Behavior of Leachate of Construction & Demolition Waste C&D and Recycled Aggregates RAs

Dr. Haytham Shahin*
Dr. Imad Fadel**
Naji Dayoub***

(Received 12 / 4 / 2023. Accepted 5 / 9 / 2023)

□ ABSTRACT □

There is an increased interest in construction & demolition waste C&D, especially, after their large production around the word. In 2018, a total waste generated, in European Union, by all economic activities & households (EU-27) amounted 2713 million tons. While, the construction & demolition waste were formed 37% of total amount.

Management the large quantities of C&D waste needs big funding, good infrastructure, and technical support. In addition to study the release of their contaminations and environmental impacts, during the life cycle assessment.

Release and leaching from construction & demolition waste, are influenced by several factors, such as chemical & physical properties, collection, storage, transport, and the age of C&D Waste.

Experiments to estimate release from the leachate of construction & demolition waste C&D and recycled aggregates RAs, were done, due to leachate tests, in High Institute for Environmental Research & High Institute for Marine Research.

The main obtained results showed the following: - PH of construction & demolition waste C&D and recycled aggregates RAs leachate, was exchanged between acidity & alkalinity due to waste age.

- Comparing the leaching results with regulatory limits value of MD-186/2006 showed that, SO4, Cu, COD are critical parameters**.**

Keywords: Construction & demolition waste C&D- Recycled aggregates RAs-Leachate tests.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* **Professor- Faculty of Civil Engineering- Tishreen University- Latakia- Syria.**
** **Professor- Faculty of Civil Engineering- Tishreen University- Latakia- Syria.**
*** **Postgraduate Student (Ph.D.)- Faculty of Civil Engineering- Tishreen University- Latakia- Syria.**
najidayoub@gmail.com

تغير سلوك الرشاحة الناتجة عن خليط أنقاض البناء والهدم C&D والحصويات المعاد تدويرها RAs ومحتواها من العناصر والمعادن الثقيلة

د. هيثم شاهين*

د. عماد فاضل**

ناجي ديوب***

(تاريخ الإيداع 12 / 4 / 2023. قُبِل للنشر في 5/ 9 / 2023)

□ ملخّص □

تحتل مخلفات أنقاض البناء والهدم مكاناً متقدماً في سلّم اهتمام الدول والمؤسسات ذات العلاقة، خصوصاً بعد التزايد الكمي المضطرد لها. فقد وصلت كمية النفايات الناتجة عن النشاطات الاقتصادية وعن المستهلكين، في دول الاتحاد الأوروبي (EU-27) إلى 2317 مليون طناً، حيث شكّلت نفايات الأنقاض نسبة 37% منها أي 972,6 مليون طناً عام 2018.

إن إدارة الكميات الكبيرة من نفايات الأنقاض، وإعادة تدويرها، من أجل الاستخدام الآمن لها، يحتاج إلى الكثير من الإمكانات المادية والفنية والتقنية، وإلى المزيد من البحث حول الانبعاثات من تلك الأنقاض، خلال دورة حياتها، والتأثيرات البيئية المرافقة.

تتعلق الانبعاثات والارتشاحات الناتجة عن مخلفات أنقاض البناء والهدم C&D، إلى حد كبير، بالخصائص الكيميائية والفيزيائية لتلك الأنقاض. بالإضافة إلى ذلك، فإن عوامل أخرى يمكن إدراجها ضمن هذا الإطار، وهي طريقة جمع وتخزين ونقل الأنقاض، وكذلك عمرها.

لقد أجريت الاختبارات والتحاليل لتقدير أوزان ونسب الملوثات المتحررة من مخلفات أنقاض البناء والهدم C&D والحصى المدوّرة، وفق برتوكول اختبارات الرشاحة في مخابر المعهد العالي لبحوث البيئة والمعهد العالي للبحوث البحرية بجامعة تشرين .

لقد توصل البحث إلى النتائج التالية:

- لقد بينت التحاليل المجراة على العينات الاختبارية، تغير قيمة ال PH ضمن مجال كبير جداً، بين القلوية والحامضية، حسب عمر النفايات، حديثة أو قديمة؛

- العناصر والمؤشرات التي أعطت قيماً حرجة، أثناء اختبار تحرر ملوثات رشاحة الأنقاض، هي ال SO4 و Cu و COD، لكلا النوعين، خليط الأنقاض C&D والحصى المدورة.

الكلمات المفتاحية: نفايات أنقاض البناء والهدمC&D ، الحصى المدوّرة RAs، اختبارات الرشاحة.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

* **استاذ- كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية – سورية.**

** **استاذ- كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية – سورية.**

*** **طالب دكتوراه- كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية – سورية. najidayoub@gmail.com**

مقدمة:

تعد مشكلة النفايات الصلبة إحدى المشكلات البيئية الكبرى، التي توليها الدول في الوقت الراهن اهتماماً متزايداً، ليس فقط لآثارها الضارة على الصحة العامة والبيئة، وتشويهها للوجه الحضاري، بل كذلك لآثارها الاجتماعية والاقتصادية، ولكل من هذه الآثار ثمنه الباهظ الذي تتكبده الدول، إنفاقاً كان في وسعها أن توفره، أو فاقداً كان يمكنها أن تتجنبه (شاهين،2019).

