



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي

كلية العلوم الطبيعية و الحياة

مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر

ميدان علوم الطبيعة و الحياة

قسم علوم فلاحيه

تخصص إنتاج نباتي

مذكرة بعنوان



استحداث محطات الصرف الصحي المنزلية و استخدام مياه المعالجة الناتجة منها في سقي
بعض المزروعات

من إعداد الطالبات:

- الأبرق سمية
- خالد سهيلة

نوقشت يوم 4-06-2024 من طرف لجنة المناقشة:

د. كرايمية مروة	أستاذ مساعدة (ب)	رئيسا	جامعة حمى لخضر - الوادي
د. زعتر عبد المالك	أستاذ محاضر (أ)	مناقشا	جامعة حمى لخضر - الوادي
أ.د. نيلي محمد الصغير	أستاذ تعليم عالي	مؤطرا	جامعة حمى لخضر - الوادي
أ.د. ياكبوش مونيكا	أستاذة محاضرة (أ)	مساعد مؤطر	جامعة بوزنان - بولندا

الموسم الجامعي : 2024/2023



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



الإهداء

الحمد و الشكر لله الذي وفقنا لتتضمن هذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية بمذكرتنا هذه، ثمرة جهد و نجاح بفضلته تعالى و ها أنا اختتم بحث تخرجي و امتن لكل من كان له الفضل في مسيرتي

أهدي هذا العمل أولاً

إلى أمي الغالية

لا يمكن للكلمات أبدا أن تعبر عن مدى امتناني لك ، فدعواتك كانت معي في كل خطوة في حياتي، و أثرها اليوم في تخرجي، ابعث لكي باقات حبي و احترامي و عبارات نابغة من قلبي

إلى أبي العزيز.....

إلى نبع العطاء و اكبر نعمة في حياة ، مصدر دعمي وقوتي، وصلت إلى هنا بفضل الله أولاً ثم بفضلته ، أقدم له خالص امتناني على مجهداته الدائمة .

إلى أختي زكية و أخي عبد الحافظ

هما في مقام الأم و الأب، هما السند و مصدر الدعم ، و كل كلمات الشفاء لا توفيهم حقهم، فدمتم لنا شيء جميل لا ينتهي ولا يغيب

إلى عائلتي الكريمة و إخوتي سميرة و حبيبة و كريمة و عبد الرحمان و لكل من دعمني و ساندتني أحبتي حفظهم الله و رعاهم

أهديكم هذا العمل

سمية

الإهداء

أهدي ثمرة هذا العمل ونجاحه إلى

الذين وصى الله بهما إحسانا والذي الذي شاء القدر ان يفارقنا في هذي الدنيا
رحمه الله واسكنه فسيح جناته ، امي العشق المقدس ، الملاك الطاهر ،
الدعوات المتراسلة التي أزهرت حياتي ،

أهدي هذا النجاح إلى من ساندني وخطى معي خطواتي، ويسرى لي الصعاب
إلى زوجي العزيز الذي كان دائما دعما لي معنويا وماديا النور و السراج الذي
لا ينطفئ أبدا.

إلى من شاركوني أفراحي و أحزاني

إلي أخواتي كوثر ، ايمان ، بحرية ، عواطف و كريمة حبيبات قلبي دعممني وكونًا
ملاذي الأمن

سمية الصديقة و الشقيقة التي لها الفضل الأكبر في هذا العمل

أخي السند و العون عز الدين

أهدي هذا التخرج إلى كل روح شاركتني بدعائها .

سهيلة

الشكر و التقدير

قال رسول الله صلى الله عليه و سلم

(من لم يشكر الناس لم يشكر الله و من أهدى إليكم معروفا فكافئوه فان لم تستطيعوا فادعوا له)

و عملا بهذا الحديث الشريف ، نحمد الله الذي و هبنا التوفيق و السداد و منحنا الثبات و أعاننا على إتمام هذا العمل

نتقدم بالشكر الجزيل لأستاذنا الفاضل " نيلي محمد الصغير " الذي رافقنا طيلة بحثنا هذا و الذي لم يبخل علينا بمعلوماته ولا بوقته راجين من الله أن يمده تمام الصحة و العافية

كما نتقدم بجزيل الشكر لأستاذة التعليم العالي في الجامعة البولندية " مونيكيا ياكبوش " التي أفادتنا من خبرتها العلمية و شاركتنا تجربتها في مجال دراستنا و أعانتنا بإرشاداتها و توجيهاتها

كما نشكر الأستاذ الكريم " دريهم محمد العربي " مسير شركة طيبة لمياه الشرب و صنع الخزانات على حسن و طيب تعامله معنا، و لا ننسى أيضا عمال المؤسسة على حرصهم على إنجاز التجربة

كما نشكر الآنسة " خوله " العاملة في مخبر للديوان الوطني للتطهير-كوينين- ONA على مساندتها خلال فترة التربص

و في النهاية نشكر الأسرة الجامعية من أساتذة و عمال خاصة في كلية العلوم الطبيعية و الحياة و كل ما من ساهم من قريب أو بعيد في إنجاز هذا العمل

ان أصبنا فمن الله و إن أخطأنا فمن أنفسنا والحمد لله حمدا طيبا مباركا

الملخص

يهدف الحفاظ على الموارد المائية وحل مشكلة تصريف مياه الصرف الصحي في المناطق النائية و الغير متصلة بشبكة صرف صحي العامة . قمنا بإنشاء محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي منزلي ، تقوم بتحويل المخلفات السائلة الناتجة عن الاستعمالات المنزلية لمياه صالحة للاستخدام الزراعي. و أجريت هذه الدراسة خلال الموسم الزراعي 2023 - 2024 م، في مؤسسة "طيبة" في بلدية البياضة -الوادي- حيث دمجت محطة المعالجة مع نظام الصرف المنزلي الخاص بالسكن العمالي لهذه المؤسسة ، كما دعمنا هذه المحطة بمضخة كهربائية للهواء لتزويدها بالأكسجين و كذلك إضافة بكتيريا لتنشيط التفاعلات داخل هذه المحطة. كما أجريت تحاليل الفيزيائية والكيميائية الميكروبيولوجية على عينات الماء المعالج . و لتقييم مدى ملائمة هذه المياه في السقي أجرينا تجربة زراعية لمحصولي الفول و الكوسة، حيث قسمت التجربة لمجموعتين حسب نوعية المياه السقي المستعملة : مياه الصرف الصحي المنزلي المعالجة و مياه العادية، كما درسنا تأثير نوعية المياه المستعملة على مختلف مراحل نمو و تطور النباتات المدروسة، والتي أظهرت نتائج ايجابية في استعمال المياه المعالجة في السقي ، حيث كانت معظم العناصر ضمن المعايير المسموح بها و عناصر أخرى كانت متذبذبة في تركيزها و ذلك راجع لبداية استقرار المحطة في المعالجة. من هنا يمكن القول أن هذه المحطة قادرة على إنتاج مياه صالحة للاستخدام الزراعي و آمنة على البيئة .

الكلمات المفتاحية:محطة معالجة، الموارد المائية، نظام الصرف الصحي، المعادن الثقيلة ، الميكروبيولوجية ، الفيزيائية ، الكيميائية، المواد العالقة، مياه الصرف الصحي المنزلي المعالجة

Abstract

with the aim of preserving water resources and solving the problem of sewage discharge in remote areas not connected to the public sewage network. we have established a domestic wastewater treatment plant, which converts liquid waste resulting from household uses into water suitable for agricultural use. this study was conducted during the agricultural season 2023–2024 ad, at the “Tayba” foundation in the municipality of al-Bayada – al-Oued – where the treatment plant was integrated with the domestic sewage system for the workers’ housing of this institution. we also supported this station with an electric air pump to supply it with oxygen, as well as adding bacteria. to activate interactions within this station. physical and chemical microbiological analyzes were also conducted on treated water samples according to approved methods. to evaluate the suitability of this water for irrigation, we conducted an agricultural experiment for bean and zucchini crops. the experiment was divided into two groups according to the quality of the irrigation water used: treated domestic sewage water and regular water. we also studied the effect of the quality of the water used on the various stages of growth and development of the studied plants. which showed positive results in the use of treated water for irrigation, as most of the elements were within the permissible standards and other elements were fluctuating in their concentration due to the beginning of the plant’s stability in treatment. hence, it can be said that this station is capable of producing water suitable for agricultural use and safe for the

environment. keywords: treatment plant, water resources, sewage system, heavy metals, microbiological, physical, chemical, suspended materials, treated domestic wastewater

قائمة الاختصارات و الرموز

الاختصار	الدلالة باللاتينية	الدلالة بالعربية
A1	-----	الفول المسقي بالماء العادي
A2	-----	الفول المسقي بالماء المعالج
B1	-----	الكوسة المسقية بالماء العادي
B2	-----	الكوسة المسقية بالماء العذب
DBO5	Demande biochimique en oxygène	الطلب البيوكيميائي للأكسجين
DCO	Demande chimique en oxygène	الطلب الكيميائي للأكسجين
FAO	Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture	منظمة الأغذية و الزراعة للأمم المتحدة
MES	Matières en suspension	المواد العالقة
NH ₄	ammonium	أمونيوم
NO ₂ ⁻	nitrite	النتريت
NO ₃ ⁻	nitrate	النترات
OMS	Organisation Mondial de la Santé	منظمة الصحة العالمية
ONA	Office nationale d'assainissement	الديوان الوطني للتطهير
PH	Potential d'hydrogène	الاس الهيدروجيني
PO ₄ ⁻³	Ortho phosphore	الأورتوفوسفات

قائمة الصور

الصفحة	العنوان	الرقم
15	طريقة صرف المياه المستعملة في آبار الصرف الصحي	1
18	صورة خزان معالجة مياه الصرف الصحي مصنوع من الخرسانة	2
19	صورة بالوعة مياه الصرف الصحي	3
20	صورة محطة معالجة مياه الصرف الصحي منزلية	4
34	خريطة توضح حدود ولاية الوادي	5
38	الموقع الجغرافي لمنطقة شركة طيبة	6
40	رسم توضيحي لمحطة المعالجة	7
40	صور للمحطة من موقع التجربة	8
40	العتاد المستعمل في محطة معالجة المنزلية	9
48	تجهيز خليط وسط الزرع	10
48	تجهيز أكياس الشتل	11
49	صور للنباتات المزروعة	12
50	طريقة اخذ القياسات لحساب متوسط الطول لنبات الفول	13
61	صور لنبات الفول من مكان الزرع	14
61	صور لنبات الكوسة من مكان الزرع	15

قائمة الجداول

الصفحة	العنوان	الرقم
10	الحدود العليا للعناصر الثقيلة في مياه الري و التربة و النسيج النباتي	1
11	حدود تواجد البكتيريا في مياه الري	2
13	المعايير الدولية و المحلية المتبعة في إعادة استخدام مياه الصرف الصحي	3
17	مراحل معالجة مياه الصرف الصحي	4
26	الآفات الفطرية التي تصيب نبات الفول	5
27	الأمراض الحشرية التي تصيب الفول	6
31	الآفات الفطرية التي تصيب نبات الكوسة	7
32	الأمراض الحشرية التي تصيب الكوسة	8
32	الأمراض البكتيرية التي تصيب نبات الكوسة	9

قائمة الأشكال

الصفحة	العنوان	الرقم
36	متوسط درجات الحرارة لمنطقة البياضة-الوادي-	1
37	متوسط التساقط لمنطقة البياضة-الوادي-	2
37	متوسط الرياح لمنطقة البياضة-الوادي-	3
53	منحنى بياني يوضح تغيرات نسب الأس الهيدروجيني في المياه المعالجة	4
54	منحنى بياني يوضح تغيرات درجات الحرارة في المياه المعالجة	5
54	منحنى بياني يوضح تغير في نسب المواد العالقة في المياه المعالجة	6
55	منحنى بياني يوضح تغيرات نسب O_2diss في المياه المعالجة	7
56	منحنى بياني يوضح تغيرات نسب الأومونيوم في المياه المعالجة	8
56	منحنى بياني يوضح تغيرات نسب النتريت في المياه المعالجة	9
57	منحنى بياني يوضح تغيرات نسب النترات في المياه المعالجة	10
58	منحنى بياني يوضح تغيرات DBO_5 في المياه المعالجة	11
58	منحنى بياني يوضح تغير في تراكيز DCO في المياه المعالجة	12
59	منحنى بياني يوضح تغيرات PO_4^{-3} في المياه المعالجة	13
59	منحنى بياني يوضح تغيرات معدن الرصاص في المياه المعالجة	14
60	منحنى بياني يوضح تغيرات البكتيريا القولونية في المياه المعالجة	15
63	نتائج قياس نمو و تطور نبات الفول في المياه العادية و المعالجة	16
63	نتائج قياس نمو و تطور نبات الكوسة في المياه العادية و المعالجة	17

فهرس المحتويات

الإهداء

الشكر و التقدير

الملخص

فهرس المحتويات

قائمة الرموز و المختصرات

قائمة الصور

قائمة الجداول

قائمة المخططات

1 مقدمة عامة

الفصل الاول : عموميات على مياه الصرف الصحي

5 اولاً: دراسة نظرية لمياه الصرف الصحي

5 1- تعريف مياه الصرف الصحي

5 2- مصادر و أنواع مياه الصرف

5 2- 1- مياه الصرف الصناعية

5 2- 3- مياه الصرف الناتجة عن الاستعمالات المنزلية

6	2-4- مياه الصرف الزراعي
6	3- خصائص مياه الصرف الصحي
6	3-1- الخصائص الطبيعية
8	3-2- الخصائص الكيميائية
11	3-3- الخصائص البيولوجية
12	4- المعايير الجودة الدولية
14	5 - تأثير استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة
14	5-1- على النبات
14	5-2- على التربة
15	5-3- على المياه الجوفية
16	5-4- على الصحة العامة
16	ثانيا: محطات معالجة مياه الصرف الصحي
16	1- تاريخ و نشأة و تطور محطات معالجة مياه الصرف الصحي
17	2- انواع أنظمة معالجة مياه الصرف الصحي
17	2-1- أنظمة المعالجة المركزية
18	2-2- أنظمة المعالجة اللامركزية

4- نماذج عن دول نجحت في اعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة 20

4-1- في الجزائر 20

4-2- في العالم 20

الفصل الثاني : عموميات حول النباتات المدروسة

1- دراسة نبات الفول 22

1-1- التعريف بالعائلة العائلة البقولية 22

1-2- القيمة الغذائية للعائلة البقولية 22

1-3- التصنيف النباتي لنبات الفول 23

1-4- الوصف النباتي للفول 23

1-5- دورة حياة نبات الفول 25

1-6- أمراض و افات نبات الفول 26

2- دراسة نبات الكوسة 27

2-1- التعريف بالعائلة النباتية العائلة القرعية 27

2-2- القيمة الغذائية للعائلة القرعية 28

2-3- التصنيف النباتي لنبات الكوسة 28

2-4- الوصف النباتي العام للعائلة الكوسة 29

29 2-5- مراحل نمو و تطور نبات الكوسة

31 2-6- أمراض و آفات نبات الكوسة

الفصل الثالث : مواد و طرق الدراسة

34 أولاً : دراسة المنطقة

34 1- دراسة منطقة الوادي

34 1-1- تعريف منطقة الدراسة

35 1-2- الموقع الجغرافي

35 1-3- المناخ

36 1-3-1- الحرارة

36 1-3-2- التساقط

37 1-3-3- الرياح

38 ثانياً: تنفيذ التجربة

44 1- منطقة الدراسة

38 2- النموذج التجريبي للمحطة

39 تمهيد

39 2-1- النموذج المستعمل (التصميم)

40	..... 2-2- العتاد المستعمل
41	..... 2-3- المعاملات المدروسة
47	..... 3- نموذج التجربة الزراعية
47	..... تمهيد
47	..... 3-1- المادة النباتية
47	..... 3-2- مراحل التجربة
48	..... 3-3- إعادة الشتل
49	..... 3-4- تصميم التجربة
49	..... 3-5- تحديد زمن و طريقة الري و نوعية المياه
50	..... 3-6- المعاملات المدروسة

الفصل الرابع : النتائج و المناقشة

50	..... مناقشة و تحليل النتائج
50	..... اولاً: نتائج الدراسة الخاصة بالمحطة معالجة المنزلية
60	..... ثانياً: نتائج التجربة الزراعية
64	..... الخاتمة

المقدمة

مع تزايد عدد السكان في العالم و ازدياد الطلب على المياه أصبح من الصعب تلبية احتياجات الإنسانية و الحفاظ على التدفقات البيئية التي تصون سلامة الأنظمة الايكولوجية، بسبب عدم وجود كميات كافية من المياه . في المقابل نتج عن استعمال المياه بوتيرة متزايدة و غير منتظمة في الاستعمالات المنزلية و الزراعية و الصناعية، نفايات سائلة تحتوي على كميات كبيرة من الملوثات العضوية و البكتيرية و مركبات سامة مسببة أخطار صحية و بيئية جسيمة إن طرحت في الأوساط الطبيعية دون معالجتها(بوحامد نور الهدى و آخرون 2023) . لذلك تم وضع استراتيجيات لحماية البيئة و الاستفادة من هذه المياه كإعادة استعمالها و الحفاظ على مصادر المياه و تغطية احتياجات الإنسان خاصة في مجال الزراعة (السيد احمد الخطيب 2003) . ويتطلب تقديم هذه الخدمات على نحو مستدام التخطيط والإدارة بصورة متكاملة، فالبلدان لا يمكنها تحقيق نمو مستدام، أو تعزيز قدرتها على الصمود في وجه تغير المناخ بدون إدارة ذكية للموارد المائية (البنك الدولي IDA –IBRD 2013) . فاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة يمكننا من إمداد المحاصيل بالمياه والمغذيات وفي نفس الوقت فإنه يعتبر وسيلة للتخلص من مياه الصرف الصحي بطريقة آمنة تمنع المشاكل الصحية والمخاطر البيئية التي يمكن أن تتجم عن التخلص العشوائي من مياه الصرف (السيد احمد الخطيب 2003) . و يعد إعادة استخدام مياه الصرف الصحي بعد المعالجة مصدرا من مصادر استغلال الموارد غير التقليدية في الدول التي تعاني من شح في الموارد المائية (نجاه مبروك عون 2019) . كما إن تعزيز الإنتاج الزراعي و استخدام المياه العادمة المعالجة التي يمكن أن تكون ذات فائدة كبيرة في ري الأراضي الزراعية. فقد تم تطوير تقنيات عديدة و متنوعة لمعالجة هذه المياه منها الطرق التقليدية لكنها معقدة و لم يتم تصميمها لإزالة الملوثات الدقيقة . ل يتم بعد ذلك اللجوء إلى طرق و تقنيات حديثة منها المعالجة بالنباتات المائية كما أثبتت هذه الطريقة قدرتها و كفاءتها في تحقيق المعايير المطلوبة لمعالجة مياه الطرف الصحي و إزالة الملوثات العضوية و الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض(بوحامد نور الهدى و آخرون

