وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة قاصدي مرباح - ورقلة
كلية العلوم التطبيقية
قسم الهندسة المدنية والري

مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات الحصول على شهادة ماستر أكاديمي
في التخصص: معالجة وتطهير وتسيير المياه

من اعداد: بالحسن اميرة
ـــ بكيرات نوح

بعنوان:

دراسة تشخيصية لمحطة نقوسة ورقلة وتحديد ابعاد المحطة بإستعمال الأوحال النشطة

نوقشت وأجيزت علنا بتاريخ:2025/06/14

أما اللجنة المكونة من السادة:

ـــ أ.د/.الفرقوقي (أستاذ، جامعة ورقلة) رئيساً

ـــ أ.م . قسم أ/...غرايري يمينة..(أستاذ، م.جامعة ورقلة) مناقشاً

ـــ أ.د/.نتاري كمال (أستاذ، جامعة ورقلة) مشرفاً ومقرر

السنة الجامعية:2025/2024

الإهداء

الحمد لله الذي بنعمته تتمّ الصالحات، وبفضله يتحقق السعي ويُثمر الاجتهاد.

إلى والديّ العزيزين: إلى أبي طارق، سندي في الحياة، وصاحب القلب الكبير، الذي لم يبخل يومًا بالعطاء والنصح والدعاء. وإلى أمي مشرية، نبع الحنان والصبر، التي وقفت بجانبي بدعائها وتضحياتها، فكانت لي الأم والمربية والملهمة... لكما كل الشكر والتقدير، وما هذا النجاح إلا ثمرة تعبكما ورضاكما.

إلى إخوتي الأعزاء راوية ومهدي، فرحتي وسر ابتسامتي، شكرًا لبراءتكما التي كانت سلوى أيامي.

إلى أجدادي الغاليين محمد السعيد ومحمد لمين، وإلى جدّتيّ الحبيبتين علجية وهجيرة، حفظكم الله وأطال في أعماركم، فلكم في قلبي كل الاحترام والوفاء.

إلى أعمامي: معتز، عماد، وخالد (رحمه الله رحمة واسعة وأسكنه فسيح جناته)، وعمّتيّ لمياء وريم، جزاكم الله عني كل خير على محبّتكم ودعمكم.

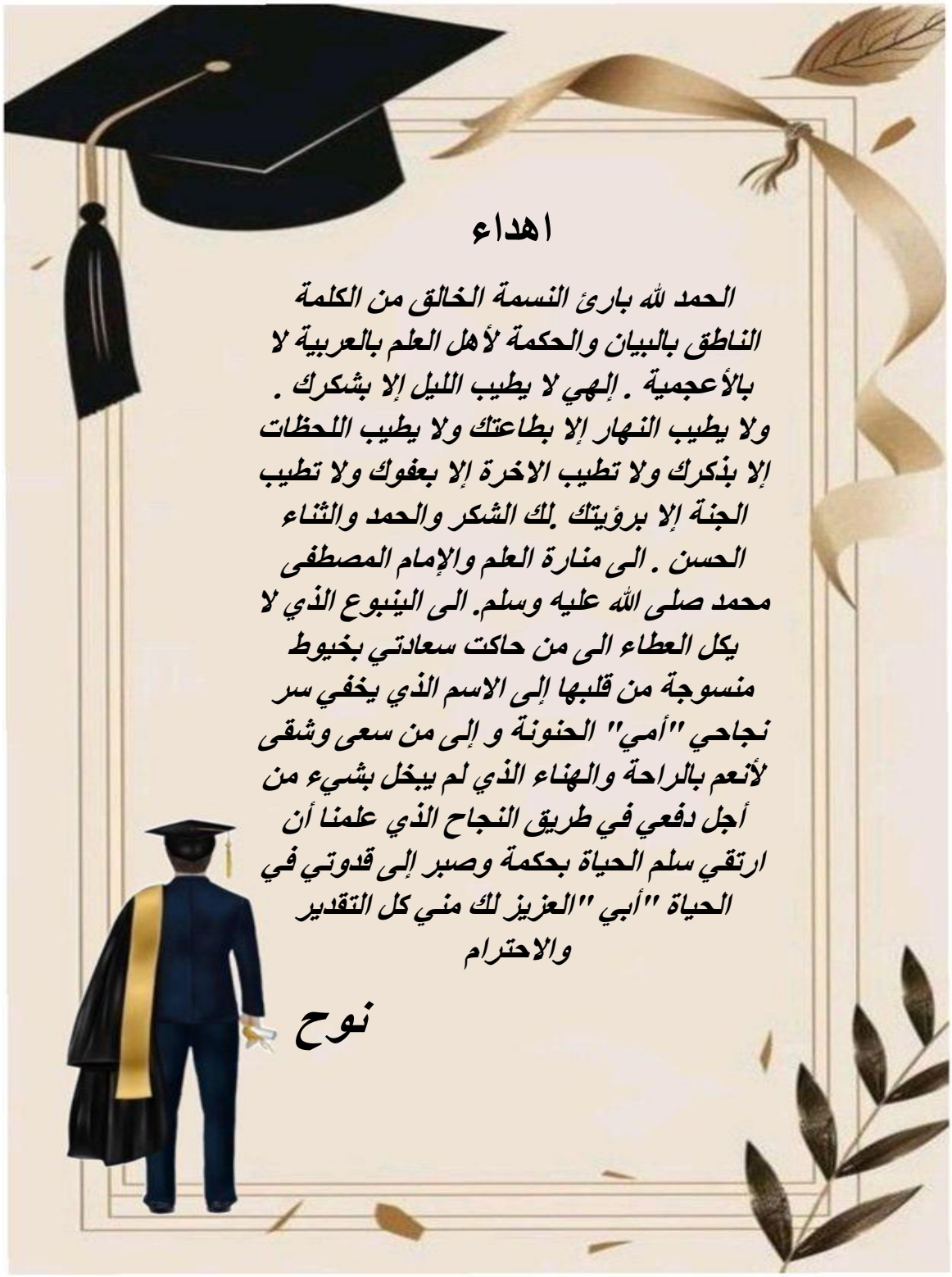
إلى خالتي الصغرى كاملة وزوجها ياسين وأولادهما، وخالتي ناجية وابنتيها نسيبة وزهرة، وكل فرد من أفراد عائلتي المباركة، لا يسعني إلا أن أقول: دمتم لي فخرًا وسندًا، فردًا فردًا، فأنتم العون الحقيقي في كل مراحل الحياة.

إلى صديقتي ورفيقة دربي ندى ، شكرًا لك على كل لحظة صدق ومشاركة ووقفة جميلة في طريقي والى امينة و نرجس و رانيا وسندس رحاب دعاء وكل من ام اذكر اسمها وإلى كل زميلاتي في الإقامة، وكل من جمعني به طريق الدراسة والعلم، لكنّ مني كل التقدير والمحبة والدعاء.

إلى كل من كان سببًا في وصولي إلى هذا المقام، أهدي ثمرة تعبي وتوفيق ربي، راجية أن يكون هذا العمل خطوة في سبيل خدمة وطني ومجتمعي.

الحمد لله أولًا وآخرًا، ظاهرًا وباطنًا.

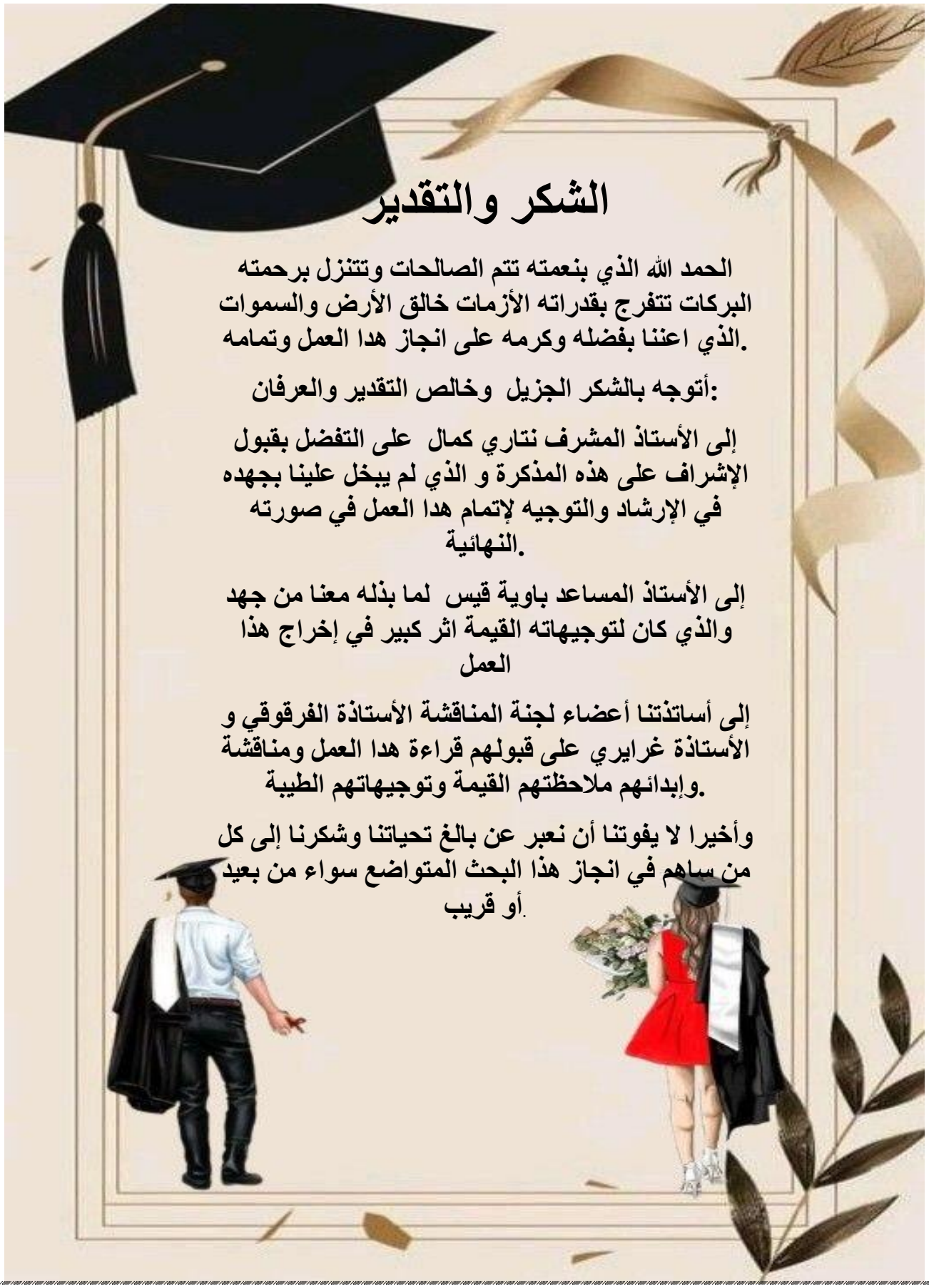
🤲🥰🙏



اهداء

الحمد لله بارئ النسمة الخالق من الكلمة الناطق بالبيان والحكمة لأهل العلم بالعربية لا بالأعجمية . إلهي لا يطيب الليل إلا بشكرك . ولا يطيب النهار إلا بطاعتك ولا يطيب اللحظات إلا بذكرك ولا تطيب الاخرة إلا بعفوك ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك .لك الشكر والحمد والثناء الحسن . الى منارة العلم والإمام المصطفى محمد صلى الله عليه وسلم. الى الينبوع الذي لا يكل العطاء الى من حاكت سعادتي بخيوط منسوجة من قلبها إلى الاسم الذي يخفي سر نجاحي "أمي" الحنونة و إلى من سعى وشقى لأنعم بالراحة والهناء الذي لم يبخل بشيء من أجل دفعي في طريق النجاح الذي علمنا أن ارتقي سلم الحياة بحكمة وصبر إلى قدوتي في الحياة "أبي "العزيز لك مني كل التقدير والاحترام

نوح



الشكر والتقدير

الحمد الله الذي بنعمته تتم الصالحات وتتنزل برحمته البركات تتفرج بقدراته الأزمات خالق الأرض والسموات الذي اعننا بفضله وكرمه على انجاز هدا العمل وتمامه.

أتوجه بالشكر الجزيل وخالص التقدير والعرفان:

إلى الأستاذ المشرف نتاري كمال على التفضل بقبول الإشراف على هذه المذكرة و الذي لم يبخل علينا بجهده في الإرشاد والتوجيه لإتمام هدا العمل في صورته النهائية.

إلى الأستاذ المساعد باوية قيس لما بذله معنا من جهد والذي كان لتوجيهاته القيمة اثر كبير في إخراج هذا العمل

إلى أساتذتنا أعضاء لجنة المناقشة الأستاذة الفرقوقي و الأستاذة غرايري على قبولهم قراءة هدا العمل ومناقشة وإبدائهم ملاحظتهم القيمة وتوجيهاتهم الطيبة.

وأخيرا لا يفوتنا أن نعبر عن بالغ تحياتنا وشكرنا إلى كل من ساهم في انجاز هذا البحث المتواضع سواء من بعيد أو قريب.

قائـــــــــــــمة المحتويات

المحتويات	الصفحة
الشكر	**/**
الاهداء	**/**
قائمة المحتويات	**/**
قائمة الاشكال	**/**
قائمة الصور	**/**
قائمة الجداول	
قائمة الملاحق	**/**
مقدمة	**أ**
الفصل الاول: عموميات حول المياه الملوثة	
تمهيد	**01**
عموميات حول المياه الملوثة تلوث المياه	**01**
تعريف تلوث المياه	**01**
مصادر تلوث المياه	**01**
أنواع تلوث المياه	**02**
مياه الصرف الصحي	**02**
تعريف مياه الصرف الصحي	**02**
خصائص مياه الصرف الصحي	**02**
مصادر مياه الصرف الصحي	**06**
أنواع شبكات الصرف الصحي	**06**
العناصر الملوثة لمياه الصرف الصحي	**07**
خلاصة الفصل	
الفصل الثاني : طرق وتقنيات معالجة مياه الصرف الصحي	
تمهيد	**10**
طرق وتقنيات معالجة المياه	**10**
محطات معالجة المياه الصرف الصحي	**10**
أهم الطرق المتبعة في معالجة مياه الصرف الصحي	**10**

الهدف من معالجة مياه الصرف الصحي	**10**
طرق ومراحل معالجة مياه الصرف الصحي	**11**
الجانب التطبيقي	
الفصل الثالث: تشخيص محطة معالجة مياه الصرف الصحي (النقوسة)	
تمهيد	**25**
موقع محطة نقوسة	**26**
مراحل تشغيل المحطة	**28**
تقنيات تحليل المياه	**32**
الفصل الرابع: تخديد ابعاد المحطة معالجة المياه نقوسة	
تمهيد	**49**
التقدير الكمي والنوعي	**49**
الجانب الكمي	**49**
الجانب النوعي	**53**
المعطيات الأساسية لتحديد ابعاد المحطة	**54**
تحديد ابعاد منشاة المعالجة	**55**
الفصل الخامس: النتائج والمناقاشات	
تمهيد	**82**
الطلب الكيميائي على الاكسجين خلال 5 ايام DBO05	**82**
الطلب الكيميائي على الاكسجين DCO	**83**
المواد العالقة MES	**84**
من حيث التكلفة	**85**
من حيث المساحة	**86**
من حيث التشغيل والمراقبة	**86**
خلاصة الفصل	**87**
الخاتمة	**90**
المرجع	**93**
الملاحق	**96**
الملخص	//////////

قائمة الأشكال

الرقم	الاشكال	الصفحة
01	وحدة معالجة المواد المزولة والمنزوعة بالغربلة	12
02	مثال عن مرشح بيولوجي في عملية تصفية المياه المستعملة	15
03	عملية المعالجة بالحماة النشطة	16
04	الأحواض المعالجة بالنباتات بنوعها الأفقي والعمودي	19
05	غرفة ادخال الأوزون في عملية المعالجة	20
06	مخطط عام لمحطة معالجة نقوسة	27
07	توضيح محطة الضخ	28
08	منحنى بياني لدرجة حموضة المياه الخام	39
09	منحنى بياني لتطور لدرجة حموضة المياه المصفاة	40
10	منحنى بياني لتطور لدرجة حموضة المياه الخام	41
11	منحنى بياني لتطور لدرجة حرارة المياه المصفاة	41
12	منحنى بياني لتطور موصولية المياه الخام	42
13	منحنى لتطور موصولية المياه المصفاة	42
14	منحنى بياني لتطور الطلب الكيميائي على المياه الخام	43
15	منحنى بياني لتطور الطلب الكيميائي على المياه المصفاة	43
16	منحنى بياني لتطور BD05 للمياه الخام	44
17	منحنى بياني لتطور BD05 للمياه الصرف الصحي	44
18	منحني بياني لتطور MES للمياه ا لخام	45
19	منحنى بياني لتطور MES للمياه المصفاة	45
20	الاقتراح الاول للمعالجة بواسطة الوحل النشيط	49
21	منحنى بياني لتطور الطلب على الاكسجين خلال 05 ايامDBO05	53
22	منحنى بياني لتطور الطلب على الاكسجينDCO	54

23	منحنئ بياني للمواد العالقةMES	60
24	غرفة ادخال الأوزون في عملية المعالجة	62

قائمة الصـــور

الرقم	عنون الصـــــــــــــــــــــــــــــورة	الصفحة
01	وحدة معاجة المواد المزالة والمنزوعة بالغربلة	13
02	حوض الترسيب الاولي	14
03	الأقراص البيولوجية المستعملة في عمليات المعالجة والتطوير لمياه الصرف الصحي	17
04	المقارنة بين طريقة المعالجة بالحماة النشطة والمرشحات والاقراص البيولوجية	18

05	موقع نقوسة بالنسبة لولاية ورقلة	26
06	محطة الضخ	28
07	الموزع	29
08	فلتر مزروع بالقصب	30
09	نقطة تجميع المياه المعالجة	30
10	القصب	31
11	الأدوات المستعملة في تحليل العناصر الموجودة في المياه	32
12	جهاز قياس DBO	34
13	جهاز الترشيح الفرعي	36
14	جهاز قياس المصولية والاكسوجين وضبط الرقم	37

قائمة الجداول

الرقم	عنوان الجدول	الصفحة
01	DCO يوضح حجم العينة حسب	33
02	عدد السكان حسب مدى الدراسة	49
03	تقدير احتياجات مياه الشرب	51
04	يوضح تقدير تدفق المياه المستعملة	52
	الحمولة الملوثة لمكافئة كلغ / يوم	53
05	تركيز الحمولة الملوثة	54
06	معطيات الأساسية لتحديد أبعاد المحطة	55
07	تلخيص خصائص الحاجز	57
08	نصائح نازع الرمل	60
09	خصائص نازع الزيوت والشحوم	60
10	خصائص الحمولة بعد الحمولة المعالجة الأولية	62
11	قيم الحمولة الكتلية والحمولة الحجمية	63
12	الحمولة الملوثة لمكافئة كلغ / يوم	64
13	قيمb ; a بدلالة الحمولة الملوثة	66
14	**Cm بدلالة aوB بدلالة**	68
15	**تلخيص خصائص حوض التهوية**	70
16	**خصائص حوض الترسيب الثانوي**	72
17	**خصائص المكثف**	74
18	**المقارنة بين المحطتين**	86

قائمة الملاحق

الرقم	الملحق
01	قيم الحد الاقصى لمعايير مياه الصرف الصحي المعالجة الموجهة (الجريدة الرسمية الجمهورية الجزائرية 2012)
02	القيم الحدية لمحتوى المواد الضارة في مياه الصرف الصحي (المنزلية) عند تصريفها في نظام الصرف الصحي العام او محطة (الجريدة الرسمية الجمهورية الجزائرية)
03	معايير تصرف مياه الصرف الصحي حسب المنظمة العالمية(OMS -1971)
04	القيم الحديدة لمعلمات التفريغ في بيئة الاستقبال (الجريدة الرسمية الجمهورية الجرائية- 2006

المقدمة

المقدمة

شكّل الماء منذ العصور القديمة عنصراً أساسياً في الحياة اليومية ومحوراً رئيسياً في نشوء وتطور الحضارات. ورغم سهولة استخدامه، فإن الحصول عليه بات يشكّل تحدياً متزايداً، إذ يعاني العالم اليوم من أزمة ندرة المياه على نطاق واسع. وفي ظل التوسع الحضري المستمر وتغير أنماط الاستهلاك، تتزايد معدلات استنزاف الموارد المائية الصالحة للشرب، ما يؤدي إلى ارتفاع كميات مياه الصرف الصحي الناتجة، والتي تُصرّف في كثير من الأحيان مباشرة إلى البيئة دون معالجة كافية.

تُعد هذه المياه العادمة غير المعالجة بيئة خصبة لتكاثر وانتشار الحشرات الضارة، خصوصاً البعوض، كما تساهم في تفشي الأمراض مثل التيفوئيد والكوليرا، وتؤدي إلى تلوث الطبقات السطحية للمياه الجوفية. بالإضافة إلى ذلك، فإن ازدياد رقعة هذه المسطحات المائية الملوثة يُهدد البساتين المجاورة، خاصة بساتين النخيل، ويؤثر سلباً على التوازن البيئي. وفي مواجهة هذه التحديات، تُوظف تقنيات حديثة لمعالجة المياه، بهدف إعادة استخدامها أو لحماية النظم البيئية، لا سيما الأراضي الرطبة .

ومن بين الحلول المعتمدة في هذا السياق: تقنيات الفلترة باستخدام النباتات، والاستعمال المدروس للجير، وإعادة استخدام المياه المعالجة في قطاعات مثل الزراعة والصناعة، مما يُسهم في تقليص الاعتماد على المياه الصالحة للشرب للاستخدامات غير المنزلية.

وقد تم توثيق أولى المبادرات البحثية المتعلقة بالمعالجة بالنباتات الكبيرة منذ عام 1946، عندما أجرت عالمة الأحياء "كيت سيدل" دراسة حول هذه التقنية البيئية الناشئة. ورغم ذلك، فإن التطوير الفعلي للمرشحات المزروعة بالنباتات لمعالجة مياه الصرف الصحي لم يُعتمد إلا في ثمانينيات القرن العشرين في فرنسا، قبل أن يشهد نمواً ملحوظاً ابتداءً من عام 1997. وفي منطقة المغرب العربي، طُبّقت هذه التقنية في كل من تونس والمغرب منذ عام 2000، ثم في الجزائر بداية من سنة 2004 بمنطقة تماسين (القصر القديم)، حيث بدأ استخدامها تجريبياً في يوليو 2007.

تحظى هذه التقنية اليوم بقبول واسع لدى المجتمعات المحلية نظراً لكفاءتها، وانخفاض تكاليف إنشائها وصيانتها، بالإضافة إلى اندماجها السلس مع المنظر الطبيعي، خاصة في المناطق الريفية. كما أنها تتميز بسهولة التشغيل وارتفاع مستوى قبولها المجتمعي بفضل طابعها البيئي الطبيعي.

في هدا العمل نتطرق الى الدراسة التشخيصية لمحطة مياه الصرف الصحي باستخدام نباتات القصب، حيث يحتوي الفصل الأول على عموميات حول المياه الملوثة اما الفصل الثاني فقد تطرقنا إلى طرق وتقنيات معالجة مياه الصرف الصحي كما يحتوي الفصل الثالث على تشخيص محطة معالجة مياه الصرف الصحي (النقوسة) اما الفصل الرابع فتم فيه تحديد ابعاد المحطة بواسطة الاوحال النشطة واخير الفصل الخامس الدي عرضنا فيه النتائج و تطرقنا لمناقشتها .

الجانب النظري

الفصل الاول: عموميات حول مياه الملوثة

تمهيد:

بالنظر إلى الزيادة الكبيرة في عدد السكان وارتفاع مستويات المعيشة وتنامي الطلب الزراعي والصناعي، إلى جانب التطور الاقتصادي والتجاري والسياحي الذي يتطلب كميات كبيرة من المياه، أصبح من الضروري التوجه نحو استغلال مياه الصرف الصحي كمورد مائي بديل. وتُعد هذه المياه جزءاً من الموازنة المائية في العديد من الدول، ما يجعل استثمارها في مختلف المجالات أمراً حيوياً. وفي هذا الإطار، يهدف هذا الفصل إلى تسليط الضوء على مسألة تلوث المياه ومصادره، مع استعراض أهم الملوثات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية، بالإضافة إلى عرض المعايير المعتمدة دولياً ومحلياً (في الجزائر). كما يتناول الفصل أنواع شبكات الصرف الصحي، ويشرح بالتفصيل مراحل وطرق معالجة مياه الصرف الصحي المُعتمدة في مختلف أنواع المحطات.

عموميات حول مياه الملوثة

1. تعريف تلوث المياه:

يُعرّف تلوث المياه بأنه دخول مواد غريبة إلى الوسط المائي تؤدي إلى تدهور جودته، وتشمل هذه المواد الإضافية التي لا تستطيع البيئة المائية التخلص منها بشكل طبيعي. ويمكن أن يحدث هذا التلوث بفعل عوامل طبيعية، كمرور المياه عبر تربة ذات درجة حموضة مرتفعة، إلا أن الأنشطة البشرية تُعد السبب الرئيسي في معظم حالات تلوث المياه.

كما يُعد تلوث المياه أي تغير فيزيائي أو كيميائي في خصائصها، سواء بشكل مباشر أو غير مباشر، ينعكس سلباً على الكائنات الحية، أو يجعل المياه غير صالحة للاستخدامات المختلفة. ويُشكل تلوث المياه تهديداً خطيراً للفرد والأسرة والمجتمع ككل، نظراً لأن الماء عنصر أساسي في حياة الإنسان والكائنات الحية كافة، وقد يُصبح مصدراً لفناء الحياة على الأرض في حال تلوثه.

2.مصادر تلوث المياه

هي متعددة ويمكن تقسيمها إلى:

• مصادر طبيعية وتشمل الغلاف الجوي والمعادن الذائبة وتحلل المواد النباتية والجريان السطحي للأملاح و المواد الكيميائية.

• مصادر زراعية و تشمل تعرية التربة وفضلات الحيوانات (المواشي والدواجن) والأسمدة الكيماوية ومياه الري.

• مياه الصرف وتشمل الصرف الصحي، الصرف الصناعي مركبات البحرية و الحوادث البحرية .[1]

• مصادر أخرى متنوعة مثل أنشطة البناء و المناجم والمياه تحت الأرض و أماكن تجمع القمامة، وأماكن إنتاج الإسمنت

[1] الدليل الارشادي لإعادة استخدام المياه الرمادية الإصدار الثاني1429 ه ص 62

3 .أنواع تلوث المياه

1.3. ملوثات فيزيائية

تشمل الملوثات الفيزيائية التي يمكن إزالتها بطرق فيزيائية مباشرة، مثل الترسيب، الترشيح، التصفية، الفصل الغشائي، أو التبخير، وغيرها. ومن أبرز هذه الملوثات الرمال، الحصى، والشوائب الخاملة[1]

.2.3 . ملوثات كيميائية

تتطلب إزالة الملوثات الكيميائية استخدام بعض العمليات الفيزيوكيميائية، مثل التبادل الأيوني أو الترسيب الكيميائي وغيرها. وتنقسم هذه الملوثات إلى عدة أنواع، فقد تكون عضوية مثل الهيدروكربونات، الدهون، الزيوت، الشحوم، المبيدات الحشرية والعشبية، البروتينات، والفينولات، أو غير عضوية وتشمل القلويات، الأحماض، الكلوريدات، المعادن الثقيلة، النيتروجين، الفوسفور، والكبريت. كما يمكن أن تكون غازية، مثل كبريتيد الهيدروجين، الأمونيا، والميثان.

3.3 .ملوثات حيوية

تشمل الملوثات الحيوية، التي تتطلب إزالتها استخدام عمليات حيوية أو فيزيوكيميائية، مثل المعالجة الحيوية أو التعقيم. ومن أبرز هذه الملوثات الحيوانات النافقة، وبعض الكائنات الحية الدقيقة مثل البكتيريا والفيروسات، بالإضافة إلى الديدان وبعض أنواع النباتات.

I. مياه الصرف الصحي

1. تعريف مياه الصرف الصحي:

هي جميع أنواع المياه الصرفة الناتجة عن الأنشطة البشرية المختلفة، سواء كانت منزلية أو تجارية أو صناعية. وتعرف أيضًا بمياه الصرف الصحي أو مياه المجاري، نظرًا لنقلها عادةً عبر شبكة الصرف العامة[2] .