إن تخلف المنظومة الفنية والتكنولوجية في التعامل مع النفايات، وخصوصاً **نفايات أنقاض البناء والهدم C&D كمنتج مستمر**، من أهم أسباب مشكلة النفايات، حيث أشارت العديد من الدراسات إلى أن قصور الإدارات في التعامل مع هذه المشكلة مرجعه الأساسي هو نقص المهارات الإدارية والفنية وقصور الإمكانيات المادية والمعلومات، علاوة على قدم استخدام مفاهيم التقنيات الحديثة التي تلائم طبيعة المجتمع (sharhooly,2005).

في الحقيقة، تقتصر إدارة النفايات في مدينة اللاذقية على عمليات الجمع والترحيل ليتم التخلص منها في أماكن غير نظامية وبدون أخذ بالاحتياطات الفنية التي تكفل حماية عناصر البيئة. ويأخذ الأمر شكلاً آخراً فيما **يتعلق بنفايات أنقاض التشييد**، التي ما زال ينظر إليها، كنفايات خاملة. لذلك هناك حاجة ماسة إلى المزيد من البحث والتقصي عن تلك النفايات (عباس، 2018) .

وتشير بعض الدراسات، وهي قليلة جداً، إلى أنّ المكبات النظامية المرخصة، في مدينة اللاذقية، **تغصّ بنفايات أنقاض البناء والهدم**، منذ أكثر من 50 عاماً.أمّا المكبات العشوائية للأنقاض، فهي منتشرة، بشكل أساسي، على اطراف مناطق التوسع العمراني وضمنها.وقد تمّ تحديد (11) أحد عشر مكباً غير نظامياً، بالإضافة إلى مكب البصة، لنفايات **أنقاض البناء والهدم C&D** (ميّا،2013).

أهمية البحث وأهدافه:

أهمية البحث:

يسود اعتقاد خاطئ، في معظم الدول النامية، حول مخلفات أنقاض البناء والهدم C&D، مفاده أنها نفايات خاملة ويمكن طمرها أو رميها في المنحدرات بعيداً عن العمران. ولكن، أثبتت الدراسات والبحوث لعشرات السنوات على الأنقاض، أنها نفايات تحمل الكثير من المخاطر، بسبب تنوع محتوياتها، وعدم فرزها.

تأتي أهمية الدراسة الحالية، بتناولها، للمرة الأولى، على المستوى المحلي، لموضوع الانبعاثات والرشاحة Leachate الناتجة عن أنقاض البناء والهدم C&D ، ومقارنتها مع الحصى المدورة RAs من مخلفات تلك الأنقاض.

أهداف البحث:

1- دراسة تغير الرقم الهيدروجيني (PH) للرشاحة الناتجة عن أنقاض البناء والهدم C&D ومقارنتها مع الحصى المدورة RAs من مخلفات تلك الأنقاض.

2- رصد تغير تراكيز المعادن الثقيلة (Ni،Cr و Pb) والعناصر (COD,SO4,Cl)، للرشاحة الناتجة عن أنقاض البناء والهدم C&D و الحصى المدورة RAs.

الدراسات المرجعية

تمّ تطبيق منهج (Fuzzy Cognitive Maps) FCM في المؤسسات في بولندا (Sklad, 2019) لدراسة تأثير الالتزام الفردي في نظام إدارة الصحة و السلامة المهنية (Occupational Safety and Health Management

System OSH MS). تمّ إجراء سلسلة من عمليات المحاكاة و التنبؤ للتحري من خلالها عن أثر الأداء الفردي على الأداء العام للسلامة المهنيّة .

قامت الباحثة Butera Stefania وآخرون (2015)، من قسم الهندسة البيئية في الجامعة التقنية، الدانمارك، ببحث حول (تقييم الأثر البيئي لنفايات أنقاض البناء والهدم)، وقد توصلت إلى أنّ نفايات الأنقاض تتميز بخصائص مختلفة، إلى حد كبير، مما ينعكس على سلوكها ومخاطرها على البيئة، وذلك يعود إلى عمر النفايات وإلى طريقة الفرز في المصدر. ولإجراء تقييم فعّال لا بدّ من جمع عدد أكبر من العينات، هذا من جهة، والتأكيد على الفرز من المصدر، فكلما كان نفايات الخرسانة نظيفة، كلما كان الارتشاح أقل، وكلما كانت التأثيرات البيئية في حده الأدنى، من جهة ثانية.

