وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة قاصدي مرباح-ورقلة-
كلية الرياضيات وعلوم المادة
قسم الكيمياء

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي
في الكيمياء
التخصص :كيمياء المياه

من إعداد: برقيقة عواطف - سعودي مريم

بعنوان

قدرة اداء نبات(القنا) *Canna Indica* على معالجة مياه الصرف الصحي بطريقة التدفق العمودي لمنطقة تقرت

نوقشت علنا يوم: 4/6/ 2018 أمام لجنة المناقشة:

علاوي مسعود ة	أستاذ محاضر (ا)	جامعة ورقلة	رئيسا
زبيدي عمار	أستاذ محاضر (ب)	جامعة ورقلة	مناقشا
سراوي مبروك	أستاذ مساعد (ا)	جامعة ورقلة	مساعدا
العابد ابراهيم	أستاذ محاضر (ا)	المدرسة العليا للاساتذة ورقلة	مؤطرا

السنة الجامعية 2017-2018

إهداء

أهدي هذا العمل إلي من اشترى لي أول قلم فكان الشمعة التي احترقت لتنير درب حياتي إلي من حصد الأشواك عن دربي ليمهد لي طريق العلم إلي من كلت أناملها لتقدم لنا لحظة سعادة والدتي الغالية إلي نبع الحنان ورمز الأمان إلي من تحت قدميها الجنان والدتي الغالية نعيمة خراز .

إلي أعز من في قلبي إلي إخوتي الأحباء خاصة أسامة الذي ساعدني في بناء المشروع و إلي أخي فاروق ومحمد الكبير.

إلي رفقاء دربي و ذكريات ا لأخوة أصدقائي و زملائي في الدراسة و إلي من أتقاسم معهم الفرح و الحزن صديقاتي في الإقامة الجامعية كنزة العنابي و امال شمباخ.

إلي كل أستاذ ساندني في هذا العمل و إلي كل من أعاننا من قريب أو بعيد

عواطف برقيقة

إهداء

إلى من تتسابق الكلمات لتخرج معبرة عن مكنون ذاتها إلى التي تمتهن الحب و تغزل الأمل في قلبي فتبقى روحي متلألئة و مشرقتا طالما كانت دعواتها عنوان دربي وتبقى أمنياتي على وشك التحقق طالما يدها فوق يدي إلي التي جعل الله الجنة تحت أقدامها إلى نبع الحنان و بسمة الزمان و سر الكيان لكي يا حبيبتي يا سيدة القلب و الحياة أهديك ثمرة جهدي لتهديني الرضا لكي يا أمي حفظك الله...

إلى بؤرة النور التي عبرت بي نحو الأمل واتسع قلبه ليحتوي حلمي حين ضاقت الدنيا فروض الصعاب من اجلي وسار في حلكة الدرب ليغرس معاني النور و الصفاء في قلبي إلى الذي عاش من اجلنا من اجل أن نعيش حياة كريمة في بيت كريم إلى بلسم الشفاء إلى الغالي أدامه الله أبي...

إلى سندي في الحياة إلى الذي دعمني و وقف بجانبي و ضحى من اجلي إلى حبيب قلبي قرة عيني و تاج راسي زوجي...

إلى من كانا والدين ثانيين رعاهما الله,إلى التي قاست معي و تعبت لراحتي و أنقصت من ذاتها لسعادتي إلي التي أهدتني اغلي ما تملك إلى أمي الثانية والدة زوجي.إلى من كان العون و السند بعد والدي إلي أبي الثاني والد زوجي...

إلى من تحمل أعينهم ذكريات طفولتي إلي سندي في الحياة إلي الاعزاز علي قلبي إخوتي حفظهم الله زهير,حياة, وسام, مونة, فطيمة الزهرة, سميرة, محمد علي و زوجته منانة و ابنه عبد الرحمان و إلى عبد الحكيم

إلى الذين قدر لهم أن يكونوا إخوة لي و حملوا في قلوبهم لي كل التقدير و الاحترام فكسبوا قلبي و سكنوه إخوة زوجي كل باسمه واخص بالذكر العزيزة فاطمة و صبرينة التي تحملت معي متاعب الحياة الجامعية فكانت نعم الأخت ونعم الصديقة...

إلى كل أهلي و أقاربي من الأجداد إلى الأحفاد...

إلى كل صديقاتي العزيزات كل باسمه وإلى جميع زملائي التي تقاسمت معهم حلاوة العلم

إلى كل من وسعه قلبي و لم يذكره لساني ولم تسعه اسطري وعباراتي...

إليكم جميعا اهدي عملي...

سعودي مريم

شكر وعرفان

نحمد الله أولا و دائما ،و نشكره كثيرا ،الذي وفقنا لما نحن عليه الآن و نسأل المولى عز وجل أن نكون قد ساهمنا و لو بشيء قليل في إثراء الأبحاث المستقبلية بالمعلومات.

بداية نتقدم بالشكر الخاص إلى الأستاذ الفاضل العابد ابراهيم على توجيهاته الهادفة و نصائحه القيمة.

كما نخص بالشكر العامل في الوكالة الوطني : ONA فتحي بن نجمة على توجيهاته القيمة وإرشاداته والمساعدة التي قدمها لنا طيلة الوقت و محمد العابد جاري ، كما نقدم خالص الشكر الأستاذ سراوي مبروك لإشرافه علي هذا العمل.

ونتقدم بجزيل الشكر إلى طاقم محطة التصفية و التطهير لمدينة تقرت على التسهيلات و المساعدات التي قدموها لنا

الفهرس

		قائمة المخططات	I
		قائمة الأشكال	II
		قائمة الجداول	II
		قائمة الرموز	III
		المقدمة	01
I		الجزء النظري الفصل الأول : تلوث المياه وطرق معالجتها	
I		عموميات حول مياه الملوثة	03
	1-I	تعريف تلوث المياه	03
	2-I	مصادر تلوث المياه	03
	3 -I	انواع التلوث المائية	04
	4 -I	مياه الصرف الصحي	05
		I-4- 1تعريف مياه الصرف الصحي	05
		I-4-2خصائص مياه الصرف الصحي	05
		I-4-3 انوع مياه الصرف الصحي	06
	5 - I	مقاييس تصنيف الملوثات في مياه الصرف الصحي	06
	6 - I	المعايير و التراكيز المسموح بها	08
	7-I	طرق معالجة مياه الصرف الصحي	10

		I-7-1محطات تصفية المياه المستعملة بطريقة الحماة المنشطة	10
		I-7- 2 المعالجة بالبحيرات	13
		I-7-3-معالجة المياه المستعملة بواسطة النباتات	13
II		الفصل الثاني : معالجة مياه الصرف الصحي باستعمال النباتات	15
	II-1	تمهيد	15
	2-II	معالجة مياه الصرف الصحي بالنباتات المخطط	15
	3.II	النباتات المائية المستخدمة ضمن محطات المعالجة بالنباتات	16
		II -3- 1 النباتات المائية البارزة	16
		2-3-II. النباتات الغاطسة	16
		II -3- 3النباتات الطافية	16
	4.II	أحواض النباتات المستعملة في تنقية المياه المستعملة	16
		II -4-1أحواض النباتات ذات الجريان السطحي الحر	17
		II - 4-2أحواض النباتات ذات الجريان تحت السطحي الأفقي	17
		II -4- 3أحواض النباتات ذات الجريان الشاقولي	17
		II -4-4 أحواض النباتات ذات الجريان المتنوع(الأفقي الشاقولي)	18
	II -5	دور مختلف مكونات النظام	19
		II- 5- 1دور مواد التعبئة	19
		II-5- 2دور النبات	19
		II- 5- 3دور الكائنات الدقيقة	22
	II- 6	آليات إزالة الملوثات وفعالية أحوض المعالجة بالنباتات	22
III		الجزء العملي	

	الفصل الثالث: طرق وأدوات		
	1.III	تقديم منطقة الدراسة (تقرت)	23
	2 .III	تقديم محطة التصفية بتقرت	25
	3 .III	البرتوكول التجريبي Protocole expérimentale	26
	III - 3-1-العتاد التجريبي المستعمل		26
	III -3- 2-الخصائص الفيزيوكيميائية لمواد التعبئة المستعملة		27
	4-III	النبات المستعمل	27
	III -4-1-التصنيف العلمي لنبات *Canna Indica*		28
	III -4-2- وصف نبات القنا		28
	III -4-3- إستعمالات نبات القنا		28
	5-III	تحليل النتائج	28
	6-III	الوسائط الفيزيوكيميائية و البكترولوجية المقاسة	29
	III -6 -1- الوسائط الفيزيوكيميائية		29
	III -6 -1 -1- تحديد المواد العالقةMES		29
	III-6-1-2 - تحديد الطلب الكيميائي للأكسجين DCO		31
	III-6-1-3تحديد الطلب البيوكيميائي للأكسجين DBO_5		32
	III-6-1- 4- تحديد كمية النتريت $N_NO^-_2$		33
	III -6-1- 5 تحديد كمية النترات $N_NO^-_3$		34
	III -6-1-6 تحديد كمية أرتو فوسفات PO^{-3}_4		35
	III -6-1-7 قياس كمية الأكسجين المنحل O_{diss}		35

	III -6-1-8 قياس الدليل الهيدروجينيpH		36
	III -6-1-9 قياس درجة الحرارة		37
	III -6-1- 10 قياس الناقلية الكهربائية		37
	III -6-2 الوسائط البكترولوجية		37
IV	الفصل الرابع : نتائج ومناقشة		39
	1-IV	خصائص مياه الصرف المستعملة في تغذية الأحواض	39
	2-IV	مناقشة النتائج	41
	IV-2- 1- تطور درجة الحرارة		42
	IV -2- 2- تطور الأكسجين المنحل		42
	IV -2-3- تطور الأس الهيدروجيني ألـPH		43
	IV -2-4- تطور الناقلية الكهربائية CE		43
	IV -2-5- تطور المواد العالقة MES		44
	IV -2-6- تطور الطلب الكيميائي للأكسجين(DCO)		45
	IV -2-7- تطور الطلب البيوكيميائي للأكسجين(DBO_5)		45
	IV -2-8- تطور إزالة النتريت $N\text{-}NO_2^-$		46
	IV -2-9- تطور النترات $N\text{-}NO_3^-$		47
	IV -210- تطور أرتو فسفور $P\text{-}PO_4^{3-}$		48
	IV -2-11- تطور إزالة البكتريا (*Coliformes totaux* ، *Coliformes Fécau x* ، E.Coli)		49
	الخاتمة		51

	المراجع	52
	الملحق	56

قائمة المخططات

الرقم	العنوان	الصفحة
01	مراحل معالجة مياه الصرف الصحي بالنباتات	11
02	مكونات حوض المعالجة بالتدفق الشاقولي	24

قائمة الأشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
01	حوض المعالجة بالنباتات ذات الجريان السطحي الحر	16
02	حوض المعالجة بالنباتات بجريان تحت السطحي الأفقي	16
03	حوض المعالجة بالنباتات بالجريان الشاقولي	17
04	حوض معالجة بالنباتات بالجريان المتنوع	23
05	خريطة توضح الموقع الجغرافي لمدينة تقرت	23
06	خريطة تبين موقع منطقة الدراسة لدائرة تقرت ولاية ورقلة الجزائر	24
07	صورة بالقمر الصناعي تحدد موضع منطقة الدراسة	25
08	العتاد التجريبي المستعمل	26
09	نبات القنا canna indica	28
10	التطور الزمني لدرجة الحرارة T(c°) للمدخل والمخرج لكل من الحوض المزروع والشاهد	39
11	التطور الزمني للأكسجين المنحل O_{diss}للمدخل والمخرج لكل من الحوض المزروع و الشاهد.	40

12	التطور الزمني للأس الهيدروجيني أل PHللمدخل والمخرج لكل من الحوض المزروع والشاهد.	41
13	التطور الزمني للناقلية الكهربائية CE للمدخل والمخرج لكل من الحوض المزروع والشاهد	43
14	التطور الزمني للمواد العالقة MES للمدخل والمخرج لكل من الحوض المزروع والشاهد.	43
15	التطور الزمني للطلب الكيميائي للأكسجين(DCO)للمدخل والمخرج لكل من الحوض المزروع والشاهد.	44
16	التطور الزمن للطلب البيوكيميائي للأكسجين DBO_5 في للمدخل والمخرج لكل من الحوض المزروع والشاهد.	45
17	التطور الزمني للنتريت NO_2^- للمدخل والمخرج لكل من الحوض المزروع والشاهد	47
18	التطور الزمني للنترات NO_3^- للمدخل والمخرج لكل من الحوض المزروع والشاهد.	48
19	التطور الزمني للأرتو فسفور PO_4^{3-} للمدخل والمخرج لكل من الحوض المزروع والشاهد	49
20	التطور الزمني لـ Coliformes Totaux للمد خل و المخرج لكل من الحوض المزروع والشاهد.	49
21	التطور الزمني لـ *Coliformes Fécaux* للمدخل والمخرج لكل من الحوض المزروع والشاهد.	49
22	التطور الزمني لـ *E.Coli* للمدخل والمخرج لكل من الأحواض المزروعة والشاهد.	50

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
01	قيم الحد الأقصى لمعالم صرف نفايات الوحدات الصناعية	09
02	دور النباتات ضمن محطات الأراضي الرطبة(محطات المعالجة بالنباتات)	21
03	أهم آليات الإزالة الرئيسة للملوثات ضمن أحوض النباتات	22

04	معامل تغير قيمة DBO_5 بدلالة حجم العينة المستعملة	31
05	القيم المتوسطة للوسائط المقاسة للمياه المستعملة الحضارية في تغذية الأحواض اثناء عملية التنقية	47
06	القيم المتوسطة للوسائط المقاسة للمياه المعالجة الحضارية للحوض المزروع و الشاهد	48
07	جدول« Mac-Crady »	56
08	يمثل النسبة بين *DCO* و*DBO_5* للمياه الخارجة من الأحواض	57
09	نتائج المتحصل عليها من خلال الدراسة	58

قائمة الرموز

الرمز	التسمية
MTH	Maladies à Transmissions Hydrique
MES	Matières en suspension
CE	Conductivité électrique
pH	potentiel d'hydrogène
O_{dissou}	l'oxygène dissous
PO_4^{3-}	ortho phosphore
NO_2^-	Nitrite
NO_3^-	Nitrate
DCO	Demande chimique en oxygène
DBO_5	demande biochimique en oxygène (05 jours)
WWG	Waste water Gardens (حدائق معالجة المياه المستعملة)
ZHA	Les zones humides artificielles
NPP	Nombre plus probable
BCPL	Bouillon lactose au bromocrésol propre
AFNOR	Association française de normalization
ONA	Office nationale d'assainissement

مقدمة

I - مقدمة

لقد ازداد في السنوات الأخيرة الاهتمام بمعالجة مياه الصرف الصحي اهتماما كبيرا و خاصة في أيامنا هذه ، ويعود السبب الرئيسي لهذا الاهتمام إلى النقص في الموارد المائية في معظم الدول النامية حيث تواجه مشاكل شح الموارد المائية فالماء ضروري لدوام الحياة بمختلف صورها ولقد قال تعالى ... " : وجعلنا من الماء كل شئ حي أفلا يؤمنون " سورة الأنبياء" 31 : ، ولذلك فالماء عنصر مهم في مجالات التنمية الزراعية والصناعية، ولذلك فان مياه الصرف الصحي تعد احدى الموارد المائية ,إن الحاجة ماسة لاستخدام مياه الصرف الصحي والصناعي ' وذلك نظرًا للزيادة المستمرة في معدلات استهلاك المياه ، والتي ترتبط بزيادة السكان والتقدم الصناعي وارتفاع مستوى المعيشة والرفاهية وزيادة استخدام المنظفات والمواد الكيميائية المختلفة والتي يصرف أغلبها مع مخلفات الصرف الصحي مما يجعل من المخلفات السائلة مشكلة كبيرة تتفاقم آثارها عاماً بعد آخرو لهذا تخلصت معظم دول العالم من الأسلوب القديم الذي كان يتبع في العصور السابقة بالتخلص من النفايات السائلة في الأنهار أو البحيرات أو البحار واتجهت إلى التخطيط السليم لإعادة استعمالها بعد معالجتها إلى درجة كافية تحول دون الضرر من استعمالها. باستخدام طرق رخيصة وفعالة لمعالجة مياه المجارى قبل تصريفها في المياه ،وتشمل محطات معالجة المياه الصرف الصحي مجموعة من العمليات المستعملة حضريا بالطرق القديمة الكلاسيكية (الحماة و السرير البكتيري .....). هذه الطرق معقدة بسبب تشغيلها و صيانتها و تكلفتها'[1]وفي الوقت الحاضر انتشرت تقنيات سليمة بيئية تساعد على المحافظة على البيئة عند تطبيقها وتعتبر اقل تلويث من غيرها ، ويتم ذالك باستخدام المصادرالطبيعية ومعظم دول العالم في اهتمام متزايد عليها وهي المعالجة الحيوية ويتم من خلالها استخدام كائنات حية ونباتات أو أحياء دقيقة لإزالة سمية الملوثات من المياه الملوثة ومن أهم هذه التقنيات المعالجة بالنباتات.

تعتبر محطات المعالجة بالنباتات أثبتت كفاءاتها و قدرتها على تحقيق المواصفات المرغوبة لمياه الصرف عن طريق إنقاص نسبة الملوثات و العوامل الممرضة،حيث المعالجة النباتية هي المعالجة باستخدام نباتات معينة لها القدرة على تقليل من مستويات التلوث في المياه عن طريق آليات أيضية معينة يقوم بها النبات وتؤدي إلى إزالة الملوثات المختلف،و يطلق على الأرض التي تمر فيها المياه الملوثة المعالجة أوليا" عبر أحواض مزروعة بالنباتات بالأراضي الرطبة الاصطناعية يتم تصميمها هندسيا وتحتوي علي حصى أو رمل أو مزيج منهما، والتي تعمل على خفض تركيز الملوثات الموجودة في مياه الصرف الصحي بشكل كبيرمن بين النباتات المستعملة في تنقية المياه الملوثة نبات القنا والتي تلعب دورا كبيرا في معالجة

مياه الصرف الصحي مما شجع الكثير من الباحثين على التفكير في الاستفادة منها لمعالجة مياه الصرف الصحي و من الدراسات التي أجريت في هذا الموضوع نذكر ، العابد إبراهيم[1]

ويهدف عملنا هذا لقياس مدى فعالية وقدرة نبات القنا على تنقية المياه المستعملة الحضرية بواسطة التدفق العمودي لمنطقة تقرت

يتضمن عملنا هذا:

الفصل الأول : تلوث المياه وطرق معالجتها

الفصل الثاني : معالجة مياه المستعملة بواسطة النباتات

الفصل الثالث : طرق و أدوات

الفصل الرابع : نتائج و مناقشة

الخاتمة

الفصل الأول

تلوث المياه وطرق معالجتها

I- عموميات حول مياه الملوثة

I -1-تعريف تلوث المياه

- جاء تعريف منظمة الصحة العالمية عام 1961 م لتلوث المياه على أنه " : هو أي تغير يطرأ على الخصائص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للمياه مما يؤدي إلى تغير في حالتها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، بحيث تصبح المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها، سواء للشرب أو الاستهلاك المنزلي أو الزراعي أو غيره [1].

- هو أي تغير غير مرغوب به يؤثر فيزيائيا و بيولوجيا و كيميائيا في نوعية المياه و يؤثر سلباً على الكائنات الحية، و يجعل المياه غير صالحة للاستخدامات المطلوبة[2]

. أ.التغير الفيزيائي :التحولات التي تطرأ على المياه في اللون والطعم والرائحة والناقلية الكهربائية و القساوة ودرجة الحرارة وبقية الخواص الفيزيائية.

ب.التغير البيولوجي :يتناول طبيعة وتعداد البكتريا والطفيليات والفطريات والفيروسات التي يمكن أن تتواجد فيها.

ج.التغير الكيميائي :هو التغير من حيث التكوين وطبيعة وتركيز المعادن والشوارد والأملاح والرقم الهيدروجيني والقلوية وغيرها من الخواص الكيميائية والإشعاعية.

-وتعرف الملوثات بحسب برنامج الأمم المتحدة للبيئة بأنها أي مادة فيزيائية أو كيميائية أو عضوية وإشعاعية موجودة في مياه الصرف الصحي وتعمل على تدني نوعية هذه المياه وتشكل خطورة تمنع الاستفادة منها[3].

I -2 مصدر تلوث المياه

تتعدد مصادر تلوث المياه ويمكن تقسيمها إلى:

- مصادر طبيعية :وتشمل الجو، المعادن الذائبة، تحلل المواد النباتية والجريان السطحي للأملاح والكيماويات.

- مصادر زراعية :وتشمل الانجراف المائي للتربة التي تحمل معها أسمدة كيماوية ومبيدات، المخلفات الحيوانية(مزارع الإنتاج الحيواني والدواجن)،مياه الري.

- مياه الصرف :وتشمل الصرف الصحي والصرف ألصناعي و المركبات البحرية والحوادث البحرية.

- مصادر أخرى متنوعة :مثل أنشطة البناء، المناجم، الماء ألجوفي ،أماكن تجمع ألقمامة وأماكن إنتاج الإسمنت،...الخ[1]

I -3أنواع تلوث المياه

I -3-1التلوث الطبيعي :وهو موجود في المخلفات العضوية في الماء منذ ظهور الكائنات الحية النباتية والحيوانية على سطح الأرض إذ تأخذ المخلفات الطبيعية الناتجة عن أجسام الكائنات الحية والمواد العضوية الميتة طريقها إلى الماء في كل مرة تتدفق فيها المياه الجارية وخصوصاعند هطول الأمطار فوق التربة والصخور والرواسب المعدنية والفضلات العضوية .ومع ذلك فربما يكون الإنسان مسؤولا في كثير من الحالات عن زيادة التلوث الطبيعي نتيجة لتعدياته على الغابات وأشكال الغطاء النباتي المختلفة[1].

