وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي

جامعـة قاصـدي مربـاح ورقلـة

كليـة الرياضيات وعلـوم المـادة

قسـم الكيمياء

مذكـرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي

فـي الكيـمياء

التخصص: كمياء المياه

من إعداد: نورالهدى باباعمي ، أحلام بن هنية

بعنـوان

تعزيز قدرة الامتزاز للطين المحلي المُـنشط لإزالة النفايات السائلة العضوية في المياه المستعملة الحضرية : الوادي – الجزائر

نوقشت علنا يوم:2018/06/06

أمام لجنة المناقشة:

سراوي مبـروك	**أستاذ مساعد صنف " أ "**	**رئيسا**
العابـد إبراهيم	**أستاذ محاضر صنف " أ "**	**مناقشا**
زبيدي عمـار	**أستاذ محاضر صنف " ب "**	**مـقررا**
حـداد العربي	**أستاذ محاضر صنف " ب "**	**مساعدا**

السنة الجامعية : 2017 / 2018

وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي

جامعـة قاصـدي مربـاح ورقلـة

كليـة الرياضيات وعلـوم المـادة

قسـم الكيمياء

مذكـرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي

فـي الكيـمياء

التخصص: كمياء المياه

من إعداد: نورالهدى باباعمي ، أحلام بن هنية

بعنـوان

تعزيز قدرة الامتزاز للطين المحلي المُـنشط لإزالة النفايات السائلة العضوية في المياه المستعملة الحضرية : الوادي – الجزائر

نوقشت علنا يوم:2018/06/06

أمام لجنة المناقشة:

سراوي مبـروك	**أستاذ مساعد صنف " أ "**	**رئيسا**
العابـد إبراهيم	**أستاذ محاضر صنف " أ "**	**مناقشا**
زبيدي عمـار	**أستاذ محاضر صنف " ب "**	**مـقررا**
حـداد العربي	**أستاذ محاضر صنف " ب "**	**مساعدا**

السنة الجامعية : 2017 / 2018

بسم الله الرحمان الرحيم

الَّذِي أَحْسَنَ كُلَّ شَيْءٍ خَلَقَهُ وَبَدَأَ خَلْقَ الْإِنسَانِ مِن طِينٍ

صدق الله العظيم

السجدة.7

الاهداء

بسم الله الرحمان الرحيم

وصلى الله على صاحب الشفاعة سيدنا محمد النبي الكريم، وعلى آلة وصحبه الميامن، ومن تبعهم بإحسان الى يوم الدين وبعد:

الى من لم تدخر نفسا في تربيتي – أمي الحنون.

الى من تشققت يداه في سبيل تربيتي – أبي الصبور.

الى اخوتي سناء وياسمين وأيمن وشذا حفظهما الله ورعاهما.

الى رفيق دربي الذي لم يدخر جهدا في هدا البحث.

الي أستاذي الكريم الدي لم يبخل علينا بمجهوداته ونصائحه الأستاذ الفاضل زوبيدي عمار.

الى جميع الاهل والأصدقاء كل باسمه.

الى كل من ساهم في إتمام هذا البحث من قريب او بعيد.

أرجو أن يكون بحثنا هدا خالصا لوجه الله تعالى وأن تكون فيه الفائدة وأن يغفر لنا زلاتنا فيه ويثبتنا على ما وفقنا اليه ويعلمنا ويكتبنا مع طلبة العلم اتباعا لسنة نبيه الكريم عليه أفضل الصلاة وأزكى التسليم.

بن هنية أحلام.

إهداء

أهدي ثمرة جهدي :

إلى منارة العلم و إمام المصطفى إلى الأمي ...إلى سيد الخلق إلى رسولنا الكريم سيدنا محمد صل الله عليه واله وسلم

إلى من إحترقت سنين عمرها ووهبت لنا حياتها إلى من بقيت روحها الطاهرة في قلبي منارة وأثيرا إلى من صدقت الأمومة ووفت الأمانة وأدت الرسالة ...إلى روح حبيبتي أمي رحمك الله في مثواك الأخير

إلى من عمل بكد في سبيلي وعلمني معنى الكفاح و أوصلني إلى ما أنا عليه "أبي الغالي " أدامك الله

إلى جدتي العزيزة أطال الله في عمرك

إلى زوجة أبي و إلى سندي في الحياة ومن لا أحصي لهم فضل إلى أحبتي إخوتي بوبكر , بدر الدين و محمد وأخواتي حورية , سهيلة , منوبية , ومروة وإلى أبناء أخي وأبناء أخواتي كل بإسمه

إلى صديقة عمري ورفيقة دربي أسماء وإلى جميع صديقاتي دون إستثناء

إلى من سرنا سويا ونحن نشق الطريق معا نحو النجاح والإبداع إلى من زادتنا رفقتهم من حلاوة الدراسة إلى رفقاء الدرب الجامعي زملائي وزميلاتي

إلى من علمونا حروفا من ذهب وكلمات من درر وعبارات من أسمى وأجلى عبارات العلم إلى من صاغو لنا علمهم حروفا ومن فكرهم منارة تنير لنا سيرة العلم والنجاح إلى أساتذتنا الكرام وأخص بالذكر أستاذي ومشرفي الأستاذ زبيدي عمار

نور الهدى باباعمي

شكر وعرفان

لا يسعنا بعد إنهائنا لهذا العمل إلا أن نتقدم بجزيل الشكر وعظيم الإمتنان إلى أستاذنا الفاضل د. **زبيدي عمار** لقبوله أن نعد مذكرتنا هذه تحت إشرافه ودعمه لنا في كل خطوة من هذا العمل ، و لنقده الحكيم , و اهتمامه الدؤوب , كما نشكر الأستاذ الفاضل د. **حداد العربي** لمشاركته في الإشراف

تشكراتنا لجميع العاملين في محطة تطهير المياه ل الثقة التي منحونا إياها بقبولهم إستقبالنا في مخبرهم ومدهم يد العون لنا ونخص بالذكر السيد مخلوفي إسماعيل و السيدة بودية نادية والسيدة دالي حليمة تشكراتنا لجميع العاملين في مخابر الكيمياء ولا ننسى الأستاذ المحترم غرياني لمنحنا القليل من وقته الثمين

تشكراتنا لمن أعطانا الشرف لقبول مناقشة مذكرتنا الأستاذ **سراوي مبروك** والأستاذ د. **العابد إبراهيم**

علوم كلية وعمادة الكيمياء قسم رئاسة من كل كذلك ونشكر والمعرفةتشكراتنا لجميع العلم طريق لنا مهدوا المادة الذين الأفاضل أساتذتنا

و كل الشكر إلى كل من ساعدنا في إتمام هذا العمل من قريب أو بعيد

نور الهدى و أحلام

الفهرس

قائمة الاختصارات v

قائمة الجداول والاشكال vi

.....

المقدمة 01

الجـــــــــانب النظـــــــري

الفصل الاول:المعادن الطينية

1-نبدة تاريخية 04

2-الامتزاز 06

2-1-أهمية الامتزاز 07

2-2-أنواع الامتزاز 07

2-3-أنواع المواد المازة 07

3-المعادن الطينية 07

3-1-تعريف المعادن الطينية 07

3-2-تشكل المعادن الطينية 08

3-3-هيكل المعادن الطينية 08

3-3-1-الوحدة الهيكلية رباعي السطوح 08

3-3-2-الوحدة الهيكلية ثماني السطوح 09

4-أنواع الطين 10

4-1-التصنيف وفقا للهيكل الكيميائي 10

4-2-التصنيف وفقا للون 12

5-الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمعادن الطينية 12

5-1-التبادل الايوني 12

5-2-التفاعل مع المركبات العضوية واللاعضوية 13

5-3-نظام الطين – ماء 14

6-استخدامات الطين في الازالة 14

6-1-إزالة المواد العضوية 14

6-2-إزالة المعادن الثقيلة. 14

6-3-استعمالات أخرى 15

7-تعديل الطين 16

7-1-طرق تعديل المعادن الطينية 16

7-1-1-التنشيط الحراري 16

7-1-1-التنشيط الكيميائي 16

7-2-آلية التنشيط الكيميائي 16

8-مزايا التنشيط بالحمض 17
9-تطبيقات التنشيط بالحمض 17

الفصل الثاني: تلوث المياه وانعكاساتها

1-عموميات حول المياه الملوثة 18
2-1-تعريف المياه الملوثة 18
2-1-أهم ملوثات الماء 18
3-1-مصادر المياه الملوثة 19
2-مياه الصرف الصحي 19
2-1-تعريف مياه الصرف الصحي 19
2-2-الخواص الأساسية لمياه الصرف الصحي 20
2-3-أنواع مياه الصرف الصحي 21
2-3-1-مياه المطار الملوثة 21
2-3-3-مياه الصرف المنزلي 21
2-4-تركيب مياه الصرف المنزلي وأهم صفاتها 21
3-مقاييس تصنيف الملوثات في المياه العادمة 23
3-1-المقاييس الفيزيائية 23
3-2-المقاييس الكيميائية 24
3-3-المقاييس البيولوجية 52
4 المعايير والتراكيز المسموح بها 26
5-معالجة مياه الصرف 62
5-1-أهداف معالجة مياه الصرف 62
5-2-طرق معالجة مياه الصرف 27
5-2-1-المعالجة التمهيدية 27
5-2-2-المعالجة الأولية 72
5-2-3-المعالجة الثانوية 28
5-2-4-المعالجة المتقدمة 28
5-2-5-التطهير 29
6-إسترجاع وإعادة مياه الصرف 29

الفصل الثالث: الطرق والأدوات المستعملة

1-تحديد خواص الطين المدروس 32
2-معالجة المياه المستعملة 32
3-مرحلة تنقية الطين 33
4-مرحلة التنشيط 34
4-1-التنشيط الكيميائي 34
4-2-التنشيط الحراري 36

5-مرحلة المعالجة 37
6-البروتوكول التجريبي 37
6-1-أخذ ونقل العينات 37
6-2-قياس الخواص الفيزيوكيميائية 38
أ-الرقم الهيدروجيني 38
ب-درجة الحرارة 38
ت-قياس التوصيل الكهربائي 38
ث-قياس العكارة 39
ج-المواد الصلبة العالقة 39
ح-الطلب الكيميائي للأكسجين 40
خ-الطلب البيوكيميائي للأكسجين خلال 5 أيام 41

الفصل الرابع: مناقشة النتائج

1-الخصائص الكيميائية للطين المدروس .....
2-خصائص المياه المستعملة قبل المعالجة .....
3-تأثير التنشيط الكيميائي .....
3-1-تأثير التنشيط الكيميائي على تغير الرقم الهيدروجيني للمياه المعالجة .....
3-2-تأثير التنشيط الكيميائي على تغير درجة الحرارة للمياه المستعملة .....
3-3-تأثير التنشيط الكيميائي على كفاءة تقليل التوصيل الكهربائي للمياه المستعملة .....
4-تحديد الشروط المثلى في عملية التنشيط الكيميائي .....
4-1-تأثير التنشيط الكيميائي على كفاءةإزالة العـــكارة (Turb) للمياه المستعملة .....
4-2-تأثير التنشيط الكيميائي على كفاءةإزالة المواد العالقـــة(TSS) للمياه المستعملة .....
4-3-تأثير التنشيط الكيميائي على كفاءةإزالة الطلب البيو كيميائي للأكسجين(BOD5) للمياه المستعملة. .....
4-4-تأثير التنشيط الكيميائي على كفاءةإزالة الطلب الكيميائي للأكسجين(COD) للمياه المستعملة .....
5-تأثير التنشيط الحراري .....
الخاتمة .....
المراجع

فهرس الجداول و الأشكال

الجـــــــــداول

رقم الجدول	العنوان	الصفحة
1-I	القدرة التبادلية للكاتيونات (C.E.C) ومساحة السطح لبعض الأطيان	13
1-II	تصنيفات مياه المجاري في الولايات المتحدة الأمريكية بناءً على تراكيز الملوثات	20
2-II	الملوثات الهامة الموجودة في المياه العادمة وصفاتها	22
3-II	قيم الحد الأقصى لمعايير الصرف الصحي الموجهة للري	26
4-II	بعض بلدان الشرق الأدنى التي تستخدم كميات كبيرة من المياه المعالجة في الري	30
1-III	معامل تغير قيمة BOD_5 بدلالة حجم العينة المستعملة	43
1-IV	التركيب الكيمائي للطين الايليت	45
2-IV	المعايير التلوث المتوسطة لمياه الصرف الصحي لمدينة ورقلة.	45
3-IV	خصائص المياه المعالجة بالطين المنشط بحمض الكبريت	46
4-IV	خصائص المياه المعالجة بالطين المنشط بحمض كلور الماء	46
5-IV	مردود المعالجة المياه المعالجة بالطين المنشط بحمض الكبريت	49
6-IV	مردود المعالجة المياه المعالجة بالطين المنشط بحمض كلور الماء	50
7-IV	خصائص المياه المعالجة بالطين المنشط كيميائيا وحراريا	54
8-IV	مردود المعالجة المياه المعالجة بالطين المنشط حراريا	55

الأشكال

رقم الأشكال	العنوان	الصفحة
-I-	رسم بياني يوضح عدد المنشورات لتنشيط الكيميائي والحراري للطين	06
2-I	عملية تكوين الطين	08
3-I	الوحدة الهيكلية رباعي السطوح (الجزء المظلل) وبنية الطبقة الهيكلية رباعي السطوح	09
4-I	الوحدة الهيكلية ثماني السطوح (الجزء المظلل) وبنية الطبقة الهيكلية ثماني السطوح	09
5-I	البناء البلوي لبنية الايليت	11
2-II	المكونات الأساسية لمياه الصرف (آغا 1988)	22
1-III	موقع أخذ عينة الطين المدروس	32
2-III	محطة التطهير سعيد عتبة ورقلة	33
3-III	مرحلة تنقية الطين	34
4-III	جهاز الطرد المركزي المستعمل في عملية التنشيط	35
5-III	ألية التنشيط بحمض كلور الماء وحمض الكبريت	36
6-III	الفرن المستعمل في عملية الحرق	36
7-III	شكل الطين بعد التنشيط الحراري	37
8-III	الية المعالجة	38
9-III	جهاز متعدد القياسات (الأس الهيدروجيني، درجة الحرارة والناقلية).	40

10-III	جهاز قياس العكارة	41
11-III	تركيب قياس المواد العالقة	42
12-III	جهاز المطيافية والتسخين المستعملة لقياس COD	43
13-III	الكواشف المستعملة لقياس COD .	43
14-III	الجهاز قياس BOD_5	44
1 –IV	تأثير استخدام التنشيط الكيميائي للطين على تغير قيمة الرقم الهيدروجيني (pH) للمياه المستعملة	47
2 –IV	تأثير استخدام التنشيط الكيميائي للطين على تغير قيمة درجة الحرارة للمياه المستعملة	48
3 –IV	تأثير استخدام التنشيط الكيميائي للطين على كفاءة تقليل التوصيل الكهربائي (EC) للمياه المستعملة	49
4 –IV	تأثير استخدام التنشيط الكيميائي للطين على كفاءة إزالة العـــكارة (Turb)	50
5 –IV	تأثير استخدام التنشيط الكيميائي للطين على كفاءة إزالة المواد العالقـــة (TSS) من المياه المستعملة	51
6 –IV	تأثير استخدام التنشيط الكيميائي للطين على كفاءةإزالة الطلب البيو كيميائي للأوكسجين (BOD_5) من المياه المستعملة	52
7 -IV	تأثير استخدام التنشيط الكيميائي للطين على كفاءة إزالة الطلب الكيميائي للأوكسجين (COD) من المياه المستعملة	53
8 -IV	استخدام الأطيان المنشطة بحمض الكبريت والحرارة على كفاءة تغير الخواص الفيزيائية (pH ,T, EC)	55
9 -IV	كفاءة الأطيان المنشطة بحمض الكبريت والحرارة في إزالة الملوثات العضوية	56

قائمة الاختصارات

الرمز	التسمية
AFNOR	جمعية الفرنسية للتوحيد القياسي Association française de normalisation
BOD5	الطلب البيو كيميائي للأكسجين خلال 5 ايام Biochemical Oxygen Demand after 5 days
CB	طين خام Clay Brut
CE	الناقلية الكهربائية Electrical conductivity
COD	الطلب الكيميائي للأكسجين Chemical Oxygen Demand
FAO	مكتب الشرق الأوسط Food and Agriculture Organisation
IR	الاشعة تحت الحمراء Infra Rouge
MS	المواد الصلبة Solid Matter
pH	الأس الهيدروجيني Potentiel d'Hydrogène
T	درجة الحرارة Temperature
TSS	المواد العالقةTotal Suspended Solids
Turb	العكار Turbidity Turbidity
RW	Raw wastewater

المقدمة

يعـد التلوث أحد سمات العالم المعاصر حتى أصبح مظهراً نشاهده يومياً في حياتنا بغض النظر عن أماكن تواجده. ويحدث التلوث بإشكاله المختلفة سواء كان تلوث الهواء أو التربة أو المياه نتيجة وجود بعض المواد العضوية واللاعضوية الضارة أو بسبب الازدياد أو النقص في نسب بعض المكونات الأساسية في البيئة عن النسب الطبيعية لها، و يحصل ذلك من جراء تدخلات الإنسان أو بفعل الظواهر الطبيعية.

الجدير بالذكر ان مشكلة تلوث المياه من أهم مشاكل التلوث، لما للماء من دور كبير في الحياة اليومية، إذ أن الماء عنصرا يكمن فيه سر الحياة لكل من دب على الأرض وما يخرج من نبات ، فضلا عن أنه يعد عنصرا أساسيا في مختلف الصناعات.

و يأخذ تلوث المياه صورا متعددة كالتسمم بالفضلات اللاعضوية أو المبيدات أو المنظفات أو الناتج عند الإثراء الغذائي أو غيرها الناتج من الصناعات المختلفة. ونتيجة لتصاعد مشكلة التلوث في العقود الأخيرة دفع العديد من الحكومات في مختلف العالم الى تشكيل هيئات و وكالات لحماية البيئة والسيطرة على مصادر التلوث.

و من أهم التقنيات التي استخدمت في معالجة هذه المشكلة هو الامتزاز على الرواسب الطينية فضلا عن بعض تقنيات الكيمياء الفيزياوية كالتخثر والإندماج و التناضح العكسي و الامتزاز على الكاربون المنشط أو أكسيد المغنسيوم والطين (**Mavros et *al*.,1994)**

يعتبر الامتزاز عملية فعالة ومعروفة، وقد تم استكشافها على نطاق واسع كأسلوب بديل مقارنة مع طرق إزالة النفايات الأخرى بسبب انخفاض التكلفة وبساطة التصميم وسهولة التشغيل علاوة على ذلك، فإن الامتزاز لا ينتج عنه إنتاج أي مواد ضارة. مع ذلك، فإن استخدامه على نطاق واسع في معالجة مياه الصرف الصحي يتم تقييده أحيانا بسبب ارتفاع كلفته (**Bergaya et *al*.,2006**)

تجد المعادن الطينية مكانة بارزة كممتزات منخفضة التكلفة على مدى العقود القليلة الماضية بسبب توافرها المحلي وقدرتها على أن تكون معدَّلة كيميائياً أو حراريا (**Murray, 2006**) .حيث عند بحثنا في محرك البحث (Google scholer) وجدنا تزايد كبير لعدد المنشورات المتعلقة خاصة لعملية التحفيز الكيميائي والحراري للأطيان، فخلال العشر سنـــــوات الماضية كان عـــــدد المقالات في "Science Direct " 3362 مقالا وعام 2018 فقط 2064 مقالا (**حتى شهر ماي 2018**).

طريقة التحفيز الكيميائي هي عبارة عن خطوة واحدة، كما لا تستهلك الكثير من الوقت، وذلك من خلال معالجة المعادن الطينية باستخدام المحاليل غير العضوية (حمض الهيدروكلوريك، والكبريتيك، والفوسفوريك، والنيتريك) أو العضوية (الأحماض، الستيرون، الأكساليك وللاكتيك) في ظروف معينة (**Hussin and *al*., 2011**) حيث خلال المعالجة الحمضية، حدثت العديد من التغييرات في هيكل

الألوموسيليكات بسبب انحلال الأيونات الهيكلية وإعادة ترتيب الهيكل (**Korichi and *al.*, 2009**)، كما قدمت سطح الحامض المعدني في البداية، ثم رشحت أيونات معدنية مما أدى إلى زيادة مساحة السطح الخارجي للمعدن الطيني، وقدمت مسامية دائمة(**Jozefaciuk and Sarzynska, 2006**). يعتمد مدى هذه التغيرات على عوامل مختلفة مثل الأصل الجغرافي للصلصال الطيني ونوع الحامض المستعمل وتركيزه ودرجة حرارته وتوقيت تنشيط الحمض(**Kooli and Liu, 2013**).

بينت الدراسات أن طين البانتونايت استعمل في إمتزاز الملوثات إزالة العضوية من مياه الصرف الصناعي (**Smith and Galan, , 1995**). ففي عام2005، قام (**Mustafa,2005**) .بعمل مزيج من طين الكؤلين والنينافايت بنسب متساوية واستخدام هذا المزيج في عملية إزالة العناصر الثقيلة. وبينت الدراسة أن المزيج أظهر كفاءة تزيد عن 80% في إزالة الكادميوم وأكثر من 95% لكل من الرصاص والزئبق. وأشار الباحثون (**Lund and Nessen,1986**)، ان إضافة طين البانتونايت الى المياه الخام يزيل معظم شوائب ضمن مدى درجة حرارة (20-37) درجة مئوية وان قيمة (pH) <8 هي القيمة المثلى للإزالة. أما (**Gersberg and *al.*, 1988**) فقد قاموا بمعالجة مياه الفضلات الحضرية بإضافة طين البانتونايت بصفة مادة ممتزة حيث وجدوا أن قيمة (COD) للمياه المعالجة هي أقل من 20 mg/L.

وقد أشار (**Francisco and *al.*, 2001**) أن التنشيط الحمضي بواسطة HCl أو H_2SO_4 لطين السميكتايت من بعض ولايات لدولة البرازيل ،و بينت الدراسة أن التنشيط أظهر كفاءة كبيرة في إزالة الزيوت النباتية كفول الصويا ، بذرة القطن ، عباد الشمس ... و قد قام (**Guo,2014**) بالتحفيز الحراري فقط لطين الركتوريت و ذلك لدراسة امتزاز أزرق المثلين. استخدم عام 1982 (**الصائغ،1982 عبد عباوي،2009**) نماذج من أطيان طبيعية غنية بالحديد جمعت من مدينة الموصل العراقية لإزالة مركبات الكبريت العضوية من الكيروسين وقد تم نزع أكثر من (60 %) من هذه المركبات، وأكدت الدراسة على إمكانية إعادة تنشيط الأطيان بعد استخدامها في المعالجة وذلك بحرق الطين في درجات حرارة عالية.

حيث تهدف هذه الدراسة إلى دراسة طين منطقة الوادي على كفاءة ازالة الملوثات العضوية من مياه الصرف الصحي لمدينة ورقلة بعد تنشيطه كيميائيا و حراريا، و تحديد الشروط المثلى من خلال متابعة تغير تراكيز حمضي HCL و H_2SO_4 وكذا تأثير التنشيط الحراري ، بتتبع الخصائص التالية :الطلب الكيميائي للأكسجين (COD) ,الطلب البيو كيميائي للأكسجين (BOD_5) ,المواد العالقة (TSS) ,الناقلية الكهربائية (EC) ,الأس الهيدروجيني(pH), درجة الحرارة(T) والعكارة (Turb).

ولتحقيق الأهداف المذكورة انفا اعتمدنا خطة قسمت الى جانبين نظري وأخر عملي تسبقهما مقدمة وتليهما خاتمة وبعض التوصيات.

- ✓ الجزء النظري:
- الفصل الأول تناولنا فيه المعادن الطينية و وطرق تعديلها.
- الفصل الثاني تحثنا عن تلوث المياه المستعملة وانعكاستها وطرق معالجتها.
- ✓ الجزء العملي:
- الفصل الثالث حمل لنا عن تقديم عن محطة ومنطقة الدراسة، والمواد والطرق المستعملة في القياسات
- الفصل الرابع والأخير قد حاولنا فيه تحليل ومناقشة النتائج المتحصل عليها خلال دراستنا.

الجزء النظري

الفصل الأول:
المعادن الطينية وطرق تعديلها

ملخص الفصل

في هذا الفصل حاولنا أن نبين تعريف وأهمية الإمتزاز ،وكذا أنواع المواد الممتزة بالأخص المعادن الطينية. لنتطرق إلى أعطاء أنواع الطين وتقديم إستخداماته في إزالة مختلف الملوثات، كما بيننا طرائق ونظم تعزيز قدرة الطين من خلال تنشيطه ومجالات تطبيقيها.