ضمن إطار التقييم البيئي والاقتصادي لتدوير الأنقاض ، تناولت إحدى الدراسات، في جامعة لندن London (South Bank University، 2016، موضوعاً، بعنوان (تقييم الأثر البيئي والاقتصادي لتدوير مخلفات أنقاض البناء والهدم باستخدام أدوات (LCA) و (MCDA). وخلصت الدراسة، إلى أن التخلص من مخلفات أنقاض البناء والهدم بالطمر، يجب أن يكون الخيار الأخير. وأشارت إلى أن استخدام أدوات الإدارة البيئة مثل(LCA) و(MCDA)، يؤدي إلى مساندة أصحاب القرار في اتخاذ القرار الملائم والمتناغم مع مبادئ التنمية المستدامة، ويساهم في انتشار الوعي البيئي حول مسألة الاستفادة من الأنقاض.

وفي قسم الهندسة البيئية بكلية الهندسة المدنية بجامعة تشرين أنجزت الباحثة مادونا رستم (2019)، بحثاً بعنوان (تطبيق منهج تقييم دورة الحياة في معالجة النفايات البلدية الصلبة في مدينة اللاذقيّة)، وقد قدّمت عدة سيناريوهات لمعالجة المخلفات الصلبة في مدينة اللاذقية، اعتماداً على منهجية تقييم دورة الحياة LCA ، حصد من خلالها، سيناريو الفرز مع الحصول على الغاز الحيوي/ تخمير لا هوائي ، على العلامة الكبرى.

طرائق البحث ومواده:

تمّ جمع العينات من مكبات أنقاض البناء والهدم، في مدينة اللاذقية، التي أغلبها غير مرخّص، والتي وصل عددها إلى 11 إحدى عشر مكباً، بالإضافة إلى مكب البصة. حيث تمّ أخذ 10 عينات ، بحيث شملت الحالة الأوسع لناحية التركيب النوعي للأنقاض.

من خلال المعلومات المتوفرة لدى مديرية النفايات الصلبة، وشعبة النظافة، في محافظة اللاذقية، ومن خلال الجولات الميدانية، تمّ تحديد المكبات التي تحوي أنقاض البناء والهدم والإكساء،في مدينة اللاذقية،التي يعود عمر بعضها، إلى أكثر من 20 عاماً.

والمكبات التي أخذت منها العينات، كانت:

1- مكب مدخل المدينة/ قرب الكازية العسكرية (سوق الهال القديم).

2- مكب مفرق مقصف دوار الشمس/ طريق حلب.

3- مكب خلف مساكن الجميزة.

4- مكب شارع الحسيني/ بعد الثانوية الصناعية.

5- مكب الكورنيش الجنوبي قرب المبنى الجديد لفرع الحزب.

6- مكب طريق خط البترول / كرم الزيتون.

7- مكب تجمع مدارس قنينص.

8- مكب بستان الريحان/ بعد مساكن الادخار.
9- الدعتور / طريق المزار.
10- مكب طريق معمل النسيج/ قرب كازية الجامع.
11- مدخل المدينة الشمالي/ قرب مفرق دمسرخو.
12- مكب البصة الرئيسي.

من اجل دراسة سلوك الرشاحة الناتجة عن الخليط والحصى المدورة :

تم تحضير مسحوق الخليط C&D وكذلك الحصى المدورة. وتم خلطها مع الماء المقطر بنسبة 10/1 (Litre/kg =L/S) وبقياس حبيبات 4mm. وتم رج الخليط لمدة 0,5h +-24hours. ثم ترك المحلول لمدة 15 دقيقة قبل اجراء التحاليل. وقد تمت التحاليل في مخابر المعهد العالي لبحوث البيئة والمعهد العالي للبحوث البحرية.

النتائج والمناقشة:

تغيرات ال PH :

من المعلوم أن الرقم الهيدروجيني PH لنفايات أنقاض البناء المختلطة C&D وللحصى المدورة يكون قلوياً. وتعود قلوية ال PH للبيتون المسلح/ الخرسانة إلى عنصر الإسمنت (Kumbhar, S,2013). ويتغير الرقم الهيدروجيني تبعاً لخصائص البيتون المستخدم وعمره.

ترتبط ، بشكل قوي، قيمة ال PH بدرجة الكربنة، التي تتعلق بدورها بعمر البناء، شروط التعرّض خلال الزمن، وكذلك نوع الخرسانة . وتحدث عملية الكربنة، عندما يتحد CO2 مع الماء/ الرطوبة الموجود ليكون حمض الكربونيك الضعيف H2CO3 الذي بدوره يتفاعل مع الكالسيوم Ca الموجود ليشكل في النهاية كربونات الكالسيوم CaCO3.

