مجلة سوزوسا العلمية المحكمة
Sozusa Peer-Reviewed Scientific Journal
ISSN: 3078 – 2767
المجلد الأول، العدد الأول، سبتمبر 2024
Vol:01,No; 01 Sep 2024

تأثير بعض أنواع الفحم النباتي على بعض العناصر الثقيلة في مياه الصرف الصحي في الجبل الاخضر (البيضاء)

The effect of some types of charcoal on some heavy elements in sewage water in Al Jabal Al Akhdar (Al Bayda)

أ. أيمن خليفة ذاوود خليفة [1]
المعهد العالي للعلوم والتقنية / البيضاء[1]
ayman4337234@gmail.com

د. عبدالقادر محمد بوجديدة [2]
جامعة عمر المختار، كلية الزراعة[2]
aabojadeda@gmail.com

Received: Apr 29, 2024 Revised: May 28, 2024 Accepted: Aug 28, 2024 Online Published: Sep 24, 2024

الملخص:

أجريت هذه التجربة لدراسة تأثير بعض أنواع الفحم النباتي على بعض العناصر الثقيلة في مياه الصرف الصحي في الجبل الأخضر (البيضاء). أخذت عينة ماء الصرف الصحي من مصب شبكة الصرف الصحي الذي يقع شمال مدينة البيضاء على مسافة 5كم، بعد أخذ العينة تمّ إجراء التحاليل الكيميائية: الحديد (Fe)، الرصاص (Pb)، النحاس (Cu)، الزنك (Zn)، الكادميوم(Cd)، والفيزيائية: التوصيل الكهربائي (EC)، الأملاح الكلية الذائبة (T.D.S)، الأس الهيدروجيني (pH) قبل وبعد تمريرها على أنواع الفحم (البطوم، اللوز، الموز، البرتقال، مخلوط الفحم). وإجراء التحليل الإحصائي Ttest، فكانت النتائج على النحو التالي: بيّنت الدراسة أنّ هناك فروق معنوية بين المياه العادمة والمعالجة في خفض تراكيز العناصر الثقيلة بأنواع الفحم المستخدمة وكانت الأفضلية في المعالجة لفحم البطوم ثم اللوز ثم المختلط يليه البرتقال يليه الموز.

الكلمات المفتاحية: الفحم النباتي، العناصر الثقيلة، الامتزاز، مياه الصرف الصحي.

ABSTRACT

This experiment was conducted to study the effect of certain types of biochar on some chemical properties of wastewater in the city of Al-Bayda.

A sample of wastewater was taken from the outlet of the sewage network located 5 km north of Al-Bayda city. After sampling, chemical analyses were conducted for iron (Fe), lead (Pb), copper (Cu), zinc (Zn), cadmium (Cd), and physical analyses were performed for electrical conductivity (EC), total dissolved salts (TDS), and P^{H} before and after

passing the sample through different types of biochar: pit coal, almond, banana, orange, and mixed charcoal. Statistical analysis (T-test) was carried out, and the results were as follows: The study showed significant differences between the untreated and treated wastewater in reducing the concentrations of heavy metals with the types of biochar used. The preference in treatment was in the following order: pit coal, followed by almond, then mixed charcoal, followed by orange, and lastly banana.

Keywords: Biochar, Heavy Metals, Wastewater, Adsorption

1. المقدمة:

في أيامنا هذه معظم الدول النامية تواجه مشـــاكل عدة في البيئة، خاصـــة تلك التي لها علاقة بمعالجة مياه الصـرف الصـحي التخلص من هذه المياه يؤثر على المياه السـطحية إذا كانت غير معالجة، تصـبح هذه المياه مسـتوطن للبكتيريا والكائنات ألضـارة وتعطي رائحة كريهة، وتكون غير صـالحة للاسـتعمال من طرف الإنسـان بالرغم من المجهودات المبذولة في إنجاز محطات معالجة المياه المسـتعملة حضـرياً بالطرق القديمة الكلاسـيكية الحماة والسرير البكتيري هذه الطرق معقدة بسبب تشغيلها وصيانتها وتكلفتها المرتفعة، حيث نجد معظم دول العالم في اهتمام متزايد من طرف الشـعوب؛ للمحافظة على البيئة من التلوث باسـتخدام طرق وتقنيات حديثة؛ من بينها محطات المعالجة بالنباتات أو الفحم النباتي (الكربون النشط)، حيث أثبت كفأتها وقدرتها على تحقيق المواصـفات المرغوبة لمياه الصرف، عن طريق تقليل نسبة الملوثات، والوصول إلى حدود التنقية المناسبة للمياه الناتجة عنها للاســـتخدام في الزراعة (العابد، 2015). المعادن الثقيلة هي عبارة عن عناصـــر تتميز بأنّ لها كثافة، أو عدد ذري، أو كتلة ذرية مرتفعة نسـبيًا مثل: العناصـر الانتقالية، اللانثانيدات، الأكتينيدات التي تكون موجودة بصـورة طبيعية في النظام البيئي، وزيادة نسبها مؤخراً يرجع إلى المصـادر الصـناعية والنفايات الصـناعية السـائلة (أحمد، 1993).