الفهرس

1 – نبذة تاريخية	04
2 –الإمتزاز	06
3 –المعادن الطينية	07
4 –أنواع الطين	09
5 –الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمعادن الطينية	12
6 -إستخدامات الطين في الإزالة	14
7 –تعديل الطين	16

1. نبذة تاريخية

أدى إستمرار التعامل مع المعادن الطينية وإتساع مجالات إستخدامه إلى بروز الصفات الإمتزازية له، مما زاد من أهميته بشكل كبير، وكانت أول التطبيقات الصناعية لعميلة الإمتزاز في بريطانيا نهاية القرن الثامن عشر وبالتحديد عام 1794، إذ إستخدم في قصر السكر وإزالة الألوان منه.

وعند إندلاع الحرب العالمية الأولى وظهور الأسلحة الكيمائية وإستخدم الألمان الغازات السامة في هذه الحرب، ظهرت الحاجة إلى مواد ذات صفات إمتزازية عالية وهنا برزت أهمية الإمتزاز بواسطة الكربون في هذا المجال.

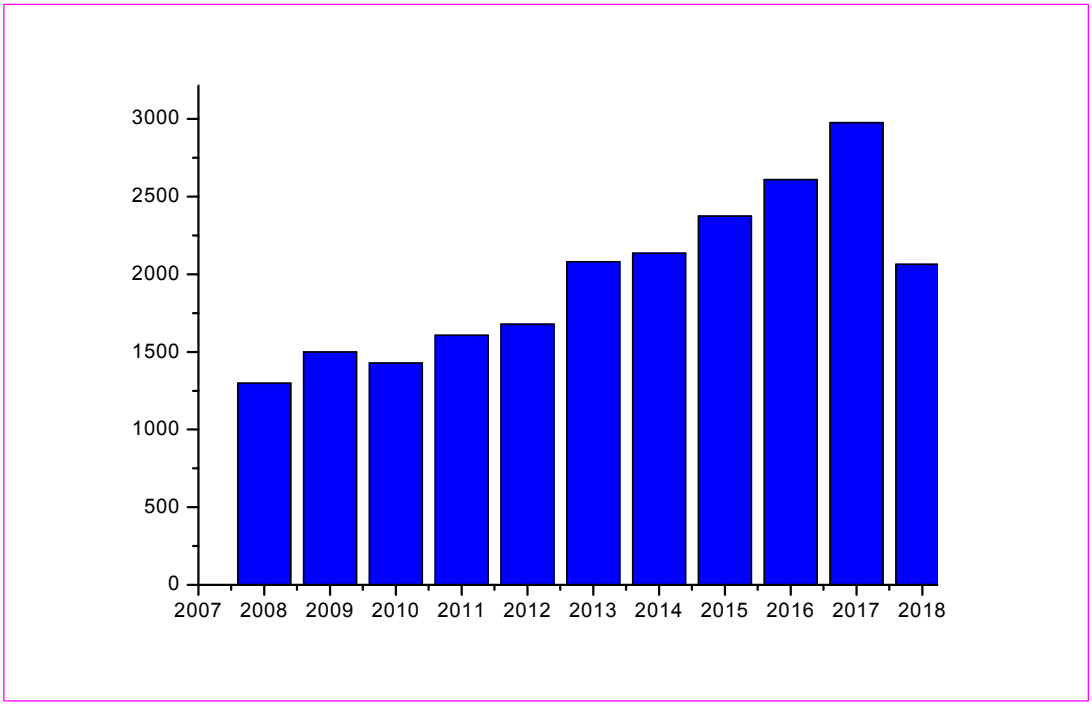
ففي عام 1967، دُرس بعض أصباغ الأزو الأحادية الأنيونية وبعض معقدات الصبغة–فلز المحضر بنسبة (M:2L) بإستخدام بعض المواد البوليميرية كمواد مازة (**Ferrini et Zollinger, 1967**). وإستخدم الكربون المنشط والكربون الخام عام 1971م كمواد مادة لإزالة بعض الأصباغ الحامضية والقاعدية من المحاليل المائية (**Nandi et *al*,1971**).

تستخدم أغلب أنظمة الإمتزاز التقليدية الكربون المنشط كمادة مازة، وبسبب إرتفاع تكلفته وصعوبة تجديده، فضلا عن إنتاج كمية كبيرة من النفايات والتي تكون معالجتها أكثر صعوبة. فقد دفعت الحاجة العديد من الباحثين إلى تحضير مواد مازة جديدة لإستخدامها في الأغراض البحثية المختلفة وكان الهدف من تحضير هذه المواد الحصول على مواد مازة يمكن إستعمالها في تطبيقات خاصة أو مواد مازة من مصادر طبيعية رخيصة الثمن. ولهذا سعى الباحثون إلى إيجاد طرق بديلة من خلال الإمتزاز بإستخدام المعادن الطينية.

بعض الدراسات:

- وقد وضح (**Hamoda et Hamza, 1980**) أن مياه الفضلات الصناعية غالبا ما تكون مسرطنة ولها سمية عالية لذلك فإن إزالة المواد الملوثة منها أصبح ضرورة حتمية، وقد تم إستخدام مواد مازة مختلفة لهذا الغرض.
- كما درس باحثون (**Safarik et *al.*, 1997**) إمتزاز بعض الأصباغ الفعالة على مواد مازة لا عضوية هي البوكسايت المنشط وبعض الاطيان المحضرة. أظهرت بعض المواد المازة المستخدمة كفاءة إمتزاز عالية فضلا عن إمكانية إستعادة للمادة المازة بكفاءة مقاربة لما يظهره الكاربون المنشط عند(pH=5,5).
- كما إستخدم البانتونايت المنشط (Activated Bentonite) في دراسة إمتزاز أيونات النحاس والنيكل من المحاليل المائية بإستخدام شروط تجريبية مختلفة، وقد تضمنت الدراسة تأثير كل من التركيز والدالة الحامضية ودرجة الحرارة من (25 –45 م°) ويزداد مع إزدياد الدالة الحامضية للمحلول من (3–5) (**Banat et *al.*, 2003**)
- أشار (**Francisco et *al* .,2001**) أن التنشيط الحمضي بواسطة HCL أو H_2SO_4 لطين السميكتايت من بعض الولايات لدول البرازيل، وبينت الدراسة أن التنشيط أظهر كفاءة كبيرة في إزالة الزيوت النباتية كفول الصويا، بذرة القطن، عباد الشمس ....
- ولقد بين دراسة قام بها (**Kooli et *al.*, 2015**) ، عن كفاءة إزالة الأصباغ من نوع (- blue 41) في محاليل مائية بإستعمال طين الكاولونيت بالسعودية المنشط بحمض الكبريت عند تركيز 0,5 M تفوق 85%.
- بينت الاوراق البحثية (**Mohammed-Azizi et *al* ., 2013**) أن طين البانتونايت المأخوذ من ولاية معسكر و مغنية (غرب الجزائر)، أن له قدرة هائلة على إزالة المعادن الثقيلة لكل من أيون الزنك و الرصاص و النحاس والنيكل في محلول مائي، من خلال تعزيز قدرته بالتنشيط الكيميائي بحمض كلور الماء (HCl) و دراسة جل خواص الإمتزاز، الترموديناميك و التحريك.
- كما بينت دراسة عام (**Azizi et Boufatit ,2018**) تأكيد فعالية طين الخام لـــمغنية (غرب الجزائر) على المعادن الثقيلة لكل من أيون الزنك و الرصاص للمياه المخرجات الصناعية، لتصل قدرة الإزالة 90 - 95 % .

حيث عند بحثنا في محرك البحث (Google Scholer) وجدنا تزايد الاهتمام واضح من عدد المنشورات المتعلقة خاصة لعملية التنشيط الكيميائي والحراري للأطيان، فخلال العشر سنوات الماضية كان عدد المقالات في "Science Direct » 3362 مقالا وعام 2018 فقط 2064 مقالا حتى شهر ماي 2018.



الشكل- I -1. رسم بياني يوضح عدد المنشورات لتنشيط الكيميائي و الحراري للطين (https://www.sciencedirect.com/ Mai 2018)

2. الإمتزاز:

يعد الإمتزاز من أهم حقول كيمياء السطح (Surface Chemestry)، إذ أضحى الإمتزاز والعامل المحدد المساعد علمين بالغي الأهمية لا تكاد تخلو أي صناعة من الصناعات القائمة في عصرنا الحالي من الإستفادة منها، كما وأن صناعات البترول والزيوت والالبان والاصباغ خير مثال على أهمية الامتزاز والفعل المساعد على نموها وتطويرها.

إن الإستفادة من تطبيقات الإمتزاز لا تقتصر على الجانب الصناعي وإنما تتعدى على جوانب أخرى من أهمها التلوث البيئي والمجالات الطبية وما يتعلق منها في معالجة حالات التسمم وتحضير العقاقير.

وهو ظاهرة تجمع بشكل جزيئات أو ذرات أو أيونات على سطح مادة أخرى والأمثلة على الإمتزاز كثيرة نذكر منها إمتزاز حامض الخليك على الفحم الحيواني وفيه تتجمع جزيئات الحامض على دقائق الفحم، وإمتزاز الهيدروجين على أسطح بعض الفلزات كالنيكل والحديد.

تسمى المادة التي تعاني الإمتزاز على السطح بالمادة الممتزة (Adsorbate)، كما يدعى السطح الذي يتم عليه الإمتزاز بالسطح الماز (Adsorbent).

1.2. أهمية الإمتزاز:

على الرغم من أن الإمتزاز يعد من التقنيات القديمة فإنه يمتلك من الأهمية ما يجعل أي صناعة في الوقت الحاضر لا تستغني عنه في تطبيقاتها وإستخداماتها. فهو يستخدم في صناعة البترول والأصباغ والصناعات الغذائية كالزيوت والألبان وغيرها من الصناعات التي لا مجال لحصرها هنا. وتكفي الإشارة إلى أنه لا تكاد توجد صناعة قائمة في الوقت الحاضر على الصعيدين العسكري والمدني خالية من عمليات الإمتزاز.

وقد توسعت عمليات تطبيق الإمتزاز في الآونة الأخيرة في هذا المجال بسرعة كبيرة جدا بسبب الحاجة المتزايدة إليها وإرتفاع المتطلبات البيئية بصورة واسعة كما ونوعا.

2.2. أنواع الإمتزاز:

تتم عملية الإمتزاز على سطوح بعض المواد الخاملة بسبب التشبع الإلكتروني لذراتها، وذلك نتيجة للأواصر التي ترتبط بها تلك الذرات مع الذرات المجاورة للمادة نفسها إذ يتم الإمتزاز على هذه السطوح من خلال قوى التجاذب الطبيعي، ويدعى هذا النوع من الإمتزاز بالإمتزاز الطبيعي أو الفيزيائي (Physical Adsorption) وفي بعض الأحيان يسمى إمتزاز فاندرفالز (Vander Waals Adsorption).

وهناك سطوح أخرى تعد نشطة في عملية الإمتزاز وذلك لعدم تشبع ذراتها إلكترونيا، وتبقى ذرات هذه السطوح غير مشبعة إلكترونيا رغم الأواصر التي تكونها مع الذرات المجاورة إذ تميل هذه السطوح إلى تكوين أواصر كيميائية مع ذرات أو الجزيئات التي يتم إمتزازها على السطح. ويدعى مثل هذا النوع من الإمتزاز بالإمتزاز الكيميائي .

يوجد عدة أنواع من المواد المازة نذكر من بينها: الزيوليت، جل السيليكا، الألومينا و الأطيان و هي محل دراستنا (زهراء،2017).

3. المعادن الطينية:

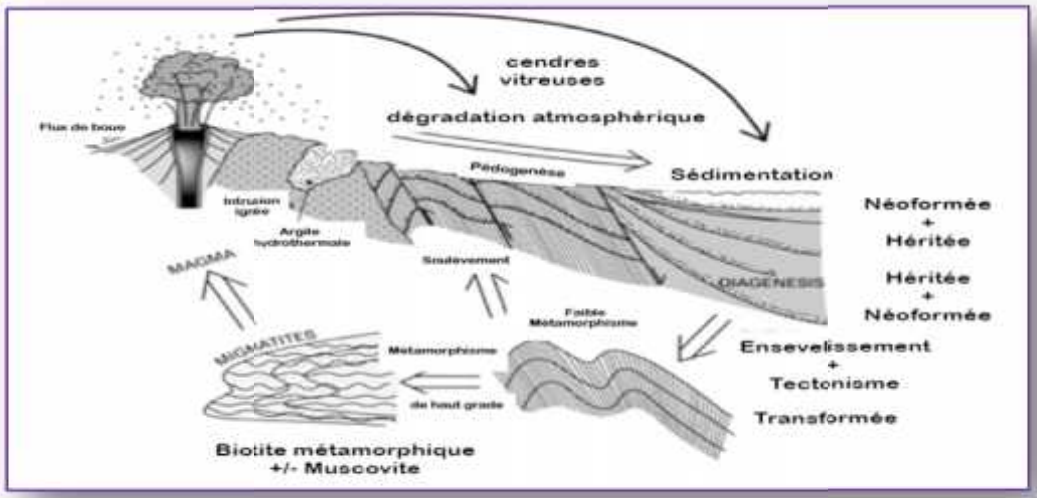
1.3. تعريف:

يطلق مصطلح الطين عادة على كل مادة طبيعية ذات خصائص بلاستيكية، أو جزيئات ذات حجم دقيق للغاية، وعادة ما يتم تعريفها على أنها جسيمات أصغر من 2 مايكرومتر (7.9 × 10-5 بوصة)، كما يطلق أيضا على شظايا معدنية أو جسيمات تتكون في الغالب من سيليكات الطبقة المائية والألومنيوم، على الرغم من أنها تحتوي أحيانًا على المغنيزيوم والحديد **(Hideomi et Ralph , 2018)**. وتعتبر أيضا مكونات التربة الصلبة والتي تعد الجزء المعدني والغروي الفعال في التربة من بين المادة العضوية التي

تسود في ترب المناطق الحارة الممطرة، والأكاسيد التي تسود في ترب المناطق الباردة الممطرة. في حين معادن الطين تسود في ترب المناطق الجافة وشبة الجافة، لاسيما في الترب الغنية بالأيونات القاعدية التي تعد مكونات أيونية ذات طبيعة ملائمة لوجود مثل هكذا غرويات تنشط تحت تفاعل تربة (pH) مائل إلى القاعدي (**عبد العزيز عبد الملك، 2005**).

2.3. تشكيل المعادن الطينية

يتولد الطين من الأرض بحركة ثابتة. تظهر وفقا لثلاث عمليات تشكل رئيسية. الأولى تتعلق بالتحلل البسيط للصخور بالتعرية. حيث أن الظواهر التي تميز تآكل التربة عديدة، كالمطر والرياح والتجمد والذوبان والأمواج وغيرها الكثير كلها ظواهر طبيعية في أصل تكوين الطين. وتسمى العملية الثانية التشكل الجديد. و يتم تشكيل المعادن فيها من خلال التجميع، حيث أن المواد التي تنقلها مياه التربة، بالترتيب، ترتب لتشكيل هيكل معدني. والآلية الثالثة تتوافق مع عملية تحويل المعادن المتطورة عن طريق التدهور (فقد توازن التربة) (أو التراكم) للأيونات المعدنية الطينية (**Hernot , 2016**) . توجد صخور الصلصال في كل مكان تقريباً على سطح الكوكب، ولكن خصائصها وتكوينها تختلف باختلاف الظروف التي تكونت فيها. و كذلك تتغير بتغير الأوقات الجيولوجية، من حيث المناخ وتضاريس التربة ، حيث أن المناخ البارد لا يسبب تغيير كبير للصخر وبالتالي فإن المعادن الطينية يكون لديها تكوين مماثل للصخور الأصلية (**يسري و صديق،2010**).



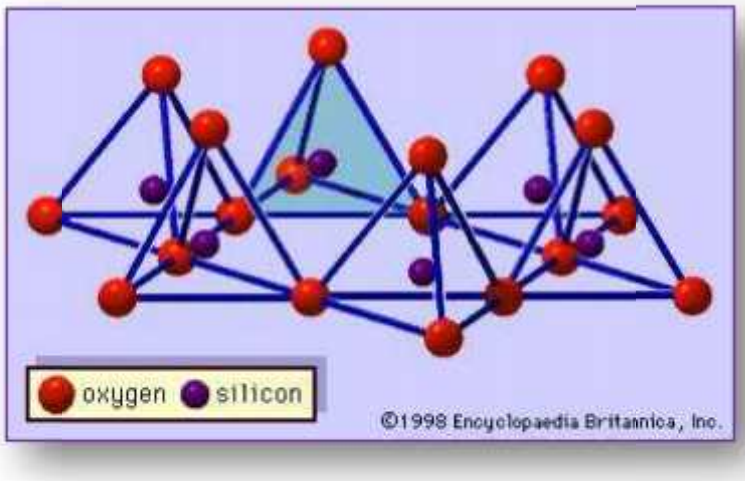
الشكل-I-2 . عملية تكوين الطين.

3.3. هيكل الطين :

تتكون الطبقات الهيكلية من تجميع الوحدات إما رباعية السطوح أو ثمانية السطوح.

1.3.3. الوحدة الهيكلية رباعي السطوح:

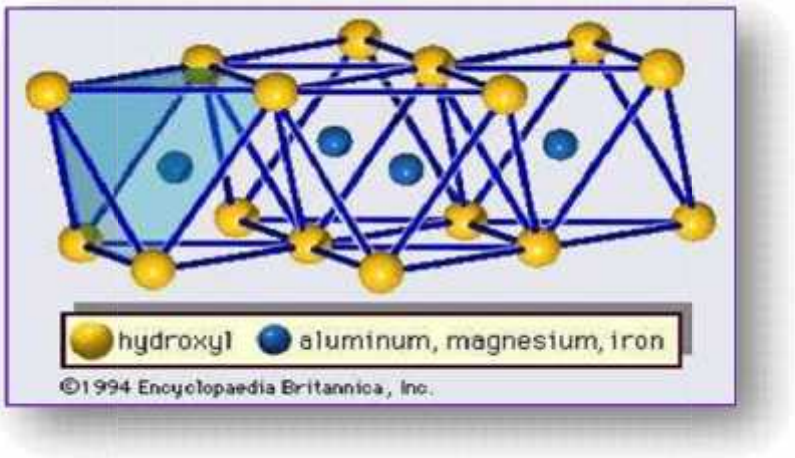
يسود فيه عنصر السيليكون، الوحدة البنائية لهذه الشريحة تتكون من ذرة سيلكون واحدة محاطة بأربع ذرات أكسجين السليكا، مكونة شكل ذو أربعة أوجه ولذلك تسمى الشريحة بشريحة السليكا الرباعية. وترتبط وحدات السليكا الرباعية في سلاسل أفقية عن طريق الإشتراك في أيونات الأكسجين مكونة شريحة السليكا الرباعية.



الشكل-I-3 . الوحدة الهيكلية رباعي السطوح (الجزء المظلل) وبنية الطبقة الهيكلية رباعي السطوح

2.3.3. الوحدة الهيكلية ثماني السطوح:

تحتوي الشريحة على الألمنيوم أو المغنيزيوم أو الألمنيوم والمغنيزيوم معا، وتسمى شرائح الألمنيوم-مغنيزيا الثمانية. وتكون الوحدات البنائية محاطة بستة ذرات أكسجين لتعطي شكل ثماني الأوجه يسمى الاوكتاهيدرا (**Scott, 1980**).



الشكل-I-4 . الوحدة الهيكلية ثماني السطوح (الجزء المظلل) و بنية الطبقة الهيكلية ثماني السطوح

4.3. أنواع الطين:

1.4.3. التصنيف وفقا للهيكل الكيميائي:

تمتلك أنواع الطين المنتشرة بشكل واسع أهمية كبيرة في علم التعدين. إضافة إلى ذلك فإن المركبات اللاعضوية، بشكل عام هي المكون الرئيسي لمختلف أنواع الطمي، تحتوي كافة أنواع الطين على السليكات، وأغلبها يحتوي الألمنيوم والماء. فيزيائيا، تتكون أنواع الطين من حبيبات دقيقة جدا لها بنية تشبه الصفائح. ويعرف الطين بأنه مجموعة من الخامات الثانوية منمنمة البلورات تتكون من سليكات الألمنيوم المميهة تتمتع ببنية تشبه الصفائح. يتم تمييز أنواع الطين عن بعضها البعض بالصيغة الكيميائية العامة وبالبنية البلورية وبالخواص الفيزيائية والكيميائية.

أما الأصناف الرئيسية الثلاثة من أنواع الطين فهي التالية:

- مونتموريلونيت (Montmorillonite) $AL_2(OH)_2Si_4O_{10}$
- إيليت (Illite) $K\ AL_2Al\ Si_3O_{10}(OH)_2$
- كاولونيت (kaolinite) $AL_2Si_2O_5(OH)_4$

تحتوي العديد من أنواع الطين كميات من الصوديوم والبوتاسيوم والمغنيزيوم والكالسيوم والحديد، بالإضافة إلى أثار من باقي المعادن (**صديق و يسري ،2010**)

يمكن تقسيم معادن الطين ضمن الجزء المتبلور كالأتي:

- الجزء الغير متبلور من المعادن الطينية ونسبة وجوده في الطبيعة قليل جدا.
- الجزء المتبلور من المعادن الطينية (Crystalline) ويقسم بدوره إلى:

أ. النوع الثنائي الطبقة (1:1):

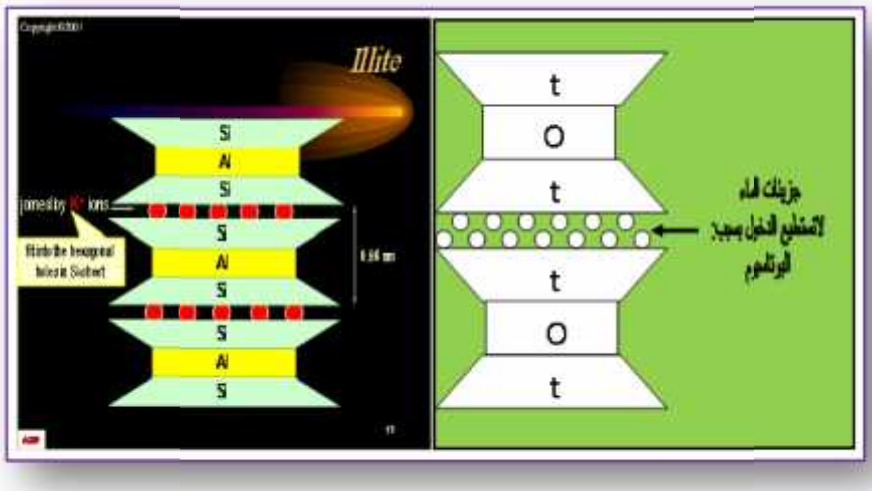
وهي مركبات بشكل صفائح تتكون من وحدة صفيحية من السليكا يحيط بها الأكسجين مشكلة وحدة رباعي السطوح تليها صفيحة ثانية قوامها الألمنيوم المحاط بذرات الأكسجين أو الهيدروكسيل والذي يشكل وحدة ثماني السطوح ويقع ضمن هذا النوع:

- المعادن الطينية متساوية الأبعاد ومنها معادن الكاولونيت.
- المعادن الطينية ذات الإستطالة وهي معادن طينية ثنائية الطبقات تتكون من طبقة رباعية من السليكا- أكسجين- ومن طبقة رباعية أخرى من الألومينا -أكسجين- ومن أهم هذه المعادن معدن الهلوسايت (**إنتصار رحيم، 2016**).