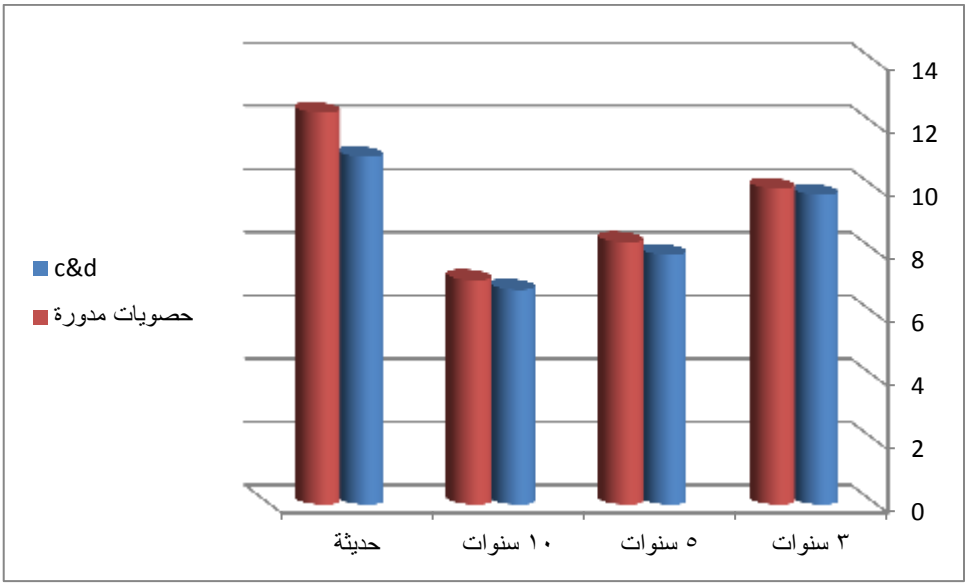
وعملية الكربنة تحدث ببطيء خلال حياة الخدمة الإنشائية للخرسانة. لكن عندما تتم عمليات البناء والهدم،ويتم نحويلها إلى حصى مدورة، فإن سطحها النوعي يزداد، متيحاً مجالاً أوسع لامتصاص CO2 .

إن عملية الكربنة تغيّر الرقم الهيدروجيني من (PH=12-14) إلى (PH=9-10)، وهذا يؤدي إلى تغيّر في نوعية وتركيب عناصر الرشاحة.

ويبين الجدول (1)، الشكل (1) تغيرات ال PH للرشاحة الناتجة عن خليط أنقاض البناء والحصى المدورة .

الجدول (1). تغير ال PH للرشاحة الناتجة عن خليط أنقاض البناء والحصى المدورة

العنصر	الأنقاض المختلطة				الحصويات المدورة				الحدود
	قديمة (سنة)			حديثة	قديمة (سنة)			حديثة	
	3	5	10		3	5	10		
PH	9,8	7,9	6,8	11	10	8,3	7,1	12,4	5,5-12



الشكل (1). تغيرات الرقم الهيدروجيني لنفايات الأنقاض والحصى المدورة

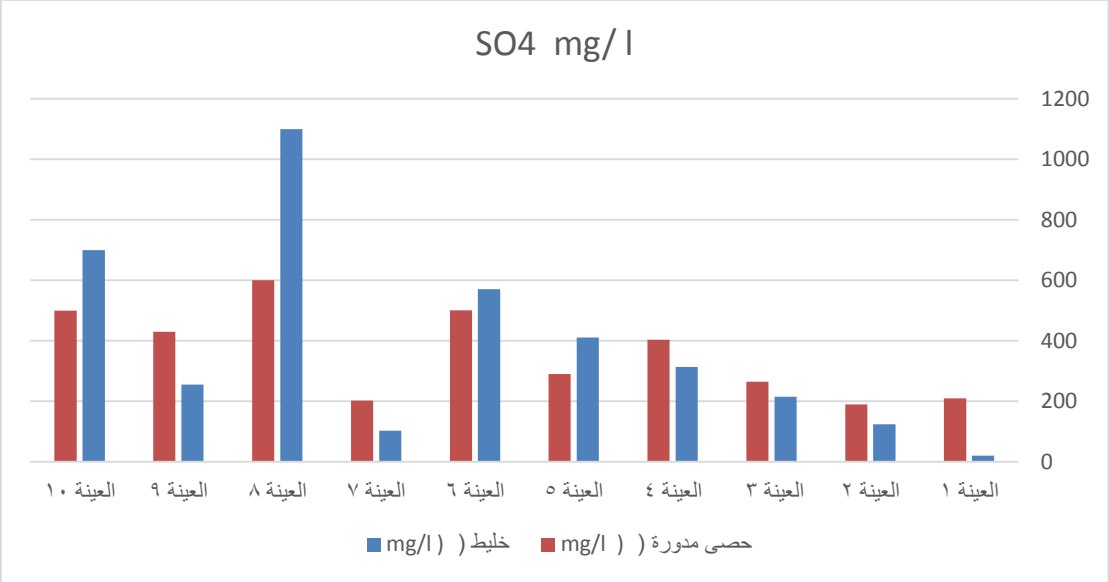
نلاحظ من الشكل رقم (1)، أن ال PH للبيتون المسلح الحديث، مرتفعاً (PH >12)، بينما انخفض مع الزمن إلى القيمة(PH <7)، للبيتون المسلح القديم عمر 10 سنوات. وهذا يتوافق مع ما جاء في الدراسات المرجعية.

