مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (٧) العدد(٨) ٢٠٢٣

Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (٧) No. (٨) 2023

تأثير استخدام الحصويات المعاد تدويرها على نفاذية البيتون للهواء

د. علي خيربك*
د. بسام حسن**
باسل أصلان***

(تاريخ الإيداع ٢٠٢٣/٩/٤ . قُبِل للنشر في ٢٠٢٣/١٠/٥)

□ ملخّص□

إن التطور العمراني المتسارع ومانتج عنه من أعباء إضافية تتمثل بالتخلص من أنقاض البناء بالإضافة إلى حالة الحرب التي تشهدها بلدنا والتي نتج عنها كميات كبيرة من أنقاض الهدم والتي تحتاج إلى مساحات كبيرة من المكبات وكلف عالية للنقل، أجبر هذا التطور الفنيين على البحث عن منهجيات علمية واضحة للاستفادة من إعادة تدوير نفايات الهدم بحيث تكون صالحة للاستخدام في الأعمال الهندسية وتحويلها إلى حصويات تسهم في تأمين مصدر رديف للحصويات الطبيعية مما يجعله أمراً في غاية الأهمية ومجالاً مساعداً للحفاظ على بيئة نظيفة.

اعتمدت الدراسات الأولية على استخدام الحصويات المعاد تدويرها في البيتون بدلاً من الحصويات الطبيعية. ولكن دراسة قدرة هذه الحصويات المعاد تدويرها على الأداء لفترة طويلة في البيتون كانت ضعيفة نسبياً، كونها تحتاج لوقت طويل و تقنيات متقدمة لسبر بنية البيتون بعد تعرضه للظروف المخربة بهدف تحديد العمر الافتراضي له. من هنا كان لا بد من دراسة تغير خصائص هذا البيتون مع الزمن و دراسة ديمومته تحت تأثير العديد من العوامل (النفاذية بالهواء) و قياس مدى تأثير استبدال الحصويات الطبيعية بالحصويات المعاد تدويرها على خصائص الديمومة. تظهر نتائج البحث قيماً جيدة لمؤشرات ديمومة البيتون المصنع باستخدام حصويات معاد تدويرها مقارنة مع البيتون المصنع من الحصويات الطبيعية فقط. إذ تتناقص قيم النفاذية بالهواء باستخدام جهاز سامبيرو للعينات المختبرة بمقدار ٥٠% عند نسبة الاستبدال ٥٠% مقارنة بالعينات التي لم يتم استخدام الحصويات المعاد تدويرها فيها، أي عند نسبة الاستبدال ٠%.

الكلمات المفتاحية : الحصويات المعاد تدويرها، ديمومة البيتون، خصائص البيتون، نفاذية البيتون، جهاز سامبيرو.

*أستاذ – قسم هندسة و إدارة التشييد – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية

**أستاذ – قسم هندسة وإدارة التشييد – كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين – سورية

***طالب دكتوراه – قسم هندسة وإدارة التشييد – كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين – سورية

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (٧) العدد(٨) ٢٠٢٣

Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (٧) No. (٨) 2023

The effect of using recycled aggregates on the air permeability of concrete

Dr. Ali KHEIRBEK*
Dr. Bassam HASSAN**
Basel ASLAN***

(Received 4/9/2023 . Accepted 5/10/2023)

□ ABSTRACT □

The rapid urban development and the resulting additional burdens represented in the disposal of building rubble, in addition to the state of war in our country, which resulted in large amounts of demolition rubble, which requires large areas of landfills and high transportation costs. This development forced technicians to search for clear scientific methodologies. To take advantage of the recycling of demolition waste so that it is usable in engineering works and converted into pebbles that contribute to securing an alternative source for natural pebbles, which makes it very important and an area of assistance in maintaining a clean environment.

Initial studies relied on the use of recycled aggregates in concrete instead of natural aggregates. However, the study of the ability of these recycled aggregates to perform for a long time in concrete was relatively weak, as it needed a long time and advanced techniques to probe the structure of concrete after exposure to destructive conditions in order to determine its shelf life. From here it was necessary to study the change of the properties of this concrete with time and to study its durability under the influence of many factors (air permeability) and to measure the extent of the effect of replacing natural stones with recycled stones on the durability properties. The results of the research show good values for durability indicators of concrete manufactured using recycled aggregates compared to concrete manufactured from natural aggregates only. As the values of air permeability using the Sampero device for the tested samples decreased by 50% at the 50% replacement rate compared to the samples in which the recycled gravel was not used, that is, at the 0% replacement rate.