تُعد العناصـــر الثقيلة من أكبر الملوثات البيئية؛ إذ يؤدي اسـتمرار انبعاثها إلى زيادة تراكيزها في التربة، وتضـــم مجموعة كبيرة منها ما هو مهم للإنســـان، مثل : الحديد، والنحاس، والكادميوم، والرصـــاص، والزنك، وتتصـــف المعادن الثقيلة بوزنها النوعي العالي (Karadede *et al*, 2007).

عرفت خواص التنقية للكربون النشـط منذ ملايين السـنين، إلا أنّ أول تطبيقاته الصـناعية كانت مع القصـب السكري في نهاية القرن18، حيث أنه يمتاز بقدرة عالية على الامتزاز والمستعملة في المجال الصـناعي، خاصـةً لإزالة اللون عن السوائل السكرية في إنجلترا منذ 1794م، كما أنه استعمل في الحرب العالمية الأولى كقناع ضد الغازات السامة (Ghalmi nouria *et al*, 2006).

الفحم النشـــط هو اســـم لعائلة كبيرة من المواد الفحمية ليس لها تركيب كيميائي معين، ويمكن معرفة كل نوع من أنواع الفحم المنشـط من خلال خواصـــها الامتزازية (الادمصـــاصـــية)، أو من خلال خصـــائصـــها المســـامية أو السطحية، ويمكن تصنيعه من عدة مواد وطرق (Ahmed, 2016) ويحضـر عادةً من كربنة وتنشيط مواد أولية معينة، تشمل مجموعة كبيرة من المواد العضوية الكربونية مثل: الخشب، والعظام، وقشور جوز الهند، والمخلفات النباتية الخضـــراء، وبشـكل عام فإنّ المادة الأولية الملائمة لهذه الصـــناعة يفضـــل أن تكون ذات محتوى كربوني عالي (دريسي، عزيزة واخرون، 2018).

يتم استخدام الكربون النشط على نطاق واسع، مع الترشيح الفائق في تنقية المادة المترشحة، تمّ اختيار الكربون النشـط كمادة ماصـــة محتملة لإزالة المعادن الثقيلة المختلفة من مياه الصـــرف الصـــحي؛ بسـبب مسـاحة سـطحها الكبيرة، وبنيتها المسامية الدقيقة، والطبيعة الكيميائية لسطحها. (Wang *et al.*,2007)

2. مشكلة الدراسة:

تُعد مشكلة مياه الصرف الصحي الغير معالجة والمتزايدة؛ بسبب تضاعف النمو الحجم السكاني، مما يؤدي إلى زيادة استخدام المياه وتصريفها في (الوديان والبحار والأنهار)، من المشاكل المعاصرة، وخاصةً في الدول النامية، مما يؤدي إلى تلوث البيئة، والقضاء على مظاهر الحياه تدريجيًا، ويؤدي أيضًا إلى تلوث المياه الجوفية.

3. أهمية الدراسة:

يشكل عدم توفر محطات تنقية مياه الصرف الصحي أو عجزها عن مواجهة تطور المدن أو توقفها العمل من أهم المشـكلات الاقتصـــادية والاجتماعية المؤثرة بيئة المجتمع. وجاءت هذه الدراســـة لأجاد بدائل لهذه المحطات وذلك باستخدام المخلفات الزراعية لمعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في الزراعة أو التخلص منها دون إلحاق الضرر بالبيئة.