تغير تراكيز الكبريتات (SO4)

يوضح الجدول (2)، تراكيز الكبريتات في العينات المدروسة، كما يبين الشكل (2) تغير تراكيز الكبريتات لنفايات الأنقاض والحصى المدورة. أما الجدول (3) فيتضمن الإحصاءات الوصفية للكبريتات للرشاحة الناتجة عن خليط أنقاض البناء والحصى المدورة

الجدول (2) تغير تراكيز الكبريتات (SO4) للرشاحة الناتجة عن خليط أنقاض البناء والحصى المدورة

العنصر	خليط (mg/l)	حصى مدورة (mg/l)	الحدود (mg/l)
العينة 1	20	210	250
العينة 2	124	190	
العينة 3	215	265	
العينة 4	313	403	
العينة 5	411	290	
العينة 6	570	501	
العينة 7	103	202	
العينة 8	1100	600	
العينة 9	255	430	
العينة 10	700	500	



الشكل (2). تغير تراكيز الكبريتات لنفايات الأنقاض والحصى المدورة

الجدول (3) الإحصاءات الوصفية للكبريتات للرشاحة الناتجة عن خليط أنقاض البناء والحصى المدورة

	خليط	*حصى مدورة*
المتوسط الحسابي	381.1	359.1
الخطأ المعياري	104.192818	46.44122929
الوسيط	284	346.5
الانحراف المعياري	329.486621	146.8600619
تباين العينة	108561.433	21567.87778
أقل قيمة	20	190
أكبر قيمة	1100	600

تعتبر الكبريتات (SO4) عنصراً حرجاً لكلا النوعين، خليط أنقاض البناء C&D والحصى المدورة. وتنتج الكبريتات عن خليط الأنقاض C&D بسبب احتواء الأخيرة على الجبيس، السيراميك، وقطع الملاط (Kotrayothar, D,2012; Kofoworola., O., & Gheewala, 2008; -Sharholy M, 2005).

وكما يبين الجدول (3)، فإن 50% من العينات، قد أعطت، عند تحليلها، قيماً تجاوزت الحد المسموح (250mg/l). بالإضافة إلى ذلك، فإن بعض العينات تعتبر خارج المألوف، ولكنها لم تتجاوز التركيز (1400 – 1600 mg/l)، فمن المعلوم أن تراكيز الكبريتات (SO4)، تزداد بزيادة محتوى خليط الأنقاض من الجبيس.وبين ايضاً، أن زيادة محتوى الأنقاض من السيراميك يحد من فرص إعادة استخدامها، بسبب ارتفاع تراكيز الكبريتات، وبالتالي نجد أن محتوى الخليط من السيراميك ليس حرجا حيث أن اكبر قيمة وصلت الى 1100. وبالنسبة للحصى المدورة، فإن

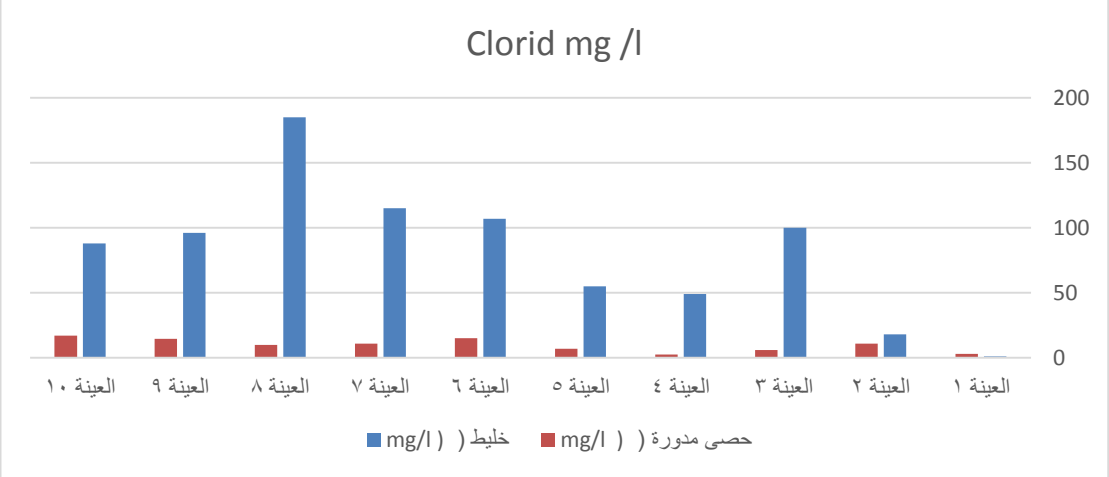
محتواها من السراميك أيضا ليس حرجاً، وبالتالي الكبريتات، وهذا ما يعطيها صفة الديمومة، من حيث الخصائص الفيزيائية والميكانيكية، لناحية استخدامها في طبقات الرصف للطرق.