Keywords: recycled aggregate**,** durability of concrete, concrete proprieties, concrete permeability, Sambero device

***Professor, Department Of Management Engineering, Tishreen University.**
****Professor, Department Of Construction Engineering and Management – Tishreen University.**
***** PhD student- Department Of Construction Engineering and Management – Tishreen University.**

١. مقدمة:

برزت أهمية عملية إعادة التدوير كواحدة من الطرائق الثلاث التي تقود إلى التخلص من النفايات الصلبة والناتجة عن النشاط البشري على الأرض وهي الطمر والحرق وإعادة التدوير والتي تساعد في التقليل من كميتها وخطرها. يتسبب إنشاء الحراقات للتخلص من النفايات بتلويث البيئة إضافة لكلفتها العالية، أما إنشاء المطامر فينعكس بكلف مرتفعة لحجز الأراضي اللازمة لذلك، من هنا برزت عملية (إعادة تدوير النفايات الصلبة) كواحدة من أفضل الحلول المقبولة للتخلص منها. ومما زاد من التمسك بعملية إعادة تدوير أنقاض الهدم عوامل أخرى نذكر منها: ارتفاع كلفة المواد الخام لاستخلاصها و طرق نقلها إضافة لندرتها في المناطق العمرانية المطلوبة و لتكافؤ مواصفات الحصويات المعاد التدوير مع مواصفات الحصويات من الناتج الطبيعي. و هو ما دفع الكثير من دول العالم للبحث عن آليات معينة للاستفادة من هذه الأنقاض وتحويلها إلى مواد يمكن الاستفادة منها بدلاً من أن تكون السبب في العديد من المشاكل على مختلف الأصعدة.

ولمواكبة الأبحاث العالمية في هذا المجال يقوم البحث بدراسة إمكانية استخدام الحصويات المعاد تدويرها لفترة طويلة في البيتون ودراسة مؤشرات ديمومة البيتون تحت تأثير النفاذية بالهواء. تم الحصول على المواد الأولية المستخدمة في هذا البحث من إحدى رخص الهدم الممنوحة من قبل مجلس مدينة اللاذقية. وتم نقلها إلى مخبر تجريب المواد في جامعة تشرين لتتم معالجتها يدوياً وآلياً وتحويلها إلى حصويات بأحجام مناسبة تستخدم لصنع عينات بيتونية بنسب استبدال مختلفة ومن ثم إجراء اختبارات الديمومة على هذه العينات[1].

٢. المسامية والنفاذية والامتصاص:

يُعرف **امتصاص** البيتون للماء بقدرته على سحب الماء إلى داخل فراغاته الهوائية، وهو بارامتر غير مرتبط بالنفاذية. يؤدي الامتصاص إلى انتفاخ البيتون و هو ما يقود إلى تفتته عند تعرضه لحلقات التجمد والذوبان وهى مشبعة بالماء.

أما **النفاذية** فتعرف بأنها الخاصية التي يمكن بواسطتها تسرب أي سائل من خلال البيتون تحت تأثير ضغط محدد، والذي سيعمل بدوره في حال نفاذ السوائل المخربة على تقليل عمر البيتون والتأثير على فولاذ التسليح مما سيؤدي إلى الصدأ و يقود إلى تدهور البيتون. كما تؤثر نفاذية البيتون في بعض الحالات على الاخلال بأداء المنشأة لوظيفتها كما في حالة الخزانات المحتوية على سوائل والمنشآت تحت الأرض.

أما **المسامية** فتعبر عن وجود مسام أو فجوات داخل المادة الصلبة قد تكون متصلة ببعضها عن طريق أنابيب دقيقة أو مسارات شعرية، أو قد تكون منفصلة عن بعضها. تحتوي البنية الداخلية لعجينة الإسمنت على مسام دقيقة نتيجة التفاعلات الكيميائية التي تترافق مع إماهة الإسمنت. وهي مسامات ذات قطر صغير جداً لن يكون له تأثير على نفاذية البيتون[2].

