وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح - ورقلة

كلية الرياضيات و علوم المادة

قسم الكيمياء

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي

في الكيمياء

التخصص: كيمياء المياه

من إعداد: غارة رانيا- حويذق محمد الطيب

بعنوان

تثمين ودراسة إمكانية استخدام الحمأة الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي– دراسة حالة – المحطة الرئيسية (ورقلة)

نوقشت علنا يوم: 25-06-2019

أمام لجنة المناقشة

زروقي حياة	أستاذ مساعد –أ-	رئيسا
شاوش خولة	أستاذ مساعد – أ-	مناقشا
بالفار محمد الأخضر	أستاذمحاضر –أ-	مؤطرا

الموسم الجامعي 2019/2018

الإهداء

قال تعالى:﴿ وقل ربي ارحمهما كما ربياني صغيرا ﴾

قال تعالى:﴿ وقل ربي ارحمهما كما ربياني صغيرا ﴾

إليك أنت... يا فرحتي يا قرة عيني و سويداء قلبي يا أحلى ثلاث حروف نطقها لساني وعشقها قلبي فيها حنان وفي قربها راحة أمان و اطمئنان لأول من رفعت همي فأشرقت الشمس في وجهي إليك يا أغلى الناس

أمي

هذه ثمرة السنين أهديها إليك رافعة الجبين يا من كنت لي خير معين فلم ولن أنسى فضلك إلى يوم الدين إليك يا صاحبة الكف الحنون إليك يا من سقيتنا من شبابك حب العمل والمثابرة طول السنين لنتمتع بضلال النجاح إليك

أمي

إلىأبي إلى من أتقاسم معهم المحبة الأسرية إخوتي ...حكيمة ، ابتسام ، وليد وتوأمي رامي ، إلى من أنار درب عائلتي زوج أختي عبد الرؤوف وجمال الدين ، إلى شموع البيت كتاكيت القلبي محمد الهاشمي ، أمين ، عبد الكريم ، لويزة هداية الرحمان ، التوأم سدرة المنتهى ومحمد المرتضى ، أمان الله ...

لا تقل أني نسيتك فذاك كفر في حق الرحمان... فلم ولن أنساك يا أعز الناس ...زوجي الغالي

إلى كل أهلي ، صديقاتي ، إلى كل طالب علم وباحث عن المعرفة ...

إلى كل من علمني حرفا طيلة فترة دراستي ..... فخيركم خيركم من تعلم وعلم

و بفاضي القلم الباكي... إلى كل من وسعته ذاكرتي ولم تسعه مذكرتي...

إلى كل هؤلاء أهدي ثمرة جهدي ...

Rania ghara

إهداء

إلى من قال فيهما الله عز و جل :

"وقضى ربك الا تعبدوا إلا إياه و بالوالدين إحسانا "

إلى نور عيناي اللتان أبصر بهما جمال الوجود .إلى السيدة النبيلة

التي أضاءت حياتي بنورها. إلى نبع الحنان وصاحبة القلب الكبير.

إلى أغلى ما ينطق به اللسان أمي الغالية حفظها الله و رعاها .

إلى أعز الناس إلى قلبي. إلى من وهب لنا عمره ... إلى سندي في

الحياة أبي الغالي حفظه الله

الى من عشت معهم أحلى و أجمل اللحظات إخوتي و أخواتي

إلى كل من يحمل لقب حويذق إلى كل الأهل و الأقارب

إلى من كانوا إخوة لي في هذه الحياة. إلى كل أصدقاء

الدرب الجامعي إلى كل طلبة السنة الثانية ماستر كيمياء المياه .

حويذق محمد الطيب

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
1	يمثل الفيروسات المتواجدة في مياه الصرف الصحي	08
2	يمثل بعض أنواع البكتيريا الممرضة	09
3	يمثل بعض أنواع الديدان المعوية الممرضة	09
4	يمثل بعض أنواع الأوليات الممرضة	10
5	يبين تأثير المعادن الثقيلة على صحة الإنسان	15
6	يمثل نسبة المعادن الثقيلة في حمأة محطة تقرت 27-08-2018	24
7	يمثل نسبة المعادن الثقيلة في حمأة محطة تقرت 20-11-2018	25
8	يمثل الحدود القصوى للمعادن الثقيلة في الحمأة المعالجة المراد استخدامها في الأراضي الزراعية	25
9	يمثل الحدود القصوى للملوثات الحيوية في الحمأة المعالجة المراد استخدامها في الأراضي الزراعية	26
10	يمثل الخصائص السمادية للحمأة المعالجة المراد استخدامها في الأراضي الزراعية	26
11	يمثل أنواع المحاصيل الحقلية. الخضار والفواكه	27
12	يوضح النتائج الفيزيوكيميائية المتحصل عليها	35
13	يوضح النتائج البكتيرية المتحصل عليها لعينة السطح	45
14	يوضح النتائج البكتيرية المتحصل عليها لعينة العمق	46
15	يوضح النتائج المتحصل عليها من تحاليل المعادن الثقيلة	48

قائمة الأشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
1	صورة توضيحية للحمأة في حوض التجفيف	3
2	صورة توضيحية للحمأة الناتجة عن مياه الصرف الصحي	4
3	صورة توضح مكونات الخلية البكتيرية	5
4	صور مجهرية لبعض أنواع البكتيريا المتواجدة في الحمأة	6
5	صور مجهرية لبعض أنواع الأوليات المتواجدة في الحمأة	7
6	صورة مجهرية للدولابيات	7
7	صور توضيحية لبعض أنواع الديدان المعوية المتواجدة في الحمأة	8
8	منحنى يمثل تطور النمو البكتيري بدلالة تركيز المواد الملوثة	10
9	صورة توضيحية للندفة البكتيرية ضمن السائل الممزوج في حوض التهوية	11
10	مخطط توضيحي يبين تأثير المواد السامة على العمليات الأيضية التي تقوم بها البكتيريا	12
11	ترميز المتغيرات المستخدمة في وضع معادلات المعالجة البيولوجية بحوض التهوية	14
12	مخطط يوضح مختلف طرق معالجة حمأة مياه الصرف الصحي	18
13	رسم توضيحي لأحواض التجفيف	19
14	رسم توضيحي للصفائح المضغوطة	23
15	صور لنتائج تسميد الذرة والقمح	23
16	صورة توضح تأثير الحمأة على طول المحاصيل	24
17	صورة لمحطة التطهير –ورقلة-	30
18	صورة لجهازي ال pH - mettre وConductimètre	32
19	صور الوسائط المستعملة في حساب نسبة الفسفور الكلي	34
20	صور الوسائط المستعملة في حساب نسبة النيتروجين الكلي	34
21	صور لبعض الأجهزة المستعملة	36
22	صور توضح طريقة تحضير العينة	38
23	صورة للعينات مزروعة في بيئة BCPL	38
24	صور توضح نتيجة اختبارIndole للكشف عن E-COL	39
25	صور توضح نتائج الاختبار التأكيدي للبكتيريا السباحيةالبرازية	40
26	صور توضح نتائج الاختبار الوجودي للبكتيريا السالمونيلا	41
27	صور توضح نتائج الاختبار الاحتمالي للبكتيريا السالمونيلا	41
28	صور توضح نتائج الاختبار التأكيدي للبكتيريا السالمونيلا	42
29	صور توضح نتائج الاختبار الكشف عن الكلوستروديوم	43
30	البروتوكول التجريبي للكشف عن البكتيريا المدروسة	44
31	يمثل النسب المئوية لأهم العناصر الكيميائية المتواجدة في الحمأة	50
32	يمثل العد البكتيري للبكتيريا المتواجدة في الحمأة وفق جدول Mac-Grady	51
33	نسبة المعادن الثقيلة في الحمأة المدروسة مقارنة بحمأة محطة التطهير –تقرت -	52

قائمة الرموزوالإختصارات

التسمية	الرمز/الإختصار
Matières en suspensionالمواد العالقة	MES
MatièresOrganiqueالمادة العضوية	MO
Total Phosphore الفسفور الكلي	PT
Total nitrogène	NT
Segmented Filamentous Bacteria	SFB
Triple Sugar Iron Agarثلاثي سكر الحديد المائل	TSI
DichloroDiphenylTrichloro Ethane	DDT
OifficeNatinalAssainissement	ONA
Sludge Time Refined activation	SRT
DemandeBichimqueOygène	DBO
1	Npp/1ml
Nickelالنيكل	Ni
Zincالزنك	Zn
Cuivreالنحاس	Cu

الفهرس

الإهداء

قائمة الجداول

قائمة الأشكال

قائمة الرموز والإختصارات

مقدمةعامة .....**1**.....

الفصل الأول: عموميات حول الحمأة

ا-1- المـــقـــدّمـــــة .....**3**.....

ا-2-التـــعـريـــف بالحمأة .....**4**.....

ا- 3- مـصـدرالـحـمـأة .....**5**.....

ا-4- أهم الأحياء المتواجده في الحمأة .....**6**.....

ا-4-1- البكتيريا Bactérie: .....6.....

ا-4-2-الأوليات Protozoan : .....6.....

ا-4-3-الدولابيات Rotifers : .....7.....

ا-4-4-الديدان المعوية: .....7.....

ا-4-5-العوامل الممرضة: .....8.....

ا-5-العوامل المؤثرةعلى الحمأة .....**10**.....

ا-5-1-البكتيريا .....10.....

ا-5-2-تشكل الندف البكتيري .....10.....

ا--5-3تأثيرالمزج والأوكسجين المنحل .....11.....

ا-5-4تأثيرالموادالمغذية .....11.....

ا- -5-5الإنزيمات .....11.....

ا--5-6تأثيرالpH .....12.....

ا--5-7تأثيردرجة الحرارة .....12.....

ا--5-8تأثيرالموادالسامة والمعادن الثقيلة .....12.....

ا- - 6أنواع الحمأة .....**13**.....

ا- -6-1الحمأة النشطة والحمأة غيرالنشطة .....13.....

ا-6-1-1- الحمأة النشطة : .....13.....

ا-6-1-2 –الحمأة غيرالنشطة : .....13.....

ا-6-2- الحمأة الرطبة والحمأة الجافة .....13.....

I-6-1-2- الحمأة الرطبة : 13
I-6-2-2- الحمأة الجافة: 13
I-6-3- حمأةحضرية وحمأة صناعية 13
I-6-3-1- الحمأة الحضرية: 13
I-6-3-2- الحمأة الصناعية : 13
I-7-عمرالحمأة 13
I-8-تأثيرالحمأة غيرالنشطة على البيئة 14
I-9- معالجة الحمأة 15
I-9--1جمع الحمأة 16
I-9-2طرقمعالجةالحمأة 16
I-9-2-1المعاييرالمتبعةلاختيارنمط (طريقة) المعالجة.. 16
I-9-2-2طرق معالجة الحمأة 16
I-9- 2-3طريقة معالجةحمأة الصرف في الجزائر 18
I–10-مجالات استخدام الحمأة المعالجة 20
I-11-مجالات استخدام الحمأة المعالجة في الجزائر 21
I- 11-1الهدف من استخدام الحمأة المعالجة في المجال الزراعي 21
I- 11-2 –تأثيرالأسمدة الكيميائية على البيئة والكائنات الحية 22
I- 11-3-فوائدإضافة الحمأة للتربة 22
I-12-إثباتات الدراسة 22
I-12-1-دراسةأجريتفيسوريا<<تأثيرالحمأةالصرف الصحي في إنتاجية المحاصيل وتراكم العناصرالثقيلة في التربة والنباتات 2004/05/01 >> 22
I-12-2- دراسة في فلسطين حول <<تقييم الجوانب القانونية والتقنية والاقتصادية لإدارةحمأة الصرف الصحي في المناطق الحضرية الفلسطينية – ريم حلبي - 2017>> 23
I-12-3-دراسة أردنية حول <<تأثيرإضافةالحمأة في إنتاجية نبات Diplotaxis erucoudesوقدرتهاعلى مراكمة عنصر يالزنكو الكادميومربيعة توفيق زحلان 1 ،سهيل نادر 2016>> 24
I-12-4- دراسةجزائرية –دراسة دورية - <<تحديد نسبة المعادن الثقيلة في الحمأة الموجهة للزراعة –محطة تقرت - >> 24
I- 13- المعاييرالمسموح بها لاستخدام حمأة الصرف الصحي في الزراعة وفق المنظمة الجودة البيئية –فلسطين- 25.

الفصل الثاني: الجانب العملي

II-1تقديم منطقة الدراسة (ورقلة) 29
II-1-1الموقع الفلكي 29

II-1-2الموقع الجغرافي 29
II-2تقديم محطة التطهيرالرئيسية ورقلة **30**
II-3- طرق العمل في المخبر **31**
II/- -3-1التحاليل الفيزيوكيميائية 31
II-3-1- 1- الأدوات والأجهزة المستعملة 31
II-3-1- 2- الكواشف المستعملة 31
II-3-1-3- تحضيرالعينة 31
II-3-1-4-الخصائص الفيزيائية 31
II-3-1-5-الخصائص الكيميائية 32
II-3-2- التحاليل البكتيرية 35
-3-2-1-الأدوات والأجهزة المستعملة..... II37
-3-2-2-البيئات والكواشف المستعملة..... II38
-3-2-3- احتياطات العمل..... II38
-3-2-4- تحضير العينة..... II39
II-3-2-5- الكشف عن بكتيريا الكوليفورم الكلية والبرازية وE-COL 39
II-3-2-6- الكشف عن البكتيريا السباحية الكلية والبرازية: 40
II-3-2-7-الكشف عن بكتيريا السالمونيلا 40
II-3-2-8-الكشف عن الكلوستروديوم 42
II-3-2-9- البروتوكول التجريبي 43
II-3-2-10-النتائج: تماسناد النتائج إلى جدول MAC-Grady لتعداد البكتيريا. 45
II- 3-3-تحاليل المعادن الثقيلة 46
II-3-3-1-الأدوات والأجهزة المستعملة 46
II-3-3-2الوسائط المستعملة 46
II-3-3-3-تحضيرالعينة 47
II-3-3-4حساب نسبة(Ni) 47
II-3-3-5-حسابنسبة(Zn) 47
II-3-3-6- تحديدنسبة(Cu) 47
II-3-3-7النتائج المتحصل عليها 48

الفصل الثالث:تحليل ومناقشة النتائج

III-1-بالنسبة للتحاليل الفيزيوكيميائية: 50

III-2-بالنسبة للتحاليل البكتيرية 51
III-3-تحليل ومناقشة نتائج المعادن الثقيلة 52
الخاتمة **..... 54**
قائمة المراجع : **..... 55**

مقدمة عامة

مقدمة عامة

الماء هو الضروري لاستمرار الحياة بصفة عامة وللكائنات بصفة خاصة ونظرا للحاجة إليه واعتباره الأساس فهو مصدر تهديد لهذه الحياة إذ يعتبر من أهم وأثمن الموارد الطبيعية حيث يشغل نسبة 71% من مساحة الأرض [1] ونظرا لاستعمالات الإنسان المتعددة من شرب ,غسيل ,تنظيف وسقي المحاصيل الغذائية. فضلا عن استخدامه في الصناعات و العديد من الاستخدامات الأخرى ونتيجة الاستهلاك اليومي للمياه النقي تنتج المياه العادمة أو ما يسمى بمياه الصرف الصحي .

ونظرا للتزايد المستمر في النمو السكاني للمجتمعات البشرية والتطور التابع في شتى المجالات خاصة المجال التكنولوجي أدى هذا إلى زيادة الاستهلاك للمصادر المائية وهذا ما استدعى إلى معالجة المياه المستعملة لإعادة استغلالها وبذلك توفير مصدر جديد للمياه ألا وهو مياه الصرف الصحي المعالجة الموافقة والمضبوطة بالمعايير الموافقة للمعايير العالمية والوطنية التي تظهر مدى نجاح هده التقنية .

إلا أن هذه الأخيرة تحل مشكل الماء من جهة وتطرح مشكلا ثاني من جهة أخرى وهو مشكلة التلوث البيئي الناتج من عملية تصفية أو معالجة المياه المستعملة إذ تنتج خلال هذه العملية حمأة متمثلة في مواد عضوية ومواد غير عضوية ومواد أخرى كالمعادن الثقيلة يصعب التخلص منها لكن هذا لا يمنع من إمكانية معالجتها وتثمينها واستغلالها هي الأخرى لحل مشكلة التلوث .[2]

ومن هذا المنطلق يمكننا اعتبار كميات الحمأة الناتجة من محطات الصرف الصحي بأنها مورد كامل بحاجة إلى الاستغلال لتتحول من مصدر تلوث بيئي إلى مصدر يحدث فرقا هاما في المجالات البيئية ، الزراعية و الاقتصادية. [3]

إلا أن السؤال الذي يطرح نفسه هل بإمكان معالجة هذه الحمأة معالجة فعلية واستغلالها في مجالات معينة كمجال الزراعة مثلا وهذا ما سنتطرق إليه بالتفصيل في دراستنا هاته.

عموميات حول الحمأة

I-1-مقدّمة

تحوي مياه الصرف الصحي قبل معالجتها عدة عناصر صلبة و ذائبة حيث يمثل الماء فيها بنسبة 99.9% والبقية عبارة عن ملوثات مثل المواد العالقة ، مواد عضوية قابلة للتحلل ،كائنات حية مسببة للأمراض ،مواد مغذية للنباتات كالنيتروجين والفسفور ...، مواد عضوية مقاومة للتحلل، أملاح معدنية ذائبة والأخطر من ذلك تواجد المعادن الثقيلة.

ومن الأسباب الهامة لمعالجة هذه المياه هو إزالة المواد العالقة والطافية والتخلص من المواد العضوية المتحللة وبعض الأحياء الدقيقة المسببة للأمراض وفي نفس الوقت الحصول على مورد أو مصدر جديد للماء. [3]

تمر عملية المعالجة بعدة مراحل بدءا من إفراغ الغازات و نزع المواد الصلبة كبيرة الحجم والأتربة وترسيب المواد القابلة للترسيب في هيئة حمأة أولية وبذلك نحصل على مياه عادمة رائقة، توجه هذه الأخيرة إلى أحواض المعالجة الثانوية أين تتدخل البكتيريا لتقوم بمختلف العمليات من أجل هضم وتحليل المواد القابلة للتحلل إسنادا لإحدى طرق المعالجة التي تعزز عملها كطريقة (البحيرات الاصطناعية، النباتات المحلية ، الحمأة المنشطة ...) ومنها تنتج حماة ثانوية يتم التخلص منها بطرق غير آمنة مخلفة وراءها تلوثا بالبيئة فهي بذلك تخلق مشكلا بيئيا فيتوجب علينا دراستها لإمكانية استغلالها هي الأخرى في مجالات عدة مثل ما استغل الماء الناتج عن عملية المعالجة في المجال الزراعي لتكون صديقة للبيئة هي الأخرى، ثم تلي المعالجة الثالثية وهي آخر مراحل المعالجة حيث يتم تعقيم المياه قبل نقلها أو استغلالها في الري [4_6].

