وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي

جـامعـة قـــاصدي مربـاح - ورقلة

كلية الريـاضيات وعلوم المـادة

قسم الكيميـاء

مذكرةمقدمة لنيل شهادة مـاستر أكاديمي

في الكيميـاء

التخصص:كيميـاء تحليلية

من إعداد:هناء بن الزاوي - كوثر بن طبة

بعنـوان:

دراسة استقصائية حول
إزالـة المعـادن الثقيلة من الأوسـاط المـائية

نوقشت علنًا يوم: 2021./06/16

أمام لجنة المناقشة:

منال زاوي	أستاذ محاضر (أ) جامعة قاصدي مرباح - ورقلة-	رئيسًا
مسعودة علاوي	أستاذ محاضر(أ) جامعة قاصدي مرباح -ورقلة-	مناقشًا
خولة شاوش	أستاذ محاضر(ب) جامعة قاصدي مرباح -ورقلة-	مؤطرًا

السنة الجامعية: 2020 / 2021

بسم الله الرحمن الرحيم

إهداء

إلى من علمتني أن الأعمال لا تتم إلا بالصبر والإصرار إلى من كان العطاء أمام قدميها .....إلى من أعطتني من دمها وروحها وعمرها حباوتصميما لغد أجمل .....إلى من كان دعائها سر نجاحي إلى حبيبتي وصديقتي إلى أمي الغالية

إلى ملائي بالحياة ... إلى معنى الحب و الحنان و التفائي إلى بسمة الحياة و سر الوجود إلى الذي به أعتمد وعليه أتكل .... إلى سندي إلى من شاركني متاعب دراستي إليه أهدي تخرجي إلى القلب الكبير والدي أبي الغالي

إلى من تحمل الصعاب ليذلل الأسباب إلى من لم يجحد علي بصغيرة و كبيرة حتى أوصلني إلى ما أنا فيه إلى أخي الغالي عبد الصمد

إلى شموع حياتي إلى القلوب الطاهرة الرقيقة و النفوس البريئة إلى رياحين حياتي أخواتي كل بإسمهم: شراف الدين , زين العابدين , أيوب , مروة ,ونيسة ,شاهر , صادق ,حياة , سليم رحمه الله ... وجميع أخوتي الذين لم أذكرهم

إلى روح جدي الغالية أحمد بن حوى وإلى جميع أفراد عائلتي منهم عماتي ,أعمامي , خالاتي ,أخوالي ,أبناء خالاتي و إلى زوجات أخوتي و أبنائهم كل بإسمهم(محمد جبير ,فارس ,لؤي , عبد الرحمان ,توبة , أريج , سراج , رتاج , ملاك , ضياء الدين , أسامة , سليم , حمادة , سارة .....)كما لا أنسى كتاتيت العائلة (رهف , رشاد , سيدرا , عائشة ' تسابيح , سلسبيل , منال , توبة , هاجر , جليل , أسيل , صفية , صبرينة , ماريا , مروان .....)

إلى أعز الأصدقاء المقربين و رفقاء الدرب :نورالهدى , حدة , إيمان ,منال ,فاطمة ,سناء , دلال , جميلة ,مريم ,أمينة ,صبرينة , أشواق , فيروز

إلى كل عائلة بن طبة صغيرها وكبيرها..إلى كل الأصدقاء وجميع صديقاتي الذين لم أذكر أسمائهم

إلى أساتذتي الأعزاء الذين شاركوا معنا المشوار الدراسي

إلى من وقف معي في تعبي طوال عامي هذا الأخير و ساندني حتى أنهيت هذا العمل الذي أهديه له كما أقدم له جزيل الشكر و الإمتنان إلى خطيبي الغالي لعيد

إلى من أحبهم

إلى من شاركتني تعبي و شقائي في المذكرة صديقتي التي عرفتني بها الدراسة "هناء ".

كـــــــــوثر

إهداء

مرت الساعات وانقضت الأيام وأنا أبني حلمي سرحا شامخا في سماء عالمي وهاهي أيامي

صارت نحو المجد و أنا أزين لوحتي بأجمل لحظات العمر لحظة تمنيتها وتعبت لأجل أن أنالها وهو يوم تخرجي

إلى من تاهت الكلمات و الحروف في وصفها إلى من كانت سندا في حياتي وغمرتني بعاطفتها إلى منبع الحنان

"أمي الغالية "أدام الله صحتها و رعاها

إلى من أطفأ ضلمت جهلي وكان خير مرشد لي نحو العلم و المعرفةألى من ضحى من أجل أن ينير دربي و طريقي

" أبي العزيز"أطال الله في عمره

إلى من كانوا يضيئون لي الطريق و يساندونني و يتنازلون عن حقوقهم لإرضائي

أحمد , فتيحة , بشرة , نصر الدين , أمال , نور الهدى , نبيل

وإلى براعم العائلة : فيروز , أروى , دعاء , أدم , تاج الدين , سجود

و إلى كل أفراد عائلتي الكبيرة والأخص بذكر خالاتي و أخوالي وعمي أطال الله أعمارهم

وإلى من جمعني بهم القدر و كانوا خير رفقة لي

إيمان , فاطمة , أمينة , عبد النور , سندس, أحلام , أماني , أيمن

و إلى من قاسمتني طعم النحاج بشقائه و تعبه وكانت عونا لي في هذه المذكرة

صديقتي الغالية "كوثر "

وإلى جميع زميلاتي دفعة كيمياء تحليلية

و إلى كل الأشخاص الذي أحمل لهم المحبة و التقدير

إلى كل من نسيه القلم وحفظه القلب

هنـــــــــاء

شكر وعرفان

الحمد لله رب العالمين حمدا يوافي نعمه ويكافئ مزيده والشكر لله الذي تخطيت به الصعاب لإنجاز هذا العمل، وعندما يكبر المعنى تصغر الكلمات وتتعاون الحروف ولا تبقى إلا كلمات الشكر لتعبر بما تحمله من معان كثيرة. بشعور غامر بالتقدير والوفاء يتقدم الباحث بشكره الخالص مقرونا بجزيل العرفان والامتنان إلى كل من تفضل وأثرى جوانب هذا البحث سواء برأي أو توصية أو نصيحة أو ساهم في هذا العمل ولو بجزء صغير ، وفي مقدمة هؤلاء إلى الأستاذة شاوش خولة على ما تفضلت به علينا من الإشراف والتوصية وكذلك ما لمسناه من حسن خلقها وتواضعها ومناقشتها لنا بأدب وحرصها الشديد على تنمية قدرات الباحث العلمية واهتمامها الدائم كما نتقدم أيضا بجزيل الشكر والعرفان إلى من ساعدنا في إنجاز هذه المذكرة : الأستاذ ذوادي علي أستاذ تعليم عالي بجامعة قاصدي مرباح بورقلة . كما نشكر كل من الأستاذةعلاوي مسعودة أستاذ محاضر (أ) بجامعة قاصدي مرباح بورقلة على قبولها مناقشة واثراء هذا العمل والأستاذة زاوي منال أستاذ محاضر (أ) بجامعة قاصدي مرباح بورقلة على ترأسها هذه اللجنةولا ننسى في الأخير الشكر العميق إلى كل من أعاننا من الأساتذة بكلية الرياضيات وعلوم المادة.

قـــائمة الإختصارات

الإختصار	المدلول	الترجمة
BET	Brunauer- Emmett- Teller	مقياس مساحة السطح
EDS	Energy Dispersive Spectroscopy	التحليل الطيفي المشتت للطاقة
EDAX	Energy Dispersive Analysis X- Ray	الأشعة السينية لتحليل تشتت الطاقة
FTIR	Fourier Transfrom Infrared Radiation	فوريه تحويل الأشعة تحت الحمراء
IR	Infrared Radiation	جهاز الأشعة تحت الحمراء
SAA	Spectrometry Absorption Atomic	جهاز الامتصاص الذري
SEM	Scanning Electron Microscope	الفحص لمجهري الإلكتروني
XRF	X-Ray Fluorescence	فلورية الأشعة السينية
XRD	X –Ray Diffraction	حيود الأشعة السينية
UV/VIS	UltraViolet- Visibel Spectroscopy	التحليل الطيفي المرئي للأشعة فوق البنفسجية
MEB	Microscope Electronique à Balayage	المجهر الإلكتروني الماسح
TEM	Transmission Electron Microscope	مجهر الكتروني ناقل الحركة

قـــائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
جدول (I-1)	النسب المئوية لتواجد الماء في الأرض	5
جدول(II-1)	تصنيف بعض المعادن الثقيلة حسب الكثافة و السمية	16
جدول(II-2)	تأثير المعادن الثقيلة على الكائنات الحية	20
جدول(IV-1)	جدول استقرائي يوضح إزالة بعض المعادن الثقيلة باستعمال الكيتوسان	28
جدول(IV-2)	جدول استقرائي يوضح كفاءة البكتيريا في إمتزاز الرصاص	29
جدول(IV-3)	جدول استقرائي يوضح إزالة النحاس باستعمال الرماد التطاير عن طريق عملية الإمتزاز	30
جدول(IV-4)	جدول استقرائي يوضح إزالة بعض المعادن الثقيلة بواسطة المواد النانوية عن طريق الإمتزاز	31
جدول(IV-5)	جدول استقرائي يوضح إزالة الكروم والنحاس و الكادميوم باستخدام مواد ماصة حيوية وتجارية	32
جدول(IV-6)	جدول استقرائي يوضح إزالة بعض المعادن الثقيلة بإستعمال الترسيب الكيميائي	33
جدول(IV-7)	جدول استقرائي يوضح الامتصاص الحيوي للرصاص بإستخدام قشور الموز	34
جدول(IV-8)	جدول استقرائي يوضح إزالة بعض المعادن بإستعمال الكربون النشط	35
جدول(IV-9)	جدول استقرائي يوضح إزالة الزنك والرصاص باستعمال قشور السمك	36
جدول(IV-10)	جدول استقرائي يوضح إزالة الزنك والرصاص بواسطة الزيوليت الطبيعي السوري	38
جدول(IV-11)	جدول استقرائي يوضح أثار الحجر الجيري في إزالة المعادن الثقيلة من المحاليل المائية المحضرة	39
جدول(IV-12).	جدول استقرائي يوضح إزالة بعض المعادن الثقيلة بواسطة كتل حيوية من المياه الصناعية	40
جدول(IV-13)	جدول استقرائي يوضح إزالة الزنك والرصاص من المياه الصناعية بواسطة الطحالب	41
جدول(IV-14)	جدول استقرائي يوضح امتزاز أيونات المعادن الثقيلة بواسطة الكتلة الحيوية الفطرية من أجل معالجة المياه الصناعية	42
جدول(IV-15)	جدول استقرائي يوضح تثمين مادتين طينيتين من وادي نهر النيجر في القضاء على النحاس من مياه الشرب	44
جدول(IV-16)	جدول استقرائي يوضح إزالة المعادن الثقيلة والفلزات من المياه باستخدام مخلفات معالجة مياه الشرب	45
جدول(IV-17)	جدول استقرائي يوضح إزالة أيونات المعادن الثقيلة من مياه الشرب بواسطة نوع من أنواع الخلايا الحية	46
جدول(IV-18)	جدول استقرائي يوضح إزالة المعادن الثقيلة من ماء الشرب بواسطة الهياكل النانوية الكربونية المغناطيسية	47
جدول(IV-19)	جدول استقرائي يوضح دراسة إمتزاز الرصاص والزنك بالمواد الحيوية	49
جدول(IV-20)	جدول استقرائي يوضح إمكانية إزالة أيون الرصاص بواسطة الطين من محاليل مائية	50
جدول(IV-21)	جدول استقرائي يوضح إمتزاز بعض المعادن الثقيلة على رمل السليكا	51
جدول(IV-22)	جدول استقرائي يوضح إزالة الرصاص بواسطة الطين	52

قــائمة الأشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
الشكل (I-1)	يوضح دورة الماء في الطبيعة	5
الشكل (I-2)	صورة المياه ملوثة	6
الشكل(I-3)	بعض صور لمياه الصرف الصحي	7
الشكل(I-4)	صورة لمياه السيول والوديان	8
الشكل(I-5)	صورة توضح المياه الصرف الصحي بعد المعالجة	12
الشكل(II-1)	يوضح بعض المعادن الثقيلة	15
الشكل(II-2)	دورة مبسطة تبدأ من انبعاث المعادن الثقيلة إلى غاية وصولها للإنسان	18
الشكل(II-3)	ردة فعل النظام البيئي المائي على أنواع مختلفة من التلوث	18

فهرس المحتويات

إهداء	i
شكر و عرفان	iii
قائمة الاختصارات	iv
قائمة الجداول	v
قائمة الأشكال	vi
مقدمة عامة	1
المراجـع	3
الفصل الأول :عموميات حول المياه	
I-تمهيـد	4
I-1. دورة الماء في الطبيعة	4
I-2. تعريف المياه الملوثة	6
I-3. تعريف المياه العادمة	6
I-4. أنواع المياه	7
I-4-1.المياه السطحية	7
I-4-2. المياه الجوفية	7
I-4-3. المياه المخزنة	7
I-5. مصادر المياه العادمة	7
I-5-1. المصادر الطبيعية	7
I-5-1-1.مياه الأمطار	7
I-5-1-2.مياه السيول و الجريان (الوديان)	8
I-5-2.المصادر البشرية	8
I-5-2-1. مياه الصرف المنزلية	8
I-5-2-2. مياه الصرف الصناعي	8
I-5-2-2-1. المياه العادمة الصناعية الغير العضوية	9
I-5-2-2-2. المياه العادمة الصناعية العضوية	9
I-5-2-3. المياه العادمة الزراعية	9
I-6. الملوثات المحتملة في المياه	9
I-6-1. الملوثات الكيميائية	9
I-6-2. الملوثات الحيوية	10
I-7. خصائص مياه الصرف الصحي	10
I-7-1. الخصائص الطبيعية	10
I-7-2. الخصائص الكيميائية	10

I-7-3. الخصائص البيولوجية	10
I-8. آثار الملوثات في مياه الصرف الصحي	11
I-9. معالجة مياه الصرف الصحي	11
I-10. بعض الحلول المقترحة لمعالجة المياه	12
I-10-1. الطرق الفيزيائية	12
I-10-2. الطرق الكيميائية	13
I-10-3. الطرق البيولوجية	13
I-11. أهداف معالجة المياه	13
المراجع	14
الفصل الثاني : عموميات حول المعادن الثقيلة	
II-1. تعريف المعادن الثقيلة	15
II-2. تصنيف المعادن الثقيلة	15
II-2-1. المعادن الأساسية	15
II-2-2. المعادن السامة	16
II-3. مصدر العناصر الثقيلة في البيئة المائية	16
II-3-1. المصادر الطبيعية	16
II-3-2. المصادر البشرية	16
II-4. أشكال العناصر الثقيلة في البيئة المائية	17
II-4-1. العناصر الثقيلة الذائبة	17
II-4-2. العناصر الثقيلة الدقائقية	17
II-4-3. العناصر الثقيلة في الرواسب القاعية	17
II-4-3-1. العناصر المتبادلة	17
II-4-3-2. العناصر المتبقية	17
II-5. الإنبعاثات الطبيعية و البشرية من المعادن الثقيلة	18
II-6. تلوث المياه بالمعادن الثقيلة	18
II-7. التراكم الحيوي للمعادن الثقيلة	19
II-8. سمية المعادن الثقيلة	19
المراجع	21
الفصل الثالث : تقنيات إزالة المعادن الثقيلة من المياه	
III-1. تقنيات إزالة المعادن الثقيلة من المياه	23
III-1-1. الترسيب الكيميائي	23
III-1-2. الترشيح	23
III-1-3. الإمتزاز	23
III-1-3-1. الإمتزاز الفيزيائي	24
III-1-3-2. الإمتزاز الكيميائي	24

III-1-3-3 نماذج إيزوتارمالإمتزاز	24
III-1-3-3-1. إيزوتارمالإمتزازللانغموير	24
III-1-3-3-2. إيزوتارمالإمتزازلفراندليش	24
III-1-4. العمليات البيولوجية	25
III-1-5. التخثير الكهربائي	25
المراجع	26
الفصل الرابع : دراسة استقصائية حول إزالة المعادن الثقيلة من مختلف الأوساط المائية	
IV-تمهيـــد	27
IV-1. دراسة استقصائية حول إزالة المعادن الثقيلة من مياه الصرف الصحي	28
IV-1-1. تحليل نتائج الدراسات السابقة	37
IV-2. دراسة استقصائية حول إزالة المعادن الثقيلة من مياه الصرف الصناعي	38
IV-2-1. تحليل نتائج الدراسات السابقة	43
IV-3. دراسة استقصائية حول إزالة المعادن الثقيلة من مياه الشرب	44
IV-3-1تحليل نتائج الدراسات السابقة	48
IV-4. دراسة استقصائية لبعض مذكرات الماسترو أطروحة دكتورة حول إزالة المعادن	49
IV-4-1. تحليل نتائج الدراسات السابقة	53
المراجع	54
خلاصة عامة	57
الملاحق	
الملخص	

مقدمة عامة

مقدمة عامة

الماء هو العنصر الأساسي في حياتنا سواء أكان سطحيا أم جوفيا [1]،و تشكل نسبة المياه العذبة سوى 2.8% من إجمالي المياه على كوكب الأرض حيث تتعرض المياه لمختلف أنواع التدهور.

كان التوسع السكاني والتطور الصناعي والتقدم الاجتماعي السريع خلال السنوات الأخيرة سببا في زيادة مستوى التلوث لمصادر المياه فالاستعمالات البشرية المتمثلة في : الصناعية , الزراعية والمنزلية توثر تأثيراً مباشرا في نوعية المياه فقد أصبحت الأنهار والبحيرات الواقعة بالقرب من المدن والمجمعات الصناعية مقابر ملوثة ، بسبب الفضلات السائلة المصرفة إليها وأصبحت هذه المسطحات المائية غير قادرة على التنقية الذاتية [2].

عرفت منظمة الصحة العالمية عام 1961 لتلوث المياه على أنه :" هو أي تغير يطرأ على الخصائص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للمياه مما يؤدي إلى تغير في حالتها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة ، حيث تصبح المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها سواء للشرب أو الاستهلاك المنزلي أو الزراعي أو غيره" [3].

إن وجود ايونات العناصر الفلزية في البيئة ناتج عن النشاطات الصناعية حيث وجدت اغلب العناصر الفلزية ذات سمية عالية وغير قابلة لتحلل وهذا ما يدعو إلى القلق خاصة إذا تجاوزت الحد المسموح به ، كما انا عدم تحلل هذه الفلزات يؤدي بضرورة الى تراكمها وزيادة تركيزها في الماء وقد كان مشكل تلوث الماء بالمعادن الثقيلة مشكل كبير يواجه العالم بأسره ,لذا تم اللجوء إلى معالجة المياه الملوثة بشتى الطرق و توجب علينا معالجتها قبل دخولها للمسطحات المائية , و كانت المعالجة بالطرق الفيزيائية والكيميائية المختلفة من أجل إزالة المعادن الثقيلة مثل الامتصاص الحيوي , التبادل الأيوني , الترسيب الكيميائي , الامتزاز وغيرها من الطرق الأخرى حيث تتمتع كل طريقة معالجة بخصائص أداء وأيضا تأثيرات مختلفة على البيئة [4].

تم استخدام العديد من المواد الماصة(طبيعية و محضرة) لإزالة هذه المعادن الثقيلة حيث تشمل الممتزات الطبيعية الطين ، الزيوليت ,الخامات وغيرها من المواد الطبيعية التي تتميز بقلة تكلفتها ووفرتها كماأن لها إمكانية كبيرة على تعديل وتعزيز قدرتها في عملية الامتزاز أما الممتزات الصناعية هي مواد ماصة محضرة من المنتجات الزراعية و النفايات وبقايا المنازل والنفايات الصناعية ، حمأة المجاري .كل الممتزات بأنواعها لها خصائص خاصة مثل: المسامية , هيكل المسام وطبيعة سطح الممتز[4].

في هذه الدراسة تم استخدام طرق عديدة لإزالة المعادن الثقيلة من الأوساط المائية (مياه الصرف الصحي ، صناعية ، مياه الشرب) بطرق وممتزات مختلفة , حيث تجلى هدف الدراسة في تقدير أكبر نسبة إزالة للمعادن لأحسن طريقة وأفضل مادة إزالة .

قسمت هذه المذكرة إلى أربع فصول موالية :

- الفصل الأول " عموميات حول الأوساط المائية"

  حيث تحدثنا في هذا الفصل على تعريف المياه ومصادرها وأنواع الأوساط المائية .

- الفصل الثاني " عموميات حول المعادن الثقيلة "

  تم تسليط الضوء في هذا الفصل على تعريف المعادن الثقيلة مصادرها خطورتها وسميتها

- الفصل الثالث " طرق وتقنيات الإزالة المعادن الثقيلة "

  تم سرد مجموعة من التقنيات المستخدمة في عملية إزالة المعادن الثقيلة من الأوساط المائية

  الفصل الرابع :هو تحليل لي مجموعة من الدراسات السابقة حول إزالة المعادن الثقيلة مع اختلاف الوسط سواء كان صرف صحي أو صناعي أو مياه الشرب أو محاليل المحضرة.

وفي النهاية ختمنا هذا العمل بخلاصة عامة تتضمن أهم النقاط المستنبطة و الاستنتاجات التي تؤدي إلى إزالة المعادن الثقيلة من المياه .

المراجـــع:

مراجع باللغة العربية:

[2]عساني عماد. قدوري فتيحة ,مذكرةماستر أكاديمي في الكيمياءإمكانيةإزالة أيون الرصاص محلولمائي محضر بالطين المحلي لمنطقة تقرت في جامعة ورقلة2018/2017

[3]بوجحة يوسف رزقي – مايو عبد القادر, مذكرة شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء: إمتزاز بعض المعادن الثقيلة على رمل السليكا المغلف بالغرافيت بجامعة ورقلة2018/2017

[4]سراوي مبروك ,إستخدام الطين المحلي من منطقة تقرت في تنقية مياه الصرف الصحي . أداء التنقية و الظروف المثلى , دكتورا في الكيمياء التحليلية , جامعة قاصدي مرباح ورقلة سنة 2020.

مراجع باللغة الأجنبية:

[1] AOUADJ Ikram , LEMNAOUER Rym , Evaluation du traitement des eaux usées de la station de N'goussa (Ourgla) par les plantes , mémoire master LMD en Chimie Analytique, Université Kasdi Merbah (Ouargla), (2020).

الفصل الأول

عموميات حول المياه

I-تمهيـــد :

الماء عنصر أساسي في نمو و تكاثر كل من على البسيطة , قال تبارك و تعالى "أو لم ير الذين كفروا أن السماوات و الأرض كانتا رتقا ففتقنا هما و جعلنا من الماء كل شيء حي أفلا يومنون "(الآية 30 من سورة الأنبياء), حيث يشترك في جميع التفاعلات الحيوية أو البيولوجية , و هو مذيب جيد للكثير من المركبات العضوية و غير العضوية و يعتبر وسط جيد لنمو و تكاثر الكثير من الأحياء الدقيقة كالمكروبات و الجراثيم و الطفيليات , لذا يعتبر وسط هش سهل التلوث .

