تأثير تغير مصدر ونوع الاسمنت علي الخواص الميكانيكية للخرسانة ذاتية الدمك

أ. عبدالرؤوف محمد أبوذينة

عضو هيئة تدريس

كلية الهندسة – جامعة الزيتونة

Raoufabuthina@azu.edu.ly

الملخص:

تهدف هذه الدراسة للمقارنة بين أنواع الاسمنت الموجودة في السوق المحلي (محلية و مستوردة) من حيث تأثيرها على الخواص اللدنة والمتصلبة للخرسانة ذاتية الدمك, حيث تم استخدام ستة أنواع إسمنت بورتلاندي عادي ومعدل من مصادر مختلفة (محلية ومستوردة) وهي اسمنت (الاتحاد واسمنت لبدة واسمنت واسمنت سوق الخميس) محلية الصنع واسمنت (العريش–العسكري) المصري الصنع واسمنت (as cimento) التركي الصنع واسمنت (هناسم) التونسي الصنع.

أظهرت نتائج الخرسانة ذاتية الدمك في حالتها اللدنة أن جميع الخلطات الخرسانية كانت ضمن حدود المواصفات في كل من اختبار الانسياب واختبار صندوق L. بينما أظهرت نتائج الخرسانة ذاتية الدمك في حالتها المتصلدة أن جميع الخلطات الخرسانية المحتوية على الإسمنت البورتلاندي العادي (محلية ومستوردة) موضوع الدراسة قد حققت مقاومة ضغط أفضل من الخلطات الخرسانية المحتوية على اسمنت بورتلاندي معدل وكان أفضلها إسمنت مصنع لبدة، مما يشجع على استخدام أي نوع من الاسمنت البورتلاندي العادي في إنشاء الهياكل الخرسانية، بينما كان هناك تفاوت بسيط في نتائج مقاومة الانحناء.

تمهيد

الأسمنت هو مادة ناعمة، إذا أضفنا لها الماء نحصل على مونة لزجة، تتحول لصلدة بعد فترة من الزمن سواء كانت في الماء أو الهواء، وبالتالي نقول أن للإسمنت خواص هيدروليكية أي أن للإسمنت الكفاءة على الشك والوصول إلى حالته الصلبة تحت الماء نتيجة لبعض التفاعلات الكيميائية المختلفة, للإسمنت دور هام كمادة لاحمة مسئولة عن التلاصق بين المواد والعناصر المختلفة وهذا الدور يظهر في استخدامات الأسمنت بكثرة في الأعمال الإنشائية والمعمارية, على ذلك يكون من الضروري معرفة عمليات صناعة وإنتاج الأسمنت البورتلاندى بأنواعه المختلفة وكذلك تعيين ومعرفة التركيبات والخواص الكيميائية والطبيعية والتكوين البلوري لمركباته وتفاعلاتها ودراسة التغيرات المختلفة المصاحبة للتفاعلات الكيميائية بين مركبات الأسمنت والماء [1].

ونتيجة لكثرة الطلب وارتفاع سعر الاسمنت المحلي او عدم تغطيته لحاجة السوق، تم اللجوء الى استيراد الاسمنت من دول مختلفة بدون اجراء أي اختبارات من الجهات العامة لدولة ليبيا للتحقق من جودة الاسمنت المستورد وملائمته للاستخدام في الأغراض الإنشائية والمعمارية المختلفة، كما أنه من الواجب على المهندسين المدنيين توضيح فرق الجودة بين أنواع الاسمنت المحلية والمستوردة المختلفة، وهل بإمكاننا الحصول منها على منشآت امنه ومعمرة وتلبي التطلعات المرجوة منها.

اهمية وأهداف الدراسة

تتناول هذه الدراسة استخدام انواع مختلفة من الإسمنت البورتلاندي العادي والمعدل المتوافر في السوق الليبي (محلي ومستورد) لإنتاج الخرسانة ذاتية الدمك، تهدف هذه دراسة لمعرفة تأثير تغيير نوع الإسمنت على الخواص اللدنة والمتصلبة للخرسانة ذاتية الدمك. ودراسة تأثير نوع الإسمنت في تحسين الخصائص الهندسية للخرسانة ذاتية الدمك ومعرفة تأثيرها على الانسيابية ومقاومة الضغط والانحناء. يتميز هذا العمل بتقديم بعض المعلومات والبيانات المتعلقة بتأثير تغير نوع الإسمنت البورتلاندي على خواص الخرسانة ذاتية الدمك، ايضا للفت الانتباه وإمكانية استخدام الخرسانة ذاتية الدمك في صناعة التشييد.