4. أهداف الدراسة:

الهدف الرئيســـي: دراســـة تأثير بعض أنواع الفحم (معالجة) على بعض الخواص الكيميائية لمياه الصـــرف الصحي. تهدف معالجة مياه الصرف الصحي، تحسين وتنقية مياه الصرف لجعلها صالحة للاستخدام مرة أخرى. وبالتالي فإنّ مياه الصرف الصحي المعالجة هي مصدر مياه ذات قيمة لإعادة تدويرها، وإعادة استخدامها للزراعة في بلدان البحر الأبيض المتوسط، وغيرها من المناطق القاحلة وشبه القاحلة.

5. الدراسات السابقة:

أوضحت دراسة فقهية مقارنة لـــ **سعد محمد عبدالجواد وآخرون، (2014)** أهمية معالجة مياه الصرف الصحي، وبيان الأحكام الشرعية المتعلقة بإعادة استخدام مياه الصرف في الشرب والزراعة قبل المعالجة وبعدها، هذه الدراسة محاولة للفت الانتباه إلى أهمية المياه في حياة الإنسان.

في دراسة بشرى **رمضان وإيمان كريم، (2018)** تشمل المياه العادمة أنواع المياه الناتجة من الاستعمالات البشرية المختلفة، سواءً كانت منزلية أو تجارية أو صناعية، ويطلق عليها مياه الصرف الصحي؛ لأنّ مصدرها شبكات المجاري العامة، وتتكون من (99.9%) ماء، (0.1%) مواد صلبة، منها ذائبة، ومنها عالقة، ومنها مواد عضوية، وأخرى غير عضوية، وتشكل المواد العضوية 70% من المواد الصلبة الموجودة في المياه العادمة؛ تهدف الدراسة إلى معرفة خصائص مياه الصرف، وانعكاسها علي البيئة المائية والزراعية والأمراض المسببة لها.

يؤدي التلوث بالعناصر الثقيلة (السامة) إلى تغيير بعض صفات المياه الفيزيائية والكيميائية، مما يؤدي إلى الإخلال بالتوازن الحيوي، ويتسبب في ضرر جسيم على صحة الإنسان، ويعتبر الزرنيخ والكادميوم والنحاس والرصاص والزنك والزئبقAs, Cd, Cu, Pb, Zn and Hg من أكثر العناصر المسببة للتلوث **Alloway,(1990)** .

أوضح:**Pei-Sin Keng *et al.*, (2013)** أنّ النمو السريع للسكان والتصنيع في العالم إلى زيادة المشاكل البيئية بشكل غير مباشر، مثل: تلوث المياه، والهواء، والأرض، يمكن اعتبار المعادن الثقيلة من أكثر الملوثات إشكالية، لقد تمّ بذل العديد من الجهود لتقليل تأثير المعادن الثقيلة، تناقش هذه الدراسة التطورات الأخيرة، والتطبيق الفني لطرق المعالجة المختلفة لإزالة المعادن الثقيلة، يتم تسليط الضوء على عملية الامتزاز باستخدام مواد مختلفة منخفضة التكلفة كبديل محتمل لإزالة المعادن الثقيلة.

كما بيّن **Imran Ali,(2010)** أنه تتراوح تكلفة معالجة المياه باستخدام امتصاص الكربون المنشط من 5 إلى 200 دولار أمريكي لكل متر مكعب من الماء؛ أي أقل من التقنيات الأخرى، مثل: التناضح العكسي، والطرد المركزي، والتقطير، والتحليل الكهربائي، وغيرها من التقنيات الأخرى، وبيّن أيضًا من غير الممكن اليوم الإشارة إلى مادة ماصة معينة يمكنها أن تحل محل مادة الامتصاص الكربونية النشطة الموجودة في كل مكان، وقد تمت مناقشة التقييم النقدي، والمقارنة بين جميع الممتزات البديلة الممكنة، مثل: قشور جوز الهند الخضراء، وطحالب الخث لازالة النحاس، والزئبق، والكادميزم، والرصاص، وباختصار تمّ استخدام الامتزاز على نطاق واسع لاستيعاب أيونات المعادن السامة من الأرض، والسطح، ومياه الصرف الصحي، باستخدام تجارب الدفعات الممتزات .