الشكل (01): صورة توضيحية للحمأة في أحواض التجفيف[2]

I-2- التـــــعـــريـــــف بالحمأة

تعد الحمأة من أهم المنتجات الثانوية الناتجة من عملية معالجة مياه الصرف، وهي عبارة عن مواد صلبة وشبه صلبة مترسبة ، كما أنها تحتوي المواد العضوية المحملة بالبكتيريا والكائنات الدقيقة التي تقوم بتحليل المواد العضوية القابلة للتحلل ، وتتكاثر هذه الأخيرة تحت ظروف مناسبة ، وتحوي كذلك على أعداد هائلة من الطفيليات المسببة للأمراض كما أنها تحوي على المعادن الثقيلة بتراكيز مختلفة[2] [7]

وتصنف الحمأة إلى عدة تصنيفات ، فمن ناحية اختلاف قوامها فهي تصنف إلى صنفين حمأة رطبة وحمأة جافة ، أما من ناحية مصدرها فهي تصنف إلى حمأة مياه صرف منزلي وحمأة مياه صرف صناعي ، فهي تختلف باختلاف نسبة المواد العضوية بها ، أما من ناحية نشاطها فتكون حمأة نشطة تستعمل في معالجة المياه وحمأة غير نشطة تنقل إلى أحواض خاصة من أجل معالجتها هي الأخرى .

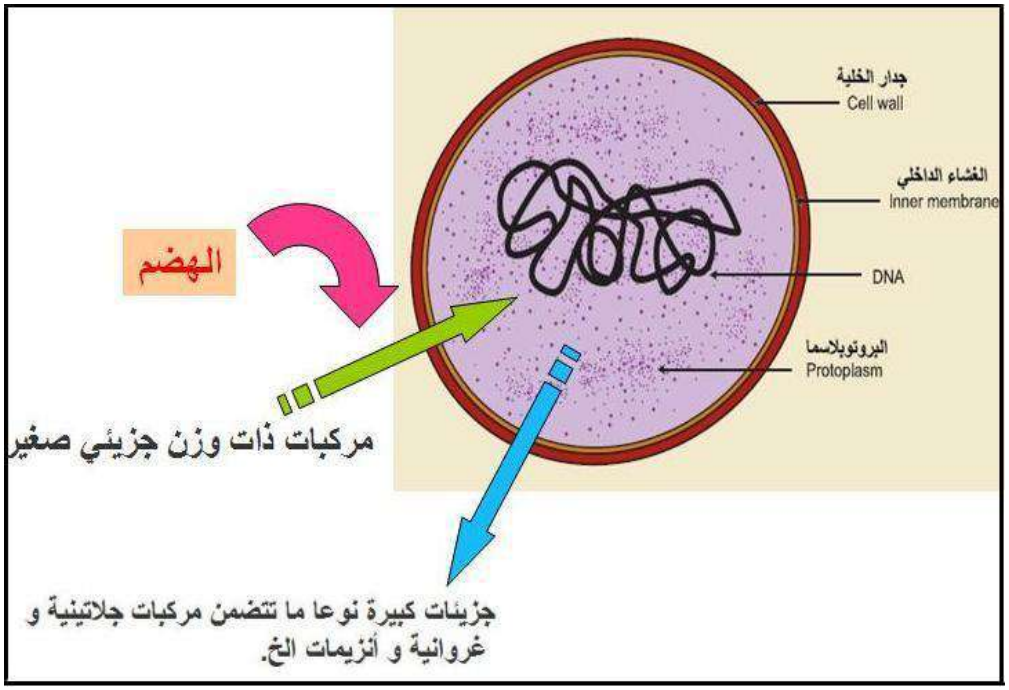
ومن أهم المكونات الأساسية للحمأة:[7]

- المادة العضوية بنسبة (40-60)%
- مركبات غير عضوية تختلف نسبتها حسب مصدر هذه المادة (النيتروجين العضوي، الفسفور العضوي...)
- بعض العناصر المعدنية كالكالسيوم ...
- بعض العناصر المعدنية الثقيلة الضارة والسامة (النيكل ، الكادميوم ، الرصاص...)
- الكائنات الحية متنوّعة ومختلفة
- تتراوح نسبة الماء في الحمأة ما بين (80-97)%

الشكل (02): صورة توضح الحمأة الناتجة من معالجة مياه الصرف الصحي[2]

I-3- مـــصـــدر الـــحـــمـــأة

تتم عملية المعالجة للمياه المستعملة وفق مراحل عدة بدءا بالمعالجة الفيزيائية ثم البيولوجية وأخيرا المعالجة المعقمة، وتعد مرحلة المعالجة البيولوجية من أهم مراحل المعالجة حيث يتم فيها إشراك الكائنات الدقيقة من بكتيريا ،طحالب ،بروتوزولا ... المتواجدة في حوض التهوية التي تعمل على هضم المواد الملوثة (عضوية ومعدنية) التي تعتبر الغذاء الأساسي لها ، فنستفيد من ذلك في نمو وتكاثر الكائنات الدقيقة (زيادة حجم الحمأة) وفي نفس الوقت إزالة الملوثات من الوسط ويحدث هذا بفضل ما تمتاز به كل الكائنات الدقيقة ، فمثلا الخلية البكتـيرية تمتاز بـأبعاد تتراوح ما بيـن (0.5-2) مكرون تحوي بداخلها السيليسلوز والعديد من العناصر الكيميائية محاطة بغشاء وهذا الأخير محاط بجدار قاسي مصنوع من البوليمر السكري ، تقوم البكتيريا بهضم الجزيئات الصغيرة التي تمر عبر الغشاء والجدار لتغذيتها وبهذا تتكاثر بالانقسام الثنائي عند نموها إلى حد معين ثم تنمو البكتيريا الصغيرة إلى أن تكبر هي الأخرى فتنقسم وهكذا.[8]



الشكل (03) : صورة توضح مكونات الخلية البكتيرية.[8]

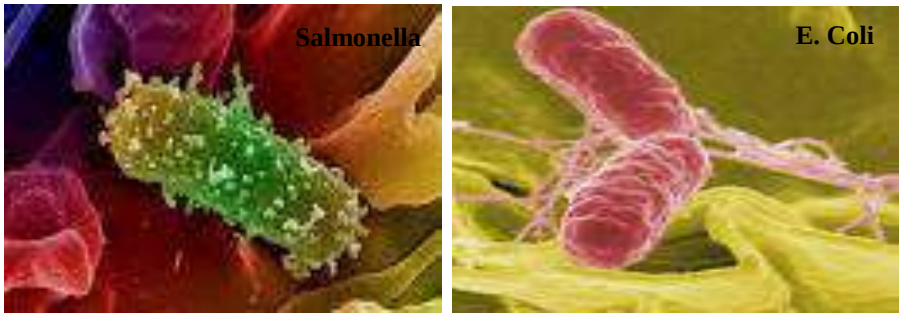
تكون نتائج الهضم عبارة عن مركبات جزئية معقدة جلاتينية وهلامية تطرحها البكتيريا والتي تتحد مع الإنزيمات المنظمة لحركة الشوارد والجزيئات لتساعد على ربط البكتيريا وتجمعها في شكل كتل تسمى بالندف البكتيري حيث تكون البكتيريا ملتصقة بالسطوح الداخلية والخارجية للندف .[8]

إن الانقسام المستمر للبكتيريا يزيد من حجم الندفة فيتم ترسيبها في حوض الترسيب النهائي ، إلا أنه من الضروري المحافظة على كمية كـافية من الحمأة في حوض التهوية وهذا ما يتـوجب إعـادة جزء منهـا إليه ، أما الجزء المتبقي يتم نقله إلى أحواض التجفيف ليمثل الحمأة غير النشطة التي تشكل مشكلة بيئية في حال عدم معالجته واستغلاله أو التخلص غير الآمن لها [9] ، وعلية نقول أن الحمأة منتج حيوي ناتج عن أحواض معالجة المياه المستعملة ويتوقف نوعها على حسب مصدر المياه.[8]

I-4-أهم الأحياء المتواجدة في الحمأة:

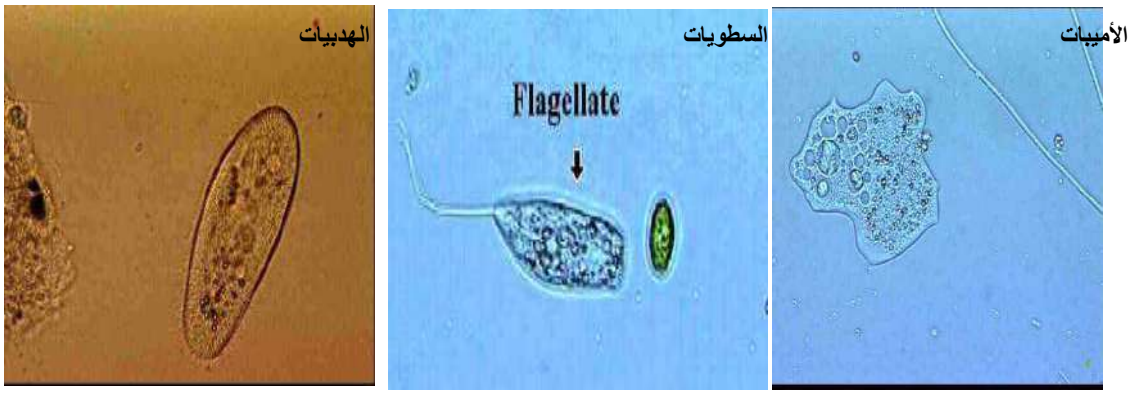
إن مياه الصرف تحوي من الناحية العضوية على أحياء مجهريه مختلفة مصنفة إلى أحياء دقيقة ،نباتات كالطحالب والحيوانات كاللاّفقريات ، إلا أن القسم الأكثر أهمية فيما يتعلق بالمعالجة الحيوية لمياه الصرف هو قسم الأحياء الدقيقة وخاصة البكتيريا ،وحيدات الخلية والطحالب إضافة إلى تواجد الأحياء الممرضة والتي تمثلها مجموعة الكوليفورم التي تأخذ كدليل حيوي على وجودها بالمياه ، والتي نفسها تكون متواجدة في الحمأة الناتجة عن عملية المعالجة وهذا ما يفرض معالجتها قبل التخلص منها ومن بين هذه الأحياء نجد:[10]

I-4-1- البكتيريا Bactérie: وهي أحياء وحيدة الخلية تنمو في مياه الصرف ،تمثل القسم الأكبر 95% من كتلة الحمأة لتكاثرها وسرعة انتشارها ، تستهلك المواد القابلة للتحلل كالبروتينات ،والكربوهيدرات ... [10] ومن أكثر أنواع البكتيريا تواجدا الاشرشيا E-COL، السالمونيلا Salmonella،الشيغيلا Sigillé، البكتيريا العنقودية Staphaurous... [7] .



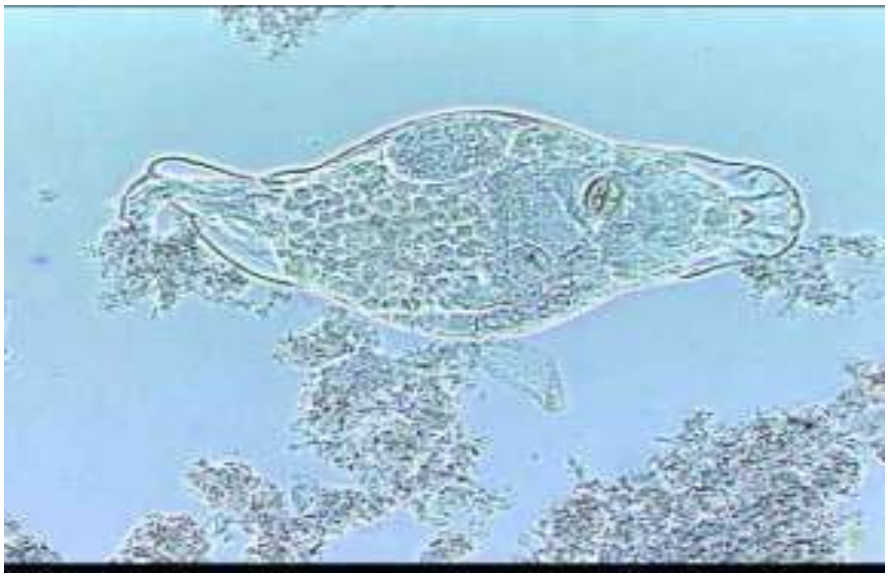
الشكل (04) : صور مجهرية لبعض أنواع البكتيريا المتواجدة في الحمأة.[7][8]

I-4-2-الأوليات Protozoan : هي أيضا من وحيدات الخلية لكن تواجدها في حوض التهوية بنسب قليلة بأمد قصير ولفترة محدودة ، يرجع ذلك لحياة أنواع الأحياء المكونة لها ،فمثلا الأميبات تتكاثر فقط في حال وفرة المواد المغذية لأنها غير قادرة على منافسة البكتيريا في الغذاء لبطئ حركتها ، أما السطويات فهي تبدأ في الظهور حالما تختفي الأميبات ، تتغذى السطويات على الغذاء المنحل فيصعب عليها هي الأخرى منافسة البكتيريا فيبدأ عددها في التناقص، إلا أن وجود هذين النوعين بكثرة في أحواض التهوية يشير إلى توفر كمية كبيرة من الغذاء وبالتالي مازالت المياه تحوي ملوثات ، أما الهدبيات فهي تتغذى على البكتيريا في الوقت الذي تتنافس فيه البكتيريا والسطويات على المواد المنحلة [7،10].



الشكل (05) : صور مجهرية لبعض أنواع الأوليات المتواجدة في الحمأة[10]

I-4-3-الدولابيات Rotifers : قليلة العدد في الوسط لكن لها دور أساسي ، فهي تعمل على إزالة عكرة المياه الخارجة من المحطة بإزالة البكتيريا غير المتندفة وفي نفس الوقت تفرز مادة مخاطية تساعد على تشكل الندف [10]



الشكل (06): صورة مجهرية للدولابيات[10]

I-4-4-الديدان المعوية: يوجد عدد كبير من الديدان في مياه الصرف ذات أصل برازي لها القدرة على العيش في الوسط لكن لفترة محدودة ، أكثر أنواع انتشارا الديدان الشريطية، الإسكارس والبلهارسيا وهذا النوع من الديدان مصنف ضمن العوامل الممرضة .[7]

الشكل (07) : صور توضيحية لبعض الديدان المعوية المتواجدة في الحمأة [7]

I-4-5-العوامل الممرضة: العوامل الممرضة كثيرة وكثيرة متنوعة، متفرعة و متشعبة متعددة المصادر (إنسان، حيوان، التربة، مصادر أخرى...) تحملها مجاري مياه الصرف وأثناء المعالجة تلتصق بالحمأة من خلال الإنزيمات التي تفرزها البكتيريا فتنتقل من الوسط المائي إلى الحمأة ، وهذه العوامل ملخصة في الجداول التالية: [8][10]

الجدول التالي يوضح أهم الفيروسات المتواجدة في مياه الصرف الصحي والتي تنتقل بدورها إلى الحمأة

الجدول (01): يمثل الفيروسات المتواجدة في مياه الصرف الصحي

الفيروس	المرض
Adenovirus	مشاكل تنفسية
Coxsackievirus	التهاب البلعوم مع القشعريرة
Enterovirus	مشاكل تنفسية والتهاب الأمعاء
Influenza	أنفلونزا

الجدول التالي يوضح بعض أنواع البكتيريا المتواجدة في مياه الصرف الصحي والتي تنتقل بدورها إلى الحمأة.

الجدول(02):يمثل بعض الأنواع البكتيرية الممرضة

البكتيريا	المرض
Brucella spp	الحمى المتموجة
Campylobacter jejuni	التهاب الأمعاء
Enterotoxigenic Escherichia Coli (ETEC)	التهاب الأمعاء و الإسهال
Leptospira interrogans icterohemorrhagiae	داء اللولبية النحيفة
Mycobacterium tuberculosis	السل
Salmonella enteric paratyphi	التفويد
Salmonella spp	التسمم الغذائي
Salmonella typhi	حمى التفويد
Vibrio cholera	الكوليرا

الجدول التالي يوضح بعض أنواع الديدان الطفيلية الممرضة المتواجدة في مياه الصرف الصحي والتي تنتقل بدورها إلى الحمأة.

الجدول (03):يمثل بعض أنواع الديدان الطفيلية الممرضة

الدودة	المرض
الدودة الشريطية	الإسهال وألم البطن
الأنكلستوما	الأنيميا
الاسكاريس	آلام البطن والإسهال والعصبية والخمول وفقدان الذاكرة وفقرالدم
الدودة الشوكية	مرض الأكياس المائية
الدودة الاسطوانيه القزمه	البلهارسيا
الدودة السوطية	اسهال ، أنيميا

الجدول التالي يوضح أهم الأوليات المتواجدة في مياه الصرف الصحي والتي تنتقل بدورها إلى الحمأة.