2023) حالياً يعد أغلب مياه الصرف الصحي المُعالجة مياهاً نظيفة من خلال عملية هوائية، حيث يُضاف الأكسجين إلى مياه الصرف الصحي، الذي يفكك المادة العضوية، ثم بعد ذلك يُضاف الكلور لتطهيرها، ومع ذلك فإنَّ الأزمة الكبرى لتلك المعالجة الهوائية تكمن في أنَّ الطاقة مُكلفة، وكذلك لا يمكن استخدام المياه المعالجة بالكلور في عملية الزراعة. فيما طوّرت الأستاذة المشاركة بجامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية (كاوست)، الدكتورة بينغ هونغ، طريقة جديدة مبتكرة لمعالجة مياه الصرف الصحي بطاقة أقل، وإعادة استخدامها بطريقة آمنة في الزراعة، حيث تعتمد هذه الطريقة على عملية لاهوائية، عن طريق استخدام تقنية المفاعل الحيوي للغشاء اللاهوائي (AnMBR) الذي يستخدم الكائنات المجهرية الدقيقة غير المستهلكة للأكسجين، لتحويل الكربون العضوي إلى ميثان، ويتم تنقية المياه وتطهيرها، عبر استخدام الأشعة فوق البنفسجية، وبيروكسيد الهيدروجين. والنتيجة النهائية كانت الحصول على مياه نظيفة صالحة لنمو المحاصيل الزراعية (صحيفة الشرق الأوسط 2022) بالرغم من تطور التقنيات التكنولوجية في معالجة مياه الصرف الصحي إلا أنها لم تكن الحل النهائي لتصريف المياه العادمة في المناطق الريفية البعيدة عن شبكة الصرف الصحي الرئيسية و بالتالي تعتبر محطات معالجة مياه الصرف الصحي المنزلية الحل الأمثل و الأكثر شيوعاً في هذه المناطق و الأكثر صداقة للبيئة للتعامل مع النفايات الصرف الصحي (مؤسسة رعاية المياه. 2023) كما يعتبر وجود الأوكسجين و البكتيريا أهم عنصرين من العناصر المطلوبة لإنجاح المعالجة البيولوجية (عبد الرزاق محمد سعيد التركمان 2013). و تعمل على تنظيف المخلفات السائلة من خلال عمليات الترسيب و التهوية و إزالة المخلفات السائلة بحيث يمكن تفرغها أو إعادة استعمالها في ري المحاصيل الزراعية دون التسبب في تلوث أو إتلاف المنطقة المحيطة (مؤسسة رعاية المياه 2023)

و نظراً للمخاطر الناجمة عن تراكم مياه الصرف الصحي وعدم استغلالها و خاصة في المناطق الريفية الغير متصلة بأنظمة الصرف الصحي الرئيسية، و الذي أدى لإحداث تلوث في البيئة المائية و خاصة في المياه الجوفية. لاعتمادهم على أنظمة الصرف القديمة (الآبار)

و هذا ما سيؤدي حتما لاختلال في التوازن الحيوي و سيؤثر سلبا على الصحة العامة و البيئة و هو ما دفعنا إلى طرح هذا موضوع المتمثل في دراسة إمكانية معالجة المياه العادمة الناتجة عن مياه الصرف المنزلي في محطة معالجة داخلية بطريقة بيولوجية . و كذلك دراسة إمكانية استغلال مياه محطة المعالجة في سقي بعض المحاصيل الزراعية تحويلها إلى مياه آمنة الاستخدام. و في هذه الدراسة سنحاول الإجابة على هذه التساؤلات :

- هل يمكن تحويل المياه العادمة إلى مياه معالجة في محطة منزلية ، و متوافقة مع المعايير الدولية و الوطنية؟
- هل يمكن لهذه المياه المعالجة في محطة المنزلية أن تكون آمنة للاستعمال الزراعي ؟
- هل يمكن لهذه المياه المساعدة في تحسين الإنتاج الزراعي؟

و الهدف من هذه الدراسة هو :

- دراسة تأثير استعمال مياه الصرف المنزلي المعالجة على نمو و تطور المحاصيل الموسمية المزروعة مقارنة بالمياه العادية .
- التحقق من سلامة الإنتاج الزراعي و التأكد من عدم وجود تركيز للمعادن الثقيلة في الماء من خلال إجراء بعض تحاليل الفيزيوكيميائية و البكتيريولوجية.

و هذا ما سنتطرق إليه من خلال عملنا المقسم إلى 4 فصول كالتالي :

الفصل الأول : دراسة نظرية على مياه الصرف الصحي

الفصل الثاني: عموميات على النباتات المزروعة

الفصل الثالث : طرق و مواد البحث

الفصل الرابع : النتائج و المناقشة

الفصل الأول:

عموميات على مياه الصرف الصحي

أولاً: دراسة نظرية لمياه الصرف الصحي

1- تعريف مياه الصرف الصحي

مياه الصرف الصحي أو المياه العادمة ، هي عبارة عن المخلفات السائلة ، تتكون أكثر من 99% ماء و 1% مادة متبقية تحتوي مواد صلبة و ايونات و بكتيريا ضارة (بتول مقابلة 2023)؛ يتم نقلها عبر المجاري من مسكن أو مكان عمل صناعي إلى محطة معالجة مياه الصرف الصحي بهدف تحويل المياه العادمة إلى مياه يمكن إعادة استخدامها لأغراض أخرى قد تساهم في الحفاظ على المياه كجزء من التنمية المستدامة للمياه، مما يقلل من الندرة والجفاف ويخفف من الضغوط على المياه الجوفية وغيرها من المسطحات المائية (مؤسسة رعاية المياه 2023)

2- مصادر و أنواع مياه الصرف

تنتج مياه الصرف الصحي أساساً من المخلفات المنزلية الناتجة من المباني السكنية ومن المخلفات السائلة الناتجة عن بعض الصناعات الخفيفة كالصناعات الغذائية بالإضافة إلى مياه الرش ومياه الأمطار ، (الشركة القابضة للمياه، 2015)

2-1- مياه الصرف الصناعية

تختلف من صناعة إلى أخرى حيث تشمل جميع المخلفات والنفايات الصناعية نتيجة استخراج وتصنيع المواد الخام إلى منتجات صناعية تحتوي على مواد عضوية وغير عضوية ومواد سامة قد تسبب عدم التوازن البيئي وتتطلب معاملة خاصة .

2-2- مياه الصرف الناتجة عن الاستعمالات المنزلية: تأتي من الاستعمالات المنزلية المختلفة

للمياه وتحمل بشكل أساسي خاصية التلوث العضوي وتنقسم إلى قسمين : مياه المنزلية التي تكون مصادرها الحمامات والمطابخ وهي فالعموم تكون غنية بالمنظفات، الدهون، الصابون و شوائب

أخرى. و مياه النفايات التي تعبر عن المراحيض التي تكون غنية بمختلف المواد العضوية الأزوتية والفيروسات الخطيرة (فاطمة بن جلول ، 2022).

2-3- مياه الصرف الزراعي

هي المياه الملوثة بالمواد المستخدمة في الزراعة، بسبب الزراعة الفعالة والمكثفة يستخدم الفلاحون منتجات مختلفة صناعية أو زراعية ، والتي يمثل بعضها خطراً على البيئة وعلى جودة المياه، من مصادر هذه المياه:

- معالجة الببئات المائية وشبه المائية مثل إزالة الأعشاب الضار من المسطحات المائية و المناطق العائمة
- الأسمدة بكل أنواعها المعدنية، التجارية، الحيوانية سواء في الزراعة المنتجة أو غير المنتجة.
- منتجات الصحة النباتية من مبيدات حشرات، فطريات، أعشاب ضارة (قدور زينب ، 2022)

4- خصائص مياه الصرف الصحي

4-1- الخصائص الطبيعية

اللون: يكون لون مياه الصرف الصحي في بدء سريانها في شبكة الصرف الصحي رمادي حيث تحتوي على مواد برازية و تتحول تدريجياً إلى اللون الداكن عند حدوث التعفن والتحلل اللاهوائي، أما إذا كان لونها خلاف ذلك فهذا يعني اختلاط مياه صرف صناعي بمياه الصرف الصحي.

العكارة: العكارة هي مقياس لمرور الضوء خلال الماء، ويستخدم كاختبار لقياس مدى جودة مياه الصرف الصحي بالنسبة للمواد الرغوية العالقة. و عموماً المعالجة فإنه لا توجد علاقة بين درجة

العكارة و تركيز المواد العالقة في المياه الغير معالجة ولكن تتوقف درجة العكارة علي كمية المواد العالقة و نوعها و لونها و دقة حبيباتها .

الرائحة:

تتأثر رائحة مياه الصرف الصحي بقيمة تركيز الأكسجين الذائب في المياه، ففي حالة نقص الأكسجين الذائب في مياه الصرف الصحي تبدأ البكتريا اللاهوائية في النمو والنشاط وتأخذ في استهلاك وتحليل المواد العضوية و تحويلها إلي أمونيا و غازات أخرى ، ويصبح الماء حينئذ ذو رائحة كريهة جدا ويعد غاز كبريتيد الهيدروجين من أكثر الغازات المسببة للرائحة الكريهة في مياه الصرف الصحي.

درجة الحرارة :

تكون درجة حرارة مياه الصرف الصحي أعلى قليلا من درجة حرارة الجو. كما لها تأثير واضح علي نشاط البكتريا سواء الهوائية أو اللاهوائية، فزيادة الحرارة تزيد من النشاط البكتيري و ذلك عند درجة حرارة معينة. ليأخذ بعدها النشاط البكتيري في التناقص والهبوط.

المواد الصلبة الكلية :

المواد الصلبة الكلية هي المواد التي تتبقي بعد التبخر عند درجة حرارة 120مئوية، ويمكن تقسيمه إلى المواد الصلبة العالقة و المواد الصلبة الذائبة . كما تنقسم المواد الصلبة العالقة إلى قسمين هما مواد قابلة للترسيب ومواد غير قابلة للترسيب .

الغازات الذائبة:

تحتوي مياه الصرف الصحي على بعض الغازات الذائبة و التي تتوقف علي حالة المياه إن كانت قديمة أو طازجة وكذلك على مقدار التلوث الموجود بها، ومن أمثلة هذه الغازات:

غاز الأكسجين، غاز ثاني أكسيد الكربون ، غاز كبريتيد الهيدروجين ناتج عمليات اختزال المواد العضوية الكبريتية ، غاز الأمونيا الحر الناتج عن تحلل وهضم المواد العضوية النيتروجينية ، غاز النيتريت NO2 و الناتج عن أكسدة الأمونيا خلال عملية النترة وعن عمليات اختزال النترات NO3 و غاز النيتروجين والناتج من عمليات اختزال النترات خلال عمليات عكس النترة (الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي 2023)

المواد المتطايرة

المواد المتطايرة هي في الغالب مواد عضوية ناتجة عن التحلل الهوائي واللاهوائي لمياه الصرف الصحي خلال مرورها في مختلف وحدات المعالجة بالمحطة، و منها المواد المتطايرة الأحماض العضوية مثل حمض الخليك، والغازات العضوية مثل غاز الميثان وغاز الأمونيا وغاز كبريتيد الهيدروجين.

4-2- الخصائص الكيميائية

تحتوي المياه الصرف الصحي علي كثير من المركبات والمواد الكيميائية المختلفة، حيث تتكون 99% من المياه، و الباقي عبارة عن المواد العضوية وغير العضوية على شكل مواد ذائبة وعالقة

المواد العضوية : تتكون المواد العضوية من خليط من الكربون والهيدروجين والأكسجين وفي بعض الأحيان النيتروجين، هذا بالإضافة إلي بعض العناصر الأخرى المهمة مثل الكبريت والفسفور والحديد.ومن أمثلة المواد العضوية المتواجدة بكثرة في مياه الصرف الصحي: المواد البروتينية والكربوهيدراتية والدهون والزيوت بالإضافة إلي كثير من الكائنات الحية الدقيقة والتي هي في طبيعتها مواد عضوية.

المواد الغير عضوية: وتمثل المواد الغير عضوية من 25 إلي 55% من المواد الصلبة الموجودة في مياه الصرف الصحي. وتشمل المواد الغير عضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي

حبيبات الرمل، وتشمل أيضا الأملاح المعدنية مثل أملاح الكلوريدات والصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم، كما تشمل كثير من المعادن الثقيلة مثل الرصاص و الزئبق والكاديميوم والحديد والمنجنيز والنحاس.

القلوية: تنتج القلوية بمياه الصرف من وجود عناصر الهيدروكسيدات والكربونات والبيكربونات مثل أملاح الكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم و الأمونيا، وأملاح الكالسيوم والماغنسيوم هما الأكثر انتشارا. ويمكن اعتبار السيليكات والفوسفات بالإضافة إلي مركبات مشابهة مكونة لجزء من القاعدية. ويشكل تركيز القاعدية في مياه الصرف الصحي أهمية من حيث التأثير على كل من المعالجة الكيميائية والمعالجة البيولوجية للتخلص من المغذيات (الملوثات) كذلك إزالة الأمونيا باستخدام الأكسدة الهوائية.

الرقم الهيدروجيني: الرقم الهيدروجيني هو أحد العوامل الهامة المؤثرة على حياة الكائنات الدقيقة في المخلفات السائلة. وضبط قيمة الرقم الهيدروجيني هو أحد المهام الرئيسية التي يجب التقيد بها لتوفير البيئة الملائمة للكائنات، وأفضل قيمة للرقم الهيدروجيني هو 4 أي يكون الوسط متعادلا، أما الارتفاع أو الانخفاض الكبير فإنه يؤدي إلى اضطراب في عملية المعالجة، وفي مياه الصرف الصحي تميل القيمة قليلا نحو القلوية أي $pH = 2,4$ تقريبا.

النتروجين والفسفور: يتعين وجود النتروجين والفسفور والكربون في مياه الصرف الصحي بنسب متوازية وهي 100(كربون) : 1(فسفور). حتى تستمر الكائنات الدقيقة في حالة نشاط ونمو طبيعي.

الكبريت: يوجد الكبريت في المخلفات السائلة على هيئة كبريتيد الهيدروجين (H_2S) أو كبريتات (SO_4) وفي تكوين المواد العضوية تتأكسد الكبريتيدات بيولوجيا في وجود الهواء الجوي مكونة حمض الكبريتيك الذي يهاجم المنشآت الإسمنتية و الشبكات.

المعادن الثقيلة: لعلّ أكثر المخاطر الصحية والبيئية هي تلك المرتبطة بتلوث التربة والمياه والنباتات بالعناصر المعدنية الثقيلة، وهي تلك العناصر المعدنية التي تتميز بكثافة تزيد عن قيمة محددة 5-6 غ / سم³ ، والتي تصل إلى مياه الصرف الصحي من خلال صرف مخلفات الصرف الصناعي في مجرى الصرف الصحي الرئيس، حيث أوضحت دراسات عديدة أن انتقالها من مياه الري الملوثة إلى النباتات يختلف باختلاف النباتات والظروف البيئية والأرضية المحيطة ولهذا فقد حرصت معظم دول العالم وبعض الدول العربية على وضع معايير خاصة للحدود القصوى المسموح بها في مياه الري الزراعي

الجدول رقم 1: الحدود العليا للعناصر الثقيلة في مياه الري و التربة و النسيج النباتي (منهل الزعبي، م و آخرون، 2014)

العنصر	مياه الري مغ/ل	التربة مغ/كغ	النسيج النباتي مغ/كغ
الزرنيخ	0.10	1,1 - 80	0.02 - 10
الكاديوم	0.01	0.01 - 2	0.02 - 1.20
الكروم	0.10	10 - 150	0.5 - 2
النيكل	0.20	5 - 500	0 - 4
الرصاص	5.00	2-200	3 - 20

المواد السامة: إضافة إلى المعادن الثقيلة توجد مواد أخرى ذات تأثير سام على صور الحياة في المخلفات السائلة مثل مركبات السيانيد و أملاح الفضة والزرنيخ.

4-3- الخصائص البيولوجية

تتنوع الكائنات الحية الدقيقة الموجودة ما بين الفطريات، والبكتيريا، والأوليات، والفيروسات، والطحالب الدقيقة، منها

البكتيريا

تعد البكتيريا من أهم الكائنات الدقيقة علي الإطلاق من حيث دورها في عملية المعالجة البيولوجية و في تكسير وأكسدة المواد العضوية وتعد البكتيريا من أكثر الكائنات الممرضة في مياه الصرف الصحي وذلك لأن أعدادها في السنتمتر المكعب الواحد تعد بالملايين وأنواعها بالآلاف

الجدول رقم 2 : حدود تواجد البكتيريا في مياه الري (ماهر جورجى نسيم 2007)

الحد المرغوب فيه	الحد المسموح به	المكون
100/10 ml	100/100 ml	البكتيريا الكلية Total bacteria المقطرة عند درجة حرارة C°20
100/0 ml	100/100 ml	البكتيريا القولونية Faecal coliforms المقطرة عند درجة حرارة C°44.5
100/0 ml	20 ml/100	البكتيريا الممرضة Enterococci المقطرة عند درجة حرارة C°35

الطحالب:

لطحالب تأثير ايجابي في المعالجة البيولوجية لمياه الصرف. كما تسهم في إحداث توازن وثبات بيئي مفيد لكثير من الكائنات داخل تلك البيئة المائية، و ذلك من خلال بحيرات الأكسدة. حيث تؤدي الانبعاثات الصناعية مثل ثاني أكسيد الكربون و أكسيد النتروجين لتعزيز إنتاج الطحالب في مياه الصرف الصحي حيث تقوم الطحالب من خلال عملية البناء الضوئي بتحويل ثاني أكسيد

الكربون و المواد المغذية إلى كتلة حيوية غنية بالكربوهيدرات و البروتينات إلى جانب الأكسجين النقي وتقوم البكتريا الهوائية باستهلاك الأكسجين الناتج (رونالد لوفلاند و آخرون 2022).

الفيروسات:

الفيروسات من الكائنات عالية التخصص سواء فيما يتعلق بالكائن الذي تتطفل عليه أو من حيث نوعية الأمراض التي تنقلها الفيروسات مثل أمراض الجدري، الالتهاب الكبدي الوبائي، بالإضافة إلى مجموعة متنوعة من أمراض الجهاز الهضمي والتنفسي.

5- المعايير الجودة الدولية المتبعة في إعادة استخدام مياه الصرف الصحي

هناك العديد من المعايير المتبعة في جودة مياه الصرف الصحي في العالم و قد يكون لدى البلدان والمناطق الفردية معاييرها الأكثر صرامة التي يجب على مرافق العلاج الالتزام بها. تعتمد المعايير على مستوى المعالجة المطلوبة للتأكد من أن المياه آمنة لتصريفها في البيئة أو لإعادة استخدامها لأغراض الزراعية. (Menia.M et Benchenouf.S et SAIFIA.S 2017) (BOUZIDI.Y 2020) . (MANCER.H 2023)

الجدول رقم 3: المعايير الدولية و المحلية المتبعة في إعادة استخدام مياه الصرف الصحي

المعايير الجزائرية	المعايير العالمية		الوحدة	العناصر
	OMS**	FAO*		
8.5 – 6.5	6,5 – 8,4*		----	PH
30	----		C°	T°
>5	----		mg/l	O ₂ diss
30	<30**		mg/l	MES
90	<40**		mg/l	DCO
30	<***10		mg/l	DBO ₅
<50	----		mg/l	النيتروجين الكلي
10	----		mg/l	الفسفور الكلي
30	30 – 5*		mg/l	NO ₃ ⁻
----	<1**		mg/l	NO ⁻²
----	<2**		mg/l	NH ₄ *
<02	<***0,94		mg/l	PO ₄ ⁻³
10	5.00		mg/l	الرصاص
250 – 100	1000 (لا يمكن استهلاكها إلا مطبوخة)		(CFU/100ml)	Coliformes fécaux (E. Coli)
حسب نوع المحصول: 100 يمكن استهلاكها نيئة 250 لا يمكن استهلاكها إلا مطبوخة				

6- تأثير استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة

6-1- على النبات

إن استعادة موارد مياه الصرف الصحي المعالجة و إعادة استغلالها في الإنتاج الزراعي يمكن أن يعزز قيمة المياه و المغذيات و المواد العضوية التي تحتويها ، كما يمكن أن تحقق نتائج زراعية إيجابية. و تعد بعض العناصر المعدنية كالنيتروجين ، الفسفور، البوتاسيوم، الزنك والكبريت ضرورية للحياة النباتية، و التي توجد بكميات ملحوظة في مياه الصرف الصحي، كما تشكل معيارا للجودة لمياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة. و لكن أي زيادة في هذه العناصر عن احتياج النبات و فوق الحدود المسموح بها يمكن أن ينجم عنها آثار سلبية سواء في المحصول أو في التربة.