تشكل المياه الصرف الصحي ما يقارب 80% من إجمالي المياه العذبة المستخدمة ، وتتكون بشكل أساسي من الماء بنسبة 99%، بينما تمثل الشوائب والملوثات الضارة النسبة المتبقية 1%. وتختلف كميات المياه الصرف التي يتم تصريفها عبر شبكة المجاري العامة تبعًا لمعدلات استهلاك المياه، مما يؤدي إلى تباينها وفقًا لأوقات اليوم، وأيام الأسبوع وكذلك المواسم والفصول المختلفة.

2.خصائص مياه الصرف الصحي

1.2الخصائص الطبيعية:

أ. اللون:

في البداية، تكون مياه الصرف الصحي ذات لون رمادي عند دخولها إلى شبكة الصرف الصحي، حيث تحتوي على مواد برازية. ومع مرور الوقت، يتحول لونها تدريجيًا إلى اللون الداكن نتيجة لحدوث التعفن والتحلل اللاهوائي. أما إذا كانت المياه باللون المختلف، فهذا يشير إلى اختلاط مياه الصرف الصناعي مع مياه الصرف الصحي.

ب العكارة :

[1] نفس المرجع السابق ص 63

2مذكرة ماجستير 2017-2018 (دراسة أنظمة معالجة مياه الصرف الصحي) مصطفى جعفر محمد. ص 17

العكارة هي مقياس لمرور الضوء عبر الماء، وتُستخدم كاختبار لقياس مدى جودة مياه الصرف الصحي المعالجة من حيث المواد العالقة. بشكل عام، لا توجد علاقة مباشرة بين درجة العكارة وتركيز المواد العالقة في المياه غير المعالجة، لكن درجة العكارة تعتمد على كمية المواد العالقة ونوعها، ولونها، ودقة حجم جزيئاتها. عادةً ما تُقاس العكارة في المياه المعالجة (مثل مياه الصرف الصحي المعالجة) كاختبار سريع لتقييم جودة المياه المعالجة ومدى احتوائها على مواد عالقة.

. ج. الرائحة:

مياه الصرف الصحي الخام تحتوي على روائح مشابهة لروائح التربة، وهي ليست قابلة للنفاذ بسهولة، خاصة عندما يتوفر الأكسجين الذائب في المياه أثناء مرورها عبر الشبكة. تتأثر رائحة مياه الصرف الصحي بتركيز الأكسجين الذائب فيها، ففي حالة نقص الأكسجين، تبدأ البكتيريا اللاهوائية في النمو والنشاط، مما يؤدي إلى تحلل المواد العضوية وتحويلها إلى أمونيا وغازات أخرى. وبالتالي، يصبح الماء ذا رائحة كريهة جدًا ويسمى "ماءًا متعفنًا" (منحل)، ويعد غاز كبريتيد الهيدروجين من أكثر الغازات المسببة لهذه الرائحة الكريهة في مياه الصرف الصحي.

تلجأ بعض محطات معالجة مياه الصرف الصحي إلى استخدام وحدات مكونة من الكربون النشط لامتصاص الروائح من المياه قبل تصريفها في المسطحات المائية، ولكن هذه الطريقة تعتبر مكلفة من الناحية الاقتصادية. كما تستخدم بعض المحطات الأخرى الكلور لمعالجة الروائح الشديدة المصاحبة لمياه الصرف الخام عند دخولها إلى المحطات.

د. درجة الحرارة:

تكون درجة حرارة مياه الصرف الصحي عادةً أعلى قليلاً من درجة حرارة الجو المحيط، وذلك بسبب وجود المخلفات البشرية ووجود مخلفات صناعية تُصرف إلى الشبكة. تؤثر درجة الحرارة بشكل واضح على نشاط البكتيريا، سواء كانت هوائية أو لا هوائية. فزيادة درجة الحرارة تُسهم في زيادة نشاط البكتيريا حتى تصل إلى درجة حرارة معينة، وبعدها يبدأ النشاط البكتيري في التناقص. وبالتالي، فإن ارتفاع درجة الحرارة يساهم في تسريع تحلل وتكسير المواد الصلبة العضوية، كما يزداد في هذه الظروف كمية الأجسام الدقيقة الصغيرة المنحلة التي تكون معلقة في المياه، مما يؤدي إلى زيادة عكارة المياه.

هـ. المواد الصلبة الكلية:

من الناحية العلمية، تُعرَّف المواد الصلبة الكلية في مياه الصرف الصحي على أنها جميع المواد التي تبقى بعد التبخر عند درجة حرارة 105 درجة مئوية. يمكن تقسيم المواد الصلبة الكلية في مياه الصرف الصحي إلى مواد صلبة عالقة ومواد صلبة ذائبة (التي يمكن فصلها بالترشيح).

و. الغازات الذائبة:

تحتوي مياه الصرف الصحي على بعض الغازات الذائبة التي تتغير حسب حالة المياه، سواء كانت قديمة أو طازجة، وكذلك وفقًا لمقدار التلوث الموجود فيها. من أمثلة هذه الغازات:

- غاز الأكسجين: يتواجد بنسب مختلفة عبر مراحل المعالجة المختلفة ويعتمد على عمر مياه الصرف الصحي.
- غاز ثاني أكسيد الكربون: وهو أحد نواتج تحلل المواد العضوية بواسطة البكتيريا.
- غاز كبريتيد الهيدروجين: يتواجد بوفرة خلال التفاعلات اللاهوائية وهو ناتج عن عملية اختزال المواد العضوية والكربونية.
- غاز الأمونيا الحرة: ناتج عن تحلل وهضم المواد العضوية النيتروجينية مثل البروتينات واليوريا بتأثير البكتيريا.
- غاز النيتريت (NO_2): الناتج عن أكسدة الأمونيا عبر عملية النترتة أو عن اختزال النترات (NO_3).

ن. المواد المتطايرة:

تتواجد في مياه الصرف الصحي بعض المواد المتطايرة، وهي غالبًا مواد عضوية ناتجة عن التحلل الهوائي واللاهوائي لمياه الصرف الصحي خلال مرورها في شبكة الصرف الصحي أو في وحدات المعالجة في المحطات. من

أمثلة هذه المواد المتطايرة الأحماض العضوية مثل حمض الخليك، بالإضافة إلى الغازات العضوية مثل غاز الميثان، غاز الأمونيا، وغاز كبريتيد الهيدروجين.

2.2.الخصائص الكيميائية

تحتوي مياه الصرف الصحي على مجموعة متنوعة من المركبات والمواد الكيميائية، مما يمنحها طبيعة كيميائية مميزة. وبشكل عام، يمكن تصنيف هذه المواد من حيث طبيعتها الكيميائية إلى فئتين رئيسيتين: المواد العضوية والمواد غير العضوية.

.أ.المواد العضوية:

تتكون المواد العضوية بشكل أساسي من مزيج من الكربون والهيدروجين والأكسجين، بالإضافة إلى بعض العناصر المهمة مثل الكبريت والفوسفور والحديد. ومن أبرز الأمثلة على المواد العضوية الشائعة في مياه الصرف الصحي: البروتينات، والكربوهيدرات، والدهون، والزيوت، فضلًا عن العديد من الكائنات الحية الدقيقة، والتي تُعد في طبيعتها مواد عضوية.

ويمكن تصنيف المواد العضوية وفقًا لقابليتها للتحلل إلى ثلاثة أنواع :

. مواد عضوية قابلة للتحلل بيولوجيًا: وهي المواد التي يمكن تفكيكها وتحليلها بواسطة الكائنات الحية الدقيقة.

. مواد عضوية غير قابلة للتحلل بيولوجيًا: لا تتحلل بفعل الكائنات الحية الدقيقة، لكنها قد تتحلل باستخدام بعض المواد الكيميائية المؤكسدةالقوية.

. مواد عضوية غير قابلة للتحلل تمامًا.

بالإضافة إلى ذلك، قد تحتوي مياه الصرف الصحي على كميات من الجزيئات العضوية المُصنَّعة التي تصل إليها من المخلفات الصناعية، والتي تتفاوت في تركيبها الكيميائي مثل المنظفات الصناعية والمبيدات الزراعية. يؤدي وجود هذه المركبات إلى تعقيد عمليات المعالجة، نظرًا لأن معظمها إما لا يتحلل بيولوجيًا أو يتحلل ببطء شديد.

وتُشكل المواد العضوية نسبة تتراوح بين 45% إلى 75% من إجمالي المواد الصلبة في مياه الصرف الصحي، بينما تتكون النسبة المتبقية من المواد غير العضوية.

.ب.المواد غير عضوية:

تشكل المواد غير العضوية نسبة تتراوح بين 25% إلى 55% من إجمالي المواد الصلبة الموجودة في مياه الصرف الصحي. وتضم هذه المواد حبيبات الرمل، بالإضافة إلى الأملاح المعدنية مثل كلوريدات الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم. كما تحتوي مياه الصرف الصحي على العديد من العناصر الثقيلة، مثل الرصاص والزئبق والكادميوم والحديد والمنجنيز والنحاس.

إلى جانب ذلك، توجد بعض المواد غير العضوية الذائبة في مياه الصرف الصحي.

ج .القلوية:

تنشأ القلوية في مياه الصرف الصحي نتيجة لوجود عناصر مثل الهيدروكسيدات والكربونات، والتي تشمل أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والأمونيا، ويُعدّ كلٌّ من الكالسيوم والمغنيسيوم الأكثر شيوعًا. كما يمكن اعتبار السيليكات والفوسفات، إلى جانب بعض المركبات المشابهة، جزءًا من القلوية. يلعب وجود القلوية في مياه الصرف الصحي دورًا مهمًا في موازنة التغيرات في الأس الهيدروجيني، خاصةً تلك الناتجة عن تكون الأحماض داخل الهاضمات اللاهوائية. ويُعد تركيز القلوية عاملًا مهمًا في عمليات المعالجة الكيميائية والبيولوجية، إذ يؤثر على التخلص من المغذيات (الملوثات) كما يسهم في إزالة الأمونيا من خلال عمليات الأكسدة الهوائية.

3.2.الخصائص البيولوجية

تحتوي مياه الصرف الصحي على كائنات حية دقيقة بأعداد هائلة، منها المفيد في عمليات المعالجة البيولوجية، حيث يساهم في تثبيت المواد العضوية وأكسدتها. ومع ذلك، قد تضم بعض الأنواع الضارة التي تسبب أمراضًا أو تؤثر سلبًا على التوازن البيئي عند تراكمها. وتنقسم هذه الكائنات إلى عدة أنواع رئيسية تختلف في تأثيرها على البيئة ومعالجة المياه.

.أ.البكتريا:

تلعب البكتيريا دورًا أساسيًا في المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي، حيث تتحمل العبء الأكبر في تكسير وأكسدة المواد العضوية، مما يجعل دراستها ضرورية لفهم هذه العمليات. وهي كائنات دقيقة وحيدة الخلية تتكاثر بالانقسام الثنائي، وبعضها يتكاثر جنسيًا أو بالتفرع.

تتنوع البكتيريا حسب شكلها إلى ثلاثة أنواع رئيسية: الكروية، والعصوية الأسطوانية، واللولبية الحلزونية، ويتراوح حجمها بين 0.1 إلى 10 ميكرون. على سبيل المثال، يبلغ قطر البكتيريا الكروية 0.5-1 ميكرون، بينما يتراوح طول البكتيريا الأسطوانية بين 1.5 و3 ميكرون، والحلزونية بين 6 و15 ميكرون.

تنقسم البكتيريا وفقًا لحاجتها للأكسجين إلى ثلاثة أنواع: هوائية تحتاج إلى الأكسجين، لاهوائية تنشط في غيابه، واختيارية يمكنها العيش في كلا الحالتين. وتُعد البكتيريا من أكثر الكائنات الدقيقة الممرضة في مياه الصرف الصحي، حيث تصل أعدادها في كل سنتيمتر مكعب إلى الملايين، لكنها تلعب دورًا رئيسيًا في جميع مراحل المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصناعي.

.ب.الطحالب:

الطحالب كائنات ذاتية التغذية، قد تكون وحيدة أو متعددة الخلايا، وتعتمد على ضوء الشمس لإنتاج غذائها من خلال البناء الضوئي .تأثير الطحالب في المعالجة البيولوجية له جانب إيجابي وآخر سلبي.

. التأثير الإيجابي: تلعب الطحالب دورًا هامًا في معالجة مياه الصرف الصحي داخل بحيرات الأكسدة، حيث تستهلك ثاني أكسيد الكربون وتنتج الأكسجين خلال النهار، مما يساهم في استقرار البيئة المائية. هذا الأكسجين تستخدمه البكتيريا الهوائية في عمليات التحلل، مما يخلق علاقة تبادلية مفيدة بين الطحالب والبكتيريا.

. التأثير السلبي: قد يؤدي تراكم الطحالب في المياه، خاصة في عمليات الحمأة المنشطة، إلى مشكلات بيئية، حيث تستهلك الأكسجين الذائب، مما يهدد الحياة المائية ويتسبب في اختناق الكائنات

مثل الأسماك. كما يمكن أن تلوث المياه الجوفية عند تسربها إلى الأرض. ويعد ارتفاع تركيز المغذيات، مثل الفسفور والنيتروجين، أحد العوامل الرئيسية لنمو الطحالب، لذا ينصح بإزالتهما من المياه المعالجة للحد من تراكمها.

.ج.الفيروسات:

الفيروسات هي أبسط وأصغر الكائنات الدقيقة حيث يتراوح حجمها مابين 0.1 و 0.3 ميكرون , وتتكون من حمض نووي محاط بغلاف روتيني , وتعد جميع الفيروسات متطفلة فلا يمكنها العيش خارج الخلايا الحية وهي عالية التخصص في إختيار العائل أو في نوعية الأمراض التي تسببها مثل الجذري , الإلتهاب الكبدي الوبائي , شلل الأطفال , الإيدز , إضافة إلى أمراض الجهاز التنفسي بسبب عدم قدرتها على الحياة خارج الخلية وإمكانية تبلورها , تصنف الفيروسات بين الكائنات الحية والمواد الغير حية لرؤيتها تستخدم تقنيات دقيقة مثل المجهر الالكتروني , كما أن إحصاؤها يتطلب أساليب متخصصة .

توجد الفيروسات بكثرة في مياه الصرف الصحي والمسطحات المائية الملوثة، لكن صغر حجمها يجعل من الصعب إزالتها بالطرق التقليدية. ومع ذلك، فإن تقليل الكائنات الممرضة الأكبر حجمًا، مثل البكتيريا، خلال المعالجة يقلل أيضًا من أعداد الفيروسات. من الجدير بالذكر أن الفيروسات ليس لها أي دور في عمليات المعالجة البيولوجية، لكن مرحلة التطهير في محطات المعالجة تساهم بفعالية في القضاء عليها وتقليل خطرها كعوامل ممرضة.

3.مصادر مياه الصرف الصحي

1.3.المصادر الطبيعية

أ.مياه الامطار ومياه السيول والجريان:
عند هطول الأمطار، تحمل قطرات الماء الملوثات العالقة في الهواء، مثل الغبار والدخان الناتج عن مداخن المصانع وعوادم السيارات. وقد تكتسب هذه الأمطار طبيعة حمضية وفقًا للبيئة التي تسقط فيها. وعند تجمع مياه الأمطار، تتشكل السيول التي تجرف معها التربة وما تحتويه من أملاح وملوثات مذابة. وفي العديد من الدول النامية، يتم تصريف هذه السيول في شبكات الصرف الصحي الخاصة بالمدن.

3_2.المصادر البشرية:

أ. مياه الصرف المنزلية:
مياه الصرف الصحي هي المياه الناتجة عن المنشآت والخدمات السكنية، والتي تنشأ بشكل رئيسي من عمليات الأيض البشري والأنشطة المنزلية، مثل المياه الرمادية ومياه الصرف الصحي. وتحتوي هذه المياه على ملوثات عضوية وغير عضوية، وهي غير متجانسة ولكن يمكن معالجتها بسهولة.

ب.مياه الصرف الصناعية:
المياه الصرف الصناعية هي نواتج سائلة تنتج عن استخدام المياه في العمليات الصناعية، أو عن طريق بقايا المواد المصنعة مثل الزيوت ومياه الصرف الصناعي. تساهم الصناعات في تلويث المجاري المائية من خلال ما تطرحه من مخلفات ونواتج ثانوية، مما قد يؤدي إلى القضاء على الحياة المائية أو تسمم الأسماك.
من الناحية البيئية، يمكن تصنيف هذه المياه وفقًا لمصدرها إلى:

***مياه الصرف الصناعية غير العضوية:**
تنشأ من صناعات مثل خلاطات الإسمنت ومصانع الحديد، وتحتوي على مواد عالقة يمكن ترسيبها باستخدام مواد مخثرة كأملاح الألمنيوم، إلى جانب مواد مترسبة وذائبة ناتجة عن عمليات التصنيع المختلفة، مثل صهر الحديد وتصنيع الألمنيوم.

***مياه الصرف الصناعية العضوية:**
تنتج عن صناعات مثل صناعة الأدوية، الدباغة، ومصافي البترول. وتختلف طبيعة المواد العضوية الناتجة حسب نوع الصناعة، حيث يكون بعضها ضارًا وصعب التحلل، بينما يكون البعض الآخر أقل ضررًا وأسهل تحللًا.

ج-مياه الصرف الزراعية :
المياه العادمة الزراعية هي المياه الناتجة عن الأنشطة الزراعية المختلفة، وتحتوي على مواد عضوية سهلة التحلل، بالإضافة إلى تلك الناتجة عن تصنيع الأعلاف، والتي تتميز بتركيزات عالية من المواد والأحماض العضوية ومركبات النيتروجين المتنوعة. من الضروري منع اختلاط هذه المياه بالمياه السطحية، لأنها قد تسبب زيادة الحموضة وتستهلك الأكسجين المذاب، مما يهدد الحياة المائية. ومع ذلك، إذا تمت معالجتها بشكل مناسب، فلن تشكل خطرًا على البيئة، حيث يمكن إعادة المواد الموجودة فيها إلى دورتها الطبيعية عبر استخدامها في الزراعة والاستفادة من المغذيات النباتية والمواد المحسنة للتربة.

4.أنواع شبكات الصرف الصحي
بشكل عام، تنقسم شبكات الصرف الصحي إلى نوعين رئيسيين

1.3.شبكات الصرف المنفصلة:
شبكات الصرف المنفصلة تتألف من نظامين مستقلين:

1.1.3.شبكة صرف مياه الأمطار:
والتي تختص بتصريف مياه الأمطار بعيدًا عن المخلفات الأخرى.

2.1.3.شبكة الصرف الصحي:

والتي يتم من خلالها تصريف المياه المنزلية عبر شبكة خاصة تُعرف بالشبكة المنزلية، في حين يمكن تصريف المياه الصناعية عبر شبكة مستقلة أو دمجها مع المياه المنزلية، وفقًا لطبيعة مكوناتها. ويُعد هذا النوع من الشبكات أكثر كفاءة من الناحية الفنية.

2.3.شبكة الصرف المجتمعة (المشتركة):

تُستخدم هذه الشبكة لتصريف مياه الصرف الصحي المنزلية والصناعية بالإضافة إلى مياه الأمطار عبر نظام واحد، وهي تُعتبر أكثر توفيرًا من الناحية الاقتصادية

4.العناصر الملوثة لمياه الصرف الصحي

تصنف ملوثات المياه بناءً على طريقة دخولها إلى البيئة إلى نوعين رئيسيين:

أ. مصادر التلوث الثابتة:

هي مصادر تلوث يمكن تحديد موقعها بدقة أي أن التلوث يصدر من نقطة محددة ومعروفة .

وتشمل النفايات الناتجة عن صناعات مثل:

- مصانع السيارات
- مصانع الورق
- مصانع المواد الكيميائية
- مصانع الأغذية
- مصانع الأدوية

ومن أبرز الملوثات الناتجة عن هذه الصناعات : الزيوت، والكيماويات السامة، والملوثات الحرارية، والمعادن الثقيلة، ومخلفات الأدوية.

ب .الملوثات ذات المصدر غير الثابت:

هي مصادر تلوث منتشرة ولا يمكن تحديدها بنقطة محددة إذ تنتج عن أنشطة سطحية واسعة النطاق وتصل الملوثات إلى المياه عبر الجريان السطحي أو التسرب البطيئ .

المواد السامة : تشمل المعادن الثقيلة مثل الزئبق، والرصاص، والكادميوم، إضافة إلى المواد العضوية الضارة مثل ثنائي الفينيل متعدد الكلور والهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات.

الرواسب: تنتج عن تآكل التربة في مواقع الإنشاءات، أو الأراضي الزراعية، أو مجاري الأنهار، مما يؤدي إلى تدهور جودة المياه ونقل الملوثات الضارة.

المغذيات: مثل الفوسفور والنيتروجين، وهي ضرورية لنمو النباتات، ولكن وجودها بكميات زائدة في المياه يؤدي إلى زيادة نمو الطحالب والنباتات المائية بشكل غير متوازن، مما يقلل من نسبة الأكسجين المذاب في المياه. وتصل هذه المغذيات إلى المياه عبر مخلفات الحيوانات، والأسمدة، وأنظمة الصرف الصحي المعطلة.

مسببات الأمراض: تضم البكتيريا والفيروسات الممرضة التي قد تؤدي إلى تلوث المياه، مما يشكل تهديدًا على صحة الإنسان والكائنات الحية.

خلاصة :

تُعد عملية التخلص من مياه الصرف الصحي بأساليب صحية من الإجراءات الضرورية لضمان بيئة سليمة للمجتمعات، وذلك وفقاً للمعايير العالمية وأحدث الأساليب الهندسية والعلمية التي تهدف إلى حماية البيئة من ملوثات الصرف الصحي. وتكمن الغاية من هذه المعالجة في تهيئة المياه لتصبح صالحة للتصريف في المصارف الزراعية وإعادة استخدامها في الري. وتُنفذ المعالجة بهدف إزالة نسبة كبيرة من الملوثات، سواء كانت مواد صلبة عالقة عضوية أو غير عضوية، أو مواد غروية، بالإضافة إلى تقليل العكارة والرائحة وتحسين لون المياه، وزيادة نسبة الأكسجين المذاب فيها، فضلاً عن القضاء على الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض الوبائية.

الفصل الثاني طرق وتقنيات معالجة مياه الصرف الصحي

تمهيد:

تقنيات معالجة مياه الصرف الصحي تُعد معالجة مياه الصرف الصحي من الركائز الأساسية للحفاظ على البيئة والصحة العامة، في ظل التوسع الحضري والنمو السكاني المتزايد. إذ يؤدي التخلص غير المعالج لهذه المياه إلى تلوث الموارد المائية وتدهور النظم البيئية. تهدف تقنيات معالجة مياه الصرف الصحي إلى إزالة الملوثات العضوية وغير العضوية، والعناصر الغذائية، والمواد العالقة، والميكروبات المرضية، قبل إعادة تصريفها إلى البيئة أو إعادة استخدامها في أغراض متعددة.

تتنوع هذه التقنيات تبعًا لطبيعة المياه المراد معالجتها ومتطلبات المعايير البيئية، وتشمل المعالجة الأولية، الثانوية، والثالثية، حيث تمثل كل مرحلة سلسلة من العمليات الفيزيائية، الكيميائية، والبيولوجية المصممة لتحقيق مستويات متقدمة من التنقية. في هذا الفصل، يتم تناول مختلف تقنيات المعالجة المعتمدة عالميًا، مع التركيز على مبادئ عملها، مزاياها وقيودها، وكفاءتها في إزالة الملوثات.

I. طرق وتقنيات معالجة مياه الصرف الصحي

1. محطات معالجة مياه الصرف الصحي

محطات معالجة مياه الصرف الصحي هي منشآت مصممة لاستقبال ومعالجة مياه الصرف الصحي من المنازل والمنشآت الصناعية والتجارية، بهدف إزالة الملوثات والمواد الصلبة وتحسين جودة المياه قبل تصريفها إلى البيئة أو إعادة استخدامها. تعتمد هذه المحطات على عمليات فيزيائية وكيميائية وبيولوجية لتنقية المياه، وتتكون عادةً من عدة مراحل تشمل المعالجة الأولية، والثانوية، والثلاثية، وأحيانًا المعالجة المتقدمة.

2. أهم الطرق المتبعة في معالجة مياه الصرف الصحي

تنقسم هذه الطرق إلى طرق معالجة طبيعة وطرق معالجة صناعية ونذكر ابرزها:

- معالجة المياه بطريقة الحمأة المنشطة
- المعالجة بالبحيرات
- معالجة بالنباتات

3. الهدف من معالجة مياه الصرف الصحي :

تهدف عملية معالجة مياه الصرف الصحي إلى القضاء على الكائنات الحية الدقيقة، خاصة تلك الممرضة التي تسبب الأمراض المنقولة عبر المياه (MTH). كما تسهم في إزالة المواد العالقة، مما يؤدي إلى خفض تركيز الملوثات، حيث يتم تقليل المواد العالقة (MES) بنسبة 50%، والطلب الكيميائي على الأكسجين (DCO) بنسبة 30%.[1]

بالإضافة إلى ذلك، يتم إزالة بعض المواد الذائبة من خلال المعالجة البيولوجية، بهدف تقليل تركيز النتريت (NO_2) وتحويله إلى نترات (NO_3)، وكذلك خفض مستويات الفوسفور (P). تسهم هذه العمليات في الحفاظ على الصحة العامة وحماية البيئة.

علاوة على ذلك، يتيح استرجاع مياه الصرف إمكانية إعادة استخدامها في مختلف المجالات، كما يمكن استغلال الحمأة الناتجة عن المعالجة في أنشطة مثل الزراعة، مما يعزز الاستدامة البيئية.

[1] تقنيات معالجة مياه الصرف الصناعي لمشروعات البتروكيماويات (دولة الكويت-أبريل-نيسان 2019). ص123

4.طرق ومراحل معالجة مياه الصرف الصحي

تتعدد مراحل وطرق معالجة المياه العادمة في محطات المعالجة، حيث تختلف تسمياتها وتصنيفاتها وفقًا للأسس المستخدمة في تصنيفها. فمنها ما يُصنّف حسب نوع العمليات المستخدمة، مثل: المعالجة الفيزيائية، والمعالجة البيولوجية، والمعالجة الكيميائية. ومنها ما يُصنّف وفقًا لتتابع المراحل داخل محطة المعالجة، حيث تشمل: مرحلة المعالجة التمهيدية، المعالجة الابتدائية، المعالجة الثانوية، المعالجة المتقدمة أو الثلاثية، ومرحلة التخلص النهائي من الرواسب والمخلفات السائلة. وفيما يلي توضيح تفصيلي لهذه المراحل.