كان الهدف الرئيسي من دراسة أجراها **Runtti *et al.*, (2014)** هو إمكانية استخدام بقايا الكربون من عملية تغويز الكتلة الحيوية، مع وبدون التنشيط الكيميائي كمادة ماصة منخفضة التكلفة لأيونات الحديد (II)، والنحاس (II)، والنيكل (II)، من محلول مائي، تمّ استخدام الكربون المنشط التجاري كعينة مرجعية، ووفقًا للنتائج، فإنّ إزالة المعادن بواسطة بقايا الكربون مع وبدون التنشيط الكيميائي، كانت أعلى من الكربون المنشط التجاري، وكانت أعلى قدرات الامتصاص التجريبية القصوى (qm,exp) للحديد، والنحاس، والنيكل بواسطة بقايا الكربون المنشط هي (21 و23 و18 ملجم/جرام على التوالي).

قام حسن حبيب مصطفى، (2017) بتحضير مادة الكاربون المنشط (Activated Carbon)، والتي تسمى أيضًا بالفحم المنشط (Charcoal)، وذلك بالاستفادة من مصدرين؛ الأول الكم الهائل للمخلفات الطبيعية؛ المتمثلة بمخلفات نبات الذرة من سيقان، وقشور، والعرنوص الفارغ، ومخلفات ناتج حصاد نباتي الحنطة، والشعير، وأعشاب برية مختلفة، أما المصدر الثاني، فهو المخلفات الصناعية؛ المتمثلة بالورق (مسودات، كتب تالفة، أوراق الامتحانات، الأوراق الرسمية للدوائر الحكومية، أوراق المصارف والصناديق الكارتونية)، ونشارة الخشب التي تنتج في محلات النجارة وبكميات كبيرة، حيث تمّ استخدام نشارة نوعين من الخشب هما: (الصنوبر والزان).

لقد أثبتت دراسة الامتزاز التي أجراها **Amit Bhatnagar, *et al.*, (2010)** أنها واحدة من أفضل تقنيات معالجة المياه في جميع أنحاء العالم، ويعتبر الكربون المنشط بلا شك بمثابة مادة ماصة عالمية لإزالة أنواع مختلفة من الملوثات من الماء، ومع ذلك، فإنّ الاستخدام الواسع النطاق للكربون المنشط التجاري يكون مقيدًا في بعض الأحيان بسبب ارتفاع تكاليفه، وقد بذلت محاولات لتطوير مواد ماصة غير مكلفة باستخدام العديد من النفايات الصناعية الزراعية والبلدية، يُعد استخدام مواد النفايات كمواد ماصة منخفضة التكلفة أمرًا جذابًا؛ نظرًا لمساهمتها في تقليل تكاليف التخلص من النفايات، وبالتالي المساهمة في حماية البيئة، في هذا الدراسة، تمّ تجميع قائمة واسعة من المواد الماصة منخفضة التكلفة (التي تمّ إعدادها باستخدام أنواع مختلفة من مواد النفايات)، وتمّ عرض قدراتها على الامتزاز لمختلف الملوثات المائية، كما هو مبين في الدراسة.

لقد أثبت **Robert, (1996)** أنّ السبب في كفاءة استخدام الكاربون المنشط كمادة مازة الإزالة المواد المذابة في الماء، يعود إلى الأعداد الكبيرة من المسامات السطحية التي تجعل المساحة السطحية المعرضة للامتزاز واسعة نسبة إلى الحجم الفعلي المؤثر، فضلاً عن إمكانية استعادته؛ إذ أنّ كفاءة الامتزاز تتناقص بمرور الزمن، وبذلك يتطلب استبدال الكاربون المنشط، أو إعادة تنشيطه بواسطة الحرارة، أو التركيز، وإنّ سعة الامتزاز تتناقص مع زيادة درجة الحرارة. وفي دراسة أخرى أجريت على امتزاز الكاربون المنشط، إنّ لعملية الامتزاز علاقة طردية

مع زيادة نسبة التراكيب المسامية في المادة المازة بشكل عام، والكاربون المنشط بشكل خاص، فضلاً عما يحتويه الكاربون من أملاح عضوية، وإنّ عملية الامتزاز على الكاربون المنشط لا تعتمد على المساحة السطحية للكاربون فحسب، بل تعتمد على تركيبه الكيميائي أيضاً، الذي يتفاوت بالاعتماد على خلفيته المادة الأولية المستخدمة في تحضيره (وظروف تحضيره وتنشيطه)، واستخدم الكاربون المنشط والكربون الخام في عام 1771 م كمواد مازة لإزالة بعض الأصباغ الحامضية والقاعدية من المحاليل المائية **Nandi *et al.*, (1971)**.

