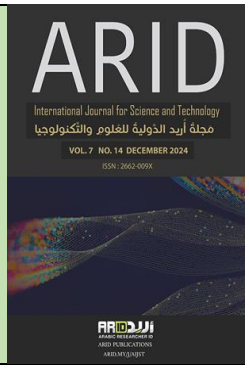
ARID Journals

ARID International Journal for Science and Technology (AIJST)
ISSN: 2662-009X

Journal home page: http://arid.my/j/aijst



مَجلةُ أُريد الدَّوليةُ للعُلومِ والتِّكنولوجيا

المجلد 7 ، العدد 14 ،كانون الأول 2024 م

Monitoring the Physical and Chemical Properties of Treated Wastewater Using an Adsorption Column Composed of Gravel, Sand and Coal

Hacini Zineb[1*], Ameri Shohir, Habib Hassan Ibrahim[2]
1* Faculty of Applied Sciences - University of Kasdi Merbah - Ouargla – Algeria
2 National Research Center - Cairo - Egypt

متابعة الخواص الفيزيائية و الكيميائية لمياه مستعملة معالجة باستخدام عمود ادمصاص مكون من حصى ورمل و فحم

حسيني زينب [1] العمري سهير، حبيب حسن إبراهيم [2]

1 الكلية العلوم التطبيقية – الجامعة قاصدي مرباح – ورقلة – الجزائر

2 المركز القومي للبحوث – القاهرة – مصر

zn.hacini@gmail.com
Arid.my/0004-3541
https://doi.org/10.36772/arid.aijst.2024.7141

ARTICLE INFO

Article history:
Received 17/08/2024
Received in revised form 02/09/2024
Accepted 06/09/2024
Available online 15/12/2024
https://doi.org/10.36772/arid.aijst.2024.7141

ABSTRACT

The absorptive capacity of a column composed of two layers of gravel, sand, and one layer of charcoal was investigated to purify polluted water. Physiochemical analyses were conducted on the water after treatment, and the results demonstrated removal efficiencies of 94.53% for chemical oxygen demand (COD), 93.08% for biochemical oxygen demand over five days (BOD_5), 99.49% for suspended solids (TSS), and 98.21% for phosphorus.

The treated water was found to comply with both Algerian and international wastewater standards. These findings confirm the effectiveness of the system, highlighting its environmental friendliness and economic feasibility for wastewater treatment.

Keywords: Wastewater, Treated water, Physical and chemical properties, Gravel, Sand, Charcoal.

الملخص

الهدف من هذه الدراسة هو معرفة القدرة الإدمصاصية لعمود مكون من طبقتين من الحصى والرمل وطبقة واحدة من الفحم على تنقية المياه الملوثة. من خلال التحاليل الفيزيوكيميائية للمياه بعد المعالجة تحصلنا على نتائج حيث بلغت 94,53% بالنسبة الطلب الكيميائي للاكسجين (DCO), 93,08% بالنسبة لطلب البيوكيميائي للأوكسجين (DBO_5)، 99,49% لمواد العالقة (MES) و 98,21% بالنسبة للفسفور.

المياه المعالجة تلبي المعايير الجزائرية والعالمية الخاصة بالمياه المستعملة. وهذا يدل على فاعلية هذا النظام، فهو صديق للبيئة واقتصادي لمعالجة مياه الصرف الصحي.

الكلمات المفتاحية: المياه مستعملة، المياه المعالجة، خواص فيزيائية وكيميائية، الحصى، الرمل، الفحم.

1. المقدمة

المياه هي في قلب التنمية المستدامة، وهي ضرورية للتنمية الاقتصادية الاجتماعية، والطاقة وإنتاج الغذاء وسلامة النظم الإيكولوجية وبقاء الإنسان. كما أن المياه كذلك في صلب عملية التكيف مع تغير المناخ حيث تضطلع بدور الرابط بين المجتمع والبيئة .

