مجلة البحوث التطبيقية في العلوم والإنسانيات

عنوان مشروع التخرج

(مياه الصرف الصحي المعالجة واستخدامها في الزراعة المائية : منظور بيئي للتنمية المستدامة)

اسماء الباحثين :

دميانة عادل ظريف فرج

ديانا لطفي عيسي كامل

صباح مجدي محمد

ضحي مصطفي خلف الله محمود

فيولا جرجس إبراهيم

مارينا أمير ملاك نجيب

مريم مديح ناجي اسحق

ملكة محمد سيد

المشرف على المشروع:

هويدا توفيق أحمد (أستاذ مساعد في الجغرافيا الطبيعية تخصص الجيومورفولوجيا)

جامعة عين شمس ، كلية التربية، برنامج الليسانس في الاداب والتربية (الاعدادي والثانوي) تخصص الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

المستخلص

المياه هي عصب الحياة على كوكب الأرض وتشكل العنصر الأساسي لبقاء الكائنات الحية وازدهار الحضارات ، من دونها تتوقف الدورات الطبيعية وتختفي مظاهر الحياة ، وعلي مدار السنوات الأخيرة ظهرت العديد من المشكلات الخاصة بندرة المياه وشحها لذلك قمنا بإجراء هذا البحث الذي يناقش بعض الحلول لمواجهة هذه المشكلات عن طريق توفير مصادر أخري للمياه العذبة عن طريق معالجة مياه الصرف الصحي واستخدامها في الزراعة المائية ومنها زراعة نباتات الزينة بدلا من أهدارها ، ويتضمن البحث مجموعة من الأهداف ومنها : تسليط الضوء علي المشكلة المائية بصفة عامة وقضية معالجة مياه الصرف بصفة خاصة ، إمكانية الاستفادة من هذه المياه في عملية الري ، وتحليل التأثيرات البيئية لاستخدام مياه الصرف الصحي لمعالجة وتقييم إمكانية استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة المائية .

وبعد اجراء التجربة في مدرسة اسكان الأميرية ومقارنة التجربة بالتجارب العالمية وتجربة مدرسة ستيم STEM توصلنا الي :

إمكانية تطبيق تجربة تحويل مياه الصرف الصحي المعالجة الي مياه صالحة للاستخدام الادمي وذلك لتوافر إمكانيات تطبيق التجربة إضافة إلى تقليل التكلفة ، ومن أهم النتائج التي توصلنا إليها في البحث هي تقليل اعتماد الزراعة علي توافر التربة ، وبذلك يمكن تطبيق الزراعة المائية في أي مكان داخل المدرسة.

الكلمات المفتاحية :

مياه الصرف الصحي المعالجة – الزراعة المائية – التنمية المستدامة

مقدمة

لا شك أن الحصول على الماء النقي العذب يعد في عالمنا المعاصر من أهم شواغل صناع القرار والمسؤولين في معظم دول العالم، وبخاصة الدول التي تقع في نطاق المناخ الجاف وشبه الجاف. فقد أدى التوسع المطرد والمتسارع في استخدام المياه في القطاعات المختلفة المدنية والزراعية، وخاصة منذ منتصف القرن الماضي، إلى حدوث نقص كبير في هذا السائل الذي لا حياة إلا به وقد ازدادت خطورة هذه المشكلة في بعض المناطق الجافة وشبه الجافة كبعض دول العالم وخاصة في الوطن العربي وذلك لسببين: الأول قلة موارد المياه الطبيعية، والثاني: تسارع عمليات التنمية في هذه المناطق، ومن ثم سعت هذه الدول إلى إيجاد موارد مائية مستحدثة، تضاف إلى الموارد التقليدية أو تحل محلها، وقد تحقق تقدم في هذا الاتجاه، وبخاصة في مجالي إعذاب المياه المالحة وشبه المالحة، وإعادة استخدام المياه العادمة ومياة الصرف الصحي ومعالجتها.

وتعد المياه في صميم خطة التنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠، والذى يمثلها الهدف السادس الذي ينص على ضمان توافر المياه والمرافق الصحية وإدارتها المستدامة للجميع"، وتشتمل مقاصد هذا الهدف على جميع جوانب النظم الصحية لتدوير المياه، وعلى الرغم من التقدم المحرز ، لا يزال مليارات الأشخاص يفتقرون إلى هذا المورد الثمين الذي لا يجوز التساهل عنه، وعلي ذلك جاءت أهمية استخدام المياه المعالجة في كافة المجالات وبالأخص النشاط الزراعي، وقد توصل العلماء إلي طريقة جديدة للزراعة بلا تربة أطلق عليها الزراعة المائية وتعني" زراعة النباتات داخل الماء وبدون تربة ، إذ يتم تزويد الماء بالمغذيات الضرورية لنمو النباتات، حيث تنميز هذه العملية بالبساطة وكذلك انها غير معقدة.

اهداف الدراسة: –

- تسليط الضوء على المشكلة المائية بصفة عامة وقضية معالجة مياه الصرف الصحي بصفة خاصة.
- التعرف علي المفاهيم المرتبطة بمياه الصرف الصحى ومصادرها ومكوناتها
- التأكيد علي أهمية تضمين مفاهيم التنمية المستدامة في ضوء رؤية مصر ٢٠٣٠، بالنسبة للمياه.
- دراسة تأثير استخدام مياه الصرف الصحي على الزراعة.
- دراسة مدي امكانية الإستفادة من المياه المعالجة في عملية الري.
- انتاج مياه صالحة للاستخدام البشري من خلال تنقية مياه الصرف الصحي.
- دراسة اخطار استخدام مياه الصرف الصحي.
- تحليل التأثيرات البيئية لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة
- تقييم إمكانية استخدام مياه الصرف المعالجة في الزراعة المائية
- الإشارة إلي التجارب العالمية لاستخدام مياه الصرف الصحى المعالجة

تطبيق الزراعة المائية علي نباتات الزينة ميدانياً في المدرسة محل الدراسة ((نبات البوتس)

أهمية الدراسة:

- القدرة علي تقليل الفجوة المائية الموجودة في المياه العذبة عن طريق استخدام بدائل حديثة تمثلت في الدراسة في معالجة مياه الصرف الصحي.
- استخدام المياه المعالجة في الزراعة المائية مما يقل من اهدار المياه بصفة عامة والتي تعد في الوقت الحاضر ثروة اقتصادية هامة.
- التحرر من قيود الزراعة المتمثلة في التربة الزراعية والتوجه نحو الزراعة بدون تربة (الزراعة المائية)
- إمكانية تطبيق تجربة معالجة مياه الصرف الصحي في شتى المجالات للحصول على مياه نظيفة وهذا يتوافق مع الهدف السادس من رؤية مصر المستقبلية ٢٠٣٠.

مشكلة الدراسة:

نتيجة للزيادة المضطردة للسكان والتغيرات المناخية التي انتابت العالم بصفة عامة ومصر بصفة خاصة، مع ثبات موارد مصر المائية والتي ترتب عليه فجوة مائية، لدرجة أن بعض الدراسات أكدت انه بحلول عام ٢٠٥٠ ستزداد هذه الفجوة المائية بمصر لدرجة تصل الي العجز المائي، مما جعل من الأهمية تطوير وتحسين كفاءة نقل وتوزيع المياه ومحاولة التحكم بها، لذا كان لابد من استخدام المياه المعالجة لما لها من فوائد عديدة ، حيث أنها تستخدم في الزراعة وغيرها من الأنشطة المختلفة، وجاءت الدراسة لتدعيم هذه الأهمية وتطبيقها ليس فقط علي المستوى الإقليمى ، ولكن علي المستوى المحلي كتجربة الدراسة الحالية عن استخدامها في المدارس كبداية لتوعية الطلاب بأهميتها ومحاولة تنميتها، وهذا ما تم تطبيقه بالفعل في مدرسة المتفوقين للعلوم والتكنولوجيا بالعبور(stem) وحاولت الدراسة الحالية تطبيقها فعليا بمدرسة إسكان الأميرية بنات بإدارة الزيتون– القاهرة.

حدود الدراسة:

امتدت حدود الدراسة جغرافياً لتشمل العالم ككل بالتطبيق محلياً على مصر وخاصة مدرسة إسكان الاميرية الإعدادية والثانوية بنات، والتي تقع احداثياتها علي النحو التالي: "30°06'43 و31°17'57

الشكل (١)موقع مدرسة إسكان الاميرية الإعدادية والثانوية بنات

المصدر/ جوجل ايرث برو ٢٠٢٤

مفاهيم الدراسة:-

❖ الزراعة المائية:

الزراعة المائية هي طريقة حديثة للزراعة لا تنمو فيها النباتات في التربة، ولكن مباشرة في الماء بمكونات معدنية خارج التربة.

❖ **الزراعة المائية أو بعبارة أخرى** "الزراعة بدون تربة" هي زراعة حديثة تنتج محاصيل زراعية بكميات أكبر واستهلاك مياه أقل يصل بين ٧٠ % إلى ٩٠ % أقل من الزراعة التقليدية. باستخدام وسط زراعي ومحاليل مغذية.

❖ التنمية المستدامة:

هي عملية تطوير الأرض والمدن والمجتمعات والأعمال التجارية، وصولاً لضمان حياة نظيفة وصحية وآمنة للأفراد، وعدم حرمانهم من حقوقهم الإنسانية الأساسية، بشرط أن تلبي احتياجات الحاضر بدون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية حاجاتها، وبمعنى آخر أن نستهلك الموارد المتاحة لنا بالأرض شريطة أن يتم تعويضها بشكل طبيعي لتكون متاحة مرة أخرى للأجيال القادمة.

❖ مياه الصرف الصحي:

تلك المياه الناتجة عن الاستخدامات المختلفة في المباني والمياه الناتجة من بعض المحطات الصناعية الصغيرة داخل المدن وضواحيها.