6. المواد وطرق البحث:

1.6. موقع الدراسة: أجريت هذه الدراسة في إحدى معامل مدينة البيضاء في عام 2023 م، والتي تقع على خط طول 21.71^0، وخط عرض 32.75^0، وتقع شرق مدينة بنغازي بمسافة 200 كم، ويبلغ ارتفاعها عن مستوى سطح البحر 560 متراً.2.5

2.6. طريقة أخذ وتحليل العينات: أخذت عينة من مياه الصرف الصحي من المصب الذي يقع شمال مدينة البيضاء بمسافة 5 كم، والاحتفاظ بها في قنينة زجاجية، لحين إجراء التحاليل المطلوبة فيها، تمّ قياس EC والـ PH في موقع أخذ العينة. تمّ تجهيز خمس أعمدة زجاجية بطول 75سم وقطر 29مم تنتهي بصنبور، وذلك لعمل عامود من أنواع الفحم، وإمرار ماء الصرف الصحي عليها.

جدول (1) بعض الخواص الكيميائية لعينة المياه العادمة

mg/L	dS/m		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	الوحدات
T.D.S	EC	pH	Pb	Cd	Zn	Cu	Fe	نوع المياه
889.6	1.39	7.75	0.165	0.467	1.279	0.685	39.574	عادمة

1.2.6 طريقة تحضير الفحم:

أ- تحضير الفحم من قشور اللوز، والموز، والبرتقال بطريقة التفحيم في فرن اللافح عند درجة حرارة 550، وفحم البطوم تمّ إحضاره تجاريًا يتم طحن عينات الفحم ونخلها بمنخل 2مم .

ب-وضع في كل عمود زجاجي 30 جرام من الفحم لكل نوع: (اللوز، الموز، البرتقال، البطوم)، فكان عدد الأعمدة 4 والعمود الخامس خليط من الأنواع الأربعة بالتساوي في الوزن.

ج- تمّ تمرير 150 مللي من المياه العادمة في كل عمود واستقبال الراشح.

د- إجراء بعض التحاليل الكيميائية للعناصر الثقيلة: (Fe, Cu, Zn, Cd, Pb) قبل وبعد الترشيح، وذلك بهضم العينة واستخدام جهاز الادمصاص الذري Atomic adsorption للقياس **Black *et al.*, (1965)**.

2.2.6. التحليل الإحصائي:

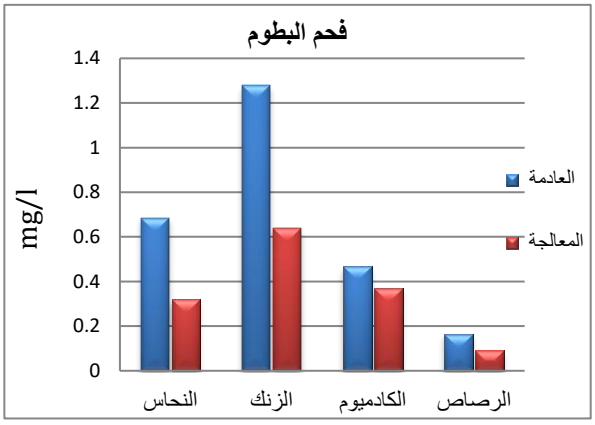
تمّ تحليل النتائج إحصائياً باستخدام اختبار T test، وحساب ^2R معامل الانحدار، وكذلك تم احتساب معامل الانحراف المعياري SE، والمستوى المعنوي P-value عند مستوى 0.05؛ لبيان العلاقة بين المياه العادمة والمعالجة بأنواع الفحم(Gomez and Gomez,1984).

7. النتائج والمناقشة:

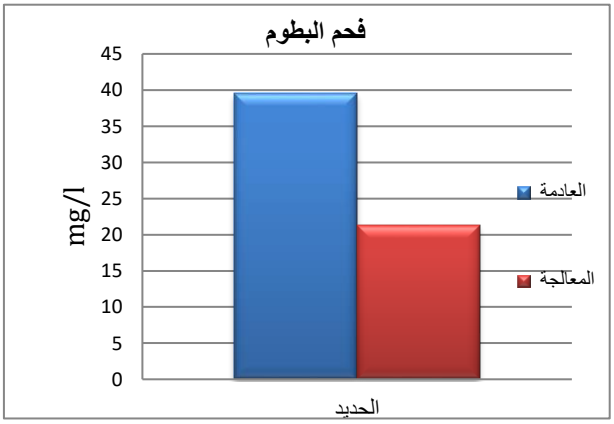
جدول(2) تأثير فحم البطوم على بعض الخصائص الكيميائية للمياه العادمة

mg/L	dS/m		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	الوحدات
T.D.S	EC	pH	Pb	Cd	Zn	Cu	Fe	الخاصية الكيميائية
889.6	1.39	7.75	0.165	0.467	1.279	0.685	39.574	عادمة
1068.8	1.67	7.55	0.091	0.369	0.637	0.320	21.340	معالجة
							* *	P.V