إن الماء مطلب أساسي في هذه الحياة، فهي بكافة أشكالها تعتمد عليه، ومصير الإنسان مرتبط به، ولقوله تعالى {وجعلنا من الماء كل شيء حي} ، ولكـن على الرغم من ذلـك فـإن الإنسان لم يـحسن التعـامـل معه، نتيجة الاستهلاك غير العقلاني له في الأنشطة الزراعية والصناعية وكذا في احتياجاته اليومية مؤديا بذلك إلى تلوثه، ولهذا أصبح التلوث المائي أهم المواضيع التي تشغل الباحثون.

تلوث الماء هو حدوث تغير فيزيائي أو كيميائي في نوعية المياه بطريق مُباشر، أو غير مُباشر، مما يُؤثر سلباً على الكائنات الحية، ويجعل المياه غير صالحة للاستعمال، كما يؤثر تلوث المياه تأثيراً كبيراً على حياة الفرد، والأسرة، والمجتمع، فالمياه مطلب حيوي للإنسان، وكافة الكائنات الحية، وقد يُسبب تلوث المياه إنهاء الحياة. وسنعرفكم في هذا البحث على استخدام طريقة صديقة للبيئة نعتمد فيها على الخواص الادمصاصية الفعالة للرمل وحصى منطقة جانب وذلك بتحضير عمود مكون من كميات محدد لهذه المواد بإضافة للفحم [1-12].

2. الجانب العملي

أخذت عينة الدراسة (الرمل والحصى) من منطقة جانت تبعد عن الجزائر العاصمة بـ 2000 كيلومتر وقد اخترت هذه المنطقة نظرا لتميز رمالها و حصها من حيث النقاوة و الجودة، أما المياه الملوثة فأخذت من منطقة تقرت.

وأجريت التحاليل الفيزيوكيميائية هذه الدراسة بمخبر الديوان الوطني للتطهير بتقرت.

تتكون الأدوات التجريبية من عمود يحتوي على طبقتين من رمل وحصى وطبقة واحدة من الفحم، حيث أخذنا 147 غرام رمل و147 غرام حصى و22 غرام فحم لكل طبقة من طبقات العمود تم تحديد هذه القيم اعتمادا على الدراسة التي أجرتها الباحثة كافي نسيمة[1].

الشكل (1): الأدوات المستعملة في التجربة

2.1.مكونات الحصى وخصائصه الفيزيائية والكيميائية

استخدم الحصى الناعم بقطر بين 2-5 ميلمتر، والجدول (1) يبين المكونات والخواص الفيزيوكيميائية [2-11].

جدول(1): مكونات الحصى وخصائصه الفيزيائية والكيميائية بالنسبة المئوية (%)

غير قابل للذويان	27.83
ثلاثي أكسيد الكبريت (SO_3)	0.33
كبريتات الكالسيوم المائية	1.82
الكربونات	70
الكلور	0.011
كلور الصوديوم	0.019
	0.74

.

2.2.مكونات الرمل وخصائصه الفيزيائية والكيميائية

الرمل المستخدم من نوع الرمل الفتاتي الناري (sables pyrocastic) من صنف الرمل الصحراوي بلون أحمر.

جدول(2): تركيب الرمل [5]

الأكسيد	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MgO	MgCO3	مواد أخرى
النسبة%	98 ~	6.4 ~	1.4 ~	0.08	0.86	5.0 ~

الجدول (3): بعض الخواص الفيزيوكيميائية لرمل ثاني أكسيد السليكون

الصيغة الكيميائية	SiO_2
الكتلة الولية (غ/مول)	60·085
الحجم المولي (سم^3)	22·688
قابلية الذوبان	غير قابل لذوبان
صلابة(هوس)	7
الكثافة (غ/سم^3)	2648
التبلور	سداسي مثلث
البريق	زجاجي-شمعي
الشفافية	شفاف إلى معتم تقريبا
معامل الانكسار	1·554 -1·543
المقاومة الكهربائية(اوم)	$4x^{12}10$- $2x^{16}10$
درجة الانصهار(م°)	1713-1705

2.3. الفحم

الفحم المستخدم بشكل دقائق ذات أبعاد تتراوح بين 10-50ميكرومتر.