I -3-2التلوث الحراري :ويحدث عادة حيثما توجد محطات توليد الطاقة الكهربائية والمصانع التي تستخدم الماء للتبريد إذ تضيف هذه المنشآت إلى المسطحات المائية ماء درجة حرارته مرتفعه وهو ما يسبب في كثير من الأحيان أضرار للحياة النباتية والحيوانية أكثر مما تسببها المواد الملوثة التي تقذفها المصانع ذاتها،فكل زيادة عن درجة الحرارة الطبيعية في الكتل المائية تخل بالتوازن الطبيعي[4].

I -3-3التلوث البكتيري : ويقصد به وجود ميكروبات في الماء وهي تسبب عدد ا من الأمراض المعدية مثل الدوسنتريا والكوليرا والبلهارسيا وغيرها من الأمراض[1].

I -3-4النفط : ويعد هو ومشتقاته واحد ا من أهم الملوثات المائية المتميزة بانتشارها السريع فقد يصل إلى مسافة تبعد Km 700عن منطقة تسربه، ويصدر هذا التلوث عن حوادث ناقلات النفط الخام أو المكرر، كما تُعد المصافي النفطية واحدة من المصادر الهامة لتلوث الماء بالنفط، لأن المصافي تستهلك كمية من الماء ثم تلقيه في البحار أو الأنهار مع مقدار من النفط، كما أن الاستثمار في عرض البحر سواء في مرحلة التنقيب أو الإنتاج يشكل مصدر إضافي للتلوث بالنفط عن طريق التسرب كما يتسرب النفط أثناء تحميل وتفريغ الناقلات[1].

I -3-5المخلفات الصناعية : ويعد تلوث الماء بالمواد الكيميائية الناتجة عن الصناعات المختلفة واحدة من أعقد المشكلات التي يواجهها الإنسان ومن أهم هذه الملوثات الكيميائية المعادن الثقيلة : والرصاص و الزئبق و الكادميوم والنحاس والزنك وغيرهم من المعادن والمواد[5].

I -3-6التلوث الإشعاعي : هو تلوث شديدة الخطورة، فالمواد المشعة تصل إلى المياه نتيجة للتجارب النووية وعمل المفاعلات ومحطات الطاقة الكهروذرية، وبسبب حفظ النفايات المشعة في أعماق البحار والمحيطات، وهو ما يؤدي إلى رفع تركيز هذه المواد في المياه.[6]

I -3-7التلوث البيولوجي :هي مياه المجاري المستعملة حيث تحتوي على فضلات دورات المياه وشوائب ومنظفات صناعية وبكتيريا، يتم التخلص من هذه المياه في معظم الدول عن طريق تصريفها في المسطحات المائية دون معالجتها حيث تكون المياه الملوثة بالمنظفات الصناعية والصابون وبعض أنواع البكتيريا

الضارة. ..... الخ، ينتج عن ذلك حدوث أضرار جسمية وتقليل نسبة الأكسجين في الماء والتي تؤدي إلى موت الكائنات المائية وتعفن المياه. [2]

I -4 مياه الصرف الصحي

I - 4-1تعريف مياه الصرف الصحي

- المياه العادمة هو الماء الملوث الذي يتركب من المواد التي تغير من خصائصه الكيميائية أو تغير من طبيعته مما يجعله غير صالح للإنسان أو الحيوانات أو النباتات أو الكائنات التي تعيش في البحار والمحيطات أو كما يمكن أن تكون ذات مصدر صناعي ذو مكونات مختلفة سواء كانت كيميائية أو عضوية أو معدنية حسب طبيعة النشاط الصناعي [1]

- الماء المستعمل هو الماء الملوث الذي يتركب من المخلفات المنزلية و التي تشمل بقايا الدهون و الأطعمة و المنظفات الصناعية المستعملة في الغسيل و التنظيف و المواد العضوية و المخلفات الآدمية بالإضافة إلي مياه الشطف لساحات المنازل حاملة معها الأتربة و بعض المواد العالقة كذلك المخلفات الصناعية وهي المياه الناتجة من المصانع وتحتوى علي نسب مختلفة من ا المواد الغريبة و الكيماوية التي تفسد خواصه الكيميائية مما يجعله غير صالح للإنسان[7].

- تحتوى مياه الصرف عن ما يزيد عن % 99 ماء والباقي عبارة عن خليط مواد ذائبة وغروية وجسيمات عضوية، وغير عضوية، بالإضافة إلى كائنات حية صغيرة (ميكروبات، فيروسات ،بكتيريا،فطريات) ، هذا الخليط هو الذي يحدد نوعية الماء و طبيعية الكيميائية والبيولوجية [7]

1- تتحدد نوعية مياه الصرف الصحي باللون، الرائحة ، العكارة، درجة الحرارة، التي تكون عادة أعلى من حرارة الجو [7].

2- تتحدد نوعية مياه الصرف الكيميائية بمحتواها من المواد العضوية والغير العضوية [1].

- يعتبر المحتوى العضوي العامل الأساسي في تلوث مياه الصرف حيث تمثل المواد البروتينية المجموعة الرئيسية للمحتوى العضوي وتقدر بحوالي 50 % ويليها في ذلك المواد الكربوهيدراتية التي تكون حوالي 45% ثم الدّهون والزيوت التي تكون حوالي5 % ، تتحلل المواد البروتينية والكربوهيدراتية تحلل سريع في حين أن الدهون والزيوت تكون أكثر ثبات ويكون تحللها بطيء [7].

I -4 -2خصائص مياه الصرف الصحي

تتصف مياه الصرف الصحي عموما بأنها مصدر هام من مصادر التلوث الذي يعتبر خطر علي صحة الإنسان و الحيوان و النباتات نظرا لاحتوائها على العديد من الملوثات التي يمكن أن تكون:

1- ملوثات فيزيائية :يمكن إزالتها بعمليات فيزيائية مباشر كالترسيب أو الترشيح أو التصفية أو الامتزاز أو الفصل الغشائي أو التبخير ... الخ .ومن أهم هذه الملوثات الرمال والشوائب الخاملة.

2- المواد الصلبة منحلة :تكون هذه الملوثات عضوية منها الهيدركربونات و الدسم و الزيوت و الشحوم والمبيدات الحشرية والعشبية و البروتينات و الفينولات.....الخ أو لا عضوية و منها القلويات والأحماض والكلوريدات والمعادن الثقيلة والنتروجين والفسفور والكبريت.

3- الغازات المنحلة :ومنها غاز كبريت الهيدروجين والأمونيا والميثان والأكسجين.

4- ملوثات حيوية : وتتطلب لازالتها تطبيق بعض العمليات الحيوية أو الفيزيوكيميائية كالمعالجة الحيويةأوالتعقيم. ومن أهم هذه الملوثات الحيوانات الميتة وبعض أنواع الكائنات العضوية المجهرية (الأحياء الدقيقة)ومنها البكتيريا والفيروسات وكذلك الديدان وبعض أنواع النباتات[7].

I -4-3انواع مياه الصرف الصحي

1 .مياه الصرف الصحي المنزلي : تأتي من مختلف الاستخدامات المحلية للمياه والمرافق والخدمات السكنية، و التي تنبع في الغالب من عملية التمثيل الغذائي للإنسان ومن الأنشطة المنزلية، وهذا الصرف الصحي يشمل المياه والمراحيض الرمادية(صمامات المياه) .[1]

المياه الرمادية تحتوي على المواد الصلبة العالقة) التربة والرمال والنفايات والنباتات والدهون الحيوانية(والمواد الذائبة) المعادن والمواد العضوية .(صمامات المياه تحتوي على المعادن، السليلوز والدهون والبروتين واليوريا وحمض اليوريك، والأحماض الأمينية والأحماض الدهنية والكحول والكربوهيدرات.

2 .مياه الصرف الصحي الصناعي : هي مختلفة جدا عن مياه الصرف الصحي المنزلية وملامحها تختلف من صناعة إلى أخرى حيث تشمل جميع المخلفات والنفايات الصناعية التي تنتج أثناء استخراج وتصنيع المواد الخام إلى منتجات صناعية.

تحتوي على مواد عضوية وغير عضوية ومواد ربما سامة قد تسبب عدم التوازن البيئي وتتطلب معاملة خاصة تبعا لنوع المركبات قبل تصريفها[1].

I-5 مقاييس تصنيف الملوثات في المياه المستعملة

1- درجة الحرارة : (°C)T

تعتبر درجة حرارة للبيئة المائية عاملا مهما في التوازن البيئي، والتغير المفاجئ في درجة الحرارة يعود إلى طرح مخلفات صناعية منها الكيماوية والبترولية وبعض المعادن الثقيلة [1]

2-**الدليل الهيدروجيني. (pH)** هو تركيز شوارد الهيدروجين H^+ في الماء، حيث يكون في الحالة الطبيعية بين (6-8.5) ويشكل وسط واقي أي غير قابل للتحولات السريعة في ال pH ، لكن مياه الصرف الصناعية تغير في قيمة الدليل الهيدروجيني للماء فمثلا مياه الصرف الناتجة عن مصانع الغازات يكون pH مابين (3.5-3) [7]

3-الناقلية الكهربائية(CE)

تحتوي المياه الطبيعية على تراكيز خفيفة من الأملاح المعدنية المتشردة وبالتالي فجميعها تشارك في الناقلية الكهربائية وتنتج الناقلية العالية عن ارتفاع نسبة الملوحة بسبب الملوثات المعدنية.

4-المواد العالقة (MES)

تمثل المواد غير الذائبة و الموجودة في مياه الصرف و تضم المواد العضوية و المعدنية و يرمز لها ب : MESأي Matière en suspension يعبر عنها ب :ملغ/ل .القيمة القصوى للمواد العالقة لاتتجاوز 35 ملغ / ل لكي نستطيع رميها في المحيط بدون خطورة أما إذا تجاوزتها تصبح خطر على المحيط فيجب معالجة هذه المياه حسب(المرسوم التنفيذي رقم 06-141 المؤرخ في 19 افريل 2006)[1]

5- المواد العضوية

تتواجد على أشكال مختلفة فيزيائية فقد تكون:

-1- جزيئات كبيرة أو صغيرة مثل : سكريات (نشاء، سيليلوز) ، أحماض عضوية طيارة، البولة.

-2- غرويات منحلة :تتكون أساسا من مركبات الأزوت Azote ، كربون Carbone ، أوكسجين Oxygène ،الكبريت Soufre ، الفسفور Phosphore ،

6-اختبار الطلب البيوكيميائي للأوكسجين(DBO_5)

وهو عبارة عن كمية الأوكسجين المستهلكة من طرف الكائنات الحية الدقيقة الهوائية لتحليل أو تفكيك المادة العضوية مع استهلاك الأكسيجين المنحل، يتم تقدير كمية الأوكسجين المفقود بحساب DBO_5 ، فكلما زاد الطلب البيوكيميائي للأكسيجين DBO_5 ، كلما كانت نسبة المواد العضوية كبيرة أي زيادة نسبة تلوث المياه القذرة.

كما يمكن تلخيص أهدافه بما يلي:

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

معدل DBO_5 في المياه المستعملة المنزلية (150–500) ملغ/ل[1]

7-اختبار الطلب الكيميائي للأوكسجين(DCO)

يعرف بأنه مقدار الأكسجين المستهلك من أجل أكسدة كيميائية للمواد العضوية و غير عضوية المسببة لتلوث المياه لكل واحد لتر من المياه.ومن أجل أكسدة هذه المواد تستعمل مؤكسدات قوية مثل ثاني كرومات البوتاسيوم [1]

8-النيترات NO_3^-

أثبتت الأبحاث الطبية مضار النيترات على الصحة وخاصة على الأطفال بالإضافة إلى تزايد النيترات بشكل كبير في المياه الجوفية والسطحية نتيجة التوسع الكبير في استعمال الأسمدة الآزوتية والكيماوية.إن تحديد تلوث المياه بالنيترات عملية صعبة نتيجة التحولات المستمرة للأزوت ضمن حلقة متكاملة تعرف بحلقة الأزوت، توضح هذه الحلقة أن النيترات تمثل المرحلة النهائية لأكسدة المركبات العضوية الآزوتية ولذلك فإن وجودها في المياه الملوثة يشير إلى سير عملية التنقية الذاتية، تأتي النيترات المتواجدة في المياه الطبيعية بفعل جريان المياه على سطح التربة في مرحلة تشكل الأنهار، يضاف إليها النيترات القادمة مع مياه الصرف، والنيترات الناتجة عن أكسدة البكتريا للفضلات العضوية الآزوتية [1]

9- النتريت NO_2^-

تمثل شوارد النتريت مرحلة انتقالية من شوارد النيترات وشوارد الأمونيوم ضمن عملية الأكسدة والإرجاع لهما، وذلك فإن شوارد النتريت المتواجدة في الوسط المائي ناتجة عن إرجاع النيترات أو عن أكسدة شوارد الأمونيوم ولا يوجد مصدر طبيعي للنتريت[1].

10- أرتوفوسفات PO_4^{3-}

ينشأ الفوسفات في المياه السطحية من مصدر طبيعي ومصدر صناعي كالأسمدة المنظفات الصناعية تتواجد شوارد الفوسفات في الماء بأشكال مختلفة تبعا لقيمة pH الوسط حيث تكون المياه الطبيعية ذات pH بين (8 - 5)تحتوي شوارد الفوسفات أحادية وثنائية الهيدروجين- (H_2PO^- _HPO_4^{-2})، يعتبر الفوسفات المنحل في مياه الري مادة مغذية للنباتات غير أن ارتفاع نسبته أكثر من 60 ملغ/ل يؤدي إلى تغير في بنية بعض النباتات كما أن الأسماك تتغذى بالفوسفات المنحل في المياه[1]

11- الكائنات الحية الدقيقة

تحتوي مياه الصرف على مجموع الكائنات الحية الدقيقة خاصة البكتيريا القولون البرازية (Bactérie Coliformes Fécaux) وبالإضافة إلى البكتريا السباحية البرازية(*Streptocoques Fécaux*) S.bovis تتواجد البكتيريا اللاهوائية إجباريا بإعداد أكبر من الهوائية في مياه الصرف غير المعالجة بمعدل 10^4 إلى 10^5في 1 مللتر . من المستحيل ذكر جميع الأجناس أو الأنواع أو المجموعات المتواجدة والمعروفة لأن براز الإنسان يحتوي على 300 إلى 400 جنس مختلف، كما نجد بكتيرياAeromonas بتركيز مساوي أو أكبر من تركيز Entérobactérie، رغم مصدرها غير البرازي(من10^5إلى 10^6في 1 ملل) [2].

I -6- **المعايير والتراكيز المسموح بها** في إطار المحافظة على البيئة والصحة العامة قامت الجزائر بفرض معايير من خلالها تحديد قيم الحد الأقصى لمعايير الصرف نفايات الوحدات الصناعية السائلة مؤرخ في 25 شعبان عام1433

الموافق 15جويلية 2012ينظم النفايات الصناعية السائلة) الموضحة في الجدول أدناه:

جدول رقم (01) : قيم الحد الأقصى لمعالم صرف نفايات الوحدات الصناعية

المقاييس	القيمة
درجة الحرارة	30م^0
pH	6.5-8.5
المواد العالقة MES	30ملغ/ل
الطلب الحيوي للأوكسجين DBO_5	30ملغ/ل
الطلب الكيميائي للأوكسجين DCO	90 ملغ/ل
الأزوت N	30ملغ/ل
الفوسفات PO_4^{-3}	02 ملغ/ل
الزنك	10 ملغ/ل
الكروم	0.1 ملغ/ل
المنظفات	01 ملغ/ل
الزيوت والدهون	20 ملغ/ل
الأكسجين المنحل Oxy.diss	2-5ملغ/ل
النتريت NO_2^-	30ملغ/ل

I -7 طرق معالجة مياه الصرف الصحي

مراحل المعالجة في الميدان:

هناك طرق عديدة معتمدة لمعالجة المياه المستعملة سنحاول أن نتطرق إلى أحسن الطرق في تصفية مياه الصرف:

I . 1.7 محطات تصفية المياه المستعملة بطريقة الحمأة المنشطة

تتضمن عمليات تصفية المياه المستعملة بطريقة الحمأة المنشطة ثلاثة مراحل متتابعة وهي على التوالي:

أ- المعالجة الأولية المعالجة الفيزيائية(Traitment Primaire)

و هي فصل الصلب عن السائل وكذلك فصل الأطوار غير المائية مثل الزيت عن الماء[7]

أ- 1- المرحلة الأولى (الغربلة)

يتم فيها إزالة الجزيئات اللاعضوية كبيرة الحجم وكذلك الألياف الغير قابلة للانحلال بنسبة20إلى% 30 بالغربلة أو بالترسيب البسيط أو الغير بسيط بإضافة عوامل كيميائية مخثرة وهي معالجة ضرورية لحماية المنشآت الميكانيكية والمضخات المختلفة الموجودة في المراحل اللاحقة من المعالجة ، كما تهدف هذه المرحلة أيضاً إلى تجانس هذه المياه وخاصة عندما تصب في المحطة من حين إلى آخر كميات كبيرة من مياه الفضلات الصناعية و تتكون هذه المرحلة من عدة مراحل وهي

أ- 1-1- نزع المواد الكبيرة الحجم

يتم في هذه المرحلة فصل المواد الصلبة بوسائل ميكانيكية مناسبة حيث تمر المياه القذرة في مصافي معدنية ذات فتحات مناسبة من أجل فصل المواد الصلبة الكبيرة ,تترسب المياه المعدنية في أحواض مناسبة وفي هذه المرحلة يتم فصل المواد الطافية والرغوية من فوق سطح المياه بوسائل معدنية.

أ- 1-2 -نزع الرمل

ينزع الحصى والرمل وباقي الجزيئات الداخلة في محتوي مياه الصرف وتستعمل بكثرة أحواض الترسيب المهواة من الأسفل بحركة هرمية مع تحريك دائري وبهذا ينزع الرمل ويفرغ.

أ- 1-3-الترسيب

خلال هذه المرحلة تمر مياه الصرف إلى أحواض الترسيب التي تتلقى ترسيب أولي للجزيئات الثقيلة بالجاذبية وهذا الترسيب يسمح بنزع % 50 من مجموع المحتوى الصلب لمياه الصرف و من 40%-60%من الجزيئات الثقيلة الصلبة

أ- 1-4-أحواض التعديل

والغاية منها تخفيف حدة التغيرات في كمية الجريان أو شدة مياه المجاري الواصلة لمحطة المعالجة وذلك للحصول على معدل شبه ثابت للجريان وتركيز شبه ثابت للملوثات الموجودة في مياه المجاري الداخلة للمعالجة[7].

أ- 2-المرحلة الثانية:

يتم فيها فصل المواد الصلبة الدقيقة عن طريق الترسيب ومن أهم مكونات هذه المرحلة:

أ- 2- 1حوض إزالة الرمال

وهو حوض ذو زمن مكوث قصير لإزالة الرمال الدقيقة والثقيلة الوزن سريعة الترسيب ذات القطر ما بين(0,1-0,2)

وتصمم الأحواض هذه بحيث تكون سرعة الجريان 0,3 م/ثانية.

أ- 2- 2الحوض الثاني

حوض الترسيب الأولي لإزالة المواد الصلبة بطيئة التركيد إذ يبلغ زمن المكوث هنا أكثر من ساعتين القطرات الزيتية الأخف من الماء تطفو على السطح في نفس الوقت الذي تترسب فيه المواد الصلبة الأثقل من الماء إلى قاع الحوض و كلا الطبقتين السفلى التي تشكل المواد الصلبة والعلوية التي تشكل الزيت يجب إزالتها بآلية مناسبة تعمل بشكل مستمر أو متقطع. [7]

أ- 2- 1-نزع الزيوت

ويتم نزع الدهون والزيوت الطافية بواسطة كاشطات وهي الطريقة المستعملة بكل محطات التنقية على مستوى الوطن[1].

ب-المعالجة الثانوية (المعالجة البيولوجية) **:**

هذه المرحلة من المعالجة عبارة عن تحويل احيائي للمواد العضوية إلى كتل حيوية تزال فيما بعد عن طريق الترسيب في حوض الترسيب الثانوي ، وهناك عدة أنواع من المعالجة الثانوية و تتمثل المعالجة الثانوي في المعالجة البيولوجية التي تتكون من عدة انواع وهي كالتالي يتم فيها القضاء على المادة العضوية القابلة للتحلل من طرف الكائنات الحية الدقيقة وهذا في وجود الهواء حيث تقوم هذه الأخيرة بامتصاص المواد العضوية الملوثة وتحلل بيولوجي هوائي يعتمد فيه على النشاط الهوائي للبكتيريا. والمعادلة الإجمالية من أجل تفكيك وتحلل هذه المادة العضوية تكون كالتالي:

ماء+ ملوثات عضوية + كائنات حية دقيقة(بكتريا)+أوكسجين ← زيادة عدد الكائنات الحية(البكتريا الهوائية)$H_2O+ cO_2$

ب- 1-الاسرة البكترية او اسرة الترشيح

يتكون السرير البكتيري من تجمع جزيئات كبيرة مثل :الأحجار ثم تليها جزيئات أقل حجما منها إلى غاية الوصول إلى جزيئات دقيقة في الطبقة الداخلية تمر مياه الصرف عبر هذه الطبقات من خلال حامل أنبوب كبير به ثقوب.وبعد عدة أسابيع يغطى سطح السرير البكتيري بطبقة غشائية رقيقة لزجة تدعى Zooglée ذات طبيعة بيولوجية تحتوي على كائنات حية دقيقة مختلفة التي تؤكسد المادة العضوية الملوثة نجد فيها: بكتيريا هوائية إجباريا أو لاهوائية اختياريا.كما نجد أحيانا في الطبقات السفلى للسرير (العمق) البكتريا اللاهوئية إجباريا. بصفة عامة مياه الصرف تمر أولا إلى أحواض الترسيب الأولي ويمرر الماء الصافي إلى السرير البكتيري أين يتم هدم المادة العضوية بتدخل البكتريا لتعطي طبقة Zooglée والماء الناتج أي المصفى يمرر في حوض الترسيب الثانوي أين تختزل المادة العضوية بدرجة كبيرة

ب- 2-الحماة المنشطة

طريقة الأوحال المنشطة هي الطريقة المثلى والفعالة والأكثر استعمال في محطات المعالجة لكي تتم هذه العملية

يجب توفر الشروط التالية:

- التهوية الجيدة والمستمرة
- الكائنات الحية الدقيقة
- المادة العضوية.