I-1.دورة الماء في الطبيعة :

يشكل الماء حركة دائمة في الطبيعة , حيث المياه المتكاثفة تشكل سحبا و تنزل بشكل أمطار , أو صقيع أو جليد على سطح الأرض , وتتجمع هذه الأمطار مشكلتا سيول ووديان ثم انهار و تتجمع في برك و بحيرات , ومنها يستقر في البحار و المحيطات , ومنها من يترشح من خلال التربة فينساب إلى باطن الأرض ,ليتجمع في باطن الأرض مشكلا مياه جوفية هذه المياه تخرج من جديد إلى سطح الأرض لتشكل ينابيع وعيون , تكتمل هذه الدورة بتبخر الماء من البحار و المحيطات و الأنهار و الأودية و البحيرات و كذلك البخار الناتج عن نتج النباتات فتتجمع من جديد على شكل سحب ليسوقها الريح وتهطل من جديد على شكل أمطار [1].

قد يتدخل الإنسان ليفسد في هذه الدورة و يلقي ما استعمله من ماء في شتى المجالات المنزلية الصناعية الزراعية وغيرها و الذي يكون محملا بشتى أنواع المخلفات و الملوثات فيلوث تلك المياه المتواجدة في الطبيعة , من أجل ذلك و لسلامة الصحة العامة للإنسان و الحيوان وضعت مجموعة من المعايير الدولية تشير إلى الحد الأقصى المسموح به في المياه[1] .

جدول (I-1): النسب المئوية لتواجد الماء على سطح الأرض[1].

الموقع	النسبة المئوية%
البحيرات المائية العذبة والأنهار و مياه التربة والجوفية	0.62
البحيرات المالحة و البحار الداخلية	0.008
الغلاف الجوي	0.001
المياه المتجمدة القطبية و الجليد	2.1
البحار و المحيطات	97.25

الشكل(I-1): يوضح دورة الماء في الطبيعة

I-2. تعريف المياه الملوثة :

التلوث هو إدخال المواد إلى الماء بتركيز كاف لجعل الماء غير صالح للاستخدام المقصود كما يعرف على أنه التغير في الخواص الفيزيائية و الكيميائية و البيولوجية للماء بسبب تغير حالتها بشكل مباشر أو غير مباشر, وعند تلوث الماء تنخفض درجة جودته نتيجة خلطه بمخلفات تجعله غير صالح للشرب أو الاستعمال , كما يعتمد تأثير مكونات الماء عند استعماله على تركيزها فإذا كانت بتركيز منخفض بدرجة كافية في الماء لا يكون لها تأثيرا ضارا عند استعمال الماء في أي غرض , وفي الواقع هناك العديد من المكونات التي يمكن الاعتراض على وجودها بتركيز مرتفع ولكن وجودها يمكن أن يصبح مقبولا في حالة وجودها بتركيز منخفض عند استخدام الماء في غرض معين [1].

الشكل (I-2): صورة لمياه ملوثة

I-3. تعريف المياه العادمة (مياه الصرف الصحي):

- هي المياه الصادرة عن الفعاليات البشرية (منزلية – تجارية – صناعية) , ويطلق عليها أيضا مياه المجاري أو الصرف الصحي لأنها في الغالب تصرف في شبكة المجاري العامة في المدينة [1].
- هي أوساط معقدة للغاية و تتغير تبعا للأنشطة البشرية الناجمة عن الإستخدام المنزلي ,الصناعي , الحرفي , الزراعي ....الخ, هذه المياه ملوثة ويجب معالجتها قبل أي استعمال أو إرسالها إلى أوساط طبيعية مستقبلة[2] .

الشكل (I-3): بعض صور لمياه الصرف الصحي

I-4. أنواع المياه :

تشمل المياه عديدا من الأنواع و التقسيمات و التي يمكن تصنيفها كالتالي :

I-4-1.المياه السطحية :

من الينابيع , الأنهار , بحيرات ,البرك و المستنقعات و قد تحتوي على الميكروبات و الكائنات الدقيقة التي تصل إليها من الهواء و الأتربة , الصرف الصحي الصناعي و الزراعي و غيره من مصادر التلوث [3].

I-4-2.المياه الجوفية :

توجد على أعماق مختلفة من سطح الأرض أكثرها عمقا و أقلها تلوث [3].

وهي المياه الموجودة في باطن الأرض و هي مياه عذبة موجودة في الفراغات مابين حبيبات التربة و الصخور و أيضا هي المياه الموجودة في الأحواض المتواجدة أسفل الأرض, المياه الجوفية هي مصدر هام للمياه العذبة ,الزراعة , الشرب , الصناعة و الاستخدامات المنزلية الأخرى [4].

I-4-3.المياه المخزنة :

يتم تخزينها في خزانات , برك أو بحيرات مغلقة ....إلخ , وتحتوي على الملوثات المختلفة طبقا للظروف و البيئة المحيطة بها [3].

I-5.مصادر المياه العادمة:

I-5-1.المصادر الطبيعية :

I-5-1-1.مياه الأمطار:

تهطل الأمطار و تحمل قطرات الماء بالملوثات الموجودة في الهواء (الغبار ,الدخان الناتج عن مداخن المصانع أو السيارات) ,وقد تكون هذه الأمطار ذات طبيعة حمضية حسب الوسط التي سقطت فيه [1].

المياه المطرية تسيل في طرق أو مجمعات للملوثات الجوية من الغبار , بقايا الصخور ,بقايا الاحتراق للبترول في العربات , تجمع المياه المطرية مع المياه المستعملة الأخرى ثم تقذف في قنوات التطهير تجاه محطات التصفية , بعد التصفية تنتقل هذه الأخيرة إلى الشطوط أو الأنهار[2] .

I-5-1-2.مياه السيول والجريان (الوديان):

تتجمع المياه الناتجة من الأمطار لتشكل وديان أو سيول ,تجر معها التربة و ما قامت بإذابته من أملاح و ملوثات أخرى كانت ماكثة فيها , وفي اغلب الدول النامية هذه السيول تصرف في مجاري صرف المياه العادمة (الصرف الصحي) للمدن [1].

الشكل(I-4) : صورة لمياه السيول و الوديان

I-5-2.المصادر البشرية :

I-5-2-1.مياه الصرف المنزلية :

هي مياه الصرف الصحي التي تأتي من المنشآت و الخدمات السكنية , التي تنتج أساسا عن طريق الأيض البري و الأنشطة المنزلية (المياه الرمادية و مياه الصرف الصحي) ,حيث تحتوي على ملوثات عضوية و غير عضوية ,وهي غير متجانسة , وسهلة المعالجة [1].

I-5-2-2.مياه الصرف الصناعي :

هي نواتج سائلة تنتج من خلال استخدام المياه للأغراض الصناعية أو بقايا مواد مصنعة مثل الزيوت ,مياه الصرف الصناعي ,تعمل الصناعة على تلويث المجاري المائية بما تلقيه من مخلفاتها و نواتجها الثانوية و التي تؤدي بذلك إلى القضاء على الحياة في المسطحات المائية أو تسمم الأسماك[1] ,من النظرة البيئة يمكن تصنيف هذه المياه من حيث المصدر إلى :

I-5-2-2-1.المياه العادمة الصناعية غير العضوية :

تنتج المياه العادمة غير عضوية من خلاطات الإسمنت , ومصانع الحديد, وغيرها وتحتوي هذه المياه على نسب مختلفة من المواد العالقة يمكن ترسيبها بالمواد المخثرة كأملاح الألمنيوم , إضافة الى نسب مختلفة من المواد المترسبة ,والذائبة الناتجة عن عمليات التصنيع المختلفة كصهر الحديد , وتصنيع الالمنيوم وغيرها[1] .

I-5-2-2-2.المياه العادمة الصناعية العضوية :

تنتج المياه العادمة الصناعية العضوية من عدة صناعات منها : صناعة الدواء ,الدباغة , مصافي البترول وغيرها,و تختلف نوعية المواد العضوية الناتجة حسب نوعية الصناعة , فبضعها ضاروصعب التحلل و البعض الأخر أقل ضررا وسهل التحلل [1].

I-5-2-3.المياه العادمة الزراعية :

هي المياه الناتجة عن الأنشطة الزراعية المختلفة وتحتوي مواد عضوية سهلة التحلل , وكذلك المياه العادمة الناجمة عن تصنيع الأعلاف ,حيث تحتوي على تركيزات عالية من المواد و الأحماض العضوية و مركبات النتروجين المختلفة ويجب حجز هذه المياه عن المياه السطحية لأنها تجعلها حمضية وتستهلك الأكسجين المذاب فيها مما يدمر الحياة المائية , وإذا عولجت هذه المياه بطريقة ملائمة فإنها لا تشكل خطرا على البيئة حيث يمكن إعادة المواد الموجودة فيها الى دورتها الطبيعية باستعمالها في الزراعة والإستفادة من المغذيات النباتية ,والمواد المحسنة للتربة فيها [1].

I-6.الملوثات المحتملة في المياه :

تتصنف المياه العادمة عموما بأنها مصدر هام من مصادر التلوث الذي يعتبر خطرا على الصحة العامة نظرا لإحتوائها على العديد من الملوثات التي يمكن أن تكون فيها حيث تنقسم إلى :

I-6-1.الملوثات الكيميائية :

تتطلب لإزالتها تطبيق بعض العمليات الفيزوكيميائية أو الكيميائية كالتبادل الأيوني أو الترسيب الكيميائي ....الخ . وقد تكون هذه الملوثات عضوية مثل : الهيدروكربونات , الدسم , الزيوت , الشحوم , المبيدات , البروتينات و الفينولات ... الخ , أو لا عضوية ومنها القلويات, الأحماض , الكلوريدات , المعادن الثقيلة ,النتروجين, الفسفور و الكبريت , أو غازية مثل كبريتيد الهيدروجين, الأمونيا و الميثان [1].

I-6-2.الملوثات الحيوية :

ان غالبية الكائنات الحية الدقيقة التي تنقلها المياه و التي تسبب المرض البشري هي من النفايات البرازية التي يخلفها البشر أو الحيوانات التي تحتوي على هذه الأمراض , ترتبط المخاطر الصحية الأكثر شيوعا باستهلاك مياه الشرب و الترفيه غير المعالجة تسببها البكتيريا و الفيروسات و الأوليات , كما ان المياه غير المعالجة هي وسيلة للعديد من الأمراض المرتبطة بالماء , مثل حمى التيفوئيد, الكوليرا و التهاب الكبد ألف , غالبية الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض لها القدرة على التسبب في أمراض حادة و مزمنة قصيرة أو طويلة مثل: أمراض القلب و قرحة المعدة , لإزالتها تطبق بعض العمليات لحيوية أو الفيزويوكيميائية كالمعالجة الحيوية أو التعقيم [1].

I-7.خصائص مياه الصرف الصحي :

I-7-1. الخصائص الطبيعية أو الخصائص الفيزيائية:

_ **اللون** : يميل لون المخلفات التي هي من أصل آدمي إلى اللون الرمادي و لكنه يتحول تدريجيا إلى اللون الأسود.

_ **الحرارة** : تزيد درجة حرارة بعض المخلفات السائلة (الصرف الصحي) عن درجة حرارة الجو المحيط بها زيادة طفيفة .

_ **الرائحة** : لمياه الصرف الصحي المتكونة حديثا رائحة مميزة غير مقبولة إلى حد ما و لكنها تصبح كريهة (نتيجة النشاط اللاهوائي في غياب الأكسيجين مع تكون غاز كبريتيد الهيدروجين).

_ **المواد الصلبة الكلية** : هي المواد الصلبة التي تبقى بعد تبخيرعينة عند درجة تتراوح بين 100-105° تنقسم إلى قسمين مواد عضوية و مواد غير عضوية .

_ الغازات الذائبة مثل : Co_2, H_2S, O_2.[2]

I-7-2.الخصائص الكيميائية :

المواد العضوية : تشمل المواد الآتية : الكربوهيدرات , البروتينات , الشحوم و الزيوت و الدهون ,مواد عضوية أخرى , مواد غير عضوية (الكلوريدات ,القلوية , النتروجين و الفسفور , الكبريت , المعادن الثقيلة ..).[2]

I-7-3.الخصائص البيولوجية: هي أهم الكائنات الدقيقة في المخلفات السائلة وهي البكتيريا و تنقسم إلى ثلاث أنواع رئيسية : البكتيريا الهوائية , البكتيريا اللاهوائية , البكتيريا الاختيارية [2].

I-8.آثار الملوثات في مياه الصرف الصحي :

إن إحدى التهديدات الرئيسية للكائنات المائية هي وجود ملوثات في مياه الصرف الصحي السائلة . الملوثات الرئيسية تكمن في المغذيات (النتروجين و الفسفور) ,الهيدروكربونات, المعادن الثقيلة و الميكروبات من أهمها :

❖ **آثار المعادن الثقيلة :**

تم العثور على معظم المعادن الثقيلة في مياه الصرف الصحي.فبالرغم من أن بعض هذه المعادن، مثل الزنك (Zn)و النحاس (Cu) و الحديد(Fe)و غيرها، ضرورية في البيئة المائية بسبب أدوارهم في العديد من العمليات البيوكيميائية لكنها تصبح ضار عندما تكون موجودة في تركيزات عالية , دمج المعادن الثقيلة في سلاسل الغذاء يؤثر على الحالة الفيزيولوجية للكائنات الحية المائية , كما أنها تشكل تهديدا على صحة الإنسان و الحيوانات و النباتات لأن معظم المعادن الثقيلة المعروف عنها أنها سامة و مسرطنة مثل :الزنك و النحاس و النيكل و الزرنيخ , حتى عند إنخفاض تركيزها , إذا وصلت الى المسطاحات المائية أو ترسبت الى المياه الشرب من مياه الصرف الصحي[1] .نذكر بعض اثار الملوثات الأخرى في مياه الصرف الصحي (اثار النتروجين و الفوسفور , اثار التلوث الحيوي , المكروبات ,الفيروسات , الكائنات الأولية الديدان الطفيلية)[1] .

I-9.معالجة مياه الصرف الصحي:

إن النمو المتزايد لأعداد البشر و متطلبات النمو الزراعي و الصناعي , التي تستند كميات هائلة من المياه كان لا بد من التفكير في ترشيد استعمال الماء و البحث عن بدائل و مصادر جديدة له , و من أهم تلك المصادر : مياه الصرف الصحي (المياه العادمة), التي تشكل نسبة عالية من الموجود المائي لكنها في الغالب تذهب هدرا مما يولد مشكلة جديدة و التي تتمثل في تلوث البيئة و المياه السطحية و الجوفية , هذه الإشكاليات جعلت العلماء يفكرون في استرجاع هذه المياه و استغلالها في مجالات مختلفة , وبهذا نكون قد تفادينا هدرها من جهة و حماية البيئة من جهة أخرى , لذا شرعوا في التفكير في طرق يتم من خلالها التخلص من أغلب الملوثات الموجودة في المياه العادمة , وفق مراحل تدعى معالجة المياه المستعملة .

تتعدد هذه المراحل و طرق معالجة المياه العادمة في محطات المعالجة و تختلف مسميات تلك المراحل و الطرق تبعا لأسس تسميتها و تصنيفها ,فهناك من يسميها و يصنفها تبعا لأسلوب المعالجة : مرحلة المعالجة الميكانيكية و مرحلة المعالجة البيولوجية , مرحلة المعالجة الكيميائية ,مرحلة المعالجة المعمقة , مرحلة معالجة الطمي و الغازات المنطلقة هناك من يسميها و يصنفها وفق ترتيب و تتابع مراحل معالجة المياه العادمة داخل محطة المعالجة : مرحلة المعالجة التمهيدية , مرحلة المعالجة الإبتدائية و مرحلة

المعالجة الثانوية , مرحلة المعالجة المتقدمة أو الثلاثية و مرحلة التخلص النهائي من الرواسب و مخلفات السائل و سيتم بحث مراحل و طرق معالجة المياه العادمة [1].

كما تتنوع عمليات معالجة المياه العادمة بين فيزيائية وكيميائية وبيولوجية .

- العمليات الفيزيائية : التصفية , التفتيت , معادلة الدفق ,الترسيب , التعويم , الترشيح عبر وسط حبيبي.
- العمليات الكيميائية: الترسيب الكيميائي , الإمتزاز بالكربون النشط , التطهير , نزع الكلور .
- العمليات البيولوجية : عملية الحماة المنشطة , البحيرات المهوية , المراشح النضاضة , الملامسات البيولوجية الدوارة , برك التثبيت , الهضم اللاهوائي التام الامتزاج , نزع المغذيات البيولوجية [2].

الشكل (I-5) : صورة توضح المياه العادمة بعد المعالجة.

I-10.بعض الحلول المقترحة لمعالجة المياه :

أصبح تلوث المياه بالمعادن الثقيلة يثيرقلق حول تطور التكنولوجيات في العالم بأسره . وتقنيات المعالجة يمكن أن تجمع في ثلاث فئات تشمل ما يلي :

I-10-1.الطرق الفيزيائية :

يتم خلالها عزل الشوائب و المواد العالقة و المواد الكبيرة من المياه الملوثة و ذلك باستخدام المناخل أو المصافي و المرشحات المعدة لهذا الغرض و يمكن فصل أكثر من 50% من شوائب و الرواسب العالقة

من المياه الملوثة . و للحصول على نقاوة أكثر يتطلب استخدام عدة عمليات أهمها : الترسيب – الترشيح – الإدمصاص – التبخر – التعويم – المصيدة – الطرد المركزي – التجميد – الموجات فوق الصوتية – المعالجات المغناطيسية و قد تشترك أكثر من عملية للحصول على التقنية المطلوبة [4].

I-10-2.الطرق الكيميائية :

تشمل معاملة المياه الملوثة مع بعض المواد الكيميائية التي بدورها تتفاعل وتؤدي إلى ترسيب المواد المطلوبة إزالتها من المياه للتخلص منها او تكسيرها إلى وحدات أو مواد أصغر أقل خطورة لتلوث المياه . ومن العمليات التي قد تعامل بها المياه الملوثة كيماويا لتنقيتها ما يلي : التبلور – الفصل الغشائي – تبادل أيوني – التكسير – الأكسدة – الطريقة الكيميائية الكهربائية وتوجد العديد من الدراسات حول طرق و إمكانية تخفيض تركيز المعادن الثقيلة في المياه [4].

I-10-3.الطرق البيولوجية :

وتشمل هذه الطرق قيام الكائنات الحية الدقيقة في تكسير و تحلل المواد الملوثة خاصة العضوية منها و تكون بنوعين إما طبيعيا (تنقية ذاتية)أو اصطناعيا . تتوجد العديد من الدراسات حول طرق و امكانية تخفيض تركيز المعادن الثقيلة في المياه[4] .

I-11.أهداف معالجة المياه :

الغرض من معالجة مياه الصرف هو إزالة الملوثات من الماء بحيث تلبي المياه المعالجة معايير الجودة المقبولة , وتعتمد معايير الجودة عادة على ما إذا كان سيتم إعادة استخدام الماء أو تصريفه في الجهة المستقبلة (الزراعة أو الصناعة , البيئة ....) , يمكن تصنيف عمليات معالجة مياه الصرف المتاحة على نطاق واسع بأنها فيزيائية أو كيميائية أو بيولوجية حيث يتم تطبيق هذه العمليات التي تكون من سلسلة من عمليات الوحدة تبعا للحالات السائدة للتركيز و الحالة المؤثرة و مواصفات المخلفات السائلة [1].

المراجــع:

[1] سراوي مبروك ,إستخدام الطين المحلي من منطقة تقرت في تنقية مياه الصرف الصحي . أداء التنقية و الظروف المثلى , دكتورا في الكيمياء التحليلية , جامعة قاصدي مرباح ورقلة سنة 2020.

[2] كمرشوعباس ,إستعمال كربون نشط محضر من مشتقات نخيل التمر (نواة تمرة دقلة نور) في معالجة المياه المستعملة الحضرية. دراسة مقارنة , جامعة قاصدي مرباح ورقلة , 2017-2018.

[3]الدكتور الكيميائي حمدي أبو النجا " كتاب مخاطر التلوث البيئي " من سلسلة الكراسات العلمية للناشر المكتبة الأكاديمية المصرية 2012 ص 31.

[4]زايدي هودة ,دراسة تقيمية لتركيز المعادن الثقيلة في بعض مصادر المياه في أم البواقي و تأثيرها على النظام البيئي ,دكتورا في علوم البيئة والمحيط , جامعة العربي بن المهيدي أم البواقي سنة 2019/2018.

الفصل الثاني

عموميات حول المعادن الثقيلة

II-1.تعريف المعادن الثقيلة :

المعادن الثقيلة هي تلك العناصر التي تملك عددا ذريا أكبر من (20) وكثافة أكبر من $5g/cm^3$ [1].

المعادن الثقيلة هي عناصر طبيعية من قشرة الأرض , لا يمكن أن تتحلل او تنكسر بدرجة حرارة صغيرة , وهي مجموعة مختلفة جدا عن العناصر المعدنية أخرى , ويمكن أيضا ان تأتي في عدد من الأشكال المركبة المختلفة .بعضها معادن أساسية والبعض منها معروف بأنه سام و من السمات الخاصة أن جميع المعادن الثقيلة موجودة بشكل طبيعي في التربة لأنها غير قابلة لتحلل في الطبيعة [2].

تدخل المعادن الثقيلة أجسامنا عن طريق مياه الشرب والغذاء والهواء. بعض المعادن الثقلة (مثل النحاس, السيليسنيوم , الزنك) ضرورية للحفاظ على عملية التمثيل الغذائي للجسم البشري , ومع ذالك , في تراكيزات أعلى فإنها يمكن أن تؤدي إلى التسمم .

الشكل(II-1) : يوضح بعض المعادن الثقيلة

II-2.تصنيف المعادن الثقيلة:

يمكن تصنيف المعادن الموجودة في البيئة الى معادن أساسية وأخر سامة .

II-2-1-المعادن الأساسية:

هي المعادن الضرورية للكائنات الحية ولا يمكن الاستغناء عنها حيث تشارك في العديد من العمليات الخلوية مثل التفاعلات الايضية أو التفاعلات الانزيمية وقد تصبح سامة عندما يتجاوز التركيز عتبة معينه وهذه في حالة النحاس(Cu) والزنك(Zn) والحديد (Fe). [3]

II-2-2-المعادن السامة:

لها طابع ملوث و تأثيرات السامة للكائنات الحية حتى عن تراكيز منخفضة , وليس لهم أي إفادة للخلية . وهذي في حالة الرصاص(Pb) والزئبق (Hg)و الكاديميوم (Cd( ]4[.

جدول(II-1) : تصنيف بعض المعادن الثقيلة حسب الكثافة والسمية[4]

المعدن	النبات	الحيوان	الكثافة
Cd	T	T	**8.65**
Cr	/	E	**7.20**
Cu	ET	ET	**8.92**
Ni	T	E	**8.9**
Pb	T	T	**11.34**
Zn	ET	E	**7.14**
Mn	ET	E	**7.20**
أساسية و سامة عند إرتفاع كثافتها=ET الأساسية= E سام = T			

II-3-مصادر العناصر الثقيلة في البيئة المائية:

يمكن أن تأتي المعادن الثقيلة من عدة مصادر طبيعية أو بشرية المنشأ :

II-3-1- المصادر الطبيعية :

تنتقل المعادن الثقيلة إلى البيئة المائية بطريقه طبيعية من خلال العمليات جيولوجيا ومنها العمليات التعرية , و توجد بشكل طبيعي في الصخور و / أو الرواسب محيطية. غالبًا ما يتم تجميد المعادن الثقيلة ذات الأصل الطبيعي في أشكال خاملة نسبيًا , يتم إدخالها في المحيط الحيوي عن طريق النشاط البركاني ، أو زحزحة القارات ، أو عن طريق حرائق الغابات [5] .