الجدول(04): يمثل أنواع الأوليات الممرضة

الأوليات	المرض
Cryptosporidium parvum	الإسهال
Entamoeba Coli	قرحة ، إسهال
Entmoeba histolytica	الزنطاريا الأميبية

I-5-العوامل المؤثرة على الحمأة

I-5-1-البكتيريا

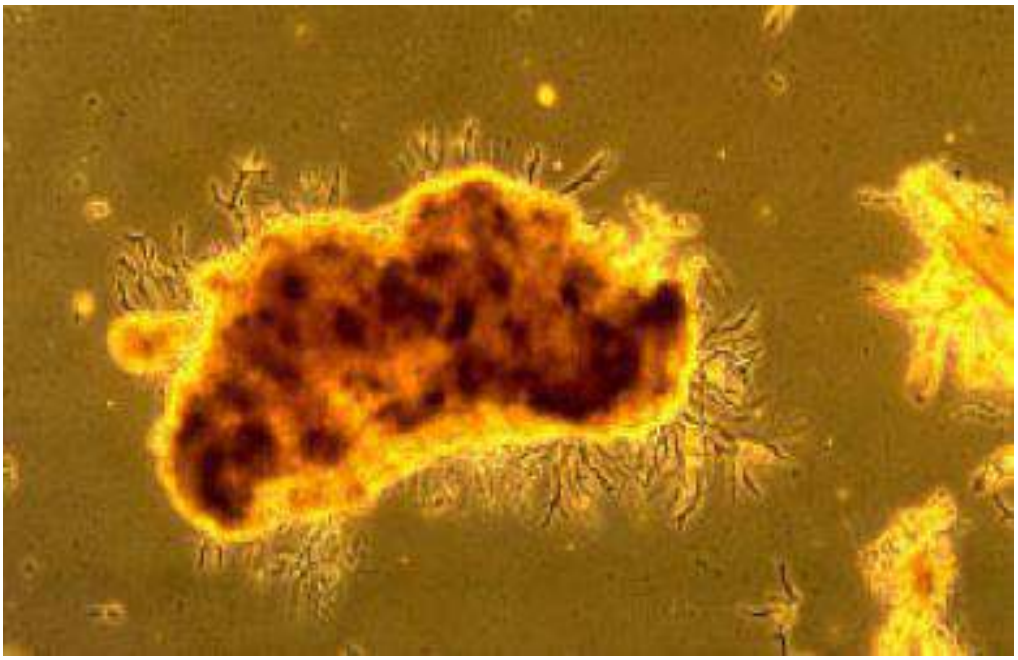
يتأثر نمو البكتريا بعوامل الوسط الموجودة به من درجة حرارة ،ال pH ،المواد العضوية والمغذيات من نيتروجين وفسفور... فكلما كانت هذه العوامل في قيمها المثلى كلما كان نمو البكتيريا جيد وبالتالي تتم عملية المعالجة البيولوجية بشكل جيد ، وعلى عكس ذلك في حال عدم ثبوت القيم المثلى فإن عمل البكتيريا يختل حيث تتأثر وظائف الإنزيمات التي تنتجها البكتيريا .[8]

الشكل (08) : يمثل تطور النمو البكتيري بدلالة تركيز المواد الملوثة[8]

I-5-2- تشكل الندف البكتيري

عندما تبدأ البكتيريا بالنمو تتطور عادة على شكل سلاسل أو مجموعات ، هذه البكتيريا كثيرة النشاط و الحركة بحيث يصعب ترسيبها، فهي لم تطور بعد الطبقة اللزجة التي تساعدها على الالتصاق مع بعضها ، وبزيادة عمر الحمأة تفقد هذه الكائنات قدرتها على الحركة ، وتجمع بعض المواد العضوية اللزجة التي تسهل عملية التصاقها مع بعضها البعض مشكلة ندفا ، وفي ظروف ملائمة تتكون كتل من الندف فيحدث لها عملية الترسيب .

إن المزج في حوض التهوية يجعل الندف يبقى بالحجم الصغير لأن قوى الترابط بينهما ليس كبيرا كون الأحياء لزجة، هذا ما يسمح للخلايا الحية والغذاء والأوكسجين بالتلاقي لتستمر عملية التهوية. [10]



الشكل (09): صورة مهجرية للندفة البكتيرية ضمن سائل الممزوج في حوض التهوية

I-5-3- تأثير المزج والأوكسجين المنحل

من أجل الحفاظ على البكتيريا ونموها تحتاج الكائنات الحية إلى الأوكسجين الكافي لتمثيل طعامها في حوض التهوية (2مغ/ل من الأوكسجين المنحل داخل حوض التهوية) لضمان حصول البكتيريا المتندفة على حاجتها من الأوكسجين ، وإذا كان أقل من ذلك فإن البكتيريا المتندفة الموجودة في الحواف تتغذى إلا أن البكتيريا المتندفة المركزية لا يصلها الأوكسجين ، وبالتالي لا يحدث مزج بين الكائنات الحية والغذاء فتموت وهذا ما يتسبب في تكوين ندفة غير مستقرة أو تكسير الندف المتشكل.[10]

I-5-4- تأثير المواد المغذية

تحتاج الكائنات الدقيقة إلى مواد مغذية معينة من أجل نموها واستمرار حياتها فلا بد من توفرها في الوسط ، ومن أهم العناصر التي تحتاجها الكائنات الدقيقة للقيام بنشاطها نجد الكربون العضوي (C) الذي يعبر عنه ب (DBO) كذلك النيتروجين (N) ، الفسفور (P)... كما أنها تحتاج إلى الكالسيوم ، المغنزيوم ، الحديد ... لكن بنسب ضئيلة .[10]

I-5-5- الإنزيمات

الإنزيمات مركبات تنتجها الأحياء لتساعدها في القيام بالتفاعلات البيوكيميائية التي تقوم بها كتفكيك المواد المغذية لها وإعادة بناءها إلى مركبات جديدة تحتاجها في عملية نموها وتكاثرها ، ولكي تعمل هذه الإنزيمات بشكل جيد لابد من توفر الظروف المناسبة في الوسط (درجة الحرارة ,ال pH...) .[10]

I-5-6- تأثير ال pH

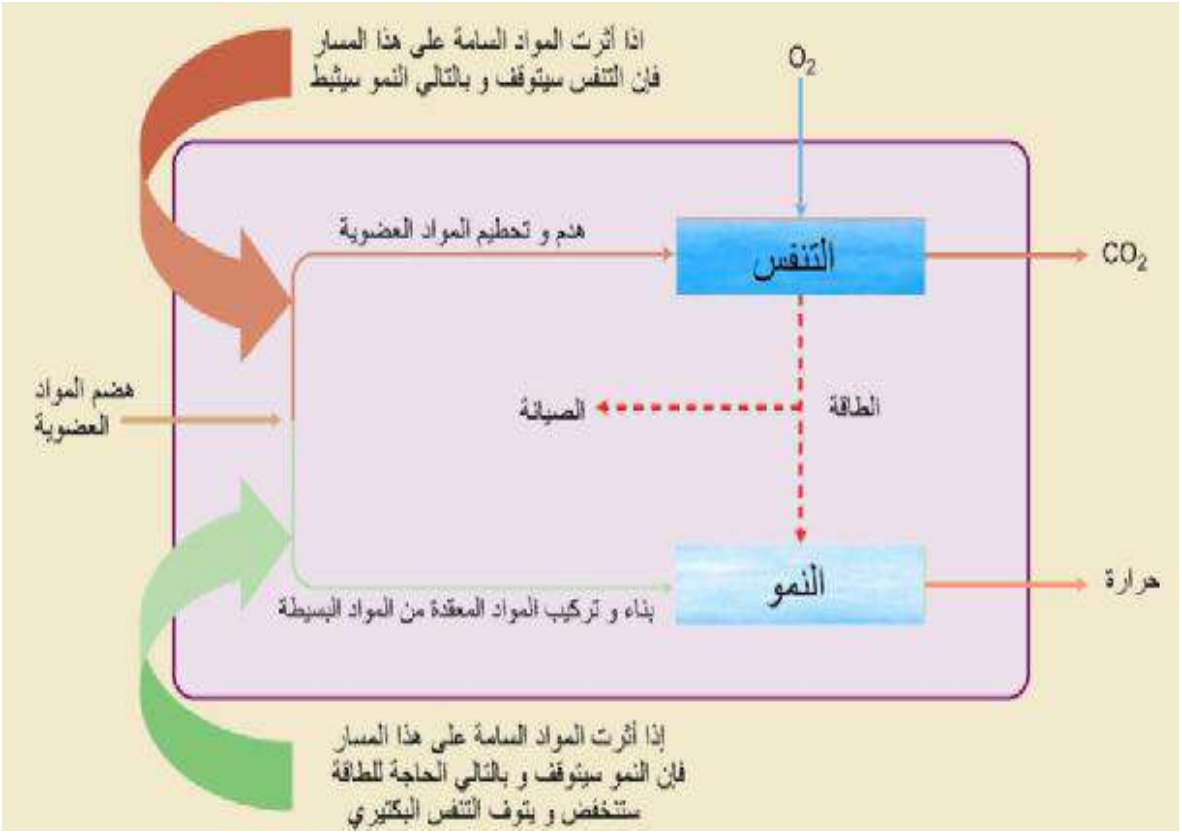
إن الإنزيمات التي تنظم العديد من التفاعلات البيوكيميائية تعتمد كثيرا على قيمة ال pH ، القيمة المثلى من أجل الإبقاء على الكائنات الحية في وسط الحمأة المنشطة هي (7-7.5) pH[10].

I-5-7- تأثير درجة الحرارة

إن التفاعلات البيوكيميائية تعتمد كثيرا على درجة الحرارة ، فالحرارة المنخفضة تسبب بطء التفاعلات وأثناء فصل الشتاء نحتاج إلى كائنات أكثر للقيام بنفس العمل الذي تقوم به الكائنات الحية في فصل الصيف .[10]

I-5-8- تأثير المواد السامة والمعادن الثقيلة

إن دخول المواد السامة إلى حوض المعالجة البيولوجية يعني دخولها إلى وسط الخلية البكتيرية فيتثبط إنتاج الإنزيمات اللازمة للقيام بوظائفها الحيوية من هضم وبناء ، أي أنها تأثر على التفاعلات الكيميائية التي يتم خلالها تحطيم المواد المعقدة من خلال عملية التنفس وإنتاج الطاقة ، وبالتالي فإن انخفاض معدل كل من التنفس البكتيري وإنتاج الطاقة يعتبر مؤشرا قويا على دخول المواد السامة والتي من بينها المعادن الثقيلة إلى حوض التهوية أثناء المعالجة.[8]



الشكل (10) :مخطط توضيحي لتأثير المواد السامة على العمليات الأيضية التي تقوم بها البكتيريا[8]

I-6- أنواع الحمأة

I-6-1- الحمأة النشطة و الحمأة غير النشطة

I-6-1-1- الحمأة النشطة : وهي رواسب المخلفات المجاري حديثة المعالجة غنية بالكائنات الدقيقة من بكتيريا وفطائر،خمائر ،بروزولا ... تضاف في البداية إلى أحواض المعالجة البيولوجية فتساعد تحت ظروف هوائية على سرعة تحلل ومعدنة المواد الموجودة بمياه المخلفات .[11]

I-6-1-2- الحمأة غير النشطة : خلال المعالجة البيولوجية لمياه الصرف داخل حوض التهوية تتشكل كتل هلامية محمولة ضمن الماء وهي الكتل الحيوية المتمثلة في الحمأة ،وبزيادة نشاط البكتيريا يزيد معدل نموها وتكاثرها وبالتالي يزيد حجم الحمأة فيتم ترسيبها في حوض الترسيب ،جزء منها يعاد إلى حوض التهوية للحفاظ على تركيز البكتيريا به وهي الحمأة النشطة (سابقة التعريف) أما الجزء المتبقي ينقل إلى حوض خاص بمعالجة الحمأة ويكون محمل بمختلف الأحياء الدقيقة و رواسب المخلفات والعوامل الممرضة وكذا المواد السامة والمعادن الثقيلة ويسمى بالحمأة غير النشطة ، وعليه نقول أن الحمأة غير النشطة هي فائض الحمأة النشطة المترسبة .[8][12]

I-6-2- الحمأة الرطبة و الحمأة الجافة

I-6-2-1- الحمأة الرطبة : وهي ذات القوام الرطب يتراوح محتوى المواد الصلبة فيها من (50-89)%.[2]

I-6-2-2- الحمأة الجافة: وهي ذات القوام الجاف لا يزيد محتوى الرطوبة فيها عن 10%.[2]

I-6-3- حمأة حضرية وحمأة صناعية

I-6-3-1- الحمأة الحضرية: وهي الناتجة من مياه الصرف الصحي تتراوح نسبة المواد العضوية بها (25-50)% من بينها مواد مغذية كالفسفور، النيتروجين... بينما نسبة المواد غير العضوية تكون % (50-75) أما نسبة الماء فيها مابين % (93-95) إضافة إلى العديد من الميكروبات المرضية وغير المرضية والمواد الكيميائية وكذا بعض المعادن.[2]

I-6-3-2- الحمأة الصناعية : الناتجة من مياه الصرف الصناعية وهي تحتوي على مواد اختلفت في مكوناتها ودرجة خطورتها وسميتها حسب نوع المواد الخام التي دخلت في الصناعة وحسب عملية الصناعة نفسها [2]

I-7-عمر الحمأة

يعرف عمر الحمأة على أنه زمن المكوث الوسطي للكائنات دقيقة ضمن النظام ، ويحسب على أنه قيمة المواد الصلبة المعلقة ضمن السائل الممزوج MLSS في النظام على MLSS المصروفة خارج النظام ، أي النسبة بين كمية الحمأة في حوض التهوية وكمية الحمأة الفائضة المنتجة ، يرمز لعمر الحمأة ب SRT ويقدر باليوم يتراوح ما بين أقل من يوم إلى 75 يوما حسب الإنتاج الصافي للحمأة ، أي كلما زاد عمر الحمأة قل الإنتاج الصافي لها وانخفاض عمرها يعود لسوء إزالتها من حوض الترسيب.[8]

تعطى عبارة عمر الحمأة بالعلاقة التالية:

$$SRT= (V^* X) / (Q_W * X_W) + (Q_e * X_e)$$

بحيث:

V : حجم حوض التهوية (m^3)

X : كتلة الحمأة ضمن حوض التهوية (mg/l)

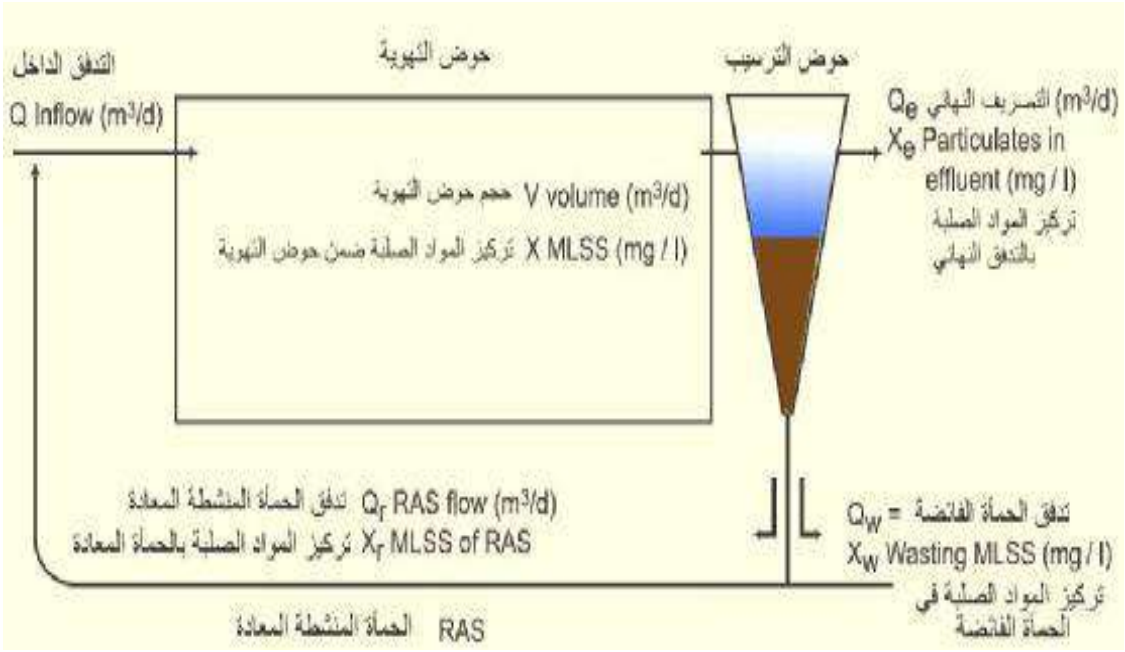
X_W:كتلة الحمأة في التدفق النهائي (mg/l)

X_e : كتلة الحمأة في التدفق الفائض (mg/l)

Q_W : كمية التدفق النهائي (m^3/j)

Q_e : كمية التدفق الفائض (m^3/j)

SRT: زمن الحمأة المكررة التنشيط



الشكل (11): ترميز المتغيرات المستخدمة في وضع معادلات المعالجة البيولوجية بحوض التهوية[8]

I-8- تأثير الحمأة غير النشطة على البيئة

وكما سبق الذكر والتعريف بالحمأة على أنها مواد الصلبة ناتجة من عملية المعالجة البيولوجية لمياه الصرف ، لذا فهي تحمل نفس مكوناته تقريبا قبل المعالجة من مركبات عضوية متطايرة وغير متطاير، عناصر معدنية ،(فسفور ، نيتروجين...)، كذلك الأحياء الدقيقة بأنواعها والعوامل الممرضة والسامة والأهم احتوائها على المعادن الثقيلة [2]، ادن فهي مادة ملوثة و إبقاءها يشكل خطرا على البيئة والكائنات الحية بإخلالها للتوازن البيئي حيث أن:[4]

* تحتوي الحمأة على مواد عضوية متطايرة والتي تتطاير إلى الجو لتسقط مع الأمطار موسعة في رقعة التلوث.[2]

* احتواء كل من التربة و الحمأة على أهم العناصر الأساسية المغذية للنبات (فسفور ونيتروجين) بوفرة ، فيأخذ النبات احتياجاته منها والفائض يتغلغل مع مياه الأمطار عبر طبقات الأرض ليصل إلى المياه الجوفية مؤذية إلى تلويثها هي الأخرى. [2]

* ارتفاع الملوحة في التربة تزيد من ناقليتها الكهربائية والتي بدورها تقيد أو تمنع النبات من امتصاص المواد المغذية له ملحقا ضررا بالجذور وعليه يقضى على الغطاء النباتي. [2]

*إن مصدر الحمل الوبائي الرئيسي للحمأة المتولدة من محطات معالجة مياه الصرف هو البراز الآدمي الذي يطرحه الأشخاص المصابين والذي تنقله الحشرات (ذباب ، بعوض ...) فيصاب الأشخاص غير المصابين بالأوبئة المنقولة وحتى الحيوانات [13]

* تصل المواد الكيماوية والمعادن الثقيلة إلى التربة عند إضافة إليها الحمأة غير المعالجة بهدف تحسينها ، إلا أن هده العناصر تتراكم فيها وتستقر نسبيا ، وهي سهلة الانتقال عبر السلسة الغذائية وذلك بظاهرة التراكم الإحيائي ، فبعض النباتات لها القدرة على متراكمة العناصر الثقيلة وبهذا تنتقل إلى الحيوان فالإنسان أو إلى الإنسان مباشرة فيصاب بأمراض خطيرة مؤدية غلى الموت أحيانا إذا تعدت النسب المسموح بها وفق المعايير العالمية والمحلية كما يبين الجدول التالي:[2][14]

الجدول (05): يبين تأثير المعادن الثقيلة على صحة الإنسان.[15]

المعدن	المرض
الألمنيوم Al	اضطراب في الرئة عند التنفس – الزهايمر
الكادميوم Cd	العقم – السرطانات – هشاشة العظام
الكروم Cr	ضمور الكلى والكبد – سرطان الرئة – الموت
النحاس Cu	تهيج الأنف والفم والعين بعدها حساسية
الرصاصPb	الأنيميا –الإجهاض – عقم الرجال
النيكل Ni	فشل الجهاز التنفسي – تشوهات خلقية

ولذلك فإن الحمأة تشكل مشكلة بيئية حتمية يتوجب مراعاتها بإيجاد حلول مناسبة لها ولا يمكن القول أن عملية المعالجة لمياه الصرف قد اكتملت إلا عند التخلص من هذه الحمأة بطريقة آمنة و سليمة.[2]

I-9- معالجة الحمأة

إن المواد الصلبة الناتجة من معالجة مياه الصرف قد تحوي مستويات مركزة من الملوثات التي كانت موجودة أصلا في مياه الصرف وما تحويه من مواد عضوية وغير عضوية ، المعادن الثقيلة والعوامل الممرضة والكائنات الدقيقة ، وبفضل هذه الأخيرة تجتمع هذه المواد في شكل ندف لتشكل الحمأة والتي بدورها تشكل مشكلة بيئية بحد ذاتها ، وهي آخذة مسار

التزايد بزيادة عدد السكان والتطورات الحضرية والاقتصادية ، وهنا تكمن مشكلة الدراسة التي تهدف إلى دراسة إمكانية تثمين واستغلال الحمأة الناتجة من حوض التهوية بعد ترسيبها وتجميعها لنقلها لحوض المعالجة للاستفادة منها في عدة مجالات .[2][10]

I-9-1- جمع الحمأة

تتكاثف المواد الصلبة وتترسب بفعل كتلتها والجاذبية من خلال تركيز المواد المترسبة لتتراص في القاع على أرضية حوض الترسيب والذي عادة ما يكون ذو شكل مخروطي مشكلة بذلك الحمأة ، تقشط هذه الأخيرة وتضخ إلى حجرة خاصة والتي هي نظام معالجة الحمأة أين تعالج بطرق مختلفة حسب مجال استغلالها.