ب. النوع الثلاثي الطبقات (2:1):

يتكون من طبقتين كل منها من السليكا-أكسجين ذات تركيب رباعي السطوح تقع بينهما طبقة من الألومينا-أكسجين ذات تركيب ثماني السطوح ومن أنواعها:

- ✓ **المتمددة الطبقات**: وتدعى بالمعادن التسلسلية نتيجة لترتيب وحداتها البنائية على هيئة سلاسل مزدوجة تشمل مجموعة صغيرة من المعادن الطينية أهمها الباليكورسكايت (Palygorskite) والاتابلغايت (Attapulgite) المتماثلان في التركيب البلوري والمختلفان فقط بطول أليافهم.
- ✓ **غير متمددة الطبقات :** من ضمنها معدن الإيليت ، يأتي اسم إيليت من ولاية إلينوي الأمريكية ، حيث تم وصفه من طرف (**Grim, Bray and Bradley**) في عام 1937 من أجل الحصول على معادن من النوع الميكا الموجودة في الرواسب الطينية. وقد ذكر على وجه التحديد أن هذا المصطلح ليس مقترحا كإيسم معدني محدد ، ولكن مصطلحًا عامًا للمكونات المعدنية الطينية من الرواسب الطينية التي تنتمي إلى مجموعة الميكا. تتؤلف مجموعة المعادن الطينية السلسلية التي ينتمي إليها معدن الإيليت على شكل شطيرة (السيليكا-جيبست-السيليكا) (silice-gibbsite-silice)، تتكون الوحدة التركيبية لهذه المعادن من إتصال رباعيات الأوجه السليكاتية على هيئة سلاسل مزدوجة وترتبط السلاسل في هذا التركيب مع بعضها بوساطة ذرات الألمنيوم شرط أن كل ذرة من هذه الذرات تكون محاطة ب 6 ذرات من الأكسجين. تحتوي الطبقة الثمانية على 5 مواقع 4 منها مشغولة بالايونات وعلى كل من جانبيها توجد اربع من رباعيات الاوجه السليكاتية حيث تتجه رؤوسها نحو الصفيحة الثمانية جبسيت والأكسجين، الاستبدال المتشابه للألومنيوم للسيليكون في طبقة رباعي السطوح يسبب شحنة سالبة على سطح هذه الطبقات. تتوازن هذه الشحنة مع أيونات البوتاسيوم والسيزيوم والأمونيوم بين طبقات 1:2 . (**Pinnavaia, 1983**).



الشكل –I-5. البناء البلوري لطين الايليت

ت. النوع الرباعي الطبقات(2:2):

يتألف من طبقتي رباعي السطوح بينهما طبقة من ثماني السطوح الثلاثية مشابهة لتركيب المايكا، وترتبط مع هذه الطبقات طبقة أخرى مستقلة من ثماني السطوح الثلاثية. أما من ناحية التركيب الكيميائي لهذه المعادن يماثل إلى حد كبير معادن العائلة الثنائية، وبذلك يمكن إعتبار معادن هذه المجموعة من المعادن متعددة الأشكال(Polymorphic). أهم معادنها الكلوريت بأنواعه الثلاثة الحقيقي والرسوبي والمنتفخ ناتجة عن تحلل السليكا المحتوية على الألمنيوم والحديد والمغنيسيوم لمعادن البيروكسينات والأمفيبولات. وقد تتكون عن طريق ترسيب طبقة الجبسايت أو الحديد أو البروسايت بين الطبقات الداخلية لمعادن المايكا(البانتونايت) الفيرمكيولايت المونتموريلونيت (**عبد العزيز عبد الملك ،2005**).

2.4.3. التصنيف وفقا للون :

لا يتم تصنيف الطين بواسطة لونها، لكن يمكن تعين اللون لعدة أنواع من الطين فاللون الأخضر موجود على سبيل المثال في المونتموريلونيت، الإيليت أو الكلوريت ويتغير اللون حسب تركيز أكسيد الحديد(**Villieras, 2008**).

أ. الأخضر: يحتوي الطين الأخضر على تركيز منخفض من الحديد وعادة ما يكون في المونتموريلونيت، الإيليت أو الكلوريت.

ب. الأبيض: هذا النوع لا يحتوي على مادة ملونة، لذلك فهي موحدة مثل الكاؤولينت (**Merabet &Belgacemi, 2003**) .

ت. الوردي: لم يتم العثور على الصخور الطينية بشكل طبيعي بهذا اللون، وهو متكون من مزيج من الطين الأبيض والطين الأحمر، والهدف من هذا المزيج زيادة تركيز المغذيات الدقيقة من الطين الأبيض مع تخفيض تركيز الحديد من الطين الأحمر(**Cousin, 2013**).

ث. الأحمر: يعتبر الإيليت غني بأكسيد الحديد , و عموما هذا النوع غني جدا بالمعادن مما يجعلها مثالية للإستعمال الخارجي للبشرة المتهيجة والمتعبة أو الباهتة فيلينها وينقيها **(Ségalen, 1969)**.

ج. الأصفر: هذا الصنف غني بأكسيد الحديد والمغنيزيوم ، يهدئ الكثير من الألم (العضلات والمفاصل) ونبرة الجلد، يطبق كأقنعة للوجه، الجلد والشعر(**Ségalen, 1969**).

5.3. الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمعادن الطينية:

تمتلك المعادن الطينية مجموعة واسعة من الخواص الفيزيائية و الكيميائية مثل الإنتفاخ والإمتزاز وتبادل الأيونات وحموضة السطح. كما تمتاز بصفات معينة كالمطاطية والانتشار وبشكلها الصفيحي

ويدخل الماء في تركيبها (**انتصار رحيم ،2016**)، وتعتبر هذه الخصائص مميزة لجميع المعادن الطينية وهي مشتقة من تركيبها الكيميائي، وهيكل طبقاتها (**Nora , 2015**).

1.5.3. التبادل الأيوني:

للمعادن الطينية القدرة على إمتزاز بعض الكاتيونات والأيونات والإحتفاظ بها على الهيكل الخارجي لها في حالة قابلة للتبديل (تبادل الأيونات الممتزة بأخرى بسهولة)، دون التأثير على بناء السيليكات الأساسية. ويحدث هذا نتيجة للنقص في توازن الشحنة الموجبة والسالبة للهياكل المعدنية. يختلف تفاعل التبادل عن الإمتصاص البسيط لأنه يحتوي على علاقة كمية بين أيونات التفاعل. وفي الجدول التالي يتم عرض قدرة التبادل اللأيوني لبعض الأطيان مع مساحة السطح.

الجدول -I-1 . القدرة التبادلية للكاتيونات (C.E.C) ومساحة السطح لبعض الأطيان

الطين	القدرة التبادلية للأيونات (C.E.C) (meq/100g)	مساحة السطح الكلية (m^2/g)
مونتموريلونيت Ca^{++}	80	300
مونتموريلونيت Na^{+}	150	800
ايليت	40-10	60-40
كاولونيت	15-3	2-5

(**Lautrin , 1987**)

تختلف قدرات التبادل باختلاف حجم الجسيمات ، شكل البلورة وطبيعة الأيون الممتز، و أيضًا مع الرقم الهيدروجيني للوسط ، والذي يؤثر بشكل كبير على إنفصال الهيدروكسيل. إن الكاتيونات المختلفة ليس لديها نفس القدرة على الإستبدال. ويختلف ذلك بإختلاف بعض الشروط المعينة. فالكالسيوم، على سبيل المثال ، يستبدل بالصوديوم بسهولة أكبر من الصوديوم الذي يستبدل بالكالسيوم. و تنجذب أيونات المعادن الثقيلة مثل النحاس والزنك والرصاص بشدة إلى المواقع المشحونة سلبيا على أسطح معادن الطبقة 1: 1 ، والتي تسببها تفكك هيدروكسيل السطح من هذه المعادن. خصائص التبادل الأيوني للمعادن الطينية مهمة للغاية لأنها تحدد الخصائص الفيزيائية والإستخدام الإقتصادي للمعادن.(**Grim et Kodama ,2018**)

2.5.3. التفاعلات مع المركبات العضوية وغير العضوية:

بإمكان المعادن الطينية الممتدة إستيعاب الكاتيونات الغير عضوية الكبيرة نسبيا بين طبقاتها . تعتبر بوليمرات الهيدروكسي من الألومنيوم والحديد والكروم والزنك والتيتانيوم أمثلة معروفة للمواد المتداخلة. ومعظم هذه المركبات مستقرة حرارياً وتمسك بها كأعمدة للسماح ببناء مسامي في الفضاء البيني. تُظهر

المعقدات الناتجة، التي غالباً ما تُسمى الأوحال الصلدة، خواصًا جذابة كمحفزات و لها مساحة سطح كبيرة ومسامية عالية وحجم مسامي منظم وحموضة عالية .(**Grim et Kodama ,2018**)

بينما تتفاعل الجزيئات العضوية من سطح المعدن الطيني ، حيث يستخدم الطين ذو القابلية القوية للإمتزاز في إزالة لون الزيوت، بينما يستخدم البعض الآخر كعامل مساعد في عملية التكسير (التقطير الهدام) للمواد العضوية.تعتمد بعض طرق تحليل المواد الطينية على تفاعل معادن الطين مع المواد العضوية. وعلى سبيل المثال فإنه من السهولة التعرف على معدن المونتموريلونيت، بواسطة الأشعة السينية بعد معالجته بالجليسرول أو الإيثلين جليكول، الذي يستبدل الماء في مواقعه بين الطبقات محدثاً تمدداً محسوساً في الشبكة الفراغية للمعدن، وتستخدم بعض المواد العضوية للتعرف على معادن الطين وذلك بإكتساب صبغة ذات لون مميز(**الموسوعة الجيولوجية**).

3.5.3. نظام طين – ماء:

الخاصية الهامة الأخرى للمواد الطينية هي القابلية للإمساك بالماء حيث عند تسخين معادن الطين عند درجة حرارة تتراوح بين 100 و 150 م° يتم طرد الماء ذي درجة الحرارة المنخفضة، وهو الماء المحبوس في الفراغات أو على السطح أو حول حواف المعادن المكونة للمادة . وتشير الأدلة على إدمصاص جزئيات الماء في البداية على أسطح المواد الطينية، ولا يوجد حتى الآن إتفاق على تركيب كيفية إدمصاص الماء والذي تحدد طبيعته والعوامل التي تتحكم فيه خواص مثل الليونة وقوى الترابط والتضام (compaction)، وخواص أخرى للمواد الطينية التي تتحكم في الإستخدام الإقتصادي للمواد الطينية (**الموسوعة الجيولوجية**).

6.3. إستخدامات الطين في الإزالة:

1.6.3. إزالة المواد العضوية:

تم العثور على ملوثات عضوية أخرى كمواد ملوثة في المياه و المياه المستعملة الناتجة من النفايات، بما في ذلك الفضلات الصيدلانية السائلة ، المواد الخافضة للتوتر السطحي ، المذيبات العضوية ، النفتالات ، الهيدروكربونات ، الأسترات ، الكحوليات ، الملوثات العضوية المتطايرة والمذيبات الكلورية شبه المتطايرة وغير المتطايرة. وتستخدم على نطاق واسع الكربون المنشط والمعادن الطينة لإزالة الملوثات العضوية (Badis,...)

أجريت دراسات وبحوث عالمية مفصلة حول إزالة الملوثات العضوية من المياه الصرف بطرائق عديدة حيث أثبت ***(Emese .al ., 2011)*** كفاءة إزالة الصبغات الأيونية المختلفة مثل الميثيل البرتقالي والنيلي القرمزي من مياه محضرة مخبريا ومياه الصرف الصحي الحراري باستخدام المعادن الطينية، حيث تمت إضافة المعادن الطينية إلى المياه الملوثة. كما أجرى إختبار تأثير قدرة التبادل الكاتيوني

(CEC) من المعادن الطينية المطبقة في عملية معالجة المياه . فقدم الطين العضوي إزالة فعالة للغاية في إزالة هذه الأصباغ بنسبة تتراوح بين (65-90٪) مع جرعة البنتونايت الصوديوم 200 ملغم / لتر .
وأستعمل أيضا طين الأتبلغايت كمادة مازة في إزالة صبغة الميثيلين الأزرق (Méthylène Blue) من المحاليل المائية فأعطى نتيجة جيدة في ذلك حيث قدرت أفضل نسبة إمتزاز ب 86,28 % وسجلت عند التركيز (10مغ/ل) للصبغة (**مهند حازم ناجي، 2009**).

2.6.3. إزالة المعادن الثقيلة :

يعد تواجد المعادن الثقيلة في المياه من أخطر الملوثات البيئية حيث جرى البحث على إيجاد طرق جديدة لإزالتها من هذه المياه .من بينها الدراسة التي تمت على مياه الصرف الصناعي الناتجة عن دباغة الجلود بدمشق بإستعمال البليون الحلبي ,حيث أوضحت النتائج التي أجريت على عينات محضرة مخبريا وعينات حقيقية من معامل مختلفة أن لهذا الاخير فعالية كبيرة في إزالة الكروم من المحلول حيث تراوحت نسبة الإزالة بين 35- 98 % تحت الشروط التالية :pH=4 ، تركيز البليون 20 غ/ل، عندما يكون تركيز الكروم مساو إلى 2غ/ل ، زمن المكوث 6 سا و ودرجة حرارة $30C°$. وتعود قدر البليون الحلبي على إزالة المعادن من المحاليل المائية إلى تركيبة الألمنيوسيليكا ($Al_4\ Si_8O_{20}$) وبنيته الهيكلية المميزة التي تجعله مناسبا لإزالة المعادن الثقيلة (ولاسيما الكروم) من المياه الملوثة الناتجة عن دباغة الجلود (**سونيا ، 2009)** .

3.6.3. إستعمالات أخرى:

إستعمل الطين أيضا في مجال الطب حيث أثبت طين البانتونايت فعاليته في طرد العديد من "السموم المعدنية الثقيلة" مثل الزئبق والكادميوم والرصاص والبنزين من الجسم، كذلك يساعد في مكافحة مسببات الأمراض المختلفة مثل : E. coli والفيروس الذي يسبب العدوى العنقودية .
بالإضافة إلى القدرة على إخراج السموم من الجسم، يحتوي الطين نفسه على مجموعة من العناصر الغذائية. كونه يحتوي على وفرة من المعادن ، بما في ذلك الكالسيوم والمغنيزيوم والسليكا والصوديوم والنحاس والحديد والبوتاسيوم. لكن يجب توخي بعض الحذر عند إستخدام طين البانتونايت من حيث الكمية والنوع المختار.
إستعمل أيضا في علاج الأمراض الجلدية فوضع قناع طيني على الجلد يؤدي إلى إرتباط هذا الأخير بالبكتيريا والسموم التي تعيش على سطح الجلد وداخل المسام لإستخراجها منه. هذا يساعد على الحد من إنتشار العيوب، وتخفيف الاحمرار ، وأيضا لمكافحة الحساسية من المستحضرات المزعجة ، وحتى يساعد على شفاء اللبلاب السام. كما يمكن أن يساعد الطين على تهدئة الالتهابات الجلدية، مثل إلتهاب الجلد الملامس، وتسريع وقت الشفاء من الجروح، حتى عندما لا تكون المضادات الحيوية التي تستلزم وصفة طبية قادرة على المساعدة في حلها وهذا بفضل قدرة الطين الخاصة على العمل كمضاد حيوي عند

تطبيقه موضعيا على الجلد، وأثبت أنه يشفي قرحة برولي أيضا، وهي عبارة عن عدوى "أكل لحم" ناتجة عن بكتريا المتفطّرة الملقحة التي تُرى عمومًا في بلدان العالم الثالث.

يساعد طين البانتونايت أيضًا على تعزيز عملية الهضم. وقد أظهرت الأبحاث أنه في الحيوانات، يمكن أن يرتبط بسموم معينة مثل "الأفلاتوكسين" الشائعة في النظام الغذائي القياسي، والتي توجد عادة على المنتجات الغذائية المخزنة بشكل غير صحيح. عندما تترك دون رقابة، حيث يمكن أن يساهم تدفق الأفلاتوكسين في تلف الكبد وربما حتى بداية بعض أنواع السرطان.

كما تم إستخدام المعادن الطينية في تبييض زيت النخيل عن طريق الإمتزاز حيث يعتبر هذا الأخير المصدر الرئيسي للغذاء في الجزء الغربي من أفريقيا ولكنه صعب التخزين والإستخدام.حيث يتكثف عند التخزين في درجة الحرارة المحيطة ويحتوي على نقطة دخان منخفضة للغاية ، مما يجعله غير مناسب للقلي. وبالتالي إستخدمت مواد ماصة معدنية في إزالة الشوائب منه (**Regina , 2012**) .

7.3. تعديل (تنشيط) الطين: (Modification of Clays)

تهدف عملية تعديل الطين إلى التغيير في بنية هذا الأخير و التي تؤدي بدورها إلى تكبير مساحة سطحه، وبالتالي زيادة قدرة الإمتزاز . كما أنها تغير في الخصائص الفيزيائية والكيمائية والبيولوجية له . إن إختلاف التركيب الكيميائي لمعادن الطين يؤثر على شحنة الطبقة ، وسعة تبادل الكاتيونات ، وقدرة الإمتزاز والتشكل. وكل هذه العوامل تلعب دورا هاما في عملية تعديل الطين الطبيعي .حيث أن بعد التعديل مع العوامل السطحية الكاتيونية ، تعلق المجموعات العضوية على سطح الطين الطبيعي وتغير إلى حد كبير خصائص السطح .

1.7.3. طرق تعديل المعادن الطينية :

يقصد بتعديل الطين تلك العلاجات الكيميائية والفيزيائية المستخدمة لتعزيز قدرات الإمتزاز منه، حيث أن هناك طرق مختلفة لتعديل المعادن الطينية نذكر منها التنشيط الكيميائي بالأحماض، التنشيط الحراري، المعالجة بالسطح الكاتيوني ، إضافة البوليمر ، نزع الهيدروكسيل و التكليس ، تفتيت و إعادة تكوين السميكتايت، الموجات فوق الصوتية والبلازما , الإمتزاز وتبادل الأيونات مع الكاتيونات غير العضوية والعضوية وغيرها من الطرق العديدة .

أ - التنشيط الحراري:

التنشيط الحراري للطين المعدني هو علاج طبيعي يتضمن تحميص الطين في درجات حرارة عالية ويتم ذلك من أجل إزالة أي شوائب أو الرطوبة المرتبطة بجزيئات الطين . (**Komandel. et *al*.,1990**)

يؤدي التنشيط الحراري إلى تغيير قدرة الإمتزاز من خلال تحرير المناطق النشطة التي تشغلها مياه الإمتزاز. ويتعلق التغير في التركيب الكيميائي للطين عند التسخين بنوع الطين ويعتمد إلى حد كبير على حجم الجسيمات ونظام التسخين (**Beragaya et *al*., 2006**).

ب ـ التنشيط الكيميائي:

التنشيط الكيميائي للطين هو معالجة الطين بالأحماض غير عضوية في درجات حرارة عالية (**Koyuncu, 2008**)، وغالبا ما يتم تنشط الطين عن طريق علاجها بحمض الهيدروكلوريك (HCl) أو حمض الكبريتك (H_2SO_4) (**Díaz and Santozs, 2001**)، حيث يؤدي تنشيط الطين إلى تغير الخصائص الفيزيائية مثل تحسين مساحة السطح، ومتوسط حجم المسام (**Doulia et *al*., 2009**) .

ويمكن أيضا التغير في الخصائص الكيميائية مثل سعة تبادل الكاتيوني وحموضة سطح الطين وبالتالي توفر الخصائص المطلوبة للممتز المؤثر (**Lian. et *al*., 2009**) ، يعد التنشيط بالحمض طريقة مواتية لزيادة مساحة السطح حيث يمكن التحكم في تحلل البنية البلورية (**Chaari et *al*., 2008**).

✓ **الية التنشيط الكيميائي:**

التنشيط الحمضي للطين هو إجراء من خطوتين يتم فيه تقسيم الجزيئات داخل صفائح ثماني السطوح في الخطوة **الأولى** يتم إستبدال الكاتيونات القابلة للإستبدال بواسطة البروتونات (H +). تتضمن الخطوة **الثانية** ترشيح الكاتيونات الثمانية مثل Al^{3+}، Mg^{2+} وFe^{+3} من صفائح ثماني السطـوح والأوراق الرباعية (**Steudel et *al*.,2009**).

✓ **مزايا التنشيط بالحمض:**

التنشيط الحمضي عملية بسيطة لتعزيز قدرات الإمتزاز من الطين. وقد أثبت العديد من الباحثين أن البانتونايت يمكن أن يكون مادة ماصة جيدة لإزالة الكونغو الأحمر (**Bulut .et *al*. ,2008**).

✓ **تطبيقات الطين المنشط بالحمض:**

يتطلب الطين المنشط بالحمض كميات صغيرة من المواد السطحية الكاتيونية مقارنةً بالطين الطبيعي. يمكن إستخدام هذه الأطياف المنشطة الحمضية كمواد أساسية للتعديل مع المواد السطحية الكاتيونية لإعداد الطين العضوي (**Kooli et *al*.,2009**) كما يمكن إستخدام الطين المنشط بالحمض لصباغة المواد المتراكبة من البوليمير الطيني بما في ذلك المطاط والبلاستيك والطلاء والدهانات (**Steudel .et *al*., 2009**). كما يمكن إستخدام الطين المنشط الحمضي على نطاق واسع في العديد من العمليات الصناعية، كمصدر رخيص للبروتونات (**Beragaya. et *al*. ,2006**). يستخدم البانتونايت المنشط بالحمض على نطاق واسع في إنتاج الكبريت وفي صناعة المنظفات (**Christidis. et *al*.,1997**). يمكن إستخدام الطين المنشط الحمضي كماز ومحفز. كما يمكن إستخدامه لتصنيع الورق غير الكربوني (**Önalet ,2007**).

الفصل الثاني:
تلوث المياه وطرق معالجتها

ملخص الفصل

تطرقنا في هذا الفصل إلى كل ما يخص المياه الملوثة وبالأخص مياه الصرف الصحي ومقاييس تصنيف الملوثات فيها، كما عرجنا على المعايير الجزائرية المسموح بها للري، وكذا طرق معالجتها ومجالات إعادة إستخدامها.

الفهرس

1 –عموميات حول المياه الملوثة 18
2 –مياه الصرف الصحي 19
3 -مقاييس تصنيف الملوثات في المياه العادمة 22
4 –معالجة مياه الصرف 27

1- عموميات حول المياه الملوثة

1-1- تعريف تلوث المياه

عرَف هوبكنز و شولز(**Hopkins et Schulz**) عام 1954 م الماء الملوث بأنه : "الماء الذي تنخفض درجة جودته نتيجة لاختلاطه بمخلفات الصرف الصحي أو غيرها من المخلفات فتجعله غير صالح للشرب أو للاستعمال في الأغراض الصناعية" (**جورجي، 2007**).

وجاء في تعريف منظمة الصحة العالمية عام 1961م لتلوث المياه على أنه: " أي تغير يطرأ على الخصائص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للمياه مما يؤدي إلى تغير في حالتها بطريقة مباشرة وغير مباشرة، بحيث تصبح المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها، سواء للشرب أو الاستهلاك المنزلي أو الزراعي أو غيره".

تلوث المياه بأية مخلفات من أي مصدر من المصادر التي يكون من شأنها التأثير في المياه وأوجه استخداماتها المختلفة أو أن تضر بصحة البيئة (**غرابية، 2002**).

يتم تعريف تلوث المياه: "بأنه تلك التغيرات السلبية أو الضارة التي تطرأ على الخصائص الفيز وكيميائية والبيولوجية للمياه نتيجة النشاط الإنساني بشكل مباشر أو غير مباشر مما يجعلها غير صالحة للاستخدام"

(**Metahri, 2012**).

1-2- أهم ملوثات الماء

تشتمل الملوثات المتواجدة في مياه الفضلات على ما يلي **(منظمة الصحة العالمية، 2004)**:

أ .العوامل الممرضة

تحتوي مياه الفضلات على كثير من مسببات المرض، مثل الجراثيم والفيروسات والديدان المعوية .لذا يجب التخلص من هذه العوامل حتى لا تتعرض صحة المجتمع العامة للخطر، خصوصًا في تلك الأماكن التي تقع بجانب مواقع تصريف مياه الفضلات كالأماكن الترفيهية مثلا، أو أن يتم أخذ الاحتياطات عند التعرض لهذه المياه.

ب .المواد المعلقةتعمل المواد المعلقة في مياه الفضلات على تغليف الجراثيم ووقايتها من ملامسة مواد التطهير التي تفتك بها .لذا فإن إزالتها يزيد من كفاءة التطهير، ويزيل في نفس الوقت جزءًا لا يُستهان به من المواد العضوية وغير العضوية الموجودة في مياه الفضلات.

ج .الفسفور والنيتروجين

يؤدي توفر الفسفور والنيتروجين في المياه بشكل عام إلى نمو غير مرغوب به للطحالب في المواقع التي تكون فيها المياه ساكنة كأماكن السدود وما شاباهها .ومن مضار هذا النمو أنه يعمل على تشكيل طبقة

على سطح الماء تنبعث منها روائح كريهة، وتغير طعم الماء، وتعيق عمليات تنقية المياه، هذا بالإضافة إلى أن موت الطحالب يؤدي إلى زيادة الطلب على الأكسجين مما يقلل من تراكيزه في الماء.

د .المعادن الثقيلة

تتسرب المعادن الثقيلة مثل الفضة والزنك والرصاص وغيرها إلى مياه الفضلات من المصانع المنتشرة داخل التجمعات السكنية .ويشكل تواجدها في المياه، ولو بنسب ضئيلة، خطورة على الصحة العامة ويعيق أعمال المعالجة أيضًا.

