تحسين صفات البيتون المحضر من الحصويات البيتونية المدورة من المصادر المحلية بضبط نسبة الماء للإسمنت W/C

د.م. ماجد أسعد*

الملخص

تعد الحصويات مكوناً أساسياً للمنتجات البيتونية إذْ تشكل ما يقارب75% من الحجم الكلي لها، وتؤثر من ثَم في مواصفات المنتجات البيتونية وخاصة مقاومتها على الضغط التي تعتمد اعتماداً أساسياً على المواصفات الفيزيائية والميكانيكية للحصويات الناتجة .

ونظراً إلى ندرة الموارد الطبيعية واعتماد مبدأ التنمية المستدامة في تطوير الصناعات، طُرحت بدائل عن الحصويات الطبيعية (المقالع) من خلال الاستبدال بحصويات مدورة ناتجة عن تحطيم أنقاض المباني وطحنها فضلاً عن مخلفات الهدم (*C&D W*) *Waste Construction & Demolition*، ذات المصادر المتعددة واستخدامها كحصويات خشنة بالأعمال البيتونية، مما يحقق مبدأ الحفاظ على البيئة ومواردها.

أثبتت التجارب العلمية أن استخدام الحصويات البيتونية المدورة *Recycled Concrete Aggregate (RCA)* كحصويات خشنة، يمكن من الحصول على منتج بيتوني جديد *Recycled Aggregate Concrete (RAC)* ذي مقاومة منخفضة على الضغط، وذلك وفق نسب الاستبدال المستخدمة.

هدفَ هذا البحث إلى دراسة إمكانية تحسين مقاومة الضغط للبيتون المنتج من الحصويات المدورة كحصويات خشنة، وفق ظروف الإنتاج المحلية، وذلك بتحديد نسب الاستبدال المستخدمة ومن خلال تعديل النسبة المائية الإسمنتية المستخدمة *water-cement ratio* W/C، ودراسة الخواص الفيزيائية والميكانيكية للمنتج بغية تحقيق الجدوى من استخدام نواتج الهدم وإعادة تدويرها، وبتوسيع نطاق استخدام البيتون المصنع من الحصويات المدورة، مما ينعكس على تحسين واقع توظيف المكبات والتخلص من أنقاض المباني والهدم وحماية المقالع الطبيعية وتحقيق مبدأ التنمية المستدامة.

وتأتي أهمية البحث من توسيع مجال استخدام الأنقاض ومخلفات الهدم كحصويات مدورة بيتونية لإنتاج بيتون يطابق الشروط المطلوبة في الأعمال الهندسية والمنشآت.

الكلمات المفتاحية: نواتج هدم الأبنية، البيتون من الحصويات المدورة، النسبة الإسمنتية المائية.

* أستاذ مساعد قسم هندسة النقل والمواصلات- كلية الهندسة المدنية - جامعة دمشق

1- المقدمة:

اهتم الباحثون والمعنيون في هيئات البحث العلمي والصناعي والمنظمات الحكومية منذ نهاية الحرب العالمية الثانية وخلال السنوات السابقة بمبدأ التدوير وإعادة الإنتاج من خلال سياسة التنمية المستدامة والحفاظ على مصادر الطاقة والبحث عن بدائل لها، وبشكل خاص الحفاظ على الموارد الطبيعية من المقالع لما يشكل استثمارها من ضرر للبيئة واهتلاك لشبكات النقل وهدر لموارد الطاقة، كما شكلت عمليات إعادة الإعمار في بعض البلدان سواء بهدف التطوير والتوسع العمراني أو نتيجة للكوارث الطبيعية والحروب، وسيلة مهمة لاستثمار نفايات الهدم وبقايا الأبنية المجمعة *Construction & Demolition Waste* (*C&D W*) والحد من مشكلة نقلها وتجميعها وتخصيص مكبات خاصة بها.

وتعد تقنية إعادة التدوير لهذه الأنقاض والمخلفات من الحلول المعمول بها في العديد من بلدان العالم لتحقيق الأهداف والمشكلات العلمية والبيئية والهندسية المطروحة. إذْ تبين أن الحصويات الناتجة عن التدوير والطحن تتمتع بقابلية كبيرة للتشغيل وذات جدوى اقتصادية فضلاً عن دورها في حفظ الموارد الطبيعية وحماية البيئة مقارنة بالخيارات المطروحة.