I-9-2- طرق معالجة الحمأة

I-9-2-1- المعايير المتبعة لاختيار نمط (طريقة)المعالجة[10]

- حجم الحمأة المراد معالجتها
- مساحة الأرض المتوفّرة من أجل المعالجة
- الآثار الجويّة في المنطقة
- مواصفات التّربة و الحمأة
- التّطور التّكنولوجي المتوفر

I-9-2-2- طرق معالجة الحمأة

I-9-2-2-1 تكثيف الحمأة – تركيز الحمأة

الهدف من عملية التكثيف(التركيز) هو تقليل الرطوبة في الحمأة إلى % 96 وبالتالي زيادة تركيز المواد الصلبة وتقليل حجم الحمأة الفعلي،وتتم هذه العملية بفصل الكميات الزائدة من المياه في الحمأة , بواسطة خزانات مستقلة , وهناك ثلاث أشكال من عمليات التكثيف وهي[2]:

- التكثيف بالجاذبية
- التعويم الهوائي
- الطرد المركزي

I-9-2-2-2- الهضم –تثبيت الحمأة

إن المبدأ الأساسي لعملية هضم الحمأة هو إخضاع المواد العضوية الموجودة في الحمأة المستقرة للتفكيك الهوائي و اللاهوائية ،حتى تصبح نافعة وقابلة لنزع اكبر كمية رطوبة منها [2]

I-9-2-2-3- المعالجة – التكييف

هو عملية تعالج بها الحمأة إما كيميائيا أو بطرق أخرى قصد تهيئتها لعمليات لاحقة لإزالة الماء عنها وهي تعتمد على ثلاث طرق وهي:[2][10]

1) التنقية - التّرويق
2) المعالجة الكيميائية

3) المعالجة الحرارية

I-9-2-2-4- نزع الماء

الهدف من هذه العملية هو إنقاص حجم الحمأة إلى حد كبير،وبالتالي زيادة تركيز المواد الصلبة حيث يمكن لتركيزها أن يصل إلى نسبة (20-30)% وهي أيضا تعتمد على أربعة طرق هي:[2][10]

1) طريقة أحواض التّجفيف
2) التّرشيح الإنفراغي
3) الطّرد المركزي
4) التّرشيح الضاغط

I-9-2-2-5-التجفيف – تحويل الحمأة إلى كومبوست

وهي عملية تحلل حراري هوائي للنفايات العضوية لتتحول إلى مواد تربة عضوية ثابتة نسبيا وينتج هذا التحلل عن النشاط البيولوجية للأحياء المجهرية المتواجدة مع النفايات .

إن الكومبوست الجيد يمكن أن يحوي حتى 2% نيتروجين و 1% حمض الفسفور والعديد من العناصر النادرة والأهم أن له صفات الاحتفاظ بالماء والصفة الحيوية للتربة لذلك يمكن استغلال الحمأة مباشرة بعد التجفيف.

وتتم هذه العملية بطرق هي : [2][10]

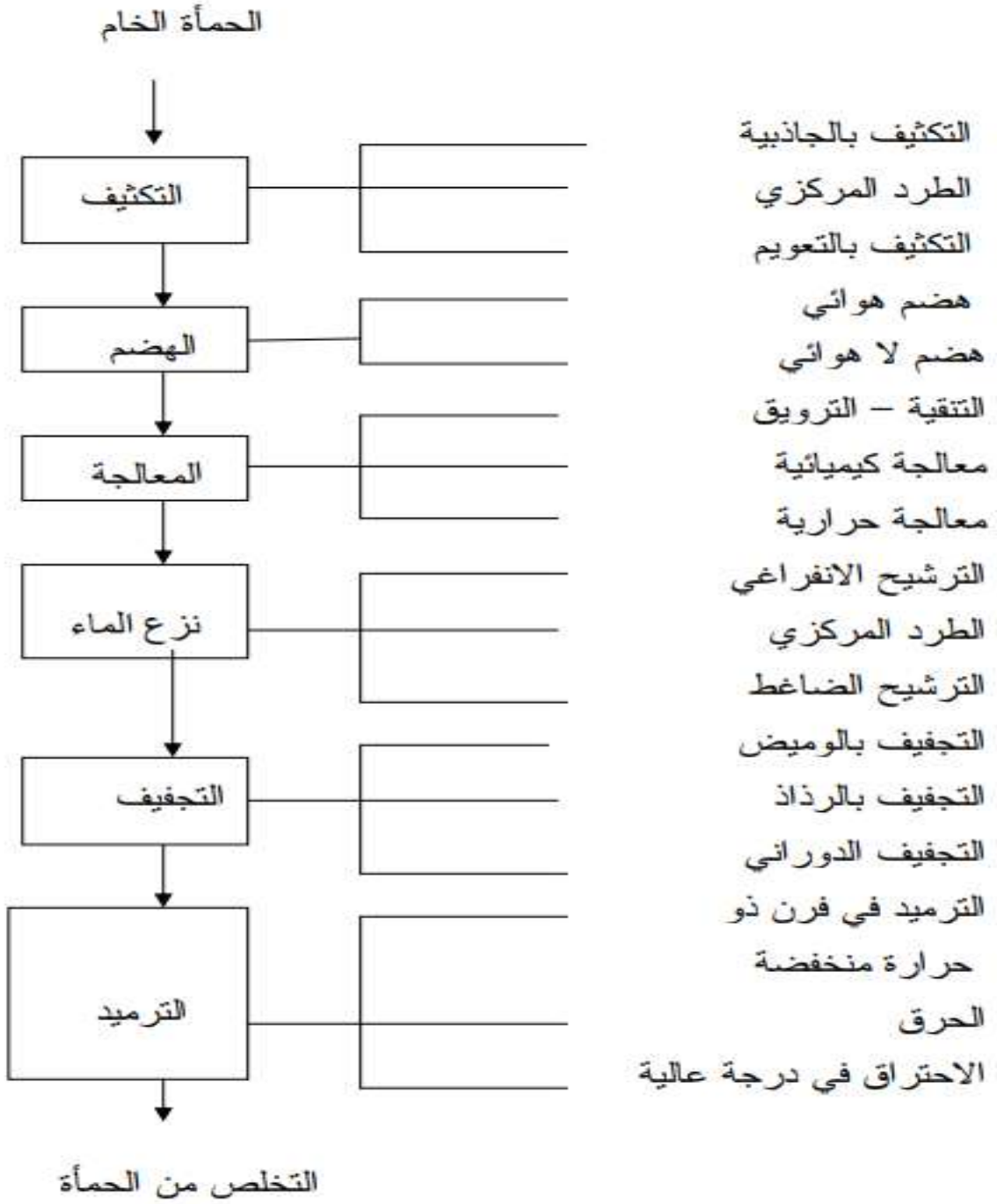
1) التجفيف الوميضي
2) الفرن الدوار
3) فرن ذو موقد متعدد

I-9-2-2-6- الترميد

الترميد وسيلة معالجة للحمأة تتضمن هدم المادة العضوية في الحمأة بالحرق عند درجات حرارة عالية °C(650-750) أي حرق الحمأة لإزالة الماء عنها وتختزل البقايا منها إلى رماد آمن غير قابل للإحتراق يمكن التخلص منه بشكل آمن على الأرض أو إلى أجسام مائية معينة أو طمره تحت الأرض .

إلا أن هذه الطريقة مكلفة جدا من حيت الوقود كما أنها تخلق مشكلة بيئية جديدة وهي التلوث الهوائي.[10]

يمكن تلخيص طرق معالجة الحمأة في المخطط التالي:[2]



الشكل (12):مخطط يوضح مختلف طرق معالجة حمأة مياه الصرف [2]

I-9- 2-3- طريقة معالجة حمأة الصرف في الجزائر

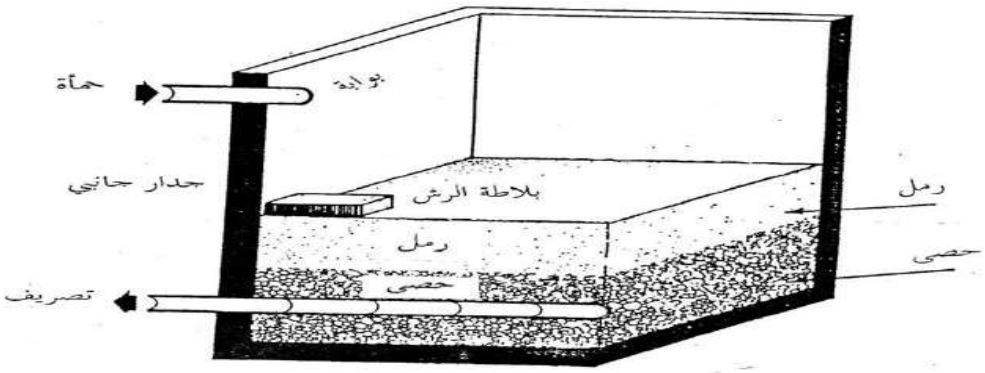
نظرا لعجز الإمكانيات في الجزائر وخاصة الجانب التكنولوجي ونقص الاهتمام بالبحث العلمي يجعلها تتبع طريقتين لمعالجة الحمأة أنا وهي طريقة إزالة الماء باستعمال أحواض التجفيف و الصفائح المضغوطة ،أما الطريقة الثانية هي الهضم اللاهوائي لكنها ناذرة الاستعمال ، تطبق هذين الطريقتين لسهولة تطبيقهما وصيانتهما وقلة التكلفة .

I-9-2-3-1- التجفيف

تعتبر أحواض التجفيف من أكثر الطرق المطبقة في الجزائر لمعالجة الحمأة وذلك لتوفر الأراضي اللازمة للتجفيف كما هو الحال في جنوبنا (محطة التطهير – تقرت - ، محطة التطهير – ورقلة - ...) كذلك لسهولة الصيانة ،حيث يحوي حوض التجفيف في الأساس على طبقتين من الحصى والرمل [16].

قبل إضافة الحمأة يجب التأكد من سمك طبقة الرمل (10-15) سم ويجب أن يكون رملا نظيفا ، تضاف الحمأة إلى أحواض التجفيف بسمك لا يزيد عن 25 سم ثم تترك تجف لمدة لا تقل عن 45 يوما ،أي حتى تبشر، ثم تزال إما يدويا أو ميكانيكيا ، تنقل إلى موقع آخر أين يتم التخلص النهائي منها بردمها أو استعمالها كمحسن للتربة [16][17]..

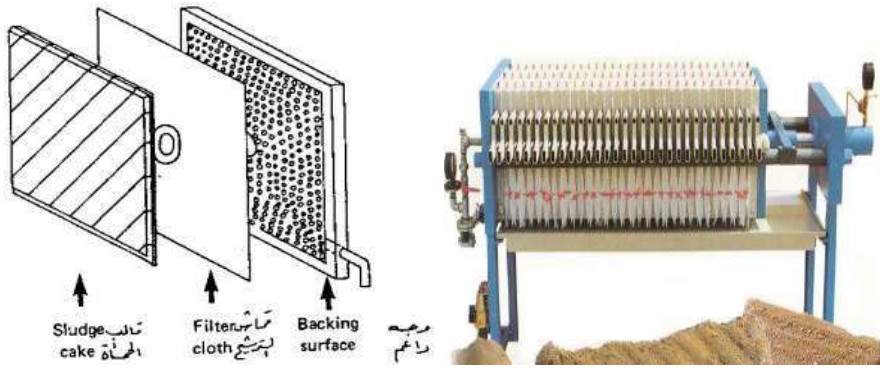
هذه الطريقة من أسهل الطرق تطبيقا وأقلها تكلفة لكنها تحتاج لمساحة واسعة لتعدد الأحواض كما أنها تصدر روائح كريهة والعيب الأكبر أنها تقل فعاليتها بانخفاض درجة الحرارة ولا تعمل في فترة الأمطار. [16]



الشكل (13): رسم توضيحي لأحواض التجفيف[16]

I-9-2-3-2- نزع الماء باستعمال الصفائح المضغوطة

تتبع هذه الطريقة في شمال البلاد حيث يتم الضغط على الحمأة من خلال الصفائح فتنتج كعكة حمأة أكثر تركيزا (25-40) % ، يفضل استخدام هذه الطريقة لإزالة الماء نظرا للظروف الجوية بشمال البلاد [16][17] .



الشكل (14) : رسم توضيحي للصفائح المضغوطة[10]

I-9-2-9- 3- الهضم اللاهوائي للحمأة - تثبيت الحمأة

يقصد بتثبيت الحمأة تحويل المادة العضوية الفعالة فيها إلى مواد خاملة غير ضارة ويكون الهضم تحت ظروف لاهوائية أي في غياب الأوكسجين وينتج عن ذلك غازات كثيرة يمثل الميثان فيها نسبة 65% ، أما الباقي من المواد الصلبة الثابتة أو بطيئة التحلل يتم التخلص منها في المجال الزراعي .

هناك عاملان أساسيان يؤثران على آلية الهضم اللاهوائي هما درجة الحرارة وتركيز الأس الهيدروجيني.

* درجة الحرارة:تؤثر درجة الحرارة على عملية الهضم بنسبة كبيرة حيث أن الزيادة المفاجئة فيها أو النقصان يخل في آليتها ،أما التغير المنتظم ينظم آليتها بحيث كلما زادت درجة الحرارة نقص زمن المكوث بالهضم.

* درجة الحموضة ال pH:تعبر قيمة الـ pH عن تركيز شوارد الهيدروجين وهو يبين فيما إذا كانت الحمأة في شروط حمضية أم قلوية ، كما أنة يدل على أن مشاكل التشغيل قد حدثت فعلا ، القيمة المثلى له تكون (7.5_6.5).

إضافة إلى عوامل أخرى ثانوية كالتحريك للمواد الصلبة داخل خزان الهضم ، فض الغاز المتشكل ، المواد السامة والمعادن الثقيلة [10]

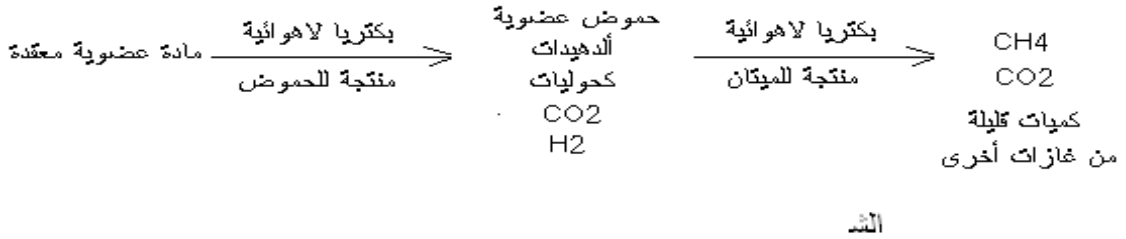
-آلية هضم الحمأة

تمر عملية هضم الحمأة بمرحلتين بوجود مجموعتين متباينتين من البكتيريا هما:

المرحلة الأولى: تمثلها البكتيريا المنتجة للحموضة التي تهاجم المواد العضوية المنحلة وغير المنحلة (كالسكريات...) فتنتج حموض عضوية بكميات كبيرة و كحوليات و ألدهيدات إضافة إلى غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 وحمض الكبريت H_2S.[10]

المرحلة الثانية: تمثلها البكتيريا المنتجة لغاز الميثان والتي تقوم بمهاجمة الحموض العضوية الناتجة من المرحلة الأولى كذلك المركبات النيتروجينية ، المواد البروتينية والأحماض الأمينية ... منتج بذلك غاز الميثان CH_4 الذي يمكن استخدامه كوقود وغازات أخرى مع باقي المادة الصلبة بنسبة قليلة توجّه للزراعة.[10]

المعادلة التالية تلخص مراحل الهضم اللاهوائي:



الشـ

I-10 – مجالات استخدام الحمأة المعالجة

تُعرّف الحمأة المعالجة بالحمأة التي أجريت عليها تعديلات بسيطة أو معقدة بطرق مختلفة مثلا لتكثيف ، الهضم اللاهوائي ،التجفيف وغيرها، لإحداث تغيير في تركيبتها الفيزيائية أو الكيميائية أو الحيوية أو كلامنها،حتى تحقق الشروط

والثوابت والمواصفات المحلية أو العالمية بهدف أن تصبحآ من هبيئيا وصحيا ،وبعد ذلك يمكن التخلص منها أو استخدامها في مجالات عدة تبعا لطرقة المعالجة ، القوانين المحلية والاعتبارات الاقتصادية [2][7]

- ❖ إضافته إلى الترب الزراعية .
- ❖ الحرق .
- ❖ الطمر الصحي في التربة.
- ❖ استعمالها في استصلاح الأراضي .
- ❖ الرمي في البحارو المحيطات والمجاري المائية.
- ❖ تحويل الحمأة إلى تروب.
- ❖ استعمال رماد الحمأة كمادة مالئة في صناعة الإسفلت.
- ❖ استعمالها في صناعة الإسمنت.
- ❖ استعمالها في عملية إنتاج الغازالحيوي.