ه .الأملاح الذائبة

يؤدي استعمال المياه في المنازل إلى إضافة ما يقارب من 300-400 ملغ / لتر من الأملاح المعدنية الذائبة إليها .ومن هذه الأملاح الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والكلوريد والكبريت والفوسفات .ويُطلق على مجموع هذه الأملاح مصطلح المواد الذائبة الكلية .وقد يؤدي تواجدها بتراكيز عالية في مياه الفضلات إلى الحد من استعمالات المياه في الزراعة وغيرها (**جورجي، 2007**).

1-3- مصادر تلوث المياه

تتعدد مصادر تلوث المياه ويمكن تقسيمها إلى (**العابد، 2015**):

- **مصادر طبيعية:** و تشمل الجو، المعادن الذائبة، تحلل المواد النباتية، و الجريان السطحي للأملاح و الكيماويات.

- **مصادر زراعية:** و تشمل الانجراف المائي للتربة، مخلفات حيوانية (مزارع الإنتاج الحيواني والدواجن) ، أسمدة كيماوية ومبيدات، مياه الري.

- **مياه الصرف:** و تشمل الصرف الصحي، الصرف الصناعي، مركبات البحرية و الحوادث البحرية.

- **مصادر أخرى متنوعة:** مثل أنشطة البناء، المناجم، الماء الجوفي، أماكن تجمع القمامة، و أماكن إنتاج الإسمنت،... الخ.

2- مياه الصرف الصحي

2-1- تعريف مياه الصرف الصحي

مياه الصرف عبارة عن سوائل ذو تركيبة غير متجانسة غنية بالمواد العضوية والمعدنية، تكون معلقة أو منحلة، وقد تكون ذو خاصية سامة (**Khemici , 2014**).

المياه المستعملة أو مياه الصرف هي تلك المياه الغنية بالفضلات المنحلة وغير المنحلة نتيجة نشاط الإنسان الصناعي أو الزراعي والتي تسري في قنوات خاصة بالصرف الصحي نحو محطات المعالجة. تمثل هذه المياه جزء من حجم الموارد المائية القابلة للاستخدام، ولكن جودتها السيئة تتطلب معالجتها قبل التخلص منها في البيئة الطبيعية (**Dahou et Brek, 2013**) .

هي المياه الناتجة عن الاستعمالات المنزلية والصناعية والتجارية بمختلف مراحلها ولا يسمح باستخدامها إلا بعد معالجتها (**وفاء كريم سعيد، 2006**).

2-2- الخواص الأساسية للمياه الملوثة

من أهم هذه الخواص الأساسية نجد مايلي:

أ- **الشوائب الصلبة المعلقة:** أجسام صلبة ذات كثافة أعلى من كثافة الماء، ذات طبيعة معدنية أو عضوية، وبقاءها على شكل معلق مرتبط بقوة حركة المياه (**Peng, 2000**).

ب- **المواد الصلبة المنحلة:** ومنها أملاح معدنية منحلة، ومركبات عضوية طبيعية ناتجة عن انحلال البقايا النباتية والحيوانية (**Peng, 2000**).

ج- **الغازات المنحلة:** تحتوي مياه المجاري على نسبة صغيرة من الغازات الذائبة ويشكل الأكسجين أهمها ويكون جزءًا أساسيا من المياه الأصلية بالإضافة إلى الجزء الذي يذاب في المياه أثناء تلامسها مع الهواء ويعرف هذا الجزء بالأكسجين المذاب. وبالإضافة إلى الأكسجين فإنها تحتوي كذلك على ثاني أكسيد الكربون وغاز كبريتيد الهيدروجين الناتج عن تحلل المواد العضوية وغير العضوية (**منظمة الصحة العالمية ، 2004**).

د- **الأحياء الدقيقة:** وهي الكائنات التي تتواجد في مياه المجاري بصورة طبيعية، وتتغذى على المواد العضوية الموجودة فيها . وهذه الكائنات مهمة في عمليات المعالجة البيولوجية، ويتوقف نجاح عملية المعالجة في الأساس على مقدرة هذه الكائنات على التكاثر وتحليل المادة العضوية (**منظمة الصحة العالمية ، 2004**).

الجدول - II -1. تصنيفات مياه المجاري في الولايات المتحدة الأمريكية بناءً على تراكيز الملوثات

المكون	التصنيف		
	شديدة التراكيز	متوسطة التراكيز	ضعيفة التراكيز
المواد الصلبة الكلية	1200	720	350
المواد الذائبة الكلية	850	500	250
المواد المعلقة الكلية	350	220	100
المواد الصلبة المترسبة (مل/ل)	20	10	5
الطلب البيو كيميائي للأكسجين خلال 5 ايام	400	220	110
الطلب الكيميائي الأكسجين	1000	500	250
النيتروجين الكلي	85	40	20
الفسفور الكلي	15	8	4
القلوية (ممثلة بكربونات البوتاسيوم)	200	100	50
الشحوم	150	100	50

(منظمة الصحة العالمية ، 2004)

2-3- أنواع مياه الصرف

وتقسم المياه العادمة إلى عدة أنواع تبعا لمصدر استعمالها وإعدامها، وجميع المياه العادمة تحتوي على مواد ملوثة بأشكال مختلفة، كالشوائب الذائبة و المواد العالقة الناعمة جدا منها والتي تكون على شكل غروي أو شبه غروي، وهذه المواد تقسم عموما إلى مواد عضوية ومواد لا عضوية، كما إن حجم الدقائق التي تكون عالقة في العادم ذات أحجام تتباين من نوع لآخر(**وفاء كريم سعيد، 2006**).

هناك عدة تصنيفات لمياه الصرف ومن أهم أنواعها مايلي :

2-3-1- مياه الأمطار الملوثة: وتتلوث بفعل المياه الساقطة عبر الغيوم على الشوارع وأسطح المنازل، والمتجمعة في بالوعات الشوارع، لتحمل معها إضافة إلى الغازات المنحلة أثناء هبوطها من الطبقات الجوية ما هو عالق ومتجمع من مواد على الأسطح والطرقات والشوارع، هذا إضافة إلى مياه غسل الشوارع، ومياه الرشح التي هي عبارة عن المياه الواصلة إلى أنابيب الصرف الصحي فيما إذا كان منسوب المياه الجوفية أعلى من تلك الأنابيب.

2-3-2-مياه الصرف المنزلي: تأتي من مختلف الاستعمالات المنزلية للماء وتحمل خاصية التلوث العضوي وتنقسم إلى قسمين:

- **أولا** :النظيفة والتي تبدو باللون الرمادي المائل إلى الصفرة، وتسمى مياه رمادية، وتكون ملوثة بمواد عضوية ضارة مثل مركبات البروتين والكبريتيد والكربوهيدرات "سكر، طاقة، دهون "والتي تتعفن بتراكم البطانة الداخلية لوقت طويل، فينجم عنها روائح سيئة وكريهة .

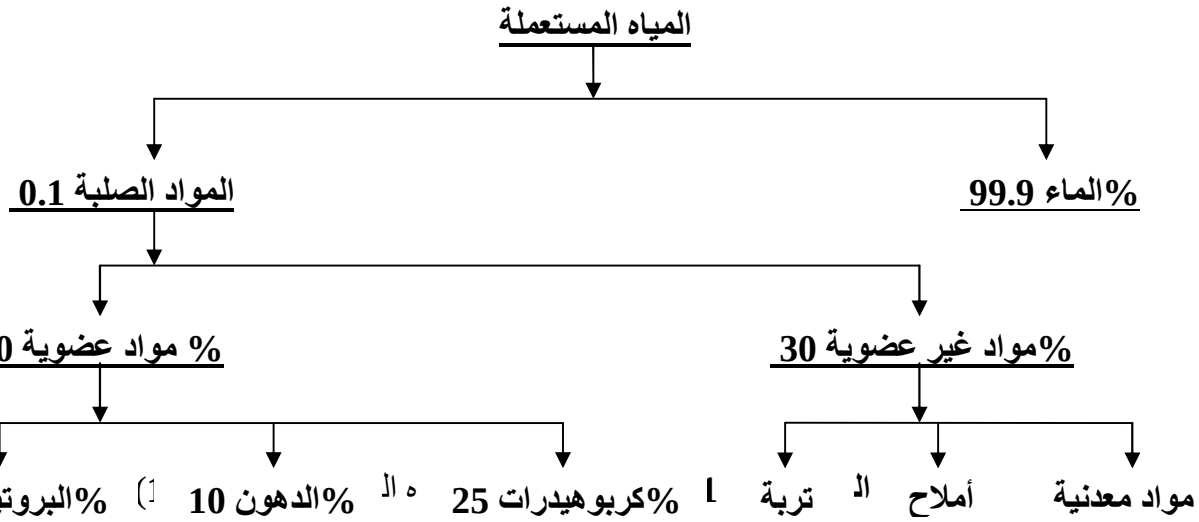
- **ثانيا** :المياه المنزلية التي لوثت وتحولت إلى عادم والمتمثلة بمياه الحمامات، المطابخ، المراحيض. مكونة بنسبة ثلثي من مواد عضوية والثلث من المياه المعدنية "غير العضوي "وأيضا هناك المواد الكيماوية المستخدمة في عمليات التنظيف والاستحمام كأنواع الصابون المختلفة، ويعبر عن هذه المياه بالمياه المستعملة في الوحدات السكنية والإدارية والمطاعم والفنادق والمباني العامة لما تحويه من بقايا مكونة من دهون وسكر وأملاح وخضروات وأتربة ورمال إضافة إلى المخلفات الآدمية (**هجو،1999).**

2-3-3-المياه الصناعية: تشمل مياه صرف المصانع المختلفة في المدينة وهي تختلف في كمياتها من مصنع إلى أخر**.** وهي تختلف في طبيعتها عن المياه المنزلية لاحتوائها على مواد كيميائية ومواد سامة الآتية من المصانع وكذا المخابر والمستشفيات، وتطلق روائح كريهة وسامة خاصة عند ارتفاع درجة الحرارة.

2-4- تركيب مياه الصرف المنزلي وأهم صفاتها

تحتوي مياه الفضلات على ما نسبته 99.9 % من الماء والباقي مواد عضوية وغير عضوية تمت إضافتها للمياه نتيجة استعمالها كناقل للرواسب أو ما أضيف إليها أثناء الاستعمال، والشكل أدناه يبين

مكونات مياه الفضلات ونسب تركيزها ومصدر هذه الملوثات الذي يمكن أن يكون إنسانيا أو حيوانيا أو نباتيا. (**منظمة الصحة العالمية , 2004**).



الجدول - II -2. الملوثات الهامة الموجودة في المياه العادمة وصفاتها

الملوثات	سبب الأهمية
المواد العالقة	قد تؤدي إلى ترسب الحمأة و توليد ظروف لا هوائية إذا صرفت المياه العادمة غير المعالجة في البيئة المائية.
المواد العضوية غير القابلة للتحلل الحيوي	تتكون أساسا من البروتينات و الكربوهيدرات و الدهون وتقاس عادة باستخدام الطلب البيولوجي الكيميائي على الأكسجين و الطلب الكيميائي على الأكسجين. و بسبب ثباتها البيولوجي، و تؤدي هذه المواد إذا أُلقيت في المياه الداخلية، إلى استنفاد موارد الأكسجين الطبيعية و نشوء ظروف ضارة بالأنواع المائية.
الكائنات المُمرضة	قد تسبب أمراضا معوية.
الملوثات ذات الأولوية	تضم مركبات عضوية و غير عضوية، و قد تكون سميّة و سرطانية و موّلدة للتغييرات الوراثية أو التشوهات الخلقية.
المواد العضوية الشديدة المقاومة	تقاوم طرائق المعالجة التقليدية للمياه العادمة، و تضمّ العوامل ذات الفعالية السطحية و الفينولات و المبيدات الزراعية
المعادن الثقيلة	تنتج من الأنشطة التجارية و الصناعية .و يجب إزالتها من المياه العادمة قبل إعادة استخدامها.
المكونات المذابة غير العضوية	تضمّ الكالسيوم و الصوديوم و الكبريتات، و تضاف غالبا إلى المياه المعدة للاستخدام المنزلي و يجب إزالتها لإعادة استخدام المياه العادمة.

(**Metcalf and Eddy, 2002**)

3- مقاييس تصنيف الملوثات في المياه العادمة

3-1- المقاييس الفيزيائية

من أهم الخصائص الفيزيائية لمياه الصرف هو اللون والرائحة والحرارة والعكارة، والمواد غير المذابة، ومنها الأجسام الصلبة والنفط والشحم، والأجسام الصلبة تصّنف إلى أجسام معلقة وأجسام مُنحلة و أجزاء عضوية متطايرة و غير عضوية ثابتة و هي كالآتي:

3-1-1- المواد العالقة (TSS)

تمثل المواد الغير ذائبة، نتحصل عليها بواسطة الترشيح وهي تمثل معيار مهم في تعين درجة تلوث المياه الحضرية والصناعية وتنقسم إلى فئتين:

- مواد متبخرة: نتحصل عليها بتسخين المواد العالقة عند درجة حرارة عالية جدا والتي تمثل المواد العضوية

- مواد الثابتة: تمثل المواد المعدنية (**Didier, 1995**).

3-1-2- الروائح

تنبعث الروائح عادة من الغازات المتولدة من تحلل المواد العضوية أو من المواد المضافة إلى مياه الصرف وقد تحتوي مياه الصرف الصناعي على مركبات ذات رائحة أو على مركبات تنبعث منها رائحة أثناء عملية المعالجة **(عيدة و غمام، 2011).**

3-1-3- درجة الحرارة

تعتبر درجة الحرارة من أهم المؤشرات المؤثرة في عملية المعالجة وذلك لتأثيرها على التفاعلات الكيميائية وسرعتها، وكذلك تؤثر على الأحياء المائية، وعلى مدى ملائمة المياه للاستخدامات المفيدة. فمثلا ارتفاع درجة الحرارة قد يؤدى إلى اختلاف في فصائل الأسماك المتواجدة في البيئة المائية المستقبلة لمياه الصرف. ولذلك فإن العديد من المنشآت الصناعية تولى اهتماماً بالغاً بدرجة حرارة المياه السطحية التي يتم استخدامها في عمليات التبريد. بالإضافة إلى ما سبق فإن الأكسجين أقل ذوباناً في المياه الدافئة عن المياه الباردة، ولذلك فإنه عند ارتفاع درجة حرارة المياه في أشهر الصيف يزداد معدل التفاعلات البيو كيميائية مصاحباً لانخفاض في كمية الأكسجين المتواجدة في المياه السطحية، مما قد يؤدي إلى النفاذ الحاد لتركيز الأكسجين الذائب في المياه (**غرابية، 2002؛ أبو سعدة ،2000).**

3-1-4- اللون

يختلف لون مياه الصرف الصناعي طبقاً لنوع الصناعة ولذلك فإنه من المهم معرفة خواص وطرق قياس اللون. ولا يمكن لطرق المعالجة التقليدية إزالة اللون وذلك لأن أغلب المواد الملونة تكون في الحالة الذائبة ولكن يمكن لبعض وحدات المعالجة الثانوية مثل الحمأة النشطة والمرشحات الرملية إزالة نسبة

معينة لبعض أنواع المواد الملونة وفى بعض الأحيان تحتاج إزالة المواد الملونة إلى عمليات الأكسدة الكيميائية **(عيدة و غمام، 2011)**.

3-1-5- العُكارة (Turb)

العُكارة هي مقياس لمرور الضوء خلال الماء ويستخدم كاختيار لقياس مدى جودة المياه المنصرفة بالنسبة للمواد الرغوية العالقة. وعموماً فإنه لا توجد علاقة بين درجة العُكارة وتركيز المواد العالقة في المياه الغير معالجة ولكن تتوقف درجة العُكارة على كمية المواد العالقة ونوعها ولونها ودقة حبيباتها (**Degrement,1989**).

3-2- المقاييس الكيميائية

الخصائص الكيميائية المرتبطة بالمحتويات العضوية للمياه العادمة تشمل الطلب البيولوجي على الأكسجين، و الطلب الكيميائي على الأكسجين، و مجموع الكربون العضوي، و الطلب الكلي على الأكسجين؛ أما الخصائص الكيميائية غير العضوية فتشمل الملوحة، الرقم الهيدروجيني و الحموضة و القلوية، بالإضافة إلى المعادن المؤينة، و منها الحديد، المنغنيز، الكيانات الأنيونية، و منها الكلورينات و الكبريت و النيترات و الكبريتيد، الفوسفات و هي كالآتي:

3-2-1- الطلب البيو كيميائي للأكسجين خلال 5 ايام (BOD_5) :

هو عبارة عن كمية الأكسجين المستهلكة من طرف الكائنات الحية الدقيقة الهوائية لتحلل أو تفكيك المادة العضوية مع إستهلاك الأكسجين المنحل , يتم تقدير كمية الأكسجين المنحل بحساب BOD_5 فكلما زاد الطلب البيوكيميائي للأكسجين , كلما كانت نسبة المواد العضوية كبيرة . أي زادت نسبة تلوث المياه القذرة . كما يمكن تلخيص أهدافه بما يلي :

- تحديد كمية المواد العضوية الممثلة والقابلة للتحليل .
- معرفة قدرة الوسط على القيام بعملية التنقية الذاتية .
- تحديد درجة التلوث العضوي .

معدل BOD_5 في المياه المستعملة المنزلية (150-500) ملغ/ل (العابد , 2015) .

3-2-2- الطلب الكيميائي للأكسجينن (COD)

يستخدم إختبار الأكسجين الكيميائي المستهلك لقياس المواد العضوية في مياه الصرف التي تحتوي على مركبات سامة للحياة البيولوجية، ويتم بأكسدة المركبات المختزلة في مياه الصرف من خلال تفاعل مع خليط من حمضي الكبريتيك و الكروميك في درجة حرارة عالية. وهناك اختبار آخر لـ (COD) تستخدم فيه البرمنغنات كعامل مؤكسد، ولكن هذا الاختبار يعطى نتائج ذات قيم منخفضة وليست لها علاقة مباشرة بالاختبار المعياري للأكسجين الكيميائي المستهلك. وبشكل عام فإن قيمة الأكسجين الكيميائي

المستهلك لمياه الصرف أعلى من قيمة الأكسجين الحيوي الممتص، لأن المركبات يمكن أن تتأكسد كيميائيا والبعض فقط يمكن أن يتأكسد بيولوجيا، وبالنسبة لأنواع كثيرة من مياه الصرف فإنه من السهل الربط بين الأكسجين الكيميائي المستهلك والأكسجين

قياسات الأكسجين الكيميائي المستهلك يمكن إستخدامها كمؤشر لكفاءة عمليات التشغيل والتحكم في محطات المعالجة.

وفي الغالب فإن نسبة الأكسجين الكيميائي المستهلك إلى الأكسجين الحيوي الممتص (1,5- 2) في مياه الصرف الصناعي التي تحتوي على مواد تتحلل بيولوجيا (مثل صناعة الأغذية). أما مياه الصرف ذات النسب (COD/BOD) أعلى من 3، فإنه يمكن إعتبار أن المواد المؤكسدة الموجودة في العينة ليست بيولوجية التحلل. في بعض الأحيان يطلق على المواد غير المتحللة بيولوجيا مواد حرارية حيث توجد بصفة دائمة في مياه الصرف الناتجة من الصناعات الكيماوية و الورقية (**Rodier et *al*, 2009**).

3-2-3- الأس الهيدروجيني (pH)

إن تركيز الأيون الهيدروجيني يعتبر أحد المؤشرات الهامة لمياه الصرف. ويعتبر مدى التركيز المناسب لتواجد معظم الحياة البيولوجية صغيرا جدا وحرجا. إن مياه الصرف ذات الأس الهيدروجيني الخارج عن المدى من الصعب معالجتها بالطريقة البيولوجية، وبالتالي إذا لم يتم ضبط (pH) قبل الصرف فإنه سيؤثر عكسيا على (pH) في المياه الطبيعية (**حايك، 1989**).

3-2-4- الناقلية الكهربائية (EC)

الناقلية الكهربائية تعرف على أنها الناقلية المحصورة بين قطبين مكونين من صفحتين مساحة كل منها 1سم^2. تحتوي المياه الطبيعية على تراكيز خفيفة من الأملاح المعدنية المتشردة ومنه تشارك معا بالناقلية الكهربائية وتنتج الناقلية العالية لإرتفاع نسبة الملوحة بفعل الملوثات المعدنية (**Didier, 1995**).

3-2-5- الآزوت (N)

نظرا لأهمية النيتروجين كعنصر أساس في سلسلة البروتين، فإن خصائص النيتروجين تستخدم لتقييم قابلية مياه الصرف للمعالجة البيولوجية. إن عدم وجود النيتروجين بشكل كاف يجعل من إضافته ضرورة لجعل مياه الصرف قابلة للمعالجة. ولكي يتم التحكم في نمو الطحالب في المياه المستقبلة فإن اختزال أو إزالة النيتروجين في مياه الصرف يعتبر ضرورة ملحة. ويشمل النيتروجين الكلى -والمستخدم كمؤشر شائع - على العديد من المركبات مثل الأمونيا وأيون الأمونيوم والنترات والنتريت والنيتروجين العضوي (الأحماض الأمينية والأمينات) (**خليل احمد السيد، 2003**).

3-2-6- الفسفور (P)

يعتبر الفسفور ضروري لنمو الطحالب وغيرها من الكائنات البيولوجية ويكون الفسفور العضوي أحد أهم المكونات لمياه الصرف الصناعي والحمأة (**Rodier et *al*, 2009**).

3-3- المقاييس البيولوجية

تضم بكتيريا الكوليفورم وبكتيريا الكوليفورم الغائطية والعوامل الممرضة والفيروسات تتغيّر مكونات المياه العادمة ومستويات التركيز مع الوقت وحسب الظروف المحلية. وبعض الصناعات ينتج عنها نوع معين من البكتيريا الممرضة مثل المجازر الآلية والبعض الآخر ينتج عنه طفيليات وفطريات مثل مصانع النشا والخميرة. وتحدد الإختبارات البيولوجية على مياه الصرف وجود البكتيريا الممرضة من عدمه بواسطة إختبار نوع معين من الكائنات المؤشرة. وتمثل المعلومات البيولوجية حاجة ملحة لتقييم نوع المعالجة لمياه الصرف قبل صرفها إلى البيئة (**Haslay, 1933**).

4- المعايير والتراكيز المسموح بها

تتضمن الجريدة الرسمية الحاملة للعدد 41 والصادرة بتاريخ الأحد 25 شعبان 1433 والموافق ل 15جويلية 2012 قيم الحد الأقصى لمعايير مياه الصرف الصحي المعالجة الموجهة للري والموضحة في الجدول أدناه (**الجريدة الرسمية،2012**)

الجدول - II -3. قيم الحد الأقصى لمعايير الصرف الصحي المعالجة الموجهة للري.

المقاييس	القيمة
درجة الحرارة	30°م
pH	6.5-8.5
الناقلية الكهربائية	3 ديسي سيمانس/م
المواد العالقة(MES)	30ملغ/ل
الطلب الحيوي للأوكسجين(DBO_5)	30 ملغ/ل
الطلب الكيميائي للأوكسجين (DCO)	90ملغ/ل
الأزوت N	30ملغ/ل

5- معالجة مياه الصرف

يقصد بمعالجة مياه الصرف إزالة المواد العضوية وغير العضوية العالقة والمنحلة في الماء، بالإضافة إلى مختلف النفايات وذلك من اجل الحصول على مياه خالية من الملوثات موافقة لمعايير التصريف. وتهدف المعالجة إلى تصريف مياه غير ملوثة نحو الوسط الطبيعي المستقبل من اجل ضمان عدم تلوثه أو تقليل حدة ذلك(**Bachi, 2010**) .

5-1- أهداف معالجة مياه الصرف

بعد إدخال التوسع في إنشاء شبكات توزيع المياه للمناطق السكنية أصبح الماء في متناول أيدي الناس مما جعله دون منازع وسيلة تصريف المخلفات البشرية وغيرها .واستدعى ذلك ضرورة معالجته لمعظم الكميات المنتجة منه وذلك لضمان (**منظمة الصحة العالمية ،2004 ; وفاء كريم سعيد، 2006**).

- المحافظة على مرافق تزويد مياه الشرب خالية من التلوث؛

- منع انتشار الأمراض والأوبئة؛
- تفادي إزعاج ومضايقة الناس؛
- المحافظة على صلاحية المياه المستخدمة للأغراض الترويحية والترفيهية، كالسباحة؛
- المحافظة على المياه صالحة لتكاثر ومعيشة الأسماك؛
- المحافظة على صلاحية المياه للأغراض الزراعية والصناعية؛
- تفادي الترسبات في القنوات الملاحية.