II-3-2- المصادر البشرية :

توجد معادن ناتجة عن مداخلات بشرية في أشكال كيميائية تفاعلية إلى حد ما وبالتالي تحمل مخاطر أعلى بكثير من المعادن موجودة طبيعيا والتي غالبا ما توجد في أشكال خاملة نسبيا[6] .

المصادر الرئيسية البشرية هي:

- أنشطة البتروكيماويات.
- استخدام الوقود الأحفوري.
- وسائل النقل.
- حرق النفايات.
- النفايات الحضرية.
- أنشطة التعدين [7]

II-4-أشكال العناصر الثقيلة في البيئة المائية:

توجد العناصر الثقيلة في البيئة المائية على ثلاثة أشكال:

II-4-1-العناصر الثقيلة الذائبة :

وتمثل بالعناصر المتواجدة في الطور المائي , والتي تمر خلال ورق الترشيح قطر فتحاته(0.45µm) عند ترشيح عينة المياه .

II-4-2-العناصر الثقيلة الدقائقية :

وتشمل العناصر الموجودة في المواد العالقة داخل مكونات المياه والتي لا تستطيع المرور خلال أوراق الترشيح قطر فتحاتها (µm0.45) عند ترشيح عينة المياه .

II-4-3- العناصر الثقيلة في الرواسب القاعية:

وتتضمن كلا من :

II-4-3-1-العناصر المتبادلة :

وتشمل العناصر التي لا تدخل ضمن التركيب السليكي او الشبكي , إنما تكون ممدصة على الأسطح لجزيئات الرواسب القاعية .

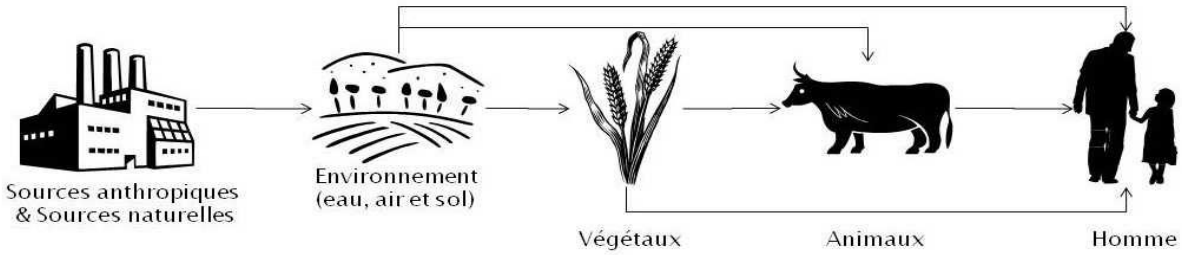
II-4-3-2-العناصر المتبقية :

وهي العناصر التي تدخل ضمن التراكيب السليكية أو الشبكية للرواسب القاعية,

وعند الوصول هذه العناصر إلى الأجسام المائية إما عن طريق انجراف التربة أو عن طريق الغبار [1].

II-5-الانبعاثات الطبيعية والبشرية من المعادن الثقيلة :

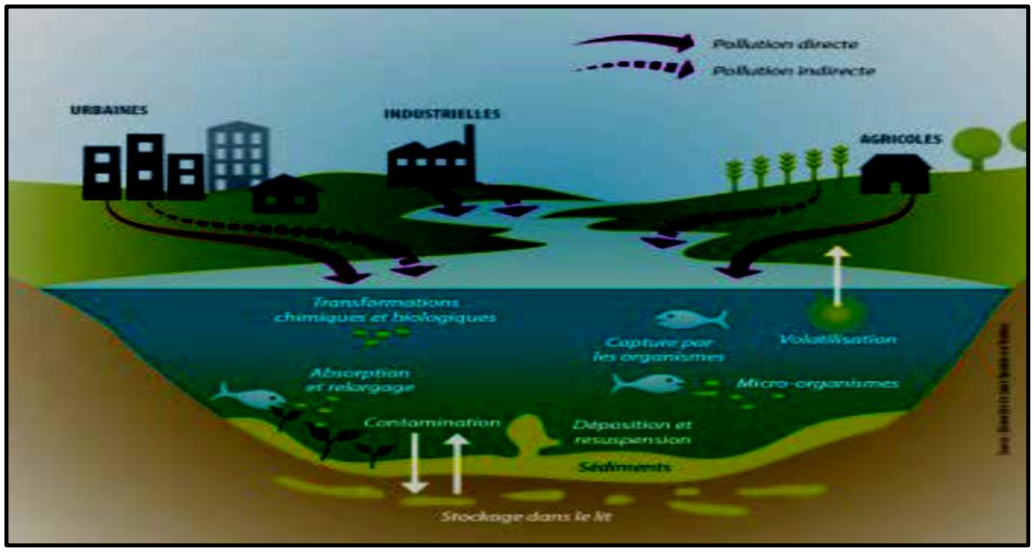
بعد تحرر المعادن الثقيلة من المصادر المختلفة (طبيعية أو بشرية المنشأ) ، فإنها تتفرق في جميع أقسام البيئة الطبيعية بما في ذلك الأنواع الحية. حيث البشر على اتصال مع جميع النظم البيئية ، لذلك يمكن أن يتعرضوا لهذه الملوثات بطرق مختلفة ، سواء من الغذاء (نباتي أو حيواني) أو مباشرة من الطبيعة (الهواء ، التربة ، الماء).



الشكل(II-2):دورة مبسطة توضح انبعاث المعادن الثقيلة إلى غاية وصولها للإنسان[8]

II-6-تلوث المياه بالمعادن الثقيلة :

توجد المعادن الثقيلة بصورة طبيعية في النظام البيئي ، ويرجع ازدياد نسبها مؤخراً إلى المصادر الصناعية والنفايات الصناعية السائلة وانتقال أيونات المعادن من التربة إلى البحيرات والأنهار والأمطار الحمضية، والتلوث الحادث من النفايات الصادرة من الوقود بشكل خاص , حيث تعد المعادن الثقيلة من عوامل التلوث المهمة وشديدة السمية بسبب قدراتها على التراكم الحيوي في البيئة الحيوية .



الشكل(II-3): ردة فعل النظام البيئي المائي على انواع مختلفة من التلوث

حيث من الصعب للغاية التنبؤ بتطور المعادن في البيئة ، لأنها يمكن أن تخضع لعدد كبير من التحولات (الأكسدة ، الاختزال ، والتعقيد ، وما إلى ذلك) ، . في الواقع ، تعتمد هجرة المعادن الثقيلة إلى منسوب المياه الجوفية على العديد من المعايير:

- الشكل الكيميائي الأولي للمعدن .
- نفاذية التربة وباطن التربة .
- مسامية التربة.
- الأس الهيدروجيني: في بيئة حمضية ، قد تذوب المعادن ، بينما في وسط قلوي ، يمكن أن تشكل هيدروكسيدات معدنية.
- النشاط البيولوجي: بعض الكائنات الحية الدقيقة لديها القدرة على ابتلاع المعادن ،بينما يذوبها الآخرون عن طريق التولد الحمضي .

II-7-التراكم الحيوي للمعادن الثقيلة :

إنها العملية التي يمتص من خلالها كائن حي مادة موجودة في بيئة حيوية بمعدل أكبر من تلك التي يفرزها بها ، أو يستقلبه.وتُعرف المعادن الثقيلة بسميتها ، وتؤدي ظاهرة الاستيعاب والتركيز المسماة التراكم الحيوي إلى زيادة هذه الخاصية.

- **الاستيعاب:**ويعرف بامتصاص الملوثات الناتجة عن التعرض الداخلي.
- **التركيز الحيوي:**يتجلى من خلال الامتصاص المستمر للملوث ، من نظام بيئي إلى كائن حي يمكن أن يصل إلى النقطة التي يصبح فيها تركيز الملوث في الجسم أعلى منه في البيئة الطبيعية.
- **التضخيم الحيوي:**إنه تداول الملوثات في البيئات الغذائية ، تتغذى الأنواع على الكائنات التي ركزت الملوثات في كائناتها وبالتالي تتأثر الأنواع أيضًا بالملوثات ، وبهذه الطريقة ينتقل الملوث من نوع إلى آخر يسمى التضخيم.

II-8-سمية المعادن الثقيلة :

بشكل عام ، ترجع سمية أيونات المعادن لأنظمة الثدييات إلى التفاعل الكيميائي للأيونات مع البروتينات الهيكلية الخلوية والإنزيمات ونظام الغشاء. عادة ما تكون الأعضاء المستهدفة لسمية المعادن هي الأعضاء التي تتراكم فيها أعلى تركيزات المعدن في الجسم الحي. غالبًا ما يعتمد على مسار التعرض والمركب الكيميائي للمعدن ، حيث كل معدن له خصائص فريدة وخصائص فيزيائية كيميائية تضفي على آليات عمله السمية المحددة.

جدول(II-2):تأثير المعادن الثقيلة على الكائنات الحية[4]

المعـادن	تأثيرها على الصحة
As	سام،مسرطن
Cd	ارتفاع ضغط الدم،تلف الكبد
Cr	مادة مسرطنة في شكل كروم(IV)
Cu	سمية منخفضة للحيوانات,السمية الايكولوجية للنباتات والطحالب في مستويات معتدلة
Hg	السمية المزمنة والحادة
Pb	سام
Zn	السمية البيئية للنباتات ذات المستويات العالية
Ni	الحساسية الجلدية وأمراض الجهاز التنفسي، وربما مسرطنة

المراجـع:

مراجع باللغة العربية :

[1]عقيل عباس حمد الشريفي –رسالة ماجستر-جامعة كربلاء – التلوث المحتمل لبعض العانصر الثقيلة وبعض العوامل البيئية لمياه جدظول بني حسن محافظة كربلاء المقدسة-العراق –(2010-2011).

[4]جريدي عبير- باباسيدي فاطمة الزهراء -مذكرة ماستر أكادمي– تحديد بعض المعادن الثقيلة في الغبار بطريقة مطيافية الامتصاص الذري SAA بولاية ورقلة – جامعة قاصدي مرباح ورقله– 2018-2019.

مراجع باللغة الأجنبية:

[2] Mahdi, MISSAOUI Mohamed. "Influence de la présence des métaux lourds au cours de l'élimination des substances humiques sur charbon actif dans des milieux de minéralisation variable." (2017).

[3] M^{elle}ZEGGAI Fatima Zahra Nor El Houda. MASTER :La contamination de l'eau par les metaux lourd.Université ABOU-BAKR BELKAID – Tlemcen. 2019 – 2020.

[5]H.B. Bradl., 2005. Chapter 1, sources and Origins of Heavy Metals. Department of Environmental Engineering, University of Applied Sciences Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld, P.O. Box 301380, 55761 Birkenfeld, Germany.

[6]HammadacheZineb,GuerracheSama, Saib Samia ; Evaluation du transfert des métaux lourds dans le systèmesol-plante (Phragmites austrlis) dans le bassin versantd'oued Nil la région de Jijel ;master en biologie ; Universite M'hamedbougara ; Années universitaire 2015-2016 ; p (3- 4).

[7]M. Jozef., Pacyna and Elisabeth G. Pacyna., 2001. An assessment of global and regional emissions of trace metals to the atmosphere from anthropogenic sources worldwide. Norwegian Institute for Air Research (NILU), Kjeller, Norway.

[8]A. Gouzy., G. Ducos., 2014. La connaissance des éléments traces métalliques : un défi pour la gestion de l'environnement.

الفصل الثالث

تقنيات إزالة المعادن الثقيلة من المياه

III-1-تقنيات إزالة المعادن الثقيلة من المياه :

إن مياه التي يستهلكها البشر يجب أن تكون مياه نقية، وصافية، وخالية من الكائنات الدقيقة، والكيماويات الضارة، كما يجب أن تكون المياه في شبكات المياه ذات مستوى عالٍ من النظافة، والنقاء، وخالية من اللون، والرائحة، والطعم غير المرغوب فيها؛ حتى لا يميل الناس إلى البحث عن مصادر أخرى للمياه غير موثوق بجودتها. لذا نلجأ في كثير من الأحيان إلى ما يسمى (بمعالجة المياه) التي تهدف بشكل أساسي إلى حماية صحة المجتمع. وبطبيعة الحال، توجد المياه في الطبيعة بنسب متفاوتة من حيث درجة النقاء وصحة الاستخدام؛ فمياه الأنهار أو البحيرات نادراً ما تكون نظيفة بما فيه الكفاية للاستهلاك البشري إذا لم تُعالج من قبل. ومن ناحية أخرى، فإن المياه الجوفية غالباً ما تحتاج لمستوى أقل من المعالجة لجعلها صالحة للشرب والاستهلاك البشري. وتعتمد الطريقة التي يتم استخدامها في معالجة المياه على جودة مصدر المياه، فكلما كانت جودة المصدر جيدة تكون الحاجة إلى المعالجة أقل.

III-1-1-الترسيب الكيميائي:

الترسيب الكيميائي هو أكثر العمليات شيوعًا المستخدمة لتقليل محتوى المعادن الثقيلة في النفايات السائلة. على الرغم من أن معظم المعادن الثقيلة تترسب تمامًا بعد تعديل (الأس الهيدروجيني يتجه نحو الحياد) .

حيث تترسب المعادن في الماء من المسام أو على سطح الجسيمات الصلبة و في البيئة الطبيعية ، تترسب المعادن بشكل رئيسي في شكل هيدروكسيدات أو كربونات أو فوسفات أو كبريتيدات.

III-1-2-الترشيح :

الترشيح هو عملية فيزيائية لتوضيح سائل يحتوي على مواد صلبة معلقة عن طريق تمريره عبر وسط مسامي. يمكن تحقيق الترشيح كعلاج ثلاثي للمياه الخام ، أو كمعالجة ثانوية لمياه الصرف أو كعلاج وحيد إذا تحدثنا عن الترشيح عبر الغشاء. المرشحات الأكثر شيوعًا في محطات معالجة المياه هي مرشحات الرمل والأنثراسايت.

III-1-3- الامتزاز :

يعتمد الامتزاز في معالجة المياه على خاصية بعض المواد (الممتزات) لتثبيت المواد المذابة على سطحها (الغاز ، الأيونات المعدنية ، الجزيئات عضوي ، وما إلى ذلك). الممتزات الصناعية الأكثر شيوعًا هي: الكربون المنشط ،الزيوليت ، هلام السيليكا ، الطين المنشط و تنشيط الألومينا[1] . ويعرف أيضا على أنه ظاهرة فيزيو كيميائية تحدث عموما لمواد سائلة أو غازية تكون في إحتكاك مع المادة الصلبة حيث تجذب المواد الممتزة من طرف الذرات السطحية للمادة الصلبة (الماز)[3], التجاذب بين المادة الممتزة و المادة المازة تسمح بتقديم نوعين للإمتزاز :

III-1-3-1-1-الإمتزازالفيزيائي :

هو قوى عاملة بين جزيئات سطح صلب و المادة المازة هي قوى فاندرفالس , ويتميز هذا الإمتزاز بتكوين عدة طبقات جزئية على سطح الإمتزاز و لهذا يسمى أيضا إمتزازفاندرفالس .

III-1-3-1-2-الإمتزازالكيميائي :

يتميز هذا النوع من الإمتزاز بتكوين أواصر كيميائية بين السطح والذرات أو الجزيئات الممتزة عليه , ويصاحب هذا النوع من الإمتزاز تكوين طبقة أحادية الجزئية على سطح الماز و يسمى أيضا الإمتزاز النشط .

III-1-3-1-3-نماذج إيزوتارم الإمتزاز:

النماذج الأكثر إستعمالا في دراسة الإمتزاز صلب – سائل هي نموذج لانغمويز , نموذج فراندليش , هذه تتعلق بعلاقات الأمبيرية غير الحركية تعرف بالإيزوتارم .

III-1-3-3-1-1-إيزوتارم الإمتزازلانغمويز(Langmuir) :

هذا النموذج إقترح سنة 1918 إستنادا للفرضيات التالية :

جزيئات السطح تكون متجانسة طاقويا , كل موقع نشط يمتز جزيئة واحدة , لكل موقع فعال جزيئة واحدة , المركبات الممتزة لا تتفاعل فيما بينها , الإمتزاز بطبقة واحدة على سطح الماز .

معادلة لانغمويز تكتب كما يلي :

$$q_e = q_m K_L C_e / 1 + K_L Ce$$

q_m: الكمية العظمى للإمتزاز بوحدة (mg/g)

K_L: ثابت إتزان لانغمويز (L/mg)

C_e: التركيز النهائي للممتز في المحلول (mg/L).

III-1-3-3-1-2-إزوتارم الإمتزازلفراندليش(Freundlich):

هذا النموذج أقترح سنة 1924 يشير إلى سطح غير متجانس عكس نموذج لانغمويز أين المواقع النشطة متكافئة طاقويا , إمكانية التحاذب بين الجزيئات الممتزة لا تؤدي إلى التنبؤ بلحدود العظمى للإمتزاز , هذا النموذج قليل النجاعة بنسبة لتراكيز الكبيرة لكن يمثل الإمتزاز جيدا في المحاليل المخففة و يعطى بلعلاقة التالية :

$$q_e = K_f . Ce^n$$

K_f:ثابت فراندليش يتعلق بقدرة الإمتزاز.

n: ثابت فراندليش متعلق بكثافة الإمتزاز.

III-1-4 – العمليات البيولوجية :

تم اقتراح الطرق البيولوجية لاستعادة المعادن ، والتي تسمى الامتصاص الحيوي ، كبديل فعال واقتصادي لمعالجة النفايات السائلة. في الواقع ، تم تسجيل نتائج شديدة التباين مع البكتيريا والخمائر والعفن والطحالب للاحتفاظ بالعديد من المعادن الثقيلة قوة الاحتفاظ هي نفسها تقريبًا قوة الاحتفاظ بالنسبة لكتلة الحيوية .

III-1-5- التخثير الكهربائي :

تم اقتراح استخدام الكهرباء لمعالجة المياه في المملكة المتحدة عام 1889. تم تسجيل براءة اختراع تطبيق التحليل الكهربائي في ترقية المعادن من قبل 1904neeElmo , في عام 1909 ، حصل seriaH JT في الولايات المتحدة على ترخيص لمعالجة مياه الصرف باستخدام أقطاب الألومنيوم والحديد. تم تنفيذ أول تطبيق للتخثير الكهربائي على مياه الشرب في نطاق واسع من الولايات المتحدة الأمريكية عام 1946في القرن العشرين ، حققت هذه العملية نجاحًا محدودًا. ويرجع ذلك إلى عدم وجود دراسات الهندسة الكيميائية المخصصة لتطبيقها ، من تصميم المعدات إلى نماذج العمليات المتعلقة بهذه التكنولوجيا. ومع ذلك ، مع تقدم العمليات الكهروكيميائية وزيادة القيود البيئية على معالجة مياه الصرف الصحي ، اكتسبت هذه التقنية اهتمامًا متجددًا. انطلقت المفوضية الأوروبية مرة أخرى بفضل كفاءتها في إزالة الملوثات المختلفة الموجودة في النفايات السائلة وتحسينها من أجل تقليل استهلاك الطاقة أثناء معالجة النفايات السائلة ذات معدلات التدفق العالية. الفصل الأول معلومات عامة عن الكروم وعمليات المعالجة يتم تطبيق التخثير الكهربي في معالجة النفايات السائلة المختلفة. تم استخدامه في معالجة المياه العادمة من وحدات تصنيع الطلاء ، مياه السدود ، المياه الطبيعية ، إزالة فلورة مياه الشرب ، ومياه الشرب التي تحتوي على تركيز منخفض من الزرنيخ ، والنفايات الصناعية السائلة والنفايات من صناعة الألبان[3].

المراجــع:

مراجع باللغة العربية :

[2]كمرشو, عباس إستعمال كربون نشط محضر من مشتقات نخيل التمر (نواة تمرة دقلة نور) في معالجة المياه المستعملة الحضرية. دراسة مقارنة , جامعة قاصدي مرباح ورقلة , 2017-2018

مراجع باللغة الأجنبية :

[1]SAHLI, Soumia. "Influence de la température et le pH sur la répartition des métaux lourds dans les eaux usées de la ville de Biskra «Chaâbet Roba»."Mémoire master LMD en sciences de la nature et de la vie ,Université Mohamed Khider de Biskra .2019-2020.

[3]Cheballah K. 2017. Récupération du chrome hexavalent par de nouveaux procédés chimiques. Thèse doctorat LMD en chimie. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou. Algerie.

الفصل الرابع

دراسة استقصائية حول إزالة المعادن الثقيلة من مختلف الأوساط المائية

IV-تمهيـــد:

تستخدم المواد المازة لإزالة المعادن الثقيلة من الأوساط المائية و تم تأكد من فعالية هذه المواد في إزالة هذه المعادن الثقيلة من المياه الملوثة , حيث تتم هذه الإزالة تبعا لشروط معينة تتمثل في أس هيدروجيني ,درجة الحرارة وغيرها , و تختلف مردودية الإزالة من معدن إلى أخر و هذا ما سنؤكده في هذا الفصل من خلال مناقشة مختلف المراجع و المقالات العلمية الحديثة تم استقصاء فيها المعادن الثقيلة من المياه الملوثة بواسطة مواد مازة مختلفة.

IV-1-دراسة استقصائية لإزالة المعادن الثقيلة من مياه الصرف الصحي :

➢ دراسة تحليلية (1) :

عنوان المقالة: * إزالة بعض المعادن الثقيلة من مياه الصرف الصحي بإستعمال الكيتوسان المستخلص من مخلفات القشريات *(محافظة البصرة في العراق) [1]:

تم دراسة الدور الحيوي لمركب الكيتوسان و المحضر بالطريقة الكيميائية من قشور الروبيان و نوع الهيكل الخارجي لسرطان البحري في بعض التطبيقات الزراعية الصناعية المتحصل عليه من الأسواق المحلية,حيث استخدم بتركيز % 1 وعلى أس هيدروجيني (4و8) لمدة 12ساعة في ترسيب المعادن الثقيلة (الرصاص ,الزنك ,الحديد ,النحاس ,الكادميوم) , وتم تلخيص أهم عناصر المقال في الجدول الموالي .

جدول (IV-1): جدول استقرائي يوضح إزالة بعض المعادن الثقيلة باستعمال الكيتوسان .

اسم المؤلف	عادل يعقوب الدبيكل ,صباح مالك حبيب الشطي ,جلال محمد عيسى النور
اسم المجلة	المجلة السورية للبحوث الزراعية 5(2),189_200 ايلول/سبتمبر 2018
المعادن المدروسة	الرصاصPb ,الزنك Zn,الحديدFe ,الكاديميومCD
الوسط	مياه الصرف الصحي
طريقة الإزالة	الترسيب
مادة الإزالة	الكيتوسان المستخلص من مخلفات القشريات (قشور الروبيان و الهيكل الخارجي للسرطان البحري)
نسبة الإزالة	الترسيب : قشور الروبيان % 74.41للسرطان البحري % 54.56 الخلب : قشور الروبيان % 37.2 للسرطان البحري % 56.97
التقنيات المستعملة في عملية الكشف	SAAجهاز الامتصاص الذري
ايزوتارم الإمتزاز	/
الأس الهيدروجيني pH	(4-8)

نتيجة الدراسة :

يستعمل الكيتوسان في خلب المعادن الثقيلة و تقليل تركيزها الى حد ما بكفاءة عالي.