I-11- مجالات استخدام الحمأة المعالجة في الجزائر

تشكل الحمأة مشكلة بيئية بحد ذاتها لأن الطريقة المتبعة حاليا في أسلوب معالجتها والتخلص منها قد يؤدي إلى تلوث البيئة بشكل أو بآخر،وذلك لاحتوائها على مسببات الأمراض وبعض العناصر والمركبات الكيماوية السامة إلا أنها أيضا تعد مصدرا جيداً للمادة العضوية والعناصر المغذية للنبات وتحسن خواص التربة الفيزيائية والكيمائية، هذا ما جعل إضافتها للأراضي الزراعية تطبيق شائع الاستعمال في العديد من الدول و من بينها الجزائر التي تسمح بإعادة استعمال المخلفات العضوية الصلبة في مجال الزراعة ، إلا أن استعمالها بشكل غير علمي وغير مرشد قد يسبب آثار خطيرة على النباتات و غداء الحيوانات وعلى صحة الانسان بشكل عام .[2]

هنا نصل إلى بيت القصيد والإشكال الذي يعيد طرح نفسه هل يمكن تثمين و استخدام الحمأة الناتجة من محطة معالجة المياه لمدينة - ورقلة - بجنوب الجزائر في المجال الزراعي ؟

I- 11-1- الهدف من استخدام الحمأة المعالجة في المجال الزراعي

خلال فترة ا لزراعة وإنتاج المحاصيل، يتم استهلاك كميا تكبيرة من الأسمدة الكيماوية وبعض من الأسمدة العضوية التي تؤثرمع طول فترة الاستخدام والتكرار المستمر على خصوبة التربة وصلاحيته الزراعية،وتحتاج بعد ذلك إلى الكثير من محسنات التربة لفترة منا لزمن حتى تصبح صالحة للزراعة مرة أخرى،كما ويمكن أن يمتد تلويثها إلى المياه الجوفية، وبالتالي تكون سبب في تضرر البيئة واقتصاد الدولة .

لذلك كان من الضروري البحث عن أسمدة بديلة أقل ضررا وأكثر فائدة للتربة والمزروعات ، وعليه اتجهت الأنظار حول دراسة إمكانية استخدام الحمأة الناتجة في المجالات الزراعيةِ كسماد بديل للأسمدة الكيماوية ،

نظرا لما تحتويه الحمأة من عناصر غذائية أساسية للتربة وللنباتات مثلا ا لكالسيوم،الكربون ،النيتروجين ، المواد العضوية،الكبريتات والبوتاسيوم.

I -2-11- تأثير الأسمدة الكيميائية على البيئة والكائنات الحية

تتطلبا لزراعة الكثيفة وتلبية الحاجة المتزايدة للغذاء استخداما واسع اللأسمدة الكيماوية ، باعتبارها المصدر الرئيسي للنيتروجين والفسفور في التربة،وهذا يستدعي زيادة الطلب العالمي عليها ، خاصة و أن المزارعين يلجئون إلى التسميد الكيميائي للحصول إلى أكبر كمية من الإنتاج بأفضل جودة ونوعية دون الالتزام بالكميات وأوقات وطرق الإضافة الصحيحة الموصى بها ، وهذا ما يؤدي إلى مضار فعلية بالمحاصيل ، مخلفا وراءه آثارا سلبية بالبيئة والتربة نتيجة إحداث تراكمات مختلفة من المواد الكيميائية وبالتالي زيادة نسبتها عن النسب المسموح بها وفقا للمعايير المحلية والعالمية ، مما يترتب عليه عدم انتظام في الضغط الأسموزي للتربة والنباتات،وبالتالي تناقص قدرة الجذورعلى امتصاص العناصر الغذائية المضافة عن طريق التسميد، مؤديا إلى ارتفاع الملوحة وخلق أضرار للنباتات،مما يترتب على ذلك فقدان مقدرة النباتات على الاحتفاظ بالماء وإصابته بالذبول،كما يمكن أن يعرض النباتات للإصابة بالآفات المرضية والحشرية ،و بالتالي يزيد من خطر إصابة الإنسان والحيوان بالأمراض المؤدية إلى الموت [2].

I -3-11- فوائد إضافة الحمأة للتربة [7]

- ✓ إمداد التربة بالمادة العضوية
- ✓ تزويد النباتات بالعناصر الغذائية الأساسية كالآزوت ،الفسفور، البوتاسيوم ، الكالسيوم ، المغنزيوم ...
- ✓ تحسين خصائص التربة الفيزيائية ن الكيميائية وكذا البيولوجية.
- ✓ تحسين وزيادة إنتاجية المحاصيل
- ✓ التقليل من استخدام الأسمدة الكيميائية بل ويمكن الاستغناء عنها

I-12- إثباتات الدراسة

وكما سبق الذكر أن العديد من الدول تستعمل الحمأة الناتجة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي المجال الزراعي لما تحويه من عناصر أساسية مغذية للتربة والنبات تمكنها من أخذ مكان الأسمدة الكيميائية كبديل لها بل وأحسن منها وهذا ما تؤكده الدراسات التالية:

I1-12-1- دراسة أجريت في سوريا << تأثير الحمأة الصرف الصحي في إنتاجية المحاصيل و تراكم العناصر الثقيلة في التربة والنباتات 2004/05/01 >> :

حيث أجريت هذه الدراسة حول الاستعمال الآمن للحمأة و تحديد الكميات المناسبة لإضافتها للتربة الزراعية و رصد الآثار البيئية و النباتات و المياه والصحة العامة ، حيث استعملت الحمأة في تسميد التربة المزروعة بمحاصيل دورة زراعية (قطن ، قمح ، الذرة الصفراء ، البيقية العلفية) أضيفت الكميات حسب احتياجات المحاصيل لعنصر الآزوت خلال 8 سنوات بمعدل إضافة 166 طن /هكتار

فكان ملخص النتائج كالتالي :

- إتاحة بعض العناصر المغذية الآزوت ، الفسفور ... وزيادة محتوى التربة بالمادة العضوية .
- تلعب الحمأة دورا ايجابيا في زيادة ورفع محتوى التربة من العناصر الخصوبيّة الهامة.
- أدى استعمال الحمأة إلى التقارب في الإنتاج مع معامله السماد العضوي.
- بقي تراكم العناصر الثقيلة في التربة ضمن حدود المحتوى الطبيعي.

- تركيز العناصر الثقيلة في النسج النباتية للمحاصيل المزروعة بقي ضمن حدود المحتوى الطبيعي الموصى به[7]

الشكل (14):نتائج تسميد الذرة والقمح بالحمأة [7]

I2-12-2/- دراسة في فلسطين حول << تقييم الجوانب القانونية والتقنية و الاقتصادية لإدارة حمأة الصرف الصحي في المناطق الحضرية الفلسطينية - ريم حلبي –

2017>>:أظهرت نتائج الدراسة أن طريقة التخلص من الحمأة الناتجة عن عملية تنقية مياه الصرف الصحي تكون بنقلها إلى مكب للنفايات ، على الرغم من قلة تركيز المعادن الثقيلة الضارة بها ، والتي تم إثباتها بدراسات وأبحاث علمية سابقة تم إجراؤها على بعض من حمأة محطات الدراسة الناتجة، والتي أثبتت مطابقتها للمواصفات العالمية والقياسات الفلسطينية الآمنة، والتي تمكن من استخدام الحمأة الناتجة كمحسن للتربة أو كسماد زراعي بديل عن الأسمدة الكيماوية.

من هذه الدراسة تم أخذ أربعة عينات لنبتة من نفس النوع وتم إضافة كميات متفاوتة من الحمأة بحيث:

النبتة رقم (01) لم تضاف إليها الحمأة .

النبتة رقم (02) أضيفت لها الحمأة بنسبة 20طن / هكتار .

النبتة (03) أضيفت لها 40طن/ هكتار.

النبتة رقم (04) أضيفت لها 60طن/ هكتار [2].

فكانت النتائج كالآتي :

الشكل (15): تأثير استخدام الحمأة على طول المحاصيل الزراعية[2]

I-12-3/- دراسة أردنية حول <<تأثير إضافة الحمأة في إنتاجيةنبات Diplotaxis erucoudes وقدرته على مراكمة عنصري الزنك والكادميوم ربيعة توفيق زحلان 1 ،سهيل نادر 2016>>

تهدف إلى دراسة تأثير إضافة كميات متزايدة من الحماة في إنتاجية النبات ومدى مراكمته لعنصر يالزنك والكادميوم في التربة وفي مختلف أجزاء النبتة بإضافة متفاوتة لكمية الحمأة المضافة في كل مرة بحيث:

النبتة الأولى لم يتم إضافة الحمأة لها فهي الشاهد

النبتة الثانية تم إضافة 20طن/الهكتار

النبتة الثالثة تم لإضافة 40طن/الهكتار

النبتة الرابعة تم إضافة 60طن/الهكتار

أجريت تحاليل فيزيائية وكيميائية للنبتة وعليه تم استنتاج أن هناك علاقة طردية بين كمية الحمأة المضافة وتركيز عنصري الزنك والكادميوم في التربة والنبتة إلا أن النسبة بقيت ضمن الحدود المسموحة تبعا للمواصفة القياسية السورية [18]

I-12-4/- دراسة جزائرية –دراسة دورية - <<تحديد نسبة المعادن الثقيلة في الحمأة الموجهة للزراعة – محطة تقرت - >>

محطة تطهير المياه بتقرت من أحد محطات التصفية بالجزائر إذ تصل نسبة نقاوة الماء بها بعد معالجتها إلى 98% ، كما أنها مرخصة لتوزيع الحمأة الناتجة بالمحطة للفلاحين وذلك بعد ما تجرى عليها مجموعة من التحاليل التي تضمن أن مكونات الحمأة ضمن الحدود الموصى بها ، ومن أهم التحاليل التي تجرى تحليل الحمأة للكشف عن نسبة المعادن الثقيلة بها قبل استعمالها بحيث وجد أن[19]:

الجدول يوضح نتائج التحاليل الدورية لتحديد النسبة المعادن الثقيلة للحمأة الناتجة من مياه الصرف الصحي لمحطة تقرت.

الجدول (06):نسبة المعادن الثقيلة في حمأة محطة –تقرت-.2018/08/27

العنصر	الطريقة المتبعة في التحليل	القيمة مغ/كغ
النيكل	ISO 8288	20
النحاس	ISO 8288	91
الكادميوم	ISO 8288	1
الرصاص	FD T90-112	82
الكروم	NF EN 1233	22
الزنك	ISO 8288	635

الجدول يوضح نتائج التحاليل الدورية لتحديد النسبة المعادن الثقيلة للحمأة الناتجة من مياه الصرف الصحي لمحطة تقرت

الجدول(07) :نسبة المعادن الثقيلة في حمأة محطة – تقرت - 2018/11/28

العنصر	الطريقة المتبعة في التحليل	القيمة مغ/كغ
النيكل	ISO 8288	13
النحاس	ISO 8288	101
الكادميوم	ISO 8288	0.66 >
الرصاص	FD T90-112	61
الكروم	NF EN 1233	9
الزنك	ISO 8288	508

I-13- المعايير المسموح بها لاستخدام حمأة الصرف الصحي في الزراعة وفقا لمنظمة الجودة البيئية – فلسطين- [20]

قرار رئيس سلطة جودة البيئة (م. كنعان سعيد عبيد) في سنة 2016 بشأن معايير الحمأة المعالجة

بعد الاطلاع على أحكام قانون البيئة رقم (7) لسنة 1999م، ولا سيما المادة 29 منه ، وبالتنسيق مع الجهات المختصة، وبناءً على مقتضيات المصلحة العامة، وبناءً على الصلاحيات المخولة لنا قانونياً،

بناءا على أحكام وقرار المجلس العلمي لسلطة جودة البيئة لفلسطين –غزة- الصادر بتاريخ 2016 م/ 1437ه نشر في الجريدة الرسمية أصدر ما يلي:-

الجدول (08): الحدود القصو ى المسموح بها للمعادن الثقيلة في الحمأة المعالجة المراد استخدامها في الأراضي الزراعية

العنصر الكيميائي	الحدود القصوى (mg/ Kg déride solide)
الكادميوم Cd	10
الكروم Cr	500
النحاس Cu	1000
الزئبق Hg	5
النيكل Ni	200
الرصاص Pb	300
السيلينيوم Se	30
الخارصين Zn	2500
الزرنيخ As	2
المنجنيز Mn	-

الموليبيدنيوم Mo	10
البور B	-

الجدول (09) : الحدود القصوى المسموح بها للملوثات الحيوية في الحمأة المعالجة المراد استخدامها في الأراضي الزراعية

الملوثات الحيوية		الحدود القصوى
السالمونيلا	*Sallmonela sp.*	8 عصية لكل 10 جرام جاف
بكتيريا القولون البرازية	*Fecal Coliform*	1000 عصية لكل جرام جاف
الكوليرا	*Viberio Cholerae*	خلو تام
البروتوزوا	*Protozoa*	0.01 لكل جرام جاف
بيوض الديدان	*Helminth eggs*	0.3 لكل جرام جاف

الجدول التالي يحدد النسب المسموح بها للعناصر الكيميائية في الحمأة الموجهة للمجال الزراعي ولابد من التقيد بها حيث أن أي زيادة فيها ولو بنسب ضئيلة تعتبر عاملا ملوثا للتربة وبذلك تشكل خطرا على البيئة والكائنات الحية خصوصا تلك التي تستهلك المنتوجات بصفة مباشرة وعلى رأسها الإنسان مما تسبب في أمراض عدة التشوهات ومختلف الإعاقات

الجدول (10): الخصائص السّمادية للحمأة المعالجة المراد استخدامها في الأراضي

الخصائص السمادية		الحدود المسموح بها
النيتروجين الكلي	Total nitrogen	%3 - 2
الفوسفور الكلي	Total phosphorous	%2 - 1.5
البوتاسيوم	K	%2 - 0.5
المادة العضوية	Organic matter	لا تقل عن 40 %
كربون/نيتروجين	C/N	لا تزيد عن 1/35
كلوريد الصوديوم	NaCl	لا تزيد عن 10%

الجدول (11): أنواع المحاصيل الحقليّة ، الخضار والفواكه التي يمكن تسميدها بالحمأة المعالجة

المحاصيل الحقلية **	الخضاروالفواكه*	الخضار والفواكه **
قمح ،شعير ، ذرة برسيم ،عدس ، سمسم حمص	بطيخ- شمام- توت أرضي (فراولة)- خيار- بقدونس - جرجير- ملوخية- بندورة- خس - بطاطس- فلفل- باذنجان- قرع- جزر- كرنب- قرنبيط- لفت- فجل- سلق- سبانخ- بصل- ثوم- قلقاس- بسلة- فاصوليا- فول- لوبيا.	زيتون- الحمضيات بمختلف أنواعها- نخيل- لوزيات- جوافة- موز- تفاح- أجاص (كمثرى)- مانجو- عنب # .

* : لا يسمح باستخدام الحمأة المعالجة في تسميد الخضار والفواكه.

** : يسمح باستخدام الحمأة المعالجة في تسميد .

العنب: لا يسمح بتسميد العنب بالحمأة المعالجة في حالة زراعته بالطرق التقليدية

الجزء العملي

II-1- تقديم منطقة الدراسة -ورقلة -

II-1-1-الموقع الفلكي

تقع مدينة ورقلة على الحافة الغربية لحوض صحراوي مغلق و كبير فهي تنحصر ما بين:

- دائرة عرض 31.95 درجة شمالا.

- خط طول 5.33 شرقا .

- ترتفع على مستوى سطح البحر بارتفاع قدره 138 مترا.

II-1-2- الموقع الجغرافي

تقع مدينة ورقلة في المنطقة الجنوبية الشرقية للجزائر يحدها :

- من الشمال ولايتي الجلفة و الوادي

- من الشرق الجمهورية التونسية

- من الجنوب ايليزي و تمنراتست

- من الغرب ولاية غرداية

تبلغ مساحة مدينة ورقلة حوالي 163233 كم^2 وهي من أقدم وأهم مدن الجزائر لاحتوائها على آبار البترول والغاز كما أنها تعتبر مركزا إداريا لواحة مائية تقع عند تقاطع العديد من طرق القوافل الصحراوية فهي تتصف بستان من النخيل .

و رغم أن مدينة ورقلة تمتاز بمناخ صحراوي ذا درجة حرارة مرتفعة صيفا وبرد شديد شتاءا وندرة الأمطار بها إلا أنها تشهد تطور مستمر في الاستثمارات خاصة في المجال الزراعي وتربية المواشي بعدما أجريت بها العديد من التجارب وكانت جلها ناجحة كزراعة الحبوب مثلا بإتباع طريقة الرش المحوري ...

II-2- تقديم محطة التطهير الرئيسية ورقلة (المعلومات مأخوذة من محطة التطهير الرئيسية –ورقلة-)

تقع في منطقة سعيد عتبة شمال شرق ورقلة على خط عرض " 23 ;46 59-31د شمالا و خط طول "55;27- 21-5د غربا تتربع على مساحة 80h أنجزت في 2006 تحت إشراف الديوان الوطني للتطهير (ONA) بالتعاون مع شركة DYWIDAG بدأت العمل في 2009 تعتمد على المعالجة ببحيرات التهوية ومن أهدافها :

- إزالة المخاطر على صحة الإنسان في المناطق الحضرية .
- إعادة استخدام المياه المعالجة للري .
- حماية البيئة المستقبلية .

تصل المياه العادمة للمحطة من خلال 5 محطات نهائية وهي :

1. محطة المصب الشرقي
2. محطة سيدي خويلد
3. محطة الجمارك
4. محطة المستشفيات
5. محطة طريق
6. انقوسة

الشكل (17): صورة لمحطة التطهير – ورقلة –

II-3/- طرق العمل في المخبر

II-3-1/- التحاليل الفيزيوكيميائية

II-3-1- 1 /- الأدوات و الأجهزة المستعملة

- عبوة لأخذ العينة.

- ميزان.

- بيشر100ml

- قمع

- أرلينة

- ورق الترشيح.

- ماصة 1ml.

- بوتقة

- جهاز الطرد المركزي سرعته 2800-3200 دورة في الدقيقة

- جهاز قياس ال pH و الحرارة Cond 340 i T(C°) pH- mettre

- جهاز قياس الناقلية الكهربائية وتركيز الملوحة Cond 340 i du Conductimètre de poche .

- مجفف 105C°

- فرن حرق525 C°

II-3-1- 2 /- الكواشف المستعملة

- لتحديد نسبة الفوسفات Lck350 gamme(2.0-20mg/l)

-لتحديد نسبة الآزوت NT: Lck338 gamme (20-100mg/l)

II-3-1-3/- تحضير العينة

- نأخذ 10 g من وزن الحمأة الجافة ثم نضعها في البيشر100 ml .