1.4.المعالجة الفيزيائية:

1.1.4.المرحلة التمهيدية:

هي الخطوة الأولى في معالجة مياه الصرف، وتهدف إلى تحسين خصائص المياه المتدفقة إلى المحطة من خلال تقليل نسبة الملوثات. يسهم ذلك في تعزيز كفاءة المراحل اللاحقة من المعالجة. وتتم هذه العملية باستخدام مجموعة من الأساليب، الاساسية المذكور على الترتيب التالي :

أ ــ الغربلة:

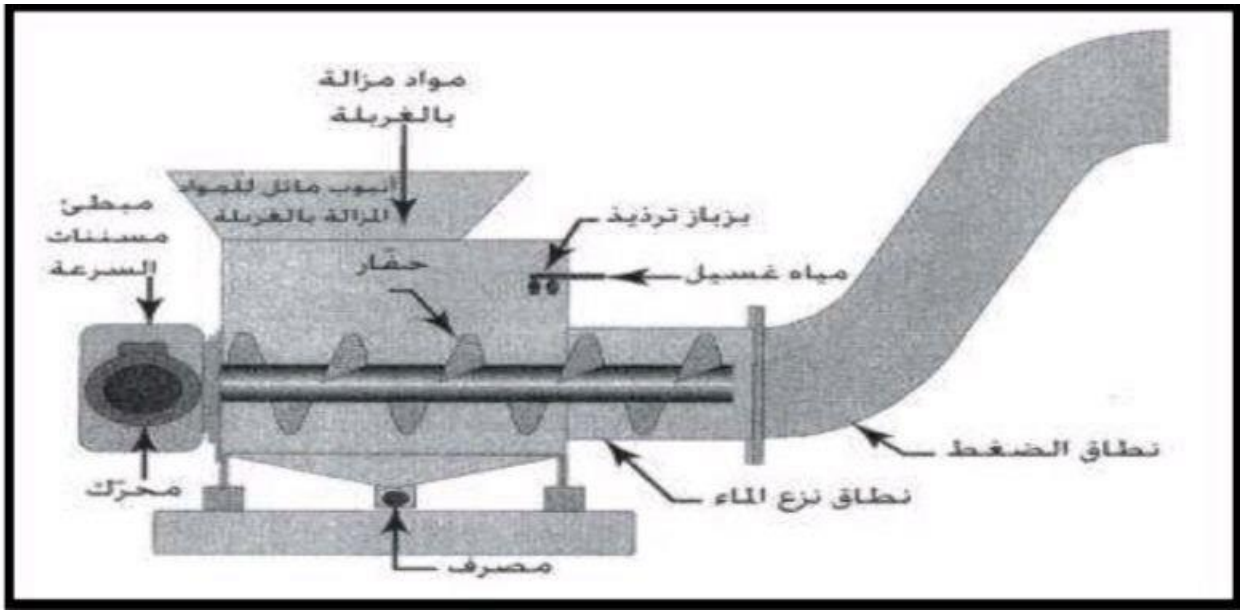
تعد الغربلة من العمليات الأساسية في المعالجة الأولية لمياه الصرف، حيث يتم خلالها إزالة الأجسام كبيرة الحجم والألياف غير القابلة للتحلل بنسبة تتراوح بين 20% و30%. تمر المياه عبر قناة مزودة بحاجز مشبك مصنوع من قضبان معدنية تعمل على حجز المواد الصلبة الكبيرة مثل الأخشاب، العلب البلاستيكية، والأوراق. تهدف هذه العملية إلى حماية معدات المحطة المستخدمة في المراحل اللاحقة وضمان تجانس تدفق المياه.[1]

تتكون عملية الغربلة من عدة أنواع من الغرابيل، كل منها مصمم لإزالة نوع معين من المواد، على النحو التالي:

- ❖ الغرابيل صغيرة الفتحات: تُصنع عادةً من بلاستيك عالي المقاومة وتُستخدم لإزالة كميات كبيرة من الورق والبلاستيك.
- ❖ الغرابيل الشبكية المستمرة: تتراوح فتحاتها بين 3 - 6 ملم، مما يسمح بإزالة الجسيمات ذات الحجم المتوسط.
- ❖ الغرابيل الخاصة بالمواد الليفية غير القابلة للتحلل الحيوي والشعر: تتراوح فتحاتها بين 1 - 3 ملم.
- ❖ الغرابيل المصممة لإزالة المواد الصلبة كبيرة الحجم: تتراوح أبعاد قضبانها بين 2 - 8 إنش.
- ❖ الغرابيل الناعمة: تمتلك فتحات تتراوح بين 2.5 - 3 ملم لإزالة الجزيئات الدقيقة.

في المحطات الصغيرة، تُستخدم أدوات مثل الرحى الطاحنة لتقطيع المواد الصلبة في مياه الصرف إلى قطع أصغر لا تتجاوز 6 ملم. يتم تركيب هذه الأدوات مباشرة في قناة الانسياب، مع توفير ممر جانبي يسمح بعزل الجزء المحتوي على التلافة لتصريف المياه وصيانة المعدات. من الجدير بالذكر أن الرحى الطاحنة لا تُستخدم عادةً مع غربال القضبان الذي يتم تنظيفه ميكانيكياً.

[1] نفس المرجع السابق ص 124



الشكل رقم 01 يوضح : وحدة معالجة المواد المزالة والمنزوعة بالغربلة

ب ــ احواض الترسيب الرمال :

تُعد أحواض الترسيب من المراحل المهمة في معالجة المياه العادمة، حيث تساهم في إزالة المواد غير العضوية صغيرة الحجم، مثل الرمل، الحصى، وبقايا القهوة، والتي لا يمكن معالجتها بيولوجيًا. تتم إزالة الرمال عبر قناتين طويلتين باستخدام مبدأ الترسيب، وذلك من خلال تقليل سرعة تدفق المياه، مما يسمح للجسيمات الثقيلة بالاستقرار. يتم جمع هذه الرواسب في حوض مخصص باستخدام أداة كاشطة من القاع، وعند امتلائه تُسحب الرمال بواسطة أداة لولبية خاصة، في حين تُعاد المياه إلى حوض الحجز لنقلها إلى مراحل المعالجة اللاحقة.

توجد ثلاثة أنواع رئيسية من أحواض حجز الحصى، وهي:

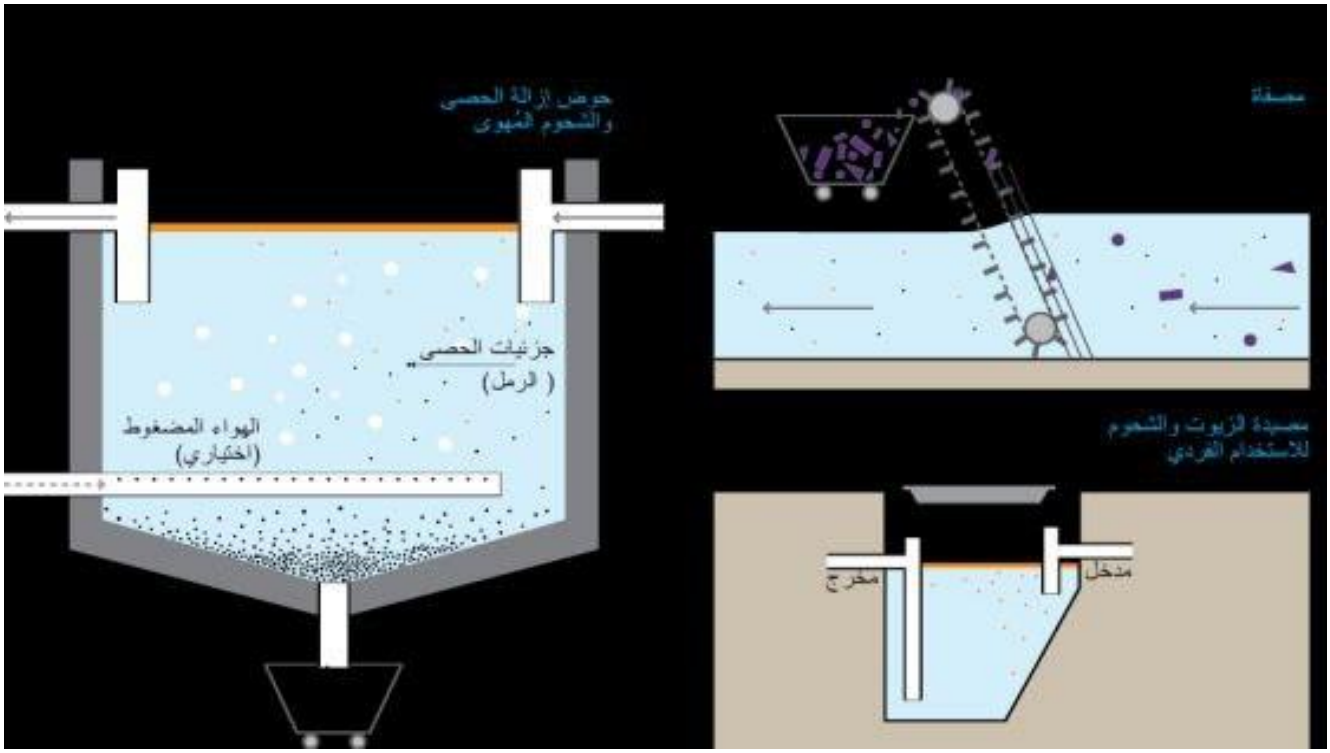
- أحواض التدفق الأفقي ذات السرعة الثابتة
- الأحواض المهواة
- الأحواض الدوامية ذات التحريك الميكانيكي

تسمح هذه الأنظمة الثلاثة بترسيب جزيئات الحصى الثقيلة، بينما تبقى الجسيمات العضوية خفيفة الوزن عالقة في الماء، مما يسهم في تحسين كفاءة المعالجة.

ج ــ أحواض إزالة الشحوم والزيوت:

عند الحاجة إلى إزالة الزيوت والشحوم من مياه الصرف الخام، يتم إنشاء حوض مخصص لهذا الغرض، حيث تتراوح فترة المكث فيه بين 5 إلى 10 دقائق. يتم تزويد الحوض بالهواء المضغوط لتسهيل عملية تعويم الزيوت والشحوم، مما يساعد على فصلها عن المياه. كما أن إضافة الكلور (Cl_2) تساهم في تسريع إزالة هذه المواد العضوية.

في كثير من الحالات، يتم إنشاء حوض مشترك لفصل الرمال وإزالة الزيوت والشحوم، حيث يمكن دمجهما معًا في وحدة واحدة، وتكون فترة المكث في هذه الحالة بين 5 إلى 10 دقائق



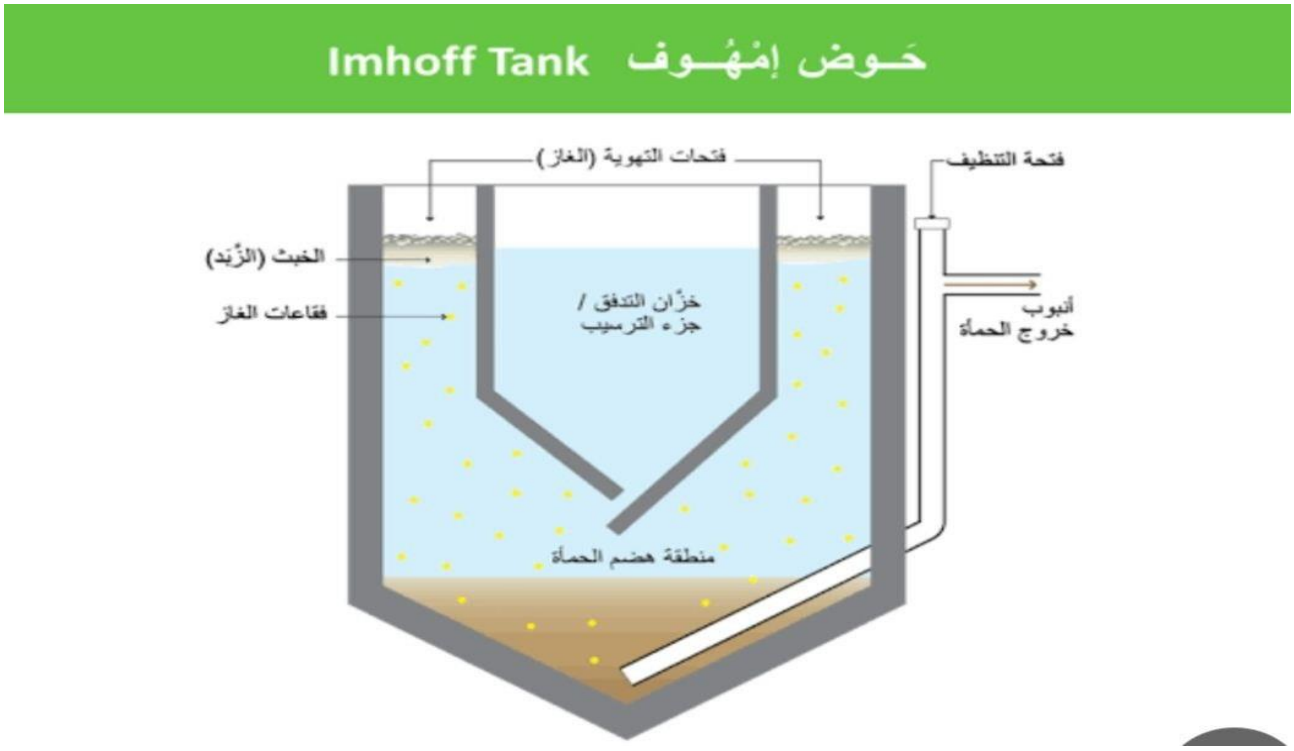
شكل توضيحي 01 يوضح : معالجة المواد المزالة والمنزوعة بالغربلة

2.1.4 المرحلة الاولية:

ـ أحواض الترسيب الأولي

تُستخدم أحواض الترسيب الأولي لإزالة المواد الصلبة العالقة الناعمة والقابلة للترسيب، والتي تتكون غالبًا من الرمال وبعض المواد العضوية. يمكن أن تكون هذه الأحواض إما دائرية أو مستطيلة الشكل، وفي كلا الحالتين، تحتوي على كاشطة تعمل على تجميع الحمأة المترسبة ونقلها إلى حفرة مخصصة، مما يسهل إزالتها لاحقًا. تُعرف هذه الرواسب عادةً بالحمأة الأولية، حيث تحتوي على نسبة من المواد العضوية التي تخضع لاحقًا لعمليات المعالجة.

في بعض الحالات، عندما تكون العوالق الصلبة ناعمة جدًا، يتم إضافة بعض المواد المخثرة للمساعدة في عملية التخثير والترسيب، مما يُحسن من كفاءة إزالة الشوائب.



الشكل رقم (02): رسم تخطيطي يوضح حوض ترسيب أولي

2.4.مرحلة المعالجة الثانوية

أ ــ المعالجة البيولوجية:

تُعد المعالجة البيولوجية من أكثر الطرق استخدامًا على نطاق واسع لإزالة الملوثات من مياه الصرف الصحي، كما تساهم في تحقيق الاستقرار الجزئي أو الكامل للمواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي، مثل النفايات والمواد العضوية المعلقة أو الغروية. تعتمد فعالية هذه العملية على طبيعة مياه الصرف، حيث يتم قياس خصائصها وفقًا لمؤشرات مثل الطلب الكيميائي على الأكسجين (DCO)، الطلب البيو كيميائي على الأكسجين (DBO)، وتركيز المواد الصلبة العالقة (MES).

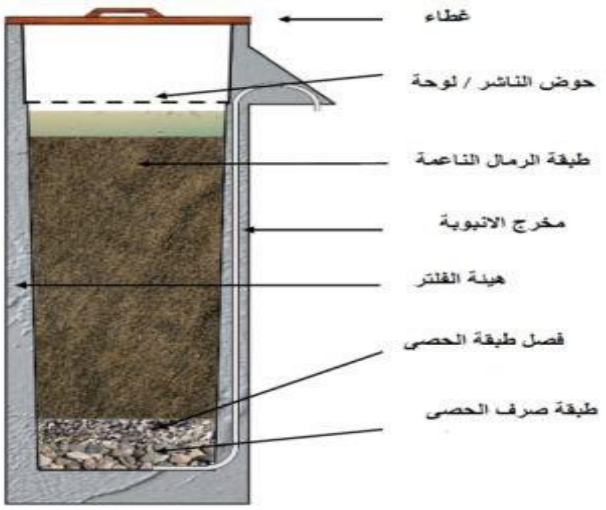
تعتمد معظم عمليات المعالجة البيولوجية على البكتيريا باعتبارها الكائنات الحية الدقيقة الرئيسية المسؤولة عن تفكيك المواد العضوية، إلى جانب بعض الكائنات الأخرى التي قد تلعب دورًا مهمًا في هذه العملية. يحدث تحلل المواد العضوية عندما تستخدمها الكائنات الحية الدقيقة كمصدر غذائي، مما يساهم في تكوين خلايا جديدة من خلال عمليات النمو والتكاثر.

تتأثر الديناميكيات السكانية للبكتيريا في هذه العملية بعدة عوامل بيئية، تشمل درجة الحموضة (pH)، درجة الحرارة، تركيز العناصر الغذائية الأساسية مثل النيتروجين (N)، الفسفور (P)، الكبريت (S)، بالإضافة إلى المعادن الأساسية، الضغط الأسموزي، والتفاعلات الأيضية التي تحدث أثناء المعالجة.

ب ــ المرشحات البيولوجية :

تعمل المرشحات على تجميع الجزيئات الكبيرة أولًا، مثل الأحجار، يليها جزيئات أصغر تدريجيًا حتى الوصول إلى الطبقة الداخلية التي تحتوي على جسيمات دقيقة. تُشكِّل هذه الطبقات دعامةً لنمو الكائنات الحية الدقيقة، ويمكن أن تكون مصنوعة من مواد مختلفة مثل البلاستيك. تمر مياه الصرف الصحي عبر هذه الطبقات من خلال أنبوب رئيسي مزود بثقوب تعمل كمرشات صغيرة موزعة على سطح الحوض.

بعد عدة أسابيع، تتكوّن على سطح المرشحات طبقة غشائية رقيقة ولزجة تُعرف باسم "Zooglea"، وهي ذات طبيعة بيولوجية وتحتوي على مجموعة متنوعة من الكائنات الحية الدقيقة التي تقوم بتفكيك وأكسدة المواد العضوية الملوثة. وتختلف بيئة البكتيريا في هذه الطبقات، حيث تتركز البكتيريا الهوائية بنسبة كبيرة في الطبقات العليا، بينما تسود البكتيريا اللاهوائية في الطبقات السفلى، مما يساهم في عملية معالجة الملوثات بفعالية.

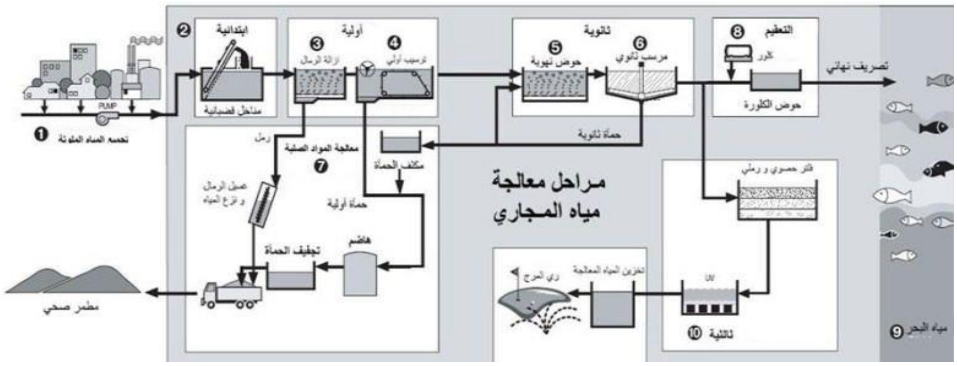


الشكل رقم (03): رسم تخطيطي يوضح مثال عن مرشح بيولوجي في عملية تصفية المياه المستعملة

ج ــ عملية المعالجة بالحماة المنشطة :

تأتي عملية الحماة المنشطة بعد مرحلة الترسيب الأولي، وهي تقنية معالجة تعتمد على مفاعل متعدد الغرف يستخدم كائنات حية دقيقة مركزة لتحليل المواد العضوية وإزالة المغذيات من مياه الصرف، مما ينتج تدفقات سائلة ذات جودة عالية. لضمان استمرارية النشاط الحيوي للحماة المنشطة، من الضروري توفير إمداد منتظم ومستمر من الأكسجين (O_2) للحفاظ على الظروف الهوائية المناسبة وإبقاء الكائنات الحية الدقيقة في حالة تعليق.

توجد عدة طرق وتقنيات مختلفة يمكن استخدامها لضمان المزج والتهوية الفعالة لمياه الصرف داخل حوض التهوية. وتشمل هذه العمليات ضخ الهواء أو الأكسجين (O_2) مباشرة إلى الخزان، أو استخدام أجهزة التهوية السطحية، وذلك لتحقيق توزيع متجانس للأكسجين وتعزيز كفاءة التحلل البيولوجي للملوثات.



الشكل رقم((04): رسم تخطيطي يوضح عملية المعالجة بالحمأة النشطة

د ـــــ الترسيب الثانوي:

تتشابه أحواض الترسيب الثانوي في تصميمها مع أحواض الترسيب الأولي، لكنها تُستخدم بهدف إزالة كميات أكبر من المواد الصلبة العالقة من المياه الخارجة من أحواض المعالجة. يتم إعادة جزء من هذه الحمأة إلى أحواض التهوية في أنظمة الحماة المنشطة، حيث تساهم الحمأة الراجعة في إعادة تنشيط البكتيريا وتعزيز كفاءة عمليات التحلل البيولوجي داخل أحواض التهوية.

و ـــــ الأقراص البيولوجية :

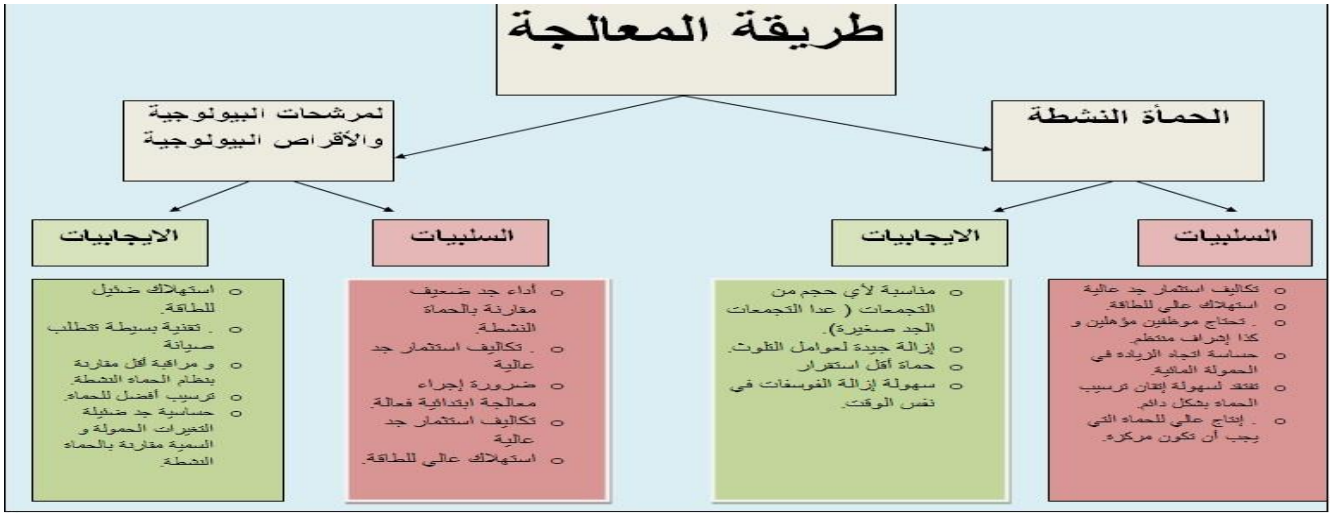
تُعد الأقراص البيولوجية إحدى طرق المعالجة الهوائية ذات النمو المتلاصق، حيث تعتمد على متفاعلات ذات غلاف مشابه للمرشح البيولوجي، إذ تلتصق الكائنات الحية الدقيقة بالوسط المحيط بها. تتكون هذه المنظومة من أقراص دوارة مغمورة جزئيًا في مياه الصرف، مما يسمح للغلاف البيولوجي الملتصق بالحصول على الأكسجين المذاب بفعل الاضطراب السطحي الناتج عن دوران الأقراص.

مع استمرار الدوران، تتكوّن طبقة بيولوجية على سطح الأقراص، ويصل سمكها إلى حوالي 1-4 مم، لكنها تسقط تلقائيًا كلما زاد سمكها، وذلك وفقًا لسرعة الدوران. وتتميز الأقراص البيولوجية بكفاءتها العالية مقارنة بالمرشحات البيولوجية، حيث إنها تكتسب الأكسجين مباشرةً من الهواء أثناء دورانها، ثم تنغمس في مياه الصرف، مما يعزز عملية الأكسدة الهوائية للمواد العضوية ويُحسّن من كفاءة المعالجة.

الصورة رقم(01)يوضح: نموذج عن الاقراص البيولوجية المستعملة في عمليات المعالجة والتطهير لمياه الصرف الصحي

الاحواض المهواة:

تعتمد الاحواض المهواة بشكل أساسي على تحفيز تفكك المواد العضوية في مياه الصرف الصحي من خلال سلسلة غذائية تقوم عليها الكائنات الحية الدقيقة، وخاصة البكتيريا الهوائية. يتم ذلك عبر تزويد المياه بالأكسجين من خلال عمليات الضخ والنفخ، مما يعزز نشاط الكائنات الدقيقة المسؤولة عن التحلل البيولوجي. كما يلعب التركيب الضوئي دورًا مهمًا في هذه العملية، حيث تنمو الطحالب تحت التأثير المشترك لمركبات النيتروجين (N) والفسفور (P) الموجودة في الماء، مما يساهم في تحسين كفاءة المعالجة.



مخطط رقم(01) توضح: المقارنة بين طريقة المعالجة بالحمأة النشطة والمرشحات والاقراص البيولوجية

3.4..مرحلة المعالجة الثلاثية – المتقدمة

تُستخدم المعالجة الثلاثية لتقليل الملوثات التي لم يتم التخلص منها بشكل كافٍ خلال المعالجة الأولية أو المعالجة الثانوية.

تشمل هذه الملوثات المركبات العضوية المذابة مثل الفسفور (P) والنيتروجين (N)، التي تساهم في نمو الطحالب داخل المستودعات المائية، بالإضافة إلى المواد العضوية التي تؤثر على الطلب الكيميائي والحيوي على الأكسجين (DCO, DBO)، وكذلك اللون، الرائحة، الجراثيم الممرضة، والمعادن المذابة، التي قد تعيق إمكانية إعادة استخدام المياه المعالجة.

يمكن أن تعتمد أنظمة المعالجة الثلاثية على العمليات الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية، ويتم تحديد نوع النظام المستخدم وفقًا لنوعية الملوثات المراد تقليلها والغرض النهائي من استخدام المياه المعالجة.

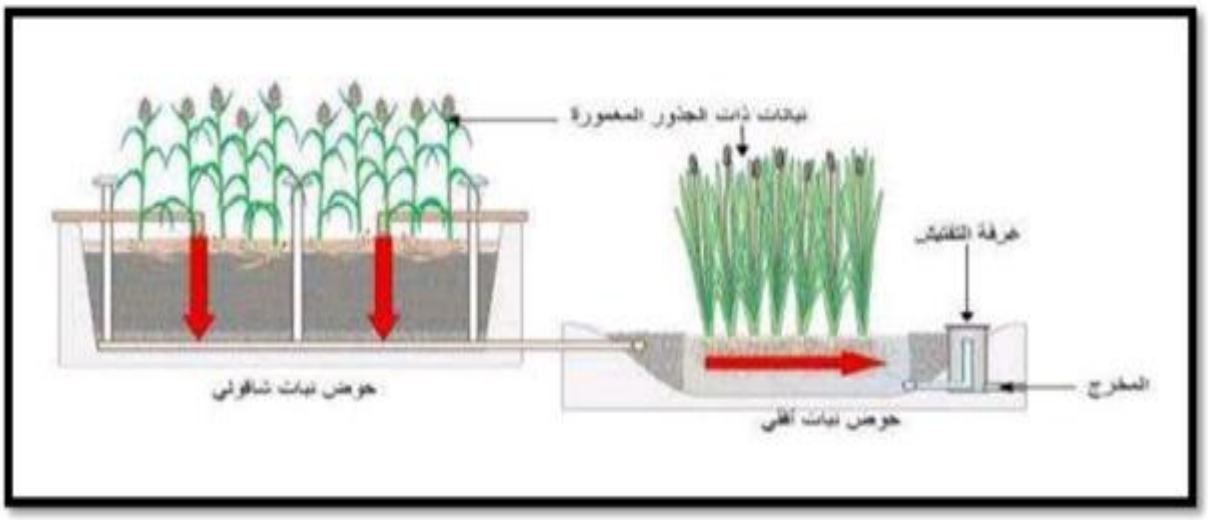
1.3.4معالجة المياه باستخدام النباتات

تُعرف أحواض المعالجة بالنباتات باسم (الزراعة الثابتة) أو المناطق الرطبة المُصنَّعة، حيث يتم تصميمها لمحاكاة الأنظمة الطبيعية. وتُملأ هذه الأحواض بطبقة من الحصى تليها طبقة من الرمل الناعم، والتي تعمل كدعامة للنباتات المزروعة.