2-5- طرق معالجة مياه الصرف:

تشمل معالجة مياه الصرف الصحي مجموعة من العمليات الطبيعية والكيميائية و الاحيائية التي يتم فيها إزالة المواد الصلبة والعضوية والكائنات الدقيقة أو تقليلها إلى درجة مقبولة، وقد يشمل ذلك إزالة بعض العناصر الغذائية ذات التركيزات العالية مثل الفسفور والنيتروجين في تلك المياه ويمكن تقسيم تلك العمليات حسب درجة المعالجة إلى عمليات تمهيدية وأولية وثانوية و متقدمة. وتأتي عملية التطهير للقضاء على الأحياء الدقيقة في نهاية مراحل المعالجة، وتتضمن هذه المراحل ما يلي: **(وفاء كريم سعيد، 2006)**

5-2-1-المعالجة التمهيدية:

تستخدم في هذه المرحلة من المعالجة وسائل لفصل وتقطيع الأجزاء الكبيرة الموجدة في المياه لحماية أجهزة المحطة ومنع انسداد الأنابيب، وتتكون هذه الوسائل من منخل متسع الفتحات وأجهزة سحق وتحتوي هذه المرحلة أحيانا على أحواض أولية للتشبيع بالأكسجين، ومن خلال هذه العملية فإنه يمكن إزالة 5 - 10 % من المواد العضوية القابلة للتحلل إضافة إلى 2 -20 % من المواد العالقة . ولا تعد هذه النسب من الإزالة كافية الغرض إعادة استعمال المياه في أي نشاط.

5-2-2-المعالجة الأولية:

الغرض من هذه المعالجة إزالة المواد العضوية والمواد الصلبة غير العضوية القابلة للفصل من خلال عملية الترسيب .ويمكن في هذه المرحلة من المعالجة إزالة 35- 50% من المواد العضوية القابلة للتحلل إضافة إلى 50 – 70 % من المواد العالقة وحتى هذه الدرجة من المعالجة فإن الماء لا يزال غير صالح للاستعمال. وتحتوي الوحدة الخاصة بالمعالجة الأولية على أخواض للترسيب بالإضافة إلى المرافق الموجدة في وحدة المعالجة التمهيدية وربما تحتوي أيضا على وحدات تغذية لبعض المواد الكيميائية إضافة إلى أجهزة لخلط تلك المواد مع المياه.

5-2-3-المعالجة الثانوية:

هذه المرحلة من المعالجة عبارة عن تحويل أحيائي للمواد العضوية إلى كتل حيوية تزال فيما بعد عن طريق الترسيب في حوض الترسيب الثانوي، وهناك عدة أنواع من المعالجة الثانوية يمكن تقسيمها حسب سرعة تحليل المواد العضوية إلى:

أ- **عمليات عالية المعدل** :ومن أمثلتها عملية الحمأة النشطة (Activated sludge) والترشيح بالتنقيط (Trickling filtre) والتلامس الحيوي دائري الحركة (Rotating biological contactons)

ب- **عمليات منخفضة المعدل** :ومن أمثلتها البحيرات التهوية (Aerated Lagons)وبرك الاستقرار (Stabilization Ponds) ويمكن من خلال المعالجة الثانوية إزالة ما يقرب % 90 من المواد القابلة للتحلل إضافة إلى % 85 من المواد العالقة.

5-2-4-المعالجة المتقدمة:

يتم تطبيق هذه المرحلة من المعالجة عندما تكون هناك حاجة إلى ما نقي بدرجة عالية ويحتوي هذه المرحلة على عمليات مختلفة لإزالة الملوثات التي لا يمكن إزالتها بالطرق التقليدية سابقة الذكر ومن هذه الملوثات :النتروجين والفسفور والمواد العضوية والمواد العالقة الصلبة الزائدة إضافة إلى المواد التي يصعب تحللها بسهولة والمواد السامة وتتضمن هذه العمليات ما يلي:

أ. التخثر الكيميائي والترسيب (sedimentation & Chemical coagulation):

التخثرالكيميائي عبارة عن إضافة مواد كيميائية تساعد على إحداث تغير فيزيوكيميائي للجسيمات ينتج عنه تلاصقها مع بعضها وبالتالي تجمعها ومن ثم ترسيبها في أحواض الترسيب نظرًا لزيادة حجمها وتستخدم .وتستخدم عدة مخثرات كيميائية من أهمها مركبات الحديد والألمونيوم والكالسيوم والبوليمر.

ب. الترشيح الرملي (Sand Filtration):

عبارة عن عملية تسمح بنفاذ الماء خلال وسط رملي بسماكة لا تقل عن 50 سم ويتم من خلال هذه العملية إزالة معظم الجسميات العالقة والتي لم يتم ترسيبها في أحواض الترسيب نظرًا لصغر حجمها إضافة إلى إزالة المواد الصلبة المتبقية بعد عملية التخثر الكيميائي كما أن هذه العملية ضرورية لتنقية المياه قبل معالجتها في عمليات لاحقة مثل الامتصاص الكربوني والتبادل الأيوني والتناضح العكسي.

ت. الامتصاص الكربوني (Carbon Adsorption):

ويتم في هذه العملية استخدام كربون منشط لإزالة المواد العضوية المذابة حيث يتم تمرير المياه من خلال خزانات تحتوي على الوسط الكربوني ويتم من خلال الكربون المنشط امتصاص المواد العضوية المذابة الموجودة في مياه الفضلات .وبعد تشبع الوسط الكربوني يتم إعادة تنشيطه بواساطة الحرق أو استخدام مواد كيميائية.

ث. التبادل الأيوني (Ion Exchange):

من خلال هذه العملية يتم إخلال أيونات معينة في الماء من مادة تبادل غير قابلة للذوبان بأيونات أخرى . وعملية التبادل الأيوني مشابهة لعملية الامتصاص الكربوني إلا أن الأولى تستعمل لأغراض إزالة المواد غير العضوية.

ج. التناضح العكسي (Reverse Osmosis) :

يتم في هذه العملية ضخ الماء تحت ضغط عال من خلال غشاء رقيق ذو فتحات صغيرة جدا يسمح بمرور جزيئات الماء فقط ويمنع مرور جزيئات الأملاح

5-2-5- **عملية التطهير:**

وهنا تعقم المياه بعد المعالجة من اجل القضاء على ما تبقى فيها من بكتيريا الضارة ومنعا لحدوث التلوث الميكروبي في مصادر المياه، فبعد المعالجة لمياه العادم المختلفة في المرشحات -المصافي - وأحواض التهوية يتم التخلص من حوالي % 95 من البكتيريا الموجودة أصلا في مياه الصرف الصحي العادمة، ولا يمكن التخلص من البكتيريا الضارة بشكل كامل إلا بتعقيم المياه المعالجة بأحد الوسائل التالية :فاهم الطرق المستخدمة هي المعالجة الحرارية، وبواسطة المؤكسدات القلوية، أو باستخدام الشوارد المعدنية والطرق الفيزيائية "الموجات فوق الصوتية، المواد المشعة، و الأشعة فوق البنفسجية "وهذه المجموعة هي الأكثر استخداما في محطات التنقية.

وبهذا تكون عملية المعالجة كاملة وتصبح المياه صالحة لبعض الاستخدامات، إلا انه الآن وخطوة احتياطية لا بد من إجراء التجارب على مدى صحية المياه المعالجة وقابليتها للاستخدام في أحد المجالات الحياتية دون أن تشكل أي نوع من الضرر.

6. استرجاع وإعادة استخدام مياه الصرف

إزاء تزايد الطلب على المياه، و الاستهلاك غير المستدام لموارد المياه الطبيعية، يلقى موضوع استرجاع و إعادة استخدام مياه الصرف اهتماما متزايدا في الآونة الأخيرة. و تعتبر نوعية المياه المسترجعة شأنا أساسيا في تطبيقات إعادة الاستخدام، و تحدد تسلسل عملية معالجة المياه العادمة. و يصف هذا القسم التطبيقات المختلفة لإعادة استخدام مياه الصرف مع التركيز على نوعية المياه المسترجعة **(التركماني ،2001)**.

أ. الري

يمكن إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة لري المحاصيل و المناظر الطبيعية. و تعتبر نوعية المياه المعالجة و ملاءمتها لنمو الزرع العامل الأساسي في هذا التطبيق. و لبعض مكونات المياه المسترجعة أهمية خاصة في الري الزراعي، و منها التركيزات المرتفعة للجوامد المذابة و المواد الكيميائية السامة و الكلور المترسب و المغذيات. ومن الاعتبارات البالغة الأهمية أيضا المخاطر التي يطرحها، على الصحة

والسلامة العامة، احتمال وجود عوامل ممرضة جرثومية، وديدان وكائنات وحيدة الخلية وفيروسات. وتختلف أهمية هذه العوامل حسب الاستخدام في الري ودرجة التلامس البشري. و من العوامل المقيدة لاستخدام المياه العادمة المعالجة في الري تسويق المحاصيل و تقبل العامة، و تلوّث المياه السطحية و الجوفية، و ارتفاع تكاليف ضخ المياه المسترجعة إلى الأراضي الزراعية **(Qasim, 1999)**.

الجدول--II 4-بعض بلدان الشرق الأدنى التي تستخدم كميات كبيرة من المياه المعالجة في الري

البلد	كمية المياه العادمة مليون م^3/سنة	%النسبة من مجموع المياه المستعملة في الري	%النسبة من المياه المسحوبة في البلد
مصر	200	16.7	0.36
الكويت	52	4.3	9.67
السعودية	217	18.1	1.28
سوريا	370	30.8	257
الإمارات المتحدة	108	9	5.12
البلدان الأخرى 24	253	21.1	0.06

(مكتب الشرق الأوسط (FAO)).

ب. الإستخدام الصناعي:

المياه العادمة المسترجعة هي مصدر مثالي للاستخدامات الصناعية، لأن العمليات الصناعية، و منها التبريد التبخيري و تغذية المرجل، لا تتطلب مياه فائقة الجودة. و لكل استخدام قيود تحد من قابلية تطبيقه، فاستخدام المياه المسترجعة في أبراج التبريد، مثلا يسبب مشاكل عدة منها التقشر و التآكل و النمو البيولوجي و الحشف و الإرغاء، و يسبب استخدام المياه العذبة المشاكل ذاتها، و لكن بمعدل تكرار أقل. أما في تغذية المرجل، فينبغي خفض عسر المياه و نزع المعادن من المياه العادمة قبل استخدامها**(1995, Abdel Magid and Rowe)**.

ت. الاستخدامات الترفيهية

تستخدم المياه المسترجعة لأغراض ترفيهية تشمل صيانة المناظر الطبيعية والخزانات الجمالية، واحتجاز المياه و النوافير، و صناعة الثلج، و تربية السمك، و تغذية البحيرات المخصصة للسباحة و الصيد و القوارب **(Qasim, 1999)**. ويحدد المستوى المطلوب لمعالجة المياه المسترجعة حسب الاستخدام المقصود، و يرفع مع درجة التلامس البشري. فللاستخدام الترفيهي غير المقيد، مثلا تعالج المياه بالتخثر و الترشيح و التطهير للحصول على عدد بكتيريا الكوليفورم أقل من 3 في كل 100 مل **(Rowe And Abdel Magid ,1995)**.

ث. تغذية طبقات المياه الجوفية

تساعد تغذية طبقات المياه الجوفية في المحافظة على مستوياتها وحمايتها من تسرب المياه المالحة، كما تكون طريقة لحفظ المياه المسترجعة للاستعمال المستقبلي. وتجري تغذية المياه الجوفية بالنشر السطحي في أحواض أو الحقن المباشر في مجاري المياه الجوفية. فطريقة النشر السطحي تستخدم الغمر و التخديد و الأراضي الرطبة الاصطناعية و أحواض التسريب، و تحسن نوعية المياه المسترجعة كثيرا بسبب ترشحها عبر التربة و المنطقة غير المشبعة و مجمع المياه الجوفية؛ و طريقة الحقن المباشر مكلفة بسبب ارتفاع كلفة معالجة مياه الصرف و كلفة معدات الحقن. ومن أخطار تغذية طبقات المياه الجوفية بمياه مسترجعة احتمال التلوث **(Qasim, 1999)**.

ج-إعادة الاستخدام كمياه للشرب

يثير استخدام المياه المسترجعة للشرب حذرا شديدا، بسبب رفض العامة ومخاطر الصحة والسلامة. و مع الأبحاث الشاملة التي أجريت في هذا المجال، يواجه هذا الاستخدام عدة قيود، و لا سيما في وضع معيار مناسب لنوعية المياه. و لذلك يقتصر استخدام المياه العادمة البلدية المسترجعة للشرب على الحالات القصوى **(التركماني ،2001)**. ففي عام 1956م عندما تعرضت المناطق الوسطى للولايات المتحدة الأمريكية لجفاف مما حدا ببعض المدن الصغيرة باستعمال مياه الصرف الصحي بعد معالجتها في محطات للتنقية فقد تم في مدينة شانوت بولاية تكساس معالجة ما يقرب من 4000 $م^3$ من المياه يوميا لسد حاجتها من مياه الشرب وفي مدينة ويندهوك بناميبيا أنشئت في عام 1968م محطة معالجة متقدمة لمياه الصرف الصحي لإمداد المدينة بما يقارب من 50 %من احتياجاتها من مياه الشرب **(وفاء كريم سعيد، 2006)**.

وبهذا نجمل أهمية استخدام المياه العادمة المعالجة من عدة جوانب فمن الناحية الاقتصادية تستخدم ويحبذ أحيانا استخدامها كمصدر للري، سيما وأنها تحتوي على مواد عضوية وعناصر غذائية يحتاجها النبات بحيث تعمل كمواد مخصبة ومحسنة للأراضي وتساهم في التقليل من خطر الزحف الصحراوي، كما أن القيمة السمادية العالية للمياه العادمة تعوض الكثير من استعمالات الأسمدة الكيماوية المصنعة وتقلل من الكلفة الإنتاجية إضافة إلى الحد من الآثار السلبية الناجمة عن الاستخدام الجائر من مثل هذه الأسمدة على البيئة والزراعة.

الجزء العملي

الفصل الثالث:
المياه المستعملة وإنعكاساتها

ملخص الفصل

في هذا الفصل حاولنا أن نستعرض تقديم المنطقة أخذ عينة الطين ومحطة الدراسة (ورقلة)، لنتطرق فيما بعد إلى البروتوكول التجريبي المتبع في القياس من أخذ العينة الى إجراء التحاليل المخبرية مع ذكر أجهزة القياس وطريقة العمل.

الفهرس

1 –تحديد خواص الطين المدروس 32
3 –مرحلة تنقية الطين 33
4 –مرحلة التنشيط 34
5 –مرحلة المعالجة 37
6 –طرق القياس 39

1- تحديد خواص الطين المدروس:

الطين المستعملة في الدراسة الحالية مأخوذة من دائرة المغير ولاية الوادي (**33° ′ 46.73″ شمالا و 6° ′ 42.31 ″ شرقا**) والموضحة في الشكل-III-1-حيث أظهر الكشف التحليل الحبيبي أن التربة الخام تحتوي على 42٪ من الطين. الباقي يحتوي على الطمي والرمل. تم إجراء تنقية أولية من المركبات العضوية والكلسيت من أجل الحصول على حبيبات قطرها أقل من µm2. تم إجراء التوصيف الفيزيائي الكيميائي للطين وفقا طريقة متفق عليها والتي اقرها المؤتمر الدولي للزراعة حيث تعتمد في اساسها النظري على قانون ستوكس(stockes) (**Mohamed K. Abdel-Fattah, 2013**)

الشكل -III-1. صورة لموقع أخذ عينة الطين المدروس

2- معالجة المياه المستعملة:

أخذت العينات من الماء الداخل للمعالجة البيولوجية بأحواض المهواة في قارورات من البلاستيك مغلقة بإحكام قبل إجراء المعالجة بـ 2 ساعة من محطة سعيد عتبة للديوان الوطني للتطهير المتواجدة سعيد عتبة شمال غرب ولاية ورقلة (**31°56′57″ شمالا و5 ″19′30°شرقا**) والمبينة بالشكلIII-2- -

الشكل- III -2 . صورة لمحطة التطهير سعيد عتبة ورقلة

3- مرحلة تنقية الطين:

للإشارة لم نقم بهاتة العملية بل إستخدمنا الطين المحضر والمصفى من طرف فريق بحث أخر يقوده الدكتور حداد العربي (جامعة حمه لخصر –الوادي). وتمت في مرحلتين أساسيتين:

أ-مرحلة التصفية الاولية:

هاته المرحلة هدفها فقط التخلص من جميع المركبات الأكبر من 5 ميكرو متر.

- تم إذابة 10غ من الطين الخام في الماء ثم يمرر على خرطوشة قطرها 5 مكرو متر نترك الطين المتحصل عليه يركد بعد ملاحظة الفصل التام للماء عن الطين بالعين المجردة يسحب الماء الشفاف ويجفف الطين عند 105°م.

ب-مرحلة التصفية الثانوية:

يوجد عدة طرق من أجل تصفية الطين الخام، وفي دراستنا اعتمدنا الطريقة المسردة من طرف (**Chakroun . et *al*, 2018**) و هي كالاتي:

- نأخذ 20غ من الطين المجفف في بيشر ويضاف له 60 مل من الماء الأوكسجيني ويرج لمدة 10 دقائق، وذلك قصد التخلص من المواد العضوية.

- يوضع البشر على جهاز الرج (AREX-2001) عند درجة حرارة 80°م لمدة 5 دقائق، ونوقف العملية فور انتهاء الفوران.

- يضاف 25 مل من حمض كلور الماء من أجل التخلص من كربونات الكالسيوم، ويخفف المزيج بالماء المقطر عند حجم 250 مل ويرج لـــأزيد من ساعة.

- تغسل التربة الطينية بالماء المقطر عدة مرات حتى تخلو من الكلوريدات ونتأكد من ذلك من خلال اختبار الرشاحة بواسطة محلول نترات الفضة.

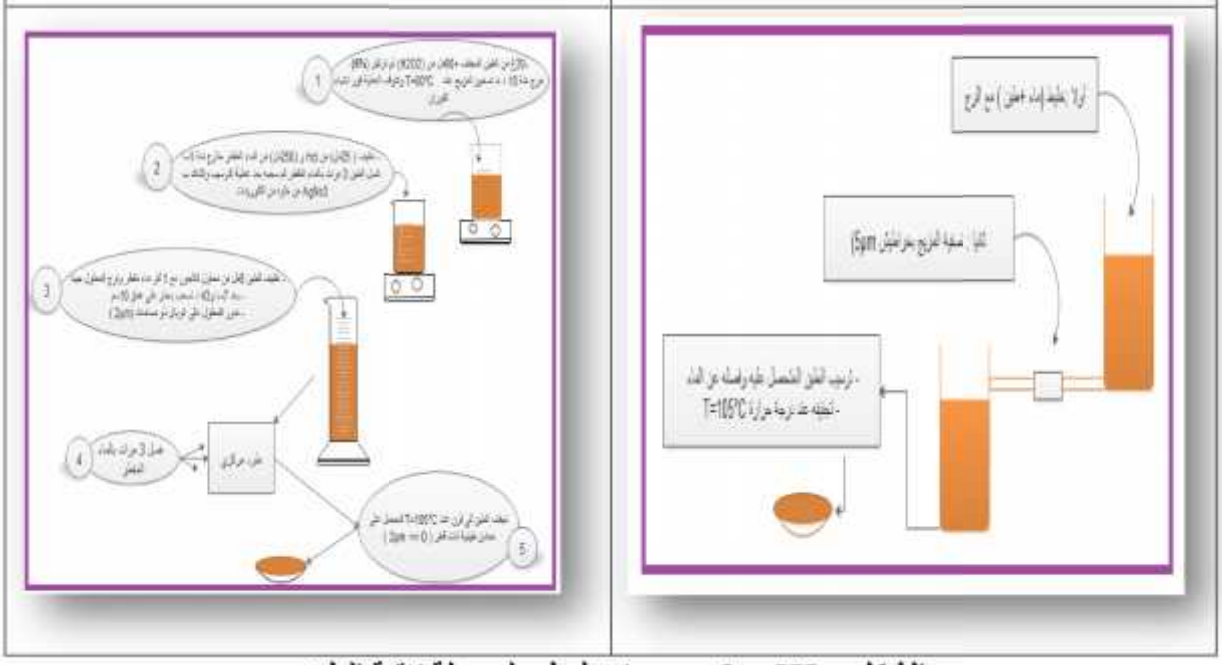
- يؤخذ الطين المتحصل عليه ويضاف لها 50 مل من الماء المقطر و8 مل من المادة المشتتة (هيكسا ميتا فوسفات الصوديوم) والرج لمدة 10 دقائق.

- يضاف 1 ل من الماء المقطر للمزيج وتوضع فوق جهاز الرج حتى نتحصل على مزيج متجانس تماما.

- يسكب المزيج في مخبار مدرج سعته 1 ل ويترك يركد لمدة 7سا و43 د، بعدها يسحب المزيج بواسطة ماصة على عمق 10 سم. ويمرر المزيج على غربال قطرة 2 ميكرو متر.

- تغسل رشاحة الطين عدة مرات بالماء المقطر باستعمال جهاز الطرد المركزي (Horizontal Centrifuge Suing-3000) عند 4000 دورة/د ثم تجفف عند 105°م.

أ- مرحلة التصفية الاولية:	ب – مرحلة التصفية الثانوية



الشكل – III – 3 . رسم تخطيطي لمرحلة تنقية الطين

4-مرحلة التنشيط:

4-1-التنشيط الكيميائي:

بالنسبة لعملية التنشيط وحسب عدة دراسات سابقة، يوجد عدة مواد كيميائية تختلف حسب نوعها وتراكيزها، كما ذكرنا في الفصل الأول.

تم نشيط الطين وفقا لبروتكول دراسة سابقة أقيمت على أنواع أخرى من الطين **(Kaur Toor, 2010)**.

أ- التنشيط بحمض كلور الماء (HCl) :

- تم أخذ 5 غ من الطين المتحصل عليه وتم مزجه مع 50 مل من الحمض، حمض كلور الماء ذو تركيزالتالية : **(1,342N-1,006N - 0,671N-0,335N. 0,134N)**.
- قمنا بضبط جهاز الرج 200 دورة/دقيقة عند درجة حرارة 60°C لمدة ساعة.
- بعد مرور ساعة ننزع المزيج فورا ونضيف له الماء المقطر لتوقيف التفاعل ثم نتركه يركد.
- نغسل الطين المتحصل عليه بالماء المقطر حتى نتأكد خلوه تماما من أيونات الكلوريد، ونستدل على ذلك بواسطة إختبار الرشاحة بواسطة محلول نترات الفضة مع حمض الكلور، ثم نكمل العملية بواسطة الطرد المركزي. حيث تم الطرد المركزي للعينات عند 2700 دورة في الدقيقة لمدة 20 دقيقة لغسل الطين من الحمض، ونعيد عملية الغسل بسرعة أقل عدة مرات حتى التأكد التام من التخلص من أثار الحمض وذلك بإضافة كمية من محلول نترات الفضة ($AgNO_3$) إلى

الرشاحة، وعدم ملاحظة الراسب الأبيض. يوضح الشكل –III -4. جهاز الطرد المركزي المستخدم لغسل الحمض من الطين.

الشكل –III -4. صورة لجهاز الطرد المركزي المستعمل في عملية الغسل

ب-التنشيط بحمض الكبريتيك (H_2SO_4) :

- تم أخذ 5 غ من الطين المتحصل علية وتم مزجه مع 50 مل من الحمض، ذو تراكيزالتالية : (1N- 0,75N – 0,5N –0,25N -0,1N).
- قمنا بالرج بمعدل 200 دورة/دقيقة عند درجة حرارة 60C° لمدة ساعة.
- بعد مرور ساعة ننزع المزيج فورا، ونضيف له الماء المقطر لتوقيف التفاعل ونترك المزيج يركد.
- نغسل الطين المتحصل عليه بالماء المقطر حتى يخلو من أيونات الكبريتيك ونستدل على ذلك بواسطة اختبار الرشاحة بواسطة محلول كلوريد الباريوم ($BaCl_2$) مع حمض الكبريتيك ثم نكمل العملية بواسطة الطرد المركزي.

الصورة – III-5. آلية التنشيط بحمض كلور الماء وحمض الكبريتك

4-2-التنشيط الحراري:

تتم عملية التنشيط الحراري للطين الخام المدروس، وذلك وفقا لدراسة سابقة (**Kaur Toor, 2010**). حيث تم التنشيط الحراري عن طريق حرقه الطين في فرن أموفل (High Therm VMK 39) الموضح في الشكل III-6.