البرنامج العملي

في هذه الدراسة تم صب العينات بخلطات من الخرسانة ذاتية الدمك وتغيير نوع الإسمنت البورتلاندي العادي للخلطات، حيث تم استخدام 6 أنواع من الإسمنت البورتلاندي المتوافر في السوق الليبي، ثلاثة أنواع منها محلية الصنع وهي (لبدة والإتحاد وسوق الخميس)، والثلاثة أنواع الأخرى مستوردة من دول مختلفة حيث أن أحدها تونسي (Hanacem) والاخر تركي (as cimento) والأخير مصري (العريش)، وتم استخدامهم بنفس الكمية للحصول على نتائج غير متفاوتة. وتم استخدام نوع واحد من الملدن الفائق بنسبة 2 % من وزن الإسمنت لجميع خلطات الخرسانة ذاتية الدمك حيت ان هذه النسبة أعطت نتائج جيدة في اختبارات الخرسانة ذاتية الدمك في حالتها اللدنة. للوصول إلى الاهداف والنتائج المرجوة من هذه الدراسة تم اعداد وخلط وصب عدد 36 مكعب لقياس مقاومة الضغط و18 منشور لقياس مقاومة الانحناء. تعرضت العينات الى الغمر في الماء، وتم اجراء الاختبارات على المكعبات عند 7 و28 يوم، وعلى المناشير عند 28 يوم.

مكونات الخلطة الخرسانية:

الإسمنت:

تم في هذه الدراسة استخدام سته انواع من الاسمنت البورتلاندي العادي والمعدل الموجود في السوق الليبي.

جدول (1) أنواع الاسمنت المستخدم

ر.م	نوع الاسمنت	الشركة المنتجة للإسمنت	بلد الانتاج	رمز الخلطة الخرسانية
1	بورتلاندي عادي	الاتحاد العربي للمقاولات مصنع البرج زليتن	دولة ليبيا	ITH–SCC
2	بورتلاندي عادي	الشركة الاهلية للإسمنت المساهمة مصنع لبدة	دولة ليبيا	LIB–SCC
3	بورتلاندي عادي	الشركة الاهلية للإسمنت المساهمة مصنع سوق الخميس	دولة ليبيا	SUq–SCC
4	بورتلاندي عادي	شركة العريش للإسمنت –اسمنت العسكري	دولة مصر	ELA–SCC
5	بورتلاندي معدل	شركة as cimento لصناعة الاسمنت	دولة تركيا	AS–SCC
6	بورتلاندي معدل	Hanacem Tunisia	دولة تونس	HNA–SCC

الركام الناعم:

الركام الناعم المستخدم في هذه الدراسة تم توريده من محجر بمدينة مصراته، وقد كانت نتائج التدرج المنخلي والخواص الفيزيائية للركام الناعم تقع ضمن الحدود المسموح بها في المواصفات الليبية رقم 49 لسنة 2002م

[2]. علما بان الوزن النوعي ونسبة الامتصاص ونسبة المواد الناعمة والكثافة هي 2.68 و 0.12% و 1.1% و1500 كجم/ م^3 على التوالي.

الركام الخشن:

تم توريد الركام الخشن من محاجر بمدينة غريان. تم اختبار التحليل المنخلي للركام الخشن والنتائج كانت ضمن الحدود للمواصفات الليبية رقم 49 لسنة 2002م [2]. علما بان الوزن النوعي ونسبة الامتصاص ونسبة المواد الناعمة ومعامل الصدم و لوس انجلوس والكثافة هي 2.53 و 2.60% و 0.61% و 19.3% و 28.45% و 1530 كجم/م^3 على التوالي.

الماء:

تم استخدام الماء الصالح للشرب في اعداد الخلطات الخرسانية والذي تم اختباره في مركز البحوث الصناعية بتاجوراء، واثبتت نتائج الاختبار مطابقته لحدود المواصفات الليبية رقم 294 لسنة 1988 ف [3].