بعد مرور مياه الصرف بالمرحلة الأولية الفيزيوكميائية Dessablage Dégrillage .و Deshuilage تخضع للمرحلة الثانية "المعالجة البيولوجية " وهي تمثل المرحلة الفعالة في المعالجة كل أثناء هذه المرحلة تمر المياه بعدة مراحل هي:

- **حوض ترسيب ابتدائي** :يتم فيه التخلص من المادة العالقة MES بنسبة % 70 خلال عدة ساعات بترسبها مشكلة أوحال ابتدائية نتيجة تعرض مياه الصرف الناتجة من الحوض

- **أحواض التهوية** :نتيجة تعرض مياه الصرف الناتجة من الحوض الأول لتهوية شديدة يتم أكسدة المادة العضوية بواسطة الكائنات الدقيقة (بكتيريا هوائية)

- **حوض الترسيب الثانوي**

تخضع المياه الناتجة عن حوض التهوية إلى الترسيب الثانوي، عندالتراكم يعاد جزء إلى حوض التهوية للتنشيط من جديد مع المياه الآتية من حوض الترسيب الأول فبدل أن تستغرق عدة أسابيع تستغرق عدة ساعات، أما الأوحال المتبقية تعرض للتخمر اللاهوائي" الهواضم اللاهوئية "من أجل قتل البكتريا .المعالجة بالأوحال النشطة تضمن نقص في DBO_5 بنسبة90% ومعالجة 1000 ل من مياه الصرف تعطي 500 غ من الوحل.

ب-2- 1التخمر اللاهوائيDigestion anaérobie :

يستعمل التخمر اللاهوائي لمعالجة الأوحال النشطة المتبقية من المرحلة السابقة حيث يتم التخمر في مخمرات كبيرة Digesteur بحيث تحول البكتريا المادة العضوية منتجة غازات N_2 : ، H_2 وخاصةCO_2،CH_4 وهذه الأخيرة تستعمل كمصدر للطاقة.تغذى المخمرات بأوحال فتية" حديثة "وجزء من الأوحال الناضجة أي ناتجة من تخمر سابق في شروط مثالية من درجة الحرارة و pH .تتدخل في هذا التخمر بكتيريا لاهوائية خاصة ولاهوائية إجباريا، مكونة الميثان وتتمثل في Méthanobacterium, Methanosarcina, Methanococcus : [1].

-تواجد ونمو Desuifovibrio راجع إلى وجود Sulfate ، وهي معيقة لعملية التخمر، لأنها تنتج غازات كريهة H_2S وفقيرة من حيث الطاقة.

-لإتمام عملية التخمر يجب توفر شروط مثلى كدرجة الحرارة التي تتراوح بين 60 - 50 م ^{0} وهي مفضلة عند البكتيريا المحبة للحرارة " Thermopiles " لتسرع عملية الهدم.

- تستغرق أسبوعين إلى ثلاثة وأحيانا أكثر.

- الأوحال الناتجة من عملية" التخمر اللاهوائي "تكون خالية من الأحياء الدقيقة الممرضة وناقصة من حيث الحجم والمادة العضوية" مختزلة.

- نظرا لانعدام الهواضم اللاهوئية ببلادنا وذلك لتكاليفها الباهظة فإن معظم محطات تنقية المياه القذرة بالجزائر تعتمد مباشرة على تجفيف الأوحال الناتجة عوضا عن تخميرها وذلك بأسرة التجفيف

- الماء المعالج والخارج من محطات المعالجة يوجه إلى ميدان الري بعد تطهيره من أجل القضاء على كامل الأحياء الدقيقة والممرضة[1].

I .7 .2المعالجة بالبحيراتLagunage

هي إحدى الطرق المستعملة في معالجة المياه المستعملة والتي تعتمد كمبدأ أساسي في العمل على التدفق والسيلان البطيء للماء.لإقامة هذا النوع من المحطات نحتاج لتضاريس ومساحات شاسعة تسمح بإقامتها (لهذا يستخدم هذا النوع من محطات التصفية كثيرا في الصحراء)، لأن المحطة تتكون من أحواض كبيرة جدا وقد يصل عددها من 7إلى 8 أحواض أو أكثر حسب طاقة إستعاب كل محطة للمياه المستعملة. تبدأ العملية بمرحلة أولى من المعالجة(معالجة فيزيائية)نفسها المتبعة في محطات التصفية بطريقة الحمأة المنشطة حيث تنزع الفضلات كبيرة الحجم الرمال والزيت من الماء ثم يمر الماء إلى الأحواض(برك)، التي تكون مجهزة بآلات للتهوية، وهذا بغرض توفير الظروف المناسبة للكائنات الحية الدقيقة والطحالب اللذان يعملان على تفكيك وتحطيم الملوثات والمواد العضوية التي تحملها المياه المستعملة

كما يسمح كبر حجم البرك بترسيب المواد التي تبقى عالقة في المياه(الوحل)، كذلك لتطول مدة بقاء الماء في البرك لتكون نتيجة المعالجة أكثر فعالية، يمر الماء من بركة إلى أخرى ببطء ونفس العملية التي تحدث في الأحواض الأولى تتم في الأحواض الموالية، ليصل الماء إلى آخر حوض صافي، معالج.والهدف من آلات التهوية الموضوعة في البرك هو تنشيط الأكسدة الهوائية ، والملفت للانتباه هو صغر حجم هذه الآلات وعدده مقارنة مع الموجودة في أحواض التهوية لمحطات التصفية الحمأة المنشطة[1].

I -7- 3معالجة المياه المستعملة بواسطة النباتات (Traitement des eaux usées par les plantes)

:تعتبر طريقة معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام النباتات تقنية بسيطة ورخيصة تخلص المياه من الملوثات البيولوجيا دون إضافة مواد كيميائية تلوث البيئة مما يجعلها تقنية ليست نظيفة فقط ولكن منتجة حيث أن الأرض المستعملة للتنقية يتم أيضا إستغلالها في إنتاج نباتات ذات قيمة إقتصادية معقولة كما أنها تتميز بكونها بسيطة وغير معقدة بحيث لاتستهلك طاقة ولا يستخدم فيها آلات تحتاج لصيانة مكلفة كما هو متبع في التقنيات التقليدية

1-خطوات المعالجة :

1-1 المعالجة الأولية:

تمر المياه التي تم تجميعها عبر ثلاث حجرات حيث يتم ترسيب المواد العالقة والشوائب في القاع وتبقى المياه عدة أيام ثم تمر عبر مصفاة محاطة بشبكة من البلاستيك ومملوءة بالليف إلى أحواض المعالجة الثانوية

-1-2 المعالجة الثانوية:

يتم دخول المياه إلى الأحواض و التي تكون مزروعة بالنباتات وتحتوي مواد التعبئة حيث يتم في هذه المرحلة المعالجة البيولوجية من خلال التقليل من مستويات التلوث عن طريق أليات ايضية يقوم بها النبات تؤدي إلى إزالة أو حجز أو تحليل الملوثات المختلفة حيث تمكث المياه داخل هذه الأحواض لعدة أيام وهذا على حسب نوع الحوض المستخدم في المعالجة.

1-3المعالجة النهائية:

خروج المياه المعالجة واستخدامها في سقي المساحات الخضراء أو طرحها في المسطحات المائية.[2]

نظرا لارتباط هذا النوع من التنقية بموضوع المدكرة سوف نتعرض له بالتفصيل في الفصل الثاني

الفصل الثاني

معالجة المياه المستعملة بواسطة النباتات

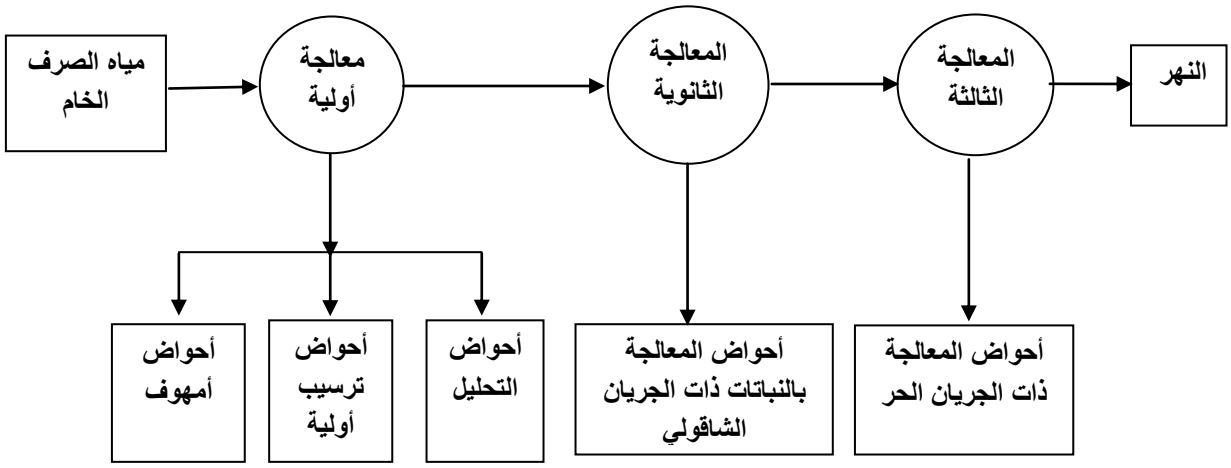
II -1تمهيد

أظهرت بعض الدراسات العلمية على المعالجة الطبيعية للمياه الصرف الصحي الحضرية بان المعالجة بواسطة النباتات هي أفضل تقنية بسيطة ورخيصة وطريقة معالجة طبيعية في إزالة التلوث عن طريق الأراضي الرطبة الاصطناعية وتعتمد فيها على توفير نفس شروط المناطق الرطبة الطبيعية، وتدعى رئة الأرض وذلك لقدرة معالجة المياه القذرة، وهذا بفضل النشاط والدور الكبير الذي تقوم به النباتات، والكائنات الحية الدقيقة حيث يتكون هذا النظام من طبقة سميكة من حصى أو رمل أو مزيج منهما معا حيث يكون الوسط دائما مملوء أو مشبع بالماء، [1] و تبدأ مراحل المعالجة في نظام من أحواض التجميع التي يتم فيها جمع المياه القذرة المعالجة أوليا، ثم يمر الماء إلى حوض النباتات و التي تحتوي علي مواد التعبئة حيث يتم في هذه المرحلة المعالجة البيولوجية من خلال التقليل من الملوثات عن طريق أليات ايضية يقوم بها النبات تؤدي إلى إزالة أو حجزأو تحليل الملوثات المختلفة حيث تمكث المياه داخل هذه الأحواض لعدة أيام [2] وهذا علي حسب نوع الحوض المستخدم في المعالجة .

تكمن فعالية حوض المياه المعالجة بواسطة النباتات بالاعتماد في ذالك على وقت إقامة المياه داخل هذه الوحدة، والوقت المفضل لبقاء الماء داخل الحوض هو من 5- 4 أيام، وبالتالي يستحسن أن يكون حوض الحديقة كبير بحيث يسمح للمياه بزمن مكوث من أجل الحصول على معالجة عالية الجودة، وللحصول على نتائج إيجابية نحتاج طريقة تهوئة مما يزيد نشاط الكائنات الحية الدقيقة في تفكيك الملوثات والمواد العضوية.

II -2-معالجة مياه الصرف الصحي بالنباتات المخطط

مخطط (01): مراحل معالجة مياه الصرف الصحي بالنباتات



II- 3-النباتات المائية المستخدمة ضمن محطات المعالجة بالنباتات

توجد أنواع مختلفة من النباتات المستخدمة في المعالجة تم تصنيفها ضمن مجموعات وهذه الأنواع تتلخص في مايلي:

II -3-1النباتات المائية البارزة (Emergent Macrophijtes):وهي التي تكون جميع أو بعض أعضائها الخضرية بارزة أو منبثقة خارج سطح الماء [8-9]من الأمثلة على هذه النباتات القصب (*Phragmites*) ونبات (*Typha*).

II- 3-2النباتات المائية الغاطسة (Submerged Macrophytes)

وهي التي تنمو كليًا تحت سطح الماء أو تظهر أزهارها أحيانا خارج سطح الماء وتنتمي إلى مجموعة النباتات متغايرة الأطوار (Heterogeneous Group) وجودها ضمن المياه بشكل دائم وضعف الضوء ضمن المياه أدى إلى حدوث تغيرات في بنيتها بحيث أصبحت تتكيف مع النمو والتكاثر ضمن المياه وهي مغمورة[8-9]وعموما هذا الصنف من النباتات المائية يضم الأنواع التالية: *Cacomba caroliniana (Fanwort), Coratophylun spp (coontails). Eggeria densa (Brazilian)*

II -3-2النباتات المائية الطافية(Floating Leaved Macrophytes)

وهي التي تكون جميع أو بعض أعضائها الخضرية طافية[9].

- **النباتات الطافية الحرة:**

هذا النوع من النباتات يعيش على السطح وله أنواع كثيرة حسب الظروف البيئية المناسبة وغالبا ما تكون النبتة على سطح الماء وجذورها تمتد ضمن الماء وهذه الجذور إما أن تكون قصيرة أو طويلة نوعا ما[8-9]. وأمثلة على هذا النوع *Eichhornia crassipes*، *Water hyacinth , Lemnaceac*، *weeds*

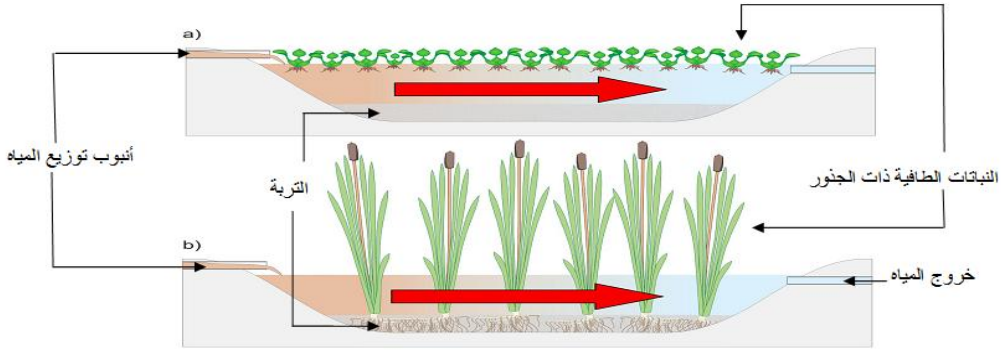
- **النباتات الطافية ذات الجذور الممتدة داخل التربة:**

هذه النباتات الطافية قادرة على بلوغ القاع عبر سيقانها الطويلة حيث تنمو جذورها ضمن قاع الحوض [8-9] ومن الأمثلة عليها: *Nuphar or Nymphaea, Brassenis, Potamogéton natans*

II -4-أحواض النباتات المستعملة في تنقية مياه الصرف الصحي (المياه المستعملة)

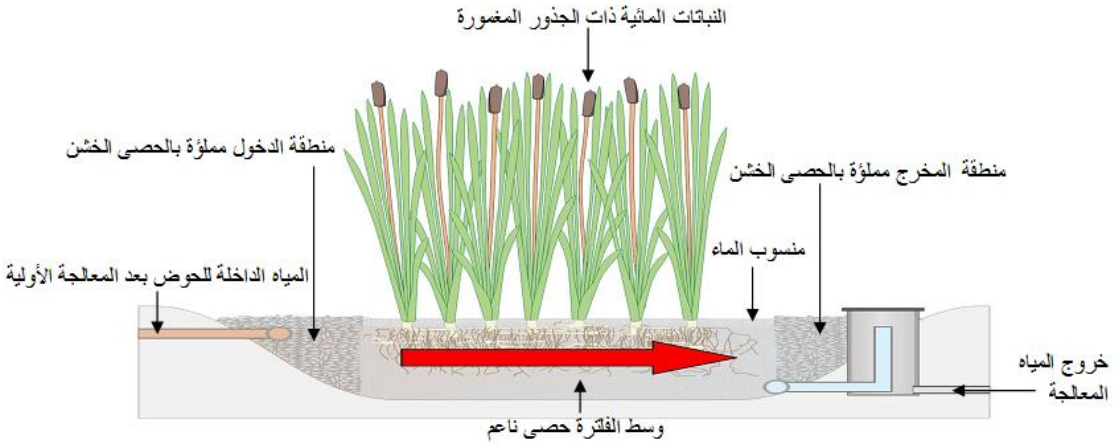
هناك أربعة أنظمة تستعمل في معالجة المياه المستعملة [1] :

II -4-1الأحواض المغروسة بالنباتات ذات الجريان السطحي الحر



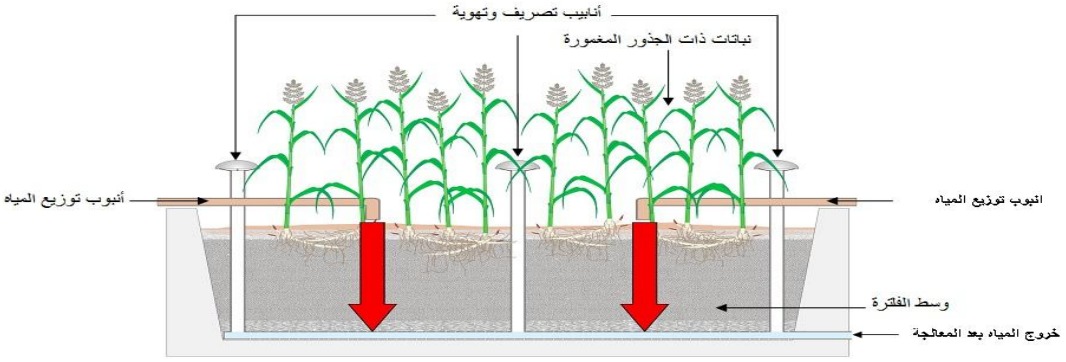
الشكل (01): يبين حوض معالجة بالنباتات ذات الجريان السطحي الحر

II -4-2الأحواض المغروسة بالنباتات ذات الجريان السطحي الأفقي



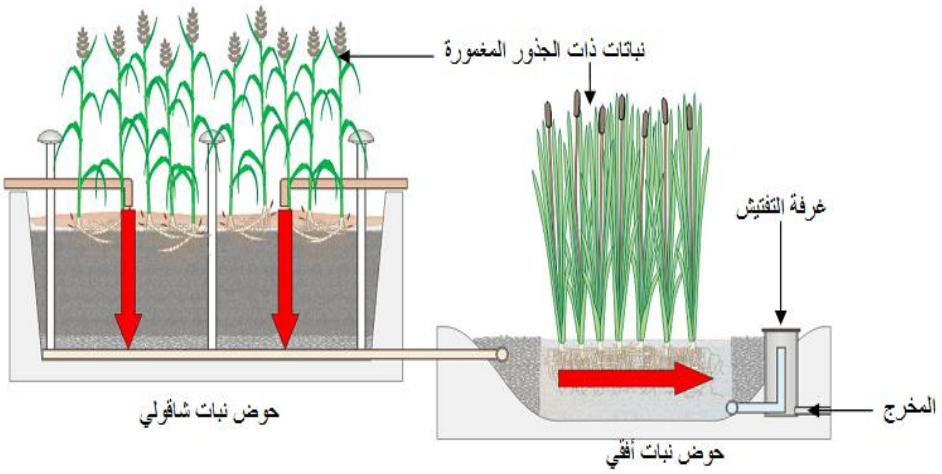
الشكل (02): حوض معالجة بالنباتات بجريان تحت السطحي الأفقي

II -4-3الأحواض المغروسة بالنباتات ذات الجريان الشاقولي



الشكل (03): حوض معالجة بالنباتات ذات الجريان الشاقولي

II -4-4الأحواض المغروسة بالنباتات ذات الجريان المتنوع (المهجن) "أفقي+ شاقولي"



الشكل (04): حوض معالجة بالنباتات بالجريان المتنوع (المهجن)

في هذه الدراسة أرتأينا تطبيق الأحواض المغروسة بالنباتات ذات الجريان السطحي الشاقولي

أحواض النباتات ذات الجريان الشاقولي

هي الأحواض المملوءة بالحصى بشكل متجانس وتحتوي على طبقة علوية من الرمل تغرس فيها النباتات المائية كما يوضحه الشكل (03)

حسب الدراسات التي أجريت في فرنسا من طرف الباحثين في منظمة "سي مقراف" (Cemagraef) استعملوا هذه الأحواض بالتوازي بطريقة الرمل والنباتات وكانت طريقة الغرس بشكل تجمعات نباتية [18-21]. تزويد الحوض بالمياه يكون عن طريق استعمال مضخة أو أنابيب من حوض تجمع مياه الصرف الصحي الخام بعد نزع المواد العالقة الثقيلة، وهذه الطريقة تستغرق وقت أطول، حيث استعمل الدكتور الألماني سيدال (Seidel) حوض تصفية شاقولي وأربعة أحواض تصفية أفقية والأخير استعمل فيه نباتات (*Scirpes et iris*) بينما الباحثين في منظمة ا Cemagraef استعملوا نفس الطريقة مع زيادة حوض تصفية شاقولي.

يتم جمع المياه المعالجة عبر شبكة أنابيب سفلية للتصريف أو عبر طرق أخرى منها تهوية القنوات من السطح مباشرة أو باستعمال مضخات أو عن طريق النباتات، حيث تمتص الأكسجين من الهواء إلى أسفل الحوض ويوزع عن طريق الجذور وتتم تغذية الحوض بشكل متقطع بحيث أن الفراغات بين الوسط الرملي أو الحصوي في فترة الراحة تعود وتمتلئ بالهواء، ولذلك فإن الأكسجين اللازم لعملية النترجة يكون متوفر أو تحصل عملية النترجة بشكل كامل ضمن هذه الأحواض ومع ذلك فإن جزءا بسيطا من النترات يتم

تحويله إلى غازالنيتروجين الفرق بين أحواض الجريان تحت السطحي الأفقي والجريان السطحي الشاقولي، هو أن هذا الأخير يكون له التهوية أفضل من الأول، وبهذا تكون عملية أكسدة النتريت أفضل و نقص البكتريا اللاهوائية تؤدي إلى نقص الرائحة هذا النظام يحتاج إلى راحة منتظمة من اجل تحطيم المواد العضوية المثبتة في الوسط الفلترة.