وتبرز هذه الغاية كحاجة ملحة الآن في الجمهورية العربية السورية لما عانته من ندرة واستثمار جائر أحياناً للموارد الطبيعية، وفي تأمين الحصويات الطبيعية بوصفها مادة أساسية للإنشاء، أو من خلال حجم الأنقاض والمخلفات الناتجة عن الكوارث والتدمير، فضلاً عن مشاريع الدولة وخططها في التوسع العمراني من خلال تطوير المخططات التنظيمية ومعالجة العشوائيات. وذلك بإفساح المجال أمام استخدام هذه الأنقاض بعد دراستها وتقييمها ومعالجتها، كمادة بناء بديلة عن الحصويات الطبيعية الخشنة أو الناعمة في إنتاج الخلائط البيتونية متعددة الاستعمالات في مجال البناء والإنشاء، ذات مواصفات فنية جيدة متطابقة مع قواعد التصميم والكودات المعمول بها، وتحقق شرط السلامة المطلوبة.

2- استخدام الحصويات المدورة*(RCA)*

Recycle Concrete Aggregate

في إنتاج خلطات بيونية *(RAC)*

Recycled Aggregate Concrete:

دخلت صناعة التدوير في مجال البناء منذ منتصف القرن العشرين بعد الحرب العالمية الثانية، ومن خلال عمليات التطوير وإعادة البناء في بلدان متعددة مثل ايطاليا والصين، وصربيا، واليابان ودول أخرى [1,2]، مما عزز أهداف البحوث لمراكز البناء والتشييد بضرورة توسيع نطاق الاستخدام وتحسين المنتج وضبطه، إذْ جرى التركيز على دراسة تأثير حجم الحصويات المنتجة ناعمة أو خشنة، في نوع المنتج المطلوب من حيث عالي المقاومة أو بيتون عادي فضلاً عن دراسات متعددة [3,4,5,6]لتأثير مصادر الأنقاض، كما تبين ل[7,8,9] أن الحصويات المدورة البيتونية لها قدرة امتصاص عالية للماء؛ وذلك بسبب المسامية العالية للطبقات السطحية للناتج المطحون وبمواصفات ميكانيكية مقبولة مقارنة بالحصويات الطبيعية.

2-1 – دراسة تأثير نسب الاستبدال في مواصفات المنتج البيتوني *(RAC)*:

تركزت بحوث المهتمين بشكل أساسي بإنتاج حصويات خشنة مدورة من العناصر البيتونية، واستخدامها بنسب استبدال مختلفة ضمن تراكيب الخلطات البيتونية بعد التحقق من مواصفاتها الأساسية ومواصفات المنتج البيتوني الجديد ، إذْ توصل الصينيون [*10*] إلى اعتماد كودات تقنية لتحديد المتطلبات الأساسية في تدوير نواتج هدم الأبنية*DG/TJ07-008*، كما استنتج [11,12] أن استبدال الحصويات الطبيعية الخشنة وبنسب تراوح بين

25-30 % تسمح بالحصول على منتجات بمقاومات على الضغط بحدود *30 MPa* مع إمكانية استخدامها في مجالات متعددة للأعمال الكتلية والبنى التحتية والقواطع، إذْ تخضع المقاومة على الضغط للانخفاض التدريجي مع زيادة نسب الاستبدال المستخدمة.

2-2-دراسة تحسين مواصفات الحصويات المدورة *(RAC)* وأثرها في المنتج:

تركزت دراسات عديدة [7,8,9] على طرائق تحسين مواصفات المنتج البيتوني المدور *(RCA)*؛ وذلك من خلال إجراء عمليات نخل ميكانيكي لتخليص ناتج الطحن من المواد الملتصقة عليها وتبين ل [2] أن التنظيف الميكانيكي مدة *15 min* يسمح بالتخلص الجيد من المونة الملتصقة على الحصويات الناتجة، مما يقلل من هبوط مخروط ابرامز للبيتون الطازج؛ وذلك من أجل نسب استبدال لا تتجاوز% *50* ولاسيما عند استخدام التدرجات*10-20mm*، مما انعكس على ارتفاع مقاومة الضغط ل*RAC* المحضر من الحصويات المدورة المعالجة، مقارنة بالبيتون المحضر من حصويات مدورة غير معالجة.

