نفايات البورسلان على خواص الإسمنت البورتلندي والإسمنت الألومينى

نورستان ممو، عبد الله وتي، محمد السمعو النجار
قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة حلب.

استلام: ١٩ يونيو، ٢٠١٣ قبول: ٣ أغسطس، ٢٠١٣

الملخص

تم في هذا البحث دراسة إمكانية استخدام إحدى النفايات الصناعية (نفاية البورسلان التي تحتوي على حوالي ٥٧% من ثنائي أكسيد السيليسيوم) كبديل جزئي في تصنيع نوعين من الإسمنت هما: الإسمنت البورتلندي والإسمنت الألومينى بهدف تخليص البيئة من التلوث الناتج عن هذه النفايات وزيادة كمية الإنتاج بأقل كلفة. من خلال دراسة تأثير إضافتها على خواص الإسمنت. تم إضافة نفايات البورسلان إلى مزيج كلينكر – جبس في الإسمنت البورتلندي وإلى الإسمنت الألومينى الجاهز بنسب استبدال مئوية وزنية (٥%, ١٠%, ١٥%, ٢٠%, ٢٥%, ٣٠%, ٣٥%) ثم مقارنة نتائج العينات المحضرة مع عينات من الإسمنت البورتلندي والإسمنت الألومينى التي لا تحتوي على نفايات البورسلان لمعرفة تأثير إضافة نفايات البورسلان على خواص الإسمنت. بينت نتائج الدراسة المخبرية المنجزة بأنه يمكن الاستفادة من نفايات البورسلان في صناعة الاسمنت البورتلندي والإسمنت الألومينى كإضافة بدون أن يحدث تدهور ملحوظ في الخواص التقنية للإسمنت المنتج، والمحددة في المواصفة القياسية الأوروبية (EN 197-1/2000).

الكلمات المفتاحية: نفايات البورسلان الصناعية، الإسمنت البورتلندي، الإسمنت الألومينى، تلوث البيئة، خواص الإسمنت.

المقدمة

تعتبر النفايات الصلبة من أهم القضايا البيئية التي تستحوذ على اهتمام الدول والرأي العام الوطني والعالمي, نظراً لارتباطها بشكل مباشر بحياة الناس. وتزداد كمية النفايات الصلبة مع مرور الزمن بزيادة عدد السكان، وتحسن دخل الفرد, وتحوله إلى إنسان مستهلك، وسعيه إلى انتهاج أسلوب ونمط الحياة العصرية، التي تعتمد بشكل كبير على استعمال مواد التغليف الغير قابلة للاسترجاع، مما أدى إلى زيادة الطلب على المواد الأولية الخام لتلبية احتياجات المجتمع، وبالتالي إلى استنزاف العديد من الموارد الطبيعية للبيئة [World trends in MSW management, Waste Mgmt(1996)].

وعلى الرغم من أن مشكلة النفايات الصلبة تشكل هاجساً اجتماعياً واقتصادياً وبيئياً, إلا أن معظمها يمكن أن يكون ذو فائدة كبيرة إذا ما أحسن استغلاله وفق الحاجات والإمكانات المتاحة [Decision—makers' Guide to Solid Waste Management, (1989)].

وقد أدى عدم إتباع الطرائق الملائمة في جمع ونقل ومعالجة النفايات الصلبة إلى ازدياد كمية النفايات بشكل هائل, وبالتالي تلوث عناصر البيئة من أرض وماء وهواء، واستنزاف المصادر الطبيعية في مناطق عديدة من العالم، و أصبحت إدارة النفايات الصلبة اليوم من الأمور الضرورية للمحافظة على الصحة والسلامة العامة. ومن أجل الوصول إلى بيئة سليمة معافاة لنا ولأولادنا فإن مشروع إدارة النفايات الصلبة والتخلص منها بيئياً يمثل الحل الأمثل للوصول إلى تنمية مستدامة ويشكل بوابة آمنة لأي تنمية اقتصادية، حيث يمكن الاستفادة المادية مثلاً من إضافة النفايات الصلبة للإسمنت وذلك للبدء بنهوض البلد على أسس عصرية تحاكي ما توصلت إليه الأمم من انجازات في مجال ملائمة التنمية مع البيئة وتوفر علينا معاناة ما عانى منه العديد من الدول خلال العقود الأخيرة من نتائج وانعكاسات التفاوت الذي شهدته بين معايير التنمية والبيئة، وتوفر علينا كلفة هذا التفاوت الذي اضطرت دول كثيرة إلى دفعه من مواردها ومن استقرارها ومن صحة سكانها ولأجيال عديدة [Laboratory evaluation of incorporating waste ceramic materials into Portland cement and asphaltic concrete (2009)].