الشكل –III -6. صورة للفرن المستعمل في عملية الحرق

وتم إجراء التنشيط الحراري عبر نطاق درجة حرارة من 100 درجة مئوية إلى 500 درجة مئوية (100، 200، 300، 400 و500 درجة مئوية). وللتفعيل الحراري للطين، تم أخذ 2 غرام من الطين المنشط كيميائيا في بوتقة، ثم وضع هذا المقدار في فرن أموفل، كما تم ضبط درجة حرارة الفرن على درجة الحرارة المطلوبة، على سبيل المثال 100 درجة مئوية، ثم السماح لدرجة الحرارة بالارتفاع إلى درجة الحرارة المطلوب في 5 دقائق، بعد الوصول إلى درجة الحرارة المطلوبة تم الحفاظ على العينات في درجة الحرارة المحددة وتم تسخينها لمدة ساعة عندما تم الانتهاء من التسخين، تم أخذ العينات من فرن وتبرد في مجفف لمدة 15 دقيقة. بعد ذلك تم

تخزين العينات في عبوات بلاستيكية محكمة الغلق للمزيد من الاستخدام.

الشكل – III -7. صورة للطين بعد التنشيط الحراري

5-مرحلة المعالجة:

خلال جميع عمليات المعالجة، تم أخذ حجم 600 مل من المياه العادمة كحجم ثابت من أجل ضمان قياس جميع خواص المياه المعالجة، من خلال دراسة تأثير التنشيط الكيميائي بتركيز حمض الكبريتيك (H_2SO_4) من (N 0,1- N1) ، وبالنسبة حمض كلور الماء (HCl) من (1,342 N - 0,134N).
بعد ذلك تركنا الماء ليركد مدة تتراوح بين 2 – 3 ساعات ثم قمنا بقياس الخصائص المطلوبة.

الشكل –III -8. صورة لآلية المعالجة

6-البرتوكول التجريبي :

6-1-أخذ ونقل العينات :

تُـعد عملية أخذ العينة عملية جد حساسة، إذ أنها يجب أن تتم بأكبر قدر من العناية فهي التي تحدد النتائج التحليلية والتفسيرات المتوقع الحصول عليها. يجب أن تكون العينة المأخوذة متجانسة ومتماثلة دون أي تعديل للخصائص الفيزوكيميائية للمياه **(Rodier et *al.*,2009)**.

تعتبر العينات المأخوذة من مياه المجاري الموجه الرئيسي في تصميم المحطة والمراحل المختلفة للمعالجة ضمنها. لذلك يجب إتباع القواعد الصحيحة في أخذ تلك العينات منها:

- تؤخذ عينات مياه المجاري على مدى 24 ساعة لتحديد تراكيز المواد الموجودة فيها وسطيا وفي ساعات الذروة وعادة يستمر أخذ العينات لفترة أسبوع لتحديد تراكيز الملوثات الصناعية في حال وجودها؛
- يجب إجراء الفحوصات والتحاليل اللازمة خلال فترة لا تزيد على 24 ساعة من أخذ العينة للحصول على تصور دقيق عن الخصائص وشدة مياه المجاري؛
- مقدار العينة لا يقل عن 0.5 لتر ويملأ كامل الوعاء التي يحويها دون ترك أي حيز للهواء؛

- يجب عدم أخذ العينات في أوعية معدنية بل يجب ان تؤخذ في عبوة من زجاج قوي مثل البيريكس تم وضعها في فرن حرق عند درجة 450°م قبل عملية أخذ العينة ب 24 ساعة بالنسبة للمكونات العضوية، أما المكونات غير العضوية فتؤخذ في عبوة من البوليمر مثل: PTFE Polytetrafluoroethylene .
- تحفظ العينات في وسط بارد إلى حين إجراء التحاليل **(بشماف وسعيد ،2007).**

بالنسبة للدراسة التي قمنا بها، تم اخذ العينة حسب الحاجة خلال فترة المعالجة عند مدخل المحطة على الساعة $^{07:00h}$، ابتداء من فيفري إلى غاية ماي 2018. وتم إجراء بعض القياسات على مستوى مخبر الكهرو كيمياء ـقسم الكيمياءـجامعة قاصدي مرباح –ورقلة ومحطة معالجة مياه الصرف الصحي سعيد عتبةـورقلة ومخبر جامعة حمة لخضر – الوادي.

وتم قياس الخواص التالية:

أ. الرقم الهيدروجيني (pH):

تم قياس الرقم الهيدروجيني بواسطة جهاز متعدد القياسات من نوع WTW (multi 9310 IDS)

❖ **طريقة العمل:**

- نشغل جهاز متعدد القياسات؛
- نغسل القطب بالماء المقطر؛
- نقوم بغمس قطب الجهاز داخل العينة؛
- نقرأ مباشرة درجة الاس الهيدروجيني عندما يستقر الجهاز.

ب. درجة الحرارة (T):

تم قياس درجة الحرارة بواسطة جهاز متعدد القياسات من نوع WTW (multi 9310 IDS).

❖ **طريقة العمل**

- نشغل جهاز متعدد القياسات؛
- نغسل القطب بالماء المقطر؛
- نقوم بغمس قطب الجهاز داخل العينة؛
- نقرأ مباشرة درجة الحرارة عندما يستقر الجهاز.

ت. قياس التوصيل الكهربائي (EC):

تم قياس الناقلية بواسطة جهاز متعدد القياسات من نوع (. WTW (multi 9310 IDS

❖ **طريقة العمل:**

- نوصل القطب الخاص بالناقلية بمكانه المخصص في الجهاز نغسل القطب بالماء المقطر؛

ـ ندخل القطب داخل كأس بيشر محتوى على العينة؛

ـ نقرأ قيمة الناقلية مباشرة من الجهاز عند استقرارها.

الشكل – III -9. صورة لجهاز متعدد القياسات (الأس الهيدروجيني، درجة الحرارة والناقلية).

ث. قياس العكارة:

تم قياس العكارة بواسطة جهاز من نوع. WTW (Turb.550)

❖ **طريقة العمل:**

- نشغل جهاز قياس العكارة؛
- نقوم بعملية تعديل الجهاز (Calibration) كل مرة يفتح؛
- ندخل العينة المراد قياسها ونقرأ النتيجة مباشرة من الجهاز.

الشكل– III -10. صورة لجهاز قياس العكارة

ج. المواد الصلبة العالقة (TSS):

تم قياس كمية المواد العالقة بالاعتماد على **(AFNOR NFT90-105)** أي بطريقة الترشيح.

❖ **طريقة العمل :**

- نبلل ورق الترشيح بالماء المقطر ونضعها في الفرن لمدة 5 د؛
- نزن ورق الترشيح وهي فارغة ونسجل وزنها M_0؛
- نأخذ حوجلة ذات سعة 250مل نغسلها جيدا بالماء العادي ثم بالماء المقطر؛
- نأخذ 250مل من العينة ثم نسكبها على ورقة الترشيح في جهاز الترشيح؛
- بعد نهاية الترشيح نأخذ ورق الترشيح ونضعها داخل فرن التجفيف على درجة حرارة 105° لمدة ساعتين؛
- نخرج ورق الترشيح ونتركها تبرد بعيدا عن الرطوبة لمدة 15 دقيقة؛
- نزن ورق الترشيح ونسجل وزنها M_1.

يتم حساب محتوى المواد وفق العلاقة:

TSS: محتوى المواد العالقة بـ (مغ / لتر).

M_1: كتلة ورقة الترشيح التي تحتوي على العينة بعد تجفيف بـ (مغ).

M_0: كتلة ورقة الترشيح فارغة بـ (مع).

V: حجم عينة الاختبار بـ (مل).

الشكل – III -11. صورة للتركيب المستعمل في قياس المواد العالقة

ح. قياس الطلب الكيميائي الأكسجين (COD) :

تم تحديد COD بطريقة الأكسدة بواسطة بكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي بوجود سلفات الفضة وسلفات الزئبق بواسطة جهاز المطيافية (Colorimeter HACH DR. 2800) ، ، وذلك

من خلال الإعتماد على (**AFNOR T90-101**) . في قياسنا ل COD إستعملنا كبسولات تحتوي على الكاشف التجاري محضر مسبقا برمز LCK 114 للمياه الملوثة و LCK314 للمياه المعالجة.

❖ **طريقة العمل** :

- نقوم من قياس الدرجة الملوحة وتركيز الكلوريد من أجل معرفة معامل التخفيف؛
- نرج محتوى الكبسولة جيدا من أجل مزج المواد المترسبة؛
- بواسطة ماصة نضيف 2 مل من العينة ونسكبها على الجدار الداخلي للأنبوبة، نغلق الكبسولة بإحكام ونرجها؛
- نسخن الكبسولة داخل Thermo-reactor لمدة 120 دقيقة على 148 درجة مئوية؛
- وبعد إخراجها يتم تبريدها لمدة ربع ساعة ثم نقوم بالقراءة بواسطة جهاز المطيافية.

الشكل – III -12 .صورة لجهاز المطيافية والتسخين المستعملة لقياس COD

الشكل – III -13. صورة للكواشف المستعملة لقياس COD

خ. قياس الطلب البيو كيميائي للأوكسجين (BOD_5):

تم تحديد كمية BOD5 باستعمال الجهاز OxiTop IS 6 بطريقة المانوميترية (Manometric) وفقا للمعيـــــار (**DIN EN 1899-1 and 1899-2**).

❖ **طريقة العمل :**

- يجب قراءة قيمة COD للعينة أولا، لأجل إعطاء تصور عن قيمة ال BOD_5 يؤخذ حجم العينة حسب مجال القياس، وفقا الجدول **III .1**؛
- يؤخذ حجم العينة حسب مجال القياس في قارورة نظيفة؛
- يضاف 2 الى 3 أقراص من هيدروكسيد البوتاسيوم في غطاء الداخلي للقارورة؛
- نضع القضيب المغناطيسي داخل كل قارورة؛

- نغلق القارورات بطريقة محكمة ونضبط الجهاز؛
- نضع القارورات داخل الحاضنة عند 20°م ونقرأ النتيجة بعد 5 أيام.

تحسب قيمة الحقيقية BOD_5من العلاقة:

- **قيمة القراءة**: هي القيمة المتحصل عليها من الجهاز.
- **المعامـــل**: يتم تحديده من خلال الجدول أدناه الذي يربط العلاقة بين قيمة BOD_5 بدلالة حجم العينة لان كمية الطلب البيو كيميائي للأوكسجين للعينة يتعلق بكمية المواد العضوية العالقة، قيمة BOD_5تمثل نسبة 80%من قيمة COD.

الجدول III – 1. معامل تغير قيمة BOD_5 بدلالة حجم العينة المستعملة

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

الشكل – III -14. صورة لجهاز قياس BOD_5

الفصل الرابع:
المياه المستعملة وانعكاساتها

ملخص الفصل

في هذا الفصل الأخير إستعرضنا فيه النتائج المتحصل عليها من التحليل المخبرية ونقاشنا كل عامل على حدا من خلال المخططات المنجزة كما تمت مقارنة نسب عوامل التلوث الأربعة بنسب تقنيات أخرى لأجل تحديد كفاءة إزالة طين الوادي المنشطة كيميائيا وحراريا للتلوث العضوي، وتحديد في الأخير العوامل المثلى لعملية التنشيط

الفهرس

1 –الخصائص الكيميائية للطين المدروس	**45**
2 –خصائص المياه المستعملة قبل المعالجة	**45**
3 –تأثير التنشيط الكيميائي	**46**
تأثير التنشيط الحراري	**54**

1. الخصائص الكيميائية للطين المدروس:

بينت النتائج التي تم الحصول عليها من الخواص الكيميائية للطين المدروس عن إحتمالية نوعية الإيليت، وقد تم التلخيص في الجدول -1 بعض خصائص هذا النوع من الطين حسب دراسات سابقة (**Gaudette, 1964**).

الجدول-IV -1-التركيب الكيمائي للطين الايليت

أطيان الإيليت	النسب الرئيسة للأكاسيد
43,95 – 54,09	**SiO_2**
0,78 – 7,90	**Fe_2O_3**
21,12 – 23,30	**Al_2O_3**
0,62 – 1,02	**TiO_2**
0,17 – 0,84	**CaO**
1,50 – 3,60	**MgO**
0,14 – 0,32	**Na_2O**
5,90 – 7,98	**K_2O**
1,19 – 3,42	**FeO**

(**Gaudette, 1964**)

2. خصائص المياه المستعملة قبل المعالجة:

بالنسبة للدراسة التي قمنا بها، تم أخذ العينة حسب الحاجة خلال فترة المعالجة عند مدخل المحطة التطهير سعيد عتبة –ورقلة-على الساعة $07:00^h$، إبتداء من فيفري إلى غاية ماي 2018، في قارورة من البلاستيك محكمة الإغلاق قبل إجراء التحاليل بحوالي 3ساعات، وحددت خصائص هذه المياه كما في الجدول التالي

الجدول-IV -2. معايير التلوث المتوسطة لمياه الصرف الصحي لمدينة ورقلة

الخواص	الوحدة	مجال التغير
درجة الحرارة (T)	C°	20,4 – 19,7
الأس الهيدروجيني (pH)	/	7,4 – 7 ,31
الناقلية الكهربائية (EC)	ms/cm	136 – 35,1
المواد العالقة (TSS)	mg/L	246 – 207
الطلب البيو كيميائي للأكسجين(BOD_5)	mg/L	270 –190
الطلب الكيميائي للأكسجين(COD)	mg/L	500-152
العكارة	NTU	216 – 82,2

من خلال القيم المتحصل عليها في جدول-**IV -2** ، بعد حساب عامل التحلل $\frac{COD}{BOD_5}$ ، وجد أنه يقدر ب 2 ,17 وهو بذلك أقل من 2 ,5 وبالتالي فانه يفترض أن تكون هده الملوثات قابلة للتحلل (تحلل بيولوجي متوسط) (**Rodier et *al*., 2009**)، مما يلزمنا حسب النتائج الأولية إضافة معالجة تكميلية أخرى لضمان جودة المياه الخارجة من المحطة.

3. تأثير التنشيط الكيميائي:

نتائج خواص المياه المستعملة المعالجة بالطين الخام و عملية التنشيط بحمض الكبريتيك و حمض كلور الماء، ملخص بالجدولين التاليين

جدول-IV -3. خصائص المياه المعالجة بالطين والمنشط بحمض الكبريتيك

التركيز / الخواص	المياه الخام (RW)	طين الخام (CB) (2g)	0,1 N (0,049 g/g)	0,25 N (0,1225 g/g)	0,5 N (0,245 g/g)	0,75 N (0,3675 g/g)	1 N (0,49 g/g)
T (C°)	19,7	25,6	21,3	23,4	23	21,70	21,6
pH	7,4	8,17	7,48	7,63	7,57	7,53	7,54
EC (ms/cm)	35,1	44,9	33,1	31,60	33,9	33,9	33,8
TSS (mg/L)	246	51	48,8	42,8	33,3	30,90	33,8
BOD_5 (mg/L)	270	116	75	*35*	25	25	33
COD (mg/L)	500	145	132	128	137	99,20	127
Turb (NTU)	216	49,9	83,1	65,20	62,90	20	21 ,4

جدول-IV -4. خصائص المياه المعالجة بالطين المنشط بحمض كلور الماء

التركيز / الخواص	المياه الخام (RW)	طين الخام (CB) (2g)	0,13 N (0,049 g/g)	0,33 N (0,1225 g/g)	0,67 N (0,245 g/g)	1,00 N)(0,3675 g/g	1,34 N (0,49 g/g)
T (C°)	20,4	25,6	24	23,7	23,5	23,3	23,5
pH	7,63	8,24	8,17	8,01	8,33	8,14	8,03
EC (ms/cm)	36	44,9	36,1	35,8	36	35,7	36
TSS (mg/L)	246	51	51	31,6	17,6	16,4	14
BOD_5 (mg/L)	190	116	116	95	85	80	75
COD (mg/L)	500	145	155	147	142	135	135
Turb (NTU)	82,2	49,9	60,5	47,9	46,7	34,5	28,3

يتم حساب مردود الخواص الأساسية للتلوث العضوي وفــقا للعلاقة التالية:

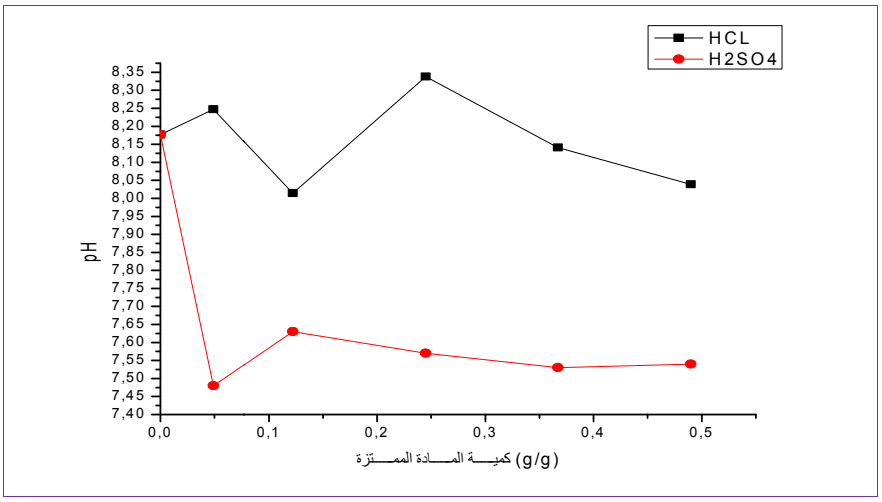
$$\%\ \text{Enlèvement} = \frac{\text{Conc.}^{*}\ \text{entrée}\left(g\bullet L^{-1}\right) - \text{Conc.}^{*}\ \text{sortie}\left(g\bullet L^{-1}\right)}{\text{Concentration à l'entrée}\left(g\bullet L^{-1}\right)} \times 100$$

*Concentration en $g\bullet L^{-1}$.

1.3. تأثير التنشيط الكيميائي على تغير الرقم الهيدروجيني للمياه المعالجة:

من خلال النتائج المتحصل عليها لقيم pH في المياه الملوثة تتراوح بين (7,4- 7 ,63) بقيمة متوسط تقدر ب 7,51 ، في حين نميز حسب الشكل (**IV -1**) زيادة طفيفة لــقيم المياه المعالجة بالطين الخام (8,20) ، وبشكل عام ، نلاحظ نقصان لــقيم pH بعد عملية التنشيط لــتقدر ب 7,55 (7,48 7,53) -بالنسبة لحمض الكبريتيك و 8,15 (8,01 - 8,33) بالنسبة لحمض كلور الماء، و يفسر هذا النقصان بـتأثير الحمض على البنية البلورية للطين من خلال إستبدال الكاتيونات القابلة للإستبدال بواسطة البروتونات (H+) (**Steudel et *al*.,2009**). فيؤدي إلى تغير الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للطين كتحسين مساحة السطح، سعة تبادل الكاتبون وحموضة سطح، وبالتالي توفر الخصائص المطلوبة للممتز المؤثر (**Doulia et *al*., 2009**) .

وهذه النتائج توافق الدراسة التي قام بها الباحث (**Lund and Nessen,1986**) ، حيث عند إضافة طين البانتونايت إلى المياه الخام لإزالة معظم الشوائب حيث أن القيمة المثلى ل (pH < 8).



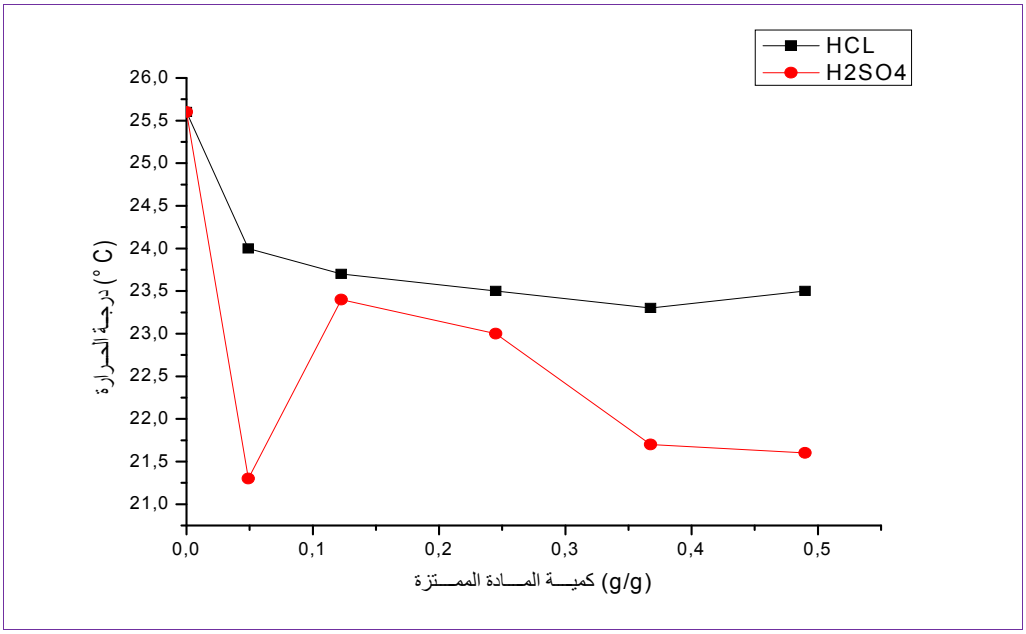
الشكل - IV- 1 . تأثير إستخدام التنشيط الكيميائي للطين على تغير قيمة الرقم الهيدروجيني (pH) للمياه المستعملة

من جهة أخرى جميع قيم المعالجة متواجدة ضمن المجال المسموح به للحد الأقصى للمياه الموجهة للري وهو (6,5- 8,8) ، حسب المعايير الجزائرية (**الجريدة الرسمية،2012**).

2.3. تأثير التنشيط الكيميائي على تغير درجة الحرارة للمياه المستعملة:

من خلال النتائج المتحصل عليها لقيم درجة الحرارة في المياه الملوثة تتراوح بين (19,7 C°-20,4 C°) بقيمة متوسط مقدرة ب 20,05 C° ، في حين نميز حسب الشكل (**IV -2**) زيادة درجة الحرارة لـــقيم المياه المعالجة بالطين الخام (25,6°C) ، و كما هو الحال بعد عملية التنشيط بحمض الكبريتيك و حمض كلور الماء على التوالي لـتقدر ب 22,2 c° (21,3c° - 23,4c°) و 23,6c° –24c°) (23,3c° ، و يفسر هذا الزيادة على العموم بأن عملية الإمتزاز (صلب- سائل) هو تفاعل ناشـــر للحرارة (**كمرشو، 2017**)

من جهة أخرى جميع قيم المعالجة متواجدة ضمن المجال المسموح به للحد الأقصى للمياه الموجهة للري وهي (أقل من 30 °C) ، حسب المعايير الجزائرية (**الجريدة الرسمية،2012**).



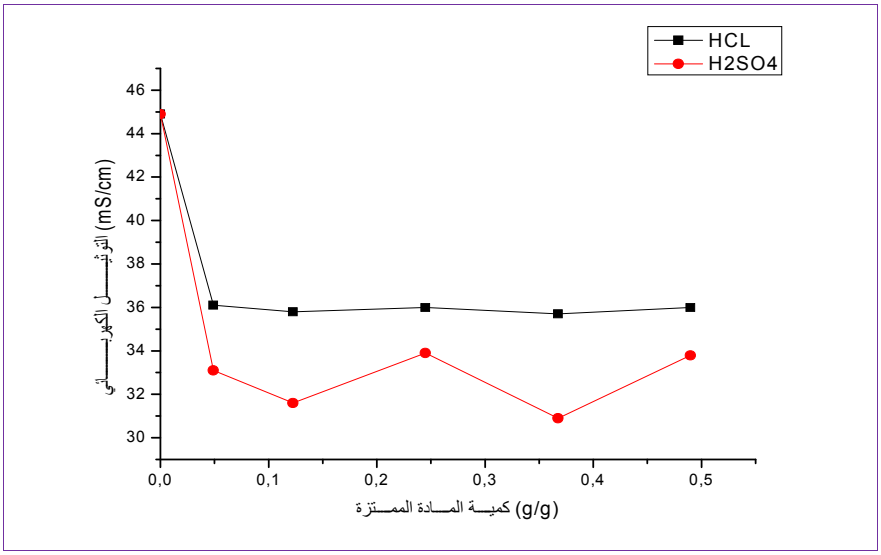
الشكل- IV- 2 . تأثير إستخدام التنشيط الكيميائي للطين على تغير قيمة درجة الحرارة للمياه المستعملة

3.3. تأثير التنشيط الكيميائي على كفاءة تقليل التوصيل الكهربائي للمياه المستعملة:

من خلال النتائج المتحصل عليها لقيم التوصيل الكهربائي(EC) في المياه الملوثة نجد أنها تتـــراوح بيـــن (36 – 35,1ms/cm) بقيمة متوسط تقدر ب 35,55ms/cm، في حين نميز حسب الشكل (**IV -2**) ثبوت لـــقيم التوصيل الكهربائي للمياه المعالجة بالطين الخام (44,9 ms/cm)، كما هو الحال

بعد عملية التنشيط لـتقدر ب 33,26 ms/cm(31,6 ms/cm - 33,9ms/cm) بالنسبة لحمض الكبريتيك و 35,92ms/cm (35,7 ms/cm -36,1ms/cm) بالنسبة لحمض كلور الماء.