T.Test	0.454
TCritical	1.761
R^2	0.999
SE	7.640



الشكل(1) تأثير فحم البطوم علي تنقية عنصر الرصاص والكاديميوم والزنك والنحاس في المياه العادمة



الشكل(2) تأثير فحم البطوم علي تنقية عنصر الحديد في المياه العادمة

تبيّن

من الجدول (2) أنّ عنصـــر الحديد كان قبل المعالجة (39.574)، وبعد المعالجة (21.340) وكان النحاس (0.685)، وأصـبح (0.320)، كذلك الزنك (1.279)، وأصـبح (0.637)، والكادميوم (0.467) ثم (0.369)، وأخيرًا الرصـــاص كان (0.165)، وأصـــبح (0.091). من هذه النتائج تبيّن أنّ هناك انخفاض محتوى المياه العادمة من العناصـــر الثقيلة المختارة بعد معالجتها بفحم البطوم، ويُعزى ذلك إلى أنّ مقدرة فحم البطوم على الامتزاز عالية وهذا يتفق مع **(Shah *et al* .,2015)** بأن الكربون النشط مادة مازة واعدة صديقة للبيئة.

جدول (3) تأثير فحم اللوز على بعض الخصائص الكيميائية للمياه العادمة

الوحدات	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		dS/m	mg/L
الخاصية الكيميائية	Fe	Cu	Zn	Cd	Pb	pH	EC	T.D.S
عادمة	39.574	0.685	1.279	0.467	0.165	7.75	1.39	889.6
معالجة	35.471	0.574	1.254	0.275	0.128	7.88	2.99	1913.6
P.V	* *							
T.Test	0.316							
Tcritical	1.745							
R^2	0.999							

SE	8.196

أظهرت النتائج في الجدول(3) أنّ عنصر الحديد كان قبل المعالجة (39.574)، وبعد المعالجة (35.471)، والنحاس كان (0.685) وهذا ايضاً يتفق مع **(Sabela *et al.*, 2019)** في قدرة الكربون علي إزالة النحاس وأصبح (0.574)، كذلك الزنك (1.279) وأصبح (1.254)، والكادميوم (0.467) ثم (0.275)، والرصاص كان (0.165) وأصبح (0.128). فتبيّن أنّ هناك تأثير معنوي عالي لمستوى المياه العادمة من العناصر الثقيلة بعد معالجتها بفحم اللوز.

جدول (4) تأثير فحم البرتقال على بعض الخصائص الكيميائية للمياه العادمة

mg/L	dS/m		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	الوحدات
T.D.S	EC	pH	Pb	Cd	Zn	Cu	Fe	الخاصية الكيميائية
889.6	1.39	7.75	0.165	0.467	1.279	0.685	39.574	عادمة
1664	2.60	7.80	0.137	0.459	0.819	0.523	23.878	معالجة
							* *	P.V
							0.345	T.Test
							1.745	Tcritical
							0.999	R^2
							9.394	SE

توضح النتائج المتحصل عليها من الجدول (4) أنّ عنصر الحديد كان قبل المعالجة (39.574) وبعد المعالجة (23.878)، والنحاس كان (0.685) وأصبح (0.523)، وهذا ما يتفق مع] [كذلك الزنك (1.279) وأصبح (0.819)، والكادميوم كان (0.467) ثم (0.459)، والرصاص كان (0.165) وأصبح (0.137). عليه تبيّن أنّ هناك فرق معنوي لمستوى المياه العادمة من العناصر الثقيلة بعد معالجتها بفحم الرتقال كما أشار **(2015)** **Shah *et al.*,** إلي أن الكربون النشط تم استخدامه لأزاله المعادن الثقيلة.