يعتبر البورسلان من أهم المواد المستعملة في البناء في عصرنا الحديث ونفاياته (القطع المرفوضة والمتكسرة منه) لا تتفسخ ولا تذوب في الماء وتعتبر بلا فائدة حيث أنه لا يمكن إدخالها في عملية التصنيع مرة أخرى بعد أن تكون قد كسيت بالطبقة السطحية المزججة (الكليز)، فهي في الغالب تجمع بشكل أكوام في معامل التصنيع ثم ترسل لمواقع دفن النفايات.

بما إن المكون الرئيسي للسيراميك هو SiO_2 و Al_2O_3 و CaO وهو قريب من التركيب الكيميائي للاسمنت فقد عملنا في هذا البحث على إضافة نفايات البورسلان إلى الإسمنت البورتلندي و إلى الإسمنت الألومينى ودرسنا تأثير إضافتها على خواص الإسمنت.

تبرز أهمية البحث في استخدام نفاية صناعية متوفرة في الجمهورية العربية السورية وعديمة الثمن كمادة مضافة للإسمنت، الأمر الذي يحقق وفراً اقتصادياً (إنتاج اسمنت بكلفة منخفضة) من جهة، ومن جهة أخرى يساهم في تخليص البيئة من النفايات البورسلانية الملوثة.

الطرائق والوسائل:

من أجل القيام بالتجارب العملية تم إحضار المواد التالية:

- **كلينكر الإسمنت البورتلندي** Clinker: جمع الكلينكر على مدار أسبوع بأقطار تتراوح بين (5-7 mm) بكمية ٥٠٠ كغ من إحدى معامل الأسمنت في الجمهورية العربية السورية.

* Corresponding author:
Dr. Norstan Mamo
✉ nurstan20@yahoo.com

- **الجبس** Gypsum: (كبريتات الكالسيوم المائية $(CaSO_4.2H_2O)$.
- **نفاية البورسلان** Waste porcelain: تم الحصول على نفاية البورسلان من أحد معامل القطاع العام لصناعة البورسلان في حماه وهو عبارة عن بورسلان مكسر بألوان مختلفة.

- **الإسمنت الألومينى** Aluminum cement: تم الحصول على الإسمنت الألومينى من السوق المحلية وهو تركي المصدر.

أجريت التحاليل الكيميائية اللازمة للمواد الخام المستخدمة باستخدام جهاز أشعة أكس التألقية XRF والنتائج مبينة في الجدول رقم (١).

(%)Oxide	Clinker	Waste porcelain	Gypsum	Aluminum cement
SiO_2	20.19	56.98	2.68	3.94
Al_2O_3	7.08	16.37	0.62	41.27
Fe_2O_3	4.15	4.53	0.32	16.00
CaO	62.14	12.45	35.11	35.11
MgO	2.77	4.49	3.11	1.42
Na_2O	NA	NA	0.01	NA
K_2O	NA	NA	0.04	NA
SO_3	1.42	0.22	39.56	0.10
* L.O.I	1.41	5.03	18.08	0.60
Insoluble Residue	0.12	NA	NA	1.61

الجدول رقم(١): التركيب الكيميائي للمواد الخام المستخدمة.

* الفقدان بالترميد
NA- لم يحلل

حضرت عينة قياسية من الإسمنت البورتلندي (OPC) وسلسلة من عينات الإسمنت المخلوطة بنفايات البورسلان(PPC) بنسب استبدال مئوية وزنية (35%, 30%, 25%, 20%, 15%,10%, 5%).

تم استخدام مطحنة ذات كرات سعة (5 Kg) لتحضير سلسلة عينات (PPC), من خلال إجراء الطحن المشترك لكلينكر الإسمنت البورتلندي والجبس مع نفاية البورسلان لنعومة ثابتة (Blaine 3200 ± 100)

كما حضرت عينات من الإسمنت الألومينى (الجاهز) المخلوطة بنفايات البورسلان (PAC) وبنسب استبدال وزنية كالسابق حيث تم طحن البورسلان حتى نعومة قريبة من نعومة الإسمنت الألومينى (Blaine 3337)

يبين الجدولان رقم (٢) & (٣) النسب المئوية لتحضير عينات الإسمنت المخلوطة، كما توضح الجداول رقم (٤) & (٥) & (٦) & (٧) على التوالي الخواص الفيزيائية والتركيب الكيميائي لعينات الإسمنت المحضرة.