2-3-دراسة إمكانية الحصول على منتجات بيتونية جديدة مثل *(HPC)*:

توصل [13,14,15,16] إلى إمكانية إنتاج بيتون عالي الأداء *High Performance Concrete HPC* من خلال تحسين مصدر الأنقاض المطحونة وضبط التراكيب الحبية المناسبة للحصول على قابلية تشغيل ومواصفات ميكانيكية وديمومة جيدة مع ضبط *W/C* حيث أنتج [17] بيتون عالي المقاومة*M45*؛ *وذلك* عند طحن عناصر بيتونية منتخبة وبنسب استبدال تصل إلى *40%*، وأثبت [14] أن رفع نسب الاستبدال حتى *100%* ممكنة في حال كان البيتون المدور(المصدر) من ماركة *M80-100* والحصول على منتج *(HPC)* مطابق للمواصفات والشروط الفنية المطلوبة .

مما سبق نرى أن إنتاج بيتون *(RAC)* باستخدام حصويات مدورة من أنقاض المباني والهدم ممكن وبنسب أكبر من *20 %* التي أوصت معظم الدراسات أنها لا تؤثر في مواصفات المنتج، ويمكن دراسة الاستبدال بنسب قد تصل إلى *30-50%* بعد ضبط المواد الداخلة بالتركيب ودراسة المواصفات الفنية المطلوبة في أعمال المباني؛ مما دفع بنا في هذا البحث لدراسة تغيير نسبة استبدال محددة وتأثيرها في مواصفات المنتج البيتوني مع ضبط نسبة *W/C* المستخدمة بالاعتماد على أنقاض هدم ومخلفات مبانٍ محلية.

3- التجارب المخبرية:

اعتمد الباحثون [3,5,18,19,20] اختيار جملة متغيرات لدراسة تأثير عوامل متعددة عند استخدام تقنية الحصويات المدورة، من خلال المحافظة على محتوى الاسمنت وقابلية التشغيل الافتراضية (هبوط مخروط ابرامز)، والقطر الأعظمي للحصويات D_{max}، التركيب الحبي لمزيج الحصويات من خلال التدرجات ومحتوى الحصويات الناعمة [21]. حدد مصدر لناتج هدم عشوائية من مناطقبريف دمشق الجنوبي، حيث أنتخبت عناصر إنشائية (أعمدة ، جوائز، بلاطات ..) من أبنية منفذة ضمن ضوابط محلية (أبنية سكنية بمناطق منظمة) بعد فرزها وتكسيرها وتحويلها لقطع، وذلك بواسطة ضواغط هوائية يسهل نقلها للكسارات والمطاحن، وصولاً إلى تدرجات حبية نظامية تصلح للاستخدام كحصويات خشنة للخلطات البيتونية، أُجريت التجارب لتحديد المواصفات الفيزيائية والميكانيكية لل*RCA* فضلاً عن استحضار حصويات طبيعية (بكر) من مقلع في الحفير الشمالي وأجريت التجارب والاختبارات نفسها عليها؛ وذلك وفق المواصفة القياسية السورية *332/2007*

الخاصة بالحصويات المستخرجة من المصادر الطبيعيـة المستخدمة في أعمال الخرسانة [22] ومقارنة النتائج.

3-1- اختبارات الحصويات الطبيعية:

استُخْدم خليط من حصويات الفولي والعدسي فضلاً عـن رمل الصب من مقلع الحفير الشمالي . وبعـد تحـضير عينات الحصويات بمعدل ثلاثة نماذج لإجراء الاختبارات وأخذ وسطي ثلاث قيم كانت النتائج كما هي موضحة في الجدول1

الجدول رقم 1 مواصفات الحصويات الطبيعية الخشنة والناعمة

فتحة المهزة (انش)	مواصفات الحصويات الخشنة					مواصفات الحصويات الناعمة (رمل الصب)				
	المار الكلي %	الفاقد بالاهتراء (لوس انجلوس) %	الوزن النوعي الكلي	الوزن النوعي المشبع جاف السطح	الامتصاص%	المار الكلي %	المكافئ الرملي %	الوزن النوعي الكلي	الوزن النوعي المشبع جاف لسطح	الامتصاص%
1 ½	100	17.8	2.70	2.75	1.1					
1	100									
¾	98.4									
½	69.3									
3/8	25.7									
N° 4	2.2					100	78	2.66	2.71	1.8
N°8						98.9				
N°16						85.5				
N°30						64.1				
N°50						45.9				
N°100						28.2				
N°200						19.4				
						11.3				

3-2اختبارات الحصويات المدورة *RCA*:

بعد تحضير الأنقاض المستحضرة من عناصر إنـشائية متهدمة وتكسيرها وطحنها بعد فرزها وتحضيرها وفق التدرجات الحبية المعمول بها وبعـد تحـضير العينـات بمعدل ثلاثة نماذج من كل منطقة لإجـراء الاختبـارات وأخذ وسطي ثلاث قيم كانت النتـائج الموضـحة فـي الجدول رقم 2.