2.4. التحاليل الفيزيوكيميائية

تحديد المواد العالقة MES(Suspended Matter) بطريقة الطرد المركزي

- نأخذ 100مل من العينة ونقسمها على أنبوبين بسعة 50مل من جهاز الطرد المركزي، نتركها لمدة 10 دقائق حتى نحصل على راسب.

- نزن بوتقة نظيفة ونسجل وزنهاM_0 .

- نسكب الراسب في البوتقة ثم نضعها داخل مجفف على درجة حرارة 105°C حتى نحصل على راسب الجاف.

- نخرج البوتقة من المجفف ونتركها تبرد.

- نزن البوتقة مع الراسب الجاف ونسجل وزنهاM_1 .

حساب النتيجة : تركيز MES يحسب من العلاقة (1) التالية:

$$MES=(M1-M0)\times 1000/V \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

MES :تركيز المواد العالقة(مغ/ل) .

M_0 :وزن البوتقة قبل الاستعمال(مغ).

M_1 :وزن البوتقة مع الراسب بعد الاستعمال (مغ) [2-11].

تحديد الطلب الكيميائي للأكسجينDCO (Chemical Oxygen Demand)

يتم تحديد قيمةDCO عن طريقة جهاز(HACH, DR/ 3900) باستعمال كبسولة تحتوي على الكاشف التجاري محضر مسبقا.

- نرج كبسولة تحتوي على الكواشف، جيدا من أجل مزج المواد المترسبة.

- بواسطة ماصة نظيفة نأخذ 2مل من العينة ونسكبها على الجدار الداخلي لكبسولة التي تحتوي على الكواشف بحيث تكون الكبسولة بشكل مائلة، نغلق الكبسولة بإحكام ونرجها جيدا.

-نضع الكبسولة لمدة 120 دقيقة على درجة حرارة 150م° داخل مولد للحرارة.

-نخرج الكبسولة من مولد الحراري ونتركها تبرد على حامل لمدة 20 دقائق على درجة حرارة

عادية.

-بعد انتهاء وقت التبريد نضع الكبسولة داخل جهاز HACH ;DR/3900 .

-نقرأ قيمة DCO من الجهاز مباشرة تبقى النتيجة مستقرة لمدة زمنية والنتيجة يعبر عنها(مغ/ل) [2-11].

تحديد الطلب البيوكيميائي للأكسجين DBO_5

- نقيس بواسطة دورق مدرج كمية العينة اللازمة للتحليل.

- نضع القضيب المغناطيسي داخل القارورة نظيفة ثم نسكب العينة اللازمة لتحليل داخل القارورة الحضن.

- نظيف لها 3 قطرات المنشط Nitrification Inhbitor .

- بواسطة ملقط نظيف 3 أقراص من هيدروكسيد الصوديوم NaOH في الغطاء داخلي للقارورة، ونغلق القارورة بطريقة محكمة.

- نضع القارورة على جهاز الرج على درجة حرارة 20 درجة مئوية و نتركها لمدة 5 أيام مع التأكد من الاستقرار التوازني لها قبل غلق الثلاجة، **بعد** 5 أيام نقرأ النتيجة محصل عليها.

حساب النتيجة:

قيمة **DBO_5** الحقيقية نحسبها بالعلاقة (2) التالية:

$$\boldsymbol{DB}(\boldsymbol{mgO2}/\boldsymbol{l}) = G \times \alpha \quad \ldots\ldots\ldots(2)$$

G قيمة القراءة : هي القيمة المتحصل عليها من الجهاز.