Sample	Clinker (%)	Waste porcelain (%)	Gypsum (%)
OPC	95.00	0	5.00
PPC 5	90.25	5	4.75
PPC 10	85.50	10	4.50
PPC 15	80.75	15	4.25
PPC 20	76.00	20	4.00
PPC 25	71.25	25	3.75
PPC 30	66.50	30	3.50
PPC 35	61.75	35	3.25

الجدول رقم (٢): النسب المئوية الوزنية لتحضير عينات الإسمنت البورتلندي المخلوطة.

Sample	Aluminum cement (%)	Waste porcelain (%)
OAC	100	0
PAC 5	95	5
PAC 10	90	10
PAC 15	85	15
PAC 20	80	20
PAC 25	75	25
PAC 30	70	30
PAC 35	65	35

الجدول رقم (٣): النسب المئوية الوزنية لتحضير عينات الإسمنت الألومينى المخلوطة.

Sample	المتبقي على المنخل 90 µm(%)	Density (g/cm^3)	Blaine (cm^2/g)	Free Lime(%)
OPC	3.4	3.08	3134	0.42
PPC 5	3.7	3.04	3405	0.44
PPC 10	4.3	3.01	3435	0.44
PPC 15	5.1	2.99	3449	0.45
PPC 20	6.1	2.97	3458	0.45
PPC 25	7.9	2.95	3475	0.46
PPC 30	8.7	2.91	3497	0.47
PPC 35	9.3	2.88	3586	0.48

الجدول رقم (٤): الخواص الفيزيائية لعينات الإسمنت البورتلندي المحضرة.

Sample	المتبقي على المنخل 90 µm(%)	Density (g/cm^3)	Blaine (cm^2/g)	Free Lime (%)
OAC	1.48	3.15	3350	0.15
PAC 5	1.70	3.12	3355	0.18
PAC 10	1.85	3.08	3368	0.22
PAC 15	2.00	3.05	3372	0.24
PAC 20	2.20	3.01	3380	0.25
PAC 25	2.40	2.97	3387	0.28
PAC 30	2.65	2.95	3398	0.30
PAC 35	2.75	2.92	3403	0.33

الجدول رقم (٥): الخواص الفيزيائية لعينات الإسمنت الألومينى المحضرة.

Sample	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	Insoluble Residue	L.O.I
OPC	20.02	7.00	4.02	61.30	2.72	2.91	0.15	1.35
PPC 5	21.90	7.48	4.05	58.91	2.82	2.87	0.22	1.50
PPC 10	23.72	7.95	4.07	56.45	2.90	2.71	0.25	1.68
PPC 15	25.63	8.41	4.10	54.00	2.97	2.55	0.27	1.91
PPC 20	27.42	8.90	4.13	51.55	3.05	2.40	0.29	2.07
PPC 25	29.27	9.37	4.16	49.05	3.15	2.27	0.30	2.25
PPC 30	31.18	9.85	4.19	46.59	3.26	3.12	0.33	2.42
PPC 35	33.00	10.29	4.22	44.25	3.35	2.00	0.36	2.61

الجدول رقم (٦): التركيب الكيميائي لعينات الإسمنت البورتلندي المحضرة (%).

Sample	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	Insoluble Residue	L.O.I
OAC	3.94	41.27	16.00	35.11	1.42	0.10	1.61	0.60
PAC 5	6.61	40.05	15.44	34.00	1.57	0.11	1.63	0.82
PAC 10	9.25	38.80	14.84	32.90	1.71	0.12	1.69	1.04
PAC 15	11.89	37.49	14.25	31.84	1.90	0.12	1.75	1.25
PAC 20	14.55	36.24	13.61	30.75	2.04	0.13	1.82	1.52
PAC 25	17.25	34.98	13.04	29.69	2.21	0.13	1.89	1.71
PAC 30	19.90	33.75	12.45	28.50	2.35	0.14	1.96	1.90
PAC 35	22.51	32.57	11.95	27.20	2.50	0.15	2.03	2.16

الجدول رقم (٧): التركيب الكيميائي لعينات الإسمنت الألومينى المحضرة (%).