الجدول رقم 2 مواصفات الحصويات الخشنة المدورة

فتحة المهزة (انش)	1 ½	1	¾	½	3/8	N° 4
المار الكلي %	100	100	96.8	71.9	30.3	5.1
الفاقد بالاهتراء (لوس انجلوس)%	28					
الوزن النوعي الكلي	2.58					
الوزن النوعي المشبع جاف السطح	2.68					
الامتصاص%	6.82					

3-3- تصميم الخلطة البيتونية *RAC*:

اعتُمدت الطريقة الأميركيـة *ACI-2003* فـي التـصميم للخلطـات البيتونيـة مـع اعتبـار $D_{max=20}$ والمقاومـة الأسطوانية المميزة التصميمية $250\ Kg/cm^2$ مع نسبة ماء للإسمنت $W/C=0.45$ وهبـوط مقتـرح للتـشغيل $9\ cm$، ودراسة تغير نسب الاستبدال $30\ ,\ 40\ ,\ 50\ \%$ وتأثير ذلك

في الصفات الأساسية للمنتج البيتوني الجديد مقارنة ببيتون عادي (حصويات طبيعية *NA*)، ثم ضبطتْ نسبة *W/C* وتغيرها من *0.45* إلى *0.38* مع ملدنات أو بدونها، ودرس تأثير تغيرها في مقاومة الضغط للتراكيب المنتقاة

NAC

$I\text{-}RAC_{30}$, $I\text{-}RAC_{40}$, $I\text{-}RAC_{50}$,
$II\text{-}RAC_{30}$, $II\text{-}RAC_{40}$, $II\text{-}RAC_{50}$.
$III\text{-}RAC_{30}$, $III\text{-}RAC_{40}$, $III\text{-}RAC_{50}$.

NAC: بيتون عادي، بحصويات طبيعية

RAC: بيتون من حصويات مدورة

I: $W/C = 0.45$
II: $W/C = 0.38$
III: $W/C = 0.38$ مع ملدن

30,40,50: نسب الاستبدال المستخدمة

3-3-1- المواد المستخدمة:

- الإسمنت *C*: اسمنت معمل السبع - لبنان ماركة *42.5*

- حصويات ناعمة (رمل الصب) *S* من مقلع الحفير الشمالي الجدول رقم1

- حصويات خشنة طبيعية *NA* من مقلع الحفير الشمالي موضحة في الجدول رقم1

- نواتج هدم عناصر بيتونية من منطقة ريف دمشق الجنوبي*RCA* موضحة في الجدول رقم 2

- الملدنات *Superplasticisier* : استُخْدم الملدن *GLENIUM 110M* من إنتاج شركة *BASF* وهو ملدن عالي الأداء من الجيل الثالث مصنع من البولي كربوكسيلات *TYPE G*مطابق للمواصفة *ASTM C494*، كثافته *1,08*.

3-3-2 نسب المواد الداخلة بتصميم الخلطات:

نُفذَتْ عينات مكعبية *15*15*15* وعينات موشورية *55*10*10* وعينات أسطوانية *30*15* من النسب المقترحة أعلاه للحصويات الخشنة مع المحافظة على معطيات تصميم الخلطة من حيث كميات المواد الداخلة ونسبها والقطر الأعظمي للحصويات وهبوط مقترح للتشغيل *9 cm*، وبعد صب العينات باستخدام الطاولة الرجاجة مدة *30* *Solitest Syntron VP51D1-1000 v/min.sec* لكل تركيب وبمعدل تسعة مكعبات من كل تركيب وترقيمها وحفظها وفق الشروط المخبرية النظامية مدة *28* يوماً، وإجراء اختبارات الكسر على الضغط والشد بالانعطاف ,ومقاومة الشد بالفلق، تعطي الجداول رقم *3-6* وسطي النتائج للقراءات المسجلة، كما أُظْهرتْ هذه النتائج في الأشكال (1,2,3,4):