α المعامل : يتم تحديده من خلال الجدول(4) أدناه الذي يربط بين الحجم اللازم للعينة من أجل قياس **DBO_5** وقيمة الناتجة عن الطلب البيوكيميائي للأكسجين [2-11]

الجدول (4): معامل تغير قيمة DBO_5 بدلالة حجم العينة المستعملة

مجال القياس	حجم العينة(مل)	المعامل α
0-40	432	1
0-80	365	2
0-200	250	5
0-400	164	10
0-800	97	20
0-2000	43.5	50
0-4000	22.7	100

تحديد كمية الفوسفات PO_4^{-2}

تم تحديد كمية الفوسفات بواسطة جهاز HACH;DR/3900

- نرج كبسولة تحتوي على المتفاعلات جيدا من أجل مزج المواد المترسبة.

- بواسطة ماصة نظيفة نأخذ 5مل من العينة ونسكبها على الجدار الداخلي للأنبوبة (كبسولة) التي تحتوي على المتفاعل بحيث تكون الكبسولة بشكل مائل، نغلق الكبسولة بإحكام ونرجها قليلا.

- نترك الكبسولة لمدة 10 دقائق ثم نضعها داخل الجهاز ونقرأ النتيجة مباشرة ب مغ/ل[2-11].

قياس كمية الأكسجين المنحل O_{diss}

تم قياس الأكسجين المنحل داخل العينة عن الطريقة جهاز Oxymétrie من نوع . Rexi HQ30d

- نفتح الجهاز، نغسل قطب الجهاز بالماء المقطر.

- نأخذ 100مل من العينة ونضعها داخل كأس بيشر، نغمس قطب الجهاز في بيشر نتركه حتى يستقر.

- نسجل من الجهاز النتائج (كمية الأكسجين الذائبة في الماء، درجة الحرارة)عند ثبوتها تقرأ مباشرة من الجهاز[2-11].

قياس الأس الهيدروجينيpH

تم قياس pH بواسطة جهاز pH متر من نوع(HACH ;sension1)

-نشغل جهاز pH متر، غسل القطب بالماء المقطر.

- نأخذ 100مل من العينة ونضعها داخل كأس بيشر، نغمس قطب الجهاز في بيشر ونتركه حتى يستقر ثم نقرأ النتيجة مباشرة من الجهاز[2-11].

قياس درجة الحرارة

في قياس درجة الحرارة استعملنا جهاز Oxymétrie كما يمكن استعمال جهاز قياس الناقلية أو pH متر

- نشغل الجهاز، نقوم بغمس قطب الجهاز داخل العينة.

- نقرأ مباشرة درجة الحرارة عند استقرارها على الجهاز[2-11].

قياس الناقلية الكهربائية و الملوحة و كمية المواد العضوية و اللاعضوية الذائبة الصلبة(TDS)

تم قياس الناقلية الكهربائية والملوحة و TDS (Total Dissolve Solides) بواسطة جهاز متعدد القياسات من نوع HACH) (sension5;

-نشغل الجهاز، نغسل القطب بالماء المقطر.

- ندخل القطب داخل كأس بيشر المحتوي على العينة.

- نقرأ قيمة الناقلية الكهربائية مباشرة من الجهاز عند استقرارها وذلك بنضغط على زر Sel أو TDS ونقرأ قيمة مباشرة من الجهاز [2-11].

المعايرة:

ومن أجل معرفة القدرة الإدمصاصية لعمود مكون من الحصى والرمل والفحم في إطار معالجة المياه الملوثة قمنا بمعايرة باستخدام محلول حمض الكبريت H_2SO_4 بهيدروكسيد الصوديوم NaOH .

- نحضر محلول حمض الكبريت H_2SO_4 ذو تركيز 0.1مول/ل

- نحضر محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH 0.1مول/ل

- نفرغ محلول حمض الكبريت H_2SO_4 في العمود المكون من رمل وحصى وفحم.

- نأخذ 10مل من المحلول المستخلصة ونضعه في كأس مع الغلق على العمود لفترة معينة، ونقوم بالمعايرة مع رج بواسطة باستخدام فينول فتالين ككاشف ملون.