بالإضافة للمخاطر الميكروبيولوجية أو الكيميائية أو البيئية المختلفة الموجودة في هذه المياه . تشكل المواد العالقة والعناصر الغذائية (NPK) و الكائنات الحية الدقيقة (البكتيريا، والديدان الطفيلية الفيروسات) والمعادن الثقيلة وكذلك الملوحة الزائدة ،أحد أهم مسببات الأمراض في حالة ما لم يتم معالجتها بطريقة آمنة . حيث تتسبب معظم الكائنات الحية الدقيقة في نقل الأمراض الموجودة في مياه الصرف الصحي بواسطة المواد الصلبة العالقة التي تحميها من العديد من المعالجات ، (نور الهدى لكحل و حدة خرفي. 2022)

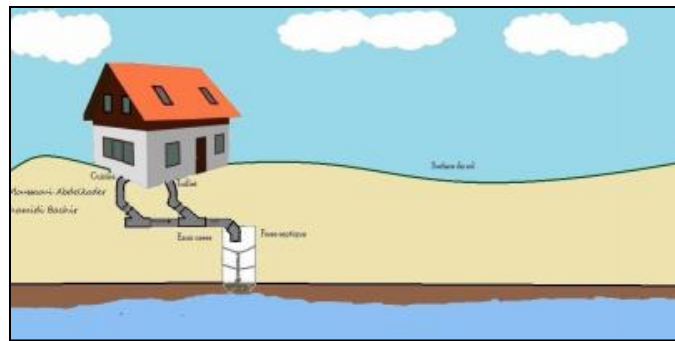
6-2- على التربة

يرتبط تأثير استعمال المياه المعالجة في الري الزراعي في التربة بمجموعة عوامل أهمها : نوعية المياه العادمة المعالجة المستعملة و الكميات المقدمة للري و بطول فترة الاستعمال في الري و قوام التربة و طبيعة الصرف في التربة.

دل الكثير من الدراسات العالمية على أن الاستعمال المديد لمياه الصرف الصحي المعالجة دون إجراء مراقبة دورية لنوعيتها يمكن أن يؤدي إلى تغيير في بعض خواص التربة باتجاه تحسين هذه الخواص أو تدهورها. (محمد منهل الزعبي و آخرون 2014)

6-3- على المياه الجوفية

يبرز تأثير استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في المياه الجوفية عند وجود نظام ري غاسل يسمح بانغسال العناصر من آفاق التربة إلى الآفاق السفلية ووصولها إلى المياه الجوفية، ويحدد التأثير من خلال : زيادة في تراكيز العناصر الكيميائية المغسولة من آفاق التربة خاصة النترات و الأمونيوم تحت أنظمة الري باستعمال مياه الصرف الصحي المعالجة. و زيادة في تراكيز بعض العناصر الحيوية الممرضة في المياه الجوفية حيث تلاحظ هذه الحالات عند ارتفاع مستويات الماء الأرضي إلى ما دون الحدود الحرجة التي تسمح بحدوث ترابط هيدروليكي بين مياه الري المستعملة والماء الأرضي. إن تطبيق أنظمة الري غير الغاسل (استعمال أنظمة الري الموضعي التثقيط) تساعد في الحد من تلوث المياه الجوفية وعدم وصول المواد الملوثة إليها. (محمد منهل الزعبي و آخرون 2014)



صورة رقم 1: طريقة صرف المياه المستعملة في آبار الصرف الصحي (حميدي.ب و
موساوي.ع 2017)

6-4- على الصحة العامة

إن الري بمياه صرف صحي معالجة يسبب بشكل كبير مخاطر صحية عامة ، لأن مياه الصرف هي مصدر الممرضات موجودة في البراز مثل الجراثيم والفيروسات والأوليات والديدان التي تسبب أمراضاً معدية معوية لدى البشر. ويسبب استعمال مياه الصرف بشكل غير مناسب مخاطر مباشرة وغير مباشرة للصحة البشرية نتيجة استهلاك المحاصيل والأسمك الملوثة والمزارعون الذين هم على تماس مباشر مع هذه مياه (محمد منهل الزعبي و آخرون 2014)

ثانياً: محطات المعالجة مياه الصرف الصحي :

1- تاريخ و نشأة و تطور محطات معالجة مياه الصرف الصحي

إن محطات المعالجة ليست وليدة الحاضر وإنما ظهرت الحاجة إليها منذ القدم ، فخلال القرن التاسع عشر بسبب تصريف المياه الملوثة الخام في الأنهار والمسطحات المائية و الأراضي أدى إلى انتشار التلوث بشدة وتدهور الصحة العامة حيث تفشت الأمراض والأوبئة مما دفع إلى إنشاء أنظمة الصرف الصحي وأنظمة المعالجة لحماية الصحة العامة

إن أول محطة معالجة في العالم ظهرت في بريطانيا عام 1885 وتبعتها الولايات المتحدة الأمريكية والتي تطورت فيها محطات المعالجة مع الوقت حيث تم تأسيس محطة تجريبية لوضع معايير مياه مجاري عام 1888 . بعدها ظهرت أول محطة مرشحات بيولوجية 1901 . و في عام 1914 تم استخدام الكلور في التعقيم . ومع ازدياد مستوى المعالجة ظهرت الحاجة إلى المعالجة الإضافية للحماة والتخلص منها حيث تم وضع التشريعات اللازمة لحماية المصادر المائية من التلوث وتم وضع معايير خاصة للمياه الخارجة عن المعالجة تبعاً لمصدر التصريف أو كيفية إعادة الاستخدام في 1965. و في العقد الأخير بدأ شيوع استخدام تقنية الأغشية في محطات المعالجة كأحدث ثورة تكنولوجية (عبد الرزاق محمد سعيد التركماني ، 2011)

2- أنواع أنظمة معالجة مياه الصرف الصحي

2-1- أنظمة المعالجة المركزية : تعتمد المناطق ذات الكثافة السكانية العالية والمدن الصناعية بشكل أساسي على محطات معالجة مياه الصرف الصحي المركزية. حيث تقوم شبكات معقدة من أنابيب الصرف الصحي تحت الأرض بنقل مياه الصرف الصحي من المنازل والمباني إلى محطة المعالجة باستخدام الجاذبية والمضخات. بمجرد وصول مياه الصرف الصحي إلى محطة معالجة مياه الصرف الصحي، فإنها تمر بأربعة مراحل رئيسية من المعالجة قبل تصريفها بهدف إزالة الملوثات وحيوية (Reef Resilience Network)

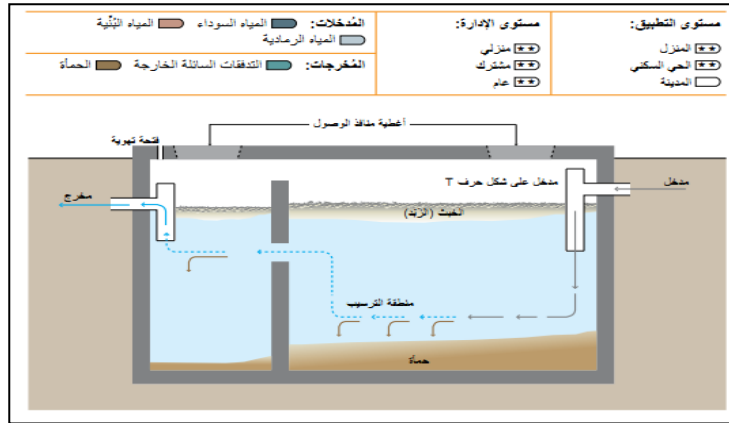
الجدول رقم 4: مراحل معالجة مياه الصرف الصحي (محمد منهل الزعبي 2014)

الهدف من المعالجة (المرحلة)	مستوى المعالجة
إزالة بعض المكونات من مياه الصرف الصحي مثل قطع القماش و الخشب والمواد القابلة للطفو والرمل والشحوم. والتي يمكن أن تسدّ أو تتلف المعدات الميكانيكية.	1 ابتدائية (تمهيدية)
إزالة الجزء الأكبر من المواد الصلبة المعلقة الموجودة في مياه الصرف الصحي .	2 أولية (أساسية أو البيولوجية)
إزالة المواد العضوية القابلة للتحلل البيولوجي و المواد الصلبة المعلقة. من خلال ضخ مياه الصرف الصحي في داخل أنظمة هوائية وأنظمة معالجة حيوية.	3 ثانوية (متممة)
إزالة بقايا المواد العضوية المقاومة وبقايا المواد الصلبة و المعادن الثقيلة التي لم تزال بالمرحل السابقة ، والمواد الصلبة الغير متحللة. وتتضمن المعالجة الثالثة أيضاً التطهير. تستخدم في المعالجة الثالثة الفلاتر الرملية والحصوية أو المصافي الميكروية (متناهية الصغر). يمكن إعادة استعمال المعالجة ثالثياً ليس فقط في مجال الري الزراعي وإنما في العديد من المجالات الصناعية.	4 ثالثة (متقدمة)

2-2- أنظمة المعالجة اللامركزية

أنظمة معالجة مياه الصرف الصحي اللامركزية ، أو أنظمة الصرف الصحي غير المجاري ، هي أنظمة صغيرة الحجم في الموقع لإدارة النفايات البشرية . تقوم أنظمة معالجة المياه العادمة اللامركزية بجمع مياه الصرف الصحي ومعالجتها وتصريفها في الموقع الذي يتم إنتاجها فيه. توجد أنواع عديدة من أنظمة المعالجة في الموقع. و هذه الأنواع هي الأكثر شيوعاً على مستوى العالم: خزان للصرف الصحي وحقل تصريف و البالوعات:

الخزان الصرف : عبارة عن حاوية مدفونة مانعة للماء مصنوعة عادة من الخرسانة أو الألياف الزجاجية أو البولي إيثيلين. يتم هضم المواد العضوية في الخزان وتقوم العملية بفصل المواد العائمة (مثل الزيوت والشحوم) والمواد الصلبة عن مياه الصرف الصحي. يتم تصريف النفايات السائلة ببطء من الخزان إلى سلسلة من الأنابيب المثقبة المدفونة في حقل الترشيح أو الغرف أو الوحدات الخاصة الأخرى.

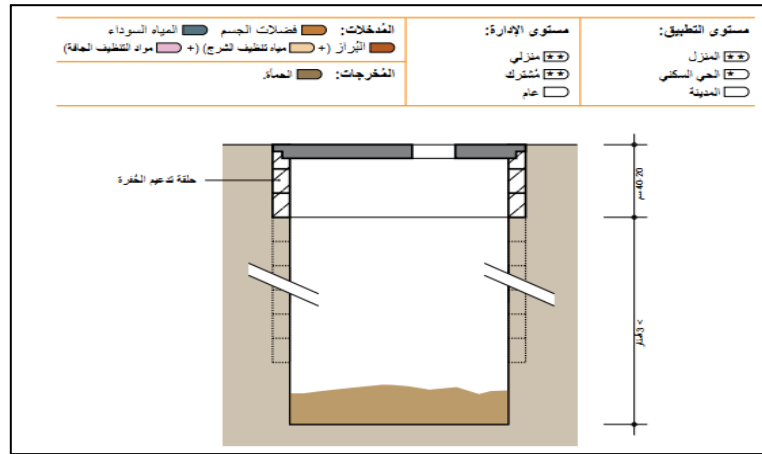


الصورة رقم 2 : صورة خزان معالجة مياه الصرف الصحي مصنوع من الخرسانة

(Tilley, E et al 2014)

حقول الصرف: وهو جزء من نظام الصرف الصحي، يعزز فرص المعالجة الإضافية للنفايات السائلة بواسطة الكائنات الحية الدقيقة في التربة أو الحصى أو غيرها من المواد قبل تصريفها في الأرض أو المياه السطحية.

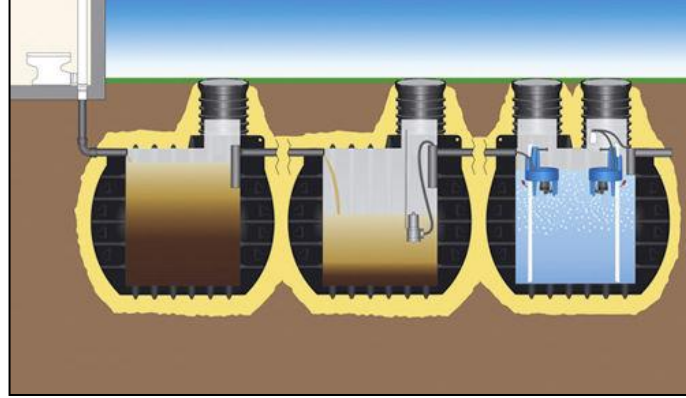
البالوعات: لها خطوة واحدة للاحتواء والعلاج. تجمع الحفر أو المبنية النفايات السائلة من أجل الترسيب الطبيعي. وقد تكون الحفر غير مبطنة أو مفصولة عن التربة والمياه الجوفية بحاجز حجري أو خرساني. ولا توفر البالوعات العلاج المناسب، ويتم استبدالها في العديد من الأماكن بأنظمة معالجة أكثر فعالية.



صورة رقم 3: صورة بالوعة مياه الصرف الصحي (Tilley, E et al 2014)

نظام الصرف الصحي المنزلي الحديث: تعد محطات المعالجة الداخلية هي إحدى الابتكارات التي تساهم من تقليل مخاطر هذه المياه الملوثة والاستفادة منها، والتي تعتمد على نظام الصرف الصحي اللامركزي و كما تعد هذه محطات الحل الأكثر صداقة للبيئة للتعامل مع نفايات الصرف الصحي في مناطق البعيدة و الغير متصلة بشبكة الصرف الصحي الرئيسي . كما تعمل محطات معالجة مياه الصرف الصحي المنزلية عن طريق تنظيف مخلفات الصرف الصحي من خلال عمليات الترسيب والتهوية وإزالة التلوث. و تعد صيانة محطات معالجة مياه الصرف

الصحي المحلية أمراً مهماً للتأكد من أنها تعمل بشكل صحيح. كما تعد منخفضة الصيانة إلى حد ما وعادة ما تكون أقل تكلفة. و تحتاج إلى إفراغها على أساس سنوي لأنها تجمع مستوى منخفض جداً من الحمأة بفضل عملية المعالجة نفسها (مؤسسة رعاية المياه . 2023) و لذلك اعتمدنا في هذه التجربة على هذا النوع من المحطات في إعادة استخدام مياهها المعالجة في سقي الزراعي



صورة رقم 4 : صورة محطة معالجة مياه الصرف الصحي منزلية (www.archiexpo.fr)

3- نماذج عن دول نجحت في إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة

3-1- في الجزائر : يتواجد في الجزائر 21 محطة تستعمل المياه المعالجة في ري الأراضي الزراعية، فقد استخدم في 2020 ما لا يقل عن 18 مليون متر مكعب من المياه المعالجة عبر هذه المحطات، لري أكثر من 11 ألف هكتار من الأراضي الزراعية.(نهال الدويب 2023). حيث تستخدم محطة وهران المياه المعالجة التي تنتجها في سقي 10 آلاف هكتار من الأراضي الفلاحية (أصوات المغاربة.2023).

3-2- في العالم: من أكثر الدول العالم استعمالاً لمياه الصرف الصحي في الري . تحتل الصين الصدارة حيث تستخدم ما يقارب 90 مليار متر مكعب سنوياً، والهند 62 مليار متر مكعب، وباكستان 35 مليار متر مكعب، والولايات المتحدة الأمريكية التي تستخدم 32 مليار متر مكعب، وإسبانيا 20 مليار متر مكعب.(نهال الدويب 2023)

الفصل الثاني:

عموميات حول النباتات المدروسة

1- دراسة نبات الفول

1-1- التعريف بالعائلة البقولية

تعرف العائلة البقولية Leguminosae باسم عائلة الفاصوليا Bean Family ، وتعرف بعض محاصيل الخضر البقولية باسم Pulse Crops . وهي محاصيل تزرع لأجل بذورها الجافة. كما تضم العائلة البقولية عددا كبيرة من محاصيل الخضر، والمحاصيل الحقلية التي تنتشر زراعتها، خاصة في المناطق الاستوائية. وتعتبر العائلة البقولية من اكبر العائلات النباتية، فهي تضم نحو 690 جنسا ، وحوالي 1800 نوع . وقد قام عالم النبات Hutchinson بوضع جميع البقوليات في رتبة Leguminale التي ضمت إليها ثلاث عائلات ، هي : العائلة البقمية Caesalpiniaceae ، والعائلة الطلحية Mimosaceae ، والعائلة الفراشية Papilionaceae ، وتعرف العائلة الاخيرة ايضا باسم Fabaceae . فأما العالم Purseglove 1974 أبقى على العائلة البقولية مع تقسيمها إلي ثلاث تحت عائلات ، وهي : - Papilionoideae . Mimosoideae . Caesalpinioideae . وتعرف تحت العائلة الاخيرة _ ايضا _ بالأسماء : Papilionatae . Faboideae . Lotoideae ، وتضم نحو 1200 نوع ، منها جميع الخضر البقولية . (رقية محمد، 2010)

1-2- القيمة الغذائية للعائلة البقولية

تعد هذه العائلة البقولية من أهم العائلات النباتية وأكثرها ثراء من حيث التنوع ونظراً لكونها ذات قيمة غذائية عالية للإنسان والحيوان واشتق اسم العائلة من ثمارها (القرن الذي يحتوي حبوباً ثنائية الفلقة) تتميز النباتات البقولية بتثبيت النيتروجين الجوي من خلال علاقة تعايشية مع بكتيريا المستجذرة Rhizobiales وبذلك فنباتات هذه العائلة تساهم في زيادة خصوبة التربة . تحتوي النباتات البقولية على عديد من البروتينات والكربوهدرات والدهون والعناصر المعدنية والفيتامينات المهمة لبناء جسم الإنسان والحيوان تعود زراعة المحاصيل البقولية إلى أكثر من

٨٠٠٠ عام، فقد عرفتها البشرية واستخدمتها منذ القدم من أشهر البقوليات الغذائية الفاصولياء والباذلاء والبقول وفول الصويا والحمص والعدس والبقول السوداني

1-3- التصنيف النباتي لنبات الفول (*Vicia faba*) (قرح ل و مسعي. ب. ك 2021)

Régne : Plantea

Embranchement : Spermatophytes

Sous Embranchement : Angiosperme

Classe : Dicotylédones

Sous Classe : Dialypétales

Ordre : Rosales

Famille : Légumineuse

Sous Familles : Papilionacées

Genre : *Vicia*

Espèce : *Vicia faba* L.