و لقياس نفاذية البيتون نميز عادة بين نوعين من اختبارات النفاذية و هما: اختبار النفاذية بالماء، و اختبار النفاذية بالهواء.

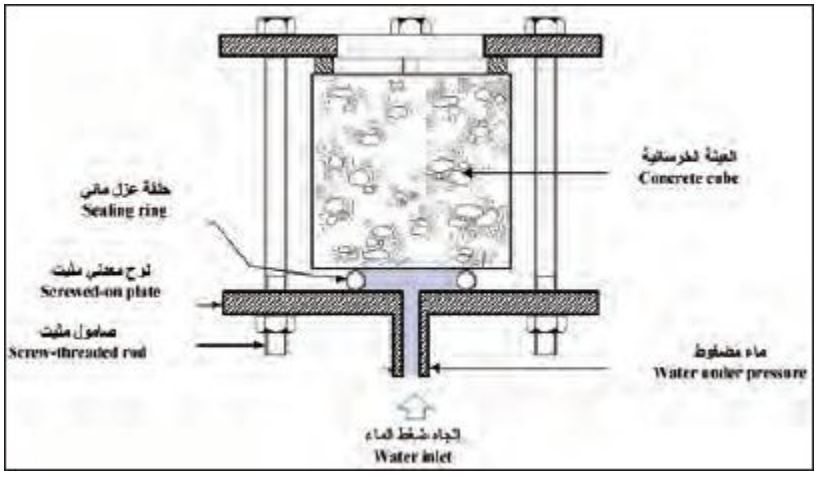
a. النفاذية بالماء:

يتم هذا الاختبار بضخ الماء بضغط ٥ بار لمدة ٧٢ ساعة من أسفل سطح العينة (مكعب بأبعاد ١٥*١٥*١٥) كما هو مبين بالشكل (١) ثم يتم كسر العينات وقياس أقصى عمق لاختراق الماء في المكعب وقد حددت الجمعية البريطانية قيم النفاذية للبيتون وفق الجدول التالي:

الجدول ١: جدول تحديد قيم النفاذية في البيتون

تقييم العينة	عمق اختراق الماء
منخفضة النفاذية	أقل من ٣٠ مم
متوسطة النفاذية	بين ٣٠-٦٠ مم
عالية النفاذية	أكبر من ٦٠ مم

يبين الشكل التالي طريقة اختبار عينات البيتون للنفاذية بالماء:



الشكل (١) جهاز قياس النفاذية بالماء

b. النفاذية بالهواء:

وذلك من خلال قياس معدل تدفق الغاز على أقراص أسطوانية (ديسكات من البيتون) بأبعاد (D*H=15*5cm) حيث توضع العينات في خلية ضغط ويمرر الغاز تحت ضغط محدد من أحد أوجه الأسطوانة ويقاس زمن مرور كمية محددة من الغاز عبر العينة الى الطرف الأخر منها.

تعتمد العلاقة الأساسية التي يقوم عليها جهاز النفاذية و هي علاقة هايجن- بويزويل (Hagen-Poiseuille) للتدفق الصفحي لسائل قابل للانضغاط عبر جسم مسامي يحوي شعيرات دقيقة.

تعطي العلاقة التالية لحساب معامل النفاذية (k):

$$\boldsymbol{k = \frac{2QP_0L\eta}{A(P^2-P_a^2)}}\ (\mathbf{m^2})$$

حيث:

Q : تدفق حجم من السائل خلال واحدة الزمن مقاساً بالـ (m^3/s)

A : مساحة المقطع العرضي للعينة (مساحة قاعدة القرص) مقاسة بالـ (m^2)

L : سماكة العينة التي يجتازها السائل (ارتفاع العينة) مقاساً بالـ (m^2)

ŋ : اللزوجة الديناميكية للغاز عند درجة الحرارة 20°C مقاسةً بالـ ($N.s.m^{-2}$)

P : ضغط الدخل بالقيمة المطلقة مقاساً بالـ ($N.m^{-2}$)