وتستعمل الفلترة باستعمال الأحواض ذات الجريان السطحي الشاقولي في حالة المياه كثيرة التلوث زمن مكوث المياه في الأحواض الشاقولية هو عدة ساعات وأن أول من استعمل الفلترة الشاقولية هو العالم الألماني فلدس سنة1970 حيث سميت هذه الفلترة بترشيح فلدس(Fields).

II -5-دور مختلف مكونات النظام

II -5- 1دور مواد التعبئة

المهمة الأساسية لمواد التعبئة هي إزالة المواد العالقة في المياه المستعملة ولهذا سميت بالمصفاة، هذه الخاصية تعتمد في أغلب الأحيان على الخصائص الهيدروديناميكية منها الناقلية الهيدروليكية في الوسط المشبع أو الغير مشبع.اختيار مواد التعبئة يعتمد أساسا على الهدف المراد تحقيقه وكذا نوعية الوسط مشبع أو غير مشبع المرتبط بنوعية ومبدأ نظام التصفية شاقولي أم أفقي، وكذا نوع وحجم مكونات مواد التعبئة يعتبر امر بالغ الأهمية لنجاح عمل حوض المعالجة بالنباتات .التوازن البيولوجي ناتج عن مواد التعبئة و مرتبط بسرعة تدفق المياه و مدة مكوث المياه في الحوض .في الأحواض السطحية عملية وضع مواد التعبئة فيزيائية بحتة و سهلة و لكن من الناحية البيولوجية معقدة .حيث استنتج(RONNER .1994 et MITCHELL,1964)[22]انه يمكن أن يحدث تداخلات الإفرازات البكترية حسب الميتابوليزم البكتيري و نوعية البكتريا الهوائية و لا هوائية حسب شروط الوسط .مكونات مواد التعبئة لها القدرة على امتصاص الفسفور و المعادن الثقيلة و هذا مرتبط بكمية الحديد و الألمونيوم و الكالسيوم الوجود فيها و زمن مكوث المياه داخل الحوض،هذه القدرة تتغير حسب مسامات مواد التعبئة[1].

II- 5-2-دور النبات

وللنباتات عدة أدوار مباشرة وغير مباشرة:

1- الدور المباشر: النباتات تمتص الفسفور والأزوت للاستعمال الذاتي أو التخزين بكمية قليلة بالنسبة للتصفية الكاملة ولكن يمكن أن يكون أكثر أهمية في حالة التدفق البطيء للمياه، وحالة موت النبات، يتم تحرير كل هذه المواد للوسط، لهذا يجب مراقبة مستمرة لوسط الفلترة.نفترض أن النباتات تنتج عن طريق الجذور وشبه الجذور بعض المضادات الحيوية لمواد مثبطة (مواد سامة" *exudats*")التي تقضي على بعض الأجسام المجهرية الضارة .

نزع الأزوت مرتبط بكمية الكتلة الحيوية المتشكلة، بنفس الكمية من الكتلة الحيوية المتشكلة لا نجد فرق في كمية الأزوت الممتص من طرف النبات، الفرق الوحيد يكمن في إنتاج الكتلة الحيوية حيث أنه كلما كانت نسبة تشكل الكتلة الحيوية أكثر كلما كانت عملية امتصاص الأزوت أكثر.نوعية النباتات المستخدمة لا تدخل في عملية التنقية لان العملية بذاتها هي فيزيوكيميائية وبكترية .

أهمية النباتات تكمن في أن لها قدرة العيش في أحواض التنقية في الهواء الطلق التي تستعمل في المناطق ذات الكثافة السكانية الصغيرة(القرى المعزولة)، ذات التربة الرطبة أو شبه رطبة، التي تساعد على نموها ولها دور في امتصاص الروائح الكريهة في الأحواض الشاقولية، الهدم الهوائي يبدأ مباشرة عند تزويدها بمياه الصرف الخام .كلما كانت مدة مكوث مياه الصرف في الأحواض صغيرة تكون الروائح شبه منعدمة،تقبل هذه الطريقة للتقنية من طرف السكان مهم جدا وتعتبر ورقة رابحة للمستقبل [1].

2- الدور الغير مباشر:

تمنع الانسدادات في الأحواض ذات الجريان الشاقولي حيث تتم تغذية الحوض من السطح العلوي، كما أن حركة الرياح تؤدي بالنباتات إلى مساعدة المياه بالدخول ضمن الحوض عبر الفراغات التي يصنعها ساق النبات نتيجة الاهتزازات المتكررة بسبب الرياح

النباتات تساعد على نمو الكائنات المجهرية وبالتالي الطبقة السطحية تتشبع بسرعة بالمواد المعدنية .

تقوم أوراق وسيقان النباتات المغمورة بالماء بتأمين سطوح لنمو الكتلة البيولوجية عليها كما أن أنسجة النباتات المغمورة بالماء تستعمر من قبل الطحلبيات والبكتيريا حيث تقوم الطحالب باستهلاك المغذيات وبتزويد المياه بالأكسجين المنحل نتيجة التركيب الضوئي وتقوم البكتيريا بهضم المواد العضوية.

الأجسام المجهرية العالقة بالجذور وشبه الجذور تصبح أكثر نشاط لتحطيم المواد العضوية .ولاحظ الباحثون أن كمية البكتيريا الموجودة في الأماكن المغروسة تكون أكثر من الأماكن الغير مغروسة .

العالم(HOFMANN1990) [11] في بعض بحوثه أثبت أن هذه العملية تستطيع أن تقضي على الأجسام المجهرية (E. Coli) أوراق وسيقان النبات تساعد على تزويد البكتيريا بالأكسجين إلى الداخل عن طريق الجذور وشبه الجذور في فصل الشتاء تكون كمية الأكسجين قليلة عندما تكون النباتات في حالة خمول فإن الأكسجين يتحرر عبر الجذور الرقيقة .ولكن هذه العملية تكون أحسن في أحواض التنقية الأفقية.إن وجود النباتات ضمن حوض المعالجة يؤدي إلى توزيع وتخفيض سرعة التيار المائي، وهذا ما يساعد على تأمين ظروف أفضل لعملية ترسيب المواد الصلبة المعلقة كما أن الجزء العلوي من النبات فوق السطح يؤدي إلى تخفيف سرعة الرياح قرب سطح التربة أو الماء وهذا بدوره يؤمن شروط مناسبة لترسيب المواد الصلبة المعلقة ويحسن إزالة المواد الصلبة في أحواض النباتات ذات الجريان الحر .

عندما تتغطى النباتات بالثلج فإنها تشكل عزلا حراريا تاما وهذا ما يحمي التربة من الصقيع وهذه ميزة مهمة جدا في الأحواض ذات الجريان تحت السطحي.[1]

والجدول التالي يلخص دور النباتات ضمن محطات المعالجة بالنباتات

الجدول(02) : دور النباتات ضمن محطات الأراضي الرطبة(محطات المعالجة بالنباتات)[1]

أجزاء النبات	الأهمية في المعالجة
أنسجة النبات المحاطة بالهواء الجوي	- تحد من نفاذ الضوء إلى الماء مما يقلل من نمو الطحالب. العزل الحراري للحوض وخصوصا في فصل الشتاء عندما يكون الطقس باردا - تخفيض سرعة التيار المائي وهذا ما يساعد على تأمين ظروف أفضل لعملية ترسيب المواد الصلبة العالقة. - الجزء العلوي من النبات يساعد على تخفيف سرعة الرياح قرب سطح التربة أوالماء حيث تحسن من إزالة المواد الصلبة العالقة خاصة في الأحواض الجريان الحر.
أنسجة النبات المغمور بالماء	- تمنع الإنسدادات في الأحواض ذات الجريان الشاقولي حيث تتم تغدية الحوض من السطح العلوي. - سرعة الرياح تؤدي بالنباتات إلى مساعدة المياه بالدخول إلى ضمن الحوض عبر الفراغات التي يصنعها ساق النبات نتيجة الإهتزازات المتكررة - تؤمن مساحة سطحية لنمو الطبقة البيولوجية - تطرح الأكسجين المنحل للوسط المائي مما يزيد التحلل الهوائي للملوثات. - تستهلك المغذيات.
الجذور وأشباه الجذور(الجدمور) ضمن وسط الفلترة أو التربة	- تؤمن نباتية سطح الفلترة(التربة.) - تمنع الوسط من الانسداد في الأحواض ذات الجريان الشاقولي. - تحرير الأكسجين مما يساعد على النترجة. - تستهلك المغذيات. - تحرر مضادات حيوية.

II-5 -3- دور الكائنات الدقيقة

الكائنات الدقيقة تلعب دورا حاسما في تحليل و هدم الملوثات العضوية، وحدوث عملية تحول للمركبات النيتروجينية .تعمل البكتيريا على عمليات الأكسدة الارجاعية، هذه العملية تنتج الطاقة اللازمة للتخليق العضوي، حيث تحول المركبات الآزوتية والفسفورية إلى المواد المعدنية الممتصة من طرف النبات.والدور الثاني للبكتيريا تعمل على عملية نزع و إنتاج النتريت، أو هدمه، حتى تستطيع البكتيريا من أداء دورها على أكمل وجه يلزمها حوامل تثبت عليها(جذور النباتات ومواد التعبئة)، حتى لا تجرها المياه.تحطيم المواد العضوية من طرف الأجسام المجهرية تنتج من كمية الكتلة الحيوية التي بدورها يجب أن تتحطم حتى تتفادى حدوث الانسدادات.

II- 6 آليات إزالة الملوثات وفعالية أحوض المعالجة بالنباتات

آليات الإزالة مرتبطة بأنظمة فيزيائية وكيميائية فيزيوكيميائية وأيضا بيولوجية الملخصة في الجدول أدناه

الجدول (03): أهم آليات الإزالة الرئيسة للملوثات ضمن أحوض النباتات[1]

الملوثات	آلية الإزالة الرئيسة
المواد العضوية	التحليل البيولوجي(هدم ميكروبي هوائي ولا هوائي)
المواد الصلبة العالقة	الترسيب الفيزيائي، الفلترة الفيزيائية والتحلل البيولوجي.
النتروجين	النترجة وإزالة النترجة البيولوجية عمليات الامتصاص الفيزيائية والكيمائية ضمن وسط الفلترة ومن طرف النبات
الفسفور	عمليات الامتصاص الفيزيائية والكيمائية ضمن وسط الفلترة ومن طرف النبات
المعادن	امتصاص وتبادل الكاتيونات تشكيل مركبات ترسيب امتصاص من طرف النبات أكسدة وإرجاع من طرف المكروبات
العوامل الممرضة	الافتراس البيولوجي والموت الطبيعي وعمليات الترسيب الفلترة الفيزيائية إفراز مضادات حيوية من طرف جدمور النبات.

الفصل الثالث

طرق و أدوات

III -1 تقديم منطقة الدراسة (تقرت) [12]

– **الموقع الفلكي:** تقع مدينة تقرت بمنخفض وادي ريغ في نقطة تقاطع بين:

- دائرة عرض 33.116 درجة شمالا.

- خط طول 6.0783 درجة شرقا.

– **الموقع الجغرافي:** [12][13]

تقع مدينة تقرت في المنطقة الشرقية للجزائر يحدها :

- من الجنوب مدينة ورقلة (مقر الولاية) على الطريق الوطني رقم 32 ب 160كلم.

- من الشرق مدينة الوادي على الطريق الوطني رقم 16 بـ 95 كلم.

- من الشمال مدينة بسكرة على الطريق الوطني رقم 03 بـ 220 كلم.

- من الجنوب الغربي مدينة غرداية على طريق القرارة و بريان ب 350 كلم و مدينة الجلفة على طريق مسعد ب 380 كلم، و تبعد عن الجزائر العاصمة ب 650 كلم.

الشكل(05) : خريطة توضح الموقع الجغرافي لمدينة تقرت [14]

السلم : 15000/1

الشكل (06): خريطة تبين موقع منطقة الدراسة لدائرة تقرت ولاية ورقلة – الجزائر- [14]

مدينة تقرت عاصمة إقليم وادي ريغ الذي يمتد على مسافة أكثر من 160 كلم من الجنوب إلى الشمال،من قرية قوف إلى شط ملغيغ (اللورير) و شط مروان . حيث يقع وادي ريغ على الجهة الغربية للعرق الشرقي الكبير بالصحراء الشمالية الشرقية للجزائر، ترتفع على مستوى سطح البحر بـ 70 متر، تتربع مدينة تقرت على مساحة إجمالية تقدر بـ 481 كلم^2 [14][15] تتميز هذه المنطقة بمناخ جد حار. ويتميز بـ

- شتاء بارد قارص، كما يتكون الصقيع في بعض أيام الشتاء،

- صيف جاف و حار، يتميز بالرطوبة ، لأن المنطقة سبخية وتهب على المنطقة رياح تدعى السروكو Sirocco (ومحليا تسمى بالشهيلي).

III - 2-تقديم محطة التصفية بتقرت

تقع على: - خط عرض 16' °33 شمالا

- خط طول 04' °6 شرقا

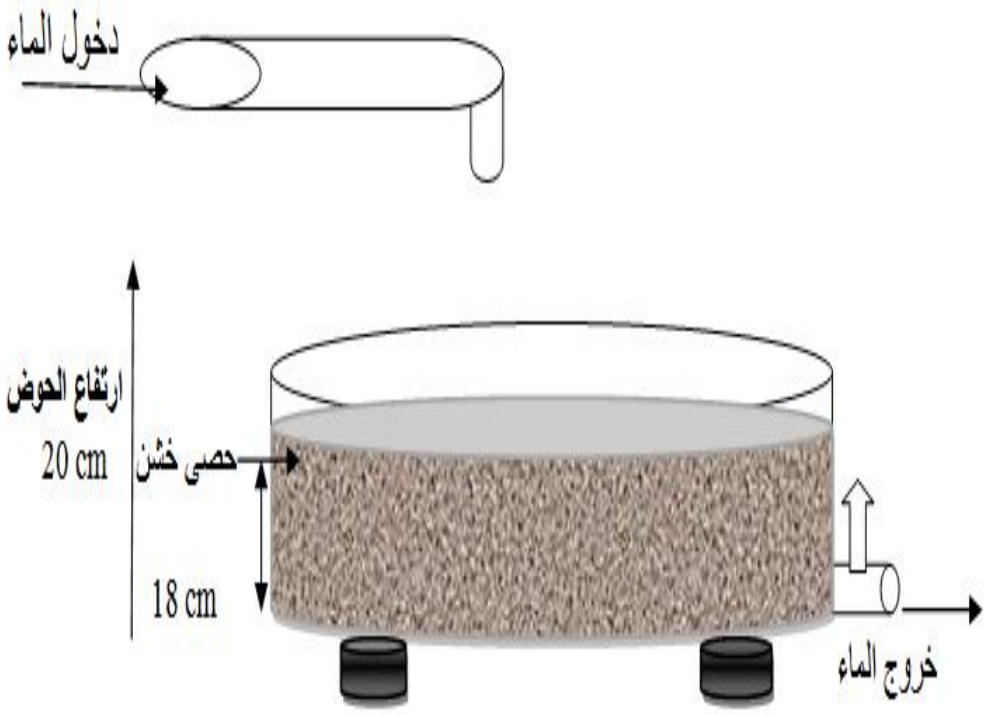
في الشمال الشرقي لولاية ورقلة، تقع محطة تصفية المياه المستعملة بتقرت بني أسود التابعة لبلدية تبسبست دائرة تقرت على الطريق الوطني رقم 16 بين مدينة تقرت و مدينة الوادي، تتربع هذه المحطة على مساحة 5 هكتارات، بدأت تعمل في 1993/11/20 م، توقفت عن العمل سنة 1995 و أعيد تأهيلها في سنة 2003، وبدأت العمل من جديد في 2004/02/24 تحت إشراف الديوان الوطني للتطهيرONA، وحاليا مخصصة لتنقية جزء من المياه المستعملة لمدينة تقرت الكبرى. الدراسة أجريت من طرف المكتب الوطني للدراسات الهيدروليكية (PNEH) مع الشركة البلجيكية لتنقية المياه في سنة 1982 رقم العملية 5.392.1666.00.02 تحت اسم وحدة التطهير بتقرت هذه الوحدة أنجزت في إطار برنامج تطوير بلدي

الشكل (07): صورة بالقمر الصناعي تحدد موضع منطقة الدراسة [13]

III - 3- البرتوكول التجريبي Protocole expérimentale

III - 3-1-العتاد التجريبي المستعمل

يتكون العتاد التجريبي من أحواض دائرية ذات سعة 52L، مملوءة من الأسفل إلى الأعلى على سمك 18cm بالحصى (25/15mm) مزروعة بسيقان حديثة العمر بنبات *Canna Indica* بكثافة ($36\ tiges/m^2$) أخذ هذا المعيار من دراسات سابقة[16][17]. حوض: Iمزروع بنبات*Canna Indica* وحوض غير مزروع(كشاهد)



مخطط (02): مخطط يوضح مكونات حوض المعالجة بالتدفق الشاقولي.

عملية تزويد الأحواض بالمياه المستعملة الحضرية بعد المعالجة الأولية (المعالجة الفيزيائية) بـ 15Lفي اليوم، بطريقة التدفق الشاقولي، بوتيرة منتظمة مرة واحدة كل أسبوع، والماء المتحصل عليه بعد مكوثه 5 أيام في الأحواض يتم تجميعه (التقاطه) عبر إناء موضوع أسفل الحوض

الشكل (08): العتاد التجريبي المستعمل.

III - 3- 2-الخصائص الفيزيوكيميائية لمواد التعبئة المستعملة

يتميز بالأس الهيدروجيني pH= 7.14 وسط متعادل و الناقلة الكهربائية CE=3.88ms/cm

III -4- النبات المستعمل

نبات *canna indica* و هو نوع نباتي ينتمي إلى جنس القنا *Canna* من فصيلة القنيات *Cannaceae* [23] أخذ هذا النبات من الحوض النموذجي لمعالجة المياه المستعملة بالنباتات (WWG) بتماسين التي تقع قرب القصر العتيق بتماسين – تقرت . أنجزت هذه المحطة سنة 2007، مع العلم أنها كانت أنداك المحطة الوحيدة على المستوى الوطني والهدف منها معالجة المياه المستعملة الحضرية، استغلال مياه الصرف و إعادة استعمالها في السقي[1]

III-4-1-التصنيف العلمي لنبات Canna indica:

المملكة: النباتات	plantea
الشعبة : كاسيات البذور	Zingiberales
الصف :أحاديات الفلقة	Magnoliophyta
الرتبة :الزنجبيليات	Liliopsida
الفصيلة : القنيات	Cannaceae
الجنس:القنا	Canna
النوع:	indica
الاسم العلمي:	Canna indica

الشكل (09) :نبات القنا canna indica

III -4-2- وصف نبات القنا

نبتة معمرة دائمة الخضرة سريعة النمو ويتميز هذا النوع بالأوراق الكبيرة والجذابة يمكن زراعتها في مجموعات أو عند الأطراف مع نباتات أخرى، تعطي تأثيراً شبيهاً بالنباتات الاستوائية حيث تم تطوير معظم الأصناف في مناخ معتدلة وتسهل زراعتها في معظم دول العالم طالما أنها يوجد بها وقت متوسط لساعات ضوء الشمس ما بين 6 إلى 8 ساعات أثناء الصيف، تتميز بأزهارها الحمراء أو الصفراء أو البرتقالية وقد حولها المتخصصون في البساتين إلى نبات حدائق لها زهور كبيرة ويتسم بالبريق .وبالإضافة إلى ذلك، فإنها واحدة من أغنى مصادر النشا في العالم[23].

III -4-3- إستعمالات نبات القنا

يمكن استخدام القنا لمعالجة المياه المستعملة الصناعية من خلال الأراضي الرطبة المصطنعة وهو فعال لإزالة الحمولة العضوية، واللون والمركبات العضوية المكلورة من مياه الصرف الصحي الآتية (Charge) من مصانع الورق مثلا[23].

III - 5- تحليل النتائج

الدراسة تمت على مدة ستة أشهر من شهر ديسمبر 2017 إلى غاية شهر ماي 2018 .خلال مدة الدراسة أجريت التحاليل :

- الفيزيوكيميائية بمخبر الديوان الوطني للتطهير بتقرتONA

-البكترولوجية بمخبر تحليل الأغذية و المياه بمستشفى سليمان عميرات بتقرت.

تضمنت الأعمال المخبرية خلال هذا العمل فحوصات متنوعة للمدخل و المخرج.

- الطلب الكيميائي للأكسجين DCO- الطلب البيوكيميائي للأكسجينDBO_5 - المادة العالقة MES- النتريت NO_2^- - النترات NO_3^--أورتوفوسفورPO_4^{3-}- الناقلية الكهربائية CE- الأس الهيدروجيني pH- الأكسجين المنحل O_{diss} - درجة الحرارة T(°C)البكتريا *(Coliformes fécaux. Totaux E.Coli.)*

النتائج المقدمة لكل وسيط تمثل القيم المتوسطة المقاسة و التي تم الحصول عليها من الحوضين المستقلين (المزروع والشاهد).

مردود التنقية

قمنا بتحديد كفاءة التنقية للوسائط المقاسة بالمعادلة التالية:

$$R\% = \frac{C_E - C_S}{C_E} \times 100$$

R :مردود التنقية

C_E : تركيز الوسائط المتواجدة في المياه المستعملة الداخلة للحوض (mg/l)

C_S : تركيز الوسائط المتواجدة في المياه المستعملة الخارج من الحوض (mg/l)

III - 6-الوسائط الفيزيوكيميائية و البكترولوجية المقاسة

III -6 -1- الوسائط الفيزيوكيميائية

III- 6-1-1 - تحديد المواد العالقة MES

الطريقة المتبعة لقياس كمية المواد العالقة MES (NF;T90-105) تمت وفق طريقتين:

- **الطريقة الأولى** : طريقة الترشيح استعملناها عندما تكون المياه قليلة المواد العالقة.