1-4- الوصف النباتي للفول: (بالفرنسية: **févé** - بالانجليزية: **bean**) الفول نبات حولي عشبي يتبع العائلة البقولية legumunaeae و تحت العائلة الفراشية papilunaceae

* **الجذر:** وتدي عميق قد يصل إلى 60_80 سم و يتفرع من الأعلى إلى جذيرات تمتد بشكل أفقي إلى مسافة 50 سم تقريبا ثم تتجه إلى الأسفل إلى مسافة 60 سم . هذا التفرع يساعد النبات على امتصاص غذائه من التربة كما يساعد غي تكوين الزيادة من العقد البكتيرية المثبتة للأزوت الجوي في أطراف الجذيرات

* **الساق:** قائمة مضلعة ذات أربعة أوجه طولها من 60_160 مم تتفرع إلى الأسفل من 3 إلى 6 أفرع فوق سطح التربة و هي جوفاء لونها اخضر يسود عند الجفاف

* **الورقة:** ريشة مركبة من ثلاث وريقات أو خمسة أو سبعة . بيضاوية الشكل كاملة الحواف

* **النورة:** عنقودية تحمل عدة أزهار 2_6 أزهار تخرج من إبط ورقة ثانية والثالثة

* **الزهرة :** فراشية ثنائية الجنس غير منتظمة خماسية ذات خمس سبلات و خمس بتلات لونها ابيض و على الجناحين نقطتان سوداوتان،

* **التلقيح:** التلقيح في الفول ذاتي و تبلغ نسبته 93_96 % إما نسبة التلقيح الخلطي فلا تتجاوز 4_6 %

* **الثمرة:** قرنية مؤلفة من كربلة واحدة قشرتها جلدية مبطنة بزغب ابيض طولها يتراوح بين 8_40 مم ، و عرضها بين 1_3,5 مم تحتوي على 1_8 حبات حسب الصنف ، شكل القرن مستقيم يميل إلى الانحناء قليلا. لونه اخضر يميل إلى الاسمرار عند تمام النضج و إلى اللون الأسود عند الجفاف

* **البذرة:** مستطيلة الشكل مدورة الحافة و مفلطحة تشبه الكلية العريضة. لونها يميل إلى الأخضر الباهت عند بدء النضج ثم يميل إلى اللون البنفسجي الفاتح إذا تقدمت في النضج، ذات فلتين سميكتين بينهما الجنين(محمد صادق المط 1985)

1-5- دورة حياة نبات الفول:

يمر نبات الفول بمرحلة حياة موسمية تبدأ من الزراعة إلى الحصاد ويمكن توضيحها كما يلي:

***مرحلة الإنبات:** يبدأ إنبات بذور الفول في درجة حرارة تبلغ 4-3 درجة مئوية و لكن الدرجة المثلى لإنباتها هي 19-25 م وذلك من اليوم 8 إلى 12 بعد الزرع تحت الظروف الطبيعية.

***مرحلة النمو:** تبدأ فترة النمو منذ ظهور البادرة فوق الأرض، وتمتد إلى 65-55 يوم إلى تفتح آخر زهرة، تنقسم فترة النمو إلى فترة نمو خضري و فترة نمو ثمري ولا يمكن فصل أحدهما عن الأخرى. إما درجة حرارة المثلى للنمو الخضري هي 12-16 م

***مرحلة الإزهار:** تبدأ فترة الإزهار منذ تفتح أول زهرة على النبات حتى عقد آخر زهرة وتبلغ هذه الفترة 55-25 يوماً وتكون هذه الفترة في الأصناف المبكرة 29-20 يوماً وفي الأصناف المتأخرة 55-40 يوم.

***مرحلة الإثمار:** يبدأ من عقد أول زهرة حتى آخر ثمرة على النبات وتتراوح مدته بين 4 و 55 يوماً هذا وتتداخل مع فترة الإزهار وكذلك مع فترة النمو ولا يمكن فصلهم عن بعضهم البعض.

***مرحلة النضج:** تنحصر فترة النضج منذ تمام نضج أول ثمرة حتى اكتمال نضج آخر ثمرة على النبات ويبدأ هذا بظهور الاصفرار على النبات وتلك المدة تتراوح بين 45 و 60 يوماً، يتداخل جزء منها مع فترة الإزهار الجزء الثاني مع فترة الإثمار والجزء الثالث يمتد حتى موعد الحصاد. (عبيد دليلة ، الشايب زينب 2015 عن agronomie.info)

1-6- أمراض و آفات نبات الفول

الجدول رقم 5: الأمراض الفطرية التي تصيب نبات الفول. "شورى للتنمية. 2023" بتصريف

الأعراض	المسبب	الأمراض الفطرية
الأعراض تظهر على شكل بقع بنية صغيرة على الأوراق مما يؤدي إلى موت الأنسجة المصابة	Botrytis faba	صدأ الفول Rust of faba beans
الأعراض تظهر على شكل بقع بنية صغيرة على الأوراق مما يؤدي إلى موت الأنسجة المصابة	Botrytis faba	التبقع البني Chocolate spot
الأوراق تظهر على شكل بقع صفراء مختلفة الأحجام و ذلك على الأوراق السفلى الإصابة الشديدة تؤدي إلى ذبول و موت الأوراق و سقوطها و السيقان تكون في قاعدة النبات تكون على شكل بقع بنية صغيرة ذو حواف سوداء قد تمتد على طول الساق	Colletotichum sp	الانثراكنوز anthracnose
المرض يصيب الأوراق و السيقان و القرون. و تظهر الأعراض في الأوراق السفلية على شكل بقع بنية تزداد في الحجم و تلتحم مع بعضها لتعم جزء كبير من الورقة	Cercospora zonata	التبقع السركبوري Cercospora spots
المرض يصيب الأوراق و السيقان و القرون تظهر الأعراض على شكل بقع بنية داكنة في بداية الأمر ثم تتحول إلى بقع رمادية داكنة غير منتظمة الشكل ثم يتحول لون الأنسجة المصابة إلي اللون الأسود و يتكون داخل هذه البقع أجسام الثمرية للفطر (بكنيديات)	Ascochyta faba	التبقع الاسكوكيتا على الأوراق و القرون Ascochyta leaf and spot

الجدول رقم 6 : الآفات الحشرية التي تصيب الفول. "شورى للتنمية. 2023" بتصرف

الآفات	الاسم العلمي	الأعراض
المن Aphids	Aphis faba	يصيب كلا سطحي الورقة فيتسبب باصفرار الأوراق - تجعد الأوراق - الندوة العسلية
الدودة القارضة Cutworm	Agrotis ipsilon	تتغذى على السيقان عند منطقة اتصاله بسطح التربة مما يؤدي إلى موت النبات . كما تتغذى على بذور الفول

2- دراسة نبات الكوسة

2-1- التعريف بالعائلة النباتية العائلة القرعية

تعرف العائلة القرعية علميا باسم Cucurbitaceae ، وتسمى في اللغة الانجليزية باسم Gourd Family ، ويطلق علي محاصيل الخضر التابعة لها اسم القرعيات Cucurbits واغلبها من المحاصيل الحولية التي تزرع لأجل ثمارها ، وتتشابه كلها تقريبا في احتياجاتها الزراعية ، وتصاب غالبا بنفس الآفات. كما تحتوي العائلة القرعية علي نحو 96 جنسا ، وحوالي 750 نوعا تنتشر زراعتها في المناطق الدافئة من العالم ، ومن أجناس هذه العائلة:

جنس Citrullus . Cucumis . Sechium . Luffa . Lagenaria . Momordica . Cucurbita ، و هذا الأخير يتبعه أربعة أنواع هامة ، منها C.pepo التي ينتمي إليها قرع الكوسة Summer squash (رقية محمد، 2010)

2-2- القيمة الغذائية للعائلة القرعية

تؤكل ثمار الكوسا مطهية و هي من الخضار سهلة الهضم ذات قيمة حرارية المنخفضة ، إلى جانب قيمتها الغذائية العالية حيث تحتوي كل (100 غ) من ثمار الكوسا الطازجة على (5 غ) من المادة الجافة منها (3-4 غ) من الكربوهيدرات و (0,6 غ) بروتين و (0,1 غ) دهون و (0,3 غ) الياف و (0,4 غ) من الأملاح المعدنية المختلفة مثل الكالسيوم و الفسفور و الحديد و الصوديوم و البوتاسيوم و الفيتامينات المختلفة مثل (A B1 B2 C) (منتدى ستارتايمز 2009 عن www.startimes.com)

2-3- التصنيف النباتي لنبات الكوسة (Cucurbita pepo L) (غزال لبنة و ذويب شيماء و بوغزالة الرميضاء 2022)

Règne : Plantae

Division: Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Violales

Famille : Cucurbitaceae

Genre :Cucurbita

Espèce: Cucurbita pepo L

2-4- الوصف النباتي العام للعائلة الكوسة : (بالفرنسية: courgette - بالانجليزية: squash) (منتدى ستارتايمز 2009)

* **المجموع الجذري:** تكون الكوسا جذراً وتدياً يتعمق لمسافة 180 سم الذي تنمو عليه مجموعة كبيرة من الجذور الجانبية تتركز في 30 سم الأولى وتتعمق حتى 60 سم وتمتد جذور الأصناف القائمة الأكثر شيوعاً لمسافة كبيرة.

* **الساق:** مضلعة خشنة يصل طولها في الأصناف القائمة 90-120 سم في حين تصل في الأصناف المدادة لمسافة تزيد عن 600 سم.

* **الأوراق:** بسيطة ذات نصل عريض وأعناق طويلة، 3-7 الفصوص غائرة في بعض الأصناف كما توجد على سطح بعضها بقع بيضاء مختلفة الكثافة.

* **طبيعة الأزهار:** معظم أصناف الكوسا وحيدة الجنس وحيدة المسكن (Monoecious) لكن تختلف نسبة الأزهار المؤنثة إلى الأزهار المذكرة حسب عدة عوامل: الصنف و الظروف الجوية و التسميد

(منتدى ستارتايمز 2009 عن www.startimes.com)

* **التلقيح:** تتفتح الأزهار بدءاً من شروق الشمس وحتى منتصف النهار والتلقيح خلطي حشري ويتم أساساً بواسطة نحل العسل الذي يكثر نشاطه حوالي الساعة الثامنة في حين يقل قبل السادسة صباحاً و قبيل الظهر حوالي الحادية عشرة ويعتبر توفر عدد مناسب من خلايا عامل ها للحصول على إنتاج مرتفع وذي نوعية جيدة وتكفي عادة خلية واحدة لكل 2 دونم.

2-5- **مراحل نمو و تطور نبات الكوسة :** يمر نبات الكوسة بمرحلة حياة موسمية تبدأ من الزراعة إلى الحصاد و يمكن زراعتها في ثلاث عروات (صيفي: خلال شهر فيفري حتى

منتصف مارس - نيلي: خلال شهري جويلية و أوت - شتوي: خلال شهري ديسمبر و جانفي)
(الضويني ح ح و آخرون 2009) ويمكن توضيحها كما يلي:

***مرحلة الإنبات:** يبدأ إنبات بذور الكوسة في درجة حرارة المثلى من 20 إلى 28 درجة مئوية وذلك من اليوم 5-15 يوم بعد الزرع تحت الظروف الطبيعية.(Bio-2018 enlingne)

***مرحلة النمو:** تبدأ فترة النمو منذ ظهور البادرة فوق الأرض، في درجة حرارة المثلى تتراوح بين 25-30 درجة مئوية وتمتد إلى تفتح آخر زهرة، تنقسم فترة النمو إلى فترة نمو خضري و فترة نمو ثمري ولا يمكن فصل أحدهما عن الأخرى.(Bio-enlingne 2018)

***مرحلة الإزهار:** تبدأ فترة الإزهار منذ تفتح أول زهرة على النبات حتى عقد آخر زهرة في درجة حرارة تتراوح بين 20-25 درجة مئوية (Bio-enlingne 2018) وتبلغ هذه الفترة 30-40 يوما من ظهور الشتلات (LAKHOUSSE, soumia et DJAGHAL, khawla 2020)

***مرحلة الإثمار:** يبدأ من عقد أول زهرة حتى آخر ثمرة على النبات وتتداخل مع فترة الإزهار وكذلك مع فترة النمو ولا يمكن فصلهم عن بعضهم البعض.

***مرحلة النضج :** تنحصر فترة النضج منذ تمام نضج أول ثمرة حتى اكتمال نضج آخر ثمرة على النبات وتلك المدة تتراوح بين 40-45 يوم من الزراعة في العروات الصيفية . و بعد 50 يوم في العروات الشتوية و يتم الجمع مرتين في الأسبوع و مرة واحدة كل 5 أيام في العروات الشتوية . يتداخل جزء منها مع فترة الإزهار الجزء الثاني مع فترة الإثمار والجزء الثالث يمتد حتى موعد الحصاد.(الضويني ح.ح و آخرون ، 2009)

2-6- أمراض و آفات نبات الكوسة

الجدول رقم 7: الأمراض الفطرية التي تصيب نبات الكوسة. "شورى للتنمية. 2023" بتصرف

الأعراض	المسبب	الأمراض الفطرية
تظهر الإصابة على جميع أجزاء النبات فوق سطح التربة و أول ظهور يكون على الأوراق القديمة على شكل بقع دائرية صفراء الأنسجة المصابة تتحول إلى اللون البني الداكن و تموت الأنسجة تظهر الأعراض على الثمار على هيئة بقعة مائية غائرة على سطح الثمرة تتحول للون البني الداكن مع تطور المرض تظهر إفرازات صمغية مكان الإصابة	Colletotrichum lagenarium	الانثراكنوز anthracnose
تظهر الأعراض الإصابة على السطح العلوي للأوراق القديمة على شكل بقع بنية دقيقة بيضاء بزيادة شدة الإصابة يتحول لون الأوراق المصابة إلى اللون الأصفر	Erysiphe cichoracearum	البياض الدقيقي Powdery mildew
تظهر الإصابة على جميع أجزاء النبات فوق سطح التربة تظهر الأعراض الأولية على الأوراق على شكل بقع مائية غائرة لونها اخضر شاحب ثم تتحول هذه البقع تدريجيا إلى اللون الرمادي و تصبح خشنة الملمس و يظهر حوله هالة صفراء	Cladosporium cucmerinum	الجرب Scab

الجدول رقم 8: الآفات الحشرية التي تصيب الكوسة. "شورى للتنمية.2023" بتصرف

الآفات	المسبب	الأعراض
الحفارات Squash vine borer	Melittia cucurbitae	تصيب الحفارات أكثر من منطقة و تسبب تحليق كامل للساق مما يؤدي إلى إعاقة وصول الماء و المواد المغذية للأجزاء العليا للنبات. فتتغفن أجزاء النبات و تصبح لينة و هذا يؤدي لموت النبات
بق الكوسة Squash bug	Anasa tristis	عادة ما تتواجد الحشرة على سطح السفلي الورقة أو بين حبيبات التربة. تقوم الحشرة بنقل الأمراض البكتيرية للنباتات
المن aphids	Aphids gossypii Myzus persicae	تسبب تقزم النبات و تقلل عدد الثمار المتكونة كما تقوم بنقل الأمراض الفيروسية للكوسة

الجدول رقم 9 : الأمراض البكتيرية التي تصيب نبات الكوسة. "شورى للتنمية.2023" بتصرف

الأمراض البكتيرية	المسبب	الأعراض
الذبول البكتيري Bacterial wilt	Erwinia tracheiphila	يحدث للأفرع المصابة الذبول ثم يمتد إلى جميع أجزاء النبات كما تسبب البكتيريا الممرضة بإغلاق الأوعية الناقلة في النبات المصاب

الفصل الثالث:

المواد و الطرق المستخدمة

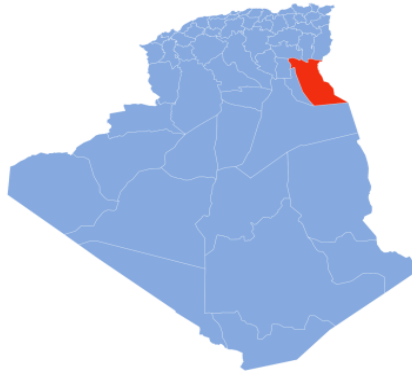
أولا : دراسة المنطقة

1- دراسة منطقة الوادي

1-1- تعريف منطقة الدراسة

تمهيد

تشهد ولاية الوادي ديناميكية فلاحية كبيرة في السنوات الأخيرة . كما تعتبر منطقة فلاحية بامتياز لما تتوفر عليه من مساحات زراعية قابلة للتوسع و كذا اليد العاملة الزراعية المتأقلمة مع ظروف المنطقة القاسية الذي جعل منها تحقق الصدارة وطنيا في الإنتاج الفلاحي و وجوده منتجاتها . تحدى فلاح واد سوف الصعوبات ، لاسيما المتعلقة بشح مياه السقي وارتفاع نسبة ملوحة المياه الجوفية، حيث عملوا لسنوات عديدة من اجل تحقيق مردودية فلاحية جيدة، لإعادة تأهيل منظومة الري بالولاية ، و تحتل المراتب الأولى في المحاصيل الحقلية و التي تضاعف الإنتاج فيها بنسبة 4 مرات ففي سنة 2009 قدر الإنتاج ب 4217388 ق (صيفي زهير.2021). ليصل في سنة 2023 إلى 18271810 ق (مديرية مصالح فلاحية وادي (2024



صورة رقم 5 : خريطة توضح حدود ولاية الوادي (ar.m.wikipedia.org)

1-2- الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة

البياضة هي إحدى بلديات ولاية الوادي 22 (دحه يوسف وآخرون. 2022) التي انبثقت عن التقسيم الإداري الأخير ، حيث تقع بلدية البياضة جنوب الولاية وتبعد عنها بحوالي 5 كلم . تقدر مساحتها ب138.80 كلم².يحدها من

شرقا: بلدية الطريفوي.

غربا: بلدية الوادي وبلدية واد العنودة .

شمالا:فتحدها بلدية الوادي.

جنوبا:بلدية الرباح وبلدية النخلة.