تغير تراكيز الكلوريدات

من المعلوم أنّ الكلورايد يدخل في صناعة الإسمنت ، حيث يستخدم كإضافات مع بعض العناصر لامتصاص الرطوبة .وكذلك، يستخدم الكلورايد في صناعة الدهانات والطلاء ،ومن هنا يأتي وجوده في مخلفات أنقاض البناء والهدم ، والذي يتفاوت كثيراً، حسب نوع النفايات (الجدول4)، الشكل 3. يبين الجدول (5) الإحصاءات الوصفية للكلوريدات للرشاحة الناتجة عن خليط أنقاض البناء والحصى المدورة .

الجدول (4). تغير تراكيز الكلوريدات (Cl) للرشاحة الناتجة عن خليط أنقاض البناء والحصى المدورة

العنصر	خليط (mg/l)	حصى مدورة (mg/l)	الحدود (mg/l)
العينة 1	1	3	100
العينة 2	18	11	
العينة 3	100	6	
العينة 4	49	2.5	
العينة 5	55	7	
العينة 6	107	15	
العينة 7	115	11	
العينة 8	185	10	
العينة 9	96	14.5	
العينة 10	88	17	



الشكل (3). تغير تراكيز الكلوريدات لنفايات الأنقاض والحصى المدورة

الجدول (5) الإحصاءات الوصفية للكلوريدات للرشاحة الناتجة عن خليط أنقاض البناء والحصى المدورة

	خليط	*حصى مدورة*
المتوسط الحسابي	81.4	9.7
الخطأ المعياري	16.78306	1.583246
الوسيط	92	10.5
الانحراف المعياري	53.0727	5.006662
تباين العينة	2816.711	25.06667
أقل قيمة	1	2.5
أكبر قيمة	185	17

نجد من الجدول (5) أن قيم الكلوريد في خليط الأنقاض عالي وتجاوز الحد المسموح به لنصف العينات تقريباً وذلك بسبب احتواء الأنقاض على الدهان والطلاء، بينما نجد أن قيم الكلوريد في الحصى المدورة منخفض جدا عن القيمة المسوح بها وهي امنة للاستخدام.

تغير تراكيز الكروم الكلي

أما نتائج تغير تراكيز الكروم، فقد وضعت في الجدول (6).

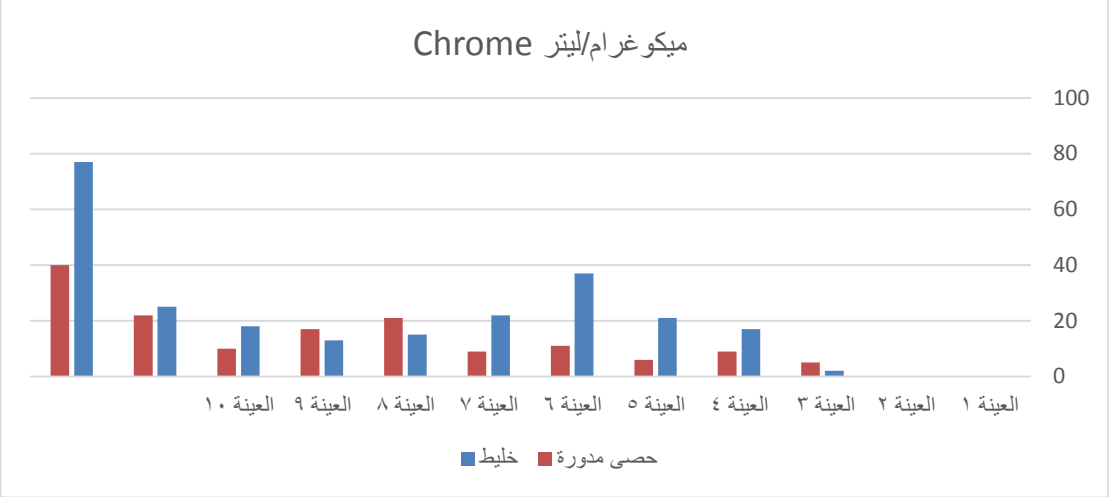
الجدول (6). الإحصاءات الوصفية للكروم للرشاحة الناتجة عن خليط أنقاض البناء والحصى المدورة

العنصر	خليط (ميكوغرام/ ليتر)	حصى مدورة (ميكوغرام/ ليتر)	الحدود (ميكوغرام/ ليتر)
العينة 1	2	5	50
العينة 2	17	9	
العينة 3	21	6	
العينة 4	37	11	
العينة 5	22	9	
العينة 6	15	21	
العينة 7	13	17	
العينة 8	18	10	
العينة 9	25	22	
العينة 10	77	40	

الجدول (7). تغير تراكيز الكروم الكلي للرشاحة الناتجة عن خليط أنقاض البناء والحصى المدورة