- نوقف المعايرة عندما نحصل على اللون الوردي، نسجل حجم تكافؤ الذي عايرنا به الحمض الكبريت.

- بعد انتهاء فترة الغلق نفتح العمود وننتظر حتى نحصل على 10مل من المستخلص ونقوم بمعايرتها، نكرر نفس الخطوات السابقة حتي يثبث التركيز التكافؤي.

3. النتائج والمناقشة

من خلال المعالجة الفيزيوكيميائية تحصلنا على النتائج المدونة في الجدول (5) أدناه:

الجدول (5): نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية قبل وبعد المعالجة

الخواص	قبل المعالجة	بعد المعالجة
اللون	اسود	عديم اللون
الرائحة	كريهة جدا تشبه رائحة النشادر	عديم الرائحة
درجة الحرارة (م°)	29.1	23.2
الأس الهيدروجينيpH	7.45	7.74
الناقلية كهربائية	6.50	6.48
الملوحة	3.5	3.5
الأكسجين الذائب O_{dissou}	0.12	1.65
المواد العالقة MES	11	8
متطلب الاكسجين الكيميائي DCO	201	11
متطلب البيوكيميائي للأكسجينDBO_5	130	9
الفوسفات $PO4^{-3}$	8.77	0.157

من خلال النتائج الموضحة في الجدول أعلاه يتبين لنا من خلال الملاحظة البسيطة للعين وحاسة الشم أن الماء قبل المعالجة يكون لونه أسود بينما بعد المعالجة يكون وعديم اللون، وهدا يدل على النقص الكبير جدا للمواد الملوثة أما الرائحة قبل المعالجة تكون كريهة جدا تشبه رائحة النشادر وبعد المعالجة عديم الرائحة وهذا يعود إلى نقص الكبير لمواد الكيميائية أو العضوية متحللة، أو بكتيريا التي تنبعث منهاH_2S (مصدر الروائح الكريهة)، كما نلاحظ انخفاض واضح في معاملات التلوث، DCO و DBO_5 والفوسفات و MES ، كما هو موضح في الجدول (3) .

بحساب معامل K في العمود تحصلنا $K<1.5$ حيت يحسب بالعلاقة (3) التالية:

$$K = DCO / DBO\ K \quad \ldots\ldots\ldots(3)$$

K: هو مؤشر قابلية التحلل البيولوجي في وسط سائل من النفايات السائلة.

ويتراوح معدل K في مياه الصرف المنزلية من 1.5 إلى 2.5 حيث:

: K< 1.5مياه الصرف الصحي قابلة للتحلل الحيوي.

: 1.5 < K < 2.5مياه الصرف الصحي قابلة للتحلل بشكل متوسط.

: K > 2.5مياه الصرف غير قابلة للتحلل البيولوجي.

بمقارنة النتائج المتحصل عليها في هذه الدراسة بنتائج الدراسة التي أجريت عام 2013 [1] التي استخدم فيها نوعين من الطين (الأخضر، الأحمر) لمعالجة المياه المستعملة لمنطقة تقرت نجد تباين واضح فقد وصل الطلب الكيميائي للأكسجين DCO بعد المعالجة بطين الأخضر إلى 115 ملغ/ل و إلى 78.8 ملغ/ل بعد المعالجة بطين الأحمر فحين وصلت بعد المعالجة بعمود مكون من الحصى والرمل لمنطقة جانت والفحم النشط إلى 11 ملغ/ل.

الطلب البيوكيميائي للأكسجينDBO_5 كانت بعد المعالجة بطين الأخضر و الأحمر على التوالي 92 ملغ/ل و 63.04ملغ/ل ووصلت في هذا العمل إلى 9 ملغ/ل.

تركيز ايونات الفوسفات PO_4^{-3} بعد المعالجة بطين الأخضر إلى 0.217 ملغ/ل و مع الطين الأحمر كان 0.575 ملغ/ل في حين كانت النتيجة في هذه الدراسة 0.157 ملغ/ل.