جدول (5) تأثير فحم الموز على بعض الخصائص الكيميائية للمياه العادمة

mg/L	dS/m		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	الوحدات
T.D.S	EC	pH	Pb	Cd	Zn	Cu	Fe	الخاصية الكيميائية
889.6	1.39	7.75	0.165	0.467	1.279	0.685	39.574	عادمة
1538.4	19.23	7.68	0.141	0.371	1.244	0.646	23.214	معالجة

P.V	* *
T.Test	0.358
Tcritical	1.745
R^2	0.998
SE	10.345

تبيّن من الجدول (5) أنّ عنصر الحديد كان قبل المعالجة (39.574) وبعد المعالجة (23.214)، والنحاس كان (0.685) وأصبح (0.646) كذلك الزنك (1.279) وأصبح (1.244)، والكادميوم كان (0.467) ثم (0.371)، والرصاص كان (0.165) وأصبح (0.141). أتضح بعد تحليل النتائج أنّ هناك فرق معنوي لمستوى المياه العادمة من العناصر الثقيلة بعد معالجتها بفحم الموز كما أوضح **Runtti *et al.*, (2014)** على قدرة الكربون النشط في إزالة ايونات الحديد والنحاس والنيكل.

جدول (6) تأثير الفحم المختلط على بعض الخصائص الكيميائية للمياه العادمة

الوحدات	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		dS/m	mg/L
الخاصية الكيميائية	Fe	Cu	Zn	Cd	Pb	PH	EC	T.D.S
عادمة	39.574	0.685	1.279	0.467	0.165	7.75	1.39	889.6
معالجة	25.975	0.396	0.703	0.273	0.107	7.70	13.5	1080
P.V	* *							
T.Test	0.445							
Tcritical	1.745							
R^2	0.999							
SE	7.912							

أوضحت النتائج المتحصل عليها من الجدول (6) أنّ عنصر الحديد كان قبل المعالجة (39.574) وبعد المعالجة (25.975)، والنحاس كان (0.685) وأصبح (0.396)، كذلك الزنك (1.279) وأصبح (0.703)، والكادميوم (0.467) ثم (0.273)، وأخيرًا الرصاص كان (0.165) وأصبح (0.107). من هذه النتائج تبيّن أنّ هناك انخفاض محتوى المياه العادمة من العناصر الثقيلة المختارة بعد معالجتها بمخلوط الفحم.

7. الاستنتاجات:

من خلال نتائج التحليل التي تم عرضها ومناقشتها قبل وبعد عملية المعالجة يمكن تلخيص نتائج الدراسة كالتالي:

1. انخفاض التركيز في كل من (الحديد، النحاس، الكادميوم، الرصـــاص، الزنك) بشـكل إيجابي بعد عملية المعالجة بأنواع الفحم.
2. هناك تباين في تأثير أنواع الفحم على العناصـــر الثقيلة فكان فحم البطوم هو الاكثر معالجة علميه في المعادن عن باقي أنواع الفحم.
3. قيمة التوصيل الكهربائي الاملاح الكلية الذائبة زادت في المياه والمعالجة عن المياه المعادن.
4. كان هناك اختلاف في قيمة PH باختلاف أنواع الفحم.
5. كانت الأملاح الكلية الذائبة أكبر من النطاق المسموح به طبقاً للمواصفات الليبية.
6. اختلافات بعض القيم المدروسة نتيجة لاختلاف نوع الفحم المستخدم في المعالجة.

8. التوصيات:

من خلال النتائج المتحصل عليها يمكن أن نوصي بالآتي:

1. استخدام الفحم لتحسين الخواص الكيميائية لمياه الصرف الصحي.
2. إجراء الاختبارات لمستويات مختلفة من الفحم لبيان تأثيرها على المحتوى الكيميائي للمياه العادمة.
3. استغلال المخلفات الزراعية وبقايا الثمار والاستفادة منها في الحفاظ على البيئة.
4. الاستمرار في الدراسات والتجارب باستخدام التقنيات الحديثة في معالجة مياه الصرف الصحي.

المراجع:

أولاً: المراجع العربية:

1. أحمد، عصمت عاشور، (1993)، أساسيات علم البيئة والتلوث، الطبعة الأولى، دار الباروزي العلمية للنشر والتوزيع.

2. العابد، إبراهيم، (2015)، معالجة مياه الصـــرف الصـــحي لمنطقة تقرت بواســطة نبات منقية محلية، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، كلية علوم المواد.