❖ معالجة مياه الصرف الصحي:

يقصد بها جميع العمليات التي تؤدي الى تنقية هذه المياه من الملوثات المختلفة

• الدراسات السابقة: –

• ١_ دراسه ماكدونالد (MacDonal)١٩٦٥:بعنوان المصادر المائية والانظمة الهيدرولوجية في الأردن:

هدفت هذه الدراسة الي التعرف على المصادر المائية في الاردن وكمية تصريف الينابع وحجم المياه السطحية، الجوفية ومدي الاستفادة منها في الاغراض المنزلية والاستخدامات الزراعية وتوصلت هذه الدراسة الي اغراض الاستدامة في استخدام مياه الينابع والآبار المائية بهدف المحافظة علي الموازنة المائية وتقليل العجز فيها ومن أهم هذه التوصيات إنشاء السدود الصغيرة. كما اشارت الدراسة الي الفوائد الاجتماعية لمعالجة المياه مثل: ايجاد فرص عمل جديدة، ومنع التلوث وحماية البيئة وتحسين نوعية المعيشة في المناطق السكنية

• ٢_قام حدادين ١٩٨٩: بإجراء دراسة قدمت إلي منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة بعنوان: Social Economic Aspects of wastewater Rcuse for Agriculture).

تناولت عرض مصادر المياه في الاردن ونوعيتها وكمية الأمطار والاحتياجات المائية للزراعة والاحتياجات المنزلية والصناعية، وتوصلت الي حساب العجز المائي المتوقع، كما بينت كمية المياه العادمة والفوائد الاقتصادية لاستغلال مياه الصرف الصحي المعالجة، وتحويل استخدام المياه المستخدمة في الزراعة و الصالحة للشرب الي استخدمات منزلية، والاستفاده من المواد العضويه الموجودة في مياه الصرف الصحي في الزراعة كسماد عضوي.

• ٣– دراسة حسن بن إبراهيم المهندي٢٠٠٨ بعنوان مياه الصرف المعالجة في دولة قطر رؤية تقويمية استشرافية:–

تناولت الدراسة قضية مياه الصرف الصحي المعالجة في دولة قطر، حيث أن دولة قطر بدأت تعاني من نقص شديد في المياه الطبيعية بسبب

زيادة عدد السكان والتنمية الاقتصادية المتسارعة، و تمكنت قطر من معالجة هذه المشكلة بواسطه إعذاب المياه المالحة و شبه المالحة ولكن كانت العملية مكلفة اقتصادياً ، وأصبح من الضروري البحث عن مصادر أخري غير تقليدية في مقدمتها مياه الصرف الصحي المعالجة،كمورد مائي جديد و متجدد و مفيد في دفع عجلة التنمية الاقتصادية وبخاصة التنمية الزراعية.

وكان من نتائج هذه الدراسة:

–أن مياه الصرف الصحي المعالجة هي الحل الامثل لمواجهة مشكلة نقص المياه، وتلبية احتياجات القطاع الزراعي والقطاعات الأخري.

– وكذلك اتضح من خلال استطلاع آراء أرباب المزارع نحو استخدام المياه المعالجة في ري النباتات في مزارعهم، تدني مستوى الوعي بخطورة المشكلة وكذلك مستوى الوعي بجودة المياه المعالجة، كما توصلت نتائج الاستبانة رفض غالبية الأفراد استخدام المياه المعالجة في عمليات الري واقتصارها على ري نباتات الزينة.

- **٤–اجريت دراسة مصاروة (١٩٩١)، بعنوان: الجدوى المائية لإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة: –**

"هدفت هذه الدراسة الي امكانية استغلال المياه العادمة المعالجة بالمشاريع الزراعية لمعرفة الجدوي المالية لاعادة استخدام المياه المعالجة في زراعة المحاصيل المختلفة بهدف الاستغلال الامثل للمياه مستندا الي المعايير الاقتصادية. وقد توصلت الدراسة الي ان جميع الانماط المقترحة مجدية ماليًا في حالة عدم احتساب تكلفة المياه، وأن زراعة الخضروات هي الاكثر جدوى. واشارت الدراسة ايضًا الي اعاده استخدام المياه العادمة المعالجة وذلك مع الالتزام بالمواصفات الصحية والبيئية لاستخدام هذه المياه.

ويتضح من الدراسات السابقة ان موضوع البحث لم يكن هدفا اصيلا في اي دراسة .

تقييم تأثير استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة على جودة

التربة والمحاصيل: دراسة تأثير العناصر الغذائية والملوثات العضوية والكيميائية الأخرى في مياه الصرف الصحي على التربة والمحاصيل المزروعة بها.

تحليل الآثار البيئية لاستخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة المائية: دراسة تأثير تفاعلات الكيمياء البيولوجية في الماء والتربة والنباتات والحيوانات المحيطة بالمناطق التي يتم فيها استخدام مياه الصرف الصحي.

تقييم الفوائد الاقتصادية والبيئية لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة: دراسة التكاليف والفوائد لمشاريع إعادة استخدام مياه الصرف الصحي وتأثيرها على الاقتصاد المحلي والبيئة المحيطة.

تصميم أنظمة معالجة متقدمة لمياه الصرف الصحي لضمان سلامة المحاصيل والبيئة: دراسة تقنيات متقدمة لتنقية وتعقيم مياه الصرف الصحي المعالجة لضمان عدم وجود ملوثات خطرة تؤثر على البيئة

اولا:تاريخ مياه الصرف الصحي المعالجة وتطورها:–

- ابتكر بقراط عام ٥٠٠ قبل الميلاد، تقنية غربلة المياه لاستخدام مرشح الاكياس وكان الهدف الرئيسي من هذا الاختراع هو التخلص من الرواسب التي تسبب الطعم الكريه والروائح الكريهة.
- في الفترة ما بين عامي٢٠٠ ــ ٣٠٠ قبل الميلاد : انشئت روما قنوات مائية.
- في الفترة ما بين عامي ١٥٠٠ ــ ٥٠٠ : لم يتم إدخال اى تحسين لذلك سميت هذه الفترة بالعصور المظلمة
- في عام ١٦٢٧ : قام السير فرانسيس بيكون بإستخدام تقنية غير فعالة لتنقية المياه بإستخدام الترشيح الرملى
- فى القرن الثامن عشر : تم استخدام مرشحات المياه الاولى والتى كانت من الصوف والاسفنج والفحم وذلك فى الاستخدامات المترلية
- في عام ١٨٠٤ : قام روبرت توم ببناء اول محطة بلدية لمعالجة المياه فى اسكتلندا.
- وفي عام ١٩٧٠ اهتمت الصحة العامة بدراسة الامراض المنقولة من المياه والتي تسببها الكائنات الحية الدقيقة المسببة للامراض ،ودراسة تلوث المياه الناتج عن الانشطة البشرية وتلوث المياه الصناعية .
- في عام ١٩٧٢، تم إصدار قانون المياه النظيفة في الولايات المتحدة، وهو قانون أساسي لتنظيم التلوث المائي في الولايات المتحدة.
- وفي عام ١٩٧٤، تم صياغة قانون مياه الشرب الآمنة (SDWA)، وهو القانون الفيدرالي الأول الذي يهدف إلى حماية مياه الشرب العامة في الولايات المتحدة.
- في العالم المتقدم، يعتمد الناس على المبدأ الأساسي الذي ينص على أن لكل شخص الحق في الحصول على مياه شرب آمنة. هذا المبدأ هو جزء أساسي من حقوق الإنسان وهو مهم للصحة العامة
- في الثمانينيات من القرن التاسع عشر، بدأت الولايات المتحدة في إنشاء مرشحات رملية كبيرة لتحسين جودة المياه

وحماية الصحة العامة. تبنت تقنية الترشيح الرملي السريع بدلاً من التقنية البطيئة، وتم تحسين سعة الفلاتر عن طريق تنظيفها باستخدام البخار النفاث القوي.

- باكتشافات الدكتور فولر، وجد أن استخدام التخثر والترسيب مسبقًا يعزز أداء الترشيح الرملي السريع بشكل كبير. ونتيجة لتبني هذه التقنيات المتطورة، بدأت الأمراض المنقولة بالمياه مثل الكوليرا والتيفوئيد تقل في انتشارها مع اعتماد كلور الماء على نطاق واسع حول العالم.
- وفي ذات الوقت، بدأ خبراء المياه في البحث عن مطهرات بديلة للمياه، وأحد هذه الابتكارات كان استخدام الأوزون كمطهر لأول مرة في فرنسا في عام ١٩٠٦. كما بدأ الأشخاص في تثبيت فلاتر المياه المترلية وفلاتر الدش للتقليل من الآثار السلبية لكلور الماء.
- في إطار جهود تحسين جودة المياه، تم اختراع تقنية تليين المياه في عام ١٩٠٣ لتحلية المياه، وفي عام ١٩١٤، تم تطبيق معايير صارمة لمياه الشرب لضمان سلامة إمدادات المياه (Sharma, 2015,p.p8-10)

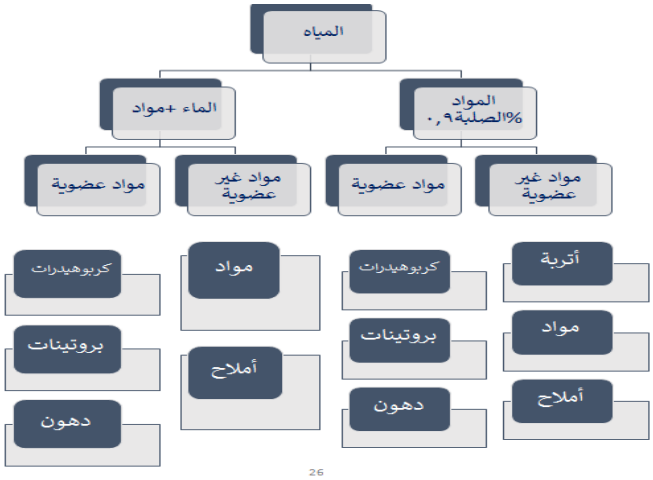
ثانيا: مفهوم المياه العادمة ومكوناتها:

هي كافة أنواع المياه المستهلكة الناتجة من الفاعليات البشرية المختلفة وتسمي في معظم الأحيان بمياه المجاري أو مياه الصرف الصحي.