- **الطريقة الثانية** : طريقة الطرد المركزي (Centrifugation) استعملناها عندما تكون المياه ذات كثافة عالية بالمواد العالقة.

الأدوات و الأجهزة المستعملة

- الحاضنة Etuve (105 C°)
- جهاز نزع الرطوبة dessiccateur
- ميزان إليكتروني
- جهاز الطرد المركزي ذو معدل سرعته (2800-3200) دورة في الدقيقة
- جهاز الترشيح تحت الضغط (rampe de fibration)

- حوجلة عياريه
- بوتقات Capsule
- أوراق ترشيح (GF/C)

طريقة الترشيح

- نبلل ورقة الترشيح بالماء المقطر ثم نضعها داخل الحاضنة على درجة حرارة 105C° بضعة دقائق
- نخرج ورقة الترشيح و نتركها تبرد بعيدا عن الرطوبة داخل جهاز نزع الرطوبة dessiccateur
- نزن ورقة الترشيح وهي فارغة و نسجل وزنها M_0
- نأخذ حوجلة ذات سعة 100ml نغسلها جيدا بالماء العادي ثم بالماء المقطر.
- نأخذ 100ml من العينة ثم نسكبها على ورقة الترشيح في جهاز الترشيح.
- بعد نهاية الترشيح نأخذ ورقة الترشيح و نضعها داخل الحاضنة على درجة حرارة 105C° لمدة ساعتين.
- نخرج ورقة الترشيح من الحاضنة و نتركها تبرد بعيدا عن الرطوبة داخل dessiccateur لمدة 15 دقيقة.
- نزن ورقة الترشيح و نسجل وزنها M_1

حساب النتيجة : كمية المواد العالقة MES نحسب النسبة بين الفرق في الوزن و حجم العينة المستعمل انطلاقا من العلاقة التالية و تعطى ب (mg/l)

$$C(MES)= M_1-M_0/V$$

C(MES) : تركيز المواد العالقة (mg/l)

M_0 : وزن ورق الترشيح وهو فارغ (mg)

M_1 : وزن ورق الترشيح بعد الاستعمال (mg)

V : حجم الماء المستعمل من العينة *ml*

طريقة الطرد المركزي (Centrifugation)

- نأخذ 100ml من العينة و نضعها داخل إناء pots ذو سعة 100ml.
- نخضعهما لطرد مركزي لمدة 20 دقيقة حتى نحصل على الراسب.
- ننزع الماء العالق ثم نغسل الراسب بالماء المقطر ثم نخضعه مرة أخرى للطرد المركزي لمدة 20 دقيقة.

- نزن بوتقة نظيفة (Capsule) ونسجل وزنها M_0
- نسكب الراسب داخل Capsule ثم نضعها داخل الحاضنة (Etuve) على درجة حرارة 105C° حتى نحصل على وزن مستقر
- نخرج البوتقة (Capsule) من الحاضنة ونتركها تبرد بعيدا عن الرطوبة داخل dessiccateur
- نزن البوتقة (Capsule) مع الراسب الجاف ونسجل وزنها M_1

حساب النتيجة : تركيز MES يحسب من العلاقة التالية:

$$C(MES)= M_1-M_0/V$$

ويعطى بوحدة (*mg/l*)

M_0 : وزن البوتقة *Capsule* قبل الاستعمال (*mg*)

M_1 : وزن البوتقة مع الراسب بعد الاستعمال (*mg*)

V: حجم الماء المستعمل مع العينة (*ml*)

III -6-1-2تحديد الطلب الكيميائي للأكسجين(*DCO*)

تم تحديد *DCO* بطريقة الأكسدة بواسطة بيكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي بوجود سلفات الفضة و سلفات الزئبق بواسطة جهاز (spectrophotometreDR3900) بطريقة *Digestion par réacteur* في قياسنا لـ DCO استعملنا كبسولات تحتوي على الكاشف التجاري محضر سابقا

الأدوات والأجهزة المستعملة

- جهاز spectrophotometreDR3900
- *مولد للحرارة* Thermoréacteur
- حامل - كأس بيشر- ماصة - ماء مقطر

طريقة العمل

- نرج كبسولة تحتوي على المتفاعلات جيدا من أجل مزج المواد المترسبة
- بواسطة ماصة نظيفة نأخذ *2ml* من العينة ونسكبها على الجدار الداخلي للأنبوبة (كبسولة) التي تحتوي على المتفاعل بحيث تكون الكبسولة بشكل مائل
- نغلق الكبسولة بإحكام ونرجها جيدا
- نسخن الكبسولة لمدة *120* دقيقة على درجة حرارة *148C°* داخل مولد للحرارة *Thermo-réacteu*

- نخرج الكبسولة من *Thermo-réacteur* ونتركها تبرد على حامل لمدة *10* دقائق

- بعد *10* دقائق نرج الأنبوبة (الكبسولة) جيدا ثم نتركها تبرد على درجة حرارة عادية (زمن التبريد حوالي *30* دقيقة أو أكثر)

- بعد انتهاء وقت التبريد نضع الكبسولة داخل جهاز spectrophotometreDR3900

- نقرأ قيمة *DCO* من الجهاز مباشرة تبقى النتيجة مستقرة لمدة زمنية والنتيجة يعبر عنها بـ (mgO_2/l).

III -3-1-6- تحديد الطلب البيوكيميائي للأكسجين(DBO_5)

تم تحديد كمية DBO_5 باستعمال جهازDBO-metre بطريقة *manométrique*

الأدوات و المواد المستعملة :

- جهاز الرج المغناطيسي
- جهاز قياس الضغط DBO-metre
- حاضنة (*20C°*)
- قارورات الحضن عازلة لضوء ذات سعة *500ml* مزودة بغطاء داخلي و غطاء خارجي
- ملقط
- حوجلة عيارية
- هيدروكسيد البوتاسيوم

طريقة العمل

- نقيس بواسطة دورق مدرج كمية العينة اللازمة للتحليل ثم نسكبها داخل قارورات الحضن نظيفة
- نضع القضيب المغناطيسي داخل كل قارورة
- نظيف قطرات من المثبط-*1-alkyle-2- thio –urée($C_4H_8N_2S$)* داخل القرورة
- بواسطة ملقط نظيف قرصين من هيدروكسيد البوتاسيوم KOH في كل غطاء داخلي للقارورة
- نغلق القارورة
- نضع القارورات على جهاز الرج على درجة حرارة *20* درجة مئوية و نتركها لمدة *30* دقيقة من أجل استقرار توازني ثم نغلق القارورات بإحكام
- نأخذ القراءة كل يوم لمدة *5* أيام وفي الأخير نطرح بين كل نتيجة محصل عليها في يومين متتالين ونجمع النتيجة و الحاصل يضرب في المعامل

حساب النتيجة

قيمة DBO_5 الحقيقية تحسب من العلاقة التالية

$$DBO_5(mgO_2/l) = \text{قيمة القراءة} \times \text{المعامل}$$

- قيمة القراءة : هي القيمة المتحصل عليها من الجهاز
- المعامل : يتم تحديده من خلال الجدول أدناه الذي يربط العلاقة بين قيمة DBO_5 بدلالة حجم العينة لأن كمية الطلب البيوكيميائي للأكسجين للعينة يتعلق بكمية المواد العضوية العالقة ،قمة DBO_5 تمثل نسبة *80%* من قيمة *DCO*

الجدول (04): معامل تغير قيمة DBO_5 بدلالة حجم العينة المستعملة

مجال القياس Portée de mesure	حجم العينة (ml)	المعامل Facteur	قطرات المثبط
0-40	432	1	9
0-80	365	2	7
0-200	250	5	5
0-400	164	10	3
0-800	97	20	2
0-2000	43,5	50	1
0-4000	22,7	100	0.5

III -6-1-4- تحديد كمية النتريت $N\text{-}NO^-_2$

تم تحديد كمية النتريت بواسطة جهاز(spectrophotometre DR3900) بطريقة Diazotation

الأدوات و الأجهزة المستعملة :

- جهاز spectrophotometre DR3900
- أنبوب كالورومتريك Cuvette colorimétrique بسعة 25ml , 20ml , 10ml
- كأس بيشر بسعة 50ml

***المتفاعلات :**

- كاشف (Nitri Ver 3) بشكل كيس تجاري محضر مسبقا
- ماء مقطر

طريقة العمل

- نأخذ 10ml من العينة نضعها داخل جهاز spectrophotometre DR3900
- نسكب محتوى الكاشف داخل الأنبوب
- نغلق الأنبوب بإحكام و نرج جيدا و نتركه لمدة 15 دقيقة لتتفاعل

نأخذ 10ml من الماء المقطر (الشاهد) و نضعها داخل أنبوب كالورمتري ثاني ثم نسكب محتوى الكاشف و نرج جيدا ثم نضعه داخل جهاز spectrophotometre DR3900

- نضبط الجهاز على الصفر
- بعد 15 دقيقة من التفاعل نضع الأنبوب الذي يحتوي على العينة داخل جهاز القياس ثم نقرأ النتيجة مباشرة على الجهاز.

III - 6-1-5تحديد كمية النترات $N\text{-}NO_3^-$

تم تحديد كمية النترات NO_3^- بواسطة جهاز(spectrophotometre DR3900)

و الطريقة المتبعة Réduction au Cadmium

الأدوات و الأجهزة المستعملة

- جهاز spectrophotometre DR3900
- كأس بيشر بسعة 50ml

أنبوب كالورومتري Cuvette Colorimétrique بسعة 25ml, 20ml, 10ml

***المتفاعلات :**

كاشف (Nitri Ver 5) بشكل كيس تجاري محضر مسبقا

طريقة العمل

- نسكب 10ml من العينة داخل أنبوب كالورمتري
- نسكب محتوى الكيس Nitri Ver 5 داخل الأنبوب
- نغلق الأنبوب بإحكام و نرج جيدا مدة دقيقة واحدة
- نترك الأنبوب مدة 5 دقائق ليتفاعل
- نأخذ 10ml من الماء المقطر (الشاهد) ونضعها داخل أنبوب كالورمتري آخر ثم نضيف له محتوى كيس Nitri Ver 5
- ثم نضعه داخل جهاز spectrophotometre DR3900من أجل ضبط الجهاز على الصفر

- نأخذ الأنبوب الذي يحتوى على العينة و نضعه داخل الجهاز ثم نقرأ النتيجة مباشرة على الجهاز وتعطى بـ (mg/l)

III -6- 1-6-تحديد كمية أرتو فوسفات $P\text{-}PO_4^{3-}$

تم تحديد كمية ارتو فسفات بواسطة جهاز spectrophotometre DR3900

حسب طريقة Phos Ver3 (حمض الاسكوربيك)

الأدوات و الأجهزة المستعملة :

- جهاز spectrophotometre DR3900
- كأس بيشر
- أنبوب كالورومتري Cuvette Colorimétrique بسعة 25ml,20ml,10ml

***المتفاعلات :**

كاشف Phos Ver3: بشكل كيس تجاري محضر مسبقا

طريقة العمل:

- نأخذ 10 ml من العينة و نضعها داخل أنبوب كالورومتري
- نضيف للأنبوبة محتوى الكيس Phos Ver3
- نغلق الأنبوب جيدا ثم نرجه نتركه لمدة دقيقتين ليتفاعل
- أثناء مدة التفاعل نحضر أنبوب ثاني و نضيف لها 10ml من الماء المقطر (الشاهد) و نضيف لها المتفاعل Phos Ver3
- نضع أنبوب الشاهد على الجهاز ونضبط الجهاز على الصفر
- نأخذ الأنبوب الذي يحتوي على العينة و نضعه داخل الجهاز spectrophotometre DR3900

ثم نقرأ النتيجة على الجهاز spectrophotometre DR3900 مباشرة بـ (mg/l)

III -6-1-7- قياس كمية الأكسجين المنحل O_{diss}

تم قياس الأكسجين المنحل داخل العينة بالطريقة الأمبيرومترية Ampérométrique حسب (AFNOR T90-106;) [24]

- جهاز القياس Oxymétrie BPL Inolab

طريقة العمل :

- نفتح الجهاز نغسل قطب الجهاز بالماء المقطر
- نأخذ 100ml من العينة و نضعها داخل كأس بيشر
- نغمس قطب الجهاز في بيشر و نتركه حتى يستقر

- نسجل من الجهاز النتائج (التركيز - التشبع – الضغط الجزئي للأكسجين) عند ثبوتها على الجهاز حساب النتيجة، القراءة تأخذ مباشرة من الجهاز

تركيز الأكسجين	نسبة تشبع الأكسجين	الضغط الجزئي للأكسجين
mg/l	%	M bar

III -6-1-8- قياس الأس الهيدروجيني pH

تم قياس pH بواسطة جهاز pH متر من نوع pH métre sension1 بطريقة (AFNOR ,X31-103) [24]

طريقـــــــة العمـــــــل:

- **ضبط الجهاز**
- نشغل جهاز pH متر
- غسل القطب بالماء المقطر
- نضع داخل كأس بيشر صغير محلول موقى pH=7
- ضبط جهاز الرج على أقل سرعة (سرعة ضعيفة)
- ندخل قطب داخل المحلول الموقى
- نتركه مدة صغيرة حتى يستقر و يظهر على الجهاز طلب إدخال المحلول الموقى الثاني
- نسحب القطب ثم نغسله جيدا بالماء المقطر ثم ندخله في كأس بيشر رقم 2 يحتوي على محلول موقى (pH=4 أو pH=10) حسب طبيعة الوسط المراد قياسه
- نسحب قطب الجهاز و نغسله بالماء المقطر

طريقة قياس pH

- نأخذ 100ml من العينة ونضعها داخل كأس بيشر
- نضع داخل كأس بيشر قطب مغناطيسي على حركة ضعيفة
- ندخل قطب الجهاز داخل كأس بيشر
- نتركه حتى يستقر ثم نقرأ النتيجة مباشرة على الجهاز

III -6-1-9- قياس درجة الحرارة

في قياس درجة الحرارة استعملنا جهاز متعدد القياسات analyseur multi paramètres

كما يمكن استعمال جهاز في قياس الناقلية و الملوحة وفي قياس درجة الحرارة في الوسط المائي

طريقة العمـــــل :

- نشغل الجهاز
- نقوم بغمس قطب الجهاز داخل العينة
- نقرأ مباشرة درجة الحرارة عند استقرارها على الجهاز

III -6-1-10 - قياس الناقلية الكهربائية

تم قياس الناقلية الكهربائية بواسطة جهاز قياس الناقلية من نوع condictiveté sension5

طريقة العمـــــل :

- نوصل القطب الخاص بقياس الناقلية بمكانه المخصص في الجهاز
- نغسل القطب بالماء المقطر
- ندخل القطب داخل كأس بيشر المحتوي على العينة
- نقرأ قيمة الناقلية الكهربائية مباشرة من الجهاز عند استقرارها.

III -6-2- الوسائط البكترولوجية

تعداد البكتريا (*Coliformes totaux et Fécaux*، *E.Coli*) على التوالي في وسط سائل (AFNOR,T90-433) [24]

- بكتريا القولون *Les coliformes totaux*
- بكتريا القولون البرازية *Les coliformes Fécaux*
- بكتريا ايشريشيا كولي *E.Coli*

الأدوات و الأجهزة المستعملة:

- قارورات معقمة – مبردة - ماصة باستور- أنابيب اختبار و حاملها - إبرة زرع - حمام مائي - موقد منزل حاضنة (48C°,37C°)

البيئات و الكواشف المستعملة:

- ماء جافيل - ماء فيزيولوجي لتحضير التخفيف - ماء مقطر
- بيئة BCPL (D/C – S/C) وتستعمل في الكشف الاحتمالي عن بكتريا القولون الكلية *Les coliformes totaux*

- بيئة *Shubert* للكشف عن بكتريا القولون البرازية
- بيئة الماء الببتوني *L'eau péptonée* للكشف عن بكتريا القولون البرازية
- كاشف *Kovac* يستعمل في الكشف التأكيدي لبكتريا *E.Coli*

طريقة التخفيف العشرية – الاماهة

- بواسطة ماصة معقمة و مدرجة نضع 9 ملل من الماء الفزيولوجي في عدة أنابيب معقمة و هذا حسب العينة و مدى حمولتها للبكتريا، و ذلك انطلاقا من العينة الأم (°10) نجري عملية التمييه.
- نأخذ 1 ملل من العينة الأم بواسطة ماصة و نضعها في الأنبوب الأول لنحصل على التخفيف 10^{-1}ثم نأخذ 1 ملل من الأنبوب الأول ونضعها في الأنبوب الثاني فنحصل على التخفيف 10^{-2}، وهكذا نواصل العملية حتى التخفيف الأخير مع تغير الماصة في كل مرة.

في بحثنا هذا وصلت عملية التخفيف حتى 10^{-6} نظرا للعدد الكبير من الأحياء الدقيقة الموجودة في مياه الصرف.

تعداد البكتريا: يتم تعداد الخلايا حسب الهدف الذي نرمي إليه و نختار الأوساط الغذائية حسب الخلايا المراد تعدادها، و في عملنا هذا استعملنا الأوساط السائلة حيث هناك عدة تقنيات لتعداد الخلايا في الأوساط السائلة والتي تسمح بالحصول على ما يسمى بالعدد الأكثر احتمالا (NPP) Nombre plus probable من ضمن هذه التقنيات طريقة Mac- Grady.والهدف من استخدام المزارع السائلة تستعمل للإكثار و الحصول على النواتج القانونية للبكتريا ودراسة صفاتها البيوكيميائية

الفصل الرابع

نتائج ومناقشة

IV -1- خصائص مياه الصرف المستعملة في تغذية الأحواض

بدأنا عملنا بالنتائج التي تحصلنا عليها و بعد المعالجة الإحصائية المدونة في الجدول (05)

الجدول(05) :القيم المتوسطة للوسائط المقاسة للمياه المستعملة الحضرية المستعملة في تغذية الأحواض أثناء عملية التنقية خلال مدة الدراسة

الوسائط	عدد العينات	القيمة الدنيا	القيمة القصوى	القيم المتوسطة
T(C°)	12	20.7	27.1	23.58
PH	12	7.43	7.88	7.73
Conductivities	12	5.88	6.57	6.25ms/cm
Odiss	12	0.04	0.58	0.26 mg/l
MES	12	121.6	548	298.43mg/l
DCO	12	109.8	322	202.5 mg/l
DBO_5	12	50	140	87mg/l
NO_2^-	12	0.092	0.122	0.110mg/l
NO_3^-	12	15.8	39.4	29.6mg/l
Po_4^{-3}	12	7.10	39.6	30.48mg/l
Coliformes Totaux	12	$1.2E^{+6}$	$4.0E^{+6}$	$2.3E^{+6}$ UFC/100ml
Coliformes fécaux	6	$1.0E^{+6}$	$2.5E^{+6}$	$1.6E^{+6}$ UFC/100ml
E.Coli	6	$3.2E^{+6}$	$2.4E^{+6}$	$1.4E^{+5}$ UFC/100ml

نتائج التحليل الجدول رقم (05) تبين أن هذه المياه هي مياه الصرف حضرية حيث تبين النتائج أن كل القيم تدخل في مجال مياه الصرف الحضري باستثناء النتراتNO_3^-هذه الزيادة قد تعود إلى أكسدة الامونيومNH_4^+ إلى نتريثNO_2^-ثم إلى نتراتNO_3^-.[1]. وهذه ما يتبته التحليل البيولوجي K=2.32اقل من 2.5

نتائج المعالجة بعد مكوث المياه في الأحواض خلال 5 أيام تحصلنا بالنسبة نبات ***Canna Indica*** الشاهد على النتائج المدونة في الجدول أدناه:

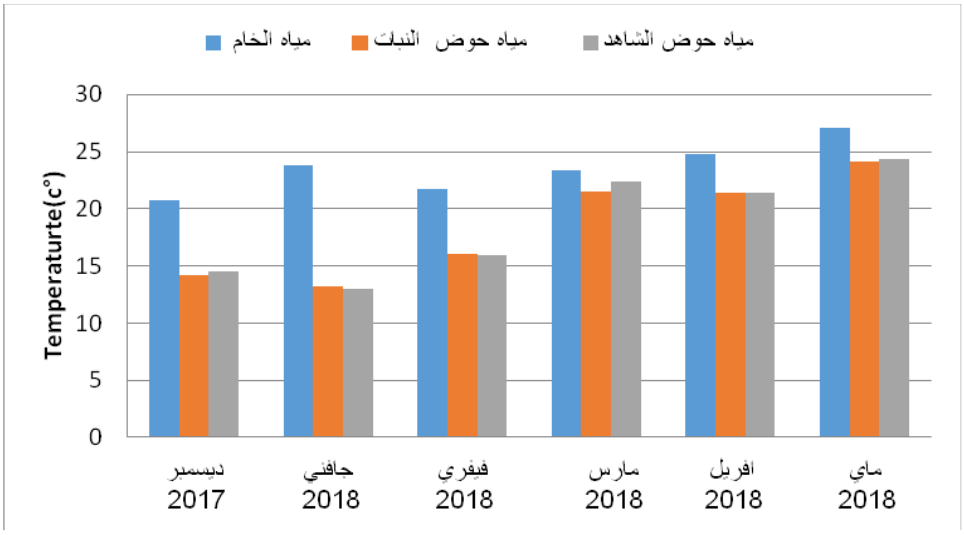
الجدول (06) القيم المتوسطة للوسائط المقاسة للمياه المعالجة بالحوض المزروع بالنبات و حوض الشاهد أثناء عملية التنقية خلال مدة الدراسة

الوسائط المقاسة	عدد العينات	حوض النبات *Canna Indica*	حوض الشاهد Témoin
T(C°)	12	18.41	18.58
pH	12	7.20	7.70
CE (ms/cm)	12	10.14	8.37
O_{diss}	12	4.53	3.27
MES (mg/l)	12	54.5	72
DCO (mg/l)	12	32.5	48.4
DBO_5 (mgo_2/l)	12	21	21.5
NO^-_2 (mg/l)	12	0.02	0.0263
NO_3^-(mg/l)	12	6.38	2.41
PO_4^{-3} (mg/l)	12	2.89	4.49
Coliformes totaus (UFC/100 ml)	6	$3.78E^{+2}$	$3.21E^{+4}$
Coliformes fécaux (UFC/100 ml)	6	$2.85E^{+2}$	$1.7E^{+4}$
E.Coli (UFC/100 ml)	6	$1.8E^{+2}$	$9.2E^{+2}$

IV -2- مناقشة النتائج

IV -2- 1- تطور درجة الحرارة T(c°)

من خلال الشكل (10)، نلاحظ أن القيم المتوسطة لدرجة الحرارة تنخفض في المياه المعالجة في مختلف الأحواض مقارنة بالمياه المستعملة ، من خلال النتائج المحصل عليها في الشكل(09) أعلى قيمة 27.7C°مسجلة في شهر ماي و ادني قيمة20.7C° في شهر ديسمبر، أي درجة الحرارة محصورة بين القيمتين 20.7≤ T (°C) ≤27.7،



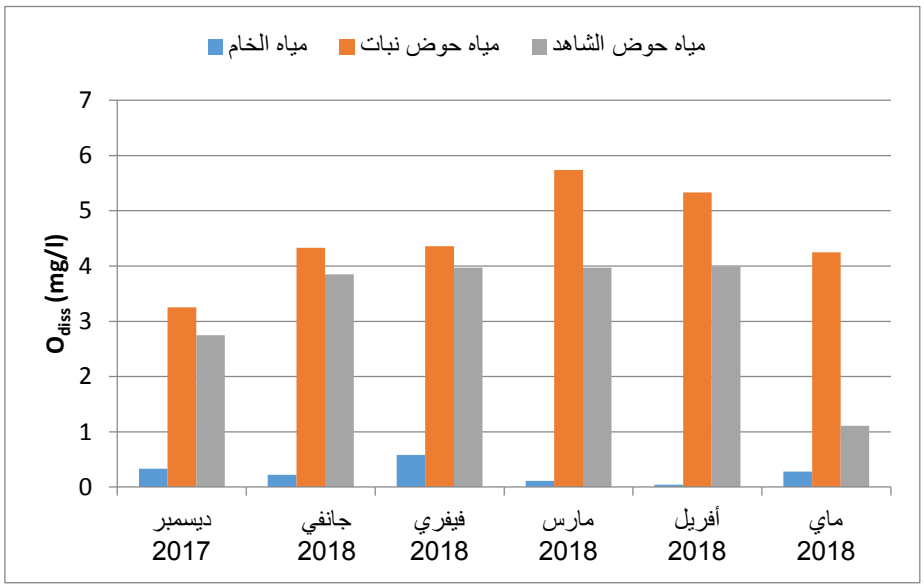
الشكل (10) : التطور الزمني لدرجة الحرارة T(c°) للمدخل والمخرج لكل من الحوض المزروع والشاهد

التفسير : يفسر الانخفاض في درجة الحرارة في الأحواض المعالجة بتناقص عدد البكتيريا ونقص التفاعلات البيوكيميائية.