الإضافات:

تم استخدام نوع واحد من الملدنات الفائقة كإضافة كيميائية لتوفير خواص التشغيلية للخرسانة ذاتية الدمك. تم الحصول على الملدن الفائق من شركة تقنية البنيان في (11 يونيو – طريق 16)، وكانت التكلفة الإجمالية للإضافة 120د.ل لوزن 5 لتر، الجدول (2) يوضح بعض خصائص الملدن الفائق المستخدم.

جدول (2) يوضح الملدن الفائق المستخدم

اسم الشركة المصنعة	اسم الملدن الفائق	نسبة الاستخدام الى وزن الاسمنت	الأساس الكيميائي	اللون
SIKA	Tembo 12	تتراوح بين 0.2-3%	Acrylic copolymer	سائل بني فاتح

اعداد العينات:

تم اعداد وخلط وصب عينات خرسانة ذاتية الدمك في قوالب لمكعبات حديدية بأبعاد 150X150X150ملم، كما تم اعداد وخلط وصب خرسانة ذاتية الدمك في مناشير خشبية مقاس 500X100X100 ملم

تصميم وخلط الخلطة الخرسانية

اعتمدت هذه الدراسة على اعداد خلطات خرسانية ذاتية الدمك باستخدام ستة أنواع من اسمنت بورتلاندي عادي الموجود في السوق الليبي وركام ناعم وخشن وماء، وكان المتغير هو نوع الاسمنت وتم استعمال نسبة ملدن 2 % من وزن الأسمنت، والجدول رقم (3) يوضح نسب وكميات الخلطة الخرسانية المستخدمة. تم خلط المكونات بأسلوب مشابه لما قام به (Walraven&Grunewald) [4] حيث قاما بخلط الاسمنت والرمل لمدة 10 ثواني ثم يضاف ماء الخلط والملدن المتفوق ويستمر الخلط لمدة 110 ثانية وبعد ذلك يضاف الركام ويستمر الخلط لمدة 60 ثانية.

جدول (3) يوضح نسب وكميات الخلطات الخرسانية

الاسمنت كجم / م3	نسبة الماء الي الاسمنت	الركام الخشن كجم / م3	قرينيليا كجم / م3	الركم الناعم كجم / م3
500	0.49	273	507	780

اختبارات الخرسانة اللدنة:

اختبار الانسياب (Slump Flow):

أجري هذا الاختبار لتقييم الانسـيابية الأفقية الحرة للخرسـانة في حالة عدم وجود عوائق، يتم قياس وتقييم قابلية التشغيلية للخرسانة بقياس قطر الانسياب

اختبار صندوق حرف L – (L–Box Test):

هذا الفحص يقيم انسـيابية الخرسـانة ذاتية الدمك، ومدي تعرض الخرسـانة للانسـداد بسـبب حديد التسـليح وذلك بمعرفة ارتفاع الخرسانة اللدنة بعد عبورها من خلال فتحات خاصة من قضبان الحديد والتي تمثل حديد التسليح، وتتدفق الخرسانة داخل مسافة محدودة.

اختبارات الخرسانة المتصلدة:

اختبار مقاومة الضغط

تم اجراء اختبار الضـغط على العينات مقاس 150X150X150 ملم عند الفترات الزمنية 7، 28 يوم من تاريخ الصب، تم اختبار العينات باستعمال جهاز تكسير المكعبات وبمعدل تحميل ثابت قدره 0.25 ميغا بسكال/ ثانية حتى الانهيار، ووفق للمواصفات البريطانية BS1881: part116:1983 [5].

اختبار مقاومة الانحناء:

تم اختبار العينات لمقاومة الانحناء مقاس 100X100 X 500ملم عند 28 يوم من تاريخ الصب. وتم اجراء هذا الاختبار وفق المواصفات البريطانية BS1881:part 118:1983 [6].