النتائج والمناقشة:

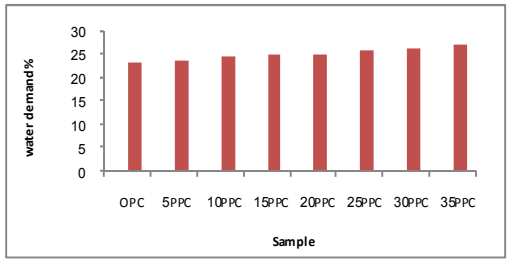
تأثير إضافة نفايات البورسلان على الخواص التقنية للإسمنت:

١ - القوام القياسي Water Demand:

تم إجراء اختبار القوام القياسي للعينات المحضرة لمعرفة كمية الماء اللازمة لإجراء اختبارات الأخذ والتمدد عليها، حيث يحدد القوام القياسي بكمية الماء اللازمة في العجينة الإسمنتية التي تعطي على مؤشر جهاز فيكات المسافة (6±1). يبين الجدولان رقم (٨) & (٩) والشكلان رقم (١) & (٢) نتائج تحديد قيم نسبة الماء القياسية لسلسلة عينات الاسمنت المحضرة.

Sample	Water Demand (%)
OPC	23.4
PPC 5	24.0
PPC 10	24.6
PPC 15	25.0
PPC 20	25.4
PPC 25	26.0
PPC 30	26.7
PPC 35	27.2

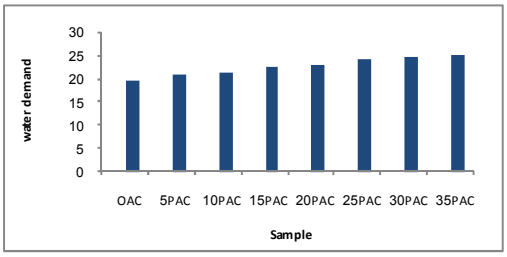
الجدول رقم (٨): نتائج تحديد القوام القياسي لسلسلة عينات (PPC).



الشكل رقم (١): القوام القياسي لسلسلة عينات (PPC).

Sample	Water Demand (%)
OAC	19.6
PAC 5	20.8
PAC 10	21.4
PAC 15	22.4
PAC 20	23.0
PAC 25	24.0
PAC 30	24.4
PAC 35	24.8

الجدول رقم (٩): نتائج تحديد القوام القياسي لسلسلة عينات (PAC).



الشكل رقم (٢): القوام القياسي لسلسلة عينات (PAC).

واعتماداً على هذه النتائج نلاحظ أنه تزداد نسبة الماء القياسية تدريجياً مع ارتفاع نسبة نفاية البورسلان المضافة في كلا النوعين من الاسمنت(أكبر نسبة زيادة حوالي ١٦% للنوع الأول و ٢٦% للنوع الثاني), وهذا يعود لزيادة نعومة (Blaine) عينات الاسمنت المحضرة مع ازدياد نسبة البورسلان المستبدلة حيث أن البورسلان هش ويتكسر بسهولة.

أي أن إضافة نفاية البورسلان كبديل جزئي عن الإسمنت البورتلندي والإسمنت الألومينى تؤثر سلبياً على نسبة الماء القياسية ولكنها تبقى ضمن الحدود المسموح بها وفق المواصفة القياسية الأوروبية (EN 197-1/2000) .

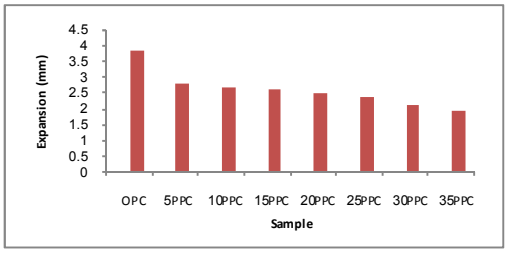
٢ - الثبات الحجمي Expansion:

يحدّد التمدد (ثباتية الحجم) باستخدام حلقة لوشاتوليه Le Chatelier، والهدف من التحديد هو معرفة إمكانية حصول زيادة في الحجم أو تمدد بشكل متأخر نتيجة تفاعل أي من

أكسيد الكالسيوم الحر CaO_f وأكسيد المغنيزيوم MgO مع الماء أو تفاعلهما معاً والماء، وذلك بتفاعلات الإماهة . قيم التمدد الحاصلة موضحة بالجدولين رقم (١٠) & (١١) والشكلين رقم (٣) & (٤).

Sample	Expansion(mm)
OPC	3.81
PPC 5	2.80
PPC 10	2.68
PPC 15	2.60
PPC 20	2.46
PPC 25	2.36
PPC 30	2.10
PPC 35	1.90

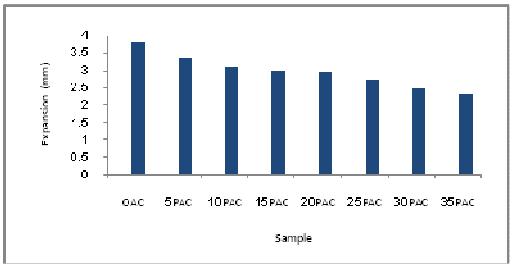
الجدول رقم (١٠): نتائج ثباتية الحجم (التمدد) لسلسلة عينات (PPC).