- نضيف للبيشر 100 ml من الماء المقطر(10 gحمأة جافة +100 ml ماء مقطر).

- نرج المزيج جيدا بواسطة جهاز الرج المغناطيسي حتى يحصل التجانس.

II-3-1-4/-الخصائص الفيزيائية:لمعرفة الخصائص النوعية لابد من قياس كل من الأس الهيدروجيني ، درجة الحرارة ، الناقلية الكهربائية وتركيز الملوحة.

** تم اجراء هذه التحاليل في مخبر محطة التطهير المدروسة.

II-3-1-4-1/-قياس الأس الهيدروجيني ودرجة الحرارة

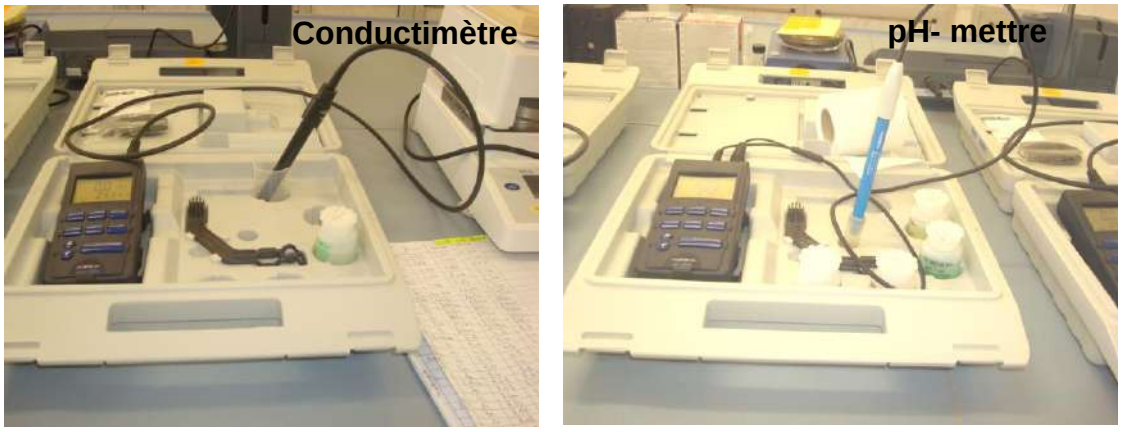
- نفتح الجهاز i Cond 340 pH- mettre

- نغسل قطب الجهاز بالماء المقطر
- نأخذ العينة المحضرة و نضعها القطب
- نسجل من الجهاز النتائج عند ثبوتها على الجهاز
- القراءة تأخذ مباشرة من الجهاز

II-3-1-4-2/- قياس تركيز الملوحة والناقلية الكهربائية

-نفتح الجهاز du Conductimètre de poche Cond 340 i

- نغسل قطب الجهاز بالماء المقطر
- نأخذ العينة و نضع بها القطب
- نسجل من الجهاز النتائج عند ثبوتها على الجهاز
- القراءة تأخذ مباشرة من الجهاز



الشكل (18): صورة لجهازي الConductimètre و pH - mettre

II-3-1-5/-الخصائص الكيميائية

** تم اجراء التحاليل الكيميائية للحمأة في مخبر محطة التطهير –تقرت-

II-3-1-5-1/- حساب نسبة المادة العضوية

لتحديد نسبة المادة العضوية لابد من تحديد نسبة المواد العالقة أولا وذلك بإتباع طريقة الطرد المركزي و فق الخطوات التالية:

- نأخذ 10gمن الحمأة ونذيبها في 150mlمن الماء المقطر(باستعمال جهاز الرج المغناطيسي)

- نأخذ100 ml من الخليط ونخضعها للطرد المركزي لمدة 20 دقيقة .

- نفرغ الماء العالق ونحتفظ بالراسب

- نزن البوتقة وهي فارغة m_0

- نفرغ الراسب في البوتقة ونضعها في المجفف 105 C°

- نخرج البوتقة ونتركها لمدة تبرد بعيدا عن الرطوبة ثم نزنها لنحصل على m_1

- ندخل البوتقة لفرن الحرق لمدة معينة

- نخرج البوتقة من فرن الحرق ونتركها تبرد ثم نعيد وزنها ونسجل m_2

* تحدد نسبة المواد العالقة MES بالعلاقة التالية:

$$MES\% = (m_1 - m_0)x100$$

حيث أن :

m_0 : وزن البوتقة وهي فارغة

m_1 : وزن البوتقة مع الراسب بعد التجفيف

MES : وزن المواد العالقة

* تحدد نسبة المادة العضوية بالعلاقة التاية:

$$M.O\% = (MES - (m_2-m_0))x100$$

حيث أن :

m_2: وزن البوتقة مع الراسب المتبقي بعد الحرق

M.O: نسبة المادة العضوية

II-3-1-5-2-/حساب نسبة الفسفور الكلي T P

- أنبوبة الكاشف (المتفاعل) تحوي عل كاشفين أحدهما سائل موجود بالأنبوبة أما الثاني صلب موجود أعلى غطاء الأنبوبة مغطى بغطاء من الألمنيوم .

-نقلب غطاء أنبوبة المتفاعل ونرجها ليذوب المسحوق بالغطاء

-نضيف 0.4ml من العينة في نفس العبوة ثم نرجها جيدا

-نتركها لمدة 15 min ثم نسخنها تحت درجة حرارة 100C° لمدة 1h

-نبردها ثم نضيف 0.5 ml من المحلول B وهو عبارة عن حمض

-نبدل الغطاء C و نتركها لمدة 10min

-ثم نقرا النتيجة مباشرة باستعمال جهاز Spectrophotomètre UV-VIS DR 6000 ب mg/l

الشكل (19) : صور للوسائط المستعملة في الكشف عن الفسفور الكلي الموجود في الحمأة

II-3-5-1-3-/ حساب نسبة NT

- في أنبوبة خاصة نضع 0.2 ml من العينة و 2.3ml من الحمض Aوقرص B

-نرجها لمدة 15min

- نسخنها لمدة 1h تحت درجة حرارة 100c° في Bain-marie Trade Raypa

- نضيف القرص C ونرجها جيدا

- نضيف 0.5ml من المحلول للمتفاعل Lck338

- نضيف 0.2ml من الحمض D ثم نتركها لمدة 15min ونقرا النتيجة مباشرة باستعمال جهاز Spectrophotomètre UV-VIS DR 6000 ب mg/l

الشكل (20) : صور للوسائط المستعملة في الكشف عن نسبة النيتروجين الكلي الموجود في الحمأة

الجدول التالي يوضح النتائج المتحصل عليها من التحاليل الفيزيوكيميائية للحمأة المدروسة

الجدول (12): يوضح النتائج الفيزيوكيميائية المتحصل عليها

الوسائط المقاسة	الحدود المسموح بها	القيمة
درجة الحرارةT	(20-30) C°	27 C°
الأس الهيدروجيني	7- 7.5	7.5
الناقلية الكهربائيةCE	-	3600µs/Cm
تركيز الملوحة S	-	1.8 mg/L
المادة العضوية M.O	لا تقل عن 40%	42.03 %
الفوسفور P	(2-3) %	4 %
النيتروجين N	(1.5-2) %	5.5 %
البوتاسيومK	(0.5-2)%	1.5 %
NaCl	لا تزيد عن% 10	25 %

II-3-2/- التحاليل البكتيرية

للكشف عن أهم أنواع البكتيريا الموجودة في الحمأة أخذنا عينتين أحدهما من السطح مباشرة أما الثانية على عمق 10 سم في شكلها الجاف (من حوض التجفيف) ومن أجل ذلك اتبعنا طريقتين هما طريقة الزرع في الأوساط (التخفيفات العشرية – الإماهة) وطريقة الأطباق البترية وبالاعتماد على جدول MAC-Gradyحيث تم الكشف عن الوسائط البكتيرية التالية:

- بكتيريا القولون (الكوليفورم) الكلية Les coliformes totaux
- بكتيريا القولون والبرازية Les coliformes Fécaux
- بكتيريا ايشي رشيا كولي E-COL
- بكتيريا السباحية الكلية Les Streptocoque totaux
- بكتيريا السباحية والبرازية Les Streptocoque Fécaux
- بكتيريا السالمونيلا Salmonella
- بكتيريا الناتجة عن الكلوستروديوم

** تم اجراء التحاليل البكتيرية في مخبر البكتيريا التابع لمستشفي سليمان عميرات –تقرت-

II-3-2-1/- الأدوات والأجهزة المستعملة

- عبوات أخذ العينات تامة التعقيم.

- قارورات معقمة ذات سعة 250 ml.

- أنابيب اختبار و حاملها .

- ماصة باستور.

- أطباق بترية .

- موقد منزلي

-. حمام مائي

- حاضنة C° (37، 48)

- ميزان (10^{-2})

الشكل (21) : صور لبعض الأجهزة المستعملة

II-3-2-2/- البيئات و الكواشف المستعملة

- ماء جافيل للتعقيم12°.

- ماء فيزيولوجي لتحضير العينات.

-بيئة S/C – D/C()BCPL تستعمل للكشف الاحتمالي عن بكتيريا الكوليفورم الكلية.

- بيئة Schubert تستعمل للكشف عن بكتيريا الكوليفورم البرازية.

- كاشف KoVaCS للكشف التأكيدي لبكتيريا E-COL .

- بيئة Rothe تستعمل للكشف عن البكتيريا السباحية.

- بيئة Aiva lits Ky للكشف التأكيدي للبكتيريا السباحية والبرازية.

- بيئة (SFB) S/C – D/Cللكشف الاحتمالي عن السالمونيلا.

- بيئة الإكتوان للكشف التأكيدي عن السالمونيلا.

- أملاح الحديد للكشف عن بكتيريا الكلوستروديوم

- سلفات الصوديوم للكشف عن بكتيريا الكلوستروديوم

II-3-2-3/- احتياطات العمل

1/- التعقيم الجيد لسطح الفحص بالجافيل

2/- تشغيل اللهب لتعقيم الجو المحيط وتركه بالعمل مع الشفاط

3/- تعقيم جميع الأدوات والزجاجيات الفحص

4/- تعقيم وعاء العينة قبل أخدها

5/- الاحتياطات الشخصية (القفازات والكمامات ...)

II-3-2-4/- تحضير العينة

* نزن 25غ لكل عينة من الحمأة و نذيبها في 225 ml من الماء الفيزيولوجي.

* بواسطة ماصة معقمة نضع 9 ml من الماء الفيزيولوجي في عدة أنابيب معقمة.

* نأخذ 1mlمن العينة الأم ونضعها في الأنبوب فارغ (أي لا يحوي ماء فيزيولوجي) ليكن لدينا التخفيف 10^0 .

* نأخذ ml من العينة الأم ونضعها في الأنبوب الأول (1ملل عينة الأم + 9ملل ماء فيزيولوجي) فنحصل على التخفيف 10^{-1}.

* نأخذ 1 ml من الأنبوب الأول$^{-1}$ 10 ونضعها في الأنبوب الثاني فنحصل على التخفيف$^{-2}$ 10.

* نأخذ 1ml من الأنبوب الثاني 10^{-2}ونضعها في الأنبوب الثالث لنحصل على التخفيف $^{-3}$ 10و هكذا حتى نصل للتخفيف $^{-7}$ 10مع تغيير الماصة في كل مرة.

الشكل (22): صور توضح طريقة تحضير العينات

II-3-2-5/- الكشف عن بكتيريا الكوليفورم الكلية والبرازية و E-COL

II-3-2-5-1/- المرحلة الأولى:الاختبار الوجودي

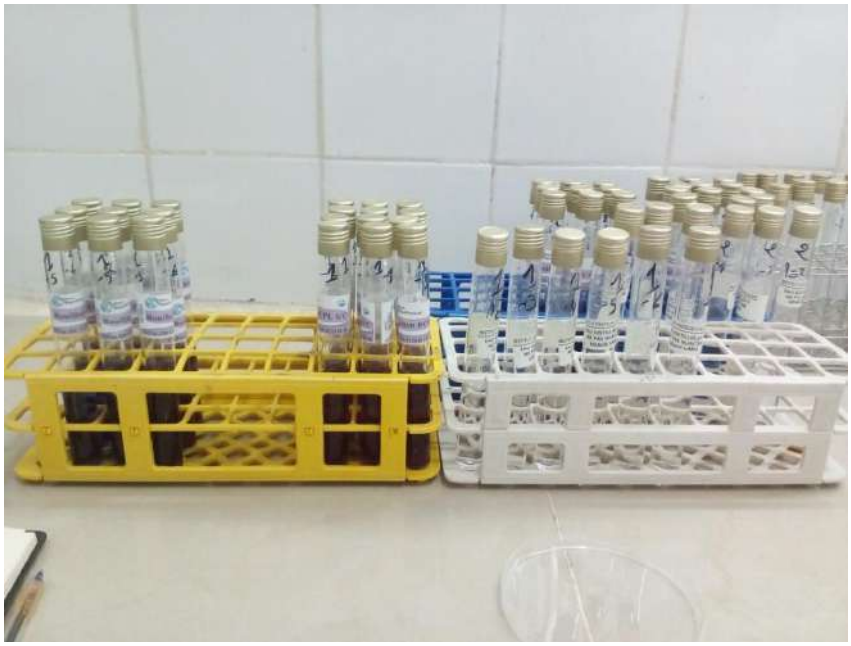
- نحضر 21 أنبوبا من بيئات BCPL ذو تركيز S/C و3 أنابيب D/C ونوزعها على حامل الأنابيب بحيث يكون ثلاثة أنابيب لكل تخفيف مع مراعاة الترتيب في الترقيم على حسب التخفيفات وعدد العينات.

- نأخذ 1 ملل لكل أنوب من BCPL (D/C)من الأنبوب ذو التركيز 10^{0} الممثل لعينة الأم.

- نأخذ 1 ملل من التخفيفات المحضرة سابقا إلى أنابيب بيئة BCPL(S/C) (ثلاث أنابيب لكل تخفيف على حسب التخفيف).

- نراقب الأنابيب من أجل إفراغ هواء ناقوس درهام.

- نضع الأنابيب داخل الحاضنة في درجة حرارة°37C لمدة (24-48) ساعة.



الشكل (23): صورة للعينة مزروعة في بيئة BCPL

الملاحظة: بعد الحضن نلاحظ تغير لون الأنابيب من البنفسجي إلى الأصفر وظهور غاز في الناقوس في بعض التخفيفات دليل على أنها النتيجة موجبة أما بقاء لون الأنابيب بنفسجي دليل النتيجة سالبة.

II-3-2-5-2/- المرحلة الثانية: الاختبار التأكيدي

- نأخذ 1 ملل من الأنابيب الموجبة من بيئة BCPL ونعيد زرعها في بيئة Schubert بنفس الطريقة السابقة.

- نرج الأنابيب ثم نضعها داخل الحاضنة 44C° لمدة (24-48) ساعة.

الملاحظة: ظهور غاز في الناقوس وتعكر ميكروبي في بعض الأنابيب دليل على أنها موجبة أما الأنابيب التي بقت على حالها فهي سالبة.

II-3-2-5-2/-3- المرحلة الثالثة: اختبار Indole للكشف عن بكتيريا E-COL:

- نأخذ الأنابيب الموجبة في المرحلة الثانية ونضيف لها قطرات من الكاشف KoVaCS تظهر لنا حلقة حمراء دليل على أن النتيجة موجبة.

الشكل (24): صورة لنتيجة اختبار Indole لبكتيريا E-COL

II-3-2-5-2/-4- - الفحص المهجري:

- نأخذ مسحة على الشريحة من الأنابيب الموجة في المرحلة الثالثة نجففها و نثبتها بالتسخين على الموقد

- نغمر الشريحة في Violet de gentiane ونتركها لمدة دقيقة.

-نضيف محلول lugol لمدة 45 دقيقة.

- نغسل الشريحة بالكحول ونتركها لمدة 30 دقيقة.

- نغطيها بمحلول الفيشين Fushine ونتركها لمدة دقيقة ثم نغسلها بالماء.

- نضع عليها قطرات من زيت الغمس L'huile de cèdre.

- نفحص العينة بواسطة المجهر (100X).

الملاحظة: نلاحظ خلايا عصوية على شكل سلاسل الوردية اللون Rose وهي في حالة حركة.

II-3-2-6/- الكشف عن البكتيريا السباحية الكلية والبرازية:

II-3-2-6-1/- المرحلة الأولى: الاختبار الوجودي

- نقوم بنفس الخطوات في تشخيص بكتيريا القولون الكلية مع استبدال بيئة BCPL ببيئة Rothe.

- نضع كل الأنابيب في حاضنة تحت درجة حرارة 37 C° لمدة (24-48) ساعة.

الملاحظة:نلاحظ طهور تعكر في الأنابيب دليل على أن النتيجة موجبة أما الأنابيب التي بقت كما هي فهي سالبة.

II-3-2-6-2/-المرحلة الثانية: الإختبار التأكيدي

- نأخذ 1ml من الأنابيب الموجبة في بيئة Rothe ونضيفها إلى أنابيب بيئة Aiva litsky.

- نرج الأنابيب رجا خفيفا.

- نضع الأنابيب في الحاضنة 37 C° لمدة (24-48) ساعة.

الملاحظة: زيادة التعكير الميكروبي دليل على الأنابيب موجبة أما بقاءها كما هي دليل الأنابيب سالبة.

الشكل (25): صور توضح نتائج الإختبار التأكيدي للبكتيريا السباحية البرازية

II-3-2-7/-الكشف عن بكتيريا السالمونيلا

II-3-2-7-1/-المرحلة الأولى : الاختبار الوجودي

II-3-2-7-1-1/- الطريقة الأولى

أولا

- نأخذ 1 ml من العينة الأم إلى بيئة SFB (S/C) ونضيف لها قرص من additif SFB (ثلاث أنابيب).

- نأخذ ml1 من عينة الأم إلى بيئة SFB (D/C) ونضيف لها قرصين من additif SFB (ثلاث أنابيب).

- نأخذ 10ml من العينة الأم إلى بيئة SFB (S/C) ونضيف لها قرص من additif SFB (ثلاث أنابيب).

- نأخذ 10ml من العينة الأم إلى بيئة SFB (D/C) ونضيف لها قرصين من additif SF (ثلاث أنابيب).

- نضع الأنابيب في الحاضنة 37C° لمدة (24-48) ساعة.