بعد أن تخضع المياه الملوثة للمعالجة الأولية، يتم تمريرها إلى أحواض النباتات إما بشكل عمودي أو أفقي أو بالجمع بين الطريقتين

تُعد هذه الأحواض بديلاً فعالًا لمعالجة المياه العادمة في المجمعات الصغيرة، وكذلك مياه الصرف الزراعي أو الصناعي، كما يمكن استخدامها كمرحلة تكميلية في معالجة المياه المستعملة.

تساعد هذه الأحواض في تقليل تركيز العناصر الغذائية مثل الأزوت (N) والفسفور (P)، إضافةً إلى تفكيك المواد العضوية من خلال البكتيريا الهوائية الدقيقة، التي تنشط بفضل التهوية الطبيعية للتربة ووجود الأكسجين (O_2).



الشكل رقم (05): مخطط يوضح الأحواض المعالجة بالنباتات بنوعيها الأفقي و العمودي

2.3.4.عملية التطهير:

يُعد الكلور (Cl) أكثر المواد الكيميائية شيوعًا في تعقيم المياه، بينما يُعتبر الأوزون (O_3) بديلًا فعالًا، إلا أن تكلفته المرتفعة تجعله أقل استخدامًا بمفرده في عمليات التطهير. ومن أبرز فوائد الأوزون أنه يساعد في تقليل النواتج الجانبية الناتجة عن التعقيم.

أ. الكلور:

الكلور (Cl) هو غاز سام ذو لون أصفر مخضر، وهو أثقل من الهواء، ويُعد عاملًا مؤكسدًا قويًا يتفاعل مع معظم العناصر والمركبات. في الماء، يتفاعل الكلور بسهولة مع الأمونيا (NH_3) ليُكوّن الكلورامين (NHCl).

يُستخدم الكلور بشكل رئيسي في تعقيم المياه، حيث يعمل على القضاء على الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض من خلال التفاعل الكيميائي بين حمض الهيبوكلوروس (HOCl) وبنية الخلايا الميكروبية، مما يؤدي إلى تعطيل العمليات الحيوية داخلها.

يعتمد معدل التعقيم على عدة عوامل، تشمل:

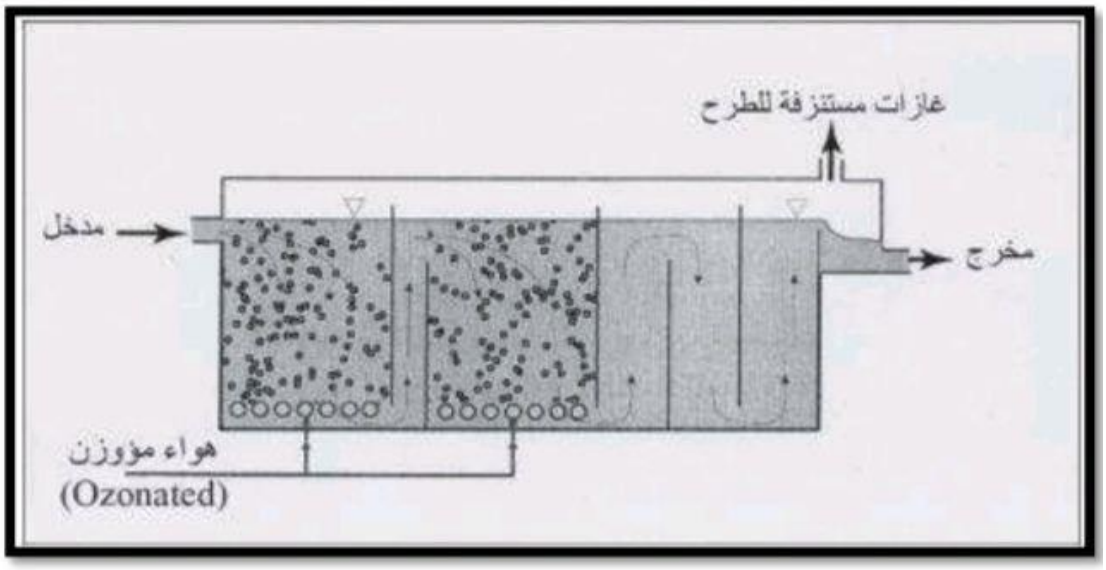
- تركيز الكلور وشكله المتبقي في الماء
- زمن التلامس بين الكلور والمياه
- درجة الحرارة (°C)

ب. الاوزون:

الأوزون كعامل مؤكسد ومعقم يُعد الأوزون (O_3) من أقوى عوامل الأكسدة، وهو معقم فعال قادر على إزالة الطعم والرائحة من المياه. يتميز الأوزون بسرعة تفاعله في تعطيل الكائنات الدقيقة وأكسدة الحديد (Fe)، والمنغنيز (Mn)، والكبريت (S)، والنتريت (NO_3)، إلا أن معدل أكسدته يكون أبطأ عند التعامل مع المواد العضوية مثل المبيدات الحشرية، والمواد الكيميائية العضوية الطيارة، والمركبات العضوية الأخرى.

على عكس الكلور (Cl)، الذي يتفاعل مع الماء (H_2O) لإنتاج مواد معقمة، يتفكك الأوزون في الماء ليُنتج الأكسجين (O_2) وجذور الهيدروكسيل الحرة، مما يسرّع من تفاعلات الأكسدة خلال زمن تماس قصير مقارنة بعملية الأكسدة بالكلور.

ونظرًا لأن الأوزون لا يترك متبقيات معقمة في المياه، فإنه من الضروري إضافة الكلور إلى مياه الشرب بعد معالجتها بالأوزون، وذلك لضمان وجود متبقي معقم يمنع نمو البكتيريا داخل شبكات توزيع المياه.



الشكل رقم(06) يوضح: رسم تخطيطي يوضح غرف ادخال الاوزون في عملية المعالجة

ج. ثاني أكسيد الكلور:(ClO_2)

يعد ثاني أكسيد الكلور مركبا اكثر فعالية من الكلور في القضاء على الكائنات الدقيقة المسببة لأمراض، خاصة في البيئات التي تحتوي على مواد عصوية عالية. كما يتميز بكونه اقل سمية من الكلور وله قدرة افضل في إزالة الروائح والمواد العضوية.

3.3.4 معالجة المياه باستخدام البحيرات الطبيعية:

تعتمد المعالجة بالبحيرات الطبيعية على عمليات التنقية الذاتية التي تحدث تلقائيًا داخل المسطحات المائية أو الأحواض، حيث تعمل الكائنات الحية الدقيقة على تحليل المواد العضوية وتحويلها إلى عناصر معدنية. توفر هذه الطريقة معدلات تنقية تصل إلى 90%، لكنها حساسة لدرجات الحرارة، مما يجعلها أقل كفاءة في المناطق الباردة.

تعتمد كفاءة التنقية على فترة مكوث المياه داخل الأحواض، حيث تُستخدم عادةً ثلاثة أحواض، لكن زيادة العدد إلى ستة أو ثمانية أحواض يُحسِّن عملية التطهير بشكل أكثر شمولًا.

ترتكز آلية التنقية الأساسية في البحيرات الطبيعية على عملية التركيب الضوئي، إذ يتعرض الجزء العلوي من الأحواض لأشعة الشمس، مما يُحفز نمو الطحالب التي تنتج الأكسجين (O_2) الضروري لتكاثر البكتيريا الهوائية. تقوم هذه البكتيريا بتحليل المواد العضوية وإنتاج ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، الذي يتفاعل مع الأملاح المعدنية الموجودة في المياه العادمة، مما يعزز نمو الطحالب. وبالتالي، هناك علاقة تكاملية بين البكتيريا والطحالب تُعرف باسم "الميكروفيت".

الجانب التطبيقي

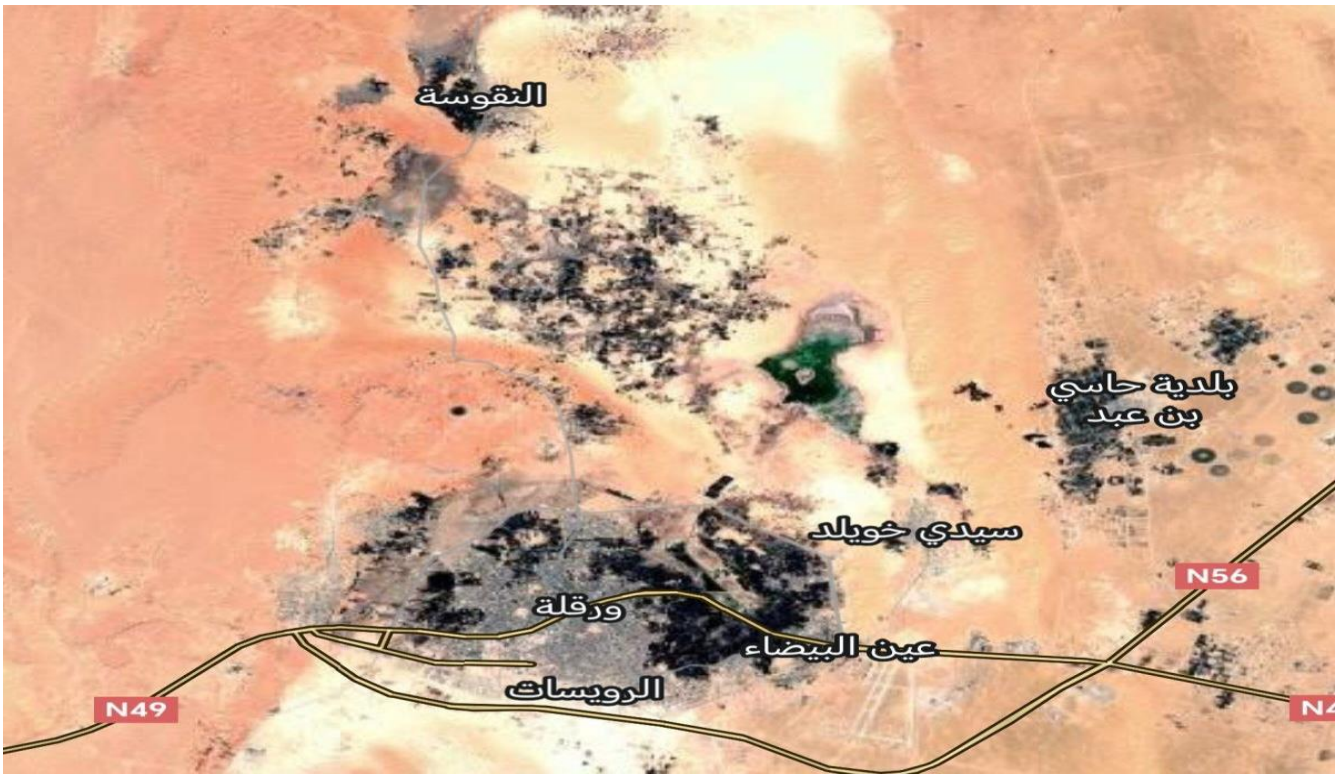
الفصل الثالث: تشخيص محطة معالجة مياه الصرف الصحي (النقوسة)

تمهيد:

محطة تطهير المياه بالنقوسة هي منشاة بيئية تقع في بلدية النقوسة، احدى بلديات ولاية ورقلة في الجنوب الشرقي للجزائر.

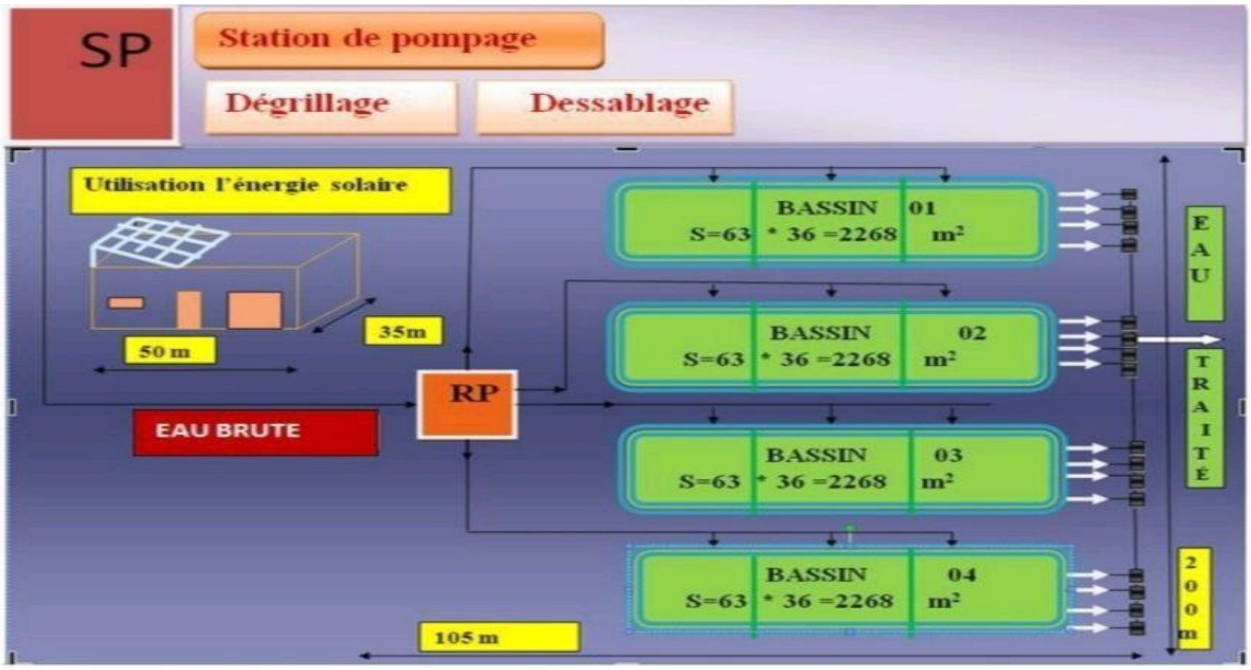
تعد هده المحطة جزءا من شبكة محطات التطهير التي تشرف عليها مؤسسة الديوان الوطني للتطهير ، والتي تهدف الى معالجة المياه المستعملة وتحسين جودة المياه في المنطقة. وفقا لبيانات وزارة الداخلية الجزائرية، بلغ عدد سكان ولاية ورقلة حوالي 708,463 نسمة في عام 2019. اما بلدية النقوسة فهي احدى البلديات التابعة لدائرة النقوسة، وتعتبر من المناطق دات الكثافة السكانية المنخفضة مقارنة بمناطق أخرى في الولاية

1ـ موقع محطة نقوسة



الصورة رقم(02) توضح: الموقع النقوسة بالنسبة لولاية ورقلة

مخطط رقم (07) يوضح موقع النقوسة على الخريطة



الشكل رقم (07) يوضح: مخطط عام لمحطة معالجة نفوسة

القدرة الاستيعابية: 11,000 مكافئ-ساكن

الصبيب الاسمي: 1,743 متر مكعب/اليوم

الصبيب المتوسط المعالَج: 800 متر مكعب/اليوم

زمن المكوث الهيدروليكي: 3 أيام لكل حوض

كثافة الغرس: بين 200 و250 نبتة من القصب لكل متر مربع

مساحة كل حوض:

63 م × 36 م = 2,268 م²

المساحة الإجمالية للأحواض:

2,268 م² × 4 = 9,072 م²

المساحة الإجمالية للمحطة:

(200 × 105) + (50 × 35) = 22,750 م²

نسبة الربط بشبكة الصرف الصحي: 80%

خصائص الشبكات:

طول المجاري بالجاذبية: 26 كلم

عمق الحوض: 80 سم

انحدار قاع الحوض المرشّح: 8% (يجب أن يسمح الجريان بالجاذبية بتفريغ كامل للمرشح)

2 ــ مراحل تشغيل المحطة

2ــ1 محطة الضخ:

تقع محطة الضخ شرق المحطة على بعد كيلومترين تخضع المياه أولا لمعالجة أولية في المحطة الإزالة الجزيئات والمواد الكبيرة، ومنع انسداد أنابيب التوزيع.

الصورة رقم(03) توضح محطة الضخ

2.2 الموزع

يقع في المحطة مزود بأربعة صمامات لتوزيع المياه الخام إلى الأحواض بالتناوب

الصورة رقم(04):توضح الموزع

3.2 الأحواض

يمر السائل عبر أحواض مختلفة مليئة بطبقة تصريف من الحصى والحصى والبوزولان ونباتات القصب التي تعمل كدعم للبكتيريا الهوائية والكائنات الحية الدقيقة الأخرى التي تحول المادة العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي.

الصورة رقم (05) توضح: فلتر مزروع بالقصب

تروى كل بركة على ثلاث مراحل على مدار ثلاثة أيام يروى الثلث الأول من البركة ليوم كامل ثم الثلث الثاني لليوم التالي، وأخيرا الثلث الأخير لليوم الثالث ثم تروى البرك الثانية والثالثة والرابعة بنفس الطريقة تتجمع المياه المعالجة أمام الحوض الثاني لإعادة استعمالها في ري أشجار المحطة ويتم تصريف الباقي نحو سبخة نقوسة.

الصورة رقم(06):يوضح نقطة تجميع المياه المعالجة

4-2 الخصائص والتعريفات

تم العثور على نبات القصب Phragmites communis في محطة الدراسة. وتستقر في الأماكن الطبيعية شديدة الرطوبة وفي الأراضي المالحة.

الصورة رقم (07) توضح القصب

لاسم العلمي: phargmites communis

الاسم الشائع: قصب

النوع البيولوجي: معمر

5-2 الوصف

نبات معمر ذو جذور زاحفة ويحمل العديد من السيقان العالية التي قد يصل ارتفاعها إلى

أربعة (04) أمتار. سيقان مستقيمة وصلبة أوراق خضراء مزرقة قصيرة, النورة بنية مائلة للصفرة، تتكون من عدد كبير جدا من السنبلات ,وتتواجد في المناطق الجغرافيا الحيوية في الأماكن الرطبة، وفي أحواض الأودية، والقنوات والمصارف وبالقرب من بساتين النخيل. فترة النمو الإزهار في أبريل ومايو.

6-2الاستخدام:

يتم قطع السيقان الطويلة وتجميعها لاستخدامها كمظلات واقية من الشمس وكأداة في صناعة السجاد التقليدي. كما أنها تستخدم في صناعة ريش الكتابة على الألواح القرآنية.

7-2 المواد والطرق

تم تنفيذ الجزء التجريبي من هذا العمل في مختبر محطة المعالجة ورقلة

2-8المنتجات الكيميائية

يجب أن تكون العينة متجانسة وممثلة ويتم الحصول عليها دون تغيير خصائصها.

نقاط العينة المختارة في هذه الدراسة هي:

مخرج محطة معالجة مياه الصرف الصحي في النقوسة لتحليل معايير التلوثMES .(.DCO DBO5 و 02 المذاب).

مخرجات مرشحات الجهاز التجريبي لتحليل معلمات التلوث (DCO MES DBO5 و O2

المذاب).

2-9فترة أخذ العينات

يتم أخذ العينات كل يومين لتحليل معايير التلوث.

3 ـ تقنيات تحليل المياه

هي مجموعة من الطرق والإجراءات العلمية المستخدمة لتحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه بهدف تقييم جودتها ومدى ملائمتها لمختلف الاستخدامات مثل الشرب , الزراعة , الصناعة , او تصريف المياه .

الصورة رقم(08) توضح: الأدوات المستخدمة في تحليل العناصر الموجودة في الماء

1.3 قياسDCO

يتكون قياس هذه المعلمة من:

- أضف 2 مل من العينة إلى أنبوب كاشف DCO

رج الأنبوب المغلق ثم ضعه في الترموستات (المفاعل) ثم قم بتسخين العينة إلى 148

درجة مئوية لمدة ساعتين.

اترك العينة لتبرد في الهواء الطلق لمدة 15 دقيقة حتى تصل درجة الحرارة إلى درجة حرارة الغرفة.

- ضع الأنبوب في جهاز قياس الطيف الضوئي DR 2800 وقم بقراءة محتوى DCO بوحدة .mg/l

2.3 قياس DBO_5

يتطلب قياس DBO_5معرفة المعلومات المجمعة في الجدول

عامل بيئي	الحجم (مل)	ملج لترDCO	حمولة ملوثة
1	432	0 –40	ضعيف جدا
2	5و3	40-80	ضعيف
5	250	80-200	متوسط
10	164	200-400	فوق المتوسط
20	97	400-800	محملة قليلا
50	5و43	8000-2000	مشحونة
100	7و22	200-4000	محملة كثيرا

الجدول رقم(01): يوضح حجم العينة حسب DCO

يتكون قياس هذه المعلمة من:

قم بإدخال الشريط المغناطيسي (المحرك) وقرصي هيدروكسيد الصوديوم الامتصاص ثاني أكسيد الكربون الذي تطلقه الكائنات الحية الدقيقة وبضع قطرات من مثبط النترتة.

قم بربط رأس القياس على الزجاجات (510) مل بي).

اضغط على مفتاحي ((SM) في نفس الوقت لمدة 3 ثوان حتى تظهر الرسالة . (00).

تحفظ في الثلاجة عند درجة حرارة 20 درجة مئوية لمدة خمسة أيام.

قراءة القيمة المعروضة بعد خمسة أيام وتطبيق المعامل على القيمة الفعلية. سيتم تسجيل هذا الفرق في

الضغط بواسطة OXI TOP وتحويله إلى DBO_5 (مجم / لتر) بمجرد ضربه بعامل التخفيف. إن تحديد DCO ضروري لمعرفة الأحجام التي سيتم تحليلها لحجم DBO_5 لعينة الاختبار:

قارئ × عاملDBO_5 (ملغ / لتر)

بالنسبة لمياه المناطق الحضرية. أدخل كمية المياه التي يجب تحليلها وفقا للجدول بناء على

DCO قيمة.

الصورة رقم(09): توضح جهاز قياس DBO

3.3 المواد الصلبة العالقة (SS)(طريقة الترشيح)

تحديد محتوى المواد العالقة في المياه المعالجة والخام

4.3 تحضير المرشحات بالماء المقطر:

- اغسل الفلتر بالماء المقطر.
- ضعي الفلتر في الفرن على درجة حرارة 105 درجة مئوية لمدة ساعتين.
- اتركه ليبرد في المجفف

5.3 ترشيح العينة:

- ضع الفلتر (الجزء الأملس في الأسفل) على دعامة الفلتر.
- رج زجاجة العينة.
- صب حجم 100 مل من العينة في الاسطوانة المدرجة.
- تم تصفية العينة.
- شطف الجدران الداخلية للأسطوانة المدرجة بالماء المقطر
- قم بإزالة ورق الترشيح بعناية باستخدام الملقط.

- ضعي الفلتر في الفرن على درجة حرارة 105 درجة مئوية لمدة ساعتين.

-اتركه ليبرد في المجفف.

- وزن الفلتر.

يتم تحديد وزن المواد المحتفظ بها عن طريق فرق الوزن. نحن نحسب محتوى

$$MES = \frac{1000 \times (M1-Mo)}{V}$$

MES: تركيز المواد العالقة (ملغ/ل)

1M: كتلة الورقة بعد التجفيف (ملغ)

0M : كتلة الورقة فارغة (قبل الترشيح)

V : حجم العينة التي تم ترشيحها (مل لتر)

الصورة رقم (10): توضح جهاز الترشيح الفراغي

6.3 قياس الموصلية الكهربائية (EC)، والملوحة (Sal)، ودرجة الحرارة (T)، والرقم الهيدروجيني(pH)والأكسجين المذاب

لقد استخدمنا الطريقة الجهدية وهذه كلها طرق تعتمد على قياس الجهد باستخدام نظام من الأقطاب الكهربائية ومقياس الجهد القياس المباشر للجهد عند القطب المؤشر بالنسبة للقطب المرجعي. وبمجرد معايرة النظام يصبح من الممكن قياس تركيز العينة بشكل مباشر. يتكون هذا الإجراء من

- التحقق من معايرة الجهاز باتباع الإجراء المرفق.

اغمر القطب في المحلول المراد تحليله

ننتظر حتى تستقر القيمة قبل قراءة التركيز.

-قراءة EC التي يتم عرضها على مقياس الموصلية معبرا عنها بـ (us/cm) والملوحة معبرا عنها بـ ((mg/l) ودرجة الحرارة (C) والرقم الهيدروجيني الذي يتم عرضه على مقياس الرقم الهيدروجيني والأكسجين المذاب الذي يتم عرض نسبة الأكسجين في الدم على جهاز قياس الأكسجين بالوحدات ملجم التر.

اشطف القطب الكهربائي جيدا بعد كل استخدام وقم دائما بتخزين القطب الكهربائي في

ماء منزوع المعادن.

صورة رقم (11) جهاز قياس الموصولية صورة رقم (12) جهاز قياس الاوكسجين صورة رقم (13) جهاز ضبط الرقم الهيدروجيني

3- 7 الهدف:

تهدف هذه التجربة إلى تحسين المياه المعالجة بواسطة محطة النقوسة بشكل أكبر من أجل جودة مياه أفضل وبالتالي استخدام أوسع للمياه المعالجة للزراعة أو الصناعة أو تغذية المياه الجوفية.

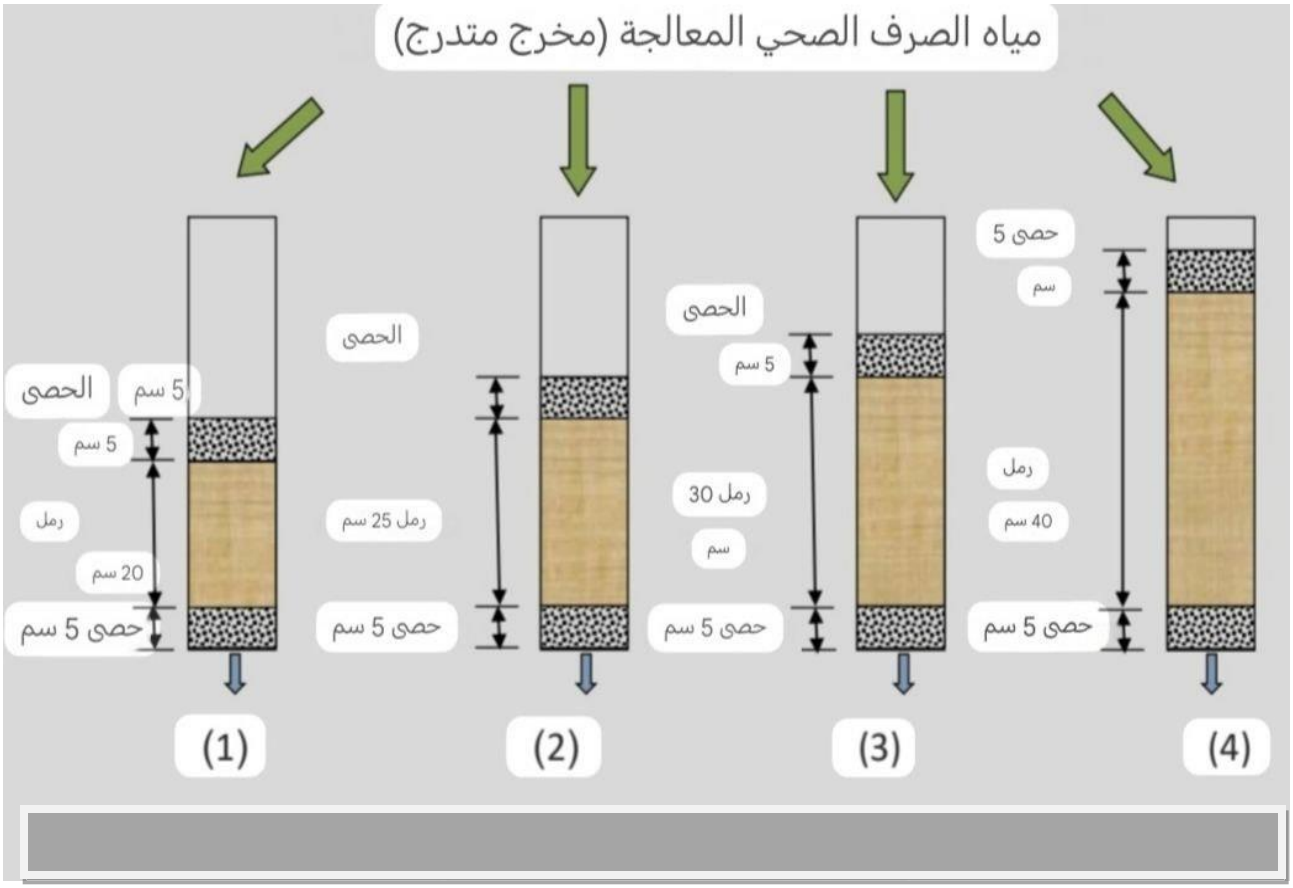
وكذلك الحفاظ على البيئة والصحة العامة وذلك باستخدام فلتر الرمل والحصى.