تبين نتائج التحليل الفيزيوكيميائية أن العمود(حصى، رمل وفحم) له قدرة جيدة على إزالة الملوثات مقارنة بالمعايير الجزائرية لتصريف مياه الصرف الصحي والمنظمة العالمية لصحة من أجل الدراسة قدرة العمود على إدمصاص محلول H_2SO_4 من خلال معايرة المحلول المستخلص من العمود بهيدروكسيد الصوديوم NaOH .

المعايرة:

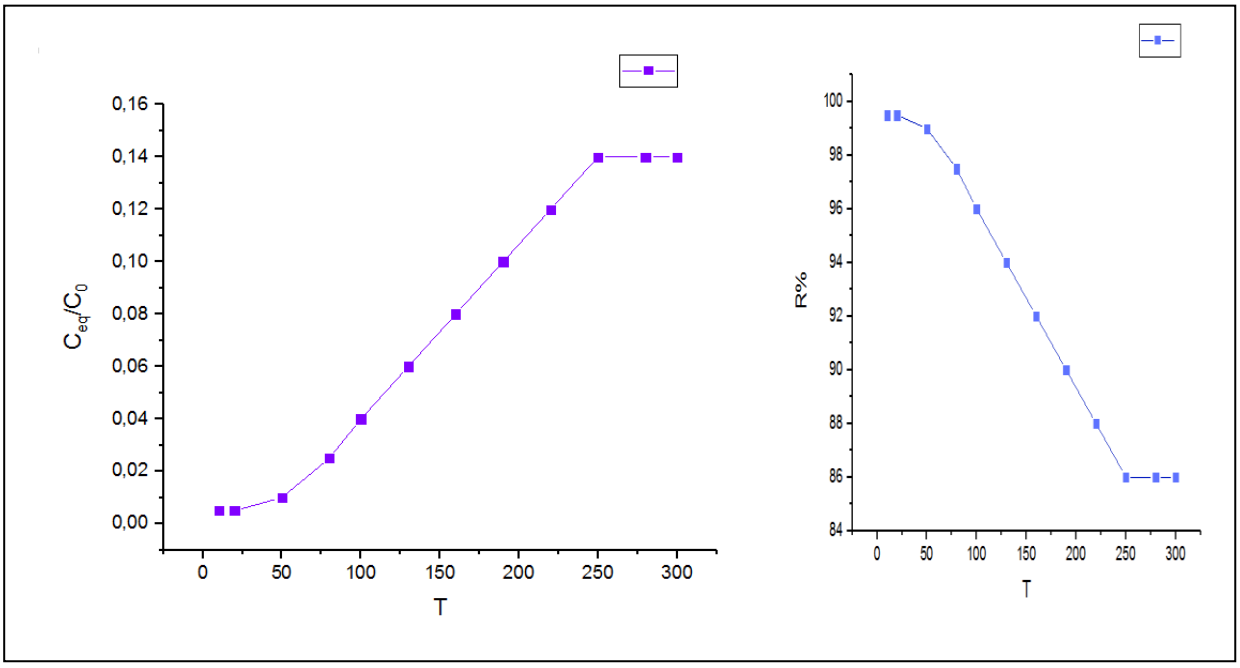
يحضر محلول من حمض الكبريت (H_2SO_4) بتركيز 0.1 مول/ل ويوضع في العمود مكون من طبقتين من الحصى والرمل وطبقة من الفحم. يأخذ بعد زمن 10، 20، 50، 80 و 100 دقيقة عينة من المستخلص وتتم معايرتها بمحلول هيدروكسيد الصوديوم 0.1 مول/ل مع تحديد الحجم اللازم، والنتائج في الجدول(6)