- أما بالنسبة للمياه المعالجة في الحوض المزروع و الحوض غير المزروع متقاربة على طول مدة الدراسة في قاع الأحواض على عمق20cm، هذا الفرق في درجة الحرارة لا يؤثر على اختيار الكائنات الدقيقة المسؤولة على التنقية [25]

IV - 2-2- تطور الأكسجين المنحل (O_{diss})

من خلال الشكل (11)، نلاحظ أن القيم المتوسطة للأكسجين المنحل تزداد في الأحواض المعالجة مقارنة بالمياه المستعملة، حيث نلاحظ أن قيم الأكسجين المنحل متغيرة بين أدنى قيمة0.04 mg/lفي شهر أفريل في المياه المستعملة، و اكبر قيمة 5.74 mg/l في شه ر مارس في الماء المعالج بحوض نبات



الشكل(11): التطور الزمني للأكسجين المنحل O_{diss}للمدخل والمخرج لكل من الحوض المزروع و الشاهد.

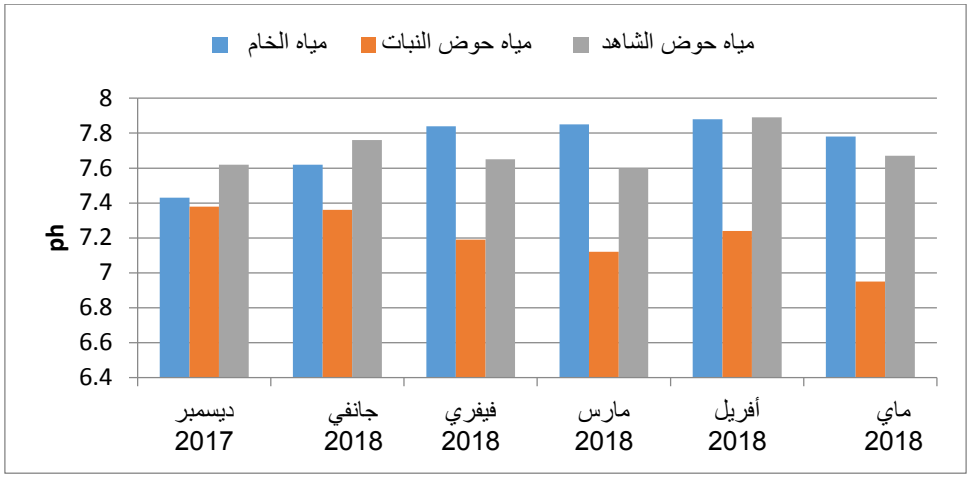
ـ نلاحظ أن قيمة O_{diss}تزداد زيادة تدريجية في المياه المستعملة أين تأخذ أدنى قيمة في شهر أفريل ، و يعبر هذا للعدد الهائل للكائنات الحية الدقيقة (البكتريا , الفطريات ...) التي تقوم باستهلاك كمية كبيرة من الأكسجين لاستغلاله في عملها ونشاطها المتمثل في عمليات الأكسدة، بالإضافة إلى ارتفاع درجة العكارة التي أدت إلى إعاقة نفاذية الأكسجين الهوائي داخل مياه الصرف.

ـ من خلال هذه الدراسة نلاحظ أن كمية الأكسجين المنحل في الأحواض المعالجة مرتفعة مقارنة بمياه. الصرف عموما نلاحظ أن الأكسجين المنحل يتغير عكس الكثافة العضوية للمياه المستعملة و في عمق الأحواض المعالجة، كما نلاحظ أن هناك فرق في كمية الأكسجين المنحل بالنسبة للحوض المزروع بالنبات و الحوض غير المزروع (الشاهد)، و يعود ذلك لوجود النبات حيث تعمل على نقل الأكسجين من الهواء إلى داخل الحوض من الأوراق إلى السيقان ثم الجذور[26].

لقد لاحظ الباحثون أن النباتات حديثة العمر تكون أكثر فاعلية في توصيل الأكسجين عن طريق جذورها إلى قاع الحوض مقارنة بالنباتات كبيرة السن، التي تتكون على جذورها طبقة دهنية تمنع تسرب الأكسجين [26][27]

IV -2-3- تطور الأس الهيدروجيني ألـPH

نلاحظ من خلال الشكل (12) بأن الـ PH المتوسط ينخفض في المياه المعالجة في مختلف الأحواض مقارنة بالمياه المستعملة ينخفض بمعدل 7.73الى7.20 بالنسبة للحوض المزروع بالنبات و 7.70بالنسبة للحوض غير المزروع (الشاهد).مقارنة مع المعيار الوطني المحدد ب 6.5-8.5



الشكل(12): التطور الزمني للأس الهيدروجيني أل PHللمدخل والمخرج لكل من الحوض المزروع والشاهد.

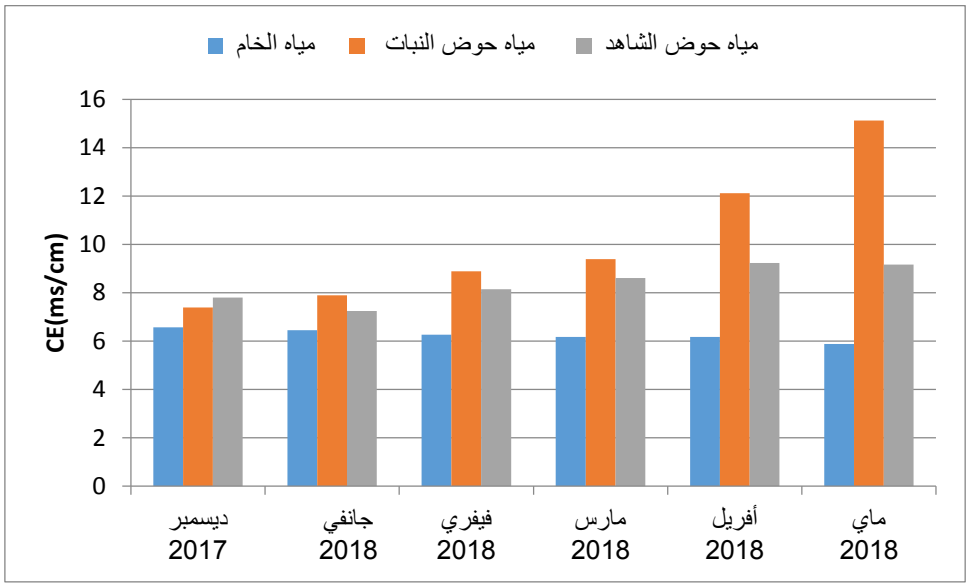
ولكن متوسط الأس الهيدروجيني في الحوض المزروع أقل من الحوض الشاهد. هذه النتيجة مشابهة للنتيجة التي توصل إليها (Vincent et al 1994)[28]. عدة عوامل تفسر هذا الانخفاض في الأس الهيدروجيني (حموضة الوسط) منها أكسدة النتريت وDCO[29][30]، أكسدة DCOينتج عنها CO_2،بدوره يؤدي إلى حموضة الوسط وأكسدة النتريت يؤدي إلى نترات، ويؤدي بدوره إلى حموضة الوسط ويعود سبب ذلك إلى:

- تجمع الهيدروجين نتيجة نشاط البكتيريا المسؤولة على النترجة Nitrifiantes
- تجمع CO_2نتيجة ميتابوليزم النبات أو تحطيم المواد العضوية من طرف البكتيريا [31][32]
- إنتاج ايوناتH^+من طرف النبات لتعويض بعض الكاتيونات الداخلة في التغذية المعدنية للنبات [33]
- إنتاج بعض الإفرازات (أحماض عضوية) من طرف جذور النبات[34]

IV -2-4- تطور الناقلية الكهربائية CE

الناقلية الكهربائية للمياه المعالجة بالحوض المزروع هي دائما أكبر من الناقلية الكهربائية للمياه المعالجة بالحوض الغير مزروع (الشاهد) و المياه المستعملة، الشكل (13).حيث نلاحظ ان الناقلية الكهربائية مرتفعة

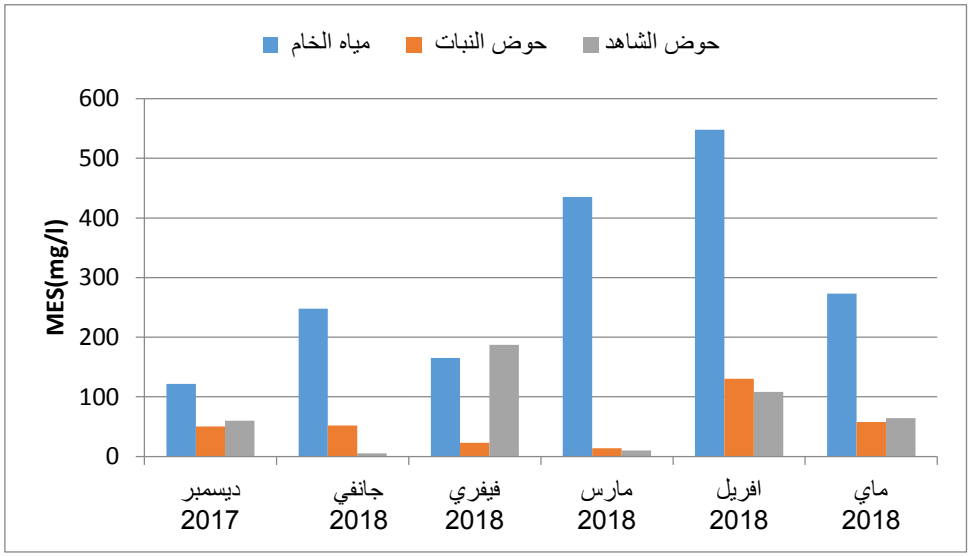
في الحوض المزروع بالنبات مقارنة بالحوض الشاهد وارتفاع الناقلية الكهربائية بسبب تعرق النبات و تحول المواد العضوية الى مواد معدنية



الشكل(13): التطور الزمني للناقلية الكهربائية CE للمدخل والمخرج لكل من الحوض المزروع والشاهد

IV -5-2- تطور المواد العالقة MES

الشكل (14)، يبين تطور المواد العالقة MES، بين القيمة الصغرى 121.6 mg/l و القيمة القصوى mg/l 548 بمعدل 298.43 mg/l في المياه المستعملة الحضرية،اما بالنسبة للمياه المعالجة قيمة MESفي الحوض المزروع بالنبات *Canna Indica*54.5mg/l بمردود 81.73% و في الحوض غير المزروع (الشاهد) 72 mg/l بمردود% 75.87 مقارنة مع العيار الوطني المحدد ب 30ملغ /ل

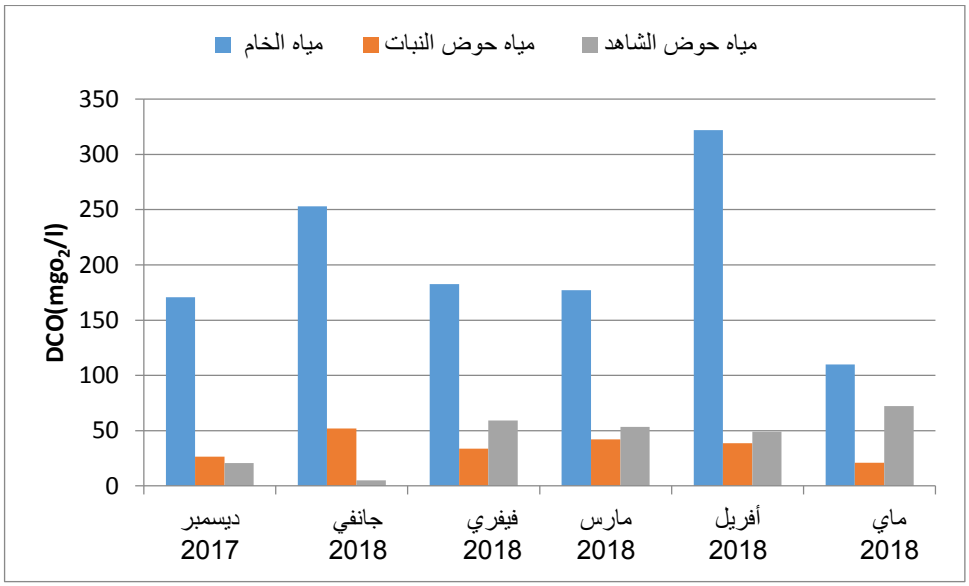


الشكل(14): التطور الزمني للمواد العالقة MES للمدخل والمخرج لكل من الحوض المزروع والشاهد.

تناقص تركيز MES في مختلف المياه المعالجة ناتج أساسا على المعالجة الفيزيائية مثل الترشيح [35]، حيث المواد الخشنة تبقى عالقة و المواد الدقيقة تحجز في مسامات المصفاة أو بالتفاعل الكيميائي Van Der waals. [36]

IV -2-6- تطور الطلب الكيميائي للأكسجين(DCO)

الطلب الكيميائي للأكسجين DCOفي المياه المستعملة يتغير بين 109.8 mg/l و 322 mg/l، ومن خلال التطور الزمني لـ DCOفي الشكل (15).يبين تطور الطلب الكيميائي للأكسجين DCO تركيزه ينخفض في المياه المعالجة مقارنة بالمياه المستعملة، حيث يتغير في المياه المستعملة بمعدل 202.5 mgo_2/l ، أما بالنسبة للمياه المعالجة قيم DCO: 32.58 mgo_2/l في الحوض المزروع بالنبات *Canna Indica* (83.95%)، و 48.4 mgo_2/l في الحوض غير المزروع (الشاهد) (76.09%) بالمقارنة مع المعيار الوطني المحدد ب 90ملغ /ل .

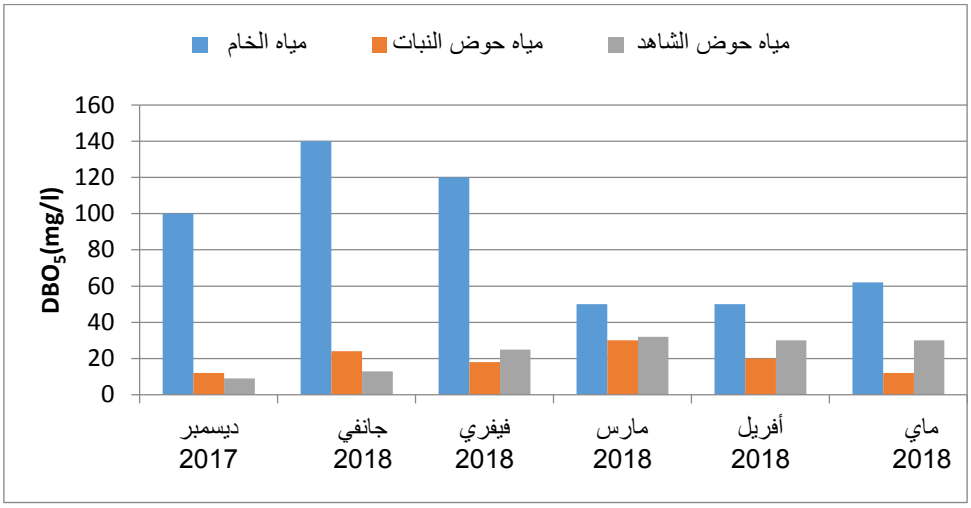


الشكل (15): التطور الزمني للطلب الكيميائي للأكسجين(DCO)للمدخل والمخرج لكل من الحوض المزروع والشاهد.

الحوض المزروع و الحوض الشاهد أعطت مياه بتركيز DCOاقل من المياه المستعملة، هذا ناتج عن الامتصاص الفيزيائي للمواد العضوية في المياه المستعملة في المصفاة و تهوية الوسط عن طريق الكائنات البكتيرية. هذا الحوض المزروع اعطى مردود أحسن مقارنة بالحوض الغير مزروع. هذا الانخفاض سببه وجود النبات الذي يوفر شروط فيزيوكيميائية يؤمن الأكسجين للوسط المصفى عن طريق الأوراق إلى السيقان ثم الجذور و الجذمور بواسطة الكائنات البكتيرية التي تسبب أكسدة DCO[36]. [1]

IV -2-7- تطور الطلب البيوكيميائي للأكسجين(DBO_5)

الطلب البيوكيميائي للأكسجين DBO_5 يتغير بين 50mg/l و140mg/l في المياه المستعملة. ومن خلال التطور الزمني لـ DBO_5 في الشكل (16)، نلاحظ أن أعلى كمية إزالة كانت في شهرين ديسمبر و ماي بمردود86.20% بالنسبة للحوض المزروع بالنبات و أدنى نسبة للإزالة لـDBO_5 كانت في شهر مارس أفريل بمردود 65.51%بالنسبـــة للحـوض المـزروع بالنبـات وعموما تركيز DBO_5 في المياه المستعملة الحضرية أكبر من التركيز DBO_5 حيث ينخفض تركيز DBO_5 بمعدل87 mg/l في المياه المستعملة 21.mg/l و21.5 mg/l بالنسبة للحوض المزروع و الحوض الشاهد على التوالي. إزالـــة DBO_5 في إلبالحوض المزروع للنبات بنسب 75.86% و75.28%بالنسبة للشاهد و بمقارنة بالقارنة مع المعيار الوطني المحدد ب 30ملغ /ل .

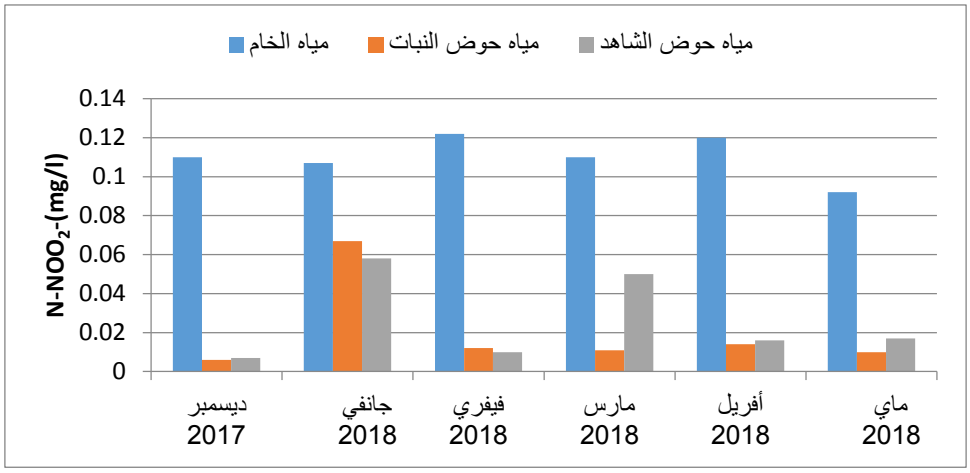


الشكل (16): التطور الزمني للطلب البيوكيميائي للأكسجين DBO_5 في للمدخل والمخرج لكل من الحوض المزروع والشاهد.

الفرق في إزالة DBO_5بين الحوض المزروع بالنبات و الحوض الشاهد سببه وجود النباتات المائية التي تملك خاصية امتصاص الأكسجين من الجو لتحريره عبر جذورها في المنطقة المحيطة بالجذور، هذا الأكسجين ينشط البكتيريا، حيث تعمل على أكسدة وتحطيم المواد العضوية.