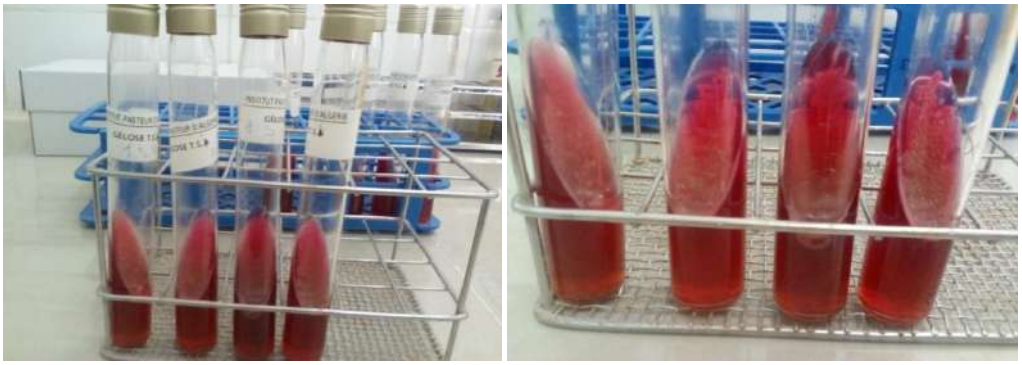
الملاحظة: تحول اللون من الأصفر إلى الآجوري

ثانيا

- نقوم بإخراج البيئات المزروعة سابقا من SFB بعد الحضن ونحضر أنابيب أخرى من بيئة TSI.

- نأخذ أنبوب شعري ونغمسه في أنابيب SFB ثم نمرره على سطح بيئةTSI نمرر ثم نغرزه في القاع.

- نضع الأنابيب في الحاضنة تحت درجة حرارة 37C° لمدة (24-48) ساعة.



الشكل (26): صور لنتائج الاختبار الوجودي لبكتيريا السالمونيلا

II-3-2-7-1 -2-/ الطريقة الثانية

- نأخذ 1ml من العينة الأم إلى بيئة TSI مباشرة (ثلاث أنابيب)

- نقوم بحضن الأنابيب في الحاضنة تحت درجة حرارة C°37 لمدة (24-48)ساعة.

الشكل (27): صور نتائج الاختبار الاحتمالي لبكتيريا السالمونيلا

الملاحظة ط 01: ظهور مستعمرات عديمة اللون (شفافة)مدورة ومنتفخة.

الملاحظة ط 02: ظهور سواد في الأنبوب مع انطلاق غاز H_2S.

II-3-2-7-2-/المرحلة الثانية: الاختبار التأكيدي

- نحضر الأطباق البترية التي تحوي على وسط الإكتوان المغذي لبكتيريا السالمونيلا .

-نقوم بزرع الأوساط السابقة من المرحلة الأولى (أنابيب الطريقة الأولى وأنابيب الطريقة الثانية) في الأطباق البترية بنفس الترتيب .

- نضع الأطباق في الحاضنة 37C° لمدة (24-48) ساعة.

الملاحظة: ظهور مستعمرات بكتيرية سوداء.

الشكل (28): صور نتائج الاختبار التأكيدي لبكتيريا السالمونيلا

II-3-2-7-3-/المرحلة الثالثة: الفحص المجهري

- بواسطة حامل خاص للبكتيريا نأخذ أحد المستعمرات النامية في الأطباق البترية

- نضع المستعمرة على شريحة ونضع فوقها الساترة .

- تتم القراءة المهجرية على (40X).

II-3-2-8-/الكشف عن الكلوستروديوم

- نحضر أنابيب اختبار معقمة

- نأخذ حجم 1ml من العينة الأم مع 9ml من الماء الفيزيولوجي لكل أنبوب (ثلاث أنابيب).

- نضيف لها أربع قطرات من أملاح الحديد.

- نضيف 8 قطرات من سلفات الصوديوم.

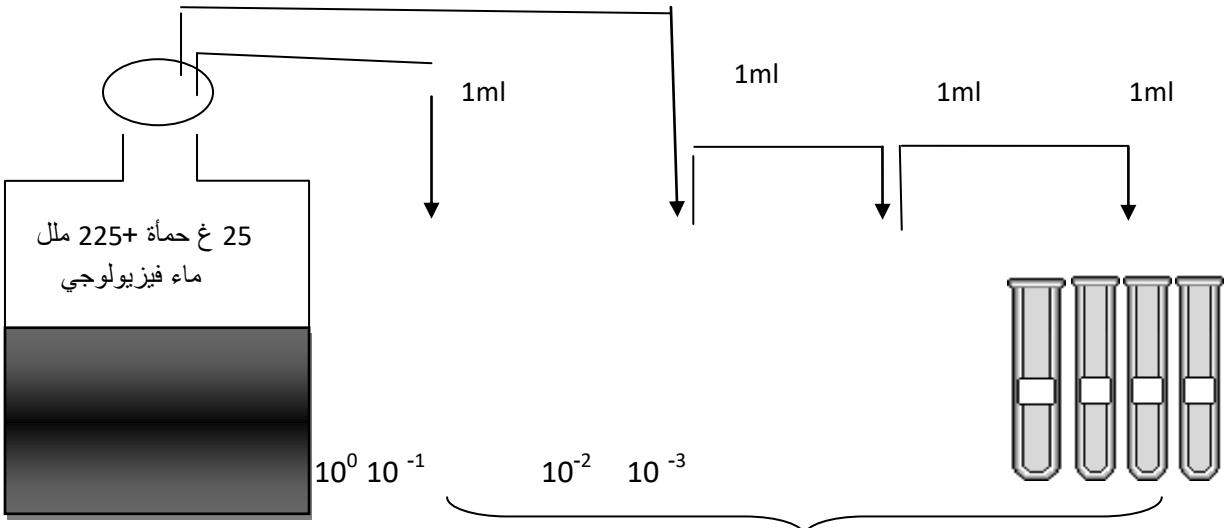
- نضع الأنابيب في حمام مائي لمدة 10 دقائق.

- نخرج الأنابيب من الحمام المائي ونتركها لمدة من الزمن (لا تقل عن 1 ساعة).

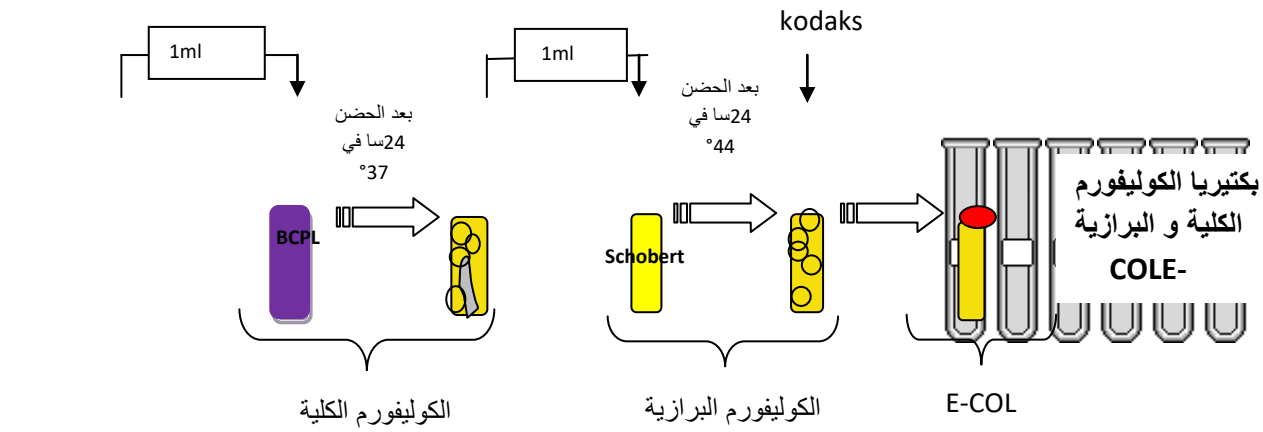
الملاحظة: نلاحظ اللون الأسود يغطي كامل الأنبوب (نتيجة موجبة) أما الأنابيب التي بقت كما هي فهي سالبة.

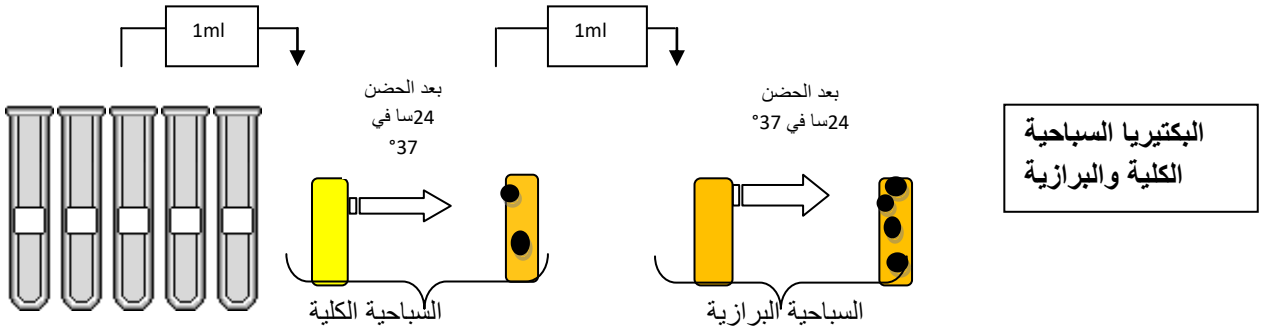
الشكل (29): صورة توضح نتائج الكشف عن بكتيريا الكلوستروديوم

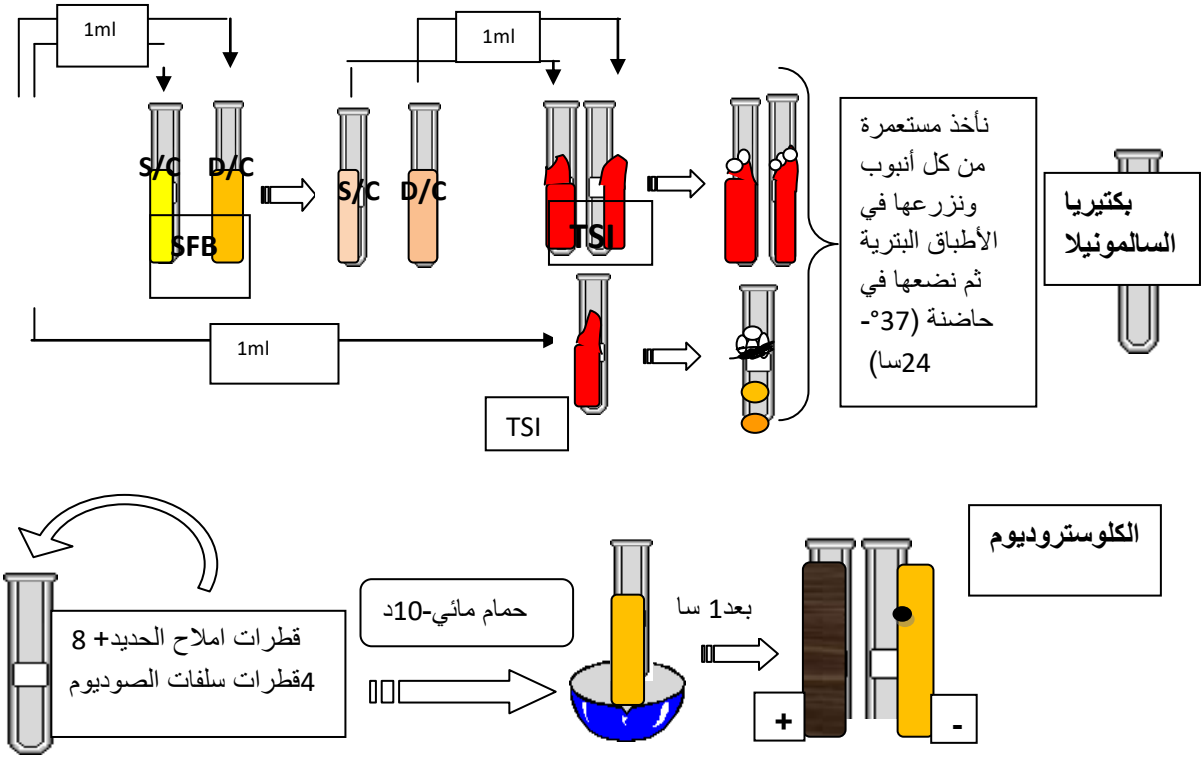
II-3-2-9/- البروتوكول التجريبي



نأخذ 1ml من كل أنبوب ونجري لها التحاليل البكتيرية السابقة الذكر







الشكل (30): البروتوكول التجريبي للكشف عن البكتيريا المدروسة

II-3-2-10/-النتائج: تم اسناد النتائج إلى جدولMAC-Grady لتعداد البكتيريا.

حيث يوضح هذا الجدول التعداد البكتيري لمختلف أنواع البكتيريا المدروسة في الحمأة الناتجة من محطة التطهير الرئيسية – ورقلة-

الجدول (13):يوضح نتائج التحاليل البكتيرية للعينة الأولى المأخوذة من السطح

التخفيفات / البكتيريا	10^{0}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	NPP لكل 1ml ملل
الكولاي الكلية	---	---	---	---	---	---	---	---	-
كولايالبرازية	---	- --	---	---	---	---	---	---	0
E-COL	---	---	---	---	---	---	---	---	0
السباحية الكلية	+++	+++	+++	+++	--+	---	---	---	$4.8*10^{3}$
السباحية البرازية	---	---	---	---	---	---	---	---	0
السالمونيلا	-	- - -	-	- - - -	- - - -	-			0
الكلوستروديوم	-	- - -	-	- - - -	- - - -	-			0

حيث يوضح هذا الجدول التعداد البكتيري لمختلف أنواع البكتيريا المدروسة في الحمأة الناتجة من محطة التطهير الرئيسية – ورقلة-

الجدول (14): يوضح النتائج البكتيرية للعينة الثانية المأخوذة من العمق (10 سم)

التخفيفات / البكتيريا	10^{0}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	NPP لكل 1ml ملل
الكولاي الكلية	+++	+++	+++	-++	- -+	- - -	- - -	- - -	$15* 10^{2}$
الكولاي البرازية	+++	+++	+++	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	$2.3* 10^{2}$
E-COL	+++	+++	+++	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	$2.3* 10^{2}$
السباحية الكلية	+++	+++	+++	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	$2.3* 10^{2}$
السباحية البرازية	---	---	---	---	---	---	---	---	0
السالمونيلا	-	- - -	-	- - - -	-	-	-	-	0
الكلوستروديوم	+ +	+ +	+ +	+ + + +	+ + + +	+ + +	+ +	+	+

II-3-3/- تحاليل المعادن الثقيلة

II-3-3-1/-الأدوات والأجهزة المستعملة

- بيشر ذا سعة 150ml

- ميزان تحليلي (10^{-4})

- جهاز الرج المغناطيسي+ قضيب مغناطيسي

- جهاز Spectrophotomètre DR 3900 بـ mg/l

II-3-3-2/-الوسائط المستعملة

LCK 337 من أجل تحديد نسبة النيكل

LCK 360 من أجل تحديد نسبة الزنك

LCK 329من أجل تحديد نسبة النحاس

II-3-3-3/-تحضير العينة

- نزن 10غ من الحمأة الجافة

- نضع الحمأة الموزونة في بيشر ونضيف لها 100ml من الماء المقطر

- نضع الخليط فوق جهاز الرج المغناطيسي وننتظر حتى الذوبان الكلي للحمأة في الخليط

II-3-3-4/- حساب نسبة (Ni)

- نأخذ أنبوبة من علبة LCK 337

- نضيف للأنبوبة2 ml من العينة المحضرة.

- نضيف 0.2 ml من الوسط A المرفق مع العلبة

- نغلق الأنبوبة ونحركها قليلا للتجانس

- نترك الأنوبة لمدة 3 دقائق

- نضع الأنبوبة في في جهاز Spectrophotomètre DR 3900 ونقرأ النتيجة من الجهاز مباشرة

II-3-3-5/- حساب نسبة (Zn)

- نأخذ أنبوبة من علبة LCK 360

- نفتح غطاء الأنبوبة الموجود أعلة غطاء الأنبوبة (تحوي على مادة كيميائية تكون مرفقة مع كل أنبوبة)

- نضيف للأنبوبة0.2 ml من العينة و0.2ml من الوسط A المرفق مع العينة

- نغلق الأنبوبة من الجهة التي تحوي المادة الكيميائية ثم نرج قليلا ونتركها لمدة 3 دقائق

- نضع الأنبوبة في جهاز Spectrophotomètre DR 3900 ونقرأ النتيجة مباشرة

II-3-3-6/- تحديد نسبة (Cu)

- نأخذ أنبوبة من علبة LCK 329

- نضيف لها 2 ملل من العينة

- نغلق الأنبوبة ونرج قليلا ثم نتركها لمدة 3 دقائق

- نعيد رج الأنبوبة ثم نضعها في جهازSpectrophotomètre DR 3900 ونقرأ النتيجة مباشرة

ملاحظة: بقيت المعادن تجرى بنفس الطريقة مع تتبع الخطوات الموجودة في علبة الوسائط المستعملة لتحديد نسبة كل معدن.