➢ **دراسة تحليلية رقم (2) :**

عنوان المقالة: *كفاءة البكتيريا المعزولة من مياه الصرف الصحي لمستشفى الرمادي العام في امتزاز الرصاص*(بغداد –العراق) .[2].

تم عزل و تشخيص 6 أنواع (عزلات) بكتيرية من مياه الصرف الصحي لوحدة المعالجة لمستشفى الرمادي التعليمي العام لبغداد , اختبرت العزلات في قابليتها على إزالة الرصاص من المحاليل المائية ,حيث تم تحديد العزلة ذات الكفاءة العالية في عملية الإزالة للبكتيريا و أظهرت نتائج تحليل الأشعة تحت الحمراء للعزلة أن لها مواقع فعالة لربط ايونات الرصاص ,تم الإشارة الى أهم نقاط المقال في الجدول الموالي.

جدول (IV-2) : جدول استقرائي يوضح كفاءة البكتيريا في إمتزاز الرصاص.

اسم المؤلف	نهاد محمد حامد,احمد محمد تركي,محمود مصطفى المهداوي ,حارث جبار فهد
اسم المجلة	مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة مجلد التاسع العدد الثالث لسنة 2015
المعادن المدروسة	Pbالرصاص
الوسط	مياه الصرف الصحي
طريقة الإزالة	الإمتزاز
مادة الإزالة	بكتيريا معزولة من مياه صرف الصحي
نسبة الإزالة	94%
التقنيات المستعملة في عملية الكشف	جهاز الأشعة تحت الحمراءIR
ايزوتارم الإمتزاز	/
الأس الهيدروجيني pH	4

نتيجة الدراسة :

K.pneumoiniae من أحد أنواع البكتيريا المعزولة من مياه الصرف الصحي وجد أن لها فعالية كبيرة في إزالة الرصاص.

➢ **دراسة تحليلية رقم (3) :**

عنوان المقالة :

*** Fly Ash Coated with Magnetic Materials :ImprovedAdsorbent for Cu(II)Removal from wastewater.: [3] (بازل – سويسرا)**

تم استخدام مادة الرماد المتطاير المغلف بمواد مغناطيسية لامتصاص أيونات النحاس من المواد الاصطناعية في مياه الصرف.تم استخدام تجارب الامتزاز الدفعي من أجل التحقيق في تأثيرات الممتزات للجرعة و التركيز الأولي للنحاس (II).التلامس على كفاءة الامتزاز , أظهرت البيانات التجريبية التي تم الحصول عليها من خلال الدراسة أنه يوجد مادة ماصةمنخفضة التكلفة محتملة لامتصاص النحاس مع تحسين سعة الامتزاز والقدرة على الفصل المغناطيسي وتم تلخيص عناصر المقال في الجدول الموالي .

جدول (IV-3):جدول استقرائي يوضح إزالة النحاس بإستعمال الرماد التطاير عن طريق عملية الإمتزاز

اسم المؤلف	Maria Harja ,GabrielaBuema , Nicoletalupu,Horiachiriac ,Dumitru Daniel Herea and Gabriela Ciobanu
اسم المجلة	Materials 2021,14,63
المعادن المدروسة	Cuالنحاس
الوسط	مياه صرف الصحي
طريقة الإزالة	الإمتزاز
مادة الإزالة	الرماد المتطاير المغلف بمواد مغناطيسية
نسبة الإزالة	%65-%50
التقنيات المستعملة	FTIR ,XRD,SEM,EDAX,VSM,BET
ايزوتارم الإمتزاز	FREUNDLICH , LANGMUIR ,Temkin,Harkins-Jura
الأس الهيدروجيني pH	5

نتيجة الدراسة:

ان الرماد المتطاير المغلف بمواد مغناطيسية له قدرة اكبرعلى الفصل حيث ان سعة الإمتزاز تقدر ب6ساعات وهذا بسبب إدخال أوكسيد الحديد الثلاثي أما قدرة الرماد المتطاير الغير ممغنط أخفض حيث أن سعة الإمتزاز به هي 4 ساعات.

➢ **دراسة تحليلية رقم (4) :**

عنوان المقالة :

Nanomaterials for the Removal of Heavy Metals from wastewater

(الصين) [4]:

اكتسبت تقنية النانو اهتمام متزايدا و تم تطوير العديد من المواد النانوية لإزالة المعادن الثقيلة من المياه الملوثة نظرا لخصائصها الممتازة الناتجة عن تأثير النانومتر ,في هذا العمل تمت مراجعة المواد النانوية الجديدة بما في ذلك المواد النانوية القائمة على الكربون والمعادن عديمة التكافؤ حيث تمت هذه الدراسة في جامعة الصين . وتم تلخيص عناصر الدراسة في الجدول التالي .

جدول (IV-4): جدول استقرائي يوضح إزالة بعض المعادن الثقيلة بواسطة المواد النانوية عن طريق الإمتزاز.

اسم المؤلف	JinyueYang,BaohongHou,Jingkangwang,Beiqian Tian ,Jingtao BiNa wang ,xin Li and xin Huang
اسم المجلة	Nanomaterials 2019,9,424
المعادن المدروسة	Cu, pb,Cd ,Ni,Zn
الوسط	مياه الصرف الصحي
طريقة الإزالة	الإمتزاز
مادة الإزالة	المواد النانوية
نسبة الإزالة	Ni=Zn 80% , Cu=90 % ,pb=99 % Cd=87%
التقنيات المستعملة	جهاز الأشعة فوق البنفسجيVU
ايزوتارم الإمتزاز	FREUNDLICH , LANGMUIR
الأس الهيدروجيني pH	7.5-5.5

نتيجة الدراسة :

تمتاز المواد النانوية بقدرة كفاءة عالية في إمتزاز المعادن الثقيلة من المياه الملوث.

➢ دراسة تحليلية رقم (5) :

عنوان المقالة :

Heavy metal removal from wastewater using various adsorbents :[6] الهند

تم استخدام كل من الممتزات التجارية والمواد الماصة البيولوجية لإزالة المعادن الثقيلة من مياه الصرف الصحي مع قدرة عالية في الإزالة. تهدف هذه مقالة إلى تجميع العديد من المعلومات عن الممتزات المختلفة المستخدمة لإزالة المعادن الثقيلة ولتوفير معلومات عن المواد الماصة الطبيعية والمتاحة تجاريًا والمستخدمة لإزالة الكروم والكادميوم والنحاس على وجه الخصوص والجدول التالي يلخص نقاط الدراسة .

جدول (IV-5): جدول استقرائي يوضح إزالة الكروم والنحاس و الكادميوم باستخدام مواد ماصة حيوية وتجارية.

اسم المؤلف	Renu ,MaduAgarwal and k.Singh
اسم المجلة	Journal of water Reuse and Desalination 07.4/2017
المعادن المدروسة	,الكروم Cr, النحاسCu , الكادميوم Cd
الوسط	مياه الصرف الصحي
طريقة الإزالة	الإمتصاص الحيوي ,الإمتزاز
مادة الإزالة	مواد ماصة تجارية , مواد ماصة حيوية
نسبة الإزالة	Cu=60% , Cd=98 % , Cr=90%
التقنيات المستعملة في عملية الكشف	/
ايزوتارم الإمتزاز	FREUNDLICH , LANGMUIR
الأس الهيدروجيني pH	5

نتيجة الدراسة :

لقد تم الحصول على إزالة نسبية لكل من النحاس والرصاص والزنك في قيمة محددة من الأس الهيدروجيني لكل معدن.

➢ **دراسة تحليلية رقم (6) :**

عنوان المقالة :

***Removal of Heavy Metal Ions from Water and Wastewaters by Sulfur-containing Precipitation Agents*:[6] بولندا**

يعتبر الترسيب الكيميائي باستخدام الهيدروكسيدات أو الكبريتيدات أحد أكثر الطرق شيوعًا لإزالة المعادن من الماء ومياه الصرف، أثناء هطول الأمطار تتشكل كميات كبيرة من المواد الصلبة. نتيجة لذلك ، يصبح هيدروكسيد المعدن مذبذبًا ويمكن أن يعود إلى المحلول. من ناحية أخرى ، يتميز استخدام الكبريتيدات بانخفاض قابلية الذوبان مقارنةً بهيدروكسيدات المعادن ، لذلك يمكن تحقيق درجة أعلى من اختزال المعدن في وقت أقصر. من عيوب هذه العملية قابلية ذوبان منخفضة للغاية للكبريتيدات المعدنية ، وعملية شديدة الحساسية لتحديد جرعات عامل الترسيب ، ومخاطر انبعاث كبريتيد الهيدروجين السام. أجبرت كل هذه القيود على البحث عن مسببات جديدة وفعالة والجدول التالي يوضح أهم نقاط الدراسة .

جدول (IV-6):جدول استقرائي يوضح إزالة بعض المعادن الثقيلة باستعمال الترسيب الكيميائي.

اسم المؤلف	Alina Pohl
اسم المجلة	Water Air Soil Pollut (2020)231 :503
المعادن المدروسة	Cu, Pb, Hg,
الوسط	مياه الصرف الصحي
طريقة الإزالة	الترسيب الكيميائي
مادة الإزالة	هيدروكسيدات المعادن و الكبريتيدات
نسبة الإزالة	Cu=85.84% Hg=85% Pb=99%
التقنيات المستعملة في عملية الكشف	SAA
ايزوتارم الإمتزاز	/
الأس الهيدروجيني Ph	≤6.5

نتيجة الدراسة :

إن الترسيب بإستخدام الكبريتيدات له كفاءة عالية في تقليل المعادن الثقيلة من مياه الصرف الصحي.

➢ **دراسة تحليلية رقم (7) :**

عنوان المقالة :

***Evalution of Lead(II)Removal from Wastewater Using Banana Peels Optimization Study *:[7] جنوب إفريقيا**

تم استخدام في هذه التجربة قشور الموز التي جففت ثم سحقت ثم استخدمت في إزالة الرصاص حيث توضح تركيبة الرصاص الكيميائية التي تحتوي على مجموعات الكربوكسيل والهيدروكسيل التي تعتبر مواقع أساسية لامتصاص المعادن .أظهرت النتائج المتغير في أن الامتصاص الحيوي تأثر بشدة بدرجة الحموضة و جرعة الممتزات ,بينما كان لحجم الحبيبات تأثير ضئيل على عملية ألإمتصاص الحيوي للرصاص و قد تمت هذه الدراسة في جنوب إفريقيا والجدول الموالي يوضح اهم نقاط الدراسة .

جدول (IV-7):جدول استقرائي يوضح الامتصاص الحيوي للرصاص باستخدام قشور الموز :

اسم المؤلف	Felicia O. Afolabi , Paul Musonge , Babatunde F. Bakare
اسم المجلة	Pol .J. Environ .Stud . VOL 30 ,No , 2(2021),1487-1496
المعادن المدروسة	الرصاصPb
الوسط	مياه الصرف الصحي
طريقة الإزالة	الإمتصاص الحيوي
مادة الإزالة	قشور الموز
نسبة الإزالة	99.146%
التقنيات المستعملة في عملية الكشف	EDS ,SEM, FTIR
ايزوتارم الإمتزاز	/
الأس الهيدروجيني pH	5

نتيجة الدراسة :

يحتوي قشور الموز على كربوكسيل ومجموعات الهيدروكسيل التي تعتبر مواقع أساسية لامتصاص المعادن الثقيلة.

➢ **دراسة تحليلية رقم (8) :**

عنوان المقالة:

***Removal of heavy metals from wastewater using infiltration-percolation process and adsorption on activated carbon*:[8] تونس**

تمت دراسة امتزاز المعادن الثقيلة على عينة تجارية من الكربون المنشط جعلت العديد من التجارب المعملية من الممكن التمييز بين الكمية المثلى من مسحوق الكربون المنشط اللازمة لإزالة مجموعة كبيرة من المعادن الثقيلة. أوضحت النتائج أنه تم الوصول إلى توازن إمتزازبسرعة كبيرة للكادميوم بشكل أفضل وهذا بعد ربع ساعة من التلامس مع الكربون المنشط والجدول يوضح تفاصيل الدراسة.

جدول (IV-8):جدول استقرائي يوضح إزالة بعض المعادن باستعمال الكربون النشط.

اسم المؤلف	M. Baii , H. Tlili
اسم المجلة	International Journal of Environmental Science and Technology(2019) 16:249_258
المعادن المدروسة	Zn , Pb, Cu , Cd
الوسط	مياه الصرف الصحي
طريقة الإزالة	الترشيح و الإمتصاص
مادة الإزالة	الكربون النشط
نسبة الإزالة	Cu= 67.07% Zn= 70.77% Cd= 78.42% P=64.75%
التقنيات المستعملة	XRD.SEM
ايزوتارم الإمتزاز	/
الأس الهيدروجيني pH	/

نتيجة الدراسة :

الكربون النشط فعال لاختزال الممتزات التي يمكن أن تساهم في إزالة مرضية لأهم الملوثات الدقيقة الموجودة في المياه بفضل مساحة سطحه المحددة العالية أما اقتران كل من عملية الترشيح و الامتصاص يزيد من معدل الامتصاص.

➢ **دراسة تحليلية رقم (9) :**

عنوان المقالة :

***Environmentally Friendlly and Cheap Removal of Lead (II) and Zinc (II) fromWastewater With Fish Scales Waste Remains *:[9] ماون- بوتسوانا**

في هذه المقالة ، تم التحقيق في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمخلفات المسحوقة والمعالجة بالخل من بقايا قشور الأسماك من بحيرة نجامي في سيهيتوا بالقرب من ماون ببوتسوانا ، لإمكانية استخدامها كمواد ماصة صديقة للبيئة ورخيصة لتقليل أو إزالة أيونات المعادن الثقيلة الزائدة من مياه الصرف الصحي , تم إختيار أيونات الرصاص و الزنك كأيونات نموذجية لإثبات إمكانية بقايا نفايات قشور الأسماك في إزالة أيونات المعادن الثقيلة السامة الزائدة وتم تلخيص الدراسة في الجدول التالي.

جدول (IV-9):جدول استقرائي يوضح إزالة الزنك والرصاص باستعمال قشور السمك .

اسم المؤلف	Morlu G. F .Stevens ,Bareki S . Batlokwa
اسم المجلة	Intenational Journal of Chemistry ;Vol . 9, No . 4; 2017
المعادن المدروسة	الرصاص Pbو الزنك nZ
الوسط	مياه الصرف الصحي
طريقة الإزالة	طرق فيزيائية و كيميائية تقليدية (الترسيب ,الطلاء الكهربائي , التبادل الأيوني , التبخر .....)
مادة الإزالة	قشور السمك
نسبة الإزالة	Pb= 81.97% Zn= 80.73%
التقنيات المستعملة في عملية الكشف	FTIR EDX
ايزوتارم الإمتزاز	/
الأس الهيدروجيني pH	7.52

نتيجة الدراسة :

يتم استخدام قشور السمك لإزالة المواد الغير عضوية لتجنب تلوث المياه حيث أثبتت فعالية الخل في العملية التي تعكس اللون الأبيض الرمادي.

IV-1-1- تحليل للمقالات المدروسة :

تم دراسة هذه المقالات المرقمة من (9-1) في الخمس السنوات الأخيرة الماضية من 2015 إلى 2021 في وسط مياه الصرف الصحي و هذا من أجل إزالة بعض المعادن الثقيلة التي تعتبر من أخطر الملوثات الموجودة في هذا النوع من المياه و هي ملوثات يتنوع مصدرها إلى مصادر بشرية و مصادر طبيعية ,تنجم خطورة المعادن الثقيلة من قدرتها على التراكم في اجسام الكائنات البحرية مثل الأسماك و القشريات كما أن إستهلاك كميات كبيرة منها تحتوي على تركيزات عالية من المعادن يؤدي إلى تسمم الإنسان وهو المستهلك النهائي لتلك الكائنات حيث تتراكم داخل الجسم بشكل أسرع من انحلالها من خلال عملية الأيض كما ترجع أيضا خطورة هذه المعادن إلى عدم قابليتها للتحلل و تسبب أضرار حادة و مزمنة لمختلف الأحياء المائية و يعتبر إسوداد الغشاء البروتيني في الأسماك أحد الدلائل القوية على تلوث هذه الأسماك بالمعادن الثقيلة .

المعدن الأكثر دراسة هما معدنين الزنك و الرصاص بسبب إنتشارهما ,حيث تتمثل خطورة الرصاص من خلال السمية التي يحدثها بجسم الإنسان و تشمل العديد من الأجهزة مثل الجهاز العصبي , الإخراجي الكلوي ,الجهاز الدوري (الدم) و يمتد التأثير ليشمل الأنشطة الكيميائية الحيوية بالكائنات الحية المتاثرة بالرصاص كما يعتبر سبب انتشاره من ضمن الأنشطة البشرية كالتعدين , حرق الوقود الحفري ,التصنيع , كما استخدم الرصاص في الدهانات (مستحضرات التجميل),البنزين و مازال يستخدم في البطاريات و اللحام و الأنابيب و الخزفيات و مواد التسقيف و بعض مستحضرات التجميل . إن هذه المعادن التي تؤدي إلى تلوث الطبيعة والمحيط و الإنسان تكون خطورتها كبيرة إذا تراكمت لذا لجئت بعض الدول إلى دراسة كيفية إزالتها منها نظرا لتواجدها عندهم بكثرة و من بعض هذه الدول :الهند ,جنوب إفريقيا ,تونس , العراق , الصين ..... إلخ . فقد كانت الطرق المستعملة في إزالة المعادن الثقيلة في الدراسات السابقة هي : التبادل الأيوني ,الترسيب الكيميائي , الترشيح , الإمتصاص ,الإمتصاص الحيوي و الإمتزاز ,ومن أكثر الطرق تداولا في الإزالة هي الإمتصاص الحيوي و الإمتزاز وتتم هذه الإزالة بواسطة مواد فعالة منها الممتزات عموما التي لاحضنا ان لها قدرة إزالة عالية للمعادن و تؤدي قيم الPH التي كانت تتراوح قيمها بين الوسط الحامضي والوسط القاعدي أي PH=8-4 إلى التأثير على نسبة إزالة بصفة كبيرة و نذكر أهم المعادن التي فيها نسب أكبر للإزالة :الرصاص pb= 99.1% و الزنك Zn = 80.7 %و النحاس Cu = 90% . كما تساهم بعض التقنيات في عملية الكشف منها : جهاز الأشعة تحت الحمراء IRو جهاز مطيافية الإمتصاص الذري SAA,أما بنسبة للإمتزاز فهو يخضع الى بعض النماذج أكثرها تداولا هما :نموذجيFREUNDLICH وLANGMUIR .

IV-2-دراسة استقصائية حول إزالة المعادن الثقيلة من المياه الصناعية :

➢ دراسة تحليلية رقم (1) :

عنوان المقالة :

***إزالة الرصاص و الزنك من المياه الصناعية بإستخدام الزيوليت الطبيعي* سوريا [10]:**

أجريت هذه الدراسة لإزالة المعادن الثقيلة (الرصاص والزنك) من مياه الصناعية بإستخدام الزيوليت الطبيعي السوري , حيث بينت الدراسة أن هذه الازالة لها طبيعة تبادل أيوني وبينت الدراسة ان الخام الطبيعي لزيوليت المدروس يتمتع بكفاءة عالية لإزالة الشوارد المدروسة وتم تلخيص الدراسة في الجدول التالي .

جدول (IV-10): جدول استقرائي يدرس إزالة الزنك والرصاص بواسطة الزيوليت الطبيعي السوري .

اسم المؤلف	الدكتورة هناء سلمان، دكتور هيثم شاهين، دكتور غياث عباس، نسرين نزيه خلوف
اسم المجلة	مجلة جمعة تشرين للبحوث و الدراسات العلمية سلسلة العلوم الهندسية المجلد(38)العدد(4)2016
المعادن المدروسة	الرصاص bPو الزنكZn
الوسط	المياه الصناعية
طريقة الإزالة	تبادل ايوني
مادة الإزالة	الزيوليت الطبيعي
نسبة الإزالة	bP<90% Zn = [85-70] %
تقنيات المستعملة في عملية الكشف	XRD . SAA
ايزوتارم الامتزاز	FREUNDLICH , LANGMUIR
الأس الهيدروجيني pH	[9-3]

نتيجة الدراسة :

أظهرت الدراسات أن الزيوليت الطبيعي كان قادرا على ازالة ايونات الرصاص والزنك من محاليل احادية وتم اسخدامه لسبب توفره محليا وقلة تكلفته.

➢ **دراسة تحليلية رقم (2) :**

عنوان المقالة :

*** Silicates Enhaced heavy metal Removal by Tunisian NaturalLimestones in Aqueous solution *:[11]تونس**

قام باحث تونسي بورقة علمية جديدة سلط فيها الضوء على نتائج بحثه حول آثار السيليكات على إزالة المعادن الثقيلة من المحاليل المائية من خلال تحديد تأثير هذه المادة على أداء عينات من الحجر الجيري في إزالة تلك الشوائب. حيث أظهرت نتائج الدراسة أنه يمكن استخدام الحجر الجيري الطبيعي لإزالة المعادن الثقيلة بكفاءة عالية من المياه الملوَّثة وقد تبين أن العينات التي تحتوي على نسبة عالية من السيليكات تتميز بكفاءة أكبر وتم ترجمة هذا المقال في الجدول التالي .

جدول(IV-11):جدول استقرائي يوضح أثار الحجر الجيري في إزالة المعادن الثقيلة من المحاليل المائية المحضرة .

اسم المؤلف	ALI SDIRI
اسم المجلة	Journal of Mineral , Metal and Material Engineering ,2019 ,5,51,57
المعادن المدروسة	النحاس ،الزنك، الرصاص ، الكادمنيوم ,
الوسط	محاليل مائية محضرة
طريقة الإزالة	التبادل الايوني , الامتزاز
مادة الإزالة	الحجر الجيري (السيليكات)
نسبة الإزالة	Cu=[77-37] % Cd= [59-14.5] % bP≥100 % Zn=[7-73] %
تقنيات المستعملة في عملية الكشف و الإزالة	جهاز الطرد المركزي , XRD و, XRF.جهاز
ايزوتارم الامتزاز	/
الأس الهيدروجيني pH	pH=5

نتيجة الدراسة :

تم استنتاج ان السليكات لها تأثير ايجابي على فاعلية إزالة المعادن المدروسه لذلك تم استخدام الحجر الجيري كمادة منخفضة التكلفة لإزالة الملوثات المعدنية من محاليل المائية.

➢ **دراسة تحليلية رقم (3) :**

عنوان المقالة:

***Biosorption of lead(II),Zinc(II) and nickel(II) from industrial wastewater byStenotrophomonasmaltophilia and Bacillus subtilis*:[12] بوتسوانا**

تم فحص الامتصاص الحيوي للرصاص والزنك والنيكل لمنطقة بوتسوانا تحت ظروف تجربية مختلفة في مياه الصرف الصناعية باستخدام نوعين من الكتل الحيوية البكتيرية الحية وكانت النتائج إيجابية وضم هده الكتل الحيوية كمادة ماصة فعالة تم تلخيص ذلك في الجدول التالي.