IV-2-8- تطور إزالة النتريت $N- NO_2^-$

من خلال التطور الزمني لنتريت $N- NO_2^-$في الشكل(17)،تركيز النتريت $N-NO_2^-$ في المياه المستعملة يتغير مع الزمن، و يكون أكبر من تركيز $N- NO_2^-$في المياه المعالجة حيث ينخفض تركيز NO_2^-الي(0.110 mg/l) في المياه المستعملة و (0.02 mg/l)في الحوض المزروع بالنبات *Canna Indica*وبقيم (0.0263mg/l) بالنسبة للحوض الشاهد.

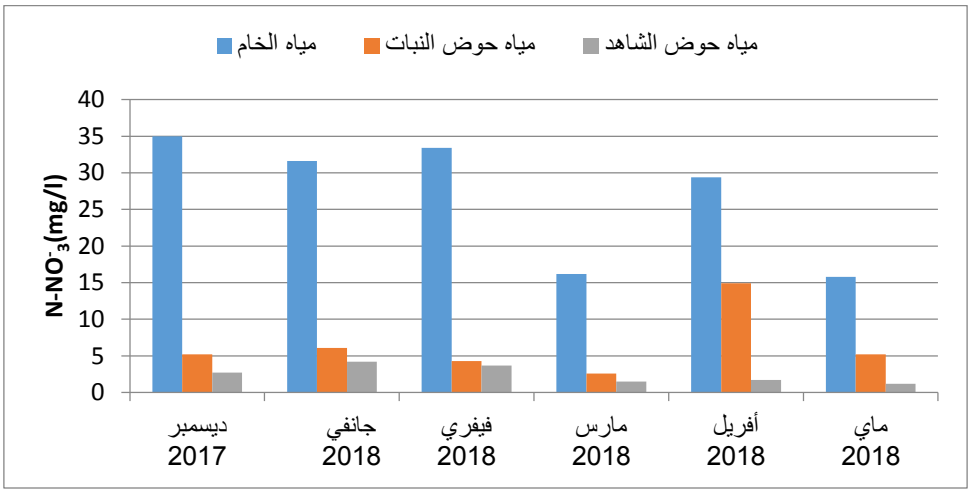


الشكل (17): التطور الزمني للنتريت $N\text{-}NO_2^-$ للمدخل والمخرج لكل من الحوض المزروع والشاهد

فرق متباين بين الحوض المزروع بالنبات و الشاهد مردود إزالة النتريت $N\text{-}\ NO_2^-$هو(81.81%) ، بالنسبــة للحــوض المزروع بالنبات *Canna Indica*،و(76.09%)للحوض الشاهد. الفرق في إزالة $N\text{-}NO_2^-$بين الحوض المزروع و الشاهد سببه وجود النبات المائي الذي يملك خاصية امتصاص الأكسجين من الجو و يتم نقله عن طريق الأوراق ثم السيقان إلى الجذور و الجذامير[36] . هذا الأكسجين ينشط البكتيريا التي تعمل على تحويل النتريت NO_2^-إلى نترات NO_3^- في منطقة الجذور. تسمى هذه العملية بالنترجة (nitrification).

IV -2-9- تطور النترات $N\text{-}NO_3^-$

من خلال التطور الزمني لنترات $N\text{-}\ NO_3^-$في الشكل (18)،يتناقص في جميع الأحواض المعالجة مقارنة بالمياه المستعملة، حيث ينخفض تركيز النترات من29.6 mg/l الي 6.38 mg/l في الحوض المزروع بالنبات *Canna Indica* و2.41 mg/l للحوض الغير مزروع(الشاهد)



الشكل (18): التطورالزمني للنترات$N\text{-}\ NO_3^-$للمدخل والمخرج لكل من الحوض المزروع والشاهد.

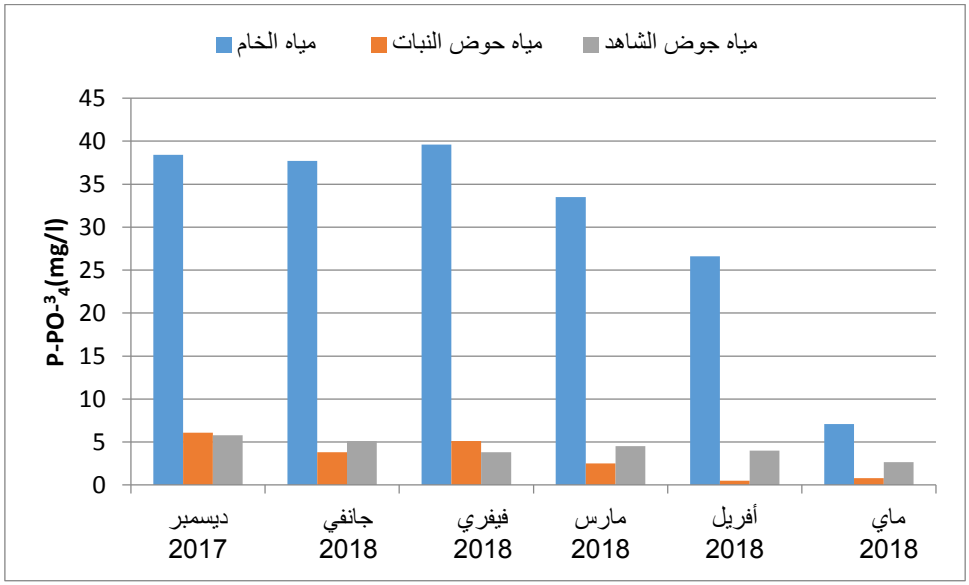
كما نلاحظ ان تركيز النترات بعد المعالجة في حوض النبات اعلى من تركيزه في حوض الشاهد و يعود ذالك الى توفر الاكسجين اثناء التدفق الشاقولي للمياه و وجود النبات يساعد علي نقل الأكسجين الي الحوض مما يؤدي الاكسجين المنحل الي اكسدة النتريت الي نترات

هذا التغير في الكمية المزالة لنترات $N\text{-}NO_3^-$ يعود سببه :

- استعمال النترات من طرف النبات يكون في النهار أو في وجود التركيب الضوئي. تطور النترات يعطي انخفاض في الكمية بعد التصفية بالنباتات. النباتات تمتص بين (10٪- 39٪) و الجذور بين (45 ٪ - 98 ٪) من الأزوت العضوي المزال [37][38]، أما الأزوت المتبقي تكون إزالته عن طريق عملية النترجة،و إزالة النترجة و الأكسدة الهوائية للامونيوم.

IV -2-10- تطور أرتو فسفور $P\text{-}PO^{-3}_4$

نلاحظ من خلال الشكل (19)، بصفة عامة تركيز $P\text{-}PO^{-3}_4$ للمياه المستعملة تتغير مع الزمن و تكون أكبر من تركيز $P\text{-}PO^{3-}_4$ في المياه المعالجة، حيث نجد تركيز $P\text{-}PO_4^{3-}$ في المياه المستعملة ينخفض بمعدل 30.48mg/l في المياه المستعملة إلى 2.89 mg/l، بالنسبة للحوض المزروع بالنبات *Canna Indica* و4.49 mg/l في الحوض الغير المزروع (الشاهد) . مردود التنقية في الحوض المزروع بالنبات *Canna Indica* هو 90.49mg/l و85.26 بالنسبة للحوض الغير مزروع .



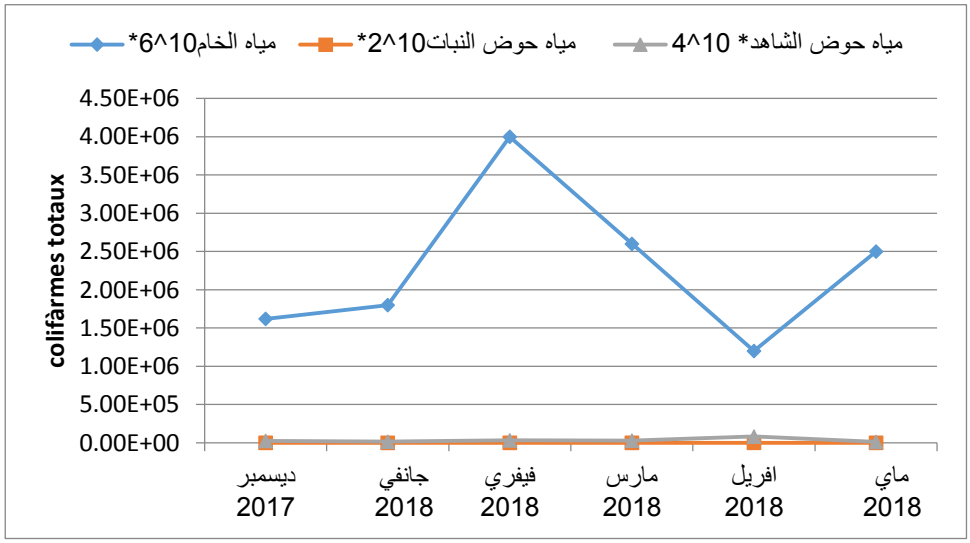
الشكل(19): التطور أرتو فسفور $P\text{-}PO_4^{3-}$ للمدخل والمخرج لكل من الحوض المزروع والشاهد

تركيز اورتوفسفور في المياه المعالجة في جميع الأحواض سببه امتصاص $P\text{-}PO_4^{3-}$ في المصفاة (ا

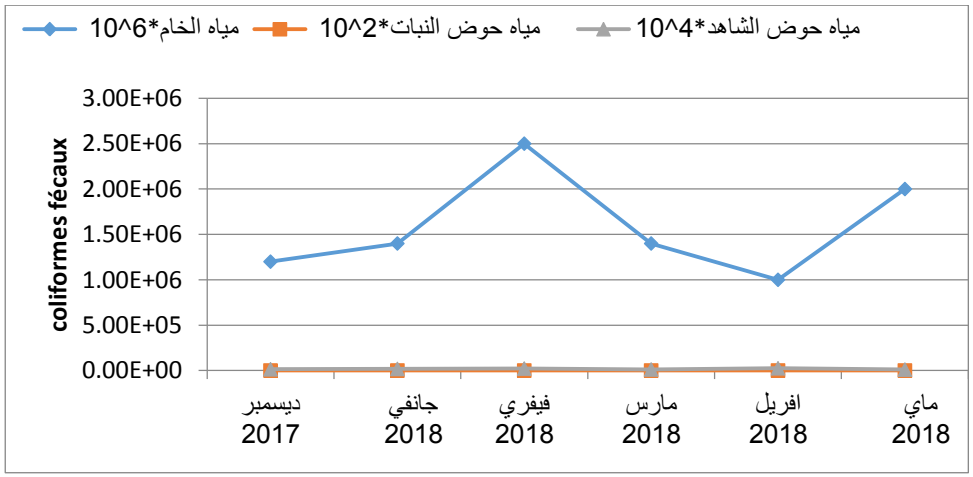
المرشح)، كذلك نوعية الحصى تساعد على امتصاص $P- PO^{-3}_4$ [37][38]. ارتفاع إزالة ارتو فسفور في الحوض المزروع سببه تفاعل البكتيريا والنبات و امتصاص $P- PO_4^{3-}$ من طرف النبات لاحتياجاته الفيزيولوجية [39][40].

IV -2-11- تطور إزالة البكتريا (*E.Coli*، *Coliformes Fécau x*، *Coliformes totaux*)

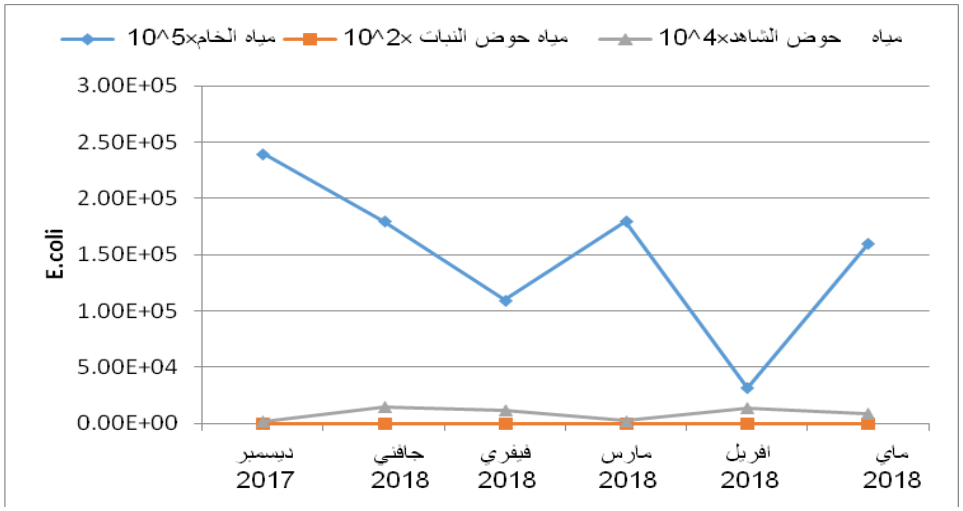
يبين التطور الزمني للبكتريا في الاشكال عدد المستعمرات (*Coliformes Fécau x*، *Coliformes totaux* ، *E.Coli*) في المياه المستعملة يكون اكبر من المياه المعالجة في الحوض المزروع والحوض الغير مزروع.



الشكل(20) : التطور الزمني لـ Coliformes Totaux للمدخل و المخرج لكل من الحوض المزروع والشاهد.



الشكل(21): التطور الزمني لـ *Coliformes Fécaux* للمدخل والمخرج لكل من الحوض المزروع والشاهد.



الشكل(22): التطور الزمني لـ*E.Coli* للمدخل والمخرج لكل من الحوض المزروع والشاهد.

نلاحظ أن إزالة البكتيريا *Coliformes totaux*، *Coliformes fécaux*، *E.Coli* شبه كلية بعد المعالجة في الأحواض المزروعة، قد تصل إلى 100%.هذه النتائج مشابهة للدراسة التي تحصل عليها (Duggan,J.2001)[41]. إذن انخفاض البكتيريا مطابق لمعايير المنظمة الدولية للصحة لسنة 2012 الخاصة بالسقي غيرالمقيد (≥1000 C.F/100ml).كما لاحظ(Vymazal , J. 2005)[42] أن أحواض التنقية في مساحة $1m^2$ تكون في الأحواض المزروعة أحسن من الأحواض غير المزروعة.نفس النتائج أكدت من طرف(Oueslati.M2000)[43]التي تحصل عليها في

التفسير: خلال هذه الدراسة، بينت ان الحوض المعالجة بالنبات أن هناك تناقص معتبر في إزالة البكتيريا و العوامل الممرضة و يفسر هذا إلى الموت الطبيعي للبكتيريا نتيجة تغير الوسط المعيشي أو تهدم مع المواد العضوية، و الفرق في إزالة البكتريا بين الحوض المزروع بالنبات و الحوض الشاهد هو أن جذور النبات تفرز أحماض بيولوجية (مواد سامة) تعمل على قتل البكتيريا. لقد فسر (Vincent G.1994) [28]تناقص *E.Coli* في الأحواض المزروعة مقارنة بالشاهد باحتمال إفراز الجذور لمواد مثبطة (مواد سامة) "exudats" تساهم في القضاء عليها

الخاتمة

الخاتمـــة

أظهر عملنا هذا بوضوح قدرة النبات *Canna Indica* على تنقية مياه الصرف الصحي سوى بالنسبة: التلوث العضوي حيث وصلت نسبة إزالة (83.95%) DCO، DBO_5(75.86%)، التلوث الجسيمي MES(81.73%) ، التلوث العضوي الأزوتي حيث وصلت نسبة إزالة (81.81%) NO_2^-، (78.44%) NO_3^-، التلوث العضوي الفوسفوري حيث وصلت نسبة إزالة (90.49%)PO_4^{-3} كما وصلت نسبة إزالة التلوث البيولوجي الى نسبة تفوق 100%فيما يخص الوسائط الفيزيائية والبيكترولوجية، قدرة التنقية بالحوض المغروس بالنبات كانت احسن من الحوض الغير مغروس (الشاهد) من هذه الدراسة هو إظهار مدى قدرة أداء النبات المزروع في معالجة المياه المستعملة الحضرية، في مناخ شبه جاف، وذلك بتزويد الحوض بتدفق شاقولي حيث كان مكوث الماء خمسة أيام داخل الحوض كاف لإزالة الملوثات بشكل مقبول.هذه الدراسة أظهرت أن وجود النبات له تأثير إيجابي على النشاط البيولوجي باستعمال السقي الشاقولي ، أظهرت النتائج المحصل عليها بوضوح تخفيض معتبر في أنواع التلوث الأساسية:التلوث العضوي الأزوتي الفسفوري و البيولوجي بنسب معتبرة، كما أن النبات أبدئ تأقلم وتعايش باستعمال هذه المياه في مناخ المنطقة شبه الجاف. أظهرت هذه النتائج أن العامل الأساسي المؤثر على النشاط البيولوجي هو وجود النبات و الكائنات المجهرية وتطور النبتة بحد ذاتها.النبات أثبت كفاءته وقدرته على تحقيق المواصفات المرغوبة لتنقية مياه الصرف، عن طريق إنقاص نسبة الملوثات والعوامل الممرضة، و الوصول إلى الحدود المسموحة لاستخدام المياه الناتجة من أحواض المعالجة بالنباتات في الزراعة (سقي الأشجار والفواكه والحبوب)، التي لها القدرة على تحمل ملوحة هذه المياه بدون استخدام المحاليل الكيميائية وبتكلفة أقل بالمقارنة مع غيرها من تقنيات المعالجة.ا

لآفاق المستقبلية لهذا العمل:

دراسة أنواع أخرى من النباتات الصحراوية التي لها القدرة على العيش في وسط مشبع بالماء

تطبيق هذا النوع من التقنيات في المناطق النائية

المراجع

المراجع

المراجع بالغة العربية:

[1] إبراهيم العابد، أطروحة دكتوراه، جامعة ورقلة، 2015 ، ص1,12,18,19,20,21,22
[2] جورجي نسيم ماهر، 2007 ، تحليل و تقويم جودة المياه ، دار نشأة المعارف جلال حزي و شركاءه ص 121 .
[3] السعدي حسين علي ، 2006، أساسيات علم البيئة و التلوث ، دار اليازوري العلمية عمان الأردن
[4] أبو سعد نجيب ابراهيم، التلوث البيئي ودور الكائنات الدقيقة ايجابيا وسلبيا، دار الفكر العربي : القاهرة، 2000 .، ص132 .،6
[5] السعداني عبد الرحمان و السيد عودة ثنائي مليجي ، 2007 م ، مشكلات بئية : طبيعتها ـ أسبابها _أثارها_كيفية معالجتها ، دار الكتاب الحديثة ، ص:55-45
[10] عبد الرزاق التركماني ، 2009 محطات المعالجة بالنباتات، دليل تخطيط و تصميم و تنفيد محطات المعالجة بالنباتات ، شبكة خبراء المياه السوريين ، ص 22-28 .
[12] عبد الرحمان ابن خلدون 1983 كتاب العبر و ديوان المبتدأ أو الخبر المجلد السابع ببيروت و لبنان ج 13ص98
[13] عبد الرحمان الجيلاني ، 1980 تاريخ الجزائر العام دار الثقافة بيروت ج 1 ص138
[14] عبد الحميد ابراهيم قادري ، 1999 التعريف بوادي ريغ منشورات جمعية الوفاء للشهيد تقرت الآمال للطباعة –الوادي ص9/06/05
[15] ابراهيم بن محمد الساسي العوامر ، 1977 الصروف في تاريخ الصحراء و سوف –الدار التونسية للنشرص78

المراجع بالغة الاجنبية

[06] ***RAMADE FRANÇOIS :1982, éléments d'écologie (écologie appliquée) Mcgraw- Hill , Paris , p372.***

[07] ***SATIN,M.; SELMI,B. 1995 : Guide technique de l'assainissement : Evacuation des eaux usées et pluviales conception et composant des réseaux , épuration des eaux et protection de l'environnement, exploitation et gestion des systèmes d'assainissement. ISBN 2-281-1152-0, Edition le moniteur , Paris , pp75-86***

[08] ***AL-MAYAH, A A. and AL-HAMIN, F. I. 1991. Aquatic plants and the Algae. Universityof Basrah (in Arabic); pp. 699-701***

[09] ***AL-MAYAH, A. A. 1994. The Aquatic plants of the Marshes of southern Iraq MarinSci Cent. 18: pp127-143***

[11] ***HOFMANN, K. 1990. Use of Phragmites in sewage sludge treatment. In : Constructed Wetlands in Water Pollution Control, P.F. Cooper and B.C. Findlater (Eds), Pergamon Press, pp 269-277.***

[15] ***Micrsoft – Encarta – 2006. Microsoft – Corporation Tous Droits Réservés***

[16] ***ABISSY M.et L.MANDI, 1999. utilisation des plantes aquatiques enracinées pour le traitement des eaux usées urbaines : cas du roseau. Rev.sci.Eau 12/2, pp.285- 315***

[17]*TIGLYENE S. MANDI.L, JAOUAD.A,: 2005. enlevement du chrome par infiltration verticale sur lits de Phragmitesaustralis (cav.) Steudel. Rev.sci.Eau 18/2,pp.17*

[18] LIÉNARD A., BOUTIN C. and ESSER, D. 1990. Domestic wastewater treatment with emergent hydrophyte beds in France. In : onstructed Wetland in Water Pollution Control (Adv. Wat. Pollut. Control n°11). P.F. Cooper and B.C. Findlater (Eds), Pergamon Press, pp 183-192.