II-3-3-7/-النتائج المتحصل عليها

الجدول (15): يوضح النتائج المتحصل عليها من تحاليل المعادن الثقيلة

المعدن	الحدود المسموح بها (mg/Kg)	القيمة(mg/L-mg/Kg)
Ni النيكل	200	700
الزنك Zn	2500	3200
النحاس Cu	1000	1300
الرصاص Pb	300	650
الكادميوم Cd	10	18
الكروم Cr	500	700

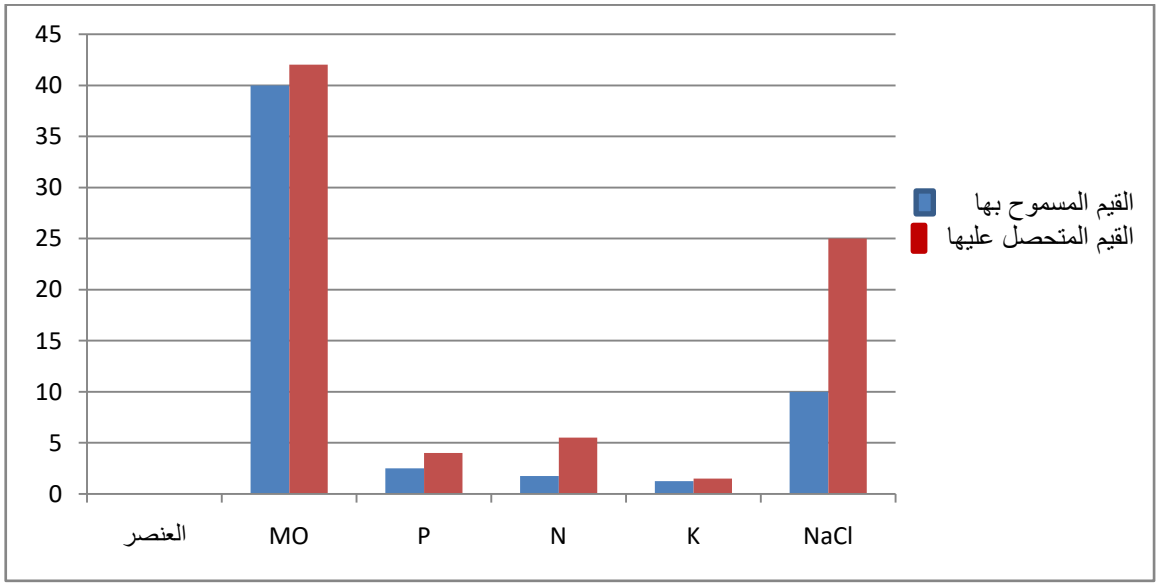
الفصل الثالث

تحليل ومناقشة النتائج

III-تحليل ومناقشة النتائج

في هذا الفصل توصلنا من خلال النتائج المتحصل عليها من التحاليل الفيزيوكيميائية والبكتيرية وتحديد نسبة المعادن الثقيلة في الحمأة المدروسة للمحطة الرئيسية لتطهير المياه المستعملة ورقلة إلى الإجابة عن الاشكالية المطروحة بشأن إمكانية تثمين واستخدام الحمأة الناتجة من مياه الصرف الصحي بمعالجتها واستغلالها في مجالات عدة أهمها المجال الزراعي

III-1/-بالنسبة للتحاليل الفيزيوكيميائية:

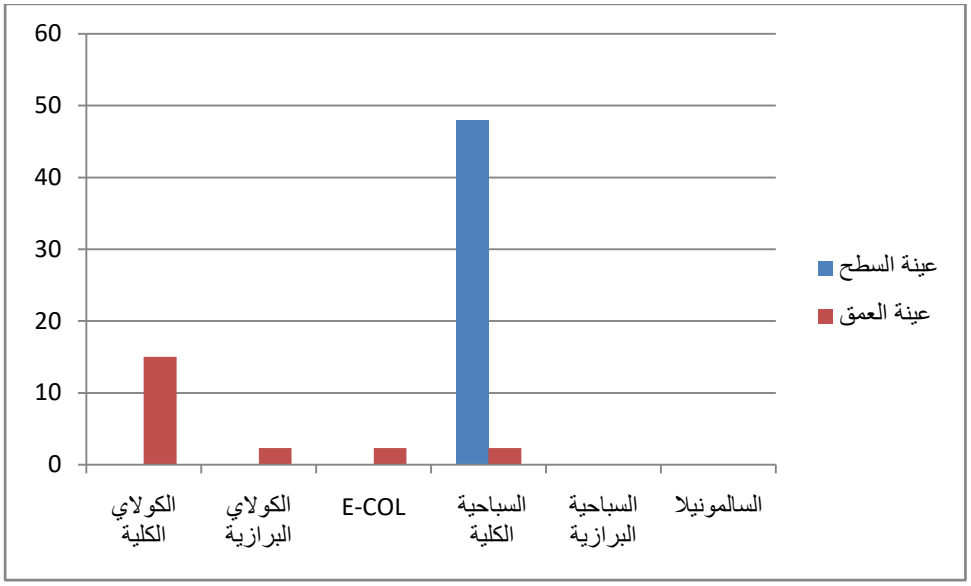


الشكل (31): أعمدة بيانية تمثل النسب المئوية لأهم العناصر الكيميائية المتواجدة في الحمأة

أعمدة بيانية تمثل النسب المئوية لأهم العناصر الكيميائية المتواجدة في حمأة مياه الصرف الصحي مقارنة مع الحدود المسموح بها حيث نلاحظ زيادة في كل العناصر(P، NaCl ، N) عدا K ويعود ذلك لاستمرار نشاط البكتيريا

* نسبة العناصر الكيميائية P، N،NaCl تعدت الحدود المسموح بها لإدارة الحمأة في المجال الزراعي إلاأنها لا تعتبر عائق لذلك لوجود حلول بسيطة ومناسبة لحل هذا الإشكال كاظافة نسبة مدروسة من التراب الصافي ليقلل من نسب هذه العناصر أو تظاف إلى مناطق زراعية تفتقر منها.

III-2/-بالنسبة للتحاليل البكتيرية



الشكل (32):أعمدة بيانية تمثل العد البكتيري للبكتيريا الموجودة في الحمأة وفق تعداد MAC-GRDY

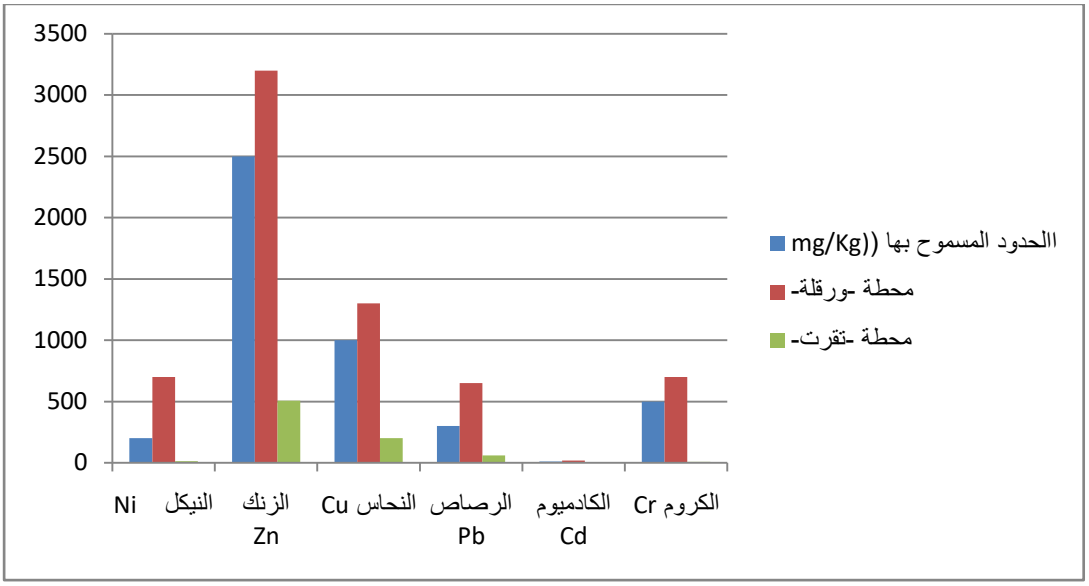
* الأعمدة البيانية تمثل تعداد البكتيريا الموجودة في الحمأة (وفق جدول) حيث نلاحظ انعدام جميع أنواع البكتيريا في العينة (01) عينة السطح عدا البكتيريا السباحية الكلية فعددها يصل إلى ($48 * 10^{2}$) بينما يقل عددها في العينة (02) الأخوذة من العمق وذلك لأن البكتيريا السباحية الكلية هي بكتيريا هوائية تقبل درجة حرارة تصل إلى 40 C°

على عكس بكتيريا الكولاي الكلية التي هي بكتيريا لاهوائية تعيش في درجة حرارة 30 C° وهذا ما جعل نسبتها تعلى في عينة العمق .

* إن تواجد بكتيريا E-COL في العينة (02) وانعدامها في العينة (01) وكذلك كلوستروديوم يدل على أن الحمأة لم تأخذ الوقت الكافي لإتمام معالجتها بشكل جيد فلابد من إعطاءها الوقت الكافي للمعالجة حتى يتم استغلالها .

* العد البكتيري لبكتيريا الحمأة يفوق الحدود الموصى بها نوعا ما وكذلك وجود بعض البكتيريا الممرضة بها تقف هي الأخرى عائقا أمام امكانية استغلال في المجال الزراعي إلا أن الحلول المتوفر كرشها بنسبة من الكلس (الجير الحي) الذي يقضي على البكتيريا وتحل هذه المشكلة ا لتكون الحمأة صالحة للزراعة كبديل عن الأسمدة الكيميائية .

III-3/-تحليل ومناقشة نتائج المعادن الثقيلة



الشكل(33):أعمدة بيانية توضح نسبة المعادن الثقيلة في الحمأة المدروسة مقارنة بحمأة محطة التطهير تقرت والحدود المسموح بها

الأعمدة البيانية توضح تركيز المعادن الثقيلة في الحمأة المدروسة لمحطة التطهير الرئيسية –ورقلة– وتركيز المعادن لمحطة التطهير – تقرت – مقارنة مع الحدود المسموح بها حيث نلاحظ تباين كبير جدا بين تركيز المعادن للمحطتين في جميع المعادن وأن تركيز المعادن لحمأة محطة ورقلة يفوق بكثير الحدود الموصى بها وهذا راجع لانعدام السير المحكم لنظام المحطة حيث يتم تجميع مياه صرف المنازل مع مياه التشحيم والمصانع ما أدى إلى ارتفاع تركيز المعادن الثقيلة بالحمأة ويجعلها غير صالحة تماما للزراعة ولا يوجد حلول لذلك.

خاتمة

خاتمة

قد أثبتت الإحصائيات والدراسات العلمية أن أكبر نسبة مسجلة لأمراض السرطان يعود سببها الأول للمواد والأسمدة الكيميائية التي يستعملها الفلاحين في المجال الزراعي وذلك لما تحويه من مواد خطرة (كمادة DDT) لها تأثيرات هامة و محتملة على صحة الإنسان والبيئة لإستمراريتها وانحلالها البطئ في البيئة و سهولة تراكمها و إمكانية ذوبنها في أنسجة الكائنات الحية وسرعة انتشارها في السلسلة الغذائية عن طريق ظاهرة التراكم الإحيائي مؤدية مخاطر وخيمة وهذا ما يجعلها مشكلة ذات حدود بعيدة تطرح مشكلا بيئيا يتطلب حلا شموليا [21].

و من هذا المنطلق تمت هذه الدراسة المتمحورة حول تثمين و إمكانية استخدام الحمأة الناتجة من مياه الصرف الصحي لاستخدامها في الزراعة كحل طبيعي و بديل عن الأسمدة الكيميائية (دراسة حالة المحطة الرئيسية –ورقلة–) إلا أن نتائج الدراسة كانت كالتالي:

* ارتفاع نسبة العناصر الكيميائية (P ، N ،NaCl)

* ارتفاع نسبة البكتيريا في عينة العمق وتواجد البكتيريا الممرضة بها (E-COL) ويعود ذلك إلى أن الحمأة لم تأخذ الوقت في أحواض التجفيف الكافي لمعالجتها معالجة تامة.

* ارتفاع نسبة المعادن الثقيلة بالحمأة مما يمنع منعا باتا استخدامها في الزراعة وذلك يعود لتجميع مياه التشحيم ومياه المنازل في حوض معالجة واحد خاصة وأن المحطة تستقبل مياه صناعية و مياه محطات التشحيم بشكل كبير مع نقص المراقبة حيث أن كل من مديرية الطاقة ومديرية البيئة تجهل عدد المصانع ومحطات التشحيم بالمناطق التي تصب في محطة التطهير.

وعليه نوصي بإحكام المراقبة وعدم الغفلة على أمور جد مهمة كهاته وكما نوصي أيضا بضرورة فصل حوض مياه صرف المنازل عن حوض مياه الصرف الصناعي وكذا فصل كل حمأة لوحدها حتى تتيح لنا فرصة إمكانية تثمين واستخدام الحمأة الناتجة من مياه صرف المنازل في المجال الزراعي بدلا من الأسمدة الكيميائية .

أما الحل الأنسب للحمأة المدروسة والمتواجدة حاليا بالمحطة والتي هي ملوثة بأخطر تلوث ألا وهو التلوث بالمعادن الثقيلة هو الحرق في أفران الحرق الخاصة بذلك وإضافتها للإسفلت حيث تعمل على زيادة صلابته من جهة وكبت الملوثات من جهة أخرى هذا في حال توفر الإمكانيات الكافية لذلك وإن كان عكس ذلك فلابد من ردمها في محطات الرم التقني.

قائمة المراجع :

[2]ريم حلبي - مذكرة ماجستير- تقييم الجوانب القانونية والتقنية و الاقتصادية لإدارة حمأة الصرف الصحي في المناطق الحضرية ، جامعة بيرزيت فلسطين 2017.

[4]تقنيات مياه الصرف الصحي و إعادة استخدامها في مجال الزراعة ، الأستاذ الدكتور – ممدوح فتحي عبد الصبور – مجلة أيسوط للدراسات البيئية العدد 19 (يوليو 2000) مصر.

[5]الصرف الصحي... من خطر على البيئة إلى مصدر غير تقليدي للمياه – سعاد بوعبوش– مجلة الشعب 13-08-2017 www.djazairess.com

[7] استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة د.م محمد منهل الزعبي ،عمر جزدان، أحمد مجر، محمد ناصر حبوب، ك.هالا درويش، م.محمد حقون

[8]المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي في محطات المعالجة د.م عبد الرزاق محمد سعيد التركماني موقع الهندسة البيئية 2009 www.4cnveug.com

[10]محطات معالجة مياه الصرف الصحي د.فاطمة جعارة مجموعة هندسة الأبحاث البيئية www.env-gro.com

[11]كتاب ميكرو بيولوجيا التطبيقية د. عبد الوهاب محمد عبد الحافظ – د. محمد صاوي محمد مبارك ، مكتبة الأكادمية ،جمهورية مصر العربية 1996

[12]مدخل إلى كيمياء المياه (تلوث – معالجة – تحليل) د. نصر حايك منشورات المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا 2017

[13]جبراء حجم الحمأة المتراكمة وصل لمستوى خطير يهدد البيئة في الأردن – مجلة الغد- 11 فبراير 2009 http : // alghad.com

[14]مسائل البيئة ، رجب سعد السيد .الهيئة الهيئة المصرية العامة للكتاب 1999

[15]العناصر الثقيلة مصدرها وأضرارها على البيئة ... مركز الأبحاث الواعدة في المكافحة الحيوية والمعلومات الزراعية 2012 م/1433 ه

[16]محاضرات تدريبية لمشغلي محطات معالجة مياه الفضلات – عمان 2001-

[17]المياه – الحمأة – استعمالات الحمأة المعالجة والتخلص منها ، مؤسسة المواصفات والمقاييس ، المملكة الأردنية الهاشمية 13-11-2006

[18]تأثير إضافة الحمأة في انتاجية النبات وقدرته على مراكمة عنصري الزنك والكادميوم –ربيعة توفيق ، سهيل ناذر – المجلة الأردنية في العلوم الزراعية . المجلد 12 العدد 2- 2016 **Diplotaxiserucoudes**

[19]محطة التطهير –تقرت–

[20] – -

1437/ 2016 – –

[21]

-

[1]http://mawdoo3.com

[3] www.sviva.govil.وزارة حماية البيئة

]6[www.mree.gov.dz - الصرف الصحي في الجزائر – وزارة الموارد المائية

[9]riew<résource<Med<qu’ طريقة المعالجة البيولوجية بالحمأة المنشطة

ملخص: تتضمن هذه الدراسة تقييم الجوانب القانونية و العلمية لإدارة الحمأة الناتجة من تصفية مياه الصرف الصحي بالمحطة الرئيسية – ورقلة – والتي تضم خمس محطات فرعية (م.المصب الشرق، م.سيد ي خويلد،م.الجمارك،م. المستشفيات،م. طريق أنقوسة) من اجل معالجتها وحسن تسييرها ومن أجل إقناع صناع القرار ومسئولي محطات تنقية مياه الصرف الصحي بإمكانية إدراج الحمأة ضمن المخططات و المشاريع التطويرية لما لها من آفاق مستقبلية تتماشى مع التنمية المستدامة وإنهاء الجدل القائم بين المزارعين .حيث بينت النتائج من أجل دراسة و تثمين وإمكانية استخدام و استغلال هذه الحمأة حيث أعطت نتائج فيزيوكيميائية والتي أهمها:

PT=4% NT=5.5% NaCl= 25%

وكما بينت أيضا النتائج البكتيرية:بالنسبة لعينة السطح (N)4.8 *10 ^{3}pp/10ml =السباحية الكلية ,بالنسبة لعينة العمق (N)15 *10 ^{2}pp/10ml = الكوليفورم الكلية ^{2} 10 * 2.3 = الكوليفورم البرازية E-COL=2.3*10^2 =السباحية الكلية 2.3*10^2 +=كلوستروديوم. وبالنسبة لتحاليل المعادن الثقيلة فكانت حقا ثقيلة فاقت كل المقاييس الدولية بحيث سجلنا (mg/kg: Ni= Pb=650 700 Zn=3200 Cu=1300 Cd=18

Abstract : This study includes an assessment of the legal and scientific aspects of sludge management resulting from waste water disposal at the principal station ofOuargla, which includes five sub-stations (Eastern downstream, SidiKhwailed's downstream, the custom's downstream, Hospital's downstreamand M. Road of Anakusa) decision-makers and officials of wastewater treatment plants that sludge can be included in the plans and development projects because of their future prospects in line with sustainable development and ending the debate among farmers. The results have been shown to study, evaluateandexplore this sludge.The most important Physico-chemicalresults are : PT = 4% NT = 5.5% NaCl = 25%

Are shown below:The bacterial results

for the surface sample (Npp / 10ml) (4.8*10^3= total surface spacing forNpp / 10ml depth sample) 15*10^2= total coliform 2.3*10^2= fecal coliform 2.3*10^{2}E -COL = 2.3*10^2= total spherical + = clostridium

However, the heavy metal's analysis has exceeded all international standards. We recorded (mg / kg): Pb = 650, Ni = 700, Zn = 3200, Cu = 1300 Cd = 18

résultant de l'évacuation des eaux usées à la station principale - Ouargla - qui comprend cinq sous-stations (Est en aval, En avalSidi Khwailed, En aval Les douanes, En aval Hôpitaux et M. Road of Anakusa), les décideurs et les responsables des usines de traitement des eaux usées peuvent inclure les boues dans les plans et les projets de développement en raison de leurs perspectives en matière de développement durable et de clôture du débat entre les agriculteurs. Les résultats ont été montrés pour étudier, évaluer, Exploiter cette boue. Les plus importants résultats physico-chimiques sont : PT = 4% NT = 5,5% NaCl = 25%

Les résultats bactériens montrent que : pour l'échantillon de surface (Npp / 10 ml) (4.8*10^3= espacement total de la surface pour un échantillon de profondeur Npp / 10 ml) 15*10^2= coliformes totaux 2.3*10^2= coliformes fécaux 2.3*10^{2}E-COL = 2.3*10^2= sphérique totale + = clostridium.

Par contre, l'analyse des métaux lourds a dépassé toutes les normes internationales, de sorte que nous avons enregistré (mg / kg): Pb = 650, Ni = 700, Zn = 3200, Cu = 1300 Cd = 18