الشكل رقم (٣): الثبات الحجمي لسلسلة عينات (PPC).

Sample	Expansion(mm)
OAC	3.80
PAC 5	3.35
PAC 10	3.10
PAC 15	3.00
PAC 20	2.95
PAC 25	2.75
PAC 30	2.45
PAC 35	2.30

الجدول رقم (١١): نتائج ثباتية الحجم (التمدد) لسلسلة عينات (PAC).



الشكل رقم (٤): الثبات الحجمي لسلسلة عينات (PAC).

تظهر النتائج انخفاضاً تدريجياً في معدل التمدد مع ازدياد نسبة نفاية البورسلان المضافة في كلا النوعين من الاسمنت يعتبر هذا السلوك طبيعياً، والسبب: تتعلق قيمة التمدد بشكل أساسي بالتركيب الكيميائي للمادة المضافة المستخدمة.

وعادةً، ينسب ارتفاع أو انخفاض قيم الثبات الحجمي إلى محتوى المادة المضافة من أكسيد الكالسيوم الحر وكذلك أكسيد المغنيزيوم الحر.

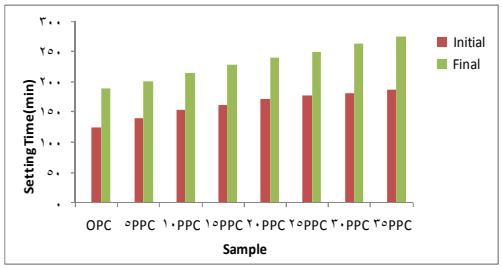
والجدير بالذكر، إنّ قيم الثبات الحجمي لجميع الإسمنتات المخلوطة المحضرة كانت مقبولة. حيث تراوحت تغيرات قياس التمدد من (1.90 mm) إلى (3.81 mm)، بينما القيمة المحددة من قبل المواصفة القياسية الأوربية (EN 196-3) يجب أن تكون أقل من (10 mm).

٣- سلوك التجمدSetting Time:

- زمن بداية الأخذ Initial : هو الزمن الفاصل بين بدء إضافة الماء إلى الإسمنت الجاف ونفاذ إبرة جهاز فيكات في العجينة حتى مسافة لا تزيد عن (5 mm) من قاعدة القالب السفلية.
- زمن نهاية الأخذ Final: هو الزمن الفاصل بين بدء إضافة الماء إلى الإسمنت الجاف وظهور أثر إبرة جهاز فيكات في العجينة الإسمنتية بحيث لا يتجاوز الأثر (1 mm)، والنتائج موضحة بالجدولين رقم (١٢) & (١٣) والشكلين رقم (٥) & (٦).

Sample	Setting Time (min)	
	Initial	Final
OPC	125	190
PPC 5	140	200
PPC 10	153	214
PPC 15	162	228
PPC 20	171	239
PPC 25	177	250
PPC 30	181	263
PPC 35	188	275

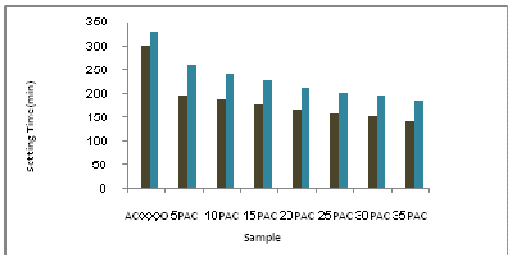
الجدول رقم (١٢): سلوك التجمد لسلسلة عينات (PPC).



الشكل رقم (٥): سلوك التجمد لسلسلة عينات (PPC).

Sample	Setting Time (min)	
	Initial	Final
OCA	300	330
PAC 5	195	260
PAC 10	186	240
PAC 15	175	227
PAC 20	166	211
PAC 25	158	201
PAC 30	150	196
PAC 35	140	185

الجدول رقم (١٣): سلوك التجمد لسلسلة عينات (PAC).



الشكل رقم (٦): سلوك التجمد لسلسلة عينات (PAC).