(ياسين،٢٠١٨،ص٩٨). **مكونات مياه الصرف الصحي:**

تتألف مياه الصرف الصحي من عنصرين هما :

الماء الملوث بنسبة (٩٩٪) والمواد العضوية بنسبة (١٪) وتعد مصدرا هاما من مصادر التلوث نظرا لاحتوائها علي أنواع مختلفة من الملوثات وهي (شكل ٢):



المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً علي برنامج مايكروسوفت اوفيس

(كباس وصلوح، ٢٠٢٠، ص٧)

(شكل ٢) شكل توضيحي يبين مكونات مياه الصرف الصحي

ملوثات فيزيائية:

تشمل الملوثات الفيزيائية في مياه الصرف الصحي مجموعة متنوعة من المواد والجسيمات التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة أو باستخدام أدوات ومنها الرمال والطين والشوائب ويمكن إزالتها بعمليات كالترشيح او الترسيب أو التصفية.

ملوثات حيوية (بيولوجية):

من أهم هذه الملوثات الحيوانات الميتة كالقوارض والقطط وبعض أنواع الكائنات العضوية المجهرية ومنها البكتريا وتسبب هذه الملوثات العديد من الأمراض : الكوليراء التيفود،البلهارسيا وتتطلب لإزالتها بعض العمليات الحيوية أو الفيزيوكميائية.

ملوثات كيميائية:

قد تكون هذه الملوثات عضوية مثل الزيوت والشحوم والمبيدات الحشرية أو لاعضوية ومنها المعادن الثقيلة والفسفور والكبريت أو غازية ومنها الأمونيا والميثان والتي تتسبب في أمراض الحساسية والتأثير على الجهاز العصبي وتتطلب إزالتها تطبيق بعض العمليات الحيوية كالتعقيم. (سلوم, ٢٠١٨, ص (١٩٦)

ثالثًا: خصائص مياه الصرف الصحى من أجل معالجتها (شكل ٣):

المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً علي برنامج مايكروسوفت اوفيس

(شكل٣) خصائص مياه الصرف الصحى

أ-الخصائص الطبيعية:-

- **اللون**

يظهر لون مياه الصرف الصحي في بدء سريانها في شبكة الصرف الصحي رمادي حيث تحتوي على مواد برازيه وتتحول تدريجيا 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 مرور الضوء خلال الماء، ويستخدم كاختبار لقياس مدي جودة مياه الصرف الصحي المعالجة بالنسبة للمواد الرغوية العالقة.

- **الرائحة**

مياه الصرف الصحي العام لها رائحة مثل رائحة التربة وهي ليست رائحة نفاذة وخاصة عند توفر الأكسجين الذائب في المياه أثناء سريانها في الشبكة، وتتأثر 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 .وتحويلها إلى أمونيا وغازات أخرى

- **درجة الحرارة**

تكون درجة حرارة مياه الصرف الصحي أعلى قليلا من درجة حرارة الجو المحيط بسبب وجود المخلفات الأدمية و بسبب صرف مخلفات صناعية على الشبكة ولدرجة الحرارة تأثير واضح على نشاط البكتريا سواء الهوائية أو اللاهوائية، فزيادة الحرارة تزيد من النشاط البكتيري وذلك إلى درجة حرارة معينة يأخذ بعدها النشاط البكتيري في التناقص والهبوط.

- **المواد الصلبة الكلية**

هي كل المواد التي تتبقي بعد التبخر عند درجة حرارة ١٠٥ مئوية، ويمكن تقسيم المواد الصلبة الكلية في مياه الصرف الصحي إلى المواد الصلبة العالقة والمواد الصلبة الذائبة لا يمكن فصلها بالترشيح. والمواد الصلبة العالقة نفسها تنقسم إلى قسمين هما مواد قابلة للترسيب ومواد غير قابلة للترسيب (غروية).

- **الغازات الذائبة والمواد المتطايرة**

تحتوي مياه الصرف الصحي على بعض الغازات الذاتية والتي تتوقف على حالة المياه إن كانت قديمة أو طازجة وكذلك على مقدار التلوث الموجود بها،(برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي, د.ت, ص١٩-٢٠)

ب- الخصائص الكيميائية:-

تعد الخصائص الكميائية هي المواد الموجودة في مياه الصرف الصحي ذات طبيعة كميائية وتتكون هذه المياه من المركبات والمواد الكيميائية المختلفة ،وتنقسم المواد الموجودة في مياه الصرف الصحي من حيث الخصائص الكميائية الي مواد عضوية ومواد غير عضوية.

- **المواد العضوية:-**

توجد المواد العضوية بكثرة في مياه الصرف الصحي كالمواد البروتينية والكربوهيدراتية والزيوت والدهون والكثير من الكائنات الحية

- **المواد الغير عضوية:-**

وتتكون المواد الغير عضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي من حبيات الرمل ،و الاملاح المعدنية مثل أملاح الصوديوم والكالسيوم كما تتكون من العناصر الثقيلة مثل الرصاص والحديد والنحاس والزئبق والمنجنيز ،(برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي, د.ت , ص٢١-٢٢)

- **القلوية :**

ويساعد وجود القاعدية في مياه الصرف الصحي علي مواجهة التغيرات في الأس الهيدروجيني الناتجة عن تكون الأحماض داخل الهاضمات اللاهوائية ويشكل تركيز القاعدية في مياه الصرف الصحي أهمية من حيث التأثير على كل من المعالجة الكيميائية والمعالجة البيولوجية للتخلص من الملوثات كذلك إزالة الأمونيا باستخدام الأكسدة الهوائية.

- **النتروجين والفسفور:**

- **الكبريت**

- **الرقم الهيدروجيني:**

يعتبر الرقم الهيدروجيني من العوامل المهمة التي تؤثر 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 ٧ 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 ٧،٢ تقريباً. و يعتبر أيضاً قياس الأس الهيدروجيني أحد أهم الأدلة للتعرف على صرف مخلفات صناعية على شبكة الصرف الصحي.

- **المواد السامة :**

وبالإضافة إلي المعادن الثقيلة توجد مواد أخرى ذات تأثير سام على صور الحياة في المخلفات السائلة مثل مركبات السيانيد وأملاح الفضة والزرنيخ

ج- الخصائص البيولوجية:

يقصد بالخصائص البيولوجية ما تحتويه مياه الصرف الصحي من الكائنات الحية الدقيقة، و تحتوي مياه الصرف الصحي على كثير من الكائنات الميكروسكوبية الدقيقة، والتي يوجد منها أعداد بالألاف وربما بالملايين في كل ملليلتر من مياه الصرف الصحي، وغالبية أنواع هذه الكائنات غير ضار بل على العكس إن بعضها ضروري وله دور هام في عمليات المعالجة المختلفة. ومن الطبيعي أن نجد بعضاً من هذه الكائنات الحية الدقيقة يسبب أمراضا أو أضراراً للبيئة المحيطة، بل وقد يخل بالتوازن البيني إذا تراكم بدرجة معينة وتنقسم الكائنات الحية الدقيقة الموجودة بمياه الصرف الصحي إلى كثير من الأنواع أهمها البكتيريا، والطحالب، والديدان والفيروسات (برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي, د.ت, ص٢٣-٢٨)

رابعًا: خطوات معالجة مياه الصرف الصحي:

يتم تنقية الماء في الطبيعة بفعل التبخر والتكثيف عن طريق فصل الاشياء التي تذوب فيه، تقوم البكتيريا بتحويل المواد العضوية الذائبة إلى: مركبات بسيطة وغير ضارة. يعمل الرمل والحصى كمرشحات لإزالة المواد التي تجعل الماء عكرا، يتم تصفيته بواسطة الرواسب، وذلك للحصول علي مياه الشرب النظيفة، وتتضمن معالجة مياه الصرف الصحي الناتجة عن أنظمة الصرف الصحي البلدية سلسلة من الخطوات. وهي الفحص والتلبد والتصفية والتطهير اعتماداً على مصادر المياه المحلية واحتياجات المعالجة، وفيما يلي عرض تلك الخطوات:

- الفحص والتلبد والتسوية

يتم تمرير مياه الصرف الصحي أولاً عبر الشاشات. تقوم هذه العملية بإزالة قطع كبيرة من الحطام والمواد الصلبة الأخرى ثم يتدفق ببطء عبر صهاريج الترسيب، وهناك تستقر المواد المعدنية الرملية في القاع. الحمأة خفيفة الوزن تطفو إلى الأعلى للمساعدة في عملية الترسيب.

الترشيح

يتم تمرير الماء عبر الرمل. والحصى والكربون المنشط (الفحم)، تساعد المرشحات على إزالة الجزيئات الصغيرة والروائح. يمكن أن يحتوي الماء على مكونات غير عضوية ، ولا يمكن إزالتها بشكل مناسب عن طريق التصفية. ويمكن استخدام عملية التبادل الكيميائي ويسمى التبادل الأيوني، هذه العملية فعالة في معالجة الماء العسر. الماء العسر هو الماء الذي لا ينتج الرغوة بسهولة في وجود الصابون، وهذا يسرع بشكل كبير عملية الأكسدة الطبيعية وتحلل المواد العضوية في الماء.

التطهير

يتم تطهير المياه قبل دخولها إلى نظام التوزيع. تقتل المطهرات الميكروبات الخطيرة المتبقية. الكلور فعال جدا في القيام بذلك، كما أنه يحمي من التلوث البيولوجي أثناء تحرك المياه، (Benbow, A., et., al,2012,p.p480:483) .

خامسًا: استعمالات المياه المعالجة:

إن اعادة استعمال المياه المعالجة في سقي المزروعات، هي عملية شائعة في معظم دول العالم، وخاصة الدول التي تعاني الشحة في مصادرها المائية ولا يتوفر لديها مورد بديل لري الأراضي الزراعية.