جدول (IV-12):جدول استقرائي يوضح إزالة بعض المعادن الثقيلة بواسطة كتل حيوية من المياه الصناعية .

اسم المؤلف	SLAWOMIR WIERZBA
اسم المجلة	Polish journal of chemical technology ,17,1,79__87 ,10,1515/pjct-2015-0012
المعادن المدروسه	Pb(II) , Zn(II) , Ni(II)
الوسط	المياه الصناعية
طريقة الإزالة	الامتصاص الحيوي
مادة الإزالة	كتل حيوية بكتريةحية (Stenotrophomonasmaltophilia, bacillus subtilis)
نسبة الإزالة	Pb<80%
التقنيات المستعملة في عملية الكشف	جهاز الطرد المركزي
ايزوتارم الامتزاز	Langmuir , Frendlich
الأس الهيدروجيني pH	pH=[5-6]

نتيجة الدراسة :

تمت الدراسة بإستخدام الكتل البكترية الحية من S.maltophiliaو b.subtilis كمادة ماصة فعالة , حيث كانت سعة الامتصاص القصوى على التوالي ل pb(II)و Zn(II)و Ni(II) للامتصاص الحيوي محسوبة من langmuir بواسطة B.subtilisو S.maltophilia كانت 133.33, 54.3,47.8 mg/g و166.7 .mg/g57.8, 49.7,

➢ دراسة تحليلية رقم (4):

عنوان المقالة :

***The use of algae to remove zinc and lead from industrial wastewater**

بولندا [13]:

يعرض العمل نتائج دراسة كان هدفها مقارنة تقييم فعالية إزالة أيونات الزنك والرصاص من المحلول بمشاركة مجموعتين من الطحالب لمستزرعة في ظروف معملية ومجموعة مختلطة من الكلوروفيتا القادمة من خزان مياه طبيعي. افترضت التجربة إجراء دراسة نموذجية تتضمن بدء عملية الامتصاص الحيوي لأيونات المعادن بمشاركة كلا المجموعتين من خلال جرعات أيونات الرصاص والزنك وتم استدراج أهم النقاط في الجدول التالي .

جدول (IV-13):جدول استقرائي يوضح إزالة الزنك والرصاص من المياه الصناعية بواسطة الطحالب.

اسم المؤلف	Katarzynakipigroch
اسم المجلة	Desalintion and water Treatment 199(2020) 323-330
المعادن المدروسه	الرصاصPbوالزنكZn
الوسط	المياه الصناعية
طريقة الإزالة	الامتصاص الحيوي
مادة الإزالة	الطحالب
نسبة الإزالة	Pb=[48%_57%] Zn= [69%_75%]
تقنيات المستعملة في عملية الكشف	SAA
ايزوتارم الامتزاز	/
الأس الهيدروجيني pH	pH=[5-6]

نتيجة الدراسة :

تم استخدام مستنبطين من الطحالب : مجموعة مختلطة منR. subcapitata وChlorophyta القادمة من خزان مياه عالي التخثث , حيث كانت الطحالب المختلفة لها كفاءة افصل لإزالة ايونات الزنك من مياه الصرف أما بالنسبة لأيونات الرصاص كان الحال العكس تنوع المجموعة الوظيفية في الطحالب المختلطة هي السبب الرئيسي لكفاءة إزالة أفضل .

➢ **دراسة تحليلية رقم (5):**

عنوان المقالة :

***Biosorpation des ions métaux lourds par une biomasse fongique pour le traitement des eaux industrielles*:[14] قسنطينة – الجزائر**

يتمثل هذا العمل في استغلال الكتلة الحيوية الفطرية الناتجة عن بقايا التخمر الصناعي لمضاد حيوي في التخلص من المعادن الثقيلة عن طريق الإمتزاز ,لهذا تمت دراسة ظاهرة الإمتزاز مع إختلاف بعض المعلمات الفيزيائية و الكيميائية (درجة الحموضة ,وقت التلامس , تركيز الكتلة الحيوية و التركيز الأولي لأيونات المعادن في حركيات الإمتزازبإستخدام النماذج الرياضية الكلاسيكية)حيث تم تلخيص أهم النقاط في الجدول الموالي .

جدول (IV-14): جدول استقرائي يوضح امتزاز أيونات المعادن الثقيلة بواسطة الكتلة الحيوية الفطرية من أجل معالجة المياه الصناعية .

اسم المؤلف	WassilaBOULAICHE . Amar SLATINA
اسم المجلة	Third international Conferenc on Energy, Materials , Applied Energetics and Pollution ICEMAEP2016 , October 30-31,2016
المعادن المدروسه	النيكل Ni والكادميوم Cd
الوسط	المياه الصناعية
طريقة الإزالة	الامتصاص الحيوي
مادة الإزالة	La biomassepleurtusmultilus
نسبة الإزالة	Cd= 98.5% Ni=91%
التقنيات المستعملة	/
ايزوتارم الامتزاز	/
الأس الهيدروجيني pH	pH=[4-10]

نتيجة الدراسة :

كفاءة عالية لإزالة كل من ايونات النيكل والكادميوم LbpMنستنتج أن لهذه الكتلة الحيوية مع تركيز مادة الامتصاص الحيوي L/gm3 وسرعة التحريك 250tr/min.

.

IV-2-1- تحليل للمقالات المدروسة :

تم دراسة بعض المقالات في الوسط الصناعي المرقمة من (5-1) في حقبة زمنية من سنة 2015 إلى 2020 لإزالة مجموعة من المعاد ن وهي (الزنك , الرصاص , النحاس , النيكل، الكاديميوم) والمعدنين الأكثر إنتشارا في الدراسة هما الزنك والرصاص حيث تم ذكر خطورة الرصاص في الدراسة الأولى لمياه الصرف الصحي , أما الآن نتطرق إلى خطورة الزنك في المياه الصناعية عند صبها في مياه البحار أو الأنهار فقد تؤثر على الكائنات البحرية المتواجدة في هته المياه التي بدورها تؤثر على جسم الإنسان كونه المستهلك لها حيث يمكن أن تؤدي إلى إصابته بنزلات برد أو إضطرابات هضمية كما يمكن أن تؤدي إلى احتمال إصابته بسرطان البروستاتا إن تناوله بكثرة . إذ تنتج المداخلات البشرية من الزنك في البيئة من مصادر التعدين و التطبيقات الزراعية والأنشطة الحضارية حيث تتأثر فعالية الممتزات بالمعادن الثقيلة في المياه الصناعية بعدة عوامل منها درجة الحرارة ,الPH, التركيز حجم الطور الحبيبي ,كما تظهر على إثرها إنتقائية عالية لشوارد معينة تبعا لتبادل أيوني الذي أجريا على الشوارد أما بالنسبة إلى طرق الإزالة المستعملة في هته الدراسات هي :الإمتزاز , التبادل الأيوني ,الإمتصاص الحيوي الذي هو من أكثر طرق الإزالة المستعملة في بعض مناطق دول العالم التي فيها الدراسة حيث نذكر بعضها : تونس , بولندا و سوريا ..... إلخ , وتمت هذه الإزالة باستعمال مواد ماصة نذكر منها : الزيوليت الطبيعي : و هو عبارة عن نوع من أحجار سيلسكات الألمنيوم وهي أجسام صلبة عالية المسامية وله خاصية التبادل الشاردي الذي تعطيه أهمية كبيرة في عملية تحلية المياه . السيليكات : هو مركب كيميائي يدخل في تركيبه أيونات الأكسجين و السيليكون ذات صيغة كيميائةSiO4. الكتل الحيوية الحية :هي مواد عضوية مكونة من بقايا النباتات و الحيوانات الكائنات الدقيقة حيث تستخدم كوقود حيوي . الطحالب : تعد الطحالب من المصادر المتاحة لإنتاج كتلة حيوية يمكن تحويلها إلى مصدر طاقة .

كانت بعض العناصر المستخدمة في الدراسة مثل الPH الذي كانت قيمه تتراوح من [10-4] أي تتنوع إلى 3 أوساط الحامضي و المتعدل و القاعدي ,بالإضافة إلى طرق عملية الكشف أي جهاز الإمتصاص الذري SAA و جهاز XRD أما بنسبة إلى الجهاز المستخدم في عملية الإزالة فهو جهاز الطرد المركزي .و على إثر هذه العوامل التي تؤثر على نسبة الإزالة فقد كانت أكبر نسب التي تم الوصول إليها إلى المعادن التالية : Cu=77%

.Zn=85% Cd=98.5% Ni=91% Pb=100%

IV-3.دراسة استقصائية حول إزالة المعادن الثقيلة من مياه الشرب.

➢ **دراسة تحليلية رقم (1) :**

عنوان المقالة :

***Valorisation de deuxmatériauxargileux de la vallée de fleuve Niger dansl'élimination du cuivre des eaux de consommation*[15] تيبلابيري – نيجر**

يوجد النحاس بشكل طبيعي في أشكال مختلفة في المصفوفات البيئية. و المساهمة الإضافية الكبيرة من المصادر الصناعية والمحلية يمكن أن يكون لها تأثيرات بيئية مشاكل صحية خطيرة. الهدف من هذا العمل هو تقييم قدرة مادتين من الطين من تيلابيري ، لإزالة النحاس من الماء عن طريق الامتصاص. بعد دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية الأساسية تم تلخيص معلومات المقال في الجدول التالي .

جدول (IV-15):جدول استقرائي يوضح تثمين مادتين طينيتين من وادي نهر النيجر في القضاء على النحاس من مياه الشرب.

اسم المؤلف	**Maazou Ahmed Maman, Adamou Rabani, KonatéMoussa, AlassaneAbdoulaye, Adel M'nif**		
اسم المجلة	**Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie J. Soc. Ouest-Afr. Chim.(2017), 043 : 64 – 75**		
المعادن المدروسه	**Cu(II) النحاس**		
الوسط	**مياه الشرب**		
طريقة الإزالة	**الامتزاز**		
مادة الإزالة	**(T10وLP11 مادتين من الطين)**		
نسبة الإزالة		**T10**	**LP11**
	الأنهار	**61.8%**	**44.08%**
	الأبار	**63.49%**	**57.11%**
	الصنبور	**64.47%**	**40.4%**
التقنيات المستعملة للكشف	**IR, XRD , SEM , ATG**		
ايزوتارم الامتزاز	**Langmuir ,Frendlich**		
الأس الهيدروجيني pH	**pH<7**		

نتيجة الدراسة :

في إزالة النحاس من مياه الشرب , حيث تم تحديد كل من المادتين T10, LP11 تم تثمين قدرة كل من تتكون من مادة الكاولين بين 60.99%إلى 61% له دور كبير في إزالة النحاس وإيزوتارم أكثر توافق هو فراندليش .هذا لأنه يحوي على مواد عضوية وشوائب من الكاولينLP11 أفضل من T10 لكن معدل امتصاص قد ساهمت في إمتزاز أفضل لنحاس .

➢ دراسة تحليلية رقم(2):

عنوان المقالة :

*** Removal of Heavy Metals and Metalloids fromWater using dring water treatment residuals as absorbents :A Review *[16] بولندا**

تستعرض هذه الدراسة قدرة المخلفات المتولدة كمنتج ثانوي من محطات معالجة المياه على امتصاص المعادن الثقيلة والفلزات من الماء. بقايا معالجة المياه لها قدرات امتصاص كبيرة بسبب مساحة سطحها الكبيرة المحددة وتركيبها الكيميائي. تتأثر قدرة الامتصاص أيضًا بظروف الامتصاص. أظهرت النتائج أن بقايا معالجة المياه قد تكون مادة مناسبة لتطوير مادة ماصة فعالة لإزالة المعادن الثقيلة والفلزات من الماء وتم تحديد أهم نقاط في الجدول الموالي .

جدول (IV-16): جدول استقرائي يوضح إزالة المعادن الثقيلة والفلزات من المياه بإستخدام مخلفات معالجة مياه الشرب.

اسم المؤلف	MagdalenaWołowiec,*, MałgorzataKomorowska-Kaufman , AlinaPruss , GrzegorzRzepa and Tomasz Bajda
اسم المجلة	Minerals 2019, 9, 487;
المعادن المدروسه	Pb (II) . Cr(III). Cr(VI) . A s(V)
الوسط	مياه الشرب
طريقة الإزالة	الامتزاز
مادة الإزالة	مخلفات معالجة المياه(حمأة معالجة المياه)
نسبة الإزالة	Pb(II). Cr(III), Cr(VI) 90% As 80%
التقنيات المستعملة	FTIR, XRD, SEM
ايزوتارم الامتزاز	Langmuir ,Frendlich
الأس الهيدروجيني pH	متغير حسب نوع المعدن

نتيجة الدراسة :

قدرة المخلفات المتولدة كمنتج ثانوي من محطات معالجة المياه لامتصاص المعادن الثقيلة والفلزات من الماء. بقايا معالجة المياه لها قدرات امتصاص كبيربسبب مساحة سطحها الكبيرة المحددة والتركيب الكيميائي.

➢ **دراسة تحليلية رقم (3):**

عنوان المقالة :

***Removal of heavy metal ions from drinking water by alginate-immobilised Chlorella sorokiniana*[17] سلوفينيا**

يدرس هذا المقال إمكانية هذه الخلية Chlorella sorokiniana المثبتة في إزالة أيونات من محاليل مياه الشرب , تم فحص تأثيرات الأولية للمعادن ,و أوقات التلامس و درجات الحرارة على الكفاءات الحيوية و كفاءة إزالة للمعادن المختبرة عند قيم الأس الهيدروجيني الأولية البالغة وتم تلخيص الدراسة في الجدول الموالي .

جدول (17-IV): جدول استقرائي يوضح إزالة أيونات المعادن الثقيلة من مياه الشرب بواسطة نوع من أنواع الخلايا الحية.

اسم المؤلف	A. Petrovic, M. Simonic˘
اسم المجلة	Int. J. Environ. Sci. Technol. (2016) 13:1761–1780
المعادن المدروسه	النيكلNiوالنحاسCu والكادميومCd
الوسط	مياه الشرب
طريقة الإزالة	الامتصاص الحيوي
مادة الإزالة	خلاياChlorella. Sorokiniana
نسبة الإزالة	97.10%= Cu 50.94%= Ni 64.61% =Cd
تقنيات المستعملة	SEM. EDX . FTIR
ايزوتارم الامتزاز	Redlich-Peterson. e Dubinin–وFreundlichوLangmuir Radushkevich
الأس الهيدروجيني pH	[5-7]

نتيجة الدراسة :

أظهرت هذه الدراسة ان الخلاياC.sorokinianaالمثبتة في Ca.alginateيمكن تكون مادة ماصة فعالة لإزالة كل من Cd ,Ni,Cu لكن كفاءة الامتصاص الحيوي لنيكل أقل كفاءة مقارنة بكفاءة الامتصاص الحيوي للمعدنين آخرين .

➢ دراسة تحليلية رقم (4):

عنوان مقالة :

Removal of Heavy Metals from DrinkingWater by Magnetic Carbon NanostructuresPrepared from Biomass[18] (مملكة العربية السعودية –باكستان)

في هذه الدراسة تم تحضير مادة ماصة جديدة ، هياكل نانوية جرافيت مغناطيسية من فضلات البطيخ. تميزت المادة الماصة بتقنيات مفيدة مختلفة واستخدمت لإزالة المعادن الثقيلة من الماء , تتميز الماصة المحضرة بقدرات امتصاص عالية بقدرات عالية ويمكن استخدامها بكفاءة لإزالة المعادن الثقيلة من الماء حيث الجدول التالي يلخص اهم نقاط الدراسة .

جدول (IV-18):جدول استقرائي يوضح إزالة المعادن الثقيلة من ماء الشرب بواسطة الهياكل النانوية الكربونية المغناطسية.

اسم المؤلف	MuhammadMuneeb Ur Rahman Khattak,1 Muhammad Zahoor, BakhtiarMuhammad,Farhat Ali Khan, RiazUllah, and Naser M. AbdEI-Salam
اسم المجلة	Journal of Nanomaterials Volume 2017, Article ID 5670371, 10 pages
المعادن المدروسه	As, Cr, Pb, Zn
الوسط	مياه الشرب
طريقة الإزالة	الامتصاص الحيوي
مادة الإزالة	الهياكل النانوية الكربونية المغناطيسية محضرة من الكتلة الحيوية
نسبة الإزالة	/
التقنيات المستعملة في الكشف	FTIR, XRD, EDX, SEM
ايزوتارم الامتزاز	Freundlich.Langmuir
الأس الهيدروجيني pH	PH=[1-9] AS PH=[1-7] Cr PH=[1-10] Pb PH=[1-8] Zn

نتيجة الدراسة :

تمت دراسة إزالة المعادن الثقيلة من عينات المياه باستخدام مادة ماصة بيولوجية محضرة من قشر البطيخ حيث يتميز بمحلل مساحة السطح.تم استنتاجه من البيانات التي أعدت من الممتزات ,تتميز نفايات البطيخ بقدرات امتصاص عالية وبالتالي يمكن استخدامه كممتز فعال لإزالة المعادن الثقيلةأفضل نموذج متساوي حراري هو Freundlich.

IV-3-1- تحليل للمقالات المدروسة:

تم دراسة هده المقالات (4-1) من عام 2016 إلى 2019في لإزالة مجموعة من المعادن نذكر منها (النحاس , الرصاص , الزنك , الزرنيخ .... وغيرها من معادن المذكوره) في مياه الشرب و المعدن الأكثر تداولا في هذه المقالات هو النحاس Cu ولقد تم التطرق إلى خطورة هذه المعادن سابقا في دول تمت فيها الدراسة نظرا لتضررها من هذه المعادن منها : النيجر , بولندا , باكستان و السعودية .هذه الدراسة كانت مدروسة في طريقتين فقط بنسبة لعملية الإزالة و هما الإمتصاص الحيوي و الإمتزاز وهما من أكثر الطرق تداولا و فد أثر الPH عليهما الذي كانت قيمه تتراوح من (10-1) إذ كانت أغلب الدراسة في الوسط الحامضي و الوسط المعتدل و كالعادة كان دائما أهم إيزوتارم في الإمتزاز المستعمل في الدراسة هما Langmuir.Freundlich لأنهما التصميمان الرياضيان الأكثر استخداما و ذلك لبساطتهما و قدرتهما على توصيف بيانات التوازن في مدى واسع من التراكيز و قد تم هذا بواسطة تقنيات الكشف أغلبها IR ,XRD ,SEM . لقد تم

استخدام محاليل قياسية للعناصر من أجل تحديد تراكيز العناصر الثقيلة لجهاز الإمتصاص الذري و على إثر هذه العناصر كانت نسب الإزالة متذبذبة بين المعادن نذكر منها :64.61%= 90% , Cd =As=80%Pb حيث كانت أكبر نسبة إزالة عند النحاس بقيمة قدرها 97.10% =Cu.

IV-4: دراسة استقصائية لبعض المذكرات و أطروحة دكتوراه حول إزالة المعادن الثقيلة من الأوساط المائية:

➢ دراسة تحليلية (1):

أطروحة دكتوراه بعنوان :

Etude de l'Apsorpation du Plomb et de Zinc par des biosorbants. [19].

تم الدراسة في هاته الأطروحة باستخدام مادتين نباتيتين وهما قرون البازلاء وأوراق اللبلاب كمصفوفات امتصاص حيوي لمعدنين ثقيلين (الزنك والرصاص) حيث أظهرت نتائج أن الماصتين لهما خصائص كيميائية متشابهة , لا سيما تركيبتهما الأولية ومجموعاتهما الوظيفية . حيث تم استخراج أهم المعلومات من أطروحة وتدوينها في الجدول التالي :

جدول(IV-19) :جدول استقرائي يوضح دراسة امتزاز الرصاص والزنك بالمواد الحيوية.

اسم صاحب الدراسة	MEINA SABAH		
نوع البحث	شهادة نيل الدكتوراه –جامعة محمد بن يحي – بجيجل 2016-2017		
المعادن المدروسة	الزنكZnوالرصاصPb		
الوسط	محلول محضر		
طريقة الإزالة	الامتزاز		
مادة الإزالة	حبوب البازلاء واوراق اللبلاب		
نسبة الإزالة		Zn	Pb
	حبوب البازلاء	55%	99%
	اوراق اللبلاب	85%	
التقنيات المستعملة	SAA .UV .FTIR . SEM+EDX. TEM . MEB		
ايزوتارم الامتزاز	LANGMUIRN , FREUNDLICH, DUBININKAGANERRADUSHKEVICK (DKR)		
الأس الهيدروجيني pH	Zn	pH=[4 – 5]	
	Pb	pH=5	

نتيجة الدراسة :

تم استنتاج ان امتصاص الزنك يكون أفضل على أوراق اللبلاب إما امتصاص الرصاص يكون أفضل على حبوب البازلاء.

➢ دراسة تحليلية (2):

مذكرةماستر أكاديمي في الكيمياء بعنوان:

إمكانية إزالة أيون الرصاص من محلول مائي محضر بالطين المحلي لمنطقة تقرت [20].

تم في هذا البحث دراسة قابلية الطين المحلي لمنطقة تقرت للعمل عليه كمادة امتزاز جديدة لإزالة ايون الرصاص من المحاليل المائية ، استعملنا الأشعة تحت الحمراء و انعراج الأشعة السينية من أجل معرفة نوع الطين و الذي تبين أنه متكون من خليط معدنين هما الكاولينيت و الإليت مع وجود أثار من الكوارتز , أظهرت نتائج بعد المعالجة أنه يوجد امكانية لإزالة ايون الرصاص بالطين المحلي لمنطقة تقرت وتم تلخيص معلومات الدراسة في الجدول التالي :

جدول (IV-20): جدول استقرائي يوضح إمكانية إزالة ايون الرصاص بواسطة الطين من محاليل مائية.

اسم صاحب الدراسة	عساني عماد. قدوري فتيحة
المعادن المدروسة	ايون الرصاصPb
الوسط	محلول مائي محضر
طريقة الإزالة	الامتزاز
مادة الإزالة	الطين
نسبة الإزالة	/
التقنيات المستعملة	UV-VIS .RDX . IR جهاز الطرد المركزي جهاز الطيفي و انكسار الاشعة السنية
ايزوتارم الامتزاز	LANGMUIRN , FREUNDLICH
الأس الهيدروجيني pH	pH= 7

نتيجة الدراسة :

تم في هذا البحث دراسة قابلية الطين المحلي لمنطقة تقرت للعمل عليه كمادة إمتزاز جديدة لإزالة ايون الرصاص من المحاليل المائية، حيث أظهرت النتائج بعد المعالجة أنه يوجد إمكانية إزالة ايون الرصاص بالطين المحلي لمنطقة تقرت لكن تبعا لشروط هذه الإزالة في 1 سعة كزمن التلامس و700 دورة/دقيقه كسرعة الرج في درجة حرارة ° 25 أما بالنسبة لكتلة المادة المازة فقد كان تأثيرها طرديا مع عملية الامتزاز أي نسبة الازالة.

➢ دراسة تحليلية (3):

مذكرة شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء بعنوان :

إمتزاز بعض المعادن الثقيلة على رمل السليكا المغلف بالغرافيت[21]

تم إختبار ثلاث مواد مازة رخيصة و سهلة الإعداد (هي الرمل و الرمل المغلف بالفحم و الرمل المغلف بالغرافين بعد تحضيرهم)، في تنقية المياه الملوثة بشوارد النيكل و شوارد الرصاص، و إعتمدت هاته الدراسة على كل من تغيير إرتفاع عمود المادة المازة و كذا تغيير التركيز الإبتدائي للملوث عند درجة حرارة الغرفة حيث تم تجميع أهم المعلومات في الجدول الموضح أسفله .