[19] ***GUILLOTEAU J.A., LIENARD A., VACHON A., LESAVRE J. 1993. Wastewater treatment by infiltration basins. Case study : Saint Symphorien de Lay, France. Wat. Sci Tech., 27 (9), pp 97-104.***

[20] ***GUILLOTEAU J.A., LESAVRE J., LIÉNARD A. AND GENTY P. 1993. Wastewater treatment over 71 sand columns. Treatment yieldscalisation of the biomass and gaz renewal. Wat. Sci. Tech., 28 (10), pp 251-261.***

[21] ***BOUTIN C., LIENARD A., ESSER D. 1997. Development of a new Generation of Reed-Bed Filters in France : First results. Wat.Sci.Tech., 35 (5), pp 315-32***

[22] ***MITCHELL R. and NEVO Z. 1964. Effect of bacterial poysaccharide accumulation on infiltration of water through sand, Appl. Microbiol. 12, pp 219-223.***

[23] ***Choudhary A. K. et al., Performance of constructed wetland for the treatment of pulp andpaper mill wastewater, 2011, Palm Springs, California***

[24] ***AFNOR, 1983. recueil de normes françaises: eau, méthodes d'essai, 2ème édition, Paris***

[25] ***EDELINE, F. 1993. L'épuration biologique des eaux théorie & technologie des réacteurs. Liège, Cebedoc Editeur [etc.]. p 303.***

[26] ***JEDICKE, A., FURCH, B., SAINT, P. U. and SCHLUETER, U. B. 1989. "Increase in the . oxygen concentration in Amazon waters resulting from the root exudation of two notorious water plants, Eichhornia crassipes (Pontederiaceae) and Pistia stratiotes (Araceae). Amazoniana 11(1): pp53-70.***

[27] ***REDDY, K. R., D'ANGELO, E. M. and DEBUSK, T. A. 1989. "Oxygen transport through aquatic macrophytes: The role in Wastewater treatment." J. Envion, Qual. 19: pp261-267.***

[28] VINCENT G., DALLAIRE S., LAUZER D. 1994. Antimicrobal properties of roots exudates of three macrophytes : Mentha aquatica L., Phragmites australis (Cav.) Trine and Scirpus lacustris L . Proceeding of the 4th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control , Guangzhou, China, pp 290-296

[29] MUCH C, KUSCHK P. 2004. La stimulation racinaire de l'élimination de l' azote concerne-t-elle des zones limités ou l'ensemble d'un marais artificiel ? Ingénieries N° spécial 2004, pp5-11.

[30] DOMMERGUES Y.et Mangenot F. 1970. Ecologie microbinne du sol.Paris:Masson et Cie,p 796.

[31] ATTIONU. R. H. 1976. "Some effects of water lettuce (Pistia stratiotes, L.) on its habitat." Hydrobiologia 50(3): pp 245-254.

[32] SRIDHAR. M. K. C. and SHARMA. B. M. 1985. Some observationson the oxygen changes in a lake covered with Pistia stratiotes L. "Water Res 19(7): pp 935-939.

[33] BOWES. G. and BEER. S. 1987. Physiolgical Plant Processes: Photosynthesis. Aquatic plant for water treatment and ressource recovery. Reddy. K. R. and Smith. W. H. Orlando. Mangnolia Publishing Inc: pp 311-335.

[34] NDZOMO. G. T. NDOUMOU. D. O. and AWAH. A. T. 1994. "Effect of Fe-2+, Mn-2+, Zn-2+ and Pb-2+ on H+/K+ fluxes and excised Pistia stratiotes roots. "Biologia Plantarum Prague 36(4): pp 591-597.

[35] SRIDHAR. M. K. C. and SHARMA. B. M. 1985. Some observationson the oxygen changes in a lake covered with Pistia stratiotes L. "Water Res 19(7): pp 935-939.

[36] CHACHUAT B., 1998. Traitment d'effluents concentrés par culture fixes sur gravier. Rapport de DEA, ENGEES-Cemagref , p 118.

[37] JETENS. M. S. WAGNER. M. FUERST. J. VAN LOOSDRESHT. M. KUENEN. G. and STROUS. M. 2001. "Microbiology and application of the anaerobic ammonium oxidation ('anammox') process." Current Opinion in Biotechnology 12(3): pp 283-288;

[38] JETENS. M. S.M. 2002. 'Aerobic and anaerobic ammonia oxidizing bacteria- competitors or natural partners?' FEMS Microbiol. Ecol 39(3): pp 175-181.

[39] MOLLE P. 2003. Filtres plantés de roseaux : limites hydraulique et rétention du phosphore. Thèse de doctorat, Université Montpellier II, p 217.

[40] DRIZO A ., COMEAU Y ., FORGET C., Chapuis R.P., 2002. Phosphorus saturation potential : A parameter for estimating the longevity of constructed wetland systems . Env . Sci . Tech. 36, pp 4642-4648.

[41] DUGGAN, J. BATESM. P. and PHILLIPS C.A., 2001- The efficacy of subsurface flow reed bed treatment in the removal of Campylobacter spp ., faecal coliforms and Escherichia coli from poultry litter , Environmental Health Research 11, pp 168-180.

[42] VYMAZAL , J. 2005 – Horizontal sub-surface flow and hybrid constructed wastewater treatment , Ecol. Eng . 25: pp 478-490.

[43] OUESLATI.M., HADAD. M., CHARBOONNEL. Y., 2000- Etude physico-chimique des eaux usées domestiques traitées par des végétaux aquatiques. Premiere experence tunisienne. Sud Sci. Tech . 6, pp 35- 43

الملحق

جدول رقم (07): جدول« Mac-Crady »

Nombre de tubes positifs	NPP pour100mL
001	3
010	3
100	4
101	7
110	7
111	11
120	11
200	9
201	14
210	15
211	20
220	21
221	28
300	23
301	39
302	64
310	48
311	75
312	120
320	93
321	150
322	210
330	240
331	460
332	1100
333	1400

الجدول (08) يمثل النسبة بين DCO و DBO_5 للمياه الخارجة من الأحواض

	حوض النبات*canna indica*			حوض الشاهد		
الاشهر	DCO	DBO_5	DCO/DBO5	DCO	DBO_5	DCO/DBO_5
2017ديسمبر	26.5	12	2.20	20.6	9	2,28
جانفي	33,5	24	1,39	35.9	13	2,76
فيفري	33,6	18	1,86	59.2	25	2,36
مارس	42,1	30	1,40	53.5	32	1,67
افريل	38,5	20	1,67	49	30	2,45
ماي	20,8	12	1,73	72.2	30	2,4

الجدول (09) : نتائج المتحصل عليها من خلال الدراسة

السنة / الاشهر		2017	2018				
الوسائط المقاسة		ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	افريل	ماي
$T(C^0)$	مياه الصرف الصحي	20.7	23.8	21.7	23.4	24.8	29.7
	النبات	14.9	13.2	16.1	21.5	21.4	24.1
	الشاهد	14.5	13	15.9	22.4	21.9	24.3
pH	مياه الصرف الصحي	7.43	7.62	7.84	7.85	7.88	7.78
	النبات	7.38	7.36	7.19	7.12	7.24	7,67
	الشاهد	7.62	7.76	7.65	7.60	7.89	؟؟
Condet ms /cm	مياه الصرف الصحي	6.57	6.45	6.27	6.17	6,18	5,88
	النبات	7.40	7.90	8.89	9.40	12,12	15,13
	الشاهد	7.81	7.25	8.15	8.61	9,4	9,17
O_{diss} mg/L	مياه الصرف الصحي	0.33	0.22	0.58	0.11	0,04	0,28
	النبات	3.25	4.33	4.36	5.74	5,3	4.24
	الشاهد	2.75	3.85	3.97	3.97	3.98	1.11
MES mg/L	مياه الصرف الصحي	121.6	248	165	435	548	273
	النبات	5	52	23	14	130	581
	الشاهد	12.8	50	187	10	108	64

DCO mg/L	مياه الصرف الصحي	170.6	253	182.6	88.5	322	109,8
	النبات	26.5	33.5	33.6	42.1	38,5	20,8
	الشاهد	20.6	35.9	59.2	53.5	49	72,2
DBO_5 mg/L	مياه الصرف الصحي	100	140	120	50	50	62
	النبات	12	24	18	30	30	12
	الشاهد	9	13	25	32	20	30
$N\text{-}NO^-_2$ mg/L	مياه الصرف الصحي	0.110	0.107	0.122	0.055	0.12	0.092
	النبات	0.006	0.067	0.012	0.011	0.014	0.010
	الشاهد	0.007	0.058	0.010	0.05	0.016	0.017
$N\text{-}NO^-_3$ mg/L	مياه الصرف الصحي	35	31.6	0.055	16.2	29.4	15.8
	النبات	5.2	6.1	0.05	2.6	14.9	5.2
	الشاهد	2.7	4.2	0.11	1.5	1.2	1.2
$P\text{-}PO^{-3}_4$ mg/L	مياه الصرف الصحي	38.4	37.7	39.6	33.5	26.6	7.10
	النبات	6.1	3.7	3.8	2.5	0.500	0.781
	الشاهد	5.8	4.9	5.1	4.5	3.99	2.67
Sel mg/L	مياه الصرف الصحي	3.4	3.5	3.4	3.5	3.4	3.2
	النبات	4.1	4.4	5	5.3	6.9	8.8
	الشاهد	4.3	4	4.5	4.8	5.2	5.1
TDS mg/L	مياه الصرف الصحي	3.14	3.25	3.14	3.08	3.09	2.94
	النبات	3.69	3.95	4.44	4.70	6.06	7.56
	الشاهد	3.91	3.62	4.08	4.30	4.62	4.58

الاجهزة المستعمل

DBO-metre

Réacteur

spectrophotometreDR3900

Apara il– PH métre – Oxy métre- Conductiveté

Etuve

centrifugeuses

Annexe 1: Présente quelques étapes des analyses microbiologiques.

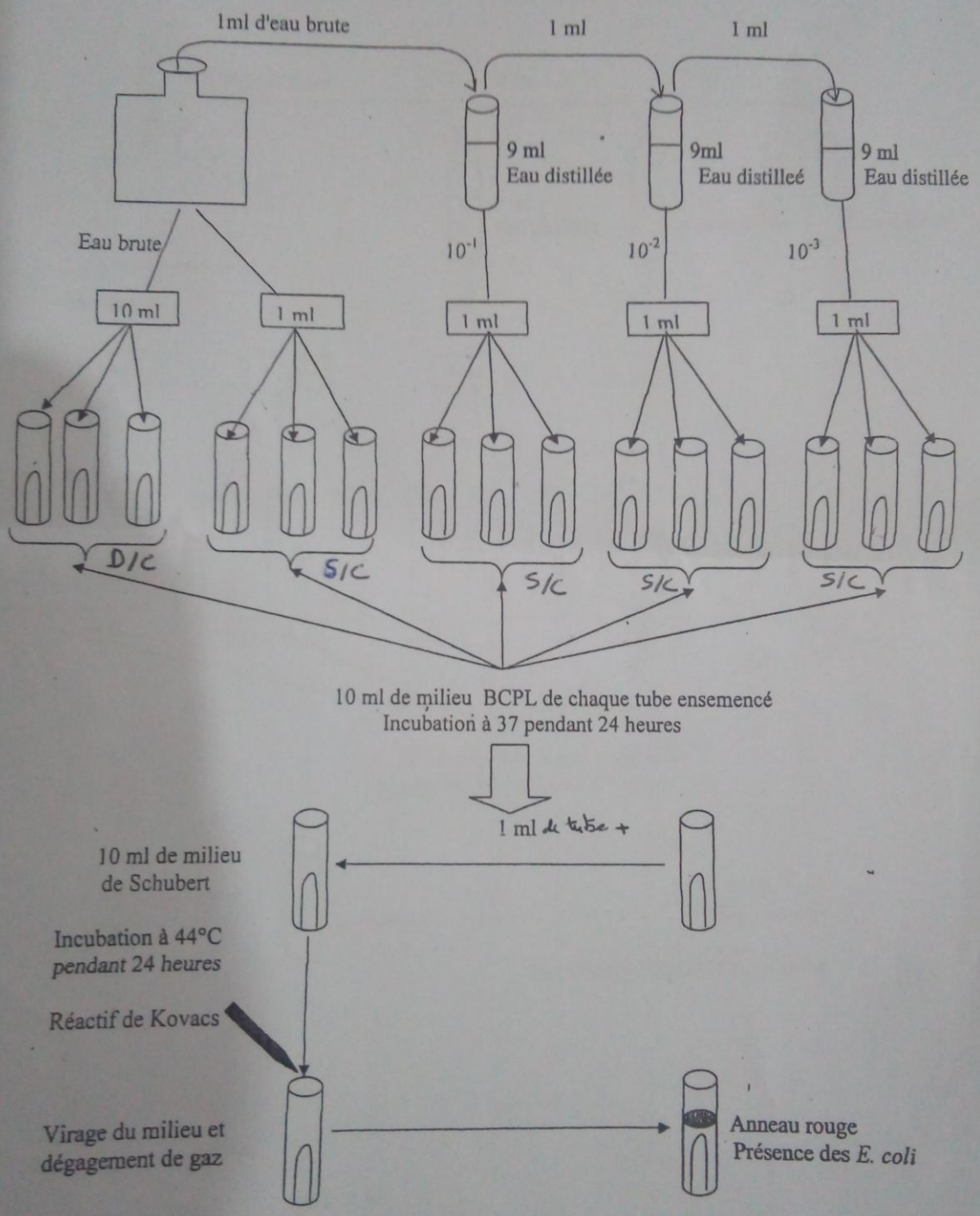


Figure 1: Processus de recherche des coliformes totaux et fécaux

I

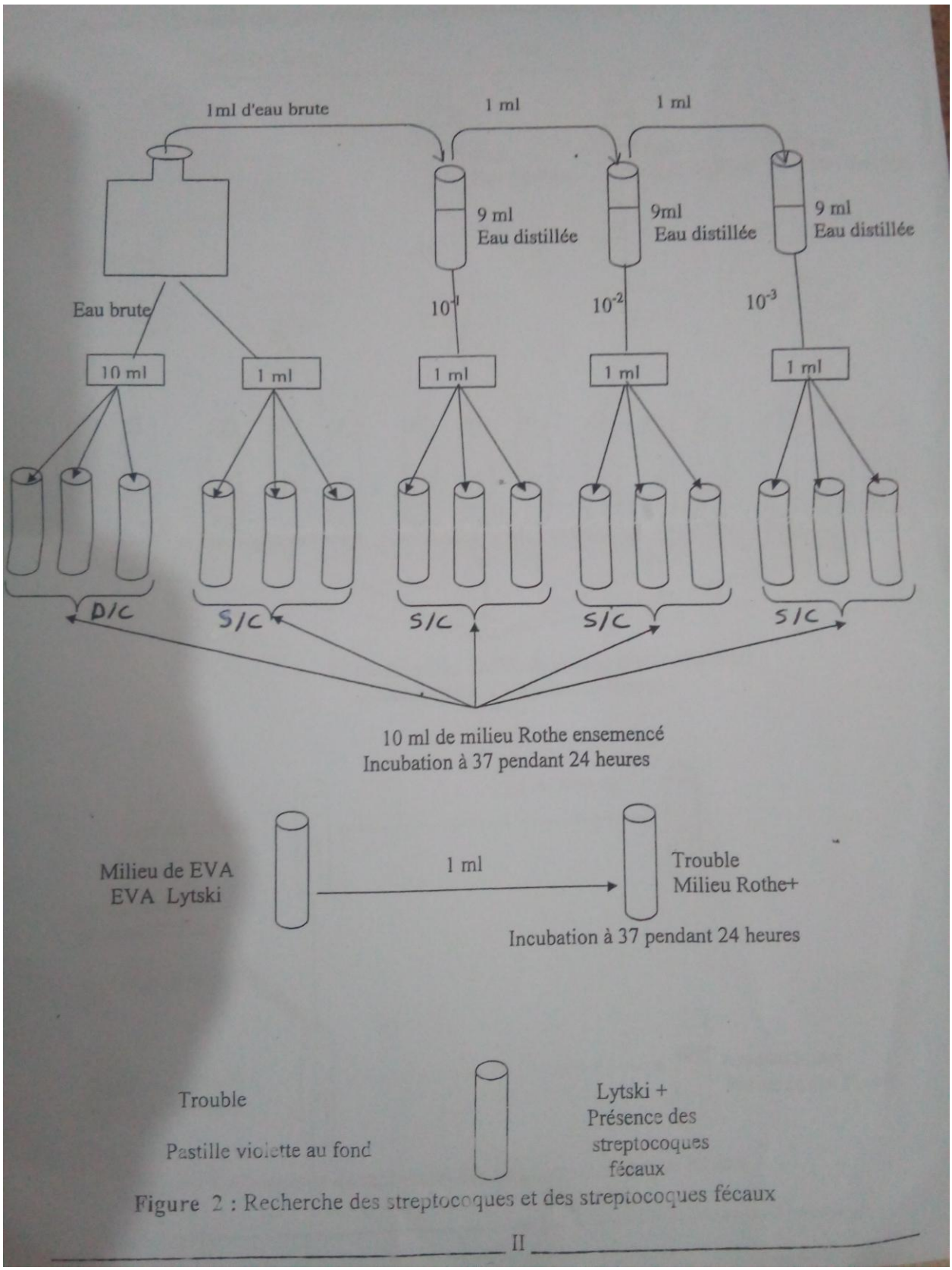


Figure 2 : Recherche des streptocoques et des streptocoques fécaux

II

الملخص : الهدف من هذه الدراسة هو إثبات قدرة نبات *Canna Indica* في تنقية المياه المستعملة بنظام تدفق شاقولي تحت جو جاف و حار. شملت هذه الدراسة مقارنة بين حوض مزروع بنبات *Canna Indica* وحوض غير مزروع(شاهد) مع دراسة قدرة نبات *Canna Indica* على تصفية المياه المستعملة. الدراسة منجزة عبر نموذج تجريبي في منطقة تطهير المياه المستعملة الحضرية بمؤسسة الد يوان الوطني للتطهير ONA بمدينة تقرت. يتكون هذا النموذج التجريبي من أحواض دائرية ذات سعة 52L مملوءة من الأسفل إلى الأعلى على سمك 18cm بحصى (25/15)mm. حوض مزروع بسيقان حديثة العمر بنبات *Canna Indica* بكثافة 36ساق/م2, وحوض غير مزروع كشاهد. عملية تزويد الأحواض بالمياه المستعملة الحضرية بعد المعالجة الأولية (معالجة الفيزيائية) ب15L في اليوم بوتيرة منتظمة مرة واحدة كل أسبوع و الماء المتحصل عليه بعد مكوثه 5 أيام في الحوض يتم تجميعه عبر إناء موضوع أسفل الحوض. بعد الدراسة التي دامت ستة أشهر من ديسمبر2017إلى شهر ماي2018وتحصلنا علي ازالة الملوثات ,بنسب التالي (%83.95) DCO، (%81.73) MES، (%81.81) $N\text{-}NO^-_2$، (%78.44) $N\text{-}NO_3^-$،(%90.49) $P\text{-}PO^{-3}_4$، (%75.86)DBO_5 والبكتريا (99.86%) *E.Coli*، (99.98%)*Coliformes totaux*، (99.981%) *Coliformes, fécaux*وجود النبات في الأحواض المزروعة يتسبب في إحداث قنوات عبور للمياه وبذلك لا تسبب الانسد .

كلمات دالة : المناخ الجاف، مياه الصرف الصحي، المعالجة بالنباتات المائية، *Canna Indica* ، منطقة تقرت.

RÉSUMÉ : *L'objectif de la présente étude est de mettre en évidence les performances épuratoires de la plante canna Indica pour les eaux usées sous un régime d'écoulement vertical et un climat chaud et sec (aride). Dans cette étude nous avons réalisé une comparaison entre un lit planté de canna Indica et un lit non planté (témoin) ainsi que l'étudede la performance de la canna Indica à épurer les eaux usées. L'étude est réalisée selon un pilote expérimental dans la zone d'épuration des eaux usées urbaines au sein de l'office national d'assainissement (ONA) à Touggourt. Le pilote expérimental est constitué de pots de capacité 52 litres remplis de bas en haut sur une épaisseur de 20 cm de graviers(15/25mm)de de sable. Le pot est planté de jeunes tiges de canna Indica (36 tiges/m2) et l'autre pot non planté est pris comme témoin. L'alimentation des pots se fait par les eaux usées urbaines par bâchées 15 litres/jour, une fois par semaine. L'eau obtenue après 5 jours est collectée dans un récipient situé sous le pot. Après une durée d'étude qui s'est étalée sur 6 MOIS, nous avons obtenu les résultats d'élimination des polluants avec les pourcentages suivants DCO (%83.95) ،DBO_5(%75.86) ، $N\text{-}NO^-_2$ (%81.81) ، $N\text{-}NO_3^-$(78.44%) ، $P\text{-}PO^{-3}_4$(%90.49)، MES(%81.73) ، E.Coli (99.86%) ،Coliformes totaux(99.98 %) ،Coliformes, fécaux (99.981%) ،L'existence de la the plante canna Indica dans les lits plantés permet de maintenir une porosité suffisante qui évite tout colmatage importante des polluants et des microorganismes pathogènes nous permet d'envisager une réutilisation des eaux traitées dans l'agriculture et l'industrie*

MOTS- CLÉS : *Climat aride, eau usée, macrophyte aquatique traitement, canna Indica, région de touggourt*

ABSTRACT: *The objective of the present study is to highlight the purification performance of the Canna Indica plant for wastewater under a vertical flow regime and a hot and dry (arid) climate. In this study, a comparison was made between a bed of Canna Indica and a non-planted bed (control), as well as a study of the performance of Canna Indica in purifying sewage. The study is carried out according to an experimental pilot in the urban wastewater treatment area within the National Sanitation Office (ONA) in Touggourt. The experimental pilot consists of pots of capacity 52 liters filled from bottom to top on a thickness of 20 cm of gravel (15 / 25mm) of sand. The pot is planted with young Canna Indica stems (36 stems / m2) and the other non-planted pot is taken as a control. The pots are fed by urban waste water per sheet of 15 liters per day, once a week. The water obtained after 5 days is collected in a container located under the pot. After a study period of 6 MONTHS, we obtained the pollutant removal results with the following percentages DCO (83.95%), BOD_5 (%75.86) , NO-2 (81.81%), NO_3^- (78.44 %), PO^{-3}_4, (90.49%) MES, (81.73%) E.Coli (% 99.86), Coliformes totaux (%99.98)،Coliformes, fécaux (99.981%), The existence of the plant canna Indica in the beds planted allows to maintain a sufficient porosity which avoids any clogging. The significant reduction of pollutants and pathogenic microorganisms allows us to consider a reuse of treated water in agriculture and industry*

KEYWORDS: *Arid climate, wastewater, aquatic macrophyte treatment, Indica canna, region of touggourt*