- استعمالات المياه المعالجة لاستغلال الاراضي الصحراوية: -

نظرا لاتساع المساحات الصحراوية تستعمل المياه المعالجة باستغلال هذه الأراضي من جانبين ، اما لزراعتها بأشجار الزينة لتثبيت الكثبان الرملية و مكافحة التصحر او لزيادة الانتاج النباتي لسد النقص الكبير في الجوانب الغذائية بسبب زيادة عدد السكان، ويمكن توجيه استعمال المياه العادمة المعالجة لسقي المساحات الخضراء والمتنزهات والعناية بها وذلك بسبب ارتفاع درجات الحراة وزيادة نسبة التبخر.

- الري: -

تقوم بعض الدول بتخزين المياه المعالجة ابتدائيا في الخزان الجوفي لتحسين خواصها قبل استعمالها لعملية الري، اذ يتم ضخ السائل خلال بئر محفور الى طبقة صخرية مسامية من الحجر الجيري او الرملي بين طبقات غير مسامية من الطفل أو الصخر وخالية من التصدعات والشقوق وان لا يقل بئر الحقن عن متر بعيدا عن المصدر الجوفي لمياه الشرب.

يتوقف استعمال المياه المعالجة لسقي المزروعات على:

- **درجة المعالجة:**

تحدد درجة المعالجة صلاحية المياه للاستعمال، فبعد اجراء الفحوصات للمياه المعالجة ومعرفة درجة تركيز العناصر فيها سوف يحدد على أساس كمية كل عنصر مجال استعمال المياه المعالجة سواء اكانت متهيئة للاستعمال الزراعي أو الصناعي او الانشطة الترفيهية وغيرها من الاستعمالات.

- **النباتات المسموح بزراعتها:**

تتأثر المحاصيل الزراعية من خضار وفواكه بكميات الأملاح الذائبة في المياه المعالجة، اذ يؤدي ارتفاع تركيزات الاملاح الى هبوط مستوى نوعية المحصول وكمية الانتاج، لذا لا بد من قياس نوعية المياه المعالجة ومن ثم تحديد نوع المحصول المراد زراعته على وفق نوعية تلك المياه.

- **قوام التربة:**

لكي تبقى التربة جيدة ومستمرة في عطائها، يجب اجراء الفحوصات الكيميائية والفيزيائية قبل المباشرة باستعمالها وسقيها بالمياه المعالجة.

–استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة لغسل الشوارع والطرقات واطفاء الحرائق

–استخدام المياه المعالجة لتغذية البحيرات المخصصة للسباحة و الصيد.

– ويمكن إجراء تصفيه اضافيه للمياه المعالجة لتصلح للاستعمال البشري من خلال إرسالها إلى معامل التصفية والتحلية لتقليل نسبة التلوث.

(الدجيلي،٢٠١٤، ص١٣٢-١٣٣).

سادساً: التأثيرات البيئية لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة:

- **تأثير استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة علي النبات:** –

استعملت المياه المعالجة لري العديد من المحاصيل الصناعية والحقلية إضافة الي نباتات الزينة "نبات البوتس "وأبدت تلك النباتات استجابة عالية للري بمثل هذه المياه التي تحتوي على تراكيب جيدة ومتفاوتة من العناصر السمادية المغذية والضرورية لنمو وإنتاج النبات، وقد شجع هذا علي قيام مجموعة البحث بتطبيق التجربة وتنفيذها ميدانياً بمنطقة الدراسة (مدرسة إسكان الأميرية الاعدادية والثانوية بنات).

- **تأثير استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في الصحة العامة:** –

استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة يمكن أن يؤثر بشكل كبير على الصحة العامة بشكل إيجابي إذا تمت معالجتها بشكل صحيح وبمعايير مناسبة، ولكن يمكن أن يكون لها أيضًا آثار سلبية إذا لم يتم التعامل معها بحذر.

الآثار الإيجابية لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة على الصحة العامة تشمل:

١. توفير مصدر للمياه النظيفة: يمكن استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة لأغراض مختلفة مثل الري الزراعي أو إعادة تدويرها للاستخدام في الصناعة أو التعبئة للاستهلاك البشري بعد معالجتها بشكل صحيح.

٢. الحد من التلوث: عندما يتم معالجة مياه الصرف الصحي بشكل فعال، يتم إزالة الكثير من المواد الضارة والملوثات العضوية والكيميائية منها، مما يقلل من خطر التلوث.

مع ذلك، **هناك بعض المخاطر والتحديات التي قد تواجه استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة**، وتشمل:

١. انتشار الأمراض المعدية: إذا لم يتم معالجة مياه الصرف الصحي بشكل كافي، فإنها قد تحتوي على جراثيم وأمراض معدية تشكل خطرًا على الصحة العامة إذا تم استخدامها دون تحليل الخطر واتخاذ التدابير الوقائية اللازمة.

٢. تأثير على البيئة: قد يؤدي استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة بكميات كبيرة في الري الزراعي إلى تغيرات في التربة وتلوث البيئة المائية.

٣. يسبب استعمال مياه الصرف بشكل غير مناسب مخاطر مباشرة وغير مباشرة للصحة البشرية نتيجة استهلاك المحاصيل والاسماك الملوثة.

- **تأثير استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة المائية:** –

استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة المائية يمكن أن يكون له تأثيرات بيئية متنوعة، وقد تكون إيجابية أو سلبية اعتماداً على كيفية إدارة هذا الاستخدام وجودة المعالجة والتدابير الوقائية المتخذة. ومن ايجابياتها تحسين استدامة الموارد المائية، وتخفيف الضغط على مصادر المياه العذبة مثل الأنهار والبحيرات، مما يساهم في تحسين استدامة الموارد المائية.

- **تأثير استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في التربة:**

يرتبط تأثير استعمال المياه المعالجة في الري الزراعي في التربة بمجموعة عوامل:

–نوعية المياه المعالجة المستعملة.

– قوام التربة

– طبيعة الصرف في التربة والنظام المائي لها.

استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في التربة يمكن أن يؤثر بشكل كبير على البيئة الزراعية هناك عدة تأثيرات محتملة لاستخدام مياه الصرف الصحي في التربة، منها:

– تحسين جودة التربة: مياه الصرف الصحي المعالجة تحتوي على العديد من المواد العضوية والمعادن المفيدة التي يمكن أن تغذي التربة وتحسن جودتها.

– زيادة التحمل للجفاف: يمكن استخدام مياه الصرف الصحي في الري للمحاصيل، مما يقلل من الاعتماد على المياه العذبة ويزيد من تحمل النباتات لفترات الجفاف.

إضافة إلى ما سبق فإن استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة يؤدي إلى مجموعة من التأثيرات السلبية خاصة عند عدم الالتزام بالمواصفات القياسية لنوعية هذه المياه، وهي:

- خطر التلوث البيئي: قد تحتوي مياه الصرف الصحي على مواد ضارة مثل المعادن الثقيلة والملوثات العضوية القابلة للتحلل والتي إذا تم استخدامها بشكل غير صحيح قد تتسرب إلى التربة وتلوثها.
- يؤدي الاستعمال الطويل الأمد لمياه الصرف الصحي المعالجة إلى زيادة في تراكيز الأملاح خاصة في الآفاق السطحية من التربة في حال عدم توفر نظام صرف زرا عي فعال ومناسب. (الزعبي واخرون ٢٠١٤ ص٣٩-٣٦).

سابعًا: وجهة نظرالدين في الاستعمالات الشرعية والمباحة لمياه الصرف المعالجة:-

بعد عملية معالجة مياه الصرف الصحي يجب التأكد من مدى خلو المياه من الملوثات االتالية:

١-الفضلات النجسة التي يمكن التعرف عليها بواسطة الطعم واللون والرائحة.

٢-فضلات الأمراض المعدية والجراثيم الضارة.

٣-تكون البيئة المثلى لتكاثر الحشرات والأمراض،

(الفالح، ، ٢٠٢٠، ص٤٠١-٤٠٢)

وبناءً على القول الراجح من أقوال الفقهاء نجد أن:

مياه الصرف الصحي إذا تقيت بطرق المعالجة المعروفة، بحيث لم يبق للنجاسة أثر في طعمها أو لونها أو ريحها فإنها تصير مياها ظاهرة مطهرة لاستحالتها، وزوال أعراض النجاسة عنها، فيجوز استخدامها من الناحية الشرعية في كل ما يجوز استخدام الماء الطهور فيه.

رأي الدين في استعمال المياه العادمة في الزراعة ذهب معظم العلماء في معظم أقوالهم أن المزروعات والثمار التي لم تلامس نجاسة مباشرة، فهي طاهرة وليست نجسة وبذلك يعتبر استعمال المياه المعالجة في الزراعة جائز شرعاً،

(قطاوي وآخرون ، ٢٠٠٨، ص٤٦٦)

ثامنًا: مفهوم الزراعة المائية وأهميتها ومزاياها وعيوبها:

كلمة (Hydroponic) ، ذات أصل لاتيني وتعني فن زراعة النباتات بدون تربة ، وتعد الزراعة المائية من أهم الوسائل العلمية للبحوث في تغذية النبات بالطريقة التي تجعل جذورها مغمورة في المحلول المغذي ومثبتة بواسطة دعامات (خلاف وشلي،٢٠٢٢،ص١)، وتتمثل أهميتها مقارنة بالزراعة التقليدية في الآتي:

-غياب التقنيات الزراعية والتسميد.

-نظافة الزراعة أي غياب الأعشاب الضارة وبالتالي تجنب أعمال قطع الأعشاب والاكتفاء بتطهير الأحواض

-لا تحتاج الي ايدي عاملة كثيرة.

- الحصول على منتوج زراعي مبكر.