تظهر النتائج أنّ عملية إضافة نفاية البورسلان كبديل جزئي عن الإسمنت البورتلندي تؤدي إلى تأخير في عملية التصلب لكن تبقى القيم في حدود المسموح بها وفق المواصفة القياسية الأوروبية (EN 197-1/2000)، بينما في الإسمنت الألومينيي عملية إضافة نفاية البورسلان تؤدي إلى تسريع في عملية التصلب بشكل ملحوظ لاحتواء البورسلان على مواد غضارية التي تمتص الماء بسرعة والتي تؤدي إلى التصلب، كما يلاحظ من زيادة نسبة الإضافة التي تتناسب عكسا مع الزمن.

٣- المقاومة Strength:

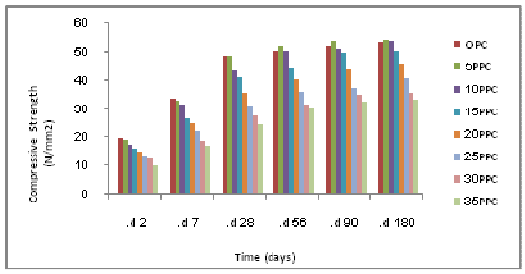
تم صب عينات الإسمنت بعد خلطها مع الرمل القياسي (نسبة الرمل إلى الإسمنت 1:3) على شكل مواشير ذات أبعاد (40×40×160 mm)، ومن ثم كُسرت عند أزمنة تصلّب قياسية (180,90,56,28,7,2) يوم. وتوضح الجداول رقم (١٤) & (١٥) & (١٦) & (١٧) والأشكال رقم (٧) & (٨) & (٩) & (١٠) نتائج مقاومة الانضغاط (Compressive Strength) ومقاومة الانعطاف (Flexural Strength) لسلسلة عينات الاسمنت المحضرة.

Sample	Compressive Strength(N/mm^2)					
	2 d.	7 d.	28 d.	56 d.	90 d.	180 d.
OPC	19.37	33.33	48.12	49.91	51.66	53.20
PPC 5	19.00	32.49	48.10	51.62	53.54	54.12
PPC 10	17.58	31.25	43.12	50.20	51.04	53.65
PPC 15	15.99	26.66	41.03	43.95	49.37	49.95
PPC 20	14.00	25.00	35.20	39.99	43.53	45.20
PPC 25	13.12	22.08	31.03	35.62	36.87	40.41
PPC 30	12.62	18.54	27.28	31.25	34.58	35.41
PPC 35	10.00	16.87	24.37	30.41	32.21	32.83

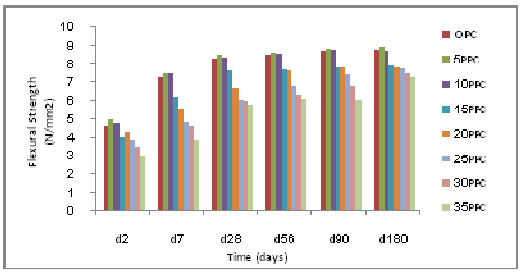
الجدول (١٤): نتائج مقاومة الانضغاط لسلسلة عينات (PPC).

Sample	Flexural Strength(N/mm^2)					
	2 d.	7 d.	28 d.	56 d.	90 d.	180 d.
OPC	4.60	7.30	8.30	8.50	8.73	8.80
PPC 5	4.58	7.45	8.47	8.65	8.85	8.93
PPC 10	4.36	7.25	8.35	8.55	8.80	8.74
PPC 15	4.00	6.16	7.6	7.7	7.8	7.86
PPC 20	3.91	5.5	6.7	7.6	7.6	7.83
PPC 25	3.7	4.8	6.06	6.8	7.4	7.76
PPC 30	3.5	4.6	6.00	6.3	6.7	7.46
PPC 35	3.00	3.9	5.8	6.1	6.06	7.26

الجدول(١٥): نتائج مقاومة الانعطاف لسلسلة عينات (PPC).



الشكل رقم (٧): مقاومة الانضغاط لسلسلة عينات (PPC).



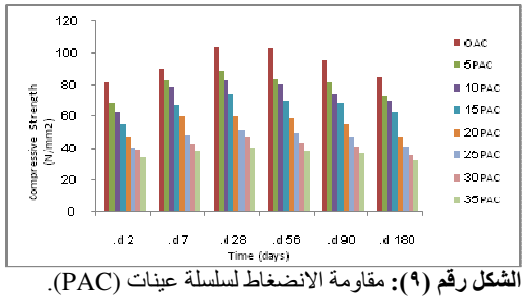
الشكل رقم (٨): مقاومة الانعطاف لسلسلة عينات (PPC).