الجدول (6): نتائج المعايرة

الزمن دقيقة	H_2SO_4حجم مل	NaOH حجم مل	Ceq مول/ل	Ceq/C0	R= (C0 – Ce)/C0X100 %
10	10	0.05	0.0005	0.005	99.5
20	10	0.05	0.0005	0.005	99.5
50	10	0.1	0.001	0.01	99
80	10	0.25	0.0025	0.025	97.5
100	10	0.4	0.004	0.0	96
130	10	0.6	0.006	0.06	94
160	10	0.8	0.008	0.08	92
190	10	1	0.01	0.1	90
220	10	1.2	0.012	0.12	88
250	10	1.4	0.014	0.14	86
280	10	1.4	0.014	0.14	86
300	10	1.4	0.014	0.14	86

.

من خلال نتائج الجدول (6) تم رسم المنحنيين التاليين:



الشكل(2): الدراسة قدرة العمود على إمتزاز محلول H_2SO_4

إن عملية الإمتزاز تتأثر بطبيعة المواد المازة وقد أثبتت هذه المواد (الحصى، الرمل، الفحم) كفاءتها كمواد مازة في إزالة الملوثات المذابة في الماء وهذا يعود إلى مسامية هذه المواد، حيث إن الحصى له القدرة على إزالة المواد الصلبة كبيرة الحجم من الماء أما الرمل فله القدرة على مز الملوثات المواد الصلبة الصغيرة في الماء لاحتوائه على مادة السيليكات أما للكربون المنشط(الفحم) فله قدرة على إدمصاص(الرائحة ، اللون، نزع البكتريا، الغازات و الأبخرة السامة). ولكن من خلال المنحني المردود بدلالة الزمن نلاحظ أن المردود الإمتزاز خلال ساعة كان كبير 99.5% ويتناقص تدريجيا ليثبت عند النسبة 86% بينما نلاحظ زيادة في تركيز H_2SO_4 في المحلول المستخلص وهذا يعود إلى تشبع السطح الماز بالمحلول.

تهدف عملية معالجة مياه الصرف الصحي إلى إزالة الملوثات الناتجة عن الزيادة في النمو السكاني والنشاط الصناعي والزراعي . ونظرًا لزيادة الحاجة إلى موارد المياه أتت ضرورة المعالجة المياه المستعملة، وذلك من أجل تقليل مشكلة التلوث البيئي وانتشار الأمراض بإزالة المواد العضوية وغير العضوية العالقة والذائبة في الماء. وكذلك والقضاء على الكائنات الحية الممرضة(البكتيريا)[7].

4. الاستنتاجات:

استخدمت العديد من التقنيات لمعالجة المياه المستعملة بدرجات مختلفة من النجاح لتقليل التلوث إلى حد ما. إن عمليات الامتزاز تعتبر حاليا من الطرق المهمة والأكثر استخدما في معالجة و إزالة انواع التلوث المائي لذا تم في هذا العمل بدراسة قدرة عمود مكون من حصى ورمل مأخوذ من منطقة جانت وفحم على معالجة وادمصاص لملوثات المياه الصرف الصحي لمدينة تقرت وذلك بمراقبة معايير التلوث العالمية ($MES,DBO_5,DCO,PO4^{-3}$) وبعض العوامل الفيزيائية والكيميائية (درجة الحرارة، الأس الهيدروجيني ، الناقلية الكهربائية ، الأكسجين الذائب،.... الخ).

تم رسم قيم قدرة الامتزاز (R) عند الاتزان العملية وكذلك رسم قيم نسبة تركيز محلول الصودا عند الاتزان (C_e) لتركيز الابتدائي (C_0) مقابل الزمن. يلاحظ من الجدول (6) و الشكل (2) ان المردود يقل مع مرور الزمن و يثبت بعد 250 دقيقة مع تسجيل أحسن القيم في زمن بين 0-60 دقيقة.