مناقشة النتائج :

نتائج اختبار الخرسانة ذاتية الدمك في الحالة اللدنة:

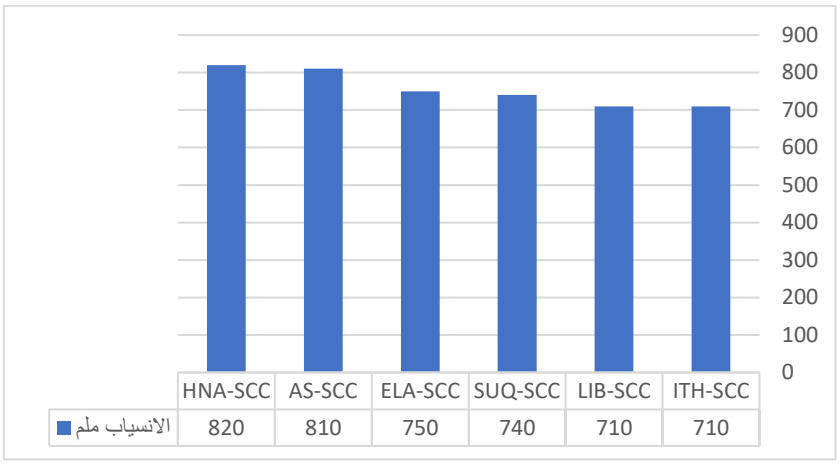
الخواص اللدنة لخلطات الخرسانة ذاتية الدمك تم اختبارها باستخدام اختبار الانسياب لقياس الانسيابية واختبار (صندوق حرف L) لقياس قابلية المرور. وكانت جميع الخلطات ضمن حدود المواصفات المستخدمة (EFNARC) [7]. وتم تدوين نتائج اختبارات الخرسانة في الحالة اللدنة في جدول (4).

جدول (4) نتائج اختبارات الخرسانة في الحالة اللدنة

رقم الخلطة	رمز الخلطة	الانسياب	حدود المواصفات	صندوق _ L	حدود المواصفات
		ملم	ملم	H2/H1	H2/H1
1	ITH–SCC	710	850–550	0.812	1–0.75
2	LIB–SCC	710	850–550	0.966	1–0.75
3	SUQ–SCC	740	850–550	0.967	1–0.75
4	ELA–SCC	750	850–550	0.875	1–0.75
5	AS–SCC	810	850–550	0.875	1–0.75
6	HNA–SCC	820	850–550	1	1–0.75

اختبار الانسياب:

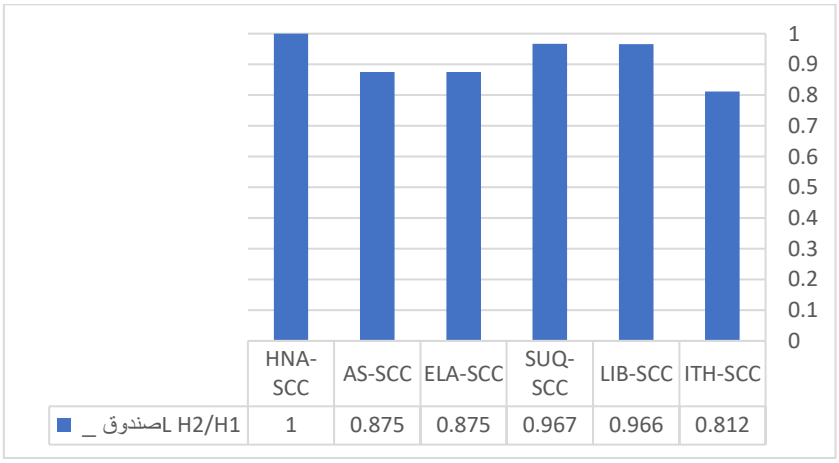
الشكل رقم (1) يوضح نتائج اختبار الانسياب لجميع خلطات الخرسانة ذاتية الدمك المستخدمة في هذه الدراسة، و سجلت جميع الخلطات قطر انسيابي كان ضمن حدود المواصفات الأوروبية (EFNARC) [7]. وأظهرت الخلطتان (ITH–SCC، LIB–SCC) أقل قطر انسياب مقارنة بالخلطات الخرسانية الأخرى المستهدفة في هذه الدراسة, بينما أظهرت الخلطة الخرسانية (HNA–SCC) اكبر قطر انسياب بالمقارنة بالخلطات الخمسة الاخرى المستهدفة في هذه الدراسة حيث أعطت قطر اكبر من (ITH–SCC, LIB–SCC , SUQ–SCC ،ELA–SCC ، AS–SCC) بنسبة زيادة قدرها (15.49 % و15.49 % و10.81% و 9.33% و 1.23%) على التوالي .