3. حسين حبيب مصطفى، (2017)، تحضير الفحم المنشط ذو المساحة السطحية العالية من المخلفات الزراعية والمخلفات الصناعية، قسم الكيمياء، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة كركوك، العراق.

4. دريسي، عزيزة، شهبي فاطمة الزهراء، بن زاهي أسماء، (2018)، إزالة أيون الحديد باستخدام الكربون المنشط المحضر من بذور النبات الخروب، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، كلية علوم المواد.

5. سعد محمد عبدالجواد بلتاجي، أيمن صبحي صديق سيد أحمد صديق، محمد مجدي فهيم منصور، (2014)، مياه الصرف الصحي معالجتها وحكم استخدامها: دراسة فقهية مقارنة، جامعة الأزهر، كلية اللغة العربية.

6. بشرى رمضان، إيمان كريم، (2018)، خصائص المياه العادمة وأثرها على البيئة الحيوية في محافظة البصرة، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة البصرة.

ثانياً: المراجع الأجنبية :

1.A. Bhatnagar, M. Sillanpää, (2010), Utilization of agro-industrial and municipal waste materials as potential adsorbents for water treatment – a review, Chem. Eng. J. 157 .

2.Alloway, B. J. (1990). Heavy Metals in Soils. Blackie and Son Ltd., Glasgow and London, and John Wiley and Sons. *Inc., New York*, 125-146.

3.Black, G.A., Evans, D.D., White, J.L., Ensminger, L.E. and Clerk, F.E. (1965), Methods of Soil Analysis. Parts, 1 and 2. American Society of Agronomy, Madison.

C.H. Robert, (1996), Class Notes, CE 4104 Water and Wastewater Design,Virginia Tech., 37, 48.

4.GHALMI NOURIA et SIFER AICHA, (2006), « Essai d'adsorption de phénol et decuivre surcharbon actif valorise à base de Grignons d'olive»,Thèse de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur en Génie de l'environnement,Département Génie de l'environnement, Université de Boumerdes .

5.Gomez, K. A., and Gomez, A. A. (1984), Statistical procedures for agricultural research. John wiley and sons .

6.Imran Ali, (2010), Department of Chemistry, Jamia Millia Islamia (CentralUniversity) Jamia Nagar, New Delhi -110025, India .

7.Karadede-Akin, H., & Ünlü, E. (2007), Heavy metal concentrations in water, sediment, fish and some benthic organisms from Tigris River, Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 131.

8.M.J. Ahmed, (2016)," Preparation of activated carbons from date (Phoenix dactylifera L) palm stones and application for wastewater treatments" review. Process Saf. Environ. Prot. 102, 168e182.

9.Pei-Sin Keng • Siew-Ling Lee • Sie-Tiong Ha •Yung-Tse Hung • Siew-Teng Ong , (2013), Removal of hazardous heavy metals from aqueous environment by low-cost adsorption materials, Springer-Verlag Berlin Heidelberg .

10. Runtti, H. Tuomikoski, S. Kangas T. Lassi, U. Kuokkanen, T. Ramo , J. (2014), Chemically activated carbon residue from biomass gasification as a sorbent for iron(II), copper (II) and nickel(II) ions.

11.S. P. Nandi, P. L. Walker and Jr, (1971), "Adsorption of dyes from aqueous solution by coals, chars, and active carbons", Fuel., 50, 4.

12. Sabela, M. I., Kunene, K., Kanchi, S., Xhakaza, N. M., Bathinapatla, A., Mdluli, P., . & Bisetty, K. (2019). Removal of copper (II) from wastewater using green vegetable waste derived activated carbon: An approach to equilibrium and kinetic study. *Arabian Journal of Chemistry*, *12*(8), 4331-4339.

13. Shah, J., Jan, M. R., ul Haq, A., & Zeeshan, M. (2015). Equilibrium, kinetic and thermodynamic studies for sorption of Ni (II) from aqueous solution using formaldehyde treated waste tea leaves. Journal of Saudi Chemical Society, 19(3), 301-310 .

14.Wang, X., Liang, X., Wang, Y., Wang, X., Liu, M., Yin, D., Xia, S., Zhao, J., Zhang, Y., 2011. Adsorption of copper (II) onto activated carbons from sewage sludge by microwave-induced phosphoric acid and zinc chloride activation. Desalination 278.