مزايا الزراعة المائية -:

- توفير كافة العناصر الضرورية اللازمة لنمو النبات.
- حل مشكلة نقص العناصر في التربة وتقلل من الامراض الفطرية وتملح التربة.
- تهوية التربه بصورة افضل مقارنة بالزراعات العادية.
- لا تحتاج الي تجهيز التربات وإزالة الحشائش
- ترشيد استهلاك المياه والأسمدة
- زيادة الإنتاجية في وحدة المساحة خاصة في نظم الزراعه الرأسية.
- يمكن أن تنمو في أي مكان.
- تستهلك ٢٠ مرة مياه أقل من الزراعة القائمة على التربة.
- لا تحتاج الي مبيدات حشرية لانها تنمو في بيئة معقمه.
- تستخدم مساحة أقل بنسبة ٢٠٪ للنمو.
- الحصاد أسهل.
- لا تحتاج الي نشارة أو حراثة أو تغيير التربة أو إزالة الأعشاب الضارة.
- . يمكن أن تنمو على مدار السنة إذا كانت في الداخل

عيوب الزراعة المائية

- المراقبة المستمرة للنباتات
- يمكن للكائنات الدقيقة القائمة على الماء أن تتسلل بسهولة إلى حد ما.
- تتطلب زراعة الحدائق المائية خبرة فنية.
- الإنتاج محدود مقارنة بالظروف الميدانية.
- إذا ظهر مرض ما، فسوف تتأثر جميع النباتات في النظام. وتموت.
- ضرورة توفير كافة مستلزمات النمو.
- تغير معدل حموضة المحلول المغذي ph بسهولة.
- يؤدي الخلل في نظام المحلول المغذي إلى تدهور النباتات،

(خلاف وشلي،٢٠٢٢،ص٣٤-٣٨).

تاسعًا: نموذج تطبيقي لتجربة الزراعة المائية باستخدام المياه المعالجة ميدانيًا علي مدرسة إسكان الأميرية (نبات الزينة-نبات البوتس):

يعد نبات البوتس، نبات متسلق وهو من أشهر أنواع النباتات الداخلية ، والأوراق قلبية الشكل خضراء اللون، يربي في أصص مع تثبيته على دعامة ويزرع بالأصيص عدة نباتات ، أو يزرع في الأصص المعلقة حيث تتهدل أفرعه.

وأحيانا تصبح أفرع النبات رخوة لذلك يجري باستمرار قرط أطراف الأفرع (لوحة ١).

(لوحة١) تطبيق زراعة نبات البوتس باستخدام المياه المعالجة بمنطقة الدراسة

لا يتطلب النبات عناية خاصة سوى توفير إضاءة متوسطة وري منتظم ويقلل الري عند انخفاض درجة الحرارة حيث إن زيادة الري تسبب اصفرار الأوراق . والنبات سهل الإكثار بالعقل الساقية أو بالترقيد الأرضي، (الضبع وآخرون ، ٢٠٠٤ ، ص ٤٠١)

نبات البوتس يعيش بالماء، زراعة البوتس في الماء تعمل تمامًا مثل زراعة واحدة في التربة، طالما أن النبات يحصل على الماء والمغذيات، فسيكون بحالة جيدة، كل ما تحتاجه لبدء زراعة البوتس في الماء هو كرمة بوتس صحية ووعاء زجاجي وسماد سائل متعدد الأغراض،

(https://www.almrsal.com/post/298033)

احتياجات نبات البوتس البيئية :

الضوء : لا يقتصر زراعة النبات فقط في المنازل و لكن يمكن زراعته في الحدائق بشرط ألا يتعرض لأشعة الشمس مباشرة فهو يحتاج إلى اضاءه متوسطة.

الرطوبه والري : يحتاج لجو رطب و يجب الري باعتدال و يمكن رشه برذاذ الماء.

التقليم : يحتاج إلى التقليم المنتظم لإزالة الاوراق التالفة و الصفراء مما ينمو بشكل صحي و يعطي مظهر جذاب

(https://www.nbatat.com/ar/epipremnum-aureum/)

العناية بنبات البوتس:-

يحتاج نبات البوتس إلي إضاءة جيدة ، فعند زراعته في المنزل يجب أن يكون بالقرب من نافذة ولكن دون أن يتعرض للشمس بطريقة مباشرة إلا لفتره قصيره جدا ، وعندما يعيش النبات في إضاءة خفيفة تصبح اوراقه خضراء بدلا من صفراء.

النبات يأقلم نفسه على المكان والبيئة التي ينمو فيها ، لذلك لا ينصح بتغيير مكان النبات ، وعندما يتغير مكان النبات قد يؤدي ذلك إلى صدمه للنبات تؤدي إلى سوء حالته ، فإذا اردت تغيير مكان النبات يتم ذلك بشكل تدريجي،لا يجب ترك فروع البوتس تتدلي ، ويجب أن يتم توجيه الفروع الي أعلي ، ويجب قص الفروع الطويلة كما أن قص الفروع يحفز النبات علي النمو،(https://www.almrsal.com/post/298033)

عاشرا: التجارب العالمية لمياه الصرف المعالجة :

تجربة "مشروع إعادة تدوير مياه الصرف الصحي للزراعة في إسبانيا"

تعتبر واحدة من النماذج المميزة في مجال معالجة مياه الصرف الصحي واستخدامها في الزراعة. يقع هذا المشروع في منطقة مورسيا في جنوب شرق إسبانيا،

الهدف من المشروع:-

تحويل مياه الصرف الصحي المعالجة إلى مياه صالحة للاستخدام في الري الزراعي لدعم الزراعة في المنطقة.

خطوات المشروع:

١-جمع وتنقية مياه الصرف الصحي: تبدأ عملية المشروع بجمع مياه الصرف الصحي من محطات التنقية المختلفة في المنطقة.

٢- معالجة المياه لإزالة الشوائب والملوثات العضوية والكيميائية باستخدام تقنيات مثل الترشيح والتخلص من الرواسب.

٣-إزالة الملوحة والأملاح: قد تحتوي مياه الصرف المعالجة في بعض الأحيان على نسب عالية من الملوحة والأملاح التي قد تؤثر سلبًا على النباتات. يتم تخفيف هذه الأملاح عن طريق تحلية المياه المعالجة.

٤-إضافة المغذيات: قد يتم إضافة المغذيات الزراعية إلى المياه المعالجة لتعزيز تغذية النباتات وتحسين إنتاجها.

٥-ري النباتات: بعد المعالجة والتحضير اللازم، يتم استخدام المياه المعالجة لري النباتات في المزارع والحدائق الزراعية.

فوائد المشروع:

١-تحقيق الاستدامة المائية: يسهم هذا المشروع في توفير مصادر مياه مستدامة للزراعة والحفاظ على الموارد المائية الطبيعية.

٢-تقليل الاعتماد على المياه العذبة: باستخدام مياه الصرف المعالجة في الري الزراعي، يمكن تقليل الضغط على مصادر المياه العذبة واستخدامها لأغراض أخرى.

٣-زيادة إنتاجية الأراضي الزراعية: توفر المياه المعالجة للنباتات الماء والمغذيات اللازمة لنموها، مما يساهم في زيادة إنتاجية الأراضي الزراعية

Xavier lemair,miquel, water reuse in Spain: challenges and opportunities

تجربة الهند والصين:

في مجال معالجة مياه الصرف الصحي واستخدامها في الزراعة تعكس التحديات والابتكارات التي تواجهها الدول النامية في إدارة الموارد المائية وتلبية احتياجات الزراعة. إليكم نظرة عامة على تجارب الهند والصين في هذا المجال:

معالجة مياه الصرف الصحي في الهند:-

توجد عدة مشاريع لمعالجة مياه الصرف الصحي، بما في ذلك مشروعات الصرف الصحي المدني والصناعي. تستخدم محطات التنقية التقليدية والتكنولوجيا المتقدمة مثل التناضح العكسي والأشعة فوق البنفسجية لإزالة الشوائب والملوثات العضوية والكيميائية.

إعادة استخدام المياه في الزراعة: يتم استخدام المياه المعالجة في الزراعة لري المحاصيل، خاصة في المناطق التي تعاني من نقص في المياه العذبة. وتشجع الحكومة الهندية على مشاريع إعادة استخدام المياه في الزراعة لزيادة كفاءة استخدام المياه.

تجربة الصين :

تحسين بنية الصرف الصحي: في الصين، تم تحديث البنية التحتية لمعالجة مياه الصرف الصحي في العديد من المدن الكبيرة، مما يسهم في تقليل تلوث المياه وتوفير مصادر مياه نظيفة.

استخدام المياه المعالجة في الزراعة: تم تطبيق مشاريع لاستخدام المياه المعالجة في الزراعة في الصين، خاصة في المناطق التي تعاني من نقص في المياه.و يتم استخدام هذه المياه لري المحاصيل الزراعية مثل الأرز والخضروات.

التحديات والفوائد:

من الفوائد المحتملة:- زيادة كفاءة استخدام المياه وتوفير مصادر مياه جديدة للزراعة قد تسهم في تحسين الأمن الغذائي وتخفيف الضغط على مصادر المياه العذبة.

تلعب مشاريع معالجة مياه الصرف الصحي واستخدامها في الزراعة دوراً هاماً في تحسين إدارة الموارد المائية وتعزيز الزراعة المستدامة في الهند والصين وغيرها من الدول.

في الهند، تم تنفيذ العديد من المشاريع لمعالجة مياه الصرف الصحي بهدف تحسين جودة المياه وتوفير مصادر مياه نظيفة للمجتمعات المحلية والزراعة. من بين هذه المشاريع:

١-مشروع التطهير الوطني الحضري (National Urban Sanitation Programme - NUSP): الهدف من المشروع:- تحسين الصرف الصحي الحضري في المدن الهندية من خلال تطوير بنية الصرف الصحي وبناء محطات معالجة مياه الصرف الصحي.

٢-مشروع إعادة الاستخدام المستدام لمياه الصرف الصحي (Sustainable Reuse of Sewage Effluent - SRSE): الهدف من المشروع:- استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة والصناعة، مما يساهم في توفير مصادر مياه مستدامة وتقليل الاعتماد على المياه العذبة.

٣-مشروع المياه النظيفة والصرف الصحي الحضري (Clean Water and Urban Sanitation Project): الهدف من المشروع :- تحسين الوصول إلى المياه النظيفة والصرف الصحي في المدن الهندية من خلال تطوير بنية الصرف الصحي وبناء محطات معالجة متقدمة.