شكل (1) نتائج اختبار الانسياب

اختبار صندوق حرف L:

جميع الخلطات أظهرت نسبة ميل (H2/H1) ضمن حدود المواصفات الأوروبية (EFNARC) [7]. والشكل (2) يوضح نتائج اختبار صندوق L، و كانت الخلطة الخرسانية (HNA–SCC أعطت أقل ميل (H2 /H1) وهو الأفضل مقارنة بالخلطات الخرسانية الأخرى المستهدفة في هذه الدراسة, بينما كانت الخلطة الخرسانية (ITH–SCC) أعطت أعلى ميل (H2 /H1) مقارنة بالخلطات الأخرى المستهدفة في هذه الدراسة.



شكل (2) نتائج اختبار صندوق L

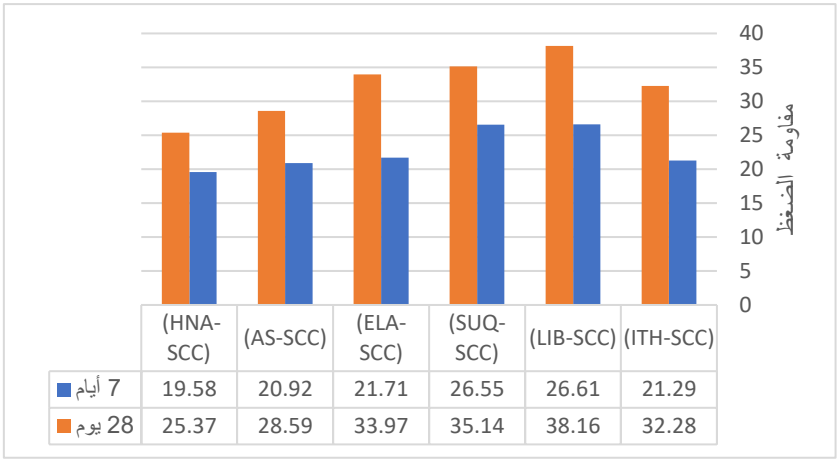
نتائج اختبار الخرسانة ذاتية الدمك في الحالة المتصلدة:

نتائج اختبار مقاومة الضغط:

لقياس مقاومة الضغط تم اختبار عدد 36 مكعب، والجدول رقم (5) والشكل رقم (3) يوضح نتائج تأثير تغير نوع الاسمنت على مقاومة الضغط للخرسانة ذاتية الدمك.

جدول (5) يوضح نتائج اختبار مقاومة الضغط

رقم الخلطة	رمز الخلطة	مقاومة الضغط (Mpa)		
		7 أيام	28 يوم	نسبة الزيادة من 7 أيام إلى 28 يوم
1	(ITH–SCC)	21.29	32.28	%34.04
2	(LIB–SCC)	26.61	38.16	%30.26
3	(SUQ–SCC)	26.55	35.14	%24.44
4	(ELA–SCC)	21.71	33.97	%36.09
5	(AS–SCC)	20.92	28.59	%26.82
6	(HNA–SCC)	19.58	25.37	%22.82