جدول (IV-21):جدول استقرائي يوضح امتزاز بعض المعادن الثقيلة على رمل السليكا .

اسم صاحب الدراسة	بوجحة يوسف رزقي – مايو عبد القادر
نوع البحث	مذكرة شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء
المعادن المدروسة	النيكل Niو الرصاصPb
الوسط	مياه ملوثة
طريقة الإزالة	الامتزاز
مادة الإزالة	رمل السليكا المغلف بالغرافيت والمغلف بالفحم والرمل عادي
نسبة الإزالة	Pb=99.98% Ni=97.44%
التقنيات المستعملة	UV-VIS
ايزوتارم الامتزاز	LANGMUIRN , FREUNDLICH
الأس الهيدروجيني pH	/

نتيجة الدراسة :

تم اختيار رمل السيليكا المغلف بالغرافيت كمادة مازة رخيصة وسهلة الاعداد , حيث تبين ان له كفاءة عالية في ازالة كل من معدن الرصاص والزنك من المياه الملوثة وكانت نتائج مردودها افضل من نتائج مردود إزالة بالرمل والرمل المغلف بالفحم.

➢ دراسة تحليلية (4):

مذكرة شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء بعنوان:

Utilisation des argiles dans la l'élimination des métaux lourds (Plomb). [22].

تم دراسة الطين في إزالة الرصاص من المياه وذلك من تأثير الممتزات على القضاء على الرصاص ويرتبط ذلك بعوامل منها الرقم الهيدروجيني ,درجة الحرارة ...وقد تم التحصل على تسجيل افضل للامتصاص عند أفضل معامل إرتباط لنموذج لانغمويز. حيث تم جمع اهم معلومات في جدول أسفله .

جدول (IV-22): جدول استقرائي يوضح إزالة الرصاص بواسطة الطين .

اسم صاحب الدراسة	DELLACHE karima , BOUDJEDJOU Madjida
نوع البحث	مذكرة ماستر – جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2017-2018
المعادن المدروسة	الرصاص Pb
الوسط	محاليل محضرة
طريقة الإزالة	الامتزاز
مادة الإزالة	الطين
نسبة الإزالة	/
التقنيات المستعملة	MEB .FTIR .SAA .
ايزوتارم الامتزاز	FREUNDLICH , LANGMUIR
الأس الهيدروجيني pH	5

نتيجة الدراسة :

تم استنتاج قدرة البنيونت على امتصاص الرصاص حيث لاحظنا أثر الاس الهيدروجيني للوسط وكتلة الممتزات.

IV-4-1. تحليل للمذكرات المذكورة سابقا:

تمت دراسة المذكرات من (4-1) خلال ثلاث حقبات زمنية الأخيرة من 2019الى 2021 في وسط مائي محضر أي محاليل مائية محضرة لازالة المعادن المذكورة على التوالي الزنك والرصاص والنيكل و كانت إزالة هذه المعادن بطريقة واحدة وهي الإمتزاز فقط في هذه الدراسة حيث تمت مناقشة أطروحة الدكتورا في جامعة جيجل أما بنسبة لمذكرات الماستر فكانت في جامعة ورقلة و جيجل حيث كانت أكثر النماذج تداولا في الدراسة التي تخضع لها عملية الإمتزاز هي FREUNDLICH , LANGMUIR . أما بنسبة إلى قيم الPH المتبعة في المقالات المدروسة كانت تتراوح (7-4) أي ما بين الوسط القاعدي و الوسط الحامضي الذين استخدم فيهما طرق في عملية الكشف أكثرها استعمالا هي EXD ,IR SAA, و استعمل أيضا فيهما جهاز فصل واحد ووحيد و هو جهاز الطرد المركزي . و قد كان المعدن الأكثر دراسة و تداولا في جميع الدراسات السابقة هو الرصاص حيث كانت عنده أكبر نسبة إزالة قيمتها 99.98 % شبه كلية .

المراجـع:

مراجع باللغة العربية :

[1]: * عادل يعقوب الدبيكل ,صباح مالك حبيب الشطي ,جلال محمد عيسى النور, إزالة بعض المعادن الثقيلة من مياه الصرف الصحي بإستعمال الكيتوسان المستخلص من مخلفات القشريات *(محافظة البصرة في العراق),المجلة السورية للبحوث الزراعية 5(2),189_200 ايلول/سبتمبر 2018

[2]: نهاد محمد حامد,احمد محمد تركي,محمود مصطفى المهداوي ,حارث جبار فهد ,كفاءة البكتيريا المعزولة من مياه الصرف الصحي لمستشفى الرمادي العام في امتزاز الرصاص*(بغداد – العراق) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة مجلد التاسع العدد الثالث لسنة 2015

[10]: الدكتورة هناء سلمان , دكتور هيثم شاهين ,دكتور غياث عباس , نسرين نزيه خلوف, إزالة الرصاص و الزنك من المياه الصناعية بإستخدامالزيوليت الطبيعي* سوريا, مجلة جمعة تشرين للبحوث و الدراسات العلمية سلسلة العلوم الهندسية المجلد(38)العدد(4)2016

[20]:عساني عماد. قدوري فتيحة ,مذكرةماستر أكاديمي في الكيمياء إمكانيةإزالة أيون الرصاص محلول مائي محضر بالطين المحلي لمنطقة تقرت في جامعة ورقلة2018/2017

[21]:بوجحة يوسف رزقي – مايو عبد القادر, مذكرة شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء: إمتزاز بعض المعادن الثقيلة على رمل السليكا المغلف بالغرافيت بجامعة ورقلة2018/2017.

مراجع باللغة الأجنبية :

[3]Harja, Maria, et al. "Fly Ash Coated with Magnetic Materials: Improved Adsorbent for Cu (II) Removal from Wastewater." *Materials* 14.1 (2021): 63.

[4] Yang, Jinyue, et al. "Nanomaterials for the removal of heavy metals from wastewater." *Nanomaterials* 9.3 (2019): 424.

[5]Agarwal, Madhu, and Karam Singh. "Heavy metal removal from wastewater using various adsorbents: a review." *Journal of Water Reuse and Desalination* 7.4 (2017): 387-419.

[6] Pohl, Alina. "Removal of heavy metal ions from water and wastewaters by sulfur-containing precipitation agents." *Water, Air, & Soil Pollution* 231.10 (2020): 1-17.

[7]Afolabi, Felicia O., Paul Musonge, and Babatunde F. Bakare. "Evaluation of Lead (II) Removal from Wastewater Using Banana Peels: Optimization Study." *Polish Journal of Environmental Studies* 30.2 (2021).

[8]Bali, M., and H. Tlili. "Removal of heavy metals from wastewater using infiltration-percolation process and adsorption on activated carbon." International journal of environmental science and technology 16.1 (2019): 249-258.

[9] Stevens, Morlu GF, and Bareki S. Batlokwa. "Environmentally friendly and cheap removal of lead (II) and zinc (II) from wastewater with fish scales waste remains." Int. J. Chem 9.4 (2017): 22-30.

[11]Sdiri, Ali. "Silicates Enhanced Heavy Metals Removal by Tunisian Natural Limestones in Aqueous Solutions."

[12]Wierzba, Sławomir. "Biosorption of lead (II), zinc (II) and nickel (II) from industrial wastewater by Stenotrophomonasmaltophilia and Bacillus subtilis." Polish Journal of Chemical Technology 17.1 (2015).

[13]Kipigroch, Katarzyna. "The use of algae to remove zinc and lead from industrial wastewater." DESALINATION AND WATER TREATMENT 199 (2020): 323-330.

[14] BOULAICHE, Wassila, and Amar SLATNIA. "Biosorption des ions de métaux lourds par une biomasse fongique pour le traitement des eaux industrielles." (2016).

[15] Maman, Maazou Ahmed, et al. "Valorisation de deux matériaux argileux de la vallée du fleuve Niger dans l'élimination du cuivre des eaux de consommation." Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie 43 (2017): 64-75.

[16]Wołowiec, Magdalena, et al. "Removal of heavy metals and metalloids from water using drinking water treatment residuals as adsorbents: A review." Minerals 9.8 (2019): 487.

[17]Petrovič, A., and M. Simonič."Removal of heavy metal ions from drinking water by alginate-immobilised Chlorella sorokiniana." International journal of environmental science and technology 13.7 (2016): 1761-1780.

[18]Muneeb Ur RahmanKhattak, Muhammad, et al. "Removal of heavy metals from drinking water by magnetic carbon nanostructures prepared from biomass." Journal of Nanomaterials 2017 (2017).

[19] Menia, Sabah. Etude de l'Adsorption du Plomb et du Zinc par des Biosorbants. Diss. univercitémohamedesseddik ben yahiajijel, 2017.

[22]Dellache, Karima, MadjidaBoudjedjou, and Imen Encadreur Kazane. Utilisation des argiles dans la l'élimination des métaux lourds (Plomb). Diss. Université de Jijel, 2019.

خلاصة عامة

خلاصة عـامة:

يهدف هذا العمل إلى عرض استقصائي لإزالة بعض المعادن الثقيلة من الأوساط المائية ومن خلال جملة من الأبحاث العلمية المدروسة تم استنباط أهم النقاط التالية :

تم تعريف المياه على أنه مذيب جيد للكثير من المركبات العضوية والغير عضوية حيث ينقسم إلى أنواع منها السطحية , المياه الجوفية والمياه المخزنة وقد تتعرض هذه المياه إلى ملوثات (ملوثات فيزيائية , كيميائية , حيوية) على حسب الوسط الموجودة فيه وعلى أثر هذه الملوثات تم التطرق إلى معالجتها.

تم إختيار بعض المعادن الثقيلة الأكثر استعمالا لدراستها نظرا لسميتها وخطورتها على المحيط (نبات , حيوان , إنسان) بالرغم من أن وجودها مفيد لصحة الإنسان بنسبة قليلة على عكس خطورتها إذا تجاوزت الحد المسموح بيه تصيب جسم انسان بأمراض خطيرة قد تؤدي إلى الموت .لذا لجأ الباحثين إلى البحث و التعرف على طرق لإزالتها .

الطرق المستعملة لإزالة المعادن الثقيلة هي العمليات البيولوجية , الترسيب الكيميائي , الامتزاز ,التخثير الكهربائي أما الطرق الأكثر انتشارا هي طريقتي الامتزاز و العمليات البيولوجية.

المواد المازة المستعملة في الدراسات عديدة و متنوعة منها الطبيعية و المحضرة .

لتوضيح طبيعة قوة الإمتزاز تم إختيار نماذج أشهرها فراندليش و لانغمويير حيث في معظم الدراسات السابقة كان إمتزاز المعادن يخضع لإيزوتارملانغمويير .

لدراسة سطح المادة المازة في تطبيق الدراسات المورفولوجيا أهمها XRD ,FTIR , SEM حيث تعمل الأولى عن إثبات الإمتزاز على السطح في غياب ووجود المعدن أما الثانية فهي تعمل على التعرف على المجموعات الوظيفية الموجودة في المادة المازة أما الثالث فهي تعطي معلومات حول البنية البلورية و التركيب الكيميائي و الخواص الفيزيائية للمواد و الطبقات الرقيقة للمواد البلورية .

و في الأخير كحوصلة يمكن أن نوجه للباحثين في تثمين هذه الدراسات المبذولة في كشف و إزالة المعادن الثقيلة من المياه و إيجاد حلول لهذا الخطر وإيجاد طرق إزالة أفضل و أسرع و أقل تكلفة.

الملاحق

المقـالات العلمية المدروسة :

Water Air Soil Pollut (2020) 231: 503
https://doi.org/10.1007/s11270-020-04863-w

Removal of Heavy Metal Ions from Water and Wastewaters by Sulfur-Containing Precipitation Agents

Alina Pohl

Received: 5 March 2020 / Accepted: 14 September 2020 / Published online: 28 September 2020
© The Author(s) 2020

Abstract Restrictive requirements for maximum concentrations of metals introduced into the environment lead to search for effective methods of their removal. Chemical precipitation using hydroxides or sulfides is one of the most commonly used methods for removing metals from water and wastewater. The process is simple and inexpensive. However, during metal hydroxide precipitation, large amounts of solids are formed. As a result, metal hydroxide is getting amphoteric and it can go back into the solution. On the other hand, use of sulfides is characterized by lower solubility compared with that of metal hydroxides, so a higher degree of metal reduction can be achieved in a shorter time. Disadvantages of that process are very low solubility of metal sulfides, highly sensitive process to the dosing of the precipitation agent, and the risks of emission of toxic hydrogen sulfide. All these restrictions forced to search for new and effective precipitants. Potassium/sodium thiocarbonate (STC) and 2,4,6-trimercaptotriazine (TMT) are widely used. Dithiocarbamate (DTC) compounds are also used, e.g., sodium dimethyldithiocarbamate (SDTC), and ligands for permanent metal binding, e.g., 1,3-benzenediamidoethanethiol ($BDETH_4$), 2,6-pyridinediamidoethanethiol (PyDET), a pyridine-based thiol ligand (DTPY) or ligands with open chains containing many sulfur atoms, using of a tetrathiolethal binding arrangement around a central metal atom. The possibility of improving the efficiency of metal precipitation is obtained by using a higher dose of precipitating agent. However, toxic byproducts are often produced. It is required that the precipitation agents not only effectively remove metal ions from the solutions but also effectively bind with dyes or metal complexes.

Keywords Metal sulfide precipitation · Chelating agents · Dithiocarbamate compounds · A synthetic chelating ligand

A. Pohl (✉)
Institute of Environmental Engineering, Polish Academy of Sciences in Zabrze, M. Skłodowskiej-Curie 34 Street, 41-819 Zabrze, Poland
e-mail: alina.pohl@ipis.zabrze.pl

1 Introduction

As civilization develops, the level of environmental pollution with heavy metals intensifies. This pollution has an influence on air, water, and soil contamination by dust, industrial gases, sewage, waste, and coal combustion products containing heavy metals (Nouri et al. 2006; Barbusiński and Nocoń 2011). The persistent nature of these non-biodegradable pollutants is very dangerous. They tend to accumulate in living organisms. After entering the food chain, they undergo biomagnification processes and finally accumulate in the human body. Heavy metals are classified as substances that pose a particular threat to human health due to their possible toxic or carcinogenic effects (Barakat 2011; Fu and Wang 2011).

As a result of many industrial processes, sewage is generated, and it contains a number of heavy metals, such as zinc, copper, nickel, mercury, cadmium, lead, or chromium (Fu and Wang 2011).

Springer

1. Home
2. Removal of lead ions from industrial wastewater: A review of Removal methods

Search

Home

Browse

Journal Info

Guide for Authors

Submit Manuscript

Contact Us

Removal of lead ions from industrial wastewater: A review of Removal methods

Document Type : Review article

Authors

- Mohsen Ashabi [1]
- Sara Hemati [2] *
- Masoud Amiri [3]

[1] Dept. of Environmental Health Engineering, School of Health, Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, Iran.

[2] Department of Environmental Health Engineering,School of Public Health, Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, Iran.

[3] Social Health Determinants Research Center, Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, Iran.

Abstract

Background and aims: The removing of (potential) toxic heavy metal ions from sewage, especially in industrial and mining waste effluents, has been widely studied in recent years. The aim of present study was to investigate the various methods for lead removal of lead ions from industrial wastewater. Methods: This study was a review research.

www.nature.com/scientificreports

scientific reports

OPEN

Biosorption of Pb (II) and Zn (II) from aqueous solution by *Oceanobacillus profundus* isolated from an abandoned mine

Wilson Mwandira[1,2], Kazunori Nakashima[1*], Satoru Kawasaki[1], Allison Arabelu[3], Kawawa Banda[4], Imasiku Nyambe[4], Meki Chirwa[4], Mayumi Ito[1], Tsutomu Sato[1], Toshifumi Igarashi[5], Hokuto Nakata[6], Shouta Nakayama[6] & Mayumi Ishizuka[7]

The present study investigated biosorption of Pb (II) and Zn (II) using a heavy metal tolerant bacterium *Oceanobacillus profundus* KBZ 3-2 isolated from a contaminated site. The effects of process parameters such as effect on bacterial growth, pH and initial lead ion concentration were studied. The results showed that the maximum removal percentage for Pb (II) was 97% at an initial concentration of 50 mg/L whereas maximum removal percentage for Zn (II) was at 54% at an initial concentration of 2 mg/L obtained at pH 6 and 30 °C. The isolated bacteria were found to sequester both Pb (II) and Zn (II) in the extracellular polymeric substance (EPS). The EPS facilitates ion exchange and metal chelation-complexation by virtue of the existence of ionizable functional groups such as carboxyl, sulfate, and phosphate present in the protein and polysaccharides. Therefore, the use of indigenous bacteria in the remediation of contaminated water is an eco-friendly way of solving anthropogenic contamination.

The contamination of water bodies by heavy metals has resulted in increased research on how to remove such toxic pollutants from the environment. The most investigated heavy metals include chromium (Cr), cadmium (Cd), zinc (Zn), mercury (Hg), lead (Pb), nickel (Ni), and arsenic (As) because of the significant public health and environmental risks that they pose[1]. These heavy metals are introduced into the environment by human activities such as mining and agriculture[2]. Reverse osmosis, ion exchange, precipitation, and solvent extraction have been used to decontaminate wastewater before release into the natural environment, however, these technologies are either extremely expensive or not sufficiently effective[3]. The removal of heavy metals using biological materials has emerged as one of the most promising alternatives, as it does not induce secondary pollution and is cost-effective by avoiding the need for sludge disposal systems[4]. Biological materials employed for the removal of heavy metals from aqueous solutions include bacteria[5], yeast[6], algae[7], fungi[8], agricultural waste[9] or wood waste[10]. The isolation and identification of many indigenously available biological materials are indispensable in sites heavily contaminated with heavy metals.

Heavy metal bioremediation can be classified as either bioaccumulation, a metabolically controlled process that requires the active uptake of heavy metal ions by living biomass, or biosorption, a non-metabolic process that passively binds metal cations onto non-living biomass[11]. Bioaccumulation requires energy for the uptake of metal ions and typically occurs through the interaction of metal ions and the cell wall. The second step is intracellular uptake, wherein metal ions penetrate the cell membrane and enter the cell to bind on the active sites provided by polysaccharides and proteins. Biosorption relies on the presence of functional groups in the cell wall and/or metabolites exported to the external area. Mechanisms of biosorption include ion exchange, complexation, precipitation, reduction, and chelation[12].

Under harsh conditions in the presence of toxic heavy metals and antibiotics, bacteria commonly produce extracellular polymeric substances (EPS) as a protective response. Bacterial EPS are natural polymers of high molecular weight secreted by microorganisms into their environment[13]. Bacterial EPS typically contain

[1]Faculty of Engineering, Hokkaido University, Kita 13, Nishi 8, Kita-Ku, Sapporo 060-8628, Japan. [2]IWRM Centre/Geology Department, School of Mines, University of Zambia, P.O. Box 32379, Lusaka, Zambia. [3]Department of Mining, Metallurgical, and Materials Engineering, University of the Philippines Diliman, Quezon City, Philippines. [4]Graduate School of Veterinary Medicine, Hokkaido University, Kita 18, Nishi 9, Kita-Ku, Sapporo 060-0818, Japan. *email: k-naka@eng.hokudai.ac.jp

water

MDPI

Article

Heavy Metals in Wastewater and Sewage Sludge from Selected Municipal Treatment Plants in Eastern Cape Province, South Africa

Mojeed A. Agoro [1,2,*], Abiodun O. Adeniji [1,3,*], Martins A. Adefioye [2,3] and Omobola O. Okoh [1,3]

1 Department of Chemistry, University of Fort Hare, Private Bag X1314, Alice 5700, South Africa; ookoh@ufh.ac.za
2 SAMRC Microbial Water Quality Monitoring Centre, University of Fort Hare, Private Bag X1314, Alice 5700, South Africa; madefioye@ufh.ac.za
3 Department of Biochemistry and Microbiology, University of Fort Hare, Alice 5700, South Africa
* Correspondence: magoro@ufh.ac.za (M.A.A.); adeniji@groks@gmail.com (A.O.A.); Tel.: +27-791-246-437 (M.A.A.); +27-632-152-917 (A.O.A.)

Received: 17 August 2020; Accepted: 26 September 2020; Published: 1 October 2020

Abstract: This study assessed the distribution of five heavy metals (Cd, Pb, Cu, Zn, and Fe) across the various stages of treatment in three selected sewage treatment facilities and their receiving waterbodies in the Eastern Cape Province, South Africa. Aqueous and solid (sludge) samples were collected monthly from September 2015 to February 2016. Quantitation was achieved by atomic absorption spectrometry after necessary sample preparations. Concentrations of heavy metal cations in the sludge generally varied from <DL (below detection limit) to 1.17 mg kg^{-1}, <DL to 0.14 mg kg^{-1}, 27.589 to 69.799 mg kg^{-1}, and <DL to 0.099 mg kg^{-1} for Cu, Cd, Fe and Pb, while Zn was below detection all through. Similarly, the levels of Cu, Cd, and Fe in the influents, effluents, upstream and downstream across the three plants ranged from <DL–6.588 mg L^{-1}, <DL–0.636 mg L^{-1}, <DL–0.878 mg L^{-1} and <DL–0.711 mg L^{-1}, respectively; Zn and Pb were less than DL in all the matrices and study locations. All the contaminants were below hazardous levels in all the sludge and aqueous samples except Cd which was higher in effluents and surface waters across the board. Wastewater Treatment Plant (WWTP)-A exhibited better removal capacity for Fe (80.6%), compared to WWTP-B (34.7%) and WWTP-C (56.9%). However, the removal of Cu and Zn was very poor in all the treatment facilities studied. Carcinogenic and non-carcinogenic risks evaluated were sufficiently low. This suggests that the levels of contamination, even with respect to Cd, was minimal. Nevertheless, efforts should be made to keep the concentrations of these contaminants at levels safe for humans and aquatic organisms. Furthermore, the use of the effluents from these facilities for irrigation should be discouraged to prevent unnecessary build-up of metals in the soil and plants grown with such, as well as subsequent bioaccumulation and biomagnification in the food chain.