3- 8 وصف التجربة

في التجربة تم استخدام فلتر الحصى والرمل من منطقة سيدي خويلد.

وعندما تم صنع اربع 4 فلاتر تم وضع في كل فلتر طبقة من الحصى الصغير في الأسفل ثم طبقة الرمل

ثم طبقة أخرى من الحصى الصغير كما هو موضح بالشكل التالي:



الشكل رقم (08) يوضح: مخطط توضيحي للجهاز التجريبي

1. نوعية المياه الخام في المحطة

يتم عرض نتائج تحليل معلمات DCO و DBOلمياه الصرف الصحي عند مدخل ومخرج المحطتين الممثلتين في الجدولين.

1.2 عامل التلوث الرقم الهيدروجيني

❖ **عند المدخل**

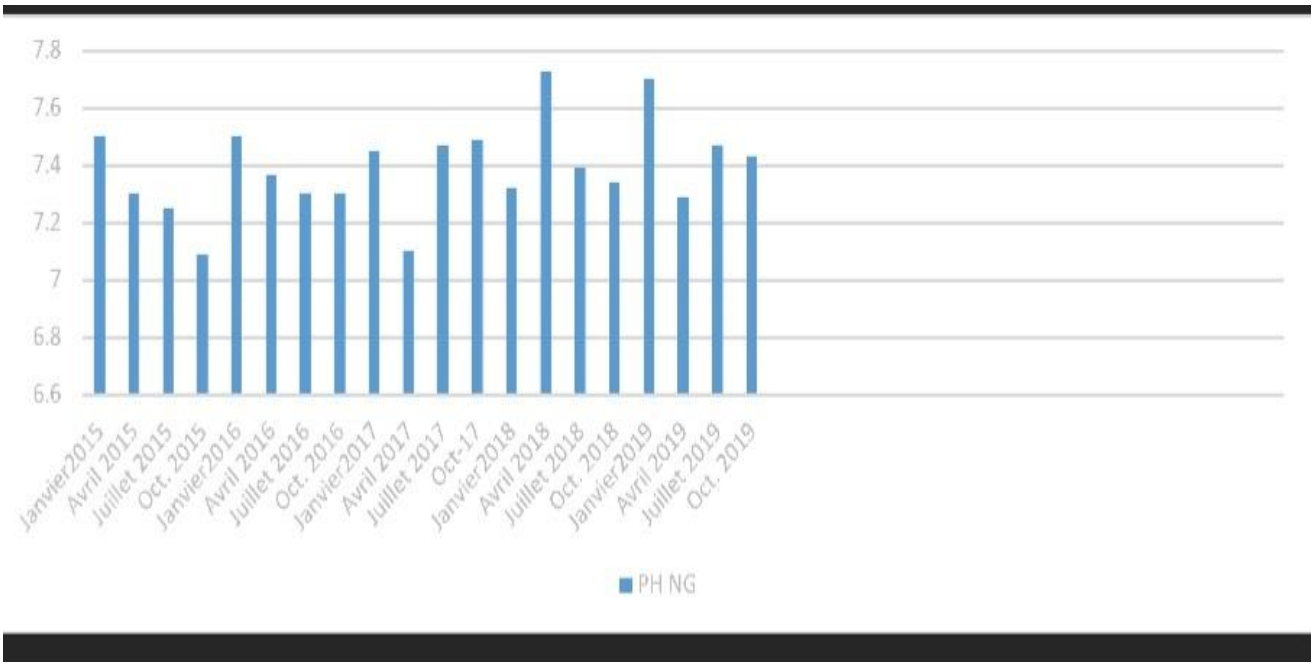
سجلت محطة النقوسة أدنى قيمة بلغت 7.09 في أكتوبر 2015

وأعلى قيمة بلغت 7.73 في أبريل 2018.

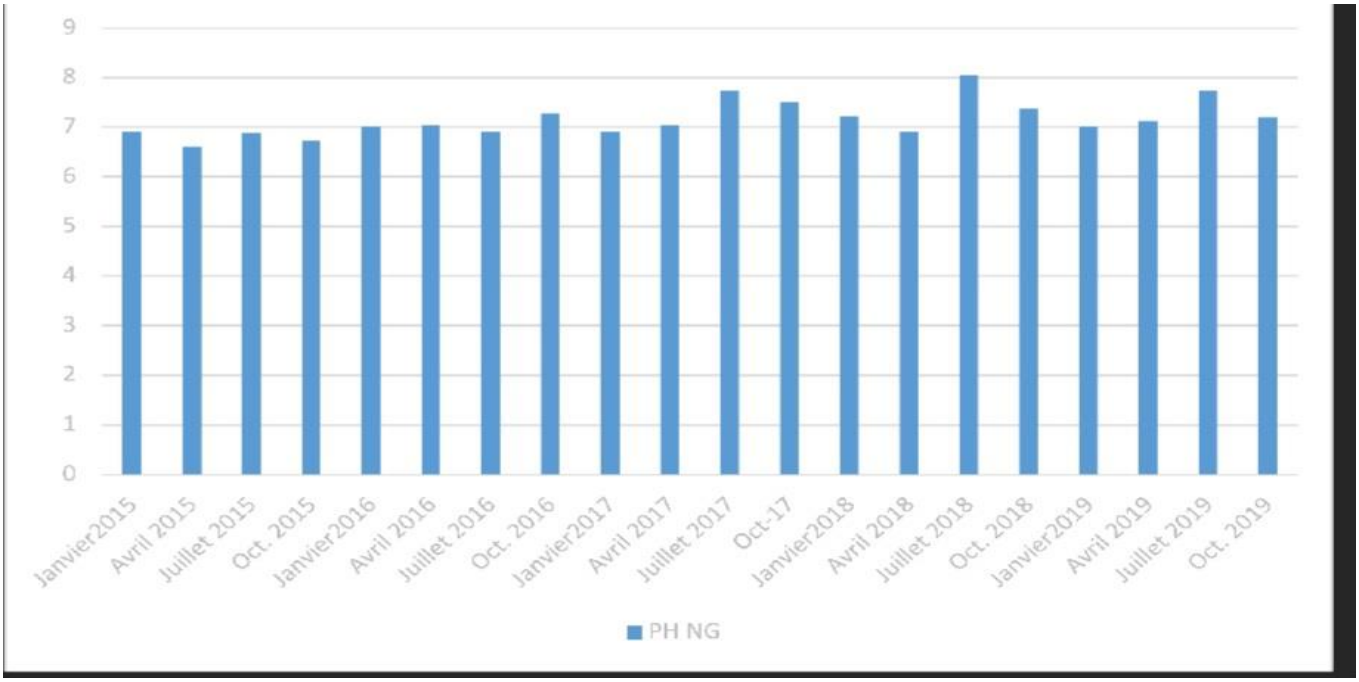
❖ **عند الخروج**

هناك انخفاض في معامل الرقم الهيدروجيني حيث ينتقل من متوسط قيمة الرقم الهيدروجيني = 7.38 عند المدخل إلى متوسط قيمة الرقم الهيدروجيني = 7.15 عند مخرج محطة النقوسة. إما 8.5 > pH >6.5 مما يعني أن هذه القيم مطابقة للمعايير

الجزائرية للمياه المعالجة المخصصة للري.



الشكل رقم (09) يوضح: منحنى بياني لدرجة حموضة المياه الخام



الشكل رقم (10) يوضح: منحنى بياني لتطور درجة حموضة المياه المصفاة

.

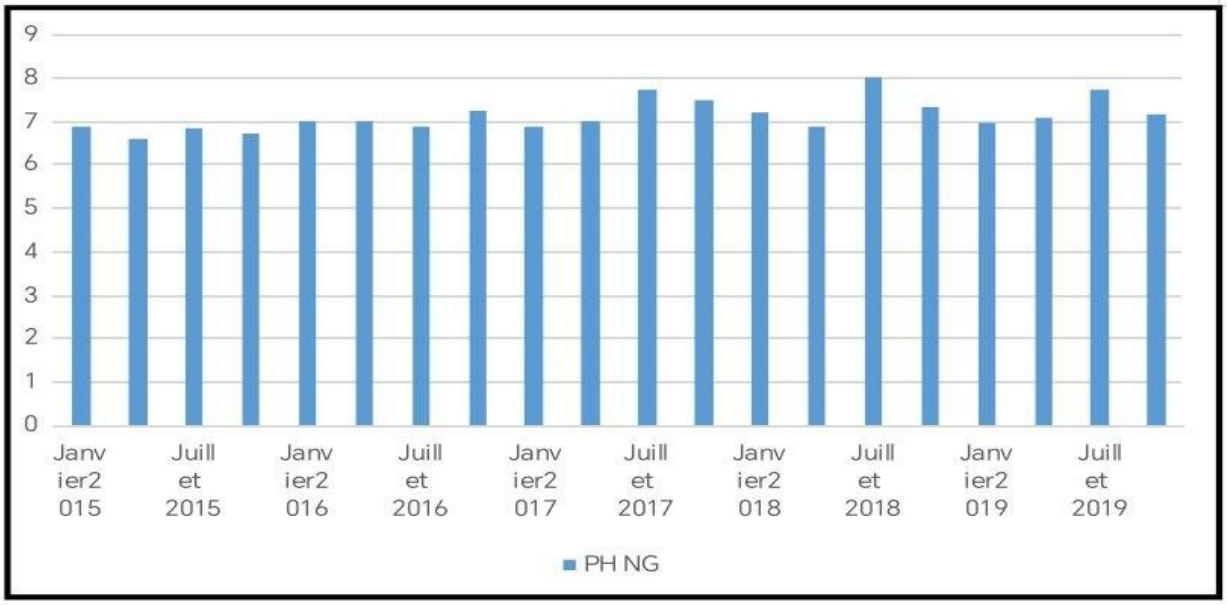
1-3 عامل التلوث درجة الحرارة T (C°)

❖ **عند المدخل**

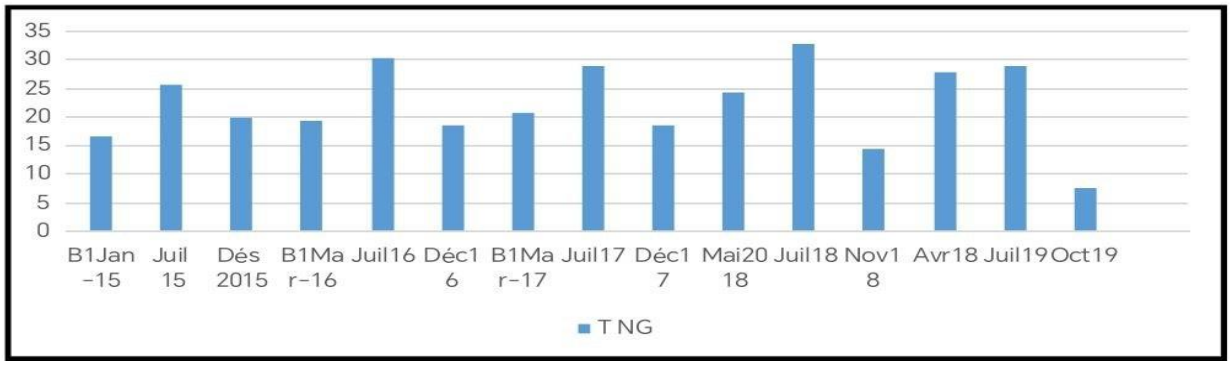
سجلت محطة نقوسة أدنى قيمة 15 درجة مئوية في نوفمبر 2018 وأعلى قيمة 34.30 درجة مئوية في شهري يونيو ويوليو 2018.

❖ **عند الخروج**

هناك انخفاض ملحوظ في عامل T، والذي يتراوح من القيمة المتوسطة T23.58" C عند المدخل إلى القيمة المتوسطة T-23.03" C عند الخروج من محطة النقوسة



الشكل رقم (11)يوضح: منحنى بياني لتطور درجة حرارة المياه الخام



الشكل رقم (12) يوضح: منحنى بياني لتطور درجة حرارة المياه المصفاة

4-1عامل التلوث الموصولية الكهربائية

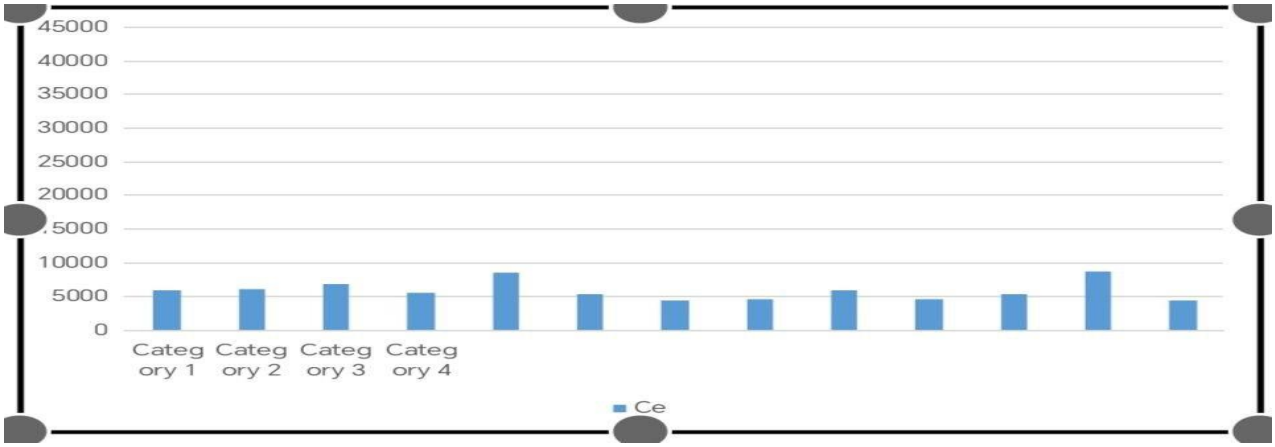
❖ **عند المدخل**

وبفضل هذه النتائج سجلت محطة النقوسة أدنى قيمة للتوصيل الكهربائي 4480 ميكروثانية/سم خلال شهري يوليو ويوليو 2017.

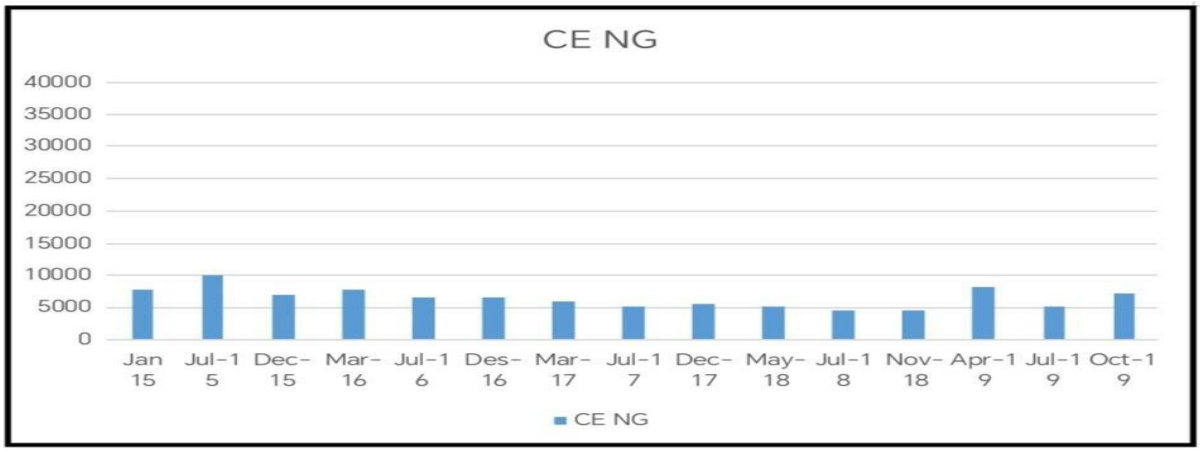
أغسطس 2019، وأعلى قيمة كانت 10390 ميكروثانية/سم، في يناير 2019.

❖ **عند الخروج**

نلاحظ زيادة في عامل CE الذي ينتقل من متوسط قيمة CE = 6233 µs/cm عند المدخل إلى متوسط قيمة CE = 6578.66 µs/cm عند المخرج. من محطة النقوسة



الشكل رقم(13) يوضح: منحنى بياني لتطور موصولية المياه الخام



الشكل رقم(14) يوضح: منحنى بياني لتطور موصولية المياه المصفاة

5-1عامل التلوث DCO

❖ **عند المدخل**

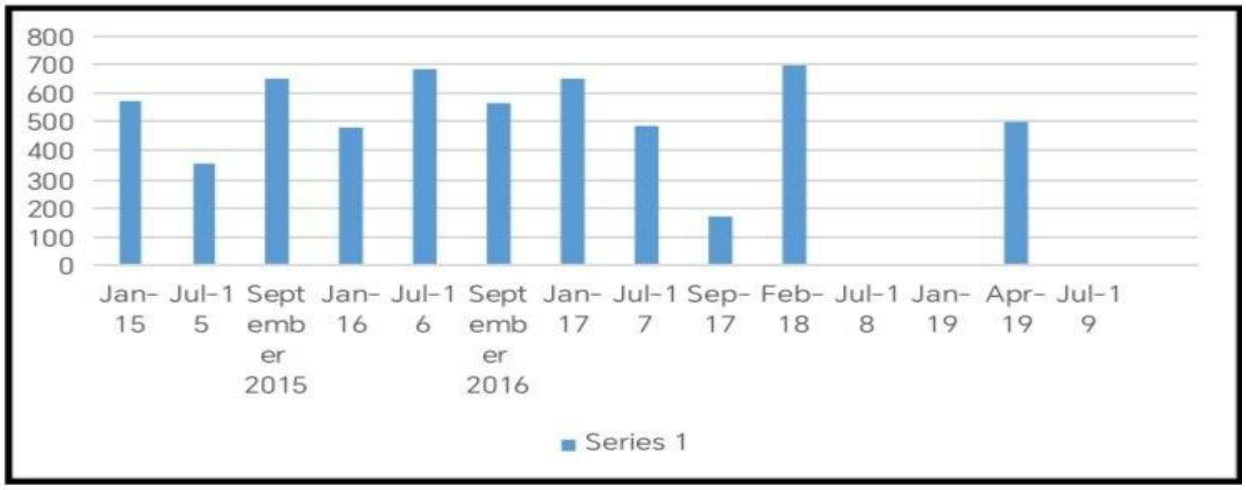
من جهة أخرى، سجلت محطة نقوسة أدنى قيمة بلغت 170 ملغم/لتر في سبتمبر/أيلول 2017، وأعظم قيمة بلغت 687 ملغم/لتر في يوليو/تموز 2016.

❖ **عند الخروج**

هناك أيضًا انخفاض ملحوظ في عامل DCO ، والذي ينتقل من قيمة متوسطة 530 = [DCO] مجم/لتر عند المدخل إلى قيمة متوسطة

73.04] ملغم/لتر عند مخرج النقوسة

وبالتالي فإن IDCO هو < 90 ملغم/ل، أي أن هذه القيم تتوافق مع المعايير الجزائرية للمياه المعالجة المخصصة للري في نقوسة.



الشكل رقم(15) يوضح: منحنى بياني لتطور الطلب الكيميائي على المياه الخام

الشكل رقم(16) يوضح: منحنى بياني لتطور الطلب الكيمائي على الاكسجين للمياه المصفاة

1-6عامل تلوث الطلب البيولوجي البيو كيميائي (DBO_5)

❖ **عند المدخل**

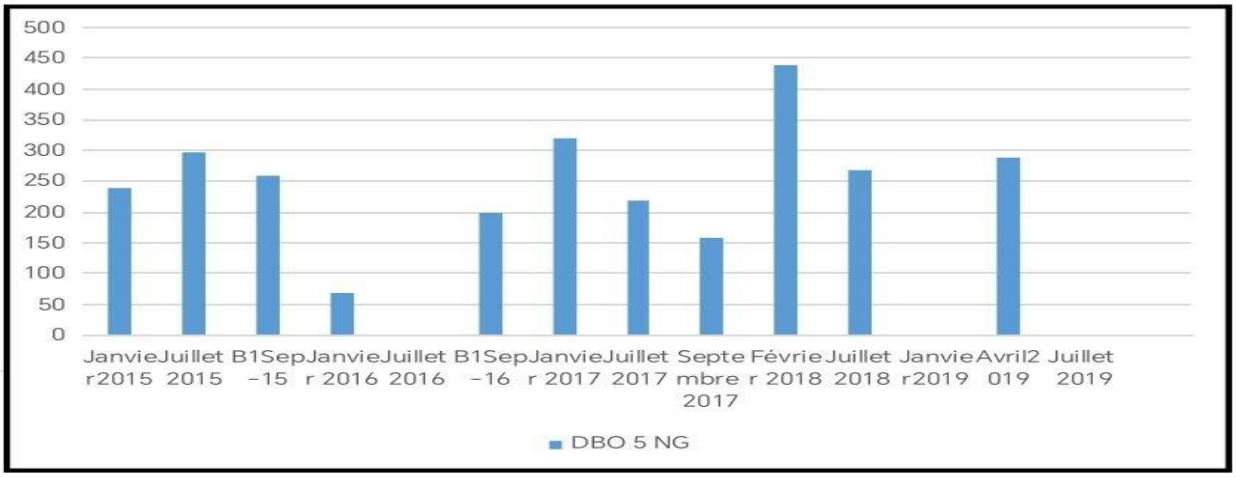
بلغ متوسط تركيز عامل DBOs 229 ملغم/لتر في محطة نقوسة

تم تسجيل أدنى قيمة عند 70 ملغم/لتر في يناير 2016، وتم تسجيل أعلى قيمة عند 440 ملغم/لتر في شهري يناير وفبراير 2018، في محطة نقوسة.

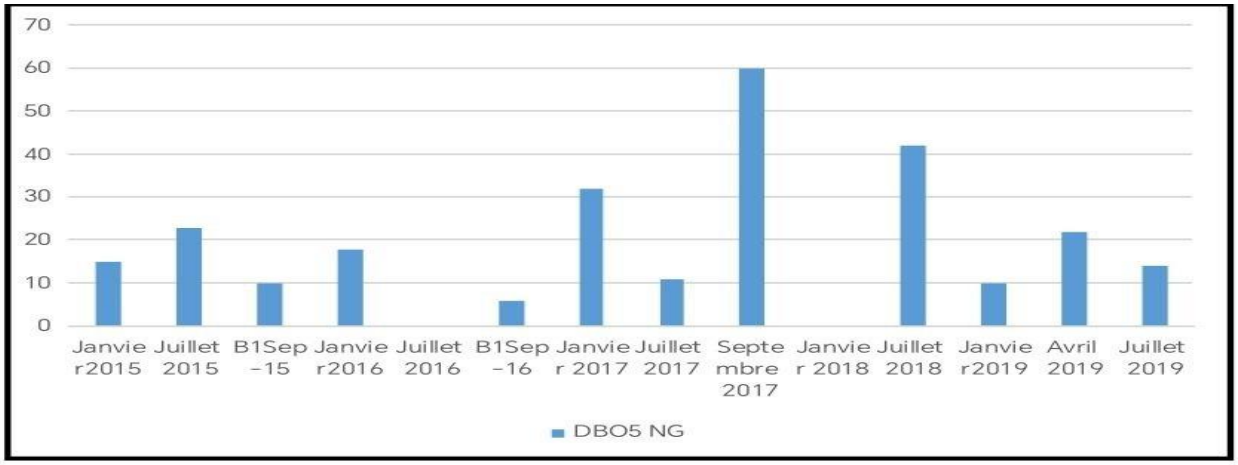
❖ **عند الخروج**

هناك أيضًا انخفاض ملحوظ في عامل DBOS، والذي يذهب من متوسط قيمة 229 = [DBOs] مجم/لتر عند المدخل إلى متوسط قيمة 21.91 = [DBOs]ملجم/ل عند مخرج محطة نقوسة.

لذا فإن 30> [DBO5] ملغ/ل، مما يعني أن هذه القيم تتوافق مع المعايير جزائري للمياه المعالجة المخصصة للري في محطة النقوسة



الشكل رقم(17) يوضح: منحنى بياني لتطورDBO_5 للمياه االخام



الشكل رقم(18) يوضح: منحنى بياني لتطورDBO_5 لمياه الصرف الصحي

7-1تقييم المواد الصلبة العالقة

❖ **عند المدخل**

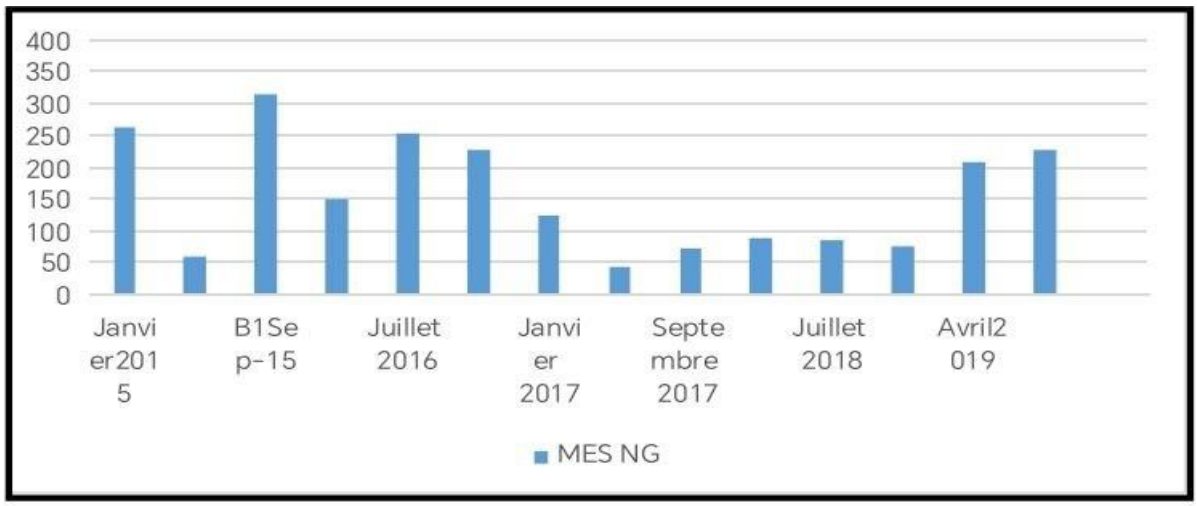
بلغ متوسط تركيز عامل في محطة نغوسة MES 158.25 ملغم/لتر

تم تسجيل أدنى قيمة عند 61 ملغم/لتر في يوليو 2015، وتم تسجيل أعلى قيمة عند 317 ملغم/لتر في سبتمبر 2015، في محطة نقوسة.