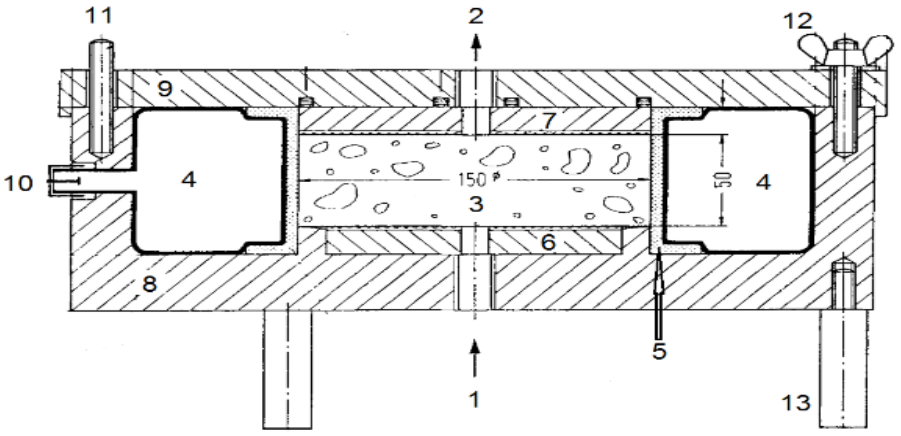
P_a : ضغط الخرج بالقيمة المطلقة ويساوي هنا الضغط الجوي مقاساً بالـ ($N.m^{-2}$)

P_0 : الضغط الذي تم فيه إجراء التجربة ويساوي هنا الضغط الجوي مقاساً بالـ ($N.m^{-2}$)

أما **أقسام الجهاز** فتظهر بالشكل رقم (٢) حيث يتكون كما هو موضح في الشكل من ضاغط هواء موصول مع خلية ضغط عبر أنابيب تحوي صمامات لتخفيض الضغط، ومقياس للضغط موصول مع أنابيب زجاجية مرقمة بأحجام محددة يتم من خلالها قياس تدفق الهواء في العينات حيث تقاس كمية الهواء من خلال ارتفاع فقاعة الهواء في هذه الأنابيب.

الشكل (٢) جهاز قياس النفاذية بالهواء

تتسع خلية الضغط لعينة بيتونية اسطوانية الشكل بأبعاد(D*H=15*5cm) و تمنع مرور الغاز إلا من خلالها، ويغلف العينة إطار مطاطي يطبق على جوانب القرص بشكل محكم من خلال الضغط الذي يولده الإطار على الجزء المطاطي المحيط بالقرص، ليتم تدفق الهواء من طرف العينة ويخرج من الجهة المقابلة.



الشكل (٣) خلية الضغط

٣. أهمية البحث وأهدافه:

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير استبدال الحصويات الطبيعية بالحصويات المعاد تدويرها على نفاذية البيتون بالهواء كمؤشر هام من مؤشرات ديمومة البيتون. أما أهمية البحث فتتمثل باستقراء هذا التأثير على أداء البيتون مستقبلاً و دور النفاذية في إطالة أو الحد من عمر البيتون الافتراضي[3].

٤. طريقة البحث و المواد المستخدمة:

اعتمد البحث المنهجية التجريبية فيما يتعلق بدراسة الأنقاض و عينات البيتون المصنعة من الحصويات المعاد تدويرها، و المنهجية التحليلية و الرياضية لدراسة تغير قيم نفاذية البيتون بالهواء كمؤشر هام من مؤشرات الديمومة مع نسب استبدال الحصويات الطبيعية بالحصويات المعاد تدويرها.

قمنا لهذا الغرض بإخضاع العينات البيتونية من جميع الخلطات لاختبار ديمومة مسرع و هو اختبار النفاذية بالهواء وذلك بعد صب عينات اسطوانية وغمرها بالماء لمدة ٢٨ يوم حيث يتم قص هذه الاسطوانات إلى أقراص أسطوانية بأبعاد(D*H=15*5cm) ثم توضع هذه الأقراص في الفرن بدرجة حرارة 105°C لمدة ٧ أيام، لتترك بعدها لمدة ثلاثة أيام بدرجة حرارة 20°C. من المهم أن تخضع جميع العينات المراد اختبارها لنفس ظروف المعالجة وذلك لتكون العينات بنفس الأداء نسبياً حيث أن العينات الأكثر رطوبة تكون أقل نفاذية للهواء مما يؤثر على النتائج بشكل كبير[5].