Sample	Compressive Strength(N/mm^2)					
	2 d.	7 d.	28 d.	56 d.	90 d.	180 d.
OAC	81.45	89.79	103.95	102.50	95.08	85.20
PAC 5	68.95	82.49	88.33	83.12	81.75	73.1
PAC 10	62.49	78.33	82.49	80.00	74.37	70.32
PAC 15	55.41	66.66	73.75	70.00	68.35	61.98
PAC 20	47.49	59.78	60.00	59.37	55.58	47.18
PAC 25	40.83	48.12	51.25	50.00	47.62	41.14
PAC 30	39.79	43.12	47.50	43.37	41.20	35.69
PAC 35	33.95	38.54	40.50	38.37	36.95	32.68

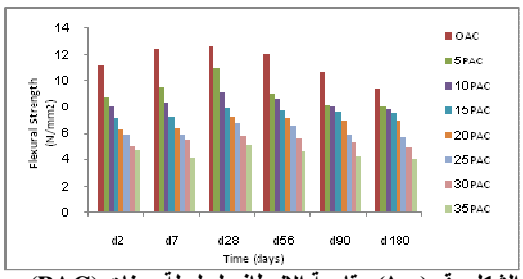
الجدول(١٦): نتائج مقاومة الانضغاط لسلسلة عينات (PAC).

Sample	Flexural Strength(N/mm^2)					
	2 d.	7 d.	28 d.	56 d.	90 d.	180 d.
OAC	11.1	12.43	12.7	12.13	10.7	9.4
PAC 5	8.80	9.53	10.96	9.00	8.20	8.00
PAC 10	8.03	8.36	9.16	8.70	8.00	7.85
PAC 15	7.10	7.26	7.90	7.70	7.62	7.55
PAC 20	6.30	6.40	7.26	7.15	7.00	6.95
PAC 25	5.90	5.93	6.80	6.60	5.90	5.76
PAC 30	5.06	5.50	5.84	5.60	5.30	5.00
PAC 35	4.73	4.10	5.10	4.70	4.23	4.02

الجدول (١٧): نتائج مقاومة الانعطاف لسلسلة عينات (PAC).



الشكل رقم (٩): مقاومة الانضغاط لسلسلة عينات (PAC).



الشكل رقم (١٠) مقاومة الانعطاف لسلسلة عينات (PAC).

واعتماداً على نتائج الإسمنت البورتلندي نلاحظ مايلي:

- عند الأعمار المبكرة (٢و٧) أيام تنخفض مقاومة الانضغاط لجميع العينات المحضرة مقارنة بالعينة العيارية (OPC) في جميع نسب الاستبدال, ولكن تبقى القيم في الحدود المسموح بها وفق المواصفة القياسية الأوروبية رقم (EN 197-1/2000).
- عند عمر ٢٨يوم تنخفض مقاومة الانضغاط لجميع العينات المحضرة مقارنة بالعينة العيارية (OPC), وتبقى القيم في الحدود المسموح بها وفق المواصفة القياسية الأوروبية رقم (EN 197-1/2000) حتى نسبة استبدال ٢٥%.
- يعود سبب انخفاض مقاومة الانضغاط في الأعمار المبكرة إلى التفاعل البطيء للمادة الغضارية المكونة لجسم البورسلان.
- عند الأعمار (١٨٠,٩٠,٥٦) يوم تصبح مقاومة الانضغاط أعلى من العينة العيارية حتى نسبة استبدال ١٠% ثم تأخذ بعدها بالانخفاض, ولكن تبقى القيم في الحدود المسموح بها وفق المواصفة القياسية الأوروبية رقم (EN 197-1/2000).
- يعود سبب الارتفاع إلى انتهاء تفاعل المادة الغضارية المكونة لجسم البورسلان.
- تكون قيم مقاومة الانعطاف في كل الأعمار لجميع العينات المحضرة أعلى أو مساوية للعينة العيارية حتى نسبة استبدال ١٠% ثم تأخذ بعدها بالانخفاض.