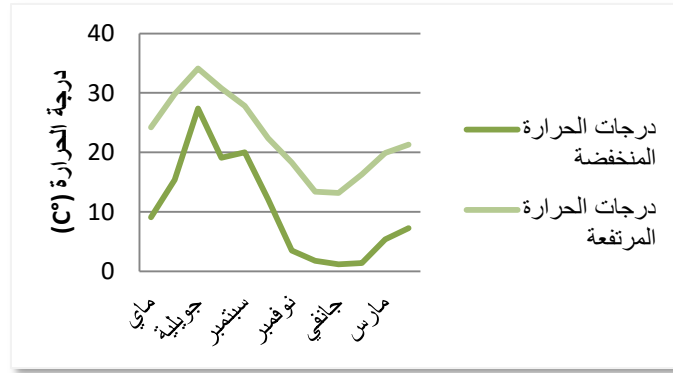
1-3- المناخ

يسود المناخ الصحراويّ في منطقة وادي سوف، حيث يتميز هذا المناخ بقسوته، وطول مدة وأيام حرارته وجفافه، هذا فضلاً عن هبوب الرياح على مدار العام، وتُعتبر هذه الظروف المناخية من المعوقات التي تُعيق أنشطة الإنسان، ولكن رغم ذلك استطاع الإنسان العيش في المنطقة، واستغلال الأماكن المناسبة للعيش، ولعلّ أهم الأمور التي ساعدت على الاستقرار في وادي سوف هو الثروة المائية المُخترنة في باطن الأعماق الطبقات الصخرية، وفيما يتعلق بتربة وادي سوف فهي فقيرة وغير صالحة للزراعة، ولكنّ تمّ استغلال التربة لزراعة أنواع من المحاصيل الزراعية. (براء الدويكات.2021)

1-3-1- الحرارة (شهر ماي 2023 - شهر افريل 2024)

تتميز منطقة وادي سوف بمناخها الصحراوي الحار صيفا و جاف، و شتاء بارد و جاف تعتبر الحرارة من أهم العناصر الأساسية التي تلعب دورا هاما في النشاط الزراعي.

تم تسجيل ادني درجة حرارة في شهر جانفي بنسبة 1.2 درجة مئوية، و تم تسجيل أعلى درجة حرارة في شهر جويلية بنسبة 34.1 درجة مئوية خلال سنة 2024_2023

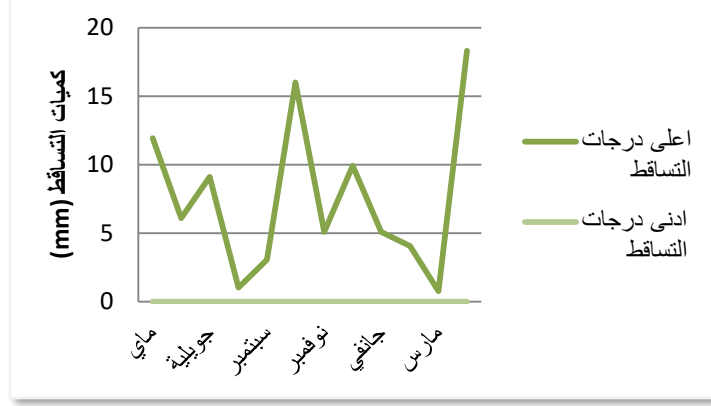


الشكل رقم 1: متوسط درجات الحرارة لمنطقة البياضة-الوادي-حسب موقع

www.tutiempo.net/en/climat

1-3-2- التساقط

يعرف التساقط في منطقة الوادي تذبذبا كبيرا من سنة إلى أخرى و من شهر إلى آخر حيث تم تسجيل اكبر نسبة تساقط في شهر افريل (2024) بنسبة تساقط بلغت 18.3 ملم و اضعف كمية تساقط سجلت في الأشهر من ماي 2023 إلى افريل 2024 بنسبة 0.0 ملم و هذه النسب ضعيفة نظرا لخصائص التربة في المنطقة تعتبر تربة رملية ذات نفاذية عالية

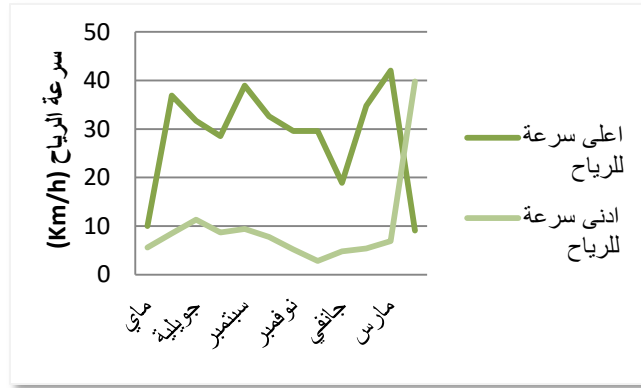


الشكل رقم 2: متوسط التساقط لمنطقة البياضة-الوادي-حسب موقع

www.tutiempo.net/en/climat

1-3-3-الرياح

تمتاز منطقة وادي سوف بحركة هوائية نشطة على مدار السنة : فتهب رياح شمالية، وشمالية غربية (الظهاوي) من فيفري إلى أفريل و رياح شرقية (وتسمى البحري) وهي منعشة من أوت إلى أكتوبر و رياح جنوبية (وتسمى الشهيلي) وهي حارة ويكون ذلك خلال الصيف (www.dtp-eloued.com)



الشكل رقم 3: متوسط الرياح لمنطقة البياضة-الوادي-حسب موقع

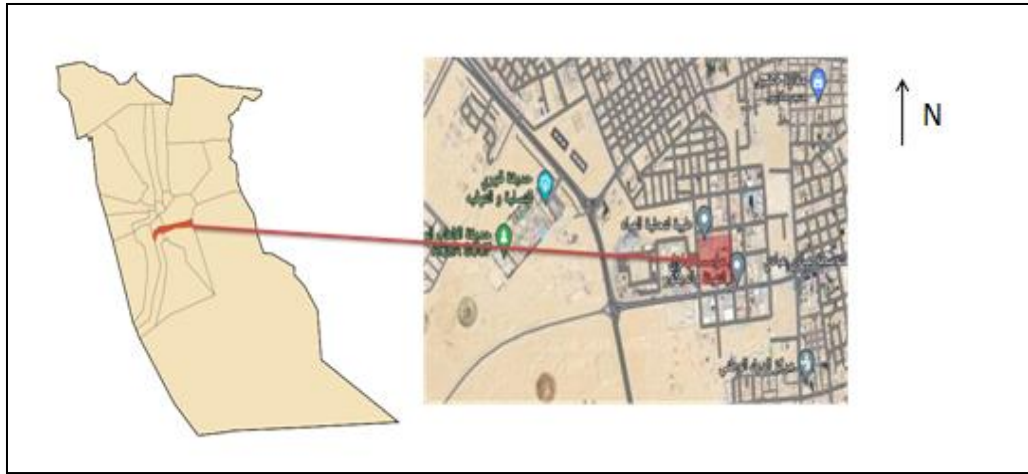
www.tutiempo.net/en/climat

ثانيا: تنفيذ التجربة

1- منطقة الدراسة

تقع شركة طيبة في المنطقة الصناعية في بلدية البيضاء ولاية الوادي على خطي عرض 33° شمالا و خطي طول 6° شرقا

تعد شركة طيبة هي من اكبر الشركات الوطنية في مجال صناعة خزانات المياه المصنعة من البولي إيثيلين المعزولة ، و التي تستخدم لعدة أغراض. تأسست في 25-2-2006 (موقع مؤسسة طيبة www.taibatank.com) . و قد أخذت الشركة موقعا متميزا في الأسواق الوطنية و العربية من ناحية الجودة العالية. و تختص الشركة أيضا في مجال تحليه مياه الشرب



الصورة رقم 6 : الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة (شركة طيبة-البيضاء-)

(www.google.com) ، (www.wikiwand.com)

2- النموذج التجريبي المتبع في إنشاء محطة المعالجة لمياه الصرف الصحي المنزلي

تمهيد:

تعد محطة معالجة مياه الصرف الصحي المنزلية (اللامركزية) الحل الأكثر صداقة للبيئة للتعامل مع نفايات الصرف الصحي في بيئة ريفية الغير متصلة بالأنظمة الصرف الصحي. كما تعمل محطات معالجة مياه الصرف الصحي المنزلية عن طريق تنظيف مخلفات الصرف الصحي من خلال عمليات الترسيب والتهوية وإزالة التلوث. (مؤسسة رعاية المياه . 2023)

2-1- النموذج المستعمل (التصميم)

تعتمد المحطة في طريقة عملها على نظام مستقل عن شبكة الصرف الصحي المركزية بحيث يقوم الخزان بتجميع المياه الناتجة من الأعمال المنزلية من المراحيض و المطبخ و غيرها و معالجتها دون التسبب في تلوث أو إتلاف المنطقة المحيطة.

تم اعتماد في تصميم النموذج الخاص بمحطة المعالجة المنزلية على معايير عالمية تفي باللوائح البيئية من تصميم الخاص بالخزان المصنوع من مادة البولي ايثيلين و كذلك طريقة معالجته وذلك باعتماد على منشط بيولوجي (بكتيريا) الذي يساعد على تنشيط الحمأة.

كما يتواجد بالمحطة المنشأة أربع غرف و كل خزان يحوي غرفتين يفصل بينهما حاجز به ثقوب تسمح بخروج النفايات السائلة من غرفة لأخرى و تكون هذه الثقوب أعلى الحاجز لتجنب انتقال النفايات الصلبة أو الحمأة الموجودة في الأسفل. كما يتم تدعيم الثلاث الغرف الأولى بهواء مضغوط بواسطة محرك كهربائي و ذلك لرفع نسبة الأكسجين في النفايات السائلة، كما تسمح هذه العملية بتسهيل عمل البكتيريا الهوائية التي تعمل داخلها (تحليل المواد العضوية)

و أما الغرفة الرابعة و الأخيرة فتكون المياه أكثر نقاوة فيها من الغرف الثلاث الأولى و يتم بها سقي النباتات المزروعة .



الصورة رقم 7: رسم توضيحي لمحطة المعالجة (صورة أصلية 2024)
الصورة رقم 8 : صور للمحطة من موقع التجربة (صورة أصلية 2024)

2-2-العتاد المستعمل

2 خزائين بحجم 1000 لتر- أنابيب توصيل- أسلاك توصيل - مضخة مياه للسقي - مضخة كهربائية لضخ الهواء- منشط بيولوجي (بكتيريا) EPARCYL- مقبس كهربائي بمؤقت



الصورة رقم 9 : العتاد المستعمل في إنشاء محطة المعالجة المنزلية

2-3- المعاملات المدروسة:

الهدف من هذا العمل هو الكشف الجودة المخبرية للمياه المعالجة في المحطة المنزلية و عن مدى صلاحيتها للاستعمال في السقي . و كذا معرفة مدى توافق هذه المياه المعالجة مع المعايير الجودة الدولية و الوطنية

لقد قمنا بإجراء تحاليل على عينات مياه المعالجة لبعض العناصر على ثلاث فترات توافقت مع مراحل تطور لنباتات المدروسة (مرحلة الإنبات - الإزهار - الإثمار) و ذلك لدراسة مدى تأثير المياه الصرف الصحي المعالجة في المحطة المنزلية على التغييرات الفيزيولوجية للنباتات المزروعة. تمثلت هذه العناصر في: درجة الحرارة ، الرقم الهيدروجيني، المواد العالقة، الأكسجين المنحل، الطلب الكيميائي للأكسجين ، الطلب البيوكيميائي للأكسجين، الأورتوفسفور، الامونيوم، النتريت ، النترات، الرصاص و البكتيريا القولونية

طريقة اخذ عينات من المياه للتحاليل: تم أخذ العينات من الماء المعالج من الغرفة الرابعة و التي تمت فيها آخر مرحلة معالجة و هي الموجه للسقي، و حرصا على إعطاء نتائج دقيقة دون التأثير بالعوامل الخارجية وضعت العينات في عبوات زجاجية معقمة لضمان دقة التحاليل و خاصة التحاليل البكتيريولوجية و تم اخذ العينات في اليوم الذي أجريت فيه التحاليل . حيث أخذت أول عينة بتاريخ 2024-3-5 بعد أسبوعين من تاريخ بدأ عمل المحطة. و ثاني عينة بتاريخ 2024-3-24 و ثالث عينة في 2024-4-22

أجريت التحاليل في:

- مخبر التحاليل و مراقبة النوعية و المطابقة - الوادي-fatilab

- مخبر التابع للديوان الوطني للتطهير-كوينين- الوادي ONA

2-4-1- التحليلات الفيزيائية

المواد العالقة

- الغرض من التحليل: هو تحديد محتوى المواد العالقة في مياه الصرف الصحي
- المبدأ: تتم تصفية الماء ويتم تحديد وزن المواد المحتجزة حسب اختلاف الوزن.
- الأدوات المستعملة:

قطر ورق الترشيح الزجاجي 47 ميكرومتر - جهاز ترشيح تحت الفراغ - مجفف - فرن ساخن (105°C) - ميزان (0.001 g دقة)

$$\text{M.E.S} = (P1 - P2) \times 1000000/100 = (P1 - P2) \times 10000 \text{ الصيغة:}$$

P1: وزن ورق الترشيح الفارغ.

P2: وزن ورق الترشيح الكامل.

الأكسجين المنحل:

- الهدف: يعتمد تركيز الأكسجين الفعلي على درجة الحرارة وضغط الهواء واستهلاك الأكسجين نتيجة لعمليات التحلل الميكروبيولوجي أو إنتاج الأكسجين عن طريق الطحالب على سبيل المثال. حالياً، القياس الكهروكيميائي هو الطريقة المعترف بها من قبل المعايير المختلفة لتحديد تركيز الأكسجين في الماء.
- الجهاز المستخدم: Oxy-mètre INOLABO-OXI 730 WTW.
- التعبير عن النتائج: يتم إعطاء النتيجة مباشرة mg/l.

تحديد النتريت (NO_2^-)

- طريقة العمل: NA 1657
 - الأدوات المستعملة: مقياس (R5000 mg) spectrophotomètre HACK –
سحاحات 2 ml
 - الكواشف:
- كواشف النتريت (LCK 341) تتراوح (من 2 إلى 20 mg/l) للتركيزات المنخفضة.
- كواشف النتريت (LCK 142) تتراوح (من 0.05 إلى 2.0 mg/l) للتركيزات العالية.
- التعبير عن النتائج: يتم إعطاء النتائج مباشرة mg/l.

تقدير الأمونيوم (NH_4^+)

- الأدوات المستعملة: spectrophotomètre HACK – انبوب اختبار
 - الكواشف:
- تتراوح كواشف الأمونيوم (LCK 302) من (60 إلى 167 ملغم/لتر) للتركيزات المنخفضة.
- تتراوح كواشف الأمونيوم (LCK 303) من (2.5 إلى 60.0 ملغم/لتر) للتركيزات العالية.
- التعبير عن النتائج: يتم إعطاء النتائج مباشرة mg/l.

تحديد النترات (NO_3^+)

- الأدوات المستعملة: spectrophotomètre HACK – انبوب اختبار
- الكواشف: تتراوح كواشف النترات (LCK 339) من (1 إلى 60 ملغم/لتر)

- التعبير عن النتائج: يتم إعطاء النتائج مباشرة mg/l.

2-4-2- التحاليل الكيميائية

تحديد الرقم الهيدروجيني pH

- الهدف: تحديد حموضة أو حيادية أو قاعدية الماء.
- الجهاز: PH Mètre (PH510)
- التعبير عن النتائج: تتم قراءة القيمة مباشرة على شاشة الجهاز بعد غمر قطب كهربائي محدد للأس الهيدروجيني في العينة.

تحديد الطلب على الأكسجين الكيميائي DCO

- الغرض من التحليل: يوفر لنا قياس الطلب على الأكسجين الكيميائي معلومات عن الأداء السليم لأحواض التهوية ويسمح لنا بتقدير حجم عينة اختبار.
- معدات: Spectrophotomètre - مفاعل (CR 2200) - علبة بيتري
- الكواشف:
- كواشف DCO (LCK 348) يتراوح (15-150 mg/l) للتركيزات المنخفضة.
- كواشف DCO (LCK 114) يتراوح (150-1000 mg/l) للتركيزات العالية.

3- تحديد الطلب على الأكسجين الكيميائي الحيوي (BDO₅)

يتم تحضين عينة الماء التي يتم إدخالها في حاوية thermostat. تتم قراءة كتلة الأكسجين المذاب اللازم للكائنات الحية الدقيقة لتحلل المواد العضوية القابلة للتحلل في وجود الهواء لمدة خمسة (5) أيام. تستهلك الكائنات الحية الدقيقة الموجودة الأكسجين المذاب الذي يتم استبداله باستمرار بالأكسجين الموجود في الهواء الموجود في الزجاجة مما يؤدي إلى انخفاض الضغط فوق العينة. سيتم تسجيل هذا الضغط بواسطة OXI TOP.

المعدات: حفظ الثلاجة عند درجة حرارة 20 درجة مئوية: زجاجات حضانة بسعة 510 ml ؛
Barrou-magnétique. أقراص KOH.

• التعبير عن النتائج: قراءة القيمة بعد 5 أيام. العامل × القراءة = BOD_5 (mg/l)

تحديد إجمالي النيتروجين NT

- الأدوات المستعملة: spectrophotomètre HACK – سحاحة
- الكواشف: نطاق إجمالي كواشف النيتروجين (LCK 338) (من 20 إلى 100 ملجم/لتر)

تحديد الفوسفات PO_4^+ و PT

- الأدوات المستعملة: spectrophotomètre HACK – أنبوب اختبار
 - الكواشف:
 - كواشف الفوسفات (LCK 348) تتراوح من (1.5 إلى 15 mg/l) للتركيزات المنخفضة.
 - كواشف الفوسفات (LCK 350) تتراوح من (6 إلى 60 mg/l) للتركيزات العالية.
- التعبير عن النتائج: يتم إعطاء النتائج مباشرة mg/l. (ABID.C et LECHEER.I. 2017).

تحديد العنصر الرصاص:

- الأدوات المستعملة: spectrophotomètre HACK – أنبوب اختبار – رجاج مغناطيسي
- الكواشف:

1 ملعقة كبيرة كاشف A

1.5 ml كاشف B

0.3 ml كاشف C

C - B - A (محفزات مجهولة التركيب الكيميائية)

• التعبير عن النتائج: يتم إعطاء النتائج مباشرة mg/l

2-4-3- التحاليل البيولوجية

البكتيريا القولونية:

• طريقة العمل: تكون بيئة اللاكتوز BCPL في كل الانابيب المستعملة و المحتوية انيبيبات درهام مع الرج للتخلص من الغاز، ثم نقوم بعملية تلقيح الانابيب حسب الخطوات التالية:

3 انابيب تحتوي على 10 ml من بيئة BCPL(D/C) مع 10 ml من الماء المراد دراسته

3 انابيب تحتوي على 10 ml من بيئة BCPL(S/C) مع 1 ml من الماء المراد دراسته

3 انابيب تحتوي على 10 ml من بيئة BCPL(S/C) مع 0,1 ml من الماء المراد دراسته

تحضن الانابيب و القارورة في درجة حرارة () و لمدة 48 ساعة داخل الحاضنة

تعتبر الانابيب موجبة اذا تغير لون بيئة من لون البنفسجي إلى اللون الاصفر اي حدوث تخمر اللاكتوز بالاضافة إلى ظهور غاز في انبيبات درهام

التعبير عن النتائج: نأخذ من كل بيئة 6 قطرات من بيئة BCPL موجبة و نوضع كل واحدة في انابيب VBL ، ثم نضعها في حاضنة عند درجة حرارة 37°م لمدة 24 ساعة

يكون الاختبار ايجابي عند تغير اللون الاخضر إلى اصفر مع تكوين الغاز في الناقوس (حميدي.ب و موساوي .ع ق ، 2017)

3- نموذج التجربة الزراعية

تمهيد: لاختبار تأثير مياه الصرف الصحي في المحطة المعالجة المنزلية على الإنتاج الزراعي ، و بهدف التحقق من سلامة تلك المياه في الإنتاج الزراعي و التأكد من عدم وجود تراكيز للمعادن الثقيلة في المياه و التربة و المحاصيل المستهدفة وفق الحدود المسموح بها دوليا .
تم إجراء تجربة زراعية على أنواع محددة من المحاصيل بحيث لا يكون لها ارتباطا مباشرا مع التربة و تكون أكثر أمانا أثناء استهلاكها و منع ترسب المعادن الثقيلة في الأوراق (في المحاصيل الورقية) و الثمار (المحاصيل الجذرية كالبصل و الجزر... الخ)

- تم الاعتماد في هذه التجربة على محاصيل الفول و الكوسة و تمت مراقبتها أسبوعيا طوال دورة حياتها (الإنبات و الإزهار و الإثمار)
- تم استخدام مصدرين لمياه الري ، و هما الصرف الصحي المعالجة و مياه العذبة
- تم جمع عينات المياه بشكل دوري وفق مراحل تطور النبات (الإنبات - الإزهار - الإثمار - النضج) لتحليلها لمراقبة اي تغير في خواصها الكيميائية و البيولوجية و الفيزيائية

3-1- المادة النباتية

الفول : اعتمادنا على صنف الفول البلدي

الكوسة : اعتمادنا على صنف من البذور الهجينة SUPER TEZIERPRIME F1

3-2- مراحل التجربة

- بعد اختيار مكان التجربة ، تم تجهيز التربة للشتل حيث تم استعمال خليط من الكمبوست 2/3 و محسن التربة 1/3 .
- تم اعتماد على صواني التشتيل (تحتوي على 45 عين) بالنسبة لنبات الكوسة و أكواب بلاستيكية بالنسبة لنبات الفول .