٤. ١ الإحضارات:

تم الحصول على الأنقاض من إحدى رخص الهدم الممنوحة من قبل مجلس مدينة اللاذقية في حي السجن والتي اشتملت على بقايا هدم بيتونية وسيراميك إضافة إلى البلاط المنزلي و البلوك. يبين الجدول رقم (٢) نتائج قياس الأوزان

الحجمية الصلبة و الظاهرية و قيم معامل الاهتراء لوس أنجلوس و قيم التشرب الأقصى بالماء للحصويات الطبيعية والحصويات المعاد تدويرها المستخدمة في صناعة نماذج مكعبات البيتون[1] :

الجدول ٢: نتائج قياس الكتلة الحجمية الظاهرية والصلبة والاهتراء و التشرب الأقصى بالماء لمختلف الحصويات

العينة	الوزن الحجمي الظاهري kg/l	الوزن الحجمي الصلب kg/l	لوس أنجلس %	التشرب%
نواتج هدم البيتون	1.22	2.36	29.32	٧.65
نواتج هدم السراميك	1.06	2.27	39.28	٩.٣٨
نواتج هدم البلاط	1.19	2.28	43.40	١١.٥٠
نواتج هدم البلوك	1.07	2.30	43.20	١٢
مزيج نواتج الهدم	1.34	2.50	41.60	٩
البحص الطبيعي	1.45	2.73	21	٣.٤٢
الرمل الناعم	1.47	2.60		
الرمل الخشن	1.36	2.56		

أما قيم المكافئ الرملي لنوعي الرمل المستخدمين فكانت:

- **ES1 =88%** للرمل الناعم ومصدره من مقالع النبك،
- **ES2 =88%** للرمل الخشن ومصدره من مجرى نهر الكبير الشمالي.

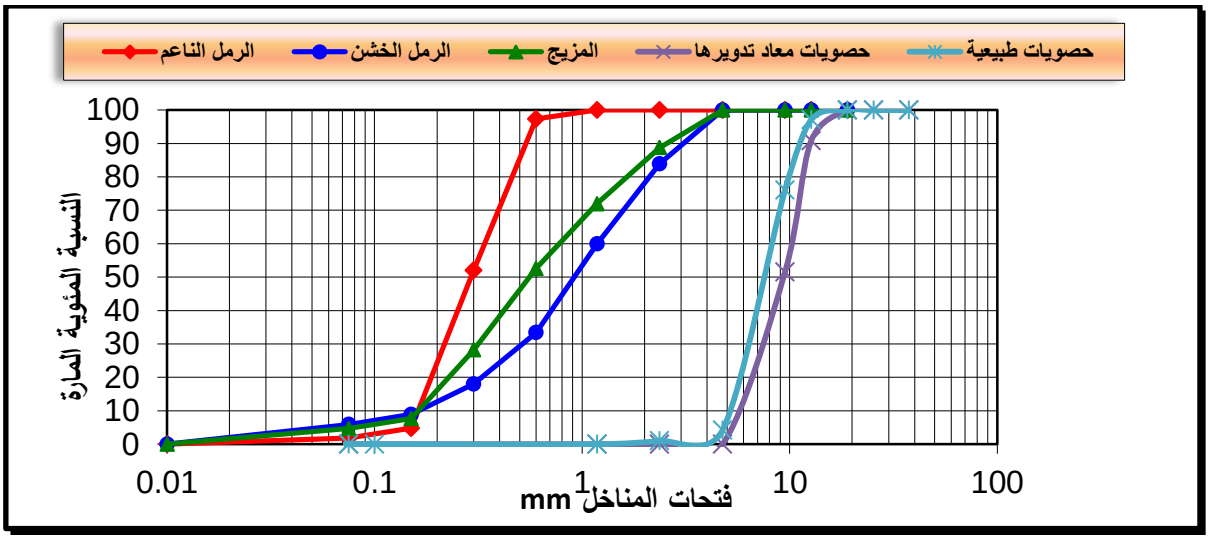
استخدم في صب البيتون:

- **إسمنت بورتلاندي عادي CEM-I من النوع I و الصنف ٣٢.٥ من معمل إسمنت طرطوس.**

٢ .٤ تصميم الخلطة البيتونية:

تم تصميم الخلطة البيتونية بالاعتماد على الطريقة الفرنسية DREUX-GORISSE، بالخلطات التي تم صبها مع الإشارة إلى أن الرمز R100 يرمز إلى الخلطة التي استخدمت فيها الحصويات المعاد تدويرها بنسبة ١٠٠% دون استخدام حصويات طبيعية، أما الرمز R0 فيدل على خلطة استخدمت فيها الحصويات الطبيعية بنسبة ١٠٠% دون استخدام حصويات معاد تدويرها[6].