٤-مشروع تطوير محطات معالجة مياه الصرف الصحي (Sewage Treatment Plant Development Project): الهدف من المشروع:- بناء وتطوير محطات معالجة مياه الصرف الصحي في مختلف المدن والمناطق في الهند لتحسين جودة المياه وحماية البيئة.

تُنفذ هذه المشاريع بواسطة الحكومة الهندية والهيئات الحكومية المحلية، بالتعاون مع الشركاء الدوليين والمنظمات الدولية، وتسعى إلى تحقيق العديد من الأهداف، بما في ذلك١- توفير مصادر مياه نظيفة ٢-حماية الصحة العامة٣- وتحسين البيئة، وتعزيز الاستدامة في استخدام الموارد المائية.

في الصين: تم تنفيذ العديد من المشاريع لمعالجة مياه الصرف الصحي واستخدامها في الزراعة، وهذه بعض من أهمها:

١-مشروع تطوير بنية الصرف الصحي الحضري: الهدف من المشروع:- بناء وتحديث محطات معالجة مياه الصرف الصحي في المدن الصينية، بما في ذلك تحسين التقنيات المستخدمة وزيادة القدرة على معالجة المياه بكفاءة أعلى.

٢-مشروع تطوير الزراعة المستدامة باستخدام مياه الصرف الصحي: الهدف من المشروع:- استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة الحضرية والري الزراعي، مما يسهم في توفير مصادر مياه مستدامة وتحسين إنتاجية الأراضي الزراعية.

٣-مشروع تحلية مياه الصرف الصحي واستخدامها في الزراعة: الهدف من المشروع:- تحلية مياه الصرف الصحي المعالجة لتقليل الملوحة والأملاح، مما يجعلها أكثر ملاءمة للاستخدام في الري الزراعي.

٤-برنامج توعية وتثقيف السكان بشأن استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة: الهدف من البرنامج:- زيادة الوعي بين المزارعين والمجتمعات المحلية حول فوائد استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة وكيفية استخدامها بشكل آمن وفعال.

٥-مشاريع البحث والتطوير في مجال تقنيات معالجة مياه الصرف الصحي: يتم تنفيذ هذه المشاريع:- تطوير تقنيات معالجة مياه الصرف الصحي وتحسين جودتها، بما يتيح استخدامها بشكل أكثر فعالية في الزراعة والصناعة.

تتنوع هذه المشاريع في الصين وتتضمن جهودًا من الحكومة الصينية والمؤسسات البحثية والقطاع الخاص لتحسين إدارة الموارد المائية وتوفير مصادر مياه مستدامة للزراعة والمجتمعات المحلية.

Choqichen , 2014,p.٩٤-١٠١

تجربة "مشروع تيرا بايز" (TeraPaiZa Project) في مدينة فاليو بولاية كاليفورنيا الأمريكية

تعد واحدة من النماذج البارزة في مجال معالجة مياه الصرف الصحي واستخدامها في الزراعة. الهدف من المشروع:- توفير مصادر مياه مستدامة للزراعة والحد من استهلاك المياه العذبة. ويعتمد المشروع على استخدام تقنيات متقدمة لتنقية المياه الصرف الصحي وتحويلها إلى مياه معالجة آمنة للاستخدام في الزراعة.

خطوات المشروع:

١-جمع المياه الصرف الصحي: تبدأ العملية بجمع مياه الصرف الصحي من محطات التنقية المختلفة في مدينة فاليو.

٢-تنقية المياه: يتم تنقية المياه باستخدام تقنيات متقدمة مثل الترشيح المتقدم وعمليات الأكسدة والترسيب لإزالة المواد العضوية والملوثات الأخرى.

٣-معالجة الفلورايد: تُضاف المواد المعالجة لإزالة الفلورايد من المياه، حيث يكون هذا العنصر مشكلًا شائعًا في مياه الصرف الصحي.

٤-تعديل القيم الكيميائية: يتم تعديل قيم الحموضة والقلوية وتوازن الأملاح لضمان ملاءمة المياه للاستخدام في الزراعة.

٥-استخدام المياه في الزراعة: تُوزع المياه المعالجة على الأراضي الزراعية لري المحاصيل مثل الخضروات والفواكه.

الفوائد:

١-توفير مصادر مياه مستدامة: يُعتبر استخدام مياه الصرف المعالجة في الزراعة وسيلة مهمة لتحقيق الاستدامة المائية وتوفير مصادر مياه بديلة ومستدامة.

٢-تقليل الضغط على الموارد المائية الطبيعية: باستخدام مياه الصرف المعالجة في الزراعة، يمكن تقليل الاعتماد على المياه العذبة من المصادر الطبيعية مثل الأنهار والبحيرات.

٣-تحسين جودة البيئة: عندما يتم معالجة مياه الصرف بشكل فعال واستخدامها في الزراعة، يمكن تقليل تلوث المياه السطحية وتحسين جودة البيئة المحيطة.

هذه الصورة تمثل إحدى مراحل معالجة مياه الصرف الصحي في مشروع تيرا بايز:

وتعكس هذه الصورة جهود تنقية المياه وتطبيق العمليات الكيميائية والفيزيائية لإزالة الملوثات وتحويل المياه الصرف الصحي إلى مياه صالحة للاستخدام في الزراعة.

A. N . Angelakis and P. Gikas , 2014 ,p.٦٧-٧٠

تجربة "مشروع إعادة تدوير المياه للزراعة في "أستراليا"

تعد من النماذج الملهمة في مجال معالجة مياه الصرف الصحي واستخدامها في الزراعة. يُعرف هذا المشروع أيضًا باسم "مشروع إعادة تدوير المياه في مدينة كيبيك"، ويقع في ولاية كويتزلاند بأستراليا. الهدف من المشروع:- توفير مصادر مياه مستدامة ومتجددة للزراعة والتخفيف من الضغط على الموارد المائية الطبيعية.

خطوات المشروع:

١-جمع المياه الصرف الصحي: تتم عملية جمع مياه الصرف الصحي من محطات التنقية المختلفة في المنطقة.

٢-تنقية المياه: تتم معالجة المياه باستخدام تقنيات متقدمة مثل الغشاء الحيوي والترشيح الدقيق لإزالة الشوائب والملوثات.

٣-تحلية المياه: في بعض الحالات، يتم تحلية المياه المعالجة لتخفيف التركيز الملحي وجعلها أكثر ملائمة للاستخدام في الزراعة.

٤-توزيع المياه على الأراضي الزراعية: تُوزع المياه المعالجة عبر شبكة الري على الأراضي الزراعية لري المحاصيل.

الزراعة باستخدام مياه الصرف المعالجة: يتم زراعة مختلف المحاصيل مثل الخضروات والفواكه باستخدام المياه المعالجة.

الفوائد:

١-توفير مصادر مياه مستدامة: يسهم استخدام مياه الصرف المعالجة في توفير مصادر مياه مستدامة للزراعة وتقليل الاعتماد على المياه العذبة.

٢-تحسين جودة البيئة: من خلال معالجة مياه الصرف واستخدامها في الزراعة، يمكن الحد من تلوث المياه السطحية وتحسين جودة البيئة المحيطة.

٣-تحقيق الاستدامة البيئية والاقتصادية: يُعتبر هذا المشروع مثالًا على الاستدامة البيئية والاقتصادية، حيث يتم تحقيق فوائد بيئية واقتصادية من استخدام مياه الصرف المعالجة في الزراعة.

Joseph G. Jacangelo , 2021 ,p.٣٠-٣٥

تجربة ستيم ومقارنتها بالتجارب الاخري :

الهدف: معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في الزراعة

الخطوات:

العلاج الفيزيائي: استخدام مرشحات مادية لإزالة الشوائب

العلاج البيولوجي: استخدام بذور مورينجا أوليفيرا لتحسين جودة المياه.

العلاج الكيميائي: استخدام هيدروكسيد الصوديوم وهيبوكلوريت الصوديوم.

النتائج:

تحسين جودة المياه وتقليل التلوث.

تجربة معالجة مياه الصرف الصحي في الهند والصين:

الهدف: تحسين جودة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها.

الخطوات:

الهند: استخدام العلاج البيولوجي والكيميائي.

الصين: استخدام تقنيات متقدمة مثل العلاج البيولوجي والترشيح المتقدم.

النتائج:

تحسين جودة المياه وتحقيق إعادة استخدام فعالة.

مشروع تيرابايز في ولاية كاليفورنيا:

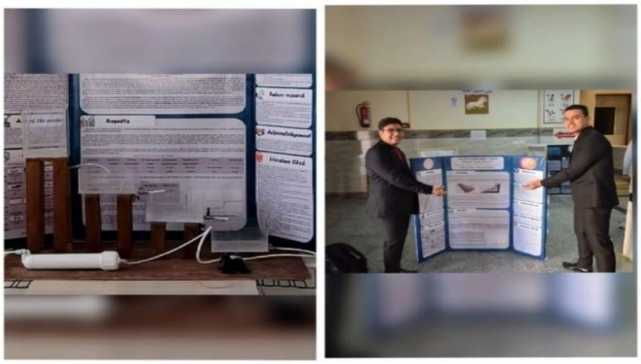
الهدف: معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها.

الخطوات:

العلاج البيولوجي المتقدم والترشيح الدقيق.

النتائج:

تحقيق إعادة استخدام مياه الصرف الصحي في الري الزراعي والمناظر الخضراء.



منهجية البحث والأدوات المستخدمة

الفرضيات:-

- ماهي آليات معالجة مياه الصرف الصحي لضمان جودتها وسلامة استخدامها في الزراعة المائية؟
- ما هي الفوائد البيئية والاقتصادية لاستخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة المائية؟
- كيف يمكن تعزيز الوعي البيئي والتثقيفي لدي طلاب المدارس نحو استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة المستدامة وغيرها من الأنشطة؟
- ما الاضرار الناتجة عن استخدام الصرف الصحي في الزراعة؟
- ما هي الأبحاث والدراسات المستقبلية التي ينبغي إجراؤها لتعزيز فهمنا واستخدامنا لمياه الصرف الصحي في الزراعة بشكل مستدام وفعّال؟

- **المنهج المقارن :**

هذا المنهج الدراسي يستند إلى استخدام المقارنة كأداة أساسية لفهم وتحليل الظواهر، حيث يُسلط الضوء على النقاط المتشابهة والمختلفة بين ظاهرتين أو أكثر، مما يساعد في فهم عميق للتشابهات والاختلافات بينها وفي استكشاف العلاقات بينها.