- تملئ بمخلوط بيئة النمو و يراعى عدم الضغط عليها باليد و يتم مسح أي زيادات فوق عيون الصواني
- تزرع بذرة في كل عين من الصواني ، كما يراعى عمق الذي توضع فيه البذور.تغطي بعد ذلك بطبقة خفيفة من التربة و تروى الصواني بالماء
- تم وضع الشتلات بعد ذلك في مكان دافئ بالنسبة لبذور الكوسة تم تغطيتها بالبلاستيك الشفاف و تزرع بعد ذلك عندما يتكون بالشتلات ورقتين حقيقيتين .



الصورة رقم 10: تجهيز خليط وسط الزرع (صورة أصلية 2024)

3-3- إعادة الشتل

بعد أن أصبحت النباتات جاهزة للشتل و النمو الخضري جيدا تم نقلها إلى أكياس التشتيل (10 × 25 سم) حيث تم ملء الأكياس بالتربة الرملية و سماد حيواني،ليتم بعد ذلك تشبع الأكياس جيدا بالماء و تترك لمدة أسبوع لترطيب التربة بعد تهيئة مكان الزرع قمنا بإعادة شتل النباتات و سقيها جيدا.



الصورة رقم 11 : تجهيز أكياس الشتل (صورة أصلية 2024)

3-4- تصميم التجربة

تم تقسيم النباتات المزروعة إلى جزئين حسب نوع المياه المستعملة في الري و جزء مسقي بالمياه المعالجة و الجزء الثاني مسقي بالمياه العذبة. حيث كل جزء يحتوي على 3 مجموعات مختلفة (الفول - الكوسة) و تحتوي كل مجموعة 20 شتلة .

3-5- تحديد زمن و طريقة الري و نوعية المياه

تم تقسيم التجربة إلى جزئين: جزء للسقي بالماء المعالج من محطة صرف الصحي المنزلي و الجزء الثاني سقي بالماء العادي بدون معالجة تم الاعتماد على الري بالغمر

توقيت السقي: مرة كل يومين أو ثلاثة



الصورة رقم 12: صور للنباتات المزروعة (صورة أصلية 2024)

3-6- المعاملات المدروسة:

3-6-1- قياس طول النبات:

- تم قياس الطول بواسطة شريط القياس المتري.
- حيث تم وضع العلامة الصفراء للشريط عند قاعدة النبات إلى أعلى نقطة في النبات
- بعد اخذ قياسات الأطوال ، تم تسجيل القراءات طول النبات مع التاريخ في جدول تخطيطي (جداول رقم 13-14-15-16 في قائمة الملاحق)
- أخذت القياسات مرة أسبوعياً، لمدة تراوحت ثلاثة أشهر
- بعد جمع البيانات قمنا بحساب متوسط طول بمعادلة حساب النمو و التي تساوي قسمة حاصل الفرق الطول على عدد الأسابيع التي بها جمع البيانات (مثال: عن العينة الأولى)

$$\text{حساب متوسط طول النبات} = \frac{S1+S2+S3+S4+S5+S6}{T (6)}$$



- S1: نسبة طول العينة الأولى خلال الأسبوع 1
- S2: نسبة طول العينة الأولى خلال الأسبوع 2
- S3: نسبة طول العينة الأولى خلال الأسبوع 3
- S4: نسبة طول العينة الأولى خلال الأسبوع 4
- S5: نسبة طول العينة الأولى خلال الأسبوع 5
- S6: نسبة طول العينة الأولى خلال الأسبوع 6
- T : الزمن (عدد الأسابيع التي تم فيها جمع البيانات)

الصورة رقم 13 : طريقة اخذ القياسات لحساب متوسط الطول لنبات الفول (صورة أصلية)
(2024)

3-6-2- قياس عدد التفرعات:

- بعد حساب عدد التفرعات لكل نبات ، تم تسجيل القراءات مع التاريخ في جدول تخطيطي
- أخذت القياسات مرة أسبوعيا، لمدة تراوحت ثلاثة أشهر
- بعد جمع البيانات قمنا بحساب متوسط عدد التفرعات بمعادلة حساب النمو و التي تساوي قسمة حاصل الفرق عدد التفرعات على عدد الأسابيع التي بها جمع البيانات (مثال: عن العينة الأولى)

$$\text{حساب متوسط عدد التفرعات} = \frac{S1+S2+S3+S4+S5+S6}{T (6)}$$

- S1: عدد التفرعات في العينة الأولى خلال الأسبوع الأول
- S2: عدد التفرعات في العينة الأولى خلال الأسبوع الثاني
- S3: عدد التفرعات في العينة الأولى خلال الأسبوع الثالث
- S4: عدد التفرعات في العينة الأولى خلال الأسبوع الرابع
- S5: عدد التفرعات في العينة الأولى خلال الأسبوع الخامس
- S6: عدد التفرعات في العينة الأولى خلال الأسبوع السادس
- T : الزمن (عدد الأسابيع التي تم فيها جمع البيانات)

تم اعتماد نفس طريقة حساب متوسط عدد التفرعات لحساب متوسطات عدد الأزهار و الثمار

([Anderw carberry .website link : ar.wikihow.com](http://ar.wikihow.com/Anderw-carberry))

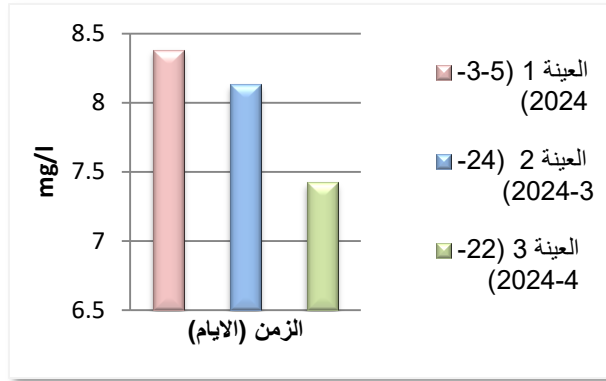
الفصل الرابع:

النتائج والمناقشة

مناقشة و تحليل النتائج

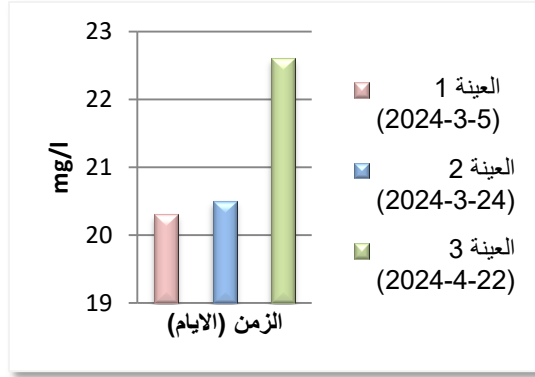
أولاً: نتائج التحاليل الخاصة بمحطة المعالجة المنزلية:

1- الرقم الهيدروجيني (PH): من خلال النتائج المتحصل عليها و الموضحة في الشكل (4) . نلاحظ أن قيم الأس الهيدروجيني تناقصت مع مرور الوقت . حيث سجلنا في أول عينة 8,38 و آخر عينة 7,42 و يرجع انخفاض الأس الهيدروجيني إلى أكسدة النتريت و DCO، و الذي نتج عنه CO_2 و هو يؤدي بدوره لحموضة الوسط، وبسبب التجمع الهيدروجين النشاط البكتيري (زابي زينة 2020) و هذه النتائج المتحصل عليها كانت ضمن المعايير الدولية و الوطنية لاستعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في سقي المحاصيل و التي تتراوح بين $8,5 < PH < 6,5$



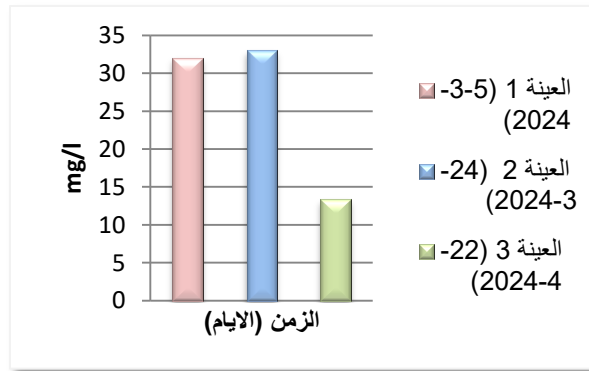
الشكل رقم 4 : منحني بياني يوضح تغيرات نسب الأس الهيدروجيني في المياه المعالجة

2- درجة الحرارة (C°): من خلال النتائج الموضحة في الشكل (5) . نلاحظ زيادة في درجة الحرارة حيث كانت في أول عينة $20,3 C^{\circ}$ درجة مئوية و في آخر عينة $22,6 C^{\circ}$. و يرجع ذلك لزيادة الكائنات الدقيقة المسؤولة على العمليات البيوكيميائية . و هذه القيم كانت ضمن الحدود المعترف و طنيا و المقدره بأقل من $30 C^{\circ}$



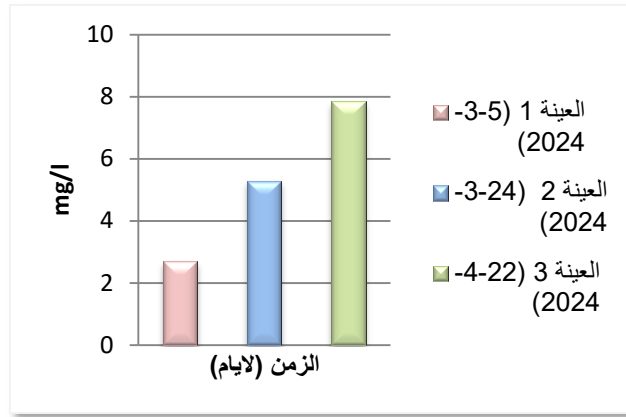
الشكل رقم 5: منحنى بياني يوضح تغيرات درجات الحرارة في المياه المعالجة

3- المواد العالقة (MES): توضح النتائج الشكل (6). تناقص في كمية المواد العالقة من 32 ملغ/ل في العينة الأولى إلى 13,3 ملغ/ل في العينة الأخيرة يفسر تناقص كمية المواد العالقة في العينات مع مرور الوقت بفعالية البكتيريا المفيدة التي قمنا بإضافتها في الغرفة الأولى في محطة المعالجة حيث قامت بتحليل المواد العضوية إلى مواد غير عضوية و كانت هذه القيم ضمن الحدود المعترف حسب منظمة الصحة العالمية و المعايير الجزائرية لاستعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في سقي المحاصيل (اقل من 30 ملغ/ل)



الشكل رقم 6: منحنى بياني يوضح تغير في نسب المواد العالقة في المياه المعالجة

4- الأوكسجين المنحل (O_2 diss): من خلال النتائج المتحصل عليها و الموضحة في الشكل (7) . نلاحظ زيادة في تركيز الأوكسجين المنحل مع مرور الوقت حيث سجلنا في العينة الأولى 2,7 و في العينة الأخيرة 7,84 . و يرجع ذلك إلى الأوكسجين الناتج عن تكون الطحالب التي تشكلت في المحطة عند تعرضها لأشعة الشمس أثناء التجربة و كذلك راجع إلى الهواء المضغوط الناتج عن ضخ الهواء في المحطة. و كانت هذه القيم ضمن الحدود المسموح بها في ري المحاصيل الزراعية حسب المعايير الجزائرية (أكثر من 5 ملغ/ل)



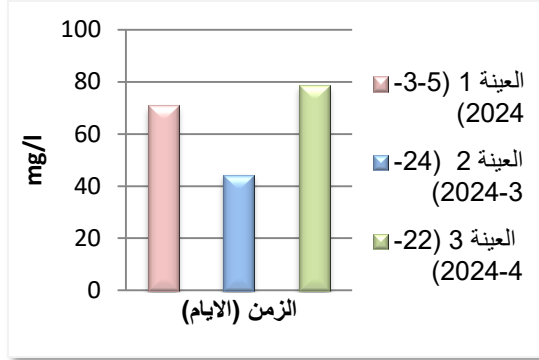
الشكل رقم 7: منحنى بياني يوضح تغيرات نسب O_2 diss في المياه المعالجة

5- الامونسيوم (NH_4^+): من خلال النتائج المتحصل عليها و الموضحة في الشكل (8) نلاحظ تذبذب في تركيز الامونسيوم. حيث سجلنا في العينة الأولى 71 ملغ/ل و العينة الثانية 44,3 ملغ/ل و أما العينة الثالثة فكانت أعلى قيمة بلغت 78,6 ملغ/ل يرجع تذبذب تركيز الامونسيوم لعدم استقرار عمل المحطة لكونها حديثة التركيب

أما انخفاض تركيز الامونسيوم يفسر بحدوث تفاعلات نتج عنها تحول الامونسيوم إلى نترات ثم إلى نترات في شروط هوائية وفق للعوامل الفيزيائية (قدور زينب، 2022)

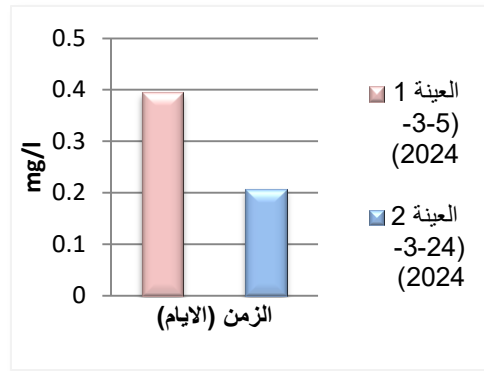


و كانت هذه القيم كانت خارج الحدود المسموح بها في ري المحاصيل الزراعية حسب منظمة الصحة العالمية (اقل من 2 ملغ/ل)



الشكل رقم 8: منحنى بياني يوضح تغيرات نسب الأومونيوم في المياه المعالجة

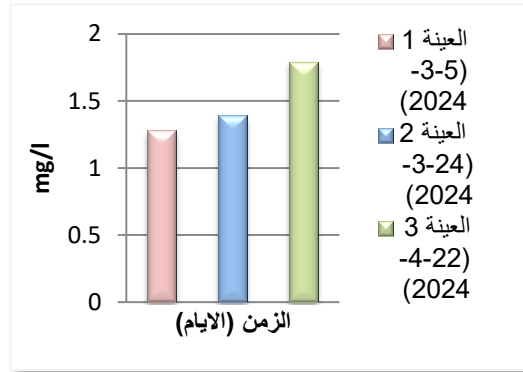
6- النتريت (NO^{-2}): من خلال النتائج المتحصل عليها و الموضحة في الشكل (9) . نلاحظ تناقص في تركيز النتريت حيث سجلنا في العينة الأولى 0,395 و العينة الثانية 0,207 و يفسر تراجعها بمدى أكسدة النتريت إلى نترات بفضل النشاط البكتيري و كانت هذه القيم ضمن الحدود المسموح بها في ري المحاصيل الزراعية حسب منظمة الصحة العالمية (اقل من 1 ملغ/ل)



الشكل رقم 9: منحنى بياني يوضح تغيرات نسب النتريت في المياه المعالجة

7- النترات (NO_3^-):

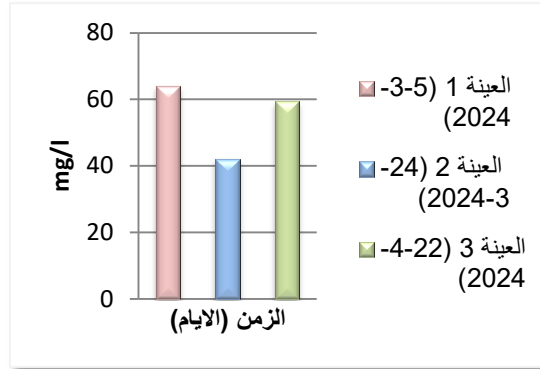
من خلال النتائج المتحصل عليها و الموضحة في الشكل (10) . نلاحظ تزايد في تركيز النترات حيث سجلنا في العينة الأولى 1,28 و العينة الأخيرة 1,79 و يفسر ذلك بعملية بأكسدة النتريت الذي نتج عنه زيادة في النترات بفضل النشاط البكتيري و زيادة تركيز الامونيوم و كانت هذه القيم ضمن الحدود المسموح بها في ري المحاصيل الزراعية حسب منظمة الصحة العالمية (بين 5-30 ملغ/ل) و المعايير الوطنية (اقل من 30 ملغ/ل)



الشكل رقم 10 : منحنى بياني يوضح تغيرات نسب النترات في المياه المعالجة

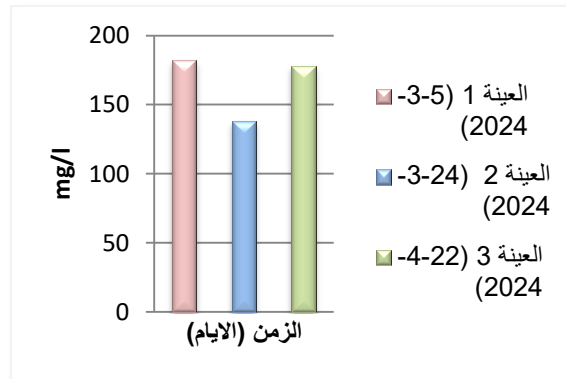
8- الطلب البيوكيميائي للأوكسجين (DBO_5):