شكل (3) يوضح نتائج اختبار مقاومة الضغط

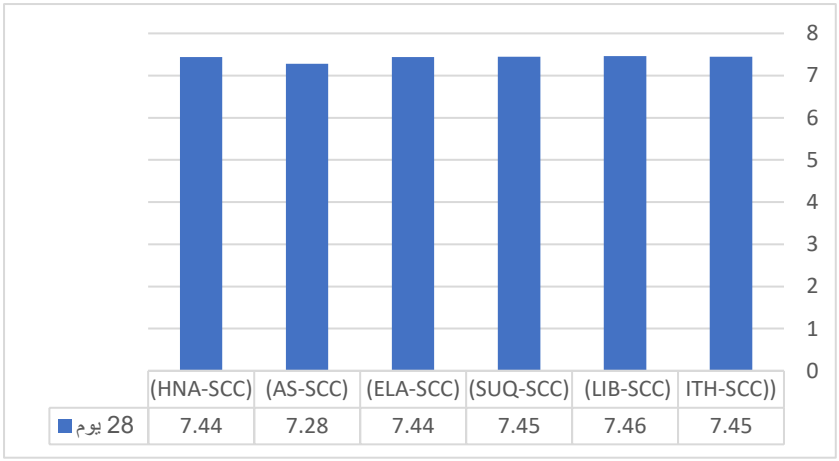
من المعاينة يتضح أن الخلطة الخرسانية (LIB–SCC) قد أعطت أعلى مقاومة ضغط خلال فترتي المعالجة 7 أيام و28 يوم، بينما كانت الخلطة (HNA–SCC) هي الأقل مقاومة بين جميع الخلطات التي تمت دراستها خلال فترتي المعالجة 7 و28 يوم. حيث تم احتساب قيم مقاومة الضغط من متوسط عدد 3 عينات لكل خلطة.

نتائج اختبار مقاومة الانحناء:

عدد 18 منشور تمت معالجتها في الماء حتى موعد الاختبار المقرر في هذه الدراسة وهو 28 يوم حيث تم احتساب قيم المقاومة الانحناء من متوسط عدد 3 عينات لكل خلطة، الجدول (6) والشكل رقم (4) يوضح نتائج اختبار مقاومة الانحناء.

جدول (6) نتائج اختبار مقاومة الانحناء

رقم الخلطة	رمز الخلطة	مقاومة الإنحناء (Mpa) 28 يوم
1	(ITH–SCC)	7.45
2	(LIB–SCC)	7.46
3	(SUQ–SCC)	7.45
4	(ELA–SCC)	7.44
5	(AS–SCC)	7.28
6	(HNA–SCC)	7.44



شكل (4) يوضح مقاومة الانحناء

النتائج المتحصل عليها توضح أن الخلطة (LIB–SCC) أظهرت أعلى قيمة لمقاومة الانحناء مقارنة مع جميع الخلطات الأخرى خلال فترة المعالجة 28 يوم، علماً بأن الفرق في مقاومة الانحناء بين جميع الخلطات الخرسانية كان بسيط جداً.

نتائج الكثافة للمكعبات الخرسانية:

يهدف هدا الاختبار إلى تحديد كثافة المكعبات الخرسانية الخاضعة للاختبار في هذا البحث، حيث تم حساب قيم الوزن من متوسط عدد 3 عينات لكل خلطة عند28 يوم.

جدول (7) يوضح كثافة المكعبات الخرسانية

رقم الخلطة	رمز الاسمنت	وزن المكعب (g)	حجم المكعب (cm^3)	كثافة المكعب (g/cm^3)
1	(ITH–SCC)	7695.33	3375	2.28
2	(LIB–SCC)	7983.33	3375	2.36
3	(SUQ–SCC)	7945.33	3375	2.35
4	(ELA–SCC)	7733.16	3375	2.29
5	(AS–SCC)	7792.00	3375	2.30
6	(HINA–SCC)	7711.16	3375	2.28

حيث أعطت الخلطة الخرسانية (LIB–SCC) أعلى كثافة مقارنة بالخلطات الأخرى المستهدفة في هذه الدراسة، مما يوضح سبب كونها الأفضل في مقاومة الضغط.

شكر وتقدير:

قام الطلبة عبد الرحمن ابو عجيلة خلف الله و رمضان إسماعيل التركي و محمد إسماعيل الاشهب بإجراء الدراسة المعملية وتنفيذ الخلطات الخرسانية ضمن برنامج استكمال دراسة البكالوريوس بقسم الهندسة المدنية بجامعة المرقب– فرع القره بوللي لسنة 2023, وقد بذلوا جهداً يستحقون عليه الثناء

الخلاصة:

من خلال الدراسة المعملية التي أجريت وتحليل النتائج يمكن تلخيص النقاط التالية:

1– الخلطة HNA–SCC المحتوية على الاسمنت البورتلاندي المعدل تونسي الصنع, أعطت أفضل النتائج في الاختبارات اللدنة– اختبار الانسياب واختبار صندوق حرف L– للخرسانة ذاتية الدمك بين جميع الخلطات المستهدفة في هذه الدراسة.