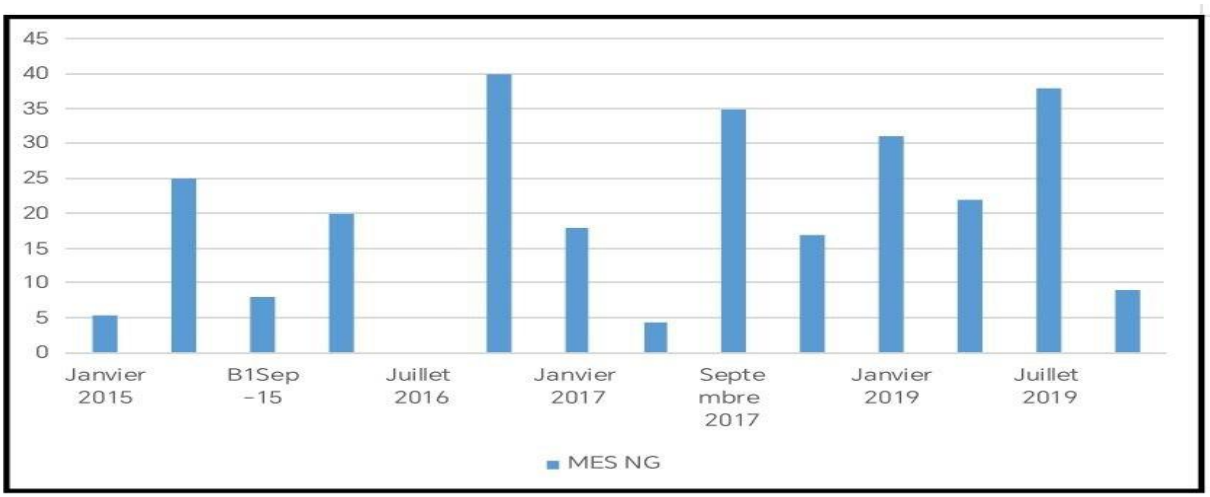
❖ **عند الخروج**

ونلاحظ أيضًا انخفاضًا ملحوظًا في عامل MES، والذي يتراوح من قيمة

متوسط MES 158.25 ملغم/لتر عند المدخل إلى متوسط قيمة MES 21 ملغم/لتر عند مخرج محطة النقوسة. لذا فإن MES < 30 mg/l، مما يعني أن هذه القيم تتوافق مع المعايير جزائري للمياه المعالجة المخصصة للري في محطة النقوسة



الشكل رقم(19) يوضح: منحنى بياني لتطور MES للمياه الخام



الشكل رقم(20) يوضح: منحنى بياني لتطورMES للمياه المصفاة

الفصل الرابع: تحديد أبعاد المحطة باستعمال الاوحال النشطة

تمهيد

يعتمد تحديد أبعاد محطة التطهير أساسا على الحمولة الابتدائية الداخلة للمحطة وتركيزها (DBO_5,MES,DCO) بدلالة التدفق المحسوب سابقا حيث نميز ثلاثة مراحل لحساب المنشات وهي كمايلي:

- ✓ المرحلة الأولى: تحديد أبعاد منشات مدخل المياه و منشات المعالجة الأولية.
- ✓ المرحلة الثانية: تحديد أبعاد منشات المعالجة البيولوجية المختارة (أحواض المعالجة بالوحل)
- ✓ المحلة الثالثة:تحديد أبعاد المعالجة المتقدمة ومتمثلة في عملية التعقيم بالكلور.

1- التقدير الكمي و النوعي:

1.1 الجانب الكمي:

كمية المياه الداخلة إلى محطة تطهير المياه المستعملة الناتجة عن مختلف النشاطات وهي مرتبطة بعدد السكان ومستوى المعيشي والمرافق الموجودة في المنطقة من اجل كل هذا يجب علينا تحديد عدد السكان و الاحتياجات المياه الصالحة لشرب كذلك مختلف تدفقات المياه المستعملة .

أـــ تحديد مدى الدراسة:

المدى الحالـــي 2025 -2035
المدى المتوسط 2035- 2045
المدى البعيـــد 2045 -2055

ب ـ تحديد عدد السكان:

لتحديد عدد السكان للمدى المتوسط و البعيد نطبق قانون الزيادة السكانية التالي :

$$P_n = P_o(1+t)^n$$

حيث:

P_n : هو عدد السكان في المدى المستقبلي.

P_o : هو عدد السكان في المدى الحالي

t : هي نسبة التزايد في عدد السكان و التي تقدر ب: 2.81

n : الفرق السنوي بين المديين

الجدول رقم (04) : يوضح عدد السكان حسب مدى الدراسة .

المدى	2008	2025	2035	2045	2055

عدد السكان	16581	26559	35040	46229	60991

ج ـ تقدير التدفقات:

ـ حساب تدفقات مياه الشرب :

الاستهلاك المتوسط اليومي Q_{domj} :

$$Q_{moyj} = Q_{domj} + Q_{éqj} \left(m^3 / j\right)$$

$$Q_{domj} = \frac{N \times D}{1000} \quad \left(m^3 / j\right)$$

حيث:

Q_{domj} : الاستهلاك المتوسط اليومي للمياه المنزلية (م^3/يوم)

$Q_{éqj}$: الاستهلاك المتوسط اليومي لمياه المرافق (م^3/يوم) ويقدر بـ 30% من تدفق المياه المنزلية

$$Q_{éqj} = 0.3 \times Q_{domj}$$

N :عدد السكان

D : الاستهلاك الوحدوي

الجدول رقم (05) يوضح: تقدير احتياجات مياه الشرب

	المدى الحالي		المدى المتوسط		المدى البعيد	
المدى	2520	3520	3520	4520	4520	5520
عدد السكان	26559	35040	35040	46229	46229	60991
نسبة التزايد %	2.81					
الاستهلاك الوحدوي ل/ثا	200					
الاستهلاك المنزلي م^3/يوم	.53118	7008	7008	9245.8	9245.8	12198.2
استهلاكات المرافق م^3/يوم	.159354	2102.4	2102.4	2773.7	2773.7	3659.46
الاستهلاك المتوسط اليومي م^3/يوم	.690534	9110.4	9110.4	12019.5	12019.5.	15857.66
مكافئ عدد السكان	34527	45552	45552	60098	60098	79288

د ـ تدفق مياه المستعملة :

و يحسب كما يلي:

- التدفق اليومي المتوسط للمياه المستعملة $Q_{moy\,J}$ (م^3/يوم)
- التدفق الاقصى اليومي $Q_{\max\,j}$ (م^3/يوم)
- التدفق المتوسط الساعي Q_h (م^3/سا)
- التدفق الحدي Q_p (ل/ثا)

1- تدفق المياه المستعملة:

$$Q_J = D \times N \times K_r$$

N *:عدد السكان*

D *: الاستهلاك الوحدوي*

K_r :معامل (0.7 -0.9) وفي هذه الدراسة نأخذ K_r =0.8

2- التدفق الأقصى اليومي $Q_{\max\,j}$:

$$Q_{\max\,j} = Q_{moy\,J} \times K_J \ \left(m^3 / j\right)$$

K_J :معامل تدعيم ونأخذ $K_J = 1.3$

3- التدفق الساعي Q_h :

$$Q_h = Q_{moy\,J} / 16 \ \left(m^3 / h\right)$$

4-التدفق الحدي: Q_p

$$Q_P = Q_{moy\,J} \times K_P \ \left(l / s\right)$$

Kp : معامل الحدة ويحسب كما يلي:

اذا كان $2.8 \geq Q_{moy\,J}$ (ل/ثا) فإن $Kp = 3$ اذا

كان $2.8 \leq Q_{moy\,J}$ (ل/ثا) نستعمل العلاقة التاليه:

$$Kp = 1.5 + (2.5/\sqrt{Q_{moy\,j}}) \qquad \left(l / s\right)$$

الحسابات الخاصة بتدفقات المياه المستعملة ملخصة في الجدول الاتي:

الجدول رقم: (06) يوضح تقدير تدفق المياه المستعملة

	المدى الحالي		المدى المتوسط		المدى البعيد	
المدى	2520	3520	3520	4520	4520	5520
عدد السكان	26559	35040	35040	46229	46229	60991
نسبة التزايد	2.81					
Krمعامل الصرف	0.8					
الاستهلاك المتوسط اليومي م^3/يوم	.690534	9110.4	9110.4	12019.5	12019.5	15857.66
التدفق المتوسط اليومي المصرف م^3/يوم	5524.27	7288.32	7288.32	9615.6	9615.6	12286.12
التدفق المتوسط اليومي المصرف ل/ثا	63.93	84.35	84.35	111.29	111.29	142.19
التدفق الاقصى اليومي للصرف م^3/يوم	7181.55	9474.81	9474.81	12500.28	12500.2	15971.95
Kpمعامل الحدة	1.81	1.77	1.77	1.73	1.73	1.70
Q_{pt}التدفق الحدي (ل/ثا)	115.71	149.29	149.29	192.53	192.53	241.72

2.1 الجانب النوعي:

- **تقدير الحمولة الملوثة:**

الحمولة الملوثة للصرف الصحي تمثل كمية التلوث خلال مجال معروف من الزمن و تقدر بـ كغ/يوم.

الحمولة الملوثة لـ DBO_5 :

$$C_{JDBO_5} = Q_{moy\,J} \times Laconcentrationen DBO_5$$

الحمولة النوعية:

هي قيمة وسطية للملوثات في المياه المستعملة وتقدر بـ غ/شخص/يوم.و تعطي كما يلي:

DBO_5= 60 g/hab/j

DCO_5= 120 g/hab/j

MES= 70 g/hab/j

- **التراكيز المكافئه:**

من اجل حساب الحمولة الملوثة نستعمل العلاقة التالية:

$$L = C_i \times N_{eq-ha} \ (kg / j) \quad [09]$$

حيث:

L:الحمولة النوعية للشخص (غ/شخص/يوم)

N_{eq-hab}: *مكافي عدد السكان*

الجدول رقم(07) يوضح: الحمولة الملوثة المكافئة بـ كغ/يوم

العوامل	DBO_5(g/hab/j)	DCO (g/hab/j)	MES(g/hab/j)
الحمولة النوعية(غ/يوم/شخص)	60	120	70
مكافي عدد السكان	79288		
الحمولة الملوثة(كغ/يوم)	4757.28	9514.56	5550.16

من اجل حساب التركيز المكافئ نستعمل العلاقة التالية:

$$C_{éq} = \frac{L}{Q_{\max}} \ (mg / l) \quad [09]$$

حيث:

Q_{maxr}:التدفق الأقصى اليومي(م^3 / يوم)

الجدول رقم:(08) يوضح تركيز الحمولة الملوثة

العوامل	DBO_5(g/hab/j)	DCO (g/hab/j)	MES(g/hab/j)
الحمولة الملوثة (كغ/يوم)	4757.28	9514.56	5550.16
التدفق الاقصى اليومي(م3/يوم)	15971.95		
تركيزالحمولة الملوثة مغ/ل	297.85	595.7	347.49

3ـ المعطيات الأساسية لتحديد أبعاد المحطة:

المعطيات الأساسية التي نحتاجها لتحديد أبعاد محطة التطهير ملخصة في الجدول التالي:

جدول رقم(09) يوضح: معطيات الأساسية لتحديد أبعاد المحطة:

المدى	2055	
عدد مكافئ السكان	79288	
الحمولة الملوثة		
حمولة DBO_5	غ/ شخص/يوم	60
	كغ / يوم	4757.28
	مغO_2 / ل	297.85
حمولة DCO	غ/ شخص/يوم	120
	كغ / يوم	9514.56
	مغO_2 / ل	595.7
حمولة MES	غ/ شخص/يوم	70
	كغ / يوم	5550.16
	مغO_2 / ل	347.49
تدفقات المياه المستعملة		
التدفق الأقصى للصرف $Q_{max\ r}$	$م^3$/يوم	15971.95
	ل/ثا	184.86
التدفق الحدي Q_{pt}	$م^3$/يوم	20884.6
	ل/ثا	241.72

4. تحديد أبعاد منشات المعالجة:

1.4 تحديد أبعاد منشات المعالجة الأولية:

المعالجة الأولية تشمل :

*الغربلة الآلية .

*حوض لنزع الرمال.

*نازع الزيوت والشحوم.

1.1.4 الغربلة الآلية:

نختار الحاجز الآلي ، ولتحديد أبعاد الحاجز نستعمل علاقة كيرشمار:

$$Q = (1 - \beta) \times S \times V \times \quad [09]$$

S : المساحة الصغرى للحاجز (م2) $S = L.\ l\ (m^2)$

L: الطول المبلل للحاجز (م)

l: عرض الحاجز (م)

V: سرعة العبور المتوسطة محصورة بين 0.6 ÷ 1 (م / ثا)

τ: معامل الانسداد = 0.5 بالنسبة حاجز ميكانيكي

E: مساحة الفراغ بين قضبان الحاجز وتعطى بالنسبة للحاجز الآلي (15÷40) مم ونأخذ E = 20 مم

e: سمك قضبان الحاجز و يعطى (1÷2) سم و نأخذ E= 2 سم

تطبيق عددي:

$$(1-\beta) = 1 - \frac{e}{e+E}$$

$$(1-\beta) = 1 - \frac{20}{20+20} = 0.5$$

$$Q_{pt} = 0.277 m^3/s$$

$$V = 1 m/s$$ بالنسبة للغربال الآلي

$$S = \frac{Q_{pt}}{V(1-\beta)\tau} = \frac{0.277}{0.5 \times 0.5} = 1.1 m^2$$

- **الطول المبلل للحاجز:**

$$h_{max} = 0.5$$
$$\alpha = 60^{\circ}$$

$$L = \frac{h_{max}}{\sin \alpha} = 0.57 \approx 0.6m$$

- **عرض الحاجز:**

$$S = L.\,l \ \ (m^2)$$

$$l = \frac{S}{L} = \frac{1.1}{0.6} = 1.83m$$

- **ضياع الحمولة:**

$$\Delta H = C \times \frac{V^2}{2g}$$

$$C = \alpha \left(\frac{e}{E} \right)^{4/3} \times \sin \alpha \quad [05]$$

β : معامل يدل على شكل قضبان الحاجز ونأخذه= 2.42 (شكل مستطيل)

$$C = 2.42 \left(\frac{20}{20} \right)^{4/3} Sin60^{\circ} = 2.09m$$

$$\Delta h = \frac{2.09(1)^2}{2 \times 9.81} = 0.1m$$

- **عدد الوحدات:**

$$U = \frac{L}{(e+E)} = \frac{0.6}{40} \times 10^3 = 15unite$$

- **عدد القضبان:**

$$n = U + 1 = 15 + 1 = 16barreax$$

- **العرض الصافي للمساحة الفراغ بين القضبان:**

$$p = U \times e = 20 \times 0.015 = 0.03m$$

جدول رقم (10) يوضح: تلخيص خصائص الحاجز

التعين	الوحدة	القيمة
سمك القضبان (مم)	مم	20
الفراغ الفاصل بين القضبان	مم	20
المساحة الصغرى	$م^2$	1.10
الطول	م	0.6
العرض	م	1.83
سرعة العبور	م/ثا	1
ضياع الحمولة	م	0.1
زاوية الميل	درجة	60

2.1.4 خصائص حوض نزع الرمل:

- **حجم حوض نازع الرمل:**

نختار من اجل هذه الدراسة حوض ترسيب هوائي. لتحديد أبعاد حوض نازع الرمل نعتمد على التدفق الداخل للمحطة و زمن المكوث الذي يتراوح بين:(3 ÷ 5) دقيقة.[08]

الحجم الكلي للحوض يحسب بالعلاقة الآتية:

$$V_T = Q_{Pt} \times t_s \quad (m^3)$$

نأخذ: $t_s = 4\ min$

تطبيق عددي:

$$V_T = 0.277 \times 4 \times 60 = 66.48 \approx 66.5\ m^3$$

- **المساحة الأفقية: S_h**

عمق الحوض محصور بين 1 ÷ 2.5 ونأخذ: h=2.5m

$$S_h = \frac{V_T}{h} = \frac{66.5}{2.5} = 26.6 \approx 27 m^2$$

- **عرض الحوض:**

$$\frac{h}{b} = 0.5 \Rightarrow b = \frac{h}{0.5} = \frac{2.5}{0.5} = 5\ m$$

- **طول الحوض:**

$$S_h = L \times b \Rightarrow L = \frac{S_h}{b} = \frac{27}{5} = 5.4 \approx 6 \ m$$

- **المساحة العمودية:S_v**

$$S_V = h \times b = 2.5 \times 5 = 12.5 \ m^2$$

- **حجم الرمل المحتجز في حوض نازع الرمل:**

$$(m^3) \quad [08] W_S = N \times Q$$

حيث:

W_S: حجم الرمل المحجوز ($م^3$)

N: مكافئ عدد السكان.

Q: كمية الرمل في سنه/ شخص وتعطى عموما Q = 5 à 12 l/hab/an

$$W_S = 57359 \times 5 = 286795 \ l/an$$
$$W_S = 796.6 \ l/j$$

- **كمية الهواء المحقون داخل حوض نازع الرمل:**

حقن الهواء داخل حوض الترسيب يكون ثابت ويقدر بـ 1.5$م^3$/$م^3$ من الماء وحجم الهواء الضروري من اجل يوم يعطى بالعلاقة التالية:

$$\boldsymbol{Vair = 1{,}5 \times Q_{air}}$$

تدفق الهواء يقدر بـ: 0.5÷2 $م^3$/ سا / $م^3$ من سعة المنشأ.

$$V_{air} = 1.5 \times 0.5 \times 3600 \times 24 = 64800 \ m^3 \text{ d'air /j}$$

الجدول رقم (11) يوضح: خصائص نازع الرمل

التعين	الوحدة	القيمة
تدفق المحطة Q_{pt}	م^3/ثا	0.277
زمن المكوث	دقيقة	04
الحجم الكلي للحوض V_T	م^3	66.5
عمق الحوض h	م	2.5
المساحة الافقية S_h	م^2	27
المساحة العموديةSv	م^2	12.5
العرض b	م	5
الطول L	م	6
حجم الرمل المحتجز *Ws*	ل/يوم	796.6
حجم الهواء المحقون *Vair*	م^{3}هواء/يوم	64800

3.1.4 خصائص نازع الزيوت و الشحوم:

نازع الزيوت والشحوم ذو الشكل متوازي الأضلاع المجهز بأنابيب لضخ الهواء متصلة بضاغط للهواء والهدف منه تسليط الحركة على الماء لتحرير الزيوت . وعند صعود الزيوت على السطح تكشط بواسطة كاشط وترمى خارج المنشأ.

- زمن المكوث محصور بين 3 ÷ 5 دقيقة [08]
- $\frac{h}{b}$ يجب أن يكون محصور بين 0.3 ÷ 0.5
- حقن الهواء 5م^{3}من الهواء/ سا / م^3 من سعة المنشأ
- السرعة المقبولة لا تتجاوز 25م/ سا ونختار السرعة تساوي إلى 15م/ سا

- **حجم نازع الزيوت والشحوم:**

ويعطى بالعلاقة التالية:

$$V = Q_{Pt} \times t_S$$

حيث:

Q_p: التدفق الحدي للمياه المستعملة م^3/ثا

t_s: زمن مكوث الماء في الحوض ويساوي 3 دقائق.

إذن:

$$V = 0.277 \times 3 \times 60 = 49.86 \approx 50 \ m^3$$

- **المساحة الأفقية:**

من اجل حساب المساحة الأفقية لمزيل الزيوت والشحوم مستطيل الشكل نختار h=2m

اذن:

$$S_h = \frac{V}{h} = \frac{50}{2} = 25 \ m^2$$

العرض b:

$$0.3 \le \frac{h}{b} \le 0.5 \Rightarrow b = \frac{h}{0.5} = \frac{2}{0.5} = 4 \ m$$

- **طول L:**

$$S_h = L \times b \Rightarrow L = \frac{S_h}{b} = \frac{25}{2} = 6.25 \approx 6.5 \ m$$

- **المساحة العمودية S_v**

$$S_V = h \times b = 2 \times 4 = 8 \ m^2$$

- **كمية الهواء المحقون:**

حقن الهواء داخل حوض الترسيب يكون ثابت ويقدر بـ 5م^3/م^3 من الماء وحجم الهواء و يعطى بالعلاقة التالية:

$$Q_{air} = 5 \times S_h = 5 \times 25 = 125 \ m^3/h$$

التعين	الوحدة	القيمة

تدفق المحطة Q_{pt}	م^3/ ثا	0.277
زمن المكوث	دقيقة	3
الحجم الكلي للحوض V_T	م^3	50
عمق الحوض h	م	2
المساحة الافقية S_h	م^2	25
المساحة العمودية S_V	م^2	8
العرض b	م	4
الطول L	م	6.5
حجم الهواء المحقونV_{air}	م^{3}هواء/ سا	125

الجدول رقم(12) يوضح: خصائص الشحوم والزيوت

4.1.4 خصائص الحمولة بعد المعالجة الاولية:

- **المواد المعدنية(MM) تمثل 30٪ من المواد العالقة**
- **حوض مزيل الرمل ينزع 20٪ من المواد المعدنية**
- **كمية DBO_5 تبقى نفسها**[09]

$$MM_{restantes} = 336.5 \times 0.3 \times 0.8 = 80.76 \ m^3 / h$$

الجدول رقم (13) يبين: خصائص الحمولة بعد المعالجة الأولية

العوامل	الكمية الداخلة إلى المحطة	الكمية الخارجة من المحطة
DBO_5 (mg/l)	288.46	288.46
MES_T (mg/l)	336.5	316.31
MM_T (mg/l)	100.95	80.76

$$L=\frac{Q_X C}{1000}$$

L: الحمولة (الكتلة اليومية للمادة بوحدة كلغ /يوم

Q : التصريف الحجمي للمياه (الكمية المعالجة) متر مكعب / اليوم

C :التركيز بوحدة ملغ/ لتر

1000: معامل التحويل من ملغ الى غ ثم الى كلغ

5- المعالجة البيولوجية (إنشاء المحطة بواسطة الوحل المنشط)

أ - حوض الأكسدة:

المعالجة بالوحل المنشط من اجل مياه ضعيفة الحمولة .نحدد خصائص منشات الوحل المنشط كالأتي:

- الحمولة الكتلية
- الحمولة الحجمية
- تركيز الوحل في حوض التهوية [Xa] ويعطى بالعلاقة التالية:

$$[X_a]=\frac{masse\ de\ boue\ (kg)}{volume\ du\ bassin(m^3)}\ (kg/m^3) \quad [05]$$

$$[X_a]=\frac{17207.5}{6883}=2.5\ (kg/m^3)$$

نقوم بحساب المردود τ لتحديد قيم C_vوC_m

$$\tau=\frac{DBO_5\ entrée - DBO_5\ sortée}{DBO_5\ sortée}\ \%$$

$$\tau=\frac{288.46-20}{288.46}=0.93=93\ \%$$

الجدول رقم(14): يبين قيم الحمولة الكتلية والحمولة الحجمية

أسلوب المعالجة	الحمولة الكتلية C_m Kg DBO 5 / Kg MVS / j	الحمولة الحجمية C_v Kg DBO 5 / Kg MVS / j	مردود نـــــزع DBO 5
حمولة ضعيفة	0.2 ÷ 0.1	0.8 ÷ 0.3	اكبر من 90٪
حمولة متوسطة	0.5 ÷ 0.2	1.8 ÷ 0.8	90٪
حمولة قوية	1 ÷ 0.5	1.8	90٪ ÷ 80٪
حمولة قوية جدا	5 ÷ 1	5<	اقل من 80 ٪
	0.1 ÷ 0.05	0.3	اقل من 80 ٪

نلاحظ أن المردود اكبر من 90٪ **ادن هذه المياه ذات حمولة ضعيفة.**

فنجد أن: C_vوC_m من الجدول السابق نحدد قيم

- الحمولة الكتلية: $0.1 \leq C_m \leq 0.2$ Kg DBO 5 / Kg MVS / j
- الحمولة الحجمية $0.3\ C_v \leq 0.8 \leq$

إذن نأخذ: $Cv = 0.5$ $Cm = 0.2$

- **حجم الحوض:**

$$C_V = \frac{DBO_5\ à\ lentrée\ (kg/j)}{Volume\ du\ bas\sin\ (m^3)}$$

- **مساحة حوض التهوية:**

$$V_{bassin} = \frac{DBO_5\ à\ lentrée\ (kg/j)}{C_V} = \frac{3441.5}{0.5} = 6883\ m^3$$

$S_B = \frac{V_B}{h}$

حيث:

S_B: المساحة الأفقية

($م^2$)

VB: حجم حوض التهوية($م^3$)

h: ارتفاع حوض التهوية 3.5 ÷ 4 (م)

نأخذ= 4 h (م)

$$S_B = \frac{6883}{4} = 1720.75 m^2$$

نقوم بقسمة هذه المساحة على اثنين (أي حوضين على التوازي) فنجد:

$$S_B = \frac{1720.75}{2} = 860.37 \ m^2$$

- **طول الحوض:**

$$L = \sqrt{\frac{V}{h}}$$

حيث:

L: طول الحوض (م)

$$L = \sqrt{\frac{6883}{2 \times 4}} = 29.33 \approx 29.5 \ m$$

- **كتلة الوحل:**

$$C_m = \frac{DBO_5 \ à \ lentrée \ (kg/j)}{Masse \ de \ boue} = \frac{L_0}{X_a}$$

L_0 : حمولة DBO5 الداخلة إلى المحطة = 3441.5 كغ/يوم

X_a : كتلة الوحل داخل الحوض (كغ)

تطبيق عددي:

$$Masse \ de \ boue = \frac{DBO_5 \ à \ lentrée \ (kg/j)}{C_m} = \frac{3441.5}{0.2} = 17207.5 \ kg$$

- **زمن المكوث:**

نقوم بحساب زمن مكوث الماء داخل خزان التهوية بالعلاقات التالية:

$$T_{sm} = \frac{V}{Q_m} \qquad (h)$$

حيث:Q_m: التدفق المتوسط الساعي.

$$T_{sp} = \frac{V}{Q_p} \qquad (h)$$

حيث :Q_p : تدفق الوقت الجاف.

$$T_s = \frac{V}{Q_{\max r}} \qquad (h)$$

حيث: Q_{maxr}: التدفق الأقصى الساعي للصرف.نختار العلاقة الأخيرة لحساب زمن المكوث.

$$T_s = \frac{3441.5}{497.11} = 6.92 \ (h)$$

- **كمية الأكسجين في حوض التهوية:**

$$q_{O_2} = a'.L_e + b'.X_a \qquad [06]$$

حيث:

q_{o2}: كمية الأوكسجين كغ O_2/ يوم.

L_e: DBO_5 المنزوع (كغ/يوم)و يعطى بالعلاقة التالية:

$$L_e = L_0 - L_f$$

L_f: DBO_5 المطلوب في المياه المعالجة (Normes)

$$L_f = 20mg/l$$

$$L_f = \frac{20 \times 11930.59}{1000} = 236.61 \ kg/j$$

$$L_e = 3441.5 - 236.61 = 3204.5kg/j$$

a'، b' : قيم تحدد انطلاقا من نوعية الحمولة.

الجدول رقم(15): يبين قيم a' و b' بدلالة الحمولة الملوثة

نوع المعالجة	a'	b'
حمولة ضعيفة	0.65	0.065
حمولة متوسطة	0.60	0.08
حمولة قوية	0.55	0.12

من الجدول السابق نحدد قيم a' و b'

$$a' = 0.65$$

$$b' = 0.065$$

$$q_{o_2} = 0.65(3204.5) - 0.065(17207.5) = 3201.4 kg\ O_2 / j$$

- **الكمية الساعية الضرورية للأوكسجين:**

$$q_h = \frac{q_{O_2}}{24}$$

q_h: كمية الأوكسجين الساعية

$$q_h = \frac{3201.4}{24} = 133.39 \text{ kg } O_2/h$$

- **الكمية القصوى للأوكسجين في الساعة:**

$$L_e/h = \frac{3204.5}{14} = 228.89 \text{ kg } /h$$

$$q_{o_2} = 0.65(228.89) - 0.065(17207.5/24) = 195.38 \approx 195.5 kg\ O_2 / j$$

- **كـ**

مية الوحل الزائدة:

من اجل حساب كمية الوحل الزائدة نطبق العلاقة التالية :

$$\Delta B = B_{min} + B_{dur} + a_m L_e - b X_a - B_{eff} \quad [06]$$

حيث:

ΔB: كمية الوحل الزائد

B_{min}: الوحل المعدني

B_{dur}: الوحل صعب التحلل البيولوجي

a_m: المردود الخلوي

L_e: كميةDBO5 المنزوعة 2294.32 كغ

b: جزء من الكتلة الخلوية المنزوعة في اليوم

X_a: الكتلة الكلية للوحل داخل الحوض، X_a=17207.5 kg

B_{eff}: الأوحال الخارجة مع التدفق وهي قيمة معدومة.