الجدول رقم 3 معطيات ونسب المواد الداخلة بتركيب الخلطات المقترحة ونتائج اختبارات البيتون الطازج

	C *Kg*	*Agg* *Kg*	*S* *Kg*	*W* *Kg*	*W/C*	*Add.* *%*	الهبوط الآني*cm*
NAC	*400*	*1220*	*720*	*180*	*0.45*	*0*	*9.6*
$I\text{-}RAC_{30}$		*850+370*		*180*	*0.45*	*0*	*9.1*
$I\text{-}RAC_{40}$		*732+488*					*8.8*
$I\text{-}RAC_{50}$		*610+610*					*8.6*
$II\text{-}RAC_{30}$		*850+370*		*152*	*0.38*	*0*	*8.6*
$II\text{-}RAC_{40}$		*732+488*					*8.2*
$II\text{-}RAC_{50}$		*610+610*					*7.9*
$III\text{-}RAC_{30}$		*850+370*		*152*	*0.38*	*0.5*	*10.1*
$III\text{-}RAC_{40}$		*732+488*					*9.9*
$III\text{-}RAC_{50}$		*610+610*					*9.7*

الجدول رقم 4 مقاومة الضغط للمنتج البيتوني المتصاب الجديد من الخلطات المقترحة:

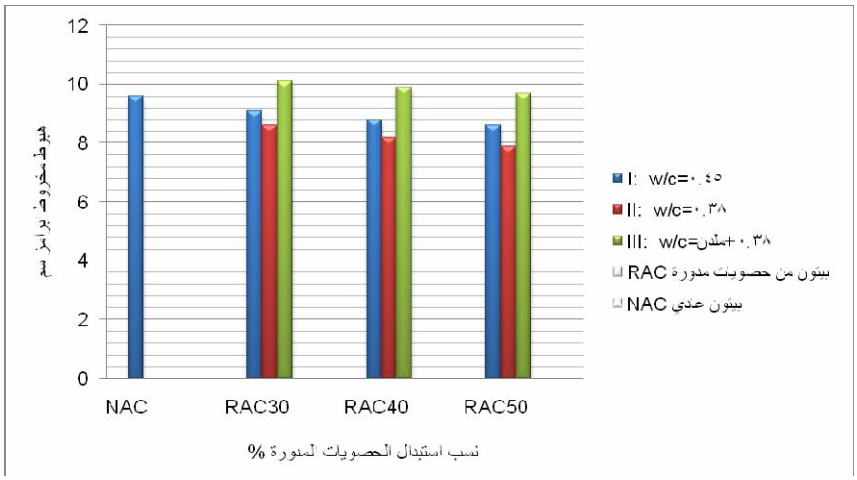
نسبة الاستبدال	مقاومة الضغط MPa وΔ%		
	7 days	28 days	
			Δ%
NAC	15.8	27.5	0
I-RAC$_{30}$	12.9	22.9	-17
I-RAC$_{40}$	12.3	22.5	-18
I-RAC$_{50}$	11.8	21.7	-21
II-RAC$_{30}$	13.5	24.9	-9
II-RAC$_{40}$	13.1	24.5	-11
II-RAC$_{50}$	12.9	23.8	-13.5
III-RAC$_{30}$	15.7	28.3	+8
III-RAC$_{40}$	14.8	27.8	+1
III-RAC$_{50}$	13.9	26.9	-2

الجدول رقم 5 مقاومة الشد بالانعطاف للمنتج البيتوني المتصاب الجديد من الخلطات المقترحة:

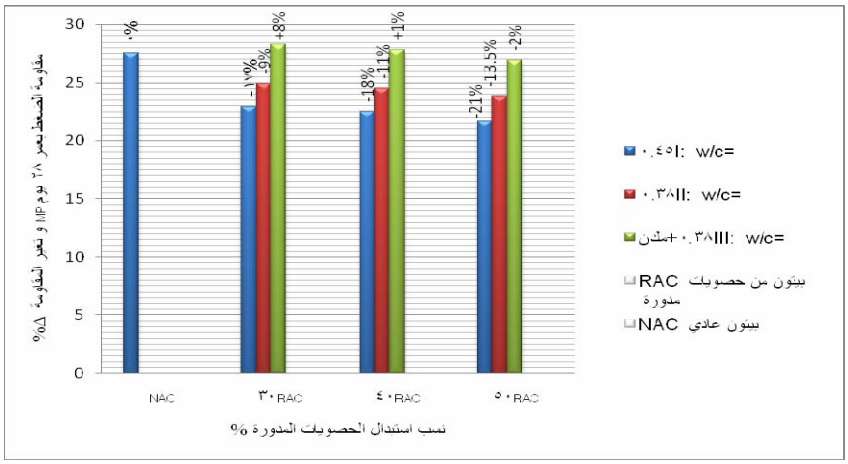
نسبة الاستبدال	مقاومة الشد بالانعطاف MPa وΔ%	
	28 days	Δ%
NAC	4.9	0
I-RAC$_{30}$	4.7	-4
I-RAC$_{40}$	4.6	-6
I-RAC$_{50}$	4.4	-10
II-RAC$_{30}$	4.5	-8
II-RAC$_{40}$	4.3	-12
II-RAC$_{50}$	4.1	-16
III-RAC$_{30}$	5.0	+2
III-RAC$_{40}$	4.8	-2
III-RAC$_{50}$	4.7	-4

الجدول رقم 6مقاومة الشد بالفلق للمنتج البيتوني المتصاب الجديد من الخلطات المقترحة:

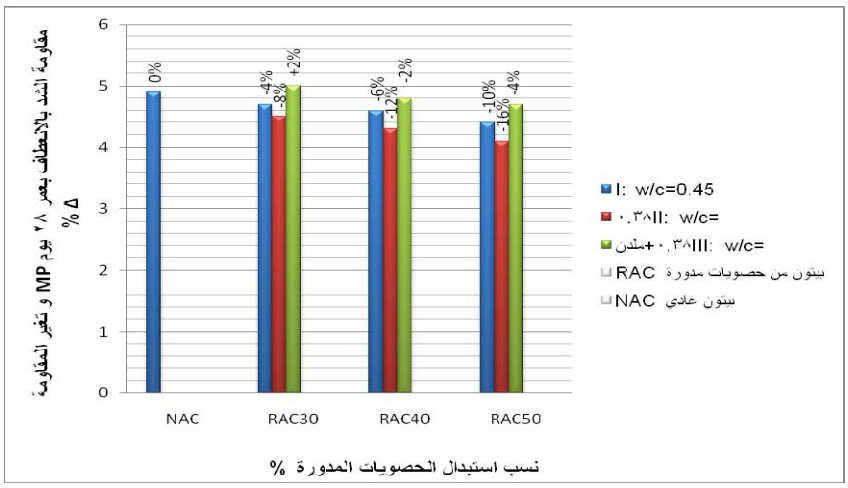
نسبة الاستبدال	مقاومة الشد بالفلقMPa وΔ%	
	28 days	Δ%
NAC	3.5	0
I-RAC$_{30}$	3.4	-3
I-RAC$_{40}$	3.35	-4
I-RAC$_{50}$	3.2	-9
II-RAC$_{30}$	3.3	-6
II-RAC$_{40}$	3.15	-10
II-RAC$_{50}$	3.0	-14
III-RAC$_{30}$	3.5	0
III-RAC$_{40}$	3.3	-6
III-RAC$_{50}$	3.1	-11



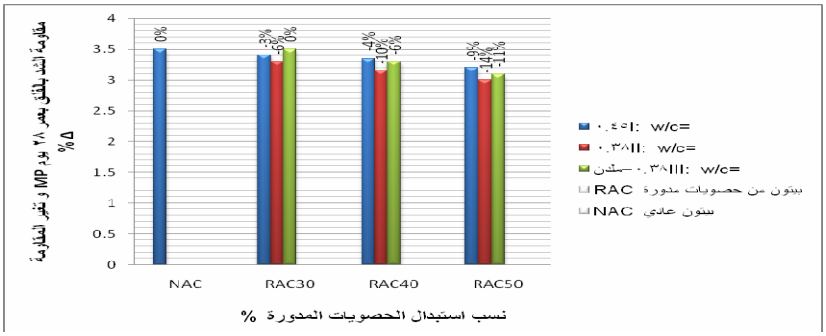
الشكل رقم 1 تغير هبوط مخروط ابرامز CM مع تغير نسب الاستبدال ل RAC ووفق التراكيب المدروسة I,II,III