واعتماداً على نتائج الإسمنت الألومينى نلاحظ مايلي:

- انخفاض في مقاومة الانضغاط في كل الأعمار لجميع العينات المحضرة مقارنة بالعينة العيارية (OAC) ولكن تبقى القيم في الحدود المسموح بها وفق المواصفة القياسية الأوروبية رقم (EN) 197-1/2000 حتى عندما تصل نسبة الإضافة إلى ٣٥% ويعود السبب إلى انه مع زيادة نسبة الإضافة ترتفع نسبة المركبات السيليسية التي لها مقاومة انضغاط منخفضة وانخفاض نسبة المركبات الالومينية التي لها مقاومة انضغاط عالية..
- انخفاض في مقاومة الانعطاف في كل الأعمار لجميع العينات المحضرة مقارنة بالعينة العيارية (OAC) ولكن تبقى القيم في الحدود المسموح بها وفق المواصفة القياسية الأوروبية رقم (EN) 197-1/2000 حتى عندما تصل نسبة الإضافة إلى ٣٥%.
- عند عمر ٢٨ يوم تكون قيم مقاومة الانضغاط ومقاومة الانعطاف أعلى ما يمكن في جميع نسب الاستبدال.

الاستنتاجات:

بينت نتائج الدراسة المخبرية المنجزة بأنه يمكن الاستفادة من نفايات البورسلان في صناعة الاسمنت البورتلندي والإسمنت الألومينى بدون أن يحصل تدهور ملحوظ في الخواص التقنية للإسمنت المنتج والمحددة في المواصفة القياسية الأوروبية (EN 197-1/2000).

يشكل استبدال ٣٥% (كنسبة مئوية وزنية) من المادة الأولية للإسمنت بنفايات البورسلان مع بقاء الخواص ضمن المواصفة وفراً اقتصادياً كبيراً في صناعة الإسمنت لزيادة كمية الإنتاج بكلفة شبه معدومة أو منخفضة جداً.

إن استهلاك هذه الكمية الكبيرة من نفايات البورسلان خطوة هامة نحو تخليص البيئة نهائياً من تواجد هذه النفايات في مكبات المصانع التي تشغل حيزا منه ومن الأمراض التي قد تحدث نتيجة تأثير العوامل الجوية على هذه النفايات.

المراجع:

Sakai, S., Sawell, S.E., Chandler, A.J., Eighmy, T.T., Kosson, D.S., Vehlow, J., Vander Sloot, H.A., Hartlen, J. and Hjelmar, O., World trends in MSW management, Waste Mgmt (1996). 16(5–6): 367–374.

USEPA., Decision—makers' Guide to Solid Waste Management, (1989). EPA=530-SW89-072 (USEPA, Washington, DC, USA)..

Tchobanoglous, G., Theisen, H. and Vigil S., (1993). Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues (McGraw-Hill, New York, USA).

Savage, G.M., Glaub, J.C. and Diaz, L.F., Unit operations model for solid waste processing, Pollut Technol Rev, (1986). 133: 131–148.

Appendino, P. Ferraris, M. Matekovits, I. Salvo, M. Production of glass ceramic odies from the bottom ashes of municipal solid waste incinerators, J. Eur. Ceram. Soc. 24 (2004). 803–810.

Abadir, M.F., Sallam, E.H., Bakr, I.M., Preparation of porcelain tiles from Egyptian raw materials, Ceram. Int. 28 (3) (2002). 303–310.

Ion Teoreanu, Adriana Moanta - Comparative interpretation of the effect of surfactants on grinding Portland cement with high proportiond of granulated blast furnace slag, 2009, U.P.B. Sci. Bull., Series B, 71(2), (2009).

Taylor, H.F., Cement Chemistry, (1997). 2nd Ed, Academic Press, London.

Andaleeb Saad, M. (2005). concrete mix design for lightweight aggregates and an overview on high strength concrete, Bangladesh university.

CEMBUREAU, (2009). Sustainable cement production.

Journal of Environmental Studies [JES] 2013. 12: 1 - 9

Affect of adding industrial waste porcelain on the properties of portland cement and aluminum cement

Norstan Mamo[1], Abdullah Watti[2], Mohamad Samou Alnajjar[2]
[1] Postgraduate Student (PHD).
[2] Dept, Of Chemistry, Faculty of Science, University of Aleppo.

Abstract

This research studied the possibility of the use industrial waste Porcelain (which contain 56% SiO_2) as alternative material to each Portland cement and Aluminum cement separately to take advantage of this material in Portland cement manufacturing, and together to get rid of environment pollution. The industrial waste Porcelain added to the mix Clinker - Gypsum in Portland cement and to the finished Aluminum cement by percents of 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, and 35% w/w and it was compared with reference sample that does not contain industrial waste Porcelain to figure out the affect of adding industrial waste Porcelain on the properties of cement. It was concluded that the industrial waste Porcelain could be added to each Portland cement and Aluminum cement without affecting significantly the cement properties.

Key word: industrial waste Porcelain, Portland cement, Aluminum cement, environment pollution, cement properties