	خليط	حصى مدورة
المتوسط الحسابي	24.7	15
الخطأ المعياري	6.46194	3.34664
الوسيط	19.5	10.5
الانحراف المعياري	20.43445	10.58301
تباين العينة	417.5667	112
أقل قيمة	2	5
أكبر قيمة	77	40

يتحرّر الكروميوم عادة من أجزاء الإسمنت وقطع الخرسانة، مؤكداً النتيجة التي توصل إليها Chen et al ، Vegas et al، Nurhanim et al. وهذا ليس على السكة مع ما أكدّه Del Rey et al ، حيث بين أن تحرر الكروميوم Cr والكبريتات SO4 ليس مرتبطاً بعينات الخرسانة. وهذا يتماشى مع ما توصل إليه Galvin et al بأن تحرر الكروميوم Cr مرتبط بتواجد قطع وأجزاء السيراميك.



الشكل (4). تغير تراكيز الكروم الكلي للرشاحة لنفايات الأنقاض والحصى المدورة

تغير تراكيز ال (COD)

يبين الجدول(8)، الشكل 5، تغير تراكيز ال(COD) الكلي للرشاحة الناتجة عن خليط أنقاض البناء والحصى المدورة، والإحصاءات الوصفية لل (COD) الكلي للرشاحة الناتجة عن خليط أنقاض البناء والحصى المدورة (الجدول 9).

الجدول (8). تغير تراكيز ال (COD) الكلي للرشاحة الناتجة عن خليط أنقاض البناء والحصى المدورة

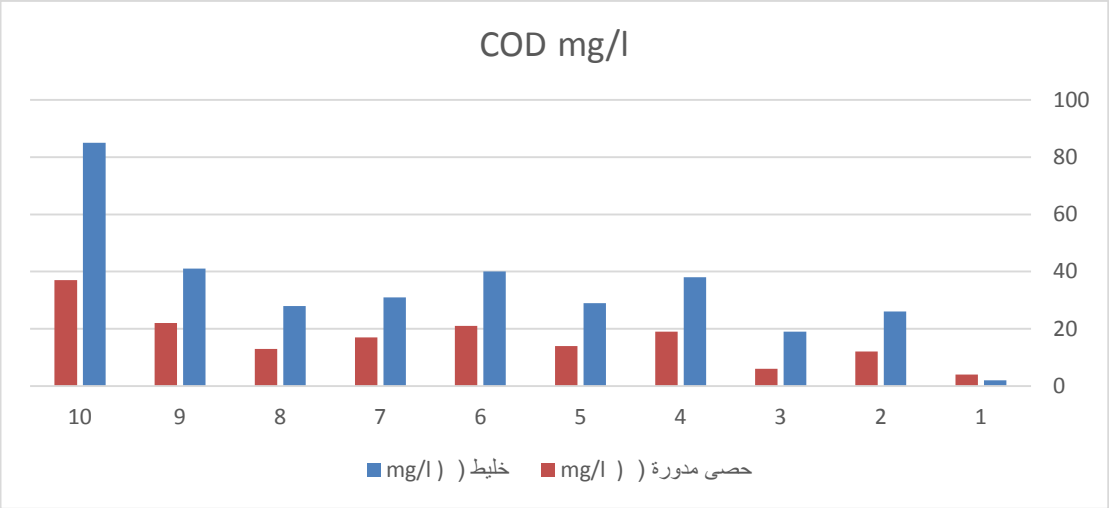
العنصر	خليط (mg/l)	حصى مدورة (mg/l)	الحدود (mg /l)
العينة 1	2	4	30
العينة 2	26	12	
العينة 3	19	6	
العينة 4	38	19	
العينة 5	29	14	
العينة 6	40	21	
العينة 7	31	17	
العينة 8	28	31	
العينة 9	41	22	
العينة 10	85	37	

الجدول (9). الإحصاءات الوصفية لل (COD) الكلي للرشاحة الناتجة عن خليط أنقاض البناء والحصى المدورة

	خليط	*حصى مدورة*
المتوسط الحسابي	33.9	16.5
الخطأ المعياري	6.737045	2.948634
الوسيط	30	15.5
الانحراف المعياري	21.30441	9.3244
تباين العينة	453.8778	86.94444
أقل قيمة	2	4
أكبر قيمة	85	37

وأخيراً، فيما يتعلق بال COD، فإنه يعتبر عنصراً حرجاً يتحرر عن عينات الإسمنت والخرسانة (EWC 107101)CDWs، عن التربة والحجارة (EWC 170504)،وخليط ال CDWs (EWC 170904).

عملياً، تعتبر التربة، الحجارة، والخرسانة، مصدراً أساسياً لتحرر ال COD، بقيم وسطية ، 45mg/l، 58mg/l، على التوالي. وهذه القيم المرتفعة لل COD تعزى إلى بقايا المواد غير العضوية غير المتأكسدة.