الشكل رقم 2 مقاومة الضغط بعمر 28 يوماً وتغيرها Δ% وفق تغير نسب الاستبدال ل RAC ووفق التراكيب المدروسة I,II,III



الشكل رقم 3 مقاومة الشد بالانعطاف بعمر 28 يوماً وتغيرها Δ% وفق تغير نسب الاستبدال ل RAC ووفق التراكيب المدروسة I,II,III



الشكل رقم 4 مقاومة الشد بالفلق بعمر 28 يوماً وتغيرها Δ% وفق تغير نسب الاستبدال ل RAC ووفق التراكيب المدروسة I,II,III

من قراءة الجداول ونتائج الاختبارات وبالمقارنة بـالبيتون العادي (حـصويات طبيعيـة *NA*) نجـد أنـه باسـتخدام الحصويات المدورة الخشنة وبزيادة نسبة الاسـتبدال لهـا، يزداد النقص بمقاومة الضغط والشد بالانعطاف والشد بالفلق فضلاً عن انخفاض قابلية التشغيل، إذْ نجد أن قابلية التشغيل تنخفض مع زيادة نسبة الاستبدال ولكن تبقى ضمن الحدود المسموحة والمقبولة فنياً، وذلك عند *W/C = 0.45* وبنـسبة استبدال *50%*، ولكن نجد مع محاولة ضبط *W/C* وتخفيضها لقيمة *0.38*، أن قابلية التشغيل ستنخفض ويتعذر الحـصول على مخروط ابرامز مقارب للقيمة التصميمية *9 cm* على الرغم من التحسن بقيمة مقاومة الضغط وتقلـيص الفـارق لحدود *13.5%* وذلك عند نسب استبدال *50%*، فـي حـين يمكن تعديل ذلك والاقتراب من الحدود المطلوبة بالتـصميم وبالاشتراطات التصميمية من خـلال ضـبط نـسبة *W/C* وتخفيضها لحدود *0.38* مع إضافة ملدن عالي الأداء (سوبر ملدن) *Super plasticizer* بنسبة لا تتجاوز *0.5%* مـن وزن الاسمنت، وبما لا يؤثر في الجدوى الاقتصادية للمنتج، مما حافظ على المقاومات المطلوبة ضمن الحـدود التـصميمة بحيث حقق مقاومة على الضغط تصل إلى *26.9 MPa* عند نسبة استبدال *50%* مع مقاومة على الشد بالانعطـاف *4.7 MPa* والفلق *3.1 MPa*؛ وذلك ضمن الحدود المعمول بهـا والمطلوبة باشتراطات التصميم.

النتائج:

1- إمكانية استخدام الحصويات المدورة الخشنة المحليـة *RCA* للحصول على منتجات بيتونية جديـدة *RAC*، تحقق شروط الاستثمار والتصميم المطلوبة .
2- إن ضبط النسبة الاسمنتية المائية لحـدود *0.38*يكـسب المنتج البيتوني الجديد مقاومة على الضغط تصل إلـى حدود *23.8* عند استبدال *50%* مما سـيخفض قابليـة التشغيل بهبوط لمخروط إبرامز لقيمة *8.9 cm*
3- إمكانية تحقيق المقاومة التصميمة على الضغط *25MPa* للمنتجات البيتونية المدورة *RAC* عند اسـتخدام *RCA* وبنسبة استبدال *50%*، من خلال ضبط النسبة المائيـة الاسمنتية بالمشاركة مع الملدن وبقيمة *W/C =0.38*.
4- ضـبط النـسبة المائيـة الاسـمنتية ل *W/C =0.38* وبالمشاركة مع الملدن للخلطات البيتونية المدورة *RAC* يؤدي إلى تحقيق المقاومة على الشد بالانعطاف والشد بالفلق المطلوبة بالتصميم مع نـسبة اسـتبدال *50 %* للحصويات المدورة البيتونية *RCA*.

التوصيات:

انطلاقاً من الواقع الحالي لكميات الأنقاض المتزايدة ونفايات الهدم المجمعة وانطلاقا من نتائج البحث، لابد من التشجيع على استخدام تلـك الأنقـاض ونفايـات الهـدم المحليـة كحصويات مدورة خشنة للحصول على منتجـات بيتونيـة جديدة بعد ضبط نسب المواد الداخلة بالتصميم، وصولاً إلى تحقيق التنمية المستدامة، وحماية البيئة.