على العموم قيم التوصيل الكهربائي تعتبر كبيرة جدا و ذلك بسبب إمتزاج المياه المستعملة القادمة للمحطة بمياه ترشيح الأفقي (vertical drainage) الطبقة السطحية التي تعاني منها المنطقة، لتأثر على الارتفاع الكبير لقيمة الملوحة في الماء . ومقارنة مع المعايير الجزائرية المسموح بها للري التي تقدر ب (3 ms/cm) فهي تفوقها بشكل واضح ، حسب المعايير الجزائرية (**الجريدة الرسمية،2012**).



الشكل- IV- 3 تأثير إستخدام التنشيط الكيميائي للطين على كفاءة تقليل التوصيل الكهربائي (EC) للمياه المستعملة

4 - تحديد الشروط المثلى في عملية التنشيط الكيميائي:

نتائج كفاءة الإزالة للطين الخام والمُـــنشط كيميائيا بحمض الكبريتيك وحمض كلور الماء، ملخص بالجدول التالي:

جدول-IV -5. مردود معالجة المياه المستعملة بالطين المنشط بحمض الكبريتيك

التركيز / المردود	طين الخام (CB) (2g)	0,1 N (0,049 g/g)	0,25 N (0,122 g/g)	0,5 N (0,245 g/g)	0,75 N (0,367 g/g)	1 N (0,49 g/g)
R_{COD}(%)	71	73 ,6	74,4	72,6	80,16	74,6
R_{BOD5}(%)	57,04	72 ,22	87 ,03	90,74	90,74	87,7
R_{TSS}(%)	79,27	80,33	82,60	86,34	93,33	77.89
T_{urb} (%)	75,46	61,52	69,81	70,87	90,74	90,09

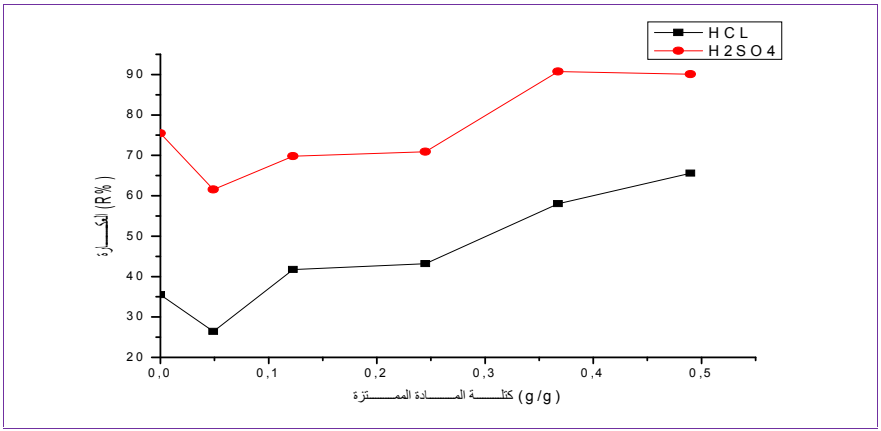
جدول-IV -6. مردود معالجة المياه المستعملة بالطين المنشط بحمض كلور الماء

1,34 N (0,490 g/g)	1,00 N (0,367 g/g)	0,67 N (0,245 g/g)	0,33 N (0,122 g/g)	0,13 N (0,049 g/g)	طين (الخام) (CB) (2g)	التركيز / المردود
73	73	71,6	70,6	69	71	R_{COD} (%)
60,92	57,89	55,26	50	38,94	38,95	R_{BOD5} (%)
94,31	93,33	92.84	87,15	79,26	79,27	R_{TSS} (%)
65,57	58,02	43,18	41,72	26,39	35,52	R_{Turb}(%)

1.4. تأثير التنشيط الكيميائي على كفاءة إزالة العـــكارة (Turb) للمياه المستعملة:

من خلال الشكل **(IV- 4)** ، نلاحظ أن هناك كفاءة عالية في إزالة العكارة من المياه الملوثة ، إذ حقق الطين الخام فعالية في عملية إزالة العكارة يصل متوسطها إلى % 55,25 (35,5% - 75%)، لنلاحظ إزدياد تلك النسب بعد تعزيز قدرة الطين بعملية التنشيط الكيميائي، حيث تحصلنا على إزالة متوسطة قدرها % 76,60 (61,52 % - 90 ,74%) بحمض الكبريتيك . أما بالنسبة للطين المعالج بحمض كلور الماء فكانت نسبة الإزالة تتراوح بين (26,39 % - 65,57 %) أي بمتوسط قدره 46,97%.

ومن أجل مقارنة أي الحمضين أفضل لعملية التنشيط، وجدنا أن أفضل نسبة لإزالة العكارة كانت عند 90,75% لكمية مادة ممتزة(0,36 g/g) أي ما يوافق تركيز (0,75 N) بالنسبة لحمض الكبريتيك، أما بالنسبة لحمض كلور الماء، فإن أفضل نسبة لإزالة العكارة كانت عند % 65,57 لكمية مادة ممتزة (0,49 g/g) أي ما يوافق تركيز (0,134 N) . و من خلال النسب المتحصل عليها نخلص أن حمض الكبريتيك له قدرة أكبر لزيادة تعزيز قدرة الطين للإزالة مقارنة بحمض كلور الماء

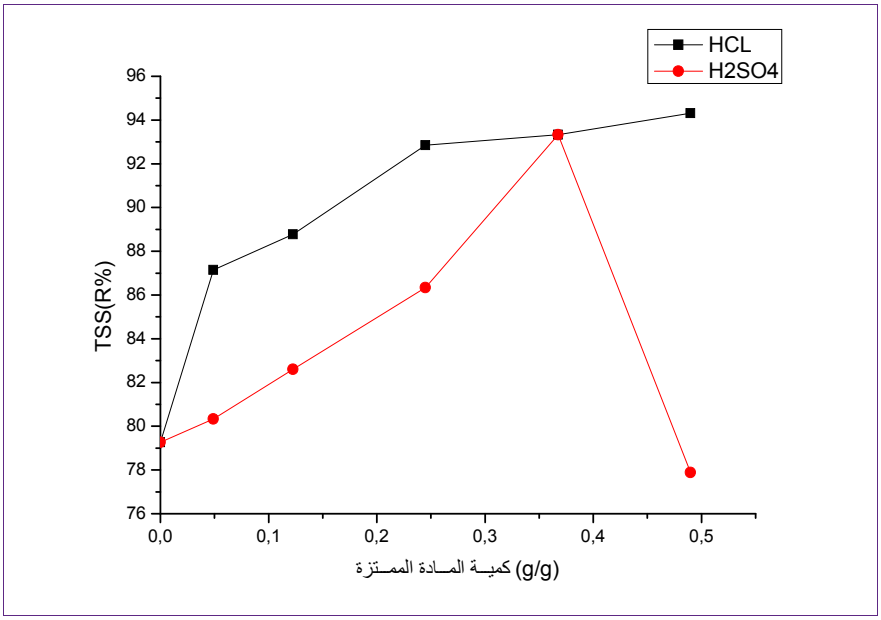


الشكل- IV- 4 تأثير إستخدام التنشيط الكيميائي للطين على كفاءة إزالة العـــكارة (Turb) من المياه المستعملة

2.4. تأثير التنشيط الكيميائي على كفاءة إزالة المواد العالقـــة (TSS) للمياه المستعملة:

من خلال الشكل **(IV- 5)** ، نلاحظ أن هناك كفاءة عالية في إزالة المواد العالقة من المياه الملوثة ، إذ حقق الطين نسبة إزالة تصل % 79,27، مما يبين فعالية عملية الإزالة بالطين الخام. لنلاحظ إزدياد تلك النسبة بعد تعزيز قدرة الطين بعملية التنشيط الكيميائي، حيث تحصلنا على إزالة متوسطة قدرها 84,09% (77,89 % - 93,33%) بحمض الكبريتيك . أما بالنسبة للطين المعالج بحمض كلور الماء فكانت نسبة الإزالة تتراوح بين (79,26% 94,31 %) أي بمتوسط قدره 89,37%.

ومن أجل مقارنة أي الحمضين أفضل لعملية التنشيط، وجدنا أن أفضل نسبة لإزالة المواد العالقة كانت عند 93,33% لكمية مادة ممتزة (0,36 g/g) أي ما يوافق تركيز (0,75 N) بالنسبة لحمض الكبريتيك، أما بالنسبة لحمض كلور الماء فإن أفضل نسبة للإزالة كانت عند 94,31% لكمية مادة ممتزة (0,49 g/g) أي ما يوافق تركيز (0,134 N) . و من خلال النسب المتحصل عليها نخلص أن الحمضين لهما قدرة تعتبر متقاربة من أجل زيادة تعزيز قدرة الطين للإزالة.



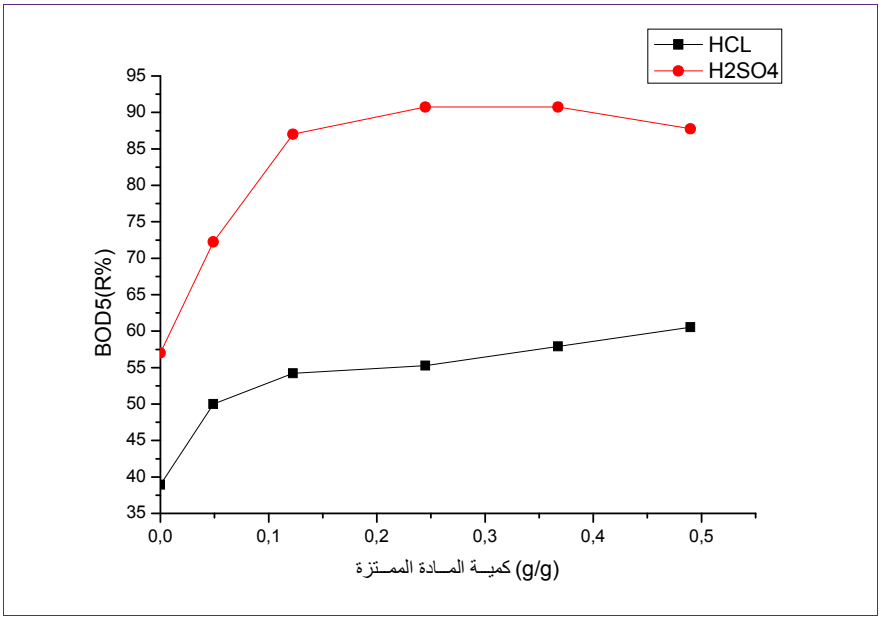
الشكل.- IV- 5 تأثير إستخدام التنشيط الكيميائي للطين على كفاءة إزالة المواد العالقـــة (TSS) من المياه المستعملة

3.4. تأثير التنشيط الكيميائي على كفاءة إزالة الطلب البيو كيميائي للأكسجين (BOD_5) للمياه المستعملة:

الشكل **(6 -IV)** ، يوضح أن هناك كفاءة عالية في إزالة الطلب البيو كيميائي للأكسجين (BOD_5) من المياه الملوثة ، إذ حقق الطين نسبة إزالة يصل متوسطها إلى 57,04% ، مما يبين فعالية عملية الإزالة بالطين الخام . لنلاحظ إزدياد تلك النسب بعد تعزيز قدرة الطين بعملية التنشيط الكيميائي، حيث تحصلنا على إزالة متوسطة قدرها 85,68% (72,22% -90,74%) بحمض الكبريتيك . أما بالنسبة للطين المعالج بحمض كلور الماء فكانت نسبة الإزالة تتراوح بين (38,94% - 60,92%) أي بمتوسط قدره 52,6 %.

ومن أجل مقارنة أي الحمضين أفضل لعملية التنشيط، وجدنا أن أفضل نسبة لإزالة الطلب البيوكيميائي للأكسجين كانت عند 90,74 % لكمية مادة ممتزة (0,36 g/g) أي ما يوافق تركيز (0,75 N) بالنسبة لحمض الكبريتيك، أما بالنسبة لحمض كلور الماء فإن أفضل نسبة للإزالة كانت عند 60,92 % لكمية مادة ممتزة (0,49 g/g) أي ما يوافق تركيز (0,134 N) . و من خلال النتائج المتحصل عليها نخلص أن حمض الكبريتيك له قدرة أكبر لزيادة تعزيز قدرة الطين للإزالة مقارنة بحمض كلور الماء .

فالنتائج المتحصل عليها تبين فعالية عالية للطين المنشط خاصة بحمض الكبريتيك (90,74%) لإزالة الطلب البيوكيميائي للأكسجين مقارنة بطريقة الكربون المنشط حيث سجل مردود 87,55 % (**كمرشو،2017**).



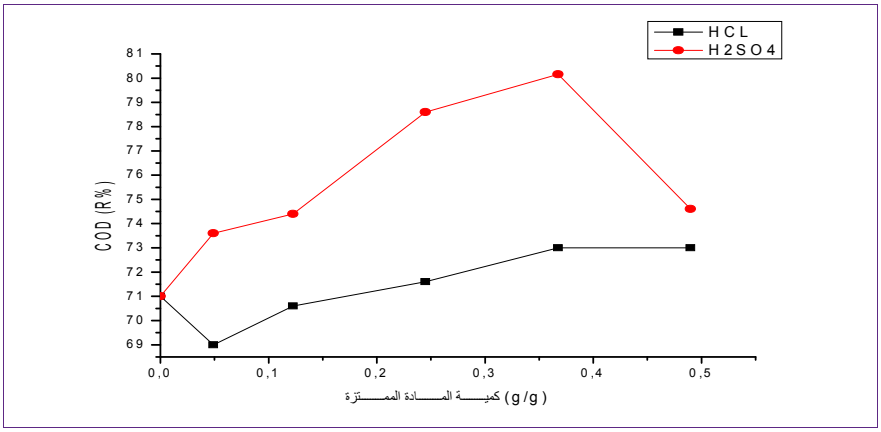
الشكل- IV -6. تأثير إستخدام التنشيط الكيميائي للطين على كفاءةإزالة الطلب البيو كيميائي للأوكسجين (BOD_5) من المياه المستعملة.

4.4. تأثير التنشيط الكيميائي على كفاءة إزالة الطلب الكيميائي للأكسجين (COD) للمياه المستعملة :

النتائج المتحصل عليها بالشكل **(IV- 7)** ، يوضح أن هناك كفاءة عالية في إزالة الطلب الكيميائي للأكسجين (COD) من المياه الملوثة ، إذ حقق الطين نسبة إزالة تصل 71% مما يبين فعالية عملية الإزالة بالطين الخام . لنلاحظ إزدياد تلك النسبة بعد تعزيز قدرة الطين بعملية التنشيط الكيميائي، حيث تحصلنا على إزالة متوسطة قدرها 75,02% (72,6% - 80 ,16%) بحمض الكبريتيك . أما بالنسبة للطين المعالج بحمض كلور الماء فكانت نسبة الإزالة تتراوح بين (69% - 73%) أي بمتوسط قدره 71%.

ومن أجل مقارنة أي الحمضين أفضل لعملية التنشيط، وجدنا أن أفضل نسبة لإزالة المواد العالقة كانت عند 80,16 % لكمية مادة ممتزة (0,36 g/g) أي ما يوافق تركيز (0,75 N) بالنسبة لحمض الكبريتيك، أما بالنسبة لحمض كلور الماء فإن أفضل نسبة للإزالة كانت عند 73% لكمية مادة ممتزة (0,49 g/g) أي ما يوافق تركيز (0,134 N) . و من خلال النتائج المتحصل عليها نخلـــص أن حمض الكبريتيك له قدرة أكبر لزيادة تعزيز قدرة الطين للإزالة مقارنة بحمض كلور الماء .

فمن جهة، فحسب دراسة سابقة أجريت على طين الكاولونيت الغير المنشط التي قام بها (**عبدعباوي،2009**) بلغـت نسبة من الازالة 51%، فهذه النتائج تُـعد منخفضة من طين الدراسة (71%) . و من جهة أخرى فطريقة الكربون المنشط سجل مردود 86,90 % (**كمرشو،2017**) أعلـــى لإزالة الطلب الكيميائي للأكسجين مقارنة بالطين المنشط خاصة بحمض الكبريتيك (80,16%) .



الشكل - IV-7 . تأثير إستخدام التنشيط الكيميائي للطين على كفاءة إزالة الطلب الكيميائي للأوكسجين (COD) من المياه المستعملة.

بعد دراسة الأولية لإزالة جميع الملوثات العضوية بالطين المنشط كيميائيا بحمضي كلور الماء و الكبريتيك، نخلص أن الشروط المثلى للإزالة الملوثات العضوية من جهة، التنشيط الكيميائي بحمض

الكبريتيك أعطى مردود أفضل من حمض كلور الماء ، و كمية المادة الممتزة التي أعطت أحسن كفاءة بحمض الكبريتيك هي (0,36 g/g) أي ما يوافق تركيز (0,75 N) وهو يمثل التركيز الأمثل لإزالة الملوثات العضوية.

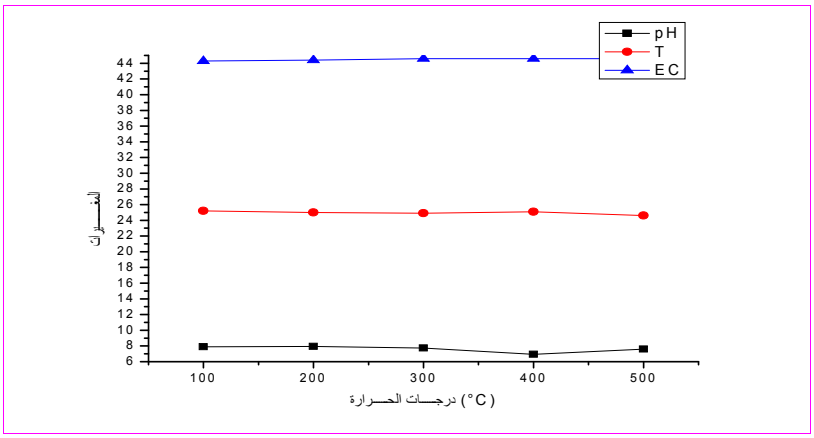
5. تأثير التنشيط الحراري:

تم تحديد الشروط المثلى للتنشيط الكيميائي، من حمض الكبريتيك وتركيز(0,75N)، وعلى هذا الأساس، قمنا بعملية المعالجة الحرارية وفقا لتلك الشروط.

الجدول –IV -7. خصائص المياه المعالجة بالطين المنشط كيميائيا وحراريا.

التركيز / الخواص	المياه الخام (RW)	طين خام (CB) (2g)	300 C°	300 C°	400 C°	500 C°
T (C°)	24,6	25,6	25,5	25	24,9	25,1	24,6
pH	7,312	8,177	7,901	7,944	7,743	6,942	7,598
EC(ms/cm)	44,4	44,9	44,4	44 ,6	44,5	44,6	44,6
TSS (mg/L)	207	51	48,8	44	30,8	21,6	27,18
BOD_5 (mg/L)	200	116	124	114,3	113,6	72	73,2
COD (mg/L)	500	145	155	142,9	113,60	90	92
Turb (NTU)	171	53	50,2	49,9	42,2	36,5	38,9

من خلال الشكل **(IV– 8)** نلاحظ أن قيم الخواص الفيزيائية لكل من (pH ,T, EC) بقيت ثابتة في جميع درجات الحرارة من (100 C° -500 C°) للمياه المعالجة بالطين المنشط كيميائيا وحرايا وهذا ما يدل على أن التنشيط الحراري لا يغير الخصائص الفيزيائية وإنما يتعلق التغير فقط بحجم الجسيمات ونظام التسخين فقط (**Beragaya et *al*., 2006**).



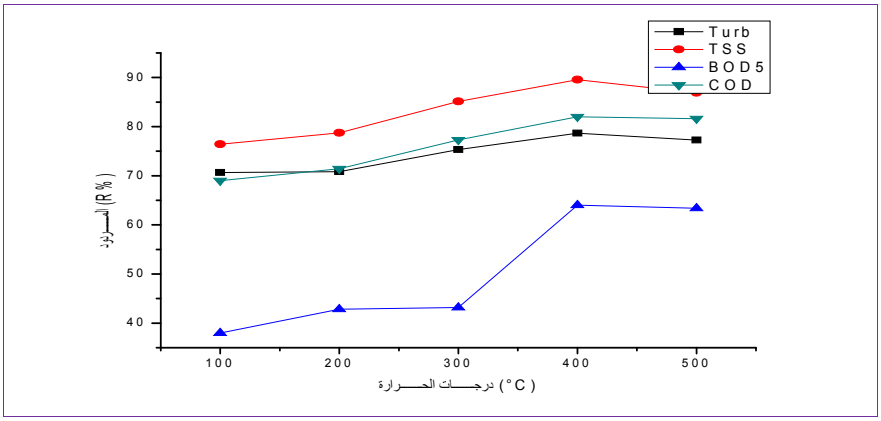
الشكل IV- 8. إستخدام الأطيان المنشطة بحمض الكبريتيك والحرارة على كفاءة تغير الخواص الفيزيائية (pH ,T, EC)

الجدول –IV -8. مردود معالجة المياه المستعملة بالطين المنشط كيميائيا وحراريا.

التركيز / المردود	طين خام (CB) (2g)	300 C°	300 C°	300 C°	400 C°	500 C°
R_{COD}(%)	71	69	71,42	77,28	82	81,6
R_{BOD5}(%)	42	38	42,85	43,2	65	63,4
R_{TSS}(%)	75,36	76,42	78,74	85,12	89,56	86,86
R_{Turb}(%)	69	70,64	70,81	75,32	78,65	77,25

يبين الشكل .**(9–IV)** فعالية التنشيط الكيميائي والحراري في إزالة الملوثات العضوية، حيث يلاحظ أن نسبة الإزالة تزداد بإزدياد درجة الحرارة إلى أن تصل إلى 400 C° فتصبح نسبة الإزالة لكل من COD، BOD_5 و TTS وTurbعلى التوالي 82% ، 65%، 89,56% ، 78,65% . ثم تبدأ نسبة الإزالة في الإنخفاض بعد 400 C° ويعود ذلك إلى إنخفاض المساحة السطحية بسبب تلف بنية الطين بإنهيار المسافات البينية له مما يجعل الجسيمات أقرب إلى بعضها البعض (**Beragaya et *al***) .

وقد تم الحصول على نتائج مماثلة من قبل (**Sarıkaya et Önal. 2007**) ،حيث قاما بفحص التنشيط الحراري للبانتونايت في نطاق درجة حرارة من 100C° إلى 1300 C° ولاحظا أن مساحة السطح تزداد مع زيادة درجة الحرارة ثم تنخفض عند درجة حرارة تزيد عن 400C°.



الشكل IV- 9.كفاءة الأطيان المنشطة بحمض الكبريتيك والحرارة في إزالة الملوثات العضوية .

تعود قابلية الأطيان في إزالة الملوثات المختلفة بسبب قدرتها على إمتزاز الملوثات المختلفة على سطوح دقائقها. وتعود كفاءة طين الإيليت العالية في إزالة الملوثات إلى الأسباب التالية:

- زيادة نسبة الإزالة بسبب الحافات ذات الشحنة الموجبة الموجودة على سطح جسم طين الإيليت والتي سببها بعض الأواصر المتكسرة في التركيب الشبكي للبلورة الطينية والتي تحوي على أيون

السليكون الموجب كما تتجاذب وتتكتل الجسيمات مع بعضها عند تصادم الأوجه سالبة الشحنة مع الحافات موجبة الشحنة.

زيادة كثافة الجسيمات العالقة يؤدي إلى زيادة عدد التصادمات بين الجسيمات مما يزيد من كفاءة عملية التلبيد وتظهر هذه الحالة بوضوح عند المستويات الواطئة من العكارة الابتدائية.

من هاته النتائج وغيرها، نخلـص الشروط المثلى للتنشيط الكميائي و الحراري من أجل إزالة الملوثات العضوية كانت كالأتي :

- حمض الكبريتيك أفضل تنشيطا من حمض كلور الماء .
- أفضل تركيزلعملية التنشيط بحمض الكبريتيك هو 0,75N .
- أفضل درجة حرارة للتنشيط الحراري والكيميائي معا هي 400°C .