(محمد سرحان علي المحمودي، ٢٠١٩م،ص٧٦)

وقد تم استخدام هذا المنهج في مقارنة التجربة التي قامت بها إحدى الدول في معالجة مياه الصرف الصحي والتجربة التي قام بها أحد طلاب مدرسة STEM بمصر لمعالجة مياه الصرف الصحي.

- **المنهج الوصفي :**

محاولة الوصول إلى المعرفة الدقيقة والتفصيلية لعناصر التجربة للوصول إلى فهم أفضل أو وضع سياسات و إجراءات مستقبلية.

(محمد سرحان على المحمودي ،٢٠١٩م ، ص ٤٦)

و تم استخدام المنهج الوصفي في عمل الاستبيانات.

وفي وصف التجربة التي قام بها أحد طلاب مدرسة STEM ، و وصف التجارب التي تمت في الصين و الهند و استراليا و في ولاية كاليفورنيا الأمريكية.

المنهج التجريبي:

تغيير معتمد للشروط المحددة للظاهرة ، وملاحظة ما ينتج عن هذا التغيير من آثار في الظاهره.

وهو الطريقة التي من خلالها يقوم الباحث بتحديد الظروف التي تظهر في التحري عن المعلومات ، والسيطرة على هذه الظروف والتحكم فيها.

(محمد سرحان على المحمودي ،٢٠١٩م ، ص ٦٥)

تم استخدام المنهج التجريبي من خلال عمل التجربة في أحد المدارس (مدرسة STEM)من خلال طالب من طلاب المدرسه .

تحديد أدوات وإجراءات البحث:

١-الاستبيانات

2- المقابلات الشخصية

3- التجارب العالمية ومقارنتها بالتجربة المحلية بمدرسة STEM

٤- الدراسة الميدانية (تم تطبيق زراعة نبات الزينة المتمثل في البوتس في مدرسة إسكان الاميرية الإعدادية والثانوية بنات باستخدام المياه المعالجة)

أولا: الأدوات الخاصة بمجسم المشروع

خشب، اكليرك، سليكون، محابس ، موتور ، خرطوم فلتر

ثانياً: الأدوات الخاصة بكل مرحلة

١)المرحلة الأولى:

طوب أحمر، رمل، فحم، حصى، ورقة ترشيح

٢)المرحلة الثانية:

بذور شجرة المورينجا

٣)المرحلة الثالثة:

هيدروكسيد الصوديوم NaOH

٤)المرحلة الرابعة:

هيبوكلوريد الصوديوم NaClO

٥)المرحلة الخامسة:

شمعة التناضح العكسى

اجراءات عمل المشروع: –

لابد من تنقية مياه الصرف الصحي وذلك وفق الإجراءات التالية: :

١_تصفية المواد غير القابلة للذوبان بعدة طرق يتم تحديدها حسب حجمها

٢_ إزالة المواد العضوية السامة والمعادن الثقيلة الموجودة فى الماء

٣_التخلص من الكائنات الحية الدقيقة والبكتيريا والجراثيم

٤_وفى النهاية يتم اختبار وتحليل المياه الناتجة للتأكد من صلاحية عملية لاستخدامها كمياه صالحة للشرب

-الأساليب

تم استخدام الأساليب الإحصائية عن طريق برنامج الأكسل شيت لعمل الاشكال البيانية والجداول

كما تم استخدام جوجل إيرث برو لتحديد منطقة الدراسة وحدودها

الصعوبات:

١. ارتفاع سعر تكلفة تحلية مياه الصرف الصحي.

٢. عدم وجود وعي سابق لدي الطالبات بفكرة معالجة مياه الصرف والزراعة المائية و تحقيق التنمية المستدامة.

٣. صعوبة في الحصول علي الاجراءات من الإدارة لدخول مدرسة ستيم.

٤. صعوبة في تطبيق الاستبيان الخاص بمدرسة اسكان الأميرية الإعدادية والثانوية – بنات لعدم حضور الطالبات بشكل مستمر في المدرسة.

نتائج الدراسة

من خلال المقارنه بين تطبيق التجربة في مدرسة ستم ومدرسة اسكان الاميريه بنات توصل البحث للآتي:-

١_ امكانية تطبيق تجربة تحويل مياة الصرف الصحي الي مياة صالحه للاستخدام الآدمي في مدرسة اسكان الاميريه بنات وذلك لتوافر امكانيات تطبيق التجربة إضافة الي تقليل التكلفة .

٢– اهتمام المدرسة بالتنميه المستدامه والتحول الاخضر.

٣– مقررات الدراسه تدعم التنميه المستدامة إضافة الي الانشطه المدرسية التي تقوم بها المدرسه.

٤– المساعده في حل مشكله نقص المياه (الازمه المائية).

٥– استخدام المياه المعالجه في الزراعة المائية وسقي الاشجار يقلل من اعتمادنا علي المياه العذبة إضافة الي ترشيد استهلاكها وهذا يتفق مع روئة مصر ٢٠٣٠.

٦– الحد من تلويث البيئه باستخدام مياه الصرف الصحي المعالجه.

٧– ازدياد وعي الطلاب بالتنميه المستدامه.

٨– تقليل اعتماد الزراعه علي توافر التربات وذلك ان الزراعة المائية يمكن زراعتها بأي مكان داخل المدرسه.

٩– بينت النتائج أن الطالبات أكثر تقبلا لاستخدام المياه المعالجه لري النباتات وخاصة نبات الزينه.

. تفسير نتائج الدراسات:–

١_ توافر امكانيات الزراعه بالمدرسة اضافة ان تكلفة التجربة اقل من ١٠٠جنيه

٢– توافر بالفعل اماكن بها زراعه .

٣– منهج الجغرافيا للصف الثاني الثانوي (جغرافية التنميه) يؤكد بالفعل علي اهميه التنميه المستدامة

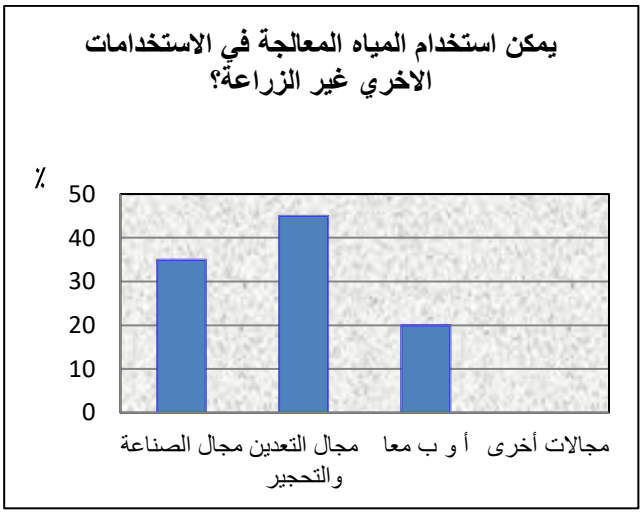
٤– الزراعة المائية تقلل المياه العذبة المستخدمه في الزراعه العادية بنسبة ٨٠٪.

٥– كلما ارتفع المستوي التعليمي كلما ازداد تقبل الطلاب لاعادة استخدام المياه المعالجه في ري المحاصيل الزراعيه.

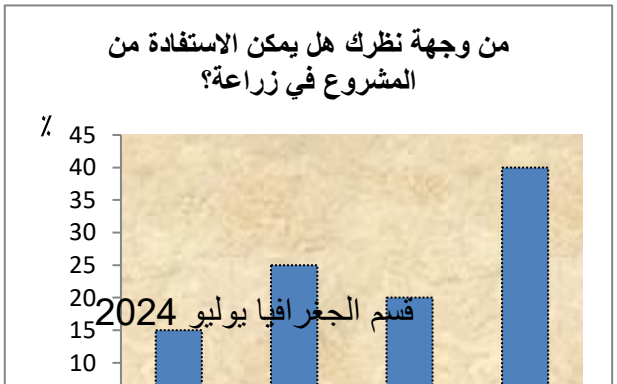
٦– تم زراعة نبات البوتس بالفعل ذاخل المدرسه

تفسير الاستبيان التي تم تطبيقه في مدرسة الاسكان الاميرية بنات:–

١_ يمكن استخدام المياه المعالجه في استخدامات اخري غير الزراعه وكانت اعلي نسبة في مجال التعدين والتحجير بنسبة ٤٥٪.

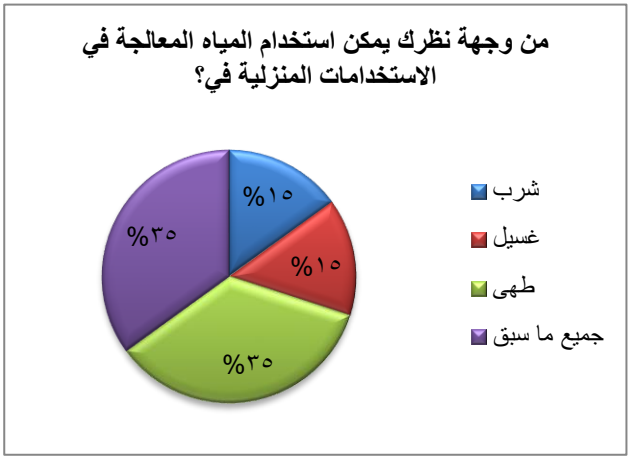


٢– يمكن الإستفادة من المشروع في زراعة نباتات الزينه والخضروات والفاكهه والاستخدامات المتزليه بنسبة ٤٠٪.