الشكل (5). تغير تراكيز ال (COD) الكلي للرشاحة الناتجة عن خليط أنقاض البناء والحصى المدورة

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

بعد مقارنة النتائج، التي تم الحصول عليها، بدراسة موضوع ملوثات الرشاحة الناتجة عن خليط أنقاض البناء C&D والحصى المدوّرة RAs، وفق (MD 186/2006)، يمكن الوصول غلى التالي:

1- F،Cl،Cr،Ni و Pb هي العناصر الحرجة بالنسبة لخليط أنقاض البناء C&D.

2- SO4، Cu، COD هي عناصر حرجة لكل النوعين خليط أنقاض البناءC&D والحصى المدوّرة RAs.

3- الكبريتات SO4 وفق (EWC 170904)، تتحرّر فقط عن خليط أنقاض البناء C&D، بسبب احتوائها على الجبيس، السيراميك وقطع البلوك.

4- يتحرّر Cr عن الخرسانة بسبب وجود الإسمنت (EWC 170101).

5- يتحرّر الCOD عن الإسمنت والخرسانة (EWC 170101)، وعن التربة والحجارة (EWC 170504).

التوصيات:

1- إجراء مراجعة بيئية لمطامر أنقاض البناء C&D القديمة .

2- دراسة ونمذجة سلوك الرشاحة الناتجة عن أنقاض البناء C&D والحصويات المدوّرة.

3- تطوير معايير وضوابط ومؤشرات محلية متعلقة بالحدود الآمنة لإعادة استخدام أنقاض البناء C&D والحصى المدوّرة RAs.

References:

1 -Al-Hassan Ahmed. An updated traditional method for constructing buildings and recycling building materials waste. The First Engineering Conference/Priorities for Development and Reconstruction. Syria, Lattakia, 2015.

2- Al-Hassan Alaa (2022). Developing an integrated management system for demolition and construction waste using geographic information systems and dynamic modeling. Case study: Homs city. Master's thesis, Tishreen University, Higher Institute for Environmental Research.

3 -Al-Ajji Bassam. Solid waste treatment. Damascus University Publications/Faculty of Civil Engineering, 2005 .
4- Al-Lahham, Laila (2017). Technology of reusing concrete resulting from building demolition.
5- Al-Masry, Qusay (2017). Using building rubble products in road paving layers (the case of buildings in Aleppo Governorate). Master's thesis, University of Aleppo, Faculty of Civil Engineering, Department of Transportation and Transportation Engineering.
6- Guideline Plan for Solid Waste Management in Syria, Ministry of Local Administration and Environment, Damascus, Syria, 2005-2014 AD
7- Jarkas Hazar. Contribution to developing solid waste collection and transportation operations in the city of Latakia. Master's thesis, College of Civil Engineering, 2015 AD.
8- Kikhia, Youssef (2015). Mechanical properties of concrete manufactured using recycled concrete aggregates. Master's thesis, Tishreen University, Faculty of Civil Engineering, Department of Structural Engineering.
9- Shaheen Haitham. Management of construction waste and construction and demolition rubble. The First Engineering Conference/Priorities for Development and Reconstruction. Syria, Latakia, 2015.
10- Shaheen Haitham Harba Kawkab, Jaafar Raed. Solid waste treatment. Chapter Four/Construction and demolition rubble. Tishreen University Publications, 2019.
11- Mia Fater (2013). Recycling the products of structural demolition for use in constructing local roads in the city of Latakia. Master's thesis, Tishreen University, Faculty of Civil Engineering, Department of Conductor Engineering.
21- Ministry of Municipalities and Public Works / Environment Department / Baghdad, Iraq, 2006 AD.
13-Abdelhamid, M. S. (2014). Assessment of different construction and demolition waste management approaches. HBRC Journal, 10(3), 317-326.
14-Aslam, M. S., Huang, B., & Cui, L. (2020). Review of construction and demolition waste management in China and USA. Journal of environmental management, 264, 110445.
15-EPA (U.S. Environmental Protection Agency)(2003) EPA **Construction and Demolition** (C&D)Debris, Basic Information. File://G.\ EPA Construction .
16- Environmental Protection Agency(2002), Construction and Demolition Debris, File://L:\Debris7htm.
17-Kotrayothar, D. (2012). Recycled aggregate concrete for structural applications (Doctoral dissertation, University of Western Sydney(
18-Kumbhar, S., Gupta, A., & Desai, D. (2013). Recycling and reuse of construction and demolition waste for sustainable development. OIDA International Journal of Sustainable Development, 6(7), 83-92.
19-Kofoworola., O., & Gheewala. (2008). Estimation of construction waste generation and management in Thailand
20-Sharholy M., Ahmad K., Mahmood G. and Trivedi R. C., 2005. "Analysis of Municipal Solid Waste Management Systems in Delhi" – A Review. Book of Proceedings for the 2nd International Congress of Chemistry and Environment, Indore, India: 773-777.