الخاتمة

تمكننا في هذا العمل من دراسة تأثير استخدام الطين المحلي لولاية الوادي (المغيــر) و كذا تم تعزيز قدرة الإمتزاز من خلال تنشيطه كيميائيا بواسطة حمض الكبريتيك H_2SO_4 وحمض كلور الماء HCL و كذلك حراريا من أجل نزع الملوثات العضوية من مياه الصرف الصحي لمنطقة ورقلة بسعيد عتبة من خلال تتبع: الطلب الكيميائي للأكسجين (COD)، والطلب البيو كيميائي للأكسجين (BOD_5)، والمواد العالقة (TSS) والعكارة. وتحديد أيضا أفضل الشروط التجريبية لكل من التنشيط الكيميائي والحراري.

- بينت نتائج التحاليل لمياه الصرف الصحي لمحطة ورقلة –سعيد عتبة- كفاءة جيدة نتيجة استخدام الطين الخام بإزالة للملوثات لكل من: (COD)،(BOD_5)، (TSS) والعكارة على التوالي : (71%، 46%، 51,45% و 60%) .
- أظهر الطين المنشط بحمض الكبريتيك إزدياد الكفاءة في إزالة الملوثات من مياه الصرف الصحي لمنطقة ورقلة بسعيد عتبة عند جرعته المثلى البالغة لكمية مادة ممتزة (0,36 g/g) أي ما يوافق تركيز (0,75 N) بالنسبة (80,16 %) COD ، (90,74 %) BOD_5 ، (93,33%) TSS و(90,74%) Turb.
- حقق الطين المنشط بحمض كلور الماء إزالة أقل إذا ما قورن بحمض الكبريتيك لكمية مادة ممتزة (0,49 g/g) أي ما يوافق تركيز (0,134 N) حيث تم نزع الملوثات العضوية بنسب: (73 %) COD، (60,93 %) BOD_5، (94,31 %) TSS و (65,57%) Turb .

و من خلال النتائج الأولية المتحصل عليها نخلـــص أن حمض الكبريتيك له قدرة أكبر لزيادة تعزيز قدرة الطين للإزالة مقارنة بحمض كلور الماء.

- كما تمت دراسة التحفيز الكيميائي بحمض الكبريتيك عند الجرعة المثلى وإضافة التنشيط الحراري ، وبينت أن الامتزاز يزداد بزيادة درجة الحرارة، لتعطى أفضل نسبة امتزاز عند درجة 400°C فكانت نسبة الإزالة لكل من (COD)، (BOD_5) و(TSS) والعكارة على التوالي: (82% ، 65%،89,56% و 78,65%).

من خلال هذه الدراسة أظهرت النتائج كافة من الوصول الى الخصائص التالية:

- أفضل جرعة في التنشيط الكيميائي كانت عند حمض الكبريتيك H_2SO_4 هي 0,75 N.
- درجة حرارة التنشيط الحراري المثلى هي 400 C°.

بينما وضحت دراسة أجريت 2017 من خلال دراسة كفاءة محطة معالجة مياه ورقلة والتي تعتمد على أسلوب الأحواض المهواة[19] .، أن المحطة تعاني من جملة من المشاكل أدى إلى نقصان مردود الملوثات العضوية حيث تتراوح (66,7%) COD، (68,7%) BOD_5 وTSS (38%).

وفي الأخير نقول إننا تمكنا من استغلال مورد طبعي متوفر وله أثر كبير في تحسين البيئة ويجب تطبيقه على أرض الواقع.

بعض التوصيات و الافاق المستقبلية لهذا العمل:

- استخدام طين المنشط في معالجة مياه فضلات الحضرية من خلال إزالة الملوثات الأزوتية والفسفورية والمعادن الثقيلة، وذلك لما أظهره الطين من كفاءة عالية في إزالة الملوثات العضوية التي أشير لها في هذا البحث.
- دراسة كفاءة إزالة الملوثات باستخدام الطين المنشط لمياه فضلات ذات خصائص تختلف عن مياه فضلات الصناعية أوالمستشفيات مثلا.
- محاول تحفيز هذا الطين باستخدام محاليل أخرى غير العضوية (حمض الفوسفوريك، والنيتريك) أو العضوية (الأحماض، الستيرون، الأكساليك وللاكتيك)
- دراسة أنواع أخرى من الاطيان لها القدرة على إزالة الملوثات العضوية واللاعضوية من مياه الصرف الصحي.
- استغلال طين المحلي في معالجة محاليل مائية كالمعادن الثقليلة و الملونات كأزرق المثلين أوبعض المواد الأساسية للمبيدات الحشرية ، مع دراسة الخواص عملية الإمتزاز الترموديناميكية و الحركية.

المراجع

المراجع باللغة العربية :

- أبو سعدة م ونجيب إبراهيم.**التلوث البيئي ودور الكائنات الدقيقة إيجابيا وسلبيا**. دار الفكر العربي.القاهرة. 2000.
- آغا محمد احمد مراد. **الهندسة البيئية** . منشورات جامعة حلب كليةٌ الهندسة المدنيةٌ .سورياً . 1988
- التركماني عبد الرزاق محمد سعيد.**طرق المعالجة البيولوجية للمياه الملوثة**. 2001.
- الحايك نصر.**تلوث المياه وتنقيتها**. الطبعة الثالثة. ديوان المطبوعات الجامعية. 1989.
- العابد إبراهيمٌ . **معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية .** أطروحة محضرة لنيلٌ شهادة دكتوراء . كلية الرياضيات وعلوم المادة , جامعة قاصدي مرباح .ورقلة ,2015.
- الصائغ، محمد منيب، 1982.**المعالجة الطينية للكيروسين"** أطروحة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الموصل.
- بشماف كمال و سعيدٌ حاتم . **دراسة محطة تحلية مياه مجارير صغيرة الحجم** . مشروع لنيل إجازة في الهندسة الميكانيكيةٌ .كلية الهندسة الميكانيكية , جامعة حلب . سوريا ,2007.
- جورجي نسيمٌ ماهر . تحليل و تقويم جودة المياه . دار مشأة المعارف جلال حزي و شركاءه . مصر , 2007.
- خليلٌ محمد أحمد السيدٌ . **إعداد المياه للشرب و الاستعمال المنزلي** . الطبعة الاولى . المكتبة الاكاديمٌيةٌ . القاهرة , 2003.
- زهراء إسماعيل حسن، **التخلص من ملوثات المياه بواسطة ظاهرة الامتزاز**، بحث مقدم الى مجلس كلية العلوم – قسم الكيمياء، العراق 2017.
- صديق حسان ، يسري نائل ،**كيمياء البيئة** ، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية . 2010 م
- عبد عباوي سعاد ، **معالجة مياه مطروحات مستشفى الخنساء باستخدام بعض الاطيان**، قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة ، جامعة الموصل،أكتوبر2009.
- عباسي سونيا , **إزالة الكروم من مياه الصرف الناتجة عن صناعة دباغة الجلود بإستخدام البيلون الحلبي** ,مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية . المجلد الخامس والعشرون ـالعددالثاني ـ2009.
- عبد العزيز عبد الملك محمد رادين ،**محاضرات معادن تربة اولية ،كلية علوم الأرض**،جامعة الملك عبد العزيز . 2005م .
- عيدٌة منيرٌ و غمام نواس حمزة . **دراسة مساهمة محطة معالجة مياه الصرف بالبحيرات المهوات في حماية البيئة ـ واد سوف** . مذكرة تخرج لنيلٌ شهادة مهندس دولة في البيئٌة و المحيطٌ . كليةٌ العلوم الدقيقٌة و علوم الطبيعٌة و الحيأة , جامعة العربي بن مهيدٌي . ام البواقي ,2011.
- غاري و . فان لون , ستيفن ج .دفي، ترجمة : د.حاتم النجدي، **كيمياء البيئة :نظرة شاملة** ، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ,المنظمة العربية للترجمة .
- غرايبٌيةٌ سامح و فرحان يحٌييٌ **. مدخل إلى العلوم البيئية** . الطبعة الثالثة .دار الشروق للنشر و التوزيعٌ . عمان,2002.
- كمرشو عباس ، **إستعمال كربون نشط محضر من مشتقات نخيل التمر (نواة تمر دقلة نور) في معالجة المياه المستعملة الحضارية**. أطروحة محضرة لنيل شهادة دكتورا علوم، كيمياء تحليلية ومراقبة المحيط، 2018/2017.

- منظمة الصحة العالمية المكتب الإقليمي للشرق المتوسط . **محاضرا ت تدريبية لمشغلي محطات معالجة مياه الفضلات** . المركز الإقليمّي لأنشطة صحة البيئّة .عمان- الأردن, 2004.
- مهند حازم ناجي , **دراسة إمتزاز صبغة Methylene Blue من محاليلها المائية بإستعمال طين الأتلبغايت بطريقتي الدفعات وعمود الفصل** , مجلة جامعة الأنبار للعلوم الصرفة .المجلد الثالث , العدد الثالث لسنة 2009.
- وفاء كريم سعيد "خضر برهم" , **تقييم فني لإستعمال المياه العادمة الناتجة عن محطة تنقية البيرة** , أطروحة مقدمة إستكمالا لمتطلبات درجة الماجستير في العلوم البيئية ,كلية الدراسات العليا , جامعة النجاح الوطنية نابلس ,فلسطين ,2006.
- إنتصار رحيم عبيد مطر السلطاني ، **محاضرات المعادن الاولية والثانوية في التربة**، كلية التربية الاساسية ، جامعة بابل .2016/02/28 .
- "الموسوعة الجويولوجية " http://ksag.com/index.php/Articles/SingleArticle/artID/8875/ 18/03/2018 21:31.

المراجع باللغة الأجنبية :

- Bachi O E K . , 2010.**Diagnostic sur la valorisation de quelques plantes du gardin d'épuration de station du vieux ksar Témacin**. Mémoire présenté en vue de L'obtention du diplôme de magister . Université Kasdi Merbah Ouargla
- Bergaya, F., Theng, B.K.G., Lagaly, G., 2006, **Clays and clayminerals for pollution control**, Handbook of Clay Science, First Edition, Elsevier Ltd., pp. 625-663.
- Ben djeddou Fatima ., 2014 . **Epuration des eaux urbaines par procédé à la boue activée de la régionaride cas Touggourt. Paramètres influant – variation saisonnées** ,Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master , Faculté des mathématique et des sciences de la matiére . Université Kasdi Merbah Ouargla.
- Boutayeb M ,Bouzidi M et Fekhaoui M., 2012. **Bulletin de l'Institut Scientifique**, Rabat, section Sciences de la Vie, n° 34 (2)
- B. G. Ferrini ., H. Zollinger ., 1967. **Textile chemistry studies. XV. Role of amino groups in fibers for the sorption of anionic dyes: tests with amino and hydroxypolyproplene** . Helv. Chim. Acta., 50, 3, 897–906.
- Bulut, E., Özacar, M., Şengil, İ. A., 2008. **Equilibrium and kinetic data and process design for adsorption of Congo red on bentonite**. J. Hazardous Materials. 154, 613- 622.
- Chaari, I., Fakhfakh, E., Chakroun, S., Bouzid, J., Boujelben, N., Feki, M., Rocha, F., Jamoussi, F., 2008. **Lead removal from aqueous solution by Tunisian smecitic clay J**. Haz. Mat. 156, 545-551.

- Christidis, G. E., Scott, P. W., Dunham, A. C., 1997. **Acid activation and bleaching capacity of bentonites from the islands of Milos and Chios**, Aegean and Greece. Appl. Clay Sci. 12, 329-347
- Dahou Abderahim ., Brek Adem ., 2013. **Lagunage aére en zone aride performance epuratoires ,cas de (Region d'Ouargla)**. Mémoire master academique. Université Kasdi Merbah Ouargla.
- Degremont ., 1989 .**Mémento technique (Traiter l'eau protéger l'environnement)**, Lavoisier technique et documentation . Paris.
- Didier Gaujous ., 1995 . **La pollution des milieux aquatique** . Technique et documentation Lavoisier .Paris .
- F. Banat, S. Alasheh ., L. Abu–Aitah, (2003). **Examination of the effectiveness of physical and chemical activation of natural bentonite for the removal of heavy metal-ions from aqueous solution**. Abstracts from Adsorption Science and Technology, Vol. 20, No. 1, pp.
- FB Dilek ., SBese ., 2001 .**Treatment of puliping effuents by using alum and clay _ colour removal and sludge characteristics**, Middle East Technical University, Environmental Engineering Department, Ankara , Turkey .
- Francisco, R., Valenzuela Díaz and Pérsio de Souza Santos., 2001. **Studies On The Acid Activation Of Brazilian Smectitic Clays**, Quim. Nova, Vol. 24, No. 3,.345-353.
- Jozefaciuk, G., Sarzynska, D.M., 2006. **Effect of acid treatment and alkali treatment on nanopore properties of selected minerals**. Clay Clay Miner. 54, 220–229.
- Haslay C et Leclerc H . , 1993**. Microbiologie des eaux d'alimentation (Londres New York)**,Lavoisier.
- Hernot François ., 2016. **l argile ,son utilisattion à l'officine** . diplôme d'état de docteur en pharmacie . Universite angers.

- Hideomi kodama ., Ralph E.Grim., clay mineral .,2018 . https://www.britannica.com/scince/clay-mineral
- Hussin, F., Aroua, M.K., Daud, W.M.A.W., 2011. **Surface chemistry and activation of bleaching earth, a review**. Chem. Eng. J. 170, 90–106.
- Gaefvert, T., 2002. **The Prevalence of Radioactivity in aNumber of Non-Nuclear Industries**, Lund (Sweden) Lund Uiv., Aug, 125.
- Gersberg , R.M. ; Lyon , S.R. ; Brenner , R. and Elkin , B.V. , 1988**. Performance of Clay-Alum Flocculation (CCBA) Process for Virus Removal From Municipal Wastewater** , Water Research , Vol. 22 , No.11 , P.1449

- Khemici Yamina . , 2014.**Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique d'une eau usée épurée par un lit de plantes** . Mémoire master professionnel . Faculté des sciences appliquées.Université Kasdi Merbah Ouargla.
- Khennaoui Badis., **Elimination de deux polluants organiques par photo-induction en phase homogène et hétérogène et par adsorption sur des supports inorganiques locaux** .Thèse Présentée Pour Obtenir le Diplômede Doctorat en Sciences en chimie . Université Freres Mentouri. Constantine .
- Komandel, P., Schmidt, D., Madejova, J., Cicel, J., 1990. **Alteration of smectites by treatments with hydrochloric acid and sodium carbonate solutions**. Appl. Clay Sci. 5, 113-122.
- Korichi, S., Elias, A., Mefti, A., 2009. **Characterization of smectite after acid activation with microwave irradiation**. Appl. Clay Sci. 42, 432–438.
- Kooli, F., Liu ,Y., Al-Faze, R ., Al Suhaimi, A., 2015, **Effect of acid activation of Saudi local clay mineral on removal properties of basic blue 41 from an aqueous solution**, Applied Clay Science, 116–117, pp. 23–30.
- Kooli, F., Liu, Y., Alshahateet, S. F., Messali, M., Bergaya, F., 2009. **Reaction of acid activated montmorillonites with hexadecyl trimethylammonium bromide solution**. Appl. Clay Sci. 43, 357-363.
- Kooli, F., Liu, Y., 2013. **Chemical and thermal properties of organoclays derived from highly stable bentonite in sulfuric acid**. Appl. Clay Sci. 83–84, 349–356.
- Koyuncu, H., 2008. **Adsorption kinetics of 3-hydroxybenzaldehyde on native and activated bentonite.** Appl. Clay Sci. 38, 279-287.
- Lamia Kateb ., 2004. **Production des époxydes à partir des alcènes en utilisant un support d'argile .**diplôme de magister .Universite de ouargla**.**
- Lian, L., Guo, L., Guo, C., 2009. **Adsorption of congo red from aqueous solution on Ca- bentonite**. J. Hazardous Materials. 161, 126-131.
- Lund , E. and Nissen , B. , 1986**. Low Technology Water Purification By Bentonite Clay Flocculation as Performed in Saoanese Villages Verological Examination**",Water Reasearch,VOL.20,NO.1, P.37.
- Manjot Kaur Toor M.Eng ., 2010 . **Enhancing Adsorption capacity of bentonite for Dye removal : physiochemical Modification and characterization** . thesis subnitted for the degree of masters in Engineering science , school of chemical engin the University of Adelaide .
- Masschelein , W.J. , 1992**. Unit Processes in Drinking Water Treatment .** Marcel Dekker ,Inc.New York P.453-454 , 426-427 and 495-461 .

- Mavros, P., Daniilidou, A.C., Lazaridis, N.K., and Stergiou, L., (1994**) . Color removal from aqueous solutions**. Part I, Flotation. Environ. Technol., 15, 601–616
- Metahri Mohammed Saïd ., 2012 . **Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes** , Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou, Université Mouloud Mammer . Tizi-Ouzou.
- Metcalf and Eddy, Inc. , 2002 . **Wastewater engineering: treatment and reuse**. 4th Ed. New York Mc Graw Hill.
- Mohammed-Azizi F, Dib S, BoufatitM (2013) . **Removal of heavy metals from aqueous solutions by Algerian bentonite**. Desalin Water Treat 51(22–24):4447–4458.
- Mohammed-Azizi, F & Boufatit, M., 2018. **Assessment of raw clays from Maghnia (Algeria) for their use in the removal of Pb^{2+} and Zn^{2+} ions from industrial liquid wastes: a case study of wastewater treatment**, Arabian Journal of Geosciences.
- Mohamed K. Abdel-Fattah. Mechanical analysis ., 2013. **Soil Science and Plant nutrition [en ligne].**, Disponible sur : http://soil-info.blogspot.com
- Murray, H.H., 2006. **Current industrial applications of clays**. Clay Sci. 12 (Suppl. 2), 106–112 12.
- Mustafa , M.H ., 2005. **The Used of Mixed Ninavite and Kaoline for the Removal of Some Heavy Metals (Cd , Hg , and Pb) From Their Effluent** . Ph.D.Sc. thesis . University of Mosul .college of science.
- Nara K .Faley., 1999 . **environnemental characterisation of clay Miniral Deposits ,**science for à changing world .
- Önal, M., Sarıkaya, Y., 2007. **Preparation and characterization of acid activated bentonite powders**. Powder Tech. 172, 14-18.
- Özcan, A. S., Erdem, B., Özcan, A., 2005. **Adsorption of Acid Blue 193 from aqueous solutions onto BTMA activated bentonite**. Colloid and Surfaces A :Physicochem. Eng. Aspects. 266, 73-81.
- PENG X L et al., 2000 . **Rapid detection of shigella species in environmental sewage by in immuncapture PCR with universal primers**. Journal of applied microbiology.
- Pinnavaia, T.J., 1983. **Intercalated clay catalysts**. Science, 220, 365-371.
- Qasim S R ., 1999.**Wastewater treatment plants: planning, design and opération**. 2 éme Ed. Lancaster, Pensylvania Technomic Publishing Company.

- Regina O. Ajemba ., 2012 . **Modification of the physico-chemical properties of udi clay mineral to enhance its adsorptive capacity** . Department of Chemical Engineering . Nnamdi Azikiwe University.P. M. B. 5025, Awka, Anambra . Nigeria.
- Rejsek Franck ., 2002 . **Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques** . Canopé - CRDP de Bordeaux.
- Rodier Jean., 1996.**L'analyse de l'eau (chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie interprétation des résultats)**. 8 éme Edition. Dunod Paris.
- Scott,C.R ., 1980 . **An introduction to soil mechanics and foundation** . edition 3rd ed, Application science Publishers . London
- Shelley E.Haydel ., Christine M.Remenih ., Lynda B. Williams., 2008. **Broad-spectrum in vitro antibacterial activities of clay minerals against antibiotic-susceptible and antibiotic-resistant bacterial pathogens** . J Antimicrob Chemother. February ; 61(2): 353–361.
- Smith, J.; Galan, A., 1995. **Nonionic Solution Sorption to Single and Dual Organic Cation Organobentonites from Water .** Env. Sci. and Tech.. 29, 685-692**.**
- S. P. Nandi, P. L. Walker and Jr, (1971). **Adsorption of dyes from aqueous solution by coals, chars, and active carbons**. Fuel., 50, 4, 345–366.
- Steudel, A., Batenburg, L.F., Fischer, H.R., Weidler, P.G., Emmerich, K., 2009. **Alteration of swelling clay minerals by acid activation**. Appl. Clay Sci. 44, 105- 115.
- Szabo .,Vajda ., Veréb ., Dombi .,Mogyorosi ., Abraham ., Majer .,2011.**Removal of organic pollutants in model water and thermal wastewater using clay minerals** . jornal of environmental science and health . vol.46,No. 1346-1356.
- Zobeidi A and BebbaA.A .**Seasonal variations of physical, chemical parameters in a wastewater treatment plant by aerated lagoons at southern-east of Algeria** . RJPBCS,6 (3), 2015.

المواقع الأنترنيت:

https://draxe.com/ 2018/04/15 18:45h

الملخص:
تهدف الدراسة الحالية الى معالجة مياه الصرف الصحي في ورقلة، وذلك بتعزيز قدرة الطين المحلي لولاية الوادي بالتنشيط الكيميائي و الحراري، قصد ازالة الملوثات العضوية. أثبتت التجارب المختبري فعالية عملية تعزيز قدرة الامتزاز من خلال التنشيط الكيمائي و الحراري للطين المحلي من خلال التعرف على كفاءة الإزلة بمتابعة التغير الحاصل في: الطلب الكيميائي للأكسجين(COD)، الطلب البيوكيميائي للأكسجين (BOD_5) ، المواد العالقة (TSS) و العكارة على التوالي: فحقق الطين المنشط بحمض الكبريتيك (H_2SO_4) كفاءة إزالة عالية عند التركيز المثالي 0,75 N بنسبة الامتزاز كانت (80،16٪ ، 90،74٪ ، 93،33٪ و 90،74٪) ، و كما أظهر الدراسة أن كفاءة الإزالة فكانت أقل مع حمض كلور الماء (HCl) عند الجرع المثلى 0,134N (73% ، 60,92% ، 94,31% و 65,57%). كما تمت دراسة التحفيز الكيميائي بحمض الكبريت و الحراري معا، وبينت أن الامتزاز يزداد بزيادة درجة الحرارة، لتعطى أفضل نسبة امتزاز عند درجة 400°C فكانت نسبة الإزالة (82٪ و 65٪ و 89.56٪ و 78.65٪).
الكلمات الدالة: المعادن الطينية ، التنشيط الحراري الحمضي ، مياه الصرف الصحي ، الإزالة ، الفضلات العضوية ، الوادي

Abstract:
The objective of the present work is to treat the wastewater by enhancing adsorption capacity of local clay by thermo-chemical activation for the removal of organic pollutants. The experiments had proved the efficiency of enhancing adsorption capacity of local clay by thermo-chemical activation in the treatment of wastewater to determine the efficiency by the following characteristics: Chemical Oxygen Demand (COD), Biochemical Oxygen Demand (BOD_5), Total Suspended Solids (SS), and Turbidity respectively. Acid-activated clay with sulfuric acid (H_2SO_4) achieved high removal efficiency at the ideal 0,75N concentration and the adsorption ratio was (80,16 %, 90,74%, 93,33% and 90,74 %), and the result has decreased in the optimal concentration of acid-activated clay (HCl) 0,134 N and the adsorption ratio was (73%, 60,92 %, 94,31 % and 65,57%). The effect of thermo-activated clay functions wear also studied as the optimal conditions 400°C and found that the adsorption ratio was increased with increased the temperature (82%, 65 %, 89,56 % and 78,65%).
Keywords: Clay minerals, Acidic thermal activation, Wastewater, Removal, Organic effluents, El-Oued.

Résume:
L'objectif du présent travail est de traiter les eaux usées en améliorant la capacité d'adsorption de l'argile locale par activation thermo-chimique pour l'élimination des polluants organiques. Les expériences ont prouvé l'efficacité d'augmenter la capacité d'adsorption d'argile locale par l'activation thermochimique dans l'épuration des eaux usées pour déterminer l'efficacité par les caractéristiques suivantes: Demande Chimique en Oxygène (DCO), Demande Biochimique en Oxygène (DBO_5), matières en suspension (MES), et la turbidité respectivement. L'argile activée par l'acide sulfurique (H_2SO_4) a atteint une efficacité d'élimination élevée à la concentration idéale de 0,75N et le taux d'adsorption était de (80,16%, 90,74%, 93,33% et 90,74%), et le résultat a diminué dans la optimale concentration d'argile activée par l'acide (HCl) 0,134 N et le taux d'adsorption étaient (73%, 60,92%, 94,31% et 65,57%). L'effet de l'usure des fonctions de l'argile thermo-activée a également été étudié comme les conditions optimales à 400 ° C et a montré que le taux d'adsorption augmentait avec l'augmentation de la température (82%, 65%, 89,56% et 78,65%).
Mot-clés : Minéraux argileux, Activation thermique acide, Eaux usées, Rendement, Polluant organique, El-Oued.