Keywords: heavy metals; wastewater; sludge; removal efficiency; health risk; surface water

1. Introduction

Municipal wastewater is a major source of pollution in aquatic environments [1–5]. The final quality of sewage sludge, which is the main by-product of the wastewater treatment process, largely depends on the chemical composition of the influent wastewater and its treatment processes [6–8]. Various contaminants in the wastewater accumulate in sewage sludge (in the region of 80–90%), and thus discharge of the sludge into waterbodies would increase organic load tremendously with a corresponding reduction in dissolved oxygen levels and nutrient enrichment [9,10]. In most cases,

Journal of Pollution Effects & Control

Review Article Open Access

Removal of Heavy Metals from Industrial Waste Water by Biomass-Based Materials: A Review

Abdel-Raouf MS* and Abdul-Raheim ARM

Egyptian Petroleum Research Institute, 1 Ahmed El-Zomor St, Nasr City, Cairo, Egypt

Abstract

The recent researches are moving to removal of the agricultural and industrial pollutants from sewage treatment and discuss the possibility of the re-use of this water for agricultural purposes. The chemical contaminants represent the most dangerous types of contaminants found in the water for a many reasons, they are non- biodegradable environmentally and their high toxicity at very low concentrations in addition to the cumulative impact in the bodies of living organisms. The most toxic heavy metals are lead, mercury and chromium. It was estimated that the estimated that global impact of lead is 18-22 million people and of mercury 15 to 19 million people at 2016 according to Blacksmith Institute's World worst pollution problems. Contamination of the water resources with these elements, leads to polluting of the entire food chain and represents a real threat to the ecosystem. Thus, pure water shortage becomes a crucial problem worldwide. Among the most important research that can contribute to solving the problem of those related to water purification and improving the quality and re-use even in agriculture, for example, instead of wasted and discarded. There are many scientific methods applied in this regard. They include adsorption, precipitation, ion exchange, reverse osmosis, electrochemical treatments, membrane filtration, evaporation, flotation, and oxidation and biosorption processes. Some of these techniques however, have disadvantages such as incomplete metal removal, high reagent and energy requirements and generation of toxic sludge or other waste products. Among all these techniques, the adsorption is economically favorable and technically easy to separate. Instead of using commercial materials researchers have worked on inexpensive materials such as natural and agricultural products. Several works concerned the removal of heavy metals but the present work focuses on the sorbents based on biomass and their efficiency in removal of heavy metals from waste water.

Keywords: Heavy metals; Removal; Ion selective; Membrane filtration; Adsorbent; Bio-sorbents

Introduction

Problem statement

As a result of different human activities, the world is facing serious threats of air, land, and water pollutions. Water pollution in particular, has raised severe environmental impacts. In addition to the shortage of resources of water due to drought and misuse, production of large volumes of wastewater has put a lot of pressure on the humankind. There are different types of water contaminants. They are summarized in Figure 1. Among these pollutants, the inorganic pollutants are extremely harmful due to their high toxicity and non- biodegradability.

Sources of inorganic pollutants

Heavy metals, like mercury, lead, tin, cadmium, selenium, and arsenic are introduced to the environment by different human activities and deposit slowly in the surrounding water and soil [1-4]. In many developing countries, little attention is paid to the environmental issues that the drainage of waste w ater into lakes and rivers is very common. The uncontrolled activities cause poisoning of fresh water resources which affects the entire eco-system. The top six toxic pollutants are given in Table 1 whereas the major sources of heavy metals are presented in Figure 2.

Hazardous effect of heavy metals

As potent pollutants, heavy metals were intensively investigated from the point of view of persistence and toxicity. The accumulation of heavy metals certainly has adverse effect on aquatic flora and fauna and may constitute a public health problem where contaminated organisms are used for food. They can cause poisoning, initiate cancer, and result in brain damage when found above the tolerance levels [5-8]. The agencies for the environmental monitoring have set permissible limits for heavy metals levels in drinking water because of their harmful effects. The hazardous effects of some metals are listed in Table 2 [9].

Conventional Methods for Heavy Metal Removal

The conventional technologies include physical, chemical or biological (Figure 3) [10-16]. Some of these methods are illustrated in Figure 4. Each of these methods has its advantages and disadvantages so that they are inadequate to deal with the wastewater treatment problem, the advantages and disadvantages of the conventional methods for metal removal are listed in Table 3.

Removal of heavy metals by adsorption

Adsorption is known to be one of the best of the technologies for the decontamination of water because it is an effective, economical and eco-friendly treatment technique. It is a process strong enough to realize water reuse obligation and high runoff standards in the industries. Adsorption is basically a mass transfer process by which the metal ion is transferred from the solution to the surface of sorbent, and becomes bound by physical and/or chemical interactions [17-20]. All adsorption

*Corresponding author: Abdel-Raouf MS, Egyptian Petroleum Research Institute, 1 Ahmed El-Zomor St, Nasr City, Cairo, Egypt, Tel: +20222747847; E-mail: [redacted]

Received December 19, 2016; **Accepted** January 19, 2017; **Published** January 23, 2017

Citation: Abdel-Raouf MS, Abdul-Raheim ARM (2017) Removal of Heavy Metals from Industrial Waste Water by Biomass-Based Materials: A Review. J Pollut Eff Cont 5: 180. doi: 10.4172/2375-4397.1000180

Copyright: © 2017 Abdel-Raouf MS, et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة . المجلد التاسع . العدد الثالث لسنة 2015

ISSN: 1991-8941

كفاءة البكتريا المعزولة من مياه الصرف الصحي لمستشفى الرمادي العام في امتزاز الرصاص

نهاد محمد حامد * احمد محمد تركي ** محمود مصطفى المهداوي ** هادية جبار فهد***

*محمية ترببة الانبار

** جامعة الانبار – كلية العلوم

*** جامعة بغداد كلية العلوم

الخلاصة

تضمنت الدراسة الحالية جمع 30 عينة من مياه الصرف الصحي لمستشفى الرمادي التعليمي ، وبواقع خمس عينات مياه لكل خمسة عشر يوما ، ورمزها بالتسلسل على وحدة المعالجة لمياه الصرف الصحي ، خلال المدة الممتدة من تشرين الاول 2014 لغاية منتصف شباط 2015 وبواقع ثلاث مكررات لكل عينة ، تم عزل وتشخيص (9) عزلات بكتيرية من مياه الصرف الصحي لوحدة المعالجة لمستشفى الرمادي التعليمي *Klebsiella* و *Escherichia coli*، *Aeromonas sobria*، *Aeromonas hydrophila* *Staphylococcus aureus*، *pneumoniae* *Staphylococcus homonis*. اختبرت العزلات في قابليتها على إزالة الرصاص من المحاليل المائية وأظهرت فروقا معنوية عالية عند مستوى احتمالية 0.05 ≥ . تفوقت خمسة عزلات بكتيرية (3.5 ± 11.3) و(5.4± 11.8) و(10.0 ± 14.0) و(9.9± 28.9) و(6.2± 19.6) و(7.0± 12.3)ملغم/لتر بإزالة على التتابع ، تم تحديد العزلة ذات الكفاءة العالية في عملية الإزالة الحيوية وكانت العزلة البكتيرية *K.pneumoniae*. أظهرت نتائج قياس التركيز الحابط الأدنى لهذين العزلات البكتيرية في مدى تحملها لتركيز الرصاص ، إذ أظهرت العزلة *K.pneumoniae* مدى تحمل بلغ 3200 ملغم / مل ، بينما أظهرت العزلة *A. hidrila* اقل مدى لتحمل الرصاص بلغ 500 ملغم / مل .بينت منحنيات التحمل للعزلات المختلفة للبكتريا *K.pneumoniae* المعزولة من بيئات مختلفة إذ تراوحت بين 3000 – 3100 ملغم / مل ، من نتائج تحليل الأشعة تحت الحمراء تبين أن المواقع الفعالة لربط أيونات الرصاص الهيدروكسيل ، والأمايد ، والكاربوكسيل ، والأمين .

الكلمات مفتاحية: بكتريا ، مياه الصرف الصحي ، مستشفى الرمادي العام ، امتزاز الرصاص

المقدمة

أن مصطلح المعادن الثقيلة يشير إلى مجموعة من المعادن والفلزات الذرية التي كثافتها أكثر من 4000 كغم /م ، وتزيد عن ثلاثة أضعاف من أربع إلى خمس مرات ، بعضها يعد مغذيات رئيسية ومهمة للكائنات الحية وبتراكيز قليلة وبعد زيادة تراكيزها عن الحد المسموح بها تكون ضارة (1).

يمثل التلوث بالرصاص والمعادن الثقيلة الأخرى مشكلة بيئية في جميع أنحاء العالم بسبب التأثيرات الضارة على الأنظمة البايولوجية والبشرية . أن البة إزالة الرصاص من المنطقة الملوثة هي صعبة للغاية ، لتضمن استخدام مواد كيميائية وفيزيائية مختلفة لإزالة المعادن من التربة والمياه ، ولكن استخدام الأسلوب البيولوجي يمثل الأسلوب الأكثر فعالية وبأقل كلفة (2) . وتعد الطرق البايولوجية الأمثل لإزالة المعادن الثقيلة من الطرق الكيميائية الفيزيائية والكيميائية . حيث أن الكائنات الحية الدقيقة القادرة على إزالة الكميات القليلة من المعادن الثقيلة عن طريق التغير من خواصها من خلال عدة البات وأهمها الامتزاز الحيوي والتراكم الحيوي(3)

هناك طرائق فيزيائية وكيميائية متعددة لمعالجة ملوثات المياه بالعناصر الثقيلة ولكن هذه الطرائق قليلة الكفاءة لأسباب عديدة ، لذلك اتجهت الأنظار لإيجاد بدائل لها تكون أكثر فاعلية في معالجة الملوثات على المستويات جميعها ، ويجد أن الطرائق البايولوجية هي البدائل الناجحة والملائمة لما تتمتع به من مزايا إيجابية متعددة في إزالة العناصر الثقيلة من البيئة المائية. وقد أشارت العديد من الدراسات لوجود سلالات الجينات المسئولة عن مقاومة البكتريا للمعادن وامتزاز هذه المعادن من البيئة لمائية والعمل على معالجة هذه المياه من الملوثات بالمعادن الثقيلة من خلال استخدام الأحياء المجهرية وخصوصا البكتريا المرضية والمائية لصعوبة تكاثر التي تمتاز بكفاءة عالية في عملية الامتزاز الحيوي من خلال احتوائها على الجينات الخاصة بالمقاومة والتي تكون مرتبطة مع مقاومتها للمعدنات الحيوانية(4).

يهدف هذا العمل الى التحري عن كفاءة عزلات بكتيرية عزلت من مياه الصرف الصحي لمستشفى الرمادي العام في إزالة المياثة الرصاص ومدى مقاومتها للتراكيز العالية له.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (38) العدد (4) 2016
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Science Series Vol. (38) No. (4) 2016

إزالة الرصاص والزنك من المياه الصناعية باستخدام زيوليت طبيعي /فليبسايت/ من جنوبي سوريا

الدكتورة هناء سلمان*
الدكتور هيثم شاهين**
الدكتور فهاد عباس***
لمرين لزيه خلوف****

(تاريخ الإيداع 22 / 11 / 2015. قُبل للنشر في 31/ 7 / 2016)

□ ملخّص □

أجريت هذه الدراسة لإزالة المعادن الثقيلة (Zn^{2+}, Pb^{2+}) في حالات السكون من المحاليل المائية الأحادية والمتعددة المكونات باستخدام الزيوليت الطبيعي السوري. بينت الدراسة أن هذه الإزالة لها طبيعة تبادل أيوني وتتألف من ثلاث مراحل هي: الامتزاز على سطح البلورات الميكروية، مرحلة التحول، الامتزاز المحدود داخل البلورات الميكروية. بينت الدراسة أن الزمن اللازم لحصول التوازن هو 6 ساعات ، وأن الاختلاف البسيط بين سعات امتزاز الزيوليت بالنسبة للرصاص والزنك من المحاليل الأحادية والمتعددة المكونات يثبت وجود مراكز امتصاص فردية للزيوليت من أجل كل معدن. قيمت سعة الامتصاص القصوى بالنسبة لـ Pb^{2+} وهي 33.89 mg/g عند التركيز التوازني 261.07 mg/l ، وبالنسبة لـ Zn^{2+} كانت 29.18 mg/g عند 309.818 mg/l . تم استخدام نماذج خطوط تبادل امتزاز Langmuir و Freundlich لتقييم أداء امتزاز الزيوليت الطبيعي للرصاص و الزنك. كانت هذه النماذج قادرة على تقديم ملائمة جيدة مع البيانات التجريبية ، مع معامل ارتباط R^2 يتراوح بين 0.95-0.99 مع ملائمة أفضل لنموذج لانغمير.

الكلمات المفتاحية : معالجة المياه الصناعية، معادن ثقيلة، زيوليت طبيعي، نموذج لانغمير ، نموذج فريندليتش، امتزاز .

* أستاذ مساعد – قسم الهندسة البيئية- كلية الهندسة المدنية- جامعة تشرين- اللاذقية – سورية.
** أستاذ – قسم الهندسة البيئية- كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين- اللاذقية – سورية.
*** أستاذ مساعد – كلية الهندسة الكيميائية- جامعة تشرين- طرطوس- سورية
**** طالبة دراسات عليا (دكتوراه)- قسم الهندسة البيئية- كلية الهندسة المدنية- جامعة تشرين- اللاذقية – سورية.

International Journal of Environmental Science and Technology (2019) 16:249–258
https://doi.org/10.1007/s13762-018-1663-5

ORIGINAL PAPER

Removal of heavy metals from wastewater using infiltration-percolation process and adsorption on activated carbon

M. Bali[1] · H. Tlili[1]

Received: 16 September 2017 / Revised: 14 December 2017 / Accepted: 4 March 2018 / Published online: 14 March 2018
© Islamic Azad University (IAU) 2018

Abstract
Heavy metal pollution has become one of the most serious environmental problems nowadays. The removal of heavy metals from wastewaters has attracted a considerable attention because of their adverse effects on public health and ecosystems. The main objective of this work was to investigate the efficiency of the coupling of infiltration-percolation process with adsorption on activated carbon in the removal of heavy metals contained in urban wastewater effluents. The adsorption of heavy metals on a commercial sample of activated carbon was studied in a static mode. Several laboratory experiments made it possible to distinguish the optimum quantity of powdered activated carbon necessary to remove a large range of heavy metals. Results showed that the equilibrium of the adsorption was reached very quickly for cadmium (Cd^{2+}), i.e., after 15 min of contact with the activated carbon. On the other hand, the equilibrium of zinc (Zn^{2+}), lead (Pb^{2+}) and copper (Cu^{2+}) was achieved after 45 min. The withdrawal rates were 70.77% for Zn^{2+}, 64.75% for Pb^{2+}, 67.07% for Cu^{2+} and 78.42% for Cd^{2+}. The adsorption isotherms determined for Zn^{2+}, Pb^{2+}, Cu^{2+} were of type I, while the shape of the Cd^{2+} curve showed a type II isotherm. These isotherms confirm the capacity of the powdered activated carbon to adsorb cadmium better than the other studied heavy metals.

Keywords Adsorption · Activated carbon · Coupling · Heavy metals · Infiltration-percolation

Introduction

Heavy metals are dangerous species which induce various environmental and health problems (Göde et al. 2017). Most industries unload wastewater and effluent containing toxic materials, mainly heavy metals, into aquatic systems without treatment, which is a major environmental problem. The excessive release of these pollutants presents a particular problem because they are not biodegradable (Boussahel 2001). These pollutants do not all have the same risks to the environment (Houas et al. 1999) and to health because of their different physicochemical properties.

Effluents are still treated at wastewater treatment plants (WWTPs), apart from exceptional cases of storm spills, and thus the future of the toxic pollutants contained in wastewater will very much depend on the purification efficiency of these stations (Varrault 2011). This author has shown that during the treatment, a small quantity of metallic trace elements is not eradicated and will, therefore, pass into the aquatic environment. Furthermore, the uppermost proportion of metals is trapped in the sewage sludge and can, therefore, be transferred either to unloading stations or to agriculture which receives this type of sludge. Heavy metals can reach concentrations that threaten the survival of certain populations and pose dangers. Indeed, heavy metals in water are absorbed by plants and animals. When the amount of these elements exceeds the norms, they can accumulate in the organisms of the food chain (Lacoue-Labarthe 2007).

There are several methods for heavy metal detection including inductively coupled plasma-mass spectrometry (Liao and Jiang 1999), spectrophotometry (Jankiewicz et al. 2000), flame-atomic absorption spectrometry (Bortoleto et al. 2004) or electrochemical methods that include ion-selective electrodes, polarography and other modified electrodes (Yola et al. 2012; Gupta et al. 2013a, b; Yola et al. 2014; Göde et al. 2017). High sensitivity and high speed of

Editorial responsibility: M. Abbaspour.

✉ M. Bali
mohamed.bali@yahoo.fr

[1] Higher Institute of Sciences and Techniques of Waters, University of Gabès, Gabès, Tunisia

ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/324918658

Elimination du Zinc en présence des Substances Humiques par adsorption sur charbon actif en eau minérale.

Conference Paper · December 2017

CITATIONS
0

READS
458

3 authors, including:

Mouloud Mohamed Mahdi
Université de Béjaia
4 PUBLICATIONS 0 CITATIONS
SEE PROFILE

Samira Ameur
Université de Béjaia
3 PUBLICATIONS 0 CITATIONS
SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

Project: élimination des substances humiques en présence des métaux lourds par adsorption sur charbon actif View project

Project: Mémoire de doctorat View project

All content following this page was uploaded by Mouloud Mohamed Mahdi on 15 May 2018.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

materials

MDPI

Article

Fly Ash Coated with Magnetic Materials: Improved Adsorbent for Cu (II) Removal from Wastewater

Maria Harja [1], Gabriela Buema [2,*], Nicoleta Lupu [2], Horia Chiriac [2], Dumitru Daniel Herea [2] and Gabriela Ciobanu [1,*]

[1] Chemical Engineering Department, Faculty of Chemical Engineering and Environmental Protection, "Gheorghe Asachi" Technical University of Iasi, 73 Prof.dr.doc. Dimitrie Mangeron Street, 700050 Iasi, Romania; mharja@tuiasi.ro

[2] National Institute of Research and Development for Technical Physics, 47 Mangeron Boulevard, 700050 Iasi, Romania; nicole@phys-iasi.ro (N.L.); hchiriac@phys-iasi.ro (H.C.); dherea@phys-iasi.ro (D.D.H.)

* Correspondence: gbuema@phys-iasi.ro (G.B); gcioban@tuiasi.ro (G.C)

Abstract: Fly ash/magnetite material was used for the adsorption of copper ions from synthetic wastewater. The obtained material was characterized by scanning electron microscopy (SEM), energy dispersive X-ray analysis (EDAX), X-ray diffractometer (XRD), Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), Brunauer–Emmett–Teller (BET) surface area, and vibrating sample magnetometer (VSM). Batch adsorption experiments were employed in order to investigate the effects of adsorbent dose, initial Cu (II) concentration and contact time over adsorption efficiency. The experimental isotherms were modeled using Langmuir (four types of its linearization), Freundlich, Temkin, and Harkins–Jura isotherm models. The fits of the results are estimated according to the Langmuir isotherm, with a maximum adsorption capacity of 17.39 mg/g. The pseudo-second-order model was able to describe kinetic results. The data obtained throughout the study prove that this novel material represents a potential low-cost adsorbent for copper adsorption with improved adsorption capacity and magnetic separation capability compared with raw fly ash.

Keywords: copper ions adsorption; Fe_3O_4; fly ash; isotherms; kinetic models; wastewater

check for updates

Citation: Harja, M.; Buema, G.; Lupu, N.; Chiriac, H.; Herea, D.D.; Ciobanu, G. Fly Ash Coated with Magnetic Materials: Improved Adsorbent for Cu (II) Removal from Wastewater. *Materials* **2021**, *14*, 63. https://dx.doi.org/10.3390/ma14010063

Received: 26 November 2020
Accepted: 21 December 2020
Published: 25 December 2020

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Copyright: © 2020 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

1. Introduction

The discharge of wastewater that contains heavy metals into aquatic environments is one of the most common sources of environmental pollution and is the reason why vital ecosystems are often affected [1,2].

Copper ions are one of the most widespread metals used in industry [3]. Among the three forms in which copper can be found, Cu^{2+} is considered to be the most toxic [4,5], leading to negative impacts on human health and the environment [6–8]. The allowable limit of copper ions in drinking water was established by World Health Organization at 2 mg/L. On the other hand, according to the United State Environmental Protection Agency (USEPA), the maximum copper concentration in industrial water is recommended to be 1.3 mg/L [9].

A variety of technologies have been applied for the treatment of waters contaminated with copper ions, among which the adsorption process is considered the most favorable alternative [10–14]. A series of materials were involved in Cu (II) adsorption, such as fly ash (FA) and modified fly ash [15,16], manganese ore [17], LSX zeolite [18], zeolite 4A [19], mesoporous silica [20], macro algae [21], and chitosan-based biodegradable composite [22]. Different methods have been developed for obtaining adsorbent materials, such as co-precipitation, chemical vapor depositions, plasma, electro-depositions, sol–gel, and ball milling. Of these methods, ball milling has the benefits of simplicity, low-cost, time-saving, no waste generation (water or solvent), ease of application, and possibility to be scaled up to the industrial level. [23].

Valorisation de deux matériaux argileux de la vallée du fleuve Niger dans l'élimination du cuivre des eaux de consommation.

Maazou Ahmed Maman, Adamou Rabani, Konaté Moussa, Alassane Abdoulaye, Adel M'nif

Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie
J. Soc. Ouest-Afr. Chim.(2017), 043 : 64 - 75
22ème Année, Juin 2017

ISSN 0796-6687
Code Chemical Abstracts : JSOCF2
Cote INIST (CNRS France) : <27680>
Site Web: http://www.soachim.org

Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 53, 2, 2018, 202-219

REMOVAL OF HEAVY METAL IONS FROM WASTEWATER USING CONVENTIONAL AND NANOSORBENTS: A REVIEW

Katerina Atkovska, Kiril Lisichkov, Gordana Ruseska,
Aleksandar T. Dimitrov, Anita Grozdanov

Faculty of Technology and Metallurgy
University "Ss. Cyril and Methodius"
Rugjer Boskovic 16, 1000 Skopje
Macedonia
E-mail: anita.grozdanov@yahoo.com

Received 09 February 2017
Accepted 08 September 2017

ABSTRACT

Wastewater that contains heavy metal ions is considered as the serious threat for environmental pollution. Most of the heavy metals are toxic and their ions are non biodegradable with the tendency to accumulate in the soil and in the living organisms, and hence they are significant environmental pollutants. Therefore, the treatment of the heavy metal ions and their elimination from water and wastewater is very important for environmental protection, and thus the public health. Adsorption is the most commonly used method for removal of the heavy metal ions from large volumes of aqueous solutions. There are a number of materials that can be applied as adsorbents for heavy metals. The clay minerals (bentonite), zeolites, activated carbon, metal oxides, are widely used as conventional adsorbents in the removal of different heavy metal ions, such as Zn(II), Pb(II), Ni(II), Cd(II), Cu(II) from wastewater. The development of nanotechnology enabled nanomaterials, such as graphene and carbon nanotubes, to be widely used as the effective sorbents for the heavy metal elimination from wastewater.

Keywords: heavy metal ions, adsorption, conventional adsorbents, graphene, carbon nanotubes.

INTRODUCTION

Environmental pollution is one of the main problems nowadays. The rapid development of industries and the drastic increase of population are responsible for the destruction and damaging of the environment and adversely affecting the health of the people. Different contaminants are released to wastewater, including heavy metal ions, organics, bacteria, viruses and so on. Heavy metal ions are non-degradable and persistent, hence, they are significant environmental pollutants, and their toxicity is a problem of increasing significance for ecological, evolutionary, nutritional and environmental reasons [1]. Most of heavy metals such as Pb, Cr, As, Cd, Ni, Hg, Mn, Co, Zn, Fe are toxic inorganic pollutants in soil, surface and groundwater, and by their properties, threaten all living organisms and humans in the polluted environment. Various regulatory bodies have set the maximum prescribed limits for the discharge of toxic heavy metals in the aquatic systems. However the metal ions are being added to the water stream, by industrial activities, at a much higher concentration than the prescribed limits, thus leading to health hazards and environmental degradation. Consumption of the food or water contaminated with heavy metals above the limited values can cause metabolic problems because heavy metals accumulate in the organism and they are hardly processed and disposed of it. The most common health problems that occur in humans when they are acute or chronic exposed to the effect of heavy metals, are presented in Table 1 [2].