تم صب خمس خلطات بيتونية بنسب استبدال مختلفة للحصويات الطبيعية **(R0,R20,R30,R50,R100)**. يبين الشكل(٤) منحنيات التدرج الحبي للحصويات المستخدمة في الخلطات البيتونية.



الشكل (٤) منحني التدرج الحبي الخاص بالحصويات المختبرة

يبين الجدول (٣) نتائج تصميم الخلطات البيتونية:

الجدول ٣: نتائج تصميم الخاصة بالخلطات التي تم صبها

	مكونات الخلطات الحصوية (kg/m^3)				
الخلـــــطة	R100	R50	R30	R20	R0
البحص الخشن الطبيعي (kg/m^3)	0	635	902.7	954	1301
الرمل الناعم (kg/m^3)	226	222	220	219	184
الرمل الخشن (kg/m^3)	523	513	509	508	427
الإسمنت (kg/m^3)	350	350	350	350	350
الماء (kg/m^3)	129.1	146.9	154.2	156.6	166
الحصويات المعاد تدويرها (kg/m^3)	1047	514	306	203	0
الملدنات SP90 (kg/m^3)	١٠	8.75	٦.٣٠	5.2	0

٦.النتائج ومناقشتها:

نستعرض فيما يلي أهم النتائج التي تم التوصل إليها بعد إجراء اختبارات الديمومة وهي قياس نفاذية الهواء باستخدام جهاز سامبيرو لعينات أسطوانية بأبعاد (D*H=15*5cm) وذلك وفق نسب الاستبدال المختلفة.

يوضح الشكل (٥) عينات البيتون المصنعة من الحصويات المعاد تدويرها بنسب استبدال مختلفة عند تجفيفها وإجراء اختبار النفاذية عليها:

الشكل (٥) عينات البيتون عند التجفيف وأثناء الاختبار

بلغ عدد العينات من كل خلطة أربعة عينات ويتم الدلالة على النفاذية بمعامل k يسمى بمعامل النفاذية واحدته $\mathbf{m^2}$ مضروب بـ (10^{-18}) لسهولة الدلالة والمقارنة بين الأعداد حيث أن جميع الأرقام الواردة أدناه لمعامل النفاذية مضروبة بهذا الرقم

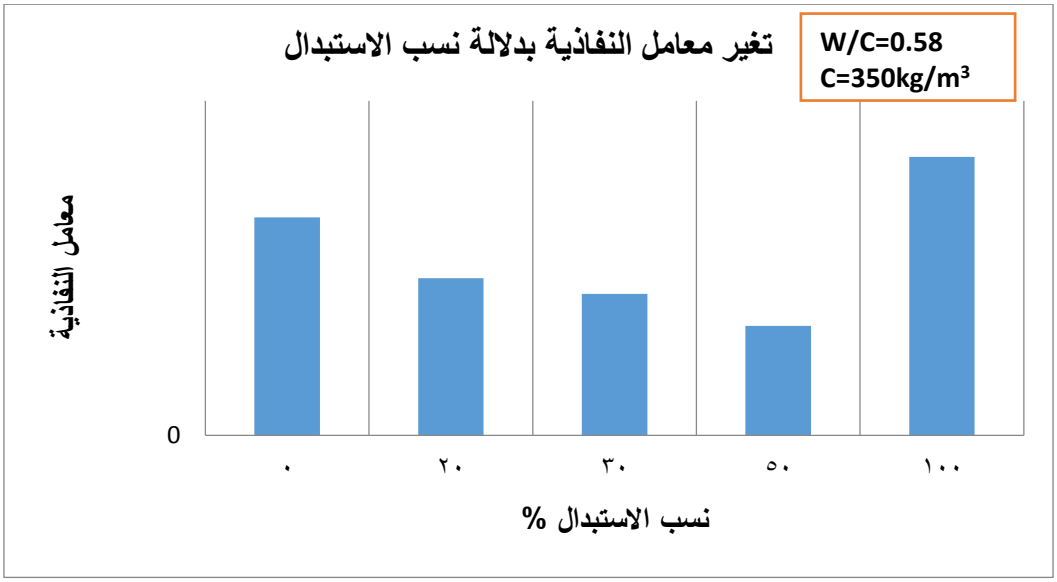
اعتمدت القيم المتوسطة لنتائج الاختبارات في الجدول التالي:

الجدول ٤: نتائج اختبار النفاذية بالهواء للعينات البيتونية (D*H=15*5cm)

الخلطة	ضغط الدخل (Pa)	الضغط (Pa)	تدفق الهواء (m^3/sec)	A (m^2)	L (m)	ŋ ($N.s.m^{-2}$)	P0 (Pa)	K (m^2)
Ra0	300000	401325	1.333E-06	0.0176	0.05	1.8E-5	101325	9.12E-17
Ra20	200000	301325	5.128E-07	0.0176	0.05	1.8E-5	101325	6.57E-17
Ra30	300000	401325	8.648E-07	0.0176	0.05	1.8E-5	101325	5.91E-17
Ra50	200000	301325	3.571E-07	0.0176	0.05	1.8E-5	101325	4.57E-17
Ra100	200000	301325	9.090E-07	0.0176	0.05	1.8E-5	101325	1.16E-16

٦-١ تأثير نسب الاستبدال على تغير معامل النفاذية k:

قمنا بتمثيل العلاقة بين معامل النفاذية للعينات المصبوبة (D*H=15*5cm) ونسب الاستبدال وذلك على الشكل(٦):



الشكل٦: العلاقة بين معامل النفاذية ونسب الاستبدال

يظهر على الشكل (٦) التأثير الايجابي لزيادة نسبة استبدال الحصويات الطبيعية بالحصويات المعاد تدويرها على قيم معامل النفاذية وذلك حتى نسبة الاستبدال ٥٠%، إذ تنخفض قيمة معامل النفاذية من 9.13E-17 لعينات بيتون الحصويات الطبيعية دون استبدال إلى 4.58E-17 لعينات البيتون بنسبة استبدال ٥٠% من الحصويات الطبيعية، أي ما يعادل نسبة انخفاض قدرها 50% بين النسبتين ٠ و ٥٠% من نسب الاستبدال، لتعود هذه القيمة وترتفع من جديد بعد نسبة الاستبدال ٥٠% لتصل إلى 1.17E-16 عند نسبة الاستبدال ١٠٠% والتي تتوافق مع بيتون حصويات معاد تدويرها بشكل كامل.

يُعتبر هذا الانخفاض مؤشراً إيجابياً من مؤشرات ديمومة البيتون إذ يدل بشكل صريح على صعوبة اختراق المواد المخربة لشبكة المسامات الموجودة ضمن البيتون و التي تصبح أكثر ممانعة للاختراق عند ازدياد

نسبة الاستبدال بين القيمتين ٠ و ٥٠% و ذلك بفعل تشكل روبة إسمنتية مؤلفة من الإسمنت المضاف و المواد الناعمة الموجودة في الحصويات المعاد تدويرها و التي تحوي في تركيبها على بعض الإسمنت غير المتفاعل، و التي ستتشكل بدورها غلافاً كتيما للحصويات المعاد تدويرها يجعله أكثر كتامة و ممانعة لنفاذ الهواء من خلال البيتون. أما بعد هذه النسبة و عند الوصول إلى نسبة الاستبدال ١٠٠% ، أي أن كامل الحصويات المستخدمة ستكون حصويات معاد تدويرها، عندها سيظهر التأثير غير الإيجابي للحصويات المعاد تدويرها على نفاذية البيتون من خلال نفاذية الحصويات ذاتها و عدم كفاية الروبة الإسمنتية المتشكلة من الإسمنت و نواعم الحصويات المعاد تدويرها على إغلاق هذه الشبكة المسامية كما حصل عند نسب الاستبدال بين ٠ و ٥٠%.

٧.الاستنتاجات والتوصيات:

بعد تحليل النتائج التي حصلنا عليها يمكن تسجيل الاستنتاجات التالية فيما يخص تأثير الحصويات المعاد تدويرها على نفاذية البيتون المصنع باستخدامها للهواء.