٣- اجمع الطلاب انه يمكن الإستفادة من المشروع في التنميه المستدامة بنسبة ٦٠٪.

٤- يمكن استخدام المياه المعالجه في الاستخدامات المترليه بنسب متساوية فكانت بنسبة ١٥٪ في الشرب والغسيل ونسبة ٣٥٪ في الطهي وجميع ما سبق



من خلال تطبيق الاستبيان علي مدرسة ستم تم التوصل الي النتائج الآتيه:-

١_ يمكن الإستفادة من استخدام المياه المعالجه في زراعة الخضروات والفواكه ونباتات الزينه والاستخدامات المترليه.

٢- اجمع الطلاب علي اهمية استخدام المياه المعالجه في التنمية المستدامة بنسبة ٥٦,٧٪.

٣- استخدام المياة المعالجه في مجالي التعدين والتحجير والصناعه بنسبة ٣٣,٢٪.

٤- اظهرت النتائج ان الطلاب لديهم وعي عن استخدام مياة الصرف الصحي المعالجه في الزراعة المائية حيث جاءت بنسبة ٥٦,٦٪.

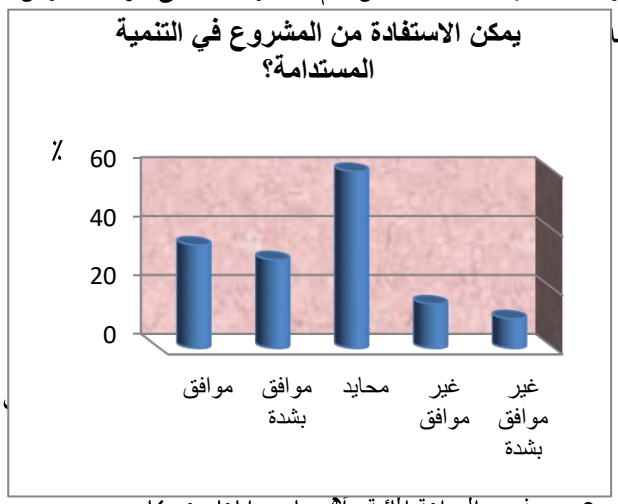
٥- يمكن استخدام المياه المعالجه في مجالي الغسيل والطهي بنسبة ٦٠٪.

٦- اتضح من النتائج ان تكلفة تحويل مياة الصرف الصحي الي مياه صالحه للاستخدام الآدمي قليلة .

٧- تم تطبيق المشروع في المدرسه حيث جاءت نسبة الاجابه علي هذا السؤال بنسبة ١٠٠٪.

الخاتمة

لقد تناولنا فى هذا المشروع مياه الصرف الصحي المعالجة واستخدامها فى الزراعة المائية وذلك لأن المياه من أهم مصادر الحياة على كوكب الأرض ولقا



- **.مفهوم الزراعة المائية وأهميتها ومزاياها وعيوبها**
- **نموذج تطبيقي لتجربة الزراعة المائية باستخدام المياه المعالجة ميدانياً على مدرسة إسكان الأميرية**
- **عدة تجارب عالمية قامت بمعالجة مياه الصرف الصحي منها ما قامت به : إسبانيا _ الهند _ فاليو بولاية كاليفورنيا _ استراليا**
- **كما وتحدثنا عن منهجية البحث والأدوات المستخدمة وإجراءات عمل المشروع والأساليب المستخدمة ونتائج الدراسة وتطبيق الاستبيان**

الشكر والتقدير

كلمة شكر

نحمد الله عز و جل الذي وفقنا في إتمام هذا البحث العلمي، و الذي أنعمنا الصحة والعافية والعزيمة فالحمد لله حمدا كثيرا

نتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى الأستاذة الدكتورة المشرفة هويدا توفيق على كل ما قدمته لنا من توجيهات و معلومات قيمة ساهمت في إثراء موضوع دراستنا في جوانبها المختلفة كما نتقدم بجزيل الشكر إلى أعضاء لجنة المناقشة الموقرة، دون نسيان مديري و معلمي و متعلمي التعليم

العبور ومدرسة إسكان الأميرية STEM الثانوي ومديري مدرسة الإعدادية والثانوية بنات على جهدهم المبذول معنا في هذا المشروع و مديرية التربية والتعليم، ونشكر أيضا الطالب ماركو أمير الملتحق بمدرسة العبور صاحب مشروع تحويل مياه الصرف الصحي إلى مياه STEM صالحة للاستخدام الآدمي كما نتقدم بالشكر الجزيل لأساتذة قسم الجغرافيا و الأخص بالذكر رئيسة قسمنا المبجلة الدكتورة رشا حامد بندق وعميدة كلية التربية الدكتورة صفاء شحاتة

واخيراً نحب أن نشكر انفسنا على مابذلناه من مجهود، فكم من ليالي لم ننامها في سبيل انجاز واتمام هذا العمل، فشكرا لنا على تحمل هذه الأيام وشكرا لمعاونة الفريق وعمله كشخص واحد وشكرا لله في بداية ونهاية الأمر لان بدون رحمته لما كنا هنا.

المراجع والمصادر

اولا :المراجع العربية

١) الفالح ،احمد عبد العزيز, ٢٠٠٢، احكام المياه العادمة المعالجة بالوسائل الحديثة ، كلية الأداب ،جامعة عين شمس ، مج٤٨.

٢) ارتيمة ، حليمة سليم خليفة وآخرون ، ٢٠١٢، دراسة مدي مناسبة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة بمدينة سرت في زراعة محصول القمح وأثرها علي خواص التربة ، ، كلية الزراعة ، جامعة سرت ، ليبيا .

٣) الضبع ، رفيعة سعد الدين وآخرون ، ٢٠٠٤، نباتات الزينة ، كلية الزراعة ، جامعة عين شمس

٤) الدجيلي ، علي مهدي جواد وآخرون ، ٢٠١٤، استعمالات المياه المعالجة في مدينتي النجف والكوفة ، كلية التربية للبنات ، جامعة الكوفة ، ع١٩.

٥) الرشيدي ، فهد سعد فالح ادبيس ، ٢٠٠٧،معالجة مياه الصرف الصحي واستخدامها في دولة الكويت ، جامعة الكويت ، مركز النشر العلمي ، مج ٢٢، ع٧٠.

٦) المحمودي ، محمد سرحان علي ، ٢٠١٩مناهج البحث العلمي ، دار الكتب ، صنعاء .

٧) الزغبي ، محمد منهل واخرون ، ٢٠١٤، استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة ، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية ، الجمهورية العربية السومرية .

٨) حسنين ، خلود حسام وآخرون ، ٢٠١٥، دراسة اقتصادية محاسبية لترشيد استهلاك المياه في مصر ، المجلة العلمية لقطاع كليات التجارة ، جامعة الأزهر ، ع١٣.

٩) خلاف سعد و شلي اكرام ، ٢٠٢٢، الزراعة المائية كبديل للزراعة التقليدية الايجابيات والسلبيات ، كلية علوم الطبيعة والحياة ، جامعة الإخوة منتوري ، قسنطينة .

١٠) صقران ، عبد الحميد سالم ، ٢٠٠٥، تقييم اداء برك الأكسدة لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الري ، الهيئة العربية لاستثمار والانماء الزراعي ، ع٣.

١١) قطاوي ، ملك روحي واخرون ، ٢٠٠٨،إمكانية التقبل الاجتماعي لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة في محافظة رام الله والبيرة ، كلية الآداب ، جامعة بيروت .

١٢) كياس كوثر، و صلوح سامية ، ، ٢٠٢٠تقنية المياه الملوثة (مقارنة بين محطتي تقرت و ورقلة) ، كلية الرياضيات وعلوم المادة ، جامعة قاصري مرباح .

١٣) مصاروة ، شبيب جميل وآخرون ، ١٩٩٢، الجدوي المائية لاستخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة ، الجامعة الأردنية ، كلية الدراسات العليا ، الاردن.

١٤) محمد، عبد الله ،٢٠٢٢، الزراعة المائية (ثورة الهيدروبرونك) ، جامعة سرت ، ع١١.

١٥) محمد ، عماد محمد صدقي ،٢٠٢٣، تحليل التكلفة والعائد لإعادة استخدام مياه الصرف المعالجة في الأنشطة الزراعية لتحقيق التنمية المستدامة في ضوء رؤية مصر ٢٠٣٠، كلية التجارة ، جامعة عين شمس ، مج ٢٦، ع١.

١٦) ياسين ، بشري رمضان واخرون ، ٢٠١٨، خصائص المياه العذبة وأثرها في البيئة الحيوية في محافظة البصرة ، مركز دراسات البصرة والخليج العربي ، ع٢٧.

١٧) الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى ، د.ت ، برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحى ، قطاع تنمية الموارد البشرية ، الإدارة العامة للتخطيط المسار الوظيفي.

ثانيا: المراجع الأجنبية :

1) A. N . Angelakis and P. Gikas , 2014 , Water Reuse: overview of current practices and trends in the world with emphasis on EU State, school environmental engineering technical university of create.
2) Benbow, A., et al, 2012:Earth Comm , 84 Business Park Drive Armonk, NY.
3) Choqichen , 2014, Environmental pollution (occurrence of antibiotics and antibiotic resistances in Solis from wastewater irrigation areas , china , volume 193.
4) Joseph G. Jacangelo , phD , 2021 , Water Reuse in India – principles and Practices, John's Hopkins university Blomberg school of public health.
5) Mohamed., R ., 2023: Performance Analysis of Different Anode Materials of Double Chamber Microbial Fuel Cell Technology Using Different Types of Wastewater , Al-Marqab University- Collegeof Education, Al-Khoms, A 23.
6) Sharma., K., 2015: School of Engineering Water Purification Non- Equilibrium Analysis, VIRGINIA COMMONWEALTH UNIVERSIT

المواقع الالكترونية:

1) هناء محمد،٢٠٢٢،نبات البوتس ورعايته https://www.almrsal.com/post/298033
2) https://www.nbatat.com/ar/epipremnum-aureum/
3) https://www.sfegypt.com/6163