Therefore, the removal or reduction of the quantities of heavy metal ions from the wastewater is very important for public health protection.

Arabian Journal of Chemistry (2011) 4, 361–377

King Saud University

Arabian Journal of Chemistry

REVIEW ARTICLE

New trends in removing heavy metals from industrial wastewater

M.A. Barakat *

Department of Environmental Sciences, Faculty of Meteorology and Environment, King Abdulaziz University (KAU), P.O. Box 80202, Jeddah 21589, Saudi Arabia

Received 1 February 2010; accepted 17 July 2010
Available online 21 July 2010

KEYWORDS
Heavy metals;
Wastewater treatment;
Removal;
Advanced techniques

Abstract Innovative processes for treating industrial wastewater containing heavy metals often involve technologies for reduction of toxicity in order to meet technology based treatment standards. This article reviews the recent developments and technical applicability of various treatments for the removal of heavy metals from industrial wastewater. A particular focus is given to innovative physico-chemical removal processes such as: adsorption on new adsorbents, membrane filtration, electrodialysis, and photocatalysis. Their advantages and limitations in application are evaluated. The main operating conditions such as pH and treatment performance are presented. Published studies of 94 cited references (1999–2008) are reviewed.

It is evident from survey that new adsorbents and membrane filtration are the most frequently studied and widely applied for the treatment of metal-contaminated wastewater. However, in the near future, the most promising methods to treat such complex systems will be the photocatalytic ones which consume cheap photons from the UV-near visible region. They induce both degradation of organic pollutants and recovery of metals in one-pot system. On the other hand, from the conventional processes, lime precipitation has been found as one of the most effective means to treat inorganic effluent with a metal concentration of > 1000 mg/L. It is important to note that the overall treatment cost of metal-contaminated water varies, depending on the process employed and the local conditions. In general, the technical applicability, plant simplicity and cost-effectiveness are the key factors in selecting the most suitable treatment for inorganic effluent.

© 2010 King Saud University. Production and hosting by Elsevier B.V. All rights reserved.

* Permanent Address: Central Metallurgical Research and Development Institute, P.O. Box 87, Helwan 11421, Egypt.
E-mail address: mabarakat@gmail.com

1878-5352 © 2010 King Saud University. Production and hosting by Elsevier B.V. All rights reserved.

Peer review under responsibility of King Saud University.
doi:10.1016/j.arabjc.2010.07.019

Production and hosting by Elsevier

Elimination du Zinc en présence des Substances Humiques par adsorption sur charbon actif en eau minéralisée

Mohamed Mahdi Missaoui[(1)] ; Saâdia Guergazi [(1)] et Samia Achour [(1)]
Département de Génie Civil et d'Hydraulique, Faculté des Sciences et de la Technologie, Université Mohamed Khider Biskra, B.P. 145 (07000) Biskra, Algérie

Mohamed Mahdi Missaoui , E-mail hydraugenium@gmail.com ,

Résumé

L'objectif de cette étude est de savoir l'efficacité du charbon actif en poudre et en grains dans l'élimination du zinc en présence de substances humiques dans une eau minérale. Parmi, les méthodes de traitement que nous avons utilisé dans notre étude est la méthode d'adsorption. Cette méthode a obtenu des bons rendements d'élimination. Le suivie des rendements d'élimination de zinc en présence des substances humiques en fonction de la variation du temps de contact a montré, qu'il y'a une augmentation progressive des rendements avec l'augmentation du temps de contact jusqu'aux rendements optimaux de 83,33% et 76,67% respectivement pour charbon actif en poudre et en grains. Le pH de traitement influe considérablement sur les rendements d'élimination du zinc en présence des substances humiques. Mais le pH optimal est obtenu à pH égal à 6. La variation de la teneur initiale en zinc sur l'effet des rendements d'élimination de zinc en présence d'une concentration fixe des substances humiques a montré que les rendements subissent une augmentation de la masse de zinc. Puis une diminution dans des rendements est apparue. Les modèles de Langmuir et de Freundlich sont parfaitement applicables pour les résultats obtenus.

Mots clés : Zinc, Substances Humiques, Adsorption, Charbon Actif en Poudre et en Grains.

1. Introduction

Il est bien connu aujourd'hui que, la présence du zinc dans les eaux superficielles peut être d'origine naturelle et anthropique. Bien que, c'est est un élément essentiel pour tous les organismes vivants, y compris l'homme [1]. Mais quand la dose du zinc dans le corps humain dépasse la norme, elle cause des effets indésirables sur la santé ainsi que, des maladies chroniques telles qu'un endommagement du pancréas, et un disfonctionnement lent du foie [2, 3]. À côté de la pollution des eaux par les métaux lourds, on trouve aussi la matière organique qui se trouve dans les eaux en particulier de surface grâce

Check for updates

387 © 2017 The Author | Journal of Water Reuse and Desalination | 07.4 | 2017

Heavy metal removal from wastewater using various adsorbents: a review

Renu, Madhu Agarwal and K. Singh

ABSTRACT

Heavy metals are discharged into water from various industries. They can be toxic or carcinogenic in nature and can cause severe problems for humans and aquatic ecosystems. Thus, the removal of heavy metals from wastewater is a serious problem. The adsorption process is widely used for the removal of heavy metals from wastewater because of its low cost, availability and eco-friendly nature. Both commercial adsorbents and biosadsorbents are used for the removal of heavy metals from wastewater, with high removal capacity. This review article aims to compile scattered information on the different adsorbents that are used for heavy metal removal and to provide information on the commercially available and natural biosadsorbents used for removal of chromium, cadmium and copper, in particular.

Key words | adsorbents, adsorption capacity, heavy meta, wastewater

Renu
Madhu Agarwal (corresponding author)
K. Singh
Department of Chemical Engineering,
Malaviya National Institute of Technology,
JLN Marg,
Jaipur 302017,
India
E-mail: madhuverma1@gmail.com

INTRODUCTION

Discharge from industry contains various organic and inorganic pollutants. Among these pollutants are heavy metals which can be toxic and/or carcinogenic and which are harmful to humans and other living species (MacCarthy *et al.* 1995; Clement *et al.* 1995; Renge *et al.* 2012). The heavy metals of most concern from various industries include lead (Pb), zinc (Zn), copper (Cu), arsenic (As), cadmium (Cd), chromium (Cr), nickel (Ni) and mercury (Hg) (Mehdipour *et al.* 2015). They originate from sources such as metal complex dyes, pesticides, fertilisers, fixing agents (which are added to dyes to improve dye adsorption onto the fibres), mordants, pigments and bleaching agents (Rao *et al.* 2010). In developed countries, legislation is becoming increasingly stringent for heavy metal limits in wastewater. In India, the current maximum contaminant level (ppm-mg/mL) for heavy metals is 0.05, 0.01, 0.25, 0.20, 0.80, 0.006, 0.00003, 0.05) for chromium, cadmium, copper, nickel, zinc, lead, mercury and arsenic, respectively (Gopalakrishnan *et al.* 2013). Various treatment technologies employed for the removal of heavy metals include chemical precipitation, ion exchange, chemical oxidation, reduction, reverse osmosis, ultrafiltration, electrodialysis and adsorption (Fu & Wang 2011). Among these methods adsorption is the most efficient as the other techniques have inherent limitations such as the generation of a large amount of sludge, low efficiency, sensitive operating conditions and costly disposal. The adsorption method is a relatively new process and is emerging as a potentially preferred alternative for the removal of heavy metals because it provides flexibility in design, high-quality treated effluent and is reversible and the adsorbent can be regenerated (Fu & Wang 2011). The specific sources of chromium are leather tanning, electroplating, nuclear power plants and textile industries. Chromium(VI) is an oxidising agent, is carcinogenic in nature and is also harmful to plants and animals (Barnhart 1997). Exposure to chromium(VI) can cause cancer in the digestive tract and lungs, epigastric pain, nausea, severe diarrhoea, vomiting and haemorrhage (Mohanty *et al.* 2005). Although chromium can access

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Licence (CC BY-NC-ND 4.0), which permits copying and redistribution for non-commercial purposes with no derivatives, provided the original work is properly cited (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

doi: 10.2166/wrd.2016.104

Downloaded from http://iwaponline.com/jwrd/article-pdf/7/4/387/375972/jwrd0070387.pdf
by guest

Pol. J. Environ. Stud. Vol. 30, No. 2 (2021), 1487-1496
DOI: *10.15244/pjoes/122449* ONLINE PUBLICATION DATE: 2020-11-27

Original Research

Evaluation of Lead (II) Removal from Wastewater Using Banana Peels: Optimization Study

Felicia O. Afolabi[1]*, Paul Musonge[2], Babatunde F. Bakare[3]

[1]Department of Chemical Engineering, Durban University of Technology, Durban, South Africa
[2]Institute of Systems Science, Durban University of Technology, Durban, South Africa
[3]Department of Chemical Engineering, Mangosuthu University of Technology, Umlazi, Durban, South Africa

Received: 19 March 2020
Accepted: 14 May 2020

Abstract

The response surface methodology was used to investigate the removal of Pb (II) from an aqueous solution using banana peel with varying operating parameters in a batch mode. The central composite design was used to study the interactive effects of the operating parameters (initial concentration, pH of the solution, adsorbent dosage and the particle size). The banana peel was characterized by FTIR which showed the functional groups, while SEM and EDS were used to study morphology and elemental composition. The optimum removal of Pb(II) was 98.146 % at initial concentration 100 mg/L, pH 5, adsorbent dosage 0.55 g and particle size 75 µm. The deviation between the experimental and the model predicted percentage removal was 5.17 %. The analysis of variance showed that the regression model was significant with a low probability and the correlation coefficient R^2 value of 0.9153. The results showed that the biosorption of Pb(II) was highly influenced by the pH and the adsorbent dosage, while the particle size had little effect on the biosorption process.

Keywords: banana peel, bio-sorption, lead removal, optimization, response surface methodology

Introduction

Environmental pollution is a major challenge facing many developing countries in this present time. Environmental pollution of water bodies has become a great concern and threat to aquatic life as well as humans. Rapid industrialization and urbanization have led to the generation of toxic heavy metals which pollute the environment. Some of the industrial activities generating heavy metals include, metal plating and galvanizing, paint, thermal power plant, laundry processes, textile etc.

Among various heavy metals generated from industrial effluents, lead (Pb) is one of the most toxic heavy metals commonly produced from metal plating and galvanising, paint, laundry process, mining, battery manufacturing and steel industries. Pb(II) is non-biodegradable and the third regularly occurring toxic heavy metal in natural water bodies [1]. Lead (Pb) sticks indefinitely and remains in living tissues all through the food chain [2]. The effects of lead on humans include, damage to the nervous and reproductive systems, hypertension, mental retardation and abortion [3]. It also has great influence on children [4]. There are set rules and regulations to reduce the concentrations of

*e-mail: afolabiomolara1810@gmail.com

minerals

MDPI

Review

Removal of Heavy Metals and Metalloids from Water Using Drinking Water Treatment Residuals as Adsorbents: A Review

Magdalena Wołowiec [1,*], Małgorzata Komorowska-Kaufman [2], Alina Pruss [2], Grzegorz Rzepa [1] and Tomasz Bajda [1,*]

[1] Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, AGH University of Science and Technology, al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Krakow, Poland

[2] Institute of Environmental Engineering, Poznan University of Technology, Faculty of Civil and Environmental Engineering, ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań, Poland

* Correspondence: wolowiec@agh.edu.pl (M.W.); bajda@agh.edu.pl (T.B.); Tel.: +48-500-032-026 (M.W.); +48-12-617-52-32 (T.B.)

Received: 18 June 2019; Accepted: 13 August 2019; Published: 14 August 2019

check for updates

Abstract: Heavy metal contamination is one of the most important environmental issues. Therefore, appropriate steps need to be taken to reduce heavy metals and metalloids in water to acceptable levels. Several treatment methods have been developed recently to adsorb these pollutants. This paper reviews the ability of residuals generated as a by-product from the water treatment plants to adsorb heavy metals and metalloids from water. Water treatment residuals have great sorption capacities due to their large specific surface area and chemical composition. Sorption capacity is also affected by sorption conditions. A survey of the literature shows that water treatment residuals may be a suitable material for developing an efficient adsorbent for the removal of heavy metals and metalloids from water.

Keywords: adsorption; arsenic; pollutants; water treatment sludges

1. Introduction

Heavy metals are a group of trace elements that include metals and metalloids, such as arsenic, cadmium, chromium, cobalt, copper, iron, lead, manganese, mercury, nickel, tin, and zinc. They have a relatively high density of over 4×10^6 mg/L. The metal ions are known to contaminate the soil, atmosphere, and water systems and are poisonous even in very low concentrations [1]. There are two main sources of heavy metals in water—natural and anthropogenic. Natural sources comprise volcanic activities, soil erosion, activities of living organisms, and weathering of rocks and minerals, whereas anthropogenic sources include landfills, fuel combustion, street run-offs, sewage, agricultural activities, mining, and industrial pollutants, such as textile dyes [2]. Heavy metals are classified as toxic and carcinogenic, they are capable of accumulating in tissues and cause diseases and disorders (Table 1).

------ Raf. J. Sci., Vol. 25, No.2 pp. 22-31, 2014------

The Removal of Lead, Copper and Zinc from Industrial Wastewater Using Grape Fruit Peels

Sufyan M. Shartooh* **Hussain Sh. Gubur** **Omar S. Mahmood**
Directorate of Waste Treatment and Destruction
Ministry of Science and Technology
Baghdad
***Email:** dralwaisi@yahoo.com

(Received 8 / 4 / 2013 ; Accepted 9 / 9 / 2013)

ABSTRACT

The current study was designed for using grape fruit peels (*Citrus paradise*) to remove lead, copper and zinc from industrial wastewater. Three forms of these peels (fresh, dried small pieces and powder) were tested under some environmental factors such as pH, temperature and contact time. Current data show that grape fruit peels are capable of removing lead, copper and zinc ions with a significant capacity. Furthermore, the powder of grape fruit peels had a highest capability in removing all lead, copper and zinc ions followed by fresh peels whilst dried peels had the lowest bioremoving capacity again for all metals under test. The highest capacity was for lead then copper and finally zinc. All these data were significantly ($LSD_{pol\,form}$ = 3.349 mg/l) varied. However, some examined factors were found to have significant impacts upon the bioremoval capacity of grape fruit peels such as pH, temperature, and contact time where best biosorption capacity was found at pH 4, at temperature 50 C° and contact time of 1 hour. It is true that grape fruit peels varied significantly in case of metal ions and increasing examined factor (pH, temperature, and contact time). The fourier transform infrared spectroscopy analysis (FTIR) illustrated that hydroxyl, carboxyl and carbonyl groups were the major binding sites for Pb, Cu and Zn ions by grape fruit peels.

Keywords: Grape fruit peels, biosorption, Lead, Copper, Zinc, FTIR.

(*Citrus paradise*)

)

(

.

.

Afrique SCIENCE 09(3)(2013) 36 - 44
ISSN 1813-548X, http://www.afriquescience.info

Évaluation des risques de pollution en métaux lourds (Hg, Cd, Pb, Co, Ni, Zn) des eaux et des sédiments de l'estuaire du fleuve Konkouré (Rep. de Guinée)

Ohago ONIVOGUI [1,2*], Saïdouba BALDE [3], Kanda BANGOURA [4] et Mamadou Kabirou BARRY [1]

[1] *Laboratory Bioactive Lipids and Health, Jiangnan University, Food Science & Technology Jiangsu Province P.R. China Wuxi, Lihu road 1800, PR : 214122, P.R. China*
[2] *Laboratoire Chimie Organique, Faculté des sciences, Université de Conakry (UGAN), Guinée*
[3] *Laboratoire Hydrochimie de Centre de Recherche Scientifique Conakry Rogbané (CERESCOR), Guinée*
[4] *Laboratoire de Centre d'Etude de Recherche et de l'Environnement (CERE), Université de Conakry, Guinée*

* Correspondance, courriel : *onivoguiohago@gmail.com*

Résumé

Au cours de cette étude nous avons mesuré les paramètres physicochimiques (T °C, pH, Salinité, oxygène dissous, turbidité) in situ par un appareil multi paramètre portatif HI 9828 Hanna et les teneurs en métaux lourds (cadmium, plomb, zinc, cobalt, nickel et mercure) ont été données par spectrométrie d'absorption atomique dans les eaux et les sédiments prélevés au mois d'avril.

A la lumière des résultats obtenus au niveau des paramètres physico-chimiques et chimiques mesurés dans l'eau et dans les sédiments, nous avons constaté une légère diminution de la salinité en avril, le pH est proche de la neutralité avec une faible mobilité des métaux et une élévation de la teneur de l'oxygène dissous et de la turbidité au niveau des stations K15 et K16 soumises aux influences directes des eaux marines oxygénées et des rejets des eaux usées du village de l'Ile Bakhinèdé.

Les teneurs des métaux lourds à l'exception du mercure et du cadmium qui ont des concentrations plus faibles dans les eaux et dans les sédiments sont élevées au niveau des stations de l'embouchure (K15 et K16) dans l'eau suivant l'ordre (Plomb (638µg/L)) > Cobalt (604µg/L) > Nickel (472µg/L) > Zinc (189µg/L)) et dans les sédiments suivant l'ordre [Plomb (0,713µg/g) >Cobalt (0,665µg/g) > Nickel (0,616µg/g > Zinc (0,230µg/g).], ce qui montre l'impact direct des déchets déversés au niveau de l'île de Bakhinèdé, sur la qualité physico-chimique et métallique des eaux et des sédiments de l'estuaire.

Mots-clés : *pollution, eaux, métaux lourds, estuaire, Konkouré, Guinée.*

Abstract

Risk assessment of heavy metal pollution (Hg, Cd, Pb, Co, Ni, Zn) in water and sediments of the river estuary (Rep. of GUINEA)

During this study we measured physicochemical parameters (T ° C, pH, salinity, dissolved oxygen, turbidity) in situ by a multi parameter portable HI 9828 Hanna and concentrations of heavy metals (cadmium, lead, zinc, cobalt , nickel and mercury) were given by atomic absorption spectrometry in water and sediment collected in April.

nanomaterials

MDPI

Review

Nanomaterials for the Removal of Heavy Metals from Wastewater

Jinyue Yang, Baohong Hou *, Jingkang Wang, Beiqian Tian, Jingtao Bi, Na Wang, Xin Li and Xin Huang *

National Engineering Research Center of Industrial Crystallization Technology, School of Chemical Engineering and Technology, Tianjin University, Tianjin 300072, China; jyyang@tju.edu.cn (J.Y.); jkwang@tju.edu.cn (J.W.); beiqiantian@tju.edu.cn (B.T.); jingtaob@gmail.com (J.B.); wangna224@tju.edu.cn (N.W.); 2016207425@tju.edu.cn (X.L.)

* Correspondence: houbaohong@tju.edu.cn (B.H.); x_huang@tju.edu.cn (X.H.); Tel.: +86-22-27403200 (X.H.)

Received: 26 January 2019; Accepted: 7 March 2019; Published: 12 March 2019

check for updates

Abstract: Removal of contaminants in wastewater, such as heavy metals, has become a severe problem in the world. Numerous technologies have been developed to deal with this problem. As an emerging technology, nanotechnology has been gaining increasing interest and many nanomaterials have been developed to remove heavy metals from polluted water, due to their excellent features resulting from the nanometer effect. In this work, novel nanomaterials, including carbon-based nanomaterials, zero-valent metal, metal-oxide based nanomaterials, and nanocomposites, and their applications for the removal of heavy metal ions from wastewater were systematically reviewed. Their efficiency, limitations, and advantages were compared and discussed. Furthermore, the promising perspective of nanomaterials in environmental applications was also discussed and potential directions for future work were suggested.

Keywords: nanomaterials; heavy metal; wastewater; carbon-based nanomaterials; zero-valent metal; metal oxide; nanocomposite

1. Introduction

Water is one of the most important natural resources in the world, which is vital for the survival of all living beings and the development of humans. Along with the acceleration of industrialization and urbanization, the consumption of water is increasing rapidly and water scarcity problem has become an important constraint for economic development. In the meantime, water contamination, especially heavy metals pollution inside water, has become a global environmental issue. Heavy metals could be released into water mainly through the mining, electroplating, metallurgy, chemical plants, agriculture and household wastewater etc. Heavy metals such as Pb, Zn, Cu, Hg, etc. could pose a severe threat to human's health because they can be accumulated biologically in the food chain [1]. For example, heavy metals could cause damages to the kidneys, mental and central nervous functions, lungs, and other organs [2–4]. Moreover, heavy metals can also exert adverse effects on the environment and other ecological receptors, as they cannot be degraded by microorganisms once they are released into the environment, on the contrary, they will accumulate through the food chain. Heavy metals are highly toxic [5], most of which are even reported to be carcinogenic [6]. Therefore, the removal of heavy metals from water is of great importance and has drawn tremendous attention. Up till now, numerous technologies have been developed to solve this problem, including chemical precipitation [7], ion exchange [8], adsorption [9], membrane filtration [10], electrochemical treatment [11], and so on. Besides, it is often the case that different techniques are combined for a better removal result [12,13]. Among the techniques discussed above, adsorption is one of the most extensively used techniques due

ملخص :

قمنا في هذا العمل بإجراء تحليل و استقصاء لمجموعة من الدراسات السابقة من أجل إكتساب العديد من الأفكار و المعلومات الجديدة في مجال بحثنا, فقد كانت معظمها في الخمس سنوات الأخيرة و قد شملت هذه الدراسات طرق و كيفية إزالة المعادن الثقيلة من الأوساط المائية , تم ذلك بقياس عدد من الخصائص الفيزيائية و الكيميائية مثل (الPH, التركيز الإبتدائي ...) وكيفية تأثيرها على المعادن الثقيلة (النحاس Cu, الزنك Zn, الرصاص Pb,.....) .حيث كانت نسبهم متفاوتة في الأوساط المائية نذكر منها : النحاس Cu=97.10% في مياه الشرب ,الرصاص Pb=100% في الوسط الصناعي أما الزنك Zn=80.7% في مياه الصرف الصحي . وتم استعمال بعض المواد المازة في عملية الإزالة (زيوليت الطبيعي , السيليكا , بكتيريا حية) حيث كانت أفضل مادة هي الزيوليت الطبيعي في أفضل نموذج إمتزاز مستخدم وهو نموذج لانغمويير .

الكلمات المفتاحية:المعادن الثقيلة .أوساط مائية. الامتزاز

Abstract:

In this work, we conducted an analysis and investigation of a group of previous studies in order to gain many new ideas and information in our field of research, most of them were in the last five years, and these studies included methods and how to remove heavy metals from aqueous media, by measuring A number of physical and chemical properties such as (PH, initial concentration...) and how they affect heavy metals (Cu, Zn, Pb, ...). Where their ratios were different in aqueous media, we mention them: Cu = 97.10% in drinking water, lead Pb = 100% in industrial media, and Zn = 80.7% in sewage water. Some adsorbent materials were used in the removal process (natural zeolite, silica, live bacteria), where the best material was natural zeolite in the best adsorption model used, which is the Langmuir model.

Keywords : heavy metals . aquatic media. Adsorption.