2– الخلطتان ITH–SCC و LIB–SCC المحتويتان على الاسمنت البورتلاندي العادي ليبي الصنع، أعطيتا أقل النتائج في اختبار الانسياب للخرسانة ذاتية الدمك بين جميع الخلطات المستهدفة في هذه الدراسة، وكانت الخلطة ITH–SCC قد أعطت أيضاً أعلى نسبة ميل – وهي الأسوأ– في اختبار صندوق حرف L بين جميع الخلطات المستهدفة في هذه الدراسة.

3– أظهرت النتائج أن جميع الخلطات الخرسانية المحتوية على اسمنت بورتلاندي عادي قد أعطت مقاومة ضغط لا تقل عن 32 MPA عند فترة اختبار 28 يوم, وقد كانت اعلاها مقاومة الخلطة الخرسانية LIB–SCC, وعلى العكس منها كانت الخلطات الخرسانية المحتوية على اسمنت بورتلاندي معدل لم تتجاوز مقاومتها للضغط MPA 28 عند فترة اختبار 28 يوم وقد كانت اقلها مقاومة الخلطة الخرسانية HNA–SCC.

4–أظهرت نتائج اختبار الانحناء تقارب نتائج جميع الخلطات الداخلة في هذه الدراسة، حيث كان الفرق بين أفضل وأقل نتيجة لا يزيد عن 0.20 MPA.

5–الخلطة LIB–SCC أعطت أفضل كثافة بين جميع الخلطات المستهدفة في هذه الدراسة، مما يوضح جودة ونعومة الاسمنت ومساعدته على حصول أفضل دمك ذاتي للخرسانة.

6– يؤكد البحث ويعزز من ثقة المستهلك وتشجيعه على استخدام الاسمنت البورتلاندي العادي المورد في انشاء الهياكل الخرسانية الانشائية كنظيره من الاسمنت المحلي وعدم اقتصار استخدامه في اعمال البناء الأخرى مثل البلاط والليساسة.

التوصيات:

من خلال الدراسة المعملية والنتائج التي تم الحصول عليها نوصي بمواصلة البحث في النقاط التالية:

1– الدراسة الدورية للخواص الفيزيائية والكيميائية لأنواع الإسمنت المختلفة – المحلية والمستوردة – الموجودة في السوق الليبي.

2- دراسة أنواع الإسمنت الأخرى سواء كانت محلية او مستوردة والمتواجدة بالسوق الليبي، وعدم الموافقة على استيراد الإسمنت إلا بعد التأكد من مطابقته للمواصفات.

3- إجراء اختبارات أخرى لم يشملها هذا البحث على الخرسانة المصنعة من الإسمنت – المحلي والمستورد- كإختبار الشد الغير مباشر والكثافة والموجات فوق الصوتية وغيرها.

4- التوضيح للرأي العام وجود أنواع مختلفة من الاسمنت البورتلاندي – العادي والمعدل – في السوق الليبي، حتى يتم استخدام كل نوع للغرض المصنع من اجله.

5- دراسة تأثير دمج نوعين او اكتر من الاسمنت المحلي والمستورد وتأثيره علي الخرسانة ذاتية الدمك.

المراجع

1. أ.د محمود إمام، د. محمد أمين. خواص المواد واختباراتها، جامعة المنصورة مصر, 2007, ص 7.
2. المواصفات القياسية الليبية رقم 49 لسنة 2002, لركام الخرسانة من المصادر الطبيعية , المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية , طرابلس .
3. المواصفات القياسية الليبية رقم 294 لسنة 1988 ف , الخاصة بالمياه المستعملة في الخرسانة , المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية , طرابلس .
4. Grunewald. Sand walraven.j.c,2000," Self-Compacting fiber Reinforced concrete-Test Methods and properties of the fresh state Basil,14 int.Baust offtagung Weimar,pp51,66".
5. BS L881: Part 116 : (1983) Method-for determination of Compressive strength of concrete cubes British standards institution ,2 park street , London , W1A2BS UK-1983.
6. BS 1881: Part 1983 Method for determination of flexural strength, British standards ,2 park street, London ,W1A2BS,UK,1983 .
7. The europeun Guidelines for self-compacting concrete, specification production and use ,2005 .