نحدد قيم a_m وb بدلالة C_m من الجدول التالي :

الجدول رقم(16) يوضح: تحديد قيم:a_m وb بدلالة C_m

قيمةC_m	0.6	0.2	0.3	0.4	0.5
قيمة b	0.065	0.07	0.07	0.07	0.07
قيمة a_m	0.66	0.59	0.56	0.53	0.5

من الجدول نجد:

$$C_m = 0.2 \Rightarrow$$
$$b = 0.07$$
$$a_m = 0.59$$

$$B_{min} = 30\ \%\ MES = 1132\ kg/j$$
$$B_{dur} = 17.5\ \%\ MES = 660\ kg/j$$
$$a_m L_e = 0.59 \times 3204.5 = 1890.65 kg/j$$
$$b\ X_a = 0.07 \times 17207.5 = 1204.52 kg/j$$

$$\Delta B = 1132 + 660 + 1890.65 + 1204.52 = 4887.17 \text{ kg/j}$$

- **تركيز الوحل الزائد:**

$$X_m = \frac{1200}{I_m} \quad [06]$$

حيث:

X_m: تركيز الوحل الزائد (كغ/يوم)

I_m: دليل مهلمان وهو محصور بين (90÷120) مغ /ل ونأخذ : 100 مع/ل

اذن:

$$X_m = \frac{1200}{100} = 12 \text{ kg } /m^3$$

- **تدفق الوحل الزائد:**

$$Q_{excés} = \frac{\Delta B}{X_m} = \frac{4887.17}{12} = 407.26 \ m^3 / j \quad [06]$$

- **التدفق النوعي في الحوض بـ م^3:**

$$q_{sp} = \frac{\Delta B}{V} \ (m^3) \quad [06]$$

q_{sp}: التدفق النوعي (م^3)

ΔB: كمية الوحل (كغ/يوم)

V: حجم الحوض (م^3)

$$q_{sp} = \frac{4887.17}{6883} = 0.71 \ (kg / m^3 / j)$$

$$R = \frac{100 \ [X_a]}{\frac{1200}{I_m} - [X_a]} \quad [06]$$

- **نسبة تدوير الوحل:**

R: نسبة إعادة تدوير الوحل.

[Xa]: تركيز الوحل في الحوض

$$R = \frac{100\ [2.5]}{12 - [2.5]} = 26.31\%$$

$$R = 26.31\%$$

- **تدفق الوحل المعاد تدويره:**

$$Q_r = R \times Q_{\max r}$$

$$Q_{\max r} = 11930.59\ m^3 / j$$

$$Q_r = 0.263 \times 11930.59 = 3138.93\ m^3 / j$$

- **عمر الوحل:**

$$A_b = \frac{X_a}{\Delta B}$$

A_b: عمر الوحل باليوم.

X_a: الكتلة الكلية للوحل الموجود في الحوض(كغ)

ΔB: كمية الوحل الزائدة(كغ/يوم).

$$A_b = \frac{17207.5}{4887.17} = 3.52\ j$$

لجدول رقم (17) يوضح : تلخيص خصائص حوض التهوية

التعين	الوحدة	القيمة
الحمولة الملوثة الخارجة	كغ DBO_5/ يوم	236.61
الحمولة الملوثة المنزوعة	كغ DBO_5/ يوم	3204.5
حجم الحوض	$م^3$	6883
الكتلة الكلية للوحل	كغ	17207.5
تركيز الوحل	كغ/ $م^3$	2.5
المساحة الأفقية	$م^2$	2 X 860.37
طول الحوض	م	2 X 29.5
زمن المكوث	سا	6.92
احتياجات الأوكسجين	كغ O_2/ يوم	3201.4
الكمية الساعية للأوكسجين	كغ O_2/ سا	133.39
الكمية الساعية القصوى للأوكسجين	كغ O_2/ سا	195.5
كمية الوحل الزائدة	كغ / يوم	4887.17
تركيز الوحل الزائد	كغ / $م^3$	12
تدفق الوحل الزائد	$م^3$/يوم	407.26
التدفق النوعي بـ م3 في الحوض	كغ/ $م^3$/ يوم	0.71
نسبة تدوير الوحل	٪	26.31
تدفق الوحل المعاد تدويره	$م^3$/يوم	3138.93

عمر الوحل	يوم	3.52
المردود	٪	93

5ـ 1 تحديد أبعاد حوض الترسيب الثانوي:

- **الحجم:**

$$V = Q_{\max r} \times T_S$$ [09]

V: حجم حوض الترسيب الثانوي(م^3)

Q_{maxr}: التدفق الأقصى الساعي(م ^{3}/ سا)

T_s: زمن المكوث(سا) =4 سا

$$Q_{\max r} = 497.11 \ m^3/h$$

$$V = 497.11 \times 4 = 1988.44 \ m^3$$

نقوم بقسمة هذا الحجم على حوضين:

$$V_1 = V_2 = 994.22 \ m^3$$

- **نصف القطر:**

$$R_1 = \sqrt{\frac{S_h}{\pi}} \ (m)$$ [09]

R: نصف قطر الحوض(م)

S_h: المساحة الأفقية للحوض (م^2)

$$S_h = \frac{V}{h} \ \left(m^2 \right)$$

من اجل : h=3m

$$S_h = \frac{994.22}{3} = 331.4 \ m^2$$

$$R_1 = \sqrt{\frac{331.4}{3.14}} = 10.28 \approx 10.5 \ m$$

جدول رقم(18) يوضح: خصائص حوض الترسيب الثانوي

التعين	الوحدة	القيمه
العدد	وحدة	02
الحجم	م3	1988.44
نصف القطر	م	0.51
الارتفاع	م	3
زمن المكوث	سا	4

2-5 تحديد أبعاد منشآت معالجة الوحل:

أ- لولب ارخميدس:

H = 4 m L = 3 m b = 1.5 m

المساحة الافقية:

$$S = L \times b$$
$$S = 3 \times 1.5$$
$$S = 4.5 \ m^2$$

ب- المكثــف:(Epaissaisseur)

يتم تحديد أبعاد المكثف بدلالة الحمولة الملوثة المنزوعة في حوض الترسيب الثانوي حيث:

$20 \leq Cm \leq 60$ kg/m2/j و نأخذ $Cm = 50$ kg/m^2/j

الوحل على مستوى حوض الترسيب الثانوي يقدر بـ: $\Delta B = 3897.52$ kg/j

- **مساحة المكثف:**

وتعصى بالعلاقة التالية:

$$S = \frac{\Delta B}{C_M} \quad [09]$$

S: مساحة المكثف(م^2)

ΔB: كمية الوحل (كغ/يوم).

$$S_h = \frac{4887.17}{50} = 97.74 \ m^2$$

- **نصف القطر:**

$$R_1 = \sqrt{\frac{S_h}{\pi}} \ (m)$$

R: نصف قطر الحوض(م)

S: المساحة للحوض (م^2)

$$R_1 = \sqrt{\frac{97.74}{3.14}} = 5.57 \approx 6 \ m$$

- **الحجم:**

$$V_E = S \times H$$

V_E: حجم المكثف(م^3)

S: مساحة المكثف(م^2)

H: ارتفاع الماء(م)

من اجل : h=4m

$$V_E = 97.74 \times 4 = 390.96 \ m^3$$

- **تدفق الوحل اليومي الداخل للمكثف:**

$$Q_B = \frac{\Delta B}{C_b} \ (m^3 / j)$$

$$Q_B = \frac{4887.17}{40} = 122.17 \ (m^3 / j)$$

- **زمن التخزين:**

$$T_S = \frac{V \times C_b}{\Delta B} \ (j)$$

$$T_S = \frac{391 \times 40}{4887.17} = 3.2 \ (j)$$

جدول رقم (19) يوضح خصائص المكثف

التعين	الوحدة	القيمه
الحجم	$م^3$	391
المساحة	$م^2$	97.74
نصف القطر	م	6
الارتفاع	م	4
زمن التخزين	يوم	3.2
تدفق الوحل	$م^3$/يوم	122.17

ج- أحواض التجفيف الحمأة :

تتراوح مدة تجفيف الوحل بين10÷30 يوم

- **حجم أحواض التجفيف الحمأة :**

$$V_l = Q_B \times T$$

V_l: حجم أحواض التجفيف($م^3$)

$\mathbf{Q_B}$: تدفق الوحل الداخل المكثف($م^3$/ يوم)

T: زمن تجفيف الوحل (يوم)وناخذ T=15 يوم

$$V_l = 122.17 \times 15 = 1832.55 \approx 1833 \ m^3$$

- **أحواض التجفيف الحمأة:**

$$S_L = \frac{V_L}{H_B} \ (m^2)$$

H_B: ارتفاع الوحل (م) =0.4 م

V_L: حجم حوض التجفيف($م^3$)

$$S_L = \frac{1833}{0.4} = 4582.5 \ m^2$$

- **عدد أحواض التجفيف:**

الطول= 25 م

العرض= 8 م

المساحة = 200م^2

$$L = \frac{S_T}{s} = \frac{4582.5}{200} = 22.91 = 23 lits$$

الفصل الخامس: النتائج والمناقشات

تمهيد

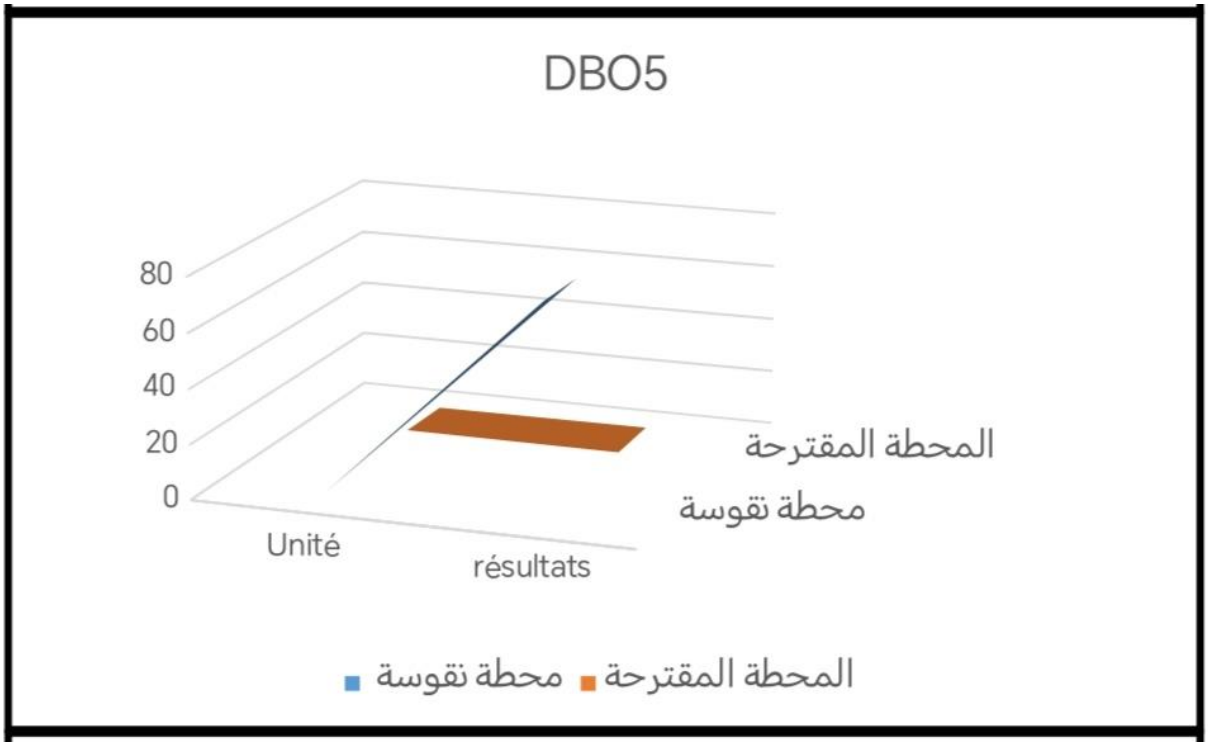
بعد تحليل مياه الصرف خطوة اساسية لضمان جودتها قبل اعادة استخدامها او تصريفها في الطبيعة حيث يشمل هذا التحليل دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه مثل (DBO_5, DCO, MES):.

1- الطلب الكيميائية على الاكسجين خلال 5 ايام(DBO5)

يوضح الرسم البياني نتائج الدراسة للطلب البيولوجي على الاكسجين (DBO5) لمحطتين الاولي محطة نقوسة بقيمة (بالتقريب 76٪)و الثانية المقترحة بقيمة (بالتقريب اكبر او يساوي 90٪)من خلال نتائج تبين ان المحطة المقترحة تحقق نسب خفض عالية للمواد العضوية مما يجعلها مناسبة اكثر لتلبية المعاير للبيئية اعادة استخدامها مقارنة بمحطة نقوسة.

نستنتج من خلال دراسة نتائج الخصائص الكيميائية الفيزيائية والبيولوجية ان مردود المحطة المقترحة افضل او يتفوق بنسب عالية من

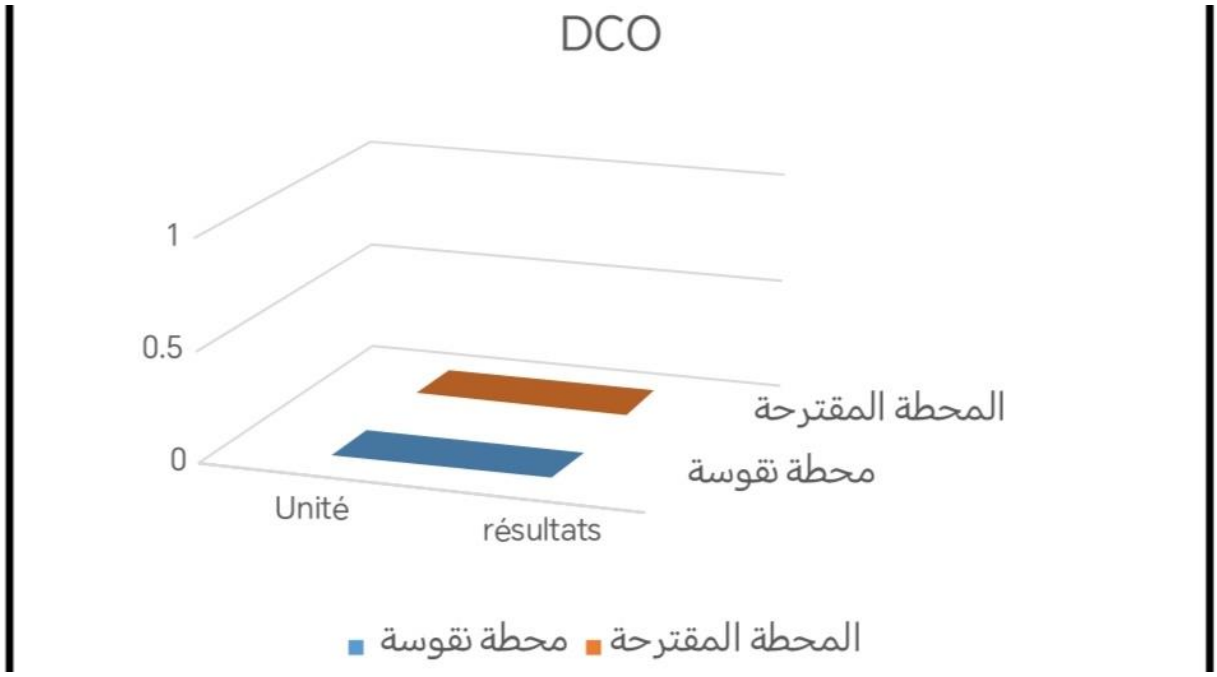
محطة النقوسة



الشكل رقم 22 يوضح : رسم بياني لطلب الكيميائي على الاكسجين خلال 5ايام DBO_5^0

2ـ الطلب الكيميائي على الأكسجين (DCO):

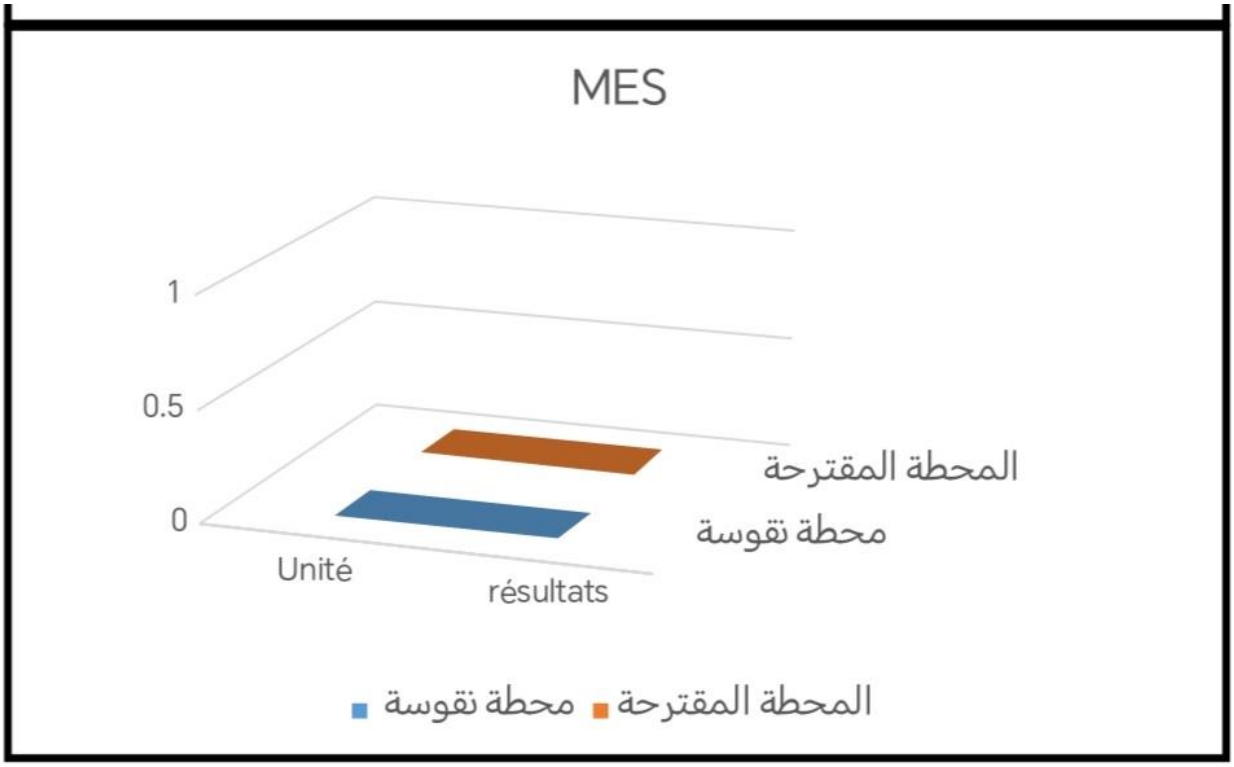
يوضح الشكل نتائج دراسة الطلب الكيميائي على الاكسجين (DCO) لمحطتين الاولى النقوسة بقيمة 69,28والثانية للمحطة المقترحة بقيمة اكبر او يساوي 80% ومن خلال هذه النتائج تبين ان المحطة الافتراضية لها فعالية وتحقيق مردود اعلى في ازالة DCO مما يجعلها الانسب لامتثال البيئي والمعايير من محطة النقوسة.



الشكل رقم 23 يوضح: رسم بياني لطلب الكيميائي DCO

3 ـ المواد العالقة (MES):

يوضح الشكل دراسة المواد العالقة (MES) لمحطتين الاولى محطة نقوسة بقيمة 38,19% والثانية المحطة الافتراضية بقيمة اكبر او تساوي 90% حيث نلاحظ من خلال هذه الدراسة ان المحطة المقترحة تحقق تفوقا واضحا في ازالة المواد العالقة(MES) مقارنة بمحطة النقوسة حيث توفر معالجة اكثر دفا واستقرار وتضمن توافقا مع المعايير البيئية الاولية خاصة ادا كانت مياه ستعاد استخدامها او تصريفها في الطبيعة.



الشكل رقم 24 يوضح: منحنى بياني للمواد العالقة MES

4ـ من حيث التكلفة (الاستثمار والتشغيل)

محطة نقوسة تتطلب تكاليف استثمارية وتشغيلية منخفضة، بفضل بساطة بنيتها وعدم حاجتها إلى أنظمة تهوية معقدة أو طاقة مستمرة.

بينما محطة الأوحال النشطة تتطلب استثمارًا أوليًا أكبر، مع مصاريف تشغيلية مستمرة تشمل الكهرباء، الصيانة، والمراقبة التقنية.

الاستنتاج:

في حال كانت الميزانية محدودة أو في مناطق ذات موارد مالية وتقنية محدودة، فإن محطة نقوسة تعد خيارًا اقتصاديًا وبيئيًا مناسبًا

5ـ من حيث المساحة:

تتطلب محطة نقوسة مساحة واسعة نظرًا لطبيعة المعالجة النباتية والانتشار السطحي للمياه.

في المقابل، تعمل محطة الأوحال النشطة بكفاءة في مساحات أقل بكثير بفضل التركيز المكثف للمعالجة في خزانات صغيرة نسبيًا.

الاستنتاج:

إذا كانت المساحة الأرضية المتاحة محدودة (مثل المدن أو المناطق الحضرية)، فإن محطة الأوحال النشطة أكثر ملاءمة.

6ـ من حيث التشغيل والمراقبة:

محطة نقوسة تتسم بالبساطة في التشغيل وتحتاج إلى موارد بشرية أقل، لكن مراقبة الجودة تكون محدودة.

محطة الأوحال النشطة تحتاج إلى مراقبة دقيقة ومستوى عالٍ من الخبرة في التشغيل المستمر.

الاستنتاج:

تتطلب محطة الأوحال النشطة توفر طاقم تقني مؤهل ونظام مراقبة متكامل، وهو ما قد لا يتوفر دائمًا في المناطق الريفية أو محدودة الموارد.

الجدول رقم (20)يوضح: المقارنة بين المحطتين

المحطة المقترحة (نفس الاوحال النشطة)	محطة النقوسة (تقنية الفلاتر المزروعة)	المعايير
مرتفعة اكبر او تساوي90 % القيمة المتبقية (~10- 30 ملغ/ل)	منخفضة تقريبا (~38,19%) القيمة المتبقية (80- 100ملغ/ل)	المواد العالقة الكلية (MES)
ممتاز اكبر او يساوي 90% القيمة المتبقية (~10ـــ 20ملغ/ل)	جيد(~75%) القيمة المتبقية(~40-60ملغ/ل)	الكلب البيو كيميائي (DBO5)
مرتفع اكبر او يساوي 80%القيمة المتبقية(~50-80ملغ/ل)	متوسطة (~ 69,28%) القيمة المتبقية 120ـــ 150 ملغ/ل	الطلب الكيميائي (DCO)
مرتفعة نسبيا بسب الحاجة الى معدات تهوية ومراقبة دقيقة	منخفضة الى متوسطة بسب غياب أجهزة ميكانيكية معقدة	التكلفة الاستثمارية
مرتفعة(ميكانيكية+ مراقبة مستمرة +طاقة أكبر)	منخفضة (استهلاك كهرباء منخفض +صيانة بسيطة).	التكلفة التشغيلية
صغيرة نسبيا (مقارنة بنفس القدرة التصميمية)	كبيرة نسبيا نظرا لاعتمادها على النباتات ومساحة ترشح كبيرة	المساحة المطلوبة

خلاصة الفصل

بما ان الهدف من هذه الدراسة هو الحصول على جودة مياه عالية وموافقة لمعاير البيئية لمياه الصرف الصحي وذات مردود عالي فإن المحطة المقترحة هيا الخيار الافضل والمناسب لنا برغم من تكلفتها العالية و تطلبتها للمراقبة المستمرة بالنسبة للمحطة نقوسة لاكن نستطيع استغلال الحمأة المنتجة من طرف المحطة المقترحة في الزراعة واستخدام مياهها في مجلات مختلفة نظرا لضمان جودتها.

الخاتمة

وفي الأخير تُعدّ معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام الاوحال النشطة خيارًا اقتصاديًا وفعّالًا من حيث تقليل الحاجة إلى الصيانة مقارنة بمحطات المعالجة التقليدية، كما أن تركيب النظام يتّسم بكفاءة عالية في استهلاك الطاقة. وتتميّز هذه التقنية بإمكانية تطبيقها في كلٍّ من المناخات الحارة والباردة، مما يجعلها مناسبة للاستخدام على نطاق واسع من الكرة الأرضية وبهذا فإ، تقنية الحمأة النشطة تعد حلاً فعالاً لمعالجة المياه المستعملة، إذ تساهم في حماية البيئة والصحة العامة من الملوثات، وتخفيف الضغط على موارد المياه العذبة عبر توفير مياه صالحة لإعادة الاستخدام في أغراض مختلفة. ورغم التحديات التي قد تواجه هذه الأنظمة، فإنها تُعدّ خطوة هامة نحو تحقيق الاستدامة البيئية وضمان توفر المياه للأجيال القادمة من خلال إزالة الملوثات وإنتاج موارد قيمة مثل الأسمدة والوقود الحيوي.

بالرغم من ان هذا النظام استمرارية في التشغيل والمراقبة خلال دورة حياة القصب التي تمتد إلى أربع سنوات، بالإضافة إلى إجراء مقارنات تحت نفس الظروف التجريبية بين الأحواض المزروعة وغير المزروعة (مثل حوض تيموين). كما تُعد هذه التجربة أساسًا أوليًا لدراسات مستقبلية تتناول الكثافة النباتية المثلى، وارتفاع منسوب المياه الواجب معالجتها، إلى جانب المراحل الفينولوجية لنمو القصب وتوقيت القص المناسب .

في دراستنا هذه تناولنا موضوع معالجة مياه الصرف الصحي وإمكانية استخدامه، حيث قمنا بدراسة نتائج الوسائط الفيزيوكيميائية المقدمة من طرف محطة النقوسة التي تعتمد على المعالجة بواسطة النبتات، ومن خلال تتبع معايير التلوث وقيمة التحلل البيولوجي MES / DCO/DBO5 /المقاسة توصلنا إلى أن المياه العادمة المستقبلة من طرف المحطة قابلة للتحلل البيولوجي وهي مياه ذات طابع حضري، ولتشخيص اداء هذه التقنية في إزالة الملوثات، قمنا بدراسة تغيرات الوسائط الفيزيائية والكيميائية للمياه الداخلة والخارجة للمحطة، إذ بلغ مردود إزالة الملوثات على النحو التالي :

MES(38.19%)، DCO(69.28%)، DBO5(76%)

من خلال النتائج المتحصل عليها أثبتت تقنية المعالجة بواسطة النباتات المستخدمة في محطة نقوسة ، أنها ذات فعالية مقبولة في إزالة الملوثات وموافقتها للمعايير الدولية جريدة الرسمية الجزائرية (2012) ومعايير المنظمة العالمية (1971 (OMS -المسموح بها، لتصريفها في البيئة واستخدامها في الري الزراعي وكذلك في الأعمال العمرانية كالبناء.

.

الاقترحـــــــــــــات

-نوصي بتوسيع نطاق هذه التجربة لتشمل مواقع أخرى ضمن المناطق الحضرية ذات الحجم المتوسط.

-استغلال المياه المعالجة الناتجة من المحطة في المجال الفلاحي وذلك بسقي الأشجار والمساحات الخضراء والمزروعات.

-إعطاء أهمية بالغة لمخبر التحاليل ودعمه بوسائل والمواد اللازمة لتحليل العينات.

-توسيع دراسة إجراء كل من تحاليل المكروبيولوجية والمعادن الثقيلة لضمان جودة المياه المعالجة.

- القيام بحملات تحسيسية وتوعوية للإشادة بأهمية مياه الصرف الصحي المعالجة في المجال الفلاحي، حيث تستدعي الفلاحين لاستغلال المياه المعالجة.

المراجع

المراجع:

1ــ منظمة الصحة العالمية، المكتب الإقليمي للشرق الأوسط، المركز الإقليمي لا نشطة صحة البيئية: ارشدات في تصميم وتشغيل وصيانة محطات المياه العادلة الأردن (200) ص (45،32،31،27،26،3).

2ـ إبراهيم العابد ،أطروحة دكتورا ،جامعة ورقلة،2015ص (01،12،18،22،21،19),

3ــ الدليل الارشادي لإعادة استخدام المياه الرمادية الإصدار الثاني1429 ه

4ـــ برنامج المسار الوظيفي للعاملين في قطاع مياه الشرب و الصرف الصحي ،خصائص الصرف الصحي لستته اشهر تم إعادة المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي قطاع التنمية والموارد البشرية ، الإدارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي 2015ـــ 7ــ V1

5- دليل تشغيل وصيانة انظمة الصرف الصحي الصندوق الاجتماعي للتنمية (وحدة المياه البيئة)

6ـ مقال ماهي مصادر تلوث الماء الكاتبة اروى بريجية ،2015،03،16

7ـ مذكرة ماجستير 2017-2018 (دراسة أنظمة معالجة مياه الصرف الصحي) مصطفى جعفر محمد.