توضح النتائج المتحصل عليها في الشكل (11) تذبذب في تراكيز الطلب الكيميائي للأوكسجين . حيث أعلى نسبة في العينة الأولى 64 و اقل نسبة في العينة الثانية 42 و لكن تم تسجيل في العينة الثالثة زيادة قدرت ب 59,3 و هذا التذبذب في تركيز DBO_5 راجع إلى عدة أسباب منها أن المحطة غير مستقرة في عملها وذلك لحدائتها ووفرة الأوكسجين المضاف له. و أما انخفاض DBO_5 ناتج عن النقااعات الكيميوحيوية المصاحبة لارتفاع درجة الحرارة و بالتالي خفض كمية الأوكسجين في مياه المعالجة الذي يمكن أن يسبب انخفاض حاد في تركيز الأوكسجين المذاب (بوحامدن و حمزة.ص 2023)



الشكل رقم 11: منحني بياني يوضح تغيرات DBO_5 في المياه المعالجة

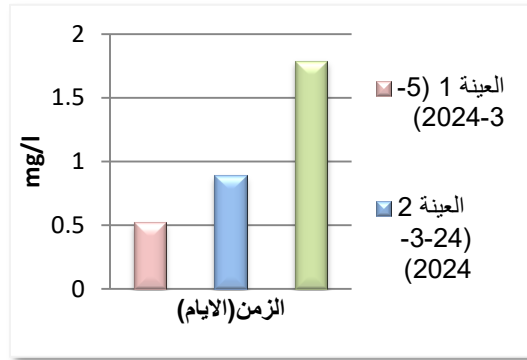
9- الطلب الكيميائي للأوكسجين (DCO): توضح النتائج المتحصل عليها في الشكل (12) تذبذب في تراكيز الطلب الكيميائي للأوكسجين . حيث تم تسجيل أعلى نسبة في العينة الأولى 182 و اقل نسبة في العينة الثانية 138 و لكن تم تسجيل في العينة الثالثة زيادة قدرت ب178 . حيث نفسر انخفاض تركيز DCO راجع وفرة الأوكسجين المنحل في الماء . و كانت القيم المتحصل عليها خارج الحدود الجزائرية المسموح بها في الاستعمال هذه المياه في عملية السقي و التي تقدر بأقل من 90 ملغ/ل



الشكل رقم 12: منحني بياني يوضح تغير في تراكيز DCO في المياه المعالجة

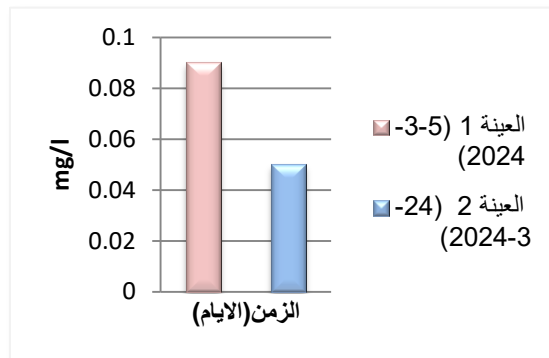
10- الأورتوفسفور (PO_4^{-3}):

من خلال النتائج المتحصل عليها و الموضحة في الشكل (13) . نلاحظ تزايد في تركيز الأورتوفسفور حيث سجلنا في العينة الأولى 0,520 و العينة الثانية 0,89 و أما العينة الأخيرة 1,79 . و كانت القيم المتحصل عليها في الحدود الجزائرية المسموح بها في الاستعمال هذه المياه في عملية السقي (اقل من 2 ملغ/ل)



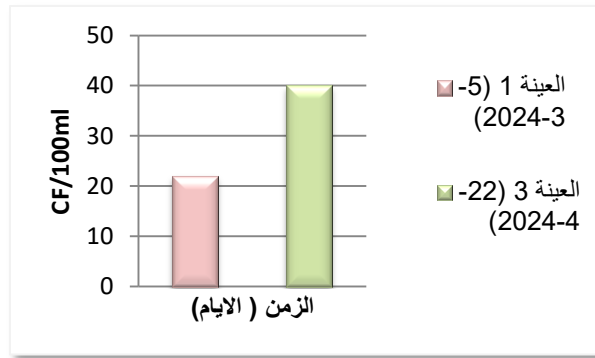
الشكل رقم 13: منحنى بياني يوضح تغيرات PO_4^{-3} في المياه المعالجة

11- الرصاص (Pb): من خلال النتائج المتحصل عليها و الموضحة في الشكل (14) . نلاحظ تزايد في تركيز الرصاص حيث سجلنا في العينة الأولى 0,09 و العينة الثانية 0,05 . و هي ضمن المعايير المسموح بها دوليا (5 ملغ/ل) و ومعايير الجزائرية (10 ملغ/ل)



الشكل رقم 14: منحنى بياني يوضح تغيرات معدن الرصاص في المياه المعالجة

12- البكتيريا القولون (**E. Coli**): من خلال النتائج المتحصل عليها و الموضحة في الشكل (15) . نلاحظ تزايد في مستعمرات البكتيرية القولونية (Coliformes fécaux) (E.Coli) حيث سجلنا في العينة الأولى 22 (CF/100ml) و العينة الثانية 40 (CF/100ml) و هي ضمن المعايير المسموح بها في منظمة الصحة العالمية (1000 (CF/100ml) و معايير الجزائرية (100-250 (CF/100ml) حسب نوع المحصول)



الشكل رقم 15 : منحى بياني يوضح نتائج المتحصل عليها للبكتيريا القولونية في المياه المعالجة

2- تحليل و مناقشة نتائج التجربة الزراعية:

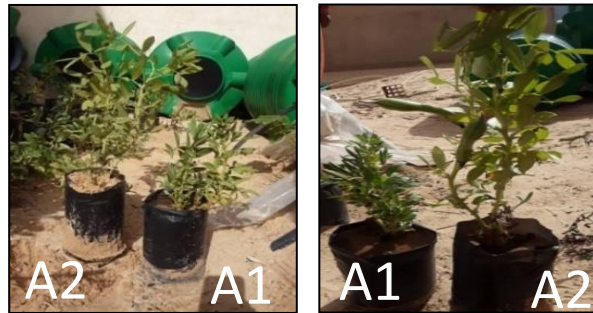
لتحديد فعالية المياه المعالجة في سقي المحاصيل الزراعية قمنا بمراقبة أسبوعية لنمو و تطور النباتات المستعملة في هذه التجربة، حيث تحصلنا على النتائج المتمثلة في الوثائق أدناه:

2-1- الفول: من خلال النتائج المتحصل عليها في الشكل (16). نلاحظ وجود فرق في نمو و تطور نبات الفول (الطول- التفرعات-الأزهار-الثمار) المسقي بالمياه العادية مقارنة بالنباتات المسقية بالمياه المعالجة .

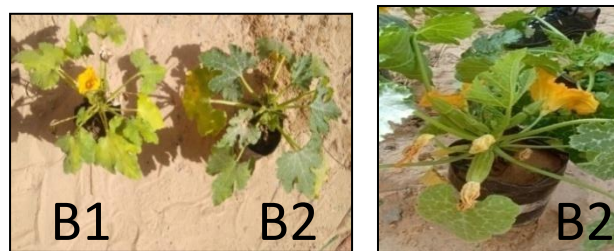
حيث بلغ متوسط طول الفول الذي تم سقيه بالمياه العادية 38,10 سم ، فيما بلغ متوسط طول الفول في المياه المعالجة 48,10 سم . و كان متوسط عدد التفرعات في الفول المسقي بالمياه العادية 2,66 و أما في المياه المعالجة فكان 2,99 . كما بلغ متوسط عدد الأزهار و متوسط

عدد الثمار في نفس النبات و المسقي بالمياه العادية 4,57 و 0,38 على التوالي. بينما بلغ المتوسط لعدد الأزهار و متوسط عدد الثمار في المياه المعالجة 6,94 و 0,91 على التوالي

2-2- الكوسة : من خلال النتائج المتحصل عليها في الشكل (17). نلاحظ وجود فرق في نمو و تطور نبات الكوسة (الطول - التفرعات-الأزهار-الثمار) المسقية بالمياه العادية مقارنة بالكوسة المسقية بالمياه المعالجة . حيث بلغ متوسط طول الكوسة المسقية بالمياه العادية 30,49 سم ، فيما بلغ متوسط طولها في المياه المعالجة 35,22سم . و كان متوسط عدد الأوراق في الكوسة المسقية بالمياه العادية 5,30 و أما في المياه المعالجة فكان 5,44. كما بلغ متوسط عدد الأزهار و متوسط عدد الثمار في نفس النبات و المسقي بالمياه العادية 0,94 و 0,72 على التوالي. بينما بلغ المتوسط لعدد الأزهار و متوسط عدد الثمار في المياه المعالجة 1,38 و 0,96 على التوالي



الصورة رقم 14: صور لنبات الفول من مكان الزرع (مقارنة بين القول المسقي بالمياه المعالج A2 و المسقية بالماء العادي A1) (صورة أصلية 2024)



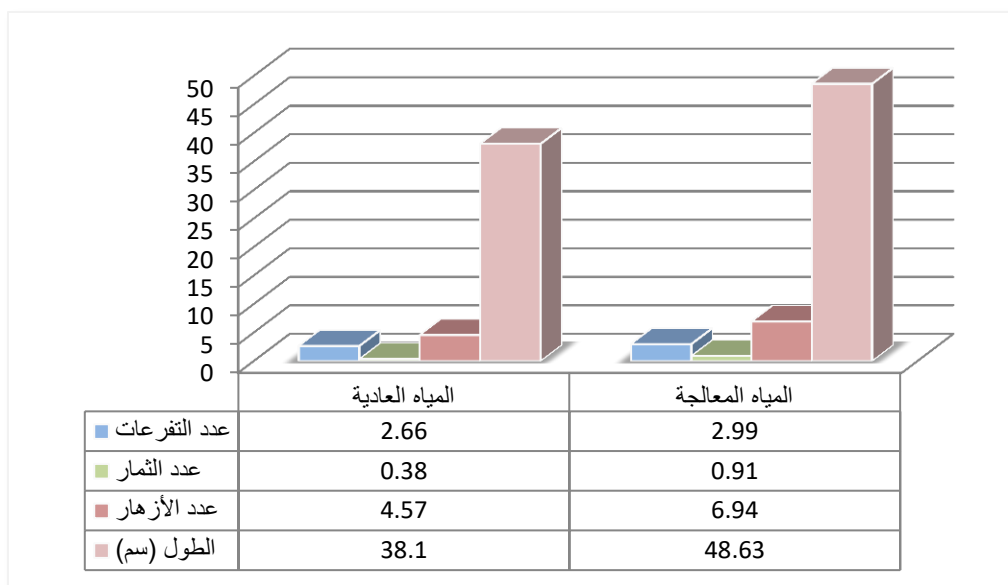
الصورة رقم 15 : صور لنبات الكوسة من مكان الزرع (مقارنة بين الكوسة المسقية بالمياه المعالج B2 و المسقية بالماء العادي B1) (صورة أصلية 2024)

مناقشة النتائج :

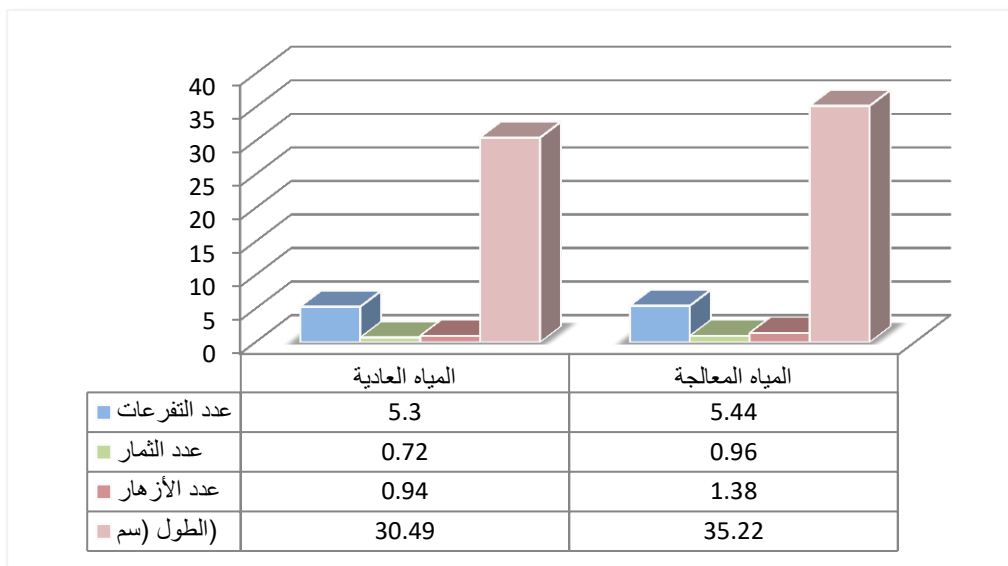
لاحظنا في حالة السقي بالمياه المعالجة للقول و الكوسة أنه يوجد تأثير ايجابي كبير في نمو و تطور النباتات مقارنة بالنباتات المسقية بالمياه العادية . حيث وجدنا بعد اخذ قياسات لأكثر من شهرين لكل من الطول ، التفرعات، الأزهار و الثمار حيث تزيد نسبة طول الفول المسقي بالمياه المعالجة ب 12,76% (الوثيقة 16) . و تزيد نسبة التفرعات ب 11,24% و تزيد نسبة الأزهار 10,8% و تزيد نسبة الثمار 23,94% مقارنة بالمياه العادية.

أما نباتات الكوسة المسقية بالمياه المعالجة تزيد نسبة طولها ب 11,55% (الوثيقة 17) . و تزيد نسبة الأوراق ب 10,26% و تزيد نسبة الأزهار 14,68% و تزيد نسبة الثمار 13,33% مقارنة بالمياه العادية

التفسير: نستنتج من لزيادة الملحوظة في نسب نمو و تطور لمجموعة النباتات المسقية بالمياه المعالجة مقارنة بالمجموعة المسقية بالمياه العادية و هذا راجع لما تحتويه مياه الصرف الصحي المعالجة على المغذيات و المواد العضوية و العناصر المعدنية كالنيتروجين ، الفسفور، البوتاسيوم، الزنك والكبريت ضرورية للحياة النباتية. و هذا ما حقق نتائج زراعية إيجابية.



الشكل رقم 16 : نتائج قياس نمو و تطور نبات الفول في المياه العادية و المعالجة



الشكل رقم 17 : نتائج قياس نمو و تطور نبات الكوسة في المياه العادية و المعالجة

الخاتمة

معالجة مياه الصرف الصحي أصبحت ضرورة حتمية لحماية البيئة من الملوثات السائلة وكذلك توفير مصادر مائية يمكن استخدامها في الزراعة خاصة المناطق التي تعاني من شح المياه.

حيث ساهمت هذه التجربة التي كان هدفها استحداث محطة منزلية لمعالجة مياه الصرف الصحي في حل مشكلة التلوث البيئي الخاص بالمناطق الريفية البعيدة الغير مدعمة بشبكة الصرف الصحي ،حيث قمنا بدمج هذه المحطة مع شبكة تصريف المخلفات المنزلية وتوفير الأكسجين اللازم لها وإضافة أيضا بكتيريا خاصة لتسريع عملية المعالجة وإعادة استخدام هذه المياه المعالجة في سقي بعض المزروعات و منها التي قمنا بزراعتها نبتة الفول والكوسة وبعد مراقبة أسبوعية لنمو وتطور هذه النباتات (الطول، التفرعات، الأزهار و الثمار) و قياس خصائص هذه المياه المعالجة وجدنا:

إن المياه المعالجة في هذه المحطة صالحة للاستغلال في الزراعات الشجرية وري الحدائق الخ... لما في نتائجها الإيجابية والغير ضارة والخاضعة للمعايير العالمية والجزائرية المسموح بها للمياه المعالجة.

من خلال هذه النتائج المتحصل عليها نستطيع أن نقول إن هذا المشروع صالح في وطننا و في كل تضاريسه لما له من أهمية في الحفاظ على البيئة و كذلك في الري الغير مكلف و المشبع بالمواد العضوية.نأمل أن يتوج هذا العمل بعمل مكمل له لما له إستراتيجية الزراعة المستدامة و اقتصاد المياه في البلاد.

المراجع :

المراجع العربية :

أصوات المغاربة "استعمال المياه المعالجة في الزراعة بالجزائر" نشر التقرير في 4 جويلية 2023 تم الاطلاع عليه في 5 ماي 2024 رابط المنصة: www.maghrebvoices.com

أمل علي ياسين" العائلة البقولية (Fabaceae (Leguminosae) نشر في 2024، تاريخ الاطلاع : 2024-3-16 رابط التحميل :

<https://faculty.uobasrah.edu.iq/uploads/teaching/1697536335.pdf>

بتول مقابلة، "مشاكل الصرف الصحي"- موقع موضوع - تم نشره في 8-8-2023 تم الاطلاع عليه في 2024-4-23 رابط الموقع:

<https://mawdoo3.com>

براء الدويكات "الطبيعة المناخية لمنطقة وادي سوف" آخر تحديث: 10 أكتوبر 2021 تاريخ الاطلاع 2024_4_11 رابط الموقع :

<https://mawdoo3.com>

البنك الدولي للإنشاء و التعمير و المؤسسة الدولية للتنمية " إدارة الموارد المائية" تم تعديله في 11/04/2014 تم الاطلاع عليه في 2024-2-21 رابط الموقع :

<https://www.albankaldawli.org/ar/>

حمدي حسن الضويني و رمضان محمد فراج و احمد أبو ريه الكفراوي 2009 "الكوسة" مركز
البحوث الزراعية - مصر - رابط التحميل :

<http://www.mediafire.com/file/zv8vf67kgue7xyz/>

حميدي بشير و موساوي عبد القادر 2017 . "تأثير آبار الصرف الصحي على خصائص
المياه السطاح السطحي لمنطقة حاثي خليفة" مذكرة ماستر تخصص تنوع الحيوي و المحيط
كلية علوم الطبيعة و الحياة جامعة حمى لخضر الوادي ص 13-67

دحه يوسف و آخرون 2022 "التنوع النباتي في منطقة الوادي و مدى تأثيره على البيئة "
مذكرة تخرج ماستر أكاديمي كلية علوم الطبيعة و الحياة _ جامعة حمه لخضر الوادي _

رقية محمد طه متولي عمر " العائلة البقولية Leguminosae" تاريخ النشر : 2010-7-16
تاريخ الاطلاع : 2024-3-15 رابط الموقع :

<http://kenanaonline.com/users/vegetablecrops/posts/143157>

رقية محمد طه متولي عمر " تعريف بالعائلة القرعية " تاريخ النشر 8 أوت 2010. تاريخ
الاطلاع 15 مارس 2024 رابط الموقع :

<http://kenanaonline.com/users/vegetablecrops/posts>

رونالد لوفلاند و نايف عبد اللطيف و احمد الحمران و عبد الله العتيبي " الطحالب الدقيقة "
شركة ارامكو لايف تم نشره في 2022-8-17 تم الاطلاع عليه في 2024-4-19 رابط
الموقع:

www.aramcolife.com

زابي زينة 2020 . "معالجة مياه الصرف الصحي في مدينة بسكرة بواسطة مرشحات نباتية مزروعة بالتسلسل و بالتوازي" مذكرة ماستر اكايمي ميدان الهندسة و الري جامعة محمد خيضر-بسكرة- ص 45

السيد احمد الخطيب 2003 " كتاب استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة " المكتبة المصرية للطباعة و النشر و التوزيع . جمهورية مصر العربية ص 132 – 129

الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي ، البرنامج التدريبي لمهندس تشغيل مياه خصائص مياه الصرف الصحي-6 أشهر ، دليل المتدرب -الإدارة العامة في تخطيط المسار الوظيفي 1_7_2015 حجم(1) ، صفحات 17-3-24 رابط تحميل الملف:

<https://bwadc.com.eg/>

صحيفة الشرق الأوسط " تقنية جديدة لتدوير مياه الصرف الصحي و استخدامه في الزراعة AnMBR " تم نشره في 25-9-2022 تم الاطلاع عليه 24-2-2024 رابط الموقع:

<https://aawsat.com/home/article/389801/>

صيفي زهير. 2021 . واقع و آفاق القطاع الفلاحي في الجزائر _ دراسة حالة وادي سوف _ مجلة أبحاث و دراسات التنمية. المجلد8 العدد 2 ص340

عبد الرزاق محمد سعيد التركمان " المعاملة البيولوجية لمياه الصرف الصحي في محطات المعالجة "نشر في 23-12-2013 ،تم الاطلاع عليه في 18-4-2024 رابط الموقع:

www.slideshare.net

عبد الرزاق محمد سعيد التركماني 2011، «معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام تقنية الأغشية لتحقيق الاستدامة إعادة استعمال المياه المعالجة ، موقع الهندسة البيئية ، سوريا ، تم الإطلاع عليه 23,04,2024 رابط الموقع:

www.4enveng.com

عبيد دليلة ، الشايب زينب نشر في 2015 موقع الهندسة الزراعية تم الاطلاع عليه في 16 مارس 2024 رابط التحميل :

<https://agronomie.info/>

غزال لبنة و نوب شيماء و بوغزالة الرميضاء 2022. تأثير المعادن الثقيلة على إنبات و نمو نباتات العائلة القرعية مذكرة تخرج ماستر اكاديمي تخصص تنوع حيوي و فسيولوجيا النبات كلية العلوم الطبيعية جامعة حمه لخضر الوادي

فاطمة بن جلول ،إزالة الملوثات العضوية من مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت باستخدام نبات Typha latifolia بطريقة التدفق المهجن (شاقولي ،أفقي) ،مذكرة ماستر اكاديمي ،2022،صفحة 6 و 7

قدور زينب 2022 . ،دراسة إمكانية استعمال بعض النباتات الصحراوية في معالجة المياه بمنطقة الوادي ، أطروحة لنيل شهادة دكتوراء ،تخصص بيئة ومحيط ،جامعة حمه لخضر ، ،صفحة 5-79

قرح لويزة و مسعي بلقاسم كنزة 2021 " اثر فطريات معرزة على النمو نبتة الفول Vicia faba L" مذكرة تخرج ماستر تخصص التنوع الحيوي و المحيط كلية علوم طبيعية جامعة حمه لخضر الوادي ص 27

ماهر جورجى نسيم 2007 " كتاب تحليل و تقويم جودة المياه" النشر و التوزيع منشأة
المعارف الإسكندرية مصر

محمد صادق المط 1985 " كتاب الفول " وزارة الزراعة و الإصلاح الزراعي سوريا رqn النشرة
83 صفحات 14_3

محمد منهل الزعبي و احمد مجر و هالا درويش و عمر جزدان و محمد ناصر حبوب و محمد
حقون 2014 " استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة" الهيئة العامة للبحوث
العلمية و الزراعية سوريا- دمشق- الصفحات 19-11-23 -37-39 الرابط:

<https://gcsar.gov.sy/wp-content/uploads/wbook.pdf>

منتدى ستارتايمز" الكوسا" نشر في 12-4-2009 تم الاطلاع عليه في 18-3-2024 رابط
الموقع :

<https://www.startimes.com/>

مؤسسة رعاية المياه . "محطة معالجة الصرف الصحي داخليا " نشر في 19-4-2023 .
تم الاطلاع عليه في 18-4-2024 رابط الموقع: <https://carewater.solutions/>

مؤسسة شوري للتنمية " دليل المزارع - محاصيل الخضر-" تم نشره في 2023 تم الاطلاع
عليه في 29-4-2024 رابط الموقع:

<http://www.shourachemicals.com/ar/libry/details/>

نجات المبروك عون و سهام المبروك عون و الجيلاني محمد عبد الجواد 2019 . "دراسة بعد الخواص الفيزيائية و البيولوجية في مياه الصرف المعالجة بمحطة المجمع الفندقية - دار تليل- ، مجلة حوليات العلوم الزراعية، بمشهر ليبيا ، مجلد 57 (1) صفحة 227

نهال دويب" الصرف الصحي في الجزائر...ثروة مهدورة" نشر في 30 افريل 2023 تم الاطلاع عليه 15 ماي 2024 رابط الموقع:

<https://raseef.net/article/>

نور الهدى لكحل و حدة خرفي 2022 "إعادة استعمال المياه المعالجة" مذكرة ماستر تخصص كيمياء المحيط كلية الرياضيات و علوم المادة جامعة قاصدي مرباح ورقلة ص 60-61

نور الهدى بوحامد و صابرة حمزة 2023، مذكرة ماستر تحديد بعض المعادن الثقيلة الموجودة في البنات و التربة المسقية بمياه الصرف الصحي كلية الرياضيات و علوم المادة قسم الكيمياء تخصص كيمياء المحيط جامعة قاصدي مرباح ورقلة

ABID Chaima et LECHEERI Ikram,2017 . « Audit de procédé technologique de traitement des eaux usées » mémoire master, département des sciences biologique, Université Kasdi Merbah Ouargla

Anderw carberry “how to measure the growth rate of plants” (N.D.P) viewed on date 6-06-2024 .website link: ar.wikihow.com

Bio-enligne « exigences édaphiques et climatique de la culture de courgette » mis à jour 28-12-2018 elle a été vue le17-3-2024

www.bio-enligne.com

BOUZIDI Youssouf 2020 « réutilisation des eaux usées épurées en Algérie » faculté des science et de la technologie . université 8 Mai 1945-Guelma- p43-44-55

LAKHOUSSE, soumia et DJAGHAL, khawla 2020 « étude comparative de l’influence de type matière organique sur la courgette dans la région du souf »

MANCER Houda et SAIFIA Safia Imane 2023 « évaluation et possibilisation des eaux usées épurées en agriculture» mémoire master faculté des science de la nature agronomie et vétérinaire université Ziane Achour – Djelfa- p 31-41 (Journal officiel de la république algérienne N° 41. Janvier 2012) (FAO 2003) 40-31

Menia Marwa et Benchennouf Souheila 2017 «réutilisation des eaux usées épurées en irrigation . réalités et perspectives cas de la wilaya de Jijel » faculté des science de la nature et de vie université Mohammed Seddik Ben Yahia–Jijel– p

Reef Resilience Network– the nature conservancy– “current treatment regimens “(N.D) it has been viewed 25-4-2024 website link:

<https://reefresilience.org/ar/manegment-stategies/wastewater-pollution/existing-treatment-systems/>

Tilley, E., Ulrich, L., Lüthi, C., Reymond, Ph., Schertenleib, R. et Zurbrügg, C., 2014. Compendium des systèmes et technologies d'assainissement. 2e édition révisée. Institut fédéral suisse des sciences et technologies aquatiques (Eawag). Dübendorf, Suisse.
P60_74

www.bio-enligne.com

الملاحق

الجدول رقم 10: نتائج تحاليل المياه المعالجة المتحصل عليها خلال مدة الدراسة :

العناصر	الوحدة	نتائج تحاليل العينة 1 (2024-3-5)	نتائج تحاليل العينة 2 (2024-3-24)	نتائج تحاليل العينة 3 (2024-4-22)
pH	----	8.38	8.13	7.42
T°	C°	20.3	20.5	22.6
O ₂ diss	mg/l	2.7	5.28	7.84
MES	mg/l	32	33	13.3
DCO	mg/l	182	138	178
DBO ₅	mg/l	64	42	59.3
NT	mg/l	95.3	65.8	97.4
NO ₃ ⁻	mg/l	1.28	1.39	1.79
NO ⁻²	mg/l	0.395	0.207	----
NH ₄ [*]	mg/l	71	44.3	78.6
PO ₄ ⁻³	mg/l	0.520	0.89	1.79
PT	mg/l	12.6	5.51	8.27
الرصاص	mg/l	0.09	0.05	----
Coliformes fécaux (E.Coli)	(CFU/100 ml)	22	----	40

الجدول رقم 11: نتائج قياس نمو و تطور نبات الفول في المياه العادية و المعالجة

الثمار	الأزهار	التفرعات	الطول (سم)	متوسط نمو الفول
0,38	4,57	2,66	38,10	المياه العادية
0,91	6,94	2,99	48,63	المياه المعالجة

الجدول رقم 12: نتائج قياس نمو و تطور نبات الكوسة في المياه العادية و المعالجة

عدد الأوراق	عدد الثمار	عدد الأزهار	الطول	متوسط نمو كوسة
5,30	0,72	0,94	30,49	المياه العادية
5,44	0,96	1,38	35,22	المياه المعالجة

الجدول رقم 14: إحصائيات نمو و تطور فول
المسقي بالمياه المعالجة

التفرعات	الثمار	الأزهار	الطول	الأسبوع	لفول (ماء عادي)
1	0	2	35	1	العينة الأولى 2024-2-21
2	0	3	37	2	
3	0	4	41	3	
3	0	3	43	4	
3	2	6	45	5	
4	3	0	48	6	
1	0	4	38	1	العينة الثانية 2024-2-28
2	0	7	39	2	
2	0	10	42	3	
2	0	9	44	4	
3	0	4	45	5	
3	3	9	47	6	
2	0	7	30	1	العينة الثالثة 2024-3-6
2	0	8	32	2	
3	0	8	33	3	
4	0	10	34	4	
4	0	6	36	5	
5	2	4	38	6	
1	0	1	34	1	العينة الرابعة 2024-3-12
1	0	2	35	2	
2	0	5	36	3	
2	0	4	38	4	
2	0	2	40	5	
3	3	0	41	6	
2	0	0	32	1	العينة الخامسة 2024-3-25
2	0	5	34	2	
2	0	2	35	3	
2	0	1	36	4	
3	0	4	37	5	
4	0	1	40	6	
2	0	6	33	1	العينة السادسة 2024-4-17
3	0	4	34	2	
3	0	5	36	3	
4	0	2	38	4	
4	0	4	40	5	
5	1	0	43	6	

الجدول رقم 13: إحصائيات نمو و تطور نبات
فول المسقي بالمياه العادية

التفرعات	الثمار	الأزهار	الطول	الأسبوع	لفول (ماء المعالج)
1	0	2	43	1	العينة الأولى 2024-2-21
2	0	3	45	2	
3	0	4	47	3	
3	0	3	50	4	
3	2	6	54	5	
4	3	0	58	6	
2	0	7	43	1	العينة الثانية 2024-2-28
3	0	4	46	2	
3	0	10	47	3	
3	2	19	50	4	
4	3	12	55	5	
4	3	5	59	6	
1	0	8	39	1	العينة الثالثة 2024-3-6
1	0	10	40	2	
2	0	8	42	3	
2	1	7	43	4	
3	2	12	48	5	
3	3	0	52	6	
2	0	2	42	1	العينة الرابعة 2024-3-12
2	0	7	45	2	
3	0	9	47	3	
3	2	8	50	4	
3	2	5	53	5	
3	2	0	57	6	
3	0	5	44	1	العينة الخامسة 2024-3-25
3	0	7	46	2	
3	0	9	46	3	
3	1	11	49	4	
3	2	6	53	5	
4	0	2	56	6	
3	0	4	40	1	العينة السادسة 2024-4-17
3	0	7	45	2	
4	0	9	49	3	
4	0	11	52	4	
4	3	5	56	5	
5	0	1	60	6	

الجدول رقم 16: إحصائيات نمو و تطور
الكوسة المسقي بالمياه المعالجة

الجدول رقم 15: إحصائيات نمو و تطور
الكوسة المسقي بالمياه العادية

التفرعات	الثمار	الأزهار	الطول	الأسبوع	الكوسة (ماء معالج)
2	0	0	24	1	العينة الأولى 2024-2-21
3	0	0	27	2	
5	0	0	30	3	
5	0	0	37	4	
8	0	4	41	5	
10	0	3	45	6	
2	0	0	27	1	العينة الثانية 2024-2-28
2	0	0	31	2	
4	0	0	33	3	
5	0	0	36	4	
7	0	3	45	5	
11	2	2	50	6	
2	0	0	24	1	العينة الثالثة 2024-3-6
2	0	0	26	2	
3	0	0	29	3	
4	0	0	33	4	
8	1	6	38	5	
13	9	4	40	6	
2	0	0	28	1	العينة الرابعة 2024-3-12
2	0	0	30	2	
4	0	0	32	3	
4	0	0	34	4	
8	1	5	43	5	
12	3	5	52	6	
2	0	0	28	1	العينة الخامسة 2024-3-25
2	0	0	30	2	
3	0	0	32	3	
4	0	0	38	4	
8	3	4	44	5	
13	6	2	52	6	
2	0	0	25	1	العينة السادسة 2024-4-17
2	0	0	27	2	
5	0	0	31	3	
5	0	0	36	4	
9	4	4	42	5	
13	6	6	48	6	

التفرعات	الثمار	الأزهار	الطول	الأسبوع	الكوسة (ماء العادي)
2	0	0	23	1	العينة الأولى 2024-2-21
4	0	0	26	2	
4	0	0	28	3	
6	0	0	30	4	
8	3	8	38	5	
10	6	5	41	6	
2	0	0	21	1	العينة الثانية 2024-2-28
2	0	0	23	2	
2	0	0	29	3	
3	0	0	30	4	
6	1	0	35	5	
8	1	7	40	6	
2	0	0	25	1	العينة الثالثة 2024-3-6
3	0	0	28	2	
4	0	0	30	3	
5	0	0	34	4	
7	0	2	41	5	
12	0	0	45	6	
2	0	0	21	1	العينة الرابعة 2024-3-12
4	0	0	23	2	
5	0	0	25	3	
5	0	0	29	4	
5	2	3	35	5	
9	4	4	39	6	
2	0	0	24	1	العينة الخامسة 2024-3-25
3	0	0	26	2	
4	0	0	28	3	
5	0	0	31	4	
8	4	7	37	5	
11	5	2	42	6	
2	0	0	20	1	العينة السادسة 2024-4-17
4	0	0	24	2	
6	0	0	26	3	
7	0	0	28	4	
8	0	0	33	5	
11	0	4	37	6	

الجدول رقم 17: المعايير المعتمدة في إعادة استعمال المياه الصرف الصحي المعالجة لأغراض السقي :

الجدول: المعايير الجزائرية لتحديد صلاحية مياه السقي حسب الجريدة الرسمية 2012

التركيز الأقصى المقبول	الوحدة	المعايير	
$6.5 \leq PH \leq 8.5$	-	PH	فيزيائية
30	مغ/ل	المواد المترسبة	
30	مغ/ل	DBO ₅	كيميائية
90	مغ/ل	DCO	
10	مل مكافئ/ل	كلوريت-(Cl)	
30	مغ/ل	ازوت-(NO ₃)	
8.5	مل مكافئ/ل	بيكربونات-(HCO ₃)	
10	مغ/ل	الزنك	المواد السامة
المعايير الميكروبيولوجية			
سلبيات معوية (بيض)/ (ل)(المعدل الجبري)	كولونيات(100مل) CFU (المعدل الهندسي)	مجموعة المزروعات	المعايير الميكروبيولوجية
لا شيء	< 100	سقي غير حصري، والمنتجات التي يمكن استهلاكها نيئة	
< 0.1	< 250	الخصر التي لا يمكن استهلاكها الا مطهية والخصر الموجهة لتصدير او التحول غير الغذائي	
< 1	الحد الموصى به < 1000	الشجار المثمرة والمزروعات والشجيرات العشبية والمزروعات الحبيبية والصناعية والاشجار الغابية والنباتات الزهرية ونباتات التزيين	
لا يوجد أي مقياس موصى به	لا يوجد أي مقياس موصى به	مزروعات المجموعة السابقة (100مل/CFU) باستعمال المسقى المحلى	

الجدول رقم 18 : معايير مياه الري حسب منظمة الأغذية و الزراعة (FAO ,2003)

Problèmes Potentiels en Irrigation	Degré de restriction à l'usage			
	Unités	Aucun	Léger à modéré	Sévère
Salinité				
EC_w^1 ou	dS/m	< 0.7	0.7-3.0	> 3.0
TDS	mg/l	< 450	450-2000	> 2000
Infiltration				
$SAR^2 = 0-3$ et $EC_w =$	dS/m	> 0.7	0.7-0.2	< 0.2
=3-6 =		> 1.2	1.2-0.3	< 0.3
= 6-12 =		> 1.9	1.9-0.5	< 0.5
= 12-20 =		> 2.9	2.9-1.3	< 1.3
= 20-40 =		> 5.0	5.0-2.9	< 2.9
Toxicité Spécifique des ions				
Sodium (Na)				
Irrigation de surface	SAR	< 3	3-9	> 9
Irrigation par aspersion	méq/l	< 3	> 3	
Chlorure (Cl)				
Irrigation de surface	méq/l	< 4	4-10	> 10
Irrigation par aspersion	méq/l	< 3	> 3	> 3.0
Bore (B)				
		< 0.7	0.7-3.0	> 3.0
Effets divers				
Azotes (NO_3-N) ³	mg/l	< 5	5-30	> 30
Bicarbonate (HCO_3)	méq/l	< 1.5	1.5-8.5	> 8.5

الجدول رقم 19: معايير الجودة الدولية لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الري

Paramètres	Unité	Normes		
		FAO *(1985)	OMS ** (1989)	JORA(2012)
pH		6,5-8,4 *		6,5-8,5

CE	ds/m	<0,7 * Aucune restriction 0,7 – 3,0 * restriction légère à modérée > 3,0 * Forte restriction		3
MES	mg/l	<30**		30
DCO	mg O ₂ / l	< 40 **		90
DBO ₅	mg O ₂ / l	<10 **		30
NO ₃ ⁻	mg/l	50 **		30
NO ₂ ⁻	mg/l	< 1 **		Non disponible
NH ₄ ⁺	mg/l	< 2 **		Non disponible
PO ₄ ³⁻	mg/l	< 0,94 **		Non disponible
SAR	meq/l	<3* Aucune restriction 3-9* restriction légère à modérée >9* Forte restriction		Non disponible
Coliformes totaux	UFC/100ml	Non disponible		Non disponible
Streptocoque fécaux	UFC/100ml	1000 **		Non disponible
Salmonelles	UFC/ 1L	Absence **		Non disponible

الجدول رقم 20: توصيات منظمة الصحة العالمية

Réglementation de l'OMS				
Catégories	Conditions de réutilisation	Groupe Exposé	Œuf d'helminthe (NPP/ml)	Coliforme Fécaux (NPP/100 ml)
A	Irrigation de cultures pouvant être consommées crues, terrain de sport, parc public	Travailleurs Consommateurs Public	≤ 1	≤ 1.000
B	Irrigation de cultures céréalières, industrielles, de fourrages, d'arbres fruitier et de pâturages	Travailleurs	≤ 1	Pas de recommandation standard
C	Irrigation localisée de la catégorie B, sans exposition possible avec les travailleurs ou le public	Personne	Non applicable	Non applicable