يلاحظ من المنحني بدلالة الزمن أن الشكل العام لايزوثيوم الامتزاز المياه المستعملة لمنطقة تقرت على العمود المكون من طبقتين من الحصى و رمل منطقة جانت و طبقة واحدة من الفحم النشط يشير إلى أنها من نوع (S_3) وفق تطبيق (Giles) أن الايزوثيوم من الصنف (S) يستند إلى أساسيات فريندليش للامتزاز وهذا النوع من الايزوثيرمات يتحقق في حالة السطوح غير متجانسة، إذ يتم الامتزاز بقوى مختلفة على الأجزاء المختلفة من السطح.

النتائج المتحصل عليها تأكد نجاعة هذه الطريقة في معالجة المياه المستعملة من خلال النسب الادمصاصية الخاصة DCO و DBO_5 والفوسفات و MES المقدرة على التوالي DCO 94.53 %و DBO_5 = 93.08 %و MES= 99.49 %و الفوسفات= 98.21 %. تكون طاقة الامتزاز افضل باستخدام 294 غرام لكل من الحصى و الرمل و 22 غرام من الفحم النشط .

قائمة الاختصارات:

Total Dissolve Solid (TDS) ← المواد الصلبة الذائبة كليا

Chemical Oxygen Demand (DCO) ← الطلب الكيميائي للأكسجين

Biochemical Oxygène demande over five (DBO_5) ← الطلب البيولوجي للأكسجين

Suspende Mater (MES) ← تركيز المواد العالقة

Power of Hydrogène (pH) ← الاس الهيدروجني

مغ ← ميلغرام

ل ← لتر

قائمة المصادر والمراجع:

[1] K. Nassima, " Treatment of wastewater from Touggourt using Bildet Omar clay", Kasdi Merbah Ouargla University, M.Sc. thesis (2013).

[2] نور الدين صالح بشينة،" الخواص التطبيقية لثاني أكسيد السيلكون من الرمل إلى التقنيات المتقدمة"، جامعة الزاوية، (2015) .

[3] صالح هادي كاظم الجنابي،" تلوث المياه مصادره مخاطره وطرق الوقاية منه"، جامعة بابل ،مكتبة نور (2008).

[4] د . محمد جمال الدين الزيني،" الدليل المبسط للكشف عن التلوث الميكروبي للمياه"، مركز الأبحاث الواعدة في المكافحة الحيوية والمعلومات الزراعية جامعة القصيم، مطبوعة اكاديمية (2012).

[5] الدكتور كامل الشيخ حسين، "علم الأتربة أنواعها خصائصها مشاكلها ووسائل تحسينها"، المنهل اللبناني،الطبعة الأولى(2003).

[6] رشا خلف العبدالله، "تشغيل وإستثمار محطات معالجة مياه الصرف الصحي"، جامعة حلب، اطروحة ماجستير (2015)

[7] رهام سلمان محمد خليل ،" التنقية الذاتية للمياه باستخدام الطحالب"، المركز الوطني للمتميزين، سوريا،مطبوعة اكاديمية (2015).

[8] العابد ابراهيم،" معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية"، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، اطروحة دكتوراه (2015).

[9] كمرشو عباس، "نزع الفلورير من الماء بواسطة الكربون النشط المحضر انطلاقا من خشب النخيل المثمر.العوامل المؤثرة"، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، اطروحة دكتوراه (2015).

[10] محمد مصطفى أحمد أحمد السيد،" التحديات البيئية"، جامعة الفيوم، دار الكتب (2008).

[11] مشري محمد العيد،" دراسة أثر المعالجة الحرارية على تركيب رمل كثبان ورقلة، وعلى ناقلية الكهربائية، باستخدام الطرق الطيفية"، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، اطروحة دكتوراه (2016).

[12] د.ابراهيم عبد الرزاق العاني " تقييم نوعية المياه نهر دجلة لإغراض الشرب باستخدام نهج مؤشر نوعية المياه " مجلة أريد الدولية للعلوم و التكنولوجيا، العدد 3 (2019).https://doi.org./10.36772/arid.aijst.2019.232