المراجع العلمية*

1- *N.Sivakumar ,S. Muthukumar, V.Sivakumar ,D.Gowtham , V.Muthuraj, Experimental Studies on High Strength Concrete by using Recycled Coarse Aggregate.Inter. Jour. Of Engi. And Science,4,01-2014,27-36*

2 -*M . Pepe, R.D.ToledoFilho , E . Martinelli, E.A.B Koenders. Designing Concrete With Recycled Ecological Aggregates,SustainableBuilding Conference 2013 Coventry University.*

3- *Li.X,Recycling and reuse of waste concrete in china : part1.material behaviour of recycled aggregate concrete ,Resour. Conserv. Recycl 53.2008,36-44 .*

4- *Malesev.M ,Radonjanin.V ,Marinkovic.S ,Recycled concrete as aggregate for structuralconcreteproduction ,Sustainability 2010,2,1204-1225;doi:10.3390/su2051204 .*

5- *Rahal, K. Mechanical properties of concrete with recycled coarse aggregate. Build. Environ .2007,1,407-415.*

6- *British Standard Institution BS882,Specification for Aggregate from natural resources for concrete 1992.*

7-*Corinaldesi V, Mechanical and elastic behaviour of concretes made of recycled concrete coarse aggregates ,Construction and Building Materials , vol.24(9),1616-1620,2010*

8-*Etxeberria M,VazquezE,MariA,Barra M, Influences of amount of recycled coarse aggregates and production process on properties of recycled aggregate concrete, Cement and Concrete Research 37(2007) 735-742.*

9-*Yong P.C .,Teo D.C.L, Utilisation of Recycled Aggregate as Coarse Aggregate in Concrete, UNIMAS E-Journal of civil Engineering, Vol.1(1) ,2009.*

10-*Shanghai Construction Standard Society(SCSS) Technical Code for Application of recycled aggregate concrete (DG/TJ07-008),Shanghai;2007.*

11-*British Department of the Environment, Managing demolition and construction waste , Report of the study on the recycling of demolition and construction wastes in the UK, HMSO London (1994) .*

12-*Srivastava A K L , Study on theus of Recycled Aggregate in concrete,. IJESRT ,2(2), 2013*

13- *Limbachiya M C , Leelawat T , Dhir R.K ,. Use of recycled concrete aggregate In high-strength concrete .Materials and structures ,Vol 33 ,2000,574-580.*

14-*Kou Shicong , Poon Chisun , Effect of Quality of parent concrete on the Mechanical Properties of high Performance Recycled Aggregate Concrete, Journal of tge Chinese Ceramic Society 2011.*

15-*Wittmann F H , Schwesinger P . High Performance Concrete Material Properites and Design [J].AEDIFICATIO VeriagGmbh,German 1995*

16-*TU Tsung-Yueh ,CHEN Yuen-Yuen ,HWANG Chao-Lung . Properties of HPC with recycled aggregates [J] . , Cement and Concrete Research 36, 943-950, 2006*

17-*Chetna M Vyas ,Darshana R Bhart, Concept of Green Concrete Using Construction Demolished Waste As Recycled Coarse Aggregate ,. IJETT ,Vol 4(7) , 2013*

18-*Sanchez.M ,Alaejos.P, Study on the influence of attached mortar content on the properties of recycled concrete aggregate ,Construction and building Materials 23 .2009,872-877 .*

19-*Sanchez de Juan, M.; Gutierrez, P.A. influence of recycled aggregate quality on concrete properties. In proceeding of the international RILEM Conference: The Use of Recycled Materials in Building and Structures, Barcelona, Spain, 8-11 November 2004; pp 545-553.*

20-*Etxeberria.M , Vazquez.E , Mari.A ,Barra.M , Influence of amount of coarse aggregates and production process on properties of recycled aggregate concrete ,Cement and Concrete Research 37 .2007,735-742 .*

21-*Malesev, M.; Radonjanin, V.; Dimca, M. Research of possibility of application of recycled concrete as aggregate for new concrete—Part I. In Proceeding of 4th International Science Meeting, INDIS 2006 (planning, Design, Construction and Renewal in the Construction Industry), Novi Sad, Serbia, 22-24 November 2006; pp. 495-504.*

22- هيئة المواصفات القياسية السورية - الحـصويات المستخرجة من المصادر الطبيعية والمستخدمة فـي أعمال الخرسانة 2007 / 332.

* تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2015/3/25