- **تساهم الحصويات المعاد تدويرها في الإقلال من نفاذية البيتون للهواء عند استخدام الملدنات بشكل جيد، إذ تظهر النتائج انخفاضاً واضحاً في قيمة معامل النفاذية بنسبة تصل إلى ٥٠% عند استبدال الحصويات المعاد تدويرها بين النسبتين ٠ و ٥٠%.**
- **يساهم الملدن بشكل واضح في تحسين أداء الحصويات المعاد تدويرها فيما يتعلق بالنفاذية للهواء.**
- **سيؤثر انخفاض قيم معامل النفاذية المسجلة في هذا البحث على تحسين مؤشرات الديمومة للبيتون المصنع من حصويات معاد تدويرها إذ سيعمل هذا الانخفاض على الحد من تأثير تغلغل المواد المخربة إلى بنية البيتون و بالتالي إطالة عمر العناصر المصنعة من هذا البيتون.**
- **بين استخدام الملدن مع الحصويات المعاد تدويرها المساهمة الفعالة في تحسين أدائها و مقاومة البيتون المصنع باستخدامها لنفاذية الهواء و المواد المخربة.**
- **قد يكون استخدام الملدن في صناعة البيتون باستخدام الحصويات المعاد تدويرها أكثر جدوى من معالجة الحصويات المعاد تدويرها بهدف تحسين أدائها في البيتون.**
- **ننصح بإجراء أبحاث أكثر تعمقاً لقياس مدى تأثر بيتون الحصويات المعاد تدويرها باستخدام الملدنات، و مقارنة هذا التحسن مع بيتون مصنع فقط باستخدام حصويات طبيعية.**

٨ المراجع:

المراجع العربية:

١- ***اصلان، باسل.*** *"دراسة ملاءمة استخدام أنقاض الهدم المحلية المدورة في صناعة بعض مواد البناء"، أطروحة ماجيستير، جامعة تشرين، اللاذقية ٢٠١٦.*

٢- ***إمام ،أ. د محمود،*** *" كتاب الخرسانة "* pp.226 .

المراجع الأجنبية:

3- **Kheirbek Ali , Ibrahim Ali, Asaad Majed, Wardeh Gorege** "Experimental Study on the Physical and Mechanical Characteristics of Roller Compacted Concrete Made with Recycled Aggregates" Infrastructures, Syria 2022.

4- **Sidreis, K.K. Chatzopoulos, A. Tassos, CH. Manita**, P. "Durability of Concretes Prepared with Crystalline Admixtures". MATEC Web of Conferences, Greece. Vol. 289, 2009.

5- **Prajapati, H.T. Arora, N.K**. "A Study on Oxygen Permeability of Concrete Containing Different Water Proofing Admixture and Cementations Materials". International Journal of Advanced Engineering Research and Studies. Vol.1, 2011, 55-58.

6- **Tomas U. Ganiron Jr,** "Recycling Concrete Debris from Construction and Demolition Waste", International Journal of Advanced Science and Technology Vol.77, (2015) pp.7-24.

7- **Banjad Pecur, N. Stirmer and B. Milovanovic.** "*Durability Properties of Recycled Aggregate Concrete"* , Croatia, 2020.

8- **C.Tomas, J.Setien,J.A.Polanco,P.Alaejos,M.Sanchez de Juan,** "Durability of recycled aggregate concrete", Construction and Building Materials 40(2013) 1054 Spain.

9- ***Ramadevl, R.Chithra****.,* " Concrete Using Recycle Aggregates" *International Journal of Civil Engineering and Technology, India, 2017.*

10- ***Amec Americas, Adjeleian Allen****,* " Durability of recycled aggregate concrete designed with equivalent mortar volume method" *Cement &Concrete Composites, Canada,31(2009) 555-563 .*

11- ***Enric Vazquez, Marilda brra, Diego Aponte*** "Improvement of the durability of concrete with recycled aggregates in chloride exposed environment" Construction and Building Materials, Spain 2014.

12- ***S.Manzi C.Mazzotti. M.C.Bignozzi*** "Short and Long –term behavior of structural concrete with recycled concrete aggregate" Cement &Concrete Composites. Italy,2013.

13- ***Romer,M***. "Effect of Moisture and Concrete Composition on the Torrent Permeability Measurement". Materials and Structures Vol.3, 2005, pp. 541-547.