8ـ ماهية المياه العادمة إبراهيم أبو غزالة 24 /2020/11.

9ـ المجلة العربية للبحث العلمي: دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية والبكتيرية لمياه شاطئ البحر برجيش في مدينة المهدية – تونس 2020/9.

10- تقنيات معالجة مياه الصرف الصناعي لمشروعات البتروكيماويات (دولة الكويت-أبريل-نيسان 2019).

11- M.V.Sperlimg , Wastewater characteristics, trématent and disposal, Biological,W Wastewater Trématent Séries

12- BOUTELLI M., MENASIA S., (2008). Conception d'une station d'épuration pour la ville de Ghardaïa, possibilités de réutilisation des eaux épurées. Mém. Ing. Hydraulique. Hydraulique urbaine. Univ. d'Ouargla. 132p.

13-Brigitte DONNIER. La pollution chimique en méditerrané. Laboratoire. C. E. R.B. O. M.

Nice. France.

[13]: BRIX, H.(1994)."Function of Macrophytes in Constructed Wetlands." Wat.Sci. Tech.

29(4): pp 71-78

15- CHAOUCH Noura, 2014. Utilisation des sous-produits du palmier dattier dans le traitement physico-chimique des eaux polluéesUNIVERSITE HADJ LAKHDAR – BATNA.

16-C. Couillad,1997. Source et caractéristiques des eaux usées issues des différents procédés de l'industrie des pâtes et papiers. The Science of the Total Environment 12 169 – 19

الملاحق

الملاحق:

الملاحق رقم 01: قيم الحد الأقصى لمعايير مياه الصرف الصحي المعالجة (الجريدة الرسمية الجمهورية الجزائرية 2012)

2. PARAMETRES PHYSICO - CHIMIQUES

PARAMETRES		UNITÉ	CONCENTRATION MAXIMALE ADMISSIBLE
Physiques	pH	—	6.5 ≤ pH ≤ 8.5
	MES	mg/l	30
	CE	ds/m	3
	Infiltration le SAR = 0 - 3 CE	ds/m	0.2
	3 - 6		0.3
	6 - 12		0.5
	12 - 20		1.3
	20 - 40		3
Chimiques	DBO5	mg/l	30
	DCO	mg/l	90
	CHLORURE (Cl)	meq/l	10
	AZOTE (NO3 - N)	mg/l	30
	Bicarbonate (HCO3)	meq/l	8.5
Eléments toxiques (*)	Aluminium	mg/l	20.0
	Arsenic	mg/l	2.0
	Béryllium	mg/l	0.5
	Bore	mg/l	2.0
	Cadmium	mg/l	0.05
	Chrome	mg/l	1.0
	Cobalt	mg/l	5.0
	Cuivre	mg/l	3.0
	Cyanures	mg/l	0.5
	Fluor	mg/l	15.0
	Fer	mg/l	20.0
	Phénols	mg/l	0.002
	Plomb	mg/l	10.0
	Lithium	mg/l	2.5
	Manganèse	mg/l	10.0
	Mercure	mg/l	0.01
	Molybdène	mg/l	0.05
	Nickel	mg/l	2.0
	Sélénium	mg/l	0.02
	Vanadium	mg/l	1.0
	Zinc	mg/l	10.0

(*) : Pour type de sols à texture fine, neutre ou alcalin.

الملاحق:

الملحق رقم02 : القيم الحديدة لمحتوى المواد الضارة في مياه الصرف الصحي (المنزلية) عند تصريفها في نظام الصرف الصحي العام أو محطة المعالجة (الجريدة الرسمية الجمهورية الجزائرية)

Art. 10. — L'autorisation de déversement des eaux usées autres que domestiques est retirée dans les cas suivants :

— non-respect des obligations et prescriptions fixées par la décision autorisant le déversement ;

— lorsqu'il est fait obstacle à l'accomplissement des contrôles opérés dans les conditions fixées par le présent décret ;

— cessation d'activité de l'établissement au titre de laquelle l'autorisation de déversement a été octroyée.

CHAPITRE II
CONTROLES

Art. 11. — Des prélèvements d'échantillons aux fins d'analyse peuvent être effectués à tout moment dans le regard de branchement de l'établissement par les représentants de l'administration de wilaya chargée des ressources en eau afin de vérifier si les caractéristiques des eaux usées déversées dans le réseau public d'assainissement ou dans la station d'épuration sont conformes aux valeurs maximales fixées par le présent décret.

Art. 12. — Lorsque les résultats d'analyse montrent que les eaux usées ne sont pas en conformité avec les valeurs fixées dans la décision d'autorisation, l'administration de wilaya chargée des ressources en eau met en demeure le propriétaire de l'établissement de prendre, dans le délai qu'elle lui aura fixé, l'ensemble des mesures et actions à même de rendre le déversement conforme aux prescriptions de l'autorisation.

Art. 13. — A l'expiration du délai fixé par la mise en demeure indiquée à l'article 12 ci-dessus, et faute par le propriétaire de l'établissement de se conformer à la mise en demeure, les administrations de wilaya chargées des ressources en eau et de l'environnement doivent procéder à la fermeture de l'établissement jusqu'à exécution des mesures prescrites, et ce, sans préjudice des poursuites judiciaires prévues par la législation en vigueur.

Art. 14. — Les analyses d'échantillons d'eaux usées autres que domestiques prévues à l'article 11 ci-dessus sont effectuées par des laboratoires agréés par le ministre chargé des ressources en eau.

CHAPITRE III
DISPOSITIONS FINALES

Art. 15. — Les installations de prétraitement existantes doivent être mises en conformité avec les prescriptions du présent décret dans un délai n'excédant pas un (1) an après la date de publication du présent décret au *Journal officiel*.

Art. 16. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 17 Joumada Ethania 1430 correspondant au 11 juin 2009.

Ahmed OUYAHIA.

ANNEXE

Valeurs limites maximales de la teneur en substances nocives des eaux usées autres que domestiques au moment de leur déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration

PARAMETRES	VALEURS LIMITES MAXIMALES (mg/l)
Azote global	150
Aluminium	5
Argent	0,1
Arsenic	0,1
Bérylium	0,05
Cadmium	0,1
Chlore	3
Chrome trivalent	2
Chrome hexavalent	0,1
Chromates	2
Cuivre	1
Cobalt	2
Cyanure	0,1
Demande biochimique en oxygène (DBO5)	500
Demande chimique en oxygène (DCO)	1000
Etain	0,1
Fer	1
Fluorures	10
Hydrocarbures totaux	10
Matières en suspension	600
Magnésium	300
Mercure	0,01
Nickel	2
Nitrites	0,1
Phosphore total	50
Phénol	1
Plomb	0,5
Sulfures	1
Sulfates	400
Zinc et composés	2

* Température : inférieure ou égale à 30° C
* PH : compris entre 5,5 et 8,5

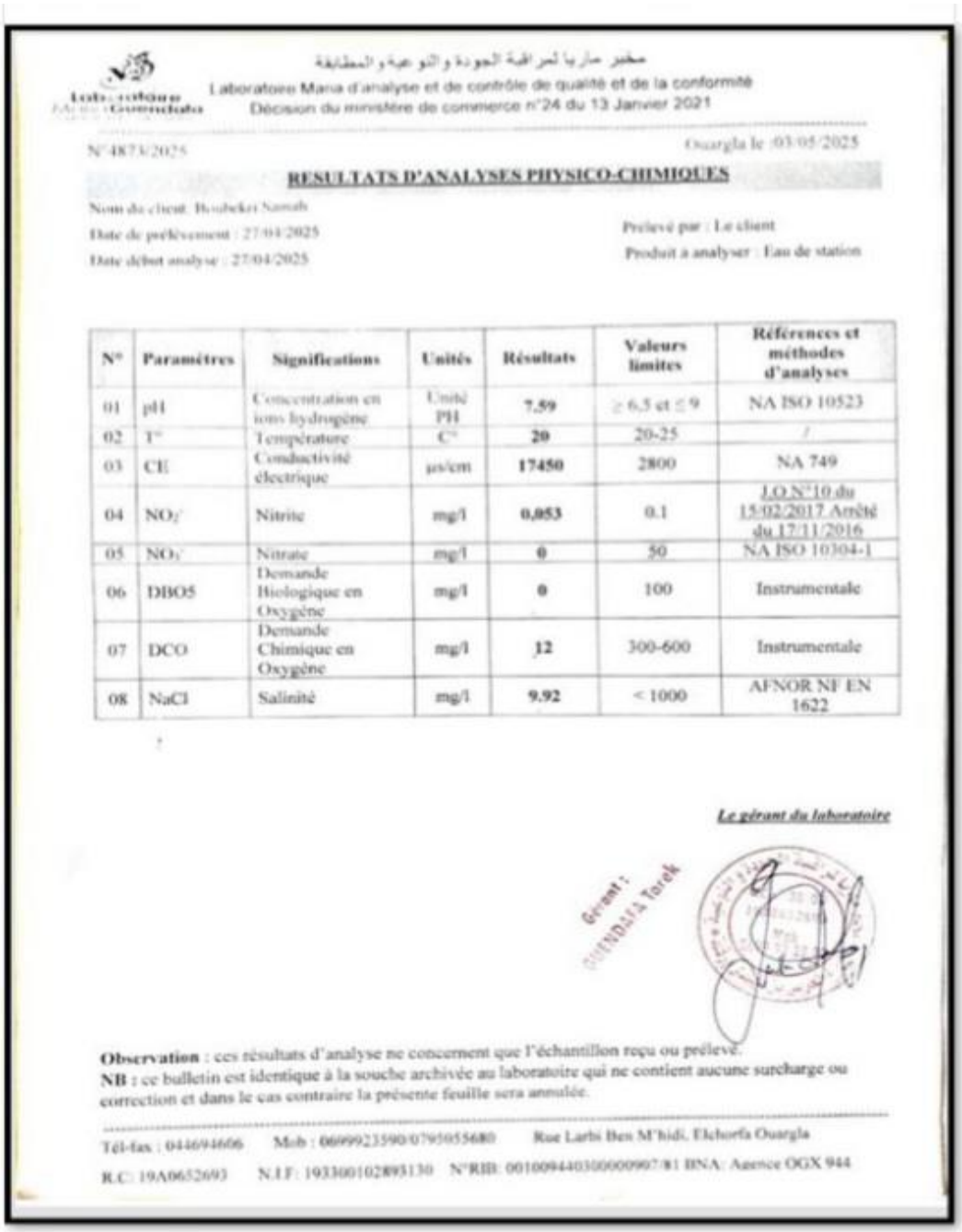
الملحق رقم 03: معايير تصريف مياه الصرف الصحي حسب المنظمة العامية (OMS-1971)

Paramètres	Bonne ou très bonne qualité	Qualité acceptable	Qualité médiocre	Mauvaise ou très mauvaise
O_2 dissous mg/l	>5	≥3	≥1	<1
O_2 dissous %	≥70	≥50	≥10	<10
DBO_5 mg / l	≤5	≤10	25	>25
DCO mg / l	≤25	≤40	80	>80
NO_3 mg / l	≤25	≤50	80	>80
NH_4^+ mg / l	≤0.5	≤2	8	>8
NO_2^- mg / l	≤0.3	≤1	>1	-
NTK mg / l	≤2	≤3	10	>10
PO3-4 mg / l	≤0.5	≤1	2	>2
MES mg / l	≤70	-	>70	-
Phosphore total mg / l	≤0.3	≤0.6	1	>1
Conductivité	≤2	-	2000	-
Ph	≥6.5 et ≤ 8.5	-	<6.5 ou >8.5	-

الملحق رقم 04:القيم الحدية لمعلمات التفريغ في بيئة الاستقبال (الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية - 2006)

الملاحق:

PARAMETRES	VALEURS LIMITES	UNITES
Température	30	C°
PH	6,5 à 8,5	-
MES	35	mg /l
DBO5	35	mg/l
DCO	120	mg/l
Azote kjeldahl	30	mg/l
Phosphates	02	mg/l
Phosphore total	10	mg/l
Cyanures	0,1	mg/l
Aluminium	03	mg/l
Cadmium	0,2	mg/l
Fer	03	mg/l
Manganèse	01	mg/l
Mercure total	0,01	mg/l
Nickel total	0,5	mg/l
Plomb total	0,5	mg/l
Cuivre total	0,5	mg/l
Zinc total	03	mg/l
Huiles et Grasses	20	mg/l
Hydrocarbures totaux	10	mg /l
Indice phénols	0,3	mg/l
Fluor et composés	15	mg/l
Etain total	02	mg/l
Composés organiques chlorés	05	mg/l
Chrome total	0,5	mg/l
(*)Chrome III+	03	mg/l
(*)Chrome VI+	0,1	mg/l
(*)Solvants organiques	20	mg/l
(*)Chlore actif	1,0	mg/l
(*)PCB	0,001	mg/l
(*)Détergents	2	mg/l
(*)Tensioactifs anioniques	10	mg/l



مخبر ماريا لمراقبة الجودة و النوعية و المطابقة
Laboratoire Maria d'analyse et de contrôle de qualité et de la conformité
Décision du ministère de commerce n°24 du 13 Janvier 2021

N°487/3/2025 Ouargla le :03/05/2025

RESULTATS D'ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Nom du client: Bouabeker Samah
Date de prélèvement : 27/04/2025
Date début analyse : 27/04/2025

Prélevé par : Le client
Produit a analyser : Eau de station

N°	Paramètres	Significations	Unités	Résultats	Valeurs limites	Références et méthodes d'analyses
01	pH	Concentration en ions hydrogène	Unité PH	**7.59**	≥ 6,5 et ≤ 9	NA ISO 10523
02	T°	Température	C°	**20**	20-25	/
03	CE	Conductivité électrique	µs/cm	**17450**	2800	NA 749
04	NO_2^-	Nitrite	mg/l	**0,053**	0.1	J.O N°10 du 15/02/2017 Arrêté du 17/11/2016
05	NO_3^-	Nitrate	mg/l	**0**	50	NA ISO 10304-1
06	DBO5	Demande Biologique en Oxygène	mg/l	**0**	100	Instrumentale
07	DCO	Demande Chimique en Oxygène	mg/l	**12**	300-600	Instrumentale
08	NaCl	Salinité	mg/l	**9.92**	< 1000	AFNOR NF EN 1622

Le gérant du laboratoire

Gérant : BOUNDJAA Tarek

Observation : ces résultats d'analyse ne concernent que l'échantillon reçu ou prélevé.
NB : ce bulletin est identique à la souche archivée au laboratoire qui ne contient aucune surcharge ou correction et dans le cas contraire la présente feuille sera annulée.

Tél-fax : 044694606 Mob : 0699923590/0795055680 Rue Larbi Ben M'hidi, Elchorfa Ouargla
R.C: 19A0652693 N.I.F: 193300102893130 N°RIB: 00100944030000090781 BNA: Agence OGX 944

الملاحق:

مخبر ماريا لمراقبة الجودة والنوعية والمطابقة
Laboratoire Maria d'analyse et de contrôle de qualité et de la conformité
Décision du ministère de commerce n°24 du 13 Janvier 2021

N°4874/2025 Ouargla le :03/05/2025

RESULTATS D'ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Nom du client: Boubekri Samah

Date de prélèvement : 27/04/2025 Prélevé par : Le client

Date début analyse : 27/04/2025 Produit à analyser : Eau Filtrée

N°	Paramètres	Significations	Unités	Résultats	Valeurs limites	Références et méthodes d'analyses
01	pH	Concentration en ions hydrogène	Unité PH	**7.45**	≥ 6.5 et ≤ 9	NA ISO 10523
02	T°	Température	C°	**20**	20-25	/
03	CE	Conductivité électrique	µs/cm	**18550**	2800	NA 749
04	NO_2^-	Nitrite	mg/l	**0,008**	0.1	J.O N°10 du 15/02/2017 Arrêté du 17/11/2016
05	NO_3^-	Nitrate	mg/l	**0**	50	NA ISO 10304-1
06	DBO5	Demande Biologique en Oxygène	mg/l	**0**	100	Instrumentale
07	DCO	Demande Chimique en Oxygène	mg/l	**10**	300-600	Instrumentale
08	NaCl	Salinité	mg/l	**10.68**	< 1000	AFNOR NF EN 1622

Le gérant du laboratoire

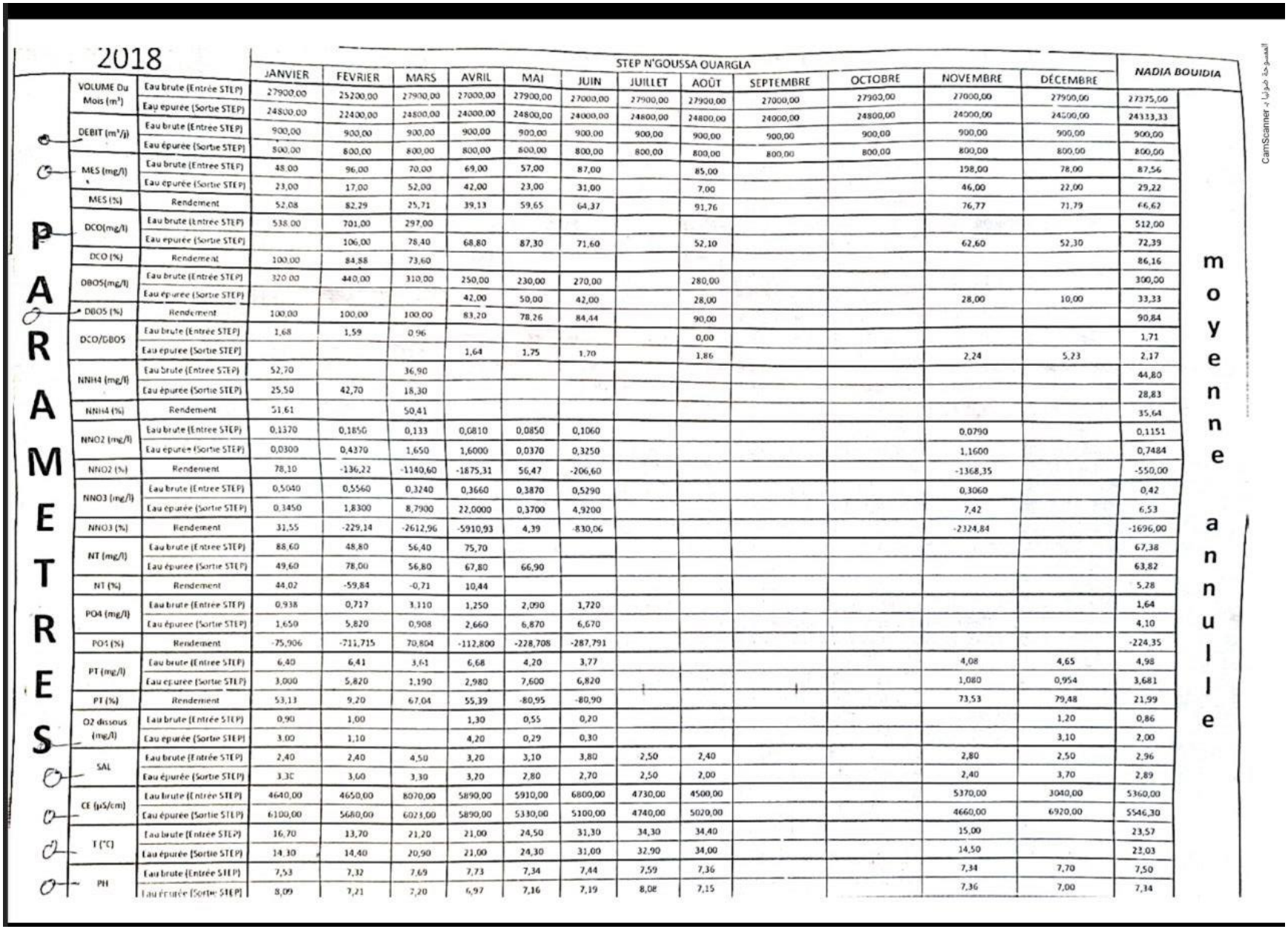
Observation : ces résultats d'analyse ne concernent que l'échantillon reçu ou prélevé.
NB : ce bulletin est identique à la souche archivée au laboratoire qui ne contient aucune surcharge ou correction et dans le cas contraire la présente feuille sera annulée.

Tél-fax : 0446944606 Mob : 0699923590/0795055680 Rue Larbi Ben M'hidi, Elchorfa Ouargla

R.C: 19A0652693 N.I.F: 193300102893130 N°RIB: 00100944030000090781 BNA: Agence OGX 944

الملاحق:

الملاحق:



2018

STEP N'GOUSSA OUARGLA — NADIA BOUIDIA

PARAMETRES		JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	moyenne annuelle
VOLUME Du Mois (m^3)	Eau brute (Entrée STEP)	27900,00	25200,00	27900,00	27000,00	27900,00	27000,00	27900,00	27900,00	27000,00	27900,00	27000,00	27900,00	27375,00
	Eau epurée (Sortie STEP)	24800,00	22400,00	24800,00	24000,00	24800,00	24000,00	24800,00	24800,00	24000,00	24800,00	24000,00	24500,00	24333,33
DEBIT (m^3/j)	Eau brute (Entrée STEP)	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00
	Eau épurée (Sortie STEP)	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00
MES (mg/l)	Eau brute (Entrée STEP)	48,00	96,00	70,00	69,00	57,00	87,00		85,00			198,00	78,00	87,56
	Eau épurée (Sortie STEP)	23,00	17,00	52,00	42,00	23,00	31,00		7,00			46,00	22,00	29,22
MES (%)	Rendement	52,08	82,29	25,71	39,13	59,65	64,37		91,76			76,77	71,79	66,62
DCO(mg/l)	Eau brute (Entrée STEP)	538,00	701,00	297,00										512,00
	Eau epurée (Sortie STEP)		106,00	78,40	68,80	87,30	71,60		52,10			62,60	52,30	72,39
DCO (%)	Rendement	100,00	84,88	73,60										86,16
DBO5(mg/l)	Eau brute (Entrée STEP)	320,00	440,00	310,00	250,00	230,00	270,00		280,00					300,00
	Eau épurée (Sortie STEP)				42,00	50,00	42,00		28,00			28,00	10,00	33,33
DBO5 (%)	Rendement	100,00	100,00	100,00	83,20	78,26	84,44		90,00					90,84
DCO/DBO5	Eau brute (Entrée STEP)	1,68	1,59	0,96					0,00					1,71
	Eau épurée (Sortie STEP)				1,64	1,75	1,70		1,86			2,24	5,23	2,17
NNH4 (mg/l)	Eau brute (Entrée STEP)	52,70		36,90										44,80
	Eau épurée (Sortie STEP)	25,50	42,70	18,30										28,83
NNH4 (%)	Rendement	51,61		50,41										35,64
NNO2 (mg/l)	Eau brute (Entrée STEP)	0,1370	0,1850	0,133	0,0810	0,0850	0,1060					0,0790		0,1151
	Eau épurée (Sortie STEP)	0,0300	0,4370	1,650	1,6000	0,0370	0,3250					1,1600		0,7484
NNO2 (%)	Rendement	78,10	-136,22	-1140,60	-1875,31	56,47	-206,60					-1368,35		-550,00
NNO3 (mg/l)	Eau brute (Entrée STEP)	0,5040	0,5560	0,3240	0,3660	0,3870	0,5290					0,3060		0,42
	Eau épurée (Sortie STEP)	0,3450	1,8300	8,7900	22,0000	0,3700	4,9200					7,42		6,53
NNO3 (%)	Rendement	31,55	-229,14	-2612,96	-5910,93	4,39	-830,06					-2324,84		-1696,00
NT (mg/l)	Eau brute (Entrée STEP)	88,60	48,80	56,40	75,70									67,38
	Eau épurée (Sortie STEP)	49,60	78,00	56,80	67,80	66,90								63,82
NT (%)	Rendement	44,02	-59,84	-0,71	10,44									5,28
PO4 (mg/l)	Eau brute (Entrée STEP)	0,938	0,717	3,110	1,250	2,090	1,720							1,64
	Eau épurée (Sortie STEP)	1,650	5,820	0,908	2,660	6,870	6,670							4,10
PO4 (%)	Rendement	-75,906	-711,715	70,804	-112,800	-228,708	-287,791							-224,35
PT (mg/l)	Eau brute (Entrée STEP)	6,40	6,41	3,61	6,68	4,20	3,77					4,08	4,65	4,98
	Eau épurée (Sortie STEP)	3,000	5,820	1,190	2,980	7,600	6,820					1,080	0,954	3,681
PT (%)	Rendement	53,13	9,20	67,04	55,39	-80,95	-80,90					73,53	79,48	21,99
O2 dissous (mg/l)	Eau brute (Entrée STEP)	0,90	1,00		1,30	0,55	0,20						1,20	0,86
	Eau épurée (Sortie STEP)	3,00	1,10		4,20	0,29	0,30						3,10	2,00
SAL	Eau brute (Entrée STEP)	2,40	2,40	4,50	3,20	3,10	3,80	2,50	2,40			2,80	2,50	2,96
	Eau épurée (Sortie STEP)	3,30	3,60	3,30	3,20	2,80	2,70	2,50	2,00			2,40	3,70	2,89
CE (µS/cm)	Eau brute (Entrée STEP)	4640,00	4650,00	8070,00	5890,00	5910,00	6800,00	4730,00	4500,00			5370,00	3040,00	5360,00
	Eau épurée (Sortie STEP)	6100,00	5680,00	6023,00	5890,00	5330,00	5100,00	4740,00	5020,00			4660,00	6920,00	5546,30
T (°C)	Eau brute (Entrée STEP)	16,70	13,70	21,20	21,00	24,50	31,30	34,30	34,40			15,00		23,57
	Eau épurée (Sortie STEP)	14,30	14,40	20,90	21,00	24,30	31,00	32,90	34,00			14,50		23,03
PH	Eau brute (Entrée STEP)	7,53	7,32	7,69	7,73	7,34	7,44	7,59	7,36			7,34	7,70	7,50
	Eau épurée (Sortie STEP)	8,09	7,21	7,20	6,97	7,16	7,19	8,08	7,15			7,36	7,00	7,14

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الملاحق:

الهدف من الدراسة هو تشخيص محطة مياه الصرف الصحي تحت ظروف مناخية مختلفة حيث تشير نتائج البحث خلال تحليل بعض الوسائط الفيزيوكيميائية للمياه المستعملة والمياه المعالجة إلى أن محطة معالجة المياه المستخدمة في نقوسة، والتي تعمل بتقنية الفلترة بواسطة النباتات والتي نجحت بشكل جيد في إزالة المواد العضوية والمواد الصلبة. إذ بلغت نسبة إزالة الـ DBO5 76%، و

DCO 69,28%، و19. 38% MES. هذه التقنية تتميز بأنها تحتاج إلى طاقة أقل وسهلة التشغيل، بالإضافة إلى إنتاج كميات قليلة من الحمأة، مما يجعلها مناسبة للأماكن الريفية أو المناطق ذات الموارد القليلة. مقارنة مع المحطة المقترحة التي تعتمد على تقنية الأوحال النشطة ذات أداءً أفضل في المعالجة، حيث تتجاوز نسبة الإزالة فيها 90% - DBO5، و80% DCO، و

90%- MES.

الكلمات المفتاحية: معالجة المياه الحمأة محطة مياه الصرف الصحي الوسائط الفيزيوكيميائية منطقة ورقلة

Résumé

L'objectif de cette étude est de diagnostiquer la station de traitement des eaux usées sous différentes conditions climatiques. Les résultats de la recherche, à travers l’analyse de certains paramètres physico-chimiques des eaux usées et des eaux traitées, indiquent que la station de traitement de Neggoussa, qui fonctionne selon la technique de filtration par les plantes, a réussi à éliminer efficacement les matières organiques et les matières solides. Le taux d'élimination atteint 76 % pour la DBO5, 69,28 % pour la DCO, et 38,19 % pour les MES. Cette technique se caractérise par une faible consommation d'énergie, une facilité d'exploitation, et une production réduite de boues, ce qui la rend adaptée aux zones rurales ou aux régions à faibles ressources. En comparaison, la station fictive utilisant la technique des boues activées présente de meilleures performances, avec des taux d’élimination dépassant 90 % pour la DBO5, 80 % pour la DCO, et 90 % pour les MES.